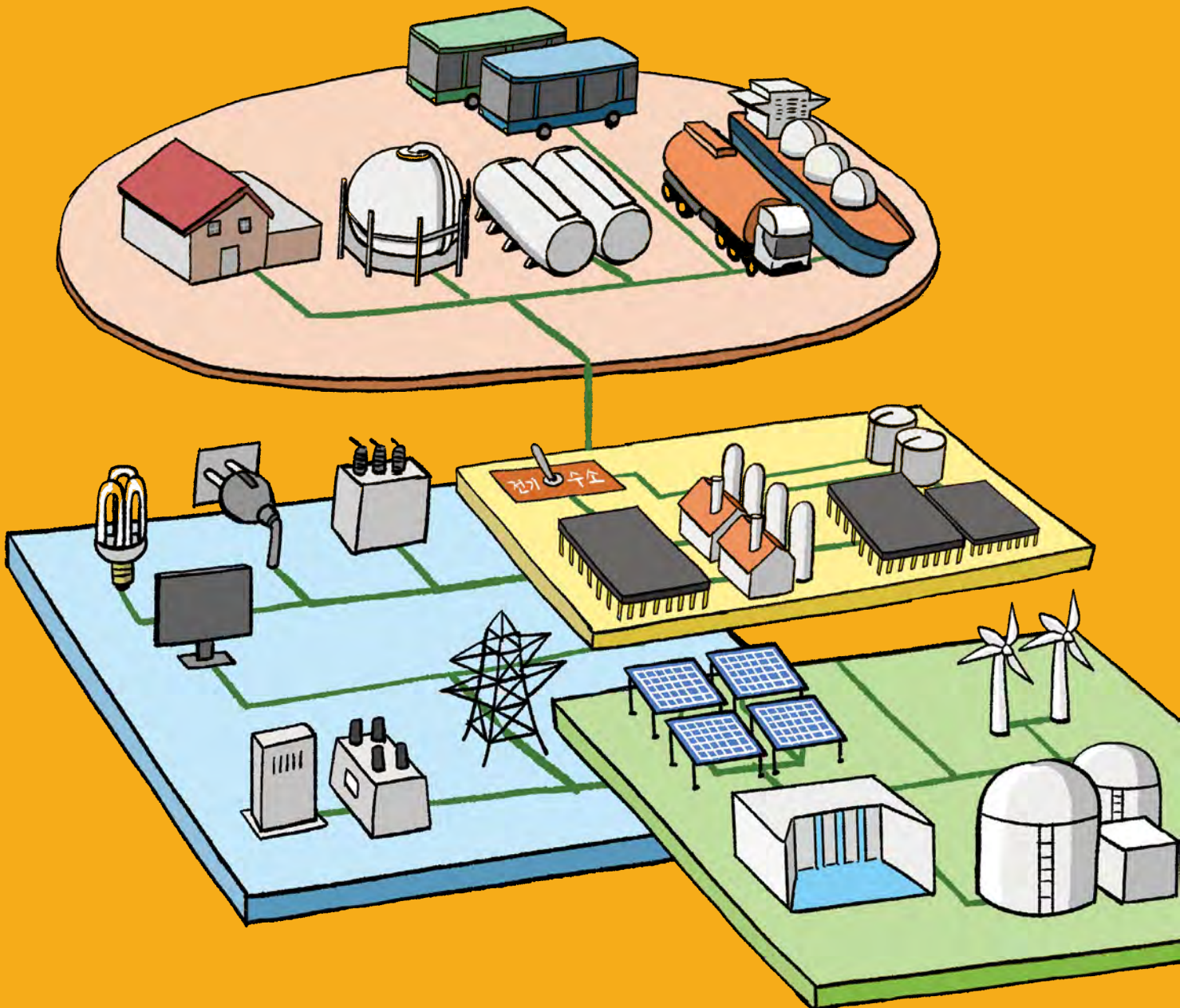


13

전기를 나누고 보관하려면? ①

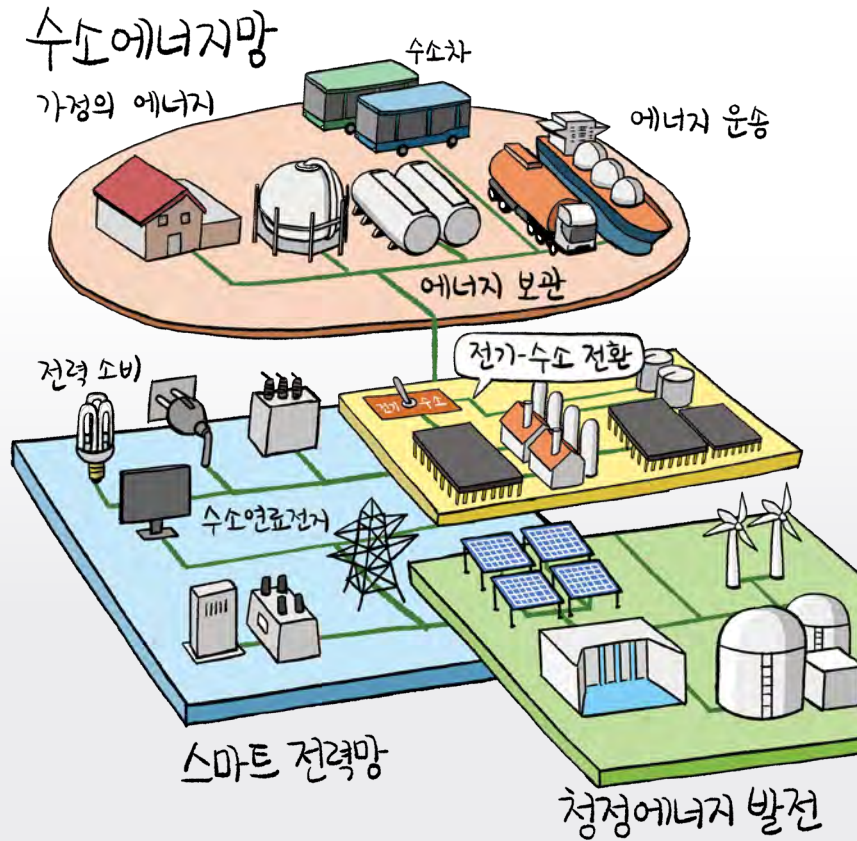
무궁무진한 수소를 이용한 수소연료전지





전기를 나누고 보관하려면? ①

무궁무진한 수소를 이용한 수소연료전지



다양한 에너지원으로 만든 전기, 관건은 보관과 수송

태양, 바다, 바람, 원자, 석탄, 석유, 땅, 강……. 우리는 정말 다양한 에너지원으로부터 전기를 만들고, 이를 활용해 생활을 하고 있습니다. 각각의 에너지원들은 서로 다른 발전방법만큼이나 장단점도 명확한데요, 때문에 어느 한 가지 에너지원만을 고집하기보다는 여러 에너지원을 섞어 안정적이고 경제적이며 보다 친환경적으로 국가 전체에 에너지를 공급하는 것이 중요하겠죠. 각 나라의 사정에 맞춰 적절하게 에너지원을 섞는 ‘에너지 믹스’가 필요한 까닭입니다.

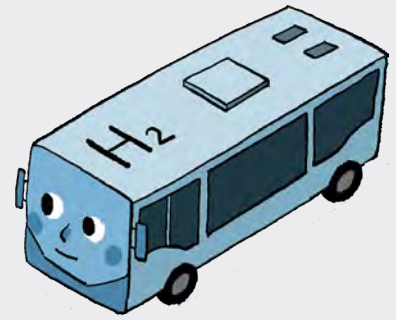
그런데 이러한 에너지 믹스를 제대로 시행하기 위해 꼭 알아야 할 사실이 있습니다. 결국 전기라는 하

나의 형태로 통일돼 사용되는 다양한 에너지를 올바르게 활용하기 위해서는, 장기적으로 보관하고 옮기는 작업이 필수라는 것입니다.

예를 들어 풍력의 경우 바람이 적절하게 불 때는 많은 전기를 생산할 수 있지만, 그렇지 않을 때는 전기 생산을 못하기에 안정성이 떨어지죠. 그런데 전기 생산량이 많을 때, 전기 에너지를 잘 보관했다가, 전기 생산량이 적을 때 이를 사용하면 안정성을 크게 높일 수 있겠죠? 또한 한 곳에서 많이 남은 잉여 전기를 손쉽게 다른 곳으로 전달할 수 있으면, 전체적인 전력망도 더욱 탄탄해질 거예요.

왜 하필 수소일까?

그런데 전기에너지는 그 보관과 운송이 쉽지 않아요. 에너지저장장치에 장기간 에너지를 보관해놓거나 전선을 통해 전기를 운송하는 자체는 어려운 일이 아니지만, 문제는 그 과정에서 에너지 손실이 상당하기 때문이지요. 기껏 열심히 전기를 생산했는데, 보관하거나 옮기는 과정에서 낭비가 생긴다면 당연히 효율이 엄청나게 떨어지겠죠? 이에 사람들은 전기 에너지를 보다 잘 보관하고 손실 없이 운송할 수 있는 매개체를 찾기 시작했어요. 그렇게 주목받고 있는 것이 바로 일명 ‘에너지 화폐’라 불리는 ‘수소’입니다.



왜 하필 수소일까요? 수소는 언제 어디에서나 사용할 수 있는 ‘범용성’과 보관과 운송이 쉬운 ‘편리성’을 모두 갖췄어요. 이에 더해 수소는 전 세계 어디서나 구할 수 있습니다. 수소는 우주에 존재하는 총 원자 수의 90%를 차지하며, 전체 질량의 75%가 넘을 정도로 많이 분포해 고갈될 염려가 전혀 없어요.

또한 지역적으로 편중되지 않고 비교적 고르게 퍼져있다는 장점도 있죠. 태양광, 풍력, 수력 등 수많은 친환경 에너지들이 바람과 일조량, 수자원 등의 분포에 따라 사용할 수 있는 곳과 그 양이 제한된다는 점을 생각하면, 수소가 가진 장점이 얼마나 중요한 것인지를 잘 알 수 있어요.

수소는 생산하는 방법도 다양합니다. 마치 파워레인저나 가면라이더 같은 마법 전대물 주인공처럼 그 성격에 따라 브라운 수소(석탄에너지를 이용해 생산), 그레이, 블루 수소(천연가스를 이용해 생산), 그린 수소(재생에너지를 이용해 생산), 레드, 퍼플, 핑크 수소(원자력 에너지를 이용해 생산) 등으로 나누어 진답니다. 최근에는 바닷물 속에 존재하는 수소를 전기분해로 얻는 ‘수전해 수소’ 연구가 활발히 이뤄지고 있어요. 이렇게 다양한 색깔의 수소가 있다는 말은 결국 거의 모든 에너지원으로부터 수소를 생산하는 것이 가능하며, 고갈될 염려가 없다는 얘기에요. 에너지 매개체로서 가장 중요한 가치인 범용성을 확보했다고 볼 수 있겠죠.

수소의 또 다른 장점은 흡수된 에너지를 대규모로 장기간 보관하는 것이 가능하다는 점이에요. 특히 높은 압력을 주거나 온도를 낮춰 액체 상태로 만들면, 부피를 1/800 수준으로 굉장히 작게 줄일 수 있는데, 이를 통해 먼 나라로 옮기거나 장기보관하는 데 들어가는 면적을 많이 아낄 수 있어요. 수소는

이러한 장기보관 및 수송 과정에서 손실되는 에너지가 전기 에너지에 비해 적기 때문에 안정적으로 에너지 화폐 역할을 담당할 수 있습니다. 또한 수소는 그 자체로 에너지원으로 쓰이거나 화학, 정유, 금속, 식품 등 각종 산업에도 활용되는 등 다양하게 활용 가능한 멀티플레이어이기도 해요.

수소를 전기로, 수소연료전지

수소의 활용에 있어 무엇보다 필수적인 것이 있어요. 수소를 이용해 전기 에너지를 만들어내는 ‘수소 연료전지’입니다. 수소연료전지의 음(-)극에 공급된 수소는 수소이온(H⁺)과 전자(e⁻)로 나누어지는데, 이렇게 쪼개진 수소이온(H⁺)이 양(+)극으로 이동하고 그곳에서 산소(O₂)와 만나면 물(H₂O)이 된답니다. 이 과정에서 전자가 별도의 통로로 음(-)극에서 양(+)극으로 이동하며 전류가 발생하는 원리죠. 너무 어렵다고요? 간단히 말해 물(H₂O)을 전기로 분해하면 수소와 산소가 되는데, 반대로 수소와 산소를 결합해 물과 전기를 만드는 장치라고 생각하면 돼요. 연료가 되는 산소는 매우 흔한 자원이고, 발전 과정에서 환경오염을 일으키지 않으며, 그 효율까지 높은 ‘수소→전기’ 변환장치라 하겠습니다.

결국 우리는 여러 에너지원이 생산하고 남은 잉여전기를 수소로 만들어 보관하거나 옮기고, 연료전지를 통해 이 수소를 적절한 장소와 시간에 다시 전기로 되돌리며 에너지 활용을 극대화하는 것이죠. 최근 탄소배출이 없지만 안정적인 전력 생산이 어려운 재생에너지 활용이 점차 늘어나고 있는데요, 에너지 보관과 수송을 편리하게 해 재생에너지의 안정성을 높여주는 수소가 이러한 문제점을 해결해 주는 열쇠가 되고 있습니다.

다 같은 수소가 아냐... 필요한 것은 그린수소

여기서 정말로 중요한 것이 하나 있어요. 앞서 수소는 여러 에너지원들로부터 만들어 낼 수 있다고 했죠? 그런데 브라운 수소처럼 화석연료를 사용하는 수소 생산은 곧 이산화탄소 배출로 이어지게 됩니다. 결국 수소가 진정한 탄소중립의 열쇠가 되기 위해선, 다른 방식의 수소생산보다는 탄소배출에서 자유로운 그린수소(재생에너지로 만드는 수소)가 필요하다는 거죠. 이를 위해 우리나라에서는 제주도를 중심으로 관련 연구가 한창 진행되고 있어요.

앞으로 그린수소 기술이 좀 더 자리잡는다면, 전기 생산부터 그 운반과 보관까지 모두 친환경적으로 이뤄지며 탄소중립 가능성을 크게 높일 수 있을 거예요. 수소는 그 자체로 자동차 연료로서도 쓰이니, 화석연료 자동차로 인한 탄소배출도 줄어들겠죠?

연관콘텐츠



[카드뉴스] 11월2일은 수소의 날!
수소에도 색깔이 있다?

<https://blog.naver.com/energyinoplaza/222917427413>



[영상] 수소에도 색깔이 있다?
원자력으로 만드는 핑크수소

<https://blog.naver.com/energyinoplaza/222898510782>



전기를 나누고 보관하려면? ①

무궁무진한 수소를 이용한 수소연료전지

화석연료를 줄이는 방법 중 하나가 전기를 활용하는 것입니다. 그런데 전기는 전선으로 연결해야만 전달할 수 있고 모아두기도 어려운데, 어떻게 해야 전기를 마음껏 보관할 수 있을까요?



전기에너지는 우리 생활에 꼭 필요한 재화, 예를 들어 쌀 같은 물건과는 큰 차이가 있습니다. 어떤 점에서 다를까요?

경제활동의 재화	전기 에너지
쌀은 한꺼번에 사서 두고 사용할 수 있습니다.	전기는 필요한 양을 미리 살 수 없고 필요할 때마다 사서 써야 합니다
쌀은 먹다 남으면 보관할 수 있습니다.	남은 전기는 보관할 수 없습니다

쌀을 다른 곳에 가져갈 수 있습니다.

전선이 없으면 운반할 수 없습니다



수소는 에너지의 '화폐' 역할을 한다고 합니다. 왜 그런지 생각하며 다음 표를 채워봅시다.

경제활동		수소를 이용한 에너지 활동
아무리 자원이 많더라도 내가 쓸 수 있는 양은 일정합니다. 만약 내가 농사를 지어서 쌀을 수십 kg 얻었더라도 내가 먹는 몇 kg을 제외하면 모두 남아서 버려야 합니다.	남는 자원	생산한 전기 중 쓰고 남는 전기를 수소로 보관합니다
남는 쌀을 어떻게 할까 고민하다가 농사를 하지 않는 이웃 마을에 전해주기로 했습니다.	이동	수소는 차나 배에 실어서 옮길 수 있습니다.
이웃에 쌀을 주고 대신 내게 부족한 물을 받아왔습니다.	교환	옮길 수 있으니 사고 팔기 쉽습니다.



수소를 만드는 방법에는 여러 가지가 있습니다. 어떤 방법을 쓰느냐에 따라 색상을 정하는데요, 다음 표를 보고 자신의 생각을 적어보세요.

색상	에너지원	제작방법	수소를 만들고 남은 물질
갈색	석탄	석탄을 가스로 변화	이산화탄소 기체
회색	천연가스	천연가스 화학 반응	이산화탄소 기체
청색	천연가스	천연가스 화학반응과 탄소포집	이산화탄소 기체, 일부는 고체나 액체로 저장
옥색	천연가스	열을 이용하여 분해	탄소
적색	원자력 열	열을 이용하여 분해	산소
보라	원자력 열과 전기	열과 전기로 분해	산소
분홍	원자력 전기와 열	전기분해	산소
노랑	전력망에서 받은 전기	전기분해	산소
녹색	재생에너지	전기분해	산소



위 표를 참고해서 대기 중 이산화탄소를 줄이려면 어떤 방식으로 수소를 만들어야 할지 의견을 적고 친구들과 함께 토의해보세요. 그리고 토론 결과를 간단한 다이어그램으로 표현해보세요.

**대기 중 이산화탄소를 줄이려면 수소를 만들고 남은 물질에 탄소가 없어야 합니다.
따라서 원자력, 재생에너지를 사용해야 합니다.**



전기를 나누고 보관하려면? ①

무궁무진한 수소를 이용한 수소연료전지

수소는 에너지믹스에서 독특한 지위를 차지합니다. 전기화를 통해 에너지원의 유연성을 확보하고 복원력을 높인다는 관점에서 보면, 수소에너지가 왜 필요한지 의문이 들 수 있습니다. 에너지저장장치(ESS)로서의 기능을 강조한다고 하더라도 이미 리튬이온전지나 기타 연료전지와 같은 기술이 있으며, 수소를 에너지 저장용으로 이용해야 한다는 필연성도 없지요. 수소에너지가 왜 필요한지 이해하려면 전체 전력망에서 수소에너지의 역할을 정확히 알아둬야 합니다.



생각해 볼 문제

남은 에너지, 보관하면 그만?

전기화는 에너지원의 유연성을 높이기 위해 장기적으로 필요할 수밖에 없습니다. 그러나 전기 중심의 에너지 체계에는 중대한 문제가 있습니다. 비상시에 대비해 비축해둘 수 없다는 점입니다.

에너지는 산업과 일상을 유지하는 데 필수적이므로 여러 국가에서는 석유, 석탄과 같은 에너지원을 일정량 비축해둡니다. 그러나 전기는 사용하지 않고 두면 열 등의 형태로 사라져버리므로 비축하기 어렵습니다. 리튬이온전지와 같은 ESS가 있긴 하지만 비용 대비 용량이 작을뿐 아니라 자연적으로 방전되어 주기적인 재충전이 필요합니다. 장기간 비축용으로는 적절하지 않은 셈입니다. 게다가 전쟁이나 재해 등으로 전력망 일부가 끊기면 기껏 비축해 둔 에너지를 사용하지 못할 수도 있습니다.

수소에너지는 전기에너지의 이러한 단점을 보완하는 데 적합합니다. 수소는 전기와 같은 순수 에너지가 아니라 물질이므로 적절한 장비만 갖춘다면 보관, 운반이 수월합니다. 따라서 여분의 전기를 이용해 수소를 생산하면 에너지를 마치 천연가스처럼 수소탱크에 보관해두거나 트레일러, 또는 선박으로 대량 운반할 수 있습니다.

이처럼 가스와 같은 물질처럼 취급할 수 있다는 장점 때문에 국제 에너지 무역에서도 수소가 중요한 역할을 할 수 있습니다. 전기화가 진척되면 전기 형태로 에너지를 사고팔 일도 많아질 텐데, 다른 나라와 전선이 직접 연결되지 않은 이상 전기를 수출입할 수 없습니다. 그래서 멀리 떨어진 나라와는 에너

지 교역이 불가능하고, 한국처럼 섬이나 다름없는 국가는 국가간 전기에너지 거래가 매우 어렵습니다. 이 때 수소를 전기에너지의 매개체로 활용하면 에너지 거래가 수월해집니다. 마치 수소가 전기에너지의 화폐와 같은 역할을 하는 것입니다.

수소는 에너지만 있으면 다양한 방법으로 생산할 수 있을뿐 아니라 수소자동차에 공급할 수도, 대규모 수소연료전지 발전소에 공급할 수도 있어서 활용하기도 쉽습니다. 전기를 거래할 때처럼 전압이 얼마인지, 주파수가 얼마인지 고민할 필요도 없지요. 이러한 범용성으로 인해 수소에너지는 교환이 용이하기에 에너지 무역의 매개체로 주목받고 있습니다. 이러한 장점은 수소차와 같은 활용 사례만으로는 잘 드러나지 않기에 별도로 강조해서 설명해야 합니다.



생각해 볼 문제

수소에너지의 또 다른 역할

에너지 거래의 수단이라는 역할과 비교하면 흔히 알려진 수소전기차나 수소전기선박은 부수적인 역할이라고 할 수 있습니다. 물론 이 역시 매우 중요한 역할이긴 하지요. 전기만으로 해결하기 어려운 운송 분야의 탈화석연료를 가능하게 하는 것이 수소니까요.

교통수단에서 수소의 역할을 살펴보려면 기존 전기차나 전기선박의 한계를 짚어줘야 합니다. 현재 전기를 저장하는 수단으로는 리튬이온전지를 주로 사용합니다. 리튬이온전지는 전기차 가격의 절반 이상을 차지할 만큼 비쌌뿐 아니라 무겁기도 해서 에너지 효율에 악영향을 주지요. 그러나 수소에너지를 이용하는데 필요한 수소탱크와 연료전지 모듈은 리튬이온전지보다 훨씬 저렴한 데다, 무게도 가볍습니다. 따라서 교통수단의 크기가 클수록 수소가 더 효율적이지요.

이처럼 에너지 저장과 거래의 매개체로서, 그리고 기존의 리튬이온전지로는 경제성이 떨어지는 운송수단의 연료라는 두 가지 영역에서의 역할을 이해해야 수소에너지가 왜 필요한지, 왜 많은 나라들이 주목하는지 이해할 수 있습니다.



MEMO

Blank lined writing area with horizontal dotted lines.