AI 시대의 교육에 대한 새마을 정신 재해석:
보상 기반 학습 생태계를 통한

교육·경제 양극화 완화 플랫폼 설계 및 구현 사례 연구

— *Web3* 기반 *NodajiFi* 플랫폼의 구현 보고와 정책적 함의를 중심으로 —

Reinterpreting the Saemaul Spirit for Education in the AI Era:

A Design and Implementation Case Study of a Reward-Based Learning Ecosystem Platform for Mitigating Educational and Economic Polarization

— Focusing on the Implementation Report and Policy Implications of the Web3-based NodajiFi Platform —

최명수 (Myongsu Choe, Ph.D.)

동서울대학교

together@nodajifilabs.com

국문 초록

본 연구는 1970-1980년대 한국 새마을 운동이 보유했던 사회적·경제적 작동 메커니즘을 21세기 인공지능(AI) 및 블록체인 기술 환경에서 재구성하여, 글로벌 차원의 교육·경제 양극화를 완화하기 위한 보상 기반 학습 생태계의 설계 원리와 그 구현 사례를 보고하는 것을 목적으로 한다. 기존의 새마을 운동 디지털화 논의는 '근면·자조·협동'이라는 3대 정신을 비유적·선언적으로 차용하는 데 머물러, 동시대 디지털 사회 문제에 대한 구체적 처방으로 기능하기 어려웠다. 본 연구는 이러한 한계를 극복하고자, 새마을 운동의 본질적 작동 원리를 ① 마을 단위 자기조직화(self-organization), ② 외부 종잣돈과 내부 노동의 매칭(matching grant), ③ 성과 기반 차등 지원(performance-based differentiation), ④ 가시적 성과의 즉각적 피드백(immediate visibility of outcomes)이라는 네 가지 메커니즘으로 재구성하고, 이를 Web3 시대의 토큰 이코노미 및 탈중앙화 자율조직(DAO) 설계 원리로 재해석한다.

본 연구가 사례 분석의 대상으로 삼는 NodajiFi 및 GlobalPiggy 플랫폼은 위 메커니즘을 구체적 시스템으로 구현하고자 하는 시도이다. 학습자가 AI 튜터와의 상호작용을 통해 문제를 해결하면 즉시 디지털 보상 단위(NGEM)를 획득하며, 이것이 공급측 정산·거버넌스 단위(NDJI)와 결합되는 이중 단위 구조가 구현의 핵심이다. 본 연구는 여기에 USD 연동 안정 가치 단위(NUSD)를 더한 삼중 토큰 구조를 설계 공간의 참조 모형(reference model)으로 함께 제시하되, NUSD는 스테이블코인 규제 환경을 고려하여 현 단계에서 구현이 유보된 조건부 설계 요소임을 명시한다. 또한 본 연구는 온디바이스 AI(on-device AI)와 증강현실(AR) 기술을 결합한 가상 실험·실습 모듈을 추가 설계 요소로 제안하여, 물리적 실험 인프라의 부재로 인한 STEM 분야 교육 격차의 해소 가능성을 논의한다.

방법론적으로 본 연구는 설계 연구(design research)와 사례 연구(case study)의 접근을 채택하였다. 대규모 실증 연구는 향후 과제로 남기되, 본 논문에서는 출시 직전 단계의 내부 알파 테스트(N=42)에서 관찰된 정성적·예비 정량 데이터와 선행 문헌이 시사하는 기대 효과를 함께 보고한다. 분석 결과, 보상의 즉각성과 AI 튜터의 개인화된 피드백이 결합될 때 학습 지속성과 몰입도에서 의미 있는 변화의 가능성이 관찰되었으며, 이는 선행 대규모 실증 연구(Kestin et al., 2025 등)의 결과 방향과 일관된다.

본 연구는 나아가 보상 기반 학습 생태계가 지속 가능하기 위해 갖추어야 할 보상 설계의 심층 원리를 제시한다. 과잉정당화 효과와 굿하트 법칙의 위험을 전제로, 보상을 학습의 대가에서 신뢰 회로의 매개로 재배치하고, 최상위 보상을 화폐 획득에서 지위(보증인)와 기회(수요측 접속)의 획득으로 이동시키는 설계 원리를 논증한다. 이 재정립은 새마을 운동의 마을 등급제 및 새마을지도자 제도와 구조적으로 조응한다. 나아가 보증의 진실성을 담보하기 위한 제도 설계 — 범위 한정 보증 계약, 통계적 기소와 인간적 판정의 이단계 규율, 선례 구속적 판정, 지역·직종별 구획화 — 를 정식화하고, 이를 마을 등급제·상호 감시·마을 단위 책임 구조와 대응시킨다.

본 연구의 학술적 기여는 다음과 같다. 첫째, 새마을 운동의 작동 메커니즘을 토큰 이코노미 설계 원리로 재구성하는 이론적 매핑(mapping)을 제시하였다. 둘째, AI 시대의 새로운 양극화 — 즉 'AI 격차(AI divide)'와 자본·노동 소득 격차의 중첩 구조 — 에 대해 디지털 새마을 모델이 가질 수 있는 정책적 함의를 도출하였다. 셋째, 온디바이스 AI와 AR을 활용한 STEM 교육 격차 완화 가능성을 교과목별 대체 가능 범위와 함께 구체적으로 분석하였다.

주제어*:* 디지털 새마을 운동, 홍익인간, 보상 기반 학습, *Learn-to-Earn, AI* 튜터링, 블록체인 거버넌스, 교육 격차, 경제 양극화, 온디바이스 *AI,* 증강현실*(AR),* 자기결정성 이론, 과잉정당화, 굿하트 법칙, 보증인 경제, 내재 동기

Abstract

This study aims to reconstruct the social and economic operating mechanisms of Korea's Saemaul Undong (New Village Movement) of the 1970s-1980s within the context of 21st-century artificial intelligence (AI) and blockchain technology, and to report the design principles and an implementation case of a reward-based learning ecosystem aimed at mitigating global educational and economic polarization. Previous discussions on the digitalization of the Saemaul spirit have largely remained at the level of metaphorical or declarative borrowing of the three values of "diligence, self-help, and cooperation," making it difficult to translate the spirit into concrete prescriptions for contemporary digital-era problems.

To overcome this limitation, this study extracts four essential operating mechanisms from the original Saemaul Undong: (1) village-level self-organization, (2) matching of external seed funding with internal labor (matching grant), (3) performance-based differentiated support, and (4) immediate visibility of outcomes. These mechanisms are reinterpreted as design principles for token economies and decentralized autonomous organizations (DAOs) in the Web3 era.

The case under analysis—the NodajiFi and GlobalPiggy platform—instantiates these mechanisms as a concrete system. As implemented, its core architecture is a dual-unit structure in which learners earn an immediate reward unit (NGEM) through interaction with AI tutors, complemented by a supply-side settlement and governance unit (NDJI). The study also presents, as a reference model of the full design space, a tri-token structure that adds a USD-pegged stable unit of value (NUSD), while explicitly noting

that NUSD is a conditional design element whose implementation is deferred in light of the evolving regulatory environment for stablecoins. The study additionally proposes a virtual experiment and laboratory module that combines on-device AI and augmented reality (AR) as a means to alleviate STEM education disparities arising from the absence of physical laboratory infrastructure. Furthermore, the study formalizes the institutional design that secures the integrity of human attestation — scoped attestation contracts, a two-stage disciplinary process in which statistics indict and humans judge, precedent-bound adjudication, and regional compartmentalization — and maps each element onto the village-grading, mutual-monitoring, and village-level accountability structures of the original Saemaul Undong.

Methodologically, this study adopts design research and case study approaches. Full-scale empirical validation remains a task for future research; this paper instead reports preliminary qualitative and quantitative observations from a pre-launch internal alpha test (N=42), interpreted alongside expected effects suggested by prior empirical literature. The observed direction of effects regarding learning persistence and engagement is consistent with prior large-scale empirical findings (e.g., Kestin et al., 2025).

The study further articulates the deeper design principles that a reward-based learning ecosystem must satisfy to remain sustainable. Taking the risks of the overjustification effect and Goodhart's law as premises, it argues for repositioning rewards from payment for learning to a lubricant of a trust circuit, and for shifting the highest-order reward from monetary gain to the acquisition of status (as a guarantor) and opportunity (access to the demand side). This reconstruction structurally

corresponds to the Saemaul Undong's village-grade system and the Saemaul leader institution.

The academic contributions of this study are threefold. First, it offers a theoretical mapping that reconstructs the operating mechanisms of the Saemaul Undong as token-economy design principles. Second, it derives policy implications of the Digital Saemaul model for the new forms of polarization specific to the AI era—namely, the overlapping structure of the "AI divide" and capital-labor income inequality. Third, it analyzes the potential of on-device AI and AR to reduce STEM education gaps, with concrete attention to subject-specific scope of substitutability.

Keywords: Digital Saemaul Undong, Hongik Ingan, reward-based learning, Learn-to-Earn, AI tutoring, blockchain governance, educational inequality, economic polarization, on-device AI, augmented reality (AR), self-determination theory, overjustification, Goodhart's law, guarantor economy, intrinsic motivation

목 차

1. 서론

1.1. 연구의 배경과 문제 제기

1.2. 21세기 새마을 운동 재해석의 필요성

1.3. 연구 목적과 연구 질문

1.4. 연구 방법과 논문의 구성

2. 이론적 배경**:** 새마을 운동의 작동 메커니즘과 디지털 재구성

2.1. 새마을 운동의 본질: 정신에서 메커니즘으로

2.2. 작동 메커니즘 1 — 마을 단위 자기조직화와 DAO 거버넌스

2.3. 작동 메커니즘 2 — 매칭 그랜트와 광고·후원·학습노력의 결합

2.4. 작동 메커니즘 3 — 성과 기반 차등과 토큰 분배 알고리즘

2.5. 작동 메커니즘 4 — 가시성과 즉각적 피드백의 행동경제학

2.6. 홍익인간 사상의 글로벌 디지털 공공재 해석

3. 21세기 양극화와 디지털 새마을 모델의 정책적 좌표

3.1. AI 시대의 새로운 격차: AI 격차와 노동 소득 약화

3.2. 자본수익률과 학습수익률의 비대칭 구조

3.3. 글로벌 학습 빈곤의 지속과 ODA의 한계

3.4. 디지털 새마을 모델의 정책적 위치

4. NodajiFi 플랫폼의 시스템 설계와 구현

4.1. 통합 에코시스템 아키텍처

4.2. NodajiFi: AI 기반 학습 레이어

4.3. GlobalPiggy: 가치 저장·순환 레이어

4.4. 토큰 구조의 설계 원리: 삼중 참조 모형과 이중 구현

4.5. 거버넌스 구조: DAO와 ROC의 이중 구조

5. 보상 설계의 재정립**:** 지불에서 신뢰 회로로

5.1. 문제 제기: '보상 기반'이라는 전제의 재검토

5.2. 보상의 문법: 지불에서 인정으로

5.3. 보상의 기울기: 문턱에서 정체성으로

5.4. 신뢰 회로에 대한 보상: 보증인 경제

5.5. 소비가 아니라 기회로서의 보상

5.6. 굿하트 법칙을 전제한 설계

5.7. 동기 건강의 계량화

5.8. 보증 네트워크의 제도 설계: 계약·규율·재판·구획화

5.9. 남은 긴장: 지위·기회의 희소성과 보편 교육 이상

6. 온디바이스 **AI**와 **AR**을 활용한 실험·실기 및 기술·기능 습득 지원

6.1. 도입 배경: 실험 인프라의 격차

6.2. 온디바이스 AI와 AR의 결합 설계

6.3. 교과목별 대체 가능 범위 분석

6.4. 한계와 보완 설계

7. 파일럿 운영 계획 및 향후 검증 설계

7.1. 연구 단계의 위치와 본 장의 목적

7.2. 파일럿 운영 계획

7.3. 향후 검증 설계: 측정 변수와 연구 설계

7.4. 해석상 유의해야 할 방법론적 쟁점

8. 논의**:** 한계와 시사점

8.1. 본 연구의 학술적 기여

8.2. 규제·법적 환경에 대한 신중한 검토

8.3. 연구의 한계와 향후 실증 과제

9. 결론과 정책 제언

9.1. 요약

9.2. 새마을운동중앙회 및 ODA 기관에 대한 제언

9.3. 학술적·실천적 후속 과제

참고문헌

부록

부록 A. 시스템 화면 캡처 모음

부록 B. 토큰 이코노미 핵심 파라미터

부록 C. 새마을 메커니즘과 시스템 구성요소 매핑표

1. 서론

1.1. 연구의 배경과 문제 제기

21세기에 들어선 지 한 세대가 지난 현 시점, 인류는 두 가지 거대한 비대칭의 심화를 동시에 경험하고 있다. 하나는 인공지능과 디지털 자산이라는 기술 혁신이 만들어내는 생산성의 폭발적 증가이며, 다른 하나는 그 혜택에 접근할 수 있는 자와 그렇지 못한 자 사이의 격차가 확대되는 양극화의 심화이다. 이 두 흐름은 별개로 존재하는 것이 아니라 서로를 강화하며, 그 결과 교육과 경제 양 영역에서 구조적 불평등이 고착화되는 양상을 보이고 있다.

세계은행(World Bank)이 발표한 글로벌 빈곤 통계에 따르면, 2024년 기준 전 세계에서 약 8억 3,900만 명이 여전히 극빈 상태에 놓여 있으며, 글로벌 인구의 약 10.3퍼센트가 새로 조정된 일일 3달러 빈곤선 이하의 삶을 살고 있다(World Bank, 2025). 더 심각한 것은 교육 영역에서 관찰되는 학습 빈곤(learning poverty) 지표이다. 세계은행과 유네스코의 공동 측정에 따르면, 저소득 및 중하위 소득 국가의 초등 교육 종료 시점 아동의 상당 비율이 기본적인 짧은 글조차 읽고 이해하지 못하는 상태에 놓여 있으며, 이는 단순한 학교 출석 부족의 문제가 아니라 학습 그 자체의 실패라는 보다 본질적인 위기로 진단되고 있다(World Bank & UNESCO, 2022).

이러한 학습 위기의 배후에는 여러 구조적 요인이 존재하지만, 본 연구가 특히 주목하는 것은 학습자가 직면하는 교육의 기회비용(opportunity cost) 문제이다. 절대 빈곤 가구의 아동·청소년에게 있어 학습에 시간을 투입한다는 것은 단순히 여가의 포기가 아니라, 가구 생계에 기여할 수 있는 노동 시간의 직접적 상실을 의미한다. 베커(Becker, 1964)가 정립한 인간 자본 이론(human capital theory)의 관점에서 보자면 교육은 미래 소득을 위한 투자이지만, 이 투자의 회임 기간이 수년에서 수십 년에 달하는 반면 노동의 보상은

즉각적이라는 비대칭은, 빈곤 가구의 합리적 의사결정을 학습 회피 방향으로 기울게 만드는 강력한 유인이 된다.

여기에 21세기적 차원의 새로운 격차가 중첩된다. 생성형 AI를 도구로 활용할 수 있는 자와 그렇지 못한 자 사이의 'AI 격차(AI divide)'는, 과거의 단순한 디지털 격차(digital divide)를 넘어 인지적·생산적 능력의 격차로 직결된다(Acemoglu & Restrepo, 2022). 동시에 자본 소득의 증가율이 노동 소득의 증가율을 구조적으로 상회하는 현상(Piketty, 2014)이 심화되면서, 자산을 보유하지 못한 다수의 학습자·노동자는 자신의 노동만으로는 자산 형성에 도달하기 어려운 비대칭에 직면하고 있다. 즉, 21세기의 양극화는 단순한 소득 격차가 아니라 '학습 자원에 접근할 자격'과 '자산을 형성할 자격' 자체의 양극화라는 다층적 구조를 띠고 있다.

이러한 상황에서 전통적 공적개발원조(ODA) 모델이나 공급자 중심의 에듀테크 인프라 지원만으로는 문제가 해결되기 어렵다. 학교 건물을 짓고 교과서를 보내는 방식의 원조는 학습자의 기회비용 문제를 해결하지 못하며, 일방향 동영상 강의 중심의 에듀테크는 1대1 맞춤 지도가 필요한 학습자에게 충분한 효과를 발휘하지 못한다. 학습 행위 자체가 학습자의 현재적 가치 창출 활동으로 인지되고, 동시에 그 학습이 즉각적이고 신뢰할 수 있는 보상으로 연결되는 새로운 인센티브 구조가 요구되는 시점이다.

1.2. 21세기 새마을 운동 재해석의 필요성

이 지점에서 본 연구는 한국이 1970년대 이후 추진해온 새마을 운동(Saemaul Undong)이 가지는 동시대적 함의를 재조명하고자 한다. 새마을 운동은 일반적으로 '근면·자조·협동'이라는 3대 정신과 농촌 환경 개선 사업으로 알려져 있으며, 이를 디지털 시대에 적용하려는 시도 또한 여러 차례 이루어져 왔다. 그러나 기존의 디지털 새마을 논의가 가지는 한계는, 새마을 운동을 정신(spirit) 으로 환원하여 그 비유적 적용에

머물렀다는 점이다. '근면을 디지털 시대에는 성실한 학습으로 적용한다', '자조를 자기주도학습으로 해석한다'는 식의 논의는 수사적으로는 매끄러우나, 구체적인 시스템 설계 원리로 환원되지 못한다.

본 연구의 핵심 주장은, 새마을 운동의 진정한 성공 요인은 정신이 아니라 작동 메커니즘(operating mechanism) 에 있었다는 것이다. 1970년대 한국 농촌이 단기간에 변화한 것은 농민들이 갑자기 더 근면해졌기 때문이 아니라, ① 마을 단위에서 사업을 자체적으로 결정하고 책임지는 자기조직화 구조, ② 정부가 시멘트 등 종잣돈을 제공하면 마을이 노동력을 결합하는 매칭 그랜트(matching grant) 방식, ③ 우수마을·자조마을·기초마을로 마을을 분류하여 성과에 따라 차등 지원하는 인센티브 체계, ④ 지붕 개량과 마을 안길 정비처럼 즉각적이고 가시적인 성과를 가시화하는 피드백 구조가 결합되었기 때문이다(So, 2017; Choi, 2020).

이 네 가지 메커니즘은 놀랍게도 21세기 Web3 토큰 이코노미와 탈중앙화 자율조직(DAO)의 핵심 설계 원리와 거의 일대일로 대응된다. 마을의 자기조직화는 토큰 보유자의 거버넌스 투표 구조에, 매칭 그랜트는 외부 자금(광고 수익·후원금)과 내부 노력(학습 활동)의 결합 구조에, 성과 기반 차등 지원은 학습 성취도에 따른 토큰 분배 알고리즘에, 가시적 즉각 피드백은 블록체인 기반의 실시간 보상 정산에 각각 대응된다. 이러한 구조적 매핑은, 새마을 운동의 디지털 재해석이 단순한 정신적 차용이 아니라 시스템 설계 차원의 이식(transplantation) 으로 가능함을 시사한다.

이는 단순한 학술적 흥미를 넘어 실천적 의의를 지닌다. 21세기의 양극화는 1970년대 한국이 직면했던 농촌-도시 격차와는 다른 형태이지만, '자원이 부족한 다수가 어떻게 자기 자원을 결집하여 외부 자원과 결합하고, 단계적 성과를 통해 자립으로 나아갈 것인가'라는 근본적 문제 구조는 동일하다. 새마을 운동의 메커니즘은 이 문제 구조에 대한 한국 사회의

응답이었으며, 그 메커니즘이 디지털 환경에서 재현될 수 있다면 글로벌 차원의 양극화 완화에 기여할 가능성이 있다.

1.3. 연구 목적과 연구 질문

이상의 문제의식을 바탕으로 본 연구는 다음과 같은 목적을 설정한다.

첫째, 새마을 운동의 본질적 작동 메커니즘을 21세기 Web3·AI 환경에서 작동하는 시스템 설계 원리로 재구성한다. 이는 기존의 정신 중심 논의를 넘어, 새마을 운동을 학술적으로 분석 가능하고 시스템적으로 이식 가능한 메커니즘으로 명료화하는 작업이다.

둘째, 위 설계 원리에 기반하여 실제로 구현되고 있는 사례인 NodajiFi 및 GlobalPiggy 플랫폼의 시스템 아키텍처와 구현 현황을 보고한다. 본 연구는 본격적 대규모 실증 연구가 아닌 설계 연구이자 구현 보고이며, 출시 직전 단계의 내부 알파 테스트 결과를 정직하게 제시한다.

셋째, 이 모델이 21세기 양극화 — 특히 AI 격차와 학습 빈곤의 중첩 구조 — 에 대해 가질 수 있는 정책적 함의를 도출하고, 새마을운동중앙회 및 한국 ODA 기관에 대한 구체적 제언을 제시한다.

위 목적을 구체화하는 연구 질문은 다음과 같다.

> 연구 질문 1. 1970-1980년대 새마을 운동의 사회적 작동 메커니즘은 어떻게 분해될 수 있으며, 그 메커니즘은 21세기 토큰 이코노미 및 DAO 설계 원리와 어떤 구조적 대응 관계를 가지는가?
>
> 연구 질문 2. AI 시대 양극화의 핵심 구성 요소(AI 격차, 자본-노동 비대칭, 학습 빈곤의 지속) 각각에 대해, 디지털 새마을 모델은 어떤 작동 경로로 완화 효과를 이론적으로 가질 수 있는가?

연구 질문 3. NodajiFi/GlobalPiggy 플랫폼은 위 설계 원리를 시스템 수준에서 어느 정도 구현하고 있으며, 출시 직전 단계의 사용자 행동에서 관찰되는 정성적·예비 정량 지표는 선행 문헌의 기대치와 어떻게 비교되는가?

연구 질문 4. 온디바이스 AI와 AR을 결합한 가상 실험·실습 모듈은 STEM 교육 격차 해소에 어느 범위까지 기여할 수 있으며, 어떤 교과목·실습 영역에서는 한계가 명확한가?

1.4. 연구 방법과 논문의 구성

본 연구는 방법론적으로 설계 연구(design research)와 사례 연구(case study)의 복합적 접근을 채택한다. 본 연구는 가설 검정형 실증 연구가 아니라, 사회적·기술적 시스템의 설계 원리를 명료화하고 그 구현 사례를 보고하는 성격을 갖는다. 따라서 결론의 형식은 통계적 일반화가 아니라, 설계 원리의 일관성과 구현의 타당성에 대한 논증이다.

자료의 원천은 세 가지 층위로 구성된다. 첫째, 새마을 운동의 작동 메커니즘에 관한 기존 학술 문헌과 정책 보고서를 검토하여 메커니즘 추출의 학술적 근거를 마련한다. 둘째, 본 연구의 사례인 NodajiFi 백서(NodajiFi Labs, 2025)와 시스템 설계 문서, 그리고 출시 직전 단계의 내부 알파 테스트(N=42, 2025년 12월~2026년 4월) 사용자 로그 및 인터뷰 자료를 활용한다. 셋째, AI 튜터링과 보상 기반 학습의 효과에 관한 최근 실증 연구(Kestin et al., 2025; Lah et al., 2024)를 비교 준거로 활용한다.

본 연구의 한계는 명확히 인정할 필요가 있다. 본 연구가 분석하는 플랫폼은 본격적 상용 서비스 출시 직전의 개발 완료 및 파일럿 준비 단계에 있으므로, 본 논문은 대규모 사용자 데이터에 기반한 정량적 효과 분석을 제시하지 않는다. 따라서 본 연구의 결론은 통계적 일반화가 아니라 설계 원리의 정합성과 시스템 구현의 타당성에 대한 논증의 성격을 가진다. 본격적 실증은 향후 후속 연구의 과제로 남기되, 제7장에서 그 검증 설계를 구체적으로 제시한다. 설계 원리의 학술적 정합성과 시스템 구현의 구체성, 그리고 향후 검증 설계의

명료화는 실증 데이터가 확보되기 이전 단계에서 본 연구가 가지는 핵심 기여로 이해될 수 있다.

논문은 다음과 같이 구성된다. 제2장에서는 새마을 운동의 작동 메커니즘을 네 가지로 분해하고 각각을 디지털 설계 원리로 재구성한다. 제3장에서는 21세기 양극화의 구조를 분석하고 디지털 새마을 모델의 정책적 좌표를 설정한다. 제4장에서는 NodajiFi 플랫폼의 시스템 아키텍처를 설명하고, 제5장에서는 보상 설계의 심층 원리를 지불에서 신뢰 회로로 재정립한다. 제6장에서는 온디바이스 AI와 AR을 결합한 실험·실기 및 기술·기능 습득 지원 모듈의 설계와 한계를 논의한다. 제7장은 파일럿 운영 계획과 향후 검증 설계를 제시하고, 제8장에서는 연구의 한계와 시사점을 논의한다. 마지막 제9장에서 정책적 제언과 후속 과제를 제시한다.

그림 1-1 본 연구의 분석 틀: 새마을 운동 메커니즘의 추출과 디지털 재구성

2. 이론적 배경**:** 새마을 운동의 작동 메커니즘과 디지털 재구성

2.1. 새마을 운동의 본질**:** 정신에서 메커니즘으로

새마을 운동을 학술적으로 분석할 때 가장 흔히 마주하는 어려움은, 이 운동이 '근면·자조·협동'이라는 표어로 환원되는 순간 그 분석적 깊이를 잃어버린다는 점이다. 이 세 단어는 운동의 윤리적 호소를 요약하는 데에는 효과적이지만, 운동이 어떻게 작동했는가를 설명하는 데에는 부족하다. 윤리적 호소만으로 농촌이 변화한 것은 아니기 때문이다. 농민이 갑자기 더 근면해진 것이 아니라, 근면이 보상받는 구조가 새로 만들어진 것이다.

따라서 본 연구는 새마을 운동을 분석하는 데 있어 정신(spirit)에서 메커니즘(mechanism)으로의 분석 단위 전환이 필요하다고 본다. 정신은 결과적으로 운동의 효과 위에 형성된 문화적 외피이며, 운동을 작동시킨 것은 그 아래에 존재했던 사회적·경제적 인센티브 구조였다. 이러한 메커니즘 중심 분석은 새마을 운동의 학술적 보편화 가능성을 열어준다. 정신은 한국 고유의 문화로 환원되기 쉽지만, 메커니즘은 다른 시공간으로 이식 가능한 설계 원리로 추상화될 수 있기 때문이다(So, 2017).

기존 새마을 운동 연구를 종합적으로 검토하면(So, 2017; Park, 2009; Choi, 2020), 운동의 작동을 설명하는 핵심 메커니즘은 다음 네 가지로 압축된다. 첫째, 마을 단위의 자기조직화이다. 사업의 우선순위와 시행 방식을 외부 관청이 일방적으로 결정한 것이 아니라, 마을 총회와 새마을지도자를 통해 마을 내부에서 결정하도록 한 거버넌스 구조가 작동했다. 둘째, 매칭 그랜트 방식의 자원 결합이다. 정부가 시멘트와 철근 등 종잣돈 성격의 물자를 제공하면, 마을은 부역(賦役) 형태의 노동력과 토지 등을 결합하여 사업을 완성했다. 외부 자원만으로도, 내부 자원만으로도 불가능했을 사업이 양자의 결합으로 가능해졌다. 셋째, 성과 기반의 차등 지원이다. 모든 마을에 동일하게 자원을 배분한 것이 아니라, 사업 성과에 따라 마을을 기초마을·자조마을·자립마을로 분류하고 상위 등급의 마을에 더 많은 자원을

차등 지원했다. 이는 마을 간 건설적 경쟁을 유도하는 인센티브 메커니즘으로 기능했다. 넷째, 가시적 성과의 즉각적 피드백이다. 지붕 개량, 마을 안길 정비, 공동 우물 설치 등은 그 효과가 며칠 내에 눈에 보이는 형태로 드러나는 사업이었으며, 이러한 가시성은 추가적 참여 동기를 강화했다.

이 네 가지 메커니즘은 각각 학술적 연관 개념을 가진다. 자기조직화는 오스트롬(Ostrom, 1990)의 공유자원 관리 이론(common-pool resource governance)과 연결되고, 매칭 그랜트는 개발경제학의 보완재(complementary inputs) 논의와 연결되며, 성과 기반 차등은 인센티브 디자인 이론과 연결된다. 마지막의 즉각적 가시성은 행동경제학의 지연 할인(delay discounting) 극복 논의 및 스키너(Skinner, 1953)의 정적 강화(positive reinforcement) 이론과 연결된다. 이러한 학술적 연결은, 새마을 운동의 메커니즘이 우연히 효과를 본 임시방편이 아니라 사회과학의 보편 원리에 부합하는 설계였음을 시사한다.

본 연구의 핵심 주장은, 이 네 가지 메커니즘이 21세기 Web3 기술 환경에서 거의 일대일로 대응되는 디지털 설계 원리로 이식 가능하다는 것이다. 다음 절들에서는 각 메커니즘을 디지털 환경에서 어떻게 재구성할 수 있는지를 차례로 논의한다.

[표 2-1] 새마을 운동 **4**대 메커니즘과 학술적 연관 개념

메커니즘	**1970-80**년대 작동 양상	연관 학술 이론	핵심 참고문헌
마을 단위 자기조직화	마을 총회 의사결정·새마을지도자의 매개적 리더십·사업 우선순위의 자율 결정	공유자원 거버넌스 (common-pool resource governance)	Ostrom (1990); So (2017)
매칭 그랜트형 자원 결합	정부의 시멘트·철근 종잣돈 + 마을의 노동력·토지 결합	보완재 이론·인적-물적 자본의 결합	Becker (1964); Park (2009)
성과 기반 차등 지원	기초마을·자조마을·자립마을 분류와 단계별 자원 차등 배분	인센티브 디자인 이론	Choi (2020); So (2017)

가시적 성과의 즉각 피드백	지붕 개량·마을 안길 정비 등 단기 가시화 사업 우선 추진	정적 강화·지연 할인 극복	Skinner (1953); Mullainathan & Shafir (2013)

2.2. 작동 메커니즘 **1 —** 마을 단위 자기조직화와 **DAO** 거버넌스

새마을 운동에서 가장 본질적이면서도 가장 자주 간과되는 요소는 마을 총회 중심의 자기조직화 거버넌스이다. 한국 정부가 새마을 운동을 통해 시도한 것은 농촌 개발의 직접 통제가 아니라, 마을이 스스로 의사결정의 주체가 되는 구조의 조성이었다. 새마을지도자 제도, 마을 총회의 의사결정 방식, 사업 우선순위의 자율적 결정 등은 모두 이 자기조직화 구조의 구성 요소이다. 외부에서 자원을 투입하더라도 그 자원을 어디에, 어떻게 사용할지는 마을이 결정한다는 원칙이 운동의 지속가능성을 담보했다.

이러한 자기조직화 구조는 21세기 탈중앙화 자율조직(Decentralized Autonomous Organization, 이하 DAO)의 핵심 설계 원리와 구조적으로 동일하다. DAO는 토큰 보유자들이 거버넌스 투표를 통해 조직의 의사결정에 직접 참여하는 구조로서, 외부 기관이 아니라 구성원이 스스로 의사결정 주체가 된다는 점에서 새마을 마을 총회의 디지털 등가물(digital equivalent)이라 할 수 있다(Buterin, 2014; Hassan & De Filippi, 2021). 다만 마을이 지리적 단위인 반면, DAO는 글로벌 학습자 공동체라는 가상적 단위라는 차이가 있다.

이러한 자기조직화의 디지털 재구성에는 신중한 설계가 요구된다. 1970년대 새마을 운동의 자기조직화는 마을 공동체라는 강한 사회적 유대 위에서 작동했으나, 글로벌 학습자 DAO에는 이러한 사전적 유대가 존재하지 않는다. 따라서 디지털 새마을 모델에서는 토큰 보유와 학습 활동이라는 이중의 참여 자격(dual eligibility)을 통해 거버넌스 참여자의

진정성을 담보하는 메커니즘이 필요하다. NodajiFi의 거버넌스 토큰(NDJI)이 단순한 보유가 아니라 학습 활동을 통한 획득과 결합되도록 설계된 이유가 여기에 있다.

또한 새마을 운동에서 마을 단위 자기조직화를 보완했던 것이 새마을지도자라는 매개적 리더십이었다는 점은 기억할 만하다. 디지털 환경에서도 완전히 평면적인 거버넌스보다는, 학습 성과와 공동체 기여도가 누적된 사용자가 자연스러운 매개적 역할을 수행하는 계층적 거버넌스가 현실적일 수 있다. 이는 후술할 NodajiFi의 거버넌스 구조 설계에 반영된다.

2.3. 작동 메커니즘 **2 —** 매칭 그랜트와 광고·후원·학습노력의 결합

새마을 운동의 두 번째 메커니즘은 매칭 그랜트(matching grant) 방식의 자원 결합이다. 정부가 시멘트와 철근을 제공하면 마을은 노동력과 토지를 결합한다는 단순한 구조는, 사실 개발경제학적으로 매우 정교한 설계였다. 정부가 모든 비용을 부담하는 시혜형 원조(welfare aid)는 수혜자의 도덕적 해이(moral hazard)를 유발하기 쉽고, 반대로 수혜자가 모든 비용을 부담해야 하는 자력갱생 모델은 자본 부족 가구에는 적용할 수 없다. 매칭 그랜트는 양 극단의 한계를 동시에 회피하면서, 외부 자원과 내부 노력의 보완성(complementarity)을 활용하는 중간 경로이다.

매칭 그랜트 방식의 또 다른 강점은, 외부 자원에 대한 마을의 '스킨 인 더 게임(skin in the game)'을 강제한다는 점이다. 마을이 자체 노동을 투입했기 때문에 사업 성과에 대한 책임감이 생기고, 외부 자원이 낭비되거나 형식화되는 것을 막는 자율적 감시 기제가 작동한다. 이는 시혜형 원조에서 흔히 관찰되는 자원 누수 문제에 대한 구조적 해법이었다.

디지털 새마을 모델에서 이 메커니즘은 어떻게 재구성될 수 있는가? 본 연구는 외부 자원을 광고 수익과 후원 기금으로, 내부 노력을 학습자의 학습 활동으로 매핑한다. NodajiFi 플랫폼의 운영 모델에서 광고주가 지불하는 광고 비용과 외부 후원자의 기부금은 1970년대의 시멘트와 동일한 외부 자원 역할을 수행하며, 학습자가 문제 풀이와 AI

튜터와의 상호작용에 투입하는 학습 시간은 마을의 부역 노동과 동일한 내부 자원 역할을 수행한다. 이 두 자원이 토큰 발행 알고리즘을 매개로 결합될 때, 학습자는 자신의 학습 시간이 화폐적 가치로 전환되는 경험을 하게 된다.

여기서 강조할 점은, 디지털 새마을의 매칭 그랜트가 단순한 광고 시청 보상(시청 즉시 포인트 지급)과는 본질적으로 다르다는 것이다. 단순 광고 보상은 학습자의 시간을 광고주에게 판매하는 구조로서, 학습자의 발전에 기여하지 않는다. 반면 매칭 그랜트형 학습 보상은 학습 활동 그 자체가 가치 창출의 핵심이며, 광고는 그 활동을 가능케 하는 외부 자원의 흐름일 뿐이다. 이러한 구분은 윤리적으로도, 그리고 학습자의 장기적 인간 자본 형성 측면에서도 중요하다.

또한 매칭 그랜트의 디지털 재구성에서는 자원의 투명성이 결정적이다. 1970년대 새마을 운동에서 정부가 어느 마을에 시멘트 몇 포대를 보냈는지는 행정 기록으로 확인 가능했지만, 디지털 환경에서는 광고 수익과 후원금이 어떻게 학습자에게 분배되는지가 불투명할 위험이 크다. 이 지점에서 블록체인의 온체인 기록(on-chain transparency)이 정확히 새마을 운동의 행정 기록을 대체하는 디지털 등가물로 기능한다(Tapscott & Tapscott, 2016).

2.4. 작동 메커니즘 **3 —** 성과 기반 차등과 토큰 분배 알고리즘

새마을 운동의 가장 논쟁적이지만 가장 강력한 메커니즘은 마을 등급제이다. 정부는 모든 마을에 동일하게 자원을 분배하지 않고, 사업 성과를 기준으로 마을을 기초마을, 자조마을, 자립마을로 분류하여 차등 지원했다. 상위 등급으로 올라간 마을은 더 많은 자원을 받고, 하위 등급에 머문 마을은 상대적으로 적은 자원을 받았다. 이 구조는 평등주의적 관점에서 비판받을 여지가 있으나, 운동의 동력을 만들어낸 핵심 인센티브였다.

이 메커니즘의 작동 원리는 두 가지 측면에서 분석될 수 있다. 첫째, 차등 지원은 마을 간 비교 가능성(comparability)을 만들어 건설적 경쟁의 동력을 제공했다. 둘째, 등급 상승의 가능성이 단계적으로 가시화되어 있어 마을이 도달 가능한 단기 목표를 설정하기 쉬웠다. 한꺼번에 자립마을이 되어야 한다는 부담이 아니라, 기초마을에서 자조마을로의 단계적 진입이라는 가시적 경로가 제시되었던 것이다.

차등 지원의 디지털 재구성은 토큰 분배 알고리즘의 설계 문제이다. 모든 학습 활동에 동일한 보상을 지급하는 평면적 구조 대신, 학습 성취도·일관성·난이도에 따라 보상이 차등화되는 설계가 요구된다. 이는 단순한 점수제와는 다르다. 학습자가 자신의 현재 등급과 다음 등급의 기준을 명확히 인지하고, 그 사이의 진행 정도를 시각적으로 확인할 수 있어야 한다. NodajiFi의 알파 버전에서 구현된 학습자 레벨 시스템과 단계별 보상 배수(reward multiplier) 구조는 이 메커니즘의 디지털 등가물이라 할 수 있다.

다만 차등 지원의 디지털 재구성에는 1970년대에는 없었던 새로운 윤리적 고려가 필요하다. 마을 등급제가 마을 단위에서 작동했기 때문에 개별 농가의 차등이 직접적으로 가시화되지 않았던 반면, 디지털 환경에서는 개별 학습자의 등급이 직접 가시화된다. 이는 학습 동기를 높일 수 있지만, 동시에 하위 등급 학습자에게 낙인 효과(stigma effect)를 가져올 위험도 있다. 따라서 디지털 새마을 모델은 차등 지원의 인센티브 효과를 살리면서도, 하위 등급 학습자에게 명시적 등급보다는 개인의 진행도(progress) 위주의 피드백을 제공하는 균형 설계가 필요하다.

또한 차등 지원의 핵심은 상승 경로(upgrade path)의 명확성이라는 점도 강조될 만하다. 1970년대 새마을 운동에서 마을 등급의 상승 기준은 명확했고, 그 기준을 충족하면 등급 상승이 보장되었다. 디지털 학습 환경에서도 보상 알고리즘의 작동 원리가 학습자에게 투명하게 공개되고, 학습자가 그 알고리즘을 신뢰할 수 있어야 한다. 알고리즘의 블랙박스화는 이 메커니즘의 작동을 저해한다.

2.5. 작동 메커니즘 **4 —** 가시성과 즉각적 피드백의 행동경제학

네 번째 메커니즘은 가장 사소해 보이면서도 가장 강력한 요소이다. 새마을 운동의 초기 사업 — 지붕 개량, 마을 안길 정비, 공동 빨래터 설치 — 의 공통점은, 그 결과가 며칠 내에 눈에 보이는 형태로 가시화된다는 점이었다. 이러한 가시성은 단순한 미적 만족을 넘어 운동의 지속가능성을 담보하는 핵심 메커니즘으로 작동했다.

행동경제학적으로 이는 지연 할인(delay discounting)의 극복이라는 보편 원리와 연결된다. 인간은 동일한 가치의 보상이라도 미래에 받을 보상을 현재 받을 보상보다 낮게 평가하는 경향이 있으며, 이 경향은 빈곤 상황에서 더욱 강해진다(Mullainathan & Shafir, 2013). 절대 빈곤 상태의 의사결정자에게 '5년 후의 큰 보상'은 '오늘의 작은 보상'을 이기기 어렵다. 새마을 운동의 초기 사업이 즉각적 가시성을 가졌다는 것은, 이 운동이 농민의 지연 할인 성향을 거스르지 않고 그것에 부합하도록 설계되었다는 뜻이다.

스키너(Skinner, 1953)의 조작적 조건형성 이론에서도 정적 강화의 효과는 강화 시점의 즉각성에 비례한다는 것이 일관되게 보고된다. 학습 행동이 일어난 직후에 보상이 따라올 때 학습이 강화되며, 시간 간격이 길어질수록 강화의 효과는 급격히 감소한다. 이는 인간뿐 아니라 동물 학습에서도 일관되게 관찰되는 보편 원리이다.

전통적 교육 시스템이 학습 동기 부여에 어려움을 겪는 본질적 이유는 바로 이 지점에 있다. 학위, 자격증, 취업이라는 학습의 보상은 수년에서 수십 년의 지연을 동반하며, 이는 인간의 자연스러운 의사결정 구조와 충돌한다. 자기 통제력과 미래 지향성이 강한 일부 학습자는 이러한 지연을 견딜 수 있지만, 다수의 학습자 — 특히 빈곤 상황에 처한 학습자 — 는 그렇지 못하다. 학습이 '미래의 추상적 가치'가 아니라 '현재의 구체적 가치'로 경험될 수 있어야 학습 행동이 안정적으로 유지된다.

블록체인 기반의 즉각적 보상 시스템은 이 행동경제학적 원리에 부합하는 디지털 설계이다. 학습자가 문제를 해결하면 수 초 내에 보상이 지갑에 입금되고, 그 보상이 실제 가치로 전환 가능하다는 사실이 가시화된다. 이는 단순한 게임화(gamification)와는 구분되어야 한다. 게임화의 포인트는 게임 내에 머무르는 가상의 단위인 반면, 블록체인 기반 보상은 플랫폼을 벗어나 실물 가치로 전환 가능한 진짜 자산이라는 점에서, 학습자에게 주는 인지적 무게가 다르다(Voshmgir, 2020).

다만 이 메커니즘의 디지털 재구성에서 주의해야 할 점은, 즉각적 보상이 단기적 외재 동기에 학습자를 가두어 장기적 내재 동기를 손상시킬 위험이다. 자기결정성 이론(Self-Determination Theory; Deci & Ryan, 2000)에 따르면, 외재적 보상이 적절히 설계되지 않을 경우 내재 동기를 구축(crowding out)할 수 있다. 따라서 디지털 새마을 모델은 즉각적 보상을 학습자가 학습 자체의 가치를 발견하기 전까지의 '진입 장벽 완화 장치'로 위치시키고, 학습이 진행됨에 따라 보상의 형태가 점차 의미 있는 성취 인증, 공동체적 인정 등으로 다양화되는 단계적 설계가 권장된다.

2.6. 홍익인간 사상의 글로벌 디지털 공공재 해석

지금까지 논의한 네 가지 메커니즘은 새마을 운동의 작동 원리를 설명하지만, 그 자체로는 운동의 방향성을 설명하지 못한다. 어떤 사회가 이 메커니즘을 채택하더라도 그 메커니즘이 지향하는 목표가 무엇인지에 따라 결과는 달라질 수 있다. 자기조직화·매칭 그랜트·차등 지원·즉각적 피드백이라는 메커니즘은 군사 조직에도, 기업 조직에도 적용될 수 있다. 새마을 운동이 한국 농촌의 자립이라는 방향을 가질 수 있었던 것은, 그 메커니즘이 한국 사회가 공유하던 더 큰 가치 지향 안에 위치했기 때문이다.

본 연구는 그 가치 지향을 홍익인간(**弘益人間**) 사상에서 찾는다. 홍익인간은 한국의 건국 신화에서 유래한 이념으로, '널리 인간을 이롭게 한다'는 보편적 인류 복지 지향을 담고 있다.

이 사상은 자국 중심주의나 종족 중심주의로 환원되지 않는, 인류 보편의 복지를 향한 사유라는 점에서 21세기 글로벌 디지털 공공재(global digital commons) 담론과 연결될 수 있는 사상적 자원이다.

특히 디지털 새마을 모델이 한 국가의 농촌 개발이 아니라 글로벌 학습 공동체를 대상으로 한다는 점에서, 홍익인간의 보편주의적 지향은 단순한 수사가 아니라 모델의 정당성을 구성하는 핵심 요소가 된다. 한국 학회와 한국 정부가 이 모델을 글로벌 ODA 차원에서 추진할 때, '왜 한국이 이러한 모델을 추진하는가'라는 질문에 대한 답변은 한국의 경제적 이익이나 외교적 영향력이 아니라, 한국의 사상적 전통이 지향해온 보편적 인류 복지의 이념에서 찾아질 때 더 강력한 정당성을 확보한다.

또한 홍익인간 사상의 보편주의는 디지털 시대에 특히 중요한 함의를 가진다. 과거의 ODA가 자원을 가진 국가가 자원이 부족한 국가에 일방향으로 전달하는 구조였다면, 디지털 시대의 협력은 양방향적 기여와 학습이 가능하다. 글로벌 학습자가 NodajiFi 플랫폼에서 자신의 지식과 경험을 공유하고 그것이 다른 학습자에게 전달되는 구조는, 시혜자와 수혜자의 구분을 넘어선 협력의 가능성을 열어준다. 홍익인간의 '널리 이롭게 한다'는 표현은 시혜의 일방향성을 함의하지 않으며, 인간들 사이의 상호 이로움(mutual benefit)을 함의한다고 해석할 수 있다.

이러한 사상적 위치는 본 연구의 모델이 단순한 기술 시스템이 아니라 가치 지향적 사회 설계임을 분명히 한다. 기술은 가치 중립적일 수 없으며, 어떤 가치를 향해 설계되었는가가 그 기술의 사회적 의미를 결정한다. 디지털 새마을 모델은 효율성이나 수익성을 일차 목표로 하는 기술 시스템이 아니라, 글로벌 학습 빈곤과 양극화 완화라는 가치 지향을 일차 목표로 하는 사회·기술 시스템(socio-technical system)으로 위치된다.

[표 2-2] 새마을 운동 **4**대 메커니즘과 디지털 새마을 모델의 매핑

메커니즘	**1970-80**년대 작동 방식	디지털 등가물 **(**설계 원리**)**	**NodajiFi** 시스템 구현 요소
① 자기조직화	마을 총회 의사결정 / 새마을지도자 매개	토큰 기반 분산 거버넌스 (DAO)	Nodaji-DAO 투표 시스템 / NDJI 보유자 의사결정권 / Foundation 매개
② 매칭 그랜트	정부 시멘트(외부) + 마을 노동(내부)	외부 자원과 내부 노력의 알고리즘적 결합	광고·후원금(외부) + 학습 시간(내부) → NGEM 자동 발행
③ 성과 기반 차등	기초→자조→자립마을 등급 차등 지원	성과 기반 차등 보상 알고리즘	학습자 레벨 시스템 / 보상 배수(reward multiplier) / 단계별 도달 경로 가시화
④ 즉각적 가시성	지붕 개량 등 단기 가시화 사업	블록체인 기반 즉시 정산	알고랜드 3.3초 거래 최종성 / 학습 직후 NGEM 지갑 입금 / 보상 누적 시각화

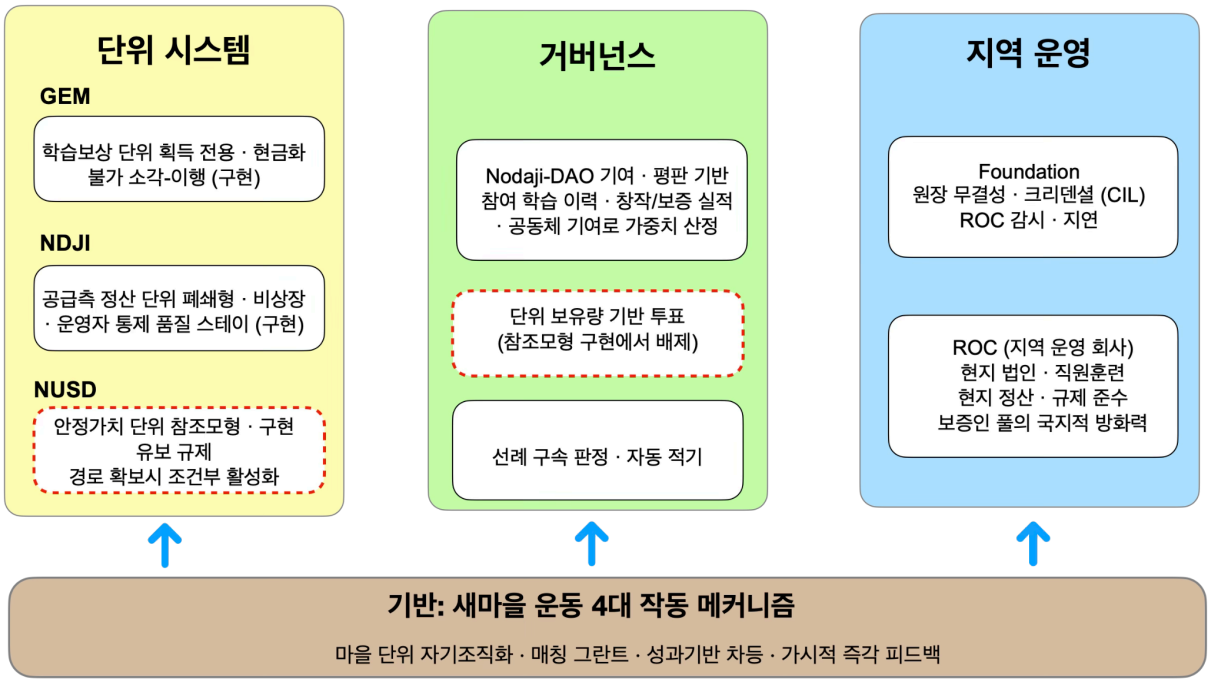


그림 2-1 디지털 새마을 모델의 3중 구조: 단위시스템, 거버넌스, 지역 운영

3. 21세기 양극화와 디지털 새마을 모델의 정책적 좌표

3.1. AI 시대의 새로운 격차: AI 격차와 노동 소득 약화

21세기 초입에 들어 인공지능, 특히 생성형 AI(generative AI)의 급격한 발전은 인간의 인지 노동 영역에 직접적인 영향을 미치고 있다. 2022년 말 ChatGPT의 공개 이후 불과 몇 년 사이에, 텍스트 생성·코드 작성·이미지 생성·번역·요약 등 과거에는 고도의 인적 자본을 요구하던 작업의 상당 부분이 AI 도구를 통해 일정 수준 이상의 품질로 자동화되었다. 이러한 변화는 인류의 생산성을 비약적으로 끌어올리는 동시에, 새로운 형태의 격차를 만들어내고 있다.

이 새로운 격차를 본 연구는 'AI 격차(AI divide)'로 호명한다. AI 격차는 단순히 AI 도구에 대한 접근 가능성의 차이가 아니라, AI 도구를 효과적으로 활용할 수 있는 능력의 차이까지 포함한다. AI 도구는 형식적으로는 누구에게나 접근 가능하지만(특히 무료 또는 저비용 서비스의 경우), 실제로 그 도구를 통해 의미 있는 결과물을 도출하기 위해서는 적절한 질문을 구성하는 능력, 결과물을 비판적으로 평가하는 능력, 자신의 작업 흐름에 통합하는 능력이 요구된다. 이러한 능력은 사전 교육과 경험에 의해 형성되며, 그 자체가 양극화되어 있다(Acemoglu & Restrepo, 2022).

문제의 본질은, AI 격차가 기존의 다른 격차와 결합되어 격차를 가속화한다는 점이다. 양질의 교육을 받은 학습자는 AI 도구를 효과적으로 활용해 자신의 생산성을 더욱 높이는 반면, 교육 자원이 부족한 학습자는 AI 도구가 제공하는 잠재적 수혜에 접근하지 못한다. 이는 1990년대 후반 인터넷 보급 시점에서 관찰되었던 디지털 격차와 유사한 구조이지만, 그 강도와 속도는 더 크다. 인터넷 격차가 정보 접근성의 격차였다면, AI 격차는 인지 능력 자체의 격차로 직결된다.

동시에 AI의 노동 시장 영향은 비대칭적이다. 반복적이고 정형화된 인지 노동은 AI에 의해 빠르게 대체되는 반면, AI를 활용해 더 높은 부가가치를 창출하는 영역에서는 보상이 증가하고 있다. 그 결과 노동 소득의 분포는 양극화되며, 중간층 인지 노동의 약화가 관찰된다(Acemoglu & Restrepo, 2022). 이는 단순한 일시적 충격이 아니라 노동 시장 구조의 장기적 재편으로 진행될 가능성이 높다.

이러한 환경에서 학습자가 직면하는 도전은 명확하다. 전통적 의미의 교육 — 정해진 커리큘럼을 정해진 기간에 이수하는 학교 교육 — 만으로는 AI 시대의 노동 시장 변화에 적응하기 어렵다. 평생에 걸친 지속적 학습(lifelong learning)과 자기주도적 역량 개발이 요구되지만, 이를 위한 사회적 지원 체계는 여전히 미비하다. 특히 빈곤층 학습자에게 평생 학습은 일상의 생계 압박과 충돌하는 사치로 인식되기 쉽다.

3.2. 자본수익률과 학습수익률의 비대칭 구조

피케티(Piketty, 2014)가 『21세기 자본』에서 제시한 핵심 관찰은, 자본수익률(r)이 경제성장률(g)을 구조적으로 상회하는 경향이 있다는 것이다. 이 부등식은 자산을 보유한 자의 부가 자산을 보유하지 못한 자의 노동 소득보다 더 빠르게 증가한다는 것을 시사하며, 이는 시간이 지날수록 부의 양극화가 자연적으로 심화됨을 의미한다.

본 연구는 이 논의를 학습 수익률(return on learning)과 자본 수익률의 비교로 확장하고자 한다. 학습은 시간과 인지적 노력의 투입을 요구하며, 그 산출은 미래의 노동 시장 가치 향상이라는 형태로 회수된다. 그러나 이 회수에는 수년에서 수십 년의 지연이 따르며, 회수 과정 자체가 노동 시장의 작동에 종속된다. 반면 자본은 보유자에게 이자, 배당, 자본 이득의 형태로 비교적 즉각적이고 자동적인 수익을 제공한다.

빈곤층 학습자의 입장에서 이러한 비대칭은 결정적이다. 자본을 보유한 가구는 자녀의 장기 교육 투자를 안정적으로 지원할 수 있고, 그 자녀가 학습을 통해 형성한 인적 자본은

다시 자본 수익으로 변환된다(부모 자본 → 자녀 교육 → 자녀 인적 자본 → 자녀 자본 형성). 반면 자본이 부족한 가구는 자녀의 학습 시간을 노동 시간으로 전환하라는 압박을 받으며, 이는 자녀 세대의 인적 자본 형성을 저해하고 빈곤의 세대 간 이전(intergenerational transmission of poverty)을 강화한다.

디지털 새마을 모델이 가지는 정책적 의의는 바로 이 비대칭의 구조적 완화에 있다. 학습 활동을 즉각적·확실한 디지털 자산 형성과 직접 연결시킴으로써, 학습 수익률의 회수 지연을 단축시키고 학습 활동 자체를 자산 형성 활동으로 재정의한다. 학습자가 학습을 통해 즉각적으로 NUSD 형태의 디지털 자산을 형성할 수 있다면(제4.4절에서 논의하듯 NUSD는 규제 검토를 전제로 구현이 유보된 설계 단계의 단위이다), 이는 단순한 학습 보조 수단이 아니라 자본 형성의 새로운 경로가 된다. 이 경로는 부모 세대의 자본 보유 여부와 독립적으로 학습자 본인의 노력에 의해 작동한다는 점에서, 자본 형성의 비대칭을 부분적으로 완화하는 효과를 가질 수 있다.

다만 이 가능성은 신중하게 평가될 필요가 있다. 디지털 새마을 모델이 형성해주는 자산의 규모는 현실적으로 크지 않다. 일일 학습으로 획득 가능한 보상의 가치는 빈곤층 가구의 일일 노동 소득과 비교했을 때 의미 있는 수준일 수 있지만, 자본 시장에서 의미를 가질 정도의 자산 형성으로 직결되기는 어렵다. 따라서 디지털 새마을 모델의 정책적 의의는 자산 양극화의 직접적 해결이 아니라, 학습 행위와 자산 형성 사이의 인지적·실천적 연결 통로의 구축에 있다고 보아야 한다. 이 연결 통로가 만들어지면, 학습자는 자신을 단순한 노동력 제공자가 아니라 자산 형성의 주체로 인식할 수 있게 되며, 이러한 인식 변화 자체가 장기적으로 더 큰 효과를 가질 수 있다.

3.3. 글로벌 학습 빈곤의 지속과 **ODA**의 한계

세계은행과 유네스코의 학습 빈곤 측정에 따르면, 저소득 및 중하위 소득 국가에서 초등교육 종료 시점의 아동 다수가 기본적인 짧은 글을 읽고 이해하지 못하는 상태에 놓여 있다. 이 지표는 코로나19 팬데믹 기간 중 더욱 악화되었으며, 2024년에는 회복되지 않은 채 만성화되는 양상을 보이고 있다(World Bank & UNESCO, 2022; World Bank, 2025). 학습 빈곤은 단순한 학교 출석 부족의 문제가 아니라, 학교가 있더라도 학습이 일어나지 않는 더 본질적인 위기를 시사한다.

이 위기에 대한 전통적 ODA 대응은 학교 건설, 교과서 보급, 교사 훈련 등의 인프라 중심 지원이었다. 이러한 지원은 일정한 기여를 해왔지만, 한계 또한 분명했다. 첫째, 인프라 중심 지원은 학습자가 학습에 시간을 투입할 수 있는 경제적 여건을 만들지 못한다. 학교가 지어지더라도 학습자가 가구 노동에 동원되는 한 학습은 일어나지 않는다. 둘째, 교사 훈련의 효과는 한정적이며, 양질의 교사를 충분한 수로 보급하는 것은 자원 제약 하에서 어렵다. 셋째, 표준화된 교과 내용은 다양한 학습 수준의 학습자에게 적합하지 않으며, 1대1 맞춤형 지도는 인력 비용 측면에서 거의 불가능했다.

생성형 AI의 등장은 이 세 번째 한계에 대한 잠재적 해법을 제시한다. 인적 교사로는 비용 측면에서 불가능했던 1대1 맞춤형 지도가 AI 튜터를 통해 가능해질 수 있다. 하버드 대학에서 수행된 무작위 통제 실험(Kestin et al., 2025)은 잘 설계된 AI 튜터가 활동 학습 기반의 대면 수업보다도 더 높은 학습 성과를 단축된 시간에 달성할 수 있음을 보여주었다. 이 결과는 글로벌 학습 빈곤 문제에 대해 시사하는 바가 크다. 양질의 교사를 충분한 수로 보급하는 것은 어렵지만, 양질의 AI 튜터를 글로벌하게 배포하는 것은 기술적으로 가능하다.

그러나 AI 튜터의 가용성만으로는 학습 빈곤이 해결되지 않는다. 첫 번째 한계 — 학습자가 학습에 시간을 투입할 경제적 여건의 부재 — 가 여전히 남기 때문이다. 이 첫 번째 한계의 해소를 위해서는 학습 활동에 즉각적 경제 가치를 부여하는 보상 메커니즘이 필요하며, 이것이 본 연구가 제안하는 디지털 새마을 모델의 핵심 기여이다. 즉, 디지털

새마을 모델은 AI 튜터의 가용성과 학습 보상의 즉각성을 결합함으로써, 글로벌 학습 빈곤의 두 가지 구조적 한계를 동시에 공략하는 정책 도구로 기능할 수 있다.

기존 ODA 모델의 또 다른 한계는 자원 전달의 투명성과 효율성에 있다. 중개 기관을 거치는 자원 전달은 운영 비용이 높고 자원 누수의 위험이 있으며, 기부자가 자신의 기부가 어떻게 사용되었는지 확인하기 어렵다. 블록체인 기반의 직접 전달 구조는 이 한계에 대한 기술적 해법으로 주목받아 왔다(Tapscott & Tapscott, 2016). NodajiFi 플랫폼의 GlobalPiggy 모듈은 이러한 직접 전달의 가능성을 학습 보상이라는 구체적 사용 사례에 적용한 시도이다.

3.4. 디지털 새마을 모델의 정책적 위치

이상의 논의를 종합하면, 디지털 새마을 모델은 다음과 같은 정책적 좌표에 위치한다.

첫째, 이 모델은 AI 격차의 완화 도구로 기능할 수 있다. AI 튜터를 통한 학습은 학습자가 AI 도구를 효과적으로 활용하는 능력을 자연스럽게 형성하게 하며, 이는 단순한 콘텐츠 학습을 넘어 AI 시대의 핵심 역량인 'AI 리터러시'를 함께 형성한다. AI에 질문을 던지고, 그 답변을 비판적으로 평가하고, 자신의 학습 흐름에 통합하는 경험은 AI 튜터링 환경에서 자연적으로 누적된다.

둘째, 이 모델은 자본-노동 비대칭의 부분적 완화 도구로 기능할 수 있다. 학습 활동을 디지털 자산 형성과 연결시킴으로써, 자본을 보유하지 못한 학습자도 자신의 학습 노력을 통해 자산 형성의 주체가 될 수 있는 통로를 제공한다. 이 통로의 규모는 제한적이지만, 인식 변화의 차원에서 의미 있는 효과를 가질 수 있다.

셋째, 이 모델은 글로벌 학습 빈곤에 대한 새로운 ODA 도구로 기능할 수 있다. 인프라 중심의 시혜형 ODA를 넘어, 학습자의 자기주도적 학습을 즉각적 경제 가치와 연결시키는 능동형 ODA(active ODA)의 새로운 패러다임을 제시한다. 한국 정부와 새마을운동중앙회가

글로벌 새마을 운동을 추진해 온 맥락에서, 이 모델은 그 운동의 21세기적 진화 형태로 위치 지을 수 있다.

다만 이 모델의 정책적 의의를 평가할 때 다음과 같은 신중함이 요구된다. 첫째, 이 모델은 만능 해법이 아니며, 기존의 학교 교육과 인프라 지원을 대체하는 것이 아니라 보완하는 위치에 있어야 한다. 둘째, 이 모델의 효과는 향후의 본격적 실증 연구를 통해 검증되어야 하며, 본 연구가 제시하는 설계 원리는 그 검증의 출발점일 뿐이다. 셋째, 이 모델의 토큰 이코노미적 측면은 각국의 가상 자산 규제와 충돌할 가능성이 있으며, 이에 대한 법적 검토가 병행되어야 한다(이 점에 대해서는 제8장에서 상세 논의한다).

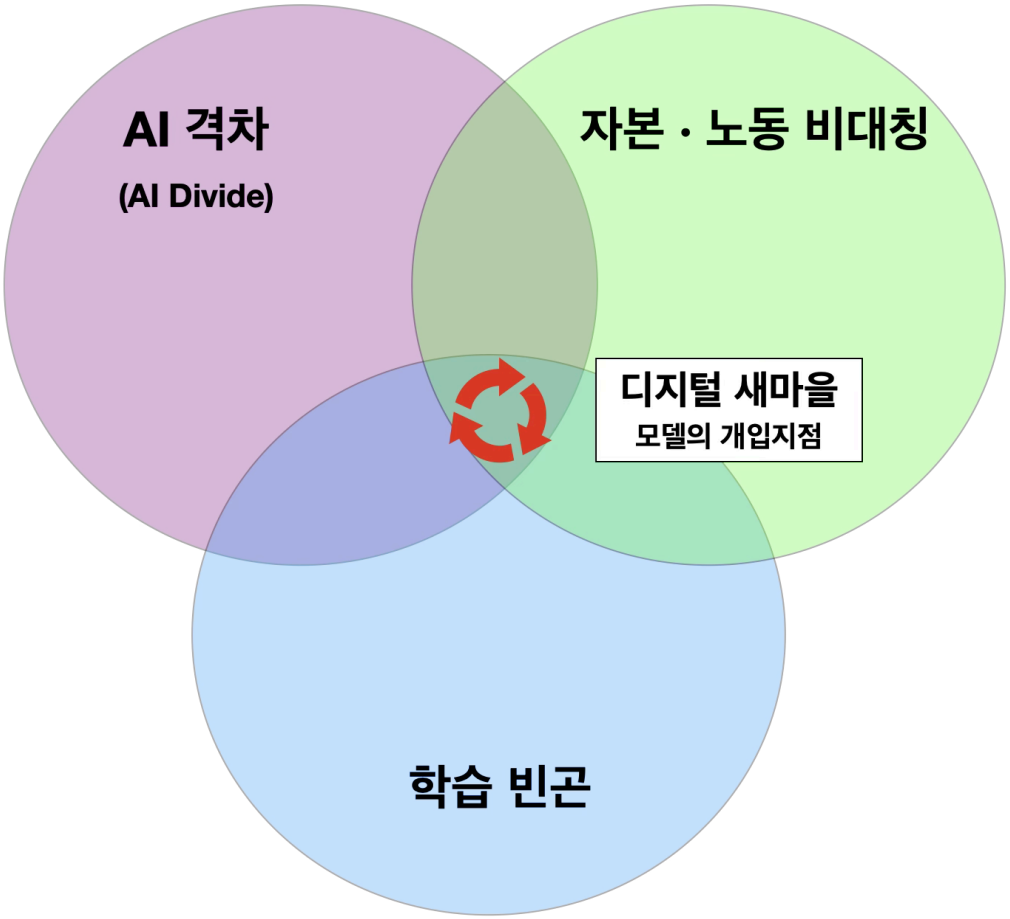


그림 3-1 21세기 양극화의 중첩 구조와 디지털 새마을 모델의 개입 지점

4. NodajiFi 플랫폼의 시스템 설계와 구현

4.1. 통합 에코시스템 아키텍처

본 연구가 사례 분석의 대상으로 삼는 NodajiFi 플랫폼은, 제2장에서 도출한 새마을 운동의 4대 메커니즘을 21세기 디지털 환경에서 구현하고자 시도하는 통합 에코시스템이다. 시스템은 두 개의 주요 레이어로 구성된다. 첫째는 학습 콘텐츠의 생산과 소비, 그리고 AI 튜터와의 상호작용이 이루어지는 학습 레이어인 NodajiFi이며, 둘째는 학습 활동에서 발생한 가치를 저장하고 순환시키는 가치 레이어인 GlobalPiggy이다. 두 레이어는 독립적인 사용자 인터페이스를 가지면서도, 백엔드에서 알고랜드(Algorand) 블록체인 메인넷과 API 게이트웨이를 통해 실시간으로 데이터를 동기화한다(NodajiFi Labs, 2025).

이러한 이중 레이어 구조의 설계 의도는, 학습 행위와 가치 형성을 명확히 분리하면서도 양자를 직접 연결하는 데 있다. 분리는 각 레이어의 전문성과 단순성을 확보하기 위한 것이고, 연결은 학습이 곧 가치 형성이라는 본 모델의 핵심 명제를 실현하기 위한 것이다. 이는 새마을 운동에서 마을의 사업 활동(예: 지붕 개량 노동)과 그 사업의 성과 인정(예: 자조마을 등급 부여)이 분리되어 있으면서도 직접 연결되었던 구조와 대응된다.

플랫폼의 전체적 흐름은 다음과 같다. 학습자는 NodajiFi 학습 레이어에 접속하여 AI 튜터와 상호작용하며 문제를 해결한다. 학습 활동의 결과는 학습 보상 단위인 NGEM(NodajiGem)으로 즉시 정산되며, 학습자의 GlobalPiggy 지갑에 입금된다. 학습자는 누적된 NGEM을 플랫폼 내부의 학습·문화 상품과 서비스에 사용할 수 있다. 초기 설계(NodajiFi Labs, 2025)에서는 NGEM을 USD 가치에 연동된 NUSD(Nodaji-USD)로 전환하고 이를 거버넌스 토큰 NDJI(NODAJI)와 연결하는 삼중 토큰 구조가 제시되었으나, 개정 백서(NodajiFi Labs, 2026)에서는 금융 규제 준수를 위해 NUSD의 구현을 유보하고 학습 단위(NGEM)와 공급측 정산·거버넌스 단위(NDJI)의 이중 구조로 구현 범위가

조정되었다. 본 논문은 삼중 구조를 설계 공간의 참조 모형으로, 이중 구조를 구현 사례로 구분하여 기술한다.

그림 4-1 NodajiFi 통합 플랫폼 아키텍처

4.2. NodajiFi: AI 기반 학습 레이어

NodajiFi 학습 레이어의 핵심 구성 요소는 대규모 언어 모델(LLM) 기반의 AI 튜터 시스템이다. 이 튜터는 학습자의 응답 패턴, 정답률, 학습 시간, 반복 학습 행동을 실시간으로 분석하여 다음에 제시할 문제의 난이도와 유형을 조정한다. 이는 비고츠키(Vygotsky)의 근접발달영역(zone of proximal development) 개념을 알고리즘적으로 구현하는 시도로 이해될 수 있다(Vygotsky, 1978). 학습자가 너무 쉬운 문제만 풀게 되면 인지적 도전이

부족해 학습이 정체되고, 반대로 너무 어려운 문제만 만나게 되면 좌절하여 이탈하게 된다. AI 튜터는 이 둘 사이의 최적 난이도를 동적으로 조정한다.

알파 버전의 AI 튜터는 외부 LLM 서비스(예: OpenAI의 GPT 시리즈, Google의 Gemini)와 자체 프롬프트 엔지니어링 레이어를 결합하여 구현되어 있다. 자체 레이어는 학습자의 누적 데이터를 활용해 외부 LLM에 적절한 컨텍스트를 제공하고, 응답을 학습자의 수준에 맞게 후처리하는 역할을 수행한다. 이 구조는 외부 LLM의 강력한 일반 지능을 활용하면서도, 학습 영역에 특화된 응답 품질을 확보하는 절충적 설계이다.

이 레이어의 학술적으로 흥미로운 측면은, AI 튜터가 단순한 콘텐츠 전달자가 아니라 학습자와의 대화적 관계(dialogical relationship) 를 형성하도록 설계되었다는 점이다. 학습자가 오답을 제시하면, 튜터는 단순히 정답을 알려주는 것이 아니라 오답에 이르게 된 사고 과정을 추적하여 그에 맞는 힌트를 제공한다. 이는 소크라테스적 대화법(Socratic method)을 알고리즘적으로 모방하는 접근이며, 최근의 AI 튜터링 연구에서 효과가 보고되고 있는 페다고지 설계 원리이다(Kestin et al., 2025).

NodajiFi의 학습 콘텐츠는 세 개의 서브 모듈로 분화되어 있다. 첫째, Nodaji-Kids는 기초 문해력과 수리력을 게이미피케이션 방식으로 제공하는 아동 대상 모듈이다. 둘째, Nodaji-Fly는 청년 학습자를 대상으로 IT 기술, 코딩, 외국어, 글로벌 비즈니스 에티켓 등 글로벌 노동 시장 진출에 필요한 역량을 다루는 모듈이다. 셋째, Nodaji-Silver는 고령 학습자의 디지털 리터러시 및 인지 능력 유지를 지원하는 모듈이다. 이러한 생애주기별 분화는, 디지털 새마을 모델이 특정 인구집단에 국한되지 않고 보편적 학습 지원 시스템으로 기능하고자 하는 설계 의도를 반영한다.

4.3. GlobalPiggy: 가치 저장·순환 레이어

GlobalPiggy는 학습 레이어에서 발생한 가치를 저장하고 순환시키는 핀테크 인프라이다. 이 레이어의 핵심 기능은 ① 학습자의 디지털 자산 지갑(wallet) 제공, ② 학습 보상(NGEM)의 기록과 플랫폼 내 사용 정산, ③ 후원금의 투명한 전달이며, 삼중 토큰 참조 모형에서는 여기에 ④ 토큰 간 전환(NGEM ↔ NUSD ↔ NDJI)과 외부 결제·송금 기능이 추가된다. 각 기능은 알고랜드 블록체인 위에 구현된 스마트 컨트랙트를 통해 작동한다.

알고랜드 블록체인 선택의 기술적 근거는 다음과 같다. 첫째, 거래 최종성(transaction finality)이 약 3.3초로 매우 짧아 학습 보상의 즉각성 요구를 충족한다. 둘째, 거래 수수료가 매우 낮아(거래당 약 0.001 ALGO) 소액 보상의 누적 운영이 경제적으로 가능하다. 셋째, 순수 지분 증명(Pure Proof of Stake) 방식으로 작동하여 에너지 효율성이 높고 환경적 지속가능성을 확보한다. 이러한 특성은 글로벌 저소득층 학습자의 소액 보상 누적이라는 본 모델의 사용 사례에 적합하다.

참조 모형에서 GlobalPiggy의 가장 특징적인 기능은 학습 활동에서 발생한 NGEM을 NUSD로 전환하는 것이다. NGEM은 학습 행위를 즉각적으로 인정하는 단위로서 학습자에게 행동 강화 효과를 제공하지만, 그 자체로는 외부 가치와 연결되지 않는다. NUSD로의 전환은 학습 활동을 외부 경제와 연결시키는 결정적 단계로 설계되었다. NUSD는 USD 가치에 연동되도록 설계된 안정 가치 단위(stable unit)이며, 초기 백서에서는 이를 위한 준비금 구조('Global Piggybank') — 정밀 금속 30%, 신뢰할 수 있는 외부 스테이블코인 70%로 구성된 담보 자산 — 가 제시되어 있다(NodajiFi Labs, 2025). 그러나 개정 백서(NodajiFi Labs, 2026)에서는 스테이블코인 규제 환경을 고려하여 NUSD의 구현이 유보되었으며, 현행 구현에서 학습자의 NGEM은 현금화되지 않는 폐쇄형 단위로 운영되고, 학습자가 NGEM을 사용하면 플랫폼이 이를 소각하고 자체 운영 자금으로 상품·서비스를 이행하는 소각-이행(burn-and-fulfill) 방식으로 정산된다.

다만 NUSD의 가치 안정성 메커니즘이 실제 운영 환경에서 제대로 작동하는가는 별개의 문제이며, 이는 운영 단계의 투명성, 외부 감사, 규제 준수에 의존한다. 본 연구는 이 점에 대해 제8장에서 별도로 신중한 논의를 전개한다. 본 장에서는 다만 시스템의 설계 의도와 구조적 특성을 보고하는 데 한정한다.

4.4. 토큰 구조의 설계 원리**:** 삼중 참조 모형과 이중 구현

NodajiFi 플랫폼 설계 공간의 가장 특징적인 요소는 삼중 토큰(tri-token) 참조 모형이다. 이 구조는 단일 토큰 시스템이 가질 수 있는 기능적 충돌 — 즉 보상 인센티브, 가치 안정성, 거버넌스 권한이 하나의 토큰에 결합될 때 발생하는 인센티브 왜곡 — 을 회피하기 위한 구조적 분리의 시도이다(Voshmgir, 2020).

NGEM(NodajiGem) 은 학습 활동의 즉각적 보상 단위로 기능한다. 학습자가 문제를 해결하거나 AI 튜터와의 학습 세션을 완료하면 즉시 NGEM이 발급되며, 학습자는 이를 자신의 GlobalPiggy 지갑에서 즉각 확인할 수 있다. NGEM은 행동경제학적 정적 강화의 디지털 등가물로서, 학습 행동의 안정적 유지를 지원한다. NGEM 자체는 외부 거래소에서 거래되지 않으며, 플랫폼 내부의 인정(recognition) 단위로 기능한다.

NUSD(Nodaji-USD) 는 가치 안정성을 담당하는 단위이다. 학습자는 누적된 NGEM을 정해진 비율로 NUSD로 전환할 수 있으며, NUSD는 USD 가치에 연동되도록 설계되어 있다. NUSD는 플랫폼 내·외부에서 가치 교환의 매개로 사용 가능하며, 변동성이 큰 일반 암호화폐와 달리 학습자에게 예측 가능한 구매력을 제공하도록 의도되어 있다. 이 단위가 1970년대 새마을 운동의 매칭 그랜트 구조에서 외부 자원의 결과물 — 즉 농민이 새마을 사업 참여를 통해 결과적으로 획득한 경제적 자산 — 에 해당한다.

NDJI(NODAJI) 는 거버넌스 토큰으로서, 플랫폼의 의사결정에 참여할 권한을 표상한다. NDJI 보유자는 플랫폼의 정책 변경, 토큰 분배 알고리즘 조정, 신규 기능 도입 등에 대한

투표에 참여할 수 있다. NDJI는 새마을 운동에서 마을 총회의 의사결정 권한이 마을 구성원에게 부여되었던 구조의 디지털 등가물로 위치된다.

이 삼중 구조의 설계상 강점은 각 토큰의 기능이 명확히 분리되어 있어 인센티브 충돌이 발생하지 않는다는 점이다. 단일 토큰 시스템에서는 토큰 가격의 변동이 학습 보상의 가치를 왜곡할 수 있으며, 거버넌스 결정이 토큰 보유자의 단기 이익에 의해 왜곡될 수 있다. 삼중 분리는 이러한 왜곡 가능성을 구조적으로 차단하는 시도이다. 다만 이 구조의 운영상 복잡성은 단점이며, 학습자가 세 토큰의 차이를 직관적으로 이해하기 어려울 수 있다는 사용자 경험상 과제가 존재한다.

한편, 본 논문의 분석 시점에서 개정된 백서(NodajiFi Labs, 2026)는 이 참조 모형 중 NUSD의 구현을 유보하고, 학습 단위(NGEM)와 공급측 정산·거버넌스 단위(NDJI)로 구성된 이중 단위 구조를 구현 아키텍처로 확정하였다. 이 조정의 직접적 배경은 제8.2절에서 상세히 논의할 스테이블코인 규제 환경 — 한국의 가상자산이용자보호법, 미국의 GENIUS Act, EU의 MiCA — 이다. 주목할 점은 이 조정이 단순한 후퇴가 아니라 제5장에서 논증할 보상 설계 원리와 구조적으로 수렴한다는 것이다. 화폐 가치가 실리는 보상의 범위를 축소하고 최상위 보상을 지위와 기회로 이동시키는 방향은, 과잉정당화와 굿하트 법칙에 대한 방어인 동시에 규제 리스크에 대한 방어이기도 하다. 따라서 본 연구는 삼중 참조 모형을 설계 공간의 이론적 전체상으로 보존하되, NUSD를 규제 경로(예: 규제 샌드박스, 인가받은 스테이블코인 발행자와의 제휴)가 확보되는 조건에서만 활성화되는 조건부 설계 요소(conditional design element)로 위치 짓는다. 아울러 동 개정 백서(v6.2)는 참조 모형과 구현 아키텍처의 두 번째 분기를 명시하였다. 참조 모형에서 NDJI에 결합되어 있던 거버넌스 기능이 구현에서는 분리되어, NDJI는 공급측 정산·접근·품질 스테이킹 단위로 한정되고 거버넌스 가중치는 단위 보유량이 아니라 검증된 기여와 평판에서 도출된다. 이 분리는

제2.2절에서 제기한 이중 참여 자격의 요청 — 보유가 아니라 활동이 거버넌스 진정성을 담보해야 한다는 — 을 구현 층위에서 관철한 것으로 해석할 수 있다.

[표 4-1] 삼중 토큰 참조 모형의 기능 분리[1]

항목	**NGEM (NodajiGem)**	**NUSD (Nodaji-USD)**	**NDJI (NODAJI)**
핵심 기능	학습 활동 즉각 보상 단위	안정 가치 단위 (USD 1:1 페그 목표)	거버넌스 토큰
발행 조건	학습 활동 완수 시 자동 발행	NGEM 전환 요청 시 발행	고정 공급량 (10억 단위 권장)
가치 안정성	플랫폼 내부 단위·외부 거래 불가	정밀 금속 30% + 스테이블코인 70% 담보	생태계 성장에 연동 (변동)
거버넌스 권한	없음	없음	정책 결정 투표권
기술적 구현	플랫폼 DB (off-chain)	알고랜드 ASA (on-chain)	알고랜드 ASA (on-chain)
새마을 운동 등가물	가시적 즉각 피드백 메커니즘	매칭 그랜트의 결과적 가치	마을 총회의 의사결정 권한

4.5. 거버넌스 구조**: DAO**와 **ROC**의 이중 구조

NodajiFi 플랫폼의 거버넌스 구조는 단일한 DAO 모델이 아니라, 디지털 거버넌스 단위와 지역 운영 단위가 결합된 이중 구조로 설계되어 있다(NodajiFi Labs, 2025). 이러한 이중 구조의 설계 동기는, 글로벌 디지털 플랫폼이 각국의 법적·제도적 환경 위에서 실제로 작동하기 위해서는 순수 디지털 거버넌스만으로는 한계가 있다는 인식이다.

디지털 거버넌스 단위인 Nodaji-DAO는 플랫폼 전반의 정책 결정을 담당한다. 참조 모형에서는 토큰 보유자가 투표를 통해 의사를 표명하는 구조로 기술되었으나, 구현 아키텍처(NodajiFi Labs, 2026)에서 거버넌스 참여 자격과 가중치는 단위 보유량이 아니라

[1] NUSD 열은 구현이 유보된 조건부 설계 요소이며, NDJI의 거버넌스 권한 역시 참조 모형의 기술로서 구현 아키텍처에서는 기여·평판 기반 가중치로 분리되었다.

검증된 기여 — 학습 이력, 창작·보증 실적, 공동체 기여 — 와 평판에서 도출되며, 결정된 사항은 스마트 컨트랙트를 통해 자동 집행된다. Nodaji-DAO는 본 연구에서 새마을 운동의 자기조직화 메커니즘에 대응시킨 디지털 등가물이다.

지역 운영 단위인 Regional Operating Companies (ROC) 는 각국의 법적 환경에 맞추어 등록된 법인체로서, 해당 지역에서의 오프라인 활동(현지 마케팅, 현지 통화와의 환전, 직업 훈련 프로그램 운영 등)을 담당한다. ROC는 협동조합 또는 일반 법인 형태로 설립되며, 그 운영 성과는 지역 차원의 배당 형태로 ROC의 법적 지분 보유자에게 분배된다. ROC는 플랫폼의 글로벌 확장 과정에서 각 지역의 사회적·경제적 맥락에 맞는 운영을 보장하는 역할을 수행한다.

이 두 단위를 매개하는 것이 Foundation이다. Foundation은 암호화폐 친화적 사법 관할에 등록된 법적 실체로서, DAO의 결정을 실행하는 운영 주체이며 동시에 ROC들에 대한 감사와 지원을 담당한다. 이 Foundation은 플랫폼의 신뢰 구조를 담보하는 핵심 노드이다.

이 이중 구조는 학술적으로 흥미로운 설계이다. 순수 DAO 모델이 가지는 글로벌 익명 거버넌스의 강점과, 전통적 법인 모델이 가지는 현지 적응력의 강점을 결합하려는 시도이다. 이러한 접근은 최근 Web3 거버넌스 연구에서 논의되고 있는 '하이브리드 거버넌스(hybrid governance)' 모델에 부합한다(Hassan & De Filippi, 2021). 다만 이 모델의 실제 작동은 DAO와 Foundation, Foundation과 ROC들 사이의 권한 배분이 어떻게 운영되는가에 따라 평가되어야 하며, 이는 출시 이후의 운영 데이터를 통해서만 검증 가능하다.

또한 이 이중 구조는 새마을 운동의 거버넌스 구조와도 흥미로운 평행을 이룬다. 새마을 운동에서 마을 총회의 자기조직화는 중앙 정부의 행정 체계와 분리되어 있지 않았으며, 새마을지도자는 마을과 행정 사이를 매개하는 역할을 수행했다. NodajiFi의 Foundation은

디지털 거버넌스(DAO)와 지역 운영(ROC)을 매개한다는 점에서, 이 새마을지도자의 디지털 등가물로 해석될 수 있다.

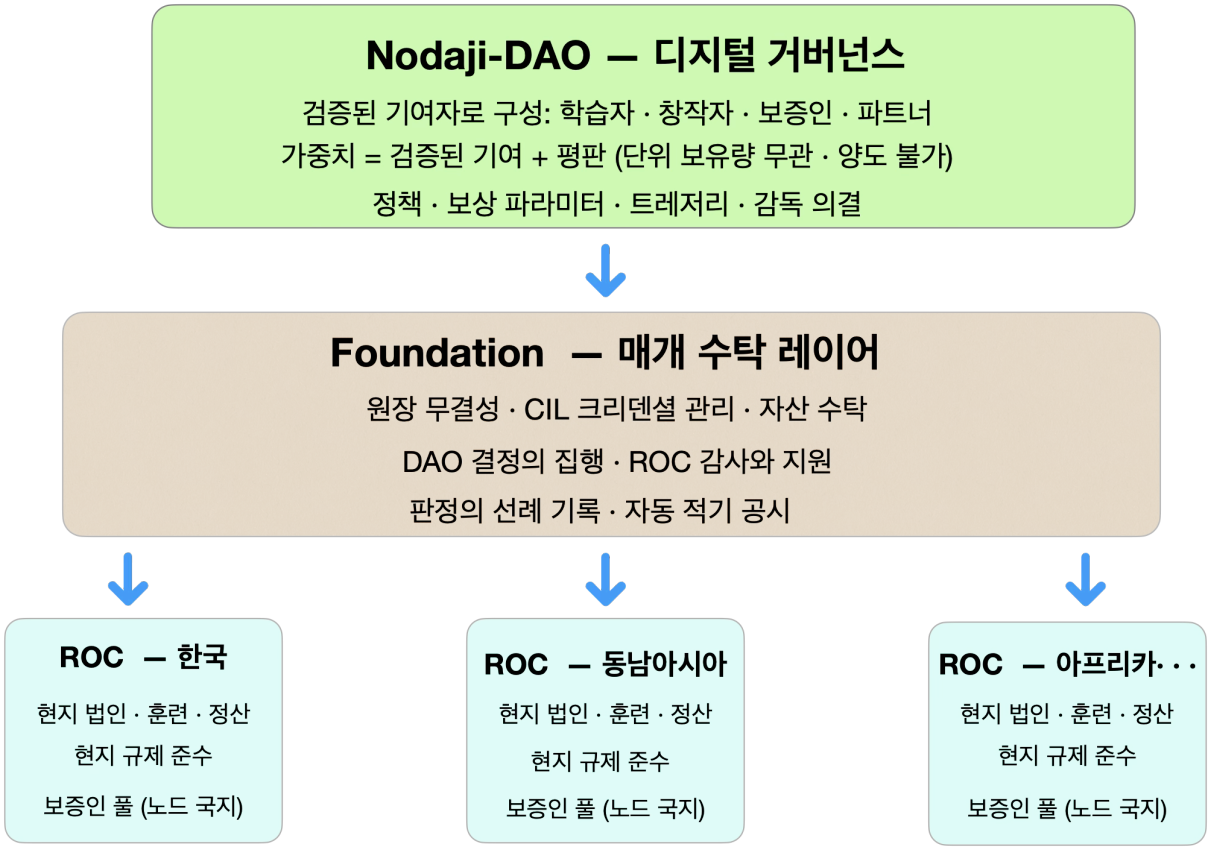


그림 4-2 NodajiFi의 이중 거버넌스 구조 (DAO + Foundation + ROC)

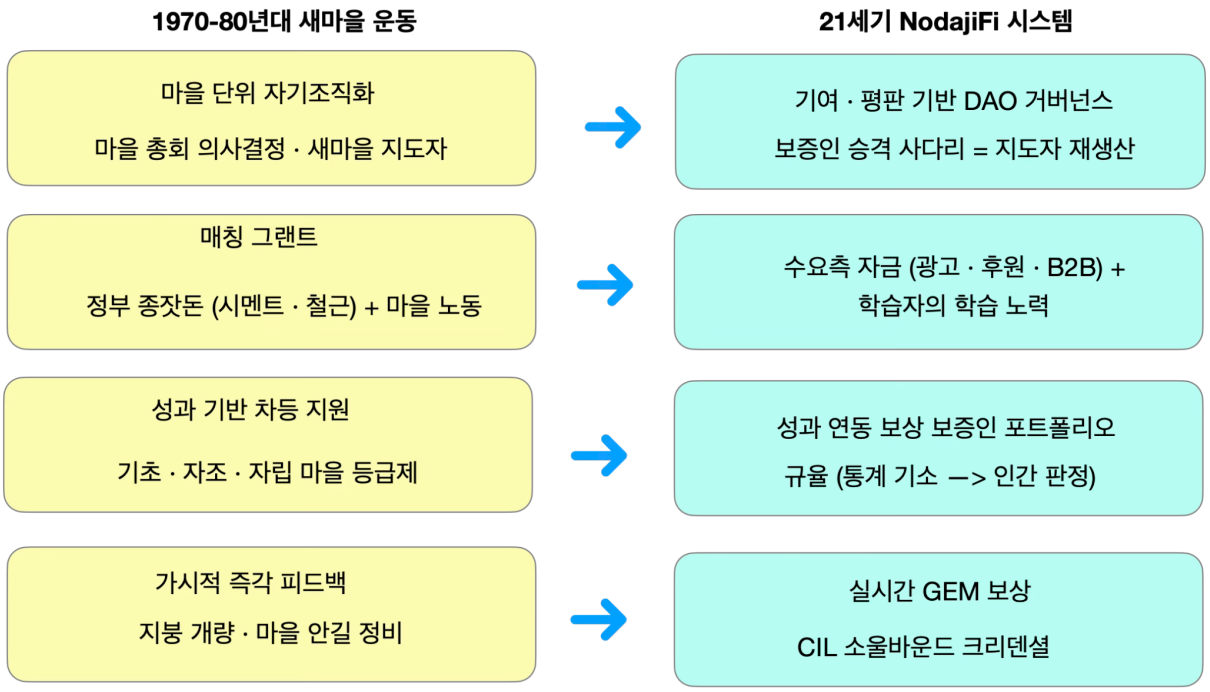


그림 4-3 새마을 운동 4대 메커니즘과 NodajiFi 시스템 구성요소의 구조적 대응

5. 보상 설계의 재정립: 지불에서 신뢰 회로로

5.1. 문제 제기: '보상 기반'이라는 전제의 재검토

앞 장에서 기술한 NodajiFi의 토큰 구조는 학습 활동에 즉각적 보상을 연결하는 데 초점을 둔다. 그러나 보상 기반 학습 생태계를 설계할 때 가장 근본적으로 검토되어야 할 질문은 보상을 어떻게 더 정교하게 지급할 것인가가 아니라, 보상이 학습 생태계에서 어떤 위치를 차지해야 하는가이다. 본 장은 '보상 기반'이라는 전제 자체를 비판적으로 재검토하고, 보상의 역할을 재배치하는 설계 원리를 제시한다. 이는 앞 장의 시스템 설계를 부정하는 것이 아니라, 그 설계가 지속 가능하게 작동하기 위해 갖추어야 할 심층 원리를 규명하는 작업이다.

보상 기반 학습 모델이 직면하는 위험은 크게 두 층위이다. 첫째는 심리적 층위로, 외적 보상이 학습의 내재 동기를 잠식할 수 있다는 과잉정당화(overjustification)의 위험이다(Lepper, Greene, & Nisbett, 1973). 둘째는 제도적 층위로, 보상이 걸린 지표가 조작 대상이 되는 굿하트 법칙(Goodhart's law)의 위험이다(Strathern, 1997). 이 두 위험은 최근 블록체인 기반 학습·활동 보상 모델(이른바 Learn-to-Earn, Move-to-Earn)의 사례들에서 실증적으로 관찰되었으며, 다수의 프로젝트가 보상 자산의 가치 하락과 함께 사용자 이탈을 겪었다. 본 장의 목적은 이러한 위험을 구조적으로 우회하는 보상 설계의 원리를 새마을 운동의 메커니즘과 연결하여 제시하는 데 있다.

본 장이 도달하는 결론을 미리 제시하면 다음과 같다. 지속 가능한 설계는 보상을 학습의 대가(payment)에서 신뢰 회로의 윤활유로 강등하고, 플랫폼의 최상위 보상을 화폐 획득에서 지위와 기회의 획득으로 이동시키는 것이다. 이 재정립의 관점에서 보면, 본 모델의 진정한 기반은 보상이 아니라 신뢰이며, 보상은 그 신뢰 회로를 순환시키는 배관에 해당한다.

5.2. 보상의 문법**:** 지불에서 인정으로

과잉정당화 효과의 정확한 기제는 처방의 방향을 제시한다. 데시와 라이언의 자기결정성 이론(Self-Determination Theory)에 따르면, 외적 보상이 내재 동기를 훼손하는 것은 보상이 통제적(controlling)으로 지각될 때이다(Deci & Ryan, 2000). "이것을 하면 저것을 준다"는 조건부 계약의 문법은 학습자의 자율성 지각을 약화시키고, 학습을 임금 노동으로 재프레이밍한다. 반대로 동일한 보상이 정보적(informational)으로 — 즉 학습자의 유능함에 대한 증거로 — 지각될 때, 보상은 내재 동기를 해치지 않으며 오히려 이를 강화할 수 있다.

이 구분은 보상 설계의 핵심 진단 기준을 제공한다. 학습자가 보상을 노동의 대가로 읽는가, 아니면 성장의 측정치로 읽는가. 문제 풀이 건당 일정액의 토큰을 지급하는 방식은 전자의 문법에 속하며, 보상이 마르는 순간 학습자가 이탈하는 구조를 내장한다. 후자의 문법은 예측 불가능한 시점의 성취 인정, 난이도 돌파에 대한 비선형적 보상, 그리고 무엇보다 자격 그 자체가 보상이 되는 구조를 지향한다. 본 모델의 언어로 표현하면, 학습 보상 단위는 화폐이기 이전에 성적표여야 한다.

이러한 재해석은 새마을 운동의 메커니즘과 조응한다. 제2장에서 논의한 마을 등급제(기초·자조·자립마을)는 단순한 금전 배분이 아니라 마을의 성취에 대한 공적 인정의 체계였다. 자립마을이라는 지위는 그 자체로 보상이었으며, 이 지위는 추가 자원 배분과 결합되었으되 지위의 상징적 가치가 물질적 가치에 선행했다. 디지털 새마을 모델의 보상 설계는 이 순서 — 인정이 먼저, 지불이 그다음 — 를 복원해야 한다.

5.3. 보상의 기울기**:** 문턱에서 정체성으로

외적 보상이 정당한 자리가 하나 있다. 바로 문턱(threshold)이다. 학습자가 특정 기술을 한 번도 경험해 본 적이 없어 그 내재적 즐거움을 알 수 없는 지점에서는, 외적 유인이 학습을 시작하게 하는 시동 모터의 역할을 한다. 문제는 그다음이다. 외적 보상의 한계효용은

빠르게 체감하는 반면, 유능감과 정체성 같은 내재 동기는 느리게 성장한다. 이 두 곡선이 교차하기 이전의 구간 — 보상은 시들해졌으나 아직 '나는 이것을 하는 사람'이라는 정체성이 형성되지 않은 골짜기 — 이 학습자 이탈의 본진이다. 대규모 온라인 공개강좌(MOOC)에서 관찰되는 높은 중도 이탈률은 상당 부분 이 구간에서 발생한다.

따라서 보상 스케줄을 학습 여정 전체에 균일하게 배치하는 것은 설계 오류이다. 보상은 여정의 단계에 따라 그 형태가 전환되는 기울기(gradient)로 설계되어야 한다. 초반에는 촘촘한 외적 보상으로 진입 장벽을 낮추고, 중반에는 관계 보상 — 멘토의 주목, 동료 학습 코호트의 인정 — 으로 전환하며, 후반에는 정체성 보상 — 보증인 지위, 후배 학습자에 대한 안내 권한 — 으로 이행하는 구조이다. K-콘텐츠에 대한 파라소셜(parasocial) 관심이나 문화적 친밀감 역시 이 틀에서는 시동 연료이지 순항 연료가 아니며, 순항 연료로의 환승 지점이 제품 설계에 명시적으로 마련되어야 한다.

이 기울기 설계는 새마을 운동의 단계적 마을 등급 상승 경로와 직접 대응된다. 기초마을에서 자조마을, 자립마을로 이어지는 경로는 각 단계에서 요구되는 것과 제공되는 것이 달랐다. 초기에는 외부 자원의 투입이 컸으나, 단계가 올라갈수록 마을 구성원의 자발성과 공동체적 정체성이 동력의 중심으로 이동했다. 디지털 새마을 모델의 보상 기울기는 이 이행 구조의 디지털적 재현이다.

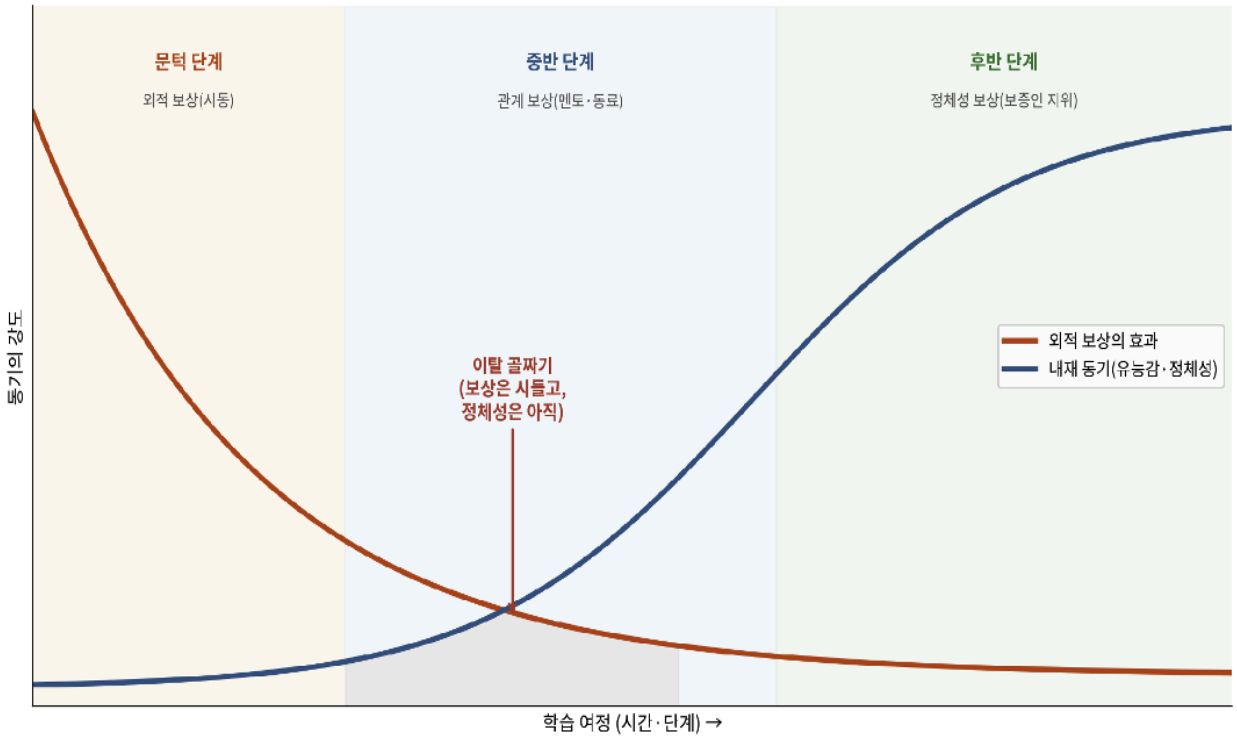


그림 5-1 보상의 기울기: 외적 보상에서 정체성 보상으로의 이행

5.4. 신뢰 회로에 대한 보상**:** 보증인 경제

앞선 논의들이 수렴하는 실무적 결론은, 보상의 대상을 학습자 개인에 한정하지 말고 신뢰 회로 전체로 확장해야 한다는 것이다. 이 플랫폼에서 진정으로 희소한 자원은 학습 의욕이 아니라 신뢰할 수 있는 보증(verification)이다. 학습자가 특정 역량을 실제로 갖추었음을 신뢰할 수 있는 방식으로 증명하는 일 — 이것이 학습 생태계가 노동 시장 및 사회와 연결되기 위한 관문이다. 그런데 보상 예산의 통념적 배분은 학습자에게 집중되고 보증인에게는 거의 배분되지 않는다.

본 연구는 이 배분을 재고할 것을 제안한다. 멘토와 보증인이 정확한 보증을 통해 평판 자본을 축적하고, 그 평판이 실질적 소득 기회 — 더 많은 검증 의뢰, 수요측 기업의 신뢰 계약 — 로 전환되는 경로가 보상 설계의 본체가 되어야 한다. 이는 콜드스타트(cold-start) 문제, 즉 초기 생태계의 첫 순환을 어떻게 일으킬 것인가의 문제와 한 몸이다. 첫 성공

학습자를 보증인으로 승격시키는 것 자체를 최상위 보상으로 설계하면, 동기 인프라(역할 모델)와 검증 인프라(보증인)가 동일한 예산으로 동시에 성장한다. "배우면 벌 수 있다"보다 강력한 메시지는 "배우면 저 사람처럼 된다"이며, 그 '저 사람'이 플랫폼 안에서 보증인의 지위를 달고 있어야 한다.

보증인 경제는 새마을 운동의 새마을지도자 제도와 구조적으로 조응한다. 제2장에서 논의했듯 새마을지도자는 마을과 행정 사이를 매개하는 리더십이었으며, 그 지위는 물질적 보상보다 공동체적 신뢰와 역할 정체성에 기반했다. 성공적 학습자를 보증인으로 승격시키는 설계는 이 새마을지도자의 재생산 메커니즘을 디지털 환경에서 복원하는 것이다. NodajiFi의 거버넌스 구조(제4장)에서 학습 성과와 공동체 기여가 누적된 사용자가 매개적 역할을 수행하도록 한 설계는 이 원리의 초기 구현으로 이해될 수 있다.

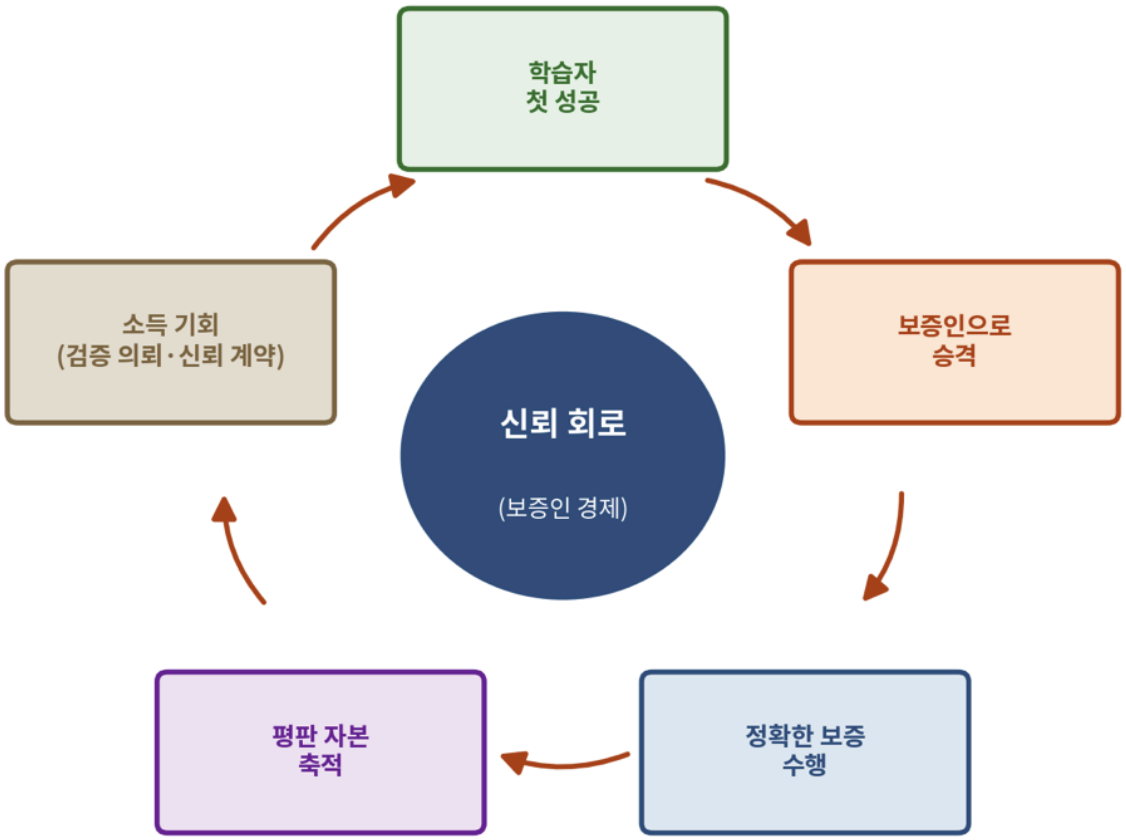


그림 5-2 보증인 경제의 선순환

5.5. 소비가 아니라 기회로서의 보상

보상의 종착지를 소비재로 설정하는 것은 재고되어야 한다. 학습 보상을 안정 가치 단위로 전환하여 강좌나 상품을 소비하는 순환은, 보상의 최종 목적지를 소비에 둔다. 그러나 취약 지역 학습자에게 진정으로 희소한 것은 상품이 아니라 증명의 기회 — 실전 과제의 수주, 수요측 기업의 시험 의뢰, 보증인 앞에서의 수행 기회 — 이다.

보상 예산의 상당 부분을 '살 수 있는 것'에서 '증명할 수 있는 기회'로 전환하면 세 가지 문제가 동시에 완화된다. 첫째, 보상이 학습 사다리의 다음 칸과 직결되므로 과잉정당화를 우회한다. 기회는 그 자체로 유능감의 정보적 신호이기 때문이다. 둘째, 수요측 기업이 기회의 공급자로 생태계에 진입하므로, 학습 생태계와 노동 시장의 연결이라는 본질적 과제가 부분적으로 해소된다. 셋째, 기회를 획득하고 수행한 기록 자체가 역량의 증거로 축적되므로 후속 검증 비용이 낮아진다. 최고 보상이 소비 바구니가 아니라 검증의 기회인 플랫폼 — 이것이 통상적 Learn-to-Earn과의 결정적 차별선이며, earn의 목적어를 화폐에서 기회로 이동시키는 전환이다.

이 원리는 제4장에서 논의한 지역 운영 회사(ROC) 구조와 결합될 때 구체성을 얻는다. ROC가 현지에서 직업·기술 훈련과 실전 과제 연결을 담당한다면, 학습 보상의 상위 형태를 ROC가 매개하는 실전 기회로 설계할 수 있다. 이는 제6장에서 논의할 실험·실기 및 기술·기능 습득 지원과도 연결된다. 가상 실습을 통해 형성한 역량이 실전 기회로 이어지는 경로가 보상 구조 안에 내장될 때, 학습은 소비를 위한 적립이 아니라 자립을 위한 축적이 된다.

5.6. 굿하트 법칙을 전제한 설계

보상 기반 플랫폼의 실패 원인 중 가장 빈번한 것은 동기 이론의 실패가 아니라 어뷰징(abusing), 즉 보상 체계의 악용이다. 측정치에 보상이 걸리는 순간 그 측정치는 조작의 대상이 된다는 굿하트 법칙(Strathern, 1997)은 보상 설계의 제1 전제가 되어야 한다. 이동 거리에 보상을 건 모델에서 위치 정보 조작이, 활동량에 보상을 건 모델에서 자동화 봇을 통한 대량 위조가 발생한 사례들은 이 법칙의 실물 증거이다.

방어의 원칙은 하나로 압축된다. 보상은 위조 비용이 보상 가치보다 비싼 신호에만 걸어야 한다. 클릭 수, 시청 시간, 문제 풀이 횟수와 같은 자동 측정 지표는 인공지능과 자동화 도구로 거의 무한히 위조 가능하므로, 여기에 화폐적 가치를 직접 연결하는 것은 봇 농장을 초대하는 설계이다. 반대로 위조 비용이 높은 신호는 앞서 논의한 것들 — 평판을 스테이킹한 인간 보증인의 대면 확인, 그리고 수요측이 실제로 대가를 지불한 채용·수주 기록 — 이다.

이로부터 이중 게이트 구조가 도출된다. 사다리 하단의 저액 보상은 온디바이스 인공지능 심판(제6장)이 담당하되, 화폐적 가치가 실리는 상위 보상은 반드시 인간 보증 게이트 뒤에 배치하는 구조이다. 이 설계는 새마을 운동의 자기조직화 메커니즘과 조응한다. 마을 사업의 성과 판정이 외부 행정의 일방적 측정이 아니라 마을 공동체의 상호 감시와 새마을지도자의 확인을 거쳤던 것처럼, 디지털 새마을 모델의 상위 보상 판정도 알고리즘의 자동 측정이 아니라 신뢰 사슬의 인간적 확인을 통과해야 한다. 어뷰징 방어의 결론과 보상 문법의 재정립이 동일한 지점 — 자동 측정에서 보증 사슬로의 무게중심 이동 — 으로 수렴하는 것은 우연이 아니다.

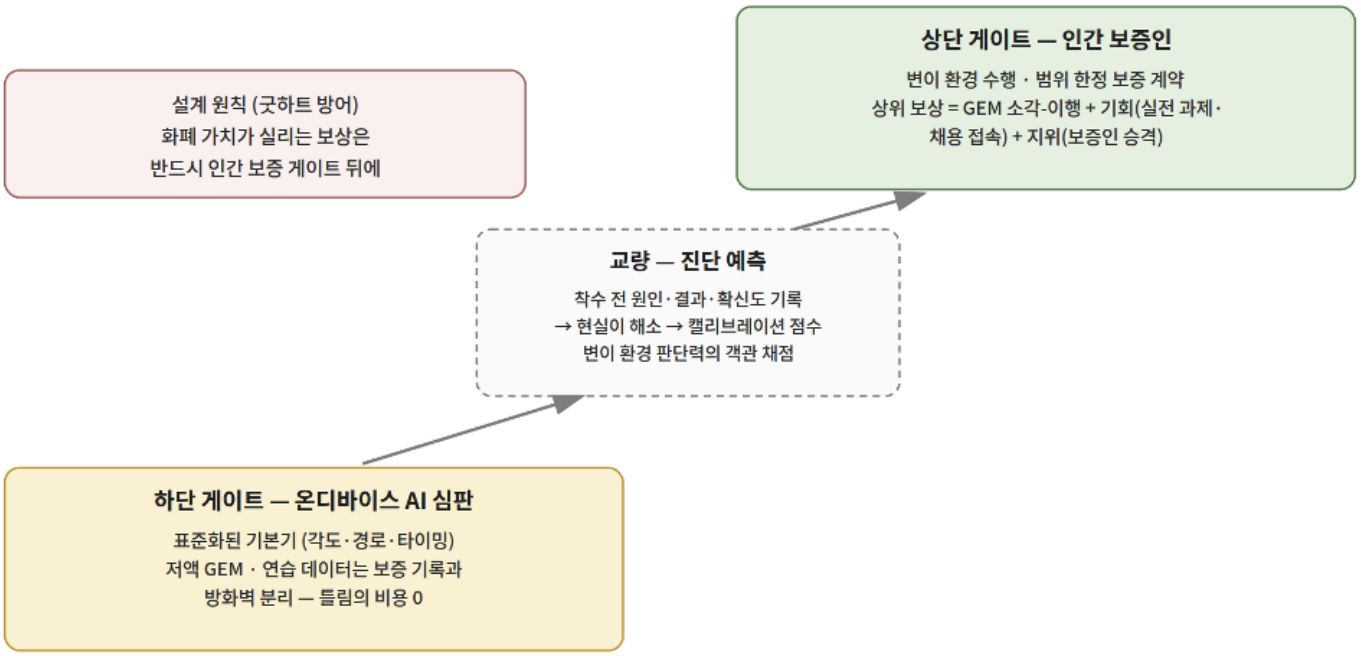


그림 5-3 이중 게이트 구조: 사다리 하단의 AI 심판과 상단의 인간 보증

5.7. 동기 건강의 계량화

마지막 원리는 측정의 문제이다. 보상 기반 플랫폼의 표준 지표 — 일일 활성 사용자 수, 과제 완료율, 보상 지급량 — 는 모두 보상이 작동하는 동안의 행동만을 관찰한다. 그러나 과잉정당화의 손상은 보상이 멈춘 이후에 드러나므로, 이러한 표준 지표만으로는 플랫폼이 내재 동기를 육성하고 있는지 아니면 소진시키고 있는지 판별할 수 없다.

따라서 본 연구는 동기의 건강 상태를 별도의 측정 지표로 승격시킬 것을 제안한다. 구체적으로는 다음과 같은 지표가 요구된다. 보상이 걸리지 않은 구간에서의 자발적 복귀율, 보상이 연동되지 않은 고난도 과제의 자발적 선택률, 알림이나 유인 없이 돌아오는 순수 리텐션, 그리고 가능하다면 일부 코호트에 보상 스케줄을 달리 적용하여 보상 제거 이후의 잔존 학습량을 비교하는 코호트 실험이다. 이 지표들은 제7장에서 제시할 파일럿 검증 설계에 통합되어야 한다.

이러한 계량화가 중요한 이유는 경고 신호를 조기에 포착하기 위해서이다. 만약 동기 건강 지표가 악화되는 동시에 표준 활동 지표가 개선되고 있다면, 그것은 성장이 아니라 동기의 채굴 — 미래의 내재 동기를 현재의 활동 지표로 환전하는 현상 — 일 수 있다. 이 구분은 보상 기반 학습 생태계가 지속 가능성을 확보하기 위해 반드시 갖추어야 할 자기 진단 능력이다.

5.8. 보증 네트워크의 제도 설계**:** 계약·규율·재판·구획화

제5.4절과 제5.6절의 결론 — 보상 체계의 무게중심을 자동 측정에서 인간 보증 사슬로 이동시켜야 한다는 것 — 은 곧바로 다음 질문을 낳는다. 인간 보증은 그 자체로 부패 가능한 신호인데, 보증의 진실성은 무엇이 담보하는가. 개정 백서(NodajiFi Labs, 2026)는 이 질문에 대해 다섯 겹의 제도적 장치를 명시하였으며, 본 절은 이를 학술적으로 정식화하고 새마을 운동의 제도 설계와 대응시킨다. 요지는 다음과 같다. 블록체인이 위조 불가능하게 앵커하는 것은 기술의 진실이 아니라 보증인의 책임 사슬 — 누가, 무엇을, 어떤 조건에서, 무엇을 걸고 보증했는가 — 이며, 따라서 플랫폼의 정체는 객관적 측정 기계가 아니라 신뢰 네트워크의 오케스트레이터이다.

첫째 장치는 범위 한정 보증 계약(scoped attestation contract)이다. 모든 보증은 개방형 추천이 아니라 기계 판독 가능한 명세 — 기술 X를, 조건 Y(장비·재료·환경)에서, 증거 기준 Z를 충족하며 수행하였음 — 로 기록된다. 개별 기술의 구조화된 정의(선수 요건, 난이도, 내구성, 증거 요건, 검증 방법)가 이 계약의 어휘가 된다. 이 명세화의 일차 기능은 분쟁의 사전 소멸이다. 인증된 역량이 사후에 실패하더라도 그 실패가 보증 범위 밖에서 발생했다면 책임 문제는 재판이 아니라 조회로 종결된다. 가장 좋은 법원은 열릴 일이 없는 법원이며, 그것은 판사가 아니라 계약 설계자가 만든다.

둘째 장치는 검증의 이원 사다리와 그 사이의 교량이다. 사다리 하단 — 표준화된 기본기 — 은 제6장의 온디바이스 AI 심판이 담당하되, 연습 데이터는 보증 기록과 방화벽으로 분리되어 틀림의 비용을 영(0)으로 유지한다(제5.2절의 정보적 보상 원리와 정합). 사다리 상단 — 변이 환경에서의 수행 — 은 평판을 건 인간 증인만이 채점할 수 있다. 그리고 그 사이에 진단 예측(embedded prediction)의 교량이 놓인다. 학습자가 실제 과업에 착수하기 전에 원인 진단과 결과 예측을 확신 수준과 함께 기록하게 하면, 물리적 작업은 수 시간 내에 현실이 정답을 공개하는 마감 내장형 예측 문제가 되며, 누적된 예측의 캘리브레이션 점수는 카메라와 루브릭이 닿지 못하는 변이 환경 판단력의 객관적·위조 곤란 채점치가 된다. 이로써 해소의 확인 시점에만 보증인을 투입하는 절충이 가능해져, 희소한 인간 증인의 노동이 대체 불가능한 단일 지점에 집중된다.

셋째 장치는 거짓 보증에 대한 이단계 규율(two-stage discipline)이다. 개별 분쟁의 진실 규명은 비용이 크고 오판 위험이 높지만, 포트폴리오는 판독 가능하다. 시스템은 각 보증인의 피보증자 성과 분포를 동료 분포와 상시 비교하되, 통계적 이탈 그 자체는 결코 선고가 아니다. 규율은 두 단계로 나뉜다 — 통계가 기소하고(이상 분포가 자동으로 심리를 개시하며 전체 증거 사슬이 보증인에게 공개된다), 인간이 판정한다(해당 노드 외부의 상급 동료 보증인 패널과 운영자가 제재 이전에 심리한다). 어떤 보증인도 알고리즘 단독으로 지위를 박탈당하지 않으며, 어떤 이의도 수치 없이 판정되지 않는다. 이 구조는 통계적 정의의 효율과, 명예로 사는 장인 집단이 요구하는 절차적 존엄을 동시에 충족하기 위한 설계이다. 새마을 운동의 마을 등급제가 개별 사업의 단건 판정이 아니라 마을 단위 성과의 누적 분포에 기반한 차등이었고, 그 판정이 행정의 일방적 측정이 아니라 공동체의 상호 감시와 현장 확인을 경유했다는 점에서, 이 이단계 규율은 마을 등급제의 디지털 정식화로 읽을 수 있다.

넷째 장치는 선례 구속적 판정(adjudication under precedent)이다. 명세 바깥의 신규 분쟁은 누군가 판정해야 하며, 개정 백서는 그 주권자를 플랫폼 운영자로 명시하되 세 개의 기술적 사슬로 구속한다. 모든 판정과 그 근거는 변조 불가능하게 기록되어 공개되고, 유사 사건에 대한 상이한 판정은 시스템이 자동으로 불일치를 공표하며, 판정의 통계적 편향(예: 특정 이해관계자 방향으로의 이탈)은 누구의 허가도 없이 계산·게시된다. 즉 제3의 감시자는 확보하기 어려운 인격체가 아니라 프로토콜로 구현되며, 모든 판정이 첫날부터 구속력 있는 선례로 축적되므로 주권은 시간이 흐를수록 창업자에게서 판례로 이양된다. 이는 인치(**人治**)에서 법치(**法治**)로의 점진적 이행이며, 본 모델에서 점진적 탈중앙화의 실질적 내용이다 — 토큰 투표가 아니라 판례의 축적이 탈중앙화의 단위인 것이다.

다섯째 장치는 신뢰의 구획화(compartmentalization)이다. 인간 증인의 체계는 언젠가 어디에선가 배신당하며, 설계는 그날을 전제해야 한다. 보증인 풀은 지역·직종별로 방화벽 처리되어 평판·스테이킹·소각이 노드 국지적으로 작동한다. 특정 지역 보증인 집단의 담합이 적발되면 해당 노드의 지위가 소각되고 그 크리덴셜에 플래그가 부착되되, 책임 사슬의 기록은 다른 모든 노드의 이해관계자에게 왜 그들의 크리덴셜은 건재한지를 증명한다. 한 증인 공동체의 실패는 국지적 화재여야 하며 시스템 전체의 화재가 되어서는 안 된다 — 국지적으로 실패할 수 없는 신뢰는 결국 전역적으로 실패한다. 이 구획화는 제4장의 ROC 구조 및 제5.9절에서 논의할 연맹형 분할과 동일한 원리의 다른 표현이며, 새마을 운동이 마을이라는 자연적 책임 단위 위에서 작동했던 것의 디지털 재현이다.

요약하면, 보증 네트워크의 제도 설계는 계약(분쟁의 사전 소멸), 교량(판단력의 객관 채점), 규율(통계적 기소와 인간적 판정의 이단계), 재판(선례 구속과 자동 적기), 구획화(실패의 국지화)의 다섯 층으로 완결된다. 이로써 제5장의 보상 설계 원리 — 최상위 보상을 보증인 지위로 이동시키는 것 — 는 그 지위의 진실성을 담보하는 제도적 기반을

얻는다. 보증인 승격이 최고 보상이라는 명제(제5.4절)와 보증의 진실성이 플랫폼의 유일한 해자라는 명제는, 이 다섯 층의 제도 위에서만 동시에 성립한다.

5.9. 남은 긴장**:** 지위·기회의 희소성과 보편 교육 이상

이상의 논의에서 보상의 최고 형태로 제시한 지위(보증인 승격)와 기회(수요측 접속)는 한 가지 본질적 긴장을 내포한다. 지위와 기회는 그 본성상 희소해야 가치를 가진다. 모두가 보증인이 되면 보증의 가치가 하락하고, 모두에게 기회가 주어지면 기회는 더 이상 변별적 신호가 되지 못한다. 즉 이 보상 설계는 구조적으로 피라미드형 희소성 — 소수만이 정상에 도달하는 구조 — 위에 서 있으며, 이는 '모든 사람에게 교육'이라는 본 모델의 창립 이상, 그리고 제2장에서 논의한 홍익인간의 보편주의와 정면으로 긴장한다. 화폐 보상은 원리상 무한 발행이 가능하지만 지위 보상은 그럴 수 없다는 것, 이것이 보상 기반 평등주의 플랫폼이 마주하는 마지막 모순이다.

본 연구는 이 긴장을 해소된 것으로 위장하지 않는다. 다만 그 완화 방향으로 두 가지를 제시한다. 첫째는 연맹형 분할(federated segmentation)이다. 보증인의 지위를 단일한 전 지구적 위계로 두지 않고, 지역·직종·언어별로 무수히 분할하여 '많은 작은 정상들'을 만드는 접근이다. 특정 지역의 특정 직능에서 보증인이 되는 경로가 다수 병존하면, 지위의 절대적 희소성은 완화되면서도 각 영역 내에서의 신호 가치는 유지된다. 이는 제4장의 ROC 구조 — 지역별로 독립적인 운영 단위가 병존하는 구조 — 와 자연스럽게 결합된다.

둘째는 희소 보상과 보편 보상의 층위 분리이다. 정체성·지위·기회와 같은 희소 보상은 사다리의 상단에 배치하되, 사다리의 하단과 중단에서는 희소성에 의존하지 않는 보상 — 유능감의 정보적 피드백, 학습 자체의 내재적 만족, 공동체적 소속감 — 이 작동하도록 설계하는 것이다. 이렇게 보면 보편 교육의 이상은 '모두가 정상에 도달한다'는 약속이 아니라, '모두에게 사다리의 첫 칸과 상승의 경로가 공정하게 열려 있다'는 약속으로

재해석된다. 새마을 운동에서도 모든 마을이 자립마을이 된 것은 아니었으나, 등급 상승의 경로와 기준은 모든 마을에 공정하게 개방되어 있었다. 디지털 새마을 모델의 보편주의 역시 결과의 균등이 아니라 경로의 공정한 개방으로 이해될 때, 희소성의 긴장과 양립할 수 있다.

다만 이 긴장이 완전히 해소되는 것은 아니며, 지위 희소성이 분할과 층위 분리로도 사라지지 않는 본질적 성격을 갖는지는 향후 운영을 통해 지속적으로 관찰되어야 할 문제로 남는다. 본 연구는 이 문제를 미해결의 열린 과제로 명시하며, 이는 보상 기반 학습 생태계 설계가 마주하는 근본적 난제로서 후속 연구의 중요한 주제가 된다.

6. 온디바이스 **AI**와 **AR**을 활용한 실험·실기 및 기술·기능 습득 지원

6.1. 도입 배경**:** 실험 인프라의 격차

지금까지 논의한 NodajiFi 플랫폼의 학습 레이어는 주로 텍스트 기반의 문제 풀이와 AI 튜터와의 대화에 집중되어 있다. 이러한 구조는 언어, 수리, 인문학, 사회과학 등 텍스트 매개적 학습 영역에는 효과적이지만, 신체적 수행과 도구 조작을 동반하는 실험·실습 및 기술·기능 습득의 영역에는 그 자체로 충분하지 않다. 본 장에서 다루는 대상은 좁은 의미의 STEM 실험에 한정되지 않는다. 화학·물리 실험과 같은 과학 실험은 물론, 전기·전자 회로 조립, 기계 정비, 의료·간호 실기, 요리·조리, 용접과 같은 직업·기술 훈련 전반이 모두 물리적 도구와 안전한 실습 공간, 그리고 반복 수행의 기회를 요구한다. 이러한 실습 자원의 격차는 과학 교육의 격차일 뿐 아니라, 저소득층 학습자의 직업 역량 형성과 경제적 자립을 가로막는 구조적 장벽이기도 하다. 1970년대 새마을 운동이 농촌 주민에게 주택 개량·영농 기술과 같은 실용 기능을 보급하여 자립을 도왔던 점을 상기하면, 디지털 새마을 모델에서 실험·실기 및 기술·기능 습득의 지원은 단순한 학과 교육의 보완을 넘어 자립 역량 형성이라는 운동 본래의 지향과 직접 맞닿아 있다.

이러한 인프라 격차는 단순히 저소득 국가만의 문제가 아니다. 국내에서도 도시-농촌 간, 학교 간 격차로 인해 충분한 실험 기자재와 안전한 실험 환경에 접근하지 못하는 학습자들이 존재한다. 화학 실험에 사용되는 시약은 비용이 들고 안전 관리가 어려워 많은 학교가 충분한 실험 기회를 제공하지 못하며, 해부학 실습에 필요한 표본은 윤리적·실용적 제약을 받는다. 이러한 현실은 텍스트 기반 학습으로 보완되어 왔으나, 텍스트는 실험의 인지적·체화적(embodied) 측면을 충분히 대체하지 못한다는 한계를 가진다.

본 장에서는 이러한 격차의 부분적 완화 가능성을 가지는 기술적 결합으로서, 온디바이스 AI(on-device AI)와 증강현실(Augmented Reality, AR)의 결합을 디지털 새마을 모델의 STEM 교육 모듈로 제안하고 그 가능성과 한계를 분석한다. 이 모듈은 NodajiFi 플랫폼의 핵심 보상 메커니즘과 결합하여, 학습자가 가상 실험을 수행하고 그 학습 활동에 대한 보상을 획득하는 통합 경험을 제공한다.

6.2. 온디바이스 **AI**와 **AR**의 결합 설계

증강현실 기반의 가상 실험 모듈은 그 자체로 새로운 개념은 아니다. 화학·물리·생물 등 다양한 분야에서 AR/VR 기반 학습의 효과를 검증하는 메타분석 연구들이 축적되어 왔으며, 일관되게 학습 성과 향상이 보고되어 왔다(Lah et al., 2024; Cao & Hsu, 2023). 그러나 기존 AR 학습 시스템들의 한계는 두 가지였다. 첫째, 고품질 AR 콘텐츠를 위한 컴퓨팅 자원이 클라우드 기반으로 제공되어 인터넷 연결이 불안정한 환경에서는 작동하지 않는다. 둘째, 학습자의 행동에 동적으로 반응하는 지능적 피드백이 부족하여, 단순한 시각화 도구에 머물기 쉽다.

이 두 한계는 최근 몇 년간 발전한 두 기술적 흐름의 결합에 의해 부분적으로 해소될 수 있다. 첫째, 온디바이스 AI 기술의 발전이다. 모바일 기기에 직접 탑재되는 경량 언어 모델 및 비전 모델의 성능이 비약적으로 향상되어, 기본적인 학습자 응답 분석과 피드백 생성이 인터넷 연결 없이도 가능한 수준에 이르고 있다. 이는 클라우드 의존성을 줄이고, 인터넷 인프라가 불안정한 환경에서도 작동 가능한 학습 시스템의 가능성을 열어준다. 둘째, 모바일 AR 기술의 보편화이다. 일반적인 스마트폰의 카메라와 센서를 활용한 AR 기능이 표준화되면서, 별도의 고가 장비 없이도 가상 실험 환경을 제공할 수 있게 되었다.

본 모듈의 설계 원리는 다음과 같다. 학습자가 자신의 모바일 기기를 평평한 면(예: 책상)에 향하면, AR 인터페이스가 가상의 실험 환경 — 실험 테이블, 시약, 장비 — 을 그 위에

투사한다. 학습자는 화면 또는 음성을 통해 실험 절차를 진행하며, 시약을 혼합하거나 장비를 조작하면 그 결과가 시각적·청각적으로 즉시 반영된다. 동시에 온디바이스 AI 모듈이 학습자의 절차 수행을 관찰하여, 실수가 발생할 경우 즉각적 피드백을 제공하거나, 절차의 의미에 대한 추가 설명을 제공한다.

이러한 설계는 NodajiFi의 보상 구조와 자연스럽게 결합된다. 학습자가 가상 실험을 완수하면, 그 완수의 정도와 정확성에 따라 NGEM이 즉시 발급된다. 이는 새마을 운동의 4대 메커니즘 중 '가시적 성과의 즉각적 피드백'이 STEM 영역으로 확장된 형태이다. 또한 가상 실험은 위험한 시약을 다루는 화학 실험, 윤리적 부담이 있는 해부 실습 등에서 안전성과 윤리성의 확보라는 부가적 강점을 가진다.

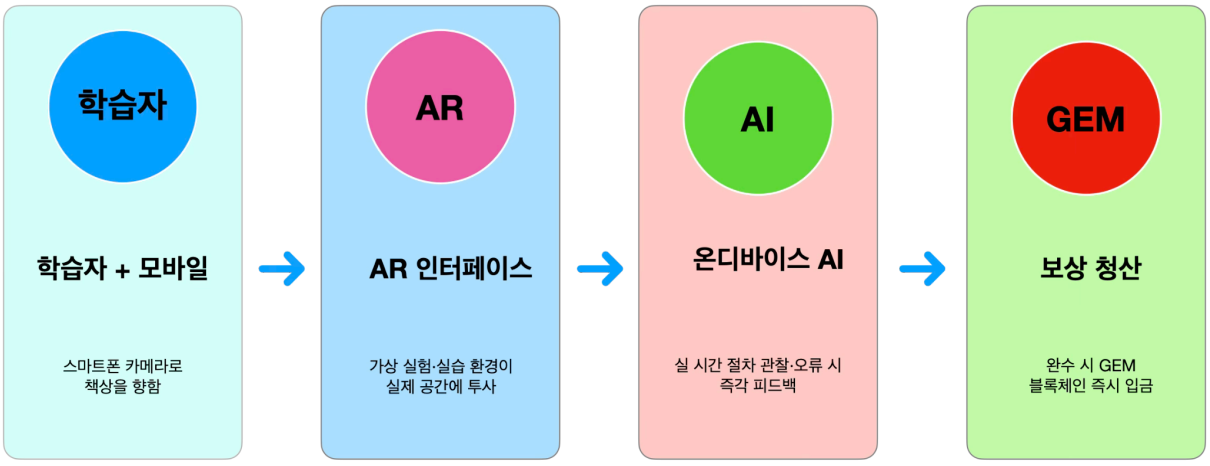


그림 6-1 온디바이스 AI + AR 가상 실험·실습 모듈의 작동 흐름

6.3. 교과목별 대체 가능 범위 분석

가상 실험·실습 모듈이 모든 실기 영역에서 동일하게 효과적인 것은 아니다. 각 분야의 학습 목표와 실습의 본질 — 인지적 이해가 중심인가, 신체적 숙련이 중심인가 — 이 다르기 때문에, AR+AI 결합 모듈이 물리적 실험·실습을 대체할 수 있는 범위는 분야별로 뚜렷한

차이를 보인다. 본 연구는 과학 실험뿐 아니라 직업·기술 훈련 영역을 함께 포함하여, 사전 검토 및 관련 메타분석(Lah et al., 2024; Cao & Hsu, 2023; Pottle, 2019)을 종합한 다음과 같은 추정 범위를 제시한다. 이 범위는 절대치가 아니라 향후 실증 연구에서 검증되어야 할 가설로 제시되는 것임을 분명히 한다.

화학 실험 (대체 가능 범위 약 70-80%): 화학 실험 영역은 가상 실험의 효과가 가장 큰 분야 중 하나이다. 시약의 혼합 반응, 결정 형성, 가스 발생 등 화학 반응의 시각화는 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 정확하게 재현될 수 있으며, 위험성이 큰 실험(고독성 시약, 폭발성 반응 등)의 경우 가상 실험이 안전성 측면에서 오히려 우월하다. 다만 시약의 실제 질량 측정, 정밀 적정 등 미세한 도구 조작 감각은 가상 환경에서 충분히 형성되기 어렵다.

전기·전자 회로 (대체 가능 범위 약 75-85%): 회로의 조립, 회로도의 이해, 오실로스코프를 통한 신호 분석 등은 시뮬레이션이 매우 효과적인 영역이다. 회로 시뮬레이터(SPICE 계열)는 이미 산업 표준으로 활용되고 있으며, AR을 통한 시각적 회로 조립은 학습자에게 추상적 개념의 직관적 이해를 제공한다. 다만 실제 부품의 기계적 특성, 납땜 등 손작업 영역은 가상 환경에서 한계가 있다.

해부학·생물학 (대체 가능 범위 약 80-90%): 인체 및 동물의 해부학적 구조 학습은 3D 시각화와 분해 가능한 가상 모델의 효과가 매우 큰 영역이다. 윤리적 부담과 표본 수급의 어려움을 고려하면 가상 환경의 강점이 더욱 크다. 세포 수준의 미세 구조 또한 확대 시각화를 통해 효과적으로 전달 가능하다. 다만 외과적 수술 등 고도의 손기술 훈련은 별도의 햅틱 피드백 장치가 결합되어야 충분한 효과를 거둘 수 있다.

물리 실험 (대체 가능 범위 약 60-70%): 역학, 광학, 전자기학 등 물리 현상의 시뮬레이션은 효과적이지만, 정밀 측정 기기를 다루는 감각, 오차의 통계적 처리 경험 등은 가상 환경에서

한정적이다. 그러나 위험한 실험(고전압, 방사선 등)이나 시간 척도가 인간 지각을 벗어난 실험(고속 충돌, 양자 현상)의 경우 가상 환경이 오히려 학습 효과를 높일 수 있다.

요리·조리 실습 (대체 가능 범위 약 40-50%): 절차의 학습과 위생 관리 교육은 가상 환경에서 가능하지만, 온도·식감·맛 등 다중 감각적 요소가 본질적인 영역이므로 대체 가능 범위가 제한적이다.

용접·기계 가공 (대체 가능 범위 약 30-40%): 안전 교육과 절차 확인에는 가상 환경이 유용하지만, 손의 미세 조정과 도구의 기계적 반응이 핵심인 실습은 물리적 환경에서의 훈련이 필수적이다.

[표 6-1] AR+AI 가상 실험의 교과목별 대체 가능 범위 추정

분야	대체 가능 범위	강점	한계	우선 적용 권장
화학 실험	70-80%	시약 혼합·반응 시뮬레이션·위험 실험의 안전한 대체	정밀 적정·미세 도구 조작 감각 형성 어려움	우선
전기·전자 회로	75-85%	회로 조립 시뮬·오실로스코프 AR 오버레이·SPICE 검증된 정확도	부품의 기계적 특성·납땜 등 손작업 한계	우선
해부학·생물학	80-90%	3D 장기 분해·세포 미세 구조 확대·윤리 부담 회피	외과적 손기술은 햅틱 장치 결합 필요	우선
물리 실험	60-70%	역학·광학·전자기 시뮬·고속·고전압 실험의 안전 대체	정밀 측정 기기 감각·오차 처리 경험 한정	보조
요리·조리 실습	40-50%	절차 학습·위생 관리 교육 가능	온도·식감·맛 등 다중 감각 본질적 영역	보완

용접·기계 가공	30-40%	안전 교육·절차 확인에 한정	손의 미세 조정·도구 기계적 반응이 핵심	물리환경 우선

주: 본 추정 범위는 사전 검토 및 관련 메타분석(Lah et al., 2024; Cao & Hsu, 2023)을 종합한 가설적 추정치이며, 향후 실증 연구의 검증 대상이다.

이러한 분야별 차등은 디지털 새마을 모델의 정책적 적용에서 중요한 시사점을 가진다. 첫째, 가상 실험이 물리 실험을 완전히 대체하는 것이 아니라 부분적·보완적 대체의 위치에 있다는 점이 분명히 인식되어야 한다. 둘째, 자원 제약이 큰 환경에서 어떤 분야부터 가상 실험을 우선 배치할 것인가에 대한 정책적 우선순위가 도출될 수 있다. 화학·전기전자·해부학 영역은 가상 환경의 효과가 크면서 동시에 물리 환경의 비용·위험·윤리적 부담이 크므로 최우선 적용 대상이 된다. 반면 손기술 중심 실습은 물리 환경의 우선 확보가 여전히 필요하다.

6.4. 한계와 보완 설계

위와 같은 모듈이 디지털 새마을 모델에 통합될 때 발생할 수 있는 한계와 그에 대한 보완 설계를 논의할 필요가 있다.

첫째, 하드웨어 접근성의 격차이다. 가상 실험 모듈은 일정 수준 이상의 모바일 기기 성능을 요구한다. 저사양 기기에서는 AR 기능이 작동하지 않거나 성능이 저하되어, 정작 가장 도움이 필요한 학습자가 모듈을 활용하지 못하는 역설이 발생할 수 있다. 이에 대한 보완으로는 ① 모듈의 경량 버전 제공, ② 서비스 거점에 공유 기기 비치, ③ 학습 보상의 일부를 기기 업그레이드에 사용 가능하도록 연동하는 설계 등이 고려될 수 있다.

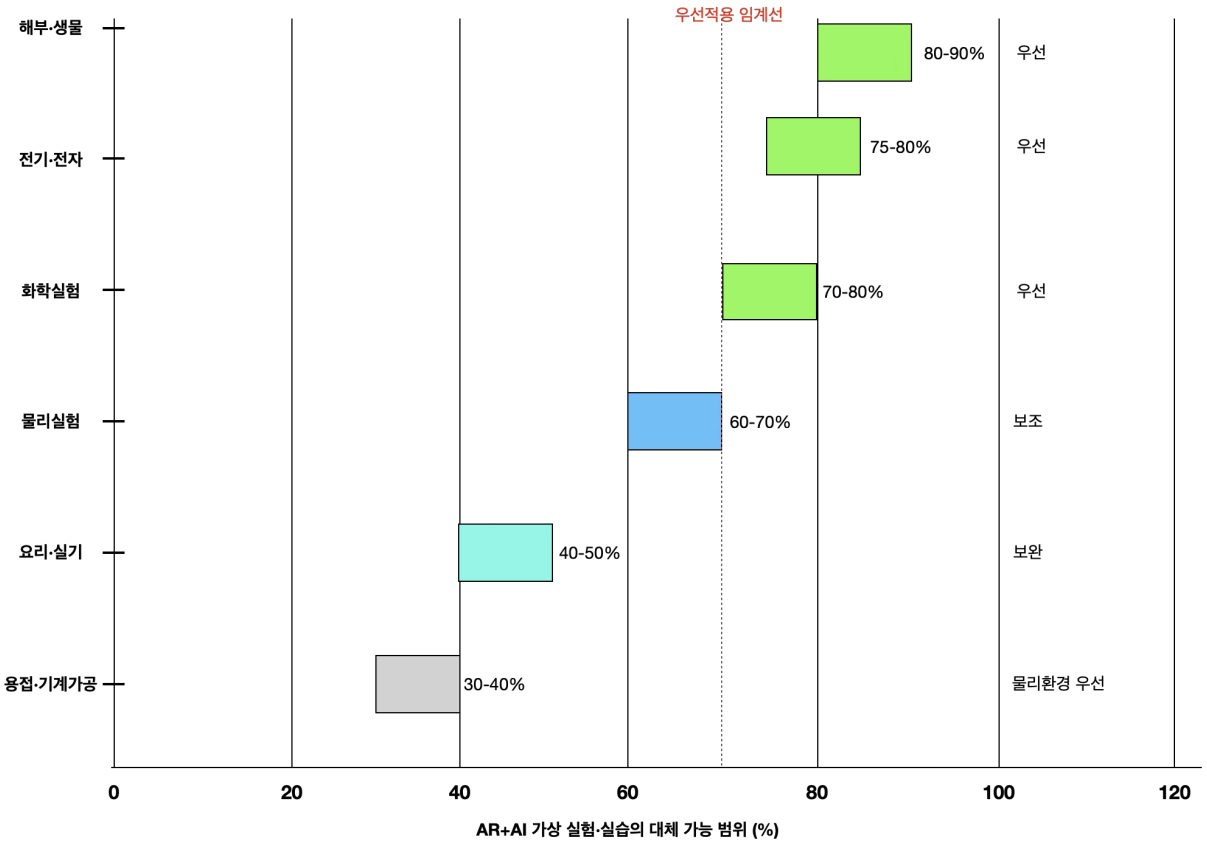
둘째, 학습 효과의 검증 부담이다. 가상 실험이 물리 실험과 동등한 학습 효과를 가진다는 주장은 향후 엄밀한 실증 연구를 통해 검증되어야 한다. 본 모듈이 디지털 새마을 모델에

통합될 때, 그 학습 효과는 단순히 사용자가 즐겁게 사용했다는 만족도 지표가 아니라, 실제 개념 이해와 절차 수행 능력의 향상으로 측정되어야 한다. 이를 위해 본 연구는 향후 후속 연구에서 학습 성과 평가 도구의 개발과 검증을 핵심 과제로 제안한다.

셋째, 체화된 학습(embodied learning)의 한계이다. 이론적으로 학습은 단순한 인지 활동이 아니라 신체적·감각적 경험과 결합된 활동이며(Wilson, 2002), 가상 환경은 이러한 체화적 측면을 완전히 재현하지 못한다. 따라서 가상 실험은 물리 실험에 대한 사전 학습(pre-lab) 또는 보완 학습으로 위치되는 것이 학술적으로 정당화 가능한 범위이며, 완전 대체는 신중하게 접근되어야 한다.

넷째, 온디바이스 AI의 능력 한계이다. 현재의 온디바이스 AI는 일반적 학습 피드백에는 충분하지만, 복잡한 학습자 질문에 대한 정교한 응답에서는 클라우드 기반 대형 모델에 비해 한계를 보인다. 이에 대한 보완으로는 ① 인터넷이 가용할 때는 클라우드 모델로 보완하는 하이브리드 모드, ② 자주 발생하는 질문 패턴에 대한 사전 응답 캐싱, ③ 동지(peer) 학습자 또는 인적 튜터로의 자연스러운 인계(handoff) 메커니즘이 고려될 수 있다.

이러한 한계들을 고려할 때, 온디바이스 AI + AR 모듈은 만능 해법이 아니라 디지털 새마을 모델의 STEM 교육 격차에 대한 보완적 접근으로 위치되어야 한다. 그 가치는 물리 실험의 완전 대체가 아니라, 자원 제약 환경에서 STEM 학습의 진입 장벽을 낮추고, 위험성·윤리성 부담이 큰 영역에서의 학습 기회를 확대하며, 학습 보상 메커니즘과 결합되어 STEM 학습의 동기를 강화하는 데 있다.



그럼 6-2 교과목별 AI + AR 대체 가능 범위와 단계적 도입 우선 순위

7. 파일럿 운영 계획 및 향후 검증 설계

7.1. 연구 단계의 위치와 본 장의 목적

본 연구가 분석한 NodajiFi 플랫폼은 본 논문의 작성 시점에서 본격적인 상용 서비스 출시 직전의 개발 완료 및 파일럿 준비 단계에 있다. 따라서 본 장은 대규모 사용자 데이터에 기반한 실증 분석을 제시하지 않는다. 이는 본 연구가 설계 연구(design research)이자 사례 연구(case study)로서, 시스템 설계 원리의 정합성과 구현의 타당성을 논증하는 데 일차적 목적을 두고 있기 때문이다.

본 장의 목적은 두 가지이다. 첫째, 향후 본격 실증을 위한 파일럿 운영 계획을 구체적으로 제시한다. 둘째, 그 실증이 어떤 연구 설계와 측정 도구를 통해 수행되어야 하는지에 대한 방법론적 청사진을 제시한다. 이러한 사전 설계의 명료화는, 실증 데이터가 확보되기 이전 단계에서도 연구가 가질 수 있는 학술적 기여이다. 잘 설계된 검증 계획은 그 자체로 후속 연구의 토대가 되며, 성급한 데이터 해석이 초래할 수 있는 오류를 예방한다.

7.2. 파일럿 운영 계획

파일럿 운영은 시스템의 기능적 무결성과 초기 사용자 경험을 점검하는 단계로 설계된다. 본 연구는 다음과 같은 단계적 운영 계획을 제안한다.

첫째 단계는 폐쇄형 파일럿(closed pilot)이다. 제한된 규모의 자발적 참여자를 대상으로 시스템의 핵심 기능 — AI 튜터와의 상호작용, 학습 보상의 즉각적 정산, 토큰 전환, 거버넌스 투표 — 이 기술적으로 안정적으로 작동하는지를 점검한다. 이 단계의 목적은 효과 측정이 아니라 기능 검증과 치명적 결함의 발견에 있다.

둘째 단계는 개방형 파일럿(open pilot)이다. 폐쇄형 파일럿에서 발견된 문제를 보완한 후, 특정 지역과 학습자 집단을 대상으로 실제 운영 환경에서의 사용자 행동을 관찰한다. 이 단계에서는 학습 지속성, 보상 활용 패턴, 사용자 만족도 등의 초기 지표가 수집될 수 있으나, 이러한 지표는 통제된 실험 설계를 갖추기 전까지는 어디까지나 운영 모니터링 자료로 위치된다.

셋째 단계는 본격 실증 연구(full-scale empirical study)이다. 개방형 파일럿을 통해 시스템이 안정화된 후, 후술할 검증 설계에 따라 통제된 실증 연구를 수행한다. 이 단계에서 비로소 본 연구가 제시한 가설들이 엄밀하게 검증될 수 있다.

7.3. 향후 검증 설계**:** 측정 변수와 연구 설계

본격 실증 연구가 갖추어야 할 설계 요소를 다음과 같이 제안한다. 이는 본 연구의 이론적 주장이 어떻게 경험적으로 검증될 수 있는지를 명료화하는 작업이다.

연구 설계의 측면에서, 향후 실증은 무작위 통제 실험(randomized controlled trial) 또는 준실험 설계(quasi-experimental design)를 채택해야 한다. 보상 기반 학습의 효과를 분리하기 위해서는, 동일한 AI 튜터링 콘텐츠를 제공하되 보상 메커니즘의 유무 또는 보상의 즉각성 정도를 달리하는 비교 집단의 설정이 필요하다. 이러한 설계를 통해서만 보상의 효과를 콘텐츠 자체의 효과로부터 분리하여 측정할 수 있다.

표본의 측면에서, 충분한 통계적 검정력을 확보하기 위한 표본 크기의 산정이 선행되어야 하며, 자발적 참여로 인한 선택 편의를 통제하기 위한 모집 전략이 요구된다. 또한 본 모델이 글로벌 적용을 지향하는 만큼, 단일 지역이 아닌 복수의 문화권에서 표본을 확보하여 교차 문화적 일반화 가능성을 검토해야 한다.

측정 변수의 측면에서, 본 연구는 다음과 같은 다층적 결과 변수의 측정을 제안한다. 첫째 층위는 학습 행동 지표로서, 학습 지속률, 학습 시간, 과제 완수율 등이다. 둘째 층위는 학습

성과 지표로서, 사전-사후 평가를 통한 실제 개념 이해와 역량의 향상이다. 단순한 활동량이 아니라 실질적 학습이 일어났는지를 측정하는 것이 핵심이다. 셋째 층위는 경제적 활용 지표로서, 획득한 보상이 어떻게 활용되는지, 그것이 학습자의 가구 경제에 어떤 기여를 하는지이다. 넷째 층위는 심리적 변화 지표로서, 학습자의 자기효능감, 미래 지향성, 학습에 대한 태도 변화이다.

관찰 기간의 측면에서, 단기적 활성화 효과와 장기적 정착 효과를 구분하기 위해 충분한 관찰 기간이 요구된다. 특히 외재적 보상이 내재적 동기를 훼손하는지(자기결정성 이론의 관점), 보상 의존성이 형성되는지를 검토하기 위해서는 보상 제공 중단 이후의 학습 행동까지 추적하는 설계가 필요하다.

7.4. 해석상 유의해야 할 방법론적 쟁점

향후 실증에서 데이터를 해석할 때 사전에 인식되어야 할 방법론적 쟁점을 정리한다. 이러한 쟁점의 사전 인식은 데이터 해석의 신중함을 담보한다.

첫째는 호손 효과(Hawthorne effect)이다. 파일럿 참여자는 자신이 새로운 시스템의 시범 사용자임을 인지하므로, 평소보다 적극적인 학습 행동을 보일 수 있다. 따라서 파일럿 단계의 긍정적 지표를 본격 운영 단계의 효과로 직접 외삽하는 것은 경계되어야 한다.

둘째는 선택 편의(selection bias)이다. 초기 파일럿에 자발적으로 참여하는 사용자는 신기술 친화도와 학습 동기가 일반 인구보다 높을 가능성이 크다. 본 모델의 진정한 정책적 가치는 이러한 적극적 사용자가 아니라, 학습에서 소외된 집단에 대한 효과에 달려 있으므로, 검증 설계는 이 집단에 대한 도달과 효과를 별도로 측정해야 한다.

셋째는 효과의 귀인(attribution) 문제이다. 본 모델은 AI 튜터링, 즉각적 보상, 토큰 구조, 거버넌스 참여 등 여러 요소가 통합적으로 작동한다. 관찰된 효과가 어느 요소에서

기인하는지를 분리하기 위해서는, 각 요소를 독립적으로 변화시키는 정교한 실험 설계가 요구된다.

이상의 검증 설계와 방법론적 쟁점의 명료화는, 본 연구가 비록 본격 실증 데이터를 제시하지 못하는 단계에 있음에도, 향후 실증 연구가 신뢰할 수 있는 방식으로 수행되도록 안내하는 학술적 기여로 기능한다. 선행 문헌이 시사하는 기대 효과(Kestin et al., 2025; Lah et al., 2024)는 본 모델의 잠재적 유효성을 뒷받침하지만, 그 잠재력이 본 모델의 구체적 구현에서 실현되는지는 위에 제시한 설계에 따른 엄밀한 검증을 통해서만 확인될 수 있다.

8. 논의: 한계와 시사점

8.1. 본 연구의 학술적 기여

본 연구가 가지는 학술적 기여는 세 차원에서 정리될 수 있다.

첫째, 새마을 운동 연구에 대한 기여이다. 기존의 새마을 운동 연구가 정신과 가치 중심의 분석에 집중되어 왔다면, 본 연구는 운동의 작동 메커니즘을 네 가지로 분해하여 학술적으로 분석 가능한 단위로 환원하였다. 이러한 메커니즘 중심 분석은 새마을 운동 연구를 한국 고유의 문화적 사례에서 보편적 사회 설계 이론의 한 사례로 확장하는 데 기여할 수 있다. 자기조직화, 매칭 그랜트, 성과 기반 차등, 즉각적 가시성이라는 네 메커니즘은 한국 농촌 개발의 맥락을 넘어 다양한 사회 설계 문제에 적용 가능한 분석 도구이다.

둘째, Web3 연구 및 토큰 이코노미 연구에 대한 기여이다. Web3 토큰 이코노미 설계는 그동안 주로 금융 공학과 게임 이론에 기반하여 논의되어 왔으나, 그 사회적 정당성과 작동 원리에 대한 사회과학적 기반은 상대적으로 약했다. 본 연구는 새마을 운동이라는 역사적 사회 운동의 메커니즘을 토큰 이코노미 설계 원리에 결합시킴으로써, Web3 시스템의 사회과학적 정당성에 대한 새로운 분석 자원을 제공한다. 이는 토큰 이코노미가 단순한 금융 공학적 산물이 아니라 인간 사회의 협력과 인센티브 설계라는 보편 문제에 대한 한 응답일 수 있음을 시사한다.

셋째, 글로벌 교육 격차 및 ODA 연구에 대한 기여이다. 본 연구는 학습 빈곤 해소를 위한 새로운 정책 도구로서 디지털 새마을 모델을 제안하였다. 이는 인프라 중심의 시혜형 ODA를 보완하는 능동형 ODA의 가능성을 제시하며, 한국이 자국의 발전 경험을 21세기적으로 재해석하여 글로벌 공공재 형성에 기여할 수 있는 경로를 보여준다.

8.2. 규제·법적 환경에 대한 신중한 검토

본 연구가 분석한 NodajiFi 플랫폼의 토큰 이코노미적 측면은 각국의 가상자산 규제와 관련하여 신중한 검토가 요구된다. 특히 NUSD의 USD 가치 연동 구조는 한국의 가상자산이용자보호법, 미국의 GENIUS Act 등 스테이블코인 발행자에 대한 규제 환경에서 상당한 법적 의무를 수반할 가능성이 있다. EU의 MiCA 규정 또한 자산 참조형 토큰(asset-referenced token) 발행에 대한 엄격한 자본 요구와 준비금 관리 기준을 부과한다. 실제로 이러한 규제 환경은 본 사례의 설계 진화에 직접 반영되었다. 개정 백서(NodajiFi Labs, 2026)는 NUSD의 구현을 유보하고 학습 단위와 공급측 정산 단위의 이중 구조로 구현 범위를 조정하였으며, 이는 설계 연구가 규제 환경과의 상호작용 속에서 반복적으로 수정되어 가는 과정을 보여주는 사례이다. 나아가 최신 개정판(v6.2)은 폐쇄성의 강제와 권한 소각이 양립할 수 없다는 판단 아래, 운영자가 NDJI의 관리·동결·회수 권한을 의도적으로 보유하고 그 행사 내역을 전부 감사 공시하는 방향을 확정하였다. 이는 탈중앙성의 수사보다 폐쇄 루프의 규제적 방어 가능성을 우선한 선택으로, 미성년 보호를 일차 목표로 하는 시스템에서 정당화될 수 있는 절충이다. 한편 보증인에 대한 보상 경로(검증 노동의 현금 대가 및 비양도성 수익 공유권)는 기여 기반 보상이라는 점에서 증권성 방어가 가능하다고 판단되나, 지위 승격 서사와 결합될 때 수익 기대의 외관이 형성될 수 있으므로 해당 조항에 대한 증권법 검토가 특정적으로 요구된다.

본 연구는 법학적 분석이 본 논문의 범위를 넘는다는 점을 인정하면서도, 디지털 새마을 모델이 정책적 차원에서 추진될 경우 다음과 같은 법적 검토가 병행되어야 함을 강조한다. 첫째, NUSD를 향후 활성화할 경우 그 법적 성격이 어떻게 분류되는가(증권성 여부, 스테이블코인 여부)에 대한 사법 관할별 분석이 선행되어야 한다. 둘째, 학습 활동을 통해 토큰을 획득하는 구조가 일부 국가에서 무허가 금융 활동으로 분류될 가능성에 대한 검토가 필요하다. 셋째, 글로벌 학습자 간의 토큰 이전이 자금세탁방지(AML) 규제와 충돌하지 않도록 하는 컴플라이언스 설계가 요구된다.

이러한 법적 위험은 본 모델의 정책적 정당성을 훼손하지 않지만, 모델의 구현 경로에 영향을 미친다. 가능한 대응 방향은 다음과 같다. 첫째, 사법 관할별 차등 운영을 통해 각 지역의 규제 환경에 맞는 운영 형태를 설계한다(이는 NodajiFi 백서에서 제시된 ROC 구조와 일관된다). 둘째, 한국 정부와 새마을운동중앙회 차원의 정책적 추진이 이루어질 경우, 한국 내 규제 샌드박스(regulatory sandbox)의 활용을 검토할 수 있다. 셋째, 일부 사법 관할에서는 보상 단위를 토큰이 아닌 비-블록체인 기반의 디지털 바우처로 운영하는 대안적 형태도 고려 가능하다.

8.3. 연구 한계와 향후 실증 과제

본 연구는 자신의 한계를 다음과 같이 명확히 인정한다.

첫째, 실증 데이터의 부재이다. 본 연구는 플랫폼의 상용 출시 직전 단계에서 작성되었으므로, 본격적 사용자 데이터에 기반한 효과 검증을 제시하지 못한다. 따라서 본 연구가 제시한 이론적 주장과 설계 원리는 제7장에 제시한 검증 설계에 따른 향후 실증 연구를 통해 경험적으로 확인되어야 한다.

둘째, 본격 실증 설계의 과제이다. 향후 후속 연구는 다음 요소를 갖춘 실증 설계가 필요하다. ① 대규모 무작위 표본 모집(목표 N≥1,000), ② 비교 가능한 대조군 설정(예: 비보상 학습 플랫폼 사용자), ③ 충분한 관찰 기간(최소 12개월), ④ 다층 결과 변수 측정(학습 행동, 학습 성과, 보상의 경제적 활용, 학습자의 자기효능감 변화). 이러한 설계를 통해서만 본 연구가 제시한 가설들이 엄밀히 검증될 수 있다.

셋째, 장기적 효과의 추적이다. 디지털 새마을 모델의 진정한 가치는 단기적 학습 행동의 변화를 넘어 학습자의 장기적 인생 경로에 미치는 영향에 있다. 학습자가 플랫폼을 통해 형성한 인적 자본이 실제 노동 시장에서 어떤 가치로 전환되는지, 그것이 가구의 경제적

자립과 세대 간 빈곤 이전 차단에 어떻게 기여하는지에 대한 장기 추적 연구(longitudinal study)가 향후 핵심 과제이다.

넷째, 교차 문화적 일반화의 검증이다. 새마을 운동의 메커니즘이 한국 농촌의 사회적·문화적 맥락에서 작동했다는 점을 고려할 때, 그 메커니즘의 디지털 재구성이 다른 문화적 맥락에서도 동일한 효과를 가질지는 별도의 검증이 필요하다. 향후 연구는 동남아시아, 아프리카, 남미 등 서로 다른 문화권에서의 작동성을 비교 분석할 필요가 있다.

다섯째, 윤리적·사회적 부작용의 검토이다. 학습 행위에 화폐적 보상을 결합하는 모델은 잠재적 부작용 — 즉 학습의 내재 동기를 훼손할 가능성, 보상 의존성을 형성할 가능성, 학습자 간 불평등을 새로운 형태로 재생산할 가능성 — 에 대한 지속적 모니터링이 요구된다. 이러한 부작용에 대한 연구는 본 모델의 책임 있는 발전을 위해 필수적이다.

또한 본 연구가 제5장에서 제시한 보상 설계의 재정립은 지위와 기회의 희소성이라는 미해결의 긴장을 내포한다. 지위·기회 기반 보상은 그 본성상 희소해야 가치를 가지므로 보편 교육의 이상과 구조적으로 긴장한다. 본 연구는 연맹형 분할과 희소·보편 보상의 층위 분리를 완화 방향으로 제시하였으나, 이 긴장이 완전히 해소되는 것은 아니며, 보상 기반 학습 생태계 설계의 근본적 난제로서 향후 실증과 이론 양면에서 지속적으로 탐구되어야 할 과제로 남는다.

9. 결론과 정책 제언

9.1. 요약

본 연구는 1970-1980년대 한국 새마을 운동이 보유했던 사회적 작동 메커니즘을 21세기 인공지능 및 블록체인 기술 환경에서 재구성하여, 글로벌 교육·경제 양극화를 완화하기 위한 보상 기반 학습 생태계의 설계 원리와 그 구현 사례를 보고하였다.

본 연구의 핵심 주장은 다음과 같이 요약된다. 첫째, 새마을 운동의 본질은 '근면·자조·협동'이라는 정신이 아니라 ① 마을 단위 자기조직화, ② 매칭 그랜트형 자원 결합, ③ 성과 기반 차등 지원, ④ 가시적 성과의 즉각적 피드백이라는 네 가지 작동 메커니즘에 있었다. 둘째, 이 네 메커니즘은 21세기 Web3 환경에서 각각 DAO 거버넌스, 광고·후원·학습 노력의 결합, 토큰 분배 알고리즘, 블록체인 기반 즉각 정산이라는 디지털 등가물로 재구성될 수 있다. 셋째, NodajiFi 플랫폼은 이러한 재구성의 구체적 시도로서, NGEM·NDJI 이중 단위 구조(삼중 토큰 참조 모형 중 NUSD는 규제 검토를 전제로 구현 유보)와 이중 거버넌스 구조를 통해 위 메커니즘을 시스템 수준에서 구현하고 있다. 넷째, 온디바이스 AI와 AR을 결합한 가상 실험 모듈은 STEM 교육 격차의 부분적 완화 가능성을 제공하지만, 분야별 대체 가능 범위는 차등적이며 물리 환경의 완전 대체가 아닌 보완적 위치에 있어야 한다.

또한 본 연구는 21세기 양극화의 새로운 형태 — AI 격차, 자본-노동 비대칭, 학습 빈곤의 지속 — 에 대해 디지털 새마을 모델이 가질 수 있는 정책적 함의를 분석하였다. 이 모델은 만능 해법이 아니지만, 학습 행위와 자산 형성 사이의 인지적·실천적 연결 통로를 구축함으로써 양극화 완화에 기여할 잠재력을 가진다.

9.2. 새마을운동중앙회 및 ODA 기관에 대한 제언

본 연구의 분석에 기반하여, 새마을운동중앙회와 한국 ODA 기관(KOICA 등)에 대해 다음의 정책 제언을 제시한다.

제언 1. 새마을 운동의 21세기적 재정의에 대한 학술 담론 구축: 새마을운동중앙회는 새마을 운동을 농촌 개발 사업의 역사적 사례로 박제하기보다, 그 메커니즘을 21세기 사회 문제에 적용 가능한 보편적 사회 설계 원리로 재정립하는 학술 담론 구축에 투자할 필요가 있다. 본 연구가 제시한 '메커니즘 중심 분석'은 그 재정립의 한 출발점이 될 수 있다.

제언 2. 디지털 새마을 운동의 시범 사업 추진: 한국 정부와 새마을운동중앙회는 디지털 새마을 모델의 시범 사업을 1-2개 사법 관할에서 추진할 수 있다. 시범 사업의 설계는 본 연구가 제시한 4대 메커니즘이 실제 운영 환경에서 어떻게 작동하는지를 본격 실증의 형태로 검증하는 데 초점을 두어야 한다.

제언 3. 능동형 ODA 패러다임으로의 전환 검토: 한국 ODA 기관은 인프라 중심의 시혜형 ODA를 보완하는 능동형 ODA의 가능성을 검토해야 한다. 능동형 ODA는 수혜국 학습자가 학습 활동을 통해 즉각적 가치를 형성하도록 지원하는 모델로서, 자원 누수가 적고 수혜자의 자기효능감을 강화한다는 강점을 가진다.

제언 4. 한국 사상적 자원의 글로벌 공공재화: 홍익인간 사상이 가지는 보편적 인류 복지 지향은 21세기 글로벌 디지털 공공재 담론에 기여할 수 있는 사상적 자원이다. 한국 학계와 정부는 이 사상적 자원을 단순한 자국 문화 홍보의 수단이 아니라, 글로벌 디지털 거버넌스 논의에 한국이 기여할 수 있는 핵심 자산으로 적극 활용할 수 있다.

제언 5. 규제 샌드박스를 통한 토큰 이코노미 실험 환경 조성: 디지털 새마을 모델의 토큰 이코노미 측면을 한국에서 안전하게 실험하기 위해, 규제 샌드박스의 활용이 검토될 수 있다. 이는 한국이 글로벌 토큰 이코노미 거버넌스 논의에서 책임 있는 선도자로 자리매김하는 데 기여할 수 있다.

9.3. 학술적·실천적 후속 과제

본 연구는 다음과 같은 후속 과제를 제시하며 마무리된다.

첫째, 본격 실증 연구의 추진이다. 제7장에 제시한 검증 설계에 따라, 무작위 통제 실험 또는 준실험 설계를 통한 본격 실증이 요구된다. 이 실증은 학술 연구자와 NodajiFi Labs, 그리고 가능하다면 한국 정부 기관의 협력을 통해 추진될 수 있다.

둘째, 교차 문화적 비교 연구이다. 본 연구의 모델이 한국에서 만들어졌지만 글로벌 적용을 지향한다는 점에서, 서로 다른 문화권에서의 작동성에 대한 비교 연구가 필수적이다. 동남아시아, 아프리카, 남미 등 각 지역에서의 사용자 반응과 학습 효과의 차이를 분석하는 비교 연구는 본 모델의 실천적 발전을 위한 핵심 정보를 제공할 것이다.

셋째, 메커니즘별 효과 분리 연구이다. 본 연구가 제시한 4대 메커니즘은 통합적으로 작동하지만, 각 메커니즘의 개별적 기여도는 분리되어 측정되지 않았다. 향후 연구는 각 메커니즘이 학습 행동에 미치는 독립적 효과를 분리하여 측정함으로써, 모델의 어떤 요소가 어떤 효과를 가져오는지에 대한 정밀한 이해를 형성할 필요가 있다.

넷째, 윤리적 안전장치의 설계 연구이다. 학습에 보상을 결합하는 모델의 잠재적 부작용을 예방하기 위한 안전장치 설계가 별도의 연구 영역으로 자리 잡을 필요가 있다. 보상 의존성의 발생을 모니터링하는 지표, 내재 동기를 훼손하지 않는 보상 설계, 학습자 간 새로운 불평등의 발생을 방지하는 알고리즘 설계 등이 그 핵심 주제가 될 것이다.

다섯째, 조건부 설계 요소의 활성화 조건 연구이다. 본 연구가 참조 모형으로 보존한 NUSD는 구현이 유보된 조건부 설계 요소이며(제4.4절, 제8.2절), 현 시점에서 그 활성화 경로에 대한 공식 기록은 본 논문이 유일하다. 향후 연구는 이 조건을 체계화할 필요가 있다 — 어떤 규제 경로(규제 샌드박스 승인, 인가받은 스테이블코인 발행자와의 제휴, 특정 사법 관할의 명시적 허용 등)가 충족될 때 활성화가 정당화되는지의 법제도적 조건, 이중 단위

구조가 어떤 기능적 한계(예: 국경 간 가치 이전, 학습자 구매력의 장기 보존)에 부딪힐 때 삼중 구조로의 이행이 요구되는지의 경제적 조건, 그리고 활성화가 본 연구 제5장의 보상 설계 원리 — 화폐 가치가 실리는 보상의 축소 — 및 폐쇄 루프의 미성년 보호 구조와 충돌하지 않기 위한 설계적 조건이 그것이다. 이 연구는 이상형과 구현 사이의 이행 규칙을 명시함으로써, 설계 연구가 규제 환경과 상호작용하며 진화하는 과정 자체를 학술적 대상으로 삼는 기여를 할 수 있다.

본 연구는 21세기 새로운 양극화의 시대에 한국이 자신의 역사적 경험을 어떻게 재해석하여 글로벌 공공재 형성에 기여할 수 있는가에 대한 한 응답이다. 1970년대 새마을 운동이 한국 농촌의 자립을 만들어낸 사회적 발명이었다면, 디지털 새마을 모델은 21세기 글로벌 학습자의 자립을 지원하는 사회·기술적 발명이 될 잠재력을 가진다. 본 연구가 그 잠재력을 학술적으로 명료화하고 실천적 발전 경로를 제시하는 데 기여하기를 희망한다.

참고문헌

국내 문헌

박진환 (Park, J.). (2009).『한국 농촌 근대화와 새마을 운동』. 서울: 한국학술정보.

최열 (Choi, Y.). (2020). 새마을운동의 인센티브 구조와 마을 등급제에 관한 연구.『지역사회연구』, 28(2), 45-72.

새마을운동중앙회 (Korea Saemaul Undong Center). (2024).『2024 글로벌 새마을운동 백서』. 서울: 새마을운동중앙회.

NodajiFi Labs. (2025).『NodajiFi Whitepaper v3.3: Redefining Education Through Public Digital Value』. NodajiFi Labs.

NodajiFi Labs. (2026).『NodajiFi Ecosystem Whitepaper v7.1』. NodajiFi Labs.

최명수 (Choe, M.). (2025).『보상 기반 학습 생태계를 통한 교육 형평성의 재구성: AI·블록체인 기술 기반 접근의 적용 가능성 연구』. 한국대학교수새마을학회.

국외 문헌

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2022). Tasks, automation, and the rise in U.S. wage inequality. Econometrica, 90(5), 1973-2016.

Becker, G. S. (1964). Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. New York: National Bureau of Economic Research.

Buterin, V. (2014). A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform (Ethereum White Paper). Ethereum Foundation.

Cao, X., & Hsu, Y. (2023). Systematic review and meta-analysis of the impact of virtual experiments on students' learning effectiveness. Interactive Learning Environments, 31(10), 7433-7454.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. Psychological Inquiry, 11(4), 227-268.

Hassan, S., & De Filippi, P. (2021). Decentralized autonomous organization. Internet Policy Review, 10(2), 1-10.

Gneezy, U., Meier, S., & Rey-Biel, P. (2011). When and why incentives (don't) work to modify behavior. Journal of Economic Perspectives, 25(4), 191-210.

Gneezy, U., & Rustichini, A. (2000). Pay enough or don't pay at all. The Quarterly Journal of Economics, 115(3), 791-810.

Lepper, M. R., Greene, D., & Nisbett, R. E. (1973). Undermining children's intrinsic interest with extrinsic reward: A test of the "overjustification" hypothesis. Journal of Personality and Social Psychology, 28(1), 129-137.

Strathern, M. (1997). 'Improving ratings': Audit in the British University system. European Review, 5(3), 305-321.

Kestin, G., Miller, K., Klales, A., Milbourne, T., & Ponti, G. (2025). AI tutoring outperforms in-class active learning: An RCT introducing a novel research-based design in an authentic educational setting. Scientific Reports, 15, Article 17458. https://doi.org/10.1038/s41598-025-97652-6

Lah, N. H. C., Senu, M. S. Z. M., Jumaat, N. F., Phon, D. N. E., Hashim, S., & Zulkifli, N. N. (2024). Effectiveness of augmented reality and virtual reality interventions on

learning outcomes: A meta-analysis in higher education. TechTrends. https://doi.org/10.1007/s11528-025-01106-9

Mullainathan, S., & Shafir, E. (2013). Scarcity: Why Having Too Little Means So Much. New York: Times Books.

Ostrom, E. (1990). Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge: Cambridge University Press.

Piketty, T. (2014). Capital in the Twenty-First Century (A. Goldhammer, Trans.). Cambridge, MA: Harvard University Press.

Pottle, J. (2019). Virtual reality and the transformation of medical education. Future Healthcare Journal, 6(3), 181-185.

Skinner, B. F. (1953). Science and Human Behavior. New York: Macmillan.

So, J. (2017). Saemaul Undong as a participatory development model: A re-examination. Korean Social Sciences Review, 7(1), 65-92.

Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World. New York: Penguin.

Voshmgir, S. (2020). Token Economy: How the Web3 Reinvents the Internet (2nd ed.). Berlin: Token Kitchen.

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. Psychonomic Bulletin & Review, 9(4), 625-636.

World Bank. (2025). September 2025 Global Poverty Update. Washington, DC: World Bank Group.

World Bank, & UNESCO. (2022). The State of Global Learning Poverty: 2022 Update. Washington, DC: World Bank Group.

부록

부록 **A.** 시스템 화면 캡처 모음

[부록 A 자리] 본 부록은 NodajiFi 플랫폼의 출시 직전 단계 화면 캡처를 수록한다. 본 논문의 작성 시점에 플랫폼의 UI/UX 개선 작업이 진행 중이므로, 수록된 화면은 개선 이전 버전 기준이며 출시 버전과 세부 디자인이 다를 수 있다. 화면 캡처는 디자인의 완성도를 보이기 위한 것이 아니라, 제4장에서 기술한 메커니즘이 실제 화면 수준에서 구현되어 있음을 보여주는 증거 자료로서 수록한다.

권장 화면 구성:

- A-1. NodajiFi 메인 학습 화면 (Nodaji-Fly 모듈)
- A-2. AI 튜터와의 대화 인터페이스
- A-3. 문제 해결 및 NGEM 보상 정산 화면
- A-4. GlobalPiggy 지갑 메인 화면
- A-5. NGEM 사용(플랫폼 내 소비·정산) 화면
- A-6. 거버넌스 투표 화면 (NDJI 활용)
- A-7. 가상 화학 실험 모듈 (AR 인터페이스)
- A-8. Nodaji-Kids / Silver 차별화된 UI 예시
- A-9. 후원금 투명 전달 화면
- A-10. 학습자 레벨 및 진행도 화면

각 화면 캡처에는 ① 화면이 구현하는 새마을 운동 메커니즘, ② 화면이 대응하는 본문의 절 번호를 캡션으로 부기한다. UI/UX 개선 작업으로 특정 화면의 캡처 확보가 불가한 경우

해당 항목은 생략하되, 학습-보상-저장의 핵심 순환을 보여주는 최소 구성(A-1, A-2, A-3, A-4)은 유지하는 것을 원칙으로 한다.

부록 **B.** 토큰 이코노미 핵심 파라미터

본 부록은 NodajiFi 플랫폼의 토큰 이코노미 핵심 파라미터를 요약한다. 본 정보는 NodajiFi 백서 초기판(NodajiFi Labs, 2025)과 개정판(NodajiFi Labs, 2026)에 기반하며, 본 논문의 분석 시점에서의 설계 사양을 정리한 것이다. NUSD는 개정판에서 구현이 유보된 참조 모형상의 단위이다(제4.4절 참조). 본격 운영 단계에서 일부 파라미터는 거버넌스 결정에 따라 조정될 수 있다.

B-1. NGEM (NodajiGem) 핵심 사양

항목	사양
기능	학습 활동의 즉각적 보상 단위
발행 조건	학습 활동 완수 시 자동 발행
가치 안정성	플랫폼 내부 단위, 외부 거래 불가
기술적 구현	플랫폼 데이터베이스 (off-chain)
발행 주체	NodajiFi Labs (운영 단계에서는 Foundation)
새마을 운동 등가물	즉각적 가시성 메커니즘

B-2. NUSD (Nodaji-USD) 핵심 사양 **—** 참조 모형 **(**구현 유보**)**

항목	사양
기능	USD 가치 연동 안정 가치 단위
발행 조건	NGEM 전환 요청 시 발행
가치 안정성	1:1 USD 페그 목표
담보 구조 (목표)	정밀 금속 30% + 외부 스테이블코인 70%

기술적 구현	알고랜드 표준 자산 (ASA)
새마을 운동 등가물	매칭 그랜트의 결과적 가치

B-3. NDJI (NODAJI) 핵심 사양

항목	사양
기능	공급측 정산·접근·품질 스테이킹 단위 (구현 아키텍처); 거버넌스 토큰 (참조 모형)
총 발행량	고정 공급 (10억 단위 권장)
분배 구조	공개 판매 없음 — 참여 기반 발행 및 운영자 트레저리 관리 (개정 백서 기준; 초기 설계의 배분표는 폐기)
기술적 구현	알고랜드 표준 자산 (ASA)
거버넌스 권한	참조 모형: 정책 결정 투표권 / 구현: 거버넌스 가중치는 보유량이 아닌 기여·평판에서 도출 (제4.5절)
새마을 운동 등가물	마을 총회의 의사결정 권한

B-4. 보상 알고리즘 핵심 변수 **(**요약**)**

본 알고리즘의 정확한 사양은 보안 및 어뷰징 방지 차원에서 비공개되며, 거버넌스 결정에 따라 조정될 수 있다. 다음은 알고리즘이 고려하는 주요 변수의 일반적 목록이다.

- 학습 활동의 난이도 등급 - 학습자의 현재 레벨 - 정답 여부와 정답률 - 학습 시간의 일관성 - AI 튜터와의 상호작용 깊이 - 일별/주별 활동 한도

부록 **C.** 새마을 메커니즘과 시스템 구성요소 매핑표 **(**확장판**)**

본 부록은 본문 제2장과 제4장에서 논의된 매핑 관계를 요약 형태로 정리한다.

새마을 운동 메커니즘 **(1970-80**년대**)**	디지털 등가물 원리	**NodajiFi** 시스템 구현 요소	관련 학술 개념	본 논문 해당 절
마을 단위 자기조직화	토큰 기반 분산 거버넌스	Nodaji-DAO 투표 시스템, NDJI 토큰 보유자의 의사결정권	공유자원 거버넌스 (Ostrom, 1990); DAO 이론 (Hassan & De Filippi, 2021)	2.2, 4.5
매칭 그랜트형 자원 결합 (시멘트+노동)	외부 자원과 내부 노력의 결합	광고 수익·후원금(외부) + 학습 시간(내부) → NGEM 발행	보완재 이론, 인적-물적 자본 결합	2.3, 4.3
마을 등급제와 차등 지원	성과 기반 차등 보상	학습자 레벨 시스템, 보상 배수 조정	인센티브 디자인 이론	2.4, 4.4
가시적 성과의 즉각 피드백	블록체인 기반 즉시 정산	알고랜드 3.3초 최종성, 학습 직후 NGEM 입금	정적 강화 (Skinner, 1953); 지연 할인 극복 (Mullainathan & Shafir, 2013)	2.5, 4.2
새마을지도자의 매개적 리더십	하이브리드 거버넌스의 중간 노드	Foundation의 DAO-ROC 매개 역할	하이브리드 거버넌스 (Hassan & De Filippi, 2021)	4.5
농촌 인프라 부재 보완	자원 부족 환경의 학습 격차 보완	온디바이스 AI + AR 가상 실험 모듈	AR/VR 학습 효과 메타분석 (Lah et al., 2024)	5.2, 5.3
홍익인간의 보편 복지 지향	글로벌 디지털 공공재 지향	글로벌 학습자 공동체와 투명 후원 시스템	글로벌 공공재 이론	2.6, 8.2

이 매핑표는 본 연구의 핵심 학술적 기여를 한 페이지에 압축한 것이다. 향후 후속 연구는 이 매핑의 각 행에 대해 독립적인 실증 검증을 수행할 수 있으며, 새로운 매핑 항목을 추가함으로써 분석틀을 확장할 수 있다.