

에너지 저장 연구 활용  
**AI 도구 소개 및 사용 방법**

2025. 01. 20.

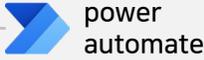
한국에너지기술연구원 에너지AI·계산과학실

이제현

# 0. Overview

# 인공지능이라 불리는 것들

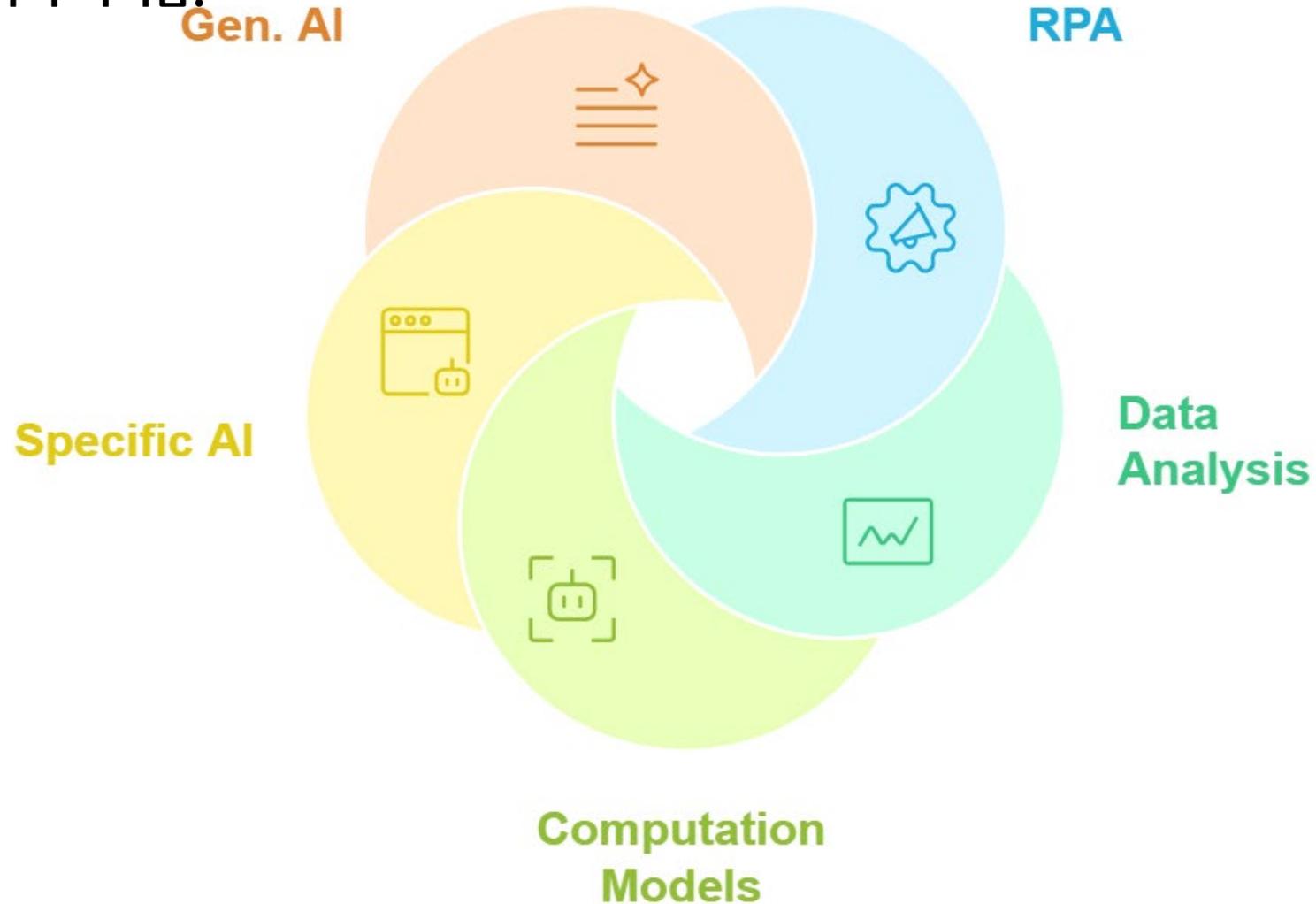
## 특징 & 활용 예시

	특징 & 활용 예시	행정/사무	과학공학연구	프로그램	단점 or 주의사항
1. 자동화 RPA <small>RPA : Robotic Process Automation</small>	<ul style="list-style-type: none"> <li>사람의 노동을 자동으로 처리하여 대체</li> <li>데이터 수집, 처리</li> <li>뉴스, 논문 등 관심 소식 알림</li> </ul>	업무 효율화	실험 자동화 데이터 수집	 power automate 자체 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>다품종 소량 : 개발자 부족</li> <li>개발 난이도 높음</li> <li>실험실 공간, 유지 보수 이슈</li> </ul>
2. 데이터 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터 패턴 인식을 통한 인사이트 발굴</li> <li>통계 분석, 시각화, 데이터 결합/분리를 통한 분석 수행</li> <li>데이터 적재, 관리, 변환 등 전처리 업무 포함</li> </ul>	통계분석 시각화	통계분석 시각화		<ul style="list-style-type: none"> <li>노동 집약적 전처리</li> <li>데이터 양/품질 낮음</li> <li>- 무결성, 결합성 부족</li> <li>- 결측, 중복, 이상치</li> </ul>
3. 계산 모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습데이터 : 없음</li> <li>모델 제작 : 물리/화학 등 이론 모델 기반 전문가 제작</li> <li>설명력 높은 예측 가능</li> <li>자연과학 시뮬레이션 활용</li> </ul>		시뮬레이션		<ul style="list-style-type: none"> <li>고가의 도입/유지비용</li> <li>모델에 내재된 가정의 한계</li> <li>AI 대비 연산이 오래 걸림</li> <li>- AI 도입을 통한 단축 활발</li> </ul>
4. 특화 AI	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습데이터 : 내부 데이터 + 공개 데이터</li> <li>모델 제작 : 누구나 가능 (오픈 소스 활용)</li> <li>수치, 분류 등 새로운 입력값에 대한 예측값 출력</li> </ul>		특성 예측 실험 설계		<ul style="list-style-type: none"> <li>다품종 소량 : 개발자 부족</li> <li>딥러닝 모델 개발시 GPU 필요</li> <li>- 고가, 수급 기간 이슈</li> <li>- GPU 서버 운영 인력 필요</li> </ul>
5. 생성 AI	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습데이터 : 공개 데이터 기반</li> <li>모델 제작 : 대형 기업/기관, 국가 주도 소규모 업체, 개인은 소형 공개 모델 조정에 한해 가능</li> <li>글/그림/음악/영상 생성</li> <li>보편 이상 수준의 지식에 대한 답변 가능</li> <li>추론 능력 활용 일부 의사결정 가능</li> </ul>	정보 수집 보고서 이해 보고서 작성	정보 수집 논문 이해 논문 작성 보고서 작성 코딩		<ul style="list-style-type: none"> <li>부정확한 사실 답변 가능 hallucination</li> <li>확률적 답변을 하여 재현성 낮음</li> <li>상용모델 : 기밀 데이터 활용 불가</li> <li>공개모델 : 고가 GPU &amp; 운영인력 필수</li> </ul>



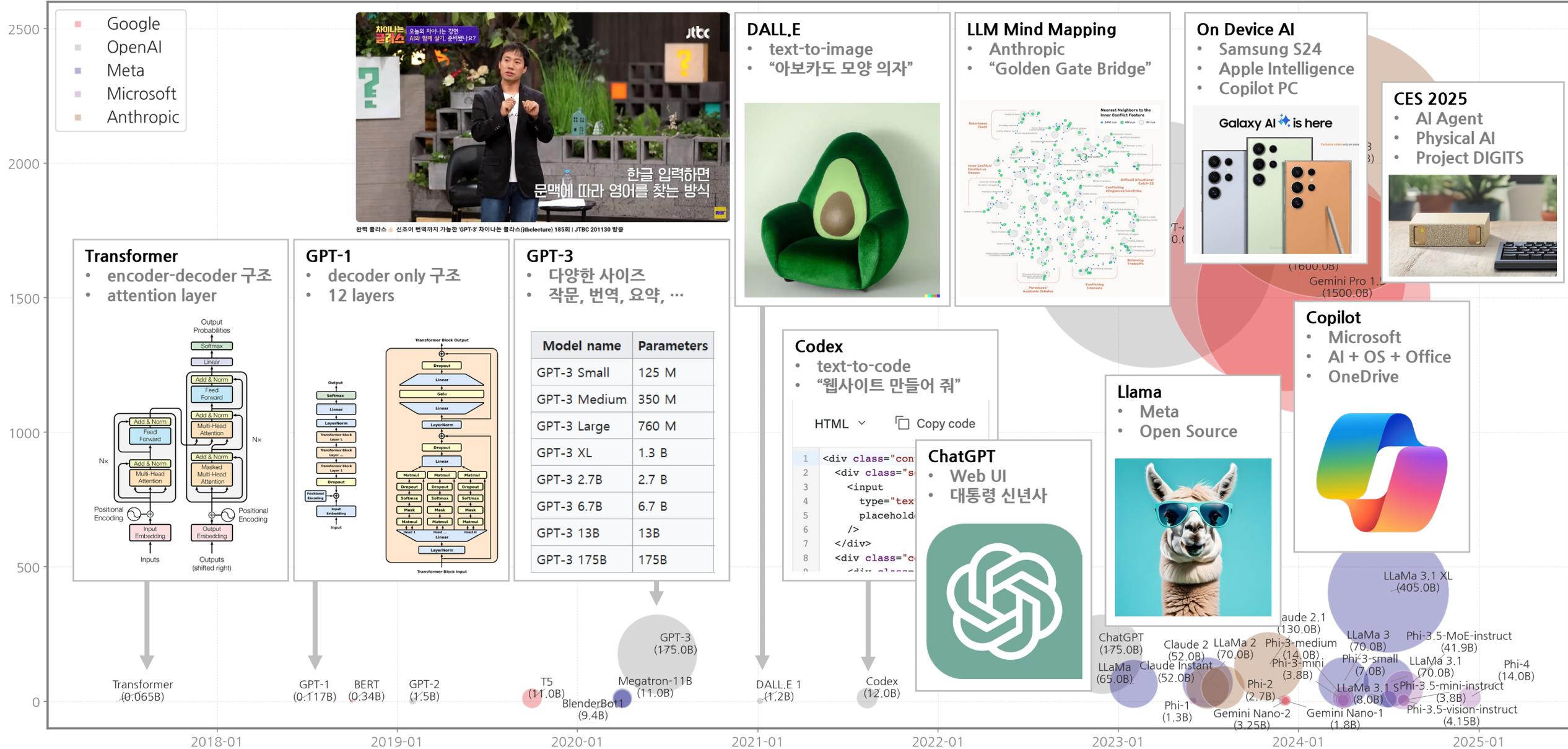
# 인공지능이라 불리는 것들에 대한 인공지능 적용 현황

- 서로의 장점을 적극적으로 활용.
- 명확히 구분하기 어려움.



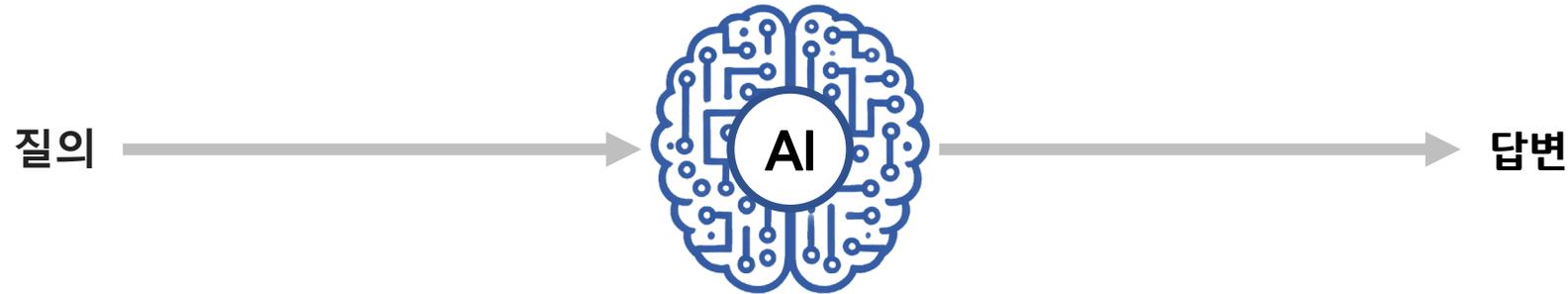
# 생성 AI 모델의 대략적인 역사

Language Models (Parameter Size), by Jehyun LEE @플랫폼, 2025.01.19.



# 1. LLM, RAG, AI Agent

# 1. 거대 언어 모델 Large Language Model



특징	특기사항
<ul style="list-style-type: none"><li>엄청나게 많은 데이터 + 일부 특화 주문 데이터</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>국가수준 자원 투입 필요 : 일부 빅테크 한정 개발 가능 ※ 경량 모델의 fine tuning 가능, but GPU 대량 필요.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>제작 목적 : 언어 생성 능력 구현</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>환각 불가피 : 지식 검색용으로 사용하면 위험.</li><li>용도 한정 필요 : 검증 가능 분야 &amp; 지식 수준</li><li>브레인스토밍 활용 가능</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>의도치 않은 능력 : 논리적 추론</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>창발 : 행간에 숨은 의미 추출, 역질문 유용</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>다국어 번역 가능 : 인간 언어 &amp; 프로그래밍 언어</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Human - Computer - Computer Interface 활용</li></ul>

# 1. 거대 언어 모델 Large Language Model

거대 언어 모델					
제작사		OpenAI	Anthropic	Google DeepMind	Meta Platforms
웹사이트		<a href="https://chat.openai.com">https://chat.openai.com</a>	<a href="https://claude.ai">https://claude.ai</a>	<a href="https://gemini.google.com">https://gemini.google.com</a>	<a href="https://www.llama.com/">https://www.llama.com/</a>
월 요금, 사용 모델	무료	<ul style="list-style-type: none"> <li>GPT-4o mini</li> <li>DALL.E3 (이미지 생성)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Claude 3.5 sonnet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gemini 1.5 Flash</li> <li>Gemini 2.0 Flash Experimental</li> <li>Imagen3 (이미지 생성, 사람 얼굴 제외)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Llama 3.1 8B</li> <li>Llama 3.1 405B</li> <li>Llama 3.2 1B</li> <li>Llama 3.2 3B</li> <li>Llama 3.2 11B</li> <li>Llama 3.2 90B</li> <li>Llama 3.3 70B</li> </ul>
	유료 (개인)	<p>Plus : 월 20 \$</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>GPT-4</li> <li>GPT-4o</li> <li>o1-mini</li> <li>o1</li> <li>Sora (동영상 생성, 5초/편, 50편/월)</li> </ul> <p>Pro : 월 200 \$</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o1 pro</li> <li>Sora (동영상 생성, 20초/편, 500편/월)</li> </ul>	<p>Pro : 월 20 \$</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Claude 3 Opus</li> <li>Claude 3.5 Haiku</li> </ul>	<p>Premium : 월 29,000 ₩</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gemini 1.5 Pro</li> <li>Gemini 1.5 Pro with Deep Research</li> <li>Gemini 2.0 Experimental Advanced</li> <li>Imagen3 (이미지 생성)</li> </ul>	
웹 검색		가능 (bing)	불가능	가능 (google)	불가능
파일 출력		<p>가능</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>내부 파이썬 코딩 및 실행 방식</li> </ul>	<p>가능</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>MS오피스 파일 불가.</li> <li>csv, md 등 텍스트 파일 가능</li> </ul>	<p>가능</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Google Drive 연동</li> </ul>	불가능
특장점		<p>GPTs : 맞춤형 도구 제작, 공유, 활용</p> <p>canvas : 글쓰기, 코딩 특화 모드</p> <p>Interactive data analysis with graph</p>	<p>문장력 우수</p> <p>Artifact : 코드 실행 미리보기</p>	Gmail, Google Drive 등 탐색 답변	<p>오픈 소스 : GPU 필수</p> <p>보안 유리 : 온라인 접속 불필요</p>

# 1. 거대 언어 모델 Large Language Model

## • ChatGPT

The screenshot displays the ChatGPT interface. At the top left, the current model is 'ChatGPT 4o'. A '모델 변경' (Change Model) button is visible. The model selection menu is open, showing 'GPT-4o' as the selected model with a checkmark. Below it, there is a 'GPT-4o 일정 예약' (Beta) button and a note: 'ChatGPT에게 이후 팔로 업까지 부탁드립니다'. Other models listed include 'o1' (논리적 설명 가능) and 'o1-mini' (더 빠른 논리적 설명). At the bottom of the menu is '더 많은 모델' and '임시 채팅'.

In the center, a large text prompt asks '무엇을 도와드릴까요?' (How can I help you?). Below this is a text input field with a microphone icon on the right. A modal menu is overlaid on the input field, titled '메시지 ChatGPT'. It contains several options: '파일 첨부' (File Upload), '웹 검색' (Web Search), '모드 변경' (Change Mode), '그림' (Image) with 'DALL-E 사용' (Use DALL-E), '검색' (Search) with '웹에서 찾기' (Find on web), '논리적 설명' (Logical Explanation) with 'o1 사용' (Use o1), and '캔버스' (Canvas) with '글쓰기 및 코딩 협업' (Writing and Coding Collaboration). Below the modal, there are buttons for '요약' (Summary), '데이터 분석' (Data Analysis), '쓰기 도움' (Writing Help), and '더 보기' (See More).

# 1. 거대 언어 모델 Large Language Model

- ChatGPT

  ChatGPT 4o 



무엇을 도와드릴까요?

오늘 저녁식사 메뉴를 추천해 줘.



 이미지 만들기

 텍스트 요약

 데이터 분석

 쓰기 도움

더 보기

# 1. 거대 언어 모델 Large Language Model

## • ChatGPT

  ChatGPT 4o 

 공유하기



- 짜장면과 탕수육: 배달로도 간편하게 즐길 수 있는 메뉴.
- 마파두부와 밥: 얼얼하면서도 짭짤한 맛이 입맛을 돋구어요.
- 볶음밥과 계란국: 간단하지만 든든한 선택.

### 5. 간단한 메뉴

- 샌드위치와 스프: 바쁜 저녁에 간단하게 만들기 좋아요.
- 김밥과 어묵탕: 가벼운 저녁식사로도 알맞은 조합.
- 떡볶이와 순대: 매콤달콤한 떡볶이로 간단하지만 맛있는 한 끼.

혹시 특별히 드시고 싶은 종류가 있으면 더 구체적으로 추천드릴게요! 😊

메시지 ChatGPT



# 1. 거대 언어 모델 Large Language Model

## • ChatGPT

ChatGPT 4o

공유하기

오늘 저녁식사 메뉴를 추천해 줘.  
\* 표 형태로 출력해.  
\* index는 "한식", "중식", "양식", "분식"으로 놓고,  
\* index별로 3개씩 메뉴를 추천해 줘.

아래는 저녁 식사 메뉴를 표로 정리한 추천입니다:

종류	추천 메뉴 1	추천 메뉴 2	추천 메뉴 3
한식	제육볶음과 상추쌈	된장찌개와 보리밥	비빔밥
중식	짜장면과 탕수육	마파두부와 밥	볶음밥과 계란국
양식	크림 파스타와 샐러드	스테이크와 구운 채소	피자
분식	떡볶이와 순대	김밥과 어묵탕	라면과 만두

원하시는 메뉴가 있으면 재료나 레시피에 대한 도움도 드릴게요! 😊

🔊 📄 🗑️ 🔄

메시지 ChatGPT

📎 🗑️ 🌐



# 1. 거대 언어 모델 Large Language Model

## • ChatGPT

ChatGPT 4o

공유하기

양식	크림 파스타와 샐러드	스테이크와 구운 채소	피자
분식	떡볶이와 순대	김밥과 어묵탕	라면과 만두

원하시는 메뉴가 있으면 재료나 레시피에 대한 도움도 드릴게요! 😊

지금 만들어진 표를 .xlsx 형식으로 출력해.  
\* 파일명: "GPT 저녁식사추천.xlsx"

저녁식사 추천 메뉴를 담은 파일이 생성되었습니다. 아래 링크를 클릭하면 다운로드할 수 있습니다:

[GPT 저녁식사추천.xlsx \[->\]](#)

🔊 📄 🗑️ ↻

메시지 ChatGPT

📎 🗑️ 🌐

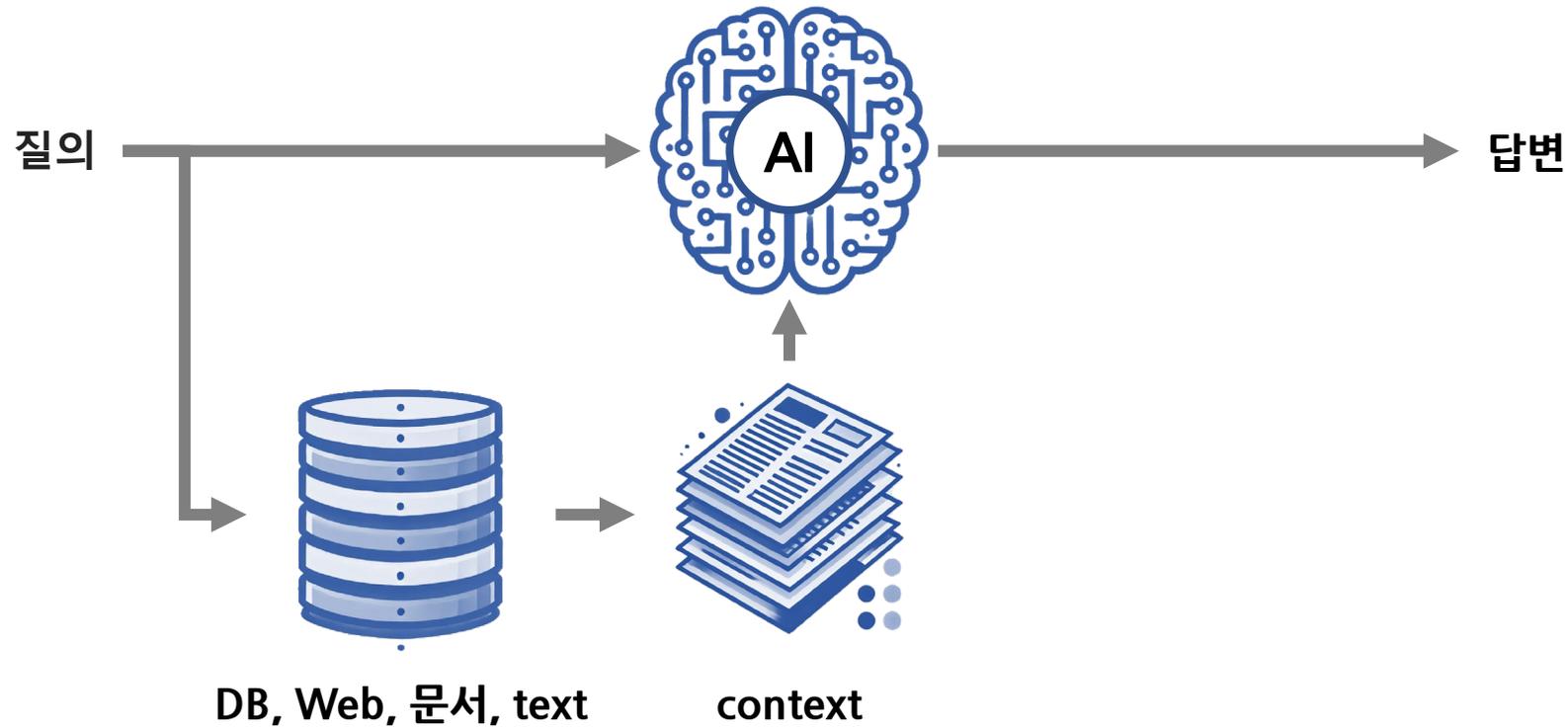


# 1. 거대 언어 모델 Large Language Model

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	\	<b>추천 메뉴 1</b>	<b>추천 메뉴 2</b>	<b>추천 메뉴 3</b>								
2	한식	제육볶음과 상추쌈	된장찌개와 보리밥	비빔밥								
3	중식	짜장면과 탕수육	마파두부와 밥	볶음밥과 계란국								
4	양식	크림 파스타와 샐러드	스테이크와 구운 채소	피자								
5	분식	떡볶이와 순대	김밥과 어묵탕	라면과 만두								
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												

## 2. 검색 증강 생성 Retrieval Augmented Generation

특징	특기사항
• 특화 분야 질문에 대한 답변의 신뢰성 증대	• 100%는 아님 : <b>있는 걸 못 찾거나, 없는 걸 말하거나</b> • 속도가 느릴 수 있음 : <b>검색 &amp; 내용 정리 시간 필요</b>



## 2. 검색 증강 생성 Retrieval Augmented Generation

- ChatGPT

  ChatGPT 4o 



### 무엇을 도와드릴까요?

백종원이 추천하는 저녁식사용 집밥 메뉴 3개와 레시피 추천

   검색 **웹 검색 → 파일 업로드 꺼짐** 

-  이미지 만들기
-  계획 짜기
-  텍스트 요약
-  브레인스토밍
-  쓰기 도움
-  더 보기



## 2. 검색 증강 생성 Retrieval Augmented Generation

- ChatGPT

  ChatGPT 4o 



무엇을 도와드릴까요?



Invoice-4E3827BB-0003.pdf  
PDF



내일 세종시 아침 9시 기온은?



파일 업로드 → 웹 검색 꺼짐



이미지 만들기



계획 짜기



텍스트 요약



브레인스토밍



쓰기 도움

더 보기

## 2. 검색 증강 생성 Retrieval Augmented Generation

### • ChatGPT

ChatGPT 4o

공유하기

Invoice-4E3827BB-0003.pdf  
PDF

내일 세종시 아침 9시 기온은?

내일(2025년 1월 20일) 세종시의 오전 9시 기온은 약 -4°C로 예상됩니다. **METEOCAST** 추운 날씨가 예상되니, 외출 시 따뜻한 옷차림으로 대비하시기 바랍니다.

출처



웹 검색을 꺼도 검색이 필요한 내용 질의시 자동으로 검색 후 답변



메시지 ChatGPT



## 2. 검색 증강 생성 Retrieval Augmented Generation

- ChatGPT : 맥락 학습 In-Context Learning 활용 보도자료 초안 작성

ChatGPT 4o



무엇을 도와드릴까요?

배터리 개발 과제 보도자료 초안 작성

\* 내용: 3년간 UNIST, LG엔솔, UCSD와의 공동연구 끝에 다음 특성을 가지는 배터리를 개발함.

- (1) SoH(state of health): 500회 충방전 후에도 SoH 90% 유지
- (2) energy density: 750 Wh/kg, 1800 Wh/L 달성
- (3) thermal stability: ISO-6469-1 충족
- (4) cycle life: 8000회



이미지 만들기

텍스트 요약

쓰기 도움

이미지 분석

더 보기

# 2. 검색 증강 생성 Retrieval Augmented Generation

## • ChatGPT : 맥락 학습 In-Context Learning 활용 보도자료 초안 작성

ChatGPT 4o



아래는 요청하신 내용을 바탕으로 작성한 배터리 개발 과제 보도자료 초안입니다:

Battery Development Pr

대신 채팅에서 답합니다 >

보도자료 초안을 작성했습니다. 추가로 수정하거나 보완할 부분이 있으면 말씀해주세요!

🔊 🗨️ ✎️

메시지 ChatGPT

🗨️ 🗨️ 🗨️



KIER EnergyAI 워크스페이스 채팅은 모델을 훈련하는 데 사용되지 않습니다. ChatGPT는 실수를 할 수 있습니다.



Battery Development Pr

감 및 자원 활용 효율성 측면에서 중요한 진전을 나타냅니다.

### 연구의 의의와 향후 전망

이번 연구는 KIER이 주관하고, UNIST, LG에너지솔루션, UCSD가 참여한 글로벌 협력의 산물입니다. KIER의 선진 소재 개발 역량, UNIST의 첨단 분석 기술, LG에너지솔루션의 배터리 제조 노하우, 그리고 UCSD의 시뮬레이션 및 실험적 검증 기술이 결합된 결과로, 차세대 배터리 기술의 새로운 가능성을 열었습니다.

KIER 관계자는 "본 배터리는 에너지 저장 기술의 한계를 극복하고 지속 가능한 에너지 전환을 실현할 중요한 계기가 될 것입니다"라며, "향후 상용화 및 대규모 생산 기술 개발을 통해 산업 전반에 걸쳐 활용도를 확대할 계획"이라고 밝혔습니다.

LG에너지솔루션의 기술 개발 책임자는 "이번 협력을 통해 전 세계 전기차 및 ESS 시장에서 경쟁력을 한층 강화할 수 있는 기술적 기반을 마련했다"며, "글로벌 탄소 중립 목표 달성에도 크게 기여할 것으로 기대된다"고 덧붙였습니다.

이번 연구 결과는 국제 학술지에 발표될 예정이며, 상용화를 위한 후속 연구와 산업 파트너들과의 협력도 진행 중입니다. 연구진은 본 배터리 기술이 대규모 전력망과 같은 에너지 저장 장치뿐만 아니라, 고성능 전기차와 같은 첨단 산업 분야에서 핵심 기술로 자리잡을 것으로 전망하고 있습니다.

### 한국에너지기술연구원(KIER)에 대하여



# 2. 검색 증강 생성 Retrieval Augmented Generation

## • ChatGPT

ChatGPT 4o

아래는 요청하신 내용을 바탕으로 작성한 배터리 개발 과제 보도자료 초안입니다:

Battery Development Pr

대신 채팅에서 답합니다 >

보도자료 초안을 작성했습니다. 추가로 수정하거나 보완할 부분이 있으면 말씀해주세요!

메시지 ChatGPT

KIER EnergyAI 워크스페이스 채팅은 모델을 훈련하는 데 사용되지 않습니다. ChatGPT는 실수를 할 수 있습니다.

Battery Development Pr

ChatGPT에게 묻기 B I Aa

이번 연구는 KIER이 주관하고, UNIST, LG에너지솔루션, UCSD가 참여한 글로벌 협력의 산물입니다. KIER의 선진 소재 개발 역량, UNIST의 첨단 분석 기술, LG에너지솔루션의 배터리 제조 노하우, 그리고 UCSD의 시뮬레이션 및 실험적 검증 기술이 결합된 결과로, 차세대 배터리 기술의 새로운 가능성을 열었습니다.

KIER 관계자는 "본 배터리는 에너지 저장 기술의 한계를 극복하고 지속 가능한 에너지 전환을 실현할 중요한 계기가 될 것입니다"라며, "향후 상용화 및 대규모 생산 기술 개발을 통해 산업 전반에 걸쳐 활용도를 확대할 계획"이라고 밝혔습니다.

LG에너지솔루션의 기술 개발 책임자는 "이번 협력을 통해 전 세계 전기차 및 ESS 시장에서 경쟁력을 한층 강화할 수 있는 기술적 기반을 마련했다"며, "글로벌 탄소 중립 목표 달성에도 크게 기여할 것으로 기대된다"고 덧붙였습니다.

이번 연구 결과는 국제 학술지에 발표될 예정이며, 상용화를 위한 후속 연구와 산업 파트너들과의 협력도 진행 중입니다. 연구진은 본 배터리 기술이 대규모 전력망과 같은 에너지 저장 장치뿐만 아니라, 고성능 전기차와 같은 첨단 산업 분야에서 핵심 기술로 자리잡을 것으로 전망하고 있습니다.

### 한국에너지기술연구원(KIER)에 대하여

한국에너지기술연구원(KIER)은 국내 에너지 기술 개발을 선도하는 연구기관으로,

## 2. 검색 증강 생성 Retrieval Augmented Generation

- ChatGPT Canvas : 일부 영역만 지정하여 수정, 또는 내용 추가

ChatGPT 4o

연구 주관을 한국에너지기술  
연구원(KIER) 에너지저장연  
구단(연순화 단장)의 이찬우  
박사로 수정

1번 편집함  
수정이 완료되었습니다. 추가로 수정하거  
나 보완할 부분이 있으면 말씀해주세요!

↳ ChatGPT에게 물어봄

중학생 ↓ 이해할 수 있는 쉬  
운 말로 수정

Canvas Battery Pr Draft

한국에너지기술연구원(KIER), 세계 최고 성능의 배터리 개발

한국에너지기술연구원(KIER) 에너지저장연구단(연순화 단장)의 이찬우 박사는 UNIST, LG에너지솔루션, 캘리포니아대학교 샌디에이고(UCSD)와 공동으로 세계 최고 수준의 성능을 자랑하는 배터리를 개발했다고 발표했습니다. 이번 연구는 3년에 걸친 국제적 협력을 통해 이루어졌으며, 에너지 밀도, 열 안정성, 수명 등 배터리 성능의 핵심 지표에서 획기적인 발전을 이뤘습니다.

혁신적인 성능으로 새로운 가능성을 열다

- 개발된 배터리는 다음과 같은 특성을 자랑합니다:
1. **건강 상태(State of Health, SoH):** 이 배터리는 500번 충전하고 방전해도 성능이 90% 이상 유지됩니다. 쉽게 말해, 오래 써도 성능이 거의 떨어지지 않습니다.
  2. **에너지 밀도(Energy Density):** 배터리의 무게에 비해 에너지를 아주 많이 저장할 수 있습니다. 1kg당 750 Wh의 에너지를 저장할 수 있고, 부피로는 1800 Wh/L의 에너지를 담을 수 있어 작고 가벼우면서도 강력합니다.
  3. **열 안정성(Thermal Stability):** 이 배터리는 고온에서도 안전하게 작동할 수 있습니다. 국제 안전 기준인 ISO-6469-1을 충족하므로 믿을 수 있습니다.

메시지 ChatGPT

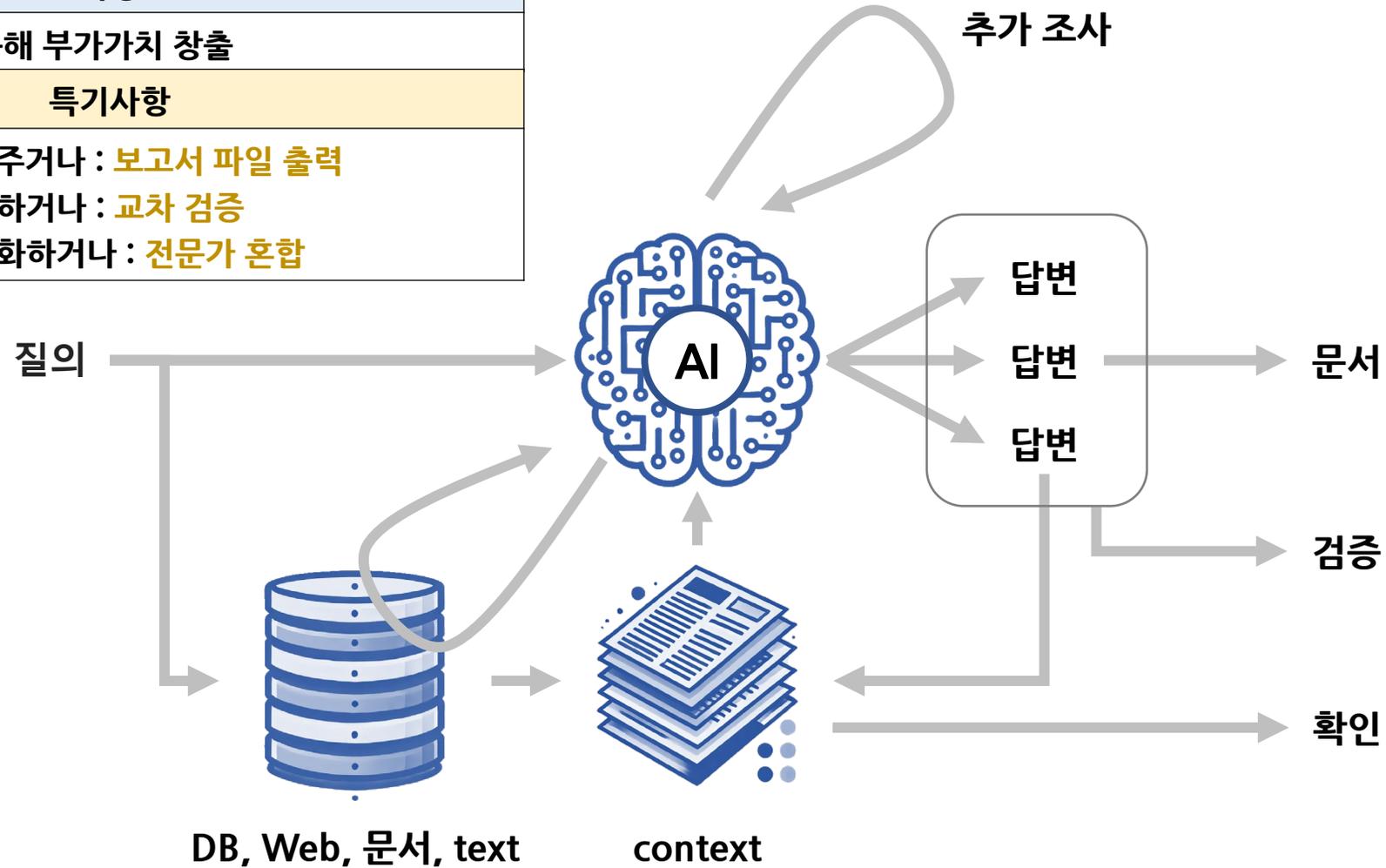


KIER EnergyAI 워크스페이스 채팅은 모델을 훈련하  
는 데 사용되지 않습니다. ChatGPT는 실수를 할 수  
있습니다.



# 3. RAG AI 에이전트 RAG AI Agents

특징
• RAG 결과를 이용해 부가가치 창출
특기사항
• 이후 업무를 줄여주거나 : <b>보고서 파일 출력</b>
• AI의 한계를 극복하거나 : <b>교차 검증</b>
• AI의 능력을 극대화하거나 : <b>전문가 혼합</b>



# 3. RAG AI 에이전트 RAG AI Agents

- ChatGPT Data Analysis : 파이썬 코드를 작성, 실행. MS office 파일로 출력 가능.

ChatGPT 4o

공유하기

사항이나 다른 요청이 있으시면 언제든지 알려주세요.

출처

내가 작성한 보고서를 .docx 문서로 출력해 달라고

문서를 .docx 파일로 변환하여 저장하였습니다. 아래 링크를 클릭하여 다운로드하세요:  
[다운로드: KIER\\_Battery\\_Report.docx](#)  
추가 요청 사항이 있으면 언제든지 말씀해주세요! [-]  
🔊 📄 ✎

메시지 ChatGPT  
📎 🗨️ 🌐 🔊



# 3. RAG AI 에이전트 RAG AI Agents

- ChatGPT Data Analysis : 파이썬 코드를 작성, 실행. MS office 파일로 출력 가능.

## 한국에너지기술연구원(KIER), 세계 최고 성능의 배터리 개발

한국에너지기술연구원(KIER) 에너지저장연구단(연순화 단장)의 이찬우 박사는 UNIST, LG 에너지솔루션, 캘리포니아대학교 샌디에이고(UCSD)와 공동으로 세계 최고 수준의 성능을 자랑하는 배터리를 개발했다고 발표했습니다. 이번 연구는 3 년에 걸친 국제적 협력을 통해 이루어졌으며, 에너지 밀도, 열 안정성, 수명 등 배터리 성능의 핵심 지표에서 획기적인 발전을 이뤘습니다.

## 혁신적인 성능으로 새로운 가능성을 열다

개발된 배터리는 다음과 같은 특성을 자랑합니다:

1. 건강 상태(State of Health, SoH): 이 배터리는 500 번 충전하고 방전해도 성능이 90% 이상 유지됩니다. 이는 일반적인 상용 배터리가 500 번 충방전 후 약 70~80%의 성능을 유지하는 것과 비교해 더 우수한 내구성을 보여줍니다.
2. 에너지 밀도(Energy Density): 배터리의 무게에 비해 에너지를 아주 많이 저장할 수 있습니다. 1kg 당 750 Wh 의 에너지를 저장할 수 있고, 부피로는 1800 Wh/L 의 에너지를 담을 수 있어 현재 상용 리튬이온 배터리(250~300 Wh/kg) 대비 약 2.5 배 높은 성능을 자랑합니다.
3. 열 안정성(Thermal Stability): 이 배터리는 고온에서도 안전하게 작동할 수 있습니다. 국제 안전 기준인 ISO-6469-1 을 충족하므로 믿을 수 있습니다. 기존 배터리보다 높은 온도에서도 안정적인 성능을 유지합니다.
4. 사이클 수명(Cycle Life): 이 배터리는 8000 번 충전하고 방전할 수 있습니다. 일반적으로 상용 배터리의 충방전 수명이 2000~3000 번인 점을 감안하면 약 3 배 이상 긴 수명을 제공합니다.

## 세계적 연구 협력의 결실

이번 성과는 KIER 이 주관한 연구개발 프로젝트로, UNIST 의 첨단 소재 연구 역량, LG 에너지솔루션의 배터리 제조 기술, UCSD 의 선진 분석 기법이 결합된 결과입니다. 특히 KIER 은 전 과정에서 연구 방향을 총괄하며,

기술적 도전 과제 해결에 핵심 역할을 했습니다.

LG 에너지솔루션의 관계자는 "이번 연구는 차세대 배터리 기술의 가능성을 증명한 사례로, 지속 가능한 에너지 전환에 크게 기여할 것"이라고 평가했습니다. UCSD 의 연구진은 "배터리 소재와 설계의 정밀한 조합이 성능 향상의 열쇠가 되었으며, 이는 국제적 협력의 중요한 성과"라고 밝혔습니다.

## 미래를 향한 새로운 도약

이번에 개발된 배터리는 기존 기술의 한계를 뛰어넘는 성과로, 특히 전기차 시장에서 긴 주행거리와 빠른 충전 속도, 안전성을 동시에 요구하는 사용자들의 기대를 충족시킬 것으로 보입니다. 또한, 이 기술은 ESS 시장에서도 장기간 안정적으로 에너지를 저장하고 사용할 수 있는 솔루션을 제공하며, 신재생 에너지 확대를 위한 기반 기술로 자리 잡을 것입니다.

한국에너지기술연구원은 "이번 연구 성과를 바탕으로 차세대 배터리 기술 개발을 지속적으로 선도해 나가겠다"며, "앞으로도 글로벌 파트너들과의 협력을 통해 지속 가능한 에너지 솔루션 개발에 기여할 것"이라고 밝혔습니다.

KIER, UNIST, LG 에너지솔루션, UCSD 의 협력을 통해 이루어진 이번 성과는 배터리 산업의 패러다임을 변화시킬 혁신적 기술로 주목받고 있으며, 향후 기술 상용화를 위한 추가 연구와 개발이 계속될 예정입니다.

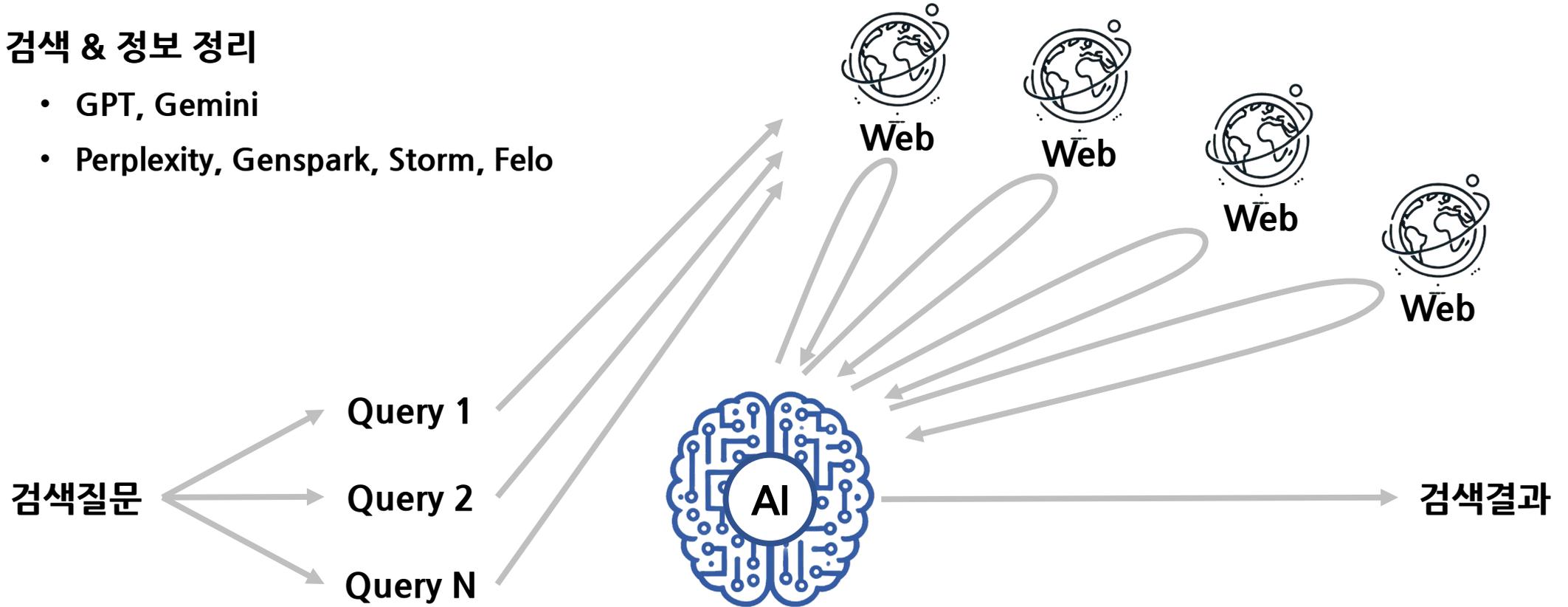
---

이번 성과와 관련된 보다 자세한 정보는 KIER 공식 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.

연구책임자: 이메일(0\*\*@kier.re.kr), 전화번호(042-860-\*\*\*\*).

# 3. RAG AI 에이전트 RAG AI Agents

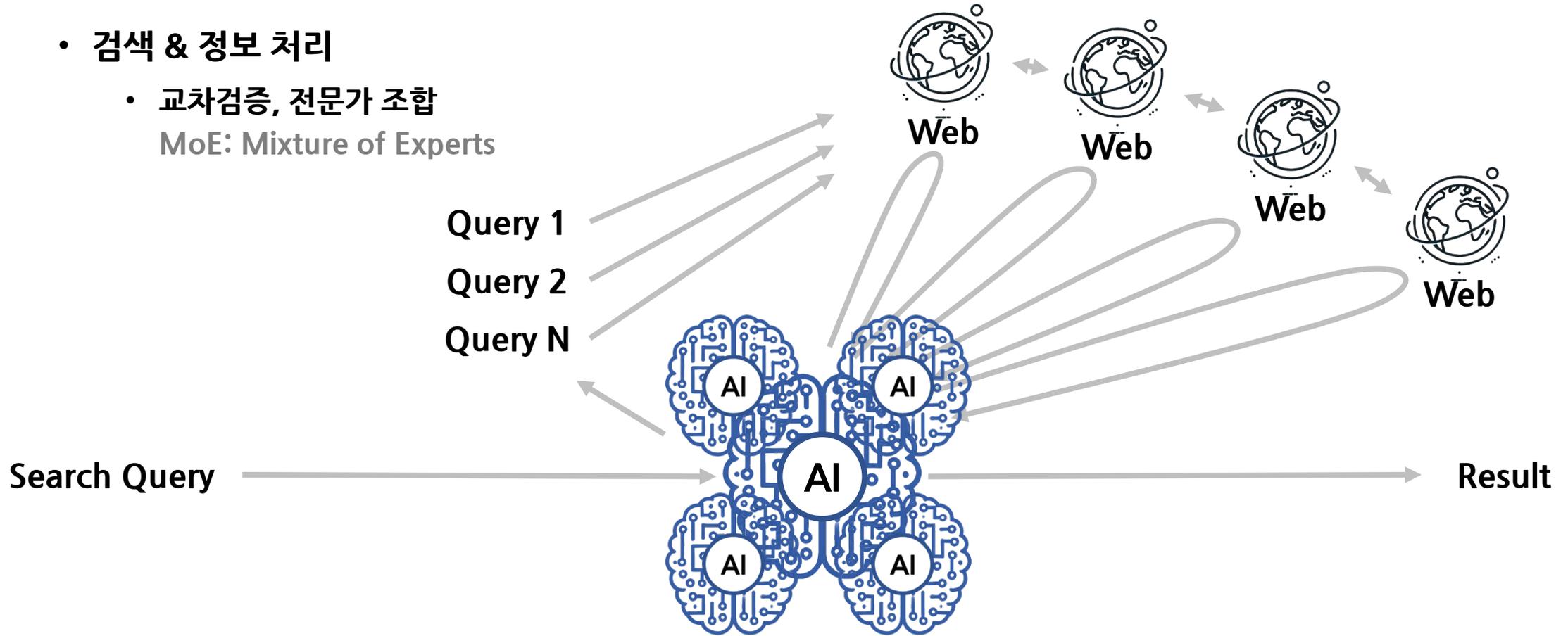
- 검색 & 정보 정리
  - GPT, Gemini
  - Perplexity, Genspark, Storm, Felo



perplexity.ai

# 3. RAG AI 에이전트 RAG AI Agents

- 검색 & 정보 처리
    - 교차검증, 전문가 조합
- MoE: Mixture of Experts



# Genspark

Genspark Beta

Sparkpage 생성

홈

에이전트

나

시간을 절약하세요. 더 나은 결과.

검색...



패션

Preview



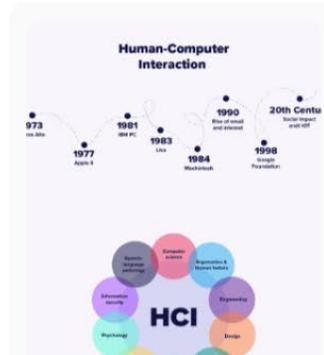
일반 채팅



이미지 생성



더보기



# Genspark



수소차와 전기차 중 무엇이 더 안전할까?

AI가 직접 답변

28개의 소스를 읽음

수소차와 전기차의 안전성에 대한 논의는 여러 측면에서 이루어질 수 있습니다.

전기차는 배터리와 모터로 구동되며, 일반적으로 화재나 폭발의 위험이 낮은 편입니다. 그러나 리튬 이온 배터리의 경우 과열이나 단락으로 인해 화재가 발생할 수 있는 가능성이 있습니다. 이러한 위험을 줄이기 위해 많은 제조사들이 배터리 관리 시스템(BMS)을 도입하여 안전성을 높이고 있습니다.

반면, 수소차는 수소 연료 전지를 사용하여 전기를 생성합니다. 수소는 폭발성이 있는 가스를 포함하고 있어, 충전 과정에서의 안전성이 중요한 이슈로 떠오릅니다. 그러나 현대의 수소차는 고압 수소 저장 탱크와 안전 장치를 갖추고 있어, 충전 중이나 주행 중에 발생할 수 있는 사고에 대비하고 있습니다. 실제로 수소차는 충돌 테스트에서 높은 안전성을 입증한 사례도 있습니다 2 5 .

또한, 수소차의 경우 수소가 연소될 때 발생하는 부산물은 물이기 때문에 환경적으로도 안전하다는 장점이 있습니다. 그러나 수소 충전소의 인프라가 부족하여 충전의 불편함이 있을 수 있습니다 4 10 .

결론적으로, 두 차량 모두 안전성을 높이기 위한 기술적 발전이 이루어지고 있으며, 각각의 장단점이 존재합니다. 전기차는 배터리 관련 안전성 문제를 해결하기 위한 노력이 계속되고 있고, 수소차는 고압 수소 저장 기술과 안전 장치로 안전성을 강화하고 있습니다.

수소차의 안전성에 대한 추가적인 정보로, 수소 연료 탱크는 700bar의 고압으로 저장되며, 이 탱크는 탄소섬유 강화 복합재로 제작되어 높은 압력을 견딜 수 있도록 설계되어 있습니다. 이러한 설계는 수소의 안전성을 높이는 데 기여하고 있습니다. 또한, 수소차는 다양한 안전 시험을 통해 내구성과 안전성을 입증하고 있으며, 충돌 테스트에서도 긍정적인 결과를 보여주고 있습니다. 수소차의 안전성에 대한 우려는 과거의 오해에서 비롯된 경우가 많으며, 현대의 기술 발전으로 인해 이러한 우려는 상당 부분 해소되고 있습니다 4 5 .

## 마인드맵



수소차와 전기차의 충전 인프라 현황은? →

전기차와 수소차의 유지비용 차이는? →

수소차의 환경적 장점은 무엇인가? →

다른 질문이 있으면 언제든지 물어보세요! →

https://www.youtube.com

### 어떤 차를 선택해야 할까? 전기차 vs 수소차 [에너지식백과] - YouTube

... 차량의 양대 산맥, 전기차와 수소차! 그렇다면 둘 중 나에게 맞는 차는 과연 무엇일까요? 두 차량이 무엇이 다르고 어떤 장단점을 가졌는지 GS칼텍스 ...

# Genspark



수소차와 전기차 중 무엇이 더 안전할까?

AI가 직접 답변

28개의 소스를 읽음

수소차와 전기차의 안전성에 대한 논의는 여러 측면에서 이루어질 수 있습니다.

전기차는 배터리와 모터로 구동되며, 일반적으로 화재나 폭발의 위험이 낮은 편입니다. 그러나 리튬 이온 배터리의 경우 과열이나 단락으로 인해 화재가 발생할 수 있는 가능성이 있습니다. 이러한 위험을 줄이기 위해 많은 제조사들이 배터리 관리 시스템(BMS)을 도입하여 안전성을 높이고 있습니다.

반면, 수소차는 수소 연료 전지를 사용하여 전기를 생성합니다. 수소는 폭발성이 있는 가스를 포함하고 있어, 충전 과정에서의 안전성이 중요한 이슈로 떠오릅니다. 그러나 현대의 수소차는 고압 수소 저장 탱크와 안전 장치를 갖추고 있어, 충전 중이나 주행 중에 발생할 수 있는 사고에 대비하고 있습니다. 실제로 수소차는 충돌 테스트에서 높은 안전성을 입증한 사례도 있습니다 2 5 .

또한, 수소차의 경우 수소가 연소될 때 발생하는 부산물은 물이기 때문에 환경적으로도 안전하다는 장점이 있습니다. 그러나 수소 충전소의 인프라가 부족하여 충전의 불편함이 있을 수 있습니다 4 10 .

결론적으로, 두 차량 모두 안전성을 높이기 위한 기술적 발전이 이루어지고 있으며, 각각의 장단점이 존재합니다. 전기차는 배터리 관련 안전성 문제를 해결하기 위한 노력이 계속되고 있고, 수소차는 고압 수소 저장 기술과 안전 장치로 안전성을 강화하고 있습니다.

수소차의 안전성에 대한 추가적인 정보로, 수소 연료 탱크는 700bar의 고압으로 저장되며, 이 탱크는 탄소섬유 강화 복합재로 제작되어 높은 압력을 견딜 수 있도록 설계되어 있습니다. 이러한 설계는 수소의 안전성을 높이는 데 기여하고 있습니다. 또한, 수소차는 다양한 안전 시험을 통해 내구성과 안전성을 입증하고 있으며, 충돌 테스트에서도 긍정적인 결과를 보여주고 있습니다. 수소차의 안전성에 대한 우려는 과거의 오해에서 비롯된 경우가 많으며, 현대의 기술 발전으로 인해 이러한 우려는 상당 부분 해소되고 있습니다 4 5 .

## 마인드맵



수소차와 전기차의 충전 인프라 현황은? →

전기차와 수소차의 유지비용 차이는? →

수소차의 환경적 장점은 무엇인가? →

다른 질문이 있으면 언제든지 물어보세요! →

https://www.youtube.com

### 어떤 차를 선택해야 할까? 전기차 vs 수소차 [에너지식백과] - YouTube

... 차량의 양대 산맥, 전기차와 수소차! 그렇다면 둘 중 나에게 맞는 차는 과연 무엇일까요? 두 차량이 무엇이 다르고 어떤 장단점을 가졌는지 GS칼텍스 ...

목차

요약

수소차와 전기차의 기술적 차이

수소차의 안전성 문제

전기차의 안전성 문제

수소차와 전기차의 사고 사례

수소차와 전기차의 장단점 비교

결론 및 추천

관련 동영상

## 수소차와 전기차의 안전성 비교 분석

Genspark • Jan 08, 2025 [정보](#)

[☆ 북마크](#) [📌 공유](#)

영감과 통찰로 생성된 17 소스

### 요약

수소차와 전기차는 모두 친환경 차량으로, 이산화탄소와 같은 오염물질을 배출하지 않는다는 공통점이 있습니다. 수소차는 **수소와 산소의 화학 반응** 을 통해 전기를 생성하여 구동되며, 전기차는 배터리에 저장된 전기를 사용하여 모터를 작동시킵니다. 이러한 기술적 차이는 두 차량의 안전성에 중요한 영향을 미치며, 각 차량의 구조와 작동 원리에 따라 발생할 수 있는 위험 요소가 다릅니다. 1 2

수소차의 안전성은 여러 기술적 장치에 의해 보장됩니다. 예를 들어, 수소 누출을 감지하는 센서가 장착되어 있어, 누출이 발생할 경우 즉시 밸브를 차단하고, 온도가 상승하면 수소를 강제로 배출하여 위험을 최소화합니다. 또한, 수소는 공기보다 가벼워 누출 시 빠르게 확산되므로 화재의 위험이 상대적으로 낮습니다. 이러한 안전 장치는 수소차의 신뢰성을 높이는 중요한 요소입니다. 3 4

전기차는 다양한 화재 위험에 노출될 수 있습니다. 실제로 충전 중, 주행 중, 주차 중, 그리고 충돌 후에 발생하는 화재 사례가 보고되고 있습니다. 예를 들어, 대구의 한 아파트 지하주차장에서 충전 중인 전기차에서 화재가 발생한 사건이 있었습니다. 이러한 사고들은 전기차의 배터리와 관련된 안전 문제를 부각시키며, 전기차의 안전성을 평가하는 데 중요한 시그널로 작용합니다. 5 6

**Genspark**  
이 페이지에서 도움을 주는 AI copilot

새로운 Sparkpage 수소차와 전기차의 안전성 비교 분석 생성.

Done

[수소차와 전기차의 장단점](#) ←

[전기차 화재 안전 대책](#) ←

[수소차 충전소 현황](#) ←

# Genspark

Genspark Beta

작업 목록

홈

에이전트

나

🔍 Current Energy Supply Status in Sout...  
Finished

🔍 저녁 메뉴 추천 및 선택 가이드  
Finished

🔍 Skewed Voigt Fitting Function in Python  
Finished

🔍 MOA Chat  
Finished

🔍 Black Pegasus Image Generation Task  
Finished

🔍 다른 요일을 주 시작으로 보는 나라와...  
Finished in 19 mins, 25 secs

🔍 수소차가 전기차보다 충격에 더 안전...  
Finished in 5 mins, 35 secs

🔍 수소는 초과 재생 에너지 저장에 적합...  
Finished in 1 min, 40 secs

🔍 연료 전지: 수소를 전기로 변환, 부산...  
Finished in 4 mins, 39 secs

🔍 녹색 수소는 탄소 배출 감소에 효과적...  
Finished in 2 mins, 53 secs

## 기본 에이전트 New

세계 최초 에이전트 혼합 시스템

🔍  
**일반 채팅**  
Mixture-of-Agents

🖼️  
**이미지 생성**  
Mixture-of-Agents

🗨️  
**번역**  
Mixture-of-Agents

## 고급 에이전트

복잡한 작업을 자율적으로 수행합니다.

📄 **데이터 검색** + Task

인기 작업:

Top 10 mobile games revenue and daily active users ↗

Global cryptocurrency exchange trading volumes ↗

World's First **Data Search Autopilot Agent**

🔍 **교차 검사** + Task

인기 작업:

Dogs vs. mice: Which is closer to humans? ↗

Agatha Christie's grandson lives. ↗

World's First **Cross Check Autopilot Agent**

Plus를 무료로 받기

지금 지금 초대하

홈

에이전트

나

수소차가 전기차보다 안전한지 확인 ...

실행 중

Current Energy Supply Status in Sout...

Finished

저녁 메뉴 추천 및 선택 가이드

Finished

Skewed Voigt Fitting Function in Python

Finished

MOA Chat

Finished

Black Pegasus Image Generation Task

Finished

다른 요일을 주 시작으로 보는 나라와...

Finished in 19 mins, 25 secs

수소차가 전기차보다 충격에 더 안전...

Finished in 5 mins, 35 secs

수소는 초과 재생 에너지 저장에 적합...

Finished in 1 min, 40 secs

연료 전지: 수소를 전기로 변환, 부산...

Finished in 4 mins, 39 secs

녹색 수소는 탄소 배출 감소에 효과적...

Finished in 2 mins, 53 secs

Plus를 무료로 받기

지금 지금 초대하

### 예비 요약

총 23개의 출처를 검토한 결과, 수소차가 전기차보다 더 안전하다는 주장을 뒷받침하는 증거가 일부 존재합니다. 특히, 도요타의 실험 결과와 수소 연료 탱크의 강도 및 수소의 화학적 특성이 수소차의 안전성을 강조합니다. 반면, 전기차는 배터리 관련 화재 위험이 주요 안전 문제로 지적되고 있습니다. 이러한 증거를 바탕으로, 수소차가 전기차보다 안전할 가능성이 있다는 결론을 내릴 수 있지만, 이는 모든 상황에 적용될 수 있는 절대적인 진술은 아닙니다. 각 차량의 안전성은 다양한 요인에 따라 달라질 수 있으며, 특정 상황에서는 다른 결과가 나올 수 있습니다. 따라서, 이 결론은 현재 제공된 증거에 기반한 것이며, 추가적인 연구와 검토가 필요할 수 있습니다.

### 자세한 분석

수소차의 안전성에 대한 증거는 주로 수소 연료 탱크의 강도와 수소의 화학적 특성에 기반하고 있습니다. 수소는 가솔린보다 폭발 가능성이 낮고, 수소 연료 탱크는 강력한 소재로 만들어져 있어 사고 시에도 안전하게 설계되어 있습니다. 도요타의 실험 결과는 수소차가 전기차보다 안전하다는 주장을 뒷받침하며, 수소의 빠른 확산 특성은 화재 위험을 줄이는 데 기여합니다. 1 2

<https://www.electimes.com/news/articleView.html?idxno=337995>

수소차가 전기차는 물론 내연기관차보다 더 안전하다는 사실이 도요타에서 실시한 화재 실험에서 확인됐습니다. 사고 시 수소연료전지차에 장착된 카본 소재의 수소저장탱크는 터지지 않고 찢어져 수소를 서서히 방출한다.

[www.electimes.com](http://www.electimes.com)

2024-06-04T11:20:20+09:00

### [다가온 수소사회] 안전하고 경제적인 수소전기차

수소 연료 탱크에 적용된 탄소섬유 강화 복합재의 경우 압력에 강할 뿐만 아니라 같은 무게의 강철과 비교했을 때

# Genspark

Genspark Beta

작업 목록

홈

에이전트

나

수소차가 전기차보다 안전한지 확인 ...

Finished in 7 mins, 57 secs

Current Energy Supply Status in Sout...

Finished

저녁 메뉴 추천 및 선택 가이드

Finished

Skewed Voigt Fitting Function in Python

Finished

MOA Chat

Finished

Black Pegasus Image Generation Task

Finished

다른 요일을 주 시작으로 보는 나라와...

Finished in 19 mins, 25 secs

수소차가 전기차보다 충격에 더 안전...

Finished in 5 mins, 35 secs

수소는 초과 재생 에너지 저장에 적합...

Finished in 1 min, 40 secs

연료 전지: 수소를 전기로 변환, 부산...

Finished in 4 mins, 39 secs

녹색 수소는 탄소 배출 감소에 효과적...

Finished in 2 mins, 53 secs

Plus를 무료로 받기

지금 지금 초대하

교차 검사

공개

수소차는 전기차보다 안전한가?

Autopilot Agent 계획, 실행, 반성 및 요약 프로세스

더 보기

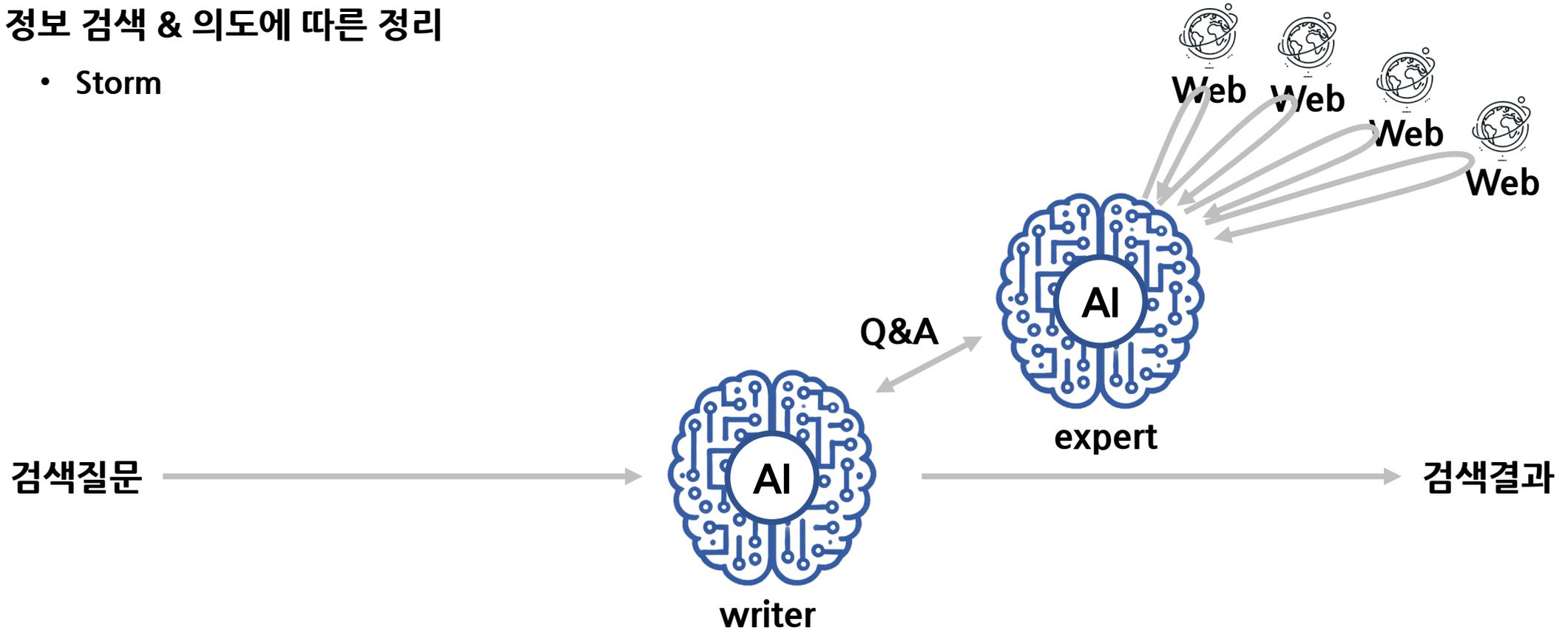
최종 요약

총 137개의 출처를 검토한 결과, 수소차가 전기차보다 더 안전하다는 주장을 뒷받침하는 충분한 증거는 발견되지 않았습니다. 수소차는 높은 에너지 밀도와 인화성으로 인해 잠재적인 위험성을 가지고 있으며, 이는 수소차의 안전성에 대한 우려를 제기합니다. 그러나 현대 넥쏘와 같은 수소차는 다양한 안전 기능과 충돌 테스트 결과를 통해 높은 안전성을 입증받고 있습니다. 이러한 안전성은 수소차 자체의 평가일 뿐, 전기차와의 직접적인 비교는 아닙니다. Bacancy Systems의 증거는 전기차가 수소차보다 안전하다고 명시하고 있으며, 이는 수소의 인화성 때문입니다. 반면, IB토마토의 증거는 수소차가 전기차보다 화재 위험이 낮다고 주장합니다. 이러한 상반된 증거는 수소차와 전기차의 안전성을 비교할 때 다양한 요인을 고려해야 함을 시사합니다. 따라서 수소차가 전기차보다 더 안전하다는 결론을 내리기에는 충분한 증거가 부족하며, 이는 특정 상황에 따라 달라질 수 있습니다. 추가적인 연구와 검토가 필요할 수 있습니다.

자세한 분석

# 3. RAG AI 에이전트 RAG AI Agents

- 정보 검색 & 의도에 따른 정리
  - Storm



# 의도에 따른 정리

https://storm.genie.stanford.edu/

The image shows a browser window displaying the Co-STORM website. The browser's address bar shows the URL https://storm.genie.stanford.edu. The website header includes the logo 'STORM from Stanford University' and a 'Sign In' button. A purple notification bubble states 'We thank Microsoft Azure for cloud credits'. The main heading is 'Co-STORM' in large blue letters, followed by the sub-heading 'Get a Wikipedia-like report on your topic with AI'. Below this, a paragraph explains that STORM is a research prototype for automating the knowledge curation process and that it now supports human-in-the-loop. A dark blue 'Get Started' button with a right-pointing arrow is centered on the page. At the bottom, a preview of the application interface is shown, featuring a search bar with the text 'STORM & Co-STORM' and several overlapping cards labeled 'Perspective N', 'Perspective ...', and 'Perspective A'. The word 'STORM' is visible in the bottom right corner of the preview.

STORM from Stanford University [Sign In](#)

✦ We thank Microsoft Azure for cloud credits

# Co-STORM

## Get a Wikipedia-like report on your topic with AI

STORM is a research prototype for automating the knowledge curation process.

We now support human-in-the-loop!

[Get Started →](#)

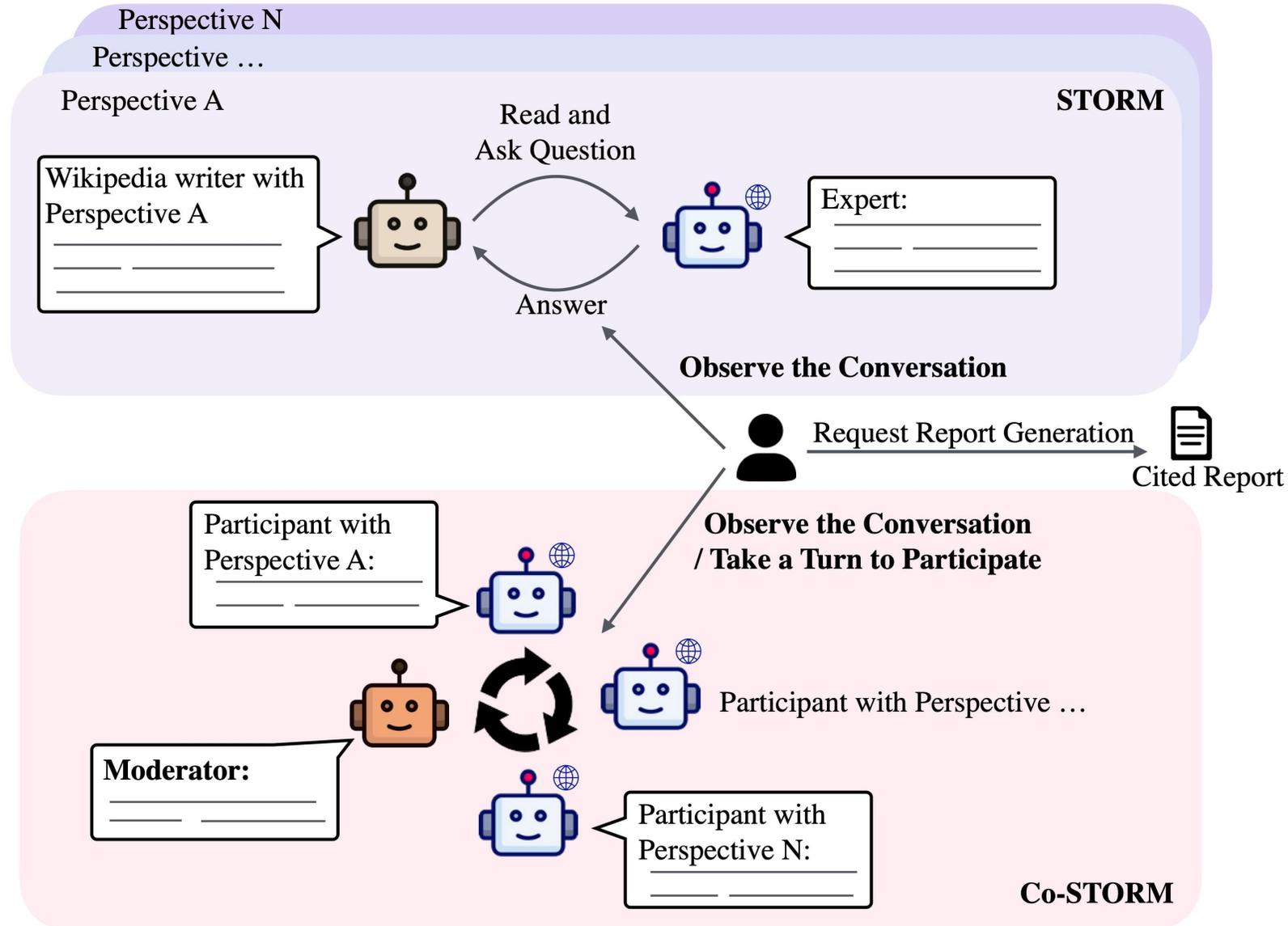
STORM & Co-STORM

Perspective N  
Perspective ...  
Perspective A

Read and **STORM**

# 의도에 따른 정리

<https://storm.genie.stanford.edu/>



# 의도에 따른 정리

+ New Session

🔍 Discover

📖 My Library



STORM ▾

Contact Us

Bug Report

J

## Create an Article

Current state of battery technology



Bing



### Social Impact of longterm inflation

The social impact of long-term inflation encompasses a range of economic and social challenges that affect different populations and

### Bond markets

The bond market, also known as the debt or fixed-income market, is a crucial component of the global financial system, enabling governments, corporations, and other entities to raise capital by

### Automated dose dispensing in use

Automated Dose Dispensing (ADD) systems are advanced technologies designed to streamline the medication management process in

arXiv (STORM)

GitHub

# 의도에 따른 정리

☰ STORM

Contact Us

Bug Report



+ New Session

🔍 Discover

📖 My Library

■ Table of Contents

## Current state of battery technology

Generating your article (it may take 3 minutes)\*\*\*

Finish browsing <https://www.evinfocus.com/the-twelve-most-promising-ev-battery-innovations/>

Finish browsing <https://www.technologyreview.com/2023/01/04/1066141/whats-next-for-batteries/>

### Writing Purpose \*

Finish browsing <https://www.technologyreview.com/2023/01/09/1064886/battery-recycling-10-breakthrough-technologies-2023/>

Finish browsing [education for middle school students](#)

Finish browsing <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-battery-chemistries-powering-the-future-of-electric-vehicles>

Submit

Finish browsing <https://sciencepublishinggroup.com/article/10.11648/j.ajac.2023.110101>

Finish browsing <https://ifm.deakin.edu.au/2024/08/solving-the-energy-crisis-five-battery-technologies-you-should-know-about/>

Finish browsing <https://www.technologyreview.com/2023/01/05/1066228/why-2023-is-a-breakout-year-for-batteries/>

# 의도에 따른 정리

☰ STORM

Contact Us

Bug Report



+ New Session

🔍 Discover

📖 My Library

■ Table of Contents

summary

Types of Batteries

Primary Batteries

Alkaline Batteries

Lithium Batteries

Zinc-Carbon Batteries

Secondary Batteries

Lead-Acid Batteries

Lithium-Ion Batteries

Nickel-Metal

Hydride Batteries

Emerging Technologies

Recent Advances in  
Battery Technology

Overview of  
Technological Developments

Solid-State Batteries

## Current state of battery technology

🗨️ See BrainSTORMing Process

### summary

The current state of battery technology represents a critical intersection of innovation, environmental sustainability, and economic viability, fundamentally shaping various sectors such as consumer electronics, electric vehicles (EVs), and renewable energy integration. With an increasing global emphasis on reducing reliance on fossil fuels and addressing climate change, advancements in battery technology are essential for enabling the transition to cleaner energy solutions and fostering the growth of a sustainable economy.

[1][2] Batteries can be categorized into primary (non-rechargeable) and secondary (rechargeable) types, each with distinct applications. Among the most significant developments are lithium-ion batteries, which dominate the rechargeable market due to their high energy density and efficiency, as well as emerging technologies such as solid-state and lithium-sulfur batteries, which promise enhanced safety and performance.[3][4] Additionally, concerns surrounding the ethical sourcing of materials, such as cobalt and lithium, highlight the necessity for sustainable practices in both battery production and recycling processes.[5][6] Notably, the advancement of battery technologies is accompanied by several challenges, including supply chain vulnerabilities, environmental impacts from material extraction and disposal, and technological limitations in energy density and lifecycle. These challenges have sparked debates regarding the industry's future direction, as stakeholders seek to balance innovation with responsible practices.[7] [8] Furthermore, the development of efficient recycling methods and a circular economy is becoming increasingly important as the demand for batteries rises in tandem with the

# 의도에 따른 정리

+ New Session

🔍 Discover

📖 My Library

■ Table of Contents

summary

Types of Batteries

Primary Batteries

Alkaline Batteries

Lithium Batteries

Zinc-Carbon Batteries

Secondary Batteries

Lead-Acid Batteries

Lithium-Ion Batteries

Nickel-Metal

Hydride Batteries

Emerging Technologies

Recent Advances in  
Battery Technology

Overview of  
Technological Developments

Solid-State Batteries

☰ STORM

Contact Us

Bug Report

J

Basic fact writer

Academic Researcher

Industry Professional

Environmental Advocate

Expected to revolutionize electric vehicles [9], solid-state batteries, in general, are heralded for their potential to offer longer life, faster charging times, and enhanced safety compared to traditional lithium-ion batteries [6][9]. However, despite the hype around solid-state batteries, they have faced delays in becoming commercially viable, with many companies and researchers indicating that these breakthroughs are just a few years away [7]. The urgency for new battery chemistries and technologies is underscored by the International Energy Agency's warning of a potential lithium shortage by 2025, prompting the industry to seek alternatives [5]. As a result, the race is on to develop innovative solutions that can meet the growing energy demands while ensuring sustainability and cost-effectiveness [2][6].



**What are the key market dynamics influencing the adoption of new battery technologies, particularly regarding consumer preferences and regulatory impacts?**



The current state of battery technology is significantly shaped by several market dynamics, particularly in terms of consumer preferences and regulatory impacts. Understanding these dynamics is crucial for grasping the broader trends influencing the adoption of new battery technologies. **\*\*Consumer Preferences\*\***: Consumer decisions regarding electric vehicles (EVs) are a major driver of battery technology adoption. According to gathered information, consumer preferences are influenced by factors such as environmental consciousness, technology, and convenience (Source [5]). These preferences are critical as they guide manufacturers in their product development and marketing strategies. For instance, the demand for improved battery performance—addressing issues like range, weight, cost, and charging time—remains high among consumers (Source [8]). **\*\*Price Dynamics\*\***: The intense competition in the electric vehicle market has led to a notable reduction in the average price of electric vehicles by 25% or \$15,000 since September 2022. This price reduction has narrowed the gap

# 의도에 따른 정리

Current state of battery technology.pdf - Adobe Acrobat Pro (64-bit)

파일(F) 편집(E) 보기(V) 전자 서명 창(W) 도움말(H)

홈 도구 Current state of bat... x

File management icons: Save, Star, Print, Email, Search, etc.

Navigation and zoom controls: Back, Forward, Home, Zoom (215%), etc.

페이지 구성

페이지 범위 입력

닫기

Table of Contents
Current state of battery technology
Chapter 1: Introduction
Chapter 2: Fundamentals of Batteries
Chapter 3: Battery Chemistry and Materials
Chapter 4: Battery Design and Manufacturing
Chapter 5: Battery Performance and Testing
Chapter 6: Battery Safety and Reliability
Chapter 7: Environmental and Social Considerations
Chapter 8: Future Trends and Challenges
Chapter 9: Conclusion

Future Trends for Sustainable Practices
Chapter 9: Future Trends and Challenges
Energy Storage Systems
Advanced Battery Chemistries
Government Support and Funding Initiatives
Market Projections

Return, the development of efficient recycling methods and a circular economy in battery technology.
Types of Batteries
Primary Batteries
Secondary Batteries
Lithium Batteries

Lead-acid batteries are one of the oldest and most widely used battery technologies and are widely used in various applications.
Lithium-ion Batteries
Lithium-ion (Li-ion) batteries are the most prevalent rechargeable batteries used in consumer electronics, electric vehicles, and renewable energy storage.

Energy Efficiency and Integration
Recycling Innovations
Addressing Safety and Environmental Concerns
Applications of Battery Technology
Consumer Electronics

Li-ion cells feature flat-top for the consumer electronics market, providing the best combination of performance, safety, and space.
Energy Efficiency and Integration
Recycling Innovations
Addressing Safety and Environmental Concerns
Applications of Battery Technology
Consumer Electronics

1

2

3

4

5

6

Environmental Concerns in Battery Recycling
The environmental impact of battery recycling is a critical issue that requires comprehensive attention.
Collection and Transportation
Safety and Regulatory Challenges
Ethical Considerations in Material Sourcing

Future Trends for Sustainable Practices
Energy Storage Systems
Advanced Battery Chemistries
Government Support and Funding Initiatives
Market Projections

Infrastructure and Economic Constraints
Challenges in Battery Technology
Regulatory and Safety Issues
Supply Chain Vulnerabilities
Environmental and Social Risks

Government Support and Funding Initiatives
Market Projections
References

References
[1] Sustainable Practices in Battery Recycling: Technological Advances and Environmental Considerations
[2] Energy Storage Systems: A Comprehensive Review of Current and Emerging Technologies

References
[1] Sustainable Practices in Battery Recycling: Technological Advances and Environmental Considerations
[2] Energy Storage Systems: A Comprehensive Review of Current and Emerging Technologies

7

8

9

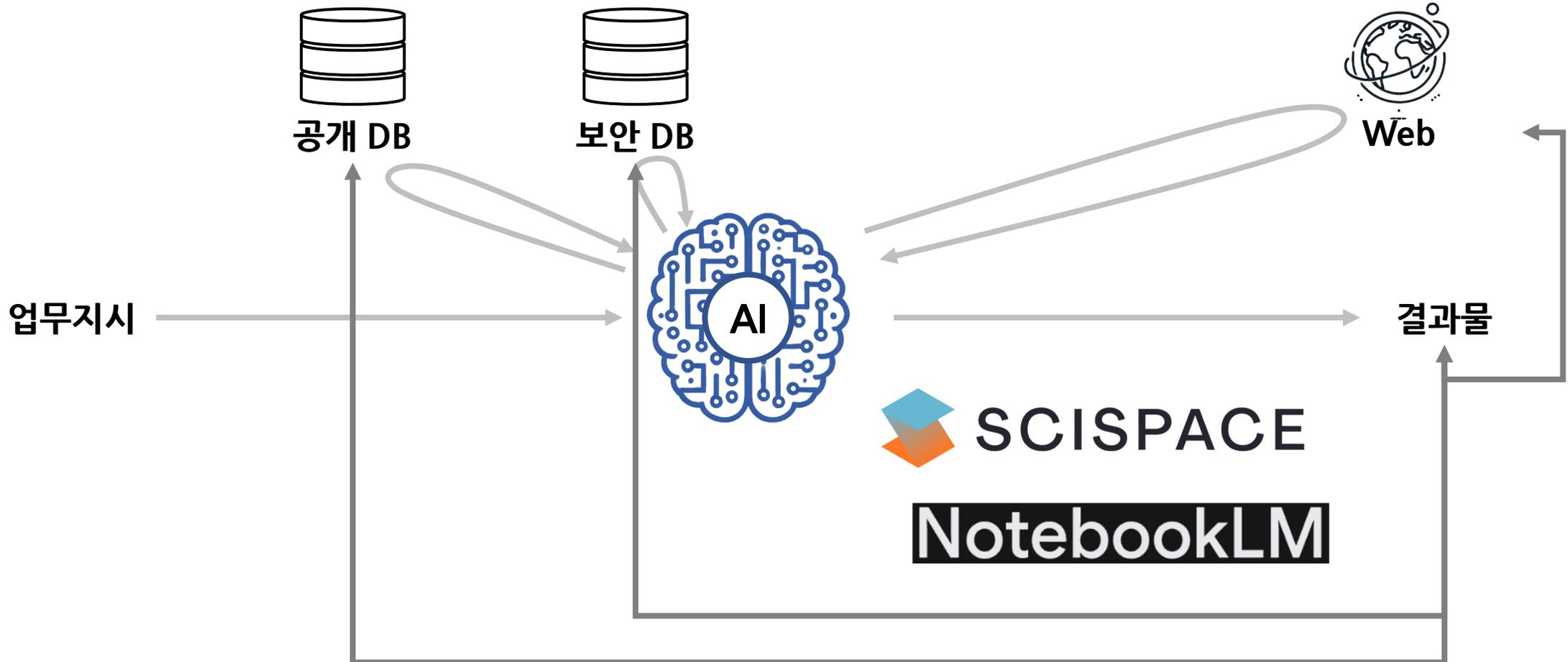
10

11

11

# 3. RAG AI 에이전트 RAG AI Agents

- 본문 중 내용 검증
  - Storm



<https://typeset.io/>

# The Fastest Research Platform Ever

All-in-one AI tools for students and researchers.

Get insights from top papers directly



Try asking or searching for:

- Q How does climate change impact biodiversity?
- Q Why are aging Covid patients more susceptible to severe complications?
- Q How does social media affect the college selection process?
- Q What are the interesting theories about dark matter and dark energy?
- Q What is the significance of higher-dimensional algebra?

## Popular Tools



# AI 도구들의 한계 Data Coverage

Name	# Articles	Abstracts	PDF	Access	Owner
<a href="#">Academic Search Complete</a>	18,000+ journals	Yes	Some	Licensed	EBSCO
<a href="#">JSTOR</a>	12 million	Yes	Some	Licensed	ITHAKA
<a href="#">ScienceDirect</a>	18 million	Yes	Some	Licensed	Elsevier
<a href="#">Web of Science</a>	90 million	Yes	No	Licensed	Clarivate Analytics
<a href="#">PubMed</a>	34 million	Yes	Some	Open	National Library of Medicine
<a href="#">IEEE Xplore</a>	5 million	Yes	Some	Licensed	IEEE
<a href="#">Scopus</a>	84 million	Yes	No	Licensed	Elsevier
<a href="#">ProQuest</a>	450 million	Yes	Some	Licensed	ProQuest
<a href="#">SpringerLink</a>	13 million	Yes	Some	Licensed	Springer Nature
<a href="#">Directory of Open Access Journals (DOAJ)</a>	6.8 million	Yes	All	Open	Infrastructure Services for Open Access C.I.C
<a href="#">Semantic Scholar</a>	200 million+	Yes	Some	Open	Allen Institute for AI
<a href="#">CrossRef</a>	150 million	Yes	Some	Free	CrossRef

# 확보 문헌 기반 질의

Library

- All files
- Import from Zotero
- Folders (38) + New
  - SAIT
  - OIM
  - 기본사업
  - Notebooks
  - Notebooks
  - AI in Energy
  - Battery\_LFP**
  - Battery\_NCM
  - Generative AI Usa...
  - AI art
  - Science of Science
  - building energy eff...
  - Notebooks
  - Untitled collection

Search or ask a question...

## Battery\_LFP

High Quality en Chat New notebook Upload PDFs

Add columns (1) Type Sort by: Export

### Files (11)

[LFP] Effect of carbon coating on the crystal ori...  
Last viewed 29 May 2024  
Summary Podcast Chat

### TL;DR

- The research investigates the impact of carbon content on the crystal orientation, particle size, and electrochemical performance of LiFePO<sub>4</sub> synthesized via a hydrothermal method. [1]
- Increasing carbon content from 1.65 to 6 wt% shifts the preferential orientation of LiFePO<sub>4</sub> crystals from the (010) plane to the (100) plane, negatively affecting electrochemical performance. [1] [2]
- The optimal performance, with a discharge capacity of 162 mAh g<sup>-1</sup> and efficiency of 95.4%, is observed at 1.65 wt% carbon due to lower solid electrolyte interface resistance. [1] [3]
- The study highlights the critical role of carbon content in influencing the growth mechanism and electrochemical characteristics of

### Create or add columns

Create your own custom column or select from the list of suggestions

Create new column

- + originality of the paper
- + Purpose of the research
- + Conclusions
- + Summarized Abstract
- + Results
- + Summarized Introduction
- + Methods Used
- + Literature Survey
- + Limitations
- + Conclusions

Chat en

# 확보 문헌 기반 질의

Home / My Library / Battery\_LFP / [LFP] Effect of carbon coating on the crystal orientation and electroc...

PDF file Summary

Podcast



📄 Explain math & table



142%



diffraction peak intensities of (020) and (111) showed subtle differences. The (020) peak intensity (denoted as  $I_{(020)}$ ) decreased and the (111) peak intensity (denoted as  $I_{(111)}$ ) increased as the carbon content increased. These changes indicate that the crystal orientation of

The simulated morphology of a  $\text{LiFePO}_4$  crystal is shown in Fig. 4(d). The top of the elongated rod consisted of (101), (301) and (401) planes. According to the growth characteristics of  $\text{LiFePO}_4$  crystals under hydrothermal conditions, as calculated by Xu et al. [19], the stabilization

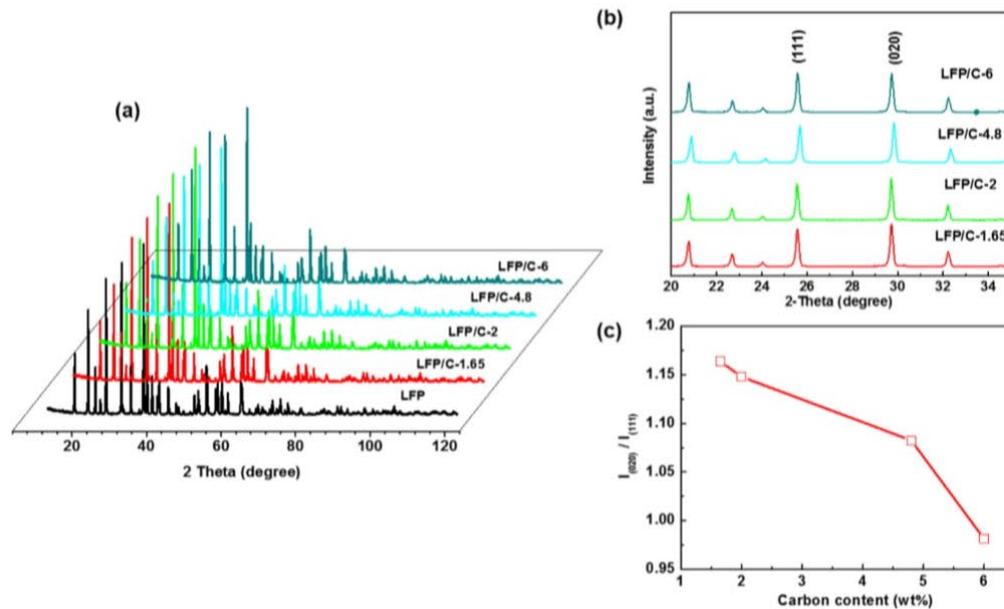


Fig. 2. XRD analysis of the  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  composites. (a) and (b) XRD patterns of the  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  composites with different carbon contents. (c) Ratios of  $I_{(020)}/I_{(111)}$  for  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  composites plot as a function of carbon contents.

Chat

en ▾

High Quality ▾

Fig.2 (c)에서 carbon content 에 따라 y 값이 감소하는 원인을 설명해 줘.

1:10 PM

## Influence of Carbon Content on XRD Intensity Ratios

- The y value in Fig. 2(c) represents the XRD intensity ratio of the (020) to (111) planes of  $\text{LiFePO}_4$ . This ratio decreases with increasing carbon content, indicating a change in the crystal orientation of the  $\text{LiFePO}_4$  particles [1] [2] [3].
- As the carbon content increases from 1.65 wt% to 6 wt%, the preferential orientation of the  $\text{LiFePO}_4$  crystal shifts from the (010) plane to the (100) plane. This shift is evidenced by the decrease in the intensity of the (020) peak and the increase in the intensity of the (111) peak [4] [1] [5].
- The decline in the intensity ratio  $I_{(020)}/I_{(111)}$  suggests that the (010) plane, which is initially more exposed, becomes less dominant as the carbon content increases. This is due to the carbon coating affecting the growth mechanism and surface energies of different crystal planes, leading to a transformation in

Generate summary of this paper, Results of the paper, Conclusio

+13 more

Ask any question...

MATH



# 확보 문헌 기반 질의

diffusion distance thus increase the electrochemical performance. The (010) oriented  $\text{LiFePO}_4$  can be synthesized through different methods. Here we use the facile hydrothermal method to prepare the  $\text{LiFePO}_4$  nanorods with (010) exposure for further study of carbon coating effect on  $\text{LiFePO}_4$  crystalline. The SEM in Fig. 1(b) shows uniform  $\text{LiFePO}_4$  nanorods. The X-ray diffraction pattern of the  $\text{LiFePO}_4$  (LFP of unwrapped) crystalline was refined by a Rietveld method (Fig. 1(c)). The cell parameters obtained from Rietveld refinement are:  $a = 10.32642(13) \text{ \AA}$ ,  $b = 6.00482(8) \text{ \AA}$ ,  $c = 4.69095(7) \text{ \AA}$ , which is consistent with standard values of JCPDS Card No: 83-2092.

Fig. 2(a) and (b) show the X-ray diffraction patterns of LFP/C coated with various carbon contents (in the range of 1.65–6.0 wt%). All the XRD patterns could be indexed to an orthorhombic olivine-type LFP (space group  $Pnma$ , JCPDS Card No: 83-2092) and no carbon phase or impurities were detected. The diffraction peaks of the samples were well defined and intense, indicating that all samples had high purity and were well crystallized. The X-ray diffraction pattern of the carbon coated LFP/C samples was further refined by Rietveld method, in which the profiles of LFP/C-1.65 were shown in Fig. S1. The cell parameters obtained from Rietveld refinement were listed Table S1. However, the diffraction peak intensities of (020) and (111) showed subtle differences. The (020) peak intensity (denoted as  $I_{(020)}$ ) decreased and the (111) peak intensity (denoted as  $I_{(111)}$ ) increased as the carbon content increased. These changes indicate that the crystal orientation of

reduction perpendicular to these large faces [13]. The particle size of all samples showed a wide size distribution, with a range of approximately 100 nm–1.4  $\mu\text{m}$ . The broad grain size distribution leads to a high tap density, which can enhance the electrochemical performance of cathode materials and is an important factor for practical applications. Notably, carbon layers flaked off from the surface of the  $\text{LiFePO}_4$  grains were clearly visible.

To further study the microstructure of the carbon coating and the composites, TEM and HRTEM studies were conducted. As the TEM image in Fig. 4(a) shows, the particles exhibited a morphology with prominent (010) and (100) faces, with mainly the (010) faces exposed, in accordance with previous reports [16–18]. The predominance of the exposed (010) face was confirmed by selected area electron diffraction (SAED) pattern measurements, as shown in Fig. 4(b). A smooth and uniform carbon surface with a very thin amorphous coating layer of approximately 4 nm completely covered the olivine particles, as clearly shown in Fig. 4(c). The sample exhibited regular lattice fringes of the (100) crystalline plane with a measured  $d$  spacing of 1.024 nm and a (001) crystalline plane with a measured  $d$  spacing of 0.469 nm. A corresponding fast Fourier transform (FFT) image is shown in Fig. 4(c). The simulated morphology of a  $\text{LiFePO}_4$  crystal is shown in Fig. 4(d). The top of the elongated rod consisted of (101), (301) and (401) planes. According to the growth characteristics of  $\text{LiFePO}_4$  crystals under hydrothermal conditions, as calculated by Xu et al. [19], the stabilization

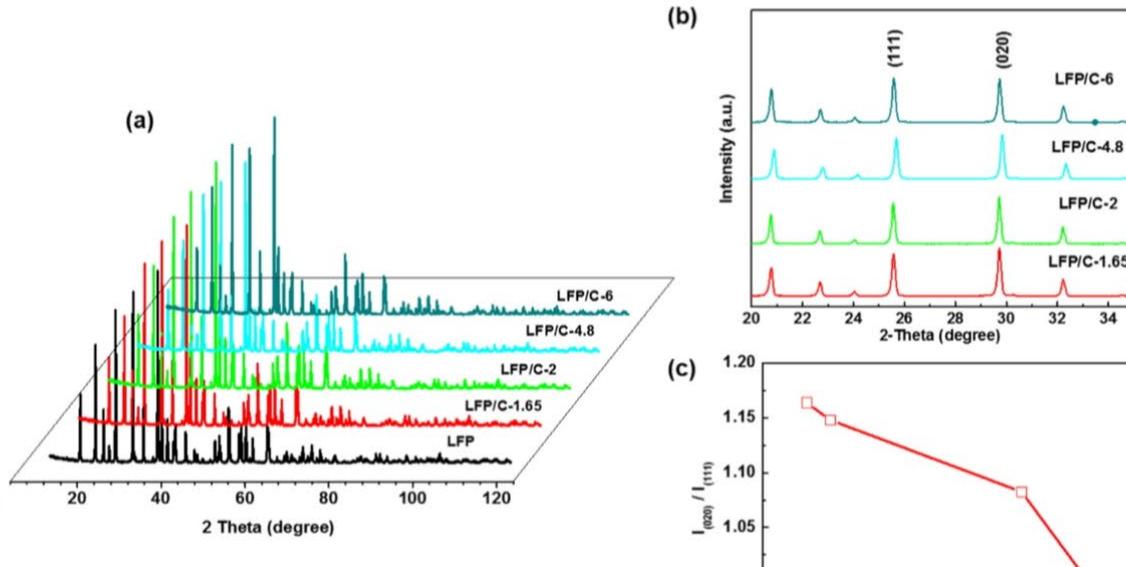


Fig.2 (c)에서 carbon content 에 따라 y 값이 감소하는 원인을 설명해 줘. 1:11 PM

## 탄소 함량에 따른 XRD 농도 비율 감소

- 그림 2 (c) 의 y 값은  $\text{LiFePO}_4$  평면의 (020) ~ (111) 평면의 XRD 강도 비율을 나타냅니다. 이 비율은 탄소 함량이 1.65wt%에서 6wt%로 증가함에 따라 감소합니다 [1] [2].
- 이 비율의 감소는  $\text{LiFePO}_4$  입자의 결정 방향이 변했음을 나타냅니다. 특히 탄소 함량이 증가함에 따라  $L$  결정의 우선 방향은 (010) 평면에서 (100) 평면으로 이동합니다 [3] [4].
- 카본 코팅은 다양한 결정면의 성장 메커니즘과 표면 에너지에 영향을 미치며, 이로 인해 결정 방향이 이렇게 변합니다. 결과적으로 처음에 더 많이 노출된 (010) 평면은 덜 우세한 반면 (100) 평면은 더 두드러집니다 [4] [5].
- 이러한 변화는 XRD 패턴 [1] [2] 에서 관찰된 바와 같이 (020) 피크의 강도 감소와 (111) 피크 강도 증가로 입증됩니다.
- (010) 평면이 리튬 이온 확산 및 전하 전달에 더 유리하기 때문에 결정 방향의 변화는  $\text{LiFePO}_4$  복합재의 전기 화학적 성능에 영향을 미칩니다. 따라서 탄소 함량이 높을 수록 (010) 평면의 지배력이 감소하면 전기 화학적 성능이 저하될 수 있습니다 [4] [5].

요약하면, 탄소 함량이 증가함에 따라 y 값 ( $I_{(020)}/I_{(111)}$  비율) 이 감소하는 것은 탄소 코팅이  $\text{LiFePO}_4$  결정의 성장 메커니즘 및 표면 에너지에 미치는 영향에 영향을 받아 (010) 평면에서 (100) 평면으로의 결정 방향 변환 때문입니다.

Generate summary of this paper, Results of the paper, Conclusion +13 more

Ask any question...

Σ MATH

# 확보 문헌 기반 질의

## Welcome to NotebookLM

### My Notebooks

+ Create new



Most recent ▾

Advancements in  
Lithium-ion Battery...

Jan 3, 2025 · 3 sources

이차전지 양극재

Jun 22, 2024 · 29 sources 

Hydrogen Alkaline

Oct 19, 2024 · 2 sources

Autonomous Lab.

Sep 11, 2024 · 48 sources

energy AI 2024

Jun 29, 2024 · 11 sources

Introduction to  
NotebookLM

Dec 6, 2023 · 7 sources 

# 확보 문헌 기반 질의



이차전지 양극재

Analytics

Share

Settings



Sources



+ Add source

Select all sources



Al 도핑.pdf



Ce 도핑.pdf



Cr 도핑.pdf



Cu 도핑.pdf



Fe 도핑.pdf



Ni 도핑.pdf



P 도핑.pdf



Surface effects on electroche...



Chat



## 이차전지 양극재

29 sources

These sources explore methods for improving the electrochemical performance of lithium-ion battery cathode materials, primarily  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  and  $\text{LiFePO}_4$ . The research focuses on doping these materials with various elements (Al, Ce, Fe, P) to enhance their stability, rate capability, and cycle life. Several studies examine the effects of synthesis parameters, such as annealing atmosphere and pH, on the resulting material properties and electrochemical performance. Additionally, the impact of surface coatings and conductive additives (carbon nanotubes, graphene) on the overall battery performance is investigated.

Save to note



Add note

Audio Overview

Briefing doc

배터리 수명을 높일 수 있는 doping 원소와 농도는?

29 sources



How does dopant type influence Li-ion battery cathode performance?

What synthesis parameters optimize cathode



# 확보 문헌 기반 질의



이차전지 양극재

Analytics

Share

Settings



Sources



+ Add source

Select all sources



AI 도핑.pdf



Ce 도핑.pdf



Cr 도핑.pdf



Cu 도핑.pdf



Fe 도핑.pdf



Ni 도핑.pdf



P 도핑.pdf



Surface effects on electroche...



Chat

Refresh



## Iron (Fe):

- Fe doping in LMO can improve cycling performance by increasing the proportion of stable Mn<sup>4+</sup> and reducing unstable Mn<sup>3+</sup> <sup>11</sup> ...
- Fe doping can increase oxygen vacancies, which can facilitate Li<sup>+</sup> ion diffusion <sup>11</sup> ...
- LFMO-0.3 (0.3 at% Fe) showed the best electrochemical performance, with a capacity retention of 89% after 200 cycles <sup>13</sup>.
- Excessive Fe doping (e.g. LFMO-0.4) can lead to decreased capacity and performance <sup>14</sup> ...
- Fe-doped LMO exhibits improved recovery after rate performance tests, suppressing the Jahn-Teller distortion <sup>15</sup>.

## Nickel (Ni):

- Ni doping in LMO can stabilize the spinel structure by hindering Jahn-Teller distortion <sup>16</sup> ...
- Ni<sup>2+</sup> ions substitute Mn at the octahedral 16d sites forming a more steady LiNi<sub>x</sub>Mn<sub>2-x</sub>O<sub>4</sub> phase <sup>17</sup> ...
- Ni doping can suppress the formation of Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> and MnO phases on the surface of LMO during cycling, which are detrimental to the structure <sup>17</sup> ...
- LiNi<sub>0.05</sub>Mn<sub>1.95</sub>O<sub>4</sub> sample exhibited a capacity retention of 88.92% after 1000 cycles at 10C <sup>17</sup> ...
- The chemical bond of Ni-O is stronger than that of Mn-O, enhancing structural stability <sup>20</sup>.

## Phosphorus (P):

Start typing...

29 sources



How do Al, Ce, Cr, Cu, Fe, Ni, and P doping affect LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>'s electrochemical performance?

What are the observed



# 확보 문헌 기반 질의

NotebookLM

이차전지 양극재

Sources

Fe 도핑.pdf

Source guide

facets and facilitate the diffusion of Li<sup>+</sup> ions through the {110} facets. However, for TLMO, the discharge capacity improved compared to conventional LMO cathodes, and the stability needs to be enhanced.

**The charge-discharge curves for TLMO and LFMO cathodes were measured in the potential range of 3.3-4.4 V vs. Li/Li<sup>+</sup> at a current density of 29.6 mA g<sup>-1</sup> after 200 cycles (Figure S8). All the cathodes presented similar curve shapes. With an increasing concentration of the Fe dopant, the plateaus at 4.1-4.2 V in the discharge curves gradually became shorter, owing to the doping of stable Fe in the LMO.[30] The cycling performances of the cathodes were evaluated at a current density of 29.6 mA g<sup>-1</sup> after 200 cycles (Figure 6a). The initial discharge capacities of TLMO, LFMO-0.1, LFMO-0.2, LFMO-0.3, and LFMO-0.4 were 102.5, 95.8, 91.9, 89.2, and 78.2 mA h g<sup>-1</sup>, respectively. The corresponding discharge capacities measured after 200 cycles were 70.9, 73.7, 76.5, 79.2, and 68.7 mA h g<sup>-1</sup>, respectively. The retentions of TLMO, LFMO-0.1, LFMO-0.2, LFMO-0.3, and LFMO-0.4 after 200 cycles were 69%, 77%, 83%, 89%, and 88%, respectively. LFMO-0.3 exhibited the best electrochemical performance and a comparable data to the state-of-art LMO**

## ※ Limitation

- 50 documents /notebook
- 100 MB or 500,000 words /document.
- document: PDF, Google Docs (실시간 편집 반영 안 됨), pasted text

<https://support.google.com/notebooklm/answer/14278184?hl=en>

### Iron (Fe):

- Fe doping in LMO can improve cycling performance by increasing the proportion of stable Mn<sup>4+</sup> and reducing unstable Mn<sup>3+</sup> 11 ...
- Fe doping can increase oxygen vacancies, which can facilitate Li<sup>+</sup> ion diffusion 11 ...
- LFMO-0.3 (0.3 at% Fe) showed the best electrochemical performance, with a capacity retention of 89% after 200 cycles 13 .
- Excessive Fe doping (e.g. LFMO-0.4) can lead to decreased capacity and performance 14 ...
- Fe-doped LMO exhibits improved recovery after rate performance tests, suppressing the Jahn-Teller distortion 15 .

### Nickel (Ni):

- Ni doping in LMO can stabilize the spinel structure by hindering Jahn-Teller distortion 16 ...
- Ni<sup>2+</sup> ions substitute Mn at the octahedral 16d sites forming a more steady LiNi<sub>x</sub>Mn<sub>2-x</sub>O<sub>4</sub> phase 17 ...
- Ni doping can suppress the formation of Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> and MnO phases on the surface of LMO during cycling, which are detrimental to the structure 17 ...

Start typing...

29 sources

How do Al, Ce, Cr, Cu, Fe, Ni, and P doping affect LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>'s electrochemical performance?

# 확보 문헌 기반 질의



## NotebookLM now lets you listen to a conversation about your sources

Sep 11, 2024  
2 min read

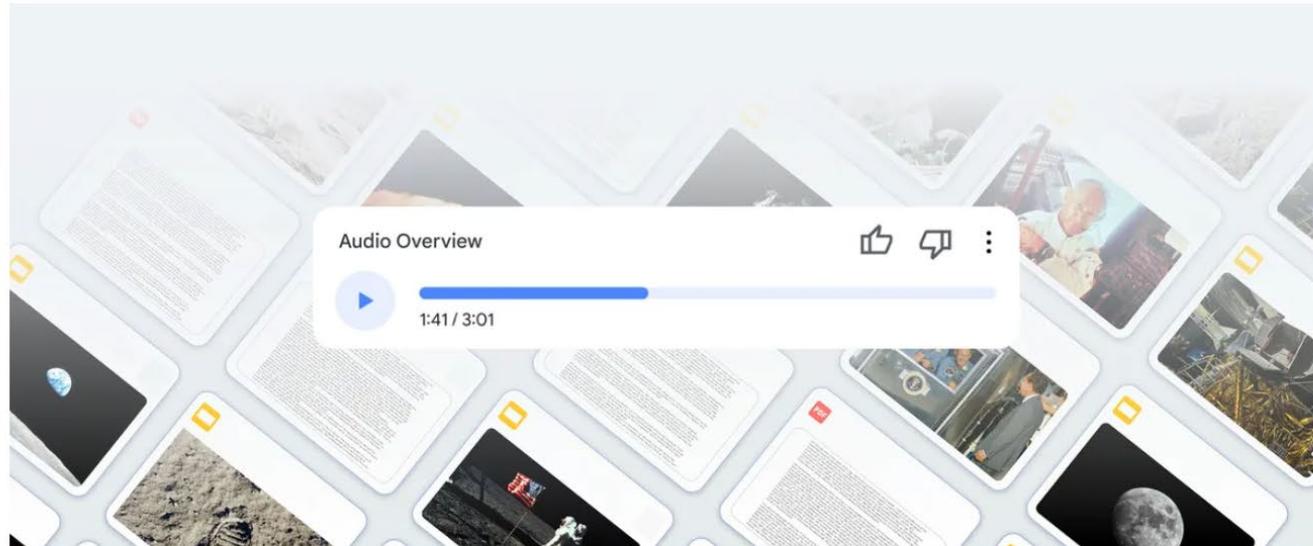
Our new Audio Overview feature can turn documents, slides, charts and more into engaging discussions with one click.



**Biao Wang**  
Product Manager, Google Labs

Read AI-generated summary

Share



# 확보 문헌 기반 질의



이차전지 양극재

Analytics

Share

Settings



Sources



Fe 도핑.pdf

Source guide

facets and facilitate the diffusion of Li<sup>+</sup> ions through the {110} facets. However, for TLMO, the discharge capacity improved compared to conventional LMO cathodes, and the stability needs to be enhanced.

**The charge-discharge curves for TLMO and LFMO cathodes were measured in the potential range of 3.3-4.4 V vs. Li/Li<sup>+</sup> at a current density of 29.6 mA g<sup>-1</sup> after 200 cycles (Figure S8). All the cathodes presented similar curve shapes. With an increasing concentration of the Fe dopant, the plateaus at 4.1-4.2 V in the discharge curves gradually became shorter, owing to the doping of stable Fe in the LMO.[30] The cycling performances of the cathodes were evaluated at a current density of 29.6 mA g<sup>-1</sup> after 200 cycles (Figure 6a). The initial discharge capacities of TLMO, LFMO-0.1, LFMO-0.2, LFMO-0.3, and LFMO-0.4 were 102.5, 95.8, 91.9, 89.2, and 78.2 mA h g<sup>-1</sup>, respectively. The corresponding discharge capacities measured after 200 cycles were 70.9, 73.7, 76.5, 79.2, and 68.7 mA h g<sup>-1</sup>, respectively. The retentions of TLMO, LFMO-0.1, LFMO-0.2, LFMO-0.3, and LFMO-0.4 after 200 cycles were 69%, 77%, 83%, 89%, and 88%, respectively. LFMO-0.3 exhibited the best electrochemical performance and a comparable data to the state-of-art LMO**

Chat

Refresh



하의 주요 원인인 LMO의 Jahn-Teller 왜곡을 억제하는 데 효과적입니다.

- **전기화학적 성능:** 다른 도핑 원소 및 농도는 속도 성능, 사이클 수명 또는 용량 유지율과 같은 성능의 다른 측면을 향상시킬 수 있습니다.

결론적으로 도핑 원소와 농도 선택은 특정 양극 재료와 원하는 전기화학적 특성에 따라 달라집니다. Al, Ce, Cr, Cu, Fe, Ni 및 P는 LMO 및 NCM 재료의 사이클 수명 향상에 유망한 결과를 보였으며, Zr은 NCM 재료의 사이클 수명 향상에 효과적인 것으로 나타났습니다.

Save to note



Start typing...

29 sources



How does Al doping affect LiMn2O4 st



Studio



Audio Overview



Generating conversation...

This may take a few minutes. No need to stick around!

Notes



+ Add note

Study guide

Briefing doc

FAQ

Timeline



Saved notes will appear here

Save a chat message to create a new note, or click Add note above.

# 확보 문헌 기반 질의



이차전지 양극재

Sources

Fe 도핑.pdf

Source guide

facets and facilitate the diffusion of Li<sup>+</sup> ions through the {110} facets. However, for TLMO, the discharge capacity improved compared to conventional LMO cathodes, and the stability needs to be enhanced.

**The charge-discharge curves for TLMO and LFMO cathodes were measured in the potential range of 3.3-4.4 V vs. Li/Li<sup>+</sup> at a current density of 29.6 mA g<sup>-1</sup> after 200 cycles (Figure S8). All the cathodes presented similar curve shapes. With an increasing concentration of the Fe dopant, the plateaus at 4.1-4.2 V in the discharge curves gradually became shorter, owing to the doping of stable Fe in the LMO.[30] The cycling performances of the cathodes were evaluated at a current density of 29.6 mA g<sup>-1</sup> after 200 cycles (Figure 6a). The initial discharge capacities of TLMO, LFMO-0.1, LFMO-0.2, LFMO-0.3, and LFMO-0.4 were 102.5, 95.8, 91.9, 89.2, and 78.2 mA h g<sup>-1</sup>, respectively. The corresponding discharge capacities measured after 200 cycles were 70.9, 73.7, 76.5, 79.2, and 68.7 mA h g<sup>-1</sup>, respectively. The retentions of TLMO, LFMO-0.1, LFMO-0.2, LFMO-0.3, and LFMO-0.4 after 200 cycles were 69%, 77%, 83%, 89%, and 88%, respectively. LFMO-0.3 exhibited the best electrochemical performance and a comparable data to the state-of-art LMO**

Chat

Refresh

하의 주요 원인인 LMO의 Jahn-Teller 왜곡을 억제하는 데 효과적입니다.

- **전기화학적 성능:** 다른 도핑 원소 및 농도는 속도 성능, 사이클 수명 또는 용량 유지율과 같은 성능의 다른 측면을 향상시킬 수 있습니다.

결론적으로 도핑 원소와 농도 선택은 특정 양극 재료와 원하는 전기화학적 특성에 따라 달라집니다. Al, Ce, Cr, Cu, Fe, Ni 및 P는 LMO 및 NCM 재료의 사이클 수명 향상에 유망한 결과를 보였으며, Zr은 NCM 재료의 사이클 수명 향상에 효과적인 것으로 나타났습니다.

Save to note

Start typing... 29 sources

How does Al doping affect LiMn2O4 st

Analytics

Share

Settings



Studio

Audio Overview

이차전지 양극재



00:00 / 15:22

Interactive mode BETA

Notes

+ Add note

Study guide

Briefing doc

FAQ

Timeline



# 확보 문헌 기반 질의



이차전지 양극재

Sources

Fe 도핑.pdf

Source guide

facets and facilitate the diffusion of Li+ ions through the {110} facets. However, for TLMO, the discharge capacity improved compared to conventional LMO cathodes, and the stability needs to be enhanced.

**The charge-discharge curves for TLMO and LFMO cathodes were measured in the potential range of 3.3-4.4 V vs. Li/Li+ at a current density of 29.6 mA/g 1 after 200 cycles (Figure S8). All the cathodes presented similar curve shapes. With an increasing concentration of the Fe dopant, the plateaus at 4.1-4.2 V in the discharge curves gradually became shorter, owing to the doping of stable Fe in the LMO.[30] The cycling performances of the cathodes were evaluated at a current density of 29.6 mA/g 1 after 200 cycles (Figure 6a). The initial discharge capacities of TLMO, LFMO-0.1, LFMO-0.2, LFMO-0.3, and LFMO-0.4 were 102.5, 95.8, 91.9, 89.2, and 78.2 mAh/g 1, respectively. The corresponding discharge capacities measured after 200 cycles were 70.9, 73.7, 76.5, 79.2, and 68.7 mAh/g 1, respectively. The retentions of TLMO, LFMO-0.1, LFMO-0.2, LFMO-0.3, and LFMO-0.4 after 200 cycles were 69%, 77%, 83%, 89%, and 88%, respectively. LFMO-0.3 exhibited the best electrochemical performance and a comparable data to the state-of-art LMO**

Chat

Refresh

하의 주요 원인인 LMO의 Jahn-Teller 왜곡을 억제하는 데 효과적입니다.

- **전기화학적 성능:** 다른 도핑 원소 및 농도는 속도 성능, 사이클 수명 또는 용량 유지율과 같은 성능의 다른 측면을 향상시킬 수 있습니다.

결론적으로 도핑 원소와 농도 선택은 특정 양극 재료와 원하는 전기화학적 특성에 따라 달라집니다. Al, Ce, Cr, Cu, Fe, Ni 및 P는 LMO 및 NCM 재료의 사이클 수명 향상에 유망한 결과를 보였으며, Zr은 NCM 재료의 사이클 수명 향상에 효과적인 것으로 나타났습니다.

Save to note

Start typing...

29 sources

How does Al doping affect LiMn2O4 st

Analytics

Share

Settings

Studio

Audio Overview

이차전지 양극재

0.5x

0.8x

1.0x

1.2x

1.5x

1.8x

2.0x

Change playback speed

Download

Delete

+ Add note

guide

Briefing doc

Q

Timeline

# 확보 문헌 기반 질의

- Google NotebookLM's podcast generation service



## 2. Others

# ※ 이미지 생성

- ChatGPT DALL.E : 장면을 묘사하는 프롬프트를 입력받아 해당하는 이미지 생성

ChatGPT 4o



네가



문서를 .docx 파일로 변환하여 저장하였습니다. 아래  
다운로드: [KIER\\_Battery\\_Report.docx](#)  
추가 요청 사항이 있으면 언제든지 말씀해주세요! [-]



공유하기



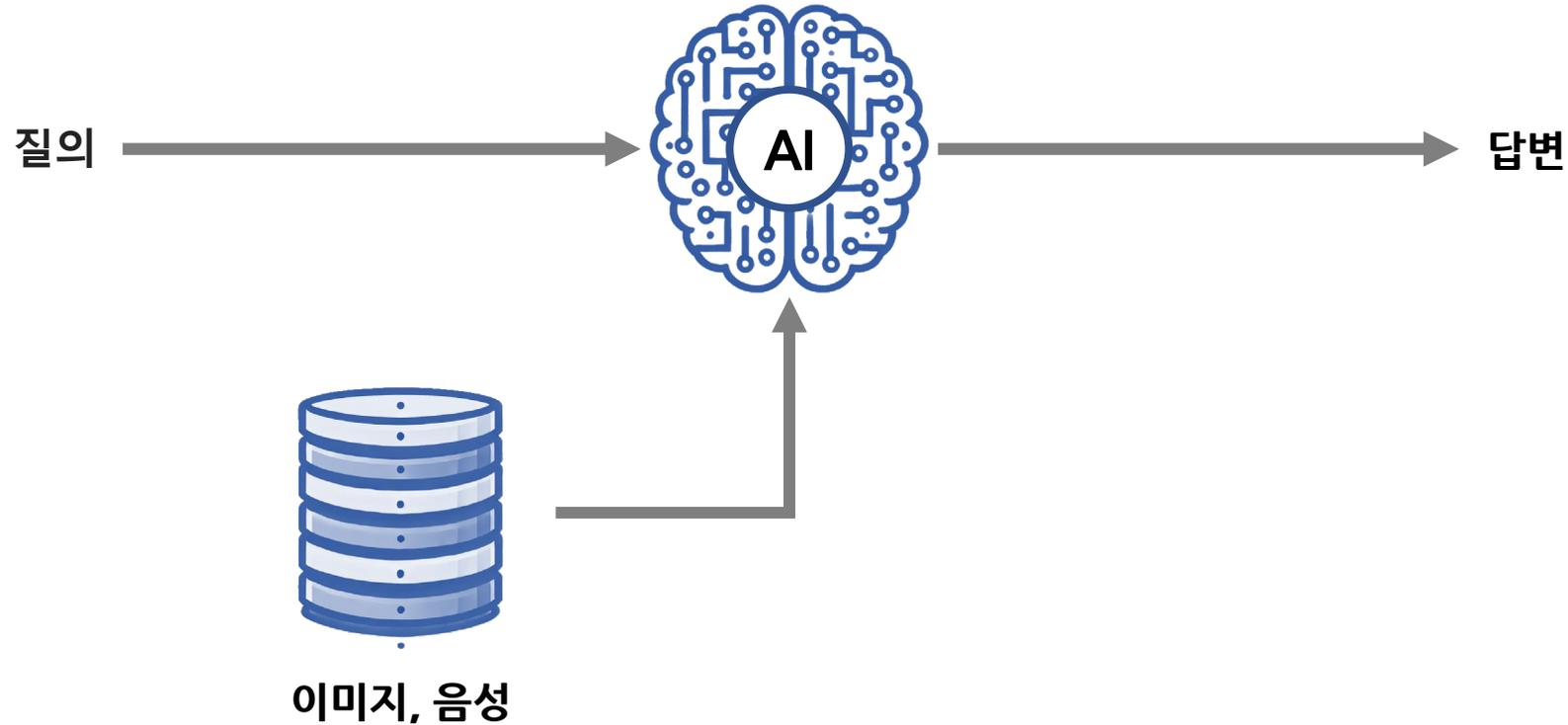
시각적인 정보를 서술식으로 전달.  
중심이 되는 대상을 먼저, 부가 정보를 나중에.  
중괄호 등 활용 상세 서술 가능.

**그림** photography of a battery {shape: cylinder. orientation : vertical, color: high-glossy magenta, violet and purple} floating in dark abyss. At the anode and cathod a eyecatching splendid lightening is emitting. the lightening is circularting around the battery in helical manner.



# ※ 다중 감각 Multimodal

특징	특기사항
<ul style="list-style-type: none"><li>• 텍스트 외 다른 형식 데이터 입력 (이미지, 음성 등)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 같은 정보라면 텍스트가 가장 정확함.</li><li>• 영어 외 언어에 대한 인식/이해가 부족함</li></ul>



# ※ 다중 감각 Multimodal

## • ChatGPT : 이미지 입력 및 해석

ChatGPT 4o

공유하기

### 모든 달이 평년보다 더웠던 2024년



이 이미지를 읽고 추세를 정량적으로 설명해 줘.



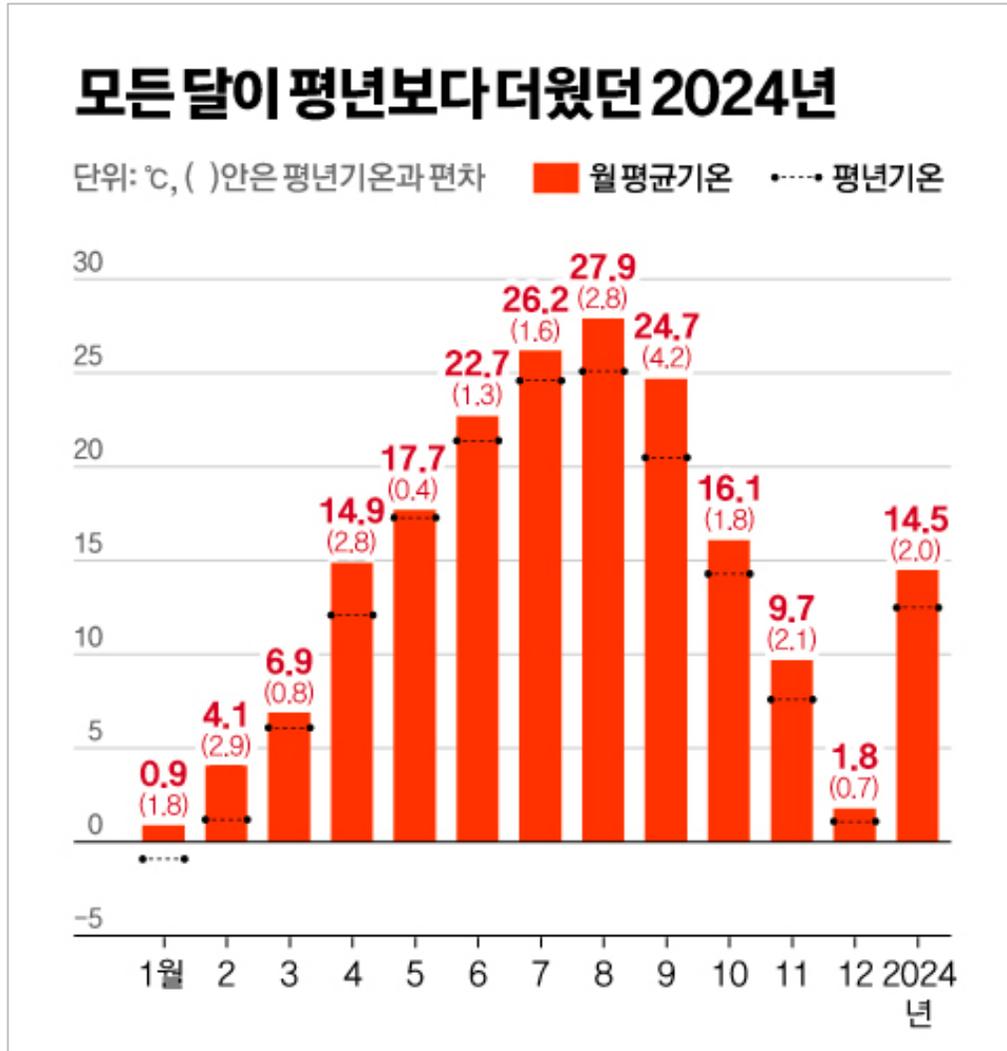
이미지에서 제공된 그래프의 데이터를 기반으로, 추세를 정량적으로 설명하겠습니다.

메시지 ChatGPT



# ※ 다중 감각 Multimodal

## • ChatGPT : 이미지 입력 및 해석



이미지에서 제공된 그래프의 데이터를 기반으로, 추세를 정량적으로 설명하겠습니다.

- 2024년의 전체 월평균 기온은 평년 대비 상승:
  - 모든 달의 기온이 평년 기준보다 높게 나타났습니다.
  - 특히, 5월~8월의 기온 상승 폭이 컸으며, 각 달의 상승 폭은 다음과 같습니다:
    - 5월: +2.8°C
    - 6월: +4.2°C
    - 7월: +2.8°C
    - 8월: +2.4°C
  - 6월의 상승 폭이 가장 크며, 평년 대비 4.2°C 상승했습니다.
- 평균 기온이 높은 계절(여름):
  - 6월, 7월, 8월의 평균 기온이 각각 26.2°C, 27.9°C, 24.7°C로, 연중 가장 높게 나타났습니다.
  - 특히 7월은 최고 기온(27.9°C)을 기록하며 평년 대비 약 +2.8°C 상승했습니다.
- 가장 낮은 기온 상승 폭:
  - 기온 상승이 가장 적었던 달은 \*\*3월\*\*과 \*\*11월\*\*로 각각 +0.4°C와 +0.7°C를 기록했습니다.
  - 이 기간 동안의 기온 상승은 상대적으로 완만했습니다.
- 겨울철 기온 상승:
  - 1월과 12월에도 각각 +1.8°C와 +2.0°C의 상승 폭이 나타났습니다.
  - 이는 겨울철에도 기온 상승이 고르게 영향을 미쳤음을 보여줍니다.
- 전반적인 추세:
  - 모든 달에서 평년 대비 기온이 상승했으며, 특히 여름철(5월~8월) 기온 상승이 두드러집니다.
  - 연중 평균적으로 평년보다 약 2~4°C 높은 기온이 유지된 것으로 분석됩니다.

정리하면, 2024년은 모든 달의 기온이 평년보다 상승했으며, 특히 여름철의 기온 상승 폭이 가장 크게 나타나 전반적으로 온난화의 영향을 강하게 받은 해로 보입니다.

# ※ 다중 감각 Multimodal

Claude

Professional Plan

## ☀ Good morning, Jehyun

이 이미지를 읽고 추세를 정량적으로 설명해 줘.

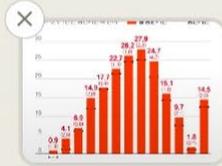


Claude 3.5 Sonnet Choose style

Use `shift + return` for new line



Use a project



Your recent chats

[View all](#)



Comparing Python and JavaScript

13 hours ago



Remixing a Python vs JavaScript Comparison

13 hours ago



Embracing AI Innovation for Korea's Energy Future

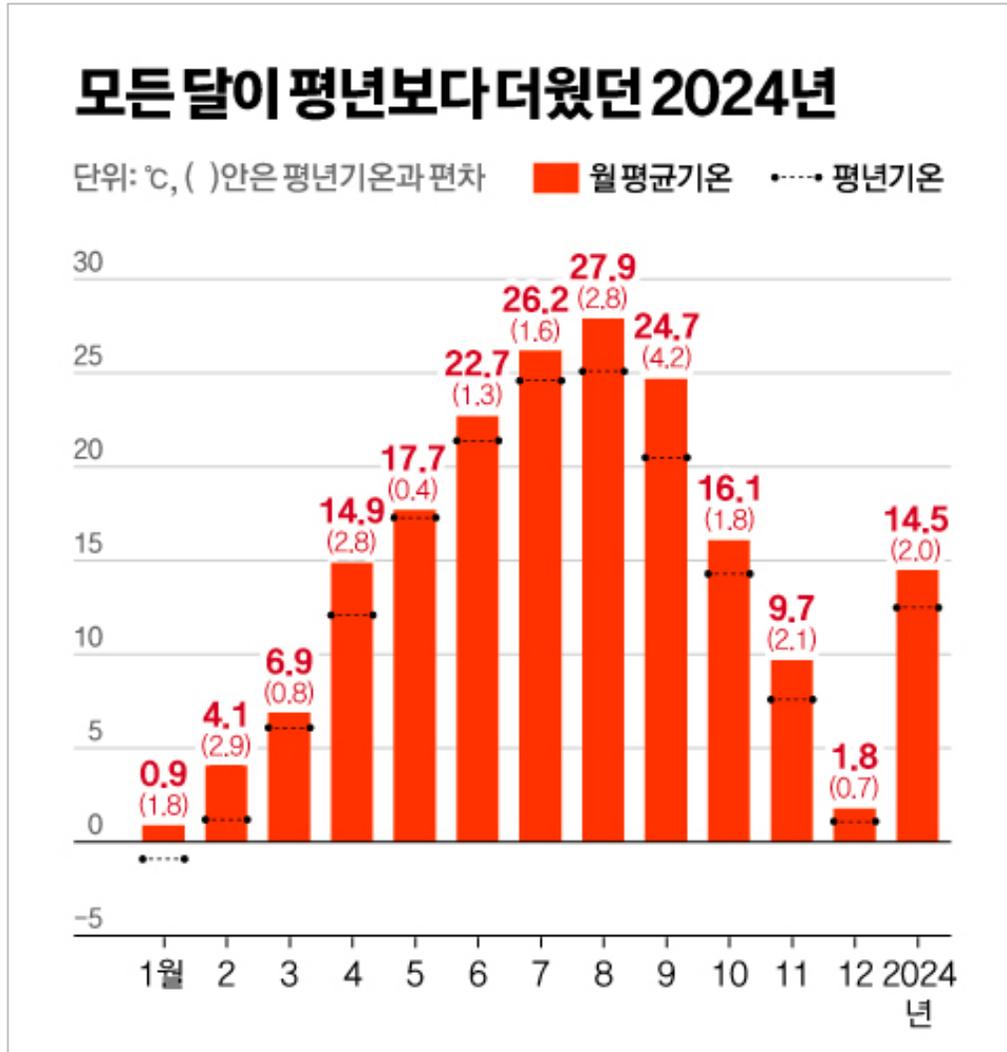
8 days ago

JL



# ※ 다중 감각 Multimodal

- Claude : 이미지 입력 및 해석



이 그래프는 2024년의 월별 데이터 추세를 보여주고 있습니다. 주요 특징을 정량적으로 분석하면:

1. 전반적인 증가와 감소:
  - 1월 0.9%에서 시작하여 8월 27.9%로 정점을 찍었습니다
  - 이후 12월 1.8%까지 하락했다가 2024년에는 14.5%로 반등했습니다

2. 주요 변동 구간:
  - 가장 급격한 상승: 3-4월 구간 (6.9% → 14.9%, +8%p 증가)
  - 최고점: 8월 27.9%
  - 가장 급격한 하락: 11-12월 구간 (9.7% → 1.8%, -7.9%p 감소)

3. 분기별 평균:
  - 1분기(1-3월): 약 4.0%
  - 2분기(4-6월): 약 18.4%
  - 3분기(7-9월): 약 26.3%
  - 4분기(10-12월): 약 9.2%

그래프는 전반적으로 연중 상승세를 보이다가 9월 이후 하락하는 역U자형 패턴을 보여주고 있습니다.

# ※ 다중 감각 Multimodal



Gemini Advanced ▾  
1.5 Pro



Hello, Jehyun

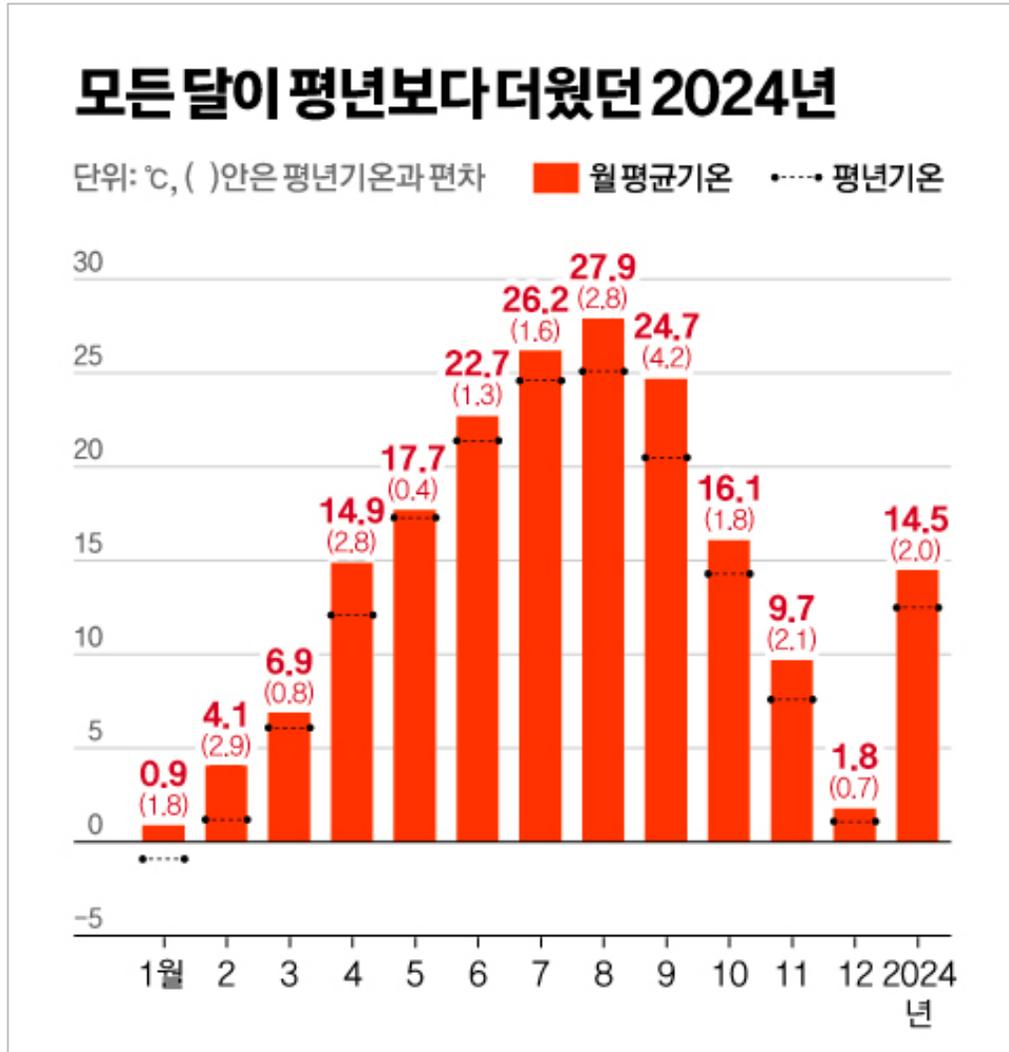


+ 이 이미지를 읽고 추세를 정량적으로 설명해 줘.



# ※ 다중 감각 Multimodal

## • Gemini : 이미지 입력 및 해석



이 이미지는 2024년 월별 평균 기온을 보여주는 그래프입니다.

전반적인 추세는 다음과 같습니다.

- \* 1년 내내 평년 기온을 웃돌았습니다.  
모든 달의 평균 기온이 점선으로 표시된 평년 기온보다 높았습니다.
- \* 여름(6월~8월)에 가장 높은 기온을 기록했습니다.  
특히 8월은 27.9°C로 가장 더웠고, 평년 기온보다 2.8°C 높았습니다.
- \* 겨울(12월~2월)에는 기온이 상대적으로 낮았지만, 여전히 평년 기온보다는 높았습니다.  
1월은 0.9°C로 가장 낮았지만, 평년 기온보다는 1.8°C 높았습니다.

월별 평균 기온과 평년 기온과의 차이는 괄호 안에 숫자로 표시되어 있습니다.  
이 숫자가 클수록 평년 기온과의 차이가 큰 것을 의미합니다.  
8월은 평년 기온보다 2.8°C 높았고, 4월은 2.9°C, 6월은 2.8°C 높았습니다.

이 그래프를 통해 2024년이 평년보다 전반적으로 기온이 높았으며,  
특히 여름철에 기온이 매우 높았음을 알 수 있습니다.

추가적으로, 2024년 연평균 기온은 14.5°C로, 평년보다 2.0°C 높았습니다.  
이는 지구 온난화의 영향으로 해석될 수 있습니다.

# 결론

- 기성 제품들의 발전이 매우 빠름 : 어느 정도는 흐름을 따라갈 필요가 있음.
- 아쉬운 부분을 중심으로 보완 : 출연연의 연구직이라는 특성 - 대중과의 괴리 : 기초 자료 셀프 확보

