

# 공동주택 공용부 AI 기반 에너지 관리 기술에 대한 관리직원의 요구도 분석

## Needs Assessment of Facility Managers for AI-Based Energy Management Systems in Apartment Common Areas

신수임<sup>1)\*</sup> • 김정인<sup>2)</sup>

주생활연구소 수석연구원<sup>1)\*</sup> • 주생활연구소 연구위원<sup>2)</sup>

**Shin, Sooim<sup>1)\*</sup> • Kim, Jungin<sup>2)</sup>**

Housing and Community Research Institute<sup>1),2)</sup>

### Abstract

This study examined apartment managers' perceptions and needs regarding the adoption of AI-based technologies for efficient energy management in common areas. The results revealed that 67.3% of respondents acknowledged the need for AI-based energy management systems. Managers identified key benefits, including improved work efficiency, cost reduction, and enhanced defect detection. However, they also cited installation and maintenance costs as significant barriers. Additionally, they stressed the importance of technologies that address safety issues and raised concerns about data security. These findings suggest that effectively implementing AI-based energy management technologies requires not only technological solutions but also a practical management system that adapts to on-site conditions and supports ongoing operation. Moreover, policy measures such as financial assistance for initial installation costs, standardized management manuals, training programs for facility managers, support for safety and security technologies, verification systems for technological reliability, and enhanced data protection are essential to foster effective and sustainable adoption.

**Keywords:** Apartment, Common area, Energy saving, AI, Needs assessment

## I. 서론

한국은 2024년 기준 전체 건축물 에너지 소비의 42.1%를 공동주택이 차지하고 있으며(한국부동산원, 2025), 전국 의무관리 공동주택 관리비의 개별사용료 중 약 75.8%인 약 11조 1,161억 원이 난방, 전기, 가스 요금 등 에너지 비용으로 지출되고 있다(한국부동산원, 국토교통부, 2025). 이러한 상황은 에너지 비용의 지속적인 상승과 맞

물려 에너지 절감에 대한 사회적 요구를 더욱 강화시키고 있다.

국가 차원에서는 2050 탄소중립 달성을 목표로 공동주택 신축 시 제로에너지건축(ZEB) 의무화를 단계적으로 시행하고, 에너지 성능 규제 또한 강화하고 있다. 민간 공동주택의 경우 30세대 이상 신축 시 ZEB 5등급 수준을 의무화하고, 이를 지원하기 위해 신재생에너지 설치 보조금, 최대 용적률 상향, 건축규제 완화 등의 인센티브를 제공하고 있

이 연구는 산업통상자원부와 한국에너지기술평가원의 지원(과제번호: RS-2024-00398693)을 받아 수행한 연구의 일부 결과를 포함하며, 논문에 대해 귀중한 의견과 제안을 주신 익명의 심사자들에게 감사드립니다.

\* Corresponding author: Shin, Sooim

Tel: +82-31-8033-7580

E-mail: trua52@gmail.com

© 2025, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

다(국토교통부, 2021; 국토교통부, 2025). 하드웨어적 대책과 더불어 주민 에코마일리지 참여, 미니·옥상 태양광 설치 등 주민 주도의 에너지 절감 활동도 장려하고 있다(서울특별시, 2024).

그러나 신축 중심 정책과 주민 자발적 생활 방식 변화만으로는 충분한 절감 효과를 기대하기 어렵다. 2024년 기준 준공된 공동주택은 약 1,300만 호로, 신축 공동주택의 에너지 절감 기준 의무화와 기존 주택 재고의 성능 개선은 별개의 문제이다. 따라서 전체 주택 재고의 에너지 성능을 단기간에 향상시키기는 어렵다(Long et al., 2014). 또한, 주민의 인식 개선 활동은 초기 효과가 있으나, 장기적으로 감축 효과의 지속성 확보에 한계가 있다(Jami et al., 2021). 이에 따라 장기적이고 체계적인 접근 없이는 문제 해결이 어렵고, 기축 공동주택 전반에 걸친 AI 기술 기반의 자동화된 에너지 관리 시스템 확산이 필요하다.

공동주택의 AI 기반 에너지 관리 기술 개발과 확산을 위해서는 무엇보다 수요자의 요구를 정확히 파악할 필요가 있다. 스마트홈과 같은 에너지 관리 기술은 단순히 기술적 성능만으로 확산되지 않으며, 실제 사용자 요구와 기대에 얼마나 부합하는지가 도입 의사와 활용 수준을 결정한다(Bhati et al., 2017; Wilson et al., 2017). 또한 소비자 요구는 기술 설계와 시장 확산의 핵심 요인으로, 이를 간과할 경우, 첨단 시스템이라도 활용도가 낮아지고 효과가 제한될 수 있다(Yang et al., 2018).

기술의 수요자는 개별 세대 입주자와 공용부 관리직원으로 구분할 수 있다. 입주자 대상 조사는 주거 행태와 생활 패턴에 기반한 스마트홈 기술 수요를 형성한다. 공용부를 관리하는 관리직원을 대상으로 하는 수요자 조사는 공용 설비를 직접 운영 및 유지관리하며, 이와 관련한 실용적 요구가 있을 것으로 예상된다. 그러나 기존 선행연구는 세대 내 스마트홈 기술에 대한 입주자 요구도 분석에 집중되어 있으며, 공용부에서의 AI 활용을 통한 에너지 절감 수요 조사는 부족한 실정이다(변혜령 외, 2021; Bhati et al., 2017).

이에 본 연구는 전국 공동주택 관리직원을 대상으로 표본 조사를 실시하여 공용부 AI 기반 에너지 관리 서비스에 대한 관리직원의 요구도를 분석하고자 한다. 이를 통해 향후 기술·서비스 개발 방향을 구체화하고, 기축 공동주택의 에너지 절감 성과 제고와 탄소중립 목표 달성을 위한 실효적 정책·기술 전략 수립의 기초자료 제공을 목적으로 한다.

## II. 선행연구

### 1. 스마트홈 기술과 AI 기반 에너지 관리 기술

공동주택 공용부의 AI 기반 에너지 관리 기술은 독립적으로 발전한 것이 아니라, 주거 전반의 디지털화와 자동화를 지향해 온 스마트홈 기술의 연장선에서 이해할 수 있다. 스마트홈은 정보통신기술(ICT)을 기반으로 주거 환경을 지능화하여 생활 편의와 안전, 에너지 효율을 동시에 달성하고자 하는 개념으로, 그 발전 과정에서 인공지능(AI)과 자동제어 기능이 점차적으로 도입되었다. 따라서 스마트홈 기술의 정의와 발전 단계를 고찰하는 것은 AI 기반 에너지 관리 기술의 특성과 차별성을 이해하는 데 중요한 출발점이 된다.

Lutolf(1992)는 스마트홈을 “공통의 통신 시스템을 활용하여 가정 내 다양한 서비스를 통합하며, 경제적이고 안전하며 편안한 가정 운영을 보장하고, 높은 수준의 지능적 기능성과 유연성을 갖춘 주거 환경”으로 정의하였다. 이후 Aldrich(2003)와 Balta-Ozkan et al.(2014) 등은 기술 발전에 따라 구체적 구성요소를 포함한 개념을 제시했으나, 스마트홈의 핵심 정의는 유사하게 유지되어 왔다(Marikyan et al., 2019). 스마트홈 개념의 진화와 함께 Darby(2017)는 두 가지 상호 보완적 서사로 기술의 발전 방향을 제시하였다. 첫째는 첨단 기술과 자동화를 강조하여 편리성과 효율성을 추구하는 기술 중심 서사, 둘째는 에너지 수요 관리와 전력망 연계성을 강조하는 시스템 중심 서사이다. 그는 스마트홈 개념이 이 두 가지 서사 속에서 발전해 왔으며, 사용자의 역할과 사회적 맥락을 고려할 필요가 있다고 주장하였다. 이러한 관점은 AI 기반 에너지 관리 기술이 단순한 자동화 기술을 넘어, 효율성과 지속가능성이라는 두 목표를 동시에 실현하는 핵심 매개체로 기능함을 시사한다.

스마트홈 구현에는 인공지능(AI)과 자동제어 기능이 핵심적으로 포함된다. 이를 위해 통신 네트워크, 센서, 가전 제품, 제어 장치 등의 하드웨어와 이를 구동하는 소프트웨어 기술이 결합된다(Marikyan et al., 2019). 센서는 인간의 행동과 환경 변화 자극을 감지하며(Wilson et al., 2017), 네트워크로 연결된 모니터, 인터페이스, 가전제품 및 제어장치와 함께 주거 환경의 자동화와 원격 제어를 가능하게 한다. 인공지능은 모니터링 데이터를 분석하여 난방, 조명, 환기, 엔터테인먼트 등의 시스템을 관리하며, 최근에는 사물인터넷(IoT) 기술의 결합으로 기능 범위가 더욱 확대되고 있다(Bhati et al., 2017; Marikyan et al., 2019).

스마트홈 기술 발전은 일반적으로 모니터링-제어-최적화-자율화의 네 단계로 구분된다(이명주 외, 2019; 이종호 외, 2021). 초기 세대의 스마트홈은 AI가 내장되지 않은 단순 반응형 기술이었으나, 2세대에는 기초적인 AI 기반 장치와 환경 센싱 기능이 도입되었다. 3세대에는 음성 제어, 기기간 데이터 처리·전송 등 상호운용성이 강화되었으며, 4세대 기술은 자율적 판단과 운영이 가능하다. 한국의 경우 2000년대 초부터 홈네트워크 시스템이 도입되기 시작했으며, 2005년 제도화를 계기로 공용부 자동제어 기술이 연계되면서 ‘스마트 아파트’ 개념으로 확대되었다. 2016년 이후에는 IoT 및 AI 기반의 에너지 최적화·통합 제어 체계로 기술이 고도화되고 있어, 국내 스마트홈 기술도 4세대에 진입하고 있다고 평가된다(이종호 외, 2021). 다만, 초기 설치비와 유지관리 비용, 개인정보 보호 문제, 기술 접근성 격차 등은 여전히 스마트홈 보급의 한계로 지적되고 있다(Marikyan et al., 2019).

스마트홈 기술은 생활 편의와 안전성을 포괄하는 광의의 개념이지만, 그중에서도 에너지 효율화와 최적화를 핵심 목표로 하는 응용 분야가 바로 AI 기반 에너지 관리 기술이라 할 수 있다. 스마트홈 기술은 에너지의 효율적 사용과 절감을 주요 목표로 하는 만큼(Wilson et al., 2017), AI 기반 에너지 관리 기술은 스마트홈 기술의 핵심 영역을 차지한다. 이러한 기술은 에너지 사용량을 실시간으로 모니터링하고 제어하여 탄소 배출을 줄이며, 재생에너지 및 전력망과 연계해 최적화된 운영을 가능하게 한다(Arcipowska et al., 2014; Marikyan et al., 2019; Wilson et al., 2017). 이에 따라 EU와 싱가포르 등은 스마트홈 기술을 국가 차원의 에너지 효율 전략에 포함하고 있다(Ministry of Digital Development and Information, 2024; Wilson et al., 2017).

## 2. 공동주택 AI 기반 에너지 관리 기술에 대한 수요자 조사

사용자의 인식과 요구는 기술 수용과 확산에 중요한 영향을 미친다. 특히 기술 도입 초기 단계에서 사용자 편의성과 비용 절감 등 사용자가 체감하는 가치는 기술의 설계 방향과 시장 확산 속도에 직접적으로 작용한다. AI 기반 에너지 관리 기술은 스마트홈 기술의 한 영역으로, 그 수요자 특성은 기존의 스마트홈 관련 연구결과를 통해 일정 부분 추론할 수 있다.

스마트홈 관련 수요자 연구는 대부분 거주자를 중심으

로 이루어져 왔다. 거주자는 공동주택의 세대 내 시설을 이 용함을 물론, 공유부 시설의 이용자이며, 전체 시설의 소유 권을 가지고 있다. 즉, 거주자는 기술 도입의 최종 의사결정 권자로서 이들의 요구는 기술의 개발과 보급 측면에서 중 요하다. 이성훈, 최민섭(2015)은 스마트홈 거주자 314명 을 대상으로 한 연구에서 편리성과 안전성이 주요 사용 요 인으로 나타났으며, 경제성과 쾌적성도 긍정적으로 평가 되었다고 보고하였다. Wilson et al.(2017)의 설문조사(주 택 소유자 1,025명 대상)에서는 스마트홈의 핵심 가치로 비용 절감, 환경 제어 편의성, 보안 향상이 도출되었고, 젊 고 경제력이 높은 계층일수록 기술 이해도와 긍정적 인식 이 높은 것으로 나타났다. 그러나 고령층과 저소득층에서 는 기술 접근성의 제약으로 수용 격차가 발생할 가능성이 지적되었으며, 이를 완화하기 위한 정책적 지원의 필요성 이 제시되었다. 변혜령 외(2021)는 스마트홈 거주자 306명 을 대상으로 한 분석에서, 현관도어카메라·공용현관 통제 기·승강기 호출 연동제어 등 일상적으로 이용이 간편한 서 비스의 만족도와 필요도가 높음을 확인하였다. 반면 공유 모빌리티나 응급상황 모니터링 서비스의 이용률이 낮았 으며, 층간소음 경보장치, GIS 융합 화재감지기, 공기질 모니 터링·환기 솔루션 등이 향후 필요 서비스로 제시되었다.

거주자 대상 연구 외에도 전문가를 대상으로 한 인식조 사 연구가 일부 수행된 바 있다. Sovacool과 Del Rio (2020)는 영국 에너지 전문가와 산업 관계자를 대상으로 한 연구에서 스마트홈 기술의 장점으로 에너지 절약, 편의 성, 비용 절감, 저탄소 효과, 건강 및 생활 지원, 디자인 가치 등을 제시하였다. 그러나 개인정보 보호, 기술 신뢰성, 사 용자 활용 가능성 제한, 시장 진입 장벽, 수익 창출의 어려 움 등 비기술적 요인들이 확산의 주요 장애 요소가 될 수 있 음을 지적하였다. 국내에서도 염태준 외(2024)는 스마트 홈 관련 종사자를 대상으로 총 149명 규모로 전문가 인식 조사를 수행한 바 있다. 조사대상자에는 건설사, 공동주택 관리 용역사, 통신사, 홈 네트워크사, 가전 등 디바이스 개 발사, 스마트하우징 기술개발사가 포함되었다. 조사 대상 자들은 기술의 적용 및 공급 단계에서 가장 큰 진입장벽을 경험하고 있었는데, 법·제도의 혼재, 부처 간 연계성 부족, 지원제도 미비 등이 주요 문제로 나타났다.

이상의 연구를 종합하면, 거주자 대상 연구는 주로 생활 편의, 안전, 비용 절감에 초점을 맞추고 있으며, 기술의 사 회적 수용성, 개인정보 보호 및 접근성 격차 문제를 동시에 고려해야 함을 시사한다. 전문가 대상 연구에서는 시장진 입 장벽과 제도적 한계 등 공급자 관점의 문제점이 확인되

었다. 반면, 공동주택 공용부의 AI 기술 도입과 관련된 주요 수요자인 관리직원을 대상으로 한 연구는 부족하여, 관리직원의 요구와 인식을 파악하기 어렵다는 한계가 존재한다.

다만, 공동주택 관리직원의 주택관리 업무 인식에 대한 선행연구를 통해 관리직원의 요구를 유추할 수 있다. 관리직원들은 전반적인 관리업무 중 유지관리와 안전관리 분야를 가장 중요하게 인식하며(김정인, 지은영, 2019), 유지관리 업무 중에서는 특히 유지보수 비용, 고장 확률, 안전성과 같은 요소를 핵심 고려 요인으로 평가하는 것으로 나타났다(Chong et al., 2019). 이러한 결과는 입주자가 스마트홈 기술에서 생활 편의, 비용 절감, 안전을 중시한다는 기존 연구와 달리, 관리직원은 직무 특성과 책임 영역에 따라 기술에 대한 핵심 가치를 다르게 인식할 수 있음을 보여준다.

한국은 공동주택 비중이 높으며, 대규모 단지에는 발전기, 난방설비, 급·배수 펌프, 커뮤니티시설 등 다양한 공용부 설비가 존재한다. 이러한 설비는 전문 관리직원이 운영·유지관리하며, 그 효율적 제어는 단지 전체의 에너지 절감 성과에 직접적으로 영향을 미친다. 따라서 관리직원의 실무적 요구를 체계적으로 분석하는 연구가 필요하다. 이는 AI 기반 에너지 관리 기술의 실효적 적용을 도모하고, 향후 정책 및 기술 개발 방향을 설정하기 위한 중요한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

### III. 연구방법

본 연구는 의무관리 공동주택에서 시설관리를 비롯하여 관리 전반을 책임지는 관리사무소장을 대상으로 수행되었다. 조사는 2024년 8월 1일부터 8월 23일까지 약 3주간 실시되었으며, 구조화된 설문지를 기반으로 온라인 조사(이메일·모바일 설문 링크) 방식을 사용하였다. 설문 배포와 응답 수집은 공동주택 위탁관리회사의 협조를 받아 이루어졌다.

설문 항목은 관리자의 직접적인 기술 제어가 아닌, AI 기술을 공용부 관리에 도입하기 위해 필요한 조건과 인식 요인을 분석하는 데 초점을 두었다. 선행연구를 바탕으로 기본 항목을 구성하였으며, 내용은 크게 네 영역으로 ①응답자 및 단지 특성, 시설 설치 현황, ②공용부 에너지 AI 관리 기술에 대한 인식 및 경험, ③필요 기술 및 도입 조건, ④관리분야 전반에 대한 AI 기술 도입 인식 및 기대에 관한 문항으로 구분된다.

설문 문항 중 단지 및 응답자 특성을 묻는 일반항목과 현재 설치된 시설은 AI 기술 적용 여부 등에 대한 교차분석을 통해 응답자 유형별 인식과 요구도의 차이를 분석하고자 하였다. 공용부의 AI 기반 에너지 관리 기술 인식 문항은 관리자 입장에서 해당 기술 도입 시 긍정적인 요인과 한계 요인을 파악하는 데 활용하였다. 또한 공용부의 AI 기반 에너

〈표 1〉 조사 항목

구분		항목
일반 사항	단지 특성	단지명, 지역(시·군·구), 단지규모, 준공년도
	응답자 특성	연령, 성별, 소장 근무경력, AI 기술 관심정도
	시설 현황	원격검침시스템, 공용부 자동제어 시스템, 공용부 조명 제어, 공용부 방법용 적외선 감지기, 태양광 발전설비, 홈넷서버(세대월패드), 커뮤니티시설
공용부 AI 기반 에너지 관리 기술 인식		공용부 AI 기반 에너지 관리 기술 도입 필요성
		공용부 AI 기반 에너지 관리 기술 사용 경험, 관리 편의성, 관리 어려운 이유
		공용부 AI 기반 에너지 관리 기술 사용을 통해 기대하는 편익
		공용부 AI 기반 에너지 관리 기술 사용으로 인해 예상되는 문제
공용부 AI 기반 에너지 관리 기술 필요성		공용부 에너지 사용량 절감이 필요한 시설, 절감이 필요한 세부 항목
		상용화 중인 공용부 AI 기반 에너지 관리 기술의 필요 정도
		개발 중인 공용부 AI 기반 에너지 관리 기술의 필요 정도
		공용부 AI 기반 에너지 관리 기술을 도입하기 위해 필요한 조건
		공용부 AI 기반 에너지 관리 기술 도입 관련 추가 의견(개방형)
관리분야 AI 도입		AI 기술 도입 시, 큰 변화를 겪을 관리사무소 업무
		AI 기술로 입주민에게 제공할 수 있는 유용한 서비스 예상
		공동주택 관리업무 AI 기술 도입 인식과 이유(개방형)

지 관리 기술의 필요성 인식 조사는 실제 공용부의 에너지 사용량을 고려하여, 상용화된 기술과 개발 중인 기술에 대한 요구 수준을 파악하는 것을 목표로 하였다. 상용화 및 개발 단계의 AI 기반 에너지 관리 기술은 향후 기술 개발 시 현장 수요에 부합하는 우선 개발 영역을 도출하기 위한 근거로 활용하고자 하였다. 마지막으로, 주택관리 분야에 AI 기술이 도입될 경우 예상되는 변화와 서비스 수준의 변동에 대한 조사 항목을 통해, 공동주택 관리 전반에서 향후 대응이 필요한 과제를 분석하였다.

기술에 대한 세부 예시 문항은 에너지 기술 개발 분야 전문가 자문을 반영하였다. 에너지 기술 개발 분야 전문가는 전기, 난방 등의 에너지를 제어하는 하드웨어 개발 기관, 에너지 사용 데이터 분석 등을 전문 분야로 하는 9개 기관의 개발자 9인으로써 각 기관의 대표 1인이 기관 내 의견을 종합하여 제시하였다. 이들에게는 본 연구결과를 통해 향후 기술 개발에 필요한 기초 자료를 제공할 예정임을 밝히었다. 개발자들은 설문 문항 중 상용화된 기술 및 향후 개발 필요 기술의 세부 예시 기술에 대해 의견을 제시했다.

개발된 설문지는 공동주택 관리 분야의 학자 및 실무자 2인에게 자문을 받아 수정과정을 거쳤으며, 관리사무소장 3인을 대상으로 사전 파일럿 테스트를 거쳐 문항의 명확성, 응답 용이성, 완성 소요시간을 검증하였다. 통계 분석에는 SPSS 프로그램을 활용하여 기술통계, 교차분석, 일원분산 분석, 카이제곱 검정을 실시하였다.

## IV. 연구결과

### 1. 응답자 및 시설 현황

전체 문항에 대해 응답을 완료한 최종 유효 표본은 총 150명이다. 응답자 중 ‘남성’이 69.3%, ‘여성’이 30.7%이며, 연령대는 관리사무소장 직군의 특성상 ‘50대’(53.3%)가 가장 많았고, ‘60대 이상’이 30.0%, ‘40대 이하’가 16.7%였다. 관리사무소장 경력은 ‘5년 미만’이 39.3%로 가장 많았다. 관리 단지의 세대수는 300세대와 1,000세대를 기준으로 규모에 따라 시설 특성이 다를 수 있기에 이를 기준으로 구분하였다. ‘300~1,000세대 미만’이 58.0%로 가장 많았고, ‘300세대 미만’이 24.7%, ‘1,000세대 이상’이 17.3% 순이었다. 준공년도는 시설 특성이 다르게 나타날 수 있는 2000년, 2010년, 2020년을 기준으로 구분하였다. 준공년도별 분포는 비교적 고르게 나타났다. 응답자 중 AI 기술에 대해 ‘관심있다’는 응답자가 87.7%를 차지하였고, ‘관심없다’는 응답자는 0.7%에 불과해, 대체로 AI 기술에 관심 있는 계층에서 설문 참여했음을 알 수 있다.

AI 기반 에너지 관리 기술 관련 시설 설치율을 조사한 결과 ‘조명센서’(92.0%), ‘원격검침시스템’(61.3%), ‘공용부 자동제어 시스템’(54.0%), ‘월패드’(53.3%) 순으로 설치율이 높게 나타났다. 한편, ‘태양광 발전설비’(27.3%), ‘공용부 방범용 적외선 감지기’(8.0%)의 설치율은 상대적으로 낮게 나타났다. 시설 설치율은 단지 준공 시점의 기술

〈표 2〉 조사 응답자 및 단지 특성

구분		표본수 (명)	구성비 (%)	구분		표본수 (명)	구성비 (%)
지역1	서울	56	37.3	소장 연령	50세 미만	25	16.7
	인천	17	11.3		50세~59세	80	53.3
	경기	63	42.0		60세 이상	45	30.0
	수도권 외	14	9.3	소장 성별	남자	104	69.3
지역2	수도권	136	90.7		여자	46	30.7
단지규모	수도권 외	14	9.3	소장 근무경력	5년 미만	59	39.3
	300세대 미만	37	24.7		5년~9년	44	29.3
	300세대~1,000세대 미만	87	58.0		10년~19년	34	22.7
1,000세대 이상	26	17.3	20년 이상		13	8.7	
준공년도	2000년 이전	31	20.7	AI 기술 관심정도	매우 관심 많음	54	36.0
	2000년~2009년	44	29.3		관심 있음	64	42.7
	2010년~2019년	45	30.0		보통	31	20.7
	2020년 이후	30	20.0		관심 없음	1	0.7
전체						150	100.0

보급이 중요한 만큼 준공년도에 따라 유의한 차이를 보였다. ‘조명센서’의 경우 준공년도와 관계없이 대부분의 단지에서 높은 설치율을 보이고 있으나, 그 외의 시설 모두 2010년을 기준으로 설치율 차이가 크게 나타났다.

한편, 태양광 발전 설비의 설치율은 2020년 이후 준공주택과 2020년 이전 준공주택의 차이가 크게 나타났다. 이는 신축 공동주택에 대한 신재생에너지 시설 설치의 단계적 의무화와 인센티브에 따른 것으로, 신재생에너지 시설 설치 시 용적률 완화 인센티브가 적용된다. 특히 2025년을 기준으로 30가구 이상 공동주택 신축 시 ‘제로에너지 건축물(ZEB)’ 5등급 수준의 설계 의무화됨에 따라 향후에는 그 비율이 더 상승할 것으로 예상된다.

커뮤니티시설은 에너지 소비가 많아 공용부 관리 측면에서 주요 절감 대상이다. ‘2000년 이전’ 단지의 경우 커뮤니티시설 설치율이 낮고, 설치된 커뮤니티시설이 평균 0.32개로써 에너지 사용 부담이 크지 않다. 하지만 최근 준공 단지일수록 커뮤니티시설의 설치율과 평균 개수는 크게 증가하여 에너지 사용 부담을 증가시키고 있었다.

2. AI 기반 에너지 관리 기술 도입에 대한 인식과 필요성

응답자의 67.3%는 공용부에 AI 기반 에너지 관리 기술 도입이 필요하다고 응답하였다. 특히, 준공년도에 따라 공용부 AI 기반 에너지 관리 기술 도입 필요성에 대한 인식 차이를 검증하기 위해 일원분산분석을 실시한 결과, 집단 간 평균 차이가 통계적으로 유의하게 나타났다. 즉, 2000년 이전에 준공된 단지보다 2000년 이후에 준공된 단지에서 AI 기반 에너지 관리 기술 도입의 필요성을 더 높게 인식하는 경향이 있는 것으로 해석된다. 이는 <표 3>에 나타난 바와 같이, 준공년도별 시설 설치율의 차이에서 비롯된 것으로 해석된다. 기술 도입에 대한 개방형 문항에서 노후 공동주택의 경우 시설 부족으로 인해 도입에 어려움이 있으며 초기 설치 비용이 부담된다는 의견이 있어 노후 단지 보다 오히려 기술 도입의 기반이 마련되어 있고 다양한 공용부 시설로 인해 에너지 부담이 큰 2000년 이후 준공 단지에서의 필요성이 높은 것으로 보인다.

현재 상용화되어 사용중인 에너지 관리 관련 기술에 대한 사용 경험을 먼저 살펴보았다. 제시한 7가지 기술 중 가장 높은 사용 경험률을 보인 기술은 ‘센서 기반 조명 제어’(42.0%)였으며, ‘공조 시스템 자동 조절’(40.0%), ‘신재생에너지 시스템’(38.0%)으로 나타났다. ‘센서 기반 조명 제어’와 ‘공조 시스템 자동 조절’은 필요성 측면에서도

<표 3> 응답 단지의 시설 설치율

구분	표본 수(명)	원격 검침* (%)	공용부 자동제어* (%)	조명 센서* (%)	적외선 감지기 (%)	태양광* (%)	월패드* (%)	커뮤니티시설*		
								설치율 (%)	평균 개수	
전체	150	61.3	54.0	92.0	8.0	27.3	53.3	64.0	2.93	
준공 년도	2000년 이전	31	9.7	6.5	93.5	3.2	0.0	0.0	19.4	0.32
	2000년~2009년	44	47.7	34.1	84.1	6.8	0.0	27.3	56.8	1.73
	2010년~2019년	45	88.9	77.8	93.3	11.1	37.8	88.9	82.2	4.27
	2020년 이후	30	93.3	96.7	100.0	10.0	80.0	93.3	93.3	5.37

\* p < .05 수준에서 통계적으로 유의함.

<표 4> AI 기반 에너지 관리 기술 도입 필요성 인식 현황

구분	표본수	매우 필요		필요		보통		필요 없음		전혀 필요 없음		5점 평균	
		(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)		
전체	150	38	25.3	63	42.0	42	28.0	6	4.0	1	0.7	3.87	
준공 년도	2000년 이전	31	5	16.1	12	38.7	9	29.0	4	12.9	1	3.2	3.52
	2000년 이후	119	33	27.7	51	42.9	33	27.7	2	1.7	0	0.0	3.97
	2000년~2009년	44	13	29.5	18	40.9	13	29.5	0	0.0	0	0.0	4.00
	2010년~2019년	45	12	26.7	19	42.2	12	26.7	2	4.4	0	0.0	3.91
	2020년 이후	30	8	26.7	14	46.7	8	26.7	0	0.0	0	0.0	4.00

78.5%로 가장 높게 나타났지만 ‘신재생에너지 시스템’은 53.7%만이 필요하다고 응답해 사용 경험률에 비해 필요성은 낮은 것으로 나타났다. ‘신재생에너지 시스템’은 관리의 어려움을 호소하는 비율도 비교적 높게 나타났는데, 신재생에너지 기술의 경우, 시스템이 안정적이지 못하고 고장 발생의 이유 등으로 인해 현장에서의 관리 운영에 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 이는 정부의 정책적 지원을 통한 기술의 조기 확산은 가능하나 결국 초기 설치비와 기술 안정성이 확보된 분야에서 기술 확산이 먼저 이루어진다는 점을 보여준다(이수진, 김민석, 2022).

관리 역량을 질문한 결과, 기술 사용 경험자 중 다수가 교육이나 지원이 있다면 기술을 관리할 수 있다고 응답하였다. 이는 기술 공급 이후에도 현장 관리자 대상의 기술 교육 및 지원이 동반되어야 함을 시사한다. 특히 신재생에너지 시스템의 경우, 응답자의 10.5%(6명)가 관리하기 어렵다고 답해 운영 및 유지관리 측면에서의 지원강화가 필요함을 보여준다.

공동주택 AI 기반 에너지 관리 기술 개발자들이 향후 상용화를 목표로 개발 중인 기술에 대하여 관리업계 종사자들의 요구도를 조사하였다. 개발자들은 현재 개발 중인 기술 중 9개의 기술에 대한 조사를 제안하였다. 조명제어 기술의 경우, 기존의 센서 기반 조명 제어 방식은 별도의 센서 설

치가 필요했으나, 새롭게 개발 중인 기술은 기설치된 CCTV와 적외선 감지기를 비식별화 한 이후 재실을 감지하여 조명을 제어할 수 있었다. 또한 가상센싱 모델링을 활용하여 공용부의 누전, 정전, 전력의 과사용을 탐지하는 기술이 제안되었다. 이 두 기술은 관리업계 종사자에게 필요도가 높다고 응답된 기술로써 ‘공용부 누전·정전·과사용 탐지’ 기술은 88.0%, ‘CCTV·적외선 감지기 기반 스마트 조명 제어’는 74.0%가 필요하다고 응답했다. 그 다음으로는 ‘세대부 대상 고장 진단 알람 및 관리비 예측 알림 서비스’, ‘비상발전기 원격제어’ 기술로써 각각 70.7%가 필요하다고 응답했다. 이러한 결과는 안전·고장 예방형 기술이 공용부 관리에서 높은 우선순위를 갖는다는 점을 보여준다.

냉방에너지 절감 관련한 문항도 비교적 높게 나타났는데, ‘제어방법 개선을 통한 냉방에너지 절감’(70.0%)은 에너지 절감에 초점이 있고, ‘자동화된 냉방제어를 통한 편의성 증가’(69.3%)는 관리 편의성에 초점이 있는 질문으로써 둘 모두 유사한 수준의 응답률을 보여 절감과 편의성에 대한 요구도가 유사함을 확인할 수 있었다.

반면, 필요도가 가장 낮게 나타난 기술은 ‘전기차 양방향 충방전 기술’(61.3%)과 ‘태양광 잉여전력 P2P 거래 기술’(42.7%)이었다. 이는 두 기술 모두 단지나 입주자 차원에서 실질적인 이점이 크지 않기 때문으로 해석된다. 특히

〈표 5〉 준공연도별 AI 기반 에너지 관리 기술 도입 필요성 인식 차이(일원분산분석 결과)

구분		자유도(df)	평균제곱(MS)	F	p
2000년 이전/이후*	집단 간	2	1.067	4.22	.018
	집단 내	117	0.308		

\*p < .05 수준에서 통계적으로 유의함.

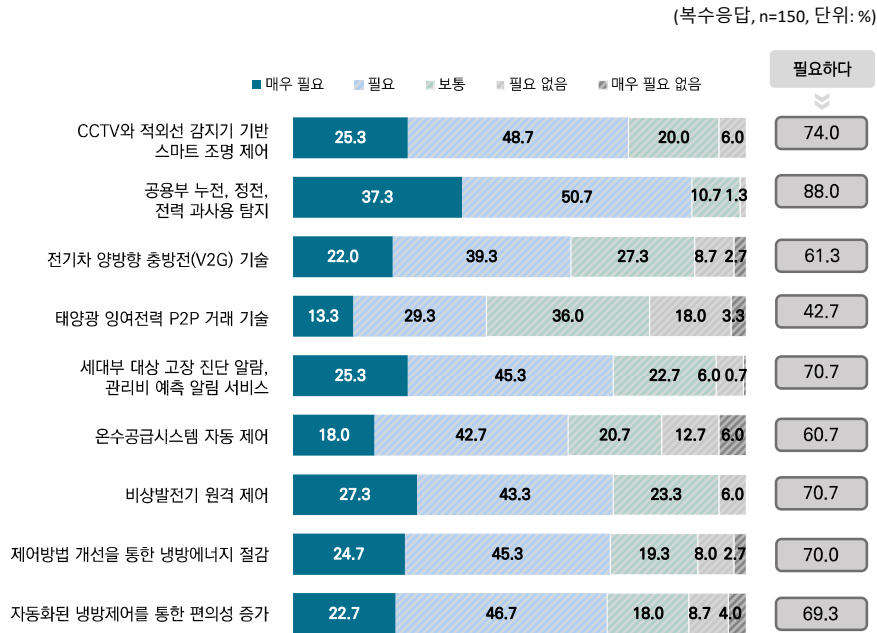
〈표 6〉 상용화된 AI 기반 에너지 관리 기술 사용경험 및 필요성

(n=150)

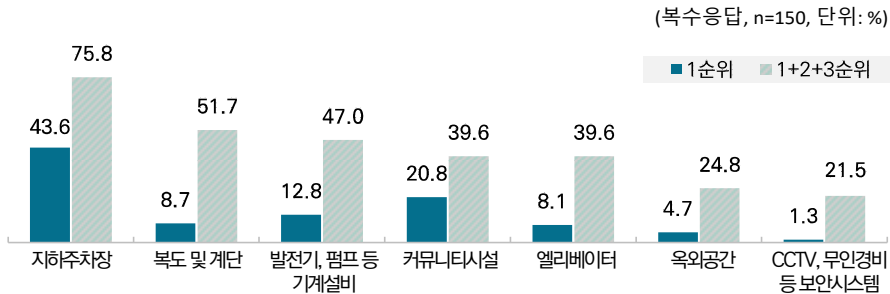
상용화된 AI 기반 에너지 관리 기술	사용경험 있다		관리 가능				교육 및 도움이 있다면 관리 가능하다		관리하기 어렵다		필요하다 (%)
	(n)	(%)	관리 가능하다		어려움 없이 관리 가능하다						
			(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	
1. 공용부 조명 센서 자동 제어	63	42.0	61	96.8	34	54.0	27	42.9	2	3.2	78.5
2. 공용부 에너지 중앙 통합 관리 시스템	50	33.3	47	94.0	15	30.0	32	64.0	3	6.0	75.8
3. 공용부 난방, 환기, 공조 시스템 자동 조절	60	40.0	59	98.3	18	30.0	41	68.3	1	1.7	78.5
4. 에너지 사용량 실시간 모니터링 및 분석	49	32.7	46	93.9	19	38.8	27	55.1	3	6.1	76.5
5. 에너지 사용 정보 대시보드(입주자, 관리자)	28	18.7	28	100.0	12	42.9	16	57.1	0	0	63.8
6. 신재생에너지(태양광, 지열 등) 시스템	57	38.0	51	89.5	16	28.1	35	61.4	6	10.5	53.7
7. 전력사용량 피크 관리 서비스	32	21.3	31	96.9	12	37.5	19	59.4	1	3.1	74.5

태양광의 경우, 대부분의 단지에서 전력 생산량이 제한적이어서 거래 차체에 대한 필요성이 낮게 인식된 것으로 분석된다.

공용부 내 에너지 절감이 특히 필요한 주요 시설로는 ‘지하주차장’(75.8%), ‘복도 및 계단’(51.7%), ‘기계실’(47.0%)이 꼽혔다. 1순위 응답 기준으로는 ‘지하주차장’(43.6%),



[그림 1] 개발 중인 공용부 AI 기반 에너지 관리 기술 필요 정도(1+2+3순위)



[그림 2] 공용부 에너지 사용량 관리에서 가장 절감이 필요한 시설

<표 7> 시설별 절감이 필요한 항목(1+2+3순위)

구분	표본수	조명		대기전력		냉방		난방		환기		수도		급탕	
		(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
전체	447	197	44.1	104	23.3	55	12.3	23	5.1	54	12.1	8	1.8	6	1.3
지하주차장	113	71	62.8	9	8.0	1	0.9	2	1.8	30	26.5	-	-	-	-
복도 및 계단	77	63	81.8	5	6.5	-	-	2	2.6	7	9.1	-	-	-	-
발전기, 펌프 등 기계설비	70	4	5.7	32	45.7	3	4.3	9	12.9	9	12.9	8	11.4	5	7.1
커뮤니티시설	59	2	3.4	5	8.5	39	66.1	9	15.3	3	5.1	-	-	1	1.7
엘리베이터	59	5	8.5	40	67.8	8	13.6	1	1.7	5	8.5	-	-	-	-
옥외공간	37	27	73.0	8	21.6	2	5.4	-	-	-	-	-	-	-	-
CCTV, 무인경비 등 보안시스템	32	25	78.1	5	15.6	2	6.3	-	-	-	-	-	-	-	-

‘커뮤니티시설’(20.8%), ‘발전기 및 펌프 등 기계설비’(12.8%) 순으로 나타나 차이가 있었다. ‘복도 및 계단’은 ‘1,000세대 이상’(61.5%), ‘발전기, 펌프 등 기계설비’는 ‘300세대 미만’(61.1%)에서 상대적으로 높게 나타났다. 준공연도가 오래될수록 ‘복도 및 계단’ 에너지 절감이 필요하다는 응답이 높게 나타났으며, 2000년 이전 단지의 경우 ‘옥외공간’이 41.9%로 2000년 이후 단지가 20% 내외의 수준인 것에 비해 약 두 배 높게 나타났다. 반면 2010년 이후 준공 주택에서는 커뮤니티시설의 에너지 절감이 필요하다는 의견이 상대적으로 높게 나타났다.

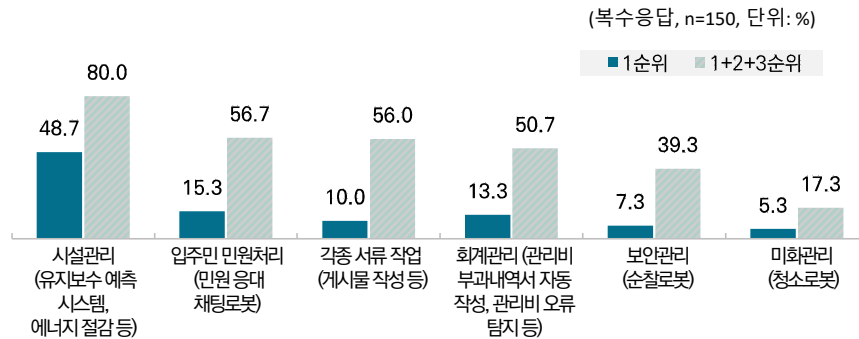
이러한 차이는 단지의 시설 구성과 기술 설치 수준에 따른 것으로 해석된다. 준공연도가 오래된 단지는 센서가 설치되지 않은 조명 시설이 많아 복도 및 계단 조명의 에너지 절감에 대한 요구가 높은 것으로 해석된다. 2010년 이후 준공 단지의 경우 커뮤니티시설이 다양하고 면적이 넓어 에너지 사용량이 많고 절감에 대한 수요 역시 높게 나타났다. 반면, 2000년 이전 단지는 커뮤니티시설이 많지 않아 상대적으로 옥외공간에 대한 에너지 절감 수요가 높은 것으로

분석된다.

시설별 절감 필요 항목에 대한 관리직원의 의견 조사 결과, 전체적으로 ‘조명’(44.1%)과 ‘대기전력’(23.3%)의 절감 필요성이 높게 나타났다. 그러나 시설 유형별로는 차이가 있었다. ‘지하주차장’, ‘복도 및 계단’, ‘옥외공간’, ‘보안시스템’에서는 ‘조명’이 가장 높은 절감 항목으로 확인되었으며, ‘기계설비’와 ‘엘리베이터’는 ‘대기전력’, ‘커뮤니티시설’은 ‘냉방’의 절감 필요성이 가장 크게 나타났다.

3. AI 기반 에너지 관리 기술 도입의 편익과 장애요인

관리업무는 시설관리를 비롯해 입주민 민원처리, 회계관리, 보안관리, 미화관리, 각종 서류 작업 등으로 다양하게 구성된다. 응답자들은 이 가운데 가장 큰 변화가 예상되는 영역으로 ‘시설관리’(80.0%)를 지목했다. 이는 공동주택의 에너지 사용과 안전이 대부분 공용부 설비의 운영·유지관리와 직결되기 때문으로 해석된다. 즉, AI 기반 예측 진단, 자동 제어, 고장 감지 등의 기술 적용 가능성이 가장



[그림3] AI기술 도입으로 가장 큰 변화가 예상되는 관리업무

(표 8) 기술에 대한 기대 편익(1+2+3순위)

구분	표본수	업무 효율화		비용 절감		결함 감지		전문성 보완		온실가스 감축		p <sup>2</sup>	
		(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)		
전체	150	138	92.0	130	86.7	75	50.0	56	37.3	51	34.0		
단지 규모	300세대 미만	37	34	91.9	33	89.2	22	59.5	14	37.8	8	21.6	26.8*
	300세대~1,000세대 미만	87	80	92.0	79	90.8	41	47.1	25	28.7	36	41.4	
	1,000세대 이상	26	24	92.3	18	69.2	12	46.2	17	65.4	7	26.9	
준공 연도	2000년 이전	31	27	87.1	29	93.5	17	54.8	7	22.6	13	41.9	31.8*
	2000년~2009년	44	41	93.2	37	84.1	23	52.3	10	22.7	21	47.7	
	2010년~2019년	45	42	93.3	37	82.2	18	40.0	25	55.6	13	28.9	
	2020년 이후	30	28	93.3	27	90.0	17	56.7	14	46.7	4	13.3	

\* p < .05 수준에서 통계적으로 유의함.

높은 분야가 시설관리임을 시사한다. 결국 AI 기술 도입이 관리업무 전반에 영향을 미치더라도, 그 중심축은 시설관리의 효율화와 안전성 향상에 두어야 함을 보여준다.

기술 도입을 통해 기대되는 편익은 ‘업무 효율화’(92.0%)와 ‘비용 절감’(86.7%), ‘결함방지’(50.0%) 순으로 나타났다. 에너지 절감 기술 개발에 대한 정부의 주요 목표 중 하나인 ‘온실가스 감축’에 대한 기대는 34.0%로 상대적으로 낮은 편이었다. 즉, 온실가스 감축이라는 기술 개발 및 정부 정책의 대의명분과 현장에서의 요구 간에는 차이가 있었다. 단지규모에 따른 기대 편익의 차이가 유의하게 나타났는데, ‘300세대 미만’은 ‘결함 감지’(59.5%), ‘300세대~1,000세대 미만’은 ‘온실가스 감축’(41.4%), ‘1,000세대 이상’은 ‘전문성 보완’(65.4%)이 상대적으로 높게 나타났다. 준공년도에 따라서는 ‘온실가스 감축’은 ‘2000년~2009년’(47.7%), ‘2000년 이전’(41.9%)이 상대적으로 높게 나타났다. 노후 단지의 에너지 효율 개선에 대한 필요성은 크게 나타났지만, 개방형 문항 응답에서는 초기 설치비에 대한 부담으로 인한 정책적 지원의 필요성이 함께 제기되었다.

반면, AI 기술 도입으로 예상되는 문제로는 ‘설치·유지 비용’(64.0%)이 가장 높았고, 그 다음으로 ‘유지관리의 어

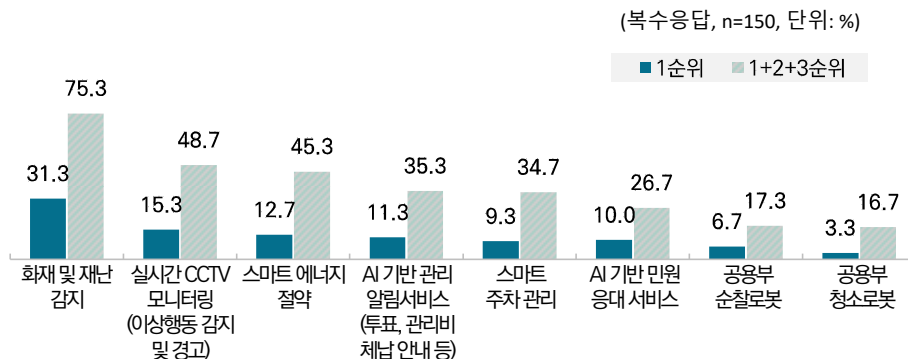
려움’(52.7%), ‘오류로 인한 통제력 상실’(48.7%)이 뒤를 이었다. 특히 비용과 유지관리에 대한 우려는 개방형 문항에서도 가장 높게 나타났다. 비용 문제는 단순히 초기 설치 비용에 대한 우려뿐만 아니라, 설치 이후 지속적으로 발생하는 유지관리 비용에 대한 우려가 포함된다. 응답자 연령과의 교차분석 결과, 기술 도입으로 예상되는 예시 문항 전체와의 통계적 유의성은 부족하나, 응답자 연령이 ‘60세 이상’의 경우 ‘유지관리의 어려움’과 ‘오류로 인한 통제력 상실’이 각각 60.0%로 다른 연령에 비해 높게 나타나는 경향성을 보였다. 이는 고연령 관리자 그룹에서 새로운 기술의 작동 오류나 제어 한계에 대한 불안감이 상대적으로 크다는 점을 시사한다.

종합하면, 기대 효과로 업무 효율화와 비용 절감이 가장 높게 나타나 관리직원이 기술 도입을 ‘비용 절감 수단’이자 ‘업무 부담 경감 수단’으로 인식하고 있는 것으로 분석된다. 그러나 동시에 설치·유지 비용 부담과 유지관리 어려움이 도입의 주요 문제점으로 지적되고 있다. 결국 초기 투자비 절감과 유지관리 용이성이 정책 지원과 기술 개발 모두에서 핵심요소로 고려해야 함을 시사한다.

한편, AI 기술을 통해 입주민에게 제공할 수 있는 유용한 서비스로는 ‘화재 및 재난 감지(75.3%)’가 가장 높게 나타

〈표 9〉 기술 도입으로 예상되는 문제(1+2+3순위) (n=150, 단위: %)

구분	표본수	설치 및 유지 비용	유지관리의 어려움	오류로 인한 통제력 상실	새로운 기술에 대한 적응	관리 업무 증가	개인정보 유출	입주자 민원	데이터의 유실	전기사용량 증가	9 <sup>2</sup>	
전체	150	64.0	52.7	48.7	40.0	36.7	19.3	16.0	12.7	9.3		
소장 연령	50세 미만	25	52.0	32.0	44.0	40.0	40.0	24.0	28.0	24.0	16.0	26.958
	50-59세	80	71.3	55.0	43.8	37.5	36.3	17.5	13.8	12.5	11.3	
	60세 이상	45	57.8	60.0	60.0	44.4	35.6	20.0	13.3	6.7	2.2	



〈그림4〉 AI 기술을 통해 입주민에게 제공할 수 있는 유용한 서비스

나 안전 확보에 대한 수요가 두드러졌다. 이어 ‘실시간 CCTV 모니터링(48.7%)’이 뒤를 이어 보안과 범죄 예방 측면의 기대도 확인되었다. ‘에너지 절약’은 45.3%로써 안전·보안 중심의 서비스와 더불어 에너지 절감이 중요한 요소로 자리매김하고 있음을 확인할 수 있다. 권오정 외(2024)의 연구에서도 입주자들은 주거서비스 중 ‘안전’ 항목에 높은 수요를 보였으며, 이용 의향 및 지불의사를 나타냈다. 이는 입주민 서비스 차원에서 에너지 절감 기능이 단순한 비용 절감을 넘어, 안전·보안 서비스가 있어야 기술 도입이 성공적으로 자리매김할 수 있음을 보여준다. 따라서 향후 기술 개발과 정책 지원은 안전·보안 서비스와 병행하여 에너지 절감 성과를 입주민이 실질적으로 체감할 수 있도록 연계하는 전략이 필요하다.

## V. 결론

본 연구는 공동주택 관리직원을 대상으로 공용부 AI 기반 에너지 관리 기술에 대한 인식과 요구를 분석함으로써, 향후 기술 및 서비스 개발 방향을 구체화하고 기축 공동주택의 에너지 절감 성과 제고와 탄소중립 목표 달성을 위한 실효성 있는 정책·기술 전략 수립의 기초자료를 제공하고자 하였다. 주요 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 관리직원들은 AI 기반 에너지 관리 기술 도입에 대한 필요성을 높게 인식하고 있으며(67.3%), 기술 도입을 통해 업무 효율화와 비용 절감, 결합 감지의 효과를 기대하고 있었다. 관리직원을 대상으로 한 직접적인 선행연구는 부족하지만, 스마트홈 관련 입주자 대상 연구(변혜령 외, 2021; 이성훈, 최민섭, 2015; Wilson et al., 2017)에서도 편의성, 비용 절감, 안전성이 주요 기대 효과로 보고되어 유사한 경향을 보였다. 이 중 업무효율화는 입주자가 인식하는 편의성에, 결합 감지는 안전성에 대응하는 측면으로 해석할 수 있다. 또한, Sovacool과 Del Rio(2020)가 실시한 전문가 인터뷰에서 스마트홈 기술의 가장 큰 이점으로 ‘에너지 절약’(80.65%), ‘편의성과 제어성’(80.65%)이 공동 1순위로 나타나 본 연구결과와 일관된 맥락을 보인다. 한편, 온실가스 감축은 가장 낮은 순위로 나타났는데, 이는 정부 차원의 AI 기술 지원이 탄소중립 및 온실가스 감축을 목표로 하는 것과 달리, 현장 관리직원들은 업무 효율화, 비용 절감, 안전 확보를 보다 실질적인 우선 과제로 인식하고 있음을 시사한다. 따라서 관리직원이 기대하고 있는 실효적인 시스템 설계를 정책적으로도 강조할 필요가 있다. 특히

직관적인 인터페이스, 고장 예측 기능, 유지관리 비용 절감형 기술 구조를 포함한 실무 중심의 설계 기준 마련이 필요하다.

둘째, 기술도입의 주요 장애요인으로서는 설치 및 유지 비용과 유지관리의 어려움, 오류로 인한 통제력 상실이 지적되었다. 이러한 요인은 준공년도에 따른 기술 필요성 인식 차이, 상용화된 기술 사용 중 겪은 어려움, 교육 지원 필요성과 연계해 볼 때, 단순한 기술적 문제가 아니라 제도적·정책적 지원과 밀접히 관련되어 있음을 알 수 있다. 준공년도에 따라 단지의 시설 차이가 큰 현실에서, AI 관련 기반 시설이 부족한 노후 단지에는 초기 투자비 보조와 같은 재정적 지원의 필요성이 있다. 통계상 유의한 결과는 2000년 이전 준공과 이후 준공 단지로 크게 나뉘어 차이가 있는 것으로 나타났지만, 사실 공동주택은 시기별로 다양한 기술과 규제를 적용받아 건축되었으며 설치된 시설의 종류 또한 단지별로 차이가 있기에 기술은 개별 단지에 따른 다차원적 요구에 유연하게 대응할 수 있어야 한다. 다양한 조건에도 연동 가능하되 관리 운영이 용이한 포용적 기술개발이 요구된다.

유지관리 어려움은 교육 및 지원 체계 구축의 필요성을 시사한다. 정책적 지원은 기술의 보급 이후 유지관리 단계까지 확대되어야 하며, 사용자가 안정적으로 기술을 활용해 업무효율화를 달성할 수 있도록 교육과 지원 등 소프트웨어적 측면이 고려되어야 한다. 사용자는 기술을 통한 비용절감 만큼이나 업무효율화를 기대하며, 유지관리의 어려움은 업무효율화를 저해하는 요인이 된다. 기술의 조기 확산을 위해 초기 투자비에 대한 정책적 지원이 도움은 되지만, 유지관리의 편리함과 관리 역량 강화 지원이 없이는 기술의 지속가능성과 확장성을 담보하기 어렵다. 신재생 에너지 시스템이 정책적 지원으로 빠르게 확산되었으나 유지관리의 어려움으로 인해 필요성 인식은 낮았던 사례를 교훈삼아야 한다. 이러한 접근은 Orlikowski와 Barley(2001)가 제시한 제도와 기술의 상호작용 논의와도 맥락을 같이하며, 기술 발전이 단순한 장비 도입을 넘어 제도적 기반과 운영 체계 지원을 필요로 함을 보여준다.

셋째, 관리직원들은 기술을 통해 에너지 절감을 실현함과 동시에 안전 문제 해결에도 도움이 되기를 기대하고 있었다. 개발이 필요한 기술로는 ‘누전·정전 탐지’, ‘CCTV·센서 기반 스마트 조명 제어’가 상위에 올랐다. 입주민 서비스 측면에서도 ‘화재·재난 감지’와 ‘CCTV 모니터링’과 같은 안전·보안 서비스에 대한 수요가 높게 나타났으며, 에너지 절약 기능은 세 번째 순위로 조사되었다. 관리직원 입

장에서는 입주민 대상 서비스에 있어 에너지 절감 보다 안전·보안 기능에 관심있는 것으로, 이는 관리직원이 안전 분야를 중요하게 인식하고 있다는 기존의 연구결과와 일치한다(김정인, 지은영, 2019; Chong et al., 2019). 입주민 입장에서 안전은 중요한 문제로(권오정 외, 2024), 향후 공동주택 대상 AI 기술 개발과 정책 지원은 안전·보안 서비스와 병행하여 입주민이 체감할 수 있는 에너지 절감 성과를 실질적으로 강화하는 방향으로 추진될 필요가 있음을 시사한다.

마지막으로, 기존 입주자 수요 조사 및 전문가 조사 결과와 마찬가지로, 데이터 보안에 대한 우려가 확인되었다. Sovacool과 Del Rio(2020)의 연구에서도 전문가 인터뷰 응답자 31명 중 25명(80.6%)이 개인정보 보호와 보안, 기술적 신뢰성에 대해 잠재적 위협으로 지목하였다. 또한 Ghorayeb et al.(2021)과 Wilson et al.(2017)의 연구에서도 잠재적 사용자 집단이 개인정보 유출과 시스템 신뢰성 부족에 대해 우려를 표한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 AI 기반 에너지 관리 기술의 확산을 위해서는 기술적 신뢰성 검증 체계 구축과 데이터 보안 강화 정책이 병행되어야 함을 시사한다.

본 연구는 공동주택 공용부 관리의 주요 이해관계자인 관리직원을 대상으로 실증자료를 제시함으로써 기존 입주자 중심 연구의 한계를 보완하였으며, 기술 개발자의 의견을 반영하여 기술 개발에 필요한 실질적 데이터를 수집하였다는 점에서 학문적·실무적 의의를 가진다. 또한, 기술 보급 초기 단계에서 설치비 지원뿐 아니라 유지관리 지원 및 기술 신뢰성 검증체계 마련의 필요성을 확인하였다. 다만, 조사 대상이 위탁관리회사를 통해 모집된 표본에 한정되어 있어 표본 대표성의 한계가 존재하며, 이에 따라 연구 결과의 일반화에는 주의가 필요하다. 그럼에도 불구하고, 공용부 관리자를 중심으로 AI 기반 에너지 관리 기술에 대한 요구를 분석했다는 점에서 기존 연구와의 차별성을 지닌다. 향후에는 이러한 한계를 보완한 추가 실증 연구와 함께, 입주자 조사를 포함하여 공용부와 전유부를 포괄하는 통합형 AI 에너지 관리 모델을 제시할 필요가 있다. 아울러, 기술 도입 전후의 장기적 성과 분석과 AI 기반 제어의 실제 절감 효과 검증이 이루어져야 한다.

주제어: 공동주택, 공용부, 에너지 절감, AI, 요구도 조사

## REFERENCES

- 권오정, 김민기, 장미선(2024). 통합공공임대주택 예비입주민의 주거서비스 요구 및 이용 의향. *한국생활과학회지*, 33(1), 155-169.
- 국토교통부(2021). *국토교통부 탄소중립 로드맵*. 세종: 국토교통부.
- 국토교통부(2025). 건물부문 탄소중립, 공공에서 민간까지 확산한다, [https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m\\_71/dtl.jsp?lcmepage=1&id=95091133](https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmepage=1&id=95091133)에서 인출.
- 김정인, 지은영(2019). 공동주택 관리사무소장의 주택관리업무 인식. *한국주거학회논문집*, 30(6), 45-53.
- 변혜령, 박수연, 최령, 이순복(2021). 스마트하우징 주거서비스 방향 설정을 위한 거주자 요구에 관한 연구. *한국주거학회논문집*, 32(6), 91-100.
- 서울특별시(2024). *서울특별시 탄소중립 녹색성장 기본계획(2024~2033)*. 서울: 서울특별시.
- 염태준, 김봉찬, 서동구(2024). 스마트하우징 활성화를 위한 전문가 인식조사 연구. *한국산학기술학회논문지*, 25(2), 559-566.
- 이명주, 윤영호, 조해성(2019). *주거플랫폼 기술개발사업 기획 최종보고서*. 안양: 국토교통과학기술진흥원.
- 이성훈, 최민섭(2015). 에코세대의 스마트홈 특성가치가 이용만족도에 미치는 영향에 관한 연구. *부동산학연구*, 21(1), 103-131.
- 이종호, 황은경, 서동구, 이재욱(2021). 스마트하우징 활성화를 위한 건설 분야의 연구동향 분석: 등재학술지를 중심으로(2000~2020). *생태환경건축학회지*, 21(5), 67-74.
- 한국부동산원(2025). *2024 건물에너지사용량통계*. 대구: 한국부동산원.
- 한국부동산원, 국토교통부(2025). 공동주택 관리시장 규모, <https://www.k-apt.go.kr/>에서 인출.
- Aldrich, F. K. (2003). Smart Homes: Past, Present and Future. In R. Harper(Eds.), *Inside the Smart Home* (pp. 17-39). London: Springer.
- Arcipowska, A., Anagnostopoulos, F., Mariottini, F., & Kunkel, S. (2014). *Energy performance certificates across the EU: Assessing implementation and impact*. Brussels: Buildings Performance Institute Europe.
- Balta-Ozkan, N., Amerighi, O., & Boteler, B. (2014). A

- comparison of consumer perceptions towards smart homes in the UK, Germany and Italy: Reflections for policy and future research. *Technology Analysis & Strategic Management*, 26(10), 1176-1195.
- Bhati, A., Hansen, M., & Chan, C. M. (2017). Energy conservation through smart homes in a smart city: A lesson for Singapore households. *Energy Policy*, 104, 230-239.
- Chong, A. K. W., Mohammed, A. H., Abdullah, M. N., & Rahman, M. S. A. (2019). Maintenance prioritization-A review on factors and methods. *Journal of Facilities Management*, 17(1), 18-39.
- Darby, S. J. (2017). Smart technology in the home: Time for more clarity. *Building Research & Information*, 46(1), 140-147.
- Ghorayeb, A., Comber, R., & Gooberman-Hill, R. (2021). Older adults' perspectives of smart home technology: Are we developing the technology that older people want?. *International Journal of Human-Computer Studies*, 147, 102571.
- Jami, S., Forouzandeh, N., Zomorodian, Z. S., Tahsildoost, M., & Khoshbakht, M. (2021). The effect of occupant behaviors on energy retrofit: A case study of student dormitories in Tehran. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123556.
- Long, T. B., Young, W., Webber, P., Gouldson, A., & Harwatt, H. (2014). The impact of domestic energy efficiency retrofit schemes on householder attitudes and behaviours. *Journal of Environmental Planning and Management*, 58(10), 1853-1876.
- Lutolf, R. (1992). Smart home concept and the integration of energy meters into a home based system. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Metering Apparatus and Tariffs for Electricity Supply 1992*(p277), Glasgow, UK.
- Marikyan, D., Papagiannidis, S., & Alamanos, E. (2019). A systematic review of the smart home literature: A user perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 138, 139-154.
- Ministry of Digital Development and Information. (2024). *Smart Nation 2.0: A thriving digital future for all*. Singapore: Government of Singapore.
- Orlikowski, W. J., & Barley, S. R. (2001). Technology and Institutions: What Can Research on Information Technology and Research on Organizations Learn from Each Other?. *MIS Quarterly*, 25(2), 145-165.
- Sovacool, B. K., & Del Rio, D. D. F. (2020). Smart home technologies in Europe: A critical review of concepts, benefits, risks and policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 120, 109663.
- Wilson, C., Hargreaves, T., & Hauxwell-Baldwin, R. (2017). Benefits and risks of smart home technologies. *Energy Policy*, 103, 72-83.
- Yang, H., Lee, W., & Lee, H. (2018). IoT smart home adoption: the importance of proper level automation. *Journal of Sensors*, 2018, 6464036.

Received 19 September 2025;

1st Received 14 October 2025;

Accepted 17 October 2025