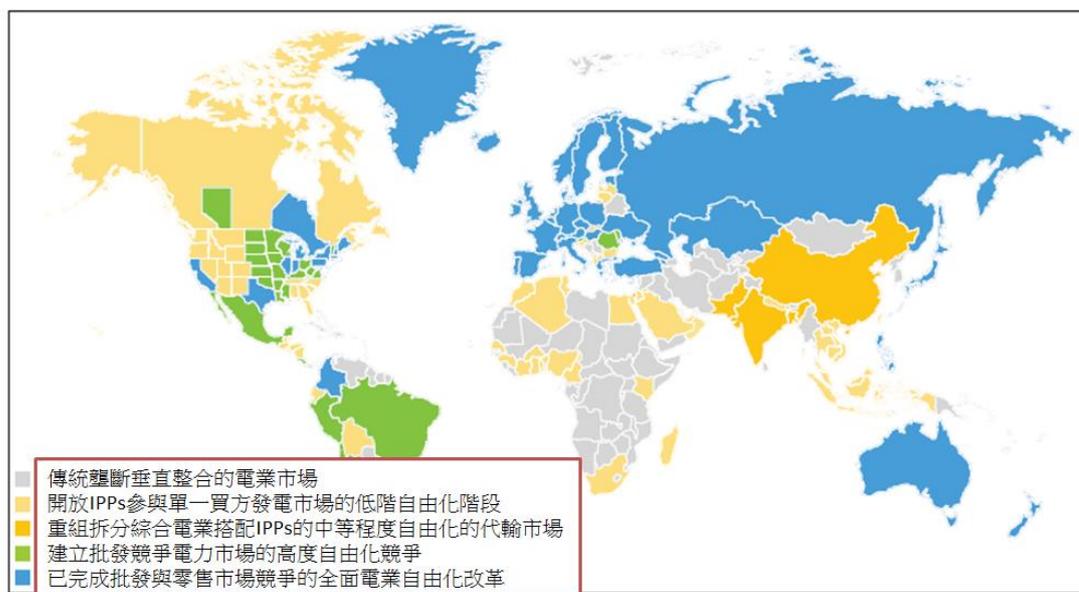


美英日三國電力市場制度型態與結構及其運作方式

1. 國外電業自由化電力市場制度改革綜整

世界各國電力市場架構隨著電業自由化改革而各自發展，電業自由化的改革緣起於 1980 年代南美的智利、北歐和 1990 年代初期的英國，經過了 30 多年的演化，如今純粹獨佔國營的電業市場組織只佔全球市場不到 6%，其次是單一買方的壟斷市場，亞洲國家目前多是如此，而完成批發競爭的自由化市場則集中於南北美各國，至於 OECD 國家則大都已完成批發及零售電業的全面自由化改革，但其中美國是例外，至 2013 年底美國僅約 60% 完成了零售電業的自由化。世界各國電業自由化改革推動的程度可參見圖 1，依序由低而高可分為五個等級：從最低自由化程度的傳統壟斷垂直整合的電業市場開始，至開放民營發電業 IPPs 參與發電市場的低階自由化，然後演進至重組拆分綜合電業搭配民營電業競爭的中等程度自由化，進而建立批發競爭電力市場的高度自由化競爭以及最終完成批發與零售市場競爭的全面電業自由化改革。

由世界各國電業自由化經驗觀之，凡是電業自由化成功的國家，都是能從原中央規劃經濟模式逐步漸進地啟動轉型，首先，開放民營發電業，使原本國營壟斷的電力產業型態轉型為單一買方市場型態，於發電端引進有限競爭形式。其次，再透過產業重組拆分原垂直壟斷的綜合電業，以進一步促進市場的競爭效率，並同時開放售電業和大用戶購電選擇權，搭配已開放之民營發電業，形成具有中等程度自由化的電力代輸合約市場。一旦市場成熟運作，便立即啟動建立集中式批發競爭電力市場，以完成高度自由化之競爭以及完成批發與零售市場競爭的全面電業自由化改革。歐盟國家如此，英美澳紐等高度電業自由化的國家亦復如此，而那些改革停滯或失敗的國家則多停留在單一買方的市場型態或代輸市場，無法繼續向前發展。



(資料來源：【1】)

圖 1：國際電業自由化電力市場發展情況

因此，世界各國電業自由化政策即是透過電力產業重組和一系列的鬆綁、解制與再管制來引進更具競爭性的批發與零售市場，以取代原有的寡占或壟斷的市場型態，而其中又以如何建構競爭性的電力批發市場至為關鍵，其為電業自由化改革成功的必要條件與基石，而競爭性的零售市場之開放則為完成全面電業自由化改革成功的充分條件。

綜整論之，世界電業發展史上電力市場發展的沿革中，自由化的改革根據保留電業的壟斷程度來區分，約略可有四種電力產業結構與相搭配的市場制度之設計，依壟斷的範圍從大到小，可分述如下：

壟斷模式：無競爭，發、輸、配、售部門一體化經營，全部接受管制。

(一) 單一買方模式：引進發電業的有限競爭，開放成立獨立發電業（下稱 IPPs）並全部透過競爭程序售電予綜合電業（聯合經營發、輸、配售之壟斷電業），所有用戶幾乎仍完全被壟斷，綜合電業接受管制。此模式又可分為垂直綜合電業+IPPs 與拆分的綜合電業+IPPs 兩種模式見圖 3-1。

(二) 批發競爭模式：引進發電業與售電業在批發市場的充分競爭，發電業需競價上網接受調度，廠網必須分離，售電業與大用戶透過批發市場購買電力，但零售市場仍實行管制。

(三) 零售競爭模式：在批發競爭成熟運作的基礎上，售電業間充分競爭其用戶，用戶購電選擇權全面開放，配、售電必須原則上進行分離。此為全面電業自由化的成熟與最佳模式。

國外電力自由化下，電力批發競爭市場可概分為兩類：電能市場（如長期合約市場、日前市場與日內市場）與輔助服務及容量市場（如熱機備轉、壅塞管理、平衡市場、再調度市場、容量機制等），電能市場強調電能是一般普通商品，電力的特性則交由輔助服務市場處理，而在美國、紐西蘭與澳洲，電能市場與輔助服務及容量市場（熱機備轉與壅塞管理）是整合一體規劃的，市場結清的演算法是相同的，電力的特性完全融入市場的交易規則當中。歐盟大部分的電能交易是在中長期市場靠雙邊交易或自願型的交易所交易完成，僅少部分約小於總需求量 10% 以下是於日前與日內市場交易，至於輔助服務則由獨立調度中心 ISO 或輸電公司 TransCO 透過各種市場加以購買，在歐盟電能市場與輔助服務市場是各自分開設計的市場。不論輔助服務市場或電能市場都可依距離實時調度前發生時點的遠近，區分為中長期市場（通常期間為週以上最長亦有 6 年以上）、日前市場、日內市場與實時市場，雖然多數交易量是發生在中長期市場，但集中性的電力現貨市場（包括日前、日內與實時市場）與集中競標制度的設計是進行電力自由化改革價格發現機制所不可或缺的必要制度性安排，否則調度中心無法進行有效率的實時經濟調度與電能價格資訊揭露。

綜整世界各國各種電力交易市場的制度設計截至目前為止，最成熟、最完整、最健全的電力交易市場運作內涵如圖 2。成熟的電力交易市場按時間軸電能交易由長約、短約進行到日內市場截止時 (Gate Closure) 為止，而輔助服務 (Ancillary Service) 則由長約、短約進行到實時調度 (Real Time, T) 為止。交易制度的安排可以是集中市場如電力交易所或電力池，也可以是分散型交易市場如雙邊合約 (

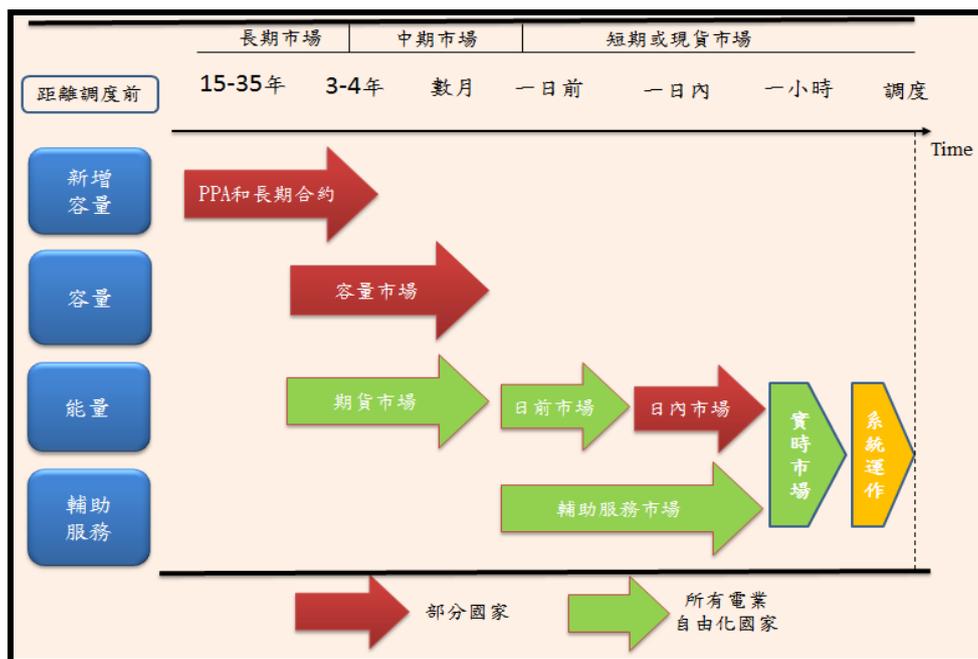
BT) 或店頭交易市場 (OTC)。市場價格的決定方式有採用依報價成交 (PAB) 亦有採用系統邊際定價 (SMP) 方式。

時間軸	中長期市場		日前市場	日內市場	gate closure 收盤	Real time
市場	中長期市場		日前市場	日內市場	實時市場	
交易商品	容量、電能(財務或實體)、輸電權(財務)、輔助服務*		容量、電能(財務或實體)、輸電權(財務)、輔助服務*		輔助服務*	
運作制度安排	BT、EX、OTC		BT、EX、Pool		BT、EX	
交易定價模式	PAB (Pay-as-Bid) SMP (System Marginal Price)					
角色功能	電力容量規劃 投資與市場風險管理		電力安全調度、投資與市場風險管理 價格發現機制(電力、輔助服務、輸電容量)			

(資料來源：【2】)

圖 2：自由化下成熟的電力交易市場架構與運作體系

世界各國各種電力批發交易市場的結構內涵(如圖 3)。電力市場的結構依距離真實調度時間的遠近可分為：短期、中期與長期市場，三類市場概述如下。



(資料來源：【1】及本研究整理)

圖 3：世界先進國家自由化下批發電力市場結構綜覽

(一) 短期市場亦稱現貨市場包括日前、日內與實時市場

短期市場是系統運作者賴以平衡電力系統所必須的機制，三類短期市場的設計組合即是為了系統運作者能有效率的動員電力系統的所有資源來達成電力短期的平衡與安全。此外，亦是用來發現電力的價格機

制，以作為中、長期市場價格的參考，而不同區域的市場亦可透過短期市場來整合，短期市場的價格特性是隨著時間與地點區域而變化，如此方能反應系統資源的真正應有價值。

(二) 中期市場包括各種方式交易的市場，商品含跨期間從數周到 3 年左右

中期市場是電能生產與消費的主要市場，在歐洲 90% 的電力交易都發生在中期市場，中期市場可以是在集中市場如交易所或分散式市場如店頭市場，透過制式的商品合約交易，亦可透過非制式商品的雙邊交易，但無論如何交易，最後彌平中期合約的差異量還是要交由短期市場來進行。

(三) 長期市場通常包括 3 年期以上至 25 年左右

長期市場多半是用來導引電廠投資，因此一般可分為兩類，容量市場與能量市場，容量市場通常包括 3-5 年的商品，交易的是未來投資的可靠容量與可用性，如 PJM(Pennsylvania-New Jersey-Maryland；PJM)的容量市場，可交易的容量資源包括發電廠、需量反應、電能儲存、電網擴建、能源效率提升等，能量市場則以雙邊購售電合約 PPA(Power Purchase Agreement；PPA)或饋網保證電價 FIT (Feed-in Tariffs；FIT) 合約形式，期間約 10-35 年，多半以雙邊交易或透過政府的拍賣競比簽訂，這些合約多半發生在自由化的初期，在成熟的批發市場中此類合約佔比很低，大都集中在再生能源的收購上。

零售市場則是售電業在批發市場購買電能再轉賣給電力用戶，亦即將電能商品直接賣給最終消費者的交易市場，用戶必須擁有購電選擇權，可以選擇任一零售商供電，配電公司必須對零售業者開放配電網路的公平與公開使用，從經濟學的理论觀點，零售競爭是最令人滿意的市場模式，因為電價將完全由市場競爭決定，然而零售競爭的實施需要相當多的軟硬體配套機制搭配，包括智慧電表的計量、通信與數據處理等。

在高效率的短、中、長期電力競爭性批發與零售市場中，市場價格必須反應供需之間的相互競爭關係。此時，必然是生產者與消費者的福利都達到最大化與最適的狀態，亦即消費者剩餘 (consumer surplus) 與生產者剩餘 (producer surplus) 的總和將進入最佳與最大化狀態，並會同時滿足了提升「公平與效率」的雙重目標，也正因為如此「建構競爭性的電力市場」才會成為世界各國追尋電業自由化改革之共識方案與目的。

2. 主要國家電力市場制度型態與結構及其運作方式

2.1 美國

受歷史與政治經濟等多方面因素的影響，美國至今尚未形成統一的國家電力市場，而是由聯邦各州根據自身電力發展和改革的需要自行規劃自由化改革，目前形成了以州電力市場和跨州區域電力市場為主的格局，主要包括自由化成熟的

PJM 電力市場、紐約電力市場、新英格蘭電力市場、德州電力市場、加州電力市場和中西部電力市場等。其餘部分包括美國東南部、中南部和西北部各州都尚未自由化也未形成有組織的電力市場。然而已自由化的各州自由化的方式與電力市場制度設計方面差別頗大，例如美國加州和德州電力市場採用統一市場定價 (System Marginal Pricing, SMP)，而美國東北部的電力市場則採用了節點電價模型之區域邊際定價 (Locational Marginal Pricing, LMP)。

2.2 英國

英國電業改革自「1989 電業法」修訂後，將原屬國營壟斷的中央發電局 (CEGB) 改組成企業化的兩家發電公司 (National Power 與 PowerGen)、一家輸電公司 (National Grid Company, NGC) 與 12 家區域配電公司 (regional electricity companies, RECs)。同時為因應新的電業重組情勢，英國政府於 1990 年 4 月 1 日成立新的電業管制機構-電業管制局 (the Office of Electricity Regulation, OFFER) 以統籌管理新的電力市場，此機構已於 2000 年擴大管制範圍將天然氣一同納入改制，轉成為天然氣暨電力市場管制局 (Office of Gas and Electricity Markets, OFGEM)。從 1991 年 3 月起 National Power 與 PowerGen 亦透過公開釋股成為民營公司。此次電業法修正成立了英格蘭的「強制電力池」，要求 100MW 以上的機組必須強制進入電力池投標買賣電力。英國國家電網公司的所有權原本掌握在 12 家 RECs，但 1995 年 12 月英國政府要求 RECs 必須釋出大部分股權而成為獨立的民營英國國家電網公司 (National Grid Company, NGC)。英國政府在 RECs 所享有的黃金股份於 1995 年 3 月釋出，而兩大發電公司的股權亦於 1996 年 5 月釋出，輸電設備則歸 NGC 所有。現階段英國電業在發電與售電兩部門已經充分開放自由競爭，在輸電與配電則仍維持管制型態。2001 年 3 月復將強制電力池競標制度改為自願性的雙邊合約市場搭配平衡機制 (New Electricity Trading Arrangement, NETA)，目前實施效果良好。

至於蘇格蘭地區原為兩家垂直整合電業 South of Scotland Electricity Board (SSEB) 及 North of Scotland Hydro-Electricity Board (NSHEB) 分區經營，目前則比照英格蘭與威爾斯的電力改革作法，完成發、輸、配電的分割，並且與全國性輸電網路併聯加入國家輸電公司 NGC 的電力交易市場。此外，北愛爾地區的電力系統係獨立之系統，未來將通過海底電纜與蘇格蘭系統連結，北愛爾蘭系統在發電部份主要由三家發電公司：Nigen, Premier Power, Coolkeeragh Power 所組成，共同躉售電力給獨占之輸配電業 Northern Ireland Electricity 公司，該公司亦享有所有用戶之售電專營權。2005 年 4 月 1 日起，蘇格蘭、英格蘭及威爾斯整合為一個英國國家電力市場，實施 BETTA (British Electricity Transmission and Trading Arrangements) 交易機制。

英國開放售電業競爭市場係採階段過渡性之作法。自 1990 年以來，英國境內有五千戶 1MW 以上的用戶，可以自由選擇其供電者。自 1994 年 4 月 1 日起，更擴大至 100KW 以上的用戶，皆可自由選擇其供電者。自 1999 年全面開放迄今，這種自由選擇供電者的用戶高達五萬戶以上，其電力消費量約為英國整個電力市場的 50%。為使所有市場售電業者能在公平的基礎上競爭，英國當局除規定各「區域供電公司」需提供競爭者公平無歧視之配電網使用外，亦規定各「區域供電公司」需提供欲轉尋市場其他供應商購電用戶所需之協助，如申請用電登記

及用電資料等。

2.3 日本

日本於第二次世界大戰之後，為了保護及培植國內產業，因此對電業加諸許多的管制。隨著世界電業自由化潮流，其政府對電力產業也採取逐步開放政策。1995 年日本「電業法修正」，開始於電力產業中引進競爭，開放獨立發電業（IPPs）進入市場，但其發電只能躉售給具區域獨占特性的綜合發輸配售業務之垂直整合電力公司（一般電氣事業者）；此外，並開放成立「特定電氣事業者」，亦即我國分散型發電業者，申請後可利用其自有線路直接供電給附近用戶。電價管制方式則引進「標竿比較法」，以促使電業積極提昇效率。

1999 年 5 月電業法修正亦著重於零售市場的開放，於 2000 年 3 月開始實施，開放成立「特定規模電氣事業者」（power producer and supplier, PPS），其可透過區域綜合電力公司的輸配電設備代輸，供電給有選擇權的用戶，用電規模大於 2000kW 以上特高壓用戶，即可行使用戶購電選擇權，向其他區域電力公司、IPP 或 PPS 購電。2004 年開放 500kW 以上高壓用戶，2005 年 4 月開放 50kV 以上高壓用戶。此外，並取消電業兼營其他業務之限制，不須經主管機關核准即可兼營他業，因此電力公司開始經營 internet 網路、電信、不動產、老人安養院等多種業務，但電力公司多角化經營的結果大多數並不理想。電力公司亦有投資海外電廠及海外天然氣開採事業者，以降低其天然氣之燃料成本，並提高燃料供應穩定度。

電力競價制度係由大用戶公開招標，由電力公司及 PPS 投標競價，得標者可獲得供電之權利，得標價格得不公開。電業自由化後的五年內，電力市場之新進業者 IPP 共有 38 家，供電能力為 7380kW，「特定電氣事業者」則僅有兩家，發電規模分別為 12,600kW 及 3,122kW，另有兩家(38,660kW 及 198,400kW)於 2003 年後加入市場。PPS 則有 9 家，總容量為 1,371,775kW，其供電量僅占 5%，在 9000 家有購電選擇權的用戶中，僅有 100 個用戶變更其供電業者，且多是向其所屬企業集團經營之 PPS 購電。其轉換率偏低的原因，可能是自由化剛起步不久，新 PPS 電廠容量尚未完成興建。雖然 PPS 所占領的市場相當有限，但由於競爭壓力，已經促使十家區域電力公司的電價全面下降。

除了新電廠容量不多以外，日本電業自由化所面臨的另一個問題是由於初期選用之發電設備規格差異，南北兩區電流頻率不同，南部為 50Hz，北部為 60Hz，其分界線剛好在中央，雖有連結點但無電力輸送，除非全面更新其中一區之發電設備，使其頻率與另一區相同，否則電力無法越區輸送，這也造成日後 311 福島核災事件遲遲無法復原供電的主因之一。要如何建立全國性電力交易市場，並解決跨越兩個不同頻率地區之電力代輸技術問題，仍有待克服。

日本電業自由化採階段開放方式，除擴大用戶購電選擇權之適用範圍外，另外強調電力網路之公平及透明化，以及「電力交易所」之建立。綜合電業、IPP、PPS 都可至電力交易所進行電力交易，為自願性電力池型態。日本自 1995 年起陸續推動發電和電力零售自由化，迄今電力躉售現貨的約定總量占電力總需求量不到 0.5%，在自由化零售部門，10 大電力公司的售電量仍占 96%。2011 年 311 地震後，突顯出日本電力供應系統的問題，其中包含躉售電力市場未發揮功能、

小型發電業者未充分利用發電能力及區域電網間電力傳輸之容量限制與頻率不相容。為克服這些問題，日本政府欲藉由新一輪電力制度改革，構築進一步競爭且開放的電力市場，以確保低廉且穩定的電力供給。改革方向有三項：首先是發電與輸配電部門分離，讓發電業者公平競爭，以利其能更容易進入發電市場；其次是促進區域間電力調度；最後則是將家庭也納入零售競爭對象。東日本大地震後，日本政府實施「穩定能源供需行動計畫」，以解決短期因核電廠停機造成電力供不應求的問題。另一方面，日本政府推動電力制度改革，以解決重大天災造成主要電源喪失(如核電廠停機)以及核電配比下降的長期問題。

3. 總結

從前述章節中可知世界各國對於電業自由化的態度，不僅全面開放電力代輸轉供，且產業結構方面亦進行分割，從分割最完全的英國，發、輸、配、售部門所有權完全分離，到最保守的日本—原先的綜合電業可透過法律分離形成控股公司或子公司，以達到電業自由化對於產業重組的要求，此外，輸電部門必須獨立於其他電業且不可兼營購售電業務，否則仍有壟斷市場的疑慮，大大減損自由化的改革成果。建置有效率的電力交易市場亦為電業自由化的最核心關鍵，並且各國多將市場交由電力調度單位統一管理，以增加交易與調度的即時整合，交易方式則以現貨市場集中交易搭配期貨的分散交易；輔助服務的提供則以簽訂雙邊合約方式為主，或與市場機制併行。電力調度單位各國多以輸電公司 TSO 方式為主，美國則以調度中心 ISO 為主，如採 ISO 的方式可不須分割綜合電業，如日本僅要求綜合電業的輸配電部門以法律分離形成控股公司或子公司，來達成輸配電業務的公平、獨立與管制之要求。影響電業自由化最深遠者，莫過於獨立電業管制單位之設置，各國有設置獨立的管制單位者如英國及美國，亦有以行政機關兼執行管制功能者如北歐及日本，但綜觀其他國家的電業改革趨勢與教訓，設置獨立電業管制單位乃必然之改革趨勢，而管制單位對於輸配電價部分須進行管制，批發及零售電價的形成都是交由開放市場競爭來決定。最後在自由化下，供電義務的安排，受管制用戶的部分可由管制單位指定或以競標的方式決定供電義務的提供者，通常是綜合電業負責。已開放購電選擇權用戶之一般供電義務由其售電業者提供，最終供電義務則由管制單位指定或透過競標方式決定供電者；在購電選擇權全面開放後，一般供電義務完全由售電業者提供，最終供電義務則由管制單位指定或透過競標方式決定供電者，通常是配／售電業者，日本較為特殊以輸配電業為最終供電義務之提供者。

從上述英國、北歐、美國及日本電業自由化的經驗，整理電業自由化的改革方式與設計如表 1 所示。

表 1：各國電業自由化改革方式綜整

必備制度	英國	北歐	美國	日本	最低門檻設計
綜合電業分割要求	分割，發輸配售採所有權分離	分割，採法律或所有權分離	不分割	輸配部門須採法律分離	未必要分割或採法律分離
代輸轉供	全面開放	全面開放	全面開放	2020 年將全面開放	全面開放
交易市場	TSO 管理	TSO 管理	ISO 管理	由 JEPX 管理	ISO 管理
交易方式	雙邊交易搭配平衡機制	集中與雙邊交易混合	集中與雙邊交易混合	集中與雙邊交易混合	雙邊交易搭配平衡機制
電力調度	TSO(NGC)	TSO	ISO/RTO	TSO+OCCTO	ISO
兼營規定	輸電獨立	輸電獨立	輸電獨立	輸配電獨立	輸配電不可兼營他電業
輔助服務	簽約加備用容量市場	簽約與市場機制	雙邊合約與市場機制	雙邊合約	雙邊合約
獨立電業管制單位	OFGEM	無，各國能源部兼管	FERC 及各州 PUC	無，METI 下屬管制單位	須建立，避免行政干預
購電選擇權	全面開放	全面開放	全面開放	2020 年將全面開放	全面開放
價格形成	輸配管制，其他開放市場競爭	輸配管制，其他開放市場競爭	輸配管制，其他開放市場競爭	輸配管制，零售 2020 年全面自由化	輸配管制，其他開放市場競爭
供電義務	區域配電業	配售電業	配售電業或綜合電業	綜合電業，2020 年改為輸配電業	配售電業

(資料來源：專案自行整理)

4. 參考文獻

1. IEA (2016), Re-powering Markets: Market design and regulation during the transition to low-carbon power systems.
2. 王京明、孫承祥，「我國電業自由化政策與電業法修正草案之評議」，台電工程月刊，795 期 11 月號，頁 56-71 (2014)。