

出國報告（出國類別：實習）

赴日本實習  
用戶群代表制度規劃與執行

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：蘇嬛嬛－台電綜合研究所 電機工程師

鄭宜婷－台電業務處 業務管理師

派赴國家：日本

出國期間：107/07/01～107/07/06

報告日期：107/08/14



# 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴日本實習用戶群代表制度規劃與執行

頁數 38 含附件：■是□否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/陳德隆/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

蘇嬛嬛/台灣電力公司/綜合研究所/電機工程師/(02)2360-1233

鄭宜婷/台電業務處/業務處/業務管理師/ (02)2366-6713

出國類別：□1 考察□2 進修□3 研究■4 實習□5 其他

出國期間：107/07/01~107/07/06

出國地區：日本

報告日期：107/08/14

分類號/目：

關鍵詞：需量反應、用戶群代表

內容摘要：

由於近來能源政策轉變，供電狀況持續緊澀。為紓解缺電危機，政府要求提高需量反應抑低容量，目前由台電公司一對一推動 DR 之作法，短期內不易再顯著提升效果，如欲進一步擴大參與，現正導入 Aggregator 為適當時機。日本自 2010 年左右便開始許多需量反應測試方案，後續更推動不同規模的需量反應措施及策略可為本公司借鏡。預計將透過實際參訪東京電力公司、Energy Pool、EnerNOC 及 MRI( Mitsubishi Research Institute)，以充分了解日本新型態 Aggregator 制度模式實際運作情形、現行用戶群代表制度法規與施行原則，及相關方案設計資訊。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.nat.gov.tw/reportwork>)

# 壹、目錄

壹、目錄.....	4
貳、圖目錄.....	5
參、表目錄.....	7
肆、出國目的.....	8
伍、任務過程.....	9
陸、心得及具體建議.....	34
柒、附錄.....	36

## 貳、圖目錄

圖 5-1	EGC 組織結構圖 .....	9
圖 5-2	日本能源占比.....	10
圖 5-3	日本電力改革之各項進程 .....	10
圖 5-4	OCCTO 組織體制 .....	11
圖 5-5	三種電源之簡介.....	11
圖 5-6	2018/01/22~2018/01/28 之電力消耗數據.....	13
圖 5-7	TEPCO 集團架構.....	14
圖 5-8	TEPCO Power Grid 指令流 .....	15
圖 5-9	供給計畫提出示意圖 .....	15
圖 5-10	公開募集之流程與時間點 .....	16
圖 5-11	容量市場開放進程.....	16
圖 5-12	各種電源之必要量說明 .....	16
圖 5-10	TEPCO Power Grid 調整力公募之規範.....	17
圖 5-14	2018 年始使用 I' 之事件.....	18
圖 5-16	TEPCO Energy Partner 與 TEPCO 關係架構.....	20
圖 5-17	TEPCO Energy Partner 發展策略及工作項目.....	20
圖 5-19	TEPCO Energy Partner 與 Energy Pool 合作之模式.....	22
圖 5-15	調整力、DR 契約各家關係圖.....	23
圖 5-16	Energy Pool 執行 DR 事件流程示意圖.....	24
圖 5-17	DR BOX(內含 PLC) .....	24
圖 5-18	新版 PLC(單獨模組) .....	25
圖 5-24	Energy Pool 控制中心.....	25
圖 5-25	EnerNOC 全球事業版圖及日本市占情況 .....	27

圖 5-26	EnerNOC Japan 電源 I'方案之反應時間及每次執行期間 .....	29
圖 5-27	EnerNOC Japan 2017 年之電源 I'具體落實案例 .....	29
圖 5-28	日本 OpenADR 之建構模式 .....	30
圖 5-29	日本廠網分離時程規劃 .....	32
圖 5-30	日本廠網分離時程規劃 .....	33
圖 7-1	與 TEPCO Power Grid 與會同仁合影 .....	36
圖 7-2	與 TEPCO Energy Partner 及 Energy Pool 與會同仁合影.....	36
圖 7-3	與 EnerNOC 與會同仁合影 .....	37
圖 7-4	與 METI 官員訪談後之合影.....	37
圖 7-5	至 MRI 實習後與相關人員之合影.....	38

## 參、表目錄

表 5-1	電源 I 分項及 I' 之比較 .....	12
表 5-2	2017、2018 之 DR 提供量.....	12
表 5-3	日本電力零售業者類型與代表企業 .....	19
表 5-5	日本各輸配電業者電源 I' 方案之內容.....	28

## 肆、出國目的

由於近來能源政策轉變，供電狀況持續緊澀。為紓解缺電危機，政府要求提高需量反應抑低容量，目前由台電公司一對一推動 DR 之作法，短期內不易再顯著提升效果，如欲進一步擴大參與，現正導入 Aggregator 為適當時機。日本自 2010 年左右便開始許多需量反應測試方案，後續更推動不同規模的需量反應措施及策略可為本公司借鏡。預計將透過實際參訪日本電力公司，獲得更進一步用戶群代表制度法規與原則，以及相關方案設計的資訊。

本次赴日將至以下四個重要日本電業、執行及研究單位進行實習與交流，依序為東京電力公司(TEPCO Power Grid)、東京電力公司(TEPCO Power Grid)、Energy Pool、EnerNOC 及 MRI( Mitsubishi Research Institute)，以充分了解日本新型態 Aggregator 制度模式實際運作情形、現行用戶群代表制度法規與施行原則，及相關方案設計資訊。

# 伍、任務過程

## 一、日本電力市場現況

自 1995 年以來，METI 一直在致力於推動日本電力市場的體制改革，例如引入批發市場競爭和擴大零售客戶選擇。在 2011 年時，日本發生了重大天然災害，摧毀福島地區的核電廠事件，讓傳統電力系統的各種限制問題浮現。2013 年，在確保穩定供電的宗旨之下，日本政府決定施行電力系統改革政策。該政策以能夠選擇供應商以及導入商業營運商的商業機會為目標。在 2013、2014、2015 年時，修改了三次電氣事業法。而在 2015 年時，成立了 EGC/METI 以及 OCCTO 單位。

### 1. EGC/METI

EGC 之全名為 The Electricity and Gas Market Surveillance Commission 電力和燃氣市場監督委員會，隸屬於日本經濟產業省。其主要任務為加強對電力，燃氣和熱力交易市場的監測，以實現能源市場改革的自由化。

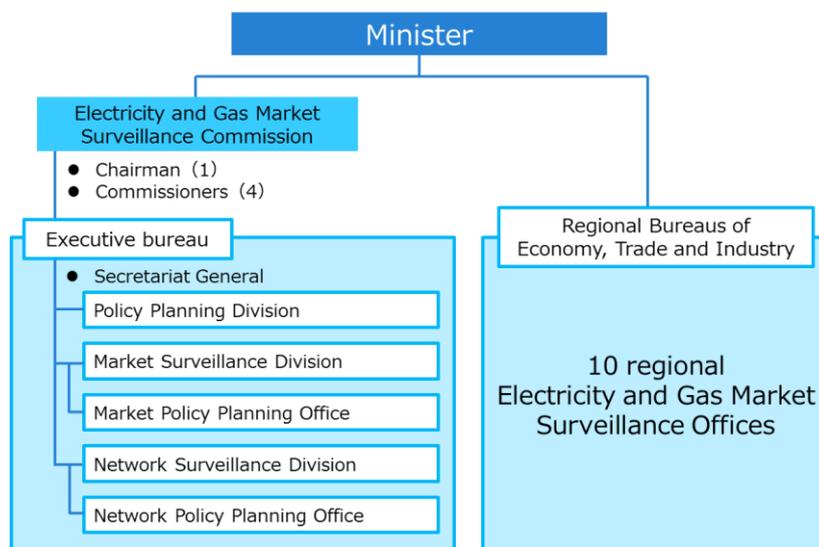


圖 5-1 EGC 組織結構圖

過度能源時期的日本，面臨「三難困境」：能源安全、環境永續發展及經濟考量。稱之為 3”Es”+Safety。目前施行之各項標準有：能源效率、再生能源、核能、天然氣+化石燃料、水力。下圖為日本主要能源占比(2016 年)

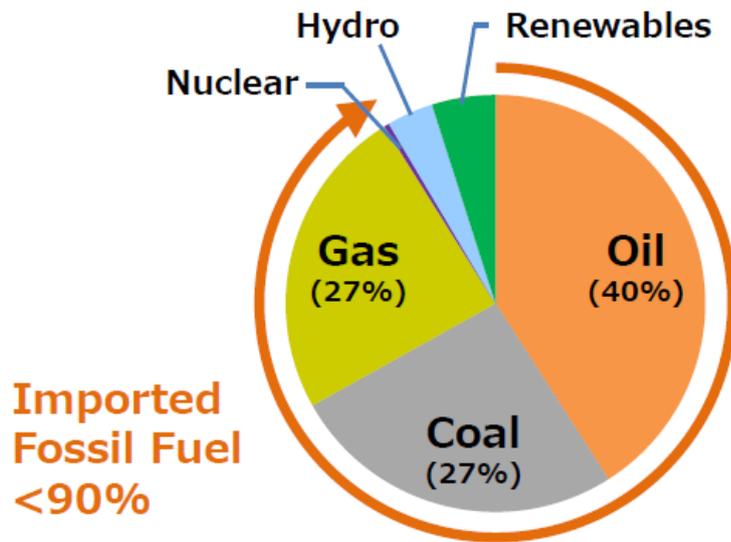


圖 5-2 日本能源占比

面對這種三難困境，日本的解決方法為推動電力市場改革。希望藉由新的電力市場機制，鼓勵已經存在的電力公司和新的參與者之間來競爭，從而降低電力成本。

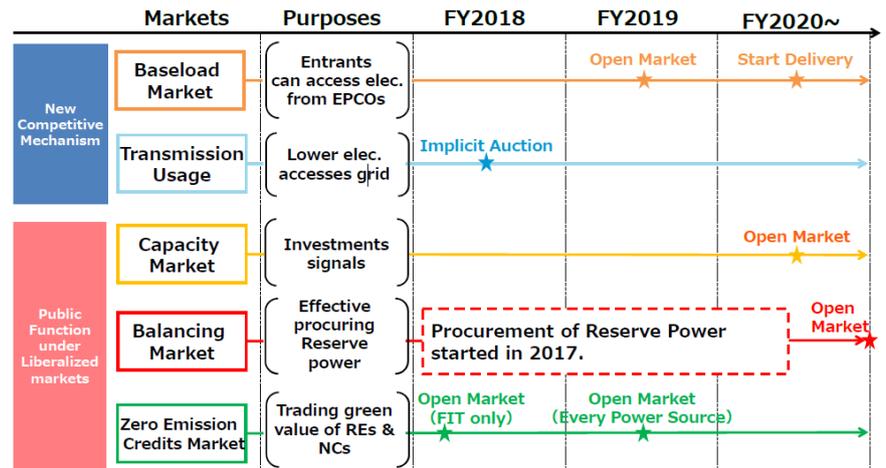


圖 5-3 日本電力改革之各項進程

## 2. OCCTO

OCCTO 全名為 Organization for Cross-regional Coordination of Transmission Operators，電力廣域的運營推動機關，於 2015 年時成立。該機關之主要宗旨為發揮調度指揮之作用，以確保穩定的電力供應，並保持整個日本的都有電可用。而他們的三大目標為：安全穩定的電力供應、最大限度地抑制電費以及增加電力公司的選擇以及商業機會。他們必須要公平且中立的處理新電源的加入或是執行資訊公開之任務。其會員幾乎包含了所有的電業，按照資料的顯示，電業成為該機構之會員是一義務。

在 2016 年 4 月時，電力零售業就完全自由化，且規定在 2020 年之前，輸配業在法定上分離，並且零售電價將會完全自由化。



圖 5-4 OCCTO 組織體制

由於 2016 年 4 月實施的日本第二次修訂電力法引入新的許可證制度，一般輸配電業在供電區進行頻率控制和供需平衡調整。為了獲得必要的調整能力，原則上一般的輸配電業應以公開邀請的方式採購。並以三種方式來進行電源的區分，分別為電源 I(可用於頻率調整和供需平衡調整的電源)、電源 II(可以從一般輸配電業線上調整的電源)、電源 III(無法從一般輸配電業線上調整的電源)及 I'(可用於供需平衡調整之電源)。

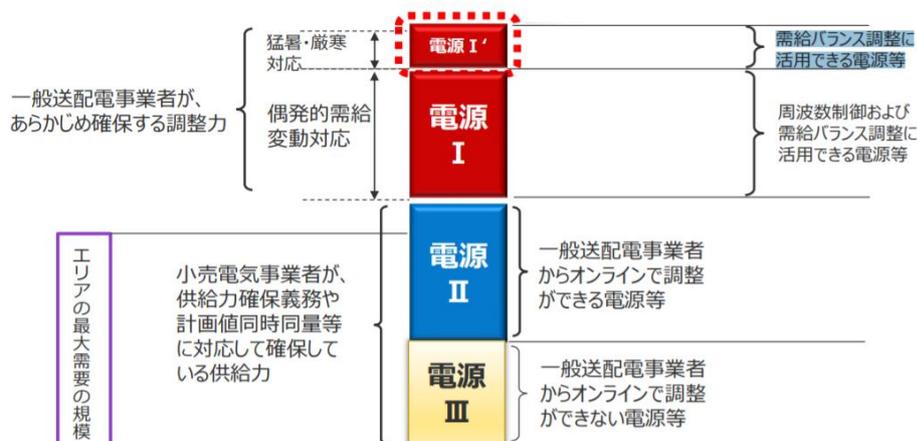


圖 5-5 三種電源之簡介

本次至日本實習之重點為電源 I 及 I' 的部分，電源 I 為一般輸配電業需提前確保的調整量。他需要符合電網互聯技術之要求，而且調節範圍數萬千瓦，並可以應對頻率控制與供需平衡調整。可以根據一般輸配電業者之指令進行操作。電源 I 項下又依線上控制與否、頻率調整功能、響應時間、歷時時間、最小容量、允許期間.....等，分為 I-a、I-b 兩個方案及 I'。其中，I' 是專門針對嚴峻氣候所開的一個方案。但在此次實習過程，發現 I' 亦曾被用在電力系統危急事件但並非極端天後的時候，此點有在被檢討中。

表 5-1 電源 I 分項及 I' 之比較

	電源 I -a	電源 I -b	電源 I'
オンライン指令対応	必要	必要	原則必要※1
周波数調整機能	必要	不要	不要
応動時間	5分以内	15分以内～ 30分以内	3時間以内
継続時間※2	7時間～ 11時間	7時間～ 16時間	2時間～ 4時間
最低容量※3	0.5万kW～ 1.5万kW	0.5万kW～ 2.9万kW	0.1万kW以上
提供期間※4	通年 (平成29年4月1日～ 平成30年3月31日)	同左	・通年 ・夏季(7月～9月)

本次來日本實習之主要任務，即為了解用戶群代表在日本如何參與電力市場？在架構上、機制上如何配合？參與 I' 之用戶群代表，在日本在面臨電力穩定之困境時擔任的角色以及其所發揮的作用。

有 1GW 的需量反應在 2018 年之儲備採購中獲得合約，而且在 2018 的尖峰時段已提供了 960MW 的需量反應。

表 5-2 2017、2018 之 DR 提供量

Capacity: 10MW Price: JPY/kW						Average Price JPY/kW				
	For 2017FY		For 2018FY		2018FY-2017FY		For 2017FY	For 2018FY	2018FY-2017FY	
	No. /Cap.(10MW)		No. /Cap.(10MW)		No. / Cap.(10MW)					
Cap of tender	-	132.7	-	132.2	-	▲ 0.5	Total	4,415	4,085	▲ 330
Total offers	63	165.4	55	175.4	▲ 8	10.0	Generation	6,165	5,210	▲ 954
Generation	6	54.2	7	59.3	1	5.1	DR	3,753	3,661	▲ 92
DR	57	111.2	48	116.1	▲ 9	4.9				
Total winners	41	132.0	46	132.2	5	0.2				
Generation	5	36.2	7	36.1	2	▲ 0.1				
DR	36	95.8	39	96.1	3	0.3				
<b>Awarded aggregators who are not EPCOs</b>										
Total offers	43	40.3	46	50.4	3	10.1				
Total winners	22	27.1	37	36.8	15	9.7				

下圖為至 METI 實習時所獲得之圖表，是為發動 DR 方案時之記錄。圖中可見 5 日內，發動了 8 次需量反應來平衡系統。於時間點來看，部分事件為接近傍晚時發生，估計為彌補太陽能發電減少所致。

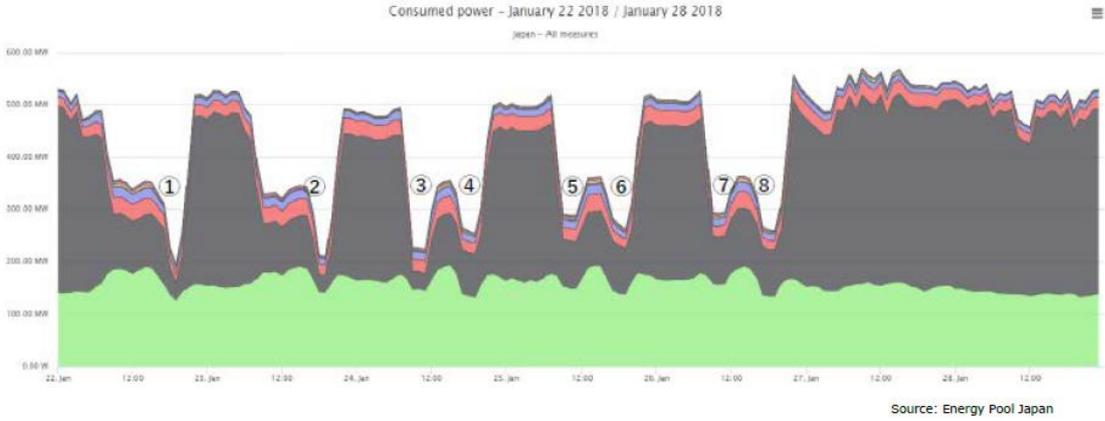


圖 5-6 2018/01/22~2018/01/28 之電力消耗數據

## 二、 TEPCO POWER GRID

東京電力公司內部於 2013 年成立 TEPCO Fuel&Power、TEPCO Power Grid 以及 TEPCO Energy Partner 三家公司。並於 2016 正式轉變為控股公司系統。本行程將前往其中一個子公司 TEPCO Power Grid 位於新橋站與濱松町站間之總部大樓進行實習。

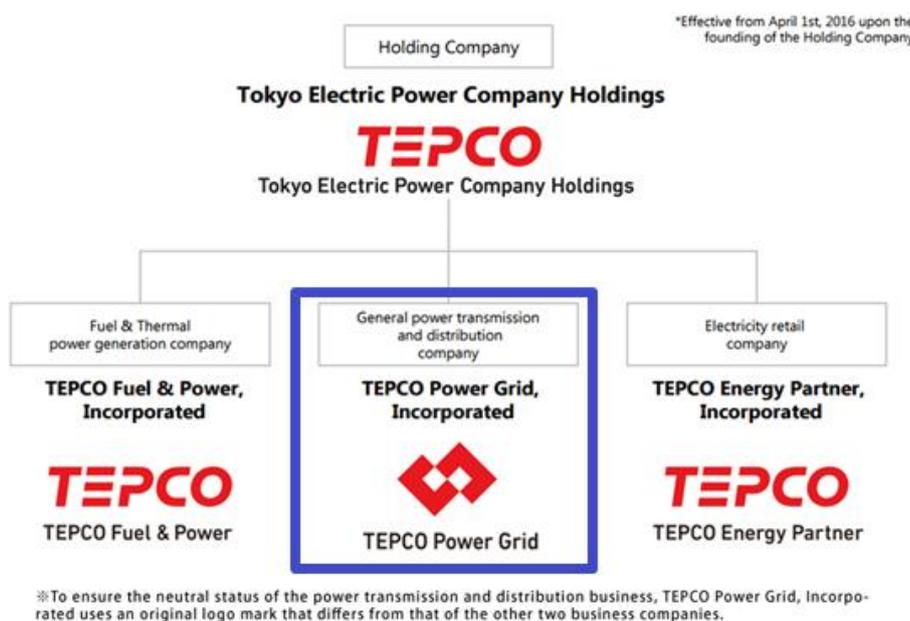


圖 5-7 TEPCO 集團架構

在行程初期，我們並不是很了解 TEPCO Power Grid 所扮演的角色，於組織圖中是三個隸屬於控股公司的單位，或許是因為本公司目前尚未真正切分拆分，概念上有些許不同。

在此時我們了解到，TEPCO Power Grid 會進行前一張所述之電源 I-a、I-b 及 I' 之採購，總共有五位得標者。但最大得標者為 TEPCO Energy Partner。

在調度排程方面，TEPCO Power Grid 僅會在緊急情況下啟動需量反應方案 (Demand Response，簡稱 DR)，也就是在所準備的比率低於預先確定的比率時，方會啟動。但並非是直接啟動關閉電力設備上面的閥，來達到平衡結果。在未來，TEPCO Power Grid 將會檢討是否能於普通時段，利用 DR 作為一個平衡的手法。而且，DR 的用戶群代表，到目前為止，他們無法參與投標 I-a 及 I-b 的項目，僅能參與 I'。

在通知的部分，各家電力公司皆是遵循 OpenADR2.0b 之協定來架構整個系統，在圖中「簡易指令システム」來表示 OpenADR 2.0b，而指令端末裝置即為 VTN。此為官方之建議，遂各大電力公司皆遵循採用。且須通過通訊測試，以降低事件發生時

傳輸丟失。

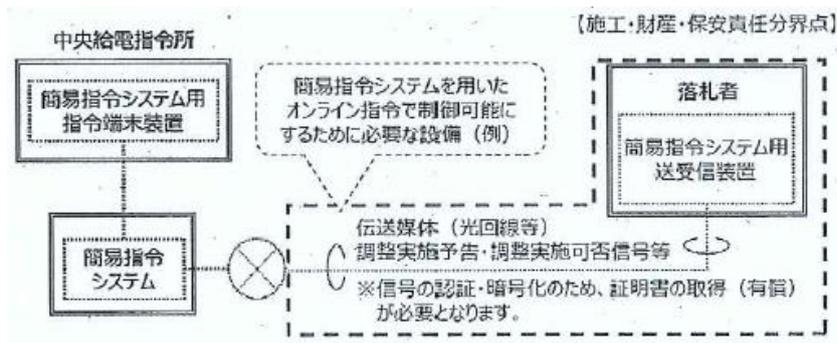


圖 5-8 TEPCO Power Grid 指令流

有關決定所需取得多少電源的議題，TEPCO Power Grid 回應是由 OCCTO 決定的。在 OCCTO 的職責中提到，幾乎所有電業皆為 OCCTO 之會員，而電業皆有義務向國家通報供應計畫、未來 10 年發展計畫、電廠維護、電網維護及其他電力事業法基礎上之事項。通報的內容提交至 OCCTO，OCCTO 將所有資料內容就短期、中期、長期來集中分析評估國家供需平衡。

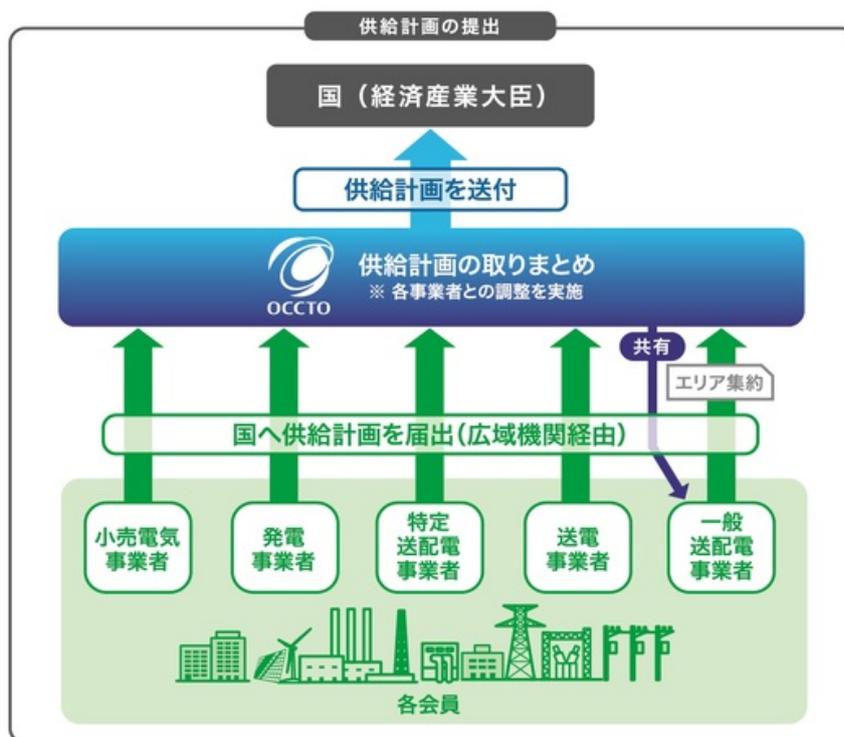


圖 5-9 供給計畫提出示意圖

在 OCCTO 評估分析好各需求量並派發後，TEPCO Power Grid 便會開始進行採購程序。TEPCO Power Grid 的 2017 年公開募集時間流程如下：

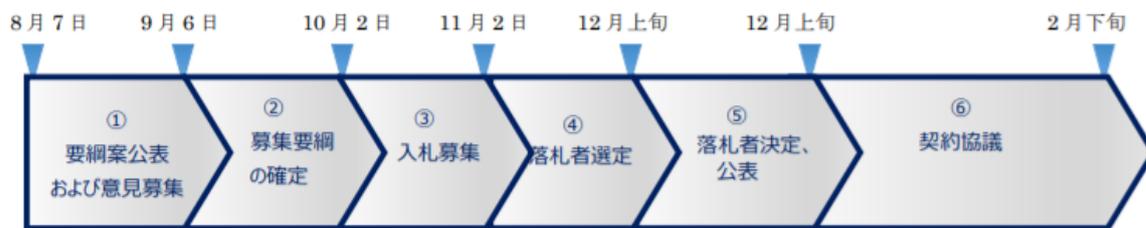


圖 5-10 公開募集之流程與時間點

而各方案間，I-a、I-b 及 I' 已於前一章介紹，最重要的不同點在，I-a 有頻率控制，I-b 沒有。

根據會議中之說法，日本電力市場將會於 2020 年正式自由化，電源 I、電源 II 及電源 I' 將有可能會不一樣或是消失。但目前所有機制都在滾動檢討中。

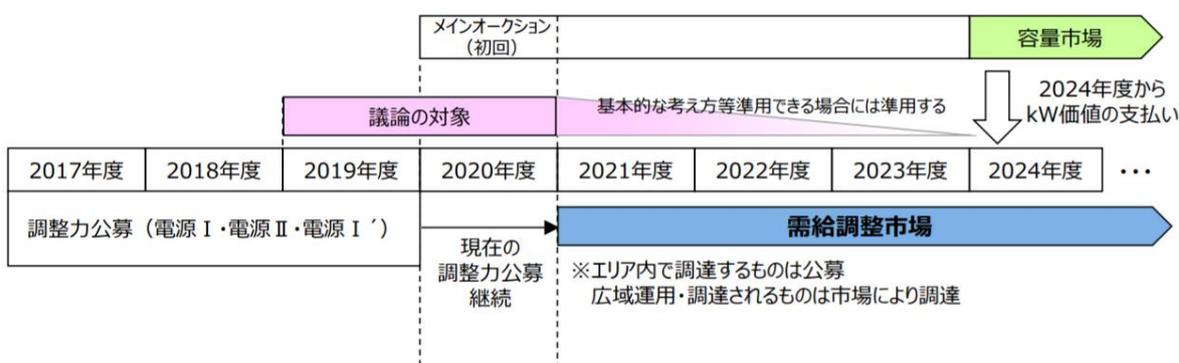


圖 5-11 容量市場開放進程

下圖為解釋 I-a、I-b 及 I' 之調整力區分及必要量的概念圖，其中，H1 代表的是嚴峻的天氣時使用的，它代表著 10 年間最嚴重一次嚴峻天氣的最大電力需求。而 H3 則是一年間最大的三天電力需求的平均值。

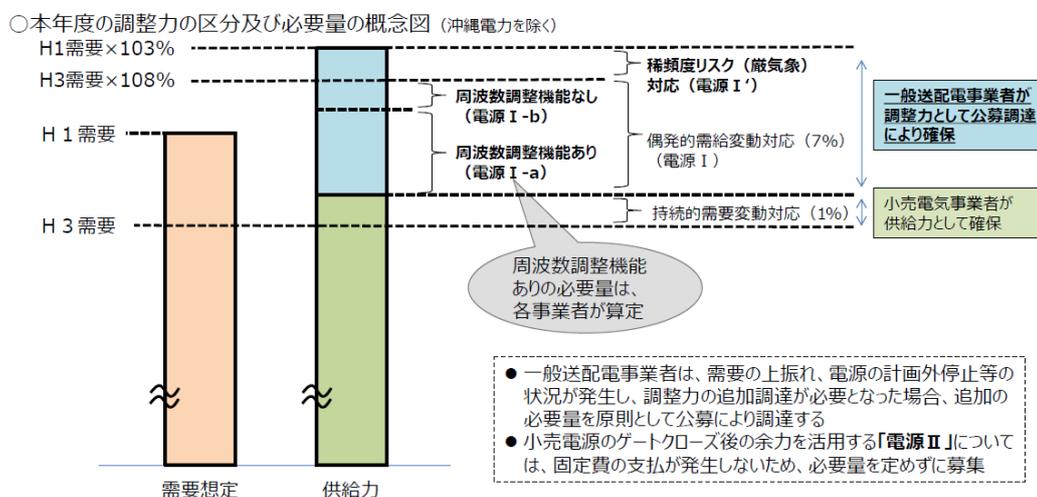


圖 5-12 各種電源之必要量說明

那麼如何去得知 I-a、I-b 及 I' 所需求的量呢？在詢問之後我們得知，I-a 其實是有三種主要參數所組成：最大發電機跳機容量、30 分鐘內淨需求之波動、淨需求的預測誤差。這三種參數綜合考量加總之後，才是 I-a 的需求量。從概念圖中亦可得到，I-b 的需求量計算方法則是：

$$I_b = (\text{H3 demand}) * 7\% - I_a$$

那針對設計給嚴峻天候 I' 方案，募集容量的公式則是

$$I' = (\text{H1} * 103\%) - (\text{H3} * 101\% + \text{電源 I 必要量})$$

各 TDSO 有這著不同的電力供給狀況，氣候嚴峻程度也不同。此次前往東京電力公司實習，資料將以東京電力執行 DR 相關資料為主。根據綜合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会（第 9 回）的會議資料顯示（2018 年 5 月 18 日），東京區域在 8 天內使用了 13 次屬於 I' 的 DR，雖然每年有規定上限的使用次數、時數，但今年 I' 已經超出了使用限制。當然在這個情況下，沒有達成是不會有罰則的。根據東京電力公司統計，從 1/22~1/26 使用 DR 的達成率為 84%。在 2/1、2/2 日和 2/22 日，則是 56%。

項目	東京電力PG 公募要件	備考
対象期間	2017年4月1日～2018年3月31日 平日のみ 9:00～20:00(11時間)	* 厳気象発生月(7月～9月、12月～2月)以外は 応札時に申請の上停止可能 * 土日祝日・12/30・12/31・1/2・1/3は対象外 * 11時間未満は減点
継続時間	180分以上	* 180分未満は減点
応答時間	180分以内	* 1時間以内に応答可能な場合は加点
発動回数	12回/年	* 対象期間内の最大発動回数
ベースライン	予測型(High 4 of 5) 当日調整あり	* 算定方法は政府のガイドラインで規定
信頼性の確保	a) 国内外における一定の実績 b) 試験的発動の実施	
ペナルティ	a) 契約kW未達時割戻 b) 停止割戻	a) 未達回数 ÷ 12 x 年間料金 x 1.5 b) 厳気象発生月の停止日数 ÷ 厳気象発生月の 平日日数 x 年間料金 * 送配電事業者から応札者に対するペナルティ

圖 5-13 TEPCO Power Grid 調整力公募之規範

### 【発動回数、時間】

	1月22日 (月)	1月23日 (火)	1月24日 (水)	1月25日 (木)	1月26日 (金)	2月1日 (木)	2月2日 (金)	2月22日 (木)
発動回数	1回	1回	2回	2回	2回	2回	2回	1回
発動時間	・ 17:00～ 20:00	・ 17:00～ 20:00	・ 9:00～ 12:00 ・ 17:00～ 20:00	・ 17:00～ 20:00				

### 【発動量】

1月実績 (万kWh)	指令量						発動量	達成率
	1月22日 (月)	1月23日 (火)	1月24日 (水)	1月25日 (木)	1月26日 (金)	計		
午前( 9:00～12:00)			149	149	149	447		
午後(17:00～20:00)	※ 76	※ 100	149	149	149	623		
計	76	100	298	298	298	1,070	896	84%

2月実績 (万kWh)	指令量				発動量	達成率
	2月1日 (木)	2月2日 (金)	2月22日 (木)	計		
午前( 9:00～12:00)	149	149		298		
午後(17:00～20:00)	149	149	148	446		
計	298	298	148	744	413	56%

圖 5-14 2018 年始使用 I' 之事件

這次連續啟動 DR 作為電源 I' 多次，雖然多次啟動抑低手段在數據表現上，有逐漸疲憊的狀態，但對於緊急的供給短缺狀況下，還是有某種程度的效果存在。而且在需求持續高漲以及電力供需情況突然變化的情況下，此種靈活性佳的做法提供很好的解決方案。未來，將會繼續評估與探討對於調整力更好的採購及運作模式。

### 三、 TEPCO Energy Partner

#### (一) 簡介

日本按電力系統改革計畫如期於 2016 年 4 月 1 日開放電力零售完全自由競爭，而 2015 年 8 月 3 日即開始先行受理「電力零售業者」(日文:小売電気事業者)登錄，即電力零售部門和新電力公司，必須申請登錄為電力零售業者，截至 2018 年 6 月 28 日止已註冊完畢共計 496 家公司，這些打破產業壁壘且積極參與電力事業之產業類別包括天然氣、石油等能源產業，鐵路、通訊、廣播等基礎設施產業，商社及再生能源相關公司，地區主導的當地電力公司等(如表 5-3)，類型多樣，零售市場的組成已漸趨穩定。

表 5-3 日本電力零售業者類型與代表企業

行業別	代表企業
發電業	eREX (生質能發電); Mitsuroko (綠色能源); Loopo でんき (太陽光電); Nanwa 能源
瓦斯業	東京瓦斯; 北海道瓦斯; 大阪瓦斯; 西瓦斯; 靜岡瓦斯; 中央瓦斯
石油業	JX 石油; 昭和殼牌石油; 東燃ゼネラル
通信業、有線電視業	KDDI; 軟銀電氣; JCOM 公司; eo 電動
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); 水戶電力; 湘南電力(神奈川縣)

資料來源：<https://enechange.jp/articles/liberalization?f=top>

因應市場開放競爭，一般電力業者轉型為控股母公司或建立事業部制，且考慮重啟核電等方案以維持競爭力，而新進電力零售業者則主打價格戰，透過與本業的商品及服務之套餐組合，冀望獲得更多客戶。日本於 2016 年 1 月起開始受理用電戶更換電力零售業者，目前申請變更電力契約累計約 148 萬戶，佔日本全國的 2.4%，主要影響範圍以都市生活圈為主。

TEPCO Energy Partner 又簡稱東電 EP，中文全名為東京電力能源夥伴株式會社，負責售電業務及跨足家用瓦斯供應，年售電量為 233,100GWh，約占全日本售電量 30%，如下圖。



圖 5-15 TEPCO Energy Partner 與 TEPCO 關係架構

## (二) 說明

由於整體業務環境發生很大變化，有可能流失顧客的日本一般電力業者對此抱有強烈危機感，故紛紛提出降低電價且強化成本競爭力、不侷限業務範疇於電力供應事業、提供用戶服務的附加項目等計畫。而該抱有危機感之一般電力業者亦包含 TEPCO Energy Partner，故本次至日本實習，該公司將部分資訊視為商業機密，不願對外透漏，故僅就可揭露之部分向我們回應及說明。

按日本電力系統改革計畫，2020 年正式廠網分離後，電力零售業者為因應對用戶供電保障的責任，電力需求管理為不可或缺之工作項目（如下圖 5-17），而與用戶聯繫既為 TEPCO Energy Partner 最大資源，因此，由 TEPCO Energy Partner 以用戶群代表角色，集結各用戶之抑低用電量予 TEPCO Power Grid，用戶端之抑低用電技術再另委託 Energy Pool 輔助及代操。



圖 5-16 TEPCO Energy Partner 發展策略及工作項目

有關 TEPCO Energy Partner 提供與用戶參與之需量反應方案，目前 TEPCO Energy Partner 依抑低方式或資源、反應時間、折扣之不同及差異，共推出 5 種方案。由於 TEPCO Energy Partner 目前購買之需量反應均係提供給 TEPCO Power Grid，屬於電源 I'，用於輸配電系統供需平衡調整之電源，且日本目前正在建立新的負電力交易市場，針對小用戶的需量反應方案因效益太低正處於探討階段，故其推出之 5 種方案僅針對大用戶推出，小用戶正在評估及規劃，僅與政府或其他單位合作之試驗計畫對象方有小用戶，故 TEPCO Energy Partner 需量反應購買之對象來源僅為電力大用戶。此外，TEPCO Energy Partner 目前推出之 5 種方案具體內容均不對外公布，除商業機密之因素外，亦為保留客製化彈性，因此，TEPCO Energy Partner 會在 Energy Pool 陪同下主動尋找、拜訪及調查用電量大且具抑低用電潛力之用戶。

依 TEPCO Energy Partner 說明，過去確有類似台電計畫性減少用電措施之方案（雖然該過去方案亦未完全公布，但其實用戶均知道有哪些需量反應方案），惟過去下午 1 時至 4 時為用電尖峰時段，但現在再生能源增加及電價結構改變，致尖峰時段已變化，故計畫性減少用電相關方案已刪除。而 TEPCO Energy Partner 現行方案則皆無法歸類為計畫性或臨時性減少用電措施，TEPCO Energy Partner 依行業別及製程選擇主動拜訪及調查未參加過其方案之新用戶，向用戶介紹、評估及提供適合之方案。此外，由於過去無需量反應市場機制，係直接向用戶購買，而現階段已有 I' 電力市場機制，TEPCO Energy Partner 即可將用戶的需量反應提供至該市場給 TEPCO Power Grid，並依據用戶之情況調整適合進行之方案。

目前 TEPCO Energy Partner 自行以用戶群代表角色執行需量反應方案，向 TEPCO Power Grid 投標及提供調整力容量。經向 TEPCO Energy Partner 確認，其係與 Energy Pool 簽約，委託 Energy Pool 輔助及代操用戶端抑低用電之相關技術，而 Energy Pool 僅提供相關能源服務，如：需量反應方案設計建議、各方案參與量建議、用戶潛力評估、用戶適用方案建議、用戶用電分析、節電建議等，並無約定及承諾抑低量，所有參與用戶則仍屬 TEPCO Energy Partner 需量反應方案用戶。當需量反應啟動時機發生時，TEPCO Energy Partner 會收到 TEPCO Power Grid 下達之抑低用電指令，TEPCO Energy Partner 再通知 Energy Pool，由 Energy Pool 通知用戶，若為 Energy Pool 已裝設 DR Box 之用戶，Energy Pool 會關注其抑低用電即時成效，以提供可靠之抑低用電容量，而尚未裝設 DR Box 之用戶，Energy Pool 會於事後向 TEPCO Energy Partner 取得用電資訊，計算抑低用電成效（如圖 3）。

圖 3、TEPCO Energy Partner 與 Energy Pool 合作之模式

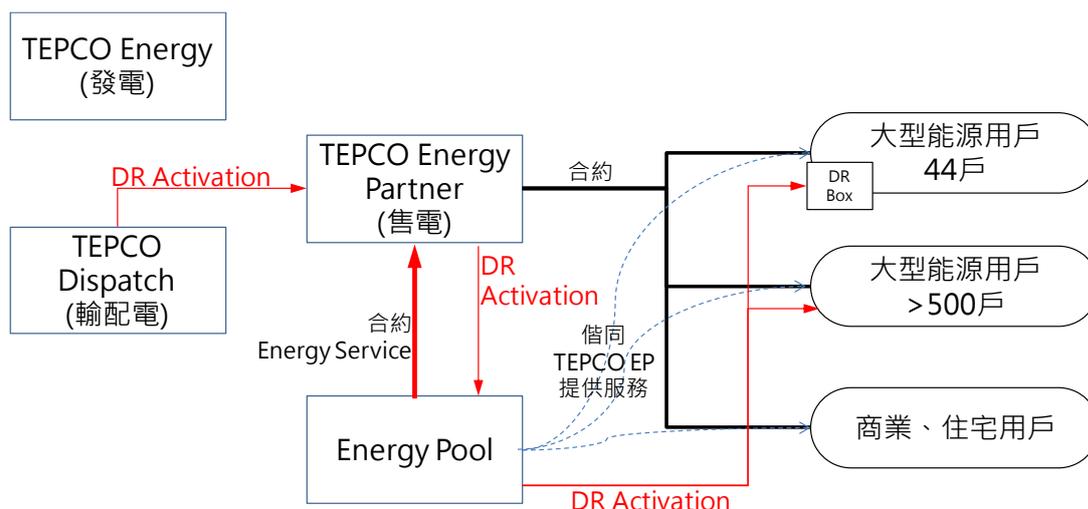


圖 5-17 TEPCO Energy Partner 與 Energy Pool 合作之模式

另有關 TEPCO Energy Partner 與 Energy Pool 之間的合約項目或規範，較詳細的內容則因屬 TEPCO Energy Partner 之商業機密，故不方便透漏，因此，TEPCO Energy Partner 僅就雙方粗略之合作項目進行說明。Energy Partner 於確定需量反應參與用戶後，透過 Energy Pool 於用戶端安裝 DR Box，於執行抑低用電前以 DR Box 對用戶發出通知，即可掌握通知情況，目前因尚屬過渡時期，僅對部分用戶進行安裝，目標為全部參與用戶均完成安裝，而目前尚未安裝 DR Box 之參與用戶則係透過電話、E-mail 及傳真進行通知（電話及 E-mail 為自動發送）。

有關 TEPCO Energy Partner 使用代操模式之主要原因為 TEPCO Energy Partner 畢竟已有 150 年歷史，和用戶有直接關係及聯繫，故具有聚合用戶之能力，惟日本需量反應尚未成熟，雖已建立相關市場，但技術方面目前仍需仰賴歐洲，包括如何提升用戶抑低用電量、減輕用戶執行負擔及如何準確啟動，這方面 TEPCO Energy Partner 稱其技術及能力尚不足，而 Energy Pool 在歐洲及國外各地已有較先進之技術。另一方面，日本現階段已逐步實現廠網分離，Energy Pool 是零售業者，亦是日本最大之用戶群代表業者，其最大之優勢為與用戶間的聯繫及用戶資源，與用戶存有非常緊密之關係，故 Energy Pool 應好好留住其既有之用戶，因此，在協助用戶抑低用電及提供相關能源服務之情況下，僅借重 Energy Pool 技術方面的能力及互相磋商，而未全部由其自行招募及聚合用戶。

## 四、 Energy Pool

Energy Pool 為歐洲最大的能源服務提供商，擁有需量反應 Aggregator 等豐富實務國際營運經驗，甚至為歐洲輸配電網 RTE 等單位量身打造適合電廠、用電戶、電力調度中心等需量反應管理體系。於 2008 年創立，2013 年開始將版圖擴展至國外，2014 年即進入日本開始部屬事業。2015 年在韓國開始提供電網平衡之服務。2018 年時，已經控管了全球 6GW 的需量。2018 年全球估計總員工數約有 100 多位，同時也有需量反應作業中心(OP Center)。

但 Energy Pool 目前與東電合作之的角色，不是傳統之能源聚合商或稱之為用戶群代表公司，亦非出面標售由 TEPCO Power Grid 所招募的電源調整力方案。

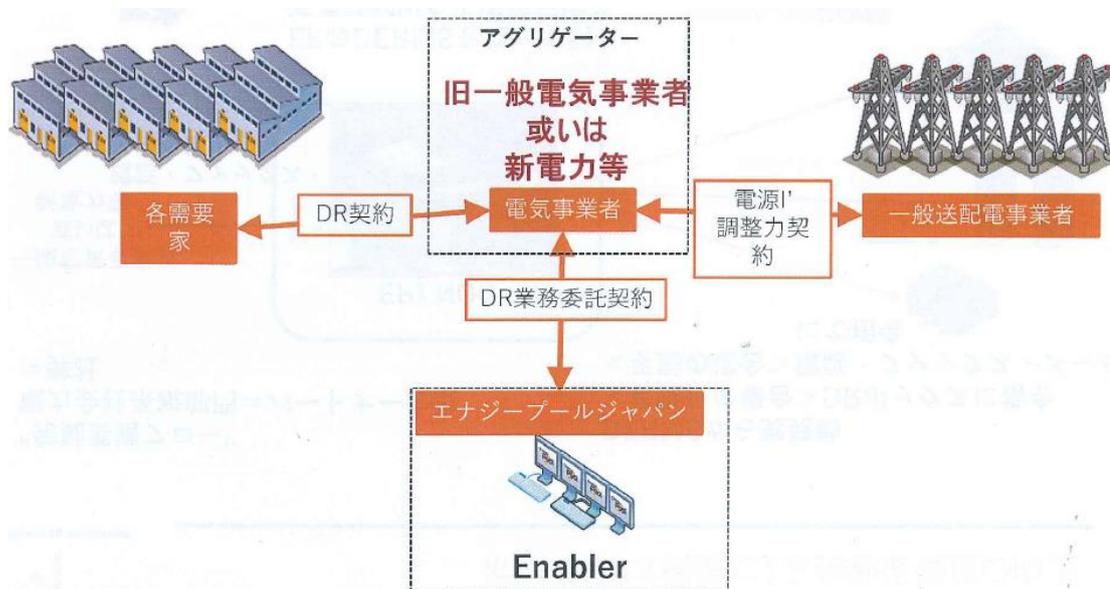


圖 5-18 調整力、DR 契約各家關係圖

Energy Pool 是 TEPCO Energy Partner 的合作廠商，也就是上圖之 Enabler。Energy Pool 不用負責用戶數量的成長，沒有業績問題。有關客戶找尋與簽約的事項，用戶都是直接對 TEPCO Energy Partner。但談到設備裝設與技術面問題時，Energy Pool 就會陪同拜訪。也就是說 Energy Pool 是 TEPCO Energy Partner 的 DR 技術商，也兼做能源管理的業務。但因為了解客戶特性、產業特性亦為 Energy Pool 之專長，Energy Pool 也會建議每年目標量，以及哪些用戶為需量反應的潛力族群、如何操作……等的建議。

下圖顯示一個事件發生時，是如何傳遞訊息的。以 TEPCO Energy Partner 為例，TEPCO Energy Partner 發出事件時，是用電話、傳真或 e-mail 來通知，但未來朝著採用 OpenADR 協定模式來線上傳輸事件訊息前進。Energy Pool 的控制中心(EPJ NOC) 接到訊息後，操作人員會安排抑低程序。利用下圖的橘色方塊的視覺化頁面，對照牆

壁上之電視牆監視抑低狀態。而 EPJ NOC 再往下一層通知用戶的方式，除了完全以 DR BOX 連結自動傳遞抑低指令之方式外，尚有電話、傳真及 Email 之法，端看用戶之型態與需求而定。這種 TEPCO Energy Partner 接到 DR 需求時，通知 Energy Pool 執行抑低任務的模式稱之為：「代操模式」。

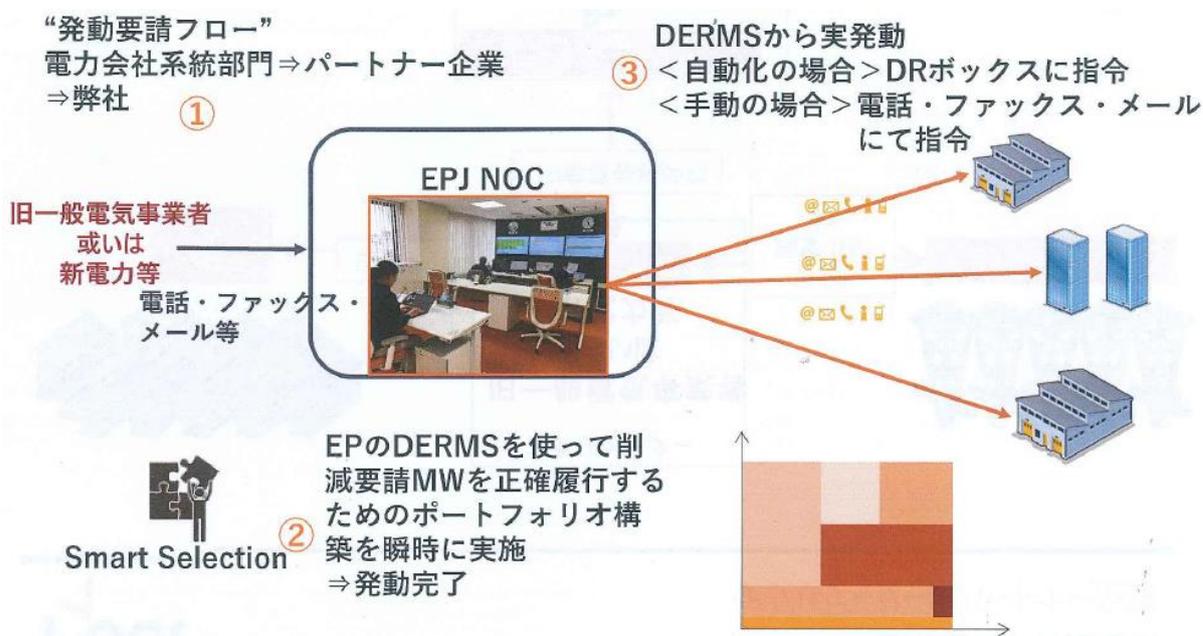


圖 5-19 Energy Pool 執行 DR 事件流程示意圖

在裝設 DR 設備時，Energy Pool 會與顧客討論有關設備直接控制的可行性，比起電話、傳真與 E-mail 通知方式，裝設 DR BOX 的事件執行掌控度較高。也會依照客戶的性質，調整客戶分組，以符合 TEPCO Energy Partner 的抑低需求。

在直接控制的部分，Energy Pool 採用 DR Box 來做設備的遠端直接控制，DR Box 外觀如下圖。



圖 5-20 DR BOX(內含 PLC)



圖 5-21 新版 PLC(單獨模組)

裝設 DR BOX 需要了解客戶的生產型態，與客戶討論控制的對象，例如某幾條生產線可以在緊急時可被直接控制。也會評估客戶的抑低潛能，再組合成不同的組別。方便在事件時刻，快速群組下令以達到抑低目標。

EPJ NOC 為 Energy Pool 的控制中心，其出入嚴格控管，看起來亦需穿著制服，我們隔著一道玻璃往裡面看，平時玻璃是用簾子遮住。

Energy Pool 全球員工僅 100 多位，因為僅與目前本地僅與東電合作，該控制中心僅作東電之事件處理。他們需定期繳交統計報告，還有符合各式 SOP。



圖 5-22 Energy Pool 控制中心

目前參與安裝 DR Box 的用戶，總共約 8%。Energy Pool 可以直接利用 DR Box 對用戶的設備做直接控制。安裝的好處是，除了可以直接執行抑低事件之外，亦可以回傳用戶每 15 分鐘的用電資料。假設成功率低於 80%，OP Center 將會對用戶確認並倆了解狀況。

## 五、 EnerNOC

### (一) 簡介

EnerNOC 為提供電業技術與服務的美國最大供應商，主要針對工商業用戶市場提供需量反應方案，包括合理的績效評估方式、先進的技術平台、能源軟體技術(Energy Intelligence Software, EIS)，以及客戶服務。除提供需量反應能力給全球 11 個國家(包括義大利)超過 100 家電業和系統操作業者外，並參與各種不同形式的需量反應計畫和躉售電力市場，包括容量、能量和輔助服務市場。該公司成立於 2001 年，總部在美國麻州的波士頓，於 2017 年 8 月被 Enel 集團旗下公司 Enel Green Power North America, Inc.以 2.5 億美金完成收購，目前由 Enel 100%控股（如圖 1）。

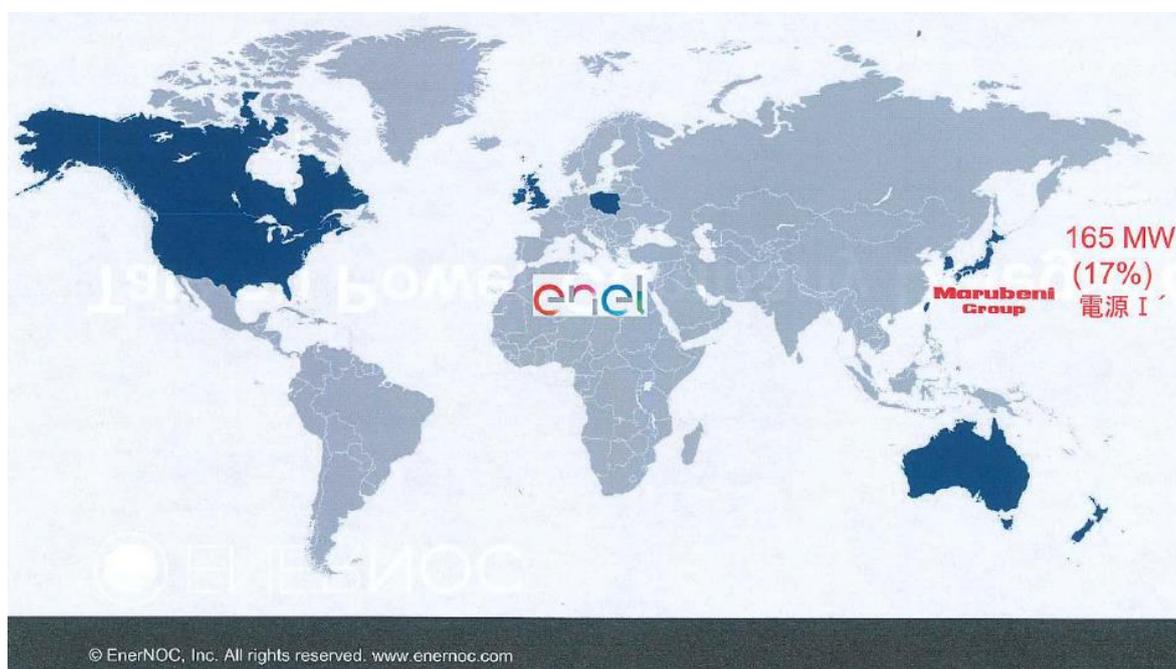


圖 5-23 EnerNOC 全球事業版圖及日本市占情況

EnerNOC 公司為全球先進之用戶群代表業者，以用戶群代表角色與用電戶個別簽約，集結各用戶之抑低用電量予電力公司或輸配電業者，依其說法，其反應時間可達 4 小時至 200 毫秒，而日本在 311 東北大地震，導致核電廠運轉停止後，需量反應則成為國內電力供需失衡時所關注之創新工具，EnerNOC Japan 亦逐步應運而生。

EnerNOC Japan 是由 EnerNOC, Inc.和對日本市場具備高度專業知識及瞭解之綜合商社 Marubeni Corporation (丸紅株式會社)於 2013 年成立的合資企業，本行程將前往其位於神田站之辦公室進行實習，在本行程中，我們得知目前 EnerNOC Japan 於日本需量反應市場提供抑低用電量之對象分別有 TEPCO Power Grid、Kyushu Electric、KEPCO 及 Tohoku 等輸配電業者，其簽約及提供之電源 I'容量共達 165MW，占日本全部電源 I'容量 30%(如圖 1)。EnerNOC Japan

透過提供用戶端抑低用電技術及輔導用戶，於電力系統需啟動需量反應機制時，配合啟動該機制，以抑低尖峰負載用電。

## (二) 說明

目前 EnerNOC Japan 於日本需量反應市場提供抑低用電量之對象分別有 Kyushu Electric、KEPCO、TEPCO Power Grid 及 Tohoku 等輸配電業者，各業者制訂之電源 I' 方案內容如表 1 所示，EnerNOC Japan 依該些方案內容制訂之電源 I' 反應時間及每次執行時數則如圖 2 所示，反應時間最短可達 59 分鐘。另電源 I' 啟動時機需為氣溫非常熱或非常冷之極端天氣狀態下所導致之供電不足情形方可執行，但 TEPCO Power Grid 於 2017 年共執行 14 次，已超過方案所規定之上限，而其中 2 次係由於日本氣象及再生能源發電量預測失準因素，導致供電不足而需執行，故 EnerNOC Japan 認為該 2 次啟動時機並不合理，其認為一個方案之執行欲成功，該方案所制訂之啟動時機應有所基礎且十分明確。

表 5-4 日本各輸配電業者電源 I' 方案之內容

	<b>Kyushu Electric</b>	<b>KEPCO</b>	<b>TEPCO Power Grid</b>	<b>Tohoku</b>
合約期間	2018/07/01~2019/03/31			2018/07/16~ 2018/09/20
可執行時段	平日上午 9 時至下午 8 時（排除國定假日）			
反應時間	3 小時前通知			
每次執行時數	至多 4 小時	至多 3 小時		至多 4 小時
可執行次數	上限 12 次 (每日可執行多次)	上限 12 次 (每日可執行多次)	上限 12 次 (每日可執行多次)	上限 8 次 (每日可執行多次)
測試需求	時間自訂， 每 30 分鐘抑低 用電達成率均 達 100%	無	依效用啟動， 連續 3 小時， 每 30 分鐘抑低 用電達成率均 達 100%	無
技術需求	OpenADR 通訊協定 當 EnerNOC 於用戶端安裝閘道器時，則需同時裝設有效電表。			

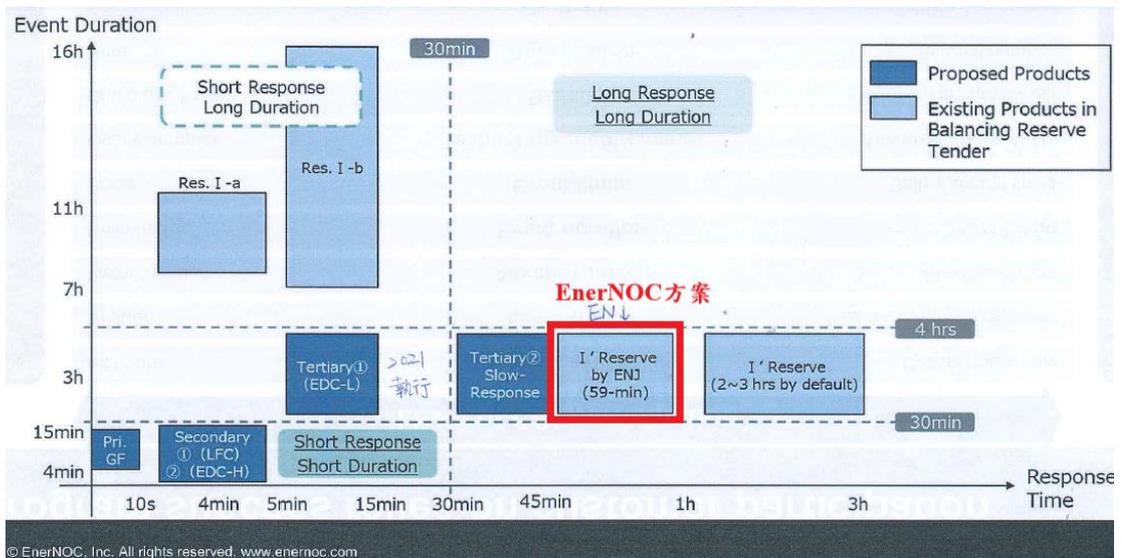


圖 5-24 EnerNOC Japan 電源 I' 方案之反應時間及每次執行期間

此外，日本各輸配電業者對電源 I' 抑低用電達成率未達規定均訂有罰則，即執行時段每 30 分鐘之抑低用電達成率均須達 100%，依 EnerNOC Japan 說法，其認為日本目前所訂達成率及罰則過於嚴苛，2017 年之具體落實案例如圖 3 所示，該次事件共執行 4 小時，其中僅 30 分鐘抑低用電達成率未達 100%（達成率 98.3%），其他 3.5 小時均達 100%，但該次事件仍屬整個失敗需計罰。

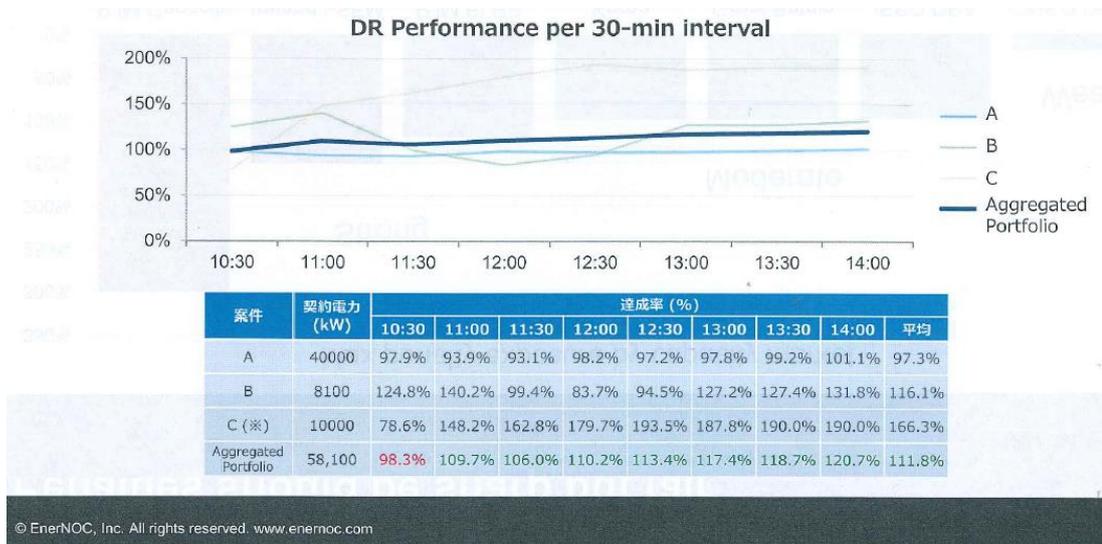


圖 5-25 EnerNOC Japan 2017 年之電源 I' 具體落實案例

有關抑低用電資訊系統部分，EnerNOC 已建置一個可彈性擴展、安全的技術平台，包括測量、控制、通信和全球網絡營運中心，結合需量反應管理程序，其網路操作中心(Network Operations Center, NOC)每天 24 小時傳送即時的能源資訊，相當於虛擬電廠的中樞神經系統，可迅速接受訊息並傳送給相關部門進行回應，有效協助調度電力需求接近供給。有關目前 EnerNOC 於日本採行之需量反應調度及抑低用電通知執行系統為 OpenADR 通訊協定，透過建構 OpenADR VTN 與 VEN 介面進行抑低用電通知及卸載，目前日本 OpenADR 之建構

模式如圖 4 所示，即各輸配電業端架設有 Open ADR VTN 伺服器，透過 Open ADR 2.0b 對需量反應提供者進行抑低用電通知，EnerNOC Japan 之網路操作中心則架設有 Open ADR VEN 作為抑低通知之接收器，EnerNOC Japan 於接獲通知後，則以電話及 E-mail 通知用戶抑低用電，另 EnerNOC 亦對部分用戶安裝 Open ADR VEN 作為終端控制器，直接控制用戶設備進行卸載。目前日本 OpenADR 之建構尚屬過渡期，故未強制需量反應提供者須採行 OpenADR 通訊協定，惟 2019 年起將全面強制採行該協定，以因應需量反應須於短時間快速反應之需。此外，EnerNOC 用戶基準線(Customer Baseline, CBL)演算方法之應用，可模擬需量反應如何影響用戶的資源價值，以及是否能為用戶所接受。

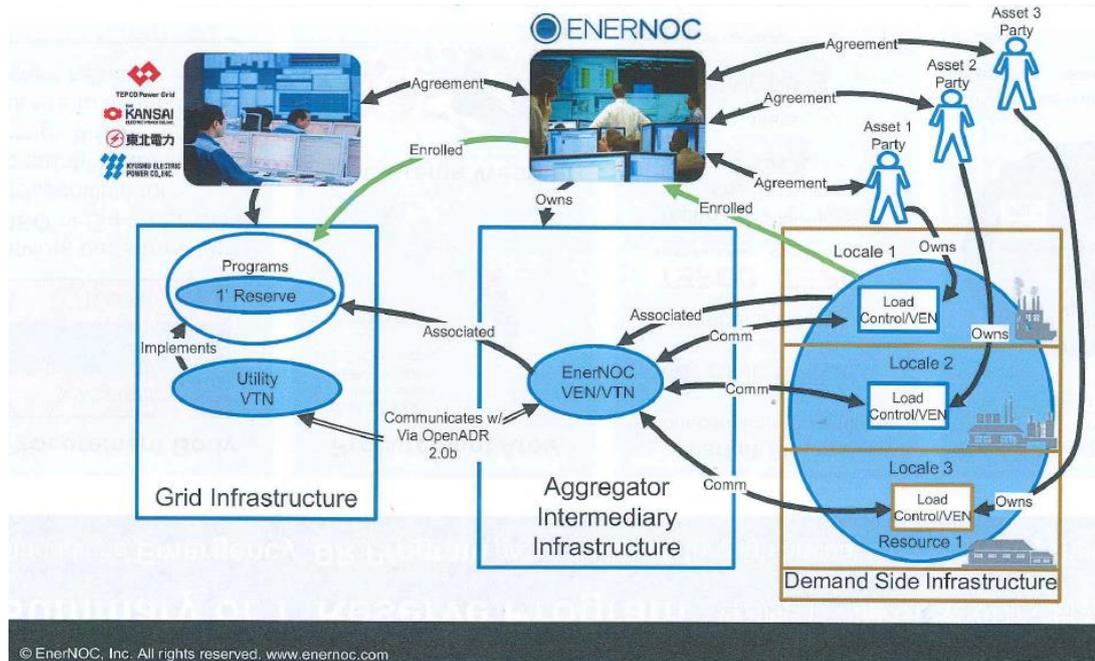


圖 5-26 日本 OpenADR 之建構模式

## 六、MRI

### (一) 簡介

MRI (Mitsubishi Research Institute) 中文全名為三菱綜合研究所，該研究所為日本一個影響巨大的營利性及綜合性之智庫、日本著名之諮詢研究機構及智囊機構，位於東京都，成立於 1970 年 5 月，由三菱經濟研究所、三菱原子能公司之綜合計算中心及技術經濟情報中心三家合併而成。該智庫雖然由三菱之三部門組建而成，又「三菱」為名，但自建立之日起即為一家完全獨立之公司，來自三菱企業集團之業務僅占其總業務之 20%，其他之業務均為集團之外的，其中之 50% 來自於政府、地方公共團體及特殊法人，即三菱綜合研究所是一家「政策導向」(Policy Oriented) 型之智庫。

該研究所下設研究開發本部及情報開發本部，其中研究開發本部為主要研究部門，由應用經濟部、社會開發部及產業技術部組成，情報開發本部則由系統開發部及情報處理部組成。

該研究所亦負責日本政府之需量反應方案設計，並從事多年能源相關業務，包括提出與儲能電池相關之各種商業機會、於再生能源方面導入智慧型電表及電動汽車等，此外，依歐美先進案例提出滿足客戶需求之措施，如資產證券化、風險管理方式，以及電力交易市場等之運用，本次前往 MRI 實習之目的，即為了解其如何為日本政府進行需量反應制度及方案之設計。

### (二) 說明

#### 1. 日本採用需量反應之主要趨勢

- (1) 規劃於 2020 年以前實現廠網分離（目前僅東京電力實現廠網分離）及完成電力交易市場之建立。
- (2) 負電立交易機制自 2017 年 4 月即開始進行。
- (3) 於 2016 年起透過公開招募調整力之方式，已獲有每年約 100 萬瓩之電源 I'。

#### 2. 實現廠網分離及負電力交易機制

廠網分離時程規劃如圖 1 所示，規劃於 2020 年以前實現，日本在發生 311 東北大地震後，開始推動電力系統改革，建立起電力交易市場。2017 年開始公開招募調整力，過去輸配電業者擁有之調整力均來自一般電力業者既有之備用容量，現階段已可透過公開招募之方式籌措，未來最終目標期比照歐美國家，完成電力交易市場之建立，並透過該市場進行調整力之籌措。

# 電力システム改革の工程と電気事業法改正スケジュール 13

(注1) 送配電部門の法的分離の実施に当たっては、電力の安定供給に必要な資金調達に支障を来さないようにする。  
 (注2) 第3段階において料金規制の撤廃は、送配電部門の法的分離の実施と同時に、又は、実施の後に行う。  
 (注3) 料金規制の撤廃については、小売全面自由化の制度改革を決定する段階での電力市場、事業環境、競争の状態等も踏まえ、実施時期の見直しもあり得る。

## 法改正の工程

実施を3段階に分け、各段階で課題克服のための十分な検証を行い、その結果を踏まえた必要な措置を講じながら実行するものとする。

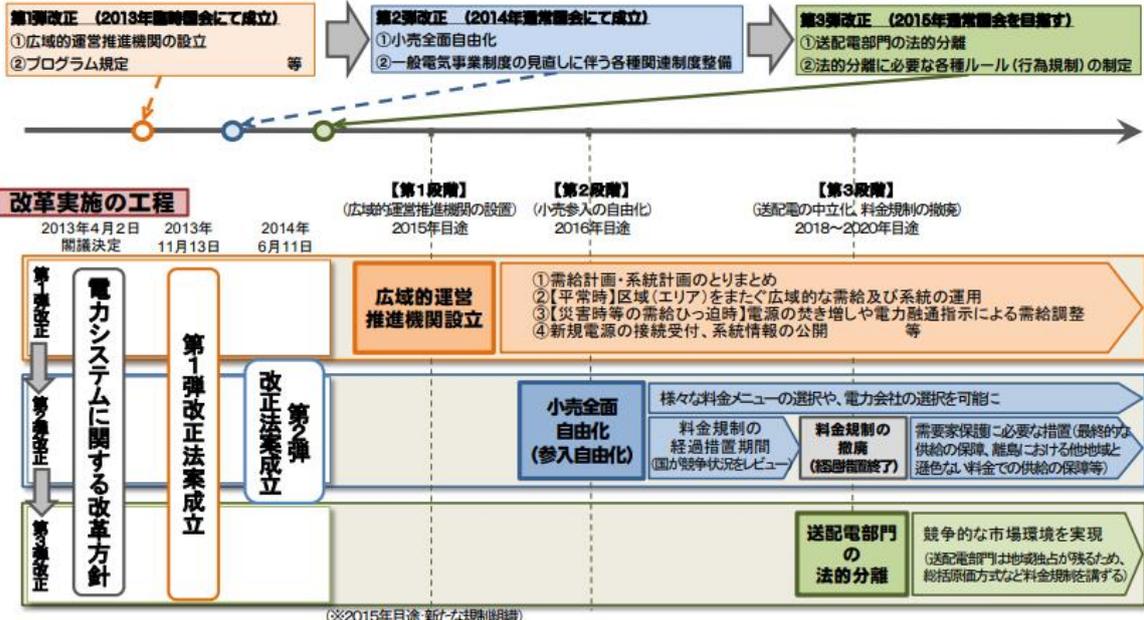


圖 5-27 日本廠網分離時程規劃

資料來源：

[https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12602000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu\\_Roudous\\_eisakutantou/0000094529.pdf](https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12602000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu_Roudous_eisakutantou/0000094529.pdf)

### 3. 調整力公募

招募之制度及規範係由 METI 轄下之能源廳所制定，容量則由 OCCTO 計算，以確保電力供需平衡，而輸配電業就公開招募之價格及容量進行公告、揭露、招募及購買，其中一項產品為電源 I'，係氣溫非常熱或非常冷之極端天氣狀態下所導致之供電不足情形所需之需量反應容量，而過去極端天氣之頻率約 10 年 1 次。2018 年電源 I' 應招募之容量較 2017 年增加 20%，招募完成之容量較 2017 年增加 30%，整體需量反應招募完成之容量達 96 萬瓩（如圖 2），至用戶群代表或一般電力業者與用戶間 1 對 1 交易及簽約之容量則無法得知，另該招募完成之平均價格為每瓩約 4000 日圓，依招募完成之價格及容量計算，需量反應 1 年交易金額約達 35 億日圓。

## 平成30年度向け調整力の公募結果（電源 I'）

	東北			東京			中部			関西			九州		
	前年度	当年度	増減	前年度	当年度	増減	前年度	当年度	増減	前年度	当年度	増減	前年度	当年度	増減
募集容量(万kW)	9.1	8.2	▲ 0.9	59.0	34.0	▲ 25.0	19.2	31.2	12.0	17.0	27.0	10.0	28.4	31.8	3.4
応札容量(万kW)	2件 9.3	3件 10.5	1件 1.2	12件 67.7	12件 40.1	- ▲ 27.6	14件 20.4	3件 31.5	▲ 11件 11.1	20件 36.6	18件 54.4	▲ 2件 17.8	15件 31.4	19件 38.9	4件 7.5
落札容量(万kW)	1件 7.4	3件 8.2	2件 0.8	6件 59.9	11件 34.0	5件 ▲ 25.9	11件 19.2	3件 31.2	▲ 8件 12.0	13件 17.0	15件 27.0	2件 10.0	10件 28.5	14件 31.8	4件 3.3
評価用 最高価格(円/kWh)※	782	1,088		4,750	5,518		1,245	3,162		5,900	5,106		32,622	16,645	
評価用 平均価格(円/kWh)※	782	1,016		4,501	5,138		1,196	2,279		3,034	3,717		8,176	6,607	
契約期間	7/16 ~9/20	7/16 ~9/20		4/1 ~3/31	7/1 ~3/31		7/1 ~9/30	7/1 ~9/30		4/1 ~3/31	7/1 ~3/31		4/1 ~3/31	7/1 ~3/31	

※評価用最高価格、平均価格について  
 当年度において、電源I'の評価方法が変更されていることから、前年度との単純比較はできない点に留意が必要。  
 前年度：評価用kW価格  
 当年度：評価用kW価格+評価用kWh価格

(a)評価用kW価格  
 運転継続可能時間、調整力提供可能時間数について、公募要領で求める原則的な要件に満たない場合にマイナスの評価が反映される。

(b)評価用kWh価格  
 上限kWh価格×想定発動回数×運転継続可能時間

	想定発動回数	運転継続可能時間
東北	2.4回	4時間
東京	3.6回	3時間
中部	1.8回	2時間
関西	3.6回	3時間
九州	3.6回	4時間

図 5-28 日本廠網分離時程計画

資料來源：[http://www.emsc.meti.go.jp/activity/emsc\\_system/pdf/026\\_04\\_00.pdf](http://www.emsc.meti.go.jp/activity/emsc_system/pdf/026_04_00.pdf)

# 陸、心得及具體建議

## (一)

本次赴日實習獲益良多，且實習對象安排具有一定的階層意義，讓我們從 TEPCO Power Grid，一個調度的角色開始了解。再到下一層 TEPCO Energy Partner，因應電業自由化所分的 TEPCO 的售電事業，有助於了解未來台灣電業自由化時所可能發生的一些現象，也了解零售電業除了賣電之外，亦有其他產品或業務內容。在與 Energy Pool 討論的過程，我們看到有競爭的情況下，對於一些內容較為保守。但我們仍是積極深入瞭解他們與 TEPCO Energy Partner 的合作關係，釐清在日本逐步電業自由化的進程中出現的合作商業模式。本次亦前往同為 I 供應商的 EnerNOC 公司實習，在熱情的介紹討論中，由供應商的角度來看日本電業改革的一些盲點。因為 EnerNOC 較需直接面對客戶，處理客戶在減少用電需求時之反應，對於本團成員有本公司業務處的同仁來說很是受用。當然此點對於本公司在制定或建議相關 DR 政策時可供參考。

本次實習的對象，除了真正參與電業市場的電力業者之外，我們亦至日本 METI 向政府機構之制定政策單位進行討論，了解日本政府對於電業市場的規劃與改革想法，按照規劃，日本將於 2020 年開放容量市場，現在仍是進行被定義為暫時性的方案，並持續對其做探討修正。

我們的最後一站就是日本三菱綜合研究所，該研究所為日本政府在制定相關電力政策之幕僚單位，我們很感謝研究所的與會同仁耐心解釋整個架構，以及提供相關政府文件供參。

此行對於日本電業自由化所產生的電力市場狀況有初步的了解，觀察到開放售電業後，會有其他公司在電網有需求的時候一起提供電源。而在拜訪 EnerNOC 時，也知悉未來開放用戶群代表時，在制定規則時地重要參數，更甚者提供頻率調整之輔助服務。但更多的是，當電網有緊急事件時，用戶群代表公司如何與用戶協調溝通，以彌補電力不足的量，是未來我們需學習的地方。

台電公司未來電業自由化後，優勢即為原本已有客群，更有數據及分析能力，長期與民眾打交道亦是不在話下。是否可以仿效 TEPCO Energy Partner，請 Energy Pool 代操 DR 軟硬體技術，走代操模式，都是未來考量的方向。

## (二)

於我國現階段刻正研議及規劃電業自由化之環境下，本次有機會至電業自由化之腳步早於我國，且正規劃及建立與歐美先進國家相同之電力交易市場的日本，與日方進行實質之互動交流，實屬時機適當，並獲益良多。

本次行程前往實習之日本政府機關及公司部門當中，事先即充滿期待、事後亦擁有較印象深刻之單位為 TEPCO Energy Partner，原因為台電公司業務處未來若正式面臨電業自由化，轉型為公用售電業後，將面臨如何在受政府約束下定位自身角色，以及如何在各方均想瓜分售電業這塊大餅之環境下與其競爭，而該情形與 TEPCO Energy Partner 現階段正面臨之情形相同。因此，本次行程透過了解 TEPCO Energy Partner 使用用戶群代表代操模式之原因、方式及規劃未來欲擴展之業務內容後，更能感同身受及明瞭未來台電公司業務處將面臨之情況。

本次行程雖定位為小規模之工作實習，非屬公司等級或國家等級之訪查交流，然日本政府機關及各公司部門卻願意撥空，且樂於向我們分享及說明日本電業、需量反應及輔助服務市場之情形，亦積極向我們探詢台灣電業自由化及需量反應相關之進程，足見其對能源轉型改革、能源民主及穩定供電之決心。

## 柒、附錄



圖 7-1 與 TEPCO Power Grid 與會同仁合影



圖 7-2 與 TEPCO Energy Partner 及 Energy Pool 與會同仁合影



圖 7-3 與 EnerNOC 與會同仁合影



圖 7-4 與 METI 官員訪談後之合影



圖 7-5 至 MRI 實習後與相關人員之合影