

2011 台灣亞太產業高峰論壇—
ICT及綠能科技在建築產業之運用」

Can Fuel Cell Become a Home Appliance
in a Green Energy House?

(燃料電池能夠成為綠能建築的家電設備嗎?)

Dr. Ruey-Jong Shyu (徐瑞鐘)

Kaori Heat Treatment Co. Ltd.

2011/10/27

Outline

Theme: Technology Breakthrough for a New Industry
(技術開發，突破產業新可能)

- Energy advantage of fuel cell
- Achievement in Japan
- Fuel cell system and technology
- Fuel cell is becoming a home appliance
- Effort in Taiwan

H2 & FC Fair, Hannover, Germany, 2011/4/4-8

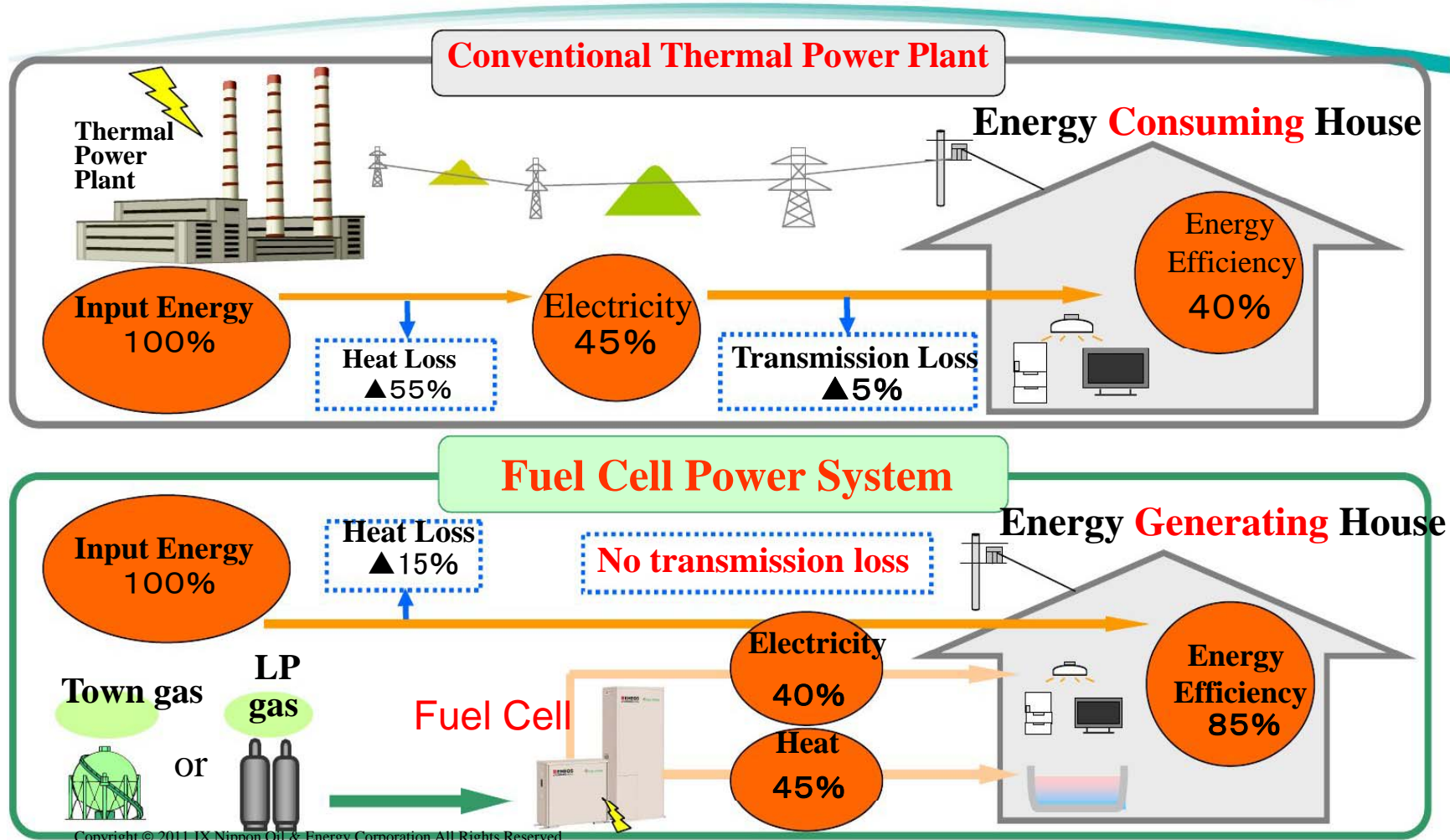


Electric Power Generation

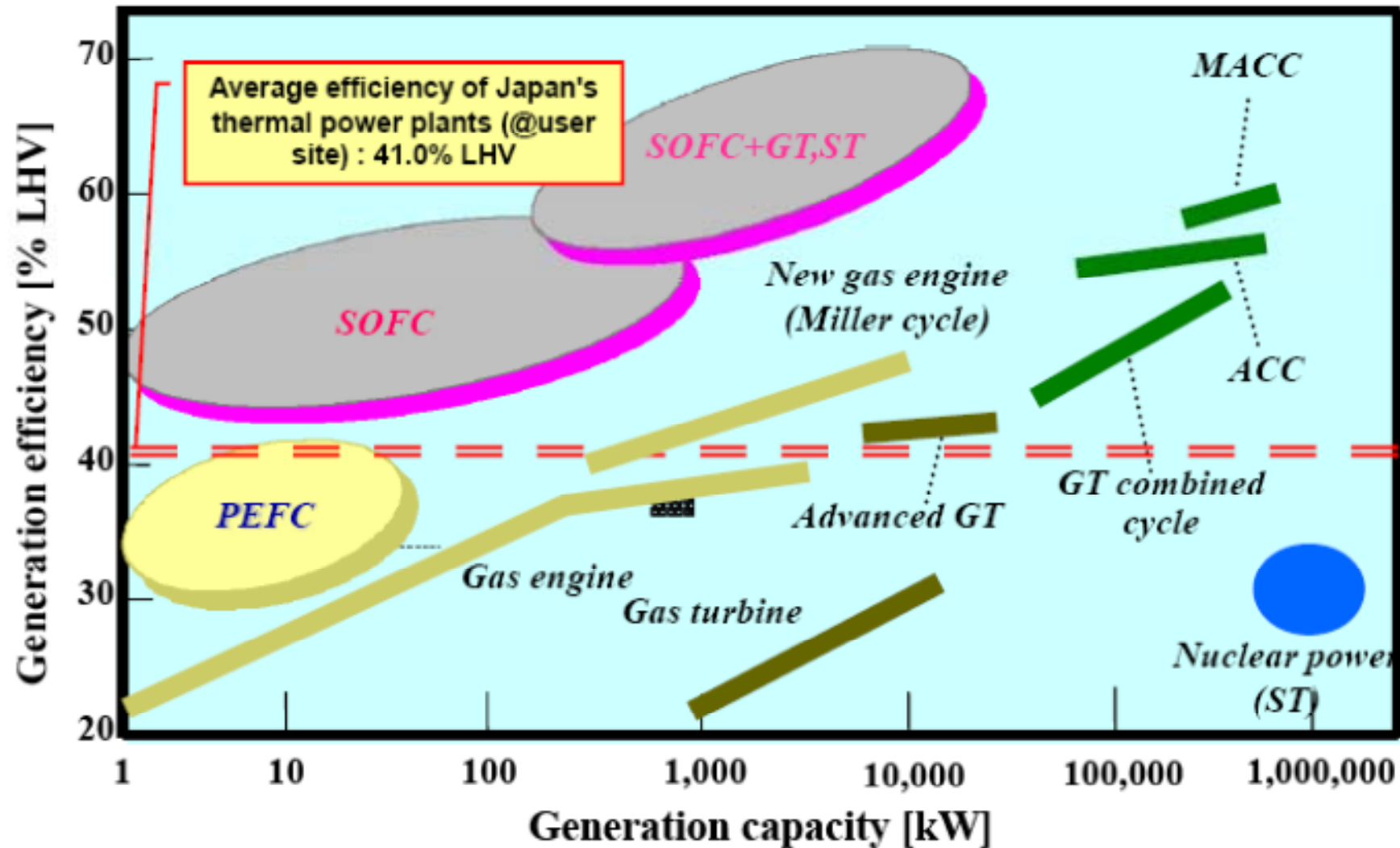
- Centralized Power Generation
 - fossil fuel(coal, oil, natural gas), large hydro, nuclear, co-generation
- Distributed Power Generation
 - wind, solar(thermal, PV), gas engine, biomass, small hydro, **Fuel Cell**



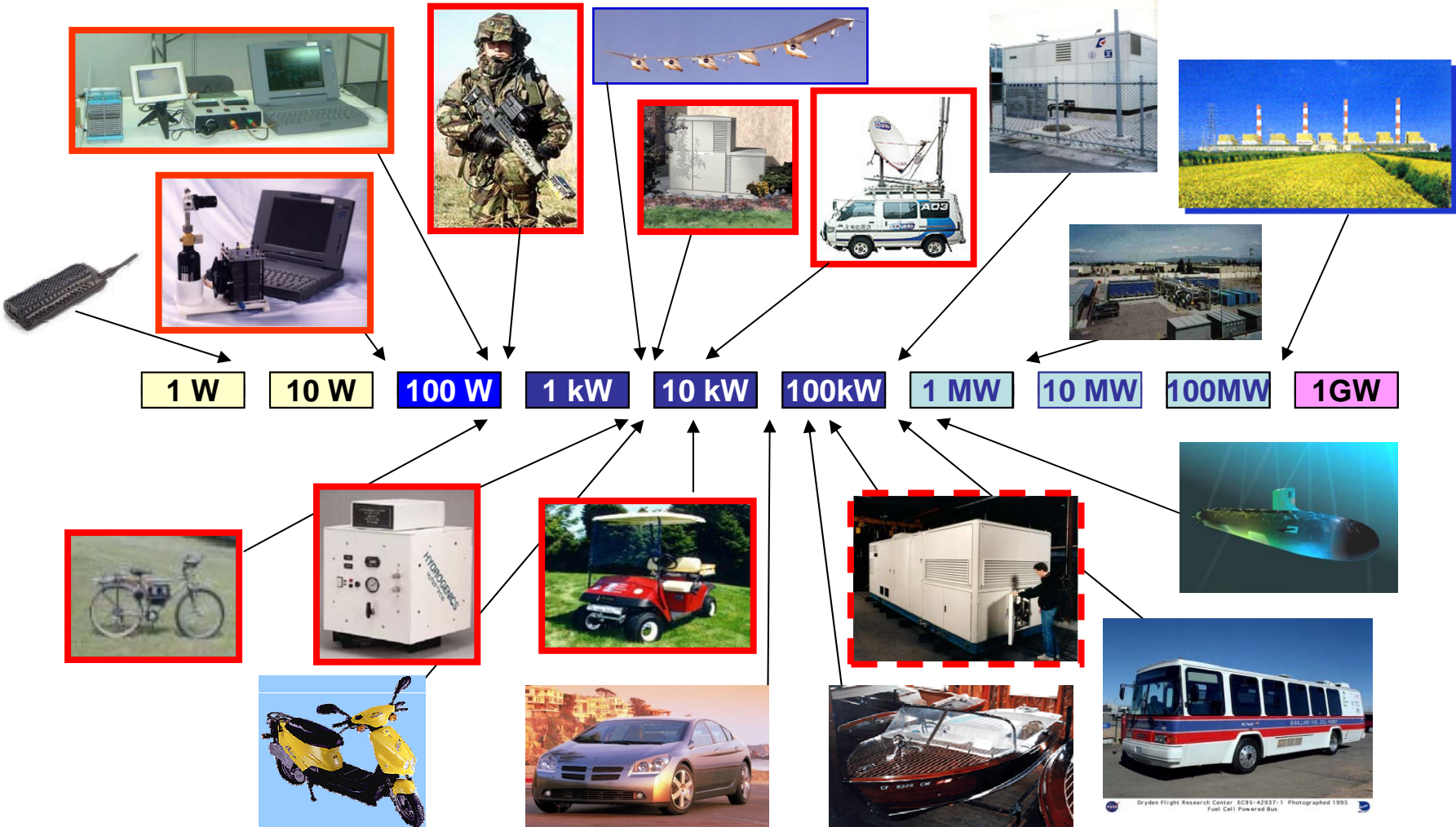
Higher Energy Efficiency by Fuel Cell



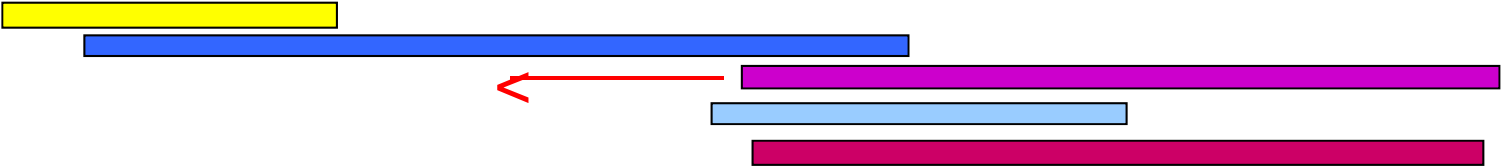
Features of Fuel Cell Power



Fuel Cell Applications



DMFC
 PEMFC
 SOFC
 PAFC
 MCFC



Bloom Energy's 100kW SOFC System

- Use natural gas from pipeline
- More than 200 systems installed, 7.5MW at AT&T, 30MW in Delaware, 2MW in CIT, and many more

Google

STAPLES

Walmart

COX
ENTERPRISES

eBay

Bank of America

FedEx
Express

THE UNIVERSITY OF TENNESSEE
SimCenter



Ballard's 1MW PEMFC System

Net Power: 1 MW (500kWx2)

Efficiency :48% (\pm 2%)

Output voltage :380 – 480 V AC

Height x width x length :2.9 x 2.4 x 13.7 meters

Weight: 30,000 kg

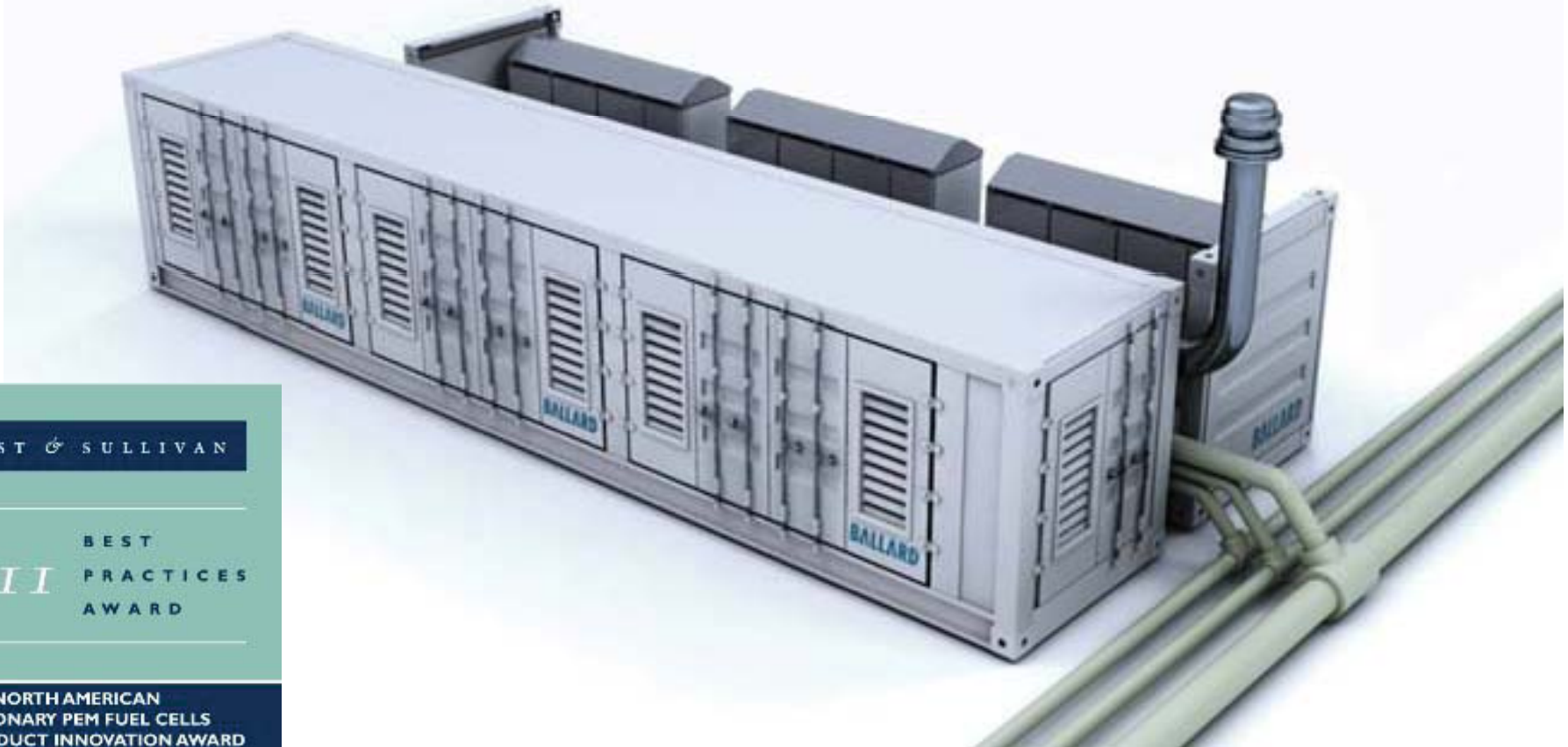
Fuel: Hydrogen >98%²

Fuel consumption:(700 m³/hour)

Available heat output :1100 kW

Available water temperature:60 - 65°C

Emissions: Noise <80db @ 1 meter



FROST & SULLIVAN

2011

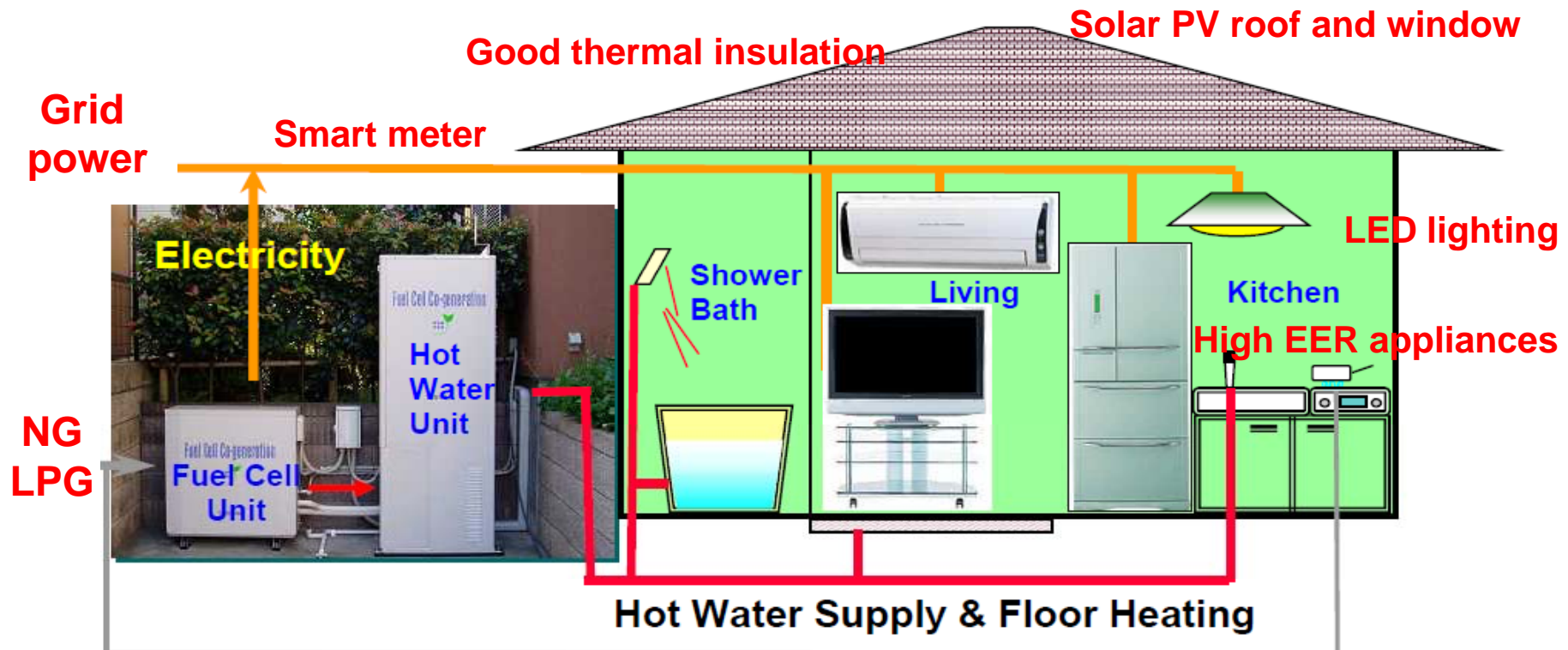
BEST
PRACTICES
AWARD

NORTH AMERICAN
STATIONARY PEM FUEL CELLS
NEW PRODUCT INNOVATION AWARD

A Green Energy House

Stationary Residential PEMFC/CHP System

- Supply NG or LPG for fuel cell systems
- Electricity and heat(hot water) are simultaneously supplied
- Improvements of energy consumption and CO₂ emission



Achievement in Japan

- About 15,000 units are installed(till 2010)
- Rated power: 700~1000W



Major Japanese Fuel Cell Developers

Participating Fuel Cell System Manufacturers

燃料電池システムメーカー



Installed and Operated by;

システム設置・運転企業

Natural Gas

都市ガス



ココロも満タんに



LPG (Propane)

LPガス



Kerosene

灯油

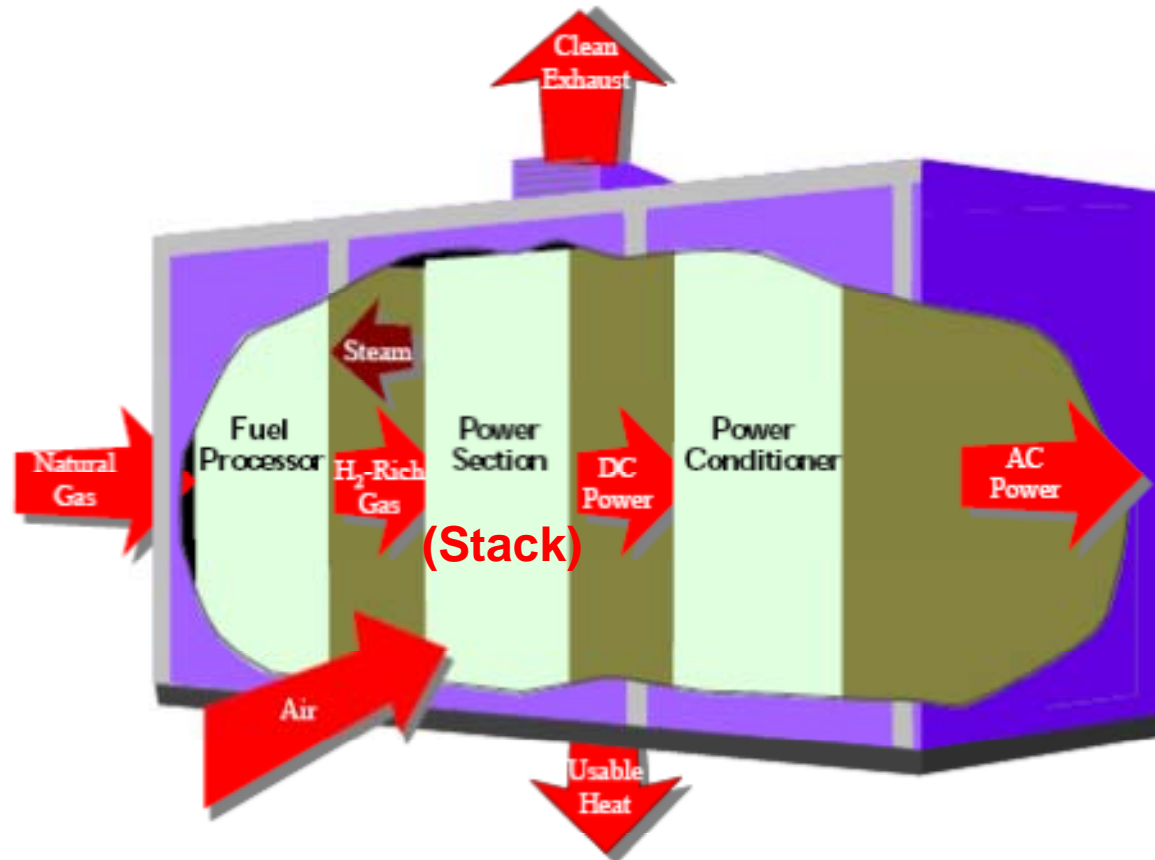
The Source: NEF

Performance of ENE FARM Systems

		205 Total (/year)	Average (/day)
Generating duration		1015928 h	13.6 h
Generating electricity		702 MWh	9.4 kWh
Supplied electricity	Amount	629 MWh	8.4 kWh
	Contribution ratio	34 %	
Supplied heat	Amount	937 MWh	12.5 kWh
	Contribution ratio	78 %	
Primary energy saving	Amount	743 MWh	9.9 kWh
	Ratio	25 %	
CO₂ emission reductions	Amount	263 t-CO ₂	3.5 kg-CO ₂
	Ratio	38 %	

A Fuel Cell Power System

A fuel cell power system is transforming fossil fuel's energy into electricity by electrochemical reactions, its major subsystems include: (1) fuel cell stack, (2) fuel processor, (3) power conditioner, and (4) balance of plant(BOP)



PEMFC Stack and its MEA

- Chemistry(Catalyst), Material Science (Polymer), Mechanical Eng. (Thermal/Water Management, Control)...

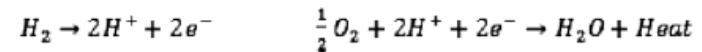
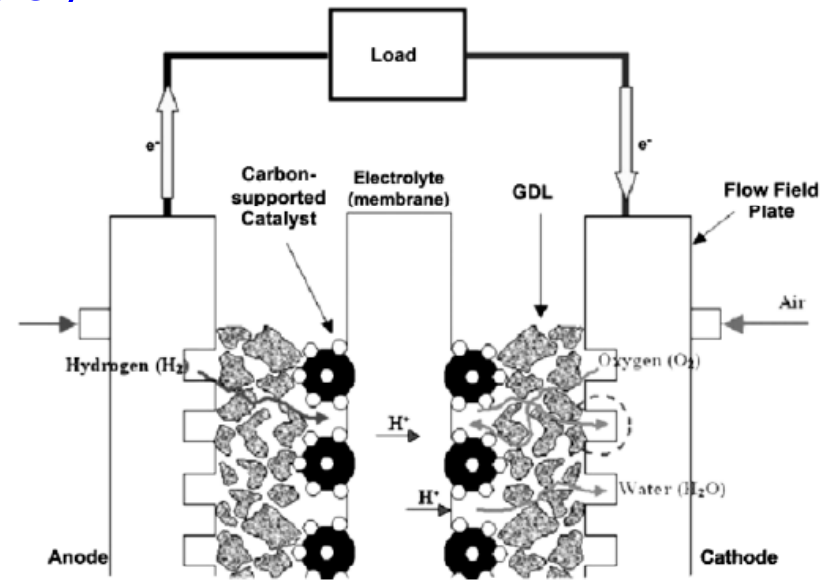
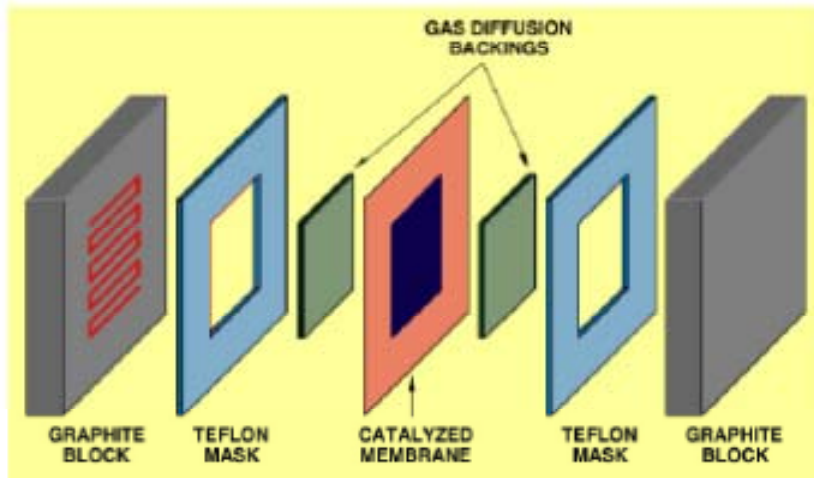
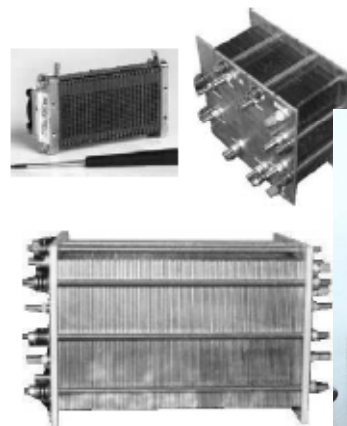
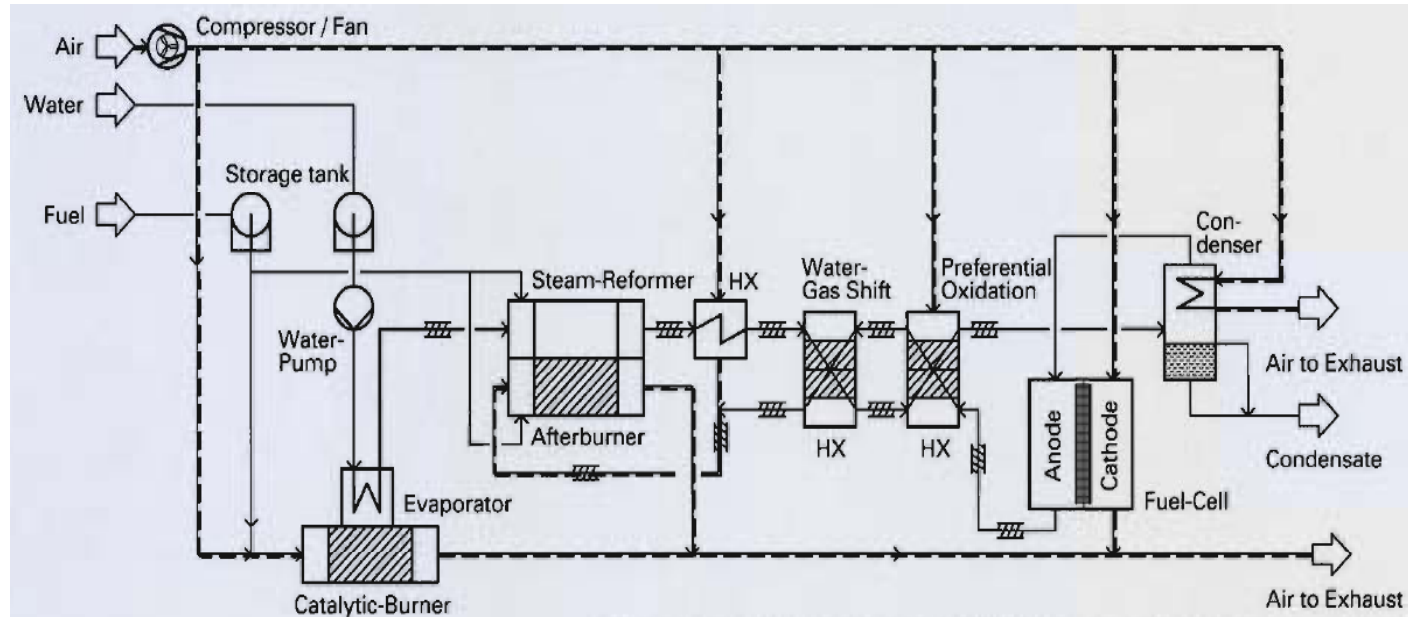


Fig. 1. Schematic representation of a PEMFC and the electrode reactions.



Fuel Processor

-Chemistry(Catalyst), Chemical Eng.(reforming reaction),
Mechanical Eng. (Thermal Management, System Control),



Technical Challenges for a PEMFC System

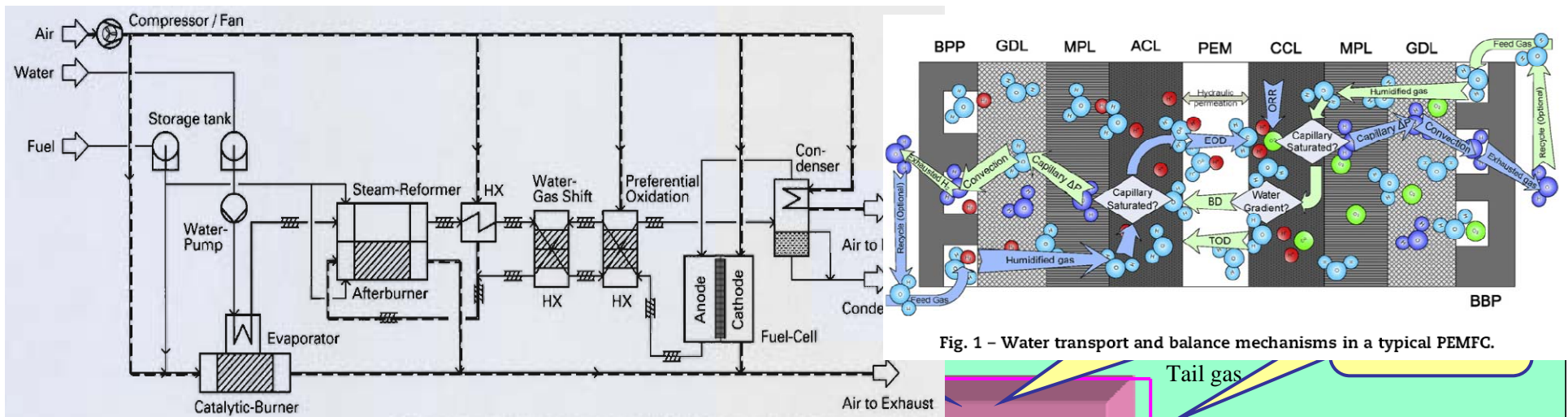
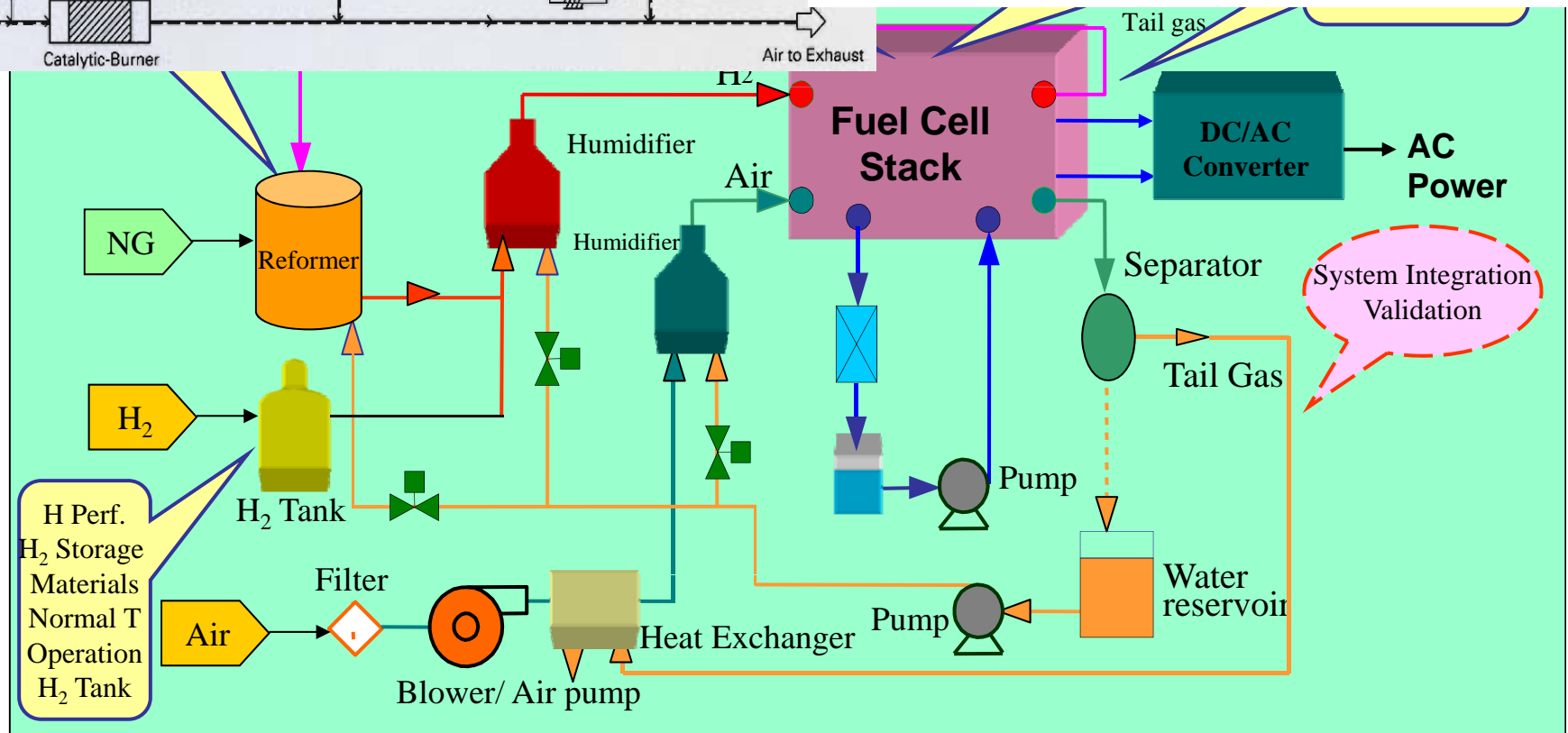


Fig. 1 - Water transport and balance mechanisms in a typical PEMFC.

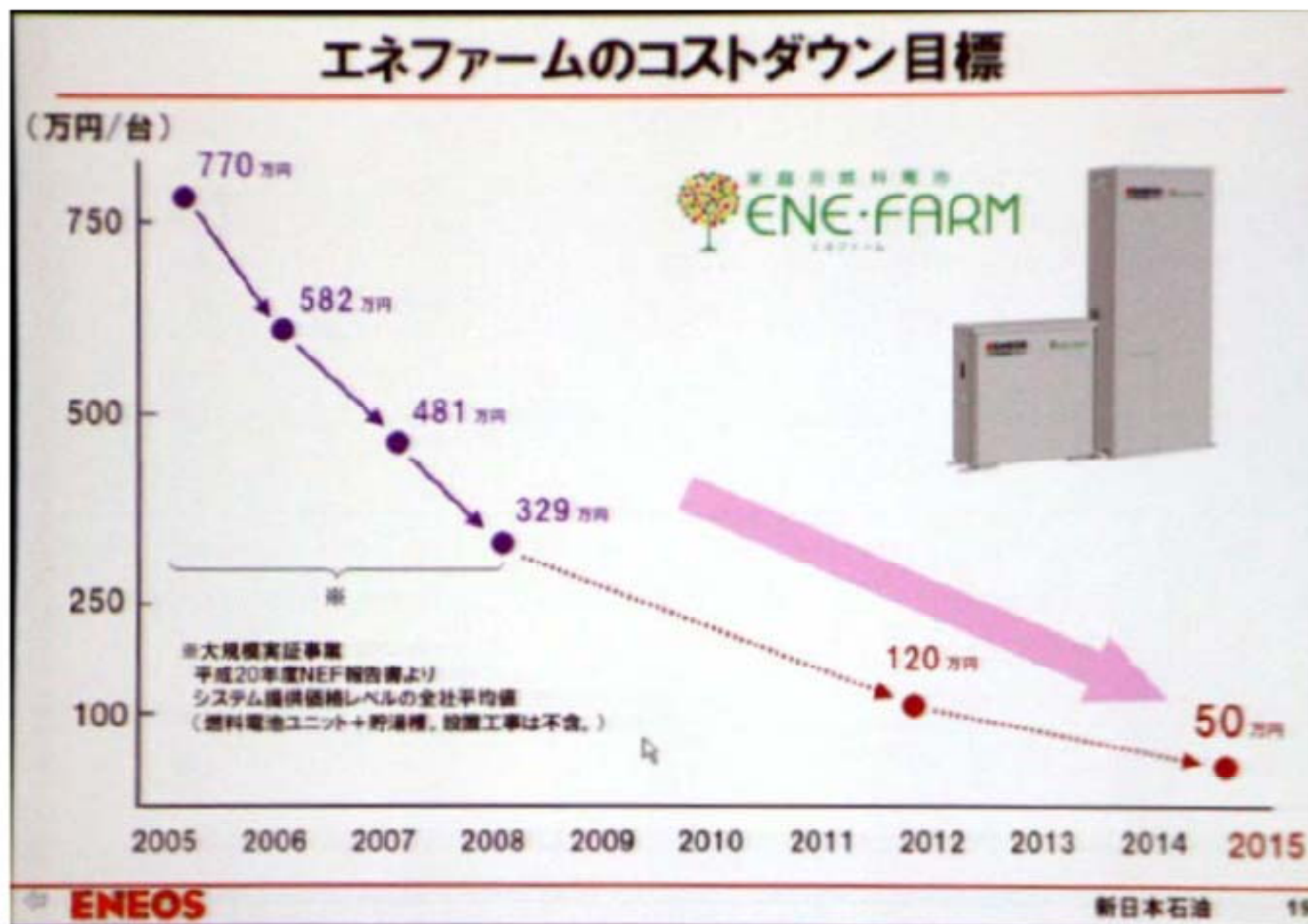


Effort in Japan—Establish a New Industry



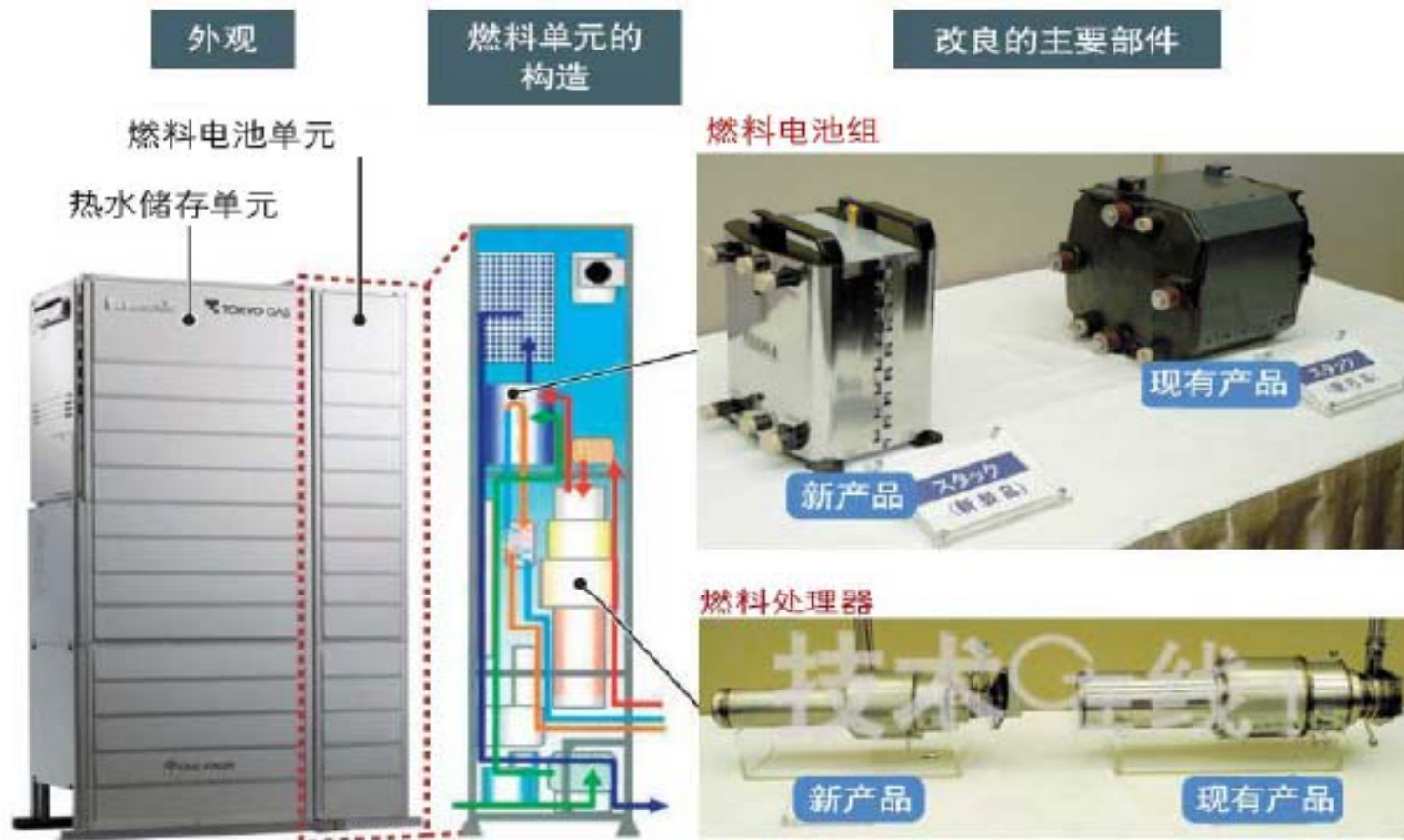
Reduce Cost for an Affordable System

-- Stack, fuel reformer, BOP components(pump, blower, control valve..)



Continuous Technology Advancement

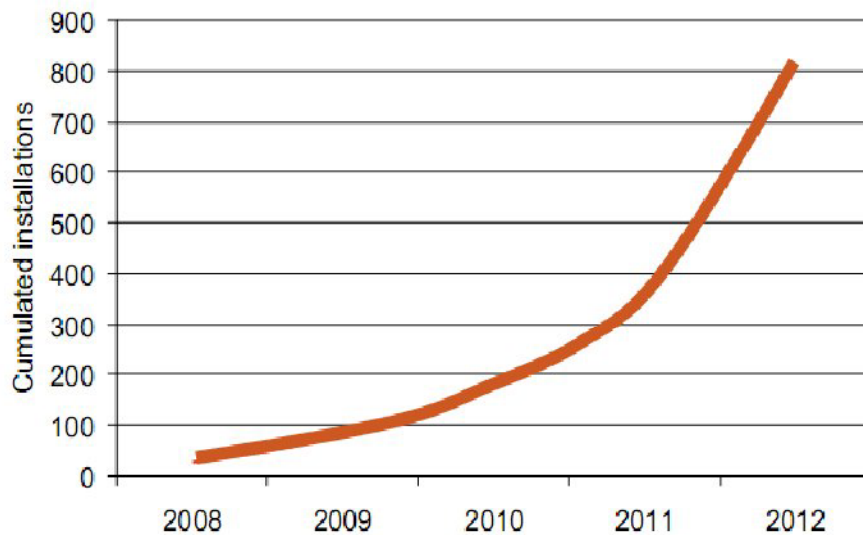
Panasonic: total sales 5,000(up to 2011/1), manufacturing capacity 6,000/year, sale price 20% down



Effort in Germany- Callux Residential Fuel Cell System Demonstration

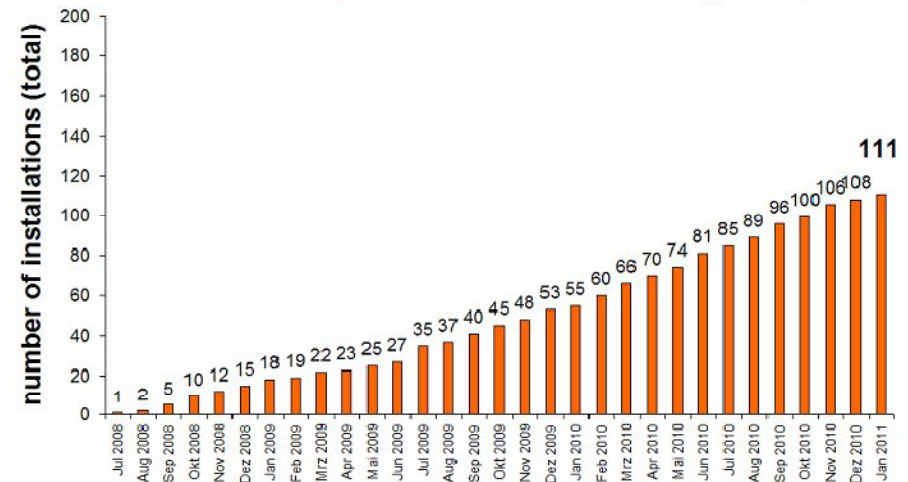
Start from 2008/09, 800 systems to be installed in 2012, total investment will be 86 million Euros, of which 41 million are subsidized by the Government

Original roadmap



Actual achievement
(受技術問題影響，目前進度落後)

Public Fleet Report - Fleet Stock (total)



Source : The German NIP lighthouse project callux ; E.ON Ruhrgas AG , 2011/03

Fuel Cell System developed by Germany



1 kW fuel cell system (PEMFC,SOFC)



5 kW N.G. PEMFC system

Effort in South Korea-Million Green Home

- Three phases of subsidy for residential fuel cell system
2010~2012 , 80%; 2013~2016 , 50%; 2017~2020 , 30%
- 209 systems are installed in the first phase(2009), 10 million US \$ to be spent in 2010

item	2012 goal	2020~2030goal
Electric efficiency	38%	40%
Total efficiency (+heat)	86%	90%
System cost	20,000 USD	3,000~5,000 USD
System life	40,000 hrs	90,000 hrs
Installed system	1,000	100,000



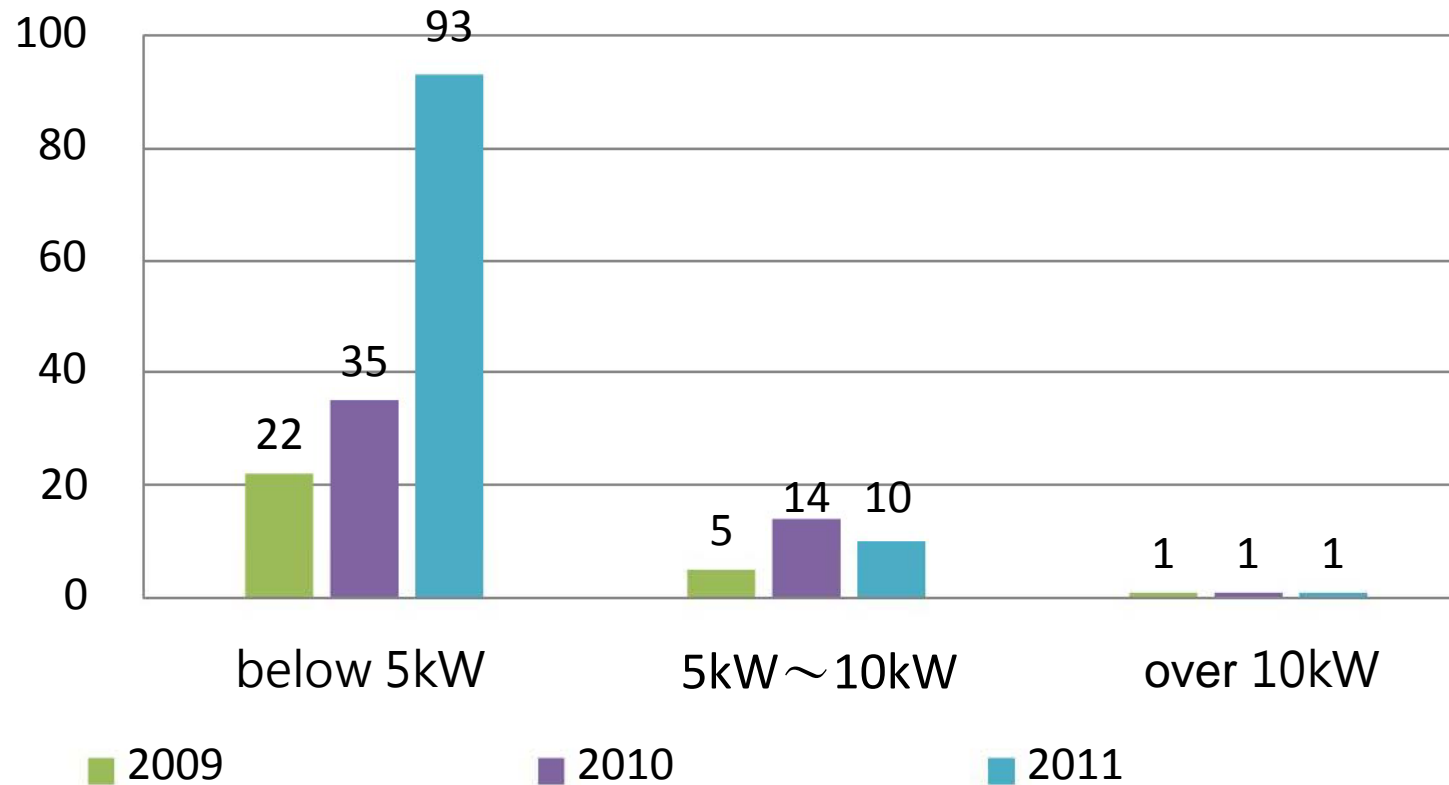
Source : Initial Stage of Commercialization of Residential Fuel Cells in Korea ; KOGAS , 2011/03

Korea's Roadmap for Residential Fuel Cell System

Short-term			Long-term	
2008	2010	2012	2020	2030
Electric efficiency : 38% Heat recovery : 48% Durability : 40,000 hrs Cost : 20000 USD			Electric efficiency : 40% Heat recovery: 50% Durability : 90,000 Cost : 3,000 ~5,000 USD	
R&D of BOPs, Components				
Dissemination of 1kW RPGs			Dissemination of 100,000 RPGs	
Field Monitoring of Commercial Cogeneration Fuelcells			Dissemination of Commercial Cogeneration Fuelcells	

Effort in Taiwan-Demonstration Project

Installed units



Effort in Taiwan-Establishing Infrastructure

Some active players in stationary PEMFC:

Material and Parts-

Ce-Tech, Nan-Ya PCB, Kaori Heat Treatment

MEA and Stack-

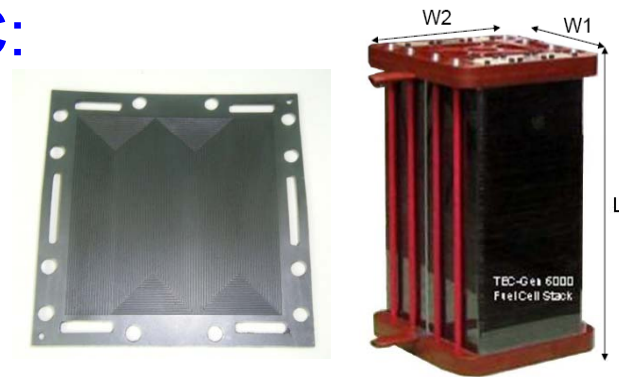
Nan-Ya PCB, Toplus, Delta Electronics,
Chung-Hsin Electrical & Mechanical(CHEM),

Fuel Processor-

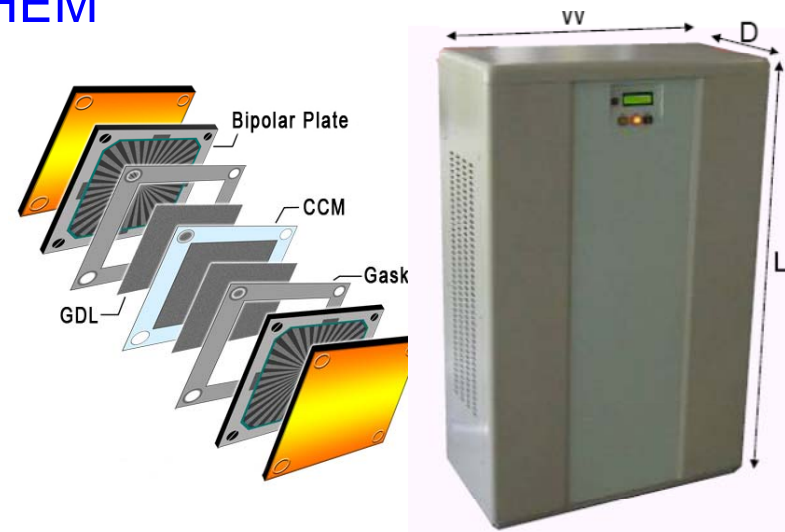
Green Hydrotec, Kaori Heat Treatment, CHEM

System Integrator-

Toplus, M-Field, CHEM, Wanshih, Celxtert



TEC-FC Stack 5000W



Kaori is Stepping Into to a Green Energy Company



節省能源 Energy Savings

運用能源 Energy Utilization

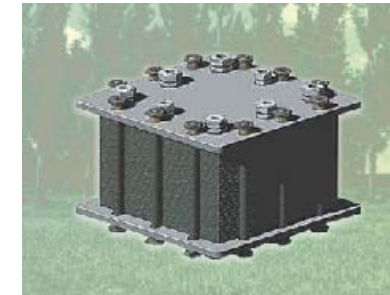
- Heat Treatment
- Sendzimir roller
- High Strength Metal Floor

- Plate Heat Exchanger
- Air Dryer
- CO2 Plate Heat Exchanger



生產能源 Energy Production

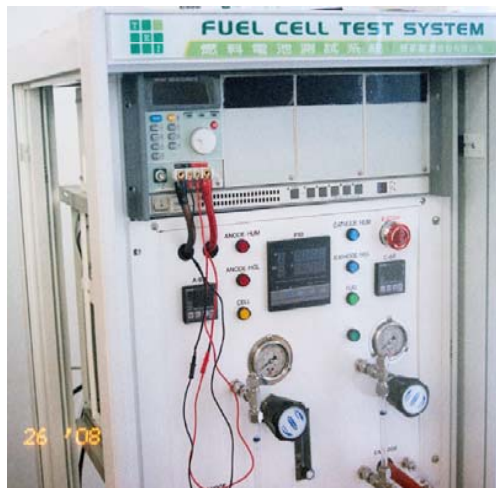
- Fuel Cell
- Waste Heat Power Generator



Kaori's BPHE for Fuel Cell Systems



BPHE with Ni brazing



Fuel Cell Test Station



PEMFC NG Reformer



PEMFC CHP

Strategic Partner with Bloom Energy

Clean, cheap power from fuel cells in a box!!!

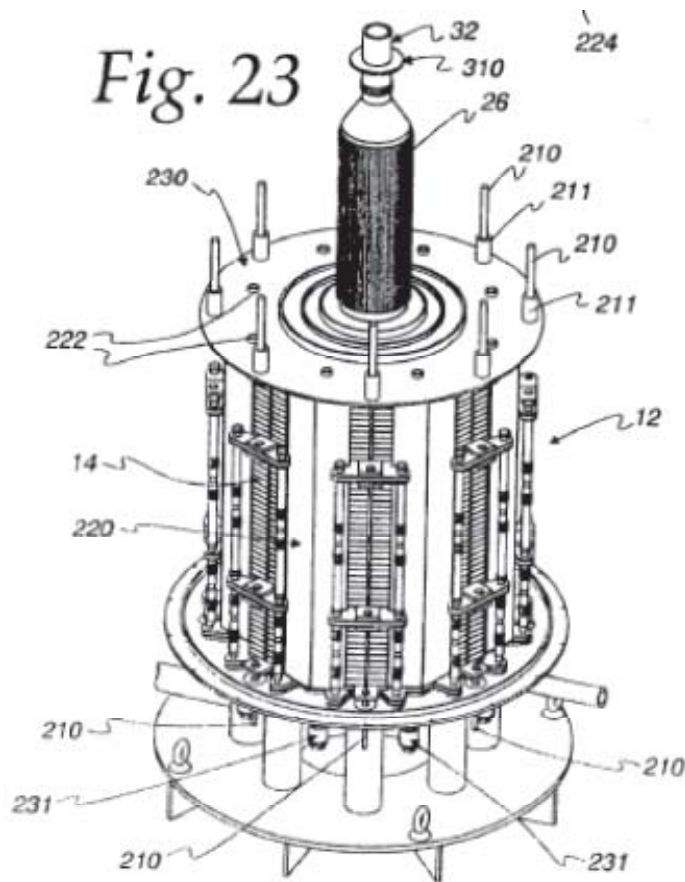
Updated 2/24/2010 9:03 AM |



Sole Supplier for SOFC Subsystem

-Hot Box for 100kW SOFC system (Bloom Energy)

-Operated in 900C



1 kW Methane Fuel Processor

- Good for energy-efficient house with natural gas pipeline
- integration with 1~2 kW PEMFC stack
- 1 kW prototype fuel processor manufacturing and testing
- Performance test and reliability test



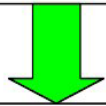
3kW System Integration Test



Japan's Energy Policy after Great East Japan Earthquake

**Mar.11, 2011
(Earthquake in Japan)**

**The Tohoku
Earthquake**



**Fukushima
disaster**

Investigation Committee
established

- Independence
- Openness
- Inclusiveness

Four challenges for energy in future

1) Nuclear Power
2) Fossil fuel

+

3) Renewable energy
4) Energy saving

1) Nuclear Power
· Improvement of safety

2) Fossil fuel
· Reduction of negative
environmental impact
· **Distributed Power System
(Fuel Cell)**

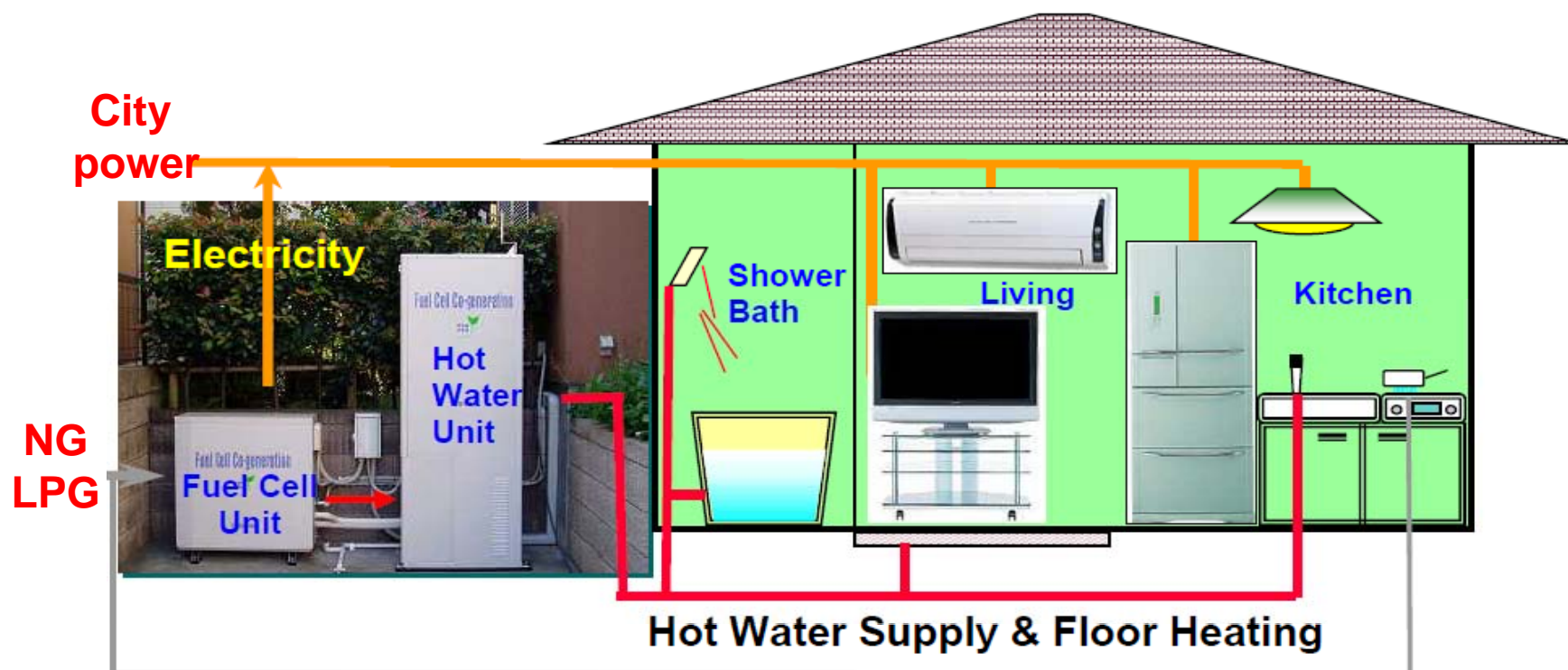
3) Renewable Energy
⇒ 20% in 2020s
· PV cost reduction
· Off shore Wind power generation
· Next generation Bio mass

4) Energy saving
New lifestyle, New work style
· Co-generation system
· Smart grid
· **Distributed Power System
(Fuel Cell)**

Self-Sufficient Energy House-

0.7kW@FC+6kW@PV+6kWH@LIB

Fuel cell-500,000\$, Solar PV-1,000,000\$, Li-ion Battery-500,000\$
Total:~2,000,000\$ (~US\$ 25,000)



Concluding Remarks

- Fuel cell is a new green energy product which has not commercially mass production yet but with a big market potential likes solar PV and LED lighting
- Fuel cell as a home appliance in a green energy house will come true in short time -- 2015?
- A more complete industry infrastructure for fuel cell is the key for a cost effective and affordable fuel cell system
- Any company devoted to green energy can become an active player in this new industry



Thank You for Your Attention
and
Let's Work Together for
A Hydrogen/Fuel Cell Society

E mail: shyurj@kaori.com.tw



Self-Sufficient Energy Home-

0.7kW@FC+6kW@PV+6kWH@LIB

Fuel cell-500,000\$Y,Solar PV-1,000,000\$Y,Li-ion Battery-500,000\$Y
Total:~2,000,000\$Y (~US\$ 25,000)

《東日本大地震》引發的【核電事故】導致日本出現了嚴重的【電力短缺】。
• 在無法描繪核電未來的今天，是否有必要探討把家用燃料電池作為家庭的基礎電源呢？

○我們希望大力發展家用【燃料電池、太陽能電池、鋰離子充電電池】三者的結合。

• ▼除了【0.7kW】的《家用燃料電池》，如果還在『獨立式住宅』中安裝【6kW】的《太陽能電池》、【6kWH】的《鋰離子充電電池》，那麼，這戶家庭就基本可以實現電力的『自給自足』。

• 而我們的責任是把這三種電池組合提供，使其能夠充當基礎電源。

• 未來，我們▼希望把《家用燃料電池》的價格控制在【50萬日元▼】，把《太陽能電池》控制在【100萬日元▲】，把《鋰離子充電電池》控制在【50萬日元▲】，以全套【低於200萬日元▲】的價格提供

(日經BP社) 2011/09/23

松下700W家用FC售JPY150萬(+補助105萬)6000台

- ◎東京燃氣和松下將從**2011年4月1日**開始銷售家用燃料電池「**ENE-FARM**」的新產品(圖↓)。
 - 新產品雖然提高了耐久性和發電效率，而建議零售價較現有產品(**346萬5000日元**)卻**削減**了約**70萬日元**，為**276萬500日元**。
 - 另外，2011年度可獲得日本政府**105萬日元**的**補助金**，再加上銷售時的折扣，估計實售價格為**100萬日元~150萬日元**。
- ◎東京燃氣計劃**2011年度**銷售**5000台**家用燃料電池，預計將面向**新建築**和**舊建築**分別設置2500台。
 - 東京燃氣執行董事、燃料電池業務推進部長小林裕明表示，「**2年後**將達到**每年1萬台**的訂單」，包括補助金在內的實售價格「希望能儘快**低於100萬日元**」。
- ◎**松下**計劃在**2011年度**建立年產**6000台**的生產體制〔現有產品截至**2011年1月底**已累計供貨**5000台**，其中**東京燃氣**售出**4000台**。〕。

ENEOS展示1000W級LPG 家用FC内部構造



2005:(480)

2006:(777)

2007:(930)

2008:(1120)

2009:(5030)

2010:(5127)

Total:12764

Big Scale Financial Support

-國家策略性產業

2005年度~2007年度(3個年度)

2005年度：平均價格770萬日圓

(480) 第1期：2005年4/22~9/30

第2期：2005年10/12~2006年2/28

補助金：600萬日圓/台(上限)

年間交貨480台

2006年度：平均價格600萬日圓

(777) 2006年4/26~2007年2/28

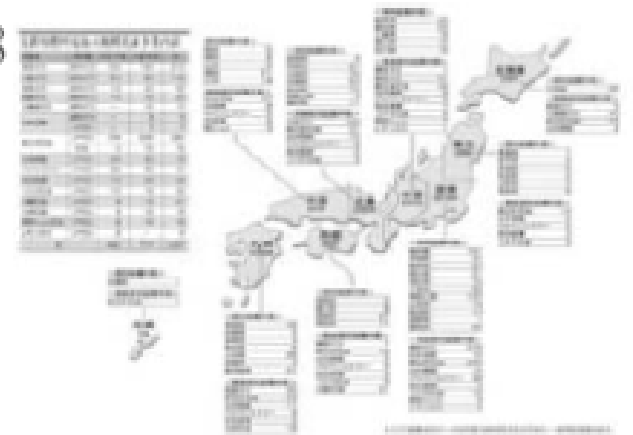
補助金：450萬日圓/台(上限)

年間交貨777台

2007年度：平均價格400萬日圓(?)

(930) 補助金：300萬日圓/台(上限)(?)

年間交貨1000台



日本家用燃料電池系統未來降低成本目標

- ◎但對大多數的民眾而言，售價通常是選擇購買與否的主要考量，因此降低**成本與售價**，乃是業者必須面對的主要問題。
 - 日本目前1 仟瓦級燃料重組器暨燃料電池家用熱電系統的價格約**320~350 萬日圓**，政府以燃料電池示範運轉政策鼓勵裝設的**補助費用**最高可達**140 萬日圓**，這樣的補助接近售價的**二分之一**。
 - 日本預估家用燃料電池系統的售價將於2015 年降至**50 萬日圓**，而降低售價策略則由：提升**系統性能、系統可靠度與材料製作**三大方面著手。
- ◎**政府**以政策支持研發製造者，並教育民眾使用燃料電池的優點為推動相關能源產業的主要力量，
 - 而**製造廠商**在研發與系統整合階段則同時考慮降低成本與量產的可能性，**降低系統售價**方可提高民眾的購買意願，搭配**政府政策**的推動才能使家用燃料電池系統普及與商品化。

ENEOS的SOFC家用700W全球2011/10/上市

- ◎JX日礦日石能源(ENEOS)在第七屆國際氫燃料電池展(FC EXPO 2011)(東京有明國際會展中心, 2011年3月2~4日)上, 展出了家用SOFC(固體氧化物型燃料電池)。
 - 這款燃料電池將於**2011年10月**在**全球**率先上市, 該公司剛於2011年2月24日**宣佈**了這一消息。
- ◎該款SOFC的性能參數如下: 額定輸出功率為**700W**, 額定發電效率為**45%**, 額定熱回收效率為**42%**, 蓄熱水箱的容量為**90升**。
 - JX日礦日石能源表示, 「熱水供應基本上是**連續運轉**, 而發電方面可進行**0~100%**的負荷跟蹤運行」。
 - 還配備了如果產生的**熱水量超出**水箱容量(90升)時, 可從水箱**上部**將熱能**排出**的功能。

ENEOS的SOFC家用700W售JPY150萬(補105)

- ◎據JX日礦日石能源介紹, 兩者的最大不同是PEFC的工作溫度為**80°C**左右, 而SOFC則高達**750°C**。另外, 最大發電效率方面, PEFC為**37%**, 而SOFC則為**45%**。
 - PEFC為了改性而**燃燒煤氣**, 而SOFC中可將**反應熱**用於改性這一點有助於提高效率。
- ◎設想**價格**方面, 與預定2011年4月1日大幅降價的PEFC(固體高分子型燃料電池)產品的新價格基本**相同**, 約為**270萬**日元左右。
 - 據JX日礦日石能源介紹, 購買者會獲得**105萬日元**的**補助金**, 因此實際上**用戶**的負擔額為**150多萬日元**。

松下700W家用燃料電池JPY150萬(+補助105)

- ◎東京燃氣和松下將從2011年4月1日開始銷售家用燃料電池「ENE-FARM」的新產品(圖↓)。
 - 新產品雖然提高了耐久性和發電效率，而建議零售價較現有產品(346萬5000日元)卻削減了約70萬日元，為276萬500日元。
 - 另外，2011年度可獲得日本政府105萬日元的補助金，再加上銷售時的折扣，估計實售價格為100萬日元~150萬日元。
- ◎東京燃氣計劃2011年度銷售5000台家用燃料電池，預計將面向新建築和舊建築分別設置2500台。
 - 東京燃氣執行董事、燃料電池業務推進部長小林裕明表示，「2年後將達到每年1萬台的訂單」，包括補助金在內的實售價格「希望能儘快低於100萬日元」。

松下700W家用燃料電池500W效率高達41%

◎額定輸出功率由現有產品的1kW改為750W。

• 通過降低額定輸出功率，實現了燃料電池組以及將管道燃氣改質為氫氣的燃料處理器(Fuel Processor; FP)等核心部件的小型化和低成本化。

◎另外，通過降低額定輸出功率，支援250W起步的部分負荷運轉。

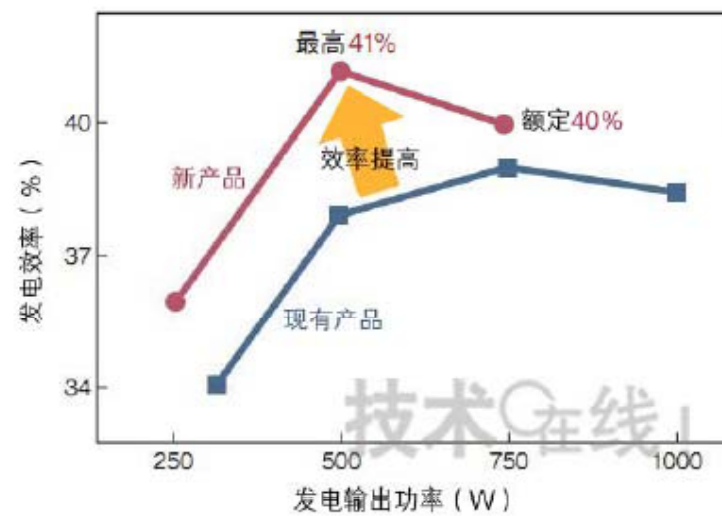
• 現有產品為300W起步。據悉，由於家電產品的待機耗電量不斷降低，夜間利用時要求實現更低輸出功率的部分負荷運轉。

◎為了彌補輸出功率降低導致的發電量減少，將LHV〔注2〕的發電效率較現有產品提高了2個百分點，最高為41%(圖↓)。

• 最高發電效率在500W時出現，不過在額定功率為750W時能確保40%的效率，在部分負荷運轉時也能確保35%以上。

〔注1〕LHV=Lower Heating Value (低位發熱量)的簡稱，從燃氣完全燃燒時產生的發熱量中減去水蒸氣的冷凝潛熱的值。一般用於燃料電池系統。

松下700W家用燃料电池500W效率高達41%



- ◎從2009年5月開始銷售到2011年1月底，松下已向日本各地的燃氣公司累計供貨約5000台ENE-FARM。其中，
- [東京燃氣](#)銷售了約**4000台**。
 - [松下](#)打算在**2011年度**內建成年產**6000台**以上的生產體制，
 - [東京燃氣](#)則力爭在**2011年度**內銷售**5000台**。