creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

공기업정책학 석사 학위논문

산업부문 에너지다소비기업의 에너지 효율향상 동기요인에 관한 연구

- 기업 에너지관리자의 인식조사를 중심으로 -

2022년 8월

서울대학교 행정대학원

공기업정책학과

김 익 표

산업부문 에너지다소비기업의 에너지 효율향상 동기요인에 관한 연구

- 기업 에너지관리자의 인식조사를 중심으로 -

지도교수 김 준 기

이 논문을 공기업정책학 석사 학위논문으로
제출함
2022년 3월

서울대학교 행정대학원
공기업정책학과
김 익 표

김익표의 석사 학위논문을 인준함
2022년 6월

위 원 장 나 종 민 (인)

부위원장 최 종 원 (인)

위 원 김 준 기 (인)

국문초록

본 연구는 ‘제도이론’을 기반으로 국내 산업부문 에너지다소비기업의 효율향상 활동 이행수준을 증대시키는 동기요인을 실증적으로 파악하고자 하였다. 이는 에너지・온실가스 감축 규제정책의 긍정적 영향을 확인하지 못한 선행연구의 한계를 보완하고, 산업부문 효율향상을 위한 정부개입의 유효성을 지지하는 데 목적이 있다. 아울러, 기업의 효율향상 활동의 동기를 부여하는 요인으로 ‘지원정책’을 새롭게 추가하여 기존 연구와의 차별화를 시도하였다. 실증분석을 위해 2,830개 기업의 에너지관리자를 대상으로 설문조사를 실시하여 효율향상 동기요인(규제정책・지원정책・사회규범・시장압력・조직문화)의 인식수준을 파악하였다. 그리고 기업의 효율향상 활동에 동기요인별 인식수준이 미치는 영향을 검정하기 위해 ‘다중회귀분석’과 ‘이항로지스틱 회귀분석’ 방법을 이용하였다.

주요 연구결과는 다음과 같이 3가지로 요약된다. 첫째, 규제와 지원정책 영향의 중요성 인식이 높은 기업일수록 에너지 효율향상 이행수준에 정(+)의 영향이 나타났다. 특히, 배출권거래제 등으로 강화된 에너지・온실가스 감축 규제는 기업의 에너지경영시스템 도입과 고효율 설비투자 이행가능성을 높이는 유의한 영향요인으로 밝혀졌다. 이러한 결과는 기업의 에너지 효율향상 활동에 온실가스 감축 규제의 인식수준이 미치는 긍정적 영향을 확인하지 못한 국내 선행연구와 차별화된다. 한편, 사회규범・시장압력・조직문화요인 인식수준과 기업의 효율향상 이행수준 간에 유의한 영향은 확인할 수 없었다. 둘째, 기업 규모, 소유구조(국내기업 및 외국계기업), 규제의 적용 유형 및 업종 등 기업 특성요인들 또한 선행된 국내 연구결과와 달리 기업 에너지관리자의 효율향상 동기요인에 대한 인식수준과 기업의 효율향상 활동 이행수준에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 먼저, 에너지관리자의 효율향상 동기요인에 대한 인식수준의 경우, 기업의 규모가 클수록 규제정책, 사회규범 및 시장압력의 중요성에 대한 인식점수가 높게 나타나는 경향을 보였다. 그리고 외국계

기업의 에너지관리자가 국내기업보다 사회규범에 대한 중요성을 더욱 높게 평가하고 있는 것으로 나타났다. 규제의 적용 유형에서는 배출권거래제와 같이 규제이행 부담이 큰 기업일수록 규제정책, 시장압력 및 조직문화를 기업의 에너지 효율향상 활동에 미치는 중요 영향요인으로 인식하는 경향을 보였다. 다음으로, 기업의 에너지 효율향상 활동 이행수준은 기업 규모가 커질수록, 또는 온실가스·에너지목표관리제 적용 대상과 금속업종에 속한 기업집단에서 높아지는 경향을 보였다. 그리고 배출권거래제의 적용 대상기업인 경우 에너지 효율향상 설비투자 가능성이 높게 나타나는 경향이 관측되었다. 또한, 대기업이거나 에너지비용 비중이 높은 기업일수록 정부가 새롭게 도입한 「에너지효율목표제」에 자발적으로 참여할 가능성이 커지는 경향이 새롭게 발견되었다. 셋째, 지난 10년간(2011~2020) 산업부문 에너지다소비기업의 에너지소비 절감 실적을 분석한 결과, 지속적인 에너지 효율향상 노력이 유지되고 있는 것으로 나타났다. 또한, 배출권거래제 등 에너지·온실가스 감축 규제가 본격적으로 시행된 2015년 전·후로의 실적에 유의미한 변화가 관찰되었다. 이러한 연구결과를 종합해 볼 때, 산업부문의 에너지 효율향상 정책수단을 활용한 정부개입은 유효하게 작동하고 있는 것으로 판단하였다. 다만, 에너지소비 절감 실적이 저조한 일부 업종에 대해서는 업종별 산업환경의 특성과 가용한 효율기술을 고려하여 차별화된 효율개선 장애요인 분석과 지원방안 모색이 필요하다. 아울러 「에너지효율목표제」 등 기업의 자발적 효율향상 활동 유인을 위해 도입된 신규 정책수단이 제도적으로 유효하게 작동할 수 있도록 제도의 법제화(法制化)와 적절한 경제적 인센티브를 마련하는 것이 장기적인 차원의 산업부문 에너지 효율정책 개선 방향임을 제언하고자 한다.

본 연구의 결과는 에너지·온실가스 감축을 위한 제도적 환경변화에 대처하고 있는 기업의 효율향상 활동 동기요인을 재조명하고, 정책수단을 활용한 정부개입의 정당성을 지지하였다는 점에서 의의가 있다.

주요어 : 제도이론, 에너지다소비기업, 효율향상, 동기요인, 정부개입
학 번 : 2021-20544

목 차

제 1 장 서 론 ····· 1

제 1 절 연구의 배경 및 목적 ····· 1

제 2 절 연구의 대상 및 방법 ····· 5

제 2 장 이론적 논의와 선행연구 검토 ····· 6

제 1 절 에너지 효율 개념 및 잠재량 ····· 6

1. 에너지 효율 개념 ····· 6
2. 에너지 효율 잠재량 ····· 8

제 2 절 기업의 에너지 효율향상 영향요인 ····· 12

1. 에너지 효율향상 동기요인 ····· 12
2. 에너지 효율향상 장애요인 ····· 17

제 3 절 기업의 제도적 영향에 관한 이론 ····· 20

1. 제도이론 ····· 20
2. 포터가설 ····· 22
3. 계획적 행동이론 ····· 24

제 4 절 선행연구의 검토 ····· 25

1. 기업의 에너지 효율향상 동기요인 영향 연구 ····· 25
2. 선행연구의 비판적 검토 ····· 28

제 3 장 연구의 설계 ····· 29

제 1 절 연구 모형 ····· 29

제 2 절 연구 가설 ····· 30
제 3 절 변수의 조작적 정의 및 측정 ····· 32
1. 종속변수 ····· 32
2. 독립변수 ····· 33
3. 통제변수 ····· 36
제 4 절 설문구성 ····· 37
제 5 절 자료수집 및 분석방법 ····· 38
1. 자료수집 ····· 38
2. 분석방법 ····· 38

제 4 장 분석결과 ····· 41
제 1 절 변수의 기초통계량 ····· 41
1. 종속변수 ····· 41
2. 독립변수 ····· 43
3. 통제변수 ····· 44
제 2 절 기업 특성에 따른 변수 차이 검정 ····· 46
1. 기업규모에 따른 각 변수의 차이 검정 ····· 46
2. 기업 소유구조에 따른 각 변수의 차이 검정 ····· 48
3. 업종에 따른 각 변수의 차이 검정 ····· 48
4. 규제적용 유형에 따른 각 변수의 차이 검정 ····· 50
5. 제품 수출비중에 따른 각 변수의 차이 검정 ····· 51
6. 에너지비용에 따른 각 변수의 차이 검정 ····· 53
제 3 절 변수들 간의 상관관계분석 ····· 54
제 4 절 가설 검정 및 논의 ····· 55
1. 에너지 효율향상 활동 동기요인 회귀분석 ····· 55

2. 에너지 효율향상 활동 유형별 동기요인 회귀분석 ····· 58
1) 에너지경영시스템 도입 동기요인 분석 ····· 58
2) 에너지 효율향상 투자 이행 동기요인 분석 ····· 60
3) 에너지 효율목표관리 프로그램 참여 동기요인 분석 ··· 62
제 5 절 기업의 에너지소비 절감 실적 추세분석 ····· 64
제 6 절 분석결과 요약 및 해석 ····· 66
1. 분석결과의 요약 ····· 66
2. 분석결과의 해석 ····· 72

제 5 장 결 론 ····· 81
제 1 절 연구결과 요약 및 시사점 ····· 81
제 2 절 연구의 한계 및 후속연구 제언 ····· 84

참고문헌 ····· 86
부 록 ····· 96
1. 국내 산업부문 에너지다소비기업 현황 ····· 96
2. 에너지 효율 장벽의 일반적 유형과 해결 수단 ····· 97
3. 설문지 ····· 100
ABSTRACT ····· 104

표 목차

[표 1] 국내 산업부문 에너지 효율향상 단계별 시책 ····· 9
[표 2] 에너지 효율 잠재량(간극)의 미활용 원인과 예시 ····· 10
[표 3] 에너지다소비기업 진단결과 개선이행률 ····· 12
[표 4] 에너지다소비기업 에너지 효율 잠재량 ····· 12
[표 5] 산업부문 효율향상 동기요인 식별 선행연구 ····· 14
[표 6] 에너지 효율향상 장애요인에 대한 설명 ····· 18
[표 7] 산업조직 효율관리 의사결정에 대한 제도적 영향 ··· 21
[표 8] 기업의 에너지 효율향상 동기요인 영향 선행연구 ··· 27
[표 9] 효율향상 동기요인과 기업 활동의 상관 예측 ····· 31
[표 10] 종속변수의 조작적 정의 및 척도 ····· 32
[표 11] 독립변수의 조작적 정의 및 척도 ····· 35
[표 12] 통제변수의 조작적 정의 및 척도 ····· 36
[표 13] 설문조사 구성표 ····· 37
[표 14] 연구 분석방법 요약 ····· 40
[표 15] 독립변수 응답 요약 ····· 43
[표 16] 응답기업 특성 ····· 45
[표 17] 기업규모에 따른 변수의 차이 검정 ····· 46
[표 18] 기업 소유구조에 따른 변수의 차이 검정 ····· 48
[표 19] 업종에 따른 변수의 차이 검정 ····· 49
[표 20] 규제적용 유형에 따른 변수의 차이 검정 ····· 50
[표 21] 제품 수출비중에 따른 변수의 차이 검정 ····· 51
[표 22] 에너지비용에 따른 변수의 차이 검정 ····· 53
[표 23] 변수간 상관관계분석 결과 ····· 54

[표 24] 에너지 효율향상 활동 동기요인 회귀분석 결과 ····· 57
[표 25] 에너지경영시스템 도입 동기요인 회귀분석 결과 ··· 59
[표 26] 에너지 효율향상 투자 동기요인 회귀분석 결과 ····· 61
[표 27] 에너지 효율목표관리 참여 동기요인 회귀분석 결과 · 63
[표 28] 기업 업종별 에너지소비 절감 실적 ····· 64
[표 29] 가설검정 결과 요약 ····· 69

그림 목차

[그림 1] 에너지 효율향상 혜택의 유형 ····· 7
[그림 2] 에너지 효율 잠재량 분류 및 격차 발생 요인 ····· 11
[그림 3] 에너지 효율향상 동기요인 유형 I ····· 15
[그림 4] 에너지 효율향상 동기요인 유형 II ····· 16
[그림 5] 에너지 효율향상 장애요인 유형 ····· 17
[그림 6] 포터가설 모형 ····· 22
[그림 7] 계획적 행동이론 모형 ····· 24
[그림 8] 제안된 연구모형의 분석틀 ····· 30
[그림 9] 응답기업의 에너지 효율향상 활동별 참여율 ····· 42
[그림 10] 응답기업의 에너지 효율향상 활동 이행점수 분포 ·· 42
[그림 11] 기업규모별 독립변수 응답 평균점수 비교 ····· 44
[그림 12] 기업 업종별 에너지소비 절감 실적 추이 ····· 65
[그림 13] 연구모형의 인과관계 분석결과 1 ····· 70
[그림 14] 연구모형의 인과관계 분석결과 2-1 ····· 70
[그림 15] 연구모형의 인과관계 분석결과 2-2 ····· 71
[그림 16] 연구모형의 인과관계 분석결과 2-3 ····· 71

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경 및 목적

에너지 효율향상[1)]은 화석연료의 소비를 줄이는 동시에 온실가스[2)] 배출도 줄일 수 있어, 에너지·기후변화 대응 정책목표 달성을 위한 핵심 수단으로 주목되어 왔다(Gillingham et al., 2009; Bukarica & Tomšić, 2017; Dunlop, 2019). 국제에너지기구(IEA) 또한 에너지 효율기술을 지구온난화에 대응한 온실가스 감축 기여도[3)]가 가장 높은 정책수단으로 전망하면서, 산업·건물 등 에너지 소비부문에 대해 정부의 적극적인 정책개입을 권고한 바 있다(IEA, 2012; 2017; 2019). 이러한 에너지 효율향상에 대한 관심과 중요성의 증대로 세계 주요국 정부들은 국가 차원의 에너지·기후변화 대응 전략을 발표하고, 다양한 효율향상 정책수단을 동원하고 있다. 에너지 소비 세계 9위 및 CO_2 배출 세계 7위(IEA, 2021a; 2021b)인 우리나라도 온실가스 감축을 위한 국제사회의 노력에 동참하기 위해 2020.12월 '2050 탄소중립' 국가 비전을 발표하였다. 그리고 탄소중립 비전 실현을 위해 최종에너지 소비의 약 63%('21년)를 차지하는 산업부문의 온실가스 배출량을 2050년까지 2018년 대비 80.4% 감축하는 정책 시나리오가 확정('21.10)됨에 따라, 산업부문의 에너지 효율혁신은 피할 수 없는 과제로 부상하였다(이슬기, 2019; 관계부처, 2020; 탄소중립위원회, 2021).

---

1) 에너지 효율향상은 기술적(technological), 행동적(behavioral), 경제적(economic) 변화 등으로 에너지 소비를 줄이면서 동일한 에너지 서비스 혜택을 누리는 것을 의미한다(EU directive on energy efficiency, 2012).

2) 기체들 가운데 온실효과를 일으키는 기체를 '온실가스(greenhouse gas)'라 하며, 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)는 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF_6)을 6대 온실가스로 지정하였다(IPCC Guidelines, 2006).

3) IEA(International Energy Agency)의 분석에 의하면, 2060년 글로벌 탄소중립 달성을 위한 에너지 기술별 기여도는 효율향상 37%, 재생에너지 공급 32%, 탄소포집·활용저장기술 및 원자력이 12% 수준으로 전망되었다(IEA, 2019).

산업부문의 에너지 효율향상은 수십 년 동안 각국 정부의 에너지정책 의제에 중요한 역할을 해왔다(Patterson, 1996; Martin et al., 2012). 그동안 산업부문의 에너지 효율향상 촉진을 위한 학문적・사회적 담론은 온실가스 감축을 통한 기후변화 완화(Worrell et al., 2009), 산업 경쟁력 강화(Trianni et al., 2017) 및 생산성 향상(Worrell et al., 2003; Costa-Campi et al., 2015) 등을 중심으로 전개되어 왔다. 최근의 선행연구(Konig, 2020)에 의하면, 산업부문의 에너지 효율향상은 기업과 사회에 실질적인 이익을 약속한다고 주장하며, 에너지・온실감축을 위한 산업부문 역할의 중요성을 강조하였다. 그러나 이러한 에너지 효율향상이 산업 경쟁력 강화, 온실가스 감축 등의 사회적 후생(social welfare)을 증대시키는 긍정적 효과를 지지하는 다양한 논의와 연구결과에도 불구하고, 이론적으로 가능한 에너지 효율개선 조치(measures)가 산업조직에 의해 100% 수행되지 않는 현상에 대한 의문이 여전히 제기되고 있다.

이처럼 에너지 효율향상이 경제・사회적 편익을 수반함에도 불구하고 효율개선 조치가 수행되지 않아 에너지 사용처에 여전히 존재하는 '에너지 효율 잠재량(potential)' 또는 '에너지 효율 간극(gap)'을 설명하려는 선행연구(Jaffe & Stavins, 1994; Brown, 2001; Sorrell et al., 2004; 진상현, 2008; Thollander et al., 2010; 정용훈・이유수, 2011; Cagno et al., 2012; 김성욱・고재경, 2013; Timilsina et al., 2016; Bukarica & Tomšić, 2017; Solnørdal & Foss, 2018; 박지용・이성인, 2020)들이 활발히 이루어졌다. Bukarica & Tomšić(2017)은 '에너지 효율 간극'을 기술적으로 가능한 최적의 에너지소비 절감량과 실질적으로 절감된 수준의 차이로 설명되는 '에너지 효율 잠재량'으로 정의하였다. 산업조직의 에너지 효율 잠재량과 관련된 선행연구들을 분석해 보면, 크게 두 가지로 구분된다. 먼저, 기존의 주요 선행연구들은 에너지 효율개선을 저해하는 장애요인(시장실패・행동적・조직적・기술적 장벽 등)들을 유형화하고, 이러한 요인들이 산업조직에 미치는 영향을 탐색하고자 하였다(Cagno et al., 2012; Timilsina et al., 2016; 박지용・이성인, 2020). 이 외의 선행연구들은 산업조직의 에너지 효율 잠재량 활용에 긍정적 영향을 미치는 동기요인(친환경 이미

지, 에너지비용 절감, 정부규제[4] 등)들을 식별하거나, 이들의 영향분석을 시도하였다(Groot et al., 2001; Rohdin & Thollander, 2006; Thollander & Ottosson, 2008; Hasanbeigi et al., 2010; Liu et al., 2012; Suk et al., 2013; Cagno & Trianni, 2013; Trianni et al., 2017; Johansson & Thollander, 2018; Garrone et al., 2018; Solnørdal & Foss, 2018; Konig, 2020).

한편, 앞서 언급한 기존 선행연구들의 이론적・실증적 논의들이 산업조직의 미활용 에너지 효율 잠재량 발생 원인을 규명하는 이론을 체계화하는데 상당한 기여를 하였음에도 불구하고 여전히 추가연구가 필요한 상황이다. 특히, 경제학적 관점에서 시장실패에 해당하는 에너지 효율 잠재량의 활용을 위한 규제정책, 금융지원 등과 같은 정부개입의 유효성을 실증적으로 규명한 연구가 미흡한 것으로 파악되었다. 예를 들어 에너지 효율향상 동기요인들이 국내 산업체의 에너지 소비감축 활동 이행수준에 미치는 영향을 분석한 선행연구(Suk et al., 2013)에서는 정부규제의 유의한 영향이 나타나지 않았다. 그리고 금속, 석유화학 등 에너지 투입이 많은 제조기업의 에너지비용과 기업의 에너지 소비감축 활동 간의 유의미한 상관관계 또한 확인되지 않았다. 이러한 선행연구 결과는 규제를 통한 정부의 정책개입 강도(예: 에너지・온실가스 감축 이행의 강제성)가 약하거나 에너지 가격이 낮아 제품생산을 위한 에너지 투입비용 부담이 크지 않을 경우 지지될 가능성이 있다. 그러나 2008년 '저탄소 녹색성장'의 새로운 국가발전 비전이 발표되고, 중장기 온실가스 감축 목표가 설정됨에 따라, 정부는 국가 비전과 정책 목표를 효율적으로 달성하기 위한 강력한 조치를 법적으로 제도화하였다. 이러한 제도적 조치는 「저탄소 녹색성장 기본법('10.1)」에 근거한 온실가스・에너지목표관리제(TMS, 2010~)[5]와 「온실가스 배출권 할당 및 거래에 관한 법률('12.5)」에 근거한

4) 정부규제(政府規制)란 바람직한 경제적・사회적 목적 실현을 위해 정부가 시장에 개입하여 기업과 개인의 행위를 제약(制約)하는 것으로 정의된다(최병선, 1992).

5) 온실가스・에너지목표관리제(TMS, GHG・Energy Target Management System)는 정부가 일정 수준 이상(50,000tCO_2-eq & 200TJ이상 업체 또는 15,000tCO_2-eq & 80TJ이상 사업장)의 온실가스의 배출과 에너지를 소비하는 기업에 감축 목표를 부여하고 관리하는 제도이며, 2010년도에 도입되었다(이세림 외2, 2017).

배출권거래제(ETS, 2015~)[6]를 통해 단계적으로 강화되었다. 이에 따라, 현재 온실가스・에너지목표관리제(TMS)와 배출권거래제(ETS)에 대응하고 있는 기업의 경영환경을 고려한다면, 산업부문의 효율향상을 위한 정부 개입의 영향을 재확인하고, 제도적 변화 이후 기업의 에너지 효율향상 활동에 미치는 영향요인을 새롭게 규명하는 연구가 이루어질 필요가 있다.

본 연구에서는 앞서 제기된 연구의 필요성을 바탕으로 에너지 효율향상을 위한 정책개입은 기업의 효율향상 활동에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 기본 가설과 함께 다음과 같은 연구목적을 달성하고자 한다.

첫째, 선행연구들로부터 제시된 동기요인(정부규제 및 지원정책, 사회규범, 시장압력 및 조직문화)들이 국내 산업부문 에너지다소비기업의 에너지 효율향상 활동 이행수준에 미치는 영향을 실증적으로 규명해보고자 한다. 둘째, 기업의 규모, 업종 및 에너지비용 등 기업 특성요인이 에너지 효율향상 활동 이행수준에 어떠한 영향을 미치는지 파악하고자 한다. 또한, 의무 에너지진단제도, 온실가스・에너지목표관리제(TMS) 및 배출권거래제도(ETS)와 같은 정부규제의 적용 강도 차이가 기업의 에너지 효율향상 활동에 유의미한 영향을 미치는지에 대해서도 분석하고 시사점을 도출한다. 마지막으로 2015년 배출권거래제 도입 前・後 에너지다소비기업의 에너지소비 절감 실적 변화를 관찰하여 정책수단을 활용한 정부개입(government intervention)의 영향을 확인하고자 한다.

그러므로 본 연구는 국내 산업부문의 제도적 환경변화에 적응하고 있는 기업의 에너지 효율 잠재량 활용을 촉진하는 영향요인을 탐색하고, 효율향상 정책수단의 유효성(effectiveness)을 검증하여 정부의 시장개입 정당성(legitimacy)을 지지하는데 궁극적인 목적이 있다.

---

6) 배출권거래제(ETS, Emission Trading System)는 일정 수준 이상(기준연도의 연평균 온실가스 배출 총량이 125,000tCO_2-eq 이상 업체 또는 25,000tCO_2-eq 이상 사업장)의 온실가스 배출 업체 또는 사업장을 대상으로 정부가 배출권을 年 단위로 할당하여 할당범위 내에서 배출을 허용하고, 사업장의 실제 온실가스 배출량을 평가하여 여분의 배출권 또는 부족분에 대하여는 시장거래를 허용하는 제도이며, 2015년에 도입되었다(채종오・박선경, 2016).

제 2 절 연구의 대상 및 방법

본 연구의 대상은「에너지이용합리화법」제31조 및 제35조에 따라 매년 관할 시・도에 사업장의 에너지사용량과 제조설비 현황, 에너지소비절감 실적 등의 신고 의무가 있는 에너지다소비기업(연료・열 및 전력의 연간 사용량의 합계가 2,000TOE[7]이상인 사업자) 중에서 산업부문에 해당하는 기업으로 한정한다. 본 연구의 모집단은 2021년 에너지사용량 신고기간(2021.1.1~1.31)동안 자료를 제출한 산업부문의 2,830개의 기업을 대상으로 하였다. 에너지다소비기업 중 본 연구의 목적과 관계가 없는 건물부문과 수송부문의 기업은 연구 대상에서 배제하였다.

본 연구는 에너지 효율향상 동기요인이 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 미치는 영향을 규명하기 위한 연구목적에 따라 독립변수로 에너지 효율향상 동기요인을 설정하고, 기업의 효율향상 활동 이행수준을 종속변수로 설정하였다. 독립변수의 하위변수로는 1) 규제정책, 2) 지원정책, 3) 사회적 규범, 4) 시장압력 및 5) 조직문화로 설정하였으며, 종속변수의 하위변수로는 1) 효율기술・정책정보 수집, 2) 설비 모니터링 및 운전효율 최적화, 3) 에너지경영기법 도입 및 전사적 효율관리, 4) 효율개선 금융투자, 5) 자발적 에너지효율목표제 참여 및 목표달성 이행 등 5가지의 활동으로 구분하였다. 통제변수로는 기업의 특성요인으로서 기업규모, 기업의 소유구조(국내・외국계기업), 에너지・온실가스 감축 규제적용 유형, 업종, 생산제품의 수출 및 에너지비용 비중으로 설정하였다.

본 연구의 가설검정을 위한 자료는 한국에너지공단의 협조를 통한 온라인 설문조사를 실시하여 수집되었으며, 공단으로부터 제공된 설문 응답 데이터를 기초분석 자료로 사용하였다. 그리고 에너지 효율향상 동기요인이 국내 에너지다소비기업의 에너지 효율향상 활동에 긍정적 영향을 미친다는 가설을 검정하기 위해 IBM SPSS Statistics 26을 활용하였다.

---

7) TOE(Ton of Oil Equivalent, 석유환산톤)란 석유・가스・전기 등 모든 에너지原에 공통으로 적용될 수 있는 단위로 원유 1톤(ton)이 갖는 열량으로 10^7kcal를 말한다(한국에너지공단, 2021c).

제 2 장 이론적 논의와 선행연구 검토

제 1 절 에너지 효율 개념 및 잠재량

1. 에너지 효율 개념

에너지(energy)[8]는 경제주체들의 생산 활동에 투입되는 다양한 요소들 중의 하나로, 부분적으로 투입되는 에너지의 효율(efficiency)을 객관적으로 측정하는 데는 여러 가지 제약이 따른다(Lin & Du, 2013). 그리고 효율성은 추상적인 의미를 내포하고 있어 다양한 의미로 해석되는 특징을 가진다. 효율성에 대한 경영학 또는 경제학의 논의는 주로 기술적 효율성(technical efficiency), 비용 효율성(cost efficiency) 그리고 관리적 효율성(X-efficiency)[9] 등을 통해 이루어져 왔으며, 투입(input) 대비 산출(output)의 개념에 기초하여 정의 된다(고길곤 외2, 2016).

본 연구에서 다루는 에너지 효율(energy efficiency)의 개념 또한 투입 대비 산출의 개념을 바탕으로 이론적 논의가 전개되어 왔다. EU, 국제표준화기구(ISO) 등은 성능・서비스・재화(財貨) 또는 에너지 출력과 에너지 투입 간의 비율로 에너지 효율에 대한 개념을 일반화하였으며, 아래의 식과 같이 정의된다(EU, 2012; ISO, 2016).

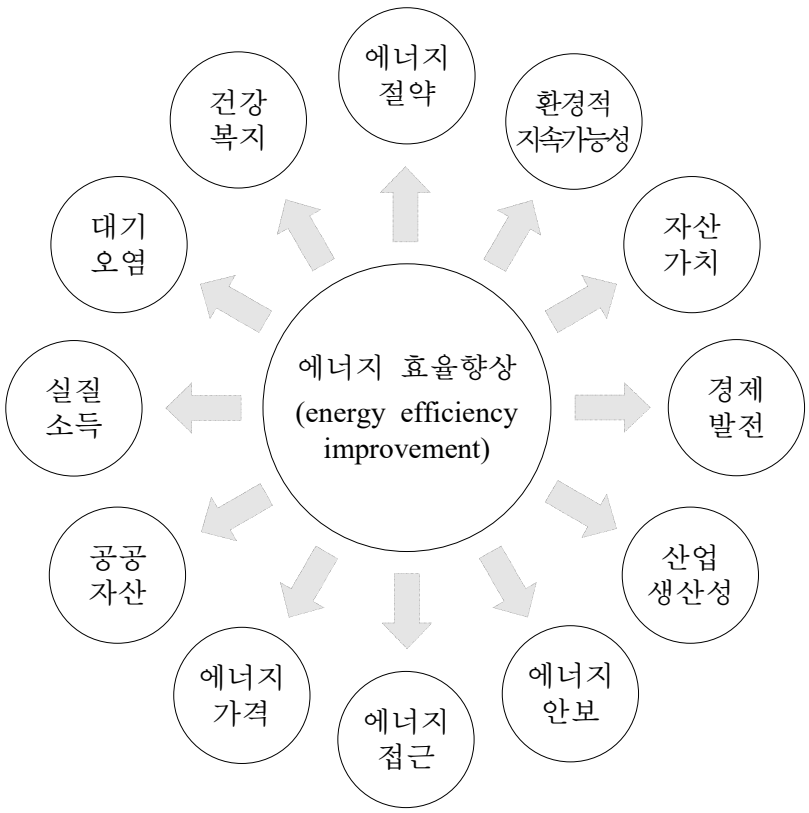
$$\text{에너지 효율 (energy efficiency)} = \frac{\text{에너지 출력・성능・서비스・재화 (output of energy・performance・service・goods)}}{\text{에너지 투입량 (input of energy)}}$$

8) 에너지란 에너지법(2조)에 따라 일반적으로 전기・열・연료(석유・가스・석탄, 그 밖에 열을 발생하는 열원(熱源))로 정의된다(https://www.law.go.kr).

9) Charles Wolf(1994)는 효율성의 개념을 관리적 효율성(X-efficiency: 고용, 해고, 승진, 보너스 등을 통해 관리 및 조직 차원의 비용은 낮추고 생산성은 높이는 활동)과 동태적 효율성(dynamic efficiency: 비용 절감을 위한 신기술 또는 신상품 개발, 품질개선 등의 관점에서 비용은 낮추고 이익은 증대)으로 설명하였다.

또한, 에너지 효율향상(energy efficiency improvement)의 중요성은 사회과학, 경제, 공학 등 다양한 분야의 학자들 사이에서 강조되어 왔다. Gupta & Ivanova(2009)는 에너지 효율의 확산은 에너지 정책에서 논쟁의 여지가 없고 바람직한 전략이라고 주장하였다. 전통적으로 에너지 효율향상은 에너지 수급의 안정성을 확보하고, 온실가스와 같은 환경오염원 배출을 감소시켜 경제적·환경적 지속가능성을 높이는 에너지 정책의 중요한 전략으로 채택되었다(IEA, 2014). 그리고 이처럼 에너지 효율정책이 강조되고 있는 이유는 에너지 효율개선을 통해 제공되는 혜택의 범위가 다양하기 때문이다(Dunlop, 2019). 여기에는 에너지 절약, 환경적으로 지속 가능한 발전, 대기오염 저감 및 산업생산성 개선 등이 포함된다(IEA, 2014; Rosenow & Bayer, 2017; Cole et al., 2018). [그림 1]은 IEA(2014)가 제시한 에너지 효율향상의 다양한 혜택의 유형을 보여준다.

[그림 1] 에너지 효율향상 혜택의 유형(IEA, 2014)



2. 에너지 효율 잠재량

에너지 효율향상은 에너지소비 절감을 통한 온실가스 감축뿐 아니라 다양한 사회·경제적 편익을 가져다주지만, 에너지 효율개선 투자가 적정 수준에 못 미치는 현실에서는 추가적으로 이용이 가능한 미활용 에너지 효율 잠재량[10](potential) 또는 효율 간극(gap)이 여전히 존재하고 있다 (Jaffe & Stavins, 1994; Golove & Eto, 1996; DeCanio, 1997; Brown, 2001; Sorrell et al., 2004). '효율성의 역설(paradox)'이라고도 언급(DeCanio, 1997)되는 에너지 효율 잠재량은 기술-경제 분석에 기초하여 비용 효과적인 것으로 기대되는 에너지 효율향상 수단과 실제로 채택된 수단과의 차이로 정의되기도 한다(Golove & Eto, 1996). Yang(2013)의 주장에 따르면, 이러한 효율 잠재량은 정부개입에 대한 정당성의 근거로도 볼 수 있다.

한편, 에너지 효율향상의 편익에 관한 다양한 선행연구 결과와 국제사회의 지지에 의한 정부의 정책적 개입에도 불구하고, 효율향상 수단들(국내 정책수단들은 [표 1]을 참조)이 시장에서 100% 채택되지 않고 효율잠재량이 여전히 남아 있는 이유는 무엇인가? 지금까지 정부개입을 통해 활용되고 있는 에너지 효율 정책수단들은 유효하게 작동하고 있는가? 그리고 에너지 효율 잠재량의 활용 확대방안은 무엇인가? 이러한 질문들의 답을 탐색하기 전에 에너지 효율 잠재량 활용을 저해하는 주요 장벽과 원인을 먼저 이해하는 것이 중요하다.

---

10) Jaffe & Stavins(1994)는 에너지 효율 잠재량(energy efficiency potential)을 (a) 시장실패(market failure)를 제거함으로써 달성할 수 있는 경제적 잠재량(economic potential): 에너지 효율에 대한 비용 효과와 기술적 성능에 대한 신뢰할 수 있는 정보의 접근이 가능한 상황에서 주어진 에너지 시장 가격으로 비용 효율적인 에너지 기술로 전환될 경우 발생할 에너지 절감 잠재량, (b) 非시장장벽(non-market barriers)을 추가로 제거한 기술적 잠재량(technological potential): 비용과 상관없이 가장 효율적인 에너지 기술을 구현함으로써 달성 가능한 에너지 절감 잠재량, (c) 비용 효율성(cost-effective) 기반에서 비합리적이라고 판단되는 모든 장벽이 제거된 사회적 최적화(social optimum): 개인과 기관이 경제적으로 더 나은 결과를 기대할 수 있는 에너지 효율향상 조치를 모두 채택했을 때 관찰되는 에너지 절감 잠재량 등의 유형으로 구분하였다.

[표 1] 국내 산업부문 에너지 효율향상 단계별 시책

단 계	시책명	내 용
에너지 낭비요인 파악	에너지다소비기업 에너지사용량 신고	• 에너지사용현황, 절약시설 투자 및 절약 실적, 설비현황 등 정보수집·동향분석
	의무 에너지진단	• 에너지다소비기업을 대상으로 5년 이하의 주기로 에너지진단을 의무화
에너지 절감, 효율향상 유도	자발적 에너지효율목표제	• 에너지다소비기업이 자발적인 에너지효율 개선목표를 정하고 정부와 협약 후, 공인 기관의 실적평가를 통하여 목표달성기업에게 인센티브를 부여
	에너지절약기술 정보협력	• 동종업종 간 협의체를 구성하여 효율기술 정보와 에너지 절감 사례 등을 공유
	중소기업 효율개선 컨설팅 및 투자보조	• 영세 중소기업의 효율개선을 위해 무료컨설팅을 실시하고 에너지절약설비 개체 비용의 일부를 보조
절약시설 투자지원	시설투자 금융지원	• 중소·중견기업 에너지절약시설 투자비용(이자율 1.75% 이내, '21년 기준) 융자 지원
	에너지경영시스템 구축 지원	• 중소·중견기업을 대상으로 에너지경영체제 및 공장관리시스템(FEMS, Factory Energy Management System) 구축 지원
에너지·온실가스 감축규제	온실가스 배출권거래제	• 대규모 온실가스배출 업체(또는 사업장)를 대상으로 정부가 연단위 배출권을 할당하고, 실제 배출량을 평가 후 잉여 또는 부족 배출권의 시장거래를 허용
	온실가스·에너지 목표관리	• 일정 수준 이상의 온실가스 배출 및 에너지 소비 업체(또는 사업장)에게 온실가스·에너지 감축목표를 부여하고 이행실적을 평가 및 관리

출처) 저자가 KEA 에너지편람(한국에너지공단, 2021b)을 참고하여 작성

선행연구들은 에너지 소비부문 전반의 효율 잠재량이 이용되지 않는 원인에 대해서 [표 2]과 같이 설명하고 있다(Brown, 2001; Sorrell et al., 2004; 진상현, 2008; Thollander et al., 2010, 정용훈・이유수, 2011; Cagno et al., 2012; 김성욱・고재경, 2015; Bukarica & Tomšić, 2017; 박광수・남경식, 2019, Longarela-Ares et al., 2020). 주요 선행연구들은 에너지 효율 잠재량의 미활용 원인을 경제적・조직적 장벽과 행태적・정책적 실패 등 크게 4가지로 분류하고 있다. 그리고 경제적 장벽은 다시 시장실패와 非시장실패 요인으로 구분된다. Bukarica & Tomšić(2017)은 [그림 2]와 같이 에너지 효율 잠재량을 기술적・경제적・정책적・사회적 잠재량으로 분류하였으며, 잠재량의 격차 발생 요인으로 에너지 효율향상 수단의 경제성 부족, 시장실패 및 정책실패로 설명하였다.

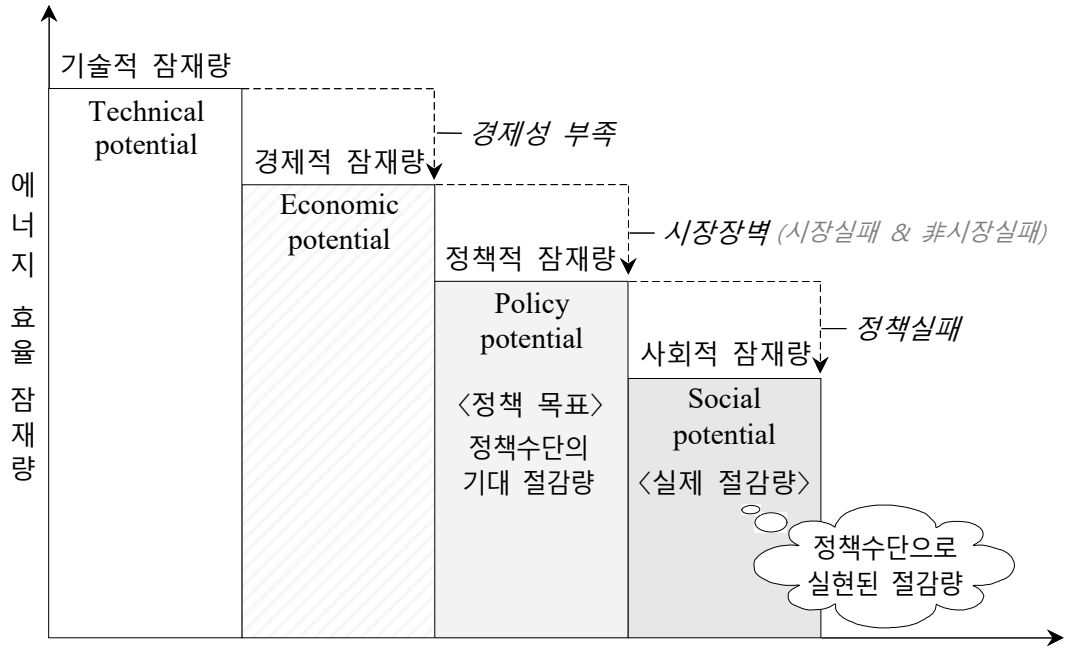
[표 2] 에너지 효율 잠재량(간극)의 미활용 원인과 예시

	원인 구분	세부 분류	예시
에너지 효율 잠재량 (energy efficiency potential)	경제적 장벽 (economic barriers)	시장실패 (market failures)	• 에너지가격 왜곡 • 공공재(公共財) • 주인-대리인 문제[11)] • 정보 불균형
		非시장실패 (non-market failures)	• 자금조달의 제약 • 숨겨진 비용(hidden cost) • 위험・불확실성 회피
	조직적 장벽 (organizational barriers)		• 낮은 투자순위 • 환경가치의 내부갈등
	행태적 실패 (behavioral failures)		• 관성(변화기피) • 제한된 합리성
	정책적 실패 (policy failures)		• 절감성과 검증체계 미비 • 정부의 소극적 지원 등

출처) Sorrell et al.(2004) 등 선행연구를 토대로 저자가 재구성

11) 주인-대리인 문제는 정보의 비대칭성에서 기인하며, 대리인의 행동을 주인이 관찰할 수 없을 때 발생하는 '도덕적 해이'와 주인보다 대리인이 우월한 정보를 갖고 있을 때 발생하는 '역선택' 현상의 유형으로 구분된다(김준기, 2014:163).

[그림 2] 에너지 효율 잠재량 분류 및 격차 발생 요인(Bukarica & Tomšić, 2017)



국내 정부는 이러한 에너지 효율 잠재량을 적극 활용하기 위해 2007년부터 에너지다소비기업을 대상으로 의무 에너지진단제도를 도입하고, 진단을 통해 파악된 에너지 손실요인에 대한 개선조치[12)]를 이행토록 하고 있다. 다만, 진단결과에 따른 개선조치 이행은 기업들이 가동 중인 설비의 보수 및 교체주기(수명), 경영여건 등이 고려되어야 하므로 의무사항은 아니다. Harris et al.(2000)은 기업의 에너지진단 결과로 제시된 효율향상 개선조치 중 실제 이행된 조치의 비율로 효율 잠재량의 활용도 측정을 제안한 바 있다. 이 방식에 따라 에너지진단을 통해 파악된 국내 에너지다소비기업의 연간 효율 잠재량 활용도는 [표 3]에서 제시한 바와 45.8% 수준(2017년 기준)인 것으로 파악된다. 이는 활용 가능한 효율 잠재량 중 54.2%는 미활용 되고 있음을 의미한다. 이를 근거로 2017년에 에너지진단을 실시한 682개의 기업([표 4] 참조)의 연간 미활용 효율 잠재량은 연간 305.1천toe(=563천toe × 54.2%) 수준으로 예측된다.

12) 산업체 에너지 이용효율 개선조치의 예로는 설비・공정별 에너지밸런스, 설비 운전 합리화, 그리고 노후설비를 고효율설비로의 교체 등이 있다(오재영, 2018).

[표 3] 에너지다소비기업 진단결과 개선이행률

구 분	2010	2015	2016	2017
조사대상 기업수(개)	534	795	780	661
효율개선 권고조치(건, A)	4,904	5,211	5,269	4,341
실제 이행조치(건, B)	2,019	2,503	2,350	1,988
개선이행률(%, B/A) (미이행률: %, C=1-B/A)	41.2 (58.8)	48.0 (52.0)	44.6 (55.4)	45.8 (54.2)

출처) 한국에너지공단 주요사업 편람(한국에너지공단, 2021a)을 토대로 저자 작성

[표 4] 에너지다소비기업 에너지 효율 잠재량

구 분	2010	2015	2016	2017
진단기업 수(개)	545	825	789	682
에너지소비(천toe, A)	8,088	13,299	14,865	13,559
효율 잠재량(천toe, B) (잠재량 비중: %, B/A)	480 (5.9)	521 (3.9)	648 (4.4)	563 (4.2)
미활용 효율 잠재량(천toe)주)	282	271	359	305

출처) 한국에너지공단 주요사업 편람(한국에너지공단, 2021a)을 토대로 저자 작성
주) 미활용 효율 잠재량 = ([표 4]의 효율 잠재량) × ([표 3]의 효율개선 미이행률)

제 2 절 기업의 에너지 효율향상 영향요인

1. 에너지 효율향상 동기요인

산업부문의 에너지 효율향상 동기요인을 식별하거나 유형을 범주화하는 다양한 선행연구들이 진행되어 왔다(Groot et al., 2001; Anderson & Newell, 2004; Rohdin & Thollander, 2006; Thollander & Ottosson, 2008; Hasanbeigi et al., 2010; Suk et al., 2013; Cagno & Trianni, 2013; Thollander et al., 2013; Blass et al., 2014 ;Brunke et al., 2014; Venmans,

2014; Johansson & Thollander, 2018; Garrone et al., 2018; Solnørdal & Foss, 2018; Konig, 2020). 그리고 해외 주요 선행연구에 의하면 기업의 친환경이미지(Groot et al., 2001; Venmans, 2014), 최고경영자의 지원(Brunke et al., 2014; Johansson & Thollander, 2018), 비용절감(Thollander et al., 2013; Brunke et al., 2014) 등은 공통적인 동기요인으로 제시되고 있다.

Groot et al.(2001)은 네덜란드 제조기업의 에너지 효율향상 투자 행태 영향요인에 관한 실증 연구결과를 통해 기업의 친환경 이미지(green image)가 중요 동기요인임을 강조하였다. Rohdin & Thollander(2006)는 스웨덴 제조기업을 대상으로 사례연구를 실시한 결과, 장기 에너지전략과 에너지가격 상승이 기업의 효율향상을 유인하는 주요 동기요인임을 확인하였다. Blass et al.(2014)은 미국 에너지부의 에너지 효율프로그램을 통해 752개 중소제조업체에 제시된 에너지효율 권고사항(5,779개)의 채택에 최고 운영 관리자(Top operations managers)의 영향에 관한 실증연구를 시도하였다. 연구결과, 최고 운영 관리자의 참여는 권고된 효율향상 조치의 채택률을 최대 44%까지 높이고, 기업의 평균 에너지 절감률을 13.4% 증가시키는 것으로 나타났다. Johansson & Thollander(2018)는 10년 동안 수행되었던 스웨덴 산업에너지 효율향상 영향요인 연구결과를 종합적으로 분석하여, 산업부문의 10대 효율향상 동기요인을 도출하였다. 10대 효율향상 동기요인으로 1) 최고 경영자 지원, 2) 장기 에너지 전략, 3) 단계별 에너지계획 수립, 4) 에너지관리자 선임, 5) 에너지 비용 할당, 6) 명확한 성과지표 부여, 7) 에너지관리 경계 지정, 8) 직원 교육, 9) 효율관리 성과 시각화, 10) 부서별 에너지 절약 경쟁 등이 포함된다. Garrone et al.(2018)은 제도이론을 바탕으로 유럽 9개국의 산업부문 22,936개 기업을 대상으로 에너지 효율혁신에 미치는 영향요인 분석을 시행하였다. Garrone et al.(2018)의 연구결과에 의하면, 국가별 규제적(regulatory), 사회적 압력(social pressure)이 기업의 고효율제품 생산과 공정효율 혁신을 유발하는 것으로 나타났다. 또한, 대기업은 정부의 규제 압력에 더욱 민감하게 반응하는 것으로 확인되었다. 산업부문의 에너지 효율향상 동기요인 식별을 위한 주요 선행연구의 결과는 [표 5]와 같이 요약된다.

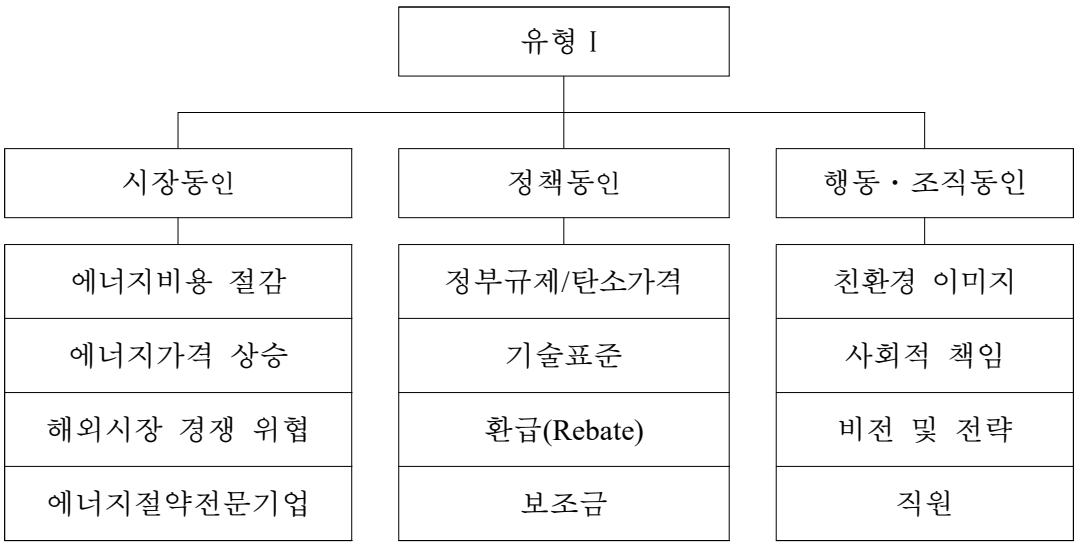
[표 5] 산업부문 효율향상 동기요인 식별 선행연구

저자	업종	국가	주요 동기요인
Groot et al. (2001)	화학, 철강, 금속, 식품 등	네덜란드	기업의 친환경 이미지(green image)
Anderson & Newell (2004)	중소 제조업	미국	정책자금 지원을 통한 에너지진단
Rohdin & Thollander (2006)	비에너지집약 제조업	스웨덴	장기 에너지전략, 에너지 가격 상승, 직원의 효율개선 의지
Thollander & Ottosson (2008)	펄프・제지	스웨덴	에너지 사용량 감소로 인한 비용절감, 규제정책 및 리베이트, 친환경 이미지
Hasanbeigi et al. (2010)	제조업	태국	에너지 사용량 감소, 직원 건강 및 안전, 제품 품질개선을 통한 원가 절감
Suk et al. (2013)	중소 제조업	한국	최고 경영자(CEO)의 지원, 학습능력
Cagno & Trianni (2013)	중소 제조업	이탈리아	세액공제 또는 정책자금, 외부 압력, 장기적 혜택
Thollander et al. (2013)	철강	유럽 7개국	원가 절감, 에너지 가격 및 세금의 상승, 최고 경영진의 약속
Venmans (2014)	시멘트・유리・요업	벨기에	에너지 가격 상승, 최고 경영진의 헌신, 친환경 이미지
Blass et al. (2014)	중소제조업	미국	최고 운영 관리자 (top operation managers)
Brunke et al. (2014)	철강	스웨덴	최고 경영진의 헌신, 에너지비용 절감, 장기적인 에너지 전략
Johansson & Thollander (2018)	제조업	스웨덴	최고 경영자 지원, 에너지전략 및 단계별 계획, 에너지 성과지표 관리, 교육, 효율관리 성과의 시각화, 조직內 경쟁
Garrone et al. (2018)	산업	유럽 9개국	정부 규제제도 및 환경 관련 지출, 에너지 가격

주) Trianni, Cagno, Marchesani & Spallina (2017) “Classification of drivers for industrial energy efficiency and their effect on the barriers affecting the investment”, p.203을 참고하여 저자가 문헌 추가 및 재구성

한편, Thollander & Ottosson(2008)과 Solnørdal & Foss(2018)는 기존의 선행연구를 토대로 에너지 효율향상 동기요인의 범주화를 시도하였다. Thollander & Ottosson(2008)은 제조기업의 효율향상 동기요인들을 시장, 정책, 행동 및 조직적 측면으로 범주화하였다. 시장동인(market driver)에는 에너지사용량 감소에 의한 비용절감, 에너지가격 상승 및 해외시장 경쟁 위협 등이 포함된다. 정책동인(policy driver)으로는 정부의 규제, 기술표준, 투자 보조금 등이 포함된다. 그리고 기업의 친환경 이미지 및 사회적 책임, 장기적인 에너지비전 및 전략 등이 행동・조직(behavioral & organizational) 측면에서의 에너지 효율향상 동인으로 분류되었다.

[그림 3] 에너지 효율향상 동기요인 유형 I (Thollander & Ottosson, 2008)



[그림 3]은 Thollander & Ottosson(2008)이 제시한 제조기업의 에너지 효율향상 동기요인 유형을 나타낸다. Solnørdal & Foss(2018)는 1998년부터 2016년까지의 광범위한 선행연구를 분석하여 [그림 4]와 같이 제조기업의 에너지 효율향상 동기요인 유형의 확장을 시도하였다. Solnørdal & Foss(2018)의 연구결과에 의하면, '기업의 관점'에서 조직 및 경제적 동인이 에너지 효율향상을 위한 가장 두드러진 자극제(stimulus)로 기능을 하며, 정책수단과 시장동인의 영향은 상대적으로 낮다고 주장하였다. 이는

제조업체의 에너지 효율향상을 촉진하는 중요 영향요인에 대한 '에너지 정책 입안자'와 '기업 관리자'의 인식이 서로 불일치하는 것으로 해석된다. 그리고 기업규모는 기업의 에너지효율에 긍정적인 영향을 미치지만, 업종은 결정적 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다. 또한, 에너지 효율정책은 효율관리 역량과 관행이 기업의 에너지 효율 수준에 미치는 영향에 대한 이해를 바탕으로, 경제적 인센티브 제공과 기업의 경영・역량・조직구조의 자극 등을 목표로 해야 한다고 강조되었다.

[그림 4] 에너지 효율향상 동기요인 유형Ⅱ(Solnørdal & Foss, 2018)

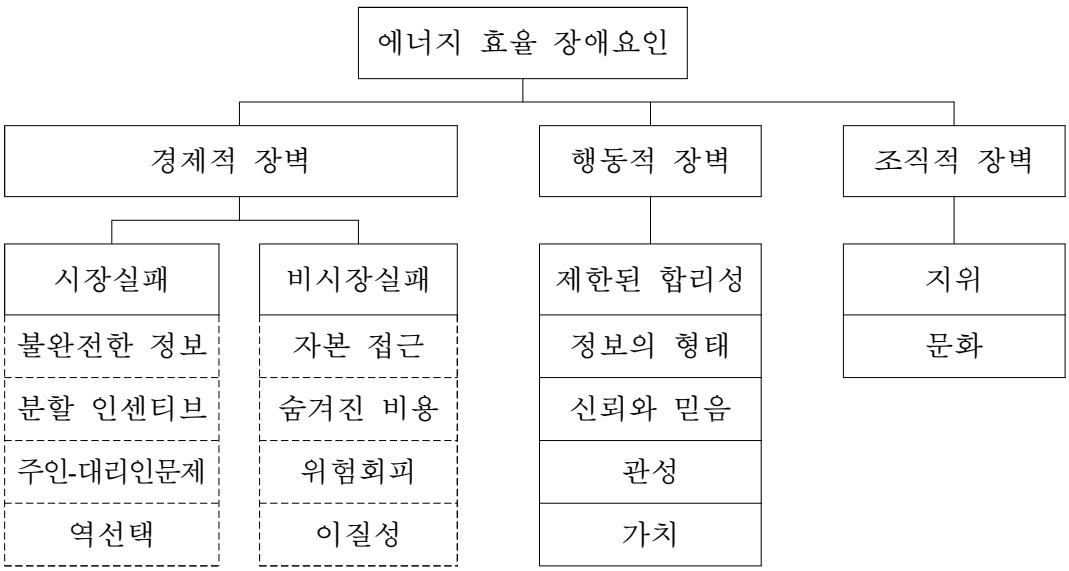
유형Ⅱ	하위 범주	실증적 동인	
경제적 동인	기 술	기술적 해결(solution) 및 생산성 향상	내부
	운영비	에너지사용 감소로 인한 비용절감, 에너지가격 상승	
	금 융	재원 마련, 투자 규모 및 투자비 회수 기간	
조직적 동인	조직구조	조직구조 및 부서 간의 협력	
	경 영	에너지진단 및 성과지표, 환경경영시스템, 장기 에너지전략, 경영비전, 지원	
	역 량	직원 역량, 조직의 혁신성, R&D, 교육・훈련	
시장 동인	시장압력	시장경쟁, 소비자 요구	외부
	소유구조	소유구조(ownership)	
	네트워크, 정보	산업 네트워크 협력, 정보의 신뢰성, 전문가의 기술 지원, 업종단체(sector organization)	
정책수단	정책・규제	세제, 보조금, 자발적 협약, 법적 의무 준수	
조절 동인	기업규모	대기업, 중견기업, 중소기업	조절
	업 종	식품, 섬유, 제지・목재, 화학, 금속 등	

2. 에너지 효율향상 장애요인

산업부문의 에너지 효율향상 장애요인을 식별하고 개선방안을 모색하고자 하는 연구는 에너지 정책분야의 관심도가 매우 높았던 주제로 상당한 기간 광범위하게 시도되었다(Sorrell et al., 2004; Reddy, 2013; Cagno et al., 2013, DOE, 2015; Timilsina et al., 2016; Trianni & Cagno, 2016; 이상준; 2016, Bukarica & Tomšić, 2017; 박지용・이성인, 2020).

에너지 효율향상 장애요인에 대한 초기 선행연구는 경제적 장벽(시장실패 및 非시장실패), 행동적 장벽 및 조직적 장벽으로 식별되었으며, 문헌에 자주 인용되는 장애요인의 유형은 Sorrell et al.(2004)의 연구에 의해 제시되었다. Sorrell et al.(2004)이 제시한 에너지 효율 장애요인의 유형은 앞서 2.1절에서 언급한 동기요인과 유사하게 범주화되어 있음을 알 수 있다. 이는 동기요인이 작동하지 않는 것 자체가 곧 장애요인으로 해석될 수 있음을 의미한다. 그리고 Bukarica & Tomšić(2017)은 에너지 효율 장벽의 유형을 체계화하고 주요 장벽에 대한 일반적인 해결 수단(solutions)을 제시하였다([부록 2] 참조). [그림 5]는 Sorrell et al.(2004)이 제시한 장애요인의 유형을 보여주고 있으며, 각 요인에 대한 설명은 [표 6]과 같다.

[그림 5] 에너지 효율향상 장애요인 유형(Sorrell et al., 2004)



[표 6] 에너지 효율향상 장애요인에 대한 설명(Sorrell et al., 2004)

분 류		장애요인	내 용
경제적 장벽	시장실패	불완전한 정보	에너지 효율향상 기술에 관한 정보의 부족으로 투자기회 상실
		분할 인센티브	조직 내 부서 간 이해관계 상충
		주인-대리인문제	사용자와 경영자 간 투자 우선순위 상충
		역선택	구매자는 기기의 에너지 성능정보 부족과 비용 부담을 줄이려는 경향으로 저효율 제품을 선택
	非시장실패	자본 접근	에너지 효율향상 투자에 대한 자본의 제한
		숨겨진 비용	에너지 효율향상 투자 이행 이후 문제 발생에 의한 조업 중단 등의 추가 비용 발생
		위험회피	에너지 효율향상 투자위험 회피
		이질성	특정 기술 또는 조치에 의한 에너지 절감효과는 활용방법과 장소 등 적용상황에 따라 다를 수 있음
행동적 장 벽		제한된 합리성	최적이 아닌 기존의 지식·경험으로 의사결정
		정보의 형태	효율향상 정보의 신뢰성 저하로 투자 회피
		신뢰와 믿음	정보출처의 신뢰성 부족으로 투자 회피
		관 성	변화를 방해하는 신규투자의 두려움
		가 치	에너지 효율향상 가치에 대한 경영진의 무관심
조직적 장 벽		지 위	조직 내 에너지효율 투자의 낮은 우선순위
		문 화	조직문화는 에너지 효율에 대한 조직의 성과에 영향을 미치는 변수로 작용

Reddy(2013)는 에너지 효율에 대한 장벽을 설명하기 위해 마이크로 레벨(Micro-level), 메소 레벨(Meso-level) 및 매크로 레벨(Macro-level)로 구분되는 장벽의 범주를 개발하였다. Micro-level의 장벽은 프로그램(또는 프로젝트) 설계 단계에서 발생하는 장벽이다. 에너지 효율향상 프로그램 설계자는 재정적 실행 가능성 또는 기술적 실현 가능성을 개선하기 위해 인센티브를 상향 조정하거나 효율기술을 변경할 수 있다. Meso-level의 장벽은 프로그램과 관련된 조직에서 발생한다. 예를 들어, 1) 프로그램 집행 기관의 인력이 부족하거나 고효율기기 보급 촉진을 위한 적절한 인센티브가 부

족할 수 있다. 2) 프로그램 대상 그룹(예: 주택, 기업 등)은 규모가 작고, 특정 효율기술에 대한 경험이나 자본이 부족할 수 있다. Macro-level의 장벽은 국가 또는 시장 등의 높은 수준에서 발생한다. 예를 들어 정부의 에너지가격 정책에 의한 비합리적인 전기요금, 화석연료에 대한 보조금 등은 시장에 비효율성을 발생시킨다. 특히, Reddy(2013)는 Macro-level의 장벽을 극복하는 혜택이 Micro-level과 Meso-level에 집중하는 것보다 훨씬 더 크고, 지속 가능하다고 강조하였다. Cagno et al.(2013)은 광범위한 문헌 분석을 통해 산업조직의 에너지 효율장벽의 근원을 조직의 외부와 내부로 구분하고 7개 영역의 장벽을 구별하는 분류체계를 제안하였다. 외부 효율장벽에는 기술, 정보, 경제요인으로 구분되며, 내부 효율장벽으로는 행동, 조직, 역량, 인식으로 구분된다. DOE(2015)는 조직 내 예산확보 경쟁, 에너지 효율 프로젝트 성과에 대한 분할 인센티브(split incentive), 非에너지편익(non-energy benefits) 인식의 실패 등이 미국의 산업부문 에너지 효율향상을 저해하는 경제・재정적 측면의 주요 장벽으로 식별하였다. Timilsina et al.(2016)은 우크라이나의 산업조직이 직면하고 있는 에너지 효율투자 장애요인 실증연구를 통해, 높은 초기투자 비용, 정부지원 및 정보・인식 부족 등이 대표적 장애요인임을 확인하였다.

국내 선행연구의 경우, 이상준(2016)은 주요 철강기업을 대상으로 인터뷰를 실시하여 금속업종의 에너지 효율투자 장애요인 도출을 시도하였다. 그의 연구결과에 의하면, 1) 효율기술에 대한 정보부족, 2) 낮은 투자경제성, 3) 적용기술의 낮은 성숙도, 4) 투자 인센티브 미흡, 5) 고효율설비의 성능 신뢰도 부족, 6) 기존 공정설비에 대한 영향 등이 국내 철강업체의 효율향상 투자를 저해하는 주요 요인으로 나타났다. 박지용・이성인(2020)은 전력부문 효율향상 투자의 중요성에 주목하면서, 국내 에너지다소비기업(234개)의 전력소비 절감을 위한 투자 장애원인을 식별하고, 설문조사를 통해 기업이 직면하고 있는 애로사항을 분석하였다. 그 결과, 경제적・기술적 측면에서의 어려움이 전력부문의 효율향상 투자를 저해하는 주요 원인으로 나타났다. 특히, 기업규모가 작을수록 '경제적 장애요인'이 효율향상 투자를 저해하는 주요 원인으로 작용하였다.

제 3 절 기업의 제도적 영향에 관한 이론

1. 제도이론(Institutional Theory)

제도이론(institutional theory)은 조직을 둘러싼 제도적 환경이 조직의 의사결정에 영향을 미친다는 전제를 기반으로 한다(Dimaggio & Powell, 1983). 그리고 제도이론에 의하면 조직은 시간이 지날수록 제도화된 규칙, 사회적 규범 등에 순응하게 되므로 점점 유사해지는 동형화(isomorphism)의 경향이 발생한다(Meyer & Rowan; 1977). Dimaggio & Powell(1983)은 조직의 형태와 관행이 외부의 제도적 힘으로 '동형화'되는 경향에 주목하면서, 동형화의 유형을 '규범적(normative) 동형화', '강압적(coercive) 동형화, '모방적(mimetic) 동형화'로 구분하였다.

규범적 동형화(normative isomorphism)의 힘은 일반적으로 외부 이해관계자가 권장하는 행동 가치와 기준에서 발생(Zhu & Sarkis, 2007)하며, 기업의 활동이 사회적으로 정당성을 얻도록 유도한다(Dimaggio & Powell, 1983; Sarkis et al., 2011). 또한, 기업은 시장에서 경쟁우위 달성을 위해 고객 충성도(customer loyalty)를 무시할 수 없으며, 이는 기업들의 혁신을 유인하는 원동력이 되기도 한다(Glover et al., 2021).

강압적 동형화(coercive isomorphism)의 힘은 외부권력(Sarkis et al., 2011)에서 비롯된다. 예를 들어 정부는 규제를 통해 기업에게 영향을 미칠 수 있다(Berrone et al., 2013). 즉, 기업들은 규정을 위반할 경우 제재가 가해지는 법과 강제력이 있는 특정한 제도를 이행하면서 조직의 구조와 문제를 해결하는 방법이 서로 비슷해진다고 할 수 있다. 강압적 동형화의 작동방식은 규범적 동형화와 유사하지만, 외부 요구를 충족하지 못했을 때 공식적 처벌이 가해진다는 점에서 차별화된다(이경묵, 2019).

모방적 동형화(mimetic isomorphism)의 힘은 기업이 성공한 경쟁자들의 관행 또는 성공사례를 모방하고 추종할 때 발생하며, 조직의 불확실한 환경과 목표는 모범적 기업의 모방을 촉진한다(Dimaggio & Powell, 1983).

한편, 이러한 제도이론을 바탕으로 Konig(2020)는 광범위한 문헌 분석

을 통해 산업조직의 에너지 효율관리에 대한 제도적 영향(institutional influences)을 '규제적(regulative) 영향', '경제・재정적(economic-financial) 영향', '규범적(normative) 영향', 그리고 '인지적 문화(cognitive-cultural) 영향'으로 새롭게 구분하였다. 특히, 新제도론자들은 규범(norms), 문화(culture)와 같이 구체적인 형태는 없지만, 조직원의 선택과 행위에 영향을 미치는 추상적인 요인들도 제도의 한 부분으로 정의하고 있다(김기석, 2003). 그리고 무형적인 특성이 있는 문화요인 측면에서 Konig(2020)는 조직을 문화 속에서 다양한 요소들이 상호작용하여 처리되는 문화체제(cultural attention processing system)로 간주하였다. [표 7]은 Konig(2020)가 제시한 산업조직의 제도적 영향요인들을 설명한다.

[표 7] 산업조직 효율관리 의사결정에 대한 제도적 영향(Konig, 2020)

	규제 (Regulative)	경제・재정 (Economic-financial)	규범 (Normative)	인지적 문화 (Cognitive-cultural)
순응의 기반	편의 (expedience)	거래 (transaction)	사회적 의무 (social obligation)	공유된 합의 (shared understanding)
기제 (Mechanism)	강제적 (coercive)	계산적 (calculative)	규범적 (normative)	모방, 설득 (mimetic, persuasive)
논리 (Logic)	수단 (instrumentality)	공리주의 (utilitarianism)	타당성 (appropriateness)	정통성 (orthodox)
행위자 (Source/ Actors)	정부, 정치적 그룹	정부, 정치적 그룹, 에너지 시장	전문・과학단체, 이해관계자	산업・정치・사회단체, 협회
순서 (Basis of order)	지침→ 정책→법	세금→보조금	업무역할→ 습관→사회규범	가치→신념
도구 (Instruments)	효율관리지침, 에너지정책・법	에너지효율 기술 확산을 위한 지원	과학 문헌, 기술표준, 에너지경영시스템	홍보, 캠페인, 워크숍, 회의
정당성 (Legitimacy)	법적 허가 (legally sanctioned)	경제적 정당화 (economically justified)	도덕적 결정 (morally governed)	문화적 지지 (culturally supported)

2. 포터가설(Porter Hypothesis)

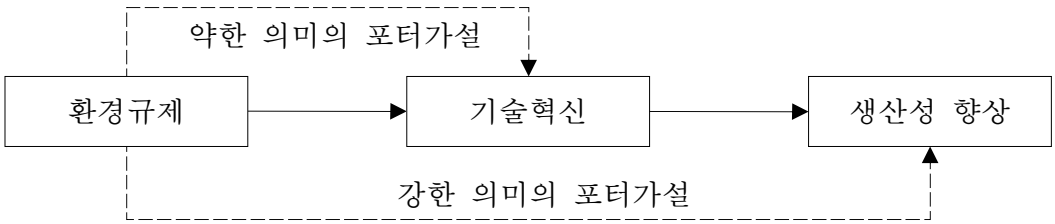
환경규제는 기업의 비용을 증가시킨다는 것이 일반적 견해다(이미홍, 2002; 최용근, 2020). 하지만 포터가설(Porter hypothesis)에 의하면, 비용으로 간주하는 환경규제가 궁극적으로 규제대상의 기업 또는 산업 경쟁력을 높인다는 것이다(Porter, 1991; 최용근, 2020). 그리고 포터가설은 에너지 효율향상 수단이 시장에서 채택되지 않는 시장실패에 대한 정부개입의 정당성을 부여하는 가설로도 간주된다(진상현, 2008). 환경규제가 기업에게 미치는 영향의 범위에 따라 아래와 같이 '약한 의미의 포터가설'과 '강한 의미의 포터가설'로 구분된다(Jaffe & Palmer, 1996).

1) 약한 의미의 포터가설: 환경규제는 기업의 기술혁신을 촉진한다(규제정책과 기술혁신 간의 양(+)의 상관관계 존재).

2) 강한 의미의 포터가설: 환경규제는 기업의 생산성을 향상시킨다(규제정책과 생산성/경쟁력 간의 양(+)의 상관관계 존재).

포터(M. Porter)는 적절하게 설계된 환경규제는 기업의 생산비용 절감으로 이어지는 기술혁신을 자극하고, 그 결과 이윤이 증가하여 시장에서도 경쟁우위를 얻게 된다고 주장하였다. 즉, [그림 6]과 같이 포터가 주장한 가설은 환경규제 → 기술혁신 → 생산성 향상(이윤증가 및 시장경쟁력 확보)으로 이어지는 과정을 통해 기업의 규제순응 비용보다 더 큰 편익을 창출하는 긍정적 효과의 가능성을 제시한다(Porter, 1991; 최용근, 2020).

[그림 6] 포터가설 모형(Jaffe & Palmer, 1996)



이러한 포터의 가설을 지지하는 대표적 사례는 일본의 1970년대 자동차 배출가스 규제정책이다. 당시 규제정책에 부정적이었던 일본 자동차 제조사는 배출가스 저감을 위한 기술개발 경쟁 속에서 규제기준의 달성과 함께 연비도 함께 개선하여 국제 경쟁력을 향상시킬 수 있었다(최용근, 2020). 그리고 국내의 경우 고효율제품의 개발과 생산·판매를 유도할 목적으로 1992년도에 도입된 「에너지소비효율 등급표시제도」는 가전제품 제조사에 적용되는 대표적인 기술규제이다(한국에너지공단, 2021b). 제도 도입 이후 정부의 효율기준을 달성하면서 기술력이 축적된 국내 주요 가전사는 美 ENERGY STAR AWARD 등의 수상[13]을 통해 기술경쟁력을 인정받고 있으며, 이는 포터가설을 지지하는 또 하나의 사례로 볼 수 있다.

한편, 포터가설의 타당성이 실증될 수 있는지 확인하는 연구가 일부 시도된 바 있다. Calel & Dechezlepretre(2015)는 EU의 배출권거래제(ETS)가 시작된 시점 이후 규제 대상기업의 저탄소 기술에 대한 특허가 급격히 증가한 것을 확인하였으며, 이로 인해 ETS가 기업의 온실가스 저감을 위한 기술혁신 활동에 긍정적인 영향을 미쳤다고 해석하였다. 정용기(2004)는 2001년부터 2003년까지 환경시설투자액을 공시한 국내 94개 기업을 대상으로 환경규제에 의한 시설투자가 기업의 노동생산성에 미치는 효과를 분석하였다. 분석결과, 94개 분석대상 기업 중 환경민감산업의 경우 환경시설투자로 인한 노동생산성 향상 효과가 높은 것으로 나타났다(한국행정학회, 2009에서 재인용). 이명헌(2011)은 국내 산업부문에서 에너지집약도(에너지비용/생산액)가 높은 5개 제조업종(금속, 비금속, 석유화학, 제지, 섬유)을 대상으로 1982부터 2006년 기간 동안 에너지절약시설투자에 의한 산업생산성 파급효과의 검증을 시도하였다. 검증결과, 석유화학업종에서만 절약시설 투자와 산업생산성 간의 통계적 유의성이 확인되었다. 그리고 산업생산성 향상을 위해 시설투자와 함께 친환경 경영기법 도입과 공정 효율화 등 생산구조 개선 노력의 필요성이 강조되었다. 이처럼 포터가설에 대한 실증연구에서는 규제정책의 대상과 관련 산업의 여건에 따라 규제의 파급효과가 다르게 나타날 수 있음을 알 수 있다.

---

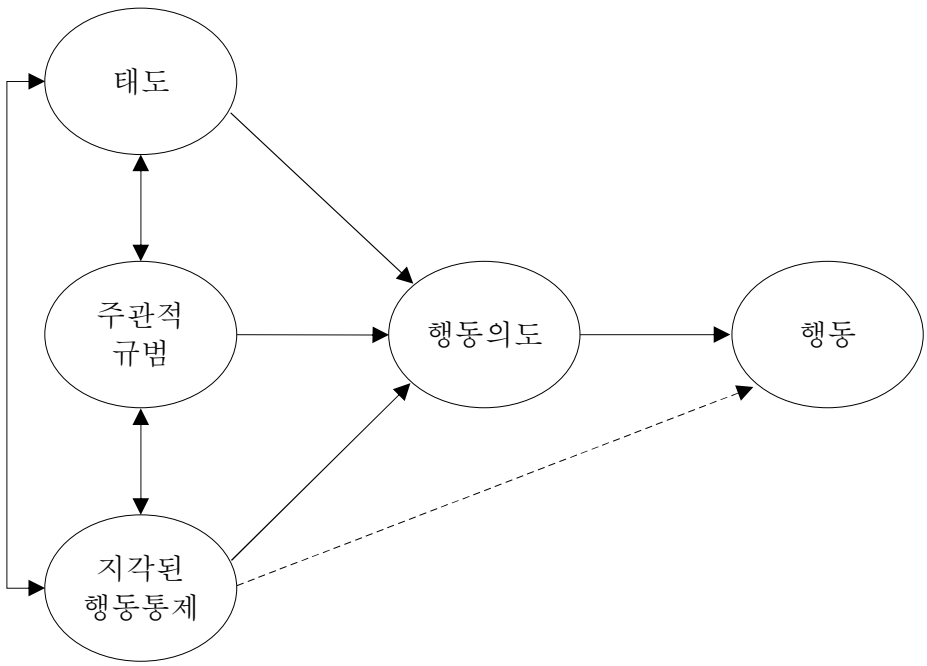
13) 삼성전자(news.samsung.com/kr/) 및 엘지전자(live.lge.co.kr/) 보도자료(2022.5.6)

3. 계획적 행동이론(Theory of Planned Behavior)

계획적 행동이론(Theory of Planned Behavior, TPB)은 사람의 인지적, 심리적 요인들이 사람의 행동에 미치는 영향을 설명하는 사회인지이론 중 하나로 합리적 행동이론(Ajzen & Fishbein, 1980)이 확장된 개념이다(Ajzen, 1991). 이 이론에 의하면 [그림 7]의 TPB 이론모형처럼 '태도(attitude toward the behavior)', '주관적 규범(subjective norm)', '지각된 행동통제(perceived behavioral control)'요인이 각각 또는 상호작용에 의해 개인의 행동 의도(intention)에 영향을 미치고, 이 의도가 클수록 어떠한 행동이 실행될 가능성이 커지는 것으로 가정한다(Ajzen, 1991).

TPB이론에서의 '태도'는 개인의 행동에 대한 긍정적 또는 부정적 판단을 의미한다. '주관적 규범'은 행동의 실천이 타인의 시선 등 주변 환경에 대한 지각과 이에 따른 압력을 의미한다. '지각된 행동통제'는 행동을 실행하는데 중요한 자원(시간, 돈, 개인의 역량 등)과 기회의 존재 여부에 대한 개인의 지각(知覺)을 의미한다(Ajzen & Fishbein, 1980).

[그림 7] 계획적 행동이론 모형(Ajzen, 1991)



제 4 절 선행연구의 검토

1. 기업의 에너지 효율향상 동기요인 영향 연구

국내 에너지 사용량과 온실가스 배출량의 상당한 부분을 차지하고 있는 산업부문[14)]의 효율향상의 중요성이 증대되고 있는 가운데, 기업의 효율향상 동기요인을 탐색하는 실증적, 이론적 연구가 꾸준히 전개되었다.

선행된 국외 연구들의 경향을 분석해 보면, 기업의 '의사결정(decision making)'과 조직구성원의 '행태변화(behavioral change)'의 동기를 설명하는 '제도이론'과 '행동이론'의 이론적 틀에 기초하여 다양한 연구가 이루어졌다(Liu et al., 2012; Chu at al., 2018; Garrone et al., 2018; Konig, 2020; Gupta, 2021; Ebrahimi & Koh, 2021). 제도이론과 행동이론을 토대로 산업조직의 에너지・환경관리 활동에 미치는 영향요인 탐색을 위한 실증적 연구는 Liu et al.(2012), Garrone et al.(2018) 등에 의해 수행되었다.

Liu et al.(2012)은 중국의 중소제조기업을 대상으로 에너지 소비감축 활동에 미치는 동기요인 탐색을 위한 실증연구를 시도하였다. 동기요인으로 외부요인(정부규제・수출비중・업종협회・경쟁사)과 내부요인(효율개선 의지, 최고경영자, 직원 학력, 교육훈련)이 중소기업의 에너지 소비감축 활동에 미치는 영향을 검정한 결과, '경쟁사'와 '교육훈련'이 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 관측되었다. 최고경영자 의지는 약한 양의 상관관계(p-value: 0.059)를 보였다. 한편, 정부규제와 업종협회 등 외부요인은 유의한 영향을 확인할 수 없었다. 통제변수에서는 에너지 가격이 기업의 에너지 소비감축 활동에 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었고, 이외의 기업규모와 업종 등 기업 특성요인의 유의한 영향은 나타나지 않았다.

Garrone et al.(2018)은 유럽 9개국 22,936개 기업 표본을 대상으로 환경규제의 강도, 정부효과성지수[15)], 정부의 환경보호 지출이 기업의 에너지

---

14) 산업부문 에너지사용량은 63.1%('21년), 온실가스 배출량(에너지산업 포함)은 71.8%('19년 기준)의 비중을 차지하고 있다(에너지경제연구원, 2022; 환경부, 2021)

15) 정부효과성지수(government effectiveness index)는 공공서비스의 질, 정책수립 및

효율혁신 활동에 미치는 영향을 분석한 결과, 정부규제 등 3개의 요인 모두 기업의 효율혁신 활동에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 통제변수로 설정한 전력요금과 R&D지출 비중 또한 분석 대상 기업의 효율혁신 활동에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

국내 선행연구들은 주로 에너지 효율향상 '동기요인'이 아닌 '장애요인'에 주목하면서, 산업부문의 효율향상 장애요인을 식별하고 이에 따른 정책 개선 방향을 제시하였다(이성근, 2003; 이성인, 2012; 이상준, 2018; 박지용・이성인, 2020). 그리고 에너지경제연구원을 중심으로 거시적 측면에서 통계적・계량경제학적 방법을 통해 산업부문 에너지 효율정책의 효과를 분석하기 위한 일부 연구가 시도되었다(이성근, 2007; 이성인, 2010・2011). 산업조직의 효율향상 동기요인 관련 연구는 정용훈(2012)과 Suk et al.(2013)에 의해 수행되었으며, 이후의 관련 후속연구는 찾을 수 없었다.

정용훈(2012)은 확률변경분석(SFA, stochastic frontier analysis)모형을 사용하여 국내 제조업체(1990년부터 1999년까지 10년간 823,074 사업체 대상)의 에너지원단위(총에너지사용량/총생산액)에 미치는 영향요인 탐색을 시도하였으며, 연구결과 신생기업일수록, 수출비중이 낮을수록, 시장집중도[16]가 낮을수록(즉, 특정 시장이 경쟁적일수록), 노동집약도[17]는 높으나 자본집약도[18]가 낮을수록, 총에너지사용량 중 전력의 비중이 높을수록 기업의 에너지효율성이 높은 것으로 나타났다.

Suk et al.(2013)은 국내 에너지다소비기업(66개)을 대상으로 에너지 소비감축 활동에 미치는 동기요인을 탐색하는 실증연구를 시도하였다. 동기요인으로써 외부요인(정부규제, 수출 비중, 업종협회, 경쟁기업)과 내부요인(효율개선 의지, CEO 지원, 교육, 훈련, 직원 학력)의 영향을 분석한 결과,

---

집행의 수준 등 정책에 대한 정부의 신뢰도를 측정하는 지수(World Bank, 2010)

16) 시장집중도(concentration ratio)는 특정 시장 내에서 상위 k개 기업의 시장점유율을 의미하며, 시장점유율이 높을수록 독점형 시장을, 낮을수록 경쟁형 시장을 의미한다(한국개발연구원, 2019).

17) 노동집약도 = 종사자수/총생산액(산업연구원, 2015)

18) 자본집약도 = 유형고정자산/총생산액(산업연구원, 2015)

효율개선 의지 요인이 기업의 에너지 소비감축 활동 이행수준과 유의한 양의 상관이 있는 것으로 확인되었다. 나머지 동기요인 중 'CEO 지원(p-value: 0.060)'과 교육요인(p-value: 0.075)만 약한 양의 상관관계가 나타났으며, 정부규제 및 수출비중 등 이외 요인들의 유의한 영향은 확인할 수 없었다. 특히, 2010년도에 새롭게 도입된 규제로써 '온실가스·에너지 목표관리제도'가 시행되고 있었으나, 규제제도가 유의한 에너지 소비감축 활동 동기요인으로 나타나지 않은 이유에 대해, Suk et al.(2013)은 제도의 이행 초기 단계에서 규제의 영향이 유효하게 나타나지 않았기 때문인 것으로 해석하였다. 그리고 통제변수인 기업 특성요인은 기업 규모를 제외한 소유구조, 업종, 규제적용 여부 및 에너지 가격은 기업의 에너지 소비감축 활동 이행수준에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

[표 8] 기업의 에너지 효율향상 동기요인 영향 선행연구

저자	대상	독립변수	종속변수	통제변수
Liu et al. (2012)	중소 제조업 (중국)	정부규제, 수출 비중, 업종협회, 경쟁기업**, 효율개선 의지, CEO 지원*, 교육, 훈련**, 직원 학력	에너지소비 감축활동 이행수준	기업 규모, 소유구조, 업종, 에너지 가격**
정용훈 (2012)	제조업 (한국)	기업 나이***, 수출 비중***, 시장구조***, 노동·자본집약도***, 전력사용 비중***	기업별 에너지사용량	-
Suk et al. (2013)	제조업 (한국)	정부규제, 수출 비중, 업종협회, 경쟁기업, 효율개선 의지**, CEO 지원*, 교육, 훈련*, 직원 학력	에너지소비 감축활동 이행수준	기업 규모*, 소유구조, 업종, 규제제도 적용 여부, 에너지 가격
Garrone et al. (2018)	EU 회원국 기업	환경규제의 강도**, 정부효과성지수**, 정부의 환경보호지출**	에너지효율 혁신기술 도입 여부	전력요금**, R&D지출 비중**

유의확률 : *p<.10, **p<.05, ***p<.01

2. 선행연구의 비판적 검토

선행된 연구들의 다양한 결과들을 통해 살펴본 바와 같이 제도이론과 행동이론 등의 이론적 틀에 근거한 다양한 동기요인들이 산업조직의 에너지 효율향상 활동 이행 수준에 유의미하게 영향을 미치고 있을 확인할 수 있었다. 다만, 국내 선행연구(Suk et al., 2013)를 중심으로 면밀히 분석한 결과, 다음과 같은 한계점과 시사점이 도출되었다.

첫째, 국내 산업부문 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 대한 정부개입의 유의미한 영향을 확인하지 못하였다. 선행연구 당시 '온실가스·에너지목표관리제(TMS)'의 제도 이행이 초기 단계인 점을 감안한다면, 정부규제의 영향이 크지 않았다고 볼 수 있다. 다만, 선행연구 이후 2015년부터 온실가스 배출량을 의무적으로 줄여야 하는 '배출권거래제도(ETS)'가 안정적으로 운영되고, 2010년도에 시행된 목표관리제도가 정착된 현시점에서 국내 산업부문 에너지다소비기업의 효율향상 동기요인의 영향이 어떻게 변했는지 관찰해 보는 것도 의미가 있다. 또한, 에너지다소비기업에 적용되고 있는 3대 규제인 의무 에너지진단제도, 온실가스·에너지목표관리제도 및 배출권거래제도가 기업의 효율향상 활동 이행수준에 미치는 영향력을 탐색해 보는 것도 의미가 있다.

둘째, 국내 선행연구에서 검토된 동기요인에 Konig(2020)가 제시한 '경제·재정적(economic-financial) 요인'과 '문화적(cultural) 요인' 측면의 관점에서, 정부의 효율향상 관련 '금융지원제도'와 '친환경 조직문화요인'을 포함한 동기요인의 영향을 확인하기 위한 연구가 시도될 수 있다.

마지막으로 Suk et al.(2013)의 연구결과는 에너지 가격이 에너지 효율향상 활동에 긍정적인 영향을 미친다는 선행연구(박광수·남경식, 2019)를 지지하지 못하였다. 따라서 업종 특성상 에너지투입이 많은 산업체(금속, 석유화학업종 등)에 대한 에너지비용의 영향을 재확인해 볼 필요가 있다.

따라서 최근 에너지·기후변화 대응 정책이 더욱 강화되고 있는 현시점에서, 에너지다소비기업의 효율향상에 영향을 미치는 동기요인에 대한 국내 연구의 공백은 앞서 언급한 본 연구의 필요성을 지지하고 있다.

제 3 장 연구의 설계

제 1 절 연구 모형

본 연구는 국내 선행연구(Suk et al., 2013)가 에너지 효율향상을 위한 정부개입과 제도적 환경변화가 에너지다소비기업에 미치는 영향을 명확히 규명하지 못한 연구의 공백을 보완하기 위해서 출발하였다. 따라서 본 연구에서는 선행연구 이후 배출권거래제 도입 등 규제 중심의 제도적 변화가 성숙된 현시점에서 정부의 정책개입(policy intervention)을 포함한 에너지 효율향상 동기요인이 산업조직에 미치는 영향을 고찰하고자 하였다.

본 연구에서는 선행연구(Suk et al., 2013; Garrone et al., 2018; Konig, 2020)에서 활용된 제도이론(institutional theory)의 이론적 틀에 기초하여 연구모형을 설계하였다. 에너지다소비기업의 효율향상 활동을 종속변수로 설정하고, 독립변수와 종속변수 등 연구모형을 구성하는 각 요인들은 해외문헌에서 제시한 영향요인들을 참고하여 추가하거나 보완하였다.

종속변수인 기업의 효율향상 활동은 1) 에너지소비 절감・효율기술 및 정책정보 수집, 2) 에너지사용량 계측 등을 통한 기기・공정설비 운영 최적화, 3) 전사적 에너지경영체제 도입・운영, 4) 고효율기기・설비투자, 5) 자발적 에너지효율목표제[19] 참여 및 목표달성 이행으로 구분하였다.

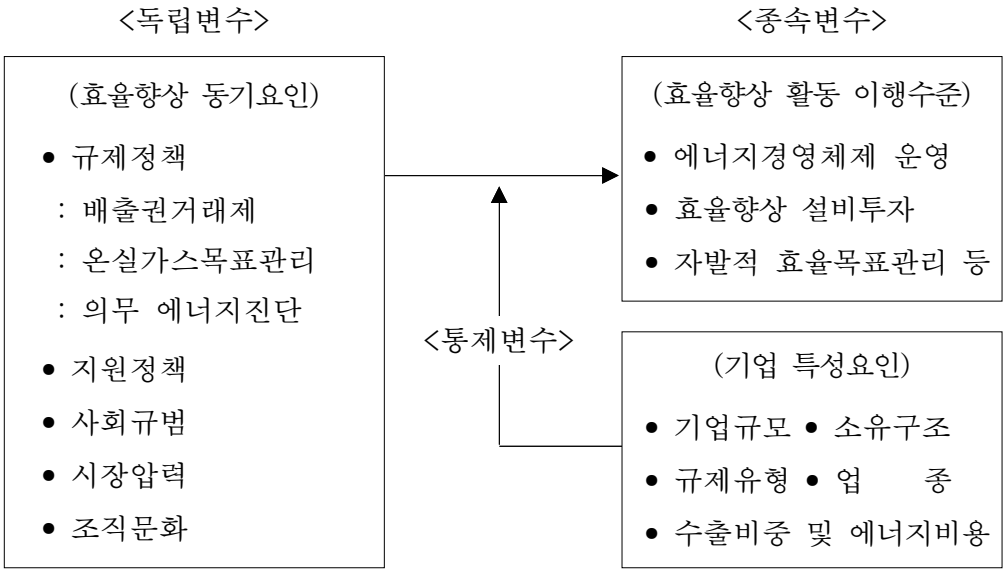
독립변수인 에너지 효율향상 동기요인은 해외 선행연구(Sorrell et al., 2000; Konig, 2020)에서 제시한 '조직문화'와 '지원정책'을 포함하여 Suk et al.(2013)의 국내 선행연구와 차별화하였다. 이에 따라 본 연구의 독립변수는 조직의 외부요인으로 1) 규제정책, 2) 지원정책, 3) 사회규범, 4) 시장압력, 내부요인으로 5) 조직문화로 각각 구성하였다. 기존 선행연구(Liu et al., 2012; Suk et al., 2013)들은 행동이론을 통해 조직의 에너지 효율향상 수단의 채택 의사결정 과정에 미치는 영향인자들(조직의 효율개선 의지, CEO 지원 등)을 독립변수로 선정하였으나, 본 연구에서는 독

19) 에너지다소비기업이 자발적인 에너지 효율개선 목표를 정하고, 정부는 기업의 목표 이행실적에 따라 인센티브를 제공하는 제도이다(한국에너지공단, 2021b).

립변수들 간의 상호영향(자기상관)의 가능성을 최대한 배제하기 위해, 조직 내부의 영향요인들을 포괄하는 '조직문화요인'을 단일 변수로 사용하였다.

통제변수로 1) 기업규모, 2) 소유구조, 3) 정부규제 적용 유형, 4) 업종, 5) 제품 수출비중, 6) 에너지비용 비중을 채택하였다. 본 연구의 각 변수 간의 관계를 나타내는 연구모형은 [그림 8]과 같다.

[그림 8] 제안된 연구모형의 분석틀



제 2 절 연구 가설

본 연구는 에너지 효율향상 동기요인이 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 미치는 영향을 검정하기 위해 다음과 같은 연구가설을 설정하였다.

- (가설 1) 조직 외부의 '규제정책요인'은 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 긍정적 영향을 미칠 것이다.
- (가설 2) 조직 외부의 '지원정책요인'은 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 긍정적 영향을 미칠 것이다.

- (가설 3) 조직 외부의 '사회규범요인'은 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 긍정적 영향을 미칠 것이다.
- (가설 4) 조직 외부의 '시장압력요인'은 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 긍정적 영향을 미칠 것이다.
- (가설 5) 조직 내부의 '조직문화요인'은 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 긍정적 영향을 미칠 것이다.

본 연구에서 제시된 에너지 효율향상 동기요인의 하위요인들이 기업의 효율향상 활동에 미치는 영향은 기존의 다양한 선행연구들에 의해 지지되고 있다(Sorrell et al., 2000; Cagno & Trianni, 2013; Brunke et al., 2014; Venmans, 2014; Konig, 2020). 특히, 국내 선행연구와 차별화하여 새롭게 추가된 요인인 '조직문화'는 Sorrell et al.(2000)과 Konig(2020)에 의해 조직의 의사결정과 조직원의 행동에 영향을 미치는 중요 요인으로 강조된 바 있다. 본 연구에서 선정한 효율향상 동기요인들이 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 미치는 상관관계를 예측하면 [표 9]와 같다.

[표 9] 효율향상 동기요인과 기업 활동의 상관 예측

가설	설 명	상관 예측
H1	(규제정책) 에너지·온실가스 감축 규제정책은 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.	+
H2	(지원정책) 에너지·온실가스 감축 지원정책은 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.	+
H3	(사회규범) ESG(Environmental, Social, Governance) 등 환경 관련 사회적 규범은 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.	+
H4	(시장압력) 해외 수출시장, 경쟁사의 에너지 효율수준 비교 등 경쟁우위 확보를 위한 시장압력은 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.	+
H5	(조직문화) 에너지·환경가치를 고려하는 조직문화는 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.	+

제 3 절 변수의 조작적 정의 및 측정

1. 종속변수

선행연구(Liu et al., 2012; Suk et al., 2013)에서는 산업조직의 에너지 효율향상 활동 이행수준(EIAs, Efficiency Improvement Activities)을 측정하기 위해 15개의 하위 활동요소(정보수집, 에너지관리자 지정, 감축목표 설정, 에너지진단, 설비모니터링 등)로 구분하였다. Konig(2020)는 이러한 산업조직의 에너지 효율향상 관행(practices)들을 1) 에너지정보 수집, 2) 조직・기술적 기능의 최적화, 3) 신규 효율기술 투자, 4) 에너지경영시스템 도입・운영, 5) 직원의 인식제고 및 역량 강화로 범주화하였다.

본 연구에서는 Liu et al.(2012), Suk et al.(2013) 및 Konig(2020)에 의해 제안된 산업조직의 에너지 효율향상 활동들을 '실행 용이성' 및 '효과성'을 기준으로 새롭게 범주화하고 정의하였다. 본 연구에서 국내 에너지다소비 기업의 효율향상 활동 이행수준을 측정하기 위해 사용된 측정도구는 1) 효율기술・정책정보 수집, 2) 설비 모니터링 및 운전효율 최적화, 3) 에너지경영기법 도입 및 전사적 효율관리, 4) 효율개선 금융투자, 5) 자발적 에너지효율목표제 참여 및 목표달성 이행 등 5가지의 활동으로 구성되었다. 본 연구에서 구성한 종속변수의 조작적 정의는 아래의 [표 10]과 같다.

[표 10] 종속변수의 조작적 정의 및 척도

변수명	조작적 정의	유형	척도	
EIA 1	에너지 효율기술 및 효율정책 정보수집	범주	0	1
EIA 2	에너지사용설비 모니터링 및 운전효율 최적화			
EIA 3	에너지경영기법 등을 통한 전사적 효율관리 추진			
EIA 4	설비・공정 효율개선 금융투자(or 확정 투자계획)			
EIA 5	자발적 에너지효율목표제 참여 및 목표달성 이행			
EIAs	에너지 효율향상 활동 이행점수(=$\sum EIAi$)	연속	0~5	

2. 독립변수

본 연구의 독립변수는 선행연구를 토대로 산업조직의 에너지 효율향상 활동에 영향을 미칠 것으로 예상되는 외부 및 내부의 동기요인으로 구분하였다. 외부 동기요인의 하위요인을 1) 규제정책, 2) 지원정책, 3) 사회규범 및 4) 시장압력으로 구성하였으며, 내부 동기요인으로 5) 조직문화로 구성하였다. 독립변수의 하위요인별 조작적 정의는 다음과 같다.

1) 규제정책 (REGULATION)

규제정책(regulatory policies)은 에너지 효율관리 규제정책이 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 미치는 영향력을 의미한다. 정부는 규제정책을 도입하여 산업조직의 에너지 효율향상을 위한 강제적인 동기부여를 제공할 수 있다(Thollander & Ottosson 2008; Cagno & Trianni, 2013; Konig, 2020). 정부는 이러한 규제정책의 일환으로 국내 에너지다소비기업을 대상으로 의무 에너지진단제도(2007), 온실가스・에너지목표관리제도(2010) 및 배출권거래제도(2015)를 도입하였다. 설문조사 문항 “에너지소비・온실가스배출 감축을 위한 규제정책은 우리 회사의 에너지 효율향상 활동에 영향을 준다.”에 대해 1점(매우 부정)부터 5점(매우 긍정)까지 측정하며, 점수가 높을수록 정부 규제정책이 산업조직의 에너지 효율향상 활동에 영향을 미치고 있음을 의미한다.

2) 지원정책 (SUPPORT)

지원정책(support policies)은 에너지 효율향상을 위한 정부의 금융지원정책이 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 미치는 영향력을 의미한다. 정부의 인센티브 정책이 기업의 에너지 효율향상 활동에 미치는 긍정적 영향은 다양한 선행연구에 의해 지지되고 있다(Anderson & Newell, 2004; Thollander & Ottosson, 2008; Konig, 2020). 설문조사 문항 “에너지・온실가스 감축을 위한 지원정책(에너지절약시설 투자자금 융자, 에너지경영

시스템구축 지원, 고효율설비 설치비용 보조 등)은 우리 회사의 에너지 효율향상 활동에 영향을 준다.”에 대해 1점(매우 부정)부터 5점(매우 긍정)까지 측정하며, 점수가 높을수록 정부의 금융지원 정책이 산업조직의 에너지 효율향상 활동에 영향을 미치고 있음을 의미한다.

3) 사회규범 (NORM)

사회규범(social norms)은 ESG(Environment, Social, Governance)[20] 등 환경을 고려한 사회적 책임경영 요구 압력이 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 미치는 영향력을 의미한다(Garrone et al., 2018; Konig, 2020). 설문조사 문항 “ESG 등 환경 관련 사회적 책임의 요구는 우리 회사의 에너지 효율향상 활동에 영향을 준다.”에 대해 1점(매우 부정)부터 5점(매우 긍정)까지 측정하며, 점수가 높을수록 사회규범 압력이 산업조직의 에너지 효율향상 활동에 영향을 미치고 있음을 의미한다.

4) 시장압력 (MARKET)

시장압력(market pressure)은 해외시장 경쟁, 동종업계 경쟁사의 에너지 효율수준(예, 에너지사용량/매출액)의 비교 등이 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 미치는 영향력을 의미한다(Thollander & Ottosson, 2008; Cagno & Trianni, 2013; Glover et al., 2014). 설문조사 문항 “수출시장, 경쟁사의 에너지 효율수준 비교 등 시장경쟁력 확보 압력은 우리 회사의 에너지 효율향상 활동에 영향을 준다.”에 대해 1점(매우 부정)부터 5점(매우 긍정)까지 측정하며, 점수가 높을수록 시장에서의 압력이 산업조직의 에너지 효율향상 활동에 영향을 미치고 있음을 의미한다.

5) 조직문화 (CULTURE)

---

20) ESG란 기업이 경영 관련 의사결정을 함에 있어 재무적 사항뿐만 아니라 환경(Environment), 사회(Social), 지배구조(Governance)와 같은 비재무적 사항을 고려하는 것을 의미한다(이나겸・임수영, 2021).

조직문화는 에너지·환경에 대한 조직문화가 조직 내 에너지 효율향상 활동에 미치는 영향을 의미한다. Sorrell et al.(2000)과 Konig(2020)는 조직문화에 내재된 환경가치가 조직의 의사결정과 직원의 행동에 주요하게 미친다고 주장한다. 조직문화와 관련된 주요 선행연구(Liu et al., 2012; Suk et al., 2013; Thollander et al., 2013; Blass et al., 2014; Johansson & Thollander, 2018)에서는 행동이론을 바탕으로 주변 환경에 대한 문제인식과 개선 의지, 문제해결에 필요한 자원(예산, 직원 역량)들을 주요 영향요인으로 식별하였다. 예를 들어 경영전략 수립에 영향을 미치는 CEO의 의지(Liu et al., 2012; Suk et al., 2013) 또는 직원들의 에너지 관리능력을 향상하는 교육훈련(Zografakis et al., 2008) 등은 기업의 합리적인 에너지사용에 영향을 줄 수 있다. 그러나 본 연구에서는 행동이론 관점에서 도출된 조직 내부의 효율향상 동기요인들이 상호작용하여 조직문화가 형성된다고 가정하고 이에 대한 영향력을 측정하고자 하였다. 설문조사 문항 "에너지·환경가치를 고려하는 조직문화는 우리 회사의 에너지 효율향상 활동에 영향을 준다."에 대해 1점(매우 부정)부터 5점(매우 긍정)까지 측정하며, 점수가 높을수록 에너지·환경가치를 지향하는 조직문화가 기업의 효율향상 활동에 영향을 미치고 있음을 의미한다. 지금까지 설명된 독립변수의 조작적 정의를 요약하면 [표 11]과 같다.

[표 11] 독립변수의 조작적 정의 및 척도

변수명		조작적 정의	유형	척도				
외부	규제정책 (REGULATION)	에너지·온실가스감축 규제정책의 영향 ①매우 부정 ②부정 ③보통 ④긍정 ⑤매우 긍정	서열	1	2	3	4	5
	지원정책 (SUPPORT)	에너지·온실가스감축 지원정책의 영향 ①매우 부정 ②부정 ③보통 ④긍정 ⑤매우 긍정	서열	1	2	3	4	5
	사회규범 (NORM)	ESG 등 사회적 책임경영 참여 압력 ①매우 부정 ②부정 ③보통 ④긍정 ⑤매우 긍정	서열	1	2	3	4	5
	시장압력 (MARKET)	시장경쟁력 확보를 위한 에너지절감 압력 ①매우 부정 ②부정 ③보통 ④긍정 ⑤매우 긍정	서열	1	2	3	4	5
내부	조직문화 (CULTURE)	에너지·환경가치에 대한 조직문화 ①매우 부정 ②부정 ③보통 ④긍정 ⑤매우 긍정	서열	1	2	3	4	5

3. 통제변수

본 연구에서는 통제변수로 기업 규모(SIZE) 및 소유구조(OWNERSHIP), 기업에 적용된 규제의 유형(REG_TYPE), 업종(SECTOR), 생산제품의 수출 비중(EXPORT) 및 매출액 대비 에너지비용 비중(COST)을 채택하여 회귀모형에 포함하였다. 그 이유는 종속변수인 국내 산업부문 에너지다소비기업의 에너지 효율향상 활동 이행수준에 미치는 독립변수의 하위변수들(규제정책: REGULATION, 지원정책: SUPPORT, 사회규범: NORM, 시장압력: MARKET, 조직문화: CULTURE)의 영향에 대한 외적 타당성을 확보(김원표, 2017; 남궁 근, 2021)하기 위해 기업특성의 영향을 통제할 필요가 있기 때문이다(Liu et al., 2012; Suk et al., 2013; Cagno & Trianni, 2014; Solnørdal & Foss, 2018). 이에 따라 본 연구에서 채택된 통제변수에 대한 조작적 정의는 아래의 [표 12]와 같이 요약된다.

[표 12] 통제변수의 조작적 정의 및 척도

변수명	조작적 정의	유형	척도				
기업규모 (SIZE)	조사대상 기업의 규모 ①대기업 ②중견기업 ③중소기업	범주	1	2	3		
소유구조 (OWNERSHIP)	조사대상 기업의 소유구조 ①국내기업 ②외국계기업	범주	1	2			
규제 유형 (REG_TYPE)	에너지・온실가스배출 규제의 유형 ①비대상주) ②목표관리제 ③배출권거래제	범주	1	2	3		
업종 (SECTOR)	조사대상 기업의 산업분류 해당 업종 ①식품 ②섬유 ③제지・목재 ④화학 ⑤요업 ⑥금속 ⑦에너지산업 ⑧기타	범주	에너지통계 표준분류 선택				
수출비중 (EXPORT)	주력 생산제품의 해외수출 비중 ①20%미만 ②~40 ③~60 ④~80 ⑤80%이상	등간	1	2	3	4	5
에너지비용 (COST)	매출액 대비 에너지비용이 차지하는 비중 ①2%미만 ②~4 ③~6 ④~10 ⑤10%이상	등간	1	2	3	4	5

주) 비대상의 경우 '의무 에너지진단' 규제만 적용되는 기업을 의미한다.

제 4 절 설문구성

본 연구의 데이터 수집을 위해 구성된 설문지의 전체 문항 수는 총 16개이며, 종속변수인 에너지 효율관리 수준의 문항 수는 5개(범주형 척도), 독립변수인 에너지 효율향상 동기요인은 5개(리커트 5점 척도), 그리고 통제변수인 기업특성(범주형・등간척도)에 관한 문항 6개로 각각 구성하였다. [표 13]은 본 연구의 설문조사 구성표를 나타낸다.

[표 13] 설문조사 구성표

구 분	변 수	구성요소	문항수	문 항주)
종속 변수	에너지 효율관리 수준	에너지 효율관리 정보수집	1	Ⅰ-1
		기기・설비운영 최적화	1	Ⅰ-2
		에너지경영기법 도입	1	Ⅰ-3
		에너지 효율향상 투자	1	Ⅰ-4
		자발적 에너지효율목표제 참여	1	Ⅰ-5
독립 변수	효율향상 동기요인	규제정책	1	Ⅱ-1
		지원정책	1	Ⅱ-2
		사회적 규범	1	Ⅱ-3
		시장압력	1	Ⅱ-4
		조직문화	1	Ⅱ-5
통제 변수	기업특성요인	기업규모	1	Ⅲ-1
		기업 소유구조	1	Ⅲ-2
		규제 유형	1	Ⅲ-3
		기업 업종	1	Ⅲ-4
		해외 수출비중	1	Ⅲ-5
		에너지비용 비중	1	Ⅲ-6

주) 설문조사 문항의 세부 내용은 [부록 3]의 설문지를 참조한다.

제 5 절 자료수집 및 분석방법

1. 자료수집

본 연구의 모집단은 2021년 1월 기준으로「에너지이용합리화법」시행령 제35조에 의해 에너지다소비사업자로 지정된 2,830개 기업(에너지관리자)이다. 연구목적이 국내 산업조직의 에너지 효율향상 활동에 영향을 미치는 주요 동기요인을 규명하는 것이므로, 설문조사는 2,830개의 모집단 전체를 대상으로 실시하였다. 이 설문조사는 에너지 효율향상 활동에 영향을 미치는 동기요인에 대한 기업별 에너지관리자들의 인식과 기업 단위의 에너지 효율향상 활동 이행수준을 파악하는 것을 목표로 하였다. 설문조사는「개인정보보호법」을 준수하고 모집단(기업별 에너지관리자)의 이메일 또는 연락처에 관한 정보파악의 한계를 보완하기 위해, 한국에너지공단에 협조를 요청하여 공단이 매년 실시하는 에너지 소비통계 만족도 조사 기간에 본 연구의 설문지([부록 3])를 함께 제공하는 방식으로 진행되었다. 그리고 자발적으로 참여한 응답자의 설문데이터는 한국에너지공단으로부터 전자우편으로 받았다. 설문조사는 2021년 10월 26일부터 11월 12일까지 3주간 실시하였다. 설문조사 결과, 2,830개의 조사대상 중 전자우편이 정상적으로 발송된 2,717개를 기준으로 218개의 에너지다소비기업이 응답하여 8.0%의 응답률을 달성하였다.

2. 분석방법

에너지다소비기업의 효율향상 활동 동기요인의 설문조사 응답 데이터의 통계적 특성을 파악하기 위해 빈도분석을 실시하였다. 그리고 분산분석(ANOVA)을 통해 기업 특성요인에 따른 에너지관리자의 동기요인 인식수준과 기업의 효율향상 활동 이행수준 차이를 분석하였으며, 기업 특성요인별 집단의 평균 차이를 비교하기 위해 사후검정(scheffe test)을 실시하였다. 또한, 상관관계분석을 통해 전체 변수들 간의 상관관계를 파악하고,

독립변수가 종속변수에 미치는 영향을 검정하기 위하여 '다중회귀분석(multiple regression analysis)'을 실시하였다. 분석결과의 신뢰성을 확보하기 위해 분석모형의 회귀계수 추정치의 신뢰성을 낮추는 다중공선성(multi-collinearity)의 존재 여부와 F-value의 유의확률(p-value<.05)을 확인하여 회귀분석모형의 적합성을 진단하였다. 다중공선성 허용기준은 10 미만의 분산팽창계수(VIF, Variance Inflation Factor)를 적용하였다. 또한, 회귀분석모형에서 종속변수에 대한 독립변수의 설명력은 수정된 R^2(Adjusted R^2)값으로 해석하였으며, 종속변수와 독립변수의 하위변수 간 영향력은 표준화 회귀계수[21](β, standardized coefficient of regression)를 통해 비교하였다. 본 연구의 가설검정을 위해 사용된 다중회귀분석 모형은 다음의 식(1)과 같다.

- $$EIAs = \beta_0 + \beta_1 REGULATION + \beta_2 SUPPORT + \beta_3 NORM + \beta_4 MARKET + \beta_5 CULTURE + \beta_6 SIZE + \beta_7 OWNERSHIP + \beta_8 REG_TYPE + \beta_9 SECTOR + \beta_{10} EXPORT + \beta_{11} COST + \epsilon \quad (1)$$

주) β_0(상수항), β_i(회귀계수), *EIAs*(에너지 효율향상 활동 이행수준), *REGULATION*(규제정책), *SUPPORT*(지원정책), *NORM*(사회규범), *MARKET*(시장압력), *CULTURE*(조직문화), *SIZE*(기업규모), *OWNERSHIP*(소유구조), *REG_TYPE*(규제유형), *SECTOR*(업종), *EXPORT*(수출비중), *COST*(에너지비용 비중), ε(오차항[22])

다음으로 독립변수가 종속변수의 중요 하위변수인 ①에너지경영기법 도입, ②설비투자 이행 및 ③자발적 에너지효율목표제 참여 여부에 미치는 영향을 관찰하기 위해 '이항로지스틱 회귀분석[23](binominal logistic regression analysis)'을 실시하였다. 로지스틱 회귀모형의 적합도는 독립변

---

21) β_i(회귀계수): 회귀분석모형($Y_i = \beta_0 + \beta_i X_i$)에서 Xi가 1단위 증가 시 Y의 변화 추정치를 말한다(나종민, 2021).

22) ε(오차항): 회귀분석모형에 의해 설명되지 않는 값(관측치-예측치)을 말한다.

23) 독립변수의 범주 또는 구간별 평균 확률(p)을 구하고, 구간별 종속변수의 미발생 대비 발생비율인 오즈($ODDS = \frac{1}{1-p}$)의 로그변환을 통해 산출된 1차 선형회귀식($\ln(ODDS) = \alpha + \beta X$)의 회귀계수를 추정하는 분석방법이다(김원표, 2017).

수가 투입되지 않은 기저모형과 독립변수가 추가된 분석모형의 카이제곱(χ^2)통계량 변화의 유의성(p<.10)을 통해 진단하였으며, 모형의 설명력은 Nagelkerke R^2값으로 해석하였다. 에너지 효율향상을 위한 주요 활동별 이행 확률을 $p(EIA_i)$라고 할 때 독립변수의 영향분석을 위한 이항로지스틱 회귀분석 모형은 아래의 식(2)와 같다.

- $$\ln\left[\frac{p(EIAi)}{1-p(EIAi)}\right] = \beta_0 + \beta_1 REGULATION_i + \beta_2 SUPPORT_i + \beta_3 NORM_i + \beta_4 MARKET_i + \beta_5 CULTURE_i + \beta_6 SIZE_i + \beta_7 OWNERSHIP_i + \beta_8 REG_TYPE_i + \beta_9 SECTOR_i + \beta_{10} EXPORT_i + \beta_{11} COST_i \quad (2)$$

아울러, 에너지관리자의 에너지 효율향상 동기요인 중요성 인식조사만으로 정부개입의 유효성 평가를 하는 데 한계가 있을 것으로 판단하여, 산업부문의 에너지사용량신고 데이터를 활용하여 2011년부터 2020년까지 본 연구의 모집단 전체의 에너지소비 절감 실적 추세를 분석하였다. 특히, 배출권거래제가 도입된 2015년을 전후로 주요 업종별과 산업부문 전체의 에너지소비 절감량의 변화가 실질적으로 나타났는지 관찰하였다.

본 연구에서 수집된 설문조사 응답 자료의 통계적 분석과 연구가설 검정을 위해 IBM SPSS/WIN 26 통계 프로그램이 활용되었으며, 주요 분석방법을 요약하면 아래의 [표 14]와 같다.

[표 14] 연구 분석방법 요약

분석내용	분석방법
설문 응답기업의 일반적 특성	빈도분석
기업 특성요인별 차이 검정	t-test, 분산분석(ANOVA), 사후검정(scheffe test)
주요 변수들 간의 상관관계	상관관계분석
에너지 효율향상 동기요인이 기업의 효율향상 활동에 미치는 영향	다중회귀분석, 이항로지스틱 회귀분석
에너지・온실가스 감축 규제정책 변화 영향	에너지다소비기업 에너지소비 절감 실적 추세분석

제 4 장 분석결과

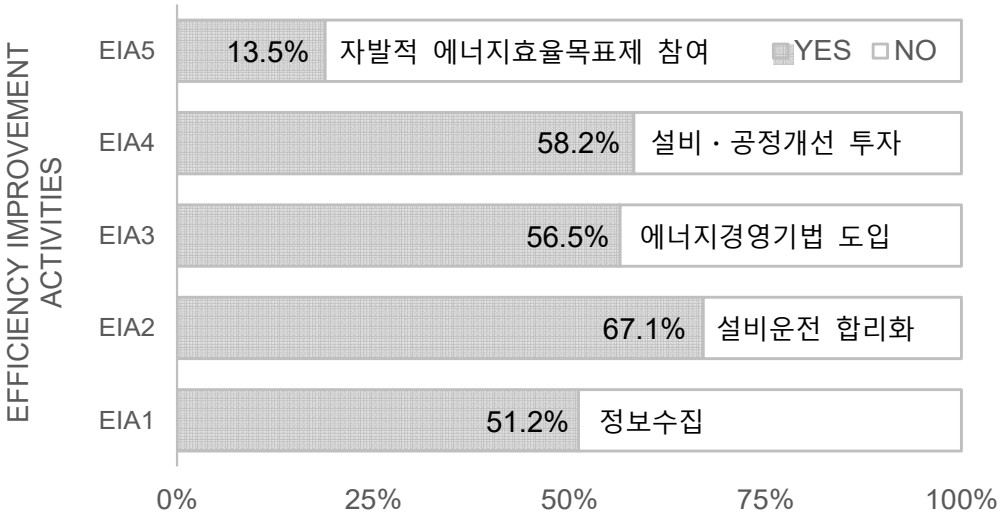
제 1 절 변수의 기초통계량

2021년 10월 26일부터 11월 12일까지 3주간 실시된 설문조사의 218개 응답자료 중에서 핵심 설문항목(에너지 효율향상 투자실적 유무)의 응답 오류 사후검증이 불가능한 자료는 분석대상에서 제외하였다. 이는 에너지·온실가스 감축을 위해 가장 중요한 활동지표로 간주되는 효율향상 투자실적 유무의 응답 오류를 제거하여 분석결과의 신뢰성을 확보하기 위함이었다. 그리고 이러한 분석데이터의 신뢰성 확보를 위해 한국에너지공단으로부터 제공된 기업별 에너지소비 절감 투자실적 신고데이터와 응답데이터를 상호 대조하여 응답 오류(최근 3년간 에너지 효율향상 투자실적이 있는데 '없음'으로 응답하였거나, 실적이 없는데 '있음'으로 응답한 경우)를 검증하였고, 일부 발견된 응답 오류는 모두 교정하였다. 이와 같이 응답 오류 교정을 통해 최종적으로 확보된 실증분석 자료는 170개이며, 이에 대한 기초통계량 분석결과는 다음과 같다.

1. 종속변수

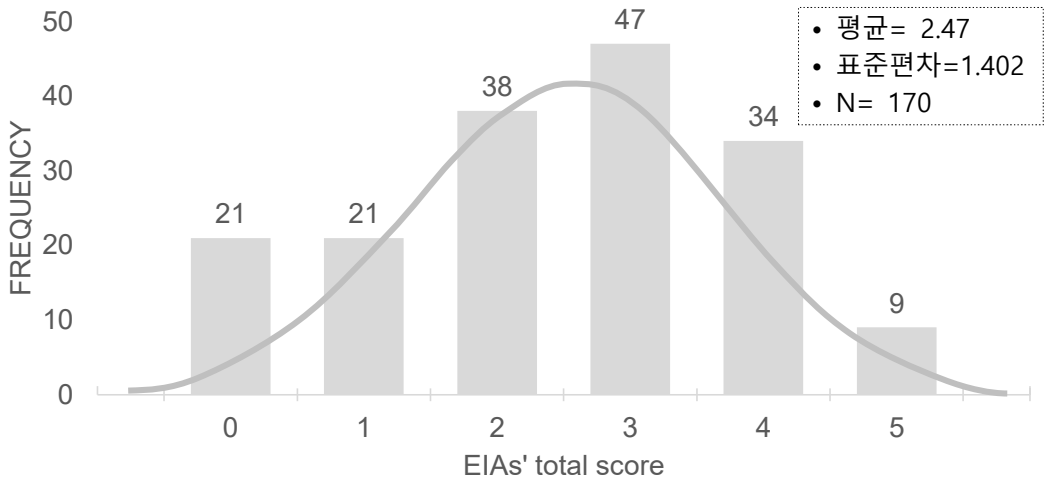
본 연구의 가설검정을 위해 활용된 170개 에너지다소비기업들의 에너지 효율향상 활동(Efficiency Improvement Activities, EIAs)별 참여율은 [그림 9]와 같이 정부 정책의 선호도와 조직의 여건 등에 따라 다양하게 나타나고 있다. 먼저, 에너지사용설비의 모니터링과 설비 운전효율 최적화 활동(EIA2) 비중이 67.1%로 가장 높게 나타났다. 이어서 고효율기기·설비 도입 및 공정 효율개선 투자활동(EIA4, 58.2%), 전사적인 에너지경영기법(ISO 50001 인증 등) 도입·운영(EIA3, 56.5%), 에너지 효율향상 관련 정보수집(EIA1, 51.2%) 순으로 높은 참여율을 보였다. 2020년부터 2021년 현재까지 시범사업 형태로 추진 중인 자발적 에너지효율목표제(EIA5)의 참여율은 13.5%로 가장 낮은 것으로 확인되었다.

[그림 9] 응답기업의 에너지 효율향상 활동별 참여율



설문 응답기업의 개별 EIA의 배점을 1점으로 하여 합산한 에너지 효율향상 활동 이행점수($\sum EIA_i$)의 평균은 2.47로 나타났다. 특히, 5개의 효율향상 활동을 모두 수행하고 있는 기업은 9개로 5.3%를 차지하였다. 이와 반대로 최근 3년간 에너지 효율향상을 위한 실질적인 활동이 없었다고 응답한 기업은 21개로 12.4%를 차지하는 것으로 확인되었다. [그림 10]은 응답기업의 효율향상 활동 이행점수의 분포를 보여준다.

[그림 10] 응답기업의 에너지 효율향상 활동 이행점수 분포



2. 독립변수

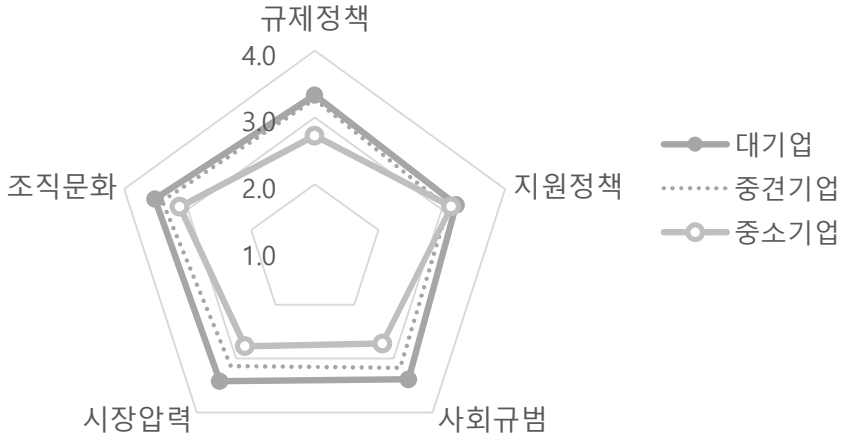
산업부문 에너지다소비기업의 효율향상 동기요인의 영향 수준을 파악하기 위해 선정된 독립변수의 기초통계량 분석결과는 [표 15]와 같다. [표 15]에서 보는 바와 같이, 독립변수의 하위변수 중 '조직문화'의 평균점수(3.359)가 가장 높았으며, 규제정책(3.159)과 지원정책(3.129) 순으로 요인별 영향인식 수준이 높게 나타났다. 효율향상 동기요인 중 시장압력과 사회규범의 평균점수는 서로 같은 3.106으로 가장 낮게 나타났다.

[표 15] 독립변수 응답 요약(N=170)

변수명		응답수	평균	표준편차	최소	최대
외부	규제정책(REGULATION)	170	3.159	1.023	1	5
	지원정책(SUPPORT)	170	3.129	1.075	1	5
	사회규범(NORM)	170	3.106	0.991	1	5
	시장압력(MARKET)	170	3.106	0.955	1	5
내부	조직문화(CULTURE)	170	3.359	0.881	1	5

독립변수의 응답특성을 기업규모별([표 16] 참조)로 살펴보면, 기업의 효율향상 활동에 미치는 동기요인들의 중요성에 대한 대기업, 중견기업 및 중소기업 에너지관리자의 평균 인식점수에서 뚜렷한 경향이 관찰되었다. 먼저, [그림 11]의 기업 규모별 독립변수 응답 평균점수 비교에서, 기업의 효율향상을 위해 공통으로 인식하고 있는 중요 동기요인은 지원정책요인으로 나타났다(평균값 : 중소기업 3.15, 중견기업 3.09, 대기업 3.23). 이와 반대로 기업 규모가 커질수록 효율향상 활동에 대한 규제정책요인의 영향력 인식수준이 증가하는 경향이 확인되었다(중소기업 2.73, 중견기업 3.27, 대기업 3.36). 이는 기업 규모에 따라 에너지·온실가스 감축규제의 강도가 달라지는 제도의 특징이 반영되었다고 할 수 있다. 사회규범과 시장압력요인에 대한 에너지관리자의 중요성 인식수준도 규제정책과 동일하게 기업 규모가 커질수록 증가하는 경향을 보였다.

[그림 11] 기업규모별 독립변수 응답 평균점수 비교



3. 통제변수

기업의 특성요인을 대표하는 통제변수는 기업규모, 기업 소유구조, 규제 유형, 업종, 수출비중 및 에너지비용 비중 등 6가지로 측정하였다.

기업규모에서 중견기업이 170개 응답기업 중 58.2%(99개)로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 중소기업 및 대기업이 23.5%(40개), 18.3%(31개)의 비중을 각각 차지하였다. 그리고 기업 소유구조의 경우 국내기업이 155개로 대부분(91.2%)을 차지하였다. 업종에서는 국내 3대 에너지다소비산업[24]으로 대표되는 금속, 화학업종 및 에너지산업에 속한 기업집단이 각각 38.8%, 28.2%, 7.7%의 비중을 차지하였다. 에너지・온실가스 감축 규제 유형의 경우, 기업의 에너지 사용량과 온실가스 배출량의 규모에 따라 의무 에너지진단 → 온실가스・에너지목표관리제 → 배출권거래제 순으로 규제의 적용 강도는 높아진다. 설문응답 결과, 에너지진단, 온실가스・에너지목표관리제 및 배출권거래제 적용 기업집단의 비중은 각각 34.7%(59개), 22.9%(39개), 42.4%(72개)를 차지하는 것으로 나타났다. 또한, 에너지진단제도는 에너지다소비기업에게 공통으로 적용되는 기본 규제로서 배출권거래제도와 온실가스・에너지목표관리제도를 이행하고 있는 기

24) 산업부문 에너지다소비기업은 신고된 에너지사용량 중 91.3%(에너지 27.9%, 금속 38.5%, 화학 24.9%)를 차지하고 있다(한국에너지공단, 2020c).

업집단에도 동시에 적용되고 있다. 응답기업의 56.5%(96개)는 주력 생산제품의 수출 비중이 20% 미만인 것으로 나타났다. 그리고 생산제품의 60% 이상을 해외에 수출한다고 응답한 수출중심 기업집단은 응답기업 전체의 14.7%(25개)를 차지하였다. 또한, 매출액 대비 에너지비용이 10% 이상인 기업은 응답기업 중 36.5%(62개)로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 업종별로는 금속(18개), 화학(17개), 요업(13개), 에너지(11개) 순으로 구성되었다. 통제변수인 기업의 특성요인에 대한 기초통계량은 [표 16]과 같다.

[표 16] 응답기업 특성(N=170)

변수명	구 분	응답기업 수	비 중
기업규모 (SIZE)	① 중소기업	40	23.5%
	② 중견기업	99	58.2%
	③ 대기업	31	18.3%
소유구조 (OWNERSHIP)	① 국내기업	155	91.2%
	② 외국계기업	15	8.8%
규제유형 (REG_TYPE)	① 의무 에너지진단제도	59	34.7%
	② 온실가스・에너지목표관리제	39	22.9%
	③ 배출권거래제	72	42.4%
업종 (SECTOR)	① 일반업종(非에너지다소비업종)[주1)]	43	25.3%
	② 금 속	66	38.8%
	③ 화 학	48	28.2%
	④ 에 너 지	13	7.7%
수출비중 (EXPORT)	① 하(20% 미만)	96	56.5%
	② 중(20%~60%)	49	28.8%
	③ 상(60% 이상)	25	14.7%
에너지비용 비중 (COST)	① 하(4% 미만)	48	28.2%
	② 중(4%~10%)	60	35.3%
	③ 상(10% 이상)	62[주2)]	36.5%
설문응답 에너지관리자 경력	① 2년 미만	31	18.2%
	② 2년 이상 5년 미만	44	25.9%
	③ 5년 이상	95	55.9%

1) 일반업종(非에너지다소비업종) : 요업, 식품, 섬유, 제지・목재업종

2) E비용 10%이상 업종 비중(%) : 금속 29.0, 화학 27.4, 요업 21.0, 에너지 17.7, 제지목재 4.8

제 2 절 기업 특성에 따른 변수 차이 검정

1. 기업규모에 따른 각 변수의 차이 검정

독립변수(효율향상 동기요인)와 종속변수(효율향상 활동 이행수준)에서 기업규모에 따른 차이가 있는지를 검정하기 위하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였다. 분석결과, 아래의 [표 17]과 같이 독립변수의 하위요인(규제정책 p<.01, 사회규범 p<.05, 시장압력 p<.05)과 종속변수(p<.01)는 기업의 규모에 따라 통계적으로 유의미한 차이를 보였다.

[표 17] 기업규모에 따른 변수의 차이 검정(N=170)

변수명		구분	N	평균	표준편차	F값	p-value	사후검정주)
효율향상동기요인	규제정책	대기업(a)	31	3.355	1.142	5.011	.008***	a,b>c (scheffe test)
		중견기업(b)	99	3.273	0.935			
		중소기업(c)	40	2.725	1.037			
	지원정책	대기업	31	3.226	1.230	0.093	.194	-
		중견기업	99	3.091	0.959			
		중소기업	40	3.150	1.231			
	사회규범	대기업(a)	31	3.387	1.116	4.699	.011**	a,b>c (scheffe test)
		중견기업(b)	99	3.172	0.881			
		중소기업(c)	40	2.725	1.062			
	시장압력	대기업(a)	31	3.419	1.057	4.349	.015**	a>c (scheffe test)
		중견기업(b)	99	3.141	0.845			
		중소기업(c)	40	2.775	1.050			
	조직문화	대기업	31	3.516	0.926	2.350	.131	-
		중견기업	99	3.404	0.794			
		중소기업	40	3.125	1.017			

변수명	구분	N	평균	표준편차	F값	p-value	사후검정주)
효율향상 활동 이행수준	대기업(a)	31	2.935	1.569	8.600	.000***	a,b>c (scheffe test)
	중견기업(b)	99	2.616	1.299			
	중소기업(c)	40	1.725	1.261			

주) 통계적으로 유의한 차이가 있는 변수만 사후검정을 실시함
p-value(유의확률): *p<.10, **p<.05, ***p<.01

또한, 앞서 언급한 기업규모의 유형별 집단 간 차이의 경향을 구체적으로 파악하기 위해 통계적으로 유의한 차이를 보인 규제정책, 사회규범, 및 시장압력의 중요성 인식과 에너지 효율향상 활동 이행수준에 대한 사후검정(scheffe test)을 실시하였다. Levene 등분산 검정결과 기업집단 간 분산이 동일한 것으로 판명(p>.05 충족)되어 scheffe 방법으로 사후검정을 실시하였다. 규제정책요인의 영향력 인식은 대기업 및 중견기업집단과 중소기업집단 간에 유의확률 p<.01 수준에서 유의한 차이를 보였다. 사회규범은 대기업・중견기업집단과 중소기업집단 간에 유의확률 p<.05 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 시장압력은 대기업과 중소기업집단과 p<.05 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 제4장 1.2절에서 5개의 에너지 효율향상 동기요인 중 중요도에 대한 인식의 평균점수가 가장 높았던 '조직문화'는 기업규모에 따른 차이를 확인할 수 없었다. 종속변수인 에너지 효율향상 활동 이행수준의 경우, 대기업・중견기업집단과 중소기업집단 간에 유의확률 p<.01 수준에서 유의한 차이가 나타났다.

이와 같이 분산분석의 사후검정을 종합적으로 검토해 본 결과, 유의한 차이가 나타난 변수들은 중소기업에서 중견기업 또는 대기업으로 기업규모가 커질수록 정부규제(중소기업 2.725 → 대기업 3.355), 사회규범(2.725 → 3.387) 및 시장압력(2.775 → 3.419) 등 에너지 효율향상 동기요인 중요성 인식의 평균점수는 높아지는 경향을 보였다. 그리고 응답기업의 효율향상 활동 이행수준에 대한 종합점수 또한 기업규모가 커지면서 증가(중소기업 1.725 → 대기업 2.935)하는 경향을 확인할 수 있었다.

2. 기업 소유구조에 따른 각 변수의 차이 검정

국내기업 및 외국계기업의 Levene 등분산 검정결과 기업집단 간 분산이 동일한 것으로 판명(p>.05 충족)되어 t-test를 사용하여 두 집단의 평균 차이를 분석하였다. 분석결과는 [표 18]과 같으며, 사회규범에 대한 인식에서 국내기업과 외국계기업 간에 유의한 차이(p<.05)가 나타났다.

[표 18] 기업 소유구조에 따른 변수의 차이 검정(N=170)

변수명		구분	N	평균	표준편차	t	p-value
효율향상 동기요인	규제정책	국내기업	155	3.155	1.014	-0.163	.871
		외국계기업	15	3.200	1.146		
	지원정책	국내기업	155	3.135	1.076	0.236	.814
		외국계기업	15	3.067	1.100		
	사회규범	국내기업	155	3.058	0.975	-2.040	.043**
		외국계기업	15	3.600	1.056		
	시장압력	국내기업	155	3.090	0.935	-0.682	.496
		외국계기업	15	3.267	1.163		
	조직문화	국내기업	155	3.329	0.884	-1.422	.157
		외국계기업	15	3.667	0.816		
효율향상 활동 이행수준		국내기업	155	2.432	1.419	-0.970	.334
		외국계기업	15	2.800	1.207		

p-value(유의확률): *p<.10, **p<.05, ***p<.01

3. 업종에 따른 각 변수의 차이 검정

기업의 업종과 각 변수 간의 차이를 분석한 결과, [표 19]와 같이 독립변수(효율향상 동기요인)는 업종 변화에 따른 유의한 차이가 없었으며, 종속변수(효율향상 활동 이행수준)에서도 유의한 차이를 확인할 수 없었다.

[표 19] 업종에 따른 변수의 차이 검정(N=170)

변수명		구분	N	평균	표준편차	F값	p-value	사후검정주)
효율향상동기요인	규제정책	일반업종*	43	3.163	0.998	0.063	.979	-
		금속	66	3.121	1.031			
		화학	48	3.188	1.045			
		에너지	13	3.231	1.092			
	지원정책	일반업종	43	3.070	1.261	0.449	.719	-
		금속	66	3.242	1.082			
		화학	48	3.021	0.934			
		에너지	13	3.154	0.899			
	사회규범	일반업종	43	3.070	1.055	0.105	.957	-
		금속	66	3.152	0.996			
		화학	48	3.063	0.954			
		에너지	13	3.154	0.987			
	시장압력	일반업종	43	3.000	1.069	0.754	.522	-
		금속	66	3.242	0.895			
		화학	48	3.021	0.934			
		에너지	13	3.077	0.954			
	조직문화	일반업종	43	3.326	0.919	0.292	.831	-
		금속	66	3.303	0.877			
		화학	48	3.438	0.897			
		에너지	13	3.462	0.776			
효율향상활동이행수준		일반업종	43	2.140	1.726	1.068	.364	-
		금속	66	2.576	1.177			
		화학	48	2.604	1.317			
		에너지	13	2.462	1.561			

주) 통계적으로 유의한 차이가 있는 변수만 사후검정을 실시함

* 일반업종(非에너지다소비업종) : 요업, 식품, 섬유, 제지・목재업종

p-value(유의확률): *p<.10, **p<.05, ***p<.01

4. 규제적용 유형에 따른 각 변수의 차이 검정

규제정책(AUDIT: 의무 에너지진단제도, TMS: 온실가스・에너지목표관리제도, ETS: 배출권거래제도)의 적용 유형에 따른 기업집단 간의 차이를 분석한 결과, [표 20]과 같이 규제정책(p<.05), 시장압력(p<.05) 및 조직문화요인(p<.05)의 인식수준에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 기업의 에너지 소비와 온실가스 배출량 규모에 따라 구별되는 규제의 적용 유형에 따라 종속변수인 에너지 효율향상 활동 이행수준도 유의확률 p<.01 수준에서 유의한 차이가 확인되었다.

[표 20] 규제적용 유형에 따른 변수의 차이 검정(N=170)

변수명		구분	N	평균	표준편차	F값	p-value	사후검정주)
효율향상 동기요인	규제정책	ETS(a)	72	3.444	0.977	6.580	.032**	a>c (scheffe test)
		TMS(b)	39	3.154	1.065			
		AUDIT(c)	59	2.814	0.955			
	지원정책	ETS	72	3.194	1.057	0.494	.611	-
		TMS	39	3.179	1.275			
		AUDIT	59	3.017	0.956			
	사회규범	ETS	72	3.222	.967	1.084	.341	-
		TMS	39	3.103	1.119			
		AUDIT	59	2.966	0.928			
	시장압력	ETS(a)	72	3.306	0.882	3.566	.030**	a>c (scheffe test)
		TMS(b)	39	3.103	1.119			
		AUDIT(c)	59	2.864	0.880			
	조직문화	ETS(a)	72	3.458	0.838	3.569	.030**	a,b>c (scheffe test)
		TMS(b)	39	3.538	0.884			
		AUDIT(c)	59	3.119	0.892			
효율향상 활동 이행수준		ETS(a)	72	2.708	1.448	7.612	.001***	a,b>c (scheffe test)
		TMS(b)	39	2.846	1.368			
		AUDIT(c)	59	1.915	1.208			

주) 통계적으로 유의한 차이가 있는 변수만 사후검정을 실시함
p-value(유의확률): *p<.10, **p<.05, ***p<.01

응답 기업에 적용된 정부의 규제 유형별로 유의한 차이가 나타난 규제정책, 시장압력 및 조직문화요인에 대한 인식수준과 에너지 효율향상 활동 이행수준에 대한 사후검정을 수행하였다. 사후검정 대상 변수의 Levene 등분산 검정결과 기업집단 간 분산이 모두 동일한 것으로 확인(p>.05 충족)되어 scheffe 검정을 실시하였다. 규제정책요인에 대한 인식은 배출권거래제(ETS) 대상 기업집단과 의무 에너지진단(AUDIT) 규제만 적용받는 기업집단 간에 유의확률 p<.01수준에서 유의한 차이가 나타났다. 시장압력에 대한 인식은 배출권거래제(ETS) 대상 기업집단과 의무 에너지진단(AUDIT) 대상 기업집단 간에 유의확률 p<.05수준에서 유의한 차이가 나타났다. 조직문화에 대한 인식은 의무 에너지진단(AUDIT) 대상 기업집단과 온실가스·에너지목표관리제(TMS) 대상 기업집단 또는 배출권거래제(ETS) 대상 기업집단 간에 유의확률 p<.10수준에서 유의한 차이가 나타났다. 그리고 종속변수인 에너지다소비기업의 에너지 효율향상 활동 이행수준은 의무 에너지진단(AUDIT) 대상 기업집단과 온실가스·에너지목표관리제(TMS) 적용 기업집단 또는 배출권거래제(ETS) 대상 기업집단 간에 유의확률 p<.01 수준에서 유의한 차이가 나타났다.

5. 제품 수출비중에 따른 각 변수의 차이 검정

기업의 주력 생산제품의 수출 비중에 따른 기업집단 간의 차이를 분석한 결과, [표 21]과 같이 독립변수의 하위변수 중 시장압력요인의 인식수준과 종속변수인 기업의 에너지 효율향상 활동 이행수준은 제품의 수출비중에 따라 p<.05 수준에서 유의한 차이가 확인되었다.

[표 21] 제품 수출비중에 따른 변수의 차이 검정(N=170)

변수명		구분	N	평균	표준편차	F값	p-value	사후검정주)
	규제정책	20%미만	96	3.073	1.049	1.925	.149	-
		20~60%	49	3.143	0.979			
		60%이상	25	3.520	0.963			

변수명		구분	N	평균	표준편차	F값	p-value	사후검정주)
효율향상 동기요인	지원정책	20%미만	96	3.010	1.081	2.005	.138	-
		20~60%	49	3.184	1.054			
		60%이상	25	3.480	1.046			
	사회규범	20%미만	96	3.000	0.973	1.745	.178	-
		20~60%	49	3.163	0.986			
		60%이상	25	3.400	1.041			
	시장압력	20%미만(a)	96	2.927	0.954	4.239	.016**	a<c (scheffe test)
		20~60%(b)	49	3.286	0.890			
		60%이상(c)	25	3.440	0.961			
	조직문화	20%미만	96	3.281	0.891	2.065	.130	-
		20~60%	49	3.347	0.830			
		60%이상	25	3.680	0.900			
효율향상 활동 이행수준		20%미만(a)	96	2.250	1.414	3.306	.039**	a<c (scheffe test)
		20~60%(b)	49	2.612	1.483			
		60%이상(c)	25	3.000	1.000			

주) 통계적으로 유의한 차이가 있는 변수만 사후검정을 실시함
p-value(유의확률): *p<.10, **p<.05, ***p<.01

응답 기업의 주력 생산제품의 수출 비중에 따라 유의한 차이가 나타난 독립변수의 시장압력요인 인식수준과 효율향상 활동 이행수준에 대한 사후검정을 실시하였다. 사후검정 대상 변수의 Levene 등분산 검정결과 기업집단 간 분산이 모두 동일한 것으로 확인(p>.05 충족)되어 scheffe 검정을 실시하였다. 시장압력요인에 대한 인식은 생산제품의 수출 비중이 60%인 기업집단과 20% 미만인 기업집단 간에 유의확률 p<.10수준에서 유의한 차이가 나타났다. 그리고 에너지 효율향상 활동 이행수준 또한 수출비중이 60%인 기업집단과 20% 미만인 기업집단 간에 유의확률 p<.10 수준에서 유의한 차이가 나타나는 것으로 확인되었다.

6. 에너지비용에 따른 각 변수의 차이 검정

매출액 대비 에너지비용의 비중이 서로 다른 기업집단 간의 변수 차이를 분석한 결과, [표 22]와 같이 독립변수(효율향상 동기요인)와 종속변수(효율향상 활동 이행수준)에 유의한 차이가 없는 것으로 확인되었다.

[표 22] 에너지비용에 따른 변수의 차이 검정(N=170)

변수명		구분	N	평균	표준편차	F값	p-value	사후검정주)
효율향상 동기요인	규제정책	4% 미만	48	3.042	1.051	1.146	.320	-
		4~10%	60	3.317	1.066			
		10% 이상	62	3.097	0.953			
	지원정책	4% 미만	48	2.979	1.082	1.115	.330	-
		4~10%	60	3.283	1.121			
		10% 이상	62	3.097	1.020			
	사회규범	4% 미만	48	3.188	0.938	1.772	.173	-
		4~10%	60	3.233	0.998			
		10% 이상	62	2.919	1.013			
	시장압력	4% 미만	48	3.083	0.964	1.522	.221	-
		4~10%	60	3.267	0.954			
		10% 이상	62	2.968	0.940			
	조직문화	4% 미만	48	3.167	0.953	1.790	.170	-
		4~10%	60	3.483	0.792			
		10% 이상	62	3.387	0.894			
효율향상 활동 이행수준		4% 미만	48	2.333	1.310	1.132	.325	-
		4~10%	60	2.683	1.334			
		10% 이상	62	2.355	1.527			

주) 통계적으로 유의한 차이가 있는 변수만 사후검정을 실시함
p-value(유의확률): *p<.10, **p<.05, ***p<.01

제 3 절 변수들 간의 상관관계분석

4절의 회귀분석(regression analysis)에 앞서 종속변수를 중심으로 연속형 입력변수들과의 상관관계를 분석하였다. 독립변수와 종속변수인 에너지 효율향상 활동 이행수준과의 상관관계를 파악한 결과, [표 23]과 같이 유의한 상관관계가 관찰되었다(p<.01). 즉, 규제정책, 지원정책, 사회규범, 시장압력 및 조직문화의 중요성 인식과 기업의 에너지 효율향상 활동 이행수준 간에 정(+)의 상관관계가 확인되었다. 따라서 이들 5개의 변수는 회귀분석 시 독립변수로서의 조건을 충족하는 것으로 판단하였다. 또한, 가장 높은 상관계수는 0.707로 나타났으나, 회귀분석 시 독립변수들 간에 강한 상관으로 인해 회귀모형의 추정 효율성을 감소시키는 다중공선성의 발생 위험 최소범위인 0.8(Farrar & Glauber, 1967:24)보다는 낮으므로 문제가 되지 않을 것으로 판단하였다. 그리고 연속형 통제변수 중 수출 비중은 종속변수와 시장압력 사이에도 유의한 상관관계가 나타났다(p<.05).

[표 23] 변수간 상관관계분석 결과

	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)
1) 종속변수	1.000							
2) 규제정책	.481***	1.000						
3) 지원정책	.345***	.487***	1.000					
4) 사회규범	.369***	.690***	.592***	1.000				
5) 시장압력	.348***	.619***	.488***	.707***	1.000			
6) 조직문화	.271***	.613***	.432***	.607***	.546***	1.000		
7) 수출비중	.195**	.136	.151**	.142	.215**	.141	1.000	
8) 에너지비용	-.003	.013	.036	-.115	-.058	.092	-.092	1.000

p-value(유의확률): *p<.10, **p<.05, ***p<.01

제 4 절 가설 검정 및 논의

1. 에너지 효율향상 활동 동기요인 회귀분석

에너지 효율향상 동기요인이 국내 산업부문 에너지다소비기업의 에너지 효율향상 활동에 미치는 영향을 분석하기 위해 '3장 연구의 설계'에서 제시된 연구모형에 의한 분석결과는 [표 24]와 같다.

분석결과는 통제변수가 투입되지 않은 '기본모형'과 통제변수가 투입된 '분석모형'으로 구분하였다. 독립변수만을 모형에 포함한 기본모형에서의 수정된 결정계수(Adj. R^2)는 0.229였다. 그리고 독립변수에 통제변수를 포함한 분석모형에서의 Adj. R^2는 0.281로 증가하여 종속변수의 변동이 회귀모형에 의하여 28.1% 설명되는 것으로 나타났다. 또한, 독립변수 간에 지나친 상관으로 인한 다중공선성 문제의 정도를 지표화한 분산팽창계수(VIF)가 10 이상의 값을 넘으면 다중공선성이 있다고 진단될 수 있으며, 이러한 다중공선성의 존재는 회귀계수 추정치의 신뢰성을 낮추는 문제를 발생시킨다(김원표, 2017). 이에 따라, 본 연구의 분석모형에 투입된 독립변수의 VIF는 1.721~3.293수준으로 독립변수 간의 높은 상관에 의한 추정 회귀계수의 신뢰성 문제는 발생하지 않은 것으로 판단하였다. 회귀모형에 투입될 통제변수인 기업규모(범주), 소유구조(범주), 규제유형(범주), 업종(범주), 수출비중(등간) 및 에너지비용 비중(등간)은 모두 범주형 변수로 통일하였으며, 수출비중과 에너지비용 비중은 등간의 범위를 上・中・下의 범주로 구분하였다. 그리고 모든 통제변수는 회귀분석모형에 투입하기 위해 더미변수(dummy variables)로 변환하였으며, 4장 2절의 각 변수 간 차이 검정결과에서 종속변수의 평균점수가 가장 낮은 집단을 더미변수의 기준집단으로 선정하였다. 기업구분(중소・중견・대기업)의 경우 중소기업을 기준집단으로 선정하였으며, 소유구조는 국내기업을, 규제유형은 규제강도가 가장 낮은 의무 에너지진단 기업집단을, 업종은 3대 에너지다소비업종을 제외한 일반업종을, 수출비중과 에너지비용 비중은 上・中・下위 집단 중에서 下위 기업집단을 더미변수의 기준으로 선정하였다.

에너지 효율향상 동기요인이 국내 에너지다소비기업의 효율향상 활동 이행수준에 미치는 영향에 대한 회귀분석 결과, 독립변수 중 규제정책(p<.01)과 지원정책(p<.05)이 조직의 효율향상 활동에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 파악되었다. [표 24]에서 유의한 영향을 미치는 변수의 표준화계수(β)의 크기를 보면 '규제정책(β=0.382)'이 '지원정책(β=0.178)' 보다 크므로 규제정책의 중요성 인식이 기업의 효율향상 활동 이행수준에 미치는 영향력이 더 큰 것으로 판단하였다. 또한, 이러한 분석결과는 규제정책(Thollander & Ottosson 2008; Cagno & Trianni, 2013; Konig, 2020)과 지원정책(Anderson & Newell, 2004; Thollander & Ottosson, 2008; Konig, 2020)을 통한 정부개입이 기업의 에너지 효율향상 활동에 유의한 영향을 미친다는 선행연구의 주장과 일치하였다. 그리고 독립변수 중 사회규범, 시장압력 및 조직문화는 유의수준 0.05에서 종속변수에 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 파악되었다. 특히, 에너지 효율향상 동기요인의 중요성 인식 평균점수(3.359)가 가장 높았던 '조직문화요인'의 유의한 영향이 나타나지 않음으로 인해, 조직문화의 중요성 인식수준과 기업의 에너지 효율향상 이행 수준과는 일치하지 않음을 확인할 수 있었다.

연구모형의 외적 타당성 확보를 위해 투입된 통제변수의 경우, 기업의 규모(p<.05), 규제유형(p<.05) 및 업종변수(p<.05)가 통계적으로 유의한 영향을 미친 것으로 나타났다. 기업 규모는 클수록(중소기업 → 중견・대기업), 규제유형은 강제력이 클수록(의무 에너지진단 → 온실가스・에너지목표관리), 업종은 금속업종에 속한 기업집단일 경우, 효율향상 활동 이행수준이 높아지는 것으로 파악되었다. 통제변수 중 기업의 소유구조(국내기업 or 외국계기업), 생산제품의 수출 비중 및 매출액 대비 에너지비용의 비중은 종속변수에 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 확인되었다.

이러한 결과는 기업의 효율향상 활동에 규제정책 등 조직 외부의 동기요인 보다는 조직문화에 해당하는 내부 요인(CEO지원 등)의 유의한 영향을 확인하였던 국내 선행연구(Suk et al., 2013)의 결과와는 상반된 결과라고 할 수 있다. 이는 선행연구 이후 정부개입을 통해 강화된 에너지・온실가스 감축 정책에 대응한 기업 반응의 변화에 기인한 것으로 추측된다.

[표 24] 에너지 효율향상 활동 동기요인 회귀분석 결과

	기본모형			분석모형				
	B	S.E	p-value	B	S.E	β	p-value	VIF
상 수	0.210	0.408	-	-0.519	0.462	-	-	-
규제정책	0.583	0.139	0.000***	0.524	0.140	0.382	0.000***	2.465
지원정책	0.190	0.111	0.089*	0.233	0.112	0.178	0.039**	1.721
사회규범	-0.005	0.163	0.978	0.010	0.167	0.007	0.951	3.293
시장압력	0.090	0.147	0.543	-0.013	0.149	-0.009	0.933	2.407
조직문화	-0.133	0.145	0.361	-0.188	0.145	-0.118	0.197	1.956
중견기업[a)]				0.527	0.258	0.186	0.043**	1.951
대 기 업[a)]				0.779	0.332	0.215	0.020**	1.977
외국계기업[b)]				0.120	0.353	0.024	0.735	1.206
온실가스목표관리[c)]				0.670	0.266	0.202	0.013**	1.502
배출권거래제[c)]				0.390	0.255	0.138	0.128	1.907
금속업종[d)]				0.516	0.253	0.180	0.043**	1.823
화학업종[d)]				0.387	0.271	0.125	0.156	1.793
에너지업종[d)]				0.140	0.397	0.027	0.725	1.340
수출비중(中)[e)]				0.065	0.231	0.021	0.778	1.318
수출비중(上)[e)]				0.100	0.299	0.025	0.739	1.348
에너지비용(中)[f)]				0.201	0.245	0.069	0.412	1.645
에너지비용(上)[f)]				0.098	0.264	0.034	0.712	1.938
모형적합정보	R^2=.252, Adj. R^2=.229 F=11.045, p=.000			R^2=.354, Adj. R^2=.281 F=4.894, p=.000				

주1) B(비표준화 계수), S.E(표준오차), β(표준화계수), VIF(분산팽창계수)
주2) 범주형 통제변수는 a)중소기업, b)국내기업, c)의무 에너지진단, d)일반업종, e)수출비중(下, 20%미만), f)에너지비용(下, 4%미만)을 기준으로 '더미변수'로 처리
p-value(유의확률): *p<.10, **p<.05, ***p<.01

2. 에너지 효율향상 활동 유형별 동기요인 회귀분석

금융지원, 의무 에너지진단 면제 등 정부 지원정책과 연계되어있는 에너지경영시스템(energy management system) 구축, 고효율 기기・설비투자 이행 및 자발적 에너지효율목표제의 참여 활동에 영향을 미치는 동기요인에 대한 이항로지스틱 회귀분석을 실시하였으며, 분석결과는 다음과 같다.

1) 에너지경영시스템 도입 동기요인 분석

기업의 체계적인 에너지사용 모니터링과 효율개선 성과관리 활동에 필요한 에너지경영시스템은「에너지이용합리화법」제28조의2에 근거하여 정부가 도입을 장려하고 있는 대표적 효율향상 수단이다(한국에너지공단, 2021b). 이러한 기업 효율관리 수단의 도입 여부에 독립변수가 미치는 영향을 파악하기 위해 이항로지스틱 회귀분석을 실시하였으며, 그 결과는 [표 25]와 같다. 우선 회귀분석모형의 적합도를 살펴보면, 독립변수가 투입되지 않은 기저모형과 독립변수가 추가된 분석모형에서 유의한 변화($p<.01$)가 관찰되어 독립변수가 종속변수를 설명하는 데에 적합한 것으로 판단하였다. 회귀분석모형의 설명력(Nagelkerke $R^2=0.250$)은 25.0%로 나타났고, 에너지경영시스템 도입 여부에 대한 모형의 분류정확률(모형이 종속변수를 올바르게 예측한 비율)은 68.8%로 양호한 수준으로 파악되었다.

이항로지스틱 회귀분석결과에 따르면, 에너지 효율향상 활동 중 에너지경영시스템 도입 여부에 유의한 영향을 미치는 독립변수는 규제정책요인으로 나타났다($p<.05$). 반면, 지원정책, 사회규범, 시장압력 및 조직문화는 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 파악되었다($p>.10$).

변수의 승산비(odds ratio, Exp(B)) 관점에서 결과를 살펴보면, 규제정책의 중요성 인식수준이 1단위 증가 시 에너지경영시스템 도입 결정 확률은 1.856배 증가하는 것으로 나타났다. 통제변수 중 국내 대표적 에너지 다소비업종인 금속업종에 속한 기업집단인 경우, 에너지경영시스템 도입 결정 확률이 2.395배 증가하는 것으로 나타났다.

[표 25] 에너지경영시스템 도입 동기요인 회귀분석 결과

	B	S.E	p-value	Exp(B)	Exp(B)의 95%신뢰구간	
					하한	상한
규제정책	0.619	0.274	0.024**	1.856	1.084	3.178
지원정책	0.167	0.208	0.423	1.182	0.786	1.777
사회규범	0.048	0.309	0.875	1.050	0.573	1.924
시장압력	0.233	0.274	0.395	1.263	0.738	2.162
조직문화	-0.382	0.297	0.198	0.683	0.382	1.221
중견기업a)	0.504	0.481	0.296	1.655	0.644	4.250
대 기 업a)	0.973	0.638	0.127	2.646	0.758	9.243
외국계기업b)	1.108	0.784	0.158	3.027	0.651	14.071
온실가스목표관리c)	-0.123	0.503	0.807	0.884	0.330	2.372
배출권거래제c)	-0.196	0.480	0.683	0.822	0.321	2.106
금속업종d)	0.874	0.474	0.065*	2.395	0.947	6.062
화학업종d)	0.126	0.506	0.803	1.134	0.421	3.060
에너지업종d)	0.832	0.759	0.273	2.298	0.519	10.166
수출비중(中)e)	0.074	0.427	0.862	1.077	0.466	2.488
수출비중(上)e)	0.490	0.583	0.400	1.633	0.521	5.120
에너지비용(中)f)	-0.021	0.463	0.964	0.979	0.395	2.427
에너지비용(上)f)	-0.280	0.485	0.563	0.756	0.292	1.955
상수항	-2.635	0.943	0.005	0.072	-	-
모형적합정보	χ^2=35.072(df=17, p=.006), Nagelkerke R^2=0.250, 분류정확률주3): 68.8%					

주1) B(비표준화 계수), S.E(표준오차), Exp(B)(승산비: 영향요인 X_i이 1단위 증가할 때 특정 효율향상 활동 Y_i의 이행 확률의 증가율)

주2) 범주형 통제변수는 a)중소기업, b)국내기업, c)에너지진단, d)일반업종, e)수출비중(下, 20%미만), f)에너지비용 비중(下, 4%미만)을 기준으로 '더미변수'로 처리

주3) 분류정확률은 실제 종속변수와 연구모형에 의해 예측된 종속변수 간에 올바르게 분류한 빈도를 말한다(김원표, 2017)

p-value(유의확률): *p<.10, **p<.05, ***p<.01

2) 에너지 효율향상 투자 이행 동기요인 분석

정부는 에너지다소비기업을 대상으로 에너지 손실요인의 조기 발견을 위한 의무 에너지진단제도와 온실가스·에너지목표관리제 및 배출권거래제와 같은 규제정책을 통해 효율향상 투자를 유인하고 있다(한국에너지공단, 2021b). 특히, 규제제도의 원활한 이행을 위해 기업의 에너지절약 시설투자 사업에 대해서는 금융지원을 제공하고 있다. 이와 같은 효율향상 동기요인이 기업의 실질적인 설비투자 결정에 미치는 영향을 파악하기 위해 이항로지스틱 회귀분석을 실시하였으며, 그 결과는 [표 26]과 같다. 분석모형의 적합도를 보면, 독립변수가 투입되지 않은 기저모형과 독립변수가 추가된 분석모형에서 유의한 변화($p<.10$)가 관찰되어, 독립변수가 종속변수를 설명하는 데에 적합한 것으로 판단하였다. 회귀분석모형의 설명력(Nagelkerke R^2=0.186)은 18.6%로 확인되었으며, 설비투자 이행 여부에 대한 모형의 분류정확률은 68.8%로 양호한 수준으로 파악되었다.

분석결과에 따르면, 에너지 효율향상 활동 중 설비투자 이행 여부에 유의한 영향을 미치는 독립변수는 에너지경영시스템 도입 동기요인의 회귀분석결과와 동일하게 규제정책요인이었다($p<.10$). 지원정책 등의 다른 독립변수들은 유의한 영향이 없는 것으로 파악되었다($p>.10$).

변수의 승산비(Exp(B)) 관점에서 분석결과를 해석하면, 규제정책의 중요성 인식수준이 1단위 증가 시 효율향상 투자 이행 확률이 1.551배 증가하는 것으로 확인되었다. 특히, 의무 에너지진단 대상 기업집단을 기준으로 온실가스·에너지목표관리제(Exp(B)=2.840), 배출권거래제(2.870) 순으로 정부의 규제 강도가 높아질수록 투자 이행 확률이 증가하는 경향을 확인할 수 있었다. 한편, 유의수준 0.05에서 유의한 에너지비용 비중 상위 기업집단에서 효율향상 투자 이행 확률이 감소(0.368배)하는 것으로 나타났다($p<.05$). 그러나 4장 2.6절, 3절 및 4.1절에서 에너지비용 비중과 종속변수간의 유의한 영향을 확인할 수 없었던 분석결과를 고려해 볼 때, 기업의 효율향상 투자 결정에 미치는 에너지비용의 영향력의 크기와 방향성(감소 또는 증가)을 해석하는 데 한계가 있는 것으로 판단하였다.

[표 26] 에너지 효율향상 투자 동기요인 회귀분석 결과

	B	S.E	p-value	Exp(B)	Exp(B)의 95%신뢰구간	
					하한	상한
규제정책	0.439	0.258	0.089*	1.551	0.935	2.572
지원정책	0.323	0.209	0.122	1.381	0.917	2.078
사회규범	-0.120	0.310	0.698	0.886	0.483	1.629
시장압력	-0.317	0.283	0.264	0.729	0.418	1.270
조직문화	-0.067	0.275	0.807	0.935	0.546	1.602
중견기업[a)]	0.164	0.466	0.724	1.179	0.473	2.939
대 기 업[a)]	0.011	0.605	0.985	1.012	0.309	3.313
외국계기업[b)]	0.437	0.664	0.511	1.548	0.421	5.687
온실가스목표관리[c)]	1.044	0.493	0.034**	2.840	1.080	7.463
배출권거래제[c)]	1.054	0.474	0.026**	2.870	1.134	7.264
금속업종[d)]	0.514	0.465	0.269	1.672	0.672	4.161
화학업종[d)]	0.644	0.503	0.200	1.904	0.711	5.099
에너지업종[d)]	-0.056	0.697	0.936	0.946	0.242	3.705
수출비중(中)[e)]	-0.206	0.416	0.620	0.813	0.360	1.839
수출비중(上)[e)]	0.314	0.581	0.588	1.369	0.439	4.273
에너지비용(中)[f)]	-0.276	0.455	0.544	0.759	0.311	1.851
에너지비용(上)[f)]	-1.001	0.498	0.044**	0.368	0.139	0.975
상수항	-1.151	0.852	0.177	0.316	-	-
모형적합정보	χ^2=25.338(df=17, p=.087), Nagelkerke R^2=0.186 분류정확률[주3)]: 68.8%					

주1) B(비표준화 계수), S.E(표준오차), Exp(B)(승산비: 영향요인 X_i이 1단위 증가할 때 특정 효율향상 활동 Y_i의 이행 확률의 증가율)

주2) 범주형 통제변수는 a)중소기업, b)국내기업, c)에너지진단, d)일반업종, e)수출비중(下, 20%미만), f)에너지비용 비중(下, 4%미만)을 기준으로 '더미변수'로 처리

주3) 분류정확률은 실제 종속변수와 연구모형에 의해 예측된 종속변수 간에 올바르게 분류한 빈도를 말한다(김원표, 2017)

p-value(유의확률): *p<.10, **p<.05, ***p<.01

3) 에너지 효율목표관리 프로그램 참여 동기요인 분석

정부는 2020년 8월에 수립한「제6차 에너지이용 합리화 기본계획」을 통해 산업체를 대상으로 자발적 에너지효율목표제 도입을 결정하고, 2021년부터 시범사업을 추진 중이다. 기업의 효율목표관리 프로그램은 에너지 다소비기업과 정부가 자발적으로 협약을 체결하여, 기업은 효율개선목표(예: 에너지사용량/매출액)를 제시하고 목표달성을 이행하며, 정부는 이행지원과 실적평가에 따른 인센티브(예: 우수사업장 인증, 의무 에너지진단 주기 연장 등)를 제공하는 제도이다(한국에너지공단, 2021b).

이와 같이 최근 정부가 중점적으로 추진하고 있는 신규 효율향상 프로그램 참여 결정에 미치는 동기요인을 파악하기 위해 이항로지스틱 회귀분석을 실시하였으며, 그 결과는 [표 27]과 같다. 분석모형의 적합도를 살펴보면, 독립변수 투입 전・후의 유의한 변화($p<.01$)가 관찰되어 모형이 적합한 것으로 판단하였다. 회귀분석모형의 설명력(Nagelkerke $R^2=0.410$)은 41.0%로 확인되었으며, 자발적 에너지효율목표제 참여 여부에 대한 모형의 분류정확률은 88.2%로 양호한 수준으로 파악되었다.

분석결과에 따르면, 에너지 효율향상 동기요인 중 유의수준 0.05에서 효율목표관리 프로그램 참여 결정에 유의한 영향을 미치는 요인은 확인되지 않았다. 다만, [표 27]에서 규제정책과 지원정책의 승산비(Exp(B))를 보면, 규제와 지원정책의 중요성 인식수준이 1단위 증가 시 효율목표관리 프로그램에 참여할 확률이 각각 2.199배($p=.128$), 1.763배($p=.146$) 증가할 가능성은 존재한다고 판단되었다. 통제변수에서는 중견 및 대기업의 신규 효율프로그램에 참여할 확률은 중소기업과 비교하여 각각 8.049배($p=.041$), 57.744배($p=.001$) 증가하는 것으로 나타났다. 이는 중견 또는 대기업이 인력・기술・자금력 측면에서 효율관리 역량이 높은 특성이 반영되었다고 볼 수 있다. 그리고 에너지비용 비중 상위집단은 하위집단보다 효율프로그램에 참여할 확률이 6.277배 증가하였다. 통계적으로 유의하지만, 승산비가 낮게 나타난 에너지업종($p<.10$, Exp(B)=0.073)과 수출 비중 상위 기업집단($p<.05$, Exp(B)=0.058)의 영향은 크지 않은 것으로 판단하였다.

[표 27] 에너지 효율목표관리 참여 동기요인 회귀분석 결과

	B	S.E	p-value	Exp(B)	Exp(B)의 95%신뢰구간	
					하한	상한
규제정책	0.788	0.517	0.128	2.199	0.798	6.061
지원정책	0.567	0.391	0.146	1.763	0.820	3.792
사회규범	0.315	0.528	0.551	1.370	0.487	3.854
시장압력	0.156	0.521	0.764	1.169	0.421	3.248
조직문화	-0.168	0.554	0.762	0.846	0.285	2.505
중견기업[a)]	2.086	1.021	0.041**	8.049	1.088	59.545
대 기 업[a)]	4.056	1.263	0.001***	57.744	4.854	686.978
외국계기업[b)]	-2.461	1.535	0.109	0.085	0.004	1.729
온실가스목표관리[c)]	-0.479	0.849	0.573	0.620	0.117	3.269
배출권거래제[c)]	-0.662	0.762	0.385	0.516	0.116	2.298
금속업종[d)]	0.480	0.732	0.512	1.617	0.385	6.787
화학업종[d)]	-0.175	0.796	0.826	0.840	0.176	4.000
에너지업종[d)]	-2.614	1.378	0.058*	0.073	0.005	1.091
수출비중(中)[e)]	0.214	0.637	0.737	1.238	0.355	4.318
수출비중(上)[e)]	-2.841	1.351	0.036**	0.058	0.004	0.825
에너지비용(中)[f)]	1.269	0.812	0.118	3.556	0.724	17.476
에너지비용(上)[f)]	1.837	0.892	0.040**	6.277	1.092	36.072
상수항	-10.260	2.463	0.000	0.000	-	-
모형적합정보	χ^2=43.167(df=17, p=.000), Nagelkerke R^2=0.410 분류정확률[주3)]: 88.2%					

주1) B(비표준화 계수), S.E(표준오차), Exp(B)(승산비: 영향요인 X_i이 1단위 증가할 때 특정 효율향상 활동 Y_i의 이행 확률의 증가율)

주2) 범주형 통제변수는 a)중소기업, b)국내기업, c)에너지진단, d)일반업종, e)수출비중(下, 20%미만), f)에너지비용 비중(下, 4%미만)을 기준으로 '더미변수'로 처리

주3) 분류정확률은 실제 종속변수와 연구모형에 의해 예측된 종속변수 간에 올바르게 분류한 빈도를 말한다(김원표, 2017)

p-value(유의확률): *p<.10, **p<.05, ***p<.01

제 5 절 기업의 에너지소비 절감 실적 추세분석

기업의 에너지 효율향상 활동에 대한 동기요인 가설검정 결과와 정부 개입의 유효성을 지지하기 위해서는 2015년 배출권거래제 도입 전·후로 에너지소비 절감 실적 추세를 관찰하는 것도 의미가 있을 것으로 판단하였다. 2011년도 이후 에너지다소비기업의 에너지소비 절감 실적 추세를 분석한 결과, [표 28]과 [그림 12]와 같이 업종별로 매년 에너지소비 절감 실적을 실현하고 있는 것으로 나타났으며, 기업 전체의 경우 배출권거래제 시행 이후의 5년간 누적 절감량이 이전 5년보다 4.2%를 상회하였다.

[표 28] 기업 업종별 에너지소비 절감 실적(단위: 천toe)

연도		식품	섬유	제지 목재	화학	요업	금속	에너지 산업	기타 산업	합계
2011		40.6	23.3	129.3	303.4	64.4	528.8	179.3	40.8	1,309.8
2012		36.4	39.0	52.3	319.8	129.6	638.7	165.9	15.2	1,396.8
2013		37.5	17.1	44.2	335.9	154.9	665.3	136.8	44.4	1,436.1
2014		29.4	20.5	44.5	415.1	150.2	517.1	153.1	42.7	1,372.6
2015		33.7	17.2	17.0	531.4	149.3	469.5	144.2	49.1	1,411.4
2016		28.3	17.2	11.2	519.6	176.7	488.6	154.4	42.8	1,438.8
2017		53.8	14.3	9.9	383.3	162.3	523.6	249.0	27.0	1,423.2
2018		27.0	12.5	38.9	369.7	239.2	472.4	237.7	44.4	1,441.8
2019		42.2	7.6	32.1	399.4	271.0	398.2	262.5	37.9	1,450.9
2020		22.5	3.5	25.5	404.4	167.5	538.6	262.4	35.5	1,460.0
	비중	1.5%	0.2%	1.7%	27.7%	11.5%	36.9%	18.0%	2.4%	100.0%
	증감	-46.7%	-53.9%	-20.6%	1.3%	-38.2%	35.3%	0.0%	-6.3%	0.6%
합계(A) (11-15)		177.6	117.1	287.3	1,905.6	648.4	2,819.4	779.3	192.2	6,926.7
합계(B) (16-20)		173.8	55.1	117.6	2,076.4	1,016.7	2,421.4	1,166.0	187.6	7,214.7
증감률 (B/A-1)×100		-2.1%	-52.9%	-59.1%	9.0%	56.8%	-14.1%	49.6%	-2.4%	4.2%

출처) 저자가 에너지사용량 통계(한국에너지공단, 2021c)를 참고하여 작성

특히, 2015년 배출권거래제 시행 전·후의 에너지소비 절감량이 현저하게 증가한 업종은 요업, 에너지산업 및 화학업종이었으며, 각각 56.8%, 49.6%, 9.0%의 높은 절감 실적을 달성한 것으로 확인되었다.

[그림 12] 기업 업종별 에너지소비 절감 실적 추이(2011=100)

출처) 저자가 에너지사용량 통계(한국에너지공단, 2021c)를 참고하여 작성

제 6 절 분석결과 요약 및 해석

1. 분석결과의 요약

지금까지 에너지 효율향상 동기요인이 국내 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 미치는 영향을 관찰하였다. 먼저, 기업 특성요인이 각 변수에 미치는 영향들을 살펴보았다. 다음으로 본 연구의 가설검정에 앞서 분석모형의 신뢰성을 확보하기 위해 각 변수 간의 상관관계를 분석하여 투입변수들의 타당성을 진단하였다. 이어서 '다중회귀분석'과 '이항로지스틱 회귀분석'을 통해 연구가설을 검정하였으며, 기업의 에너지소비 절감 실적 추세를 분석하여 배출권거래제 도입에 의한 제도변화가 미치는 영향을 확인하였다. 결론적으로 이 연구에서 얻은 결과는 다음과 같다.

1) 기업 특성에 따른 변수의 차이 분석

에너지다소비기업의 기업 특성요인과 각 변수 간의 차이를 검정한 결과, 특성요인별로 다양한 양상을 보였다. 먼저, 기업규모(중소기업→중견기업・대기업)가 커질수록 독립변수(규제정책 $p<.01$, 사회규범 $p<.05$, 시장압력 $p<.05$)인 효율향상 동기요인의 중요성 인식과 종속변수($p<.01$)인 효율향상 활동 이행수준에 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 기업의 소유구조 측면에서는 '외국계기업'이 '국내기업'보다 사회규범의 중요성 인식점수가 높게 나타나는 특징을 보였다($p<.05$). 한편, 기업 업종에 따른 각 변수의 유의한 차이는 확인되지 않았다. 기업의 규제적용 유형에서는 에너지소비 감축 강제성이 없는 '의무 에너지진단제도'에 비해 '온실가스・에너지목표관리제' 또는 '배출권거래제'에 속한 기업집단에서 독립변수(규제정책 $p<.05$, 시장압력 $p<.05$, 조직문화 $p<.05$)와 종속변수($p<.01$)에 유의한 차이를 보였다. 그리고 주력 생산제품의 수출 비중이 낮은 기업보다 높은 기업집단에서 효율향상 동기요인 중 시장압력 측면에서 중요성 인식점수가 높게 나타났으며($p<.05$), 효율향상 활동 이행수준도 유의

수준 0.05에서 높은 차이를 보였다. 매출액 대비 에너지비용 비중 측면에서는 독립변수와 종속변수에 유의한 차이를 확인할 수 없었다.

2) 변수들 간의 상관관계 분석

본 연구의 모형에 투입된 각 변수 간의 상관관계를 분석한 결과, 종속변수를 설명하는 5개의 독립변수 모두 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났다($p<.01$). 그리고 회귀모형의 추정 효율성을 감소시키는 다중공선성(multi-collinearity)의 문제도 존재하지 않은 것으로 확인되었다($r<0.8$).

3) 에너지 효율향상 활동 동기요인 회귀분석

에너지 효율향상 동기요인이 산업부문의 에너지다소비기업에 미치는 영향에 대한 회귀분석 결과, 규제정책($p<.01$)과 지원정책($p<.05$)이 기업의 에너지 효율향상 활동에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 파악되었다. 두 영향변수 중에서는 '규제정책(β=0.382)'이 '지원정책(β=0.178)' 보다 기업의 효율향상 활동 이행수준에 미치는 영향력이 더 높은 것으로 판단되었다. 독립변수 중 '사회규범', '시장압력' 및 '조직문화'는 유의수준 0.05에서 종속변수에 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 파악되었다. 기업의 에너지 효율향상 활동에 직간접적인 영향을 미칠 가능성이 있다고 판단한 통제변수에서는, 기업의 규모($p<.05$), 규제유형($p<.05$) 및 업종변수($p<.05$)가 유의한 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 즉, 기업 규모는 클수록(중소기업 → 대기업), 규제의 유형은 강제력이 높을수록(의무에너지진단 → 온실가스・에너지목표관리), '금속업종'에 속한 기업집단일수록 에너지 효율향상 활동 이행수준이 높아지는 것으로 파악되었다.

4) 에너지 효율향상 활동 유형별 동기요인 회귀분석

전사적인 에너지 효율향상 활동 지원수단으로 활용되는 에너지경영시스템 도입의 동기요인에 대한 회귀분석 결과, 독립변수 중 규제정책이 에너

지경영시스템 도입 결정에 영향을 미치는 요인으로 파악되었다(p<.05). 승산비(odds ratio) 측면에서 정부의 규제정책 중요성의 인식수준이 1단위 증가할 경우, 기업의 에너지경영시스템 도입 결정 확률은 1.856배 증가하는 것으로 확인되었다. 통제변수에서는 유의수준 0.05에서 유의한 영향변수를 확인할 수 없었으나, 대기업(2.646), 외국계기업(3.027), 금속(2.395) 및 에너지업종(2.298)의 기업집단일 경우 에너지경영시스템 도입 확률의 증가 가능성은 존재하는 것으로 판단하였다.

다음으로 기업의 에너지 효율향상 활동 중 설비투자 이행 동기요인에 대한 회귀분석 결과, 독립변수 중 규제정책이 투자 이행 결정의 영향요인으로 확인되었다(p<.10). 즉, 규제정책의 중요성 인식수준이 1단위 증가할 때 효율향상 투자 이행 확률은 1.551배 증가하는 것으로 나타났다. 통제변수에서는 '의무 에너지진단' 보다 규제의 강제성이 높은 '온실가스·에너지목표관리제'와 '배출권거래제' 대상 기업집단에서 효율향상 투자 이행 확률이 각각 2.840배, 2.870배 높아지는 것으로 확인되었다.

마지막으로 자발적 에너지 효율목표관리 프로그램 참여 동기요인에 대한 회귀분석 결과, 유의수준 0.05에서 프로그램 참여 의사결정에 대한 독립변수의 유의미한 영향을 확인할 수 없었다. 다만, 승산비 측면에서 독립변수의 영향을 관찰하면, 규제와 지원정책의 중요성 인식수준이 1단위 증가할 경우 기업의 에너지 효율목표관리 프로그램 참여 확률이 증가할 가능성(2.199배, 1.763배 증가)은 존재하는 것으로 판단되었다. 통제변수에서는, 중견기업과 대기업이 중소기업과 비교하여 신규 효율프로그램 참여 확률이 각각 8.049배, 57.744배 증가하며, 에너지비용 상위집단은 하위집단보다 프로그램 참여 확률이 6.277배 증가하는 것으로 나타났다.

5) 기업의 에너지소비 절감 실적 추세분석

2011년도 이후 에너지다소비기업의 에너지소비 절감 실적 추세를 분석한 결과, 업종별로 매년 에너지소비 절감 노력을 꾸준히 유지하고 있는 것으로 나타났다. 특히, 배출권거래제 시행 이후 5년간 기업 전체의

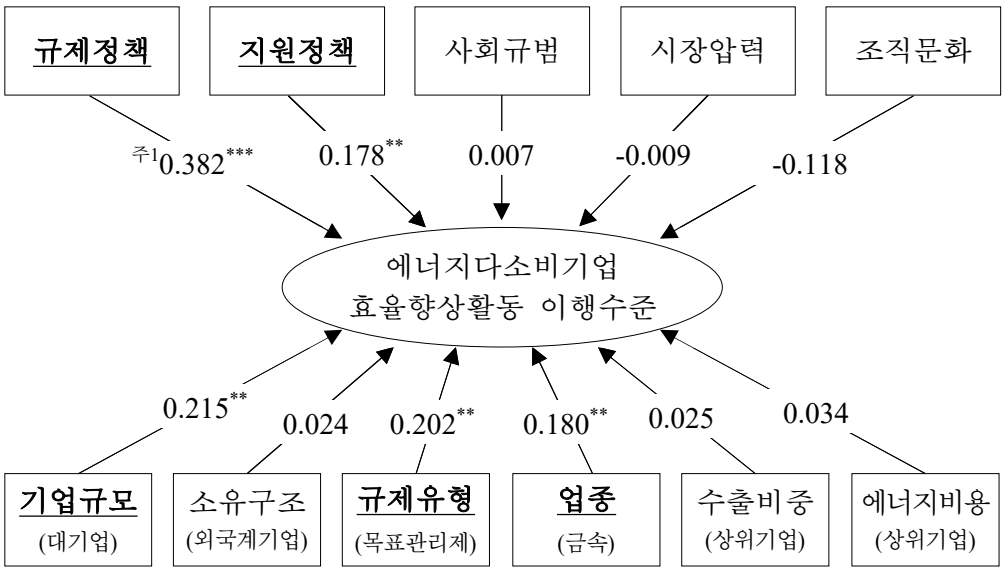
누적 에너지소비 절감량은 이전 5년 누적 절감량보다 4.2% 상회하였다.

이상의 분석결과를 바탕으로 본 연구의 가설 1과 2(에너지다소비기업의 에너지 효율향상 활동 이행수준에 미치는 규제정책과 지원정책의 영향)는 통계적으로 유의하게 나타나 채택되었다. 가설 1의 통계적 유의성은 4장 4.1절의 에너지 효율향상 동기요인에 대한 '다중회귀분석' 결과와 4.2절의 개별 에너지 효율향상 활동에 대한 '이항로지스틱 회귀분석' 결과에 의해 지지되었다. 특히, 4.2절의 분석결과를 통해 기업의 핵심 에너지 효율향상 활동에 규제정책이 미치는 영향과 수준을 확인할 수 있었다. 가설 2의 통계적 유의성은 4.1절의 다중회귀분석 결과에 의해 지지되었다. 가설 3~5는 4.1절의 다중회귀분석 결과에 의해 통계적으로 유의하지 않아 기각되었다. 지금까지 에너지다소비기업 에너지관리자의 에너지 효율향상 동기요인 영향에 대한 중요성 인식과 기업의 효율향상 활동 이행수준 분석 결과를 토대로 도출된 가설검정 결과는 아래의 [표 29]와 같이 요약된다. 그리고 본 연구에서 제안된 연구모형의 각 변수 간의 인과관계 분석결과를 요약하면 [그림 13], [그림 14], [그림 15] 및 [그림 16]과 같다.

[표 29] 가설검정 결과 요약

가설	설 명	검정 결과
H1	(규제정책) 에너지·온실가스 감축 규제정책은 에너지다소비 기업의 효율향상 활동에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.	채택
H2	(지원정책) 에너지·온실가스 감축 지원정책은 에너지다소비 기업의 효율향상 활동에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.	채택
H3	(사회규범) ESG(Environmental, Social, Governance) 등 환경관련 사회적 책임 경영활동의 요구는 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.	기각
H4	(시장압력) 해외 수출시장, 경쟁사의 에너지효율 수준 비교 등 시장경쟁에 대한 압력은 에너지다소비기업의 효율향상 활동에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.	기각
H5	(조직문화) 에너지·환경가치를 고려하는 조직문화는 에너지다소비 기업의 효율향상 활동에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.	기각

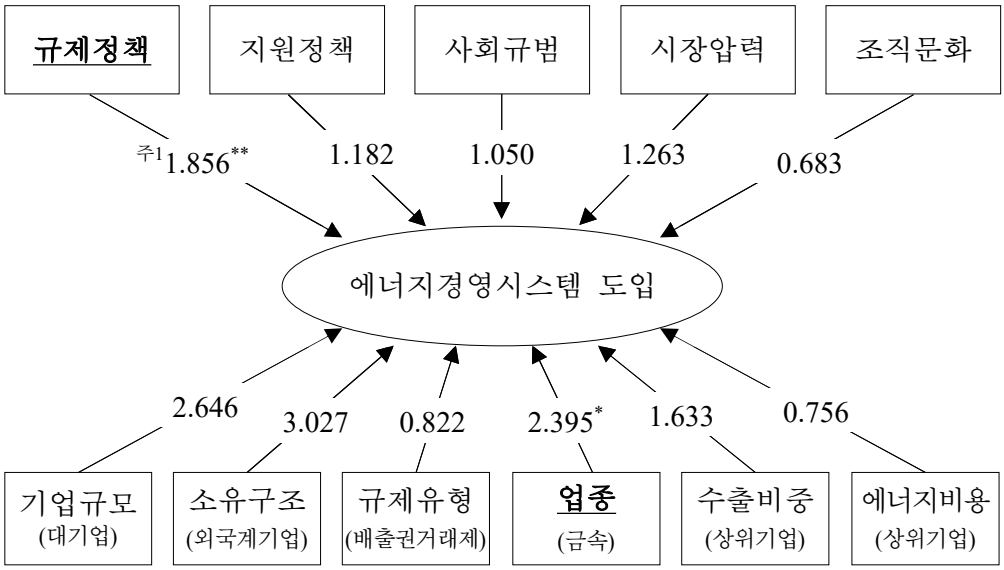
[그림 13] 연구모형의 인과관계 분석결과 1



주1) 표준화계수(β)값임. (*p<.10, **p<.05, ***p<.01)

주2) 모형적합정보: Adj. R^2=.281, F=4.894(p=.000)

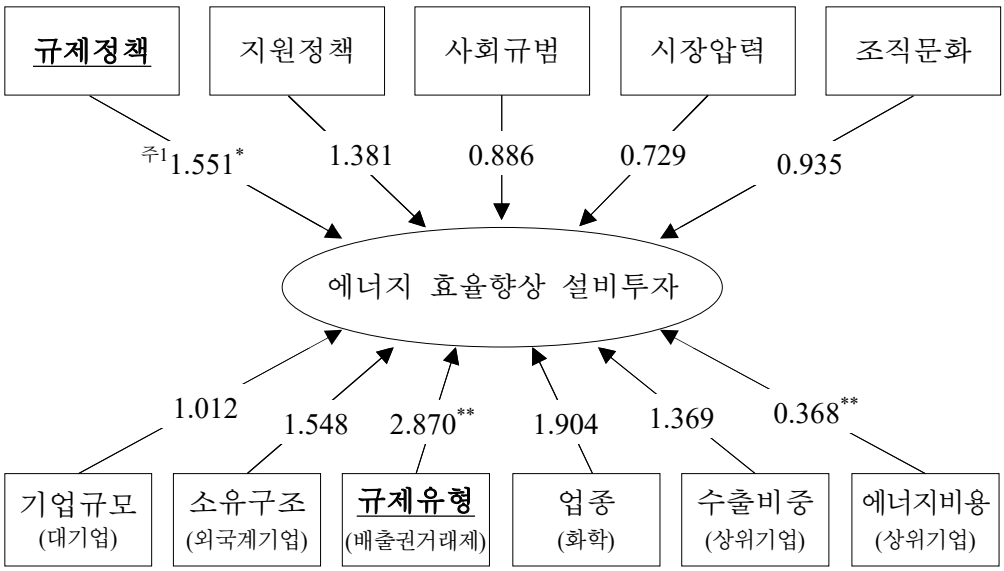
[그림 14] 연구모형의 인과관계 분석결과 2-1



주1) 변수의 승산비값이며, 특정 기업의 규제정책 중요성 인식이 1단위 증가할 때 에너지경영시스템 도입 확률이 1.856배 증가함을 의미. (*p<.10, **p<.05, ***p<.01)

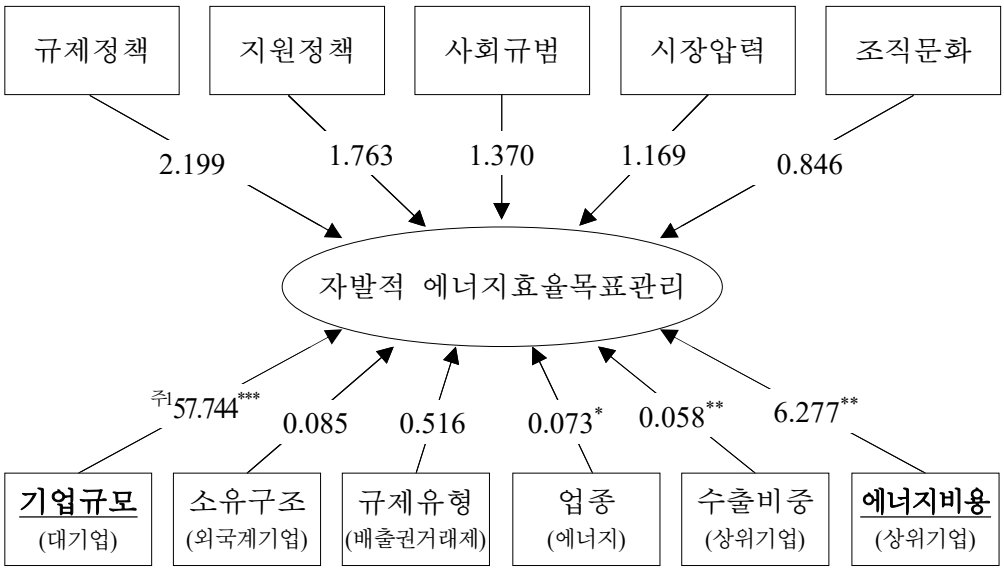
주2) 모형적합정보: Nagelkerke R^2=0.250, χ^2=35.072(df=17, p=.006)

[그림 15] 연구모형의 인과관계 분석결과 2-2



주1) 변수의 승산비값이며, 특정 기업의 규제정책 중요성 인식이 1단위 증가할 때 효율향상 설비투자 확률이 1.551배 증가함을 의미. (*p<.10, **p<.05, ***p<.01)
주2) 모형적합정보: Nagelkerke R^2=0.186, χ^2=25.338(df=17, p=.087)

[그림 16] 연구모형의 인과관계 분석결과 2-3



주1) 변수의 승산비값이며, 대기업이 중소기업보다 에너지 효율목표관리 프로그램에 자발적으로 참여할 확률이 57.744배 증가함을 의미. (*p<.10, **p<.05, ***p<.01)
주2) 모형적합정보: Nagelkerke R^2=0.410, χ^2=43.167(df=17, p=.000)

2. 분석결과의 해석

본 연구는 '온실가스·에너지목표관리제'와 '배출권거래제' 이행 등 제도적 환경(institutional environment) 변화에 대응하고 있는 에너지다소비 기업 에너지관리자의 인식조사를 토대로 기업의 에너지 효율향상 동기요인을 탐색하고자 하였다. 그리고 기업규모와 규제 적용 유형, 업종 등과 같이 스스로 통제하기 어려운 기업특성이 에너지 효율향상 활동 이행수준 차이에 어떠한 영향을 미치는지도 함께 관찰하였다. 아울러 배출권거래제 시행 전·후 시기에 기업의 에너지소비 절감 실적을 분석하여 에너지·온실가스 감축 정책의 유효성을 추가로 확인하고자 하였다. 이러한 세 가지 측면의 분석을 통해 도출된 결과의 해석은 다음과 같다.

1) 에너지 효율향상 활동 동기요인 분석

선행된 연구들로부터 제시된 에너지 효율향상 동기요인 중 본 연구에서 채택한 5가지의 요인(①규제정책, ②지원정책, ③사회규범, ④시장압력 및 ⑤조직문화)들이 기업의 에너지 효율향상 활동 이행수준에 미치는 영향을 분석한 결과, 정부의 ①규제정책과 ②지원정책이 통계적으로 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 정부규제와 지원정책의 중요성에 대한 인식수준이 높은 기업일수록 조직 내 에너지 효율향상 활동이 더욱 활발해질 가능성이 높아진다고 해석할 수 있다. 이러한 분석결과는 에너지 효율향상을 위한 정부규제(Thollander & Ottosson 2008; Cagno & Trianni, 2013; Konig, 2020)와 인센티브(Anderson & Newell, 2004; Thollander & Ottosson, 2008; Solnørdal & Foss, 2018; Konig, 2020)가 기업에 동기를 부여한다는 선행연구의 주장과 일치한다고 볼 수 있다. 또한, 이는 국내 에너지·온실가스 감축 관련 규제가 본격적으로 시행되기 이전의 시기에 정부규제가 에너지다소비기업에 미치는 영향을 확인할 수 없었던 Suk et al.(2013)의 연구결과와 상반된 결과라고 할 수 있다. 물론, Suk et al.(2013)은 2010년에 도입된 온실가스·에너지목표관리제도와 같

이 신규 규제의 영향이 제도의 초기 단계에서 기업에 유효하게 나타나지 않았기 때문인 것으로 판단하였으며, 이는 합리적인 해석으로 볼 수 있다. 이에 따라 배출권거래제를 포함한 에너지·온실가스 감축 규제가 정착된 현시점에서 본 연구의 결과가 규명한 규제정책의 영향은 국내 선행연구(Suk et al., 2013)의 결과를 보완하고, 기업의 에너지 효율향상을 위한 정부 개입의 유효성을 지지한다고 볼 수 있다. 특히, 규제정책은 기업의 효율향상 세부 활동에 대한 동기요인 분석결과에서 에너지경영시스템 도입과 고효율기기·설비투자 이행의 가능성을 높이는 결정요인으로 확인되었다. 이에 따라, 정책수단으로서 정부의 효율향상 규제의 실효성(Thollander & Ottosson 2008; Cagno & Trianni, 2013; Garrone et al., 2018; Konig, 2020)은 객관적으로 검증되었다고 볼 수 있다. 아울러, 배출권거래제와 같이 적절하게 설계된 환경규제는 생산비용 절감과 품질향상에 연결되는 기술혁신 활동(저효율 노후설비를 고효율설비로의 교체, 에너지관리시스템 도입 등)을 자극한다는 측면에서 약한 의미에서의 포터가설(Porter, 1991)도 지지할 수 있는 기업의 반응을 확인할 수 있었다. 다만, 환경규제로 인해 촉진된 기술혁신의 편익(생산성 향상, 시장경쟁력 확보 등) 측면에서는 강한 의미의 포터가설을 지지하는 데에는 한계가 있다.

한편, 5가지의 에너지 효율향상 동기요인 중 ③사회규범, ④시장압력 및 ⑤조직문화의 중요성 인식수준이 에너지다소비기업의 효율향상 활동 이행수준에 미치는 유의한 영향은 확인할 수 없었다. 이에 따라, 본 연구의 분석결과는 사회규범(Garrone et al., 2018; Xu et al., 2020; Konig, 2020), 시장압력(Thollander & Ottosson, 2008; Cagno & Trianni, 2013; Glover et al., 2014) 및 조직문화(Liu et al., 2012; Suk et al., 2013; Thollander et al., 2013; Blass et al., 2014; Johansson & Thollander, 2018)에 대한 선행연구의 이론적 논의와 실증결과를 지지하지 못했다.

사회규범 측면의 경우, ESG, 탄소중립 등 새로운 국제규범의 영향으로 환경 측면을 강조한 사회적 책임의 요구가 높아진 가운데, 사회규범의 중요성 인식수준이 기업의 효율향상 활동 이행수준에 영향을 미칠 것으로 기대하였으나, 통계적 유의성은 확인할 수 없었다. 이에 따라 선행된 연구

(Groot et al., 2001; Thollander & Ottosson, 2008; Venmans, 2014)의 주장과 달리 국내기업이 에너지 효율향상을 친환경 기업 이미지(green image)를 구축하기 위한 최우선 수단으로 인식하고 있는지에 대해서는 추가적인 실증연구를 통해 논의되고 검증될 필요가 있을 것으로 판단된다.

시장압력의 인식수준 또한 기업의 효율향상 활동 이행수준에 유의한 영향을 미칠 것이라는 가설을 지지하지 못했다. 즉, 해외시장이나 국내시장에서의 경쟁력 확보 차원에서, 본 연구의 분석결과는 시장압력이 에너지비용을 줄이기 위한 기업의 에너지 효율향상 활동의 동기요인으로 작용한다는 선행연구의 주장과 일치하지 않았다. 다만, 4장 4.2절의 분석결과에서 에너지비용 상위 기업집단일 경우 자발적 효율관리 프로그램에 참여할 확률이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 매출액 대비 에너지비용 비중이 높은 기업일수록 시장경쟁력 확보를 위해 정부의 신규 효율향상 프로그램에 참여할 가능성이 증가한다고 해석할 수 있다. 즉, 시장압력요인이 정부의 규제 및 지원제도와 비교하여 기업의 효율향상 활동에 대한 영향력이 상대적으로 낮게 나타나더라도, 시장경쟁 압력이 높은 특정 기업집단의 효율향상 활동에는 유의미한 영향을 줄 수 있음을 보여준다.

그리고 제4장 4.1절에서 논의하였던 바와 같이, '⑤조직문화'는 중요성 인식에 대한 평균점수가 가장 높게 나타났음에도 불구하고, 설문 응답기업 간의 효율향상 활동 이행수준에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 조직문화에 내재된 에너지·환경가치가 조직의 의사결정과 직원의 행동에 주요하게 영향을 미친다는 Sorrell et al.(2000)과 Konig(2020)의 주장을 지지하지 못하였다. 이러한 결과는 기업 에너지관리자의 인식단계와 전사적 에너지 효율개선 조치 실행단계까지의 과정에서 발생하는 장애요인이 여전히 존재하고 있는 것으로 해석해 볼 수 있다. 즉, 제2장 3.2절 계획적 행동이론(Ajzen & Fishbein, 1980)에서 논의한 바와 같이, 기업 에너지관리자가 효율개선의 필요성을 인식하더라도, 실행에 옮길 수 있는 개인의 역량과 예산 등이 확보되어야 효율개선 조치는 실행단계로 진행될 수 있다. 또한, 기업의 에너지 효율장벽(제2장 2.2절 참조)에서 효율향상투자의 낮은 우선순위와 에너지·환경가치에 대한 조직 내부의 갈등이

효율향상 조치의 실행을 저해하는 요인으로 작동하여 인식단계와 실행단계와의 격차가 발생하는 것으로 추측해 볼 수 있다. 다만, Konig(2020)의 연구에서 정부의 제도 및 사회적 규범과 같이 기업을 둘러싼 외부요인은 조직 내부의 '문화-인지적 렌즈(cultural-cognitive lens)'에 의해 포착된다는 주장의 관점에서 보면, 조직문화는 기업의 에너지 효율향상 활동에 간접적인 영향을 미치고 있다고도 해석해 볼 수 있다.

2) 에너지 효율향상 활동에 대한 기업특성 영향 분석

(1) 기업규모

에너지다소비기업의 효율향상 활동 이행수준은 기업규모에 따라 유의한 차이를 보였다. 이와 같은 분석결과는 중소기업보다 인력과 예산, 기술력 등이 상대적으로 우위에 있는 중견기업 또는 대기업이 에너지 효율향상 기회를 쉽게 발견하고 이행할 가능성이 크기 때문인 것으로 해석될 수 있다. 그리고 4장 2.1절의 ANOVA 분석결과에서 나타난 것처럼 기업규모가 클수록 정부규제, 사회규범, 시장압력 등 외부요인에 대해 중소기업보다 인식수준이 높은 경향을 보였다. 이는 효율향상 동기요인에 민감하게 반응하는 기업일수록 정부의 효율향상 프로그램에 더욱 적극적으로 참여하는 경향을 보이는 4장 4.2절의 분석결과와도 일치한다.

(2) 기업 소유구조

기업의 소유구조에서 외국계기업은 국내기업과 비교하여 사회규범을 더욱 중요한 에너지 효율향상 동기요인으로 인식하고 있는 것으로 나타났다. 이는 외국계기업이 국내기업보다 에너지 효율향상을 위한 사회적 규범의 영향에 더욱 민감하다고 해석해 볼 수 있다. 이러한 해석은 국내기업과 외국계기업의 사회적 책임활동에 대한 소비자집단의 인식 연구(권영철, 2012)의 결과에 근거하고 있다. 권영철(2012)은 설문조사를 통해 외국계기업의 주요 사회적 책임활동(법률적, 윤리적, 자선적 책임부문)에

대한 소비자 평가점수가 국내기업보다 높음을 확인하였다. 다만, 에너지 효율향상 측면에서의 기업 소유구조별 응답특성에 대해 명확히 설명할 수 있는 추가적인 연구와 논의가 필요할 것으로 판단된다.

(3) 기업 업종

에너지다소비기업의 효율향상 활동 이행수준에 대해 업종이 미치는 영향을 분석한 결과, 금속업종에서 유의한 영향을 확인할 수 있었다. 금속업종은 산업부문 에너지다소비기업 중 업체수(1,162개, 39.5%)와 에너지 사용량(38백만toe, 38.5%) 측면에서 가장 높은 비중을 차지하고 있는 특징을 가지고 있다(한국에너지공단, 2021c). 그리고 에너지투입이 많은 업종의 특징을 반영하듯이 금속업종에서 효율향상 동기요인 중 '시장압력'의 영향력에 대한 인식점수가 가장 높았으며, 이는 기업의 에너지 효율향상 활동 이행수준에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 다만, 이러한 특정 업종의 에너지 효율향상 노력의 경향을 일반화하여 의미를 해석하는 데 한계가 있을 수 있다. 그 이유는 4장 5절의 논의 내용에서 다루었던 것처럼, 에너지다소비기업의 업종별 효율기술의 난이도, 투자 기간 및 절감효과 차이 등의 영향으로 기업의 효율향상 노력의 결과가 발생하는 시기와 에너지소비 절감량의 크기는 서로 다르게 나타날 수 있기 때문이다. 이에 따라, 특정 시기의 에너지소비 절감 실적을 통해 업종별 효율향상 활동 이행수준을 비교하고 해석하는 데 한계가 존재한다고 볼 수 있다.

(4) 규제적용 유형

산업부문의 에너지다소비기업에 적용되는 에너지 효율향상 관련 규제의 유형은 ①의무 에너지진단제도(AUDIT), ②온실가스・에너지목표관리제도(TMS) ③배출권거래제도(ETS) 등 3가지로 구분된다. 모든 에너지다소비기업은 기본적으로 의무 에너지진단제도가 적용되고 있으며, 기업의 온실가스 배출량과 에너지 사용규모에 따라 온실가스・에너지목표관리제 또는 배출권거래제의 추가적인 규제가 적용된다. 4장 2.4절의 ANOVA

분석결과에서 관찰되었듯이, 의무 에너지진단 이행 규제만 적용되는 기업집단과 온실가스·에너지목표관리제 또는 배출권거래제 적용 기업집단 간의 에너지 효율향상 활동 이행수준에 유의한 차이가 나타났다. 다만, 4장 4.1절의 연구가설 검정을 위한 다중회귀분석 결과에서는 온실가스·에너지목표관리제 적용 대상 기업집단에서만 에너지 효율향상 활동 이행수준에 유의한 차이가 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 분석결과는 Suk et al.(2013)의 국내 선행연구결과와 달리 현시점에서 특정 규제정책수단이 유효하게 작동하고 있는 것으로 해석될 수 있다. 하지만, 4장 2.4절에서 온실가스·에너지목표관리제보다 의무 온실가스 감축 목표가 더 높은 배출권거래제 적용 기업집단에서는 예상과 달리, 효율향상 활동 이행 평균점수가 높지 않았다(TMS: 2.846점 > ETS: 2.708). 그리고 4장 4.1절의 에너지 효율향상 동기요인 회귀분석결과에서도 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의미한 영향을 확인할 수 없었다. 이는 기업 규모별 온실가스 감축 규제제도의 적용 순서와 규제제도의 설계기준(감축 목표와 규제이행 비용)의 차이, 그리고 피규제집단(에너지다소비기업)의 행태의 영향으로 이러한 분석결과가 도출될 수 있음을 유추해볼 수 있다.

첫 번째, 기업 규모별 온실가스 감축규제의 적용 순서 측면에서 고찰해 보면, 규제적용 유형의 분석결과에는 배출권거래제(ETS) 적용 기업의 조기 온실가스 감축행동의 영향이 나타났을 가능성이 있다. 즉, 2015년 배출권거래제 도입 이전인 2010년부터 온실가스·에너지목표관리제도가 시행되고 있었다. 그리고 대기업과 중견기업 중심의 배출권거래제 적용 대상기업들은 배출권거래제로 편입되기 이전에 이미 에너지·온실가스목표관리제도를 통해 규제를 받고 있었다. 만약, ETS 대상기업들이 온실가스와 에너지소비 의무 감축목표 달성을 위해 저효율기기·노후설비의 교체, 공정효율 개선 등의 효율향상 투자활동(EIA 4)을 2015년 이전에 활발히 이행하였을 경우, 배출권거래제 도입 이후 온실가스 감축을 위한 신규 투자활동이 저조할 가능성이 존재할 수 있다.

두 번째, 규제의 설계기준 관점에서 고찰해 보면, 온실가스·에너지목표관리제(TMS)는 온실가스뿐만 아니라 에너지소비 감축목표도 함께 달

성해야 하므로, 에너지소비 절감을 위한 효율향상 활동이 수반될 가능성이 크다. 그러나 기업에 온실가스 의무 감축목표만 부여하는 배출권거래제(ETS)[25]의 경우, 기업은 직접 감축비용과 배출권 구매비용을 서로 비교하여 상대적으로 저렴한 규제 이행수단을 선택(심성희・이지웅, 2015)할 수 있으므로, 기업의 효율향상 활동이 수반되지 않을 수도 있다. 이는 정부가 규제순응[26] 비용이 너무 높으면 피규제집단의 규제 순응률이 감소하는 현상(양준석・김홍률, 1990)을 고려하여 배출권거래제도를 설계하였기 때문이다. 즉, 정부가 2015년 배출권거래제를 도입할 때 피규제집단의 규제순응에 유리하도록 규제제도를 설계했다고 볼 수 있다.

세 번째, 피규제집단인 에너지다소비기업의 행태적 관점에서 살펴보면, 규제이행 비용을 최소화하려는 기회주의적 행태(opportunistic behavior)가 규제를 이행하는 기업의 효율향상 활동 이행수준에 영향을 줄 수 있다. 전술한 바와 같이, 기업의 규제비용 최소화를 위한 전략적 행동은 2019년 환경부가 실시한 배출권거래제 이행 기업들의 설문조사 결과에도 잘 나타나고 있다. 설문조사 결과, 배출권거래제 이행 대상기업은 온실가스 의무감축 이행수단으로 설비・기술투자(39%)보다 배출권구입(57%)을 더욱 선호하는 것으로 나타났다(환경부, 2019). 따라서, 피규제집단인 에너지다소비기업이 온실가스 감축기술 투자보다 배출권 구매가 비용 효과적(cost-effective)이라고 판단할 경우, 기업의 효율향상 활동에 미치는 영향은 부정적일 것으로 판단된다. 다만, 4장 4.2.2절의 에너지 효율향상 투자

---

25) 최병선(2009)은 배출권거래제도를 온실가스 배출권을 새로운 형태의 재산권으로 설정해 줌으로써 온실가스 감축 의무가 시장에서 배출권 거래를 통하여 사회적으로 가장 효율적으로 배분될 수 있도록 하는 규제방식으로 정의하였다. 다만, 기업경쟁력 및 물가 등을 고려하여 에너지 가격을 정부가 통제하는 우리나라의 경우, 에너지산업부문에서 규제이행 비용이 에너지 가격에 충분히 전가되지 못해(즉, 가격신호의 기능이 제대로 작동하지 않아) 최종소비자들의 에너지소비 감축노력에 의해 배출량이 줄어드는 간접효과가 미흡하여 사회 전체적인 감축비용은 최소화되지 못한다는 비판적 견해도 있다(심성희・이지웅, 2015).

26) 규제순응(regulatory compliance)이란 피규제집단(target population)이 규제와 정부의 정책목표를 준수하는 것을 의미한다(양준석・김홍률, 1990).

이행 동기요인 분석결과에서는 배출권거래제(ETS)의 영향력이 온실가스·에너지목표관리제(TMS)보다 높게 나타났다. 즉, TMS에서 ETS로 규제 강도가 높아질 경우, 효율향상 투자 이행 확률은 증가(TMS: 2.840 → ETS: 2.870)하는 것으로 확인되었다. 이는 규제 강도의 변화가 에너지 효율향상 투자를 위한 실질적인 의사결정에 유의하게 영향을 미치고 있음을 의미한다. 다시 말해, ETS 대상기업의 온실가스 감축 행동이 유연하다고 할지라도, 의무 감축목표의 부담을 상대적으로 더 크게 인식하고 있는 ETS 대상기업은 TMS 대상기업보다 에너지 효율향상 투자 이행을 고려할 확률이 더욱 높다고 볼 수 있다.

(5) 수출 비중

수출 비중은 4장 2.5절의 기업 에너지관리자의 인식조사 결과에서 확인 한 바와 같이 시장경쟁력 확보를 위한 부담 요인으로 작용하고 있었다. 특히, 시장압력요인에 대한 중요성 인식점수는 수출 비중이 60% 이상인 기업집단(3.440)이 20% 미만인 기업집단(2.927)보다 높게 나타났다. 그리고 기업의 에너지 효율향상 활동 이행수준 또한 수출 비중에 따라 유의한 차이(60%: 3.000 > 20%:2.250)를 보였다. 한편, 4장 4.1절의 다중회귀분석 결과에서는 수출 비중과 기업의 에너지 효율향상 활동 이행수준 간의 통계적으로 유의한 영향을 확인할 수 없었다. 이러한 결과는 Liu et al.(2012)과 Suk et al.(2013)의 선행연구 결과와 일치하였다.

(6) 에너지비용 비중

매출액 대비 에너지비용 비중의 차이(상위 10% 이상, 중위 4~10% 미만, 하위 4% 미만)는 4장 2.6절과 4.1절의 분석결과에서 논의한 바와 같이 독립변수인 효율향상 동기요인에 대한 에너지관리자의 인식수준과 중속변수인 기업의 효율향상 활동 이행수준에 유의한 영향을 미치지 않았다. 이 결과는 Liu et al.(2012)과 Suk et al.(2013)의 선행연구의 결과와 일치하였다. 다만, 4장 4.2절의 결과를 고려해 볼 때, 에너지비용 비중이 10%

이상인 기업의 경우 자발적 에너지 효율목표제와 같이 정부의 신규 효율관리 프로그램에 참여할 확률이 높아지는 경향이 관측되었다. 본 연구에서 관찰된 기업의 이러한 행동은 에너지비용 부담이 산업부문의 효율향상 활동의 중요 동기요인으로 주목한 선행연구(Rohdin & Thollander, 2006; Thollander & Ottosson, 2008; Thollander et al., 2013; Venmans, 2014; Brunke et al., 2014)의 결과를 지지하였다. 아울러, 이러한 결과를 통해 금속, 석유화학, 요업 등 생산 공정 중 에너지사용량이 많은 제조업종(에너지비용 비중이 10% 이상인 62개 응답기업 중 77% 차지)의 경우 에너지비용 저감을 기업경영의 우선과제로 인식하고 있음을 유추해 볼 수 있다.

3) 규제제도 강화 전·후의 에너지소비 절감 실적 비교 분석

에너지다소비기업의 지난 10년간(2011~2020) 에너지소비 절감량을 분석한 결과, 업종별 및 시기별로 다양한 증감 추세 보이며 효율향상 노력을 유지하고 있었다. 특히, 2015년 배출권거래제 시행 전·후의 누적 에너지소비 절감량 비교에서 에너지업종(49.6%↑)과 요업업종(56.8%↑)에서 현저한 절감 실적을 보였다. 대표적 에너지다소비업종인 금속업종의 경우 2015년 배출권거래제 시행 전·후의 에너지소비 절감 실적 비교에서는 감소(14.1%↓)하였으나, 2019년 대비 2020년의 최근 절감량은 35.3%로 크게 증가하였다. 특히, 금속업종은 연간 절감량 규모 측면에서 에너지다소비업종 전체 중 기여도(36.9%)가 가장 높았다. 그리고 배출권거래제 시행 이후의 업종 전체 5년간 누적 절감량이 이전 5년보다 4.2%를 상회하였다. 이러한 에너지소비 감축 실적에서 에너지진단, 배출권거래제 또는 금융지원 등의 정책수단별 기여도는 명확히 구분되지 않으나, 정부개입에 의한 규제와 지원정책 시행은 산업부문 전반의 에너지사용량 감소에 긍정적 영향을 미치고 있는 것으로 해석될 수 있다. 따라서 본 연구의 에너지소비 절감 실적 분석결과는 정부의 정책개입 중요성에 관한 선행연구(Anderson & Newell, 2004; Thollander & Ottosson 2008; Cagno & Trianni, 2013; Konig, 2020)의 주장을 지지하였다.

제 5 장 결 론

제 1 절 연구결과 요약 및 시사점

본 연구에서는 국내 산업부문의 에너지 효율향상 시장실패에 대한 정부개입이 유효하게 작동하는지에 대한 연구질문의 답을 얻고, 에너지·온실가스 감축 규제에 대한 기업의 인식수준이 효율향상 활동에 미치는 긍정적 영향을 확인하지 못한 선행연구의 한계를 보완하고자 하였다. 이를 위해 제도이론(Institutional Theory)의 틀을 토대로 에너지·온실가스 감축을 위한 제도변화의 영향에 놓여있는 에너지다소비기업의 효율향상 이행수준에 유의한 영향을 미치는 동기요인을 규명하고, 정책수단을 활용한 정부개입의 유효성을 검증한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 규제와 지원정책수단을 활용한 정부개입이 산업부문 에너지다소비기업의 효율향상 이행수준에 정(+)의 영향을 미치는 결과를 보이며 선행된 국내 연구(Suk et al., 2013)와 상반된 결과가 도출되었다. 특히, 온실가스·에너지목표관리제와 배출권거래제 등으로 강화된 정부의 규제제도는 기업의 에너지경영시스템 도입과 고효율 설비투자 이행의 가능성을 높이는 유의한 영향요인으로 밝혀졌다. 이는 산업부문 에너지수요와 온실가스 배출 저감을 위해 지속적으로 강화되고 있는 규제제도의 변화가 기업에게 효율향상 측면에서 긍정적인 신호를 제공하고 있음을 시사한다. 또한, 규제정책을 활용한 정부개입과 기업의 효율향상 활동 간의 정(+)의 영향은 포터가설(환경규제 → 기술혁신 촉진)을 일부 지지하는 의미로도 해석해 볼 수 있다. 그러나 정부의 지원정책과 기업의 효율향상 투자 간에 유의한 영향을 확인할 수 없었던 결과에 대해서는 비판적 고찰도 새롭게 해 볼 필요가 있다. 즉, 기업의 효율향상 투자 활성화를 위한 정책적 지원이 기업의 기대수준에 미치지 못했다는 점이 문제점으로 부각 될 수 있다. 특히, 정부는 2015년부터 에너지절약시설 투자금 지원대상에서 대기업을 제외[27]하여 지원정책 범위를 축소한 바 있다. 그러나

에너지 효율향상 동기요인의 중요성 인식점수 중 기업 규모와 상관없이 공통적으로 중요하다고 응답한 요인은 지원정책이었으며, 이는 대기업도 정부 지원이 필요하다는 의미로 해석될 수 있다. 그리고 대기업은 에너지사용 규모 측면에서 효율향상 투자효과가 중소·중견기업보다 높을 가능성이 높다. 이에 따라, 대기업의 경우, 규제와 지원정책 수단을 함께 활용하여 대규모 효율향상 투자를 유인한다면 에너지·온실감스 감축 효과는 크게 개선될 것으로 판단된다. 다만, 이러한 일부 정부실패의 원인이 해소되더라도 효율기술의 투자효과에 대한 불확실성과 설비투자 이후의 문제가 초래하는 숨겨진 비용(hidden cost) 등 기업의 투자 이행을 저해하는 非시장실패 원인들도 상존(尙存)할 가능성은 간과할 수 없다. 아울러, 효율향상 동기요인 중 사회규범, 시장압력, 조직문화 인식수준과 기업의 효율향상 이행수준과의 유의미한 영향을 확인할 수 없었다. 그러나, 5가지의 효율향상 동기요인 중 조직문화의 인식점수가 가장 높게 나타나는 흥미로운 결과도 함께 도출되었다. 이는 정부개입 등 외부환경 변화를 포착하고 대처하는 데에는 기업의 조직문화가 중요함을 시사한다.

둘째, 기업 규모, 소유구조(국내기업 및 외국계기업), 규제의 적용 유형 및 업종 등 기업 특성요인들 또한 기업 에너지관리자의 효율향상 동기요인에 대한 인식수준과 기업의 효율향상 활동 이행수준에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 먼저, 에너지관리자의 효율향상 동기요인에 대한 인식수준의 경우, 대기업과 같이 기업의 규모가 상대적으로 클수록 규제정책, 사회규범 및 시장압력의 중요성에 대한 인식점수가 높게 나타나는 경향을 보였다. 이와 같은 경향은 대기업이 중소·중견기업보다 에너지·온실가스 감축을 위한 정부의 규제 또는 사회적 책임 이행 요구 등에 더욱 민감하게 반응하고 있음을 시사한다. 그리고 기업의 소유구조 측면에서 국내기업과 외국계기업의 효율향상 동기요인에 대한 인식 차이를 분석한 결과, 외국계기업의 에너지관리자가 국내기업보다 사회규범에 대한 중요성을 더욱 높게 평가하고 있는 것으로 나타났다. 이를 통해 에너지 효율향상의 가치를 평가하는 국내기업과 외국계기

27) 에너지이용합리화사업 자금지원 지침(산업통상자원부 공고 제2015-394호)

업의 문화적 특성 차이가 존재함을 확인할 수 있었다. 이러한 발견은 기업의 소유구조 변화에 따른 에너지관리자 인식의 차이를 발견하지 못한 Liu et al.(2012)과 Suk et al.(2013)의 선행연구와 차별화된다. 규제의 적용 유형에서는 배출권거래제와 같이 온실가스・에너지 의무감축 부담이 상대적으로 높은 규제를 이행하고 있는 기업일수록 규제정책, 시장압력 및 조직문화를 기업의 효율향상 활동에 미치는 중요 영향요인으로 인식하는 경향이 나타났다. 아울러 제품 수출비중이 높은 기업은 시장압력을 효율향상 활동 이행 의사결정에 미치는 주요한 영향요인으로 인식하였다. 다음으로, 기업의 에너지 효율향상 활동 이행수준은 기업 규모가 커질수록, 또는 온실가스・에너지목표관리제 적용 대상과 금속업종에 속한 기업집단에서 높아지는 경향을 보였다. 그리고 배출권거래제의 적용 대상기업인 경우 에너지 효율향상 설비투자 가능성이 높게 나타나는 경향이 관측되었다. 이러한 경향은 정부의 환경규제가 기업들의 기술혁신을 유인한다는 약한 의미의 포터가설과 부합하고 있음을 시사한다. 또한, 대기업이거나 에너지비용 비중이 높은 기업일수록 정부가 새롭게 도입한 에너지 효율관리 프로그램(「에너지효율목표제」)에 자발적으로 참여할 가능성이 커지는 경향을 새롭게 발견하였다. 특히, 제품생산 공정 중 에너지 투입량이 많은 금속, 석유화학업종 등의 에너지비용 비중이 10% 이상을 차지하고 있는 기업집단은 신규 효율관리 프로그램에 적극적으로 참여하는 경향을 보였으며, 이는 에너지비용 비중이 높은 기업일수록 효율개선을 기업경영의 우선 과제로 인식하고 있음을 시사한다.

셋째, 지난 10년간(2011~2020) 산업부문 에너지다소비기업의 에너지소비 절감 실적을 분석한 결과, 꾸준한 효율향상 노력이 전개되는 양상을 보였다. 그리고 에너지・온실가스 감축 규제가 본격적으로 시행된 2015년 전・후로의 실적 변화도 관찰할 수 있었다. 이러한 분석결과는 에너지 효율향상 시장실패에 대한 정부의 정책적 개입이 유효하게 작동하고 있음을 뒷받침하는 근거로 볼 수 있다. 다만, 업종별로 다양한 산업환경의 특성과 가용한 효율기술을 고려해 볼 때, 에너지소비 절감 실적이 저조한 일부 업종에 대해서는 차별화된 에너지 효율개선 장애요인 분석과

지원방안이 모색되어야 함을 시사한다. 그리고 더 나아가 본 연구의 배경에서 언급된 '2050 탄소중립' 비전의 실현을 위해서는 국내 공급에너지의 약 60% 이상이 투입되는 에너지다소비형 산업구조에 적합한 제도적 보완이 요구된다. 따라서, 현재 규제 위주의 에너지·온실가스 감축 정책수단을 보완하여 기업의 규모와 상관없이 에너지 효율향상 활동을 체계적으로 지원할 필요가 있다. 특히, 기업의 효율향상 활동 지원을 위해 2021년부터 시범 운영 중인 에너지효율목표제 등의 새로운 정책수단이 제도적으로 유효하게 작동할 수 있도록 제도의 법제화(法制化)와 적절한 경제적 인센티브를 마련하는 것이 종합적이고 장기적인 차원의 산업부문 에너지 효율정책 개선 방향임을 제언하고자 한다.

이상의 연구결과는 국내 산업부문의 에너지·온실가스 감축 정책의 긍정적 영향을 확인하지 못한 선행연구의 공백을 보완하고, 기업의 다양한 특성요인들이 기업 에너지관리자의 효율향상 동기요인에 대한 인식과 효율향상 활동에 미치는 영향을 드러냄으로써 향후 산업부문의 효율정책 강화 방향에 시사점을 제공하였다. 이 연구는 국내 산업부문의 제도적 환경변화에 적응하고 있는 기업의 에너지 효율 잠재량 활용을 촉진하는 영향요인을 규명하고, 에너지·온실가스 감축 정책수단의 유효성을 검증하여 정부개입의 정당성을 지지하였다는 점에서 의의가 있다.

제 2 절 연구의 한계 및 후속연구 제언

본 연구는 산업부문 에너지다소비기업의 효율향상 활동의 주요 동기요인 규명을 위한 실증분석을 시도하고 유의미한 결과를 도출하였으나, 연구결과에 내포된 다양한 한계점을 아래와 같이 밝히고자 한다. 먼저, 인터뷰 방식이 아닌 온라인 설문을 통한 자기응답식 설문조사방법에 따른 불성실한 응답 등 설문 목적을 충족하지 못한 응답자의 한계가 있었다. 특히, 설문에 응답한 에너지다소비기업의 에너지관리자 중 근무경력이 5년 미만인 응답자가 44.1%를 차지하고 있어, 업무경력이 부족한 응답자가 제도변화와 사회적 규범, 시장압력, 조직문화 등 에너지 효율향상

동기요인에 대해 충분히 이해하고 설문에 응답했다고 가정하기에는 한계가 존재하고 있음을 밝히고자 한다. 설문조사 응답률에서도 한계가 있었다. 본 연구에서는 5개의 독립변수를 선정하였기 때문에 최소 255개 이상의 설문응답 자료를 수집하여 가설 검정력을 90% 이상(고길곤, 2019) 확보하고자 하였으나, 이러한 조건을 충족하지 못한 한계가 있다.

이러한 연구의 한계 가운데 효율향상 동기요인의 영향을 분석하는 과정에서 발견된 추가 논의주제는 후속 연구과제로 확장될 필요가 있다. 먼저, ESG 등 사회적 책임경영을 통한 기업의 친환경 이미지 제고를 위해 최우선으로 검토하고 있는 투자 분야(에너지 효율향상, 재생에너지 활용 등)에 관한 추가적인 연구와 논의가 필요할 것 판단된다. 그리고 본 연구의 분석결과에 대한 해석이 부족했던 국내기업과 외국계기업 간의 사회규범의 중요성 인식 차이와 에너지 효율향상 활동의 영향에 관한 후속 연구도 필요할 것으로 보인다. 마지막으로 본 연구의 범위는 정부의 에너지 효율정책 영역 중 산업부문으로 한정하였으나, 건물・수송부문 등의 非산업부문까지 확장하는 후속 연구의 방향도 추가로 제시하고자 한다.

참 고 문 헌

[국내문헌]

고길곤・박정수・김대중 (2016). 공기업 효율성 측정을 위한 분석 모형 개발.

고길곤 (2019). 통계학의 이해와 활용, 문우사.

공정거래위원회. www.ftc.go.kr/www/jargonSearchList.do?key=451.

관계부처 (2021). 2050 탄소중립 추진전략.

권영철 (2012). 국내기업과 외국계기업의 사회적 책임 활동 분석.

김기석 (2003). 신제도론의 이론적 쟁점: 제도개념의 다양성과 관련하여, 한국과 국제정치, 19(3), pp.25-54.

김성욱・고재경 (2013). 에스코 사업의 에너지 효율 간극과 정책 방향, GRI 연구논총, 15(3), pp.337-364.

김원표 (2017).「고급회귀분석」, 와이즈인컴퍼니.

김준기 (2014).「공기업정책론」, 문우사.

나종민 (2021). 공기업조사통계, 서울대학교.

남궁근 (2021).「행정조사방법론(제6판)」, 법문사.

박광수・남경식 (2019). 가격왜곡이 에너지소비 비효율성에 미치는 영향 분석, 에너지경제연구원.

박지용・이성인 (2020). 산업부문 전력 에너지효율 투자 행태분석 및 인센티브 개선방안, 에너지경제연구원.

산업연구원 (2015). 주요산업 동향지표.

산업통상자원부. 에너지이용합리화사업 자금지원 지침(공고 제2015-394호).

삼성전자 (2022).「삼성전자, 에너지 저감 활동으로 미국 환경청 '에너지스타상' 최고상 수상」보도자료 (5월 6일). https://news.samsung.com/kr/.

심성희・이지웅 (2015). 우리나라 배출권거래제의 시장 왜곡 요인과 정책적 함의, 에너지경제연구, 14(2), pp.177-211.

송동섭 (2002). TFA 모형을 이용한 제조업의 효율성 분석, 한국생산성학회, 16(2), pp.49-71.

에너지경제연구원 (2022). 에너지통계월보(2022.4월호).
에너지법. 국가법령정보센터(https://www.law.go.kr/).
엘지전자 (2022).「LG전자, 美 '에너지스타 어워드' 최고상 수상」보도자료 (5월 6일). https://live.lge.co.kr/lg-energystearaward/.
양준석・김홍률(2021). OECD 규제개혁 연구: 규제순응과 효율성, 대외경제정책연구원.
옥동석 (2002). 거래비용 경제학과 공공기관, 한국조세연구원.
이경묵 (2019). 우리나라 제도이론 연구에 대한 비판적 고찰과 미래 연구 방향, 경영학연구, 48(1), pp.1-32.
이나겸・임수영 (2021). 산업분야에서의 ESG활용을 위한 기초적 연구, 한국생태환경건축학회 논문집, 21(3), pp.83-88.
이명헌 (2011). 저탄소 녹색성장과 산업의 잠재성과에 관한 실증분석, 자원・환경경제연구, 20(1), pp.99-118.
이미홍 (2002). 환경정책의 형태가 기업의 환경혁신에 미치는 영향에 관한 연구, 행정논총, 40(4), pp.159-188.
이상준 (2016). 산업부문 에너지 효율개선 국가전략 연구, 에너지경제연구원.
이세림・조용성・이수경 (2017). 온실가스·에너지 목표관리제 및 배출권 거래제 대상 기업의 명세서를 이용한 온실가스 감축 실적 분석, 한국기후변화학회지, 8(3), pp.221-230.
이성근 (2003). 산업부문의 고효율유도전동기 보급실태조사 및 활성화 방안연구, 에너지경제연구원.
이성근 (2007). 국가에너지절약 및 효율향상 추진체계 개선방안 연구, 에너지경제연구원.
이성인 (2010). 저소비・고효율 경제사회 구축을 위한 국가 에너지효율화 추진전략 연구(1차 연구), 에너지경제연구원.
_____ (2011). 저소비・고효율 경제사회 구축을 위한 국가 에너지효율화 추진전략 연구(2차 연구), 에너지경제연구원.
_____ (2012). 저소비・고효율 경제사회 구축을 위한 국가 에너지효율화 추진전략 연구(3차 연구), 에너지경제연구원.

이슬기 (2019). 산업부문 에너지효율 개선 정책의 평가와 과제, 산업경제.
오재영 (2015). 미활용에너지 발굴을 위한 에너지진단기법, 대한설비공학회, 44(10), pp.56-67.
정용훈・이유수 (2011). 에너지효율 최적화를 위한 이론과 정책 논의, 에너지경제연구원.
정용훈 (2012). 에너지효율향상에 영향을 미치는 요인에 대한 기업별 회귀분석과 정책적 시사점, 에너지경제연구원.
진상현 (2008). 에너지 효율개선 정책의 딜레마: 시장의 실패, 정부의 실패 그리고 반등효과, 환경논총, 47, pp.125-139.
채종오・박선경 (2016). 한국의 탄소배출권 거래제 시행 1년 후 현황과 개선방안, 한국기후변화학회지, 7(1), pp.41-48.
최병선 (1992).「정부규제론」, 법문사.
최병선 (2009). 규제수단과 방식의 유형 재분류, 행정논총, 47(2), pp.1-27.
최용근 (2020). 환경규제와 기업경쟁전략에 관한 법적 고찰 : 포터(porter) 가설의 검토를 중심으로, 법이론실무연구, 8(3), pp.151-183.
한국개발연구원 (2019). 2017년 기준 시장구조조사.
한국에너지공단 (2021a). 한국에너지공단 주요사업 편람.
_____ (2021b). KEA 에너지편람.
_____ (2021c). 2020년 에너지사용량통계.
한국행정학회 (2009). 환경규제의 역사적 흐름 고찰 및 합리적 개선방안 연구.
환경부 (2019). 배출권거래제 운영결과보고서(제1차 계획기간).
_____ (2021). 온실가스종합정보센터(https://www.gir.go.kr/정보마당/온실가스통계/국가통계), 2021년 국가 온실가스 인벤토리(1990-2019) 공표.

[국외문헌]

Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). Understanding attitudes and predicting social behavior. New Jersey: Prentice-Hall.

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2), pp.179-211.

Anderson, S. T., & Newell, R. G. (2004). Information programs for technology adoption: The case of energy-efficiency audits. *Resour. Energy Econ.*, 26, pp.27-50.

Berrone, P. et al. (2013). Necessity as the mother of "green" innovation: Institutional pressures and environmental innovation. *Strategic Manage. J.*, 34, pp.891-909.

Blass, V. et al. (2014). Top management and the adoption of energy efficiency practices: Evidence from small and medium-sized manufacturing firms in the US. *Energy*, 65, pp.560-571.

Brunke et al. (2014). Empirical investigation of barriers and drivers to the adoption of energy conservation measures, energy management practices and energy services in the Swedish iron and steel industry. *J. Clean. Prod.*, 84, pp.509-525.

Brown, M.A. (2001). Market failures and barriers as a basis for clean energy policies. *Energy Policy*, 29: pp.1197-1207.

Bukarica, V., & Tomšić, Z. (2017). Energy efficiency policy evaluation by moving from techno-economic towards whole society perspective on energy efficiency market. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 70, pp.968-975.

Cagno et al. (2012). Dealing with barriers to industrial energy efficiency: An innovative taxonomy. *ECEEE 2012 Summer Study on Energy Efficiency in Industry*, pp.759-770.

Cagno, E., & Trianni, A. (2013). Exploring drivers for energy efficiency

within small- and medium-sized enterprises: First evidences from Italian manufacturing enterprises. *Applied Energy*, 104, pp.276–285.

Cagno, E., & Trianni, A. (2014). Evaluating the barriers to specific industrial energy efficiency measures: An exploratory study in small and medium-sized enterprises. *J. Clean. Prod.*, 82, pp.70–83.

Calel, R., & Dechezlepretre, A. (2015). Environmental policy and directed technological change: Evidence from the European carbon market. *Review of Economics and Statistic*s, 98(1), pp. 173–191.

Charles Wolf (1994). Markets or governments.

Chu et al. (2018). Institutional theory and environmental pressures: The moderating effect of market uncertainty on innovation and firm performance. *Transactions on Engineering Management*, 65(3), pp.392–403.

Cole, J. C. et al. (2018). Marketing energy efficiency: perceived benefits and barriers to home energy efficiency. *Energy Effic*., 11, pp.1811–1824.

Costa-Campi, M. T., Garcia-Quevedo, J., & Segerra, A. (2015). Energy efficiency determinants: An empirical analysis of Spanish innovative firms. *Energy Policy*, 83, pp.229–239.

DeCanio, S. (1998). The efficiency paradox: bureaucratic and organizational barriers to profitable energy-saving investments. *Energy Policy*, 26(5), pp.441–454.

Dimaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, 48(2), pp.147–160.

DOE (U.S. Department of Energy) (2015). Barriers to industrial energy efficiency.

Dunlop, T. (2019). Mind the gap: A social sciences review of energy efficiency. *Energy Research & Social Science*, 56, 101216.

Ebrahimi, S. M., & Koh, L. (2021). Manufacturing sustainability: Institutional theory and life cycle thinking. *Journal of Cleaner Production*, 298.

EU directive on energy efficiency (2012).

Farrar, D., & Glauber, R. (1967). Multi-collinearity in regression analysis: The problem revisited. *Review of Economics and Statistics*, pp.92−107.

Fried, H. O., Lovell, C. A. K., & Schmidt, S. S. (2008). Efficiency and Productivity.

Garrone, P., Grilli, L., & Mrkajic, B. (2018). The role of institutional pressures in the introduction of energy-efficiency innovations. *Bus Strat Env.*, 27, pp.1245−1257.

Gillingham, K., Newell, R. G., & Palmer, K. (2009). Energy efficiency economics and policy. *Annual Review of Resource Economics*, 1, pp.597−620.

Glover et al. (2014). An institutional theory perspective on sustainable practices across the dairy supply chain panel. *International Journal of Production Economics*, 152, pp.102−111.

Golove & Eto (1996). Market barriers to energy efficiency: A critical reappraisal of the rationale for public policies to promote energy efficiency. Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California.

Groot, H., Verhoef, E., & Nijkamp, P. (2001). Energy saving by firms: Decision-making, barriers and policies. *Energy Economics*, 23(6), pp.717−740.

Gupta. J., & Ivanova. A. (2009). Global energy efficiency governance in the context of climate politics. *Energy Effic.*, 2, pp.339−352.

Gupta, A. K., & Gupta, N. (2021). Environment practices mediating the environmental compliance and firm performance: An institutional

theory perspective from emerging economies. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 22, pp.157-178.

Harris, J. (2000). Investment in energy efficiency: A survey of Australian firms. *Energy Policy*, 28(12), pp.867-876.

Hasanbeigi, A., Menke, C., & Pont, P. (2010). Barriers to energy efficiency improvement and decision-making behavior in Thai industry. *Energy Efficiency*, 3(1), pp.33-52.

IEA (2012). 2012 World Energy Outlook.

____ (2014). Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency.

____ (2017). 2017 Energy Technology Perspectives.

____ (2019). 2019 World Energy Outlook.

____ (2021a). 2021 World Energy Balances.

____ (2021b). 2021 Greenhouse Gas Emissions from Energy.

IPCC Guidelines (2006). https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/.

ISO 17741: 2016. General technical rules for measurement, calculation and verification of energy savings of projects.

Jaffe, A. B., & Stavins, R. N. (1994). The energy-efficiency gap. What does it mean?. *Energy Policy*, 22(10), pp.804-810.

Jaffe, A., & Palmer, K. (1996). Environmental regulation and innovation: a panel data study, *Review of Economics and Statistics* 79, pp.610-661.

Johansson, M. T., & Thollander, P. (2018). A review of barriers to and driving forces for improved energy efficiency in Swedish industry-Recommendations for successful in-house energy management. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, pp.618-628.

Konig, W. (2020). Energy efficiency in industrial organizations-A cultural-institutional framework of decision making. *Energy Research & Social Science*, 60, pp.1-10.

Leibenstein, H. (1996). Allocative efficiency versus X-efficiency, *American Economic Review*, 56, pp.392-415.

Lin, B., & Du, K. (2013). Technology gap and China's regional energy efficiency: a parametric metafrontier approach. *Energy Economics*, 40, pp.529−536.

Liu, X. et al. (2012). A survey study of energy saving activities of industrial companies in Taicang, China. *Journal of Cleaner Production*, 26, pp.79−89.

Longarela-Ares, A., Calvo-Silvosa, A., & Pérez-López, J-B. (2020). The influence of economic barriers and drivers on energy efficiency investments in maritime shipping, from the perspective of the principal-agent problem. *Sustainability*, 12(19), pp.1−42.

Martin et al. (2012). Anatomy of a paradox: Management practices, organizational structure and energy efficiency. *J. Environ. Econ. Manag.*, 63, pp.208−223.

Meyer, J. W., & Rowan, B (1977). Institutionalized organizations: Formal structure as myth and ceremony. *American Journal of Sociology*, 83(2), pp.340−363.

Patterson, M. (1996). What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. *Energy policy*, 24(5), pp.377−390.

Porter, M. (1991). America's Green Strategy, *Scientific American*, 264(4), p.96.

Reddy, B. S. (2013). Barriers and drivers to energy efficiency−A new taxonomical approach. *Energy Convers. Manage.*, 74, pp.403−416.

Rohdin, P., & Thollander, P. (2006). Barriers to and driving forces for energy efficiency in the non-energy intensive manufacturing industry in Sweden. *Energy*, 31(12), 1836−1844.

Rosenow, J., & Bayer, E. (2017). Costs and benefits of energy efficiency obligations: a review of European programmes. *Energy Policy*, 107, pp.53−62.

Sarkis, J. et al. (2011). An organizational theoretic review of green supply

chain management literature. *Int. J. Prod. Econ.*, 130, pp.1−15.

Solnørdal, M. T., & Foss, L. (2018). Closing the energy efficiency gap. A systematic review of empirical articles on drivers to energy efficiency in manufacturing firms. *Energies*, 11(3), pp.1−30.

Sorrell S. et al. (2000). Reducing barriers to energy efficiency in public and private organizations. SPRU (Science and Technology Policy Research), University of Sussex, UK.

Sorrell, S. et al. (2004). The Economics of energy efficiency: Barriers to cost-effective investment. Fraunhofer ISI.

Suk, S., Liu, X., & Sudo, K. (2013). A survey study of energy saving activities of industrial companies in the Republic of Korea. *Journal of Cleaner Production*, 41, pp.301−311.

Thollander, P., & Ottosson, M. (2008). An energy efficient Swedish pulp and paper industry: Exploring barriers to and driving forces for cost-effective energy efficiency investments. *Energy Efficiency*, 1(1), pp.21−34.

Thollander, P., Palm, J., & Rohdin, P. (2010). Categorizing barriers to energy efficiency: An interdisciplinary perspective. *Energy Efficiency*.

Thollander et al. (2013). Beyond barriers: A case study on driving forces for improved energy efficiency in the foundry industries in Finland, France, Germany, Italy, Poland, Spain, and Sweden. *Appl. Energy*, 111, pp.636−643.

Timilsina. G. R., Hochman, G., & Fedets, I. (2016). Understanding energy efficiency barriers in Ukraine: Insights from a survey of commercial and industrial firms. *Energy*, 106, pp.203−211.

Trianni, A. (2017). Classification of drivers for industrial energy efficiency and their effect on the barriers affecting the investment decision-making process. *Energy Effic.*, 10, pp.199−215.

Venmans, F. (2014). Triggers and barriers to energy efficiency measures in

the ceramic, cement and lime sectors. *Journal of Cleaner Production*, 69, pp.133-142.

World Bank. (2010). Worldwide Governance Indicators (WGI).

Worrell et al. (2003). Productivity benefits of industrial energy efficiency measures. *Energy*, 28, pp.1081-1098.

Worrell et al. (2009). Industrial energy efficiency and climate change mitigation. *Energy Effic.*, 2, pp.109-123.

Yang M. et al. (2014). GEF experiences in closing the global energy efficiency gap. *Low Carbon Economy*, 5, pp.6-18.

Zhu, Q., & Sarkis, J. (2007). The moderating effects of institutional pressures on emergent green supply chain practices and performance. *Int. J. Prod. Res.*, 45, pp.4333-4355.

Zografakis, N., Menegaki, A.N., & Tsagarakis, K.P. (2008). Effective education for energy efficiency. *Energy Policy*, 36, pp.3226-3232.

부 록 1

국내 산업부문 에너지다소비기업 현황

1. 업종별 기업수

(단위 : 개)

구 분	2000	2010	2018	2019	2020	비중(%)
식 품	172	224	294	305	313	10.6
섬 유	238	200	154	129	102	3.5
제지・목재	103	113	112	112	120	4.1
화 학	275	434	628	644	669	22.7
요 업	127	156	182	188	186	6.3
금 속	437	785	1,167	1,161	1,162	39.5
에너지산업	28	60	113	119	121	4.1
기 타	90	154	269	262	271	9.2
합 계	1,470	2,126	2,919	2,920	2,944	100.0

출처) 2020년도 에너지사용량통계(한국에너지공단, 2021c)

2. 업종별 에너지사용량

(단위 : 천toe)

구 분	2000	2010	2018	2019	2020	비중(%)
식 품	1,135	1,101	1,279	1,297	1,331	1.3
섬 유	1,887	1,011	785	427	233	0.2
제지・목재	2,057	1,679	1,251	1,245	1,186	1.2
화 학	15,889	18,854	25,183	26,190	24,605	24.9
요 업	5,141	5,095	5,424	5,507	4,949	5.0
금 속	18,405	29,966	39,375	40,549	38,009	38.5
에너지산업	4,915	8,827	28,596	27,938	27,577	27.9
기 타	308	2,062	824	861	854	0.9
합 계	49,737	68,594	102,718	104,014	98,744	100.0

출처) 2020년도 에너지사용량통계(한국에너지공단, 2021c)

부 록 2

에너지 효율 장벽의 일반적 유형과 해결 수단

장 벽	유 형	영 향	해결 수단
불완전한 정보 (imperfect information)	시장실패 (imperfections in market functioning)	• 에너지 효율시장에서 수요측의 비효율성 방치 및 공급측의 무관심 유발 • 주인-대리인 문제(principal-agent problem): 정보의 소유자가 수혜자(예: 건물주/세입자)에게 신뢰할 수 있는 정보를 전달할 수 없을 때 발생	• 홍보 및 정보 캠페인 • 정보수집과 관련된 거래비용(transaction costs)[28] 절감 수단 • 기기・건물・자동차 에너지효율 라벨 • 고지서를 활용한 정보 제공, 스마트 미터링, 기술 지원 프로그램(에너지진단)
공공재 (public goods)		• 에너지 효율향상은 에너지비용 절감 및 환경오염 개선 등 대중들에게 다양한 편익을 제공하지만, 시장은 非가격화(unpriced)된 공공재를 충분히 공급하지 않으려는 경향이 있음	• 정부의 에너지 효율기술 R&D 지원 및 민관협력 • 교육훈련 프로그램 • 제조산업과의 자발적 협약
외부성 (externalities)		• 에너지 가격은 에너지 소비 환경 및 인체 건강에 미치는 부정적 영향이나 에너지 공급과 관련된 정치적 불안정성의 영향을 적절히 반영하지 못하고 있음 • 에너지 효율 개선의 긍정적 외부효과(positive externality)도 고려되어야 함	• 에너지 가격의 합리적인 결정 및 과세 • 환경세 • 에너지 효율 투자에 대한 세액 공제 • 최저 에너지효율 기준 • 구매력 활용(녹색 공공조달 및 소비자 인식)

28) 거래비용(transaction costs)이란 재화와 서비스에 대한 개인들 간의 교환과정에서 그 교환목적물에 부수적으로 수반되는 각종 비용을 말한다(옥동석, 2002에서 재인용).

장 벽	유 형	영 향	해결 수단
시장지배력 (imperfect market structures)		• 에너지 분야의 독과점 체제는 경쟁적인 에너지 시장의 발전과 에너지 서비스 기업 전환을 위한 사업자(utilities)의 구조조정을 저해함 • 단기한계비용이 아닌 장기 평균 비용에 기초한 비합리적인 에너지 가격 구조	• 에너지 시장의 완전 자유화, • 스마트 계량 및 실시간 요금제도 • 스마트 가전
불완비시장 (incomplete markets)	非시장실패	• 에너지 효율 자체는 산물(product)이 아니며 다른 서비스를 제공하기 위한 산물의 특성(attribute)에 해당: 불완전한 정보로 효율은 선택 사항으로 취급되지 않음	• 시장 전환(market transformation) 프로그램 시행
자본에 대한 접근 (liquidity constraints)		• 기업/개인의 낮은 신용으로 인해 에너지 효율에 대한 투자가 어렵거나 불가능함	• 에너지 효율향상 초기투자 금융지원 • ESCO(Energy Service Companies) 등 에너지 서비스 시장 활성화
높은 할인율 (high discount rates)		• 에너지 효율 프로젝트의 수익성에 반영된 더 높은 할인율을 통해 투자 수익률(ROI)과 관련된 위험을 고려하여야 함	• 에너지 절약 보증 프로그램 시행: 백색인증제(WCs; White Certificates)
제한된 합리성 (bounded rationality)	행동적 (behavioural)	• 충분한 정보가 제공되더라도 소비자의 선호 등의 이유로 비용 효율성(cost-effectiveness)과 관계없이 최적의 의사결정이 이루어지지 않음	• 에너지 및 기후 리터러시(literacy) 능력 배양(학교의 우선 교육과제 선정 등)

장 벽	유 형	영 향	해결 수단
관리적 효율성[29] (X-efficiency)		• 총비용에서 에너지비용의 낮은 점유율 • 관리 가능한 비용 또는 전략적 옵션으로 인식되지 않는 에너지	• 경영진의 강력한 의지 및 지원 제공
협력 및 소통 (cooperation and communication)	사회적 (social)	• 채택된 전략을 이행하기 위한 가시적인 정치적 의지 부족 • 정책 수립을 위한 민간부문 참여 부족 • 공공대화(public dialogue) 부족 • 불완전한/불명확한 규제 체제	• 정치 및 제도적 리더십 • 공공부문의 솔선수범(lead by example)

출처) Bukarica & Tomšić(2017) "Energy efficiency policy evaluation by moving from techno-economic towards whole society perspective on energy efficiency market". p.972, p.973을 참고하여 재구성

29) 기업의 효율성은 '생산적 효율성(productive efficiency)'과 '관리적 효율성(X-efficiency)'의 개념으로 구분될 수 있다. 먼저 생산적 효율성은 배분적(allocative) 효율성과 기술적(technical) 효율성으로 구분되며, 이들은 산출물이 허용하는 만큼의 적은 투입요소를 이용함으로써 낭비를 회피하거나 허용된 투입요소의 사용량만큼 산출물을 생산함으로써 낭비를 줄일 가능성으로 정의된다. 또한, 기술적 효율성은 산출 또는 투입 지향적이며, 배분적 효율성은 일반적인 생산가격을 기준으로 최적의 투입과 산출을 결합하는 능력을 의미한다(Fried et al., 2008; 송동섭, 2002에서 재인용). 한편, 관리적 효율성은 한 기업이 노동력, 기술, 기계, 원료, 에너지 등 제한된 자원을 이용하여 최대 산출물을 얻는 경우, 이를 X-efficiency라고 하며, X-efficiency를 달성할 수 없는 경우를 X-inefficiency라고 한다. 이 개념은 美 경제학자, Leibenstein(1966)에 의해 도입되었다. 그의 이론에 의하면, 완전경쟁 시장에서 한 기업이 다른 기업보다 비효율적이라면, 장기적으로는 도태되기 때문에 X-inefficiency가 존재하지 않는다. 그러나 경쟁이 없는 독점시장에서는 비효율적 생산기술을 이용하면서도 독점이윤을 통해 시장에 존립할 수 있으므로 이렇게 발생 된 경제적 손실, 즉 X-inefficiency가 존재하게 된다(공정거래위원회 용어 정의에서 재인용).

부 록 3

설 문 지

안녕하십니까?

먼저 바쁘신 중에도 귀중한 시간을 내어 설문에 응해주셔서 감사합니다.

귀하께 드리는 본 설문지의 조사 목적은 에너지다소비사업장의 에너지 효율향상 이행 결정에 미치는 영향요인에 대한 에너지관리자의 인식을 조사하여 정책적 시사점을 도출하고자 하는 것입니다.
연구의 내용이나 질문항목과 관련하여 궁금하신 사항이 있으신 분은 아래 연락처로 문의해 주시기 바랍니다.

본 설문으로 수집된 자료는 통계법 제33조(비밀의 보호)에 따라 비밀유지와 익명성이 보장되며, 학술적 연구목적 이외에는 사용되지 않음을 알려드립니다.

귀한 시간을 통해 본 설문에 참여해 주셔서 귀하께 다시 한 번 더 감사드리며 귀하와 귀사의 무궁한 발전을 기원합니다.

2021년 10월

서울대학교 행정대학원
연 구 자 : 김 익 표
지도교수 : 김 준 기
연 락 처 : 010-3996-2061
이 메 일 : 94edison@snu.ac.kr

Ⅰ. 에너지 효율향상 이행수준

※ 다음은 귀사업장의 에너지 효율향상 활동 이행수준에 대한 질문들입니다. 해당하는 사항에 표시해 주십시오.

1. 에너지 절약 및 효율향상 관련 기술정보와 정부의 정책정보를 주기적으로 수집하고 있다.

① 예 ② 아니오

2. 주요 설비·공정의 에너지사용량 계측 또는 공장에너지관리시스템(FEMS, Factory Energy Management System) 구축 등을 통해 설비/공정별 운전 최적화 등 에너지관리활동을 실시하고 있다.

① 예 ② 아니오

3. 연간 에너지절감 목표 설정 및 실행계획 수립 또는 에너지경영기법 도입 등을 통한 전사적 에너지관리활동을 실시하고 있다.

① 예 ② 아니오

4. 최근 3년 에너지・온실가스 감축을 위해 고효율기기・설비 교체, 공정효율개선 관련 투자실적(또는 확정된 투자계획)이 있다.

① 예 ② 아니오

5. 자발적 에너지효율목표제도 시범사업에 참여하고 있다.

① 예 ② 아니오

(※에너지다소비사업장이 자발적인 에너지효율(원단위) 개선목표를 정하고 정부와 협약 후, 실적평가를 통하여 목표달성사업장에게 인센티브를 부여하는 제도로서 2021년부터 시범사업으로 시행 중)

Ⅱ. 에너지 효율향상 동기요인

※ 귀 사업장이 최근 에너지·온실가스 감축을 위한 효율향상 활동에 아래의 동기요인이 미친 영향도를 평가해 주십시오.

1. (정부규제) 에너지·온실가스 감축을 위한 규제정책(배출권거래제, 온실가스·에너지목표관리제, 의무 에너지진단제도)은 우리 회사의 에너지 효율향상 활동에 영향을 준다.
   ① 매우 부정 - ② 부정 - ③ 보통 - ④ 긍정 - ⑤ 매우 긍정

2. (정부지원) 에너지·온실가스 감축을 위한 지원정책(에너지절약시설 투자자금 융자, 에너지경영시스템구축 지원, 고효율설비설치 보조 등)은 우리 회사의 에너지 효율향상 활동에 영향을 준다.
   ① 매우 부정 - ② 부정 - ③ 보통 - ④ 긍정 - ⑤ 매우 긍정

3. (사회적 규범) ESG 등 환경 관련 사회적 책임 경영활동의 요구는 우리 회사의 에너지 효율향상 활동에 영향을 준다.
   ① 매우 부정 - ② 부정 - ③ 보통 - ④ 긍정 - ⑤ 매우 긍정

   (※ESG란 기업이 경영 관련 의사결정을 함에 있어 재무적 사항뿐만 아니라 환경(Environment), 사회(Social), 지배구조(Governance)와 같은 비재무적 사항을 고려하는 것을 의미)

4. (시장압력) 수출시장, 경쟁사의 에너지 효율수준 비교 등 시장경쟁력 확보 압력은 우리 회사의 에너지 효율향상 활동에 영향을 준다.
   ① 매우 부정 - ② 부정 - ③ 보통 - ④ 긍정 - ⑤ 매우 긍정

5. (조직문화) 에너지·환경가치를 고려하는 조직문화는 우리 회사의 에너지 효율향상 활동에 영향을 준다.
   ① 매우 부정 - ② 부정 - ③ 보통 - ④ 긍정 - ⑤ 매우 긍정

Ⅲ. 일반적 사항

※ 다음은 귀사업장의 일반적인 사항에 대한 질문들입니다. 응답 항목별로 기재 및 표시해 주십시오.

1. 기업의 규모 : ① 중소기업 ② 중견기업 ③ 대기업

2. 귀 사업장의 소유구조 : ① 국내기업 ② 외국계기업

3. 귀 사업장의 에너지·온실가스 감축 규제제도 대상 여부
① 非대상 ② 온실가스・에너지목표관리제 ③ 배출권거래제

4. 귀 사업장이 속해있는 업종
① 식품 ② 섬유 ③ 제지・목재 ④ 화학 ⑤ 요업 ⑥ 금속
⑦ 에너지산업 ⑧ 기타산업

5. 귀 사업장에서 생산된 주력 판매제품의 해외수출 비중
① 20% 미만 ② 20~40% ③ 40~60% ④ 60~80% ⑤ 80% 이상

6. 귀 사업장의 매출액 대비 에너지비용이 차지하는 비중
① 2% 미만 ② 2~4% ③ 4~6% ④ 6~10% ⑤ 10% 이상

7. 귀하의 근무경력 연수
① 2년 미만 ② 2년 이상 5년 미만 ③ 5년 이상

♠ 설문조사에 응답해 주셔서 감사합니다. ♠

ABSTRACT

A study on factors influencing energy efficiency improvements for energy-intensive firms in the industrial sector

Ik-pyo Kim
Department of Public Enterprise Policy
The Graduate School of Public Administration
Seoul National University

This study aimed to identify the factors influencing energy-intensive firms (EIFs) in the domestic industrial sector to take action to improve their levels of energy efficiency, based on institutional theory. It is intended to supplement previous studies, which failed to confirm the positive impact of regulatory policies on energy use and greenhouse gas reduction, and to reinforce the effectiveness of government interventions. This study differed from previous studies in that it introduced a new support policy factor, which was expected to affect the level of energy efficiency improvement activities by EIFs while also evaluating the factors affecting implementation of each energy efficiency measure. For empirical analysis, a survey of 2,830 firms was conducted to determine the level of awareness of factors that influence their energy efficiency improvement activities (regulatory policies, support policies, social norms, market pressure, and organizational culture). Multiple and binominal logistic regressions were used to analyze the correlation between the implementation level of efficiency improvement activities in EIFs and influencing factors.

The results are summarized as follows. First, firms with a high awareness of the importance of government regulations and support policies had a higher level of implementation of energy efficiency improvement activities. In particular, a regulation was found to be an important factor that increased the possibility of firms introducing energy management systems and investing in high-efficiency facilities. No substantial connection, however, was identified between the level of awareness of social norms, market pressure, or organizational culture factors and the level of activities for energy efficiency improvement in EIFs. Second, company size, regulatory strength, sector and energy cost were found to have a marked influence on the energy efficiency improvement activities of firms and the decision to participate in new efficiency management programs. Third, the analysis of reduction in energy consumption by EIFs in the industrial sector during the past 10 years (2011-2020) revealed that there have been continuous efforts to improve efficiency. In addition, substantial changes were observed in performance before and after 2015, when energy and greenhouse gas reduction regulations, such as the emission trading system, were implemented. In conclusion, government interventions through energy efficiency improvement policy measures in the industrial sector seem to have been effective. The results of this study have made considerable contributions by demonstrating the effectiveness of policy measures on energy efficiency improvement in the industrial sector.

Keywords : Institutional theory, Energy-intensive firm, Efficiency improvement, Influencing factors, Government intervention

Student Number : 2021-20544