

出國報告（出國類別：實習）

日本再生能源混燒發電之政策及 推動技術探討

服務機關：台灣電力股份有限公司

姓名職稱：郭泰均（主管）、張湘翎（主管）

派赴國家/地區：日本

出國期間：112年7月23日至112年7月29日

報告日期：112年9月15日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：日本再生能源混燒發電之政策及推動技術探討

頁數 29 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力股份有限公司人力資源處/翁玉靜/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

郭泰均/台灣電力股份有限公司/環境保護處/主管/02-23667221

張湘翎/台灣電力股份有限公司/環境保護處/主管/02-23668625

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：112 年 7 月 23 日至 7 月 29 日

派赴國家/地區：日本

報告日期：112 年 9 月 15 日

關鍵詞：淨零排放、生質能、混燒

內容摘要：(二百至三百字)

我國 2050 淨零排放路徑及策略已於近期正式公布，其中將使用生質能等前瞻能源列為淨零轉型之十二項關鍵戰略之一，台電為配合政府政策積極推動減碳及提高再生能源占比，已規劃利用興達電廠燃煤機組除役後，改裝為專燒木質顆粒之生質能發電機，因此有必要了解生質能發展技術及未來可能面臨之問題，以做為我國推動電力及國內燃煤鍋爐轉型之重要參考。

日本燃煤電廠使用生質燃料混燒已有多多年實績，亦為目前國際上推動生質能發電最為成功國家之一，本次赴日本主要針對達成 2050 淨零排放之作法、再生能源推動目標與政策規劃、生質能混燒發電技術之現況及作法、以及 RPF 製造與後續利用等議題進行交流，其相關實務經驗及減碳策略應可提供本公司做為參考。

本文電子檔已傳至公務出國報告資訊網

(<https://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目錄

頁次

壹、出國目的.....	2
貳、實習行程.....	3
參、實習內容.....	4
一、 拜訪亞太能源研究中心及日本能源經濟研究所.....	4
二、 日本生質能混燒發電FIT制度現況與探討研習會.....	8
三、 拜訪西部服務有限公司神戶廠.....	14
四、 山口縣木顆粒煤炭混燒發電廠 周南電力公司.....	18
五、 參訪德山下松港生質燃料卸載與輸儲.....	20
六、 參訪德島縣煤炭混燒RPF王子製紙株式會社富岡工場.....	25
肆、心得與建議.....	29

壹、出國目的

為達成 2050 淨零排放目標，我國將生質能等前瞻能源列為淨零轉型之十二項關鍵戰略之一，台電亦為配合政府政策積極推動減碳及提高再生能源占比，規劃利用興達電廠燃煤機組除役後，改裝為專燒木質顆粒之生質能發電機，因此有必要了解生質能發展技術及未來可能面臨之問題，以做為我國推動電力及國內燃煤鍋爐轉型之重要參考。

日本燃煤電廠使用生質燃料混燒已有多年實績，至 2022 年 10 月 31 日已有 991 座各式生質能火力電廠，其相關技術及設施可作為國內推動生質能機組設施之參考，本次參訪亦可瞭解日本生質燃料供應情形、電廠混燒生質燃料之技術，以及灰渣再利用/處理之相關政策與作法等相關內容。

本次參訪目的係針對我國正推動之「循環經濟與淨零轉型」議題，由經濟部工業局及臺灣生質能技術發展協會主辦，並邀集相關單位如能源局、標檢局及國內產業共同組團赴日參訪、交流，以建立臺日互動平臺，強化產業科技合作與知識學習雙向交流效果，並瞭解日本淨零排放策略、再生能源推動作法、生質燃料供需情形、RPF 之製造過程與後續利用，以及灰渣再利用/處理之相關政策與作法等內容，以做為國內政策與法令修訂之參考。

貳、實習行程

前往國家：日本

出國日期：112年7月23日至112年7月29日

起迄日	前往國家城市	工作內容
112年7月23日	台北→東京	去程
112年7月24日至 7月25日	東京	拜訪亞太能源研究中心及日本能源經濟研究所，出席「日本生質能混燒發電 FIT 制度現況與探討研習會」
112年7月26日	神戶	參訪西部服務公司神戶廠
112年7月27日至 7月28日	廣島	參訪周南電力有限公司及德島縣煤炭混燒 RPF 王子製紙株式會社富岡工場
112年7月29日	東京→台北	返程

參、實習內容

依據本次實習順序，茲分別說明如下：

一、 拜訪亞太能源研究中心及日本能源經濟研究所

亞太能源研究中心（Asia Pacific Energy Research Center, APERC）為附屬於日本能源經濟研究所（Institute of Energy Economics, Japan, IEEJ）下的研究機構，於 1996 年 7 月在東京成立，其主要目標為促進 APEC 經濟體對全球、區域和國內能源需求與供應趨勢、能源基礎設施發展、以及與區域繁榮（regional prosperity）相關的政策議題等，以努力實現兼顧能源安全、經濟成長和環境品質之目標。

日本能源經濟研究所（IEEJ）旨在從國際經濟的角度針對能源領域進行研究，並以全球的角度來分析日本與亞洲的能源經濟問題，進而提出可做為政策制定依據的基礎資料、資訊和報告，以促進日本能源供應和消費行業的發展，改善人民的生活。

以下就 7 月 24 日交流內容進行說明：

（一）日本實現 2050 年碳中和之策略

為實現 2050 碳中和目標，日本 2030 年溫室氣體減量目標（NDC）由較 2013 年減量 26% 強化為減量 46%（換算約為 760 百萬噸 CO₂e），並進一步挑戰減量 50%，其規劃電力及非電力部門之淨零路徑如圖 1。依圖 1 所示，電力部門排放量約占日本全國 42.7%，電力部門為實現脫碳的最大前提，而日本經產省規劃 14 個碳中和主要發展領域（如圖 2），其中屬於能源 4 項策略包括：

- 優先引入再生能源（離岸風力、太陽光電、地熱）：提高再生能源在 2030 年之發電占比。
- 打造氫能、氨能發電產業：氫氨發電於 2030 年占電源結構的 1%，並於 2050 年全面推廣。
- 穩供基礎下降低火力發電：2030 年穩步淘汰低效能燃煤發電，並以氫氨混燒、碳捕捉、利用與封存(CCUS)等脫碳火電替代，盡可能降低火力發電占比。
- 在安全的前提下重啟核能：努力取信於民，在確保安全的前提下，持續使用核能，在擴大可再生能源的同時盡可能減少依賴。

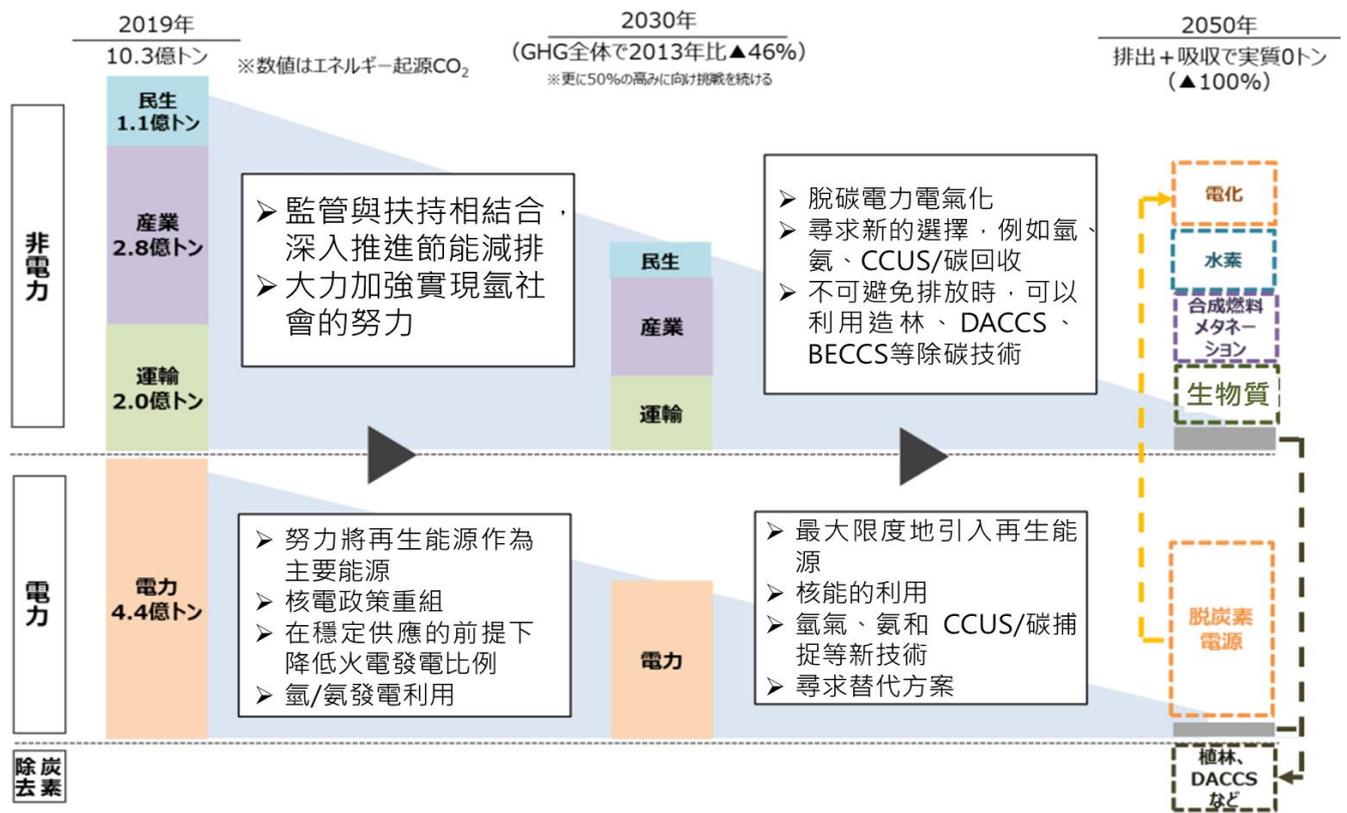


圖 1、日本非電力及電力部門之淨零路徑

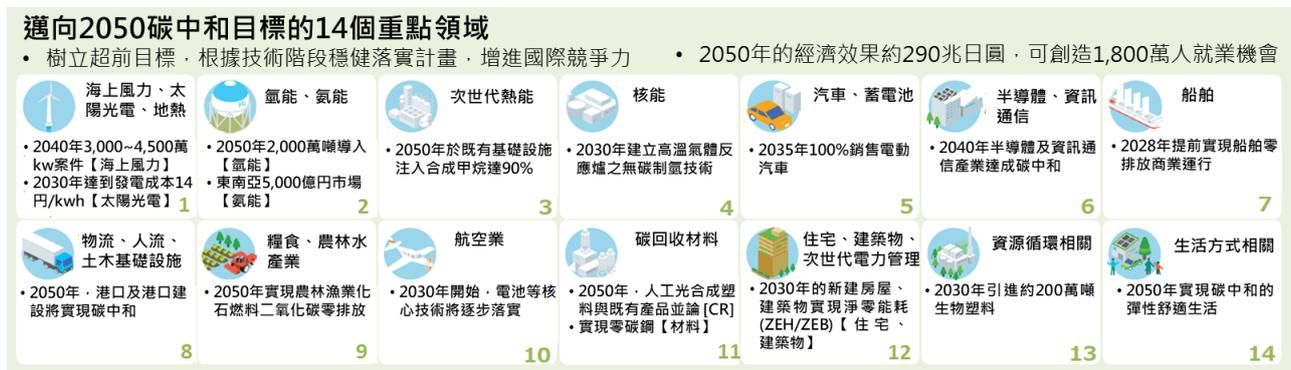


圖 2、日本 2050 年碳中和之 14 項主要發展戰略

(二) 日本 2030 年發電結構目標

電力部門方面，為配合 2030 年減排目標加嚴，日本內閣於 2021 年 10 月 22 日「第六次能源策略計畫」，決議 2030 年之火力發電比例從 2019 年的 76% 降至 41%，非化石發電部分由 24% 提高到 59%（如圖 3），其中 2030 年再生能源部分，太陽光電 14~16%、風力 5%、地熱 1%、水力 11%、生質能 5%，生質能之發電比例目標與風力發電相當；另日本生質能燃料使用類別如圖 4。

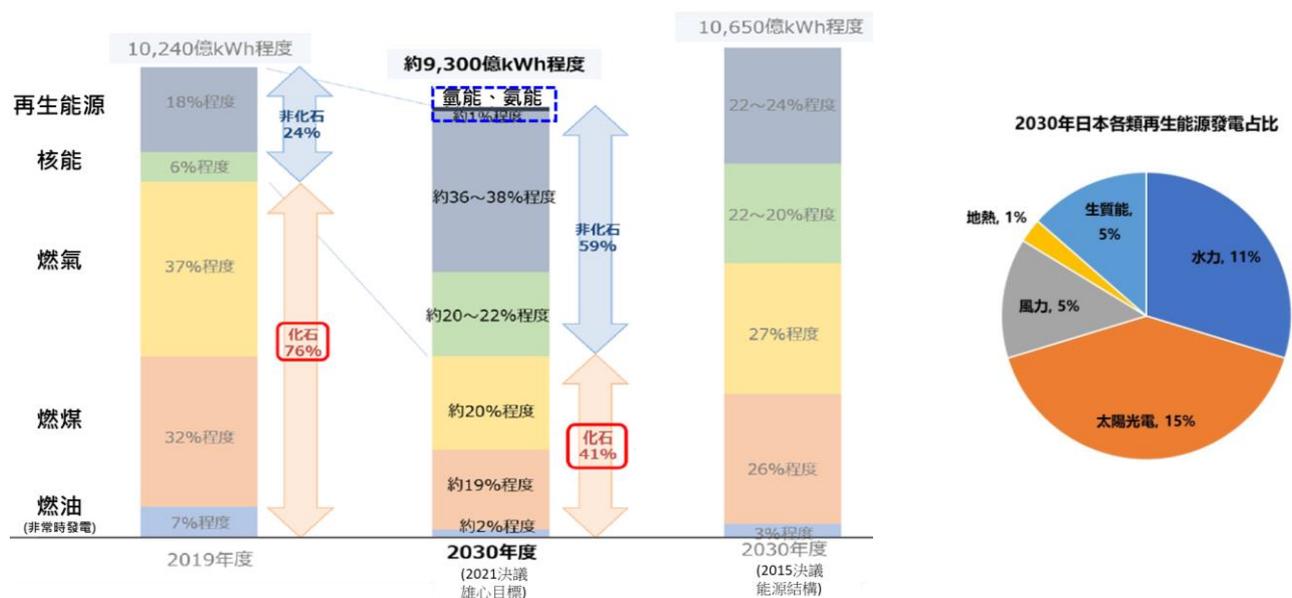


圖 3、日本 2030 年發電能源結構目標調整

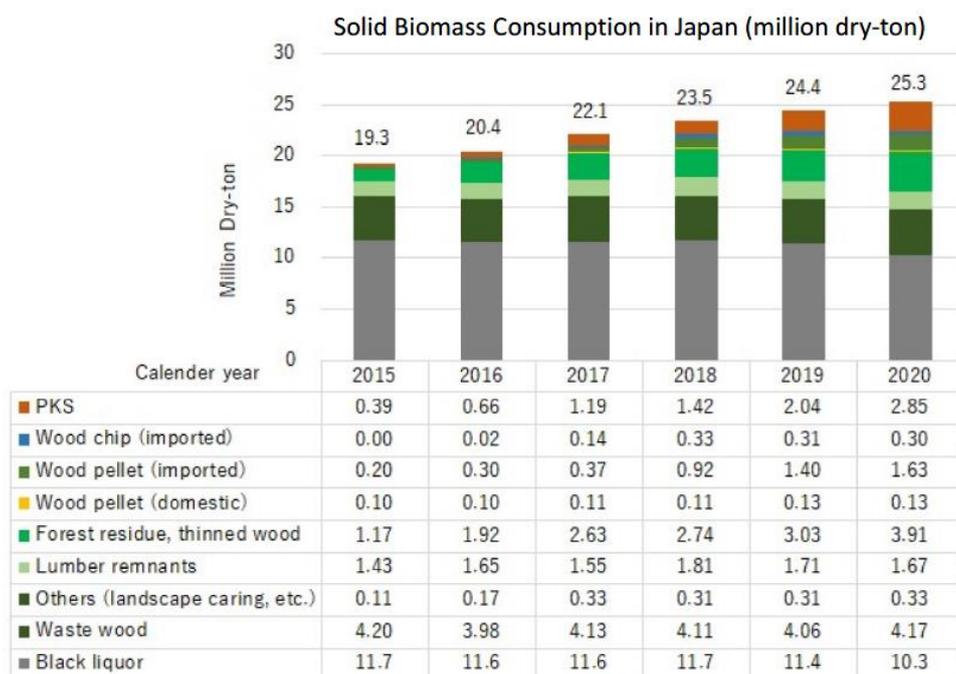


圖 4、日本 2015-2020 年固體生物質消耗量



圖 5、與亞太能源研究中心交流



圖 6、與日本能源經濟研究所合影

二、 日本生質能混燒發電 FIT 制度現況與探討研習會

本研習會與會單位包括日本木質生質能協會、阪和興業株式會社，以及沼田 正俊 Masatoshi Numata (原日本林野庁長官，參與並指導日本 FIT 制度訂定)。

(一) 日本木質生質能協會

日本木質生質能協會(一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協會, Japan Woody Bioenergy Association, JWBA)旨在推廣利用木質生物質發電和供熱，為促進木質生物質能源的利用做出貢獻，主要負責內容包含「制定促進木質生物質能源商業化利用的建議和提案」、「木質生物質能源推廣利用的技術問題與因應對策」、「研究木質生物質能源推廣利用等內容，構建商業模式」、「檢查維持和提高木質生物質燃料(木片、顆粒等)和相關設備的質量與性能措施」、「研究可再生能源電價制度的適當對策」、「促進涉及木質生物質能源利用及相關業務的商務人士之間的合作和意見交流」、「舉辦研討會等促進木質生物質能源的利用」等。



圖 7、日本木質生質能協會分享

(二) 日本固定躉購價格制度(FIT)及溢價補貼制度(FIP)

日本自 2012 年 7 月起開始實施再生能源固定躉購價格制度(Feed-in Tariff, FIT)，以固定之價格及期間躉購再生能源電力，躉購費用由全體國民的電費中分攤回收。隨著全國再生能源逐步擴大設置，日本政府在確保投資誘因及整合市場的方向下，於 2022 年導入溢價補貼制度(Feed-in Premium, FIP)，以降低整個電力市場的系統成本，並有效與市場連結，FIT 制度與 FIP 制度之差異如圖 8。

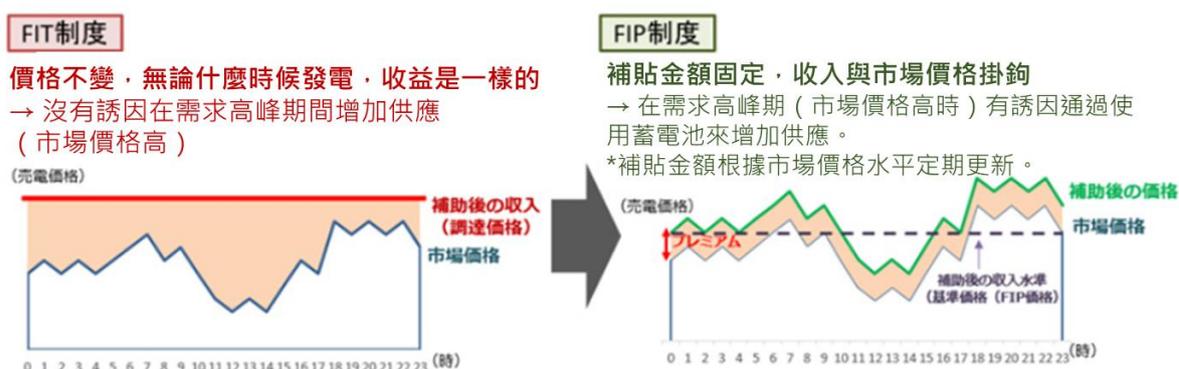


圖 8、FIT 制度與 FIP 制度之差異說明

日本為鼓勵再生能源自發自用及地域綜合利用，若符合特定條件，仍能參與 FIT 制度（如圖 9）。以木質生質能為例，發電設備小於 10,000kW，並為「自家消費型」（自用電力達 30%以上，即向與其簽訂合約之電力公司供應少於 70% 電力的企業）或「地域一體型及地域消費型」（地方政府設置、直接投資，或地方政府營運投資之售電業採購對象），仍可適用 FIT 制度。

電源	FIT (住宅用) FIT (地域活用要件あり)	FIT (入札) FIT (入札対象外) 注1)	FIP (入札) FIP (入札対象外) ※選択可能
太陽光			
風力	FIT (入札対象外)	FIT (入札)	FIP (入札対象外) ※選択可能
地熱	FIT (地域活用要件あり) 注2)		FIP (入札対象外)
中小水力	FIT (地域活用要件あり) 注2)		FIP (入札対象外)
生質能 (一般木質等)	FIT (地域活用要件あり)		FIP (入札)
生質能 (液体燃料)			FIP (入札)
生質能 (その他)	FIT (地域活用要件あり)		FIP (入札対象外)

0 kW 50kW 250kW 1,000kW 10,000kW

圖 9、各類型再生能源適用 FIT 及 FIP 制度之裝置容量門檻

(三) GX 聯盟制度

1. 成立緣由

為實現 2050 碳中和 (Carbon Neutral) 的國家目標，以及兼顧經濟成長，日本經濟產業省 (以下簡稱經產省) 認為必須在減碳排的同時促進產業綠色轉型、提升產業競爭力，使綠色產業成為引領經濟成長的火車頭。因此，經產省透過組織綠色轉型聯盟強化企業與政府的連結，以協力的方式來共同制定相關制度與規範，GX 即為綠色轉型 (Green Transformation, GX) 的縮寫。

2. 基本構想

為實現綠色轉型，日本政府構想整合國際市場具競爭力並積極推動碳中和之企業，並由經產省規劃成立「GX 聯盟」，讓該等積極參與綠色轉型之企業可與政府、學術界及金融界之專家學者透過該聯盟談論如何促進經濟、社會之整體變革，並創造新市場之具體途徑。而整體的變革包括以下幾項，最終加入 GX 聯盟之企業透過此模式達到綠色轉型目標 (如圖10 所示)。

- (1) 透過政府與學校的教育與宣傳，改變消費者的行為意識，使用對環境較為友善之商品。
- (2) 透過學術單位研發低碳/零碳技術，技轉給綠色新創企業。
- (3) 透過政府提供轉型之基礎配套措施，如協助企業獲取資金、建立相關制度。

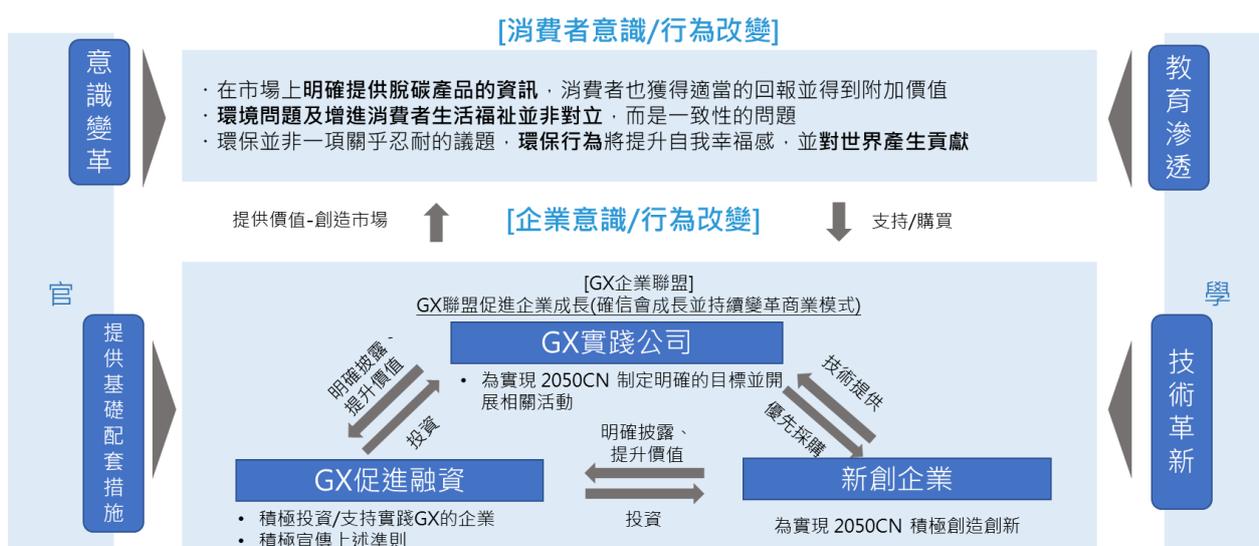


圖 10、GX 聯盟理念

3. GX 聯盟目標

GX 聯盟目標參與之企業，必須努力實現本世紀末增溫不超過 1.5 °C，並設定自身目標且須公開其作法，另外也應透過採購訂單方式，要求上游供應鏈朝減碳邁進。此外透過在生產產品上標示碳足跡標籤，進而培養消費者選用低碳產品之意識（如圖11）。

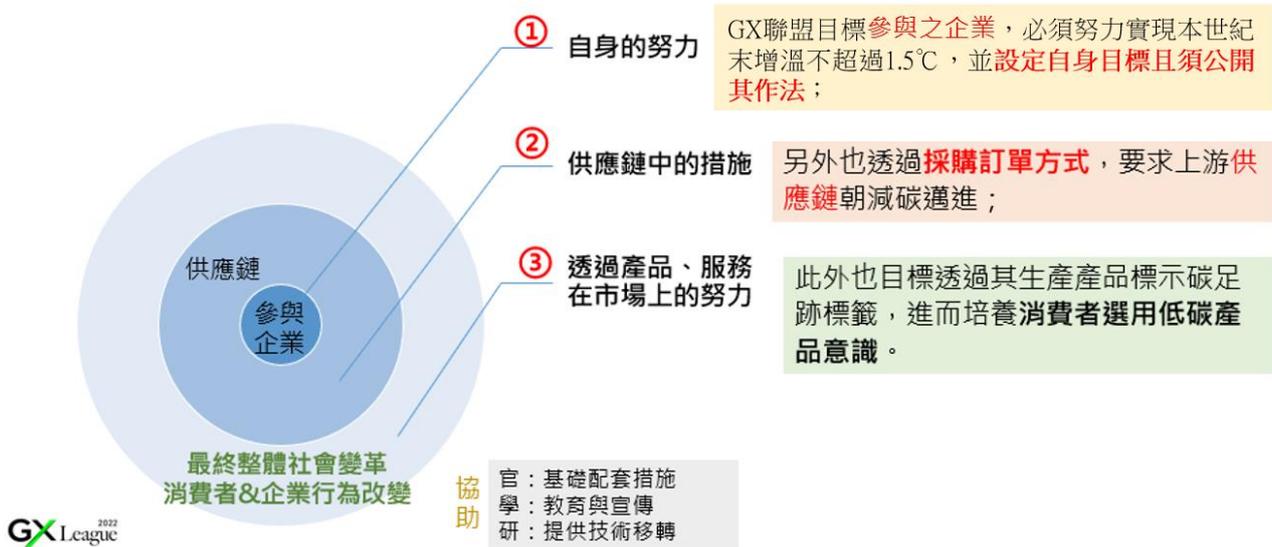


圖 11、GX 聯盟目標

4. 參與 GX 聯盟之企業條件

GX 聯盟依據其目標，進一步設定參與 GX 聯盟之企業條件，可分為「努力減少自身排放」、「努力實現供應鏈碳中和」及「透過產品和服務在市場上的努力」等三個部分（如圖12所示）。

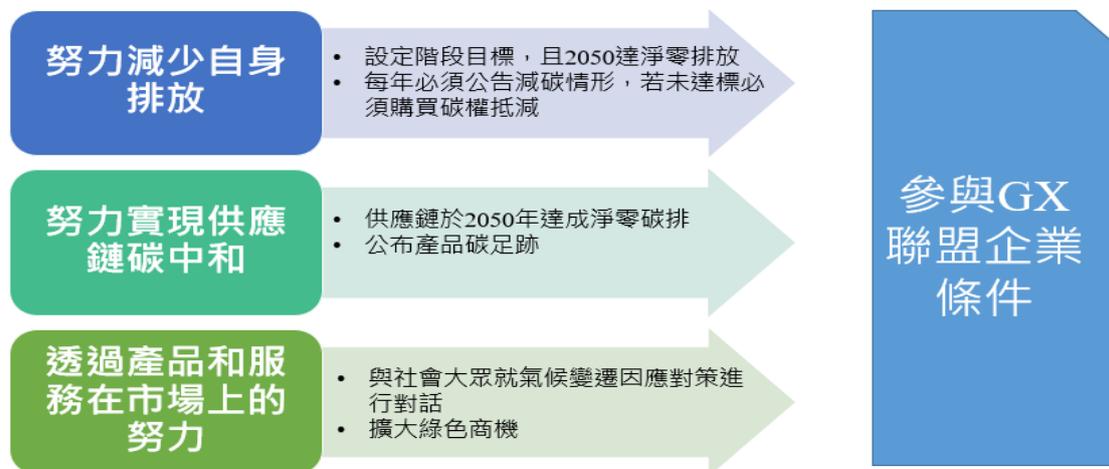


圖 12、參與 GX 聯盟之企業條件

此外，GX 聯盟要求參與之企業制定目標和計畫，並透過市場進行排放信用交易，參加該聯盟之企業必須制定與 2050 年淨零碳排目標具一致性之 2030 年溫室氣體減排目標，以及對應之執行計畫，並於資本市場公開相關資訊。超標減排部分可向國家申請減排額度認證（包含 J-credit、JCM 及國際自願性減量標準之減量額度），並在碳信用市場中進行交易，此外減排額度亦可販售予非 GX 聯盟成員之企業。

5. GX 聯盟募集之企業狀況

截至 2023 年 8 月 1 日止，經產省統計贊同 GX 聯盟基本構想及參與之企業共計 611 家，其中以製造業家數最多共 210 家，其次分別為訊息通訊業（63 家）及服務業（64 家），如圖 13，參與企業的溫室氣體排放量佔日本溫室氣體排放量的 40% 以上。



圖 13、參與 GX 聯盟規則制定之企業

6. 日本後續實現 GX 之基本方針

為達成日本在國際上承諾之淨零排放目標，並增進產業競爭力，以及強化經濟成長等多重目標，日本政府延續 GX 理念，在各個領域投資大量資金，預計在接下來 10 年內將投入超過 150 兆日圓。政府及民間為實現此一大型綠色轉型（GX）投資，規劃 3 項措施如下（如圖 14）：

(一) 發行「GX 經濟轉型債券(暫稱)」：

未來 10 年內規劃取得 20 兆日圓（約 4.4 兆元新台幣）之資金，每年度發行額度將由國會批准。

(二) 改善碳定價制度：

包含碳權交易、發電業者碳權拍賣、碳稅等。預計 2023 年由 GX 聯盟試行碳權交易，以企業自願參與為主，並於 2026 年全面施行；後續於 2028 年引進碳稅，針對化石燃料進口業者課徵。

(三) 活用新的金融手段：

包括確立「綠色債券指引」及建立轉型融資評估框架等方式吸引私部門投資，與政府及民間金融機構合作以擴大投資，推動永續金融措施。

(四) 國際擴展戰略：

建立國際綠色產品評估制度，同時推動「亞洲零排放共同體」，在「亞洲能源轉型倡議」下制定碳中和路徑圖，並透過政府機構(如日本國際協力銀行等)提供財政支持。



圖 14、日本未來 10 年之 GX 基本方針藍圖

三、 拜訪西部服務有限公司神戶廠

西部服務公司為阪和興業株式會社旗下之事業廢棄物處理廠，其成立於 1988 年，共計有神戶及大阪兩廠，本次參訪對象為神戶廠，該廠於 2002 年取得 ISO14001 認證，以強化其廢棄物回收管理體系。

神戶廠占地約為 2000 坪、廠房建築面積約 1200 坪，主要機械設備包含機械分選機及磁選機、二軸破碎機、風力分選機、光學分選機、單軸破碎機、RPF 成型機、壓縮打包機等，整廠配置圖如圖 15、製造流程如圖 16。其主要製程包括廢棄物進廠後先稱重，接著透過破碎機進行粗破碎，並進行磁選，再進行細破碎，將廢棄物破碎至 50 毫米至 60 毫米的尺寸，再進行風選，依比重大小進行分類，最後則使用 Unisort 光學紅外線分揀機來剔除不適合做為 RPF 原料的廢料(PVC)，而產品則依客戶需求，選擇進行造粒或不造粒(直接壓縮捆包)。



圖 15、西部服務株式會社神戶廠配置圖



圖 16、西部服務株式會社神戸廠 RPF 製造流程

西部服務有限公司神戸廠收取廢塑料及廢紙進行處理製造 RPF (Refuse Paper and Plastics)，每月 RPF 產量約 2,000 公噸，包含兩條生產線，一條收取含氯量較低之廢塑料及廢紙混合製成符合 A 級之 RPF；另一條收取含氯量較高之廢塑料及廢紙，以光學分選取出其中 PVC (含氯塑膠) 製成 C 級 RPF 販售，提供工業用鍋爐使用。由於日本國內 RPF 生產者日益增加，競爭激烈，使用者對於 A 級 RPF 品質要求一直被提高，且 A 級 RPF 是採販售(到廠價顆粒狀約 3~5 日元/公斤，散料約 2~3 日元/公斤)，而 C 級則為補貼運費供廠商使用，故該廠目前只生產 A 級與 C 級之 RPF，如需 B 級產品，則採用 A 級及 C 級產品混摻後而得。目前日本 RPF 分級標準，主要針對熱值、水分、灰分及總氯含量進行分類，如表 1。

表 1、日本 RPF 分級標準

品種/等級	RPF 分級			測量方法
	A	B	C	
高熱值 MJ/kg	≥25	≥25	≥25	JIS Z 7302-2
Kcal/kg	≥5,981	≥5,981	≥5,981	—
水分 (wt.%)	≤5	≤5	≤5	JIS Z 7302-3
灰分 (wt.%)	≤10	≤10	≤10	JIS Z 7302-4
總氯含量 (%)	≤0.3	0.3-0.6	0.6-2.0	JIS Z 7302-5

RPF 為 Refuse Paper and Plastics 的縮寫，是一種主要由工業廢棄物中難以回收的廢紙和廢塑料製成的高級固體燃料，做為煤炭等化石燃料的替代品，RPF 被應用於許多行業，包括大型造紙公司、鋼鐵公司和石灰公司，RPF 具有以下特點：

1. 品質穩定

採用有明確生產歷史的工業廢棄物或經過分類的工業廢棄物為原料，質量穩定。

2. 可以控制熱量

只需根據鍋爐規格等改變廢紙和廢塑料的混合比例即可改變發熱量。

3. 高熱值

由於以廢塑料為原料，因此具有較高的熱值，可做為煤、焦炭等化石燃料的替代品。

4. 良好的操控性

由於 RPF 固態且緻密，具有優異的儲存特性。

5. 鍋爐等燃燒爐的簡易廢棄處理

由於質量穩定，雜質少，幾乎不存在因氯氣引起的鍋爐腐蝕，產生的硫磺氣體少，有利於廢棄處理。

6. 與其他燃料相比較為經濟

目前的價格低於煤炭的 1/4 至 1/3，可減少化石燃料的成本。由於灰分率為煤炭的 1/3 以下，因此可以降低灰分處理成本。



圖 17、西部服務公司神戶廠 RPF 產品



圖 18、西部服務公司神戶廠散裝 RPF

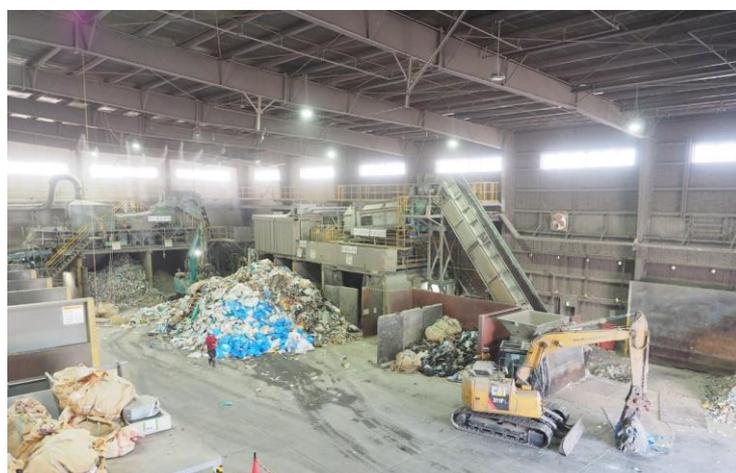


圖 19、西部服務公司神戶廠廢棄物處理(一)



圖 20、西部服務公司神戶廠廢棄物處理(二)



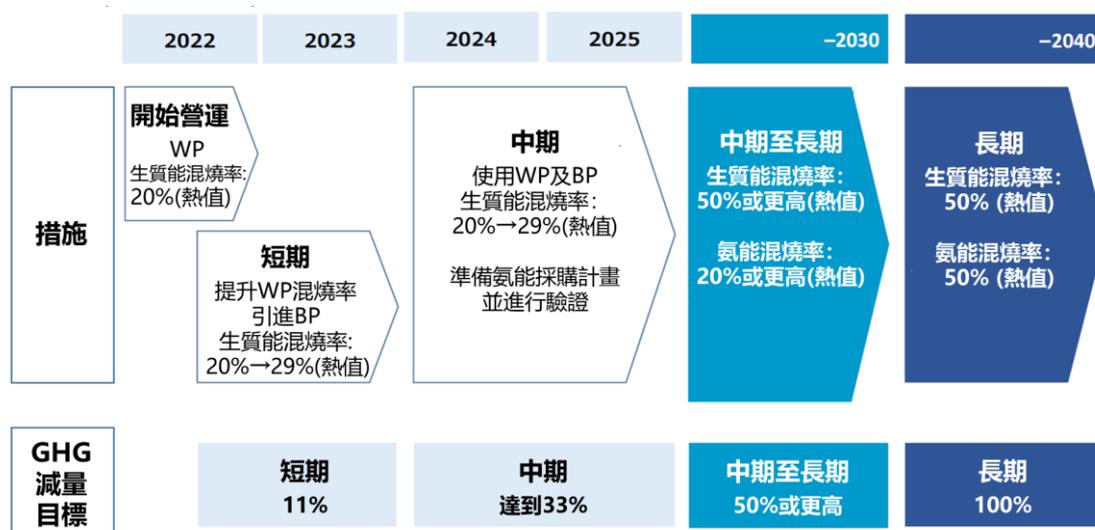
圖 21、西部服務公司神戶廠參訪合照

四、 山口縣木質顆粒煤炭混燒發電廠 周南電力公司

周南電力有限公司（周南パワー株式會社）為丸紅清潔能源公司（丸紅クリーンパワー）旗下之電力公司，使用木質顆粒燃料與煤炭混燒，以減少溫室氣體排放並減少煤炭使用量。其自 2022 年 9 月 1 日開始運轉，裝置容量 274 MW，燃料使用煤炭（石炭）與木質顆粒（木質ペレット）混燒。

該電廠至 2050 年前之淨零轉型路徑圖（如圖 22），在營運開始階段，使用混燒率約為 20% 之白色木質顆粒（熱值較低）。但考量未來進一步減少溫室氣體排放，該電廠規劃逐步提高白色木質顆粒之混燒率，並視情況引入黑色木質顆粒（熱值較高），目標將混燒率提高到約 29%。假設必要的技術和經濟條件具備，電廠目標至 2025 年左右將以黑色木質顆粒為主，混燒比例提高到 50%，將可減少約 33% 溫室氣體排放。該廠混燒後之灰渣主要（90%）送至德山水泥廠做為原料使用，或依 JIS 規定於大型工程中與混凝土混拌使用，另有少部分（10%）則採掩埋處理。據該廠說明後續混燒生質物超過 50% 以上時，其灰渣將不再進行再利用，而改採掩埋處理。

配合日本政府的 2050 年碳中和宣言要求電力業脫碳，特別是溫室氣體排放量較大的火力發電廠，需盡快開發示範利用氫、氨技術並實現實用化。因此，該電廠將評估使用氨能做為發電廠的主要燃料，希望至 2040 年實現淨零排放。為確保計畫的可靠性和有效性，該公司獲得第三方日本信用評級機構（JCR）的評估報告，確保路徑圖每個階段的技術可行性。



註：1. WP (White pellets) 為白色木質顆粒，熱值較低；BP (Black pellets) 為黑色木質顆粒，熱值較高。

2. GHG 減量目標，係指與營運開始時相比，溫室氣體排放量減少的百分比。

圖 22、周南電力公司之淨零轉型路徑圖

表 2、周南電力公司之案場資訊

位置	山口縣周南市
發電方式	燃煤混燒生質能發電
建設完成/開始運營	2022 年 8 月 / 2022 年 9 月
併網時間	2021 年 9 月
功率輸出	274 MW
發電效率	43%
發電公司	周南電力有限公司



圖 23、周南電力混燒發電廠

五、 參訪德山下松港生質燃料卸載與輸儲

阪和興業株式會社為日本一家綜合大型商社，成立於 1947 年，主要經營鋼鐵、建材、金屬、石油、食品、木材、水泥、機械等產品的國內銷售和進出口業務，並擁有木質顆粒及棕櫚殼之生產、進口、使用等一條龍之運作經驗。阪和木質顆粒來源主要為馬來西亞、泰國及越南，未來將供給日本生質能電廠使用(如圖 24)。



圖 24、阪和木質顆粒

本次參訪德山市 PKS 料場為目前阪和在日本境內最大的 PKS 儲料場，利用德山港進行裝卸貨，並分裝調度，裝卸作業與倉儲管理則委託德山海陸運送株式會社管理。

阪和興業株式會社介紹木質顆粒的保存方式主要有以下三種(如表 3~5)：

表 3、倉庫保存之優缺點

<p>優點：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 簡易的運作模式 倉庫保存最大的優勢就在於他的運作模式非常容易。只需要在發電廠附近建設一個倉庫就可以很方便的儲存木質顆粒。2. 分別管理 倉庫裡可以建立幾個不同房間，分別管理不同批次的木質顆粒。	<p>缺點：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 容量問題 日本的木質顆粒倉庫大多容量很小，物流管理運作很複雜。2. 消防問題 木質顆粒倉庫火災事件常發生，建立倉庫難以取得消防許可。3. 初期投資費用問題 15,000 MT 的木質顆粒倉庫約需 15 億日元以上的費用。4. 粉塵問題 木質顆粒的粉塵會進入鏟車抓機等設備的發動機，增加火災風險。
---	--

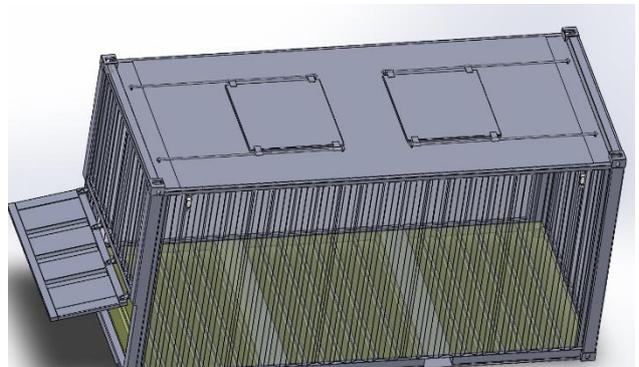


表 4、筒倉保存之優缺點

<p>優點：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 分別管理 不同批次木質顆粒可以裝進不同筒倉，實現簡易分別管理。2. 可控制溫度 筒倉基本都會設有溫度計，可以時刻掌握筒倉溫度，防止火災發生。3. 計量功能 筒倉排出口都設有計量器（稱重裝置），有計量功能。	<p>缺點：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 容量問題 日本現有筒倉多為穀物用，很少有能切換給木質顆粒使用的。2. 高額的初期投資 日本的筒倉多為穀物用，改造成木質顆粒的需要很高的初期投資，以及保存木質顆粒需取得消防認證，將增加更多成本。3. 消防問題 木質顆粒倉庫火災事件常發生，建立筒倉難以取得消防許可。
	

表 5、特殊集裝箱保存

<p>優點：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 更詳細的分別管理 1 個集裝箱可保管 19-20 MT 木質顆粒，可簡單區分不同批次貨物。2. 可調節溫度 有附帶溫度計，可時刻監控溫度，防止火災發生。3. 防止火災擴散 與倉庫、筒倉的保管不同，每個集裝箱都只裝有少量木質顆粒，降低火災發生的損害。4. 消防問題 因有上述特徵，消防許可的取得相對容易。5. 初期投資的費用低 初期投資費用在倉庫、筒倉的一半以下。6. 解決粉塵問題 倉庫粉塵不只會增加火災風險，也會對現場工作人員的健康產生影響。集裝箱可以完全解決這個問題。	<p>缺點：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 需要定期保養 特殊集裝箱由很多部件所組成，約需 2-3 年 1 次部品交換以及保養。2. 地面強度的要求 特殊集裝箱比一般集裝箱高約 30cm，容積也大約增加 12%，所以比一般集裝箱的存放需要更大的地面強度來堆積存放。
---	---



日本德山港特殊集裝箱規格

- 集裝箱尺寸：寬 2.438m × 長 6.058m × 高 2.896m、重量 2.5 MT
- 木質顆粒裝載量：每台 19~21 MT
- 木質顆粒進入口：長方形，從集裝箱頂部朝上打開
- 木質顆粒排除口：扁長方形，向上打開（排除口設計在側面可自由開關）
- 集裝箱頂部：雨水無法積累之設計
- 集裝箱編號：每個集裝箱都有編號標記，方便識別保管



圖 25、日本德山港集裝箱



圖 26、與阪和興業與德山海陸株式會社合影

六、 參訪德島縣煤炭混燒 RPF 王子製紙株式會社富岡工場

王子製紙株式會社（OJI Paper Co., Ltd）富岡工場位於德島縣阿南市豐益町，是王子製紙株式會社在日本擁有的九家工場之一，自 1959 年 8 月開始營運。2009 年 2 月引進生產銅版紙（小冊子、傳單、雜誌等）的新機器，做為生產原始銅版紙之大型最先進的造紙和塗佈設備。

王子製紙富岡工場為世界上最大的造紙廠之一，過去每年使用重油 10 萬千升，但現在已經實現了重油的零使用，這是因應全球暖化而付出努力的成果。王子製紙集團大力推進「森林循環利用」，即從環境、社會、經濟的角度出發進行適當管理的可持續森林經營，以及有效利用資源的「紙張循環利用」。該廠積極致力於因應全球暖化，推動化石燃料轉換為廢棄物燃料，於 2008 年引進了新能源（生質能）鍋爐（如圖 27、28），達到重油的零使用。



圖 27、王子製紙富岡工場

富岡工場的汽電共生系統整體效率約為 65%（蒸汽回收率約 70%）。主要由 2 台鍋爐、4 台氣渦輪機運行，總燃料消耗量中約 50%為黑液，約 25%為廢塑料，其餘為木屑、RPF、漿紙污泥等物質混燒，並輔以煤炭做為輔助燃料和調整燃料缺口，工場 90%以上的燃料消耗已轉化為非化石燃料，可見其在減碳方面所做的努力。

表 6、富岡工場主要鍋爐/氣渦輪機設備規格

編號	設備名稱	設備能力	種類	備註
10RB	10 號鍋爐	290 t/h (515°C)	黑液回收鍋爐	燃料：黑液
11CFB	11 號鍋爐 (生質能鍋爐)	320 t/h (485°C)	流體化床鍋爐	燃料：廢塑料、 木屑、RPF、造紙 污泥、煤炭
4T	4 號氣渦輪機	18,000kW (6MPa)	抽氣、背壓	抽氣壓力： 1.2MPa、0.25MPa
5T	5 號氣渦輪機	20,000kW (6MPa)	抽氣、冷凝水	
6T	6 號氣渦輪機	38,000kW (10MPa)	抽氣、冷凝水	
8T	8 號氣渦輪機	32,000kW (6MPa)	冷凝水	—

註：黑液為造紙工業燒鹼法及硫酸鹽法的副產物，其含有大量的懸浮性固體、有機污染物和有毒物質，直接排放到水體中會造成嚴重的污染。依據《再生能源發展條例》第 3 條第 2 款規定：「生質能指農林植物、沼氣及國內有機廢棄物直接利用或經處理所產生之能源」，故能源局將黑液做為燃料使用（一種有機廢棄物）定義為生質能。

在紙張乾燥過程中採用液化天然氣做為乾燥輔助燃料，通過燃料的轉型，2008 年的二氧化碳排放量已較 1990 年減少近 40%。此外，該廠有效利用鍋爐灰做為德島縣瀝青路面的再生路基材料。



圖 30、王子製紙株式會社富岡工場參訪合照(一)



圖 31、王子製紙株式會社富岡工場參訪合照(二)

肆、心得與建議

經本次日本實習之過程，瞭解日本規劃之淨零排放策略，溢價補貼制度(Feed-in Premium, FIP)，GX（綠色轉型，Green Transformation）制度、以及 RPF 之製造過程與後續利用，茲就所得資料及實習心得提出建議如下：

- 一、針對 2050 淨零排放目標，日本已規劃 14 個策略，其中能源相關部分與我國類似，後續若減碳技術更為商業及普及化，如氫能、氨能發電技術，以及碳捕捉、利用與封存(CCUS)等脫碳火電技術等，建議可派員與日本電力業做更進一步的交流。
- 二、為有效降低整個電力市場的系統成本，以及推動再生能源發展，日本於 2022 年導入溢價補貼制度 (Feed-in Premium, FIP)，並與固定躉購價格制度 (Feed-in Tariff, FIT) 併行，我國制度與日本的 FIT 類似，僅以固定價格向業者收購再生能源，針對 FIP 制度其相關政策及獎勵措施應可做為我國推動再生能源之參考。
- 三、本公司興達燃煤 1 號機除役後，將改裝為專燒木質顆粒之生質能發電機組，考量木質顆粒具有自燃之特性，建議可參考日本阪和興業針對木質顆粒之保存方式，另如周南電力有限公司混燒後之灰渣主要(90%) 送至德山水泥廠做為原料使用，或於大型工程中與混凝土混拌使用，然若混燒生質物超過 50% 以上時，其灰渣將以掩埋處理，故針對專燒木質顆粒灰渣去化，仍是一個需待解決之問題。
- 四、有關日本由政府機關、學術界、民間產業共同合作之 GX 聯盟制度，包含許多面向，可持續觀察其帶來之減碳成效，並視國情參考相關減碳措施及策略。
- 五、因本次參訪之時程較為緊湊，沒有機會實地到周南電力混燒發電廠進行參訪，該廠於 2022 年開始營運，並規劃逐步提高木質顆粒燃料混燒比例，以減低燃煤使用量，建議未來本公司可派員了解混燒過程所遭遇之困難、灰渣處理以及如何訂定合適之混燒比例等議題。