



工業技術研究院

Industrial Technology  
Research Institute

# 智慧電表基礎建設之簡介

黃怡碩

工業技術研究院 綠能所

**TEL:+886-3-5912250**

**Email: [yishuang@itri.org.tw](mailto:yishuang@itri.org.tw)**

**2011/12/22**



# 大綱

壹、背景

貳、國際推動狀況

參、台灣推動政策

肆、低壓示範系統

伍、結語

AMI (Advance Metering Infrastructure) : 智慧電表系統



工業技術研究院

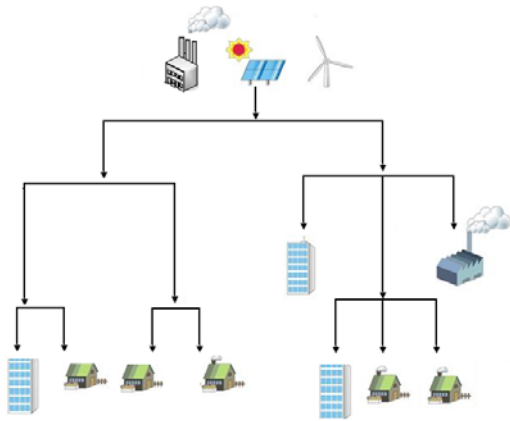
Industrial Technology  
Research Institute

# 壹、背景

## 電網面臨之挑戰

- 分散式能源大量導入，中央控制電力系統的能力逐漸受到侷限
- 電力系統擴張之限制(土地、環境、...)
- 負載用戶電力品質與可靠度的要求(例如:天然災害)

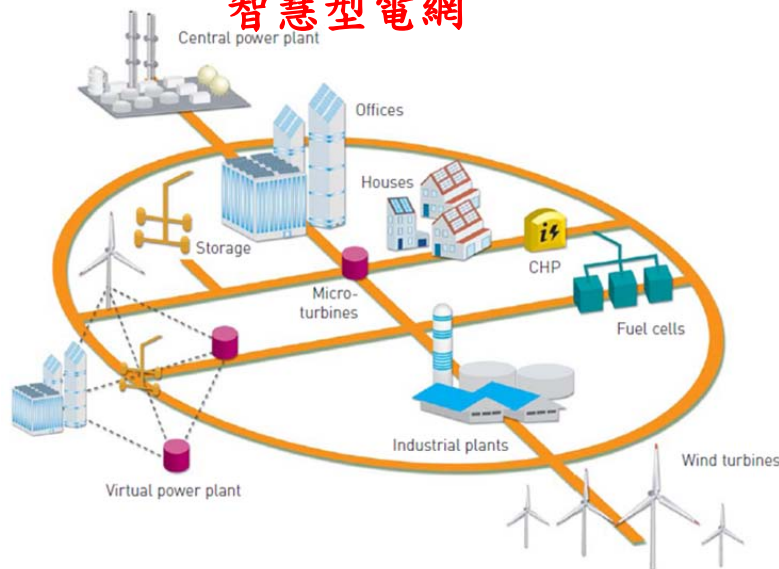
### 傳統電力結構



- Centralized power generation
- One-directional Power flow
- Generation follows load
- Operation based on historical experience



### 智慧型電網

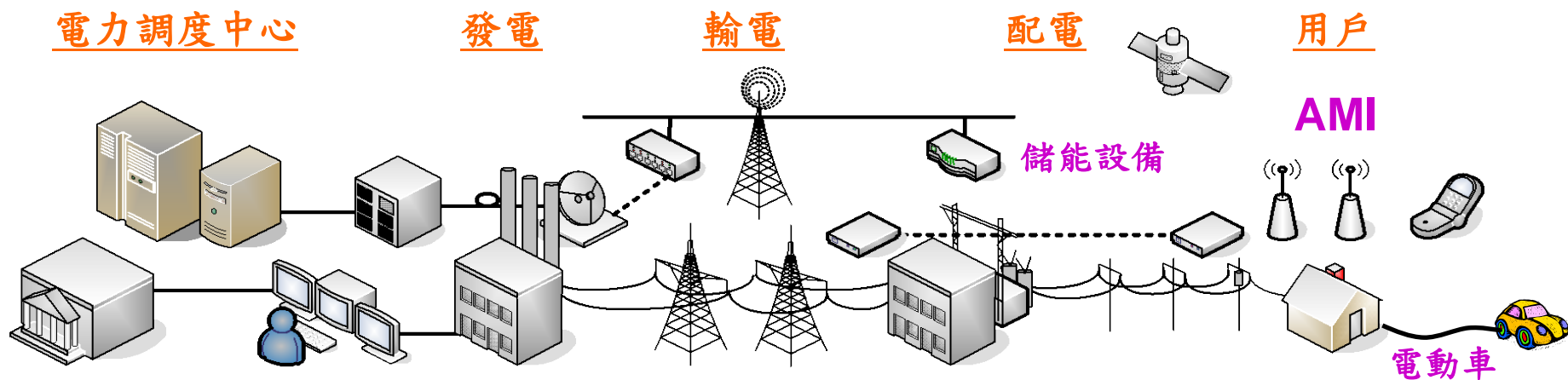


- Centralized and distributed power generation
- Multi-directional power flow
- Consumption integrated in system operation
- Operation base on real-time

# 何謂智慧電網 (Smart Grid, SG)

## 智慧電網定義及涵蓋範圍

- (一) 定義：透過資訊、通信與自動化科技，建置具智慧化之發電、輸電、配電及用戶的整合性電力網路，強調自動化、安全及用戶端與供應端密切配合，以提升電力系統運轉效率、供電品質及電網可靠度，並促進再生能源擴大應用與節能減碳之政策目標。
- (二) 涵蓋範圍：包含發電與調度、輸電、配電及用戶等架構。



# 國際推動紀要

2001年開始討論電網智慧化並提出相關規劃構想  
2009年因美國ARRA提出智慧電網,受到全球注目  
2010年多國智慧電網示範計畫開始投入

## 提出智慧 電網構想

## 建置智慧電網 示範計畫

2001  
美EPRI提出  
IntelliGrid

2003  
美DOE發布  
Grid2030,闡述未  
來電網願景

美微電網  
關鍵設備研發示  
範平台

2005  
美提出  
Modern Grid  
Strategy

2006  
美建立第一個  
智慧電網示範  
城市

2008  
IEC成立SG3,研  
究智慧電網相關  
標準

2009美公佈ARRA  
投資智慧電網  
2009  
美公佈IEEEP2030智  
慧電網標準

2001

2005

2010

2002  
日本開始群聚再生能源  
併網示範計畫

2004  
歐盟提出  
智慧電網定義

2007  
歐盟提出SRA,  
作Smart grid  
技術示範平台

2009  
日本提出次世代電  
力網  
韓國提出智慧電網  
計畫,

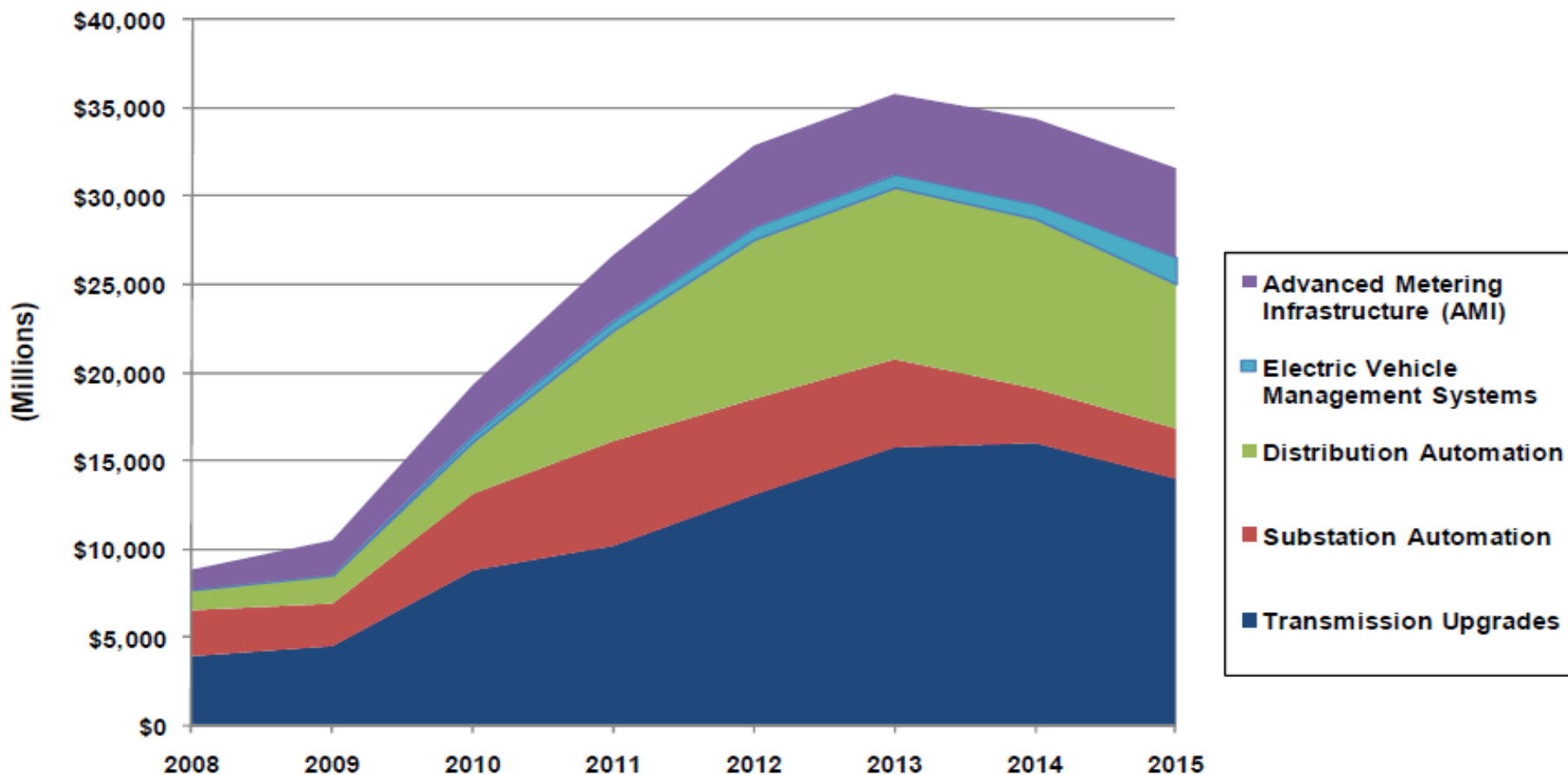
2010  
日本提出4智慧電網示範城  
市  
2010-2011  
韓國濟州島智慧電網示範

## 制定智慧 電網標準



# 智慧電網產值

Pike Research 預估2015年全球智慧電網產值將逾300億美元；2013年全球智慧電網產值將達高峯值350億美元。



資料來源 Pike Research,(2009/Q4)

# 各國發展願景

各國電網現況不同，智慧電網規劃願景也不盡相同。

國家	發展願景
美國	讓每個國民無時無刻皆可參與更豐富的、可負擔的、乾淨的、有效率以及可靠的電力系統。它提供全球最佳及最安全的電力服務。
歐盟	2020年後電網將更具彈性、更易拼接、更可靠與更經濟。
英國	在具成本效益下達成低碳經濟發展目標，協助英國達到2020減碳目標以及在2050年實現能適應多種能源接入的電力系統。
日本	建構兼具環境保護、能源安全與經濟效益(3E)的低碳社會，大量引進新能源並因應次世代汽車等新需求，實現穩定的電力供給。
韓國	奠定低碳綠色成長基礎，目標為奪下全球智慧電網市場三分之一的市占率。
中國大陸	提高電網資源優化配置能力和安全穩定運行水平，促進清潔能源發展、實現電網與用戶互動。



# 韓國智慧電網規劃

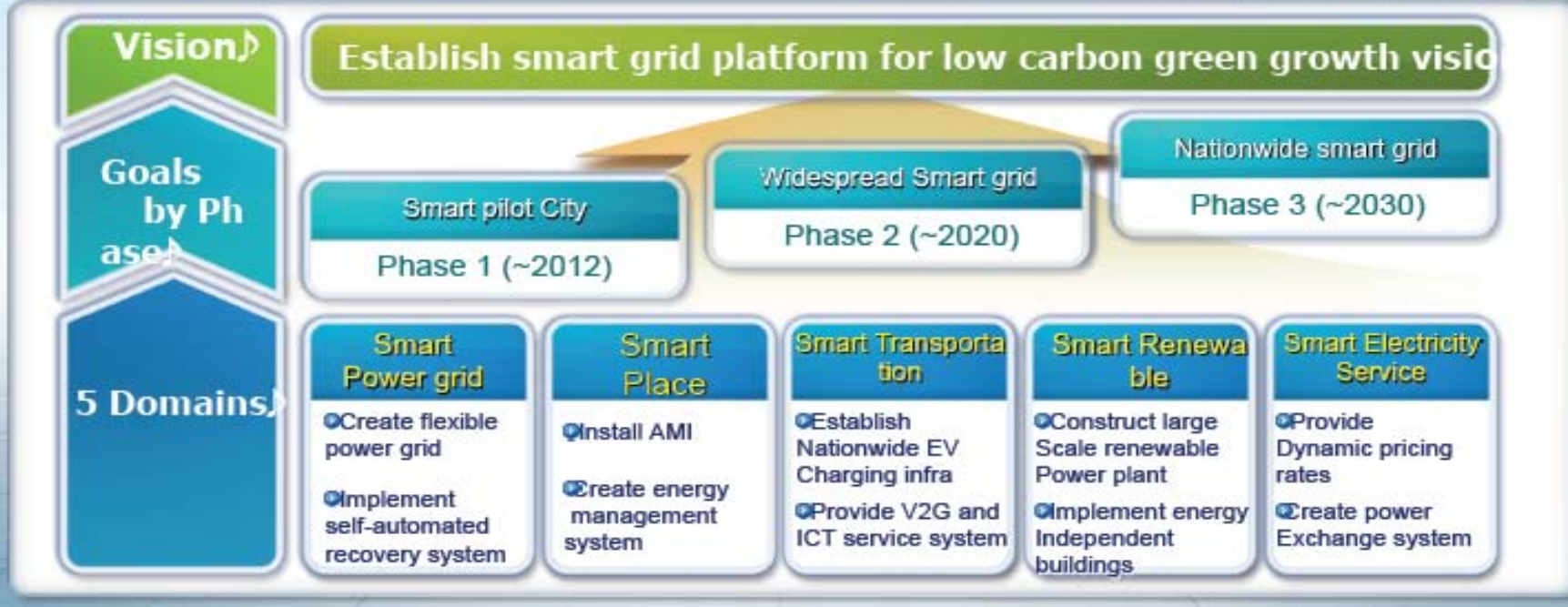


한국스마트그리드사업단  
Korea Smart Grid Center

## 1-7. National Smart Grid Roadmap

Chronology

- Feb. 2009, The Presidential Committee on Green Growth announced plans for National smart grid roadmap
- Mar. 2009, Inaugurated National Smart Grid Roadmap Administrative Committee
- June~ Dec. 2009 Created provisional draft of the roadmap through experts' participation and public hearings
- Jan. 2010 Announced National Smart Grid Roadmap



# 中國智能電網發展規劃



資料來源:中國國網“智能電網關鍵設備研製規劃” 2010

2015 年



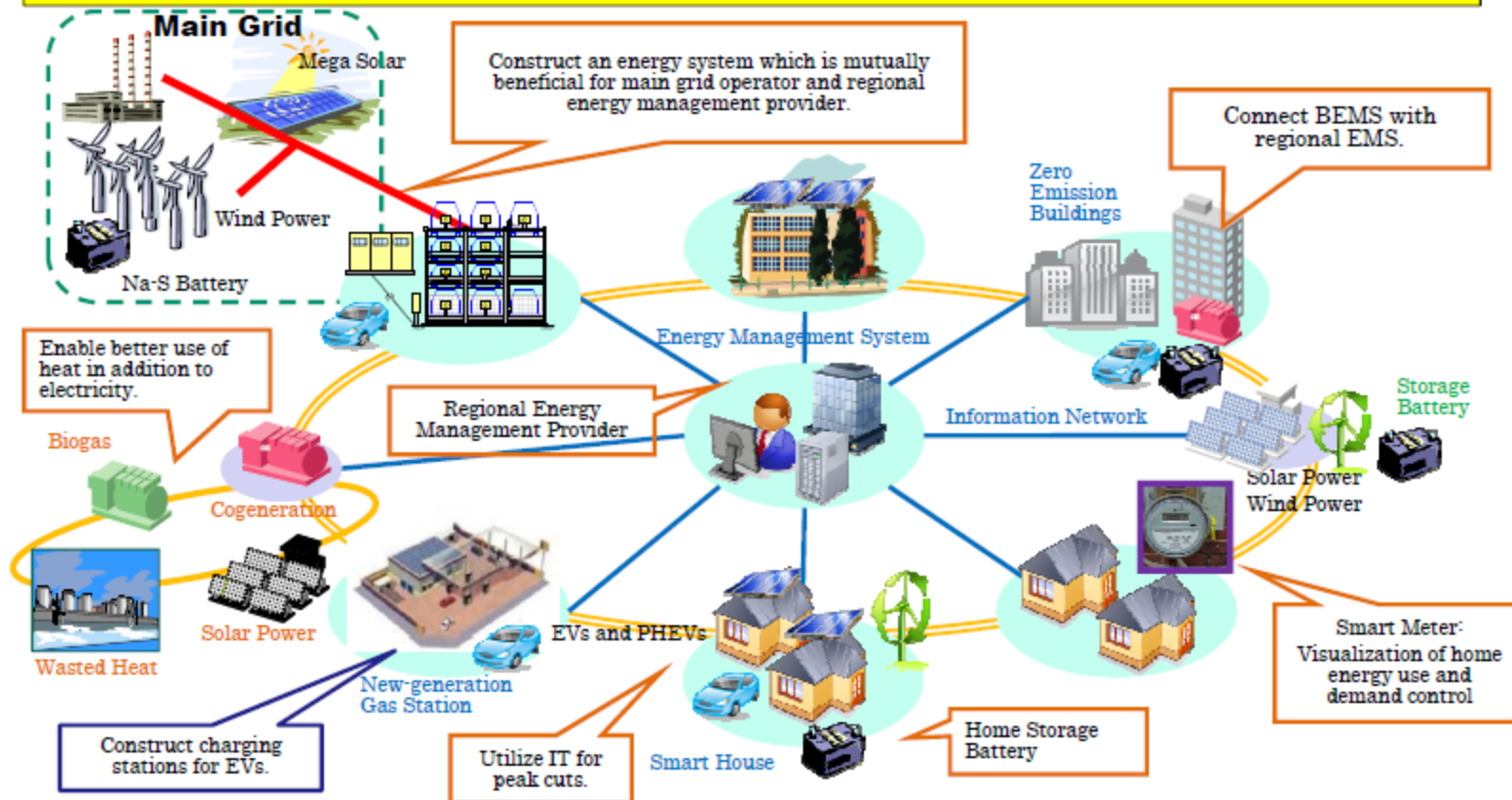
# 台電智慧電網六個階層

階層	內容
階層1:新發電技術	傳統集中式大型發電廠 大型風電與太陽能發電等新能源
階層2:智慧輸電網路	引入新的技術方法，提升輸電網效能及可靠度
階層3:智慧配電網路	配電網路監測、控制與自癒能力
階層4:智慧整合	分散式發電、微電網、電動汽車充電站、儲能技術
階層5:智慧能源管理	用戶能源效率管理、整合與零售
階層6:智慧用戶	用戶主動參與 註：須配合相關政府政策來推動(例如彈性時間電價、家用能源管理系統等)，故台電對此階層暫無推動計畫

## Japan's Smart Community Goal



- Japan has already established a world-leading electric power grid network.
- Japan aims to achieve a more convenient, reliable and greener social system by means of IT through coordination and cooperation between power suppliers and demand side users.





工業技術研究院

Industrial Technology  
Research Institute

## 貳、國際推動狀況

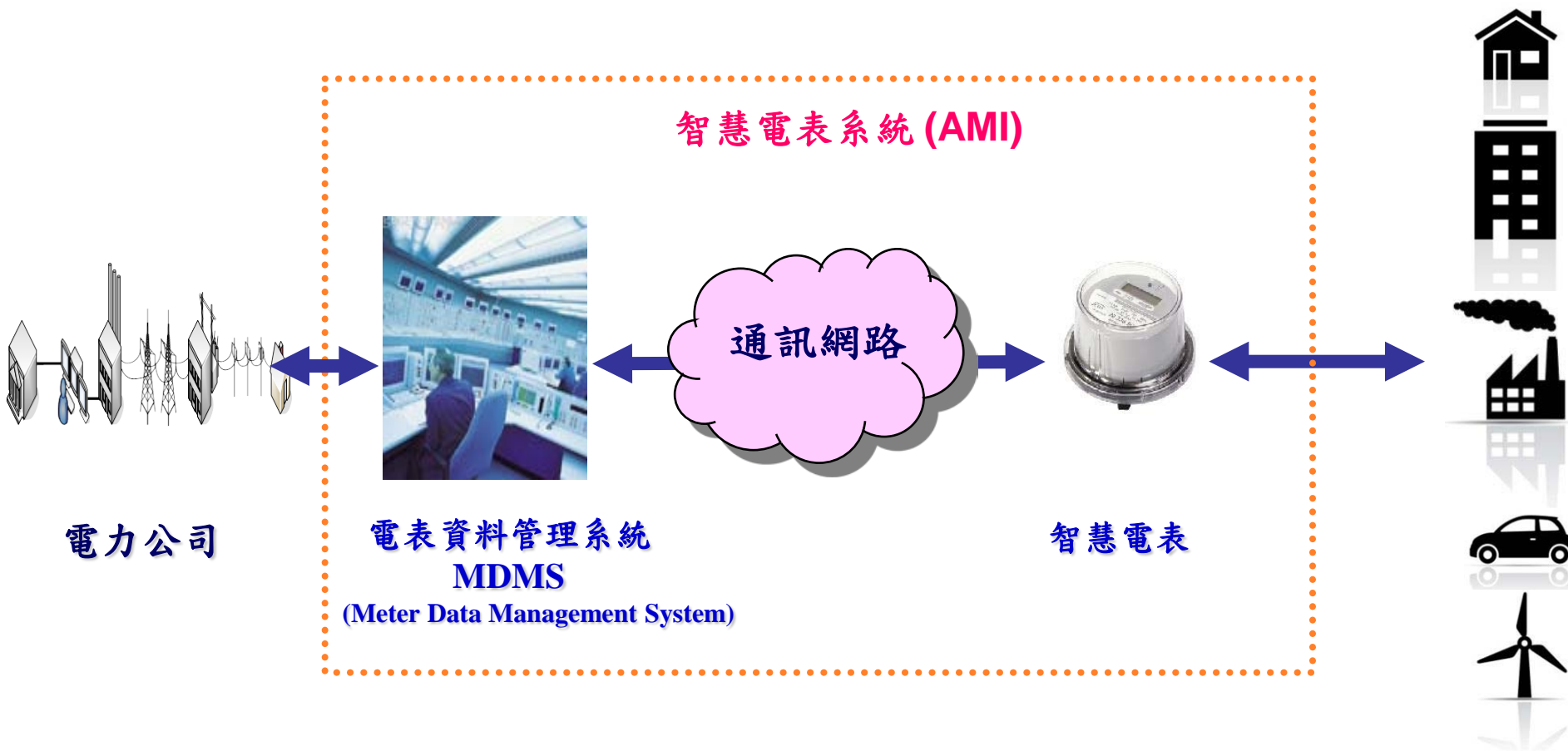


# SMART GRID: AM I?

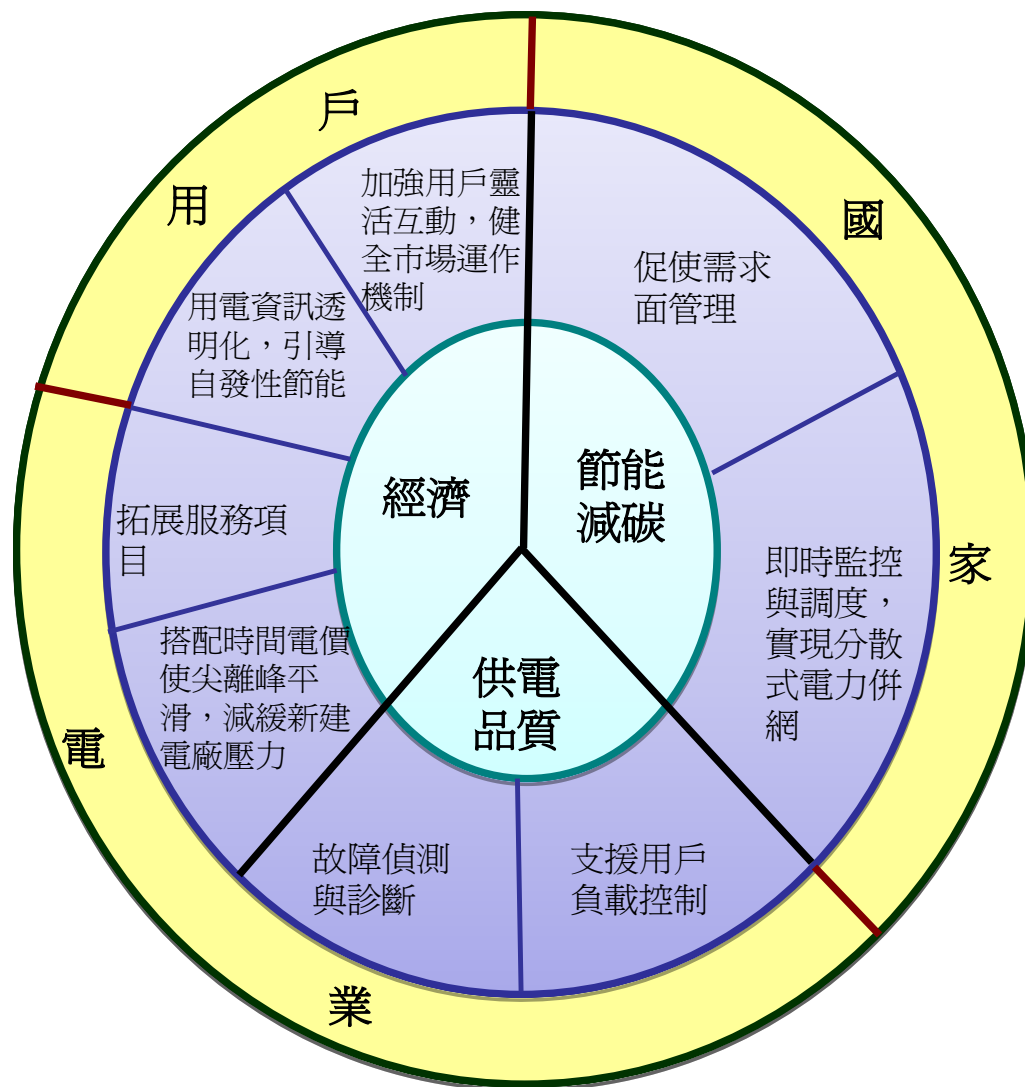
## AMI



# What is AMI?

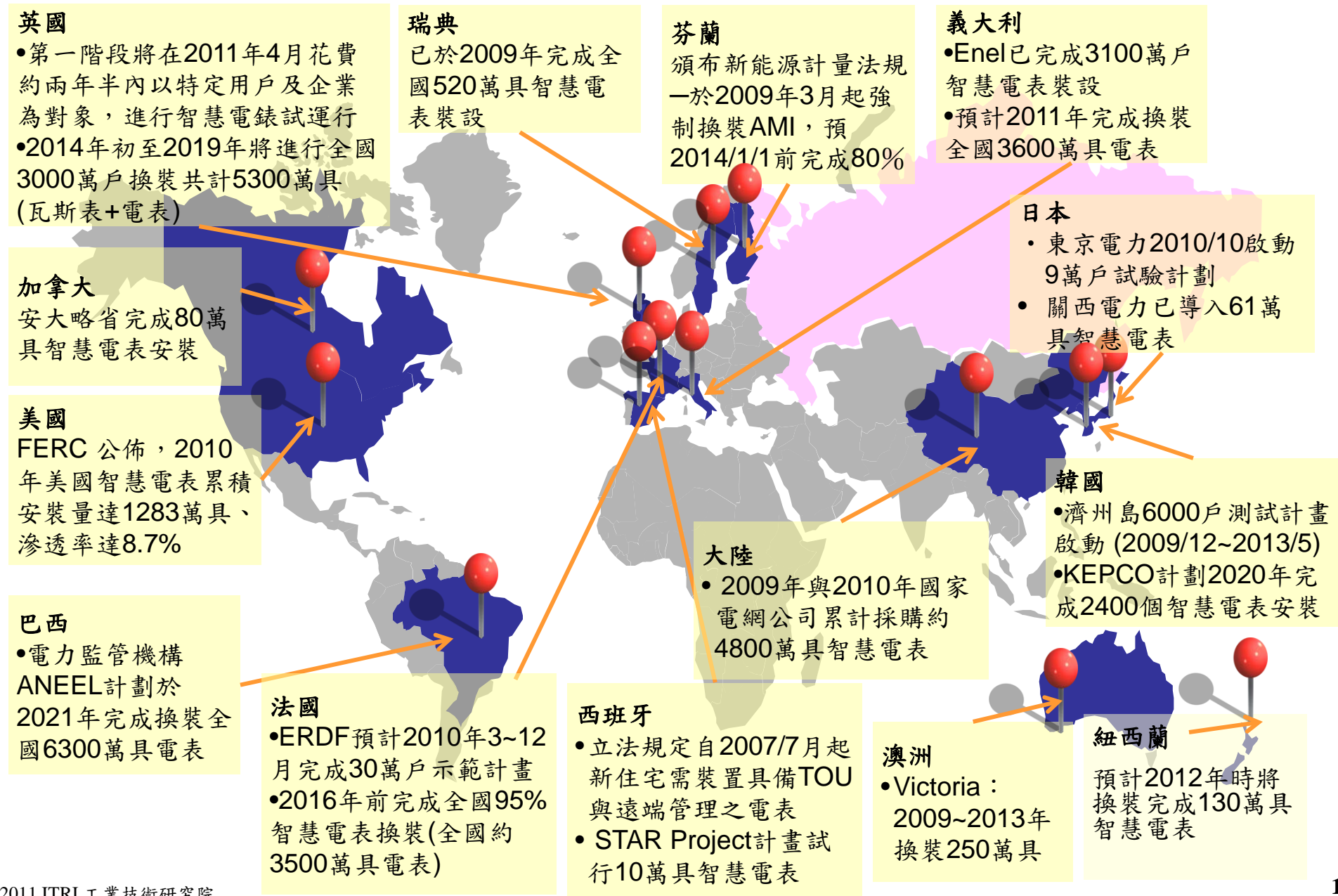


# AMI導入效益





# 國際推動狀況



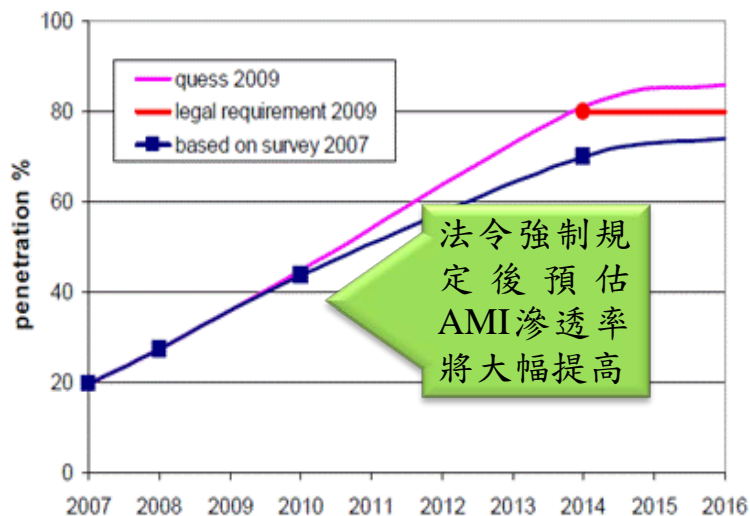


# 全球智慧電表市場規模

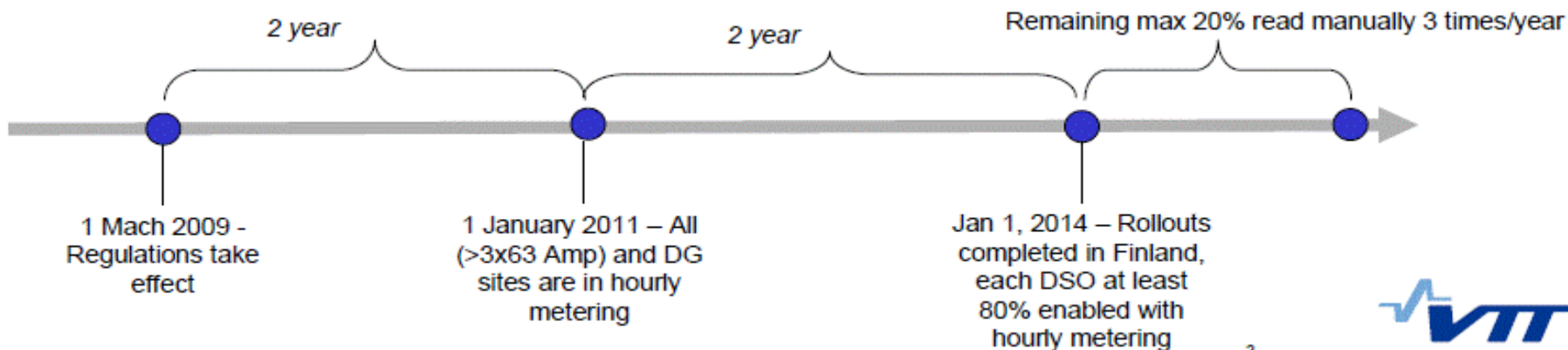
資料來源：ABI (2010/Q1)、工研院IEK整理(2010/07)

# 芬蘭-推動規劃

## 新能源計量法規—於2009年3月起**強制換裝**AMI



- 全國預計安裝總電表數：3.1百萬。
- 預估成本：5億歐元。
- 智慧電表功能
  - 每小時讀取。
  - 需支援TOU 與控制。
  - 未強制須配合家庭自動控制功能，若用戶要加裝具此功能之電表，則必須自行承擔多出來的費用(預估每個表多300~400歐元)。



# 何蘭-由強制安裝改為自由安裝

## ■ 背景：

荷蘭政府於2007年開始立法強制全面安裝智慧型電表，預計於2013年完成全國約700萬用戶之智慧電表安裝。然而引發消費大眾之質疑，以及荷蘭消費者協會和隱私監督機構介入，認為政府此一政策違反了歐洲人權公約。

## ■ 政策方向轉彎：

- 經公開辯論後參議院決議暫緩智慧電表強制安裝政策，於2008年決議應先進行2年的測試階段，並經評估後再決定使否全面建置。
- 2009年4月，荷蘭參議院基於考量隱私權與安全之因素，否決了先前強制換裝智慧電表之政策。宣布用戶可自由選擇是否安裝，未來佈建規劃2010年秋天將會公佈。



# 美國-電費暴增投訴事件

## 用戶反彈兩大原因與解決方案

### 智慧電表反彈重要事件

2009/10加州PG&E訴訟提交該州高等法院。

2010/3 德州Oncor訴訟提交該州高等法院。

2010/5 加州聖地亞哥市 35個智慧電表更新故障造成住宅停電，約4100個智慧電表通訊產生故障。

2010/6 馬里蘭州政府基於擔心TOU對低收入戶之影響，終止BG&E智慧電表導入計畫。

反彈原因	原因探究	目前解決方案
電價暴漲	<ul style="list-style-type: none"> <li>•電子電表較精準(PUCT宣布智慧電表準確度99.96%、機械電表96%)。</li> <li>•安裝失誤 (PG&amp;E 1%)。</li> <li>•電力公司事前未與用戶進行中分溝通與教育(智慧電表功能與動態電價機制說明)。</li> <li>•氣候的變異</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•CPUC與PUCT向電力公司下達智慧表鑑定測試需由中立機構執行。</li> <li>•積極對消費者進行宣傳活動(IBM等成立SmartGrid Consumer Collaborative)</li> </ul>
擔心侵犯隱私	擔心智慧電表儲存資料會被第三方惡意使用	<ul style="list-style-type: none"> <li>•NIST正在制定安全要求標準</li> <li>•EFF與CDT要求CPUC導入保護消費者隱私之規章制度</li> </ul>
擔心TOU對低收入戶與老人不利	若未搭配HEMS便很難減少電費，但HEMS太貴。	有團體建議對低收入族存免費提供HEMS

# 大陸-評標模式變更

**2009~2010**  
導入約3300萬個智慧電表

26個省或市推動示範計畫

- 四川省：251萬個
- 山西省：150.8萬個
- 天津市：71萬個
- 遼寧省：瀋陽市41萬個
- 江蘇省：南京、揚州、無錫、蘇州等100萬個

**2011~2015**

導入2.4億個  
智慧電表

**2016~2020**

導入4~5億個  
智慧電表

推動原因	時間	項目	數量	價格區間 (人民幣/只)	評標 模式
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 減少竊電損失</li> <li>• 提升應收帳款回收率</li> <li>• 改善供電品質與負載安全</li> </ul>	2009/ 11	2級單相	2,683,050	160~225 <sup>a</sup>	最低價標
		1級三相	260,400	470~760 <sup>a</sup>	
		總數	約300萬個		
	2010/ 4	2級單相	12,790,000	平均140 <sup>a</sup>	最低價標
		1級三相	740,000	平均500 <sup>a</sup>	
		0.5S級三相	126,000	平均600 <sup>a</sup>	
		總數	約1366萬個		
	2010/ 6	2級單相	10,115,791	-	綜合定價
		1級三相	1,192,320	-	
		0.5S級三相	110,115	-	
		0.2S級三相	4,718	-	
		總數	約1142萬個		

• 低價搶標惡性競爭，造成劣幣驅逐良幣  
• 品質維持與後續維護生疑慮

• 價格略為回穩  
• 市場邁向重整

# 成本回收機制

國家	出資情況	成本回收方式
澳洲維多利亞州	政府與民營電業共同出資	用戶於電價中攤提 (平均每個消費者每年需多支付 68澳幣)
西班牙	民營電業出資	用戶支付租金0.81歐元/月
義大利	國營電業出資	減少竊電損失與服務費用
法國	國營電業出資	從政府核准的電費中回收
加拿大安大略省	民營電業出資	用戶負擔0.76美元/月
美國加州	州政府與民營電業共同出資	電業要求提高電價

資料來源：工研院 (2010/07)



工業技術研究院

Industrial Technology  
Research Institute

# 叁、台灣推動政策



# 政策依據

- 智慧型電表基礎建設(Advanced Metering Infrastructure, AMI) 支援電業與用戶端電力負載管理，可提昇供電品質及降低用電量，係建構未來智慧電網主要基礎建設，各國均納入節能減碳主要政策中，台灣亦已納入「國家節能減碳總計畫」下35項標竿型計畫之一。
- 行政院2010年6月23核定經濟部研擬之「**智慧型電表基礎建設推動方案**」，正式啟動台灣AMI建置。
- 經濟部責成**能源局**、**工業局**、**標準檢驗局**、**技術處**及**台電公司**共同推動AMI相關工作。

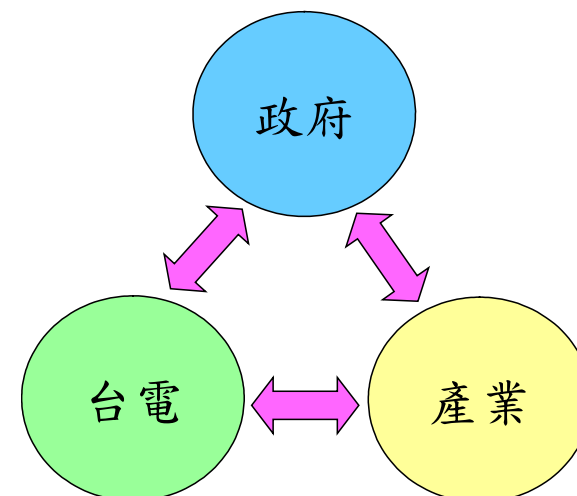
# 推動目標

## ■ 短期目標

- 遠端自動讀表
- 節約用電
- 帶動國內能源資通訊產業
- 加速停電偵測與修復:
- 降低竊電損失

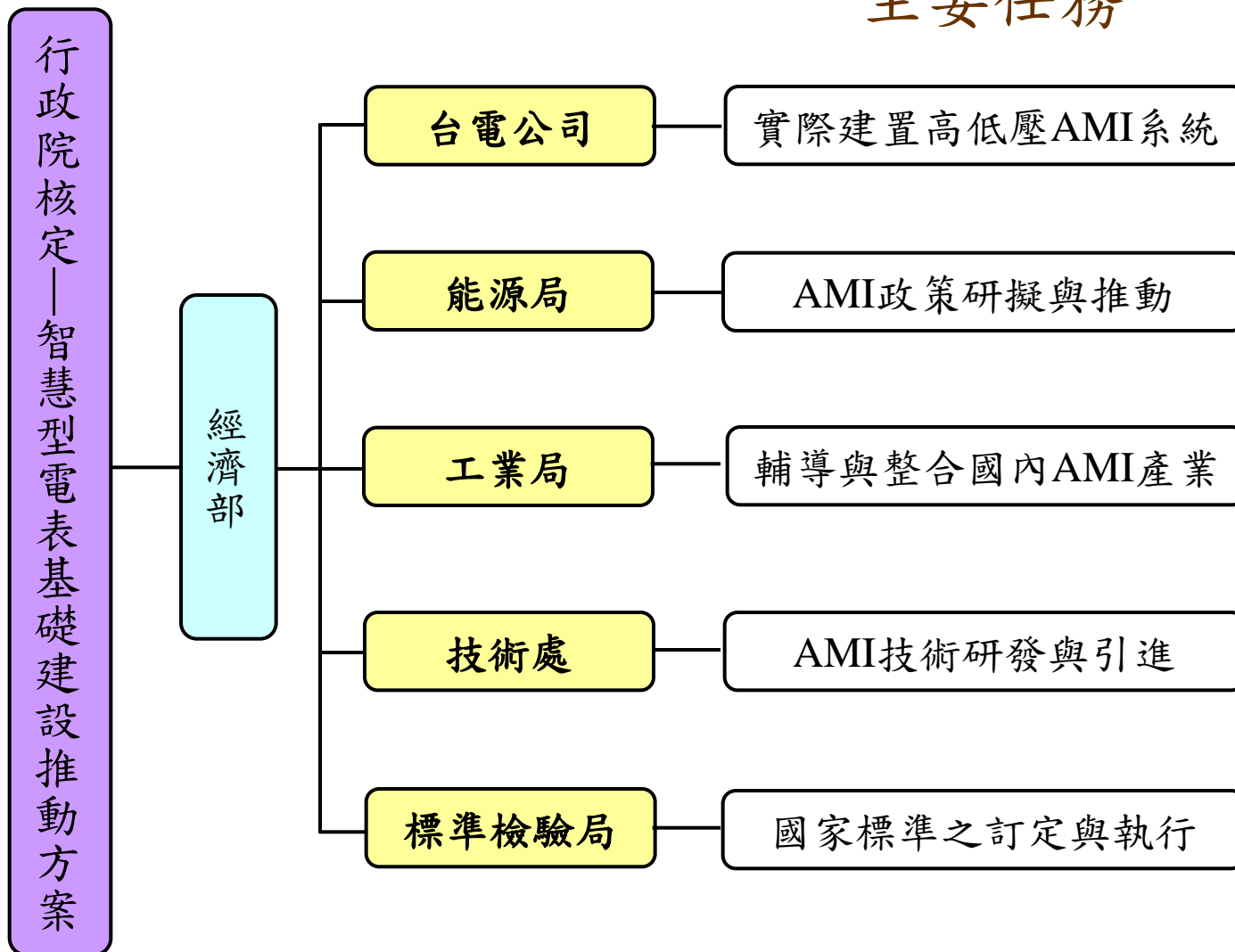
## ■ 長期目標

- 結合家庭自動化網路
- 建構智慧電網
- 節約用電



# 各單位分工

## 主要任務



# 高壓AMI推動規劃

- 特高壓(69kV以上)及高壓(11kV~69kV)用戶，共約**2.3萬戶**，使用電子式電表(適用時間電價)，用電量占全系統的**58%**。
- 現行計量方式採每月人工抄表1次，台電及用戶均無法獲得即時用電資訊，不利電力調度與尖峰負載控制。
- 台電公司已規劃進行高壓AMI建構，逐步將電表系統改換具通訊功能之**智慧型電表**並透過**廣域網路(GPRS無線傳輸)**連接至**控制中心**。
- 時程：預計2012年完成所有佈建。



# 台電高壓AMI佈建時程

## ■ 推動時程規劃

小規模建置以測試及修正材規

年度	2010	2011	2012
戶數	600	600	22,000

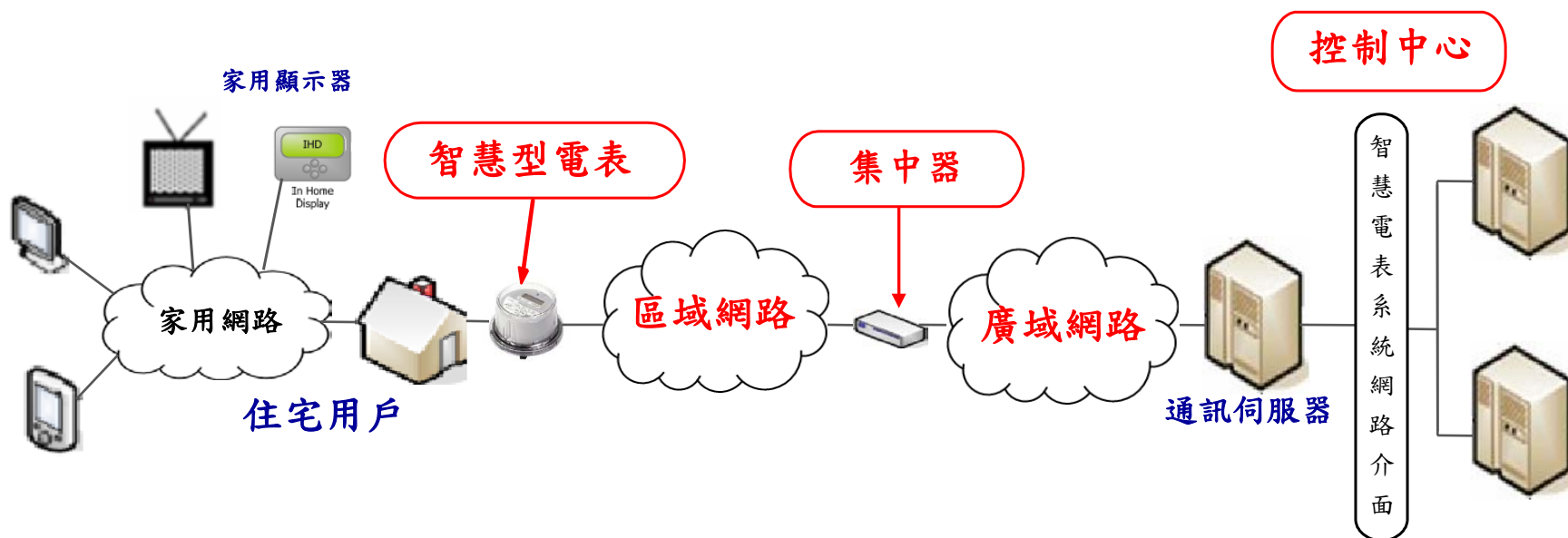
- 台電公司已完成600戶建置(主要為69kV以上特高壓用戶，約占台電售電量25%)



讀表介面單元  
(Meter Interface Unit, MIU)

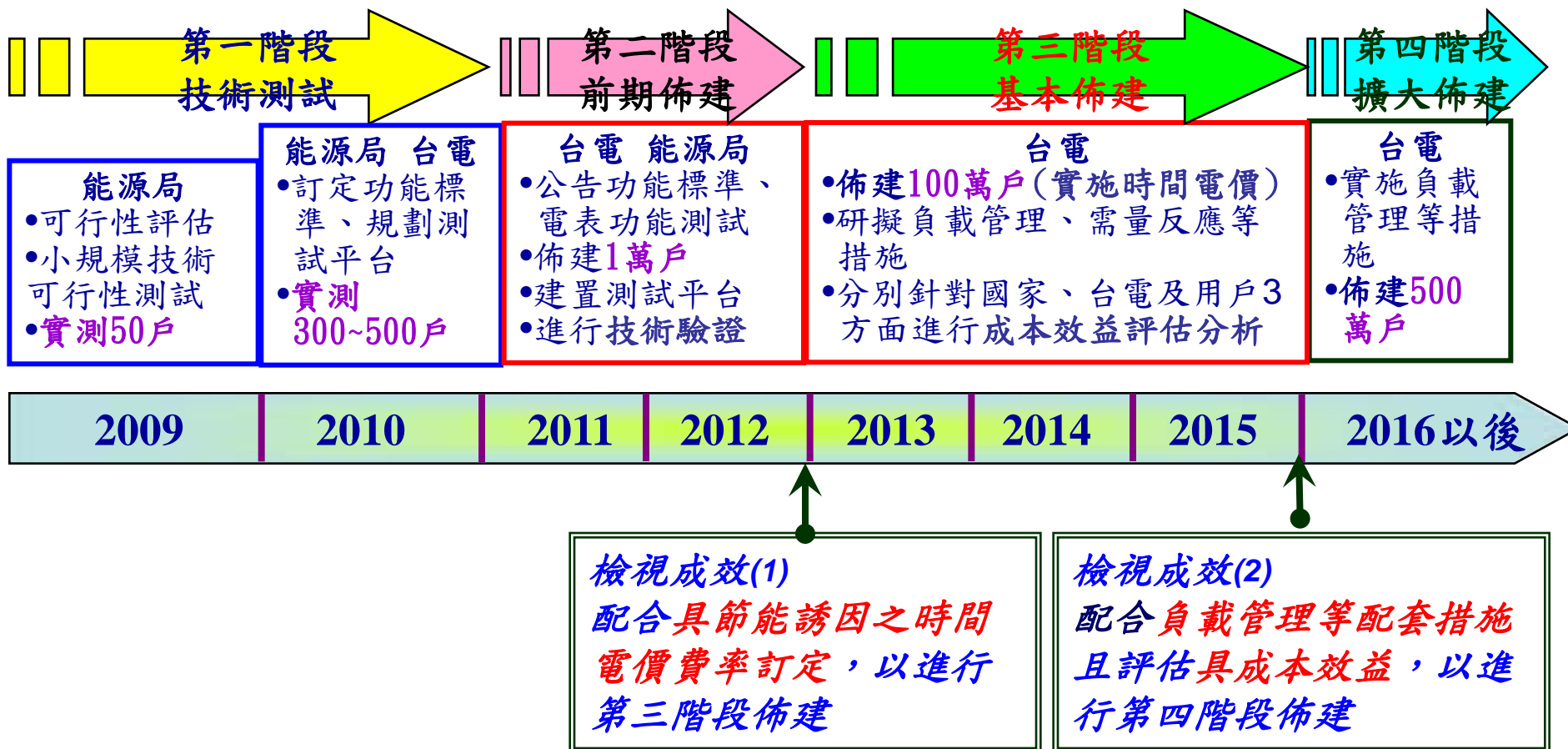
# 低壓AMI推動規劃

- 為一般住宅用戶所使用，多數為機械式電表(適用累進電價)，用戶數**1,200萬戶**，用電量占全系統的**42%**。
- 現行計量方式採2個月抄表1次，台電與用戶均無法獲得即時用電資訊。由於用戶絕大多數並未選用時間電價，在無價格誘因下，難以進行電力調度、尖峰負載控制與節約用電。



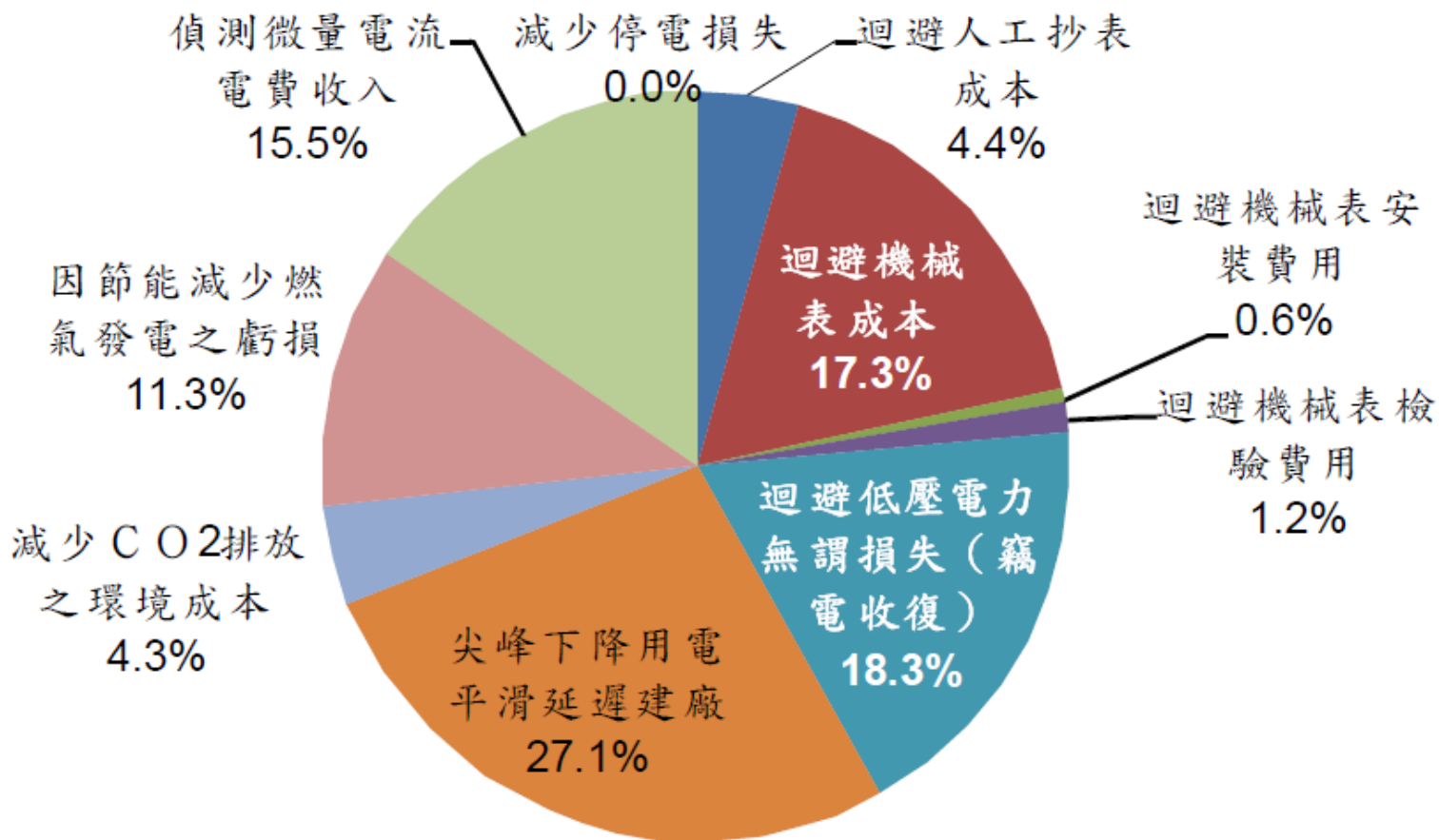


# 低壓AMI佈建時程





# 低壓AMI成本效益分析



資料來源：工研院IEK (2011/04)





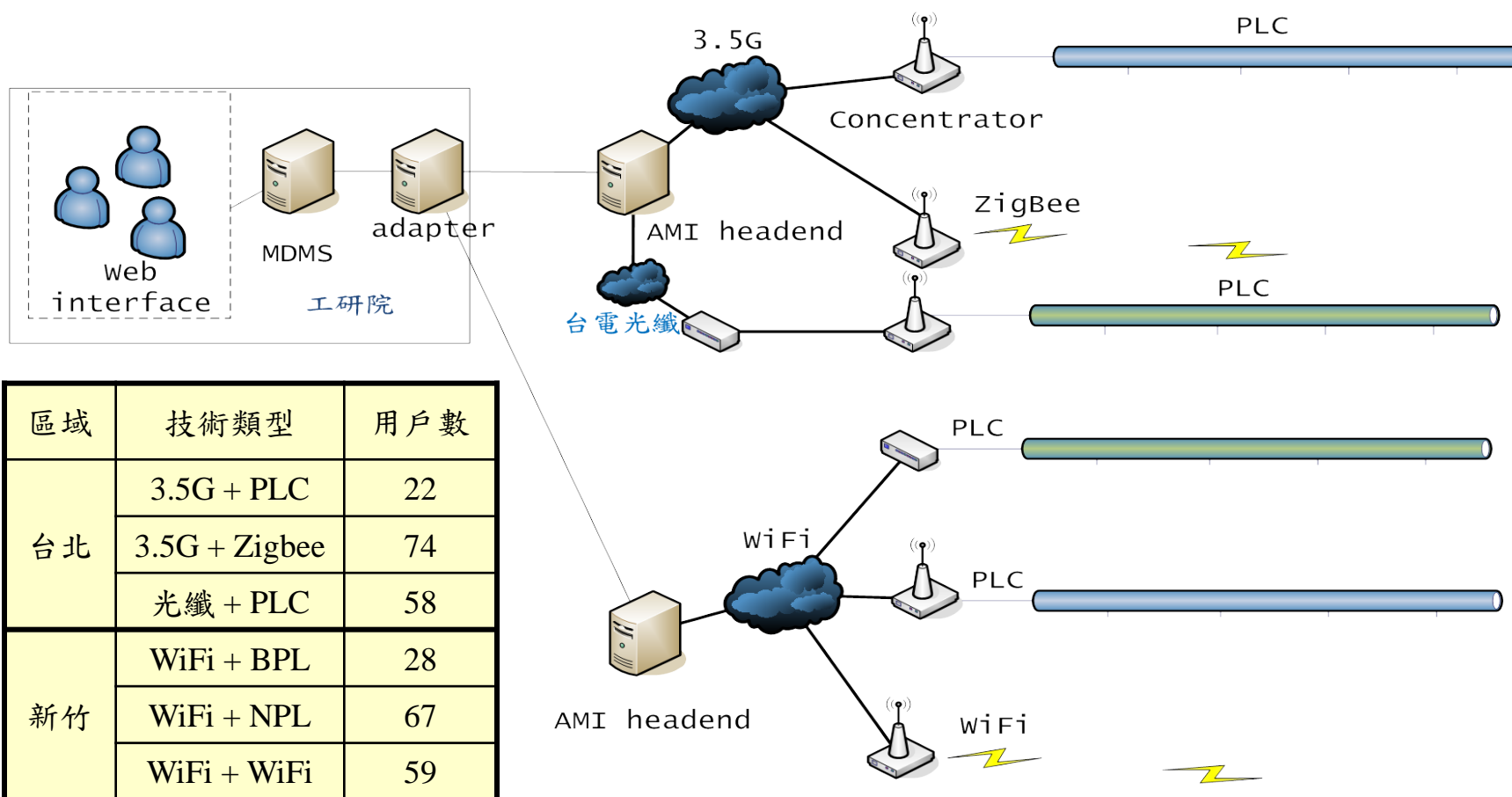
工業技術研究院

Industrial Technology  
Research Institute

# 肆、低壓AMI示範系統

# AMI示範系統規劃

- 戶數：新竹(154戶)+台北(154戶)共308戶
- 安裝型態：置換表(非參考表)
- 用戶類型：透天、公寓、大廈



區域	技術類型	用戶數
台北	3.5G + PLC	22
	3.5G + Zigbee	74
	光纖 + PLC	58
新竹	WiFi + BPL	28
	WiFi + NPL	67
	WiFi + WiFi	59

# 台北場域規劃

- 台北場域戶數：154戶
- 住宅型態包含：大樓、透天厝及公寓等3種



## 場域1A-大樓

光復北路199號  
58戶，電表裝設在1F，  
配電室在地下室  
(PLC)

## 場域1C-大樓

光復北路181號  
28戶，電表裝設在1F，  
集中器在對街變壓器旁  
(ZigBee)

## 場域1B-透天厝

民生東路五段27巷9弄  
23戶，電表裝設在1F，  
變壓器在地下室  
(ZigBee/PLC)

## 場域2A-公寓

民生東路五段39號  
45戶，電表裝設在1F梯間，  
變壓器在地下室  
(ZigBee)

# 新竹場域規劃

- 新竹場域戶數：77+77(共154戶)



工業技術研究院 光明新村平面圖  
光明新村(77戶)

- 雙併透天28戶：
  - 採用PLC
- 公寓住宅49戶
  - 採用Wi-Fi技術



科學園區(77戶)

- 雙併透天23戶
- 大樓公寓54戶
  - 採用PLC、BPL及Wi-Fi技術



約1970M

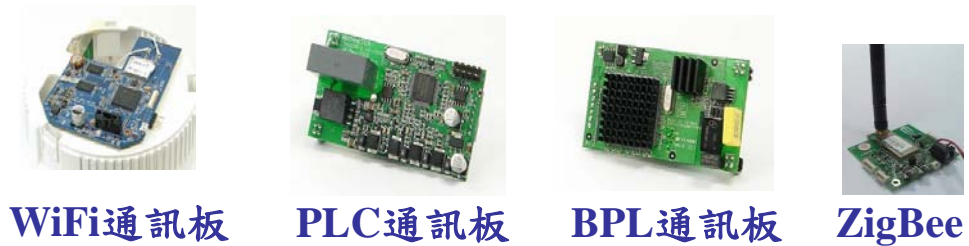
# 設備實體



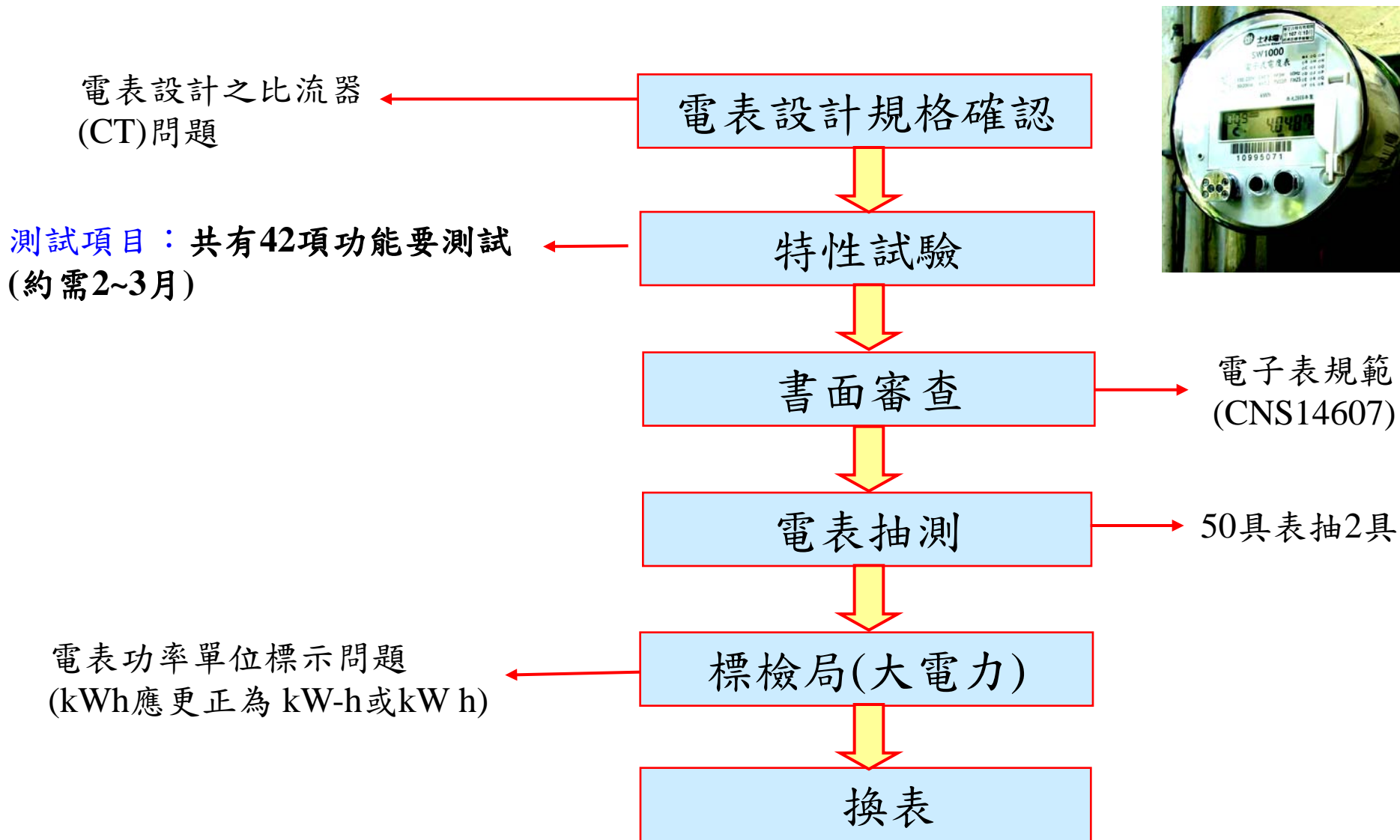
- 電表本體(大同、中興、士林電機、台達、康舒)
- 低壓窄頻PLC 通訊板(玖鼎)
- 低壓寬頻PLC通訊板(勝達、康舒)
- WiFi無線電通訊板(合勤)
- Zigbee通訊板(資策會)

- 集中器本體(玖鼎、康舒、台達)
- 通訊模組：窄頻PLC (玖鼎)、寬頻PLC(盛達、康舒)、WiFi(合勤)

- 通訊伺服器(沃克斯、合勤)
- MDMS系統與用戶服務Web Server (eMeter、工研院、資策會)



# 示範電表審查流程



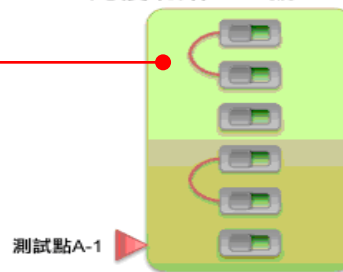
## PLC測試-線路測試

- 變壓器至表前線路測試



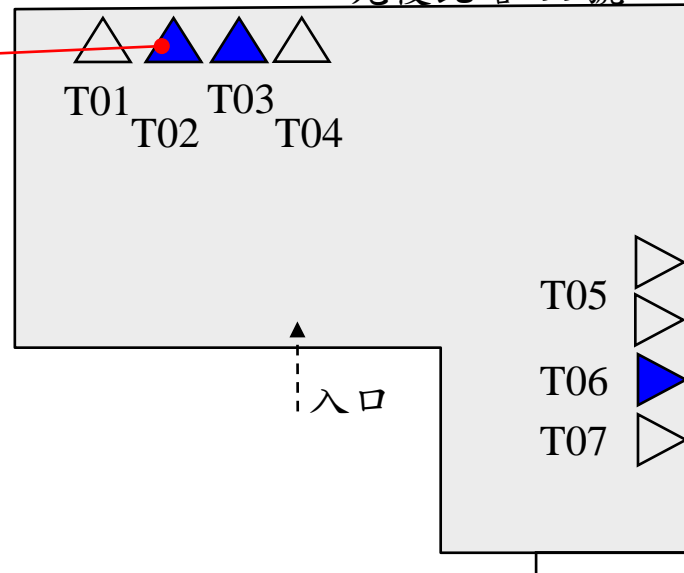
光復北路199號1F

光復北路 199號 1F 西側



Echelon  
PLC A22

光復北路199號B1



# 安裝實務

集中器  
施工



中間抄表



裝表

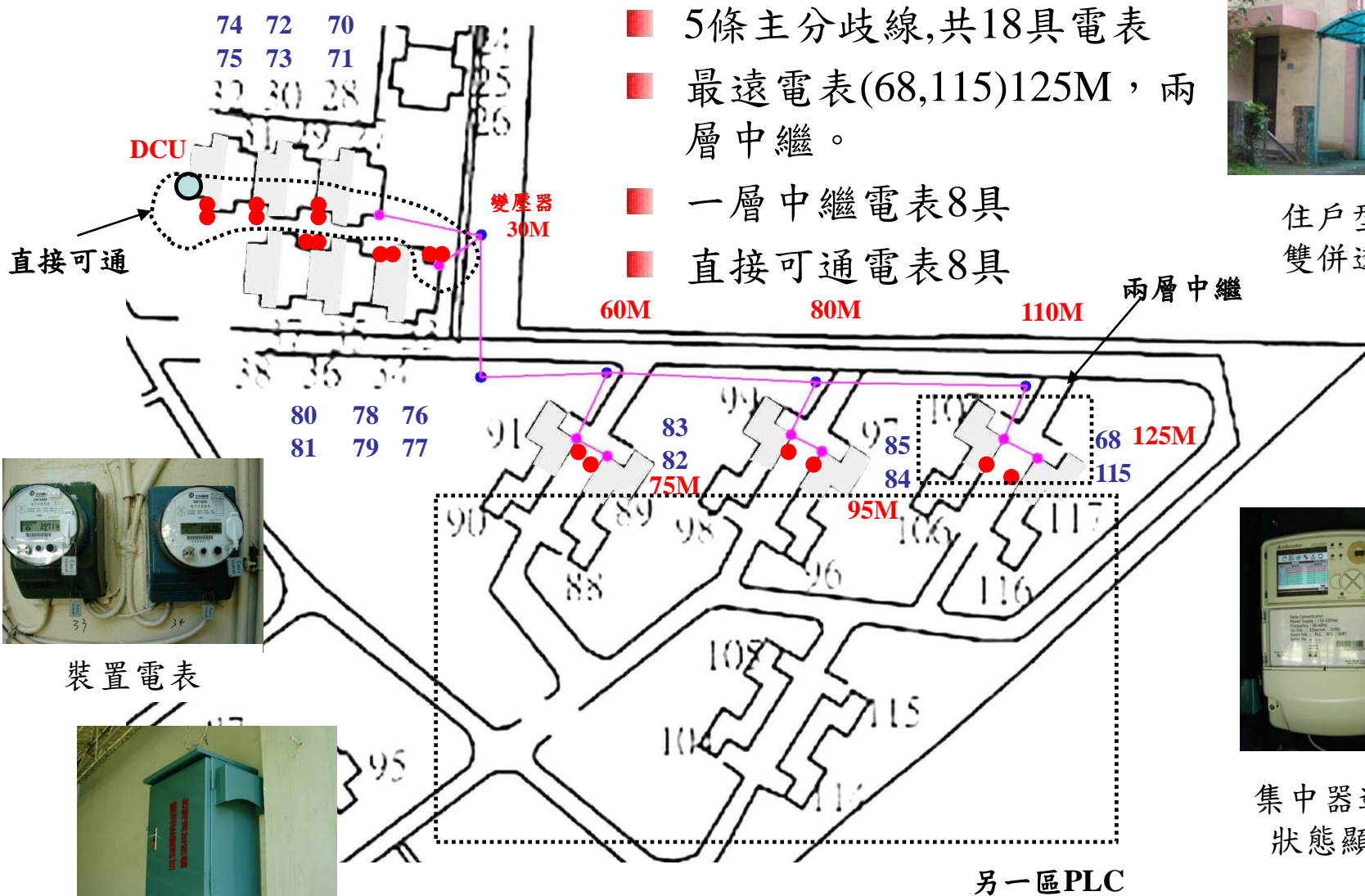


ZigBee  
集中器





# PLC通訊測試規劃



- 5條主分歧線,共18具電表
- 最遠電表(68,115)125M, 兩層中繼。
- 一層中繼電表8具
- 直接可通電表8具



住戶型態  
雙併透天



裝置電表



壁掛集中器箱



集中器通訊  
狀態顯示

另一區PLC

○ 集中器 ● 電表 **XXM** 距集中器距離

# PLC實測結果

日期	2010/11/01			2010/11/02			2010/11/03		
	平均反應時間 (ms)	讀表成功率 (%)	一次讀表成功率 (%)	平均反應時間 (ms)	讀表成功率 (%)	一次讀表成功率 (%)	平均反應時間 (ms)	讀表成功率 (%)	一次讀表成功率 (%)
10995068	0	0	0	2892	100	100	2825	100	100
10995070	1275	100	99.51	995	100	98.29	1031	100	100
10995071	1228	99.51	97.57	1039	100	100	1070	100	100
10995072	1350	100	100	1025	100	100	1063	100	100
10995073	1242	100	99	1036	100	100	1062	100	100
10995074	1288	100	99.01	1076	100	100	1031	100	100
10995075	1306	100	100	1103	100	100	1073	100	100
10995076	1070	100	100	1083	100	98.29	1045	100	100
10995077	1431	100	98.04	1052	100	98.29	1075	100	100
10995078	2172	100	100	1741	100	100	1733	100	99.29
10995079	2106	100	100	1846	100	98.29	1751	100	100
10995080	1867	99.25	97.78	1772	100	100	1764	100	100
10995081	1835	98.51	94.24	1809	100	100	1798	100	100
10995082	1936	92.86	81.25	1740	100	96.58	1952	100	97.88
10995083	1902	93.75	83.33	1848	100	100	1980	100	100
10995084	1292	80	51.85	1746	99.06	97.22	1863	100	97.88
10995085	0	0	0	1796	100	98.26	1828	100	100
10995155	1846	28.57	9.92	2857	100	91.67	2955	100	100

- 已安裝光明新村兩集中器，28具PLC電表。
- 11/01裝置當日，現地狀況與廠內功能測試中繼方式不同，部份電表通訊成功率低。
- 11/02自動進行中繼調整，讀表成功率為99.06%-100%間。
- 11/03網路中繼自動改善，讀表成功率均可達100%，一次讀表成功率為97.88-100%間。
- 5068電表需兩層中繼、5085電表11/02一層中繼、11/03層中繼。
- 裝表及中繼之改善均可自動達成，無需設定。



Log Out | Help

Dashboard My Energy Profile

2 new Alerts: Usage Spike(2) Settings

- Your daily usage spiked on DEC 27, 2010 View Graph
- Your daily usage spiked on DEC 22, 2010 View Graph

[Alert History](#) Minimize this



歡迎您來訪：  
**First Name4 Last ...**  
Account #: 5000004

Website updated through:  
2011-01-04 00:00

[Edit Profile](#)

### 我的用電量

kWh

Total 13 kWh



1月01 1月02 1月03

[細節](#)

### 環境衝擊

多少磅的垃圾

**6**

Use the arrows to see more  
這一期的帳單相當於這麼多的垃圾填埋場的排放量

[細節](#)

### 我的平均使用



1.2 kWh 1.5 kWh

Your Average Use is Up 21%

Historical Daily Average Current Daily Average

[細節](#)

[Feedback](#)

### Cut Energy Costs

#### 擺脫你的備用冰箱

您可以節省金錢和精力，如果你拔掉或回收在你的車庫不需要的備用冰箱。

[More Ways to Cut Costs](#)

### Be Energy Efficient

#### 管理您的能源使用

安裝一個可編程的自動調溫器，以維持你的家有個舒適的溫度及在冬季和夏季管理使用情況

[More Ways to Use Less](#)

### Reduce Your Impact

#### 利用生態友好的，碳中和產品

無論在哪裡，購買那些能盡量減少二氧化碳排放量公司的產品，並且這些公司在製造跟運送產品過程中是可以抵消剩餘的排放量

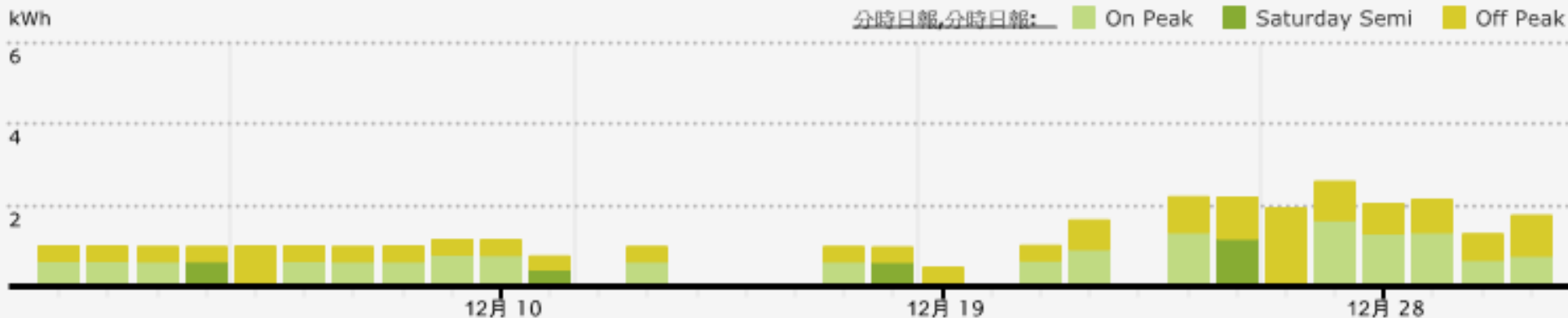
[More Ways to Go Green](#)



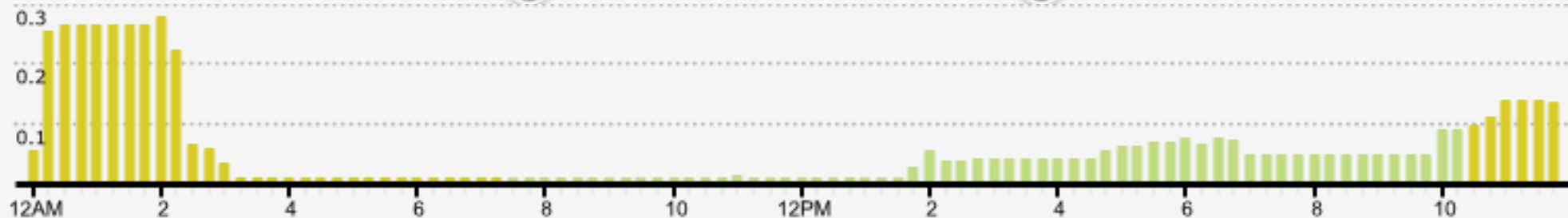
# 用戶顯示介面-用電狀況顯示

## 我的使用細節

Zoom: 1天 1個月 12個月 最大



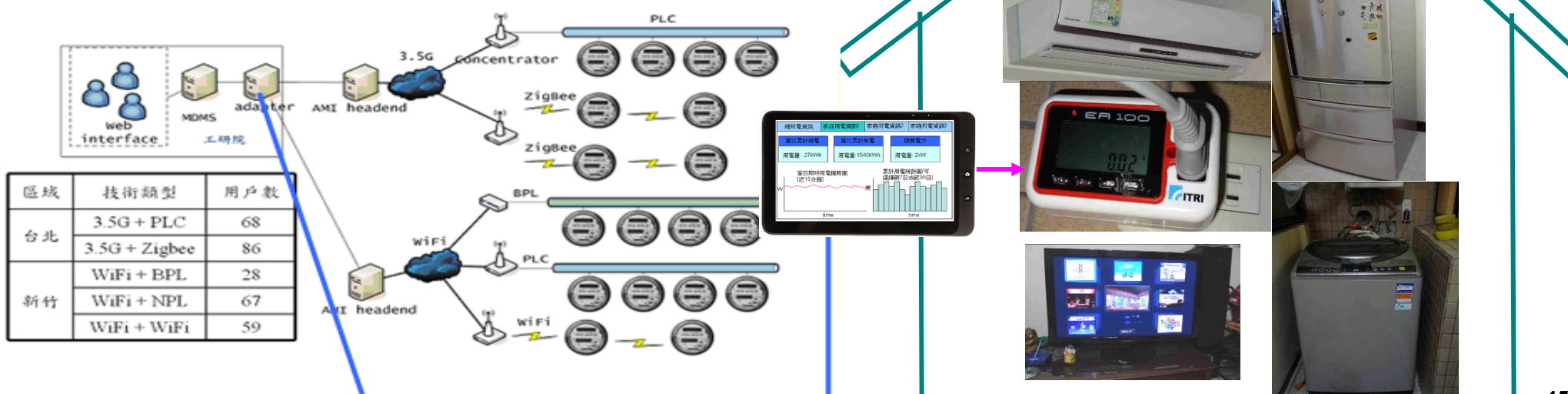
◀ 12月 01, 2010 - 12月 31, 2010 ▶



◀ 1月 03 ▶

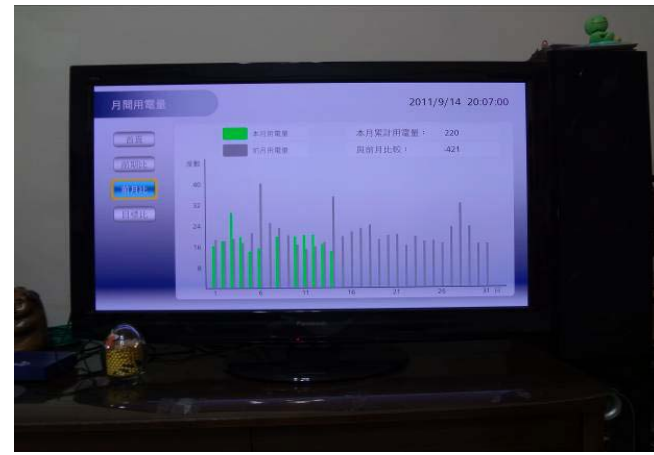
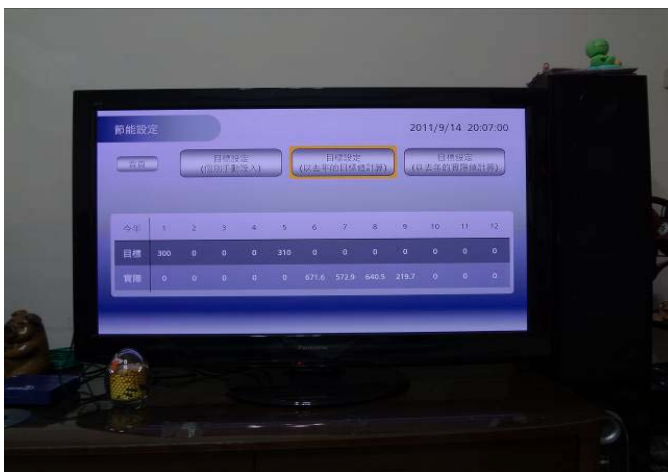
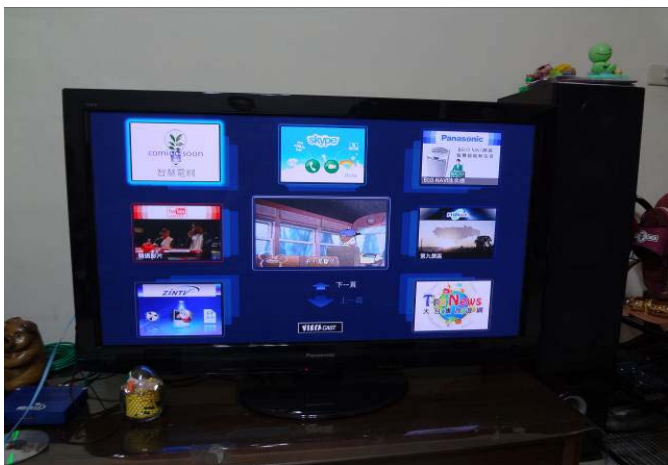
# AMI與家庭能源管理系統整合

- 台灣松下投入家庭能源管理系統開發，並以數位電視為切入點，以顯示即時號能資訊。台灣松下提供電視、冰箱、洗衣機、冷氣等設備，結合工研院測試整合節能之效益
  - ✓ 每戶提供用電監測系統乙套
  - ✓ 家庭能源顯示器(IHD)1組
  - ✓ 插座電表以收集各家電之耗能



# 系統整合建置成果

## 台灣松下合作之網路電視(IPTV)畫面





工業技術研究院

Industrial Technology  
Research Institute

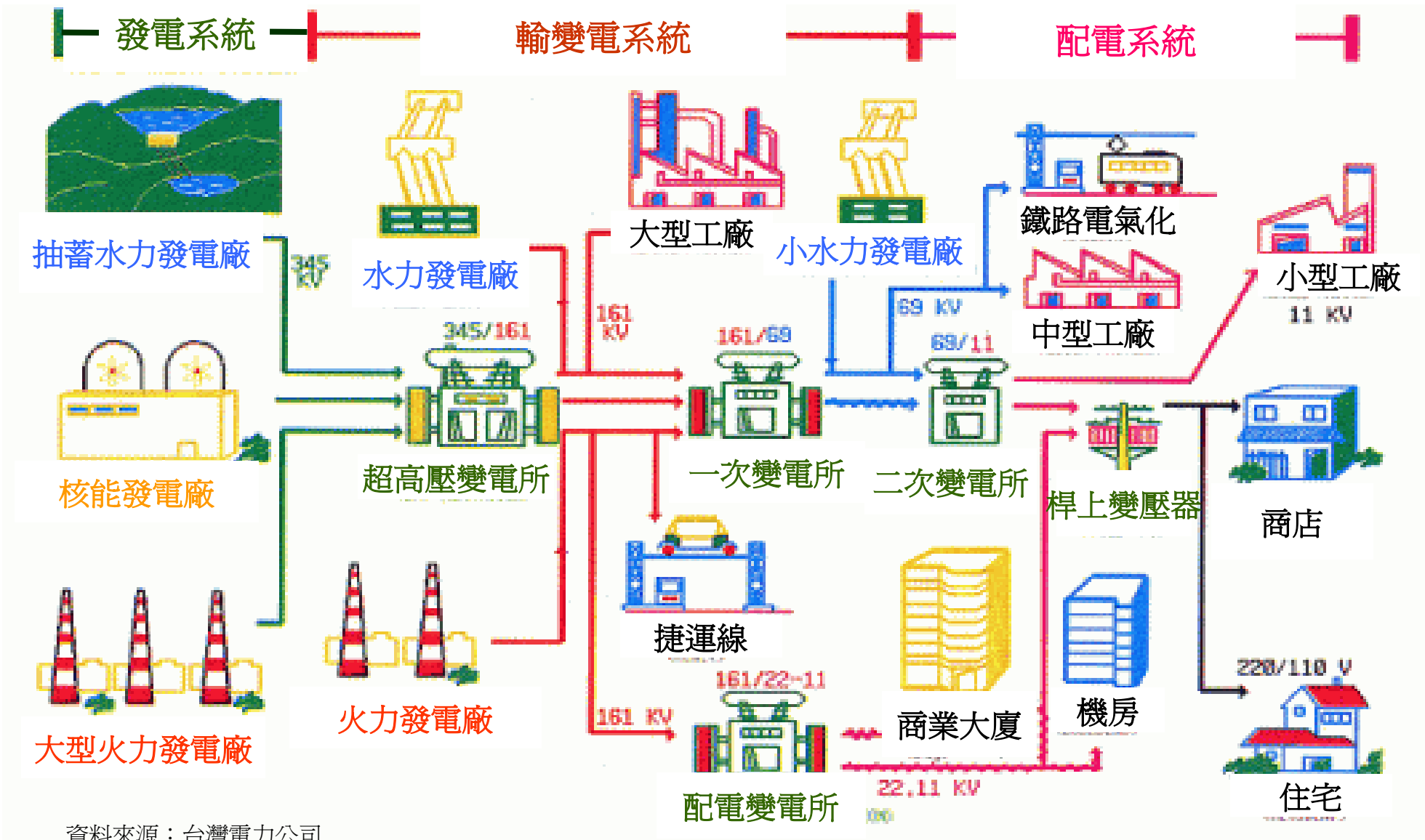
# 伍、結語

- 智慧電表系統(AMI)為智能電網(Smart Grid)之**前鋒**
- 技術並非主要關鍵，**如何推動**才是重點
- 推動關鍵考量，彼此牽連
  - 系統功能 vs. 成本 vs. 效益 vs. 衍生服務模式
  - 產業帶動與標準規範
  - 隱私與安全性



謝謝聆聽，敬請指教

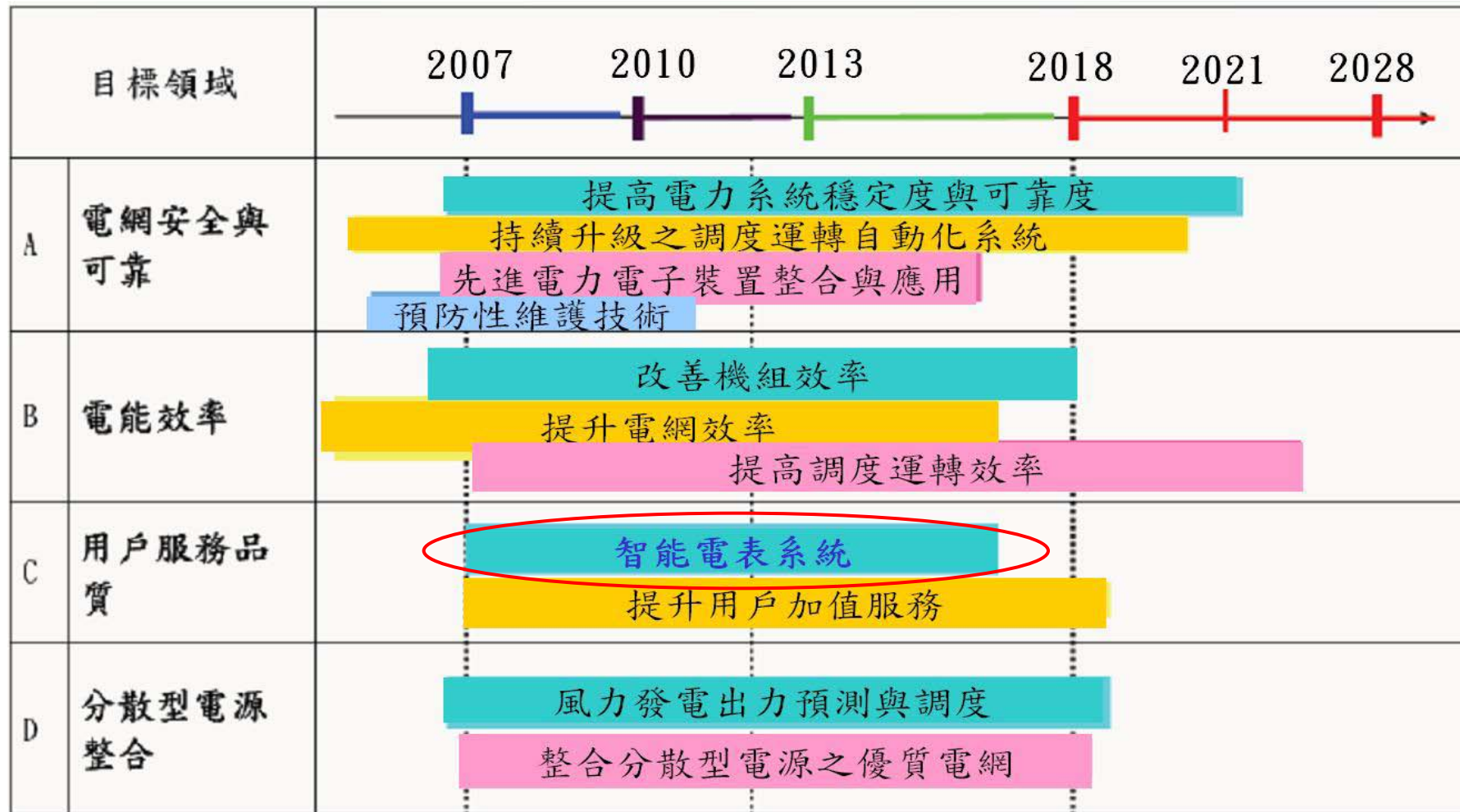
# 台灣電力系統簡介



資料來源：台灣電力公司



# 台電智能電表規劃狀況(1/4)



資料來源：台灣電力公司

# 貳、現階段執行成果報告

## 二、高壓AMI執行現況(1/2)-執行單位台電公司

### ■ 高壓推動時程規劃

小規模建置以測試及修正材規

年度	99	100	101
戶數	600	600	22,000

### ■ 99年度完成控制中心建置及第一批高壓AMI電表採購安裝

