

2018 年世界能源問題監測-重大能源轉型觀點

財團法人台灣綜合研究院 王俊凱副研究員

世界能源理事會(World Energy Council,WEC)今(2018)年 4 月公布「2018 年世界能源問題監測-重大能源轉型觀點」(World Energy Issues Monitor 2018 - Perspectives on the grand energy transition)報告，主要觀察與探討全球重要的能源進程與轉變，並提供高層領袖影響未來能源發展關鍵問題之觀點。世界能源理事會(WEC)指出，隨著越來越多國家開始投入能源轉型，全球朝向低碳化邁進，創新技術帶來的全新商業模式造成能源產業的跳躍式發展，並改變公共事業公司的角色，政府與企業將評估此中之衝擊與機會而作出反應，而釐清整體能源發展之未來性。

一、評估方法

世界能源理事會(WEC)今(2018)年 5 月公布「2018 年世界能源問題監測-重大能源轉型觀點」報告(以下簡稱監測報告)，為世界能源理事會連續第 9 年進行年度調查報告，主要觀察與探討全球重要的能源轉型進程中，關鍵能源領導者面臨的不確定性(Critical uncertainties)和優先行動事項(Action priorities)。監測報告分析來自 90 個國家的 1,200 多名能源領導者對於經濟風險、地緣政治、商業環境和能源願景技術 4 大面向 42 項關鍵問題的緊迫性、不確定性和影響見解，詳見表 1。監測報告調查結果均進行標準化，以跨地區和不同年份直接進行比較，並提供全球、區域和國家關鍵問題監測圖，以說明獨特的能源轉型變化與影響。

表 1 2018 年世界能源問題監測之關鍵問題

| 總體經濟風險與脆弱性 (Macroeconomic Risks and Vulnerabilities) | 能源地緣政治與區域議題 (Energy Geopolitics and Regional Issues) |
|---|---|
| 全球氣候變遷承諾 | 中國大陸成長 |
| 大規模事故 | 印度成長 |
| 經濟成長 | 俄羅斯外交政策 |
| 資本市場准入 | 歐盟凝聚力 |
| 能源和商品價格 | 中東/北非脆弱性 |
| 電力價格 | 能源願景與技術(energy vision and technology) |
| 匯率 | 永續城市和都會區設計 |
| 能量-水-食物關聯 | 能源效率 |
| 土地可用性 | 碳捕獲與封存 |
| 人才供應 | 智慧電網與大數據 |
| 能源取得 | 創新運輸 |
| 能源承受能力-家庭 | 創新電力儲存 |
| 極端天氣風險 | 核能 |
| 網路威脅 | 大規模水力發電 |
| 腐敗 | 非傳統化石能源 |
| 恐怖主義 | 液化天然氣 |
| 能源政策與商業環境(Energy Policies and Business Environment) | 煤炭 |
| 貿易障礙 | 再生能源 |
| 區域一體化 | 生質燃料 |
| 創新的市場設計和政策 | 氫經濟 |
| 能源補貼 | — |
| 分散系統 | — |

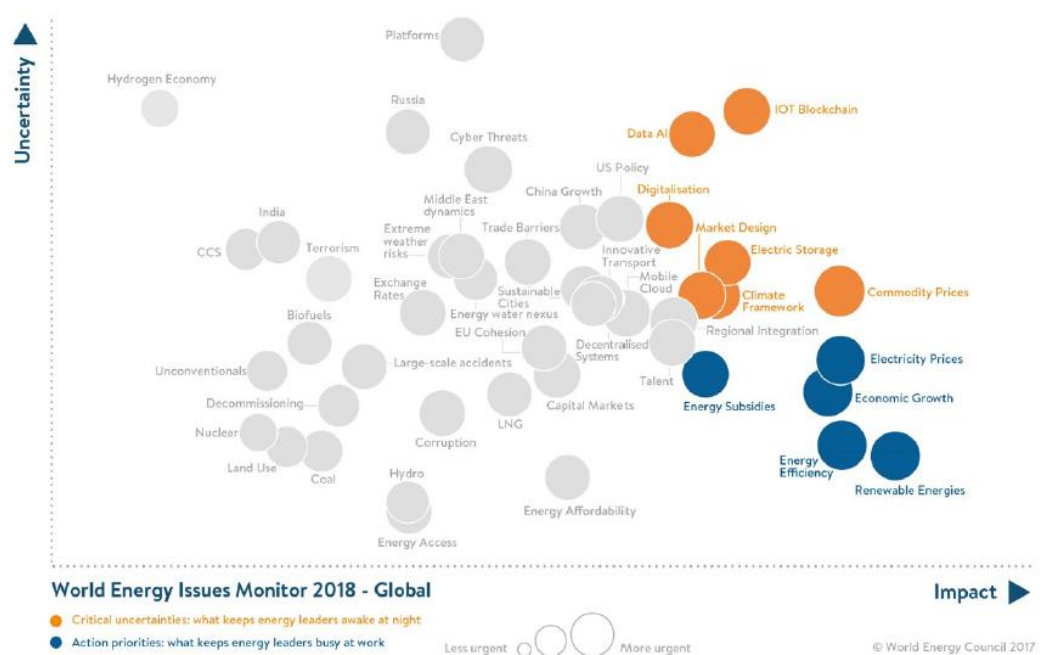
資料來源:WEC(2018), World Energy Issues Monitor 2018 - Perspectives on the grand energy transition.

二、全球能源問題監測

(一)全球趨勢

隨著全球能源發展朝向綠能低碳轉型及再生能源發展迅速，數位化、電力儲存、市場設計及分散系統等成為能源部門當前關鍵問題和挑戰，而受到越來越多的關注，而數位化、區塊鏈(Blockchain)和人工智慧(Artificial Intelligence, AI)等創新技術的發展與應用，更受能源領袖關注，如圖 1 所示。「區塊鏈」係源自比特幣的名詞，也是號稱下一代全面改變人類生活的網路革命技術(杜威達，2018)，在能源領

域的應用，從支援 P2P 的能源交易到基於太陽光電的虛擬貨幣(陳耀鑫等人，2017)，再到包括分散式能源管理、分散式能源交流、分散式能源交易、需求反應(Demand Response)、電動車充電、電網彈性調控、住家能源管理系統(HEMS)及大樓能源管理系統(BEMS)、批發電力市場交易等應用(藍戈丰，2018)，不但可以促進再生能源發展，也抓住了全球能源領導者的想像力，能源轉型的技術革命可能比政治引導更具強大影響力。



資料來源:WEC(2018), World Energy Issues Monitor 2018 - Perspectives on the grand energy transition.

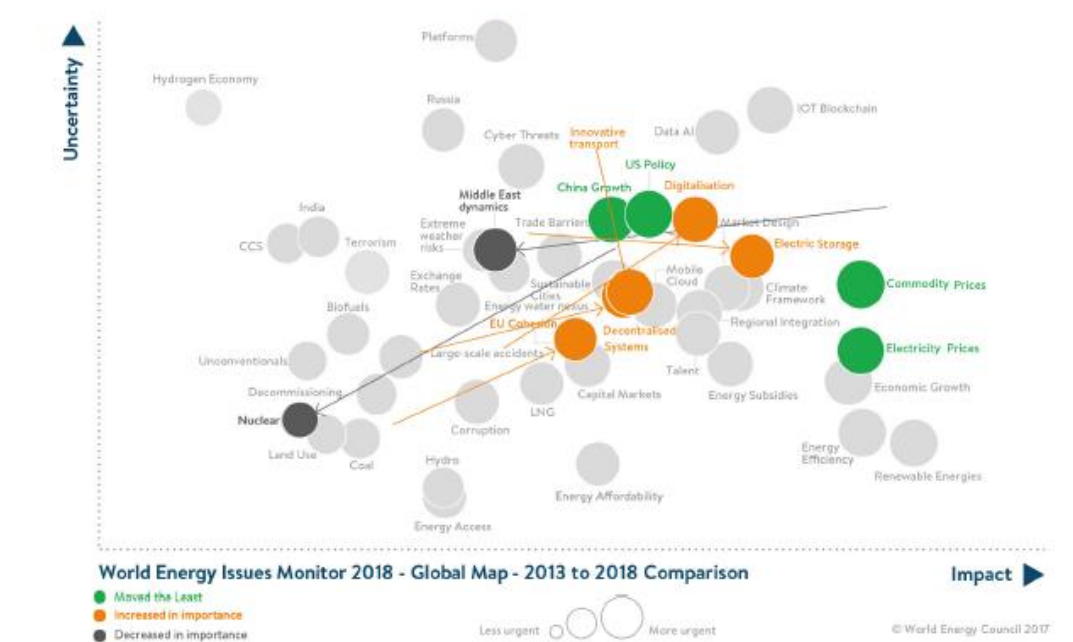
圖 1 全球重要能源問題監測

(二)傳統能源變化趨勢

圖 2 呈現過去 5 年來世界重要能源議題變化趨勢，隨著全球能源發展朝向綠能低碳轉型，全球能源領袖關注焦點更多轉向新興突破式趨勢和技術，分散式系統、電力儲存、數位化的對再生能源發展的重要性持續增加。

另外，全球能源領袖對主要傳統能源的關注度明顯下降，煤炭、核能、水力發電成為影響力低、不確定性低的議題。在包括 IEA、BP、IEEJ 及 WEC 等大多數國際機構的長期能源需求預測中，未來幾十年全球煤炭使用量將持續下降，但在區域層級，煤炭仍然是亞洲地區最主要的能源，特別是中國大陸、印度、和東協國家能源領袖對煤炭發展前景的關注程度將高於歐盟等推動淘汰煤炭的已開發國家。另外，核能和由於公眾對安全和環境擔憂而導致成長受限，大多數歐洲國家和沒有發展核能國家對核能的關注減弱，但在英國、中國大陸、北美、南非、日本和比利時等核能國家則是一個充滿爭議的問題，它們面臨是否推進新的核能計畫或在猶豫是否應該繼續關閉核電廠。此外，液化天然氣(LNG)未來發展更加複雜，大多數國際機構的長期能源需求預測均認為，長期天然氣需求保持平穩成長，絕大部分天然氣將以 LNG 的形式供應，但歐洲、非洲和亞洲的能源領袖卻對 LNG 問題關注較低，僅 LNG 重要出口國(如卡達)及重要進口國(如新加坡)較為關注 LNG 問題。

此外，持續保持電價穩定、美國政策和中國大陸成長、這些問題對所有國家都有重大影響。



資料來源:WEC(2018), World Energy Issues Monitor 2018 - Perspectives on the grand energy transition.

圖 2 全球重要能源問題監測-2013 年至 2018 年變化趨勢

三、主要國家重要能源問題監測

不同國家對能源重要問題關注程度大相逕庭，本文分析德國、中國大陸、加拿大及比利時等四國的重要能源問題監測，茲分述如下：

(一)德國

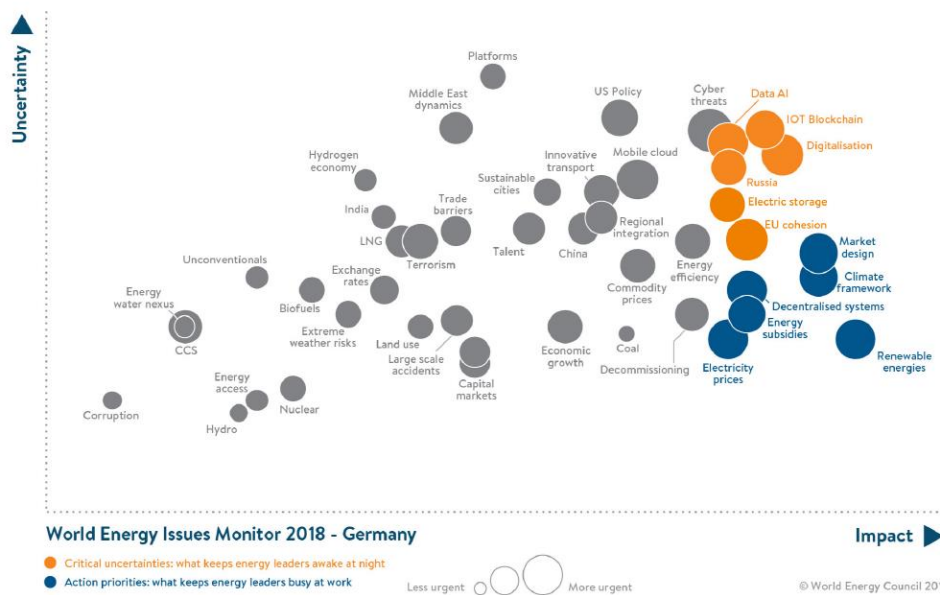
德國持續推動能源轉型(Energiewende)轉型及低碳能源供應，歷經數年努力，德國能源轉型已獲具體成效，德國再生能源電力目前已占 30%以上，但也造成德國電價居高不下，另由於燃煤電力增加導致溫室氣體排放無法顯著下降甚至反而上升，錯失 2020 年溫室氣體減量目標的一個矛盾現象。因此，德國重要能源問題監測圖(如圖 3 所示)，顯示重要的不確定因素和優先事項。

創新是德國最關鍵的不確定性，德國電力市場持續轉型，老牌電力企業受到新的非電力行業競爭對手和消費者行為變化的挑戰，而且高比例的再生能源發電需要大量的備用容量，並有足夠的電網能力連接德國北部與南部供給需求，能源儲存及智慧電網成為再生能源持續發展重要基礎。此外，物聯網區塊鏈、人工智能和數字化成為德國能源產業的重要關鍵問題，透過能源儲存(特別是電池)成本降低及數位化智慧電網互聯互通，區塊鏈作為 IT 技術的創新導入，將可能實現均衡的電力網絡。

德國能源轉型也造成對市場設計的擔憂，包括高消費者終端電價和再生能源補貼，但德國社會仍強有力支持能源轉型，願意支付再生能源的附加費。然而燃煤問題和氣候目標，將是德國能源轉型必須處理的問題。

德國正面臨能源供應和獨立自主的安全挑戰，德國 70%能源資源仰賴進口，且顯示大量天然氣進出口，為歐盟重要天然氣中轉國。然而，德國、歐盟、俄羅斯和美國之間的地緣政治關係干擾，影響德國及歐洲的能源戰略，如德俄新建 Nord Stream2 天然氣管線爭議，已從

原先之經濟、能源層次討論，上升到全球衝突的地緣政治不協調。



資料來源:WEC(2018), World Energy Issues Monitor 2018 - Perspectives on the grand energy transition.

圖 3 德國重要能源問題監測

(二) 中國大陸

中國大陸重要能源問題監測，如圖 4 所示。中國大陸成長問題的不確定性保持中等水平，但影響力是與經濟成長連接，在 2017 年 10 月舉行中國共產黨第 19 次全國代表大會期間，習近平主席概述中國大陸未來發展重點將從快速成長模式轉向更加注重高質量發展模式，對於能源行業而言，意味著強調發展質量、效率和永續性，並將環境污染問題作為關鍵問題之一。

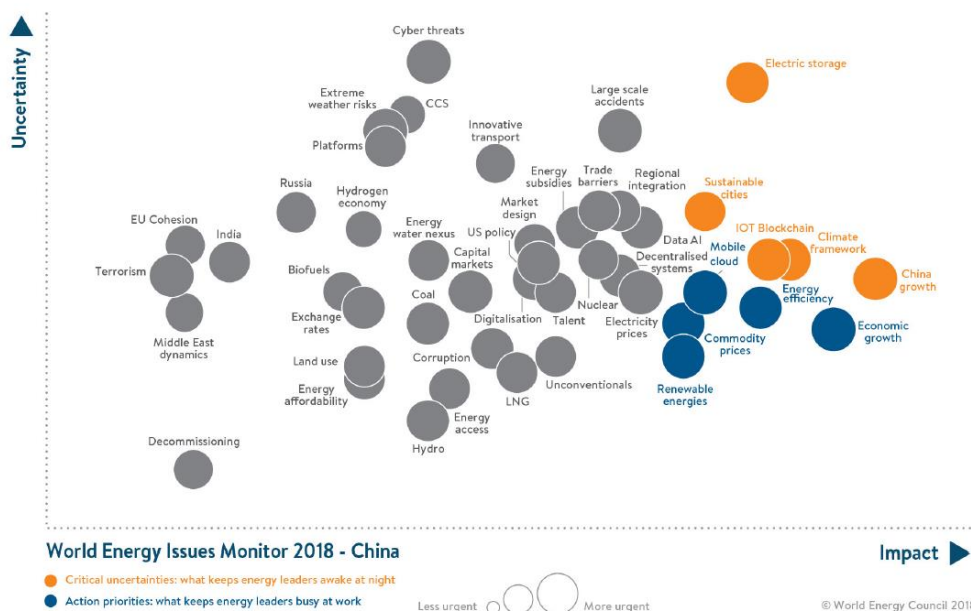
在氣候問題方面，中國大陸能源領袖對氣候框架的不確定性水平與過去 5 年相似，但隨中國大陸強化全球氣候談判領導能力，中國大陸對於十三五計畫已提出的溫室氣體減量目標更加重視與落實，強調調整煤炭在能源結構中的作用，提高再生能源和推進能源技術，顯示出氣候挑戰的明顯決心以及在能源領域發揮更大作用。

在技術領域，中國大陸電動儲存持續邁進，為中國大陸帶來更大的影響和不確定性，目前中國大陸是全球最大的合電動車市場，銷量

占全球的 5 成，中國大陸在過去幾年中為電動車製造商和消費者提供了大量政策性支持，依靠龐大的市場需求和產業資金，扶持電動車產業發展，隨著中國大陸的電動車市場需求持續成長，進口鋰的需求也持續走高。此外，中國大陸啟動區塊鏈開放實驗室，探索區塊鏈在物聯網的應用，同時保持加密貨幣問題和貿易的簡約性，且中國國家電網公司亦興趣探索將區塊鏈作為推進能源互聯網計畫的重要工具。

在城鄉建設方面，中國大陸持續推動永續發展城市建設，推動建築，交通，公共機構等領域的節能工作，長期目標是將 50% 以上新城市發展為生態、綠色、低碳或智能城市，但快速的城市化和更高生活水平需求已經對加速城市改善和基礎設施發展造成挑戰。

在傳統能源方面，原油價格上漲有助於減少不確定性，透過燃料油和汽油價格的上漲，以及優化生產和營運，降低成本和提高效率，中石油、中石化等國有企業的業績與利潤持續增加。隨著中國大陸減少使用煤炭目標逐步推動落實，煤炭重要性持續滑落，取而代之的是天然氣重要性持續增加，中國大陸預計到 2030 年將成為世界上最大的液化天然氣進口國，並且已經簽署重要長期液化天然氣進口合約，如 CNPC-Cheniere 每年 120 萬噸液化天然氣進口量。



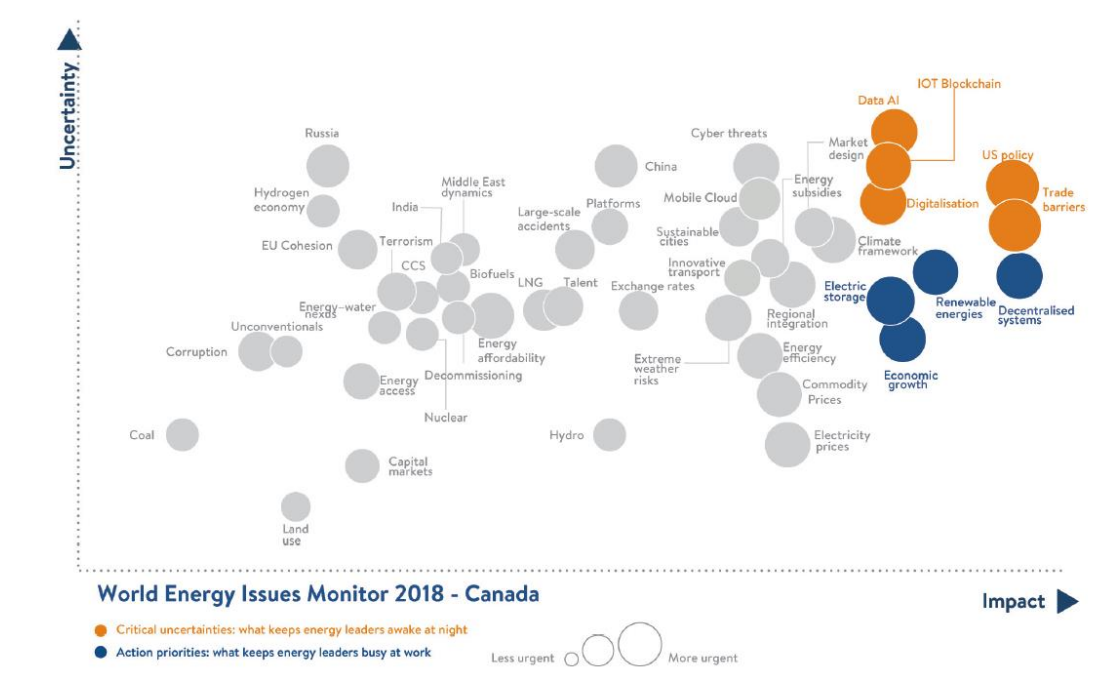
資料來源: WEC(2018), World Energy Issues Monitor 2018 - Perspectives on the grand energy transition.

圖 4 中國大陸重要能源問題監測

(三)加拿大

加拿大重要能源問題監測，如圖 5 所示。加拿大為全球少數能源淨出口國之一，因跟美國相鄰，美國川普總統的政策方向跟貿易障礙成為主要的不確定來源性。在 2017 年之美國川普總統上任前，加拿大和美國的國家氣候政策之間有許多相似之處，然因美國川普總統退出《巴黎協定》，加拿大和美國氣候政策出現顯著的分歧。此外，加拿大聯邦政府推動碳定價等氣候政策，然在地方層級，加拿大各省氣候政策不同，部分省與美國各州氣候政策舉措存在緊密關聯，如加州、魁北克和安大略省所推動的碳排放交易機制，因此，加拿大為解決聯邦-省之間的分歧需進行長時間談判，導致重大的不確定性。另外，北美自由貿易協定(North American Free Trade Agreement, NAFTA)重新談判及加拿大-美國石油管道爭議，導致貿易壁壘的擔憂及不確定性。

為達成《巴黎協定》所訂定之溫室氣體減量目標，加拿大持續發展再生能源，然因政府體制緣故，仍以各省政府依據各自特性訂定相關措施推動再生能源發展。例艾伯塔省的目標是到 2030 年 30%的再生能源發電，而鄰近的薩斯喀徹溫省的目標是到 2030 年達到 50%。在水力方面，水力發電占加拿大總發電量的 60%，正在進行的水力發電還包括紐芬蘭、拉布拉多、魁北克、曼尼托巴和不列顛哥倫比亞省的大型水力發電廠(600MW+)。另外，加拿大公用事業部門已將電力儲存整合到現有電力系統，成為加拿大電力基礎設施的關鍵組成部分，如安大略省的獨立電力系統運營商已簽訂 56MW 存儲容量，以加強頻率調節、提供輔助服務、並儲存非高峰時段發電，從而支持提高電網可靠性和效率。此外，廣泛地區分佈的風力農場、太陽能農場、家用太陽能和本地化電力儲存等，更加推動加拿大分散發電趨勢，而物聯網區塊鏈、人工智能和數字化等創新技術將可提高可靠性、降低成本和有效管理系統，給電力行業帶來巨大的不確定性機會與挑戰。



資料來源:WEC(2018), World Energy Issues Monitor 2018 - Perspectives on the grand energy transition.

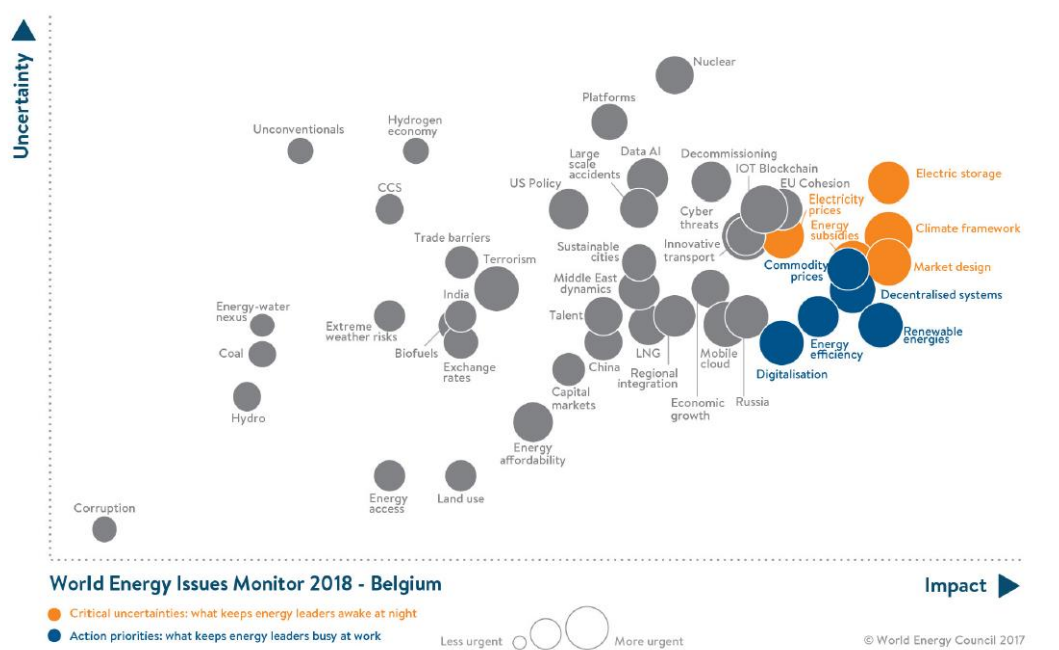
圖 5 加拿大重要能源問題監測

(四)比利時

比利時重要能源問題監測，如圖 6 所示。在《巴黎協定》及歐盟能源目標壓力下，比利時聯邦政府於 2017 年 12 月與行政區政府達成至 2030 及 2050 年能源與氣候願景之共識「能源協議」(Energy Pact)，並且在 2018 年 3 月 30 日正式通過協議，目標於 2050 年轉型為低碳社會，整體能源政策朝向擴大使用再生能源，逐步淘汰核能並擺脫煤炭，但核淘汰問題仍然存在重大不確定性。比利時 2003 年通過《聯邦法》(Federal Act)禁止建造新核電廠，並將現有核電廠的運轉壽命限制在 40 年(至 2014 - 2025 年)，以逐步淘汰核能，但國際能源總署(IEA)在 2016 年 5 月報告中指出比利時 2025 年逐步淘汰核能政策無助於實現其能源政策目標，2017 年 11 月，Ensnscia, Agoria 和 Febeliec 等 3 個主要比利時商業協會關閉所有核電廠將增加二氧化碳排放並損害比利時企業，然在 2018 年 3 月底，比利時政府重申其逐步淘汰政策(WNA(2018), WNN(2018))。在過去一年，比利時就對淘汰核電廠問題進行大量討論，這解釋問題監測地圖中核能的高度不確定性。

此外，由於比利時天然氣進口組合非常多樣化，與德國及其他歐洲國家不同，比利時並不太關心俄羅斯對天然氣輸送的影響。另外，發展再生能源所相關的分散系統、電力儲存、數位化等關鍵議題都將越發重要。

其他關鍵不確定問題是能源價格、電力價格、未來市場設計和能源補貼，在比利時聯邦政府與行政區政府達成共識前，聯邦政府透過網路公開諮詢民眾意見，詢問民眾對於未來能源發展之看法，其中高達9成民眾願意以行動支持能源轉型，關於民眾對於「能源協議」之期待為何，核能相關關鍵字為最大宗，其次為價格與補貼、低碳再生能源、交通運輸及長期目標，顯示比利時民眾對於能源轉型的期待及長遠發展規劃的訴求是明顯的。



資料來源:WEC(2018), World Energy Issues Monitor 2018 - Perspectives on the grand energy transition.

圖 6 比利時重要能源問題監測

四、結論與建議

「2018 年世界能源問題監測-重大能源轉型觀點」報告指出，面對全球低碳能源轉型及再生能源發展，數位化、區塊鏈和人工智慧(AI)等創新技術的技術革命與全新商業模式可能比政治引導更具強大影響力，在德國、中國大陸、加拿大跟比利時的重要能源問題監測圖，也呈現創新技術的高不確定性與影響。我國刻積極推動能源轉型，2025 年前要達成再生能源發電 20%目標，對能源系統而言是一巨大轉變與挑戰，建議可以評估數位化、區塊鏈和人工智慧等創新技術對我國再生能源發展的影響，並持續培養能源產業所需人才，藉以發展我國能源產業新契機，並促進我國能源轉型進程。

五、參考文獻

- 1.杜達威(2018), 區塊鏈與能源領域的應用,
<https://www.lightorch.com.tw/blockchain>, 2018 年 6 月查詢.
- 2.陳耀鑫、蔡雨熹、張仕穎(2017), 區塊鏈技術助一臂之力綠能產業應用新未來, 電腦與通訊,
<https://ictjournal.itri.org.tw/Content/Messagess/contents.aspx?&MmmID=654304432122064271&CatID=654313611331661503&MSID=744065356735474250>, 2018 年 6 月查詢.
- 3.藍戈丰(2018), 能源成為區塊鏈最大實務應用, 年投資額達 3.22 億美元, 科技新報,
<https://technews.tw/2018/04/03/energy-blockchain-startups-raised-324-million-in-the-last-year-wheres-the-money-going/>, 2018 年 6 月查詢.
- 4.Energiepact Het Energieoverleg Tussen De Federale Staat En De Gewesten, <https://www.energiepact2050.be/>, 2018 年 6 月查詢.
- 5.WEC(2018), World Energy Issues Monitor 2018 - Perspectives on the grand energy transition.

6. WNA(2018), Nuclear Power in Belgium,
<http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/belgium.aspx>, 2018 年 6 月查詢.
7. WNN(2018), Belgium maintains nuclear phase-out policy ,
<http://www.world-nuclear-news.org/NP-Belgium-maintains-nuclear-phase-out-policy-0404184.html>, 2018 年 6 月查詢.