

行政院及所屬各機關出國報告(出國類別：實習)

派赴日本中國電力株式會社 第 44 屆觀摩團研習報告

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：

姓名	單位	職位名稱
呂銘宗	輸變電工程處中區施工處	副處長
邱玉典	業務處	組長
李張堃	核火工處深澳施工處	經理
蔡坤泰	電力修護處南部分處	副主任
洪貴忠	大林發電廠	經理
高孟甫	電力調度處	資深專業工程師
曾銘祺	資訊系統處	主管
謝豐吉	董事會檢核室	檢核

派赴國家/地區：日本

出國期間：107 年 11 月 26 日~107 年 11 月 30 日

報告日期：108 年 1 月 25 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：派赴日本中國電力株式會社第 44 屆觀摩團研習報告

頁數 118 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：

呂銘宗/台灣電力公司/輸變電工程處中區施工處/副處長/04-2521-1501

邱玉典/台灣電力公司/業務處/業務管理監/02-2366-6673

李張堃/台灣電力公司/核火工處深澳施工處/電機工程監/03-473-7726#2004

蔡坤泰/台灣電力公司/電力修護處南部分處/一般工程監/07-251-0195#210

洪貴忠/台灣電力公司/大林發電廠/電機工程監/07-871-1151#2600

高孟甫/台灣電力公司/電力調度處/電機工程師/02-2366-7665

曾銘祺/台灣電力公司/資訊系統處/一般行政管理監/02-2366-6994

謝豐吉/台灣電力公司/董事會檢核室/企劃控制師/02-2366-7723

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會 6 其他

出國期間：107 年 11 月 26 日~107 年 11 月 30 日

派赴國家/地區：日本

報告日期：108 年 1 月 25 日

關鍵詞：

內容摘要：(二百至三百字)

電業法在 106 年 1 月 26 日完成修法，將加速再生能源開發，另本公司也將在電業法施行 6-9 年內轉型為控股母公司，下設發電子公司及輸配售電子公司，因此近年來，本公司經營面臨很多挑戰，日本為亞洲電業改革之先驅，透過本次赴日本中國電力株式會社(以下簡稱中電)觀摩交流的機會，可學習相關專業技術知識以及實務經驗。

此行觀摩重點如下：1.智慧型變電所之規劃、設計、施工及營運實務、2.電力零售市場開放競爭之因應策略、3.超超臨界燃煤機組建造現況、IGCC 煤炭氣化複循環技術發展、4.電廠發電機組設備修護技術、機具與儀器設備使用現狀、電廠發電機組歲修人力規劃、施工方法與工期精進之實務做法、5.電廠營運管理制度及電業自由化之影響、6.中電參與日本電力交易所 JEPX 之運作模式、7.企業內未來五年的資訊科技架構發展重點策略、8.借鏡中電母子公司之內部稽核作業方式等相關資訊導入新思維。經由上述各項主題之各別研討及現場見習，分別提出報告及心得建議，可作為本公司未來在相關議題之發展參考。

本文電子檔已傳至公務出國報告資訊(<https://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目 錄

壹、前言.....	1
貳、團員名單與行程紀要.....	2
一、團員名單與觀摩主題.....	2
二、行程紀要.....	3
參、共同觀摩項目.....	4
一、役員歡迎會.....	4
二、當社概要說明會.....	6
三、廣島中央電力所.....	13
肆、個別觀摩主題與感想建議.....	22
一、智慧型變電所之規劃、設計、施工及營運實務— 呂銘宗.....	22
二、電力零售市場開放競爭之因應策略— 邱玉典.....	38
三、超超臨界燃煤機組建造現況、IGCC 煤炭氣化複循環技術發展 李張堃.....	54
四、電廠發電機組設備修護技術、機具與儀器設備使用現狀、電廠 發電機組歲修人力規劃、施工方法與工期精進之實務做法— 蔡坤泰.....	63
五、電廠營運管理制度及電業自由化之影響— 洪貴忠.....	71
六、中電參與日本電力交易所 JEPX 之運作模式— 高孟甫.....	82
七、企業內未來五年的資訊科技架構發展重點策略— 曾銘祺.....	98
八、借鏡中國電力母子公司之內部稽核作業方式、組織架構相關資 訊，以及觀摩稽核部門相關作業方式導入新思維— 謝豐吉.....	107

壹、前言

台灣四面環海，約 98% 之能源仰賴進口，且電力無法跨國支援，另全球因應環境惡化與能源短缺，能源轉型已成為國際趨勢，爰此，電業法在 106 年 1 月 26 日完成修法，將加速再生能源開發，另外本公司也將在電業法施行 6-9 年內轉型為控股母公司，下設發電子公司及輸配售電子公司，因此近年來，本公司經營面臨很多挑戰，在亞洲地區，日本之電業改革屬於先驅，透過本次赴日本中國電力株式會社(以下簡稱中電)觀摩交流的機會，可學習相關專業技術知識以及實務經驗，同時也交換本公司最新發展的情形，獲益良多。

本公司與日本中電於民國 55 年締結雙方技術交流合約，互派人員觀摩研習，除可增進雙方合作關係外，更有助於瞭解雙方技術及營運情況，以作為未來發展方向之參考。有關中電之概況，按 2016 年度實績，其售電量約佔日本 7%，其供電範圍包括廣島縣及鄰近之山口縣、島根縣、鳥取縣、岡山縣等。其 2017 年實績銷售比例，電力事業佔大宗約佔 91%，而由售電用戶類別來看，家用約佔 33%，商用產業用電約佔 67%。另統計 2010 年~2017 年之用電需求，呈現下降趨勢，中長期用電預測亦僅緩慢增加，主要受到 2011 年福島核災影響，國內實施節能政策，再加上人口減少之影響，電力需求減少進而影響售電量。此外，中電未來的成長戰略，由於國內產業需求不大，加上電力零售全面自由化的衝擊，市場競爭激烈，因此需強化核電重新商轉之可行性、開發新的火力發電技術以及擴展新的事業，而中電之戰略即以中國地方為中心，向外找尋事業發展之可能性，無論國外(評估於人口較多之地區設置燃煤發電廠)或海外(投資國外發電廠)均為其擴展新事業之考量，值得本公司學習。

本次觀摩交流於 11/27 日在歡迎會上，本公司與中電清水社長及公司經營高層，彼此就日本電業自由化現況及未來進程、本國非核家園公投對台電影響、日本推行節能政策及少子化影響致電能銷售量減少經驗、地理位置上易受颱風及地震之天災侵襲而致力於進行電網強化計畫以及電業自由化公司分割進程等議題進行大方向之意見交流。而本次各團員之個別觀摩重點為：1.智慧型變電所之規劃、設計、施工及營運實務、2.電力零售市場開放競爭之因應策略、3.超超臨界燃煤機組建造現況、IGCC 煤炭氣化複循環技術發展、4.電廠發電機組設備修護技術、機具與儀器設備使用現狀、電廠發電機組歲修人力規劃、施工方法與工期精進之實務做法、5.電廠營運管理制度及電業自由化之影響、6.中電參與日本電力交易所 JEPX 之運作模式、7.企業內未來五年的資訊科技架構發展重點策略、8.借鏡中國電力母子公司之內部稽核作業方式、組織架構相關資訊，以及觀摩稽核部門相關作業方式導入新思維。經由上述各項主題之研討及現場見習，分別提出報告及心得建議，可作為本公司未來在相關議題之發展參考。

貳、團員名單與行程紀要

一、團員名單與觀摩主題

【派赴日本中國電力株式會社第 44 屆觀摩團名單及觀摩主題】

姓名	單位	職位名稱	觀摩主題
團長 呂銘宗	輸變電工程處 中區施工處	副處長	智慧型變電所之規劃、設計、施工及營運實務。
副團長 邱玉典	業務處	組長	電力零售市場開放競爭之因應策略。
李張堃	核火工處 深澳施工處	經理	1.超超臨界燃煤機組建造現況。 2.IGCC 煤炭氣化複循環技術發展。
蔡坤泰	電力修護處 南部分處	副主任	1.電廠發電機組設備修護技術、機具與儀器設備使用現狀。 2.電廠發電機組歲修人力規劃、施工方法與工期精進之實務做法。
洪貴忠	大林發電廠	經理	電廠營運管理制度及電業自由化之影響。
高孟甫	電力調度處	資深 專業工程師	中電參與日本電力交易所 JEPX 之運作模式。
曾銘祺	資訊系統處	主管	企業內未來五年的資訊科技架構發展重點策略。
謝豐吉	董事會檢核室	檢核	借鏡中國電力母子公司之內部稽核作業方式、組織架構相關資訊，以及觀摩稽核部門相關作業方式導入新思維。

二、行程紀要

本次觀摩團 8 人由團長呂副處長率領，並在人資處李組長及同仁陪同於 11/26 日清晨至桃園國際機場集合搭機出發，約中午時刻到達福岡空港，中國電力株式會社政光經理與 3 位同仁已在機場等候，隨即搭專車至博多車站用餐，並乘坐新幹線往廣島市區旅館，略為整理後即展開後續各行程。

11/27 日清水社長親自主持的歡迎會，會後由中電簡報「中國電力之概要」，下午則為團員至各單位各自出席觀摩主題會議。11/28 觀摩廣島中央電力所及宮島，11/29 參訪京都、大阪等地，11/30 上午由政光經理、同仁至關西機場送機，觀摩團 8 人搭機返國。雖然僅有 5 日的行程，但親身體會中電安排行程、招待細節的用心，以及翻譯的隨行讓我們溝通沒有隔閡感覺，為各位團員準備的各項資料更詳實精緻，本次行程順利著實收穫豐碩。

【派赴日本中國電力第 44 屆觀摩團行程】

日期	地點	行程
11/26(一)	台北→廣島	往程
11/27(二)	中國電力株式會社	役員歡迎會 當社概要說明 個別觀摩
11/28(三)	廣島	廣島電力所視察 宮島
11/29(四)	京都、大阪	參訪京都、大阪等地
11/30(五)	大阪→台北	返程

參、共同觀摩項目

一、役員歡迎會

11/27 上午拜會清水社長、渡部副社長、松岡常務董事、高場董事、神崎部長，清水社長及呂團長均表達雙方公司自 1966 年建立交流關係，50 多年來互派觀摩團的相互往來交流，交流人次多達上千人次，不僅增進情誼，更相互瞭解學習各項管理、運轉業務，促進公司發展甚有助益。隨即雙方把握約 45 分鐘時間展開意見交流。

(一)雙方交換意見

1.核能政策方面

清水社長關心的詢問台灣剛結束公投是否影響非核家園的時程，中電也正推動核能再起動及島根電廠的建廠正送市府審核，期待能再發電。

呂團長說明根據公投核能電廠發電應可繼續存在，唯目前既有核一已達退休年限，核二、核三電廠情況仍視政府決定，若可繼續運轉對未來供電情況及減少排碳有幫助。

2.成立輸配電法人公司及輸配電業務

呂團長請教按日本電氣事業法中國電力也需將輸配電部門成立獨立法人公司，目前如何進行？

清水社長說明目前計劃在 2020 年 1 月中電公司的組織將改為發電、銷售電部門在母公司，輸配電公司未來另設立子公司，且先於 2017 年 10 月改革，目前已成立內部輸配電子公司。將於 2019 年 6 月股東大會決議可否成立子公司，亦正檢討子公司的優缺點。

松岡常務董事說明目前正因應 2020 年 4 月起輸配電公司即將成立獨立法人公司，亦被任命為輸配電長，目前已成立公司內部輸配電子公司先運作中。且日本近來受到颱風、地震影響供電，故實施強化電網工作中。

呂團長也說明台灣受天災影響亦大，故將架空線路地下化、更新舊電纜、屋外變電所改建為屋內型式。

3.銷售電量

副社長提及日本受到少子化影響銷售電量減少，日本工業大部份在國設廠生產，因此大用戶用電量少，大部份是家庭商業用電，且因大力推廣冷氣、家電的高效率，故節能執行成效好，以致近年用電量有減少趨勢。

邱副團長表達台灣有工商產業及家用電，工業係以出口為導向的產業，為高壓以上大用戶，當國際經濟景氣佳，則用電量高。家用電較少受少子化影響，惟電價係受到電業管制機關管制，無法反應成本，希望減少用電，因此也推行節能措施。並提及台電需按新電業法須將原本在各縣市的區營業處的銷售電與配電部門作分離，但進行過程常遇有困難。

清水社長說明中電亦遭遇同樣困難，但政府在專家的建議下仍要求實施。松岡副社長補充他們是擔心對於客戶的要求因應減少，服務品質降低。

(二)會議場景及合照



役員歡迎會議場景



合照：清水社長（前排左起第4位）、神崎部長、松岡常務董事、渡部副社長、高場董事（第二排由左至右順序）與台電觀摩團團員團體照

二、當社概要說明會

11/27 日役員歡迎會後，行程緊接當社概要說明會議，中國電力經營企劃部門經理為我們簡介該公司概况、目前配合日本電氣事業法改革的因應及未來的發展戰略方向。



當社概要說明會議場景

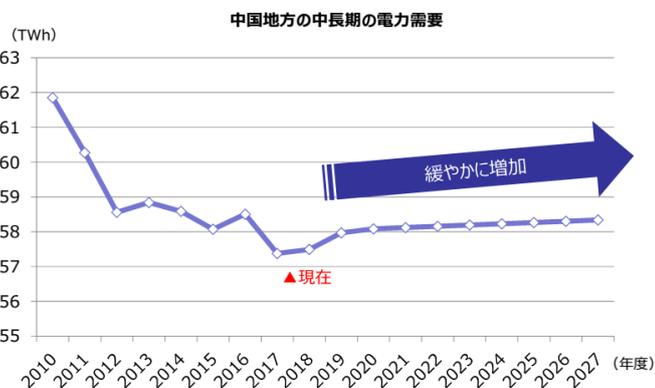
(一) 公司概况

1. 長期負載預測

中電區域用電以商業及家庭用電為主，因 2011 年 311 福島事件致負載大幅降低，且因核能機組無法運轉，政府及中電公司大力鼓勵節約能源，負載大幅降低，但因原使用天然氣、瓦斯燃料的家庭亦漸改為電氣設備，故長期負載仍將緩慢增加。

中国地方の電力需要見通し

- 中国地方の中長期の電力需要は、今後、緩やかな増加を見込んでいる。



(出所) 電力広域的運営推進機関資料，数値は気温間補正後

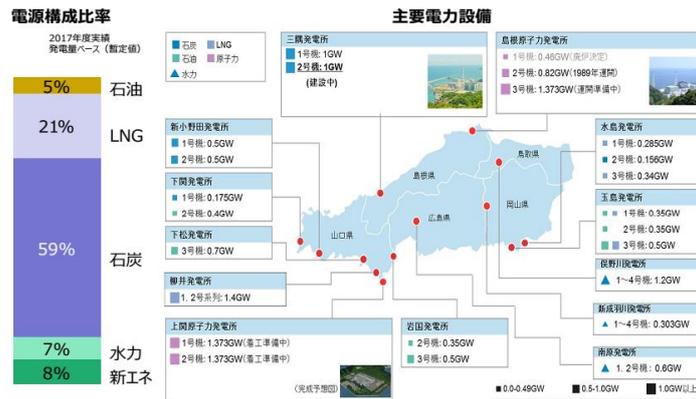
中電區域長期負載預測

2. 電源結構、發電占比

中電各類型機組裝置容量及發電量仍以化石燃料發電為主，尤其低成本之燃煤占比高，但為因應環保要求亦開發再生能源發電量逐年增加中，火力舊型機組亦實施汰舊換新，既有核能機組均尚在申請恢復運轉，新設核能機組亦向地方政府繼續溝通申請。

電源構成と電源設備

- 当社の電源構成は、価格競争力の高い石炭火力の比率が高い。
- 設備容量：火力7.8GW，原子力0.8GW，水力2.9GW（施工準備中，および廃炉決定した設備を除く）



2017 年度電源構成、発電量占比及廠址分布

(二) 電氣事業法改革及因應措施

1. 電氣事業法改革進程

由於 2013 年福島核災，因此內閣會議決議改革電氣事業法。2015 年成立廣域運營推進機關（OCCTO, Organization for Cross-regional Coordination of Transmission Operators, JAPAN），監控全國電力系統的供需情況，以更靈活調度電力，提升供電安全。2016 年零售電全面自由化。2020 年輸配電部門公司法人化。

電力・ガスシステム改革

- 2016年4月に電力，2017年4月にガスの小売参入について全面自由化。
- 2020年4月には「送配電部門の法的分離」を実施予定。



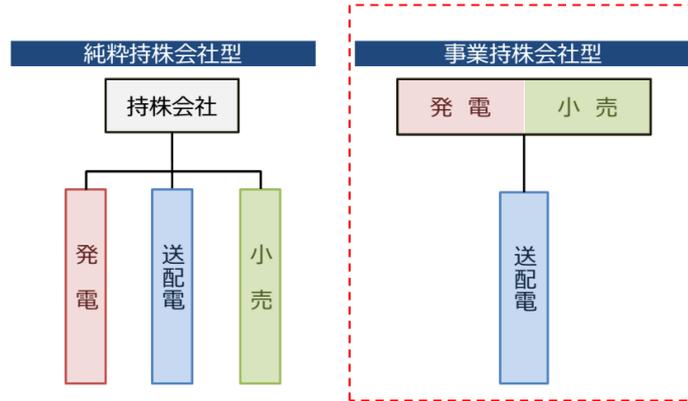
電力及天然氣事業改革進程

2. 輸配電部門獨立法人化

中電為因應電氣事業法規定將輸配電部門在 2020 年 4 月前公司化，發電部門與售電部門將規劃於總公司，輸配電部門目前已先成立內部子公司，將今（2019）年於股東會議討論決議成立子公司事宜。

送配電部門的法的分離

- 當社は，2020年4月に，送配電事業のみを分社化する事業持株会社の形態を念頭に検討を進めている。



中電因應輸配電部門公司法人化的選擇方案

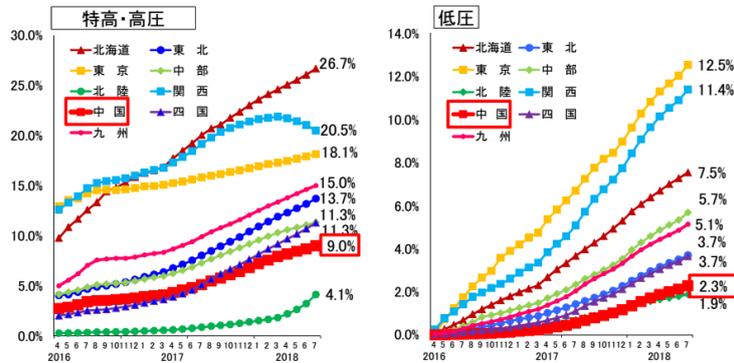
3. 零售電業全面自由化

由於 2016 年零售電業全面自由化，其他售電業者競爭激烈，及本身自發電燃料成本的增加，故 9 大一般電氣事業者的用電客戶逐年流失中。中電售電部門採取相關因應措施，故客戶損失情況較其他一般電氣事業者為低，如下圖所示。

小売事業の現状

- 當社は，震災後に料金値上げを行っておらず，価格競争力を備える。
- 離脱の割合は 9 電力の中でも低く，顧客の囲い込みに成功。

新電力シェアの推移（電力量比）



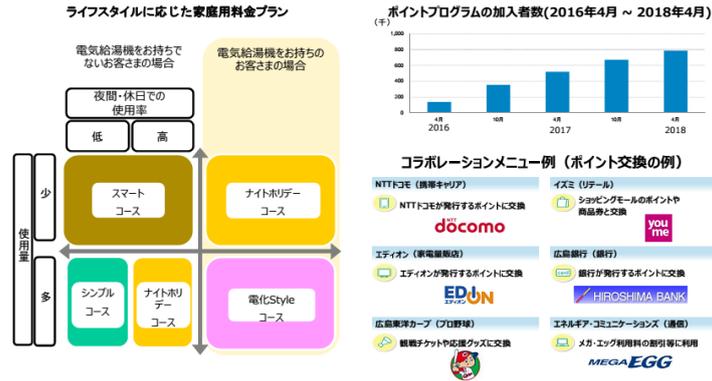
日本 9 家一般電氣事業者近年客戶流失情況

4.零售電部門因應措施

中電售電部門採取與異業結盟，以更靈活銷售電量，例如與棒球團隊、銀行、家電業者、通訊等業者，若用戶購買前述結盟業者相關商品，則對於其電價實施折扣。並分析用戶用電習慣，研擬電費方案。

事業基盤（販売戦略）

- 家庭用顧客との関係を維持して、需要離脱の抑制を図り、ドミナントなポジションの強化に努める。
 - 新規参入事業者のターゲット顧客にフォーカスを当てた戦略的な料金メニュー開発
 - 地域密着型のサービス提供の高度化（ポイントプログラムの導入）



中電分析用戶用電情境及與異業結盟

(三)未來發展策略方向

中電為因應市場自由化的競爭、環保要求、收益提升等，研擬中長期發展策略方向，有關電源開發、日本其他區域發展、海外投資項目，分別概述如下：

成長戦略

- 今後、原子力や新規電源が稼働し、成長事業投資が回収時期に入ると、当社の競争力は向上し、収支・財務も改善。



中長期發展策略方向

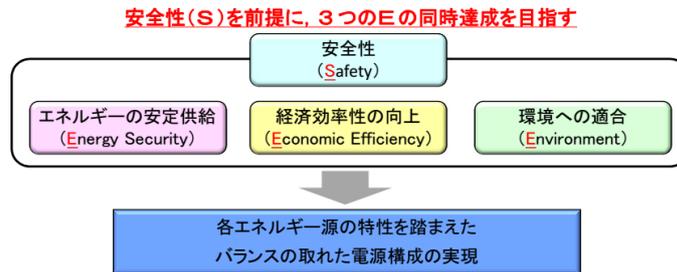
1.電源開發及 CO2 抑制

中電虚心接受各方的意見，並檢討電源型態的經濟性、符合更高

的環保意識、最新發電技術的提升的因素。在核能、再生能源將持續擴大發展，火力機組亦將引進最新技術，作為綜合的電源結構，因各電源型態均有其優缺點，儘量不依賴特定型態發電，以避免發生風險，達成可靠安全經濟的長期電源開發目標。

電源開発に対するスタンス

- 電源開発は長期的な視点で成し遂げるものであり、その過程において、経済性の更なる追求や環境意識の高まり、発電技術の革新といった情勢変化に対しては、見直すべきものは見直すなど柔軟に対応しているが、電源にはそれぞれ一長一短があり特定のものに依存することは避けなければならない。
- 原子力や再生などの非化石エネルギーの利用拡大に取り組むとともに、火力発電所の新規開発にあたっては、経済的に利用可能な最良の技術(BAT: Best Available Technology)の採用など、時代の要請に合致した技術開発を進めるとともにバランスのとれた電源構成を構築する。



電源開發的立場

A.核能電廠

島根核能電廠#1 機已於 2015 年停止運轉，正實施除役作業中。既有#2 機正進行延役措施；已按最新規定申請審查，並將電廠中與地震、海嘯相關連設備逐一研擬安全對策。#3 號機係新設機組已完成安裝工作，在裝填燃料前，已按最新法規申請審查工作。

島根原子力發電所の状況

- 島根2号機 (0.82GW) の再稼働により、収支改善を図る。
- 2013年12月に島根2号機の適合性審査申請。審査会合は計96回開催されている。(2018年10月31日時点)
- 2018年8月に島根3号機の適合性審査を申請。



島根原子力発電所の状況

1号機	● 2015年4月30日に営業運転を終了。現在、廃止措置作業中。
2号機 (1989.2~) (BWR : 0.82GW)	● 2013年12月に新規制基準への適合性審査を申請。 ● 現在、地震・津波関連および設備関連の審査が進行中。同時に、安全対策を講じている。
3号機 (新設) (ABWR : 1.373GW)	● 設備は既に完成しており、燃料装荷までに行われる使用前検査は全て終了。 ● 2018年8月に新規制基準への適合性審査を申請。

島根核能電廠各機組情況

B.提升火力機組效率

a.燃氣複循環機組

柳井發電廠#1 燃氣複循環機組自 1992 年商轉，於 2010 年動工實施部分設備更新，將熱效率從 43.32% 提高到 47.4%，於 2015 年完工。

b.燃煤電廠

三隅發電廠#2 燃煤機組係運用最新超超臨界的技術，以達成環保、經濟、可靠最佳化之要求。

三隅發電所2号機（石炭）の開發

- 島根県浜田市に、環境性、運転信頼性、経済性に優れた石炭火力発電設備を計画している。
- 当社は従来から特定の電源に偏らず、バランスのとれた電源構成を目指してきた。利用可能な最良の技術※1に相当する最新鋭の発電方式（超々臨界圧※2）を採用し、効率の劣る既設発電所と入れ替えを行うことで、環境負荷を低減しながら、さらに競争力を高めていく。



〔三隅発電所2号機 1GW〕
-本年11月に着工-

- ※1 BAT : Best Available Technology
- ※2 USC : Ultra Super Critical

三隅發電廠

C.再生能源開發

為抑低 CO2 排放，中電正在努力擴大再生能源的引進，分在廣島縣福山市和山口縣宇部市設置太陽能發電廠裝置容量均為 3MW。

CO2 削減に向けた取り組み（再生可能エネルギー）

- 当社は、再生可能エネルギーの導入拡大にグループ一体となって取り組んでいる。
- 広島県福山市および山口県宇部市において、メガソーラー発電所の営業運転を行っている。



〔福山太陽光発電所 3,000kW〕

➤ 2011年12月に運転を開始。

〔宇部太陽光発電所 3,000kW〕

➤ 2014年12月に運転を開始。

太陽能電廠設置

2. 日本其他區域售電及電源開發

中電評估於東京首都區域或鄰近區域發展零售電事業、與其他大用戶共同開發電廠，如與 JFE 鋼鐵共同合作在千葉縣開發蘇我火力電廠超超臨界機組供電，及自行開發小名浜生質能電廠等。

取り組み事例（中国地域外への進出）

- 当社として首都圏初の電源となる蘇我火力発電所（仮称）を J F E スチールと共同で開発。
- 販売強化のため、市場規模の大きい首都圏に加えて、関西地域での販売にも積極的に取り組んでいる。

JFEスチールとの共同電源開発事業

建設予定地	千葉県千葉市
アライアンス先	J F E スチール ⁽¹⁾
当社出資比率	73%
発電出力	1GW（送電端）
発電方式	超々臨界圧発電方式（U S C）
使用燃料	石炭
運転開始時期	2024年（予定）

注：
1. 日本で第2位の鉄鋼メーカー

中国地域外の販売体制整備



中電計劃於其他區域零售電及開發電源

3. 海外投資事業

中電在海外投資事業努力實現投資的目標，有合宜的時間決策，並試圖與其他公司聯盟來分散投資項目的風險。

(1) 案例一

中電與其他公司合作在馬來西亞 Dickson 港口分散風險投資設置 Jimah East 發電廠（超超臨界機組 1GWx2），以供應首都吉隆坡鄰近區域用電。

取り組み事例（海外への展開）

- 当社初の海外 I P P 事業。
- 個別の投資案件のリスクを十分に見極め、他社とのアライアンスも活用したリスク分散も図りながら、時機を逸することなく成長投資を実行する方針。

投資ストラクチャー		設備概要	
マレーシア電力公社	三井物産	中国電力	発電出力
	50% (間接15%)	100% (間接15%)	2GW (1GWx2基)
		CEPIN	発電方式
		50%	超々臨界圧発電方式 (U S C)
			使用燃料
			石炭
			営業運転開始
			1号機：2019年6月 2号機：2019年12月
			電力販売先
			マレーシア電力公社 (TNB)
			総事業費
			約120億リンギット
			実質持分割合
			15%

(建設工事状況)



中電與其他公司合作分散風險投資案例

(2) 案例二

中電在美國德拉瓦州設立子公司，並參與投資在康乃迪克州的 Cree 發電廠裝置容量 620MW 燃氣複循環機組。

取り組み事例（海外への展開）

- 本年 5 月，米国コネチカット州の天然ガス火力発電事業（62 万 kW）へ出資参画。
- 本事業への出資参画にあたり，米国（デラウェア州）に子会社を設立。

事業概要		発電所所在地	
発電所名	グリーンエナジー発電所		
発電方式	ガスコンバインドサイクル		
設備容量	62 万 kW		
営業運転開始	2011 年 7 月		
売電先	米国北東部の卸電力市場		
出資者	中国電力 16.20% 大阪ガス 24.30% 九州電力 20.25% 双日 20.25% 既存出資者 19.00%		

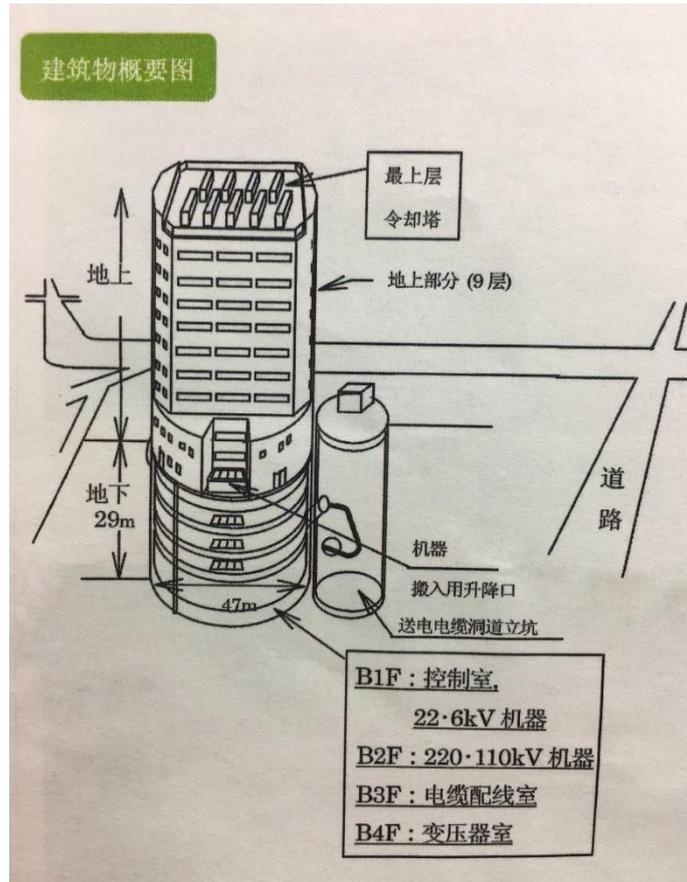
中電在美國康州與其他公司合作出資設置燃氣複循環電廠

三、廣島電力所

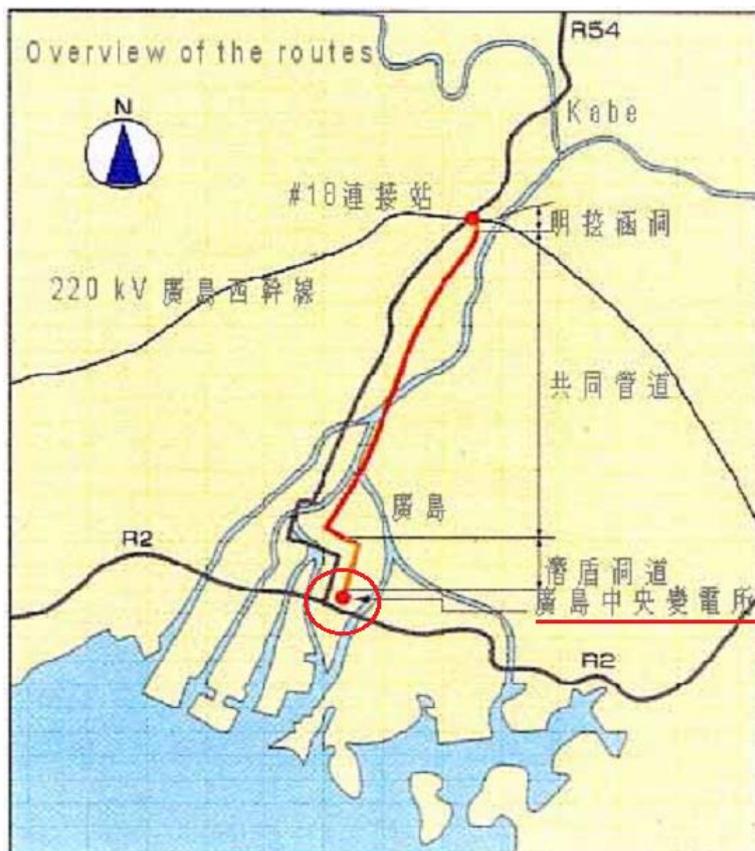
11/28 觀摩團一行 8 人來到靠近廣島灣的廣島中央變電所，受到藤井所長及同仁的歡迎，雙方簡單自我介紹後，所長隨即請同仁介紹該變電所概況，並參觀地下變電所設施及地下中央洞道。

(一) 地下變電所

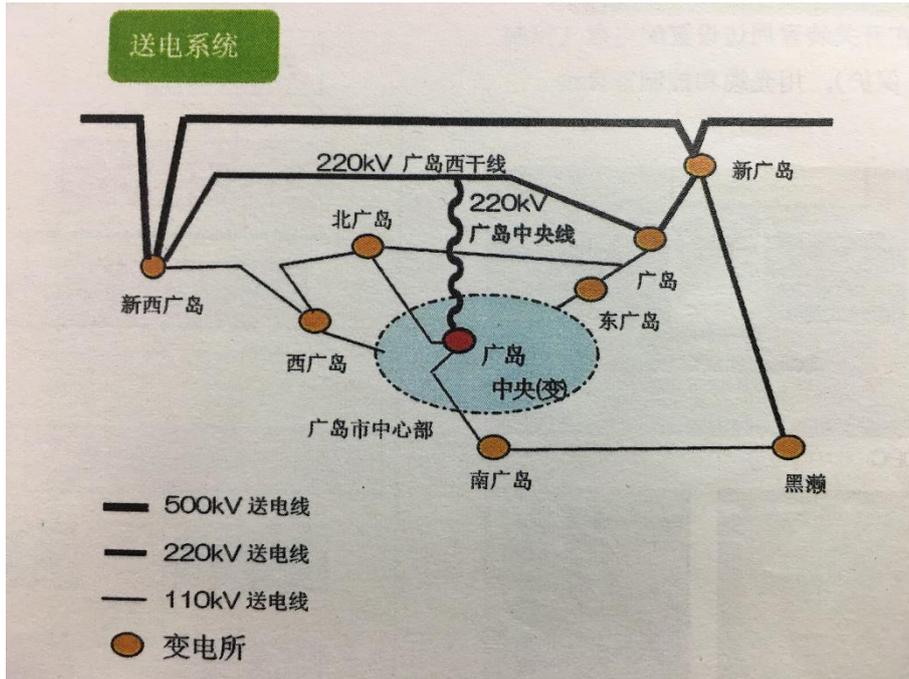
廣島中央變電所在 2004 年 6 月啟用運轉，係該公司首座的地下式超高壓變電所，以確保廣島市中心的電力供應。建築物為地上 9 層、地下 4 層大樓，地上樓層作為辦公室、地下則為變電所，該所位於太田川出海口，故特別介紹建築物地下為圓筒型可平均分散各方面來的壓力，並可防止地下水的滲透，牆面厚度只 1.7 公尺可節省經費，並有更多利用空間。若是為方型結構則受力面不平均，牆面厚度將達 3 公尺，必須加強厚度占用相當大的空間及經費。



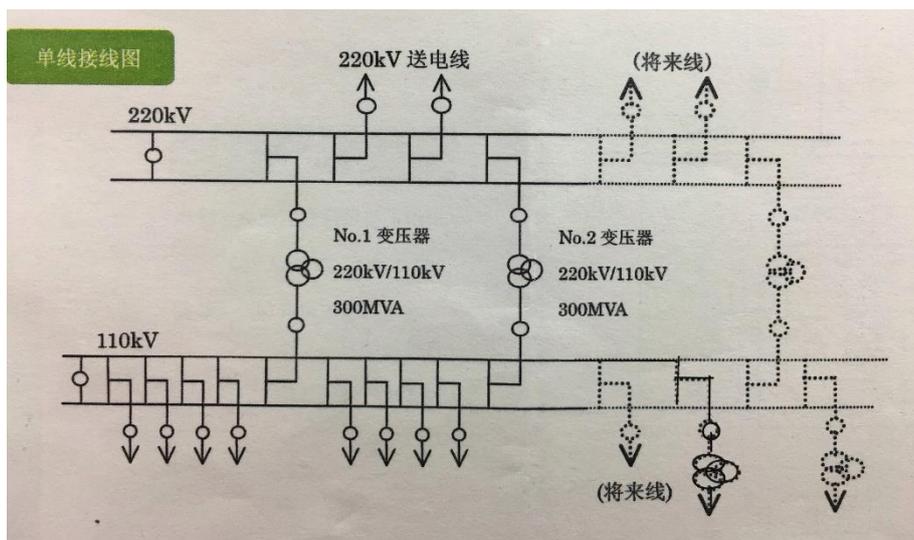
廣島中央變電所大樓



廣島中央變電所位於太田川出海口



廣島中央變電所聯結週邊系統



單線接線圖

1.地下一樓 (B1)

監視控制裝置：可監看設備運轉情況，如各線路潮流、開關狀態、冷卻系統。平常為無人化，緊急情況進駐。



B1 監視控制室

2.地下二樓（B2）

地下二樓置放開關設備，為避免可燃性材質，均採 GIS 絕緣方式。

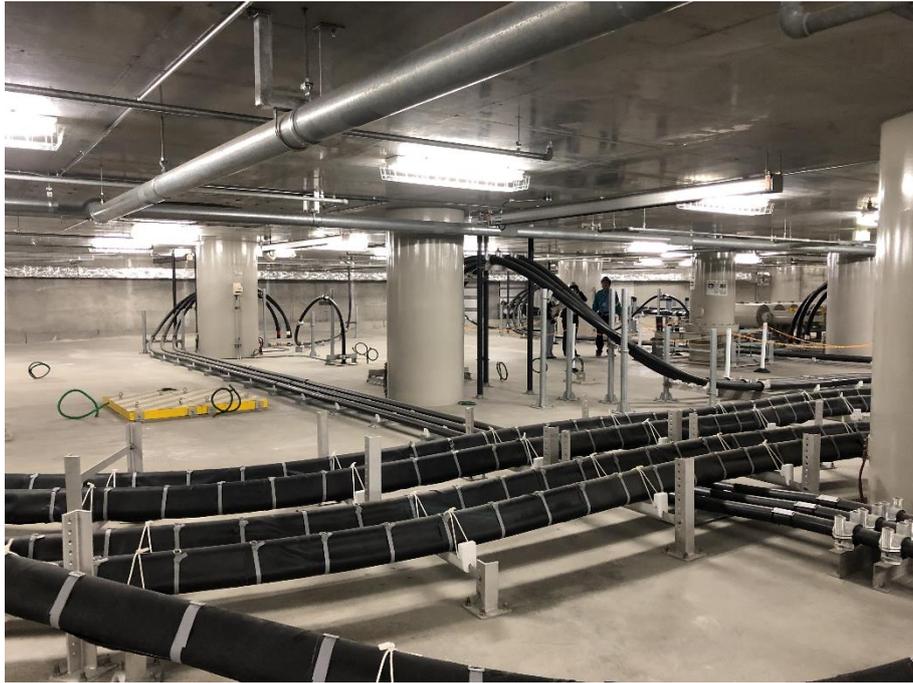


B2 絕緣氣體 GIS 開關

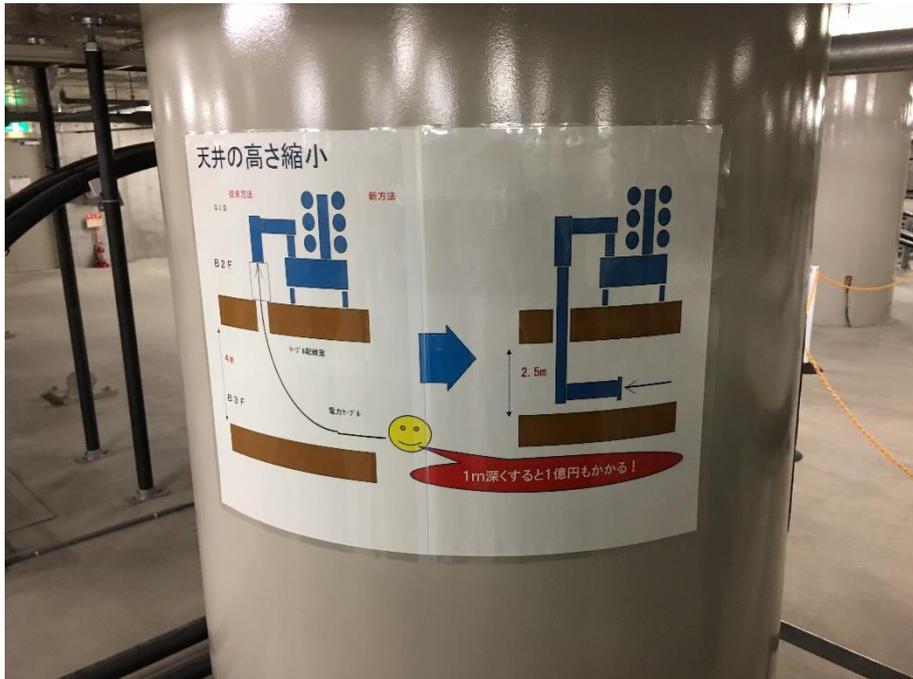
3.地下三樓（B3）

地下三樓的 XLPE 電纜係從戶外鐵塔經共通管溝、中央通道進入變電所。並說明電纜與 GIS 以水平接續代替傳統接續可將樓層高度 4

公尺降至 2 公尺，可節省建築經費。



B3 地下電纜



電纜與 GIS 以水平接續（上圖右邊圖示）代替傳統接續（上圖左邊圖示）

4.地下四樓（B4）

主變壓器容量 300MVA 2 部、60MWVA 1 部、30MVA 1 部，以氣體絕緣並使用水冷卻方式，為加強其循環散熱能力，將變壓器外殼作成圓柱型狀，可使快速均勻流通，達到較佳冷卻效果。



B4 主變壓器

(二)地下中央洞道

中電同仁帶領觀摩團隊離開地下變電所，另外再由地下洞道入口進入中央通道。



地下中央洞道入口



在地下一樓中電員工先解說中央通道概況



往下至中央通道口階梯



中央通道口



中央通道內及電纜布線

肆、個別觀摩主題與感想建議

一、智慧型變電所之規劃、設計、施工及營運實務－呂銘宗

(一) 研習目的

1. 搜集中国電力株式會社（以下簡稱中電）輸變電系統規劃、設計、施工、運維之組織、架構及分工模式，以供本公司未來成立輸配售電子公司時，規劃各單位之組織、架構及分工參考。
2. 了解中電智慧型變電所之規劃及設計理念，以利規劃及設計符合本公司需求之智慧型變電所。
3. 參考中電智慧變電所施工案例，吸取其施工面臨問題及解決對策經驗，俾修正本公司相關設計、施工手冊或招標規範，預先防範施工可能面臨之問題。
4. 學習中電智慧多目標變電所可行性評估、規劃、設計及建造之經驗，以縮短本公司智慧多目標變電所之興建時程。
5. 探討中電智慧變電所與傳統變電所在運轉、維護方面之差異性，俾本公司及早因應智慧變電所可能產生之問題。

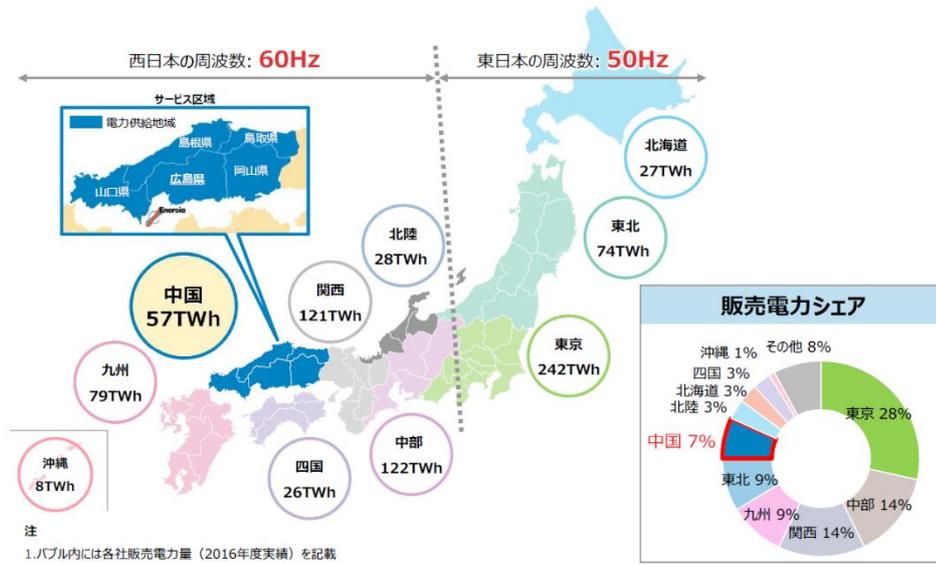
(二) 中電簡介

（下列圖、表除特別註明者外，係由中電提供）

1. 基本資料(資料時間：2018 年 3 月 31 日)：

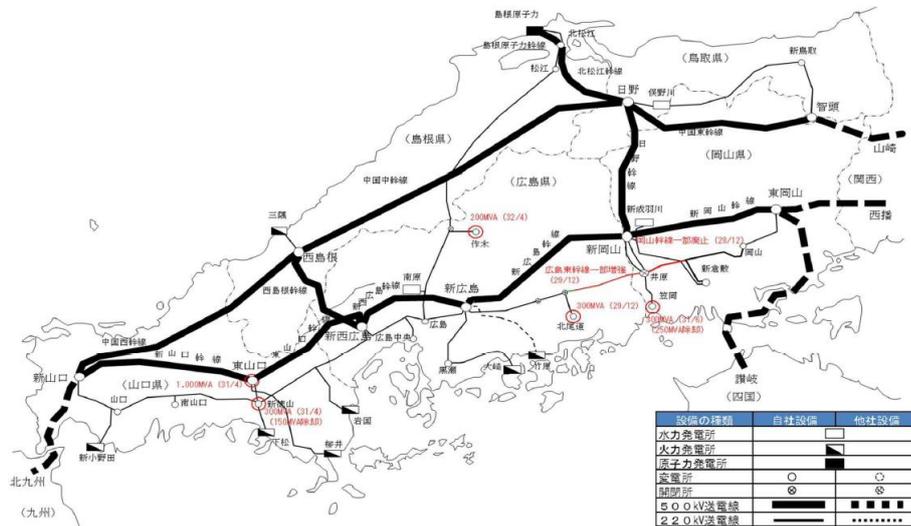
總公司所在地	〒730-8701 廣島縣廣島市中區小町 4-33
代表人	代表取締役會長 荻田 知英 代表取締役社長 清水 希茂
成立日期	1951 年 5 月 1 日
營業區域	包括廣島、山口、岡山、鳥取及島根 5 縣
資本額	1,855 億 2,700 萬日圓
售電量	56,719 百萬 kWh
營業收入	1 兆 1,505 億日圓
員工人數	9,524 名
發電廠及裝置容量	火力 12 廠 / 7,802 千 kW 水力 99 廠 / 2,910 千 kW 核能 1 廠 / 820 千 kW 再生能源 2 廠 / 6 千 kW 合計 114 廠 / 11,538 千 kW
輸電迴線長度	8,556km
變電所	478 所 54,828 千 kVA
配電迴線長度	83,752km

2. 供電區域及供電量概要(資料時間：2016 年)：



3. 電力系統

以 220kV 及 500kV 超高壓輸電線路為系統主要幹線，如下圖所示。



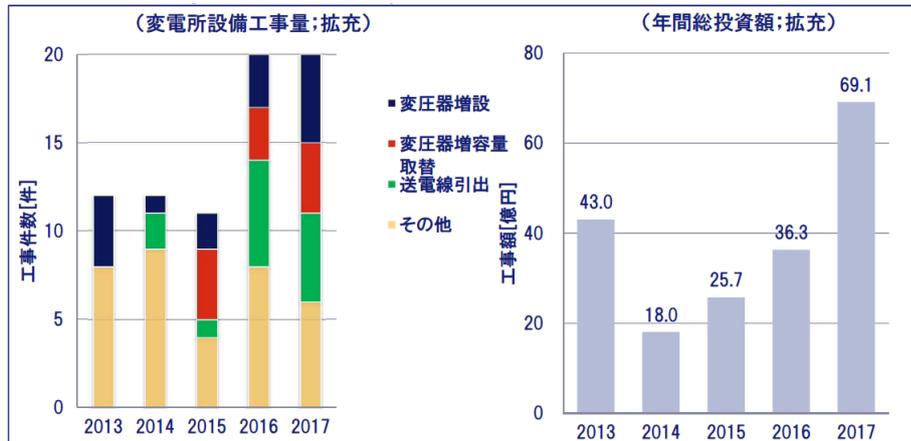
(三) 中電輸變電部門組織架構及分工模式

1. 中電除本社設有「輸變電部」之組織外，另設有 20 個「電力所」，以進行各項輸變電設施之運轉維護及新建、擴建、汰舊換新等工程。20 個「電力所」之分佈位置如下圖所示：

送变电カンパニー（本社）



2.中電本社「輸变电部」之变电所工事部門人數僅十餘人，負責規劃及評估：500kV 变电所之新建、擴建及變壓器、斷路器汰舊換新等作業；220kV 变电所之新建、擴建及變壓器汰舊換新；設計準則、設備規範之編制及修訂；其他大規模工程。20 個「電力所」下設「变电課」，人數共一百餘人，負責規劃及評估：220kV 斷路器汰舊換新；110kV、66kV 变电所之新建、擴建及變壓器、斷路器汰舊換新等作業。相關工程大多採公開招標方式，委外細部設計及施工辦理，無自營施工人力。以 2013 年至 2017 年為例，變壓器增設、容量增加及供電線路汰換，約佔全部工程量的 6 成。過去 5 年共汰換 220kV、500kV 斷路器 10 具，



每年更新 110kV、66kV 配電用變壓器 15~20 臺，平均每年更新 110kV、66kV 斷路器約 80 具。近幾年為強化電網及因應再生能源增加，因此投資於電網建設之金額快速增加。最近 5 年之工程件數及金額如

上圖所示。

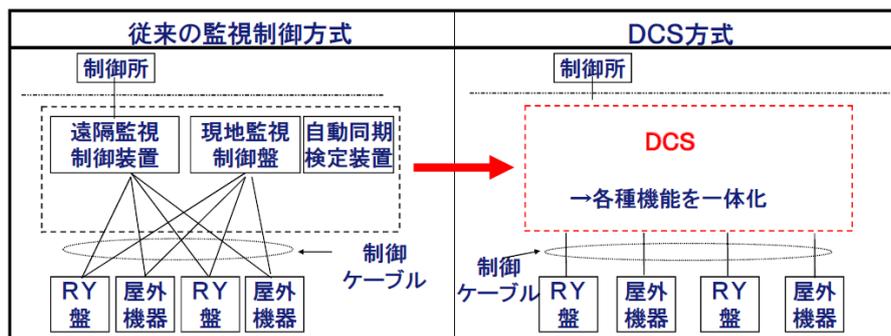
(四)中電變電所設計理念

- 1.變電所採無人化遠端調度及控制模式。
- 2.建置 Power System Equipment Daily Maintenance Management System，以進行下列管理：
 - (1)巡視實績紀錄、自動計算、判定及資料管理
 - (2)設備狀態判定、事故或災害處理、保全管理、工作量管理
 - (3)停電要求、通訊要求
 - (4)點檢計畫制定、預算管理
 - (5)工作單編制、工作流程、郵件通知
 - (6)作業標準管理
 - (7)圖面管理

(五)中電變電所監控概要

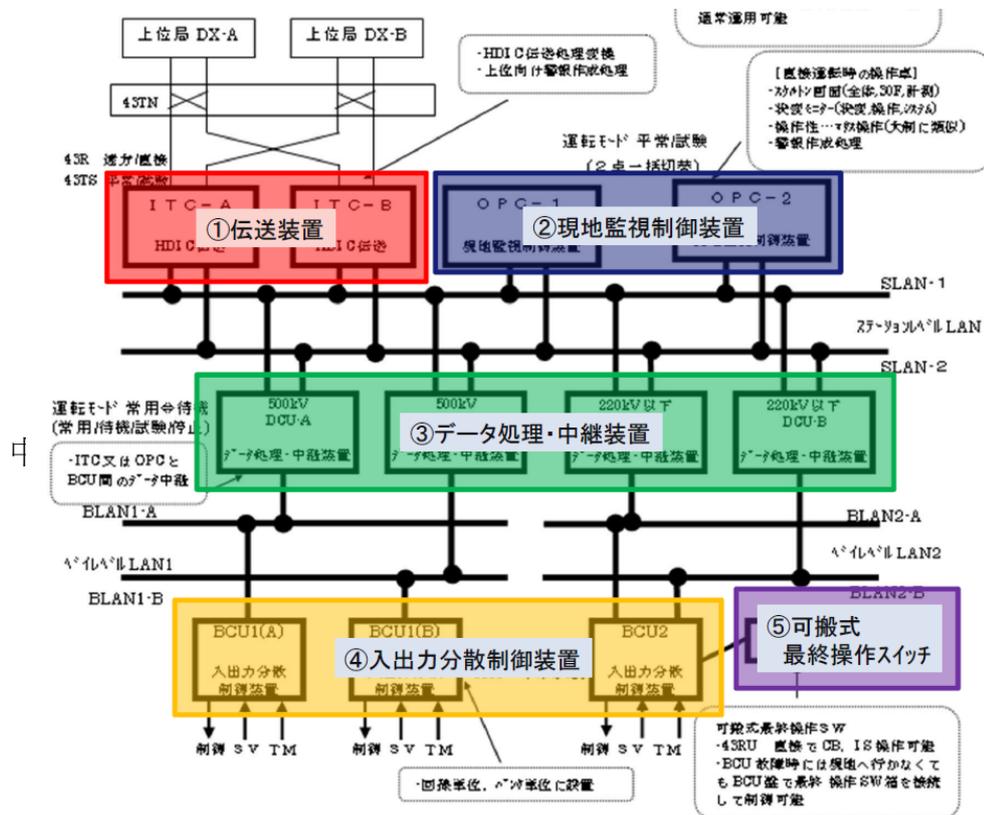
隨著最新資訊與通訊科技發展，中電 500kV 等級之變電所已將遠端監視及控制裝置、現場監控盤面及自動同步審定裝置等加以系統性整合，構成可由電腦畫面監視及控制之分布式控制系統 DCS (Distributed Control System)，允許主設備操作員在控制室或調度中心等遠端，監視和控制各項設備是否正常運轉，其架構示意圖如下圖所示。其理由如下：

- 1.無人化操作控制，節省人力成本。
- 2.減少配置傳統表計、操作開關及指示燈等設備之數量及所需配置空間，亦減少實體控制電纜之接線及數量，節省設備投資成本及建築成本。
- 3.可自動記錄變電所內電壓、電流、功率、事故等即時性資料，有利於故障分析。
- 4.降低維護或修復時間。
- 5.可快速判斷系統運轉狀況。



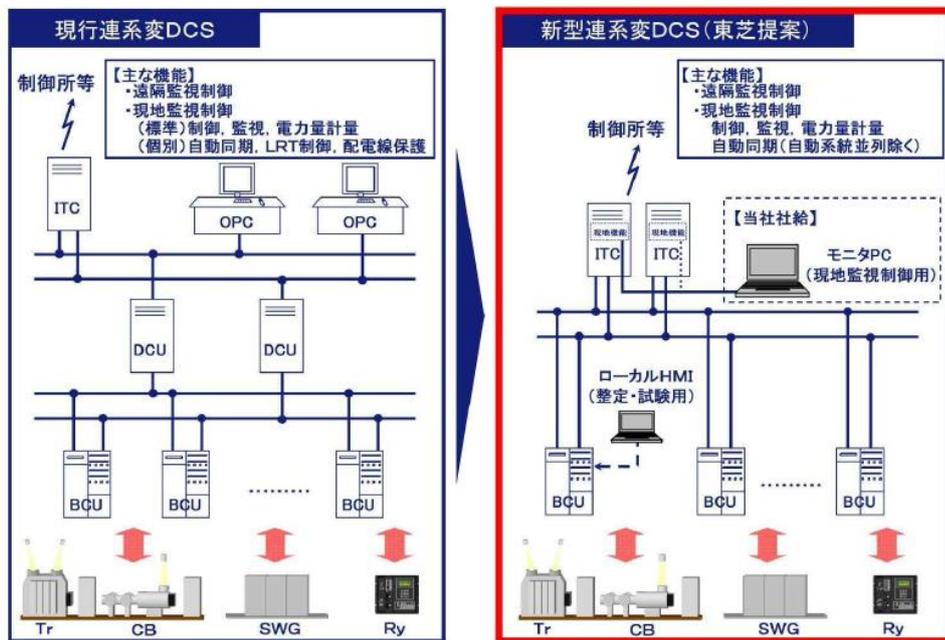
(六)相關監視和控制系統之邏輯階層如下圖所示。包括下列區塊：

- 1.採用國際標準化組織制訂的 HDLC(High-Level Data Link Control，同步網上傳輸數據、數據鏈路層協議)建置的傳送裝置 ITC(Intelligent Tele-Controller)。
- 2.數據收集及傳輸裝置 DCU(Data Communication Unit)。
- 3.變電所控制室的監控伺服器 OPC (Operation Consol，以便和安裝在主機裡的各式 HMI(Human Machine Interface)/SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)軟體套件進行通訊)。
- 4.輸入輸出分佈式控制裝置 BCU (Bay Control Unit，各個設備控制訊號的輸出、狀態監督及 BCU、DCU 間之資訊交換、處理)。
- 5.便攜式最後操作開關(供運維人員進行緊急操作斷路器使用，以避免通訊網路系統維修或故障時無法緊急操作)。
- 6.監視和控制系統具有“備援”功能，即整套系統不會因為任一主機“當機”或一條通訊線路故障而致使無法對末端設備監控。為避免 ITC、OPC 或 DCU 任何單一主機單元故障，導致無法監控變壓器、斷路器等設備，ITC、OPC 或 DCU 均設置 2 套，正常運轉時皆可獨立操作，故障時則自動切換至另一台操作，此即“備援”或雙重設備(Dual)架構。





為了更進一步降低變電所監控系統成本，中電採納東芝公司 (Toshiba) 之提案，修改上述 DCS 架構，建置了新型的 DCS 架構，將 OPC 和 DCU 功能整合於可攜式個人電腦內，減少設置 OPC 及 DCU 之成本，其架構如下圖所示。目前中電 220kV 以下的變電所已開始導入新型的 DCS 架構，未來包含 500kV 變電所，也將逐步汰換為新型的 DCS 架構。



(七)中電地下變電所概要

1. 由於大都會地區工商業發達，用電需求對應增加，有新建變電所之需求，惟興建變電所所需之大面積用地取得日益困難、土地價格昂貴及避免民眾對變電所設置衍生公共安全、電磁場危害健康、影響周遭環

境景觀與房地產價值等負面效應之疑慮，進而群起抗爭反對興建變電所，中電從 1960 年時候開始興建地下變電所。由於變電所歸類為電氣供應設施，建物除供電本業外，只要不影響鄰近居民生活起居，日本法規亦允許複合使用，新建地下變電所大都伴隨多目標使用，一般稱為「複合用途建物變電所」。至目前為止中電共設置地下變電所 13 處，其中廣島市 9 處，岡山市 4 處，其地理位置及部分「複合用途建物變電所」外觀如下圖所示。由於地下變電所興建困難且成本極高，日本政府對於地下變電所興建廠商會給予低利優惠貸款、高融資額度及額外容積率獎勵，鼓勵民間參與興建。日本早期「複合用途建物變電所」大多興建於商業區內，隨後亦逐漸向住宅區推展，複合用途包括辦公室、營業所、職員宿舍、百貨公司、飯店、住宅大樓等。中電「複合用途建物變電所」興建計畫，除利用自有土地外，亦會與關係企業或其他公司的大樓、酒店、商業設施等合併規劃。

当社地下變電所の外観写真(一例)



- 1.中電於都會地區評估設置「複合用途建物變電所」之理由如下：
 - (1)有設置變電所之必要性，惟用地取得困難或面積不足，無法單獨設置地上屋內型變電所，不採地下化設計無法配置變電所者。
 - (2)綜合考量變電所土地及建造成本，採「複合用途建物變電所」使用，具有經濟效益者。
 - (3)綜合考量與其他公司的大樓、酒店、商業設施等合併規劃「複合用途建物變電所」，具有經濟效益者。
 - (4)配合周圍環境景觀或政府法規要求。
 - (5)善盡社會責任，讓土地充分有效利用。
- 2.中電「複合用途建物變電所」設計考量如下：
 - (1)評估將來最終設備之規模，及與其他變電所輸供電相關計畫之關聯

性。

- (2)充分地調查適用之都市計劃和法規限制內容等。
 - (3)輸配電線路引出入管道之路徑。
 - (4)確保變壓器等各項機器設備之運搬通道。
 - (5)考慮機器設備於執行維護、保養及檢查等工作所需之最小空間。
 - (6)未來增設工程對應之機器設置空間。
 - (7)避免機器設備噪音、振動傳遞至其他區域或建築物外部。
 - (8)配置及設計最經濟之建物基礎結構。
 - (9)考量機器設備新設、增設或修復時機器運搬出入口之配置及結構，以符合需求。
 - (10)實施防火對策，符合通風、消防設備設置標準，採用不易燃燒或不會燃燒之建築材料及機器設備。
 - (11)設計防水措施，例如出入口位置提高、加固、採用密封門等。
 - (12)變電所與複合用途採實體隔離方式規劃，將多目標部份之通風系統、消防系統、進出入口及電梯與變電所完全隔離。
- 3.中電規模相近屋外型變電所和地下型變電所用地面積比較如下表所示：

	屋外變電所例 (箕島變電所)	地下變電所例 (白神變電所)
變電所電壓	110kV/22kV/6.6kV	110kV/22kV/6.6kV
變壓器	3台	3台
回線數	110kV:5回線 22kV:5回線 6.6kV:10回線	110kV:4回線 22kV:7回線 6.6kV:19回線
敷地面積	約9,730㎡	約1,220㎡

- 4.地下變電所雖能降低佔地面積，惟完成後建築物擴充困難，因此設計時需要考慮未來最終需求容量。此外，建築物地下開挖越深，成本越高，且工程難度遞增，為降低成本，故樓層高度通常以機器安裝及檢查時必要之最小空間規劃（有過多餘裕則費用增加）。

5.中電廣島變電所概要

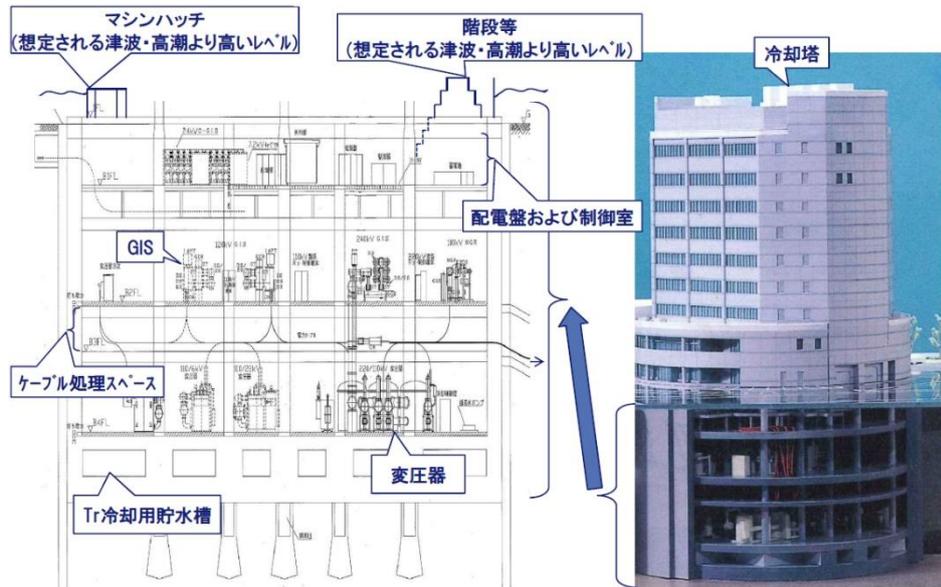
(1)廣島中央變電所係由中電規劃及監造，中電技術顧問及清水建設細部設計及施工，地上共9層，總建築面積13,176m²，2002年11月竣工，地下共4層，開挖最深達28.4m，總建築面積7,399m²，2002年10月竣工，其外型如下圖所示（資料來源：清水建設https://www.shimz.co.jp/works/jp_ene_200211_cyugoku.html）。



(2)中電在2004年6月設置了該公司第一所地下型超高壓變電所，即廣島中央變電所，以確保廣島市中心供電無虞，其主要設備規格及數量如下表所示。

設備	規格	初期	最終
主變壓器	220/110kV 300MVA	2台	3台
	110/22kV 60MVA	1台	2台
	110/6kV 30MVA	—	2台
輸電線	220kV	2回線	4回線
	110kV	9回線	9回線
	22kV	4回線	16回線
調相設備	22kV 30MVAR 電抗器	3台	4台
監視控制	遠端離時監視控制(由廣島控制所控制)		

廣島中央變電所之斷面如下圖所示。



(3)基於人員安全及防災考量，該變電所採用具有不可燃、良好絕緣性能和滅弧性能等特性的六氟化硫氣體(SF6)為主要變電設備之絕緣材料，亦即採用氣體絕緣變壓器 GIT (Gas Insulated Transformer)及氣體絕緣電抗器 GIR(Gas Insulated Reactor)，取代傳統油浸式變壓器 OIT (Oil Immersed Transformer)及油浸式電抗器 OIR (Oil Immersed Reactor)，開關設備則採用 GIS(Gas Insulated Switchgear)。考量設備運搬尺寸及重量限制，220kV 變壓器採三相分離式，110kV 則採用三相一體型的。考量縮小配置空間，22kV 所內迴路開關採用固體絕緣開關。220kV 電纜與 GIS 接續部分採用水平接續方式，取代傳統垂直接續方式，以降低樓層高度，節省建築成本。相關實體照片如下所示。



220kV 氣體絕緣變壓器 GIT



22kV 氣體絕緣電抗器 GIR



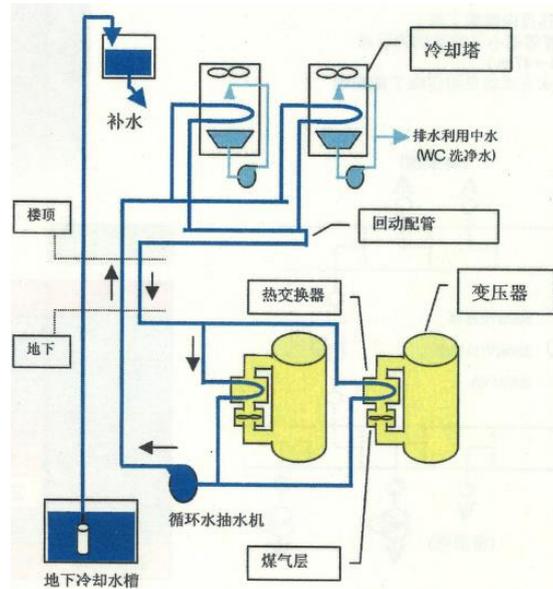
220kV 氣體絕緣開關 GIS



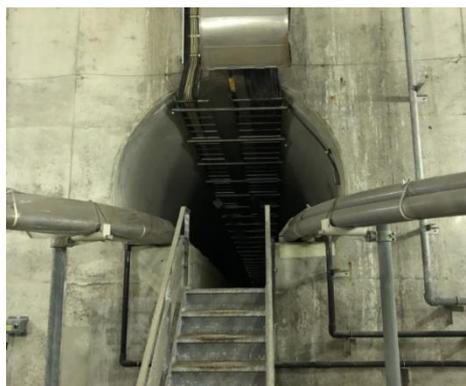
220kV 電纜與 GIS 水平接續

(4)考量地下開挖經費昂貴，設置大面積通風河道以空氣冷卻變壓器及電抗器等發熱量較高設備，顯不符經濟效益，因水的比熱值遠高於空氣，比容則遠小於空氣，以水來做為冷卻介質，成為必要之選擇，水從變壓器及電抗器帶走之熱量最終則由設計於「複合用途建物變電所」頂樓之冷卻塔，經由水及空氣熱交換將熱量散發到大氣中。

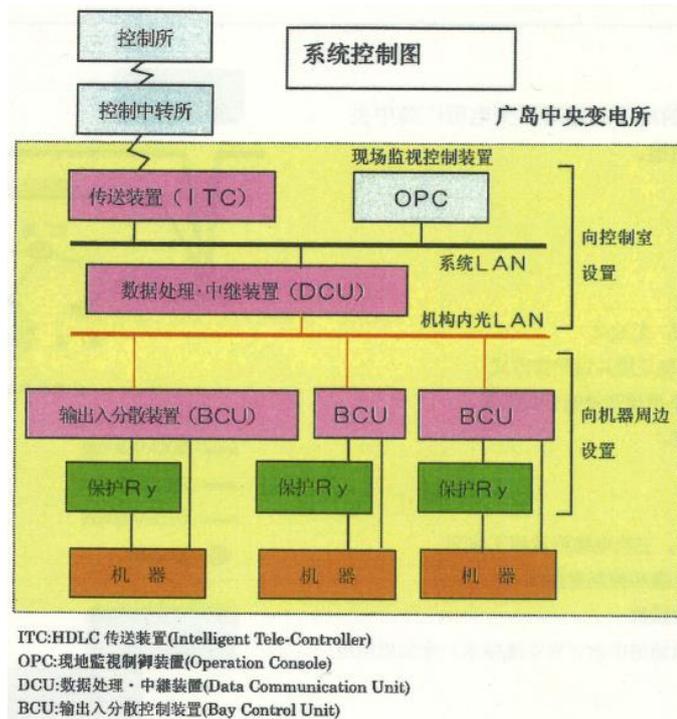
水冷却系統示意圖如下所示。



(5)電源線部分係以 2 回 220kV XLPE 電纜，一進一出方式引接，一回線為 2000mm²，另一回線為 2500 mm²。電纜線路由廣島市郊外的鐵塔，經由地下通道、共同管道、管路、橋樑及深隧道等，貫穿廣島市中心，長度約 12 公里，引入變電所的地下三層。由於絕緣設計的改進，使電纜的外徑比原規劃縮小 6mm，另採用預鑄型中間接續匣，採用最新工法設計，電纜製造長度標準化，因此減少中間接續匣數量，也降低輸電線路建置成本。220kV XLPE 電纜佈設如下圖所示。



(6)變電所之控制系統如下圖所示。



(八)研習心得

1.輸變電系統規劃、設計、施工、運維之組織、架構及分工模式

(1)中電係依工程規模分工。大規模變電工程（500kV/220 kV 變電所之新建、擴建及變壓器、斷路器汰舊換新）之規劃及設計準則、設備規範之編制及修訂等，由本社「輸變電部」負責。小規模工程規劃（110kV/66 kV 變電所之新建、擴建及變壓器、斷路器汰舊換新）則由 20 個「電力所」負責。各項工程之設計及施工則招標委外辦理，總人數僅一百多人，人員相當精簡。中電分工模式之優點為新建、擴建及汰舊換新業務由相同部門負責，有利於工程規劃及招標經驗之累積及傳承；缺點則為小規模工程分由 20 個「電力所」負責，技術人力分散，相對的每個「電力所」之工程量不多亦不均，技術人力無法最佳化運用。此外中電無自行設計及施工人力，較複雜工程需另招標委外評估所需之工期及費用，作業時間冗長。

(2)本公司係依工程性質分工，變電所之新建、擴建及設計準則、設備規範之編制及修訂由輸工系統(輸變電工程處及所屬北區、中區、南區施工處)負責，汰舊換新則由供電系統(供電處及台北、新桃、台中、嘉南、高屏、花東供電區營運處)負責。本公司分工模式之優點為設有專責工程單位，技術人力集中，專責新建、擴建變電所工

程，除自辦規劃及設計外，亦有部分項目自營施工，已累積豐富工程專業經驗及技術，可因應能源政策變更、緊急電源開發計畫及綠能發展，快速而準確地自行評估各項工程可行性、所需之工期及費用，避免委外評估所需之冗長招標公告時間及相關繁複履約作業程序；缺點則為工程量起伏不定，難易不一，人力績效無法量化評估。此外營運單位亦辦理汰舊換新工程，亦配置少量工程人力，因每個營運處之工程量不多亦不均，故工程專業經驗及技術亦無法累積及傳承，另其工作項目與輸工系統類似或重疊，技術人力無法最佳化運用。

2. 智慧型變電所之規劃及設計

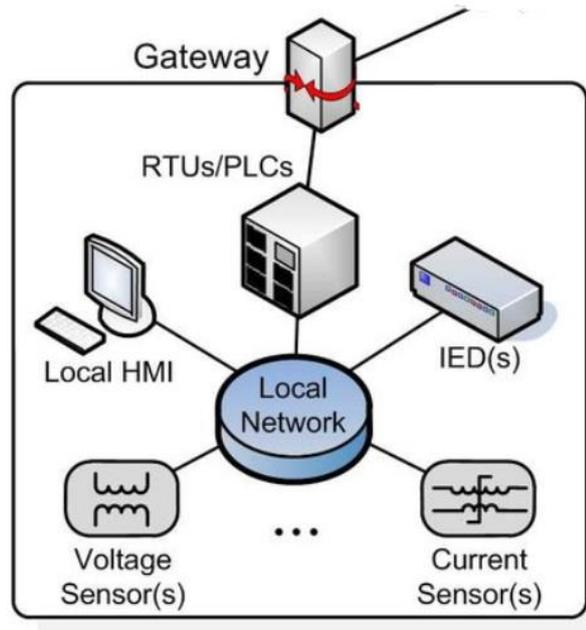
(1) 為了提高變電所運轉可靠度、智慧化監控系統及降低人力、設備、空間等成本，中電隨著最新資訊與通訊科技發展，不斷改進其監控系統，最新型的 DCS 架構，已將 OPC 和 DCU 功能整合於可攜式個人電腦內，目前 220kV 以下的變電所已開始導入新型的 DCS 架構，未來包含 500kV 變電所，也將逐步汰換為新型的 DCS 架構。

(2) 本公司變電所設計歷程及未來發展趨勢如下圖所示：



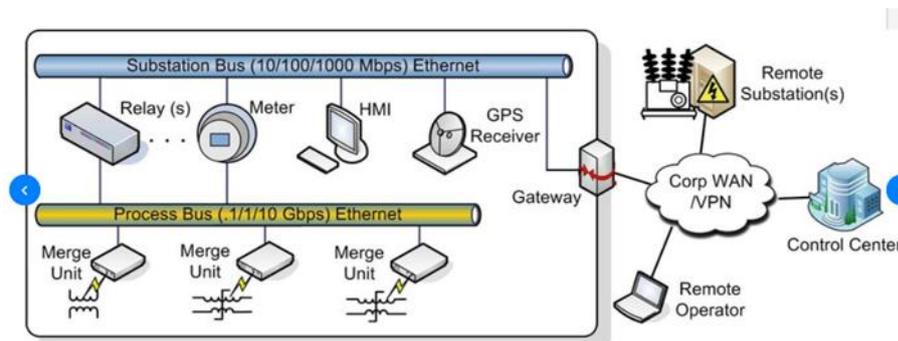
(1) 本公司於執行第六輪變電計畫期間，亦有部分統包之變電所，其監控系統採用類似中電第一期之智慧化監控模式，將 OPC 和 DCU 功能整合於桌上型個人電腦內，簡稱為 SCADA 系統，然因技術掌握於原廠家手中及各廠家軟硬體規格不相容，擴充或維修時廠家報價昂貴，另因與運轉人員傳統操作方式不同，最後依運轉單位需求，變電所仍回歸傳統實體接線及盤面操作之監控模式。SCADA 變電所之架構如下圖所示(資料來源 <https://www.researchgate.net/figure/Architecture-of-a>

SCADA-System_fig1_49176989)。



(3)本公司智慧電網之規劃雖較中電公司晚，但為因應 2025 年大量再生能源併網、掌握再生能源發電量、增強電網韌性之作為（例如：縮短停電時間）及增加系統供需效能（例如：納入負載管理方式），已於 2011 年研訂總體規劃方案，歷經前期佈建 (2011~2015)，進入推廣擴散階段(2016~2020)，未來尚有廣泛應用階段(2021~2030)。原規劃屬技術導向，偏重硬體建置（例如：智慧電表與智慧變電所之建置）。未來智慧電網策略規劃以解決問題為導向，明確定義目標，並提出達成目標所需之各項行動計畫。

(4)本公司未來智慧變電所之建置與中電架構類似，惟本公司主要係透過國際資通訊標準 IEC61850（一種通訊協定及資訊整合規範，以網路架構取代硬線傳遞訊息），俾將變電所內資訊模型、標準化及系統整合，以利強化系統運維，增加系統韌性。IEC61850 智慧變電所之架構如下圖所示（資料來源 https://www.researchgate.net/figure/Architecture-of-an-IEC-61850-Substation_fig2_49176989）。



(5)為利智慧變電所之規劃及建置，輸工及供電系統已招開多次研討會，初步結論如下：

A.未來新建 IEC61850 SCADA 變電所控制架構及配置，原則採設置 SCADA-HMI 及迷你控制盤，惟為使變電所站內控制及網路架構之複聯(Redundancy)完整性及增加系統容錯能力，採購規範規定設置 2 套 SCADA-HMI。另為實現新建 IEC 61850 控制架構變電所無盤化規劃及避免對迷你控制盤名稱誤解，後續由供電及輸工系統訂定緊急情況時才使用之操作箱名稱。

B.新建變電所控制架構，除 IEC 61850 設備規範所制定系統架構所需設備外，緊急控制回路將朝向簡化設計，供運維人員進行緊急操作。考量 PMCC(Protection、Measurement、Control、Communication)/MCC(Measurement、Control、Communication) IED(Intelligent Electronic Device)非實體備援配置，斷路器緊急控制回路(投入與啟斷)不經由 IED 輸出模組至開關設備投切迴路，以利 IED 故障時簡化盤無法緊急操作。

C.新建 IEC61850 SCADA 變電所相關電驛盤、緊急操作箱及 SCADA-HMI 之配置及相關設計細節，另案邀集相單位開會討論。

3.地下多目標變電所

(1)中電廣島變電所地下建築結構採圓形設計，以減少周遭土壤及地下水對建築結構之壓力，可節省建築結構成本及有效防範地下室牆壁滲水。因本公司地下多目標變電所亦興建於台北、台中及高雄等平原都市，地下水位較高，變電所都採四邊型方正設計，施工過程常須克服連續壁滲水問題，廣島變電所地下建築結構採圓形設計，可供本公司地下多目標變電所建築設計參考。

(2)參考廣島變電所目前採用之 220/110kV 300MVA GIT，本公司亦曾評估大安多目標超高壓變電所 345/161kV 500MVA 變壓器採用 GIT，惟經訪查歐、美、日等大型變壓器製造廠商，目前已商業運轉最高電壓及容量之 GIT 為日本東芝公司安裝於澳洲之 330kV 400MVA GIT，若依本公司需求進行研發、設計及製造，技術是否可行，仍有不確定之因素，成本可能高於 OIT 之 6~6.5 倍，每台 345/161kV 500MVA 變壓器略估約 10 億元，較不符合公司之多目標效益；惟考量該設備之運轉安全配套措施，仍必須提升多目標變電所安全標準，

於多目標變電所使用之 345kV 500MVA 變壓器增設部分放電偵測設備及大容量快速釋壓裝置，以達預防變壓器故障防範災害發生之目標。目前本公司大安超高壓變電所 345/161kV 500MVA 變壓器採購規範已增列上述保護裝置。

- (3)本公司電纜與 GIS 之接續，除少部分特殊情形採用水平接續方式外，絕大部分採用垂直接續方式，廣島變電所 220kV 電纜與 GIS 接續部分採用水平接續方式，取代傳統垂直接續方式，以降低樓層高度，節省建築成本，可供本公司電纜線路或變電所設計參考。

(九)建議事項

- 1.因本公司為國營事業，其採購作業受政府採購法限制，委外招標須以公開招標方式辦理，程序複雜、時間冗長，為能快速而準確地評估各項工程可行性、所需工期及費用，以因應能源政策變更、緊急電源開發計畫及綠能發展，維持輸工系統組織架構有其必要性。因變電所日益增多、新增綠能併網業務及變電設備進入汰換高峰期，供電系統人力日益吃緊，建議輸供電事業部策劃室修訂事業部章則，明訂 11kV 以上(含) 大型設備汰舊換新工程由輸工系統辦理，除減輕供電系統工作壓力外，透過事先規劃執行時間及先後順序，亦可均化輸工系統每年之工作量，使技術人力達最佳化運用，創造公司最大效益。
- 2.廣島多目標變電所除採用 GIS、GIT 外，亦採用 22kV 30MVAR GIR，以達完全無絕緣油化之設計。本公司目前均採用 OIR，規格為 161kV 80MVAR、161kV 40MVAR、33kV 40MVAR，考量目前尚無廠家開發類似之高電壓、大容量 GIR，建議本公司系統規劃處未來評估興建 161kV /22.8 kV 配電級多目標變電所時，檢討於 22.8kV 側裝設數台 30MVAR GIR，以取代 161kV 80MVAR OIR，以達完全無絕緣油化之設計。
- 3.廣島多目標變電所之設計及採用之設備有非常多值得本公司參考及學習之地方，惟因此次參訪僅約 1 小時行程，時間非常緊迫，無暇仔細參觀及向中電人員詢問，殊為可惜，建議未來觀摩團參訪廣島多目標變電所之時間能再加長。

二、日本電力零售全面自由化後中電因應策略—邱玉典

(一)研習目的

我國電業法在 106 年 1 月 26 修正，第一階段修法著重在能源轉型，開放綠電先行，也就是開放再生能源發電業轉直供、開放再生能源售電業，以及開放所有用戶綠電選擇權。第二階段時程雖未定，但將會開放售電競爭，未來將會有一般售電業進入市場。

日本電力自由化之推動由來已久，自 2000 年起即開放特高壓用戶購電選擇權，至 2016 年 4 月更全面開放電力零售，新電力業者如雨後春筍般設立，積極搶食售電市場大餅，日本原有各電力公司遭受相當程度的用戶流失與營收下滑衝擊，也紛紛提出各種因應策略。本次獲派赴日本中國電力參訪，希望能蒐集與觀察日本開放電力零售業的競爭情況，以及中電在自由化後的電價策略、異業結盟，以及服務提升或行銷作法等，作為本公司預為因應未來售電業開放之準備。

(二)研習內容

1. 日本電力自由化進程

日本在電力自由化前，分為 10 家區域獨佔的綜合電業，分別是東京電力、關西電力、中部電力、九州電力、東北電力、中國電力、北陸電力、四國電力、北海道電力、沖繩電力。日本第一次電力體制改革始於 1995 年 4 月的電力事業法修正，開放 IPP 自由進入發電市場。電力零售的自由化則是採分階段進行，首先是「特高壓」領域，1999 年電力事業法修正後開放電力零售，2000kW 以上的大型工廠，百貨商店和辦公大樓從 2000 年 3 月開始，可以自由選擇電力公司，到了 2004 年，零售自由化的對象逐漸擴展到「高壓」的中小型建築、工廠（2004 年 4 月開放 500 kW 以上高壓用戶、2005 年 4 月開放 50 kW 以上高壓用戶）。

2011 年 3 月東日本大地震發生後，由於供電設施大規模遭受破壞，電力不足的情形嚴重影響了人們的生活，也加速推動了電力制度的改革，讓用戶可以不受限於傳統的區域電力公司。從 2016 年 4 月 1 日起，「低壓」類別的家庭和商店也可以自由選擇購買電力的來源，正式進入電力零售全面自由化的時代。

為了確保市場競爭的公平與透明，日本政府在開放電力零售自由化的過程中，也積極規劃輸配電部門的改革。除了目前已要求各區域電力公司的輸配電部門應會計分離外，已明訂各公司之送、配電部門

於 2020 年「分社化」，也就是將輸配電部門進行法人的實質分離，獨立分出成輸配電公司。而為避免分出後的輸配電公司仍由原母公司（經營發電、零售業務）持股而影響其中立性，目前正在檢討對輸配電公司的各種運營監管細節，以確保所有的電力公司都可以公平地使用輸電和配電網路。

然而為了保護消費者，日本政府採取過渡時期收費管制措施，各電力公司原本的計費方案在 2020 年以前仍將受到管制，也就是在零售電力供應商之間達到充分競爭前（至少到 2020 年 3 月），每個地區原有的電力公用事業（東京電力、關西電力…等）必須繼續提供原有的收費方案，避免市場開放零售競爭後用戶權益受到影響。

由於一般家庭用戶並不了解電力系統的特性，對於自由選擇其他電力公司一事大多會有疑慮，擔心若不向原本電力公司買電，供電可能會變得不穩定、停電的機率較高，甚至新電力業者經營不善破產後將無電可用等…。為此，日本經產省資源能源廳對外界進行了各式各樣的宣導推廣，向民眾介紹：什麼是電力零售自由化、電力系統的組成、零售自由化後的好處、如何申請轉換電力公司、電力零售業者名單、常見問題的 Q&A 等，並製作各式的網頁說明、宣導小冊、說明影片、設置電話諮詢專線等，極力促進電力市場的活絡，讓民眾了解自由化後實體的供電機制並沒有改變。如果零售業者沒有購買足夠的電力供應其用戶，輸配電部門會進行電力補償及調整，讓電力可以穩定正常地傳送給消費者；若是新電力公司破產，也會由當地原本的電力公司接手繼續供電，用電權益完全不受影響。

よくある
質問
Q&A

電力小売全面自由化って、どういうことですか？
これまで従来向けの電気は、各地域を供給区域とする電力会社だけが販売しており、電気などの会社から買うか選択はできませんでした。2016年（平成28年）4月1日以降は、家庭向けの電気の小売業への新規参入が全面的に自由化されることにより、家庭も自由な消費者が、電力会社や料金メニューを自由に選択できるようになります。

電力会社を変えるには、どうすればよいのでしょうか？
電力会社の名義を移される場合は、お客様の電力会社に連絡下さい。お客様に要する期間は、①スマートメーター等の設置工事が必要となる場合は、2週間程度
②取替工事が不要である場合は、4日程度
です。なお、具体的な取替日はお客様の電力会社にご確認ください。
お申し込みを申し、工事の準備が完了するまでお待ちください。なお、2016年（平成28年）4月の小売全面自由化開始の日に限り、電力会社の切り替えが複数回ある場合は、必ず1回変更が可能な場合があります。

**電力会社を変えると新たに電線を引かなければならないのでしょうか？
また、停電がたたくさん起こるようになってしまう恐れはないのでしょうか？**
今ある送電線を使うので新たに電線を引く必要はありません。電気そのものの品質や信頼性（停電の可能性など）は、どの会社から電気を買っても同じです。契約した電力会社が電気を調達できなかった場合でも、送電線を管理する会社がその分を供給するので、たたくんに電気の供給が止まることはありません。

契約した電力会社が倒産したら電気の供給は止まってしまうのでしょうか？
別の電力会社を選択して供給してもらうこともできます。現在供給している電力会社が倒産後は電気の供給を先回り行われているので、たたくんに電気の供給が止まることはありません。

私の住んでいる地域で、新たに電気を買うことができるようになる会社を教えてください。
国の登録を受けた会社の一覧を資源エネルギー庁のホームページに掲載しており、各社の供給予定区域の情報は掲載しています。個別には、各会社にお問い合わせ下さい。
（参考）資源エネルギー庁ホームページ「登録小売電気事業者一覧」
http://www.meti.go.jp/energy/040/electricity/electricity_sell/guide/02summingtable.pdf

2016年（平成28年）4月まで何もしないと、電気の供給は止まってしまうのでしょうか？
現在、供給を行っている電力会社から引き続き、今までどおり電気が供給されますので、ご安心下さい。

あなたに合った
電気を選べる
時代へ。

**電力の小売
全面自由化
スタート！**
2016年4月1日

電力の小売全面自由化に関するお問い合わせ
0570-028-555
受付時間 9:00~18:00
(土日祝日、年末年始を除く)

詳しくは
エネルギー 電力小売自由化

経済産業省 資源エネルギー庁 電力取引監視等委員会

資料來源：日本經濟省資源エネルギー庁網站

2. 自由化後零售市場の新參與者

(1) 新進業者之類型

電力零售自由化後新進的電力零售業者，日本通稱為「新電力」或 PPS (power producer & supplier)。日本電力市場總量約為 18 兆円，其中 10 兆円來自特高壓和高壓用戶，8 兆円為小型低壓用戶（用戶數約 8500 萬）。自 2016 年 4 月電力零售全面自由化後，任何人都可以進入 18 兆円の市場，其中向家庭販賣電力的新進電力業者五花八門，主要是天然氣公司、都市瓦斯公司、石油公司、再生能源業者、行動電話公司、網路服務公司、建商、鐵路公司、連鎖超商、大型製造業、旅行代理業者，甚至寺廟也加入售電行業，顯見日本電力零售市場競爭之激烈。

自由化時間	對象	具体範例	市場規模	用戶數	售電量	占比
2000 年	6000kw 以上	大型工廠、 百貨公司、 辦公大樓	約 10 兆円	約 0.9 萬戶	2,191 億度	27%
2004 年	500kw 以上	中小型工		約 4 萬戶	1163 億度	14%
2005 年	50kw 以上	廠、超市		約 70 萬戶	1912 億度	23%
2016 年	50kw 未滿	一般家庭、 商店	約 8 兆円	約 8500 萬戶	2982 億度	36%

資料來源：新電力ネット <https://pps-net.org/>

(2) 零售電力業者登録數量

依據日本經產省統計，2016年4月時還不到300家業者註冊電力零售商，截至2018年12月12日，已有543家登記註冊電力零售業。

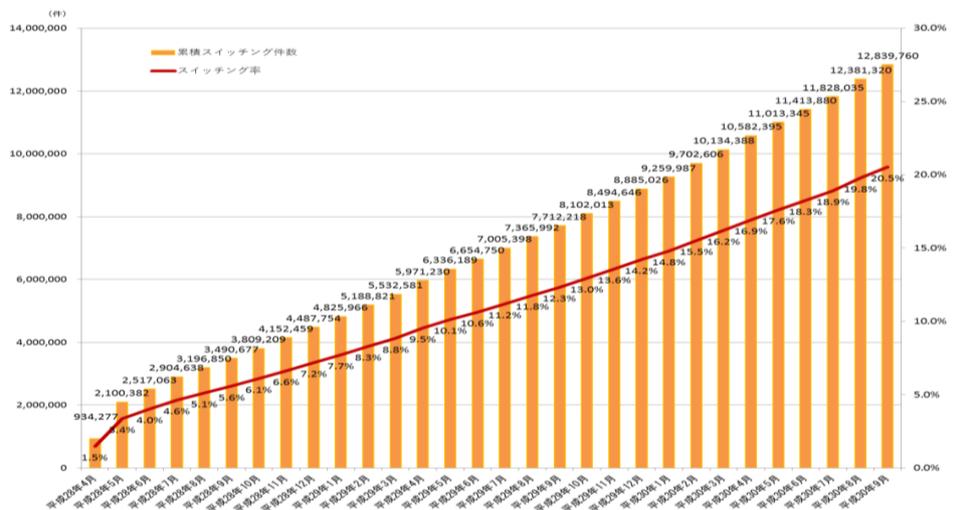


資料來源：日本經產省資源エネルギー庁「電力・ガス小売全面自由化の進捗状況について」(2018年12月19日)

3. 電力零售業全面開放後用戶轉換情形

(1) 低壓用戶轉換數

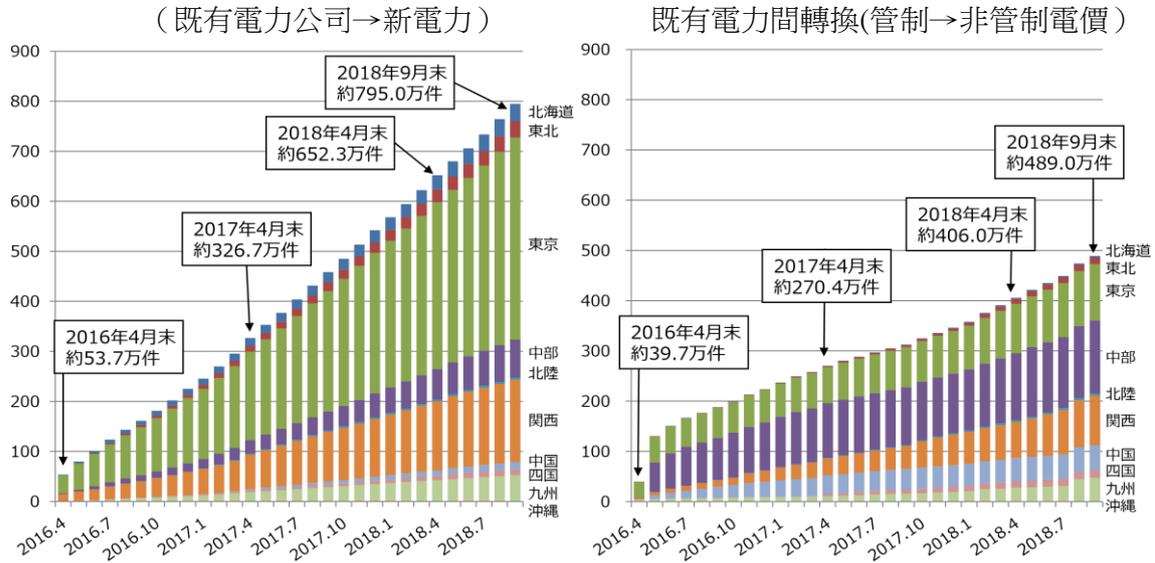
經統計至2018年9月，低壓用戶申請轉換電價的案件達到1,284萬件，轉換比率超過20.5%。其中795萬件(占12.7%)為既有電力公司轉向新電力業者，另489萬件(占7.8%)則是留在既有電力公司，但選擇的是既有電力公司在自由化後推出的新電價方案(不受管制的電價方案)。



資料來源：日本經產省資源エネルギー庁「電力・ガス小売全面自由化の進捗状況について」(2018年12月19日)

(2) 各電力公司之低壓用戶轉換(流失)情形

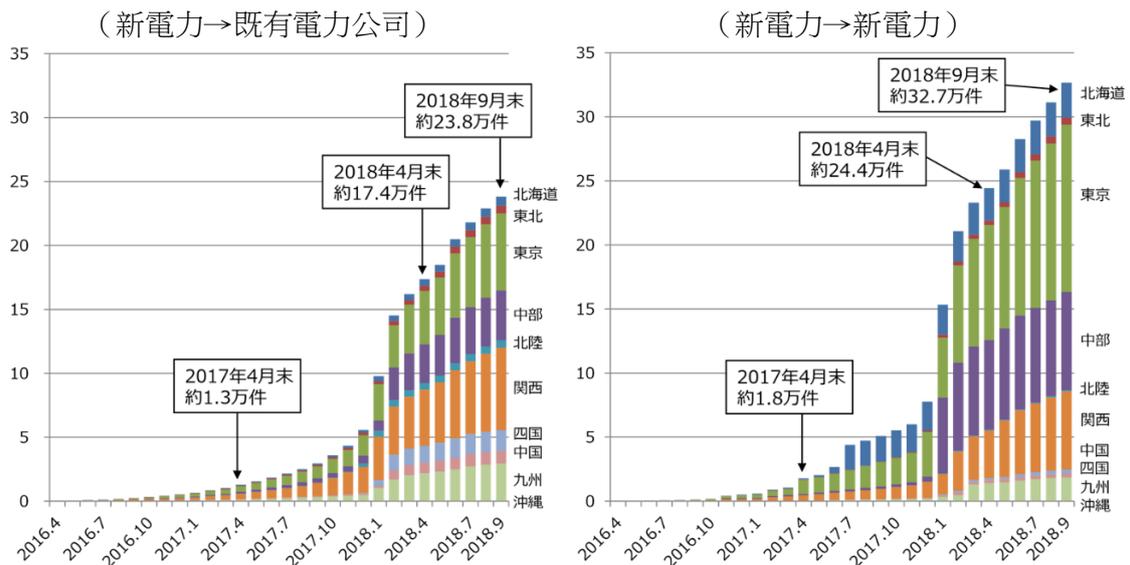
自全面自由化以來，各電力公司流失之用戶及在既有電力公司間轉換電價用戶均逐漸增加，其中東京電力及關西電力流失至新電力業者之低壓用戶最多且持續增加中。



資料來源：日本經產省資源エネルギー庁「電力・ガス小売全面自由化の進捗状況について」
(2018年12月19日)

(3)新電力業者也面臨競爭與客戶流失

新電力業者除了除了從既有電力公司搶食市場外，本身也有客戶流失的現象，截至2018年9月，從新電力轉換到既有電力公司的案件約23.8萬次，從新電力切換到其他新電力的次數為32.7萬件，可見自由化後各方互相搶食、掠奪市場，競爭非常激烈。

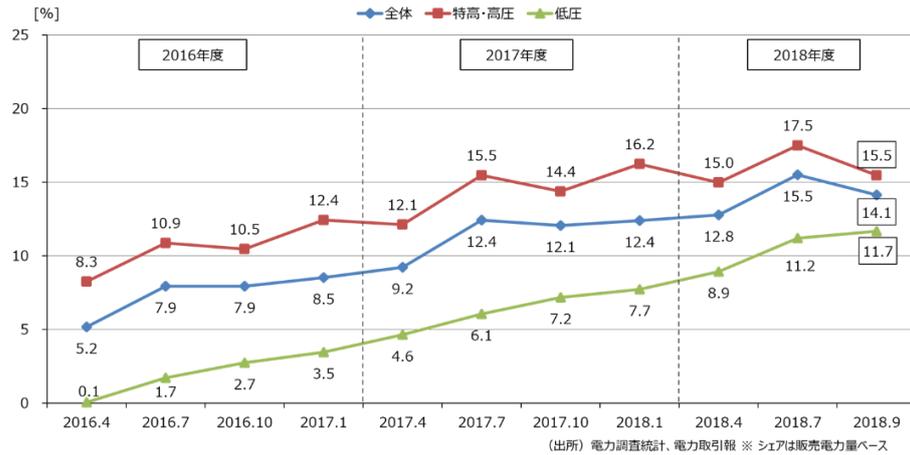


資料來源：日本經產省資源エネルギー庁「電力・ガス小売全面自由化の進捗状況について」
(2018年12月19日)

4.新電力的市場占比

(1)新電力的市場占比趨勢

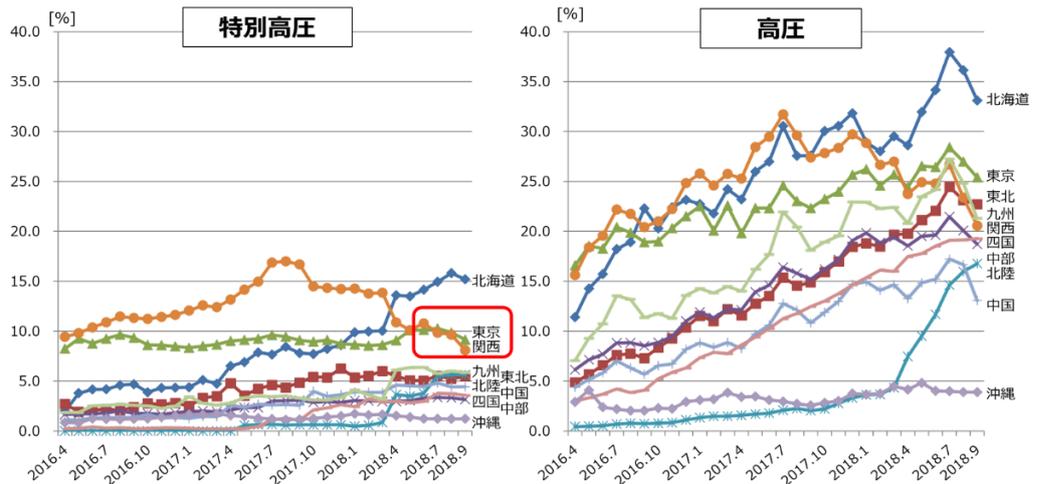
隨著轉換率的提高，新電力在零售電力市場中的占比也逐漸增加，這當中包括家用低壓用戶以及特高壓/高壓用戶。2016年4月全面自由化時新電力佔電力銷售總額的比例約為5%，到了2017年5月已超過10%，截至2018年9月，新電力的占比為14.1%，其中特高壓/高壓部分約占15.5%，低壓部分約占11.7%



資料來源：日本經產省資源エネルギー庁「電力・ガス小売全面自由化の進捗状況について」(2018年12月19日)

(2)各供電區域新電力的市場占比(特高壓/高壓)

特高壓用戶部分，多數供電區域的新電力占比維持在10%以內不變，其中東京/關西地區自2018年6月以來呈下降趨勢。在高壓用戶部分，截至2018年9月，許多地區的新電力占比已超過15%。



資料來源：日本經產省資源エネルギー庁「電力・ガス小売全面自由化の進捗状況について」(2018年12月19日)

(3)各供電區域新電力的市場占比(低壓)

除了沖繩以外，新電力在低壓用戶市場中的占比自2018年以來

一直保持穩定成長，截至 2018 年 9 月，競爭最激烈的東京、關西地區，新電力已占 15% 以上，北海道也超過 10% 以上，在中部和九州則連續 2 個月略有下降。



資料來源：日本經產省資源エネルギー庁「電力・ガス小売全面自由化の進捗状況について」(2018年12月19日)

(三)中國電力因應零售全面自由化之策略

中電在零售自由化後，特高壓/高壓的售電量流失約 11%、低壓售電量流失約 3.7%，在沖繩以外的 9 大電力公司中用戶的退出率相對較低(僅略高於北陸電力)，據中電表示，該公司之核能發電占比較低，除因 311 東日本大地震核電全面停止運轉後仍未調漲電價而維持競爭力之外，主要係因該公司採取下列銷售策略：

- 針對新電力業者可能的目標客戶，依照客戶生活型態設計的 4 種新電價方案 供用戶選擇。
- 提供與當地高度密切結合的服務(導入集點制度)。

1.新電價方案

除了原本的電價方案(從量電燈 A、從量電燈 B、定額電燈、低壓電力…等)，中電根據用戶的用電量和用電形態，設計 4 種新電價供用戶選擇，相較於目前的「從量電燈 A」電價，用戶都可以獲得節省電費的好處。

(1)智慧方案

A.與從量電燈 A 方案比較，每月基本費減少 108 円，每年約省 1300 円(約 1%)。

B.依用電量計費的電價分為 3 段(不區分時間)

C.適合單獨居住或夫妻同住的家庭，電力消耗相對較小(每月電力消耗低於 400 度)者選用。

最低料金		
最初の15kWh まで	1契約	223.23円

電力量料金		
15kWhを超え 120kWhまで	1kWh	20.40円
120kWhを超え 300kWhまで	1kWh	26.96円
300kWh超過	1kWh	29.04円

資料來源：日本中國電力網站

(2)簡易方案

- A.沒有基本費用，按單一電價計費(不分時間)，每月最低月費 1620 円。
- B.單價比智慧方案的第 2 段價格便宜一點。
- C 適合家中成員較多、白天家庭成員經常在家、用電量較多的客戶(每月電費的使用量超過 400 度以上)。
- D.如果每月使用的電量為 600 度時，則與從量電燈 A 相比，每年約省 10000 円(約 5%)。

電力量料金	
1kWh	25.31円

最低月額料金	
1契約	1,620.00円

資料來源：日本中國電力網站

(3)夜間假日方案

- A.沒有基本費用，依照每月用電量、時間帶、平日、假日的電價計算電費。
- B.平日的夜間時段(21:00 至翌日 9:00)和假日(全天)適用便宜的

價格，比白天優惠 50%。

C.適合月用電量超過 400 度、平日的白天經常不在家，晚上和休假日使用電力的客戶選用。

電力量料金		
デイトタイム (夏季)	1kWh	40.21円
デイトタイム (その他季)	1kWh	36.53円
ナイトタイム	1kWh	17.87円
ホリデータイム	1kWh	17.87円
最低月額料金		
1契約		1,620.00円

資料來源：日本中國電力網站

(4)電氣化方案

- A.目標對象是 1kVA 以上的夜間蓄熱設備的客戶。
- B.除基本費用外，依照每月用電量、時間帶、平日、假日的電價計算電費。
- C.平日的夜間時段（21:00 至翌日 9:00）和假日（全天）適用便宜的價格。
- D.適合從現在開始住在電氣化住房中的客戶選用。與使用瓦斯熱水器相比，每年電力瓦斯費可節省約 10 萬円！

基本料金		
ご契約電力が 10kW まで	1契約	1,620.00円
ご契約電力が 10kW 超過	1kWにつき	399.60円
電力量料金		
デイトタイム (夏季)	1kWh	32.08円
デイトタイム (その他季)	1kWh	30.06円
ナイトタイム	1kWh	14.60円
ホリデータイム	1kWh	14.60円

資料來源：日本中國電力網站

2.會員制網頁與集點服務

B. 兌換實用生活用品

<p>755P</p>  <p>花王 ファミリー&アタックセット 毎日使うものだから、あるとうれしい食器用洗剤と洗濯用洗剤。</p>	<p>830P</p>  <p>12灯LEDランタンライト 1面4灯の3面で12灯のLEDで明るさ抜群。アウトドアやいざと言う時に重宝します。</p>	<p>1590P</p>  <p>ガーデニングセット 移植ごてや剪定ばさみなど、ガーデニングに便利な6点をバッグに。</p>	<p>1880P</p>  <p>コロソカークリーナー 車内に1台あれば、気づいたときにササッと掃除。電源はシガーライター。</p>
<p>2620P</p> 	<p>2770P</p> 	<p>3890P</p> 	<p>3750P</p> 

資料來源：日本中國電力網站

C. 兌換當地企業或商家之禮券、商品券、入場券等

 <p>イズミ</p>	 <p>サンマート (鳥取)</p>	 <p>東宝企業</p>	 <p>まるごう</p>
 <p>鳩子の湯</p>	 <p>天満屋</p>	 <p>ほの湯</p>	

資料來源：日本中國電力網站

D. 交換其他合作廠商的點數，擴大點數用途

 <p>マルキュウグループ</p>	 <p>まいぶれポイント (出張・松江・米子で利用できる地域通貨)</p>	 <p>キヌヤ</p>	 <p>スパーク</p>
 <p>フレスタホールディングス</p>	 <p>マルイ</p>	 <p>WALLET ポイント</p>	 <p>WAONポイント</p>
 <p>たまらんポイント</p>	 <p>中国新聞ちびーくらぶ</p>	 <p>JAしまね 総合ポイント</p>	 <p>サンマート (鳥取)</p>

資料來源：日本中國電力網站

E.加入異業協同方案，點數只能使用在指定合作廠商，該廠商會提供其他加值的優惠，通常用戶需綁定一年後才能更換方案。



由電費累積的 **Energia** 點數 x 1.5 倍
點數可換該公司點數或商品券



每月抽出 10 名，贈送 1000 點 EDION 點數



參加鯉魚隊球賽門票抽獎、換購球隊週邊商品



點數可以 10% 或 20% 溢價方式換該銀行的 **Duo point**
Duo 卡可支付中國電力公司電費



點數可以 1.5 倍換 DOCOMO 的 d point

資料來源：日本中國電力網站

(四)其他日本電力零售業之創新作法

日本在電力零售市場全面開放後，由於新電力業者的電價不受管制，各種創新、創意的電價方案與服務紛紛出現，茲列舉部分案例如下。

1.用電吃到飽

F-Power 株式会社のピタでん，推出「吃到飽」方案(每月 500 度以內固定費用)，標榜每月用電 500 度者，一年可省¥19,198(與東京電力比較)、¥27,656(與關西電力比較)，如果每月用電 700 度的用戶，最多一年可省¥62,753(與關西電力比較)。

東京	中部	関西
¥12,000 従量料金 ¥27.00	¥11,000 従量料金 ¥27.00	¥11,000 従量料金 ¥23.00

資料來源：ピタでん網站

2. 走路越多省越多

eREX Spark Marketing 公司的「あるく・おトク・でんき」(走路省錢電力)，用戶可獲得免費的電子計步器，根據用戶每月走的步數積累積分、折抵電費，是一個對用戶健康和荷包都有好處的電價方案。該公司還會定期舉辦步數競賽排名，讓用戶在競爭的同時養成運動習慣。



資料來源：あるく・おトク・でんき網站

3. 電力+瓦斯組合優惠及提供免費(優惠)生活服務

東京瓦斯(TOKYO GAS)除了提供用戶電力+瓦斯同時申購的組合優惠外，還提供 5 大生活服務，分別是「熱水器、瓦斯爐故障免費檢視」、「電氣設備故障 60 分鐘內的檢視免費」、「365 天 24 小時免費修漏、開鎖、修補玻璃服務」、「瓦斯器具優惠價提供」、「生活監看服務」，其中修漏、開鎖、修補玻璃等日常生活問題服務一般要價每次 15000 元以上，東京瓦斯提供出勤費及 30 分鐘內作業費免費的服務。

作業内容		「生活まわり駆けつけサービス」委託先であるプレステージ・インターナショナル社に手配した場合の駆けつけ料金	東京ガス「生活まわり駆けつけサービス」ご加入者料金
水まわり	トイレ詰まり対応	15,000円 (税抜) -	出張費・30分以内の作業費が 0円 サービス加入者は 出張費と作業費がかかりません! <small>※部品代、特殊作業代などの別料金が発生する場合があります。 ※設備取替などの二次対応については、出張費・作業費・部品代等すべての費用がお客さまのご負担となります。</small>
	排水口詰まり対応	15,000円 (税抜) -	
玄関鍵	玄関鍵の解錠	15,000円 (税抜) -	
	玄関鍵穴の詰まり除去	15,000円 (税抜) -	
窓ガラス	破損箇所養生・破損物撤去 (ガラス代はお客さま負担となります)	15,000円 (税抜) -	

資料來源：TOKYO GAS 網站

有關生活監看服務，則是提供用戶 365 天 24 小時免費的瓦斯使用狀況間監看服務，甚至可派員前往探視 (與 SECOM 保全公司合作)，包括：

- ✓ 出門後擔心忘記關瓦斯 (可請 TOKYO GAS 遙控關閉)



- ✓ 瓦斯使用過久自動通知(年長父母忘記正在煮東西)



- ✓ 前一天未用瓦斯通知(年長父母可能發生意外或生病)

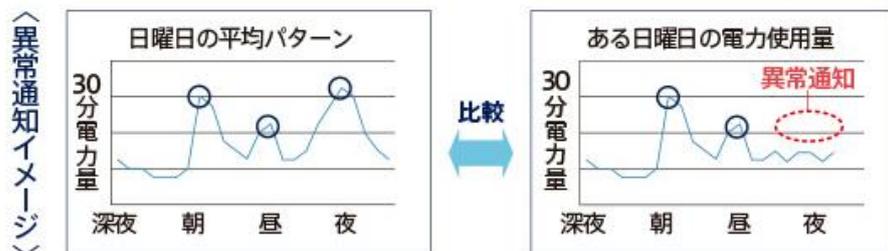


資料來源：TOKYO GAS 網站

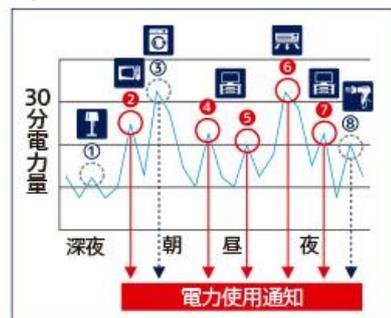
4. 用電異常免費監測服務

Nanwa energy 公司透過分析智慧電錶的用電量，免費提供(用戶需申請)各種用電告警服務(以電子郵件通知)，用戶可自行設定異常情況是否要通知、通知頻率以及何時通知。

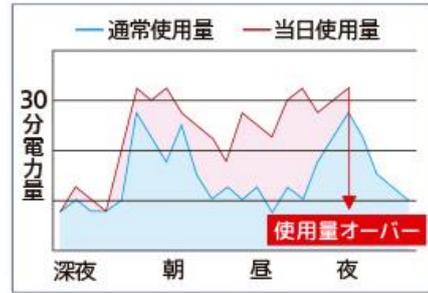
- ✓ 用電異常通知：可了解居住在外地家人的狀況。如果與某天的「平均用電模式」相比，當天某段期間沒有用電(未一同居住的年長父母可能發生意外)，系統將發出異常警示通知。



- ✓ 開始用電通知：由於打開家用電器使用時用電量會增加，系統可掌握用戶端用電量的增加，並將電力使用情況通知預先登記的聯絡人，對上班族來說，可掌握孩子放學後是否安全回家。



- ✓ 用電量超過通知：通知用戶在 1 天中是否過度使用電力。每 30 分鐘比對一次，如果超過 1 天平均用電量的一定比率，系統將會發出通知(可能是電器忘記關)。



資料來源：Nanawa Energy 網站

- ✓ 定期通知：每日通知前一天的用電量，每月通知上個月的用電量以及每個月的電量與上個月用電量之比

5.依旅遊次數提供電費優惠

H.I.S.是一家旅行業者，在日本有 282 個據點、海外 70 個國家 158 個城市有 275 處據點。H.I.S.進入售電市場後，向用戶保證電費可比原來電力公司省 5%，另外從參加後第 2 年開始，還可根據用戶購買該公司旅遊產品的次數按月獲得電費折扣(每次減免一個月基本費用，最多 4 個月)。



資料來源：H.I.S.電力販店網站

(五)心得與感想

自 2016 年電業法修正通過後，公司內部對未來可能面臨的衝擊雖已持續進行各種溝通宣導，然第二階段修法(開放一般售電業)並未明訂時程，絕大多數同仁並未明確感受到未來競爭的壓力，只經常「聽聞」要提高服務品質、提升競爭力，久而久之，「自由化」、「售電競爭」、「用戶流失」，似乎漸漸成為無感的名詞。

日本在電力零售全面自由化後，原本 10 大區域電力公司雖積極進行各種降低成本與提升服務的策略，但在新電力業者不斷搶進市場以及提出各種新電價方案與服務之下，用戶流失仍無法避免，且逐漸加劇。台電為獨佔經營的國營事業，是新進業者群起侵蝕的唯一對象，且本公司電價一向背負許多政策性任務而被扭曲，加上未來公用售電業電價仍受管制且須負擔各種供電義務，市場開放後將出現嚴重的挑肥揀瘦情形，亦即工商業大用戶與一般小家庭以外的用戶市場，極易成為新進業者以價格優勢瓜分的對象。

這次獲派赴中國電力參訪，對於日本電力零售全面開放後傳統電業所受衝擊感受深刻。本公司國營事業的身分受各種法令限制，先天條件已不如日本 10 大區域電力公司，實不宜期待未來開放售電業遙遙無期或不可能修法，應及早以日本各電力公司之作法為借鏡，預為研議各項因應措施，方能降低未來可能之衝擊。

三、日本中電超超臨界燃煤機組建造及 IGCC 煤炭氣化複循環技術發展現況—李張堃

(一)研習目的

隨著經濟發展，時代進步，環保意識抬頭，追求乾淨美好的環境已是全民共識。2016 年制定的《溫室氣體減量及管理法》明確定下以 2005 年為基準，2050 年溫室氣體排放量降至基準年的 50% 以下的目標。行政院依據「溫室氣體排放管制行動方案」於 2018 年 1 月核定溫室氣體階段管制目標，並採減碳採初期較少，後期加速的方式。第一階段分三期：

第一期(2016~2020 年)目標:2020 年較基準年（2005 年）減 2%

第二期(2021~2025 年)目標:2025 年較基準年（2005 年）減 10%

第三期(2026~2030 年)目標:2030 年較基準年（2005 年）減 20%，為努力目標，滾動式檢討。

蔡總統更在 2017 年宣示中長期能源配比为「2025 年實現再生能源占比達 20%、天然氣 50 %、燃煤 30% 的發電結構，且能穩定供電」

台電公司身為經濟部國營事業龍頭自應遵循政府政策，全力朝友善環境目標前進，而 2017 年 1 月 26 日電業法修正已確定推動能源轉型、減少碳排放，以達國家永續發展之政策方向，積極進行燃煤電廠汰舊換新為超超臨界高效率發電機組，仍為經濟部積極多元創能，促進潔淨能源發展之策略之一，惟 2018 年 11 月 24 日公投通過：「停止新建、擴建任何燃煤發電廠或發電機組(包括深澳電廠擴建)」之能源政策，雖然同時電業法第九十五條第一項“核能發電設備應於中華民國一百十四年以前，全部停止運轉”之複決公投案也通過廢止。能源政策增加了許多不確定性，即使過往非核家園政策對台灣電力系統供給造成莫大衝擊，惟執政當局推動再生能源及減碳目標仍然不變，現階段台電正積極進行燃煤電廠的汰舊換新，並逐一設置室內煤倉，新的燃煤電廠採用淨煤（高熱值、低硫、低氮、低汞成分的煤），更新後的燃煤機組也都會是高效能低污染排放之超超臨界機組，其發電效率可達 45%，較既有電廠平均約僅 38% 有顯著的提升，可降低生產每度電的用煤量；此外，也採用最先進有效的除污設備，首先會透過選擇性觸媒還原系統(SCR)，大幅降低氮氧化物，再經由粒狀物去除系統，大幅降低 PM2.5，最後再經過 排煙脫硫系統，降低硫化物，讓燃燒後的排放 接近天然氣發電。但可惜的是即使深澳電廠新建計畫原規畫投入三分之一的經費於排煙脫硫及減少空污之防治設備，仍於 2018 年 10 月 12 日經行政院長宣布停止新建，未來能源政策走向如何，龍門核四計畫封存了，

深澳燃煤新機組不蓋了，能源政策是否能完全廢煤，甚至非核廢煤，已是政治超越專業，經濟與環保兩難的深奧問題。況且全面發展天然氣之火力計畫對於缺乏自產能源的台灣，仍有供氣不足，甚至燃氣運輸之國安問題，無論如何持續關注及學習相關燃煤機組先進技術仍有其必要性，以因應未來可能之變化與調整。

(二)研習內容

1.本次個別觀摩主題如下:

(1)超超臨界燃煤機組建造現況

三隅電廠 2 號機 1000MW 超超臨界燃煤機組

(2)IGCC 煤炭氣化複循環技術發展

大崎發電所 OSAKI COOLGEN Project

2.超超臨界燃煤機組建造現況

日本中電公司於 2018 年 7 月 1 日的成立“三隅 Misumi 電廠建設辦公室”建立 Misumi 電站建設中心，開始 Misumi 電站 2 號機組的準備工作，雖然是既有電廠增建機組，在建廠溝通上相對阻力較少，但面臨社會民眾對燃煤機組空汙排放多少有所疑慮，中電仍期望在未來，結合安全與環境保育措施的完整性，讓當地居民的理解，使 2 號機組建設工作能平穩進行。

三隅 Misumi 電廠 2 號機概要

位置	島根縣濱田市，Misumi-cho Okami 1810
產量	100 萬千瓦(1000MW)
發電方法	超超臨界壓力發電 (USC)
燃料類型	煤，木材生物質

三隅 Misumi 電廠機組主要技術規範

項目	2号機	1号機
出力	1, 000MW	
発電方式	超々臨界圧発電方式(USC)	
蒸気条件	蒸気温度: SH 600°C/RH 600°C 主蒸気圧力: 24. 5MPa	
発電効率	43. 3%	43. 0%
燃料	石炭(木質バイオマスの混焼) ※亜瀝青炭の専焼が可能	石炭 (木質バイオマスの混焼)
SOx	22ppm以下	102ppm以下
NOx	20ppm以下	60ppm以下
ばいじん	6mg/m ³ N以下	28mg/m ³ N以下

三隅電廠規劃燃料可加入木材於煤炭中燃燒，建廠期間亦利用煤灰於電廠 2 號機組建設混凝土，有助於二氧化碳排放量，也與當地企業合作建立了生產體系，共同投入電廠建設。

電廠於 2018 年 11 月開始現場建設工程，目前主要為土木建築整地工事，預計 2021 年 11 月開始試運轉，2022 年 11 月竣工商轉。時程如下圖。基本上其工程管理與我方各施工處執行模式類似，工安管理及協議組織也是關注重點，另有每日及周月間等短中長期工程會議，依會議屬性有不同層級人員參加，可有效率針對重點事項作檢討，避免流於形式耗費人力資源及現場工作時間，每月亦會召集相關區域共同作業工班，對可能影響施工順序、重機配置作安排協調及安全對策之調整討論，確實有效推展建廠計畫。

建設工程(1/2)

5

- 2018年7月1日:三隅発電所建設所を設置(準備工事実施)
- 2018年11月1日:本体工事着工
- 2022年11月:営業運転開始予定



依中電組織體制其施工單位編制人力不到 100 人，其中還包含 27 名試運轉課之人力，其策略類似我方未來可能的小施工處之概念，若以深澳施工處兩部 600MW 機組規劃 240 人相較明顯有所差距，據了解中電施工所人員仍須負責審查相關圖面，但重點應在合約事項之符合性及設備系統安全性審查，專業細部流程設計仍屬供應商權責，這也是為何其組織內並無儀控編制，中電表示此控制系統部分均由其供應商三菱公司原廠設計人員及現場專業技師負責，中電試運轉人員會參與偕同測試驗證，其他如台灣工程會主導之三級品管或台電既行之工程品質檢驗制度需耗費大量工程人力，對執行進度亦有影響，中電多由承攬商依其契約及自有品質計畫執行，中電工地人員再就重點查核確認。或許核火系統營建工程可參酌日本中電作法及大潭單循環緊供計畫之模式，適當調整執行工程監督管理模式，由鉅細靡遺之監造檢驗，轉而為業主監督協調及重點抽查停留點檢驗，由設備或工程承攬商就其契約規範應盡之品質條款或保固條款負擔應有之義務，相關成效並可視為日後相關計畫執行之評比考量，除有助於提升承攬商技術及品質水準，對台電人力資源配置及整體工程進度推展應有所助益。

■ 組織体制

建設工事の完遂をめざし、建設所の工事施工体制を整備



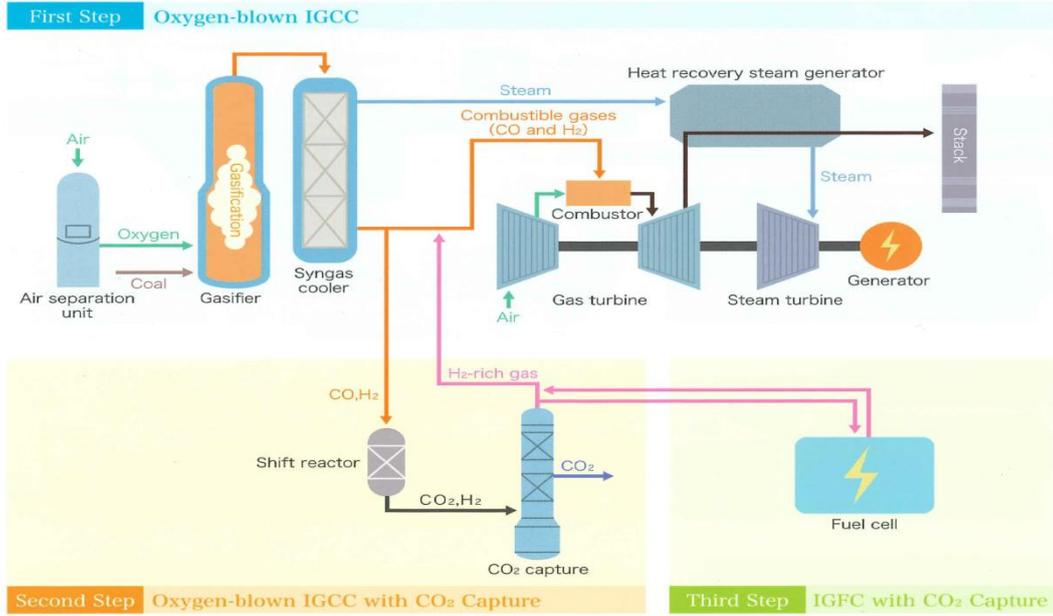
Energia

3.IGCC 煤炭氣化複循環技術發展

日本如同台灣，也是天然資源有限之國家，能源均需仰賴進口，目標也在於火力、水力，核能及再生能源間尋找平衡點，以達穩定供電之目標，基於煤炭來源的低成本與穩定特性，日本積極發展乾淨煤技術，提升燃煤火力機組效率及顯著減少碳排放，以因應全球暖化之危機。中國電力和日本電源開發公司(Electrical Power Development Co.)共同合資在大崎上島町大崎發電所發展建置 166MW “實證試驗性質之 OSAKI COOLGEN Project” IGCC 整合式煤炭氣化複循環計畫”，整合煤炭氣化(coal gasification)、二氧化碳捕捉(CO₂ capture)及燃料電池(Fuel cell)結合高效率複循環(Combined cycle)發電技術建造創新的低碳燃煤火力電廠。

本計畫包含三階段，第一階段先成功驗證技術，建置 Oxygen-blown 整合式煤炭氣化複循環機組(IGCC)，經由發電實測確認發電效率及 SO_x、NO_x 及粒狀物染物排放強度，第二階段加設二氧化碳捕捉系統及封存系統(Carbon Capture and Storage, CCS)，利用捕捉技術將 CO₂ 分離出來，經過壓縮、輸送至特定地點進行封存，第三階段則將發展氫氣燃料電池，建置整合式煤炭氣化燃料電池複循環計畫(IFCC)，以有效儲存電力。

Osaki CoolGen Project



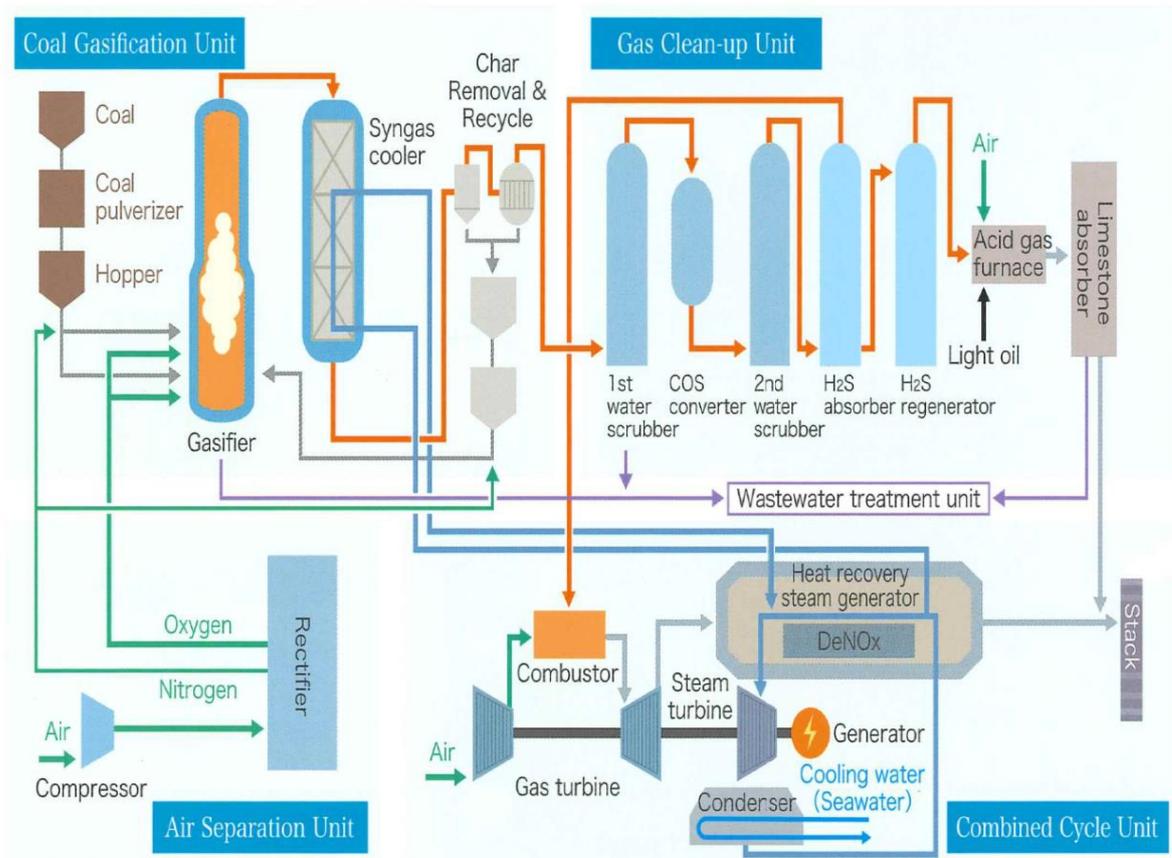
Project Schedule

Fiscal Year	FY2012	FY2013	FY2014	FY2015	FY2016	FY2017	FY2018	FY2019	FY2020	FY2021
First Step Oxygen-blown IGCC	Detailed design and construction					Demonstration				
Second Step Oxygen-blown IGCC with CO ₂ Capture					Detailed design and construction		Demonstration			
Third Step IGFC with CO ₂ Capture						Detailed design and construction		Demonstration		

(1)IGCC 系統說明:

由空氣分離器 (Air Separation unit)、煤炭氣化設備 (Coal Gasification unit)、氣體淨化系統 (Gas Clean-up unit) 及複循環發電系統 (Combined cycle) 所組成。空氣分離器可分離 N₂ 氮氣及 O₂ 氧氣。煤炭經粉煤機磨成粉狀後，以空氣分離器產生之 N₂ 氮氣送入氣化爐內與空氣分離器產生之 O₂ 氧氣在高溫高壓的狀態下混和燃燒，產生合成氣 (Syngas)，經由氣體淨化系統除塵、除汞及除硫後，淨化之合成氣再送至複循環發電系統發電。其系統流程如下圖：

Demonstration Facility/Schematic Flow



(2) OSAKI COOLGEN Project

主要設備規格說明表

項目	規格說明
Output 輸出容量	166MW
Coal Gasifier 煤炭氣化設備	O ₂ -Blown, single-chamber two stage spiral-flow entrained type
Gas Clean-up 氣體淨化系統	MDEA 醇胺氣體處理技術
Combined Cycle 複循環發電設備	GT*1+ST*1 單軸式發電機組 GT: H-type(1300°C)
IGCC 系統試運轉開始	2016/8/18
Demonstration Operation Start 實證試驗開始日	2017/3/28
試運轉完成日	2018/10/8



第1段階実証試験 目標と実績

項目	目標	これまでの実績
基本性能 (プラント性能)	<ul style="list-style-type: none"> 送電端効率 40.5% (HHV) 	<ul style="list-style-type: none"> 送電端効率 40.8% (HHV) 目標達成
基本性能 (環境性能)	<ul style="list-style-type: none"> SOx : 8ppm NOx : 5ppm ばいじん : 3mg/m³N (O₂:16%換算) 	<ul style="list-style-type: none"> SOx : 8ppm未満 目標達成 NOx : 5ppm未満 ばいじん : 3mg/m³N未満 (O₂:16%換算)
多炭種適合性	<ul style="list-style-type: none"> 炭種性状適合範囲の把握 	<ul style="list-style-type: none"> 良好な適合性を確認 運転を継続しながら炭種切替を行い安定したプラント状態を確認 目標達成
設備信頼性	<ul style="list-style-type: none"> 商用機レベルの年利用率70%以上の見通しを得ること (5,000時間の長時間耐久試験) 	<ul style="list-style-type: none"> 長時間耐久試験 5,119時間 連続運転 2,168時間 目標達成
プラント制御性・運用性	<ul style="list-style-type: none"> 事業用火力発電所として必要な運転特性, 制御性 (負荷変化率: 1~3%/分 他) 	<ul style="list-style-type: none"> 非常停止試験において安全停止を確認 負荷変化率: 増負荷16%/分, 減負荷15%/分を確認 送電端出力0MWで安定運転を確認 送電端出力制御で良好な運用性を確認 目標達成 コールド起動時間 (GT起動~定格負荷) 7時間以内の見通しを得た
経済性	<ul style="list-style-type: none"> 商用機レベルで発電原価が微粉炭火力と同等以下になる見通しを得ること 	<ul style="list-style-type: none"> 実証試験にて取得したデータを解析中 検証中

All Rights Reserved. Copyright © 2008, THE CHUGOKU ELECTRIC POWER CO., INC.

p12

本計畫已完成相關實證試驗，累計發電時間達 7511 小時，最大連續運轉時間也達 2168 小時，足以證明其可靠度，相關試驗實績如上表。發電效率(HHV)可達 40.8%，雖然較超超臨界(USC)燃煤機組 42~44%仍有改進空間，惟其空汙排放值遠低於現有法規標準，相關排放比較表如下：

空汙排放比較表

	SOx(ppm)	NOx(ppm)	PM(mg/Nm3)
電力設施排放標準(燃煤)	30	30	10
電力設施排放標準(燃氣)	8	10	10
深澳計畫原規劃承諾值(燃煤)	15	15	8
大崎 IGCC 機組實測值	8	5	3

有關經濟性方面，本計畫仍評估分析中，日方資料顯示初步評估商業化之小型 IGCC 發電廠投資，應較目前新設 USC 機組增加約 20%，若將規模放大，則投資金額應可與 USC 機組接近，相關數據仍待客觀之統計分析，值得在台灣停止興建燃煤機組之公投案後，兼顧環保需求及供穩健電力供應之平衡選項下可能之發展。

(三)感想與建議

1.龍門封存了，深澳不蓋了，台灣電力何去何從？

能源政策是否能完全廢煤，甚至非核廢煤。1124 公投案停止了燃煤電廠的新建，雖然 IGCC 經濟效益尚待評估中，但在政治掛帥、地方縣市政府空污考量及燃煤汙染之氛圍，或許 IGCC 是穩定電力供給之出路，而深澳電廠是否適合建造 IGCC 機組，似可投入專業評估，畢竟新建電廠需耗費較長時程，未有妥善前瞻規劃，恐陷入限電危機，影響整體經濟發展。

2.本次一般觀摩團是首次將時程縮短為 5 天，對個別觀摩及現場參訪行程有些壓縮，稍嫌不足，惟若本團定義尋找新知識或公司發展契機，或有值得深入探討學習之議題項目，且此行觀摩人員交流外，類似訓練及技術研討極具價值，更可提升自我學養及拓展視野，吸收新知與世界接軌。

建議每次一般觀摩團參訪完成後，可由團員就其觀摩主題提出個別簡報，再由其中篩選 1 組與公司面臨情境及未來發展有所迫切助益之議題，於翌年派遣具發展潛力之新秀同仁赴日本中電做進一步專業實習及現場觀摩研討，例如本次個別觀摩主題 IGCC 煤炭氣化複循環技術發展若經評估可為未來台灣能源發展尋找出路，則可與中電協商，以雙方公司長久以來之情誼，應不構成困擾，雙方擬定專業實習行程由核火系統與發電系統派遣菁英同仁，赴中電大崎發電所實地參訪學習，除利於未來新能源機組開發建置及營運規劃外，更具人才培訓之意義，有助公司營運發展。

四、電廠發電機組設備修護技術、機具與儀器設備使用現狀、電廠發電機組歲修人力規劃、施工方法與工期精進之實務做法—蔡坤泰

(一)研習目的

電業法修正條文於 2017 年 1 月 11 日公布，電業法第六條規定，條文公布 6~9 年內，台電公司必須轉型為控股母公司，其下成立發電公司及輸配售電公司，目前規劃將電力修護處歸屬於發電子公司，廠網分離後，電廠與修護處可謂是生命共同體，如何整合電廠與修護處人力是未來能否成功因應變局的重要關鍵。日本電力市場在 2016 年開放零售業，更預計在 2020 年實施廠網分離，自由化的進程較台灣早，因此其轉型經驗可供台電公司參考。

目前台電發電廠之配置人力，除了運轉值班人員外，還包括行政管理與設備例行性保養維護人力，但民營電廠除了維持營運必要之行政管理與運轉值班人員之外，其例行性設備保養維護與大修均委外施做，採行這種作法是否有助於降低營運費用、對機組運轉安全是否產生影響值得探究；藉由這次的觀摩了解日本中電公司所屬發電廠之人力配置、如何進行設備例行性保養與大修，作為台電於廠網分離後配置電廠人力與修護處定位之參考。

經濟部等上級機關對於系統備轉容量率要求提高，以避免因發電機組臨時故障造成限電，且為確保夏季尖峰用電之供電安全，每年 5 月 20 日至 9 月底之夏季用電尖峰期，限制發電機組停機大修，因此，每年可用以進行發電機組大修的時間縮短，造成機組大修工期嚴重重疊，為順利完成發電機組年度大修工作，必須進一步精進大修工期，可朝應用新施工方法及如何以最經濟的方法充分準備大修所需之備品、充實大修機工具設備等方向思考；中電公司在面臨電業自由化的過程中，為提升競爭力，在精進電廠發電設備大修工期方面的實務做法，也是這次觀摩學習的另一主軸。

發電機組大修之規劃與進度管理攸關大修工程是否能順利完成，在大修前如何妥善規劃、大修進行期間透過何種管理手段調控進度、如何善用各項資源投入大修工作，每一個環節都會影響大修工作的品質與時效，藉由觀摩引入這些規劃與管理的技巧，應有助於進一步提升大修工作品質與精進大修工期。

(二)研習過程與心得

1.發電機組之大修週期

中電公司依據日本電氣事業法之規定，規劃汽輪發電機之維修週期為六年開蓋大修一次，第三年進行一次中間檢查，對照台電燃煤汽輪機組每四年開蓋大修一次，第二年進行中間檢查，中電公司所轄發電機組之大修週期較長，其維修的頻率雖減少了，但前提是仍須確保發電機組之運轉安全。大修頻率太頻繁會造成電力修護處大修人力調度的困難，修護處自有人力不足以執行所有機組的大修工作，雖透過勞務承攬商提供人力支援大修工作，但勞務人力素質參差不齊，加上夏季用電尖峰期無法安排機組大修，勞務人力頓失工作，也影響高素質勞務人力加入大修工作行列的意願，上述這些因素均會影響大修品質及工期，若能延長發電機組大修週期，可改善機組大修工期重疊情形，有助於解決修護處人力不足問題。

延長大修週期雖可紓緩電力修護處人力調度的問題，但因為事涉機組運轉安全，且鍋爐設備之定期檢查也必須一併納入考量，因此，延長大修週期一事仍必須從長計議，畢竟，國內尖峰用電期間的系統備轉容量偏低，若因為延長發電機組大修週期而造成機組於夏季尖峰用電期間故障停機，對於民生及工業都會造成衝擊。

2.中電公司對於核能發電的規劃

日本在 2011 年因海嘯引發福島核災，當時日本共有 54 部核電機組運轉，事發後停止所有核能電廠的運轉；這次觀摩行程中，中電公司於公司簡介的簡報中提及，原本中電在島根裝設的三部核能機組，配合政府政策停止運轉，目前一號機已經除役，二號機已商運近三十年，中電公司仍斥資日幣五千億進行二、三號機的防海嘯、緊急供電及核島區冷卻設備的強化等改善工程(如圖 1)，並準備提出重啟計畫，另規劃興建上關 1 號機、上關 2 號機各 1,373 MW 核能機組，惟目前尚未商轉。

日本和台灣一樣是島國，能源都是仰賴進口，OECD（經濟合作暨發展組織）組織之列名先進國家中，日本的能源自給率僅 7%，是倒數第二名。能源短缺會阻礙經濟發展，因此，能源不僅是電價問題，更是國家安全問題，以日本受核能災害重創，但仍對核能充滿信心，不僅提出核能機組重啟計畫，更在上關地區增建了兩部核能機組，可見，中電認為核能發電成本低，重啟核電可以提升價格競爭力因應電業自

由化的激烈競爭，且核能在提供穩定電力與抑減溫室氣體排放都具有重要的貢獻。

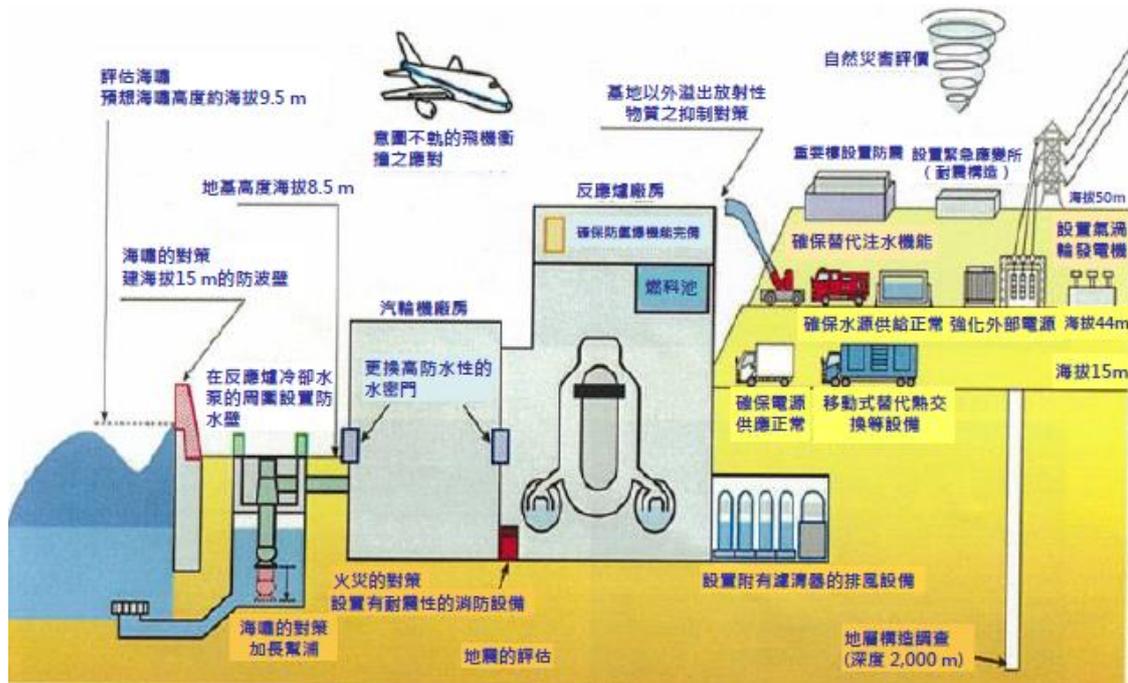


圖 1 中電在核能電廠安全防護之改善工程

3.中電公司發電設備大修之規劃與執行

中電公司有八座火力發電廠(燃煤、燃油、LNG)、三座水力發電廠及兩座核能發電廠(其分布如圖 2)，以三隅火力發電廠為例，其人力編制如圖 3，全廠僅有 91 名員工，發電課負責運轉業務，電氣保修課及機械保修課負責電廠設備例行性維修及大修施工品質管理，以這樣的人力編制當然無法應付大修現場設備之拆、裝工作所需之大量人力，因此，中電公司按電廠地理位置分三區成立聯合大修小組，每區之大修小組編制約二十餘人，各電廠在大修前向分屬之聯合大修小組提出人力支援的請求，由其協助規劃大修事宜並執行品質的控管，發電廠則負大修工程品質審查及安全總合管理之責。

隸屬中國電力公司的中電機械公司(Chuden Plant Corporation : CPC)負責承攬電廠重要設備之大修工作，主要負責規劃大修工作流程、分項發包大修工作及管理承攬商，但並未負責現場施工，以汽輪機大修為例，僅在高壓汽機、低壓汽機及閥類拆、裝等重要分項工作各派一名工程師，負責監督承攬商施工及協調現場工作等事宜，現場汽輪機組之拆、裝等工作則由承攬商負責執行。

承攬商就其承攬工作負工程管理與品質管理實際執行之責，大修

承攬商之工作人員大多招募自電廠周遭人力，長期配合中電機械公司執行電廠大修工作，非大修期間則受雇擔任電廠例行性之設備維護保養工作，因為長期配合執行電廠設備保養與大修工作，對於發電設備之修護具有經驗，也能確保維修之品質。

中電為確保大修之工作品質，也會聘請原廠技師協助大修，針對各項組件尺寸量測之允收標準及施工品質提出建議，並指導現場承攬商相關之施工技術與方法。

中電公司大修工作是由電廠、聯合大修小組、原廠技師、中電機械公司及承攬商共同完成，台電目前大修分工模式則是由電廠將大修工作分別交予電力修護處與承攬商承做，如鍋爐相關設備之大修由電廠自行發包給外部承攬商並自行派員監督與驗收，汽機及其附屬設備則交由修護處承做；台電之發電機組若涉及設備更新，如 GE 550 MW 燃煤汽輪發電機組更換高、中壓 dense pack 汽機及南部發電廠進行西門子 V84.2 氣渦輪機核心組件(core engine)更新，則會由電廠聘請原廠技師協助；中電公司之發電機組大修分工較精細，但電廠人力編制較台電電廠精簡，大修工作主要由中電機械公司統包並分項發包給下游承攬商負責施工，採用這種分工與發包模式有助於解決台電電力修護處大修人力不足之問題。



圖 2 中電公司轄屬發電廠分布圖



圖 3 中電公司三隅發電廠人力配置圖

(三)感想與建議

- 1.因應電業法施行後第二階段之廠網分離，電廠將發電設備例行性維護與大修工作委託修護處承攬

依據目前公司之規畫方向，台電實施廠網分離後，公司將成立控股母公司，並設立發電、輸配電及售電子公司，為提升發電子公司之競爭力，除了致力提升設備妥善率、提高發電熱效率、降低燃料成本之外，仍必須減少用人成本，才能在電價成本上取得競爭優勢。中電公司在自由化過程中，也擬採用控股母公司並設立子公司的方式，以中電公司轄下的發電公司為例，其三隅發電廠有兩部發電量各 1,000 MW 的燃煤機組，總編制人力為 91 人(含值班人力)，這樣的編制人力當然無法執行發電設備一般維護與定期檢修工作，因此，這些維修工作都委由中電機械公司統籌辦理發包，電廠得以用最精簡的人力專注於機組的運轉，避免因太多冗員造成電廠營運上的壓力。

目前台電公司內之汽(氣)輪機發電設備大修工作亦由修護處承做，但鍋爐相關設備及汽機冷凝器等工作仍由電廠自行發包處理，平時之一般設備保養維護亦由電廠自主維修或發包給外包商承做；在廠網分離後，台電可以參考中電之作法，將大修工作及例行性設備維護保養工作委由修護處統籌辦理，再由修護處將低技術層次工作外包，如此

不僅可適度減少電廠之用人數，由修護處統籌辦理這些維護工作，也可平抑修護處大修淡旺季人力波動程度，同時也能擴大修護處之承攬業務量。

2.善用外部資源，拓展修護業務

電廠為降低用人成本而將例行性維護與大修業務委由修護處承做，但以目前修護處之人力結構，遇到多部發電機組大修工期重疊時，因人力需求大增造成大修人力不足，若採增加招募人力之方式，遇到大修淡季，則會因用人成本增加而造成營運上的壓力；因此，若能將技術性層次較低之大修工作委由承攬商施做，而由修護處掌握高端專業技術工作，即可紓解大修尖峰之人力需求。

目前修護處南部分處同時承做興達電廠燃煤機組二號機、興達電廠複循環四號機及南部電廠複循環三號機等多部發電機組之大修，中分處及處本部亦同時承做多部發電機組大修，因此無多餘人力支援南部分處；因此，南部分處遂將南部電廠氣渦輪機核心組件(core engine)更新之部分工作發包施做，除了可解決人力不足問題之外，也同時可以掌控工程品質與進度，南部分處利用此模式已完成了南部電廠複循環一號機與二號機共四部氣渦輪機之核心組件更新工作，不僅減少大修尖峰人力之需求，也較預定工期提前十餘天完成機組更新。

目前有些民營電廠的發電設備大修非由修護處承做，主要是因其大修工期與公司內之發電設備大修工期重疊，沒有足夠人力去承接這些業務，若能將次要工作委由承攬商承接，自可減少修護處之自有人力需求，修護處也可以承接更多民營電廠的大修業務，擴大修護業務量，並建立發電設備維修市場的競爭障礙。

3.做好備品管理，充實大修機工具設備，確保大修品質，精進大修工期

目前發電機組之單機裝置容量趨於大型化，每部機組佔系統裝置容量之比例增大，日後之大修工期必須更精進才能達到上級主管機關要求的備轉容量率。

中電柳井發電廠之氣渦輪機利用更換整組備用轉子方式精進大修工期 14 天，修護處利用南部電廠更新氣渦輪機核心組件汰換下來的轉子，進行整修後安裝在興達電廠複循環三號機之氣渦輪機，因此精進工期達 18 天，證實利用這種更換整套組件的方式的確可以有效縮短大修工期。

中電公司在發電設備大修時利用高週波螺栓加熱器加快大型螺

栓拆、裝之速度，原本一部發電機組採用四部高週波螺栓加熱器，為進一步精進大修工期，再增加兩部螺栓加熱器；修護處南部分處於 107 年執行豐德電廠複循環一號機蒸汽輪機(steam turbine)大修時，由豐德電廠提供兩部高週波螺栓加熱器，應用在高中壓汽機汽缸水平接合面螺栓之拆、裝作業，依據現場使用經驗，高週波螺栓加熱器拆、裝螺栓之速度，較傳統之電阻式螺栓加熱器快速，且加熱棒外表面不會產生高溫燙傷作業人員，該項設備在日本已普遍應用於發電機組之大修工作，南部分處亦於 107 年採購一套高週波螺栓加熱器，預計在 108 年度再增購一套，將會應用在 108 年大林新#1 機超超臨界汽輪機的開蓋大修工作上。

除了氣渦輪機採用更換整組轉子備品之方式精進大修工期之外，目前電力綜合研究所也在南部分處的二橋廠區設立五軸加工機，準備修復興達電廠一號機 500 MW 燃煤機組之低壓汽機轉子，在今年興達二號機大修時作為備品安裝在二號機組上，這種作業模式不僅有助於精進大修工期，也有助於減少外購備品的支出費用。

目前修護處在執行民營電廠發電機組大修工作時，其備品準備相當齊全，足以充分供應大修所需，不會因需要整理機組拆下之主要零組件而影響大修工期。本公司台中電廠及大潭電廠均裝置多部同型發電機組，應積極規劃於大修時採用更換整套備品組件(如汽(氣)機轉子、發電機轉子)之方式以加速完成大修工作，更換下來的轉子等設備再利用大修淡季進行整修後做為備品用在下一部同型發電機組的大修。

4. 進行作業分析與工時計測，提高效率、降低成本

中電公司在訂定大修計畫時，是以小時為單位進行規劃，以精確掌握大修進度；以中電三隅發電廠為例，鍋爐搭架工程為大修關鍵要徑工作，其施工計畫表如圖 4 所示，其計畫表以小時為單位進行規劃，透過縮短爐管結垢清理時間，同時利用多部移動式起重機將鷹架組件自不同樓層同步吊入鍋爐房，使得工作得以較預定工期提前兩天完成(原預定大修第 14 天完成進行檢查)。

修護處計畫將技術層次較低的工作外包以減少自有人力需求，並擴大承接的修護業務量，但發包需要了解各項工作所需工時與人力，一方面用以精確估算成本訂定底價，另一方面合理訂出各項工作所需工期，避免所訂工期太過寬鬆而影響整個工程完成時程，也才能在修護處與承攬商所負責執行的工作之間完美搭配，減少配合等待的時間，讓工作無縫接軌；因此，在大修工作期間，應針對每項大修工作，以

小時為單位，統計所投入之人工時，作為工作發包的前置作業。了解各項工作所需的人工時後，再據以訂出大修專案工作進度表，了解每項關鍵要徑工作時段所需的人力，彈性調度支援人力，縮短關鍵要徑工作時程，精進整體大修工期，並達到提升效率、降低人力成本的目標。

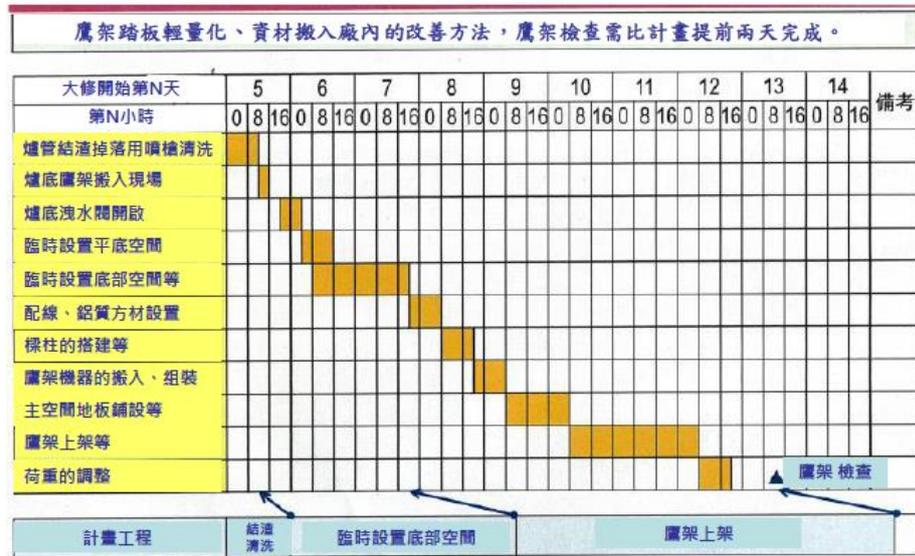


圖 4 電廠鍋爐施工架搭設工作計畫

5.每日召開工作進度會議，掌控大修進度並精進工期

中電公司轄下的發電廠，其單位主管於大修期間每日召集相關部門主管參加進度檢討會議，據以了解現場工作進度、解決大修過程所遭遇之問題、檢討各部門預算執行情形；另外，電廠也會不定期邀集承攬商參加工期縮短會議。

修護處在南部電廠執行氣渦輪機核心組件更新工作期間，電廠、修護處與西門子技師每日都會一起召開工作進度檢討會議，了解現場施工進度並協調現場各分項發包工作之進行，藉由這樣的合作模式，機組更新工作較預定工期提前 13 天完成。

修護處於 107 年執行大林五號機檢修工作時，除了在檢修開始前即訂定工作進度，並將零組件分散委託各加工廠同時加工之外，檢修工作進行期間，更由大林電廠廠長每日召集修護處及電廠相關部門主管參加工作進度會議，會中由修護處準備書面資料，向電廠做工作進度報告，各部門則報告各項零組件委外加工的進度，確實掌控施工與備品加工進度，避免因備品加工無法配合現場施工進度而延誤工期，因此使檢修工作順利推進，整個檢修工作較預定工期提前十餘天完成。

五、電廠營運管理制度及電業自由化之影響—洪貴忠

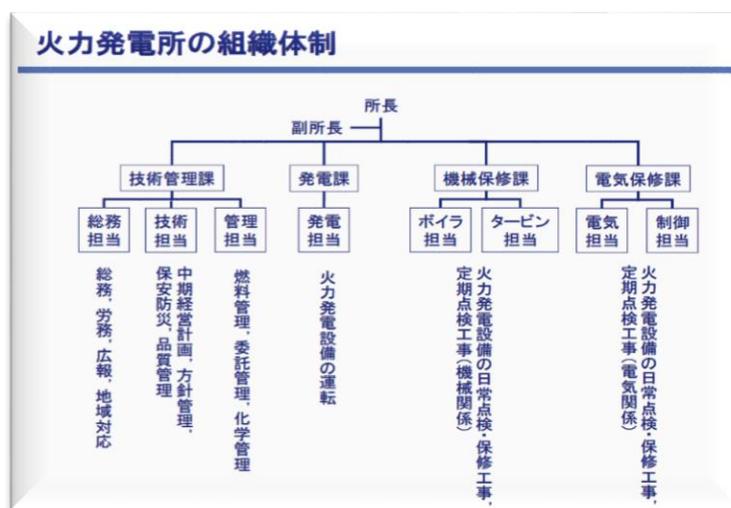
(一)中電火力電廠的組織體制

中電火力電廠的組織體制相對於台電來說，組織架構及人力都非常精簡，以三隅電廠超超臨界 1 部機組的人力為例，大約只有 65~70 人，約為台電同型 1 部機組人力的一半，扣除掉值班和管理人員，維護保養人力約不到 20 人。

我們對於它們火力電廠人力可以如此精簡感到訝異，詳細交流對談後，瞭解原因在於他們將很多例行性的維護檢修及歲修工作都委外，而電廠自有人力主要在做核心技術的傳承和包商的管理，這樣的精簡人力可供台電未來發電單位的經營管理模式參考。不過技術工作的委外取決於外包商高度的專業技能和管理，而日本民間廠商的專業技能普遍優良，且日本人的自主管理文化較好，所以推行委外工作困難度較低。

相對於台灣現行公務部門受採購法的約制及低價搶標的惡習，外包商無法長期得標承攬，造成廠商專業技能無法提升及傳承，也造成工安文化無法培養建立。時值台電工安事故頻傳之際，也許我們該思考如何讓優質的外包商可以長期承攬，讓廠商願意投資設備及人才，以便讓他們的技能得以傳承，工安文化得以生根。當下應積極展開的是將台電的專業技能及工安文化可以轉移到外包商，如此才能提升整體經營管理績效。

中電在組織架構部分，火力電廠在廠長轄下，只有 1 位副廠長，4 個組和 8 個課(詳圖一)。如此精實的組織架構，是因為並未將工作細分到各個專門技術，而是強調部門及員工多元的技能和發展。



(中國電力株式會社提供)

圖一：中電火力電廠的組織體制

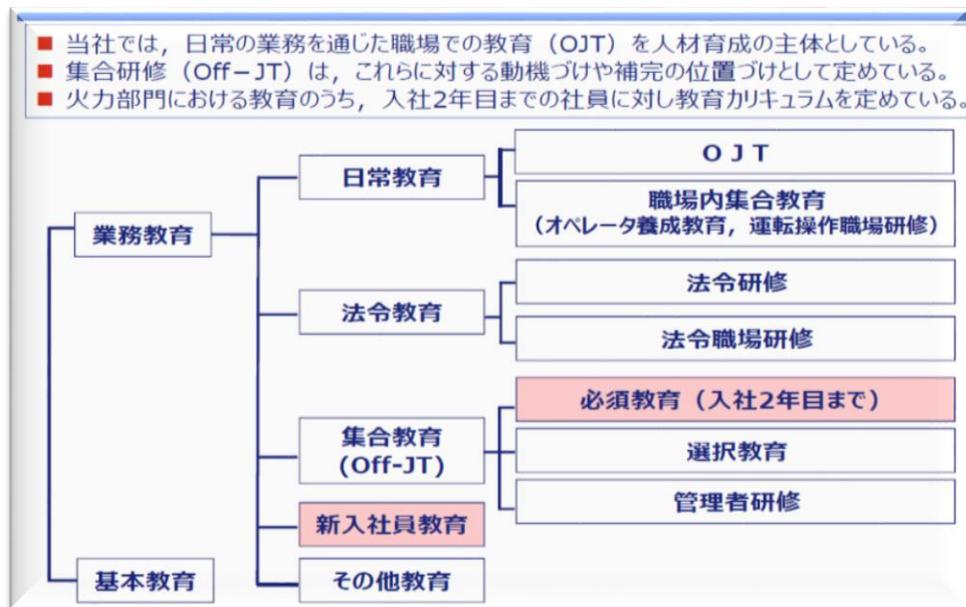
對比台電火力電廠強調部門專業分工和員工的責任承擔，雖然在各個設備的專業技術層面很深入，卻沒有足夠的廣度，更因為國營事業公務部門的究責規定，讓員工只願提升自己的專業技能，顧好自己負責的設備，卻不願增加自己或部門的專業廣度，以免承擔更多責任，結果越是細分的專業分工，只是造成更多的責任推諉。所以未來的組織應朝向專業性質的分工，而非專業技能和設備的分工。

組織的精實和委外工作的層面是一體兩面的，如果外包商的專業和工安做的好，電廠的維護人力和組織就可以精實，只需要做好核心技術的傳承和包商人力物料的管理。其實在台灣很多 IPP 電廠也都以精實的人力和組織為主，以專業的外包廠商為輔，也許這可供未來發電單位規劃組織人力參考。

(二)中電火力發電部門的人才培育及技術傳承

1. 中電火力部門的人才培育

中電針對火力發電部門的人才培育擬定了 2 年的教育訓練計畫，內容包括在現場工作中的學習訓練(On-JT)及其他補充的集中專業課程訓練(Off-JT)。(詳圖二)



(中國電力株式會社提供)

圖二：中電火力部門教育體系

每年 4 月上旬新進人員報到後，會在廣島市內的中電總公司進行為期 10 天的基礎教育訓練，介紹中電的基本資料，並傳達公司的經營理念和員工應有的態度。這部分有點類似台電公司的新銳營訓練。

然後學員們進入到中電模擬訓練中心(PET)進行為期 45 天的安全

及火力電廠設施的基礎業務訓練。這部分有點類似台電水火力事業部辦理的通識教育訓練。(詳圖三)

■ 新入社員教育（4月～5月末）の概要は以下のとおり。

教育項目		教育方法
新入社員教育	基本教育 (4月上旬)	・事務系社員・技術系社員にかかわらず、全員が広島県広島市の当社，研修施設にて「社員としての態度・服務規律」および「当社社員として必要な基礎知識」に関する教育を10日間実施。
	業務教育 (4月中旬～5月末)	・研修施設であるPETエンジニアリングセンターにて，グループ会社の新入社員と共に「安全」「火力発電の基礎」についての教育を2カ月間実施。 ・教育は，当社のグループ会社である(株)PETへ委託。




(中國電力株式會社提供)

圖三：中電火力部門新入社員基本及業務教育訓練

完成基本教育及業務教育後，新進社員隨即展開第1年的基礎教育訓練及第2年的應用教育訓練。這期間第1年的 On-JT 會配置一位導師，協助同仁熟悉例行業務及設備的構造和維護保養。Off-JT 則會藉由模擬器，讓學員瞭解機組的起停條件。第2年的 On-JT 會學習發電機的專業技術及開始學習輪班操作，Off-JT 則藉由模擬器學習如何應對事故時的操作(詳圖四)。這期間會定期進行測驗，以確認學員的理解程度，另外，和台電一樣中電亦有 e-learning 課程供學員線上學習。

■ 入社2年目までの教育の概要は以下のとおり。

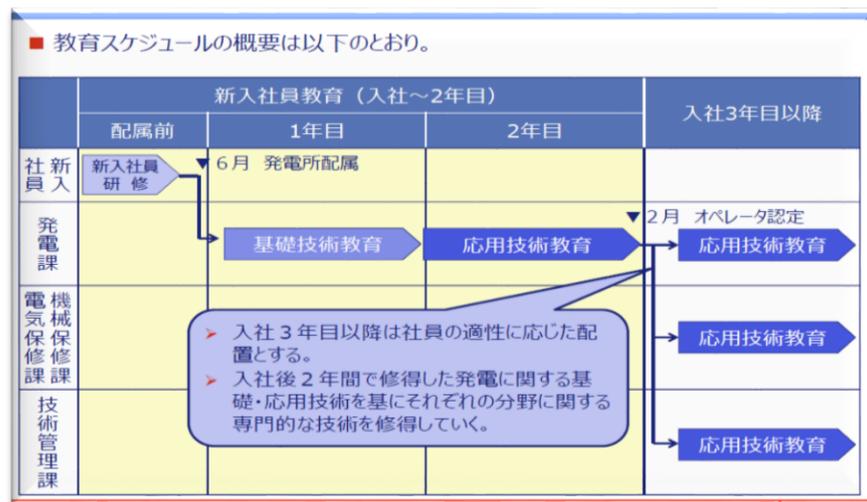
	OJT教育	Off-JT教育
1年目 (基礎技術教育)	・専任の教育スタッフを指導員として配置し，教育スタッフ主導のもと通常勤務にて定例業務・パトロール・保守対応を行いながら設備構造等の基礎技術を修得。	・研修設備（カットモデル等）を活用した基礎技術研修および，シミュレータを活用した発電所の起動停止操作訓練を実施。
2年目 (応用技術教育)	・交代勤務にてオペレータ業務を行いながら，発電に関する専門知識・応用技術を修得。	・シミュレータを活用した事故時対応操作および特殊操作訓練を実施
研修状況	 OJT教育	 シミュレータ教育

(中國電力株式會社提供)

圖四：中電火力部門新入社員2年期基礎及應用技術教育訓練

在模擬訓練中心完成為期2年的基礎及應用技術教育訓練後，新

進學員才分發至值班或保養部門，若要留在值班部門則尚須取得操作員的證照。這點也和發電系統的培育制度差不多，只是台電近年來適逢退休潮及新機組試運轉人力需求孔急，所以很多新進人員在值班學習運轉操作幾個月後即被分發到保養部門，造成他們對系統及設備的熟悉度不足，後續新進人員的進用、培育及分發時程是否重新規範檢討有待確認。(詳圖五)



(中國電力株式會社提供)

圖五：中電火力部門新進人員的訓練及分發

值得一提的是中電的模擬訓練中心(PET)，成立的比台電還慢，但他們是將廢棄的電廠改成訓練中心，故內部有實體的設備可供學員觀摩學習。另外，PET 的講師也和台電一樣，由電廠內有實務的同仁轉任或兼任。(詳圖六)



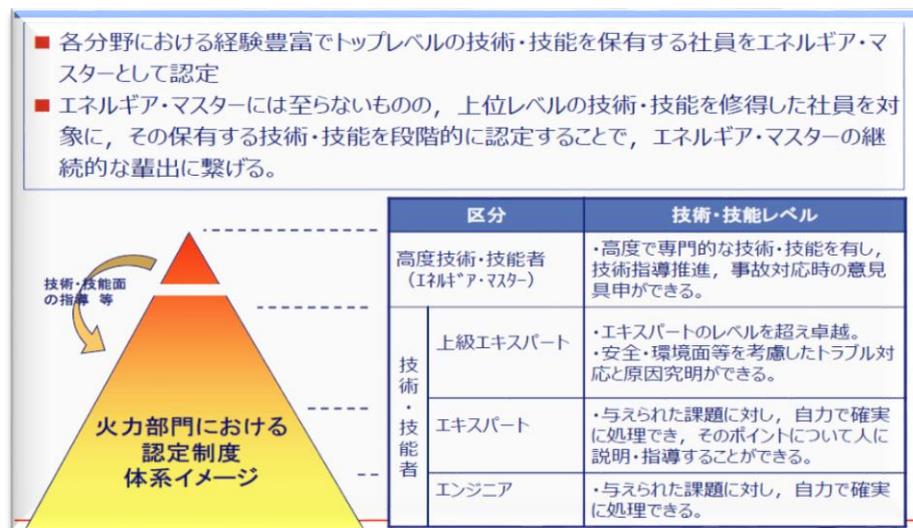
(中國電力株式會社提供)

圖六：PET 的講師由電廠的同仁轉任或兼任

2. 中電火力部門的技術傳承

中電火力部門為了讓技術傳承發揮最大的效能，在公司內成立了一套技術認證的制度，在此制度下，各個領域的高度技術技能者，被認證為技術大師(ENEZIA MASTER)，技術大師在體制內有很崇高的地位，且有技術傳承指導的任務。

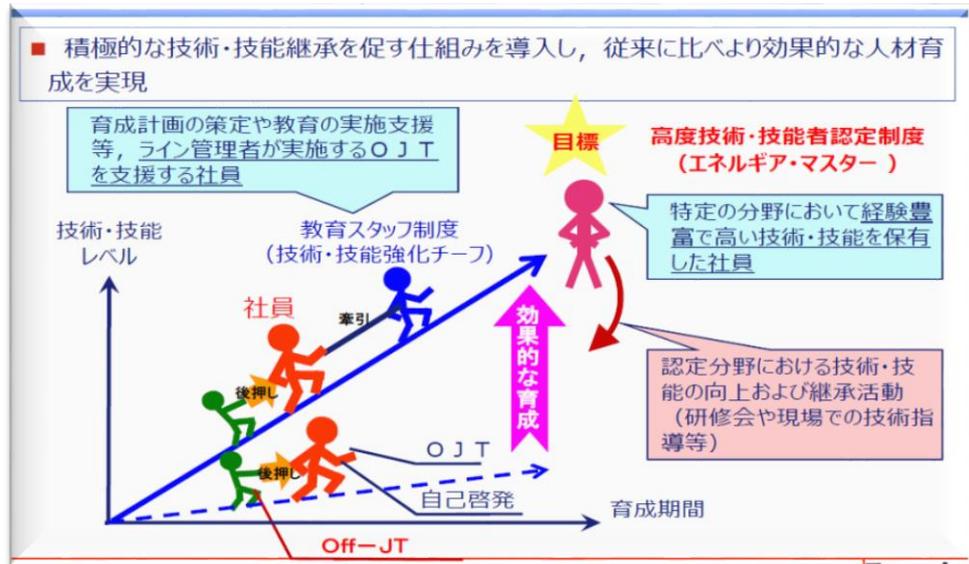
在未成為技術大師前，各領域的工程師會在經過培育訓練後，被認證為專家和上級專家。當員工在工程師級階段，他必須瞭解任務且自行處理。等到進階到專家級，就可解釋任務及指導他人。成為上級專家後，就具備了排除故障和探究原因的能力。最後到了技術大師等級，專門提供技術指導和意見。(詳圖七)



(中國電力株式會社提供)

圖七：中電火力部門技術技能者認證分級制度

中電火力部門的人才培育計畫內，除了配置導師制度引導員工的技術能力提升外，更經由上述技術大師制度，對員工適時提出指導及意見，讓技術傳承的效果大幅提升。(詳圖八)

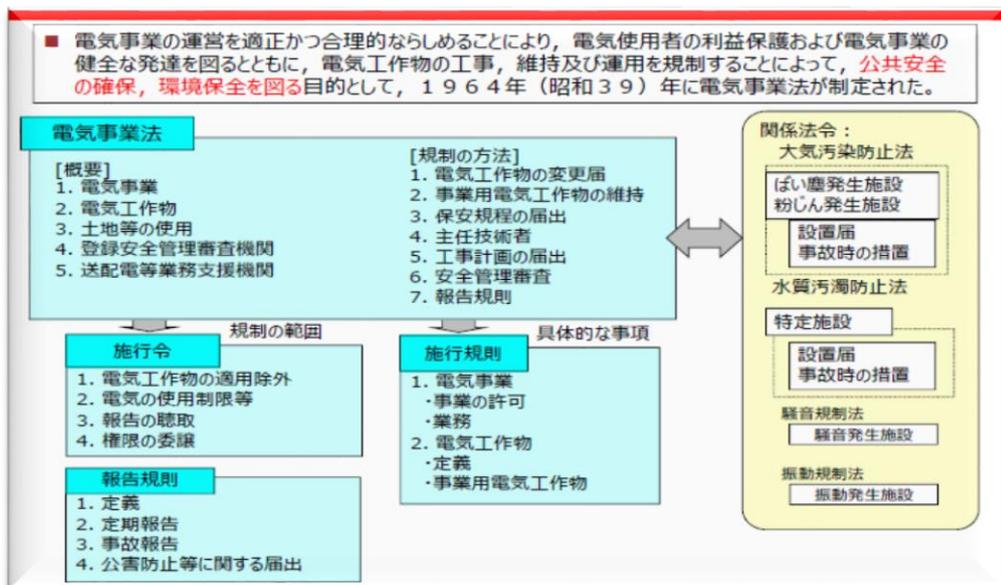


(中國電力株式會社提供)

圖八：技師大師在技術傳承過程中的角色及功能

(三)中電火力電廠的安全管理審查制度

有鑑於近來台電的工安事故頻傳，公司上下對工安事故的防範極為重視，本次觀摩特別要求想要瞭解中電的工安制度和管理方式，但是可能當初要求觀摩的內容語意有誤，個別觀摩的中電員工提供的卻是電廠的安全管理審查制度，剛好本公司各電廠依照電業法規定，亦須定期接受能源局的電業查驗，這部分和日本電業法規定相似，故此部分的觀摩交流改成安全管理審查制度。(詳圖九)



(中國電力株式會社提供)

圖九：日本電業法的體系

日本電業法自 1964 年頒布發行後，至今歷經了 5 次的修改，將國家

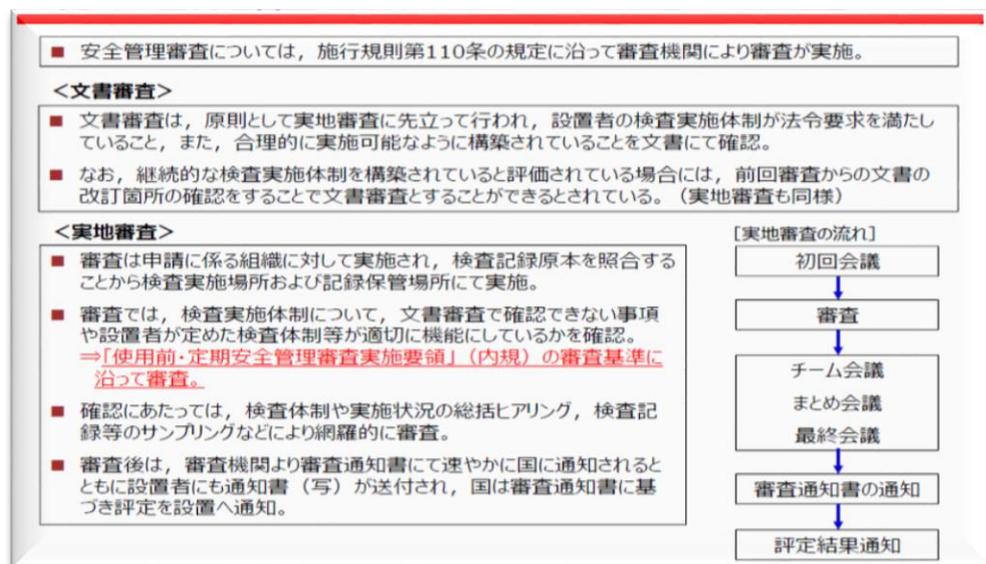
的直接參與干涉力量逐年放寬，而將事業單位的自主管理逐漸加強，在近年來電業自由化的風潮下，呼應民間的需求，將許多電業設置的申請和許可改為報備，並將安全管理審查的周期延長，但是事業單位的自主檢查要求仍是嚴格的，業者有將自主管理中的紀錄保存的責任，以備國家認證的安全管理審查機構查驗。(詳圖十)



(中國電力株式會社提供)

圖十：日本電業法安全管理檢查制度的修改歷程

和台灣的能源局電業查驗制度一樣，日本的安全管理審查內容也事先行文件審查，再依據文件審查內容不足之處，到現場實地審查，所有審查的內容項目，基本上也是依據 ISO 9001 品質管理制度的要求。(詳圖十一)



(中國電力株式會社提供)

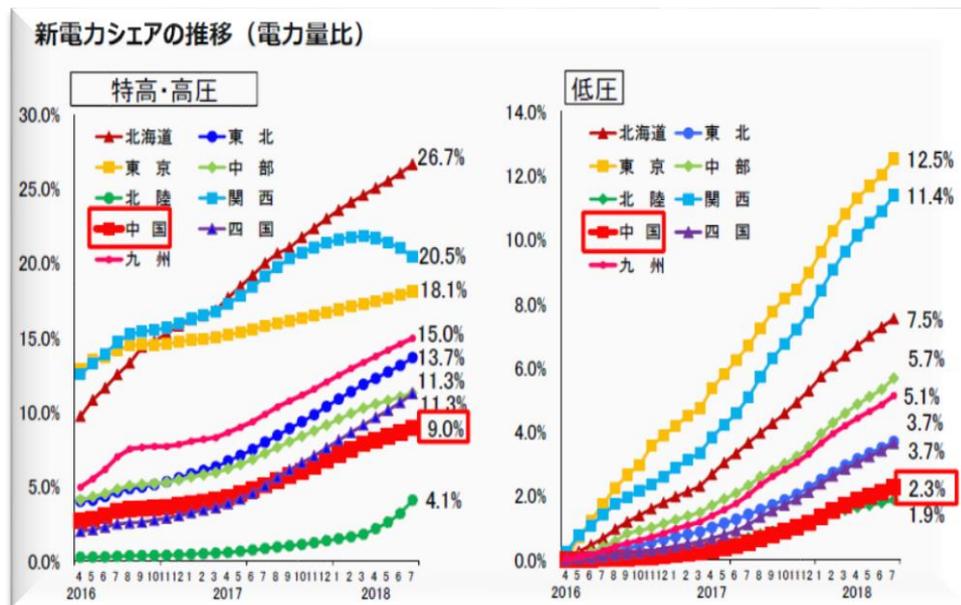
圖十一：日本電業定期安全管理審查的方式

(四)電業自由化對中電未來經營策略之影響

1.電業自由化及核電停機對中電的影響

自 311 核災後，中電島根核電廠 1 號機已除役，2 號機則因應政府對核電廠的災害補強措施改善中，尚未取得恢復運轉許可，原本興建中 3 號機的啟動則更是遙遙無期。更嚴峻的挑戰是 311 核災後，日本人的節能觀念大幅提升，加上少子化的效應，使中國地區的用電量在核災後大幅下降，迄今未曾恢復到核災前用電。

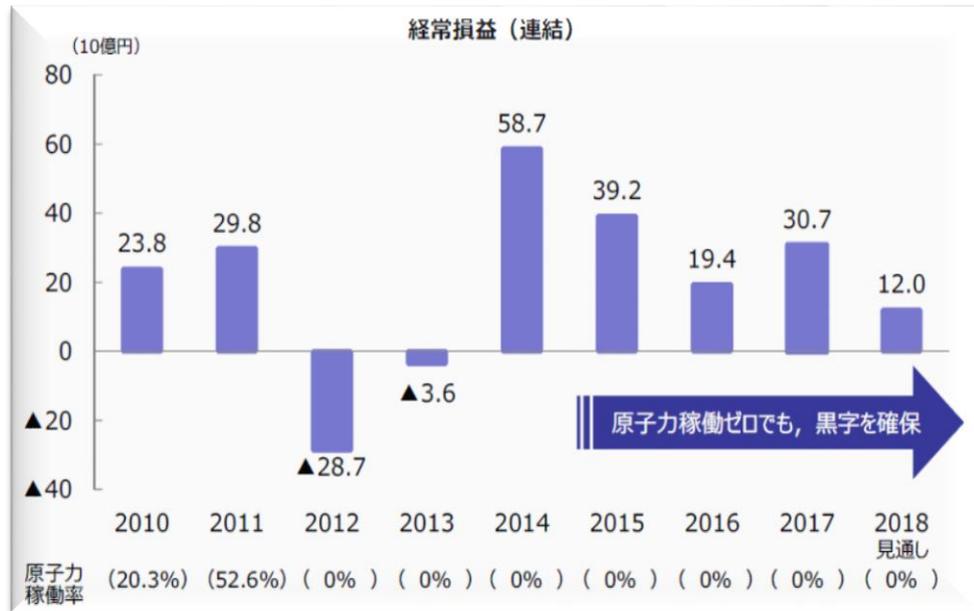
日本在 2016 年 4 月全面推行售電自由化，並計畫自 2020 年 4 月開始執行廠網分離，這個政策對現有的 9 大綜合電業影響深遠，尤其對其營收帶來巨大衝擊。依統計數據，北海道電力公司在售電自由化後高壓用流失 26.7%，東京電力則在低壓用戶流失了 12.5%，中電雖然比較好些，但也分別流失了 9%和 2.3%。(詳圖十二)



(中國電力株式會社提供)

圖十二：售電自由化後 9 大電業的用戶流失率

上述的兩大挑戰對中電的營收產生很大的衝擊，尤其 311 核災後，讓原本相當依賴核電收入的中電陷入虧損的危機(詳圖十三)，幸好近年全球燃料價格平穩，且中電採取減少用人及降低成本等措施，讓目前依賴燃煤和燃油發電的中電尚能保持盈餘，不過公司的多角化經營和擴展事業領域已是刻不容緩。

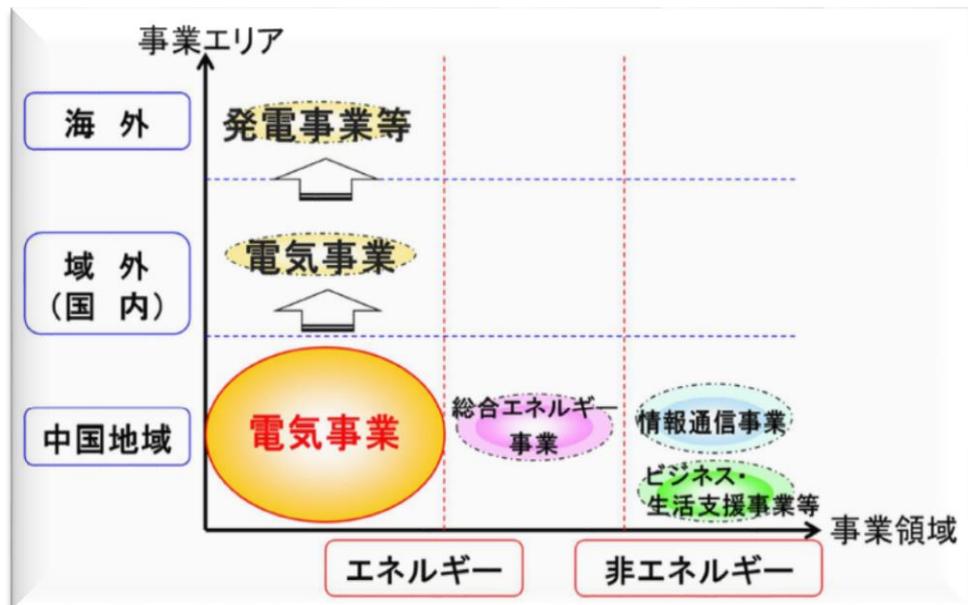


(中國電力株式會社提供)

圖十三：中電近年來的損益

2. 中電未來的經營策略

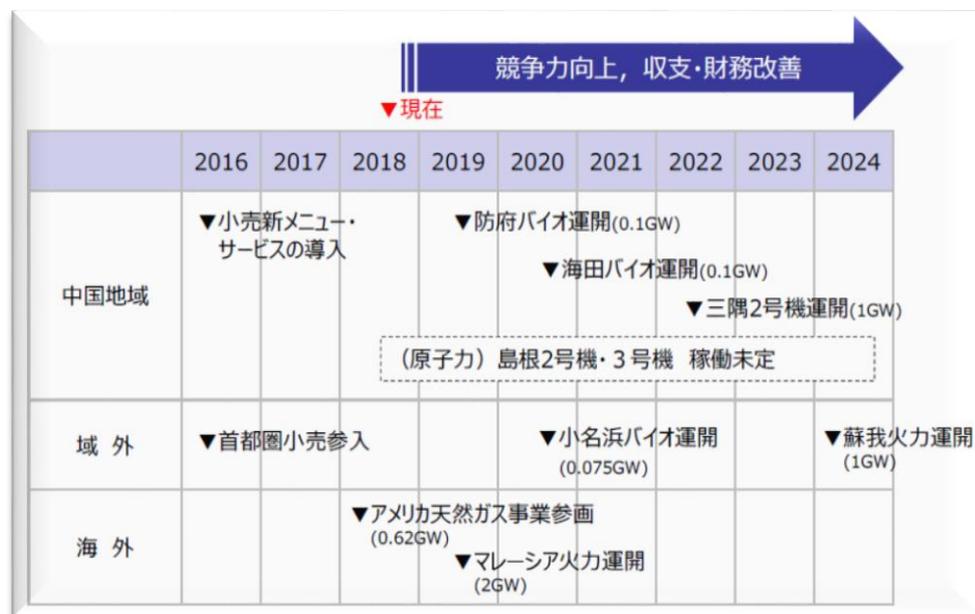
為了因應 311 核災和電業自由化帶來的挑戰，近年來中電除了多角化經營以外，更將電力事業的發展由傳統以來固守的日本中國地區，向日本其他地區擴展，除此之外，更藉由其多年優良的技術經驗，向海外地區擴展，希望藉此擴展事業版圖，創造更多營收。(詳圖十四)。



(中國電力株式會社提供)

圖十四：中電積極擴展事業版圖

在火力發電事業的擴展部分，中電今年開始積極興建三隅 2 號機 1000MW 超超臨界燃煤機組，希望在 2020 年完成試運轉加入系統，可望對營收帶來巨大挹注。另外在擴展中國地區以外的事業部分，除了 2016 年在東京區首都圈亦加入售電事業，並計畫與鋼鐵公司合資建蘇我 1000MW 超超臨界燃煤機組，在 2024 年完成發電。而在國外火力發電事業擴展部分，則是 2018 年在美國投資了 LNG 機組的發電事業，及在馬來西亞參與合資興建 2 部 1000MW 的超超臨界燃煤機組。這些國內外發電事業的擴展，都是為了提升中電的競爭力，期望對日益嚴峻的財務收支帶來助益。(詳圖十五)



(中國電力株式會社提供)

圖十五：中電海內外發電事業的新設參與

(五)感想與心得

- 1.中電的火力電廠組織架構和管理制度精實，電廠的用人和台灣的 IPP 一樣非常精簡，這和肩負系統供電安全的台電有很大差異，雖然這與中電是民營公司可培養長期技術專精的外包廠商有關，但卻也有值得我們深思探討之處。究竟在未來廠網分離之後，我們的組織架構和人力配置是否仍維持現狀，我們的委外發包制度、協力商技能水準及工安文化如何提升？也許我們需要在現有的基礎上做些不同的思維和變革，才能突破既有的困境。
- 2.中電的火力電廠人才培育制度與台電相似，基本上兩方多年來的交流應該在人才培育上提供了相當多的參考機會，但在核心技術的傳承上，中電採行的技術大師(ENERGIA MASTER)認證制度，似乎可供未來發

電單位參考，畢竟在技術領域的高度肯定，會對員工帶來職位或獎金以外的激勵效果，更對後進的提攜指導帶來助益，對部分志不在管理職位的員工來說，亦是另一種職業生涯成就的肯定。

- 3.中電在面臨 311 核災、日本少子化及電業自由化威脅後，對其營收產生重大挑戰，但近年來中電的管理階層已看到危機，並積極擴展國內外電力事業，希望藉由事業版圖的擴展，提升中電的競爭力。相對的台電一樣面對自由化和廠網分離的挑戰，如何擴展事業版圖？如何規劃未來電源開發計畫？如何提升競爭力？這已是刻不容緩的議題。
- 4.本次的日本中電觀摩團行程非常緊湊，真正停留在中電公司的交流時間只有 1 天的行程，但是仍然覺得感受到中電公司在各個層面提升競爭力的企圖心。不過，能有機會參與中電觀摩團的成員畢竟不多，其實，交流亦可由公司內各電廠做起，利用各個大修、故障檢修、專家群會議及維護技術會議，讓各個水火電力電廠多派員觀摩交流學習。亦或採用中電觀摩團選拔模式，選拔適當人選到 IPP 電廠與其它發電公司間做觀摩交流，相信亦對未來公司經營有幫助。
- 5.雖然觀摩團在日本的時間不長，但中電的用心招待及日本人的禮節著實令人感動。回來整理報告時才發現，個別觀摩交流對象提交給我的書面報告，許多資料在中電的英日語網頁上並無法取得，想必他們都是針對我們提出的觀摩主題內容特別整理準備，內心著實感動。而看著在日本那幾日的相片，回憶那些時日中電同仁的細心陪伴，不禁懷念起那時的人事物，台電和中電多年的交流情誼，想必會因為每一次的觀摩交流，更加感情濃厚吧！

六、中電參與日本電力交易所 JEPX 之運作模式—高孟甫

(一) 研習目的

我國新電業法已於去（2017）年 1 月 26 日公告施行，後續各項相關子法亦陸續定訂實施，台電公司按各項子法規定期程積極進行辦理事項及因應措施。電業法第十一條係有關於電力交易平台建置，為使建置過程更為順利，並減少錯誤情況，故藉由各種機會先瞭解可能遭遇的問題，例如與國外參與市場運作的公司或機構交流，以多方吸取各國經驗。本次奉派參與日本中國電力公司的觀摩團，期望能與該公司參與電力市場交易人員透過面對面的討論交換意見，學習該公司每日參與在 JEPX 電力市場交易運作經驗及 JEPX 交易相關規則。

另外，亦嘗試瞭解日本批發電力交易所 JEPX 自 2003 年成立，2005 年開始運作至今，其電力交易量一直偏低（交易量占比約為全國售電量 0.6%~3%），可能係因各區域的 9 家一般電氣事業者以保守方式應付市場交易，致 JEPX 無法發揮該所原預期功能，近年是否有相關改善措施引導鼓勵一般電氣事業者及其他發、售電業者競爭，達成市場自由化、提升交易量、降低電價目的。

(二) 研習內容

1. 日本全國電力供應概況

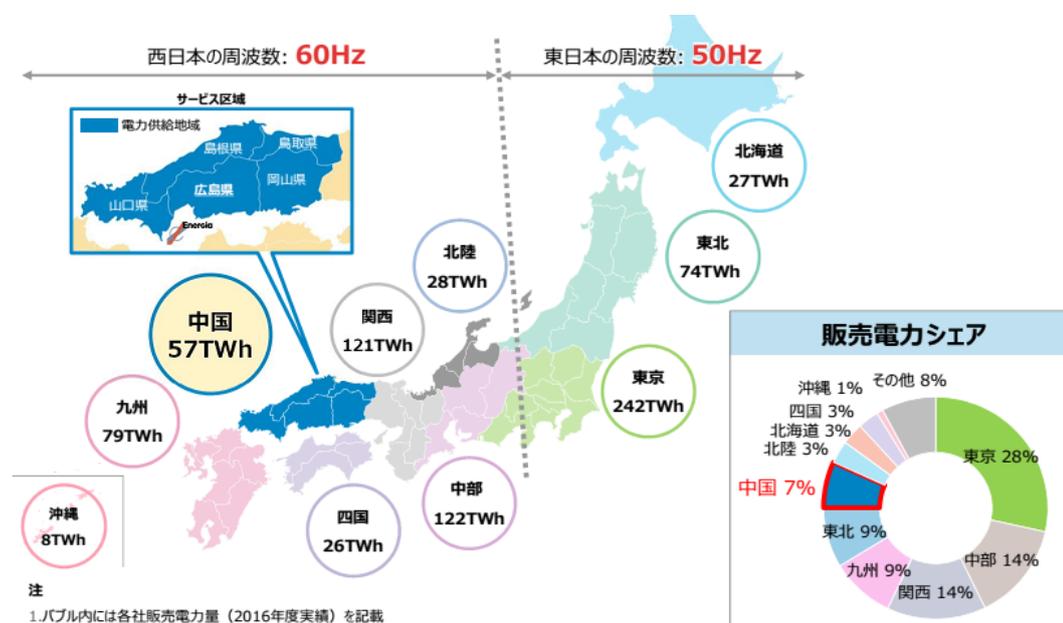


圖 1 2016 年度日本十家一般電氣事業者及其他業者之售電量

2016	日本			中國電力公司			台電公司		
	裝置容量 (MW)	發電量 (GWh)	%	裝置容量 (MW)	發電量 (GWh)	%	裝置容量 (MW)	發電量 (GWh)	%
火力	193,909	877,203	87.9	7,801	57,231	88.3	30,687	182,996	81.0
水力	50,057	84,540	8.5	2,909	4,371	6.7	4,691	9,819	4.3
核能	41,482	17,300	1.7	820	0	0.0	5,144	30,461	13.5
再生能源	12,838	19,012	1.9	6	3,239	5.0	1,610	2,517	1.1
合計	298,286	998,055	100.0	11,536	64,841	100.0	42,133	225,793	100.0
尖峰負載 (MW)	155,890			10,580			35,864		

註：1.日本全國、中國電力係以2015/4/1~2016/3/31為2016會計年度數據。

2.台電公司係以2015/1/1~2015/12/31為年度統計數據。

表 1 比較日本全國、中國電力公司、台電公司之各類型機組裝置容量、發電量、尖峰負載 資料來源：電氣事業便覽、海外電力調查會

2.日本各區域間的電力融通限制及改善措施

(1)電力融通限制

在日本，除了沖繩之外，因9家一般電氣事業者在各個區域營運，各自間存在用於相互電力傳輸的區域間連系線，因此在區域之間傳輸電力，就有連系線的操作容量的上限，如圖2。

各區域之間發生壅塞情況如圖3，遭遇壅塞機會較高的區域為北海道與本州連系線、東京與中部間連系線。

平成29年度（8月平日日間帯）における運用容量算定結果
※各エリア内数値は、平成29年度送電端最大3日平均電力予想（H3）を表す。

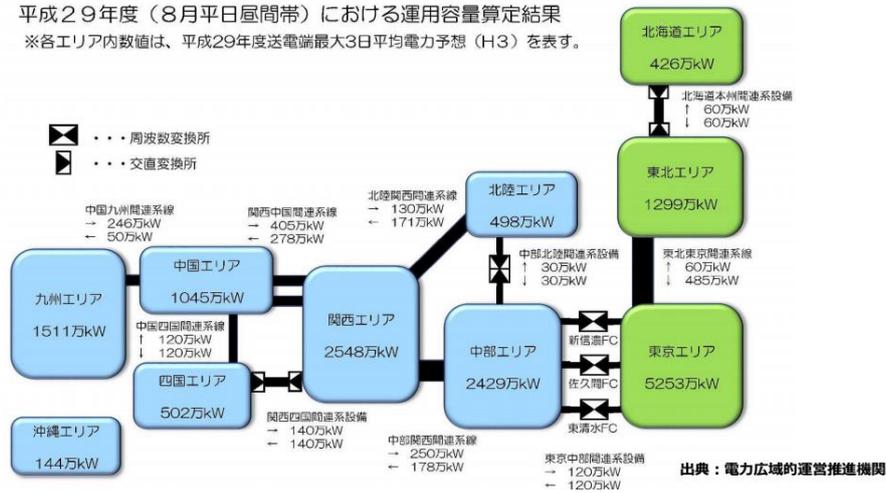


圖 2 區域之間的連系線和容量（FC 變頻變施）

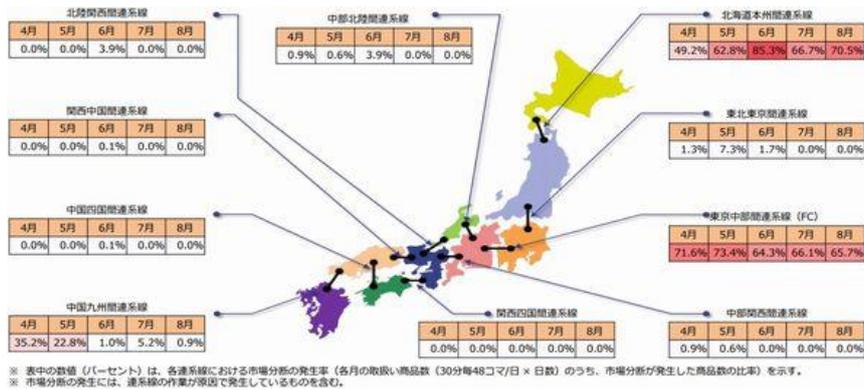


圖 3 各區域間連系線發生壅塞的情況（2016 年 4 月至 8 月）。

資料來源：資源エネルギー庁

(2)改善措施



圖 4 北海道和本州之間建置第二回海底電纜 資料來源：北海道電力

目前，北海道和本州之間的電力傳輸限制為 60 萬 kW(250kV)，正在海底鋪設擴建中一條海底電纜，新增 30 萬 kW，未來電力傳輸總計容量增為 90 萬 kW。計劃在 2019 年 3 月開始營運，屆時可將北海道再生能源傳輸到本州。



圖 5 東京電力與中部電力擴充建置變頻設施 資料來源：中部電力

東京電力公司和中部電力公司計劃將新信濃 FC 的轉換能力從目

前的 60 萬 kW 擴大到 150 萬 kW。

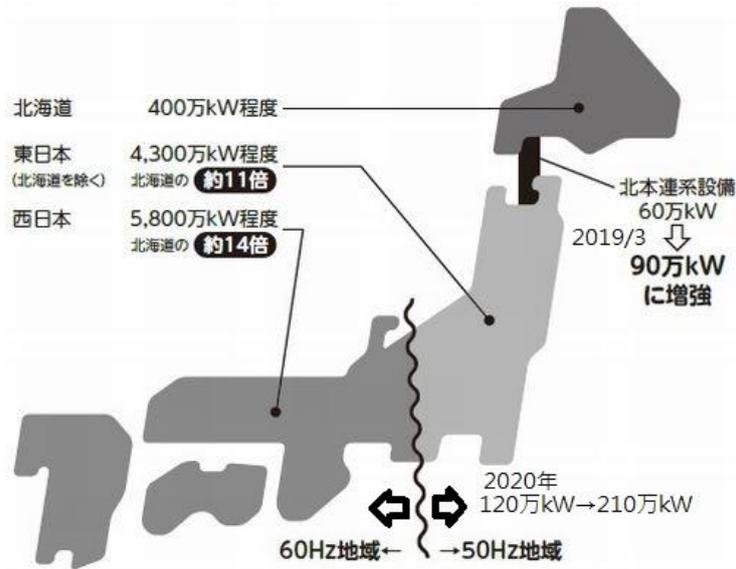


圖 6 全國平均電力和北海道與本州之間及東西部的互通能力 資料來源：北海道電力

3.JEPX 日本電力交易所(日本卸電力取引所 Japan Electric Power Exchange, JEPX)

(1)組織構成

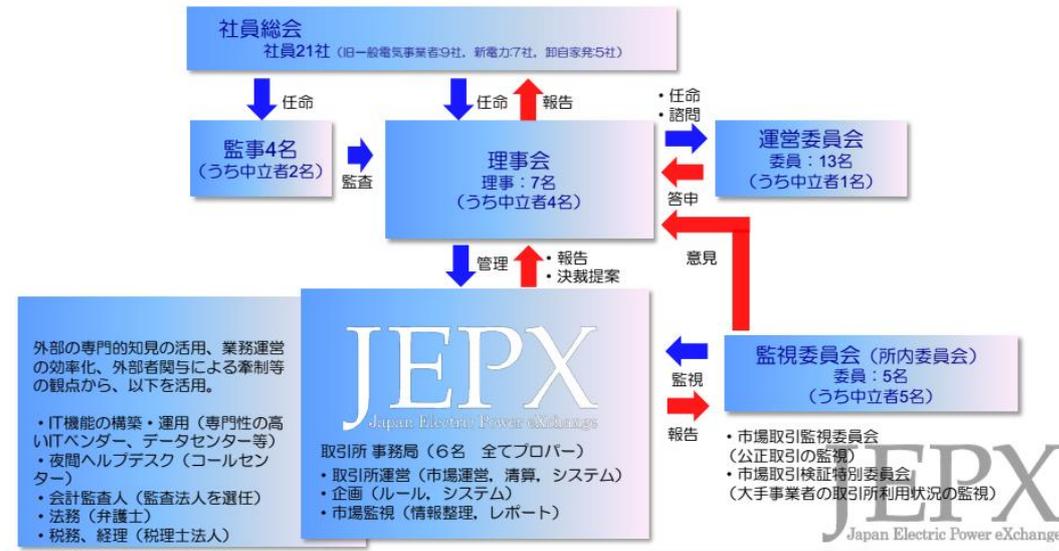


圖 7 JEPX 組織 資料來源：JEPX

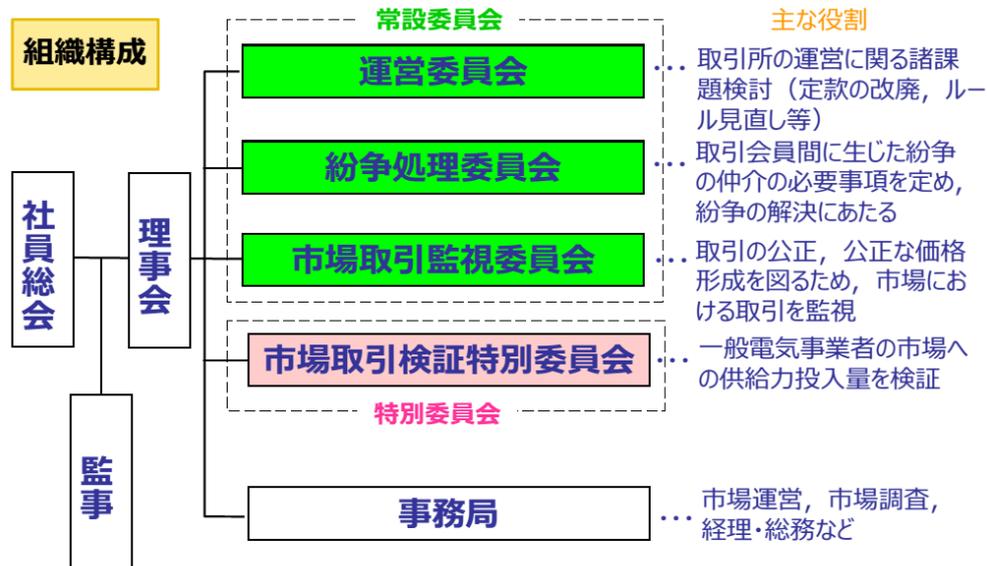


圖 8 JEPX 組織任務 資料來源：中國電力

(2)組織任務

社員：電力 9 社・電源開発 + その他事業者 11 社 計 21 社

會員：電力 9 社・電源開発 + その他事業者 136 社 計 146 社

會員費等：入會費 10 萬日元，擔保基金 100 萬日元，年會費 50 萬日元/年，

運営委員会：研究與交易所管理相關的各種問題（修改或修改公司章程，審查規則等）

紛争処理委員会：建立調解交易成員之間糾紛和解決糾紛的必要項目

市場取引監視委員会：監控市場交易，確保交易公平，公平價格形成

市場取引検証特別委員会：驗證一般電氣公用事業在市場的供應能力

事務局：市場管理、市場調研、會計、總務等

此外，為了讓電力零售全面自由化，歷年來 365 天均有交易，雖然在週六和週日是關閉交易的。

(3)交易前的準備(JEPX Guide 2.00)：

日本批發電力交易所（JEPX）是會員制的交易所，在交易前需要先成為交易會員。且特別被要求要與一般電氣事業的輸配電部門簽訂發電調整供應合約或連接供應合約。另在資產方面的要求是淨資產價值 1000 萬日元以上。

(4)市場的種類(JEPX Guide 2.00)：

目前 JEPX 電力交易市場種類包括：短期市場包括日前購買和銷售交付電力的“現貨市場（日前市場）”及小時前市場，另有可作為遠期避險的遠期定型商品市場一段時間後交付的“遠期市場”及適合小型發電業者躉售電的揭示板市場。其中日前市場進行的現貨交易占據主要部份，以 2017 年實際交易量占比：現貨 96.3%，時間前 3.7%，遠期 0.1%。分別介紹各項商品內容及交易方式：

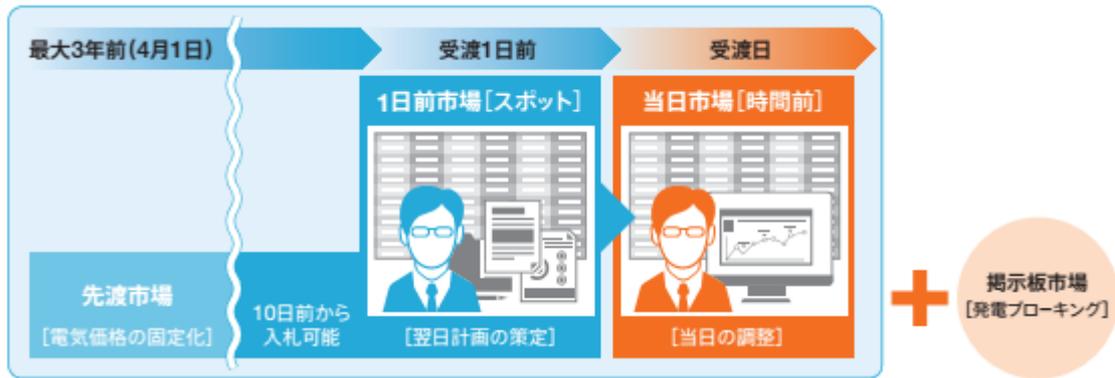


圖 9 JEPX 各類型電力交易市場 資料來源：JEPX

A.短期市場包括日前市場及小時前市場

JEPX 以日前及小時前二個市場運作來維持電能的供需穩定。售電業者需預測電力需求，發電公司則按其需求，以自有的或簽約的機組來發電供應，並維持供需平衡。供需排程由長期至日前的交易，隨著時間的接近而逐漸準確的在每日前提出翌日 24 小時每 30 分鐘的供需排程，每天共分為 48 個時段，電力交易是以 1 MW 的最小單位。

a.日前市場

可在交割日前 10 天即可進行投標，投標時間為每天上午 8 點至下午 5 點。將在交割日前一天的 10 點截止投標並進行第二天的交易計算。進行此計算的日期稱為交易日。例如，在第 6 個交易日，我們將進行第 7 天交割的交易。

投標者亦需指出將在哪個區域出售您產生的電力或在哪個區域購買電力。若在多個區域買賣電力將按區域創建此表。出價內容對於每個時段，可以輸入最多 15 種價格和數量的組合，例如“如果低於 M 圓，則買入”或“如果高於 N 圓則賣出 MW”。出價將是每 kWh 的價格，並將以 0.01 日元（最小單位）完成。



表 2 毎時段投遞標單最多可輸入最多 15 種價格和數量的組合 資料來源：JEPX

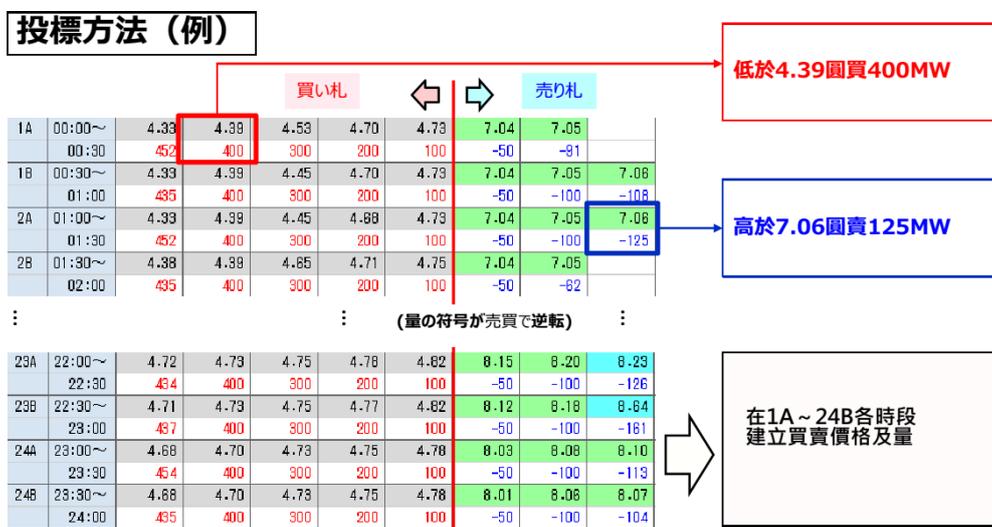


表 3 毎日各時段交易投標案例 (48 個時段投標價、量) 資料來源：中國電力

JEPX 將整合各投標商的各時段買入價格、數量及賣出價格、數量曲線，在買賣曲線交叉點將是約定之成交價、量。

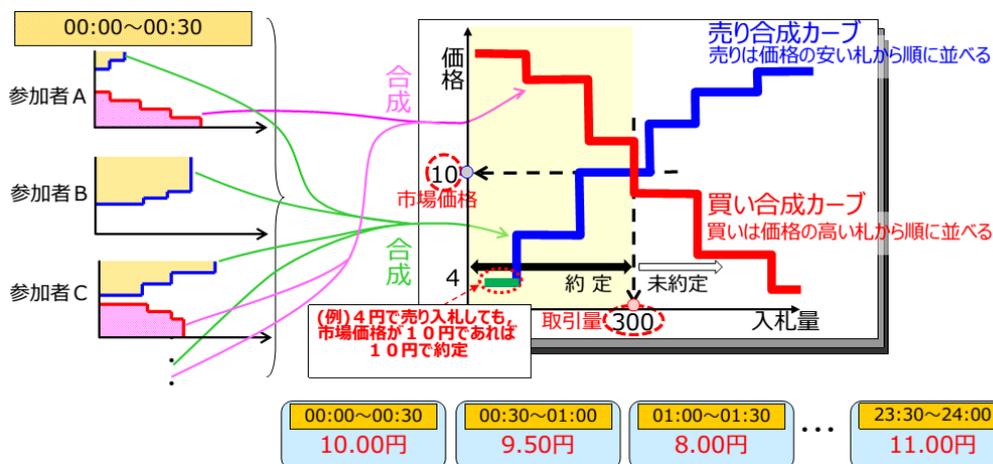


圖 10 參與者各時段報價及 JEPX 撮合成交價格及交易量 資料來源：中國電力

b.小時前（1 小時前）市場

因制定前一天計劃後，可能因發電機故障和需求波動，需作重新計劃差異調整。

合約交易方法由 Zaraba 程序運行，只有在確認互連線路可用性後（線路容量限制），才有賣方和買方的產品成交，可於前一天的 17:00 開始投標，一天以 30 分鐘為單位進行劃分，並且可以在交貨前至少 1 小時進行交易。交易功率單位為 1kWh，30 分鐘電力 50kWh。

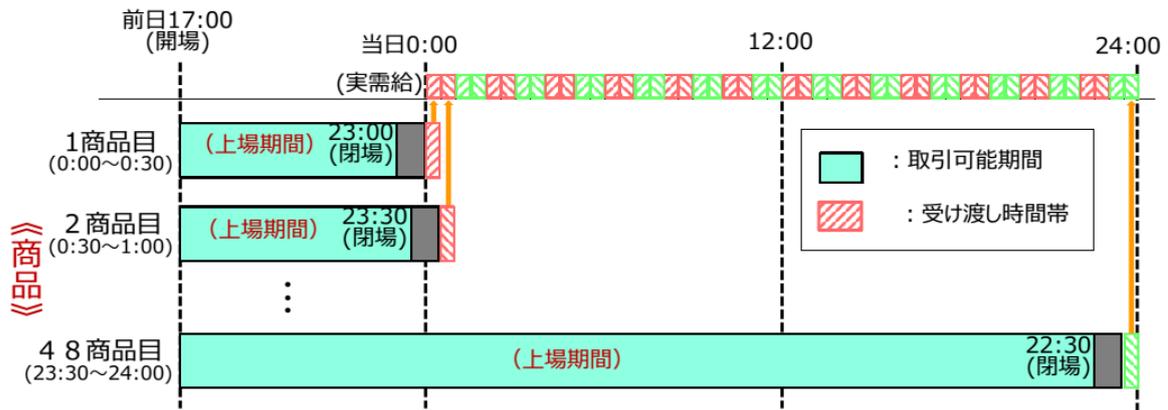


圖 11 當日小時前市場投標開始、截止及交易時間規定 資料來源：中國電力

B.遠期市場包括遠期定型商品市場、揭示板市場（JEPX 取引規程）

a.遠期定型商品市場

適合用於固定未來電能價格作為價格的避險，由於每日各時段的價格係隨著系統情況變化的，若想要固定一週或一個月的價格可運用此市場，但仍需買賣雙方在價格上能合意才能成交。交易時須指定要執行的銷售價格或採購價格，數量和交貨的區域。此市場交易時段規定如下，JEPX 有權修改交易時段，將會事前通知。

- 早場時段：從 10:00 至 12:00
- 晚場時段：從 13:00 至 15:00
- 報價單位：1kWh
- 價格單位：0.01 日元
- 交易單位：30 分鐘 500kWh
- 交割單位：30 分鐘 500kWh
- 以交割方式分類的商品種類
- 日間型：08:00~18:00

- 24 小時型：00:00～24:00

以交易時間分類的商品種類

- 週間

交割日的月份的前一個月的第 20 日（若第 20 日是休假日則以 20 日下一個第一個工作日）可以開始投標交易，至交割日前二個工作日為交易的結束日期。

- 月間

交割日的月份的前一個月的第 1 個工作日可以開始投標交易，至交割日的月份的前一個月的第 19 日（若第 19 日是休假日則以 19 日前的第一個工作日）。

- 年間

交割日的 3 年前 4 月份的第一個工作日可以開始投標交易，至交割日一個月的最後工作日為交易的結束日期。

例) 2018年10月17日時点で上場されている商品

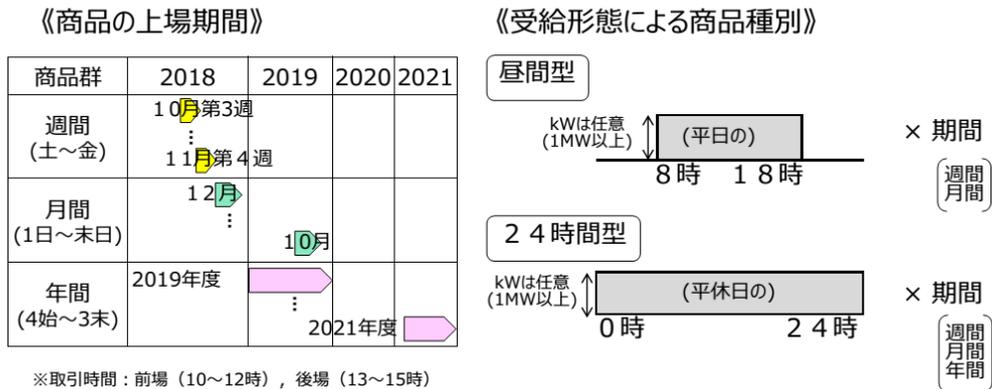


圖 12 遠期定型商品市場的產品 資料來源：中國電力

b. 揭示板市場

揭示板交易適合自家小型發電業(如分散型機組、再生能源)出售電力方式，在日前市場和小時前市場按 JEPX 規定格式告知 JEPX 發布訊息，JEPX 將從 JEPX 交易會員中搜索符合銷售條件的會員。若有二個以上則由小型發電業選擇決定。交易過程均為匿名方式。

在交易所有營業日的上午 10 點至下午 4 點進行。

本次交易的投標價格，投標價格單位，交易單位和交割單位如下。電能報價、交易、交割單位：1kWh，以每小時為一個時段。（非 30 分鐘）

投標價格單位：0.01 日元

手續費將在每月月末累計，並在相應於下個月的前 3 個金融機構工作日的當天進行。

(5)活化市場

經產省與 JEPX 正在考慮採取措施增加激活市場的交易量，並已實施總投標（Gross bidding）和間接拍賣。2019 年起已先實施基載電源投標。Gross bidding 是短暫提供的部分供應能力的交易方法，一部份用於其自身的供需，並須再買回相同的量，這是一種向市場推銷其自身發電能力的交易方式。招標是以邊際成本進行的。

(6)未來新的市場及時程

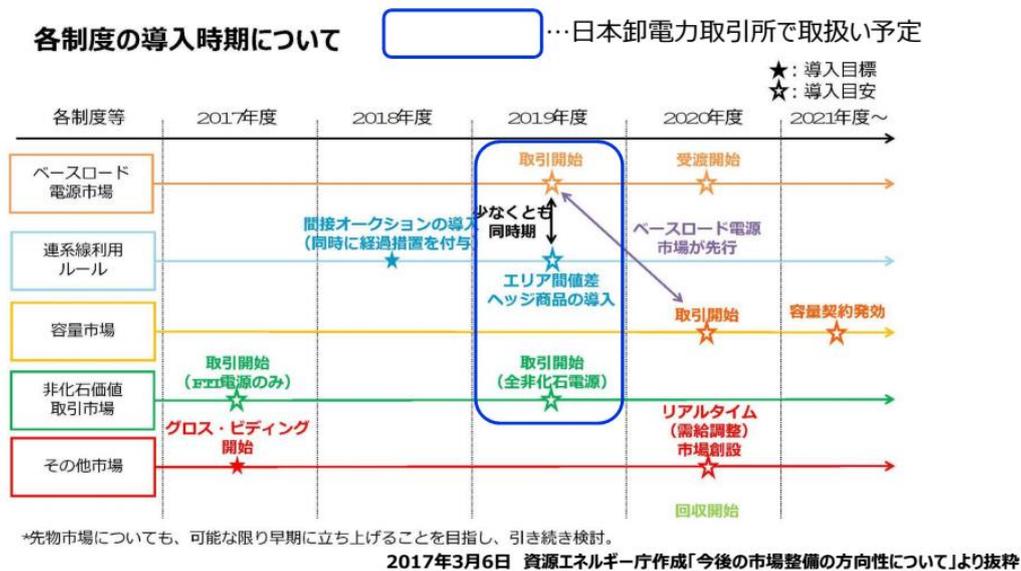


圖 13 未來新的市場及時程 資料來源：中國電力

A.基載電源市場（ベースロード電源市場）

因為低成本的基載電源（如燃煤電力、大型水力發電、核電等），由一般電氣事業者擁有大多數且供應於自有區域用戶，而新電力公司則不易購得，僅能以高成本之天然氣燃油等機組發電供應，因此，有必要創建一個新的市場（基載電源市場）作為遠期市場的一部分，以便於大型基載電源買賣，通過引入有效機制，將進一步激活批發電力市場和競爭。

B.互連線路使用規則（連系線利用ルール）

目前，各區域間的互連線路以“先來先服務規則”，但將在公平的競爭環境下更有效地使用連系線，改為成本較低的電源優

先使用，並促進實現廣域傳輸。再以混合方式：即先來先服務，剩餘容量再於市場拍賣，最後將走向全部容量均在市場拍賣。

- 先來先服務規則
- 禁止容量閒置

■ 連系線等の利用にあたっては、公平性・透明性の観点から、以下の原則となっている。
 ① 按登録時間の優先順序以決定其使用連系線の容量「先着優先」
 ② 為了不阻害其他事業者使用連系線「禁止容量閒置」

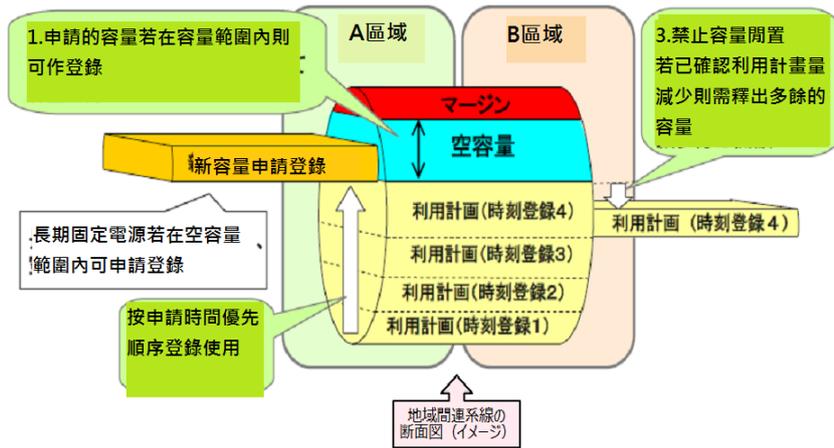


圖 14 依照先申請先使用原則提供線路容量 資料來源：中國電力

＜連系線利用状況イメージ＞

(4つの利用計画分を送電できる容量があると仮定)

①～④は優先順位

① 利用計画 1 (8円/kWh)	③ 利用計画 1 (8円/kWh)
② 利用計画 2 (10円/kWh)	④ 利用計画 2 (10円/kWh)
③ 利用計画 3 (7円/kWh)	② 利用計画 3 (7円/kWh)
④ 利用計画 4 (25円/kWh)	利用計画 4 (25円/kWh)
利用計画 5 (5円/kWh)	① 利用計画 5 (5円/kWh)
利用計画 6 (17円/kWh)	利用計画 6 (17円/kWh)
(現状：先着優先)	(今後：間接オークション)

圖 15 依照發電成本高低提供線路容量 資料來源 2017年3月6日 資源エネルギー庁 今後の市場整備の方向性について

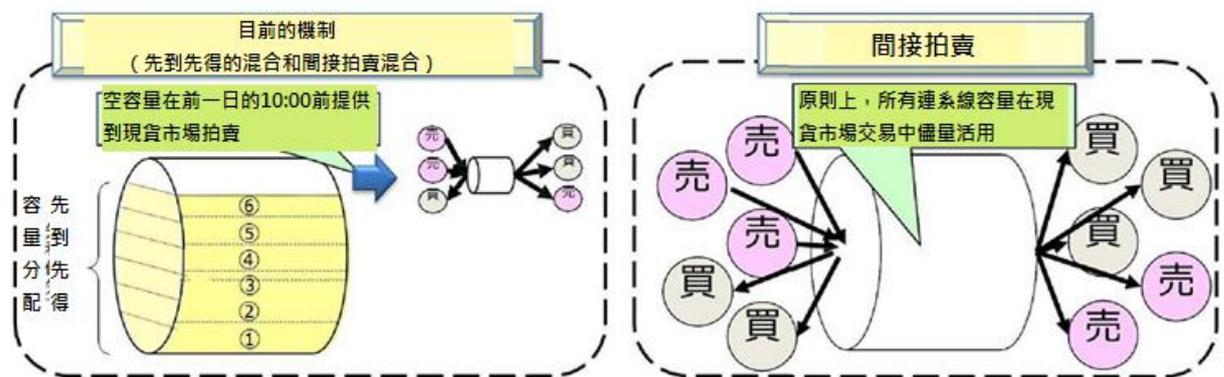


圖 16 線路容量改為間接拍賣 資料來源：中國電力

C. 容量市場

隨著電力市場交易的擴大，因為競爭致使投資報酬減少，因此電源投資將減少。且未來再生能源的大幅增加，亦將導致傳統火力機組運轉機會減少，唯仍需以火力機組作為調整再生能源變化之因應，故需設此市場。將在機組可用但不出力情況下，進行某種支付方式，以確保中長期資本方面的投資回收的可預見性以及更有效性，確保必要的供應和調整電力能力，並能穩定電價。

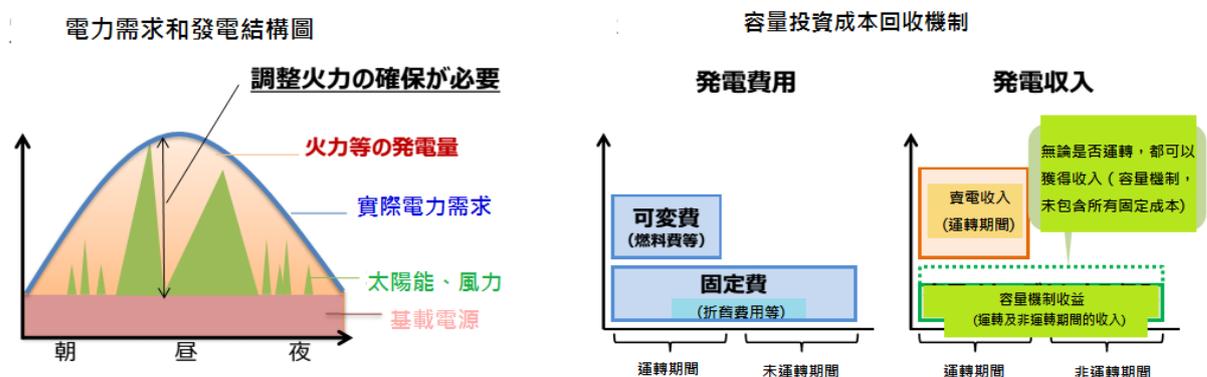


圖 17 容量成本回收機制 資料來源 2017 年 3 月 6 日 資源エネルギー庁 今後の市場整備の方向性について

D. 非化石價值交易市場（非化石價值取引市場）

根據電業法，零售電力公司需要採購一定比例（2030 財年為 44%）的非化石能源（再生能源，核能）。市場新加入者採購非化石能源的手段有限，在制度上改進，不然很難實現目標。且 FIT 的電源透過交易所買賣將會埋沒其價值。因此，通過非化石價值交易市場顯現和促成交易，可以鼓勵零售電力公司採購非化石電力供應的義務，並減少民眾負擔 FIT。

E.其他市場（その他市場）

調整能力市場將由公開招標採購進到即時市場交易，能夠在短時間內調整供需，一般電氣事業者の輸配電均可調整該區域的頻率及平衡控制，但對於特定電業應避免過度優惠或高成本的負擔。因此一般電氣事業者の輸配電於 2016 年 10 月以公開招標方式（調整力公募）來採購。未來，基於海外案例，2020 年將建立一個市場（Real-time market, リアルタイム市場），可以到採購和交易靈活的調整能力，更有效地實施調整能力。

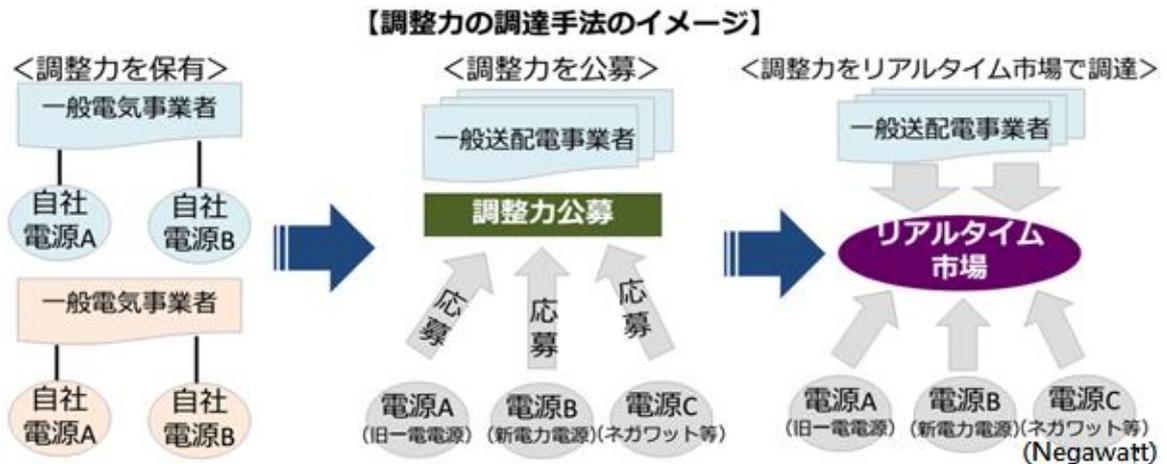


圖 18 調整能力市場由一般電氣事業者提供改為公開市場競價採購
資料來源 2017 年 3 月 6 日 資源エネルギー庁 今後の市場整備の方向性について

2017年1月 第69回電力・ガス取引監視等委員会 事務局提出資料			
	電源 I -a	電源 I -b	電源 I'
線上指令對應	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)

- ※¹ オフライン電源等については、実務上対応が可能な範囲で各社募集（5件～10件）。
- ※² 記載の継続時間に満たない場合でも応札は可能であり、その場合は価格評価に反映。
- ※³ DRの場合、需要家単位ではなくアグリゲーター単位での容量で判定。
- ※⁴ 各社ごとに年間の稼働停止可能日数を設定。また電源 I'については、発動回数の設定あり。

表 4 調整能力市場的産品及性能要求

資料來源 2017 年 3 月 6 日 資源エネルギー庁 今後の市場整備の方向性について

F.總量交易

先提供一部份的供電能力到市場上交易，若有必要再買回，因此有一部份的內部需求是透過市場交易的。這樣即有助於提高內部交易的透明度和改善市場的流動性。

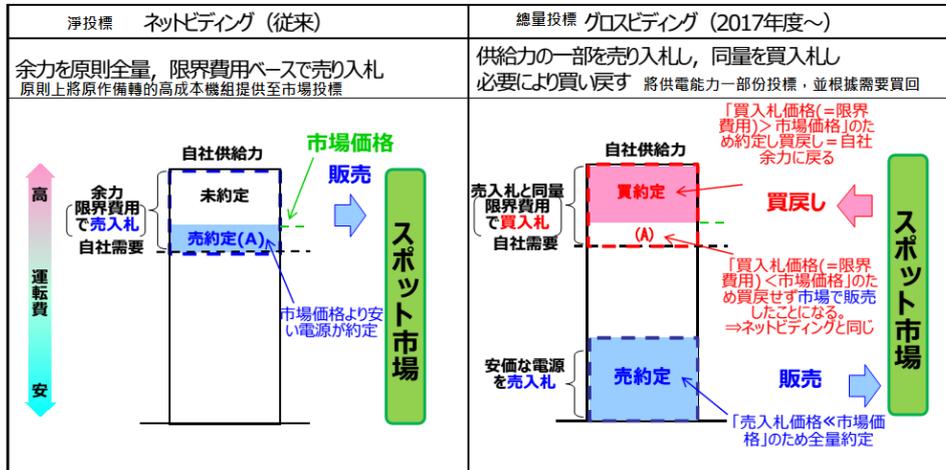


圖 19 由以往淨投標方式改為總量投標交易 資料來源：中國電力

原本各一般電氣事業者僅將高成本機組提供到市場投標，因成本較高，故交易量甚低，後來 JEPX 要求實施總量交易後，必須將低成本的基載機組先提供一部份到市場交易，再視需要買回，如此特定規模的電氣事業售電公司即有機會交易到低成本電能，而一般電氣事業者可能買回高成本電能。且規定一般電氣事業者需逐年提高此項占比，至終百分之百的電能均在 JEPX 交易，如表 5 為各一般電氣事業者原定訂 2018 年目標，中國電力預定 10% 已達成目標，明年目標則需預定更高的 20%。由於此項總量交易的實施，使得 JEPX 交易量在 2018 年 6 月占全國售電量的 18.4%（歷年來均維持在 3% 以下，如圖 20）。

各電力の クロス ビディングの 目標量	当初の取引量目標		将来的な取引量目標	
	年度末までに販売電力量の	程度	年度末までに販売電力量の	程度
北海道電力	年度末までに販売電力量の	10% 程度	平成31年度末までに販売電力量の	30% 程度
東北電力	年度末時点で、ネットビディングと合わせて販売電力量の	10%程度	販売電力量の	20% 程度 (時期未定)
東京電力EP	年度末に販売電力量の	10% 程度	平成30年度末に向けて販売電力量の	20% 程度
中部電力	年度内に販売電力量の	10% 程度	平成30年度内に更なる増量を目指す (量不明)	
北陸電力	1年以内に販売電力量の	10% 以上	早期に販売電力量の	20~30% 程度 (時期未定)
関西電力	1年程度を目標に年間販売量の	20% 程度	達成済	
中国電力	年度末を目標に販売電力量の	10% 程度	平成30年度内に販売電力量の	20% 程度
四国電力	年度末を目標に販売電力量の	10% 程度	遅くとも平成32年度に販売電力量の	30% 程度
九州電力	1年程度を目標に販売電力量の	10% 程度	開始3年程度を目標に販売電力量の	30% 程度

表 5 各一般電氣事業者自行定訂交易量占比 資料來源：中國電力

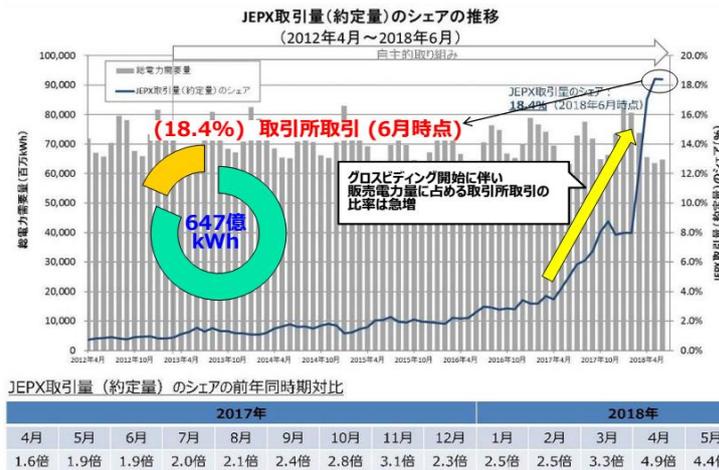


圖 20 近年 JEPX 交易量逐年提升情況 資料來源：中國電力
4.中電負責電力交易部門概況及運作

(1)交易部門組織

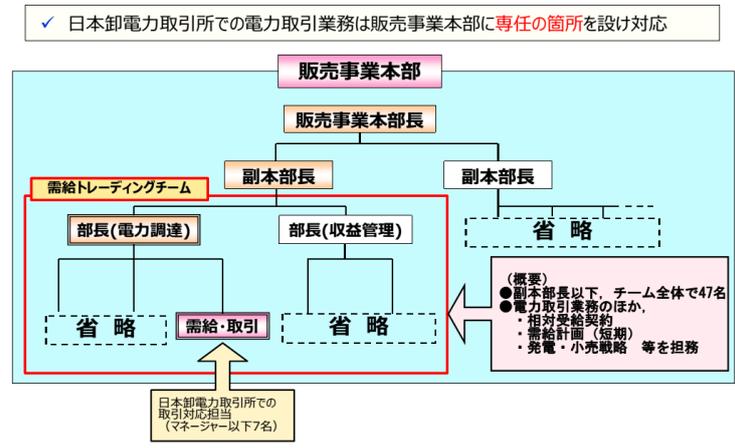


圖 21 交易部門組織概略圖 資料來源：中國電力

由其中一位副本部長帶領供需交易團隊有 47 位同仁，負責電力採購交易、收益管理、合約相關事務、短期的供需計畫、發電端零售端策略研定等責任，而對應於與 JEPX 批發電力交易所的各項交易處理程序在經理以下有 7 位同仁處理每日的業務。且曾詢問該部門經理由於交易計畫雖在日前完成，若在假日期間仍需同仁值班以瞭解即時交易情況。

(2)交易部門每日運作

首先由中央調度單位（中給）提供每日供需排程計畫，再由交易部門按歷史交易資料及未來情況研擬價格策略，並召開小組會議討論決議，由於被 JEPX 要求每年交易量必須逐漸擴大，但又不可讓該公司客戶流失，因此對於公司每年的營運收益日益重要，故其工作壓力甚大。

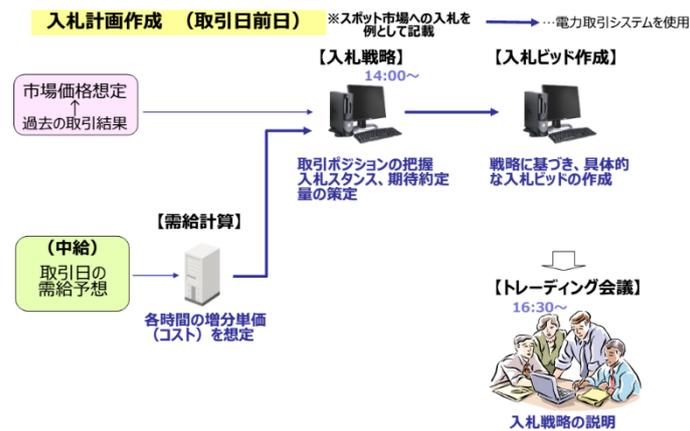


圖 22 中電交易部門每日運作概況 資料來源：中國電力

(三)心得與建議

目前本處正按電業法第 11 條規定逐步籌劃電力交易平台的各項準備工作，已先有初步的組織成立交易發展組來作為籌備部門，並在工作分配上與各處協調，另亦規劃相關市場交易的軟硬體、交易規則等，均積極辦理中。唯在市場實務運作上學習訓練上更需提早籌劃，目前台灣尚無類似可訓練的場域，中國電力與本公司的每年的交流密切，在近年籌劃期間建請副總能每年指派本處相關人員出訪與該公司市場交易人員當面學習討論，對於交易經驗將甚有助益，並提出以下建議：

1. 電力交易實務運作訓練

目前本處辦理調度業務從計畫發供電排程一直到即時調度運轉仍按傳統發電機組成本排序供應單一需求端（單一買方）方式運作。JEPX 交易方式係按每時段發電端、售電端買賣雙方各自出價（盲目標單 blind single price auction）後依合意價格搓合決標，此種投標決標方式是多方進行的，各自為其利益必有多方策略（例如中電每日交易均有相關策略討論），與目前本處作業方式完全交由相關組室（交易發展組、調度組、中央調度室）辦理不同。故除目前與各相關單位在準備軟體操作訓練階段後，亦須由各單位組成買賣雙方模擬投標交易及搓合等，並完成結算，以熟練市場運作方式。

2. 線路壅塞處理方式

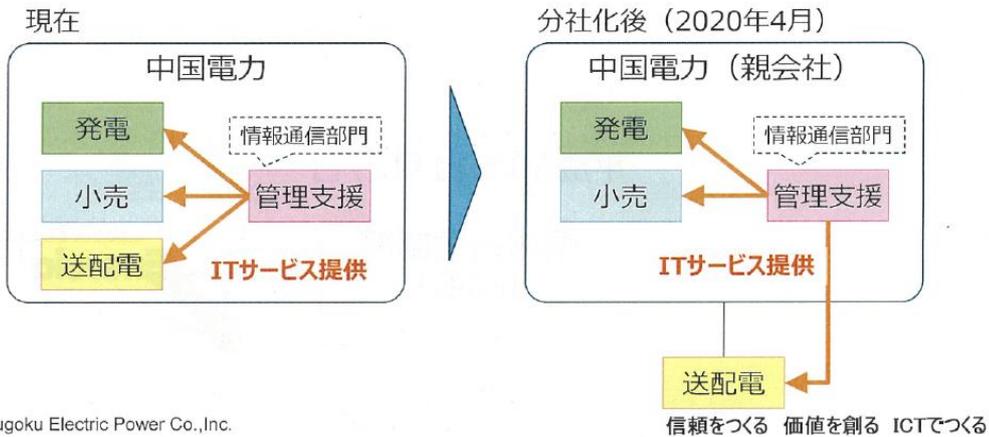
JEPX 目前採先登記先分配方式配置線路容量順序，再將剩餘容量拿出來在市場公開拍賣，但亦曾研擬先依發電報價成本排序先提供線路容量予較低成本機組輸送，剩餘容量再拍賣，未來再完全以拍賣方式提供線路容量，係為漸進方式，且以線路容量可作為對所有市場參與者作特定要求，例如以成本為優先、或低碳優先、或二者綜合方式可使電源供應成本及碳排二項因素均可考量，以維持各種因素的平衡。

七、企業內未來五年的資訊科技架構發展重點策略-曾銘祺

(一)中電情報通信部的角色定位與發展

日本中國電力公司的資訊、資安及通信業務係由情報通信部門主政，提供公司在發電、售電及輸配電業務在管理面所需要的各式 IT 服務。而這樣的架構，在 2020 年 4 月輸配電業務正式分割另成立子公司之後，情報通信部仍將為其 IT 服務提供者的角色。

【情報通信部門の役割】
グループの I C T に係るサービスの最適化
情報セキュリティの強化および I C T による業務改革の推進



©The Chugoku Electric Power Co., Inc.

(中國電力株式會社提供)

圖一：中電情報通信部的角色定位

在參訪的過程中，首先先請教情報通信部的同仁其人力的狀況，雖然中電公司的整體規模約為台電的 1/4~1/3，但情報通信部門本身已有一百多人，已相當於資訊系統處的規模，而且中電公司另有一個 100% 控股的資通信公司「株式会社エネギア・コミュニケーションズ，Energia Communications, Inc.，以下簡稱エネコム」，依情報通信部所述，該エネコム公司其中約有 400 餘人是提供其資訊相關服務者。中電的情報通信業務，如果屬於事務性運維，例如軟體開發、系統運維等等，事實上是發包委外給エネコム公司的，而由情報通信部門在中電公司擔任策略面、管理面的控管，以及資安規劃與資料分析應用服務。就其可運用的 IT 人力資源來說，將中電情報通信部本身，以及加上可信賴並長期委外的エネコム公司的人力一併計入，將近 600 人的規模，遠勝於台電公司緊縮近抓襟見肘的資訊組織及人員配置，可以較有效的發展公司內的 IT 應用。

在請益中國電力公司近年的 IT 發展規劃時，情報通信部門分享了他們策略方向，包括了：「提昇信賴度、價值創造、業務革新」等三大面向，可供借鏡。

1.在提升信賴度方面，主要在提供穩定可靠的資訊服務，所以就營運持續、以及資安防護方面，分階段設定了提昇改善的目標，以期能達到其品質精進。在 5 年內的最終目標，我們可以看到包含將系統停擺時間降至零，以及成為資安事件解決對策之提供者等，透過質的提升，讓外界對集團的整體資訊服務的信賴度向上提升。

就本公司而言，維持重要資訊系統的高可用率已是基本的要求，基於災難異地備援的概念，近年的備援的實作已逐漸朝向遠端、異地、即時復原等重點方向。即便是架構龐大的公司 ERP 系統，目前也透過向廠商租用機房設備及備援服務的方式，提供 ERP 系統的異地備援機制，使關鍵服務不中斷。另外目前資訊處亦規劃新的雲端機房，屆時除滿足收納 AMI、智慧電網及需量反應管理等應用之資訊設備，並提供充份的異地備援功能，強化本公司資訊基礎架構。

2. 向こう5年間（2016～2020年度）の「IT構想」について
2-4-1. 信賴向上

6

<ul style="list-style-type: none"> ●新たな脅威に対応し、制御系も含めたグループ大情報セキュリティ対策の強化に取り組む。 ●システム停止を最小にし、業務運営に関わるリスクの低減に取り組む。 ●システムと業務が協働し、業務の環境変化への適応や業務品質向上に取り組む。 	
	<p>取り組みの目標水準(目安)</p>
	<p>現状</p> <ul style="list-style-type: none"> ●情報セキュリティ対策をグループ各社で対応 ●システム障害時の影響範囲が拡大 ●人に依存した業務運営のままでは技術継承や品質維持に限界
	<p>3年後</p> <ul style="list-style-type: none"> ●グループ大のセキュリティ対応体制を整備 ●システム停止による業務影響を最小化 ●業務のシステム化により業務品質を向上
<p>5年後</p> <ul style="list-style-type: none"> ●情報セキュリティ対策を外部へ提供 ●業務に影響するシステム停止がゼロ ●業務の見える化による継続的な改善活動を実施 	

(中國電力株式會社提供)

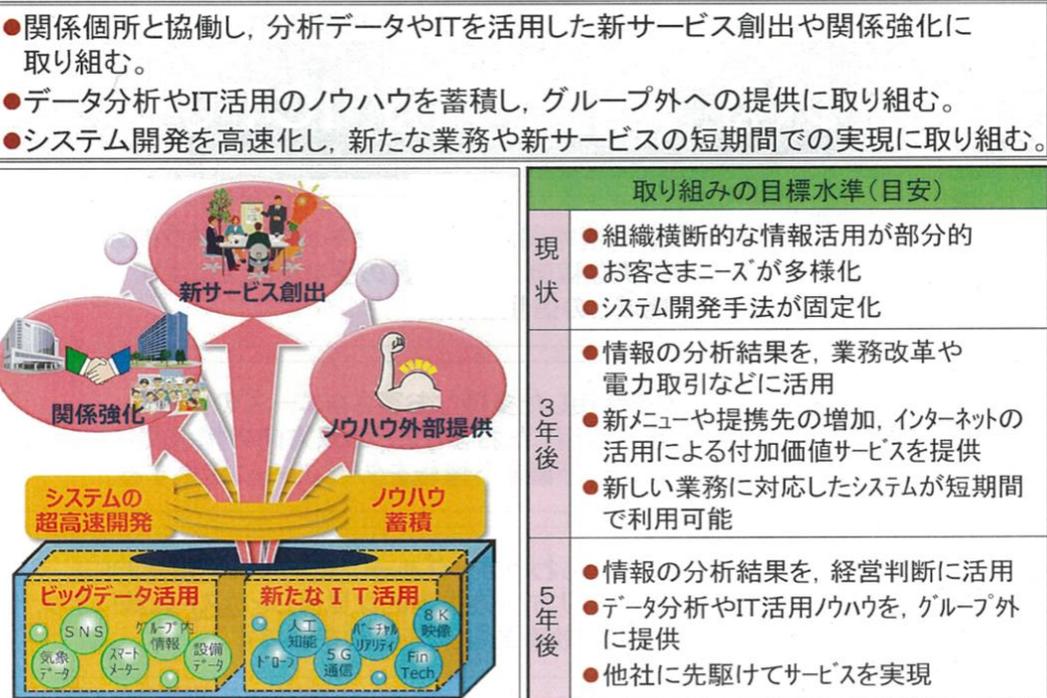
圖二：中電情報通信部近 5 年的 IT 規劃-信賴度的提昇

2.在價值創造方面：中電公司的情報通信部門的一個重要角色，就是資訊應用的窗口。中電公司內部已有資料的收集與保存機制，平台亦係委外由エネコム公司運維，而情報通信部的定位，在於相關資料、資訊的使用及價值創造。在5年內，情報通信部將利用來自於智慧電錶、設備監控、內部組織資料以乃至於氣象資料等大數據，以及 AI、5G 通信、Fin Tech 等新 IT 技術的活用，加上產業 Know-How，新的資訊系統開發技術，以期能夠提供資料分析的結果，供經營決策活用，甚至將資料分析及資訊技術活用的結果，分享到社會上，成為新價值服務的提供者。

在日本，因為電力自由化的結果，是否能提供更優質的服務，自然是影響群眾選擇電力供應商的重要關鍵，尤其在數位化、行動化的年代，消費者很多的需求都是在網路上、在雲端、在手持裝置上就要被滿足的。在台電，目前雖尚未直接面臨到顧客跳槽的問題，但未來面對可能的自由化進程，應趁此時蓄積相關的價值創造的能量，而其中資料分析技術及資訊技術的應用發想，在公司將成為重要的關鍵。

2. 向こう5年間（2016～2020年度）の「IT構想」について
2-4-2. 価値創造

7



圖三：中電情報通信部近5年的IT規劃-價值創造（中國電力株式會社提供）

3.在業務革新方面：在中電情報通信部的規劃中，公司的各項業務，配合著新資訊技術的導入，逐步將現場作業數位化，並期待在安全、效

率上都能提升；後續則再進一步地將相關的應用 Know-how 集中，找尋具共通化、最佳化的方案，而取得各類型業務人員及投資效用的最大化；而 IT 資源的投入，亦在當前彈性十足的雲端架構下，能建立快速泛用的系統架構，並降低 IT 投資。

在台電方面，新資訊的應用，依業務及人力的分配，目前由要係由各單位依實際的需求，進行新技術的應用發想。以近來很夯的 AI 技術為例，除了資訊處辦理相關的研討之外，發、輸配售各領域都發起相關的應用研究；AR/VR 的使用亦有單位試行。不管是台電或中電，新科技的使用都不一定能保證成功，但如果有合適的應用，相信在彼此觀摩學習又相互比較激盪之下，如有相關的成果，必然快速開展，同步提升電業經營效校。

2. 向こう5年間（2016～2020年度）の「IT構想」について
2-4-3. 業務革新

8



圖四：中電情報通信部近5年的IT規劃-業務革新（中國電力株式會社提供）

(二)中電情報通信部在 IoT 資通安全相關的規劃

鑑於物聯網(IoT)時代的來聯，本次參訪亦請教了中電公司的情報通信部門相關的對應措施。中國電力目前已屬於日本電力 ISAC 的成員，該 ISAC 是 2017 年 3 月甫成立，其會員為日本各大電力公司，另外亦參與 JPCERT 及 NISC 等進行資安情報的交換。而台電本身則是依據國發會的「領域 ISAC 實務建置指引」，在經濟部 E-ISAC 下建立 TPC-ISAC，共同參與關鍵基礎設備的情資交換及資安區域聯防。而在資安的組織人力方面，資安的組織是由情報通信部門長擔任資安長，旗下的全職資安人員共計 5 名，負責推動全公司的資安管理及事件處理。相較之下，台電的資安人力緊湊許多，不過近來因為行動裝置、IoT 的興起，相關的資安議題逐漸受到重視，目前公司內部也正朝向成立正式編制的資安部門及專

当社の情報セキュリティに対する取組み

11

- 近年の高度化・巧妙化するサイバー攻撃に対応するため、全社のセキュリティ体制を構築し、継続的に情報セキュリティレベルの維持・向上を図っている
- 電気事業者間のサイバーセキュリティに関する情報共有・分析を行う「電力ISAC」との連携、ネットワーク等の常時監視によるセキュリティ事案の早期発見および組織的かつ迅速な事案対応に努めている

情報セキュリティに関する独立した部署の設置

- 情報通信部門内に全社の情報セキュリティ確保に関する部署（情報セキュリティ・品質グループ：5名）を設置し、情報セキュリティ管理の推進および情報セキュリティ事案発生時の対応を実施。

情報セキュリティに係る社内規程の整備

- 情報セキュリティ管理基準（経済産業省）や日本電気技術規格協会(JESC)ガイドライン等を参考に、全社の情報セキュリティに係る準則等を整備・運用。



責人員的方式進行研議。

圖五：中電資安組織與任務（中國電力株式會社提供）

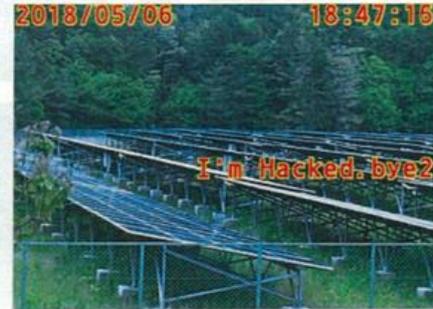
訪談過程中，中電亦分享了日本其他電力公司所遇到在物聯網上的資安事件案例。在 2018 年度發生了多起聯網的攝影機遭入侵的事件，被入侵的設備皆為某特定(日本)廠牌的攝影機，雖然無實際損失，然而該事件表示相關設備場域影像皆有被駭被監控的可能，不可不慎。

- 2018年5月に、多数の事業者においてネットワークカメラの制御が乗っ取られ、画面に書き込みが行われるという被害が発生した。

報道された主な被害事業者

洋上風力発電施設

etc.



中国電力における対応

全ネットワークカメラ設置箇所に、類似の事象が発生していないかを確認。
→当社被害なしを確認済。

圖六：日本某電力公司之設備監視器被入侵（中國電力株式會社提供）

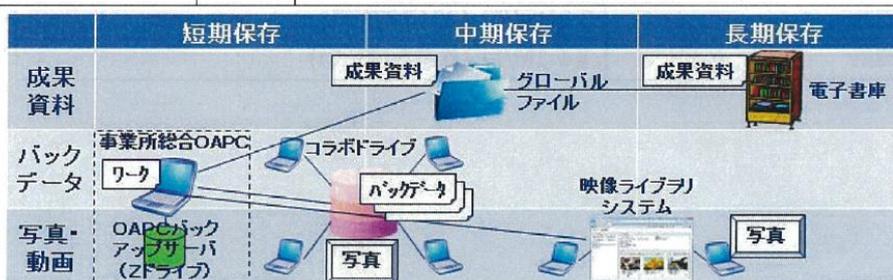
在資安議題的最後，中電公司亦分享其資安人員在取得專業證照方面的成就，日本有許多國家級的認證，其中「情報処理安全確保支援士 Registered Information Security Specialist (RISS)」在全國約莫有 17000 人次取得，在中電公司約有 3 位取得相關的認證，成為國家認證級的資安專家，故取得認證同仁皆引以為傲，並在名片上註明其證書之登錄番號，其價值性可見一般。

(三)中電情報通信部在資料管理、分析的作法

中電公司的員工在電腦上的各式作業時都使用客製過的個人 Page 作為日常作業的 Portal，包含個人 Email、文件檔案、個人行事曆、以及各式業務資料，都可由該個人頁面取得。而自然這些資料背後，代表了一個龐大的文件/檔案/媒體的管理資料庫，並依資料的型態別，訂定不同的保存機制及使用機制。該 Portal 資訊系統的建置及運維，係委由旗下エネコム公司提供，

- 保管期間やファイルの種類に応じて、保管箇所の使い分けを行っている。
- 写真や映像等の大容量ファイルは「コラボドライブ」「映像ライブラリシステム」に保管している。

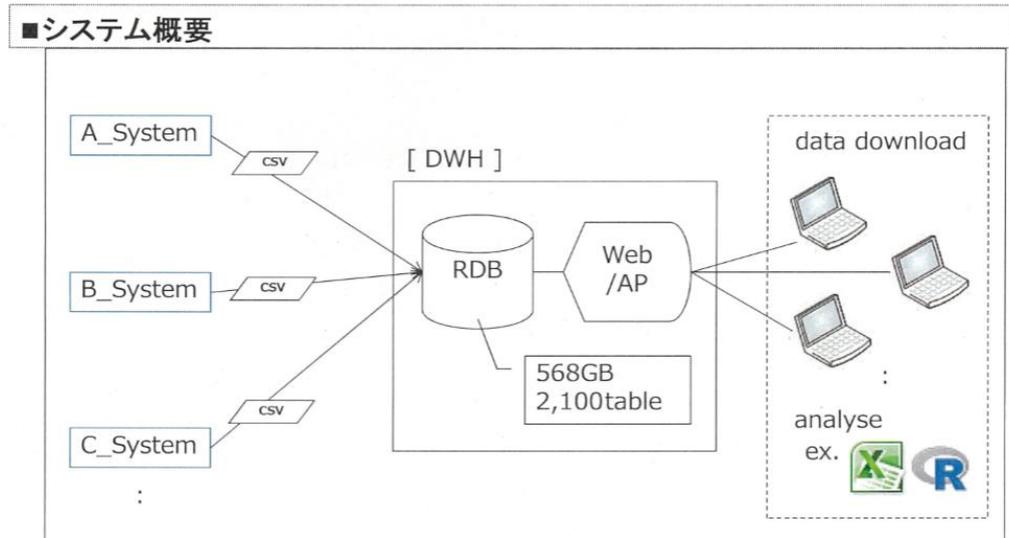
保管箇所	保管期間	用途
グローバルファイル (グループウェア)	中期	成果資料(決定文書・説明資料・報告資料等)を、体系立てて整理し、廃棄年月日を設定し、保管・棚卸し・情報共有を図る。
電子書庫 (グループウェア)	長期	グローバルファイルに登録されている文書のうち、参照頻度が低いが、廃棄できない文書を、廃棄年毎のフォルダに登録し、保存・棚卸し・情報共有を図る。
コラボドライブ(ストレージ)	短・中期	グローバルファイルに登録する資料を作成するためのバックデータや一時的に保存する画像データを廃棄年毎のフォルダに登録し、保管・棚卸し・情報共有を図る。
映像ライブラリシステム	中・長期	事象毎にまとめた写真や動画等をアルバム単位でまとめて長期保存し、棚卸し・情報共有を図る。
OAPCバックアップストレージ	短期	業務用パソコン(事業所総合OAPC)のバックアップを目的とする。



圖七：日本某電力公司之設備監視器被入侵 (中國電力株式會社提供)

至於各式資訊系統所產生的 Raw Data，中電建置有 Data Warehouse 平台，收納集團重要資訊系統資料，並做為後續資料分析應用之數據來源。而中電集團的資料倉儲平台的運維，中電集團也是委請エネコム公司辦理。情報通信部則是相關資料使用、分析的窗口，平台設定有存取授權的控管，僅少數授權窗口得以取得相關資料。

時值台電本身剛剛通過大數據推動會報之設置要點，在張副總的領軍下，各相關單位推派委員共同組成。而後續資訊平台的建立、資料儲存架構的規劃建置運維等，將先由資訊系統處負責。然平台建置容易，分析應用的人材養成難，尤其資料來源分別屬於電業流程中不同領域的資料，各領域專有知識的培養更是困難。不管是中電或台電，要想創造資料/資訊的價值，都需要長期培養蓄積領域 Know-How，才能消化資料，創造資訊的價值。



圖八：中電公司資料倉儲架構示意圖 (中國電力株式會社提供)

(四)心得與建議：

本次參訪，能與中國電力公司情報通信部門面對面座談，收獲頗多。惟因時程較短，未能參訪具體瞭解中電方面相關資通訊機房等相關建設。而台電與日本中電因公民營身份的不同，資訊人力、組織的發展及委外作業方式頗有不同，若考量未來本公司在電業自由化後轉型控股母公司的情况，資訊單位在精簡的人力下，比照日本中國電力的模式，賦予情部通信部屬集團資訊控管中樞的角色，而將事務性資訊業務充份委外，似乎是日後可行調整的方式之一。而不論業務委外與否，以下二項都是個人覺得值得努力的方向：

1. 建立證照制度、蓄積創業能量：

鑑於中電公司的眾多資訊業務皆委外給旗下エネコム 公司辦理，故該公司的人力資源情况，亦可作為台電的參考。而根據其公佈的資料，其取得資、通訊相關證照的類別及數量相當多。以台灣來說，資訊及網路通信業務，其實亦有相關多官方及業界證照可以取得，台電因為屬國營企業，其薪給制度不若業界或其他民營電業彈性，在工作

分配及薪給上未能充份反應專業證照的價值。但考量電業法實施後可能的改變，資訊同仁仍面對來自內部業務流失的挑戰，及以外界資訊業者的競爭，故現階段即應開始提升同仁的競爭力。

2018年9月末現在			
資格の種類	保有者数 ※	資格の種類	保有者数 ※
ITストラテジスト	6	電気通信主任技術者（伝送交換）	70
システム監査技術者	5	電気通信主任技術者（線路）	54
プロジェクトマネージャ	18	電気主任技術者（第一種）	1
システムアーキテクト	19	電気主任技術者（第三種）	6
ITサービスマネージャ	15	第一級陸上無線技術士	27
ネットワークスペシャリスト	55	第二級陸上無線技術士	12
データベーススペシャリスト	21	第一級陸上特殊無線技士	40
エンベデッドシステムスペシャリスト	3	工事担任者AI・DD総合種	90
情報処理安全確保支援士	16	工事担任者AI第一種	23
応用情報技術者	167	工事担任者DD第一種	110
基本情報技術者	419	電気工事士（第一種）	2
情報セキュリティマネジメント	32	電気工事士（第二種）	19
		監理技術者（電気通信工事）	2

※ 受入出向者を除く。旧資格を含む。

圖九、エネコム 公司認證取得狀況（資料來源エネコム 公司網站）

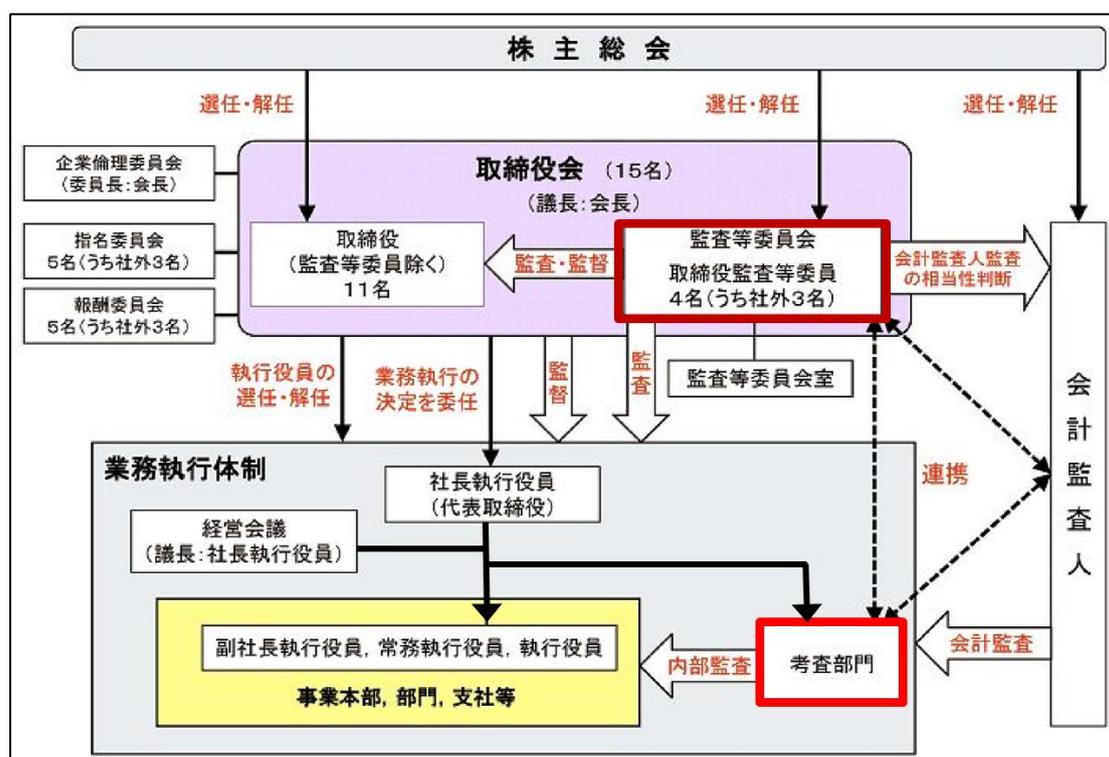
2.集中資料資源，建立電力產業資料分析人才：

以中電公司的情報通信部係中電集團的資料分析窗口為例，本公司大數據推動會報成立已是一個契機，後續當以資訊系統處為執行窗口，善用事業部的資料及領域專家，逐步試煉，累積分析應用的能量，創造業務革新的契機。

八、借鏡中國電力母子公司之內部稽核作業方式、組織架構相關資訊，以及觀摩稽核部門相關作業方式導入新思維—謝豐吉

(一)中國電力株式會社公司治理系統

中國電力株式會社公司治理系統示意圖



(中國電力株式會社提供)

中國電力株式會社為「監査等委員會設置會社」(日本特有之制度)；內部監査部門直接向社長執行役員報告，執行獨立監査。前述「監査等委員會設置會社」為日本 2015 年公司法修訂新增之類型。

依據中國電力株式會社之公司治理報告書，其「監査等委員會」由 4 名董事會監査等委員組成(其中 1 名為公司內董事，3 名為公司外部董事)。

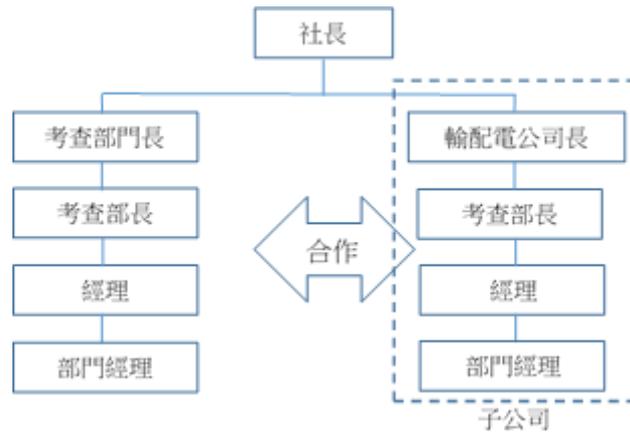
監査等委員會、會計監査人、內部監査部門(考査部門)的合作狀況：

1. 監査等委員會、會計監査人和內部監査部門就稽核獲得之資訊，交換三方之信息，並致力於相互合作。
2. 監査等委員會透過聽取稽核計畫和會計監査人的稽核結果，定期交換意見，保持密切聯繫。
3. 監査等委員會和內部監査部門(考査部門)透過相互交換稽核政策和內部稽核計畫，共享資訊並交換意見。
4. 監査等委員會每年至少兩次聽取內部監査部門包括集團公司內部之

稽核狀況和結果。

(二)母子公司間內部監查部門之組織結構及運作方式

中國電力預定 2020 年將進行法定分割，輸配電公司將分離為子公司，目前內部稽核部門組織架構規劃，除原本之考查部門(內部稽核部門)外，另規劃平行設立輸配電子公司之考查部門(目前正進行試驗和驗證合作方式等)，原母公司部分大致分為兩個部門（考查部及核能監查部），組織架構如下：



其中母公司考查部門人員編制約 21 人（不包含部門長），輸配電公司考查部門部分，編制約 10 人。母公司考查部門主要業務為：對母公司業務之稽核、監查及稽核整個集團及核能品質保證之監查；輸配電公司部分，主要業務為輸配電公司業務之考查。

另針對集團企業(子公司和適用權益法的關係會社)部分，中國電力集團企業共約 33 社，其中 4 社配置有專任之內部監查人員，其餘大多數集團企業由公司內相關部門等人員(1~2 名人員)兼任進行內部監查。實務上，由相關部門相互支援進行現場實際監查。前述配置有專任內部監查人員之 4 社如下：

	規模	備註
A 社	考查部長以下 7 人左右	關係會社按權益法核算
B 社	品質本部內部控制部的課長級 2 名	100%的子公司
C 社	經營管理部課長級 2 名	100%的子公司
D 社	管理部門的担当者 1 名	與其他公司合資投資之會社

母子公司內部考查之運用方法及負責範圍：

1. 母公司(中國電力)

其考查規程摘要如下：

(1) 角色定義：稽核由獨立於業務執行的立場出發，主要以全部營運活動為對象，從以下觀點提出調查、評價、糾正和改善措施之建議等。

- A. 內部控制的有效性。
- B. 業務活動的效率及符合法遵。
- C. 業務處理的適當性和妥當性。

(2) 母公司對集團的企業監查：

- A. 考查部門長從確保集團企業業務適當的角度出發，對集團企業實施監查。
- B. 另外，集團企業的監查是指，以公司法上的子公司及權益法適用公司為對象，協助監查人員進行的調查，以及在集團企業的協助下進行的內部監查。

(3) 考查計畫：

考查計畫分為基本計畫和實施計畫，基本計畫提報每年度經營會議討論，由社長決定，實施計畫由考查部門長決定。不過，特別考查的情況則有所不同。

前述的基本計畫是指，提出每一年考查大綱的計畫，制定關於下列提出的事項：

- A. 考查方針。
- B. 重點考查事項。
- C. 其他必要事項。

前述的實施計畫是指，每年度根據基本計畫實施的具體計畫，對下列事項進行確認：

- A. 考查內容。
- B. 考查對象所在地區及日程。
- C. 考查人員。
- D. 其他必要事項。

2. 集團企業(子公司)(以前述 C 社為例)

其考查規程摘要如下：

(1) 定義：考查是為为了提高經營效率以及對資產管理的合理化，對整個

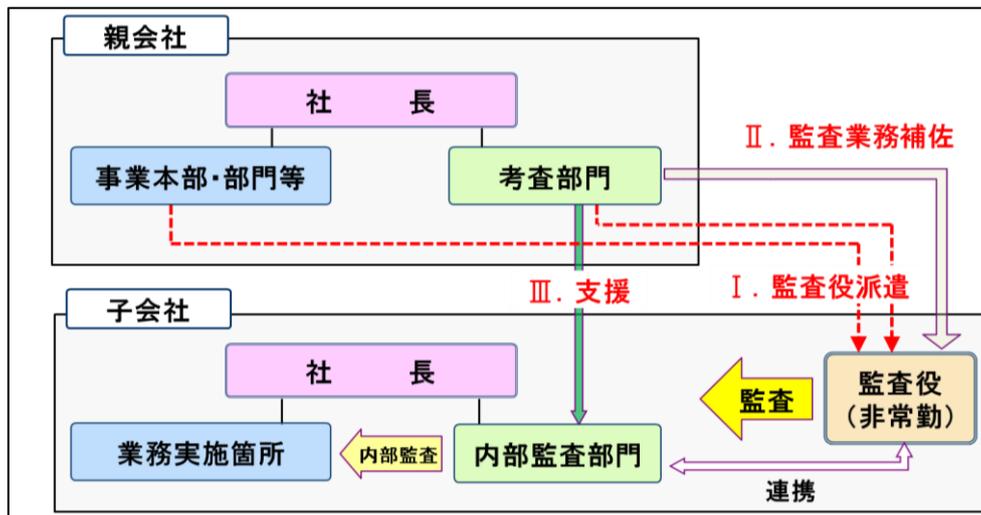
業務活動進行調查和評估。

(2)評價將針對下列事項進行：

- A.組織的有效性。
- B.內部控制制度的整備性、適應性。
- C.業務活動的可靠性、效率性。
- D.賬本、發票記錄的正確性。
- E.金錢、物品管理的適當性。
- F.其他必要事項。

母公司與子公司內部考查部門的運作模式：

- 1.母公司(中國電力)員工(董事、部長級)就任子公司監查役。
- 2.考查部門的工作人員輔佐子公司監查役的業務。
- 3.考查部門經由提供信息資訊，支援各公司的內部監查部門。



(中國電力株式會社提供)

前述圖示說明如下：

- 1.派遣監察人員(監查役派遣)：由母公司的幹部職員進行來集團企業的監察。
 - (1)派遣監查役：未設置正規監查役的100%子公司中有9家公司，以考查部門的部長級別成爲監查役，原則上每週進行一次訪問。
 - (2)兼任監查役：除上述9家公司外，幾乎所有集團企業都派遣了本公司的董事和執行幹部作爲監查役人員，由考查部門進行輔佐業務。
- 2.監察業務助理(監查業務輔佐)：監查役的監察業務由考查部門的工作

人員輔佐協助。

(1)期末結算監查：對於除大公司以及本公司不是大股東的相關公司以外的集團企業的期末結算，將由監察業務助理協助進行監查。

(2)期中監查：以兼任監查役助理協助辦理，每年實施一次業務監查和會計監查。

3.支援：母公司內部監查部門支援集團企業內部監查部門。

(1)信息交換會：每年一次，將集團企業內部監查負責人召集在一起，舉行關於不當事項(缺失態樣)等的信息交流會議。

(2)提供內部監察工具：為內部監查製作檢查清單，提供給集團企業。

內部監查部門的監查作業方法（以 2018 年度基本計劃為範例）

1.母公司(中國電力)

(1)基本的理念：根據各考查部門政策，在考慮中期規劃政策之“轉換為永久性低成本結構”的同時，實施對“內部控制及業務品質提高”有所貢獻的監查和考查。

(2)2018 年度重點實施事項：

A.確認零售全面自由化及全公司組織整頓所帶來的業務營運改善狀況。

B.確認本公司及其他企業發生的不完善、不妥當事項案件的因應對策和準備狀況。

考查分類	2018 年度 重點考查主題
管理監查	確認組織體制、業務營運改善的運用狀況
過程監查	確認自動延長條款合約中的合約內容驗證狀態
系統監查	利用記錄業務資訊信息處理狀況的確認
法遵性監查	確認零售全面自由化後對法規遵循的情況
保安監查	■ 確認伴隨安全管理體制變更的應對狀況[火力，水力]（電源事業部門） ■ 針對未申請道路佔用許可(共架電線類)防止其再次發生對策的應對狀況的確認（輸配電公司）
關係企業 監查・考查	產品和服務的品質控制、品質保證體系的改進、營運狀態的確認

考查方法：雖然由於全公司組織整備和相關公司新成立等因素，受考查對象組織數量有所增加，但總部、事業所及相關公司的監察考查原則上維持與以往相同的頻率和天數。

總公司/ 商務辦 公室	<ul style="list-style-type: none"> ■ 原則上，總部和商業機構將按照與以前相同的頻率和天數進行 ✓ 總公司：每3年一次，2-3天/次 ✓ 辦公室：每兩年一次，2-4天/地點 (輸配電公司是從2017年結束，2019年進行一次) ■ 屬於輸配電公司的組織考查，由輸配電公司實施
附屬公司	<ul style="list-style-type: none"> ■ 決算監查，其中監查和考查都以與以前相同的頻率和天數進行 ■ 決算監查(19社): 4月下旬・1日/社 ✓ 期中監查考查(21社): 整整一年・1~3日/社 ■ 追加對於成爲新考查對象的新公司等之執行情況

上述內容，經由經營會議審議後，由社長決定。

2.集團企業(子公司)(以前述C社為例)

(1)目的：調查業務活動的實施情況，在對業務合理營運進行必要指導的同時，經由提高公司秩序，實施考查，以使業務營運更加合理、有效地推進。

(2)確認事項：

A.基本上，通過下列項目進行確認，其中也側重於下述觀點進行實施。

(A)信息安全、(B)符合法遵、(C)遵守建築業務法。

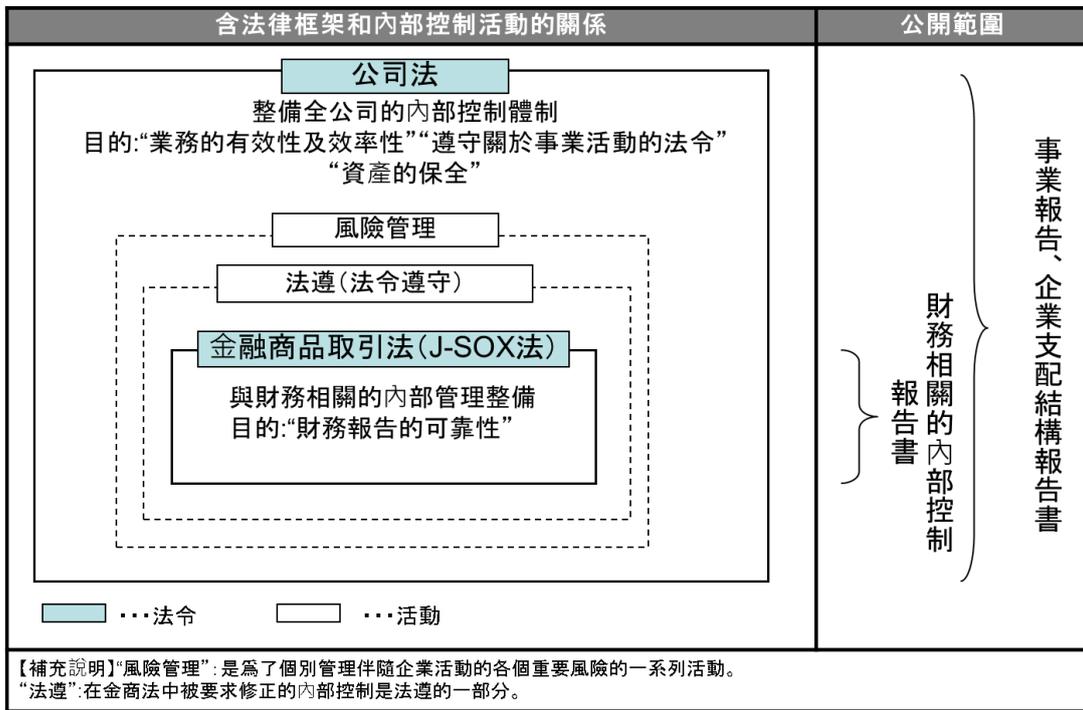
B.對上次考查所指出之事項、確認過去發生的不恰當事件的反映(防止再次發生對策)以及業務效率化推進狀況進行確認。

C.對於被查核出的事項，通過聽取分析發生原因，然後針對因應對策交換意見。(例如沒有充分了解規則，管理不足，不符合實際情況的規則等)

D.考查結果中的優良事例等，將及時揭露並且水平展開。

(三)內部控制作法

a. 內部控制制度的法律框架

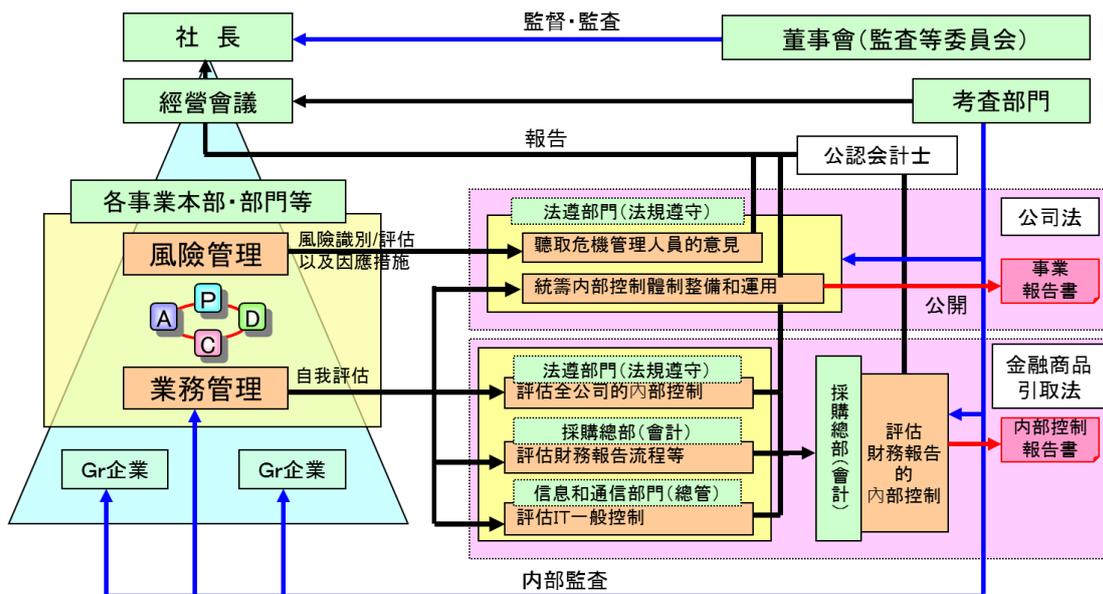


(中國電力株式會社提供)

b. 公司法要求的內部控制

... 內部控制的基本方針(平成18年4月制定)

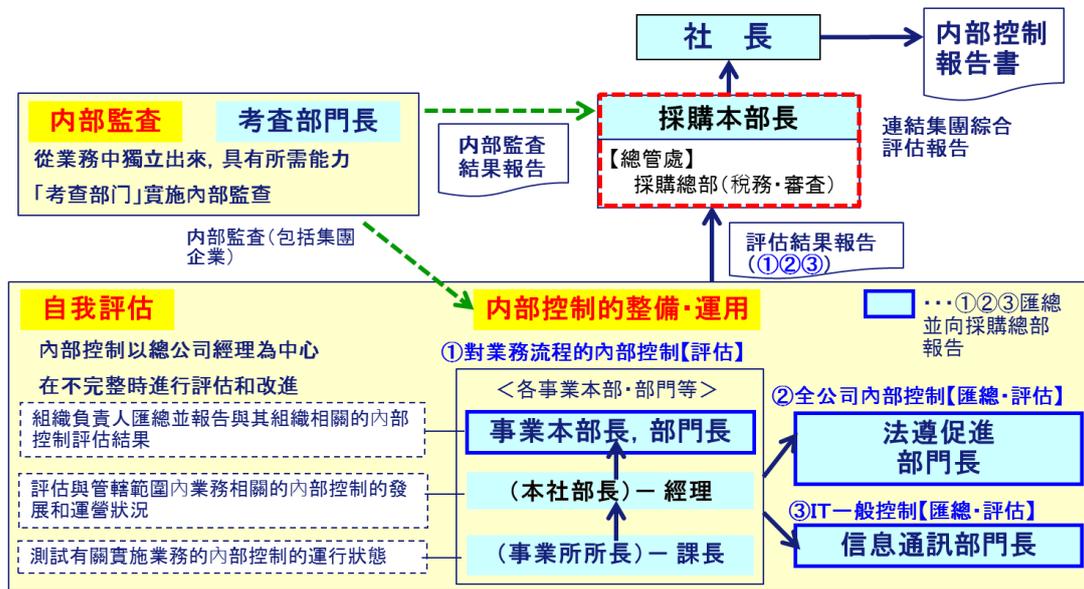
- 各業務總部和部門在確保和確保財務報告的可靠性以及業務效率性等方面努力充實內部控制功能的同時，在**法遵促進部門**等部門統籌評估體制整備和運行狀況。



(中國電力株式會社提供)

c. 金融商品取引法要求的內部控制(J-SOX)

■ 採購本部長作為總管部分的負責人，總結內部控制的評估結果，向社長報告。



※委託集團企業社長進行內部控制的評估報告

(中國電力株式會社提供)

1. 參考國際框架

日本的內部控制制度參考日本公司法內部控制和 J-SOX 的美國制度而導入的，因此以 COSO(Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission, 全美反舞弊性財務報告委員會發起組織)的框架為基礎。

另外，中國電力的考查部門加入日本內部稽核協會(IIA -Japan)的正式會員，目標是基於 IIA (The Institute of Internal Auditors:內部稽核協會)的國際標準實施內部監査。

為了提高能力和技能，中國電力積極參加日本內部稽核協會主辦之研討會，且取得 IIA 認定國際資格之 CIA (Certified Internal Auditor: 國際內部稽核師) 的證照 (目前，考查部門 2 名，輸配電考查部門 2 名)。

2. 內部監査部門的作業方法

考查部門從業務執行獨立的立場來評估業務執行單位 (場所) 所作的內部控制自我評估結果。

業務實施之處所可透過檢查清單或“業務流程、業務描述書、風險控制矩陣(RCM)”這三套資料來自我評估內部控制整備情況及運用情況。

考查部門接收了自我評估結果(檢查清單或前述三套資料)和資料(含佐證資料)，進行實地查證並再確認佐證資料。

(四)內部監查部門於監查報告資料之管理方法

1.管理方法

中國電力以 Excel 來管理內部稽核報告資料：

- (1)實地調查後，在 Excel 上製作每一件對檢核發現缺失事項記載“確認內容”、“建議事項”、“考查總結”。
- (2)使用 Web 網站作為介面，在公司全域資料文件中的預定位置登錄「考查總結」資料，可進行內部資料共享。
- (3)約半年將資料匯總進行一次資料庫轉換，可根據需求用於歷史資料搜索及趨勢分析。
- (4)另外，由於部分資料主要是賬簿類的複印文件，因此要以紙本保存。

2.報告數據管理平台說明

① 「考查總結」的製作

實地調查結束後，整理缺失事項作成「考查總結」(根據Excel)。

○○○○所 考查まとめ

評価区分: 好=好事例, 不=不適切事項, 改=改善要望事項, 気=気付事項, 検=検討事項, - = 確認事項 考查日: 平成XX年XX月XX日~XX日

No.	業務	項目	評価区分	確認内容	提言事項	関係法令・規程・準則等
				1. 確認項目 2. 確認結果 3. 確認した事実 4. 備考(理由ほか)		

分類標準	内 容
業 務	・按業務類別分類 「銷售」「總務」「會計」「配電」「技術」「資訊系統」
項 目	・業務細部分類 【例如】「會計」・・・「決算整理」「期末報告」「現金管理等」「交際費」等
評估分類	・根據「不適當」、「改進要求」、「通知」三個階段的風險程度進行評估 ・其他, 「優良事績」「檢討事項」「確認事項」等

(中國電力株式會社提供)

② 登録到公司全域文件

各事業部製作的「**考查總結**」被登錄到公司全域文件。



③ 資料庫的製作

各事業所將「**考查總結**」集合起來形成資料庫。

一連No.	担当箇所	業務	項目	評価区分	確認内容	報告事項	関係法令・規程・準則等
13	1	販売	委託業務管理	気			販売推進業務取扱要則 (科金業務編) 031030 被験の取扱い
14	1	会計	交際費・寄付金等	気			・法人税法 ・平成18年度税制改正に伴う交際費整理の見直しについて (平成18年4月4日) ・平成26年度税制改正に伴う交際費整理の見直しについて (平成26年4月2日) ・交際費(少額献金代・接待飲食代など)に関するFAQ (FAQID:9106)

(中國電力株式會社提供)

計監查人彼此合作並交換信息，共同監查監督公司之運作。

對於中國電力之考查部門，編制約 21 人(不包含部門長)，本公司檢核共 17 名，另外加上 2 位副研究員及 1 位總檢核，人數相當；該公司亦提供 2018 年考查計畫、重點考查主題等資料予本公司參考，對於未來本公司稽核計畫安排具有參考價值。

對於其母子公司之稽核方式，中國電力提供了相當多的資料，其中亦包含查核頻率及天數，可供本公司未來參考。對於內部控制部分，同樣參考 COSO 架構，與本公司作法相近，中國電力亦提供詳細資料(包含流程)，可供本公司參考。另外在稽核報告的管理方法，該公司使用資料倉儲(Data Warehouse)方式，因此，在進行公司內部考查時，可先由公司資料庫找資料，而其稽核報告使用 Excel 管理，亦將報告置於公司之資料倉儲系統中。

有關電腦輔助稽核部分，中國電力未引進使用稽核專用商業軟體，而採用 Excel 來分析資料，輔助稽核作業之進行，交流過程中，該公司表示未使用目前常見之 Power BI 或 Tableau 等軟體，僅使用 Excel 分析資料。

本次有機會可以奉派前往日本中國電力株式會社進行交流，獲益良多，收獲不僅在電力公司的專業領域知識，此行首度造訪日本，以往耳聞日本之民情風俗及名都勝景，如今百聞不如一見，對於能獲得公司安排參與本次觀摩，感到非常幸運，更充滿感恩。因應全球能源發展趨勢，電力公司之變革勢在必行，在這樣變化的過程中，與國際電力公司交流觀摩學習有其必要性，建議持續辦理類似之計畫，讓公司同仁更具有國際觀。