

出國報告(出國類別：考察)

日本電力市場開放研習報告

服務機關：經濟部能源局

姓名職稱：羅副組長蕙琪、林專員立邕、沈技士
慧佶、林科員佑珊

出國地區：日本

出國期間：106年8月20日至8月26日

報告期間：106年11月20日

摘 要

本次赴日研習日本電力市場開放過程與經驗，參訪交流單位係以關東地區(東京)之能源部會及產業為拜訪對象，除拜會能源政策規劃單位經濟產業省(Ministry of Economy, Trade and Industry, METI)、負責電力市場交易與運作的日本電力交易所(Japan Electric Power Exchange, JEPX)、監管電力市場運作之電力和天然氣市場監督委員會(Electricity and Gas Market Surveillance Commission, EGC)、負責跨區調度，平衡及處理跨區調度的電力廣域運營推進機構(Organization for Cross-regional Coordination of Transmission Operators, OCCTO)等單位外，亦赴電力市場相關企業、電廠參訪，包含東京瓦斯公司、J-POWER 磯子火力發電廠、川崎生質能發電所、川崎風力園區浮島太陽能發電所等，透過直接與官員、官方組織及產業界進行訪談交流，以瞭解日本電力市場管理策略、電業改革規劃、企業界因應電力市場變革的作法，並評估其中可引進國內之制度、概念與措施。

透過本次交流，可以充分瞭解到，在日本福島核災後因應各界改革聲浪，日本政府積極推動電力市場改革。除於 2015 年 4 月成立電力廣域運營推進機構(OCCTO)解決跨區連線問題確保電力供給穩定外、2015 年 9 月成立電力和天然氣市場監督委員會(EGC)監管電力市場批發與零售交易的公平性，並向經濟產業省提出有關費率與市場監督之建議以及行使調解/仲裁之權力，以確保電業改革後電力市場運作的健全發展外，並於 2016 年 4 月開放零售市場全面自由化，而原有之傳統獨占型的綜合性電力公司遭受新加入者的競爭，為了維持住原有之用戶或擴展零售市場，必須提出更具夠吸引力之售電方案及更優質服務來吸引用戶。此外，日本政府雖於 2003 年成立日本電力交易所(JEPX)，但實際上透過其買賣的電力僅佔電力零售市場總量約 3%。為擴大交易量，未來日本將再設立基載電力交易市場、非化石交易市場等，協助新電力業者透過交易市場取得基載電能及非化石電能，以強化新電力業者與舊有 10 大電力公司之競爭能力。

另日本智慧電表產業已然蓬勃發展較我國發展成熟，而智慧電表所收集之用戶用電資訊具有與其他民生服務整合之前能，例如透過電表與家用能源管理系統結合，讓用戶能即時瞭解用電情況，或者結合智慧電表與居家照顧之服務等。此外，在非傳統能源發展亦有許多可供我國借鏡之初，如日本最大生質能發電廠川

崎生質能發電透過建築物廢棄木材、食品(咖啡、大豆)殘渣將廢物重新再利用、J-POWER 的磯子火力發電廠，藉由採用先進的技術，大量減少污染氣體的排放使電廠達到政府所制定之環境標準，並且透過溝通加強當地民眾的認同，皆有許多值得台灣參考之處。

目錄

摘要.....	i
壹、緣起.....	3
一、任務.....	3
二、緣起與目的.....	3
三、參訪行程與規劃.....	5
貳、研習內容與心得.....	7
一、日本電力市場概況.....	7
(一)經濟產業省資源能源廳職掌.....	7
(二)日本電力市場沿革.....	7
(三)日本第五次電力市場改革.....	8
(四)階段性推動成果及日本政府未來關切議題說明。.....	12
二、日本電力市場交易與監督.....	17
(一)日本電力交易所(Japan Electric Power Exchange, JEPX).....	17
(二)日本電力市場交易制度.....	17
(三)日本電力市場監管情形.....	19
三、電力廣域調度(電力廣域運營推進機構,OCCTO).....	22
四、日本電力零售市場自由化.....	24
(一)零售業市場發展.....	24
(二)零售業經營模式(東京瓦斯公司).....	24
五、智慧電網.....	26
(一)日本智慧電網發展現況.....	26
(二)東京電網公司智慧電網營運中心.....	27
六、再生能源電廠與高效能火力電廠參訪.....	29
(一)川崎生質能發電所.....	29
(二) J-POWER 磯子火力發電廠.....	30
(三)川崎風力園區浮島太陽能發電所.....	32
參、心得及建議.....	33
肆、參考文獻.....	35

圖表目錄

表目錄

表 1	參訪行程總表	5
表 2	參訪行程摘要	6
表 3	日本 1995~2009 年電力市場改革重點[1]	7
表 4	電力零售業者類型與代表企業[4]	13
表 5	10 大電力公司用戶移轉售電公司比例	14
表 6	10 大電力公司用戶更換售電合約比例	14
表 7	電業提交報告內容及繳交期限	20
表 8	J-Power 磯子電廠機組改造前後空氣污染排放值	31

圖目錄

圖 1	開放高壓用戶購電選擇權之自由化電力市場結構	8
圖 2	日本電力改革規劃時程	9
圖 3	電業分類定義變化	10
圖 4	未來日本電力市場架構	11
圖 5	日本規劃 2030 年發電結構比重	12
圖 6	創設基載電源市場以提高競爭性	15
圖 7	容量機制的投資回收	16
圖 8	創設非化石價值交易市場之目的	16
圖 9	會員投遞標單[5]	18
圖 10	標單撮合[5]	19
圖 11	電力和天然氣市場監督委員會組織架構	20
圖 12	廣域機關跟各電業之關係	23
圖 13	電力廣域運營推進機構(OCCTO)控制中心	23
圖 14	川崎生質能發電所參訪	30
圖 15	J-POWER 磯子火力發電廠參訪	31
圖 16	川崎風力園區浮島太陽能發電廠	32

壹、緣起

一、任務

我國新電業法已於 2017 年 1 月 26 日完成立法，未來除積極研訂相關子期外，亦將建立相關管理機制。日本於 2013 年 4 月 2 日通過「日本電力系統改革方針」，其主要開放發電及售電市場，並透過「日本電氣事業法」修正達成目標，此電業改革方向與我國相同。冀期透過直接與官方組織、專家及產業等進行訪談交流，瞭解日本對於市場管理策略、電業發展及制定費率等相關課題，並藉由實地考察，了解其電力交易之作法，以作為國內未來可學習之方向。

- (一) 訪問日本政府管制機關，了解電力市場政策制定之作法與策略。
- (二) 訪問日本電力和天然氣市場監督委員會，了解費率審查及電業與用戶間爭議處理等作法
- (三) 訪問日本 2003/11/28 成立躉售電力的日本電力交易所。
- (四) 訪問日本電力廣域運營推進機關，了解開發跨區域電源活用所需之輸配電系統，以及如何強化平時、緊急時電力供需調度機能。

二、緣起與目的

我國在「綠電先行」架構下完成電業法修法，以推動太陽能、風力發電等再生能源，並設定 2025 年達成非核家園，及綠能占 20% 的能源轉型為目標，除須於今(2016)年 1 月 26 日完成電業法修法外，並規劃在一年之內，全力投入各項子法配套措施之研擬、市場細部規劃與相關配套措施，力求完成 44 項子法之研修。上述法規研修終極目標就是建立一套務實安全可行的路徑，在核能發電設備於 2025 年停止運轉、兼顧穩定供電及改善各區域空氣品質前提下，達成備用容量率 15%、備轉容量率 10% 的目標。故子法配套措施研訂主軸，就將強化透過分散式電源推動、備用供電容量管理、電業效率提升、電廠開放設置及需求面管理等構面，強化整體供電系統的韌性，確保國人用電權益。

日本的電力市場架構及能源環境皆與我國相似，其就電力市場開放及相關調整機制亦實施有年，因應福島核災下的改革聲浪，日本政府於 2013 年 4 月 2 日

通過「日本電力系統改革方針」推動電業自由化，並將改革內容劃分為 3 階段進行，截至目前，除第三階段尚未實施外，第一、二階段皆已施行。其中第一階段係於 2015 年 4 月成立電力廣域運營推進機構，負責統籌日本全國電力跨區輸電調度。第二階段則是自 2016 年 4 月開放發電和電力零售業務限制，並可向家庭用戶自由售電。另第三階段預定在 2020 年 4 月進行廠網分離，實現發電部門與輸配電部門在法律上的分離，確保輸配電部門公平、公正執行調度任務，並在此基礎上全面取消電費管制，由市場機能決定零售部門電價。

我國與日本之電力市場架構相似，過去為確保國民電力供應穩定，皆是由大型電力公司垂直壟斷發、輸配及售電業等各環節，並均於近期推動電力市場改革，優先開放發、售電端業務競爭、建立電力市場監管單位與引入電力市場交易平台等措施。考量本次電業法修正，須增、修訂之子法內容眾多且涉及專業技術，故實有必要赴日研習，藉由拜會涉及本次電力市場改革的政策規劃與執行機關，及改革下電力市場相關利害關係人、參與者等，深入瞭解日本近期實施的電力市場改革細部措施與其對於電力市場參與者的影響，並透過實地參訪方式進行交流，汲取日本改革經驗供我國借鏡，作為後續國內電力政策與子法配套措施規劃時，加強與各界溝通之參考，俾完善規劃內容，使相關內容更臻完善。

三、參訪行程與規劃

本次出國期間：106 年 8 月 20 日至 106 年 8 月 26 日，行程、拜訪單位及參訪重點摘要如表 1 及表 2 所列。

表1 參訪行程總表

日期		時間	行程	接待單位/講師
8 月 20 日	日		起程 (臺北→羽田機場)	
8 月 21 日	一	10:00-12:00	<參訪、座談> 電力市場實施情況	經濟產業省資源能源廳
		14:00-16:00	<座談> 因應電業自由化之電力交易、 監視等委員會之角色及概況	電力和天然氣市場 監督委員會(EGC)
8 月 22 日	二	10:00-12:00	<參訪、座談> 電力自由化之電力交易現狀及 未來展望	日本電力交易所 (JEPX)
		14:00-16:00	<參訪、座談> 東京瓦斯公司因應電業自由化 之策略	東京瓦斯公司
8 月 23 日	三	10:00-12:00	<參訪、座談> 智慧電網計畫之實施現狀	東京電網公司智慧 電網營運中心
		14:00-16:00	<參訪> 電力推廣事業組織	電力廣域運營推進 機構(OCCTO)
8 月 24 日	四	10:00-12:00	<參訪> 消費性能源及都市生質能發電 所	川崎生質能發電所
		14:00-16:00	<參訪> 燃煤電廠發電效率與環保措施	J-POWER 磯子火力 發電廠
8 月 25 日	五	10:00-12:00	<參訪> 浮島太陽能發電廠	川崎風力園區浮島 太陽能發電所
		14:00-16:00	<閉幕> 總結座談	JICE
8 月 26 日	六		賦歸 (羽田機場→臺北)	

表2 參訪行程摘要

日期		參訪行程	參訪重點摘要
8月21日 (上午)	一	經濟產業省資源能源廳	瞭解日本電業與市場架構、能源結構、電業改革規劃、配套措施與階段性推動成果。
8月21日 (下午)	一	電力和天然氣市場監督委員會(EGC)	瞭解 EGC 組織架構、職掌、電力市場監督與爭議調處作法。
8月22日 (上午)	二	日本電力交易所(JEPX)	瞭解日本電力交易所現行電力交易運作機制：包含商品種類、運作方式及實際運作成效等。
8月22日 (下午)	二	東京瓦斯公司	瞭解日本全面開放用戶選擇權後用戶移轉之狀況及東京瓦斯公司售電模式、銷售方案及商業模式等。
8月23日 (上午)	三	東京電網公司智慧電網營運中心	瞭解目前 AMI 布建情形、布建時程、通訊系統採用規格，及相關數據應用技術。
8月23日 (下午)	三	電力廣域運營推進機構(OCCTO)	瞭解電量供給不足時，OCCTO 平衡跨區電力作法、要求各區電業提供資訊，以及系統供電緊急時 OCCTO 掌握系統資訊狀況方式及應變對策。
8月24日 (上午)	四	川崎生質能發電所	瞭解電廠發電效率、發電技術、電廠售電模式。
8月24日 (下午)	四	J-POWER 磯子火力發電廠	瞭解電廠發電效率、發電技術、電廠售電模式。
8月25日 (上午)	五	川崎風力園區浮島太陽能發電所	瞭解電廠發電效率、發電技術、電廠售電模式。

貳、研習內容與心得

一、日本電力市場概況

為了解電力市場政策制定之作法與策略，本次研習首先訪問經濟產業省資源能源廳，瞭解日本第五次電力市場改革規劃、配套措施與階段性推動成果。以下分就經濟產業省資源能源廳職掌、日本電力市場沿革、第五次電力市場改革先做介紹，再就階段性推動成果及日本政府未來關切議題說明。

(一)經濟產業省資源能源廳職掌

經濟產業省資源能源廳是日本電力事業主管機關與管制機關，下設秘書處、節約能源與新能源事業部、資源與燃料部以及電力與瓦斯事業部，其中，電力與瓦斯事業部 164 位。針對電業部分，資源能源廳主要職掌包括：電力制度改革規範與管理；電力供需推動措施訂定；核能發電政策；電業執照許可核發；電業轉讓或併購核可；違法取締行為等。

(二)日本電力市場沿革

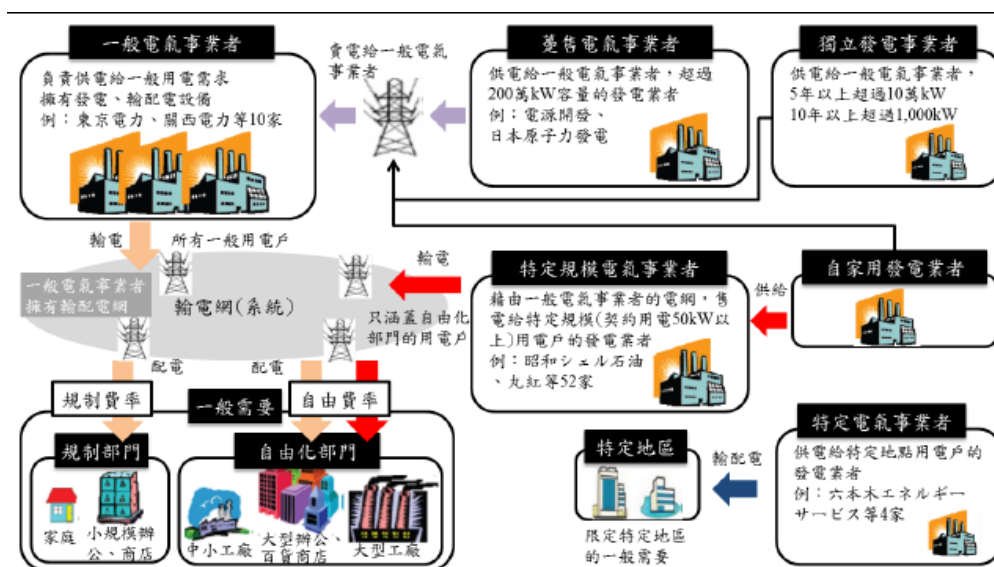
在 1995 年以前，日本電力市場是由 10 家綜合電業(即一般電氣事業者)區域垂直壟斷，缺乏市場競爭，隨著國際間興起之電業自由化潮流及影響，經產省對電力產業也採取逐步開放政策，並自 1995 年起至 2009 年間實施 4 次一連串的電力市場改革。改革重點主要係著重於發電業及電力零售電端(分階段開放用戶選擇權)的開放(圖 1)，但仍維持十家綜合電業的電力體制及電力網壟斷，而用戶選擇權的開放至 2005 年放寬至 50kV 以上用戶後即陷入停滯，實際上的電力市場仍幾乎由 10 大綜合電業所壟斷。茲就前述 4 次改革重點整理如下表 3：

表3 日本1995~2009年電力市場改革重點[1]

次	改革年度	改革重點
1	1995	(1)引入發電部門競爭，開放獨立發電業 IPP(Independent Power Producer) 市場。 (2)開放「特定電氣事業者」(Specified Electricity Utility)直接向特定地域的用戶提供電力。
2	2000	(1)引入電力零售市場競爭，逐步開放用戶購電選擇權(2000 年開放契約容量在 2,000 瓩以上特高壓用戶、2004 年開放契約容量在 500 瓩以上高壓用戶)。 (2)引入代輸規範，開放特定規模電氣事業者 (Specified-Scale Electricity Utility 或譯為 Power Producer and Supplier, PPS)可透過綜合電業之電網將電力代輸電力給具購電選擇權

		的用戶。
3	2005	(1)開放 50kV 以上高壓用戶購電選擇權。 (2)成立日本電力交易所(JEPX)。 (3)檢討代輸規範並推動輸配電部門會計分離。
4	2008	檢討代輸費率規定。

資料來源：整理自Japan's Electricity Market Deregulation，2015/6/24版，日本經濟產業省資源能源廳、ホーム>当庁について>エネルギー白書>平成21年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2010）HTML版>第3部 平成21年度においてエネルギーの需給に関して講じた施策の概況 第7章 電気事業制度・ガス事業制度のあり方 第1節電気事業制度，日本經濟產業省資源能源廳。



資料來源：日本經濟產業省資源能源廳[2]

圖1 開放高壓用戶購電選擇權之自由化電力市場結構

日本經歷 1995~2008 年間 4 次改革下，在電力零售自由化部分，2000 年開放 2,000KW 以上用戶購電選擇權，其用電量占比為 26%；2004 年則開放 500KW 以上用戶，累計開放占比達 40%；2005 年進一步開放 50KW 以上用戶，累計開放占比達 62%。

在發電市場方面雖開放 PPS 電力代輸，但其市場占比極為有限，截至 2015 年，PPS 售電量比例約占高壓以上用戶(50KW 以上)市場之 7.6%、占整體電力市場售電量約 4.8%。

(三)日本第五次電力市場改革

為因應 2011 年福島爆發核災後凸顯整體電力系統問題及電價持續高漲情形(相較於 2010 年，2015 年電燈用戶電價上漲 25%、電力用戶上漲 38%)，日本政府除重新檢討能源政策並調整能源結構外，也再次推動電力市場與制度的改革，

以提供用戶穩定及更為合理的電力價格，並於 2012 年成立電力系統改革專門委員會檢討電力市場的改革方向、2013 年通過《電力系統改革方針》，確立日本第五次電力市場的改革進程，茲就日本第五次電力市場改革重點說明如下：

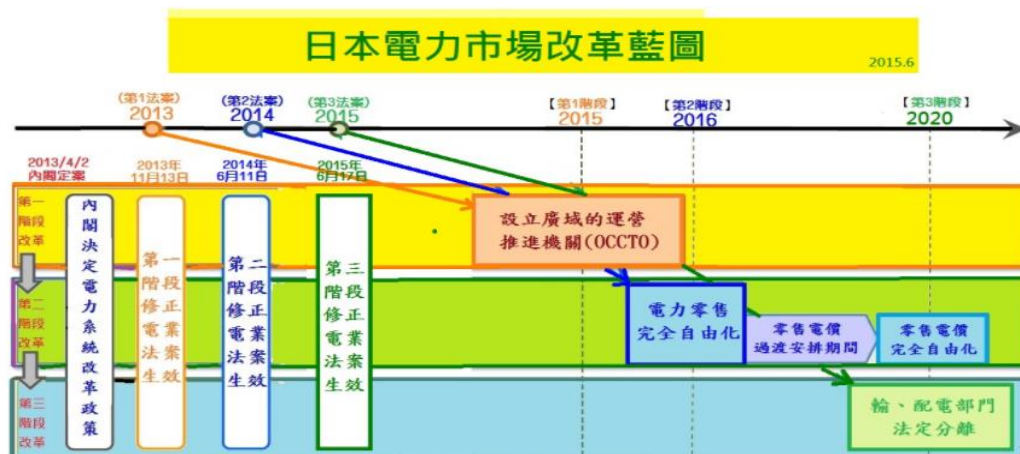
1.分三階段開放方式，逐步改革電力市場

2013 年 4 月，日本政府通過《電力系統改革方針》，提出電力改革三步曲，藉此達成電力穩定供應、抑低電價、擴大用戶電選擇權、創造商機等目的。

第一階段，於 2015 年 4 月成立電力廣域運營推進機構，負責統籌日本全國電力跨區輸電調度。

第二階段，自 2016 年 4 月開放發電和電力零售業務限制，並可向家庭用戶自由售電。

第三階段預定在 2020 年 4 月進行廠網分離，實現發電部門與輸配電部門在法律上的分離，打造一個中立的配送平台，讓各家發電業公平競爭，在此基礎上取消電費管制，實現零售電價完全由市場定價。



資料來源：日本經產省-日本電力市場改革簡報 2015/6/24版[3]

圖2 日本電力改革規劃時程

(1)第一階段：成立「電力廣域運營推進機構」

電力廣域運營推進機構(Organization for Cross-regional Coordination of Transmission Operators, OCCTO)設立之目的為活用、調度與整合全日本之輸配電網路，在平時可調度與執行全國各區域輸配電業者有關供需平衡與頻率調節的業務，以確保電力供給穩定，當發生災害時能夠依系統需求而調度發電廠升降載

來調節全國電力供需。

此外，OCCTO 取代日本電力系統委員會（Electric Power System Council of Japan, ESCJ），來完成上述職責的工作機制，包括如何利用互連電網、規劃連接系統的最佳途徑、災害緊急應變程序等。如此一來不僅降低供電成本，亦可實現超越日本地理區域藩籬調度全國電力。為了確保此一機制，新修正之電業法規定一般電氣事業者如東京電力、中部電力、關西電力等，皆有義務加入會員，並允許其它新型電氣事業者如神戶製鋼、三菱重工、三井物產等成為會員。

(2)第二階段：全面開放電力零售業准入與發電業自由化

2016年4月全面用戶選擇權的開放，允許所有用戶(不論電壓等級、行業別)皆可自由選擇供電業者。另此次新修正之電業法亦將原本的電力市場參與者重新劃分，按機能分為發電業、輸配電業、售電業等新類型，其中售電部門採取最為寬鬆的註冊制；發電業則是採取報備制；輸配電業因涉及整體電力系統供電穩定，故採取最嚴格的許可制，如下圖所示。



資料來源：日本經產省-日本電力市場改革簡報 2015/6/24版[3]

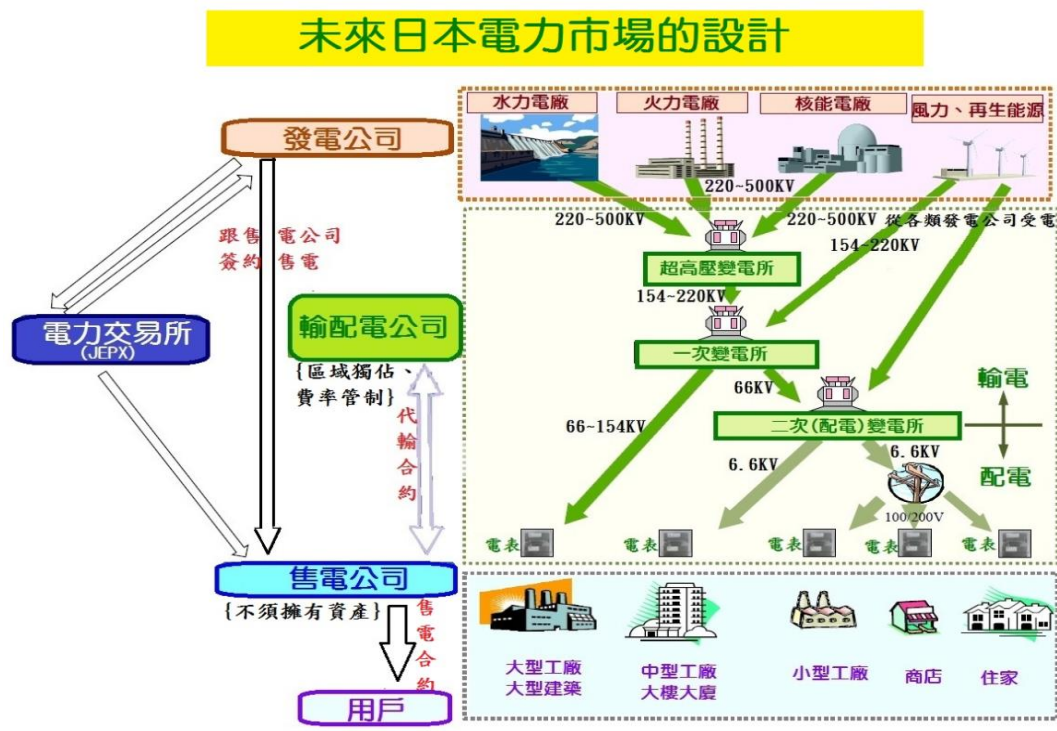
圖3 電業分類定義變化

在全面開放電力零售業的進入限制後，仍會保留一段過渡時期，對於綜合電業電價的費率將持續管制，此過渡性措施用以保護消費者權利。此外，零售競爭成效經過確認，於下一階段解除零售電價費率管制後(電力零售價格全面自由化)，由輸配電業者承擔最終供電義務以保障消費者權益。

(3)第三階段：輸、配電部門法律分離，零售電價全面自由化

本階段預計從 2020 年啟動，為了防止地區綜合電業壟斷輸、配電網而抑制新型電力業者的參與，強制輸、配電部門進行切割並各自獨自營運，以確保輸配電業者中立性，促使發電業者與零售電力業者可以公平的使用輸、配電網路。此階段雖強制綜合電業的輸配電部門分離成為輸配電公司，但仍允許輸配電公司與原本綜合電業之間具有控股關係。

至於分離出來的輸配電公司將繼續在各區域壟斷獨占，並且透過相關費率管制以保證投資輸配電線路的回收報酬率，除此之外，仍將繼續課予輸、配電業者穩定電力系統的頻率及電壓之義務，高品質電力供給將成為日本經濟活動的基礎，於此同時，撤除原本零售電價之電費上限，至此電力改革完成並全面進入自由競爭市場。



資料來源：日本經產省-日本電力市場改革簡報 2015/6/24版[3]

圖4 未來日本電力市場架構

(四)階段性推動成果及日本政府未來關切議題說明。

1.日本能電力結構規劃 2030 年燃煤 26%、燃氣 27%、再生能源 22~24%、核能 20~22%

日本政策政府在 2015 年 6 月 1 日召開的綜合資源能源調查會（經濟產業大臣諮詢機構）小委員會上，確定了 2030 年的電源結構目標：再生能源比重為 22%~24%、核能發電比重為 20%~22%、燃氣發電比重為 27%、燃煤發電比重為 26%、燃油發電比重為 3%。

比較 2014 年實績值與 2030 年目標值，可觀察到在未來在能源結構上將大幅增加再生能源占比(增加近一倍)，核能占比則規劃為 20.22%；此外，燃氣占比則由 46%降至 27%，燃油從 11%降低至 3%，燃煤則由 31%降為 26%。

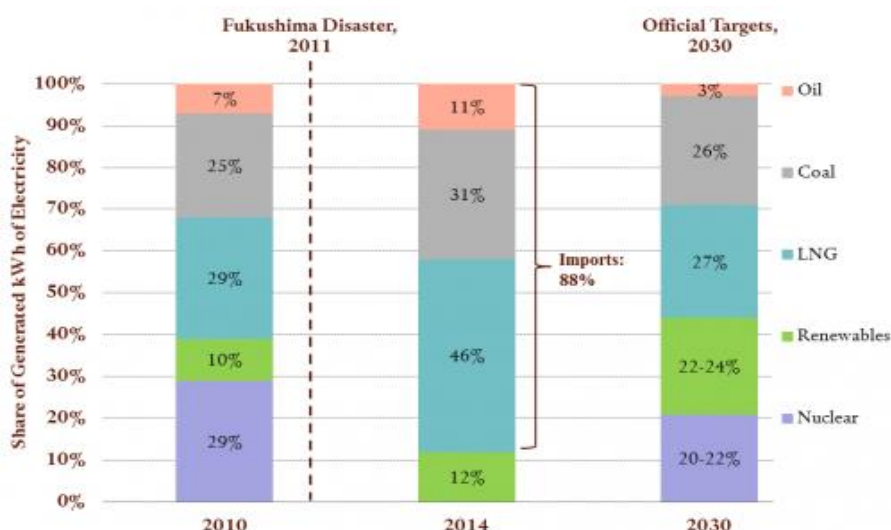


圖5 日本規劃2030年發電結構比重

2.日本全面開放零售競爭後，電力零售商競爭主要集中於都市

過去日本十大電力公司為同時經營發電、輸配電及零售等業務的綜合營運公司，自由化後分割成發電業、輸配電業、電力零售業等三部門。十大電力公司的電力零售部門和新電力公司（特定規模電氣事業者，PPS），必須申請登錄為「售電業」。截至 2017 年 4 月 20 日止已註冊完畢共計 392 家公司，跨足售電業的產業類別包括天然氣、石油等能源產業，鐵路、通訊、廣播等，如下表 4 所示。

表4 電力零售業者類型與代表企業[4]

行業別	代表企業
發電業	eREX 生質能；Looop 太陽光電
瓦斯業	東京瓦斯；北海道瓦斯；大阪瓦斯；靜岡瓦斯
石油業	JX 日本石油；昭和殼牌石油；東燃ゼネラル
通信業、有線電視業	軟銀電氣；JCOM 電力；eo 電氣
運輸業、旅遊業	HTB 能源；東急電源
地方政府	三山智慧能源（福岡縣三山市）；湘南電力（神奈川縣）
零售業	丸紅新電力；城市能源

資料來源：<https://enechange.jp/articles/liberalization?f=top>，日本電力比較公司

在已登記的電力零售商中，大部分都屬於營業規模較小的業者，約有六成屬最大購電需求位在 10 MW 以下；而購電需求可能超過 100 MW 以上的業者僅 26 家，不到 10%。若以地區別而言，營運總部設立在東京的業者有 123 家，比例高達 41%，顯見該地區之電力零售商機與競爭激烈程度；而在東京、大阪、名古屋三大都市圈以外的地區，如九州、北海道等地，僅有 27% 的電力零售業者之營運總部設立在該地，顯示日本推動電力零售自由化後，最主要的影響範圍仍以都市生活圈為主。

3.用戶移轉售電公司比例約為 8.8%

截至 2017 年 3 月止，經濟產業省的電力廣域運營推進機構接獲申請變更電力契約的案件總計約有 553 萬件，放棄以往的大型電力公司轉而選擇新電力零售公司的家庭占整體的 4.7%，約 295 萬件，以東京及關西電力公司所在的都市生活圈為主，但仍可看出電力零售自由化正逐漸滲透至全日本。此外，另有 258 萬件，約占整體的 4.1%，選擇原本電力公司的新零售方案，沒有提出異動申請，僅進行契約調整，10 大電力公司電力契約變更案件數整理於表 5 與表 6 中。但可以預期隨著今後更多與生活方式相稱的靈活電費設定，以及可以選擇脫離核電或專營再生能源的零售商等誘因，電力服務將會變得多樣化，變更零售電力營運商的家戶數將持續增加。

表5 10大電力公司用戶移轉售電公司比例

	移轉至其他售電業 (單位:萬件)	比例(%)
北海道	14.63	5.3
東北	10.27	1.9
東京	163.3	7.1
中部	24.38	3.2
北陸	1.77	1.4
關西	60.62	6.0
中國	1.57	0.4
四國	2.52	1.3
九州	16.26	2.6
沖繩	0.00	0
全國	295.4	4.7

表6 10大電力公司用戶更換售電合約比例

	移轉至其他售電業 (單位:萬件)	比例(%)
北海道	0.2	0.1
東北	2.1	0.4
東京	70.4	3.1
中部	106.5	14.0
北陸	1.0	0.8
關西	30.9	3.1
中國	35.4	10.1
四國	1.4	0.7
九州	10.0	1.6
沖繩	0.1	0.1
全國	257.9	4.1

根據日本經濟產業省表示，要在 2030 年前，地熱能、水力發電及生質能年發電量達 1,300 億度電；太陽能及風能等再生能源發電量，則是要在 2030 年前，達到年發電量 2,100 億度電。日本在能源安全、經濟效率、環境加上安全(3E+S)之前提下，加速推動再生能源(太陽能、風力、水力、地熱以及生質能等)之發展，以協助日本在動態能源環境中，發揮優勢並持續帶領能源產業與技術。

4.建立基載電源市場，促進新電力公司在電力市場交易時，容易取得低成本的電力，創造公平的競爭環境

基載電源包括燃煤火力、大型水力及核能等低發電成本的電力。雖然電力零售已開始全面自由化，但是燃煤、大型水力及核能等低價格的電源，仍掌握在一般電力公司手中，使得批發電力市場的流動性仍低，因為大部分一般電力公司會透過該公司的零售部門販售，新電力公司（PPS）要取得這些基載電源來銷售是受限的，將被迫以液化天然氣(LNG)等成本較高之中載電源供應其客戶，導致競爭力不足。

創設基載電源市場的目的就是做為解決上述問題的手段，規定一般電力公司有義務以適當價格向市場供應一部分低成本的基載電力，讓新電力公司可以容易取得低成本的電力，創造公平的競爭環境，但是，供出量和價格是個關鍵，也會涉及燃煤發電和大型水力發電的補償等問題，相關制度需詳細的設計。

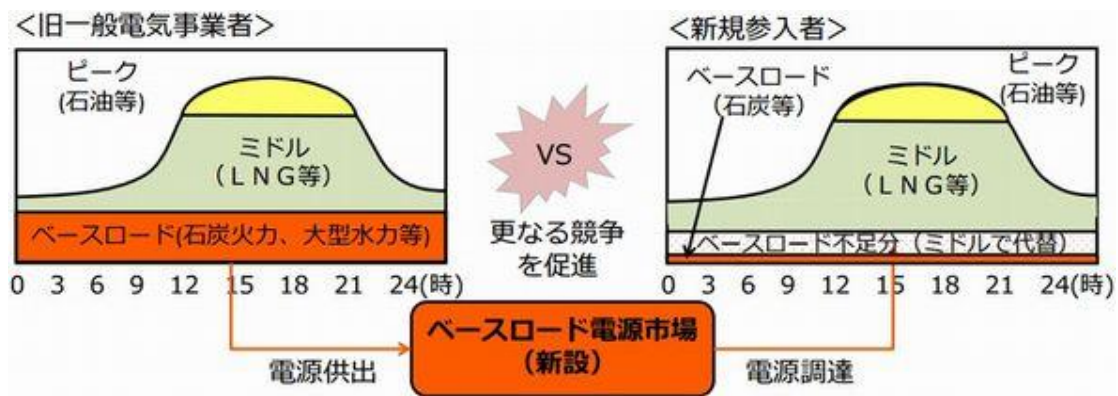


圖6 創設基載電源市場以提高競爭性

5.建立容量市場，確保業者投資發電設備回收的可預見性

在開放電力零售全面自由化後，對於發電設備的投資，將以市場價格指標做為投資回收的考量，相比於自由化之前，增加了投資的不確定性，此外，隨著再生能源的持續擴大併網，導致傳統發電方式之電廠發電受到排擠，使得電廠運轉效率下降，業者的整體售電收入減少，將進一步降低業者對發電設備適時投資的意願。由於電源開發需要一段時間的準備期，若不能適時地吸引業者投資，而使得發電設備不足時，中長期將出現電力供應短缺的情況，造成供需吃緊期間電費高漲和電源不夠等問題。因此，除了電能市場之外，應該設置容量市場制度，提出一定投資回收的可預見性措施，吸引業者有意願投之發電設備。

目前日本政府在考慮容量確保的實效性和業者管理的難易性，設計容量市場將採集中型，由市場管理者統一採購和管理容量。另外，為了確保系統供電安全，進一步要求全部電力業者加入一個中立機關，並提出中長期供電計畫，由 OCCTO 負責審查並公告電力缺口數量及舉辦採購，媒合有意願建置發電廠之發電業者及有購電需求之售電業(OCCTO 本身並不擁有電廠之所有權)。

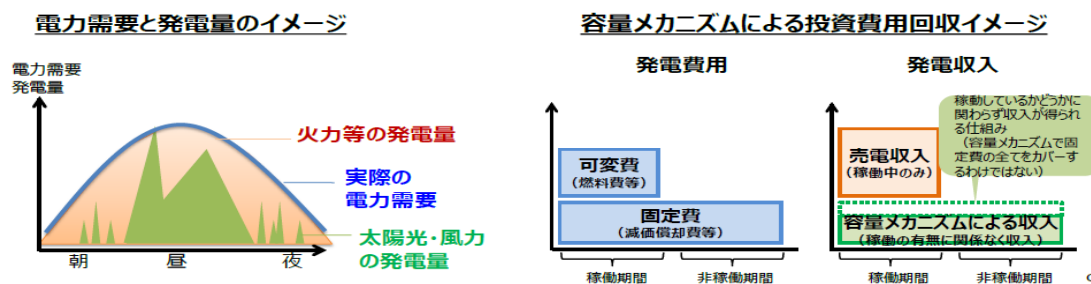


圖7 容量機制的投資回收

6. 建立非化石價值交易市場，以實現 2030 年非化石電源 44% 目標

依據 2016 年修訂的「能源供給結構高度化法」，要求自 2030 年度起，每年售電量達 5 億度以上的零售電力業者，在其售電量中，非化石電源(再生能源、核能)必須達到 44% 以上。但是，目前在批發電力交易所採購的電力，無法區別其為非化石電源或化石電源，來凸顯非化石電源的價值，此外再生能源的 FIT 制度，以賦課金方式附加於電費中，由全部用戶平均負擔，並未能顯現 FIT 電力的環境價值。因此，為凸顯非化石電源的價值，創設新的非化石價值交易市場，協助零售電力業者可以便利地採購非化石電源的電力，達成高度化法的目標(圖 8)，同時促進再生能源發展和降低成本、擴大用戶選擇權，以及減輕 FIT 制度下的國民負擔等目的。

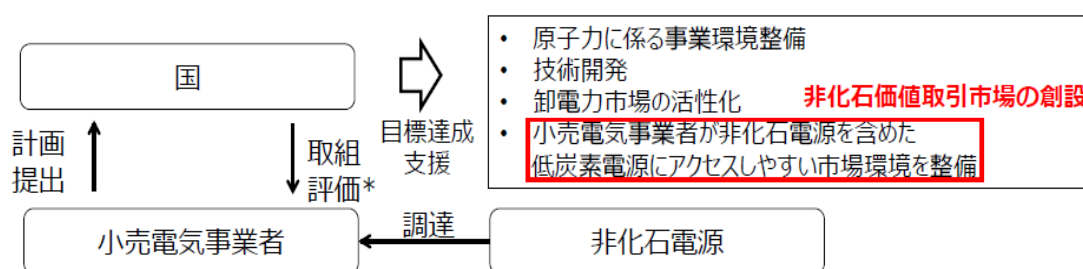


圖8 創設非化石價值交易市場之目的

二、日本電力市場交易與監督

經產省於 2014 年 2 月 28 日將第二階段電氣事業法修正，於 2016 年零售電力市場全面邁向自由化，讓 7,700 萬家庭用戶及 740 萬小商家能夠選擇電力供應商。並為保護用戶，採用電價管制及自由選擇供電等 2 種配套方式。本次研習就上述開放後，拜會電力和天然氣市場監督委員會(EGC)，了解費率審查及電業與用戶間爭議處理等作法，另為瞭解日本電力交易所現行電力交易運作機制，包含商品種類、運作方式及實際運作成效等，拜會日本電力交易所(JEPX)。以下就日本電力交易所職掌、運作機制、日本電力市場監管說明。

(一) 日本電力交易所(Japan Electric Power Exchange, JEPX)

係依據 2003 年電力事業小組委員會報告提出的建議，為完善全國電力交易市場，因而成立的日本電力交易所(JEPX)。該交易所原係依據日本「中間法人法」所成立之具有限責任之中間法人。惟「中間法人法」於 2008 年廢止，故該所於 2009 年 6 月改名為一般社團法人日本電力交易所。

日本電力交易所係由 9 家電力公司所出資組成(因沖繩電力公司系統未併聯，故未參與)，其下設有運營委員會、市場交易監督委員會、市場交易檢證特別委員會、紛爭處理委員會及交易活絡化特別委員會等 5 個委員會。其採會員制，電業需成為會員方得於該交易所進行電能交易。目前共有會員 44 家，分別為一般電力事業 9 家、躉售電力事業 1 家、特定規模電力事業 19 家，發電事業 15 家。

JEPX 主要進行電能的實物交易，設有現貨市場(其中又細分前一日市場及當日市場 2 類)，發電業、需量反應業者可在交易平台提供電能數量(或抑低電量)，售電業者亦可提報需電量，當雙方達成約定價後(類似股票交易制度)，即可完成電能交易。另外，依據日本金融法規規定，電能衍生性金融商品之買賣應由東京商品交易所籌辦，但因為該交易所目前尚無具體商品買賣之規劃，爰先由日本電力交易所籌辦期貨市場。從 2008 年起試行綠色電力的電力躉售交易及京都議定書清潔發展機制信用額度交易，惟實際有交易運作的僅有現貨市場。

(二) 日本電力市場交易制度

日本電力市場交易以雙邊合約為主，2005 年 4 月電力交易所正式運作後，開始有了電能集中交易市場，包括現貨市場及期貨市場。

1. 現貨市場：

細分為前一日市場及當日市場，前者係進行翌日的電力交易，半小時為一區間，總計有 48 個區間，以 1000kW 為單位。可供自由競價購買標的量。JEPX 採撮合方式進行撮合，再由經撮合得標之雙方依投標價及量進行交易。

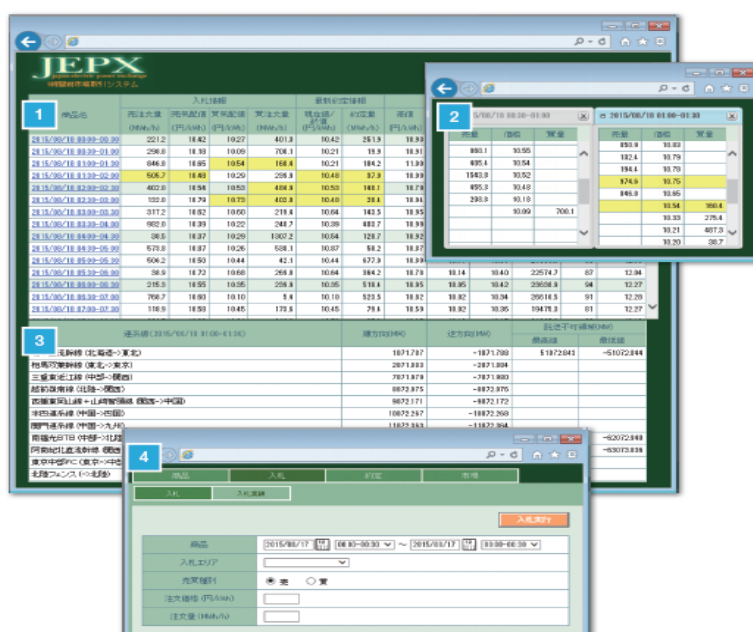


圖9 會員投遞標單[5]

於用電的前一天，會員將投標單遞交 JEPX，經 JEPX 撮合後，將撮合結果通知會員及電力調度機構，若尚有網路壅塞發生，則將再請 JEPX 再行撮合至系統安全無虞為止，並將結果送到綜合電業，與零售業者所提出的當日用電計畫配合，以進行調度。

而當日市場類似前一日市場，主要是因應機組故障、系統調頻或用電需求高於預期的臨時電力需求而設立，單位投標容量較低(以 100kW 為單位)，較具彈性。

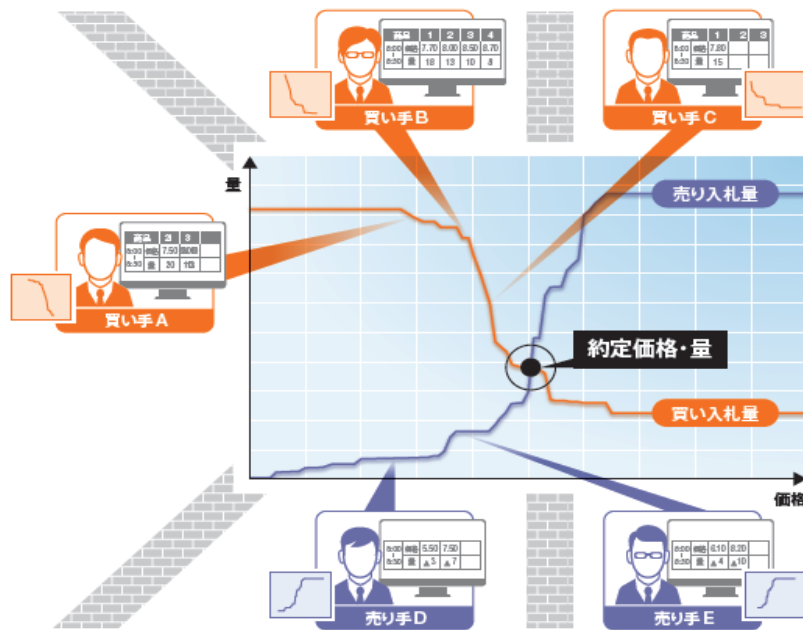


圖10 標準撮合[5]

2. 期貨市場又可分為期貨定型商品市場與期貨揭示版（bulletin board）市場，期貨定型商品市場中提供一定期間以後的交易，屬於商品定型化，為「月約」，又分為「24 小時型」與「日間型」。揭示版市場由買方或賣方在揭示版公佈所要交易的商品資訊，如時段、數量與價格等，屬於場外交易。

在電力交易現況而言，日本全國一年之用電量約為 8000 億度，其中透過電力交易所交易之電量約為 230 億度(2016)，占全國用電量 3%，比例仍不算高。在未來，為擴大交易量，JEPX 亦將配合國家政策規劃，設立基載電力交易市場、非化石交易市場等，協助新電力業者透過交易市場取得電能，以強化新電力業者與既有 10 家電力公司之競爭能力。

(三)日本電力市場監管情形

日本於 2015 年 9 月成立「電力和天然氣市場監督委員會」(Electricity and Gas Market Surveillance Commission)，直屬於日本經濟產業省，該委員會設置 1 名主席以及 4 名專門委員，並由經濟產業省長任命，委員成員專業領域包括法律、經濟、財務、工程等經驗。另該委員會底下設置 3 部門，分別為政策規劃、市場監督、電網監控等。此外，除經濟產業省各區域市場監察處。其組織型態如圖 11 所示。

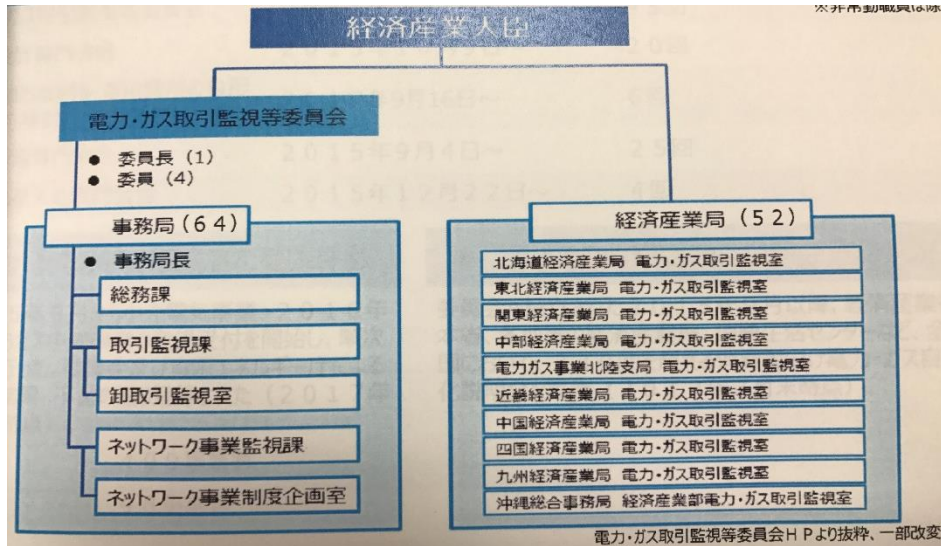


圖11 電力和天然氣市場監督委員會組織架構

電力和天然氣市場監督委員會設立主要功能為：

1. 收集報告進行審察，提供電力市場交易建議，並行使調解/仲裁之權力。
2. 向經濟產業省部長提出關於電網費率和電力零售商評估方針的建議。

基本上，電力和天然氣市場監督委員會監視對象為所有發電、輸配電、電力零售等業者，電力和天然氣市場監督委員會負責在電力市場上，監視批發與零售交易的公平性，以及輸配電業者的行為，確保輸配電網的中立性，並負責向經濟產業省提出有關費率與市場監督之建議以及行使調解/仲裁之權力，其最終目標是促進電力市場的健全發展，為了進行電力市場監督，委員會要求受監視對象須於規定期間內提交相關報告，所需提交之報告與時間整理於表 7 中。

表7 電業提交報告內容及繳交期限

電業	報告內容	提交報告期限
售電業	電力銷售量及合約數	每月
	零售電費	每季
	零售契約變更狀況	每月
	售電商購電合約(依再生能源特性，與再生能源協議之銷售金額)	每年
輸配電業	電力系統不平衡狀況	每月
	用戶轉換供電契約之情況	每月
電力交易所	電力交易所會員資訊	隨時
	遠期市場交易資訊	每日

	前一日市場交易資訊	每日
	當日市場交易資訊	每日

在消費者和售電業者以及電業與電業之間的合約糾紛等問題方面，當雙方合約發生糾紛，一方可向電力和天然氣市場監督委員會提出調解申請，並透過電力和天然氣市場監督委員會訂定電力和天然氣交易爭端解決手冊，進行爭議調處機制與程序，此機制共分為斡旋、仲裁、投訴與諮詢四個程序，不同對象所採用之程序將有所不同，斡旋與仲裁主要是調處電業間之爭議，由電業以書面資料方式提出申請，而投訴與諮詢除了可調處電業間之爭議外，主要是用以調處電業與消費者之間之爭議，根據與會日本專家說明，目前所提出之申請案件大多都是諮詢案件。

在輸電費率審查方面，日本 10 大電力公司擁有輸配電線路，其代輸電費率收費方式以郵票法為主，代輸費率組成包括：輸送及分配電力之相關費用、合理利潤以及相關扣除額，由 10 大電力公司自行提出，電力和天然氣市場監督委員會將審查是否合理，且當電力公司欲提高輸配電費率時，須通過電力和天然氣市場監督委員會之審查，此外，電力和天然氣市場監督委員會議會每年事後審查費率是否合理。

三、電力廣域調度(電力廣域運營推進機構,OCCTO)

穩定電力供應係推動能源轉型之重要原則與先決條件，我國將在「非核家園、穩定供電、空污改善」三大政策方向下，規劃建立一套務實且安全可行的路徑，讓核能發電設備在 114 年前停止運轉下，兼顧穩定供電及改善各區域空氣品質前提下，達成備用容量率 15%、備轉容量率 10% 的目標。為此本次研習，專訪日本電力廣域運營推進機構，瞭解電量供給不足時，OCCTO 平衡跨區電力作法、要求各區電業提供資訊，以及系統供電緊急時 OCCTO 掌握系統資訊狀況方式及應變對策。

自福島核災後，日本建立電力廣域運營推進機構 (Organization for Cross-regional Coordination of Transmission Operators, OCCTO)，其設立之目的除為了解決擴大引進再生能源造成的電力供需緊張與電力輸出波動之外，另可活用、調度與整備全日本之輸配電網路，在平時可調度與執行全國各區域輸配電業者有關供需平衡與頻率調整的業務，以確保電力供給穩定，並在災害發生時能夠因應需求而導引發電廠升降載並調節全國電力供需。OCCTO 職掌包括：

1. 彙編與檢討各電業電力供需計畫與電網計畫。
2. 根據各區電業提供電力數據進行廣域運轉調整。
3. 當系統供電緊急時，規劃電力融通與加強供電等調整。
4. 以中立角度負責新併入電網之電源連結與系統資訊公開。

此外，OCCTO 取代日本電力系統委員會 (Electric Power System Council of Japan, ESCJ)，來完成上述職責的工作機制，包括如何利用互連電網、規劃連接系統的最佳途徑、災害緊急應變程序等。

OCCTO 平時辦理各區域間輸配電公司的供需平衡與頻率調整，個區域內之頻率調整由 10 家電力公司自行負責，並通報系統即時資訊予 OCCTO，最為全系統整合調整之用，此外，在前一天下午五點前各電力公司須提報明天各時段之電需求預測值與予備率(相當於電力系統之備轉容量率)之情況，並通報予備率低於 3% 之時段，且短缺多少發電容量能使得予備率能滿足 3%，OCCTO 在收集全國資訊後，就考慮線損情況下，依就近提供容量資源為原則進行統一調度，當系統事故災害造成供電緊急時採兩階段因應，第一階段指示抽蓄機組提升機組出力、

增加電力融通，執行電力供需調整，第二階段要求各電力公司提報可提供之發電量，採用平時情況之原則統一調度執行電力供需調整。



資料來源：OCCTO廣域機關網站[3]

圖12 廣域機關跟各電業之關係

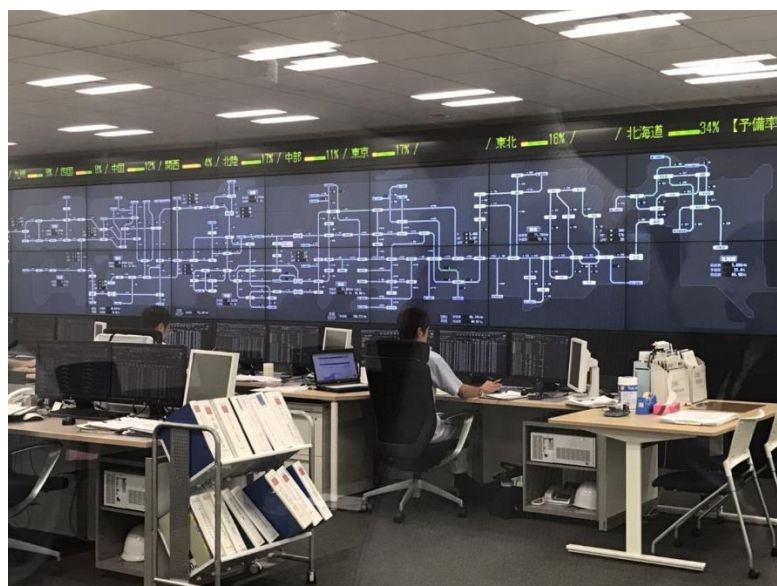


圖13 電力廣域運營推進機構(OCCTO)控制中心

四、日本電力零售市場自由化

(一) 零售業市場發展

日本自 1995 年起推動第一階段電力事業自由化，引進特定電氣事業者，使其得以利用本身之供電設備，對特定地區之用戶進行供電(即直供)、2000 年則開放特定規模電氣事業(PPS)，允許其可藉由綜合電業之電網將電力銷售給具購電選擇權的用戶(即轉供)，東京瓦斯所經營的電力業務，在過去電業劃分上即屬 PPS。2016 年 4 月起全面開放用戶選擇權，因應日本政府的政策，原本屬於 PPS 的東京瓦斯，配合電業重新劃分，加入發電業及售電業市場。

售電市場部分，截至 2017 年已有 390 家業者登記電力零售業，初期日本零售電力業者主打價格戰，可提供大規模電力來源的大企業及搶占市場的新加入業者分別端出不同的優惠方案吸引消費者。

截至 2017 年 3 月止，經濟產業省的電力廣域運營推進機構接獲申請變更電力契約的案件總計約有 553 萬件，放棄以往的大型電力公司轉而選擇新電力零售公司的家庭占整體的 4.7%，約 295 萬件，以東京及關西電力公司所在的都市生活圈為主，但仍可看出電力零售自由化正逐漸滲透至全日本。此外，另有 258 萬件，約占整體的 4.1%，選擇原本電力公司的新零售方案，沒有提出異動申請，僅進行契約調整。

(二) 零售業經營模式(東京瓦斯公司)

東京瓦斯公司成立於 1885 年 10 月，資本總額超過 1,418 億日圓，公司集團員工總計 16,823 人，是日本最大的燃氣供應商。業務範圍包括：(1)生產、供應及銷售天然氣；(2)生產、供應及銷售電力；(3)提供天然氣工程解決方案及安裝工程；(4)海外業務；(5)其他：土地及建築物的租賃與管理、航運業務、貸款/租賃金融服務等。

東京瓦斯公司至 2017 年 6 月為止在東京都市區低壓用戶部分已獲得超過約為 84 萬件用戶轉換合約，是所有特定規模電氣事業者(PPS)占比最高之公司，預期能在 2017 年底累積至 100 萬件，為了擴展零售電力市場，東京瓦斯公司針對用戶進行轉換契約之誘因調查，歸納出優惠、安心與簡單便利三個主要因素，因此針對此三個因素提出相對應的零售合約誘因，優惠方面提出了電力、燃氣與網

路費整合的優惠套餐來吸引用戶，安心方面提出了三種附加服務：(1) 服務範圍擴大到日常緊急狀況，像是忘記帶鑰匙、馬桶阻塞、玻璃破碎等等，都可以馬上派人到府服務；(2)提供連水費一併支付的優惠；(3)消費者在出門後才發現忘了關瓦斯時，便可撥打之，請求服務中心中止供應，又或者在家忘了關瓦斯的時候，瓦斯公司也會因為異常而來電提醒，簡單便利方面則提供整合網路費等其他家常支出，給消費者更便利的繳費方式。

在發電部分，前身為 PPS 的東京瓦斯有著豐富的發電經驗，並擁有如川崎天然氣發電、扇島電力、東京瓦斯橫須賀電力、東京天然氣發電等電力來源。然而，由於日本政府對溫室氣體降低的目標及 311 福島核災後民眾對於核電的反彈，使的基載電源新設不易，而低廉基載電源多為大型電力公司(修法前之傳統獨占的綜合性電力)所擁有。為了使新加入的業者具有競爭力，日本政府也規劃自 2019 年開始推動基載電源市場的交易，強制大型電力公司將其擁有的部分基載電源(燃煤火力、大型水力、核能等)投入交易市場以促進競爭，此部份規劃對東京瓦斯而言，為一個發展的契機。

五、智慧電網

(一)日本智慧電網發展現況

為了減少二氧化碳排放與提高能源效率，世界各國都在開發「智慧電網 (smart grid)」，又稱為「智慧型電表基礎建設(advanced metering infrastructure, AMI)」，將傳統機械式電表與電力系統升級為「智慧型」的電力系統，由最前端計費用的電表，中間的通訊系統，到後端管理用的伺服器全面升級，主要包括下列設備：

1. 智慧電表 (smart meter)：

使用積體電路製作之電子式電表。電子式電表包含量測電壓、電流、計算消耗功率外，還可以計算出實功 (active power)、虛功 (reactive power)、功率因數 (power factor)，等各種電力參數提供使用者與電力公司參考。也有計算分段式電價的功能，更內建電力線通訊或無線通訊模組，將各種用電資訊即時送回電力公司，因此電力公司可以立即進行電力調配，減少備用容量。

2. 電力線通訊 (power line communication, PLC)：

將資料封包利用用戶電線直接傳送的技術。一班是以 5~500 KHz 的電磁波經由電線傳輸資料封包，資料傳輸率可達 200 Kbps，傳輸距離可達 1~2 公里，由用戶電表端傳送到「資料集中器」。

3. 無線通訊 (wireless communication)：

目前常見之無線通訊方式為 Zigbee (一種低速短距離的無線網路) 通訊技術，資料傳輸率可達 250 Kbps，傳輸距離可達 100 公尺，通訊頻率為 2.4 GHz，但常受到藍牙 (bluetooth)、無線區域網路 (Wi-Fi) 等干擾，而且 2.4 GHz 是高頻電磁波，繞射效果差，不容易繞過障礙物，於是開始有人改用頻率低於 1 GHz 的無線通訊技術，繞射效果較好，例如日本「Wi-SUN 聯盟」所使用的技術。

4. 資料集中器 (data concentration, DC)：

電力線通訊的傳輸距離只有 1~2 公里，Zigbee 通訊技術的傳輸距離只有 100 公尺，因此無法將用戶用電資訊直接傳送回電力公司，必須先透過資料集中器將用電資料集中起來，再轉換成以太網路 (ethernet)、纜線數據 (cable modem) 或光纖網路等方式將資料送回電力公司。

5. 家庭能源管理系統（home energy management system, HEMS）：

家庭能源管理系統將家裡每一個插座的用電狀況收集起來，提供給用戶參考，甚至可以與雲端資料庫相連，由雲端系統提供能源管理方式的建議，以達到省電節費的目的。

日本在 2011 年通過「能源供需安定行動計畫」，規劃 5 年內完成 70 萬戶高壓用戶與 6000 萬戶低壓用戶（約佔 80%）的智慧電表建置，並於 2020 年全面導入。日本智慧電網主要由智慧電表傳送用電資訊到集中器，最後傳送回電力網讓電力公司進行發電、輸電、配電的參考，同時提供各種電力管理的加值服務；另外也可以由智慧電表傳送用電資訊到室內的「家庭能源管理系統」，同時連結到屋頂的太陽能發電系統、室內的儲能電池以及所有的插座，進行全面的能源管理與監控。

(二)東京電網公司智慧電網營運中心

東京電力股份有限公司於 1951 年創立，因日本政府推動電力自由化政策，從 2016 年 4 月 1 日起，該公司轉型成控股公司，並將其業務拆到三家新成立的子公司：東京電力燃料與電力(股)、東京電力電網(股)、東京電力能源夥伴(股)。目前東京電力電網公司智慧電網營運中心主要負責包括：智慧電表部屬計畫的進度管理、資通安全及檢測等。

日本電力自由化後，是由原綜合性電力公司所拆分出的輸配電業(電網公司)協助用戶進行電表安裝。東京電力於 2012 年 3 月啟動智慧電網計劃至 2017 年 7 月為止已經完成安裝超過 1230 萬具智慧型電表，並預計將在 2020 年完成全東京 2700 萬具的安裝，預期每日電表讀取量將為 13 億筆資料，其規模將為世界最大。其智慧電表系統由智慧電表實體、通訊系統與電表資料管理系統(MDMS)組成。

1. 智慧電表實體:

東京電力安裝之智慧電表有以下幾個主要功能:

- (1) 每 30 分鐘自動讀表並同步傳送資訊至管理系統
- (2) 記錄讀表資訊，保留超過 40 天資料作為傳輸資料校正所需
- (3) 遠端操控斷開/再連接功能，事件紀錄功能

(4) 與家用能源管理系統(HEMS)連接功能

2. 通訊系統:

在電表資料傳送方式東京電力採用了三種方式，主要是以無線電表跳接(Multihop Wireless, 920MHz RF)方式為主，約有一千萬台智慧電表的通訊方式採用此方法，其次是採用蜂巢式(Cellular type)通訊機制，約有 178 萬台智慧電表採取此方式，最後是採用低壓電力線載波(Low Voltage PLC)方式，此方式在 2016 年才開始推出，至目前為止共只有 137 具採用。截至 2017 年 7 月，全系統電表連接率達到 99.4%。

3. 電表資料管理系統:

管理系統包含了電表資料管理、電表管理與通訊網路管理三個主要功能。

本次參訪亦參觀了東京電力智慧電網營運中心，此中心最主要之功能在於全系統的管理，因此維持 24 小時 365 天不間斷監管。

六、再生能源電廠與高效能火力電廠參訪

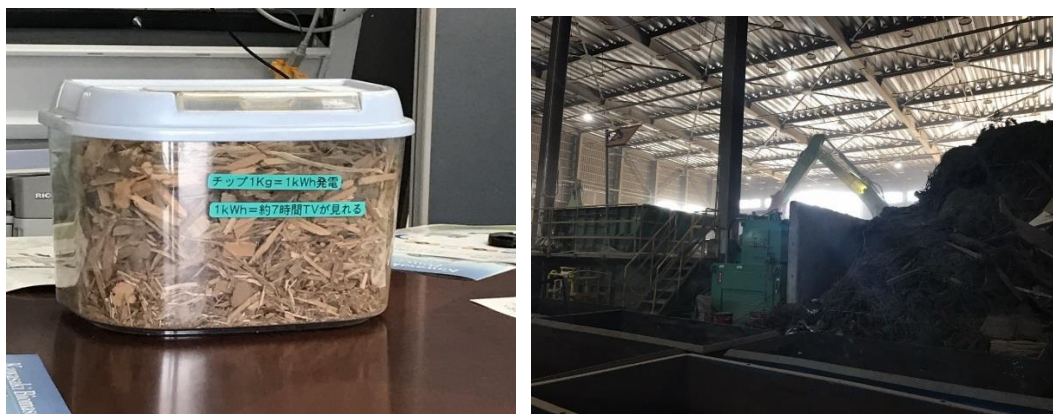
(一) 川崎生質能發電所

川崎生質能發電所於 2011 年 2 月開始運轉，為日本最大生質能發電廠，該電廠總計 15 人負責營運，電廠裝置容量為 33,000kW，使用的生質燃料主要為建築物廢棄木材，小部分係來自食品(咖啡、大豆)殘渣，如日本食品業大廠「味之素」就將製程中剩調味醬料製造過程中產生的脫脂大豆殘渣，供應給川崎生質發電廠。

在建築物廢棄木材部分，每天約使用 600 噸建築物廢棄木材，因此為穩定發電量，該電廠之燃料儲存可達 6000 噸(約 10 天)。電廠將收集之廢棄木材先經由第一次破碎程序將燃料研磨至 30~40 公分大小，再經由第二次破碎程序將燃料研磨至約 5 公分大小，在經過第一次磁選機，篩選可能附於廢棄木材上之金屬物，接著進行燃料大小篩選，將個體超過 5 公分之木材進行再破碎程序，之後進行第二次磁選機篩選遺留之金屬物，完成發電廠所需之燃料，運送至儲存場儲存。

此外，設置靜電除塵、排煙脫硫與排煙脫硝環保設備以減少 NO_x、SO_x 等有害氣體排放，該電廠有助日本減少 12 萬噸二氧化碳排放量。

在售電部分，因日本現行就建築物廢棄木材為燃料種類的 FIT 收購價格偏低，故川崎生質能係採用 RPS 制度與 JXTG 公司簽訂雙邊合約，將所生產之電能約 95%透過東京電力的網路售予 JXTG 公司，剩餘 5%則售予東京電力。但由於日本推動再生能源制度已轉向以 FIT 為主，導致業者透過雙邊合約購買再生能源電力意願大幅降低，故對該公司將形成一大挑戰，未來除須思考制度之轉變，並可考量配合日本近期新創之非化石價值交易市場，於尖峰時期售電等方式，皆值得進一步觀察與了解。



(a)川崎生質能發電所燃料樣本

(b) 第一次破碎程序



(c) 磁選機

圖14 川崎生質能發電所參訪

(二) J-POWER 磯子火力發電廠

J-POWER 磯子火力發電廠坐落在橫濱市，濱臨東京灣，為超超臨界燃煤火力發電廠，該電廠裝置容量為 1200,000 kW，並設置室內煤倉來儲存煤炭。磯子電廠 1、2 號機採用之超超臨界技術，主蒸汽壓力及溫度為 25MPa 及 600°C，再熱蒸汽溫度分別為 610°C 及 620°C，其發電效率為 45%(LHV, Gross)，二氧化碳強度從 100% 降至 83%，這是由於效率提升能節省燃料之消耗，進而減少發電時所造成之二氧化碳排放。此外，該電廠設置環保設備，以符合排放標準，並透過加高電廠煙囪高度(達 200 公尺)，提高擴散稀釋能力以降低濃度，減少對環境影響。電廠兩座機組皆採用再生活性碳吸附技術(ReACT, Regenerative Activated Coke Technology)技術，從鍋爐排放出的煙氣中含有氮氧化物，在其中添加氫，使其通過催化層，藉由化學反應，煙氣中的氮氧化物被分解為無害的氮氣和水，使煙氣通過填有活性碳的脫硫塔，活性碳吸附煙氣中的硫氧化物，送到再生塔，在再生塔裡使硫氧化物脫離活性碳，活性碳得到再生，然後送往脫硫塔循環

使用，脫離下來的硫氧化物可做為農硫酸加以回收，得到有效利用。並且利用靜電集塵技術，將煙氣中之煤塵利用電及吸附，回收後供給水泥廠再利用。

表8 J-Power 磯子電廠機組改造前後空氣污染排放值

	粉塵(mg/m3)	SOx (ppm)	NOx (ppm)
改造前	50	60	159
1號機	10	20	20
2號機	5	10	13

有別於其他的燃煤發電廠而言，磯子電廠廠區非常潔淨美觀，參觀行程中廠區看不到粉塵污染，圖 15(a)為電廠煙囪，參觀同時電廠正以滿載運轉，但通過諸多環保設施後，未有污染氣體排放之情形，由於磯子電廠建置於橫濱港灣，鄰近商業區，因此地方政府對電廠整體污染控制要求非常嚴格，且根據日方表示在建廠時，電廠外壁之著色、煙囪擺放位置與形狀，都與當地居民溝通，與周圍景觀取得協調，此對於國內目前正進行的燃煤電廠改造工程中，除硬體的建設及技術可以借鏡外，其實在軟體上，包括地方民意溝通方式及景觀維護上的努力亦值得參考。



(a) J-POWER 磯子火力發電廠煙囪



(b) 火力發電廠廢棄物回收樣本



(c)發電廠外觀模型



(d)發電廠控制中心

圖15 J-POWER磯子火力發電廠參訪

(三) 川崎風力園區浮島太陽能發電所

川崎市和東京電力公司合作，由川崎市政府提供海埔新生地，並負責太陽能發電推廣，東京電力公司完成發電廠的建設及後續運行維護任務，於浮島建置太陽能發電廠，浮島發電廠占地 11 萬平方公尺，裝置容量為 7,000 瓩，於 2011 年 8 月開始營運，浮島太陽光發電廠相關資訊整理如下：

1. 裝置容量：7MW 年發電量：約 7.4GWh。
2. 地點：神奈川縣川崎市川崎區浮島町。
3. 土地面積：約 11 公頃。
4. 土地來源：川崎市所有土地。
5. 採用太陽電池板：4 萬片薄膜太陽能電池面板。
6. 太陽電池板供應商：SHARP。

發電廠建置後初估年發電量約為 7400MWh，而 2013 年之年發電量約為 9510 MWh，容量因素約為 15.5%，太陽能板是採用單晶矽，仰角 10 度設置方式，用以減輕風力對於太陽能板之影響，此外仰角較低，可減少太陽能板所造成之陰影面積，所短太陽能板間通道之寬度，降低設置面積。



圖16 川崎風力園區浮島太陽能發電廠

參、心得及建議

- 一、日本進行第五次之電氣事業改革，是為求同時達成「穩定供給」「適合環保」「競爭與效率」三大課題，進行檢討用戶觀點之重要性、零售自由化範圍擴大的利弊、躉售電力市場競爭環境的改善、同時同量不平衡制度、代輸費率制度、確保電力穩定供應及適合環保等議題。並自 2015 年 4 月起分為三階段實施。第一階段成立電力廣域運營推進機構(OCCTO)支援跨區電力交易；第二階段(2016 年 4 月)開放電力零售市場；第三階段(2020 年 4 月)將解除零售市場的電價管制 及開放電力輸配市場。
- 二、日本於 2015 年 9 月 1 日成立「電力和天然氣市場監督委員會」，監視對象為所有發電、輸配電、電力零售等業者，電力和天然氣市場監督委員會負責在電力市場上，監視批發與零售交易的公平性，以及輸配電業者的行為，確保輸配電網的中立性，其最終目標是促進電力市場的健全發展。與我國現行電價審議會、爭議調處委員會相當，對輸配電業者之電網使用費是有審議機制、未來對用戶之售價，將開放電力零售市場機制，進入監督管理層次。
- 三、2003 年 11 月 28 日成立躉售電力的日本電力交易所，雖已於 2016 年 4 月全面開放電力零售市場，但是透過日本電力交易所(JEPX)買賣的電力僅佔電力零售市場總量約 3%。儘管一連串的電力市場改革，開放了用戶擁有購電選擇權，但實際上一般電氣事業者的獨占市場結構依舊沒有改變，自由化的競爭精神並沒有被完全展現，電力零售市場上新參與的市占率低，且一般電氣事業間的直接競爭也沒有實現，尚待政府採取各項措施。為擴大交易量，未來日本電力交易所將配合國家政策規劃，設立基載電力交易市場、非化石交易市場等，協助新電力業者透過交易市場取得電能，以強化新電力業者與既有 10 家電力公司之競爭能力。而我國在導入電力交易制度過程中，同樣也會面臨新加入之電力業者，難以和既有電力公司競爭之情況，建議可持續追蹤日本導入新交易市場之推動狀況，作為國內導入電力交易制度之參考。
- 四、電力廣域的運營推進機關主要功能為：(一)彙編與檢討各電業電力供需計畫與電網計畫，並可命令各電業更改計畫，例如互聯線之興建；(二)當系統供電緊急時，可以請經產大臣命令各電業強制發電出力與電力融通。電力

廣域的運營推進機關是國家認可的法人機構，對於跨區運用擁有極大的權限，但是，其中有一點尚未規範明確，除了在緊急時刻經產省要命令電業供電(修改後改為供電安全有疑慮時)以及規範輸電電費外，法規上都沒有規定經產省對電業的額外指示和監督。此種作法可解讀成日本政府對於電力市場之監管，採取較為寬鬆之態度。目前我國電業法 106 年 1 月 26 日修正公布後，電力市場已由台電公司一家獨賣之現況，開放再生能源發電業及再生能源售電業可透過直供(轉供)售電，惟距離電業市場零售自由化仍有一段距離，在轉型過程中仍需要以穩定供電及維護電力市場穩定為前提，透過法規規範業者，以穩健之態度推動電力市場轉型。

五、在 2016 年 4 月開放零售市場全面自由化後，原有之傳統獨占型的綜合性電力公司將遭受到特定規模電氣事業者的競爭，面臨用戶契約轉移，為了維持住原有之用戶或擴展零售市場，各零售業者不得不提出夠吸引力之售電方案來吸引用戶，例如透過異業結盟方式，將電力、瓦斯或電信整合，針對用戶需求，提出優惠方案，或者在售電方案上增加額外的附加服務，雖然可能在電費尚無明顯地降低，但透過整合優惠方案或額外價值服務，都可使用戶得到相對較高之利益，這也迫使各電業必須提高本身的經營績效，提升整體的服務品質，也可以使得整體的能源使用效率更為有效。我國本次電力市場改革第一階段開放再生能源售電業；未來第二階段修法將朝開放設立一般售電業及開放新設之傳統發電業售電予用戶等方向推動，日本在零售市場開放先我國一步推動，相關零售業者推動經驗及作法可供我國作為參考。

六、參訪東京電網公司智慧電網營運中心可以瞭解，日本智慧電表布建已有相關規模，在 2017 年初完成 2760 萬具布建(全國比率約 35%)，而智慧電表所收集之用戶用電資訊具有與其他民生服務整合之功能，例如透過電表與家用能源管理系統結合，讓用戶能即時瞭解用電情況，或者結合智慧電表與居家照顧之服務等，所以在我國推廣智慧電表時，可從技術面、法規面以及市場應用面學習日本成功之經驗。此外，隨著智慧電表廣泛布建，可預期未來將遭遇到大數據資料的困難，例如東京 2700 萬具預期每日電表讀取量將為 13 億筆資料。因此如何儘早開發智慧電表大數據分析相關技術服務，將會是未來推動智慧家庭整合、需量反應獎勵措施、高齡守護服務

等需求端應用服務之重要關鍵，也是台灣未來值得努力之方向。

七、推動非核家園是國內既定之政策，但在推動過程中，為了維持供電穩定，勢必得維持一定比例的燃煤電廠作為基載機組，然而燃煤電廠發電所產生的空氣汙染困擾一直存在。透過本次參訪瞭解到，J-POWER 的磯子火力發電廠，除藉由採用先進的技術，大量減少污染氣體的排放，使電廠達到政府所制定之環境標準，並且透過溝通加強當地民眾的認同，頗有值得我國電業參考之處。

肆、參考文獻

- 一、日本經濟產業省資源能源廳。〈Japan's Electricity Market Deregulation，2015 年 6 月〉。
http://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/electricity_system_reform/pdf/201506EMR_in_Japan.pdf。2017/11/19 檢索。
- 二、王京明、許志議、周韻采等(民國 104)，「我國推動電業自由化之最適市場運作模式研究」，台灣電力公司委託，中華經濟研究院，台北。
- 三、鄭金龍。〈簡介日本電業自由化之進展〉。
<https://gordoncheng.wordpress.com>。2017/11/19 檢索。
- 四、日本電力比較公司。〈電力自由化で選べる電力会社と電気料金プラン数〉。
<https://enechange.jp/articles/liberalization?f=top>。2017/11/19 檢索。
- 五、JEPX。〈JEPX使用手冊〉。<http://www.jepx.org/english/outline/index.html>。
2017/11/19 檢索。