

2025
11호



농식품심층분석 보고서

AI 파운데이션 모델 동향



집필 | 한동욱(전주대학교 교수)

기획 | 농림식품기술기획평가원 정책개발실

※ 본 보고서의 내용은 집필진의 의견이며, 농림식품기술기획평가원의 공식적인
견해와는 다를 수 있습니다.

목 차

I . 배경 및 필요성	1
II . 국내·외 정책·산업·기술 동향	4
III . 정부 R&D 투자 동향	13
IV . 향후 전망 및 추진방향 제언	20
참고문헌	26

□ 농식품 분야 AI 파운데이션 모델 논의 등장 배경

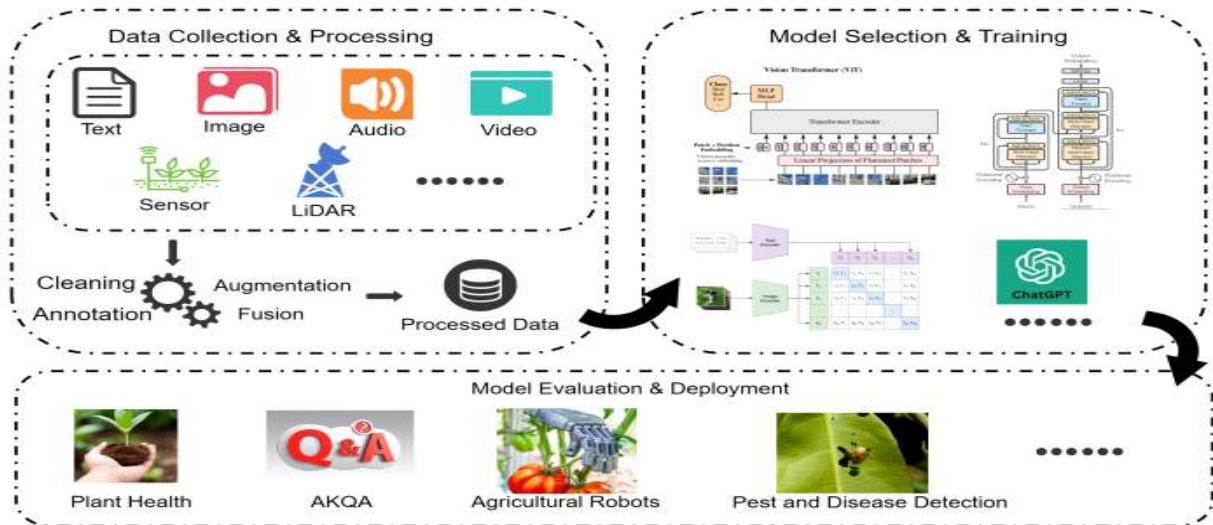
- (AI 패러다임 전환) 인공지능 연구·산업 전반의 개별 별도 모델을 개발하는 방식에서 최근 ‘기반 모델 재사용’ 중심으로 변화
 - 대규모 데이터로 사전 학습된 파운데이션 모델(Foundation Model, FM)을 공통 기반으로 여러 작업에 재사용하는 구조로 전환
 - 이는 프롬프트 설계·경량 미세조정만으로 다양한 태스크에 빠르게 적응할 수 있는 범용 인공지능 인프라로 확산

〈 참고. 파운데이션 모델(Foundation Model, FM) 〉

- ▶ (정의) 초대규모의 텍스트·이미지·음성·센서·코드 등 다양한 데이터를 자기지도 학습(Self-supervised learning) 방식으로 사전학습(Pre-training)한 뒤, 여러 다운스트림 태스크에 공통 기반으로 재사용하는 범용 인공지능 모델
- ▶ (주요 특징) 기존에는 번역, 분류, 예측 등 개별의 과제마다 별도 모델을 설계·학습하는 방식이 일반적이거나, FM은 하나의 대형 모델이 언어 이해·코드 생성·이미지 인식, 질의응답 등 다수의 과제를 동시에 수행할 수 있도록 설계하는 형태로 패러다임 전환
 - 특정 응용 도메인에 바로 투입되기보다, “지식과 표현을 폭넓게 담은 기반 모델”로서 존재하고, 이후 파인튜닝(Fine-tuning), 프롬프트 엔지니어링(Prompt engineering), 어댑터(Adapter) 등의 기법을 통해 각 산업·도메인에 맞게 특화되는 구조
- ▶ (주요 형태) 대규모 언어모델(LLM), 범용 비전 모델, 텍스트·이미지·코드·센서를 동시에 다루는 멀티모달(Multimodal) 모델 등이 대표적인 FM의 형태
 - 이들 모델은 프롬프트 설계나 경량 미세 조정만으로 다양한 태스크에 신속히 적응할 수 있는 범용 인공지능 인프라로 활용

⇒ FM의 등장으로 산업별 산발적으로 운영되던 AI 모델을 통합·단순화하고 개발·운영 비용 구조를 근본적으로 재편 가능

- (농식품 데이터 적용 가능성) 농식품 분야 데이터는 시공간, 이미지, 텍스트 및 시계열 데이터 등이 포함된 대표적 멀티모달 도메인
 - 농업 환경 기반 시공간 센서 데이터와 영상 데이터와 함께, 재배 매뉴얼 등 텍스트와 유통 시계열 데이터가 복합적으로 축적
- ⇒ 파운데이션은 농업의 생산-가공-유통 전 주기의 복합적인 의사결정을 지원 가능하여 핵심 인프라로 부상할 가능성



< 그림. 농업 분야에서 FM 개발 과정¹⁾ >

- (산업별 적용 현황) 각 산업별 데이터, 규제, 윤리 등 요건을 반영한 특화 도메인과 범용 FM 구조 표준화를 통한 생태계 형성 추세
 - 의료, 금융, 법률, 교육, 제조, 로봇틱스 등 도메인 특화 FM이 각 분야별 특성 (진단지원·위험평가·검색·맞춤교육·로봇제어)에 맞춰 확산
 - * (의료) 멀티모달 의료 데이터(영상·검사 결과·임상 기록)를 통합한 의료 특화 FM 논의 중, (로봇) 다양한 작업·환경을 아우르는 로봇 파운데이션 모델 구축 중
 - 농식품 분야에서도 범용 FM을 기반으로 작물·축산·양식·식품·유통 데이터를 포괄하는 농업 특화 파운데이션 도입 필요성 대두

□ 농식품·농촌 구조 변화와 파운데이션 모델 적용 필요성

- 이상기후 및 병해충 발생, 노동인구 감소 등 농업·농촌 여건 악화에 따른 불확실성 증대 및 복합 위기 심화
 - 이상기후·병해충 확산·수자원 제약으로 수량·품질 변동성이 확대되고, 고령화·청년 이탈로 노동력 부족 심화 문제 발생
 - 생산비 상승 및 가격 변동성 확대로 농업 경영 환경의 구조적 불확실성 증대
- 기존 관행 농업으로 향후 생산, 재해 대응 등을 수행하기 어려우나 데이터 기반 분석으로 리스크 정량화, 연계 분석 체계로 전환 가능
 - 생산계획·품목선택·재해·질병 대응·투자·보험 판단에서 경험 의존 의사결정의 한계 확대

1) Li, L. et al. (2024). Foundation Models in Smart Agriculture: Basics, Opportunities, and Challenges. Computers and Electronics in Agriculture.

- 기상·생육·시장 데이터를 연계 분석하여 리스크를 정량 평가·대응하는 체계 구축
수요 증대
- 파운데이션 모델을 통해 다양한 데이터 원천을 통합 해석하여 생산·유통·정책
단계별 영향 분석과 대응전략 제시 가능
- 현 스마트 농업은 스마트팜을 중심으로 한 단일 기능·태스크별 모델 개발·확산에
따른 분절적 운영 구조
 - 스마트팜의 자동화 설비·환경 센서·제어기·영상 인식 등 개별 장비 중심으로
확산 및 태스크별 모델 운영 지속
 - 병해충 진단·생육 판별·수확량 예측·관수·환기 제어·가축 행동 인식의 기능별
파편화 심화
- 지역·품종·재배 방식 등 다양한 농업 환경 특성별 개별 데이터 축적등 데이터
연계성 한계에 대한 해결방안으로 FM 모델 대두
 - 농업 환경(지역, 품종, 재배 등) 조건 변경되면, 신규 모델의 개발 또는 여러 번의
수정이 필요하여 데이터 활용에 한계
 - 이러한 시스템 간 데이터 연계 어려움으로 농가, 농협, 지자체, 기업의 장기
운영 비용과 복잡성 증대
 - 파운데이션 모델 기반의 설계로 전환할 경우, 동일 기반 위에서 유지보수 및
솔루션이 상호 운용될 수 있는 구조적 개선이 가능
 - * 공통 AFM을 중심으로 태스크별 출력 헤드·경량 적응 계층을 결합하는 아키텍처 적용 가능
- 또한 농업 가치사슬 전주기에 따른 생산-유통-소비-폐기 데이터의 분절로 통합
최적화 한계 지속
 - 농업 전주기에는 다양한 데이터가 축적되나 하나의 모델이 특성을 종합적으로
이해하고 예측하는 구조는 미흡한 상황
 - * 생산 단계의 정밀농업 시공간 데이터, 유통 단계의 물류 데이터, 소비 단계의 판매·소비패턴 등
 - 전주기 통합 분석·최적화 제한으로 공급망 리스크 대응 및 효율화의 병목 요인 지속
 - AFM 학습·연계를 통한 수급 예측, 공급망 교란 시나리오 분석, 가격·재고 최
적화, 식품안전 및 탄소·환경 영향 평가로 확장
- ⇒ 농식품 시스템 회복력·효율성·지속가능성 제고를 위한 핵심 도구로 AFM 도입
필요성 확대

1 국내 정책 동향

□ 농식품부는 「스마트농업 육성 및 지원에 관한 법률(‘24.7. 시행)」 기반으로 「제1차 스마트농업 육성 기본계획(2025~2029)」 수립 추진

- ’27년까지 스마트농업 비중을 농업생산의 30% 전환 목표로 정책 수립
- 스마트농업 육성지구 지정, AI·데이터 기반 병해충·물 관리 솔루션의 현장 확산, 스마트농업 전담 조직 정비 등이 핵심 과제로 제시

⇒ 스마트농업을 단순 시설 지원 중심에서 데이터·AI 기반 혁신 생태계로 정책 방향 전환

○ (정책 지표) 온실·노지 중심의 확산 수치와 도입 체감 간 격차 지속

- 최근 ’23년 기준 민간 통계에 따르면 실제 스마트농업 기술을 도입한 농가는 전체의 약 6.8% 수준으로 추정
- 정책 목표(생산 비중 30%)와 현실 간 괴리가 상당한 것으로 나타나며, 이는 향후 AFM을 포함한 고도화 전략의 필요성을 뒷받침

〈 표. 주요 정책·현황 지표 〉

구분	수치·목표	기준기간	비고
스마트농업 생산 비중 목표	농업생산의 30% 스마트농업 전환	2027년 목표치	스마트농업법·기본계획 상 목표
스마트농업 도입 농가 비율	약 6.8% 수준	2023년 기준 추정치	단순 농가 수 기준 비율
스마트팜 면적 (과거 계획 기준)	4,010ha → 7,000ha 확대 목표	2020년 목표	스마트팜 밸리 등 초기 정책 수치

*출처: Korea's Smart-farming Adoption Only a Quarter of Japan's 기사 내용 중 발췌

□ 국내 데이터·플랫폼·기반 기술 구축 동향

○ (데이터·플랫폼) 농업 데이터 통합과 AI 학습 기반 구축 확대

- ①기상·토양·병해충·생육·축산·양식 데이터, ②센서·제어 로그, ③가격·거래·물류 데이터의 통합을 위한 농업 빅데이터 플랫폼과 인공지능 학습용 데이터 구축 사업이 정부 부처와 연구기관 중심으로 추진
- 스마트팜 혁신밸리·우수농가·시범단지 데이터를 빅데이터 플랫폼으로 연계 수집·개방하는 정책 흐름 강화

○ (학습용 데이터) 공공 학습데이터 플랫폼과 오픈 API 기반 확장

- 농업 AI 학습용 데이터 제공 플랫폼 운영을 통한 데이터셋 접근·활용 지원 강화
- 노지 스마트팜 데이터의 OpenAPI 제공 등 공공 데이터 연계 기반 확대

○ (FM 데이터 기반) 멀티모달 데이터 레이크로의 발전 기반 형성

- 데이터 수집-표준-개방-실증을 결합한 기반 고도화가 멀티모달 데이터 레이크로 발전할 수 있는 기반 제공

〈 표. AFM관련 주요 데이터·플랫폼 현황 〉

플랫폼·사업 구분	주요 데이터 유형	특징·의의
농업기술 데이터 플랫폼(연구·시험 중심)	작물생육, 토양, 시험재배, 실험·시범 데이터	공공 연구·보급 과정에서 생성된 구조화 데이터 집적 기반
스마트팜·스마트축산 데이터 허브	온실·축사 환경센서, 제어 로그, 생산·경영 데이터	시설단위 시계열·제어 데이터 수집, AFM 학습의 핵심 원천
AI 학습용 농업·축산 데이터 구축 사업	병해충·잡초·작물 이미지, 축사 영상·음성, 라벨 데이터	비전·음성 기반 AFM, 비전 기반 파운데이션 모델 학습에 적합
공공데이터·통계 개방(농업·유통·통계 등)	농산물생산·가격·수출입·유통·기상·통계 데이터	시계열 데이터 기반 수급 예측·정책 분석

*자체 분석

□ 국내 산업·기술·시장 동향

○ (산업 결합) IoT·드론·로봇·클라우드·AI 결합 기반의 솔루션 확산

- 국내 스마트농업·에그테크(AgriTech) 산업은 사물인터넷(IoT) 센서, 드론, 로봇, 클라우드, 데이터 분석·AI를 결합한 솔루션 중심으로 성장
- 적용 영역은 시설원예·축산·노지 재배와 유통·물류 영역까지 확장

○ (시장 전망) 국내 AFM 시장은 독립 통계가 존재하지 않아 스마트농업 및 농업 AI 시장을 기반으로 단계적 추정 방식 적용

- 국내 스마트농업 시장은 '25년 기준 약 6,000억 원 규모로 성장 중이며 이 중 AI 기반 소프트웨어·플랫폼 비중은 약 15~25% 수준으로 추정
- 파운데이션 모델 기반 AFM 관련 시장은 현재 초기 단계로 약 100억~300억 원 규모의 파생 시장 형성 단계로 판단

⇒ 중장기적 스마트농업 고도화와 공공·민간 부문의 AFM 도입 확산 시, 국내 AFM 시장은 최대 1천억 원 내외 규모로 성장할 잠재력 보유

○ (국내 사업모델) 장비·진단·예측·상담 중심의 서비스 다변화

- 스마트팜 장비, 축산 모니터링, 이미지 기반 병해 진단, 유통·가격 예측, 농업 특화 상담 챗봇 등 다양한 사업 모델 등장
- 일부 기업은 자사 데이터 기반의 소규모 AFM 또는 경량 멀티모달 모델 구축 방향으로 전략 모색

□ 국외 정책·규제·국제기구 동향

○ (FAO 디지털농업) 식량안보·기후대응·농촌개발 수단으로 강조

- 식량농업기구(Food and Agriculture Organization, FAO)는 디지털농업을 핵심 수단으로 규정하고, 국가 전자농업(e-Agriculture) 전략 수립 가이드와 역량 강화 지원 추진
- 디지털 공공재 개발과 데이터 기반 통계 역량 강화 지원 확대

○ (ITU 표준화 논의) AI·IoT 기반 디지털농업 국제 논의체 운영

- 국제전기통신연합(International Telecommunication Union, ITU)은 디지털농업을 위한 AI·IoT 포커스 그룹(FG-AI4A) 운영과 용어·개념 정리 추진
- 데이터 모델링, 활용 사례, 윤리·법·규제 이슈, 표준화 과제 중심의 기술 보고서 발간하여 향후 농업 인공지능 표준·권고 마련의 기반 제공

○ (다자 협력 확대) OECD·세계은행 중심의 인프라·투자·거버넌스 논의

- 경제협력개발기구, 세계은행 등 디지털농업 인프라와 데이터·AI 투자 및 농촌 디지털 격차 해소를 위한 정책·금융 수단 논의
- 책임 있는 AI, 데이터 거버넌스, 농가 역량 강화 강조

○ (EU 규제 체계) 위험 기반 분류와 고위험 AI 의무 부과 구조

- 유럽연합(EU)은 인공지능법을 통해 AI 시스템을 위험 기반으로 분류하고 안전 구성요소로 활용되는 AI에 엄격한 요구사항 부과
- 고위험 AI에 데이터·위험관리·인간 감독·투명성 중심의 준수 체계 마련
- 고위험 AI 규제 적용 시점을 '27년 말로 연기하는 논의가 이루어지는 등 산업 경쟁력과 규제 강도 간 균형을 조정하려는 움직임 관측

⇒ 이는 농식품 분야 AI·FM 모델에 직접적인 영향을 미치는 환경 변화

○ (신흥국·개도국 로드맵) e-Agriculture 전략 수립 확산과 실행 격차

- FAO 전자농업 전략 가이드 등을 참고한 국가 e-Agriculture 전략 및 디지털 농업 로드맵 수립 확산

- 다만, 다수 국가에서 초기 단계에 머무르며 국제 협력 기반의 모범 사례 공유·투자 연계 과제 잔존
- 글로벌 디지털농업·AI 시장 규모 확대가 파운데이션 모델 기반 기술 수요를 뒷받침하는 배경지표로 작동

○ (시장 전망) AI 농업·정밀농업 AI 시장의 고성장 추세 지속

- (인공지능 농업 시장) '25년 약 59억 달러에서 '35년 약 613억 달러로 확대
- (하위 정밀농업 인공지능 시장) '25년 약 24.5억 달러에서 '34년 약 144.1억 달러로 전망

< 표. 글로벌 디지털 농업·인공지능 농업 시장 규모 >

시장 구분	'25년 규모(추정)	전망 시점규모	연평균성장률
디지털농업 전체 (Digital Agriculture)	약 260억 달러	'30년 약 444억 달러 전망	약 11.3%
인공지능 농업 (AI in Agriculture)	약 59억 달러	'35년 약 613억 달러 전망	약 26.3%
정밀농업 인공지능 (Precision Agriculture AI)	약 24.5억 달러	'34년 약 144.1억 달러 전망	약 21.8%

*출처: Mordorintelligence, Futuremarketinsights, Dimensionmarketresearch 일부 발췌

⇒ 디지털농업·AI 농업 시장의 고성장 국면 진입을 시사하며 각국 정부·기업의 파운데이션 모델 포함 AI 인프라 선제 투자 유인 강화

3 국내외 기술·연구 동향

□ 국가별 AFM 활용 및 적용 사례

○ 사례 분석 범위

- (분석 대상) 농업 데이터를 활용하여 구축·활용된 파운데이션 모델 및 농업 특화 AFM 관련 사례
- (포함 범위) 농업 데이터로 사전학습된 AFM뿐만 아니라, 지구관측·비전·언어 기반 FM을 농업 과제에 전이학습 또는 파인튜닝하여 적용한 사례 포함
- (확장 범위) 국가 단위의 대규모 학습 인프라 구축, 표준·거버넌스 체계 마련 등 제도·인프라 기반 구축 사례 포함

〈 표. 국가별 AFM 관련 사례 〉

국가	대표 모델 ·프로젝트	주요 데이터 모달리티	농업 적용 분야	적용 방식 ·진행 수준
미국	NASA·IBM Prithvi 지구관측 파운데이션 모델(Prithvi Geospatial Foundation Model)	위성 지구관측 시계열(Harmonized Landsat Sentinel, HLS 등)	토지이용 변화, 재난 모니터링, 작물 분류·수확량 예측 등	오픈 모델 기반으로 다운스트림 태스크에 파인튜닝하는 전이형 활용 구조
독일	Jülich Supercomputing Centre의 JUWELS 기반 Prithvi-EO-2.0 학습 인프라	대규모 위성 시계열 학습용 고성능 컴퓨팅(High Performance Computing, HPC) 인프라	범용 지구관측 (Earth Observation, EO) 파운데이션 모델 학습을 통한 농업·환경 다운스트림 태스크 기반 제공	공공 HPC + 공개 모델 결합으로 학습 인프라가 확산을 촉진하는 유형
중국	Fuxi Farm (스마트팜 클러스터 기반 실증 프로젝트)	현장 센서·기상·생육, 운영 데이터 (스마트팜/스마트농업)	수분·환경 제어, 기상 적응, 병해충 예측 등 현장 의사결정 지원	실증 클러스터에서 현장 데이터 기반 모델·알고리즘 라이브러리를 축적·확산하는 형태
캐나다	Prithvi-EO 계열 인코더를 작물 수확량 예측 등에 전이 적용한 연구 사례 (지역·작물 특화)	위성 기반 지리공간 데이터 + 농업통계·수확량 데이터	지역 단위 작물 수확량 예측, 작물 분류 등	공개 EO 파운데이션 모델을 지역·작물 특화 태스크로 파인튜닝하는 실증 연구 축적 단계
다자 국제 협력 (국가공통)	ITU Focus Group on AI and IoT for Digital Agriculture (FG-AI4A) 산출물	표준·데이터 모델·유스케이스 문서 (텍스트 중심)	AI·IoT 기반 디지털농업 유스케이스, 데이터 모델링, 표준화 갭· 로드맵 정리	개별 모델 적용 사례보다는 국가별 도입을 위한 표준·거버넌스 기반 제공 유형

*저자 작성

□ 파운데이션 모델 및 농업 파운데이션 모델 기술·연구 동향

○ (최근 종합 학술 동향) FM 개념 및 농업 적용 가능성 확대

- 파운데이션 모델의 개념·위험·기회 및 스마트농업 적용 가능성을 체계적으로 정리한 종합 리뷰 논문 증가
- ‘스마트농업에서의 FM 기본·기회·도전과제’ 및 ‘농업 FM 종합 리뷰’ 중심의 기준 문헌 부상

○ (연구 스코프 확장) '19~'25년 80편 이상 분석 기반의 범주화

- '19~'25년 발표된 80편 이상 논문 분석을 통해 언어·비전·멀티모달·지식 질의 응답 등 폭넓은 연구 범주 정리
- 이미지·영상 분석, 의사결정 지원, 로봇틱스 응용까지 포함하여 성과 및 한계 정리

○ (노지 농업의 기존 한계 진단) 환경 변동성·데이터 분절·일반화 실패의 구조적 제약 부각

- (환경 변동성) 노지 농업은 기상·토양·지형·재배 관행이 지역·연도별로 상이하여, 동일 태스크라 하더라도 데이터 분포가 지속적으로 변화하는 구조적 특성 존재
- (일반화 한계) 이로 인해 태스크 특화 기계학습·딥러닝 모델은 학습 데이터의 지역·연도 편향에 취약하며, 타 지역·타 연도 적용 시 성능 저하가 반복되어 일반화 실패
- (데이터 분절) 노지 센서·드론·위성 데이터는 다원적으로 축적되어 있으나, 수집 주기·좌표계·공간 해상도·결측치 특성의 상이성으로 인해 데이터 통합 비용이 과도하게 발생
- (표준화·정합화 제약) 존재하는 데이터를 학습이 가능한 형태로의 표준화·정합화가 어려우며, 현장 적용 단계에서 요구되는 실시간성·정확성 확보에 한계 발생
- (라벨링 한계) 병해충·잡초·생육 단계 등 핵심 태스크는 전문 라벨링이 필수이나, 노지의 경우 관측 조건의 다양성으로 라벨 기준의 일관성 유지가 곤란

⇒ (종합) 라벨링 비용 증가 및 라벨 품질 편차 확대가 발생하며 소량 라벨 기반 전이학습 또는 약지도·자기지도 학습 기법이 없을 경우, 모델 확장 어려운 구조

〈 표. 노지에서 AFM 적용 특징 〉
- 멀티모달 사전학습·도메인 적응·시계열 통합 -

구 분	특 징
언어 기반 파운데이션 모델 (Language Foundation Model, LFM)	- 기상특보·병해충 예찰·영농 지침·방제 기준 등 텍스트 지식 구조화 - 노지 의사결정의 설명 가능성을 높이는 역할 수행
비전 기반 파운데이션 모델 (Vision Foundation Model, VFM)	- 드론·위성·현장 영상에서 작물·잡초·병징을 제로샷·로샷으로 인식 - 라벨 부족 문제 완화
멀티모달 파운데이션 모델 (Multimodal Foundation Model, MMFM)	- 기상·토양·영상·가격 시계열을 결합해 생산량·수급·재해 리스크를 예측 가능 - 노지의 분포 이동 문제 구조적으로 완화
강화학습 기반 파운데이션 모델 (Foundation Model with Reinforcement Learning, RLFM)	- 노지 작업 계획·살포 경로·농기계 운영 최적화 등 ‘행동’ 문제를 포함하는 영역에서 점진적 적용

*저자 작성

- (시설 농업의 기존 한계 진단) 센서 데이터 풍부성에도 불구하고 폐쇄형 최적화 모델 파편화의 구조적 제약
- (데이터 특성) 시설 농업은 온실·수직농장·축사 등에서 온도·습도·이산화탄소·광·관수·양액 등 센서·제어 데이터가 연속적으로 축적되는 구조적 강점 보유
 - (플랫폼 분절) 시설·장비 제조사별 데이터 포맷 및 제어 로직의 상이성으로 인해 데이터가 플랫폼 단위로 고립되며, 동일 태스크라 하더라도 시설 변경 시 모델 재개발이 필요한 파편화 문제 발생
 - (일반화 한계) 기존 딥러닝 기반 환경 제어·생육 예측 모델은 특정 농가·특정 시설 데이터에 과적합되는 경향이 강해, 타 온실로 이전 시 성능 저하가 발생하는 일반화 부족 문제 존재
 - (도메인 차이 상존) 노지 대비 통제 수준은 높으나 품종·재배 레시피·장비 성능·운영자 숙련도 차이로 인해 시설 간 도메인 차이가 상수로 존재하는 구조
 - (라벨링 의존) 병해·생리장해 진단, 생육 정밀 예측, 최적 재배 레시피 추천 등 고도화 단계로 갈수록 전문가 라벨링 및 정교한 운영 기록에 대한 의존도 증가
- ⇒ (종합) 라벨 비용 부담 확대 및 데이터 기록 품질 편차 심화가 발생하며, 데이터 품질이 낮은 농가는 고도화 AI 적용에서 배제될 위험 존재

〈 표. 시설농업 AFM 적용 특징 〉

- 제어·예측의 통합 학습과 전반적으로 적용가능한 일반화 중심 -

구 분	특 징
언어 기반 파운데이션 모델 (Language Foundation Model, LFM)	- 재배 레시피·작물 생리·장비 매뉴얼·운영 일지 등 텍스트 자원 통합 - ‘왜 이런 제어를 해야 하는지’에 대한 근거 제공 및 운영 표준화 기여
비전 기반 파운데이션 모델 (Vision Foundation Model, VFM)	- 시설 내 카메라 영상으로 생육·이상징후 자동 인식 - 기존의 시설별·작물별 개별 모델 의존을 줄이는 방향으로 활용 가능
멀티모달 파운데이션 모델 (Multimodal Foundation Model, MMFM)	- 환경 센서·제어 로그·영상·수확 기록을 함께 학습해 생육 예측과 제어 추천을 동시 수행 - 시설 운영의 폐쇄형 최적화를 ‘데이터 기반 개방형 최적화’로 전환 가능
강화학습 기반 파운데이션 모델 (Foundation Model with Reinforcement Learning, RLFM)	- 온실 제어를 장기 보상 관점에서 학습 가능 - 에너지 비용·생산량·품질을 동시에 고려하는 제어 정책 최적화에 대한 적용 가능

*저자 작성

○ **(학술 동향 종합)** AFM은 작물 분류, 병해충 탐지, 수확량 예측, 재해 평가, 농업 지식 질의응답 중심의 실험·시범 사례 제시

- AFM 설계 데이터 핵심 제약으로 이질성·시공간 변동성·계절성·라벨 부족이 지적되며, 농업 AFM 핵심 방향으로는 자기지도학습·연합학습·지속학습·도메인 적응·모델 경량화·엣지 배포 기술 등이 제시

〈 표. AFM 유형별 주요 응용 영역 〉

AFM 유형	대표 응용 영역	시사점
언어형 AFM(LFM)	농업 기술·정책 질의응답, 상담 보조, 문헌·보고서 요약	농민·컨설턴트·정책 담당자를 지원하는 지식 플랫폼으로 활용
비전형 AFM(VFM)	작물·병해·잡초 인식, 가축 행동·건강 모니터링, 재해 피해 분석	농업 영상·원격탐사 데이터의 제로샷·로샷 인식 기반 핵심 인프라
멀티모달 AFM(MMFM)	이미지+센서+기상+가격 데이터 통합 의사결정 지원, 디지털 트윈 구축	농업·농촌 전주기 의사결정·시뮬레이션을 위한 핵심 기반 기술
의사결정·로봇형 AFM	농산물생산·가격·수출입·유통·기상·통계 데이터	농기계·로봇과 결합해 인지·판단·행동 페루프 구현 역할

*저자 작성

○ **(전략 시사점)** 데이터·모델·서비스 통합 전략 필요

- 단일 태스크 모델 중심 접근을 넘어 파운데이션 모델 중심의 기술·정책·산업 전략 필요성 확대
- 국내·외 동향과 결합한 농식품 AFM 로드맵 설계 기반 제공

□ AI 과제 R&D 투자 현황

※ (조사대상) 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 기반 AI 관련 투자현황 분석('23~'25)

○ (종합) 최근 3년간('23~'25) 정부 R&D로 약 27,152억 원(약 9,685과제) 투자

- (과기부) 다원 생체·환경 데이터 기반의 진단·예측 모델 구축, AI·센서 융합 기술을 활용한 모니터링 및 의사결정 지원 등 AI 원천·기반 기술 연구를 지원(13,146억 원, 48%)
- (산업부) 지능형 로봇, 산업 적용 알고리즘, AI 플랫폼 개발을 통해 기술이전·상용화를 추진하고 산업 전반 확산을 도모(6,346억 원, 23%)
- (중기부) 딥러닝·빅데이터 분석 기반 맞춤형 서비스 개발을 중심으로 범용 모델 및 알고리즘 개발 연구를 추진(6,140억 원, 23%)
- (농식품부) 농업 현장 문제 해결을 위한 AI 활용기술 중심으로, 스마트농업·농축산 관리 고도화를 위한 연구 중점(139억 원)

○ (연도별 투자추이) AI 분야는 대부분 '23년에 가장 많은 투자가 나타났으며, 최근 다시 회복하는 흐름

* '24년 정부의 R&D 예산 삭감에 따른 영향

- AI 과제 투자는 과기부·산업부·중기부 순으로 규모가 크며, 핵심 원천기술 고도화와 응용 확산 등 다양한 영역에 걸쳐 투자 진행
- 농식품부·농진청은 절대적 투자 규모는 제한적이나, '25년 기준 투자 규모가 확대되며 AI 활용 R&D에 대한 집중도가 크게 강화

〈 표. 최근 3년간 R&D 투자현황 〉

(단위: 백만 원), (과제수)

구분	2023	2024	2025	합계
농식품부	9,475(40)	467(1)	4,054(11)	13,996
농진청	2,007(13)	480(1)	2,609(12)	5,096
과기부	594,103(1,421)	257,789(553)	462,764(814)	1,314,656
산업부	245,818(360)	170,432(251)	218,383(280)	634,633
중기부	218,917(1,541)	179,994(1,577)	215,101(1,452)	614,012
교육부 등 ¹⁾	74,922(596)	19,926(259)	38,071(523)	132,919
합계	1,145,242(3,971)	629,088(2,622)	940,982(3,092)	2,715,312

1) 교육부(91,600백만 원), 해수부(14,493백만 원), 산림청(6,326백만 원)

2) 본 현황은 백만 원 단위 반올림하여 일부 오차가 존재할 수 있음

- (농식품부 관련 R&D) 스마트농업·스마트축산 구현을 위한 AI 활용 중심, 식품 분야는 생산·가공·유통 전반의 품질 관리·공정 고도화에 집중

〈 표. 농식품분야 AI 과제 R&D 키워드 〉

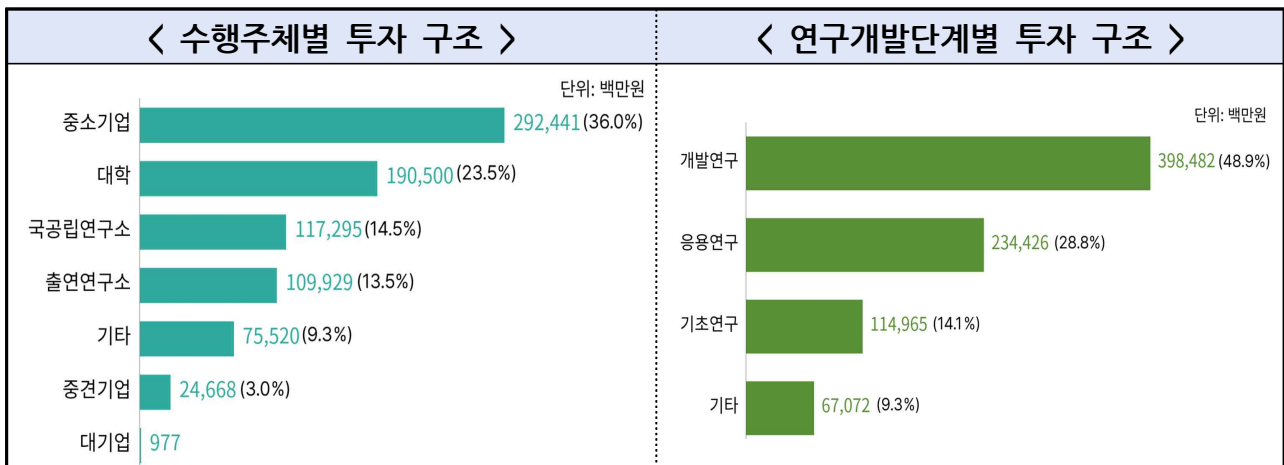
구분	스마트농업	스마트축산	식품
농식품부	현장 분석·모니터링, 농업 자동화·로봇, 농업 자원 관리	생성형 AI 모델, 축산 로봇, 깔짚 살포로봇, 스마트팜	식품품질, 이물, 5G MEC, 융합인식
농진청	농업로봇, 작업효율, 빅데이터, 머신러닝	-	농식품, 생산성 향상, 빅데이터, 공급체인
과기부	딥러닝, 생성형 인공지능, 정밀농업, 클라우드·엣지	스마트 센서, 암모니아 가스센서, 미세먼지 센서	데이터댐, 기능성식품, 딥러닝
중기부	생산량 예측, 빅데이터, 대규모언어모델, 딥러닝	정밀사육, ICT기반, 빅데이터, AI 질병예측	빅데이터, 스마트제조, 맞춤형 생산, 플랫폼
교육부	언어모델, 농업데이터	인공신경망, 딥러닝, 멀티모달, 스마트 축사	식품안전, 예측모델
다부처	농업용로봇, 무인 방제, 정보통신기술	빅데이터, 축산로봇, 정밀사양, 가축, 질병 예측	-

* 참고: 다부처(농진청, 농식품부, 과기부)

□ 스마트농업 과제 R&D 투자 현황

※ (조사대상) 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 기반 스마트농업 투자현황 분석('14~'23)

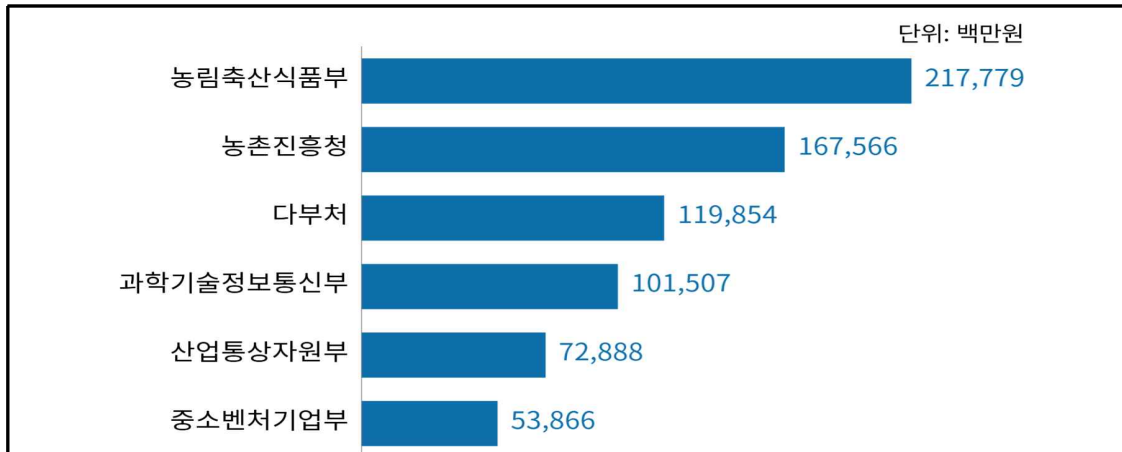
- (연도별 투자·과제 추이) 스마트농업 R&D의 양적 확대와 국가 R&D 내 비중 상승
 - (투자액) '14년 87억 원에서 '23년 1,762억 원으로 증가하고 10년간 누적 투자액은 8,149억 원으로 집계
 - (과제 수) '14년 69건에서 '23년 722건으로 확대되었으며, 국가 R&D 대비 정부투자 연구비 비중은 0%에서 0.6% 수준으로 상승
- (연구수행주체별 구조) 중소기업과 대학 중심의 투자 구조가 형성되어 있으며, 대기업의 참여 비중은 매우 제한적인 수준



〈 그림. 2014~2023년 누적 수행주체 · 개발단계별 투자 비중 〉

○ (부처별 투자 구조) 농식품부·농진청 중심에 다부처 투자 결합 구조

〈 그래프. 2014~2023년 누적 정부투자 연구비 기준 부처별 투자 구조 〉



○ (키워드 기반 세부 투자 분포) 시설원예·예측·로봇·자율 주행 중심의 투자 편중 구조

- 누적 투자 비중 기준 AI 예측 36.8%, 온실관리 18.0%, 온실용 로봇 15.8%, 자율주행 10.2%, 축사 IoT 9.6% 순으로 분포
- 노지용 로봇 3.6%, 축사 관리 1.6% 등은 상대적으로 낮은 비중으로, 시설·온실 중심 투자 집중과 함께 노지 분야로 확장 가능성 시사

□ 정부의 AFM 관련 R&D 투자 방향 총괄

○ (정책 연계) 디지털농업·스마트농업 R&D 내 AFM의 위치 부상

- 농림축산식품부는 「스마트농업 육성 및 지원에 관한 법률」과 「제1차 스마트농업 육성 기본계획(’25~’29년)」을 통해 농업생산의 디지털 대전환과 데이터·AI 기반 스마트농업을 핵심 과제로 제시
- 기획재정부·과기정통부는 ’26년 정부 AI 예산을 약 10.1조 원 규모로 편성하고, “AI 대전환” 4.46조 원 및 AI·데이터·R&D 혁신 5.1조 원 배분을 통해 초거대 AI·FM 투자 확대 기조 강화
- AFM은 법령·계획에 직접 명시된 용어는 아니나, 디지털농업·스마트농업·데이터·초거대 AI 정책과 연계된 중장기 R&D 방향에서 ‘농업·농촌 특화 FM’ 개념으로 정착 추세

○ (전략 방향) 농업과학기술 AI 융합 전략(안) 기반 초거대 AI 활용 확대

- 「농업과학기술 인공지능 융합 전략(안)」은 ① 농업 빅데이터·AI 융합 인프라 구축, ② 작물·축산·토양·기상 핵심 연구데이터 수집·표준화, ③ 초거대 AI 기반 서비스 추진과 농업 특화 AI 서비스·모델 개발을 중점 방향으로 제시
- '26년부터 농촌진흥청 보유 자료 학습 기반의 초거대 AI 서비스 추진과 “AI 이삭이” 등 연구·행정 보조 AI 연급을 통해 농업 데이터 특화 FM·AFM 구축 필요성 제기
- 개별 과제·단일 기능형 모델 중심에서 대규모 멀티모달 데이터 학습 AFM을 공통 기반으로 서비스·연구를 확장하는 R&D 투자 재편 신호

□ 농식품·디지털농업 분야 R&D 투자 동향과 AFM 기반 구축

○ (투자 확대) 스마트농업·데이터·AI R&D 예산 확대 추세

- 농림축산식품부는 '25년 R&D 시행계획에서 신규사업 예산 315억 원 포함, 12개 사업 총 588억 원 규모 신규 과제 지원
- K-수직농장 세계화, 노지 스마트농업 활용모델, 기후변화 대응 지능형 기반관리, 스마트팜 다부처 패키지 혁신기술 등 디지털·AI 연계성이 높은 사업 비중 배분

○ (방향 전환) 시설 중심에서 노지·과수 확대로 연구 영역 확장

- 농림식품기술기획평가원 중장기 경영목표(안)에서는 시설 중심 스마트농업 R&D를 노지·과수 등으로 확대 방향 제시
- 디지털 육종·정밀농업·데이터 기반 기술 개발 강화를 통해 농식품 R&D 예산이 국가 R&D 예산의 약 1% 수준임에도 디지털농업 분야 비중 확대

〈 표. 스마트농업·데이터·AI 중심 R&D 투자 〉

구분	대표 내용·규모	AFM 관련 시사점
농식품부 2025 신규 R&D(588억 원)	K 수직농장, 노지 스마트농업 모델, 기후지능형 농업 기반, 스마트팜 다부처 패키지 등	디지털·AI 융합형 농업 기술·데이터 축적 기반 형성
데이터·AI 기반 스마트농업 생산기술(649억 원)	밭·과수 스마트팜, 농업위성 활용, 농업R&D 데이터 플랫폼, 재배 전주기 DB 구축	AFM 학습용 멀티모달 데이터 인프라 직접 기여
농진청·농식품부 스마트농업 R&D 확대 기조	2020년대 중반 이후 스마트농업 관련 사업 지속 확대·고도화	하드웨어 중심에서 데이터·AI·플랫폼 중심으로 전환 중

*출처: 저자 작성

○ (기반 투자) 데이터·AI 기반 생산기술과 플랫폼 구축 투자 확대

- 국립축산과학원 등 주요 연구기관 예산 개요에서 “데이터·AI 기반 스마트농업 생산기술 개발·확산”에 '25년 약 649억 원 투자 계획 발표
- 노지·과수·축산 자동화·지능화, 농업위성 정보 활용, R&D 데이터 플랫폼, 전주기 DB 구축 등 기반 요소 포괄

○ (데이터 댐) 인공지능 학습용 데이터 구축사업의 농업·축산 분야 확장

- 과학기술정보통신부·한국지능정보사회진흥원(NIA)이 추진하는 AI 학습용 데이터 구축사업(일명 데이터 댐)은 농업·축산 포함 70여 개 이상 분야에서 연차적으로 데이터셋 구축
- '21년 농축산 분야 8개 분야 12종 데이터 구축 계획이 농진청 디지털농업 촉진 기본계획에 명시
- '21년 “식물 병 유발 통합 데이터” 과제에 약 25억 원 예산 투입되고, '23년 전북도 “정밀농업 노지작물 통합 데이터” 및 “사과 당도 품질 데이터”에 국비 57억 원 투입
- AI 학습용 데이터 구축사업 총괄기획위원회·학회 발표 자료에서 “농업 분야 활용을 위한 FM 구축 필요” 강조
- 학습데이터 구축이 데이터 생산을 넘어 AFM 연구·서비스를 겨냥한 전단계 R&D로 기능

○ 디지털농업추진단 중심의 데이터·AI 연구개발과 실증 추진

- 농촌진흥청 디지털농업추진단은 '27년까지 농업 생산의 30% 스마트농업 전환 목표 하 5대 중점과제 추진
- 차세대 온실 종합관리 플랫폼, 재배·병해충 관리 자동화·지능화, 농업기상·재해 조기경보, 노지 정밀생산관리, 밭농업 기계화 중심 데이터·AI 기반 연구개발과 현장 실증 수행

○ (시장 연계) 시장 성장 전망과 R&D 주제 다변화 흐름

- 한국개발연구원·한국기계연구원 등 연구기관 분석에서 국내 스마트농업 시장은 '21년 약 3,000억 원에서 '25년 6,000억 원 규모 성장 전망
- 정부는 수직농장, 노지 정밀농업, 스마트 농기계, 농업 데이터 플랫폼 등으로 R&D 주제 다변화 중

○ (데이터 레이크) 전주기 데이터 수집·표준화 AFM 학습 기반 축적

- 디지털농업추진단추진단 및 스마트농업 R&D 조직 활동은 단기적으로 개별 솔루션을 지향하되 장기적으로 데이터 축적 기능 수행
- 온실·노지·축산·양식·농촌 공간 데이터를 수집·표준화하여 AFM 학습 활용 가능한 데이터 레이크 기반 강화

□ 초거대 인공지능·파운데이션 모델 직접 연계 투자 동향

○ (초거대 AI 서비스) 공공 서비스 실증 중심의 초거대 AI 활용 확대

- 과학기술정보통신부·한국지능정보사회진흥원의 “초거대 AI 기반 서비스 개발 지원” 사업은 공공부문 초거대 AI 활용·실증을 지원하는 프로그램으로 운영
- 예산은 '23년 약 20억 원에서 '24년 110억 원 수준으로 확대하고 '24년 공공 서비스 개발 기준 77억 원 투입하여 8개 과제 지원

○ (농업 AI 에이전트) 농업 특화 초거대 언어모델 기반 서비스 구현

- 농촌진흥청은 네이버클라우드 컨소시엄과 함께 “초거대 AI 기반 농업기술 정보 서비스(농업 AI 에이전트)” 과제 선정
- 국내 초거대 언어모델(LLM)인 하이퍼클로버X(HyperCLOVA X)에 농업기술서·품종·농사·현장 지원 사례 등 약 5만 건 데이터를 학습한 농업 특화 AI 에이전트 구축
- 해당 사업은 단일 서비스 개발을 목표로 하지만, 실질적으로는 농업 전문 지식·데이터를 초거대 언어모델에 융합한 AFM 초기 형태 R&D
- 병해충 이미지 판별, 기상재해 예측, 토양·품종·식품 데이터로 학습 범위 확장 계획으로, 농업 분야 FM·AFM 개발을 촉진하는 대표적인 정부-민간 협력 사례

○ (RDA 예산 구조) AI·스마트농업 R&D 예산 비중의 빠른 확대

- 농촌진흥청 '26년 예산안에서 총 예산 1조 1,325억 원 중 R&D는 6,238억 원이며, 이 중 “인공지능 기반 스마트농업 확산 및 그린바이오·푸드테크 산업화 지원” 분야에 1,595억 원 배분
- 기획재정부 기준 농촌진흥청 AI 관련 R&D 예산을 461억 원으로 산출하되, 기술보급사업·스마트농업 솔루션 등 유관 예산을 포함하면 약 1,541억 원 규모를 확보한 것으로 설명

- 농촌진흥청 차원의 AI·스마트농업·디지털농업 관련 R&D 투자 비중이 빠르게 확대되고 있음을 확인
- (AFM 연계성) 단기 솔루션에서 중장기 통합 모델로의 재편 가능성
 - 단기적으로 생산성 향상·노동력 절감·기후 리스크 대응 솔루션 개발에 활용
 - 중장기적으로 데이터·AI 결합 기반의 연구·보급·정책 통합 AFM 구축 가능성
- (연구 로드맵) AFM 필요성을 명시한 단계적 발전 경로 제시
 - 인공지능이 바꾸는 농업의 미래와 연구 로드맵(구영현, 2025) 등에서 학습데이터 구축을 AFM 구축의 전 단계로 명시
 - 최종적으로 농업 생산·유통·정책 의사결정을 포괄하는 AFM 생태계 조성 지향
 - 국내 R&D 투자는 단계적으로 AFM 구축을 향한 기반을 마련하는 것으로 파악



〈 그림. 단계적 발전 경로 〉

□ 주요 분석 결과

○ 농식품 AFM의 전략적 의미와 현재 성숙도

- 농식품 분야 AI는 개별 과제별 모델 중심 단계에서 파운데이션 모델을 공통 기반으로 활용하는 구조로 이동하는 초기 국면에 진입
- 데이터·컴퓨팅·정책은 점진적으로 기반이 형성되고 있으나, 농업 파운데이션 모델 자체는 개념 정립과 초기 실증 수준의 과도기

○ 데이터·기술·정책 기반의 기회와 제약

- 농업 데이터와 스마트팜 센서·제어 로그, 문서 데이터가 이미 여러 플랫폼과 사업을 통해 축적되는 상황
- 다만 데이터 표준, 품질 관리, 접근 권한, 보상 체계가 분산되어, 학습에 필요한 “농식품 데이터 레이크”로 통합하기 위한 노력 필요

○ 위험 요인과 정책 설계 시 유의점

- 농업 데이터는 특성상* AFM 과정에서 성능 저하·편향·불확실성을 유발할 수 있어, 설계 단계에서부터 도메인 특성을 반영한 전략 필요

* 시공간 변동성, 소농 중심 구조, 라벨 부족, 분포 이동

- 환각·설명가능성 부족·에너지 비용·책임 문제에 대응하는 정책·규제·평가 체계와 연동된 신뢰성·윤리 기준 수립이 필수적 과제



〈 그림. 농식품 AFM의 가치와 위험 균형 〉

□ 시사점

- AFM은 개별 스마트팜 솔루션을 하나 더 만드는 기술이 아니라 농정·농촌의 정책-산업-농촌공간 전략을 관통하는 플랫폼
 - 따라서 기존 스마트농업·데이터·초거대 AI 정책을 'AFM 생태계의 하위 구성 요소'로 재배치하는 상위 전략 설계 필요
- 농식품 분야 R&D는 태스크별 모델 개발 위주에서 공통 AFM 기반 아키텍처 위에 경량 헤드와 서비스 레이어를 얹는 구조 전환 필요
 - 이를 위해 데이터·모델 투자 방향을 AFM과 정렬하고, 공통 인프라·공유 모델·공용 API 개발을 장려하는 평가·예산 체계가 요구
- 산·학·연·관 및 현장의 농가 등이 참여하는 거버넌스 부재 시 지역·계층 편익 편중 위험 증대
 - 따라서 AFM 추진 초기부터 데이터 권리, 보상, 윤리, 책임을 공동으로 논의·조정하는 상설 협의체가 정책적 필수 조건에 해당

□ 기술·산업 측면 AFM 발전 단계별 전망

- (전기, 0~3년 전후) 범용 언어·비전 FM 모델을 농업 데이터로 도메인 적응한 언어형 AFM 및 비전형 AFM의 등장 전망
 - 농업 기술 상담, 병해·잡초 이미지 진단 등 과제별 서비스에 AFM이 적용되어 개별 기능 고도화 중심의 산업 적용 단계 형성
- (중기, 3~7년 전후) 농업 환경 데이터와 정책, 유통 데이터를 통합 처리하는 멀티모델 AFM의 연구·실증 단계 본격 진입
 - 지역·작목·정책 시나리오별 생산·가격·환경·소득 변화를 통합한 시뮬레이션하고 의사결정을 지원하는 디지털 트윈 엔진으로 기능
- (후기, 7~10년 이상) AFM이 농업 로봇·자율주행 및 정밀농업 시스템과 결합한 통합 제어 수준으로 발전할 전망
 - 농업 지능 운영체제와 유사한 역할을 수행하며 장비·플랫폼·데이터·정책 간 표준화와 안전 기준이 산업 경쟁력의 핵심 요소로 예측

〈 표. AFM 발전 단계별 핵심 변화 요약 〉

단계	기술모델 측면	산업서비스 측면	정책제도 측면
전기	농업 특화 LLM·비전 AFM 등장, 도메인 적응 중심	병해 진단, 상담 보조, 축산 모니터링 등 개별 서비스 고도화	AFM 개념 정립, 전략 로드맵 초안 수립
중기	멀티모달 AFM 프로토타입, 디지털 트윈·시나리오 분석 기능 강화	AFM 기반 통합 농업 지능 서비스, 지역 단위 시범사업 확산	데이터 레이크·평가인증 체계 구축, AFM 연계형 사업 구조 도입
후기	통합 농식품 AFM(생산·유통·정책 전주기), 로봇·장비 연계형 AFM 고도화	AFM 기반 농업 지능 운영체제, 로봇·자율주행 농기계·정밀 투입재 상용화	정책 시뮬레이션·평가 체계 정착, 국제 협력·표준 연계 AFM 거버넌스 확립

*저자 작성

□ 정책·제도·규범 측면 전망

- 정책으로는 데이터·AI·서비스 중요성이 대두되며 AFM이 국가 디지털농업 인프라의 핵심 계층으로 정의하는 중장기 전략 요구
 - 농업 관련 투자 및 R&D 체계도 ‘AFM 데이터·모델·생태계 기여도’를 중요한 지표로 반영하는 방향으로 조정될 가능성 존재
- 국제적으로 인공지능 규제 등의 논의가 농식품 시스템까지 확대되며 추가적인 검증·설명·감독을 요구하는 체계가 강화될 전망
 - 국내 AFM도 데이터 품질·공정성·환경 영향 등을 포괄하는 평가·인증 프레임과 국제 기준과의 정합성을 동시에 충족 필요

□ 단계별 로드맵 및 추진 방향 제언

- 전기(1단계) : AFM 기반 조성 및 파일럿 단계
 - AFM 개념·범위·우선 적용 분야 정의와 함께 범부처·기관·민간 공동의 “농식품 AFM 로드맵 작업반” 구성
 - 기존의 디지털농업·스마트농업·데이터·초거대 AI 계획과 정합성 확보, AFM을 디지털농업 인프라 핵심 계층으로 정책 문서에 명시
 - 농업·축산·양식·식품·유통 데이터 전수 조사와 유형·품질·소유·접근 정리 기반의 “농식품 데이터 아틀라스” 구축

- AFM 학습용 우선 데이터 선정과 메타데이터 표준·최소 품질 기준 설정
- 농업의 특화된 LLM과 스마트팜·축산 비전 AFM 베이스라인 구축 및 3~5개 파일럿 실증
- 데이터 권리·프라이버시·보상·책임 등 논의를 위한 “농식품 데이터·AI 거버넌스 협의체” 구성과 윤리·신뢰 가이드라인 초안 마련



< 그림. 전기 AFM 도입을 위한 주요 프로세스 >

○ 중기(2단계) : 국가 농식품 AFM 구축·확산 단계

- 전기 단계에서 정리한 데이터 아틀라스로 공공·민간 데이터를 결합한 농식품 데이터 레이크*를 단계적으로 구축
 - * ① 공공 기초 데이터(기상·토양·통계), ② 연구·시범 데이터(농업기술원·연구기관), ③ 운영 데이터(스마트팜·축산·유통), ④ 민간 플랫폼·장비 데이터 영역으로 구분하고, 영역별로 접근 권한·보상 원칙을 차별화하여 설계
- 중형 규모의 언어형 AFM과 비전형 AFM을 구축하고, 기상·센서·시계열까지 결합하는 멀티모달 AFM 프로토타입 개발
- 해당 모델을 활용하여 5~10개 핵심 서비스 영역*에 적용하고 성능·경제성을 체계적으로 평가
 - * ① 작물·병해·잡초 통합 인식·진단, ② 작목·지역별 수확량·수급 예측, ③ 축산 행동·건강 이상 탐지, ④ 농업기술·정책 질의응답·요약 등
- 스마트팜 혁신밸리, 디지털 시범 지역, 축산·양식 클러스터 등 정책 거점에 AFM 기반 서비스 패키지를 적용하는 “AFM 시범 지역” 지정

- 시범 지역에서는 센서·장비·플랫폼·AFM·컨설팅·교육을 통합 제공하고, 농가 소득·투입재 절감·환경 영향·노동시간 감소 등 지표를 통계적으로 분석해 AFM의 효과와 한계를 객관적으로 검증
- AFM 기술·서비스 관련 R&D 사업, 인공지능 학습용 데이터 구축 사업, 초거대 AI 기반 공공 서비스 개발 사업을 통합적으로 재설계
- 과제 기획·평가 시 “AFM 데이터·모델·생태계 기여도”를 별도 평가 항목으로 설정하고, AFM 아키텍처와 연계되지 않는 중복 개발·단절형 모델 개발은 원칙적으로 지양하는 방향 도입

〈 표. 중기 단계 핵심 과제·목표 요약〉

영역	주요과제	중기목표
데이터	농식품 데이터 레이크 구축, 표준·품질·접근·보상 체계 운영	공공·민간 멀티모달 데이터 통합·관리 체계 완성
모델·서비스	언어·비전·멀티모달 AFM 구축, 핵심 응용 서비스 5~10개 고도화	AFM 기반 통합 농업 지능 서비스 국내 기준 모델 확보
시범·확산	AFM 기반 스마트농업 시범 지역·클러스터 운영	대표 지역에서 AFM 효과의 통계적 검증 및 확산 전략 도출
사업·R&D 구조	AFM 연계형 과제 기획·평가·예산 체계 도입	신규·계속 사업의 AFM 생태계 기여도 가시화·제도화

*저자 작성

○ 후기(3단계) : 통합 AFM·정책 연계·국제협력 단계

- 후기에는 생산-유통-소비-정책 전주기 데이터를 학습한 대형 멀티모달 AFM을 구축하여 농식품 시스템 전체를 다루는 통합 AFM 지향
- 작물·축산·양식·유통·소비 데이터를 동시 입력한 특정 정책·기후·시장 등 가상 시나리오에 따른 생산·가격·환경·영양·소득 변화를 장기 시뮬레이션하는 “정책·전략용 엔진”으로 활용할 수 있도록 설계
- AFM 활용 정책 시뮬레이션·평가 체계를 도입하여 보조금·직불제·보험·기금·투자 정책 효과를 사전 검증하고 사후 평가에 반영하는 “모델 기반 정책 사이클” 구축



< 그림. 통합 AFM·정책 연계·국제협력 >

- AFM의 예측 불확실성·편향을 고려한 의사결정 지원 절차, 전문가와 AFM의 역할 분담, 책임·검증 구조를 명확히 하여 법·제도와 연계
 - 농업 로봇·자율주행 농기계·드론·정밀 관수·시비 시스템과 AFM을 심층 결합하여 인식-판단-행동을 아우르는 “농업 지능 운영체제” 시범 도입
 - 농기계·로봇 제조사, 플랫폼 기업, 통신사, 데이터 제공자, 공공기관이 참여하는 산업 컨소시엄 구성 및 공통 인터페이스·안전 기준·성능 검증 프로토콜 마련
 - 국제적 차원에서는 디지털농업·AI 관련 다자 협력 프로그램과 연계하여 국내 AFM 기술·데이터·서비스를 개도국·신흥국과 공유하는 “농식품 AFM 국제 협력 모델” 구축
- ⇒ 국내 AFM 기술의 글로벌 표준화·시장 진출·ODA(공적개발원조) 연계 동시 추진 및 국내 농식품 기업·스타트업의 해외 진출 기회 확대

참고문헌

□ 국내 문헌·자료

○ 정부·공공 정책 및 전략 문헌

- 농림축산식품부(2025), 제1차 스마트농업 육성 기본계획(2025~2029년), 정부 중장기 계획 보고서
- 농림축산식품부(2024), 농식품 분야 디지털 전환 및 스마트농업 확산 추진방안, 정책 보고서
- 농림축산식품부(2024), 2024년 예산 및 기금운용계획 개요, 정부 예산 설명 자료
- 농촌진흥청(2024), 디지털농업 추진전략 및 스마트농업 기술 고도화 계획, 정책·기술 전략 보고서
- 농촌진흥청(2025), 농업과학기술 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 융합 전략(안), 중장기 전략 보고서
- 농림식품기술기획평가원(2024), 농식품 R&D 중장기 투자전략 및 디지털·AI 기술 로드맵, 기획·전략 보고서
- 과학기술정보통신부(2024), 초거대 인공지능 기술개발 및 활용 확산 전략, 국가 전략 보고서
- 과학기술정보통신부·한국지능정보사회진흥원(2023), 인공지능 학습용 데이터 구축 지원사업 종합계획, 사업 종합계획서

○ 국내 학술논문·연구보고서

- 김진우·이상훈·박성준(2021), 딥러닝 기반 스마트농업 기술 동향 및 과제, 정보과학회지, 제39권 제6호, pp. 37-45.
- 박재형·김동훈(2022), 스마트팜 환경제어를 위한 인공지능 모델 적용 사례 분석, 한국농업공학회논문집, 제64권 제3호, pp. 29-40.
- 이성훈·정재훈·김현수(2022), 농업 빅데이터 기반 작물 생육 예측 모델 연구, 한국지리정보학회지, 제25권 제4호, pp. 57-69.
- 최윤석·김태균(2023), 인공지능 기반 농업 의사결정 지원 시스템 설계 방향, 농촌계획, 제29권 제2호, pp. 19-33.
- 정승현·박민규·이준호(2023), 농업 영상 데이터를 활용한 병해충 인식 기술 동향, 한국콘텐츠학회논문지, 제23권 제1호, pp. 210-223.
- 김도연·윤성호(2024), 초거대 언어모델의 공공분야 적용 가능성과 농업 분야 시사점, 한국행정연구, 제33권 제1호, pp. 87-118.
- 배지훈·오세훈(2024), 농업 데이터 플랫폼과 AI 융합 구조에 대한 정책적 고찰, 한국정책학회보, 제33권 제2호, pp. 145-170.
- 구영현. (2025-10-22). 특강1 인공지능이 바꾸는 농업의 미래와 연구 로드맵. 한국원예학회 학술발표요지, 전남.

○ 국내 기술·산업 보고서

- 한국농촌경제연구원(2023), 디지털농업과 데이터 기반 농업 전환의 경제적 효과 분석, 연구 보고서
- 한국전자통신연구원(ETRI)(2023), 초거대 AI 기술 동향과 산업별 적용 가능성, 기술동향 보고서
- 정보통신기획평가원(IITP)(2024), 인공지능 기술로드맵: 초거대 AI와 파운데이션 모델, 기술 로드맵 보고서
- 한국과학기술기획평가원(KISTEP)(2024), 국가 R&D에서의 AI·데이터 융합 투자 동향 분석, 정책·투자 분석 보고서

□ **국외 문헌·자료**

○ **농업 파운데이션 모델 및 스마트농업 핵심 논문**

- Yin, S., Xi, Y., Zhang, X., Sun, C., Mao, Q.(2025), Foundation Models in Agriculture: A Comprehensive Review, Agriculture, Vol. 15, No. 8, Article 847, pp. 1-45.
- Li, J., Xu, M., Xiang, L., Chen, D., Zhuang, W., Yin, X., Li, Z.(2024), Foundation Models in Smart Agriculture: Basics, Opportunities, and Challenges, Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 222, Article 109032, pp. 1-28.

○ **파운데이션 모델 이론·기반 기술 문헌**

- Bommasani, R. et al.(2021), On the Opportunities and Risks of Foundation Models, arXiv preprint arXiv:2108.07258, pp. 1-84
- Brown, T. et al.(2020), Language Models are Few-Shot Learners, Advances in Neural Information Processing Systems, Vol. 33, pp. 1877-1901.
- Ouyang, L. et al.(2022), Training Language Models to Follow Instructions with Human Feedback, Advances in Neural Information Processing Systems, Vol. 35, pp. 27730-27744.

○ **농업 AI·디지털농업 정책·국제기구 문헌**

- Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO)(2022), Digital Agriculture and AI Innovation, FAO Policy Report, pp. 1-60.
- FAO(2019), E-agriculture in Action: Big Data for Agriculture, FAO Report, pp. 1-92.
- OECD(2019), Digital Opportunities for Better Agricultural Policies, OECD Publishing, pp. 1-120.
- OECD(2021), Innovation, Productivity and Sustainability in Food and Agriculture, OECD Publishing, pp. 1-260.
- European Commission(2021), A Long-term Vision for the EU's Rural Areas – Towards 2040, COM(2021) 345 final, pp. 1-26.

○ **확장 분야(농업 AI + 로봇틱스·의사결정)**

- Zhang, C. et al.(2023), AI-enabled decision support systems for precision agriculture, Artificial Intelligence in Agriculture, Vol. 7, pp. 45-60.



농식품심층분석 보고서

AI 파운데이션 모델 동향