

國際再生能源總署調查再生能源融資成本及影響因素

一、面臨課題

資本成本(Cost of Capital, CoC)是再生能源發電成本重要決定因素。如太陽光電或陸域風機的 CoC 從 2%變成 10%，其電力總成本將增加 80%，進而造成再生能源成本過高，不利政策制定。因此，可靠的數據以及熟悉 CoC 組成及其驅動因素，對於國家發展再生能源及市場設計將至關重要。

國際再生能源總署(International Renewable Energy Agency, IRENA) 與蘇黎世聯邦理工學院及國際能源總署(The International Energy Agency, IEA)共同合作，調查 45 個國家再生能源 CoC(含債務及股權組成)，並訪問專家及蒐集 172 份有效問卷，反應實際情況以及特定國家或地區、技術與融資等影響因素，俾利校準當前和未來能源成本平準化估算。

二、文獻觀點

IRENA 從 172 份問卷調查結果指出，目前再生能源布建以太陽光電占大宗，其次依序為陸域風電、離岸風電，而這些再生能源係透過計畫融資構建。超過一半受訪者指出，以往僅能透過再生能源保證價格收購機制，銀行才願意提供再生能源計畫融資，但現今已有越來越多案例，不見得一定參與再生能源保證價格收購機制才能夠取得融資，如再生能源業者與用戶(具信用企業)簽訂購售電合約(Power Purchase Agreement, PPA)，合約期限至少 10 年~15 年以上，銀行不排斥提供再生能源融資。

然而，隨再生能源發電設備經濟生命週期逐漸增長，合約期限無法涵蓋經濟生命週期部分勢必增加，目前尚不確定是否對再生能源開發商之融資條件產生影響，但可以確定的是再生能源經濟生命週期結束前，業者仍會進行融資。因此，PPA 之簽訂將變得非常重要。

43%的受訪者認為確保再生能源收入常見機制為 PPA，其次依序為躉購費率(Feed In Tariff)(22%受訪者)、差價合約(Contracts for

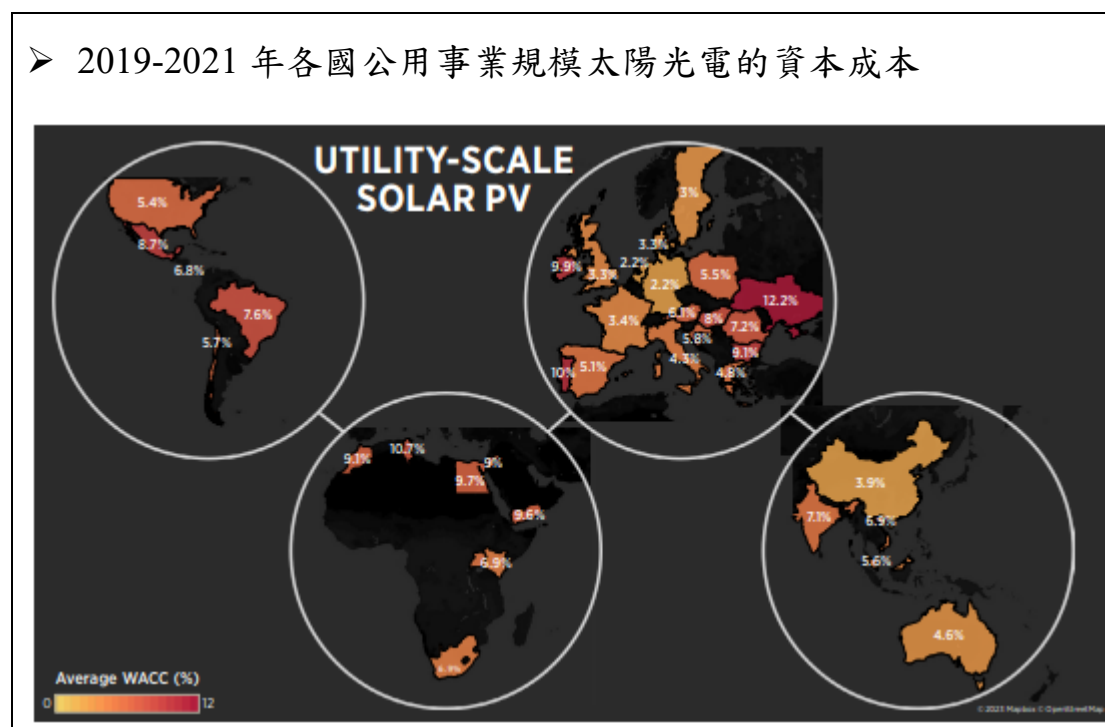
Difference, CfD) (14%受訪者)。然而，這些不同機制下的合約細節皆不同，包括期限、定價安排(如是否與通貨膨脹掛鉤、價格有無上限、罰款條款條件等)、數量與市場責任等。因此，這些機制設計提供了再生能源收入保障，讓建置計畫可取得融資以及確保獲得合理的(視市場及合約細節)融資條件。

(一) 再生能源發電資本成本

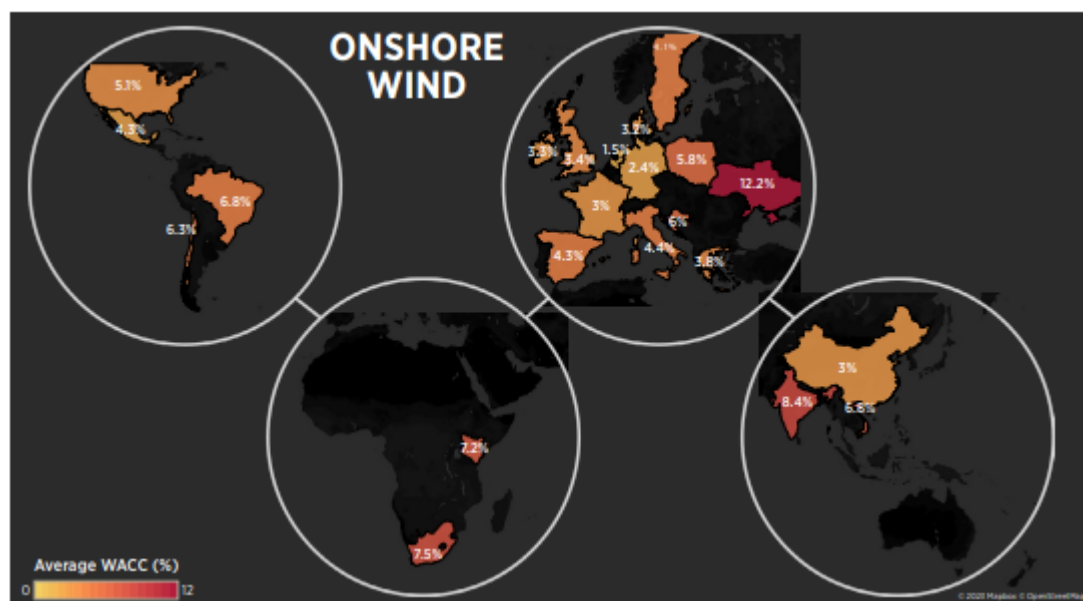
CoC 指稅後 CoC，一般也稱為稅後加權平均資本成本 WACC，其公式為 $CoC = K_D \times L \times (1 - T) + K_E \times (1 - L)$ 。其中， K_D 及 K_E 分別表示債務成本和股權成本， L 表示債務比例(槓桿)， T 表示稅率。

經 IRENA 調查太陽光電、陸域風電、離岸風電等 3 再生能源 CoC，其 CoC 值範圍介於 1.1% 至 12% 之間。其中，德國是融資成本最低的國家，烏克蘭融資成本相對最高。而各國離岸風電 CoC 值差異較小，其原因為離岸風電建置集中在少數國家，這些國家的政策支持離岸風電建置，使得離岸風電獲得低資本成本。各國再生能源 CoC 統計調查結果如下表所示。

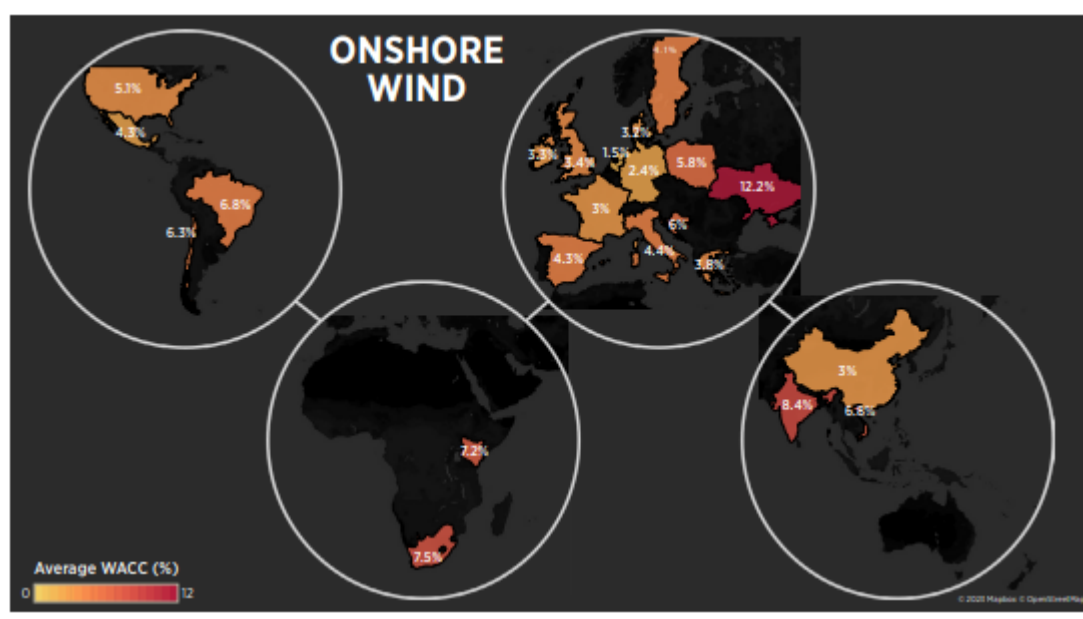
表 1 各國再生能源資本成本統計調查



➤ 2019-2021 年各國陸域風電的資本成本



➤ 2019-2021 年各國離岸風電的資本成本



另從 CoC 公式可知，資本成本組成來源為債務成本及股權成本，股權成本通常高於債務成本，以補償較大的暴露風險。債務成本是再生能源資產貸款的融資成本(一般由銀行提供)；股權成本是股東要求回報率(一般為計畫開發商)，IRENA 對於再生能源融資提供以下見解：

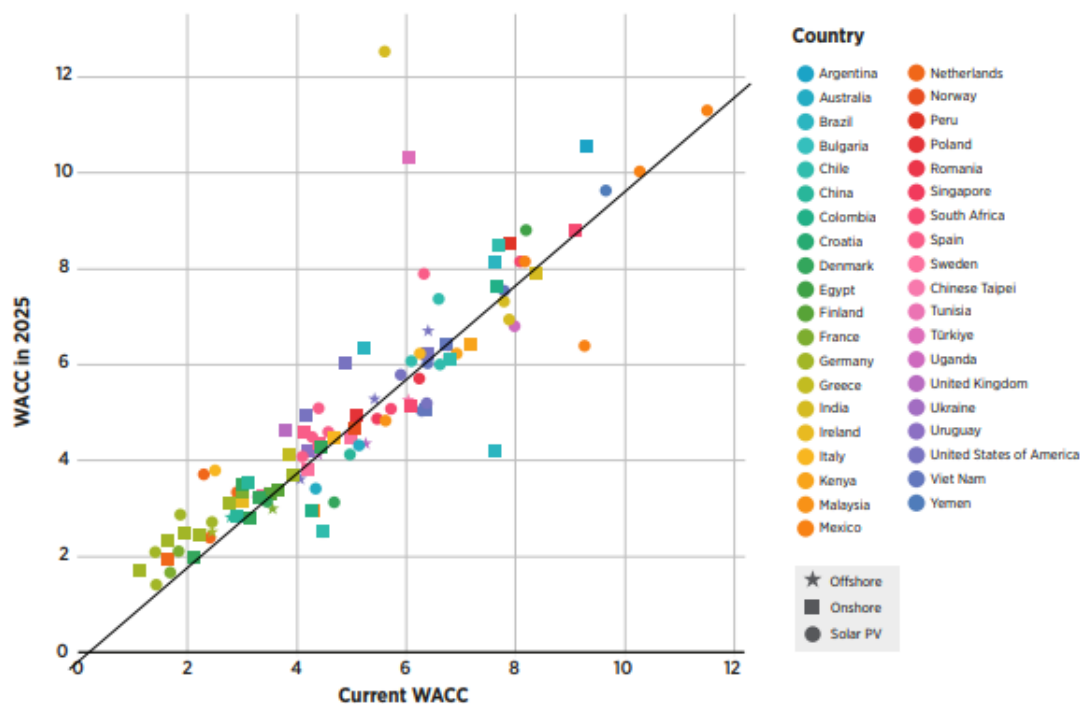
1. 中國、北美、西歐等地區 CoC 非常低(3%-5%)，這些地區以再生能源融資支持再生能源建置部署。因此，除國家之間存在風險溢

酬差異外，尚包括市場成熟度對 CoC 的影響亦是顯著的。

2. 北美和西歐之再生能源融資方式，其債務比重較低。其中，北美債務比重相較其他地區低，原因為推動政策環境不同，北美使用稅收優惠方式，刺激再生能源推動，使得股權成本通常低於其他地區，因此北美再生能源資本成中股權成本比重高。反觀，債務比重較大原因為低利融資，使得債務成本相對較低，另外也是因為歐洲銀行業對於再生能源計畫融資具經驗豐富所致。
3. 經濟合作暨發展組織 OECD 以外地區的 CoC 較高，介於 6%至 7%之間，故需要強有力的政策支持和建置技術成熟度高的再生能源，方能突顯再生能源好處。

(二)2025 年預期趨勢

IRENA 以 2 維圖示呈現 CoC 現值與估算，圖示每一點代表依國家再生能源技術，如點位於 45° 黑線表示預計 2025 年 CoC 不會發生變化；如點位於黑線上方表示預計 2025 年 CoC 上升；如點位於黑線下方表示預計 2025 年 CoC 下降。整體而言，調查受訪者大致認為預計從現在到 2025 年 CoC 變化不大。



Note: PV = photovoltaic; WACC = weighted average cost of capital.

圖 1 資本成本預估變化

從專家調查指出 2025 年增加 CoC 的可能性，但他們強調仍可能受政治穩定、經濟狀況、計畫推動政策等因素所變化，特別是拉丁美洲地區。在歐洲和北美主要擔憂涉及未來如何支持再生能源建置的不確定性，以及獲取電價(即發電小時收到的平均價格)下降的可能性。此外，開發商和金融機構對於再生能源經驗的增加，以及投資者對再生能源計畫的興趣增加，被視為降低再生能源成本的原因。

三、提供我國之借鏡

從 IRENA 報告得知，資本成本主要影響因素為總體經濟環境(如利率)，融資經驗和政策推動一致性亦同等重要。許多市場雖然資本充裕，但並非用於再生能源投資，降低再生能源計畫，另受訪者強調再生能源推動政策與獎勵措施的不確定性亦加劇資本成本的變化。

技術風險差異影響往往體現在再生能源計畫之股權成本，較少體現在債務成本，而債務成本變化多來自於國家風險差異因素。這意味著投資決策是圍繞再生能源計畫風險狀況，再生能源之債務水準需透過金融體制建構。而目標股東權益報酬率反應了開發商預期的風險狀況，並且還會受到總體電力成本的影響。因此，穩定的電力管制環境有助於降低再生能源資本成本。

新興市場發展再生能源往往由多個開發銀行和主權擔保提供融資便利，亦需要相對較高的於再生能源保險水準。在成熟市場，對於公共投資和開發銀行也發揮了重要作用，如西歐 2020-2021 年利率極低，使得資本成本具競爭力。因此，成熟市場具穩定管制環境及再生能源融資經驗的金融體系將可能出現非常高的債務比重。

參考文獻：

IRENA (2023). The cost of financing for renewable power .
<https://www.irena.org/Publications/2023/May/The-cost-of-financing-for-renewable-power>