

出國報告（出國類別：其他）

赴新加坡參與「2013 Microgrid Forum」  
國際論壇

服務機關：核能研究所

姓名職稱：林家豪 助理研發師

派赴國家：新加坡

出國期間：102 年11 月10 日~102 年11 月14 日

報告日期：102 年 12 月 13 日



# 摘要

微電網技術已逐漸成為我國科技技術發展的重要項目之一，在核研所多年努力研發之下，已完成全台第一座可自主式獨立運轉的微電網系統，為了持續與國際接軌，故指派核研所核儀組助理工程師詹振旻及助理研發師林家豪於 102 年 11 月 10 日至 102 年 11 月 14 日，赴新加坡參與「2013 Microgrid Forum」國際論壇並與國際專家學者交流相關先進技術。Microgrid Forum 為智慧電網及微型電網之主要國際論壇，在亞洲及歐洲定期舉辦微型電網相關議題之論壇與會議，本次論壇內容包括微電網系統分析設計的理論與應用、目前各國發展所遭遇之衍伸議題與案例，此對於核研所微型電網近期要發展的方向及相關技術建置有相當大之幫助。

# 目 次

摘 要.....	i
一、目 的.....	1
二、過 程.....	2
三、心 得 .....	6
四、建 議 事 項.....	33

# 圖目錄

圖 1 核研所參與 Microgrid Forum 人員.....	6
圖 2 與會專家學者交流 .....	7
圖 3 農村電力 .....	7
圖 4 馬來西亞偏遠環境(1).....	8
圖 5 馬來西亞偏遠環境(2).....	9
圖 6 馬來西亞微電網系統架構 .....	10
圖 7 Pulau Ubin 電力系統架構 .....	12
圖 8 Pulau Ubin 微電網建置位置 .....	12
圖 9 傳統柴油機組 .....	13
圖 10 Diesel-Inverter Hybrid system 應用架構.....	14
圖 11 Hitachi 國際分佈圖 .....	14
圖 12 Hitachi 微電網示範分佈圖.....	15
圖 13 家庭能源管理系統 .....	16
圖 14 社區能源管理系統 .....	16
圖 15 智慧工廠管理系統 .....	17
圖 16 電動車充電站系統 .....	18
圖 17 新世代的道路交通系統 .....	18
圖 18 智慧型水源管理系統 .....	19
圖 19 水源輸配系統 .....	20
圖 20 雲端運算系統 .....	20
圖 21 網路解決方案 .....	21
圖 22 能源管理配置圖 .....	22
圖 23 供需平衡調度圖 .....	22
圖 24 再生能源滲透目標 .....	23
圖 25 JUMPSmartMaui 計畫及解決措施 .....	24
圖 26 先進負載調控曲線(1).....	24
圖 27 先進負載調控曲線(2).....	25
圖 28 電動車租賃收費管理系統 .....	26
圖 29 電動車及充電站示範圖 .....	26
圖 30 駕駛習慣分析圖 .....	27
圖 31 汽車共享系統示意圖(1).....	28
圖 32 汽車共享系統示意圖(2).....	28
圖 33 智慧電網與交通產業結合示意圖 .....	29
圖 34 Tech Soap Box 評分表 .....	30
圖 35 ChargeIQ 智慧電動車充電系統.....	31

# 表目錄

表 1 11/11 議程.....	3
表 2 11/12 議程.....	4
表 3 11/13 議程.....	5

# 一、目的

核研所核儀組助理工程師詹振旻及助理研發師林家豪於 102 年 11 月 10 日至 102 年 11 月 14 日，赴新加坡參與「2013 Microgrid Forum」國際論壇並與國際專家學者交流微型電網相關先進技術。

隨著石油價格的日益上漲與環保議題，推動了再生能源與微電網系統之發展。所謂的微電網是由分散式電源（Distributed Generation, DG）與負載所組成之系統，除了可以在市電併聯模式下進行電力調度或運轉外，亦可在市電系統發生故障切換至孤島運轉模式，從而利用微電網內部的 DG 來維持負載運轉。現今市面上常見的各種 DG，均在市電發生異常或故障時需停止運轉，無形中便形成了能源的浪費，有了微電網的技術，除了使負載能全時的運轉外，更讓相關的分散式電源獲得更有效之利用。

微電網技術已逐漸成為我國科技技術發展的重要項目之一，在核研所多年努力研發之下，已完成全台第一座可自主式獨立運轉的微電網系統，為了持續與國際接軌，提升微電網系統工程技術，厚實我國科技與產業技術能力，故規劃本次赴新加坡參與「2013 Microgrid Forum」國際論壇並與國際專家學者交流相關先進技術，Microgrid Forum 為智慧電網及微型電網之主要國際論壇，在亞洲及歐洲定期舉辦微型電網相關議題之論壇與會議，本次論壇內容包括微電網系統分析設計的理論與應用、目前各國發展所遭遇之衍伸議題與案例，此對於核研所微型電網近期要發展的方向及相關技術建置有相當大之幫助。

## 二、過 程

行 程				公差地點		工 作 內 容
月	日	地 點		國名	地 名	
		出 發	抵 達			
11	10	台北	新加坡	新加坡	新加坡	去程
11	11 ~ 13			新加坡	新加坡	赴新加坡參與「2013 Microgrid Forum」國際論壇
11	14	新加坡	台北	新加坡	新加坡	回程

本次出國公差總共五天，第一天與第五天為去程及回程的交通時間，第二天至第四天則參與「2013 Microgrid Forum」國際論壇，並於會議中與國際專家學者交流相關先進技術。論壇中有來自各國的專家與學者，大部分演講的議題都圍繞著微電網系統分析設計的理論與應用及目前各國發展所遭遇的議題，其論壇議程如表 1、表 2 及表 3 所示。

## 表 1 11/11 議程

**WORKSHOP: DEVELOPING A MICROGRID BUSINESS AND TECHNICAL PLAN | Monday, November 11**

08.30	Registration And Coffee	
09.00	Introducing Your Workshop Leaders  <b>Simon Bell, President and Managing Director, THE APEX CONSULTING GROUP (INDONESIA)</b>  <b>Andre Susanto, Head of Renewable Energy, PT IMPRIMA (INDONESIA)</b>	<b>Davide Bonomi, Content Strategy Director, DUFRESNE – MICROGRID FORUM</b>
09.15	Examining The Microgrid Business Case Within The Asian Region: What Are The Opportunities And When Is The ROI Expected?	<b>Simon Bell, President and Managing Director, THE APEX CONSULTING GROUP (INDONESIA)</b>
09.35	Overcoming Social And Cultural Challenges When Implementing Microgrids In Rural Areas	<b>Andre Susanto, Head of Renewable Energy, PT IMPRIMA (INDONESIA)</b>
10.35	Coffee Break	
11:10	Energy Storage Solutions For Microgrid Applications	<b>Rachid Yazami, Professor and Principal Scientist, Energy Research Institute, NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY (SINGAPORE)</b>
11:40	Examining The Microgrid Infrastructure Of The Island Of Pulau Ubin Using Intermittent Renewable Energy Resources	<b>Seow Kang Seng, Former Consultant, PULAU UBIN MICROGRID PROJECT (SINGAPORE)</b>
12:10	Case Study: Evaluating Costs And Benefits Of A Smart Polygeneration Microgrid Project In A University Campus	<b>Mansueto Rossi, Researcher, UNIVERSITY OF GENOA (ITALY)</b>
12:30	Tools And Tips For Pitching Project Investors In Asia; Creating Pitch Decks And Presenting Microgrid Renewable Energy Projects Effectively	<b>Simon Bell, President and Managing Director, THE APEX CONSULTING GROUP (INDONESIA)</b>
13:00	Lunch	
14.30	Evaluating Technical And Logistic Results From 117 Microgrid Projects In Asia - Lessons Learnt	<b>Andre Susanto, Head of Renewable Energy, PT IMPRIMA (INDONESIA)</b>
15:30	Coffee Break	
16:15	Microgrid Challenge: Developing A Microgrid Project From Scratch  The audience will be split into two groups and will need to come up with a project list for achieving a Microgrid within a given scenario with a few challenges set by the workshop leaders. The workshop leaders will then give delegates feedback.	<b>Simon Bell, President and Managing Director, THE APEX CONSULTING GROUP (INDONESIA)</b>  <b>Andre Susanto, Head of Renewable Energy, PT IMPRIMA (INDONESIA)</b>

表 2 11/12 議程

Forum Day 1 Tuesday 12 November 2013

8.30	Registration And Coffee	
09.00	Welcome Address	<b>Davide Bonomi</b> , <i>Content Strategy Director, DUFRESNE – MICROGRID FORUM</i>
09.20	Chairman Introduction	<b>Ashwin Khambadkone</b> <i>Programme Director, Experimental Power Grid Centre (EPGC), AGENCY FOR SCIENCE, TECHNOLOGY AND RESEARCH (A*STAR) (SINGAPORE)</i>
09.30	Comparing Different Energy Storage Technologies For Microgrids In Different Geographical Scenarios	<b>Ashwin Khambadkone</b> <i>Programme Director, Experimental Power Grid Centre (EPGC), AGENCY FOR SCIENCE, TECHNOLOGY AND RESEARCH (A*STAR) (SINGAPORE)</i>
09.55	Developing A Regulatory Framework For Microgrids In Malaysia And Improving The Business Case	<b>Ali Asker Sher Mohamad</b> , <i>Chief Operating Officer, SUSTAINABLE ENERGY DEVELOPMENT AUTHORITY OF MALAYSIA (SEDA) (MALAYSIA)</i>
10.20	Designing Energy Storage Solutions For Microgrid Only Applications	<b>Sally Qiu</b> , <i>Sales Manager, Asia Pacific FIAMM (CHINA)</i>
10.45	<b>Coffee Break And Exhibition Visit</b>	
11.30	Case Study: Examining The Solar Minigrids In Bangladesh	<b>Mahmood Malik</b> , <i>Executive Director &amp; CEO, INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT COMPANY LIMITED (IDCOL) (BANGLADESH)</i>
11.55	Indonesia Case Study: Managing Economic Operation Of Power Generation To Optimise Supply And Demand On Island Grid	<b>Tagor Sidjabat</b> <i>Operation Director PELAYANAN LISTRIK NASIONAL (PLN) BATAM (INDONESIA)</i>
12.20	Examining The Added Value Of Energy Management And Battery Storage In Hybrid Microgrids With Diesel And PV	<b>Matthias Vetter</b> , <i>Head of Dept, PV Off-Grid Solutions and Battery System Technology FRAUNHOFER ISE (GERMANY)</i>
12.45	Case Study: Understanding The Pulau Ubin Microgrid Technology	<b>Markson Tang</b> , <i>Executive Director DAILY LIFE RENEWABLE ENERGY (SINGAPORE)</i>
13.10	<b>Lunch And Exhibition Visit</b>	
14.40	Tech Soap Box 3 Speakers 10 Minutes Each Focusing On A Innovative Key Technology	<b>Lim Yun Seng</b> , <i>Assoc Professor, Dept of Physical Science, Electrical &amp; Electronic Engineering, UNIVERSITI TUNKU ABDUL RAHMAN (MALAYSIA)</i>
		<b>Robert Haendel</b> , <i>Head of Photovoltaic Systems Technology SOLAR ENERGY RESEARCH INSTITUTE OF SINGAPORE (SERIS) (SINGAPORE)</i>
		<b>Palani Balaya</b> , <i>Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering, NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE (SINGAPORE)</i>
		<b>Kristian Handberg</b> , <i>Business Development Manager PERCEPSCION</i>
15.30	<b>Coffee Break And Exhibition Visit</b>	
16.10	Identifying Battery Applications For Energy Storage Solutions	<b>Brian Li</b> , <i>Business Director, BYD (CHINA)</i>
16.35	Panel Discussion: Building A Large Transmission Infrastructure Vs Building Interconnected Microgrids	<b>Sekhar Kondepudi</b> , <i>Associate Professor - Smart Buildings &amp; Smart Cities, Dept of Buildings, NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE (SINGAPORE)</i>
		<b>Seow Kang Seng</b> , <i>Former Consultant, PULAU UBIN MICROGRID PROJECT(SINGAPORE)</i>
		<b>Ashwin Khambadkone</b> <i>Programme Director, Experimental Power Grid Centre (EPGC), AGENCY FOR SCIENCE, TECHNOLOGY AND RESEARCH (A*STAR) (SINGAPORE)</i>
		<b>Matthias Vetter</b> , <i>Head of Dept, PV Off-Grid Solutions and Battery System Technology, FRAUNHOFER ISE (GERMANY)</i>
		<b>Markson Tang</b> , <i>Executive Director, DAILY LIFE RENEWABLE ENERGY (SINGAPORE)</i>
		<b>Ali Asker Sher Mohamad</b> , <i>Chief Operating Officer, SUSTAINABLE ENERGY DEVELOPMENT AUTHORITY OF MALAYSIA (SEDA) (MALAYSIA)</i>
17.05	Closing Remarks From The Chair	<b>Ashwin Khambadkone</b> <i>Programme Director, Experimental Power Grid Centre (EPGC), AGENCY FOR SCIENCE, TECHNOLOGY AND RESEARCH (A*STAR) (SINGAPORE)</i>

表 3 11/13 議程

Forum Day 2 Wednesday 13 November 2013

08.30	Registration And Coffee	
09.10	Previous Day Summary And Chairman Introduction	<b>Ashwin Khambadkone</b> Programme Director, Experimental Power Grid Centre (EPGC), AGENCY FOR SCIENCE, TECHNOLOGY AND RESEARCH (A*STAR) (SINGAPORE)
09.30	Understanding How Global Mega Trends Will Impact The Evolution Of Smart Energy & Microgrids	<b>Ravi Krishnaswamy</b> , Vice President, Energy & Power Systems, FROST & SULLIVAN ASIA PACIFIC (SINGAPORE)
09.55	Quantifying The Risk Of Investing In Microgrid Projects And Technologies In Asia	<b>Sunil Gupta</b> , Global Head, Technology & Clean Tech Coverage, STANDARD CHARTERED BANK (SINGAPORE)
10.20	Evaluating The Potential And Market Opportunities Of Implementing Microgrids In The Government Infrastructure Of Malaysia To Improve Reliability And Energy Efficiency	<b>Shahrul Affendy Bin Abu Bakar</b> , Superintendent Electrical Engineer, PUBLIC WORKS DEPARTMENT OF MALAYSIA (MALAYSIA)
10.45	<b>Coffee Break And Exhibition Visit</b>	
11.30	Malaysia Case Study: Meeting The Challenges In Powering Rural Villages Of Sarawak Using Microgrid Systems	<b>Shiun Chen</b> , General Manger, R&D SARAWAK ENERGY (MALAYSIA)
11.55	An Update On Vanadium Redox Flow Battery Technology For Microgrid Applications	<b>Tom Tipple</b> , Head of Emerging Markets, GILDEMEISTER ENERGY SOLUTIONS (UK)
12.20	Panel Discussion: Utilities vs EPCs: To What Extent Can An EPC Become A Power Producer Through Managing Microgrids?	<b>Maggie Kuang</b> , Analyst, BLOOMBERG (SINGAPORE)
		<b>Shiun Chen</b> , General Manger, R&D SARAWAK ENERGY (MALAYSIA)
		<b>Tagor Sidjabat</b> Operation Director PELAYANAN LISTRIK NASIONAL (PLN) BATAM (INDONESIA)
		<b>Andre Susanto</b> , Head of Renewable Energy, PT IMPRIMA (INDONESIA)
13.00	<b>Networking Lunch And Exhibition Visit</b>	
	14.35	Developing and Managing Renewable Energy Based Distributed Power Generation Micro Grid Projects
14.55	Australia Case Study: Mitigating Microgrid Contingencies By Using 20MW Battery Energy Storage System In The Mining Industry	<b>Fernando Castillo</b> , Electrical Engineer - Power System, BHP BILLITON (AUSTRALIA)
15.20	<b>Coffee Break And Exhibition Visit</b>	
16.00	Pakistan Case Study: Examining Renewable Energy Regulation In Pakistan	<b>Mohammad Hassan Mashori</b> , President, FUNDAMENTAL HUMAN RIGHTS & RURAL DEVELOPMENT ASSOCIATION (PAKISTAN)
16.25	BUILDING THE ACTION PLAN	<b>Andre Sustanto</b> , Head of Renewable Energy, PT IMPRIMA (INDONESIA)
17.25	Closing Remarks From The Chair & End of Microgrid Forum 2013	

### 三、心得

2013 年 Microgrid Forum 選定在新加坡舉行，並邀請九個國家 20 多個行業的專家學者與會，三天的論壇進行期間，各國專家對市場的最新趨勢、開發中的技術及亞洲各國發展現況進行深入細緻的討論，並分享了亞洲國家的幾個主要微電網發展計畫及其發展結果。Microgrid Forum 提供了知識共享的平台，使各國的新技術和新想法有一個共同發表平台，彼此可互相討論並分享經驗，使與會者在短時間內便可吸收大量資訊，對於後續的研發及市場化均有很大的幫助。核研所參與 Microgrid Forum 人員及與會專家學者交流照片如圖 1-2 所示。



圖 1 核研所參與 Microgrid Forum 人員



圖 2 與會專家學者交流

在論壇中，有許多專家都分享了微電網系統建置的心得與成果，Dr. Shiun Chen是來自馬來西亞的專家，分享了微電網在馬來西亞Sarawak地區的應用成果。

## Rural Electrification

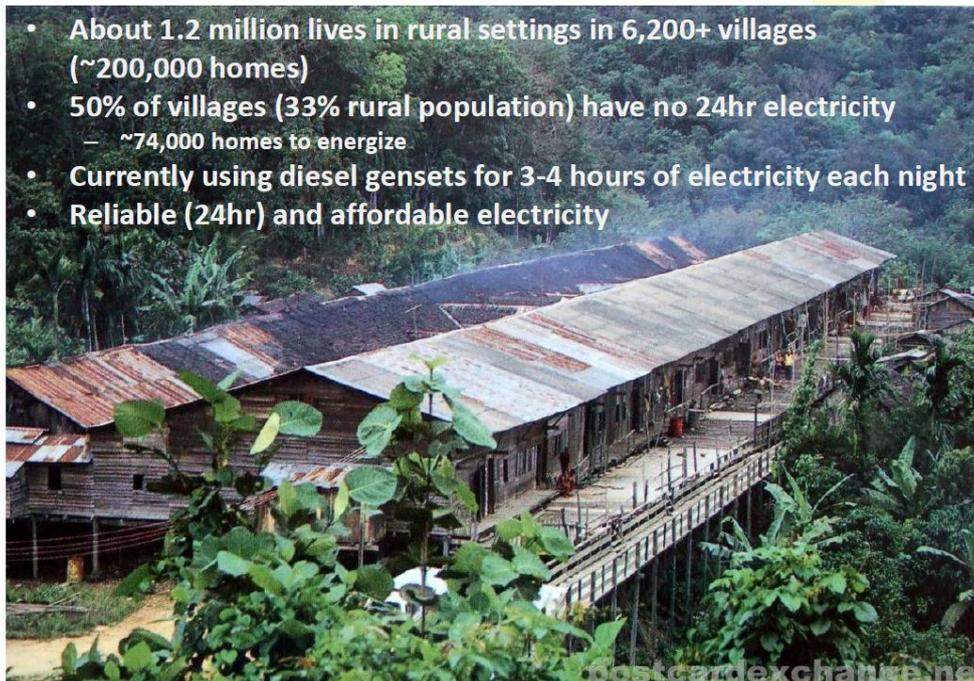


圖 3 農村電力

在馬來西亞仍有許多偏遠地區沒有 24 小時的電力供應，這些地方多數使用柴油發電機來解決夜間的用電問題，其當地環境可參考圖 3-5。由於馬來西亞仍有許多地區的交通建設尚未周全，不僅電力系統無法普及到這些區域，甚至希望透過微電網的建置來改善民眾的生活，也必須面對多種的挑戰，如：不完善的道路建設，或是天然地形如河川的阻隔，都直接影響到微電網系統的建置。

## Access difficulties: river access only



sarawak energy

圖 4 馬來西亞偏遠環境(1)

## Access difficulties: poor road conditions



圖 5 馬來西亞偏遠環境(2)

為了改善偏遠地區民眾的生活，政府訂出了幾個目標，包括：

- 必須在偏遠地區建置可獨立運轉，且可靠度和品質接近市區的電力系統
- 由於地處偏遠，因此系統必須可自主運轉，無須人員經常性維護及操控
- 欠缺傳統通訊系統，所有的監測與控制必須可透過衛星訊號來進行
- 易於維護及故障排除
- 低運轉成本，減少運補次數

要達到這些目標，Sarawak Energy 協助政府規劃的微電網的系統架構與概念如圖 6 所示。

## Autonomous Solar Hybrid Schemes

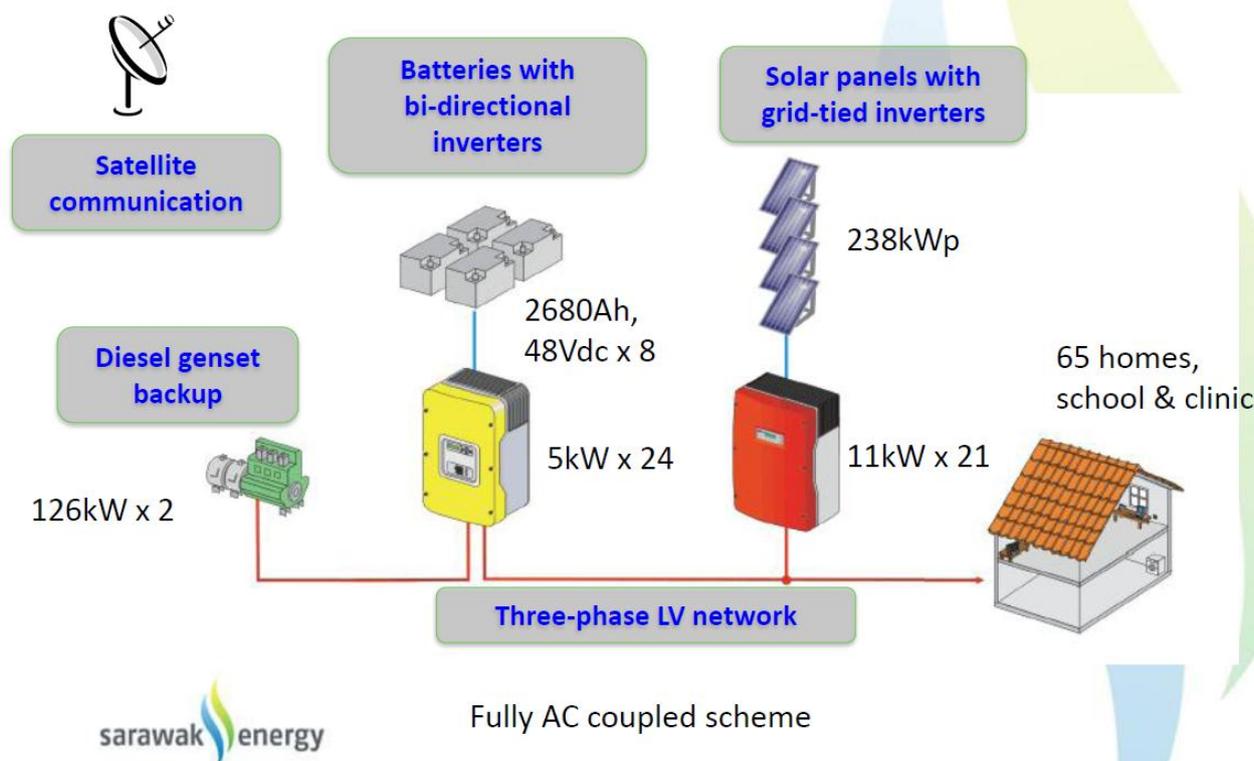


圖 6 馬來西亞微電網系統架構

透過儲能系統及太陽能系統的組合，並以柴油引擎作為備援，系統已有效提供偏遠地區的電力使用。目前仍在持續研究中的議題則包括：

- 自主式控制：如何進行電壓及頻率調控、電池及 PV 調度等。
- 透過遠端監控進行系統檢測及故障預防：透過遠端量測，事先預防相關機組損壞。
- 系統保護：小型電網系統在系統發生故障時幾乎都會造成全面停電，因此如何於故障時發生保護，並於故障後恢復電力供應是很重要的議題。
- 成本管理：柴油機組及 PV 機組的運轉及維護成本分析

在論壇中我們針對此一架構提出問題，由於 PV 等系統建置不易，整套微電網系統又建置在偏遠地區，如同先前的圖片所示，不論用陸路或是水路來運輸設備都十分困難，要如何來確保這套系統可以穩定運轉，並減少後續的維修支出？Dr. Chen 很明白的指出，在為偏遠地區提供穩定電力供應的大前提下，建置微電網系統絕對比建置長途電力線路划算，此外，因

為柴油的運補也是十分不易的，所以柴油機的使用仍受到許多限制，相較之下，大量的使用無需維護與運補的再生能源如 PV 系統是更符合成本的，而且為了減少微電網系統因故障而引起的停機，降低必須派遣專業人員前往微電網所在地的機會，在部分地區甚至同時建置了多套相同備援機組，一旦系統出了問題就直接進行切換，雖然這樣大幅提高的建置成本，但多套備援機組的價格，可能還遠低於派員至當地維修的成本，這樣的作法看似浪費，但用在某些場合，卻可能是最佳的作法。

在亞洲，新加坡的微電網發展也是值得注意的。新加坡主要於 Pulau Ubin 建立了 Microgrid Testbed（如圖 7），其規格如下：

- 240VAC underground grid system
- ~100kWp Solar PV
- 1MWh storage
- 6 x 40kVA bio-diesel generators distributed (3 x 2)
- Smart meters at each customer premise
- Centralised intelligent control & remote monitoring system

論壇中，Seow Kang Seng 及 Markson Tang 均有針對新加坡的微電網系統進行介紹，此一計畫的目標為：

- An intelligent micro grid infrastructure with potential for multiple renewable energy sources
- Facilitate connection of close-to-market clean and renewable energy technologies for demonstration or test-bedding purposes
- Build local capabilities in the area of smart grid design

目前 Pulau Ubin 島上的系統架構如下圖所示，此一微電網系統主要建置於南方的 Jetty Area，如圖 8 所示。

# Electricity Supply Situation



圖 7 Pulau Ubin 電力系統架構

## Jetty Area



About 30 end-users (15 businesses and 15 residential)



圖 8 Pulau Ubin 微電網建置位置

在這套微電網系統中，主要應用的技術包含有：

- Distributed Generation
- Allows high penetration of renewable energy sources
- Variable speed generators
  - Constant frequency, constant voltage for power quality and grid stability

- Grid following
- Advanced power electronics
  - Grid forming
  - Manage renewable energy sources
- “Energy-on-Demand” Concept
  - Just-in-Time production

其中最引人注目的是所謂的“Energy-on-Demand” Concept，其目標在於調控負載需求及發電裝置，使其不超過設定的容量，讓能源得以 100% 有效利用，新加坡透過 Smart Power Management System (PMS) 系統偵測負載使用量，並搭配儲能系統來調節系統的發電及負載，使其達到供需平衡的目標。然而，光靠電池儲能並不足以完全調節供需，一般也還需配合柴油發電機等，才能完全提供負載所需。因此，DLRE 為了更有效的使用傳統的柴油機，改變了傳統常用的於高/低載時使用不同的柴油機組，或是變速機種來提高柴油機的效率的方法如圖 9，規劃 Diesel-Inverter Hybrid system 以達到 Energy on demand 的目標。

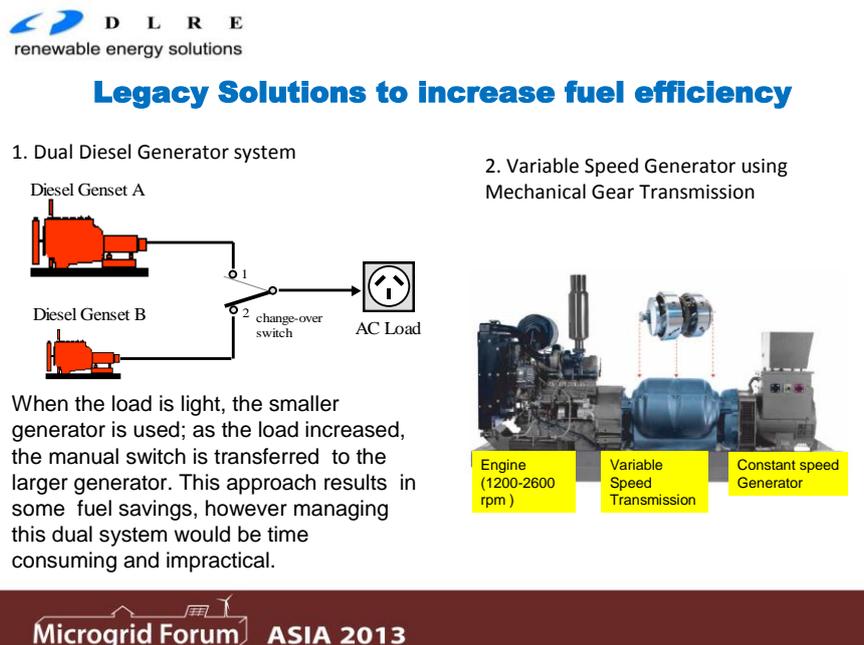


圖 9 傳統柴油機組

DLRE 公司的 Diesel-Inverter Hybrid system 直接整合了柴油機及電池組（圖 10），利用小型的柴油機組整合電池，於系統內部透過調度的方式來提供穩定且可調節的電力，由於 Diesel-Inverter Hybrid system 已經整合了柴油機和電池，對於微電網最大的好處便是不需額外

再增設電池機組及其管理機制，可減少對於能源管理系統的負擔。這樣的系統也適合用在馬來西亞，由於 Diesel-Inverter Hybrid system 已經在系統內部自行完成相關的發電及負載調度，故可減少能源管理系統維護及調度的次數，亦有效提高系統穩定度。

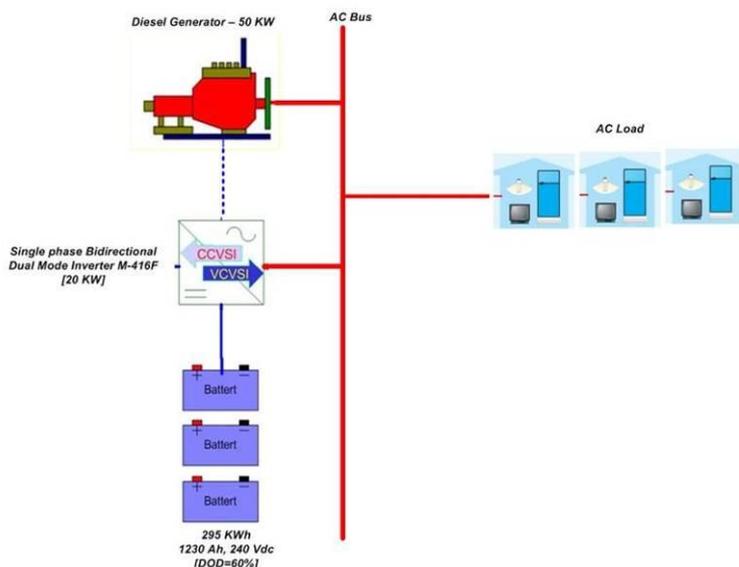


圖 10 Diesel-Inverter Hybrid system 應用架構

本次論壇除了專家學者演講之外，現場還有幾家微電網相關產品公司，包含：FIAMM、GILDEMEISTER ENERGY SOLUTIONS、HITACHI 等國際大廠，前兩家廠商為儲能系統製造商，皆分別說明其公司產品於微型電網的適用性與優異性；HITACHI 公司則針對智慧型電網、遠端通訊監控及交通產業做了詳細的介紹。

Hitachi 目前已活躍於世界各地，其國際分公司與服務內容如圖 11 所示，

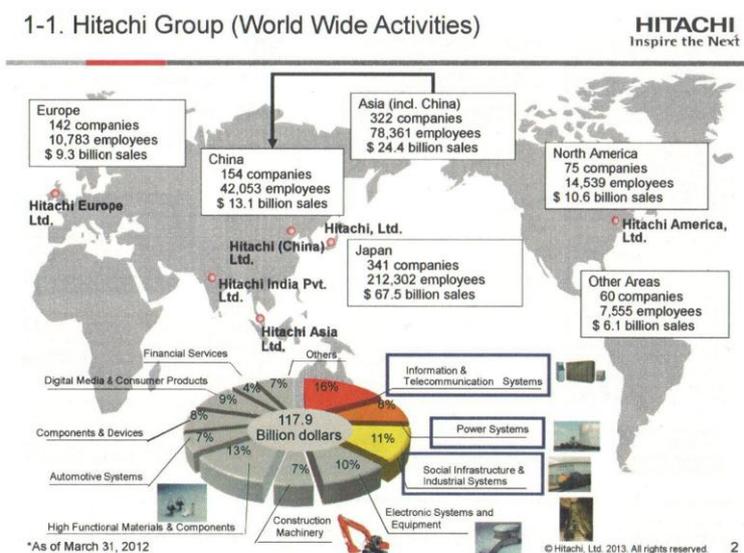


圖 11 Hitachi 國際分佈圖

Hitachi 公司近期針對微電網的相關技術發展主要著重於所謂的智慧型社區專案，目前於世界各地設有示範場（如圖 12），包括：美國、中國、西班牙、英國及日本各小島等地，並針對能源、交通、水資源、資通訊建設做出需求探討與提供解決的方式。

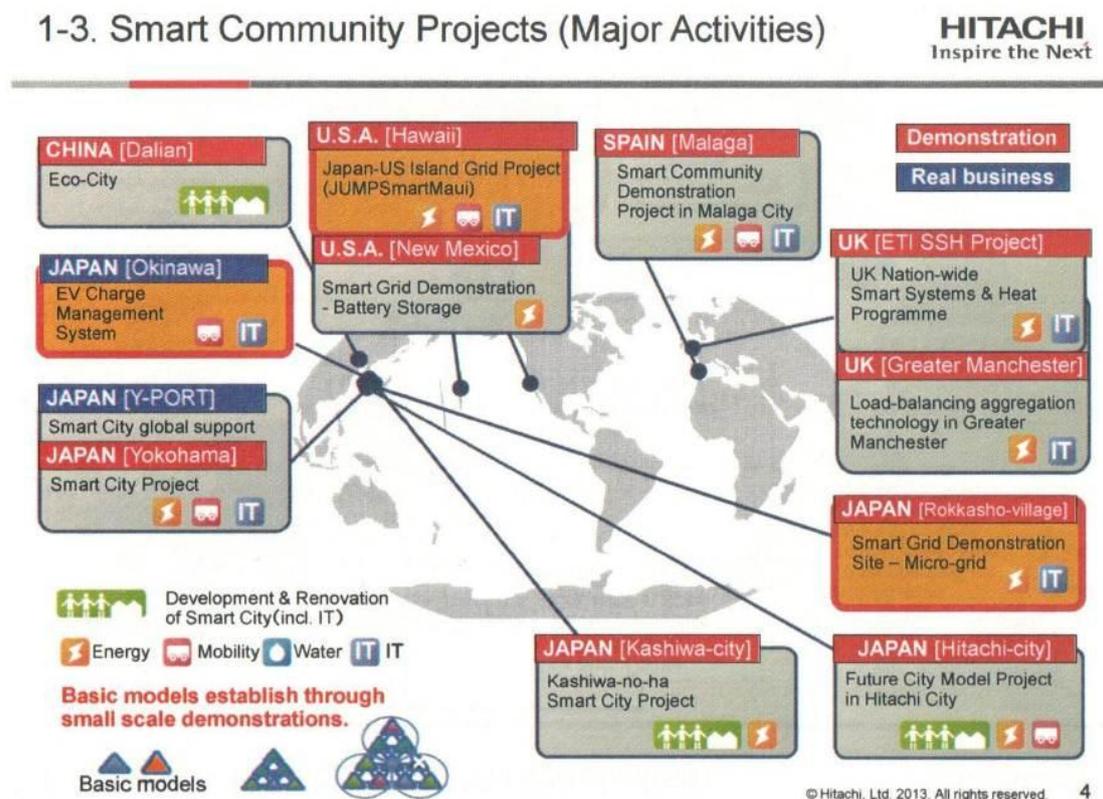


圖 12 Hitachi 微電網示範分佈圖

Hitachi 針對不同領域及階層，設計了四大項微電網的相關技術如下：

### (一) 能源

#### 1. 家庭能源管理系統(Home Energy Management Systems, HEMS)

為一種能夠兼顧家庭節能與舒適生活的能源管理系統（如圖 13），除與家用電器之外，還能與再生能源、住宅設備儀器、EV（電動汽車）、電錶連接，藉以實現對家庭的能源管理。此外，該系統還可以連接社區的電力系統及資訊系統，以達公用電力資訊的流通。其該系統與核研所發展中的家庭微電網非常相似。

## Home Energy Management Systems (HEMS)

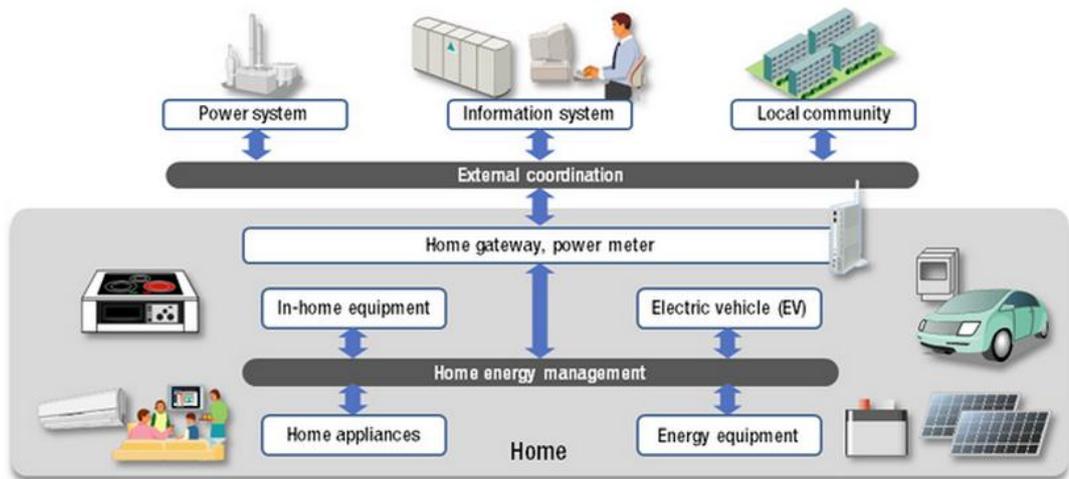


圖 13 家庭能源管理系統

## 2. 社區管理系統(Community Energy Management Systems, CEMS)

社區能源管理系統（如圖 14）為整個地區能源管理的中央處理站。除了能夠提升居民生活的舒適性和安全可靠之外，還能進一步減少二氧化碳的排放，且減輕環境負擔，亦可有效抑制社會成本的上升。

### Community Energy Management Systems (CEMS)

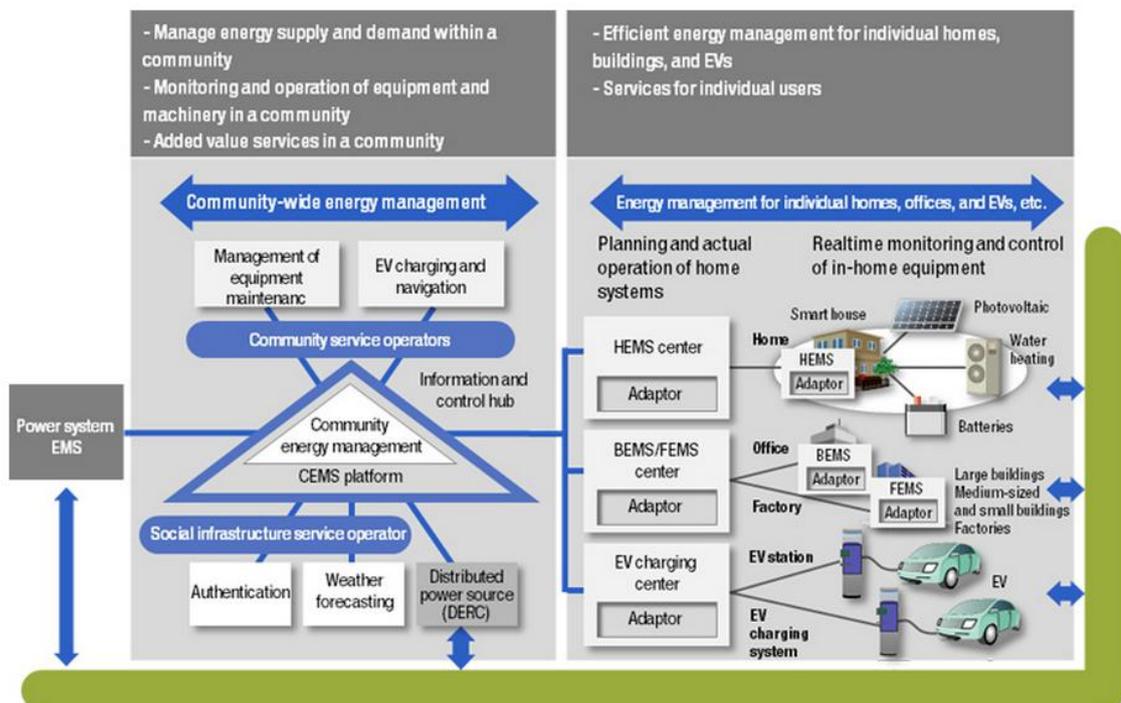


圖 14 社區能源管理系統

### 3. 智慧工廠管理系統(Factory energy management systems, FEMS)

智慧工廠為新一代能源管理系統（如圖 15），它能掌控工廠對於能源的需求使工廠達到節能效果，進而降低成本，減低環境汙染。此外，它還可以預測風力、太陽能等再生能源的發電量，同時再接收電力公司設備運轉情況，進而在購入能源的同時掌控開銷成本。

#### Smart Factories (FEMS)

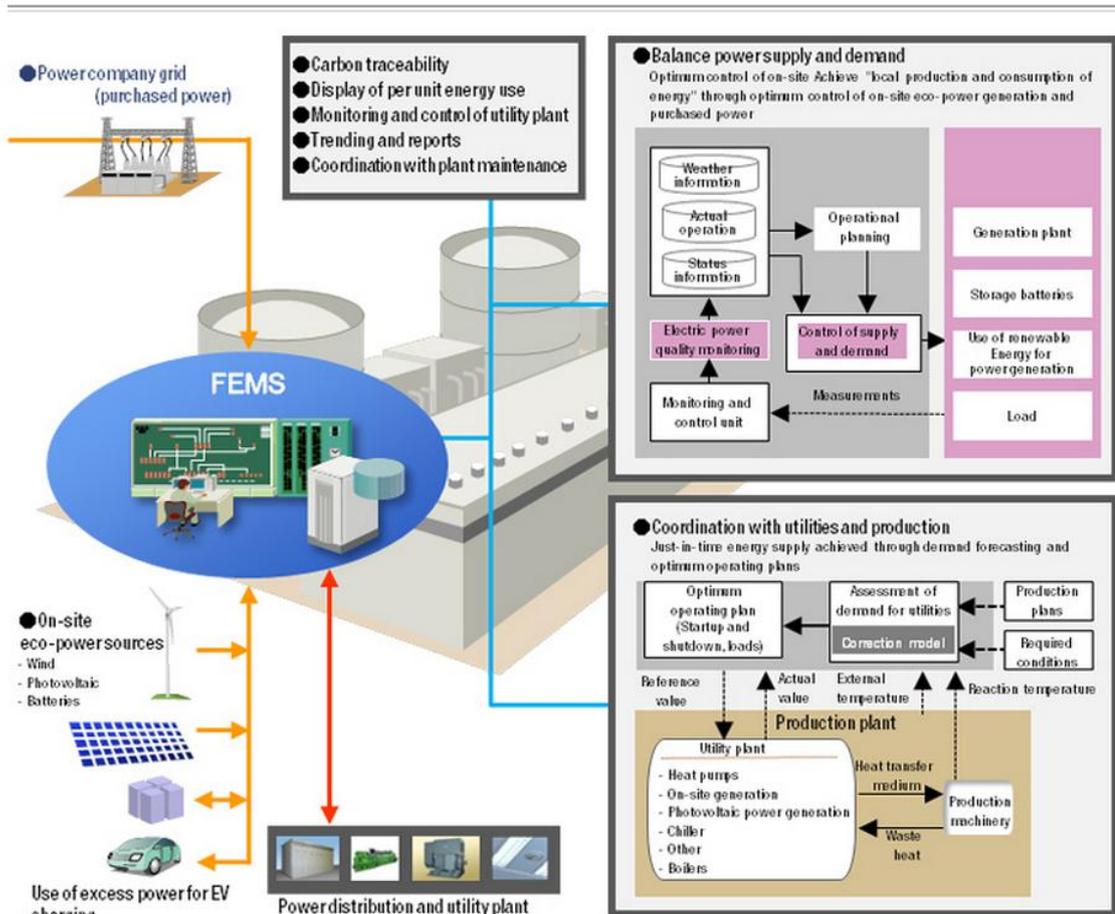


圖 15 智慧工廠管理系統

## (二) 交通

### 1. 電動車充電站系統(EV Charging)

電動車充電站系統（如圖 16）可採用各充電站資訊相互流通的方式，再搭配購物中心、停車場以及各家庭充電器之間的交流，而提升整體的供電效率。若充電站系統能獲取電動車的資訊，這對於充電時間的計算有相當大的幫助，如再透過與發電端的結合，將可能使電價成為即時變動的費率。

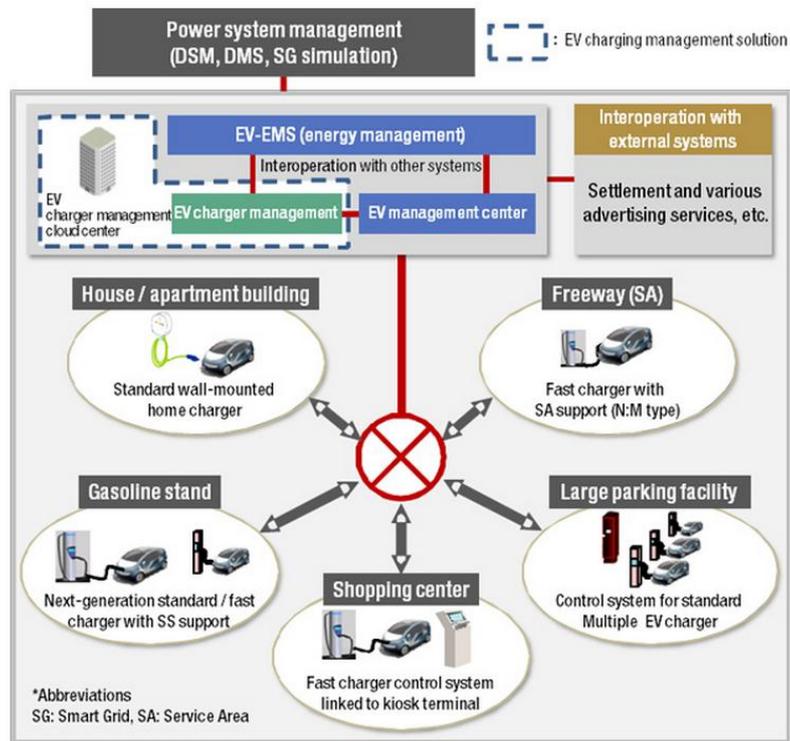


圖 16 電動車充電站系統

2. 新世代的道路交通系統(Next-generation Road Transportation Systems)

Hitachi 正在開發一種探測車或探測儀，它可以附屬於計程車或公用車輛上，並於各道路上蒐集整個城市的交通狀況，讓駕駛能獲得最有效率的交通途徑，若透過此系統再搭配如電子收費系統則可有效降低各道路車流量（如圖 17）。

Next-generation Road Transportation Systems



圖 17 新世代的道路交通系統

### (三) 水資源

#### 1. 智慧型水源管理系統(Intelligent water system)

智慧型水源管理系統（如圖 18）透過機械設備、監控設備等各種淨水技術，確保人與城市以及整個水資源的用水品質與安全。

#### Intelligent water system

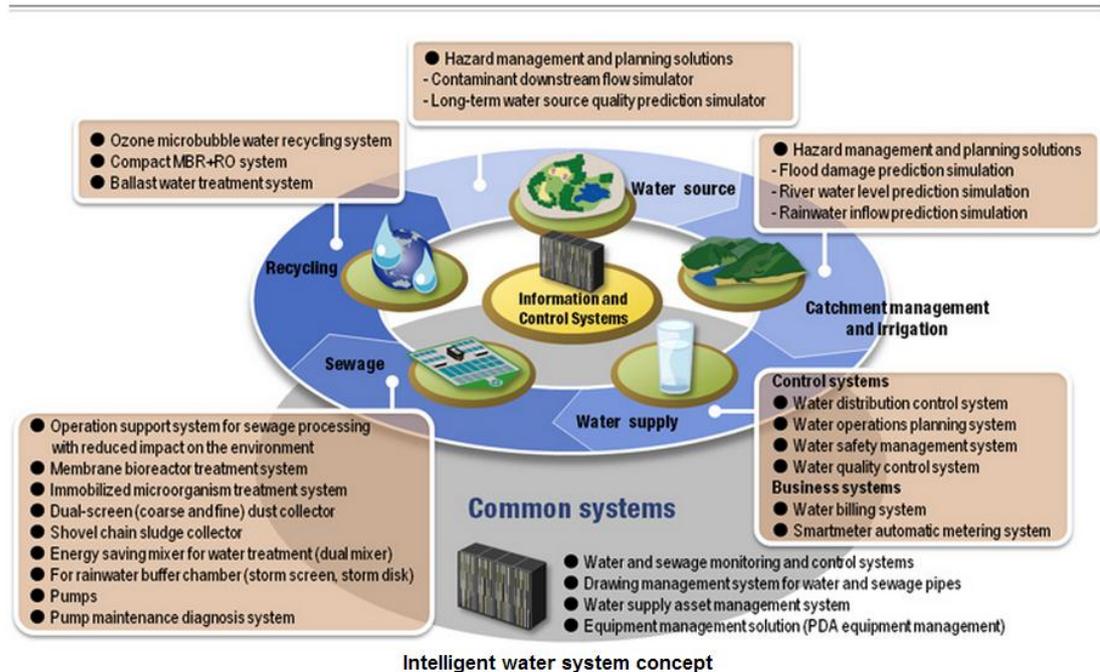


圖 18 智慧型水源管理系統

#### 2. 水源輸配系統(Water Distribution Systems)

若要使水資源能均衡輸送，則必須仰賴水源和淨水廠的相關資訊，做好輸配地區和配送水量的因應計畫；若能根據天氣、氣溫和歷史資料對城市的需求量做出預測，再依據預測結果，制定輸送計畫，則可大幅降低環境負擔（如圖 19）。

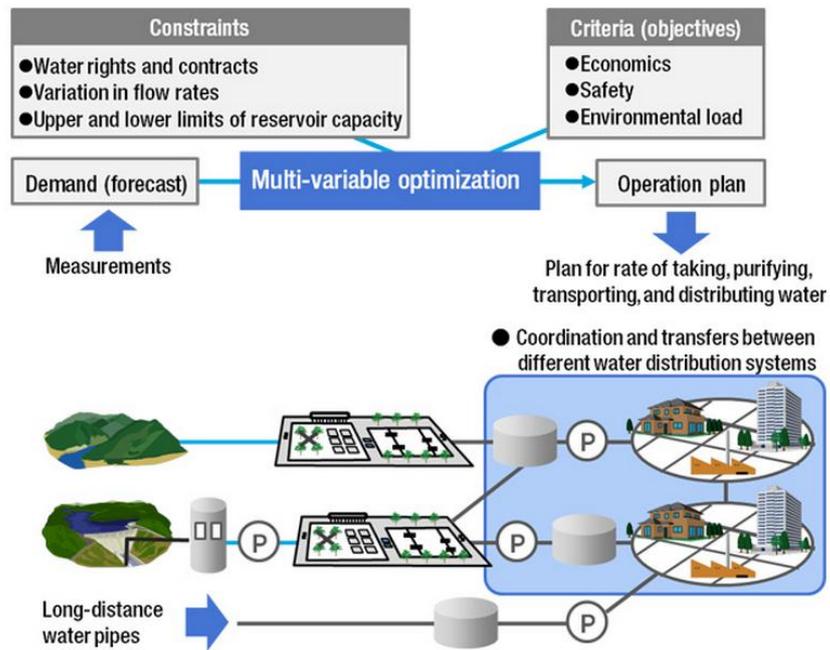


圖 19 水源輸配系統

(四) 資通訊建設

1. 雲端運算(Cloud Computing)

若能使用高度安全及可靠的雲端運算系統（如圖 20），亦在保護私人訊息及商業機密之下，則可充分使用智慧型設施的訊息來傳遞與決策，還可以利用過去的歷史資料針對不同區域及情況提出最佳化的能源調度或解決方案。

Cloud Computing

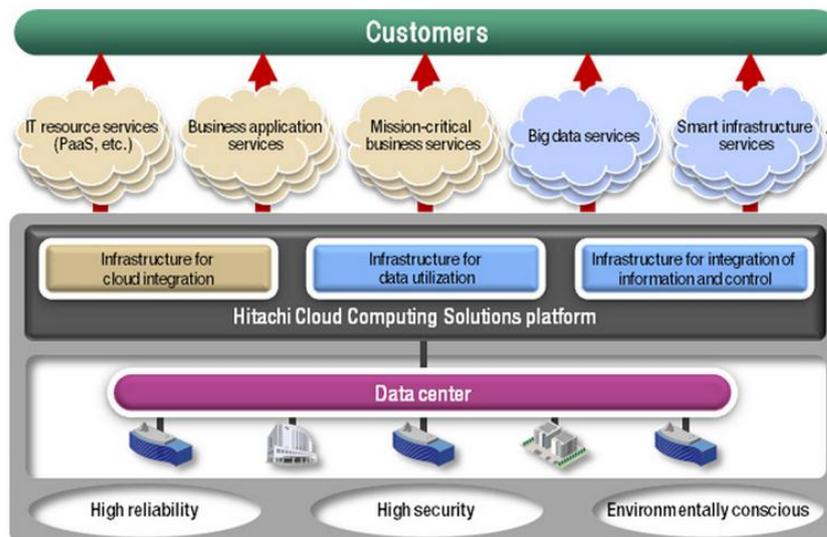


圖 20 雲端運算系統

## 2. 網路解決方案(Network Solutions)

在智慧城市中，若能透過網路將家庭、工廠、辦公大樓、電動車與人連結在一起（如圖 21），則可使生活更加便利，讓所有能源都透明化且更有效率，最重要的是能夠提昇大家的生活的便利性。

### Network Solutions

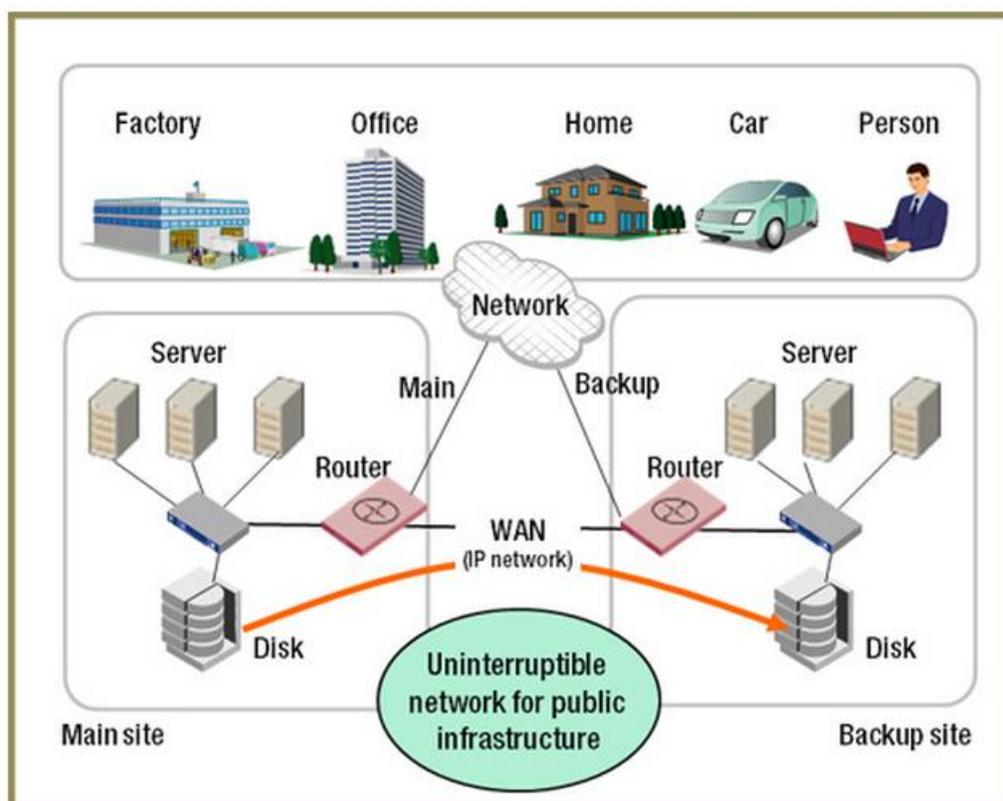


圖 21 網路解決方案

以日本境內的 Rokkasho 村莊為例，該村莊利用能源資訊管理系統配合大量再生能源及儲能系統進行供給及需求的調度控制，其配置如圖 22 所示。為了使供需平衡調度能更加彈性，此系統內的發電設備有：風力發電額定：51MW、太陽能額定：100kW、儲能電池組則有 34MW，其調度曲線圖如圖 23 所示。

## 2-1. Smart/Micro Grid: Configuration in Rokkasho PJ

(Ended July, 2012)

**HITACHI**  
Inspire the Next

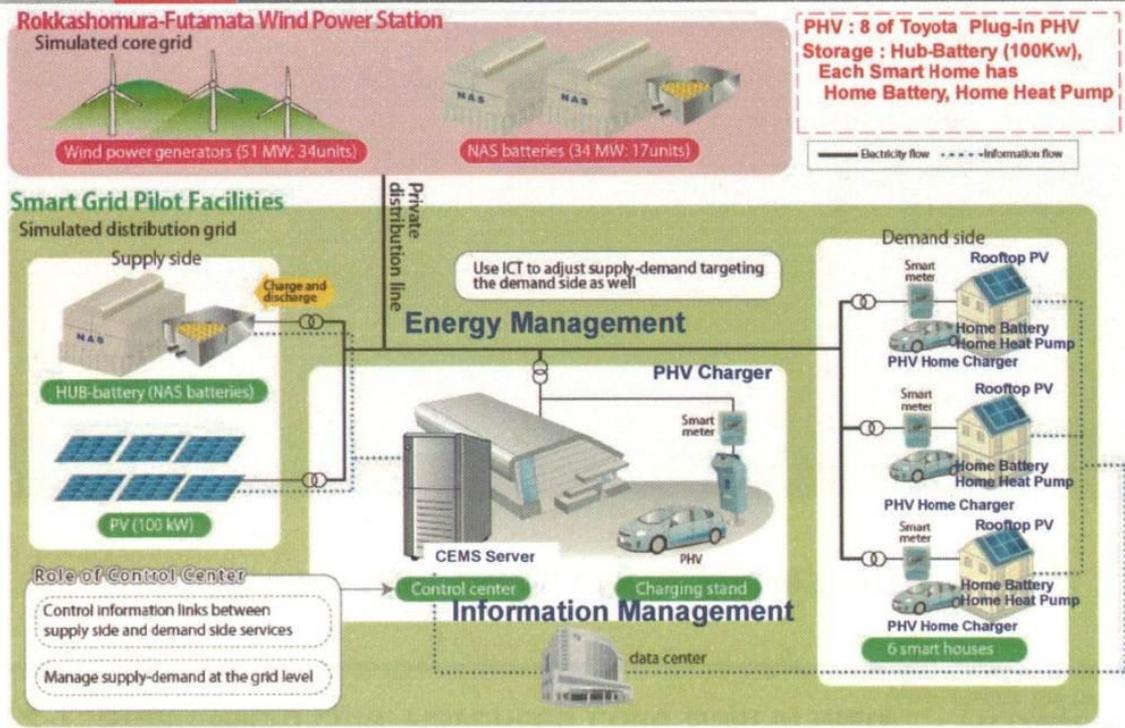


圖 22 能源管理配置圖

## 2-2. Smart/Micro Grid: Systems in Rokkasho PJ

(Ended July, 2012)

**HITACHI**  
Inspire the Next

### Controlling Supply and Demand balance

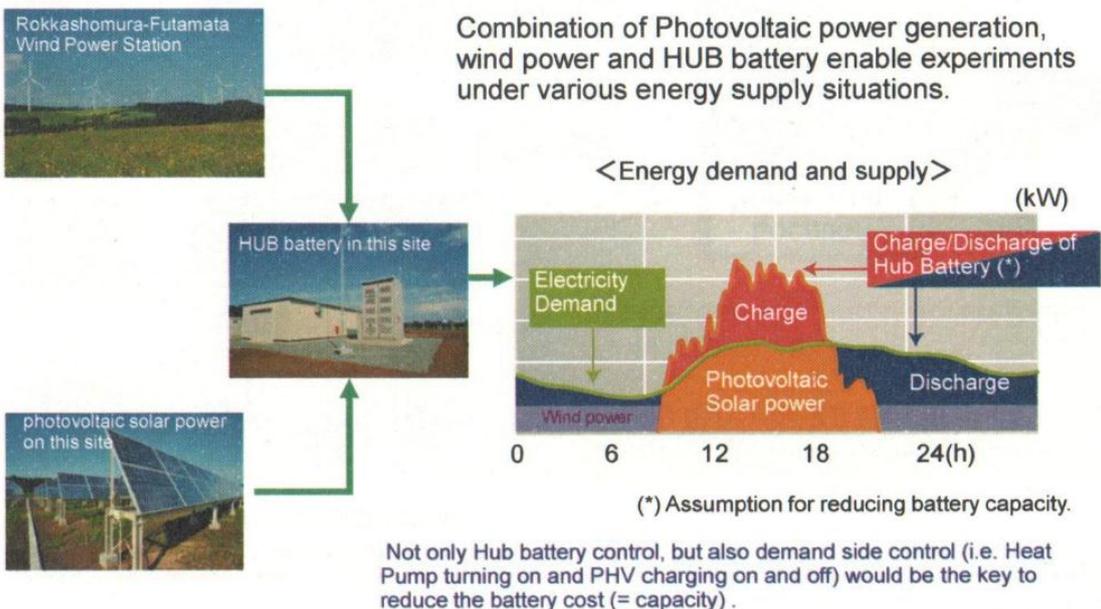


圖 23 供需平衡調度圖

另外在夏威夷則有一低碳計畫，日本 Hitachi 亦參與建置，夏威夷原為美國石油依賴度次高的城市，其石油火力發電佔 70%，主要供給汽車及飛機使用，而該區電價甚至為美國平均電價的三倍，但為了實施低碳計畫，夏威夷群島訂出 40% 再生能源滲透率的目標，並預計於 2030 年前完成，目前已達 21%（如圖 24）。

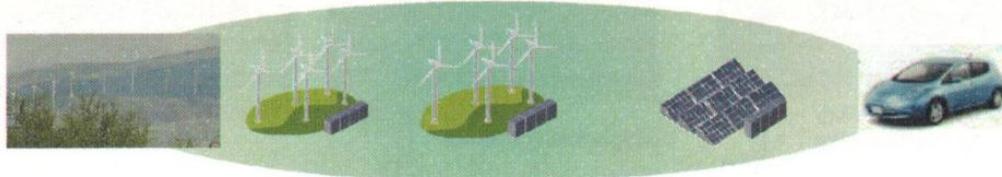
## 2-4. Smart/Micro Grid: Challenge in Maui

**HITACHI**  
Inspire the Next

### Achieving 40% renewable energy in Hawaii by 2030

Hawaii has the highest dependence on oil by far among the 50 states. The ratio of oil-fired power generation is more than 70%, about six times of Alaska, the second highest state.

Including fuel use in cars and airplanes, Hawaii has relied on fossil fuels for 90% of its energy consumption. Electricity prices in Hawaii have more than tripled the United States average price due to soaring crude oil prices. By 2030, the state of Hawaii has set a goal to produce 40 percent of its electricity demand by renewable energy resources.



2010	2012	2020	2030
RE ratio: 10%	RE ratio: 21%	25%	40%
In Maui	In Maui	(Target)	(Target)
Wind: 120GWh	Wind: 158GWh (72MW)		
PV: 10GWh	PV: 32GWh (27MW)		
Hydro&Biomass: 51GWh	Hydro&Biomass: 47GWh (17MW)		

Source: Hawaii Electric Company and Maui Electric Company

© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved. 11

圖 24 再生能源滲透目標

日本 Hitachi 於 2011 年開始在夏威夷 Maui 小島展開 JUMPSmartMaui 計畫（如圖 25），由於島內早已興建大量再生能源，所以衍生出許多待解決的問題，如：剩餘的能量、再生能源對於系統頻率的影響及其對於線路電壓的影響等難題，然而 Hitachi 則提出六項措施來解決其現況：

- （一） 提升能源效率
- （二） 利用先進負載調控使供需平衡
- （三） 建立電動車基礎設施及充電站管理系統
- （四） 確保資訊網路安全
- （五） 建立自動化能源系統
- （六） 使用通訊技術提升生活品質

為有效利用島內之再生能源，採用預測系統及先進負載調控可大幅提升能源使用效率，其調度曲線如圖 26-27 所示。若透過上述措施並廣泛使用電動車作為交通工具，再加上控制器的安全與穩定性，即可建立低碳的智慧型城市中心，亦可大幅提高社會之生活品質。

## 2-5. Smart/Micro Grid: Outline of JUMPSmartMaui

**HITACHI**  
Inspire the Next

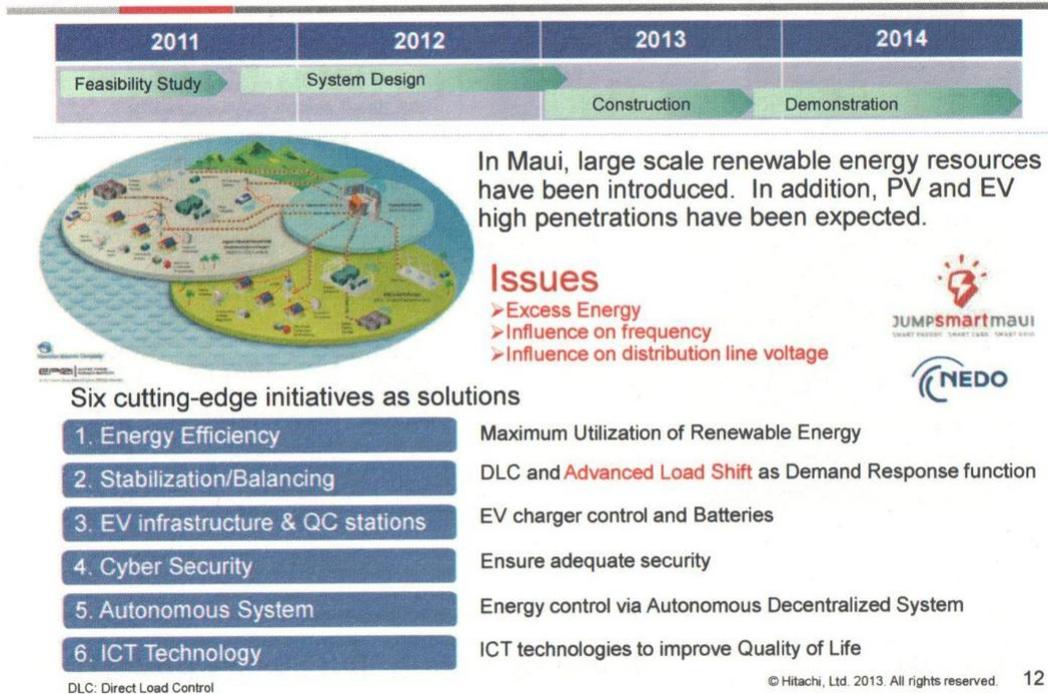


圖 25 JUMPSmartMaui 計畫及解決措施

## 2-6. Smart/Micro Grid: Advanced Load Shift in Maui

**HITACHI**  
Inspire the Next

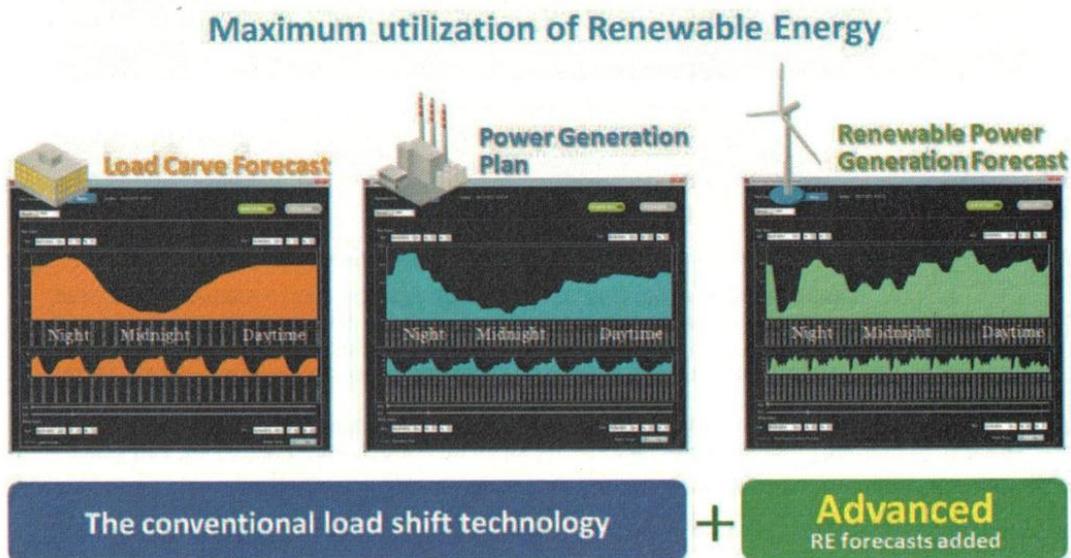
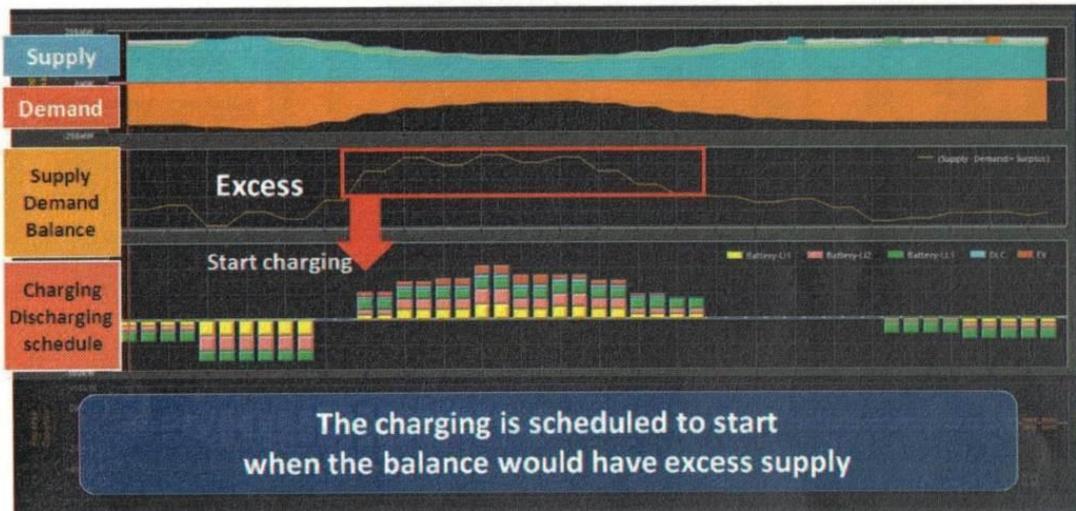


圖 26 先進負載調控曲線(1)

## Maximum utilization of Renewable Energy



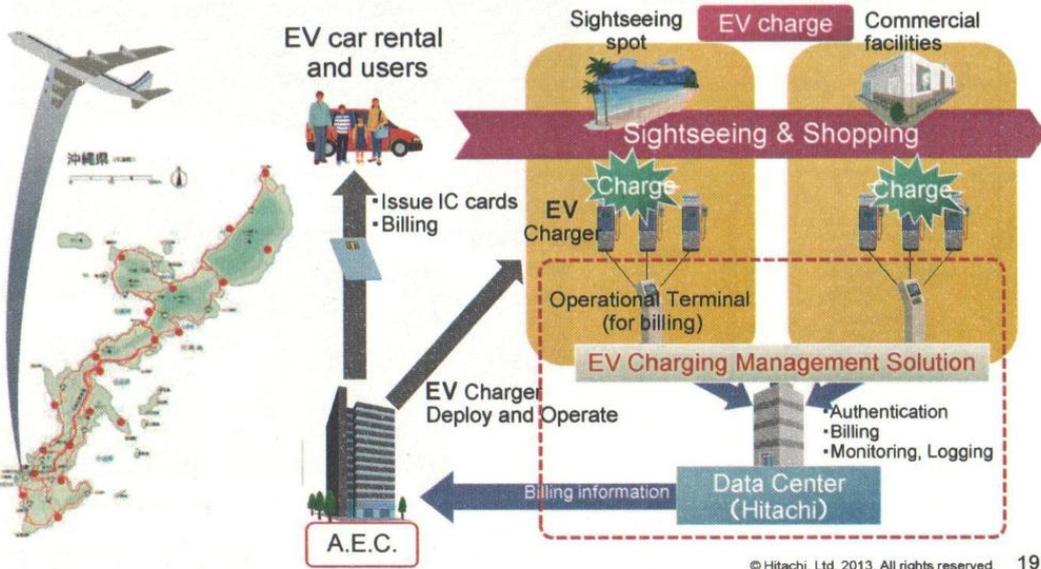
© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved. 14

圖 27 先進負載調控曲線(2)

在智慧型交通方面，日本在沖繩建立一電動車租賃收費管理系統（如圖 28 所示），電動車的租賃主要針對遊客及商業人士作為主要服務對象，因此該地區的旅遊景點及網站皆有提供租賃申請服務，以確保遊客與商業人士能方便使用，為了讓駕駛使用電動車更加放心，Hitachi 開發電動車專門的充電管理系統，從管控中心蒐集所有充電站資訊及用戶認證與計費訊息來提供駕駛最佳的充電模式與路徑，其中電動車及充電站示範如圖 29。

● Case : EV car rental growth model in the isolated island for tourists

Operation starts in Feb/2011	Okinawa main island (27chargers)	-First Japanese membership system charging service 1,000 JPY/month, 500 JPY/using, 2,000 JPY/rental car -Planning to spread up until 100 vehicles
------------------------------	----------------------------------	---



© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved. 19

圖 28 電動車租賃收費管理系統

● Installation examples in Okinawa



Okinawa expressway Nakagusuku PA



Okinawa expressway Nakagusuku PA



Okinawa Family Mart Onnatancha store



Okinawa expressway Igei SA

© Hitachi, Ltd. 2013. All rights reserved. 20

圖 29 電動車及充電站示範圖

然而透過各種駕駛行為的習慣分析，亦可使電動車及充電站調度最佳化，首先可利用駕駛路線的分類，再進行駕駛距離、位置以及時間的確認分類，接著分別決策出最適宜該類駕駛的電動車、最佳充電站的安裝位置及最符合經濟效益的電動車輛調配，示意圖如圖 30 所示。另外電動車充電管理系統會搭配車輛資訊分享系統實施資源共享及合理成本控管，亦將蒐集到的用戶電動車資訊傳遞給如：電力公司、用戶本身、維修廠、購物中心、停車場等相關聯機構，這將使智慧型交通產業更加活絡與方便（圖 31-32）。

### 3-6. Smart Mobility: Analysing Driving Patterns

**HITACHI**  
Inspire the Next

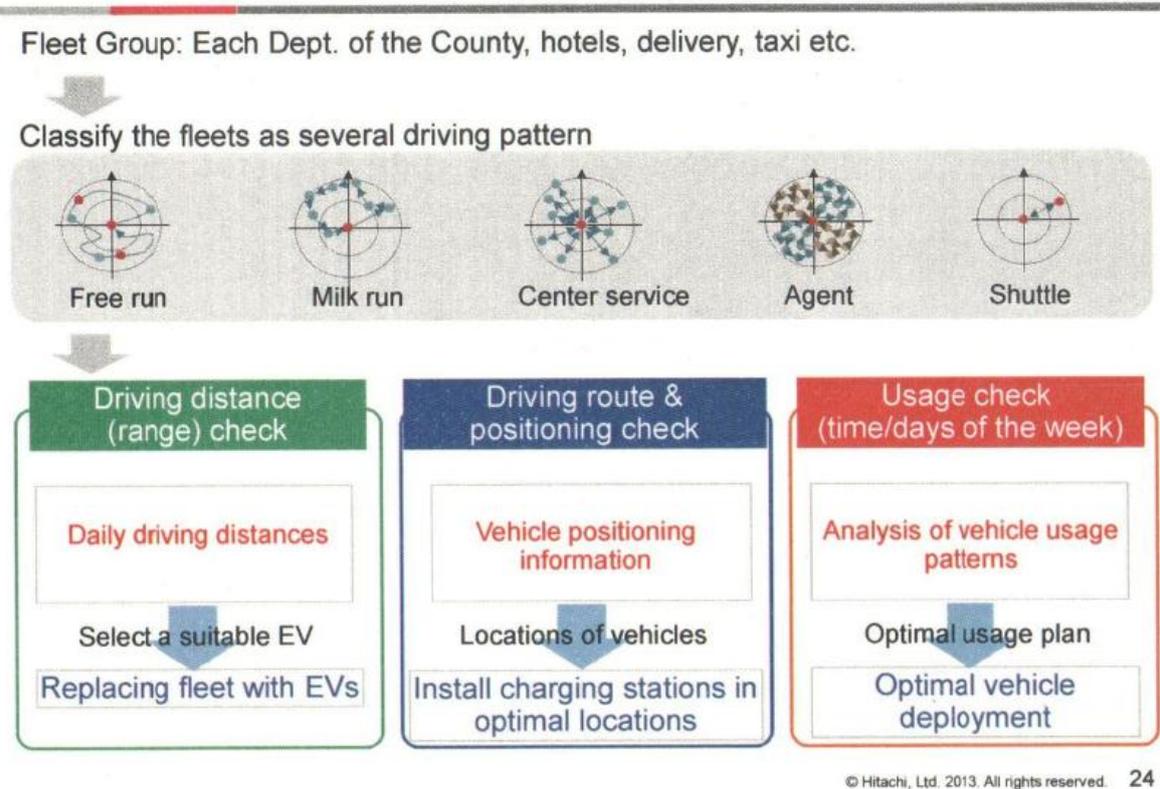


圖 30 駕駛習慣分析圖

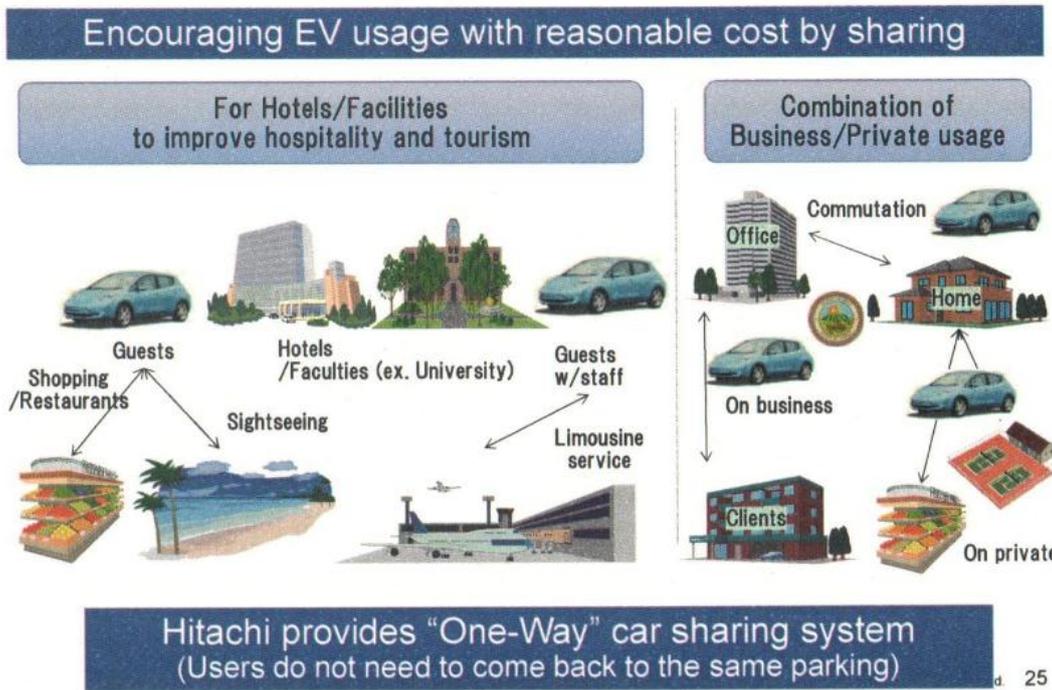


圖 31 汽車共享系統示意圖(1)

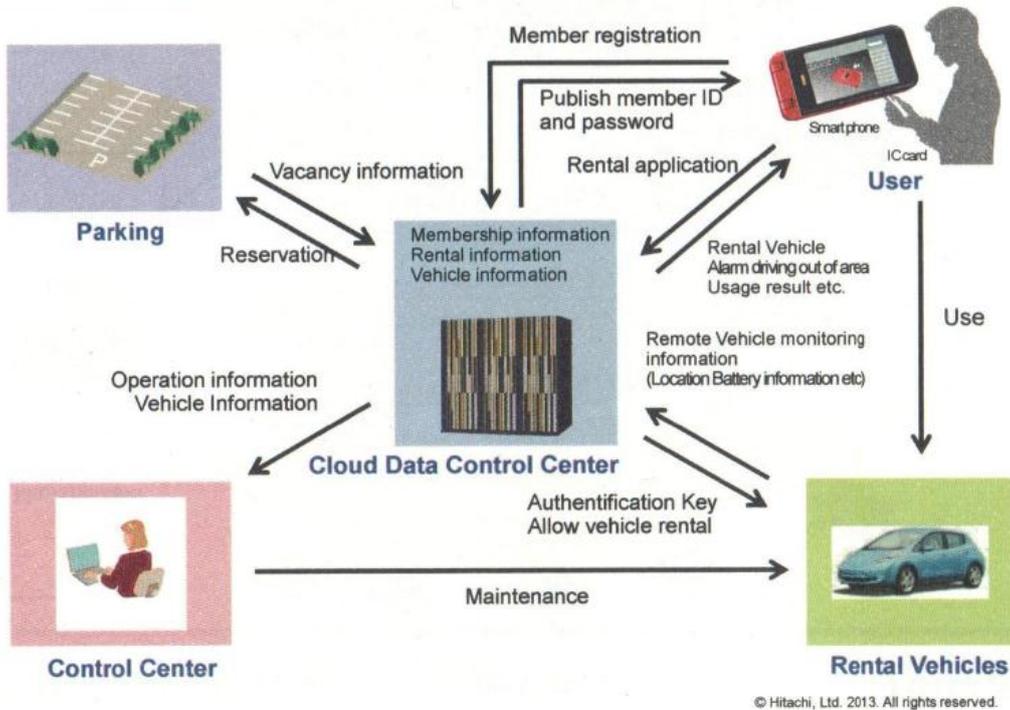


圖 32 汽車共享系統示意圖(2)

最後若未來能實現智慧型電網或微型電網與智慧型交通產業的相結合（如圖 33），則可充分而有效率的使用環境能源，並使所有能源的供應及需求得到最完善的管理，進而降低環境污染，提升社會生活品質。

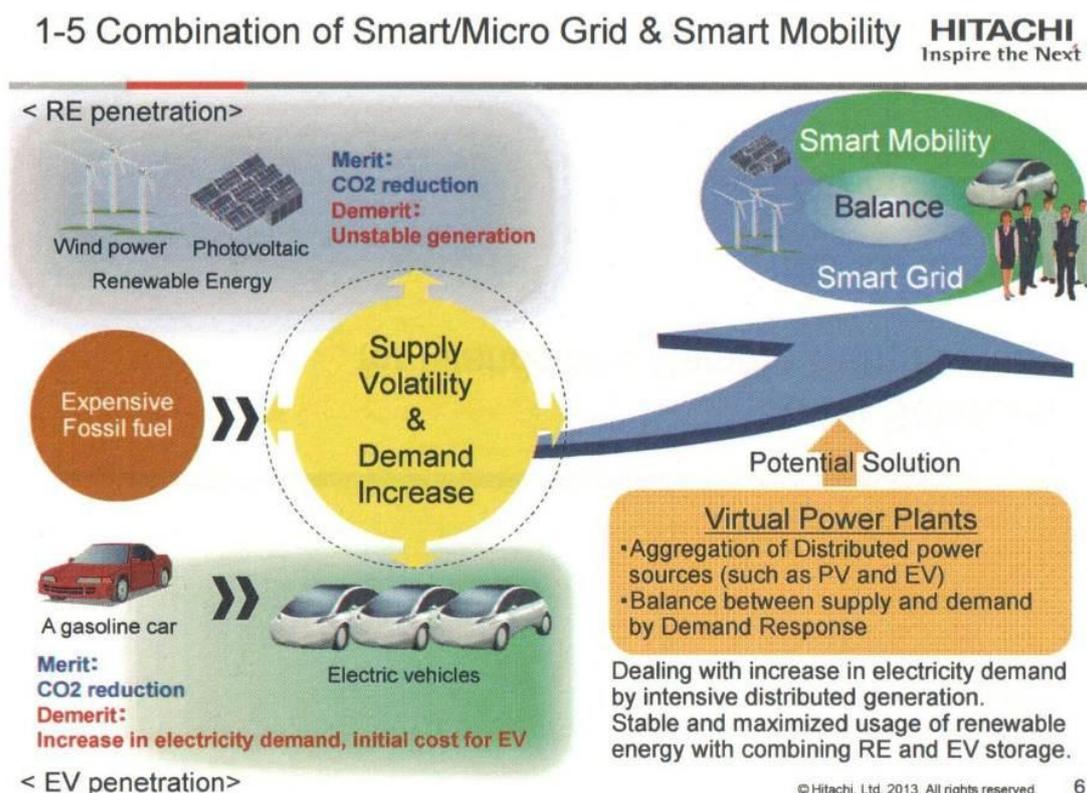


圖 33 智慧電網與交通產業結合示意圖

此次論壇還舉辦了一個“Tech Soap Box”的特別活動，Soap Box 是一個源自於 19 世紀的即興言論發表的概念，它通常被利用來傳遞政治理念，無論擁有什麼樣的身分或觀點，只要站上木箱，都能擁有向群眾講述自身理念的機會；而今主辦單位將其衍伸成為科技知識專屬的演講舞台，每位專家講者都各自擁有 10 分鐘解釋他的創意科技，結束時會請所有觀眾給予評分（評分表如圖 34），得分最高的講者會得到主辦單位精美的禮品與獎盃，同時講者也為自己爭取到所有專業人士的肯定與支持。此次參與競賽專家包括：(1)來自 University Tunku Abdul Rahman, Malaysia 的 Dr. Lim Yun Seng，其發表主題為：具備再生能源之低壓電網的自主管理系統；(2)來自 Solar Energy Research Institute of Singapore (SERIS)的 Mr. Robert HAENDEL，其發表主題為：高效率磷酸鋰鐵電池搭配太陽能供電應用於街道與社區；(3)來自 National University of Singapore 的 Dr. PALANI BALAYA，其發表主題為：鈉離子電池技術於微電網的應用；(4)來自 Perceptscion (Australia)的 Mr. Kristian Handberg，其發表主題為：微電網電動車的充電需求管理。

相較於前三位講者的能源應用介紹，第四位上台的 Mr. Kristian Handberg 提出一個新穎的需求管理技術概論，可透過多個電網之間的電動車交互充電來驗證其最佳化管理系統，並且可套用於未來的智慧型電網，在案例介紹中，講者提出“ChargeIQ”智慧電動車充電系統，如圖 35 所示，它可有效將天氣、用戶行為、歷史資料進行資訊彙整，再透過決策後通知用戶取得最有效率的充電時間與位置，以此成功管理電動車的充電需求。最後 Mr. Kristian Handberg 成功獲得大家的支持，也在此次“Tech Soap Box”中贏得其最高殊榮，並獲得主辦單位的贈品與獎盃。

**Dufresne**  
(doo-frayn)

**Microgrid Forum**

### TECH SOAP BOX

TECH SOAP BOX 4 Speakers 10 Minutes Each Focusing On One Innovative Key Technology  
This session is a unique feature of the Microgrid Forum. It consists of 4 different organisations presenting an innovative key technology for 10 minutes each. The audience will then evaluate each presentation. Each speaker will have to highlight the potential benefits of one technology across one specific application.

We recommend that you listen to all the 4 speakers below, and then vote.

**Lim Yun Seng**



**Robert Haendel**



**Palani Balaya**



**Kristian Handberg**



Please evaluate the content and the delivery using this scale:  
5 = EXCELLENT, 4 = VERY GOOD, 3 = GOOD, 2 = FAIR, 1=POOR

SPEAKER'S NAME	WHO HAS THE BEST PRESENTATION FOR YOU?	CONTENT	PRESENTATION DELIVERY
	Please tick accordingly	Please circle accordingly	
<b>Lim Yun Seng</b> <i>Assoc Professor, Dept of Physical Science, Electrical &amp; Electronic Engineering</i> <b>UNIVERSITI TUNKU ABDUL RAHMAN (MALAYSIA)</b>	<input type="radio"/>	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1
<b>Robert Haendel</b> <i>Head of Photovoltaic Systems Technology</i> <b>SOLAR ENERGY RESEARCH INSTITUTE OF SINGAPORE (SERIS) (SINGAPORE)</b>	<input type="radio"/>	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1
<b>Palani Balaya</b> <i>Assistant Professor</i> <b>NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE (SINGAPORE)</b>	<input type="radio"/>	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1
<b>Kristian Handberg</b> <i>Business Development Manager</i> <b>PERCEPSCION</b>	<input type="radio"/>	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1

圖 34 Tech Soap Box 評分表

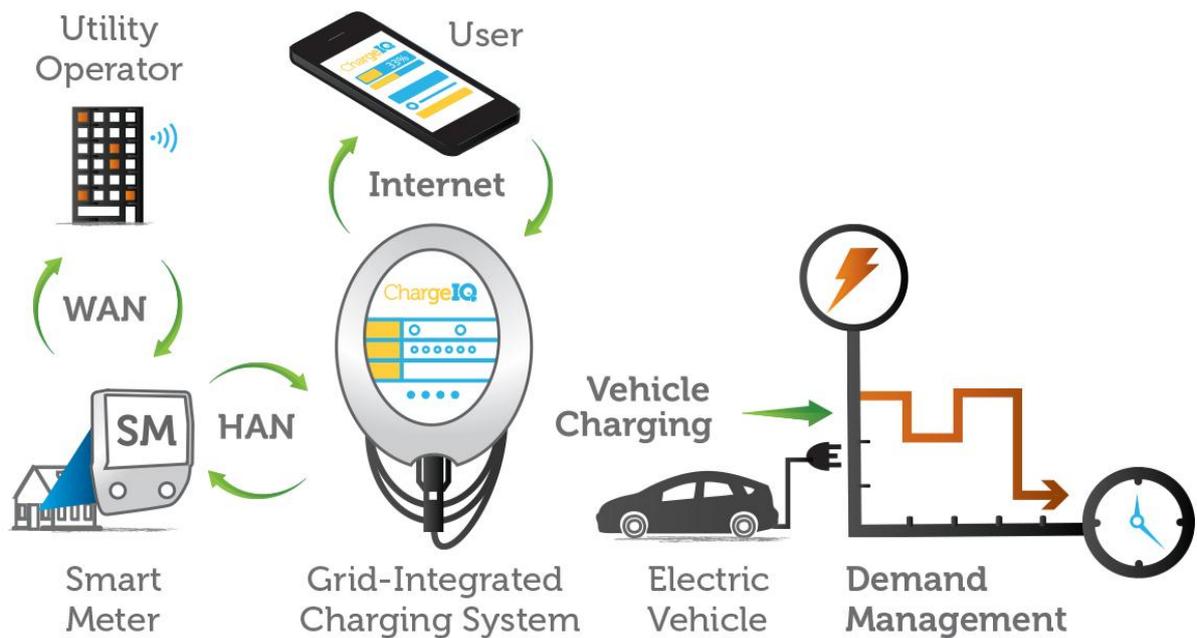


圖 35 ChargeIQ 智慧電動車充電系統

參與本次的論壇後，我們主要得到的三個結論如下：

(一) 微電網可改善亞洲偏遠地區人口的生活

微電網是目前提供亞洲眾多交通不便的農村地區，包括偏遠山區和離島的最佳手段，微電網的電力具有廉價、可靠的特性，可解決偏遠地區電力系統無法建置的問題，讓偏遠地區的貧窮民眾，擺脫僅能依靠柴油發電機取得電能的生活，透過微電網系統的建置，可提供國家內所有人民 24 小時穩定且平等的用電權益，並可降低偏遠地區人民的用電負擔。

(二) 微電網相較於傳統電網的的優勢

對於電力公司來說，為了少數偏遠家庭的電力供應而建置長距離的電力網路是不可行的，而微電網則沒有這樣的限制，即使不與電力公司的系統連接，微電網依舊能夠提供穩定的電源。傳統於偏遠地區使用柴油發電機來進行電力供應，不僅消耗許多的石油能源，而且必須定時補充油料，十分的不方便，微電網則進行多種可再資源如太陽能、風能和水力系統的整合，便能在無須補充燃料的情況下，提供持續性的電力能源，此外，微電網也能減少因自然災害造成電力系統停電範圍，可提高整體系統穩定度。

### （三） 微電網面臨的挑戰

微電網的建置與維護必須依靠專業的人士才能進行，相關的運轉操作也需要熟練的專業技術，因此，如何建立一個可無人管理運轉的微電網也是微電網面臨的最大挑戰之一。此外，相較於柴油發電機，太陽能板、儲能電池的維修和更換價格依舊偏高，造成微電網初始建置成本與回收成本所需的時間同時偏高，這些都造成微電網建置的阻礙。此外，對於一般民眾來說，微電網系統可靠度仍有待時間的驗證，因此，透過政府力量的介入，及相關工業標準的制定，應可扭轉民眾之觀感，加速微電網系統之建置與發展。

## 四、建議事項

本次參加 2013 年 Microgrid Forum，三天論壇進行期間，了解到各國專家對市場的最新趨勢以及開發中的技術與亞洲各國發展現況，並與亞洲國家的幾個主要微電網發展計畫進行交流討論。此次所獲得國際上智慧型電網及相關技術的發展資訊，對於國內未來科技研發之學習與市場方向具有充分的幫助。針對此次國際論壇的參與心得，我們提出兩項建議如下：

- (一) 微型電網的電力具有廉價、可靠的特性，可解決偏遠地區電力系統無法建置的問題，國內離島大多利用高成本、高污染的柴油發電機，若透過微電網系統的建置，不僅可解決電力缺乏的問題，又可減低用電成本與環境污染的問題；另外，微電網的建置與維護必須依靠專業的人士才能進行，相關的運轉操作也需要熟練的專業技術，因此，如何建立一個可無人管理運轉的微電網是微電網面臨的最大挑戰，建議未來可針對此議題進行研究與探討。
- (二) 日本 Hitachi 目前所發展的項目與核研所研發的微型電網及家庭微電網應用非常相似，其表示國內發展正朝國際趨勢邁進；另外，日本提出許多問題的解決方針且實際應用於城市的情況良好，智慧型電網已深入人民的生活之中，這是非常值得我們學習的地方，未來國內應將發展成熟的微型電網及其相關控制系統佈建於鄉鎮之中，以實現節能減碳、降低環境污染的目標；又國內電動車的充電站管理系統發展尚未成熟，未來亦可以日本做為借鏡，先行將可能遇到的困難一一排除。