



KEARNEY

수소 산업의 현재와 미래

June 2023

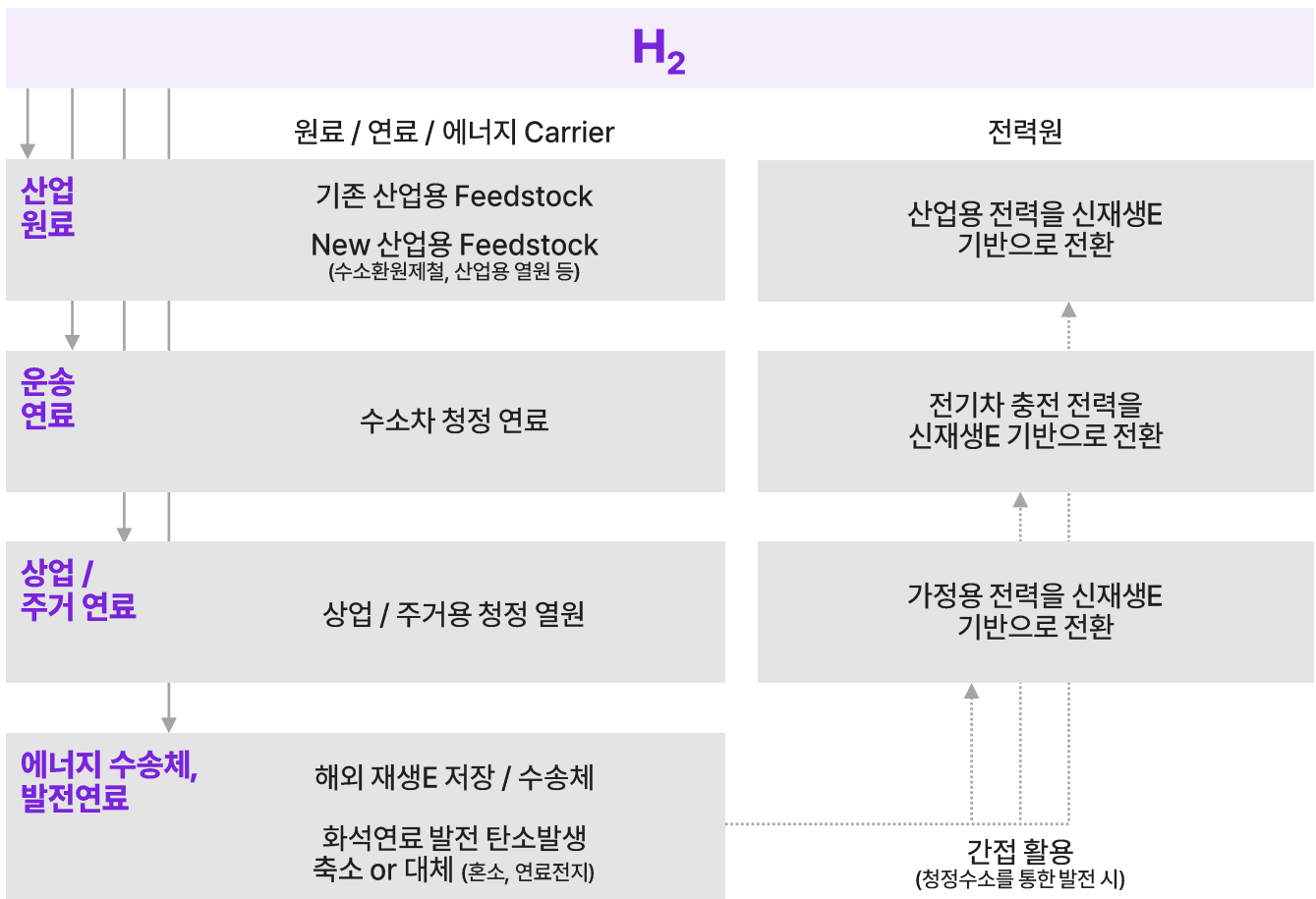
01 수소 산업의 부상 배경

탄소중립 시대, 新에너지로 부상한 수소

수소의 성장 가능성

- 수소는 석유화학공정에서의 Feedstock(원료)으로 활용되어 왔다. 최근에는 친환경 에너지 수송체로서의 잠재력이 확인되면서 탄소 중립 시대를 위한 새로운 에너지로 주목받고 있다.
- 수소는 다양한 용도로 활용될 수 있다. 산업 원료, 운송 연료, 상업 및 주거용 연료, 에너지 수송체, 발전 연료가 대표적이다. 2020년 기준 수소 사용량은 90만 톤이었으며, 2050년에는 500만 톤으로 증가할 것으로 예상된다.

'수소'의 역할



수소 트렌드 재부상의 배경

정책적 압박, 기술의 성숙, 경제성 확보, 기업의 의식 변화

- 수소 경제는 일시적 붐이 아닌 지속 가능한 트렌드로 자리매김 중이다. 최근 수소 트렌드가 재부상한 배경은 다음과 같이 요약할 수 있다.



전 세계적으로 탄소중립을 향한 정책적 압박이 강화되고 있다. 유럽과 미국 등 자원 부국들은 탈탄소 인프라를 확대하고 있으며, 개발도상국들에도 탄소국경세와 같은 탈탄소화를 강제하는 정책을 강화하고 있다.



수소 생산 기술의 성숙으로 인해 상업화 시점이 가까워지고 있다. 예를 들어, 수전해 관련 설비의 제조 가격은 계속해서 하락하고 있다.



재생 에너지의 경제성이 증가하고 있다. 유럽, 미국, 호주 등 재생 에너지 부국들은 대규모로 재생 에너지와 수소 생산에 대규모로 투자하고 있다. 이를 통해 규모의 경제를 달성하여 예상보다 빠르게 수소 생산 비용이 빠르게 낮아지고 있다.



민간기업의 인식이 변화하고 있다. 애플, 구글, BMW 등 RE100을 선언한 기업들은 자사 공급망에서 탄소 배출량이 많은 기업을 배제하기로 결정했다. 애플과 구글은 이미 자사의 전력 공급을 100% 재생 에너지로 전환했으며, 협력사들에게도 재생 에너지 비중을 충족하지 못하면 협력 관계를 중단할 것이라고 경고했다.

탈탄소 구속력 확보를 위한 Action

탄소세, 탄소국경세, RE100

- 탈탄소화는 피할 수 없는 글로벌 트렌드로 2050 탄소중립 선언을 시작으로 국가와 기업에 실질적인 불이익을 부과함으로써 구속력을 확보하고 있다. 이를 위한 대표적인 Action으로는 탄소세, 탄소국경세, RE100이 있다.

탈탄소 구속력 확보 Action	내용	참여국 또는 기업
탄소세	<p>기업(사업장) 대상, 제조全过程 탄소배출량 및 최종 제품 外 탄소 포함량 기준 부과</p> <p>- 자사/협력사 공정 배출, 전력 발전 시 배출 등 포함</p>	<p>~24개국 도입</p> <p>한국, 미국 등 도입 검토 중</p>
탄소 국경세	<p>수입 제품 대상, 탄소세와 동일한 범위, 요율 기준 부과</p> <p>- 자국 기업이 탄소배출 억제로 부담 중인 비용 상쇄</p> <p>- 기후변화 外 역내 산업보호 위한 통상규제 목적 상존</p>	<p>EU, 美: 도입 확정</p> <p>中: 도입 검토 중</p>
RE100	<p>'50년 기업 소비 전력 100% 재생에너지화 자발적 선언; 협력사 참여 압박, 미달성 시 공급량 퇴출 고려</p>	<p>약 ~300개 글로벌 기업 동참</p> <p>아시아 등 미/유럽 외 지역의 가입 증가 추세</p>

02 글로벌 수소 산업 Dynamics 전망

수소 산업 형성 시나리오

로컬 리그 (~'28년)

오늘날 공급망의 회복탄력성과 성과를 높이는 것은 더 이상 오프쇼어링(offshoring), 니어쇼어링(nearshoring), 온쇼어링(onshoring)과 같은 방식으로 해결할 수 없는 복잡한 도전이다. 대신 각각의 공급망과 공급망 스테이션의 특징에 따라 더 다양화되고 맞춤화된 접근 방식이 필요하다. 또는 이러한 경우에는 보다 세밀한 옵티쇼어링(opti-shoring) 전략이 필요하다. 옵티쇼어링은 전 세계에 분산된 제조 및 창고를 효과적으로 조정해 위험을 줄이면서 동시에 성과 목표를 달성하는 방식이다.

대륙 간 리그 ('28~'35년)

수소 변환 및 이송 기술의 발전으로 수소의 대륙 간 이동이 시작된다. 이에 따라 호주, 중동, 러시아는 수소 수출국으로, 동아시아와 유럽은 수소 수입국으로 부상하게 된다. Green 수소의 생산이 확대되고 Blue 수소는 현상 유지 수준에서 생산된다. 초기에는 암모니아가 수소 변환 및 이송에서 중요한 역할을 한다. 대형 액화수소 이송선은 제조 경제성이 떨어지기 때문에 수소를 암모니아로 변환하여 운송하는 방식이 그 대안으로 활용된다.

글로벌 리그 ('35년 이후)

수소 가치사슬 전 주기의 기술적 완성도와 함께 글로벌 수소 경제가 본격화된다. 수소 전소 터빈, 수소 환원 제철 등 새로운 수소 수요 분야가 시장의 성장을 주도하게 된다. 생산은 Green 수소를 중심으로 이루어진다.

■ 주류 기술 정착 단계 ■ 적용처 확대 단계 ■ 상용화 초기 단계 □ 실증 or 비주류

현재

~'28년
로컬 리그
(생산 기술 진화)

'28~'35년
대륙 간 리그
(변환 이송 기술 진화)

'35년 이후
글로벌 리그
(활용 기술 다변화)

시기
별
기술
전개
시나
리오

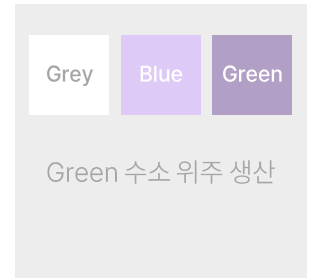
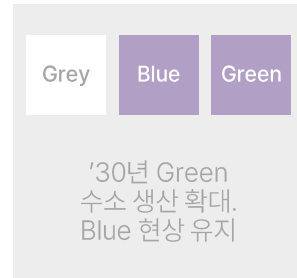
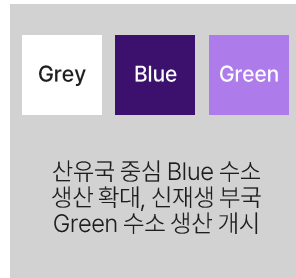
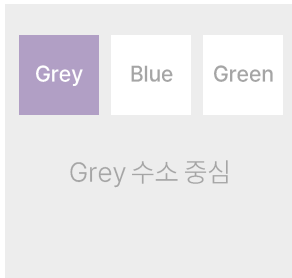
- Grey(개질, 부생) 수소 생산
- 내륙 단거리 이동 기반, 자국 내 원료 활용

- Green 수소 경제성 확보 전('30년) 단계로, 과도기적 Blue 수소 생산
- 생산 기술 발전으로, 내륙 단거리 이동 기반 자국 내 수소 활용 확대

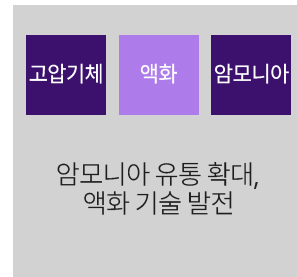
- 암모니아 재변환 기술 상용화로, 수소 변환·저장·이송 기술 발전기
- 암모니아 기반, 대륙 간 해상 운송 개시

- 수소 활용의 경제성 확보 단계로 수송, 발전, 산업용 수소 수요 확대
- 수소 가치사슬 쉘 주기 기술 완성으로, 글로벌 수소 교역 본격화

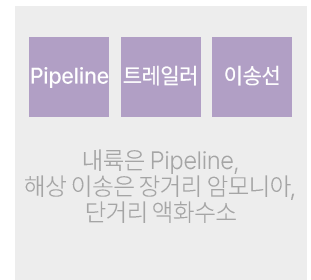
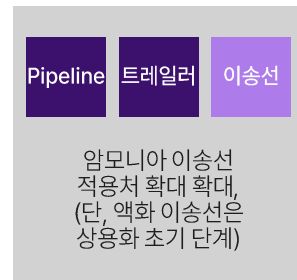
생산



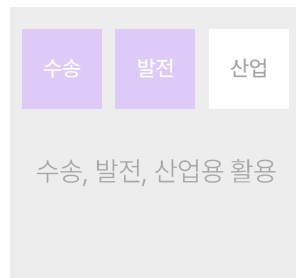
변환
저장



이송



활용



1. 기존 Feedstock 제외한 신규 활용처 기준 (예: 수소환원제철 등)

생산 방식에 따른 수소 유형

수소는 생산 방식과 탄소 배출량에 따라 크게 Grey/Brown 수소, Blue 수소, Green 수소로 분류된다. 대부분의 국가에서는 Blue 및 Green 수소를 청정 수소로 정의한다.

Grey/Brown 수소

- Grey 수소는 천연가스를 활용해 고온/고압에서 메탄을과 반응시켜 수소를 추출한다. 또한, 석유화학 및 철강 공정 중에 부수적으로 발생하는 부생 수소도 Grey 수소로 분류한다. 우리나라의 경우, 석유화학 공업이 발달하여 부생 수소가 전체 수소 생산량의 대부분을 차지하고 있다.
- Brown 수소는 석탄을 활용하여 고온/고압에서 수소를 가스화해 추출한다.
- Grey/Brown 수소는 경제성이 우수하지만, 생산 과정에서 많은 이산화탄소가 발생한다는 단점이 있다.

Blue 수소

- Grey 수소와 동일하게 천연가스를 활용하여 생산되지만, 생산 과정에서 발생하는 이산화탄소를 탄소 포집·저장·활용 기술인 CCUS(Carbon Capture, Utilization & Storage) 기술을 사용하여 탄소 배출량을 줄인다.
- 주요 국가들은 탄소 중립 달성을 위한 과정으로 Blue 수소를 청정 수소로 인정하고, Green 수소와 유사한 인센티브를 제공하고 있다.

Green 수소

- 태양광이나 풍력과 같은 재생 에너지로 생산되는 전력을 사용해 물을 전기분해하여 생산한다. 이 과정에서는 이산화탄소를 포함한 오염물질이 전혀 발생하지 않는다. 수전해 기기를 사용하는 수전해 Plant에서 생산된다. 높은 재생 에너지 생산 단가로 인해 Grey / Blue 수소에 비해 경제성이 떨어진다.
- 원자력을 기반으로 하는 수전해로 생산된 Pink 수소도 일부 국가에서는 청정 수소로 분류한다.

03 수소 산업의 기회

단기적으로 가장 주목 받는 수소 기술은?

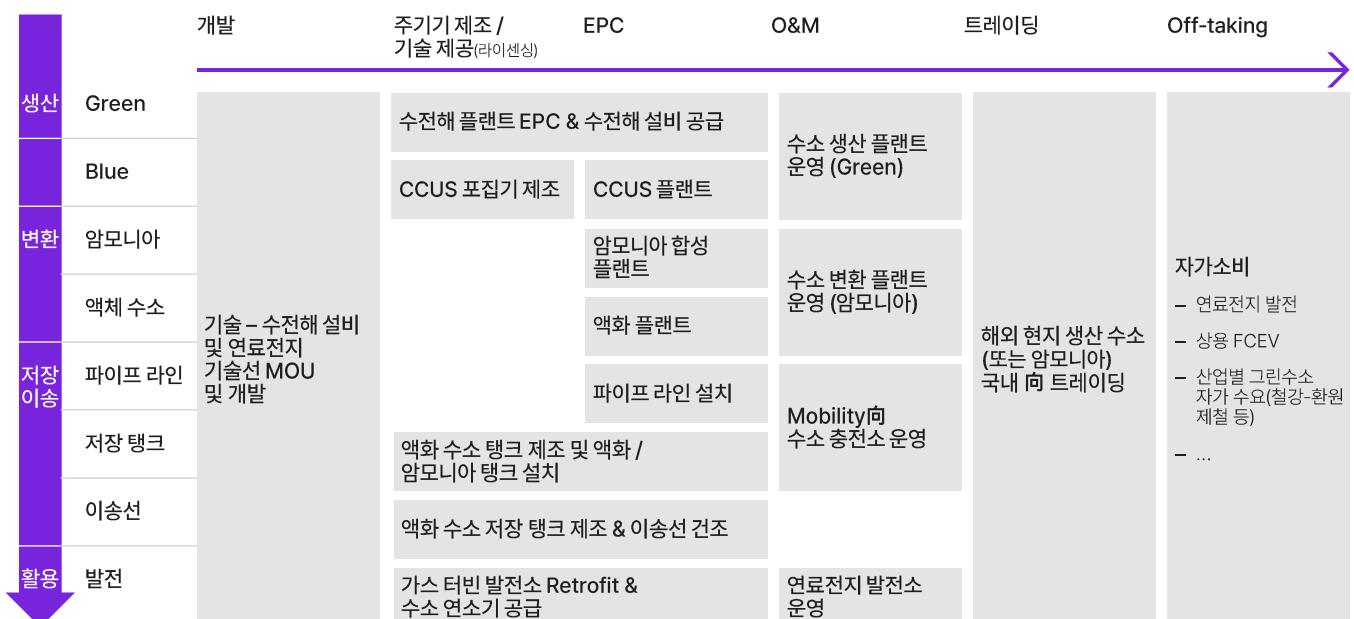
수전해 기기와 연료 전지

- 수소 산업에서 단기적으로 주목받고 있는 기술은 수전해 기기와 연료 전지이다. 수전해 기기는 전기로 물을 분해하여 수소를 생산하는 기술이다. 활용하는 전해질 유형에 따라 크게 AE(알칼리 용액), PEM(양이온 교환막), SOEC(고체 산화물), AEM(음이온 교환막) 등 다양한 종류가 있다. 현재 상용 기술로는 AE와 PEM이 활용되고 있다.
- 연료전지 기술 또한 활용되는 전해질에 따라 구분된다. 고분자 전해질 연료전지인 PEMFC는 Mobility 분야에서 활용되고 있다. 고정용 용처에 활용이 가능한 PAFC(발전용 인산형 연료전지), SOFC(고체산화물 연료전지)가 주목받고 있다.

향후 수소 가치 사슬 內 다양한 사업 기회

수소 생산, 변환, 저장/이송, 활용에서의 사업 기회

- 글로벌 수소 산업이 발전함에 따라 다양한 사업 기회가 생겨날 것으로 예상된다. 예를 들어, 수전해 설비 및 연료전지 기술선의 개발, 수소 관련 플랜트와 설비의 EPC와 O&M, 수소(또는 암모니아)의 트레이딩 등이 있다.



Source: Kearney

04 제언. 다가오는 수소 경제 시대에 대비하려면?

01

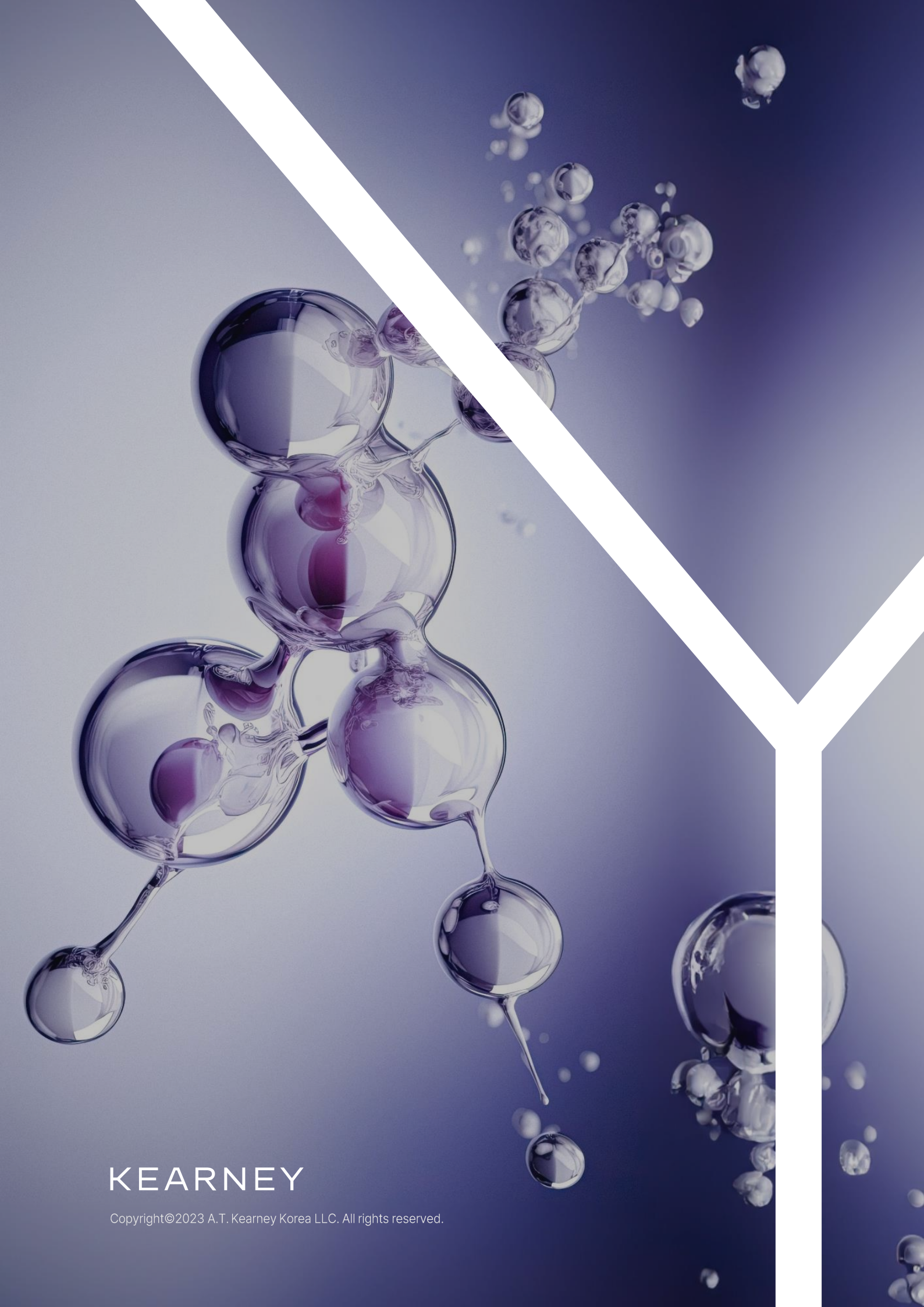
수소 정책 및 규제 리스크를 모니터링하라

수소 및 신재생 에너지 부국이 주도하는 규제가 예상보다 빠르게 가시화 중
국내 정부도 기업을 대상으로 한 저탄소 정책과 규제를 구체화하고 있음

02

국내외 수소 산업 형성에 따른 다양한 사업 기회를 탐색하라

우리나라는 수소 수요와 활용 측면에서 글로벌 선구자임
수소 생태계 형성에 따른 다양한 사업 기회에 주목해야 함



KEARNEY

Copyright©2023 A.T. Kearney Korea LLC. All rights reserved.