KISTI
DATA INSIGHT
제 22 호

수소차 글로벌 기술시장경쟁력 비교분석 -데이터분석을 중심으로

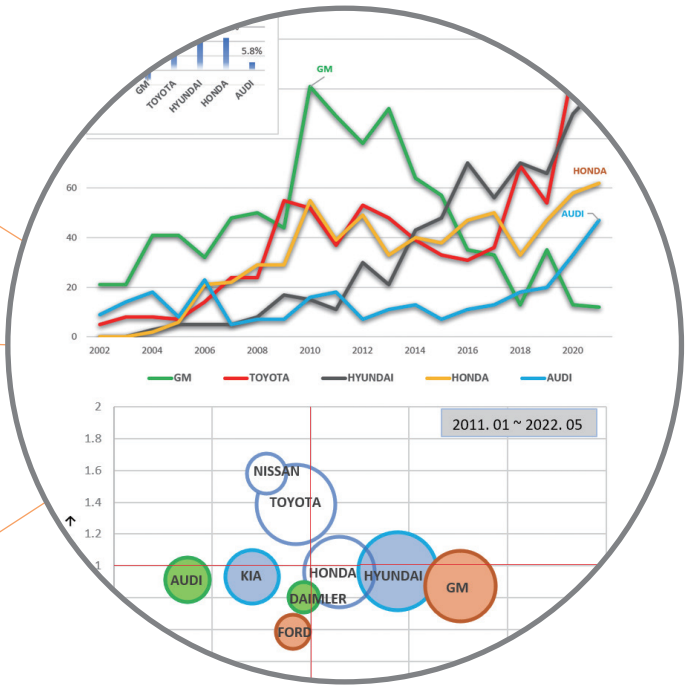
이창환

mirian.kisti.re.kr

KISTI

DATA

INSIGHT



KiSTi
www.kisti.re.kr
한국과학기술정보연구원
Korea Institute of Science and Technology Information

KISTI
DATA INSIGHT

제 22 호

수소차 글로벌 기술시장경쟁력 비교분석 -데이터분석을 중심으로

이창환

mirian.kisti.re.kr

CONTENTS

2022. 12. 21.

CHAPTER 01 수소연료전지차의 글로벌 동향 및 전망

- 수소연료전지차 개요
- 글로벌 주요국 수소차 정책 동향
- 글로벌 수소차 시장 동향 및 전망

CHAPTER 02 수소연료전지차 특허 데이터 분석

- 수소연료전지차 데이터 수집 및 기술 분류
- 수소연료전지차 글로벌 기술시장경쟁력 분석

CHAPTER 03 KISTI Data Insight

KISTI
DATA INSIGHT
2022. 12. 21.
제 22 호

이창환

수소차 글로벌 기술시장경쟁력 비교분석 -데이터분석을 중심으로

Highlights

- 현재, 전 세계적으로 화석연료 연소로 직접 배출되는 이산화탄소량의 거의 1/4(24%)이 교통수단에서 배출된다는 점에서 교통수단의 전기화는 지구 기후변화 목표를 달성하는데 크게 기여할 것으로 예상. 전기차, 수소차 등 탄소배출이 거의 없는 친환경 자동차로의 대전환이 빠르게 진행되고 있음.

- 수소연료전지차(FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle)는 연료전지를 활용하여 수소와 산소를 전기화학적으로 반응시켜 전기를 발생시키고, 물만 배출하는 매우 친환경적인 자동차로 기술적 진입장벽은 상당히 높아서 상용화에 성공한 자동차 제조기업은 현대차, 토요타, 혼다 등 세계에서 몇몇 기업밖에 없음.

- 글로벌 수소연료전지차 시장규모는 2030년까지 431.9억 달러에 달할 것이며, 2022 ~ 2030년 예측기간동안 연평균 59.4% 성장할 것으로 예측함.

- 수소차 글로벌 기술시장경쟁력 분석을 위해, 글로벌 특허를 미국특허청, 유럽특허청, 세계지식재산권기구를 통해 출원된 수소연료전지차 관련 특허를 조사한 결과, 글로벌 완성차 제조기업 중에서 2021년 기준, 수소차 특허출원 1위는 토요타이며, 한국의 현대차 2위, 그리고 혼다, 아우디 순. 현대차의 연평균성장율은 23%로 경쟁사 중에서 가장 높음.

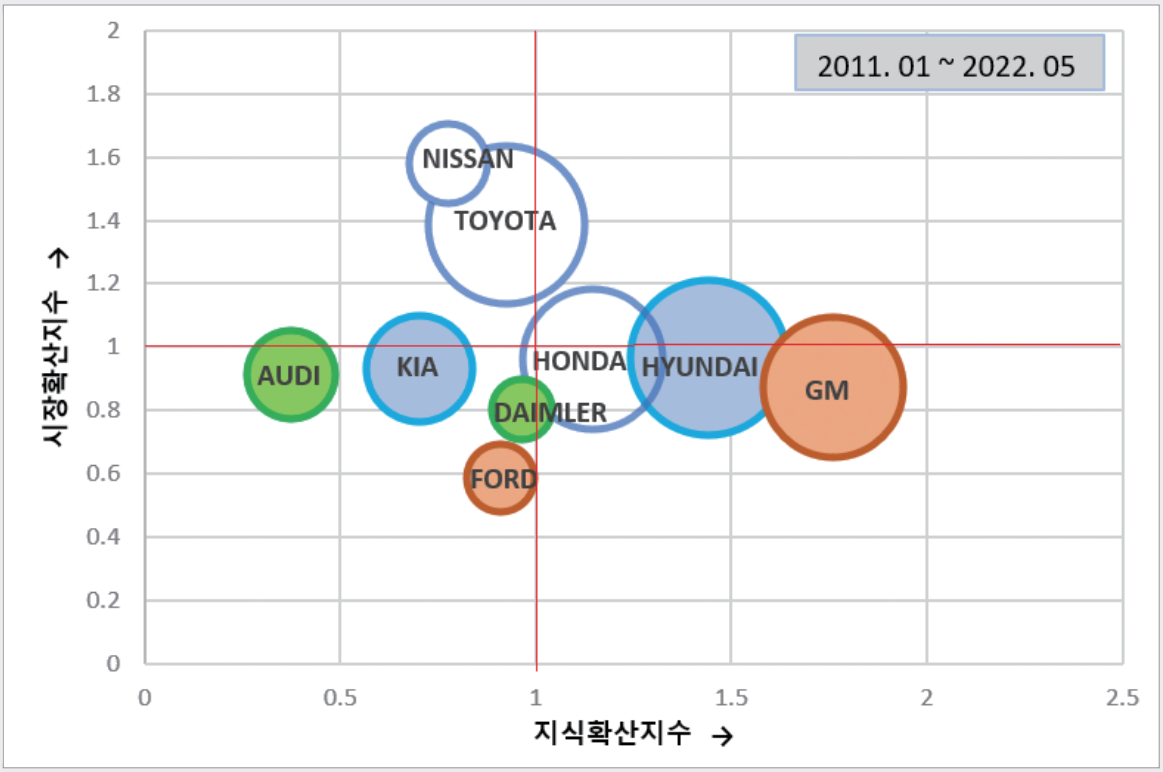
- 수소차 특허출원 상위 20위에 랭크되어 있는 출원인들을 국적별로 보면, 일본은 토요타, 혼다, 닛산, 파나소닉, 혼다기연, 도시바, 미국은 GM, 포드, 블룸에너지, 플러그파워, 발라드파워시스템, 독일은 아우디, 보쉬, 다임러, 지멘스, 한국은 현대차, 기아차, 삼성SDI, 영국은 인텔리전트에너지, 프랑스는 CEA 등이 상위 20위권에 올라 있음.
  - 특허데이터 분석결과, 수소차에서 현대차는 토요타보다 기술경쟁력에서 앞서고, 시장경쟁력에서는 토요타보다 뒤지고 있는 것으로 분석됨.
  - 수소차 글로벌 Top7 제조기업에서 수소차 특허소유권 변동률이 가장 큰 기업은 85.7%를 기록한 아우디이며, GM 72.6%, 닛산 66.2%, 현대차 63.8%로 타 분야에 비해 비교적 소유권 변동율이 높게 분석되었음.

- 2022년 3분기 미국 자동차시장에서 전기차 판매량은 205,682대이며 수소차는 172대만 판매되었음. 동기간 수소차 글로벌 판매량은 6,785대에 불과함.

• 2022년 3분기 글로벌 수소차 판매성장률은 중국 202.9%, 우리나라 136.8%, 유럽 40.3%로 높은 성장률을 보이고 있지만, 미국 -77.7%, 일본 -84.6%, 기타 국가들이 -44.7%로 수소차의 글로벌 판매량은 주춤하고 있으며, 전년과 비교하여 글로벌 수소차 누적판매 성장률은 -4.4%로 마이너스 성장을 나타냄.

• 수소차가 넘어야 할 허들 다시 말하면, 수소생산과 운송, 충전인프라 부족, 고가의 백금촉매재와 연료전지스택 등 부담스러운 차량가격 등으로 인하여 수소차의 대중화를 지연시키고 있음.

• 따라서, 수소차의 최대 장점인 온실가스 배출 제로(0), 내연기관 자동차와 같은 충전시간, 긴 주행거리 등을 앞세우고, 기술진보에 따른 차량가격 인하, 수소충전 공급망 확충, 수소차 글로벌화를 위해 완성차 기업간 기술동맹, 각국 정부의 차량구매보조비와 세제혜택 지속지원 등이 이루어진다면, 2030년 수소차 보급 100만대 이상의 목표는 실현가능한 것으로 전망함.



<완성차 기업의 수소차 기술시장경쟁력 비교>

CHAPTER 01

수소연료전지차의 글로벌 동향 및 전망

수소연료전지차 개요

수소연료전지차는 연료전지로 만든 전기를 구동모터에 공급하여 주행하는 자동차

배출가스가 전혀 없고 물만 배출하는 친환경 자동차

› 수소연료전지차(FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle)는 수소와 산소를 이용하여 연료전지 스택(stack)의 전기화학적 반응을 통해 생산된 전기로 모터를 구동시키는 자동차를 말함. 수소연료전지차, 수소전기차, 수소자동차, 그리고 수소차 등 다양하게 부르고 있음. 본 고에서는 '수소연료전지차'와 '수소차'를 혼용하여 사용함.

- 수소연료전지차는 물을 전기분해하면 수소와 산소를 얻는데, 역으로 연료전지를 활용하여 수소와 산소(공기)를 전기화학적 반응시켜 전기를 생산하고 물만 배출하는 매우 친환경적인 자동차
- 전기차는 부품수가 충전 배터리와 구동모터 등으로 구성되어 기술적 진입장벽이 낮지만, 수소차는 수소연료탱크, 연료전지스택, 차량시스템, 주변 장치 등 내연기관 자동차와 비슷한 부품수를 가지며 기술적 진입장벽도 상당히 높아 현재까지 상용화에 성공한 자동차 제조업체는 현대차, 토요타, 혼다 등 몇몇 기업밖에 없음.
- 또한, 수소차는 수소생산과 저장(액화기술), 수소 운송과 주유소(충전) 등 내연기관 자동차와 똑같이 인프라 기반 시설이 필요함.

› 〈그림 1〉은 수소연료전지차의 구성을 나타내는 수소차 시스템 구성도[1]

<그림 1>
수소연료전지차 구성 시스템

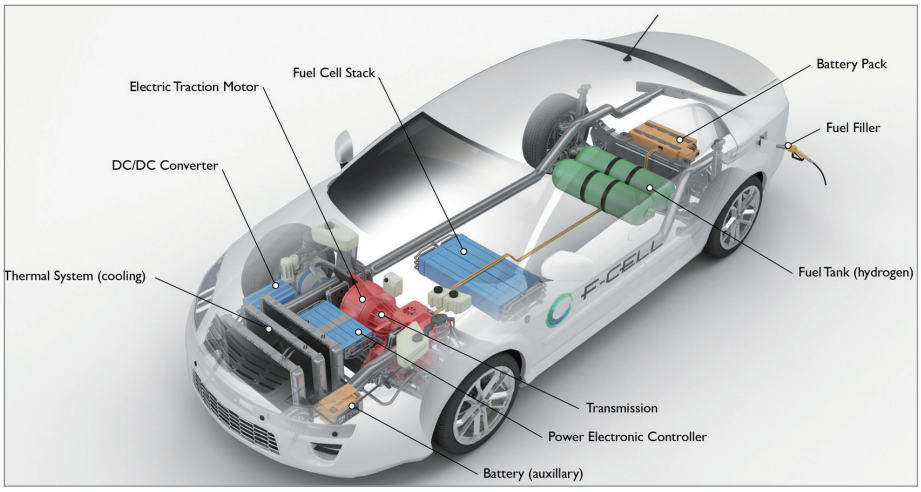


Image Source : 미국에너지부

- 〈그림 1〉의 간략한 설명은 다음과 같음.
  - 연료전지스택(Fuel Cell Stack) : 수소와 산소를 사용하여 전기를 생산하는 개별 멤브레인 전극의 집합체
  - 전기트랙션모터(Electric Traction Motor) : 연료전지와 배터리팩의 전력을 사용하여 차량의 바퀴를 구동시킴. 모터 구동 및 재생 기능을 모두 수행하는 모터 발전기 역할도 수행
  - DC/DC 컨버터(Converter) : 배터리팩의 고전압 DC 전원으로 차량 액세서리를 구동시키고 보조 배터리를 재충전하는데 필요한 저전압 DC 전원으로 변환시킴.
  - 열냉각장치(Thermal Cooling System) : 연료 전지, 전기 모터, 전력전자장치 및 기타 구성 요소에서 발생한 열을 적절한 작동 온도 범위로 유지시키는 역할
  - 보조배터리(Battery auxiliary) : 저전압 보조 배터리는 자동차 시동을 걸고, 차량 액세서리에 전원을 공급하는 역할 수행
  - 전력 전자 제어기(Power Electronic Controller) : 연료전지와 견인 배터리에서 전달되는 전기에너지의 흐름을 모니터링하여 트랙션모터 속도와 토크를 제어함.
  - 변속기(Transmission) : 전기 트랙션모터에서 기계적 동력을 전달하여 바퀴를 구동시킴.
  - 수소연료탱크(Hydrogen Fuel Tank) : 액화수소를 저장하는 탱크
  - 배터리팩(Battery Pack) : 고전압 배터리는 회생 제동에서 생성된 에너지를 저장하고 전기 트랙션 모터에 보조 전원을 제공
  - 연료필터(Fuel Filter)

1966년, GM 세계 최초 수소연료전지차 Chevrolet Electrovan 개발

수소연료전지차의 개발 역사[2]

- 1966년 GM 세계 최초 수소연료전지차 Chevrolet Electrovan 개발
- 1975년 Daimler 6인승 밴 시연
- 1996년 토요타 SUV 25kW 연료전지차 시제품
- 2000년 BMW 7시리즈 연료전지 버전 발표
- 2006년 현대차 수소버스 일렉시티 FCEV 생산
- 2008년 혼다 FCX Clarity 승용차 북미시장 리스 판매
- 2010년 현대차 SUV 투싼 ix FCEV 발표
- 2013년 현대차 SUV 투싼 FCEV 양산 라인 구축
- 2014년 토요타 미라이 승용차 출시
- 2018년 현대차 넥쏘 출시, 토요타 FCEV 버스, 트럭 출시
- 2019년 토요타 미라이 2세대 출시
- 2020년 현대차 세계 최초 양산형 상용 트럭 엑시언트 출시
- 2020년 완성차 제조사간 연합, 혼다-GM, 토요타-BMW, 현대차-아우디
- 2021년 BMW iX5 FCEV 컨셉트카, 상하이자동차 FCEV 미니버스 EUNIQ 7 출시
- 2022년 6월 볼보 수소차 관절형 덤프 트럭

수소 충전시간이 매우 짧고, 1회 충전으로 600km 이상 주행

› 수소연료전지차의 이점[1]

- 수소충전시간은 5분내외로 내연기관 자동차와 충전시간이 같으며, 수소 1회 충전으로 600km 이상을 달릴 수 있음.
- 수소와 산소를 전기화학적으로 반응시켜 전기를 발생시키므로 배출물은 '물'밖에 없는 가장 친환경적인 자동차
- 수소는 지구 어디든 존재하므로 에너지 자급자족이 가능(부생수소, 개질수소, 수전해수소)
- 내연기관의 효율은 20~30%에 지나지 않지만, 수소차의 효율은 60%로 내연기관의 2~3배
- 연료전지 스택을 추가함으로써 동력을 쉽게 스케일업(scale-up) 할 수 있음. 즉, 소형자동차에서 대형자동차로의 적용이 용이함.

글로벌 주요국 수소차 정책 동향

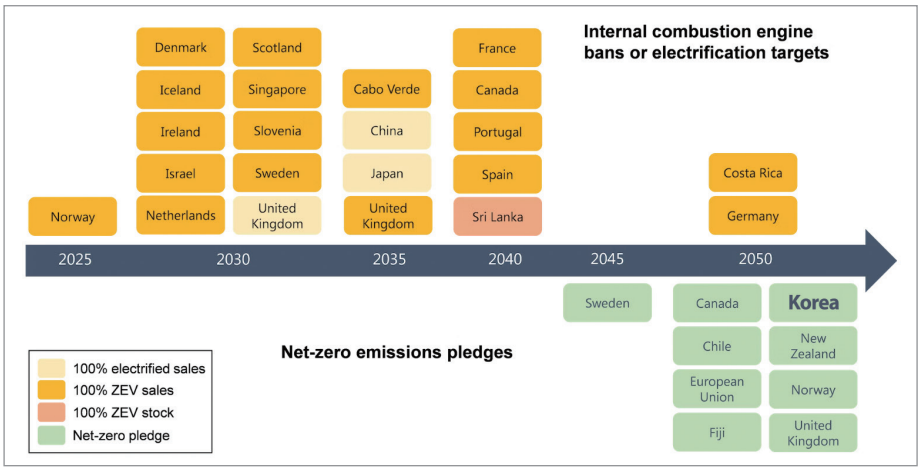
주요 국가별 내연기관 자동차 판매 금지, 탄소중립 선언 일정

› 현재 전 세계적으로 연료연소에 의해 직접 배출되는 이산화탄소의 거의 1/4(24%)이 교통수단에서 배출된다는 점에서 교통수단의 전기화(친환경)는 지구 기후변화 대응 목표를 달성하는데 크게 기여할 것으로 예상[3]

› 친환경 자동차의 판매량은 관련 차량구매 보조금, 이산화탄소 배출 규정, 탄소중립 선언 등과 같은 국가 정책에 따라 크게 좌우. 특히 수소차 보급 가속화를 위해 수소충전소 설치 확대, 차량구매보조금 지속 지원, 각종 세제지원 전략 등 필요[3]

- 20개국 이상이 내연기관 자동차 판매 금지(ZEV, Zero Emission Vehicle) 혹은 2050년까지 탄소중립(Net-zero Emissions) 선언을 다음 〈그림 2〉와 같은 일정으로 진행
- 타임 스케줄 위쪽은 내연기관 판매금지 혹은 100% 전기화 목표를 나타내고, 아래쪽은 탄소중립 선언을 나타냄.
- 노르웨이가 2025년 화석연료자동차 퇴출, 100% 탄소제로배출 자동차 판매를 목표로 하고 있으며, 중국과 일본은 2035년에 판매하는 모든 차량에 대해 100% 전기화 판매를 목표로 하고 있음. 우리나라도 2050년까지 탄소배출제로(탄소중립)를 선언하였음.
- 2030년, 유럽의 많은 국가들, 덴마크, 스코틀랜드, 슬로베니아, 스웨덴, 네덜란드, 아이슬랜드, 아일랜드, 그리고 싱가폴, 이스라엘 등이 배출가스제로자동차(ZEV)만 판매하겠다는 목표를 세웠음.

<그림 2>
주요 국가별 내연기관 판매 금지와 탄소중립선언 일정[3]



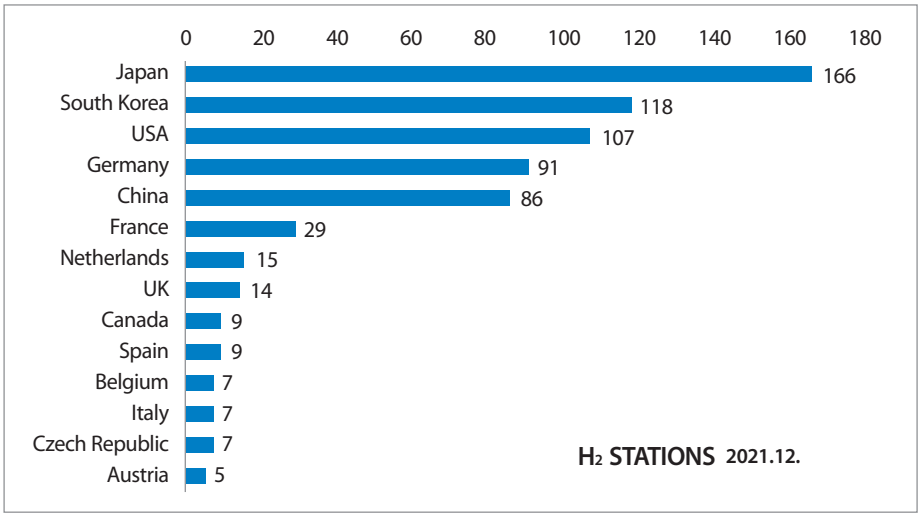
Source : IEA

주요 국가별 수소충전소 설치운영 현황

› 주요 국가별 수소충전소 설치 운영 현황

- 수소충전소는 수소차 보급에 중요한 역할을 담당하고 있는 인프라 시설로 1기당 설치 비용이 한화 30억원으로 국가의 정책적 지원과 법률 제정없이 시설 구축이 어려운 실정임. 우리나라의 경우, 높은 설치비용과 인구밀집에 따른 부지 확보, 폭발성이 있는 고압가스에 대한 주민 민원 등으로 충전소 확충에 어려움을 겪고 있음.
- 수소차가 보급된 주요 국가들의 2021년 12월 기준 충전소 설치 운용현황(〈그림 3〉).
- 국가별로 보면, 일본 166기, 한국 118기, 미국 107기, 독일 91기, 중국 86기 등으로 일본과 한국이 수소차 보급을 위한 인프라 확충의 선두에 있음을 보여주고 있음.
- 유럽연합은 최근 유럽 주요 간선도로에 2028년까지 100km마다 수소충전소 설치 의무화 법안을 의결

<그림 3>
글로벌 주요 국가별 수소충전소 설치 운영 현황 (2021.12 기준)



https://www.glpautogas.info/en/hydrogen-stations

글로벌 주요 국가별 수소차 지원 정책

› 주요 국가별 수소차 지원 정책[5]

- **[미국]** 수소충전소 설치에 대한 세금공제, 비상업용 수소차 구매시 USD8,000의 세금 공제, 액화 수소 갤런당 USD0.50 세금 인센티브 등 연방정부 차원에서 수소차를 지원하기 위한 로드맵을 구축
- **[일본]** 수소차 구매비용 지원(USD26,885), 2025년 320개 수소충전소 설치, 액화 수소 가격을 천연가스 수준으로 낮추고, 수소 공급망을 구축, 백금촉매 대체재와 고효율 저비용 연료전지 기술개발 등 지원
- **[유럽연합]** 2050년까지 탄소 배출량 95% 감소 계획 추진, 2030년까지 수소차가 승용차 22대당 1대, 경상용차 15대당 1대를 목표, 유럽연합 주요 간선도로에 2028년까지 100km마다 수소충전소 설치 의무화 법안 의결
- **[중국]** 수소차를 에너지 자립과 지속가능한 이동성 제공이라는 관점에서 전략적 지원정책을 펼치고 있음. 이미 2018년에 세계 최대 수소생산국이 되었음. 수소차에 대한 재정 보조금 지원 승용차 250,000위안(USD34,722), 수소버스 600,000위안(USD83,333). 수소차에 대한 외국인 지분 비율 완화[10]
- **[한국]** 2050년까지 탄소중립 선언, 2025년까지 수소차 20만대 보급을 목표, 수소차 구매보조금 지급(승용차 : 2,250만원 + 지자체 지원금 최대 1,000만원, 수소버스 : 2억원, 수소트럭 : 2.5억원, 폐기물청소차 : 7.2억원, 2022년 기준), 2025년 수소충전소 450기 목표, 각종 세제 지원[11]

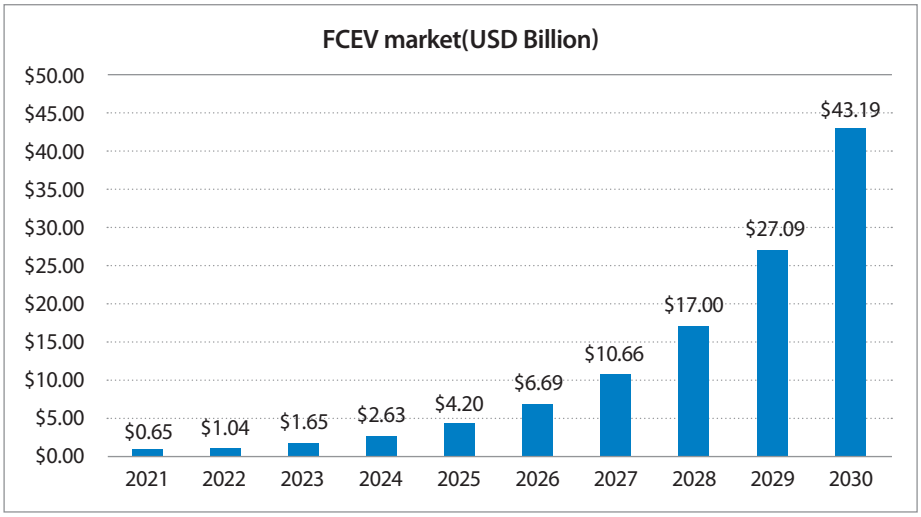
글로벌 수소차 시장 동향 및 전망

2030년까지 글로벌 수소차 시장은 미화 356억 달러

› "Precedence Research"의 '세계수소연료전지동향' 보고서에 의하면, 세계 수소연료전지차 시장 규모는 2030년까지 431.9억 달러에 달할 것이며, 2022~2030년 예측기간동안 연평균 59.4% 성장할 것으로 전망함[6](〈그림 4〉).

- 2021년 전 세계 수소연료전지차 시장 규모는 6.5억 달러로 이것은 온실가스 배출을 감소시키려는 정부의 노력과 수소충전소와 같은 인프라 시설의 확충 등에 힘입은 결과. 특히 아시아 태평양 지역을 중심으로 수소연료전지차의 수요가 집중되고 있음.
- 수소연료전지차는 양산화 초기 모델로 백금 촉매의 대체재 개발, 기술개선, 성능향상에 따른 합리적 차량가격, 수소충전 인프라 확충 등을 바탕으로 가까운 미래, 급성장이 예상됨.
- 세계 수소차 시장의 리딩 그룹으로 현재, 토요타, 현대차, 혼다, 상하이자동차 등이 양산형 수소차를 생산하고 있으며, 아우디, GM, 다임러, 닛산, BMW, 폭스바겐 등이 수소차 컨셉트카를 발표하고, 수소차 양산을 계획하고 있음.

<그림 4>
수소차 글로벌 시장 전망[6]



글로벌 수소차 판매 전년동기대비 65.4% 상승

› H2리서치에 의하면, 세계 수소차 금년 3분기 판매량이 지난해 동기 대비 65.4%가 증가하였음. 국가별로 한국은 3분기 4,717대를 판매하여 글로벌 1위를 지키고 있으며, 중국이 1,233대로 2위, 유럽이 512대 3위를 기록하였음[7](〈표 1〉 참조).

- 글로벌 수소차 판매를 전년 동기와 비교하면, 중국은 무려 202.9%의 성장률을 이룬 것으로 나타났으며, 우리나라 136.8%, 유럽 40.3%로 이들 국가들은 높은 성장률을 보이고 있지만, 미국 -77.7%, 일본 -84.6%, 기타 국가들이 -44.7%로 수소차의 글로벌 판매가 주춤하고 있는 실정임. 전체적으로 전년대비 누적(1월~9월) 판매성장률은 -4.4%로 마이너스 성장률을 나타냄.
- 한국 수소차 누적(1월~9월) 판매량은 9,648대로 전년도 판매량(8,557대)을 초과하며 세계 판매 1위를 유지하고 있지만, 올해 보급목표 28,000대에는 크게 못 미치고 있어 목표달성은 어려울 전망

<표 1>
2022년 3분기 수소차 글로벌 판매 현황

구분	2022년 3분기			2021년 3분기		2022년 1월~9월(누계)			
	판매대수	점유율	성장률 (전년동기)	판매대수	점유율	판매대수	점유율	21년 판매량	성장률 (전년대비)
한국	4,717	69.5%	136.8%	1,992	48.6%	9,648	59.5%	8,557	12.7%
미국	172	2.5%	-77.7%	770	18.8%	1,994	12.3%	2,647	-24.7%
일본	63	0.9%	-84.6%	409	10.0%	697	4.3%	2,471	-71.8%
중국	1,233	18.2%	202.9%	407	9.9%	2,965	18.3%	1,772	67.3%
유럽	512	7.5%	40.3%	365	8.9%	776	4.8%	770	0.8%
기타	88	1.3%	-44.7%	159	3.9%	123	0.8%	725	-83.0%
합 계	6,785	100%	65.4%	4,102	100%	16,203	100%	16,942	-4.4%

https://www.h2research.co.kr/

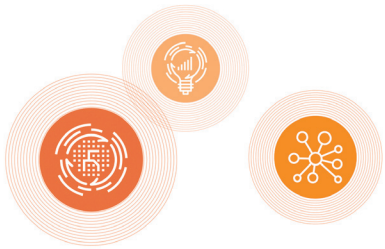
글로벌 수소차 시장 전망

› 수소차는 전기차 대비 충전속도가 빠르다는 최대 장점을 가지고 있음. 전기차는 급속 충전으로 30분에서 1시간의 충전 시간이 필요하지만, 수소차는 5분이면 완충되며, 1회 충전 최대 주행거리도 전기차 대비 길다는 이점이 있어, 수소차가 시장에서 충분히 성장할 수 있는 잠재력이 있음.

- 기존 주유소를 전기차 충전소로 바꾸는 데는 수억원이 소요되지만, 수소차 충전소를 만드는데는 30억원 이상이 들고, 같은 성능을 기준으로 전기차보다 값이 비싸다는 단점이 있음[2].
- 또한 코로나19 사태를 거치면서 차량용 반도체 공급망에 문제가 생긴 것이 큰 영향을 끼쳤으며, 완성차 업체들의 전기차 중심 전략과 수소차 신차 출시나 판매가 크게 늘지 않은 것도 수소차 시장이 활성화되지 못한 원인
- 수소차 시장은 현재, 승용차(SUV 포함) 중심으로 시장이 형성되고 있지만, 친환경 승용차 시장은 수소차보다 전기차의 경쟁력이 우위를 점하고 있음. 향후 수소차 장점인 대용량, 장거리에 적합한 수소트럭, 그리고 수소버스와 같은 상용차 혹은 수소선박 등으로 수소차 시장이 발전될 것으로 전망
- 2030년 충전인프라가 세계 전역에 확대 설치되고, 기술 진입장벽이 높았던 수소차 기술이 보편화되어, 수소차 구매비용이 내연기관 자동차와 비슷하게 되면서 본격적으로 수소차 대중화 시대가 열릴 것으로 전망됨.

CHAPTER 02

수소연료전지차 특허 데이터 분석



수소연료전지차 데이터 수집 및 기술 분류

수소연료전지차 기술개발 트렌드 분석을 위해 특허정보 활용

미국특허청, 유럽특허청, 세계특허기구(WO)에 출원특허만 조사분석

› 수소연료전지차의 글로벌 기술경쟁력을 분석하고 글로벌 기업(연구기관)들의 특허출원 동향을 알아보기 위해, 글로벌 특허를 대변할 수 있는 미국특허청(US), 유럽특허청(EP), 세계지식재산권기구(WIPO, World Intellectual Property Organization, 약칭 세계특허(WO))를 통해 출원된 수소연료전지차 관련 특허를 조사함.

- 조사된 관련 특허정보를 여러 가지 특허분석지표를 활용하여 국가별 기술경쟁력과 글로벌 기업(연구기관)의 수소연료전지차 기술동향을 분석함.
- 출원인의 국적이 다국적인 경우, 본사가 있는 국가를 해당 출원인의 국적으로 간주하여 분석함.
- 출원인(권리자) 정보 : 2022년 5월 현재 해당특허 소유권자
- 조사기간 : 1990년 1월 ~ 2022년 5월

세부기술을 연료전지, 연료전지시스템, 차량시스템, 수소저장 주유, 촉매 등으로 분류

› 수소연료전지차 기술에 대한 국가별, 기업별 기술경쟁력을 분석하기 위해, 수소연료전지차 기술을 〈표 2〉와 같이 연료전지, 연료전지시스템, 차량시스템, 수소저장과 주유, 촉매기술, 그 외 주변 기술 등으로 구분하여 분석

<표 2>
특허분석을 위한 기술분류와 각 기술관련 특허분류(IPC)

분 류	내 용	IPC(sub-class, main group)
연료전지시스템	연료전지스택, 파워공급시스템, 열교환장치, 관련 제어장치 등 연료전지시스템	H01M008/00,02,04,06
연료전지	차량용연료전지기술 (PEMFC, polymer electrolyte membrane fuel cell)	H01M008/00,02,04,06,10,24 H01M004/86
차량시스템	차량 연료전지 구동 및 제어 장치 등	H01M008/04,06 B60L011, B60K001, B60H001
수소저장주유	수소저장탱크, 수소 충전, 급유 장치 등	F17C011/00, B60K015/03, C01B003/00
촉매기술	연료전지에서 수소와 산소를 이원화시키는데 필요한 촉매재	H01M004/00, B01J023/00, B01J021/18
기타 기술	그 외 주변기술	

글로벌 특허분석 지식플랫폼 GPASS를 활용, 글로벌 특허조사 분석

› 6가지로 분류된 수소연료전지차를 해당 키워드와 국제특허분류(IPC)를 활용하여 검색한 결과, 〈표 3〉과 같이 미국특허청 12,970건, 세계특허 3,671건, 유럽특허청 1,923건 등 합계 18,564건이 검색되었음.

<표 3>
수소연료전지차 특허청별 특허수와 패밀리수

출원 특허청	특허수	패밀리	중복 특허수
미국특허청(US)	12,970	12,039	931
세계특허기구(WO)	3,671	2,962	709
유럽특허청(EP)	1,923	461	1,462
소 계	18,564	15,462	3,102

*조사기간 : 1990년1월 ~ 2022년 5월

* 특허정보조사는 KISTI가 보유한 글로벌 104개국 특허 데이터베이스인 GPASS를 활용하였음. GPASS는 104개국 특허를 모두 통일된 언어(영어)와 인용특허, 인용문헌, 특허패밀리, 법적상태정보, 표준화된 특허번호체제, 표준 기관명(기업명) 등이 제공되어 여러 가지 지식 산출이 가능한 글로벌 특허분석지식플랫폼임.

– 해당 키워드

AU=(EP OR US OR WO)

TS=((hydrogen) or (fuel cell)) (vehicle or car or truck or bus or automobile or automotive or transport or transportation)) or fcev) CPC=(Y02E OR H01M OR Y02T OR B60K OR F17C OR B60H OR B60W OR B60R) or IPC=(H01M OR B60L OR B01J OR B01D OR F17C OR B60K OR H02J OR H01B OR G01N OR B60H OR H01L OR G01R OR B60W OR G05D OR H01G OR F16K OR B65D)

TS=("pemfc" or (polymer electrolyte membrane) or (proton exchange membrane))

TS=((hydrogen (filling or charging or fueling or refueling)) or (hydrogen (tank or storage))

3개 특허기관에 출원된 특허들을 패밀리 활용 유니크하게 계산

› 수소연료전지차로 검색된 전체 18,564건의 특허를 특허패밀리를 활용하여 중복출원분을 제거하고, 15,462건의 유니크한 수소연료전지차 특허출원수를 도출하였음. 여기서 분석의 용이성을 위해 중복 특허를 제거할 때, 미국특허청에 출원된 특허와 가장 최근에 공개, 등록된 특허를 우선하여 분석하였음.

1) 특허는 특허권리를 획득하기 위해 동일한 특허를 권리획득을 원하는 각 국가마다 출원해야 하는데, 각 국가별로 출원된 동일한 특허들을 특허 "패밀리(family)"로 지칭함. 예를 들어 어떤 출원인이 "특허A"를 3개 국가에 출원했다면, 특허A는 국가코드가 서로 다른 3건의 특허번호를 부여받아 3건으로 검색되지만, 특허A의 패밀리로 묶으면 결국 1건의 특허로 계산됨. KISTI GPASS는 각 국가마다 출원된 동일 특허를 패밀리로 묶어 유니크한 지표 산출이 가능한 글로벌 특허분석지식플랫폼임.

수소연료전지차 글로벌 기술시장경쟁력 분석

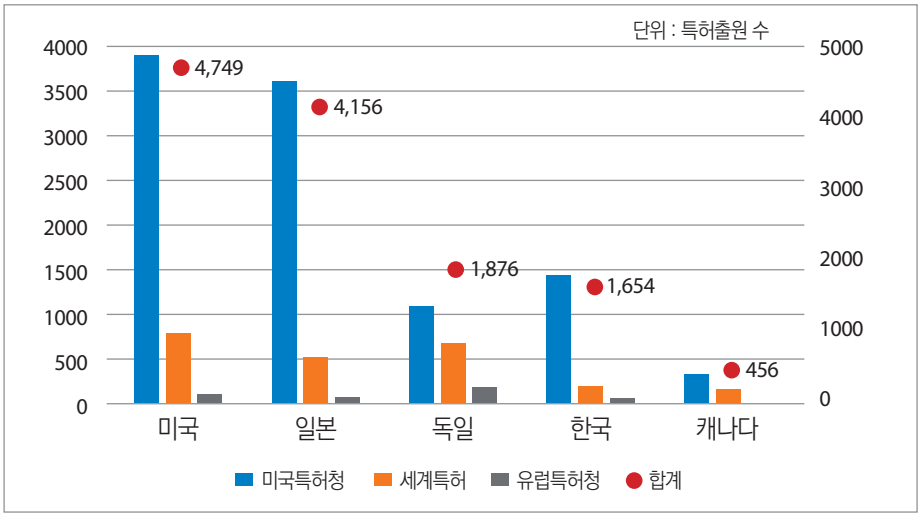
수소연료전지차 기술관련 글로벌 특허출원 현황

특허출원 글로벌 Top5 국가는 미국, 일본, 독일, 한국, 캐나다

› 〈그림 5〉는 미국특허청(US), 유럽특허청(EP), 세계특허기구(WO)에 출원된 수소연료전지차 기술관련 특허의 출원인 국적을 분석하여 특허출원 상위 5개국을 나타냄.

- 미국국적 출원인의 특허출원수가 4,749건으로 1위를 나타냄. 일본은 4,156건으로 2위, 3위는 독일로 1,876건으로 4위인 우리나라 1,654건과 비슷한 출원 양상을 보이고 있음.
- 캐나다는 5위로 456건의 수소차 관련 특허를 출원하였음.
- 본 분석에서 글로벌 특허출원기관 세계특허기구(WO)와 유럽특허청(EP) 이외에 미국 특허청을 조사분석에 포함시킨 이유는 수소차를 만들거나 계획하고 있는 글로벌 자동차 메이커들이 미국 시장 진출을 목표로 하고 있기 때문에 대부분의 출원인들은 중요 특허일 경우 미국출원을 당연하게 여김.
- 이것은 글로벌 탑 자동차메이커들이 자국 시장 보호를 위해 가장 먼저 자국 특허청에 특허출원을 하려는 경향이 있어, 미국에 치우친 분석이 될 수 있는 우려도 있음. 또한, 글로벌 탑 자동차 메이커들이 어떤 시장에 관심을 두고 있는지 그 전략도 파악할 수 있음.
- 현재 수소연료전지차를 개발완료하여 시장에 선보인 자동차메이커는 일본의 토요타, 혼다, 그리고 한국의 현대차가 유일하고, 상용화를 연구하거나 준비중인 자동차메이커는 미국의 GM, 일본의 닛산, 독일의 폭스바겐 그룹, 중국의 상하이자동차 등이 있음.

<그림 5>
3개 특허출원국의 출원인 국적별 특허출원 Top5

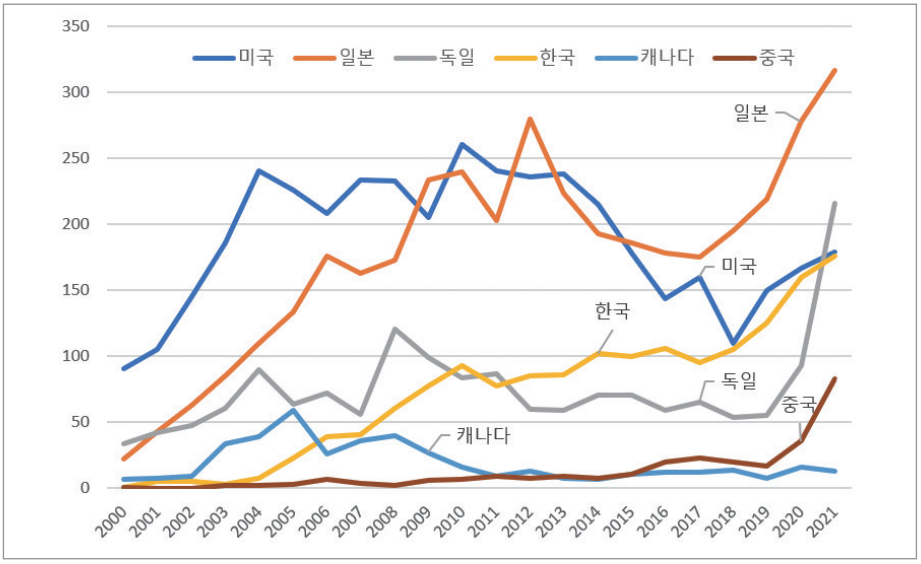


최근 중국 수소연료 전지차 관련 특허출원 급증

› 수소연료전지차 글로벌 Top6 국가들의 연도별 특허출원 동향은 〈그림 6〉과 같음. x축은 공개 혹은 등록 연도, y축은 특허출원 건수를 나타냄. 일반적으로 특허출원 후 공개되는 시점은 출원인 권리 보호를 목적으로 출원 18개월이 지난 이후에 공개되는데, 올해에 공개되는 특허는 현시점보다 1년 6개월전에 출원된 특허이므로 이를 시각적으로 나타내기 위해, 공개와 등록 연도를 기준으로 분석을 수행하였음.

- 특허출원 1위를 보이고 있는 미국은 초기부터 2014년까지 줄곧 1위를 나타냈지만, 이후 일본에게 추월을 당했으며, 최근 다시 특허출원이 상승세를 보이고 있음.
- 전체 특허출원 2위를 달리고 있는 일본은 2015년부터 1위를 나타내며, 무서운 상승세를 계속 유지하고 있음.
- 독일은 특허출원 3위를 나타내고 있지만, 2012년 이후 한국에 추월당해 3위권을 유지해 오다가 2021년 이후 다시 급상승세를 나타내고 있음.
- 한국은 수소연료전지차 분야의 특허출원이 2000년대 초반에는 1자리수에 머물러 있다가, 이후 특허출원이 꾸준한 상승세를 보이며 글로벌 3위를 지키고 있음.
- 중국은 2000년대초 특허출원이 1자리 숫자로 적었지만, 2019년이후 특허출원이 급상승하며 글로벌 순위를 5위에 올라 있음.

<그림 6>
출원인 국적별 Top6
공개년도별 특허출원 동향



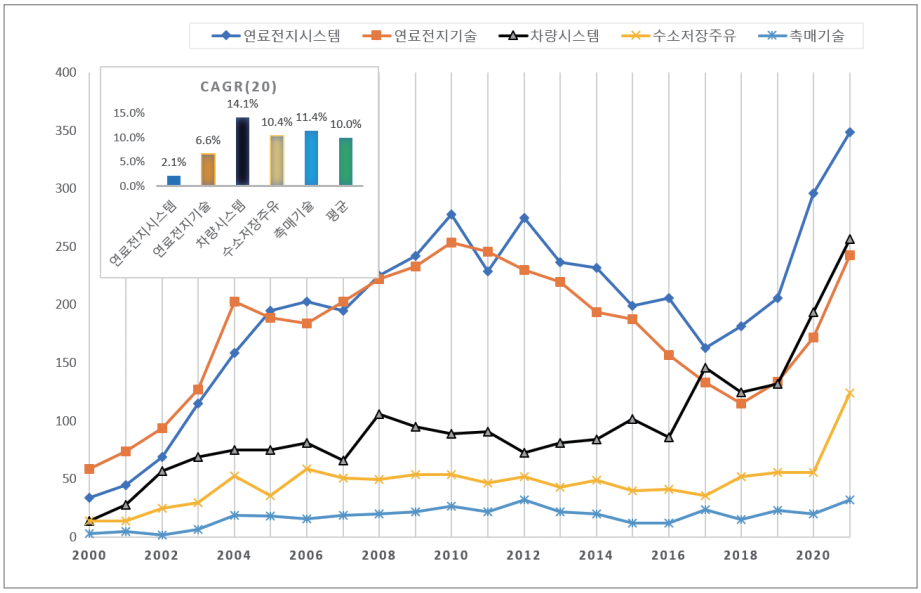
수소차 세부기술분야 분석 : 연료전지시스템, 연료전지, 차량시스템, 촉매 기술

수소차 세부 기술별 특허출원동향

› 〈그림 7〉은 수소차 세부기술로 분류된 연료전지시스템, 연료전지, 차량시스템, 촉매 기술의 공개연도별로 동향과 연평균성장률을 나타냄. 전체 20년간 연평균성장율은 10%로 상당히 높은 것으로 나타남. 기타 기술은 그림에서 제외시킴.

- 연료전지를 작동시키고, 스택을 차량에 구성하기 위한 기술인 연료전지시스템은 2010년까지 가파르게 성장하다가 이후 2017년까지 다소 주춤한 모습을 보임. 2018년 이후 토요타와 현대차, 혼다 등이 수소차를 시장에 내놓으면서 특허출원이 급상승하고 있음.

<그림 7>
수소차 세부 기술별
특허출원 동향



- 현재 수소차에 사용되는 대부분의 연료전지 기술은 고분자전해질막(polymer electrolyte membrane) 연료전지로 본 분석에서는 고분자전해질막(PEM) 연료전지 기술만을 대상으로 분석을 수행함. 연료전지 기술은 6.6%의 20년(2000~2020) 연평균성장율을 나타냄.
- 차량시스템 기술은 연료전지차의 구동 및 방법, 연료전지에 수소 주입법, 차량 전원공급장치, 차량 시동 장치, 차량 모니터링 시스템, 수소차의 공조시스템 등이 포함되어 있음. 차량시스템 기술의 20년 연평균성장율은 14.1%로 5개 수소차 분류에서 가장 높은 성장률을 보이고 있음.
- 수소저장 및 주유 기술은 수소차의 수소 저장장치인 탱크, 영하 기온에서의 연료전지를 위한 수소저장 방법, 액체수소의 저장방법, 특수재질의 수소저장탱크, 수소 주유장치 등을 포함. 수소저장 및 주유 기술의 20년 연평균성장율은 10.4%로 전체 평균을 상회하는 것으로 나타남.
- 수소차의 촉매 기술은 수소와 산소를 이원화시키기 위해 필요한 것으로 촉매재는 내연기관 배기가스 저감장치에 들어가는 백금이 사용됨. 촉매재 백금은 고가인 관계로 현재, 수소차 1대에 들어가는 백금은 약 30그램 정도인데, 각 자동차 제조사들은 백금의 사용량을 줄이는 노력을 지속하고 있으며, 백금 대체재 개발도 함께 이루어지고 있음. 촉매기술의 20년 연평균성장율은 11.4%로 비교적 높은 것으로 분석됨.
- 특허출원된 수소차의 세부 기술별 특허출원수는 다음 〈표 4〉와 같음.

<표 4>
수소연료전지차
세부기술별 특허수

번호	세부 기술	특허수
1	연료전지시스템	4,662
2	연료전지 기술	4,262
3	차량시스템	2,293
4	수소저장 및 주유	1,179
5	촉매 기술	427
6	기타 기술	2,639
합 계		15,462

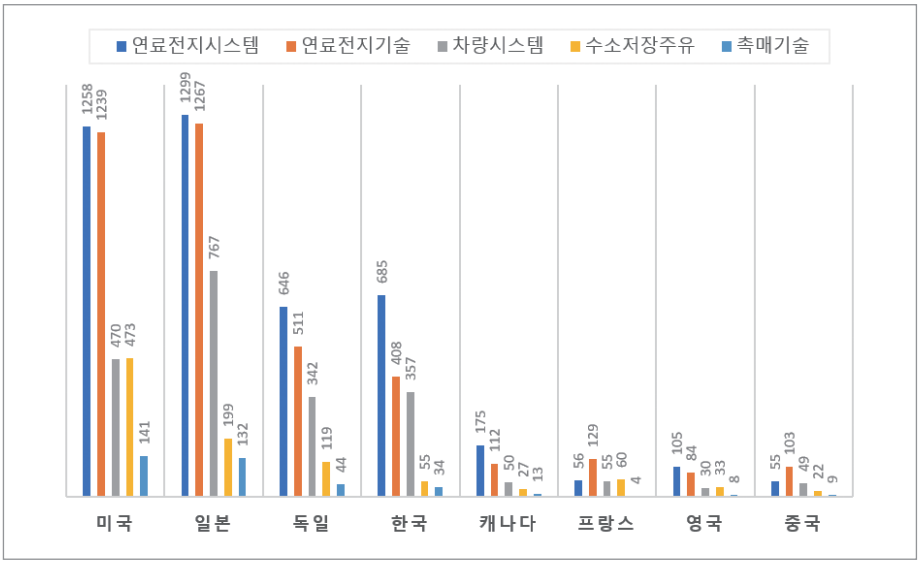
- 연료전지시스템 분야가 가장 많이 출원되었으며, 차량시스템의 연평균성장율이 가장 높은 것으로 분석됨.
- 기타 기술은 5개의 세부 기술이외 수소차를 구성하고 지원하는 핵심 기술이 아닌 주변 기술로 본 분석에서는 제외

일본은 연료전지 시스템, 연료전지, 차량시스템에서 1위에 올라

› 〈그림 8〉은 수소차의 기술분야별로 출원인 국적별 Top8을 나타낸 것으로 미국, 일본, 독일, 한국 순서로 특허출원이 이루지고 있음.

- 수소차를 만들거나 연구개발을 수행하고 있는 자동차 메이커가 미국은 GM, 포드, 일본은 토요타, 혼다, 닛산, 한국은 현대차, 기아차, 독일은 아우디, 다임러 등임. 이 중에서 수소차 상용화에 성공한 회사는 토요타, 혼다, 현대차가 유일함.
- 미국은 수소차의 특허출원을 가장 많이 하고 있는 국가이며 GM이 이 분야를 이끌어 가고 있는 것으로 분석됨.
- 일본은 연료전지시스템, 연료전지, 차량시스템 등 3개 기술 분야에서 수위를 차지하고 있음. 특히 차량시스템 분야에서는 1위에 랭크되어 있음.
- 독일은 아직 수소차의 상용화 모델은 선보이고 있지 않지만, 연료전지시스템과 연료전지 기술 분야에서 글로벌 3위를 달리고 있음.
- 한국은 연료전지시스템과 차량시스템 기술분야에서 일본, 미국에 이어 글로벌 3위에 올라 있음.
- 캐나다와 영국은 연료전지시스템, 프랑스, 영국, 중국은 연료전지기술 분야에서 활발하게 연구가 진행되고 있음.

<그림 8>
출원인 국적별 Top8
수소차 기술분류별
특허출원수



수소연료전지차 글로벌 자동차 제조메이커의 기술분야별 특허출원 동향

글로벌 수소연료 전지차 완성차/ 부품소재 기업 Top20

› 〈표 5〉는 수소연료전지차 완성차 및 부품소재 상위 20위 제조기업의 기술분야별 특허출원동향을 나타냄.

- 수소연료전지차 특허출원 글로벌 상위 1위에서 7위까지 모두 완성차 제조사가 랭킹되어 있음.
- 토요타는 연료전지기술과 차량시스템 분야에서 글로벌 1위를 차지하며 전체 분야 1위에 올라 있음. 특히 차량시스템 분야에서는 328건의 특허를 출원하여 압도적 기술 우위를 나타내고 있음.

<표 5>
수소연료전지차 관련 글로벌 제조기업의 기술분야별 특허출원 동향

순위	업체명	연료전지 기술	연료전지 시스템	차량 시스템	수소저장 /주유	촉매 기술	소계
1	TOYOTA MOTOR	203	247	328	32	16	826
2	GENERAL MOTORS	219	333	144	68	21	785
3	HYUNDAI MOTOR	106	259	288	20	10	683
4	HONDA MOTOR	145	274	179	29	1	628
5	AUDI AG	120	132	57	9	3	321
6	KIA MOTORS	49	103	138	11	4	305
7	NISSAN MOTOR	59	140	84	10	9	302
8	SAMSUNG SDI	56	216	8	4	9	293
9	PANASONIC CORP	75	153	3	4	15	250
10	BOSCH ROBERT	54	92	41	14	4	205
11	FORD MOTOR	36	90	44	19	13	202
12	DAIMLER AG	39	99	42	7	10	197
13	HONDA 기술연구소	45	54	29	9	2	139
14	BLOOM ENERGY	25	96	12	4	0	137
15	PLUG POWER INC.	29	78	9	6	1	123
16	BALLARD POWER SYS.	35	66	15	1	2	119
17	INTELLIGENT ENERGY	36	62	5	6	1	110
18	CEA	64	21	2	15	2	104
19	SIEMENS AG	38	35	10	4	0	87
20	TOSHIBA	29	32	12	5	2	80

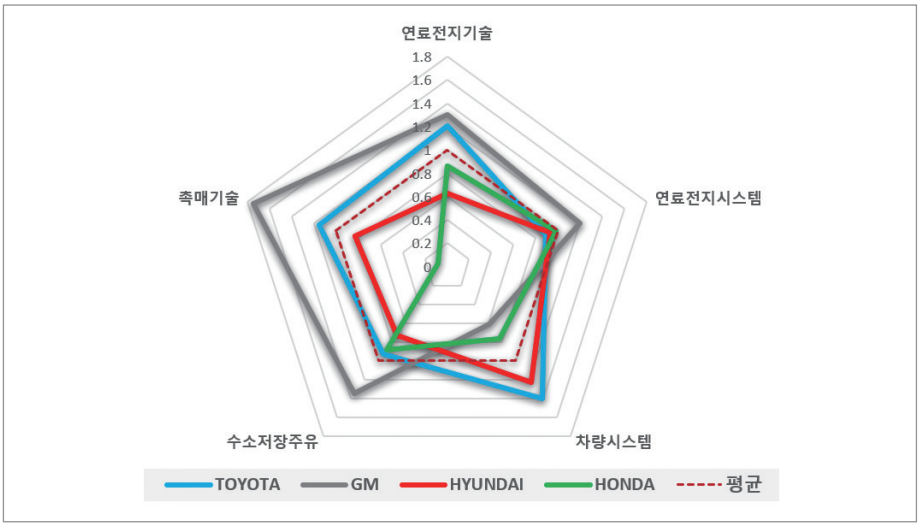
- GM은 차량시스템 분야를 제외한 전 분야에서 글로벌 1위에 올라 있으며, 특히 연료전지시스템과 촉매기술 분야에서 두각을 나타내고 있음.
- 현대차는 차량시스템 분야에서 토요타에 이어 2위에 올라 있으며, 연료전지시스템 기술은 GM에 이어 글로벌 2위에 랭크되어 있음.
- 상위 20위에 랭크되어 있는 출원인들을 국적별로 보면, 일본은 토요타, 혼다, 닛산, 파나소닉, 혼다기연, 도시바 등 6개의 기업이 랭크되어 가장 기술경쟁력이 높은 것으로 분석됨. 미국은 GM, 포드, 블룸에너지, 플러그파워, 발라드파워시스템 등 모두 5개의 기업이 있으며, 독일은 아우디, 보쉬, 다임러, 지멘스 등 4개의 기업이 올라 있음. 한국은 현대차, 기아차, 삼성SDI 등 3개, 영국은 인텔리전트에너지, 프랑스는 CEA 등이 상위 20위권에 올라 있음.

세부 기술분야별 상대특허활동지수 분석

› 〈그림 9〉는 수소차 완성차 4대 제조기업의 세부 기술분야별 상대특허활동지수를 나타냄. 촉매기술과 수소차를 구성하는 차량시스템 분야의 특허활동이 가장 큰 차이를 보이고 있음.

- 세계 최초 연료전지자동차를 개발한 GM은 수소차를 구성하는 차량시스템을 제외하고 전체 세부기술 분야에서 왕성한 특허활동을 보이고 있음. 특히 촉매기술 분야에서 상대적으로 많은 특허를 출원하고 있음.
- 토요타는 전체 분야에서 글로벌 평균이상의 특허활동을 보이고 있으며, 특히 차량시스템 분야에서 상대적으로 특허활동지수가 높은 것으로 분석됨.
- 현대차는 연료전지시스템 분야에서 국제평균 특허활동지수를 나타내고 있으며, 특히 토요타와 함께 수소차를 구성하는 차량시스템 분야에서 상대적으로 특허활동지수가 높은 것으로 분석됨.

<그림 9>
수소차 완성차 제조기업의 기술분야별 상대특허활동지수

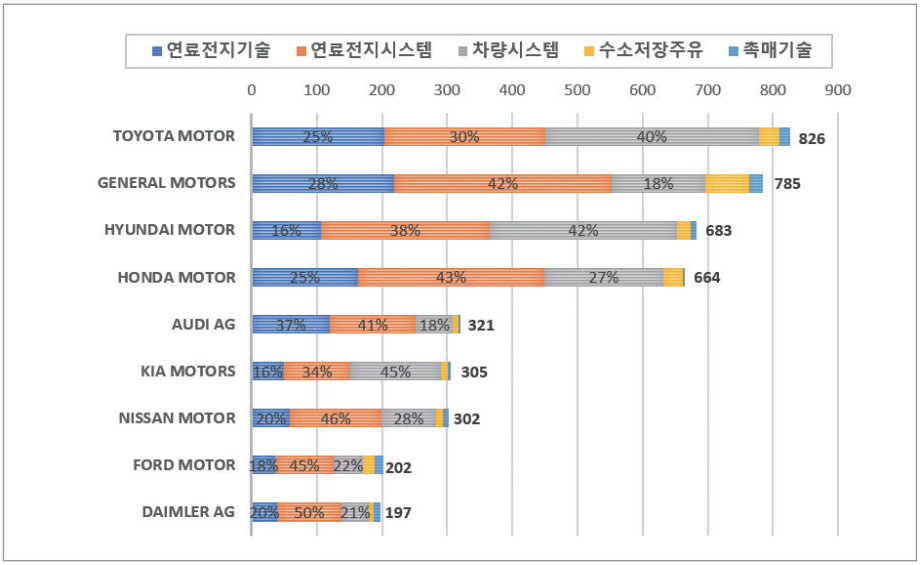


› 〈그림 10〉은 〈표 5〉의 글로벌 순위 상위 20위 중에서 완성차 제조기업의 기술분야별 특허출원 동향과 해당 기업의 5개 분야 전체 특허출원수, 그리고 기술분야별 특허출원 분포(%)를 나타냄. 토요타는 5개 세부기술 전체 826건 중에서 연료전지 25%, 연료전지시스템 30%, 차량시스템 40%의 특허를 출원하고 있음.

- 수소차관련 특허출원을 하고 있는 글로벌 완성차 기업은 토요타, GM, 현대차, 혼다 등 상위 4개 기업과 중위 그룹인 아우디, 기아, 닛산 등 3개 기업, 그리고 포드와 다임러 등 하위 그룹 2개, 총 9개 완성차 기업들이 수소차를 연구개발하고 있는 것으로 분석되었음.

- 수소차 글로벌 판매 1위를 달리고 있는 현대차의 세부 기술별 특허출원 분포는 차량시스템 42%, 연료전지시스템 38%, 연료전지기술은 상대적으로 적은 16%를 나타냄.

<그림 10>
수소차 완성차 제조기업의
기술분야별 특허출원 동향

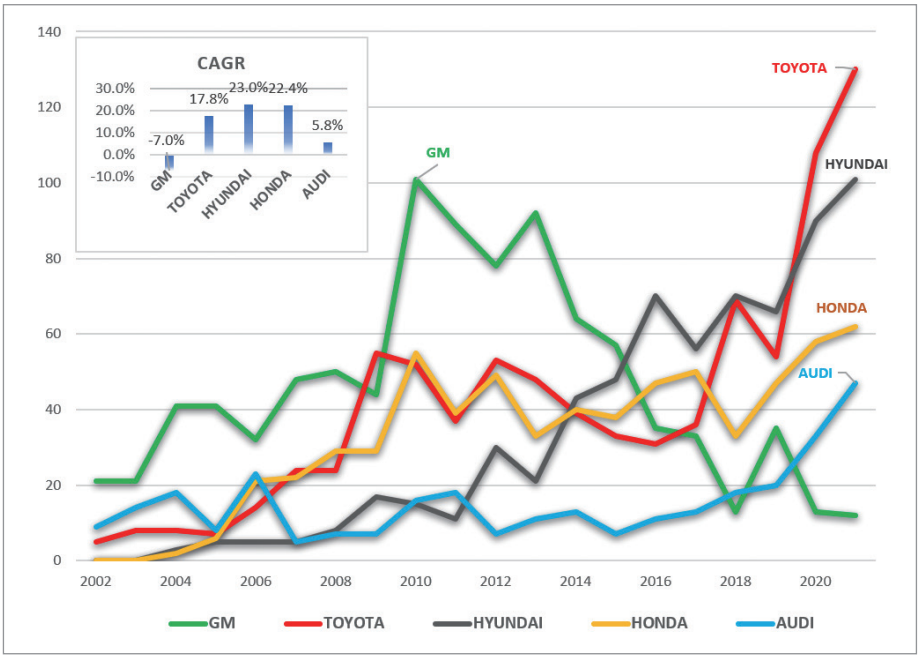


글로벌 자동차 제조기업 Top5 연도별 특허출원 동향

› 〈그림 11〉은 수소차를 연구개발중인 글로벌 자동차 제조기업 Top5에 올라 있는 기업들의 연도별 특허출원 동향을 나타냄. 특허출원수로 보면 GM, 토요타, 현대차, 혼다, 아우디 순서. 그림 좌측 상단은 제조기업의 연평균성장률을 나타내고 있음.

- GM은 수소차 분야에서 글로벌 1위에 올라 있지만, 연평균성장율을 보면 -7%를 나타내고 있음. 2002년 21건, 2004년 41건으로 2배씩 증가하여 2010년에는 101건의 특허를 출원, 정점을 찍은 후 급하락하여 2021년 12건으로 급하강 곡선을 보이고 있음.
- 토요타는 〈그림 11〉과 같이 2017년 이전까지 줄곧 GM에 뒤지다가 2018년부터 급상승세를 나타내며 글로벌 1위로 부상함.
- 현대차는 2015년을 기점으로 글로벌 1위를 유지하다가 2019년 이후 토요타에게 그 자리 내준 후, 현재 확고한 2위를 나타내고 있으며, 20년 연평균성장률도 5개 제조기업 중에서 가장 높은 23.0%를 보이고 있음.
- 혼다는 2014년까지 토요타와 비슷한 양상을 보이다가, 2015년 현대차에게 추월당하며 이후 글로벌 3위 자리를 유지하고 있음. 최근 성장률이 다소 줄어들고 있음.
- 아우디는 2006년까지 수소차 분야에서 GM에 이어 글로벌 2위를 달리고 있었지만, 이후 토요타, 혼다, 현대차에 밀려 글로벌 4위에 랭크되어 있음. 최근 성장속도는 토요타와 현대차와 같은 양상으로 급성장하고 있음.

<그림 11>
글로벌 Top5 완성차 제조기업의 연도별 특허출원 현황



수소차 기술개발 주요 자동차 제조기업의 특허지표 분석

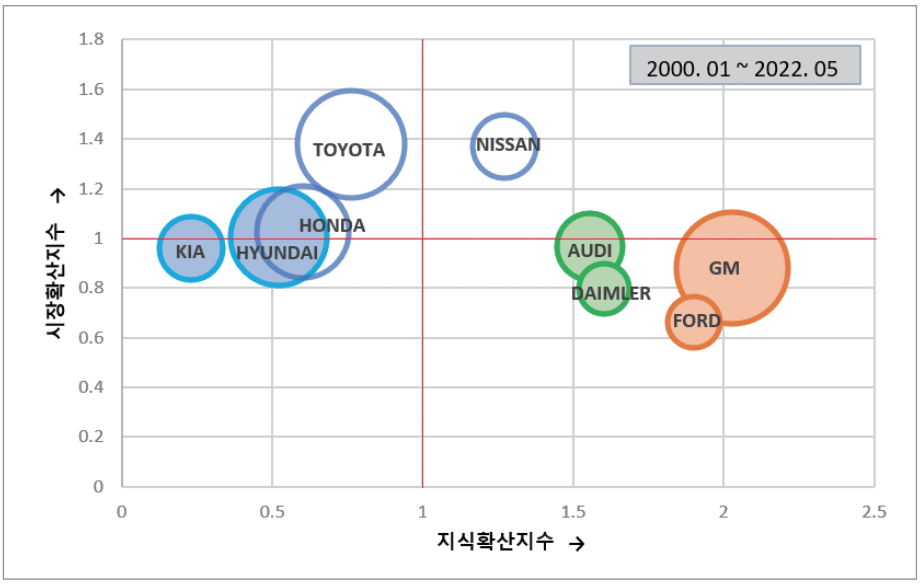
› 〈그림 12〉는 수소차를 기술개발중인 주요 자동차 제조기업의 기술시장경쟁력을 특허지표로 나타낸 것으로 각 기업별 특허출원수(원크기), 시장확산지수[2], 지식확산지수[3]를 산출하여 4분면에 나타냄. 해당 지수별로 9개 기업의 평균값을 해당국가 실제값으로 나눠 지수를 산출[9]. (〈그림 12〉의 위쪽 그림은 2000년이후부터 2022년 5월까지, 아래 그림은 2011년 이후 최근 10년을 분석. 원의 색깔은 해당 메이커의 국적을 나타낸 것으로 흰색은 일본, 청색은 한국, 녹색은 독일, 황색은 미국)

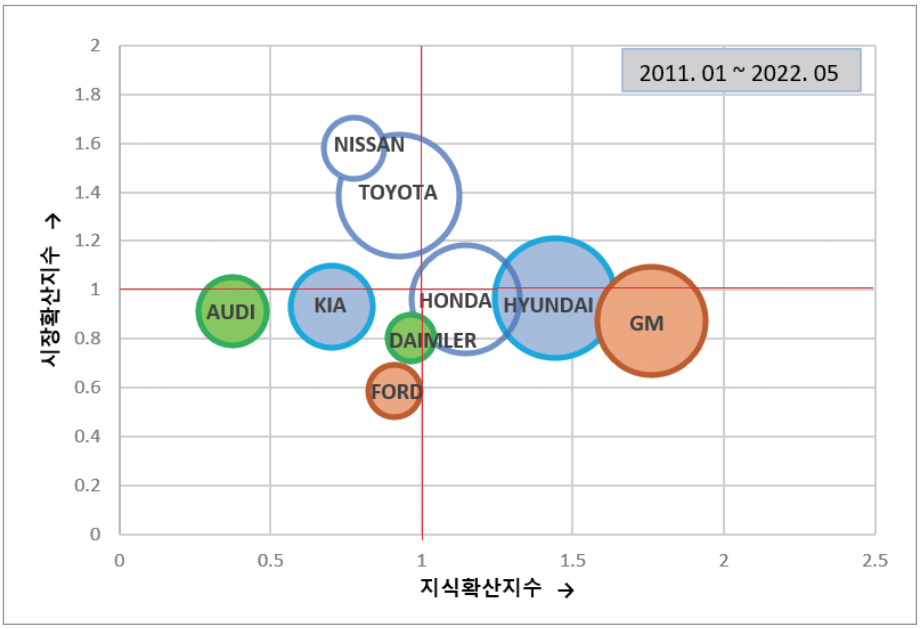
- 전체 데이터(위)와 최근 10년 데이터(아래)를 비교했을 때, 시장확산지수는 큰 변동이 없었으나, 기술경쟁력 지표를 나타내는 지식확산지수는 차이를 나타냄. 특히 현대차는 지식확산지수가 0.52에서 1.44로 전체 평균값을 크게 상회하였으며, 특허출원 규모도 토요타에 이어 2위를 차지함. 독일과 미국 기업들이 기술경쟁력 지표가 하락하고 있는 반면에 일본과 한국 기업들은 상승하는 것으로 분석됨.

2) 시장확산지수는 동일한 특허를 얼마나 많은 나라에 출원했는가를 나타내는 값으로 해당 기업의 평균패밀리수(FPP)를 전체 기업의 평균패밀리수로 나눈값으로 산출

3) 지식확산지수는 해당 기업의 특허들이 얼마나 많이 인용되었는지를 나타내는 값으로 해당 기업의 평균피인용수(CPP)를 전체 기업의 평균피인용수로 나눈값으로 산출

<그림 12>
수소차 기술개발중인
주요 자동차 제조기업의
특허지표





수소차 특허 소유권 변동율 평균 70.6%로 상당히 높다

› 〈표 6〉은 수소차 관련 특허를 출원하고 있는 자동차 제조기업의 특허 소유권 변동율을 나타냄. 수소차 특허 소유권 변동율은 평균 70.6%로 상당히 높음.

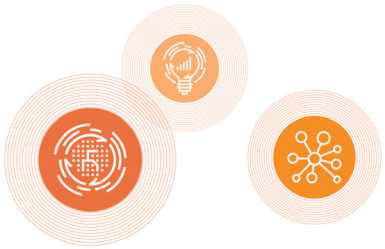
- 우리나라 현대차와 일본 토요타, 혼다, 닛산 등은 50~60%의 변동율을 보이고 있으며, 미국의 GM과 독일의 아우디 등은 70~80%로 높은 소유권 변동율을 나타내고 있음.
- 우리나라 기아자동차는 수소차 특허 소유권의 거의 대부분을 현대차로부터 공동 소유권을 획득한 것으로 분석됨.

<표 6>
수소차 글로벌 완성차 제조기업의 특허소유권 변동 현황

기업명	변동전	변동후	변동율
TOYOTA MOTOR	370	826	55.2%
GENERAL MOTORS	215	785	72.6%
HYUNDAI MOTOR	247	683	63.8%
HONDA MOTOR	310	628	50.6%
AUDI AG	46	321	85.7%
KIA MOTORS	1	305	99.7%
NISSAN MOTOR	102	302	66.2%

CHAPTER 03

KISTI Data Insight



› 수소연료전지차(FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle)는 연료전지를 활용하여 수소와 산소를 전기화학적으로 반응시켜 전기를 발생시키고, 물만 배출하는 매우 친환경적인 자동차.

› 수소연료전지차는 수소연료탱크, 연료전지스택, 차량시스템, 주변 장치 등 내연기관 자동차와 비슷한 부품수를 가지며 기술적 진입장벽도 매우 높아 상용화에 성공한 자동차 제조업체는 현대차, 토요타, 혼다 등 세계에서 몇몇 기업외에는 없음.

› 현재, 전 세계적으로 화석연료 연소로 직접 배출되는 이산화탄소량의 거의 1/4(24%)이 교통수단에서 배출된다는 점에서 교통수단의 전기화는 지구 기후변화 대응 목표를 달성하는데 크게 기여할 것으로 예상. 전기차, 수소차 등 탄소배출이 거의 없는 친환경 자동차로의 대변환이 빠르게 진행되고 있음.

› 세계 수소연료전지차 시장규모는 2030년까지 431.9억 달러에 달할 것이며, 2022 ~ 2030년 예측기간동안 연평균 59.4% 성장할 것으로 전망됨.

› 수소차 글로벌 기술경쟁력 분석을 위해, 글로벌 특허를 미국특허청, 유럽특허청, 세계지식재산권기구를 통해 출원된 수소연료전지차 관련 특허를 조사한 결과, 국적별 특허출원수는 미국 4,749건, 일본 4,156건, 독일 1,876건, 한국 1,654건, 그리고 캐나다 456건으로 조사됨.

- 수소연료전지차를 연료전지기술, 연료전지시스템, 차량시스템, 수소저장 및 주유, 촉매 등으로 세분류하여 분석한 결과, 연료전지시스템 〉 연료전지기술 〉 차량시스템 〉 수소저장주유 〉 촉매 순서로 연료전지시스템 분야에 가장 많은 특허가 출원되고 있으며, 차량시스템 분야의 연평균 성장률이 14.1%로 가장 높은 것으로 분석

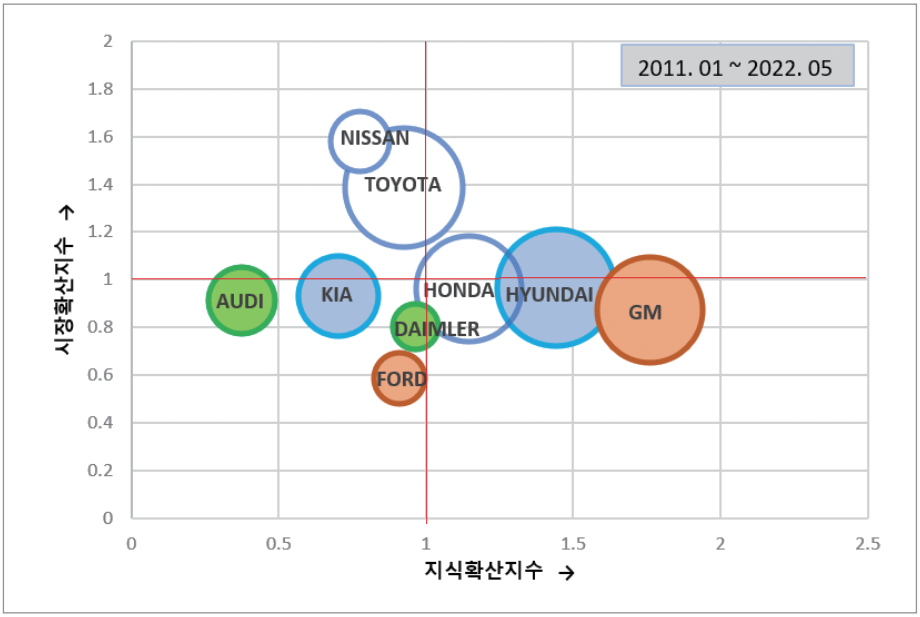
- 상위 20위에 랭크되어 있는 출원인들을 국적별로 보면, 일본은 토요타, 혼다, 닛산, 파나소닉, 혼다기연, 도시바 등 6개의 기업이 랭크되어 가장 기술경쟁력이 높은 것으로 분석됨. 미국은 GM, 포드, 블룸에너지, 플러그파워, 발라드파워시스템 등 모두 5개의 기업이 있으며, 독일은 아우디, 보쉬, 다임러, 지멘스 등 4개의 기업이 올라있음. 한국은 현대차, 기아차, 삼성SDI 등 3개, 영국은 인텔리전트에너지, 프랑스는 CEA 등이 상위 20위권에 올라 있음.

- 2021년 기준, 글로벌 완성차 제조기업 중에서 수소차 특허출원 1위는 토요타이며, 한국의 현대차 2위, 그리고 혼다, 아우디 순. 현대차의 연평균성장율은 23%로 경쟁사 중에서 가장 높음.

- 완성차 글로벌 Top7 제조기업에서 수소차 특허소유권 변동률이 가장 큰 기업은 85.7%를 기록한 아우디이며, GM 72.6%, 닛산 66.2%, 현대차 63.8%로 타 분야에 비해 비교적 소유권 변동율이 높게 분석되었음.

- 수소차 기술시장경력 지표에서 현대차는 토요타보다 기술경쟁력에서 앞서고 있지만, 시장경쟁력에서는 토요타보다 뒤지고 있는 것으로 분석됨.

글로벌 완성차 제조기업의
수소차 기술시장경쟁력 지표



› 2022년 3분기 미국 자동차 시장에서 전기차 판매량은 205,682대이며 수소차는 170여대만 판매되었음. 동기간 수소차 글로벌 판매량은 6,785대에 불과함. 이마저도 전기차보다 많은 수소차 구매보조금과 세금공제 혜택 덕분임.

› 세계 수소차 2022년 3분기 판매량이 지난해 동기 대비 65.4%가 증가했지만, 이것은 글로벌 수소차 판매점유율 70%를 차지하고 있는 현대차 판매실적 때문으로 실제, 3분기 글로벌 수소차 전년대비 판매성장률은 -4.4%로 마이너스 성장률을 기록

› 수소차의 최대 장점인 온실가스 배출 “0”, 내연기관 자동차와 같은 충전시간, 긴 주행거리 등을 앞세우고, 기술진보에 따른 차량가격 인하, 수소충전 공급망 확충, 수소차 글로벌화를 위해 완성차 기업간 기술동맹, 각국 정부의 차량구매보조비와 세제혜택 지속지원 등이 이루어진다면, 2030년 수소차 보급 목표 100만대 이상은 실현가능할 것으로 전망

참고문헌

01. https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-fuel-cell-electric-cars-work

02. https://namu.wiki/w/수소자동차#rfn-14

03. https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021

04. https://www.glpautogas.info/en/hydrogen-stations

05. Sustainability 2021, 13(9), 5149; https://doi.org/10.3390/su13095149

06. https://www.precedenceresearch.com/hydrogen-fuel-cell-vehicle-market

07. https://www.h2research.co.kr/

08. https://m.khan.co.kr/economy/auto/article/202210112147005#c2b

09. KISTI DATA INSIGHT, 제9호, "데이터기반 인공지능 글로벌 연구경쟁력 분석"

10. 10. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ente.202000179

11. https://easylaw.go.kr/CSP_수소전기자동차보조금

KISTI
DATA INSIGHT

KISTI DATA INSIGHT를 발간하며

국가와 국민을 위한 과학기술 데이터 생태계 중심기관인

한국과학기술정보연구원(KISTI)은

과학기술·산업 트렌드를 데이터 기반으로 분석한

『KISTI DATA INSIGHT』를 발간합니다.

『KISTI DATA INSIGHT』는

KISTI가 축적한 분석역량과 데이터 자원을 결합한

참신한 시각의 통찰을 담아,

미래 대응을 위한 의미 있는 지침이 되고자 합니다.

여러분의 많은 관심 바랍니다.

필 자 **이 창 환** 글로벌R&D분석센터 책임연구원
cheree1@kisti.re.kr

KISTI
DATA INSIGHT 제22호

발 행 일 2022. 12. 21

발 행 인 김재수

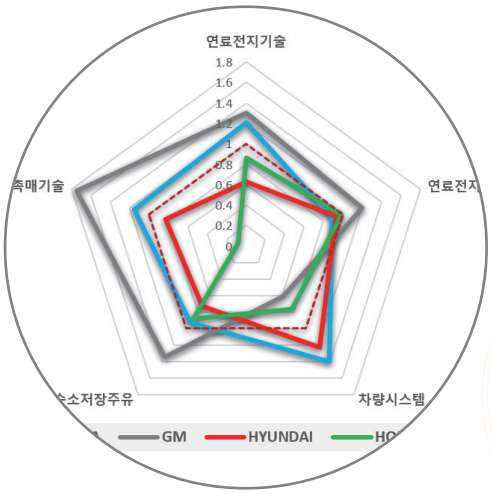
발 행 처 한국과학기술정보연구원 글로벌R&D분석센터
우) 02456 서울특별시 동대문구 회기로 66
http://mirian.kisti.re.kr

I S B N 978-89-294-1389-7 (93550)

※ 본 『KISTI DATA INSIGHT』의 내용은 KISTI의 공식적인 의견이 아닌 저자의 견해임을 밝히며, 해당 내용 인용 시 출처를 밝혀 주시기 바랍니다.

OPEN
출처표시 상업용금지 변경금지
공공누리 공공저작물 자유이용허락

KISTI
DATA INSIGHT



비매품/무료
93550
9 788929 413897
ISBN 978-89-294-1389-7

KiSTi 한국과학기술정보연구원
Korea Institute of Science and Technology Information
www.kisti.re.kr

본 원 34141 대전광역시 유성구 대학로 245 **T.** 042-869-1004, 1234 **F.** 042-869-1091
분 원 02456 서울특별시 동대문구 회기로 66 **T.** 02-3299-6114 **F.** 02-3299-6244