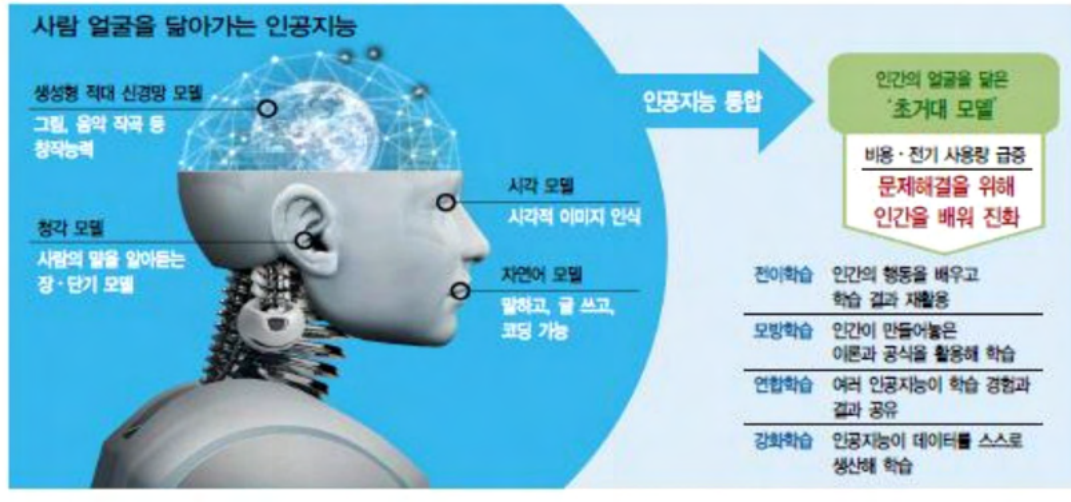


## < AI 기술사업화 발전 단계 >

### ▶ 그림 1-9 초거대 AI(Hyperscale AI) 모델



## < 기술혁신: 인공지능 기술혁신 발전 트렌드 전망 >

시기	주요 변화
1950년대	AI 개념 정립
1970년대 중반	1차 암흑기
1980년대 후반	2차 암흑기 - Microcomputer를 중심으로 초기 인공지능경망, 문자판독, 신용도 분석 등 - Low cost server & PC를 중심으로 마케팅 분석, 거짓말 탐지기, 감성분석, 네트워크 로드 분석 등 Mobile & Cloud를 중심으로 딥러닝
2010년	- 자연어 처리, 비디오 라벨링, 큐레이션, 예측 유지 보수, 공급망 관리 등
2011년	왓슨이 인간과 대결한 퀴즈 제퍼디쇼에서 우승
2016년 3월	구글의 딥마인사가 개발한 알파고 바둑 우승: 인공지능 바둑
2017년 1월	소프트웨어 알파고와 이세돌 9단의 대결
2017년 12월	알렉사 CBS장악
2017년 12월	알파고 제로 등장, 소프트웨어 공개
현재	인공지능의 다양한 기술진보와 변화가 진행 중
2024년	AI칩 사용화
2025년	유사 전이 학습 AI
2026년	뇌기계(BMI) 인터페이스
2029년	맥락기반 상황인지/ 상황변화 적용 학습
2030년	비지도 학습 AI
2045년	AI 기술은 AI가 인간의 지능을 뛰어넘는 상굴레리티 (Singularity 특이점). <sup>1)</sup>

### '특이점(Singularity)'이란?

- 인간의 지능을 모방한 AI가 온라인 등 공간에 누적된 방대한 데이터를 자율적으로 해석해 새로운 이성과 의식을 생성, 인간 이상의 지능을 발휘하는 순간을 의미
- 미국의 수학자 존 폰노이만이 처음 언급한 용어로, 미래학자이자 현재 구글 이사인 레이 커즈와일이 2005년 「특이점이 온다」는 책에서 '2045년 AI가 인간의 지능을 능가할 것'이라는 전망을 내놓으면서 대중적으로 사용되기 시작
- 커즈와일은 AI가 튜링테스트(컴퓨터가 생각이 있는지 판정하는 테스트)를 통과하는 시점을 2020년대 말로 예상
- 2022년 11월 ChatGPT가 공개되면서, 새로운 혁신의 시발점으로 주목 => AI와 양자 기술혁신이 가속화 되면서 특이점 시기가 빠르게 단축되고 있음

2026년 김용환교수 특강

22



1-3

# 생성형 인공지능 (Generative AI)이 란 ?

## < AI 기술혁신 사례 : ChatGPT와 AIaaS 비즈니스 혁신 >



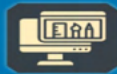
- 자연스러운 대화가 가능한 인터페이스 AI
- 다국어 대응 AI
- 멀티모달 AI(텍스트=>그림 및 영상)
- ChatGPT, 세계에서 24번째로 많이 방문하는 웹사이트
- 'ChatGPT 날개 단' 오픈AI 연 매출 1년 새 376억→1조7천억원 급성장

### 챗GPT

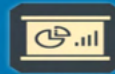
개발사	오픈AI
출시일	2022년 11월 30일
내용	대화형 AI 챗봇
일 사용자 수	1000만명
성능	미 의사면허시험 통과 수준 로스쿨 졸업시험 평균 C+ 학점
자료=오픈AI, 업계	와튼스쿨 MBA 기말시험 B 학점 수준



### 챗GPT 같은 생성AI가 위협하는 직업군



그래픽 디자이너



금융 애널리스트



교사 등 교육가



기자 포함  
콘텐츠 크리에이터



낮은 수준의  
코딩 설계 엔지니어

## < 생성형 인공지능(Artificial Intelligence)시장의 발전 전망 >



### 11월 미국 대선에서는 누가 승리했나요?

프롬프트 검색

- 11월 미국 대선 승리지 검색
- 검색 결과에서 승리지 확인

승리

US election results map 2024: How close is competitive by 2025?

2024 United States presidential election - Wikipedia

US Presidential Election Results 2024 - BBC News

모두 보기

답변

2024년 11월 6일에 실시된 미국 대선에서 도널드 트럼프 전 대통령이 승리했습니다. 트럼프는 공화당 후보로 출마하여 민주당의 가말라 해리스 부통령을 상대로 승리를 거두었습니다.

선거 결과 주요 내용

- 선거인단 투표: 트럼프는 538명의 선거인단 중 312표를 획득했고, 해리스는 226표를 얻었습니다.
- 경합주 석권: 트럼프는 7개의 주요 경합주를 모두 승리했습니다.
- 주 승리: 트럼프는 60개 주 중 31개 주에서 승리했습니다.
- 득표율: 개표의 95%가 완료된 시점에서 트럼프는 전국 득표율에서도 앞서고 있습니다.

2020년 선거와의 비교

2024년 선거에서 트럼프는 2020년에 비해 큰 향전을 보였습니다.

- 2020년에 민주당이 승리했던 6개 주(메리조나, 조지아, 미시간, 네바다, 펜실베이니아, 위스콘신)를 탈환했습니다.
- 모든 주에서 2020년 대비 공화당 지지율이 상승했습니다.
- 허스캐닉 유권자들 사이에서 지지율이 크게 상승했습니다.

역사적 의미

- 트럼프는 1892년 그로버 클리블랜드 이후 132년 만에 비연속 두 번째 임기를 얻은 대통령이 되었습니다.
- 78세의 나이로 미국 역사상 가장 고령의 당선 대통령이 되었습니다.
- 2004년 조지 W. 부시 이후 처음으로 공화당 후보가 전국 득표에서 승리했습니다.

이번 선거 결과는 트럼프와 리브메이트먼 JD 밴스는 2026년 1월 20일에 제47대 대통령과 제60대 부통령으로 취임할 예정입니다.

## < 생성형 인공지능(Artificial Intelligence)시장의 발전 전망 >

생성형 인공지능(AI) 서비스 비교 유료 버전 기준	클로드 Claude
<p><b>챗GPT</b></p> <p><b>역할</b> -만물박사 언어 천재(다양한 분야 기초 지식 습득 및 작문·번역)</p> <p><b>장점</b> -마치 대화하듯 친절한 설명 -정교한 뉘앙스의 작문·번역 가능</p> <p><b>개선 필요</b> -할루시네이션(Hallucination·거짓 정보) 위험</p>	<p><b>역할</b> -코딩 잘하는 공학도 (코딩과 데이터 분석에 능함)</p> <p><b>장점</b> -코딩 기능 활용해 업무 자동화에 도움을 줌</p> <p><b>개선 필요</b> -2024년 4월까지 정보만 기반으로 답변 제공</p>
<p><b>제미니 Gemini</b></p> <p><b>역할</b> -대규모 자료 분석가(대용량 문서 분석)</p> <p><b>장점</b> -긴 문서나 영상 등을 업로드해 분석 가능 -구글의 이메일 서비스 등과 연계해 사용 가능</p> <p><b>개선 필요</b> -답변의 구체성이 떨어지는 경우가 있음</p>	<p><b>코파일럿 Copilot</b></p> <p><b>역할</b> -업무를 도와주는 인턴(마이크로소프트 오피스상의 작업을 지원)</p> <p><b>장점</b> -마이크로소프트 오피스와 연동해 메일할 정리·회의 요약 가능</p> <p><b>개선 필요</b> -할루시네이션 위험 있음</p>
	<p><b>퍼플렉시티 perplexity</b></p> <p><b>역할</b> -자료의 신빙성을 중시하는 리서치 담당자</p> <p><b>장점</b> -모든 답변의 출처 확인 가능 -할루시네이션 위험 적은 편</p> <p><b>개선 필요</b> -검색 기반이라 답변의 창의성이나 대화를 나누는 듯한 자연스러움이 다소 부족</p>

자료: 에디피엠에널리시스·보스턴컨설팅그룹(BCG)



< 생성형 인공지능(Artificial Intelligence)시장의 발전 전망 >

**대화형 인공지능**  
글로벌 시장 예측 (2022~2030년)

2030년 시장 규모 **325억달러**

연평균 성장률 **22.6%**

주요 성장 동인 금융권 및 자동차업계 챗봇 도입

핵심 성장 요소 챗봇 형태 NLP 기술-클라우드 배포-대기업 도입-마케팅 및 고객지원 용도-소매업종 분야

핵심지역 북미 및 유럽

주요 기업 구글·마이크로소프트·AWS·오라클·IBM·바이두·SAP·메타·크리에이티브 버추얼·뉴앙스커뮤니케이션즈·앰틱·아티피셜 솔루션·아바모·캔버시카·솔비·파이프스트림

출처:마켓 리서치 퓨처

AI타임즈

< 생성형 인공지능(Artificial Intelligence)시장의 발전 전망 >



2026-03-11

세계 'AI 에이전트' 시장  
규모 전망 자료=마켓센드마켓

35억

2023년

51억

2024년

471억달러

연평균 성장률  
44.8% (2024~2030)

2030년

2026년 3월 11일 김승현 프루트랩

31



2026-03-11

글로벌 휴머노이드  
(인간형 로봇) 시장 전망  
자료=골드만삭스

13억  
2000만

2023년

380억달러

2035년

2026년 3월 11일 김승현 프루트랩

32



Part 2,

AI시대 주요 이슈들

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

33



2-1

AI 윤리 부상

## < 인공지능(Artificial Intelligence)의 이슈와 AI윤리 부상 >

AI 윤리 관련 기초 설명

AI 윤리

### 인공지능 윤리 주요 이슈

- (구글) 흑인을 고릴라로 오인식하는 등 인종에 대한 차별 발생 (2015)
- (MS) 챗봇 '테이'는 인종 차별 등 각종 혐오 발언으로 인해 중단(2016)  
\* "(미국-멕시코) 국경에 차단 벽을 설치하고, 멕시코가 그 비용을 내야죠."



구글, 흑인 사진 오인식



MS, 챗봇 '테이'

- (테슬라) 오토파일럿 모드 중 테슬라S 충돌로 인명 피해 발생 (2016)
- (美 COMPAS) 재범 예측 프로그램의 인종에 따른 편향 발생 (2018)  
\* 흑인의 재범율이 백인의 재범율보다 높게 예측하는 인종 편향 발생



테슬라, 자율주행차 사고



미국, 재범예측 시 인종별 편향

### 아실로마 인공지능 원칙('17)에서 윤리 이슈 언급

- (아실로마 AI 원칙) 각종 AI 윤리와 관련된 사고들이 발생함에 따라, 미국의 비영리 단체 future of Life institute 에서 AI 원칙 수립  
\* 컨퍼런스 개최 도시 이름을 따서, 아실로마 AI 원칙으로 명명
- 아실로마 AI 원칙은 연구 이슈(5개), 윤리적 가치(13개), 장기적 이슈(5개) 등 세가지 범주에서 AI에 대한 경각심을 일깨우고, 향후 AI 개발을 위한 발전 방향 등을 제시  
\* 스티븐 호킹, 일론 머스크, 데미스 하사비스 등 2,000여명의 과학/기술인이 아실로마 AI 원칙에 지지 서명 남김
- 이를 통해 본격적으로 AI 윤리 분야의 중요성을 전 세계에 알렸으며, AI 개발 과정에서 발생할 수 있는 실패와 자유의 침해에 대해 책임성 있는 행동을 강조  
\* 인간의 가치, 안전 등 총 13개 항목으로 구성



- |           |             |               |
|-----------|-------------|---------------|
| 1 안전      | 6 인간의 가치    | 11 인간 통제      |
| 2 실패의 투명성 | 7 개인정보보호    | 12 사회 진척 방지   |
| 3 사법적 투명성 | 8 자유와 프라이버시 | 13 인공지능 무기 경쟁 |
| 4 책임성     | 9 이익의 공유    |               |
| 5 가치 일치   | 10 변명의 공유   |               |

35

## < 인공지능(Artificial Intelligence) 윤리 이슈 >

AI 윤리

### [사회] 전 세계적으로 AI 윤리 원칙 선언

- 2017 01. 아실로마 AI 원칙 \*글로벌 \*국내
- 2018 12. EU, 신뢰할 수 있는 윤리 가이드라인
- 2019 03. 일본, 신뢰할 수 있는 윤리 가이드라인  
05. OECD, 인공지능 원칙  
11. 방통위, 인공지능 윤리원칙
- 2020 12. 인공지능 윤리 기준
- 2021 04. EU, 인공지능 법안 제안  
04. 과기정통부, 신뢰할 수 있는 AI 실현전략  
07. 금융분야 AI 가이드라인  
11. 유네스코 AI 권고안
- 2022 01. 과기정통부, 신뢰할 수 있는 인공지능 개발 안내서  
05. 인권위, 인공지능 개발과 활용에 관한 인권 가이드라인

### [산업] AI 서비스 내 윤리 탑재 노력

- 글로벌**
- 구글 AI 원칙 발표('18)
  - MS AI 윤리 가이드라인 발표('17)
  - IBM IBM AI 윤리 원칙('17)
- 국내**
- 네이버 AI 윤리 준칙 선언('21)
  - 카카오 기술 윤리위원회 출범('22)
  - LG LG AI 연구원 AI윤리점점 TFC('22)
  - 삼성 전자, SDS 등 AI 윤리 원칙 발표

### [학계] AI 윤리 '원칙'을 넘어 '실제적 방안' 연구 중



AI의 우수성 부각 등 AI 시대로의 전환이 본격화되는 한편, AI의 부작용 해소를 위한 국제사회 논의 및 연구 활발

2026-05-11

36

## 2-2

# AI 윤리 이슈와 부정적인 사례들

### < 인공지능(Artificial Intelligence)의 허위 정보와 가짜 뉴스들 >

- 일반대중에게 소개된 혁신적 기술과 검색 등 다양한 활용도 덕에 GPT 발상 및 전망이 다방면에서 점쳐지고 있지만, 문제점 등이 발생하고 있음
  - 챗GPT로 대표되는 생성 AI 확산에 따른 우려가 제기되고 있음
  - 챗GPT로 촉발된 인공지능 열풍이 커지는 만큼 '그늘'도 짙어지고 있음
- 2022년 11월 공개된 챗GPT의 3.5 버전이 국내에서 화제가 되자 다수 언론과 유튜버, 누리꾼들은 챗GPT가 사실과 다른 정보를 유포하는 점을 지적
  - '세종대왕 맥북 던짐 사건'과 같은 말도 안 되는 사건에 관해 물으면 그럴 듯한 답을 지어내거나,
  - 동네 맛집을 추천해달라고 했더니 실제로 없는 가게 이름을 지어내거나 존재하지 않는 논문을 있는 것처럼 설명하는 방식
  - 이는 그 자체로는 결함이 아니며, 생성AI모델의 현실적 한계임

## < 인공지능(Artificial Intelligence)의 허위 정보와 가짜 뉴스들 >

- ChatGPT는 생성 AI 모델이며, 현실적 한계를 갖고 있음
  - 생성 AI는 말을 그럴 듯하게 하며 확률적으로 적절한 표현을 만드는 것이 목표이지 검증된 정보를 전달하는 목적으로만 들어친 게 아니기 때문임
  - 일반적으로 이를 '환각' (hallucination)이라 함
  - 개발사 오픈AI 역시 챗GPT4에 관해 “여전히 '환각'을 갖고 답을 지어내며 틀렸을 때에도 옳다고 주장하는 경향도 있다”고 밝히고 있음
- 문제는 생성 AI 모델의 현실적 한계를 인지하지 못한 상황에서 일반인들이 사실을 확인하거나 정보 검색용으로 사용할 쓰일 경우임

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

39

## < 인공지능(Artificial Intelligence)의 허위 정보와 가짜 뉴스들(2023) >

### 인공지능(AI) 동원한 가짜 뉴스 사례

1월	바이든 대통령이 트랜스젠더 혐오 발언하는 AI 가짜 영상 유포
3월	트럼프 전 대통령이 수갑을 차고 경찰에 연행되는 AI 가짜 사진 유포
4월	바이든 대통령 사망 기사를 AI로 작성해 스팸 사이트에 게재
5월 13일	CNN 유명 앵커가 바이든 미국 대통령 비판하는 AI 가짜 영상을 트럼프 전 미국 대통령이 소셜미디어 게시

### AI 가짜 뉴스 방지 법제화 움직임

구글	AI 이미지에 인식표 붙이기로
한국 국회	AI를 이용해 제작된 콘텐츠에
영국 의회	그 사실을 표시하도록 하는 법안 발의
미국 의회	정치 광고에 AI사용 여부 표시하는 법안 발의

1 김용환교수 특강

40

< 인공지능(Artificial Intelligence)의 허위 정보와 가짜 뉴스들 >



블라디미르 푸틴 러시아 대통령이 승복을 입고 예배하는 것처럼 조작된 AI가 만든 가짜 사진. 이 사진과 함께 푸틴 대통령이 불교로 개종했다는 가짜뉴스가 퍼졌다. /페이스북 캡처



AI가 만든 펜타곤 폭발 가짜사진 /트위터

< 인공지능(Artificial Intelligence) : '초거대(Hyper scale) AI'-'언어→이미지 변환 기술'로 가짜뉴스 생성 >



흰색 풍패딩을 입은 교황? "AI가 제작한 가짜 사진" 온라인에 올라온 생성 AI 제작 사진들 [미국 온라인 커뮤니티 레드 캠프] 이 이미지는 언뜻 보기에는 실제 교황의 모습이라고 믿을 만큼 자연스럽지만, 자세히 보면 풍을 쓴 교황의 오른쪽 손 형태가 뒤틀린 것을 확인할 수 있다. 많은 AI 생성 사진에서 관찰



보리스 엘다크젠이 SWPA에 출품한 AI 이미지 '전기공(The Electrician) 전체 모습 [트위터 발췌, 재판매 및 DB 금지]

2023년 4월 17일 영국 일간 가디언에 따르면 독일 출신 사진작가 보리스 엘다크젠은 '2023 소니 월드 포토그래피 어워드(SWPA) 크리에이티브 오픈 카테고리 부문에서 1위를 차지했다. SWPA는 소니가 후원하고 세계사진협회(WPO)가 후원하는 세계 최대 사진 대회 중 하나다. 엘다크젠은 이 대회에 젊은 여성과 노년의 여성의 모습이 담긴 흑백 이미지를 출품했다. '전기공(The Electrician)'이라는 제목이 붙은 이 이미지 속 노년의 여성은 젊은 여성 뒤에서 그의 어깨를 붙잡고 이딩가를 응시하는 모습이다.

엘다크젠은 해당 작품이 수상작으로 통하자 그제야 AI로 만든 사진임을 밝히면서 상을 받지 않겠다고 말했다.

## < 인공지능(Artificial Intelligence)의 허위 정보와 가짜 뉴스들 >

- **생성형 AI가 확산되면 잘못된 문서가 온라인 공간에 제공될 가능성이 있음**
  - 사실관계를 교묘히 뒤틀거나 잘못 쓴 정보를 다량으로 웹사이트에 유포하면 검색엔진을 통해 사람들이 접하는 정보의 신뢰도를 떨어뜨리고, 무엇이 사실인지 파악이 어렵게 만들 수 있음
  - 얼마나 학술 용도에 활용할 경우 보조적 수단으로 활용한다고 해도 혼동을 줄 수 있는 우려 가능성
- 2023년 2월 국회입법조사처는 <챗GPT의 등장과 인공지능 분야의 과제> 보고서를 통해 “그렇듯하게 표현하는 환각(hallucination)이 종종 발생하기도 한다”며 “이용자는 생성 AI의 결과물이 사실과 다를 수 있다는 점, 그래서 책임 있는 결정에 직접 활용하기 어렵다는 점을 명확하게 인지하고 있어야 한다”고 설명

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

43

## < 인공지능의 프라이버시 침해와 딥페이크 및 보안 이슈들 >

- ‘프라이버시 침해’와 ‘딥페이크(Deepfake)’ 및 ‘보안’ 우려 가능성
  - 프라이버시와 딥페이크 및 보안 우려 역시 커지고 있음
  - 지나친 불투명성으로 인해 어떤 데이터를 학습했는지 알 수 없다는 점은 프라이버시 측면에서도 위협적임
  - 2023년 2월 'THE CONVERSATION' 은 <ChatGPT는 데이터 프라이버시의 악몽, 온라인에 게시글을 올린 적 있다면 우려해야 한다> 기사를 통해 “블로그 글을 올렸거나 제품 리뷰를 작성했거나 온라인 기사에 댓글을 달았다면 이 정보가 'ChatGPT'에 의해 쓰였을 가능성이 높다”며 “오픈 AI(개발사)는 우리 데이터를 사용할 수 있는지 여부를 우리 중 누구에게도 묻지 않았다”고 지적했음
  - 2024년 1월 뉴욕타임스(NYT)와 CNN 방송 등에 따르면, 글로벌 팝스타 테일러 스위프트의 얼굴에 성적으로 노골적인 자세가 합성된 딥페이크 이미지가 소셜미디어 엑스(X, 옛 트위터) 등에서 확산되는 사건 발생
  - 딥페이크란 딥러닝(Deep learning)과 가짜(Fake)란 말의 합성어로, AI 기술을 기반으로 만들어낸 가짜 이미지, 오디오, 비디오 등을 의미함

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

44

**< 인공지능(Artificial Intelligence)의 프라이버시 침해와 보안 이슈들 (2024) >**



**딥페이크 범죄 사례**

사진=게티이미지코리아

**테일러 스위프트**  
얼굴이 합성된 음란 이미지 유포

**조 바이든**  
바이든 목소리로 민주당 당원들에게 투표 거부 독려 전화



**일론 머스크**  
비트코인 투자자 모집 거짓 홍보 영상 유포



**톰 행크스** **스칼릿 조핸슨**  
사진과 목소리 도용한 가짜 광고 유포



**딥페이크 (Deep Fake)**  
딥러닝 (Deep Learning)  
+  
**페이크 (Fake)**

특정 인물의 얼굴 등을 인공지능 기술을 이용해 특정 영상에 합성한 편집물

YONHAP NEWS

<https://youtu.be/NNmTTv9VHT4>  
5분이면 딥페이크 영상 똑딱!  
청소년 범죄 노출 우려  
2026-05-11



딥페이크를 통해 만들어진 'APT(아파트)' 패러디 영상



딥페이크를 통해 만들어진 'POWER' 패러디 영상

2026년 김용환교

## < 인공지능의 프라이버시 침해와 딥페이크 및 보안 이슈들 >

적발된 온라인 딥페이크 동영상 수



불리하면 딥페이크라고 우기는 정치인들

**도널드 트럼프 전 미국 대통령**

작년 12월 본인의 실언·실수를 모아놓은 폭스뉴스 광고에 대해 “AI가 만들어낸 가짜 광고”라고 주장



**정원찬 대만 행정원 부원장**

작년 10월 여성과 호텔 방에 들어가는 영상이 공개되자 “AI 합성물”이라고 반박

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

47



Part 3,

AI시대 연구 윤리와 이슈들

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

48

### 3-1

## AI 연구 윤리 원칙과 이슈들

### < 인공지능(Artificial Intelligence)시대 연구윤리 개념을 살펴보면 >

#### • AI시대 연구윤리란 무엇인가?

- AI시대의 연구윤리는 더 이상 “표절을 막는 규범”에 그치지 않음
- 인간 연구자의 책임성, 생성형 AI 사용의 투명성, 데이터·프라이버시 보호, 편향과 공정성, 재현가능성, 심사과정의 기밀성, 그리고 기관 차원의 거버넌스를 함께 다루는 확장된 연구 무결성(research integrity) 체계로 이해해야 함
- 국제적으로는 UNESCO의 AI 윤리 권고, OECD AI 원칙, NIST AI RMF, 유럽연구공간(ERA)의 생성형 AI 연구 가이드라인, COPE-ICMJE의 학술출판 가이드 등이 일반적인 공통 기준을 형성하고 있음
- 전통적 연구윤리가 정직성, 정확성, 객관성, 저자성, 데이터 관리, 이해충돌, 피험자 보호를 핵심으로 했다면, AI시대 연구윤리는 여기에 AI 도구 사용의 공개(disclosure), 인간의 최종 책임, 모델의 한계 검증, 자동화에 따른 새로운 위해 관리를 추가함
  - 싱가포르 선언은 연구 무결성의 기반을 정직성, 책임성, 전문성, 공공신탁의 관리라는 원칙으로 제시했고, 최근 국제 AI 가이드라인들은 이를 AI 환경에 맞게 재해석하고 있음
- Insights
  - AI시대 연구윤리는 “도구를 써도 되는가”의 문제가 아니라 “어떤 연구단계에서, 어떤 수준으로, 어떤 검증 절차와 책임 체계 아래 사용할 것인가”의 문제임
  - AI시대 연구윤리는 연구자의 개인 윤리 이슈를 넘어 대학·병원·연구소·기업 R&D의 운영 리스크 관리 체계임
  - 즉, 연구윤리는 규범이면서 동시에 품질관리(QA), 리스크관리(RM), 평판관리(Reputation Management) 시스템이 되고 있음

2026-05-11

2025년 김용환교수 특강

50

## < 인공지능(Artificial Intelligence)시대 연구윤리 변화 트렌드 >

### • AI가 연구윤리를 어떻게 변화시키는가?

- 첫째, 저자성(authorship)과 책임성이 재정의되고 있음
  - COPE와 ICMJE, 세계적인 저널인 Nature와 Cell은 공통적으로 AI 도구를 저자로 인정하지 않으며, AI를 사용했다면 저자들이 그 사용 사실과 방식을 공개하고 결과의 정확성에 대해 인간이 책임져야 한다고 설명
  - “작성은 AI가 했으니 오류는 도구 책임”이라는 논리를 허용하지 않는다는 의미임
- 둘째, 투명성의 기준이 강화되었음
  - 최근 학술출판 가이드라인은 단순히 AI를 사용했는지 여부만이 아니라, 어디에 사용했는지-예를 들어 번역, 문장 교정, 코드 생성, 데이터 정리, 도표 제작, 초안 작성, 문헌탐색-를 구체적으로 밝히는 방향으로 발전하고 있음
  - 유럽연구공간의 2024 가이드라인도 생성형 AI의 책임 있는 사용을 위해 연구기관 차원의 명시적 정책과 현장 적용 원칙을 요구함

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

51

## < 인공지능(Artificial Intelligence)시대 연구윤리 변화 트렌드 >

### • AI가 연구윤리를 어떻게 변화시키는가?

- 셋째, 데이터 윤리의 무게중심이 더 커졌음
  - 특히 의생명·헬스케어·유전체 연구에서는 생성형 AI에 민감한 데이터나 통제접근(controlled-access) 데이터를 입력하는 순간, 프라이버시 유출과 재식별 위험이 커질 수 있음
  - NIH는 2025년에 인간 유전체 데이터가 생성형 AI 개발·공유 과정에서 유출될 위험을 별도 이슈로 다루며, 의견수렴과 추가 가이드 예고를 했음
- 넷째, 심사(peer review)와 연구비 신청 과정의 기밀성이 핵심 쟁점이 되었음
  - NIH는 동료심사 자료를 생성형 AI에 입력하는 것이 기밀성 정책 위반이 될 수 있다고 명확히 경고했고, COPE도 AI의 심사 활용이 정확성과 기밀성, 책임성 문제를 동시에 일으킨다고 보고 있음
  - 연구윤리가 논문 작성 단계뿐 아니라 심사·평가·선정 프로세스 전체로 확장되었음을 의미함
- 다섯째, 재현가능성(reproducibility)과 검증가능성(verifiability) 이슈가 더욱 커졌음
  - 생성형 AI는 그럴듯한 텍스트, 코드, 인용, 이미지, 요약물 빠르게 만들 수 있지만, 허구의 참고문헌이나 비검증 코드, 설명 불가능한 분석 경로를 남길 수 있음
  - NIST의 AI RMF는 이런 위험을 조직이 맥락적으로 평가하고 관리해야 한다고 강조함

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

52

## < 인공지능(Artificial Intelligence)시대 연구윤리 이슈 사례들 >

- **AI 활용 때문에 무엇이 현실적인 문제로 발생하고 있는가?**
- **가짜 인용(fake citations) 사례**
  - 2025년 Nature는 5,000명 연구자 대상 설문을 바탕으로, 연구자들이 AI 활용 허용 범위와 공개 필요성에 대해 크게 이슈화된다고 보도했음
  - 동시에 Retraction Watch와 여러 출판 관련 보도는 AI가 만든 허구의 참고문헌, 부정확한 문헌요약, 미공개 AI 사용 흔적이 출판 생태계의 실질적 문제로 번지고 있음을 보여주고 있음
  - 단순한 글쓰기 편의 문제가 아니라 증거사슬(evidence chain) 자체를 훼손하는 위험으로 주목받음
- **AI 기반 심사 보조와 기밀성 침해 사례**
  - Nature는 2025년 기사에서 AI가 논문 심사에 많이 사용되면서 많은 과학자들이 우려를 표하고 있다고 설명
  - 일부 기관과 출판윤리 단체가 민감하게 보는 이유는, 심사 원고를 외부 AI 서비스에 입력하는 순간 저자 동의 없는 정보 이전과 기밀성 훼손이 발생할 수 있기 때문임
    - 논문 사전 게재 사이트인 '아카이브(arXiv)'에 올라온 논문 수는 챗GPT가 등장한 후 1.5배 증가
    - 논문이 지나치게 많아지면, 평가의 질은 떨어지고 자연스레 학문의 위기로 이어질 가능성

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

53

## < 인공지능(Artificial Intelligence)시대 연구윤리 이슈들 >

- **AI 활용 때문에 무엇이 현실적인 문제로 발생하고 있는가?**
- **평가·승진·연구비 시스템의 왜곡 사례**
  - 홍콩원칙(Hong Kong Principles)은 이미 2019년부터 연구자를 평가할 때 단순 논문 수가 아니라 연구의 질과 투명성, 재현성 기여를 보상해야 한다고 강조했다
  - AI시대에는 이 원칙의 중요성이 더 커지고 있음
  - 왜냐하면 생성형 AI가 생산량을 급격히 늘릴 수 있어도, 그것이 곧 연구의 질이나 사회적 신뢰를 의미하지 않기 때문임
  - NIH가 2025년 연구계획서의 독창성과 공정성을 보호하기 위해 AI 사용 관련 추가 정책을 발표한 것도 같은 맥락임
- **이미지·데이터 조작의 고도화 사례**
  - 생성형 AI는 연구 이미지 보정과 합성의 경계를 흐릴 수 있고, 바이오·의학 연구에서는 이미지 무결성 검증을 더 어렵게 만들고 있음
  - 국제 가이드라인들은 AI가 만든 이미지·텍스트·코드가 연구 결과의 증거로 쓰일 때 반드시 검증 가능해야 하며, 원자료와 생성 경로를 보존해야 한다는 방향으로 변화하고 있음

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

54

## < 생성형 AI 연구윤리 이슈 사례들 >

- **일본에서 발생한 AI 만화 생성 이슈, 특히 '지브리풍 이미지 생성 AI'를 둘러싼 논란은 창작자의 권리, 문화적 정체성, 그리고 AI 훈련 데이터 윤리라는 측면에서 주목할 만한 생성형 AI 연구윤리 사례**
  - 이슈명: 지브리풍 AI 이미지 생성 논란 (일본 SNS 및 커뮤니티 중심, 2023~2025)
  - 관련 AI 모델: NovelAI Diffusion, Midjourney, Stable Diffusion
  - 논란 대상: 일본 애니메이션 스튜디오 스튜디오 지브리의 고유한 화풍(풍경, 인물 묘사 등)을 모방한 이미지 다수 생성
  - 이슈 발생 플랫폼: pixiv, Twitter(X), Reddit, Discord 기반 이미지 공유 및 팬 콘텐츠 게시

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

55

## < 생성형 AI 연구윤리 이슈 사례들 >

- **1) 저작권/표절 논란**
  - AI가 지브리 작품의 시각 스타일(색감, 배경 묘사 등)을 그대로 재현
  - 표절인가 창작인가? → 저작권 보호 범위 논쟁
- **2) 비공식 팬 콘텐츠의 모호성**
  - "이건 팬아트"라고 주장하는 경우 다수 → AI가 생성했지만 사람이 직접 만든 것처럼 포장
  - 저작자 성과와 진정성의 혼란
- **3) 문화 정체성 침해 우려**
  - 지브리풍 AI 이미지가 서구 이미지나 인물 중심으로 왜곡 생성됨
  - 일본적 미감의 상품화, 문화적 식민화 우려
- **4) 창작자 생계 위협**
  - "AI로 지브리풍 작업이 가능하다면, 굳이 사람에게 의뢰할 필요가 없다"는 의견 확산
  - 일러스트레이터, 애니메이터 등의 직업 안정성 위기

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

56

## < 생성형 AI 연구윤리 이슈 사례들 >



이번 ChatGPT의 이미지 생성 기능은 큰 히트를 쳤다. 사람들의 감성을 제대로 건드린 셈이다. 생 알트미언 X의 프로토타입을 지브리 스타일로 변경한 자신의 이미지로 변경하기도 했다. (출처 : X)



넷플릭스 오리지널 '꼭꼭 속았수다'의 주인공 애순(아이유-왼쪽)과 관식(박보검)의 모습을 챗GPT 지브리 스타일로 바꾼 이미지(왼쪽)와 실제 사진. 넷플릭스 제공  
2026년 김용환교수 특강

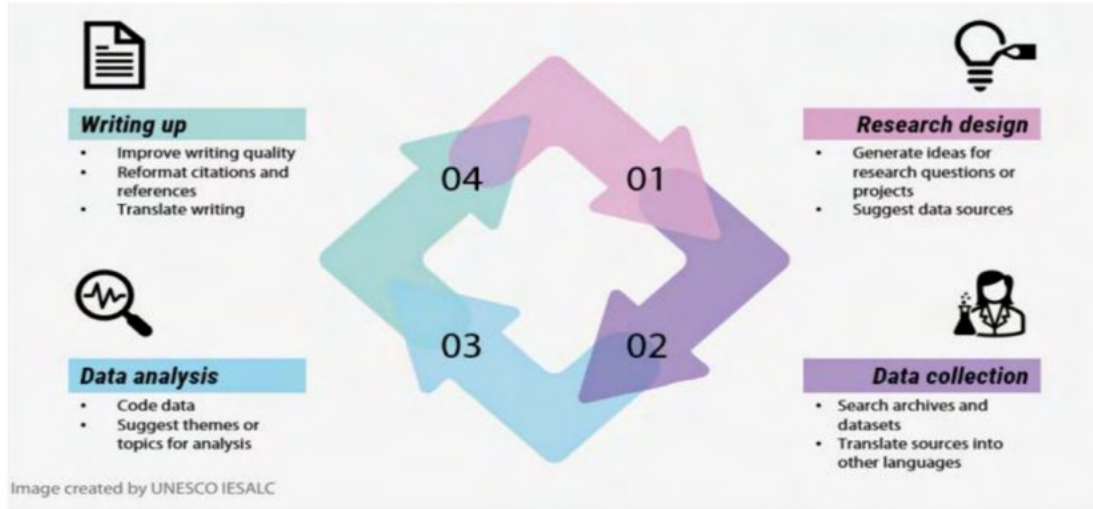
2026-05-11

57

		<p>&lt;천공의 상 라퓨타&gt;를 처음 봤던 어린 시절, 하늘의 구름만 봐도 가슴 설레었다. (출처 : 지브리 스튜디오)</p>
		<p>스튜디오 지브리의 애니메이션 '이웃집 토토로'의 한 장면.</p>

SNS 피드에 온통 지브리 스타일의 이미지들로 넘쳐 난다.

## < 인공지능(Artificial Intelligence)시대 연구 진행과 윤리 이슈들 >



※ 출처 : UNESCO(2023)

## < 인공지능(Artificial Intelligence)시대 연구진행과 윤리 이슈들 >

구분	내용
연구계획서 작성	생성형AI를 활용하여 정부지원 연구과제 수주 등을 위한 연구제안서를 작성
연구 및 실험 설계	AI Tool을 활용하여 기존 연구결과를 종합 분석하고 새로운 연구방법(실험방법) 등을 제안
연구데이터 분석	생성형AI를 활용하여 다양한 연구데이터 분석을 위해 코딩을 하고 통계분석 등을 실시
결과보고서 작성 (논문 작성 포함)	생성형AI를 활용하여 연구결과보고서, 연구논문 등을 작성
피어리뷰어 선정	AI Tool을 활용하여 연구제안서, 연구논문 등을 심사할 리뷰어 선정
피어리뷰 지원	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (연구계획서) AI Tool을 활용하여 연구제안 아이디어의 신규성과 실현 가능성 등을 검토함으로써 해당과제 펀딩에 필요한 피어 리뷰를 지원</li> <li>- (논문초안) 논문초안과 선행문헌을 비교 검토(신규성, 연구부정 가능성 여부 등)함으로써 해당논문의 저널 게재 여부 결정과정을 지원</li> </ul>
연구비 사용내역 입증/정산	AI Tool을 활용하여 연구비 사용내역이 연구계획서 및 연구결과에 부합하는지 여부를 진단

## < 생성형 AI 연구윤리 이슈 포인트 >

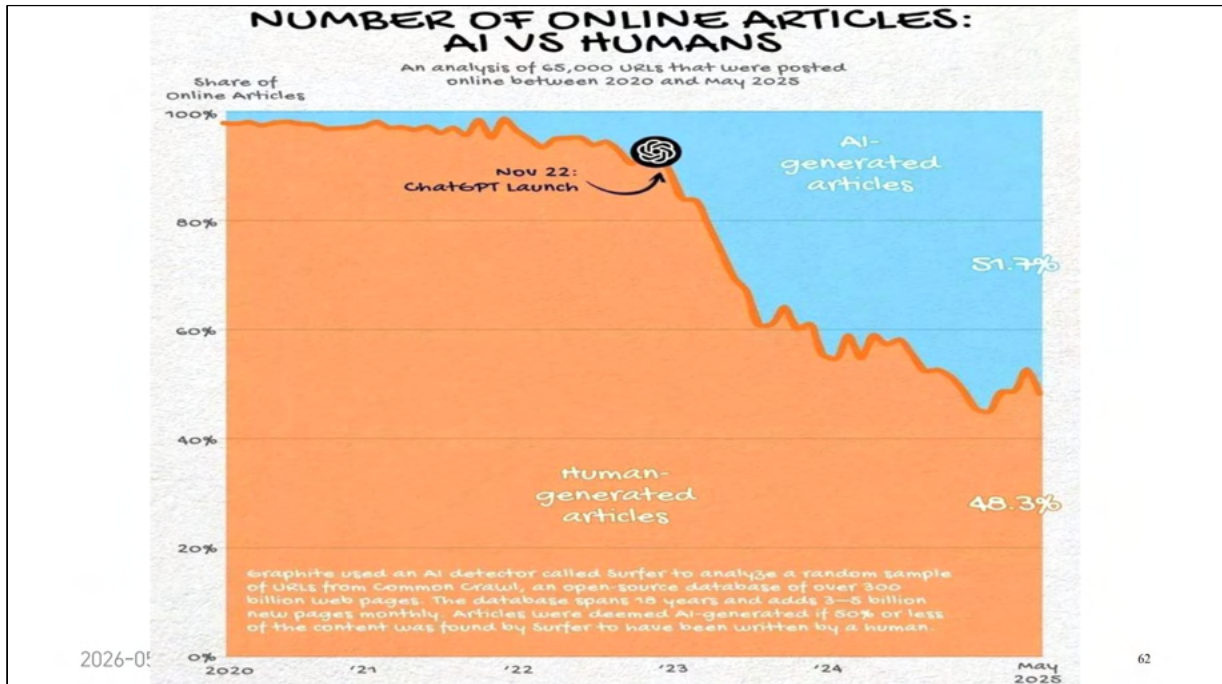
- 연구개발(R&D) 단계별로 발생하는 연구윤리 이슈 포인트

- 데이터 수집 => 저작권·프라이버시 침해
  - 공개 데이터만 사용, 데이터 정화, 동의 기반 수집
- 모델 학습 => 편향 학습 위험
  - 다양성 보장 데이터셋 확보, 편향 제거 필터링 적용
- 출력 생성 테스트 => 사실왜곡, 악용 가능성
  - Hallucination 검출, 사용자 피드백 루프
- 출시 및 공개 => 악용 가능성 관리
  - Output filter, misuse 감시 시스템, 경고문구 제공
- 오픈소스화 => 제어력 상실 문제
  - 라이선스에 안전장치 포함 (예: RAIL License)

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

61



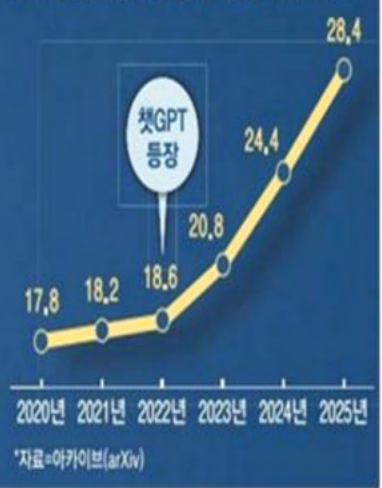
2026-05-11

62

AI 과학자 시스템 모형 '구글 딥마인드 발표.

가설 생성 에이전트(Generation Agent)	주어진 문제에 맞는 가설을 폭넓게 제안
성찰형 에이전트(Reflection Agent)	만들어진 가설의 논리적 허점 검토
평가 에이전트(Ranking Agent)	만들어진 가설 중 무엇보다 검증할지 평가
관련성 탐색 에이전트(Proximity Agent)	가설이 기존 연구와 어떤 관련이 있는지, 참신성을 평가
종합 평가 에이전트(Meta-review Agent)	전체 논리 흐름을 보고 가설을 총평
개선 에이전트(Evolution Agent)	만들어진 가설을 조합해 더 나은 가설을 제안

연도별 아카이브 논문 수 변화 (단위=만건)



2026년 김용환교수 강의

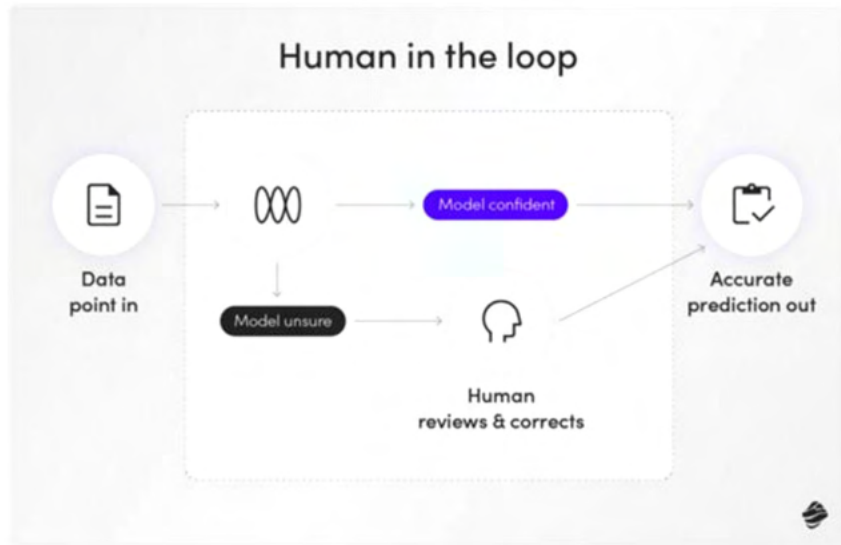
< 인공지능(Artificial Intelligence)시대 연구윤리의 주요 원칙과 이슈들 >

- AI시대 연구윤리의 주요 원칙
  - **인간 중심성(Human-Centeredness):** AI는 인간의 복지, 존엄성, 자율성을 최우선에 두어야 함
  - **책임성(Accountability):** AI의 개발자와 조직은 결과에 대한 책임을 져야 하며 설명 가능해야 함
    - AI 연구 및 개발의 책임 소재는 명확해야 함
  - **투명성(Transparency):** 알고리즘의 의사결정 과정이 이해 가능해야 하며, 검증 가능해야 함
    - AI 연구 및 개발 과정은 투명해야 함
  - **공정성(Fairness):** 차별, 편향, 불평등을 최소화하고 공정한 접근을 보장해야 함
    - AI 기술은 공정하고 차별 없이 활용되어야 함
  - **안전성 및 보안(Safety & Security):** 시스템이 물리적·디지털 위협에 안전하며 신뢰 가능해야 함
    - AI 기술은 안전하고 신뢰할 수 있도록 개발되고 활용되어야 함
  - **프라이버시 및 데이터 보호(Privacy):** 개인 정보 보호 및 데이터 윤리 기준을 준수해야 함
    - AI 기술은 개인정보 보호를 존중해야 함
  - **지속 가능성(Sustainability):** 사회적·환경적으로 지속 가능한 방식으로 연구 및 개발되어야 함

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

64



2026-05-11

2026년 김용환교수 강의

65

## < AI 시대 연구윤리 이슈들에 대한 제도와 법 >

- **대표적인 글로벌 AI 윤리 제도와 법적 프레임워크**
  - **OECD: AI Principles (2019, 2024년에 업그레이드)**
    - 인간 중심, 포용적 성장, 투명성, 책임성, 보안 강조 + 생성형 AI의 책임 있는 가이드
  - **EU: Ethics Guidelines for Trustworthy AI (2019)**
    - 법적 적합성 + 윤리적 목적 + 기술적 견고성을 결합한 '신뢰할 수 있는 AI' 모델
  - **EU 인공지능법(AI Act, 2024)**
    - 유럽연합(EU)이 세계 최초로 제정한 포괄적인 인공지능 규제 법안으로, AI 시스템의 안전성과 신뢰성을 확보하고 기본권을 보호하기 위해 마련
  - **UNESCO: Recommendation on the Ethics of AI (2021)**
    - 인권 기반, 공공선, 문화적 다양성 존중, 환경 지속 가능성
  - **미국 NIST: AI Risk Management Framework (2023)**
    - 위험 중심 접근법, 책임 분산 구조
  - **대한민국: AI 윤리 기준 (2020), AI 윤리 가이드라인 (2021), AI 기본법(인공지능 발전과 신뢰 기반 조성 등에 관한 법률, 2026)**
    - 공공성, 인간 존엄, 연대성 등 한국형 윤리 기준 제시

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

66

## < 인공지능(Artificial Intelligence)시대 연구윤리 핵심 프레임 >

- **AI시대 연구윤리의 핵심 프레임**

- **1) Disclosure**

- AI를 어디에 어떻게 썼는지 공개해야 함
- 번역·교정 수준인지, 초안 작성인지, 코드 생성인지, 이미지 생성인지가 중요함

- **2) Human accountability**

- AI는 저자가 아니며, 최종 판단과 책임은 인간 연구자에게 있음

- **3) Data governance**

- 민감정보, 인체유래 데이터, 임상·유전체 데이터는 외부 AI 입력 자체가 위험이 될 수 있음

- **4) Verification**

- AI 출력은 사실·인용·코드·분석 결과를 반드시 검증해야 함

- **5) Fairness and bias**

- AI가 편향된 데이터나 프롬프트에 기반해 특정 집단을 왜곡할 수 있으므로, 공정성과 차별 위험 평가가 필요함
- UNESCO와 OECD가 이를 핵심 원칙으로 설명함

- **6) Confidentiality and security**

- 심사자료, 미공개 원고, 특허 전 기술, 연구비 제안서는 무단으로 외부 모델에 입력하면 안 됨

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

67

3-2

AI 법과 연구윤리

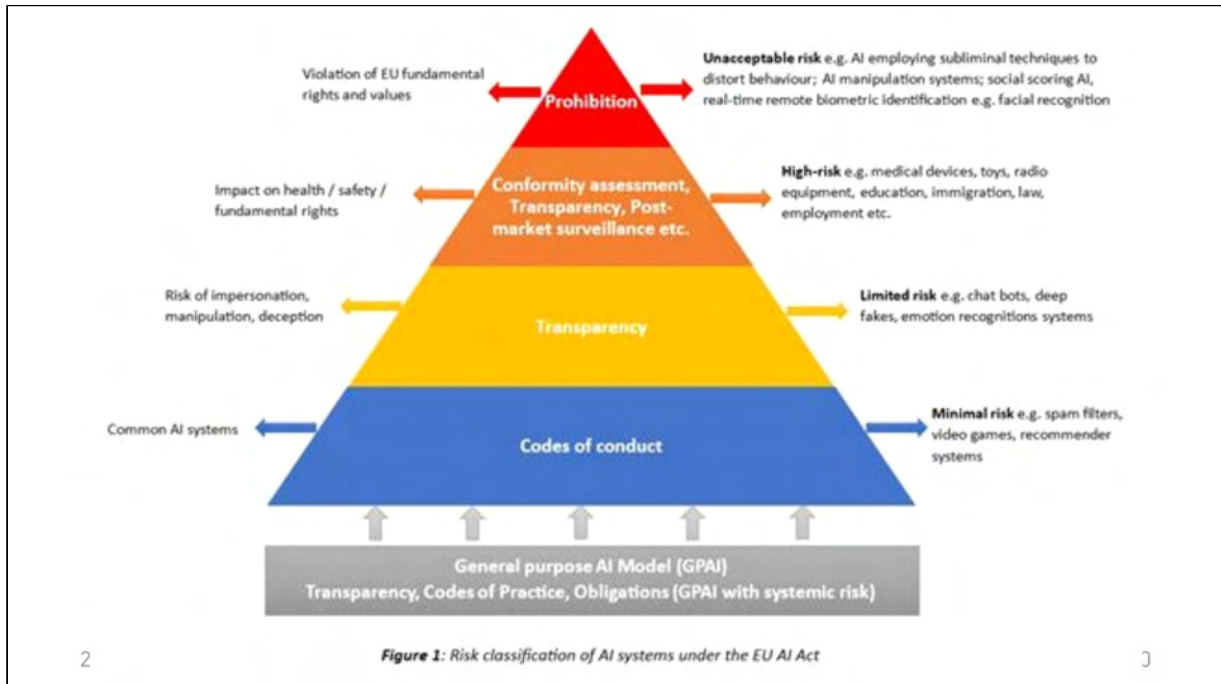
## < EU AI 법과 연구윤리 이슈들 >

- EU 인공지능법(AI Act, 2024)은 유럽연합(EU)이 세계 최초로 제정한 포괄적인 인공지능 규제 법안으로, AI 시스템의 안전성과 신뢰성을 확보하고 기본권을 보호하기 위해 마련
- AI 시스템 위험 등급 분류
  - AI Act는 AI 시스템을 위험 수준에 따라 네 가지로 분류하여 각기 다른 규제를 적용
  - **금지된 AI 시스템 (Unacceptable Risk)**: 사회적 점수화 시스템/ 공공장소에서의 실시간 원격 생체인식/ 행동 조작을 위한 서브리미널 기술 => 이러한 시스템은 전면 금지
  - **고위험 AI 시스템 (High Risk)**: 의료, 교육, 고용, 법 집행 등 분야에서 사용되는 시스템/ 엄격한 요구사항 적용/ 데이터 품질 관리/ 기술 문서화/ 인간의 감독 보장/ 투명성 및 설명 가능성 확보/ 기술적 견고성 및 사이버 보안/ 기본권 영향 평가 수행
  - **제한적 위험 AI 시스템 (Limited Risk)**: 챗봇, 딥페이크 등 사용자에게 AI와의 상호작용임을 명시해야 함
  - **최소 위험 AI 시스템 (Minimal Risk)**: 스팸 필터, AI 기반 게임 등 규제 대상에서 제외

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

69



2

3

## < EU AI 법과 연구윤리 이슈들 >

- EU AI 법은 세계 최초의 포괄적 AI 규제 체계로, AI 연구윤리를 “권고”가 아니라 법적 의무(compliance)로 전환시킨다는 점에서 중요
  - 기존의 UNESCO·OECD가 “무엇이 바람직한가”를 제시했다면, EU AI Act는 “무엇을 반드시 해야 하는가”를 규정함
- EU AI 법의 핵심 구조: Risk-based Regulation
  - “AI는 위험 수준에 따라 다르게 규제된다”
- 4단계 위험 구조
  - ① Unacceptable Risk (금지): 사회적 점수 시스템, 무차별 생체인식 감시
    - 연구윤리 의미→ 연구 자체가 불법 영역 존재
  - ② High Risk (강한 규제): 의료 AI, 채용·교육 평가 AI, 금융·신용 AI
    - 주요 핵심은 연구 단계부터 규제 적용
  - ③ Limited Risk (투명성 요구): 챗봇, 생성형 AI
    - 요구 사항은 AI 사용 명시 의무
  - ④ Minimal Risk: 일반 소프트웨어

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

71

## < EU AI 법과 연구윤리 이슈들 >

- EU AI 법: High-Risk AI의 의무 (연구윤리 중심으로)
  - High-risk 시스템은 다음을 반드시 충족해야 함
  - ① Risk Management System: 지속적 리스크 관리
  - ② Data Governance: 데이터 품질, 편향 관리
  - ③ Technical Documentation: 기술 문서화
  - ④ Record Keeping (로그): AI 사용 기록
  - ⑤ Transparency: 사용자에게 AI 사용 고지
  - ⑥ Human Oversight: 인간 통제 유지
  - ⑦ Accuracy & Robustness: 정확성, 안정성 확보
  - 이 7개는 사실상 ‘NIST AI RMF + 연구윤리 + 규제’의 통합 버전

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

72

## < EU AI 법과 연구윤리 이슈들 >

- EU AI 법의 통합 구조
  - UNESCO (가치) → OECD (정책) → NIST (리스크 관리) → ERA (연구 실행) → EU AI Act (법적 강제)
- 기업·연구소 관점 핵심 영향
  - ① Compliance Cost 증가: 문서화, 검증, 로그 관리
  - ② 연구 속도 vs 규제 Trade-off: 빠른 실험 ↓ + 안정성 ↑
  - ③ AI Governance 필수화: 윤리팀 → 필수 조직
  - ④ 글로벌 시장 진입 조건: EU 기준 충족 필수
- 실제 적용 사례
  - ① Microsoft: Responsible AI Standard 강화
  - ② Google: AI 테스트 및 검증 확대
  - ③ European Commission: 모든 공공 AI 시스템 규제 적용

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

73

## < EU AI 법과 연구윤리 이슈들 >

- EU AI 법의 전략적 의미
  - ① 연구윤리 = 규제 대응 전략: 선택이 아니라 필수
  - ② 데이터 관리 = 핵심 경쟁력: 데이터 품질이 곧 규제 대응력
  - ③ AI 거버넌스 조직 필수: 법무 + 기술 + 윤리 통합
  - ④ "설명 가능성"이 경쟁력: 블랙박스 모델 → 위험
- EU AI 법의 향후 전망
  - ① 글로벌 표준화: EU 기준 → 글로벌 확산
  - ② AI 인증 시대: 제품 인증 필요
  - ③ 연구윤리 자동화: Audit Tool 확대
- EU AI 법의 시사점
  - "AI 연구윤리는 선택이 아니라 법적 의무이며, 연구 단계부터 관리되어야 한다."

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

74

## < 대한민국 AI 기본법과 연구윤리 이슈들 >

- 세계 최초로 2026년 1월 22일 시행된 대한민국 AI 기본법(인공지능 발전과 신뢰 기반 조성 등에 관한 법률)은 AI 연구윤리를 “윤리 규범 → 제도·법적 프레임”으로 전환시킨 첫 국가 수준 법임
  - “AI 연구윤리는 이제 선택이 아니라 ‘법적 책임이 수반되는 운영 체계’이다.”
- AI 기본법의 본질: “산업 진흥 + 최소 규제 + 신뢰”
  - AI 기본법은 EU처럼 강력 규제 중심이 아니라, ‘산업 진흥 + 신뢰 확보의 균형 모델 + 위험 기반(Risk-based) 접근 + 자율적 책임 + 최소 규제’ 이라는 특징
  - ‘EU = 강한 규제’ vs ‘한국 = 책임 기반 거버넌스’

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

75

## < 대한민국 AI 기본법과 연구윤리 이슈들 >

- AI 기본법의 핵심 구조의 3대 의무 : 연구윤리 핵심 연계
  - AI 기본법은 기업·연구기관에 3가지 핵심 의무를 부여
- ① 투명성 의무 (Transparency)
  - AI 사용 사전 고지 + 생성형 AI 결과물 표시 (워터마크 등) + 딥페이크 명확 표시
  - 연구윤리 의미→ AI 사용 숨기면 위반
- ② 안전성 및 위험관리 (Risk Management)
  - 사전 위험 평가 + 지속 모니터링 + 사고 대응 체계
  - 연구윤리 의미→ 검증 없는 연구 = 위험 관리 실패
- ③ 고영향 AI 특별 책무 (High-impact AI)
  - 대상: 의료, 금융, 교육 평가, 공공 서비스 등
  - 요구: 설명 의무, 인간 감독, 문서화, 영향 평가

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

76

## < 대한민국 AI 기본법과 연구윤리 이슈들 >

- **AI 연구윤리 관점 핵심 변화**
  - (1) “연구윤리 → 법적 책임”
    - 기존: 논문 철회, 징계 vs 현재: 과태료 + 행정제재 + 법적 책임
    - 최대 과태료: 수천만 원 수준
  - (2) “AI 사용 자체가 규제 대상”
    - AI를 썼는지 → 중요
    - 어떻게 썼는지 → 더 중요
    - 공개했는지 → 필수
  - (3) 데이터 윤리의 법제화
    - 개인정보 보호
    - 데이터 편향 관리
    - 데이터 출처 관리
  - (4) 인간 책임 절대화
    - AI는 책임 주체 아님
    - 연구자/기관이 책임

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

77

## < 대한민국 AI 기본법과 연구윤리 이슈들 >

- **연구윤리 프레임워크 통합 구조**
  - UNESCO → 윤리 가치, OECD → 정책 원칙, NIST → 리스크 관리, ERA → 연구 실행, AI 기본법 → 법적 의무
  - 대한민국 모델의 특징: “윤리 + 자율 + 법적 최소 규제”
- **기업·연구소 영향: 실무적 접근**
  - ① AI 거버넌스 필수화: 내부 규정 필요 + AI 사용 정책 필요
  - ② 연구 프로세스 변화
    - 기존: 연구 → 발표 → 검증
    - 현재: 연구 전 → 리스크 평가 / 연구 중 → 모니터링 / 연구 후 → 공개/검증
  - ③ 생성형 AI 사용 제한: 워터마크 + 공개 의무 + 검증 필수
  - ④ 고영향 연구 강화 통제
    - 의료, 금융, 정책 AI

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

78

## < 대한민국 AI 기본법과 연구윤리 이슈들 >

- **AI 기본법의 전략적 의미**
  - ① “AI 연구윤리 = 컴플라이언스”: 기업 필수 대응 영역
  - ② “데이터 관리 = 핵심 경쟁력”: 데이터 품질이 곧 법 준수
  - ③ “투명성 = 신뢰”: 숨기는 순간 리스크 발생
  - ④ “연구 단계 관리 중요”: 출시 전보다 연구 단계 중요
- **AI 기본법의 향후 전망**
  - ① 점진적 규제 강화
    - 현재는 “최소 규제”, 향후 EU 수준으로 강화 가능
  - ② 인증·평가 제도 확대: AI 인증 등장
  - ③ 글로벌 정합성 강화: EU·OECD 기준 수렴
- **대한민국 AI 기본법의 시사점**
  - “AI 연구윤리는 윤리에서 끝나지 않고, 투명성·안전성·책임성을 갖춘 ‘법적 운영 시스템’이다.”

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

79



2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

80

## < 'AI와 식품영양 산업'의 만남 >

- **식품영양 분야에서의 AI는 단순히 “식단 추천 기술”이 아니라, 식품(Food) + 건강(Health) + 데이터(Data) + 생명과학(Bio) + 소비자 행동(Behavior) + 공공정책(Public Health)을 통합적으로 연결하는 첨단 융합기술 플랫폼임**
  - AI는 무엇을 먹는가(food), 왜 먹는가(behavior), 먹으면 몸에서 어떻게 반응하는가 (metabolism), 건강에 어떤 영향을 미치는가(health outcome)를 데이터 기반으로 분석·예측·최적화하는 기술임
  - 식품영양 분야의 AI는 단순 자동화 수준을 넘어 개인 건강관리·임상영양·식품산업·공공보건·식품안전·바이오헬스케어를 연결하는 핵심 융합기술로 발전하고 있음
  - 특히 글로벌 시장에서는 디지털 헬스케어, 정밀의료(Precision Medicine), 정밀영양(Precision Nutrition), 기능성 식품, 푸드테크(FoodTech)와 결합되면서 새로운 산업 생태계를 형성하고 있음
  - 식품영양 AI가 헬스케어 산업의 핵심으로 부상하면서, 미래전략산업의 성장엔진으로 발전 가능
- **'AI 기반 식품영양 시스템'이란?**
  - 개인 및 집단의 식습관·영양상태·대사반응·건강위험을 데이터 기반으로 분석하고, 최적의 영양·식품·건강 개입을 예측·추천·관리하는 지능형 시스템

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

81

## < 'AI와 식품영양 산업'의 만남 >

- **핵심 기술 구조: 식품영양 AI는 다양한 데이터를 통합**
  - ① 데이터(Data)
    - 주요 데이터: 식단 데이터, 음식 이미지, 건강검진 데이터, 웨어러블 데이터, 유전체 데이터, 장내미생물 데이터, 생활습관 데이터 등
  - ② AI 분석(Analytics)
    - 활용 기술: 머신러닝(ML), 딥러닝(DL), 컴퓨터비전(CV), 자연어처리(NLP), 추천 알고리즘, 생성형 AI 등
  - ③ 결과(Output)
    - 맞춤형 식단 추천, 영양 위험 예측, 만성질환 예방, 식품안전 예측, 건강 행동 코칭 등
    - 핵심 변화
      - 과거: Food Industry vs 현재: Food + Health + Data + AI Industry
      - 과거: Food Industry vs 현재: Preventive Healthcare Industry

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

82

## < 'AI와 식품영양 산업'의 만남 >

- **식품영양 시스템의 핵심 패러다임 변화**
  - 기존 식품영양 시스템: 대량생산→평균 소비자→표준 영양
  - AI 기반 식품영양 시스템: 개인 데이터→AI 분석→개인맞춤 영양
  - 음식 자체보다, 개인의 반응과 건강효과 중심
  - 핵심 변화: "Food → Precision Nutrition": "개인의 생물학적·행동적 데이터를 AI로 분석하여, 건강을 예방 중심으로 최적화하는 차세대 헬스케어 플랫폼 산업"
    - Personalized Nutrition은 "음식 산업의 의료화"
    - Personalized Nutrition은 식품/ 의료/ 디지털헬스 경계를 붕괴시킴
    - 미래 시장은 Wellness에서 Clinical-grade Preventive Healthcare 로 이동
    - Personalized Nutrition은 단순 식단 추천 시장이 아니라, AI·바이오·데이터를 결합해 인간 건강을 지속적으로 관리하는 '정밀 예방의료 플랫폼 시장'으로 진화 전망
  - 식품영양 산업의 미래 핵심 경쟁력
    - 과거: 맛 + 가격 + 유통
    - 현재: 맛 + 건강 + 데이터 + 개인화 + 지속가능성 + 신뢰 + 윤리
    - AI 윤리 실패: 브랜드 신뢰 붕괴 가능

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

83

## < 'AI 윤리와 식품영양 산업'의 만남 >

- **핵심 윤리 개념**
  - 식품영양 AI는 단순 기술이 아니라, 건강/ 생명/ 소비자 행동에 직접 영향을 미치고 있음
- **따라서 식품영양 AI의 핵심 윤리는?**
  - ① 신뢰성(Trustworthiness): AI 추천을 믿을 수 있는가
  - ② 안전성(Safety): 잘못된 추천 위험
  - ③ 공정성(Fairness): 특정 집단 편향 여부
  - ④ 개인정보 보호(Privacy): 건강 데이터 보호
  - ⑤ 책임성(Accountability): 오류 발생 시 책임 주체
- **AI 시대 식품영양의 본질적 변화**
  - 과거: 음식 = 소비재
  - 현재: 음식 = 데이터 + 헬스케어 서비스
  - 따라서 식품기업은 제조기업에서 → 데이터 기반 헬스케어 기업으로 변화

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

84

## < 'AI와 식품영양 산업'의 전망과 시사점 >

- **식품영양 분야 AI의 변화와 Insights**
  - “음식을 분석하는 기술이 아니라, 개인의 건강과 삶의 질을 데이터 기반으로 최적화하는 지능형 시스템”
  - “AI 시대 식품영양은 ‘무엇을 먹는가’의 문제가 아니라, ‘누가 왜 어떻게 먹을 때 가장 건강한가’를 예측하는 과학으로 진화하고 있다.”
  - 학문적으로 AI 영양학의 핵심은 “Precision Nutrition”(정밀 영양)으로 발전
  - 평균적인 사람 기준이 아니라, 개인별 생물학적 반응 중심
  - 하지만 중요한 한계로는 AI는 상관관계(correlation)는 잘 찾지만, 인과관계(causality)는 자동으로 증명하지 못함
  - 따라서 의학과 임상시험, 영양학, 행동과학, 데이터과학, 윤리학 융합이 필수
  - Insight 1: 식품영양 AI는 “음식 추천 기술”이 아니라 데이터 기반 건강관리 플랫폼
  - Insight 2: 핵심 경쟁력은 알고리즘보다 데이터 품질과 과학적 근거
  - Insight 3: AI 영양은 의료·식품·헬스케어 경계를 붕괴시킴
  - Insight 4: 식품영양 AI의 성공 조건은 신뢰(Trust)과 윤리

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

85

## < 'AI 윤리와 식품영양 산업'의 전망과 시사점 >

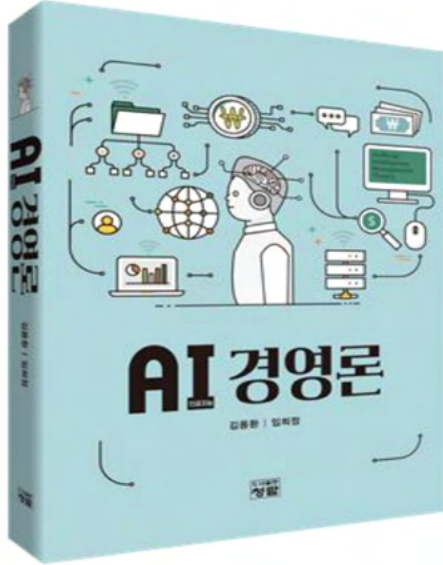
- **식품영양 AI의 핵심 윤리 쟁점과 논의 필요: 건강·데이터·소비자 행동이 결합된 '고영향 AI'의 윤리 문제**
  - 식품영양 분야의 AI는 단순 추천 기술이 아님
  - 식품영양 분야의 AI는 인간의 건강, 질병, 소비 행동, 공공보건, 의료, 생명과학 등과 직접 연결되기 때문에 사실상 2026년 1월 시행된 AI기본법의 “고영향 AI(High-impact AI)”에 해당하는 특성을 가진다고 평가할 수 있음
  - 특히, 개인 건강 데이터, 유전체 데이터, 장내미생물 데이터, 식습관 데이터 등을 다루기 때문에 윤리적·사회적·법적 리스크가 매우 크다고 할 수 있음
  - 따라서 정확도(Accuracy)와 편의성(Convenience) 뿐만 아니라, 신뢰성(Trust), 공정성(Fairness), 책임성(Accountability), 설명가능성(Explainability), 개인정보 보호(Privacy)가 핵심 쟁점이 될 가능성이 있음

2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

86

인공지능 시대의 새로운 도전에 필요한 자료를 만나자!!!



26년 김용훈



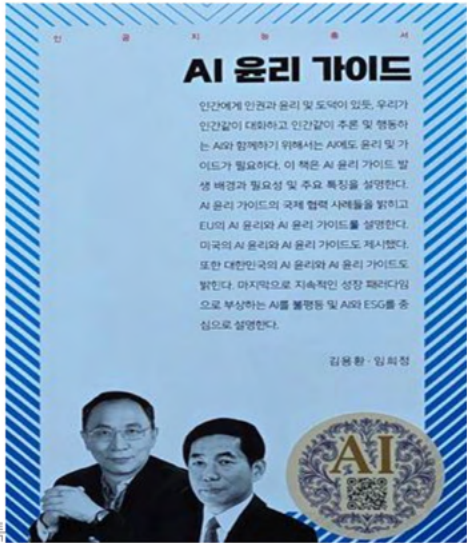
인공지능 시대의 새로운 도전에 필요한 자료를 만나자!!!



6년 김용환교수



**인공지능 시대의 새로운 도전에 필요한 자료를 만나자!!!**



2026년 김용환교수 특

**인공지능 시대의 새로운 도전에 필요한 자료를 만나자!!!**



2026-05-11

2026년 김용환교수 특강

90

- 제1장 보건산업의 이해
  - 1. 보건산업의 정의와 주요 특징
  - 2. 4차 산업혁명과 보건산업
  - 3. 보건산업이란?
  - 4. 헬스케어 경제를 선도하는 보건산업
  - 5. 글로벌 보건산업 시장
  - 6. 주요 국가들의 보건산업
  - 7. 대한민국 보건산업
  - 8. 보건산업 클러스터
- 제2장 주요 보건 산업들
  - 1. 의료서비스 산업
  - 2. 제약산업
  - 3. 바이오헬스 산업
  - 4. 의료기기 산업
  - 5. 화장품 산업
  - 6. 시니어케어 산업
- 제3장 AI시대 보건산업
  - 1. 4차 산업혁명과 디지털 혁신
  - 2. 디지털 헬스케어 산업
  - 3. AI 헬스케어 산업

**Thank you**

김용환 교수  
차의과학대학교

[rubos118@gmail.com](mailto:rubos118@gmail.com)



---

## AI가 설계하는 맞춤형 케어푸드: 레시피에서 제품까지

이 돈 구

메디솔라(주)

---



MEDI·SOLA

2026 한국식품영양학회 춘계학술대회

## AI가 설계하는 맞춤형 케어푸드 레시피에서 제품까지

이돈구 대표 / Chief Innovation Officer

Copyright © 2026 MEDISOLA. All rights reserved.

This document is a proprietary work of MEDISOLA Co., Ltd. It contains trade secrets, industrial technologies, and confidential business information protected under applicable laws and regulations, including the Unfair Competition Prevention and Trade Secret Protection Act of the Republic of Korea. All copyrights are owned by MEDISOLA Co., Ltd. Unauthorized use, disclosure, distribution, or reproduction of any part or all of the information contained herein to any third party is strictly prohibited.

Prologue

# 어떠한 식품이 REAL CAREFOOD 일까?



## 시장은 있는데 솔루션이 없다.

초고령사회·만성질환 시대에 '의료의 일부로서의 음식'은 이미 필요해졌지만, 영양학적 정합성과 식품학적 구현성을 동시에 만족시키는 케어푸드는 거의 존재하지 않는다.

TREND

### 초고령사회

2025년 65세 이상 인구 비중 20% 돌파 — 케어 수요의 구조적 증가

BURDEN

### 만성질환 시대

당뇨·신장·암 생존자 인구 1,500만+ — 일상의 식이 관리가 곧 치료의 일부

SHIFT

### 개인화 헬스케어

CGM·유전체·마이크로바이옴 — '평균 영양 권장량'으로는 더 이상 부족함

MEDI·SOLA

Copyright © 2026 MEDISOLA Co., Ltd. All rights reserved.

1. 변화하는 맞춤형 푸드와 AI를 활용한 영양설계  
**푸드 웰니스의 시대별 변화에 대한 이해**

“영양학, 의학, 행동 과학 등의 과학적 근거와 데이터 기반 개인 맞춤화를 활용 식습관, 식환경, 영양을 설계하고 실천하는 통합적 접근 방식 개인과 사회의 신체적·정신적 건강을 증진하고 질병을 예방 및 관리”



**기능성 영양**

- 식품을 ‘칼로리’가 아닌 생리 활성 성분 효능 관점으로 평가
- 단백질, 식이섬유, 오메가-3, 프로-바이오틱, 뉴트리틱 등 고가치 성분 최적화



**데이터-개인화(Precision Nutrition)**

- CGM, 마이크로바이옴, 유전체, 라이프로그 데이터를 활용한 맞춤 식단 제품 제공
- AI 알고리즘으로 영양 결핍 대사 반응 예측 및 실시간 피드백



**식품-기반 의료(Food-as-Medicine)**

- 의료 보험 체계와 연계한 맞춤 식사(MTM) 생산 플랫폼(Produce Rx) 영양 상담
- 임상-경제적 근거(ROI)를 확보하여 건강 형평성 과 비용을 절감 동시 추구



**지속가능성 & 경험 가치**

- 환경 발자국을 최소화하는 저탄소 단백질 발효 업사이클링 소재 채택
- 맛·식감·문화적 스토리텔링을 통해 지속가능하면 시도 즐거운 식생활 제공

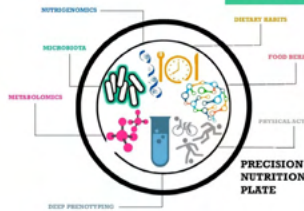
MEDI·SOLA

Confidential  
 © 2023 MEDI·SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

1. 변화하는 맞춤형 푸드와 AI를 활용한 영양설계  
**변화의 배경 — 복잡해진 소비자 욕구**

‘현재’에서 ‘목표’로 어떻게 나아갈 수 있을까?

- 개인 맞춤형 영양과 식품에 대한 필요성은 오랫동안 연구되어 왔지만, 인구 집단을 기반으로 한 가이드라인에서 개인 맞춤형 가이드라인으로 어떻게 전환할지는 여전히 해결해야 할 과제입니다.



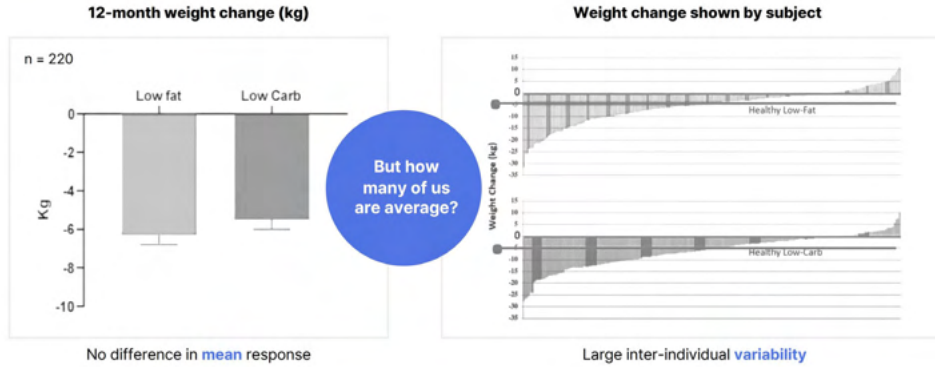
MEDI·SOLA

Confidential  
 © 2023 MEDI·SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

1. 변화하는 맞춤형 푸드와 AI를 활용한 영양설계

전통적으로는 평균값만을 바라보았지만, 실제로는 변동성이 매우 큼니다

- 영양학 연구는 주로 평균 반응이나 최종 지표의 변화를 보여주었으며, 이로 인해 인구 평균을 기반으로 한 영양 지침이 만들어졌습니다.
- 하지만 사람마다 같은 음식에도 다르게 반응합니다.



Source: Gardner C. et al., JAMA, 2018

MEDI: SOLA

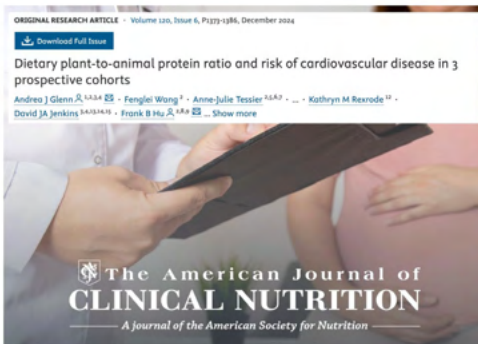
Confidential  
© 2023 MEDI: SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

1. 변화하는 맞춤형 푸드와 AI를 활용한 영양설계

음식이 건강에 미치는 영향에 대한 근거가 시작되는 지점

■ 미국 임상 영양학회지

- 30년간의 추적 연구에서 동물성 단백질에 비해 식물성 단백질 섭취가 많을수록 심혈관 질환 및 관상동맥 질환 위험이 감소하는 것으로 나타났습니다.



■ 란셋

- 자료에 따르면, 가공 및 비가공 적색육 섭취를 30% 줄이면 제2형 당뇨병, 심장 질환, 대장암 발생률을 낮출 수 있습니다



MEDI: SOLA

Confidential  
© 2023 MEDI: SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

1. 변화하는 맞춤형 푸드와 AI를 활용한 영양설계  
**음식을 통해 축적된 중요한 연구 결과**

- 데이터 기반 임상 연구, 검증 및 비용 분석 분야에서 풍부한 경험 보유
- 현재 추가적인 중재 임상 연구를 진행 중

Study	Method	Outcome	Conclusion
Evaluation of the effects of a Mediterranean-style diet on lipid profiles and other metabolic markers in patients with metabolic syndrome			Significant improvement in body weight, BMI, waist circumference, cholesterol, TG, blood pressure, insulin, FLI  Improved lipid profile and reduced cardiovascular risk factors in patients with metabolic syndrome (p<0.05)
Evaluation of gene-diet interactions and metabolic markers in breast cancer survivors with SNPs and obesity			Decrease in weight, BMI, fat mass compared to control group  No significant SNP-diet interaction, but measurable improvement in weight and biomarkers (p<0.05)
Evaluation of short-term safety and efficacy of Mediterranean-style diet in pre-dialysis CKD patients			Increase in TCO2 levels (p<0.05), no adverse changes in major kidney indicators  Safe for pre-dialysis patients, and supportive of kidney function

Source : Medisola

MEDI: SOLA



Confidential  
 © 2023 MEDI: SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

1. 변화하는 맞춤형 푸드와 AI를 활용한 영양설계  
**의료영양식의 가속화.**

음식은 단순한 영양을 넘어, 하나의 의학적 수단으로 자리 잡아가고 있습니다.

- 의료영양식이라 불리는 식품의 의학적 활용에 대한 글로벌 트렌드가 가속화되고 있습니다.
- 고령 인구 증가, 만성질환 유병률 상승, 그리고 건강과 예방 관리에 대한 대중의 인식 제고가 맞물려 케어 식품과 개인 맞춤형 영양 솔루션에 대한 수요가 빠르게 증가하고 있습니다.
- 미국에서는 이 개념이 정책적 동력을 얻고 있으며, 특히 트럼프 행정부의 'Make America Healthy Again' 이니셔티브에서 두드러지게 나타납니다. 이는 공중 보건 전략 내에서 음식과 건강의 통합에 대한 국가적 중요성을 강조합니다.



Leading the charge to transform America's approach to public health, environmental sustainability, and government accountability.



Establishing the President's  
**Make America Healthy Again Commission**  
 Executive Order 14122 of February 13, 2025

The individual members of the Commission shall be advised and the President shall be informed by the authority to address the childhood obesity epidemic. Therefore, the Commission shall:

- to study the scope of the childhood obesity disease crisis and any potential contributing causes, including the historical role, development of state, national, and international policies, environmental factors, government policies, food production techniques, and marketing practices, and potential solutions or remedies;
- to advise and assist the President on addressing the human health and economic consequences of the childhood obesity disease crisis, using transparent and clear facts; and
- to provide to the President recommendations, with recommendations on policy and strategy related to addressing the childhood obesity disease crisis and making the childhood obesity disease crisis.

Within 90 days of the date of this order, the Commission shall advise the President, through the Chair and the Executive Director, the Commission shall advise the President, through the Chair and the Executive Director, the Commission shall advise the President, through the Chair and the Executive Director, a Make America Healthy Again Strategic Plan to Reduce Child Obesity.

DONALD J. TRUMP  
 PRESIDENT OF THE UNITED STATES



MEDI: SOLA

Confidential  
 © 2023 MEDI: SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

1. 변화하는 맞춤형 푸드와 AI를 활용한 영양설계  
 바이오테크놀로지와 영양학의 상호 연관성, 그리고 이제는 상용화를 진행 중인 커스텀푸드 시장  
 — 글로벌 주도 사업

■ 글로벌 바이오 영양 프로젝트 사례

 <p><b>National Institutes of Health</b> 2020-2030</p> <p>Investing \$1.5 billion into a 10-year precision nutrition research program</p>	 <p><b>All of Us</b> 2023</p> <p>Building a biobank of biological samples from 1 million participants</p>	 <p><b>Nutrition for Precision Health</b> 2023</p> <p>Providing meals to 18,000 participants across a US to measure health responses</p>
 <p><b>European Union</b> 2014-2020</p> <p>Studying new metabolic-based diets through precision nutrition projects</p>	 <p><b>United Kingdom</b> 2006</p> <p>Collecting genetic and health data from 500,000 UK participants</p>	 <p><b>Israel</b> 2018-</p> <p>Gathering health and lifestyle data from 10,000 Israeli participants</p>

■ 의료영양학 관련 기관 및 기업



MEDI: SOLA

Confidential  
 © 2023 MEDI: SOLA Co., Ltd. All rights reserved.


1. 변화하는 맞춤형 푸드와 AI를 활용한 영양설계  
 관련 사업에 대한 관심 촉진시키다.  
 차별화 — 자금이 집중되는 곳

HEALTH-TECH

**VCs Pour Over \$220 Million into This Business Model**




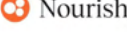

Index Ventures, Y Combinator, General Catalyst, Forerunner and a16z

MARTIN ROMERO  
 JUN 14, 2024

 **World Health Organization** Poor Nutrition is the Root Cause of Chronic Diseases

- In Europe, 61 million people have Type 2 Diabetes, while in the US, the figure is 38.4 million.
- Over 49 million Europeans have cardiovascular disease, compared to 16.3 million in the US.

The World Health Organization lists an unhealthy diet as a top risk factor for global mortality and disability.

 <p>개인 영양사와 연결해주는 원격 영양 솔루션으로, 개인의 식단과 예산에 맞춘 식사 계획, 장보기 배송, 식품 마켓플레이스 이용을 지원합니다.</p>	<p><b>\$200M</b> (June 2024, TPG Capital)</p>
 <p>개인의 건강 목표와 상태에 맞춰 공인 영양사와 연결해 줍니다.</p>	<p><b>\$41M</b> (Apr 2022 - Dec 2023, Andressen Horowitz)</p>
 <p>보험 적용 대상인 공인 영양사와 개인을 연결해 드리며, 영양사는 맞춤형 식단을 설계하고 1:1 상담을 제공합니다.</p>	<p><b>\$50M</b> (Oct 2025, Goldman)</p>
 <p>공인 영양사와 함께하는 맞춤형 영양 코칭을 제공하는 가상 플랫폼으로, 식단 계획, 장보기 리스트, 지속적인 지원을 받을 수 있습니다.</p>	<p><b>\$70M</b> (Apr 2025, JP Morgan)</p>
 <p>디지털과 물리적 생태계 전반에 걸쳐 다양한 라이프스타일과 의학적 상태에 맞춘 표준화된 영양 솔루션을 제공합니다. 영양사는 개인의 건강 목표와 상태에 따라 맞춤형 식단을 설계합니다.</p>	<p><b>\$9M</b> (Apr 2025, Samsung)</p>

MEDI: SOLA

Confidential  
 © 2023 MEDI: SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

1. 변화하는 맞춤형 푸드와 AI를 활용한 영양설계  
**개인 맞춤형 식품 ≠ 의료영양**

개인맞춤형 식품은 나를 이해하는 기술이며,  
 의료영양식은 건강과 질병 관리를 지원하는 시스템입니다.

**Personalized Food**  
 Personalized diet based on individual data  
 Health maintenance, wellness  
 Genomic data, microbiome, lifestyle habits  
 General foods, functional foods  
 Experience-based, data-driven

**Concept**  
**Goal**  
**Data-basis**  
**Regulatory status**  
**Evidence**

**Food as Medicine**  
 Therapeutic diet based on medical evidence  
 Disease management, treatment support  
 Clinical data, diagnostic data  
 Food for Special Medical Purposes (FSMP),  
 Medical foods  
 Clinically and medically validated

우리는 웰빙을 추구하는 라이프스타일 중심의 개인 맞춤형 식단부터 임상적 과학적으로 검증된 의료 영양 솔루션까지 모든 범위를 아우를 필요가 있습니다.  
 "커스텀푸드의 수요 증가"

MEDI·SOLA

Confidential  
 © 2023 MEDI·SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

2. 산업 관점에서의 미충족수요에 따른 혁신  
**현장의 페인포인트: 누가, 어디서, 무엇이 막혀 있나**

케어푸드를 둘러싼 거시 환경의 변화, 하지만 좁혀지지 않는 간극

**임상 영양사**  
 1인당 환자 30~50명 담당

- 개인별 맞춤 식단 설계는 현실적으로 불가능. 표준 식단표 + 일부 조정이 한계.

**식품 제조사**  
 제품 출시까지 평균 18~24개월

- 영양 설계 → 시제품 → 임상 → 인허가 사이클이 길고, 영양과 맛의 양립이 어려움.

**환자 · 보호자**  
 "이거 먹어도 되나요?"

- 질문에 답해줄 사람이 없음. 식단 가이드는 있어도 '실제 한 끼'로 연결되지 않음.

MEDI·SOLA

Confidential  
 © 2023 MEDI·SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

2. 산업 관점에서의 미충족수요에 따른 혁신  
문제의 본질: 두 세계의 간극

케어푸드 = 영양학과 식품학이 만나는 지점. 이들 사이의 간극이 시장 부재의 진짜 이유다

<p><b>영양학적 정합성</b> <i>Nutritional Correctness</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 질환별 영양 기준 (저나트륨·저칼륨·저당)</li> <li>• 임상 가이드라인 (KDIGO, ADA, NCCN 등)</li> <li>• 영양소 간 상호작용·생체이용률</li> <li>• 개인 단위의 흡수·대사 변동성</li> </ul>	≠	<p><b>식품학적 구현성</b> <i>Food Implementability</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 맛·향·질감 — 실제로 먹을 수 있는가</li> <li>• 조리 가능성 — 가정·급식·공장에서 재현</li> <li>• 원가·유통 — 지속 가능한 가격</li> <li>• 안정성 — 저장·유통 중 품질 유지</li> </ul>
--	---	---

영양학적 정합성 (맞는 영양)과 식품학적 구현성 (먹을 수 있는 음식) 사이의 간극

이 간극을 메우는 것이 케어푸드의 진짜 과제이며, AI가 풀어야 할 문제

MEDI·SOLA

Confidential  
© 2023 MEDI·SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

2. 산업 관점에서의 미충족수요에 따른 혁신  
메디솔라만의 자동화를 위한 표준화 체계 구축

과학과 임상 데이터 기반의 영양 기준을 개발하고 있습니다.

<p><b>1 영양 기준</b> Evidence-Based Medical Validation Established Nutrition Standards</p> <p>우리는 문헌 고찰과 임상 연구를 포함한 실증적 근거를 바탕으로 최적의 영양 기준을 연구하고 수립합니다.</p>	<p><b>2 AI-기반 설계</b> Comprehensive Nutritional Standards AI Solution : Recipe Design</p> <p>우리는 다양한 생애 주기와 의학적 상태에 맞춘 필수 영양 기준에 레시피의 다양성을 반영하여, AI 솔루션(레시피 설계)을 활용한 식단을 설계합니다.</p>	<p><b>3 검증된 영양</b> Medical Validation &amp; Clinical Analysis Evidence Based</p> <p>우리는 전문 의료진과 함께 임상 중재 연구를 통해 식단의 효과를 지속적으로 연구하고 검증합니다.</p>	<p><b>4 생산 표준화</b> HACCP-Certified Facilities Essential Nutritious One-Plate Meal</p> <p>우리는 HACCP 인증을 받은 전문 시설에서 정밀하고 표준화된 영양을 구축합니다.</p>
--	--	---	--

Nutrition Standards	Recipe Standards	Clinical Guideline	Manufacturing Standards
---------------------	------------------	--------------------	-------------------------

Source : Medisola

MEDI·SOLA

Confidential  
© 2023 MEDI·SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

2. 산업 관점에서의 미충족수요에 따른 혁신 - AI는 무엇을 설계하는가  
**메디솔라만의 자동화를 위한 표준화 체계 구축**


AI Nutrition Engine

## 맞춤형 AI 영양 설계 솔루션 Recipe Design

영양에 대한 전문 지식이 없어도, AI가 생애주기와 질환에 맞는  
최적의 레시피를 설계해드립니다.

**24,000+** **100,000+** **200+** **300+**  
 누적 임상 수    식품 DB    영양 토른    레시피 개량

Recipe Design 으로 완성된 솔루션



**AI 영양 엔진**  
 실증 기반 데이터와 AI로 정제한 영양 분석



**17개 식단 라인업**  
 질환별 - 생애주기별 맞춤 식단 제공



**364개 메뉴**  
 검증된 레시피 기반의 다양한 메뉴 구성

MEDI·SOLA


Confidential  
 © 2023 MEDI·SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

2. 산업 관점에서의 미충족수요에 따른 혁신 - AI는 무엇을 설계하는가  
**메디솔라만의 자동화를 위한 표준화 체계 구축**

CORE TECHNOLOGY


## Recipe Design 핵심 모듈


3개의 핵심 모듈이 유기적으로 연결되어 AI 기반 맞춤 영양 레시피를 설계합니다.



**데이터 기반 영양 분석 / 예측**


검증된 10만개 식품 DB와 영양 토른 기술로 원재료를 모  
 들리하여 정확한 영양성분을 예측합니다.






**AI 레시피 자동 변환**


유전 알고리즘(GA)을 적용하여 20,000개의 변형 레시  
 피를 10세대 반복 최적화하여 자동 변환합니다.








**AI 재료 교체 추천**

재료의 영양소 지문(40여 항목)을 추출하고, 수만 개 식  
 품 DB에서 영양 유사도를 비교하여 대체 재료를 추천합  
 니다.



 세브란스병원 임상 진행

 식약처 / USDA 식품DB 10만+

 유량암 / 당뇨 / 신장 등 질환별 커버

MEDI·SOLA

Confidential  
 © 2023 MEDI·SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

2. 산업 관점에서의 미충족수요에 따른 혁신 - AI는 무엇을 설계하는가  
메디솔라만의 자동화를 위한 표준화 체계 구축



PROCESS

## Recipe Design 기반 메뉴 개발 프로세스

### 1 영양 기준 선택

생애주기 · 질환에 맞는 목표 영양 기준 설정

유방암 당뇨 신장 성인 노년

### 2 레시피 자동 변환

유전 알고리즘(GA) 20,000개 x 10세대 영양 기준 최적화 레시피로 자동 변환

### 3 레시피 설계 + 영양 예측

영양 토큰 200+ 조합으로 설계, 영양성분을 바로 예측

### 4 시험 조리 · 영양 분석 · 출시

실험실 영양 분석 최종 검증 후 제품 출시

17개 식단 라인업 364개 메뉴 개발 (2026.4)

MEDI·SOLA

Confidential  
© 2023 MEDI·SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

2. 산업 관점에서의 미충족수요에 따른 혁신 - AI는 무엇을 설계하는가  
이러한 연구적 노력과 소비자 의견을 반영해 제품 포트폴리오를 구성해왔습니다

2021-22

#### Phase I. Initiation

Balance

Optimal(FSMP) Diabetes



2023-24

#### 2. RWE-based Expansion

Preventive Care

- K-Mediterranean
- Pre-Pregnancy
- Low-Sugar

Medical Care

- Optimal A
  - DASH
  - Pink Ribbon
  - Kidney-Friendly
- Optimal B(FSMP)
  - Diabetes
  - CKD (Dialysis)
  - Cancer

2024-Current

#### 3. Lifestyle & Lifecycle-based Expansion

Preventive Care

- Low-Sugar Balance
- Omega-3\*\*
- Protein 20\*\*
- Low-Cholesterol\*\*
- Sodium 650\*\*
- Slow Aging\*\*
- Senior
- Pre-Pregnancy
- Volume Up 550\*\*
- Running Crew 550\*\*
- Focus 550\*\*

Medical Care

- Diabetes
- Gestational diabetes\*\*
- CKD (Stage 3/4)\*\*
- CKD (Dialysis)
- Cancer
- Pink Ribbon

Supplementary Care\*\*

- Fiber Boost
- Protein Boost
- Etc.



MEDI·SOLA

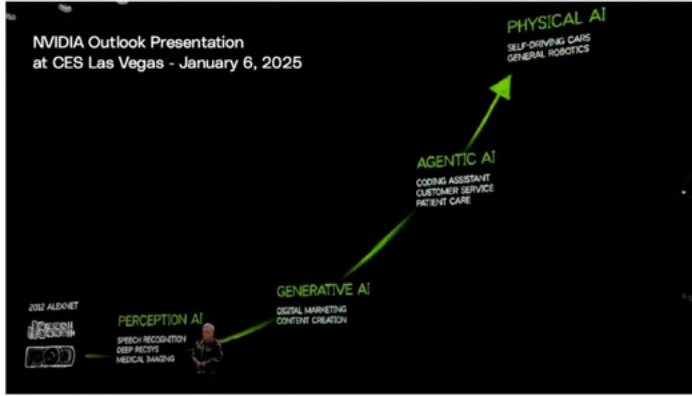
Confidential  
© 2023 MEDI·SOLA Co., Ltd. All rights reserved.



3. 설계에서 그치지 않고 제조까지의 연결이 핵심

**AI의 다음 프론티어 — 왜 AI를 활용한 스마트제조 산업을 준비해야하는가?**

이제 인공지능은 언어모델 그리고 자율주행에 이어 **식품료 서비스 산업**으로 향하고 있음.  
 현재 시장 규모는 2조6천억 달러, 그리고 2030년에는 5조4천억 달러로 성장할 것으로 예상



Source : NVIDIA, 2025

Knowledge (LLM's)

**\$1.1T** ChatGPT

Autonomous Driving

**\$2.4T** TESLA

Food-Service Autonomy

**\$2.6T**

**\$5.4T by 2030**

Source: Fortune Business Insights, 2023

MEDI: SOLA

Copyright © 2023 MEDI: SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

3. 설계에서 그치지 않고 제조까지의 연결이 핵심

**AI의 다음 프론티어 — 왜 AI를 활용한 스마트제조 산업을 준비해야하는가?**

스마트팩토리는 반도체, 자동차, 바이오 등 **다수의 첨단산업에 이미 적용되었으나**,  
 식품제조는 대체적으로 기초 모델 외 스마트 & 시스템화가 뒤쳐져 있습니다

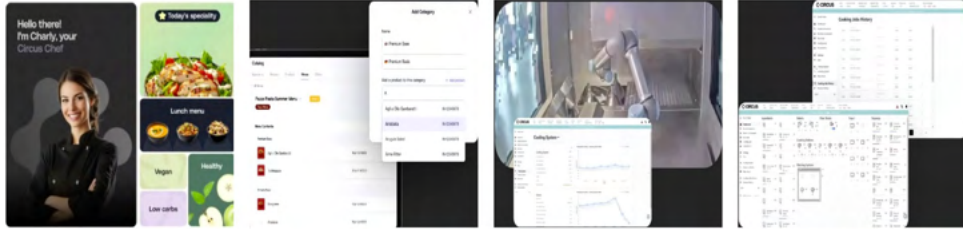


MEDI: SOLA

Copyright © 2023 MEDI: SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

3. 설계에서 그치지 않고 제조까지의 연결이 핵심  
**식품산업이 자동화 하려면 무엇이 필요할까요**

본질적으로 자동화를 구현하기 위해서는 **AI 알고리즘과 예측 모델, 정밀 측정 및 피드백 센서, 그리고 이를 통합적으로 운영·제어하며 다양한 변수와 시나리오를 시뮬레이션해 데이터를 학습·최적화할 수 있는 지능형 시스템**이 필요합니다.



**Agentic AI Co-Pilots**

- AI 기반 레시피 생성
- 소비자 프로파일링 및 주문 연계 및 작업자 가이드 시스템

**AI-Prediction for Supply Chain**

- 자동화된 원재료 조달
- 식품 폐기 예측

**Computer Vision and Sensing**

- 원재료 비전(영상) 제어
- 센서 기반 위생 모니터링을 통한 글로벌 HACCP 준수 관리

**AI-Robot Control System**

- 디지털 트윈을 활용한 클라우드 기반 로봇 제어 및 시뮬레이션

Source : Circus SE

MEDI·SOLA

Confidential  
 © 2023 MEDI·SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

3. 설계에서 그치지 않고 제조까지의 연결이 핵심  
**Danone x Microsoft 협업 사례로 보는 AI 혁신 과제의 필요성**

- 2024년 7월, Danone은 Microsoft와 다년간 협업을 발표하며, Danone의 전사 기능에 AI를 통합하려는 계획을 공개함
- 단순 기술 도입을 넘어 조직 문화, 인재 역량 강화, 운영 최적화 전반을 아우르려는 전략적 접근방법 실행 중



**Danone Collaborates with Microsoft to Accelerate Artificial Intelligence (AI)**

Danone has today announced it is exploring a multi-year collaboration with Microsoft to integrate artificial intelligence (AI) throughout Danone's operations.

Through the collaboration, the companies intend to launch a Danone Microsoft AI Academy, dedicated to equipping all Danone employees to ensure that all Danone are equipped with the AI and digital tools they need to thrive in the new AI-driven economy.

It builds on Danone's recently launched DanSkills programme, which aims to upskill and reskill around 100,000 Danone employees to the jobs of the future and attract new talent. 50,000 Danone employees can already leverage AI in their day-to-day jobs, using tools like Microsoft Copilot.

The academy intends to provide a wide range of learning opportunities designed to enhance AI literacy and expertise across the organization, benefiting all employees. This includes initiatives tailored to various employee groups to ensure comprehensive training coverage.

Through the collaboration with Microsoft and other partners, Danone aims to create an dynamic, and inclusive digital environment that evolves with workforce needs, the program also aims to promote collaboration and innovation, reinforcing Danone's commitment to empowering its employees with essential AI skills and preparing the Company for future challenges.

The collaboration with Microsoft aims to empower Danone with cutting-edge AI solutions and build use cases for all of Danone's functions, initially, the companies will explore creating an AI-enabled supply chain to:

- Streamline operational efficiency, enabling a more agile, more responsive approach to managing logistics and manufacturing through predictive forecasting, real-time adjustments and operational optimization.
- Develop digital training of core skills to assist data driven decision making by core professionals in Danone's procurement, production and distribution teams.

Danone and Microsoft will embark on a journey of learning, performance, innovation, and value creation, with the common goal of empowering employees to get the most out of AI and unlock new capabilities.

Source : Danone

MEDI·SOLA

Confidential  
 © 2023 MEDI·SOLA Co., Ltd. All rights reserved.



**AI Collaboration 주요 내용**

항목	내용
AI 프로젝트 범위	물류, 공급망, 제조, 조달, 유통 등 운영 전반에 AI 솔루션을 적용하는 것을 목표로 함
공급망 및 제조 혁신	예측 수요 분석, 실시간 조정, 공정 성능 분석, 예방 정비 등의 AI 활용 계획
디지털 트윈	핵심 역량(조달, 생산, 유통 등)의 디지털 복제(모형)를 구축해 데이터 기반 의사결정을 지원
AI 역량 강화 / 교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DanSkills 프로그램: 100,000명 직원의 AI 역량 재교육/전환 계획</li> <li>• Danone Microsoft AI Academy 설립: 전사 구성원 대상으로 AI 문해력 및 디지털 역량 강화 (현재 약 50,000명 직원이 Copilot 등 AI 도구를 일상 업무에 사용 중)</li> </ul>
문화/전환 과제	기술 중심 전환만 아니라 조직 내 지속 학습 문화, 데이터 중심 사고, AI 포함형 운영 방식 정착이 포함됨

**기대효과**

- 공급망 유연성 강화, 물류 비용 절감
- 데이터 중심 의사결정 체계 강화
- 공정 효율성 향상, 다운타임·불량 감소
- 직원 역량 전환: AI 활용 능력 향상

3. 설계에서 그치지 않고 제조까지의 연결이 핵심  
**기대효과 - AI가 풀체인에 기여하는 3가지**

**AI 기반 식품, 영양, 레시피 DB와 제조까지 연동하여, 케어푸드 시장에서의 PoC를 추진하고 이를 R&D와 연계한 표준화 모델로 발전시킴으로써, 커스텀푸드의 경쟁력의 초석을 갖출 수 있습니다**



**1/4** 개별 기간 단축

영양 설계-시뮬레이션 동시화로 시제품 이전 단계 압축



**200+** 영양 토큰 정밀 제어

임상 기준 + 영양소 지문 매칭으로 표준화 가능한 정밀도



**26+** 질환 카테고리 즉시 대응

새 영양 기준 추가 시 전체 메뉴 라인업 재설계 가능

이를 통해 가장 큰 문제였던 “비용 장벽”까지 낮추는 “효율화된” 다품종 소량생산 시스템 구축은, 커스텀푸드를 ‘비싼 개인식’에서 ‘대중적 맞춤식’으로 변화시킬 수 있습니다.

MEDI·SOLA

Confidential  
 © 2023 MEDI·SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

Epilogue

AI는 도구이지, 판단자가 아니다.  
 AI 시리얼스를 식품영양학자의 역할을 더 중요하게 보라

HUMAN EXPERTISE — 사람만이 할 수 있는 일

- 1 **영양 토큰의 정의**  
식품영양학
- 2 **Nutrition Standards 임상적 타당성**  
임상영양·의학
- 3 **효능 검증·결과 해석**  
임상연구·영양역학
- 4 **현장 적용 가능성 평가**  
영양사·식품학

**AI가 식품영양학을 대체하는 것이 아니라, 식품영양학이 AI를 작동시킨다.**

— Recipe Design 철학

MEDI·SOLA

Confidential  
 © 2023 MEDI·SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

## Contacts

MEDI: SOLA

이돈구 대표이사  
donkoo.lee@medisola.co.kr



MEDI: SOLA

Confidential  
© 2020 MEDI: SOLA Co., Ltd. All rights reserved.

---

# AI 기반 맞춤형 식품소재 발굴과 설계

양 희

국민대학교 식품영양학과

---



# AI 기반 맞춤형 식품소재 발굴과 설계

식품소재 개발은 이제 '경험 기반'에서 '데이터 기반'로 전환되고 있다

PROBLEM	SOLUTION	IMPACT
경험 및 시행착오 중심의 느리고 비효율적 개발	AI 기반 성분-구조-기능 예측 및 데이터 설계	실패율 감소, 개발속도 향상, 결과 재현성 및 정밀도 확보

양 회 | 국민대학교 식품영양학과 | 2026.05.15

## 식품 소재 개발 프로세스의 패러다임 전환의 필요성

❖ 경험 기반 vs 데이터 기반



### 시행착오 중심 프로세스 (Trial & Error)

- 전통적 접근: 성분 선택 → 공정 최적화 → 시제품 → 관능평가
- 주요 한계: 높은 시간/비용, 낮은 결과 예측성 및 재현성

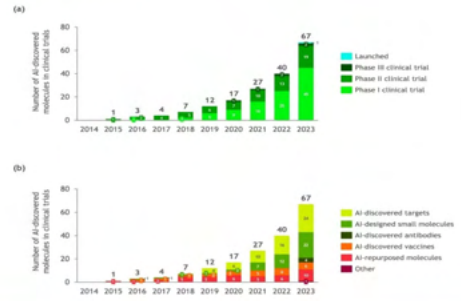
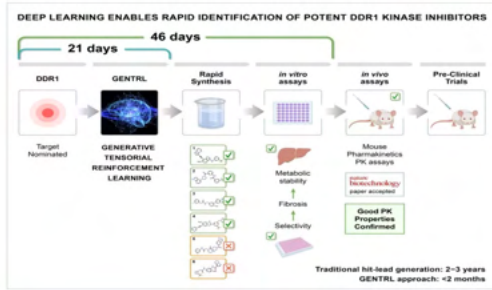
### 데이터 기반 설계 (Data-Driven Design)

- AI 최적화: 멀티모달 데이터 활용, 예측 모델로 후보군 후보군 조기 축소
- 패러다임 전환: '우연한 발견'에서 '의도된 설계(Design)'로 진화

## 타 분야의 성공: 신약·신소재 개발

❖ 시는 이미 다른 산업 분야에서 '소재 개발'의 패러다임을 혁신하고 있음.

### 신약개발 혁신 (Drug Discovery)



- AI 기반 신규 물질 발굴 21일 이내 가능 (1차 검증까지 46일 소요)
- 표적 및 리드 물질 탐색, 합성 경로 설계 가속화 (임상 신청까지 약 3.5년 이내 목표, 기존 대비 기간 약 50% 단축 기대)

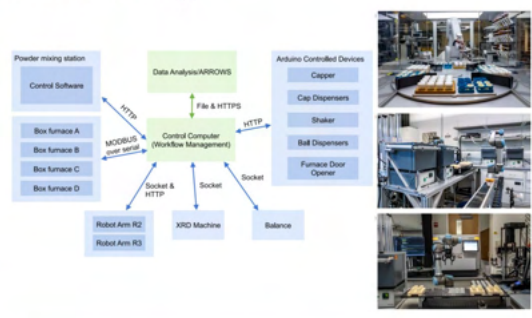
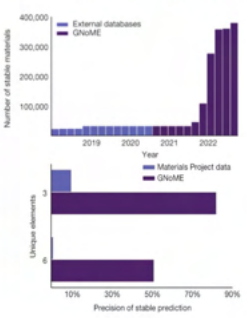
- AI 발굴 물질의 임상 1상 성공률 80~90% 달성 (기존 성공률 40-65%)
- 첫 AI 설계 신약이 2027~2028년 시장 승인 전망

3  
Zhevoronkov et al., Nature Biotechnology. (2019)  
Madura K.P. et al., Drug discovery Today. (2024)

## 타 분야의 성공: 신약·신소재 개발

❖ 시는 이미 다른 산업 분야에서 '소재 개발'의 패러다임을 혁신하고 있음.

### 신소재 개발 혁신 (Materials Discovery)



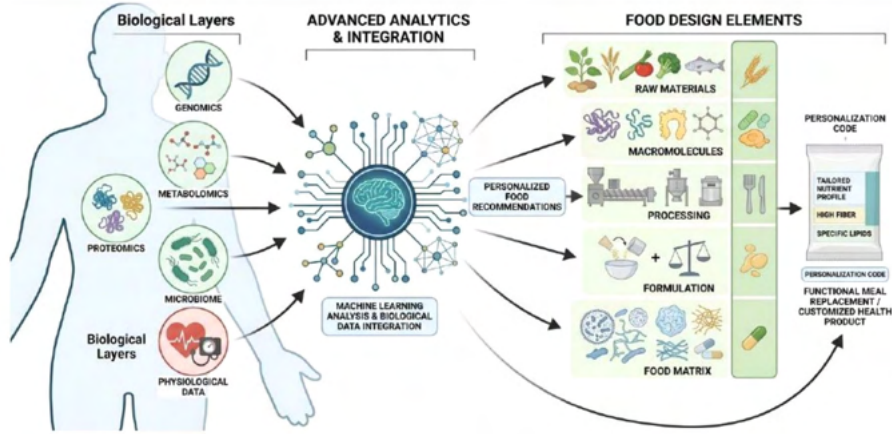
- 구글 알파벳 자회사 딥마인드 (GNoME)  
: 단 17일만에 220만개 무기화합물 신소재 생성
- 기존 대비 10배 규모 신물질 발굴

- 구글 알파벳 자회사 딥마인드 (A-Lab, 로봇 기반 무기소재 합성 자동화 연구실)  
: 단 17일만에 353회의 실험 수행 후 목표 57개 중 36개 신소재 합성 구현
- 발굴된 신물질을 개발하는 기간도 획기적으로 단축 (기존 10-20년)

4  
Nathan J. S et al., Nature. (2023)  
Merchant et al., Nature. (2023)

## 식품 소재 개발 분야에서는?

❖ 식품도 시 기반 발굴 및 설계의 시대로 전환이 가능한 시점임.



5

## 식품의 복잡성 : 다성분 복합 시스템

❖ 식품은 다수의 성분이 얽혀 상호작용하는 거대한 분자 네트워크임.  
 ❖ 식품은 분자 수준의 특성이 거시적 물성과 감각적 특성을 결정짓는 다중 스케일 시스템



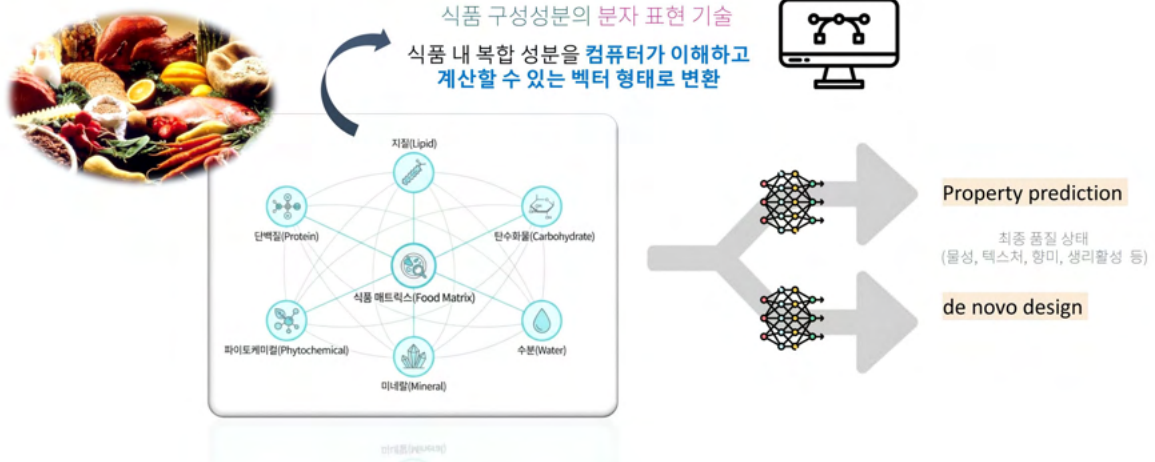
### Food Matrix: 상호작용의 복잡성

1. 다중 구성 요소 (Components)  
단백질, 지방, 탄수화물, 수분, 파이토케미컬 등 수천 가지 분자의 혼합물
2. 분자간 상호작용 (Interactions)  
이온 결합, 소수성 상호작용, 수소결합을 통해 복잡한 거시적 구조를 형성
3. 공정 의존적 변화 (Process)  
열, 전단, pH 변화에 따라 최종 품질 상태 형성 (물성, 텍스처, 안정성, 향미, 안전성, 생리활성 등)이 급격히 달라짐

6

## 식품 분자정보의 디지털 전환

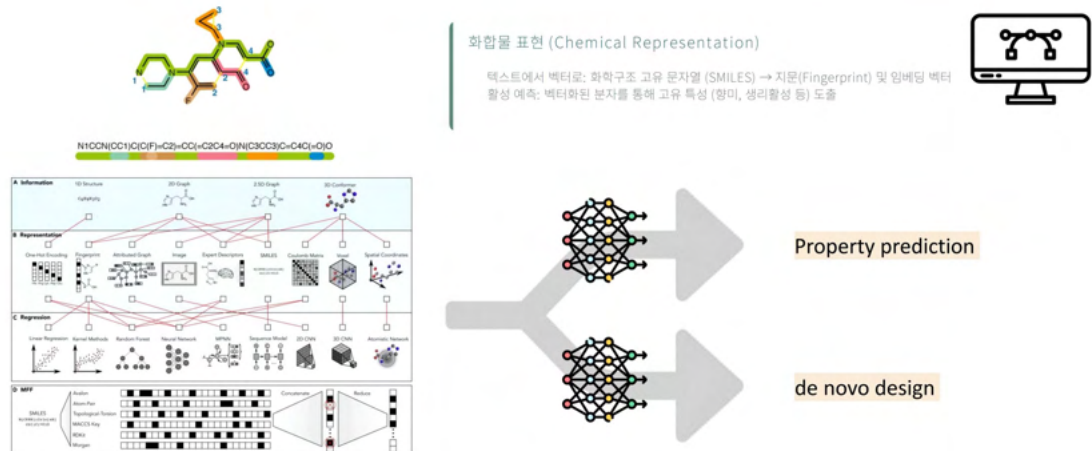
❖ 식품 구성성분의 수치화 표현을 통해 다양한 예측과 설계를 가능하게함.



7

## 분자언어 기반 표현 (Molecular representation) 기술 적용

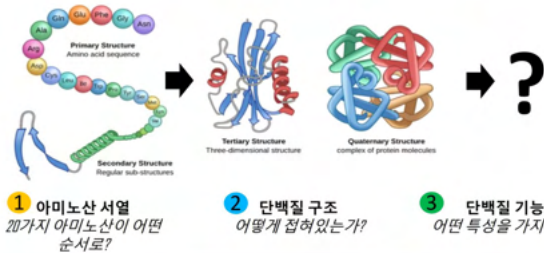
❖ 화합물 구조를 고유 문자열 (Simplified Molecular Input Line Entry System(SMILES))로 표현하여 고유 특성 (활성)을 예측함.



Pattanaik et al. Chem. (2021)

# 분자언어 기반 표현 (Molecular representation) 기술 적용

❖ 단백질 서열을 단백질 언어모델 (Protein Language Model(pLM))로 표현하여 고유 특성 (활성)을 예측함.

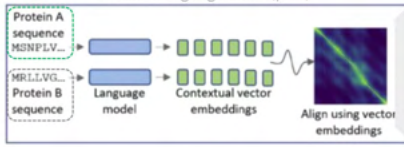


## 단백질 표현 (Protein Representation)

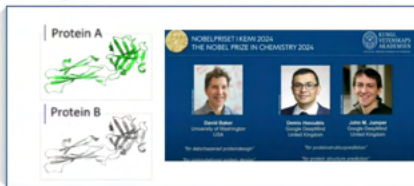
서열에서 벡터로: 아미노산 서열 → 임베딩 벡터  
 서열에서 구조 예측: 아미노산 서열 → 구조 (AlphaFold) 예측  
 특성 예측: 단백질 정보 (서열, 구조 등)를 기반으로 기능적 특성 (물리화학적 특성 등) 예측



### 1 Protein Language Model(pLM)



### 2 Protein structure prediction (AlphaFold 등)



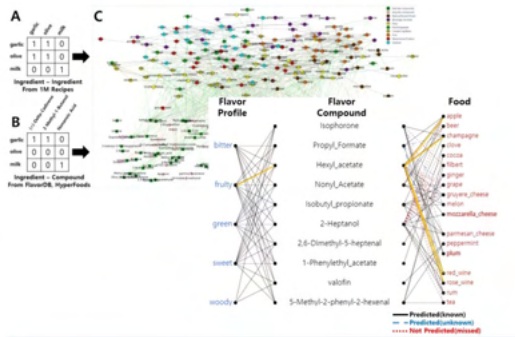
3 Property prediction

de novo design

# 식품 분자정보의 디지털 전환 기술 적용 연구 동향

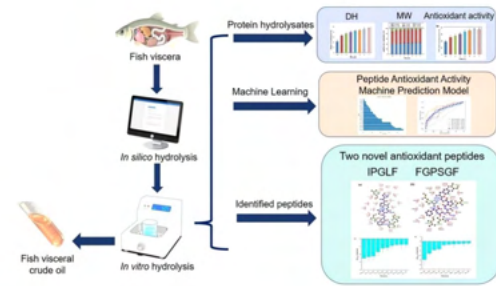
❖ 식품분자 정보를 활용하여 식품 특성 (모양, 색, 맛, 향, 생리활성 등) 정보를 예측하는 AI 기반 다양한 연구가 다각도로 진행 중임.  
 : 최적 레시피 조합, 생리활성, 안전성, 품질 예측, 영양 섭취량 판정, 생산조건 최적화 등

## AI 기반 최적 Flavor 레시피 추천



- 1561개 화학분자정보와 100만개 레시피 내 식재료 관계 학습
- Flavor 성분 기반 창의적이고 새로운 식재료 조합 도출 가능

## AI 기반 신규 항산화 펩타이드 발굴



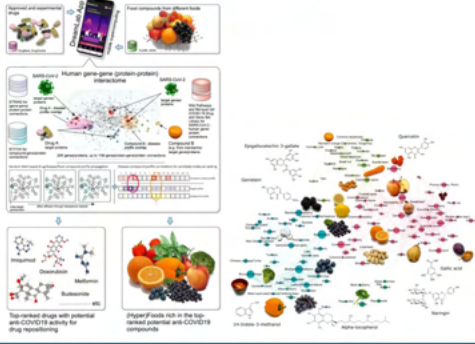
- 내장 등 어류 부산물 부위에 대하여 단백질 분해효소 가상 가수분해를 통한 다수 항산화 펩타이드 후보 도출
- 최적 항산화 활성 펩타이드 예측 발굴

10  
 Ivan et al. Hum. Genomics. (2021)  
 Huang et al. Food Chem. (2026)

# 식품 분자정보의 디지털 전환 기술 적용 연구 동향

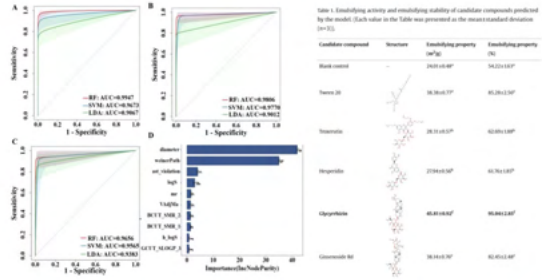
- ❖ 식품분자 정보를 활용하여 식품 특성 (모양, 색, 맛, 향, 생리활성 등) 정보를 예측하는 AI 기반 다양한 연구가 다각도로 진행 중임.
  - : 최적 레시피 조합, 생리활성, 안전성, 품질 예측, 영양 섭취량 판정, 생산조건 최적화 등

## AI 기반 신규 감염 예방 소재 추천



- SARS-CoV-2 바이러스와 상호작용하는 인체 내 표적 단백질을 분석
- 이를 조절할 수 있는 최적 화합물 (기존 약물 또는 식품)을 탐색

## AI 기반 신규 천연 유효제 발굴

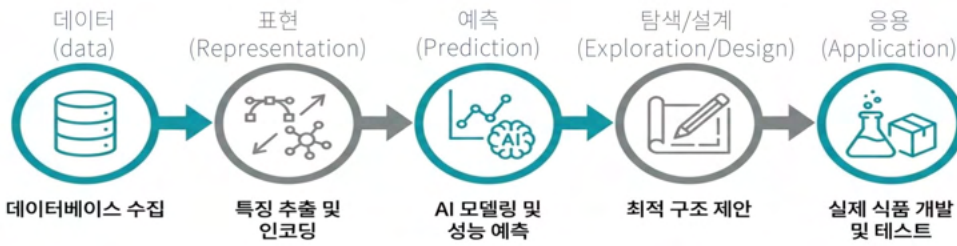


- 천연 유래 다수 유효제 후보 화합물 및 주요 기여 요인 도출
- 감초 유래 성분이 우유 단백질 유효영역의 거품 형성 및 점도를 가장 우수하게 개선

Park et al. Sci. Rep. (2021)  
Huang et al. Food Chem. (2026)

# 경험 기반에서 데이터 기반 프로세스로의 전환

- ❖ 데이터 → 표현 → 예측 → 탐색/설계 → 응용의 피드백 루프



### 1. 데이터 (Data)

성분, 구조, 기능, 공정, 감각 데이터의 체계적인 통합 및 데이터베이스 구축

### 2. 표현 (Representation)

단백질 등 고분자 및 화합물을 컴퓨터가 이해하는 임베딩 벡터로 변환

### 3. 예측 (Prediction)

가능성, 물성, 생리활성 및 잠재적 독성을 다중 AI 모델로 신속하게 예측

### 4. 탐색/설계 (Exploration/Design)

목표 제약 조건 하에서 후보물질 자동 탐색, 기능 유사성 기반 매칭 및 최적화

### 5. 응용 (Application)

최적 조합 도출 및 검증 실험 결과를 다시 데이터로 피드백하여 모델 개선

---

---

## 〈포스터 발표 초록〉

---

---



## Viscozyme-Assisted Enzymatic Hydrolysis Enhances Antioxidant Activity and Cellular Protection of Green Tea

\*Ye-Jin Seo · Tae-Hwan Jung

Department of Integrative Biotechnology, Sahmyook University

Green tea (GT, *Camellia sinensis*) contains abundant polyphenols and flavonoids with well-known antioxidant properties. However, many phenolic compounds remain bound to plant cell wall components, limiting their extractability during conventional extraction. This study investigated whether enzymatic processing could enhance the functional properties of green tea. GT was hydrolyzed using viscozyme to produce hydrolyzed green tea (HGT). Total polyphenol and flavonoid contents were determined using Folin–Ciocalteu and aluminum chloride assays. Antioxidant activity was evaluated using DPPH, ABTS, and SOD-like assays. Cellular antioxidant activity and cytoprotective effects were examined in SH-SY5Y cells under hydrogen peroxide-induced oxidative stress. HGT showed increased phenolic content and significantly enhanced antioxidant activity compared with untreated GT. In cellular assays, HGT reduced intracellular ROS generation and improved cell viability, suggesting enhanced antioxidant potential after enzymatic hydrolysis.

## Evaluation of Mineral Content and Labeling of Vegan and Plant-Based Meat Alternatives Distributed in Korea

<sup>†</sup>Young-Ae Park · Young-Hye Park · Ju-Yeon Jo · Min-Jeong Kim ·  
Hyo-In Jang · Tae-Rang Kim · Hyun-Jeong Kim · Ju-Sung Park

Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment

This study investigated the mineral content and labeling status of vegan and plant-based meat alternatives distributed in Korea to identify potential nutritional gaps and labeling issues. A total of 51 products, including ham, steak, tteok-galbi, and nuggets, were collected from major supermarkets and online platforms in Seoul, Korea. Among them, 39 were plant-based meat alternatives and 12 were conventional processed meat products used as controls. The contents of sodium, calcium, iron, zinc, and magnesium were analyzed and compared between the two groups.

The results showed that calcium, iron, and magnesium contents were generally higher in plant-based meat alternatives than in conventional processed meat products. In contrast, sodium and zinc contents were lower in plant-based products. These findings suggest that plant-based meat alternatives may provide advantages in certain minerals while potentially lacking others.

In addition, the labeling status of alternative food products was evaluated based on current labeling guidelines, which require compliance with three key principles for the use of alternative food terminology. However, 7 products not classified as alternative foods were found to use the term “vegan” on their labels. Furthermore, 2 products classified as alternative foods were found to contain animal-derived ingredients, such as milk protein and egg white powder.

These results indicate inconsistencies in the application of labeling guidelines and highlight the need for more accurate and standardized labeling practices to prevent consumer misunderstanding and confusion.

## Survey of Total Aflatoxin Contamination in Distributed Food Products

†Young-Hye Park · Young-Ae Park · Ju-Yeon Jo · Min-Jeong Kim ·  
Hyo-In Jang · Tae-Rang Kim · Hyun-Jeong Kim · Ju-Sung Park

Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment

This study aimed to investigate the occurrence of total aflatoxins (B1, B2, G1, and G2) in food products. A total of 169 samples were analyzed, including 79 peanut or nut-based products, 70 traditional fermented soybean paste products, and 20 confectionery products. Total aflatoxins were determined using high-performance liquid chromatography with a fluorescence detector (HPLC-FLD) coupled with a photochemical reactor for enhanced detection (PHRED). Among the analyzed samples, aflatoxins were detected in two samples, corresponding to a detection rate of 1.2%. In traditional fermented soybean paste products, aflatoxin B1 was detected in one doenjang sample at a concentration of 5.6 µg/kg. In one peanut or nut-based product, aflatoxins B1 and B2 were simultaneously detected at concentrations of 8.7 µg/kg and 1.5 µg/kg, respectively, resulting in a total aflatoxin level of 10.2 µg/kg. No aflatoxins were detected in the confectionery products analyzed. Aflatoxins G1 and G2 were not detected in any samples. All detected levels of total aflatoxins were below the maximum limits established by the Korean Food Code, indicating that the analyzed food products complied with current food safety standards.

## 시판 저당 및 제로 후식류의 영양 성분 함량 비교 및 당류와의 상관관계 Comparison of Nutritional Composition and Their Correlation with Sugar Content in Commercial Low- and Zero-Sugar Desserts

†이영미<sup>1</sup> · 김윤지<sup>1</sup> · 문지민<sup>2</sup> · 김미영<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국립공주대학교 영양교육전공, <sup>2</sup>국립공주대학교 식품영양학과

본 연구의 목적은 후식류 저당 및 제로 제품의 영양 성분을 비교 분석하고, 당류와 주요 영양 성분 간의 상관관계를 규명함으로써 소비자의 합리적인 제품 선택을 돕는 객관적 근거를 마련하는 데 있다. 조사 대상은 우리 국민의 가공식품을 통한 당류 섭취 기여도가 높은 품목을 중심으로 과자류, 빵류, 떡류, 캔디류, 빙과류, 음료류, 유가공품류 7개 식품군을 포함하였으며, 이를 근거로 식품의약품안전처 ‘식품영양성분 통합데이터베이스’에 등록된 최근 3년(2023~2025년) 이내의 자료 중 총 502개의 저당 및 제로 제품을 최종 분석 대상으로 선정하였다. 통계 분석을 위해 교차 분석, 피셔의 정확검정, 독립표본 *t*-검정, Pearson의 상관관계분석을 사용하였다. 연구 결과, 제품 출시 비중은 전체 502개 제품 중 빵류(38.6%)와 음료류(28.1%)가 66.7%로 과반을 차지하였다. 빵류는 저당 제품(64.3%)이 제로 제품(12.1%)보다 높은 출시 비중을 보인 반면, 음료류는 제로 제품(51.4%)의 비율이 저당 제품(5.5%) 대비 약 9배 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 총 중량당 영양 성분 함량을 분석한 결과, 저당 제품이 제로 제품에 비해 에너지( $p<0.001$ ), 탄수화물( $p<0.001$ ), 당류( $p<0.001$ ), 단백질( $p<0.001$ ) 함량이 유의하게 높았다. 지방과 포화지방 역시 제로 제품 대비 유의적인 높은 수치를 보였으며(각각  $p<0.001$ ,  $p<0.01$ ), 특히 나트륨 함량은 저당 제품이 제로 제품 보다 약 5.4배 높아 분석 항목 중 가장 큰 차이를 기록하였다( $p<0.001$ ). 따라서 ‘저당’ 표시가 반드시 전체적인 영양 성분의 감소로 이어지지 않으며, 일부 영양소는 오히려 더 높을 수 있는 가능성을 시사하였다. 총 중량당 당류와 주요 영양 성분 함량 간의 상관관계를 분석한 결과, 저당 제품은 탄수화물( $r=0.405$ ,  $p<0.01$ ), 단백질( $r=0.379$ ,  $p<0.01$ ), 에너지( $r=0.355$ ,  $p<0.01$ )와 유의미한 정적 상관관계를 보였으나, 지방( $r=0.188$ ,  $p<0.01$ ) 및 포화지방( $r=0.136$ ,  $p<0.01$ )과의 연관성은 상대적으로 낮게 나타났다. 반면, 제로 제품은 당류 함량이 증가함에 따라 지방( $r=0.748$ ,  $p<0.01$ ), 트랜스지방( $r=0.701$ ,  $p<0.01$ ), 포화지방( $r=0.673$ ,  $p<0.01$ ), 단백질( $r=0.644$ ,  $p<0.01$ ), 에너지( $r=0.615$ ,  $p<0.01$ ), 나트륨( $r=0.465$ ,  $p<0.01$ ), 탄수화물( $r=0.357$ ,  $p<0.01$ ), 콜레스테롤( $r=0.299$ ,  $p<0.01$ ) 모두가 함께 증가하는 정적 상관관계가 나타났다. 결론적으로, 저당 및 제로 제품은 당류 저감을 위한 긍정적인 선택이 될 수 있으나, 단순히 표시 문구에 의존한 선택은 영양학적으로 바람직하지 않을 수 있다. 그러므로 소비자는 제품 선택 시 당류뿐 아니라 전체 영양 성분을 종합적으로 고려해야 할 것이다.<sup>1)</sup>

본 연구는 국립공주대학교 영양교육대학원 석사학위 연구보고서의 일부임

## 동결건조 균사체 바이오매스의 이화학적 특성 비교 분석 Comparative Analysis of Physicochemical Properties of Freeze-Dried Mycelial Biomass

<sup>†</sup>남채민<sup>1</sup> · 김주민<sup>2</sup> · 조현욱<sup>1</sup> · 전서현<sup>1</sup> · 홍성준<sup>2</sup> · 용해인<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 축산학과, <sup>2</sup>충남대학교 동물자원생명과학과

본 연구는 *Aspergillus oryzae*와 *Rhizopus oryzae*의 동결건조 균사체 바이오매스의 이화학적 품질 특성을 분석 및 비교하고자 수행하였다. 동결건조 전 *A. oryzae*와 *R. oryzae* 균사체의 조단백질 함량은 모두 약 10% 수준으로 나타났다. 동결건조 후 *A. oryzae*와 *R. oryzae* 균사체의 조단백질 함량은 각각 43.3%와 35.3%로 증가하였으며, *A. oryzae*가 *R. oryzae*보다 유의적으로 높은 조단백질 함량을 나타냈다( $p < 0.05$ ). 광학현미경을 이용하여 촬영한 동결건조 전후 *A. oryzae* 및 *R. oryzae* 바이오매스를 촬영한 결과, 섬유상의 긴 구조가 확인되었다. 동결건조 전 *A. oryzae*와 *R. oryzae* 균사체의 pH는 각각 약 6.3과 4.8로 나타났으며, 동결건조 후는 각각 약 5.4, 3.9로 유의적으로 감소했다( $p < 0.05$ ). *A. oryzae* 및 *R. oryzae* 바이오매스에서 동결건조 처리 전 그룹에 비해 처리 후 그룹에서의 L\*과 b\*값이 증가한 반면, a\*값은 감소하는 경향을 보였다. 또한 동결건조 전후 모두에서 L\*값은 *R. oryzae*가, a\*값은 *A. oryzae*가 유의적으로 큰 수치를 보였다( $p < 0.05$ ). 따라서, 본 연구를 통해 동결건조 균사체 바이오매스는 곰팡이 종류에 따라 주요 이화학적 특성에서 유의적인 차이를 나타내는 것이 확인되었다.

## 국내 시판 다이어트 도시락의 유형별 영양소 함량 비교 Comparison of Nutrient Composition in Commercial Diet Meal Boxes in South Korea by Type

†김윤지<sup>1</sup> · 이영미<sup>1</sup> · 문지민<sup>2</sup> · 김미영<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국립공주대학교 영양교육전공, <sup>2</sup>국립공주대학교 식품영양학과

본 연구의 목적은 국내에서 시판되고 있는 다이어트 도시락을 대상으로 도시락 유형별 영양소 함량을 비교하는 것이다. 2024년 8~9월까지 인터넷 검색 사이트에서 제품명이나 홍보문구에 ‘저열량’, ‘체중조절’ 등의 키워드가 한 개 이상 명시되어 소비자에게 다이어트용으로 인식될 수 있는 도시락 161개, 식품 유형이 체중조절용 조제식품이고 도시락 형태로 판매되고 있는 제품 75개, 총 236개의 영양표시 정보(중량, 에너지, 탄수화물, 당류, 단백질, 지방, 포화지방, 콜레스테롤, 나트륨)를 수집하였다. 수집한 다이어트 도시락의 유형은 정식류, 일품식류, 샐러드류, 체중조절용 조제식품으로 분류되었다. 다이어트 도시락의 중량 및 각 영양소 함량과 함께 탄수화물, 당류, 단백질, 지방, 포화지방에 대한 에너지 비율을 산출하여 유형별로 비교하였다. 또한, 1일 영양성분 기준치의 1/3 값 또는 2025 한국인 영양소 섭취기준 대비 다이어트 도시락의 영양소 함량을 비교하였다. 분석을 위해 기술통계분석, 일원배치분산분석, Duncan의 사후검정을 사용하였다. 다이어트 도시락 전체에서 모든 영양소 평균 함량이 1일 영양성분 기준치의 1/3보다 낮은 것으로 나타났다. 유형별로 영양소 함량을 분석한 결과, 단백질 함량은 정식류(19.32 g)가 일품식류(15.75 g), 샐러드류(14.67 g), 체중조절용 조제식품(15.96 g)에 비해 유의하게 높았으며 ( $p<0.05$ ), 기준치(18.33 g)보다 높은 함량을 제공하고 있었다. 에너지와 탄수화물 함량은 샐러드류에서 각각 297.44 kcal, 27.28 g로 다른 유형에 비해 유의하게 낮았으나( $p<0.05$ ), 당류, 지방, 콜레스테롤은 샐러드류에서 각각 11.38 g, 13.14 g, 74.55 mg로 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). 나트륨은 일품식류(775.21 mg)와 체중조절용 조제식품(704.12 mg)에서 기준치(666.6 mg)보다 높았으며, 정식류(566.17 mg)와 샐러드류(513.94 mg)보다 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). 유형별로 영양소의 에너지 비율을 분석한 결과, 탄수화물 에너지 비율도 샐러드류(37.61%)가 정식류(55.69%), 일품식류(59.95%), 체중조절용 조제식품(59.37%)에 비해 유의하게 낮았으며( $p<0.05$ ), 기준 범위(50~65%) 하한선보다 낮았다. 총당류 에너지 비율, 지방 에너지 비율, 포화지방 에너지 비율은 샐러드류에서 각각 36.95%, 39.09%, 10.04%로 다른 유형에 비해 유의하게 높았으며( $p<0.05$ ), 기준 범위(각각 <20%, 15~30%, <7%)를 초과하고 있었다. 다이어트 도시락은 유형에 따라 영양소 함량 차이가 크고 균형 잡힌 영양 섭취를 충분히 보장하기 어려우므로, 소비자는 제품 선택 시 영양정보 확인이 필요하다. 본 연구 결과는 소비자의 합리적인 제품 선택을 위한 기초자료로 활용될 수 있다.<sup>2)</sup>

본 연구는 국립공주대학교 영양교육대학원 석사학위 연구보고서의 일부임

## 팽화 잡곡 혼합물의 배합비 최적화를 통한 리파아제 저해 활성 향상 Improved Lipase Inhibitory Activity of Puffed Grain Blends via Mixed Ratio Optimization

†한나라<sup>1</sup> · 김현주<sup>1</sup> · 이진영<sup>2</sup> · 이유영<sup>1</sup> · 김미향<sup>1</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 국립식량과학원 식품자원개발부 품질관리평가과,

<sup>2</sup>농촌진흥청 국립식량과학원 식품자원개발부 식생활영양과

본 연구에서는 잡곡 혼합물의 리파아제 저해 활성을 증진시키기 위해 팽화 처리와 반응표면분석법을 활용한 배합비 최적화를 수행하였다. 실험 재료로 유색미(보석흑찰), 검정콩(소만), 수수(고은찰)을 선정하여 팽화 처리에 따른 리파아제 저해 활성 변화를 분석하였다. 그 결과, 원료곡의 리파아제 저해 활성은 각각 3.72%, 31.72%, 17.79%에서 15.43%, 35.90%, 29.31%로 증가하여, 팽화 처리가 리파아제 저해 활성 증진에 효과적인 공정임을 확인하였다. 팽화 처리된 잡곡을 대상으로 혼합 설계를 적용하여 {3,2} simplex lattice 설계를 기반으로 2차 혼합모델의 실험 조합을 생성하였다. 혼합공간에서 단일 성분, 이원 및 삼원 혼합 조성을 나타내도록 설계하여 총 14개의 실험구를 구성하였다. 반응값으로는 추출 수율, 리파아제 저해 활성 및 항산화 활성(DPPH 라디칼 소거능)을 측정하였다. 혼합 설계에 따른 반응값 분석 및 모델 적합성 평가에서, 추출 수율을 linear 모델이, 리파아제 저해 활성과 항산화 활성은 각각 cubic 모델이 최적 모델로 선정되었다. 리파아제 저해 활성을 최우선 목표로 설정하고, 수율 및 항산화활성은 보조 목표로 설정하여 수치 최적화를 수행한 결과, desirability 값이 0.63으로 가장 높은 조성(유색미 23.8%, 콩 37.9%, 수수 38.3%)을 최적 조성으로 도출하였다. 모델 검증에서는 실측값이 예측값의 95% 신뢰구간 내 포함되어 모델의 예측 신뢰성이 확보되었다. 팽화 공정 적용을 통해 원료곡의 생리활성이 향상되었으며, 배합비 최적화를 통해 복합 소재 수준에서 리파아제 저해 활성을 효과적으로 증진시킬 수 있음을 확인하였다. 따라서 본 연구는 기능성 곡물 기반 소재의 효율적 설계 전략으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

## Monitoring and Risk Assessment of Pesticide Residues in Agricultural Products Distributed in Online Marketplaces

† Joo Hyun Park · Chun Yeong Lee · Sunn Kim · Sam Ju Jeong ·  
Jung Im Jang · Ju Yeon Jo · Min Keong Kim · Hye Eun Gwon ·  
Min Jeong Cheon · Yeo Joon Son · Eun Sun Yun

Gangnam Agro-Fishery Inspection Station, Seoul Metropolitan Government  
Research Institute of Public Health and Environment

The distribution of agricultural products through online marketplaces has been rapidly increasing due to consumer preferences for convenience and speed. However, concerns exist about safety management blind spots arising from complex distribution networks. This study monitored 470 types of pesticide residues in 709 samples collected from online marketplaces in 2025 using the revised multi-residue method no. 2. Of the total samples, 251 (35.4%) contained pesticide residues below the maximum residue limit (MRL), and 8 (1.1%) exceeded the MRL, including 6 leafy vegetables, 1 stem-and-leaf vegetable, and 1 herb. In one case, the producer could not be identified due to product mixing. No significant differences in detection or non-compliance rates were found between online and offline marketplaces. Leafy vegetables showed the highest non-compliance in both channels, with fluxametamide, chlorfenapyr, and dinotefuran detected most frequently, in that order. Risk assessment yielded levels ranging from 0 to 11.324%, indicating a relatively safe level, although spinach (terbufos) warranted some caution due to its low acceptable daily intake (ADI). In conclusion, online-distributed agricultural products showed comparable safety levels to offline products. However, a continuous and precise monitoring system is needed to address safety management vulnerabilities arising from the complexity of supply chains in online channels.