

出國報告（出國類別：開會）

出席亞太經濟合作（APEC）
利用零碳能源促進電力部門去碳化
研討會
會議報告

服務機關：經濟部能源署

姓名職稱：王偉如科長

派赴國家：韓國釜山

出國期間：113年9月4日至7日

報告日期：113年10月28日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：出席亞太經濟合作（APEC）利用零碳能源促進電力
部門去碳化研討會會議報告

頁數 12 含附件：是否

出國計畫主辦機關 / 聯絡人 / 電話

經濟部能源署 / 王偉如 / (02) 2775-7659

出國人員姓名 / 服務機關 / 單位 / 職稱 / 電話

王偉如 / 經濟部能源署 / 能源政策及氣候變遷組 / 科長 / (02)
2775-7659

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會

出國期間：113 年 9 月 4 日至 9 月 7 日

報告期間：113 年 10 月 28 日

出國地區：韓國釜山

分類號/關鍵詞：亞太經濟合作（APEC）、零碳能源

內容摘要：

此次出國之主要任務係出席亞太經濟合作（APEC）利用零碳能源促進電力部門去碳化研討會(APEC Workshop on Promoting Decarbonization of Power Sector By Using Carbon-Free Energy(CFE))，主題圍繞推動電力部門去碳化及促進零碳能源（CFE）的應用。會議由韓國能源經濟研究所（KEEI）主辦，參與成員包括 APEC 經濟體的政府官員、私部門代表及國際組織專家。討論重點涵蓋再生能源、氫能、

核能等技術的最新應用及政策挑戰，並提出了如何應用這些技術來達成區域碳中和目標的策略建議。

重要議題包括全球碳中和技術趨勢、政策實施與 CFE 擴展策略、私部門在 CFE 發展中的角色，以及未來的技術合作方向。會議強調了私部門在減碳供應鏈及投資中的合作機會，並探討了儲能系統、氫能及電網現代化等技術的跨國合作，以支持政策制定者推動 CFE 技術的發展，加速 APEC 成員經濟體實現更廣泛的區域碳中和目標。

目次

壹、會議目的	1
貳、會議經過	2
參、心得與建議	10
附件.....	11

壹、會議目的

一、會議背景

亞太經濟合作（APEC）區域內的電力供應仍高度依賴化石燃料，對於減少碳排放及應對氣候變遷壓力的需求日益增強。隨著各成員經濟體在去碳化進程中的持續發展，零碳能源（CFE）的技術應用成為達成 APEC 區域碳中和目標的關鍵。本次會議由韓國能源經濟研究所（KEEI）主辦，針對電力部門的去碳化問題進行深入探討，並邀請各經濟體的政府官員、私部門代表及國際組織專家，共同探討 CFE 技術的應用挑戰及相關政策的有效性。

本會議作為 APEC 的工作坊之一，特別重視新興能源技術如氫能、氨能及儲能系統等對於電力部門去碳化的重要性，同時亦評估了再生能源、核能的現況及發展潛力。為了達成碳中和目標，各成員國需根據自身資源及需求制定合適的技術和政策，並透過跨國合作共享技術經驗，以克服技術和經濟方面的挑戰。

二、會議目標

本次會議旨在推廣碳中和能源技術的應用，促進 APEC 成員經濟體在電力部門中採用再生能源、核能、氫能及氨能等多樣化的碳中和技術，以逐步減少對化石燃料的依賴，並提升電力供應的穩定性。此外，會議希望通過跨國技術與政策的合作，分享各經濟體在政策實施與技術應用的成功經驗，協助各成員提升能源效率並增加碳中和能源的供應。同時，針對儲能系統的優化和電網穩定性的技術挑戰進行探討，以確保再生能源在電力系統中的穩定整合。會議亦期望鼓勵私部門積極參與 CFE 技術的開發與應用，加強其在減碳供應鏈中的合作，成為推動電力部門去碳化的重要助力。

貳、會議經過

一、會議時間：於 113 年 9 月 5 日至 6 日舉行，為期兩天。

二、會議地點：位於韓國釜山 BEXCO 會議中心的 106 至 108 廳。

三、與會人員：邀請了 APEC 成員經濟體的政府官員、能源政策專家、私部門代表，以及來自國際組織的專家學者。參與者包括在電力部門政策實施、再生能源技術開發與應用等領域的專業人士，並涵蓋核能、氫能及碳捕集技術的研究者。

四、會議主席：由 KEEI 的資深研究員金秀仁擔任。

五、會議議程：

(一) 113 年 9 月 5 日：

1. 議題一：認識零碳電力需求的全球趨勢。
2. 議題二：擴大無碳電力的政策趨勢-以韓國加強電網系統為例。
3. 議題三：強化私部門於無碳電力角色-從韓國產業角度看零碳能源採購與需求。

(二) 113 年 9 月 6 日：

1. 議題四：創新零碳能源科技趨勢-討論再生能源、核電、氫能等零碳能源的創新技術，並分享最佳案例。

六、討論重點紀要：

(一) 議題一：認識零碳電力需求的全球趨勢

隨著氣候變遷的威脅加劇，亞太經濟合作（APEC）成員經濟體面臨著增加碳中和能源應用的迫切需求。亞太能源研究中心（APEREC）和國際能源署（IEA）在近期報告中強調了全球零碳電力的需求增長，並提出了促進能源結構轉型的政策建議。透過推廣包括氫能、氨能和 CCUS（碳捕集與封存）等技術，APEC 成員國有望實現更穩定且環保的電力供應。

1. APEREC 報告重點：

(1) 零碳能源的定義

A.狹義定義僅涵蓋零排碳燃料與技術。

B.廣義定義則包括顯著減少排放的技術，即使不完全零碳，例如再生氫、氨等低碳能源技術。

(2)APEC 區域電力結構變遷：根據 2022 年數據，APEC 區域零碳及碳中和能源占總發電量的 37%，顯著高於 2000 年的 31.4%。太陽能與風能成長顯著，二氧化碳排放量卻仍持續增長。為逆轉此趨勢，各國需投入新技術和大量資金。

(3)挑戰與應對策略：雖然技術進步推動了零碳能源的增長，但經濟可行性、電網穩定性、資金投入及市場准入障礙仍是主要挑戰。各國需依自身狀況調整電力結構，並加強國際合作以實現碳中和承諾。

2.IEA 報告重點：

(1)潔淨能源技術的迅速增長：太陽能、風能、電動車及電池儲能技術的應用正持續增長。預計到 2024 年，太陽光電投資將達 5,000 億美元，成為全球能源轉型的重要驅動力。

(2)碳排放挑戰：儘管潔淨能源部署有所進展，2023 年全球排放量仍創新高。IEA 報告強調，進一步推動電氣化和減少化石燃料依賴是降低排放的關鍵。

(3)技術應用與電網穩定性：各國需確保電網具備足夠的靈活性和可靠性，以適應再生能源的波動性。為支持長期減碳目標，各經濟體需強化儲能設備並考慮氫能貿易的潛力。

3.零碳能源應用中的挑戰與合作機會：

APERC 和 IEA 報告均指出，隨著全球對零碳電力的需求增加，各國在實施能源轉型過程中面臨資金、技術及基礎設施建設方面的挑戰。各經濟體應根據其資源、技術潛力和政策偏好來調整能源結構，並透過國際合作克服這些障礙。特別是新興經濟體需要更多技術支持，以加速再生能源和碳中和技術的應用，達成碳中和目標。

全球推動零碳電力的趨勢顯示能源轉型的緊迫性，各國需在政策支持和技術創新上持續加強，並透過共享技術經驗解決資金和基礎設施方面的限制。各經濟體需積極參與跨國合作，以促進潔淨能源的普及，最終實現能源系統的穩定低碳化。

(二) 議題二：擴大無碳電力的政策趨勢-以韓國加強電網系統為例

韓國在推動無碳電力併網政策時，針對未來 10 至 15 年的能源結構目標、電網擴展需求、儲能技術發展及居民接受度等方面設立了多項政策措施。以下為韓國在擴大無碳電力政策方面的具體規劃：

1. 韓國無碳能源在電力結構中的目標：

(1) 2023 年現狀：無碳能源占韓國電力結構的 39%。

(2) 2030 年目標：韓國計劃將無碳能源比例提高至 53%，推進能源結構的清潔化。

(3) 2038 年目標：到 2038 年，將無碳能源的占比提升至 71%，進一步實現能源供應的零碳轉型。

2. 面臨的主要問題與挑戰：

(1) 再生能源過剩與棄電問題：隨著無碳能源發電的增加，韓國出現了再生能源供過於求的情況，為防止電網超載，部分再生能源被棄用。

(2) 解決策略：韓國制定了多項政策，將無碳能源與電網更好地整合，以確保能源穩定性並減少棄電現象。

3. 韓國推動無碳能源併網的主要政策措施：

(1) 電網創新政策（2023 年 12 月）

A. 電網擴展：通過建立東西向和南北向的高壓直流(HVDC)骨幹網絡，以確保無碳能源的高效傳輸。

(A) 東西向骨幹網：由產業通商資源部(MOTIE)專責團隊負責。

(B)南北向骨幹網：設立西海岸 HVDC 專案小組。

B.地方政府與居民參與：鼓勵地方政府參與低於 154kV 區域電網的擴建，並加強對傳輸網周邊地區的支援，以提高居民對電網設施的接受度。

C.電網建設模式多元化：實現道路或鐵路與輸電設施的聯合建設，並擴大私部門參與的範疇，以提高電網建設效率。

(2)儲能系統（ESS）產業發展策略（2023 年 10 月）

A.儲能組合計畫：根據不同需求設置短時和長時儲能系統，並提出詳細的儲能配置計畫。

B.加快 ESS 供應市場：為儲能系統建立專項市場和技術開發計畫，以滿足日益增長的儲能需求。

C.改善安全管理：完善儲能系統的安全管理制度，以提高系統的穩定性和安全性。

(3)國家電網擴張特別法（立法中）

A.法案目標：實現碳中和目標，及時擴展關鍵電網設施，促進穩定供電並推動經濟發展。

B.支援系統建立：簡化項目許可程序，消除法律和行政障礙，並對受影響土地所有者提供合理補償。

C.電網擴展委員會：由總理領導，委員會由約 25 名成員組成，負責選址、衝突調解和系統改進建議的審議。

D.土地使用和補償：明確土地徵用和使用程序，確保在電網設施建設過程中地權人的權益，並給予適當補償。

4.未來政策推行的挑戰：

(1)提高當地居民接受度：韓國輸電網絡建設經常受到當地居民的反對，導致項目延遲。政府已建立支援系統，提供輸電網周邊地區的補助，但仍需要特別立法及政府努力來進一步提高居民的接受

度。

(2)韓國電力公司(KEPCO)財務挑戰：KEPCO 在 2021 至 2023 年間因電價上升出售電力成本增加，累計虧損達 43 兆韓元（約合 320 億美元），加之未來傳輸網投資需求 56 兆韓元（約合 420 億美元），KEPCO 需要顯著改善其財務狀況以滿足投資需求。

（三）議題三：強化私部門於無碳電力角色-從韓國產業角度看零碳能源採購與需求

隨著全球對碳中和的需求增長，私部門在零碳能源的採購和使用中扮演了愈加重要的角色。韓國在推動私部門能源轉型方面面臨一些風險和挑戰，以下是詳細內容：

1.產業主要風險：

- (1)監管風險：政府在推動無碳能源政策和監管時的變動，可能給企業帶來不確定性。
- (2)供應鏈風險：零碳能源的供應鏈需要穩定、持續，但再生能源供應量不足會影響企業穩定採購。
- (3)利害關係人風險：企業在供應鏈、社會影響和股東期望方面面臨挑戰，需要顧及環境責任和市場需求。

2.企業減排策略與再生能源供應挑戰：

- (1)減排措施：韓國企業減少溫室氣體排放的主要方法是使用零碳能源。然而，韓國的再生能源新增供應量逐漸下降，供應不足成為實現減排目標的挑戰。
- (2)需求增長：隨著碳中和目標的推進，企業對零碳能源的需求增長，但供應速度未能跟上需求，使得企業需要擴大再生能源供應。

3.再生能源成本與基礎設施挑戰：

- (1)成本差異：在全球再生能源成本普遍下降的情況下，韓國的再生能源成本卻在上升，增加了企業採購零碳能源的負擔。

(2)基礎設施不足：韓國的電網基礎設施薄弱，無法支持大規模的無碳能源併網，急需擴大電網建設以滿足企業對零碳能源的需求。

(3)購電協議多元化：韓國的購電協議（PPA）模式和合約類型逐步多樣化，以提供更多選擇。但即使協議選擇增多，現有的電力需求仍未被充分滿足。

4.投資吸引力與鼓勵政策：

(1)投資吸引力：韓國在能源轉型方面的投資吸引力處於中低水準。要吸引更多私部門參與，需要進一步優化投資環境。

(2)政策建議

A.稅收優惠：提供投資稅收減免，降低企業轉型成本，吸引更多資本投入零碳能源項目。

B.公私合作：鼓勵政府和私部門合作，以加快零碳能源基礎設施的建設，達成國內外企業與政府間的零碳能源共識。

(四) 議題四：創新零碳能源科技趨勢-討論再生能源、核電、氫能等零碳能源的創新技術，並分享最佳案例

1. 氫、氨火力發電技術趨勢：韓國的能源轉型策略逐步淘汰煤炭，並增加再生能源的使用，以穩定電網。具體步驟如下：

(1)技術演變過程—氣渦輪機過渡

最初以液化天然氣(LNG)氣渦輪機為主，逐步過渡到氫氣和氨的混燒，最終轉變為完全燃氫的氣渦輪機系統，以實現碳中和。

(2)技術發展現況

A.氫氣技術：

(A)研發 50%氫氣混燒燃氣渦輪技術並進行示範。

(B)建設氫氣燃氣渦輪試驗設施。

(C)開發中小型無碳燃氣渦輪發電技術並進行示範。

B.氨氣技術：研發煤鍋爐氨 20%混燒技術並進行示範，以減少碳

排放。

(3)未來考量

- A.氫來源問題：氫的供應可選擇自產或進口，且需要建立相關基礎設施。
- B.成本考量：使用氫和氨作為燃料可能會增加電價，經濟性需要進一步研究。
- C.氨作為氫載體：氨基礎設施的建立也在討論中，以便於未來氫的輸入。

2.核能發電技術趨勢：隨著核能的需求增加，韓國核能技術逐步發展，以應對全球核能市場的需求。

(1)核能裝置容量目標

- A.全球市場趨勢：到 2050 年，全球核能裝置容量預計倍增，並主要分布在中國及其他新興市場。
- B.小型模組反應爐(SMR)市場：預計 2035 年，SMR 市場容量可達 65 至 85 GW，主要集中在美國、英國、俄羅斯及中國，顯示出該技術在多個國家的需求增長。

(2)韓國 i-SMR（智慧型小型模組反應爐）發展概況

- A.基本設計完成：2023 年完成 i-SMR 的基本設計，並進入標準設計流程。
- B.標準設計許可：韓國計劃在 2028 年獲得 SDA 許可，並在 2030 年代初期啟動首台 i-SMR 機組（FOAK）建設。

(3) SMART 反應爐與 I-SMART 的技術提升

- A.SMART 反應爐：由韓國原子能研究所（KAERI）於 2012 年設計，標誌著韓國在 SMR 技術上的重要進展。
- B.I-SMART 反應爐：在 SMART 反應爐的基礎上進行了優化和升級，相較於 SMART 設計，I-SMART 的電力輸出提升了超過

55%，同時減少了核廢料的產生，並延長了系統壽命，增強了經濟性與環保效益。

(4) 韓國 i-SMR 計畫的特點與優勢

A. 安全性與建設成本：目標將安全性控制在低於每反應器年 $1.0E-9$ 的水平，建設成本預期低於每 kWe 3,500 美元，並計劃延長設計壽命至 80 年。

B. 合作模式：i-SMR 項目結合了產業界、學術界和研究機構的力量，致力於推動 SMR 技術在國內外的發展，以滿足未來的能源需求及應對氣候挑戰。



圖、APEC 經濟體代表大合照

參、心得與建議

一、提升私部門參與的積極性

許多經濟體分享了私部門在碳中和技術發展中的貢獻，但也指出企業面臨的監管和資金挑戰。因此，我們應積極推動國內政策改革，鼓勵私部門參與無碳能源技術的開發與應用，並通過稅收優惠或投資補助等激勵政策，提升企業在減碳供應鏈中的角色。

二、加速技術合作以解決資源限制

氫能和氨能等技術在去碳化過程中具重要發展潛力。然而，相關技術仍需克服，如基礎設施、成本 and 技術標準方面等限制。建議我國加強與 APEC 成員在氫能和儲能技術方面的合作，共同研發並研商標準化技術，以進一步降低技術成本，提高資源利用效率。

三、推動儲能系統的研發及應用

在確保再生能源穩定供應及電網安全運行下，儲能系統的發展係為關鍵。我們應擴大對儲能技術的投資，並考慮引進或合作開發最新的儲能技術，如氫儲能和高效電池系統，以提升國內再生能源併網的靈活性和穩定性。

四、推動跨國政策合作機制

隨著全球各經濟體加速向低碳能源轉型，反映出跨國政策協同的必要性。各國應就技術標準、政策支援和資金支持等方面建立多邊合作機制，以促進碳中和技術的應用，尤其是針對氫能和小型模組反應爐（SMR）等新興技術。建議我國積極參與 APEC 相關技術與政策的跨國協作，分享最新技術動態和應用經驗。

**ANNEX I
DRAFT AGENDA**

**APEC WORKSHOP ON PROMOTING DECARBONIZATION OF POWER SECTOR
BY USING CARBON-FREE ENERGY(CFE)**

Date: 05-06 September 2024

Time zone: GMT+9

Theme : APEC's Path to Carbon-Free Future: Empowering the role of Carbon-Free Energy Generation

September, 5	Opening + Session 1~3
09:30-10:00	<p>[Opening Session]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facilitating decarbonization in power sector of APEC region: Overview of the current state of the power sector in the APEC region; Importance of transitioning to carbon-free energy sources to mitigate climate change
10:00-11:30	<p>[Session 1] Global Trends in Recognizing the Need for Various Carbon-Free Power Sources</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentation & Panel Discussion - Main Topic Enhancing the recognition of the necessity of various carbon-free power sources, as highlighted in discussions from international conferences and organizations
11:30-13:00	Lunch
13:00-14:30	<p>[Session 2] Policy Trends for Expanding Various Carbon-Free Power Sources</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentation & Panel Discussion - Main Topic: Sharing policy efforts among APEC economies to expand the supply of carbon-free power sources, discussing their integration into the power grid, identifying challenges, and exploring various solutions
14:30-14:50	Coffee Break
14:50-16:20	<p>[Session 3] Efforts to Expand and Strengthen the Role of Carbon-Free Power Sources in Private Sector</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentation & Panel Discussion - Main Topic: Exploring efforts to expand private sector use of and investment in carbon-free power sources, and discussing cooperation for rapid, stable, and just decarbonization of supply chains

September, 6	Session 4 + Closing Session
10:00-11:30	<p>[Session 4] Trends in Innovative Carbon-Free Energy Technologies</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentation & Panel Discussion <p>- Main Topic: Discussing innovative technologies in carbon-free energy such as renewable energy, nuclear power, and hydrogen, and share best practices for their application</p>
11:30-12:00	Closing Session
	Lunch Break and Transit to Ulsan
Afternoon	Site Visit: Lotte Fine Chemical (Ulsan plant), Ammonia Terminal (Tentative)