

---

# 확장된 기술수용모델을 이용한 가정용 에너지 수요반응 프로그램 실증분석

## Extended TAM Analysis of a Residential DR Pilot Program

정은아, Euna Jung\*, 이경은, Kyungeun Lee\*\*, 김화영, Hwayoung Kim\*\*, 정소라, Sora Jeong\*\*, 이효섭, Hyoseop Lee\*\*, 서봉원, Bongwon Suh\*\*, 이원중, Wonjong Rhee\*\*\*

---

**요약** 전력 수요가 증가하고 재생 가능 에너지에 대한 관심이 증폭됨에 따라, 수요를 억제하여 필요한 공급량을 줄일 수 있는 '수요반응' 프로그램에 대한 관심이 증가하고 있다. 본 연구는 가정에 스마트미터를 구비한 국내 사용자들을 대상으로 진행된 에너지 수요반응 실증사업에 대한 실증분석으로, 사전심층 인터뷰, 설문 및 기술수용모델 분석을 통하여 가정 전력 사용자들이 수요반응 프로그램을 받아들이는 데 중요한 요인들을 살펴본다. 수요반응의 목표는 피크시간대에 미션이 발령되면 전력사용량을 평소보다 줄이는 것이며, 실험대상은 스마트미터 구입 경로와 에너지를 절감했을 때 보상받는 방식에 따라 2개의 상이한 집단으로 구성되었다. 집단 A는 주로 IoT플랫폼 서비스에 가입하는 과정에서 마케팅과의 대화를 통해 전체 서비스 중 하나인 스마트미터 서비스에 함께 가입하는 경로로 수요반응 프로그램에 유입되었고, 보상으로는 통신비 할인을 받았다. 반면 집단 B는 스마트미터를 자발적으로 구매하거나 에너지 자립 마을 지역주민으로서 지자체 지원을 통해 스마트미터를 지원 받아 프로그램에 유입되었고, 미션 성공에 대한 보상은 사회적 기부를 통해 이루어졌다. 분석 결과 집단 A는 인지된 용이성과 인지된 유용성 외에 인지된 유희성도 포함된 확장된 기술수용모델이 적합함을 알 수 있었고, 집단 B는 모델의 적합도가 떨어지는 하지만 집단 A에 비해 인지된 유용성에 대한 중요도가 높음을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과는 집단 특성에 따른 프로그램 설계 방향을 제시하여 향후 수요반응 프로그램을 효과적으로 운영하는 데에 도움을 줄 것으로 보인다.

**Abstract** While electricity demand is generally increasing, stably controlling supply is becoming a serious challenge because renewable energies are becoming popular and often their productions are dependent on the weather. The 'demand response' programs can be used to complement the problems of renewable energies, and therefore their role is becoming increasingly important. This study provides an analysis of a demand response pilot that was conducted in Korea. The study first focused on questionnaire surveys and in-depth interviews, and the data was used to perform a Technology Acceptance Model (TAM) analysis. The goal of the pilot was to have the residential users reduce their power consumptions when an energy reduction mission is issued during peak load hours. The experimental subjects consisted of two groups with different characteristics. Subjects in group A obtained smart meters as an optional function of IoT platform service provided by a mobile service company, and received a charge deduction as their compensation. Subjects in group B either voluntarily purchased smart meters as individuals or received them by participating in an energy self-sufficient village program that was run by a local government, and were entitled to a donation as their compensation. With the analysis, group A was found to fit the extended technology acceptance model that includes perceived playfulness in addition to perceived ease of use and perceived usefulness. On the contrary, group B failed to fit the model well, but perceived usefulness was found to be relatively more important compared to group A. The results indicate that the residential energy groups' behavior changes are dependent on each group's characteristics, and group-specific DR design should be considered to improve the effectiveness of DR.

**핵심어:** *Extended Technology Acceptance Model (TAM), Residential Demand Response (DR), Peak Reduction*

---

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다(No. 20161210200410).

\*주저자 : 서울대학교 융합과학기술대학원 융합과학부 석박통합과정

\*\*공동저자 : 서울대학교 융합과학기술대학원 융합과학부 석박통합과정, 유씨드 책임연구원, 유씨드 대표, 인코어테크놀로지스 연구소장, 서울대학교 융합과학기술대학원 융합과학부 부교수

\*\*\*교신저자 : 서울대학교 융합과학기술대학원 융합과학부 부교수, wrhee@snu.ac.kr

■ 접수일 : 2017년 9월 18일 / 심사일 : 2017년 10월 9일 / 게재확정일 : 2017년 11월 8일

## 1. 서론

우리나라의 전력 수요는 매우 빠른 속도로 증가하고 있다. 실제 2007년 대비 2016년의 전력 소비는 약 30.3% 증가하였으며, 이는 같은 기간 해외의 주요 선진국의 전기 소비 증가율(미국 -1.4%, 일본 -11.8% 등)에 비해 상당히 높은 수준이다[1]. 뿐만 아니라, 최근 이상기온 현상과 더불어 상대적으로 저렴한 전력 자원의 특징 때문에 냉난방 설비의 주요 에너지원이 전기로 전환되면서 최대전력수요(Peak Load)의 상승 또한 가속화되고 있는 추세이다[2]. 이렇듯 전력 수요는 기하급수적으로 늘어나고 있는 반면, 이와 균형을 이루어야 할 전력 공급 체계 증설은 기존 설비 노후 및 신규 설비 건설 부지 부족 등으로 인하여 한계를 겪고 있다. 이와 같은 전력 수급의 불안정성을 해소하기 위한 방안으로, 정부는 2014년 11월 아시아 최초로 수요자원 거래시장(Demand Response Market, DR Market)을 운영하기 시작하였으며 2015년부터는 가정용 수요반응에 대한 실증사업을 진행 중이다.

### 1.1 가정용 수요반응 (Residential Demand Response)

수요반응(Demand Response, DR)이란 전기 수요자들이 금전적 보상이나 전기료 감축 등의 인센티브에 의해 전기 소비를 조절하는 것을 말한다[3]. 현재 국내에서는 피크감축DR과 요금절감DR의 두 가지 형태로 수요반응 프로그램이 진행되고 있다. 피크감축DR은 전력계통 운영 중 대규모 발전기 고장, 수요 예측 오차 및 수급위기 등의 상황에서 전력거래소의 급전지시에 따라 의무적으로 수요 감축 의무를 이행해야 하는 프로그램을 말한다. 요금절감DR은 소비자들이 하루 전 전력시장 입찰에 자발적으로 참여하여 발전사들과 가격경쟁을 통해 다른 자원보다 저렴한 경우 낙찰되어 해당 시간에 수요 감축을 이행하는 프로그램이다[4]. 이러한 방식의 수요반응 프로그램 도입을 통해, 기존 공급 중심의 전력 수급 체계에서 수요 중심, 즉 소비자 중심(end-user)의 전력 수급 체계로 전환할 수 있는 계기가 마련되었다. 추가적인 발전 설비의 건설 없이도 전력 수급 불균형 문제를 완화할 수 있다는 점에서 수요자원은 친환경 발전자원으로 주목받고 있으며, 미국을 중심으로 빠른 속도로 발전하고 있다[4].

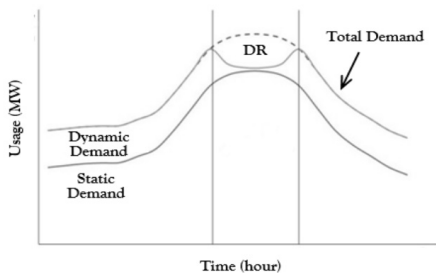


그림 1. 수요반응 개념[4]

1970년대 미국에서 시작된 수요자원 거래시장은 현재까지 주로 산업용과 같은 대규모 전력 소비자를 주요 고객으로 하여 운영되었다. 그러나 대규모 전력 소비자는 필수 소비 전력량 이상으로 수요를 감축할 수 없고, 산업용 수요자원은 언제든지 사용할 수 있는 자원이 아니라는 등의 한계점을 갖는다[4]. 반면 가정용과 같은 소규모 전력 소비자의 경우, 전력 부하 시간대와 수요량의 변동이 크기 때문에 감축 유동성이 매우 높다는 특성을 갖는다. 또한 이러한 소규모 수요자원은 자동화기기를 이용한 제어를 통해 필요시 언제든지 활용이 가능하다[5]. 이에 한국 정부는 2015년 10월, 가정용 수요반응 거래시장을 포함한 중장기 수요자원 거래시장 발전 방안을 제시하고, 2016년부터 다양한 전력 소비자가 참여하는 가정용 수요반응에 대한 실증운동을 시작하였다[4]. 이 때, 가정용 전력 사용자의 수요반응 프로그램에 대한 이해를 높이는 목적으로, 수요감축 요청을 '에너지 미션(Energy Mission)'이라는 서비스로 구성하여 프로그램이 진행되었다. 이하 본 논문에서 '미션(Mission)'이란 수요감축 요청을 의미한다.

가정용 수요반응 프로그램의 경우, 에너지 절약 관련 의식 수준 및 실천 의지가 다양한 소비자들이 참여하기 때문에, 보다 효과적으로 소비자들의 자발적 실천을 이끌어내려는 노력의 일환으로 소비자들의 특성을 파악하여 시장 운영 전략에 반영하는 과정이 매우 중요하다. 하지만 한국의 경우, 현재 가정용 수요자원 거래시장이 실증운영 단계에 있어 소비자들의 인구 특성, 프로그램에 대한 반응, 그리고 태도와 의식을 체계적으로 분석한 연구 사례가 존재하지 않는다. 본 연구는 효과적인 시장 운영전략 구성을 위한 가정용 수요반응 시스템과 가정 수요자들의 상호작용(interaction)을 다룬다.

### 1.2 기술수용모델 (Technology Acceptance Model, TAM)

가정용 수요반응 프로그램과 같은 새로운 IT 프로그램 도입에 대한 사용자의 수용 및 태도와 관련된 요인 분석을 위한 기법으로, Information System(IS) 분야에서는 기술수용모델(Technology Acceptance Model, TAM)이 활발히 사용되어 왔다[6,7,8]. TAM은 컴퓨터나 소프트웨어 등의 기술 사용자들이 기술을 수용하게 되는 데 영향을 미치는 변수가 무엇인지 알아내고 이를 통해 실제 사용 행동을 예측하는 데에 널리 사용되어 온 모델로, 1989년 Davis의 최초 제안 이후 지속적인 보강과 확장을 통해 다양한 분야에 사용되고 있다[6]. 이는 Fishbein과 Ajzen의 합리적 행동 이론(Theory of Reasoned Action)을 기반으로 하여 기술 사용에 대한 믿음이 그 기술에 관한 태도나 의도에 영향을 준다는 것을 과학적으로 밝혀낸 모델이며, 오랜 기간 동안 다수의 연구에 의해 유효성이 검증되었다.

초기 기술수용모델은 인지된 유용성(Perceived Usefulness,

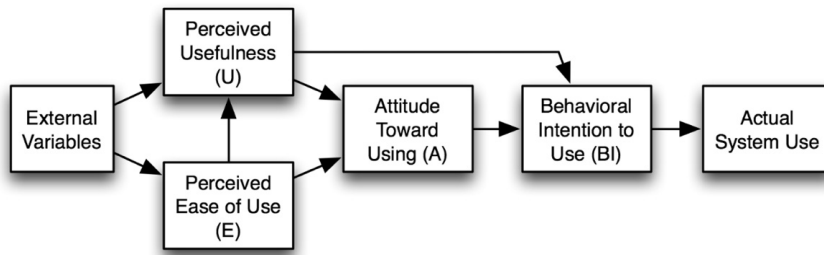


그림 2. 초기 기술수용모델[9]

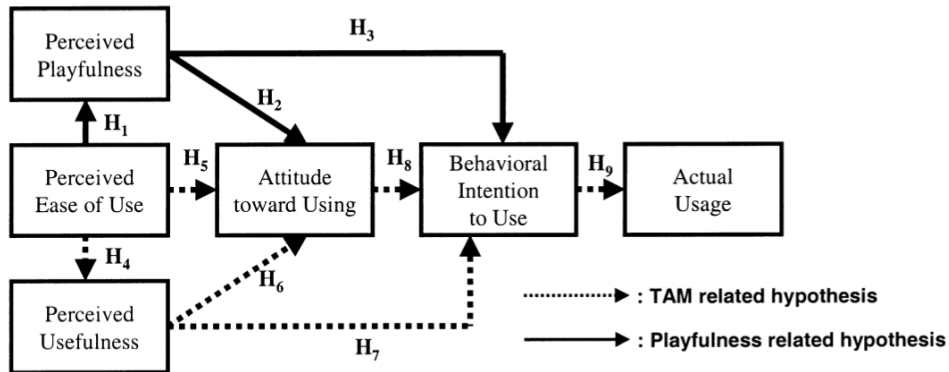


그림 3. 인지된 유희성(Perceived Playfulness)이 추가된 확장된 기술수용모델(Extended TAM)[10]

PU)과 인지된 용이성(Perceived Ease of Use, PEOU)이 사용 태도(Attitude toward Using, A)에 영향을 미친다는 것을 보이고, 나아가 이 같은 변수들과 기술 이용 의도(Behavioral Intention to Use, BIU) 및 실제 사용 행동과의 관계성을 설명하였다[9](그림 2). 이후 많은 연구자들이 다양한 상황과 기술에 맞는 '확장된' 기술수용모델(extended TAM)을 개발하였는데, 그 과정에서 기술 수용에 영향을 미치는 요인으로 '재미'나 '유희' 요소를 제시한 연구들 또한 발표되었다. 이와 관련하여 2001년에는 사용 태도를 통해 이용 의도에 영향을 미치는 변수로서 인지된 유희성(Perceived Playfulness, PP)이 추가된 모델이 제시되었고, 이로 인해 유희성이 이용 의도에 미치는 영향을 체계적으로 연구할 수 있게 되었다[10](그림 3).

본 연구에서는 고객들이 가정용 수요반응 프로그램을 어떻게 받아들이는지에 대해 보다 체계적으로 파악하기 위하여 TAM 기법을 활용한다. 초기 모델의 인지된 유용성과 인지된 용이성 이외에 추가되는 요인 확인을 위하여, 온라인 설문 조사 이전에 임의로 선정된 소수 고객을 대상으로 별도의 사전 조사를 진행하였다. 사전 조사를 통해 도메인 지식의 간섭을 최소화하고 모든 잠재적 요인에 대해 탐색함으로써, 참여자들의 수요반응 프로그램 이용 현황 및 지속적인 이용을 위한 핵심 요소 파악을 목표로 하였다.

## 2. 연구방법

본 연구는 2016년 한국에서 1년 동안 진행된 가정용 에너지 수요반응 실증사업 참여 고객을 대상으로 진행되었다. 본 프로그램이 가입 경로 및 보상 방식에 대하여 매우 다른 특성을 가지는 두 개의 다른 집단들에 대해 진행되었던 관계로, 본 연구의 구성도 이에 상응하도록 이루어져 있다. 설문조사 문항들은 사전 조사를 통해 수집된 의견을 토대로 구성되었다.

### 2.1 조사 대상

본 설문조사는 서로 다른 가입 경로 및 보상 방식을 가지는 두 개의 집단에 대하여 진행되었다. A집단은 IoT(Internet of Things) 플랫폼 서비스를 이용하는 통신사 고객들 중 스마트미터(smart meter)를 선택한 고객들로, 보상은 미선별 성공사례금을 합산하여 월별 통신비할인(현금성 보상)으로 제공되었다. B집단은 스마트미터를 자발적으로 구매한 개인 고객 및 지자체 지원을 통해 스마트미터를 무상으로 제공받은 에너지 자립 마을 주민)을 포함하며, 보상은 사회 기부 형식(사회적 보상)으로 제공되었다.

A집단은 IoT플랫폼 사용을 위해 서비스에 가입하는 과정에

1) 에너지 자립 마을 주민 중 스마트미터의 설치를 자원한 주민을 대상으로 무상설치를 진행함.

서 스마트미터 서비스에 함께 가입하게 된 경우로, 주로 마케터와의 대화를 통하여 스마트미터 서비스를 선택했고 그 결과 수요반응 프로그램으로 유입되었다. 반면, B집단은 평소 에너지 문제에 대해 높은 관심도를 가지는 집단으로, 적극적인 검색을 통해 자발적으로 스마트미터를 구입하거나 에너지 자립 마을 주민인 경우 설치를 자원하여 수요반응 프로그램에 참여하게 되었다. 따라서 스마트미터 구입 동기의 자발적 의지 포함 여부에 따르면, B집단의 에너지 관련 문제에 대한 관심도가 A집단보다 훨씬 높다는 특성을 가진다. 표 1은 두 집단을 정리하여 보여주고 있다. 한편 본 연구에 있어서 두 집단의 구성 및 보상 방식의 결정에 대한 자유도는 없었다. 따라서, 본 연구는 주어진 두 집단을 분석하는 데 집중하였다.

표 1. 스마트미터 구입 경로와 미션 성공 보상 방식에 따른 집단 구분

집단 구분	스마트미터 구입 경로	보상 방식
A집단	(상대적으로) 비자발적	통신요금 감면 (현금성 보상)
B집단	매우자발적	사회기부 (사회적 보상)

## 2.2 조사 절차

설문조사에 앞서, DR 프로그램 지속 이용 의도에 추가적으로 영향을 미칠 수 있는 요인을 확인하기 위하여 심층 대면조사(2016.8~2016.10, 15명) 및 심층 전화조사(2016.8.4~2016.8.12, 71명)를 수행하였다. 대면조사를 통하여 기본적인 TAM의 변수로 알려져 있는 인지된 용이성과 인지된 유용성에 대한 필수 문항을 구성하는 동시에, 추가적인 자유 의견 수집을 통하여 잠재적인 요인에 대한 탐색을 진행하였다. 동시에 에너지 미션과 관련하여 인지적, 사용 행태적, 보상적 측면의 추가 정보 수집을 목적으로 한 전화조사를 진행하였으며, 이를 통해 보다 전반적인 미션 수행 내용에 대한 의견을 수집하고자 하였다. 사전 조사에서 여러 명의 고객으로부터 “재미”와 관련된 의견이 도출되었으며, 이와 관련된 구체적인 의견 수집 사례는 아래와 같다.

“메인 화면에서 실시간으로 현재 전력 사용량을 한 눈에 볼 수 있어 좋아요.” (고객3)

“아이들이 미션을 수행하는 것에 재미있어 해요. 교육도 되고 좋은 것 같아요.” (고객5)

이와 같은 사전조사 결과에 맞추어, 인지된 유희성이 추가된 확장된 TAM 기법이 본 연구에 적합할 것으로 예상되었다. 이에 따라 관련된 연구[10]를 참조하여 그림 4와 같은 TAM 연구 모형을 설계하고 가설을 설정하였다. 그리고 가설 검증은 위하여, 모형의 각 요소에 대하여 본 설문조사 문항을 구성하였다

(Appendix 1). 본 연구에 사용된 TAM 모형과 가설은 그림 4와 표 2에 정리되어 있다.

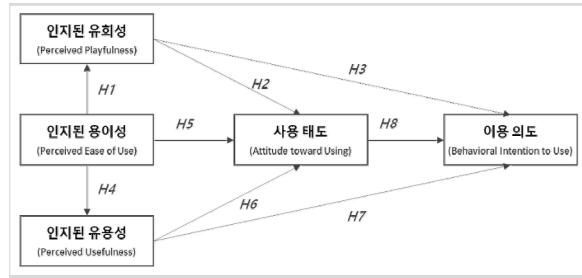


그림 4. TAM 연구 모형과 가설 경로

표 2. TAM 경로와 가설 설정

명칭	가설
H1	인지된 용이성은 인지된 유희성과 양의 관계를 갖는다.
H2	인지된 유희성은 사용 태도와 양의 관계를 갖는다.
H3	인지된 유희성은 이용 의도와 양의 관계를 갖는다.
H4	인지된 용이성은 인지된 유용성과 양의 관계를 갖는다.
H5	인지된 용이성은 사용 태도와 양의 관계를 갖는다.
H6	인지된 유용성은 사용 태도와 양의 관계를 갖는다.
H7	인지된 유용성은 이용 의도와 양의 관계를 갖는다.
H8	사용 태도는 이용 의도와 양의 관계를 갖는다.

사전조사를 바탕으로 연구 모형(그림 4)과 가설(표 2)을 설정한 후 진행된 본 설문조사는 A집단 217명(2017.01.23~2017.01.24), B집단 249명(2016.12.02~2016.12.12)을 대상으로 온라인을 통하여 진행되었으며, 에너지 미션에 참여한 경험이 적어도 한번 있는 기존 고객만을 대상으로 하였다. 조사는 그림 5의 순서대로 진행되었다.



그림 5. 온라인 조사 진행 과정

## 3. 분석결과

본 설문조사는 크게 세 가지 부분으로 구성되었다. (1)일반적 특성 파악을 위하여 성별과 연령 등 인구통계학적 특성을 파악하고자 하였고, (2)프로그램 참여 행태 및 의견 수집을 위하여 앱 이용 빈도, 미션 참여 횟수, 선호 보상 방법 등에 대해 조사하였다. 마지막으로 (3)TAM 분석을 위하여 2.2에서 제시한 연구 모형에 부합하는 요소들에 대하여 설문한 후 TAM 분석을 진행하였다.

### 3.1 조사 대상의 인구통계학적 특성

그림 6은 집단 별 조사 대상의 성별 및 연령에 대한 인구통계학적 특성의 차이를 보여주고 있다. A집단은 여성 응답자가 53.9%로 남성응답자에 비해 약간 많았던 반면, B집단은 남성 응답자가 76.3%로 여성 응답자에 비해 훨씬 많은 비중을 차지했다. 연령 면에서는 A, B집단 모두에서 30대(42.9%, 55.4%)가 차지하는 비중이 가장 높은 것으로 조사되었다.

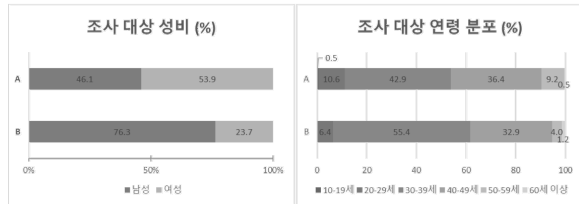


그림 6. 조사 대상 인구통계학적 특성

### 3.2 조사 대상의 수요반응 프로그램 참여 행태

프로그램 참여 행태 및 의견 수집을 위하여 총 세 개의 문항을 구성하여 설문 조사를 하였으며, 그 결과는 그림 7과 같다. 먼저 앱 이용 빈도 문항을 살펴보면, B집단이 A집단보다 더 자주 앱을 사용하고 있는 것으로 나타났다. 이는 B집단의 특성을 반영하며, 에너지 문제에 B집단이 A집단보다 더 큰 관심을 가

지고 있는 것으로 해석할 수 있다. 다음으로 미션 참여 횟수 문항에서는, A집단은 6회 이상(31.3%)이, B집단은 2~3회(37.3%)가 가장 많았다. 마지막으로, 3가지까지 중복응답을 허용한 선호 보상 문항에서는, A집단은 통신요금 할인(100%), 모바일 기프트콘(70.5%), 현금성 포인트 적립(64.1%) 순으로, B집단은 모바일 기프트콘(88.8%), 통신요금 할인(63.9%), 소외계층 기부(60.2%) 순으로 보상을 선호하는 것으로 조사되었다. 이를 통하여, 두 집단 모두기부와 같은 사회적 보상보다는 현금성 보상을 선호하는 것을 알 수 있다.

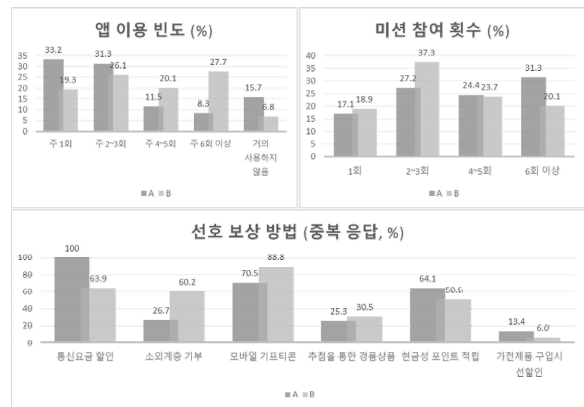


그림 7. 수요반응 프로그램 참여 행태

표 3. 확인적 요인분석 결과 (A집단)

요인	경로	변수	표준화 계수	S.E.	C.R.	P	평균분산 추출	개념신뢰도
인지된 용이성	→	App 사용 편의	0.830	0.071	12,751	***	0.71	0.88
	→	미션 참여 공지	0.881	0.071	13,526	***		
	→	미션 수행 피드백	0.774	-	-	-		
인지된 유용성	→	App 기능 유용성	0.831	0.072	13,160	***	0.88	0.94
	→	미션 참여 가치	0.890	0.071	12,993	***		
	→	미션 수행 보상	0.923	-	-	-		
인지된 유희성	→	App 사용 재미	0.864	0.052	17,799	***	0.73	0.89
	→	미션 수행 재미	0.916	-	-	-		
사용 태도	→	App 이용 만족도	0.890	0.044	20,964	***	0.82	0.90
	→	미션 참여 만족도	0.923	-	-	-		
이용 의도	→	App 지속 이용	0.901	0.065	14,873	***	0.79	0.92
	→	미션 지속 참여	0.819	0.071	13,179	***		
	→	미션 참여 추천	0.782	-	-	-		
기준치	-	-	-	-	-	-	> 0.5	> 0.7

### 3.3 TAM 분석(A집단)

설문조사 자료를 이용한 TAM 분석을 위하여, (1)문항의 신뢰도 및 변수 간 타당성을 확인하고, (2)모형의 적합도를 검증한 후, (3)구조방정식을 도출함으로써 가설 검증 및 TAM 정립을 수행하였다. 분석은 A집단과 B집단 모두에 대해 같은 방식으로 진행되었으나, B집단은 모형의 적합도 검증 단계에서 TAM이 적합하지 않은 것으로 분석되었다. 따라서, 본 단계에서는 A집단에 대한 분석 내용만을 제공하며, B집단에 대한 일부 분석 결과와 논의는 4장에서 제공된다.

#### 3.3.1 신뢰도 및 타당도 검증

전반적인 설문 모델의 적합도를 평가하기 위해 집중타당성과 판별타당성을 검증하였다. 집중타당성은 잠재변수와 관측변수 간의 관계를 검증하기 위한 것으로, 확인적 요인분석을 통해 판단할 수 있다. 판별타당성은 서로 다른 잠재변수 간의 차이를 검증하기 위한 것으로, 비제약 모델과 제약 모델 간 chi-square 값 차이를 분석함으로써 확인할 수 있다[11].

확인적 요인분석 결과, 각 TAM 변수에 대한 개념 신뢰도 값이 모두 기준치를 충족하여 모든 변수의 내적 일치성이 확인되었다(표 3). 판별타당성을 위한 분석에서도 모든 변수의 평균분산추출값이 기준치를 충족하여 잠재변수 간 독립된 구성 개념을 이루고 있음이 확인되었다(표 4).

표 4. 판별타당성 검증 결과 (A집단)

	chi-square	자유도	( $\Delta$ chi-square) / 자유도
비제약모델	173,1	89	
제약모델	209,2	90	36,1
기준치	-	-	> 3.84 (df=1)

#### 3.3.2 모형 적합도 검증

TAM 모형 적합도 검증을 위하여, 본 연구에서는 일반적으로 사용되는 8개의 지수를 계산하였다. 모형의 공분산 행렬이 적합한지를 판단하는 절대적합지수(Normed chi-square, GFI, AGFI, RMR, RMSEA)와 연구 모델이 영모델(모든 변수의 관계가 전혀 설정되지 않은 모델)보다 얼마나 잘 측정되었는지에 대한 증분적합지수(NFI, TLI, CFI)를 계산한 결과, 모든 지수에 대하여 기준치에 매우 근접하거나 기준치를 만족한다는 결론을 얻을 수 있었다[11](표 5).

표 5. TAM 모형 적합도 확인 결과 (A집단)

	Normed chi-square	GFI	AGFI	RMR	NFI	TLI	CFI	RMSEA
제안 모델	3.056	0.882	0.812	0.055	0.926	0.929	0.948	0.098
기준치	< 3	> 0.9	> 0.9	< 0.05	> 0.9	> 0.9	> 0.9	0.1~0.08

#### 3.3.3 구조방정식 도출

먼저, 확장된 TAM을 사용하여 가정용 수요반응 프로그램에 대해 사용자들이 갖는 인식, 태도 및 이용 의도 간의 관계를 설명하는 가설을 검증하였다. 각 가설에 대한 표준화 계수와 p-value, 채택 여부는 표 6에, 전체적인 모델과 경로별 수치는 그림 8에 정리되어 있다. H5(인지된 용이성은 사용 태도와 양의 관계를 갖는다.)의 경우, p-value와 무관하게, 표준화 계수가 음의 계수(-0.290)를 갖기 때문에 가설에 위배된다.

표 6. TAM 가설 검증 결과 (A집단)

가설	경로	표준화 계수	p-value	채택여부
H1	인지된 용이성 → 인지된 유희성	0,662	***	채택
H2	인지된 유희성 → 사용 태도	0,682	***	채택
H3	인지된 유희성 → 이용 의도	0,060	0,641	기각
H4	인지된 용이성 → 인지된 유용성	0,855	***	채택
H5	인지된 용이성 → 사용 태도	-0,290	0,027*	기각
H6	인지된 유용성 → 사용 태도	0,653	***	채택
H7	인지된 유용성 → 이용 의도	-0,034	0,728	기각
H8	사용 태도 → 이용 의도	0,920	***	채택

(p<.001 \*\*\*, p<.01 \*\*, p<.05 \*)

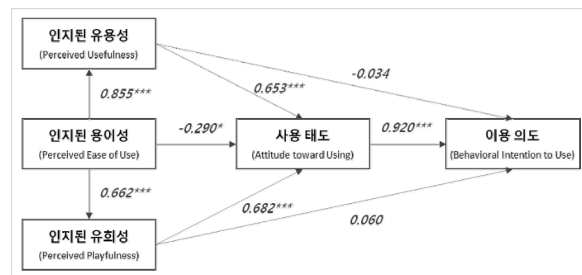


그림 8. A집단의 가정용 수요반응 프로그램에 대한 기술수용모델

분석된 기술수용모델에서 기술의 특성에 대한 변수들이 이용 의도에 미치는 효과를 계산한 결과는 표 7과 같다. 세 가지 변수 모두 이용 의도에 직접적으로 영향을 미치지 보다는, 만족도와 같은 사용 태도를 거치는 간접적인 경로를 통하여 영향을 주는 것으로 분석되었다. 또한, 이용 의도에 대한 인지된 유희성의 효과는 0.627로 유의미한 네 가지 경로 중 이용 의도에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 요인별 이용 의도에 대한 총 효과는 인지된 용이성, 인지된 유희성, 인지된 유용성 순으로 계산되었다.

표 7. 요인 및 경로별 이용 의도에 대한 효과 계산 결과

요인	경로	경로별 효과	요인별 총 효과
인지된 유용성	PU → A → BIU	0.601	0.601
인지된 용이성	PEOU → PU → A → BIU	0.514	0.929
	PEOU → PP → A → BIU	0.415	
인지된 유희성	PP → A → BIU	0.627	0.627

(PU: 인지된 유용성, PEOU: 인지된 용이성, PP: 인지된 유희성, A: 사용 태도, BIU: 이용 의도)

#### 4. 논의

본 연구는 한국에서 실시한 가정용 수요반응 실증운영 참여자들을 대상으로 한 실증분석 연구이다. 가정용 수요반응이 상용화되지 않은 시점에서 다양한 설문조사 기법을 통해 참여자들의 특성을 파악하고 수요반응에 대한 의견을 수집했다는 점에서 의의가 있다. 나아가 참여자들의 수요반응 프로그램에 대한 태도와 이용 의도를 분석했다는 점에서 향후 효과적인 수요반응 프로그램 운영에 도움이 될 수 있다. '국민DR'로 불리는 본 연구의 가정용 수요반응 실증사업은, 이미 만명 이상의 일반가정을 대상으로 진행되었으나, 설문 당시에는 '적어도 1회 이상 미션참가' 등의 제약 조건들을 적용하다 보니 설문 대상자의 수가 수백명 단위로 제한되었다.

산업체에 대해 수요반응을 통한 전력 감축을 하는 경우, 통상 해당 사업장 내에서 담당자가 지정된다. 중대형 사업장의 경우, 전력 전반에 걸쳐 전문지식을 갖고 있는 인력이 이미 존재할 가능성이 높으며, 그러한 경우 해당 인력이 전문지식을 활용하여 수요반응 업무를 담당하고 사업장의 경제적 이익을 극대화하기 위하여 수요반응에 참여하게 된다. 가정용 수요반응의 경우 상황이 매우 다르다. 일반 국민들은 수요반응 미션을 수행하게 될 때 투입해야 하는 노력 대비 얻는 경제적 이익에 대한 정량적 판단을 내리기 어렵고 결국 경제적 이익 외의 것들이 종합적으로 미션 수행 여부를 결정 짓는다. 실제로 본 연구의 결과를 보면, 유용성과 거의 대등한 정도로 유희성이 중요함을 알 수 있다. 이는, 국민을 대상으로 하는 수요반응 프로그램을

도입하는 과정에서 앱 및 캠페인의 디자인, 수요반응과 에너지의 중요성에 대한 홍보, 그리고 정책을 정하는 과정 전반에 걸쳐 '재미'가 반영될 필요가 있다는 것을 의미한다. 실제로 인터뷰의 결과를 보면, 경제적인 이득에 관한 의견도 많았지만, 재미에 관한 의견이나 2세의 교육을 위해 미션에 참여하거나 전력감축 행동을 다수의 가족이 같이 진행하였다는 교육적 측면의 의견도 적지 않았다.

B집단의 경우, A집단과 특성이 다른 집단이며 표 5와 같은 형식으로 진행한 TAM 모형의 적합도검증 결과가 전반적으로 충분히 높게 나오지 못했다(표 8), 따라서 3장의 본 결과에는 포함되지 않았으나, 개별적인 가설들에 대한 분석 결과는 논의해 볼 만한 부분들이 있다. 그림 9는 B집단의 TAM 모형에 대한 개별적 가설들에 대한 표준화 계수 및 가설 검증 결과를 보여주고 있다. B집단의 경우, 사용 태도에 미치는 영향에 있어 인지된 유용성(0.876)이 인지된 유희성(0.591)보다 높게 나왔다. B집단은 매우 자발적으로 스마트미터를 설치하고 앱을 더 자주 확인하는 집단이다(그림 7). 따라서, 유용성이 더 중요하게 분석된 결과는 이성적 기대결과와 일치한다. 이 결과는, 가정 수요반응 참여자들은 다양한 성격을 가진 군집들로 구성되어 있으며, 각 군집의 특성을 최대한 반영하여 수요반응을 설계하고 진행해야 함을 보여주고 있다.

표 8. TAM 모형 적합도 확인 결과 (B집단)

	Normed chi-square	GFI	AGFI	RMR	NFI	TLI	CFI	RMSEA
제안 모델	7.949	0.729	0.567	0.076	0.783	0.730	0.803	0.167
기준치	< 3	> 0.9	> 0.9	< 0.05	> 0.9	> 0.9	> 0.9	0.1~0.08

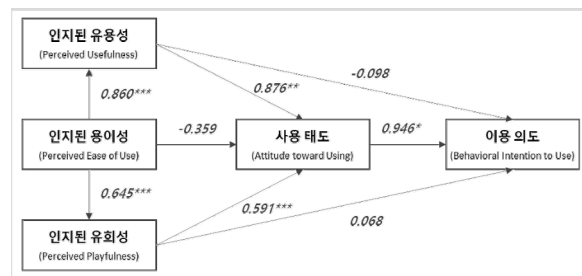


그림 9. B집단의 가정용 수요반응 프로그램에 대한 기술수용모델

이미 언급되었듯이, 본 연구에 있어서 보상방식의 설계에 대한 자유도는 없었다. 주어진 두 집단은 우연히도 유희성을 더 중시하는 A집단에 대해 통신비 할인이라는 직접적인 보상이 주어지고 유용성을 더 중시하는 B집단에 대해 사회적 기부라

는 간접적인 보상이 적용되었다. 관련하여, 본 연구의 내용에 포함되어 있지는 않으나, 두 집단은 전력감축에 있어서 비슷한 참여율과 성공률을 보여주었다. 이를 종합하면, B집단의 경우 에너지에 대한 관심이 높고 유용성을 추구하기 위해 행동하는 성향이 상대적으로 강하므로, 직접적인 보상이 있을 경우 관측된 결과 보다 더 높은 참여율과 성공률을 보일 수 있다는 가설을 세울 수 있다. 유희성과 사회적 동기는 다른 개념이지만, A 집단은 보상방식의 다양화 및 사회적 기부의 활용을 통하여 보다 높은 참여율과 성공률을 달성할 수 있다는 가설 또한 세울 수 있다. 전반적으로, 가정용 수용반응에 참여하는 사람들은 극대화된 다양성을 가지고 있다고 볼 수 있으며, 이를 고려하여 다양한 보상 방식들을 개별 가정의 특성을 반영하여 제공해야 할 필요가 있는 것으로 보인다. 상용화 과정에서 이러한 다양한 보상방식을 적용하는 프로세스는 쉽지 않을 것이므로, 적어도 위의 가설들을 검증하기 위해 서로 다른 집단 구성과 프로그램 환경 하에서 IoT전력 데이터 등을 활용하여 미션 참여율과 성공률을 분석하는 후속 실험들을 통하여 연구를 더 진전시킬 필요가 있어 보인다.

최근 수요반응의 중요성이 부각됨에 따라 스마트미터와 앱을 이용하여 전력 사용량을 모니터링하는 가정에 대한 수요반응 실증사업이 국내에서 실시되었으며, 해당 사업은 사용량 감축 미션을 발령하여 성공한 가정에 대해 보상을 제공하였다. 본 논문은 해당 실증사업 참여자들에 대한 설문 조사와 기술수용모델 분석을 통하여 유용성, 용이성 및 유희성이 사용 태도와 이용 의도에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과, 현금성 보상을 받은 A집단은 기술수용모델이 적합하였지만 기부를 통한 사회적 보상을 받은 B집단은 적합하지 않은 것으로 분석되었다. 두 집단 모두 확장된 개념으로 분석한 유희성이 유의미한 것으로 나왔으며, 본인의 에너지에 대한 관심으로 인해 매우 자발적으로 스마트미터를 설치한 B집단에게 유용성이 더 중요하고 상대적으로 비자발적으로 스마트미터를 설치한 A집단에게 유희성이 더 중요한 것으로 분석되었다. 이와 같은 결과는 향후 DR 프로그램을 효과적으로 설계하고 운영하는 데에 기본 자료로 사용될 수 있을 것으로 기대된다. 또한 본 연구에서 사용된 설문조사 기법과 TAM은 추후 다양한 미션 기반 프로그램에 대해 실증분석을 진행할 때 용이하게 적용될 수 있을 것으로 보인다.

## 5. 결론

### Appendix 1: 설문 원문

다음 제시되는 설문들은, **귀하의 에너지 미터 앱 및 에너지 미션 참여**에 관한 질문들입니다. 그에 알맞은 번호를 선택하여 주시기 바랍니다.

설문 내용		매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다.
외재적 요인 (Extrinsic Factors)	1. 앱 다운로드와 설치의 쉽다	①	②	③	④	⑤
	2. TV나 인터넷 등에서 에너지 미션 참여 홍보를 접하기 쉽다	①	②	③	④	⑤
	3. 앱에서 에너지 미션관련 정보를 접하기 쉽다	①	②	③	④	⑤
인지된 용이성 (Perceived Ease of Use)	4. 앱 기능의 이용 방법은 간단하다	①	②	③	④	⑤
	5. 에너지 미션 참여 전, 공지 및 참여 방법은 이해하기 쉽다	①	②	③	④	⑤
인지된 유용성 (Perceived Usefulness)	6. 에너지 미션 참여 후, 성공 및 실패 피드백은 이해하기 쉽다	①	②	③	④	⑤
	7. 앱 기능은 전반적으로 유용하다	①	②	③	④	⑤
	8. 에너지 미션 참여는 에너지 절약에 도움을 준다	①	②	③	④	⑤
인지된 유희성 (Perceived Playfulness)	9. 에너지 미션 참여 후 보상 내용은 개인적으로 유용하다	①	②	③	④	⑤
	10. 앱을 이용할 때 재미를 느낀다	①	②	③	④	⑤
사용 태도 (Attitude toward Using)	11. 에너지 미션에 참여 할 때 재미를 느낀다	①	②	③	④	⑤
	12. 전반적으로 앱 이용에 만족한다	①	②	③	④	⑤
이용 의도 (Behavioral Intention to Use)	13. 전반적으로 에너지 미션 참여에 만족한다	①	②	③	④	⑤
	14. 앞으로도 앱을 자주 사용할 것이다	①	②	③	④	⑤
	15. 앞으로도 에너지 미션에 계속 참여할 것이다	①	②	③	④	⑤
	16. 주위 사람들에게 에너지 미션에 참여하라고 추천할 것이다	①	②	③	④	⑤



## 참고문헌

- [1] Enerdata. 세계 에너지 통계 2017. <https://yearbook.enerdata.co.kr/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html> Oct 25, 2017.
- [2] 손범석. 전력수요 증가와 수요관리 정책. Green Tech Review, vol.01, 녹색기술센터, 2014.
- [3] Vardakas, J. S., Zorba, N. and Verikoukis, C. V. A survey on demand response programs in smart grids: Pricing methods and optimization algorithms, IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17(1), pp. 152-178, 2015.
- [4] 이은정, 이경은, 이해수, 이효섭, 김은철, 이원중. 소규모 전력 소비자 대상 수요자원 거래시장의 필요성 및 시범운영 결과 분석. 한국통신학회논문지, 42(4), 한국통신학회, pp. 915-922, 2017.
- [5] Smart Grid News, 5 reasons why residential demand response matters, <http://www.smartgridnews.com/story/5-reasons-why-residential-demand-response-matters/2013-08-27> Quoted in 이은정, 이경은, 이해수, 이효섭, 김은철, 이원중. 소규모 전력 소비자 대상 수요자원 거래시장의 필요성 및 시범운영 결과 분석. 한국통신학회논문지, 42(4), 한국통신학회, pp. 915-922, 2017.
- [6] Lee, Y., Kozar, K. A. and Larsen, K. R. The technology acceptance model: Past, present, and future, Communications of the Association for information systems, 12(1), pp. 752-780, 2003.
- [7] 손승혜, 최윤정, 황하성. 기술수용모델을 이용한 초기 이용자들의 스마트폰 채택 행동 연구. 한국언론학보, 55(2), pp. 227-251, 2011.
- [8] 정병욱. 관광블로그 품질이 사용의도에 미치는 영향. 관광연구논총, 25(2), pp. 81-109, 2013.
- [9] Davis, F. D., Bagozzi, R. P. and Warshaw, P. R. User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models, Management science, 35(8), pp. 982-1003, 1989.
- [10] Moon, J. W. and Kim, Y. G. Extending the TAM for a World-Wide-Web context, Information & management, 38(4), pp. 217-230, 2001.
- [11] 우종필. 우종필 교수의 구조방정식모델 개념과 이해. 서울: 한나래 아카데미, 2016.