

AMI 적용 아파트의 전기사용 패턴 기반 국내외 전기요금제 분석

구인석^{1*}, 이성희², 손중찬³, 이동희⁴

¹한국폴리텍대학, ²(주)비알프레임, ³(주)이쓰리엑스퍼트, ⁴수원대학교

Analysis of Domestic and Foreign Electricity Rates based on Electricity Usage Patterns of AMI applied Apartments

In-Seok Koo^{1*}, Sung-Hee Lee², Joong-Chan Sohn³, Dong-Hee Rhie⁴

¹Korea Polytechnics, ²BRFrame Inc., ³E3 EXPERT Co., Inc, ⁴Suwon University

요약 현행 국내의 주택용 전기요금은 월 전력 사용량에 따라 누진 단계를 적용하여 부과하는 방식으로 전기사용량이 많을 경우 전기요금이 급격하게 상승하는 구조로 이루어져 있다. 이러한 획일화된 전기요금 누진제는 소비자의 전력소비 패턴에 대한 고려가 부족한 점과 소비자의 선택권을 제한하는 측면에서 한계가 있다. 이에 산업통상자원부와 한국전력공사에서 계절과 시간대별 전기사용량에 따라 전기요금을 부과하는 방식인 주택용 계시별 요금제 기반의 실증이 이루어지고 있다. 본 논문에서는 대도시 소재 아파트 단지 5개동 362세대의 5년간 AMI 데이터 분석을 통해 10개의 전기사용 패턴을 도출하였다. 도출된 패턴을 국내의 기존 요금제인 주택용 전기요금제 및 현재 실증에 적용하고 있는 계시별 요금제인 일반형과 집중형 요금제 등 3개 요금제와 미국과 호주의 계시별 요금제 3개에 적용하여 각 패턴 별 선택형 요금제의 효과를 전기요금 편익 측면에서 분석한 결과 기존 요금제 대비 5개 패턴에서는 편익이 발생하였고 5개 패턴에서는 오히려 전기요금이 증가하였으며 이러한 현상은 실증 중인 국내요금을 포함하여 해외 요금제에서도 동일한 현상을 보이고 있음을 확인하였다.

Abstract Currently, the domestic electricity rates for houses are charged by applying a progressive level according to monthly electricity usage. Electricity rates rise sharply when the amount of electricity used is large, electricity rates rise sharply. The standardized electricity rate progressive system has limitations in that it lacks consideration of the consumers' power usage patterns and limits consumers' their options. Accordingly, the Ministry of Trade, Industry and Energy and the Korea Electric Power Corporation have been demonstrating the basis of a rate system for housing, which is a method of charging electricity according to the amount of electricity used by season and time. In this paper, 10 electricity usage patterns were derived through from AMI data analysis for 5 five years of 362 apartment complexes located in metropolitan cities. The patterns were, and then applied to the existing domestic electricity rate and time-by-time rates applied to demonstrations, and by time-by-time rates in the US and Australia. The effect of the optional rate by pattern was compared and analyzed. As a result, it was confirmed that benefits occurred in five5 patterns compared to existing rate plans, and the electricity rates increased in 5 five patterns, and t. This phenomenon shows the same phenomenon within the same as the overseas rates, including domestic rates being demonstrated.

Keywords : Power Usage Patterns, AMI Data Analysis, Electricity Rate, Time-Of-Use Pricing, Optional Rate

*Corresponding Author : In-Seok Koo(Korea Polytechnics)

email: kisinine@kopo.ac.kr

Received October 23, 2020

Accepted December 4, 2020

Revised November 6, 2020

Published December 31, 2020

1. 서론

국내 전기요금 체계는 수요관리, 물가관리, 소득재분배, 제조업 지원 등의 정책목적과 용도에 따라 7개 종별로 구분하여 각각 서로 다른 전기요금의 구조와 요율을 적용하는 종별 요금체계를 근간으로 하고 있다. 이 중 주택용 전기요금은 3단계 누진구간과 3배(저압 기준)의 누진폭을 적용하고 있다. 이러한 요금제도는 원가를 크게 고려하지 않는다는 제도상의 특성, 전력산업의 원료를 100% 외국에 의존하는 수입 의존적 특성, 그리고 소비자의 전력소비를 억제하면서 산업분야의 전기요금을 할인하여 산업정책적 수단으로 사용하는 등, 복합적으로 작용한 결과라고 할 수 있으며, 다른 나라와도 다른 매우 독특한 제도라고 할 수 있다[1].

반면, 해외의 사례를 살펴보면 미국, 영국, 프랑스, 일본 등은 주택용, 농사용 등 일부 용도를 구분하고 있으나 종별 요금체계보다는 공급전압을 기준으로 전압별 요금체계를 주로 운영하고 있다는 점에서 국내 전기요금 체계와 차이가 있다. 이에, 국내에서도 2019년 9월부터 계절과 시간대별 사용량에 따라 전기요금을 부과하는 방식인 주택용 계시별 요금제 기반의 실증이 이루어지고 있다[2].

따라서, 본 논문에서는 대도시 아파트 단지의 세대별 5년간 AMI 데이터를 이용하여 머신러닝의 비지도학습에서 널리 사용되고 있는 군집분석방법론을 통해 전기사용 패턴을 도출한 후 국내의 기존 전기요금제(실증에 적용된 계시별 요금제 포함) 및 미국과 호주의 계시별 요금제에 적용하여 각 패턴 별 선택형 요금제의 효과를 분석하였다.

2. 전기사용 패턴 분석

2.1 AMI 기반 분석데이터 수집

분석대상 아파트는 Table 1에서 보는 바와 같이 5개 동, 총 362세대로 구성되어 있다. 101동과 102동은 142.1m²의 단일면적으로 각각 43세대, 28세대이다. 104동은 109.1m²의 단일면적으로 84세대이다. 103동은 109.1m²과 86.0m²의 2개 면적으로 구성되며 83세대로 구성되어 있다. 105동은 86.0m²와 46.3m²의 124세대로 구성되어 있고 임대주택도 포함하고 있다.

Table 1. Composition of apartment household

Dong	Area(m ²)	Number of line	Number of households	Type of area
101	142.1	3	43	single area
102	142.1	2	28	single area
103	86.0 / 109.1	3 / 3	83	composite area
104	109.1	6	84	single area
105	46.3 / 86.0	4 / 8	124	composite area
Total			362	

AMI를 통해 2015년부터 2019년까지 1시간 간격 전기사용량 데이터가 수집되었다. 5년간 시간별 전기사용량 데이터는 전체 15,855,600행(=362세대×5년×365일×24시간)이다.

일부 세대의 1주일 이상 측정값이 0인 경우는 결측값 대체를 시행하지 않았고 해당 날짜들은 분석에서 제외하였다. 이외에도 24시간 중 특정 1시간의 사용량이 수십 kWh로 측정된 경우, 일정 시간대의 측정값이 모두 0 kWh인 경우, 24시간 측정값이 모두 0 kWh인 경우도 분석에서 제외하였다.

2.2 대상 아파트의 전기사용 현황

대상 아파트단지의 2019년 전체 전기사용량은 Table 2에서 보는 바와 같이 1,48,544kWh이고 세대당 연평균 3,208 kWh를 사용한다. 세대당 연평균 전기사용량 기준으로 101동과 102동이 가장 크고 104동, 103동 105동의 순으로 나타났다. 연간 전기사용량은 2018년이 가장 높게 나타나고 있다.

Table 2. Annual power usage by dong (kWh)

dong	2015	2016	2017	2018	2019	Average
101	4,177	4,281	4,036	4,406	4,066	4,193
102	3,654	3,819	4,001	4,197	3,897	3,914
103	3,261	3,342	3,217	3,512	3,315	3,329
104	3,533	3,607	3,409	3,660	3,454	3,532
105	2,512	2,544	2,412	2,561	2,495	2,505
Total	3,206	3,281	3,150	3,391	3,208	3,247

2018년 전기사용량이 가장 컸던 이유는 다른 해 보다 가장 춥고, 가장 더웠기 때문으로 사료된다.

2.3 전기사용 패턴분석

2.3.1 24시간 전기사용 패턴

동별 세대당 연간 전기사용량 추이분석을 통해 볼 때 세대별 전기사용량은 세대면적에 따라 차이가 나타났다. 또한 세대 전기사용량은 전기사용기와 전기사용행태에 따라 차이가 발생하였다.

본 연구에서 각 세대별 전기사용 패턴은 전기사용 행태를 기반으로 정의하였다. 이를 위해 세대의 날짜별, 시간의 전기사용량 표준화값을 시간별 상대계수로 산출하여 패턴분석을 실시하였다.

$$s_{i,d,t} = \frac{x_{i,d,t}}{\bar{x}_{i,d}} \quad (1)$$

Where, $s_{i,d,t}$; standardized index, $x_{i,d,t}$; power usage of i -th household, d -th date, t -th hour

$$\bar{x}_{i,d} = \frac{1}{24} \sum_{t=1}^{24} x_{i,d,t} \quad (2)$$

Where, $\bar{x}_{i,d}$ average of power usage for 24hours

모든 세대의 5년간 시간별 평균 전기사용 패턴은 Fig. 1과 같다. 출근 시간대와 퇴근후 저녁시간대의 사용량이 증가하는 패턴을 나타내고 있다.

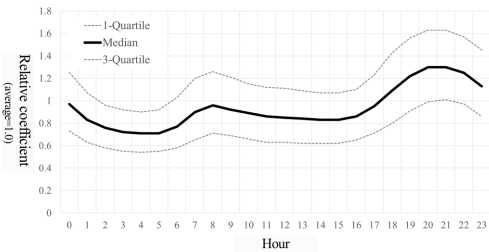


Fig. 1. 24 hour relative coefficient of overall data

2.3.2 패턴분석방법론

24시간 전기사용 패턴을 파악하기 위해 머신러닝의 비지도학습에서 가장 널리 사용되고 있는 군집분석방법론을 활용하였다. 24시간 전기사용 패턴은 몇 개의 패턴으로 나누는지, 각 패턴은 어떤 특성을 나타내는지 온전히 알려지지 않은 상태에서 데이터의 특성을 파악하기 위한 마이닝의 대표적인 방법이기도 하다. 이와 같이 군집분석을 통해 상대적으로 보다 유사한 패턴들로 구성되는 몇 개의 부분집단으로 분할하고자 한다[3]. 군집분석은 계층적 분석방법론과 비계층적 분석방법론으로 나뉜다.

k -평균 군집분석의 수행절차는 Fig. 2와 같다.

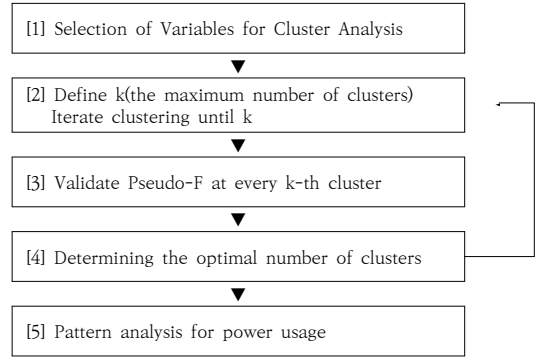


Fig. 2. Procedure of k-Means algorithm to derive power usage pattern

2.3.3 전기사용 패턴분석 결과

24시간 전기사용 패턴을 도출하기 위해 k -평균 알고리즘을 기반으로 하는 절차에 따라 패턴분석을 시행하였다.

적정 군집개수를 선정하기 위해 군집개수에 대한 분산 분석 통계량 Pseudo-F 통계량을 산출한다. 식 1의 $s_{i,d,t}$ 에 대하여 k 개 군집에 대한 Pseudo-F 통계량은 다음 식에 의해 계산한다[4].

$$Pseudo - F = \frac{BSS}{WSS} \quad (3)$$

Where, BSS; sum of squared deviations between the cluster groups, WSS; sum of squared deviations with the cluster groups.

군집간 분산은 각 k 개 군집간 평균제곱합(BSS)이며, 군집내 분산은 군집내 평균제곱합(WSS)이다.

$$BSS = \frac{\sum_{i=1}^{362} \sum_{d=1}^{365} (s_{i,d} - \bar{s})^2}{k - 1} \quad (4)$$

$$WSS = \frac{\sum_{g=1}^k \sum_{i=1}^{362} \sum_{d=1}^{365} (s_{i,d} - \bar{s}_g)^2}{n - k} \quad (5)$$

Where, \bar{s} ; overall average of standardized index, \bar{s}_g ; average of standardized index for g -th cluster group, n ; I number of data, k ; number of cluster

이 통계량의 값이 급격히 감소하는 구간까지 군집수 k 를 늘려가면서 반복하여 최적의 군집수를 결정한다[5]. 군집의 개수를 3개부터 Pseudo-F 통계량을 산출한 결과는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 나타낼 수 있고 10개의 군집이 적절할 것으로 도출되었다.

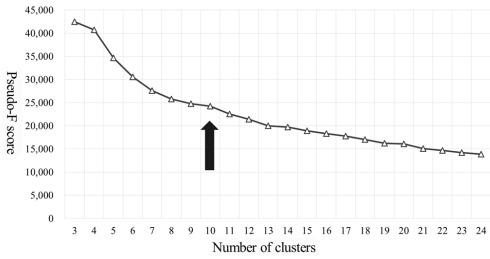


Fig. 3. Elbow method to determine the number of clusters

도출된 10개 군집의 24시간 전기사용량 표준값(평균=1.0)의 중위수는 Fig. 4와 같다.

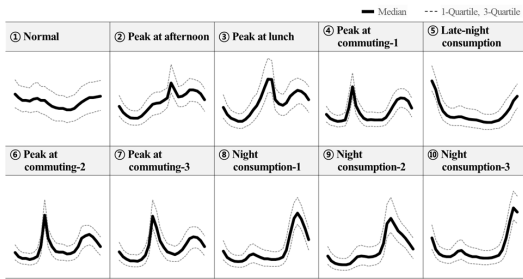


Fig. 4. 24hour relative coefficient of each 10patterns [Y-axis: relative coefficient(average=1.0), X-axis: 24hours]

- ① 일반적 패턴: 아파트 단지 평균 전기사용 패턴
- ② 오후피크 패턴: 정오 이후에 피크가 발생, 저녁 높은 전기사용 패턴
- ③ 정오피크 패턴: 정오(점심)을 중심으로 피크가 발생하는 패턴
- ④ 출퇴근 패턴-1: 아침 1시간 피크 발생후 저녁 높은 전기사용 패턴
- ⑤ 심야피크 패턴: 심야 피크가 발생하는 패턴
- ⑥ 출퇴근 패턴-2: 아침 이른 1시간 피크 발생후 이른 저녁 높은 전기사용 패턴
- ⑦ 출퇴근 패턴-3: 아침 늦은 1시간 피크 발생후 늦은 저녁 높은 전기사용 패턴
- ⑧ 저녁소비 패턴-1: 아침 적은 사용 및 늦은 저녁 피크가 발생하는 패턴
- ⑨ 저녁소비 패턴-2: 아침 적은 사용 및 이른 저녁 피크가 발생하는 패턴
- ⑩ 저녁소비 패턴-3: 아침 적은 사용 및 심야 피크가 발생하는 패턴

5개의 동별로 10개 전기사용 패턴이 발생한 패턴은 Table 3과 같다. 8번(저녁소비 패턴-1)이 69 세대로 가

장 많고 1번(일반적인 패턴)이 52세대, 4번(출퇴근 패턴-1)이 40세대, 10번(저녁소비 패턴-3)이 38세대로 나타났다. 나머지 패턴은 30세대 내외로 고르게 분포하고 있다. 105동의 경우 8번 패턴보다 1번 패턴이 26세대로 가장 많은 비중을 나타내고 있다. 다른 군집들 대비 독특한 5번(심야피크 패턴)은 동별로 매우 적은 세대들이 고르게 분포하고 있다.

Table 3. Power usage pattern by dong (number of households)

classification	101	102	103	104	105	Total
1	5	4	9	8	26	52
2	4	3	6	8	11	32
3	4	2	7	8	10	31
4	5	4	9	9	13	40
5	3	1	5	5	9	23
6	4	2	7	7	9	29
7	3	2	6	6	8	25
8	8	5	18	19	19	69
9	3	2	5	5	8	23
10	4	3	11	9	11	38

3. 국내의 요금제 사례 분석

3.1 본 연구에 적용할 요금제

연구에 적용할 요금제는 국내 요금제로 Table 4의 국내 주택용 전력(고압), Table 5 및 Table 6의 국내 주택용 계시별(일반형, 집중형)이며, 해외 요금제로는 Table 7의 미국 계시별 요금제(E-TOU A, E-TOU B), Table 8의 호주 배전망 요금제이다. Table 9는 호주 Australia 사의 에너지 소비 요금 적용 기간별 설명이다.

3.1.1 국내 주택용 전력(고압)[6]

Table 4. Electricity rates for domestic houses(high voltage)

Other seasons (except summer)			Summer season (7.1~8.31)		
classification	Demand charge (won/household)	Energy charge (won/kWh)	classification	Demand charge (won/household)	Energy charge (won/kWh)
1~200 kW	730	78.3	1~300 kW	730	78.3
201~400kW	1,260	147.3	301~450kW	1,260	147.3
400kW~	6,060	215.6	450kW~	6,060	215.6

3.1.2 국내 주택용 계시별(일반형, 집중형)[2]

Table 5. Residential Time-Of-Use pricing - Normal Type

Section		Demand charge (won/household)	classification	Summer (6~8)		Spring/Fall (3~5, 9~10)		Winter (11~2)	
				Energy charge (won/kWh)	Time	Energy charge (won/kWh)	Time	Energy charge (won/kWh)	Time
1	1~200kW	730	peak-load	82	23~9	82	23~9	95	23~9
2	201~400kW	1,260	mid-load	155	9~13, 17~23	109	9~23	138	12~23
3	400kW~	6,060	off-peak load	188	13~17	-	-	159	9~12

Table 6. Residential Time-Of-Use pricing - Concentrated Type

Section		Demand charge (won/household)	classification	Summer (6~8)		Spring/Fall (3~5, 9~10)		Winter (11~2)	
				Energy charge (won/kWh)	Time	Energy charge (won/kWh)	Time	Energy charge (won/kWh)	Time
1	1~200kW	730	peak-load	73	23~9	73	23~9	94	23~9
2	201~400kW	1,260	mid-load	155	9~15, 17~23	109	9~23	138	11~23
3	400kW~	6,060	off-peak load	316	15~17	-	-	258	9~11

3.1.3 미국 계시별 요금제[7]

Table 7. Time-Of-Use pricing, PG&E, USA

Classification	Season		Peak or Off-Peak	Energy charge (\$/kWh)		
				on working weekdays		Other time
E-TOU A	Summer	06~09	Peak	\$0.43293	(pm 03~pm 08)	\$0.35736
	Winter	10~05	Off-Peak	\$0.31496	(pm 03~pm 08)	\$0.30066
E-TOU B	Summer	06~09	Peak	\$0.40249	(pm 04~pm 09)	\$0.29943
	Winter	10~05	Off-Peak	\$0.26502	(pm 04~pm 09)	\$0.24622

3.1.4 호주 배전망 요금제

Table 8. Time-Of-Use pricing, Ausgrid, Australia[8]

Tariff code	Tariff name	Network access charge (c/day)	Energy consumption charge(c/kWh)		
			Peak	Shoulder	Off-peak
EA025	Residential TOU	46.1155	23.5336	5.9127	3.8293

Table 9. Energy consumption charge, Ausgrid, Australia[9]

Time period	Time period definition
Peak period	1) From 2 pm to 8 pm on working weekdays(11.01~3.31) 2) From 5 pm to 9 pm on working weekdays(6.01~8.31)
Shoulder period	from 7 am to 10 pm every day, except peak period 1) on all weekends and public holidays from 7 am to 10 pm 2) on working weekdays in the summer months: from 7 am to 2 pm and from 8 pm to 10 pm 3) on working weekdays in the winter months: from 7 am to 5 pm and from 9 pm to 10 pm 4) on working weekdays in the non-summer and non-winter months: o from 7 am to 10 pm.
Off-peak period	All other times that are not Peak or Shoulder: 10 pm to 7 am.

3.2 사례분석

3.2.1 분석방법

국내의 요금제는 각 시행업체의 요금 기준에 의거하여 월별 및 시간대별 요금을 산정하였다. 해외 요금제의 경우 각국의 요금 단위를 환율에 따라 국내 원화로 변경하였다. 그 후 국내의 요금제별 시간대별 요금에 ‘해당 아파트의 시간대별 상대계수’를 적용하였다. 즉, 해당 아파트의 전력 사용량을 국내의 요금제에 반영함으로써 각각의 요금제를 비교 가능하도록 데이터를 설정하였다. 단, 각 요금은 국내 요금의 경우 각 요금 기준의 특성에 따라 일별 요금이 일정치 아니하고, 해외 요금의 경우 국내 환율을 적용하여 원화로 변경됨에 따라, 국내 요금 대비 차이가 크게 나타나므로, 국내의 요금을 대등하게 비교 가능하도록, 각 요금에 일정한 가중치를 적용하였다. 가중치는 해당 아파트의 일간 전력요금 18,250원에 대한 국내 주택용 전력(고압) 요금 평균치와 그 외 요금 평균치가 일치하도록 가중치를 적용하였다. 해당 아파트의 전력사용량 패턴을 적용한 국내의 요금제별 전기요금에 다음의 다양한 지표를 활용하여 비교 분석한 후, 유의미한 결과 도출 시 유형별 요금 사례를 세부적으로 분석하여 요금별 차이 등에 대한 근거 및 요금제 특징 등을 도출하는 방향으로 추진하였다.

3.2.2 전기사용 패턴별 요금

10개 전기사용패턴별 국내의 요금제에 따른 전기요금을 비교 분석한 결과는 Fig. 5에서 보는 바와 같이, 전기사용 패턴 중 ‘일반적인 패턴’에서의 요금이 가장 저렴한 것으로 나타났으며, 뒤이어 ‘저녁소비 패턴-3’, ‘출퇴근 패턴-1’ 요금 순으로 저렴하였다. 이들 유형에서는 미국의 계시별 요금제가 타 요금제 대비 편익이 우수한 요금으로 나타났다. 반면, ‘저녁소비 패턴-2’, ‘정오피크 패턴’, ‘오후피크 패턴’ 순으로 요금이 높게 나타났고, 이들 고비용 유형에서는 ‘미국E-TOU A 요금’이 타 요금제 대비

가장 편익성이 저조한 요금인 것으로 나타났으며 대신 ‘호주의 배전망 요금’이 타 요금제 대비 저렴한 것으로 나타났다.



Fig. 5. Comparison of domestic and international average rates by 10 electricity usage patterns

3.2.3 아파트 동별 요금

세부적으로는 상기 데이터에서 가장 저렴한 부하 패턴인 ‘보통 유형’을 해당 아파트 5개 동별로 국내의 요금 추이를 분석한 결과, Fig. 6에서 보는 바와 같이 국내 주택용(고압) 요금과 미국 요금이 해당 아파트의 라인별 최대면적이 좁아질수록 감소하는 경향이 나타났다.

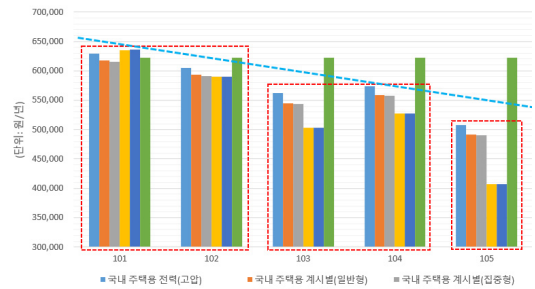


Fig. 6. Comparison of domestic and international average rates for each apartment building in 'normal type'

4. 결론

국내 주택용 전기요금 제도의 변화를 요구하는 연구와 실증이 지속적으로 이루어지고 있는 실정에서 본 연구는 대도시 아파트 단지의 AMI 데이터를 분석하여 10개의 전기사용 패턴을 도출하였으며, 부하 패턴이 1년간 변하지 않는다는 가정하에 기존 요금제와 비교하였을 때 5개의 패턴에서는 편익이 발생하였고 5개의 패턴에서는 오히려 기존요금제보다 비용이 증가하였다. 이는 대부분의 요금제가 정오 이후부터 21시까지 피크 요금을 적용하고 있기 때문이며 전기요금이 증가한 5개의 패턴은 정오, 오후피크 패턴과 저녁소비 패턴 유형으로 구성되어 있다. 이러한 현상은 실증 중인 국내요금을 포함하여 해외요금제에 동일한 현상을 보이고 있으며 국가별로 수요관리를 고려한 판단으로 해석할 수 있다.

본 논문의 국내외 전기요금 적용 사례로 볼 때 하나의 아파트 단지의 전기사용 패턴은 동일하지 않기 때문에 단지별로 확실적인 요금제를 적용하는 것은 형평성에 문제가 발생할 수 있음을 보여준다. 따라서 선택형 요금제 적용을 검토할 경우 전기사용 패턴에 따라 세대에서 요금제를 선택할 수 있는 제도가 도입되어야 할 것이며, 향후 지역별, 거주 형태별(다세대, 단독주택 등) 전기사용 패턴 분석을 통해 수용가에 패턴 정보를 공유한다면 세대는 이익이 되는 요금제 선택을 위해 전기사용 패턴 변경에 적극적인 것이며 이는 수요관리에 긍정적으로 작용할 것으로 기대된다.

References

[1] H. S. Park, *An Analysis of the Effects of Residential Electricity Pricing Reform*, Master's thesis, Seoul University, Seoul, Korea, pp.10, 2019.

[2] Ministry of Trade, Industry and Energy. Implementation of the Residential Electricity Time-of-Use Pricing Demonstration Project [Internet]. Ministry of Trade, Industry and Energy, c2019 [cited 2019 September 23]. Available From: http://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=162094&bbs_cd_n=81¤t_Page=1&search_key_n=title_v&cate_n=1&dept_v=&search_val_v (accessed May. 21, 2020)

[3] H. J. Kim, S. H. Lee, S. H. Moom, "A Study on KEPCO's Power Sales Pattern in the Manufacturing Industry Using Growth Curve Analysis", *Journal of the Korean Data Analysis Society*, Vol.17, No.5B, pp.2433-2446, 2015.

<https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/>

[4] T. Calinski, J. Harabasz, A Dendrite Method for Cluster Analysis, *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 3, pp.1-27, 1974.
DOI: <https://doi.org/10.1080/03610927408827101>

[5] H. S. Bae, S. W. Noh, "A study on k-means clustering, Communications for Statistical Applications and Methods", *Journal of the Korean Data Analysis Society*, Vol.12, No.2, pp.497-508, 2005.
DOI: <https://doi.org/10.5351/CKSS.2005.12.2.497>

[6] KEPCO. Electric Rates Tables [Internet]. KEPCO, c2019 [cited 2019 July 1], Available From: <http://cyber.kepcoco.kr/ckepco/front/isp/CY/E/E/CY/EEHP00101.isp> (accessed July. 9, 2020)

[7] PG&E. Residential Inclu TOU(Jun 1, 2020-Sep 30, 2020) [Internet]. PG&E, c2020 [cited 2020 September 30], Available From: <https://www.pge.com/tariffs/electric.shtml> (accessed August. 24, 2020)

[8] Ausgrid, Attachment 10.01, Tariff Structure Statement, Ausgrid, Australia, pp.29.
<https://www.ausgrid.com.au/Industry/Regulation/>

[9] Ausgrid, Attachment 10.01, Tariff Structure Statement, Ausgrid, Australia, pp.17.
<https://www.ausgrid.com.au/Industry/Regulation/>

구 인 석(In-Seok Koo)

[정회원]



- 2016년 2월 : 충북대학교 산업대학원 전기전산공학과 (공학석사)
- 2012년 12월 ~ 2017년 11월 : 전기안전교육원 교수
- 2017년 12월 ~ 현재 : 한국폴리텍대학 스마트전기과 교수

<관심분야>

전력계통, 전력경제

이 성 희(Sung-Hee Lee)

[정회원]



- 1994년 2월 : 충남대학교 대학원 통계학과 (이학석사)
- 1999년 2월 : Okayama University Natural System Science (이학박사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : (주)비알프레임 컨설팅 총괄/상무

〈관심분야〉

정보통신, 빅데이터분석

손 중 찬(Joong-Chan Sohn)

[정회원]



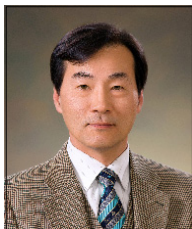
- 2014년 2월 : 아주대학교 대학원 에너지시스템학과 (경제학석사)
- 2015년 5월 ~ 2016년 7월 : (주)환경전략연구원 연구원
- 2016년 7월 ~ 현재 : (주)이쓰리 엑스퍼트 과장/팀장

〈관심분야〉

에너지통계, 에너지경제

이 동 희(Dong-Hee Rhie)

[정회원]



- 1978년 2월 : 고려대학교 공과대학 전기공학과 (공학사)
- 1980년 2월 : 고려대학교 대학원 전기공학과 (공학석사)
- 1983년 2월 : 고려대학교 대학원 전기공학과 (공학박사)
- 1992년 3월 ~ 현재 : 수원대학교 전기공학과 교수

〈관심분야〉

고전압, 전기전자재료