KENTECH X 에너지 동아리 탐구 자료 제출 양식

본 양식은 에너지 동아리 탐구 자료 작성 시 사용하는 가이드입니다. 이 템플릿은 전체 원고(텍스트, 표, 그래픽)의 작성 방법을 상세히 기술하고 있습니다. 학생들은 이 파일을 활용하여 자신의 연구를 체계적으로 전달할 수 있습니다.

**양식의 활용**

1. 양식의 표시된 텍스트에 원고를 바로 작성할 수 있습니다.

2. 텍스트 안에 그래픽을 삽입하거나 그림, 도식 또는 표로 삽입하려면 새 줄을 만들고 원하는 위치에 그래픽을 삽입합니다. 크기를 맞게 조정해야 하는 경우 그래픽 프로그램에서 그래픽 크기를 다시 조정하고 템플릿에 아트웍을 다시 붙여넣습니다 (단일 열 아트웍의 경우 최대 너비 3.3인치(8.5cm), 이중 열 그래픽의 경우 최대 너비 7인치(17.8cm)).

3. 원고를 제출하기 전에 모든 페이지에 페이지 번호가 있는지 확인하세요.

4. 이 지침과 해당 제출물에 필요하지 않은 섹션을 삭제합니다.

5. 다른 이름으로 저장(파일 메뉴)을 선택하고 .dotx 템플릿 파일이 아닌 문서 파일로 저장합니다.

6. 파일 이름에는 학교, 제목, 작성자가 표기되어야합니다. (예: 켄텍고등학교\_탐구제목\_작성자)

7. 자신으로부터 비롯되지 않은 모든 아이디어는 출처가 표기되어야합니다.

대한민국의 수소 발전 현황과 2050년 넷제로 달성을 위한 수소 밸류 체인 구상

저자 최승원, 최무영

광주과학고등학교

Supporting Information Placeholder (Highly Recommended)

ABSTRACT: 지구 온난화가 심화됨에 따라 신재생 에너지에 대한 관심이 점차 증대되고 있다. 이에 따라 신재생 에너지를 활용하여 생산할 수 있는 수소 에너지에 대한 각국 정부의 투자 또한 증가하고 있는 추세이다. 본 연구에서는 수소 에너지의 생산과 수송을 위한 밸류 체인을 가상의 시나리오를 통해 모델링하였다.

서론 ( Introduction )

최근 전 세계적으로 환경 문제에 대한 관심이 증가하면서 지속 가능한 에너지원에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다.그중에서도 수소는 청정에너지원으로 주목받고 있으며, 온실가스 감축과 에너지 전환을 위한 중요한 수단으로 평가받고 있다. 수소는 연소 시 이산화탄소를 배출하지 않아 탄소 중립에 큰 영향을 미치고 있으며, 다른 신재생 에너지원들보다 다양한 방식으로 생산될 수 있어 에너지 공급의 안정성과 환경성을 동시에 확보할 수 있는 장점이 있다. 이에 따라 우리나라에서도 수소 경제를 활성화하기 위한 다양한 정책과 전략이 논의되고 있다.

그러나 현재 우리나라에서의 수소 보급 현황을 살펴보면, 여전히 많은 문제점이 존재한다. 수소 생산 기술의 발전에도 불구하고, 경제성, 인프라 부족, 정책적 지원의 한계 등이 주요한 걸림돌로 작용하고 있다. 특히 수소를 경제적이고 안정적으로 보급하기 위해서는 효율적인 생산 기술뿐만 아니라, 이를 뒷받침할 수 있는 인프라와 정책적 지원이 필수적이다. 이러한 점에서 수소 보급을 위한 체계적인 정책 마련이 시급하다고 볼 수 있다.

이 연구에서는 우리나라에서 수소 보급을 활성화하기 위한 방안을 모색하고자 한다. 이를 위해 먼저 현재 우리나라의 수소 보급 현황과 정책적 노력들을 분석하고, 주요 국가들의 성공 사례를 비교하여 벤치마킹할 수 있는 다양한 방법을 찾아내고자 한다. 또한, 수소 생산, 저장, 운송 및 소비 전반에 걸친 기술적, 정책적 요소들을 종합적으로 고려하여 우리나라에 적합한 수소 보급 모델을 제안해 보려고 한다.

현재 수소 보급에 대한 연구는 주로 기술적 측면에 집중되고 있으나, 이 연구는 정책적, 사회적 관점을 종합적으로 고려하여 보다 현실적인 수소 보급 방안을 제시하는 데 중점을 두고 있다. 이를 통해 수소 경제 활성화를 위한 구체적인 전략을 마련함으로써, 향후 에너지 전환과 지속 가능한 발전에 기여하고자 한다.

연구의 주요 결과는 수소 보급을 위한 구체적인 전략을 제시하는 것이며, 이를 통해 우리나라가 수소 경제로 전환하는 데 있어 중요한 시사점을 제공할 것이다. 또한, 이 연구는 수소 보급의 성공적인 사례와 그 한계를 동시에 고찰함으로써, 우리나라에서의 현실적인 적용 가능성을 높이는 데 기여하고자 한다.

재료 및 방법 ( Materials and Methods )

본 연구에서는 효과적인 수소 공급 방안을 모색하기 위하여 세 단계로 나누어 접근하였다. 연구의 첫 번째 단계에서는 관련 문헌, 정부 보고서 및 다양한 기관의 데이터베이스를 통해 수소 공급 방안에 대한 이론적 배경과 기술적 요소를 검토하였다. 이 과정에서 각 방안의 주요 특징, 적용된 기술, 경제적 비용, 환경적 영향, 정책적 지원 요건 등을 상세히 분석하였다. 주요 공급 방안을 탐색할 때, 천연가스를 이용한 수소 개질, 수전해를 통한 그린 수소 생산, 바이오매스 활용, 수소 수입 방안 등을 포함하여 다양한 가능성을 모색하였다.

두 번째 단계에서는 탐색한 방안들의 특징과 장점, 실사용 사례 등을 다양한 평가 기준에 따라 검토하였으며, 동료와의 토론을 통해 우리나라의 상황에 적합한 방안을 선정하였다.

이후, 종합적으로 적합하다고 판단된 방안들을 대상으로 추가적인 사례 연구를 수행하였다. 이 단계에서는 선택된 수소 공급 방안이 실제로 적용된 국내외 사례를 조사하였다. 이를 위하여 성공적인 수소 경제를 구축한 국가의 사례와 실패 사례를 비교, 분석하여 공급 방안의 실효성, 운영상의 문제점, 개선 필요사항 등을 도출하였다.

마지막으로, 분석 결과를 바탕으로 우리나라의 특성에 맞는 최적의 수소 공급 방안을 제안하였다. 이를 위해 다양한 시나리오를 고려하여 수소 수요 예측을 수행하였고, 그에 부합하는 공급 전략을 도출하였다. 이 과정에서 공급망의 경제적 비용과 환경적 영향을 최소화하면서도 실현 가능성이 높은 방안을 우선적으로 고려하였다.

**결과**

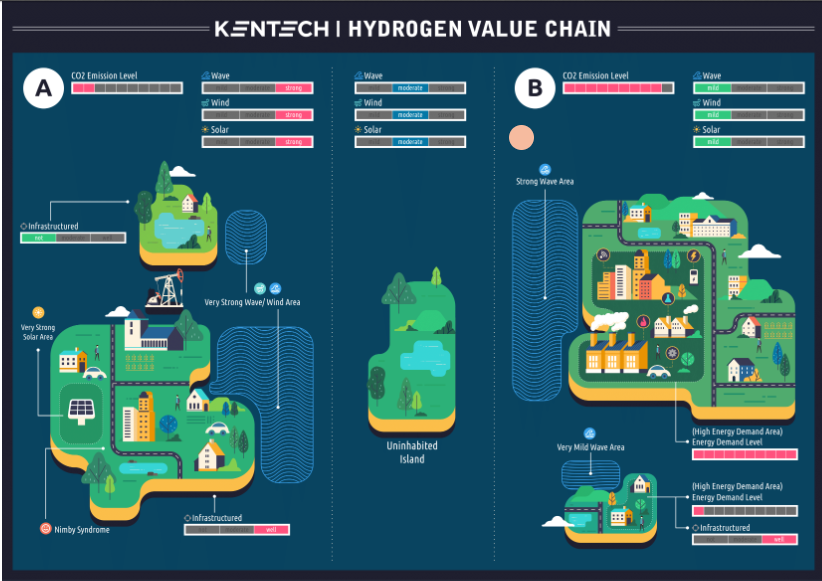
결과를 내기 전 가상의 국제 상황을 가정하여 간접적으로 문제 해결에 도움이 되는 경험을 얻고자 한다.

님비 현상: 지역주민들이 자기 거주지역에 부정적인 시설 즉 비선호시설이 설치되는 것을 반대하는 지역주민들의 태도

AEC: 알칼리 전해질을 써서 물을 전기분해하여 수소를 생산하는 방식입니다. 생산 단가가 저렴하고 수소 생산 구조가 단순해 대용량 생산에 적합하다

PEMEC: 양이온교환막을 고체전해질로 사용해 수소를 생산하는 저온 수전해 시스템이다, 전류밀도와 에너지효율이 높아 소형화가 가능하고 재생에너지 간헐성에 대한 대응이 빠르다.

AEMEC: 음이온 음 이온 교환 막 수전해는 AEC와PEMEC 사이에 있는 유망한 기술이다. 알카라인 수전해(AEC) 기술과 양성자 교환 막 수전해(PEMEC)기술의 장점을 융합하여 낮은 비용과 높은 효율로, 대량의 수소를 생산할 수 있는 차세대 수전해 기술이다. 그러나 기술적으로 아직 R&D를 진행하고 있는 단계라, 개발이 완료되지 않았으며, 실제 상업화까지 시간이 필요하다. 현재 음이온교환막의 성능을 향상하고, 내구성을 개선하며, 완전한 양산화를 위한 연구가 진행중이다.



A섬(왼쪽 아래 섬): 인프라 잘 구축, 재생에너지 많음, 님비 현상의 존재

C섬(가운데 섬): B섬과 가깝고 재생에너지도 적당히 존재함

**B섬(오른쪽 위 섬):** 에너지 소비량은 많은데 인프라도 없고 재생에너지도 없어서 발전도 힘듦

D섬(오른쪽 아래 섬): 에너지 요구량도 적고 인프라는 잘 건설되어 있으나 면적이 좁음

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 인프라 구축 정도 | 재생에너지 | 에너지 소비량 | 소속 | 비고 |
| 왼쪽 위 섬 | 낮음 | 높음(전 분야) | 낮음 | A 국가 |  |
| A섬 | 높음 | 높음(전 분야) | 낮음 | A 국가 | 님비 현상 |
| C섬 | 없음 | 보통(전 분야) | 없음 | 무소속 | 통제 구역 |
| B섬 | 낮음 | 낮음, 높음(파도) | 매우 높음 | B 국가 |  |
| D섬 | 높음 | 낮음(전 분야) | 낮음 | B 국가 |  |

A섬: 님비 현상과 B로부터 거리가 멀다는 특징 때문에 많이 건설하기는 힘들어 보인다. 그러나 재생에너지로 활용할 자원이 넘쳐나므로 전원 공급이 중요하며 안정적으로 상용화가 가능한 AEC를 사용하는 것이 좋아 보인다.

C 섬: 재생에너지가 존재하나 그 양이 적으므로 그린 수소와 블루 수소를 혼용하는 것이 좋아 보인다. 그린 수소: 재생에너지의 공급이 불안정할 수 있으므로 상용화가 된 기술 중 PEMEC를 먼저 사용하고 어느 정도 인프라가 구축되면 AEMEC의 활용을 고려해볼 수 있다. 블루 수소: 위와 같이 인프라가 구축되고 나서 ATR이 충분히 상용화되면 ATR을 혼용하는 것이 좋아 보인다.

B 섬: 인프라가 부족해 발전이 어려우므로 발전을 하지 않는다.

D 섬: 친환경 자원이 부족하므로 그린 수소는 만들기 어렵다. 또한 섬이 작으므로 블루 탄소 중 공정 설비의 소형화가 가능한 POx를 사용하여 공급이 불안정해질 비상 상황에 대비하는 용도로 사용한다.

저장 및 운송:

저장

암모니아: 암모니아는 저장된 수소를 추출하거나 연료로 직접 활용할 수 있다. 또한 암모니아의 인프라는 세계적으로 확립되어 있어 이를 활용할 수 있다. 그러나 암모니아에서 수소를 추출하는 과정에서 높은 에너지가 필요하다는 단점이 있다.

액화 수소:수소는 20K의 극저온에서 액체 상태로 존재할 수 있다. 액체 수소는 흔히 볼 수 있는 기체 수소에 비해 밀도가 높아 저장에 유리하다. 그러나20K 이하의 극저온 상태로 만들기 위한 에너지가 필요하며 이를 유지해야 하므로 강화 단열 처리가 된 저장 탱크가 필요하다.

A 섬: B섬의 주요 수소 공급원이며, B섬과 거리가 머므로 대용량 저장 및 장거리 운송에 적합한 액화 수소를 사용한다.

C 섬: 둘 중 그 어느 나라의 소속도 아니므로 사회적 합의가 필요하지만 높은 수소 밀도로 저장할 수 있는 암모니아를 이용한 저장이 적합해 보인다.

D섬: 지속적인 공급이 불필요하고 인프라가 구축되어 있으므로 메탄올을 이용한 저장이 적합해 보인다.

운송

파이프라인: 장거리 운송에 적합하다. 지속적인 대량 운송이 가능하고 배기가스 배출이 없는 친환경 운송수단이다. 그러나 건설 과정이 쉽지 않고 비용이 많이 발생한다.

선박: 선박을 활용하는 것은 운송량에 비해 배기가스 배출량이 적고 화물의 부피와 무게의 제한이 크기 때문에 장거리 운송에 적합하다. 그러나 바다를 통해 운송하는 방법이기에 기후의 영향을 크게 받고, 추가적인 육상 운송이 필요하고 배기가스 배출로 인한 환경 문제가 야기된다.

A 섬: B섬과 멀리 떨어져 있으며, 지속적으로 대용량 공급을 하므로 파이프라인을 사용한다.

C 섬: 왼쪽 아래 섬과 B섬을 연결할 때 가운데 섬에도 파이프라인을 같이 연결하거나 선박을 사용한다.

D 섬: 지속적으로 수소를 공급하지 않으며, 바다가 중간에 있으므로 선박을 사용한다.

현재 대한민국의 상황

생산량: 2,099,011톤

소비량: 약 95,000,000톤(2022년 기준)

위에서 분석한 가상의 국제상황에 비추어 볼 때 수소 소비량은 높고 생산량과 인프라가 부족한 우리나라의 상황을 B국에 비추어 볼 수 있다. 그러면 가상의 국제상황을 가정할 때 그랬듯이 위 표에서 나온 것과 비슷한 상황의 주변국들을 찾아 가상의 국제상황에 대입해서 생각해본다.

현재 발표된 프로젝트 기준 수소 생산 점유율은 유럽이 30%, 호주가 20% 정도를 차지하는 것으로 분석되고 있습니다. 이러한 상황에서는 경제성을 위해 호주에서 대부분의 수소를 수입하고 혹시 모를 비상상황을 위해 유럽에서의 계약은 맺는 것이 좋아 보입니다.

현재 계획된 프로젝트의 80% 이상이 수소 운반체로 암모니아를 우선 고려하고 있는 것으로 분석된다는 연구 결과를 찾아보았습니다.

이러한 상황에서 운반체로 고려되고 있는 암모니아 혹은 대용량 저장 및 장거리 운송에 가장 적합하며 사회 수용성이 높은 운반체인 액화 수소를 보조용으로 사용하는 것이 좋습니다. 또한 호주와 유럽 둘 다 바다로 떨어져 있고 파이프라인을 건설하기에는 너무나도 먼 지리적 상황을 고려해 선박을 사용해야 합니다. 하지만 만약 통일을 가정하였을 때 러시아와 유럽 사이에 연결된 파이프라인과 철도 등을 이용하여 운송을 하는 것도 좋은 수단이 되리라고 생각합니다.

REFERENCES

Zotero 또는 기타 인용 소프트웨어 사용을 적극 권장합니다. 저작물을 인용할 때는 직접 인용과 간접 인용을 구분해야 합니다. \*\* 본인에게서 비롯되지 않은 모든 생각이나 아이디어는 반드시 인용해야 합니다.

표 1. Double-Column 표 예시.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Column 1 | Column 2 | Column 3 | Column 4 | Column 5 | Column 6 | Column 7 | Column 8 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

출처:

대한민국 기획재정부 글로벌 수소 보고서 2023

https://www.h2hub.or.kr/main/index.do