

關鍵議題評析：

韓國氫經濟發展概況

——氫氣產輸儲、氫能車與燃料電池的發展目標、策略與現況

林韋廷、邱虹儒

工業技術研究院 綠能與環境研究所

摘要

氫能為目前全球減少溫室氣體排放的重要潛力技術之一。韓國亦針對氫能與氫經濟規劃長期的推動進程，包括 2019 年提出氫經濟路線圖、2020 提出氫能法，並於中央政府及地方政府、產官學等建立合作關係，以推動在產氫、儲存、運輸、應用(燃料電池與交通)等不同領域之發展。本文就韓國推動氫能與氫經濟之相關策略、中長期之目標設定(2022、2025、2030、及 2040 年)、及現況成果進行探討。

關鍵字：韓國、氫能、氫經濟、燃料電池

一、前言

為因應全球暖化問題、減少溫室氣體排放等目標，世界上已有許多國家藉由發展氫能與燃料電池相關技術，作為達成聯合國氣候變化綱要公約締約國大會(COP21)減碳要求的重要策略；此外，也同時透過氫能多元化應用之關鍵技術研發與商業化，來促進經濟發展。2019 年全球氫能相關市場規模已達到 25 億美元，未來應會持續以 10%之複合年均成長率提升至 2023 年的 38 億美元[1]，前景可期，也因此有越來越多國家政策制定者，開始關注氫能產業價值鏈的發展。

目前國際上已有成立主要推動組織，如 2003 年創立之「氫能及燃料電池夥伴關係(International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy, IPHE)」，包含 20 個成員國如美國、英國、法國、日本、韓國、中國等[2]，主要由美國主導；此外，如葡萄牙雖未加入 IPHE，但亦於 2020 年 4 月通過國家氫能計畫，擬定氫氣發展目標，並與荷蘭合作興建氫能設施。

韓國在 2003 年即參與 IPHE 成員國大會，根據 2004 年大會的國家氫能進度報告[3]，韓國自 1988 年就開始進行氫能相關基礎科技研究，1995 年擴大規模，並於 2000 年導入系統工程，及設定到 2012 年的目標，如下表 1 所示。

表 1：韓國 2003 年氫能發展與未來規劃[3]

	年份		1988-1994	1995-1999	2000-2002
	目標		基礎科研	擴大規模	系統工程
過去 發展	預算 (美元)	氫能	政府資金：500 萬 民間資金：150 萬		
		燃料 電池	政府資金：350 萬 民間資金：340 萬		
未來 規劃 (5.86 億 美元預算)	項目		2003-2005	2006-2008	2009-2012
	加氫站		1	10	50
	分配電力		總計 300 單位(250-1,000kW)		
	建築		總計 2,000 單位(10-50kW)		

	住宅電力	總計 10,000 單位(<3kW)		
	運輸車輛	小客車 10 輛	小客車 1,000 輛 巴士 100 輛	小客車 10,000 輛 巴士 5,000 輛
	電池	發展商業化 關鍵技術	各技術項目商業化	

2007 年起，韓國浦項鋼鐵(POSCO)旗下的 POSCO Energy 公司所成立之 Korea Fuel Cell 也開始其燃料電池發電業務，這也代表韓國產業界踏進氫能相關技術領域的重要一步。2008 年 2 月，李明博總統甫上任，政府即開始推動「綠色成長(Green Growth)」策略，由上而下推動、中央輔助地方各級政府；在綠色成長宣示中，政府依市場條件、技術成熟度與普及急迫性，選出 9 種策略性能源技術，並將氫能與燃料電池歸類為「具全球市場發展潛力、需加快技術進步」的次世代成長引擎[4]，並大幅投入氫能燃料電池研發。之後亦提出「未來六十年低碳綠色成長國家願景」綱要及「綜合基本計畫提案」[5]。

2009 年 1 月 6 日，李明博政府再提出「綠色新政(Green Deal)」計畫、及設立「大統領直屬綠色成長委員會(簡稱綠色成長委員會)」。2010 年 7 月，綠色成長委員會制定了綠色成長五年計劃；同年 12 月，韓國國會亦通過「低碳綠色成長基本法(Framework Act on Low Carbon, Green Growth)」草案，以確立 2009 年至 2050 年國家綠色成長及因應氣候變遷之策略[6]。而在氫能技術研發的部份則持續推動燃料電池相關技術研發、示範與推廣應用，截至 2011 年平均每年投入約 1 億美元[4]。

在制度面的奠基於上，2012 年政府公佈再生能源配額制度(Renewable Portfolio Standard, RPS)，並要求國內 13 座裝置容量在 500 MW 以上的大型電廠，須於 2012 年至 2024 年間，逐年加重再生能源發電比例。然而，過去減碳政策在前期仍然面臨失敗的評價，例如在第 21 屆聯合國氣候變化大會(COP21)巴黎峰會期間，國際媒體仍嚴厲批判韓國的溫室氣體減排政策，且再生能源產業的發展也遠不如預期[5]。雖然在當時成果不如預期，但仍然提供了未來氫能經濟推動的基石，包括民間私人企業的量能累積，如現代汽車在 2013 年就成為世界上首家大規模生產氫燃料電池汽車的公司，推出商

用燃料電池電動汽車 Tucson ix35，與日本 TOYOTA 首款燃料電池商用車 MIRAI 攻佔氫能車的全球市場，且後來更於 2018 年進一步推出新款燃料電池車款 NEXO；POSCO Energy 則在 2015 年就建立世界上最大的燃料電池製造廠。2017 年時，政府又再提出再生能源憑證(Renewable Energy Certificate, REC)作為 RPS 的額外配套措施，並設定憑證加權標準(例如：陸域風力 1 倍加權，而電廠若設置燃料電池發電設備，則可獲得 2 倍加權)，這也成為推動氫能發展的重要因素。

本文則整理韓國後續之氫能推動的策略、目標及成果，尤以文在寅總統上任後的相關推動措施，藉以探究氫能與氫經濟推動的潛在影響因素及策略。

二、韓國氫能推動策略與目標

2018 年文在寅甫上任時，新政府即確定氫為韓國的重要成長引擎，並承諾韓國氫經濟發展，發布《創新發展戰略投資計畫》，將氫能產業列為三大戰略投資方向之一，計畫未來 5 年投入 2.5 兆韓元(約新台幣 619 億元)[7]；此外，亦將氫能納入能源轉型關鍵第三期國家型能源基本計畫(2018-2040)。2018 年 9 月，產業通商資源部(MOTIE)則成立氫能經濟推進委員會，由國務總理主持、100 位專家組成，分為 4 個部門：生產、儲存、運輸、及利用[7]。

氫能經濟推進委員會成立後，開始著手制定《氫能經濟發展路線圖》，並經跨部門協商後，文在寅總統於 2019 年 1 月 17 日正式發布《氫經濟路線圖》[7]，宣布韓國將大力發展氫能產業，引領全球氫能市場發展，並由 MOTIE 主導。氫經濟路線圖為每個部門制定 6 項後續相關措施、並預計持續投入約 3,700 億韓元(約新台幣 92 億元)用於核心技術開發。

此外，韓國未來創造科學部(科學技術情報通信部)亦於 2019 年初宣佈將與韓國企劃財政部、產業通商資源部、環境部、國土交通部以及海洋水產部合作，共跨 6 個部會制定《氫經濟技術路線圖》[8]，其中亦將技術劃分

為 5 個主要領域：基礎設施；生產、儲存與運輸；發電與工業利用；運輸與安全；環境應用。

2020 年 2 月 4 日，MOTIE 在國民議會全體會議上宣布通過《促進氫經濟和氫安全管理法（簡稱氫能法）》，並將於 2021 年 2 月 5 日施行，以促進氫經濟過渡期與氫工業的系統性發展，並推動制定氫經濟基本計畫[9]。該法案是立法委員提出的 9 項立法的摘要，分別由管轄權委員會和司法委員會於 2019 年 11 月 22 日和 11 月 27 日投票通過，國民議會全體會議上決定的法案則將移交給政府，並由國務院公佈。法規內容包括[10]：

1. 貿易、工業和能源部長制定有效實施氫經濟的基本計畫，奠定在總理任內成立氫經濟委員會基礎，以系統性地促進氫工業發展。
2. 政府可向氫專業公司提供行政和財政支持，以促進氫經濟，並補貼或資助與氫業務有關的技術開發、專業人力和國際合作費用。還可進行一些試點項目，如促進與氫業務相關服務的提供。
3. 政府應努力確保用於燃料電池的天然氣價格穩定，以促進氫燃料電池開發和分配，並在自由經濟區，高速國道等安置設施和工業園區。要求操作員提交氫燃料供應設施安裝計畫。
4. 可指定有關組織和協會作為氫工業促進機構，氫分配機構和氫安全組織，以系統地發展氫工業和氫安全管理。為安全管理氫供應和氫燃料設施，並對氫的管理制訂規定，包括製造計畫的批准、製造登記、安全管理規定、安全經理、氫產品的檢查、安全培訓以及氫燃料設施的檢查。

韓國 2020 年將公布的《第九次電力供需基本計畫》預計也會將氫能列入，以建立一個促進氫經濟的支持系統，例如修訂《氫能法》的從屬法律和建立一個政府範圍內的執行機構，並將透過促進智能電網經驗園區和能源行業融合園區來促進新電力服務的發展並培育能源專業公司[11]。

韓國先以政策與制度建立基礎做為後續氫能推動的依據。以下以氫能相關技術領域作區分，分別說明推動的策略及目標。

(一) 氫氣產製、運輸、與儲存

氫能經濟發展初期，主要以「副產氫」和「氫提取」之方式製備氫氣。副產氫為將石化等工業在生產過程中，收集氫、再純化或再利用，以作為附屬產品，年產約可達 5 萬噸(約 25 萬輛氫燃料電池汽車的年度用氫量)；氫提取則是在天然氣供應鏈上，建設大規模的基地型氫氣生產基地、及在有需求的地區建設中小規模的氫氣生產基地。

而未來則要增加電解、海外生產、進口等無碳綠色氫的比例，並需促進氫氣提取裝置的國產化、提高提取效率，包括採用如生物質等多樣化的氫提取方式。並可透過建立海外生產基地，以穩定氫氣生產、進口和供需。並期望大規模生產與利用氫產品，使其價格降低 25%，預計至 2040 年，氫氣年供應量達到 526 萬噸、且產氫成本每公斤價格降至 3,000 韓元(約新台幣 74.3 元)[7]。政府亦將確保燃料電池所用之氫價穩定，並要求運營商提出氫燃料供應設施安裝計畫，如自由經濟區、工業高速公路上的休息設施、和工業製造園區等[12]。

在氫氣運輸及儲存部份，則需構建穩定且經濟可行的氫氣流通體系，例如透過使用輕型高壓氣態氫氣管式拖車降低運輸成本，並建設連接整個國家的氫氣運輸管道、及評估使用完整的天然氣網路進行平穩氫供應的可能性。另外，應透過多樣化儲存方法(如高壓氣體、液體、固體)，提高儲氫效率；因此也需開發液化或液體儲氫新技術，使其具有更高的安全性、經濟可行性。在法規面，則可考量放寬對高壓氣體儲存的相關規制。

(二) 氫能車與加氫站

氫能車為韓國重點推動的氫經濟政策，如前所述，在過去如現代汽車已推出氫能車款，且在 2018 年已累計銷售達 1,000 輛。而在韓國國內運行中的燃料電池汽車，在 2018 年也已有 889 輛，較 2017 年(177 輛)增加 712 輛；2019 年底，累積產量則達到 4,000 輛[7]。

MOTIE 也主持韓國汽車研究院、氫融合材料公司、現代汽車、大德運輸公司等氫能卡車及氫能計程車之合作備忘錄簽署[13]，透過 MOTIE 的預算支持加速氫經濟轉型，將過去集中在氫能小客車的普及，擴大為卡車及計程車。氫卡車是將 5 噸級 CNG 卡車改造成垃圾回收用氫卡車的車輛，計劃在昌原市執行實際垃圾回收任務。

另也引入及推動氫計程車，預計在 2022 年前，體驗氫計程車的乘客將超過 30 萬名[13]；此外，將持續驗證並改善氫計程車的耐久性，改善重要零組件，預計到 2022 年將目前 10 萬公里左右的氫計程車耐久性提高到 25 萬公里以上。

後續目標與策略整理如下表：

表 2：燃料電池車/氫能車推動目標與策略[7]

年份	目標及策略
2019 年	<ul style="list-style-type: none"> 在 7 個主要城市推廣 35 輛氫燃料電池巴士。 氫燃料電池計程車在首爾地區進行試運行。 擴展至其他類交通工具：除氫能汽車外，氫能利用擴大到氫能船、氫能火車、氫能建築機械。
2020 年	<ul style="list-style-type: none"> 氫燃料電池卡車啟動研發及測試。
2021 年	<ul style="list-style-type: none"> 氫燃料電池計程車推廣至主要大城市。 氫燃料電池卡車推廣至垃圾回收車、清掃車、灑水車等公共領域，其後逐步擴大至物流等商業領域。
2022 年	<ul style="list-style-type: none"> 氫燃料電池轎車累計產量提升至 8.1 萬輛(其中 6.5 萬輛用於國內市場、1.6 萬輛用於出口)。 燃料電池公車增至 2,000 輛。 膜電極組件、氣體擴散層等主要零部件的國產化率達到 100%。
2025 年	<ul style="list-style-type: none"> 建成年產量達 10 萬輛的生產體系。 氫燃料電池轎車售價降至 3,000 萬韓元左右(約與燃油車相當；約為 2020 年時氫燃料電池轎車價格 6~7,000 萬韓元之半)。
2030 年	<ul style="list-style-type: none"> 氫燃料電池汽車有助解決霧霾問題，懸浮微粒減少目前之 10%。
2040 年	<ul style="list-style-type: none"> 累計生產 620 萬輛氫燃料電池汽車(290 萬輛供國內市場，330 萬輛用於出口)：包括氫燃料電池轎車、氫燃料電池巴士(4 萬輛)、氫燃料電池計程車(8 萬輛)、氫燃料電池卡車(3 萬輛)。 公共交通系統中引入燃料電池車，並為基礎設施發展提供補貼。

· 使韓國氫燃料電池汽車國際市場佔有率達到世界第一。

車輛的推廣也仰賴充電之便利性，因此充電、加氫站的建設，也成為推動氫能車輛的重要關鍵。在加氫站的策略部份，2018 年時政府已對設立和發展提供財政支援，例如每座加氫站提供 30 億韓元的建設補貼，以及上一年運營費用 66% 的運營補貼。政府並持續改善 10 多條氫能相關法規，以減少充電站設置的阻礙，包括如充電站位置控管，放寬選址、距離等方面的限制，允許在城市中心區和公共辦公區等主要城市中心地帶建設加氫站；並在立院設置加氫站，作為首座法規沙盒的示範場址。未來會再按照國際標準，制定及修訂加氫站安全標準。另外，亦加強與 SPC 集團合作，將現有的液化石油氣加氣站和壓縮天然氣加氣站轉換為可加氫氣的融複合加氣站。

在 2018 年底，韓國加氫站全國共僅有 14 座，主要分佈在蔚山、昌原、光州、首爾等城市中；至 2020 年則增加至 34 座，增幅為全球最多(20 座)。後續目標設定如下表：

表 3：加氫站目標與策略[7]

年份	目標及策略
2018 年	(共 14 座加氫站)
2020 年	(共 34 座加氫站)
2022 年	· 加氫站增至 310 座。
2040 年	· 加氫站增至 1,200 座。

氫能車與加氫站的設立息息相關，而加氫站亦仰賴於氫的運輸與儲存，更進一步的需有足夠的供應及產製，因此各環節都是系統化推動不可或缺的重要關鍵。

(三)燃料電池

在 2017 年時，主要在城市地區中，就已有在部份公共建築物裝設燃料電池，包括小於 1kW 規模的共有 57 kW、3-50 kW 規模的約共有 228kW；而至 2018 年時，定置型燃料電池建置量迅速擴增至累積建置量 310.15 MW

[4]。後續則將再透過擴大如發電用燃料電池之安裝，降低發電單價並促進出口、謀求產業化，以實現關鍵零組件 100%國產化。政府亦將根據再生能源證書(RenewableEnergyCertificates, RECs)制度中規定的標準，新設氫燃料電池發電專用補貼，確保投資的穩定性；韓國產業界反映亦屬正面，認為促進氫燃料電池的開發和推廣有提供法律依據。

相關目標與策略如下：

表 4：燃料電池與發電目標及策略

年份	目標及策略
2022 年	<ul style="list-style-type: none"> · 氫燃料電池發電應達到 1GW，實現規模經濟。 · 定置燃料電池發電量 2022 年達 1.5 GW。 · 家用燃料電池設置量累積達 50 MW。
2030 年	<ul style="list-style-type: none"> · 開發大規模發電的氫燃氣輪機技術，通過驗證並啟動商業化。
2040 年	<ul style="list-style-type: none"> · 定置燃料電池達 15 GW (其中 7GW 用於出口)。 · 家用及建築用氫燃料電池發電裝置達 2.1GW(約可供 94 萬戶家庭之用電)。 · 韓國燃料電池的國際市佔率達世界第一。 · 氫燃料電池發電裝置安裝費用應下降 65%，發電價格應下降 50%。

(四)地方推動策略

地方的氫能推動也是由上而下增進擴散、並試驗可行性的重點。過去 2009 年時，政府即提出力爭到 2020 年使氫燃料電池的使用量占首爾全部替代能源使用量的 30% [4]。而 2018 年起，燃料電池公車開始在首爾、蔚山等城市示範運行，每輛可獲得 2 億韓元購車補貼；2019 年同樣於首爾試運行氫能計程車。另外，地方政府也可依據情況提供燃料電池車補貼。

政府預計將於 2022 年開始建設氫能試點城市，期望至 2030 年，全國 10%的城市、縣和城鎮轉變為氫動力城市；至 2040 年時，則有 30%的城市、縣和城鎮轉變為氫動力城市。政府負擔基礎設施開發成本的 50%，而主要房地產開發商和其他公司將負責建築。

三、韓國氫能目前推動成果

在氫經濟路線實施一週年後，韓國獲得豐碩的成果，包括諸如 2020 年全球氫能汽車銷量第一、加氫站快速增加等。韓國政府 1 月宣布通過氫能法後，韓國現代汽車、氫融合聯盟、韓國氫與新能源學會、韓國氫工業協會及韓國天然氣公司也發表聯合聲明認同政府透過立法與推動相關政策的決心[14]，可為韓國製造產業創造新成長動力，也為未來產業培育奠定基礎，並強調氫是化石燃料最佳替代品，可協助各國達成巴黎協定目標。繼前一節介紹不同氫能技術領域之目標與策略，本節則彙整韓國目前推動的成果。

(一) 氫氣產製、運輸與儲存

截至 2018 年底，氫產量約 13 萬噸，如欲因應後續持續增加之需求量，勢必要有更多元的氫氣來源。除了前述的副產氫、提取與進口等方式，技術的創新也是氫能發展的要素。

韓國西部電力公司的「使用 IGCC(煤炭煤氣化綜合發電)合成氣和海洋微生物開發生物氫生產技術」被韓國戰略部及財政部選為 2019 年的優秀合作項目。西部發電以國內最早建設、運營 IGCC 的經驗和技術為基礎，與韓國海洋科學技術院等單位合作。其技術重點為利用海洋微生物生產生物氫，使用名為巴斯德華赤酵母(*Thermococcus onnurineus NA1*)的海洋微生物，此種微生物為棲息於南太平洋深海熱水區的物種，具較多之氫轉化酶，可吸收一氧化碳，並分解海水製造氫氣，擁有比其他微生物更高的氫轉換效率。韓國海洋科學技術院在 2002 年首次發現，並成功培養。據該公司說明，這將可能成為世界最大的生物氫生產設備，每年可生產約 330 噸氫，相當於 2,200 輛氫燃料車行駛 1 年的數量[15]。

另一種技術則是利用再生能源產氫。過去因再生能源具間歇性，易受天氣條件變化影響，因此提供系統之電力不夠穩定的情況下，包含氫氣和氧氣混合氣體可能會因達到可燃極限存在爆炸的危險。韓國能源研究所氫研究組的 Chang-Hee Kim 博士的研究小組在 2020 年 6 月表示，其所研發之「負載響應型電解」已經克服再生能源間歇性問題，而能生產穩定高效的氫[16]。這項研究自 2015 年以來已經進行了 5 年，目前已簽約技轉給國內公司。此

外，此種創新技術可供純家用，因此預期可加快綠色氫的生產，並將有助於實現政府宣布的氫經濟社會。

韓國電力公司(KEPCO)於 2020 年 3 月 9 日宣布，首次在韓國使用「儲氫液體技術(Liquid Organic Hydrogen Carriers, LOHC)」，成功每小時儲存 20 Nm³ 的氫，即包含約 1.8 公斤的氫氣[17]，此為是韓國首次展示 20 Nm³ 儲存量。過去傳統儲氫技術需壓縮至 200 大氣壓、並以氣罐車運送，故有較高風險；而 LOHC 則是在一定條件下(如 150~180°C、50 大氣壓)，透過催化劑將氫儲存於液態化合物(如二苳基甲苯 DBT)中，可安全儲存與運輸，且儲存液可重複使用，故成本可大幅降低，且儲存時間也長於傳統的氫氣儲存，超過 1 年也不會外洩；如欲重新取出氫氣則加溫至 250°C、降至 3 大氣壓。LOHC 技術在 2017 年開始發展，仍有大多數僅止基礎研究程度、或只有 1 Nm³ 的小規模範成功。KEPCO 之 LOHC 儲氫設施獲得韓國天然氣安全公司的「高壓設備通用製造設施技術審查證書」，為韓國首座的氣體設施完工檢驗證書。

私人部門也提供助力——2019 年 3 月，私人贊助的特殊目的公司(SPC)也啟動「氫能網絡」，能有助於加快充電站之建設。

(二) 氫能車與加氫站

韓國截至 2020 年初，全球氫能汽車已躍居全球銷量第一，累計出口達 1,724 輛；氫燃料汽車國內普及率也增加 6 倍，首次突破 5,000 輛關口。2020 年 1 月韓國已經有 5,068 輛氫能小客車、15 輛氫能巴士、34 座加氫站。根據工業部的數據，全球在 2019 年 1 至 10 月氫能車累計銷量，現代企業共 3,666 輛(市佔 60%)、其次是豐田企業 2,174 輛、和本田企業 286 輛。韓國氫能車的累計出口數量超過 1,700 輛，出口國家的數量從 2018 年的 11 個增加至 19 個，且也與瑞士簽署銷售 1,600 輛 10 噸級氫能卡車的合約。

除一般自用房車部份，商用與官方也成功引入氫能車輛。2019 年首爾市投入 10 輛氫計程車試運行，2020 年又追加投入 10 輛[13]；自 2019 年 9

月至 2020 年 1 月份，在首爾的氫能計程車平均行駛 31.3 萬公里、載客 22,374 人[18]、截至今年 4 月則累計增至 4 萬名以上的乘客體驗氫車。另首爾也提供 13 輛氫能巴士，逐步汰換掉老舊的警用公車。現代汽車則與仁川國際機場公司、韓國液化氣集團和氫能網絡公司簽署商業協議，在仁川國際機場 2 號航廈附近建造氫電動公車充電站，預計在 2021 年 3 月竣工，未來機場內的接駁巴士將以氫電動巴士取代，目標成為國際低碳環保機場的代表[19]。

充電站也不斷增加，2020 年初已共有 34 個站點；未來若氫運輸設施之基礎建設更加拓展，可為氫站的設置奠定基礎。

(三)燃料電池

在燃料電池的商業擴展上，韓國也有相當好的斬獲——截至 2019 年底，韓國燃料電池出貨已占全球的 40%；裝置量達 408MW，超過美國(382)和日本(245)。在私人企業的參與部份，Korea Fuel Cell 目前在韓國參與了 20 多個發電廠，總裝置容量為 166.7MW [20]。

韓國燃料電池發電市場的高潛力，也吸引國外業者如美國 Bloom Energy、日本三菱日立電力系統集團及富士電機等進軍韓國燃料電池發電市場。

(四)地方行動

中央制定之氫經濟實施計畫也需地方政府和公共機構的配合。部分地方政府已積極推動氫能轉型，如首爾、昌原市、光州、全羅南道那州市和濟州島等[21]。本文以韓國首爾市為例，介紹其近期氫能推廣成果。

首爾市長朴元淳在媒體專訪上談及首爾氫能未來規劃及藍圖[22]，將氫能作為武漢肺炎疫情後的新能源之核心發展方向。朴市長推動《氫城市首爾》倡議，以作為環保及化石燃料能源轉型的前哨兵，並密集籌備「氫燃料電動汽車總體規劃」，目標為至 2022 年，氫燃料電動汽車普及目標從 3,000 輛提高到 4,000 輛以上，同時將氫氣充電站從 11 個增加到 15 個；並與現代

汽車簽訂加強氫產業整體合作備忘錄，從小客車擴大到麵包車、公共汽車、貨車等商用車。首爾市預計在 2020 年下半年，宣布振興氫能經濟的中長期路線圖的具體願景和行動計劃，並已在 2020 年 3 月組成由氫氣、氫能源、氫產業相關專家組成的任務工作小組。

此外，首爾也與中央政府協力，將提出《首爾新能源和再生能源網絡》[23]，利用 180MW 的氫燃料電池、及污水處理過程中產生沼氣和氫氣技術，建立「首爾新能源和再生能源網絡」，向氫氣燃料電池供應沼氣產生電能和熱能，以向家庭供電、及將熱能用於污泥乾燥設施或城市農業之熱源，甚至產生的溫室氣體也可被完全回收，形成完整的零排放措施。

除首爾外，韓國國土交通海洋部 2019 年宣布將推動「氫能試點城市促進戰略」[24]，建立以城市為單位的氫生態系統，將氫相關活動，包括從生產到儲存、運輸和利用等，以順利在城市中建立氫生態系統、使用氫作為主要能源，並能讓市民體驗城市創新。氫示範城市反映住宅和交通領域利用氫的基本元素，並結合創新技術或與當地特色產業的聯繫。

基本要素包括住宅部門，運輸部門和綜合運營中心：在住宅領域，氫電池安裝在公寓大樓和個別建築物中，並且氫用於提供能源，例如空調和暖氣；為於交通運輸領域建立基於氫能的運輸系統，在城市及其周圍的轉運中心、停車場、公車站安裝氫充電站。此外，在試點城市中除完成基礎設施建設，後續也需建置綜合運營中心，以監控和管理氫的供應、儲存、運輸、及安全管理。亦可讓尚未商業化的技術得以與地方產業、基礎設施結合示範。

(五) 產業與國際合作交流

韓國除政府推動相關策略，企業也積極向國際社會分享韓國推動氫能經驗、展現氫經濟推動量能。

現代汽車與美國能源部簽合作備忘錄，在氫能和氫燃料電池技術上合作與創新，並擴大其與氫有關的業務[25]，包括共享現代 NEXO 氫能車、氫充電站的經驗分析數據，並與學者、政府機構和各個行業共享，將氫能的競

爭力傳播給各行業與公眾，促進氫與氫燃料電池技術的創新與全球的採用。現代汽車還將提供美國能源部 5 部 NEXO 進行示範、並支持華盛頓特區的氫站設施。

韓國氫融合協會(H2KOREA，成員也包括現代汽車與韓國天然氣公司)、美國燃料電池與氫能協會(FCHEA)亦簽署 MOU，協會將舉行定期會議和研討會，邀請兩國氫工業專家與公司參加，以促進技術交流。另也計畫聯合制定氫工業所需之政策提供政府與相關組織，並希望建立氫工業價值鏈的國際標準。

而對於歐洲和美國市場，MOTIE 批准可出口國家核心技術[26]，可將現代汽車的氫燃料電池系統出口，這也是首次批准出口氫燃料電池系統而非氫汽車。透過美國技術出口許可，現代汽車利用該公司的氫燃料電池系統和美國 Curmins 公司的驅動裝置(如馬達)技術，為北美商用車市場提供氫燃料車核心部件(氫燃料電池)，期待透過此次開放，可確保搶攻並擴大預測增長的美國燃料電池市場的灘頭堡，同時帶動國內零組件業界一起成長。歐洲的部分，則批准向歐洲汽車製造商出口氫燃料電池，為現代汽車搶佔歐洲地區氫燃料電池市場提供契機。

四、結論與建議

韓國在氫經濟推動從前期效果不彰、但透過相關策略的制定及持續投入技術研發奠定發展基礎後，逐漸展現出後續的推動量能；2020 年 1 月韓國成為全球第一個通過氫能法的國家，明確的法制亦有助於排除市場障礙，加速後期發展。此外，氫能相關產業也預計將可為南韓創造 43 兆韓幣(約新台幣 1 兆元)的經濟效益，並可提供 43 萬個工作機會[4]。

儘管在相關技術上，領先國家仍是日本與美國，規模化市場發展歐盟更具發展優勢[27]，但韓國仍躋身全球之市場先進者，積極參與國際合作網絡[28]，如 MOTIE 於 2019 年宣布將舉行第 32 屆國際氫燃料電池合作夥伴 (IPHE) 國際氫經濟論壇，向國際展現氫能整體政策的組織規劃能力。

然而韓國目前的產氫策略仍不若其他國家般的對氣候友好，仍有相當之規模使用來自石化工廠、天然氣等碳密集型的氫[20]，勢必須及早規劃新的產氫來源，以因應未來持續成長的氫氣需求；另一方面，亦需大幅降低再生能源發電成本，以使綠色氫具有經濟可行性。

五、參考文獻

- [1] Global Hydrogen Market Insights; 2015-2019, 2023, 2025 & 2030. Research and Markets, 2020.
<https://www.globenewswire.com/news-release/2020/02/24/1989021/0/en/Global-Hydrogen-Market-Insights-2015-2019-2023-2025-2030.html>.
- [2] Our Members. IPHE, 2020.
<https://www.iphe.net/>.
- [3] Hydrogen & Fuel Cell Activities in Korea. Yoo, J.-Y., 2004, Ministry of Commerce, Industry and Energy.
- [4] 南韓氫能經濟發展路徑圖研析。魏逸樺、李志偉，2019。經濟前瞻，第184期，頁：118-122。
- [5] 韓國綠色成長政策與城市治理：以首爾市為例。黃麗玲、劉恩英，2016。永續與綠色治理新論，韋伯文化，頁：157-184。
- [6] 南韓氣候變遷調適策略。氣候變遷生活網，2020，
<https://ccis.epa.gov.tw/know/Korea>.
- [7] 2019년 1월 17일(목) 석간부터 보도하여 주시기 바랍니다(인터넷, 방송, 통신은 1.17(목) 12:00 이후 보도 가능). MOTIE, 2019.
https://www.motie.go.kr/common/download.do?fid=bbs&bbs_cd_n=81&bbs_seq_n=161262&file_seq_n=2.
- [8] 南韓六部會合作制定氫能源技術路線圖。張小玫、盧碧瑩，2019。
<https://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=15315>
- [9] 國際氫能政策發展概述。邱虹儒、王穎達、謝震凱、林綉娟、闕棟鴻、劉家豪、林韋廷。2020，工業技術研究院。
- [10] 국회, 수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률안 본회의

- 의결. 대한민국국회, 2020.
https://www.assembly.go.kr/assm/notification/news/news05/bodo/bodoView.do?bbs_num=48096
- [11] 성윤모 산업부 장관, “에너지전환, 국민이 체감할 수 있는 성과창출과 확산에 주력” . 이재용, 2020.
<http://www.epj.co.kr/news/articleView.html?idxno=24114>.
- [12] ‘수소경제 로드맵’ 에 ‘수소법’ 제정까지...탄력받은 수소 정책. 이주영, 2020.
<http://sports.hankooki.com/lpage/economy/202001/sp20200110094448137020.htm>.
- [13] 포스트 코로나를 개척하는 수소트럭 시대 개막. MOTIE, 2020.
http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=162943&bbs_cd_n=81¤tPage=1&search_key_n=title_v&cate_n=&dept_v=&search_val_v=.
- [14] [전문]대한민국 수소기관·기업 '수소법 제정 환영' 공동성명. 장시복, 2020;
<https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2020010921157622112>.
- [15] 서부발전, 수소생산기술로 수소경제 선도. 배상훈, 2020.
<http://www.epj.co.kr/news/articleView.html?idxno=24462>.
- [16] 그린수소 생산 앞당겼다... 에너지연 재생에너지 이용 수소 생산기술 국산화. 임효인, 2020.
<http://m.joongdo.co.kr/view.php?key=20200617010005882>.
- [17] 한전, 국내 최초 ‘수소저장 액체기술’ 실증 성공. 성재경, 2020.
<http://www.h2news.kr/news/article.html?no=8140>.
- [18] MOTIE. 수소경제 추진 1 년, 눈부신 초기 성과 달성. 2020;
https://motie.go.kr/motie/gov3.0/gov_openinfo/sajun/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=162570&bbs_cd_n=81.
- [19] 백은석. 현대자동차, 인천공항에 수소전기버스 충전소 구축. 2020;
<http://www.goodmorningvietnam.co.kr/news/article.html?no=29382>.
- [20] South Korea's Hydrogen Strategy and Industrial Perspectives. Kan, S. , 2020.

<https://www.ifri.org/en/publications/editoriaux-de-lifri/edito-energie/south-koreas-hydrogen-strategy-and-industrial>.

- [21] 에너지전환은 에너지시스템 전반의 혁신이다. 김연숙, 2020.
<http://www.ekn.kr/news/article.html?no=474912>.
- [22] 박원순 시장 "'수소 중심 에너지 전환' 서울시가 주도". 오세중, 2020.
<https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2020061615174429089>.
- [23] 서울시 물재생센터 수소연료전지 설치, 저녹스보일러 지원 확대. 김중혁, 2020.
<http://www.cartvnews.com/news/articleView.html?idxno=521622>.
- [24] 수소 에너지 사용하는 '수소 시범도시' 연내 3곳 생긴다. 주문정, 2020.
https://www.zdnet.co.kr/view/?no=20191010141855&re=R_20200110061640.
- [25] 현대차, 美 에너지부와 수소·연료전지 협력 강화. 이종수, 2020.
<http://www.h2news.kr/news/article.html?no=8091>.
- [26] (참고자료) 수소차의 심장, 수소연료전지시스템 미국·유럽시장 진출. MOTIE, 2020.
http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=162860&bbs_cd_n=81.
- [27] IEA, The Future of Hydrogen, 2019.
- [28] 20 개국 수소경제 협의체 역할·기능 담은 'IPHE2.0 선언문' 채택. 주문정, 2019.
https://zdnet.co.kr/view/?no=20191025034118&re=R_20200110061640.