

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

(考察日本分散型電力之應用狀況與技術議題)

服務機關：台電公司 電源開發處

出國人 職 稱：一般工程監

姓 名：林宗賢

出國地區：日本

出國日期：91 年 6 月 13 日至 6 月 19 日

報告日期：91 年 7 月 5 日

G3/
009102644

出國報告目錄

（赴日本考察分散型電力之發展狀況與技術議題）

	頁次
壹、考察目的-----	1
貳、行程安排-----	2
參、心得報告-----	3
一、分散型電力發展之重要議題-----	3
二、日本分散型電力併聯之心得-----	7
三、東京電力參予分散型電力研發情形-----	12
四、日本熱電共生之發展狀況-----	15
五、分散型電力綜合發展概要與遠景-----	21
六、日本電業自由化近況-----	25
六、參訪九州電力綜合研究所分散型電力設施紀要-----	27
七、參訪電力機構之討論內容紀要-----	28
肆、結論與建議-----	44
伍、參訪之照片輯要-----	46

壹、 考察目的

近年來，分散型發電(Distributed Power Generation)日益受到國內外學者專家及發電業之重視，而國外分散型電力主要使用之發電機組包括：太陽能發電、風力發電、燃料電池(Fuel Cells)、微型氣渦輪機(Micro-Turbine)、小型氣渦輪機、柴油機、熱電共生、或上述機型之組合。為了解分散型發電在台灣發展與推廣之潛力與相關技術問題。本處乃於 91 年 2 月簽約委請台灣經濟研究院進行『台灣地區用分散型電力可行性研究』，研究時間一年，合約中並要求研究單位需派員赴國外進行考察。

台灣經濟研究院根據上述合約執行項目，擬定赴日本之九州電力、東京電力、東京瓦斯、日本電氣協會、經濟產業省能源廳等機構之考察行程，並來文邀請本公司派員一同考察，以共同了解日本對分散型電力之應用狀況與相關技術議題。爰擬依奉核定之出國計畫派員與台經院研究人員一同赴日本考察。

本次赴日參訪之成員共五位：

陳野正仁（義守大學電機系教授、兼此行之翻譯）

陳斌魁（大同大學電機系教授）

楊豐碩（台灣經濟研究院所長）

林宗賢（台電電源開發處代表）

陳東瀛（台灣經濟研究院駐日本東京代表、兼此行之翻譯）

在此，並感謝同行之陳野正仁教授於參訪九州電力期間兼任日文翻譯，並感謝台經院駐日代表陳東瀛先生於參訪東京電力、東京瓦斯、中央電力研究所、通產省能源廳等機構陪同擔任日文翻譯。

貳、行程安排（2002/6/13—6/19）

日期	參訪活動
6/13	搭機往九州福岡市
6/14	參訪九州電力
6/15	假日
6/16	搭機前往東京
6/17	參訪東京瓦斯、東京電力、電力中央研究所
6/18	參訪通產省能源廳 / 購書
6/19	搭機返回台北

參、心得報告

一、 分散型電力發展之重要議題

近年來分散型電力之快速興起，並受到各界之廣泛重視，係與近年來電力自由化及電力技術之快速發展息息相關。部分之分散型電力技術（如柴油發電機、天然氣引擎、氣渦輪機、熱電共生系統）已經非常成熟，部分技術則尚在發展之中（如微型氣渦輪機、燃料電池），還有部分技術則仍需要在成本降低或技術性持續改善（如風力發電、太陽光電）。然而，分散型電力要能在自由化之電力市場上成功，關鍵還是其經濟競爭性。此外，在市場尚未成熟或技術尚在研發之階段，政府之政策支持與配套措施也很重要。再者，分散型電力與電力系統併聯之問題，也是一項新課題，尤其會影響著分散型電源的長期發展。此處，茲就各議題所受關切之重點，扼要說明如下：

（一）技術成熟度與經濟性之議題

技術成熟度與經濟性將決定分散型電力在市場發展的主要因素。由於分散型電力種類不少，基本上，柴油引擎、燃氣引擎、氣渦輪機、熱電共生系統之技術都已成熟而廣為使用；太陽光電、風力發電之技術也已臻成熟而開始被推廣使用；至於微型氣渦輪機（Micro-Turbine）與燃料電池則還在發展之中，技術上還有很大的改善空間且價格偏高甚多。幾種重要機型之發展狀況摘要如下：（根據《Distributed Generation—The Power Paradigm for the New Millennium》乙書）

分散型電力技術狀況摘要（2001）

	內燃引擎	Micro-Turbine	太陽光電	燃料電池
接受調度能力	可	可	不能	可（？）
容量範圍	50kw—5MW	25kw—25MW	1kw—1MW	200KW—2MW
熱效率	35%	29—42%	6-19%	40-57%
裝置成本（US \$/kw）	200-350	450-1000	6600	3750-5000
運維成本（US \$/kwh）	0.01	0.005-0.0065	0.001-0.004	0.0017
NOx （lb/Btu）				
Nat. Gas	0.3	0.10	—	0.003-0.02
Oil	3.7	0.17	—	—
技術成熟度	商業化	商業化（發展中）	商業化	實證研究

（二）電力品質之議題

電力品質是分散型電力發展的重要利基，也是使用者關切的重點。一般而言，電力品質包括：（1）電力的可靠度（reliability）與（2）電流本身之穩定性兩方面。其中，可靠度方面可以由缺電時間與頻率來衡量，其常用的衡量性指標（Index）包括：SAIFI、SAIDI、CAIDI、CAIFI；至於電流之穩定性方面，則包括用戶之電壓穩定、頻率穩定、波形穩定性等方面。由於電腦與數位科技之快速發展，許多工廠或商業機構所要求之電力品質愈來愈高，而不穩定的電力品質所帶來的成本甚高，在此狀況下，分散型電力可能因此進入其特殊的利基市場。如果能藉此大幅增加電力可靠度，即使分散型電力之裝置成本稍高也可以被接受。然而，分散型電力乃這幾年興起者，其對改善電力品質之影響，迄今國外亦沒有足夠的運轉實績可以驗證。

（三）電力併聯之議題

分散型電力與系統網路併聯之問題，應該是電力公司最需要關切的議題。以電力公司的立場而言，確保線路與供電之穩定與安全是其首要目標；而站在分散型電力裝置者的角度而言，如何又經濟又便捷的與電力系統併聯，才是業者關心的重點。兩者之目標如何取得平衡，是未來法規制定最需要考慮的方向。

一般說來，分散型電力與系統網路（grid）併聯或不併聯，各有其優缺點。

併聯之優點是：

- （1）可藉系統電壓來穩定分散型電源本身之電力品質
- （2）可使用系統網路之電力作為用戶之備用電力
- （3）可藉併聯達到分散型電源達成 Load-shedding 之目的
- （4）可售出多餘電力以達到最佳之經濟利益。

併聯之缺點是：

- （1）併聯需要許多併聯之保護設備，增加許多費用，根據經驗併聯成本常常高達發電設備成本的 20%—30% 以上，尤其小容量機組更明顯。
- （2）併聯機組有時也會受網路電力潮流變化之影響而跳脫
- （3）併聯時，電力公司可能會對用戶收取額外的併聯費用。

因此，用戶之分散型電力是否併聯，併聯要求的複雜度如何，時常需要就其實際需要與所需投資保護設備費用之間做出取捨。

再從併聯的複雜度上來分類，大致可分為下列幾大類，而因其技術複雜度不同，費用也有所不同，技術上由最單純到最複雜依次為：

- (1) 孤立型，不併聯 (isolated –no grid source)
- (2) 孤立型，不併聯，但有網路電力做為備用電力 (isolated with automatic transfer)
- (3) 併聯，但沒有電力出售 (grid interconnection but no power export)
- (4) 併聯，而且有電力出售 (grid interconnection with bi-directional flow)。

分散型電力要與電力網路併聯，基本技術要求包括（以美國對燃料電池要求為例）。

- Synchronization with the grid
- Voltage regulation to within $\pm 2\%$
- Frequency regulation to within $\pm 0.5\%$
- Reactive power supply adjustable between 0.8 lagging and 1.0 power factor without impact to power output
- System fault protection (including anti-islanding)
- Suppression of ripple voltage feedback
- Suppression of harmonics
- High efficiency
- High reliability
- Stable operation

目前分散型電力尚在發展之中，雖然若干廠商宣稱併聯上沒有問題，但市場上還沒有許多併聯上的經驗。理論上，由於分散型電源之發電容量較小，多併聯於低壓或高壓之配電線路上，而傳統之配電線路都是針對集中式電源而設計，因此，當分散型電力併聯於配電饋線時，將會對配電線路產生一些新的電力品質與電力安全上的衝擊。隨者分散型發電機組種類之不同（如同步發電機、感應發電機、inverter type 發電機等），其影響各有不同，主要議題包括：

- (1) 電壓控制 (Voltage Regulation and Losses)：分散型電力併聯於饋線時，會影響併聯點上游或下游之電壓，造成其它用戶端異常之電壓值或線路損失
- (2) 電壓閃爍 (Voltage Flicker)：分散型電力併聯於饋線時，當其啟動、昇載或降載時，會造成線路之電壓之不穩定。
- (3) 諧波 (Harmonics)：分散型電力大量裝設時，會對併聯之饋線上的電流產生諧波效應，影響電流波形與品質。
- (4) 短路電流的衝擊 (Impact on Short-Circuit Levels)：併聯之分散型電源極可能會改變饋線上之短路電流，使得斷路器之遮斷容量不足而失靈。
- (5) 接地與變壓器之介面問題 (Grounding and Transformer Interface)
- (6) 孤島運轉之問題 (islanding)：當區域系統網路發生故障而停止供電時，併聯於系統分散型電源可能無法即時跳機而解聯，而繼續呈現孤

島運轉 (islanding)，此將對電力系統之品質有下列嚴重衝擊：

1. 機組孤島運轉時期因其供電電壓與頻率惡化而傷害其它用戶之電器設備。
2. 當機組孤島運轉時，而電力系統斷路設備又重新動作 (reclose)，會傷害系統介面之相關設備。
3. 孤島運轉所發出之電力可能傷害停電地區電力公司維修人員。
4. 孤島運轉發生後，造成運轉地區與電力系統之電力不同步，使得電力供應復原時間更長，影響供電品質。

因此，防止孤島運轉 (anti-islanding) 是分散型電力於併聯時之重要考量；目前 anti-islanding 技術尚在發展進步中，包括被動式 (passive anti-islanding) 與主動式 (active anti-islanding) 等類型之技術。

(四) 環境影響：

分散型電源種類很多，環境衝擊雖然較小，但還是有若干影響，可能項目包括：熱污染、空氣污染物、噪音、視覺影響、電磁波等等，此等現象可能影響民眾的接受度。

(五) 法規層面與政府配套措施之議題

影響分散型電源發展的還有：併聯法規、環保法規、設置地點之規定、政府政策與補助措施。目前各國之併聯或環保法規多半係針對集中式電源而訂定，至於分散型電源方面之法規，則多半不完整或不夠實際。從經驗顯示，一項新技術要有完整且有業界共識之規範性法令出現，通常需要 3 至 5 年以上的時間，因此及早進行法規制定，對於新興技術之順利發展絕對是必要的。

據了解，美國分散型電源之併聯法規早自 1997 年開始研議，至今尚未定案，而各州之意見也多有分歧。目前本公司雖已訂有『台灣電力公司再生能源併聯技術要點』，於 91 年 6 月奉經濟部准予備查；然而，各型分散型電力技術進步快速，本公司仍宜就併聯議題持續研究，並參考國外案例，以因應電業經營環境之變遷。

就分散型電力之其它相關法令與補助推廣辦法方面，目前台電或政府訂有『台電公司與合格汽電共生系統經營者相互購電辦法』、『合格汽電共生登記要點』、『汽電共生系統推廣辦法』、『太陽光電補助辦法』、『風力發電示範系統設置補助辦法』、『公司購置節約能源或利用新及潔淨能源設備或技術是用投資抵減辦法』等。

備註：SAIFI：System Average Interruption Frequency Index；SAIDI：System Average Interruption Duration Index

CAIDI：Customer Average Interruption Duration Index；CAIFI：Customer Average Interruption Frequency Index

二、日本分散型電力併聯問題之心得

- (一)、基本上、日本各電力公司對於分散型電力之併聯乃根據『分散型電力系統連接技術指針』之規定，其內容乃『日本電氣協會與分散型電力系統聯接專門部門』所輯要而成；範圍涵蓋風力、太陽能、燃料電池、柴油機、氣渦輪機、微型氣渦輪機、熱電共生等機型。(此手冊於此次自日本中購回參考)。
- (二)、對於分散型電力之併聯，技術上大致依照(1) 併聯之電壓等級；(低壓配電 100 V/200 V、高壓配電 6.6 KV、特高壓配電 22KV)；(2) 發電機型式(同步發電機、感應發電機、self-commutated inverter、line-commutated inverter)；(3) 系統之保護需要而分類。技術議題涵蓋：逆向電力、電壓控制、短路電流之保護、接地之保護、防止孤島運轉、自動限制負載、線路失電壓偵測保護(line no-voltage confirming equipment)、常態電壓變化對應設備、瞬間電壓變化對應設備等。
- (三)、在合於電力公司規定之併聯技術要求下，原則上容量 50 KW 以下之分散型電力可併聯於低壓配電(100/200V)系統；容量 2000 KW 以下之分散型電力可併聯於高壓配電(6.6KV)系統；容量 10000KW 以下之分散型電力可併聯於網路型受電系統(spot-network distribution line)；容量 10,000 KW 以上原則併聯於特高壓配電系統。
- (四)、從電力系統保護之議題而言，分散型電力併聯時所關切重點為：(1) short-circuit. (2) voltage regulation (3) harmonics (4) anti-islanding。目前由於分散型電力尚未大量裝設，日本之分散型電力之併聯問題尚沒有太大問題，但日後如有大量之分散型電力並聯，預期情形將有所不同。
- (五)、分散型電力之並聯，都要得到電力公司之許可，電力公司已訂有併聯申請之程序。由於電力併聯成本相當昂貴，且涉及相當複雜之電力技術，更與並聯之規模大小有關，電力公司(如九州電力、東京電力)都在持續投入研究之中。
- (六)、如果分散型發電機組已有合乎電力公司要求之內建保護設施，原則可免除另外於電力系統上再裝設額外保護設備，但此等保護設備都必須獲得日本機關認證通過。
- (七)、本次考察承蒙日本『九州電力』與『東京電力』兩機構分別提供有關分

散型電力併聯方面之極寶貴技術說明與詳細資料，故將之納為『考察附錄』，俾以興趣同仁參考研究。此外，本案台經院之研究團隊亦正針對此兩項資料持續研究分析中，俟分析完成後，將納入『台灣地區應用分散型電力研究報告』中。

東京電力營業區內分散型電源之併聯實績(至 2002, 3 月止；22kv 以下之配電線)

電源型式	併聯情況	低電壓配電線 (100V / 200V)			高電壓配電線 (6.6kv)			網路型 22kv 配電線			22kv 配電線			總計	
		客戶數	容量(kw)		客戶數	容量(kw)		客戶數	容量(kw)		客戶數	容量(kw)		客戶數	容量(kw)
太陽光電	無逆電力	62	284.2		232	3,084.8		6	166.3		5	79.6		305	3,614.9
	有逆電力	19,424	72,184.5		234	5,447.2		0	0.0		0	0.0		19,658	77,631.7
	總計	19,486	7.5		466	8,532.0		6	166.3		5	79.6		19,963	81,246.6
燃料電池	無逆電力	2	2.6		10	2,715.5		0	0.0		0	0.0		12	2,723.0
	有逆電力	2	10.1		3	2,193.9		0	0.0		0	0.0		5	2,196.5
	總計	4	7.0		13	4,909.4		0	0.0		0	0.0		17	4,919.5
其他直流發電設備	無逆電力	2	10.5		8	1,854.9		1	200.0		0	0.0		11	2,061.9
	有逆電力	3	17.5		0	0.0		0	0.0		0	0.0		3	10.5
	總計	5	0.0		8	1,854.9		1	200.0		0	0.0		14	2,072.4
油	無逆電力	0	0.0		421	269,437.0		0	0.0		1	256		422	269,693.0
	有逆電力	0	0.0		8	4,855.0		0	0.0		0	0.0		8	4,855.0
	總計	0	650.0		429	274,292.0		0	0.0		1	256		430	274,548.0
氣	無逆電力	4	0.0		189	95,416.5		16	16,308.0		11	19,081.0		220	131,455.5
	有逆電力	0	0.0		18	11,676.0		0	0.0		0	0.0		18	11,676.0
	總計	4	0.0		207	107,092.5		16	16,308.0		11	19,081.0		238	143,131.5
小水力	無逆電力	0	0.0		6	2,850.0		0	0.0		0	0.0		6	2,850.0
	有逆電力	0	0.0		14	9,705.0		0	0.0		0	0.0		14	9,705.0
	總計	0	0.0		20	12,555.0		0	0.0		0	0.0		20	12,555.0
風力	無逆電力	0	0.0		0	0.0		0	0.0		0	0.0		0	0.0
	有逆電力	0	0.0		6	4,690.0		0	0.0		0	0.0		6	4,690.0
	總計	0	0.0		6	4,690.0		0	0.0		0	0.0		6	4,690.0
廢棄物	無逆電力	0	0.0		19	28,920.0		0	0.0		1	2,000.0		20	30,920.0
	有逆電力	0	0.0		33	65,430.0		0	0.0		5	55,000.0		38	120,430.0
	總計	0	0.0		52	94,350.0		0	0.0		6	57,000.0		58	151,350.0
其他交流發電設備	無逆電力	0	0.0		18	10,497.0		0	0.0		3	4,625.0		21	15,122.0
	有逆電力	0	0.0		0	0.0		0	0.0		0	0.0		0	0.0
	總計	0	0.0		18	10,497.0		0	0.0		3	4,625.0		21	15,122.0
總計	無逆電力	70	948.7		903	414,775.7		23	16,674.3		21	26,041.6		1,017	458,440.3
	有逆電力	19,429	72,197.6		316	103,997.1		0	0.0		5	55,000.0		19,750	231,194.7
	總計	19,499	73,146.3		1,219	518,772.8		23	16,674.3		26	81,041.6		20,767	689,635.0

分散型電力與配電線之併聯技術要求摘要（東京電力整理）

	特高壓配電線（22 KV）				高壓配電線（6.6KV）				低壓配電線（100 V / 200 V）			
	交流發電設備		直流發電機+inverter		交流發電設備		直流發電機+inverter		交流發電設備		直流發電機+inverter	
	同步發電機	感應發電機	自激式	他激式	同步發電機	感應發電機	自激式	他激式	同步發電機	感應發電機	自激式	他激式
逆電力之有無	在 spot-network 配電網路狀況，逆電力不存在				有逆電力 / 無逆電力				有逆電力 / 無逆電力			
發電機與系統時之保護	OVR+UVR				OVR+UVR				OVR+UVR			
系統短路保護	裝設 DSR：但裝設 UVR；但如果發電設備本身已建立之保護設備可以執行足夠之偵測與保護功能，則 UVR 可省略不裝。 不能發生功能，則需利用 DZR 或 current differential relay				裝設 UVR；但如果發電設備本身已建立之保護設備可以執行足夠之偵測與保護功能，則 UVR 可省略不裝。				DSR：如果短路裝設 UVR；但如果發電設備本身已建立之保護設備可以執行足夠之偵測與保護功能，則 UVR 可省略不裝。 故障發生在併聯於 OCR 或 UVR 之地方，則 OCR 或 UVR 可用來取代 DSR。			
系統接地保護	在 spot-network 配電網路狀況下，RPR 可以由 spot-network 配電網本身之 relay 功能取代 中性點直接接地 ----通用 current differential relay 其它類之中性點直接接地 ----通用 OVR（如果此設備還不能有效運作，則必須運用 DGR 或 current differential relay） 在 spot-network 配電網，RPR 可以由 spot-network 配電網本身之 relay 功能取代				OVR				防止孤島運轉之功能（被動式設備）或類似功能之設備			
防止孤島運轉保護設備	有逆電力狀況： OFR+UFR 或 轉送逆斷裝置 無逆電力狀況： RPR+OFR+UFR（如果 OFR 與 UFR 即可做到快速之偵測與保護功能，則 RPR 可以不必要） 在 spot-network 配電網，RPR 可以由 spot-network 配電網本身之 relay 功能取代				有逆電力狀況： OFR+UFR+轉送逆斷裝置或 islanding preventing function（含一個或多個被動式或主動式系統） 無逆電力狀況： UFR+RPR				UFR+UFR+RPR 如果裝設防止孤島運轉（被動式）設備，RPR 可以省略。 在用戶發電設施容量小於用戶自用之負載量情形下，UPR 可以省略。 UFR+RPR+reverse power relay（passive +active）			
自動之限制負載或發電機出力限制	如果併聯線路在發電機組跳脫時可能發生過載（over-load），則發電設備需要裝有自動限制負載之功能設施。 。原則上如果發電設備併聯於 100,000 V 網路與超過特高壓，則必須裝設 over-load 偵測設備來限制發電機出力 有逆電力狀況：需要裝設 無逆電力狀況：需要裝設 如果配電線路之保護設備是連接成 dual series 或 sequential 而能夠互相支援，則 line no-voltage confirming equipment 可以不必要裝設。				如果併聯線路在發電機組跳脫時可能發生過載（over-load），則發電設備需要裝有自動限制負載之功能設施。 有逆電力：需要裝設 如果發電設備具有一套或多套之偵測 islanding 設備（含一套或多套之主動式設備），或許不需要裝設。 無逆電力狀況：需要裝設 如果配電線路之保護設備是連接成 dual series 或 sequential 而能夠互相支援，則 line no-voltage confirming equipment 可以不必要裝設。				不需要裝設			
經常性電壓變動之對應設備	在 spot-network 配電網，RPR 可以由 spot-network 配電網本身之 relay 功能取代 發電機必須有自動控制電壓功能				功率限制功能、維持適當功率+抑制電壓上升功能（+自動限制負載）				維持適當功率			
瞬間電壓變動之對應設備	自動同步偵測設備 Current limiting reactor 或類似功能之設備 需要				自動同步偵測設備 Current limiting reactor 或類似功能之設備 需要				自動同步偵測設備 Current limiting reactor 或類似功能之設備 需要			
短路電流之對應設備	需要				不需要（如果容量大，則需要）				不需要			
其它	發電機運轉控制、中性點接地、防止電磁誘導障害之設備。				OFR：Over-frequency Relay；OCR：Over-Current Relay UFR：Under-frequency Relay；DSR：Directional Short-circuit Relay；OVGR：Over-voltage Grounding Relay；DGR：Direct Grounding Relay				DSR：Over-voltage			

(三) 日本發展『地域冷暖房』可溯至 1970 年起，日本政府並採取積極之獎勵與補助措施推動，迄今其應用遍及各大都會商圈；東京地區則包括如：惠比壽、新宿南口東、赤坂五丁目、天王洲、東京成田空港、羽田空港、新宿新都心、幕張新都心、芝浦、明石町、赤坂、東銀座、多摩中心、八重橋、日本橋、紀尾井町、西新宿、浦田車站東口、應尾一丁目、浦田五丁目、新都心西；整體發展規模已經相當大。

發展『地域冷暖房』（熱電共生系統）方面，日本政府提供之相關獎勵措施包括：

設 備 補 助	(1) 以合於『環境與能源節約之調和』條件之補助：	。事業補助費：(設備之 15%、上限 6 億日圓 / 年) 。事業調查費補助：(補助率：3 千萬日圓 / 年以下) 條件：合乎法定大型熱電共生 5Gcal / h 之規模、或地區型熱電共生之 1Gcal / h 規模
	(2) 根據『新能源法』之補助：	a、發展新能源事業（對象為民間企業、補助率為設備費用之三分之一） b、發展地域型能源者（對象為地方公共團體、補助率為設備費用之二分之一） 條件：合乎法定之高效率天然氣熱電共生 200Kw 或 300Kw 以上之規模。
(3) 稅制優惠、財務融資：		。購入費用之 7% 做為法人稅賦抵減額（不超過每年稅賦之 20%） 。第一年購入費用之 30% 作為稅賦抵減額 。取得日本開發銀行、中小企業金融公庫之低利融資
(4) 建物容積率之放寬		(略) (詳返國資料)

保護 Relay 檢測標準值 (inverter 場合)
(根據『分散型電源系統聯系技術指針』)

保護 Relay 種類		標準檢定值 (檢定範圍)	
		檢出標準	檢出時間
1.過電壓 (OVR)		115% (110-120%)	1 秒 (0.5-2 秒)
2.不足電壓 (UVR)		80% (80-90%)	1 秒 (0.5-2 秒)
3.頻率上升 (OFR)		51.0 Hz / 61.2 Hz (50.5-51.5 Hz) (60.6-61.8 Hz)	1 秒 (0.5-2 秒)
4.頻率下降 (UFR)		48.5 Hz / 58.2 Hz (48.5-49.5 Hz) (58.2-59.4 Hz)	1 秒 (0.5-2 秒)
5.逆電力 (RPR)		Inverter 額定出力之 5%	0.5 秒
6. 逆電力檢出能力	不足電力 (UPR)	最大受電電力之 3%	0.5 秒 (0.2-0.5 秒)
	不足電壓 (UVR)	同上	0.5 秒 (0.5-0.8 秒)
7 孤島運轉檢出能力		參詳『技術指針』表 2-2；表 2-3	

保護 Relay 檢測標準值（交流發電設備場合）
（根據『分散型電源系統聯系技術指針』）

保護 Relay 總類		標準檢定值（檢定範圍）	
		檢出標準	檢出時間
1.過電壓（OVR）		115% （110-120%）	1 秒 （0.5-2 秒）
2.不足電壓（UVR）		80% （80-90%）	1 秒 （0.5-2 秒）
3.高壓低壓混合性事故		個別檢討	瞬間
4.短路方向 DSR		個別檢討	瞬間
5.過電壓（OCR）			
6.不足電壓（UVR）		80% （80-90%）	瞬間
7.頻率過低（UFR）		48.5 Hz / 58.2 Hz （48.5-49.5 Hz） （58.2-59.4 Hz）	1 秒 （0.5-2 秒）
8.逆電力		發電設備額定出力之 5%	0.5 秒
9. 逆送電力檢出功能	不足電力（UPR）	發電設備額定出力之數%	1 秒
	不足電壓（UVR）	同上	1 秒

被動式檢測孤島運轉之檢測標準
(根據『分散型電源系統聯系技術指針』)

被動檢出之方式	檢出之基準	檢出之時間	保持時限
電壓之相位跳躍	相位變化： ± 3 度- ± 10 度	0.5 秒以內	5-10 秒
三次高諧波之異常	3 次高周波變化： $+1-- +3\%$	0.5 秒以內	5-10 秒
頻率變化率	頻率變化： $\pm 0.1-- \pm 0.3\%$	0.5 秒以內	5-10 秒

主動式檢測孤島運轉之檢測標準

主動方式	變動幅度	檢出要素	解聯時限
頻率之 swift 方式	周波數變異： 定額周波數之數%	周波數異常	0.5 秒以上 1 秒以內
有效電力變動方式	有效電力： 運轉出力之數%	電壓、電流、頻率 等週期變動	0.5 秒以上 1 秒以內
無效電力電動方式	無效電力： 定額出力之數%	電流、頻率等週期 變動	0.5 秒以上 1 秒以內
負載變動方式	插入抵抗： 定額出力之數% 插入時間： 1 周期以下	電壓與負載之流入 電流之變化	0.5 秒以上 1 秒以內

三、東京電力投入分散型（新能源）研發情形概要（平成 13 年資料）

	課題	東京電力研發情形
太陽光電	- 降低太陽光電系統成本（含太陽電池本體、周邊設備） - 轉換效率之提高 - 與系統併聯技術之研究與驗證	- 家庭用（3KW）、公共建物用（100KW）裝置試驗：設置裝置（1.4KW 與 1.7KW）之併聯實驗（設於技術研究所內）； - 受 NEDO 委託將 200KW 分散併聯於 6.6KV 之模擬配電線，模擬負載與光電系統之併聯與實驗。 - 各種 Inverter 併聯於系統之保護裝置之性能驗證、周邊設備成本減低研究。 - 獨立型、併聯型、混合型光電系統動作之檢驗。（浦和太陽能發電試驗廠 50 KW） - 各種設置條件下，同型太陽能電池與發電特型之評估研究；相同條件下，不同型太陽能電池與發電特型之評估研究。 - 於大範圍裝置住宅型太陽能電池作為電源之評估研究
風力發電	- 運轉、維護技術之研究 - 風況、風車控制程式之開發 - 對環境影響之檢討（景觀、噪音） - 與系統併聯技術之研究與驗證（含電力併聯之系統 simulation 軟體之研發） - 對電力品質影響之分析	- 日光計畫之一環，由 NEDO 委託在三宅島裝設 Propeller 型 100KW 機組。 - 評估比利時 HMZ 製造之 150KW 機組性能 - 裝置 300KW 機組做性能測試 - 營業範圍內風力機併聯於電力系統對電力品質之影響分析。
地熱	- 地熱資源之探查，評估技術之改進 - 探挖、採取技術之改進 - 未利用之地熱資源之技術開發 - 環境保護技術	八丈島 3.3MW 地熱發電所開始運轉
海洋溫差	- 冷海水取水技術 - 取水效率之改進 - 熱交換管之高效率化	納烏魯島（南緯 0 度 32 分、東經 166 度 55 分）、陸上 100KW 實驗型機組試驗
燃料電池	- PAFC 型燃料電池（耐久性與熱電共生） - MCFC 型燃料電池（壽命延長與壽命評估） - SOFC 型燃料電池（壽命延長、構成材料、電池本體低成本） - PEFC 型燃料電池（構成材料與系統檢討）	- PAFC 型燃料電池 - 過去機型繼續研究 - 加壓型大容量機組（4.5MW、11MW） - 常壓型小容量機組（50-220KW）5 台 - 裝置東芝製造之 200KW 試驗運轉 - MCFC 型之固體酸性物型、固體分子型之研究 - PEFC 型燃料電池之運轉試驗（Hpower 製造之 3 kw 機組）

東京電力對於新能源發電之電力收購價格

(一) 東京電力近年之平均電價 (日圓/度)

年度	平成 8 年	平成 9 年	平成 10 年	平成 11 年	平成 12 年
電燈	24.28	24.68	23.65	23.33	23.50
電力	16.75	16.98	16.15	18.13	18.14
合計	18.99	19.27	18.43	20.34	20.41

(二) 東京電力對於新能源電力購入單價 (平成 12 年資料)

(A) 太陽能與風力發電 (平成 12 年，太陽能購入 13780 件、共 62064 KW；風力購入 3 件、共 1350 KW)

根據用戶之契約別，計算收購電力價格：(以電力公司售電給用戶之最優者，分段計算)

A：電燈用戶

例：某用戶其使用量為 320 度，剩餘電力 100 度，此合計 400 度之電力跨三段標準之計費，第一段為售電標準 16.41 日圓/度、第二段售電標準為 21.78 日圓/度、第三段 23.85 日圓/度。按此，該用戶有 100 度電之剩餘電力出售時，則購電價格自最高售電標準開始往回計算，即： $23.85 \text{ 日圓/度} \times 20 \text{ 度} + 21.78 \text{ 日圓/度} \times 80 \text{ 度}$

B：商業用戶 (以 6KV 供電為例)

例：某商業用戶使用量 6000 度、剩餘電力 300 度出售，跨越夏月與非夏月；則其收購電力為 $13.27 \text{ 日圓/度 (其它季節售電標準)} \times 10/30 \times 300 \text{ 度} + 14.60 \text{ 日圓/度 (夏月售電標準)} \times 20/30 \times 300 \text{ 度}$ 。

(B) 垃圾發電 (平成 12 年，共購入 55 件)

時間		購入單價 (日圓/度)
夏季平日 (白天時間)	每年 7 月 1 日起至 9 月 30 日止；早上 8 點到下午 10 點	11.60
其它季節平日 (白天時間)	夏季以外之早上 8 點到下午 10 點	11.10

其它時間	上述兩者以外時間	4.50
------	----------	------

(C) 燃料電池（平成 12 年，共購入 3 件）、熱電共生

時間		購入單價（日圓/度）
夏季平日（白天時間）	每年 7 月 1 日起至 9 月 30 日止；早上 8 點到下午 10 點	6.70
其它季節平日（白天時間）	夏季以外之早上 8 點到下午 10 點	6.20
其它時間	上述兩者以外時間	3.10

四、日本熱電共生系統之發展狀況（根據東京瓦斯所提供之資料）

熱電共生（稱為 CHP 或 co-generation），屬於分散型電源之一。由於熱電共生集合了電與熱能之利用，能源使用效率大幅提高到 70%-80%以上，遠優於各種單純發電電源之效率（25%-40%），不僅提高了經濟性，也因其使用效率好，相較之下其對環境之污染量也較少，因此，熱電共生成為了日本推動節約能源與環境保護之重要策略。熱電共生所使用之發電機組容量範圍很大，機組型式則包括燃天然氣引擎（Gas Engine）、氣渦輪機（Gas Turbine）、燃料電池（Fuel Cell）。

根據此行訪問『東京瓦斯』之討論與資料，發展熱電共生成為東京瓦斯多角化經營事業的目標之一；尤其都市型的熱電共生系統（『地域冷暖房』）成為該公司長期發展之事業項目，此類系統結合了發電機組、鍋爐、吸收式冷凍機，同時提供大都會商圈之熱水、冷氣、電力，大幅提高能源使用效率。此地區發展情況整理摘述如下：

（一）東京瓦斯服務地區熱電共生之規模：（2002 年 3 月止）

		燃氣引擎	氣渦輪機	汽輪發電機	燃料電池	小計
工業型	容量 (Kw)	57,312	362,760	175,570	2,168	597,810
	機組數	125	86	24	16	251
	場地	87	73	24	14	198
商業型	容量 (Kw)	124,946	80,448	0	2,350	207,744
	機組數	436	71	0	14	521
	場地	282	47	0	12	341
總計	容量 (Kw)	182,258	443,208	175,570	4,518	805,554
	機組數	561	157	24	30	772
	場地	369	120	24	26	539

（二）日本發展都市熱電共生系統（『地域冷暖房』）之益處

- 能源的高效率利用
- 具經濟價值（成功之熱電共生系統投資回收年限約 5 至 7 年）
- 都市熱水或暖氣之供應
- 建築物空間之有效利用（各種油槽、冷卻塔、冷凍機、鍋爐等設備之集中設計佈置）
- 整體都市的美觀
- 減少都市災害之機會

(三) 日本發展『地域冷暖房』可溯至 1970 年起，日本政府並採取積極之獎勵與補助措施推動，迄今其應用遍及各大都會商圈；東京地區則包括如：惠比壽、新宿南口東、赤坂五丁目、天王洲、東京成田空港、羽田空港、新宿新都心、幕張新都心、芝浦、明石町、赤坂、東銀座、多摩中心、八重橋、日本橋、紀尾井町、西新宿、浦田車站東口、應尾一丁目、浦田五丁目、新都心西；整體發展規模已經相當大。

發展『地域冷暖房』（熱電共生系統）方面，日本政府提供之相關獎勵措施包括：

設 備 補 助	(1) 以合於『環境與能源節約之調和』條件之補助：	◦ 事業補助費：(設備之 15%、上限 6 億日圓 / 年) ◦ 事業調查費補助：(補助率：3 千萬日圓 / 年以下) 條件：合乎法定大型熱電共生 5Gcal / h 之規模、或地區型熱電共生之 1Gcal / h 規模
	(2) 根據『新能源法』之補助：	a、發展新能源事業（對象為民間企業、補助率為設備費用之三分之一） b、發展地域型能源者（對象為地方公共團體、補助率為設備費用之二分之一） 條件：合乎法定之高效率天然氣熱電共生 200Kw 或 300Kw 以上之規模。
(3) 稅制優惠、財務融資：		◦ 購入費用之 7% 做為法人稅賦抵減額（不超過每年稅賦之 20%） ◦ 第一年購入費用之 30% 作為稅賦抵減額 ◦ 取得日本開發銀行、中小企業金融公庫之低利融資
(4) 建物容積率之放寬		(略) (詳返國資料)

(四) 歷年來，東京都會區發展『地域冷暖房』事業之重大計畫與開發事業機構

由下表可以看出，東京東會區之『地域冷暖房』係累積多年之長期建設，涵蓋之地域範圍甚廣，且由許多不同的公司機構參予，應用對象包括：辦公大樓、醫院、體育館、商業設施、旅館、住宅、電腦房等。

轉換係數：1RT=3.156KW

事業者名稱	供起區域	供給開始年	用途	供給規模 (RT)
丸之內熱供給株式會社	丸之內二丁目地區	昭和 48 年 12 月	辦公大樓	(熱源 72.6Gcal/h)
	大手町地區	昭和 51 年 4 月	辦公大樓、地下鐵建物	37,662
	內幸町地區	昭和 55 年 2 月	辦公大樓	12,382
	丸之內一丁目地區	昭和 59 年 11 月	辦公大樓	(熱源 27.56Gcal/h)
	有樂町地區	平成 2 年 11 月	辦公大樓	(熱源 50.1Gcal/h)
京葉都市中心株式會社	千葉海濱/檢見川地區	昭和 49 年 4 月	住宅、銀行	(熱源主體 30.01Gcal/h)
東京熱供給株式會社	品川八潮團地地區	昭和 58 年 4 月	住宅、銀行、公共設施	(熱源主體 21.6Gcal/h)
	竹芝地區	平成 3 年 10 月	辦公大樓、旅館	約 6,000
	八王子南大沢地區	平成 3 年 11 月	辦公大樓、旅館	4,700
	東京國際---地區	平成 8 年 4 月	文化設施、辦公大樓	10,300
筑波能源服務株式會社	筑波研究學園都市地區	昭和 58 年 8 月	業務設施、商業設施	3,000
新都市熱供給株式會社	西新宿地區	昭和 59 年 9 月	辦公大樓、醫院	2,800
西池袋熱供給株式會社	西池袋地區	昭和 60 年 6 月	旅館、辦公大樓	16,790
霞關----株式會社	霞關三丁目地區	昭和 62 年 3 月	辦公大樓	5,350
-----株式會社	赤坂、六本目地區	昭和 61 年 4 月	住宅、辦公大樓、體育館、音樂廳	7,600
-----株式會社	-----中央地區	平成 1 年 4 月	公共設施、辦公大樓、旅館	90,510
橫濱商業熱供給株式會社	橫濱商業園區	平成 2 年 1 月	辦公大樓、電腦大樓	9,000
橫濱熱供給株式會社	橫濱車站西口地區	平成 10 年 8 月	辦公大樓、商業設施	17,100
東京-----地區熱供給株式會社	田町車站東口地區	平成 8 年 10 月	辦公大樓	6,600
天王洲地區服務株式會社	天王洲地區	平成 3 年 7 月	辦公大樓、商業設施、旅館、住宅	15,600

(五) 歷年來，東京都會區發展『地域冷暖房』事業之重大計畫與開發事業機構
(續前頁)

轉換係數：1RT=3.156KW

事業者名稱	供起區域	供給開始年	用途	供給規模 (RT)
東京能源服務株式會社	惠比壽地區	平成 6 年 9 月	辦公大樓	10,000
府中熱供應株式會社	府中日鋼町地區	平成 4 年 4 月	辦公大樓、商業設施、旅館、住宅	9,000
成山熱供應株式會社	虎門四丁目城山地區	平成 3 年 12 月	辦公大樓、電腦大樓	4,200
新宿熱供應株式會社	新宿歌舞伎町地區	平成 5 年 5 月	醫院、運動中心、商業設施、辦公大樓	6,000
株式會社地域冷暖房千葉	千葉新町地區	平成 5 年 4 月	辦公大樓、商業設施	7,200
株式會社 DHC 銀座	銀座四丁目地區	平成 3 年 12 月	辦公大樓、商業設施	5,600
赤板熱供應株式會社	赤板五丁目地區	平成 6 年 5 月	播報中心、辦公大樓	4,160
用賀設供應株式會社	用賀四丁目地區	平成 5 年 10 月	辦公大樓	3,300
東京臨海熱供應株式會社	臨海副都心地區	平成 7 年 10 月	複合開發	125,000
千葉熱供應株式會社	千葉---地區	平成 5 年 11 月	辦公大樓	17,000
千葉熱供應株式會社	千葉間町屋地區	平成 5 年 10 月	辦公大樓	3,050
株式會社立川都市中心	立川曙町地區	平成 6 年 10 月	辦公大樓	8,030
錦系町熱供應株式會社	錦系町北口地區	平成 9 年 4 月	辦公大樓、商業設施	7,800
東京下水道能源株式會社	後樂一丁目地區	平成 6 年 7 月	辦公大樓	7,086
港北熱供應株式會社	港北地區	平成 7 年 4 月	複合開發	12,540
株式會社虎門能源服務	虎門二丁目地區	平成 7 年 4 月	辦公大樓、醫院	6,840
-----新宿株式會社	新宿南口東地區	平成 8 年 10 月	商業設施	17,900
幕張熱供應株式會社	幕張新都心擴大地區	平成 13 年 4 月	辦公大樓	50,500
品川熱供應株式會社	品川東口南地區	平成 10 年 12 月	辦公大樓	9,600
涉谷熱供應株式會社	涉谷道玄坂地區	平成 12 年 4 月	辦公大樓、旅館	8,100

(六) 供應天然氣引擎機組 (Gas Engine Packagers) 之主要廠家與其機組產品容量

產品組合	廠家	發電容量
Yanmar Diesel Engine Co.,Ltd.	Yanmar Diesel Engine Co.,Ltd.	8.2~800kw
Shinko Engineering Co.,Ltd.	MAN(Germany) Catapillar(USA) Perkins(UK)	60~300kw 1800~3600kw 400~785kw
Kimmon Manufacturing Co., Ltd.	Jenbacher(Austria)	200~2000kw
Niigata Engineering Co., Ltd.	Niigata Engineering Co., Ltd.	930~4600kw
NKK Co.,Ltd.	Waukesha(USA) Nissan Diesel Motor Co.,Ltd.	310~3220kw 200kw
Mitsubishi Heavy Industries Ltd.	Mitsubishi Heavy Industries Ltd.	230~5750kw

(七) 供應氣渦輪機組 (Gas Turbine Packagers) 之主要廠家與機組容量

產品組合	廠家	發電容量
EBARA Corporation	Pratt&Whitney Canada(Canada)	0.7~2MW
Yanmar Diesel Engine Co.,Ltd.	Solar Turbines(USA)	1.2~5MW
Mitsui Engineering&Shipbuilding Co.,Ltd.	In House Solar Turbines(USA)	1~1.2MW 3.4~12.9MW
Kawasaki Heavy Industries,Ltd.	In House	0.7~18MW
Niigata Engineering Co., Ltd.	Solar Turbines(USA)	1.2~10.7MW
Ishikawajima Harima Heavy Industries Co.,Ltd.	In House Turbo Mecha(France) Rolls' Royce Allison(USA) General Electric(USA)	2MW 1.1MW 4.1~6.4MW 10~40MW
Hitachi Zosen Corporation	Rolls' Royce Allison(USA) General Electric(USA)	4.1~6.2MW
Hitachi Ltd.	In House ALSTOM Power(Switzerland)	13.8~27MW 4.7~7.2MW
Mitsubishi Heavy Industries Ltd.	In House Honeywell(USA)	6.5~17MW 2~3.2MW

Takuma Co., Ltd.	ALSTOM Power(Switzerland)	3.9~8MW
------------------	---------------------------	---------

(八) 東京瓦斯公司對於熱電共生系統所提供之業務項目包括：

- 銷售天然氣
- 計畫規劃、計畫協調、及建造熱電共生系統（含辦公室規劃）
- 工程設計
- 機組運轉合約

(九) Micro-Turbine 之開發方面，東京瓦斯也有所參與，其引進之 Micro-Turbine 產品包括：Turbec 100kw、Capstone 60 kw、Elliot 80 Kw。(含熱電共生之應用)

(十) 燃料電池方面，日本有 Matsuhita Electric Works (位於 Toho Gas site)、Matsushita Electric Industrial Co. (位於 Tokyo Gas site)、Sanyo Electric Co. (位於 Osaka Gas site) 等公司正在發展先導型之燃料電池（含熱電共生之應用）。

(十一) 據東京瓦斯表示，都市冷暖房之熱電共生系統，由於電力公司之收購電費沒有經濟誘因，多半都只是供給自己所需之電力與熱源，並沒有外售之電力。

(十二) 東京電力對於熱電共生之收購電力計費如下：(根據該公司對外資料)

時間		購入單價 (日圓/度)
夏季平日 (白天時間)	每年 7 月 1 日起至 9 月 30 日止；早上 8 點到下午 10 點	6.70
其它季節平日 (白天時間)	夏季以外之早上 8 點到下午 10 點	6.20
其它時間	上述兩者以外時間	3.10

五、分散型電力綜合發展概要與遠景（根據 2002 年 6 月通產省能源廳提供）

（一）日本對分散型電源之定義（看法）

相對於集中型電力，裝設於靠近用戶端之中型規模或小型規模之電源。

（二）電力市場分配狀況（由數據可以看出，自家發電約占比 11%，家庭用分散型電力約占比 0.077%）

- 集中電網型（network）：228,560 MW （88%）
- 自家用發電：30,240 MW （11%）（含熱電共生 5,480 MW、on-site 1,500 MW）
- 家庭用分散型發電：200 MW （0.07%）（含太陽光發電、燃料電池、開發中之家庭用發電引擎）

自家發電規模（1996/1999）

	1996		1999	
	出力	事業所數	出力	事業所數
--0.1MW	30 MW	654	35 MW	711
0.1MW—1MW	351 MW	904	457 MW	1094
1MW—10MW	3834 MW	1279	4706 MW	1657
10MW—100MW	9235 MW	300	10219 MW	328
100MW—1000MW	7717 MW	40	11660MW	54
合計	2119 MW	3177	27078 MW	3844

自家發電機組種類別（1999）

	內燃機		氣渦輪機		蒸汽發電機	
	出力	發電機數	出力	發電機數	出力	發電機數
--0.1MW	30MW	588	0MW	1	—	—
0.1MW—1MW	351MW	1421	8MW	16	0MW	2
1MW—10MW	1957MW	2000	757MW	327	679MW	210
10MW—100MW	541MW	110	2571MW	126	4077MW	278
100MW—1000MW	2MW	4	831MW	8	4481MW	111
合計	2880MW	4123	4167MW	478	9238MW	601

（二）新能源之發展目標（由數據可以看出，目前其新能源（含分散型與天然氣熱電共生）占比約 1.1%，還在起步階段，但未來開發目標則十分積極）

	1999 年（實績）	2010 年（目標）	2010 / 1999
太陽光發電	209 MW	4,820 MW	約 23 倍
風力發電	83 MW	3,000 MW	約 36 倍
廢棄物發電	900 MW	4,170 MW	約 5 倍
生質能發電	80 MW	330 MW	約 4 倍
天然氣熱電共生	1,520 MW	4,640 MW	約 3 倍
燃料電池	12 MW	2,200 MW	約 183 倍
總和	2804 MW	19160 MW	約 6 倍

(四)、對分散型電源之種類與特性之看法 (通產省能源廳資料)

	太陽光發電	風力發電	廢棄物發電	燃料電池	熱電共生或單循環 (DE、GE、GT、MGT)
能源	太陽能	風能	廢棄物、木屑、污泥	都市瓦斯、甲醇、LPG	石油燃料、都市瓦斯、LPG
發電方式	太陽電池	風力機	蒸氣渦輪機	電池	內燃機、氣渦輪機
特性	- 沒有排放物 - 高成本 - 出力不安定	- 沒有排放物 - 設置地點限制 - 出力不安定 - 高成本	- 沒有增加環境負擔 - 低發電效率	- 環境性優良 - 高發電效率 - PEFC 進入實用階段 - 高成本	- 可接近用戶 - 低成本 - 石油系燃料對環境 (NOx) 不利 - 都市瓦斯：高成本、對環境性 (NOx) 優良
預期今後發展方向	屋頂、建築物本體	大規模風力	由食品廢棄物得到之能源使用	PEFC 之家庭用熱電共生	- 熱電共生：公司、餐飲電之民生使用 - 單循環引擎：環境法規較寬鬆地方 (使用石油燃料經濟性佳)

(五) 自家發電之市場需要性趨勢分析 (日本通產省能源廳資料 2002/6)

由此趨勢分析顯示，熱電共生因效率佳，其潛在大於單循環之市場

		單循環之市場	熱電共生之市場
民生用	個人住宅	(無)	(具潛力)
	集合住宅	(無)	(具潛力)
業務用	超商、小商店	(有)	(有)
	旅館	(無)	(有、已採用)
	運動設施、浴池	(無)	(有、已採用)
	醫院	(無)	(有、已採用)
	商業大樓	(無)	(相當有潛力)
產業用	一般製造業	(無)	(有、已採用)
	特定產業	(有)	(有)
	垃圾處理廠	(無)	(有)
	自來水處理廠	(無)	(有)

(六)、對分散型電源中之熱電共生與單循環發電機組 (DE、GE、GT、MGT)
之種類與特性之看法 (通產省能源廳資料)

	柴油引擎 (DE)	燃氣引擎 (GE)	氣渦輪機 (GT)	微型氣渦輪 MGT
燃料別	重油、輕油 (燈油)	都市瓦斯、LPG	燈油、輕油、都市 瓦斯	燈油、輕油、都市 瓦斯
出力	30-10,000 kw	8—5,000 kw	500—100,000kw	28-300 kw
發電效率	35-42%	28-38%	22-33%	25-28%
特性	• 成本較低 • 環境 (約 NOx) 不利	• 環境性較優 (NOx) • 成本 (燃料費) 較高	• 環境性較優 (NOx) • 成本 (燃料費) 較高	• 環境性、運維性較好 • 成本 (燃料費) 較高
用途	單循環使用 (2000 年、80%弱)	環境法規強制要求之都市地區熱電共生	需要許多熱源之場合 (如化學工廠)	公司、餐廳等需要熱電共生之場合

(七) 日本燃料電池發展狀況 (日本綜合電氣雜誌 2002 年 2 月)

由下列資料看得出，基本上日本之燃料電池技術還在研究實證之中，尚未大量商業化。

	酸型 (PFFC)	熔融碳酸型 (MCFC)	固體氧化物型 (SOFC)	固體高分子型 (PEFC)
電解質	磷酸 (H ₃ PO ₄)	熔融碳酸鹽 (Li ₂ CO ₃ +K ₂ CO ₃)	(ZrO ₂ 、Y ₂ O ₃)	高分子膜 (-CF ₂ 、-SO ₃ H)
	H ⁺	CO ₃ ²⁻	O ²⁻	H ⁺
動作溫度	約 200℃	約 650℃	約 1000℃	約 80℃
發電效率	40-45%	45-60%	50-65%	35-45%
出力密度	0.2-0.3 W/cm ²	0.2 W/cm ²	0.2-0.3 W/cm ²	0.1-1.0 W/cm ²
廢熱利用	溫水、蒸氣	Gas turbine、Steam turbine	Gas turbine、Steam turbine	溫水
總和熱效率	70-80%	(70-80%)	(70-80%)	—
反應氣體	H ₂ (CO: 1%以下)	H ₂ 、CO	H ₂ 、CO	H ₂ (CO: 10pp 以下)
可以使用燃料	天然氣、methanol、Naphtha、Kerosene	天然氣、methanol、Naphtha、Kerosene、煤炭氯化	天然氣、methanol、Naphtha、Kerosene、煤炭氯化	天然氣、methanol、Naphtha、Kerosene
電池材料 (電極)	Carbon-based	Ni 與 stainless steel	Ceramic	Carbon-based
觸媒	白金	不要	不要	白金
特性	• 比較低之溫度運轉 • 排出熱水、供給冷暖房使用	• 可用於複循環發電 • 排出蒸氣、熱水、利用於冷暖房 • 燃料可能於內部轉換	• 可用於複循環發電 • 排出蒸氣、熱水、利用於冷暖房 • 燃料可能於內部轉換	• 低溫運轉 • 起動時間短 • 可趨於小型、重量輕 • 出力密度高
主要用途	熱電共生、分散型電源	熱電共生、分散型電源、替代火力電源 (大規模)	熱電共生、分散型電源、替代火力電源 (中規模)	小規模發電、移動型電源、電動車、分散型電源
開發階段	• 商業化實證階段 • 1 MW、5MW 機組運轉試驗	• 開發研究階段 • 1MW 級發電機組、200 Kw 改良型機組開發中	• 基礎研究階段 • 數百 W 至數 Kw 電池開發中	• 實用化研究階段 • 數百 W 至數十 Kw 電池開發中、周邊設備開發中
關鍵議題	• 觸媒開發 (白金使用量之減低) • 發電壽命之延長與降低成本	• 材料之耐腐蝕、耐熱 • Ni 電解質之溶解與釋出 • CO₂ 循環等要素之開發	• 電池構造、耐熱材料、電解質之薄膜化 • Ceramic 材料成型技術	• 構成材料之性能改善、壽命延長 • 電池構成技術之大型化 • 溫度、水分控制，白金使用量之減低

(七)、日本政府對於分散型電源之現行相關政策（通產省能源廳提供資料）

		太陽光電	風力發電	廢棄物發電	燃料電池	天然氣熱電共生
技術開發階段	技術開發（經費補助）	・太陽光發電技術研究	・離島風力發電系統技術研究	・高效率廢棄物發電技術 ・生質能高效率轉換技術開發	（本體部分） ・固體燃料電池系統之技術開發 ・石油瓦斯利用供給之技術開發 ・燃料電池發電技術開發 ・新世代分散型能源之技術開發（燃料電池本體以外部分） ・水素能源利用技術開發費 ・製鐵過程利用水素製造技術開發 ・燃料電池之燃料高度精製技術 ・天然氣液化（GTL）技術 ・燃料電池利用於汽車之技術開發	・產業用熱電共生系統之實用開發
	實證研究（經費補助）	・產業用太陽光發電 ・集中併聯型太陽光發電 ・太陽光電系統國際合作研究	・風力發電事業	・先進型廢棄物發電之測試 ・生質能等之應用能源實證試驗	・固體分子型燃料電池系統實證研究 ・固體分子型燃料電池系統之普及與基礎設施準備計畫	—
使用階段	經費補助（補助金、利息補助）	（以新能源為對象） ・『新能源導入對策』（適合地方自治體、補助率 1/2 以內） ・『新能源事業支援對策』（適合新能源法認定之事業者、補助率 1/3 以內） ・『新能源地域導入活動支援對策』（適合非政府機構等、補助率 1/2 以內） ・『新能源地域活動支援事業』（適合非政府機構等、補助率 1/2 以內） 『新能源開發利用促進對策』（利息補助：長期優惠利率+0.5%*1/2（上限 3%））				—
		住宅用太陽光電導入促進對策（補助率：定額）	—	廢棄物發電導入促進對策（補助率：10%以內）	—	—
	稅賦優惠	（一般新能源為對象） ・能源需求結構改革投資促進稅制（新能源設備）（國稅）（稅額扣除：7%（中小企業）、特別償還：30%） （太陽光發電、風力發電、廢棄物發電等為對象） ・地方性能源之利用設備之固定資產減輕制度（地方稅）（課稅標準之 5/6）				—
	財務融資優惠	（一般新能源為對象） ・新能源開發（日本政策投資銀行）（政策利息（2）；融資比率：40 %） ・石油替代能源之資金制度（中小企業新融公庫）（特別利率（2）；限度額：2 億 7 千萬日圓）				—

六、日本電業自由化近況（根據通產省 2002 年 6 月資料）

日本電業自由化係採保守漸進方式，近況扼述如下：

- （一）、自 1995 年起，日本引進躉售電力之『競標』系統，允許得標之民間 IPP 業者建造電廠，其產出電力則售予各地區電力公司，當時，也有小部份之特許電業者可透過自己之輸電線賣電給小型或中型之用戶（商業大樓）。
- （二）、自 2000 年起，日本開始所謂『部分自由化』（Partial Deregulation），允許新電業經營者利用各電力公司之輸電線，以代輸-Wheeling 方式，將其電廠之電力直接賣給大用戶（如百貨公司、旅館、商業大樓、大工廠），此部份之電價不納入政府管制，由市場競爭機制決定。其雙方購電售電之行爲，必須遵守日本政府訂定之『電力事業公平交易指引』之規範。
- （三）、至於原來由十家電力公司供給家庭、公司、工廠各用戶之集中型電力與電價，仍屬於政府之管制範圍。
- （四）、日本對於電力自由化方面，迄今尙無仿效歐美採取全面自由化或成立『集中電力交易市場』之打算。目前日本將電力部分自由化之做法，將持續至 2003 年再做檢討。
- （五）、新加入電業廠家之狀況（New Entrants to the Market）如下表：（2002 年 1 月，新電業之售電量約占日本十家電力公司總售電量之 0.46%）

公司名稱	容量 MW	母公司之產業類別	發電型式
Diamond Power	346.7	貿易公司	其它（火力、水力）
Marubeni Corp.	32.2	貿易公司	補貼（水力）
Asahi Glass	40.9	陶瓷公司	股份持有（火力）
Erex	42.9	融資、貿易公司	其它（火力）
Nippon Steel Corp.	31.0	鋼鐵公司	其它（火力）
Ennet	232.8	通信、瓦斯公司	股份持有（火力）、其它（火力）
Summit Energy	68.4	貿易公司	母公司（火力、水力） 其它（火力）
Daio Paper Corp.	524.1	造紙公司	股份持有（火力）
SANIX	74.0	清潔公司	股份持有（火力）

(六)、新加入之電業參予中央政府或地方政府電廠興建之公開競標之結果

地區	競標數	新電業參予競標數	新電業得標數
北海道	1	0	0
東北	2	0	0
關東	32	2	2
北陸	1	0	0
中部	42	3	3
關西	26	1	1
中國	9	0	0
四國	0	0	0
九州	16	6	4
合計	129	12	10

七、參觀九州電力綜合研究所之分散型電力設施紀要

（一）參訪地點：

1. 九州電力綜合研究所（福岡市南區鹽原二丁目 1 番 47 號 / 參觀燃料電池、太陽光電、多元環保科技屋）。
2. 與日本環境能源株式會社（此為九州電力之子公司；福岡市中央區白金一丁目 17 番 8 號 / 參觀微型汽渦輪機、熱電共生系統）。

（二）參觀設施：

- （1）燃料電池：參觀研究所內幾種實驗型之燃料電池，其中 SOFC（固體電解質燃料電池）、及 PEPC 兩種電池放置於研究所之地下室，容量各 60w、700w；運轉時數達 2000 小時，電池之長度約 1 米，正由技術人員運轉測試中，現場由九州電力人員講解，並提供詳細之技術資料。
- （2）太陽光電組：參觀研究所屋頂上之太陽光電組，包括單晶（容量 2KW）與多晶（容量 8 KW）兩種 TYPE，於平成 5 年完成，此兩種都屬於家庭型。
- （3）多元環保科技屋：內含整套燃料電池與電池之併聯保護設備與信號顯示系統。另據現場討論時了解；日本業者正發展家庭用燃料電池：松下發展 1.3KW、三洋發展 0.8KW、恁原發展 1KW、H-power 發展 3KW，但全部都還在測試研究中，每台造價高達數千萬日圓，距離商業化還有一大段距離。
- （4）微型汽渦輪機（Micro-turbine）：現場有四台單機 30kw 型之 capstone 機組正在運轉測試當中，其中有兩台燃天然氣，一台燃重油，一台燃燈油（Kerosene）。機組之轉速由 45000rpm 至 98000rpm 之間變動，經過整流後輸出交流電，噪音量控制（加隔音設施）在 65D 以下。據現場人員說，每台 30kw 之機組自美國之買入價格為 500 萬日圓。由於微型汽渦輪機屬於美國高科技之國防設備，因此美國不允許日本自行拆開其設備。
- （5）熱電共生系統：與微型汽渦輪機（Micro-turbine）同一處設有熱電共生系統（包括吸收式冷凍機），此系統之熱源與冷氣供應附近之商業型大樓（不供民間使用），供應範圍相當之廣。

八、參訪日本電力機構討論內容紀要

1. 參訪九州電力之討論紀錄（2002/6/14 上午）
2. 參訪東京瓦斯之討論紀錄（2002/6/17 上午）
3. 參訪電力中央研究所之討論紀錄（2002/6/17 下午）
4. 參訪東京電力之討論紀錄（2002/6/17 下午）
5. 參訪通產省能源廳之討論紀錄（2002/6/18 上午）

八-1 參訪九州電力討論紀錄

一、時間：九十一年六月十四日

二、地點：九州電力公司綜合電力研究所（福岡市南區鹽原二丁目一番 47 號）

三、討論人員：

（一）九州電力出席人員：

原田耕介（九州電力顧問、工學博士）

片山修造（綜合研究所所長）

吉井孝次（主席研究員）

平山平三郎（綜合研究所次長）

河野悅郎（主管新能源研究）

下河義秀（主任研究員）

內田佳孝（分散型電源組主席研究員）

德永勉（業務管理課長）

橋元大成（業務管理）

（二）台灣經濟研究院人員出席人員：

陳野正仁（義守大學電機系教授、兼翻譯）

陳斌魁（大同大學電機系教授）

楊豐碩（台灣經濟研究院所長）

林宗賢（台電電源開發處代表）

四：討論內容紀要

（一）九州電力公司提供『九州電力分散型電力之發展與相關併連』資料供參考

（二）討論內容（下列以台經院發問、九州電力回答之方式紀錄）

- 問：(台經院)：不同種類的分散型電力，是否對電力系統有不同？
- 答（九州電力）：發電機種類不同，確實有不同之影響，電力公司目前已經有準則可以遵行。

- 問：(台經院)：據了解，日本方面規定分散型電力之逆向電流不能超過變壓器容量之 20%，此說法是否屬實？
- 答（九州電力）：九州電力原則上不允許分散型電力之逆向電力通過變壓器。
- 台經院意見：這似乎應該個案評估比較合適。

- 問：(台經院)：台灣目前已經裝有兩套風力發電，一套是由台塑裝在麥寮之四台風力機，其發出之電力都被當地負載吸收了，另

一套是由台電公司裝在澎湖地區的四台風力機；今後，台灣還計畫在西部地區積極開發風力發電，第一期計畫預期將投資約五十億元。然而，風力發電的比例增加之後，很擔心併聯於電力系統之風力機組之出力變化，會影響系統之電壓穩定。目前澎湖風力機才剛剛運轉，實績運轉紀錄還不是很充分，尚不知對系統之影響有多大。

- 答(九州電力): 風力發電之電力產出當然是以充分運用為理想，這需要有好的 Inverter 控制系統。當風速變化而導致出力不穩時，基本上可藉由改變風力機之葉片角度與改變 inverter 的導通角來控制出力，其中自然會讓部分電力流失。相較起來，日本的風力資源可能不如台灣地區之充沛。
- 問(九州電力): 台灣風力發電未來有多少潛能？
- 答(台經院): 潛力有 3000MW，實際可開發量估計為 1000MW。
- 問(台經院): 分散型電力併聯於電力系統時，是否需要做 system impact analysis？
- 答(九州電力): 基本上是需要的，此方面目前是以個案 (case-by-case) 處理為原則，詳細之評估項目請參考所附資料。
- 問(台經院): 分散型電力併聯於系統網路時，其感應式發電機對短路電流之影響要不要考慮在內？
- 答(九州電力): 這個問題，九州電力也在研究中。
- 答(原田耕介教授補充): 以本人看法，未來之感應式發電機之數量將不會繼續增加，相反的，inverter type 發電機的數量會增加，因此，研究方向會有變化。
- 問(台經院): 如果是 inverter type, 要不要計算其對故障電流之影響？
- 答:(原田耕介教授): inverter type 要併聯時，要看看是否能同步與控制導通角，inverter 技術發展的很快，應該可以克服相關問題。
- 問(台經院): 裝設分散型電力，因涉及買賣電力，meter 的精度是否有特別規範？
- 答:(九州電力): 這個問題需要查證；請容許查證後再回答。

- 問（台經院）：裝設分散型電力時，當配電線路發生故障，分散型電力發電機組是否需要與系統切斷併聯，如何做得到？如果不能在短時間內解聯，是否會有安全顧慮？
- 答（九州電力）：配電線發生故障，個別之分散型電源全部都要按規定與系統解聯。目前分散型電力與系統併聯之數量還很少，這方面比較不是問題。

- 問（台經院）：有沒有哪一種分散型電力是屬於 must-run unit？
- 答（九州電力）：分散型電力要如何運轉，是業者自己決定，電力公司無權干涉。

- 問（台經院）：分散型電力是否接受電力公司之調度（dispatch）？
- 答（九州電力）：沒有接受調度。

- 問（台經院）：分散型電力是否影響電力公司對配電系統擴充及備用電力方面之規劃目標？
- 答（九州電力）：還沒有考慮這個問題。

- 問（台經院）：當分散型電源與系統併聯而又故障時，電力公司是否向用戶收取額外備用容量費用？
- 答（九州電力）：會收取額外費用。

- 問（台經院）：併聯方面，是否有 harmonics 方面之問題？
- 答（九州電力）：harmonics 確實是分散型電力併聯之重要議題，目前日本每年有一次檢驗線路 harmonics 狀況。如果分散型電力數量增加，一定會有 harmonics 方面之問題發生，這必須強制用戶所裝設的電源要有抑低其產生 harmonics 的功能（如濾波器）。此外，也可由電力公司在線路上加裝 Filter 設備來減少 harmonics。
- 意見（台經院）：由電力公司負擔費用加裝 Filter 似乎不是很公平。

- 問（台經院）：目前配電線路多是按 one-direction 設計，分散型電源併聯之後，由於分散型電源產生線路上不同之電流方向，是否因此會有 voltage regulation 方面的問題？
- 答：（九州電力）：目前都是依規定允許併聯。由於併聯之數量尚少，Voltage Regulation 方面還沒有發生太大問題。

- 問（台經院）：目前九州電力轄區有那些主要分散型電源？
- 答（九州電力）：大約如下：柴油發電機（1000MW）、太陽光電（53MW）、風力（13MW）、Micro-Turbine（數量有限）；詳細請參考資料。

- 問（台經院）：分散型電力方面，政府有哪些策略嗎？
- 答（九州電力）：不同的分散型電力，政府有不同的政策；例如，太陽光電部分，目前是以發展每台容量 3 至 4KW 之家庭型光電機為主要對象；熱電共生也是政府推動的目標，目前是以 2010 年裝置容量達 4640 萬 KW 為目標。政府也計畫於 2010 年將再生能源的比例提昇到 3%。

- 問（台經院）：Micro-Turbine 併聯於系統時，電力公司是否要求保護裝置。如果已經有內建的保護設備，是否還需要在線路上再裝設保護設備？
- 答（九州電力）：如果該設備之內建功能能夠符合電力系統之保護安全規定，就不需要另外於線路上裝設保護設備。當然，這些必須經由公正之認證機構來檢驗與確認。

- 問（台經院）：各種分散型電力對於環境方面有無重要顧慮？
- 答（九州電力）：風力發電主要影響是噪音，因此，雖然最近政府也考慮推動於建築物裝設風力機，但居民多以噪音干擾而表示反對。Micro-Turbine 方面也是噪音方面問題比較嚴重。以 Capstone 機組為例，美國原裝設計是離機組一米處 85DB，但日本要求以 55-65DB 為目標，因此，Capstone 之 Micro-turbine 到了日本要加裝隔音設備。又以噪音來說，低頻噪音沒有方向性，問題比較難解決；而高頻噪音（如 Micro-Turbine）有方向性，則比較容易減低。

- 問（台經院）：分散型電力有沒有電磁波干擾的問題？
- 答（九州電力）：沒聽過有這種問題。

- 問（台經院）：分散型電力之熱污染問題如何處理？
- 答（九州電力）：日本有嚴格的都市環保標準，必須符合這類標準才可裝設。目標是讓附近居民沒有感覺他們的存在。

- 問（台經院）：分散型電源有沒有燃料供應問題？如管線、路權、

備用槽)

- 答(九州電力): 燃料方面, 用戶必須自己與燃料(瓦斯)供應公司恰妥, 這與電力公司沒有直接關係。
- 問(台經院): 分散型電力之維修問題如何處理? 最容易損壞的是哪接零件?
- 答(九州電力): 基本上, 分散型電力維修比較簡單, 多是壞了再修。太陽光電方面, 最容易損壞的是 inverter; 以 5-10KW 之光電設備來說, 每年之維修費用大約 20 萬至 30 萬日圓。
- 問(台經院): 那些分散型電力之組合(hybrid system)比較合適?
- 答(原田耕介教授): 風力與太陽能發電, 尚在發展中, 價格還很貴, 目前無法討論這個問題。從環境觀點來說, 政府努力推動風力發電, 但還未能大量商業化, 價格需要再降低。目前最有經濟性的分散型電力是熱電共生系統, 此種系統可同時供應冷氣與熱源, 效率也好, 又有環保效益。
- 問(台經院): 目前分散型電力之技術障礙有哪方面?
- 答(原田耕介教授): 太陽光電與風力發電技術都成熟了, 但需要再降低價格; Micro-turbine 方面, 目前發展中之空氣軸承有重量上之限制, 可能成為容量上的瓶頸; Fuel Cell 方面, 雖然能源密度高, 但價格很貴, 啟動時間久, 又沒有負載追隨的能力, 也需要與電池併聯使用才行, 因此 Fuel Cell 還需要技術上再發展。

八-2 參訪東京瓦斯討論紀錄

一、時間：九十一年六月十七日上午

二、地點：東京瓦斯總公司（東京都新宿區西新宿）

三、討論人員：

（一）東京瓦斯出席人員：

中島靖夫（能源與環境營業部部長）

古島潔（能源工程部副理事長）

（二）台灣經濟研究院人員

陳斌魁（大同大學電機系教授）

楊豐碩（台灣經濟研究院所長）

陳東瀛（台灣經濟研究院駐日本東京代表、兼翻譯）

林宗賢（台電電源開發處代表）

四：討論內容紀要

（一）東京瓦斯說明所提出之簡報資料（含熱電共生系統）

（二）討論內容：（下列以台經院發問、東京瓦斯回答之方式紀錄）

- 問（台經院）：Fuel Cell 之經濟性不好，不是嗎？
- 答（東京瓦斯）：目前是政府政策支持並補助，以維持研發與實驗。補助的對象是使用者。

- 問（台經院）：本棟辦公大樓是否有熱電共生系統狀況如何？
- 答（東京瓦斯）：本棟大樓設有熱電共生系統，共裝有兩台氣渦輪發電，同時還有鍋爐系統供熱。整個熱電系統約供應本大樓 50%至 60%之電力，所產生之餘熱也輸入冷凍機，並同鍋爐系統之熱源，提供大樓之冷氣與熱水。氣渦輪機運轉時間是從早上 8 點到晚間 10 點。

- 問（台經院）：本大樓熱電共生系統是否有剩餘電力回售給電力公司？
- 答（東京瓦斯）：沒有，這樣經濟上不划算。目前本大樓熱電共生系統是用於尖峰時段，取代部分之尖峰用電。

- 問（台經院）：前幾年東京地區遭遇飛機撞擊高壓鐵塔而發生部分地區停電時，此地區熱電共生系統之發電機是否繼續運轉？
- 答（東京瓦斯）：不一定都會繼續運轉，要看用戶當初的需求與設計。

-
- 問（台經院）：熱電共生系統對使用者有甚麼主要好處？
- 答（東京瓦斯）：1.有經濟性，成功的熱電共生系統回收時間約 5 至 7 年；2.省能源，熱電共生系統之效率高達 70 至 80%，比起單獨之發電系統好多了；3.提供多樣化的的電源與電源的穩定性；4.具有環保效益，由於能源使用效率高，整體排放之污染性（NO_x、SO_x、CO₂）氣體的量相對減少了，這方面尤其是配合政府的環保目標。
-
- 問（台經院）：東京地區電力代輸的費用如何？
- 答（東京瓦斯）：大約每度電 2 日圓，約電價的 10%。
-
- 問（台經院）：使用熱電共生系統，是否有燃料供應上的困難？有沒有考慮使用量變動之問題？是否有 Reserve 上的考慮？
- 答（東京瓦斯）：要先評估管線與供氣之能力，這部分之評估工作很重要，時間很長，公司目前都有標準的作業程序。供氣量變化方面，也都經過事先評估，根據每小時與每天之尖峰最大供氣量而規劃設計，並簽訂合約。
-
- 問（台經院）：有沒有管線之路權問題發生？
- 答（東京瓦斯）：這方面問題很大，困難度很高，需要長時間與地方政府溝通，目前每年定期與政府主管機關開會討論。
-
- 問（台經院）：Micro-turbine 的應用方面如何？
- 答（東京瓦斯）：目前日本有三家 Micro-turbine 的代理商；但價格還很貴，如何把 Micro-turbine 銷售出去迄今還沒有定論。目前的策略只是嘗試引進這種技術，使之能夠繼續在市場上存活。至於噪音方面，雖然美國原廠 Micro-turbine 的噪音量 85DB 合乎日本法規，但日本之實際要求則更為嚴格，目標是將噪音降低到 65DB（距離一米處）以下，因此需要另外加裝隔音設備。至於裝設地點，多半裝在屋頂（住宅）、地下室（商業大樓）、或開放空間（工廠）。裝在地下室之噪音量相對較小，但熱氣排放系統需要花很多錢。
- 我們裝設任何分散型電力之原則，就是不讓居民感覺到它的存在，因此，很多設備自美國進口後，都要配合日本之環保要求再改變設計。
- 問（台經院）：分散型電力與電力系統併聯時有沒有問題？成本

貴不貴？

- 答（東京瓦斯）：併聯問題規定很多，導致併聯成本很貴；相對來說，愈是小容量之分散型電源，其併聯成本愈高，有些甚至高達發電設備成本之 100%。併聯方面，不僅是東京電力的問題，而是所有電力公司的要求。

八-3 參訪電力中央研究所討論紀錄

四、時間：九十一年六月十七日下午

五、地點：電力中央研究所總部（東京都千代田區大手町 1-6-1）

六、討論人員：

（一） 電力中央研究所出席人員：

岡部義信（研究企劃部部長）

淺野浩志（經濟社會研究所首席研究員）

石川忠夫（泊江研究所首席研究員）

小林陽子（研究企劃部國際交流）

（二） 台灣經濟研究院出席人員

陳斌魁（大同大學電機系教授）

楊豐碩（台灣經濟研究院所長）

陳東瀛（台灣經濟研究院駐日本東京代表、兼翻譯）

林宗賢（台電電源開發處代表）

四：討論內容紀要

（三）中央電力研究所先說明台經院提出之書面問題

（四）討論內容：（下列以台經院發問、東京瓦斯回答之方式紀錄）

- 問（台經院）：日本方面，對於分散型電力有沒有特別的定義？
- 答（電力中央研究所）：沒有；主要是界定為非電力公司所屬而靠近用戶之發電設施。

- 問（台經院）：分散型電力之設置方面，日本政府有沒有特別規定？
- 答（電力中央研究所）：環境方面，當然要向地方政府申請設置，取得許可；經濟方面，就由業者自己評估。在於電力系統併聯方面，目前是根據『分散型電源系統連接技術指針』之相關規定；一般說來，容量 50KW 以下之分散型電力機組原則可以併聯於 100/200V 之低壓配電線路，容量 2000Kw 以下之分散型電力機組原則可以併聯於 6.6KV 之高壓配電線路；但都要符合所有併聯規定之要求，且不能使饋線負荷容量大於額定之 thermal rating；分散型電源之可能逆送到輸電系統之電力大約不能超過該線路變電所主變壓器容量之 20%。

- 問（台經院）：分散型電力之裝設，在 metering 方面有沒有特別要求？

- 答（電力中央研究所）：這方面都要符合日本『電力交易法』之規定，metering 都需要通過國家之檢驗。目前手動或自動的 metering 都有。
- 問（台經院）：分散型電力對於配電線路規劃 stand-by 容量有沒已影響？
- 答（電力中央研究所）：目前分散型電力數量還很少，談這個問題還太早。日本規劃目標是希望分散型電力能夠占系統之 10%，但這至少是十年以後的事。
- 問（台經院）：分散型電力之裝設，是否需要做系統衝擊之 simulation？
- 答（電力中央研究所）：目前數量很少，還沒有做 simulation analysis。這方面的 software 也還在研究之中。
- 問（台經院）：分散型電力併聯時，最主要的顧慮是甚麼？
- 答（電力中央研究所）：是 Voltage Regulation 與 anti-islanding 方面。
- 問（台經院）：是否有 transient stability 方面的問題？
- 答（電力中央研究所）：目前還沒有 transient stability 這方面的問題。至於容量比較大的機組，『系統連接技術指針』有對於短路電流方面的規定。
- 問（台經院）：評估分散型電力併聯之 criteria 是甚麼？
- 答（電力中央研究所）：主要是評估：1.short circuit；2.voltage regulation（ $101V \pm 6V$ 或 $202V \pm 20V$ ）；3.harmonics（特別是 inverter），harmonics 目前規定是要低於 5%；4.anti-islanding。
- 光電設備或 micro-turbine 的 inverters 都會產生 harmonics 作用，使用者必須自己在發電設備上先處理這些 harmonics。而風力機也會造成 Voltage dip 與 Voltage flicker，這方面『系統連接技術指針』有規定。
- 至於頻率方面，必須要等以後裝置容量更多的時候，才會造成問題。
- 問（台經院）：對於分散型電力之 anti-islanding 技術有甚麼看法？
- 答（電力中央研究所）：分散型電力之 anti-islanding 的技術，日本也是在發展之中；據了解，有四、五個廠商與機構參予；目前

已經做到 10 秒內偵測出 islanding 現象。

- 問（台經院）：分散型電力目前之發展技術障礙有哪些？
- 答（電力中央研究所）：這個問題太大！本研究所正在寫研究報告；有一本『電力自由化與技術開發』很有參考價值，介紹給各位。目前看來，政府規劃的目標與野心似乎太大，有些業界就不太認同。Micro-Turbine 方面，東京電力有參予這部分之發展。另外，熱電共生也成為不少電力公司多角化經營的策略。

八-4 參訪東京電力討論紀錄

七、時間：九十一年六月十七日下午

八、地點：東京電力總部（東京都千代田區內幸町 1 丁目 1 番 3 號）

九、討論人員：

（一） 東京電力出席人員：

本橋準（配電部配電企劃副長）

花岡正揚（企劃部副長）

岡冢能（企劃研究經理）

（二） 台灣經濟研究院出席人員

陳斌魁（大同大學電機系教授）

楊豐碩（台灣經濟研究院所長）

陳東瀛（台灣經濟研究院駐日本東京代表、兼翻譯）

林宗賢（台電電源開發處代表）

四：討論內容紀要

（五）東京電力提出分散型電力與其配電問題之簡報

（六）討論內容：（下列以台經院發問、東京電力回答之方式紀錄）

- 問（台經院）：分散型電力的經濟性如何？
- 答（東京電力）：東京電力對於分散型電力是以比較高的價格買入其所發的電力，這部分是東京電力自發性去做的，主要是爲了公司形象；此外，日本政府對於裝設分散型電力的使用者還有補助，補助的對象是再生能源之電源（如風力、太陽能）。目前太陽能光電還是太貴，無法真正市場化。
- 問（台經院）：分散型電力之設置，是否有紓解配電系統擴充困難之效果？
- 答（東京電力）：這方面當然有其潛在效果，但目前這不是發展分散型電力的主要考量，因爲很多分散型電力（如太陽能）出力都還不穩定。
- 問（台經院）：分散型電力之裝設，是否需要做 interconnection 方面的 simulation analysis？
- 答（東京電力）：東京電力有做一部分的分析，特別是與 IPP 之併聯方面，有收系統分析費用；太陽光電之併聯方面，並不收費，其中東京電力做的是電壓調節與保護協調，而認證部分則交由日本 JET 來做。另有些併聯方面的研究與收費，則是向設備製造

收取。

- 對於自家發電之熱電共生之 system simulation，東京電力將部分外包給廠商或中央電力研究所去做，但都沒有 Charge 費用。
- 太陽光電部分，數量還太少，目前還不必做到 Simulation 的程度。就單一條 100V/200V 之低壓配電線而言，太約可併聯 3 台到 4 台之家庭型太陽光電。

- 問（台經院）：東京電力在 Micro-turbine 方面，做得如何？
- 答（東京電力）：東京電力目前有 50 台 Micro-turbines，有實驗用的，也有商業用的；商業方面主要是試用於飯店、超商等；商型方面，主要是使用美國 capstone 的設備，實驗型方面，則使用多家廠牌。目前 Micro-Turbine 還沒有經濟競爭性，主要是搭配廢熱使用，提供尖峰用電，白天運轉，晚上停機；機組雖然與系統併聯，但沒有售電。

- 問（台經院）：可否有逆送電力；另據了解，日本規定分散型電力之逆送電力不可超過變壓器容量之 20%，是否屬實？
- 答（東京電力）：逆送電力方面，基本上是可以的，只有特殊狀況不允許。此外，配電饋線最低負載時之配電變壓器容量之 20% 電流可以逆送經過變壓器，但這方面之法規指引沒有強制性。

•

- 問（台經院）：如果太陽能光電自己有內建的保護設備，電力公司是否還會要求額外的保護設備？
- 答（東京電力）：這要看其內建保護設備之功能。如果已經符合規定，就不必額外裝置保護設備。

- 問（台經院）：分散型電源之發展策略如何？
- 答（東京電力）：分散型電力還在快速發展當中，但目前還沒有經濟性。東京電力的策略是使分散型電力能繼續存活在市場上。至於政府方面，政府的政策是希望繼續開發新能源，改善環保、降低二氧化碳排放，並使分散型電源存活下去。

- 問（台經院）：電力自由化方面，日本是否規劃成立電力交易所？
- 答（東京電力）：這方面還在檢討當中，迄今還沒有時間表。但日本是島國，歐美之電力自由化方式似乎不能適用於日本。

八-5 參訪通產省能源廳討論紀錄

十、時間：九十一年六月十八日上午

十一、地點：通產省能源廳（東京都千代田區霞關 1 丁目 3 番 1 號）

十二、討論人員：

（一）通產省能源廳出席人員：

黑田浩司（電力與瓦斯技術部係長）

南川圭太（電力與瓦斯事業部係長）

Tatsuya Shinkawa（電力與瓦斯事業部副長）

（二）台灣經濟研究院出席人員

陳斌魁（大同大學電機系教授）

楊豐碩（台灣經濟研究院所長）

陳東瀛（台灣經濟研究院駐日本東京代表、兼翻譯）

林宗賢（台電電源開發處代表）

四：討論內容紀要

（七）通產省能源廳分散型電力與政策問題之簡報（附簡報資料）

（八）討論內容：

- 問（台經院）：熱電共生系統之設置，是否有很經濟價值？
- 答（通產省能源廳）：熱電共生因為能源使用效率很好，相對的有其環保、減少污染排放、與節約能源的效果，這方面是政府鼓勵的政策，民間業者有時配合政府政策與法令要求，其實也不得不做。
- 問（台經院）：發展熱電共生之公司的角色是否有點像美國能源服務公司（ESCO）。
- 答（通產省能源廳）：比起美國的 ESCO，日本公司在這方面之服務範圍還更廣，他們是從政府發展自家發電之法令中找尋漏洞來發展業務。他們所做的業務包括：設備安裝、運轉、維修、財務融資、設備租賃等等。
- 問（台經院）：分散型電力方面，政府補助的對象有哪些？
- 答（通產省能源廳）：補助對象是新能源方面，包括：太陽光電、風力發電、垃圾發電、燃料電池等；補助方式是以設備費用補助、稅賦優惠、財務融資等方面。至於熱電共生方面，政府沒有直接補助。目前分散型電力之發展目標主要是用來替代尖峰時段之用電（日本也有時間電價），這樣比較有經濟效益。

- 問（台經院）：發展分散型電力之主要目標是甚麼？是否考慮以之紓解輸配電系統之擴充瓶頸？
- 答（通產省能源廳）：發展分散型電力主要之目標是：1.開發新能源、2.降低整體能源成本、3.對環境保護之貢獻；至於是否能紓解輸配電系統之瓶頸，並不是目前主要的發展目標。

肆、結論與建議

- 一、分散型電力在日本的確受到相當程度之重視，通產省能源廳將分散型電力納入其新能源開發之一部分，尤其對新能源類之分散型電源（包括太陽光、風力、燃料電池、廢棄物發電、熱電共生系統）更有所期待，而訂有未來十年之發展目標（太陽能光電成長 23 倍、風力發電成長 36 倍、廢棄物發電成長 5 倍、生質能發電成長 4 倍、天然氣熱電共生成長 3 倍、燃料電池成長 183 倍），也給予其研發費用、設備投資、稅賦、財務融資等方面之補助辦法。
- 二、收購電力價格方面，電力公司對於新能源（如太陽能、風力、燃料電池、廢棄物發電）採取自發性之剩餘電力優惠收購價格，但對於熱電共生系統則沒有特別優惠之剩餘電力收購價格。
- 三、熱電共生方面，日本將此納為長期環保與改善能源使用效率之一部分，尤其各都會區之『地域冷暖房熱電共生系統』，屬於政府補助與獎勵推動之項目，其規模與成就，令人印象深刻，日本政府預期未來十年內天然氣之熱電共生系統將成長達三倍，而許多分散型電源之技術開發（如燃料電池、Micro-Turbine）也多半涉及熱電之共生應用。據通產省能源廳人員之看法，地域冷暖房熱電共生系統也涉及環保政策與公司形象，有些熱電共生計畫之經濟效益即使不甚好，都會區之日本大型公司也不得不做。都會區熱電共生所使用之燃料主要為配合環保而採用都市瓦斯。熱電共生之機組則包括燃氣引擎、氣渦輪機、汽輪發電機、燃料電池等、微型氣渦輪等等。
- 四、分散型電力之環保方面，日本由於地狹人稠，環保要求比歐美嚴格，許多設備自國外引進之後，還要配合本地之社會背景加以改裝，例如 Micro-Turbine 美國之原裝機器噪音量為 85DB，到了日本就需要改裝至 65DB 之標準。總之，日本裝設分散型電力之理想就是：『不要讓住民感受到它的存在』。
- 五、經濟性方面，根據本次訪問之日本電力公司與能源廳人員看法，太陽能、風力、燃料電池、Micro-Turbine 等分散型電力在日本都還沒有經濟競爭性，仍然需要政府補助，目前日本各機構的策略是在政府開發新能源之產業政策與補助前提下，維持一定程度之參與，同時努力降低裝置成本，研究相關技術議題，持續尋找分散型機組於市

場上之利基點，並寄望未來之發展。

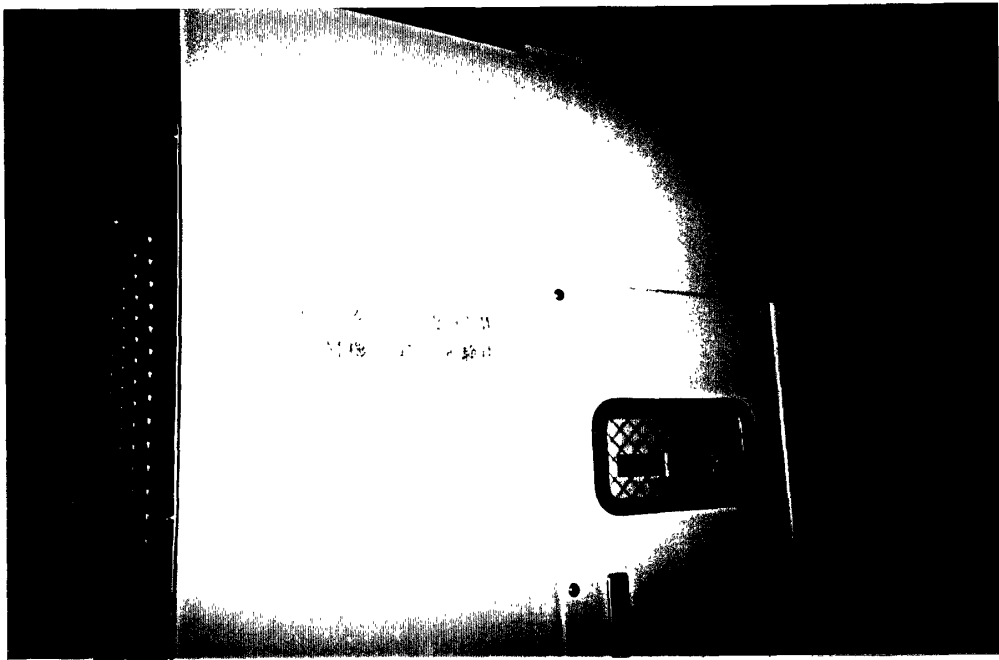
- 六、分散型電力與系統併聯方面，目前日本各電力公司主要係根據『分散型電力系統連接技術指針』之規定；此指引涵蓋了風力、太陽能、燃料電池、柴油機、氣渦輪機、微型氣渦輪機、熱電共生等機型之併聯技術（此指引手冊此次已自日本購回）。日本迄今分散型電力之併聯規模尚小，因此技術問題還不太大，但將來分散型電力之併聯容量增多時，預期情況將有所不同。
- 七、根據本次訪問中與日本電力公司及通產省能源廳之代表交換意見之印象，目前日本發展分散型電力之主要目的，乃爲了開拓新型能源與達成環保目標。至於分散型電力對於紓解輸配電系統擴充困難之潛在利益，並不是目前日本發展此類電源之主要目標。況且，日方代表都同意，若干分散型電源技術尚未成熟或發電不穩定（如風力、太陽能），短期內還無法將之視爲可靠之電源。
- 八、本次所訪問五處電力相關機構（九州電力、東京瓦斯、東京電力、電力綜合研究所、通產省能源廳），因議題經事前設計，且日方之會談代表均具良好專業背景與準備，故幾次討論收穫甚多。以此，本報告乃詳加紀錄，可作爲重要之參考。
- 九、在分散型電力之眾多議題中，以系統併聯問題與電力公司之關係最大。台電公司迄今已訂有『台灣電力公司再生能源併聯技術要點』，且已於 91 年 6 月奉經濟部准予備查；然而，各型分散型電源技術進步快速，建議本公司仍宜就併聯議題持續研究，並參考先進國家案例，以因應電業經營環境之變遷。
- 十、日本將分散型電力視爲開發新能源之一部份，持續投入研究，並以之作爲公司多角化經營之策略（如發展多角化投入熱電共生、再生能源技術研發、系統併聯技術與併聯軟體開發）。因此，建議台電公司亦密切關注分散型電力之發展趨勢，選擇對公司有利之策略，適時投入有效資源，探討相關技術議題，兼顧企業發展與穩定供電之社會責任。
- 十一、分散型電力在國外開始蓬勃興起，備受重視，有其不可忽視之發展潛力，然而，現階段集中式電力仍然是電力供應之主力（日本亦然），因此，未來本省之電源開發，仍應兼顧分散型與集中型，兩者不可偏廢。



參訪九州綜合研究所人員合影



九州大學原田耕介教授陪同參觀九州綜合研究所太陽屋與設備



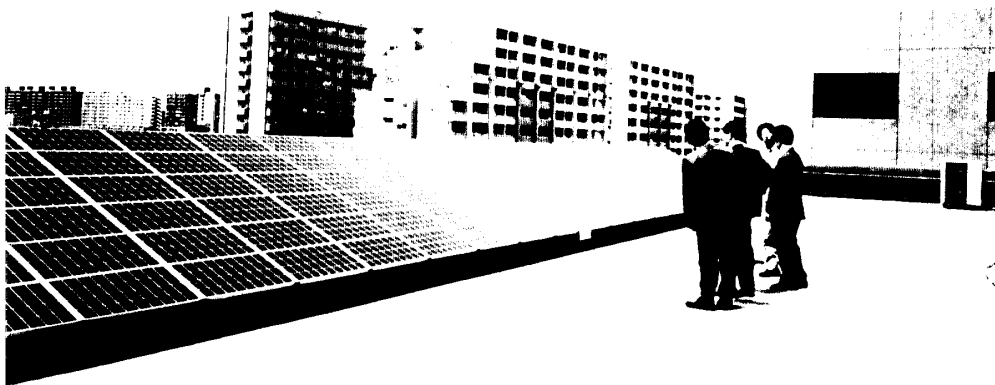
(上圖、下圖參觀西日本環境公司之 Capstone 之 29 KW Micro-Turbine 與其特殊隔音箱)



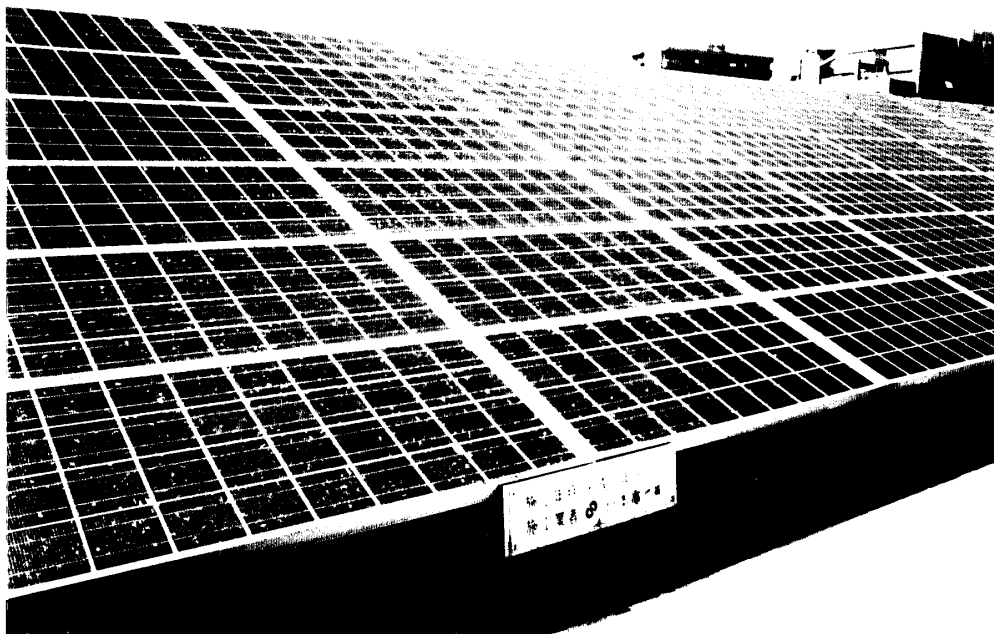


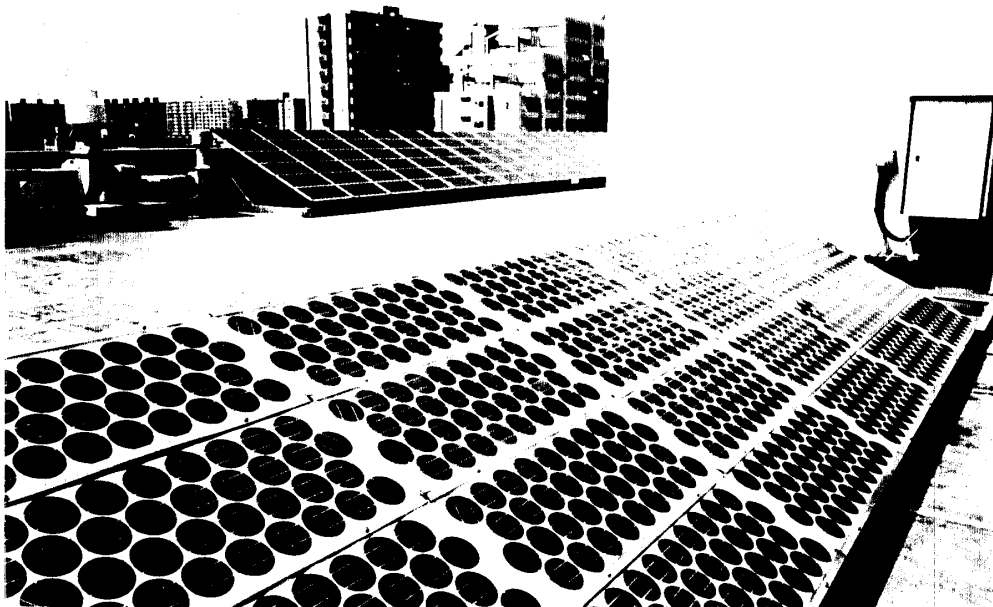
(上圖、下圖 九州電力綜合研究所所屬綠色能源屋，內有太陽能與燃料電池等設備)



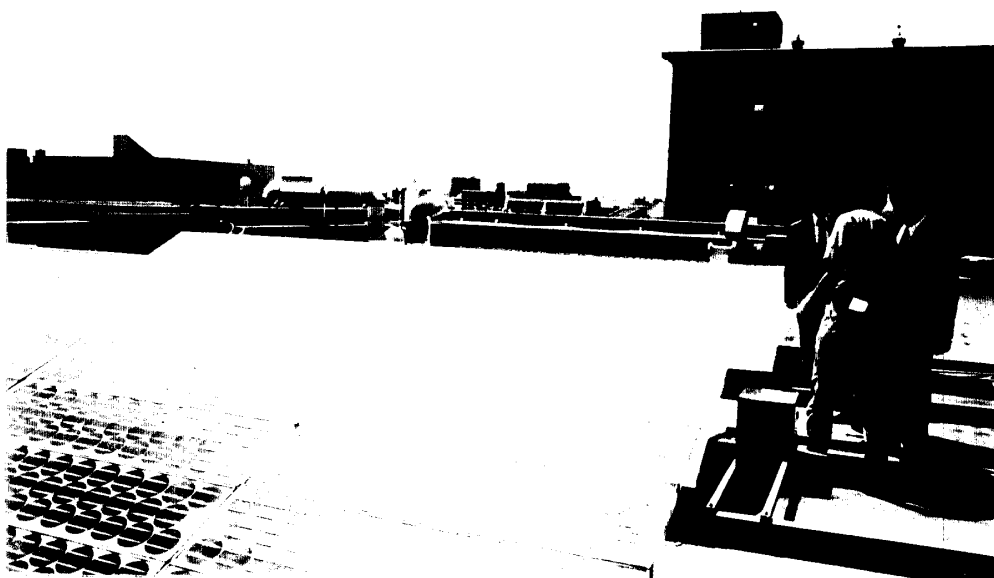


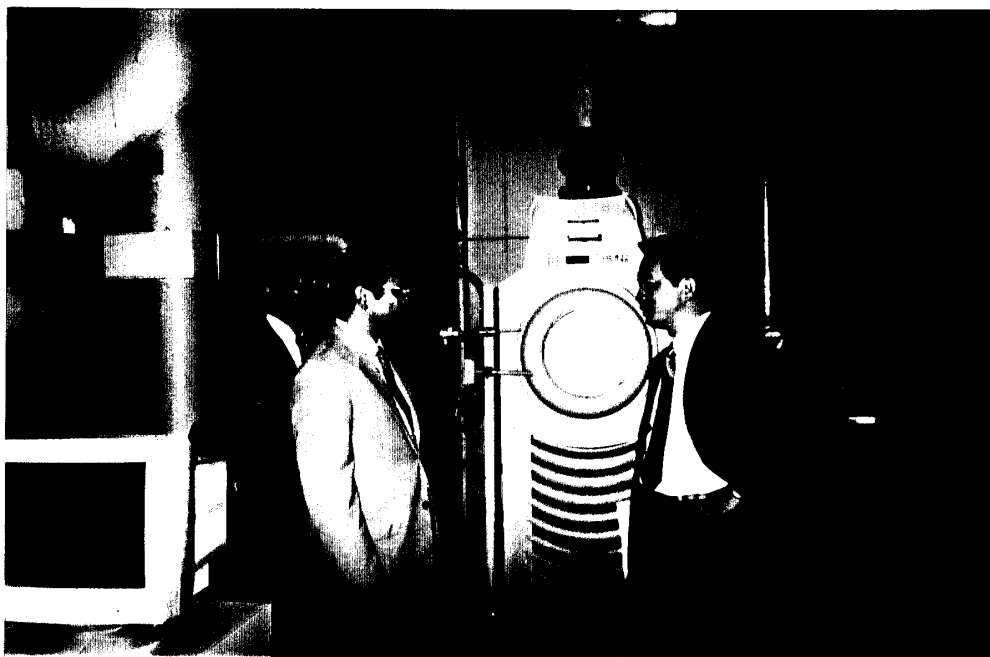
(上圖、下圖：九州電力綜合研究所屋頂裝設之『多晶太陽光電系統』---容量 8 KW)





(上圖、下圖：九州電力綜合研究所屋頂裝設之『單晶太陽光電系統』---容量 2 KW)





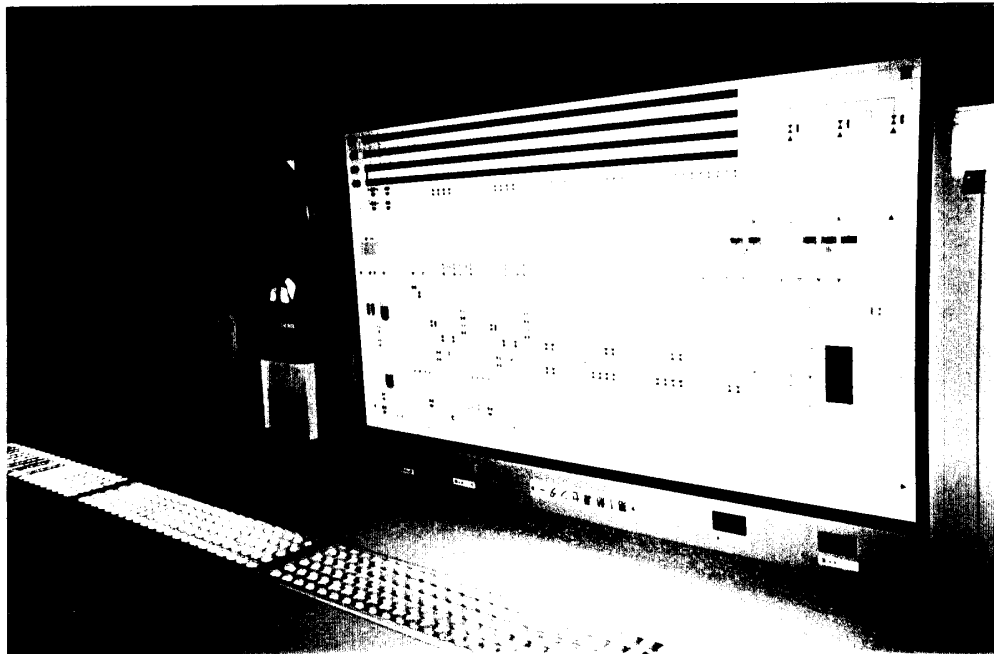
(參觀日本西環境公司之 30 KW Capstone 之 Micro-Turbine)



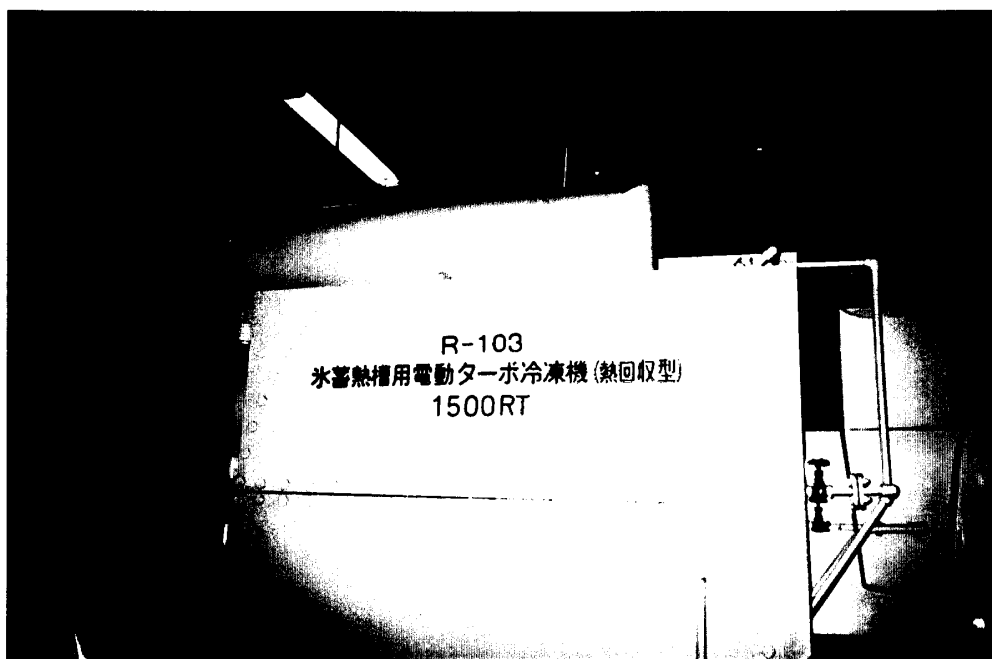
(同行陳斌魁教授參觀九州電力之燃料電池系統之電力保護設備)



(九州電力研究所所屬綠色能源屋中之燃料電池)



(日本西環境公司之地域冷暖房系統之控制室面板)



(日本西環境公司之地域冷暖房系統中之冷凍機)