

에너지 효율개선 정책의 효과성:



서울시 저소득 가구의
반등효과 분석

경북대학교
2013.10.11
진상현

목차

- I. 서론
- II. 에너지 효율개선 사업과 반등효과
- III. 반등효과 분석기법 및 절차
- IV. 서울시 저소득 가구의 반등효과 분석
- V. 결론 및 정책적 함의

I. 서론

I. 서론

• 에너지 효율개선사업에 대한 국제적 관심

- 국제에너지기구: 2050년 온실가스 배출량의 38%를 효율개선으로 감축
- 프랑스: 원전 축소 부족분을 효율개선으로 달성할 계획
- 미국: 「기후변화 액션플랜」으로 에너지효율을 2배 이상 개선

• 에너지 효율개선사업에 대한 국내적 관심

- 1970년대 두 차례의 석유파동: 「에너지이용합리화법」 제정
- 1980년: 에너지관리공단 설립 → 이후 침체기
- 新高유가(2004~2008): 에너지절약추진단(09년)→수요관리사업단(13년)

• 에너지 효율개선사업 관련 학술적 논쟁

- 행정학: 시장의 실패 (ex 정보부족, 거래비용 등)
- 경제학: 정부의 실패 (ex 정부의 비효율)

➡ 저소득 가구 대상 효율개선사업 → 정책 부작용(반등효과)?

II. 에너지 효율개선 사업과 반등효과

II. 에너지 효율개선사업과 반등효과

• 저소득 가구 대상 에너지복지정책 현황

- 에너지복지지원년 선언(2007년)
- 지원대상: 2008년부터 2012년까지 300만 가구
- 지원금액: 2008년부터 2012년까지 1조8,000억원 지원

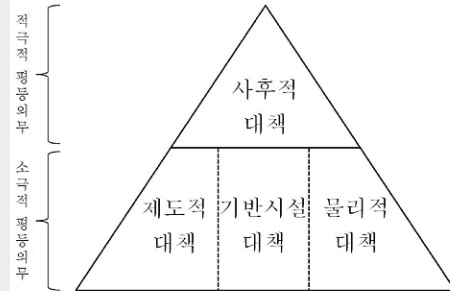
구분	유형	예산(지원 가구, 기관 수)					
		2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
정부	시설제품지원 (에너지효율개선, 설비개선 등)	691 (272,292)	1,064 (277,484)	831 (204,216)	982 (278,789)	867 (268,735)	939
	난방비 지원 (등유, LPG, 연탄)	53 (67,812)	62 (39,663)	153 (94,090)	171 (97,440)	222 (109,116)	222 (109,116)
	정부지원 합계	744 (340,104)	1,118 (317,147)	973 (298,306)	1,133 (376,229)	1,089 (377,851)	1,161*
공기업	요금할인 (전기, 가스, 열)	1,768 (1,895,184)	2,328 (2,743,955)	3,045 (2,869,477)	3,097 (2,968,435)	2,631 (3,039,972)	2,631 (3,039,972)
지원 총 합계		2,512 (2,235,288)	3,446 (3,061,102)	4,018 (3,167,783)	4,230 (3,344,664)	3,720 (3,417,832)	3,792

자료: 지식경제부, "에너지복지 프로그램을 통해 저소득층 지원 중" (2012.11.21 보도자료).
주: 2012년과 2013년은 추정치임

II. 에너지 효율개선사업과 반등효과

• 저소득 가구 대상 에너지복지정책 현황

- 에너지복지정책의 유형 (Dworkin의 자원평등론)



- 효율개선사업 실적 (단위:가구·수량)

구분		2007	2008	2009	2010	2011	2012
지원 가구수		4,225	6,306	2,409	5,737	3,584	3,401
물품	가스보일러	1,078	1,133	519	556	557	1,026
	기름보일러	2,404	3,118	1,344	1,453	1,079	1,646
	연탄보일러	743	2,055	546	676	368	729
	냉장고				3,052	1,580	

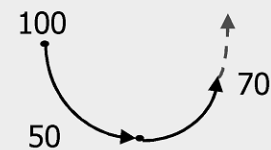
자료: 한국에너지재단 내부자료.

II. 에너지 효율개선사업과 반등효과

• 반등효과의 개념

- 반등효과(rebound effect)의 개념: 에너지 효율개선으로 인한 기대되었던 절감량을 달성하지 못하는 현상 (ex: 자동차 연비개선)

$$\text{반등효과} = \frac{\text{기대절감량} - \text{실제절감량}}{\text{기대절감량}}$$



• 반등효과 관련 논란

- 존재 여부: 1980년 Khazzoom 발표 → 1988년 Lovins 반론 → 1989년 Khazzoom 재반박
- 크기 논란: Greening et al. 2000
- 미충족 수요: 인도 농촌 조명 100~200% (Roy, 2000)
- 국내 연구: 가정 70%(Jin, 2007), 제조업 51%(이성근·안영환, 2007). 수송 29.9%(김대욱·김종호, 2012) & 15.5%(송은해, 2012).
- 한계1: 간접추정방식
- 한계2: 개별 제품이 아닌 부문별 추정치
- 한계3: 저소득 가구가 아닌 일반 가구임

III. 반등효과 분석기법 및 절차

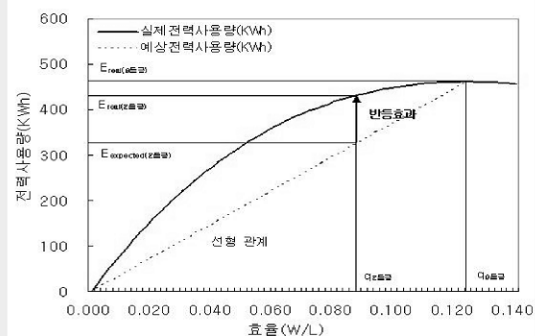
III. 반등효과 분석기법 및 절차

• 반등효과 분석기법의 종류

- 직접추정(direct measurement): 반등효과를 추정하기에 가장 쉽다
- 간접추정(indirect estimation): 가격탄력성을 이용한 반등효과 추정
- 직접추정(direct estimation): 에너지 사용량과 효율 간의 비선형관계를 이용한 가전 기기별 반등효과 추정

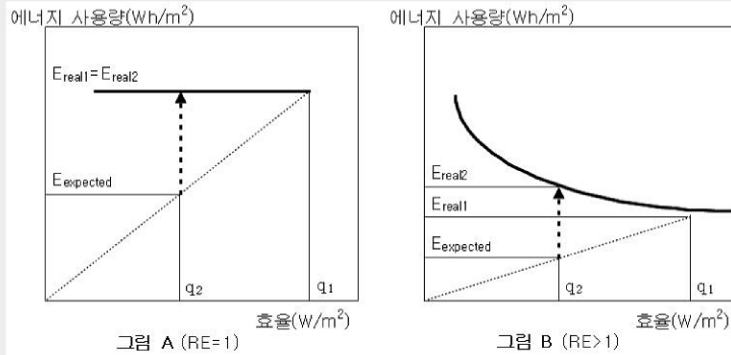
• 에너지 효율과 사용량 간의 비선형 관계

- Haas and Biermayr(2000)는 에너지 사용량과 효율의 비선형 관계와 선형 관계의 차이를 '볼록성(concavity)'으로 정의
- 관계식: $E = aq + bq^2 + cq^3 + \dots$
- 절차: 1단계(비선형 관계식 결정) → 2단계(초기·개선효율 설정) → 3단계(반등효과 추정)



III. 반등효과 분석기법 및 절차

• 직접추정에서 반등효과 해석



• 비선형 관계를 이용한 직접추정에 대한 평가

- 직접효과만을 추정할 뿐이라는 단점
- 소득효과를 모형에 통합시키지 못한다는 단점

➡ 소득효과 검토를 통한 분석대상 선별로 한계 보완

IV. 서울시 저소득 가구의 반등효과 분석

IV. 서울시 저소득 가구의 반등효과 분석

• 자료 개요

- 서울시 저소득 가구 에너지 소비실태 조사 개요

구분	내용
조사대상	월평균 가구소득이 125만원 이하인 무주택가구
조사방법	가구방문조사
유효표본	600가구
지역구분	도심권 : 종로구, 중구, 용산구 동북권 : 성동구, 광진구, 동대문구, 중랑구, 성북구, 강북구, 도봉구, 노원구 서북권 : 은평구, 서대문구, 마포구 서남권 : 양천구, 강서구, 구로구, 금천구, 영등포구, 동작구, 관악구 동남권 : 서초구, 강남구, 송파구, 강동구
조사시점	2009년 7월 27일 ~ 2009년 8월 7일

자료: 진상현, 박은철, 2009.

- 서울시 저소득 가구의 가전제품별 전력소비 비중

제품명	전력소비 비중	제품명	전력소비 비중
전기밥솥	36.5%	백열구	2.2%
냉장고	33.1%	세탁기	1.6%
TV	15.9%	에어컨	0.3%
형광등	8.4%	기타	2.1%

IV. 서울시 저소득 가구의 반등효과 분석

• 반등효과의 직접추정: 1단계(소득효과 선별)

- 소득과 효율의 상관관계 분석결과

제품명	관측 개수	상관계수	유의확률
전기밥솥	517	0.013	0.765
냉장고	589	-0.043	0.293
TV	593	0.050	0.224
보일러	404	-0.174	0.000*

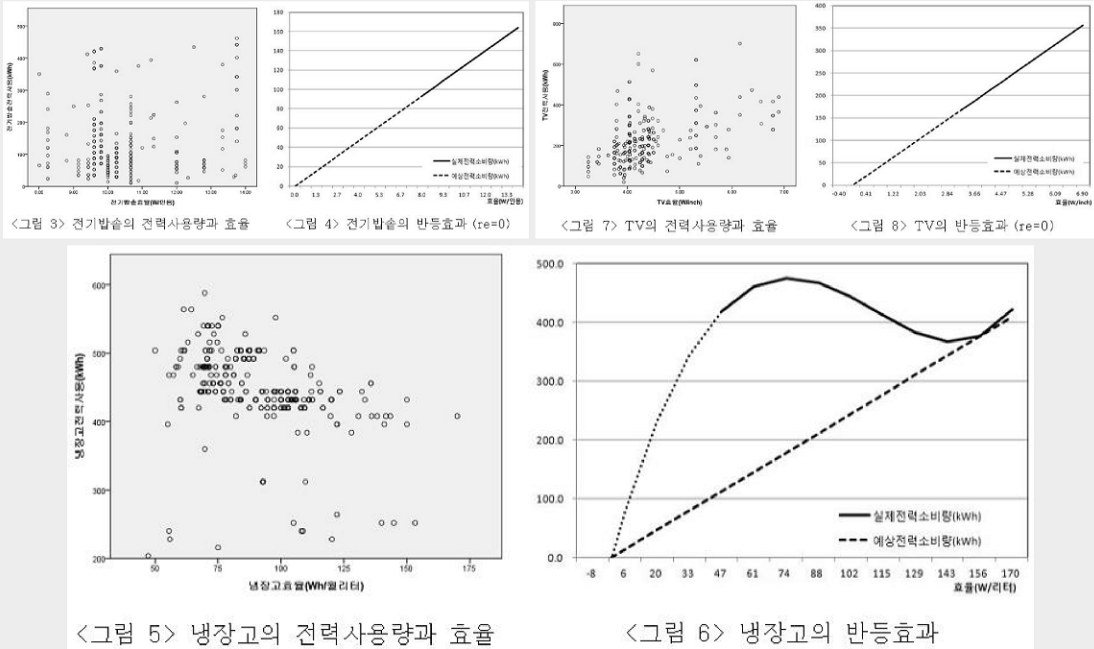
*: 유의수준 0.05 기준 하에 통계적으로 유의미한 관계를 지님

• 반등효과의 직접추정: 2단계(비선형 모형 결정)

- 비선형 관계식 회귀분석 결과(단계적 선택법)

제품명	비선형 관계식	수정된 R ²
전기밥솥	$E = 11.742q$	0.628
냉장고	$E = 13.844q - 0.108q^2 + 1.425 \times 10^{-6}q^4$	0.991
TV	$E = 51.682q$	0.853

IV. 서울시 저소득 가구의 반등효과 분석



IV. 서울시 저소득 가구의 반등효과 분석

• 반등효과의 직접추정: 3단계(초기·목표효율 설정)

– 냉장고의 초기 효율 및 목표 효율

	효율단위	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급	6등급	7등급	8등급	9등급	10등급
냉장고	W/리터	47	61	74	88	102	115	129	143	156	170

• 반등효과의 직접추정: 4단계(반등효과 추정)

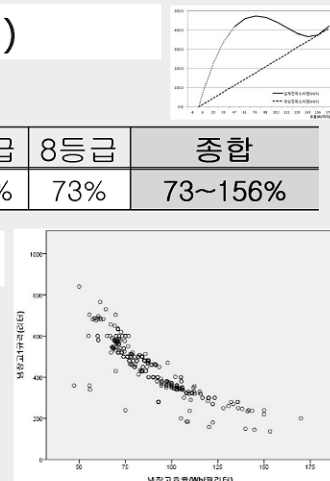
– 냉장고 효율개선사업의 반등효과 추정치

	2등급	3등급	4등급	5등급	6등급	7등급	8등급	종합
냉장고	137%	151%	156%	151%	137%	111%	73%	73~156%

• 결과해석

- 전기밥솥·TV: 반등효과가 존재하지 않음
- 냉장고: 반등효과 73~156% (원인=효율과 규격의 관계)

➡ 고효율 냉장고 보급시 '규격 통제' 필요



V. 결론 및 정책적 함의

V. 결론 및 정책적 함의

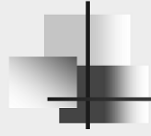
• 전기밥솥·TV

- 정책 부작용인 반등효과가 존재하지 않음 → 절약효과 달성 가능
- 필수품 여부 검토: 거동 불가 장애인에 한해 고효율 TV 지원 필요

• 냉장고

- 성공사례: 한국에너지재단은 2010년과 2011년 두 차례에 걸쳐 3052세대와 1580세대의 냉장고 교체(규격 통제) → 탄소배출권 획득
- 실패사례: 에너지관리공단이 2010년에 143억원의 예산을 투입해 사회 복지시설을 대상으로 고효율의 1등급 냉장고 지급 → 미사용·암거래

⇒ 산업통상자원부 산하에 「수요관리사업단」 설립 → 정책
부작용인 반등효과에 대한 고려 필요



감사합니다

upperhm@knu.ac.kr