



환경적·사회적 공생 통합 관점에서 본 주거 유연 시스템의 3계층 진화 모델 - 점진적 시스템 분리 구조 -

Integrating Environmental and Social Sustainability in Housing from a Symbiotic Perspective - A Three-Layer Evolutionary Model of Progressive System Decoupling -

이연숙* · 이진국** · 이지연*** · 황윤서****

Yeun Sook Lee* · Jin Kook Lee** · Ji Yeun Lee*** · Yoon Seo Hwang****

* Main author, Emeritus Professor, Dept. of Interior Architecture and Built Environment, Yonsei Univ., South Korea (yeunsooklee@yonsei.ac.kr)

** Corresponding author, Professor, Dept. of Interior Architecture and Built Environment, Yonsei Univ., South Korea (leejinkook@yonsei.ac.kr)

*** Coauthor, Post doc. Researcher, Symbiotic Life-Changing Research Institute, Yonsei Univ., South Korea (nikedari@naver.com)

**** Coauthor, Research Professor, Symbiotic Life-Changing Research Institute, Yonsei Univ., South Korea (jh454332@gmail.com)

ABSTRACT

Purpose: Contemporary housing has accumulated environmental burdens through redevelopment cycles while failing to accommodate increasingly diverse lifestyles shaped by demographic change. This study reconceptualizes housing as both a “container for changing lives” and an adaptive system, and aims to articulate the evolutionary structure of flexible housing systems by integrating environmental sustainability and social sustainability. **Methods:** Using literature-based comparative analysis, this study identifies a three-layer evolutionary structure: (1) Structural Flexibility (SI System), (2) Service Flexibility (Chassis System), and (3) Device Flexibility (Matter System). These layers are interpreted along two analytical axes—environmental sustainability (ecosystem load reduction) and social sustainability (lifestyle diversity and adaptive capacity)—and synthesized through the lens of progressive system decoupling. **Results:** The findings reveal that flexible housing systems have evolved from structural separation to service independence and further toward device interoperability, progressively reducing dependency among building components. This cumulative decoupling expands user choice while potentially reducing environmental burdens. By conceptualizing housing evolution as a systemic transition from conventional integration toward adaptive interoperability, this study proposes a theoretical framework that informs sustainable housing design, policy, and education.

KEYWORD

주거 유연시스템
점진적 시스템 분리
환경적·사회적 공생 통합
3계층 진화 모델
공생적 관점Flexible Housing Systems
Progressive System Decoupling
Environmental and Social Sustainability
Three-Layer Evolutionary Model
Symbiotic Perspective

ACCEPTANCE INFO

Received Feb. 2, 2026
Final revision received Feb. 18, 2026
Accepted Feb. 23, 2026

© 2026. KIEAE all rights reserved.

1. 서론

1.1. 연구 배경

현대 주거는 단순한 물리적 건축물이 아니라, 인간의 삶을 담은 그릇이자 기술·사회 변화에 따라 지속적으로 재구성되는 생활 시스템으로 이해될 필요가 있다. 특히 최근 주거환경은 환경부하의 급증과 인구·가족구조 변화로 인한 삶의 다양성 확대로 인해, 기존의 고정형 주거 모델만으로는 지속가능성과 사회적 수용성을 동시에 담보하기 어려운 상황에 직면하고 있다[1,2].

한국의 공동주택 중심 도시 주거는 재건축·재개발을 통해 빠르게 갱신되어 왔으나, 비교적 짧은 교체 주기와 조기 전면 철거 방식은 자원 낭비와 탄소배출, 건설폐기물 증가를 구조적으로 유발해 왔다. 장수명주택 관련 국가 연구기획 자료에서는 선진국 대비 짧은 주택 교체 수명과 조기 철거 재건축이 자원 낭비 및 탄소중립 달성 측면에서 문제로 작용함을 지적하며, 장수명 주택 건설을 통해 건설폐기물 사회비용 절감이 가능함을 제시한다[3]. 또한 건축물 해체 및 폐기 단계에서 발생하는 건설폐기물은 해체-수송-처리 단

계로 세분화될 수 있으며, 이 과정에서 온실가스(CO₂eq) 배출이 정량적으로 산정될 수 있음을 연구 목표로 설정한 국가 연구 보고도 확인된다[4].

한편, 환경부하 저감이라는 자연 생태계 관점의 요구와 더불어, 사회 생태계 관점에서는 인구구조 변화와 가족·생활양식의 다양화가 주거 시스템의 적응성과 유연성을 강하게 요청하고 있다. 즉 주거는 더 이상 평균적 가구를 위한 표준화된 공간으로만 설계되기 어렵고, 다양한 거주자의 선택권과 생활방식에 대응할 수 있는 “유연한 시스템”으로 진화해야 한다. 이러한 흐름은 공간의 가변성뿐 아니라 설비·배선·정보통신 인프라의 유연성까지 포함하는 방향으로 확대되고 있으며, 최근에는 IoT 확산에 따라 기기 간 상호운용성이 주거의 지속가능성과 사용자 편의의 핵심 조건으로 부상하고 있다. 국내 ‘개방형 스마트홈 기술개발 및 실증’ 자료는 다양한 스마트홈 제품과 서비스가 상호 운용되는 개방형 이용 환경 구축을 목표로 하며, 플랫폼 간·플랫폼-제품 간 연동 기술 개발과 통합 제어를 위한 공통 API 개발 등을 수행 내용으로 명시한다[5]. 이는 주거의 유연성이 공간 차원을 넘어 디지털 생태계 차원의 호환성과 선택권 확장으로 이어지고 있음을 보여준다.

1.2. 연구 목적 및 연구 범위·방법

본 연구의 목적은 주거의 유연성을 단일 기술 또는 단일 설계전략으로 환원하지 않고, 시대적 변화 속에서 진화해 온 “3계층 유연 주거 시스템(three-layer evolution of adaptable housing systems)”으로 구조화하여, 각 계층이 환경부하 저감(자연 생태계)과 삶의 다양성 수용(사회 생태계)이라는 두 축에서 어떠한 의미를 갖는지 이론적으로 고찰하는 데 있다. 이를 통해 주거의 유연성을 지속가능성의 하위 개념으로만 제한하지 않고, 환경성과 사회적 적응성을 통합하는 주거 생태계 관점의 핵심 전략으로 재정립하고자 한다.

이러한 연구 목적을 위하여 본 연구는 (1) 주거 유연성의 진화 흐름을 3계층으로 구분하고, 각 계층을 대표하는 사례와 핵심 기술 개념을 선정하였다. (2) 이후 각 계층을 환경부하 저감과 삶의 다양성 수용이라는 두 분석 기준 축에 따라 내용 분석 방식으로 비교·해석하였다. (3) 마지막으로 분석 결과를 종합하여, 주거 유연성 시스템이 건축적 구성 기술에서 설비·서비스 인프라, 그리고 디지털 상호운용성 생태계로 확장되며 점진적으로 거주자·소비자 선택권 중심으로 진화해 왔음을 논의하고, 향후 지속 가능 주거 연구 및 정책·교육적 함의를 제시한다.

1.3. 용어 정의(최소 정의)

- 구조적 가변성(Skeleton-Infill, SI): 구조체(skeleton)와 가변 요소(infill)를 분리함으로써 건축물의 장수명화와 공간 변경의 용이성을 확보하는 주거 시스템 개념.
- 서비스 가변성(Chassis-Based Service Infrastructure): 공간 구성 변화에 따라 전기·통신·기계설비 등에 대한 접근과 재구성이 유연하게 이루어지도록 설계된 서비스 인프라의 구조적 체계.
- 기기 상호운용성(Interoperability): 서로 다른 제조사와 플랫폼의 기기 및 서비스가 연동·호환되어 통합적으로 작동할 수 있는 특성.

2. 문헌고찰: 유연 주거시스템의 3계층 진화에 대한 통합 렌즈

2.1. 주거의 개념 확장: ‘삶을 담는 그릇’에서 ‘유연 시스템’으로

주거는 전통적으로 생활을 담는 물리적 ‘용기’로 이해되어 왔으나, 현대 사회에서는 인구구조 변화와 가족·라이프스타일의 세분화, 기술의 고도화, 그리고 재건축·재개발 중심 공급 체계가 야기한 환경부하 문제 등이 중첩되며 주거가 ‘유기적으로 갱신되는 시스템’으로 재정의될 필요성이 커지고 있다[6~8]. 즉, 주거는 거주자의 생애 주기와 생활방식 변화에 따라 공간과 설비, 서비스, 디지털 기기까지 지속적으로 조정·갱신될 수 있는 유연성을 요구받는다.

2.2. 자연 생태계 축: 재건축·철거 기반 주거 공급과 환경부하

건설폐기물은 주거의 철거·해체 과정에서 대량 발생하며, 해체-수송-처리 단계 전 과정에서 에너지 소비와 환경 영향 물질 배출이

수반된다. 건축물 폐기 단계를 해체, 수송, 처리 및 재활용 단계로 세분화하고 각 단계의 투입 에너지와 자재, 장비 조합을 조사하여 환경영향 물질을 산정하는 접근이 제시된 바 있다[4]. 특히 국가 LCIDB 및 건축자재 환경성 정보DB를 활용하여 특성화 값을 도출하고, 건축물 유형별로 폐기 단계 환경영향을 평가하는 방식은 건설 환경 분야에서 폐기 단계 평가의 필요성을 뒷받침한다[4].

또한 해체폐기물 발생량 예측과 관리 측면에서, 의사결정나무 기반 CHAID 알고리즘을 적용하여 폐기물 종류별 예측 정확성이 92~99% 수준으로 보고되었으며[4], 이는 향후 철거·해체 관리의 정밀화와 자원 순환 정책 설계에 기여할 수 있다. 해당 연구는 폐기 단계에서의 Recycling potential 평가 기법을 최종 목표로 설정하고, 환경영향평가와 경제성 평가를 통합하는 틀을 제시하였다[4,6].

한편 환경부와 한국환경공단이 작성하는 「전국 폐기물 발생 및 처리현황」 통계는 생활계·사업장·건설폐기물 등 유형별 발생 및 처리현황을 포함하여 국가 차원의 폐기물 관리 체계를 구조적으로 보여준다[6]. 이러한 통계는 주거 공급 방식 변화에 따른 건설폐기물 문제를 정량적으로 논의하기 위한 기초 근거로 활용될 수 있다.

2.3. 사회 생태계 축: 인구·가족·라이프스타일 다양성과 선택권의 확대

주거의 지속가능성은 자연 생태계 차원의 환경부하 저감뿐 아니라, 사회 생태계 차원에서 거주자의 다양성과 변화하는 삶의 조건을 수용하는 능력과도 직결된다. 한국 사회는 단기간의 압축적 도시화 과정에서 인구구조와 가족 형태가 빠르게 변화하였으며, 이러한 변화는 주거 공간의 구성 원리와 생활 기반 인프라의 유연성을 동시에 요구하는 방향으로 주거 수요를 재편해 왔다[7,8].

가족 환경 변화에 관한 국내 연구는 한국 사회의 핵심 변화 요인으로 저출산, 고령화, 그리고 가족 형태의 다양화를 제시한다. 「인구구조변화에 따른 가족환경변화」는 인구·가족구조 변화의 주요 차원을 (1) 출산율 감소, (2) 노년인구 증가, (3) 가족 형태 다양화로 구분하고, 1인 가구 증가와 다문화 가족 확대 등 비전형적 가족 형태가 확산되는 흐름을 강조한다[7]. 이는 주거가 특정 ‘표준 가족’을 전제로 한 고정형 공간에서 벗어나, 다양한 가구 구성과 생애주기 변화에 대응할 수 있는 적응성을 요구받고 있음을 시사한다.

건축공간연구원의 연구는 주거 수요가 점차 다층화·세분화되는 현실에서, 주거 공간이 다양한 생활 조건과 요구를 반영할 수 있는 진단 및 개선의 필요성을 제기하였다[1]. 또한 가족 다양성 확장에 관한 연구는 가족 형태의 다양화가 생활 서비스 체계와 정책적 대응을 요구하는 사회적 변화임을 논의하며, 변화된 가족 환경에서 개인과 가구가 필요로 하는 지원 방식이 달라지고 있음을 강조한다[7].

이러한 사회 변화는 주거 공간에서 ‘행태적 자유(behavioral freedom)’와 ‘선택권’의 중요성을 강화한다. 주거는 가장 사적인 일상 무대이자, 개인이 삶의 리듬과 정체성을 구현하는 장소이므로, 거주자는 자신의 생애주기·가족구성·일과 돌봄·여가 방식에 따라 공간을 재구성할 수 있어야 한다. 라이프스타일 변화에 따른 주거 공간 경험 디자인 연구는 라이프스타일 다양화와 공유경제 확산 같은 사회 트렌드가 공동주택을 중심으로 주거 공간의 기능과 영역을 변화시키고 있으며, 사용자 경험 기반의 ‘통합 생활공간’ 설계 체계가 요

구됨을 제시한다[8].

2.4. 유연 주거 시스템의 3계층 진화: SI - Chassis - IoT 상호운용성

본 연구는 유연 주거시스템의 진화를 (1) 공간/평면 차원의 가변성(Skeleton - Infill 기반), (2) 설비·배관·배선 차원의 서비스 인프라(Chassis/Service Infrastructure), (3) 디지털 기기·서비스 차원의 상호운용성(Interoperability)으로 구분한다. 이 3계층은 각각 물리적 구조, 설비 인프라, 디지털 생태계라는 서로 다른 층위에서 거주자·소비자의 선택권과 적응성을 확장한다.

개방형 스마트홈 분야에서는 기업·기관 간 협력을 통해 오픈 생태계를 구축하고 실증사업 확산 방안을 논의하는 협의체 운영 사례가 보고되었다[9]. 또한 Matter 표준을 중심으로 스마트홈 기술 생태계를 분석한 연구는 오픈소스 프로젝트 데이터 기반으로 상호운용성 표준의 확산 가능성과 기술 생태계 구조를 조망하였다[5,10]. 이는 지능형 홈이 단일 브랜드 중심의 폐쇄형 시스템을 넘어, 다양한 기기와 서비스가 연결될 수 있는 개방형 구조로 전환되는 흐름을 보여준다.

2.5. 소결: 자연·사회 생태계 축을 통합하는 '통합 렌즈'의 필요성

요컨대 주거 유연 시스템은 '철거-재건' 중심의 단기 주거 공급이 야기한 자연 생태계의 환경부하 문제와, 다양해진 거주자·소비자의 삶을 수용해야 하는 사회 생태계의 요구가 동시에 작동하며 진화해 온 결과로 볼 수 있다. 따라서 유연 주거시스템을 다루는 문헌 고찰은 기술·건축적 관점뿐 아니라, 환경부하 저감과 거주자/소비자 선택권 확대라는 두 축을 동등한 비중으로 다루어야 하며, 이러한 통합적 관점은 이후 장에서 제시하는 3계층 진화 분석 틀의 타당성을 뒷받침한다.

3. 연구 범위 및 방법

본 연구는 '주거 유연 시스템'의 진화가 (1) 자연 생태계와의 공생(환경부하 저감)과 (2) 사회 생태계와의 공생(다양성 수용 및 선택권 확대)이라는 두 축에서 어떻게 설명될 수 있는지를 문헌 기반 내용 분석 기법을 통해 규명하는 비교 연구이다.

여기서 '환경축'은 실내 환경의 쾌적성 수준을 의미하는 것이 아니라, 자연 생태계에 가해지는 자원·에너지 소비 및 폐기물 배출 부담을 구조적으로 저감함으로써 자연 생태계와의 공생을 촉진하는 축으로 정의한다.

'사회축'은 인구구조 변화, 가족 형태의 다변화, 라이프스타일의 세분화 속에서 거주자의 선택권과 자기결정권을 확대하여 삶의 다양성을 수용하는 방향으로 주거 시스템을 재구성하는 축으로 정의한다.

3.1. 연구 설계 개요

본 연구는 주거를 '삶을 담는 용기'이자 구조·설비·기기·서비스가 결합된 통합 시스템으로 이해한다. 이에 따라 주거 유연 시스템이 시

대 변화에 대응하여 점진적으로 정교화되어 왔다는 관점에서 분석 틀을 구성하였다.

분석 계층은 다음의 세 단계로 구분된다.

(1) 구조적 가변성 계층, (2) 서비스 가변성 계층, (3) 기기 상호운용 계층으로, 이는 각각 건축 구조 수준, 서비스 인프라 수준, 디지털 기기·플랫폼 수준에서 나타나는 유연성의 차원을 의미한다.

3.2. 연구 범위 및 사례 선정

첫째, 구조적 가변성 계층은 장수명 주택 및 가변형 주거 논의의 핵심인 스켈레톤-인필 원리를 중심으로 설정하였다. 이는 구조체와 가변 요소를 분리함으로써 장수명화와 평면 재구성을 가능하게 하는 전략을 포함한다. 대표 사례로는 일본 Next21과 같은 장수명·가변형 주거 실험 사례가 해당된다[11,12].

둘째, 서비스 가변성 계층은 공간 재구성에 따라 전기·통신·기계 설비 등의 서비스 인프라가 종속되지 않고 유연하게 재배치될 수 있도록 설계된 체계를 대상으로 한다. MIT House_n 사례는 주거를 라이프스타일 기반 시스템으로 재해석하고, 서비스 인프라를 구조화·모듈화하려는 시도를 보여주는 근거 사례로 분석하였다[13].

셋째, 기기 상호운용 계층은 스마트홈 생태계에서 다양한 제조사 및 플랫폼의 기기가 상호 연동될 수 있도록 하는 표준 체계를 분석 대상으로 한다. 특히 Matter는 주요 디지털 생태계가 공동 채택한 규격으로서, 특정 기업에 대한 종속을 완화하고 기기 선택권과 지속 사용성을 확장하는 핵심 인프라로 다루었다[5].

3.3. 분석 기준: 자연-생태계 공생 축×사회-생태계 공생 축

본 연구의 비교 분석은 두 축으로 수행된다.

(1) 자연-생태계 공생 축(환경축): 건설·리모델링·설비교체·제품 교체 과정에서 발생하는 자원 소모와 폐기물(건설폐기물 및 전자폐기물 포함)을 예방·감소시키는 기여를 평가한다. 장수명화, 교체 용이성, 표준화로 인한 불필요한 폐기 감소 가능성이 핵심 기준이다.

(2) 사회-생태계 공생 축(사회축): 인구·가족구성·라이프스타일의 다변화 속에서 거주자·소비자의 선택권(선호·자기결정)과 공간/기능/제품의 유연한 전환 가능성을 확대하는 기여를 평가한다. 즉, '자유로운 생활양식에 대한 주거의 적응성(adaptability)'이 핵심 기준이다.

3.4. 연구 절차: 문헌 기반 내용분석

연구 절차는 다음과 같다. 첫째, 선행 연구와 정책·기술 보고서에서 주거 유연 시스템의 핵심 개념과 사례를 수집하였다. 둘째, 수집 자료를 3계층(구조/설비·배선/디지털 상호운용)으로 분류한 뒤, 각 계층의 목표·구현 방식·기대효과를 두 축(자연-생태계 공생/사회-생태계 공생)에서 비교하였다. 셋째, 비교 결과를 바탕으로 주거 유연 시스템이 환경위기, 인구·가족 변화, ICT 발전에 대응하며 확장·정교화되어 온 진화 경향을 해석하였다. Table 1.은 비교의 구조와 핵심 내용을 정리한 것이다.

Table 1. Matrix of three layers (evolution axis)×two axes (natural/social ecosystem symbiosis)

Three layers (evolution axis)	Symbiosis with the natural ecosystem	Symbiosis with the social ecosystem
Layer 1. Flexible housing (structure-oriented)	Natural ecosystem symbiosis (reduced environmental burden): Reduced long-life replacement and construction & demolition waste through separation of structural frame and flexible elements, enabling easier repair and performance improvement.	Social ecosystem symbiosis (choice & diversity): Enhanced adaptability to diverse life stages and household forms; flexible floor plans expand residents' choices.
Layer 2. Service/equipment infrastructure (plug-in infrastructure)	Natural ecosystem symbiosis: Easy replacement of services (mechanical/plumbing/electrical), enabling partial replacement and upgrades; reduced resource use and waste, improved maintenance efficiency.	Social ecosystem symbiosis: Provision of service systems tailored to spatial reconfiguration; support for "behavioral freedom" by placing functions in preferred locations and formats.
Layer 3. Digital interoperability ecosystem (IoT/matter)	Natural ecosystem symbiosis: Reduced device replacement and disposal by improving interoperability; promotion of long-term use and reuse (mitigating e-waste).	Social ecosystem symbiosis: Reduced brand lock-in; consumers can freely choose and integrate products from diverse manufacturers, expanding choice and accessibility.

3.5. 분석 매트릭스

Table 1.은 유연 주거 시스템을 세 계층(진화 축)으로 구분하고, 이를 자연 생태계 공생과 사회 생태계 공생의 두 분석 축과 교차시켜 정리한 구조이다.

이 매트릭스는 단순한 사례 요약이 아니라, 각 계층이 환경부하 저감과 삶의 다양성 수용이라는 두 지속가능성 목표에 어떻게 기여하는지를 동일한 비교 언어로 배열한 분석 틀이라는 점에 의미가 있다. 즉, 3계층 진화 구조를 수평적 비교가 아니라, 두 공생 축과의 교차 분석을 통해 구조적 특성과 기능적 확장 방향을 동시에 파악할 수 있도록 구성하였다.

3.6. 소결

본 연구의 방법론은 주거 유연 시스템을 3계층으로 재구성하고, 자연-생태계 공생 축과 사회-생태계 공생 축의 이중 관점에서 비교함으로써 지속가능성과 삶의 다양성 수용을 동시에 강화하는 통합적 이해 틀을 제안한다. 본 틀은 4장에서 세 계층 사례를 동일 기준으로 비교·해석하는 분석 프레임으로 활용된다.

4. 사례 기반 비교 분석 및 종합 논의

4.1. 분석 프레임 재확인: 자연생태계 공생축 vs 사회생태계 공생축

본 연구는 주거 유연 시스템의 진화를 단순한 기술 발전의 결과로

보지 않고, (1) 주거의 생산·유지·폐기 과정에서 자연생태계에 가해지는 환경부하를 줄이려는 지속가능성 요구와 (2) 인구 구조·가구 구성·라이프스타일 다변화에 따라 거주자 및 소비자의 선택권과 적응성을 확대하려는 사회적 요구가 동시에 작동한 결과로 해석한다 [1,2]. 따라서 본 장의 사례 비교는 ‘자연생태계 공생축’과 ‘사회생태계 공생축’이라는 두 축을 기준으로 수행된다.

자연생태계 공생축은 재건축·재개발, 철거·신축, 건설폐기물 발생과 처리 등 주거의 물질적 생애주기에서 발생하는 자원·에너지·폐기물·탄소 부담을 중심으로 평가하는 관점이다[3,4].

반면 사회생태계 공생축은 고령화, 1인 가구 증가 등 인구구조 변화와 가족형태 및 생활양식의 세분화가 주거에 요구하는 공간·설비·서비스의 유연성과 선택권 확대를 중심으로 평가하는 관점이다[7,8]. 이때 사회생태계 공생축은 단순한 편의성 차원을 넘어, 거주자가 자신의 삶의 방식에 맞추어 주거를 재구성할 수 있는 행태적 자유(behavioral freedom) 및 자기 결정권을 포함하는 개념으로 이해된다.

4.2. 사례 1: Next21(일본) — 스켈레톤-인필 기반 공간·설비 유연성

Next21은 장수명 주택 및 오픈 빌딩 논의와 연결되는 대표적 실증 사례로, 스켈레톤-인필 개념에 기반하여 구조체와 내장을 분리함으로써 주거의 물리적 변경 가능성을 높이고 유지관리 및 개수의 효율성을 확보하려는 시도로 이해된다[11,12]. 특히 일본의 인필 시스템은 공공주택 내장설비 부품화(KJ) 및 우량주택부품(BL) 인정제도 등과 연계되며 제도적 기반을 축적해 왔다는 점에서, 단순한 기술적 적용을 넘어 산업·제도 생태계가 결합된 구조적 시스템으로 발전해 왔다[12].

Next21의 핵심은 첫째, 구조체의 장수명화, 둘째, 평면 및 설비의 가변화, 셋째, 유지관리 접근성 개선에 있다. 장수명주택 실증 보고서에 따르면, 주호 내부 가변성 실험을 위해 이중바닥 및 이중천장 시스템을 적용하고, 배수·배관 교체와 공용설비 유지관리를 용이하게 하는 구조를 채택하고 있음을 확인할 수 있다. 또한 공용부에 메인 배수관을 설치하고 헤더 방식으로 관리·청소 기능을 포함함으로써 유지관리 효율성을 제고한 점은 ‘거주 중 개수’의 현실성을 강화하는 장치로 해석된다[12].

Next21은 스켈레톤과 인필의 구조적 분리를 실제 주거 단지에 적용함으로써, 거주자의 생애주기 변화와 다양한 생활양식에 따라 내부 공간을 유연하게 전환할 수 있도록 계획된 사례이다. 이는 주거가 고정된 유형이 아니라 시간의 흐름 속에서 변화 가능한 생활 인프라로 기능할 수 있음을 보여준다[12]. 이러한 접근은 철거-재건축 중심의 주거 생산 방식이 야기하는 환경부하를 완화하는 동시에, 거주자의 선택권을 확대하는 사회적 지속가능성 측면에서도 중요한 함의를 가진다.

Fig. 1.은 Next21의 스켈레톤-인필 체계가 공간·설비 유연성과 유지관리 접근성을 어떻게 구현하는지를 도시적으로 보여준다.

Fig. 1.은 구조체와 내장을 분리한 SI 체계가 평면 변경뿐 아니라 설비 유지관리의 접근성과 교체 가능성을 동시에 확장한다는 점을 보여준다. 이는 자연생태계 공생축에서 구조체의 장수명화와 부분 교체를 통해 폐기물 발생을 줄이는 전략으로 해석될 수 있으며[3,4],



Fig. 1. Next21: Skeleton/infll-based flexibility and maintenance accessibility (shared-service management structure)—Reconstructed by the author based on public materials and presentation slides [12]

사회생태계 공생축에서는 거주자의 생애주기 변화에 따라 공간 기능을 재구성할 수 있는 선택권을 강화하는 기반으로 이해된다[8].

1) 자연생태계 공생축 관점

자연생태계 공생축 관점에서 Next21은 단기간 철거·재건을 반복하는 방식이 아니라 구조체 수명을 연장하고 인필 교체를 통해 기능을 갱신함으로써 건설폐기물 발생을 구조적으로 줄일 수 있는 잠재력을 가진다[3,4]. 실제 국내 폐기물 통계에서도 건설폐기물은 별도의 항목으로 발생·처리 현황이 관리되고 있으며, 건설폐기물 저감은 국가적 환경 관리 과제임을 시사한다[4,6].

2) 사회생태계 공생축 관점

사회생태계 공생축 관점에서 Next21은 가족구성 변화와 생활양식 변화에 따라 공간의 용도 전환 가능성을 높이는 방향으로 설계되었다. 이는 주거가 고정된 평면을 제공하는 ‘완성품’이 아니라, 거주자의 변화하는 삶을 수용하는 ‘유기적 그릇’으로 진화해야 한다는 논리와 직접 연결된다[2,8].

4.3. 사례 2: MIT House_n — Chassis 기반 서비스 인프라와 Plug-and-Play 주거

MIT House_n은 주거를 “완결된 공간”이 아니라 거주자의 선택과 변화에 따라 조합·업데이트되는 라이프스타일 제품으로 재정의하며, 이를 가능하게 하는 핵심 기반으로 전력 및 정보통신 연결을 공간 어디에서나 가능하게 하는 Chassis 개념을 제시하였다[13,14]. Chassis는 벽체·가구·장치의 재배치가 발생하더라도 전력과 통신 접속이 특정 지점에 고정되지 않도록 서비스 인프라를 구조화함으로써, 거주자의 공간 구성 선택권을 설비·배선 수준에서 확장하는 적응형 주거 시스템으로 해석될 수 있다[13].

이는 스키텔론-인필 중심의 구조적 가변성 이후 단계에서 “서비스 인프라의 유연화”를 통해 물리적 공간 변화와 설비 체계가 분리될 수 있음을 보여준다. 즉, 구조적 분리에서 한 단계 더 나아가 설비와 공간의 종속 관계를 완화함으로써, 부분 교체와 단계적 업데이트가 가능한 체계로 확장된 것이다.

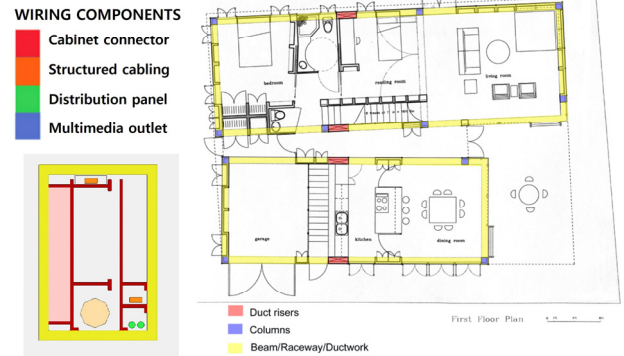


Fig. 2. MIT House_n: chassis-based service infrastructure concept (non-fixed power and communication connectivity)—Reconstructed by the author based on public materials and presentation slides [13]

House_n은 또한 주거를 단순한 건설 결과물이 아니라 “궁극의 라이프스타일 제품”으로 제안한다[13]. 거주자는 온라인 설계 과정에서 생활양식에 대한 질문에 응답하고, 선호 기반 설계 시스템을 이를 학습하여 맞춤형 설계와 서비스 구성을 제안한다. 구성 부품은 디지털 태그 기반으로 현장에서 조립되며, 가전·설비는 서비스와 결합된 형태로 운영되고 정기적 업그레이드를 통해 최신 상태를 유지하는 모델을 지향한다. 이러한 접근은 주거를 고정된 하드웨어가 아니라 “하드웨어와 서비스가 결합된 지속적 운영 시스템”으로 이해하게 한다[13].

Fig. 2.는 Chassis 기반 서비스 인프라가 특정 벽체나 지점에 종속되지 않을 때, 공간 재구성이 이루어지더라도 전력·통신 연결이 유지될 수 있음을 개념적으로 보여준다. 이는 공간-설비 간 결합을 완화하는 서비스 독립 구조의 원리를 도식화한 것이다.

자연생태계와의 공생 관점에서 이러한 접근은 전체 해체가 아닌 부분 교체와 단계적 업그레이드를 가능하게 함으로써 불필요한 폐기와 자원 낭비를 줄일 잠재력을 지닌다. 또한 총 일 비용 개념을 통해 건설비 중심이 아닌 운영·유지관리·에너지 비용을 포함한 통합적 관점으로 전환함으로써, 주거의 생애주기 관리 차원에서 지속가능성을 확장하려는 시도를 보여준다[13].

사회생태계와의 공생 관점에서는 선호 기반 설계와 서비스 조합을 통해 생활양식의 다양성과 개인화 요구를 수용할 수 있는 구조를 마련한다. 구조체와 서비스 인프라가 안정적으로 제공되는 조건에서, 내부 구성요소는 거주자의 생애주기 변화에 따라 교체·확장될 수 있으며, 이는 주거 내부에서의 행태적 자유와 자기결정권을 제도적·기술적으로 뒷받침하는 기반으로 기능한다[8].

4.4. 사례 3: IoT 스마트홈과 Matter — 디지털 상호 운용 기반 선택권 확장

최근 스마트홈은 다양한 제조사·플랫폼의 기기와 서비스가 혼재하는 환경에서 기기 연동성과 확장성 확보가 핵심 과제로 부상하였다. 국내 개방형 스마트홈 실증 보고서에서도 개방형 플랫폼 구조와 공통 규격 API 보급, 기기 프로파일 표준화 회의 등을 통해 중소기업·스타트업의 연동 기술 이해를 증진하고 오픈 생태계를 구축하려

는 시도가 확인된다[8]. 이는 스마트홈이 단일 기업의 폐쇄형 생태계가 아니라 다수 주체가 참여하는 상호운용 생태계로 전환되고 있음을 시사한다[8].

Matter는 이러한 흐름 속에서 기기 간 상호운용을 강화하는 공통 규격(표준)으로 논의되며 스마트홈 기술 생태계의 구조를 재편하는 핵심 매개로 평가된다[9]. Matter 기반 환경에서는 소비자가 특정 브랜드나 플랫폼에 종속되지 않고 다양한 기기를 조합·교체할 수 있는 선택권이 확대될 가능성이 높다[8,9]. 즉 Matter는 스마트홈을 “기기 중심”에서 “연결성과 호환성 중심”으로 재구성하며, 주거의 유연성이 물리적 설비 수준을 넘어 디지털 서비스 조합 수준으로 확장되는 전환점을 제공한다[8,9].

Fig. 3.은 스마트홈 환경에서 기기-허브-플랫폼-서비스가 연결되는 기본 구조를 보여주며, Matter와 같은 상호운용 표준이 적용될 경우 이종 기기 간 연동과 확장성이 강화될 수 있음을 시사한다.

이는 자연생태계 공생축에서 전체 시스템 폐기 대신 부분 교체 중심의 사용을 촉진하여 전자폐기물 저감과 연결될 가능성을 제공하고[6], 사회생태계 공생축에서는 다양한 사용자 요구에 맞춘 서비스 조합과 접근성을 확대하는 기반으로 해석된다[7,8].

Fig. 4.는 허브 기반 연동 구조가 실제 스마트홈 구현에서 기기 등록·제어를 중계하는 방식을 나타낸다.

허브 중심 구조는 사용자 경험 측면에서 초기 설치와 운영 부담을 낮추는 장점이 있으나, 특정 플랫폼 의존성이 남을 수 있으므로 표준 기반 상호운용과 플랫폼 종속 간의 경계를 함께 논의할 필요가 있다.

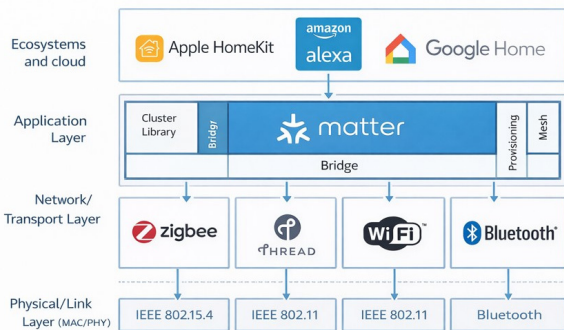


Fig. 3. Matter-based smart home ecosystem diagram (device-hub-platform-service connectivity structure) [5,9,10]

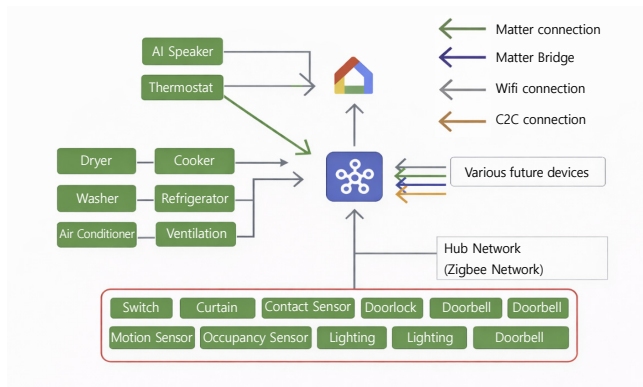


Fig. 4. Hub-based device interconnection structure in smart homes (conceptual diagram) [5,9,10]

이러한 논의는 향후 디지털 유연성이 단순 연동 기능을 넘어 거주자 선택권 확대와 지속 가능한 운영 전략으로 연결되기 위한 조건을 구체화하는 데 기여할 수 있다.

5. 종합논의

5.1. 점진적 시스템 분리로 본 주거 유연 시스템의 3계층 진화

세 사례를 종합하면, 주거 유연 시스템은 (1) 공간·구조의 가변성 (Skeleton/Infill), (2) 설비·배선·서비스 인프라의 모듈화(Chassis), (3) 디지털 상호운용(Matter)으로 단계적으로 확장되며, 물리적 유연성과 디지털 유연성이 결합되는 방향으로 진화해 왔다[5,12,13]. 이러한 진화는 단순히 기술적 가능성의 확대에 따른 결과라기보다, 재건축·재개발 중심의 주거 생산 방식이 초래한 환경부하 문제와, 인구구조 변화 및 라이프스타일 세분화가 요구하는 선택권·자기결정권 확대가 동시에 작동한 결과로 해석할 수 있다[4,7,8].

본 연구는 유연 주거 시스템이 통합적 결합 구조(conventional integration)에서 출발하여 구조 분리(structural separation), 서비스 독립(service independence), 기기 상호운용(device interoperability)으로 확장되는 과정을 “점진적 분리(progressive decoupling)”의 관점에서 정리하였다. 이 진화 방향을 환경적 지속가능성(environmental sustainability: ecosystem load reduction)과 사회적 지속가능성(social sustainability: lifestyle diversity & adaptive capacity)의 두 축 위에서 개념적으로 도식화한 결과는 Fig. 5.와 같다.

Fig. 5.의 주요 개념은 다음과 같다.

기존 통합형 주거 체계는 구조체, 설비(배관·배선), 기기·가구 배치가 특정 위치와 벽체에 강하게 결합되어 변경 비용이 크고 재구성이 제한되는 구조를 의미한다. 이에 비해 구조 가변성(SI System)은 구조 프레임과 내장·마감 요소를 분리함으로써 장수명화와 평면 변경 가능성을 확보하는 체계이다. 서비스 가변성(Chassis System)은 전력·통신·기계설비 등의 서비스를 특정 지점에 고정하지 않고, 공간 재구성에 따라 설비가 함께 이동·적응하도록 구조화한 체계이다. 기기 가변성(Matter System)은 다양한 제조사·기기·네트워크 조건

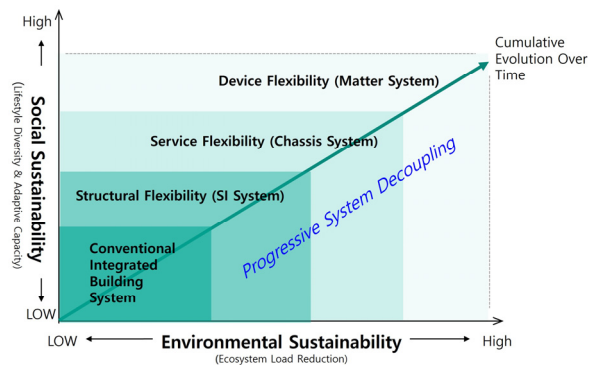


Fig. 5. Evolutionary trajectory of flexible housing systems: Progressive system decoupling from conventional integrated building systems toward structural flexibility (SI), service flexibility (chassis), and device flexibility (matter)

에서 상호운용을 확보함으로써 기기 선택과 조합의 범위를 확장하는 체계를 의미한다.

즉, Fig. 5.는 유연 주거 시스템의 핵심 진화를 “결합”에서 “분리”로 이동하는 누적적 전환 과정으로 해석한 개념도이다. 기존 주거가 구조·설비·기기의 강한 결합으로 인해 변화 수용에 제약을 가졌다면, 본 연구가 정리한 진화 궤적은 구조적 분리를 통해 물리적 가변성을 확보하고, 서비스 인프라의 독립을 통해 공간-설비 종속을 완화하며, 나아가 디지털 상호운용을 통해 기기-플랫폼 종속을 완화하는 단계로 확장된다.

이러한 분리 과정이 누적될수록 환경적 측면에서는 부분 교체와 업그레이드가 가능해져 철거·재시공에 따른 자원 투입과 폐기물 발생이 감소하며, 사회적 측면에서는 다양한 생애주기와 생활양식을 수용할 수 있는 적응 역량이 확대된다. 따라서 유연 주거 시스템의 진화는 기술의 단순 고도화가 아니라, 종속적 결합 구조에서 자율적 분리 구조로 이행하는 점진적 해방 과정으로 이해될 수 있다.

5.2. 자연-사회-첨단기술 생태계와의 공생 통합 프레임과 주거 유연 시스템의 확장 의미

5.1절이 시간의 흐름에 따른 주거 유연 시스템의 “진화 방향(동적 궤적)”을 설명하였다면, 본 절은 동일한 내용을 반복하기보다, 현재와 미래의 주거 기획이 동시에 고려해야 할 통합적 단면(정태적 프레임)을 제시한다. 즉, 주거는 더 이상 자연 생태계에 대한 환경 대응 장치로만 환원될 수 없으며, 자연 생태계-사회 생태계-첨단기술 생태계라는 세 차원과의 공생을 동시에 설계해야 하는 인위적 환경의 핵심 사례로 재정의될 필요가 있다[15,16].

1) 자연 생태계와의 공생: 환경부하 저감을 위한 구조적 전략

자연 생태계와의 공생은 주거의 생산·운영·갱신 전 과정에서 발생하는 자원·에너지 투입과 폐기물 배출을 최소화하는 방향으로 구체화된다. 유연성은 “변화를 위해 철거하는 방식”이 아니라, 덜 허물고 더 오래 사용하는 전략으로 가능하며, 구조-설비-기기 수준에서 결합을 완화할수록 교체 범위를 국소화하여 환경부하를 줄일 수 있다[3,6].

이때 본 연구가 제시한 3계층 모델은 유연성이 단일 기술의 문제가 아니라, 환경부하 저감을 실현하는 다층적 구조의 축적 과정임을 설명한다. 즉 구조적 분리, 서비스 인프라의 독립, 기기 상호운용은 각각 별개의 기술이 아니라, 생태계 부담을 점진적으로 감소시키는 구조적 조건으로 이해될 수 있다.

2) 사회 생태계와의 공생: 다양성 수용과 사회적 안정의 기반

사회 생태계와의 공생은 주거가 다양한 삶의 조건을 실제로 수용할 수 있는 구조를 갖추는 문제와 직결된다. 국내 주거는 표준화·획일화된 공급 논리 속에서 가족구조 변화, 1인·고령·돌봄 가구 증가, 생활양식의 세분화, 자기결정 요구를 충분히 반영하지 못해 왔다는 비판이 반복되어 왔다[1,2,8].

주거가 다양성을 수용하지 못할 경우, 거주자는 반복적 개조·이사·재시공을 통해 사적 비용을 부담하거나, 가족 갈등과 생활 불편을 구조적으로 감내하게 되며, 이는 사회적 비용의 증가로 이어질 수

있다. 따라서 유연 주거 시스템은 특정 집단을 위한 특수해법이 아니라, 사회적 다양성과 선택권을 제도·산업·공간 차원에서 제도화하는 기반 인프라로 이해되어야 한다.

또한 사회 생태계와의 공생을 실천하기 위해서는 ‘공감’과 ‘포용’을 설계·평가 가능한 언어로 전환하는 도구가 필요하다. 공감지수 개발 연구는 사회적 공생을 계량적·구조적으로 설명하려는 시도라는 점에서, 본 연구가 제시하는 통합 프레임의 이론적 확장 축을 제공한다[17].

3) 첨단기술 생태계와의 공생: 인간 중심 가치와의 정렬

첨단기술 생태계와의 공생은 단순히 스마트 기기를 도입하는 문제를 넘어, 기술이 생활환경의 일부로 침묵적으로 통합되는 시대에 인간 중심 가치와 정렬된 방식으로 기술을 설계·통합하는 과제로 확장된다[15].

Matter와 같은 상호운용성 표준은 기술 생태계 내부의 폐쇄적 종속 구조를 완화하고, 기기 교체와 폐기의 악순환을 줄이며, 향후 AI·자동화·로봇 서비스가 주거환경에 결합될 수 있는 기반을 형성한다[5,9,10]. 중요한 점은 첨단기술 생태계와의 공생이 자연·사회 생태계 공생을 대체하는 것이 아니라, 그 기반 위에서 환경부하 저감과 사회적 포용을 확장·증폭하는 매개 차원으로 정위되어야 한다는 점이다.

예컨대 로봇 연계 공공디자인 연구는 기술을 인간 삶의 문제 해결 맥락에 접속시키고, 기술 친화적 공생 태도를 형성하는 교육적·실천적 경로를 제시한다는 점에서, 주거 영역의 공생 논의를 ‘기술을 다루는 시민 역량’으로 확장하는 근거가 된다[18].

4) 주거를 통한 공생 패러다임의 통합 실천

이와 같은 세 차원의 공생은 각각 독립적으로 존재하는 것이 아니라, 인간의 전체 생애주기와 생활환경 속에서 동시에 교차·작동한다. Fig. 6.은 인간을 중심으로 자연 생태계(Ecology of Nature), 사회 생태계(Ecology of Society), 첨단기술 생태계(Ecology of Technology)가 상호작용하는 총체적 공생 구조를 개념적으로 도식

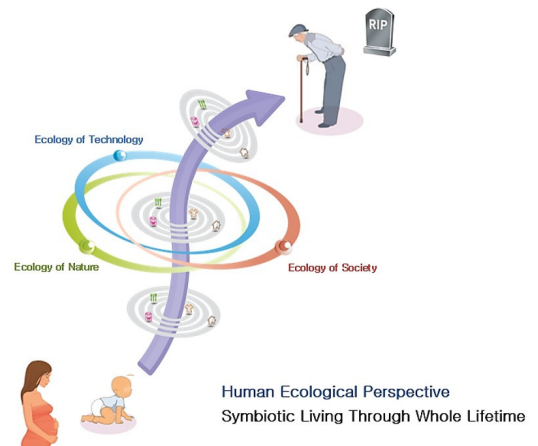


Fig. 6. Human ecological perspective for symbiotic housing: integrating the ecology of nature, the ecology of society, and the ecology of technology across the human lifespan [15]

화한 것이다[15].

그림의 수직 축은 전 생애(whole lifetime)를 따라 변화하는 개인의 생활 조건을 나타내며, 세 생태계는 독립적 층위가 아니라 상호작용적 관계망으로 제시된다. 이는 주거를 포함한 인위적 환경의 설계·운영이 환경적 지속가능성, 사회적 포용성, 기술 통합의 책임성을 동시에 고려해야 함을 시각적으로 보여준다.

따라서 본 연구는 주거 유연 시스템을 단지 기술적 진화 사례로 제시하는 데 그치지 않고, 세 생태계 공생을 통합적으로 사고하도록 촉진하는 하나의 모델 사례로 제안한다. 이는 공생학(Gongsheng)을 단일 분야의 생태적 은유가 아니라, 자연·사회·기술을 관통하는 인위적 환경 창조의 패러다임으로 확장하려는 시도와 맥을 같이한다[15,16].

종합하면, 본 연구가 제시한 주거 유연 시스템은 (1) 자연 생태계의 부담을 줄이는 지속가능 전략이면서, (2) 사회 생태계의 다양성과 선택권을 실질화하는 기반 인프라이며, (3) 첨단기술 생태계가 인간 생활 속으로 침투·확장되는 시대에 공생 가치에 정렬된 기술 통합을 촉진하는 대표적 사례가 될 수 있다[15,16]. 따라서 향후 연구·정책·교육에서는 세 공생 차원을 본질적으로 다루기보다, 주거를 하나의 “융합적 공생 모델”로 제시하여, 설계자·정책결정자·시민이 동일한 언어로 지속가능성과 포용성, 기술 통합을 함께 사고할 수 있는 프레임워크를 확산시키는 노력이 요구된다[15,16].

6. 결론 및 제언

6.1. 결론

본 연구는 주거를 ‘삶을 담는 그릇’이자 시간의 흐름 속에서 변화하는 생활 인프라로 보고, 문헌 기반 비교 분석을 통해 유연 주거 시스템이 지속가능성 요구에 대응하며 어떠한 방향으로 진화해 왔는지를 고찰하였다. 특히 Next21 (SI), MIT House_n (Chassis), IoT 상호운용성(Matter)을 연결하여, 유연성이 구조(Structural)-서비스 인프라(Service)-기기/플랫폼(Device)로 확장되는 3계층 진화 모델을 제시하고, 이를 점진적 시스템 분리(progressive decoupling)의 관점에서 해석하였다.

첫째, 유연 주거 시스템의 출발점은 건축물의 장수명화와 건설폐기물 저감이라는 환경적 요구에서 강화되어 왔다. 재건축·재개발 중심의 주거 생산 방식은 반복적 철거와 재시공을 통해 자원·에너지 소모와 폐기물 발생을 동반해 왔으며, 이에 대한 대안으로 제시된 SI 기반 장수명 주택은 구조체와 가변 요소를 분리함으로써 전면 철거 없이도 성능 개선과 공간 재구성을 가능하게 하였다. 이는 주거의 환경부하를 구조적으로 낮추는 기반을 형성하였다.

둘째, 유연성은 사회적 지속가능성 차원에서 ‘다양한 삶의 방식’을 수용하는 방향으로 확장되어 왔다. 1인 가구 증가, 고령화, 가족 형태의 다변화, 라이프스타일 세분화는 주거 내부에서의 선택권과 행태적 자유를 핵심 가치로 부각시켰다. Next21과 House_n은 공간 재구성과 설비 인프라의 재배치 가능성을 통해, 주거가 고정된 유형이 아니라 생애주기 변화에 따라 재조직될 수 있는 적응적 시스템을 시사하였다.

셋째, 최근의 진화는 디지털 기술의 확산과 결합되며 기기 수준의 유연성으로까지 확장되고 있다. Chassis 개념은 서비스 인프라가 특정 벽체나 지점에 종속되지 않도록 구조화함으로써 서비스 독립성을 지향하였고, Matter 기반 상호운용성은 다양한 제조사·네트워크 조건에서 기기 간 통합을 가능하게 하여 기기 상호연동 체계를 제도화하는 흐름으로 이해될 수 있다. 이는 특정 기업 생태계에 대한 종속을 완화하고, 기기 교체·폐기에 따른 자원 낭비를 줄일 수 있는 잠재력을 지닌다.

종합하면, 유연 주거 시스템의 진화는 단순한 기술 고도화가 아니라 구조-서비스-기기/플랫폼의 결합 관계가 단계적으로 완화되는 점진적 분리 과정으로 해석될 수 있다. 이 과정에서 환경적 지속가능성과 사회적 지속가능성은 상호 배타적 목표가 아니라, 분리·모듈화·상호운용이라는 설계 원리를 매개로 동시에 강화될 수 있는 통합 목표로 나타난다.

나아가 본 연구는 이러한 진화 과정을 단지 시간적 발전의 결과로 설명하는 데 그치지 않고, 주거를 자연·사회·첨단기술 생태계의 공생을 동시에 설계해야 하는 통합 사례로 재해석하였다. 이는 향후 인위적 환경의 기획과 운영이 환경·사회·기술의 공진화를 전제로 재구성되어야 함을 시사한다.

6.2. 학술적·실천적·교육적 제언

1) 학술적 제언

유연 주거를 개별 기술의 집합이 아니라 구조-서비스-디지털 생태계가 상호 작동하는 생태계적 시스템으로 해석하는 통합 연구가 확대될 필요가 있다. 본 연구가 제시한 3계층 진화 모델과 점진적 분리 관점은 다양한 주거 혁신 사례를 ‘무엇이 어떻게 분리·독립·연동되는가’라는 공통 언어로 비교·해석할 수 있는 이론적 틀을 제공한다.

2) 실천적 제언

장수명 주택 확산을 위해서는 구조-내장 분리뿐 아니라, 설비·배관·전기·통신 인프라의 유지관리 접근성과 교체 용이성을 포함하는 서비스 인프라 수준의 표준화와 모듈화가 병행되어야 한다. 또한 스마트 확산 과정에서 상호운용성 확보는 소비자 선택권 보장뿐 아니라 전자폐기물 저감, 유지관리 비용 절감, 서비스 전환 용이성 측면에서도 핵심 전략으로 고려될 필요가 있다.

3) 교육적 제언

본 연구의 3계층 모델은 주거를 ‘변화하는 삶을 수용하는 시스템’으로 이해시키는 교육적 도구로 활용 가능하다. 구조적 가변, 서비스 가변, 기기 가변의 차이를 단계적으로 설명하고 이를 자연·사회·첨단기술 생태계의 3공생 관점과 연결함으로써, 지속가능성과 다양성 포용을 동시에 사고하는 융합적 설계 역량을 함양하는 교육 콘텐츠로 확장될 수 있다.

6.3. 연구의 한계 및 후속 연구

본 연구는 문헌 기반 비교 분석을 통해 세 사례를 중심으로 3계층 진화 모델과 점진적 분리 해석 틀을 제시한 탐색적 연구라는 점에서

사례의 대표성과 일반화 가능성에 한계를 가진다. 또한 본 연구는 개념적 통합과 설명 모델 구축에 초점을 두었으므로, 각 시스템이 환경 부하 저감, 자원순환, 사용자 만족도 및 유지관리 비용에 미치는 효과를 정량적으로 검증하지는 않았다.

따라서 향후 연구에서는 장수명 주택, 서비스 인프라 구조, 상호운용성 체계 등 각 영역에서 축적되는 실증 연구를 통해 본 모델의 설명력을 다각도로 보완할 필요가 있다. 동시에 본 연구가 제안한 3공생 통합 프레임워크를 넘어서 다양한 인위적 환경 설계 영역으로 확장하고, 공생 패러다임을 시대적 설계 원리로 정교화하는 작업이 병행된다면, 지속가능한 환경 창조에 대한 통합적 사고 체계를 확립하는 데 기여할 수 있을 것이다.

Acknowledgement

본 논문은 공생학 기반 융합 학문 육성 제안서 작성을 위한 사전 협력 논의 및 공동 검토 과정을 토대로 수행되었다. 특히 주거 분야의 융합 연구 방향을 모색하는 과정에서 축적된 논의 결과와 개선 의견이 본 연구의 프레임워크 설계에 반영되었으며, 이에 기여해주신 모든 분들께 깊이 감사드린다.

References

- [1] 건축공간연구원(AURI), 다양한 수요를 고려한 주거생활공간의 진단 과제, 연구보고서 2023-9, 2023.12.31. // (Architecture and Urban Research Institute (AURI), Diagnostic tasks of residential living spaces considering diverse demands, Research Report 2023-9, 2023.12.31.)
- [2] 이명진 외3인, 인구구조변화에 따른 가족환경변화, 2011 연구보고서-5-3, 한국여성정책연구원, 2011. // (M.J. Lee et al., Changes in family environment according to demographic structural change, Research Report 2011-5-3, Korean Women's Development Institute, 2011.)
- [3] 한국건설기술연구원, 비용절감형 장수명주택 보급모델개발 및 실증단지 구축 최종보고서, 주거환경연구사업 제6차 연도 최종보고서, 2019.12.31. // (Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Final report on development of cost-reduction-based long-life housing dissemination models and construction of demonstration complexes, 2019.12.31.)
- [4] 차기욱, 지속가능한 건설환경 구현을 위한 건축물 유형별 건설폐기물의 재활용가능성 평가기법 개발, 국가 R&D 최종보고서, 단국대학교 산학협력단, 2020.09.07. // (G.U. Cha, Development of recycling potential assessment methods for construction waste by building type for sustainable construction environments, National R&D Final Report, Dankook University Industry-Academic Cooperation Foundation, 020.09.07.)
- [5] Connectivity Standards Alliance, Matter Specification 1.0. Connectivity Standards Allianc, 2022.
- [6] 환경부, 한국환경공단, 이용자용 통계정보보고서: 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2019.12. // (Ministry of Environment, Korea Environment Corporation, Statistical report for users: National waste generation and treatment status, 2019.12.)
- [7] 고선강, 가족다양성 확장에 따른 가족서비스 방향성 연구, 한국건강가정진흥원, 2022.10. // (S.K. Ko, A study on the direction of family services according to the expansion of family diversity, Korea Institute for Healthy Family, 2022.10.)
- [8] 천하봉, 라이프스타일 변화에 따른 주거공간의 공간경험디자인 체계에 관한 연구, 한국디자인리서치, 제8권 제1호, 2023. // (H.B. Cheon, A study on spatial experience design systems of residential space according to lifestyle changes, Korea Institute of Design Research Society, 8(1), 2023.)
- [9] 박상현, 개방형 스마트홈 기술개발 및 실증, 정보통신·방송 연구개발사업 최종보고서, 한국정보화진흥원, 2018.02.13. // (S.H. Park, Development and demonstration of open smart home technologies, Final report of information and communications & broadcasting R&D program, National Information Society Agency, 2018.02.13.)
- [10] 전승순 외 3인, 오픈소스 프로젝트 데이터 기반 스마트홈 기술 생태계 분석: Matter 표준을 중심으로, 대한산업공학회지, 제50권 제2호, 2024, pp.109-119. // (S.S. Jeon et al., Analysis of the smart home technology ecosystem based on open-source project data: Focusing on the Matter standard, Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, 50(2), 2024, pp.109-119.)
- [11] 한국건설기술연구원, 서울주택도시공사, 대한건설정책연구원, 장수명 주택 정착을 위한 핵심기술 및 시스템 구축 실증 개발 기획 최종보고서, 국토교통연구기획사업 최종보고서, 2022.03.21. // (Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Seoul Housing & Urban Development Corporation, RICON, Final report on planning of demonstration development for core technologies and systems for the establishment of long-life housing, 2022.03.21.)
- [12] 타카다, 다양성에 적합한 주거: 고령사회에서 가족과 주거의 관계, 한국: 세계화 시대의 유니버설 디자인과 미래, 2004. // (M. Takada, Housing appropriate for diversity: The relation between family and housing in an aged society, Korea: Conference presentation, Universal Design of Globalized World and Its Coming Future, 2004.)
- [13] 라슨, House n, 한국: 심포지움 발표, 디지로그 미래의 변화하는 장소 국제 미래디자인 컨퍼런스, 2006. // (K. Larson, House n, Korea: Symposium presentation, International Future Design Conference, Yonsei University, 2006.)
- [14] 라슨, 디지로그 미래의 변화하는 장소, 한국: 디지로그 미래의 변화하는 장소 국제 미래디자인 컨퍼런스, 연세대학교, 2006. // (K. Larson, Changing places of digi-log future, Korea: International Future Design Conference, 2006.)
- [15] Y.S. Lee, Symbiotic life science & technology: A transdisciplinary practical science for symbiosis, Korea: Role of Academia in Leading the Future Society: Towards Gongshenghak, 50th Anniversary Conference of the College of Human Ecology, Yonsei University, Seoul, South, 2014.
- [16] X. Song, Y. Zhan (eds.), Gongsheng across contexts: A philosophy of co-becoming, Singapore: Springer Nature, 2024.
- [17] 이연숙, 이지연, 사회생태계와의 공생을 위한 공감지수 개발: 이론적 기반에 따른 측정 도구 설계, 한국생태환경건축학회 논문집, 제25권 제6호, 2025, pp.147-154. // (Y.S. Lee, J.Y. Lee, Development of an empathy index for symbiosis with the social ecosystem: Measurement tool design based on a theoretical framework, Journal of the Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, 25(6), 2025, pp.147-154.)
- [18] 이연숙, 노후 마을재생 개입기제로서의 서비스 로봇 연계 구상 실습 효과에 관한 연구: 베이스맵과 지필기법을 활용한 내용분석 연구, 한국공간디자인학회 논문집, 제20권 제8호, 2025, pp.845-858. // (Y.S. Lee, A study on the effect of service robot-linked design practice as an intervention mechanism for aging village regeneration: Content analysis using base maps and the paper-pencil technique, Journal of the Korean Institute of Spatial Design, 20(8), 2025, pp.845-858.)