

조사연구 2017-08

# 사회·기술시스템 전환 전략 연구사업(3차년도)

## : 시스템 전환과 지속가능한 산업형성

Strategy for Socio-Technical System Transition(Year 3)

송위진 · 성지은 · 장영배 · 한재각 · 이정필 · 김준한 · 김남영

## 연구진

연구책임자 **송위진** | 과학기술정책연구원 선임연구위원  
연구참여자 **성지은** | 과학기술정책연구원 연구위원  
**장영배** | 과학기술정책연구원 부연구위원

## 외부연구진

**한재각** | 에너지기후정책연구소  
**이정필** | 에너지기후정책연구소  
**김준한** | 에너지기후정책연구소  
**김남영** | 에너지기후정책연구소

## 조사연구 2017-08

### 사회·기술시스템 전환 전략 연구사업(3차년도) : 시스템 전환과 지속가능한 산업형성

2017년 12월 24일 인쇄  
2017년 12월 30일 발행

發行人 | 조황희  
發行處 | 과학기술정책연구원  
세종특별자치시 시청대로 370  
세종국책연구단지 과학·인프라동 5-7F  
Tel: 044)287-2000 Fax: 044)287-2068

登 録 | 2003년 9월 5일 제20-444호  
組版 및 印刷 | 경성문화사  
Tel: 044)868-3537 Fax: 044)868-3565

ISBN 978-89-6112-511-6 93300

# 발 간 사

과학기술혁신정책에서 최근 기존 정책의 성장주의, 공급중심 접근을 넘어서 사회의 지속가능성, 사용자와 시민사회의 참여, 시스템 혁신을 주장하는 사회기술시스템 전환론이 등장하고 있다. 기후변화, 고령화, 양극화, 에너지환경문제 등 심화되는 사회문제에 대한 대응이 혁신정책의 핵심 의제로 부상하고 있기 때문이다.

이 논의는 우리사회의 주요한 사회적 도전에 대응하기 위해 지속가능한 사회기술 시스템으로의 전환을 주장하면서 사회문제 해결, 시스템 혁신, 거버넌스를 핵심 개념으로 제시하고 있다. 동시에 에너지 전환, 물 시스템 전환, 도시전환, 자원순환 시스템으로의 전환, 지속가능한 농식품 시스템으로의 전환 전략들을 실천적 차원에서 다루고 있다. 사회문제에 대한 대중적·파편적 접근을 넘어 사회문제의 원천을 극복하는 시스템 전환을 논의하는 것이다.

연구 프로그램인 「사회·기술시스템 전환 전략 연구」는 사회기술시스템 전환론을 바탕으로 우리나라 과학기술혁신정책을 재구성하는 것을 목표로 하고 있다. 기존 산업혁신 중심의 정책을 넘어 사회문제 해결과 시스템 전환의 관점에서 과학기술혁신 정책의 방향을 점검하고 부문 정책들을 새롭게 제시하는 작업을 수행할 것이다. 이는 성숙기에 도달한 과학기술혁신정책을 혁신하고 그 동안의 추격체제에서 형성된 성장 중심, 타게팅 중심, 하향식, 공급자 중심의 혁신정책 패러다임을 혁신하는 계기를 마련해줄 것이다.

「사회·기술시스템 전환 전략 연구」 3차년도 과제인 본 연구에서는 시스템 전환과 지속가능한 산업형성의 동학을 다룬다. 이는 새로운 성장동력 확보를 위한 산업전환의 프레임이 아니라, 지속가능성을 지향하는 새로운 산업생태계 형성의 프레임에서 산업 혁신전략을 다루는 것이다. 사회·기술시스템의 핵심 구성요소인 산업이 시민사회, 정부, 새로운 혁신주체와 상호작용하면서 전환이 이루어지는 양상을 재생에너지 산업을 사례로 살펴볼 것이다. 그리고 이를 바탕으로 지속가능한 전환을 위한 산업형성 전략을 도출할 것이다.

본 연구가 과학기술혁신정책을 지속가능한 시스템 전환의 관점에서 조망하여 새로운 연구프로그램을 형성하는데 일조하기를 기대한다. 본 보고서의 내용은 저자 개인의 의견을 정리한 것으로 본 연구원의 공식 견해와 다를 수 있음을 밝힌다.

2017년 12월  
과학기술정책연구원  
원 장 조 황 희

# | 목 차 |

요 약 .....	i
<b>제1장 서 론 .....</b>	<b>1</b>
제1절 문제의 제기 .....	1
제2절 시스템 전환과 지속가능한 산업형성 .....	3
제3절 연구의 구성 .....	7
<b>제2장 시스템 전환을 위한 지속가능한 산업형성: 덴마크의 풍력산업을     중심으로 .....</b>	<b>9</b>
제1절 서 론 .....	9
제2절 분석을 위한 이론적 틀 .....	11
1. 사회·기술시스템과 지속가능한 전환 .....	11
2. 산업(기업)의 선택 압력과 적응: 삼중배태 모델 .....	12
3. 기업들의 전략적 대응: 변증법적 이슈생애주기 모델 동학 .....	15
4. 토론: 확장된 모델의 제안 .....	18
제3절 덴마크 풍력산업의 사례 개괄 .....	22
1. 풍력산업의 초기 역사: 세계 풍력발전의 개척과 연구자/시민들의 자발적 노력 .....	22
2. 덴마크 전력산업: 지역분산적협동적인 전통과 구조 그리고 .....	23
3. 1970년대 오일쇼크와 반핵 및 기후변화 담론에 대한 덴마크의 반응 .....	24
4. 풍력터빈의 개발과 풍력산업의 성장 .....	26
5. 덴마크 풍력터빈 산업의 성공: 베스타스의 사례 .....	27
제4절 확장된 변증법적 이슈생애주기 모델 분석: 덴마크 전력산업레짐의 변화와 풍력산업에 의한 에너지전환 .....	29

1. 19세기말부터 1970년대 초반까지: 풍력발전의 시작과 중앙집중적 전력 시스템의 확대 .....	29
2. 1970년대 초반부터 중반까지: 오일쇼크 이후, 원자력발전 계획과 시민 저항 그리고 풍력발전의 재발견 .....	30
3. 1970년대 후반부터 1980년대 초반까지: 핵발전 정책의 포기과 풍력산업 제도적 기반 확보 .....	32
4. 1980년대 중반에서 후반까지: 해외시장 붕괴, 풍력산업의 재정렬 그리고 전력 산업 대응 .....	34
5. 1990년대: 외부 거시환경의 압박 강화, 풍력산업의 가속화 그리고 전력산업 레짐의 변화 .....	35
6. 요약과 토론 .....	41
제5절 결 론 .....	45
1. 분석틀의 평가 .....	45
2. 한국에 대한 실천적 함의 .....	46
3. 후속 과제 .....	48

### 제3장 시스템 전환을 위한 지속가능한 산업혁신: 한국 태양광발전사업

사례 .....	49
제1절 서론 .....	49
제2절 태양광발전사업 분석을 위한 이론적 논의 .....	51
1. 산업혁신 분석틀: 삼중배태 모델과 변증법적 이슈생애주기 모델 .....	51
2. 태양광발전사업 분석을 위한 삼중배태 모델과 변증법적 이슈생애주기 변형 적용 .....	54
제3절 국내 전력산업 레짐과 태양광산업의 특징과 현황 .....	59
1. 국내 전력산업 레짐의 특징과 현황 .....	59
2. 국내 태양광산업의 특징과 현황 .....	61
제4절 태양광발전사업의 산업혁신 공진화 동학 분석 .....	63
1. 석유파동과 정부 주도의 태양열 니치 실험(1973~1986년) .....	64

2. 대체에너지 기술개발 재개와 기후변화 담론, 그리고 전력산업구조개편 (1987~2001년) .....	66
3. 발전차액지원제도와 태양광발전사업 니치의 형성(2002~2011년) .....	70
4. 신재생에너지공급의무화제도와 에너지전환 담론, 그리고 다양한 태양광발전 사업의 전력산업 레짐 진입(2012~현재) .....	74
5. 태양광발전사업의 산업혁신 공진화 동학 분석 종합 .....	84
제5절 결 론 .....	90
1. 정책적 시사점 .....	90
2. 이론적 함의 및 후속 연구과제 .....	93
<b>제4장 종합 및 정책방향 .....</b>	<b>96</b>
제1절 종합 .....	96
1. 연구의 의의 .....	96
2. 정책 관련 이슈 .....	99
제2절 정책 방향 .....	101
1. 시민사회와 전환 기업의 협력 .....	101
2. 기존 기업의 전환 .....	104
<b>참고문헌 .....</b>	<b>107</b>
<b>Summary .....</b>	<b>117</b>
<b>Contents .....</b>	<b>119</b>

## | 표 목 차 |

〈표 1-1〉 삼중배태 모델에서 환경 구성요소와 산업혁신 .....	3
〈표 1-2〉 변증법적 이슈생애주기 단계와 동학 .....	6
〈표 2-1〉 확장된 변증법적 이슈생애주기 모델 .....	21
〈표 2-2〉 확장된 변증법적 이슈생애주기 모델에 의한 덴마크 풍력산업 분석 요약 .....	38
〈표 2-3〉 확장된 변증법적 이슈생애주기 모델 5단계의 덴마크 풍력사업 사례 분석을 통한 제목 수정 .....	46
〈표 3-1〉 확장된 변증법적 이슈생애주기 모델의 요약 .....	58
〈표 3-2〉 태양광산업 성장 추이 .....	62
〈표 3-3〉 국내 태양광 제조기업 밸류체인 생산용량 현황(2016년 11월 기준)	62
〈표 3-4〉 태양광발전사업의 역사적 구분과 산업혁신 공진화 4단계 동학(요약) .....	85
〈표 3-5〉 태양광발전사업의 산업혁신 공진화 4단계 동학(요약) .....	88
〈표 3-6〉 변증법적 이슈생애주기 모델 이념형과 태양광발전사업 사례연구의 단계 구분의 차이 .....	94
〈표 4-1〉 확장된 변증법적 이슈생애주기와 산업의 진화 모델 .....	97

## | 그림 목 차 |

[그림 1-1] 사회·기술시스템 전환 과정 .....	5
[그림 2-1] 삼중배태 모델의 개요 .....	14
[그림 2-2] 전략적 재정향의 동향 .....	17
[그림 3-1] 삼중배태 모델 .....	53
[그림 3-2] 한국 전력산업 구조 .....	60
[그림 3-3] 전력산업구조개편(2001년) 전후 태양광발전사업의 환경 변화 .....	69
[그림 3-4] FIT·RPS 도입 후 태양광발전사업의 환경 변화 .....	83
[그림 4-1] 기술정치, 기술학습, 지속가능한 산업형성 .....	98
[그림 4-2] 사회혁신 조직·사회적경제를 통한 니치의 확장 .....	102



## | 요약 |

### 1. 서론

- 시스템 전환론은 우리 사회가 직면한 도전과제를 해결하기 위해서는 현재의 사회·기술시스템을 새로운 시스템으로 전환해야 한다고 주장
- 시스템 전환과정은 사회적 과제를 구조적인 차원에서 해결하는 것이지만, 산업진화의 관점에서 보았을 때에는 기존 산업을 재구성하거나 새로운 ‘지속가능한 산업(sustainable industry)’을 발전시키는 것임
- 본 연구는 사회문제 해결을 위한 전환과정에서 지속가능한 산업을 형성하는 과정에 대한 이론적 논의를 정리하고 사례를 분석
  - 산업발전 → 사회문제 해결이라는 틀이 아니라 사회문제 해결 → 산업전환의 틀에서 산업의 진화과정을 검토
- 이는 에너지, 보건·복지, 안전, 도시·교통 등에서 우리사회가 직면한 과제 해결에 요구되는 시스템 혁신을 위한, 지속가능한 산업혁신 전략 개발에 기여할 것임

### 2. 변증법적 이슈 생애주기 모델의 확장과 사례 연구

- 본 연구에서는 페나스와 길스의 ‘변증법적 이슈생애주기 모델(Dialectic Issue Life Cycle model: DILC 모델)’을 기반으로 시스템 전환과 지속가능한 산업형성을 논의(Pennas and Geels, 2015)
  - 페나스와 길스의 논의는 사회문제 해결, 사회 행위자들의 활동과 기술 패러다임, 경제 환경의 변화를 연결시켜 산업진화의 사회·정치적 측면을 새롭게 조망

**<표> 변증법적 이슈생애주기 단계와 동학**

단계		사회 '문제'와 관련 '압력'의 동학	
		사회·정치적 압력	경제적 압력
1	문제 발생과 산업의 무시	시민 활동가의 문제제기, 불확실성 논란	특정 압력 없음
2	대중 관심 증대와 산업의 방어적 대응	사회운동의 정치 의제화, 대중의 관심이 정책결정자들에게 압력이 됨	레짐 외부자들의 기술적 해결책 개발 착수
3	정치적 논쟁과 소극적 대응	대중의 관심 고조로 정책 하위체제에서 의제 설정	윤리적 소비자와 연결되는 소규모 시장 니치에서 대안 출현
4	정책의 구상과 실행, 산업의 다각화	대중의 관심 급증으로 거시 정치 의제 설정, 행정부의 정책 실행	레짐 외부자들과 윤리적 소비자 시장 발전, 그러나 주류 시장에서의 효과는 미흡
5	경제적 파급효과와 산업의 전략 전환	대중 담론이 주류 소비자의 선호를 바꾸거나 규제자들이 경제적 틀(세금, 인센티브, 규제)을 실질적으로 바꿀 때, 사회문제는 새로운 시장 창출로 이어짐	

자료: Geels(2014: 1032)에서 수정

- 본 연구에서는 삼중배태 모델과 이슈생애주기 모델을 확장해서 기존 기업의 전환과 지속가능성을 지향하는 전환 기업이 형성되는 과정을 다룸
- 에너지 전환을 중심으로 시민사회의 활동에 의해 사회·정치적, 경제적 압력이 가해지면서 산업레짐이 변화하고 지속가능한 산업이 형성되는 동학을 다룸
- 이슈생애주기 모델을 확장해서 기존 기업들의 대응과 변화뿐만 아니라 새로운 전환 기업의 등장 및 발전과정을 단계화하는 모델을 제시하고, 이를 토대로 덴마크의 풍력영역, 한국의 태양광발전 사업의 진화과정을 검토
- 이러한 단계모델은 단계 진행이 역행하거나 중간 단계를 뛰어넘는 현상이 나타나기 때문에 기본적인 한계가 있음
- 그렇지만 이슈 발전에 따른 단계를 구분하고 그것과 산업의 역동성을 대응시켜 살펴보는 것은 지속가능한 산업형성의 동학을 좀 더 체계적으로 파악하는 데 도움을 줄 수 있음

### <표> 확장된 변증법적 이슈생애주기와 산업의 진화 모델

단계		시민사회영역의 사회문제 관련 '압력'	기존 기업의 '대응'과 '전략'	전환 기업의 '도전'과 '전략'
1	문제 발생과 산업의 무시			
2	대중 관심 증대와 산업의 방어적 대응			
3	정치적 논쟁과 소극적 대응			
4	정책 구상과 실행, 산업의 다각화			
5	경제적 파급효과와 산업의 전략 전환			

자료: 필자 작성

## 3. 정책 방향

### 1) 시민사회와 전환 기업의 협력

지속가능한 산업이 형성되는 과정은 시민사회와 전환을 지향하는 기업들의 공진화와 협력이 이루어지는 과정

- 시민사회는 지속가능한 기술에 대한 사회·정치적 지원을 넘어 사회문제 해결형 비즈니스를 수행하는 조직(사회적 경제조직, 소셜벤처, 비영리 조직 등)으로 변신하기도 함
- 이들은 영리 영역의 전환 기업과 힘을 합쳐 생태계를 형성해서 지속가능한 사회·기술니치를 확장시키는 역할을 수행

사회문제 해결에 대한 담론 활성화

- 시민사회 조직과 전환 기업의 협력을 통한 담론 정치의 활성화는 관련 사회문제와 그것의 해결의 위한 전환의 필요성을 의제화하는데 영향을 미침

- 시민사회조직을 중심으로 전개되는 담론 정치과정에 현장에서 혁신활동과 문제 해결 활동을 수행하고 있는 전환 기업의 참여는 시민사회의 문제제기 적실성과 문제 해결 가능성에 대한 인식을 높이는데 기여
  - 단순한 담론이 아니라 현실에서 구현할 수 있는 실제적 대안을 보여줄 수 있기 때문

#### □ 사회혁신 조직과 전환 기업이 협업하는 플랫폼 구축

- 시민사회조직, 사회적 경제조직과 같은 사회혁신 조직, 전환 기업이 협업을 통해 지속가능한 기술을 탐색하는 실험을 효과적으로 수행하기 위해서는 일종의 플랫폼이 필요
  - 조직의 지향점과 스타일이 다르기 때문에 양자의 입장을 상호조정하면서도 새로운 niches를 발전시킬 수 있는 하부구조, 조정자가 요구
  - 지역에 기반을 두고 추진되는 사회혁신 조직, 전환기업의 협업기반 실험은 지역 문제 해결에 기여하면서 사회혁신, 지역혁신, 산업혁신이 통합적으로 이루어지는 공간

#### □ 실험의 규모 확대

- 사회혁신 조직과 전환 기업이 수행한 실험은 국지적인 경우가 많기 때문에 이를 확장·확대하는 작업이 필요
- 실험결과를 확대 적용하기 위해서는 모범적인 실험을 국가 차원의 정책에 반영하여 다른 지역과 공간, 영역에서 재생될 수 있도록 하는 정책 활동이 필요
- 구축된 플랫폼을 기존 정책 및 사업과 연계하여 규모를 키우는 전환사업화(transitioning) 활성화 필요

## 2) 기존 기업의 전환

□ 사회운동에 따른 정치적·정책적 변화가 크게 이루어지고 새로운 전환 기업들이 성장하기 시작하면 기존 기업들은 자체적으로 사업 전환을 고려하기 시작

○ 이는 자연스럽게 이루어지는 과정은 아니며 정치·경제·사회환경 변화로 인한 압력 때문에 나타나는 현상

□ 새로운 시스템으로의 전환은 기존에 축적된 지식과 자산을 필요로 하기 때문에 기존 기업의 협력도 중요

○ 이들을 산업에서 축출하는 것이 아니라 이들의 '전략적 재정향'을 이끌어내 전환 과정에 동참시키는 활동이 필요

□ 규제와 지원

○ 기존 기술에 대한 규제와 새로운 기술·산업 활성화 정책과 같은 채찍과 당근을 통해 새로운 방향으로 전환할 수 있도록 유인 요인을 제공

- 새로운 사회·기술시스템을 지향하는 규모 있는 국가연구개발사업을 추진해서, 지속가능한 기술의 정치적·사회적 정당성을 높이는 활동, 관련 원천기술과 하부구조를 형성

- 수요 측면에서도 공공구매나 수요 영역의 장기 발전 전망을 제시하여 시스템 전환을 통해 새로운 시장이 창출될 것이라는 기대를 형성

- 새로운 시장을 형성하기 위한 테스트 베드를 형성하고 R&D·법제도·공공구매를 통합적으로 추진하는 정책들은 기존 기업들의 적극적인 참여를 도출할 수 있음

□ **공유가치창출형 혁신의 활성화**

- 지속가능한 혁신 생태계의 형성을 주장했던 시민사회조직, 전환 기업과 협력 기반을 구축하는 것도 필요
- 이를 위해 사회적 가치를 중심으로 사업을 전개하는 기업에 대해 세제 혜택을 제공하거나 상을 시상하여 사회적 평판을 높이는 것이 필요

## | 제1장 | 서론

### 제1절 문제의 제기

우리 사회가 당면한 양극화, 고령화, 환경·에너지 문제, 안전문제는 새롭게 등장한 도전과제다. 이들은 시민들이 일상에서 접하는 문제이면서 동시에 우리 사회 전체 수준에서 다양한 제도적·기술적 틀에 의해 규정되는 문제이다. 생활의 문제이면서도 또 시스템 차원의 구조적인 문제인 것이다.

그 동안 이러한 문제를 해결하기 위해 다양한 노력들이 이루어져왔다. 그러나 많은 노력들이 단편적인 방식으로 추진되거나 기존 시스템의 개선 차원에 머무르면서 의도한 성과를 가져오지 못했다. 시스템 전환론은 이런 점을 비판하면서 우리 사회가 직면한 도전과제를 해결하기 위해서는 현재의 사회·기술시스템을 새로운 시스템으로 전환해야 한다고 주장한다. 현 시스템을 구성하는 과학, 기술, 산업, 인프라, 문화, 법·제도, 생활양식을 넘어 새로운 방식의 시스템이 형성되어야 한다는 것이다.

예를 들면 우리가 익숙한 탄소에너지를 활용하는 자동차에 기반한 이동시스템은 자동차 관련 과학과 기술, 산업, 정유 및 주유 시스템, 도로시스템, 자동차 관련 문화, 교통시스템, 보험제도 등의 결합체로서 작동한다. 그렇지만 우리가 현재 직면하고 있는 기후변화, 미세먼지 등 환경문제, 에너지 문제, 교통사고 등이 빈발하면서 지속가능성에 대한 의문이 제기되고 있다. 사회·기술시스템 전환론은 이 문제를 궁극적으로 해결하기 위해서는 몇몇 분야에서의 개선이 아니라 탄소를 사용하지 않는 새로운 이동시스템으로의 전환이 필요하다고 주장한다. 온실가스와 매연, 미세먼지를 발생하지 않은 교통시스템, 교통의 필요성이 줄어드는 직주 근접시스템, 관련 법·제도 및 하부구조 등이 마련되어야 한다는 것이다.

이러한 전환과정은 사회적 과제를 구조적인 차원에서 해결하는 것이지만, 산업진화의 관점에서 보았을 때에는 기존 산업을 대체 혹은 재구성하거나 새로운 '지속가능한 산업(sustainable industry)'을 발전시키는 것이다. 이는 새로운 사회·기술시스템의

중심을 이루는 경제적·사회적·환경적 지속가능성(sustainability)을 지향하는 산업생태계를 형성하는 것(construction)이며, 기존 산업계를 재편하여 새로운 지속가능한 사회·기술시스템에 합류시키는 것(destruction)이기도 하다. 이는 경제적 과정이면서도 동시에 사회·정치적 과정이다.

『사회·기술시스템 전환 전략 연구』 3차 년도 과제인 본 연구에서는 시스템 전환과 지속가능한 산업형성의 동학을 다룬다. 이는 새로운 성장동력 확보를 위한 산업전환의 프레임이 아니라, 지속가능성을 지향하는 새로운 산업생태계 형성의 프레임에서 산업혁신전략을 다루는 것이다. 사회·기술시스템의 핵심 구성요소인 산업이 시민사회, 정부, 새로운 혁신주체와 상호작용하면서 전환이 이루어지는 양상에 대해서 살펴볼 것이다. 그리고 이를 바탕으로 지속가능한 전환을 위한 산업형성 전략을 도출할 것이다.

이는 사회문제 해결을 위한 전환과정에서 지속가능한 산업을 형성하는 과정과 전략을 다루는 논의가 될 것이다. 산업발전 → 사회문제 해결이라는 틀이 아니라 사회문제 해결 → 산업전환의 틀에서 산업의 진화과정을 살펴보는 것이다. 이를 통해 에너지, 보건·복지, 안전, 도시·교통 등에서 우리사회가 직면한 과제 해결에 요구되는 시스템 혁신을 위한, 지속가능한 산업혁신 전략개발에 일조할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 에너지 전환을 대상으로 지속가능한 산업형성의 동학을 논의한다. 에너지 전환은 사회·기술시스템 전환 논의가 시작된 분야이고 가장 많은 정책적 접근이 이루어졌다. 또한 우리나라의 경우도 탈핵과 관련된 시스템 전환이 핵심적 쟁점으로 부상하고 있다. 여기서는 덴마크와 우리나라의 전력산업 레짐 변화를 중심으로 풍력과 태양광 발전사업의 사례를 각각 다룬다. 이를 통해 시스템 전환과 산업형성에 대한 이론을 발전시키고 정책 방향을 제시한다.

## 제2절 시스템 전환과 지속가능한 산업형성

사회·기술시스템은 과학, 기술, 산업, 사회·문화, 정책, 생활양식 등으로 구성된 시스템이다. 사회·기술시스템 전환을 산업의 진화라는 관점에서 본다면 산업을 둘러싼 경제적·사회적·기술적 환경과 산업의 공진화 과정이라고 볼 수 있다. 이 과정에서 경제·사회·기술패러다임이 변화하면서 산업과 기업의 혁신활동 내용과 전략이 변화하는 것이다.

본 연구에서는 사회·기술시스템 전환이 산업의 진화와 변화과정에 미치는 영향을 살펴보기 위해 페나스와 길스의 '삼중배태 모델(Triple Embedded Framework: TEF)'과 '변증법적 이슈생애주기 모델(Dialectic Issue Life Cycle model: DILC 모델)'을 기반으로 시스템 전환과 지속가능한 산업형성을 살펴보기로 한다(Penna and Geels, 2015; Geels, 2014; 본 연구의 제2장 참조).

이들의 논의에 따르면 기업의 혁신활동이 특정한 방식으로 전개되도록 규율하는 환경은 3가지 유형이 있다. 우선 기존 조직연구에서 많이 알려진 '과업환경(task environment)' 또는 '경제적 환경(economic environment)'이다. 과업환경은 특정 산업에 속한 조직들이 독특한 과업을 수행하는데 영향을 미치는 요인이다. 과업수행에 필요한 돈·인력·지식·기기를 공급하는 공급자, 과업을 통해 생산된 제품과 서비스를 사용하는 고객이 조직의 혁신활동에 영향을 미친다.

〈표 1-1〉 삼중배태 모델에서 환경 구성요소와 산업혁신

환경	구성 요소	산업
경제적 환경	자금·기계·노동·지식의 공급자, 수요자	핵심 기업 주변 기업
산업레짐	규제·법·표준제도, 산업의 임무와 규범, 기술지식과 능력, 신념체계와 자세	
사회·정치적 환경	정책결정자, 시민사회와 공공담론, 활동가와 사회운동	

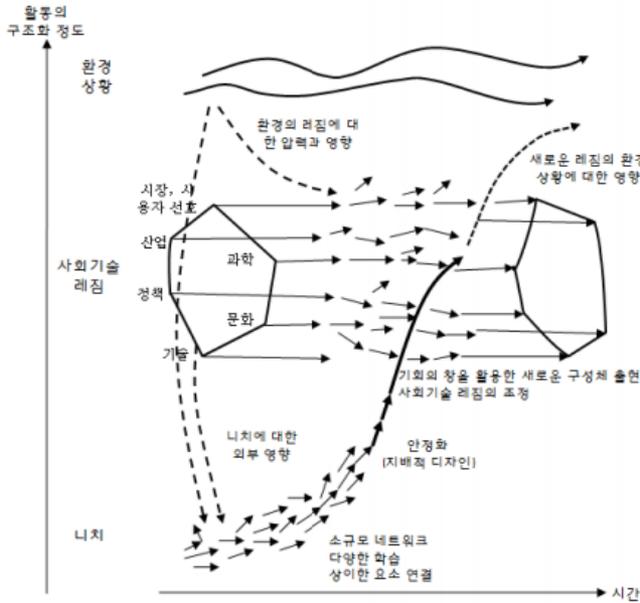
자료: Pennas and Geels(2015)에서 정리

다음으로는 ‘산업레짐(industry regime)’이다. 특정 산업에서 기술혁신 활동에 필요한 규범, 지식기반, 태도 및 신념체계, 혁신활동과 관련된 법·제도, 규제와 표준 등 기술혁신이 수행되는 관점과 행동을 규율하는 기술적 환경이다. 혁신활동을 규정하는 기술패러다임과 관련된 환경이다.

기존 기술혁신 모델은 산업레짐과 과업환경을 중심으로 혁신의 전개과정과 특성을 파악하는 일종의 ‘이중배태 모델’에 기반하고 있다. 페나스와 길스는 ‘삼중배태 모델’을 주장하면서 ‘사회·정치적 환경(socio-political environment)’을 중요한 환경 요소로 새롭게 도입한다. 정책결정자, 시민사회, 사회적 담론, 사회활동가와 사회운동과 같이 혁신을 활용하는 생활세계에 영향을 미치는 요소들이 사회·정치적 환경을 구성한다. 이들은 혁신활동의 정당성을 부여하고 그것이 사회에 수용되고 활용되는 방식을 규정한다. 경제적 효율성이 아무리 좋다 할지라도 사회적 정당성을 획득하지 못하면 관련 기술과 혁신은 사회에 수용되지 못하고 사라져 버린다. 시스템 전환론에서는 지속가능한 전환과 산업형성을 논의하기 때문에 이 요소가 산업혁신 환경의 주요 변수가 된다.

한편 기존 사회·기술시스템에서 발생하는 사회문제는 사회·기술시스템의 전환을 촉발시키게 된다. 기후변화, 고령화, 세계화와 거시 환경의 변화로 인해 기존 시스템에서 여러 문제가 발생하고 그것이 해결되지 않고 지속적으로 심화될 때에는, 그 문제를 해결하기 움직임이 발생하게 된다. 지속가능성을 지향하는 새로운 내용의 사회·기술 니치가 형성되고 발전하면서 기존 시스템과 갈등이 전개된다. 이를 통해 正·反·습의 변증법적 과정을 거치면서 새로운 기술, 법·제도, 과업 환경이 형성되고 지속가능한 산업이 등장하게 된다. 이들이 점점 확대되면서 시스템 전환이 이루어진다.

[그림 1-1] 사회·기술시스템 전환 과정



자료: Geels(2004)

‘변증법적 이슈생애주기 모델’에 따르면 새로운 사회·기술시스템을 지향하는 사회 운동은 시스템 전환과정에서 매우 중요한 역할을 한다. 사회운동은 기존 사회·기술시스템을 비판하면서 지속가능성을 지향하는 새로운 사회·기술시스템의 전망을 제시하고 사회·정치적 환경을 변화시킨다. 이를 통해 새로운 시스템을 지향하는 사회세력, 기업군, 법·제도 형성을 위한 니치가 형성·발전된다. 이런 활동이 성공적으로 확장되면 기업들이 활동하는 과업환경을 변화시키고 산업기술 패러다임의 변화까지도 가져온다. 이 과정을 거쳐 기존 산업이 압력을 받아 위축되고 새로운 산업으로 전환되면서 새로운 사회·기술레짐이 등장하는 것이다. 거시환경의 변화로 인해 사회문제가 이슈화되면, 그것을 해결하기 위한 새로운 정치·사회·경제적 주체들이 조직화되고 학습이 이루어지면서 사회적·경제적·기술적 환경이 변화하고 산업이 전환되는 양상이 전개된다. 사회문제를 해결하는 과정에서 지속가능성을 지향하는 전환 기업(transition-

oriented firms)의 발전, 기존 기업의 사업구조 변화, 새로운 혁신 주체들의 네트워크 구성, 지속가능성을 지향하는 법·제도 및 하부구조가 형성되면서 기존 산업을 대체하는 것이다.

페나스와 길스의 논의는 사회문제 해결, 사회 행위자들의 활동과 기술 패러다임, 경제 환경의 변화를 연결시켜 산업진화의 사회·정치적 측면을 새롭게 조망하는 논의이다(Pennas and Geels, 2015). 지속가능한 사회·기술시스템으로의 전환을 지향하는 관점에서 기존 산업의 변화와 새로운 산업형성의 방향과 과정을 살펴보는 연구라고 할 수 있다.

<표 1-2> 변증법적 이슈생애주기 단계와 동학

단계		사회 '문제'와 관련 '압력'의 동학	
		사회·정치적 압력	경제적 압력
1	문제 발생과 산업의 무시	시민 활동가의 문제제기, 불확실성 논란	특정 압력 없음
2	대중 관심 증대와 산업의 방어적 대응	사회운동의 정치 의제화, 대중의 관심이 정책결정자들에게 압력이 됨	레짐 외부자들의 기술적 해결책 개발 착수
3	정치적 논쟁과 소극적 대응	대중의 관심 고조로 정책 하위체제에서 의제 설정	윤리적 소비자와 연결되는 소규모 시장 니치에서 대안 출현
4	정책의 구상과 실행, 산업의 다각화	대중의 관심 급증으로 거시 정치 의제 설정, 행정부의 정책 실행	레짐 외부자들과 윤리적 소비자 시장 발전, 그러나 주류 시장에서의 효과는 미흡
5	경제적 파급효과와 산업의 전략 전환	대중 담론이 주류 소비자의 선호를 바꾸거나 규제자들이 경제적 틀(세금, 인센티브, 규제)을 실질적으로 바꿀 때, 사회문제는 새로운 시장 창출로 이어짐	

자료: Geels(2014: 1032)에서 수정

이러한 논의는 기존의 산업혁신론에 대해서 새로운 시사점을 제시하고 있다. 메인 프레임에 대체하는 PC기반 컴퓨터가 등장하는 것과 같이, 컴퓨터 산업의 패러다임을 뒤흔들면서 새로운 산업 패러다임이 형성되는 과정에 대한 분석은 경제적·기술적 측면의 환경변화와 산업발전에 초점을 맞추었다. 공급측면의 변화에 초점을 맞추었기 때문에 최종 사용자인 시민사회의 활동은 충분히 고려하지 않았다.<sup>1)</sup> 그리고 산업이

1) 이런 측면에서 본 연구는 산업의 정치·사회적 형성 과정에 대한 새로운 접근을 다룬다. 외생적 요인으로 다루어져왔던 사회·정치적 요소를 내생화하면서 산업의 변화과정을 살펴본다. 동시에 산업의 지향점을 성장과 발전이 아니라 경제·

어떤 방향으로 진화되어야 할 것인가에 대한 사회적 가치 차원의 전망도 없다.

수요 영역과 시민사회를 사회·기술시스템의 주요 행위자로 파악하는 시스템 전환론에서는 이들의 사회·정치적 활동과 기술개발 활동에 관심을 둔다. 이를 통해 새로운 제도가 만들어지고 기술적 가능성이 열리는 것에 초점을 맞춘다. 그리고 이를 통해 지속가능성을 철학으로 삼는 새로운 산업형성을 지향한다. 본 연구에서 다루어진 논의는 새로운 산업형성의 정치적 과정과 사회적 가치 지향성에 대해 새로운 시각과 관점을 제시하게 될 것이다.

따라서 본 연구는 산업혁신론의 관점에서 본다면 사회·정치적 요소를 고려한 일종의 ‘공유가치창출형(creating shared value: CSV) 산업혁신 전략’에 대한 논의라고 할 수 있다. 혁신주체로 등장한 시민사회와 상호작용을 통해 사회적 가치와 경제적 가치를 동시에 창출하는 산업진화에 대한 논의이기 때문이다.

### 제3절 연구의 구성

제2장과 제3장에서는 삼중배태 모델과 변증법적 이슈생애주기 모델을 확장하고 이를 바탕으로 에너지 분야의 시스템 전환(Energy Transition)과 지속가능한 산업형성에 대한 국내외 사례를 정리한다. 페나스와 길스가 제시한 삼중배태 모델과 변증법적 이슈생애주기 모델은 사회·정치적 환경의 변화에 대응하는 기존 산업 행위자들의 전략을 주로 논의한다. 기존 시스템의 핵심 주체인 산업이 어떻게 사회적 압력에 대응하고 변화하면서 새로운 산업으로 전환하는지를 탐구하고 있다. 이로 인해 기존 산업레짐에 소속된 기업이 아닌 전환 기업이 새롭게 형성·발전되는 과정은 충분히 논의되고 있지 않다. 본 연구에서는 이 점을 보완해서 시스템 전환과정에서 기존 주체의 전환과 새로운 기업 등장과정을 통합적으로 보는 틀을 제시하면서 모델을 확장할 것이다.

제2장에서는 ‘확장된’ 삼중배태 모델과 변증법적 이슈생애주기 모델을 바탕으로 덴마크 에너지 전환에서 풍력발전 산업의 발전과정을 살펴본다. 덴마크는 잘 알려진 바

---

사회·환경의 지속가능성에 두는 사회적 가치를 지향하는 산업혁신 전략을 논의한다.

와 같이 풍력발전 산업을 선도하는 나라다. 사회적 도전 과제 해결과정에서 새로운 산업을 형성하여 세계 시장에서도 경쟁력을 갖고 있다. 이 장에서는 이런 지속가능한 산업이 형성되는 과정을 살펴본다. 그리고 이를 바탕으로 단계구분을 새롭게 개선해서 확장된 모델을 더 정교히 한다.

제3장에서는 한국의 에너지 전환을 대상으로 태양광발전사업이 형성되는 과정을 분석한다. 아직 한국에서는 주류 영역으로 발전하기 못했지만 에너지 전환이 국가적 차원이 이슈로 부각되면서 새로운 가능성을 보여주고 있는 산업이다. 앞의 장과 마찬가지로 확장된 삼중배태 모델과 이슈생애주기 모델을 바탕으로 사회적 요인과 산업적 요인이 상호작용하면서 태양광발전사업이 진화하는 과정을 논의할 것이다. 여기서도 사례연구를 바탕으로 확장된 모델을 좀 더 세련화하는 작업을 할 것이다.

제4장에서는 시스템 전환을 위한 새로운 지속가능한 산업 형성을 촉진할 수 있는 방안에 대해 검토한다. 확장된 변증법적 이슈생애주기 모델이 에너지 전환과 지속가능한 산업형성 관련 논의에서 갖는 의미를 검토하고 이를 촉진하기 위한 정책방향을 제시한다.

## | 제2장 | 시스템 전환을 위한 지속가능한 산업형성: 덴마크의 풍력산업을 중심으로

### 제1절 서론

핵발전의 위험과 화석에너지 사용에 의한 환경 위기로 인해서 재생에너지 이용을 확대하려는 ‘에너지전환’에 대한 관심이 점차 커지고 있다. 그러나 기존의 에너지 시스템이 핵발전 및 화석에너지 기술을 중심으로 형성되고 고착되어 있기 때문에 재생에너지 이용을 확대하려는 시도는 결코 간단한 일은 아니다. 지금까지 사용해오던 에너지기술에 대해서 이해관계를 가진 지배적인 행위자(특히, 핵발전과 화석에너지 분야의 지배적인 기업)들이 지금껏 자신들이 발전시키면서 축적한 경험과 자산 등이 집적된 기술 경로를 버리고 자신들에게 낯설고 불리한 변화를 쉽게 수용하리라 기대할 수 없기 때문이다. 또한 지배적인 행위자들의 저항이 없다고 하더라도, 재생에너지기술의 발전과 그와 함께 연계되어야 하는 기술제도·사회문화적 요소들의 개발과 그에 따른 전력산업의 레짐을 재배열하는 것 역시 하루아침에 이루어질 수 있는 간단한 일도 아니다. 이를 기존 시스템에 의한 잠김(lock-in) 효과로 분석할 수 있을 것이다(Unruh, 2000; van der Vlenten and Raven, 2006; 장영배, 2010).

그럼에도 불구하고 세계적으로 일부 국가에서는 지속가능한 에너지전환의 노력에 진전이 나타나고 있는 것도 분명한 사실이다. 이미 많이 알려진 것처럼 독일은 2022년까지 핵발전을 모두 폐쇄하는 목표와 함께 2050년까지 최종에너지 소비량 중 재생에너지의 비중을 60%까지 확대하려는 목표를 가지고 있으며, 2014년에는 전력의 27% 가량을 재생에너지를 통해서 공급하고 있다(송용주, 2016). 또한 1인당 재생에너지 발전용량에서 세계 1위(2014년)에 있는 덴마크의 경우, 총 발전량 중에서 재생에너지에 의한 발전 비중은 52.8%(풍력발전의 경우 41.8%, 2015년 현재; 권필석, 2017)에 달하고 있다. 그런데 이러한 성취에 대해서 분석하는데 있어서 국내의 여러

연구들은 기존 전력시스템의 문제점 그리고 그에 대한 사회적 저항을 지적하면서 에너지전환의 필요성과 정당성을 강조하거나(이필렬, 1999; 윤순진, 2003; 윤순진·김소연, 2011), 발전차액지원(FIT)제도와 같은 재생에너지 이용에 우호적인 제도적 요소 그리고 다양한 시민참여 모델을 선별하여 강조(이필렬, 1999, 2001; 염광희, 2012; 임성진, 2000)하는 경향이 많았다.

하지만 사회·기술시스템론의 시각에서 볼 때는 그러한 분석은 총체적이지 못하고 단편적일뿐만 아니라, 그 변화(혹은 저항)에서 주요한 행위자인 산업계와 기업들을 분석의 중심에 두고 있지 못하다는 점에서 불충분하다. 기존 사회·기술시스템 안에서 지배적인 역할을 하고 있는 기업들이 외부의 압력과 새로운 도전에 대해서 전략적으로 어떻게 반응하고 적응해 나가는지를 분석하고 있지 못하기 때문이다. 이 글은 석유위기와 기후변화 문제 등을 배경으로 재생에너지 모범국가 중에 하나인 덴마크가 ‘에너지 전환’을 이뤄내는 과정에서, 거시환경의 변화에 기존의 전력산업(기업<sup>2)</sup>이 어떻게 대응하였는지, 풍력산업<sup>3)</sup>은 기존 시스템에 도전하면서 어떻게 등장하고 전환을 이끌어갔는지, 그리고 그들 사이에 어떤 상호관계가 있는지에 대해서 분석하고자 하였다.

이를 위해서 사회기술 시스템의 전환 연구의 다층적 관점과 각 층위 사이의 상호작용 등을 동태적으로 파악할 수 있는 분석틀을 활용할 것이다. 제2장에서는 체계적인 분석틀 마련을 위해서 관련된 이론적 논의—삼중배태 모델과 변증법적 이슈생애주기 모델—를 검토하고, 분석의 적실성을 높이기 위해서 일부 수정된 분석틀을 제안할 것이다. 제3장에서는 세계 및 덴마크 풍력산업의 현황에 개괄한 후, 덴마크 풍력사업에 영향을 준 주요 사건과 그 대표적인 기업인 베스타스의 역사에 대해서 개괄한다. 4장에서는 앞서 수정 제안한 분석틀을 적용하여 1900년대 초부터 1990년대 말까지의 덴마크 풍력산업의 역사를 분석할 것이다.

2) 전력산업은 전력의 생산, 송배전 그리고 판매 활동을 하는 산업으로 정의한다.

3) 풍력산업 이라는 용어는 풍력터빈 제조업과 그 풍력터빈을 활용하여 전력을 생산하는 산업을 통칭하는 것으로 사용한다. 세분화하여 다룰 필요가 있을 경우, 풍력터빈 제조업과 풍력발전업으로 구분하여 지칭할 것이다.

## 제2절 분석을 위한 이론적 틀

### 1. 사회·기술시스템과 지속가능한 전환

사회·기술시스템론에 기반을 두고 있는 전환연구는 거시환경, 레짐 그리고 니치라는 다층적 관점을 활용하여 이들 사이의 상호작용을 통해서 사회·기술시스템의 변화를 분석한다. 특히 현재의 사회·기술시스템이 지속 불가능하다는 비판에 직면하면서 지속가능성을 추구하는 전환을 추구하려는 맥락에서 이런 분석들이 주목받고 있다(송 위진 외, 2017; Markard, Raven and Truffer, 2012; Verbong and Loorbach, 2012).

초기의 연구(Coenen, Raven and Verbong, 2010; Loorbach, Van der Brugge, and Taanman 2008; Raven, Laak and Verdong, 2007; Loorbach and Rotmans, 2006)들은 시스템 전환의 핵심적인 계기로서 전략적 니치관리에 집중하는 경향이 있었다. 즉, 지속가능성의 문제를 인지한 혁신주체들이 전환팀과 전환장을 구성하고 이 속에서 전환실험을 진행하면서 새로운 사회·기술시스템으로 전환시킬 수 있도록 니치를 발굴·확대하는데 관심을 쏟았다.

이러한 접근은 사회·기술시스템의 전환이 평온한 회의실 안에서 이루어지는 사회적 합의와 자발적으로 헌신하는 실험과 그에 대한 냉철한 평가를 통해서 추진될 수 있는 것으로 인식될 우려가 있었다. 그러나 특정한 사회·기술시스템은 그 자체로 특정한 경제·정치적 이해관계를 포함하고 있는 것으로서, 그 전환 시도와 과정은 격렬한 정치·사회적 갈등과 논쟁을 기본적으로 내포하고 있는 것으로 간주해야 한다. 이에 따라 최근 산업과 그를 둘러싼 환경의 공진화와 양방향적인 상호작용을 체계적으로 분석하려는 시도가 이루어지고 있다. 여기서는 현재 레짐의 변화를 야기하는 환경적 압력에 대한 지배적 행위자(기업)들의 전략들이 구체적으로 탐구되고 있다(Berggren, Magnusson and Sushandoyo, 2015; Pennas and Geels, 2015; Geels, 2014; Turnheim and Geels, 2013). 지배적 기업들의 전략적 행동에 대한 주목하게 되면서 새로운 전환 주체들은 전략적 니치에서 상대적으로 잘 보호받고 있는 주체들이 아

니라 이들과 경쟁하면서 힘겹게 새로운 산업을 형성해가는 주체로 묘사될 수 있다.

이러한 문제의식을 가지고 아래에서는 삼중배태 모델과 변증법적 이슈생애주기 모델에 대해서 소개하면서, 덴마크 사례를 분석하기 위한 이론적 틀을 정리해보겠다.

## 2. 산업(기업)의 선택 압력과 적응: 삼중배태 모델

### 가. 삼중배태 모델의 개요

삼중배태 모델은 한 산업·기업이 그들을 둘러싼 경제적, 정치적, 문화적 그리고 사회적 환경과 공진화하는 과정을 보다 잘 이해할 수 있도록 돕는 프레임으로 제안되었다. 삼중배태 모델은 이러한 공진화 현상을 개체군(population) 수준에서는 선택 이론(selection theories) 그리고 기업 수준에서는 적응 이론(adaption theories)으로 설명하고 있다(Pennas and Geels, 2015; Geels, 2014; Turnheim and Geels, 2013).

이 모델은 산업-속-기업(firms-in-industry)<sup>4)</sup>이 두 가지 외부(경제적 그리고 사회·정치적) 환경과 '산업레짐'에 삼중으로 배태되어 있으며, 산업레짐은 외부 환경(변화)에 대응하는 전략적 행동을 매개하는 것으로 개념화하고 있다. 삼중배태 모델은 다양한 이론적 학파와 접근의 관점을 종합하여 활용하고 있다. 진화 경제학과 신제도주의 이론으로부터 경제적, 사회·정치적 환경의 변화가 '산업-속-기업'에 가해지는 선택 압력이 된다는 개념을 수용했다. 한편 경제사회학으로부터 배태성(embeddedness)<sup>5)</sup>

4) 삼중배태 모델에서는 산업을 비슷한 제품과 서비스를 생산하는 부문(sector)에 있는 기업들의 개체군(population)으로 개념화하고 있다. 산업을 하나의 집합적 존재로 볼 수도 있는데 왜냐하면 한 산업에서 활동하는 기업들은 비슷한 특징과 외부 환경으로부터 유사한 압력에 직면하고 있기 때문이다. 그러나 기업들은 개별적인 특징도 가지고 있는 행위자이기도 하기 때문에, Geels(2014: 262)는 '산업-속-기업(firms-in-industry)'이라는 용어를 사용한다. 이는 유사한 선택 환경과 산업레짐으로부터 오는 유사성과 동형화를 향한 압력 그리고 분화와 다양성을 야기할 수 있는 기업 수준의 행동 사이의 긴장을 보여주려는 의도를 담고 있다. 또한 이 용어는 '선택 이론'과 '적응 이론'의 두 차원의 분석을 예고하는 것으로, 전자는 개체군이 그들의 환경으로부터 직면하는 선택 압력을 강조하며 후자는 기업 수준의 전략, 능력 그리고 인식을 강조한다.

5) 경제사회학자들은 경제가 그 자체의 논리를 가진 독립적인 영역이 아니라 사회적, 정치적, 문화적인 동학과 뒤섞여 있는 것이라는 점을 보여주고자 했다. 경제, 시장 그리고 기업에 대한 폭넓은 환경으로부터의 영향을 보여주고자 '배태성'이라는 개념을 제시하고 있다. 예를 들어 경제적 교역이 사회적 네트워크 그리고 신뢰와 개인적 연출의 역할 안에 배태되어 있다는 점을 강조한다. 배태성은 '인지적', '문화적' 그리고 '정치적' 배태성으로 구분하기도 한다 (Geels, 2013: 265).

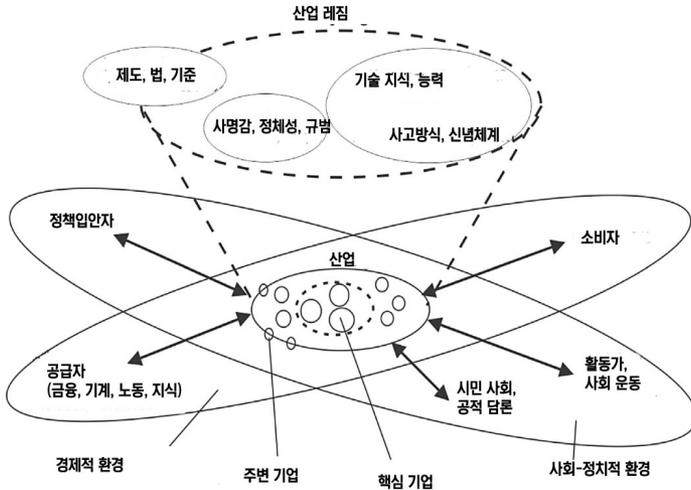
개념을 수용했다. 산업-속 기업들과 경제적 그리고 사회·정치적 환경 속의 사회적 집단 사이의 상호작용은 ‘수평적 배태성’으로 간주할 수 있는데, 행위자가 사회적 시스템(사회적 네트워크와 상호작용) 안에서 행동한다는 것이다. 반면에 지배적 기업과 산업레짐 사이의 관계는 ‘수직적 배태성’으로 설명하고 있는데, 행위자가 사회적 구조(규칙, 자원 그리고 제도)에 의지하는 것을 가리킨다(Geels, 2014: 267).

여기서 경제적 환경은 시장과 공급자 등으로부터의 압력을 의미하며 그 선택의 기준은 경제적 경쟁력, 효율성, 금융적 성과를 포함한다. 사회·정치적 환경은 사회운동, 대중 여론, 정책결정자의 규제 등을 의미하며 그 선택 기준은 정당성과 사회적 적합성(social fitness)을 포함한다(Penna and Geels, 2015: 1030; Geels, 2014: 266; 아래 그림 참조).

## 나. 산업레짐: 잠김과 이탈

Geels(2014: 267)는 외부 환경을 향한 산업-속 기업들의 인식과 행동을 매개하는 산업특수적인 제도를 산업레짐이라고 개념화하였다. 그는 진화경제학과 신도제주의 이론의 논의를 통합하여 산업레짐을 네 가지 요소 — 기능·인지적, 문화·인지적, 규범적, 공식제도 — 로 구분하였다. 첫 번째 요소는 기술적 지식 및 역량으로, 산업-속 기업이 할 수 있는 활동을 허용하거나 제한한다. 두 번째 요소는 사고방식과 인지적 틀로 행위자가 사회적 실재의 성격을 어떻게 인식하는지에 영향을 미친다. 세 번째 요소는 가치, 정체성 그리고 임무로 행위자가 무엇을 적절한 것으로 간주하는지를 결정한다. 마지막으로 공식적 규제로서 법률 기준 등이 해당한다. 첫 번째에서 세 번째까지의 요소는 ‘제도적 논리(institutional logics)’를 형성하는데, 산업 속 기업들과 그들의 행동을 반복적으로 재생산하도록 요구하는 내생적인 조직 원리의 역할을 담당한다. 네 번째 요소는 ‘거버넌스 시스템’으로 산업 활동을 규제·통제하는 것으로 정책결정자에 의해서 외부적으로 강제되거나 부분적으로는 산업 협회가 제정하는 행위 규칙(codes of conduct)을 통해서 내부적으로 작동된다.

[그림 2-1] 삼중배태 모델의 개요



자료: Geel(2014)을 국문 수정

이러한 레짐 요소들은 준 일관성을 갖도록 배열하면서 산업 속 기업들을 정향시키며, 지배적인 거대 기업들은 자신들이 자리한 산업레짐 요소들에 헌신하는 경향이 있다. 다양한 잠김(lock-in) 메커니즘들이 이 레짐 요소들을 안정화시킨다(Geels, 2014: 267).

첫째, 기술적 지식과 역량은 행위자들이 붕괴되고 상호피해를 입히는 것을 원하지 않도록 하는 ‘인지적 자본’을 대표하며, 핵심 역량은 완고한 엄격성으로 변해서 적절한 시기에 재정향하는 것을 가로막는다. 둘째, 공유된 사고방식과 인지적 틀은 인지적 관성에 기여할 수 있는데, 그들의 시야 밖의 상황 변화를 인식하지 못하도록 만든다. 셋째, 산업적 임무와 정체성은 변화를 어렵게 하는데, 행위자들이 그 자신이나 그들의 사회적 역할에 대해서 그렇게 믿고 있기 때문이다. 넷째, 규제 제도들은 특정한 방향으로 움직이도록 행위자들을 촉진하는 인센티브를 제공한다. 이러한 잠김 메커니즘 때문에 산업 속 기업들은 기존 산업레짐 안에서 점진적으로 진화하는 경향이 있으며, 예상 가능한 방향 속에서 안정적인 궤적을 따라서 변화하게 된다.

그러나 잠김 메커니즘과 동형화 압력에도 불구하고 산업은 다양성을 지속적으로 보

여주고 있는 것도 사실이다. 기업들이 '제도적 논리'에서 벗어나는 것도 충분히 가능하기 때문이다(앞의 글: 268). 이 과정을 이해하기 위해서는 산업-속-기업은 세가지 유형으로 구분하는 것부터 시작할 수 있다. 핵심 기업(core firm)은 다른 기업들을 규율하는 있는 권력을 가지고 그들의 이익에 맞게 레짐의 규칙을 형성·변경시킬 수 있다. 주변 기업(peripheral firm)은 레짐 규칙으로부터 상대적으로 벗어나기 쉬운 주변적 행위자나 신규 진출자를 의미한다. 그 중간에 위치한 기업만이 이 제도적 논리에서 벗어나기가 쉽지 않게 된다(Geels, 2014: 266).

산업레짐으로부터 이탈은 각각의 레짐 요소로부터 이루어질 수 있다. 첫째, 산업 속 기업들은 공유된 기술 레짐을 갖고 있기는 하지만, 특정한 능력에서는 상이할 수 있다. 이것이 혁신 기반의 경쟁을 가능하게 하는 토대가 된다. 둘째, 기업들은 특정한 인지적 틀과 범주를 공유하고 있기는 하지만, 구체적인 쟁점에 대한 인지적 다양성을 배제하지는 않는다. 셋째, 기업들이 일반적인 임무를 공유하고 있지만, 명성을 위해서 경쟁하기도 한다. 왜냐하면 명성이 좋으면 프리미엄 가격을 받거나 투자자 확보에 용이할 수 있기 때문이다. 넷째, 기업들은 유사한 규제 압력에 대해 상이하게 반응하고 준수할 수 있다.

### 3. 기업들의 전략적 대응: 변증법적 이슈생애주기 모델 동학

#### 가. 외부 환경에 대한 기업의 전략적 대응과 재정향의 동학

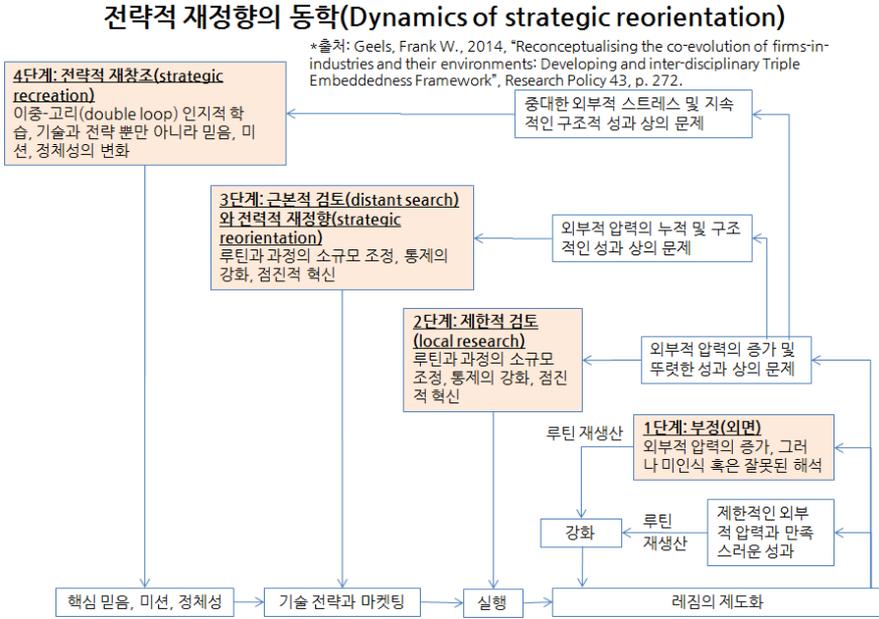
삼중배태 모델은 산업-속-기업과 그들을 둘러싼 경제적 그리고 사회·정치적 환경 사이의 상호작용은 양방향적인 것으로 개념화하고 있다. 앞에서는 삼중배태 모델을 설명하면서 주로 외부 환경으로부터 산업 속 기업에 영향을 받는다는 점('아웃사이드-인' 관점)을 강조했다면, 이번에는 산업 속 기업이 외부 환경에 대해서 취하는 전략적 대응('인사이드-아웃' 관점)에 초점을 맞춘다. 기업들의 전략적 대응은 다시 외향적 접근과 내향적 접근으로 구분할 수 있다. 외향적인 접근은 기업이 외부 환경에서 가장 좋은 위치를 찾거나 그 환경 자체를 변화시키려는 전략이라고 할 수 있다. 반면에 내향적인 접근은 외부 환경에 대한 적응을 위해서 기업의 핵심 특성(루틴, 역량, 믿음

체계 그리고 임무; 그림 1에서의 수직적 점선)을 바꾸려는 전략으로 이해할 수 있다 (Geels, 2014: 268). 외향적 전략의 구체적인 양태는 경제적 환경에 대한 대응, 규제 및 정치적 환경에 대한 대응, 문화적 환경에 대한 대응 그리고 시민사회의 규범적 압력에 대한 대응으로 나눌 수 있다(그림 1에서의 수평적 화살표).

한편 내향적 전략은 외부의 경제적, 정치적, 문화적, 규범적 압력에 의해 산업 속 기업들이 경제·금융적 성과뿐만 아니라 사회적 적합성과 정당성이 약화되는 것에 대응하여 나타난다. 기업들은 이러한 ‘성과 문제(performance problem)’ 해결을 위한 탐색 과정—초기에는 ‘제한적 검토(local searching)’, 이후에는 ‘근본적 검토(distant searching)’—에 나서게 된다.

한편 이러한 검토 과정은 외부 환경의 변화를 어떻게 해석하는지에 따라서 촉발될 수 있는데, 여기에서 믿음, 정신적 지도(mental map) 그리고 전략적 비전의 역할이 중요하다. 이러한 인식에 바탕을 두고 산업 속 기업들의 전략적 재정향의 동학을 그림 2와 같이 표시할 수 있다. 전략적 재정향은 네가지 단계를 거치면서 진행되는데, 점증하는 압력과 성과 문제 때문에 행위자(=기업)들이 잠김 메카니즘을 극복하고 기초적인 레짐 요소들에 대해서 점점 더 회의하도록 만들면서 이루어지게 된다. 그림 2는 산업 속 기업들이 가지고 있는 핵심 믿음과 임무의 변화가 기술과 시장 전략의 변화보다 어렵다는 것을 보여준다. 이에 따라서 핵심 믿음과 임무에서의 변화를 ‘전략적 재창조 (strategic recreation)’이라고 별도로 구분하기도 한다.

[그림 2-2] 전략적 재정향의 동향



자료: Geels(2014)에서 필자들이 국문 수정

### 나. 변증법적 이슈생애주기 모델

앞서 살펴본 기업들의 전략적 재정향의 동향을 보다 체계적으로 분석하기 위해서 Penna & Geels(2015)는 ‘변증법적 이슈생애주기’ 모델을 제시하고 있다. 변증법적 이슈생애주기 모델은 ‘사회 문제의 동향과 이에 대응하는 산업 측 반응의 동향 사이의 공진화를 개념화한 것’(Penna & Geels, 2015: 1030)이다. 여기서 ‘사회문제의 동향’은 산업에 압력을 가하는 사회정치적 요소들의 동원 과정을 다루며 ‘산업 측 반응의 동향’은 기술혁신 및 보다 포괄적인 기업 전략을 포함한다. 이들은 ‘사회문제의 동향’을 개념화할 수 있는 ‘이슈생애주기’ 이론과 기술적 해결책의 동향을 개념화할 수 있는 혁신연구의 관점을 결합시키고 있다.

한편 ‘변증법적’이라는 수식어는 사회적 문제 해결을 요구하는 압력 형성과 지배적인 산업 행위자들의 대응 사이의 상호작용과 투쟁을 강조하고 있는 것이다. 이 모델은

사회적 문제의 흐름과 그에 대응하는 해결책의 흐름 사이에서 나타나는 장기간의 상호작용을 사회·정치적, 문화적 그리고 경제적 차원을 가로지르면서 다섯 국면으로 펼쳐지는 갈등, 긴장 그리고 투쟁으로 개념화한다. 이때 첫 번째에서 세 번째까지의 국면에서 기존 레짐의 핵심 행위자(기업)들은 사회문화적 그리고 정치적 전략을 이용하여 환경 변화에 저항하고 싸우려고 한다. 그러나 네 번째 국면과 다섯 번째 국면에서는 사회적 압력이 점증하여 거시·정치적 영역으로 다루어지면서 급진적인 입법이 이루어지고 대중 소비자들의 선호까지 변화하게 된다. 사회적 문제가 경제적인 환경에까지 영향을 미치기 시작하는 네 번째 그리고 다섯 번째 국면에서 핵심 기업들은 이전과 다른 전략을 선택하게 된다. 네 번째 국면에서 기업 연합회는 대외적으로 여전히 정책에 대해서 저항하지만, 개별 기업들은 기술적 그리고 시장 기회를 탐색하기 시작한다. 그러면서 기업들은 급진적인 혁신을 향해 재정향하기 시작한다. 다섯 번째 국면에서 믿음 체계와 임무에 근본적인 변화까지 일어나게 된다.

#### 4. 토론: 확장된 모델의 제안

삼중배태 모델과 변증법적 이슈생애주기 모델은 한 산업의 발전 경로를 좌지우지하는 지배적인 기업들이 새로운 환경 변화에 어떻게 전략적으로 대응하여 적응하는지에 대해서 초점을 맞추고 있다. 예를 들어서 Penna and Geels(2015)는 미국 자동차산업을 지배하던 기업들이 '기후변화'라는 거대한 환경적 변화에 대해서 어떻게 대응하고 있는지를 분석하고 있다. 그러나 기존 자동차산업의 레짐에 강박되고 있지 않은(혹은 아주 새로운 영역으로부터 들어서려는) 테슬라와 같은 '전환지향적 기업'(황혜란정 재용, 2017; 이하 전환 기업)에 대해서는 충분한 관심을 기울이고 있지 않다. 단지 이들은 변증법적 이슈생애주기의 네 번째 단계에서 레짐 외부자들이 윤리적 소비자를 대상으로 하는 시장이 발전하기 시작한다고 간단히 언급하고 있다. 그러나 특정 산업 레짐의 핵심에 위치한 지배적 기업들이 외부 환경의 변화에 대한 대응으로서 나타는 사회·기술시스템의 전환이 아니라, 레짐의 외부자인 기업(혹은 레짐의 주변부 기업)들이 변증법적 이슈생애주기의 초기부터 니치로 등장하고 기존의 행위자들과 경합하고 성장하면서 레짐까지 변화시키는 사회·기술시스템의 전환에 대해서 관심을 기울일 필

요가 있다. 즉 다시 니치에 주목할 필요성을 제안하는 것이다.

다만 여기서 니치는 정부가 나서서 잘 조율된 방식으로 이루어지는 사회적 합의에 기반을 두고 추진하려 했던 네덜란드의 에너지전환 실험(van der Loo and Loorbach, 2012)에서의 전략적 니치와 다르게 상상될 필요가 있다. 삼중배태 모델과 변증법적 이슈생애주기 모델은 지배적 행위자(기업)들이 외부적 환경 변화에 대해서 전략적으로 행동함으로써 (적어도 초기에는) 기존의 산업레짐을 유지하고 그 속에서의 자신의 위치를 방어하려고 노력할 것이라는 판단을 포함하고 있다. 때문에 레짐 외부자 혹은 레짐의 주변부의 전환 기업들이 변화된 외부 환경을 기회를 삼아 기존의 레짐을 붕괴·변화시키고 지배적 행위자들의 전략적 위치를 약화시키려는 시도에 적대적일 것이라는 점은 분명해 보인다. 따라서 여기서 새롭게 부각시키는 니치는—적대적인 시장 환경으로부터 어느 정도 보호받을 것이라고 기대할 수 있겠지만—다양한 갈등과 경합을 감수하고 돌파해야 하는 ‘투쟁적 니치’가 될 가능성이 높다. 그리고 이런 ‘투쟁적 니치’의 성장과 성공은 레짐의 붕괴와 지배적 행위자들의 심대한 변화—심지어 몰락과 대체까지—를 야기하는 ‘창조적 파괴’(Kivimaa and Kern, 2016)가 될 수 있다. 이는 Geels and Schot(2007)이 제시하는 네 가지 전환경로(transition pathway) 중에서 기존 지배적 레짐의 구조적 변화까지를 포함하는 이탈 및 재정렬(de-alignment and re-alignment) 혹은 기술적 대체(technological substitution)의 경로에 가까울 수 있다(김병윤, 2008).

이상의 토론에 기반을 두고 필자들은 Penna and Geels(2015)가 제안한 변증법적 이슈생애주기 모델을 변화된 외부 환경에 따른 선택압력에 대응하는 현존 기업의 ‘해결’의 전략뿐만 아니라 전환 기업들의 ‘도전’의 전략까지도 포함하여 분석할 수 있도록 수정·보완하였다. 변증법적 이슈생애주기의 첫 단계 ‘문제 발생과 산업의 무시’에서 지배적인 기업들은 문제를 미인지하거나 심각성을 경시하는 반면, 기존 레짐에 도전하는 전환 기업들은 문제를 민감하게 인지하고 새로운 사업적 기회로 적극적으로 검토한다. 또한 전환 기업들은 다양한 기술적 대안을 모색하면서 기술 개발의 전략을 수립해간다. ‘대중 관심 증대와 산업의 방어적 대응’ 단계에서 지배적인 기업들은 문제를 제기하는 사회운동을 비판하거나 정책결정자에게 로비를 통해서 정치 쟁점화를

회피하는 반면, 전환 기업들은 사회운동과 연대하는 것을 추구하며 문제 해결의 필요성과 (기술적) 가능성을 주장한다. 또한 전환 기업들은 급진적인 기술 전략에 입각한 시제품을 개발하며 사회운동과 연대하여 초기 구매자를 확보하면서 경험의 축적과 학습을 진행한다. ‘정치적 논쟁과 소극적 대비’ 단계에서 지배적 기업들은 자발적이고 점진적인 해결과 규제의 불필요성을 주장하면서 비용과 기술적 복잡성을 강조한다. 그러나 전환 기업들은 규제를 주장하는 사회운동과 연대를 심화하면서 경제적 기술적 대안이 존재한다는 점을 강조하면서 논쟁에 참여한다. 또한 급진적인 기술적 대안의 시장 규모를 확대하고 제품의 규모를 확대하려는 노력을 진행한다. ‘정책의 구상과 산업의 전략 다각화’ 단계에서 지배적인 기업들은 급진적인 정책을 수용적응을 모색하면서 급진적인 기술 혁신을 위한 연구개발을 추진하고 경쟁 기업들 사이에서 우위를 차지하기 위해서 노력한다. 반면 전환 기업들은 급진적 정책을 시장 경쟁위에서 우위를 점하기 위한 계기로 활용하면서 기존 레짐의 변화를 추구한다.

여기서 전환 기업들의 도전 전략은 필자들이 가설적으로 추론해낸 것으로, 주로 지배적인 기업들의 전략들과 반대되는 전략이다. 예를 들면 사회운동의 문제제기에 지배적인 기업들이 무시하는 태도를 취한다면, 전환 기업들은 그것을 민감하게 받아들이고 새로운 사업의 기회를 인식하며 이에 대응하는 기술을 개발하려는 노력을 시작한다고 가정하는 것이다. 이러한 예비 가설은 다음 절의 덴마크 사례에 대한 구체적인 분석을 통해서 좀 더 개선되어야 할 것이다.

〈표 2-1〉 확장된 변증법적 이슈생애주기 모델

단계	사회 '문제'와 관련 '입력'의 동학		기존 기업의 '대응'과 '전략'의 동학		전환 기업의 '도전'과 '전략'의 동학	
	사회·정책적 입력	경제적 입력	사회·문화적, 정책적 전략	기술과 혁신전략	사회·문화적, 정책적 전략	기술과 혁신전략
1	문제 발생과 산업의 무시	시인 활동가의 문제제기, 불확실성 논란	기존 기업의 문제 미인지 혹은 심각성 경시	기술 전략 부재	문제에 대한 민감한 감지 및 새로운 시장/사업적 기회 모색	다양한 기술적 대인의 모색과 기술 개발 전략의 수립
2	대중 관심 증대와 산업의 방어적 대응	사회운동의 정치 의제화, 대중의 관심이 정책결정자들에게 압력이 됨(우원회 구성)	기업의 편파에 영향을 주는 경우, 폐쇄적 산업조직을 형성하여 사회운동 비판 및 정책결정자에게 로비	기존 레짐 내에서 점진적 기술 개발	사회운동과 연합을 추구하면서 문제 해결의 필요성을 강조하고, 이를 위한 기술적 대한 가능성을 홍보	시제품의 개발 및 초기 구매자를 확보하며, 이를 통해서 경험의 축적과 학습/혁신 증가
3	정책적 논쟁과 소극적 대응	대중의 관심 고조로 정책 하위체에서 의제 설정(공정회 및 조사)	자발적, 점진적 해결을 이유로 새로운 의제에 의한 규제 불필요 주장, 비용이나 기술적 복잡성 강조	공개적으로 급진적 해결의 문제점 지적, 그러나 소극적 대응에 나서고 별도로 실험실 수준에서 급진적 해결책 탐색	기술적 대안을 둘러싼 논쟁에 기댄 급진적 제도/정책의 도입을 위한 사회운동과 연합의 심화	급진적 기술의 개선 및 스케일을 확대하려는 노력 진행
4	정책의 구성과 실행, 산업의 다각화	대중의 관심 급증으로 거시 정치 의제 설정(급진적 법안도 등장 가능), 행정부의 정책 실행	급진적 정책의 구성·실행과 경쟁, 선도기업은 경쟁자들의 비용을 증가시키는 강력한 규제 주장	급진적 해결에 대한 R&D 투자 다각화 및 증액, 시장 성장 기대를 갖고 시장 선점을 위해 새로운 기술 수용, 폐쇄적 산업조직의 균열 및 혁신 경쟁 발생	급진적 정책 도입을 시장 우위를 점하기 위한 계기로 활용	기존 기업들의 기술적 추격을 부리고 기술적 우위를 유지하기 위한 혁신 노력
5	경제적 파급효과와 산업의 전략 전환	대중 담론이 주류 소비자의 선호를 바꾸거나 규제자들이 경제적 틀(세금, 인센티브, 규제)을 실질적으로 바꿀 때, 사회문제는 새로운 시장 창출로 이어짐	경제적 기회를 잡기 위해 기존 기업들은 새로운 기술과 시장으로 재정향됨, 문제 해결은 산업의 핵심 신념과 역할의 일부가 되어 산업레짐의 전환으로 이어짐	새로운 산업 및 기업 집단의 형성, 고용 창출 및 이해관계자의 형성 및 공고화	새로운 산업 및 기업 집단의 형성, 고용 창출 및 이해관계자의 형성 및 공고화	기업을 사이에서의 경쟁

자료: Geels(2014: 1032)를 필자들이 수정보완(응용 영역)

## 제3절 덴마크 풍력산업의 사례 개괄

### 1. 풍력산업의 초기 역사: 세계 풍력발전의 개척과 연구자/시민들의 자발적 노력

덴마크는 교육 운동 및 지방자치 운동을 배경으로 하면서, 전세계 풍력발전의 초기 역사를 개척해온 오랜 역사를 가지고 있다(Christensen, Benny, 2013; Vestergaard, J., Brandstrup, L. and Goddard, R.D, 2004; Kamp, 2003; Gipe, 1991). 1891년, 아스코브 민속 고등학교(Askov Folk High School)의 물리학자 폴 라 쿠어(Poul La Cour)가 이끄는 집단이 덴마크 정부의 재정 지원을 얻어서 첫 번째 풍력 터빈을 개발하였고, 이것으로 학교와 인근 마을에 전력을 공급하기 시작하였다. 이를 시작으로 전국적으로 풍력발전소가 설립되기 시작했다. 이 결과 20세기 초반에도 이미 덴마크 시골에서 풍력터빈은 전통적인 경관의 일부로 자리를 잡았다. 한편 2차 대전이 가시화되고 있던 1940년, F. L. 스미스는 뤼케고오어(Lykkegaard) 주식회사와 크라메 앤 소든(Kramme & Zeuthen) 항공기제작사와 함께 40-70kW급 풍력발전 터빈 개발을 진행하여 60기의 풍력발전기를 생산하기도 했다. 공기역학적 날개와 콘크리트 타워를 가진 풍력터빈은 사람들에게 깊은 인상을 남겼지만, 이차대전 끝난 후 소규모 분산적인 풍력발전기는 대규모의 중앙집중적인 화력발전소에 의해서 급격히 대체되었다(Kamp, 2003: 129; Heymann, 1999).

보다 개선된 풍력터빈을 개발하려는 노력이 완전히 중단된 것은 아니었다. 폴 라 쿠어의 아스코브 고교의 학생이었으며 덴마크 여러 전력회사 중에 하나인 SEAS의 엔지니어이기도 한 요하네스 율(Johannes Juul)은 1947년도부터 풍력터빈 개발에 들어갔다. 1940년대 후반 직면한 연료 부족 문제 때문에 질랜드(Zeland) 섬에서 영업하던 전력회사 SEAS와 덴마크전력회사협회(DEF: the Association of Danish Utility Companies)는 율의 연구를 지원했다. 풍력터빈으로 덴마크의 수입 화석연료 의존을 줄일 수 있기를 희망했다(Kamp, 2003: 130; Heymann, 1999: 117). 그는 1957년에 200kW 발전용량—1970년대까지도 세계에서 가장 큰 용량이었다—의 계

서(Gedser) Turbine을 개발·설치하였다. 그가 개발한 풍력이 풍력터빈은 근대 풍력 발전 터빈의 기초를 확립하였다고 평가받고 있다(Christensen, Benny, 2013; Jørgensen and Karnøe, 1995: 61).

## 2. 덴마크 전력산업: 지역분산적·협동적인 전통과 구조 그리고

덴마크의 정치·경제 시스템은 협동적·평등주의적·지방분권적인 전통을 가지고 있었다. 이러한 전통은 덴마크의 전력산업의 발전에 있어서 중요한 영향을 미쳤다. 덴마크 전력화는 유럽 대부분의 국가들과 다르게 사적 자본에 의해서 이루어지는 것이 아니라, 지방정부(municipalities)와 소농 협동조합에 의해서 추진되었다. 이들은 이윤이 아니라 자신들의 필요를 충족시키기 위해서 발전소를 건설하고 운영하였으며, 중앙정부의 역할은 최소한에 머물렀다. 이후 소규모 전력회사(utilities)들—게저 터빈의 개발을 지원했던 SEAS도 이중에 하나—은 협동하여 대규모 발전소를 설립하면서 경제적 효율성을 추구하면서 점차 보다 큰 전력회사로 통합되어 갔다. 1978년에 덴마크의 동부 지역인 질랜드의 전력회사들은 ELKRAFT를 구성하였다. ELKRAFT는 계획 발전, 고압송전선의 건설과 운영 그리고 신규 발전소의 투자에 대한 책임을 지었다. 서부 덴마크 지역인 주트랜드(Jutland)와 푸넨(Funen)에서는 이미 1958년에 여러 전력 회사들이 ELSAM을 구성하여 전력 시스템의 계획과 운영을 조정하는 책임을 맡겼다. 그 결과 1990년대에 덴마크 전력산업은 105개의 지방 배전사로 구성되어 있었다. 이들 배전사들은 8개의 지역 발전회사를 조직하여 전체 전력생산의 75%를 담당하는 8개 중앙 발전소를 소유하고 있으며, 다시 이들 발전사들은 ELSAM과 ELKRAFT 두 개의 연합회사를 묶어졌다(Hadijilambrios, 2000; 임성진, 2000; OECD, 1999).

이러한 통합은 아래로부터 이루어졌다. 1개의 민영 배전회사를 제외하고 나머지 모든 배전 및 발전회사 그리고 ELSAM과 ELKRAFT까지 주주평의회(shareholder council)와 이사회에 위계적인 구조를 통해서 모두 소비자에 의해 직접 소유되거나(협동조합 방식) 간접적으로 소유되고(지방정부 소유 회사 방식) 있었다.<sup>6)</sup> 이들은 전

6) 지역 배전회사들 중 협동조합의 경우, 이사들은 주주평의회에서 선출되며 주주평의회는 조합원 총회를 통해서 선출된다. 한편 지역공사의 경우에는 지자체장에 의해서 임명된다. 각 지역 배전회사들의 이사회는 지역 발전회사의 주주평

력산업에 대한 통제 수단을 가능한 많이 가지려고 노력했다. 협동조합과 지방정부는 전력회사들의 소유권을 유지하고 자신들의 구성원들에게 전력 공급 서비스를 보장하려 했으며, 이를 위해서 가능한 전력산업의 많은 기능을 분산적인 방식으로 유지하려고 했다. 지역적으로 통제되는 배전 시스템을 유지하는데 성공했을 뿐만 아니라, 발전 시스템의 지역적 나아가 개별적인 통제 수준을 최대화할 수 있는 기술적 선택을 추구했다. 그러나 다단계의 위계적 관리 구조는 개별 지역 전력회사들의 소수 의견이 발전 기술에 관한 결정이 이루어지는 ELSAM과 ELKRAFT의 계획 과정에 영향을 미치기 어렵게 된 것도 분명한 사실이다(Hadijilambrios, 2000: 118-1119).

### 3. 1970년대 오일쇼크와 반핵 및 기후변화 담론에 대한 덴마크의 반응

덴마크의 풍력산업은 1970년대에 발생한 석유위기 그리고 1980년대에 두드러지기 시작한 기후변화 담론 등을 통해서 발전할 수 있는 기회를 얻었다(Christensen, Benny, 2013; Buen, 2006; Kamp, Smith and Andriessse, 2004; Kamp, 2003; Hadijilambrios, 2000; OECD, 1999). 1973년 당시, 덴마크가 소비하는 에너지의 90%가 외국으로부터 수입하는 석유에 의존하고 있었다. 갑작스럽게 큰 폭으로 뛰어 오른 석유 가격은 덴마크 경제를 위협했기 때문에, 다른 나라들과 비슷하게 석유 의존도를 줄이는 노력이 시급했다. 연료전환을 빠르게 진행하면서 석유의 발전연료 비중이 1973년 64%에서 1979년 37%로, 다시 1983년에 5%로 낮아졌다. 이렇게 해서 덴마크는 석유 의존도를 극적으로 낮추었지만, 1980년대에는 대기오염 물질과 온실가스의 배출 문제에 직면하게 되었다. 이 시기에 유럽 지역에서는 산성비 및 기후변화 등의 환경담론들이 형성·성장하기 시작하고 있었다. 정부는 에너지정책의 우선적 목표를 환경보호에 두면서, 다시 석탄을 천연가스와 재생에너지로 대체하고 열병합발전(CHP)의 이용을 확대하는 정책을 수립·추진해갔다(OECD, 1999: 9-11).

한편 덴마크 정부와 전력회사들은 서구의 여러 나라들이 그렇듯이 1950년대 말부

---

의회에 보낼 자신의 대표자를 선출한다. 8개의 지역 발전회사들의 주주 평의회는 자신들의 이사회와 의장 및 부의장을 선출한다. 이어서 주트랜드와 푸넨 지역의 6개 발전회사의 의장과 부의장은 ELSAM의 이사회를 구성하고, 질랜드 지역의 2개 발전회사의 의장과 부의장은 ELKRAFT의 이사회를 구성한다.

터 핵에너지 사용에 관심을 가지고 있었다. 1970년대 초의 석유위기는 핵발전소 건설 계획을 본격적으로 추진하는 계기를 제공하였다. 덴마크 정부는 석유 의존도가 높은 에너지시스템에서 벗어난다는 명분으로, 1976년 국가에너지계획에 5기의 핵발전소를 건설하여 1995년까지 1차에너지 수요의 23%를 핵발전을 통해서 공급하겠다는 계획을 수립하였다. 그러나 이 계획은 사회민주당 일부와 좌파정당이 반대하였으며 강력한 반핵운동의 저항을 받았다. 특히 1962년 원자력발전법(Nuclear Power Act) 도입이 의회 토론이나 승인 없이 이루어진 폐쇄적 결정과정이었다는 비판은 공감을 얻었다. 심지어 원자력발전에 호의적인 덴마크 의원들조차 원자력발전법은 국민투표나 의회에 의해 결정되어야한다고 생각했다. 시민단체와 정치권의 반대로 원자력발전법의 통과는 계속 지연되었으며, 1985년 덴마크 의회는 결국 원자력발전을 금지하는 법을 통과시켰다(Christensen, Benny, 2013; Hadijilambrinos, 2000; Heymann, 1999; Jørgensen and Karnøe, 1995).

한편 정부가 핵발전에 대한 관심을 본격적으로 표명하자, 1974년에 덴마크 시민들은 반핵단체(OOA: Organization for Informantion about Atomic Power)를 결성하고 나섰다.<sup>7)</sup> 또한 핵발전의 대안으로서 재생에너지 이용의 필요성과 가능성을 옹호하기 위해서 1975년에는 재생에너지단체(OVE: Organization for Sustainable Energy)도 결성하였다. 또한 풍력발전을 열성적으로 지지하면서 스스로 풍력터빈의 소유자로 나선 개인이나 협동조합들은 1978년에 덴마크 풍력발전기 소유자 협회(DV: Association of Danish Wind Power Owners)를 결성하였으며, 풍력터빈을 개발 생산·판매하고 있던 제조사들은 1981년에 덴마크 풍력산업 협회(FDV: the Danish Wind Industry Association)를 설립하였다. 이 시기 반핵 여론과 재생에너지 대안을 모색하려는 시민들의 자발적인 노력을 보여주는 상징적인 사건이 이루어진다. 1975-1978년 사이에 트빈드(Tvind) 민속학교의 교사들과 학생들은 수많은 자원봉사자의 도움을 받아서 게서 터빈의 모델을 발전시켜서 2MW급의 풍력터빈을 성공적으

7) OOA는 “원자력, 석탄, 석유는 매우 복잡한 고도의 기술과 거대한 생산 설비를 기반으로 하여 중앙 계획과 규제를 필요로 한다. 그리고 이 모든 원료는 외부로부터 수입해야하기 때문에 무역수지에 부정적 영향을 준다”고 비판했다. 반면 “재생에너지는 그 반대로 소형 생산 설비와 비교적 단순한 기술에 기반을 두고 있기 때문에 지역 계획과 지역 민주주의가 발현될 수 있다. 또한 덴마크 외부에서 수입하지 않아도 되며 독점되거나 외부 의존을 만들지 않는 재생 가능한 무한한 에너지”라고 옹호했다(Jorgensen and Karnoe, 1995).

로 건설하였던 것이다. 에너지 자립과 핵발전소의 대안으로 풍력터빈의 가능성을 보여주고자 한 것이었다(Christensen, Benny, 2013; Jørgensen and Karnøe, 1995).

#### 4. 풍력터빈의 개발과 풍력산업의 성장

핵발전 등의 대규모 중앙집중적인 발전 기술에 대한 정부와 전력기업들의 관심에도 불구하고, 시민운동단체들과 ‘전환 기업’들의 노력들은 정부가 풍력발전에 관심을 만들었다. 정부는 전력기업, 대기업 그리고 대학을 중심으로 과학적 연구를 통해서 대규모(1~2MW 용량) 풍력터빈을 개발하려는 ‘하향식/대규모’ 혁신 시스템을 구축하고 지원했다. 그러나 이와는 별도로 기술애호가, (농업기계 제작 경험을 가진) 중소기업 및 환경/사회단체를 중심으로 장인적 방식으로 소규모(수십에서 수백 kW 용량)의 풍력터빈을 개발하려는 ‘상향식/소규모’ 혁신 시스템도 구축되고 있었다. 그리고 이 혁신 시스템은 경쟁하였고, 후자가 승리한 것으로 평가되고 있다(Kamp, Smith and Andriessse, 2004; Kamp, 2003; Jørgensen and Karnøe, 1995).

덴마크 정부는 풍력터빈 설치를 촉진하기 위한 정책도 도입하였다. 특히 1979년 풍력터빈 설치 투자금의 30%를 정부가 지원하는 제도를 도입하면서 물꼬를 텄다. 또한 1984년에는 연료 절약을 촉진하기 위한 에너지세를 도입하였다(Heymann, 1999: 125). 한편 같은 시기에 DV와 FDV는 덴마크 전력회사 협회(DEF; Association of Danish Electric Utilities)와 협상을 벌여 전력망 연결 비용의 부담률(전력회사가 35% 부담)과 풍력발전 전력의 판매비용(소비자 가격의 85%)을 정하는 협약을 맺었다. 한편 1986년에는 전력기업들과 정부가 협약을 맺어서 1990년까지 100MW 풍력터빈을 설치하겠다는 약속을 맺었다. 또한 1990년에는 1994년까지 100MW 풍력터빈을 추가적으로 설치한다는 협약이 체결되었다.

육상풍력을 위한 입지를 구하는 것이 점점 어려워지면서, 1980년대 중반부터 덴마크는 해상풍력 단지를 개발하기 위한 시도에 들어갔다. 첫 번째 해상풍력 단지는 1983-1986년 사이에 건설되었다. 55-95kW 용량의 중규모 풍력터빈 30여기로 구성된 이 단지들은 주로 협동조합, 전력회사, 지자체 혹은 개인 투자자에 의해서 추진된

것이였다. 그러나 이들 해상풍력 단지는 모두 해안가 가까이에 설치된 것으로, “진짜” 첫 번째 해상풍력 단지는 ELKRAFT와 SEAS에 의해서 1991년 11개의 450kW 풍력 터빈(Bonus사)이 롤랜드(Lolland)섬 북쪽 해안에서 4km 떨어진 위치에 세워졌다 (Vindeby; 세계최초의 해상풍력). 두 번째 해상풍력 단지는 1995년에 주트랜드와 Tunø섬 사이에 10개의 500kW 풍력터빈(Vestas사)을 세워서 만들어졌다(Tunø Knob). 이 두 단지는 모두 전력회사에 의해서 세워지면서, 대규모 자본을 필요로 하는 해상풍력 단지 개발에서 전력회사들이 핵심적인 행위자가 되기 시작했다.

## 5. 덴마크 풍력터빈 산업의 성공: 베스타스의 사례<sup>8)</sup>

여기에서는 덴마크의 대표적 풍력터빈 생산업체인 베스타스(Vestas)사의 역사를 통해 덴마크 풍력터빈 산업의 성장을 간단히 살펴보자. 베스타스사는 20세기 초 산업용 철제 창틀을 제작하는 회사에서 유래를 찾을 수 있다. 2차 대전 후 회사의 설립자는 베스타스를 설립하고 가정용품과 부엌 설비에서 시작하여 농업용 트레일러의 냉각기, 대형 트럭의 유압 크레인 등을 제작하고 수출하는 회사로 발전시켰다. 그러나 1970년 대에 들어선 두 번의 석유험기는 교통산업을 위축시켰고 그 여파는 베스타스가 제작 하는 트럭용 크레인 판매까지도 감소시키면서, 회사는 새로운 제품 생산 영역을 개발 해야 하는 상황에 직면해 있었다. 베스타스가 찾은 것은 풍력터빈이였다. 초기에는 수 직형인 다리우스(Darrieus) 터빈을 선택하였으나 실패하고, 3개의 날개를 가진 수평형 모델로 선회하였다. 베스타스사는 1979년에 첫번째 풍력터빈을 생산하여 덴마크 고객에게 납품하였다. 곧 덴마크와 미국 정부 및 캘리포니아 주정부의 투자 보조금 제도가 실시되면서 베스타스사를 비롯하여 덴마크 풍력터빈 산업은 첫 번째 호황기를 경험하였다. 1980년에 55kW급 풍력터빈을 생산하기 시작하였고, 1985년까지 고용 인원은 800명까지 늘렸다. 베스타스사는 1985년말까지 미국에 2,500 대의 풍력터빈 을 제작하여 수출하였다.

그러나 1986년에 위기에 직면한다. 덴마크 풍력터빈 제조업체들의 미국/캘리포니

8) 베스타스사의 역사에 대해서는 Wustenhagen(2003)와 Stiesdal(2013), 그리고 또한 덴마크의 다른 풍력터빈 제조 업체(Bonus와 Dencon)의 역사에 대해서는 Kristensen.(2013)과 Gregersen(2013)를 참조할 수 있다.

아 수출을 가능하게 해주던 세금공제 제도가 1985년로 폐지되면서 미국시장이 붕괴되었다. 이 시장에 거의 전적으로 의존하고 있던 베스타스사는 새로운 시장을 찾는데 실패하고 1986년에 파산하였다. 베스타스의 파산은 제품의 실패보다는 정책 프레임의 변화가 주된 원인이었기 때문에, 1987년에 구조조정을 거치면서 베스타스는 기존의 다른 제품 생산은 포기하고 풍력터빈 생산·판매에만 집중하는 베스타스 풍력 시스템(Vestas Wind Systems)으로 재탄생하게 되었다. 그리고 1989년에는 정부와 전력회사(SEAS) 공동으로 세운 덴마크 풍력 기술(DWT)을 인수하기에 이른다.<sup>9)</sup> 베스타스는 생산하는 풍력터빈 용량을 확대하기 위한 노력을 지속한 결과, 1980년의 55kW 용량에서 시작하여 2004년에는 3MW 용량의 터빈까지 생산하게 되었다.

한편 새로운 베스타스사는 해외 시장 개척에도 적극 나섰다. 1987년 인도를 시작으로 독일(1989년), 스웨덴과 미국(1992), 이탈리아(1998)에 자회사를 설립하였고, 1994년에는 스페인에서 현지 기업과 함께 합작회사 감메사 에올리카(Gamesa Eolica)社를 설립하였다. 또한 해상풍력을 위한 터빈 개발에도 나섰다. 1995년에는 발트해에 10기의 500kW 풍력터빈을 세우는 소규모 해상풍력 프로젝트에 진출하여 5기를 공급하였으며, 2001년에는 북해의 첫 번째 대규모 해상풍력 단지(Horns Reef)의 공급자로 선정되었다. 이처럼 기업 규모가 커지면서 투자금 문제를 해결하기 위해서 1998년 초, 코펜하겐 주식시장에 회사를 상장하였고 대성공을 이루었다. 2001년 전세계 시장의 24.1%를 차지하면서 시장 선도자가 되었으며, 그해 고용인원은 5,240명에 이르렀다(Wustenhagen, 2003).

9) 한편 1999년에는 풍력터빈 통제 시스템의 소프트웨어와 부품을 공급해오던 회사(Costas Computer Technology A/S)를 인수하였다. 또한 1999년에는 덴마크 남동부 지역에 새로운 블레이드 공장을 세우면서 높은 실업률을 보이는 지역에서 좋은 인력 채용 기회를 제공했다.

## 제4절 확장된 변증법적 이슈생애주기 모델 분석: 덴마크 전력산업레짐의 변화와 풍력산업에 의한 에너지전환

여기에서는 ‘확장된 변증법적 이슈생애주기 모델’을 활용하여 거시환경의 변화와 지배적인 전력산업의 대응 그리고 풍력산업의 등장과 성장 그리고 그들의 경합을 분석할 것이다.<sup>10)</sup> 이 대상 시기는 풍력터빈이 개발되기 시작했던 19세기 말부터 전력산업의 자유화 정책이 추진되기 직전인 1990년대 말까지로 한정하였다. 덴마크를 비롯해 유럽 국가들은 1990년대 말부터 유럽연합의 지침에 따라서 전력산업의 자유화 정책을 추진하면서 많은 변화가 일어났기 때문에 분석 시기를 제한했다.

### 1. 19세기말부터 1970년대 초반까지: 풍력발전의 시작과 중앙집중적 전력 시스템의 확대

1902년부터 소규모 지역 전력회사들이 직류 전력을 생산하는 소규모 풍력발전기를 받아들이기 시작했다. 그러나 1920년대 들어서면서 덴마크의 소도시는 디젤엔진을 연료로 사용하는 발전소를 하나씩 소유하여 전력을 생산하기 시작했고, 점차 발전소 규모가 커지면 커질수록 효율이 증가하는 것을 깨닫게 되면서 대규모 디젤 발전소가 설치하기 시작했다(Jørgensen and Karnøe, 1995). 그런데 두 번의 세계대전은 디젤 발전소가 해외에서 수입하는 석유에 전적으로 의존하고 있기 때문에 연료 공급 측면에서 대단히 취약하다는 것을 깨닫게 해주었다. 전쟁의 영향으로 석유공급에 차질이 생기면서 이를 대신할 수 있는 발전원으로서 풍력발전이 다시 사용되었으며, 전후에 전쟁 시기에 보여주었던 풍력발전의 성과 때문에 일부 지역 전력회사들은 풍력 발전에 관심을 가지게 되었다. 그러나 당시 풍력발전기는 직류 전류를 생산하기 때문에 전력망에 연계할 수 없다는 문제를 가지고 있었다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서 1947년부터 SEAS 엔지니어 인 올은 전력망에 연결할 수 있는 교류 전력을 생산하

10) 그러나 Penna and Geels(2014)와 같은 연구와 같이, 각 시기마다 모든 차원과 행위자들 그리고 그들의 상호작용에 대한 분석은 자료의 한계로 불가능했다는 점을 미리 밝혀둔다.

는 비교적 큰 규모의 풍력터빈 개발에 착수했고, 1957년 200kW급의 게서 터빈을 성공적으로 개발하였다.

그러나 전후 경제가 복구되면서 점차 석유 공급이 낮은 가격으로 안정화되자 풍력 발전에 대한 전력회사들의 관심은 식어갔다(Heymann, 1999: 118). 올의 프로젝트를 지원하고 감독하기 위해서 전력회사들이 설립한 덴마크풍력발전위원회<sup>11)</sup>는 게서 터빈의 비용효과성을 낮게 평가했다. 그들은 풍력은 전력 생산이 불안정하기 때문에 화력발전소를 대체할 수 없다고 생각했다. 풍력발전위원회의 위원이기도 했던 올은 그런 계산 방법은 적절하지 않다고 반대하고 항의했지만, 1962년 연구를 지원하던 전력회사는 풍력발전이 화석연료 발전과 경쟁할 수 없다는 최종 판단을 내렸다. 이후 1967년까지 고장 없이 잘 작동되면서 기술적 성공을 증명했음에도, 게서 터빈은 경제성 계산 논쟁을 넘어서지 못하고 확산되지 않았다(Kamp, 2003: 131; Jørgensen and Karnøe, 1995: 61).<sup>12)</sup> 외부에 의존하는 화석연료 기반 전력 시스템의 취약성이 한 차례 드러나고 이를 해결한 기술적 대안으로 풍력터빈이 개발되었지만, 거시환경의 압력이 사라지면서 기존의 전력산업은 이 대안의 가능성과 필요성을 과소평가하고 포기하였다.<sup>13)</sup>

## 2. 1970년대 초반부터 중반까지: 오일쇼크 이후, 원자력발전 계획과 시민 저항 그리고 풍력발전의 재발견

1973년 오일쇼크를 경험하면서 다른 선진 산업국가들과 비슷하게 덴마크 정부도 석유에 대한 의존도를 줄이기 위한 에너지정책을 추진했다. 한 가지 방안이 원자력 발전소 건설 계획이었다. 1973년에 덴마크 전력회사들은 원자력발전소를 건설하겠다고 발표하였고, 이듬해 설치후보지 16곳을 선정하였다. 이들은 주민들의 저항을 무시

11) 위원회는 4개 지역 전력회사의 대표, 두 개의 풍력터빈 제조사 대표 그리고 덴마크 노동부의 대표로 구성되었다.

12) 그럼에도 게서 터빈이 전력망에 연결되어 전력을 생산했다는 사실은 큰 의미가 있었다. 당시 주요 풍력 사용자는 개인농부들과 시골지역 협동조합이었으며, 주요 확산 행위자는 농기계 제조업자였다. 전력망에 연결할 수 있는 교류 풍력발전기가 실현가능해지면서 덴마크 농기계 제조업자들은 시장 가능성을 확인하고 사업 다양화를 시도하였다(Simmie, 2012).

13) 다만 덴마크의 디젤연료 수입이 제한되면서 시골지역은 안정적으로 전력생산을 할 수 없었기 때문에, 시골 지역에서는 풍력발전이 여전히 활용되고 있었다(Simmie, 2012: 765).

하면서 건설 계획을 밀어 붙였다. 이런 흐름을 반영하여 1976년 정부는 에너지계획에 원자력 5기 건설 계획을 포함시켰다(IRENA, 2012). 그러나 시민들은 반핵운동단체(OOA)을 조직하고 열성적으로 반대운동에 나섰다. OOA는 다양한 사회단체들과 결합하고 대중적인 반핵 캠페인을 펼치고 사회민주당과 같은 정당들을 대상으로 로비 활동을 벌였다. 반면 핵발전 옹호자들은 보수당의 지원을 받으면서 OOA의 활동에 대응하기 위해 '신뢰할 만한 에너지 정보(Reliable Energy Information)'라는 캠페인을 펼치기도 했다(Jørgensen and Karnøe, 1995: 65).

핵발전 기술이 아니라 풍력발전 등의 재생에너지를 통해서 대안을 찾으려는 노력도 나타나기 시작했다. 1975년 덴마크 기술과학단체(Danish Academy of Technical Sciences)는 덴마크에 광범위한 풍력공급을 제안하는 보고서를 발표하였다. OOA와 물리학자들이 함께 연대하여 실현가능한 대안을 제시하려는 노력한 결과였다. 이들은 1976년에는 작성한 "덴마크 에너지계획 개요(Skitse til alternativt energiplan for Danmark)"에서도 풍력발전이 원자력발전의 주요 대안으로 자리를 잡고 있었다. 또한 북서부 주트랜드에 사는 일부 엔지니어, 기술 장인 그리고 기술학교 교사 등은 팀을 구성하고, 풍력 발전을 비롯한 재생에너지와 관련된 국내외 문헌들을 발굴하고 학습하면서 기술을 개발하고 시제품을 실험하는 활동을 시작하였다.<sup>14)</sup> 그리고 이들은 반핵운동에 동참하고 있는 몇몇 그룹들과 함께 재생에너지 기술의 가능성을 실제로 증명해야 한다고 주장하면서 1975년에 OVE를 만들었다. OVE는 에너지의 지역적 생산과 소비라는 이상을 추구하면서, 유명한 재생에너지 기술과 관련된 지식과 정보의 교환을 목적으로 활동하기 시작했다. OVE가 설립된 이후 기술 애호가들과 새로운 사업에 뛰어들려는 풀뿌리 기업가들은 소규모 풍력터빈을 개발하고 상업화하려고 시도했다. OVE는 이 시기에 풍력포럼(Vindtraef)을 다양하게 이루어지고 있는 경험과 정보를 공유하는 공간(풍력포럼, 풍력잡지 등)을 제공했다(Christensen, 2013; Kamp, Smith and Adriesse, 2004; Kamp, 2003; Jørgensen and Karnøe, 1995).

덴마크 정부는 에너지 위기의 대안적 접근으로서 핵발전과 풍력발전 기술 중 하나를 배타적으로 선택하지 않았다. 기존의 전력사업으로부터 제안된 핵발전소 대안을

14) 이들 'NIVE' 팀으로 불렸는데, 이에 대한 자세한 설명은 Dykes(2013; 특히 127-130)를 참조할 수 있다.

공식적인 에너지계획에 포함시키는 것과 동시에 (주로 대규모) 풍력터빈을 개발하는 활동에도 연구비를 지원하기 시작했다. 그러나 시간이 지날수록 대안으로서 풍력산업 쪽으로 무게 추가 기울어지기 시작했다. OOA는 원자력발전소 가격 산정의 불확실성과 핵폐기물의 위험성 문제를 집중적으로 공략하면서 지지를 얻어나갔으며, 산업위원회(the Board of Industrialists)도 원자력발전을 미래에너지원의 주요 우선순위에서 제외하게 되었다. 여기에 더불어 미국 스리마일섬(the Three Mile Island) 사고까지 전해지면서 반핵 여론은 더욱 힘을 받기 시작했다기 때문이다(Jørgensen and Karnøe, 1995).

### 3. 1970년대 후반부터 1980년대 초반까지: 핵발전 정책의 포기와 풍력 산업 제도적 기반 확보

1979년에 신설된 에너지부는 풍력에 대한 시장 보조금 제도를 도입했고, 보조금은 풍력발전으로 대부분의 전기를 소비할 수 있는 개인과 협동조합에게 지원되면서 독립적인 풍력발전사업을 뒷받침했다. 그러나 풍력산업의 성장은 결코 순탄하지 않았다. 일부 전력회사들은 대규모 전력소비자에게 부과하는 추가 전기요금 등을 풍력발전사업자에게 부과하면서 풍력산업의 성장을 방해하고 억누르려고 시도하고 있었고, 풍력 발전에 대한 악선전이 지속되고 있었다. 그러한 상황 속에서 시민운동의 지원과 정치적 압력을 동원해가면서 제도적 기반을 확보하기 위해 싸웠다. 그 성과 중에 하나가 1984년 DV와 FDV가 전력회사들과 협상하여 풍력발전으로 생산한 전기를 적절한 가격에 안정적으로 판매하고 전력망 연결 비용을 분담하기로 한 협약이었다(Tranaes, 1997). 그 결과 더 많은 풍력발전 협동조합이 지역 커뮤니티 소유의 풍력터빈에 투자했고, 이에 따라서 풍력터빈 제조업체들도 성장을 이어갈 수 있었다(Hadijilambrinos, 2000; Heymann, 1999; Jørgensen and Karnøe, 1995). 또한 1980년대 초반, 캘리포니아의 풍력시장이 열리면서 덴마크 기업들이 풍력터빈을 수출하기 시작하였으며 1986년 캘리포니아 시장이 침체에 빠지기 전까지 캘리포니아 시장에서 약 50%의 점유율을 차지하면서 좋은 수출 실적을 보여줬다(Gipe, 1991) 한편 덴마크 의회는 1985년 핵발전으로부터 생산된 전기 사용을 금지하는 법안을

통과시키면서, 결국 핵발전 정책의 포기를 공식화하였다. 1976년과 1980년에 핵발전 추진에 대한 의사결정을 두 차례나 미룬 끝에 이루어진 일이었다. 의회에서는 핵발전 반대자들은 안전성과 방사능폐기물의 최종처리 문제의 어려움을 들어 반대 주장을 이어가고 있었다. 그 사이 전기수요는 예상보다 낮아지면서 원자력발전에 대한 정당성을 약화시켰다(Lau, 1987), 한편 핵발전 정책과 관련하여 정부와 전력회사 사이의 연합도 흔들렸다. 덴마크 정부는 핵발전소 건설 계획을 추진하면서 기존의 분권화되고 협동조합과 지방자치체의 공기업 등에 의해 운영되던 전력사업을 개편하여 국영 단일 기업을 만들고자 하는 구상을 가지고 있었다. 이에 따라서 핵발전소 건설 계획을 지지 추진해오던 ELSAM과 ELKRAFT는 자신들의 독립성을 잃지 않으려는 욕구에서 점차 소극적인 태도로 돌아서기 시작했다. 그에 반해서 지방정부와 많은 농촌지역 에너지 협동조합은 자신들의 전통적인 역량과 이해관계에 부합하는—풍력과 열병합 발전과 같은—분산 전원 기술에 대한 지지를 유지하고 있었다(Hadjilambrinos, 2000: 1120). 결국 석유/석탄 기반의 전력 시스템의 전환 방향은 핵발전이 기반한 시스템이 아니라 풍력 등 분산 전원 시스템 쪽으로 기울어졌다.

1978년에 핵에너지를 연구하던 리소연구소에 설치된 소형터빈 테스트 스테이션은 정부 정책의 향배를 보여주는 상징적인 사건으로 인식되었다. OVE의 계속되는 요청으로 설립된 이 소형터빈 테스트 스테이션은 전력회사들과 정부가 하향식으로 접근하던 대형 풍력터빈 개발이 아니라 상향식으로 접근하던 수십에서 수백 kW 용량의 소규모 풍력터빈에 초점을 맞추고 있었다. 이 스테이션은 새롭게 풍력산업에 뛰어들어 풍력터빈 산업의 ‘전환 기업’을 지원하는 역할을 하였다. 이곳을 통해서 스스로 풍력터빈을 건설하는 풀뿌리 기업가, 풍력터빈 프로토타입을 구현한 최초의 기업가, 아직은 불안정한 풍력터빈을 구매한 이상적 소비자, 반핵을 지지하는 엔지니어 등 다양한 행위자들이 모여 기술 경쟁력 있는 풍력산업 구축과 확대를 위해 협력하는 “메가-네트워크”를 형성할 수 있었다(Dykes, 2013: 152-156; Kamp, 2003: 147,153). 이 과정에서 현재 전세계 풍력터빈 산업을 선도하는 여러 기업들이 성장할 수 있었다. 또한 풍력터빈 제조업체와 소유자들이 스스로 단체—FDV(1981)와 DV(1978)—를 조직하여 풍력산업의 이해를 직접 대변하기 시작했다. 소규모 풍력터빈 산업을 둘러싼 생태

계가 서서히 자리를 잡기 시작한 것이다 이에 반해서 1979년에 정부가 출범시킨 대규모 풍력터빈 개발 프로그램은 2MW 풍력터빈까지 개발했지만 상업적으로 제작·판매 하는데 실패하였다. 대규모 풍력터빈을 개발·제작하기 위해서 전력회사와 정부가 함께 설립하는 덴마크풍력기술(DWT)사는 결국 베스타스社에 매각되면서 정리되었다.

#### 4. 1980년대 중반에서 후반까지: 해외시장 붕괴, 풍력산업의 재정렬 그리고 전력산업 대응

1985년 원자력발전금지법의 통과는 풍력산업의 성장을 알리는 청신호였지만, 곧이어 일어난 1986년의 미국 캘리포니아 시장의 붕괴는 덴마크의 풍력터빈 생산 기업들에게는 위기를 안겨다 주었다(Heymann, 1999). 해외 시장은 덴마크 풍력터빈 산업의 초기 성장기에 큰 힘이 되었지만 그것에 거의 전적으로 의존하고 있었기 때문에 구조적인 취약점이 되었다. 결국 베스타스를 비롯한 많은 풍력터빈 기업들이 시장을 찾지 못하고 파산하게 된다. 그러나 기술력을 가지고 있었던 풍력터빈 회사들은 곧이어 정부와 전력기업들이 체결한 협약에 따라서 조성하기 시작한 대규모 풍력단지에서 터빈을 공급하면서 재개발 기회를 가지게 되었다. 베스타스사는 그것을 기회로 다른 사업 분야는 모두 정리하고 풍력터빈 생산 및 관련 서비스를 제공하는데 집중하는 풍력터빈 전문회사로 변모하였다. 한편 보수정권이 들어선 덴마크 정부는 풍력발전의 경제성이 개선되고 있다고 판단함에 따라서 1979년 도입이 된 정부의 설치보조금을 1986년부터 점차 감소시키고 1989년도 말에는 최종적으로 폐지하였다.

이를 대신하여 보수당 정부와 전력기업들은 1985년에 1990년까지 100MW의 풍력터빈을 설치하기로 협약을 맺었다. 이에 따라서 풍력발전은 확대될 수 있었지만 주로 기존 전력회사들의 소유 및 통제 아래에서 이루어졌다(Heymann, 1999: 128; Kamp, 2003: 160). 또한 협약의 이면에는 전력회사들이 풍력발전 협동조합을 포함한 독립적인 발전사업자들을 제압하려는 전략도 숨겨져 있었다. 정부는 풍력터빈 협동조합에 참여할 수 있는 조건—풍력터빈 설치 지역 인근에 거주해야 한다 조건과 설치 가능한 설비용량을 조합원들의 전력소비량과 연계시키는 조건—을 까다롭게 세웠기 때문이다(Tranaes, 1997; Kamp, 2003: 159). 이것은 기존의 전력회사들은 핵발

전 기술 대안을 포기하고 풍력발전 기술을 자신들의 레짐 안에 수용하면서 새로운 행위자들—소규모 풍력발전 사업자와 협동조합—과의 관계를 정립하면서 유리한 위치를 차지하기 위해서 경합을 벌이는 과정이기도 했다. 한편 전력회사들은 1985년부터 1988년까지 약 3년간은 적합한 부지 확보에 어려움을 겪었다. 대규모 풍력단지 건설에 대한 지역 주민들의 저항이 있었기 때문이었다. 동시에 전력회사들은 이 기간 동안 대규모 풍력단지 건설을 위한 내부 역량을 쌓아나가는 데 총력을 기울였다. 그 결과 협약 이행기간보다 2년 늦춰진 1992년에 이르러서야 풍력터빈 설치 목표를 달성하게 되었다. 그러나 이 기간 동안 전력회사들이 기울인 노력과 경험덕분에 덴마크 풍력은 1990년부터 독일, 영국, 스페인 등에서 열리기 시작한 국제 풍력시장을 완벽히 선점할 수 있게 된다. 또한 1985년 100MW 협약은 풍력터빈 제조업체들과 전력회사들의 협력적 관계를 시작하는 계기가 되었다. 제작사들은 전력회사들의 요구에 부응하기 위해서 보다 큰 용량의 풍력터빈을 개발에 착수했으며, 이 풍력터빈을 설치하고 운영하면서 둘 사이에 ‘상호작용적 학습’이 이루어지기 시작했다(Sovacool, Lindboe and Odgaard, 2008: 30, Karnøe and Garud, 2012: 747, Kamp, 2003: 166).

## 5. 1990년대: 외부 거시환경의 압박 강화, 풍력산업의 가속화 그리고 전력산업 레짐의 변화

1980년대 후반 이후 덴마크 전력 시스템에 가해지는 거시환경의 압력이 보다 강화되면서 풍력산업의 성장에 가속도가 붙었다. 1987년에 채택된 유엔 브룬틀란드 보고서가 제시한 ‘지속가능한 발전’ 개념과 1992년의 리우회의에서 채택된 유엔 기후변화 협약이 덴마크 에너지 정책에 영향을 미치기 시작했다. 1990년에 덴마크 정부가 발표한 제3차 에너지계획(Energi 2000)은 ‘지속가능한 발전을 위한 행동 계획(Action plan for a Sustainable Development)’이라는 부제를 가지고 있었는데, 온실가스 배출과 에너지 소비 감축 그리고 재생에너지(풍력) 이용 확대의 목표를 제시하고 있었다. 또한 1996년도에 발표된 제4차 에너지계획(Energy 21)도 3차 계획의 방향을 이어받으면서도 좀 더 장기적인 온실가스 감축 목표와 해상풍력을 포함한 풍력터빈 확대 목표를 제시하였다(Christensen, 2013: 82-83; OECD, 1999: 10).<sup>15)</sup>

이 시기에는 정권 교체의 효과도 있었다. 1990년에 보수당 정권과 협약을 맺고 1994년까지 100MW 풍력터빈을 설치하기로 한 전력회사들은 여전히 미온적이었다. 이 협약 역시도 시간 안에 이행되지 않았기 때문이다. 그러나 1992년에 사민당 정부는 풍력터빈에 의해서 생산된 전력에 대한 고정가격(feed-in tariff) 제도를 도입했다. 1980년대 중반 전력회사와 풍력발전기 소유자 협회(DV)와 맺은 협정 연장을 두고 이견이 생기면서 갈등이 벌어지자, 에너지환경부 장관이 개입한 것이었다. 여기에 더해 '환경 우대(environmental premium'라는 이름의 세금 환급(kWh당 3.6 유로센트)을 받을 수 있도록 제도도 마련되었다(Tranaes, 1997; Meyer, 2013: 174-175). 이 때 전력회사들과 풍력산업 대표들은 풍력터빈 기술의 성숙도를 두고 이전과는 다른 주장을 펼치면서 달라진 지형을 보여주었다. 즉 전력회사들은 풍력터빈 기술이 충분히 성숙해서 공적 지원이 필요하지 않다고 주장했던 것이다. 반면 풍력산업 대표들은 아직 지원이 필요하다고 반박했다(Jørgensen and Karnøe, 1995: 72)<sup>15)</sup>

이러한 노력에 기반하여 1990년대 들어서면서 풍력터빈 설치대수와 용량이 빠르게 증가하기 시작하였다(그림 3 참조). 하지만 전력회사들에 의한 대규모 풍력터빈 설치가 증가하면서 풍력산업의 집중화가 이루어지기 시작했다. 1998년에 개정된 에너지공급법은 지역적 제한없이 투자자와 기업들이 풍력터빈의 소유자가 될 수 있도록 허용하면서 이런 흐름을 더욱 강화했다. 이제 풍력산업은 대규모 자본을 동원할 수 있는 전력회사들이 핵심적인 행위자로 부상하게 되었다. 전력회사들에 의해서 대규모 풍력터빈을 설치하는 일이 점차 늘어나면서 풍력터빈의 지역적/공도체적 소유권 흐름은 약화되었고, 이에 따라 주민들의 저항도 만만치 않게 나타나기 시작했다(Christensen, 2013: 83-84; kamp, 2003: 169).<sup>17)</sup> 1990년대 본격적으로 시작된 해상풍력 단지 건설 계획은 많은

15) 3차 에너지계획은 2005년까지 1988년 대비 이산화탄소 배출을 20% 감축하며 에너지 수요도 15%를 줄이고, 2005년까지 전력소비의 10%를 풍력발전으로 충족시켰다는 목표를 설정했다. 1996년도에 발표된 제4차 에너지계획(Energy 21)은 좀더 장기적인 목표를 제시하였다. 즉, 2030년의 이산화탄소 배출량을 1988년 대비 절반으로 감축하며 전체 에너지 소비의 35%를 재생에너지로 충당하겠다고 천명했다. 또 2030년까지 5,500MW의 풍력터빈을 설치하며 이중에서 4,000MW는 해상풍력 단지로 건설하겠다고 내용도 포함하고 있었다.

16) 한편 풍력산업계 자체적으로도 제도화하려는 노력도 병행되고 있었다. 예를 들어서 DV는 1991년에 '덴마크 풍력터빈 보험'社를 설립하면서 풍력터빈의 고장 등으로 인해서 발생하는 재정적 위험에 대비하려고 노력하였다(Tranaes, 1997).

17) 2001년 덴마크 언론의 헤드라인을 보면 "터빈 전쟁", "농부들이 풍력 터빈 건설을 반대", "부지 소유자들, 도로 봉쇄" 등 풍력산업에 대한 주민의 반발이 있었음을 파악할 수 있다(Daniel, n.d.) 2017. 8. 6 접속

수의 대규모 풍력터빈들을 한 곳에 설치할 수 있다는 매력뿐만 아니라, 육상에 설치하려는 풍력터빈을 반대하려는 주민들의 저항을 회피하려는 이유도 있었다(Sovacool, Lindboe and Odgaard, 2008: 36, Miles and Odell, 2004: 50). 이상의 논의를 아래의 표로 정리할 수 있다.

<표 2-2> 확장된 변증법적 이슈생애주기 모델에 의한 덴마크 풍력산업 분석 요약

단계	사회 '문제'와 관련 '압력'의 동학		기존 기업의 '해결'과 전략의 동학		전환지향적 기업의 '도전'과 전략의 동학	
	사회·정치적 압력	경제적 압력	사회·문화적, 정치적 전략	기술과 혁신전략	사회·문화적, 정치적 전략	기술과 혁신전략
1	문제 발생과 지배적 산업의 무시와 나치의 탄생 (1900년대부터 1970년대 초반)	전전	<ul style="list-style-type: none"> <li>1,2차 대전 중 석유 등 해외 연료공급의 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>일부 전력회사들의 분산형 발전원으로 채용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전쟁 중 풍력발전 및 풍력터빈의 사업적 기회의 포착</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1차 대전 중 소규모 풍력터빈의 개발 및 상업화</li> </ul>
		전후	<ul style="list-style-type: none"> <li>전후 석유 에너지 공급의 저렴하고 안정적인 공급 회복 유지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>식단 발전 대비 풍력발전의 경제성이 낮다는 점을 강조</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>탐색적인 풍력터빈 연구개발 진행과 게서 터빈 개발</li> <li>그러나 연구개발 투자의 중단과 상업적 이용 거부</li> <li>대규모 화력발전소에 기반한 중앙중적 전력시스템의 전개</li> </ul>	
2	외부 거시환경의 변화, 기존 산업의 대응 전략, 시민사회의 비판, 그리고 전환 기업의 등장 (오일쇼크 이후부터 1970년대 중반)	에너지공급법의 제정 및 1차 에너지계획의 수립 · 신사화운동과 환경운동 일반의 성장 · 핵발전소 반대운동 단체(OOA; 1974년) 결성 및 캠페인 · 정당/국회를 통해서 핵발전소 반대 로비 진행	<ul style="list-style-type: none"> <li>발전연료를 석유에서 석탄으로 전환</li> <li>1차 에너지계획에 핵발전소 5기 건설 계획 반영</li> <li>전력수요가 급격히 증가할 것이라는 점을 강조</li> <li>1976년, '올바른 에너지 정보(REO)', 핵발전소 옹호 조직 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>핵발전소 건설 계획을 수립하고 추진</li> <li>1977년에는 리소연구소, 덴마크기술대학교, SEAS 전력회사가 재정자원을 해서 630kW 용량의 니베(Nibe) 풍력터빈 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1975년 덴마크 과학기술단체 풍력발전 보고서 채택</li> <li>대안적인 에너지계획을 제시</li> <li>1975년 재생에너지단체(OVE) 결성 및 활동</li> <li>에너지의 지역적 생산과 소비라는 이념의 추구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술애호가와 풀뿌리 사업들의 모임(NIVE) 결성과 연구개발</li> <li>20개의 기업들이 풍력터빈 사업에 진입하고 시제품의 개발</li> <li>OVE의 풍력포럼의 조직 및 접지 발간</li> <li>1975-8년, 트빈데 풍력터빈 건설 운동</li> <li>새로운 블레이드 기술 (fibreglass) 개발</li> </ul>

단계	사회·경제적 압력	경제적 압력	기술·문화적, 정치·정책적 압력	기존 기업의 '해결'과 전략의 동학	기술과 혁신전략	전환지향적 기업의 '도전'과 전략의 동학	기술과 혁신전략
<p>3</p> <p>정치적 논쟁과 기존 산업의 대응 전략의 다각화 견제 그리고 전환 기업의 제도화 (1970년대 후반에서 1980년대 초반까지)</p>	<p>· 1979년 에너지부 설치 및 풍력터빈 설치보조금 제도 도입</p> <p>· 지속적인 해발전소 찬반 논쟁</p> <p>· 해발전소와 관련하여 정부의 전력산업의 중앙집권적인 구조개편의 추진</p> <p>· 1984년 에너지세 도입하여 풍력발전이 우호적인 환경 조성</p>	<p>· 미국 캘리포니아 시장의 형성 및 풍력터빈 수출 호황</p> <p>· 전력수요 증가율이 생각보다 낮게 나타남</p>	<p>· 풍력발전의 가능성에 대한 평가 절하, 지속 시장 지배적 위치를 이용한 차별적/비합리적 요금 부과</p> <p>· 분산적인 전력산업 구조를 유지하기 위한 내부적인 동학 작동</p>	<p>· 대규모 풍력터빈 개발 프로젝트 추진</p> <p>· 1979년, 정부 대규모 풍력터빈 개발 프로그램 진행</p> <p>· 1981년, 덴마크 풍력기술(DWT)社 설립(정부와 공동)</p>	<p>· 1978년, DV(풍력터빈소유자협회) 결성</p> <p>· 1981년, FDV(풍력산업협회)의 결성</p> <p>· 1983년의 복사부 추드랜드 재생에너지 만중센터의 설립</p> <p>· 1984년, DV와 FDV가 전력회사와 협정(적정가격, 전력구매 및 전송용 비용 분담)</p>	<p>· 리스 연구소의 테스트스테이션 설립(1978년)</p>	
<p>4</p> <p>기존 산업의 정부 결정 수용과 전환 기업과의 협상 및 주도권 경합, 전환 기업의 기술역량 강점 활용</p> <p>(1980s 중반에서 후반까지)</p>	<p>· 1985년 덴마크 의회의 해발전 금지법 통과</p> <p>· 정부 보조금의 점진적인 감소(1990년 최종 폐지)</p> <p>· 풍력단지 입지 관련 주민들의 저항 등장</p>	<p>· 1986년 미국 캘리포니아 시장의 붕괴</p>	<p>· 전력산업의 대규모 풍력개발 사업 돌입</p> <p>· 그러나 소극적 추진</p> <p>· 1985년, 정부와 전력산업계의 협약(1990년까지 100MW 풍력터빈 설치)</p> <p>· 풍력발전사업자 지원/인력소버저 조건 마련 및 강화 로비</p> <p>· 1988년, 전력회사와 풍력터빈 제조업체 사이의 대규모 풍력터빈 주문 계약 체결</p>	<p>· 100MW 풍력터빈 설치를 위한 역량 확보 및 터빈, 제작 주문</p> <p>· 대규모 해상풍력 단지 개발 준비</p>	<p>· 파산 이후 풍력터빈 기업의 전문화</p> <p>· 소규모 해상풍력단지 개발 시작(1983, 1989)</p>	<p>· 풍력터빈의 규모 확대 및 전력회사와 상호작용 학습 진행</p> <p>· 베스타스사의 DWT사 인수</p>	

40 사회·기술시스템 전환 전략 연구사업(3차년도): 시스템 전환과 지속가능한 산업형성

단계	사회 '문제'와 관련 '입력'의 동학		기존 기업의 '해결'과 전략의 동학		전환지향적 기업의 '도전'과 전략의 동학	
	사회·정치적 입력	경제적 입력	사회·문화적, 정치적 전략	기술과 혁신전략	사회·문화적, 정치적 전략	기술과 혁신전략
5 기존 산업과 전환 기업의 협상과 협력 그리고 하이브리드 레짐의 구성 (1990년대)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지속가능한 개발 담론의 확산과 유엔기후변화협약의 체결</li> <li>· 제 3, 4차 에너지계획의 수립(온실가스 감축 목표의 설정)</li> <li>· 1992년, 시민당 정권 등장 및 공력발전법 제정(고장가경제도 및 세금 우대 제도의 도입)</li> <li>· 대규모 풍력터빈 건설에 대한 주민 저항 심화</li> <li>· 풍력터빈 입지에 관한 지역(regional and local) 계획 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 영국 및 스페인 등의 해외 시장의 등장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 주민생활의 회피 등의 목적으로 해상풍력 개발 추진 본격화</li> <li>· DV와 전력회사들은 풍력산업 성숙도를 두고 논쟁</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 하이브리드 레짐의 구성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 대규모 풍력터빈의 개발</li> <li>· 1991년, 세계 최초 해상풍력 단지의 개발( Vindeby)</li> <li>· 및 본격화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기술과 혁신전략</li> </ul>

## 6. 요약과 토론

### 가. 시민사회 반핵운동과 재생에너지운동의 중요성

오일쇼크 이후 덴마크 전력레짐의 지배적인 행위자들인 전력회사들이 핵발전을 대안으로 제시하고자 했을 때, 이에 반대하면서 다른 대안적 전망을 제시하고 있었던 덴마크 시민사회운동의 역할은 덴마크 전력산업 레짐의 변화에 결정적인 역할을 하였다. 전력회사들의 핵발전 추진 계획이 알려지자 덴마크 시민사회는 즉각적으로 반핵운동단체를 조직하여 시민 캠페인을 조직하는 한편 국회/정당들에게 압력을 가하기 시작했다. 이러한 반핵운동의 노력은 1976년과 1980년에 핵발전법 통과를 지연시키고 1985년에 핵발전소 건설을 금지하는 법을 제정하는데 결정적인 기여를 했다. 이들의 성공은 오일쇼크 이후 덴마크의 전력산업 레짐이 기존의 전력회사들이 발전해왔던 경로를 일부 수정하여 재공고화려는 시도를 봉쇄하면서, 새로운 전력레짐으로의 전환을 가능하게 해주었다. 뿐만 아니라 시민사회는 대안적인 에너지운동을 통해서 새로운 발전기술이 재발견되고 발전할 수 있는 niches를 만들어냈다. 재생에너지단체는 풍력터빈을 개발하려는 풀뿌리 혁신가와 기업들이 교류하고 정보와 경험을 나눌 수 있는 공간을 마련했을 뿐만 아니라, 정부가 풍력터빈 구매자들에게 보조금을 지급하여 초기 시장을 형성할 수 있도록 압력을 가했다. 또한 시민들은 개별적으로 혹은 협동조합을 통해서 풍력터빈을 소유하며 나아가 단체(DV)를 조직하여 기존의 전력회사들과 구매가격 및 송전망 비용 부담 협상을 벌이면서 풍력발전이 성장할 수 있는 제도적 기반과 풍력발전에 관한 긍정적인 정보를 제공하면서 사회적 지지를 확대해나갔다. 특히 15만 이상의 덴마크 가구가 DV의 회원으로 참여하고 있어서 의회에 효과적으로 정치적 압력을 가할 수 있었다.

그러나 에너지의 지역자립을 추구하던 대안적인 에너지운동의 이상적이고 낭만적인 흐름은 전력망에 연결하고 전력 판매를 통해서 경제적 이익을 얻는데 관심을 가진 DV 등과는 분리되어, 좀더 근본적인 비전을 추구하기 시작하였다. 1983년 풍력터빈의 재발전하면서 자체적인 개발과 실험에 나섰던 일군의 기술자와 활동가들은 에너지 지역자립을 위한 풍력발전 기술의 개발과 보급이라는 비전을 추구하면서 재생에너지

북서부 주틀랜드 민중센터(North WEst Jutland People's Centre for Renewable Energy: 이하 민중센터)를 설립하였다. 이들은 지역의 기술자들이나 기업들이 독자적으로 소규모 풍력터빈을 개발하여 실험보급하는 것을 장려지원하기 위해서 활동했다. 그런데 이들의 활동에 대해 이미 상당한 규모로 성장한 풍력터빈 기업들과도 긴장하고 있었다. 민중센터가 개발정리해서 배포했던 기술 책자에 실린 설계와 정보를 두고 풍력터빈 기업들이 자신들의 지적 재산을 도용한 것이라고 주장하면서 갈등을 빚기도 했다. 한편 이들이 추구하는 전력망으로부터 독립된 지역적 에너지 생산과 소비의 비전은 약점도 있었다. 즉 풍력발전의 간헐성 문제를 해결할 방안이 당시로서는 마땅치 않았던 것도 있었다(Jørgensen and Karnøe, 1995: 75).

## 나. 전환 기업들: 상향식 풀뿌리 혁신 가능성 그리고 산업레짐의 변화

농업 관련 기계제품을 제작하던 소규모 기업들이 오일쇼크 이후에 풍력터빈의 개발과 판매에 뛰어들면서, 덴마크의 전력사업 레짐을 바꾸는데 핵심적인 역할을 한 전환 기업들이 되었다. 오일쇼크 후 지배적인 전력회사들이 화석연료에 기반한 대규모 발전소를 건설운영해왔던 경로를 따라서 대규모 핵발전소를 건설하여 외부의 충격에 대응하려고 시도하였다. 한편 핵발전소 계획이 저항에 직면하자 정부와 일부 전력회사들은 풍력발전이라는 상이한 기술 궤적에 대한 관심도 되살려 냈다. 그러나 대규모 중앙집중화된 전력시스템에 부합할 수 있는 대규모 풍력터빈의 개발에 초점을 맞추었다. 대학과 항공사 등의 학문적 지식과 기술 역량을 활용하려고 했던 시도는 결국 성공하지 못했다. 반면에 전환 기업들은 장인적 전통을 따라서 소규모 풍력터빈으로부터 시작해서 조금씩 발전 용량이 키운 터빈을 개발하고 상업화했다. 결국 이들은 변화된 전력산업 레짐의 중요한 요소가 된 풍력터빈의 공급업자로 자리잡게 되었다. 이들의 성공은 대안적인 에너지운동을 추구하고 이에 공감했던 수많은 풀뿌리 행위자들의 기여에 힘입은 바가 컸다. 전환 기업들은 반핵운동 그리고 그들과 짝은 이론 대안적 에너지운동의 문제의식과 주장을 현실에서 구현하는 통로이자 매개체의 역할을 하였다.

풍력터빈 산업의 전환 기업들은 덴마크 전력산업 레짐에서 잊어졌던 풍력발전 기술을 재발견하여 상업화함으로써 레짐의 기능-인지적 요소를 다원화하는데 기여를 했다

는 점에서 중요성을 평가할 수 있다. 그러나 기존의 전력산업 레짐의 변화에 결정적인 역할을 한 주체로서 또 다른 전환 기업적 행위자인 개인과 협동조합 형식의 독립적인 풍력발전사자들과(이들을 대표하는 DV)을 빼놓을 수 없다. 이들은 1970년대의 오일 쇼크를 단지 에너지 부족으로만 고립적으로 이해하고 않고 당시에 부흥하던 환경운동과 반핵운동의 맥락에서 해석하면서, 석탄·천연가스 발전이나 핵발전에서만 대안을 찾는 것은 적절하지 않다고 생각했다. 또한 효율적으로 저렴하게 전력을 생산하여 안정적으로 공급하는 것에 초점을 맞추고 있는 중앙집중적 전력산업의 규범과 다르게, 환경오염의 저감, 지역공동체 정신의 회복, 협동조합운동의 활성화, 일자리의 창출 등과 같은 다른 환경·사회적 목표도 전력산업에 중요하다고 생각했다(Tranaes, 1997; van der Vlieten-Raven, 2006). DV를 비롯한 시민운동조직들은 정부의 에너지계획의 수립 과정에 적극적으로 개입하면서 자신들이 바람직하다고 생각하는 전력산업의 새로운 목표—온실가스 감축이나 풍력발전 확대 등—를 제도화하였다는 이러한 과정을 통해서 기존의 전력산업 레짐을 변화시키면서, 덴마크의 에너지전환을 추동해왔다.

#### 다. ‘창조적 파괴’ 그리고 ‘이탈 및 재정렬’의 전환경로: ‘하이브리드 레짐’의 탄생

오일 쇼크에 대한 덴마크 전력산업 그리고 정부의 대응 노선은 단일하지 않았고, 여러 대안들이 경쟁하고 있었다. 시민사회의 압력으로 정부는 1979년 풍력발전에 대한 적극적인 보조금제도를 마련하면서 풍력발전의 대안이 성장할 가능성을 열었지만, 기존 전력회사들은 핵발전소 건설 계획에 대한 마련을 버리지 못하고 있었다. 그러나 1985년에 결국 핵발전금지법이 통과되면서 상황은 급격하게 변화하였다. Kivimaa and Kern(2016)이 제시하는 ‘창조적 파괴’의 관점에 의하면, 니치의 창출과 지원을 통한 변화 요소의 ‘창조’도 중요하지만 이를 봉쇄하려는 기존 레짐(및 약간의 수정 구상)의 ‘파괴’도 사회기술시스템의 전환에 대단히 중요하다. 전환의 중심적인 요소가 되었던 풍력발전과 경쟁을 하면서 기존 레짐을 일부 수정하여 연장·공고화할 가능성이 높은 핵발전 발전 경로 초기에 이 구상을 파괴하면서, 기존 레짐을 변화시킬 수 있는 기회를 마련할 수 있었다. 즉, 덴마크의 풍력산업이 급격히 성장할 수 있는 구조가 마

련된 것이다. 실제로 1985년 핵발전금지법이 도입되기 이전이었던 1980-1984년의 5년 간 풍력발전 용량은 1980년 대비 385.7% 증가하였지만, 1984-1988년의 5년 간 풍력발전 용량은 1984년 대비 무려 725.9% 증가하였다(Heymann, 1998: table 1). 이를 통해 창조적 요소(예를 들어, 풍력터빈 구매에 대한 정부보조금 지급)뿐만 아니라 파괴적 요소(핵발전금지법)의 역할 역시 매우 중요하다는 점을 발견할 수 있다.

한편 지배적인 전력회사는 구상하였던 핵발전소 건설 계획이 봉쇄되면서 그 경쟁적 기술이었던 풍력발전을 자신들의 전력산업 레짐 안으로 본격적으로 수용해야 하는 과제에 직면하게 되었다. 덴마크 정부와 전력회사들은 1986년 100MW 규모의 풍력터빈을 설치하기로 협약을 맺으면서 그 과제에 대응하기 시작하면서, 풍력산업에 대한 주도권을 찾아갔다. 이 과정에서 대안적 에너지운동이 가지고 있었던 보다 분산/분권화된 에너지 지역자립의 구상은 주변부로 밀려났고, 점차 규모가 커지는 풍력터빈을 중앙집중화된 전력망을 연결되어 기존의 전력회사들의 통제 하에 두려는 구상이 현실화되어 갔다. 여기에 풍력터빈을 소유하고 발전하던 개인이나 협동조합들은 DV(그리고 FDV)를 통해서 전력회사들과 협상을 벌여 나가는 과정을 통해 전력산업 레짐의 일부로 자리잡게 되었다. 또한 풍력터빈 제조기업들도 개인이나 협동조합 이외에 전력기업들이 추진하는 대규모 해상풍력 단지 등에 풍력터빈을 납품하는 한편, 협회를 결성하여 관련 정책 의견을 제시하는 등의 과정을 통해서 전력산업 레짐의 일부가 되었다. 이러한 모습은 전환연구자(Geels and Schot, 2007)가 제시하는 다양한 전환경로 유형 중에서 이탈 및 재정렬(de-alignment and re-alignment)<sup>18)</sup>에 해당하는 것을 분석할 수 있다. 그리고 상호 배제적인 것으로 보이던 중앙집중적 전력시스템과 분산적인 발전기술이 결합하는 ‘하이브리드 레짐’의 탄생을 의미하는 것이기도 하다(van der Vlieten, 2006: 3744-3766; Heymann, 1999: 130-131).

18) 이탈 및 재정렬의 전환경로 유형은 다음과 같이 설명된다: “제반환경 수준에서 큰 변화가 갑자기, 다양하게 찾아오면 기존의 레짐에 참여하는 행위자들은 신뢰를 상실하고 기존 레짐에서 하게 된다. 만약, 충분히 발달한 니치가 없다면 복수의 니치들이 경합하게 될 것이고 마침내 새로운 지배적 설계가 선택되면 새로운 레짐을 형성하게 될 것이다”(김병윤, 2008: 11).

## 제5절 결론

### 1. 분석틀의 평가

Penna and Geels(2015)이 제안한 변증법적 이슈생애주기 모델의 5단계는 정치 사회적 그리고 경제적 환경으로부터의 압력에 대해서 기존 레짐의 지배적인 기업의 전략적 대응을 묘사하고 있다. 그러나 여기서 수정제한한 ‘확정된 변증법적 이슈생애주기 모델’은 경제적 환경 압력에 대한 묘사 중에서 간혹 등장하는 ‘레짐 외부자’을 ‘전환 기업’으로 적극적으로 포착하고 이들의 전략적 대응을 분석할 수 있는 틀을 제시하였다. 그러나 이론적 수준에서 이루어진 잠정적인 추론이기 때문에 구체적인 사례 분석을 통해서 검토할 필요가 있다고 밝힌 바 있다. 이와 관련하여 몇 가지 중요한 쟁점에 대해서 토론해보자.

첫째 외부환경의 변화를 무시하는 기존 산업과 이를 새로운 사업적 기회로 예민하게 포착하는 전환 기업을 대별시키는 것은 적절한 제안이라고 여겨진다. 특히 전환 기업들은 지속가능성 전환연구에서 강조되는 니치를 변증법적 이슈생애주기 모델 안에 반영하였다는 점과 사회운동의 압력을 산업작경제적 기제로 해석하고 구현하는 매개를 구체적으로 설정했다는 점에서 그렇다. 둘째, 변증법적 이슈생애주기 모델의 4, 5단계에서 산업레짐의 전환을 사회정치적 그리고 경제적 환경의 압력에 대한 기존산업의 지배적 기업의 전략적 대응의 관계만 아니라 지배적 기업과 전환 기업 사이의 상호 작용도 분석에 포함시키면서, 산업레짐의 변화 과정을 보다 역동적으로 분석할 수 있는 잠재력을 보여주었다. 또한 산업레짐의 변화 속성 혹은 “전환경로”(김병운, 2008; Geels and Schot, 2007)을 분석할 가능성을 보여준다. 즉 기존 산업레짐의 지배적 행위자가 외부 환경의 변화에 대응한 전략적 대응을 추진하다가 이것이 봉쇄(파괴)된 후, 전환 기업의 기술적·사업적 혁신을 수용하여 ‘하이브리드 레짐’을 창출하는 변화를 분석해낼 수 있었다. 셋째, 사회운동과 산업/기업들과 맺는 복합적인 관계를 분석할 수 있었다. 사회운동은 단순히 기존 산업의 지배적 기업들에 대한 문제제기와 항의 그리고 정부·의회에 대한 로비압력 등을 가하는 전략만을 구사하는 것이 아니라, 자신(의 일부가) 스스로 전환 기업(적 행위자)이 되거나 전환 기업들을 적극적으로

연계하고 지원하면서 혁신과 전환실험에 직접 참여할 수 있다는 점을 보여주었다. 한편 전환 기업이 지배적인 산업레짐의 일부로 자리 잡으면서 그 관계가 변화할 수 있다는 점도 분석할 수 있었다. 이러한 쟁점들을 고려해서, Penna and Geels(앞의 글)이 제시한 각 단계의 묘사(제목)를 아래와 같이 수정해보았다.

**<표 2-3> 확장된 변증법적 이슈생애주기 모델 5단계의 덴마크 풍력사업 사례 분석을 통한 제목 수정**

구분	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계
Penna & Geels (2015)	문제 발생과 산업의 무시	대중 관심 증대와 산업의 방어적 대응	정치적 논쟁과 소극적 대비	정책의 구상과 실행, 산업의 전략다각화	경제적 파급효과와 산업의 전략 전환
본 연구	문제 발생과 지배적 산업의 무시와 니치의 탄생	외부 거시환경의 변화, 기존 산업의 대응 전략, 시민사회의 비판, 그리고 전환 기업의 등장	정치적 논쟁과 기존 산업의 대응 전략의 다각화와 견제 그리고 전환 기업의 제도화	기존 산업의 정부 결정 순응과 전환 기업과의 협상 및 주도권 경합, 전환 기업의 기술역량 강점 활용	기존 산업과 전환 기업의 협상과 협력 그리고 하이브리드 레짐의 구성

자료: 저자작성

## 2. 한국에 대한 실천적 함의

한국의 전력산업은 중앙집권화된 중앙정부와 한전이라는 공기업에 의해서 지배되며 석탄화력발전과 핵발전 기술을 중심으로 하는 전력산업 레짐을 형성·발전해오고 있다. 한국도 전세계적인 오일쇼크의 영향을 받아서 풍력을 비롯하여 재생에너지를 이용하려는 시도가 없었던 것은 아니지만, 1978년 고리 1호기 핵발전소가 성공적으로 건설운영을 시작하면서 경쟁적인 다른 발전 기술의 성장은 사실상 봉쇄된 채에 전력산업 레짐의 주변부로 밀려나 있었다(홍덕화, 2016; 박진희, 2008). 2000년대에 들어서 기후변화협약 그리고 녹색성장 정책 등을 통해서 풍력을 비롯한 재생에너지 산업의 발전을 지원할 수 있는 정부 정책이 새롭게 마련되면서 일부 활력을 띠기 시작했다. 그러나 제 6, 7차 전력수급기본계획과 제 4차 신재생에너지 기본계획이 보여주듯이(지식경제부, 2013; 산업통상자원부, 2014, 2015), 석탄발전과 핵발전이 지배적인

기술의 위치를 계속 차지하고 있으며 풍력을 비롯한 재생에너지는 현재까지 주변적 기술의 위치를 벗어나지 못하고 있는 상황이다.

한편 한국의 풍력산업은 시민사회와 연계 없이 관련 학계와 몇몇 기업에 의해서 추진되어 왔다. 2000년대에 들어서면서부터 본격적으로 활동하기 시작한 한국의 풍력 터빈 제조업체의 일부는 교량 제조업과 같이 전력산업 레짐 밖에 있었다가 진입한 전환 기업(유니슨 및 효성)으로 여겨질 수 있지만, 상대적으로 늦게 진입한 몇몇 기업(두산중공업, 현대중공업 등)은 기존의 전력레짐 하에서 발전설비(증기터빈 등)를 만들던 기업이 사업 영역을 일부 확장한 것이었다. 후자의 기업들은 풍력산업의 활력을 열어 줄 것이라고 구상하였던 대규모 해상풍력 단지의 건설 계획의 지연 등으로 인해서 의욕을 잃으면서 사업부서를 폐지하는 등 점차 퇴각하고 있다. 또한 시민사회의 지지가 충분하지 않은 상태에서 이루어진 여러 지역에서 육상풍력 단지 개발 사업은 지역 주민들의 저항에 직면하면서 어려움에 직면하고 있다. 그리고 여전히 재생에너지 이용 확대에 주춤거리는 전력산업의 핵심적인 기업인 한전 등은 풍력발전 등의 재생에너지 발전원의 송전망 연결에 대해서 소극적인 자세를 보이면서, 분산적인 발전기술을 전력산업 레짐 안으로 수용하면서 레짐의 변화를 모색하는 것을 주저해왔다.

최근 새로운 정부가 들어서면서 핵발전과 석탄화력발전 중심의 전력 시스템의 변화를 예고하고 있다. 핵위험을 줄이고 온실가스와 미세먼지 배출을 줄이기 위해서 이들 대규모 중앙집중식인 발전설비를 단계적으로 줄이고 분산적 속성을 가진 LNG 열병합 그리고 태양광과 풍력 등의 재생에너지 발전원을 확대시키겠다는 구상을 제시하고 있다. 이러한 정책은 이전 정부들이 핵발전과 석탄화력발전 설비량을 계속 확대하면서 주변적 지위에서 재생에너지 설비량을 소극적으로 확대하려고 했던 것들과 대비된다. 덴마크 사례가 보여주었던 것처럼, 기존의 전력시스템을 연장강화하는 기술 경로를 단절파괴하면서 새로운 기술 경로를 창조·지원하는 ‘창조적 파괴’를 시도하는 본격적인 계기가 될 수 있다. 정부는 에너지전환을 위해서 이러한 ‘창조적 파괴’ 접근을 체계적이고 일관되게 유지하는 것이 필요하다.

한편 한국 에너지전환에 대한 시민사회의 관심과 역량을 전력산업 레짐의 전환 과정에 활용하는 방안을 강구할 필요가 있다. 이와 관련하여 시민사회와 지자체의 혁신에 주목해보자. 첫째, 한국에서도 싹트고 성장하고 있는 에너지협동조합을 전환 기업

으로 성장시킬 방안을 찾는 것이다. 에너지협동조합은 에너지전환을 위한 전략적 니치이자 그 전환을 위해서 필요한 능동적인 에너지 시티즌십을 형성하고 발현하는 공간으로 평가받고 있다. 2011년 후쿠시마 핵사고 이후에 재활성화된 탈핵운동의 영향을 받으며 직접 재생에너지 생산자가 되고자 하는 능동적인 시민들이 전국 각지에서 100여 개의 에너지협동조합이 결성발전하고 있다(이정팔·한재각, 2014; 한재각, 2014; 손은숙, 2016). 둘째, 제주도에서 이루어지고 있는 혁신인 '풍력자원 공유화'과 지역에너지공사 실험을 활용하는 것이다. 제주도에 일어난 풍력단지 개발을 둘러싼 풍력업체와 지역주민들의 갈등 과정에서 나타난 풍력자원 공유화이라는 개념적 혁신은 풍력자원 활용에 따른 이익을 공유하면서 지역주민들의 수용성을 높일 수 있는 방안으로 제시되었다. 또한 이를 구체적으로 실현하기 위한 제도적·조직적 혁신인 제주 에너지공사는 풍력 개발의 공공성과 능동성 그리고 유연성을 보장할 수 있는 방안으로 간주되고 있다(김동주, 2017; 이정팔·한재각·조보영, 2015: 64-72)

### 3. 후속 과제

덴마크 풍력산업의 성장을 분석하는데 있어서, 이 연구는 충분히 검토하지 못했던 여러 문제를 남겨두고 있다. 예를 들어 지역분산적인 열병합발전 기술의 성장, 1980년대에 발견된 덴마크의 천연가스 자원의 영향, 스웨덴을 비롯한 인근 국가들과의 다양한 상호작용(스웨덴 핵발전소 건설 계획에 대한 덴마크의 반대운동과 그것이 국내 정치에 미친 효과, 주변국의 수력발전으로부터 전력 공급과 그것을 가능하게 하는 전력망 및 국제 전력 시장 등), 그리고 덴마크 풍력터빈 기업들의 성장에 있어서의 세계 시장의 역할 등에 대해서는 추가적으로 보다 심도 깊은 분석이 필요하다. 한편 여러 선행연구들(인용)이 시도한 것과 같이, 삼중배태 모델과 변증법적 이슈생애주기 모델을 통해서 덴마크 풍력산업의 성장을 다른 국가들과 비교하는 작업이 필요할 것이다. 이를 통해서 삼중배태 모델과 이 논문에서 제시한 확장된 변증법적 이슈생애주기 접근의 타당성을 점검하고 보다 진전된 분석틀을 제시할 수 있으리라 기대하기 때문이다. 또한 무엇보다도 삼중배태 모델과 확장된 변증법적 이슈생애주기 모델을 한국의 풍력발전을 포함하여 재생에너지 산업의 현황을 분석하기 위해서 본격적으로 적용해 보는 과제가 남아 있다.

## | 제3장 | 시스템 전환을 위한 지속가능한 산업혁신: 한국 태양광발전사업 사례

### 제1절 서론

국내에서 태양에너지를 이용한 열과 전기 생산 기술개발의 역사는 1970년대로 거슬러 올라간다. 40여 년의 역사를 갖고 있으나, 2015년 기준 국내 재생에너지 발전 비중(1.4%)은 OECD 회원국 평균(9.2%)과 비교해 훨씬 낮은 수준이다(한국에너지공단 신재생에너지센터, 2016a). 그럼에도 불구하고 최근 태양광을 중심으로 재생가능 에너지가 확산되고 있다. 2015년 기준, 신재생에너지 생산량은 13,293천toe로 1차 에너지 287,479천toe 대비 4.62%를 차지했다. 신재생에너지원별 생산량 중 태양광은 6.4%로, 폐기물(63.5%)과 바이오(20.8%)보다는 낮고, 수력(3.4%)과 풍력(2.1%)보다는 높은 비중을 보였다.<sup>19)</sup> 이와 같은 재생에너지의 양적 성장은 에너지를 둘러싼 사회시스템과 공진화하고 있다. 한편으로는 기후변화와 고압 송전탑 갈등, 미세먼지, 방사능 위험에 대한 사회적 관심이 증가하면서, 에너지 전환의 필요성에 대한 정치적 합의가 형성되고 있다. 다른 한편으로는 ‘지속가능한 발전’과 ‘저탄소 녹색성장’과 같이 환경보호와 함께 환경녹색산업의 창출 및 활성화를 위한 정책들이 추진되었으며, ‘에너지 신산업’과 ‘에너지 4.0’ 등 에너지 기술의 융복합이라는 새로운 패러다임이 강조되고 있다. 이렇듯 재생에너지는 기술적, 경제적, 정치적, 사회적 측면의 다양한 요소들과 직간접적인 상호작용 과정에서 발전하고 있음을 알 수 있다.

국내 에너지 사회기술시스템에 대한 전환연구가 각광을 받고 있지만, 아직까지 태양광을 비롯한 재생에너지 (발전)사업을 체계적으로 접근하는 연구는 찾아보기 힘들다. 재생에너지 산업 및 기술의 해외 의존성 연구(진상현·임미영, 2007), 재생에너지 대중소기업 공생발전을 위한 산업생태계 연구(장윤종 외, 2012), 그리고 재생에너지

19) 신재생에너지는 재생에너지(태양열, 태양광, 풍력, 수력, 해양, 지열, 수열, 바이오, 폐기물)와 신에너지(연료전지, IGCC)로 구분된다. 이 글은 재생에너지 중 태양광 발전에 초점을 둔다.

중소기업 지원방안 연구(이강준이정필, 2015)는 시스템적 접근이라기보다 산업과 기술 분야의 정책만을 제한적으로 다루고 있다. 다른 한편 전환이론을 활용한 선행 연구들은 주로 재생에너지로의 에너지시스템 전환을 위한 정책과 법·제도·조직 연구(김희정 외, 2013; 최승국최근희, 2016; 강지운이태동, 2016)와 에너지협동조합 등 사회운동론 성격의 에너지 전환 연구(이정필·한재각, 2014; 박종문·윤순진, 2016; 안정배·이태동, 2016)가 활성화되어 있는 편이다. 또한 연료전지 자동차(박상욱, 2013), 해상 풍력(김봉균 외, 2014)과 스마트 그리드(이영석·김병근, 2014)를 다루는 연구들도 전환연구의 관점을 활용하고 있지만, 에너지전환 과정에서 발생할 수 있는 사회적 갈등과 주민 수용성 문제를 다루는 데 관심을 두고 있다. 그리고 녹색경제일자리를 향한 정의로운 전환(just transition) 주장은 재생에너지 산업과 전환 전략에 대한 담론과 정책을 제시하고 있다는 점(김현우, 2014)에서 태양광 산업혁신과 밀접하게 관련되지만, 분석적 틀이라기보다는 처방적 의미로 수용되고 있다.

이런 배경에서 이 글은 화석에너지와 핵에너지 중심의 경성에너지시스템(hard energy system)에서 재생에너지 중심의 연성에너지시스템(soft energy system)으로의 전환(Lovins, 1979)을 염두에 두고, 이미 고착된 지배적인 전력산업 레짐에서 '태양광산업'이 어떻게 출현·성장하여 하위 레짐을 형성하고 있는지에 대해 산업혁신의 관점에서 분석하고자 한다. 태양광산업은 제조, 개발, 시공, 관리, 발전과 판매 등 다양한 분야로 이루어지는데, 이 글은 '태양광발전사업'을 분석 대상으로 삼아 기존의 한국전력공사(송배전과 판매 분야)와 발전자회사·민간발전사(발전 분야) 중심의 전력산업 레짐과의 관계 변화를 추적한다. 본문에서는 태양광발전사업의 혁신 동학을 분석할 수 있는 이론틀을 검토하고 글의 취지에 맞게 변형하여 적용한다(2장). 다음으로 전력산업 레짐의 형성 과정을 개괄하고 태양광발전사업의 특징과 현황을 검토하며(3장), 본격적으로 태양광발전사업의 혁신 동학을 단계적으로 분석한다(4장). 끝으로 결론에서는 에너지전환의 관점에서 태양광발전사업의 혁신과 발전을 위한 정책적 시사점을 도출하고, 이와 함께 태양광발전사업의 사례연구를 통해 발견한 산업혁신론의 이론적 함의를 정리하고 후속 연구과제를 제안한다(5장).

## 제2절 태양광발전사업 분석을 위한 이론적 논의

### 1. 산업혁신 분석틀: 삼중배태 모델과 변증법적 이슈생애주기 모델

전환연구는 지속가능성 전환을 가능하게 하는 시장을 발전시키는 데 있어 기업과 산업의 역할에 대해 탐색해왔다(STRN, 2010; 황혜란·송위진, 2014). 이 과정에서 다음과 같이 다양한 연구 주제와 질문들을 제기해왔다. 기존 기업들은 왜 그리고 어떻게 니치 혁신에 관심을 갖게 되고 자신들의 전략을 재조정하게 되는가? 기업들은 어떤 방식과 과정을 통해 니치 혁신 발전에 착수하는가? 산업은 어떤 식으로 자신을 둘러싼 정치적, 문화적 환경과 관계를 맺는가? 산업은 어떻게 혁신 실천을 표준화하여 산업레짐에 기여하는가? 기업과 다른 행위자들은 제도적 환경을 어떻게 전략적으로 형성하고, 이 과정에서 네트워크는 어떤 기능을 하는가? 혁신과 전환 과정에서 서로 다른 행위자들은 각자 어떤 역할을 수행하는가? 이런 다양한 질문들을 제기하면서 기업과 산업의 지속가능성 전환을 대상으로 하는 연구는 전환연구의 다층적 관점(Multi-Level Perspective)을 보다 풍부하게 만들 것으로 기대한다(STRN, 2010: 15).

기업과 산업이 갖고 있는 각종 경제적, 기술적, 인적 자원(자본, 기술, 생산시설 등)은 지속가능성 전환을 자극할 수도 있지만, 반대로 전환을 억제하는 데도 활용될 수 있기 때문에, 전환에서 기업과 산업과 관련 행위자들은 중요한 역할을 하는 것으로 여겨진다. 새로운 기업이 출현하여 니치 혁신을 발전시키면, 결과적으로 기존 기업들이 쇠퇴하거나 소멸될 수 있다. 그러나 전환 과정에서 기존 기업과 신생 기업 간의 경합과 공존의 동학에 주목할 필요도 있다. 기존 산업레짐, 특히 에너지, 식품 같은 산업 분야의 산업 행위자들은 전문적인 제조 능력, 대규모 테스트 경험, 분배망과 서비스망의 접근성, 보완적 기술과 같은 ‘보완적 자산’을 보유하고 있어 니치 행위자들에 비해 산업적 우위를 점한다(Teece, 1986; STRN, 2010: 14 재인용.). 따라서 니치 행위자들은 높은 진입 장벽을 겪게 되거나, 니치 혁신의 개발확대에 유용한 보완적 자산에 접근하기 위해 레짐 행위자들과 협력할 필요가 있는 것이다. 이런 점에서 니치

행위자들과 레짐 행위자들 간에 발생하는 혁신 동학에 관한 연구가 중요해진다. 또한 혁신 기업 등의 행위자들이 새로운 표준과 가치를 창출하거나, 자신들을 지원하는 제도적 환경을 형성하고자 할 때, 이들이 어떻게 실천하는지에 대해서도 관심을 둘 필요가 있다(STRN, 2010: 14).

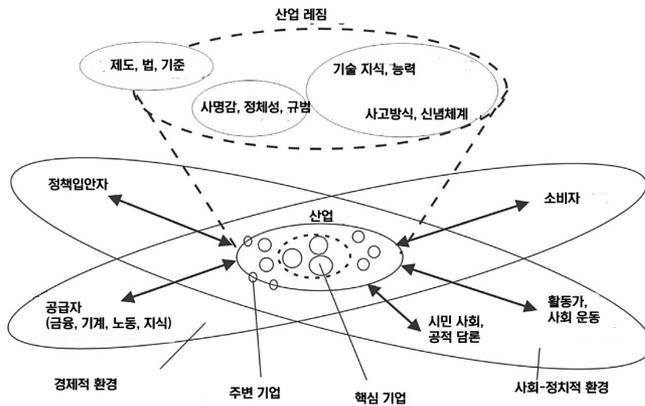
이 글에서 산업혁신 분석들은 Geels(2014)의 삼중배태 모델과 Penna and Geels(2015)의 변증법적 이슈생애주기 모델을 주로 활용한다. Geels 등 혁신연구자들은 산업혁신의 다층적 측면을 종합적으로 파악하기 위해, 특히 산업과 기업이 외부 환경과 공진화하는 과정을 설명하기 위한 분석들을 연구해왔다. 최근 연구 성과물로는 영국 석탄산업 레짐의 불안정화(1913~1967년)를 연구한 Turnheim and Geels(2013), 삼중배태 모델을 정교하게 제시한 Geels(2014), 그리고 변증법적 이슈생애주기 모델을 통해 미국 자동차산업 재편의 역사(1979~2012)를 설명한 Penna and Geels(2015)를 들 수 있다. 아래에서는 삼중배태 모델에 대해서는 Geels(2014)를, 변증법적 이슈생애주기 모델에 대해서는 Penna and Geels(2015)를 중심으로 산업혁신 분석들의 주요 개념과 논리를 검토한다.

Geels(2014: 266-274)는 산업혁신을 ①산업레짐, ②경제적 환경(압력)과 ③사회·정치적 환경(압력)이 상호 배태되어 있는 관계망 속에 있는 산업-속-기업들(firms-in-industry)의 전략적 대응의 동학으로 분석한다. 여기서 산업-속-기업들과 외부 환경에 속한 집단들 간의 상호작용은 수평적 배태성으로 간주되는 반면, 기업들과 산업레짐 간의 상호작용은 수직적 배태성으로 간주된다(그림 1] 참조).

산업레짐은 개별 기업들의 동질화를 유지할 수 있는 기술적, 인지적, 규범적, 정책적 구성요소를 갖는 잠김(lock-in) 메커니즘으로 인해 안정적인 경로의존성(path dependence)을 보인다. 그러나 환경 변화라는 외부 압력과 다양한 집단들과의 상호작용을 통해, 그리고 핵심 기업과 주변 기업 등 산업레짐 내부에서 존재하는 다양성과 권력의 차이 때문에 발생하게 되는 산업-속-기업들의 상이한 반응(선택 혹은 적응)으로 인해 일부 기업이 산업레짐으로부터 이탈하거나 산업레짐 자체가 불안정해질 가능성을 배제할 수 없다. 외부 환경에 대한 기업의 전략적 대응, 나아가 재정향 및 레짐 전환의 동학에서 기업들의 대응은 외향적 대응 전략(externally-oriented strategy)

과 내향적 대응 전략(internally-oriented strategy)으로 구분된다. 외향적 대응 전략은 외부 환경에서 좋은 위치를 차지하거나 외부 환경에 개입하여 환경 자체를 변화시키려는 목적을 갖고 있으며(그림 1]의 수평적 화살표), 내향적 대응 전략은 외부 환경의 압력에 적응하고자 산업레짐의 핵심 구성요소들을 변화시키기 위해 선택된다(그림 3-1]의 수직적 점선).

[그림 3-1] 삼중배태 모델



자료: Geels(2014: 266)

Turnheim and Geels(2013: 1030-1033)는 영국 석탄산업 레짐의 변화 과정에서 나타난 환경 압력과 대응 전략의 관계를 역사적으로 접근한 바 있다. Penna and Geels(2015) 역시 단계적 구분을 통한 통시적 접근을 시도하는데, 사회문제의 동학(the dynamics of a societal problem)을 개념화하기 위해 이슈생애주기들을 활용한다. 특히 ‘문제의 흐름(압력)’과 ‘해결의 흐름(대응)’ 간의 갈등, 긴장, 투쟁이라는 ‘변증법적(dialectic)’ 성격이 강조된다. 변증법적 이슈생애주기 모델은 삼중배태 모델의 분석 구조를 전제로 하여, ①사회 문제와 이와 관련된 압력의 동학(사회·정치적 압력, 경제적 압력)과 ②기존 기업의 해결과 전략의 동학(사회·문화·정치적 전략, 기술과 혁신전략)이 장기간 전개되는 상호작용의 공진화 단계를 이론적으로 제공한다.

변증법적 이슈생애주기 모델에서 제시된 5단계는 순차적으로 전개된다고 상정되는

데, ①문제 발생과 산업의 무시, ②대중 관심 증대와 산업의 방어적 대응, ③정치적 논쟁과 소극적 대비, ④정책의 구상과 실행, 산업의 전략 다각화, ⑤경제적 파급효과와 산업의 전략 전환으로 구체화된다. 기존 기업은 1~3단계에서는 산업레짐에 고착되어 변화를 거부하거나 소극적 대응을 취하고, 4~5단계에서 급진적 혁신을 추구하는 것으로 간주된다. 또한 1~3단계에서는 이슈생애주기가 주로 사회·정치적 동원과 방어를 중심으로 전개되는 반면, 4~5단계에서 사회문제가 경제적 환경에 영향을 미치게 되면서 새로운 동학으로 발전하게 된다. 따라서 4단계에서는 경제적 조건을 바꿀 수 있는 조치들(조세, 규제, 기준, 보조금, 투자 등)이 검토·실행되어서 정부와 산업 간의 갈등이 초래되기도 한다. 다음 5단계에서는 대중의 인식 변화나 공공정책의 변화로 인해 대중의 소비 행태에 영향을 미치게 되어서 급진적 신기술에 대한 시장 수요가 창출된다. 이렇듯 사회 문제에 대한 기업들의 관심은 관련 정책의 변화와 소비 행동의 변화가 경제적 환경에 영향을 미치는 4~5단계에 집중된다. 결과적으로 5단계에서는 법제도와 기술 지식능력이라는 산업레짐의 구성요소도 변화하지만, 더 근본적으로는 사명감과 신념체계도 변화하는 산업레짐의 재정향이 발생한다.

## 2. 태양광발전사업 분석을 위한 삼중배태 모델과 변증법적 이슈생애주기 변형 적용

국내 태양광발전사업의 출현과 성장의 동학을 산업혁신의 관점에서 분석하기 위해서 삼중배태 모델과 변증법적 이슈생애주기 모델을 적극적으로 적용할 필요가 있다. 그러나 태양광발전사업의 산업혁신을 분석하기 위해서는 삼중배태 모델과 변증법적 이슈생애주기의 이론적 모델의 전제를 보완하고 모델의 세부 내용에 대한 부분적인 변형이 불가피하다.

첫째, Geels(2014)의 삼중배태 모델은 자본주의와 민주주의 모델의 다양성과 같은 정치경제적 맥락을 크게 고려하지 않는다. 에너지시스템은 에너지원의 구성뿐만 아니라 중앙집중 집권과 지역분산 지역분권의 수준, 에너지 시설의 소유·운영·관리에 대한 정부와 시장의 역할 및 시민사회·사회적경제의 참여 정도 등에 따라 차이가 나기 때문에, 전력산업 레짐을 둘러싼 구조적 측면에 대한 검토가 선행되어야 한다. 이런 점에

서 국내 전력산업 레짐이 발전주의라는 정치경제 모델 속에서 형성·성장해왔다는 점, 신자유주의의 영향을 받아 추진된 전력산업구조개편을 통해서 기업 분할경쟁 및 민영화(시장형 공기업)되고 있다는 점, 그리고 최근에는 재생에너지가 확대되는 에너지전환의 초기 단계에서 전력산업의 자유화 및 개방화의 경제적·사회적 요구가 증가하고 있다는 점을 고려해야 한다(김현우·한재각·이정필, 2016; 홍덕화, 2017). 이런 보완 작업은 산업-속-기업들이 산업레짐과 맺는 수직적 배태성, 그리고 외부 환경과 관계 맺는 수평적 배태성의 시스템적 속성을 조망하는 데 유용할 것이다. 특히 Foxon(2013)이 제시하는, 정부-시장-시민사회가 참여하는 행동 공간(action space)의 거버넌스 배열(governance arrangement) 차이에 따른 에너지전환 경로의 유형화는 태양광발전사업 산업혁신을 통한 전력산업 레짐의 전환에 필요한 ‘협력적 거버넌스’의 필요성을 제기하기 때문에, 수직적·수평적 배태성을 종합적으로 검토하는 데 유용하다. 이를 통해 전력산업 레짐과 태양광발전사업에 대한 ‘시장 논리’와 ‘정부 논리’ 그리고 ‘시민사회 논리’의 경합과 타협의 동학을 명확하게 드러낼 수 있다.

둘째, 국내에서 태양광 등 재생에너지는 아직까지 ‘대체에너지’라기보다는 ‘보조에너지’의 위상을 갖고 있지만, 국가에너지기본계획과 전력수급기본계획을 통해 ‘정책성 전원’으로 관리될 정도로 정부 정책이 중요한 영향을 미친다. 태양광 발전이 초기단계인 점을 감안하면, 보조금 지원사업과 시장 메커니즘 도입과 같은 정책을 통해 정부가 게임 체인저(game changer)의 역할을 수행하는 것은 당연하다고 볼 수 있다. 이런 점에서 태양광발전사업의 초기 단계에 중요하게 작용하는 정부 정책(의 조합과 그 변화)에 대해서는 Kivimaa and Kern(2016)의 ‘창조적 혁신정책’과 ‘파괴적 혁신정책’의 구분을 통해 태양광발전사업의 니치 형성과 레짐 변화에 미치는 영향을 설명할 수 있다. 창조적 혁신정책은 각종 지원 방식과 유인 수단을 통해 니치를 형성하는 기능(creation functions)을 한다. 창조적 혁신정책은 ① 지식의 형성·발전·확산(연구·지식·정보의 지원·유인), ② 시장 니치 구축·시장 형성(거래·조달의 지원·유인, 니치·시장), ③ 가격·성능 향상(경쟁력 확보), ④ 기업가적 실험(불확실성 축소), ⑤ 자원 동원(재정적·인적), ⑥ 사회적 지지와 정당성(공유·비전·기대), ⑦ 방향 탐색(유인·압력) 등으로 구성된다. 반면 파괴적 혁신정책은 장벽 제거 방식과 규제 수단을 통해 레짐을 불안정하게 만드는 기능(destruction functions)을 한다. 파괴적 혁신은 ① 통제 정책(규제),

② 레짐 규칙의 변화(법률), ③ 레짐의 지배적 기술 지원 축소(보조), ④ 사회적 네트워크 변화핵심 행위자들의 교체(조직) 등을 통해 이루어진다.

셋째, 압력-대응 동학의 복잡성과 불확실성으로 인해 산업혁신의 공진화 단계에 변증법적 이슈생애주기 모델의 이론적 구상을 그대로 적용하기보다는 모델을 유연하게 변형할 필요가 있다. Penna and Geels(2015)는 사회문제 관련 압력이 선형적으로 증가될 것이라고 가정하지 않고, 때에 따라서는 약화되는 등 훨씬 복잡한 패턴이 나타날 수 있다고 주장한 바 있다. 선택할 수 있는 혁신 기술들이 다양하게 출현하고 최선의 기술이 무엇인지에 대한 논의가 지속될수록 혁신 단계(4~5단계) 진입은 지연될 수 있으며, 주로 1~2단계에서 기업과 산업의 사회적 평판 제고, 여론 형성, 정치적 목적을 위하여 구사하는 상징적(symbolic) 전략과 3~5단계에서 시도되는 기술혁신과 같은 실질적(substantive) 전략 간의 구별이 중요하다는 점을 인정한다. 또한 외부 환경이 기후변화와 같은 단일 이슈에 국한되지 않으며, 에너지 안보와 에너지 요금 등의 다양한 문제 흐름(multiple problem streams)과 상호 연결되기 때문에, 외부 환경과의 상호작용 과정에서 서로 교차하는 이슈들을 동시에 고려할 필요성도 제기한다(위의 글, 1031-1033). 그리고 이들은 미국 자동차 산업의 혁신 동학을 추적하면서 스스로 평가하듯이, 외부 압력의 기복과 다양한 기술적 해결의 경쟁으로 인해 현실은 더 복잡하고 불확실하기 때문에, '변증법적 이슈생애주기 이념형'의 단계 구분을 통한 현실 분석은 완벽할 수는 없다고 주장하며 현실 세계의 분석과 사례연구를 통해서 변증법적 이슈생애주기 모델을 발전시켜야 한다고 제안한다. 또한 기업의 상징적 전략과 실질적 전략도 변증법적 이슈생애주기 모델에서 가정하듯이 단선적으로 나타나지 않을 수 있다 본다(위의 글, 1044-1047).

넷째, 지속가능한 산업으로의 전환은 다양한 경로로 나타날 수 있는데, 신규 기업이 기존 기업을 대체할 수 있고, 기존 기업 자체가 전면적 혹은 부분적으로 변화할 수도 있으며, 기존 기업과 신규 기업이 상호 협력을 통해 새로운 분야를 개척할 수도 있다. 변증법적 이슈생애주기 모델은 기존 산업레짐과 이 레짐에 속한 기존 산업-속 기업들(특히 지배적 기업들)의 전략적 대응에 초점을 맞추기 때문에, 레짐 외부 행위자들(relative regime outsiders)은 경제적 압력에 위치하는 것으로 모델을 설계한다. 여기서 말하는 레짐 외부 행위자들은 해외기업, 공급자, 신규 기업들을 의미하는데, 기

술적 해결책 개발에 착수하고(2단계), 그 결과 기존 산업-속-기업들이 소극적 대비에 나서도록 자극을 주며(3단계), 윤리적 소비자를 대상으로 시장을 발전시키지만(4단계), 이들 외부 혹은 신규 행위자들은 기존 산업-속-기업들과 현행 산업레짐에 보조적 주체로 상정된다(Penna and Geels, 2015: 1031). 그러나 이 행위자들은 경제적 환경에서 압력을 행사하는 레짐 외부의 행위자면서, 동시에 기성 레짐에 진입하여 일정한 균열을 낼 수 있는 신규 혹은 주변 기업 형태를 취하는 니치로서 작용한다고 규정하는 것이 타당하다. 특히, 산업레짐이 지속가능한 산업혁신에 소극적이거나 보수적인 전략을 고수하고 있는 경우에는, 이 외부 행위자들에 대해 전환의 주체로서 그 의미를 강조할 필요가 있다. 이런 기업을 전환 지향적 기업(transition-oriented firms)이라 칭하는데, “환경성·사회성·경제성을 동시에 고려하면서 새로운 비즈니스 모델을 도입하고 새로운 니치를 형성하면서 시스템 전환에 기여”하는 기업으로 규정된다(황혜란 송위진, 2014: 1). 이 기업들은 기술적, 인지적, 조직적, 경제적, 재정적 차원에서 발생하는 여러 장애요인에 직면하게 되지만, 전환의 비전을 형성하고 이 비전을 다양한 주체들과 공유하는 공진화 과정을 거치고 공동의 학습과 해결방안을 추구하는 거버넌스를 통해 개별 기업 차원을 넘어 산업레짐의 변화를 추종할 수 있는 잠재력을 갖는다(위의 글, 20-21). 이런 의미에서 제2장에서 Penna and Geels(2015)의 변증법적 이슈생애주기 모델에 “전환 기업의 ‘도전’과 ‘전략’의 동학”을 추가한 확장된 변증법적 이슈생애주기 모델을 활용하여 태양광발전사업의 산업혁신을 분석한다(다음 <표 3-1> 참조).

이와 같은 문제의식을 바탕으로, 다음 제3절에서는 국내 전력산업 레짐의 역사와 성격을 다루면서 현재 성장과 변화를 겪고 있는 태양광발전사업의 상황을 설명한다. 혁신정책의 유형 구분은 제 4절에서 본격적으로 분석할 태양광발전사업의 산업혁신 공진화 동학에서 정책 및 법·제도의 변화에 반영한다. 그리고 압력-대응 동학의 복잡성과 전환 기업의 역할에 대해서는 태양광발전사업을 둘러싼 정책·기술의 변화, 사회운동의 압력, 공급자와 소비자의 선택, 그리고 전력산업 내외부의 행위자들의 상호관계 등을 종합적으로 파악하는 사례연구를 통해 결론에서 변증법적 이슈생애주기 모델의 이론적 함의를 도출한다.

〈표 3-1〉 확장된 변증법적 이슈생애주기 모델의 요약

단계	사회 '문제와 관련 '입력'의 동화		기존 기업의 대응과 전략의 동화		전환 기업의 '도전'과 '전략'의 동화	
	사회·정치적 입력	경제적 입력	사회·문화적, 정치적 전략	기술과 혁신전략	사회·문화적, 정치적 전략	기술과 혁신전략
1	활동가 문제제기, 불확실성 논란	특정 입력 없음	기존 기업의 문제 미인지 혹은 심각성 경시	기술 전략 부재	문제에 대한 민감한 감지 및 새로운 시장/사업적 기회 모색	다양한 기술적 대안의 모색과 기술 개발 전략의 수립
2	사회운동의 정치 의제화, 대중의 관심이 정책결정자들에게 입력이 됨(언론회 구성)	레짐 외부자들의 기술적 해결책 개발 착수	기업의 평면에 영향을 주는 경우, 패쇄적 산업조직을 형성하여 사회운동 비판 및 정책결정자에게 로비	기존 레짐 내에서 점진적 기술 개발	사회운동과의 연합을 추구하면서 문제 해결의 필요성을 강조하고, 이를 위한 기술적 대안 가능성을 홍보	시제품의 개발 및 초기 구매자를 확보하며, 이를 통해서 경험의 축적과 학습/혁신 증가
3	대중의 관심 고조로 정책 하위체제에서 의제 설정(공청회 및 조사)	윤리적 소비자와 연결되는 소규모 시장 니치에서 대한 출현	지발적, 점진적 해결을 이유로 새로운 의제에 의한 규제 불필요 주장, 비용이나 기술적 복잡성 강조	공개적으로 급진적 해결의 문제점 지적, 그러나 소극적 대응에 나서고 별도로 실험실 수준에서 급진적 해결책 탐색	기술적 대안을 둘러싼 논쟁에 기업 급진적 제도/정책의 도입을 위한 사회운동과의 연합의 강화	급진적 기술의 개신 및 스케일을 확대하려는 노력 진행
4	대중의 관심 집중으로 거시 정치 의제 설정(급진적 법안도 등장 가능), 행정부의 정책 실행	레짐 외부자들과 윤리적 소비자 시장 발전, 그러나 주류 시장의 파급효과라는 미흡	급진적 정책의 구성·실행과 경쟁, 신도기입은 경쟁자들의 비용을 증가시키는 강력한 규제 주장	급진적 해결에 대한 R&D 투자 다각화 및 증액, 시장 성장 기대를 갖고, 시장 선점을 위해 새로운 기술 수용, 폐쇄적 산업조직의 근멸 및 혁신 경쟁 발생	동업자 협회의 결성	기존 기업들의 기술적 추격을 뿌리치고 기술적 우위를 유지하기 위한 혁신 노력
5	경제적 파급효과와 산업의 전략 전환	대중 담론이 주류 소비자의 선호를 바꾸거나 규제자들이 경제적 틀(세금, 인센티브, 규제)을 실질적으로 바꿀 때, 사회문제는 새로운 시장 창출로 이어짐	경제적 기회를 잡기 위해 기존 기업들은 새로운 기술과 시장으로 재정향됨, 문제 해결은 산업의 핵심 신념과 역할의 일부가 되어 산업레짐의 전환으로 이어짐	새로운 산업 및 기업 집단의 형성 및 공고화	새로운 산업 및 기업 집단의 형성 및 공고화	기업들 사이에서의 경쟁

자료: Geels(2014, p. 1032)를 수정·보완한 앞의 글

## 제3절 국내 전력산업 레짐과 태양광산업의 특징과 현황

### 1. 국내 전력산업 레짐의 특징과 현황

태양광발전사업에 대한 본격적인 논의에 앞서 전력산업 레짐의 특징과 현황을 개략적으로 검토하여 태양광발전사업이 처한 구조적 상황과 그 변화상을 파악하고자 한다. 한국은 단기간의 압축적 산업화를 추구하는 과정에서 형성된, 에너지 효율이 높은 석탄과 석유와 핵에너지에 의존한 중앙집중적이고 비민주적인 경성에너지시스템이 확대 재생산되었다. 따라서 에너지 레짐과 정책은 국가-자본 주도적일 수밖에 없었으며, 에너지 문제가 시민사회의 관심사가 되기는 어려웠다. 발전주의 시대는 경제개발계획과 전원개발계획을 동시에 수립하였고, 전력계획이 경제계획을 지원하는 기능을 담당했다. 이와 같은 전력시스템은 근대화화 산업화 과정과 밀접하게 연관되며 대형 화력발전과 핵발전을 에너지원으로 하는 전형적인 경성에너지시스템으로 귀결되었고, 이후 정치적 민주화에도 불구하고 지금까지 지배적인 위치를 점하고 있다(이상한이정팔이보아, 2014: 259-261).

1961년 정부에 의해 3개 전력회사(조선전업, 경성전기, 남선전기)로 통합된 한국전력주식회사가 출범하였으며, 1982년 한국전력공사로 전환할 시점에 한전은 설계, 제작, 운영, 정비를 아우르는 전력 공기업으로 성장했고, 이를 통해 전력산업의 수직통합적 독점 구조가 안정화되었다. 이후 한전의 '값싼 전기의 보편적 공급 시스템'은 사회적 지지를 확보하면서 한전 우위의 독점적 전력산업구조는 확고해졌다(홍덕화, 2017: 8-9). 그러나 신자유주의 흐름 속에서 1990년대 후반부터 추진되어 2001년에 단행된 정부의 전력산업구조개편은 전력산업의 경쟁체제 도입 및 '민영화'를 지향한다고 평가받는다. 결과적으로, 발전주의 시대부터 유지되어온 한전 독점 체제가 발전(한전 발전자회사로 분할)과 송배전판매(한전), 전력시장 및 전력계통 운영(전력거래소)으로 분리되었고, 발전사업의 경쟁체제로 인해 2016년 발전설비용량 기준, 약 25%를 민간발전회사가 차지하고 있다(송유나, 2016). 최근 송배전과 소매판매 분야의 개방 및 경쟁체제 도입의 필요성이 또 다시 제기되고 있고, 재생가능에너지 확대를 비롯한

에너지전환에 대한 담론과 정책이 활성화되면서 스마트하고 유연한 발전-송배전-판매 시스템의 변화가 요구되면서, 현재의 전력산업 레짐의 불확실성은 점차 커질 것으로 예상된다.

설비용량이 3MW 이상일 경우, 발전사업자는 산업통상자원부 전기위원회의 허가를 받아 발전사업자로 등록해야 한다. 그 이하의 용량은 광역 및 기초 지자체에서 허가를 받고 있다. 또한 설비용량이 1MW 이상일 경우 전력거래소에 등록하는 것이 필수적이거나, 그 이하일 경우 한전과 직접 거래(PPA)를 한다. 2001년 전력거래소 개설 당시 한전 등 19개 회원사로 출발했으나, 2016년에는 1,387개사(108,246MW)로 증가하였으며 이 중 신재생에너지발전사는 1,298개(2,843MW), 태양광은 1,165개(1,489MW)가 등록되어 있다(전력거래소, 2017).<sup>20)</sup>

[그림 3-2] 한국 전력산업 구조



자료: 한국전력공사 웹사이트

20) 회원사 분류표에 따르면, 판매사업자(한전), 발전사업자(한전 자회사, 일반 발전사, 신재생에너지 발전사, 기타 발전사, 집단에너지발전사), 자기용설비설치자, 구역전기사업자로 구분된다. 전력시장 참여 설비용량을 보면, 원자력 23,116MW, 석탄 33,754MW, LNG 33,769MW, 유류 4,017MW, 양수 4,700MW, 신재생 8,834MW, 기타 57MW로 나타난다(전력거래소, 2017).

## 2. 국내 태양광산업의 특징과 현황

2015년 기준, 태양광발전 설비용량(누적)은 3,615MW로 집계되는데, 2011년 79MW, 2012년 295MW, 2013년 531MW, 2014년 926MW, 2015년 1,134MW가 신규로 설치되었다. 2015년에 처음으로 태양광 신규 설비용량이 1GW를 넘어섰다. 이 중 사업용은 3,174MW, 자가용은 441MW를 기록했다(산업통상자원부-한국에너지공단 신재생에너지센터, 2016a). 그러나 한국의 재생에너지 발전량은 낮은 수준으로, 에너지전환을 위해서 에너지 패러다임의 변화가 필요한 시점이다. 태양광산업과 발전 사업은 기존 독과점적 전력산업 레짐에 균열을 내고 있는데, 발전차액지원제도(Feed-In Tarrif, FIT)와 신재생에너지공급의무화제도(Renewable Energy Portfolio Standard, RPS)를 통해 발전사업에 진출한 여러 행위자들과, 이들에게 기기부품 장비 등을 공급하는 공급자들을 위주로 니치가 형성되고 있다.

태양광산업의 생애주기를 살펴보면, 상류부문(upstream)에는 소재 사업(폴리실리콘, 잉곳, 웨이퍼)과 부품 사업(셀, 모듈, 인버터)이 있으며, 하류부문(downstream)에는 시스템 사업(시공, 설치, 관리)과 발전사업(사업개발, 금융조달, 발전사업)으로 구분할 수 있다. 부가가치가 높고 기술집약적인 소재 사업의 경우에는 참여자가 적은 과점 형태를 띠지만, 부가가치가 낮고 노동집약적인 부품 사업에서 시스템 사업으로 갈수록 참여자가 많은 과다 경쟁 형태를 보인다. 이런 특성 탓에 상류부문에는 대기업과 중견기업이 속해 있는 반면, 하류부문에는 중소기업과 영세업체가 밀집해 있다(주대영, 2011; 이강준이정필, 2015). 태양광산업은 2012년 공급과잉과 가격하락으로 성장세가 둔화되었으나, 그 이후 다시 성장하여 안정화 추세로 진입하고 있다. 다만, 재도약 과정에서 신규투자보다는 기존설비의 가동률을 높이는 방향으로 전환하였기 때문에 전반적인 투자액은 감소되었다(한전, 2015).

**<표 3-2> 태양광산업 성장 추이**

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
기업체수(개)	30	54	79	92	99	83	87	135	127
고용인원(명)	1,279	3,650	6,285	8,906	10,660	8,302	7,525	8,239	8,698
매출현황 (십억원)	441	1,577	2,719	5,859	7,420	4,208	5,159	6,336	7,564
수출현황 (백만불)	177	860	1,561	3,506	4,259	1,968	2,046	2,521**	2,995
투자현황 (십억원)	301	1,386	2,263	2,872	4,205	1,082	1,834	489	523

\* 자료: 한전(2015); 산업통상자원부-한국에너지공단 산재생에너지센터(2016b)

\*\* 주: 2,546십억원을 2014년 7월 환율 1,010원으로 환산한 값

국내 태양광산업은 내수시장 비중이 늘어나고 있으나, 그 비중은 30% 내외로 외부 충격에 취약한 산업구조를 가지고 있기 때문에, 이를 해결하기 위해서 내수시장 기반 조성의 필요성이 제기된다. 또한 2016년 국내 산재생에너지 프로젝트 파이낸스 제공 규모를 살펴보면, 산업은행 2.2억 달러, 수출입은행 1.5억 달러, 스탠다드차타드 1.41억 달러 등 해외 금융기관과 비교하면 그 규모는 작은 편으로 평가된다. 2007년부터 2016년까지 국내 최대 산재생에너지 프로젝트 개발자(developer)는 한전으로 512MW 규모의 프로젝트를 개발했고, 그 다음으로 수자원공사 266MW, GS홀딩스 159MW 순으로 집계된다(한국수출입은행 해외경제연구소, 2017).

**<표 3-3> 국내 태양광 제조기업 밸류체인 생산용량 현황(2016년 11월 기준)**

	폴리실리콘(톤)	잉곳(MW)	웨이퍼(MW)	셀(MW)	모듈(MW)
생산용량	95,000	2,900	2,380	3,705	5,800
업체 수	4	2	2	6	18

\* 자료: 한국수출입은행 해외경제연구소(2016: 25)

\*\* 주: 잉곳과 웨이퍼 분야, 셀과 모듈 분야 등 겹치는 업체(같이 생산하는 업체)들이 있음

한편 태양광발전사업은 전력산업 레짐과 직접적으로 관련된다. 2012년부터 FIT가 폐지되고 RPS가 시행되면서 500MW 이상의 발전설비를 보유한 발전사업자들은 연도별로 할당된 의무량을 재생에너지로 발전하거나 외부에서 재생에너지로 생산된 공

급인증서(REC)를 전력거래소의 거래시장을 통해 조달해야 한다. 2017년 기준 RPS 대상 발전사업자는 총 18개사이며,<sup>21)</sup> 개별 태양광발전사업자들이 REC 거래시장에서 발전량을 판매한다. 이렇게 RPS를 통해 기존 한전 발전자회사와 민간발전사들 이외에도 에너지협동조합을 비롯한 중소 규모의 발전사업자의 시장진출이 용이해졌다. 따라서 태양광산업 중 소재 사업을 제외하고는 기술적 진입장벽이 낮아 다수의 사업자가 태양광시장에 쉽게 참여할 수 있으며, 특히 발전사업에서는 기존 경성에너지시스템에서 볼 수 없었던 다양한 행위자의 참여가 가능해진 것이다. 이외에도 가정에 태양광 설비를 설치·대여해주고 줄어드는 전기요금의 일부를 대여료로 납부하는 태양광 대여 사업에 참여하는 대여사업자들 생겨나고 있으며, 앞으로 전력 소비자가 생산자가 되는 프로슈머(prosumer)가 본격적으로 등장하게 되는 전력시스템의 시대로 진입하게 되면 경제적 환경만이 아니라 사회-정치적 환경도 변할 것으로 예상된다.

## 제4절 태양광발전사업의 산업혁신 공진화 동학 분석

국내 태양광산업의 기원은 1970년대로 소급된다. 태양광 제품 양산과 발전 설비 증대는 2000년대에 가시권에 들어왔지만, 국제 정세의 변동을 겪으면서 ‘대체에너지’로서의 태양에너지에 대한 연구와 보급은 1970년대에 시작되었다. 따라서 태양광 산업혁신의 역사적 궤적은 발전주의 산업화 시대부터 에너지 전환의 초기 단계를 경험하고 있는 최근 상황까지 이어지는 것으로 간주한다. 아래에서 살펴볼 단계적 구분의 대략적인 내용은 다음과 같다. 이는 국내 에너지 사회기술시스템의 거시 환경, 레짐, 니치에 큰 영향을 미친 주요 계기와 사건을 중심으로 구분하였다.

1단계는 석유파동으로 인한 정부 주도 태양열 보급사업으로 대표되는 태양광산업 및 발전사업의 전사(前史)에 해당한다. 시기는 1, 2차 석유파동의 여파로 처음으로 실행된 ‘태양열 주택’ 보급사업이라는 니치 실험의 출현과 실패를 경험한 1973~1986년으로 상정한다. 2단계는 대체에너지 기술개발을 위한 법제도 정비와 기후변화 담론의

21) 한국수력원자력, 한국남동발전, 한국중부발전, 한국서부발전, 한국남부발전, 한국동서발전, 한국지역난방공사, 한국수자원공사, SK EandS, GS EPS, GS 파워, 포스코에너지, 씨지엔올촌전력, 평택에너지서비스, 대륜발전, 에스파워, 포천파워, 동두천드림파워.

부상, 그리고 전력산업구조개편으로 인한 전력산업 레짐의 변동이라는 다양한 이슈가 중첩되었던 1987~2001년을 대상으로 삼는다. 3단계는 태양광 확대를 위한 창조적 혁신정책으로 평가할 수 있는 FIT의 도입과 시민사회에서의 시민발전소 운동이 에너지전환의 니치로 새롭게 출현한 2002~2011년을 검토한다. 현재까지 지속되고 있는 4단계는 FIT가 폐지되고 RPS로 변경된 후에 발생하고 있는 전력산업 레짐의 변화와 이를 추동하고 있는 신규 발전사업자들의 출현과 기존 기업들의 변화에 대해, 그리고 이들을 둘러싼 사회-정치적 환경 변화와 경제적 환경 변화의 주요 양상에 대해 살펴본다.

## 1. 석유파동과 정부 주도의 태양열 니치 실험(1973~1986년)

### 가. 석유파동과 ‘태양의 집’ 보급

한국에서 태양에너지에 대한 관심은 1970년대에 발생한 석유파동이라는 에너지 위기에 대응하는 과정에서 촉발되었다. 1974년에 발표된 정부의 장기에너지종합대책은 기존 주유종탄(主油從炭) 정책 기조에서 벗어나기 위해 석탄 수요를 높이고 석유 수입 비중을 낮추고자 했다. 그리고 석유를 대체할 수 있는 국내 에너지 자원을 찾는 과정에서 조력, 풍력, 태양열 등 ‘대체에너지’에 주목하기 시작했다. 석유 대체 개발의 대상은 석탄, 가스, 원자력, 태양열, 수력 및 조력 등을 포괄하는 광의의 개념으로 사용되었다(박진희, 2016: 126). 1977년에는 대학 교수와 기술 개발 업체와 건설 업체와 정부 연구기관 전문가들이 모여 한국태양에너지학회를 발족했다. 1978년에는 최초의 독립적인 대체에너지 기술 연구소인 태양에너지연구소가 설립되었으며, 제1회 태양에너지 전시회가 개최되어 언론의 관심을 유도하고 사회적 관심을 불러 일으켰다. 1978년 발표된 ‘태양 에너지 개발의 장기 기본계획’에 따르면, 1단계(1978~1981년)는 태양열 집열기 국산화와 ‘태양의 집’ 보급, 2단계(1982~1986년)는 태양열 난방 실용화와 태양 전지 개발 추진, 3단계(1987~1991년)는 태양 전지 실용화 및 태양광 발전 시스템 개발, 4단계(1992~2000년)는 태양광 발전 실용화와 태양열 발전 시험 운전 단계 도달을 목표로 설정하였다(태양에너지연구소, 1978; 박진희, 2016: 121 재인

용). 이렇게 태양열에서 태양광으로 확대하여 태양에너지 기술을 개발하는 구상이 이 시기에 마련되었다.

1978년 2차 석유파동을 겪으면서 1979년에는 '태양열 주택 보급 4개년 계획'이 수립·집행되었다. 때마침 주택 수요 증가에 따라 주택 건설업체들의 참여 하에 발 빠르게 추진되었다. 태양열 산업과 기술 개발, 주택보급 지원 제도가 뒷받침되면서 태양열 주택이 확산되었는데, 이는 오늘날 재생가능에너지 확대를 위한 정책 수단의 원형으로 볼 수 있다(박진희, 2016: 122). 1979년 조사에 따르면, 집열기 개발 및 판매에 9개 업체(한국솔라에너지, 울산알미늄공업, 태양열산업, 삼성전자, 진우기업, 럭키, 동아종합기계, 서흥산업, 한영알미늄), 태양열 냉난방 시스템 개발 및 판매에 8개 업체(한국솔라에너지, 울산알미늄공업, 태양열산업, 삼성전자, 진우기업, 럭키, 동아종합기계, 현대양행), 온수급탕기와 축열조 개발 및 판매에 5개 업체(한국솔라에너지, 태양열산업, 삼성전자, 진우기업, 럭키)가 참여하고 있었다. 그리고 태양전기 개발 및 판매에도 3개 업체(솔렉코리아(미국 Solec International과 기술제휴 체결), 모토로라, 세시미상사)가 참여하고 있었다(서항석·박상동·오창섭, 1979). 그러나 외국에서 개발된 재료를 도입하여 국내용으로 제작하는 수준에 머물렀고, 생산 단가 인하와 성능 개선의 문제를 안고 있었다(박진희, 2016: 133).

## 나. 에너지 위기 해소와 태양열 니치 실험의 실패

1982년 들어 기존 설비형 태양열 주택은 정체 상태를 맞는다. 소비자 입장에서는 부실 시공, 품질 관리 문제, 시스템 운영 문제 등의 기술적 논란으로 태양열 주택에 대한 수요를 낮추었던 것이다. 더 근본적으로는 고리 1호기 가동으로 인해 핵발전에 대한 기대감이 형성되었고, 저유가 국면으로 바뀌어 석유를 대체할 필요성이 감소했으며, 석탄과 가스가 안정적으로 공급되었기 때문이다. 이런 환경 변화는 정부의 계획과 정책의 변화를 낳았다. 1983년 '제5차 경제 사회 발전 5개년 계획'을 통해 바이오매스와 태양전지가 주목을 받게 되면서 태양열에 대한 관심이 줄어들게 되었으며, 이런 흐름에서 태양에너지 등 재생가능에너지는 대체에너지로서가 아니라 '미래 에너지 기술'로 재해석되었다(박진희, 2008: 106~110; 박진희, 2016: 137~147). 물론

1980년대 초중반에도 관련 기업 활동은 계속되었다. 금성통신(구LG), 삼성전자, 한국광전자 등 대기업 위주로 미국과 일본 등 선진국과 기술협력을 통해 기초재료를 개발 및 제작하는 초기 단계가 진행되었다. 금성사, 삼성전자, 대우전자 등은 소재개발을 시작하였고, 셋방전지, 한국전지는 축전지개발, 이화전기 등 업체는 전류 변환기 개량 기술을 진행했다. 또한 1984년 금성통신은 연인원 6백명과 2억원의 공사비를 투입하여 서해 두 곳에 8kW급 태양광발전소를 건립하기도 했다(매일경제, 1984. 12. 10).

석유 파동이라는 국제사회의 충격으로 촉발된 이 시기에 정부가 주도적으로 나서 태양열 등의 대체에너지에 대한 관심을 드러내면서 관련 기술개발 계획을 수립하며 보급사업을 추진하였고, 정부의 보급사업을 시장 기회로 포착한 기존 및 신규 기업들이 태양열과 태양광사업에 참여하기 시작했다. 그러나 태양열 니치를 형성하는 데 큰 영향을 미쳤던 외부 충격이 사라지고 에너지 공급이 정상화되자 대체에너지에 대한 관심도 함께 사라졌다. 결과적으로 태양열 주택 보급 사업으로 형성된 태양열 니치와 뒤이어 형성된 태양전지와 태양광발전에 대한 관심은 전력산업 레짐에 유의미한 변화를 낳지 못했으며, 안정적인 니치의 행동공간(action space)은 확보되기 어려웠다. 이로써 태양열로 비롯된 대체에너지에 대한 관심은 1980년대 중반까지 때 이른 쇠퇴기에 접어들게 되었다.

## 2. 대체에너지 기술개발 재개와 기후변화 담론, 그리고 전력산업구조개편 (1987~2001년)

### 가. 대체에너지 법·제도 정비와 기후변화 담론

정부는 선진국에 비해 낮은 기술 개발 수준을 향상시키기 위해 ‘대체에너지 기술 개발 촉진법’(1987년)을 제정하고, ‘대체에너지 기술개발 기본계획(1988~2001년)’을 수립하였다. 1992년에는 기본계획을 수정·보완하여, 태양광발전 시범 보급사업도 병행하면서 기술 개발을 추진하였다. 1980년대 중반에서 1990년대 초반에 대체에너지 관련 정부 부서의 출현과 연구 인력의 증가가 이루어졌다. 그러나 태양광 등 대체에너지는 “기술 개발 계획으로 기술 혁신의 장으로서 기술 니치들이 출현하기는 했으나

대체 에너지원으로서 재생가능에너지를 개발하고자 하는 정책의 부재, 기술 보급을 통한 시장 구축 노력의 부재 등으로 관련 산업의 성장은 이루어지지 않았다.”(박진희, 2008: 113) 한편 이 시기 시민사회의 성장으로 인해 에너지 문제가 사회화되기 시작했다. 주민운동을 지원하던 1980년대 초기 환경운동은 전문적인 환경운동조직으로 발전하였다. 1980년 후반~1990년대 중반의 반핵 운동의 성장과 1992년 리우 회의의 지속가능한 발전 담론과 유엔기후변화기본협약 체결의 영향으로 에너지 문제가 부각되었다. 그리고 1990년대 후반에는 에너지전환을 주제로 하는 이론적 논의들(김중달, 1998; 이필렬, 1999)이 국내에서 처음으로 등장하였는데, 이러한 새로운 학문적 흐름은 향후 태양광 니치의 출현의 공유비전 형성에 기여하고 지적 영감을 제공하게 된다. 그럼에도 당시의 전반적 사회 풍토에서는 대체에너지 활성화를 비롯한 대안적 에너지 정책을 형성하는 데까지는 이르지 못했다(박진희, 2008: 110-116).

1990년대 초반부터 국제사회에서 활발해진 환경문제에 대한 논의는 시간이 흐르면서 국내에도 영향을 미치기 시작했는데, 기후변화 담론은 국내 법제도 정비의 근거로 제시되기도 했다. 1994년에 유엔기후변화기본협약이 발효되고, 1997년에는 기후변화협약의 이행을 위한 교토의정서가 체결되었다(2005년 발효, 2008~2012년 감축기간). 비록 선진국만 온실가스 의무감축국가로 지정되었지만, 한국 정부 역시 자발적 감축 등 기후변화 대응을 위한 대책을 마련하기 시작했다. 1999년에 ‘제1차 기후변화협약 대응 종합대책(1999~2001년)’이 제출되었으며, 이보다 이른 1997년에 이미 기후변화 대응을 위한 수단으로 대체에너지에 대한 관심이 재등장하기 시작했다. 1997년, ‘대체에너지 기술 개발 촉진법’이 ‘대체에너지 개발 및 이용보급 촉진법’으로 개정되었는데, 개정법에는 대체에너지 이용과 보급 지원에 관한 내용도 담고 있어 과거의 협소한 의미의 기술개발 접근에서 벗어날 수 있는 법적 기반이 마련되었다.<sup>22)</sup> 또한 1999년, ‘지역에너지사업 운용지침’이 제정되어 재생에너지 지방보급사업의 제도적 기틀이 마련되었다.

22) 당시 법 개정이유에 따르면, “기후변화에관한국제연합기본협약이 발효되고, 태양에너지등 일부 대체에너지가 그 동안 기술개발 성과로 상업화됨에 따라, 환경친화적인 대체에너지의 이용·보급을 촉진하기 위하여 대체에너지 기본계획 및 대규모 에너지 관련사업자에 대한 투자 권고대상에 대체에너지의 이용·보급에 관한 사항을 포함시키는 한편, 대체에너지 이용·보급의 촉진을 위한 시범사업을 보다 적극적으로 추진하여 대체에너지사업이 조속히 육성될 수 있도록 하려는 것임”이라고 국제 정서와 재생에너지원 사용 확대 필요성을 명시하였다(법제처 국가법령정보센터 참조). <http://www.law.go.kr> 2017. 8. 10 접속.

## 나. 전력산업구조개편과 태양광 혁신정책의 부재

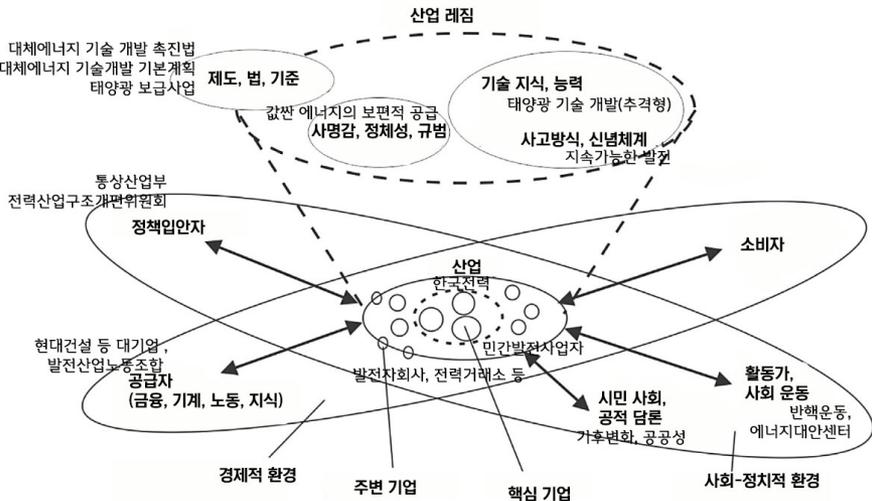
이 시기에 발생한 또 다른 중요한 사건으로는 전력산업 레짐의 토대를 크게 흔들었던, 그리고 장차 태양광발전사업의 미래에 중대한 영향을 미치게 될 전력산업구조개편을 들 수 있다. 1997년, 공정거래위원회가 주도한 경제규제개혁위원회는 전력 및 가스 산업에 대한 규제완화 방안을 발표하였다. 통상산업부(현 산업통상자원부)는 전력산업구조개편위원회를 각계 전문가 12인으로 구성하고, 1998년 공청회와 당정협약 등 의견수렴을 거쳐 1999년 전력산업구조개편 기본계획을 확정하였다. 기본계획에 단계별 구조개편 계획이 포함되어있었는데, 한전이 발송배전 및 판매를 독점하고 있는 1단계에서 한전의 발전부문을 수개의 자회사로 분할하여 발전사업자간 경쟁을 유도하는 제2단계(발전경쟁단계), 배전부문을 한전에서 분리하는 제3단계(도매경쟁단계), 배전망도 개방하는 제4단계(소매경쟁단계)로 이뤄졌다(국가기록원, 2007). 발전경쟁 다음 단계의 추진 계획은 노동조합과 시민단체의 민영화 반대와 ‘에너지 공공성’ 주장 등에 봉착하여 중단되었지만, 전력산업구조개편은 정부의 계획과 달리 불안정하게 추진되어 논란의 불씨는 계속해서 남게 된다.

1980년 말부터는 이전 시기와 비교해 재생에너지 발전의 법적 근거가 명확해지고, 정부와 기업의 기술개발 노력이 유지되고 있었다고 평가할 수 있다. 특히 민주화와 함께 환경운동과 반핵운동이 성장하였고, 지속가능한 발전과 기후변화와 같은 국제 이슈가 국내 이슈로 수용되기 시작했다. 그만큼 환경과 에너지에 대한 대중의 관심도 증대되었다. 또한 삼성전자(2001년, 태양광 모듈 사업부, S-Energy로 분사)와 LG산전 등의 대기업은 태양광산업에 대한 기술 투자와 제품 개발을 지속해왔으며, 태양전지는 “이미 손목시계나 전자계산기 등 소형기기의 전원으로 광범위하게 상용화되고 있지만 전력공급원으로서도 기대를 모으고” 있을 정도였다(한겨레, 1996.10.24). 그러나 대체에너지 혹은 재생에너지 니치의 활성화를 기대하기는 어려웠다. 왜냐하면 재생에너지가 기존 에너지를 대체할 수 있는 에너지원으로 인식될 수 있는 사회적 경제적 계기가 충분히 성숙되지 못했으며, 무엇보다 이러한 계기를 창출하는 데 효과가 큰 혁신적 정책이 본격적으로 도입되지 않았기 때문이다.

따라서 이 시기에는 에너지시스템의 ‘효율성 담론’과 ‘공공성 담론’이 경쟁하는 상

황에서 에너지전환 담론은 다음 시기에 도입될 창조적 혁신정책을 예비하는 수준에 그쳤다고 볼 수 있다. 반면 전력산업구조개편의 결과는, 앞으로 두 가지 측면에서 전력산업의 레짐에 영향을 미치게 될 텐데, 한편으로는 발전사업의 개방 정책으로 인해 대기업과 그 계열사들이 민간발전사업자로 전력산업 레짐에 진출하여 산업-속-기업들의 수가 증가하게 되고, 다른 한편으로는 여기에 속한 발전사업자들 일부는 2012년에 적용될 RPS의 대상 발전사업자들이 되어 태양광을 비롯한 재생에너지 발전의 주요 행위자가 된다. FIT와 RPS 도입으로 인해 태양광발전사업의 니치가 본격적으로 형성되기 직전의 환경 변화를 삼중배태 모델에 대입하면 다음 [그림 3-3]과 같다.

[그림 3-3] 전력산업구조개편(2001년) 전후 태양광발전사업의 환경 변화



자료: Geels(2014)를 토대로 저자 재구성

### 3. 발전차액지원제도와 태양광발전사업 니치의 형성(2002~2011년)

#### 가. FIT 도입과 제도 변경 쟁점

김대중 정부는 온실가스 감축의무와 지속가능한 발전을 위해 대체에너지 공급을 늘릴 제도 구축이 시급하다는 인식을 갖고 있었다. 또한 고유가로 인해 에너지 가격이 상승하면서 오염 유발 에너지에 대한 의존도를 줄일 필요성도 제기되어 재생에너지에 대한 중요성이 부각되었다. 이런 차원에서 2002년 '대체에너지 개발 및 이용·보급 촉진법'의 개정을 통해 FIT와 함께 공공건물 의무화, 설비인증, 태양광주택 보급 시범사업을 추진할 법적 근거를 마련하였다. 이어서 2003년 '제2차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획(2003~2012)'을 수립하였으며, 2004년에는 '신에너지 및 재생에너지 개발 및 이용·보급 촉진법'으로 관련법을 개정하였다.

FIT는 신재생에너지 발전으로 공급하는 전력거래가격(SMP)이 지식경제부 장관이 고시한 기준가격보다 낮은 경우, 그 발전차액(원/kWh)을 전력산업기반기금을 재원으로 지원해주는 제도이다. 주무부처인 산업통상자원부는 사업 감독 및 고시 운용, 전력기반조성사업센터는 사업비 교부 및 정산처리, 에너지관리공단 신·재생에너지센터는 사업비 관리 및 설치확인, 통계관리 및 사후관리, 한전과 전력거래소는 전력량 확인 및 지원금 교부의 역할을 맡는다. 이 제도는 정부가 일정기간(15년과 20년 중 선택 가능) 동안 정해진 가격으로 전력을 매입하여 수익을 보장하기 때문에 투자의 안전성을 높이고 중소기업의 발전을 가능하게 한다는 점이 장점으로 꼽힌다. 이런 이유에서 FIT는 시민발전소와 에너지자립마을 등의 소규모 발전사업이 이 시기에 확대될 수 있었던 가장 큰 원인으로 평가받는다(녹색연합, 2009.8.9).

FIT가 시행되기 몇 년 전부터 반핵 운동의 흐름에 '에너지대안' 운동이 자리 잡기 시작했다. 2000년, 핵발전에 반대하고 대안적인 에너지 정책을 시민사회 주도로 만들어가기 위해 에너지대안센터가 창립했다(2006년에 에너지전환으로 단체명 변경). 2003년, 센터 회원과 일반 시민 35명이 마련한 출자금으로 유한회사 형태의 시민발전소 1호를 세웠는데, 이것이 국내 첫 시민발전소이자 상업용 태양광발전소이다. 그러나 생산한 전기를 실제로 판매하기 위해 제도적 장벽(전력거래소 의무화와 행정비용

소요)과 미비점(전력 매입과 전력망 연계의 기준 부재)을 해결하는 데 2년을 보내고서야 비로소 전기를 한전에 판매할 수 있었다. 이후 센터는 시민발전소 운동을 주도해나갔고, 그 결과 2005년부터 지역적으로 확산되어 부안, 순천, 부천, 변산, 괴산, 울산, 부산, 대구, 무안, 남원 등지에 시민발전소가 설치되었다. 또한 한국 YMCA 전국연맹과 에너지나눔과평화 등의 단체도 시민발전소 운동에 동참하여 태양광 발전용량 100kW 이상으로 시민발전소의 규모를 확대시켰다(장영배·한재각, 2008: 100-110; 권승문·김세영·신근정, 2014: 36-43).

김대중 정부에서 도입한 FIT는 노무현 대통령 재임기간 중 기준가격이 조정되었고, 이명박 정부 들어 세 차례의 기준가격 조정을 거친 뒤 RPS로 변경하려는 움직임이 생겼다(권태형, 2015). 2008년, 정부는 재정부담을 최소화하기 위해 태양광 발전차액 지원한계용량을 기존 100MW에서 500MW로 확대하되 기준가격을 인하하는 한편, 2011년까지만 FIT를 운영하고 2012년부터는 RPS를 도입하기로 결정하자, 이 과정에서 시민사회와 정부 간 갈등이 대두되었다. 녹색연합, 부안시민발전, 시민발전, 에너지나눔과평화, 청년환경센터, 한국YMCA 전국연맹, 환경운동연합, 환경정의는 공동으로 논평을 내어 기자회견을 열고, 기준가격 조정과정에 대해 반대의견을 피력했으며 FIT를 옹호했다(녹색연합 외, 2008. 4. 25). 이들은 특히 독일이 1990년에 처음으로 도입했던 '전력매입법'의 긍정적 효과를 강조하고, FIT를 통해 소규모 지역분산형에 부합하는 태양광발전 지원방식을 보장해야 한다고 주장했다. 그러나 이런 사회적 논란에도 불구하고, 정부는 발전소가 급격히 증가하여 재정 부담이 초래되었고, 기업 간 경쟁부족으로 인해 생산가격 하락의 유인이 부재하다는 이유를 들어 계획대로 RPS를 실행했다(에너지관리공단, 2013: 196).

## 나. 다양한 형태의 태양광발전사업 전략적 니치의 형성

2002년 FIT 제도 시행 후(2001년부터 소급 적용), 2013년까지 총 1,980개의 태양광발전소가 발전차액지원을 받았고, 총 발전용량은 497,299kW, 총 발전량은 3,260,850MWh를 기록했다. 특히 2008년은 세계적으로 태양광의 기술개발 및 단가 하락 등의 요인이 발상하여 한해에만 257,498kW의 신규 태양광발전설비가 건설되었

다. 이런 추세는 정부가 설정한 태양광 지원한계용량(500,000kW)을 훨씬 뛰어넘는 것이었다(산업통상자원부한국에너지공단 신재생에너지센터, 2016c: 702). 이렇게 태양광발전의 확대와 함께 관련 이해관계 집단이 형성되었는데, 발전사업자 중심의 태양광발전업협동조합(2007년), 한국태양광발전사업자협회(2009년), 태양광 제조업 중심의 한국태양광산업협회(2008년) 등이 설립되었다. 이들은 한국신재생에너지협회와 에너지나눔과평화와 함께 2009년 9월에 지식경제부에 FIT 지원 기준가격 산정방식 투명 공개와 산출지표 수정을 요구하는 합동 건의서를 제출하는 등 집단행동에 나서기도 했다(디지털타임스, 2009.8.21).

'제3차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획(2009~2030)'이 수립되면서, 2009년부터 그린홈 100만호라는 이름으로 주택에 태양광 등 신재생에너지 설비를 설치하도록 하는 정부 지원사업(현재는 주택지원사업으로 명칭 변경)이 본격화되었다. 초창기에는 단독주택에만 한정되었던 사업이 공동주택으로 확대되면서 다양한 형태의 태양광 발전 설비 설치가 늘어났다. 태양광 산업체들도 내수시장 창출에 큰 기대를 걸었으며, 보급사업을 통해 가정, 상업, 공공 부문에서 홍보 효과를 얻기도 했다(현대경제연구원·한국태양광산업협회, 2013). 또한 정부 주택지원사업 등에 참여하는 시스템 사업 분야의 보급·설치업체들(에너지관리공단 전문기업 등록 의무) 역시 증가하는 결과를 낳았다.

국내 FIT 도입으로 인한 내수 시장 활성화뿐 아니라, 2006~2010년에 세계적으로 일어난 태양광산업 붐 덕분에 국내 산업도 함께 성장하여 소재부터 부품까지 일괄 생산이 국내에서 가능하게 되었다. 2010년에는 새로운 산업 생태계가 이미 형성되어 대·중소기업 동반 발전과 일자리 창출 등 신성장동력으로써 조기 육성이 가능한 분야로 대두되었다. 주로 유럽으로 소재와 셀, 모듈 등 전 분야 수출이 증가했고, 장비 및 발전소 턴키 수주도 증가하였다(한국태양광산업협회, 2009; 김희정 외, 2013). 에너지 신기술을 이용한 시범사업이 대거 등장하였는데, 한전과 포스코, 현대, SK E&C, 올레 KT, GS, LG전자 등 대기업들이 참여하여 제주도에 스마트그리드 실증사업을 2009년부터 2013년까지 시행했다. 또한 전력산업의 레짐 외부 행위자라 할 수 있는 기업들이 태양광산업과 발전사업으로 사업영역을 확장하는 경우도 발견된다. 예컨대,

1994년에 선외기 등 조선업으로 시작했던 서울마린(현 SDN)이 2004년에 발전사업에 뛰어들고 2009년에는 직접 모듈 생산을 개시하였고, 1977년에 공조기 생산업자로 출발했던 신성기업사(현 신성이엔지)가 2007년에 태양전지 사업에 진출하는 사례를 들 수 있다.

국제적으로 대표적인 재생에너지 발전 지원 정책 중 하나인 FIT는 중장기 가격을 보장하여 투자의 확실성을 높이고 제도 설계가 단순하여 정책 접근성이 높으며, 안정적인 투자유치로 인해 기술개발과 산업발전의 가능성이 크며, 중소기업의 발전과 발전원의 분산 배치의 효과를 기대할 수 있다는 점에서(김운수, 2012: 50), 태양광발전사업과 태양광산업을 위한 창조적 혁신정책으로 평가할 수 있다. 비록, 지원용량제한이 설정되고 그 용량이 충분하지 않았음에도, 국내에서 짧은 기간 실행된 경험을 통해서도 FIT의 잠재력을 확인할 수 있다. 이전 시기에 소개된 에너지전환 담론이 시민발전소와 에너지자립마을이라는 형태로 시민사회에서 실현되고, 민간에서 다양한 규모의 태양광발전 투자가 이루어지면서 FIT는 태양광의 전략적 니치(strategic niche)를 형성하는 데 유용한 수단으로 이해되었다.

RPS 도입 이전 2000년대 중후반에도 10MW 이상의 대규모 태양광발전 단지가 개발되기 시작했는데, 2008년에 준공된 태양광발전소는 태안태양광발전소(14MW, LG솔라에너지), 김천태양광발전소(삼성에버랜드, 18MW), 고창솔라파크(솔라파크엔지니어링, 15MW), 신안태양광발전소(24MW, 동양에너지)가 꼽힌다. 대규모 태양광발전 단지는 대부분 전문 민간발전사업자와 투자자와 금융기관, 그리고 발전자회사 등의 컨소시엄(SPC)로 추진되는 경우가 많다(한재각 외, 2016). 대규모 태양광발전사업에 진출하는 사업자 역시 태양광을 통해 지속 가능한 비즈니스 모델을 추구한다는 점에서 전환 기업의 속성을 갖고 있지만, 소규모(100kW 이하) 혹은 중소규모(1,000kW 이하) 발전사업자에 비해 에너지전환의 가치 지향이 낮고 지역사회와의 상생이나 환경영향 최소화에 대한 관심이 부족한 편이며, 지대를 추구하는 경향이 강하다는 점에서 '녹색개발주의'의 성격을 전적으로 배제할 수 없다(김동주, 2017). 반면 발전자회사 등 기존 기업과의 컨소시엄을 구성하여 사업을 하는 경우가 많아 전환 기업과 기존 기업의 협력이라는 측면에서 태양광발전사업의 산업혁신 모델의 하나로 이해할 수 있을 것이다.

#### 4. 신재생에너지공급의무화제도와 에너지전환 담론, 그리고 다양한 태양광발전사업의 전력산업 레짐 진입(2012~현재)

현재까지 지속되고 있는 태양광발전사업의 네 번째 국면에서도 기후변화 등 국제 이슈가 전력산업 레짐과 이를 규정하는 거시 환경에 크게 작용하고 있다. 기후변화는 2015년 ‘파리협정’이 체결되어 한국 역시 2020년부터 자발적 계획(NDC)에 따라 온실가스를 감축해야 한다. 그리고 2015년부터 2030년까지 추진되는 유엔의 지속가능한 발전목표(SDGs) 역시 국제적 맥락의 변화라 할 수 있다. 이런 상황 변화에서 국내 태양광발전사업의 산업혁신 동향은 양적 팽창과 함께 전력산업 레짐, 그리고 경제적 환경과 사회-정치적 환경의 다양한 행위자들의 상호작용은 더욱 역동적인 상태를 보인다. 그 중심에는 핵심 제도인 RPS가 있으며, 태양광발전사업과 태양광산업과 관련한 행위자들이 새롭게 등장하면서 RPS를 중심으로 새로운 양상이 전개된다.

##### 가. RPS 도입과 제도 변경 쟁점

2012년부터 FIT가 폐지되고 RPS가 시행되고 있다. RPS는 대규모 발전회사에 신재생에너지 의무공급량(공급의무자의 총발전량(신재생에너지발전량 제외) $\times$ 의무비율<sup>23)</sup>)을 할당하여 대규모 발전사가 스스로(자체조달) 또는 거래시장에서 공급인증서를 구입(외부조달)하도록 하는 제도이다.<sup>24)</sup> FIT가 발전차액에 초점을 두는 가격정책이었던 반면, 신재생에너지 의무공급량의 할당에 초점을 맞추는 수량정책이다(권태형, 2017). 신재생에너지로 공급하는 전력량에 대해 신재생에너지 공급인증서(REC=MWh $\times$ 가중치<sup>25)</sup>)가 발행되어 공급의무자는 인증서를 매입하여 할당량을 충족

23) 2017년 기준, 의무비율은 2012년 2.0%, 2013년 2.5%, 2014년 3.0%, 2015년 3.5%, 2016년 3.5%, 2017년 4.0%, 2018년 5.0%, 2019년 6.0%, 2020년 7.0%, 2021년 8.0%, 2022년 9.0%, 2023년 10.0%(한국에너지공단 신재생에너지센터 웹사이트 참조). 접속일 2017. 3. 1

24) 또한 공급의무자에게는 बैं킹(banking, 의무공급량 초과이행시 차년도 의무이행에 활용)과 유예(borrowing, 의무공급량 일부를 차년도로 의무이행 연기)와 같은 유연성 확보 방안도 허용된다.

25) 가중치는 에너지원별로 균형발전을 도모(특정 전원으로의 편중현상 방지)하기 위해 발전원가 등을 고려하여 REC 발급 시 반영하는 가치로써, ①환경, 기술개발 및 산업 활성화에 미치는 영향, ②발전원가, ③부존잠재량, ④온실가스 배출저감에 미치는 효과, ⑤전력 수급의 안정에 미치는 영향, ⑥지역주민의 수용 정도 등을 고려하여 정한다(산업통상자원부-한국에너지공단 신재생에너지센터, 2016b: 696).

시킬 수 있고, 발전사업자는 전력판매(SMP) 외에 인증서 판매 수입을 얻게 된다. 2008년 이명박 정부의 저탄소녹색성장 패러다임은 환경보호와 경제성장의 시너지 효과를 강조하며 환경을 새로운 동력으로 삼아 경제성장을 이루는 상생전략을 지향하였는데(성지은, 2009), RPS는 이런 패러다임에 부합한 정책으로 볼 수 있다. 정부의 예산으로 보조금이 지급되는 FIT와 달리, RPS에서는 태양광발전사업자가 거래시장에서 REC 판매를 통해 부가적인 수입을 얻기 때문이다. 즉, 한전이 전력가격 인상을 통해 의무공급업체들의 공급인증서 비용을 지원하는 것이다(권태형, 2017).

RPS는 공급규모 예측이 용이하고, 재생에너지 사업자 간 경쟁을 촉진시켜 생산비용의 절감이 가능하며, 민간에서 가격이 결정됨으로써 정부의 재정 부담이 완화된다는 장점이 있다고 여겨진다(김운수, 2012: 50). 그러나 투자자의 입장에서 중요하게 여겨지는 가격의 안정성 면에서 본다면, 15년에서 20년까지 기준가격이 결정되었던 FIT와는 달리, RPS에서 수시로 변동하는 SMP와 REC는 투자를 막는 요인 중 하나가 될 수 있다. 가격 변동성은 그 자체로도 위험하지만, 금융기관이 시장의 변동성을 이유로 대출을 꺼리는 요인이 되어 신규 투자자 진입에 매우 부정적인 영향을 미치게 된다(권태형, 2017). 실제로 2012년부터 시행된 RPS 판매사업자 선정 실적을 보면, REC 가격이 2012년 상반기 156,634원에서 점차 하락하여 2015년 상반기 70,707원 최저치를 기록하였고, 2016년 86,477원, 2017년 상반기 181,595원 수준으로 회복하였다. 이런 점에서 중소규모 태양광발전사업자들은 REC의 하한가격 설정과 100kW 미만 소규모 영세 발전사업자 수익보장을 위해 RPS의 전면폐지와 FIT제도 재도입까지도 요구하고 있는 실정이다(홍기웅, 2017.6.21).

RPS에 대한 논쟁은 위와 같은 소규모 영세 발전사업자 뿐만 아니라 다양한 행위자들이 가중치 값 상향 조정, 공급의무 비중 확대 등을 정부에 요청하면서 확대되었고, 제도 수정까지 이뤄지게 된다(이현석, 2011. 6. 20). 가중치 값에 따라 공급인증서가 차등적으로 발행되어 이윤이 결정되기 때문에 발전업체는 가중치 값을 향상시키기 위한 노력을 지속하게 된다(권태형, 2015). 따라서 가장 쟁점이 되었던 것은 가중치에 대한 논의였다. 처음 발표된 '신재생에너지 공급의무화제도 관리 및 운영지침'(지식경제부 고시 제2010-244호)에 따르면, 태양광에너지 중 건축물 등 기존 시설물을 이용

하지 않는 경우 지목 별로 0.7, 1.0, 1.2의 가중치를 부여하였고, 건축물 등 기존 시설 물을 이용하는 경우 1.5의 가중치를 부과하였다. 이후 2013년 1월 일부 개정에서 유지의 수면에 부유해 설치하는 경우 1.5의 가중치를 부과하였고, 2014년 개정에서는 기존에 30kW를 기준으로 가중치가 나뉘었던 것을 100kW로 확대하는 조정이 이뤄졌다. 이런 제도 수정의 배경에는 발전업자들의 요청이 있었는데, 한화그룹을 비롯한 태양광 업체는 유휴부지에서 전력 생산 시 가중치를 1.5로 상향해달라는 요청을 대한상공회의소를 통해 산업부에 제출하기도 했다(건설신문, 2013.7.26.). 가중치에 대한 조정은 지속적으로 이루어져, 태양광설비와 ESS설비를 연계할 경우 5.0의 가중치를 부여하는 기준이 추가되었다(산업통상자원부 고시 제2016-171호).

다음으로 쟁점이 되었던 것은 태양광 의무량의 크기인데, 2010년 발표된 RPS 정부 초안에서는 초기 원가가 비싼 태양광에 120MW의 별도 할당량이 부과되었고, 이에 대해 공급의무자들과 태양광업계 관계자들의 의견 대립이 있었다(권태형, 2015). 이후 열린 공청회 등에서도 태양광 업계 관계자들은 할당량의 대폭 증가를 요구하였고, 이후 운영규칙에서는 대폭 확대된 220MW가 별도 의무량으로 확정되었다. 이후 2013년 550MW, 2014년 880MW, 2015년 1,200MW의 별도 의무량을 부과하여 초기에 할당물량을 집중 배분하고 이후 다른 에너지원과 경쟁을 유도하려 하였다. 당시 500MW 이상의 발전설비를 보유한 14개 발전사업자가 공급의무자로 지정되었고,<sup>26)</sup> 의무공급량 비율은 2012년 2.0%에서 2016년까지 매년 0.5%씩 확대하고, 2016년부터 2021년까지는 1.0%씩 확대하는 것으로 결정되었다. 태양광발전 확대를 지지하는 환경단체와 태양광발전업체들은 공급의무량과 별도 태양광 할당량 확대를 주장하였고, 2016년 이후에도 시장을 통합하기보다 태양광에 대한 별도 할당량 부과 방식이 지속되길 요구하였다. 반면 공급의무자는 공급의무량의 축소를 지속적으로 주장하였다.

한편 2016년, 감사원은 감사보고서를 통해 RPS 가중치 산정의 문제점을 지적한 바 있다. 한전 5개 발전회사들(석탄화력발전소)이 의무공급량 중 해외수입 목재펠릿

26) 한국수력원자력, 한국남동발전, 한국중부발전, 한국서부발전, 한국남부발전, 한국동서발전, 한국수자원공사, 한국지 역난방공사, 포스코에너지, SK EandS, GS EPS, GS파워, MPC 울촌, 팽택에너지서비스 등 14개 발전사.

등의 바이오매스 혼합연소발전 비중을 2012년 4.5%에서 2015년 34.5%로 급격히 증가시켰는데, 이에 대해 감사원은 바이오매스(혼소) 가중치 1.0 산정이 과다 산정되어 0.5가 합당하다고 판단했다. 이에 따르면 발전자회사들은 2012~2015년 사이에 2,174억여 원을 추가 보전 받은 것으로 분석되었고, 향후 가중치 재조정이 되지 않으면 바이오매스 혼소발전의 편중현상이 심화될 것으로 내다봤다(감사원, 2016). 다른 한편, 정부는 소규모 민간사업자들이 겪는 어려움을 개선하기 위해 ‘태양광 판매사업자 선정제도’를 통해 고정가격의 장기계약(12년 이상) 체결로 투자활성화를 유도하고 있으며, 선정의뢰 용량의 50% 이상을 100kW 미만의 설비를 보유한 발전사업자를 대상으로 우선 선정하고 있다.

## 나. 태양광발전사업의 확대와 태양광산업의 구조조정

2012년~2015년, RPS에 의해 신규로 증설된 재생에너지 발전설비는 총 6,041MW(16,252개소)로 집계된다. 이는 2001~2011년 동안 FIT에 의해 설치된 재생에너지 발전설비 980MW(2,067개소)의 6.2배 수준이다. 각각의 기간 동안 태양광 발전은 FIT 497MW(1,991개소), RPS 2,484MW(16,016개소)로 나타난다. 그리고 RPS에 따라 태양광 판매사업자로 선정된 발전사업자는 2015년 상반기 최대치를 기록했는데 9,817개소였다. FIT와 RPS, 이 두 제도가 추진된 사회적 맥락과 상황이 다르기 때문에, 이와 같은 성과를 단순 비교하기 어렵지만, 표면적으로 볼 때 RPS를 통한 태양광을 비롯한 재생에너지 발전설비의 증가효과를 확인할 수 있다.

RPS로 인한 태양광발전의 양적 성장에도 불구하고, 2011~2014년에는 세계적으로 태양광의 공급 과잉 시기였는데, 국내 태양광 기업들은 채산성 악화로 사업철수, 가동중단, 인수합병, 법정관리, 폐업, 매각 등 구조조정 사태를 겪게 된다. 미국과 유럽에서 많은 기업들이 파산과 합병을 반복했고, 우리나라도 많은 기업이 문을 닫거나 사업을 철수하게 된다. 기업들은 각 공정의 개별단위 사업만으로는 글로벌 경쟁력이 약하다고 판단하고 태양광산업의 모든 공정단계를 아우르는 수직계열화를 추진하고 있다. 대기업들이 수직계열화를 통한 규모의 경제를 이뤄 과점적 시장을 형성하면서 중소기업들은 산업 내 입지가 점점 좁아져 단독으로 사업을 영위하기가 어려워졌다

(주대영, 2011; 장윤중 외, 2012).

2015년부터는 구조조정을 거쳐 안정적인 산업 구조를 갖게 된 태양광산업은 공급 과잉이 어느 정도 완화되었지만, 전 세계적인 공급과잉 현상이 반복되면서 내수 확보와 해외 수출에 어려움을 겪고 있다(한국태양광산업협회 서재홍 부장 인터뷰, 2017.5.11). 반면 태양광산업이 성장하고 사회적 수요가 증가하고 경쟁이 심화되는 가운데 하류부문에서도 사업 영역이 통합되고 있다. 설계(engineering)-자재조달(procurement)-시공(construction)을 일괄 진행하는 EPC 사업이 급증하고 있으며, 순수한 EPC에 사업 인허가와 프로젝트 파이낸싱(PF)과 유지관리(O&M)까지 결합하는 형태로 발전하고 있는 것이다(최홍식, 2017). 또한 입지선정, 발전사업 및 개발행위 허가, 전력수급계약, 민원해결 등을 대행하는 디벨로퍼(developer)의 역할도 관심을 끌고 있다(한재각 외, 2016: 62-63).

## 다. 지자체의 태양광발전 규제와 지원

태양광발전이 용이해지고, 다양한 발전사업자가 출현하면서, 크고 작은 갈등이 나타나기 시작했다. 3MW를 초과하는 전기 발전사업의 허가 건수가 2001년부터 2010년까지 10년간 96건이었던 것에 반해, 2012년 56건, 2013년 72건, 2014년 83건 등으로, 그 중 태양광은 누계 75건으로 가장 많은 건수를 기록했다(산업통상자원부 보도자료, 2015. 1. 29). 또한 지자체에서 승인하게 되는 3MW 이하 발전사업자가 증가하면서, 다양한 민원이 발생하였고 이를 해결하기 위한 지자체의 움직임도 나타났다.

전라남도는 2009년 2월 '전라남도 태양광발전사업 허가처리지침'을 제정하였으나, 2013년 9월 태양광발전 개발사업을 추진하려는 이들의 민원 해결을 위해 폐지하였다. 그러나 태양광 발전으로 인한 환경문제가 발생하며, 개발을 반대하는 민원을 잠재우기 위해 2015년 다시 '신재생에너지 전기사업 허가처리기준'을 마련하였다. 또한 권역 내의 기초지자체들과 타 지역의 광역과 기초지자체들이 이와 유사한 '개발행위 허가지침'을 마련하였지만, '태양광 갈등'은 지속적으로 나타나고 있다(한재각 외, 2016). 자치법규정보시스템에 따르면, 최근 태양광발전 설비 설치 관련 지침을 마련

한 지자체는 78곳으로 파악된다. 이에 2017년 3월, 산업통상자원부는 태양광 발전시설 설치 시 100~1000m의 도로주거지역 이격거리 기준을 규정한 지자체에 규제 폐지를 권고하는 ‘태양광 발전시설 입지 가이드라인’을 제시했지만(산업통상자원부, 2017), 이를 둘러싼 지자체, 발전사업자, 지역사회의 긴장은 해소되지 않고 있다(이투뉴스, 2017.6.25).

개발 규제를 실시하는 지자체와 함께, 소규모 발전사업자에 발전차액을 지원해주는 지자체도 생겨났다. 대표적인 사례는 서울시의 ‘서울형 발전차액지원제도’인데, 서울시는 ‘원전 하나 줄이기’를 시행하면서 시민발전소 확대를 목표로 내걸었기 때문에 소규모 발전사업자의 태양광발전사업 참여를 유인하기 위한 지원제도를 필요로 했다(김운수, 2012). 특히 RPS를 도입하면서 대규모 태양광 발전사업자와의 가격경쟁력이 떨어지는 소규모 발전사업자들의 입장을 고려하였고, 서울이라는 대도시 특성상 마땅한 입지를 확보하기가 어렵고 부지임대료가 높아서 이들에 대한 지원책이 필요했던 것이다. 현재 서울시는 설비용량 100kW 이하인 소규모 태양광 발전사업자에 대해 발전량 100원/kWh를 지원하고 있는데, 누적 설치용량이 10MW가 될 때까지 사업자당 5년까지 지원한다. 2017년 2월 기준으로 165곳(5,429KW)이 지원을 받고 있다(뉴스토마토, 2017.2.2). 이와 유사하게 경기도 역시 설비용량 100kW이하 태양광발전사업자에 대해 50원/kWh를 지원하고 있다(이투뉴스, 2014.1.9).

이러한 지자체의 주도적 지원정책은 기본적으로 거래시장 메커니즘으로 운영되는 RPS의 단점을 극복하면서, 기존 FIT가 갖는 장점을 지속하려는 전략적 니치 관리로 평가할 수 있다. 그리고 에너지전환에 지자체가 적극적으로 나서는 흐름은 과거 정부 주도의 지역에너지계획과 관련 정책 추진 관행에서 탈피해 지역에너지 전환과 자립이라는 전환 비전(transition vision)을 지역사회와 공유하고 타 지자체와의 연대를 통해 니치의 확산을 꾀하는 것으로 이해할 수 있다(이정필, 2015). ‘탈핵-에너지전환도시 선언’(2012년), ‘지역에너지전환 선언’(2015년), ‘국가 에너지정책 전환을 위한 지방정부협의회’(2016년)와 같은 지자체의 연대는 ‘탈핵에너지전환 국회의원모임’과 연계되면서 국가 차원으로 스케일 확대가 이루어지고 있는 상태다.

## 라. 에너지전환 담론 활성화와 소규모 태양광발전사업 니치의 연대

에너지전환 담론과 실천이 조금씩 확산되는 가운데 에너지시스템의 거시 환경에 중대한 영향을 주는 국제 이슈가 발생했다. RPS가 시작되기 이전 2011년 3월 11일, 일본 후쿠시마 제1원전이 폭발하는 사고가 일어났다. 이후 전 세계적으로 핵발전에 대한 인식의 변화가 일어났고, 독일과 스위스 등 국가에서는 탈핵을 선언하기도 하였다. 또한 2012년 1월 밀양 송전탑 건설에 반대하는 이치우 노인이 분신 자살하는 사건이 일어나며 탈핵으로 에너지 대안을 구성하려는 시민사회의 움직임이 생겨났다. 시민사회에서는 한편으로는 밀양 투쟁과 연대하며, 다른 한편으로는 FIT의 재도입을 정부에 요구하였으며, 동시에 일부 환경단체는 태양광 기업과 함께 일반인들에게 태양광 투자 교육을 진행하기도 했다. 2016년부터 환경운동연합은 한화큐셀·한화환경연구소와 서울시와 공동 주관하여 ‘해피선샤인 태양광 창업스쿨’을 진행하고 있는데, 투자 목적으로 태양광 발전을 설치하려는 소규모 투자자들이 교육을 듣고 직접 투자를 하기도 한다.<sup>27)</sup> 이와 함께 서울시 성대골을 대표로 하는 ‘에너지자립마을’ 사업이 확대되어 에너지 전환과 자립에 대한 시민사회의 목소리가 커질 수 있는 분위기가 형성되었다. 서울시는 시민이 태양광 발전소 건설 비용을 전액 출자하고 운영수익을 가져가는 ‘태양광 시민펀드’를 출시하여 서울시 소유 공공부지인 철도차량기지 4개소에 4.25MW 규모로 조성하였다(서울특별시, 2015.7.28).

이 시기에 에너지협동조합과 여타의 중소규모 태양광발전사업자들이 출현했다. 2012년 협동조합기본법 제정 이후로 협동조합이 설립되기 시작하여 2013년 이후로는 후쿠시마 원전 사고를 기점으로 에너지 대안에 대한 인식이 확산되었고, 태양광 발전을 주 사업으로 하는 ‘에너지협동조합’도 본격적으로 결성되고 있다(박진희, 2015). 이들은 협동조합의 형태로 공동 출자하여 태양광 발전소를 건설하고, 전기를 한전에 판매하는 사업을 주로 한다. 이렇게 발전소를 소유하고 운영하는 시민들이 등장하며

27) 제4회 해피선샤인 태양광 창업스쿨(2017년 6월 24일 09:30~16:30, 63빌딩 한화생명 1층 대강당)의 교육과정을 보면, 1교시 ‘기후변화와 태양에너지’, 2교시 ‘태양광 산업동향과 전망’, 3교시 ‘태양광 발전사업자의 실제 사례’, 4교시 ‘햇빛발전조합 운영사례’, 5교시 ‘태양광 발전 입지선정 및 사업성’, 6교시 ‘발전사업 허가절차와 지원정책’, 7교시 ‘신재생에너지공급인증서 거래 절차’, 8교시 ‘태양광발전소 설계 시공과 유지관리’, 9교시 ‘태양광발전소 금융 조달 방안’으로 구성되어 있다(환경운동연합·한화큐셀·한화환경연구소·서울시, 2017).

에너지에 대해 이전과는 다른 가치를 지향하고 다른 행위 규범을 따르는 에너지 시티즌십(energy citizenship)이 주목을 받고 있다. 드바인-라이트(Devine-Wright, 2007)에 따르면, 중앙집중형 경성에너지시스템에서 대중은 수동적인 소비자 역할을 부여받는데 반해, 지역분산형 연성에너지시스템에서 대중은 에너지 영역에서 능동적인 행동의 필요성을 깨닫고 그에 적합한 역량을 발휘하는 시민으로 재현된다. 2015년 기준, 에너지협동조합이 소유·운영하는 태양광발전의 총 설비용량은 25kW~500kW 규모로 상대적으로 작지만, 꾸준한 조합원 확대와 발전소 용량 증대를 보이고 있는데, 전국적으로 79개로 집계된다(손은숙, 2016).

그러나 RPS 하에 소규모 발전사업자로서 경쟁력을 갖추기 쉽지 않고, 전기 판매가 여의치 않은 상황에서 상근자를 고용하기 어려울 정도로 경영상의 어려움을 겪는 경우가 많다. 입찰 시장 상황에 따라 REC 가격이 변동하는 RPS 제도는 안정적인 사업 예측을 어렵게 만들기 때문에 협동조합이 살아남기 어려운 실정이다. 따라서 에너지협동조합과 시민발전소 등 소규모 발전사업자들은 FIT의 재도입을 요구하는 한편, 계통연계 비용의 부담을 감면해주는 정책 도입도 요구하고 있다. 이런 요구들이 서울시와 경기도 등 지자체에서 보조금을 지원하는 배경이 되었고, 에너지협동조합의 조합원 확대에 지방정부의 지원이 큰 힘이 되는 것으로 해석할 수 있다(손은숙, 2016).

2014년 에너지협동조합들은 아래로부터의 에너지전환이라는 공동의 비전을 실현하기 위해 전국시민발전협동조합연합회를 결성하고 정보공유와 정책대안 등의 활동을 진행하고 있다. 이외에 100kW 이하 소규모 민간발전사업자들은 태사모(태양광 발전사업자 모임), 투태모(투명한 태양광발전사업자 모임), 태발동(태양광발전사업동호회) 등 인터넷 동호회 모임으로 결속하고 있으며, 이들 역시 FIT 재도입과 RPS 개선을 요구하고 있다. 2015년 12월, 전국태양광발전사업자연합회와 전국시민발전협동조합연합회 등은 공동으로 기자회견을 열고 RPS 도입으로 소규모 태양광발전사업이 위축되는 문제를 지적하며, 100kW 이하 소규모 태양광에 대한 FIT 재도입과 RPS 개선을 요구하기도 했다(투데이에너지, 2015.12.21). 그러나 에너지협동조합과 소규모 민간발전사업자들은 혁신정책인 FIT와 RPS에 대한 정책대안에 한해 협력관계를 유지하고 있지만, 에너지협동조합이 에너지전환이라는 가치지향을 우선하는 것에 비해, 소규모

민간발전사업자들은 발전수의 극대화라는 경제적 이해관계를 상대적으로 중시하는 것으로 성격을 규정할 수 있다.

## 마. 전환 기업의 분화와 기존 기업의 혁신 전략 착수

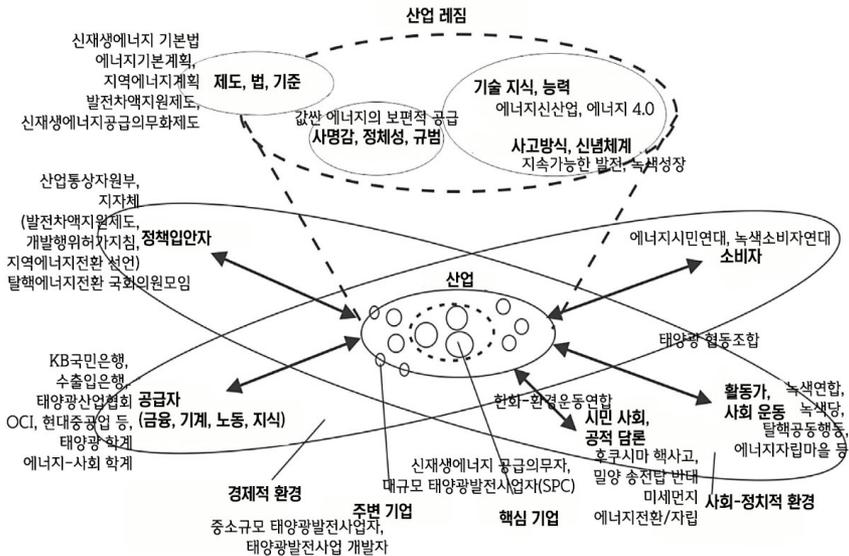
앞서 살펴봤던 것처럼, 대규모 태양광발전사업자(SPC)의 증가는 전환 기업의 분화로 나타나고 있다. 대규모 태양광발전사업은 규모의 경제를 이용해 단가를 낮추며, 공급의무자는 큰 물량을 한 번에 확보할 수 있어 대형 발전방식을 선호한다. 그러나 소규모 발전사업자는 이들이 공급인증서 가격을 낮출 수 있고, 불공정 경쟁을 야기한다는 이유로 반발하고 있다. 대규모 발전사업은 초기 비용과 토지가 대규모로 필요한 만큼, 대형 기업을 중심으로 이뤄진다.

한전과 발전자회사는 특수목적법인(SPC)인 '햇빛새싹발전소'를 통해 전국의 초중고 2,000개교에 약 200MW 규모의 태양광발전 사업을 추진하겠다고 밝혔다. 추진 과정에서 발생하는 REC는 투자 주체인 발전사들이 자체 매매하도록 하여 RPS 의무 이행률도 높ی겠다는 구상이었다. 이에 에너지나눔과평화와 전국시민발전협동조합연합회는 소규모 태양광 사업자를 위협하는 불공정한 방식이라며 철회를 요청하였다(슬라투데이, 2016.11.7; 이투뉴스, 2017.7.10). 또한 한국남동발전은 한국도로공사와 2012년 4월 고속도로태양광발전(주)를 설립하였고, 우리은행과 하나대투증권의 프로젝트 파이낸싱을 통해 경남권, 호남권, 충청권 등 폐도부지에 태양광 발전시설을 설치하였으며(투데이에너지, 2013.3.7.), 새로 등장한 규모가 큰 기업들은 10MW 이상의 태양광발전 사업에 착수하고 있다(에너지경제, 2017.1.27). 공급의무자들 중심으로 대규모 태양광 설치가 확산되는 한편, 정부의 에너지 신산업 기조에 맞추어 에너지저장장치(ESS)를 활용하여 태양광발전소를 설치하는 사업도 확대되었다. 그러나 ESS설치 시 REC 가중치가 5.0으로 책정되면서 태양광과 ESS를 함께 설치하려는 사업자가 많아졌다(전자신문, 2017. 2. 21). 이와 함께 시민들이 참여할 수 있는 창구가 많아지면서 크라우드 펀딩 방식으로 태양광 발전소에 소규모로 투자하는 사업들도 생겨났다(이투뉴스, 2017.7.28).

FIT와 RPS가 도입된 이후 현재 태양광발전사업을 둘러싼 행위자들을 삼중배태 모

텔에 적용해보면 다음 [그림 4]와 같다. 앞서 살펴본 [그림 3]의 '전력산업구조개편 (2001년) 전후 태양광발전사업의 환경 변화'와 비교하면, 행위자와 정책이 훨씬 다양 해졌음을 알 수 있다. 전력산업 레짐의 법제도와 기술개발 능력을 제외하고 사고방식 과 신념체계, 그리고 사명감과 정체성에는 큰 차이가 발견되지 않는다. 그러나 혁신정 책의 도입과 에너지전환 운동이라는 사회-정치적 환경의 변화와 압력, 그리고 조금씩 성장하고 있는 태양광발전사업은 전력산업 레짐 내부와 경제적 환경의 다양한 공간에 서 자리를 잡아가면서 이를 둘러싼 경제적 조건의 변화의 징후를 보여주고 있다. 후쿠 시마 사고와 밀양 송전탑 사건은 사회 전반에 에너지시스템에 대해 상당한 회의를 낳 았고, 노후 대비를 위한 투자로 태양광발전사업이 각광을 받으며 태양광발전이 대한 이해관계망이 급속히 확대되고 있는 추세를 보이고 있다. 전환 기업들은 각자의 가치 관과 성장전략을 추구하면서 전력산업 레짐 속의 기업들로 자신의 영역을 확장하고 있으며, 기존 기업들은 자신이 보유한 보완적 자산을 활용하여 소극적 혹은 적극적 혁신전략을 추진하면서 태양광발전사업의 혁신 레이스에 뛰어 들고 있다.

[그림 3-4] FIT·RPS 도입 후 태양광발전사업의 환경 변화



자료: Geels(2014)를 토대로 재구성

## 5. 태양광발전사업의 산업혁신 공진화 동학 분석 종합

### 가. 산업혁신 공진화 4단계 종합

앞서 에너지전환의 관점에서 태양광발전사업의 공진화 동학을 역사적 구분에 따라 4단계로 분석하였다. 1단계(1973~1986년)는 석유파동 위기 하에서 정부 주도의 태양열 니치 실험이 실시되었고, 중장기적으로 태양광발전을 위한 기술개발계획이 마련되었다. 2단계(1987~2001년)는 태양열 니치 실험이 중단된 이후 주춤했던 재생에너지 기술에 대한 관심이 재개되고, 기후변화와 신자유주의라는 거시 환경의 변화가 초래한 상황에서 이루어진 전력산업구조개편을 통한 전력산업의 레짐 변화가 향후 태양광발전사업이 출현하는 배경이 되었다. 3단계(2002~2011년)부터는 FIT라는 창조적 혁신정책의 도입과 시민사회의 에너지전환이 결합되어 태양광발전사업의 전략적 니치가 형성되고 태양광산업이 성장하면서 전력산업 레짐과 외부 환경과의 상호작용이 시작되었다. 4단계(2012~현재)에서는 RPS로 혁신정책이 변화하여 태양광발전사업의 제도적 기반이 바뀌었음에도 불구하고, 태양광발전사업과 태양광산업의 양적 성장은 유지가 되고 있으며, 후쿠시마 사고의 여파로 에너지전환 담론과 실천이 활성화되면서 에너지협동조합과 소규모 태양광발전사업이 전환 기업의 하나로 자리를 잡았다.

발전주의 시대 형성된 경성에너지시스템이 전력산업구조개편을 통해 부분적으로 변형되었지만, 여전히 국가-자본과 핵-화석에너지 중심의 경성에너지시스템이 유지되고 있으며, 전력산업 레짐의 발전분야는 한전의 발전자회사와 민간발전사업자, 송배전판매 분야는 한전, 전력계통시장운영분야는 전력거래소가 지탱하고 있다. 그럼에도 불구하고, 에너지전환의 전략적 니치는 전력산업 레짐의 하위 레짐으로 발전하고 있다. 재생 에너지를 비롯한 태양광발전사업의 경우, FIT와 RPS를 통해 에너지협동조합과 소규모 태양광발전사업자, 대규모 태양광발전사업자로 구성된 전환 기업들이 출현하여 성장을 거듭하고 있다. 이와 동시에 한전 발전자회사와 민간발전사업자 등의 기존 기업들은 독자적으로 혹은 전환 기업과 협력관계를 맺으며 소극적 대비에 나섰으며, 최근에는 태양광발전 시장의 선점 및 사업 다각화를 위해 혁신 레이스에 뛰어 들고 있다고

평가할 수 있다. 주요 계기와 사건을 중심으로 나눈 역사적 구분을 변증법적 이슈생애 주기 모델의 공진화 동학과 연결시키면 다음과 같다.

**<표 3-4> 태양광발전사업의 역사적 구분과 산업혁신 공진화 4단계 동학(요약)**

단계	시기	역사적 구분	산업혁신 공진화 동학
1	1973~1986년	석유파동과 정부 주도의 태양열 니치 실험	문제의 발생, 산업의 정부정책 관심, 그리고 정체 상태
2	1987~2001년	대체에너지 기술개발 재개와 기후변화 담론, 그리고 전력산업구조개편	대중 관심 증대와 산업의 방어적 대응
3	2002~2011년	발전차액지원제도와 태양광발전사업 니치의 형성	혁신정책의 도입과 전략적 니치의 형성
4	2012~현재	신재생에너지공급의무화제도와 에너지전환 담론, 그리고 다양한 태양광발전사업의 전력산업 레짐 진입	혁신정책의 변화와 정치적 논쟁, 전환 기업의 성장과 분화, 기존 기업의 소극적 대비 및 산업의 전략다각화

그러나 태양광발전사업의 前史에 해당하는 1단계와 태양광발전사업이 상대해야 하는 전력산업 레짐이 재편된 2단계를 제외하면, 실제 태양광발전사업이 사회적, 정치적, 경제적으로 인식되고 실천된 것은 3단계부터 시작되어 20년이 채 되지 않은 짧은 기간밖에 되지 않기 때문에 본격적인 분석은 충분하지 않고 잠정적인 상태로만 정리할 수 있을 것이다. 앞서 분석한 내용을 종합하면, 현재 태양광발전사업은 변증법적 이슈생애주기 이념형의 '5단계의 경제적 파급효과와 산업의 전략 전환'에 훨씬 못 미친 단계에 있으며, 3단계와 4단계의 압력과 전략의 동학의 여러 요소들이 섞여 있는 것으로 파악된다. 지난 40년이 넘는 기간 동안 태양광발전사업은 석유파동, 민주화, 외환위기, 기후변화, 핵발전소 사고라는 거시 환경, 그리고 경성에너지시스템의 성격을 갖는 전력산업 레짐과 산업-속-기업들이 정부 주도의 정책 구상과 집행에 따라 선택한 대응과 전략, 그리고 태양광발전사업의 전략적 니치의 출현과 성장이 상호 배태되어 있는 관계망을 형성해왔다고 할 수 있다. 전반적으로, 외부 충격을 인지하고 반응하는 정치과정에서 정부가 제시한 정책과 법제도의 도입과 그 변화가 태양광발전사업을 비롯한 태양광산업의 구조적 틀을 주조했다. 그럼에도 이 과정에서 시민사회의 대안적인 에너지전환의 실험과 전환 기업의 지속적인 기술개발과 실증사업은 정부 정

책과 그 변화에 직간접적으로 영향을 미쳤으며, 이런 상호작용을 통해 정책의 정당성과 효용성은 끊임없이 재해석되었다.

## 나. 4단계 이후 산업혁신 공진화 전망

태양광발전사업 산업혁신의 공진화 과정에서 발견된 주요 특징을 검토하면서 앞으로 전개될 4단계 이후의 미래를 전망해볼 수 있다. 우선 거시 환경의 영향력과 그에 따른 대응 전략에서 뚜렷한 차이가 발견된다. 석유파동은 1단계에 한시적으로 발생하여 대체에너지에 대한 관심을 유발했지만, 상황이 호전되자 태양열 니치는 정부가 주도한 즉자적 반응에 그쳤다. 그러나 값싼 에너지의 보편적 공급이라는 국가적 책무는 전력산업 레짐과 한전의 사명감과 정체성으로 자리매김했고, 국민 스스로도 당연한 것으로 간주하게 되었다. 반면 2단계부터 회자되기 시작한 지속가능한 발전과 기후변화 담론은 시간이 지나면서 점차 확산되었고 꾸준히 정치적으로 수용되어 법제도적 기반이 구축되어 갔다. 그런데 추상적 이념과 흐름의 정책으로의 전환은 사회 문제를 인식하고 해결 방안을 모색하는 과정에서 방법론적 논쟁과 대안 선택의 경쟁을 낳기 마련이다. 보급사업, FIT, RPS 등 다양한 방식의 정책수단들 중 단수 혹은 복수의 결정과 그 변화는, 에너지 분야에서도 민주화가 진척될수록 정치적 논의만이 아니라 사회적 공론장으로 개방될 수밖에 없어 다양한 행위자와 이해관계자들의 참여로 복잡해지고 불확실해진다.

FIT와 RPS의 순차적 도입과 FIT 재도입 요구라는 일련의 흐름은 즉자적인 반응이 아니다. 태양광발전과 관련 산업화를 위한 창조적 혁신정책으로 분명 이 제도들로 인해 발생한 성과를 일정하게 확인할 수 있다. 그러나 이를 둘러싸고 새롭게 출현한 행위자들은 각자 다른 배경과 지향성을 갖는다. 이에 따라 정책선택에도 차이가 나타난다. 사회운동 진영은 한국 에너지시스템 전반의 전환을 목표로 아래로부터의 실천 수단으로 태양광발전을 이해하며 사회운동을 통해 전략적 니치를 관리하고 규모를 확대하려고 노력한다. 특정 정책이나 사업에 대한 네거티브(negative) 운동을 뛰어 넘어 혹은 이것과 병행하여 진행하는 시민발전과 에너지협동조합 등의 포지티브(positive) 운동은 ICT를 활용한 스타트업이나 사회적경제로 영역을 확장할 기회가 되고 있기도 하다.

반면 중소기업이든 대규모이든, 점차 많은 전환 기업과 기존 기업들의 태양광발전 사업은 전원개발방식과 큰 차이가 없다는 비판을 받는 경우가 있다. 이런 경향은 현재 까지 전력산업 레짐에 강력하게 남아 있는, 나아가 국가의 사회기술시스템 전반에 작용하는 발전주의가 그 원인으로 지목된다. 이런 우려에도 불구하고, 단기적으로 양적 성장을 보이고 있는 태양광발전설비는 이런 기업들의 최근 활약 덕분임을 부정할 수 없다. 다양한 차원의 보완적 자산을 활용하여 자체적으로 혹은 전환 기업들과 협력하는 기존 기업들은 ‘전환의 장애’이자 ‘전환의 동맹’이라는 양면적인 평가가 가능하다. 한편 제조에서 시공, 관리까지 태양광산업은 성장 속에서 변화를 경험하고 있다. 상류 부문은 중국과의 경쟁 등 세계시장에 편입되어 구조조정을 겪으면서 내수시장은 물론 해외시장을 적극적으로 개척하고 있다. 태양광발전이 증가할수록 하류부문의 역할이 중요해지고 있지만, 점차 과다경쟁 상태에 놓이면서 사업영역의 통합이라는 해결책이 주목을 끌고 있다.

현재 모습은 경성에너지시스템이 지배하는 전력산업 레짐의 안팎에서 이질적인 성격의 태양광발전사업자들이 경쟁과 협력의 복합적인 관계를 유지하면서 국내외 사회-정치적 압력과 환경적 압력을 맞아 외향적으로는 사회-문화적정치적 전략을, 그리고 내향적으로는 기술과 혁신전략을 구상하고 실천하고 있다고 할 수 있다. 다시 말해서, 태양광발전사업은 전력산업 레짐의 하위 레짐으로 형성되고 있으며, 이 하위 레짐에 있는 다양한 유형의 전환 기업들은 각자의 전략적 사고와 판단에 따라 상위 레짐의 기존 기업들과 관계를 맺고 있다. 앞으로 4단계가 얼마간 지속되겠지만 어떤 상황이 펼쳐질지는 불확실하다. 하지만 불확실성 속에서 태양광발전사업은 사회시스템과 공진화하는 과정을 계속해서 겪게 될 것으로 전망된다. 한편으로 고착된 기존 에너지시스템의 변화가 특정한 변화의 동인을 통해 급변할 가능성은 크지 않다. 다른 한편으로 현재의 에너지 권력과 사회적 인식과 실천의 관습이 장기간 우위를 차지하겠지만, 경제-사회적 이해관계 네트워크의 외연이 확장되고 내실이 다져진다면 성장 초기단계에 형성된 사회적 지지와 기술적 성과가 확대될 수 있다는 것이다. 특히 새 정부 들어 과거와 달리 에너지전환의 입장을 밝히고 있고 새로운 정책과 기술을 검토하고 있는 상황에서, 그 미래는 불확실하지만, 태양광발전사업을 둘러싼 외부 환경에 유리한 조건이 형성될 것으로 예상된다.

<표 3-5> 태양광발전사업의 산업혁신 공진화 4단계 동력(요약)

단계	사회 '문제와 관련' 영역의 동력		기존 '기업의 해결'과 '전략'의 동력		전환 '기업의 도전'과 '전략'의 동력	
	사회·정치적 영역	경제적 영역	사회·문화적, 정치적 전략	기술과 혁신전략	사회·문화적, 정치적 전략	기술과 혁신전략
1	<p>석유 파동에 대한 반응으로 정부 차원 대체에너지 주목(계획정책), 연구기관 설립, 그러나 보급사업 관리 부실 및 장기계획 이행 불확실</p>	<p>태양열 주택 보급사업 사회적 수요, 그러나 저유가로 국면 전환, 그리드(호기) 기술, 서민주거안정적 공급으로 입력 해소</p>	<p>한전 및 에너지 기업들의 무관심</p>	<p>한전 및 에너지 기업들의 무관심</p>	<p>기업의 정부 계획정책 참여 및 의존, 관련 학회 및 전시회 동참</p>	<p>제품 수입 후 조립설치, 일부 해외기업과의 기술 제휴, 기술적 논란 해결 능력 부족, 일부 기업 기술개발 지속</p>
2	<p>민주화와 함께 환경주민 운동의 정치 의제화, 지속가능한 발전과 기후변화 담론 부분적 수용, 대체에너지에 대한 정부의 법제도 정비</p>	<p>외환위기의 여파와 신자유주의적 효율성 논리 득세 속에서 전력산업구조개편 추진 및 불안정한 실행, 대기업과 계열사의 민간발전사업 진출 및 한전 발전지사들과 경쟁</p>	<p>공기업의 특성상 정부의 전력산업구조개편 동참, 개편된 시스템 내에서 한전 및 발전지사들의 입장 공고화</p>	<p>전력산업구조개편에 따른 경영 효율화 추구, 태양광발전 시범사업 참여</p>	<p>기업의 정부 계획정책 참여 및 의존, 전자제품 전시회 참여 및 홍보</p>	<p>기술 개발 시도, 정부 시범사업 활용, 태양광 가정용, 제품 신문 광고, 스타트업 활용 소형 전자기기 출시 및 판매</p>
3	<p>환경운동과 반핵운동 일부의 에너지전환 실행, 정부의 (제한적) FIT 도입(500MW 자원 제한, 전력산업기반기금 활용 제외)</p>	<p>투자자금융기관의 대규모 태양광발전 프로젝트 개발 참여(SPC), 핵심 태양광 제조업의 국산화 및 일괄 생산라인 구축 및 해외수출 전략 병행, 태양광산업계의 동종협회 결성 및 경제적인 이익 추구(제도 개선, 시장기회 창출), 보조지원사업 확대, 태양광 시스템 분야 보급업체 증가</p>	<p>발전사업자에 대한 한전 및 전력거래소의 FIT 홍보 및 신청접수, 정부 정책 변화에 중추적 위치 태양광 확대에 따른 평판 제고 및 정부 시책 사업 동참 의미부여</p>	<p>전력거래 제도 장벽 및 미비 해결 요청에 대한 FIT 지원체계에 피어닥쳐 발전사업자 전략항 확인 및 지원금 교부 역할 수행, 발전사업자의 대규모 태양광발전 프로젝트 개발 등 혁신기술 실증사업으로 소극적 대비</p>	<p>승배전 인프라 및 전략거래 진입장벽과 제도적 미비 해결 노력, FIT 활용 발전사업자들의 관계망 형성 및 집단행동, 발전사업자들과 태양광산업제와의 공동행동을 통한 제도 개선 요구 및 협의(기준가격 등), FIT 폐지와 RPS 도입 정책변화에 반대 활동</p>	<p>소형 발전사업자와 대형 발전사업자 간의 지향성(기차/이해관계) 및 스킴(중소규모/대규모)의 차이 발생</p>

단계	사회·문제와 관련 '압력'의 동학	경제적 압력	사회·정치적 압력	기존 기업의 '해결'과 '전략'의 동학	기술과 혁신전략	사회·문화적, 정치적 전략	기술과 혁신전략
<p>혁신정책의 변화와 정치적 논쟁, 전환 기업의 성장과 분화, 기존 기업의 소극적 대비 및 산업의 전략다각화 ('12~현재)</p>	<p>FIT에서 RPS으로 혁신정책 변화, 후쿠시마 핵사고, 밀양 사태기후변화·미세먼지 이슈의 부상으로 정부의 분산형 전환, 에너지산업 사업 추진, 태양광발전 결을 신화 및 지자체의 입지 규제, 지자체의 에너지전환 및 시민사회 니치 지원, 에너지협동조합 출현과 에너지전환 담론 활성화</p>	<p>태양광산업 구조조정 속에서 성장세, EPC 등 하류부문 산업 활성화 및 투자셀명화분양사업, 태양광 정책재원 및 민간금융 증대(PP), 중대규모 태양광발전 프로젝트 증가세, ESS-전기차태양광대여 등 에너지산업의 기반 확보 필요성 제기, 노후 대비 등 일반 시민의 투자처로 부상</p>	<p>공급의무자들의 REC 외부조달을 통해 민간발전사업의 거래 및 발전수의 제공, 친환경에너지 기업 이미지 및 지속가능성 제고, 의무할당 부담 최소화 및 규제 완화 주장</p>	<p>공급의무자들의 RPS 의무 이행(자체조달/외부조달) 및 RPS 부담 완화(바이오매스 호소), 전력거래소의 거래시장 합리화에 제도적 보완, 한전발전회사의 학교 태양광·고속도로 태양광 등 자체 사업영역 확장을 위한 기술품구상 및 혁신 레이스 합세(포드폴리오 다양화)</p>	<p>RPS 제도 적용과 함께 태양광 할당 우대 및 기준치 확대 제도 개선 요구, 소형 발전사업자의 FIT 제도를 위한 공동행동 및 정원, 일부 태양광산업과 환경단체와의 공동 프로그램 제공(태양광 시민투자)</p>	<p>소형 발전사업자와 대형 발전사업자의 문화, 대규모 태양광발전사업의 경우 기존 레짐 편입 및 기존 기업과의 협력, 에너지산업(ESS, 에너지저장장치 등)의 장 활용 및 신기술 적용 탐색</p>	

자료: 필자 작성

## 제5절 결 론

### 1. 정책적 시사점

#### 가. 태양광발전사업 산업혁신의 새로운 정치지형

2017년 5월 당선된 문재인 대통령은 2030년까지 태양광과 풍력 위주로 20% 신·재생에너지 비율을 달성하겠다는 정책을 내놓았다. 또한 석탄발전소와 핵발전소를 추가로 건설하지 않고 기존 발전소를 단계적으로 폐쇄하는 ‘탈석탄·탈핵 에너지전환 로드맵’을 추진하고 있다. 박근혜 정부에서 내세운 에너지 신산업은 기존 기업은 물론 전환 기업에게도 자극제가 되었다. ‘4차 산업혁명’이 유행하는 상황에서 문재인 정부에서도 에너지 신기술에 대한 관심이 커질 것이며, 이에 따라 태양광발전사업과 태양광산업의 또 다른 장이 펼쳐질 것으로 예상된다. 그 구체적인 방향을 전망하기 어렵지만, 에너지시스템에서 보조적인 위상에 머물렀던 태양광 등 재생에너지가 에너지전력 믹스에서 유의미한 비중으로 확대될 토대가 마련될 것으로 보인다. 박근혜 정부의 ‘에너지 신산업 종합대책’(2016년 7월), ‘신재생에너지 보급 활성화 대책’(2016년 11월)과 문재인 정부의 ‘신재생3020 이행계획’ 수립 방향에서 단기적인 변화상을 그려볼 수 있다. 태양광발전사업을 위한 다양한 창조적 혁신정책이 추진되고 있거나 추진될 예정인데, 재생에너지 계통연계 확대와 주민참여 활성화, 스마트 그리드와 에너지 프로슈머, 에너지저장장치와 수요자원시장, 전기차와 전기충전소가 대표적이다.

이러한 정책 패키지는 RPS(혹은 소규모 FIT 재도입)과 함께 태양광발전사업을 비롯한 전력산업 레짐에 커다란 변화를 예고한다. 이는 태양광발전 비중의 확대나 전력산업 레짐의 변화만을 의미하는 것이 아니라, 국제환경에 영향을 받으면서 정치, 경제, 사회, 문화, 환경 등 다양한 시스템의 공진화 속에서 진행된다. 기후변화 대응과 에너지전환에 대한 전 세계적 흐름에 동참할 필요성이 커지고 있으며, 태양광에 대한 관심 증가는 태양광산업 활성화와 전력 공급소비의 기반시설의 재구축, 사회적 인식 변화라는 사회기술시스템의 재구성과 밀접하게 관련된다. ‘신재생에너지 3020 이행계획’ 수립 과정에서 검토되고 있다고 알려진 절대농지(농업진흥구역)에 대한 태양광 개발

규제완화 방안은 ‘에너지안보’와 ‘식량안보’의 상반된 논리로 충돌할 수 있다. 예컨대, 산업통상자원부는 규제완화를 통해 신재생에너지 보급을 늘리겠다는 입장이고, 농림축산식품부는 식량안보 측면에서 절대농지 규제 완화는 위험하다고 지적하고 있다(머니투데이, 2017.7.11). 반면 입지 확보를 위해, 잔류염분 등으로 경작이 어려운 간척지, 유희한계농지 등을 활용한 ‘재생에너지 계획입지제도’ 도입 발상(산업통상자원부 보도자료, 2017.6.30)은 입지확보의 합리성을 보장하고 주민수용성 문제를 해결할 수 있는 방법 중 하나이지만, 에너지의 사회공간적 경관의 변화와 함께 국토계획의 수정으로 이어질 수 있다.

### 나. 에너지전환을 위한 파괴적 혁신정책의 필요성

변증법적 이슈생애주기 확장 모델에 따르면, ‘경제적 파급효과와 산업의 전략 전환 단계(5단계)’는 사회·정치적·경제적 차원에서 대중 담론이 주류 소비자의 선호를 바꾸거나 규제자들이 경제적 조건을 실질적으로 바꿀 때, 사회 문제는 새로운 시장 창출로 이어진다. 그리고 기존 기업들은 경제적 기회를 잡기 위해 새로운 기술과 시장으로 재정향화되고, 궁극적으로는 산업레짐의 사고방식과 신념체계가 재형성되어 산업레짐이 전환된다. 이 과정에서 전환 기업들은 산업레짐 전환의 전략적 니치로 출현·성장하여 새로운 산업 및 기업 집단과 고용 및 이해관계자를 형성하고 공고화된다. 최종적으로 기존 기업과 전환 기업의 구분은 무의미해져 새로운 산업레짐에서 핵심 기업과 주변 기업으로 재구조화된다.

에너지전환 관점에서, 태양광발전사업의 전략적 니치가 전력산업 레짐에서 공고화되고, 전환 기업의 도전에 맞서 기존 기업이 전환 기업과의 대립·협력하면서 완성될 수 있는 전력산업 레짐의 급진적 전환은 정부, 시장, 시민사회의 협력적 거버넌스에 달려 있다. 현재 정부와 시장 중심의 에너지시스템이 지배적 권력을 행사하는 상황에서는 에너지전환을 공론화하고 아래로부터의 태양광발전사업 니치를 형성하고 있는 시민사회의 역할이 강조되어야 한다. 태양광발전 기술은 전기 생산자와 소비자의 전통적인 이분법적 구분에 의문을 제기하며, 분산형 전원은 중앙과 지방이라는 사회공간적 차이에도 변화를 초래할 수 있다. 이러한 전환의 가능성은 FIT나 RPS, 그리고

발전·저장·소비의 기술적 측면의 창조적 혁신정책만으로는 한계가 있다. 전력산업 레짐을 인지적·규범적으로 구성하는 사고방식과 신념체계를 재정형하는 파괴적 혁신정책도 동시에 기획·추진되어야 한다. 태양광발전과 에너지전환을 위해서는 태양광발전 사업 활성화의 장애요소를 제거하고 전력산업 레짐을 불안정하게 만들 수 있는 혁신적 접근도 필요한 것이다. 파괴적 정책효과를 기대할 수 있는 것은 에너지세제와 전기요금 체계개편, 그리고 전력산업구조개편을 꼽을 수 있으며, 특히 이러한 개편 방향을 위한 기본 원칙을 재정립해야 한다. 특히 정부, 시장, 시민사회의 협력적 거버넌스를 구상하기 위해서는 새로운 형태의 전력산업 레짐을 유도하는 접근이 중요하다.

최근 전력산업구조개편은 새로운 국면에 접어들고 있는데, 민영화냐, 국유화냐는 쟁점에 에너지전환 담론이 가세하여 논의는 더욱 복잡하게 나타나고 있다. 2016년 6월, 정부의 '에너지 공공기관 기능조정' 방안과, 같은 해 12월 발표된 '에너지 공공기관 상장 세부추진계획'은 한전 전력판매 시장의 개방과 발전자회사 등 공공기관 주식 상장을 골자로 하고 있어 논란이 되고 있다. 이 과정에서 전력산업 레짐의 에너지 공공성에 대한 대안 주장이 지속되고 있지만, 에너지전환의 관점에서 전력산업구조개편을 추진해야 한다는 새로운 담론이 제기되고 있다. 한편에서는 과거 민영화 논리와 다른 측면에서 '시장 활용 에너지전환'이 부상하고 있는데, 이 담론은 자유경쟁 시장과 기업의 기술 혁신이 에너지전환에 효과적이라고 판단하고, 정부의 규제적 산업정책의 탈규제화를 주장한다. 최근 정보통신기술과 연계된 에너지 기술의 발전과 관련 전문기업들의 등장을 배경으로 한 보다 유연한 에너지시스템을 요구하는 주장과 친화성을 갖고서 확대되고 있다. 다른 한편에서는 에너지 공공성론을 비판적으로 수용하면서 에너지시스템의 지역화와 분권화를 통해 에너지전환을 추구하는 '지역화·공유화론'도 제기되고 있다. 사회적 공공성을 유지하면서도 중앙집중형 에너지시스템의 지역 분산화를 위해 '에너지 분권'이 보장되어야 한다는 주장이다(김현우·한재각·이정필, 2016). 이렇듯 최근 들어서 국가-시장, 중앙-지역이라는 두 축을 중심으로 에너지시스템 전환의 대안 담론들이 경합하고 있다. 이런 배경에서 태양광발전사업의 산업혁신과 에너지전환을 위한 전력산업 레짐의 재편은 기존의 불균형하고 비대칭적인 에너지시스템 거버넌스를 수평적이고 협력적인 거버넌스로 탈바꿈하는 방향에서 검토되어야 한다.

## 2. 이론적 함의 및 후속 연구과제

### 가. 이론적 함의

이 글은 국내 태양광발전사업의 사례 연구를 통해 지속가능한 산업혁신의 이론적 함의를 검토하고, 나아가 관련 분석틀을 일부 보완할 수 있는 가능성을 발견했다.

첫째, 시스템 전환을 위한 산업혁신 연구에서 거버넌스 재배열의 중요성을 재확인하였다. 에너지전환의 관점에서 태양광발전사업의 지속가능한 산업혁신 연구는 기존 전력산업에서 발견하기 어려웠던 새로운 행위자들을 확인할 수 있다. 전환 기업은 레짐 외부의 기업 행위자만이 아니라 시민사회 행위자(협동조합과사회적경제)와 지자체라는 과거에서 볼 수 없었던 산업혁신가기업가를 포함한다. 재생에너지 발전을 통한 에너지전환에 대한 사회적 학습이 가속화되고 지역화·분권화될수록 이런 특징은 더욱 뚜렷하게 나타날 것이다. 이런 점에서 중앙정부와 지자체, 기존 기업과 전환 기업, 영리법인과 비영리법인 등 다양한 유형의 행위자들을 구체적으로 분석하여 에너지전환을 위한 산업혁신의 거버넌스를 정교화할 필요가 있다.

둘째, 산업혁신 연구에서 정부의 정책 도입과 변화의 중요성에 주목하였다. FIT와 RPS를 중심으로 창조적 혁신정책이 태양광발전사업과 전력산업 레짐에 미치는 영향과 공진화 과정을 추적하였으며, 그 결과 정책의 차이로 인해 발생하는 행위자들의 상호작용의 복잡성과 불확실성을 파악하였다. 특히 시민사회의 에너지전환 운동과 일부 전환 기업들의 정책 대안 요구가 각 정책의 세부 규칙을 변경하는 동인이 되었으며, 혁신 정책 자체가 하나의 전환의 니치로 기능한다는 점을 이해할 수 있었다. 또한 2000년 초반의 전력산업구조개편은 태양광발전과 에너지전환의 구조적 제약으로 작용했으나, 이제는 파괴적 혁신정책을 통해 태양광발전의 성장과 에너지전환에 유리한 방향으로 새로운 전력산업구조개편이 필요하다는 점을 강조하였다. 앞으로 태양광발전 활성화를 위한 정책 과제 중 하나로 창조적·파괴적 혁신정책에 대한 균형 잡힌 대안이 제시될 필요가 있다.

셋째, 산업혁신의 공진화 단계를 파악하는 데 있어 변증법적 이슈생애주기 모델의 이론적 유용성과 변형의 필요성을 확인하였다. 변증법적 이슈생애주기 모델이 가정한

것처럼, 외부 환경 압력의 기복과 정책적·기술적 해결의 다양성으로 인해 기업의 혁신 전략 동원도 고정적이지 않고 가변적이며, 태양광발전사업을 둘러싼 공진화 단계는 복잡하고 불확실하게 전개되고 있다. 태양광발전사업은 현재 변증법적 이슈생애주기 이념형의 3단계와 4단계의 속성의 일부가 혼재되어 있는 단계에 놓여 있다고 잠정 평가할 수 있는데, 심층적인 연구가 추가되어야 할 것이다. 마찬가지로 충분한 사례연구를 통해 귀납적으로 변증법적 이슈생애주기 이념형을 수정·보완할 필요가 있는 것이다. 특히 변증법적 이슈생애주기 확장 모델이 이러한 문제점을 부분적으로 해결하는데 유용하는 점을 발견하였다. 전환 기업을 레짐 외부 행위자로 취급하지 않고 적극적 전환 주체로 상정하여 산업레짐의 기존 기업들과 다양한 방식으로 관계를 맺으며 산업 혁신을 전인할 수 있는 잠재력에 주목하였다. 또한 전환 기업들 내에서도 다른 사고방식과 신념체계를 갖고 있고 그에 따라 혁신전략의 차이가 발생한다는 점 역시 새로운 발견으로 평가할 수 있다. 따라서 기존 기업과 전환 기업의 구분과 유형화라는 새로운 시도는 산업레짐의 공진화 과정을 분석하고 전환 경로의 거버넌스 재배열을 전망하는 데 유용한 이론적 자원으로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

**<표 3-6> 변증법적 이슈생애주기 모델 이념형과 태양광발전사업 사례연구의 단계 구분의 차이**

단계	1	2	3	4	5
이슈생애 주기 이념형	문제 발생과 산업의 무시	대중 관심 증대와 산업의 방어적 대응	정치적 논쟁과 산업의 소극적 대비	정책의 구상과 실행, 산업의 전략다각화	경제적 파급효과와 산업의 전략 전환
태양광 발전사업 이슈생애 주기	문제의 발생, 산업의 정부정책 관심, 그리고 정책 상태	대중 관심 증대와 산업의 방어적 대응	혁신정책의 도입과 전략적 니치의 형성	혁신정책의 변화와 정치적 논쟁, 전환 기업의 성장과 분화, 기존 기업의 소극적 대비 및 산업의 전략다각화	(미래)

자료: 저자작성

## 나. 후속 연구과제

마지막으로 이 글은 태양광산업의 상류부문과 하류부문 중 하류부문, 특히 발전사업을 주된 분석 대상으로 삼았다. 때문에 연구 범위를 태양광산업 전반으로 확장해 검토할 수 없었다. 그리고 사회적 수용성을 향상시키는 데 유용하다고 평가받는 미니 태양광(주로 3kW 이하 자가용)이 확산되고 있는 새로운 흐름을 반영하지 못했다. 한전의 전력판매 독점 구조에서 소비자의 전력 선택권은 극히 제한적일 수밖에 없기 때문에, 동학 분석과정에서 소비자가 경제적 환경에서 반응하는 측면을 깊게 다룰 수도 없었다. 최근 관심을 받고 있는 에너지 신산업과 에너지 4.0에 대해서는 구체적인 실체를 파악하기 어려운 부분이 있었고, 움직임이 있더라도 본격적으로 분석하기에는 시기적으로 이르다고 판단했다. 향후 지속가능한 산업혁신과 에너지전환이라는 관점에서 태양광발전사업을 연구할 때, 이런 부분을 함께 고려해서 연구 주제와 범위가 확장되길 바라며, 이 과정에서 산업현식의 이론적 자원과 분석틀이 더 풍부해지고 정교해지길 기대한다.

## | 제4장 | 종합 및 정책방향

### 제1절 종합

#### 1. 연구의 의의

##### 가. 시스템 전환론에서의 의의

지속가능한 사회·기술시스템 전환은 기존 시스템을 구성하는 과학·기술·산업·법·제도·문화·인프라와 같은 구성요소들의 결합이 해체되고 새로운 요소들이 등장·결합되고 구조화되는 과정이다. 이는 새로운 요소들의 배열을 담고 있는 사회·기술니치가 형성·발전·확장되면서 기존 시스템을 대체하는 과정이기도 하다.

그 동안 시스템 전환론은 새로운 시스템의 등장과정에 초점을 맞추어 왔기 때문에 시스템 전환과 결부되는 산업형성과정에 대해서는 많은 관심을 기울이지 못했다. 니치를 중심으로 전개되는 네트워크 구축, 새로운 시스템에 대한 기대 형성과 제도 변화, 지식 창출과 학습에 중점을 두었기 때문에 새로운 사회·기술시스템의 물질·기술적 기반이 되는 산업형성에 대한 논의는 부족했다.

최근에 이런 점을 보완하기 위해 ‘삼중배태 모델’과 ‘변증법적 이슈생애주기 모델’이 논의되면서 시스템 전환과 지속가능한 산업형성에 대한 논의가 본격적으로 이루어지기 시작했다. 이들의 논의에 따르면, 시스템 전환은 기존 시스템을 구성하는 경제적·사회적·기술적 환경 및 산업과 경합하면서 새로운 시스템을 구성하는 경제적·사회적·기술적 환경과 함께 새로운 산업이 형성되는 과정이다.

본 연구에서는 삼중배태 모델과 이슈생애주기 모델을 확장해서 기존 기업의 전환과 지속가능성을 지향하는 전환 기업이 형성되는 과정을 다루었다. 에너지 전환을 중심으로 시민사회의 활동에 의해 사회·정치적, 경제적 압력이 가해지면서 산업레짐이 변화하는 과정을 검토하고 지속가능한 산업 형성의 동학을 다뤘다. 특히 이슈생애주기

모델을 확장해서 기존 기업들의 대응과 변화뿐만 아니라 새로운 전환 기업의 등장 및 발전과정을 단계화하는 모델을 제시하고, 이를 토대로 덴마크의 풍력영역, 한국의 태양광발전 사업의 진화과정을 검토했다. 그리고 이들 산업에 대한 사례분석을 통해 개념적 틀로 제시된 확장된 이슈생애주기 모델을 더욱 개선하는 작업이 이루어졌다. 사회이슈의 발전에 따라 산업구조의 단계적 변화를 좀 더 구체적으로 서술하고 명료화하는 논의를 제시하였다. 그리고 이를 통해 시스템 전환과정에서 사회와 함께 공진화하는 산업의 동학에 대한 논의를 구체화할 수 있었다.

물론 단계 진행이 역행하거나 중간 단계를 뛰어넘는 현상이 나타나기 때문에 단계 모델은 기본적인 한계가 있다. 그렇지만 이슈 발전에 따른 단계를 구분하고 그것과 산업의 역동성을 대응시켜 살펴보는 것은 지속가능한 산업형성의 동학을 좀 더 체계적으로 파악하는 데 도움을 줄 수 있다.

**<표 4-1> 확장된 변증법적 이슈생애주기와 산업의 진화 모델**

단계		시민사회영역의 사회문제 관련 '압력'	기존 기업의 '대응'과 '전략'	전환 기업의 '도전'과 '전략'
1	문제 발생과 산업의 무시			
2	대중 관심 증대와 산업의 방어적 대응			
3	정치적 논쟁과 소극적 대응			
4	정책 구상과 실행, 산업의 다각화			
5	경제적 파급효과와 산업의 전략 전환			

자료: 저자 작성

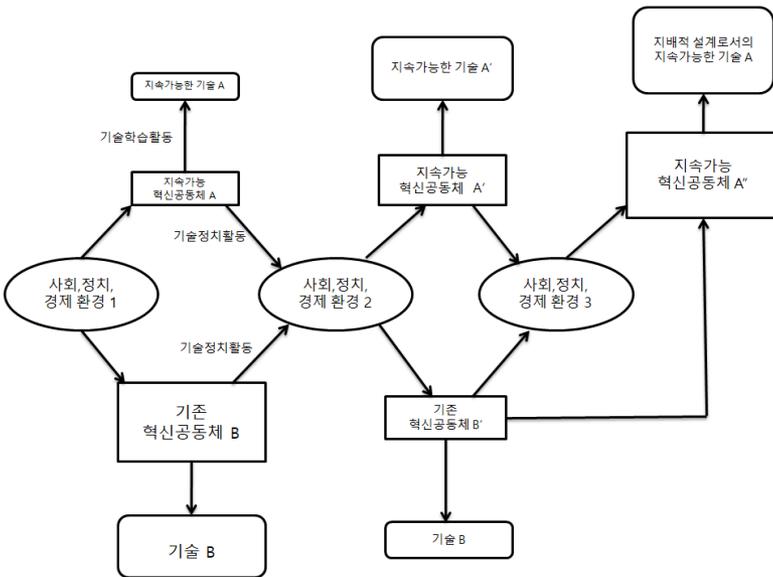
## 나. 산업혁신론에서의 의의

전통적인 산업혁신론의 관점에서 본다면 본 연구는 산업의 사회·정치적 형성과정에 대한 논의를 다룬 것이다. 사회·정치적 요소가 어떤 과정을 통해 경제적 환경과 기존

산업을 변화시켜 새로운 지속가능한 산업을 형성·발전시키는가를 살펴본 것이다. 그리고 그 과정이 어떤 단계로 진행되고 각 단계별로 기존 기업과 새롭게 형성되는 기업들이 어떻게 대응하는가를 구체적으로 논의하였다. 산업혁신론에서 외생변수로 다루어져 왔던 요인들을 산업진화 모델에 도입하여 사회·정치적 과정과 지속가능한 신산업 형성을 보는 틀을 제시하였다.

이런 측면에서 산업혁신론의 관점에서 파악한 본 연구의 논의는 다음 그림과 같이 정리 될 수 있다. 새로운 지속가능한 기술 A와 그것을 지원하고 개발하는 혁신공동체 A가 기존 지배적 기술인 B와 혁신공동체 B와 경합하면서 기술정치활동과 기술학습활동을 통해 새롭게 지배적 위치를 차지하는 과정과 단계를 다룬 것이다.

[그림 4-1] 기술정치, 기술학습, 지속가능한 산업형성



자료: 송위진(2006:76)에서 일부 수정

본 연구에서는 이 단계를 이슈생애주기 모델을 활용해서 5단계로 구분하고 각 단계별로 시민사회 조직의 활동으로 인해 사회·정치 환경이 변화하는 양상을 주요 변수로 설정

했다. 그리고 이것의 변화에 따라 기존 기업과 새로운 기업의 전략적 대응 방식 변화를 토의하였다. 이는 제품생애주기이론이 제품의 수명에 따라 혁신방식의 변화를 논의하듯 사회 이슈의 생애에 따라 기업 혁신활동의 변화를 살펴본 것이다. 이는 사회 이슈 진화의 단계와 그에 따른 기업들의 대응을 체계화해서 볼 수 있는 틀을 제공해준다(송위진, 2006:76).

한편 지속가능한 산업형성에 대한 논의는 산업혁신의 목표를 보는 관점을 확대하는 데에도 도움을 줄 수 있다. 본 연구에서는 산업혁신에 기업과 함께 참여하는 주체로 시민사회를 설정하고, 이들의 사회·정치적 활동을 통해 사회적 가치와 경제적 가치를 함께 창출하는 산업의 진화과정을 논의했다. 시민사회의 활동을 통해 사회적 가치를 반영한 환경변화가 구체화되면서 경제적 환경이 변화하고 사회적 가치와 경제적 가치가 서로 함께하는 과정을 다룬 것이다. 이는 사회적 가치와 경제적 가치를 동시에 창출하는 ‘공유가치창출형 산업혁신전략’으로 개념화될 수 있으며 산업혁신의 목표와 과정을 새롭게 성찰하는 기회를 제공한다(후지이다케시, 2016). 경제적 가치를 창출하는 혁신을 넘어 경제적 가치와 사회적 가치를 동시에 창출하는 ‘좋은 혁신(good innovation)’을 논의할 수 있는 것이다.

## 2. 정책 관련 이슈

본 연구를 통해 제시된 ‘확장된 변증법적 이슈생애주기 모델’은 지속가능한 산업형성 과정을 분석하고 전략을 도출하는 데 준거점이 될 수 있을 것이다. 여기서는 세 가지 측면에 주목한다.

첫째, 사회적 이슈가 진화하면서 단계적으로 전개되는 기존 기업의 대응과 새로운 전환 기업의 형성과정에 대한 논의이다. 사회적 이슈의 변화와 그에 따라 단계적으로 나타나는 산업의 동화에 대한 이해는 지속가능한 산업형성 과정의 현 수준을 파악하고 각 단계별로 나타나는 특성을 이해하는데 여러 도움을 줄 수 있다. 특히 사회적 이슈가 확대되면서 나타나는 사회적·정치적·경제적 환경의 변화 과정과 단계 구분은 기존 기업의 변화를 이끌어내고 새로운 전환 기업의 발전을 촉진하는 전략과 정책 개발에 유용하게 활용될 수 있다.

둘째, 시민사회의 사회운동과 지속가능한 산업을 지향하는 전환 기업의 협력에 대한 논의이다. 시민사회는 이슈 제기와 정책 비판을 통해 기존 산업이 초래하는 문제점을 지적하면서 새로운 사회·정치·경제적 환경을 형성한다. 이를 통해 새로운 산업과 기술의 정당성을 높이고 기업들이 새로운 기술과 제품을 판매할 수 있는 윤리적·사회적 시장을 형성하기도 한다.

이와 함께 시민사회 조직은 ‘비판의 전략’을 넘어 자신들 스스로가 새로운 대안 기술을 형성하고 발전시키는 ‘대안제시의 전략’을 수행하기도 한다. 지속가능한 기술을 주류화하기 위해 정책비판 활동만이 아니라 대안 제시와 기술학습 활동까지 하는 것이다. 또 본인들 스스로가 전환 기업이 되거나 새로운 전환 기업과 협력하여 지속가능한 산업혁신을 지원하게 된다. 때문에 지속가능한 산업형성을 지향하는 주체는 시민사회 조직과의 협력방안을 적극 고려할 필요가 있다.

셋째, 사회 이슈의 변화에 따른 기존 기업들의 대응이다. 기존 기업들은 이슈생애주기 초기 1-3단계까지는 무시전략을 취하지만 후기 4-5단계에 들어서면 새로운 산업 영역에 진입하려는 전략을 취하게 된다. 이 과정은 자동적으로 진행되는 것은 아니기 때문에 기존 기업의 강력한 저항 없이 빠르게 새로운 시스템으로의 전환이 진행되도록 유도하는 정책은 지속가능한 전환 과정에서 중요한 이슈가 될 수 있다. 이 정책과 전략에 대한 구체적인 논의는 향후 지속가능한 산업형성에 상당한 도움이 될 수 있다.

## 제2절 정책 방향

시스템 전환은 기존 산업의 발전 과정에서 발생한 문제를 해결하기 위해 과학·기술·문화·법·제도 시스템을 재구성하고 새로운 산업을 형성한다. 따라서 시스템 전환은 새로운 패러다임에 의해 운영되는 지속가능한 신산업을 필요로 한다. 다음에서는 이를 효과적으로 추진하기 위한 정책 방향을 논의한다.

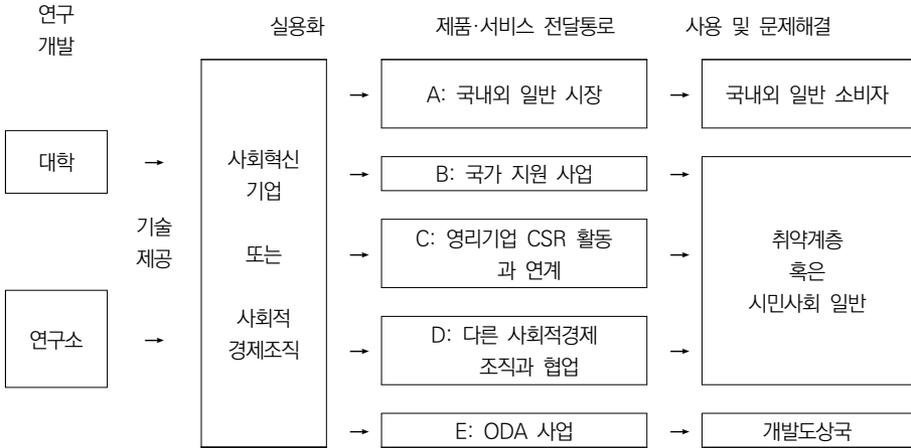
### 1. 시민사회와 전환 기업의 협력

앞서 살펴보았듯이 사회·기술시스템의 전환 필요성에 대한 논의는 시민사회의 비판으로 부터 시작하는 경우가 많다. 핵발전예 대한 비판, 탄소중심의 교통시스템에 대한 비판이 그러한 것들이 될 수 있다. 변증법적 이슈생애주기 모델에 따르면, 기존 패러다임에 속한 기업들은 초기에는 시민사회의 비판을 무시하는데 사회운동이 활성화되어 사회문제가 사회적 이슈화 되면 이에 대응하기 위한 로비와 정치적 활동을 하게 된다. 반면 새로운 방향을 지향하는 기업이나 조직은 사회운동의 문제제기에 공감하면서 새로운 기술을 형성하고 니치 시장을 탐색하게 된다.

이런 측면에서 본다면 지속가능한 산업이 형성되는 과정은 시민사회와 전환을 지향하는 기업들의 공진화와 협력이 이루어지는 과정이기도 하다. 시민사회 조직의 재생에너지 기반한 분권형 에너지 시스템을 구성해야 한다는 주장은 사회 이슈로 발전하면서 법·제도를 변화시키고 재생에너지 관련 기업의 창업과 사업 기회를 확대한다. 또 시민사회 조직은 개발된 기술의 초기 사용자가 되기도 한다.

시민사회는 지속가능한 기술에 대한 사회·정치적 지원을 넘어 사회문제 해결형 비즈니스를 수행하는 조직(사회적 경제조직, 소셜벤처, 비영리 조직 등)으로 변신하기도 한다. 지속가능한 에너지 전환에서 재생에너지를 생산하는 협동조합과 사회적 기업 등이 그러한 사례이다. 사회적 경제 조직과 같이 비즈니스 방식을 통해 사회문제를 해결하는 소셜 비즈니스 조직은 대안기술 개발·활용에 효과적일 수 있다. 이들은 영리 영역의 전환 기업과 힘을 합쳐 생태계를 형성해서 지속가능한 사회·기술니치를 확장시키는 역할을 한다.

[그림 4-2] 사회혁신 조직·사회적경제를 통한 니치의 확장



자료: 오동훈 외(2015)를 수정

### 가. 사회문제 해결에 대한 담론 활성화

시민사회 조직과 전환 기업의 협력을 통한 담론 정치의 활성화는 여러 측면에서 전환을 촉진하는데 중요한 영향을 미친다. 우선 관련 사회문제와 그것의 해결의 위한 전환의 필요성을 의제화하는 데 결정적인 영향을 준다.

여러 종류의 사회문제는 정책문제로 의제화되지 못하는 경우가 많다. 일련의 비의사결정을 통해 정부가 정책을 개발하고 해결해야 할 문제로 부상하지 못하는 것이다. 기존의 혁신주체나 의사결정자들이 그것을 문제로 인식하지 못하거나 문제로 논의되는 것을 막고 있기 때문에 이런 현상이 나타난다.

이런 상황에서 시민사회 조직과 전환을 지향하는 조직들의 담론 정치의 사회문제를 정책문제로 의제화하는 데 중요한 역할을 한다. 현재와 같은 시스템이 계속된다면 발생하는 위기, 사회의 갈등, 환경의 파괴, 불황 등과 관련된 논의를 정리하고 주의를 환기하는 활동, 사회문제와 관련된 대중적인 서사(narrative)를 형성하는 활동, 정치권에 관심을 촉구하는 활동은 새로운 지속가능한 기술과 시스템의 인지적·사회정치적 정당성을 높이는 데 꼭 필요한 활동이다(송위진 외, 2017: 18-21).

한편 시민사회조직을 중심으로 전개되는 담론 정치과정에 현장에서 혁신활동과 문

제해결 활동을 수행하고 있는 전환 기업의 참여는 시민사회의 문제제기 적실성과 문제 해결 가능성에 대한 인식을 높이는데 기여한다. 단순한 담론이 아니라 현실에서 구현할 수 있는 실체적 대안을 보여줄 수 있기 때문이다. 증거(evidence)가 중요하다.

## 나. 사회혁신 조직과 전환 기업이 협업하는 플랫폼 구축

새로운 사회·기술 맥아가 기존 시스템 내에서 자리잡고 성장해서 그 시스템을 대체하는 과정은 매우 복잡한 문제풀이 활동이다. 어떤 방식이 효과적으로 작동할 것인지, 기존 혁신 주체들이 어떻게 대응할 것인지를 사전에 파악하기는 매우 어렵다.

사회·경제적·기술적 불확실성이 높은 상황에서 대안을 찾아나가는 효과적인 방식은 '실험을 통한 학습(learning-by-experiment)'이다. 리빙랩, 사회혁신 랩, 크리에이티브 랩 등과 같은 최근에 관심의 대상이 되고 있는 정책수단들은 이런 상황을 잘 반영하고 있다.

시민사회조직, 사회적 경제조직과 같은 사회혁신 조직, 전환 기업이 협업을 통해 지속가능한 기술을 탐색하는 실험을 효과적으로 수행하기 위해서는 일종의 플랫폼이 필요하다. 조직의 지향점과 스타일이 다르기 때문에 양자의 입장을 상호조정하면서도 새로운 니치를 발전시킬 수 있는 하부구조, 조정자가 요구된다. 지자체, 대학이나 연구기관, 사회적 경제를 지원하는 중간지원조직 등 공공성을 지닌 기관들이 이런 역할을 수행할 수 있는데 효과적인 협력과 조정을 위한 플랫폼 구축 프로그램이 필요하다.

한편 지역에 기반을 두고 추진되는 사회혁신 조직, 전환기업의 협업기반 실험은 지역 문제 해결에 기여하면서 사회혁신, 지역혁신, 산업혁신이 통합적으로 이루어지는 공간이 될 수 있다. 지역의 지속가능성을 높이기 위한 사회혁신을 수행하면서 지역의 경제적·사회적·기술적 자원을 활용하여 지역의 혁신활동을 촉진하고 새로운 산업혁신의 계기를 마련할 수 있기 때문이다. 여기에 지자체나 관련 기관이 결합되어 플랫폼으로서 기능한다면 사회혁신 조직과 전환 기업의 네트워크가 강화되고 다양한 실험이 가능할 것이다. 이는 시스템 전환을 위한 '전환랩(Transition Lab)'으로 기능하면서 새로운 사회·기술 니치의 주류화를 촉진하는 교두보가 될 수 있다(송위진 외, 2017: 제3장).

## 다. 실험의 규모 확대

사회혁신 조직과 전환 기업이 수행한 실험은 국지적인 경우가 많기 때문에 이를 확장·확대하는 작업이 필요하다. 이런 작업이 뒷받침 되지 않으면 새로운 실험들이 니치 수준에 머물면서 시스템 전환이 지체되기 때문이다. 규모 확대가 뒷받침 되지 않으면 대안적 사회·기술시스템이 만들어질 수 없다.

실험결과를 확대 적용하기 위해서는 모범적인 실험을 국가 차원의 정책에 반영하여 다른 지역과 공간, 영역에서 재생될 수 있도록 하는 정책 활동이 필요하다. 이를 위해 새로운 사회·기술시스템을 모색하는 좀 더 큰 규모의 사업을 기획·추진하는 전략이 유효하다. 성공한 실험을 바탕으로 후속 사업으로 그 사업의 규모를 키우거나, 다른 지역에 모델을 구축·확산하는 방식을 통해 지속가능한 사회·기술 니치의 영역을 확대할 수 있다.

또 진행된 실험과 그 과정에서 구축된 플랫폼을 기존 정책 및 사업과 연계하여 규모를 키우는 방식이 있다. '전환사업화(transitioning)'라고 명명되는 이 방식은 기존 사업에 전환실험의 모델을 결합하여, 그 사업을 전환을 지향하는 사업으로 만드는 것이다(송위진 외, 2017: 제9장).

## 2. 기존 기업의 전환

기존 사회·기술시스템에서 주요 위치를 차지하고 있는 기업들은 시스템 전환을 반대하는 경우가 많다. 현재의 상황에서 충분히 수익을 올리고 지배적인 위치를 유지할 수 있기 때문이다. 그러나 사회운동에 따른 정치적·정책적 변화가 크게 이루어지고 새로운 전환 기업들이 성장하기 시작하면 자체적으로 사업 전환을 고려하기도 한다. 물론 이는 자연스럽게 이루어지는 과정은 아니며 정치·경제·사회환경 변화로 인한 압력 때문에 나타나는 현상이다.

한편 새로운 시스템으로의 전환은 기존에 축적된 지식과 자산을 필요로 하기 때문에 기존 기업의 협력도 중요하다. 따라서 이들을 산업에서 축출하는 것이 아니라 이들의 '전략적 재정향'을 이끌어내 전환과정에 동참시키는 활동이 필요하다.

## 가. 규제와 지원

기존 기술에 대한 규제와 새로운 기술·산업 활성화 정책과 같은 채찍과 당근을 통해 새로운 방향으로 전환할 수 있도록 유인 요인을 제공하는 것이 전형적인 대책이 될 수 있다. 새로운 사회·기술시스템을 지향하는 규모 있는 국가연구개발사업을 추진해서, 지속가능한 기술의 정치적·사회적 정당성을 높이는 활동, 관련 원천기술과 하부 구조를 형성하는 정책은 기존 기업들의 움직임을 이끌어낼 수 있는 수단이 될 수 있다. 물론 이런 사업은 일회적인 정책이나 사업으로 끝나는 것이 아니라 지속성과 전략성을 가지고 진행되어야 한다.

또 수요 측면에서도 공공구매나 수요 영역의 장기 발전 전망을 제시하여 시스템 전환을 통해 새로운 시장이 창출될 것이라는 기대를 형성하는 것도 전환에 동참하도록 하는 유인요인이 될 수 있다. 더 구체적으로는 ‘선도시장 전략(Lead market initiative)’<sup>28)</sup>과 같이 새로운 시장을 형성하기 위한 테스트 베드를 형성하고 R&D·법제도·공공구매를 통합적으로 추진하는 정책들은 기존 기업들의 좀 더 적극적인 참여를 이끌어내는 방안이 될 수 있다. 수요 측면에서 재생에너지 중심의 에너지 시스템을 지향하는 정책 방향도 기존 기업들이 전환에 동참하게 만드는 유인요인이 될 수 있다.

## 나. 공유가치창출형 혁신의 활성화

지속가능한 혁신 생태계의 형성을 주장했던 시민사회조직, 전환 기업과 협력 기반을 구축하는 것도 필요하다. 수익 그 자체를 중심으로 사업을 전개하는 것이 아니라 지속가능한 전환과 사회문제 해결을 통해 수익을 창출하는 ‘공유가치 창출형(CSV)’ 혁신활동을 추진하도록 유도하는 것도 하나의 대안이 될 수 있다(후지이타케시, 2016). 히타치가 사상 최악의 적자를 기록한 후 사회문제 해결형 비즈니스 중심으로 사업 구조를 재편하고 ‘Social Innovation: It's our Future’<sup>29)</sup>라는 비전을 형성하

28) EU에서 추진되고 있는 선도시장 전략은 새로운 제품·서비스를 최초로 개발하고 테스트 하여 세계 시장을 선도하기 위한 프로그램이다. 여기에서는 연구개발, 법·제도 제정, 표준화, 공공구매 등 연구개발에서 실용화, 사회적 수용까지 망라한 종합적인 정책이 추진된다. 패키지형 정책이 추진되고 초기 시장이 형성되기 때문에 이 프로그램에 참여한 기업은 신제품 개발과정에서 여러 시행착오를 줄일 수 있다(송위진·성지은, 2013; 100-101).

29) www.hitachi.com 2017. 12. 1 접속

면서 새롭게 변신한 것은 좋은 사례가 될 수 있다.

이를 위해 사회적 가치를 중심으로 사업을 전개하는 기업에 대해 세제 혜택을 제공하거나 상을 시상하여 사회적 평판을 높이는 것이 공유가치창출형 혁신을 활성화하는 출발점이 될 수 있다. 더 나아가 사회문제 해결을 핵심목표로 하는 사회혁신 생태계를 활성화해 공유가치 창출형 기업들이 쉽게 사회문제 해결 활동에 동참하게 하는 것도 좋은 방안이 될 수 있다.

## 참고문헌

- 감사원(2016), 「감사보고서: 신성장동력 에너지사업 추진실태」.
- 강지윤·이태동(2016), 「중간지원조직과 에너지 레짐 전환: 한국 에너지자립마을의 사례 비교」, 『공간과 사회』, 55, pp. 139~176.
- 건설신문(2013. 7. 26.), 「신재생에너지업계, 공급인증서 가중치 상향 요구 잇따라」.
- 국가기록원(2007), 「전력산업 구조개편」.
- 권승문·김세영·신근정(2014), 『시민참여형 재생에너지 활성화를 위한 제도 개선 방안 연구』, 정의당 김제남 의원실녹색연합.
- 권태형(2017), 「국내 태양광 발전 보조금 제도의 정책 효과-공급의무화제도 사례를 중심으로」, 『한국태양에너지학회 논문집』, 37(1), 『한국태양에너지학회』, pp. 59~69.
- 권태형(2015), 「신재생에너지 지원 정책과 지대추구: 국내 발전지역지원제도와 공급의무화제도 사례」, 『행정논총』, 53(2), 서울대학교 한국행정연구소, pp. 295~314.
- 권필석(2017. 6. 9.), 「덴마크 에너지 시나리오 비용 분석」, 환경운동연합 세미나 발표자료(레이첼 카슨 홀).
- 김동주(2017), 『바람은 우리 모두의 것이다: 제주도 풍력발전의 개발과 풍력자원 공유화 운동사』, 제주대학교 탐라문화연구원.
- 김병운(2008), 「전환 및 전환관리: 배경과 논리」, 『STEP1 Working Paper Series(WP 2008-07)』, 과학기술정책연구원.
- 김봉균 외(2014), 「해상풍력 기술의 사회·기술시스템 전환과정에 관한 탐색적 사례연구」, 『기술혁신 학회지』, 17(2), 한국기술혁신학회, pp. 355~379.
- 김운수(2012), 「서울형 햇빛발전지원제도 도입방안」, 『서울연구원 정책리포트』, 132, 서울연구원, pp. 1~20.
- 김인춘(2002), 「세계화 시대 북유럽 조합주의의 변화와 혁신-스웨덴, 덴마크, 노르웨이 비교분석」, 『경제와 사회』, 53, pp. 174-200.
- 김종달(1998), 「에너지전환의 정치경제: 제도론적고찰」, 『환경정책』, 6(2), 한국환경정책학회, pp. 53~77.
- 김현우(2014), 「정의로운 전환」, 나뭇잎스.

- 김현우·한재각·이정필(2016. 10. 27.), 「에너지 민주주의를 위한 과제들: 지역화/공유화론을 통한 모색의 제안」, 『에너지기후정책연구소 창립 7주년 정기심포지엄 에너지산업 구조개편 쟁점과 에너지 민주주의의 대안들』, 에너지기후정책연구소, pp. 105~156.
- 김희정 외(2013), 「한국의 태양광 정책 및 국가 R&D 과제 현황」, 『Current Photovoltaic Research』, 1(1), pp. 1~10.
- 녹색연합 외(2008. 4. 25.), 「지식경제부 태양광 발전차액 지원제도 개선안 개악: 기준가격 대폭인하, 신재생에너지 의무할당제 도입을 반대한다」, 성명서.
- 녹색연합(2009. 8. 9.), 「2012년, 발전차액지원제도(FIT)의 폐지와 의무할당제(RPS)의 도입」.
- 뉴스토마토(2017. 2. 2.), 「소규모태양광·전기이륜차, 서울시의 친환경 틈새전략」.
- 디지털타임스(2009. 8. 21.), 「태양광발전 보조금 산정방식 '논란」.
- 매일경제(1984. 12. 10.), 「金星通信 2억달러 西海2곳에 太陽光電대 建設」.
- 머니투데이(2017. 7. 11.), 「절대농지에 태양광 발전소(?)...농심(農心)은 반발」.
- 박상욱(2013), 「도로교통분야에서의 사회기술시스템 전환-연료전지 자동차 사례」, 『과학기술정책 통권』, 193, 과학기술정책연구원, pp. 17~26.
- 박종문·윤순진(2016), 「서울시 성대골 사례를 통해 본 도시 지역공동체 에너지 전환운동에서의 에너지 시민성 형성 과정」, 『공간과 사회』, 55, pp. 79~138.
- 박진희(2008), 「시스템 전환, 기후 변화 담론 그리고 재생가능에너지: 한국의 재생가능에너지 정책의 발달」, 『환경철학』 7, pp. 99~135.
- 박진희(2008), 「지속가능한 에너지 시스템 전환과 재생가능 에너지」, 송위진 외『사회적 목표를 지향하는 혁신정책의 과제』, 과학기술정책연구원.
- 박진희(2015), 「재생에너지 협동조합의 현황과 과제 - 에너지 시티즌십의 관점에서」, 『환경사회학연구 ECO』, 19(1), 한국환경사회학회, pp. 173~211.
- 박진희(2016), 「한국 재생 에너지 기술 개발의 초기 역사: 태양열 이용 기술을 중심으로」, 『한국과학 사회학회지』 38(1), 한국과학사학회, pp.121~150.
- 산업통상자원부 보도자료(2015. 1. 29.), 「산업부 전기위원회 발전사업 허가 동향」.
- 산업통상자원부 보도자료(2016. 12. 27.), 「발전6사, '17~'18년 신재생에 3.7조원 투자계획 발표」.
- 산업통상자원부(2014), 「제4차 신·재생에너지 기본계획」, 2014. 9.
- 산업통상자원부(2015), 「제7차 전력수급기본계획(2015~2029)」, 2015. 7.
- 산업통상자원부(2017), 「태양광 발전시설 입지 가이드라인」.

- 산업통상자원부·한국에너지공단 산재생에너지센터(2016a), 「2015년 산재생에너지 보급통계」.
- 산업통상자원부·한국에너지공단 산재생에너지센터(2016b), 「2015년 산재생에너지 산업통계」.
- 산업통상자원부·한국에너지공단 산재생에너지센터(2016c), 「2016 산재생에너지 백서」.
- 서울특별시(2015. 7. 28.), 「‘예상 수익률 4.18%’ 서울시, 태양광 시민펀드 출시」.
- 서항석·박상동·오창섭(1979), 「한국의 태양에너지사업 현황조사」, 『태양에너지』, 2(1), pp. 13~19.
- 성지은(2009), 「녹색성장 추진전략과 정책통합」, 『과학기술정책』, 174, 과학기술정책연구원, pp. 82~89.
- 손은숙(2016), 「2015년 한국 에너지협동조합의 현황과 쟁점」, 『에너지포커스』, 71, 에너지기후정책 연구소
- 솔라투데이(2016. 11. 7.), 「한국전력의 ‘학교 옥상 태양광사업’, 누구를 위한 사업인가?」.
- 송용주(2016), 「독일 에너지전환 정책의 추이와 시사점」, 『KERI Brief』, 한국경제연구원.
- 송위진·성지은(2013), 「사회문제 해결을 위한 과학기술혁신정책」, 한올아카데미.
- 송위진 외(2017), 「사회기술시스템전환: 이론과 실천」, 한올아카데미.
- 송위진(2006), 「기술혁신과 과학기술정책」, 르네상스.
- 송유나(2016. 10. 27.), 「에너지 가능조정, 민영화 쟁점과 대안적 방향」, 『에너지기후정책연구소 7주년 정기심포지엄 ‘에너지산업 구조개편 쟁점과 에너지 민주주의의 대안들」, 에너지 기후정책 연구소, pp. 49~80.
- 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 (2017. 9. 22 시행).
- 안정배·이태동(2016), 「도시의 에너지 전환 분석」, 『환경사회학연구 ECO』, 20(1), pp. 105~141.
- 에너지경제(2017. 1. 27.), 「‘양날의 칼’ 대규모 태양광발전」.
- 에너지관리공단(2013), 「2012 신재생에너지 백서」.
- 염광희(2012), 「잘가라 원자력: 독일 탈핵 이야기」, 한올아카데미.
- 오동훈 외(2015), 「사회적 격차해소를 위한 기술분야 상세기획 연구」, 미래창조과학부.
- 윤순진(2003), 「기후변화 대응전략으로서의 원자력발전정책에 대한 비판적 검토」, 『한국행정학보』, 37(4), pp. 359~382.
- 윤순진·김소연(2011), 「한국과 일본 원자력 사회기술체계 발전 경로의 유사성과 상이성」, 『환경사회학 연구 ECO』제18권 1호, pp. 147~195.

- 이강준이정필(2015), 「재생가능에너지 중소기업 지원정책 및 네트워크 형성 방안 연구」, 진보정의연구소
- 이상한이정필이보아(2014), 「다중스케일 관점에서 본 밀양 송전탑 갈등 연구」, 『공간과사회』, 24(2), pp. 252~286.
- 이영석김병근(2014), 「사회·기술 전환이론 비교 연구-전환정책 설계와 운영을 위한 통합적 접근」, 『한국정책학회보』, 23(4), 한국정책학회, pp. 179~209.
- 이정필(2015), 「지방자치단체 지역에너지 전환의 의미와 과제」, 『생태환경논집』, 3(2), pp. 28~42.
- 이정필한재각(2014), 「영국 에너지전환에서의 공동체에너지와 에너지시티즌십의 함의」, 『환경사회학연구 ECO』, 제15권 2호, pp. 73~122.
- 이정필한재각조보영(2015), 「재생가능에너지 보급에서의 갈등과 해결 방안 연구」, 에너지기후정책연구소프리드리히에버트재단.
- 이투뉴스(2014. 1. 9.), 「경기도, 소규모 태양광발전에 FIT 도입」.
- 이투뉴스(2017. 6. 25.), 「태양광 입지규제, 정부vs지자체 '엇박자' 여전」.
- 이투뉴스(2017. 7. 10.), 「한전 주도 학교태양광, 민간단체 반발」.
- 이투뉴스(2017. 7. 28.), 「양천햇빛공유발전소 투자펀드 개시 55분 만에 완판」.
- 이필렬(1999), 「독일의 새로운 에너지정책」, 『에너지 대안을 찾아서』, 창작과비평사.
- 이필렬(1999), 「에너지대안을 찾아서」, 창비.
- 이필렬(2001), 「독일의 재생에너지법」, 『에너지 전환의 현장을 찾아서』, 궁리.
- 이현석(2011. 6. 20.), 「에너지정책을 중심으로 본 조력발전소의 문제점」, 『우이령포럼』.
- 임성진(2000), 「에너지패러다임의 녹색전환: 전력부문을 중심으로 한 사례분석」, 『한국정치학회보』, 34(1), pp. 275~299.
- 장영배(2010), 「저탄소 사회시스템 전환을 위한 탄소잠김 극복방안」, 『정책자료 2010-09』, 과학기술정책연구원.
- 장영배한재각(2008), 「시민참여적 과학기술정책 형성 발전방안」, 과학기술정책연구원.
- 장윤중 외(2012), 「신재생에너지 대중소기업 공생발전을 위한 산업생태계 조성방안」, 산업연구원.
- 전력거래소(2017), 「2016년도 전력시장 통계」.
- 전자신문(2017. 2. 21.), 「태양광+ESS REC 가중치 5.0' 태양광발전사업자엔 '그림의 떡」.
- 주대영(2011), 「태양광산업의 수직계열화 확대요인과 정책과제」, 『KIET산업경제』, 151, pp. 3~14.
- 지식경제부(2013), 「제6차 전력수급기본계획(2013~2027)」, 2013. 2.

- 진상현임미영(2007), 「신재생에너지 산업 및 기술의 해외 의존성에 관한 연구」, 『한국정책과학학회보』, 11(4), pp. 159~177.
- 최승국최근희(2016), 「에너지전환을 위한 태양광발전 활성화 방안 연구: 서울시를 중심으로」, 『도시행정학보』, 29(3), pp. 275~295.
- 최홍식(2017), 「에너지 전환의 시대, 태양광 EPC 기업의 역할이 중요해진다」, 『월간 솔라투데이』, 통권 108호, pp. 22~55.
- 태양에너지연구소(1978), 「태양 에너지 개발의 장기기본계획」.
- 투데이에너지(2013. 3. 7.), 「한국남동발전, 한국도로공사와 고속도로태양광발전 준공식」.
- 투데이에너지(2015. 12. 21.), 「小 태양광업계, “E정책 근본적 변화 필요” 주장」.
- 한겨레(1996. 10. 24.), 「21세기 자원 전망과 대책 5. 뉴에너지」.
- 한국수출입은행 해외경제연구소(2017), 「2016년 4분기 태양광산업 동향」, 『Quarterly Briefing』.
- 한국일보(2017. 8. 7.), 「수도권매립지에 대규모 태양광발전시설 들어선다」.
- 한국태양광산업협회 서재홍 부장 인터뷰(2017. 5. 11., 서울).
- 한국태양광산업협회(2009), 「태양광산업 경쟁력조사」.
- 한국태양광산업협회(2013), 「태양광산업의 현황 및 전망(2013. 12. 16.)」.
- 한재각 외(2016), 「재생가능에너지 보급에서의 갈등과 해결 방안 연구II」, 에너지기후정책연구소.
- 한재각(2014), 「유럽의 공동체에너지와 재생에너지협동조합」, 『Enerzine Focus』, 55호, 에너지기후정책연구소.
- 한전(2015), 「신재생이슈: 국내 태양광 시장현황 및 기업 진출방향」.
- 현대경제연구원한국태양광산업협회(2013), 「태양광산업의 기여효과에 대한 밸류체인별 성과분석 및 중장기 전망」.
- 홍기웅(2017. 6. 21.), 「소규모 태양광 발전사업자의 역할과 활성화 방안」, 『제6차 시티솔라포럼: 시민참여형 태양광 활성화 방안』, 에너지기후정책연구소 외.
- 홍덕화(2016), 「한국 원자력산업의 형성과 변형: 원전 사회기술체제의 산업구조와 규제양식을 중심으로, 1967-2010」, 서울대학교 박사학위논문.
- 홍덕화(2017), 「에너지 공공성으로 본 에너지 전환 담론의 분화: 전력산업 구조개편을 중심으로」, 에너지기후정책연구소 연구지원사업.
- 환경운동연합한화큐셀한화환경연구소서울시(2017), 「제4회 해피선사인 태양광 창업스쿨」.

황혜란·송위진(2014), 「지속가능한 사회기술시스템으로의 전환과 기업의 역할」, 『Stepi Working Paper Series』, 2014(4), 과학기술정책연구원.

황혜란·정재용(2017), 「한국 산업혁신연구의 현황과 과제」, 『기술혁신연구』, 25권 3호, pp.115~154.

후지이다케시(2016), 「CSV Innovation」, 한연.

Berggren, C., Magnusson, T., and Sushandoyo, D.(2015), "Transition Pathways Revisited: Established Firms as Multi-level Actors in the Heavy Vehicle Industry", *Research Policy*, 44(5), pp. 1017-1028.

Buen, Jorud(2006), "Danish and Norwegian Wind Industry: The Relationship between Policy Instruments, Innovation and Diffusion", *Energy Policy*, 34, pp. 3887-3897.

Christensen, Benny(2013), "History of Danish Wind Power", In: Maegaard, Preben, Krenz, Anna and Palz, Wolfgang eds., *Wind Power for the World: The Rise of Modern Wind Energy*, Pan Stanford Publishing, pp. 33-92.

Coenen, L., Raven, R., and Verbong, G.(2010). "Local Niche Experimentation in Energy Transitions: A Theoretical and Empirical Exploration of Proximity Advantages and Disadvantages." *Technology in Society*, 32(4), pp. 295-302.

Daniel(n.d.), "Unpredictable Wind Energy: The Danish Dilemma", <http://wilfriedheck.tripod.com/danish.htm>, (2017. 8. 6 접속).

Devine-Wright, P.(2007), "Energy Citizenship: Psychological Aspects of Evolution in Sustainable Energy Technologies", pp. 63-86. in *Governing Technology for Sustainability*. edited by J. Murphy. UK: Earth Scan.

Dykes, Katherine(2013), "Networks of Wind Energy Enthusiasts and the Development of the 'Danish Concept'", In: Maegaard, Preben, Krenz, Anna and Palz, Wolfgang eds., *Wind Power for the World: The Rise of Modern Wind Energy*, Pan Stanford Publishing, pp. 116-161.

Foxon, T. J.(2013), "Transition pathways for a UK low carbon electricity future." *Energy Policy*, 52, pp. 10-24.

Frank W. Geels(2004), "From sectoral systems of innovation to socio-technical systems Insights about dynamics and change from sociology", *Research Policy*, 33, pp. 915.

- Geels, F.W. and Schot, J.(2007), "Typology of Sociotechnical Transition Pathways", *Research Policy*, 36, 399-417.
- Geels, F.W.(2014), "Reconceptualising the Co-evolution of Firms-in-industries and Their Environments: Developing an Inter-disciplinary Triple Embeddedness Framework", *Research Policy*, 43, pp. 261-277.
- Gipe, Paul(1991), "Wind Energy Comes of Age: California and Denmark", *Energy Policy*, 19(8), pp.756-767.
- Gregersen, Bent(2013), "The Story of Dencon", In: Maegaard, Preben, Krenz, Anna and Palz, Wolfgang eds., *Wind Power for the World: The Rise of Modern Wind Energy*, Pan Stanford Publishing, pp. 309-316.
- Hadjilambrinos, C.(2000), "Understanding Technology Choice in Electricity Industries: a Comparative Study of France and Denmark", *Energy Policy*, 28, pp. 1111-1126.
- Heymann, Matthias(1998), "Signs of Hubris: The Shaping of Wind Technology Styles in Germany, Denmark, and the United States", *Technology and Culture*, 39, pp. 641-670.
- Heymann, Matthias(1999), "A Fight of Systems? Wind Power and Electric Power Systems", *Centaurus*, 41(1-2), pp. 112-136.
- IRENA(2012), "30 Years of Policies for Wind Energy: Lessons from 12 Wind Energy Market".
- Jørgensen, Ulrik and Peter, Karnøe(1995), "The Danish Wind-Turbine Story: Technical Solutions to Political Visions?", In: Arie Rip, Thomas J. Misa and Johan Schot eds., *Managing Technology in Society: The Approach of Constructive Technology Assessment*, Pinter Publishers.
- Kamp, L.M.(2003), *Learning in Wind Turbine Development: A Comparison between the Netherland and Denmark*, Ph. D. diss., Utrecht University.
- Kamp, L.M., Smith, R.E. and Andriess, C.D.(2004), "Notions on Learning Applied to Wind Turbine Development in the Netherlands and Denmark", *Energy Policy*, 32(14), pp. 1625-1637.
- Karnøe, Peter, and Garud, Raghu(2012). "Path Creation: Co-creation of Heterogeneous Resources in the Emergence of the Danish Wind Turbine Cluster." *European Planning Studies*, 20(5), pp. 733-752.

- Kivimaa, Paula and Florian Kern(2016), "Creative destruction or mere niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions", *Research Policy* 45, pp. 205-217.
- Kristensen, Egon(2013), "From Danregn to Bonus", In: Maegaard, Preben, Krenz, Anna and Palz, Wolfgang eds., *Wind Power for the World: The Rise of Modern Wind Energy*, Pan Stanford Publishing, pp. 283-290.
- Lau, Knud Lindholm(1987), "Electricity Forecasting in Denmark: Conflicts between Ministries and Utilities", In: Thomas Baumgartner and Atle Midttun eds., *The Politics of Energy Forecasting: A Comparative Study of Energy Forecasting in Western Europe and North America*, Clarenon Press, pp. 155-179.
- Loorbach, D. and Rotmans, J.(2006). Managing Transitions for Sustainable Development. *Understanding Industrial Transformation*, pp. 187-206.
- Loorbach, D., van der Brugge, R. and Taanman, M.(2008). "Governance in the Energy Transition: Practice of Transition Management in the Netherlands. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 9(2-3), pp. 294-315.
- Lovins, Amory B.(1979), *Soft Energy Paths: Towards a Durable Peace*. New York: Harper and Row, 1979.
- Markard, J., Raven, R. and Truffer, B.(2012), "Sustainability Transitions: An Emerging Field of Research and its Prospects", *Research Policy*, 41(6), 955-967.
- Meyer, N.I.(2013), "Danish Pioneering of Modern Wind Power", Maegaard, Preben, Krenz, Anna and Palz, Wolfgang eds.(2013), *Wind Power for the World: The Rise of Modern Wind Energy*, Pan Stanford Publishing, pp. 164-179.
- Miles, N. and Odell, K.(2004), "Spatial Planning for Wind Energy: Lessons from the Danish Case". Roskilde, Roskilde Universitetscenter.
- OECD(1999), "Denmark-Regulatory Reform in Electricity", Country Studies.
- Penna, C.C. and Geels, F.W.(2015), "Climate Change and the Slow Reorientation of the American Car Industry(1979-2012): An Applications and Extension of the Dialectic Issue LifeCycle(DILC) Model", *Research Policy*, 44(5), pp. 1029-1048.
- R.Raven, W.Van der Laak and G.Verdong(2007), "Strategic niche management for

- biofuels: Analysing past experiments for developing new biofuel policies", *Energy Policy*, 35
- Simmie(2012), "Path dependence and new technological path creation in the Danish wind power industry", *European Planning Studies*, 20, pp. 753-772.
- Sovacool, B.K., Lindboe, H.H. and Odgaard, O.(2008), "Is the Danish Wind Energy Model Replicable for Other Countries?", *The Electricity Journal*, 21(2), pp. 27-38.
- Stiesdal, Henrik(2013), "From Herborg Blacksmith to Vestas", Maegaard, Preben, Krenz, Anna and Palz, Wolfgang eds.(2013), *Wind Power for the World: The Rise of Modern Wind Energy*, Pan Stanford Publishing, pp. 268-282.
- Teece, D.(1986), "Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy, *Research Policy*, 15, pp. 285-305.
- The Sustainability Transitions Research Network(STRN)(2010), "A mission statement and research agenda for the Sustainability Transitions Research Network.
- Tranaes, Flemming(1997), "Danish Wind Energy", Danmarks vindmølleforening.
- Turnheim, Bruno and Frank W. Geels(2013), "The destabilisation of existing regimes: Confronting a multi-dimensional framework with a case study of the British coal industry(1931-1967)", *Research Policy*, 42, pp. 1749-1767.
- Unruh, G.C.(2000), "Understanding Carbon Lock-in," *Energy Policy*, 28, pp. 817-830.
- van der Loo, F. and Loorbach, D.(2012), "The Dutch Energy Transition Project (2000-2009)", In: Verbong, G. and Loorbach, D. eds.(2012), *Governing the Energy Transition: Reality, Illusion or Necessity?*. Routledge. pp. 220-250
- van der Vlieten and Rob Raven(2006), "Lock-in and Change: Distributed Generation in Denmark in a Long-term Perspective", *Energy Policy*, 34, 3379-3748.
- Verbong, Geert and Der Loorbach ed.(2012), *Governing the Energy Transition: Reality, illusion or Necessity?*, Routledge.

Vestergaard, J., Brandstrup, L. and Goddard, R.D.(2004), "A Brief History of the Wind Turbine Industries in Denmark and the United States". *Conference proceedings of Academy of International Business* (Southeast USA Chapter), pp. 322-327.

Wustenhagen, Rolf(2003) "Sustainability and Competitiveness in the Renewable Energy Sector: The Case of Vestas Wind Systems", *Greener Management International*, (44), pp. 105-115.

국가기록원, <http://www.archives.go.kr>

법제처 국가법령정보센터, <http://www.law.go.kr>

산업통상자원부 <http://www.motie.go.kr>

신성이엔지, <http://www.shinsungeng.com/kor>

에스디엔 SDN, <http://www.sdn-i.com>

자치법규정보시스템, <http://www.elis.go.kr>

전력통계정보시스템, <http://epsis.kps.or.kr>

한국에너지공단, <http://www.kemco.or.kr>

한국전력공사, <http://www.kepco.co.kr>

히타치, <http://www.hitachi.com>

# Summary

**[Title] Strategy for Socio-Technical System Transition(Year 3): System Transition and Building Sustainable Industries**

- **Project Leader: Leader: Wichin Song**
- **Participants: Jieun Seong · Youngbae Chang · Jaegak Han · Jungpil Lee · Junhan Kim · Namyoung Kim**

This Research program studies on the transition to a sustainable socio-technical system in order to respond to the major social challenges of our society. It discusses the transition of the system beyond a simple and fragmentary approach to social problems.

This third year project of the Program deals with the dynamics of system transition and sustainable industrial formation. This is not a frame of industrial transformation to secure new growth engines, but to deal with industrial innovation strategies in the framework of the formation of a new industrial ecosystem oriented toward sustainability. We will look at the renewable energy industry as an example of the transformation of the industry through interaction with civil society, the government, and new innovation entities. Based on this, we derive industrial formation strategies for sustainable transformation.



# Contents

<b>Summary .....</b>	<b>i</b>
<b>Chapter 1. Introduction .....</b>	<b>1</b>
1. Preface .....	1
2 System Transition and Building Sustainable Industry .....	3
3 Structure of the Study .....	7
<b>Chapter 2. Building Sustainable Industry for System Transition: Focusing     on Danish Wind Power .....</b>	<b>9</b>
1 Introduction .....	9
2 Theoretical Framework .....	11
3 Overview of the Danish Wind Power Industry .....	22
4 Model Analysis .....	29
5 Conclusion .....	45
<b>Chapter 3. Sustainable Industry Innovation for System Transition:     Korean Solar Photovoltaic Business Case .....</b>	<b>49</b>
1. Introduction .....	49
2. Theoretical Discussion .....	51
3. Characteristics and current status of Power Industry Regime and Solar Photovoltaic Industry .....	59
4. Analysis of the Innovation Dynamics of the Photovoltaic Industry .....	63
5. Conclusion .....	90
<b>Chapter 4. Conclusion and Policy Directions .....</b>	<b>96</b>
1. Conclusion .....	96
2. Policy Directions .....	101

**References ..... 107**

**Summary ..... 117**

**Contents ..... 119**

# 연구보고서 발간 목록

SCIENCE AND TECHNOLOGY POLICY INSTITUTE

## I 2013년

분류	출판물번호	출판물명	저자
정책 연구	정책연구 13-01	과학기술혁신 촉진을 위한 부처간 연계·협력 메커니즘	이세준
	정책연구 13-02	저성장시대의 효과적인 기술혁신 지원제도	성지은
	정책연구 13-03	소관부처 과학기술 법제 분석 및 개선방안	양승우
	정책연구 13-04	한국 과학기술혁신정책 장기 추세 분석	홍성주
	정책연구 13-05	미래 신산업의 기술혁신 전망 및 발전전략: 프레임워크 개발 및 탐색적 적용	하태정
	정책연구 13-06	농업의 신성장동력화를 위한 기술혁신의 역할과 기능	이주량
	정책연구 13-07	기술창업의 성공조건과 지원정책	이윤준
	정책연구 13-08	지식재산 인프라 글로벌 경쟁력 제고방안(II)	손수정
	정책연구 13-09	융합연구사업의 실태조사와 연구개발 특성 분석	이광호
	정책연구 13-10	공공서비스와 과학기술의 연계 강화방안	서지영
	정책연구 13-11	사회문제 해결형 연구개발사업 발전방안 연구	송위진
	정책연구 13-12	창조도시의 혁신정책: 지속가능한 도시를 위한 시민참여형 혁신전략	송위진
	정책연구 13-13	혁신 시스템 효율성 제고를 위한 중개기능 개선방안	정미애
	정책연구 13-14	미래 과학기술 인재상과 이공계대학 지원정책의 전환 방향	홍성민
	정책연구 13-15	정부출연연구기관의 연구지원인력 현황 및 개선방안	민철구
	정책연구 13-16	대학의 지식이전 활성화를 위한 연구자 지원방안: 대학 교수의 산학협력 동기를 중심으로	김형주
	정책연구 13-17	창조경제에의 국민 참여 확대를 위한 과학기술 인프라 구축방안	홍시균
	정책연구 13-18	창의적 연구개발을 위한 K-APPA 시스템 구축방안	송치웅
	정책연구 13-19	지역 과학기술인재의 정주 현황 및 인재-산업 연계방안	박기범
	정책연구 13-20	빅데이터 기반 융합 서비스 산업 창출방안	장병열
정책연구 13-21	국가연구개발사업 관련 별도 법률 제정방안	양승우	

분류	출판물번호	출판물명	저자
	정책연구 13-22	창의적 성과 창출을 위한 기초연구 지원관리제도 개선방안	이민형
	정책연구 13-23	국가연구개발 시설·장비 관련 법제화 연구	최자선
	정책연구 13-24-01	Diagnosis and Solutions for STI Strategy Development : ASEAN Global Challenges and African Health Innovation	이정협
	정책연구 13-24-02	Innovation System Diagnosis and STI Strategy Development : The Case of Nepal	이정협
	정책연구 13-25	연구개발투자의 경제적 효과 평가 및 예측모형 개발(II)	이우성
	정책연구 13-26	정부 연구개발사업 구조 진단 및 개선방안	이민형 안두현
	정책연구 13-27	청색경제(Blue Economy)의 부상과 과학기술외교의 효율적 대응전략	홍성범 이명진
	정책연구 13-28	과학기술특성화대학 기술사업화 선도모델 구축	김선우
	정책연구 13-29	한국 바이오벤처 20년: 역사, 현황, 발전과제	김석관
조사 연구	조사연구 13-01	정부 과학기술 국제협력사업 구조 진단 및 개선방안	김기국
	조사연구 13-02	통일 이후 남북한 과학기술 통합전략을 위한 사례조사 연구: 독일사례를 중심으로	김종선
	조사연구 13-03	주요국의 창조경제 정책 현황과 사례	김왕동
	조사연구 13-04	국가대형연구시설의 체계적 구축 및 관리 효율화를 위한 실태분석 및 정책제언	조현대
	조사연구 13-05	과학기술 분야 FTA 대응방안 연구	박찬수
	조사연구 13-06	2013년 한국의 과학기술혁신 지표	김석현
	조사연구 13-07	과학기술 기반의 국가발전 미래연구 V	박병원
	조사연구 13-08	중소기업 기술혁신 역량 평가 및 글로벌 정책동향 분석(IV)	임채운
	조사연구 13-09	2012 박사인력활동조사	조가원
	조사연구 13-10	한국의 기술혁신통계조사 개선방안 연구	하태정
	조사연구 13-11	중국(중화권) 첨단기술 모니터링 및 DB구축(II)	홍성범
정책 자료	정책자료 13-01	과학기술 및 ICT분야의 국가경쟁력 지수 비교연구: IMD, WEF, ITU를 중심으로	강희중
	정책자료 13-02	국가 미래 메가성장 동력원 발굴사업 사전기획 연구	손수정

## 2014년

분류	출판물번호	출판물명	저자
정책 연구	정책연구 14-01	연구성과 평가법제 분석 및 개선방안	양승우
	정책연구 14-02	원천연구 성과제고 및 활용강화를 위한 성과평가체계 개선 방안	조현대
	정책연구 14-03	재정 상황 변화에 따른 연구개발 예산 및 조세지원 대응방안	황용수
	정책연구 14-04	사회문제 해결형 혁신에서 사용자 참여 활성화 방안 -사회·기술시스템 전환의 관점-	송위진
	정책연구 14-05	융합 비즈니스 모델 활성화 방안	이광호
	정책연구 14-06	소프트웨어 활용분야별 혁신 특성 분석	김승현
	정책연구 14-07	바이오 분야 규제형성과정 개선방안	이명화
	정책연구 14-08	기업가정신의 국제 비교를 통한 창업 환경 진단 및 개선방안	김석관
	정책연구 14-09	기술혁신형 중소기업 육성을 위한 공공구매제도 개선방안	최중화
	정책연구 14-10	연구공동체의 능동적 역할 제고를 위한 발전전략과 과제	홍사균
	정책연구 14-11	지역의 창조경제활동 현황과 지역혁신 정책 방향	박동배
	정책연구 14-12	사회적 도전과제 해결을 위한 출연(연)의 역할과 과제	김왕동
	정책연구 14-13	전환기 과학기술인재정책의 한계 및 대응방안	박기범
	정책연구 14-14	이공계 대학의 창업교육 혁신방안	김선우
	정책연구 14-15	생애주기형 과학기술인력 활용시스템 구축방안 -고경력 과학기술인력을 중심으로-	민철구
	정책연구 14-16	글로벌 STI 플랫폼 구축방안: 창조경제와 신뢰외교를 지원하는 현지거점을 중심으로	장용석 이명진
	정책연구 14-17	한·중 FTA에 대응하는 농업 R&D 정책방향	이주량
	정책연구 14-18	북한 환경기술 연구현황과 남북 과학기술 협력방안	김중선
	정책연구 14-19	역동적 혁신경제 구축을 위한 지식재산 사업화 금융 활성화 방안	손수정
	정책연구 14-20	제조업기반 서비스 산업 R&D 혁신전략 -제조업의 서비스화 R&D-	장병열
	정책연구 14-21	기초·원천연구 투자의 성과 및 경제적 효과분석	이우성
	정책연구 14-22	민간 R&D 투자 활성화를 위한 방안 연구	김승현
	정책연구 14-23	선도형 R&D 전환을 위한 기초연구사업 지원체계 분석 및 개선방안	조현대
	정책연구 14-24	기술가치평가 기반 국가 R&D 사업의 성과평가 및 기술료 연계 가능성 탐색연구	손수정
	정책연구 14-25	위성정보 활용 촉진을 위한 효율적 기반구축 연구	강희중

분류	출판물번호	출판물명	저자
정책연구	14-26	바이오경제시대 과학기술정책의제 연구사업 (4년차) - 개인 유전체 기반 맞춤 의료의 현황과 발전 과제 -	정기철
	14-27	STI Strategies for Poverty Reduction: the Case of Lao PDR	이정협
	14-28	남북 ICT 협력 추진 방안	이춘근
	14-29	대-중소기업 동반성장형 창업활성화 전략 -대기업 벤처링 활동을 중심으로-	이윤준
조사연구	14-01	정부연구개발사업의 기획시스템 개선 방안 -R&D 아키텍처를 중심으로-	안두현
	14-02	혁신 정책의 변화와 한국형 혁신시스템의 탐색	이정원 홍성주
	14-03	친환경에너지타운 조성을 위한 새로운 정책개입 방안	장영배
	14-04	과학기술분야 전략적 아웃소싱 서비스 활성화방안 연구	장병열
	14-05	2014 한국의 과학기술혁신 지표	김석현
	14-06	과학기술 기반의 국가발전 미래연구 VI	박병원
	14-07	중소기업 기술혁신 역량 평가 및 글로벌 정책동향 분석(V)	임재윤
	14-08	중국(중화권) 첨단기술 모니터링 및 DB 구축사업: 신소재 분야를 중심으로	홍성범
	14-09	박사인력활동조사의 개선과 활용	조기원
	14-10	2014년도 한국기업혁신조사: 제조업 부문	조기원
	14-11	문제해결 중심 정부연구개발사업 관리체계 구축방안	이민형
	14-12	기업 내·외부 연구개발과 성과와의 관계에 관한 연구	정미애
정책자료	14-01	한국의 Young Innovators 사례 발굴 및 확산: Young Innovators 포럼 경과 보고서	김형주
	14-02	대개도국 과학기술정책협력사업	조황희
	14-03	2014년도 국제기술혁신협력사업	조황희

## 2015년

분류	출판물번호	출판물명	저자
정책 연구	정책연구 15-01	융합 연구개발사업 평가체계 개선방안	이광호
	정책연구 15-02	인문·기술 융합에 기반한 기업혁신 사례 분석 및 활성화 방안	최종화
	정책연구 15-03	전환기의 한국형 과학기술혁신 시스템	이정원 홍성주
	정책연구 15-04	R&D 분야 국가재정 효율화 방안 연구	안두현
	정책연구 15-05	국가연구개발사업의 공공가치 개념 도입방안	조현대
	정책연구 15-06	지역의 STI 사회자본 진단과 시사점	정미애
	정책연구 15-07	기술규제에 대한 거래비용 접근의 탐색 연구	정장훈
	정책연구 15-08	정부 연구개발사업 예비타당성조사제도 개선방안 - 재정법제를 중심으로 -	양승우
	정책연구 15-09	사회적 경제의 혁신능력 향상 방안: 혁신연계조직을 중심으로	김종선
	정책연구 15-10	기술영향평가의 실효성 제고를 위한 제도 개선방안	이명화
	정책연구 15-11	STI 정책영향평가 탐색연구	황석원
	정책연구 15-12	신기술 발전에 따른 산업 지형의 변화 전망과 대응 전략	김석관
	정책연구 15-13	중견기업의 성장경로 분석과 맞춤형 지원 방안	박찬수
	정책연구 15-14	공공연구기관의 기술사업화 촉진을 위한 C&BD형 사업의 모색	손수정
	정책연구 15-15	중저기술 산업의 혁신특성 분석과 발전방향	김승현
	정책연구 15-16	과학기술인력 양성을 위한 교육 및 R&D 정책 연계방안	홍성민
	정책연구 15-17	과학기술인력의 정년에 대한 이슈와 정책방안	엄미정
	정책연구 15-18	UN의 Post-2015 개발의제와 과학기술혁신 국제협력 방안	이우성
	정책연구 15-19	유라시아 지역 STI 국제협력 전략	이춘근 이명진
	정책연구 15-20	통일 이후 남북한 과학기술체제 통합방안	이춘근
	정책연구 15-21	바이오경제시대 과학기술정책의제 연구사업(5차년도) - 바이오 연구 인프라의 관리·활용 실태 및 개선방안 -	신은정
	정책연구 15-22	사회·기술시스템 전환 전략 연구사업(1차년도)	송위진
	정책연구 15-23	안전한 연구개발 환경 조성을 위한 제도 개선 방안	서지영
	정책연구 15-24	우리나라의 과학기술·ICT 외교 거버넌스 구축방안 연구	이우성

분류	출판물번호	출판물명	저자
	정책연구 15-25	국가연구개발 정성평가 현황과 발전방향	조현대
	정책연구 15-26	산업수학 활성화를 위한 국내 산업수학 생태계 분석	박기범
조사 연구	조사연구 15-01	지역 공공연구조직 활성화 방안: 국내외 지역 공공연구 조직 분포 및 현황 조사연구	박동배
	조사연구 15-02	사회문제 해결형 혁신정책의 글로벌 이슈 조사연구	성지은
	조사연구 15-03	노후 산업단지의 재생 전략	이정찬
	조사연구 15-04	2015 글로벌 혁신 스코어보드	김기국
	조사연구 15-05	2015년 기술혁신 성과지표분석 및 DB 구축사업	배용호
	조사연구 15-06	과학기술기반의 국가발전 미래연구 VII	박병원
	조사연구 15-07	중소기업 기술혁신 역량 평가 및 글로벌 정책 분석 사업(VI)	임채윤
	조사연구 15-08	2015년 중국(중화권) 첨단기술 모니터링 및 DB 구축사업: ICT 분야를 중심으로	홍성범
	조사연구 15-09	2015년 기업가정신 모니터링 사업	김선우
	조사연구 15-10	박사학위과정 재정지원 실태조사: 대학원지원정책의 중장기 효과분석	조기원
	조사연구 15-11	한국기업혁신조사의 동향과 활용	조기원
정책 자료	정책자료 15-01	2015년도 국제기술혁신협력사업	조황희
	정책자료 15-02	농업분야 신재생에너지 정책방향 연구	박동배

## I 2016년

분류	출판물번호	출판물명	저자
정책 연구	정책연구 16-01	연구개발투자에서 정부와 민간의 역할 분석 연구	배용호
	정책연구 16-02	과학기술인력의 연구환경 진단과 대응 - 출연(연) 연구자를 중심으로 -	홍성민
	정책연구 16-03	정부 R&D 전략과 추진체계 개선방안	양승우
	정책연구 16-04	R&D 투자 영향평가 기반구축 및 시범분석(1차년도)	황석원
	정책연구 16-05	지역 기반의 지식 트라이앵글에서 대학의 역할 강화 방안	김형주
	정책연구 16-06	연구개발성과의 질적 평가체계 구축방안	조현대
	정책연구 16-07	공공부문 과학연구에서의 자율과 책임	박기범
	정책연구 16-08	오픈 사이언스를 위한 연구성과물 공개정책과 과제	신은정
	정책연구 16-09	융합이 기술혁신패턴에 미치는 영향과 대응전략 - 자동차산업과 디스플레이산업을 중심으로 -	이광호
	정책연구 16-10	농업과학기술 혁신체계의 진화와 선택: 국가간 비교연구	이주량
	정책연구 16-11	혁신제품 확산효과와 예측모형 연구	정기철
	정책연구 16-12	글로벌 주도권 확보를 위한 사물인터넷 플랫폼 전략(1차년도)	최병삼
	정책연구 16-13	기술혁신형 공공구매(K-PP)체계 구축과 추진전략	최종화 정장훈
	정책연구 16-14	산업주도권 확보를 위한 경쟁과 협력(coopetition)의 혁신전략 - 세계 디스플레이 산업구도 분석 -	조용래
	정책연구 16-15	데이터 기반 헬스케어 혁신의 부상과 대응 전략	정일영
	정책연구 16-16	포용적 혁신과 글로벌 협력전략	장용석
	정책연구 16-17	북한의 과학기술인력 현황분석과 협력 과제	이춘근
	정책연구 16-18	기술혁신의 패러다임 변화에 대응하는 국가과학기술혁신전략 탐색연구	홍사균
	정책연구 16-19	트랜스휴머니즘 부상에 따른 과학기술 정책이슈의 탐색	박성원
	정책연구 16-20	차세대 생산혁명을 대비한 제조업 혁신정책과 도전과제	김승현
	정책연구 16-21	미래산업·신산업 분야 인재기반 조성을 위한 인적자원 양성 및 취·창업 지원 방안 연구	홍성민
	정책연구 16-22	국가연구개발사업 공통적용 법률 제정방안	양승우
	정책연구 16-23	바이오경제시대 과학기술정책의제 연구사업(6차년도) : 바이오헬스 혁신시스템 진단 및 정부의 역할	이명화
	정책연구 16-24	국민 과학마인드 제고 방안 수립	박성원
	정책연구 16-25	글로벌 기초연구정책 이슈분석 및 플랫폼 구축방안	이민형

분류	출판물번호	출판물명	저자
조사 연구	조사연구 16-01	전환기 과학기술정책 이슈와 대안 탐색	이세준
	조사연구 16-02	디지털 사회혁신의 활성화 전략 연구	김중선
	조사연구 16-03	SDGs에 대응하는 과학기술 외교전략 - 파리협정을 중심으로 -	이우성
	조사연구 16-04	한국 과학기술 50년, 기획조사 연구 - 과학기술 50주년 성과 분석 및 확산에 관한 연구 -	홍성주
	조사연구 16-05	2016 글로벌 혁신 스코어보드	김기국
	조사연구 16-06	2016년 과학기술인력 통계조사	조기원
	조사연구 16-07	고령친화 R&D 동향분석	서지영
	조사연구 16-08	2016년 기술혁신 성과지표 분석 및 DB 구축사업	배용호
	조사연구 16-09	과학기술기반 미래연구사업 VIII	박병원
	조사연구 16-10	중소기업 기술혁신 역량평가 및 글로벌 정책 분석 사업 VII	박찬수
	조사연구 16-11	2016년 중국(중화권) 첨단기술 모니터링 및 DB 구축사업 : 환경기술 분야를 중심으로	홍성범
	조사연구 16-12	사회·기술시스템 전환 전략 연구사업(2차년도) - 농업·농촌 사회·기술시스템 전환 연구 -	송위진
	조사연구 16-13	2016년 기업가정신 모니터링 사업	김선우
	조사연구 16-14	기술사 수급 안정화를 위한 노동시장 분석	홍성민
	조사연구 16-15	2016년 한국기업혁신조사: 제조업 및 서비스업 부문	조기원
정책 자료	정책자료 16-01	미래전 대응 국방연구개발시스템 발전방안	하태정
	정책자료 16-02	이공계 박사후과정연구원(포닥)의 경력경로 다변화에 따른 새로운 지원 정책 모색	성경모
	정책자료 16-03	G20 정상회의와 과학기술혁신 아젠다 연구	이우성
	정책자료 16-04	연구개발서비스업 혁신역량 강화방안 기획연구	최병삼
	정책자료 16-05	2016년도 국제기술혁신협력사업	임덕순

## 2017년

분류	출판물번호	출판물명	저자
정책 연구	정책연구 17-01	과학기술 기본계획 성과분석 체계 기반구축	황석원
	정책연구 17-02	한국 기술혁신연구의 현황과 과제	송위진
	정책연구 17-03	혁신 주체별 R&D 지원체계 개선방안	조현대
	정책연구 17-04	R&D 투자영향평가 체계 구축(2차년도)	황석원
	정책연구 17-05	기술혁신에 따른 고용패러다임 변화와 과학기술인력 양성전략	홍성민
	정책연구 17-06	민간 부문 이공계 박사인력의 연구개발활동과 특성	박기범
	정책연구 17-07	혁신정책의 변인(變因) 수용과 과학기술 법제 간 정합성 제고방안	양승우
	정책연구 17-08	오픈사이언스정책의 도입 및 추진 방안	신은정
	정책연구 17-09	국내 리빙랩 현황 분석과 발전 방안 연구	성지은
	정책연구 17-10	창의적 혁신조직의 속성 연구	장필성
	정책연구 17-11	R&D 예산배분시스템 현황 및 문제점 진단	정장훈
	정책연구 17-12	정부출연연구기관의 협력적 융합연구 촉진방안	최종화
	정책연구 17-13	4차 산업혁명의 기술 동인과 산업 파급 전망	김석관
	정책연구 17-14	글로벌 주도권 확보를 위한 사물인터넷 플랫폼 전략(2차년도)	최병삼
	정책연구 17-15	지역혁신 활성화를 위한 도시기반 혁신정책의 전략과 방향 : 도시형 혁신공간과 데이터 기반 도시혁신	김형주, 정미애
	정책연구 17-16	지역 산업기술지형의 변화 양태와 시사점	임영훈
	정책연구 17-17	수요자 중심의 헬스케어 산업 전망과 대응전략	정기철
	정책연구 17-18	온실가스 감축기술의 융합을 통한 산업적 성과 제고방안 - 건물부문의 기술융합 보급 활성화 방안 -	박환일
	정책연구 17-19	기술사업화 성과 제고를 위한 기술인큐베이션 경로 진단 및 효율화 방안	손수정
	정책연구 17-20	공공연구기관 및 중소기업의 해외 기술사업화 활성화 방안 - 기술수출을 중심으로 -	이윤준
	정책연구 17-21	트랜스휴먼 시대에 따른 미래 직업세계 연구	박성원
	정책연구 17-22	바이오경제시대 과학기술정책의제 연구사업(7차년도) - 농업과학기술이 주도하는 선진통상농업 구현전략 -	이주량
	정책연구 17-23	기술규제 개혁을 위한 의제설정 연구사업	이광호
	정책연구 17-24	적정 녹색기후기술에 대한 해외수요 조사 및 국제협력 활성화 방안	장진규
	정책연구 17-25	신정부 과학기술정책 방향 모색	홍성주
	정책연구 17-26	기술혁신과 중소기업 고용에 관한 사례 연구	이윤준
	정책연구 17-27	과학기술 정책평가 모형 탐색	이명화

분류	출판물번호	출판물명	저자
조사 연구	조사연구 17-01	2017 글로벌혁신 스코어보드	김기국
	조사연구 17-02	2017년 과학기술인력 통계조사 - 2016 박사인력 활동조사 -	조기원
	조사연구 17-03	2017년 한국기업혁신조사: 제조업 및 서비스업 부문 - 한국기업혁신조사의 동향과 활용 -	조기원
	조사연구 17-04	2017년 기술혁신 성과지표 분석 및 DB 구축사업	안두현
	조사연구 17-05	과학기술기반 미래연구사업(IX)	박병원
	조사연구 17-06	중소기업 기술혁신 역량평가 및 글로벌 정책 분석사업(VIII)	임채윤
	조사연구 17-07	2017년 중국(중화권) 첨단기술 모니터링 및 DB 구축 사업: 우주개발 분야를 중심으로	이춘근
	조사연구 17-08	사회·기술시스템 전환 전략 연구사업(3차년도): 시스템 전환과 지속가능한 산업형성	송위진
	조사연구 17-09	2017년 기업가정신 모니터링 사업	김영환
	조사연구 17-10	기초원천연구 성과의 확산경로 조사연구	임채윤
	조사연구 17-11	글로벌 포용적 혁신과 개도국 과학기술혁신 역량	장용석
정책 자료	정책자료 17-01	과학기술정책 핵심의제 발굴 및 대안 모색	이정원
	정책자료 17-02	2017년도 국제기술혁신협력사업	임덕순
	정책자료 17-03	과학기술 정책 역사 콘텐츠 축적 및 활용방안 연구 - '과학기술 50년사' 사업수행 백서 -	홍성주

# 보고서 판매 안내

우리 연구원은 과학기술정책 분야의 연구를 전문적으로 수행하는 정부출연연구기관으로서 과학기술정책 연구 분야에 관심 있는 분들이 연구 성과물을 널리 이용할 수 있도록 아래와 같이 선별 판매를 하고 있습니다.

## ▶ 판매대상자료목록

보고서명	연구책임자	면수	판매가격
• “과학기술과 사회”의 주요 쟁점 분석 요구	송위진	155	6,000
• 주요 사회적 위험에 대한 기술혁신 차원의 대응방안	이공래	291	8,000
• 신기술의 사회윤리적 논쟁에 관한 정책네트워크 분석 : 생명윤리와 인터넷내용규제의 입법과정을 중심으로	송성수	162	6,000
• 미래선도산업의 육성을 위한 중장기 기술혁신전략	이정원	255	8,000
• 과학기술의 질적 제고 및 불균형 완화: 정책과제 및 개선 방안	조현대	212	7,000
• 한국 과학기술자사회의 특성 분석 - 脫추격체제로의 전환을 중심으로 -	송위진	177	6,000
• 중국의 혁신클러스터 특성 및 유형 분석: 한국 사례와의 비교	홍성범	174	6,000
• 신기술 변화에 대응한 산·학·연 연구개발 파트너십의 강화 방안	황용수	176	6,000
• 한국국가혁신체제 발전방안 연구	송위진	206	7,000
• 개방형 지역혁신체제 구축을 위한 공공연구기관 운영전략	이공래	234	7,000
• 세계1위 상품의 한·중·일 경쟁력 비교와 정책시사점	이정원 송중국	122	5,000
• 한국형 지역혁신체제의 모델과 전략 1: 지역혁신의 공간적 틀	이정협	350	9,000
• 기술혁신과 구조적 실업에 관한 실증연구	하태정	167	4,000
• BRICs 국가들의 부상과 과학기술정책적 대응방안	임덕순 외	447	11,000

보고서명	연구책임자	면수	판매가격
• 혁신주도형 중소기업 육성을 위한 정책방안: 공급기차기술 관점에서	민철구 외	203	7,000
• 기술혁신과 경제성장: 요소대체율과 기술진보율에 관한 실증적 고찰	신태영	100	4,000
• R&D 글로벌화: 현황과 수준측정을 위한 지표개발	이정원 외	170	5,000
• 정부출연연구기관의 연구과제중심 운영체제(PBS) 개선방안 연구	김계수 외	248	7,000
• 다분야 기술융합의 혁신시스템 특성	이공래	132	5,000
• 제약산업의 혁신체제 개선을 위한 산학연 협력 강화 방안	김석관	250	6,000
• 고급 과학기술인력 양성 관련 정부지원사업의 성과평가방안	박재민 조현대	175	6,000
• BT분야 혁신기반 실태분석 및 선진화 방안	조현대	379	10,000
• 정부출연 연구기관 연구과제중심 운영체제(PBS) 대체모델 적용 연구	김계수	144	5,000
• R&D 프로그램의 유형별 경제성 평가 방법론 구축	황석원	122	5,000
• 선진 혁신클러스터 구축을 위한 가상 클러스터 활용방안 : 지리적 클러스터의 보완적 관점에서	김왕동	185	5,000
• 과학기술인력의 학교에서 직업으로의 이행과정 및 취업구조 분석	박재민	141	5,000
• 한국형 지역혁신체제의 모델과 전략: 지역혁신의 유형과 발전경로	이정협	326	8,000
• 지속적 경제성장을 위한 최적 R&D 집약도 도출 : 파레토 최적배분을 위한 탐색적 연구	김병우	59	4,000
• R&D 투자 촉진을 위한 재정지원정책의 효과분석	송중국	101	4,000
• 혁신클러스터의 네트워크 평가지표 개발 및 적용 : 대덕 IT 클러스터를 중심으로	김왕동 김기근	148	4,000
• 기술기반 문화콘텐츠 서비스업의 혁신특성과 R&D 전략 : 온라인게임산업을 사례로	최지선 외	522	6,000
• 지역혁신 거버넌스의 진단과 대안 모색 : 대기업 중심 생산집적지의 전환을 중심으로	이정협 외	290	4,000
• 국내외 공공연구시스템의 변천과 우리의 발전과제	조현대 외	440	6,000
• 미래 환경변화에 따른 HRST 정책진단 및 중장기 정책 방향	진미석 외	400	4,000
• 사회적 목표를 지향하는 혁신정책의 과제	송위진 외	333	4,000

보고서명	연구책임자	면수	판매가격
• 사회적 목표를 지향하는 혁신정책의 과제: Synthesis Report	송위진 외	92	2,000
• 기초기술 연구개발투자의 경제성 분석	황석원 외	283	4,000
• 제조업 성장에 기여하는 R&D서비스업 육성전략	최지선 외	303	6,000
• R&D 서비스기업 사례연구집	최지선 외	178	
• 출연연구기관의 지속가능성 분석 및 제고방안	조현대 외	376	4,000
• 공공연구조직의 창의성 영향요인 및 시사점	김왕동	98	4,000
• 대학 연구기능 활성화를 위한 교육 연구 연계	민철구 외	184	4,000
• 한국선도산업의 혁신경로 창출능력	이공래 외	328	10,000
• 2005년도 한국의 기술혁신조사: 제조업 부문	엄미정 외	608	30,000
• 한국의 혁신수준 분석: EIS를 토대로	엄미정 외	157	5,000
• 2006년도 한국의 기술혁신조사: 서비스부문	엄미정 외	308	14,000
• 2008년도 한국의 기술혁신조사: 제조업부문	김현호 외	501	30,000
• 21세기 과학기술정책의 부문별 과제	이연오	342	9,000
• 일본,미국,유럽 연구개발 프론티어-21세기 국가경쟁력 지침	김갑수	762	50,000
• 탈추격형 기술혁신체제의 모색	송위진 외	447	10,000
• 세계적 과학자의 경력과정분석과 시사점	김왕동	240	4,000
• 통합형 혁신정책을 위한 정책조정 방식 설계	성지은	244	4,000
• R&D 환경변화에 대응한 대학내 연구조직 지원정책 개선방안	엄미정	211	4,000
• 저탄소 녹색성장 종합평가자수 개발 - 국가와 지역 적용을 초점으로	유익선	211	4,000
• 저탄소 녹색성장을 위한 과학기술정책과제	장진규 외	262	4,000
• 공공연구의 산업기술혁신파급정도·효과분석 및 정책제언	조현대	218	6,000
• 과학기술 지표 연구: 기업부문 기술혁신의 투입과 성과	김석현	총4권	12,000
• 녹색기술혁신의 특성·역량분석 및 활성화 방안	장진규	323	8,000
• 기술혁신과 일자리 창출 : 고용확대를 위한 기술혁신 지원정책	이공래	220	7,000

보고서명	연구책임자	면수	판매가격
• 국가 R&D사업 경제적 타당성 평가 방법론 개선방안	황석원	170	6,000
• FTA 환경변화에 따른 기술 무역장벽 대응방안	하태정	182	6,000
• 미래지향형 과학기술 혁신 거버넌스 설계 및 개선방안	성지은	214	7,000
• 기초연구성과 창출 및 확산 촉진을 위한 연구시스템 개선방안	조현대	218	7,000
• 이공계대학의 구조변화 추세분석과 경쟁력 확보방안	민철구	250	7,000
• 북한의 산업기술 발전경로와 남북 산업연계 강화방안	김종선	160	6,000
• 2010년도 한국의 기술혁신조사: 제조업부문	하태정	520	12,000
• 2010년도 과학기술인력 통계 조사 분석 : 박사 및 연구인력의 진로와 경력	엄미정	161	6,000
• 2010년도 기업부문 과학기술혁신 지표연구	김석현	총5권	20,000
• 국가 거대과학기술의 뉴 프론티어 창출 전략	조현대	426	12,000
• 연구개발인력 경력개발과 고용촉진 전략 : 박사학위자의 민간부문 진출을 중심으로	엄미정	175	6,000
• 지역혁신을 위한 지역대학의 역할정립과 활성화 방안	민철구	200	7,000
• 전염성 동물질화에 대한 과학기술적 대응방안	서지영	218	7,000
• 남북한 과학기술 혁신체제 연계 방안	김종선	164	6,000
• 다부처 R&D 사업 기획 및 추진 방안	조현대	200	7,000
• 과학기술혁신기반 모바일생태계 발전 전략	황석원	220	7,000
• 지식재산비즈니스 모델 전망과 성장동력화 방안	손수정	255	7,000
• 스마트 전문화의 개념 및 분석틀 정립	이정협	105	6,000
• 2011년도 한국의 기술혁신조사 : 서비스업 부문	하태정	600	13,000
• 2011 과학기술혁신지표연구	김석현	총5권	20,000
• 과학기술 법제 분석 및 개선방안	양승우	304	8,000
• 기업이 정신 고취를 통한 기술창업 활성화 방안	이윤준	264	7,000
• 연구소 중심의 대학연구시스템 활성화 방안	민철구	223	7,000
• 소관부처 과학기술 법제 분석 및 개선방안 : 연구개발성과의 활용 및 사업화 법제를 중심으로	양승우	261	7,000
• 미래 과학기술 인재상과 이공계대학 지원정책의 전환방향	홍성민	239	7,000

보고서명	연구책임자	면수	판매가격
• 정부출연 연구기관의 연구지원인력 현황 및 개선 방안	민철구	142	6,000
• 국가연구개발사업 관련 별도 법률 제정방안	양승우	413	8,000
• 연구성과 평가법제 분석 및 개선방안	양승우	232	7,000
• 원천연구 성과제고 및 활용강화를 위한 성과평가체계 개선 방안	조현대	186	6,000
• 기술혁신형 중소기업 육성을 위한 공공구매제도 개선방안	최종화	172	6,000
• 이공계 대학의 창업교육 혁신방안	김선우	236	7,000
• 생애주기형 과학기술인력 활용시스템 구축방안 -고경력 과학기술인력을 중심으로-	민철구	112	6,000
• 한·중 FTA에 대응하는 농업 R&D 정책방향	이주량	149	6,000
• 선도형 R&D 전환을 위한 기초연구사업 지원체계 분석 및 개선방안	조현대	156	6,000
• STI Strategies for Poverty Reduction: the Case of Lao PDR	이정협	168	6,000
• 2014 한국의 과학기술혁신 지표	김석현	총6권	20,000
• 인문·기술 융합에 기반한 기업혁신 사례분석 및 활성화 방안	최종화	134	6,000
• 국가연구개발사업의 공공가치 개념 도입방안	조현대	136	6,000
• STI 정책영향평가 탐색연구	황석원	178	6,000
• 과학기술인력 양성을 위한 교육 및 R&D 정책 연계방안	홍성민	116	6,000
• 2015년 기술혁신 성과지표분석 및 DB 구축사업	배용호	총2권	10,000
• 2015년 기업가정신 모니터링 사업	김선우	총2권	20,000
• 연구개발투자에서 정부와 민간의 역할 분석 연구	배용호	328	8,000
• 과학기술인력의 연구환경 진단과 대응	홍성민	216	7,000
• 정부 R&D 전략과 추진체계 개선방안	양승우	271	7,000
• R&D 투자 영향평가 기반구축 및 시범분석(1차년도)	황석원	529	10,000
• 연구개발성과의 질적 평가체계 구축방안	조현대	234	7,000
• 공공부문 과학연구에서의 자율과 책임	박기범	110	6,000
• 오픈 사이언스를 위한 연구성과물 공개정책과 과제	신은정	110	6,000
• 융합이 기술혁신패턴에 미치는 영향과 대응전략 - 자동차산업과 디스플레이산업을 중심으로 -	이광호	298	7,000
• 혁신제품 확산효과의 예측모형 연구	정기철	91	4,000
• 글로벌 주도권 확보를 위한 사물인터넷 플랫폼 전략(1차년도)	최병삼	130	6,000

보고서명	연구책임자	면수	판매가격
• 기술혁신형 공공구매(K-PPI)체계 구축과 추진전략	최종화 정장훈	166	6,000
• 산업주도권 확보를 위한 경쟁과 협력(coopetition)의 혁신전략	조용래	199	6,000
• 데이터 기반 헬스케어 혁신의 부상과 대응 전략	정일영	156	6,000
• 포용적 혁신과 글로벌 협력전략	장용석	225	7,000
• 트랜스휴머니즘 부상에 따른 과학기술 정책이슈의 탐색	박성원	164	6,000
• 차세대 생산혁명을 대비한 제조업 혁신정책과 도전과제	김승현	132	6,000
• 국가연구개발사업 공통적용 법률 제정방안	양승우	382	8,000
• 바이오경제시대 과학기술정책의제 연구사업(6차년도) : 바이오헬스 혁신시스템 진단 및 정부의 역할	이명화	326	8,000
• 국민 과학마인드 제고 방안 수립	박성원	148	8,000
• 글로벌 기초연구정책 이슈분석 및 플랫폼 구축방안	이민형	156	6,000
• 2016년 기술혁신 성과지표 분석 및 DB 구축사업	배용호	총2권	12,000
• 2016년 한국기업혁신조사: 제조업 및 서비스업 부문	조가원	총2권	14,000
• 혁신 주체별 R&D 지원체계 개선방안	조현대	200	6,000
• R&D 투자영향평가 체계 구축(2차년도)	황석원	총2권	10,000
• 기술혁신에 따른 고용패러다임 변화와 과학기술인력 양성전략	홍성민	180	6,000
• 혁신정책의 변인(變因) 수용과 과학기술 법제 간 정합성 제고방안	양승우	284	7,000
• 정부출연연구기관의 협력적 융합연구 촉진방안	최종화	254	7,000
• 2017년 기업가정신 모니터링 사업	김영환	총3권	15,000

### ● ● STEPI 자료 판매코너

- 고보문고 정부간행물 코너 ----- (02-397-3628)  
영풍문고 정부간행물 코너 ----- (02-399-5632)  
북스리브로 정부간행물 코너 ----- (02-757-8991)  
정부간행물판매센터 총판 ----- (02-394-0337)