

< 훈련결과보고서 요약서 >

성 명	신 유 철		직 급	기술서기관
훈 련 국	미국	훈련기간	2021.7.25. ~ 2023.5.24. (1년 10개월)	
훈련기관	the University of Texas at Austin		보고서 매수	101 매
훈련과제	에너지전환 정책을 위한 전통 에너지산업 혁신방안 연구			
보고서 제목	에너지전환 정책을 위한 전통 에너지산업 혁신방안 연구			
내용요약	<p>친환경적이고 지속가능한 에너지로의 에너지 전환 흐름 속에서도 전통 에너지산업은 에너지 안보, 국가 경제 등에 핵심적인 역할을 수행하고 있는바, 성공적인 에너지전환, 나아가 산업경쟁력 유지 및 혁신을 위해서는 새로운 전통 에너지산업의 혁신방안 연구가 필요함</p> <p>전세계적인 에너지전환 흐름 속에서 에너지 선진국이자 세계 최대 에너지 생산/소비국인 미국의 전통 에너지 산업/기업 현황 및 정책 동향을 조사하였음.</p> <p>우선 미국의 전통 에너지 산업 관련 주요 기관 현황을 조사하였음. 이를 위해 미국 내 연방정부 및 연방의회의 전통 에너지 관련 기관, 훈련장소인 텍사스 및 기타 주 정부의 기관으로 나누어 현황을 조사했으며, 나아가 미국 의회 내 전통 에너지 관련 갈등 양상 및 이해관계자 목록, 그리고 미국인들을 대상으로한 여론 조사 결과도 소개하였음.</p> <p>다음으로는 전통 에너지 산업과 관련한 세부 정책동향을 조사해 정리하였는데, 연방 정부의 정책 뿐 아니라 캘리포니아, 뉴욕 등 주요 6개 주의 상세한 정책 동향도 조사하였으며, 기업 차원에서의 혁신 사례 및 동향도 정리함</p>			

동향조사 결과를 토대로 추가적인 분석을 실시하였는데,
(1) 전통 에너지 자원의 채굴 경제성에 대한 검토,
(2) 전통 에너지 산업의 대표 지표인 국제유가에 대한 분석,
(3) 에너지 전환과 전통 에너지 산업의 관계에 대한 고찰,
(4) 복원력(Resilience) 관점에서 바라본 전통 에너지 산업,
그리고 (5) 기후 변화와 전통 에너지 산업간 관계 및 시사점 등에
대한 다각도의 분석을 실시함

나아가, 이를 토대로 우리나라 전통 에너지산업의 고도화 및 혁신을 위한 시사점 및 정책제언도 마련하였음. 주요한 시사점 및 정책제언은 다음과 같음.

(1) 미국도 전통 에너지산업의 미래, 나아가 존립에 대해 다양한 의견과 정책이 혼재되고 있음. 하지만 미국은 연방국가라는 특성상 주 정부가 연방 정부와 다른 정책 노선을 가질 수 있어 현재 전통 에너지산업에 대해서도 다양한 정책이 혼재되어 있음.

중요한 점은 다양한 주 정부의 정책이 ‘정책 실험실’과 같은 역할을 한다는 점을 인식하고, 주 정책의 역사와 전통, 그리고 필요성을 인정한다는 점임, 이렇게 다양한 의견과 정책이 공존하는 것은 산업과 경제, 공공정책의 측면에서 반드시 필요한 점이라고 생각됨.

우리나라에서도 전통 에너지산업을 바라보는 지나치게 일방적인 시각은 지양하고, 국익 차원에서 에너지 산업 나아가 국가 경제와 산업에 필요한 핵심 산업이자 인프라로서 그 중요성 및 미래에 대한 객관적이고 다양한 정책 고민이 필요한 시점임

(2) 에너지 산업은 수익을 올리기 위한 ‘산업’을 넘어서, 국가의 여러 부문이 움직이도록 지원하는 에너지, 즉 기간 인프라로서의 성격을 갖고 있다. 따라서 전통 에너지산업도 에너지 수급 안정성 측면에서 살펴보는 것이 필요함.

미국에서도 주요 에너지 정책 목표 중 안정적인 전통 에너지 자원의 확보, 그리고 가격 안정화를 핵심 목표로 포함시키고 있음
나아가, 주요 주 정부의 정책 동향 조사 결과, 전통 에너지 산업에 대해서 가격, 생산, 소비, 유통 등에 대한 예측, 분석, 조사를 통한 안정성 확보를 지속 강조하고 있었으며, 수급 위기상황에 대한 단계별 조치사항도 매우 구체적으로 마련하고 있었음.

전통 에너지산업의 안정성을 담보하기 위해 우리나라도 전통 에너지산업의 대응 매뉴얼을 지속 보완하는 것이 필요하다고 판단되며, 미국의 주요 위기대응 전략과 우리나라의 전략을 비교, 분석하고 필요한 부분은 보완해 가는 것이 필요함.

(3) 안정성에 이어 또다른 중요한 지표인 ‘가격’과 관련해서도 다각도의 조사, 분석을 실시하였음.

전통 에너지산업의 현행 가격 경쟁력은 향후 불확실성이 크며, 오히려 경제성이 크게 악화될 것이라는 예측이 우세함. 그 경우 전통 에너지산업이 타에너지원 및 타산업과 경쟁하고 있는 핵심 경쟁력을 잃게 되는 것임. 따라서 향후 전통 에너지산업의 가격 경쟁력 관련된 동향 조사 및 연구를 강화할 필요가 있음

미국 에너지 정보청(EIA)에서는 국립 에너지 모델링 시스템(NEMS)을 구축해 국제유가 뿐 아니라 다양한 에너지원의 흐름을 분석해 공개하고 있는데, 이에 대한 조사 및 분석, 그리고 국내 도입 및 기존 국내 시스템의 고도화가 필요함

(4) 전통 에너지산업이 기후 변화, 그리고 탈탄소화, 나아가 에너지전환이라는 큰 흐름 속에서 경쟁력을 유지하기 위해서는 ‘안정성’이라는 강점을 유지하면서도 ‘가격 경쟁력’을 유지하는 것, 그리고 새로운 흐름에 맞도록 저탄소 비즈니스로 전환하는 것이 필요함. 이는 직접적으로 전통 에너지산업이 배출하는 탄소 배출량을 저감시키는 ‘수동적 수단’ 뿐 아니라, 저탄소 연료의 비중을 높이는 것과 같은 ‘적극적 전환’ 조치까지도 포함하는 것임

전통 에너지 산업/기업이 수소, 탄소 포집 및 활용, 바이오 연료, 전동화(electrification) 등 다양한 신규 저탄소 산업/기술 분야마다 나름의 강점 및 기회요인을 갖고 있으므로, 이에 대한 추가적인 분석 및 대응, 그리고 정부의 전향적인 규제 개선 및 사업전환 유도가 필요함

에너지전환 정책을 위한
전통 에너지산업 혁신방안 연구

2023년 5월

산업통상자원부
신 유 철

차 례

1. 국외훈련 개요	1
2. 훈련기관 개요	2
3. 훈련과제 개요	5
3-1. 훈련과제의 목표	5
3-2. 훈련 국가 및 기관 선정 이유	6
3-3. 보고서 개요	8
4. 미국 전통 에너지 산업 · 정책 동향	11
4-1. 미국 전통 에너지 산업 · 정책 개괄	12
4-2. 미국 전통 에너지 기관 현황	14
4-2-1. 연방 정부의 전통 에너지 관련 기관	14
4-2-1. 연방 의회의 전통 에너지 관련 기관	19
4-2-3. 텍사스의 전통 에너지 관련 기관	21

4-2-4. 기타 주 정부의 전통 에너지 관련 기관	23
4-3. 전통 에너지 관련 미국 의회 내 갈등 양상	27
4-4. 전통 에너지 산업 관련 미국인 여론 조사 결과	29
4-5. 전통 에너지산업 이해관계자 정리	30
4-6. 미국 주 정부의 에너지 안정성 관련 정책 현황	31
4-7. 미국 각 주의 기초 에너지통계 조사	41
4-8. 미국 연방정부의 전통 에너지 산업 정책 현황	45
4-9. 미국 주요 전통 에너지 기업의 혁신 사례	50
5. 전통 에너지산업 관련 세부 분석 결과	54
5-1. 전통 에너지산업의 채굴 경제성 검토	55
5-2. 국제유가에 영향 미치는 요인 통계적 분석	60
5-3. 에너지 전환과 전통 에너지 산업 고찰	71
5-4. 복원력 측면에서 본 전통 에너지 산업	74
5-5. 전통 에너지 산업과 기후 변화의 관계	77

6. 결론 및 정책 제언	82
6-1. 전통 에너지 산업의 대응 전략 및 시사점	82
6-2. 시사점 및 정책 제언	90
7. 기타 참고사항	97

1. 국외훈련 개요

1-1. 훈련국 : 미국

1-2. 훈련기관명 : 텍사스대학 오스틴캠퍼스 / 공공정책 대학원
(the University of Texas at Austin / LBJ school of public affairs)

1-3. 세부 전공 : 공공정책학
(MPAff : Master of Public Affairs)

1-4. 훈련과정 : 장기일반과정 (영어권)

1-5. 훈련분야 : 에너지 + 공공행정

1-6. 훈련기간 : 2021.7.25. ~ 2023.5.24. (1년 10개월)

2. 훈련기관 개요

< 텍사스대학 오스틴캠퍼스 소개 >

2-1. 훈련기관 공식 명칭 : the University of Texas at Austin
(통칭 UT Austin이라고 많이 부름)

2-2. 훈련기관 주소 : 2405 Robert Dedman Dr, Austin, TX 78712, USA

2-3. 텍사스대학 시스템 안내

- 텍사스 주에서 운영하는 주립 텍사스대학 시스템
- 총 8개의 학사(academic) 기관 (UT Arlington, UT Austin, UT Dallas, UT El Paso, UT Permian Basin, UT Rio Grande Valley, UT San Antonio, UT Tyler)과 총 5개의 의료 기관 등 총 13개의 기관으로 구성되어 있음

2-4. 텍사스대학 오스틴캠퍼스 개요

- 텍사스대학 시스템 내 최고의 대학으로, 텍사스 전체 중에서도 최고의 대학 중 하나로 꼽히고 있음
- 1883년 설립
- 재학생 5만 2천여명, 교수진 3천여명
- 연간 연구비는 6.5억불 규모로, 미국 내에서도 가장 높은 수준으로 분류됨
- 홈페이지 : <https://www.utexas.edu>
- 종합적으로 봤을 때, 세계 40위권 명문대학으로 손꼽힘
- US News & world report 기준으로 공립대학 중 10위(2022년), 전세계 대학 랭킹 43위 기록(2022년)
- Times Higer Education 기준으로 세계평판지수에서 31위 기록(2019년)
- Nature지 기준으로 논문 인용지수 세계 13위(2018년)
- 졸업생 중 노벨상 수상자 8명 배출

< 공공정책 대학원 소개 >

2-1. 훈련기관 공식 명칭 : the Lyndon B. Johnson (LBJ) School of Public Affairs

2.2. 훈련기관 주소 : 2300 Red River St., Stop E2700, Sid Richardson Hall, Unit 3
Austin, TX 78712-1536, USA

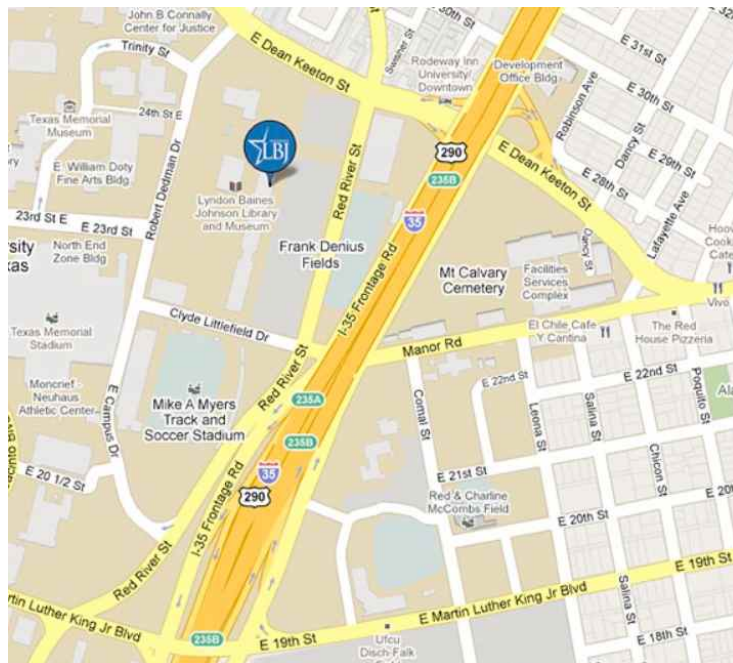
2-3. 연락처 : (전화) 512-471-3200,

(이메일) (학사담당) lbjstudentaffairs@austin.utexas.edu

(입학관련) lbjadmit@austin.utexas.edu

(일반문의) lbjdeansoffice@austin.utexas.edu

2-4. 위치 : 미국 텍사스 주의 주도인 오스틴시의 다운타운에 위치한 텍사스대학
오스틴캠퍼스 내 북동부에 위치하고 있음



2-5. 훈련기관 개요

- 졸업생 4,500명, 학생 420명, 교수진 66명, 스태프 122명 수준으로 구성
(23년 상반기 기준)

- 텍사스 출신이었던 미국 린든 B. 존슨 대통령(약칭 LBJ, 재임 1963.11.22. ~

1969.1.20)을 기념하여 1970년에 설립됨

- 2022년 기준, US News & world report 기준으로 공공 정책(Public Affairs) 대학원 중 랭킹 7위를 기록함

2-6. 기관의 설립/운영 목표

- 공공분야에서 역량을 갖춘 다양한 학생 및 전문가 양성 (Prepare students and professionals, from a variety of backgrounds, for leadership positions in public service by providing educational opportunities grounded in theory, ethics, analytical skills, and practice)
- 다학제간 연구를 통해 복잡한 사회문제에 대한 이해를 높이고, 창의적 해결책 모색 (Produce interdisciplinary research to advance our understanding of complex problems facing society and to seek creative solutions for addressing them)

2-7. 주요 학위 프로그램

- Master of Public Affairs (MPAff) / Master of Global Policy Studies (MGPS) / DC Concentration (MPAff/MGPS) / Ph.D / Executive Masters of policy leadership 등 5개 학위 프로그램이 있음

2-8. 연구센터

- 인종 문제, 에너지정책, 도시정책, 교정정책, 환경정책, 안보정책 등 다양한 공공정책 분야들에 대해 총 13개의 연구센터를 운영 중

3. 훈련과제 개요

3-1. 훈련과제의 목표

훈련과제가 기획되었던 2020년 무렵, 우리나라는 더욱 친환경적이고 지속가능한 에너지로의 ‘에너지전환’ 정책을 핵심 국정과제로 추진하고 있었다. 이를 위해 재생에너지 확대, 수소경제로의 이행, 에너지 효율혁신 등에 중점을 두고 에너지정책을 추진하고 있었다.

하지만, 당시에, 그리고 3년이 지난 현재까지도 변하지 않는 사실은, (1) 에너지 및 자원 분야는 국가 핵심 기간망의 하나로서 그 안정성이 담보되어야 하며, (2) 신규 에너지원 및 자원으로의 전환에도 불구하고, 기존 에너지원의 대부분을 차지하고, GDP, 수출, 고용 등에 있어 국가 경제 및 안보에 핵심적인 역할을 수행하고 있는 ‘전통 에너지산업’에 대해서도 지속적으로 경쟁력 강화 및 혁신을 위한 노력이 계속되어야 한다는 사실이다.

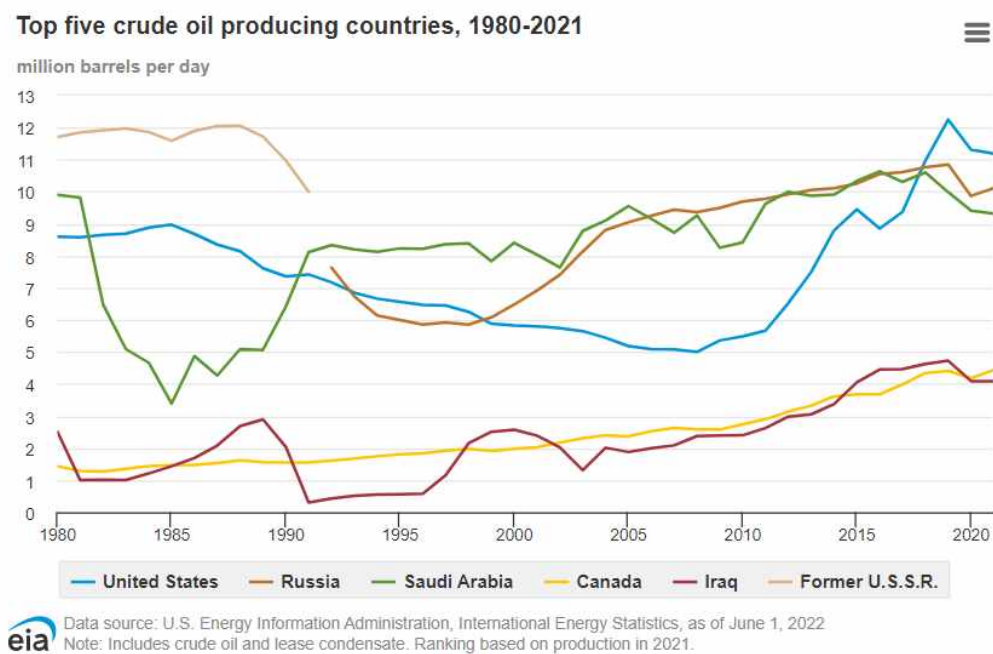
이를 반영하듯, 최근 우리 정부는 에너지 안보 등과 같은 에너지 산업의 핵심 기능에 더욱 주목하고 있으며, 이에 따라 기존에는 상대적으로 중요성이 부각되지 못 하고 있던 석유/가스/석탄 등 전통 에너지산업에 대해서도 에너지 공급의 안정성 및 경제성, 그리고 국가 에너지 안보 등의 측면에서 그 중요성이 다시 한 번 부각되고 있다. 나아가, 이들 산업은 전국에 이미 에너지 유통망이 설치되어 있고, 소비자 및 산업 곳곳에까지 에너지망이 촘촘히 구축되어 있어, 그 인프라 및 산업기반을 활용하는 방식에 따라 수소와 같은 신에너지산업 확산의 교두보로도 활용이 가능할 것으로 기대되고 있다.

이에 동 연구는 ‘에너지 전환 정책을 위한 전통 에너지산업 혁신방안 연구’를 주제로, (1) 전통 에너지산업의 신에너지 산업으로의 고도화·전환 방안, (2) 전통 에너지산업의 위기 극복 방안 및 중장기 혁신방안 (R&D, 사업다각화, 고도화, 신산업 진출, 신규 투자 등), (3) 국내 에너지산업의 기회요인(수소경제, 규모의 경제 등) 및 위기요인 및 정책대안 등에 대한 연구를 수행하게 되었다.

3-2. 훈련 국가 및 기관 선정 이유

훈련 국가인 미국은 세계 제1의 경제 대국일 뿐 아니라, 세계 제1의 에너지 선진국이기도 하다. 엑손모빌, 쉘브론, 넥스트에라 등 세계적인 규모의 에너지 기업이 즐비하고, IHS Markit, 골드만삭스 및 유수의 대학 등 세계적인 수준의 에너지 연구기관들이 밀집되어 있다. 또한, 엄청난 에너지 소비로 인해 지난 수십년간 석유 순수입국이었으나, 2014년도부터 본격화된 셰일 혁명의 여파로 최근에는 세계 제1위 수준의 화석연료 생산국으로까지 올라서, 자원 채굴부터 자원 가공, 에너지 생산 및 소비에 이르는 에너지 산업 밸류체인 전반에 걸쳐 세계를 선도하는 위치에 올라있는 상황이다.

참고로, 아래는 1980년 이후 현재까지의 연도별/국가별 원유생산량인데, 파란색 라인이 나타내는 미국의 원유 생산이 2010년도부터 급증하여 현재는 세계 제1의 생산국이 되었음을 확인할 수 있다. (출처 : EIA)



또 한가지 중요한 사실은 미국이 ‘정치’ 적으로도 세계 각국에 영향력을 미치는 초강대국의 위치에 있다는 점이다. 이점은 동 연구와 관련이 없어 보일 수 있으나, 실제로는 매우 밀접한 관련이 있다. 앞서 이야기한 바와 같이 에너지 및 자원은 경제적인 측면 뿐 아니라 국가 안보와도 밀접한 관련이 있으며, 특히 원유와 같은 핵심 전략자원의 경우 전세계적으로 생산지가 극히 일부분으로 제한

되어 있어, 지정학적/외교적/군사적 갈등의 원천이 되고 있는 상황이다. 따라서 정치적 측면에서 각국에 영향을 미칠 수 있는 위치에 있는 미국의 동향을 파악하는 것은 매우 의미가 있다 하겠다.

나아가, 미국 내에서도 전통 에너지산업과 신규 에너지산업 간에 경쟁을 넘어서는 영역 다툼이 매우 치밀한 상황이며, 이는 우리나라와 유사한 측면이 있어 우리에게 많은 것을 시사하고 있다. 후에 자세히 서술하겠지만, 미국은 정권별로, 그리고 주별로 상이한 에너지 정책 기조를 보이고 있고, 산업간에도 경합이 치열한 상황이며, 송유관 건설과 같은 몇 가지 핵심적인 행정 조치에 대해서는 소송도 벌어지고 있는 실정이다. 따라서 미국에서 전통 에너지산업을 어떻게 바라보고 있고, 어떤 혁신/지원 방안을 유지하고 있는지 등을 유심히 조사할 경우 우리나라에 유의미한 연구 결과를 도출할 수 있을 것이다.

다음은 훈련 기관인 ‘텍사스대학 오스틴 캠퍼스의 공공정책 대학원’을 선정한 사유이다. 우선 가장 중요한 점 중 하나는 텍사스가 미국 내에서도 에너지산업의 중심이라는 점이다. 텍사스는 서부의 퍼미안 분지(Permian Basin) 및 멕시코만 연안 해상 등에서 유전/가스전이 대규모로 발견된, 미국 제1의 화석연료 생산지이다. 그 결과, 휴스턴을 중심으로 텍사스에는 수많은 에너지기업이 위치하고 있다.

이러한 텍사스에서 제1위 대학이 바로 텍사스대학 오스틴 캠퍼스이므로, 동 대학에서는 에너지산업 및 정책동향에 대한 생생한 연구가 가능하다. 단적인 예로, 동 대학의 석유산업과는 텍사스를 넘어 전세계적으로도 최고 수준으로 손꼽히고 있다. 동 대학의 공공정책 대학원 (LBJ school of public affairs)은 그 자체로도 전미 탑10 수준의 높은 랭킹을 유지하고 있고, 텍사스 내의 최신 에너지산업 동향과 정치 동향, 공공정책 동향도 면밀히 연구/조사가 가능한 바, 훈련과제의 목표를 달성하기에 최적의 기관으로 판단되고 있다.

3-3. 보고서 개요

1장은 국외훈련에 대한 개요를 요약해 설명하는 장이다.

2장은 훈련기관인 텍사스대학 오스틴 캠퍼스의 공공정책 대학원에 대해 설명하는 장이다.

3장은 훈련과제에 대한 개괄적인 총론을 설명하는 장이다.

4장은 미국 전통 에너지 산업 및 정책의 동향 조사 결과를 정리한 장이다.

4-1장에서는 우선 미국의 전통 에너지 산업과 정책에 대한 개괄적인 설명을 기술하였다.

4-2장에서는 미국 내 전통 에너지 관련 주요 기관 현황 조사 결과를 정리하였다.

우선 4-2-1절에서 연방정부의 기관을 정리하였으며,

4-2-2절에서는 연방의회의 전통 에너지 관련 기구를 정리하였다.

다음으로 4-2-3절에서는 훈련장소인 텍사스의 전통 에너지 관련 기관을 정리하였다. 텍사스는 비록 한 개 주에 불과하지만, (1) 훈련장소이므로 더 직접적인 정보 수집이 가능하다는 점, (2) 미국 내 전통 에너지 생산량 1위인 에너지 산업 중심지라는 점, 그리고 (3) 인구수 2위, 면적 2위, GDP 2위 등 미국 내 주 중에서도 독보적인 위치를 차지하고 있다는 점 등에서 매우 중요한 의미를 갖고 있다.

4-2-4절에서는 텍사스를 포함하여 기타 주 정부 차원에서의 전통 에너지 관련 기관 현황을 조사해 정리하였다.

4-3장에서는 전통 에너지 관련 미국 의회 내 갈등 양상을 소개하고 이를 정리하여 보았다.

4-4장에서는 전통 에너지 산업을 바라보는 미국인들의 시각을 알아보기 위해, 관련 여론 조사 결과를 소개하였다.

4-5장에서는 앞서 소개한 현황들을 정리하는 차원에서, 미국 내 전통 에너지산업을 둘러싼 이해관계자(stakeholder)들을 비교, 분석해 정리해 보았다.

다음으로 4-6장에서는 미국 주 정부의 에너지 안정성 관련 정책 현황을 조사하여 정리하였다. 미국은 우리나라와 달리 주정부의 권한이 막강하여 각 주마다 에너지 정책이 상이하므로, 각 주의 에너지 정책에 대한 전반적인 현황 조사는 의미가 있다고 판단하였다. 나아가, 에너지 정책 중에서도 에너지 안정성(assurance)에 초점을 맞춘 것은 (1) 에너지 안정성이 미국 에너지 정책계에서 중요성이 커지고 있는 분야이고, (2) 훈련과제인 전통 에너지 산업과도 관련성이 높은 분야이기 때문이다.

이러한 목적 하에서, 4-6장에서는 순차적으로 캘리포니아, 아칸소, 코네티컷, 델라웨어, 일리노이, 뉴욕 등 6개 주에 대한 상세한 에너지 안정성 정책 현황을 조사해 정리하였다.

이어지는 4-7장에서는 미국 각 주의 기초적인 에너지 통계를 조사해 정리하였다.

다음으로 4-8장에서는 미국 연방정부의 전통 에너지산업 정책 현황을 정리하였다.

정부(연방, 주) 차원에서의 정책 동향에 대한 정리를 마친 후, 이어지는 4-9장에서는 기업 차원에서의 혁신 사례 및 동향을 정리하여 보았다.

4장이 현황 조사에 관한 장이라면, 5장은 이를 기반으로 한 추가적인 분석 및 연구를 정리한 장이다.

5-1장에서는 전통 에너지산업의 채굴 경제성에 대한 검토 결과를 정리하였다.

5-2장에서는 전통 에너지 산업의 대표적인 지표이자 전통 에너지를 이해하는데 핵심적인 지표인 국제유가에 대한 분석을 실시하였다. 국제유가의 변동 추이, 그리고 국제유가에 영향을 미치는 요인들에 대한 통계적인 분석을 실시하

고, 이를 통해 전통 에너지산업의 움직임에 대한 이해도를 높이고자 하였다.

5-3장에서는 에너지 업계를 관통하는 흐름인 에너지 전환(energy transition)과 전통 에너지 산업의 관계에 대한 고찰을 정리하였다.

다음으로 5-4장에서는 복원력(Resilience) 관점에서 바라본 전통 에너지 산업에 대해 정리하였다. 복원력은 최근 미국 에너지 업계에서 중요하게 대두되는 개념인데, 상세한 내용은 해당 장에서 후술하도록 하겠다.

5장의 마지막인 5-5장에서는 최근 에너지 업계를 관통하는 또 다른 중요한 흐름인 기후 변화(climate change)와 전통 에너지 산업간의 관계, 그리고 시사점을 분석해 보았다.

마지막 6장은 결론 및 정책 제언 파트이다.

6-1장에서는 미국 전통 에너지 산업/기업이 경주하고 있는 대응 전략들을 소개하면서 이러한 전략 및 방향이 우리나라에 갖는 의미 및 시사점을 정리해 보았다.

이어지는 6-2장은 시사점 및 정책제언으로, 앞선 조사 및 연구 결과를 정리하면서 우리나라에 갖는 시사점과 정책제언을 최종적으로 정리해 보았다.

그리고 7장은 훈련 과제와 직접적인 관련은 없으나, 훈련시 준비물 등 해외 훈련을 위해 참고하면 좋을만한 기타 참고사항들을 간략히 정리해 보았다.

4. 미국 전통 에너지 산업 · 정책 동향

4장은 미국 전통 에너지 산업과 정책 동향에 대한 현황 조사 결과를 정리한 장이다.

4-1장은 미국 전통 에너지 산업 및 정책에 대한 개괄적인 설명을 담았다.

4-2장은 미국 내 전통 에너지 관련 기관 현황을 정리해 작성하였다.

4-2-1장은 연방정부에 속한 전통 에너지 산업 관련 기관 현황이다.

4-2-2장은 연방의회 내 관련 기관 현황이다.

4-2-3장에서는 훈련장소였던 텍사스의 관련 기관 현황을 보다 상세히 조사하여 정리하였다.

4-2-4장에서는 텍사스 외 다른 주의 기관 현황을 정리하였다.

4-3장에서는 미국 연방의회 내에서 전통 에너지산업 관련 갈등 양상을 조사하여 정리하였다.

4-4장에서는 전통 에너지산업에 대한 미국인 여론조사 결과를 정리하였다.

4-5장에서는 상기 내용을 토대로 전통 에너지산업을 둘러싼 미국내 이해관계자(stakeholder) 양상에 대해 정리해 보았다.

4-6장에서는 미국 주 정부의 전통 에너지 정책 동향을 정리하였다.

4-7장에서는 미국 각 주와 관련된 기초 에너지 통계를 조사해 정리하였다.

4-8장은 미국 연방 정부의 정책 동향을 정리하였다.

4-9장에서는 전통 에너지 기업들의 혁신 노력을 정리하였다.

4-1. 미국 전통 에너지 산업 · 정책 개괄

미국 전통 에너지 산업 · 정책에 대한 구체적인 조사 결과를 서술하기에 앞서, 전반적인 특성에 대한 정성적인 서술을 먼저 하고자 한다. 이는 미국, 특히 전통 에너지 산업의 중심지인 텍사스에서 2년 동안 수학하며 느끼고 들은 점들을 요약, 정리한 것이다. 이와 같은 정성적인 서술은 항상 모든 사안에 적용되는 것은 아니고, 당연히 그 예외도 존재한다는 단점은 있으나, 해당 국가의 에너지 산업 · 정책에 대한 전반적인 이해를 높이는 가장 빠른 방법 중 하나라는 장점을 갖고 있다. 따라서 후술하는 사안은 일반적으로 통용되는 보편적인 특성으로만 받아들여져야 하며, 예외 없이 적용되는 엄밀한 법칙이나 사실관계(fact)로 받아들여져서는 안 된다.

미국 전통 에너지 산업 · 정책에 대해 첫 번째로 지적하고 싶은 점은 우리나라보다 훨씬 강하게 시장의 자율성을 보장하려 한다는 점이다. 우리나라 에너지 부처에서 근무하면서 많은 규제와 정부 정책의 과급력을 보아왔던 터라, 미국에서도 비슷한 상황을 예상했었지만, 현지에서의 느낌은 우리나라보다 훨씬 시장의 자유를 보장하려 노력하고 있다라는 점이다. 이 말에 대해 오해하지 말아야 할 것은 미국이라고 전통 에너지에 대한 규제나 정부정책이 없다는 뜻은 아니라는 점이다. 미국에도 연방 정부, 연방 에너지 부처(Department of Energy, 통칭 DoE), 백악관의 행정 명령 등 다양한 규제 또는 정부정책이 있다. 하지만, 이를 감안하더라도 미국은 민간 기업에 대한 과도한 규제는 터부시하는 경향을 강하게 보이고 있다. 자세한 사례 및 경험에 대해서는 후술할 계획이다.

두 번째로 눈여겨보아야 할 점은, ‘합중국(United states)’이라는 미국의 특성상 주정부에 생각보다 많은 권한이 주어지고 있어, 사실상 연방정부의 정책을 주정부 레벨에서 무력화시키는 경우도 많아, 그 주의 정책방향에 주마다 상이한 정책을 추진하고 있다는 점이다. 외교, 국방 등 연방정부 권한으로 분류된 것들을 제외하면 체감상 대부분의 민생 정책은 주정부에서 사실상 결정하는 것이 많다. 우리나라의 산업통상자원부에 해당하는 Department of Energy의 경우에도, 우리나라 산업통상자원부와 같이 나라 전체의 에너지 산업을 강력하게 통제, 관리하는 기능은 크지 않고, 주로 찾을 수 있는 기능은 주정부들에 대한 R&D 예산 배분, 연방정부 차원의 중장기 로드맵 수립 등이다. 그 대신, 각 주는 각종 주정부 산하 위원회, 부처, 기구 등 다양한 형태로 해당 주에서의 에너지 정책을

조정하고 있는 것으로 보인다. 이에 대해서도 각 주의 에너지정책을 조사한 챕터에서 후술토록 하겠다.

또 다른 중요한 특성 중 하나는 미국의 양대 정당(공화당, 민주당) 중 누가 집권하느냐에 따라 에너지 정책도 크게 바뀐다는 점이다. 이는 우리나라와도 상당히 비슷했는데, 공화당이 집권한 경우 전통 에너지산업에 대해서도 우호적인 정책이 펼쳐지지만, 민주당이 집권한 경우 전통 에너지산업에 대한 보조금 중단 및 온실가스 배출에 대한 규제 강화, 신재생에너지 지원 확대 등으로 정책 방향이 180도 뒤바뀌게 된다. 미국에서도 수 년전 민주당으로 정권이 교체된 이후 위와 같은 방향으로 정책 전환이 이뤄졌고, 이에 대한 반대 진영의 저항이 계속되고, 소송전도 줄을 잇고 있는 상황이다.

다만, 주목할 점은 이와 같은 진영간 갈등 속에서도 국익과 밀접히 관련된 사항들에 대해서는 당파를 넘어 긴밀히 협조하고 있다는 사실인데, 얼마 전 통과된 인플레이션 감축법(Inflation Reduction Act, IRA), 그리고 러시아산 원유 수입 금지와 같은 국가 안보 관련 조치들, 그리고 핵/원전과 관련하여 우리나라 보다 상대적으로 진영간 이견이 적다는 점 등이 이를 보여주는 사례들이다.

마지막으로 지적하고 싶은 점은 의회정치가 발달한 국가인 미국은 행정부가 발표하는 정책 보다는 입법부에서 통과된 법의 형태로 정책이 확정, 추진되는 일이 많다는 것이다. 우리나라의 경우 산업통상자원부가 (물론 타부처, 국회 등과 조율을 거치지만) 직접 발표한 정부 정책이 행정의 뼈대가 되는 경우가 많은 반면, 미국은 에너지부에서 직접 강력한 정책을 발표한 것을 찾아보기는 힘들었다. 대신 미국에서는 발의된 법안(Bill)이 상하원을 모두 통과하여 법(Act)이 된 이후에야 강력한 동력을 받는 경우가 많이 보였다. 따라서 미국 에너지정책을 이해하기 위해서는 미국 에너지가 발표한 정책을 찾아보는 것이 아니라 미국 의회에서 상하원에서 모두 통과되어 Act가 된 것을 찾아보는 것이 더욱 정확한 경우가 많다.

4-2. 미국 내 전통 에너지 관련 주요 기관 현황

이번 장에서는 미국 전통 에너지 산업과 관련된 기관/기구 조사 결과를 서술하고자 한다.

4-2-1. 연방정부의 전통 에너지 관련 기관

우선 백악관이 있다. 백악관은 대통령 행정명령(Presidential Action 또는 Presidention Executive Orders (EO)) 등을 통해 에너지산업에 대한 정책 방향을 결정할 수 있다. 예를 들면, 바이든 행정부는 임기가 시작된 후인 2021년 1월에 “Executive order on tackling the climate crisis at home and abroad” 라는 대통령 행정명령을 발표¹⁾하였다. 이 행정명령에는 전통 에너지산업을 벗어나 친환경적이고 지속가능한 에너지원으로의 패러다임 전환을 천명하였는데, 이에 따른 후속 조치로서 (1) 공공 부지에서 화석 연료 채굴 금지, (2) 화석연료에 대한 연방 보조금 지급 중지, (3) 신규 해외 화석연료 프로젝트에 대한 연방정부 지원 중단 등의 강력한 조치들이 포함되어 있다²⁾.

대통령실 산하에 중요한 기구로는 약칭 OMB로 많이 불리고 있는 Office of Management and Budget이 있다. 이 기구는 말 그대로 각종 정책 총괄기능 및 예산 조정 기능을 하고 있어, 미국 내에서는 이 기구를 각종 정책과 규제에 대한 ‘Enforcer’ 라고 인식하고 있다.

OMB 산하에는 OIRA, 즉 Office of Information and Regulatory Affairs가 있는데, 이 기구는 실질적인 규제 관리 기구로서, 실제 많은 에너지/환경 관련 규제에 대한 심의를 맡아 하고 있다. OIRA의 핵심 기능 중 하나는 신규 규제에 대한 비용대비 편익 분석으로서, 이 비용대비 편익 분석(BCA; Benefic Cost Analysis)을 위한 실무 지침 성격의 가이드선 문서로 ‘Circular A-4’ 라는 문서가 업계에서는 매우 중요한 문서로 인식되고 있다. 실제로 미국 에너지부나 환경보호청(EPA, Environmental Protection Agency) 등이 신규 규제를 도입하려고 하면 대

1) Joseph R. Biden Jr., “Executive Order 14008 of January 27, 2021, Tackling the Climate Crisis at Home and Abroad,” January 27, 2021, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/01/27/executive-order-on-tackling-the-climate-crisis-at-home-and-abroad/>

2) Joseph R. Biden Jr., “Interim International Energy Engagement Guidance,” December 10, 2021, <http://priceofoil.org/content/uploads/2021/12/US-Fossil-Fuel-Guidance-December-2021.pdf>

통령실의 상기 사전 평가를 반드시 통과하여야 한다.

비용대비 편익 분석에 대해 주목할 만한 점은 신규 규제 도입시 산업체가 입는 피해, 즉 ‘비용’에 대한 정량적인 추산은 상대적으로 용이한 반면, 규제 도입에 따른 편익, 즉 환경오염 저감에 따른 국민건강 증진 등은 정량적 추산이 매우 어렵다는 것이다. 바꿔말하면 비용대비 편익 분석시 비용을 넘어서는 편익이 있다는 것을 입증하기가 쉽지 않다는 것으로, 이로 인해 일부 환경론자 등으로부터 비용대비 편익 분석에 대한 반대 여론이 발생하고 있고, 이와 관련한 학술적 토론도 활발하다고 한다. (‘Anti-regulatory debate’) 그래서 환경 등에 대한 규제에 적극적인 바이든 행정부에 들어서면서 OIRA의 Circular A-4, 즉 비용대비 편익 분석 방식에 대한 재검토가 이루어지고 있다.³⁾

두 번째로는 미국 에너지부, 즉 Department of Energy이다. 미국 에너지부는 백악관의 조치를 더욱 구체화하고 각종 보조금, R&D 예산 등의 정책도구를 활용하여 해당 정부의 정책방향을 실현하는 역할을 한다.

예를 들면, 앞서 바이든 행정부에서 발표한 대통령 행정명령 중 ‘화석연료에 대한 연방 보조금 지급 중지’ 를 구체화한 내용을 살펴보자. 백악관에서 위와 같이 행정명령을 발표한 이후, 에너지부에서는 기존 화석연료에 대한 예산을 ‘탄소 배출 저감’ 쪽으로 전환시켰으며, 화석연료에 대한 연방정부 차원의 직접 보조금을 중단시켰다.

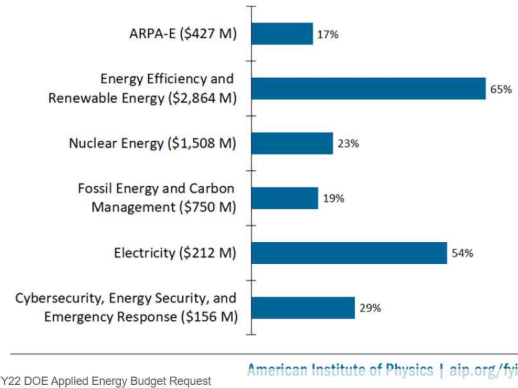
이에 대한 구체적인 분석은 American Institute of Physics (AIP)에서 에너지부 2022년 예산을 분석한 아래 표⁴⁾를 살펴보면, 화석연료 및 탄소 관리 (Fossil energy and carbon management) 항목에 19%의 예산이 책정된 것을 확인할 수 있는데, 세부적으로 예산을 살펴보면 화석연료에 대한 연방 정부의 직접 보조금은 모두 폐지되고 탄소배출 저감 기술 등과 같은 항목으로 변경되었음을 확인할 수 있다.

3) Presidential Memorandum, "Modernizing Regulatory Review" (January 20, 2021), <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/01/20/modernizing-regulatory-review/>; Richard L. Revesz, "A New Era for Regulatory Review," *The Regulatory Review*, February 16, 2021, <https://www.theregreview.org/2021/02/16/revesz-new-era-regulatory-review/>

4) American Institute of Physics, "FY22 Budget Request: DOE Applied Energy R&D", June 30, 2021, <https://www.aip.org/fyi/2021/fy22-budget-request-doe-applied-energy-rd>

FY22 Budget Request: DOE Applied Energy R&D

\$ in () are the FY21 amounts



2022년 3월에 제출된 미국 에너지부의 2023년 예산안에서도 전통 에너지산업에 대한 연방 정부 직접 보조금 중단이라는 동일한 정부정책 기조가 유지되고 있음을 확인할 수 있다. 5)

미국 에너지 부 내에서 전통 에너지산업을 담당하는 곳은 화석연료 및 탄소관리국(Office of fossil fuel and carbon management)이다. 6)

연방정부 내에서 전통 에너지산업 뿐 아니라 에너지산업 전반에 영향을 미치는 중요한 사이트 중 하나는 바로 연방 보조금 사이트로서, 기관명은 ‘Grants.gov program management office’ 이다. 웹사이트 주소는 <https://www.grant.gov> 이다. 이 곳 중 미국 에너지부(DoE) 관련 탭을 통해 전통 에너지산업 관련된 각종 보조금과 지원 예산을 검색하여 지원할 수 있다.



5) "Department of Energy FY2023 Congressional Budget Request", March 2023, <https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-03/doe-fy2023-budget-in-brief.pdf>

6) <https://www.energy.gov/fecm/office-fossil-energy-and-carbon-management>

GRANTS.GOV™
FIND. APPLY. SUCCEED.™

SEARCH: Grant Opportunities | Enter Keyword... GO

HOME | LEARN GRANTS | SEARCH GRANTS | APPLICANTS | GRANTORS | SYSTEM-TO-SYSTEM | FORMS | CONNECT | SUPPORT

GRANTS.GOV > Search Grants

SEARCH GRANTS

BASIC SEARCH CRITERIA:
 Keyword(s):
 Opportunity Number:
 CFDA:

OPPORTUNITY STATUS:
 Forecasted (425)
 Posted (2,180)
 Closed (5,385)
 Archived (63,070)

FUNDING INSTRUMENT TYPE:
 All Funding Instruments
 Cooperative Agreement (923)
 Grant (1,721)
 Other (186)
 Procurement Contract (43)

ELIGIBILITY:
 All Eligibilities
 City or township governments (1,129)
 County governments (1,156)
 For profit organizations other than small businesses (900)

SEARCH BY: Posted Date (Descending) | Update Sort | **DATE RANGE:** All Available | Update Date Range

1 - 25 OF 2605 MATCHING RESULTS: | Previous | 1 2 3 4 5 6 ... 105 | Next >

Opportunity Number	Opportunity Title	Agency	Opportunity Status	Posted Date	Close Date
RFA-FD-23-027	Flexible Funding Model-Infrastructure Development and Maintenance for State Manufactured Food Regulatory Programs (USF Clinical Trials Not Allowed)	HHS-FDA	Posted	01/29/2023	04/14/2023
23-554	Molecular Foundations for Biotechnology	NSF	Posted	01/29/2023	05/11/2023
CDC-RFA-GH-23-0011	Enhancing Comprehensive Community-Based and Sustainable HIV/AIDS Key Population (KP) Prevention Services and Treatment Support for KP Living with HIV in the Republic of Zambia under PEPFAR	HHS-CDC-CGH	Posted	01/29/2023	03/27/2023
CDC-RFA-GH-23-0009	Enhancing the Quality and Reach of Comprehensive and Sustainable HIV/AIDS Prevention Services in the Republic of Zambia under the President's Emergency Plan for AIDS Relief (PEPFAR)	HHS-CDC-CGH	Posted	01/29/2023	03/27/2023
ED-GRANTS-012623-002	Office of Postsecondary Education (OPE) International Foreign Language Education (IFLE) Fulbright-Hays Group Projects Abroad (GPA) Program—Long-Term Projects, Assistance Listing Number 84 021B	ED	Posted	01/29/2023	03/27/2023
ED-GRANTS-012623-001	Office of Postsecondary Education (OPE) International Foreign Language Education (IFLE) Fulbright-Hays Group Projects	ED	Posted	01/29/2023	03/27/2023

에너지부 산하에는 중요한 기구/청들이 많이 있는데, 전통 에너지산업과 관련된 몇 가지에 대해 계속 설명토록 하겠다.

첫 번째는 속칭 EIA라고 많이 불리는 에너지정보기구(Energy Information Administration)이다. 전통 에너지산업 뿐 아니라 에너지 산업 전반에 대한 방대한 데이터를 무료로 공개하고 있어, 에너지 산업에 대한 현황 파악 및 동향 분석시 반드시 참고해야 하는 곳이다.

eia Independent Statistics and Analysis
U.S. Energy Information Administration

+ Tools | + Learn About Energy | + News

+ Sources & Uses | + Topics | + Geography

Search eia.gov

Drilling Production
 Assessing the production gas drilling operation report >

What's New
 Wholesale Electricity Market Data
 Jan 26, 2023
 Monthly Energy Review
 Jan 26, 2023
 Electricity Monthly Update
 Jan 25, 2023
 More >

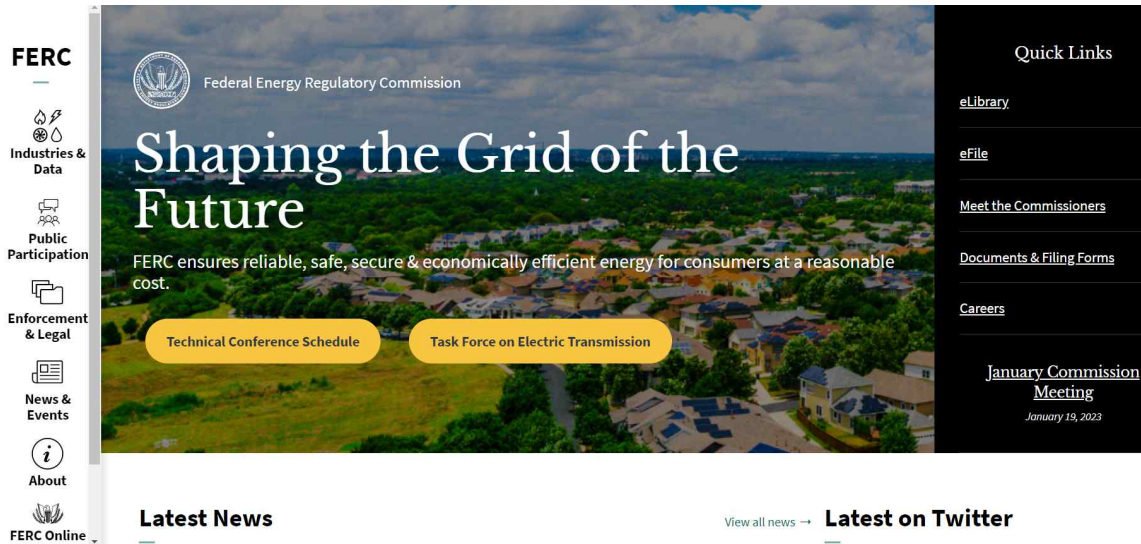
Coming Up

Today in Energy Posted January 26, 2023
In the past 20 years, natural gas has displaced most coal-fired generation in Pennsylvania >
 Natural gas-fired power plants generated 2% of the electricity produced in Pennsylvania in 2001. Over the next 20 years, natural gas-fired generation in the state increased rapidly, reaching 52% in 2021. Natural gas displaced most coal-fired generation, which fell from 57% of the electricity generated in Pennsylvania in 2001 to 12% in 2021. [More >](#)

Annual utility-scale electricity generation by source in Pennsylvania (2001-2021)
 thousand gigawatt-hours

Data Highlights
WTI crude oil futures price
 1/25/2023: **\$80.15/barrel**
 ↑ \$0.67 from week earlier
 ↓ \$5.45 from year earlier
Natural gas futures price
 1/25/2023: **\$3.067/MMBtu**
 ↓ \$0.244 from week earlier
 ↓ \$0.986 from year earlier
Weekly coal production
 1/21/2023: **12.078 million tons**
 ↓ 0.129 million tons from week earlier
 ↑ 0.078 million tons from year earlier

다음으로 중요한 기구는 FERC라는 약칭으로 많이 불리는 연방에너지규제위원회(Federal Energy Regulatory Committee)이다. 동 기구는 (1) 천연가스, (2) 수력, (3) 전력, 그리고 (4) 석유 등 4가지 에너지원에 대한 연방 규제를 전담하고 있다. 동 연구과제와 관련해서는 (4) 석유 관련 규제가 관련되어 있다.



4-2-2. 연방 의회의 전통 에너지 관련 기구

다음으로는 미국 연방 의회 내의 에너지 관련 기구/위원회 조사 결과를 서술하고자 한다.

미국 연방 의회의 기구 중 전통 에너지 산업과 화석 연료에 관련된 주요 위원회로는 (1) 상원 에너지 자원 위원회(Senate Committee on Energy and Natural Resources), (2) 하원 에너지 및 상업 위원회(House Committee on Energy and Commerce), 그리고 (3) 하원 천연자원 위원회(House Committee on Natural Resources)를 들 수 있다.

상원 에너지 자원 위원회는 2023년 2월 현재 총 20명의 상원의원으로 구성되어 있는데, 민주당, 공화당 각 10명 동수로 균형을 맞추고 있다. 위원장은 민주당의 Joe Manchin 3세이다. 동 위원회 산하에는 총 4개의 소위원회(Subcommittee)가 있는데, 이 중 전통 에너지산업과 관련된 소위원회는 Energy Subcommittee이다. 임기가 길고 파워풀한 상원의 핵심 위원회이므로, 동 위원회의 인적 구성, 그리고 위원들의 정치적 성향 및 관심사 등에 대해서는 지속적인 관심이 필요할 것으로 생각된다. 세부 멤버는 아래와 같다.

Chairman



JOE MANCHIN III
West Virginia

Democratic Members



RON WYDEN
Oregon



MARIA CANTWELL
Washington



BERNARD SANDERS
Vermont



MARTIN HEINRICH
New Mexico

Ranking Member



JOHN BARRASSO
Wyoming

Republican Members



JAMES E. RISCH
Idaho



MIKE LEE
Utah



STEVE DAINES
Montana



LISA MURKOWSKI
Alaska



MAZIE K. HIRONO
Hawaii



ANGUS S. KING, JR.
Maine



CATHERINE CORTEZ MASTO
Nevada



MARK KELLY
Arizona



JOHN HICKENLOOPER
Colorado



JOHN HOEVEN
North Dakota



JAMES LANKFORD
Oklahoma



BILL CASSIDY
Louisiana



CINDY HYDE-SMITH
Mississippi



ROGER MARSHALL
Kansas

하원 에너지 및 상업 위원회는 53명의 하원의원으로 구성되어 있고, 공화당 29명, 민주당 24명으로 공화당 우세이다. 의장은 공화당의 Cathy McMorris Rodgers이다. 동 위원회 산하에는 총 6개의 소위원회(Subcommittee)가 있는데, 이 중 전통 에너지산업과 관련된 소위원회는 (1) Energy Subcommittee와 (2) Environment and climate change subcommittee가 있다.

하원 천연자원 위원회 의장은 공화당의 Bruce Westerman이다. 동 위원회 산하에는 총 5개의 소위원회(Subcommittee)가 있는데, 이 중 전통 에너지산업과 관련된 소위원회는 Energy and Mineral Resources Subcommittee이다.

4-2-3. 텍사스의 전통 에너지 관련 기관

다음으로는 훈련 대상 지역이었던 텍사스 주의 몇 가지 에너지 정책 관련 기구들에 대한 조사 결과이다. 텍사스 주는 퍼미안(Permian) 분지 등 주요 전통 에너지자원 생산지이자, 엑손모빌(ExxonMobil), 코노코필립스(ConocoPhillips) 등 세계적 에너지기업 등이 밀집해 있는 명실상부한 미국 제1의 에너지 중심지이다. 예를 들면, 텍사스 휴스턴에 본사를 둔 ConocoPhillips는 석유, 가스, 송유관 등 전통 에너지산업에 중심을 두고 있는 거대 에너지 기업인데, 이 곳도 역시 에너지 전환 등의 시대 흐름에 발맞추려는 노력을 시작하였다. 2020년 10월, 파리 협약에 발맞춘 기후위기 대응 전략(Paris-aligned climate risk strategy)을 수립⁷⁾하고 에너지전환 및 탄소저감으로의 사업전환을 본격화하고 있다.

텍사스에 위치한 주요 전통 에너지 관련 기구에 대한 사례조사 결과는 다음과 같다. 첫 번째로 Greater Houston partnership이라는 기구가 있는데, 텍사스 지역에서 가장 큰 기업간 협의체 중 하나로, 에너지산업이 발달한 텍사스 특성상 에너지전환에 대해 가장 활발히 논의하고 있다.⁸⁾ 다양한 국제 에너지 컨퍼런스를 개최하고, 에너지전환 전략을 검토하여 Bottom-up으로 업계 및 학계의 의견을 정부에 건의하거나 협의하는 통로로 활용되고 있다.

텍사스 주의 전통 에너지산업과 관련하여 빼놓을 수 없는 중요한 단체는 텍사스주 석유, 가스 생산자의 연합인 Texas Alliance of Energy Producers이다. 이 단체는 텍사스에서 가장 영향력 있는 이익단체 중 하나로, 지속적으로 에너지전환에 반대 목소리를 내고 있다. 이 단체는 (1) 전통 에너지산업이 여전히 80%의 에너지를 책임지고 있다는 점과, (2) 전통 에너지산업이 텍사스주 경제에 미치는 영향 및 기여도, 그리고 (3) 재생에너지는 불안정성이 높다는 점 등을 반대 이유로 제시하고 있다.⁹⁾

텍사스 현지 전통 에너지 기업의 입장도 상기 Texas Alliance of Energy Producers와 다르지 않다. 탄소저감, 재생에너지 확대 등 에너지 전환 정책에 매우 적극적인 BP, Shell 등 유럽계 글로벌 에너지기업과 비교했을 때, ExxonMobil 등 미국계 에너지기업들은 상대적으로 다소 유보적인 입장을 보이는 경우가 많

7) <https://www.conocophillips.com/sustainability/managing-climate-related-risks/strategy/>

8) <https://www.houston.org/energy-transition>

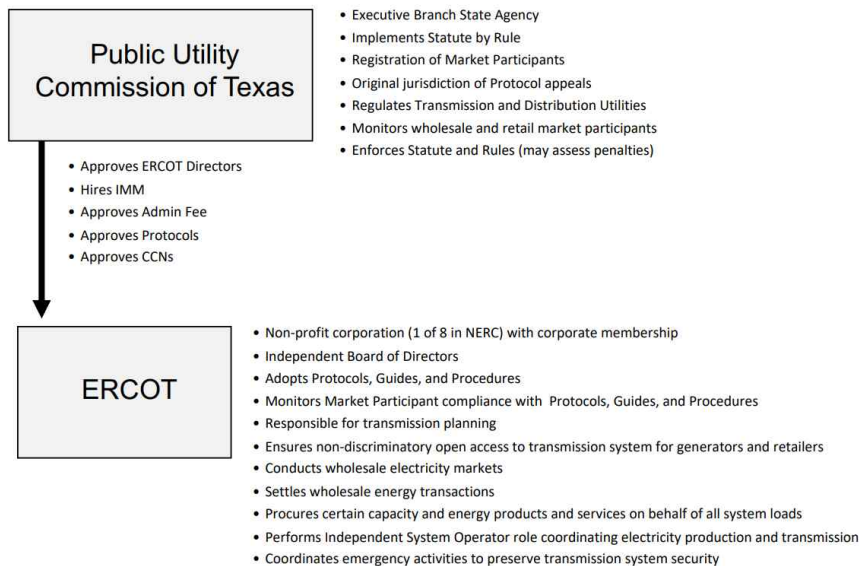
9) <https://texasalliance.org/>

은데, 현재 Cash cow인 전통 에너지산업에 대한 비중을 줄이지 않은 채 에너지 전환 및 탄소저감 트렌드를 관망하며 대응하려는 분위기가 읽혀지고 있다.

텍사스에는 Comptroller라는 직위가 있는데 주지사처럼 선거로 뽑는 매우 중요하고 영향력 있는 자리이다. Comptroller는 주 예산, 회계 등을 의회에 제출하기 전에 관리 감독하는 매우 중요한 역할을 수행하므로, 전통 에너지산업에 있어서도 매우 강한 영향을 미치고 있다. 특히, Comptroller 산하 사무실 중에 ‘주 에너지 보존 사무소(State Energy Conservation Office, 약칭 SECO)’가 있는데, 에너지 효율 증가 및 에너지 비용 감소를 목표로 활동을 하고 있다.

텍사스 위원회 중 에너지 산업에 있어 가장 중요한 위원회 중 하나는 약칭 PUC 또는 PUCT라고 많이 불리는 ‘텍사스 공공 유틸리티 위원회(Public Utility Committee of Texas)’이다. 이 위원회는 텍사스의 전기, 통신, 상하수도 관련 입법 및 고객 요청사항 처리 등의 업무를 수행하는 곳이다. 1975년 통과된 ‘공공 유틸리티 규제 법안(Public Utility Regulatory Act(PURA))’에 따라 설립되었다.

전력 쪽에 더 주력하고는 있으나, ERCOT도 주목할 만하다. 이곳은 Electric Reliability Council의 약자로서 전력 공급의 안정성 관련 이슈에 대한 심의, 검토를 하는 기관이다. 동 기구의 산하에는 Texas RE(Reliability Entity)라는 실무기구를 두어 업무를 보조하고 있다. 이 두 주요 기관간의 관계에 대한 개념도는 아래 도표를 참고하기 바란다. (출처 : LBJ 강의자료)



4-2-4. 기타 주 정부의 전통 에너지 관련 기관

아래는 미국 주 정부의 에너지 관련 주요 기관들이다. 미국은 각 주마다 정책이 상이한 경우가 많으므로, 각 주 정부, 그리고 주의 주요 에너지 기관의 사이트를 직접 방문해 그 주의 특징적인 에너지 정책을 개별적으로 확인하는 것이 바람직하다고 판단하여 관련 내용을 아래와 같이 정리하였다. 미국 에너지부에 있는 Raw data를 직접 재정리한 표이다.

주	에너지 기구	웹사이트
앨라배마	Alabama State Energy Program	https://adeca.alabama.gov/Divisions/energy/sep/Pages/default.aspx
알래스카	Alaska Energy Authority	https://www.akenergyauthority.org/
애리조나	Arizona Office of Grants and Federal Resources	https://grants.az.gov/programs/energy
아칸소	Arkansas Energy Office	https://www.adeq.state.ar.us/energy/
캘리포니아	California Energy Commission	http://www.energy.ca.gov/
콜로라도	Colorado Energy Office	https://www.colorado.gov/energyoffice
코네티컷	Energize Connecticut	https://www.energizect.com/
델라웨어	Delaware Division of Energy and Climate	https://dnrec.alpha.delaware.gov/energy-climate/
플로리다	Florida Office of Energy	https://www.freshfromflorida.com/Divisions-Offices/Energy
조지아	Georgia Environmental Finance Authority - Energy Resources Division	https://gefa.georgia.gov/energy-resources
하와이	Hawaii State Energy Office	http://energy.hawaii.gov/
아이다호	Idaho Energy and Mineral Resources	https://oemr.idaho.gov/

일리노이	Illinois Environmental Protection Agency Office of Energy	https://www2.illinois.gov/epa/topics/energy/Pages/default.aspx
인디애나	Indiana Office of Energy Development	https://www.in.gov/oed/
아이오와	Iowa Energy Office	https://www.iowaeda.com/iowa-energy-office/
캔사스	Kansas Energy Office	http://www.kcc.state.ks.us/kansas-energy-office
켄터키	Kentucky Department for Energy Development and Independence	http://energy.ky.gov/
루이지애나	Louisiana State Energy Office	http://www.dnr.louisiana.gov/
메인	Maine Energy Office	http://www.maine.gov/energy/
메릴랜드	Maryland Energy Administration	http://energy.maryland.gov/
메사추세츠	Massachusetts Department of Energy Resources	https://www.mass.gov/orgs/massachusetts-department-of-energy-resources
미시칸	Michigan Agency for Energy	https://www.michigan.gov/energy/
미네소타	Minnesota Department of Commerce	https://mn.gov/commerce/industries/energy/
미시시피	Mississippi Energy Services	https://mississippi.org/services/energy/
미주리	Missouri Department of Natural Resources - Division of Energy	https://energy.mo.gov/
몬타나	Montana Department of Environmental Quality	http://deq.mt.gov/Energy
네브라스카	Nebraska Energy Office	http://www.neo.ne.gov/
네바다	Nevada Governor's Office of Energy	https://energy.nv.gov/
뉴햄프셔	New Hampshire Office of	https://www.nh.gov/osi/energy/index.htm

	Strategic Initiatives - Energy Division	
뉴저지	New Jersey Division of Energy	http://www.state.nj.us/bpu/about/divisions/energy/
뉴멕시코	New Mexico Energy Conservation and Management Division	http://www.emnrd.state.nm.us/ecmd/
뉴욕	New York State Energy Research and Development Authority	https://www.nyserda.ny.gov/
노스캐롤라이나	North Carolina State Energy Office	http://www.energync.net/
노스다코타	North Dakota Energy Office	https://www.business.nd.gov/energy/
오하이오	Ohio Energy Efficiency Program	https://ohio.gov/wps/portal/gov/site/business/resources/advanced-energy-programs
오클라호마	Oklahoma Secretary of Energy and Environment	http://ee.ok.gov/
오레곤	Oregon Department of Energy	http://www.oregon.gov/energy/
펜실베이니아	Pennsylvania Department of Environmental Protection - Energy Programs Office	http://www.dep.pa.gov/business/energy/
로드아일랜드	State of Rhode Island Office of Energy Resources	http://www.energy.ri.gov/energy-efficiency/
사우스캐롤라이나	South Carolina Energy Office	http://www.energy.sc.gov/
사우스다코타	South Dakota Department of Environment and Natural Resources	http://denr.sd.gov/
테네시	Tennessee Department of Environment and Conservation	https://www.tn.gov/environment/

텍사스	Texas State Energy Conservation Office	https://comptroller.texas.gov/programs/seco/
유타	Utah Office of Energy Development	http://energy.utah.gov/
버몬트	State of Vermont Department of Public Service	http://publicservice.vermont.gov/energy_efficiency
버지니아	Virginia Department of Energy	https://energy.virginia.gov/index.shtml
워싱턴	Washington State Energy Office	http://www.commerce.wa.gov/growing-the-economy/energy/washington-state-energy-office/
워싱턴 D.C.	District of Columbia Department of Energy and Environment	https://doee.dc.gov/
웨스트버지니아	West Virginia Office of Energy	http://www.energywv.org/
위스콘신	Wisconsin Office of Energy Innovation	https://psc.wi.gov/Pages/Programs/OEI.aspx
와이오밍	Wyoming State Energy Office	https://wyoenergy.org/

4-3. 전통 에너지 관련 미국 의회 내 갈등 양상

미국 의회는 익히 알려질대로 민주당과 공화당이라는 양당제로 운영되고 있는데, 각 정당이 전통 에너지 산업 및 화석 연료를 바라보는 관점이 극명하게 갈리다 보니 그에 따른 갈등도 지속되고 있다. 동 장에서는 이에 대한 몇 가지 극명한 사례와 함께 현지의 분위기를 정리하여 전달하고자 한다.

앞서 밝힌 바와 같이 바이든 행정부가 시작된 이래 전통 에너지 산업 및 화석 연료에 대한 압박 수위는 더욱 높아지고 있고, 이에 반대하여 공화당, 그리고 텍사스를 중심으로 하는 전통 에너지 산업 강세 주 간의 갈등이 심화되었다. 민주당은 화석 연료를 퇴출하기 위해 아주 강력한 법안을 발의하였는데, 바로 ‘화석연료 배제 금융 법안(Fossil Free Finance Act)’이다. 동 법안은 비슷비슷한 내용으로 몇몇 의원이 법안을 발의하였지만 공화당의 강력한 반대로 아직 정식 법안(Act)은 되지 못 하고, 발의안(Bill)에 머물러 있는 상황이다. 동 법의 주요 내용은 미국 연방준비제도이사회(Federal Reserve, Fed)와 자산 규모 500억불 이상인 모든 금융기관, 그리고 은행은 아니지만 미국 금융 구조상 중요하다고 인정되는 기관들(SIFI라고 부른다, Systemically Important Financial Institutions)이 지원하는 화석 연료 관련 사업에서 배출되는 온실가스 배출량을 2030년까지 50%, 그리고 2050년에는 100% 감축하는 것이다. 다시 말하면 사실상 온실가스를 배출하는 모든 사업에 대한 금융지원 자체를 점진적으로 중단시키겠다는 것으로, 미국 내에서도 많은 논쟁을 불러일으킨 강력한 법안이다. 10)

연방 정부 뿐 아니라 민주당이 강세인 주요 주에서도 전통 에너지 산업 및 화석연료에 대한 압박의 수위를 높이는 법안들이 연이어 발의되고 있다. 대표적으로 캘리포니아에서 2022년 2월 상원의원 Lena A. Gonzalez와 Scott Wiener가 공동 발의한 법안¹¹⁾에 따르면, 캘리포니아의 양대 연금인 공공 근로자 연금과 교원 연금은 2027년 7월까지 석탄, 석유, 가스 등 전통 에너지 산업 및 화석 연료와 관련된 것으로 분류된 일련의 기업에 대한 투자를 중단해야 한다.

반대로, 공화당이 강세이거나 화석 연료 관련 산업이 활발한 주에서는 전통 에너지 산업에 대한 연방 정부의 노골적인 압박에 반대하는 움직임이 강하게 일

10) Fossil Free Finance Act of 2021, H.R. 5253, 117th Cong. (2021)

11) Public retirement systems: fossil fuels: divestment. SB-1173 of California (2021-2022)

어나고 있다. 대표적으로 텍사스 주정부는 2021년에 화석 연료 또는 전통 에너지 산업 관련 기업에 불이익을 주는 회사에 대해서는 텍사스 주 연금 펀드가 돈을 투자하지 않겠다고 압박하는 내용의 법안을 정식으로 주 의회에서 통과시켰다. 12) 텍사스 주의 연금 펀드는 공공 근로자 연금, 교사 퇴직 연금 등 6개 연금으로 구성되어 있는데 총 규모가 2500억불에 달하는, 미국 내에서도 가장 규모가 큰 펀드 중 하나이다. 텍사스 주 정부는 이 거대한 자금을 레버리지로 활용하여 전통 에너지 기업을 차별하려는 기업들을 ‘보이콧’ 하고 있다. 이와 같이 ‘전통 에너지 기업을 차별하는 기업을 주 연금펀드의 지원대상에서 배제’ 시키는 정책은 전통 에너지 산업을 지키고자 하는 주의 강력한 정책 수단으로서, 이와 유사한 법안은 인디애나 주¹³⁾, 웨스트버지니아 주¹⁴⁾, 켄터키 주¹⁵⁾, 그리고 오클라호마 주¹⁶⁾ 등에서도 발의 및 통과되고 있는 추세이다.

전통 에너지 산업을 지키려는 노력은 주 정부 차원에서 뿐 아니라 연방 의회로까지 확산되고 있다. 단순히 민주당에서 발의한 화석 연료 차별법 등의 통과를 저지하는 것에 그치지 않고, 아예 입법을 통해 이러한 차별 시도 자체를 금지시키려는 시도까지 있었는데 이는 American Legislative Exchange Council, 속칭 ALEC이라 불리는 우익 이익단체가 주도하고 있다. 이 단체는 전통 에너지산업에 대해 향후에도 어떤 입법적인 차별도 원천적으로 금지하는 내용의 ‘에너지 차별 금지법(Energy Discrimination Elimination Act, 약칭 EDEA)’ 을 만들어 지속적으로 로비를 벌이고 있다.

아직 법안이 통과된 것은 아니지만, 이런 강력한 내용의 법안이 이익단체나 입법기구, 정당 단계에서 검토되고 있다는 것은 미국 내에서 전통 에너지를 둘러싼 갈등의 수위를 보여주는 한 단면이라 하겠다.

12) SB-13 of Texas (2021-2022)

13) HB-1224 of Indiana (2021-2022)

14) SB-262 of West Virginia (2021-2022)

15) SB-205 of Kentucky (2021-2022)

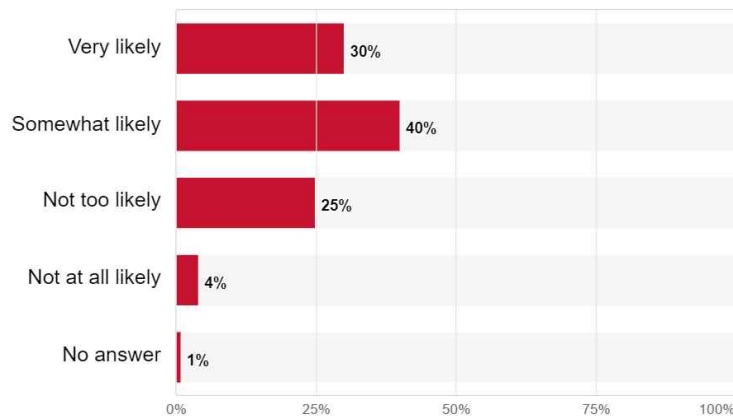
16) HB-2034 of Oklahoma (2021-2022)

4-4. 전통 에너지 산업 관련 미국인 여론 조사 결과

전통 에너지 산업, 화석 연료, 나아가 기후 변화 대응에 대해서는 수많은 여론 조사 결과가 있고, 조사 기관, 조사 시점, 질문 내용 등에 따라 상의한 결과를 찾을 수 있다. 이 중에서 전통 에너지 산업에 대한 미국인들의 입장을 잘 대변하고 있는 여론 조사 하나를 소개하고자 한다.

미국인들은 환경 보호, 그리고 기후 변화 대응 등에 대해서는 대체로 원론적으로는 동의하는 것으로 알려져 있지만, 급격한 변화에 대해서는 우려하고 있다. 만약 미국이 석유, 석탄, 천연가스와 같은 화석 연료로 인한 에너지 생산을 줄이고 풍력, 태양력과 같은 신재생에너지원의 에너지 생산을 늘릴 경우에 대해 질문한 결과, ‘예상치 못한 문제가 발생할 것’ 이라고 밝힌 미국인이 2/3이 넘었다. 17)

< 화석연료 감축시 문제가 발생할 것인가? >



예상되는 문제점으로는 높은 에너지 비용(18%), 일자리 감소(18%), 신재생에너지의 불안정성(12%) 등을 꼽았다. 18)

이와 비슷하게, 미국이 석유, 가스, 천연가스와 같은 전통 에너지를 신재생 에너지원과 함께 사용해야 하는지, 아니면 전통 에너지를 퇴출시켜야 하는지에 대한 설문에서도 2/3의 미국인은 에너지원간 공존을 선택하였다. 19)

17) Pew Research Center for the People & the Press, Pew American Trends Panel Poll, Question 69, 31119316.00079, Ipsos, Cornell University, Ithaca, NY: Roper Center for Public Opinion Research, 2022

18) Pew Research Center for the People & the Press, Pew American Trends Panel Poll, Question 14, 31119316.00078, Ipsos, Cornell University, Ithaca, NY: Roper Center for Public Opinion Research, 2022

19) Pew Research Center for the People & the Press, Pew American Trends Panel Poll, Question 12, 31119316.00076, Ipsos, Cornell University, Ithaca, NY: Roper Center for Public Opinion Research, 2022

4-5. 전통 에너지산업 이해관계자(Stakeholder) 정리

이상으로 미국 내에 전통 에너지산업 관련 주요 현황과 기구 등을 정리해 보았다. 다음 장으로 넘어가기에 앞서 이를 아래와 같이 정리하였다. (출처 : 훈련자 본인 작성)

< 전통 에너지 관련 이해관계자 비교표 >

	지지	반대
기업	전통 에너지산업 및 화석연료 관련 기업들	신재생 에너지 관련 기업 등
기구	미국석유협회(American Petroleum Institute (API)), American Legislative Exchange Council (ALEC) 등	American Clean Power, American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE), American Council on Renewable Energy (ACORE) 등
연방의회 내 위원회	상원 에너지 자원 위원회(Senate Committee on Energy and Natural Resources), 하원 에너지 상업 위원회(House Committee on Energy and Commerce), 하원 천연자원 위원회(House Committee on Natural Resources)	
지지정당	공화당	민주당
지지 주	텍사스, 인디애나, 웨스트버지니아, 켄터키, 오클라호마, 와이오밍 등	캘리포니아, 워싱턴 등
관련 정부 기관	미국 에너지부 내 화석연료 및 탄소 관리 사무소(Office of Fossil Energy and Carbon Management), 미국 에너지부 내 에너지 효율 및 신재생에너지 사무소(Office of Energy Efficiency and Renewable Energy), 국립 신재생에너지 연구소(National Renewable Energy Laboratory (NREL)) 등	

4-6. 미국 주 정부의 에너지 안정성 관련 정책 현황

다음으로 살펴볼 것은 미국 주 정부의 에너지 안정성과 관련한 정책 현황이다. 미국 연방 정부가 아닌 주 정부에 대한 것에 초점을 맞춘 이유는 미국은 외교, 국방 또는 여러 주에 공통으로 관련된 정책 등의 업무는 연방 정부의 역할로 규정되어 있으나, 실제 민생 또는 경제와 관련된 대부분의 정책은 주 정부의 권한으로 규정되어 있기 때문이다. 따라서 각 주 정부에서 어떤 방향으로 정책을 펼치고 있는지를 살펴보아야 미국 정책의 생생한 현황을 파악할 수 있다.

이런 상황이다 보니 미국 각 주의 정책 방향은 상이하게 달라질 수 있다. 대표적으로 민주당 강세 지역과 공화당 강세 지역에서 에너지 정책을 추진하는 방향은 매우 상반된 경우가 많다. 하지만 미국에서는 이와 같은 주 정부간의 차이를 크게 문제라고 생각하고 있지는 않는 분위기이다. 오히려 정책의 다양성을 높이고, 각 주의 역사나 문화, 정책방향에 맞는 맞춤형 정책을 추진할 수 있기 때문에 바람직한 것이라고 교육을 하고 있으며, 때로는 ‘정책 실험실’ 처럼 각 주에서 다양한 정책이 ‘실험’ 될 수 있고, 이 중 성과가 확인된 우수한 정책을 다른 주로 확산시키는 것이 결국에는 효율적인 방법이라는 옹호 논리도 힘을 받고 있다.

따라서 이러한 미국의 ‘주 중심’의 에너지 정책의 현황을 파악하기 위해, 각 주의 에너지 정책에 대한 전반적인 현황 조사를 실시하였다. 특히 초점을 맞춘 것은 개별적인 R&D 사업이나 보조금 사업과 같은 Low level의 정책이 아니라 전반적이고 큰 방향의 정책노선을 확인하고자 하였다. 이는 개별 사업이나 보조금은 매년마다 수시로 바뀔 수 있는 것이고, 큰 방향의 정책 방향에 얼마든지 정해질 수 있기 때문이다.

또한 현황 조사시 주력한 것 중 하나는 에너지의 안정성(Assurance)에 주안점을 두었다는 것인데, 이는 후술하는 5장에서 서술한 바와 같이 에너지 안정성이 미국 내에서 그 중요성이 커지고 있는 분야이고, 전통 에너지 산업과도 관련성이 높은 분야이기 때문이다.

구체적인 현황 조사 결과를 설명하기에 앞서 기초적인 조사 방법론에 대해 우선 설명하고자 한다. 웹에서의 자료 조사를 위해 검색어(Searching Query)를 아래와 같이 사용하였다.

* 검색어 : [State name] + (‘Resilience plan’ 또는 ‘Reliability plan’ 또는 ‘Energy plan’ 또는 ‘Infrastructure/storm hardening’ 또는 ‘Energy assurance plan’)

또한, 각 주의 주정부 홈페이지, 에너지 담당 기관, 비상(Emergency) 조치 담당 기관, 그리고 공공 에너지 서비스(Utility) 담당 기관의 홈페이지도 직접 방문해 조사를 실시하였다.

그 결과, 주요 주 정부의 주요한 에너지 안정성 관련 정책은 아래와 같다. (자료 출처 : 훈련자 본인 직접 조사)

(1) 캘리포니아

- 기후위기 대응에 가장 적극적인 주인만큼, 온실가스 감축, 재생에너지 확대 등에 초점을 맞춘 다양한 정책이 있었다.
- 대표적인 정책 중 하나는 주 정부 산하 기관(agency)에서 2018년 발표한 ‘Safeguarding California Plan: 2018 Update’ 라는 플랜²⁰⁾으로, 에너지 뿐 아니라 교통, 보건, 수질관리 등 다양한 정책 부문에서 정책의 안정성을 높이고 대응력을 키우는 것을 목표로 하고 있다.

Energy

California's technology and environmental policies help power one of the world's largest economies. Supplying reliable and sustainable energy to this economic engine requires planning and policies underpinned by a commitment to utilization of the best available science.

California's energy infrastructure is designed to cope with the state's highly variable conditions and frequent disruptions from wildfires, storms and floods. But changing climate is expected to bring more frequent and intense natural disasters. Key climate parameters are starting to move outside of historically observed variability at a rate that makes historical data a poor predictor of future climate. For example, the warmest years on record in California occurred in 2014, 2015, and 2016. The 2016-17 water year broke the record as the wettest ever recorded in the northern Sierra Nevada mountains.

Changes in temperatures, precipitation patterns, extreme events and sea-level rise have the potential to decrease the efficiency of thermal power plants and substations, decrease the capacity of transmission lines, render hydropower less reliable, spur an increase in electricity demand, and put energy infrastructure at risk of flooding.

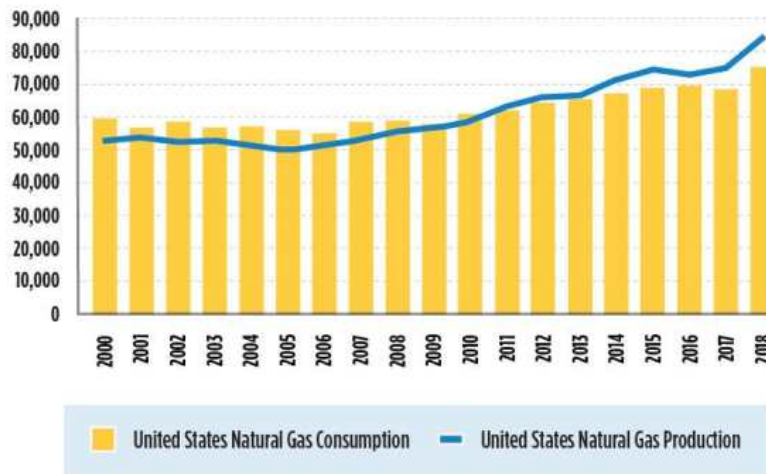
The State's bold targets for renewable energy, renewable distributed generation, energy efficiency, and building retrofits all bolster and incorporate climate adaptation. These goals provide more sources of supply and reduce demand, improving system reliability.

- 에너지 분야의 중요한 정책 중 하나는 ‘Final 2019 Integrated Energy Policy Report’ 로서, 캘리포니아 에너지 위원회(California Energy

20) <https://files.resources.ca.gov/docs/climate/safeguarding/update2018/safeguarding-california-plan-2018-update.pdf>

Commision)가 캘리포니아 주지사(Gavin Newsom)에게 2019년에 제출한 리포트²¹⁾이다. 400 페이지가 넘는 방대한 분량으로 구성된 동 리포트는 ▲탈탄소화 및 에너지 효율 향상, ▲탄소배출이 없는 차량 보급 확대, ▲에너지 형평성(equity) 향상, ▲기후변화 대응, ▲전력, 천연가스, 수송요 등에 대한 에너지 소비 예측, ▲천연가스의 가격, 생산, 소비 등에 대한 분석 등의 중요한 내용이 잘 정리되어 있다.

Figure 45: United States Dry Natural Gas Production and Annual Consumption



(2) 아칸소

- ‘State of Arkansas Energy Assurance Plan’ 이라는 이름으로 주 정부 차원에서 공식적으로 에너지 안정성 확보 계획을 발표하였다. ²²⁾
- 주 전체의 에너지 생산과 소비, 에너지 시장의 리스크, 그리고 전기, 천연가스, 석유 등 주요 에너지원별 대응 전략, 나아가 스마트그리드 등 신기술 접목 현황 및 계획 등을 상세하게 다루고 있다.
- 특히, 전통 에너지산업과 관련하여, 다양한 이해관계자(stakeholder)의 현황 및 애로사항을 분야별로 정리하고, 이해관계자 또는 기업의 자체 노력 현황 및 주 정부에서 조치 가능한 사항들(measure)을 정리하고 있다. 예를 들면, 연방정부에서 매 30일마다 저장 탱크에 결함이 있는지(integrity) 조사할 것을 의무화한 것과 관련하여, 업계에서 불만의 목소리도 나오고 있다고 소개하며, 일단은 안전이슈에 대해 공감의 목소리가 확산되고 있으며, 안전사고 위험을 줄

21) <https://www.energy.ca.gov/data-reports/reports/integrated-energy-policy-report/2019-integrated-energy-policy-report>

22) <https://www.adeq.state.ar.us/energy/resources/pdfs/arkansas-energy-assurance-plan.pdf>

이고 보험료도 저감되는 등 긍정적 측면에 대한 인식이 커지고 있다고 소개하고 있다.

Figure 8.7 – Summary of Issues and Potential Responses Taken by the Petroleum Industry

Issue	Potential Risk/Response
Spot-market purchase increase as major suppliers/refiners reduce direct retail ownership (i.e., "branded" outlets)	<ul style="list-style-type: none"> • Branded outlets are less vulnerable than spot-market fuel stations due to supply contracts reducing risk during shortage • Spot-market outlets enjoy price advantage while supply is abundant • The petroleum industry anticipates that higher prices will "clear" or re-balance the market
Reduction in storage for all petroleum fuels is related primarily to economics Industry views environmental regulations as a cost driver	<ul style="list-style-type: none"> • Reduced local storage increases customer risk when supply is tight • Major petroleum suppliers approve of storage reduction in order to manage demand signals and prices efficiently • State propane dealers see reduced secondary storage as a disadvantage
Federal law requires electronic and manual (every 30 days) tank integrity monitoring	<ul style="list-style-type: none"> • Some dealers complain, but all seem to understand safety implications • Attention to safety reduces insurance risk and potential legal exposure
Some gasoline retailers and large users increase automatic fill ordering via electronic equipment on tanks	Many retail dealers continue to enter orders into the system manually
The petroleum industry employs many contract protocols and cost plans that are reflected in retail pricing rather than reliability risk An example would be zone pricing (in which an area is priced as a unit to maximize profit)	<ul style="list-style-type: none"> • A dealer's ability to remain in business is a market/private sector decision • Overall, the loss of a dealer is quickly compensated by a purchase or expansion by another • Reliability does not appear to diminish

- 또 한가지 주목할 점은, 에너지 리스크가 닥칠 경우 조치 가능한 사항들도 정리하고 있다는 점인데, 위기 단계별로 주 정부 차원에서 취할 수 있는 조치를 잘 정리하고 있다.

8.2. Potential Petroleum Emergency Mitigation Measures

The measures suggested in Figure 8.14, progress from voluntary actions to mandatory rationing. Suggested timing is contained in the left-most column. Implementation steps are in the right column with other agencies or groups that may be involved. Measures such as the Arkansas Petroleum Set-Aside require a formal Declaration of Emergency but are included here so that responders can consider a range of options as events unfold. For most events, only the least stringent voluntary measures would be suggested. Mandatory measures involve process and political decisions that may be unrelated to energy assurance. Selecting appropriate measures is a matter of judgment.

Figure 8.14 – Potential Petroleum Emergency Response Mitigation Measures

Measure	What It Does	Recommended Steps for State Responders
Public Information for Energy Conservation Voluntary Measure Consider for Early Phase	Promotes voluntary reduction in energy use to aid recovery and restoration efforts, share limited energy supplies equitably and assure sufficient energy for priority customers. Gives the public specific guidance for type of energy shortage and may stimulate the use of alternatives.	General <ul style="list-style-type: none"> ▪ Use AEO & ADEM staff knowledge; obtain information from sister states, DOE, NASEO and others to develop conservation guidance Administration <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coordinate with state fuel distribution associations working with their media and public relations professionals ▪ Develop brochures, handouts, video, audio, Internet and other dissemination materials ▪ Work with media and others to obtain low- cost or free airtime or print space ▪ Hold public meetings for concerned citizens ▪ Provide feedback to legislature and local jurisdictions

(3) 코네티컷

- 코네티컷 주 정부는 2018년에 ‘Comprehensive Energy Strategy (CES)’ 라는 정책을 통해 주의 에너지 정책을 망라하여 발표한 바 있다. 이 정책은 이후 지속적으로 업데이트되고 있으나, 종합 정책 페이지 형태로 발표된 것은 2018년이 가장 최신이다. ²³⁾
- 다음 장에서 조사된 바와 같이 코네티컷 주는 석유가스 생산량이 전무함에도 신재생에너지 보급 비중이 2.5%에 불과한 상황이다. 이와 같은 이유로, 코네티컷 주의 에너지 전략은 대부분 신재생에너지의 보급을 적극 지원하는 것에 초점을 맞추어져 있었고, 그 결과 전통 에너지산업과 관련된 내용은 거의 찾아볼 수 없었다.
- 그렇지만 이렇게 전통 에너지산업 관련 직접 연관 파트를 찾지 못 했다는 것 자체도 미국 각 지역의 동향을 파악하는 과정이라는 측면에서는 그 의미가 있다고 생각된다.

(4) 델라웨어

- 델라웨어는 ‘State of Delaware Energy Assurance Plan’ 이라는 에너지 안정성 확보 전략을 수립하여 발표²⁴⁾하였다. 동 전략의 주요 초점은 각 에너지원별 또는 종합적인 에너지 위기상황 봉착시의 대응 계획 및 전략이다.
- 우선 주지사 사무소(Office of Governor), 기획예산처(Office of Management and Budgeting), 천연자원 및 환경청(Office of Natural Resources and Environmental Control) 등 각 담당 부처/기관별로 역할과 책임, 의무를 상세하게 규정하고 있다.
- 특히, 전통 에너지산업과 관련된 장(chapter)이 여러 장 존재하는데, 천연가스 수급 위기에 관한 장, 난방용 석유 및 등유 수급 위기에 관한 장, 프로판가스 수급 위기에 관한 장, 석탄 수급 위기에 관한 장 등이 특징적이다.
- 예를 들어 ‘난방용 석유 및 등유의 수급 위기’ 에 관한 내용을 살펴보면, 위기 단계별로 4단계로 나누어 각각의 조치사항을 규정하고 있다. 첫 번째 단계는 ‘모니터링 및 경계(Monitor and Alert Activities)’ 로서, 민간의 관련 기업 및 언론 등과 함께 취해야 할 조치를 아래와 같이 규정하고 있다.

23) <https://portal.ct.gov/-/media/DEEP/energy/CES/2018ComprehensiveEnergyStrategy.pdf>

24) <https://documents.dnrec.delaware.gov/Energy/Documents/Delaware-Energy-Assurance-Plan.pdf>

PHASE I: RESPONSE ACTIVITY-HEATING OIL SHORTAGE		
Actions To Take	Lead	Support
Conduct appropriate telephone surveys for seasonal heating oil and kerosene supplies and prices. Communicate with a network of contacts in private and public sectors to monitor local conditions in the heating oil and propane markets.	ESF-12 Group DE Energy Response Team Gas Companies	Heating Oil Delivery Companies
Monitor media for local, national, and international events that might impact heating oil shortage supplies and prices in the State.	ESF-12 Group DE Energy Response Team	State Departments Local Media
Prepare to implement state government emergency conservation program.	ESF-12 Group DE Energy Response Team	State Departments Local Media
Prepare to implement reduced temperatures and operating procedures in state buildings and facilities.	ESF-12 Group DE Energy Response Team	State Departments Local Media
Prepare to request all building owners and operators to reduce building temperatures and operating conditions	ESF-12 Group DE Energy Response Team	Businesses DEMA Staff
Prepare to request employers to assist in heating oil conservation efforts by modifying working hours and building temperatures. .	ESF-12 Group DE Energy Response Team	DEMA Staff
Notify all other agencies, associations, and companies that have roles in the SEERP, and other New England state energy offices of the escalation to Phase II.	ESF-12 Group DE Energy Response Team	DEMA Staff
If heating oil shortage increases, DE Energy Response Team and the DEMA Director may recommend to the Governor that the State escalate to Phase II. Notify all in-state and out-of-state agencies and companies of the escalation.	DE Energy Response Team DEMA Director ESF- 12 Group	DEMA Staff

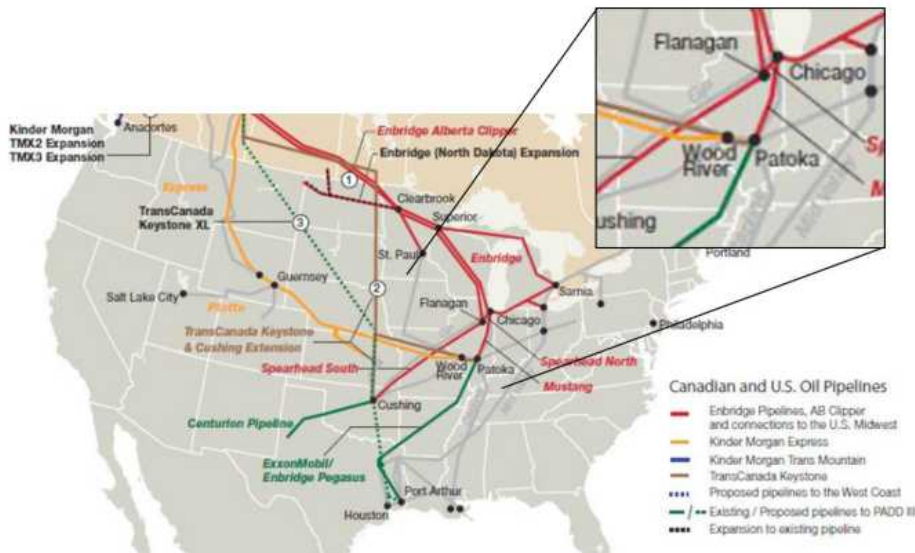
- 2단계는 ‘평가 및 조치 결정(Assess and Determine Action)’ 단계로서, ▲ 민간 건물의 난방온도 저감 요청, ▲ 주립 공공 건물의 난방온도 저감 실시 등의 기초적인 대응 조치가 실시된다.
- 위기상황이 더욱 심각해질 경우 3단계로 발전하게 되는데, 3단계인 ‘조치 및 피드백(Actions and Feedback)’ 단계에서는 ▲ (델라웨어 만의 문제일 경우) 다른 주에 협조 요청, ▲ (여러 주의 공통의 문제일 경우) 관련 정보 공유 및 협조 체계 구축, ▲ 주지사의 주 에너지 위기(State of Energy Emergency) 선포, 그리고 ▲ 차량의 공기 질 규제 완화 등의 강력한 조치를 취할 것을 규정하고 있다.

PHASE III: RESPONSE ACTIVITY-HEATING OIL SHORTAGE		
Official Actions To Take	Lead	Support
Increase monitoring and analysis of heating oil stocks, product deliveries, consumption patterns and prices, including maintaining regular contact with suppliers and distributors regarding adequacy of propane product. Continue consultations and meetings with members of the propane industry.	DEMA Staff DE Energy Response Team ESF-12 Group	DEMA Staff
Implement public information program and issue public appeals for voluntary conservation. See this section for heating oil conservation measures and formatted Propane Public Announcements.	DEMA Staff DE Energy Response Team ESF-12 Group	DEMA Staff
If propane fuel situation worsens, DE Energy Response Team and the DEMA Director may recommend to the Governor that the State escalate to Phase III. DEMA will notify all in-state and out-of-state agencies and companies of the escalation.	DEMA Staff DE Energy Response Team ESF-12 Group	DEMA Staff State Departments Schools & Businesses
If heating oil shortage is forecast to diminish and start to return to normal, DE Energy Response Team and the DEMA Director may recommend to the Governor a de- escalation back to Phase I. Notify all in-state and out-of-state agencies and companies of the de-escalation.	DEMA Staff DE Energy Response Team ESF-12 Group	DEMA Staff State Departments Schools & Businesses
During a severe or prolonged shortage of heating oil, it may be necessary to open temporary shelters for individuals or families that have run out of fuel.	DEMA PIO DEMA Staff	Red Cross Delaware VOAD

- 마지막 4단계는 위기가 끝난 후 취해지는 ‘결과 리뷰(Review Lessons Learned)’ 단계로, 시간 순으로 취해진 조치들을 기록하고 재검토하며, 전반적인 성과 및 문제점을 복기하는 과정이라 하겠다.

(5) 일리노이

- 시카고가 속한 일리노이 주의 에너지 안정성 확보 계획은 ‘State of Illinois Energy Assurance Plan’ 이라는 이름으로 2013년에 발표되었고, 2016년 등 정기적으로 업데이트되고 있다. 25)
- 일리노이 주는 한때 미국 5위의 석유 생산지였으나, 현재는 석유 생산량이 줄고 남부의 셰일 산지에 밀리면서 10위권 밖으로 밀려난 상황이다. 하지만 오랫동안 석유를 많이 생산해 온 곳이어서 여러 송유관을 비롯한 전통 에너지산업 인프라가 깔려있는 곳이다. 따라서 일리노이의 에너지 계획에 포함된 다양한 내용 중 석유 산업의 위기에 대한 대응 파트를 중심으로 소개 하도록 하겠다. 참고로 아래는 일리노이주를 관통하는 핵심 송유관 (Pipeline)에 대한 소개이다.



- 석유 수급위기가 닥칠 경우 첫 번째 취할 수 있는 조치는 일리노이주 중앙 관리 서비스 기관(Central Management Service)의 공무원이 사전에 계약된 석유 공급 터미널에 연락하여 수급에 차질이 생긴 지역으로 가솔린이나 디젤 등 특정 유종을 트럭으로 보내라는 요청을 할 수 있다. 또는 주정부는

25) <https://dceo.illinois.gov/content/dam/soi/en/web/dceo/aboutdceo/reportsrequiredbystatute/2015-ieap-fin al.pdf>

계약된 석유 터미널 및 업체에게 주정부가 원하는 곳에 상기 트럭을 보내라고 함으로써 이러한 집결지를 시민들을 위한 ‘임시 긴급 석유 공급소’ 형태로 운영할 수도 있다.

- 또한 주정부는 ‘주 가솔린 신용카드’ 를 긴급 발행할 수 있는데, 이 카드는 주 정부 공무원 및 위기에 처한 지역의 시민들에게 주어진다. 이 카드는 재난 지역에서 가용한 가솔린 주유소에서 사용할 수 있다. 즉, 위기 지역에서는 특정한 신용카드를 들고 있는 경우에만 주유할 수 있도록 석유류 구매 자체를 제한하겠다는 것으로, 매우 강력한 정책이라 하겠다.
- 일리노이 교통부는 비상시에도 핵심 공공차량은 운행이 가능하도록 자체 저유소를 확보하고 있다.
- 일리노이 주에는 대규모 정유공장이 위치하고 있어 일리노이 주의 석유 위기는 미국 중서부에 파급효과가 크다. 따라서 일리노이 주의 석유 위기 대책 중에는 석유 위기 시에 수요 및 공급을 시스템을 통해 세밀하게 모니터링하겠다는 내용이 포함되어 있다. 2014년에 일리노이 주는 프로판 가스 위기를 겪은 적 있는데, 이후 연방 에너지 정보청(EIA)와의 연계를 더욱 강화시켰다. 특히, 2014년에 출범한 EIA의 State Heating Oil and Propane Program (SHOPP)에 참여하면서 주에 속한 소비자 가격, 공급량 등을 면밀히 연방정부와 공유하고 있다.
- 일리노이 주의 에너지 정책 중 가장 특색있는 것 중 하나는 다음과 같다. 일리노이 주는 미국 내에서도 1~2등으로 손꼽히는 옥수수 및 콩 생산지이며, 이는 일리노이 주의 대규모 정유시설과 맞물려 옥수수 에탄올과 콩을 통한 바이오 디젤 생산을 적합하게 만들고 있다. 현재 일리노이 주의 에탄올 생산만 연간 8.6억 갤런을 넘고 있다. (2016년 기준) 그리고 CHS Inc.과 같은 많은 에너지 관련 회사들이 수십만 갤런 규모의 에탄올을 항상 저장하고 있다. 일리노이는 이 자원을 석유 위기에 활용할 계획을 세우고 있다.
- 평상시에 상기 석유대체연료들은 석유에 혼합하는 비율이 제한되어 있는데, 일리노이 주지사는 석유 위기시에 상기 비율을 전면적으로 유예시킬 수 있는 권한을 보유하고 있다. 이에 따라 가솔린을 대체하여 더 많은 대체연료를 혼합해 사용할 수 있게 되고, 결과적으로 석유류 수요를 대폭 줄일 수 있게 된다. 이를 위해 일리노이 주는 미국 연방 환경청(EPA)과 협의를 거쳐 일리노이 주 전체에 한시적 사용 허가를 내리게 된다.

- 문제는 위기시에 상기 석유대체연료를 더 혼합해 사용하려고 해도 일부 차량에서는 높은 에탄올 혼합 비율을 수용할 수 없다는 점이다. 또한 이미 곳곳에 비축된 에탄올은 소비자에게 이미 판매가 정해져 있거나, 주 정부에서 사용이 쉽지 않을 수 있다. 이러한 세부적인 문제를 해결하기 위해, 일리노이 주 정부는 블렌더 펌프 시설(Blender pump infrastructure)을 개발해 비치하고 관련 기술개발을 지원함으로써 문제를 해결해 가려고 노력 중이다.
- 마지막으로, 석유 위기상황에 대응하기 위한 일리노이 주의 입법 사례를 소개하고자 한다. 첫 번째는 운전 시간 규제 유예(Driver hour waivers)이다. 이는 석유 위기 상황에 긴박하게 대응할 수 있도록 프로판 및 석유류 트럭 운전사에 대한 운전 시간 규제를 풀어줄 수 있다는 것을 의미한다. 두 번째는 연료 스펙 규제 유예(Fuel specification waivers)이다. 예를 들면 일리노이 주는 시카고 근방, 그리고 미주리 주 세인트루이스에 인접한 지역 이렇게 두 곳이 연방 환경청(EPA)의 가솔린 환경 규제를 적용받는 곳인데 이를 풀어준다는 것이다.

(6) 뉴욕

- 뉴욕주는 2021년에 ‘Energy Emergency Plan’ 을 마련하였고 이후 지속 업데이트하고 있다. 아래 정리한 내용은 2022년 4월에 개정된 버전의 내용을 정리한 것이다. ²⁶⁾
- 동 플랜에도 다양한 에너지원에 대한 에너지 안정성 향상 조치가 정리되어 있는데, 이 중에서 우리 연구와 관련도가 가장 높은 석유 관련 안정성 제고 고치에 대해 정리해 보고자 한다.
- 일리노이주와 유사하게 뉴욕주도 위기 상황을 4단계로 나누고, 단계별 조치 사항을 정리하고 있다. 첫 번째 스테이지는 ‘모니터링 강화 단계(Increased Monitoring)’ 로서, 위기상황이 시작될 조짐이 보일 경우 현재 매주로 되어 있는 관련 산업 동향(생산량, 공급량, 수요량, 가격 등) 모니터링 주기를 더욱 앞당기는 것을 골자로 한다.
- 두 번째 스테이지는 ‘시장 조정(Market Coordination)’ 단계로서, 위기가 본격화된 동 단계에서 뉴욕 주 정부는 에너지 생산자, 송유관 등 분배 시스

26)

<https://www.nyserda.ny.gov/webpkgcache.com/doc/-/s/www.nyserda.ny.gov/-/media/Project/Nyserda/files/Publications/Energy-Analysis/NYS-Energy-Emergency-Plan.pdf>

템 관련 기업 및 관련 협단체 등에 연락을 취하고 협조 체계를 구축하게 된다. 필요한 경우 뉴욕 주 정부는 교통 담당 부서를 통해 운전자의 운전 제한 규정에 대한 유예를 검토하고 실시할 수 있다.

- 특히, 뉴욕 주는 에너지 위기가 소외계층, 저소득자, 장애인, 노인, 특정 인종 등에 편중되지 않도록 신경을 쓰고 있다. 휴먼 서비스 관리 기관(Human Service Agencies)을 통해 형평성(Equity) 이슈에 대해 챙김으로써 에너지 위기가 ‘차별’ 또는 ‘불평등’ 문제, 나아가 사회 불안으로 확대되지 않도록 조치하는 모습은 주목할 만 하다.
- 다음 세 번째 스테이지는 ‘공공 행정조치(Public Action)’ 단계이다. 동 단계에서는 연방 정부 및 관련된 다른 주와의 긴밀한 협의를 거쳐 아래와 같은 다양하고 강력한 조치를 시행하는 것이 준비되어 있다. 우선, ▲ 공공, 그리고 주립, 그리고 그 이하 지방 정부의 차량 운영을 제한할 수 있다. 그리고 ▲ 카풀 및 대중교통 이용을 권장하는 캠페인을 실시한다. ▲ 속도 위반 차량에 대한 단속을 강화하고, ▲ 민간 기업 및 기관에도 긴급 운행 차량이 아닌 경우 차량 2부제 등과 같은 자발적인 수요 저감 노력에 동참할 것을 요청한다.
- 마지막 네 번째 스테이지는 ‘위기상황 선포(Emergency Declaration)’ 단계이다. 동 위기상황은 주지사 권한으로 선포될 수 있다. 이 경우 ▲ 환경 규제를 유예시켜 주고, ▲ 주유용 기름의 구매를 최소한으로 제한시키고, 필요한 경우 홀짝제와 같은 형태로 구매 자체를 원천적으로 제한시킨다. 나아가, ▲ 연방 에너지부의 북동부 비축유(Northeast Home Heating Oil Reserve)를 사용한다. 여기에는 1백만 배럴의 초저황 디젤(ultra-low sulfur distillate (diesel))과 1백만 배럴의 가솔린이 저장되어 있는데, 가정용 또는 상업용으로 사용이 가능하다. ▲ 또한, 뉴욕 주도 자체적으로 석유를 비축하고 있는데, 이도 사용할 계획이다.

4-7. 미국 각 주의 기초 에너지 통계 조사

다음으로 살펴본 것은 기초적인 통계 조사인데, (1) 미국 각 주의 화석연료 생산량, (2) 신재생에너지 비중, 그리고 (3) 에너지 시장에 대한 규제 여부 등에 대한 현황이다. 이를 통해 각 주의 에너지 현황에 대한 개괄적인 이해가 가능하리라 생각된다. (자료 작성 : 훈련자 본인)

미국에서 가장 화석연료 생산량이 많은 주는 텍사스로서, 2021년에 17.4억 배럴을 생산하였다. 다음으로는 뉴멕시코 주(4.5억 배럴), 노스다코타 주(4.1억 배럴) 순이다. (출처 : EIA)²⁷⁾

미국 전체의 신재생에너지 비중은 18.2%였다. 가장 비중이 높은 주는 버몬트 주로, 무려 99.3%에 달했다. 버몬트 주는 석유가스 생산이 전무한 주이므로 신재생에너지로 대부분의 에너지를 생산하고 있었다. 워싱턴(79.5%), 오래곤(77.5%) 주도 석유가스 생산이 전무한 주로서 매우 높은 신재생에너지 비중을 보여주고 있었다. (출처 : EIA)²⁸⁾

마지막으로는 에너지시장(특히 전력시장)의 규제여부를 조사했는데, 각 주의 정책에 따라 규제 또는 비규제가 엇갈리고 있었다. (1은 규제 중을 의미)²⁹⁾

각 주별 상세 현황은 아래 표와 같다.

주 명칭	석유가스 생산량(천 배럴)	신재생에너지 비중	에너지시장 규제여부
Alabama	4289	7.50%	1
Alaska	159623	36.30%	1
Arizona	6	12.70%	1
Arkansas	4211	5.90%	1
California	134612	44.50%	0

27) <https://www.eia.gov/energyexplained/oil-and-petroleum-products/where-our-oil-comes-from.php>

28) < EIA Utility-Scale Net Electricity Generation, JUL/22 > <https://www.eia.gov/state/data.php>

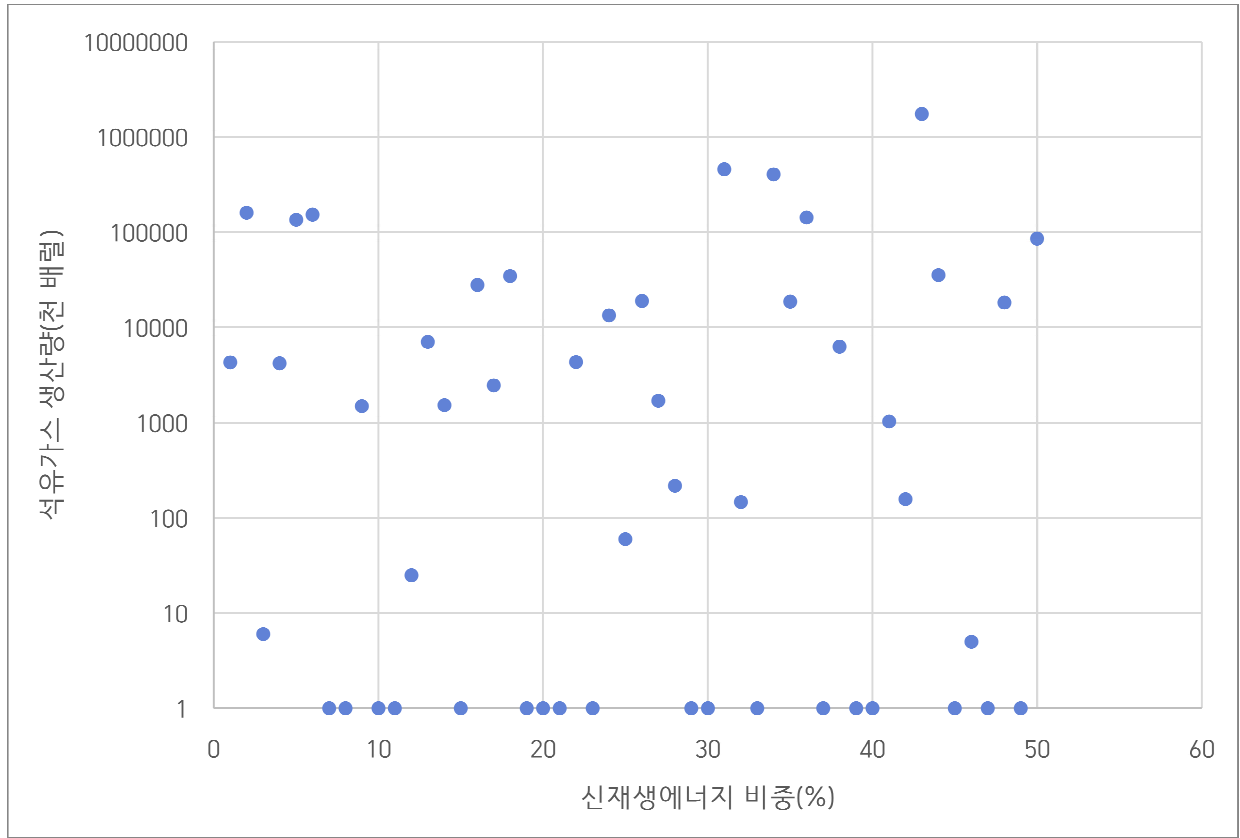
29) <https://www.electricchoice.com/map-deregulated-energy-markets/>

Colorado	153423	28.90%	1
Connecticut	0	2.50%	0
Delaware	0	1.70%	0
Florida	1490	5.80%	1
Georgia	0	11.50%	1
Hawaii	0	21.50%	1
Idaho	25	74.40%	1
Illinois	7057	7.70%	0
Indiana	1523	7.20%	1
Iowa	0	41.60%	1
Kansas	27905	32.70%	1
Kentucky	2464	5.90%	1
Louisiana	34719	2.60%	1
Maine	0	59.40%	0
Maryland	0	5.00%	0
Massachusetts	0	14.70%	0
Michigan	4339	8.60%	0
Minnesota	0	21.90%	1
Mississippi	13434	2.50%	1
Missouri	60	6.60%	1
Montana	18994	55.70%	1
Nebraska	1706	23.10%	1
Nevada	218	31.20%	1
New_Hampshire	0	10.80%	0
New_Jersey	0	3.20%	0
New_Mexico	457200	32.00%	1
New York	147	22.50%	0
North_Carolina	0	13.50%	1
North_Dakota	405128	30.60%	1

Ohio	18688	2.40%	0
Oklahoma	143052	32.60%	1
Oregon	0	77.50%	0
Pensylvania	6253	2.30%	0
Rhode_Island	0	9.40%	0
South_Carolina	0	6.50%	1
South_Dakota	1028	76.10%	1
Tennessee	157	12.40%	1
Texas	1739660	21.90%	0
Utah	35488	15.30%	1
Vermont	0	99.30%	1
Virginia	5	10.00%	0
Washington	0	79.50%	1
West_Virginia	18241	3.40%	1
Wisconsin	0	9.50%	1
Wyoming	85429	15.10%	1
참고	-	미국 전체 18.2%	-

다음으로는 상기 통계 현황에 대한 간략한 분석을 진행하도록 하겠다. 우선 살펴본 것은 미국의 각 주 중에서 석유가스 생산량과 신재생에너지 발전 비중 간의 상관관계였다. 이를 통해 확인하고자 한 것은 석유, 가스 등 전통 에너지산업이 활발한 주는 신재생에너지 발전 비중이 낮고, 신재생에너지의 보급 확산을 포함하는 각종 에너지 전환 정책에 더욱 소극적이지 않겠냐는 추측이 가능하기 때문이다. 물론 에너지 전환 정책에 대한 적극성을 신재생에너지 발전 비중 하나만으로 파악할 수는 없지만, 에너지 전환시 전통 에너지를 대체하는 가장 대표적인 에너지원이 신재생에너지이고, 미국 전역에 걸쳐 정량적인 정확한 데이터를 구할 수 있는 자료이므로 에너지 전환 적극성을 대략적으로라도 한 눈에 바라볼 수 있는 대표 지표라고 볼 수 있을 것이다.

미국 각 주의 석유, 가스 생산량과 신재생에너지 발전 비중간의 Scatter plot은 아래와 같다.



(주 : 미국 주별로 석유가스 생산량의 차이가 커서, y 축은 로그 스케일을 적용하였다.)

상기 Scatter plot에서 신재생에너지 비중과 석유가스 생산량 간에는 역의 상관관계도, 정의 상관관계도 파악할 수 없었다. 다시 말하면, 앞서 제기했던 ‘석유, 가스 생산량이 많은 전통 에너지 산업 중심 주의 경우 에너지 전환에 소극적이고 신재생에너지 보급 비중도 낮을 것이다’ 는 가정은 틀린 것으로 확인된 것이다. 이 결과는 석유, 가스 등 전통 에너지 산업이 활발한 주일 경우에도 주의 정책 노선, 그리고 에너지 전환 및 에너지믹스 다변화에 대한 정책 의지만 있을 경우 에너지원들이 조화롭게 공존할 수 있다는 가능성을 열어주고 있다.

4-8. 미국 연방정부의 전통 에너지산업 정책 현황

4-6장에서 미국 주 정부의 전통 에너지산업 관련 정책 동향을 살펴보았다. 다음으로 살펴볼 것은 미국 연방 정부의 전통 에너지산업 정책 동향이다.

앞서 설명한대로 미국은 현재 탈화석연료, 탈 전통 에너지산업을 정책 기조로 하는 바이든 행정부로, 화석연료에 대한 연방 보조금 전면 중단과 같은 정책을 지속하고 있다. 다만, 그럼에도 행정조치를 넘어선 상위 레벨에서의 정책 목표(Policy goal), 관련 법안 등을 찾아보면 전통 에너지산업이 차지하는 위치와 기본적인 미국의 에너지 정책 방향을 이해할 수 있다.

우선 미국의 전반적인 에너지 정책의 목표(Energy policy goals)를 먼저 살펴보겠다. 아래는 미국 의회 연구 서비스(Congressional Research Service, 통칭 CRS)에서 정리한 것이다.

(1) 에너지 보존 및 에너지 효율 증가(Conservation and energy efficiency)

- 에너지 보존 및 확보는 어느 나라와 마찬가지로 미국에서도 가장 기본적인 중요한 에너지 정책의 기본 목표이다. 아울러 2017년 이후에 ‘에너지 효율 증대’가 정책 목표로 추가되었고, 그 결과 냉장고, 에어컨, 전구 등에 대한 연방 차원에서의 표준 및 규정이 마련되었다.

(2) 화석연료의 국내 공급

- 1970년대 OPEC 주도로 발생했던 제 1, 2차 석유 파동 이후 과도한 석유 수입 및 해외 의존을 막기 위해 화석연료의 국내 공급을 의무화하고 미국산 석유의 수출을 금지시켰다. 물론 이 조치는 2010년대 들어 셰일 혁명을 통해 석유 생산량이 급증한 이후 해제되기는 하였으나, 화석연료의 국내 공급 및 에너지 자립은 지금도 중요한 정책 목표 중 하나이다.

(3) 석유와 가솔린(휘발유) 가격

- 석유와 가솔린(휘발유)의 가격 안정화는 민생 뿐 아니라 에너지 확보, 환경 보존, 그리고 다른 에너지원으로의 전환 등에 종합적으로 영향을 미치는 중요한 문제이므로 이의 안정화는 중요 정책 목표이다. 5장에서 자세

히 분석하고 설명하겠지만, 석유 가격은 원유가격, 수요 및 공급, 국제 지정학, 금융요인 등 수많은 요인이 복합 작용하는 다차원 방정식인데, 미국 정책 입안자들은 이러한 여러 요인들에 고민하고 최대한 적절한 시장 가격을 유지하는 것을 중요 목표로 삼고 있다.

(4) 전력 생산(Electricity Generation)

- 석탄, 석유, 천연가스, 풍력, 태양광, 그리고 원자력 등의 에너지의 최적의 믹스(Energy Mix)를 통해 전력을 생산하는 것을 목표로 한다.

(5) 신재생 에너지 사용(Use of renewable energy)

- 2005년에 미국 연방 의회에서 신재생 연료 표준(Renewable Fuel Standard)이 통과된 이래, 미국의 수송용 연료에는 에탄올과 같은 바이오 연료가 혼합되기 시작했다. 2017년부터는 신재생에너지 확산을 위해 대출 프로그램, 세금 혜택, 연방 보조금 등의 조치가 추가되었다.

이상으로 미국 의회 연구 서비스에서 살펴본 5대 미국 에너지 정책 목표를 살펴봤는데, 이 중 2개인 2번과 3번 목표는 직접적으로, 나머지 2개인 1번과 4번 목표는 간접적으로 전통 에너지산업과 관련되어 있다는 것을 확인할 수 있었다. 즉 행정부 레벨에서의 보조금이나 행정 조치 등을 넘어선 높은 레벨에서의 정책 목표 달성을 위해서는 여전히 전통 에너지산업이 핵심적인 요소로 작용하고 있음을 확인할 수 있었다.

다음으로는 전통 에너지산업과 관련이 높은 핵심적인 연방 법안을 살펴보고, 그 내용과 의미를 분석해 보고자 한다.

(1) Energy Policy and Conservation Act (1975)

- 동 법안은 앞에서 설명했던대로 석유과동의 여파로 위기에 빠진 미국이 에너지 안보를 확보하기 위해 미국산 원유의 수출을 금지시킨 법안이다.
- 또한 동 법안은 석유 수급 위기 및 에너지 안보 위기상황에 대처하기 위해 연방 정부가 직접 전략비축유(Strategic Petroleum Reserve)를 구입해 비축하도록 하였으며,

- 소비자용 차량의 평균 연비 규정을 마련하였다. (1978년 모델부터 적용)
- 또한, 미국 교통부로 하여금 경량 및 중량 트럭 등에 대해 연비 규정을 마련해 운용하도록 의무화하였다.

(2) Natural Gas Policy Act (1978)

- 앞선 장에서 설명했던 미국 연방정부의 에너지 규제 위원회인 FERC에게 천연가스 생산 및 수송 관련 규제 권한을 부여했다. 특이한 것은 단순히 여러 주 관련 부분(Intrastate) 뿐 아니라, 주 내부(interstate)에 대해서도 규제 권한을 부여했다는 것이다.

(3) Alternative Motor Fuels Act (1988)

- 에탄올, 천연가스 등 석유 외의 대체 연료로 운행되는 자동차를 생산하는 자동차 생산기업에게 인센티브를 주는 법안이다.

(4) Energy Policy Act (1992)

- 미국 연방 에너지 규제 위원회(FERC)가 도매 전력 공급자가 미국 전력 송전 시스템에 접근 가능하도록 허용하게 하였다.
- 또한, 미국 연방, 그리고 주 정부가 에탄올, 천연가스, 수소, 전기, 바이오 디젤과 같은 대체연료로 움직이는 차량을 구매하도록 하였다.

(5) Energy Policy Act (2005)

- 2005년부터 2016년까지 에너지 관련 세금 인센티브를 총 145억불 규모로 책정하였다. 이 방대한 예산은 ▲ 에너지 효율 및 부존에 13억불, ▲ 신 재생에너지 보조금으로 45억불, ▲ 석유, 가스 생산 및 수송에 대한 인센티브 26억불, ▲ 석탄 생산 보조에 30억불, ▲ 전력 생산 및 송전 관련 보조에 30억불 규모로 분배되었다.
- 수송용 연료에 에탄올과 같은 바이오 연료를 법정 비율만큼 혼합하도록 의무화하였다.
- 연방 정부 소유 부지에서 석유와 천연가스 생산을 늘리고, 전력 송전선을 확충하고, 가스 파이프라인을 증설하도록 하였다.

(6) Energy Independence and Security Act (2007)

- 2020년 모델에 적용할 평균적인 연비를 모든 운송용 차량과 경량 트럭에 의무화하였다. (35마일 운행에 필요한 갤런 기준)
- 가정용 세탁기, 식기 세척기, 제습기, 냉장고, 냉동고, 전기 모터, 외부 파워 서플라이 등 각종 가정용 가전제품의 에너지 효율 등급을 의무화 하였다.
- 2022년부터 본격 적용할 수 있도록 수송용 연료에 혼합되는 바이오 연료의 혼합 비율을 상향시켰다.

(7) American Recovery Reinvestment Act (2009)

- 2008년 금융위기에 대한 대응을 위해 통과된 법안으로, 총 352억불 규모의 연방 예산을 에너지 분야에 투입하였다.
- 주요 투입 부문은 ▲ 확산되고 있는 신재생에너지 발전원을 기존 전력망에 연결시킬 수 있도록 인프라 확충, ▲ 건물용 에너지 효율 인센티브 마련, ▲ 핵 폐기물의 관리 및 처분을 위한 지원 등이다.

(8) Energy Policy and Modernization Act (2016)

- 연방 건물, 공장, 학교, 데이터 센터의 에너지 효율을 규정하였다.
- 전력망의 사이버 보안을 강화하기 위한 투자를 확대하였다.
- 전략비축유에 대한 재검토를 실시하기로 하였다.

(9) Bipartisan Infrastructure Law (Infrastructure Investment and Jobs Act) (2021)

- 미국 내 새로운 인프라 구축에 총 5500억불을 투자하는 법이다.
- 다양한 형태의 대체 연료에 대해 보조금(grant program), 연구비 지원, 기술 표준 마련, 대출, R&D 비용 지원 등으로 다각도로 지원하는 내용을 담고 있다.

(10) Inflation Reduction Act (2022)

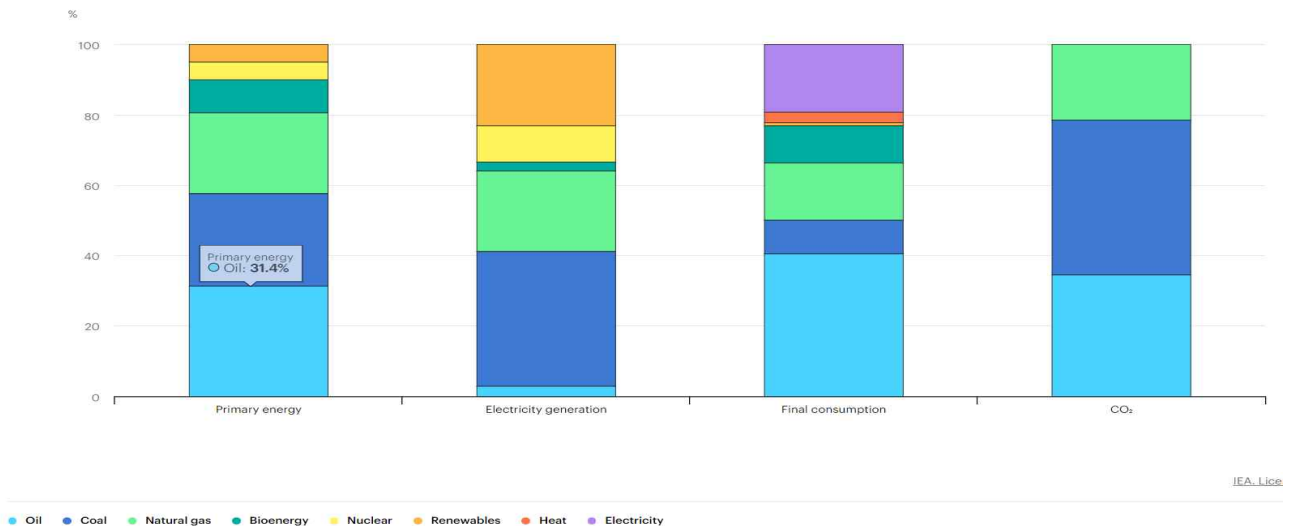
- IRA라는 약칭으로 유명한 이 법의 내용 중 많은 부분은 청정 에너지 지원에 초점을 맞추고 있으나, 일부 전통 에너지 산업과 관련된 부분도 있어 소개한다.
- ▲ 해양(Offshore)에서 채굴하는 석유와 천연가스의 로열티 비율을 향후 10년간 기존 12.5%에서 16.66%로 높이고, ▲ 지상(Onshore)에서 신규 석유 가스 리스의 렌탈 비율을 높이고, ▲ 바다에 접한 주는 편당을 반드시 해안선 복구 및 보존, 복원력을 갖춘 인프라(resilient infrastructure)에 대한 금융 지원 등에 사용하여야 한다.
- 즉 요약하자면 IRA 내에 전통 에너지산업에서 벗어나고자 하는 방향으로의 정책 내용이 포함되어 있다.

4-9. 미국 주요 전통 에너지 기업의 혁신 사례

다음으로는 연방 또는 주 정부 차원이 아니라, 민간 기업에서 추진하고 있는 혁신 사례를 알아보도록 하겠다.

국제에너지기구(IEA)가 2020년에 발행한 ‘에너지 전환 시대의 석유가스 산업 (Oil and gas industry in the energy transition)’ 특별 보고서³⁰⁾에 따르면, 전세계적으로 1차 에너지, 전력생산, 에너지 소비, 탄소배출 등 대부분의 측정지표에서 석유, 가스 등 전통 에너지산업이 여전히 주류를 이루고 있음을 알 수 있다.

Global primary energy, electricity generation, final consumption and CO2 emissions by fuel, 2018



하지만, 전통 에너지 기업이 처한 상황은 녹록치 않다. 전통 에너지 산업을 둘러싼 외부의 변화 흐름, 그리고 전통 에너지 산업에 요구하는 변화의 요구 강도가 나날이 거세지고 있기 때문이다. 2020년 COVID-19 사태는 다른 모든 분야와 마찬가지로 전통 에너지 산업에도 큰 충격으로 다가왔다. 재택근무 확산, 비대면 근무 확산, 경기 침체 등의 여파로 석유 수요가 (일시적이지만) 30% 가까이 급락하였고, 석유 가격은 그 이상으로 급락했다. 그 이후 락다운이 해제되면서 우크라이나 전쟁까지 터져 다시 한번 국제유가가 배럴당 100불 이상으로 급등하였고, 이를 통해 여러 전통 에너지 기업이 상당한 수익을 올렸지만, 전통 에너지 산업을 둘러싼 급격한 환경 변화는 전통 에너지 기업에게 많은 고민거리를 안겨 주게 되었다.

30) <https://www.iea.org/reports/the-oil-and-gas-industry-in-energy-transitions>

2022년 10월, 국제에너지기구(International Energy Agency (IEA))는 정기 보고서를 통해 에너지 산업에 있어 ‘역사적인 터닝포인트’가 다가왔을 수 있다고 밝혔다. 이는 우크라이나 전쟁을 통해 화석연료의 수급 불안정성을 재차 확인하고 고유가를 겪은 결과 전 세계의 화석연료 수요 정점이 예상보다 빨라질 수 있으며, 시나리오에 따라 어찌면 이미 수요 정점이 지나서 앞으로는 화석연료 수요가 과거의 피크 수치를 넘지 못 할 수도 있다는 의미이다.

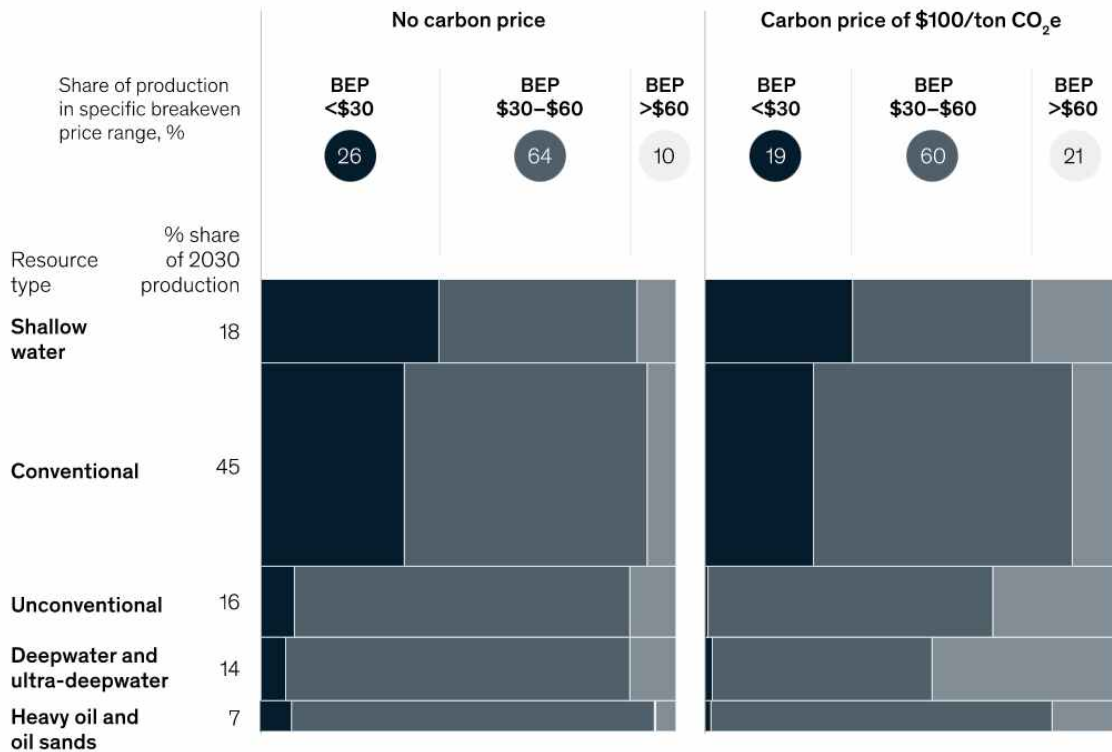
또한 국제에너지기구는 최근 세계 에너지산업을 둘러싼 여러 움직임과 변화는 재생에너지를 포함한 지속 가능하고 탄력적인 자산에 대한 투자자의 관심을 높였다고 밝혔다. 이제 투자자들은 점점 더 기후변화에 대한 위험도가 높고 추후 언젠가 ‘좌초 자산’이 될 위험성이 있는 투자를 줄이려는 움직임을 보이고 있는 것이다.

투자자들 뿐 아니라, 각국 정부도 비슷한 방향으로 움직이는 경우가 늘고 있다. 즉 지속 가능한 산업/에너지를 핵심으로 보고 있는 것이다. 이러한 움직임은 화석연료 매장량이 많은 미국보다는 유럽 쪽에서 더욱 활발하다.

맥킨지³¹⁾에서 조사한 아래 자료에 따르면, 연안(shallow water), 전통 원유(conventional), 심해, 오일샌드 등 석유를 채굴하는 방식/종류/위치에 따른 경제성이 정리되어 있다. 예를 들면 전통적인 원유(conventional)의 경우 탄소세가 없는 경우 2030년에 손익분기점(Breakeven point; BEP)을 넘기는 국제유가가 30불/배럴 이하인 비중이 26%, 30~60불/배럴에서 손익분기점을 넘기는 비중은 64%, 60불/배럴 이상이 되어야 손익분기점을 넘기는 비중은 10%으로 조사되었는데, 탄소세가 CO2 톤당 100불로 책정된 경우 이는 각각 19%, 60%, 21%로 줄어들었다. 다시 말하면 국제유가와 무관하게 (국제유가가 동일 수준이라고 가정하더라도) 전통 에너지 산업의 경제성이 크게 악화될 것으로 예측된 것으로, 이러한 경향은 채굴의 난이도가 높고 채굴경제성이 낮은 분야에서 더욱 두드러지게 나타났다.

31)
<https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/the-big-choices-for-oil-and-gas-in-navigating-the-energy-transition>

% of production at specific break-even (BEP) price points in 2030, million barrels per day¹



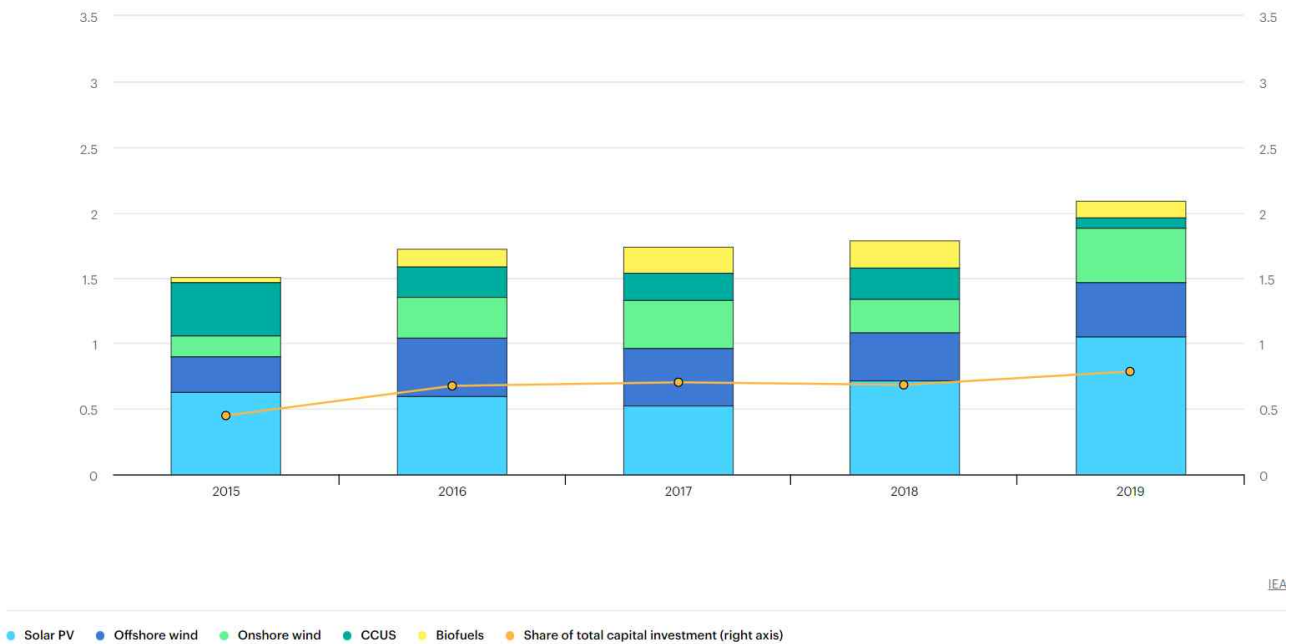
따라서 전통 에너지 기업들의 기본 방향은 지속 가능한 산업, 그리고 경제성을 갖춘 산업으로 대내외적으로 점점 심화되는 저탄소 변화의 바람에 적응하는 모습을 보여주는 것이 필요하다 하겠다.

이러한 흐름에 부합하기 위해 많은 전통 에너지 기업들이 이미 순배출 제로 목표를 설정하고 기업 운영과 가치사슬에 변화를 꾀하고 있다.

대표적인 몇 가지 사례를 살펴보면, 미국 최대의 국제 석유 회사 중 하나인 Occidental Petroleum은 캐나다 스타트업 기업인 Carbon Engineering과 파트너십을 맺고, 매년 500,000미터톤의 탄소를 포집하고 매장할 공장을 짓는 사업을 추진하고 있다. 2020년 6월 중국 국영 석유회사인 CNOOC(China National Offshore Oil Corporation)는 중국 최초의 탄소 중립 액화천연가스(LNG) 화물을 공급하기 위해 Shell과 계약을 체결했다. 그리고 2020년 12월 미국의 거대 기업인 ExxonMobil은 탄소 저배출 기술에 지속적으로 투자하고 “건전한 정책“을 지원하면서 향후 5년 동안 운영되는 업스트림 온실가스 배출량을 2016년 수준에 비해 15~20% 줄이는 탄소 목표를 발표했다.

그동안 전통 에너지 기업들은 저탄소 관련 비즈니스에 총 자본지출의 1%도 투자하지 않아 왔다. 그동안은 이 분야가 이들 기업에게 마이너한 영역이었던 것이다. 하지만 최근 이 비중은 지속적으로 증가하고 있다. 아래 그래프에서 나타난 바와 같이 전세계적으로 전통 에너지 기업이 저탄소 관련 비즈니스에 투자한 비중은 2%를 넘어섰으며, 글로벌 시장을 선도하는 대표하는 기업들은 5% 정도까지도 투자를 하고 있는 상황이다. 2019년 기준으로 전체 투자 중 거의 과반인 0.8%p(11억불)는 태양광 패널(Solar PV)에 투자되었으며, 그 다음으로는 해양 풍력(Offshore wind)에 4억불, 내륙 풍력(Onshore wind)에 4억불, 탄소포집(CCUS)에 1억불, 바이오연료에 1억불이 투자된 것으로 조사되었다.

Capital expenditures on new projects outside of core oil and gas supply by large companies, absolute and as share of total capex, 2015-2019



5. 전통 에너지산업 관련 세부 분석 결과

상기와 같은 기초 현황 조사를 마친 후, 전통 에너지산업에 대한 더욱 심층적인 조사 및 시사점 도출을 위해 아래와 같은 다각도의 추가 연구 및 조사를 실시하였다. 동 장의 각 파트에서 다룬 내용과 그 의미는 아래와 같다.

5-1 장에서는 전통 에너지산업의 채굴 관련 경제성을 살펴볼 예정이다. 석유, 천연가스, 석탄 등의 화석연료는 지하에 매장된 천연자원을 채굴하기만 하면 되므로 경제성이 높다. 하지만 화석연료는 동시에 채굴가능한 매장량 자체가 제한된다는 단점이 있다. 이에 따른 채굴과 경제성의 상관관계 및 시사점을 살펴보자 한다.

5-2 장에서는 국제유가에 영향을 미치는 요인에 대한 통계적 분석을 실시하고, 각 요인과 국제유가간의 상관관계 등에 대한 고찰을 토대로 전통 에너지산업에 대한 이해를 높이고자 한다.

5-3 장에서는 에너지 전환에 대해 살펴보고, 이를 바탕으로 전통 에너지산업을 벗어나고자 하는 에너지 전환 흐름 속에서 전통 에너지산업이 나아갈 방향에 대해 생각해 보고자 한다.

5-4 장에서는 복원력(Resilience) 측면에서 살펴본 전통 에너지 산업에 대해 설명하고, 이러한 문맥 하에서 전통 에너지 산업은 어떠한 특성과 장단점을 갖고 있는지 등에 대해 살펴볼 것이다.

5-5장에서는 최근 에너지 업계를 관통하는 또 다른 중요한 흐름인 기후 변화(climate change)와 전통 에너지 산업간의 관계, 그리고 시사점을 분석해 보고자 한다.

5-1. 전통 에너지산업의 채굴 경제성 검토

전통 에너지산업에 대한 정책을 도출하려면, 전통 에너지산업만이 갖고있는 경제적 특성에 대한 분석이 선행되어야 한다. 석유, 천연가스, 석탄 등의 화석연료를 주로 사용하는 전통 에너지산업의 최대 강점 중 하나는 지하에 매설된 천연자원을 채굴하기만 하면 되므로 경제성이 높다는 것이다. 미국에서 화석연료를 옹호하는 목소리 중에서도 많은 부분을 차지하는 것은 ‘에너지 안보’, ‘안정성’ 등과 함께 ‘경제성’ 인 경우가 많다. 이 중에서 화석연료의 채굴과 관련하여, 언제, 얼마나 화석연료를 채굴하여 이용하는 것이 ‘경제성’ 측면에서 가장 효과적인지에 대한 분석 결과를 정리하여 보고한다.

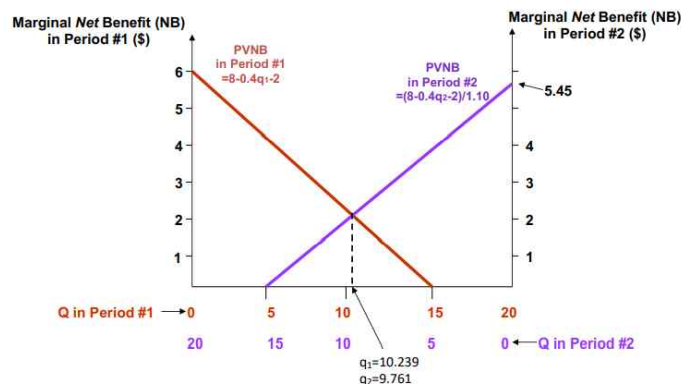
* 22년 봄학기에 수강한 환경/자원 경제학(Environment and resource economics) 수업 중 전통 에너지산업, 즉 ‘Non-renewable resources’ 와 관련된 내용을 발췌, 수정하여 정리함

** 수업 내용의 저작권은 University of Texas at Austin의 LBJ School of Public Affairs의 Sheila Olmstead 교수에게 있으며, 교수 허락 없이 외부에 배포/재생산할 수 없음

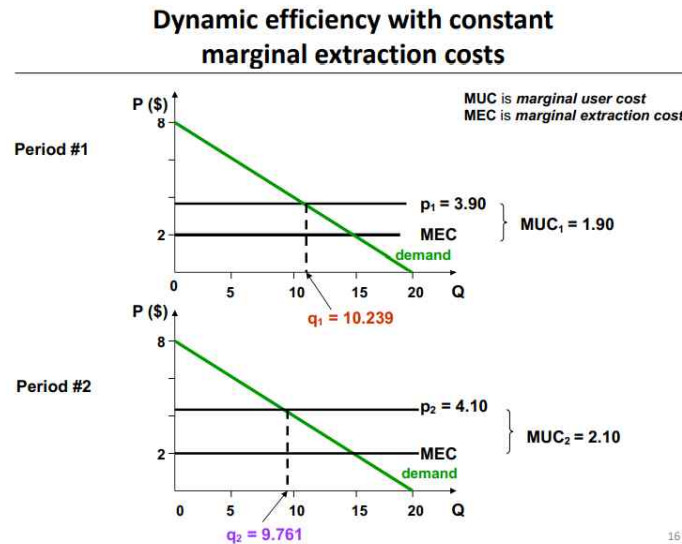
화석연료 채굴의 경제성 관련하여 중요한 법칙은 바로 Hotelling rule이다.

전통 에너지자원의 채굴(extraction)시 이득을 최대화하기 위해서는 우선 현재 가치(present value)를 고려해야 하는데, 경제학적으로 보면 (채굴 시점이 두 번 이라고 가정한다면) 첫 번째 채굴시점의 순이익(PVNB; present value of net benefits = Marginal benefit - Marginal cost)과 두 번째 채굴시점의 PVNB가 일치할 경우 전체 이익이 최대화된다는 것이다.

Dynamically efficient allocation in the two-period model



채굴 비용(extraction cost)을 추가적으로 고려해 보자. Marginal extraction cost를 MEC, Marginal user cost를 MUC라 하고, MEC가 일정한 경우, 지금 즉시 채굴할 경우의 MUC는 앞으로 소비를 하지 못하는 것에 대한 기회비용이라 볼 수 있으므로, 재생되지 않는 자원(Non-renewable)인 화석연료에 대해 MUC는 $P - MEC$ 와 같다고 볼 수 있다.



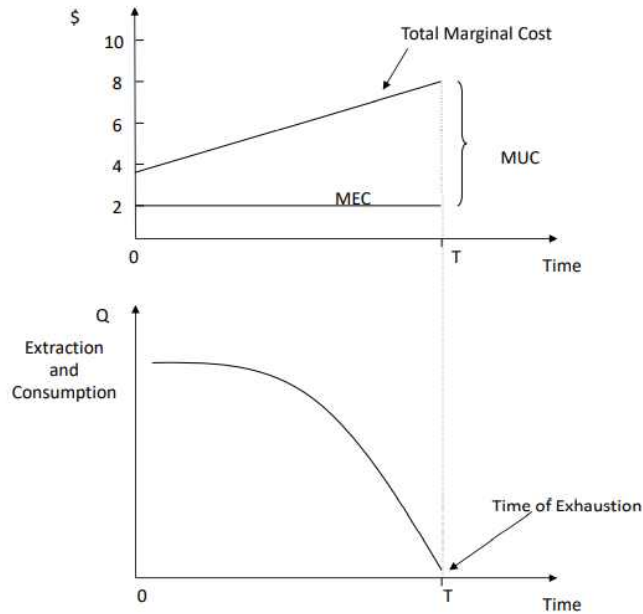
Hotelling rule은 Marginal user cost(MUC)의 단위시간당 증가율이 할인율(자본의 기회비용)과 일치할 때 전통 에너지자원 채굴의 경제성이 최대화됨을 의미한다.

$$\frac{\dot{MUC}}{MUC} = r \quad \text{or} \quad \frac{P - \dot{MEC}}{P - MEC} = r$$

$$\frac{\partial MUC}{\partial t} = r$$

화석연료는 채굴을 지속함에 따라 점점 고갈되고, Marginal user cost(MUC)는 증가한다. 이는 재고 효과(stock effect)라고 불리는데, 부존량이 줄어들며 따라 잔존 자원에 대한 채굴비용이 증가하면서 발생하는 현상이다.

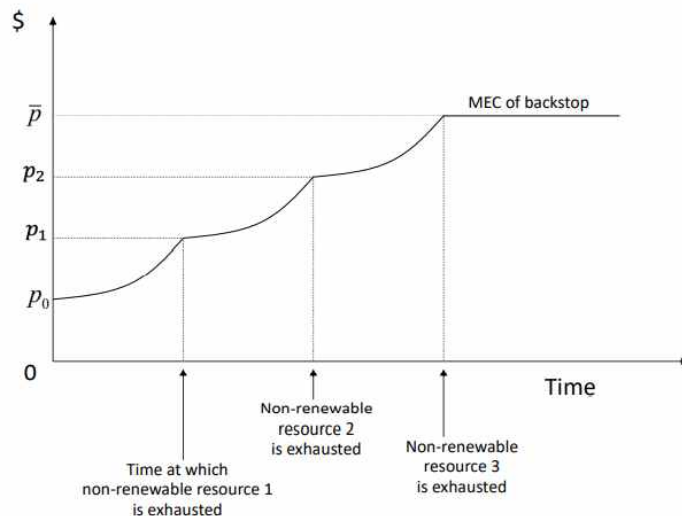
이렇게 MUC가 시간에 따라 증가하므로, MEC와 MUC의 합, 즉 시장가격(p) 또한 지속적으로 증가한다. 이는 상식에 부합하는 결과인데, 화석연료를 점점 채굴하고 부존 자원이 줄어들면 점점 시장가격이 올라갈 것이라는 상식을 경제학적으로 옹기 지지해 보면 될 것이다. 자원 고갈시까지 시장가격은 지속 증가하는데, 결국 더 이상 채굴할 자원이 없을 경우의 가격인 소위 ‘reservation price’ 또는 ‘choke price’라 불리는 가격에 도달하게 된다.



하지만 현실 세계에서는 부존량이 0이 될 때까지 채굴을 지속하고, 그 때까지 한업이 시장가격이 지속 상승하는 경우는 없다. 현실에서는 가격이 상승하다가 다른 에너지원의 가격을 넘어서서 더 이상 화석연료의 경제성이 없어질 경우에는 채굴이 중단되고, 그 이후에는 태양광 등 차세대 에너지원으로 대체되는데, 이러한 대체 자원/기술은 ‘Backstop technology’ 라고 불린다.

다시 말하면, backstop technology의 marginal cost가 전통 에너지자원 가격의 상한점(ceiling)으로 작용하게 되는 것이다. 그 결과, 다양한 에너지 자원간의 에너지전환은 개념적으로 아래와 같이 순차적으로 이뤄진다고 개념화될 수 있다.

Multiple non-renewable transitions, with backstop technology



지난 수십 년간 상기 Hotelling rule에 대한 검증이 이뤄져 왔으며, 그 결과 일부는 현실과 일치하고 일부는 일치하지 않는 것으로 밝혀지고 있다. 최근에는 Anderson, Kellogg and Salant model(2018), Modified hotelling rule 등 조금 더 정확한 개량 모델이 나오고 있으므로, 향후에도 이에 대한 모니터링은 필요할 것으로 보인다.

상기 Hotelling rule에서 예측할 수 있는 것 중 하나는 전통 에너지자원 기술 발전, 추가 자원탐사 및 발견 등의 요인은 MEC를 감소시켜 결국 전통 에너지산업으로부터 다음 단계 에너지원으로의 전환을 늦출 수 있다는 점이다. 따라서 전통 에너지산업을 유지하고자 하는 진영은 이러한 점을 고려해 지속적으로 전통 에너지산업의 경제성 우위를 유지해야 한다. 반대로 말하면 신재생에너지와 같이 전통 에너지산업으로부터 ‘바톤’을 넘겨받아야 하는 ‘backstop 기술’ 진영의 경우는 상기 요인들이 전통 에너지산업을 벗어나고자 하는 ‘에너지 전환’을 지연시킬 수 있는 요인이라는 점을 알아야 한다.

(물론 이는 ‘경제성’ 측면에서만 분석한 결과로서, ‘에너지 안보’, ‘전력생산의 안정성’, ‘온실가스 배출’과 같은 다른 측면은 배제한 결과이므로, 실제 ‘에너지 전환’ 양상은 달라질 수 있다.)

마지막으로 언급하고 싶은 것은, ‘발굴된 자원을 지속적으로 채굴, 사용’ 한다는 상기 모델이 현실 세계의 화석연료와는 맞지 않는 측면이 있다는 것이다. 왜냐하면 탐사 기술의 발전 등으로 현실 세계에서 발견된 ‘잔존 석유량’이 오히려 시간에 따라 증가하고 있기 때문이다. 따라서 상기 Hotelling rule에서와 같이 ‘자원 고갈’로 에너지 전환을 설명하기는 어려워진 실정이다.

Petroleum Reserves to Consumption	
<i>Year</i>	<i>Ratio (years)</i>
1950	22
1960	37
1972	35
1980	27
1990	45
2013	50

Sources: Slade (1987), World Resources Institute (1996), EIA (2013).

따라서 에너지 전환에 대해 논의할 때 환경 오염 등 전통 에너지원에서 발생하는 externality 등에 주목해야지 자원 고갈에 초점을 맞출 수는 없게 된 상황이다. 다시 말하면 전통 에너지원의 치명적 한계점 중 하나로 인식되어 온 ‘제한된 자원’이라는 측면과, 이로부터 파생된 ‘지속 증가하는 시장가격’과 그에 따른 차세대 에너지원으로의 세대교체라는 개념이 더 이상은 적용되지 않게 되었다.

이상과 같은 한계점은 있으나, 앞서 살펴본 Hotelling rule은 그래도 충분한 의미를 갖고 있다고 생각된다. Hotelling rule이 모든 상황을 설명할 수 있는 이론은 물론 아니지만, 화석연료의 채굴 및 타에너지원으로의 에너지 전환을 경제학적 모델로 분석을 시도했다는 점에서 의미가 있으며, 이를 통해 경제적인 측면에 중점을 맞췄을 때, 에너지 분야에서 각 자원이 어떻게 다른 에너지원으로 ‘전환’ 되는지에 대해 기본적인 Mechanism을 이해할 수 있었다.

5-2. 국제유가에 영향을 미치는 요인 통계적 분석

석유, 천연가스, 석탄 등 전통 에너지 산업의 연료인 화석연료에 대해 분석할 때, 가장 핵심적이고 중요하며 대표적인 지표는 바로 국제유가이다. 동 훈련과제의 목표인 ‘전통 에너지산업의 혁신방안 연구’를 달성하기 위해서는 전통 에너지산업에 있어 가장 중요한 지표인 국제유가에 대한 이해도를 높이는 것이 반드시 선행되어야 한다. 이를 통해 (1) 국제유가에 영향을 미치는 요인들이 무엇이 있고, (2) 이들 요인간의 관계에는 어떤 특성이 있으며, (3) 국제유가가 다시 경제, 사회 전반에 미치는 영향은 무엇인지 등에 대한 이해를 높일 수 있다.

이를 위해 아래와 같이 국제유가에 영향을 미치는 요인들에 대한 통계적 분석을 실시하였다.

본격적인 분석에 앞서, 국제유가에 이해도를 높이는 것이 필요하다. 우선 오해하지 말아야 할 것 중 하나는, 탈화석연료로 대표되는 ‘에너지 전환’ 흐름이 계속되고는 있으나 아직도 대부분의 에너지원은 화석연료이며, 그 중요도는 여전히 매우 높다는 점이다. 미국의 예를 살펴보아도, 최신 통계인 2021년 통계를 살펴보면 석유, 석탄, 그리고 천연가스는 미국 1차 에너지 소비의 79%를 차지하고 있다.³²⁾ 즉, 통념과는 달리 아직도 전체 에너지 소비 중 대부분(4/5 가량)은 여전히 화석연료에 의존하고 있다는 뜻이다. 전세계적으로 살펴보아도, 석유 하나 만으로도 전세계 GDP의 3% 가량을 차지하고 있다고 알려져 있으며, 여전히 세계에서 가장 중요한 Commodity 중 하나이다.

정성적으로 살펴보아도 그 중요성은 적지 않다. 석유는 그 자체로 직접적인 에너지원(‘연료’)으로 사용될 뿐 아니라, 다른 2~3차 제품을 만들기 위한 ‘원료’로서도 중요하다. 석유로 만들어지는 제품은 플라스틱, 화학제품, 옷, 태양광 패널 등 매우 다양하다. 현재의 기술 수준으로는 이들 제품 전체를 대체하는 것이 불가능하기 때문에 ‘화석연료의 완전한 퇴출’은 현실적으로 가능하지 않으며, ‘화석연료와의 공존’이 당분간 불가피하다.

그러면 이렇게 중요한 화석연료에 대한 통계적 분석을 시도하고자 할 때, 어

32) "U.S. Energy Facts Explained." U.S. Energy Information Administration. June 10, 2022. <https://www.eia.gov/energyexplained/us-energy-facts/>

면 지표를 대상으로 하는 것이 좋을까? 석유, 석탄, 천연가스 등 여러 에너지원이 있고, 각 에너지원에 대해 가격, 생산량, 소비량, 수출량, 수입량 등 수많은 지표를 뽑아낼 수 있지만 가장 대표적으로 분석되고 인용되는 대표 지표는 바로 국제유가이다. 세계에서 가장 중요한 Commodity 중 하나인 석유의 가격을 분석하는 것은 전통 에너지산업 그 자체에 대한 분석이라는 측면뿐 아니라, 경제, 사회 전반에 미치는 영향까지 살펴볼 수 있는 중요한 작업이라 하겠다. 이에 동 연구는 국제유가에 대한 기존 예측 모델을 점검함과 동시에, 국제유가가 급변해 왔던 결정적인 사건들의 영향에 대해 통계적 분석을 하여 시사점을 도출하기 위해 진행하게 되었다.

국제유가에 영향을 미치는 요인을 분석하고, 향후의 유가를 예측하는 것은 매우 어려운 작업이다. 국제유가에는 다양한 내외부 요인이 영향을 미치기 때문이다. 원유 생산량(시추량), 원유 및 석유제품에 대한 수요 등 내부적인 요인뿐 아니라, 국제적인 지정학적 요인, 국내외 정책, 수출 및 수입량, 심지어 선물거래소를 통한 투기적 심리요인까지도 국제유가에 복합적으로 영향을 미친다. 최근에 벌어진 COVID-19와 같은 전염병, 우크라이나 전쟁과 같은 사전에 전혀 예측할 수 없는 요인들도 국제유가의 급등락을 초래하는 요인이다. 미국이나 석유수출국기구(OPEC) 등의 정무적 판단 및 결정도 빼놓을 수 없는 중요한 변화 요인이다.

국제유가 분석 및 예측을 더욱 어렵게 만드는 것 중 하나는 국제유가가 그 자체로서 여러 변수들의 ‘결과물’일 뿐 아니라, 다른 변수들을 변화시키는 ‘원인’으로도 동시에 작용한다는 점이다. 예를 들면, 석유소비가 늘어나면 국제유가가 높아지게 되지만, 국제유가가 높아지면 석유소비는 다시 일정 부분 줄어들게 된다. 마찬가지로, 중동지방의 테러나 전쟁과 같은 지정학적 리스크가 국제유가를 올릴 수 있지만, 매우 높거나 낮은 국제유가는 반대로 지정학적 불안정성을 높일 수도 있는 것이다. 이와 같은 국제유가와 변수들간의 상호작용은 석유 소비 뿐 아니라 다른 변수들에도 마찬가지로 작용될 수 있어, 국제유가에 대한 분석 및 예측을 더욱 어렵게 만들고 있다.

그럼에도 국제유가에 영향을 미치는 요인에 대한 분석 및 국제유가 예측 모델은 수많은 문헌, 모델, 시스템 등에 의해 시도되어 왔다. 최근에 있었던 대표적인 논문 중 하나는 Ron Alquist 등이 2011년에 발표한 논문³³⁾인데, 1973년 이후의 명목 국제유가에 대한 분석을 실시하였으며, 그 결과 가장 중요한 입력변수

는 (1) 미국 평균 소비자가격의 변화율, (2) 통화 총량(monetary aggregates), (3) 전세계의 비-석유 산업 필수품(commodity) 가격, 그리고 (4) 주요 commodity 수출자간 양자간 달러 교환율의 증가율, 이렇게 4가지인 것으로 드러났다.

반면, H. Miao 등은 2017년 논문³⁴⁾에서 (1) 전세계 철강 생산량 등 수요 측면 요인, (2) CRB rind 지수와 같은 Commodity 시장 측면 요인, (3) 달러 인덱스와 같은 금융 요인, 그리고 (4) 중동과 북아프리카의 테러리스트 공격과 같은 지정학적 위험요인이 국제유가에 가장 영향을 많이 미치는 요인이라고 분석하였다. 아래 도표는 이 중 대표적으로 수요 측면 요인과 지정학적 요인에 따른 예측 결과와 실제 국제유가를 각각 비교한 것인데, 수요 측면 요인은 실제값과 차이가 있지만 지정학적 요인에 따른 예측 모델은 상당히 근접하게 예측에 성공하였음을 보여주고 있다.



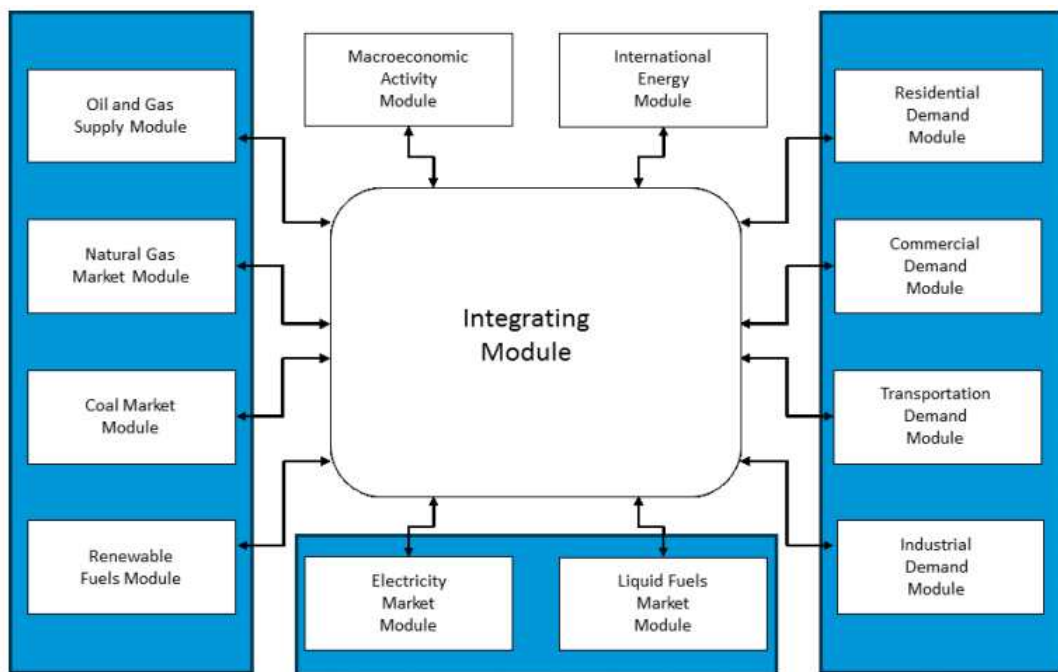
33) Ron Alquist et. al. "Forecasting the price of oil", Board of Governors of the Federal Reserve System international finance discussion papers, number 1022, July 2011. <https://www.federalreserve.gov/pubs/ifdp/2011/1022/ifdp1022.pdf>

34) H. Miao et. al. "Influential factors in crude oil price forecasting", Energy Economics v. 68 p. 77-88, July 2017.

https://mountainscholar.org/bitstream/handle/10217/206713/Wang_TY_EnEcon_2017.pdf?sequence=1

그 외에도 수많은 논문이 이 분야에서 발표되고 있는데, 대표적인 논문 몇 가지만 더 정리해 보도록 하겠다. 우선 Hamilton의 2009년 발표자료³⁵⁾에 따르면 뉴욕 등에 위치한 선물거래소에서의 선물 가격(future price)가 국제유가를 결정 짓는 핵심 요인이라고 주장하고 있다. Cartwright와 Riabko는 논문³⁶⁾을 통해 여러 입력변수가 국제유가에 영향을 미치고, 국제유가가 변수들에 다시 영향을 미치는 ‘순환 효과(circular effect)’에 대해 정리하고 있다.

국제유가에 대한 분석이나 예측은 비단 논문에만 국한되어 있지 않다. 오히려 최근에는 각종 분석 틀이나 시스템을 통한 정량적인 분석이 부각되고 있다. 가장 대표적인 것은 미국 에너지 정보청(Energy Information Administration; EIA)이 만들어 공개하고 있는 국립 에너지 모델링 시스템(National Energy Modeling System (NEMS))³⁷⁾이다. 동 시스템의 개념도는 아래와 같은데, ‘Oil and Gas Supply Module’, ‘Natural Gas Market Module’, ‘Residential Demand Module’, ‘Commercial Demand Module’, ‘Transportation Demand Module’, ‘Industrial Demand Module’ 등 다양한 모듈로 구성되어 있음을 확인할 수 있다.

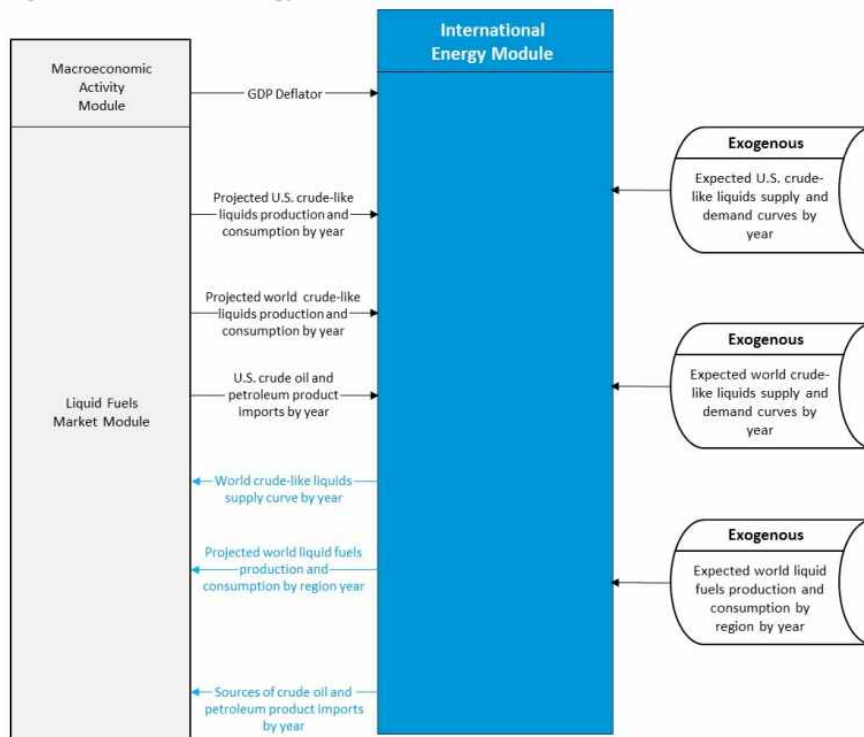


35) J. D. Hamilton. "Understanding Crude Oil Prices", The Energy Journal v. 30, April 2009. DOI: 10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol30-No2-9

36) P. A. Cartwright and N. Riabko. "Measuring the effect of oil prices on wheat futures prices", Research in International Business and Finance v. 33 p. 355-369, January 2015. DOI:10.1016/j.ribaf.2014.04.002

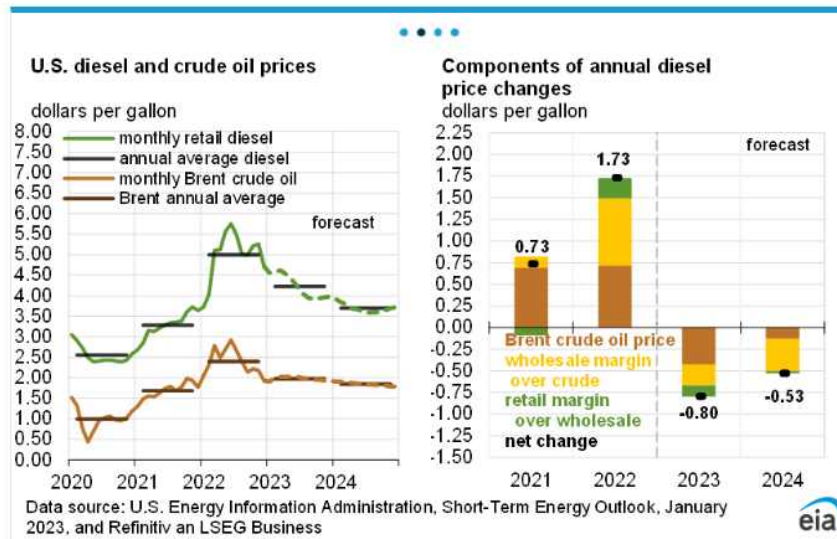
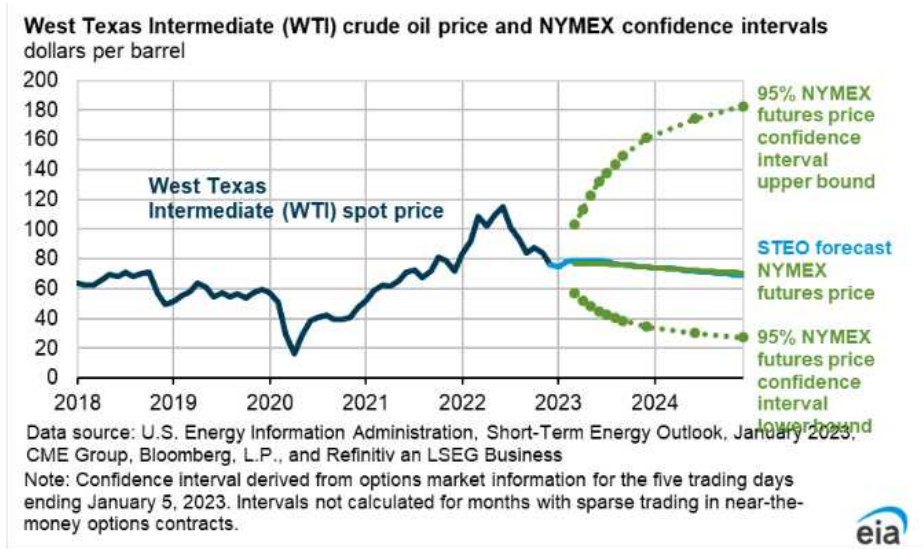
37) "The National Energy Modeling System (NEMS): An Overview 2018", U.S. Energy Information Administration, April 2019, [https://www.eia.gov/outlooks/archive/0581\(2018\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/archive/0581(2018).pdf)

이 NEMS 시스템은 에너지의 생산, 수입, 변환, 소비, 그리고 에너지 가격 등을 예측(project)할 수 있는 시스템인데, 거시경제 요인, 금융 요인, 세계 에너지 시장 요인, 자원의 가용성 및 가격 요인, 그리고 행동경제학적, 그리고 기술적 분석, 그리고 인구통계 등의 요인을 복합적으로 활용하고 있다고 밝히고 있다. 이 시스템에는 여러 모듈이 있는데, 그 중에서 국제유가를 예측하는데 사용되는 모듈은 바로 국제 에너지 모듈(International Energy Module (IEM))이다. 동 모듈의 세부 내용(세부 예측 모델, 코드 등)은 공개되어 있지 않지만 동 모듈이 사용하는 다양한 내외부 변수 등에 대한 개념도는 미국 에너지 정보청에 공개되어 있으며, 이는 아래와 같다.



국제유가에 대한 학계, 경제계, 그리고 금융계 등의 관심이 높다 보니 여러 저명한 기관들이 자체적인 모델에 따라 국제유가에 대한 예측값을 정기적 또는 비정기적으로 발표한다. 국제유가에 대한 예측에 대한 세부 방법론은 대부분 대외비로 관리되는 경우가 많다. 워낙 다양한 변수가 영향을 미치는 지표이므로 일부는 각 기관만의 고유 노하우가 첨가되고 있는 것으로 추정된다. 대표적인 기관은 S&P 글로벌 그룹의 일부인 IHS Markit의 CERA (Cambridge Energy Research Association), 골드만삭스, 피치, BP, JP 모건 등이다. 정부 기관 중에서 국제유가 예측치를 발표하는 대표적인 기구는 미국 에너지 정보청(EIA)인데, 단기 에너지 아웃룩(Short-Term Energy Outlook (STEO))이라는 정기 간행 문서를 통해 발표한다. 38)

아래 도표는 EIA에서 발표한 유가 전망치에 관한 도표들인데, 원유, 디젤, 천연가스 등 세부 종류별로 상세하게 향후 예측치를 발표하고 있음을 확인할 수 있다.



이상에서 살펴본 바와 같이 국제유가에 영향을 미치는 요인은 굉장히 다양하며, 여러 기관에서 다양한 모델과 방법론을 활용하여 국제유가에 대한 분석 및 예측을 시도하고 있다. 하지만, 여전히 국제유가는 그 높은 가격변동성과 예측의 어려움 때문에 악명이 높다. 제1, 제2차 석유과동과 같이 수십년 전의 대규모 급등락 사례를 들지 않더라도 최근에도 국제유가는 매우 심한 변동성을 보여주었

38) U.S. Energy Information Administration. "Short-Term Energy Outlook", October 2022. <https://www.eia.gov/outlooks/steo/report/prices.php>

다. 2020년 4월 20일에는 COVID-19로 인한 석유수요 급감 및 경기 침체 우려로 서부텍사스유(West Texas Intermediate (WTI)) 가격이 역사상 최저치인 배럴당 -37.63불까지 급락한 바 있다. 마이너스 유가라는 특수성은 뉴욕 선물시장에서 장 마감 전에 청산을 끝마쳐야한다는 선물시장의 특수성 때문이기는 하나, 중요한 사실은 그 당시에 국제유가가 거의 바닥까지 내려갔다는 점이다. (이는 전세계적으로 석유 수요의 반 가량을 수송용 수요가 차지하는데, 재택근무, 격리 등으로 수송용 석유 수요가 급감했기 때문이다.)

하지만 이로부터 2년이 채 지나지 않은 2022년 2월의 국제유가를 살펴보면 배럴당 105불을 상회하는 초고유가를 보여주고 있었다. 이는 그 직전 발발한 러시아-우크라이나 전쟁의 영향이 크다. 즉 국제유가는 전염병(COVID-19), 그리고 전쟁이라는 예측하기 극히 어려운 변수의 연이은 발발로 2년도 안 되는 동안 140불 이상 급등락했던 것으로, 국제유가 예측의 어려움을 보여주는 사례라 하겠다.

그럼에도 국제유가에 대한 분석 및 예측 시도는 매우 중요하다. 이는 국제유가를 정량적으로 정확히 예측하기 위함이라기 보다는 국제유가를 변동시키는 요인들에 대한 이해를 높여 우리 과제의 목표인 전통 에너지산업에 대한 이해도를 높이기 위함이다. 비록 앞서 소개되었던 전문적인 국제유가 분석 및 예측 모델과 시스템이 있지만, 국제유가를 직접 분석하고 예측을 시도하는 것은 위와 같은 전문적이고 문헌적인 분석과 다른 직접적이고 직관적인 시사점을 줄 수 있다고 생각한다.

이러한 목적을 위해 1차적으로 시도한 것은 지난 35년간 국제유가의 시계열상의 변동을 살펴보고 이 중 국제유가 급등락에 가장 크게 기여했던 주요 사건들을 살펴보는 것이었다. 그 결과, ① 서브프라임 모기지 사태로 촉발된 금융위기(2008년 전후, 수요요인), ② 셰일 혁명(2014년 전후, 공급요인), 그리고 ③ 코로나-19 및 우크라이나 전쟁(2020년 전후, 수요요인)이 지난 35년간 가장 큰 급등락을 초래했던 요인인 것으로 조사되었다. (그래프 출처 : 훈련자 본인 작성)



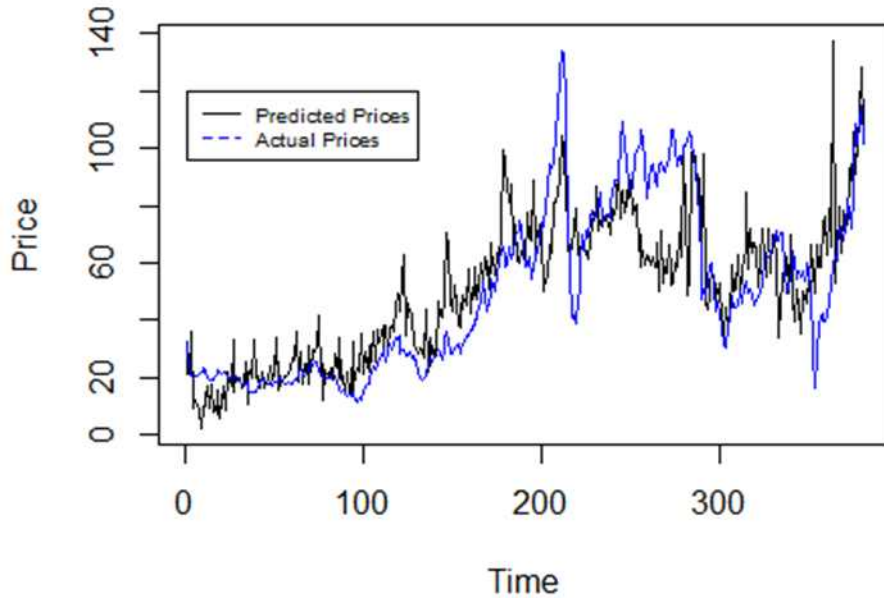
다음 스텝으로, 국제유가에 영향을 미치는 주요 변수들에 대해 아래와 같이 선형회귀(Linear regression) 분석을 실시하였다. 이는 국제유가에 가장 크게 영향을 미치는 변수들을 알아보기 위한 것으로, 자체 선형회귀 분석 결과 미국내 원유 생산량, 수출량, 수입량, 천연가스 가격, 그리고 상기 3대 사건들이 국제유가에 통계적으로 유의미한 영향을 미쳐 온 것으로 조사되었다. 이는 우리의 직관과 사전지식에 상당부분 일치하는 것으로, 국제유가의 불확실성과 변동성이 크지만 그래도 대체적으로는 큰 틀에서 그 변동 방향을 이해하고 예측할 수 있음을 의미한다.

조금 더 구체적으로 말하자면, (1) 석유는 거의 생활필수품에 준하는 필수 원자재이므로 그 수요보다는 ‘생산량’이 더 가격에 직접적인 영향을 미친다는 점과, (2) 석유는 국제적으로 가장 활발히 수출입되는 원자재이고, 생산국이 중동, 미국 등 특정지역으로 국한되어 있으므로 수출량과 수입량이 중요 변수로 작용한다는 점, 그리고 (3) 일시적이더라도 급격한 가격 급등락을 초래하는 3대 사건(앞서 살펴본 금융위기, 셰일혁명, COVID-19 및 우크라이나 전쟁)이 역시나 중요하게 작용을 했다는 점이다.

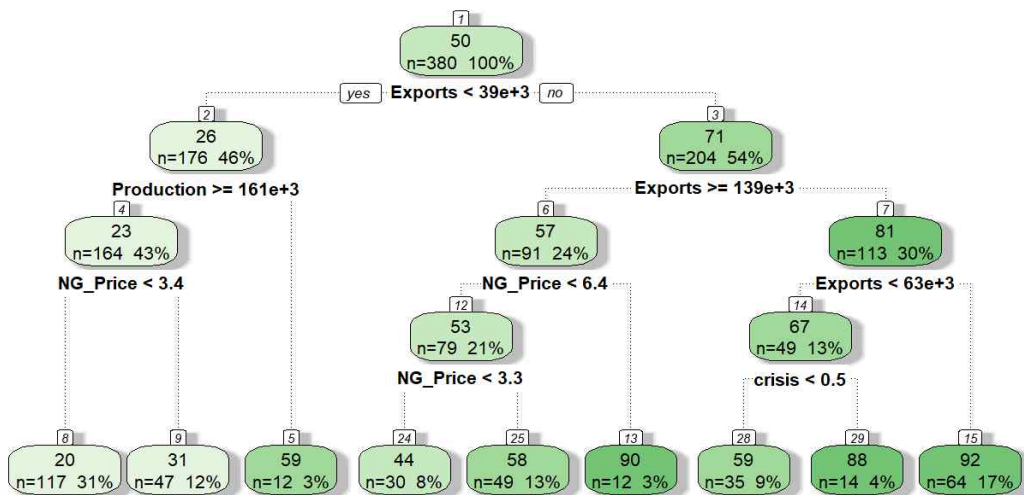
선형회귀에 사용했던 변수 및 회귀식의 개괄적인 내용은 아래 수식과 같다.

$$Price = \beta_0 + \beta_1 Production + \beta_2 Exports + \beta_3 Imports + \beta_4 Supply + \beta_5 NG_{price} + \beta_6 Crisis_d + \beta_7 Crisis_s$$

결과적으로, 이렇게 도출된 국제유가 예측모델을 이용한 예측결과와 실제 국제유가를 비교한 결과, 동 모델이 상당 부분 실제 국제유가에 근접한 것으로 밝혀졌다. (그래프 출처 : 훈련자 본인 작성)



나아가, 훈련기관의 ‘통계적 분석 및 학습법(Statistical Analysis and Learning)’ 수업을 통해 수학한 라쏘 회귀분석(Lasso regression), 트리 분석법(Tree-based methods) 등 복잡한 통계 방법론으로도 국제유가에 대한 추가적인 분석 및 모델링을 실시하였다. 예를 들면, 트리 분석법을 통해 찾아낸 ‘Decision tree’ 는 아래와 같다. (그림 출처 : 훈련자 본인 작성)



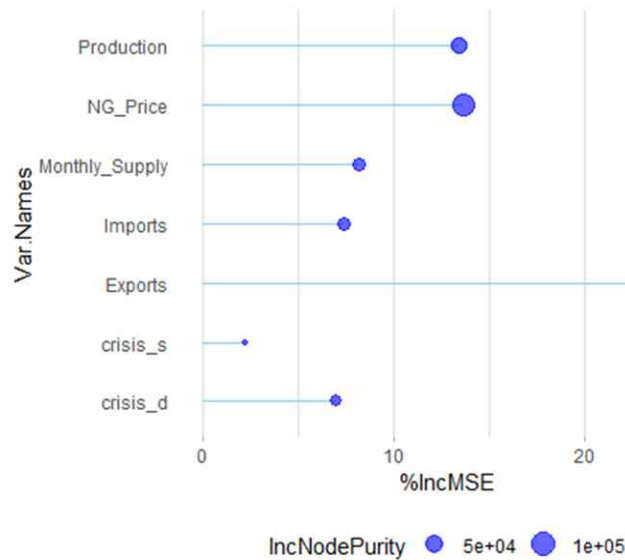
(1) 기본적인 선형회귀 분석과 (2) 공급 측면의 위기를 반영한 2차 선형회귀 분석, (3) 수요 측면 위기를 반영한 2차 선형회귀 분석, (4) 라쏘 회귀분석, 그리고 (5) 트리 분석법을 실시하였으며, 그 결과는 아래 표에서 요약한 바와 같다. (표 출처 : 훈련자 본인 작성)

Method	Test RMSE	R ²
Preliminary linear regression	\$18.79	0.6535
Secondary linear regression (Supply-side crisis interaction terms)	\$19.26	0.6603
Secondary linear regression (Demand-side crisis interaction terms)	\$18.00	0.7157
Lasso regression	\$18.51	0.6326
Random forest	\$5.91	0.9745

기술적인 설명을 차치하고 가장 핵심적인 시사점을 요약해 설명하자면, 국제유가를 예측하고 모델링하는 여러 통계학상의 방법론 및 예측모델들 중에서 Tree-based method의 일종인 Random forest 방식이 가장 우수한 것으로 밝혀졌다. (상기 표에서 Test RMSE는 일종의 예측치 오류수치인데 이 값이 작을수록 성능이 우수함을 의미한다. R² 값은 사용한 모델이 관측값을 얼마나 설명해 줄 수 있는지를 나타내는 것인데, 물론 실제 적용에 있어 여러 제한사항은 있으나 대략적으로 예측 모델의 우수성을 나타내는 지표이며, 1에 가까울수록 우수한 것이다.)

Random forest 방식의 가장 큰 특징점 중 하나는 변수들간 상관 정도 (correlation)를 줄여 예측 성능을 높이는 것이다. 일반적인 회귀분석(Linear Regression)에서 입력 변수(independent variable)들이 서로 독립적이지 못 하고 서로 간에 영향을 미치도록 얽혀 있으면 예측의 정확도가 떨어지게 되는데, Random Forest 방식은 이를 줄여준다는 뜻이다. 바꿔말하면, 유가 예측모델 중 Random forest 방식이 가장 우수했다는 것은 입력 변수들이 서로 강하게 얽혀 있었다는 뜻이다. 이는 우리의 기초지식 및 직관과 일치하는 것으로, 앞서 설명한 바와 같이 국제유가에 영향을 미치는 입력변수들과 국제유가 그 자체가 서로 간에 밀접하게 영향을 주고 받는 관계임을 다시 한 번 확인해 주는 결과이다.

나아가, Random Forest 방식의 추가적인 장점 중 하나는 여러 입력변수 각각의 ‘기여도(또는 중요도)’를 수치적으로 살펴볼 수 있다는 점인데, 그 결과는 아래와 같았다. 여러 입력변수 중 수출이 국제유가와와의 상관관계(기여도 또는 중요도)가 가장 높은 것으로 나타났으며, 이는 향후 국제유가를 살펴볼 때 중요하게 작용할 수 있는 점이라고 생각된다. (그림 출처 : 훈련자 본인 작성)

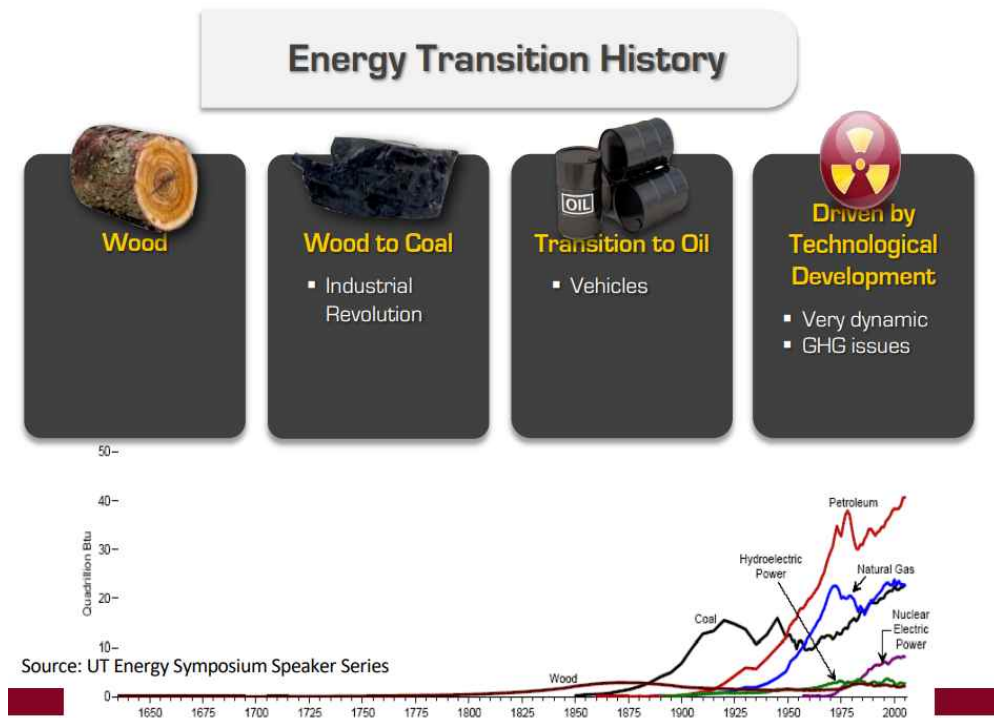


동 연구 결과 국제유가에 영향을 미치는 변수들간의 관계, 가장 중요한 변수들, 시계열상의 변화 양상 등에 대해 파악할 수 있었으며, 향후 국제유가 예측시 입력 변수들 간의 상관관계에 더욱 주목해야 한다는 것을 다시 확인할 수 있었다.

5-3. 에너지 전환과 전통 에너지 산업에 대한 고찰

동 장에서는 에너지 전환과 전통 에너지 산업에 대해 살펴보고자 한다. 에너지 전환은 전통 에너지 산업을 축소하는 방향으로 작용하기 때문에, 이러한 흐름에 대해 살펴보는 것을 통해 전통 에너지산업에 대한 혁신방안을 도출해 낼 수 있을 것이다.

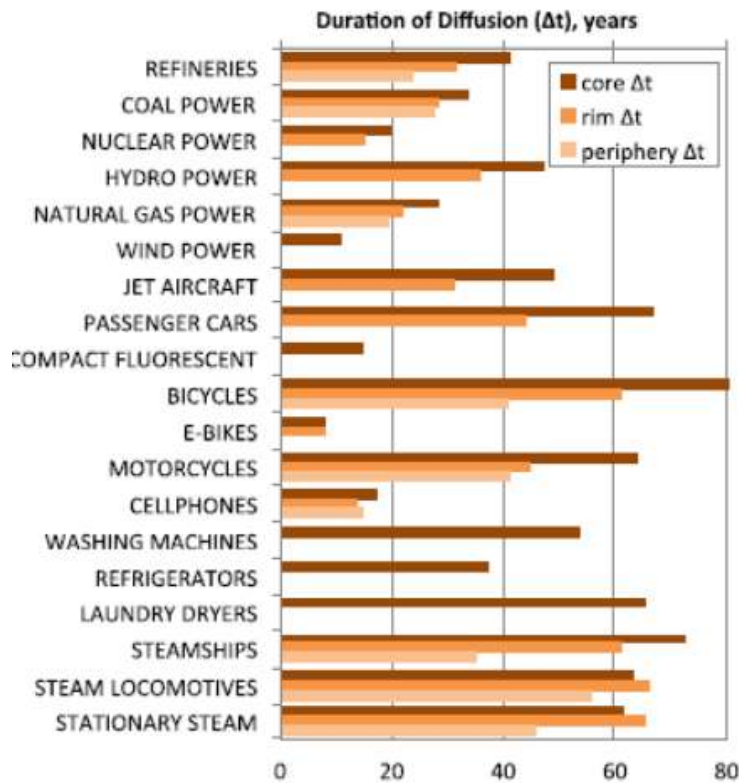
에너지 전환은 지난 수년간 에너지 업계 및 정부의 주요 화두였는데, 주요 골자는 온실가스를 배출하고 지속가능하지 않은 ‘화석연료’를 벗어나, 더욱 친환경적이고 지속가능한 에너지원으로 전환하는 것이다. 하지만, 에너지 전환 자체는 금번이 처음은 아니고, 역사를 통해 지속적으로 이루어져 왔다. 나무에서 석탄, 석탄에서 석유 등으로 전환되어온 것이 그 사례이다. (그림 출처 : 강의자료)



에너지 전환의 학술적인 개념은 주요 아래와 같은 몇 가지로 정리해 볼 수 있다. 첫 번째는 공급되는 연료의 전환이다. 동 개념은 Hirsh, Jones 교수 등에 의해 초창기에 주창된 개념이다. 두 번째는 연료를 이용하는 기술의 변환으로 바라보는 것이다. 예를 들면 자동차 연료와 같이 어떤 연료가 최종 기술에 주로 사용되는지를 보는 것인데, Miller, O' Connor 교수 등이 주창한 개념이다. 세

번째는 경제 또는 규제 측면에서의 변환을 주요하게 바라보는 개념인데, Fouquet과 Pearson 교수에 의해 정리된 바 있다. 네 번째는 새로 도입된 주요 에너지원이 사회에서 유의미한 비율을 차지할 정도로 확산되는 양상으로 바라보는 것으로 Smil 교수가 주창한 바 있다.

에너지 전환은 일부가 오해하는 것처럼 매우 급격하게 일어나는 것은 아니다. 2012년에 에너지 정책 부문에서 저명한 Vaclav Smil 교수는 본질적으로 에너지 전환은 과거에도 그렇고 앞으로 지나간 과정이며, 특히 국민소득과 에너지 소비가 많고 기존 대규모/고가 인프라 망에 대한 급격한 변화가 어려운 선진국일수록 더욱 그러하다고 밝힌 바 있다.³⁹⁾ 역사적으로 봤을 때도 기술이 도입되는 것과 사회 전반에 널리 활용되는 것은 별개의 문제로서, 아래 도표에서 드러난 바와 같이 기술의 도입 및 확산은 생각보다 긴 시간이 필요한 과제이다.



일반적으로, 단순히 신기술을 도입하는 것은 생각보다 쉬운 문제이다. 도입된 신기술을 사회 전반에 안정적으로 확산시키기 위해서는 단순한 기술 도입 이상의 것이 추가적으로 필요한데, (1) 기술적 측면에서는 기존 기술과의 호환성 문

39) "Energy transitions have been, and will continue to be, inherently prolonged affairs, particularly so in large nations whose high levels of per capita energy use and whose massive and expensive infrastructures make it impossible to greatly accelerate their progress even if we were to resort to some highly effective interventions"

제 및 표준 문제 해결, (2) 조직 측면에서는 작업 루틴, 교육 및 훈련, 조직 재구성, 고객-기업 연결 재구성 등이, (3) 산업 측면에서는 산업 표준 조건, 기술간 관계 재정립, (4) 사회적으로는 신규 도입된 기술에 맞춘 기존 시스템의 신규 사회화 및 적용, 그리고 (5) 정부 기구 측면에서는 정부의 정책 수정 및 법적 프레임워크 재조정 등이 필요하다.

바뀌 말하자면, 에너지 전환은 신규 기술이 도입되면 자동적으로 이루어지는 것이 절대 아니며, 에너지 전환을 가속화하기 위해서는 위와 같은 제약 사항들을 고려하면서 이를 가속화할 수 있도록 외부의 도움 또는 충격(변화)이 필요하다고 하겠다. 이러한 외부 요인의 예로는 (1) 기술적 측면에서 기존 기술과 사회의 위기, (2) 기존 기술에 대한 규제, (3) 기술적인 대혁신(breakthrough), (4) 소비자 또는 사회 차원의 선호 변화, (5) 틈새 시장, 그리고 (6) 과학적인 신규 연구 결과 등이 있다.

이상으로 기초적이고 학술적인 측면에서 에너지 전환에 대해 살펴보았는데, 가장 큰 시사점은 (1) 에너지 전환과 같은 신규 기술의 확산은 역사적으로도, 그리고 본질적으로도 단기간에 자생적으로 이루어지는 것이 아니며, (2) 이를 위해서는 단순한 기술의 도입을 넘어서 사회제도와 조직, 정부 정책 등의 종합적인 변화가 필요하며, (3) 이를 더욱 가속화하기 위해서는 기술혁신, 규제, 연구 등의 외부적 도움 또는 충격(변화)이 수반되어야 한다는 점이다.

이상의 시사점을 전통 에너지산업에 접목해 생각해 보면, 탈화석연료 흐름 속에서 전통 에너지산업이 나아갈 방향에 대한 시사점을 생각해 볼 수 있는데 이에 대한 구체적인 내용은 다른 파트에 대한 연구와 함께 후술하도록 하겠다.

5-4. 복원력(Resilience) 측면에서 본 전통 에너지 산업

다음으로 살펴볼 주제는 ‘복원력(Resilience)’ 측면에서 살펴본 전통 에너지 산업이다. 복원력은 아래에서 조금 더 자세히 설명할 개념인데, (1) 동 개념의 측면에서 미국 에너지 산업이 어떠한 노력을 경주하고 있는지 살펴볼 것이며, (2) 이러한 문맥 하에서 전통 에너지 산업은 어떠한 특성과 장단점을 갖고 있는지 등에 대해 살펴볼 것이다.

우선 복원력의 개념에 대해 알아보자. 복원력에 대해 이야기하기 위해서는 신뢰도를 먼저 알아야 한다. 에너지 인프라의 안정성과 신뢰도를 이야기할 때 전통적으로 오랫동안 이야기되던 개념 및 지표는 신뢰도(Reliability)이다. 주로 전력 쪽에서 주로 논의되던 개념인데, 에너지 공급이 얼마나 자주, 얼마나 오랫동안, 어느 정도 범위까지 중단되는지를 통해 그 에너지 공급망의 안정성을 논하는 개념이다. 신뢰도(Reliability)를 보여주는 지표로는 SAIDI⁴⁰⁾, SAIFI⁴¹⁾, CAIDI⁴²⁾ 등이 있는데, 각각 (1) 시스템 측면에서 에너지 공급이 얼마나 오랫동안 중단되는지, (2) 시스템 측면에서 에너지 공급이 얼마나 자주 중단되는지, 그리고 (3) 소비자 단에서 에너지 공급이 얼마나 오래 중단되는지를 나타내는 지표이다.

하지만, 위와 같이 오랫동안 널리 사용되어온 신뢰도라는 지표만으로는 충분하지 않다는 목소리가 학계와 업계를 중심으로 몇 년 전부터 대두되어 왔다. 신뢰도는 ‘일상적인 상황’에서 에너지 안정성을 나타내는데 주안점을 둔 것이어서 ‘자주 일어나는 작은 문제점’, 예를 들면 우리 주변에서 흔히 발생할 수 있는 정전 등을 설명하는데에는 좋지만 대규모 재난 사항 등을 설명하기에는 한계가 있기 때문이다. 이를 보완하기 위해 도입된 개념이 복원력으로서, 자주 발생하지는 않지만 한 번 발생하면 엄청난 충격을 가져오는 대규모 위기상황 발생 시에 에너지 공급망이 제대로 대응하고 최대한 빠르게 복원할 수 있는지에 대한 개념이다.

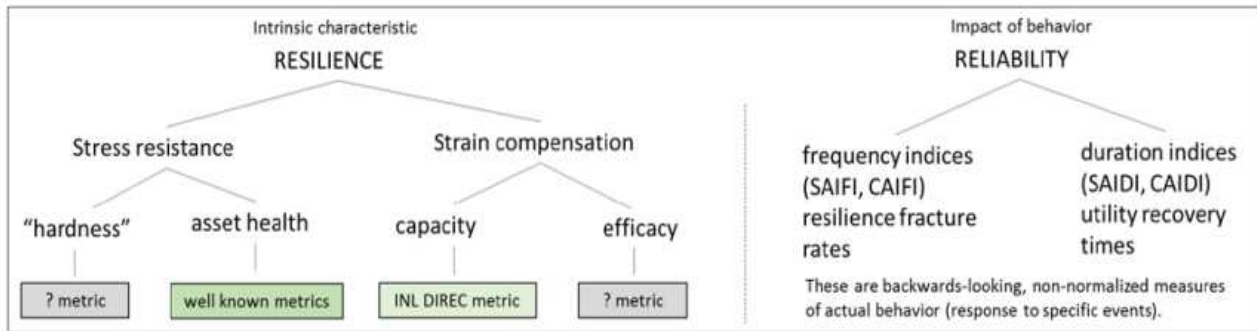
복원력과 신뢰도 간의 관계 및 주요 특성은 아래 도표를 통해 정리하였다. 43)

40) SAIDI = System Average Interruption Duration Index

41) SAIFI = System Average Interruption Frequency Index

42) CAIDI = Customer Average Interruption Duration Index

43) 출처 : Pacific Northwest National Laboratory, "Electric Grid Resilience and Reliability for Grid Architecture"



복원력이 미국에서 부각되고 있는데에는 대규모 위기상황이 늘어나고 있다는 문제의식이 깔려 있다. 복원력이 문제가 되는 위기상황으로는 (1) 남부 주들을 위협하는 허리케인, (2) 해안에 위치한 주들을 위협하는 해수면 상승, (3) 캘리포니아를 중심으로 한 대형 산불, (4) 겨울 폭풍(Winter storm) 및 이로 인한 대규모 정전, 그리고 (5) 해킹 등 사이버 공격으로 인한 에너지망 교란, (6) 전쟁이나 테러 등의 심각한 위기상황을 들 수 있겠다.

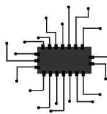
따라서 에너지 복원력을 구성하는 중요한 요소로는 (1) 에너지망이 얼마나 튼튼한지, (2) 장애 발생을 대비해 여분의 리소스(redundancy)가 있는지, (3) 위기를 대비해 충족한 자원이 준비되어 있는지 (Resourcefulness), (4) 재난으로부터의 회복이 얼마나 신속하게 이루어지는지 (Rapidly), (5) 그리고 에너지망 및 그 복원이 구성원들에게 공평하게 작용하는지 (Equity) 등이 중요하게 거론되고 있다.

GRID RESILIENCE

The ability to mitigate and recover from large-scale disruption to the electric grid

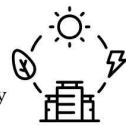
Robustness

risk & vulnerability assessment
climate change adaptation
critical infrastructure
sustainability
cybersecurity



Redundancy

clean energy
diversified energy supply



Resourcefulness

emergency preparedness
smart grid/AMI
microgrids
energy storage



Rapidity

disaster recovery



Equity

community resilience
energy justice
affordability



이와 같은 문맥 하에서 전통 에너지산업의 중요성을 드러내는 새로운 시각을 재확인할 수 있다. 전통 에너지산업의 경제성, 매장량 한계로 인한 채굴 시점 문제 등에서는 앞선 장에서 살펴보았는데, 에너지 정책을 바라볼 때 공급망의 복원력, 신뢰도, 즉 에너지의 안정성과 안보 관련 측면도 함께 점점 더 중요하게 고려해야 한다는 점이다.

다시 말하면, 현재 미국 에너지 산업에서는 대규모 재난상황, 전쟁, 해킹 등으로 인한 심각한 에너지망 위기에 대응하는 ‘복원력’ 개념이 더욱 각광받고 있고, 이를 위해서는 에너지망이 얼마나 튼튼하고 여분의 리소스를 보유하고 있으며, 얼마나 빠르게 회복되는지, 그리고 구성원에게 얼마나 공평한지 등이 중요하게 논의되고 있으며, 이러한 측면에서 전통 에너지 산업은 단순히 ‘경제성’ 또는 ‘환경 오염 이슈’를 넘어서는 중요성을 인정받을 수 있다는 점이다. 이에 대해서는 후술하는 정책 제언 및 결론 파트에서 다시 한 번 재정리하도록 하겠다.

5-5. 전통 에너지 산업과 기후 변화의 관계

5장에서 마지막으로 살펴볼 주제는 기후 변화(climate change)와 전통 에너지 산업간의 관계 및 기후 변화가 미치는 영향이다.

기후 변화는 비단 전통 에너지산업 뿐 아니라 산업계, 나아가 우리 사회를 관통하는 중요한 화두 중 하나이다. 기후 변화가 특히 중요한 이유는, 전통 에너지 산업에서 다량으로 배출되는 탄소 및 유독 물질 등이 기후 변화의 주요한 범인으로 손꼽히고 있고, 그 결과 기후 변화에 대한 사회적, 산업적 측면에서의 요구가 커질수록 전통 에너지 산업의 입지는 갈수록 좁아질 것이 확실하기 때문이다.

전통 에너지의 미래를 불확실하게 하는 요인이 여러 가지가 있지만, 그 중에서도 기후 변화에 대한 이슈는 특히 대응하기 어려운 측면이 있다. 앞선 절에서 살펴보았듯이 전통 에너지의 제한된 매장량 및 경제성에 대한 이슈는 지속적인 채굴 기술의 발전 등의 요인으로 충분히 대응이 가능한 측면이 있다.

하지만 기후 변화에 미치는 전통 에너지 산업의 악영향은 이러한 재해석 자체가 어렵다는 한계가 있다. 바꿔 이야기하자면, 전통 에너지 산업이 미래에도 에너지의 안정적인 수요/공급을 책임지는 핵심 산업/사회 인프라로 생존하기 위해서는 기후 변화에 대한 담론을 지속적으로 모니터링하면서, 기후 변화에 따른 사회적 요구에 적극 대응하는 것이 반드시 필요하다 하겠다.

이러한 관점에서 기후 변화에 대한 최근 미국에서의 몇 가지 담론을 소개하고 이들이 갖는 의미와 시사점, 그리고 전통 에너지산업과의 관계 등에 대해 추가로 설명하도록 하겠다.

첫 번째로, 기후 변화에 대한 기초적인 용어 정리부터 시작하겠다. 기존에는 온실효과(greenhouse effect)라는 용어를 많이 사용하였으나, 사실 온실효과는 지구 대기에 의해 지구의 온도가 올라가는 일반적인 과학현상을 설명하는 용어이므로 최근의 변화 흐름을 대변하기에는 적절하지 않다는 한계가 있다. 그래서 온실효과라는 용어를 대체하여 지구 온난화(global warming)라는 용어가 쓰이기 시작했다. 이 용어는 온실효과라는 과학용어보다는 지구의 온도 변화 추세를 보

여준다는 측면에서는 더 정확한 용어라고는 볼 수 있으나, 역시 한계를 갖고 있다. 왜냐하면 최근의 기후 변화는 단지 일방향의 온난화(warming)이라고만 볼 수는 없고, 어느 지역은 한파가 심해지고, 어느 지역은 가뭄이, 어느 지역은 홍수가 심해지는 등 기존과 기후 패턴 자체가 바뀌는 모습을 보이고 있기 때문이다. 따라서 미국 현지에서는 ‘기후 변화(climate change)’ 라는 용어가 가장 널리 사용되고 있다.

다음으로 기후 변화를 바라보는 윤리적(ethics) 측면에서의 관점 및 흐름을 소개하고자 한다. 기후 변화에 대한 대응을 ‘Duty of respect to nature’, 즉 자연에 대한 존중 의무라는 윤리적인 시각에서 보자는 움직임이 있으며, ‘Duty of respect to the future generation’, 즉 다음 세대에 대한 의무라는 시각으로 보는 움직임도 있었는데, 기후 변화가 더욱 급박하게 진행됨에 따라 후자, 즉 ‘다음 세대에 대한 의무’ 보다는 전자, 즉 ‘자연에 대한 존중 의무’로 보는 시각이 강해지고 있다. 왜냐하면 다음 세대의 문제가 아니라 이미 현재 세대의 문제로 다가오고 있기 때문이다.

다음, 미국 내 기후 변화 관련하여 최근에 중요하게 대두되고 있는 담론 중 하나는 기후 변화가 인류 건강에 미치는 악영향을 정량화하고 통계적으로 분석하여 대중에게 공개하고자 하는 흐름이다. 이는 상당히 중요한 의미를 갖는데, 왜냐하면 기존의 기후 변화가 ‘국가 대 국가의 약속(commitment)’ 또는 지구의 미래를 위한 선제적인 ‘비용 투자’와 같이 추상적/윤리적/도의적 측면에 조금 더 초점을 맞췄다면, 이제는 기후 변화가 개개인의 건강에 직접적으로 영향을 미치는 ‘나 자신의 문제’로 환원되고 있기 때문이다.

기후 변화가 건강에 미치는 악영향은 여러 가지 측면으로 정리해 볼 수 있다. 첫 번째는 고열로 인해 직접적인 질병이 생기는 것이다. (Heat-aggravated illnesses). 다음으로, 기후 변화는 호흡계 질환도 증가시키는 것으로 조사되고 있는데, 이는 (1) 공기의 질이 안 좋아지는 측면, 그리고 (2) 기온 상승으로 지표면의 오존 농도가 높아지는 측면 등으로 설명이 가능하다.

다음으로는 곤충과 진드기 등이 옮기는 질병의 증가를 들 수 있다. 말라리아를 비롯해 더운 지방에서 발생하는 질병이 지구 온난화 및 기후 변화를 통해 더욱 증가되어 인류 건강을 위협할 수 있다.

네 번째로는 안전한 음식과 물에 대한 접근이 어려워진다는 점이다. 기온 상승으로 병충해가 늘어나고 식수 부족 및 식수의 품질 저하가 전망되고 있으며, 대기 중 탄소 농도 증가가 밀과 쌀과 같은 핵심 곡물의 영양성분 함량을 줄인다는 연구 결과도 발표되고 있다.

마지막 다섯 번째로는 강력한 허리케인, 대규모 산불 및 가뭄과 같이 대규모 기상이변이 더욱 빈번해지고 위력이 더욱 강력해진다는 점을 들 수 있다.

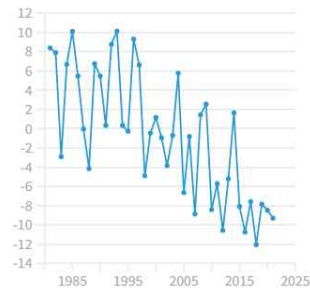
이상 설명한 바와 같은 기후 변화가 인류 건강에 미치는 악영향은 Lancet Countdown이라는 글로벌 기관에 의해 정리되어 해당 기관 홈페이지를 통해 업데이트/공개되고 있다.⁴⁴⁾ 아래 예시는 기후 변화가 밀, 쌀과 같은 곡물의 성장에 미치는 영향을 시계열로 조사, 분석해 만든 도표인데, 기후 변화가 미치는 영향을 선명하게 드러내고 있다.

Change in the Crop Growth Duration

Absolute change in days of crop growth duration compared to a 1981-2010 baseline, globally and by WHO region

Global

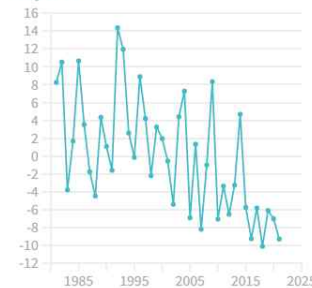
Maize



Rice



Soybean



Spring wheat



Winter wheat



Please reference the 2022 Report of the Lancet Countdown if using this data •
For a full description of the indicator, see the 2022 report of the Lancet Countdown at [lancetcountdown.org](https://www.lancetcountdown.org/)



44) <https://www.lancetcountdown.org/>

다음으로 살펴볼 주제는 기후 변화와 에너지 산업간의 관계 및 주목해야 할 몇 가지 이슈들이다.

화석연료의 사용과 관련하여 중요한 지표(목표) 중 하나는 화석연료 사용을 ‘얼마나’ 줄여야 하는가에 대한 것인데, 파리 협약에서 정한 ‘1.5도 이내로 온도 상승을 제한’ 하자는 목표의 달성을 위해서는 2050년까지 석유와 메탄가스의 60%, 석탄의 90%를 제한해야 한다는 연구 결과가 있다.

또 다른 문제는, 우리나라 뿐 아니라 미국도 ‘천연가스’를 탈화석연료를 위한 일종의 징검다리 자원으로 보고 있는데 이것도 문제가 되고 있다. 천연가스도 화석연료의 일종이므로 탄소를 배출하지만, 배출량이 석유나 석탄 보다는 훨씬 적어 ‘상대적으로’ 친환경적인 연료로 인식되어 왔고, 그래서 전격적인 탈화석연료가 부담스러운 상황에서 일종의 ‘대안’ 또는 ‘징검다리’로서 천연가스가 각광을 받아온 상황이었다. 하지만 미국 내 일부 연구에 따르면 이와 같이 천연가스를 ‘징검다리’ 자원으로 사용할 경우 앞서 잡았던 ‘1.5도’ 목표 달성은 불가능하다고 한다.

따라서 화석연료와 기후 변화 대응 간의 동행은 생각보다 쉽지 않은 상황이므로, 탄소 저감 기술 또는 탄소 포집 및 활용 기술은 화석연료 및 전통 에너지산업이 기후 변화 흐름 속에서 생존하기 위한 핵심 기술이라고 하겠다.

아래는 기후 변화에 대응하기 위한 조치들을 체계화한 프레임워크를 정리한 이미지⁴⁵⁾이다. 기후 변화 대응 수단들이 (1) 자연과의 조화를 높이는 방향(Balance the impact equation and increase Nature’s supply), (2) 경제적인 성공을 측정하는 방식을 바꾸는 방향(Change our measures of economic success), 그리고 (3) 현재의 기관과 시스템을 기후변화 대응형으로 바꾸는 방향(Transform our institution and system)이라는 3대 축 하에서 잘 정리되어 있다.

본 훈련 보고서의 주제인 전통 에너지산업과 관련해서는 자연에서 에너지를 추출하는 효율성을 높이고 폐기물을 최소화하는 방향으로 기술이 되어 있고 이를 위해 신재생에너지 등 지속 가능하고 탄소 배출이 적은 에너지원으로서의 에너지 전환을 촉구하자고 되어 있는바, 역시나 전통 에너지산업과 기후 변화 간의 동

45) The Economics of Biodiversity_The Dasgupta Review

행이 쉽지 않고 전통 에너지산업의 전향적이고 적극적인 대응이 필요함을 재확인시켜주는 자료라 하겠다.



6. 결론 및 정책 제언

6-1. 전통 에너지 산업의 대응 전략 및 시사점

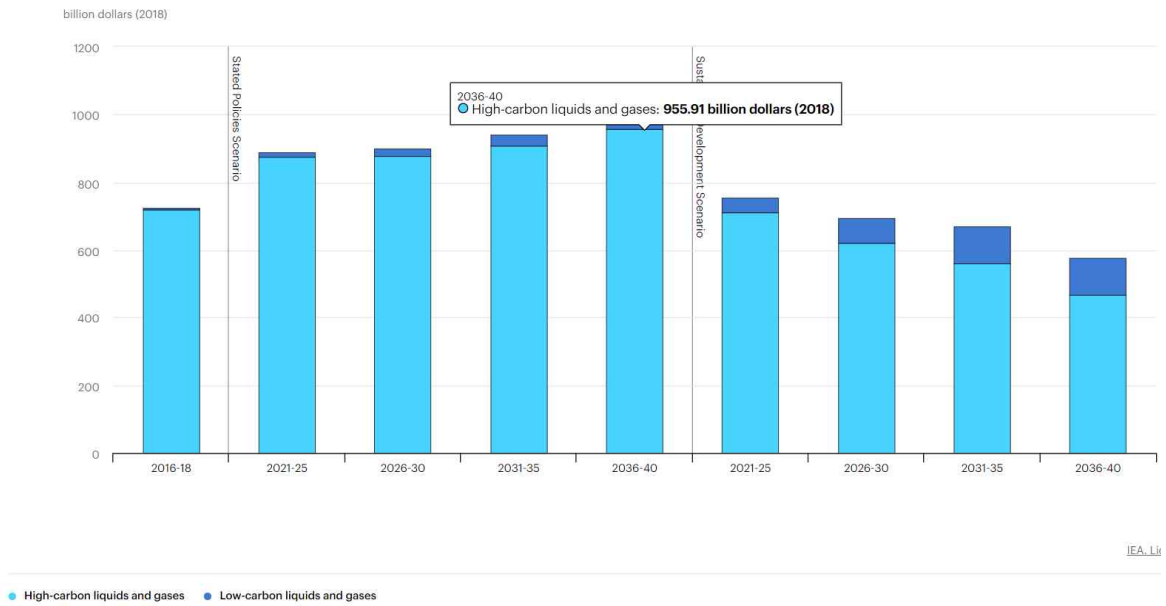
마지막 장에서는 미국 등 외국 전통 에너지 기업들의 ‘탈탄소화’ 및 ‘기후 변화’ 대응 전략 및 자체 혁신 노력을 정리해 보고, 이러한 전략과 노력이 우리 기업과 관련 산업에 주는 시사점을 살펴보도록 하겠다.

전통 에너지 산업 및 기업들은 탄소 배출 저감 등과 같은 대내외 변화 요구에 직면하고 있다. 이는 비단 탄소 배출에만 국한된 것은 아니고, 경쟁하고 있는 풍력, 태양력 등의 신규 에너지원과의 경제성 경쟁, 그리고 에너지 산업의 핵심적인 요구사항 중 하나인 에너지 안보 및 에너지 안정성 측면에서의 경쟁까지도 포함하는 것이다. 요약, 정리하자면 전통 에너지 산업에 요구되는 사회적 흐름은 (1) 경제, 산업 경쟁력 측면에서 우수하면서, (2) 안보 및 안정성 측면에서 신뢰를 줄 수 있고, (3) 탄소 배출 저감과 같은 시대적 흐름에도 부합해야 한다는 것이다.

전통 에너지 산업에서 취할 수 있는 가장 첫 번째이자 손쉬운, 그러면서도 아주 중요한 조치 중 하나는 탄소 배출량을 저감시키는 것이다. 현재 전 세계적으로 약 15% 가량의 탄소는 석유, 가스 등 전통 에너지산업 또는 관련 소비에서 발생하는 것으로 알려져 있는데, 이를 저감시키는 것은 전통 에너지 산업 및 기업의 생존을 위한 핵심적인 첫 스텝이 될 것이다. 이를 위해서는 공장에서 발생하는 탄소 포집, 신재생 또는 탄소발생이 적은 전기 또는 LNG를 산업 곳곳에 활용하기 등의 기본적인 조치가 고려될 수 있다.

또다른 중요한 조치는 소위 ‘저탄소 연료(low-carbon fuel)’의 비중을 높이는 것이다. 이는 탄소배출이 적은 수소(low-carbon hydrogen) 생산/활용에 대한 투자 확대, 바이오메탄올을 비롯한 다양한 고부가 바이오연료에 대한 개발 및 비중 확대 등을 통해 달성 될 수 있다. IEA는 보고서를 통해 기존 전통 에너지 산업/기업은 산업 자체의 가치사슬을 위와 같은 저탄소 연료로 변환해야 하며, 10년 이내에 이에 대한 비중을 15%까지 높이는 것이 바람직하다고 권고하고 있다. 참고로 현재(2018년 통계)는 그 비중이 1%에도 미치지 못하고 있다.

Capital investment in liquids and gases by scenario, 2019-2040



이와 함께, 기존 사업 영역 중에서 특히나 환경 오염 물질 배출이 심하고 탄소 배출량이 많은 분야(carbon-intensive)에 대해서는 단계적인 사업 영역 조정(축소)이 동시에 추진되어야 한다.

전통 에너지 산업 및 기업은 축적된 자본력과 기구축된 방대한 인프라, 기술력, 프로젝트 관리 능력, 그리고 대규모 엔지니어링 능력(large scale engineering) 등을 활용하여 에너지전환을 선도하는 청정에너지 기술(clean energy technologies) 분야에서 중요한 역할을 수행할 수 있으며, 특히 이들 기술이 단순 기술단계를 넘어서 사회 전반에 널리 확산, 활용되는 성숙단계에 도달하기 위해서는 전통 에너지 산업 및 기업이 핵심적인 역할을 하여야 한다.

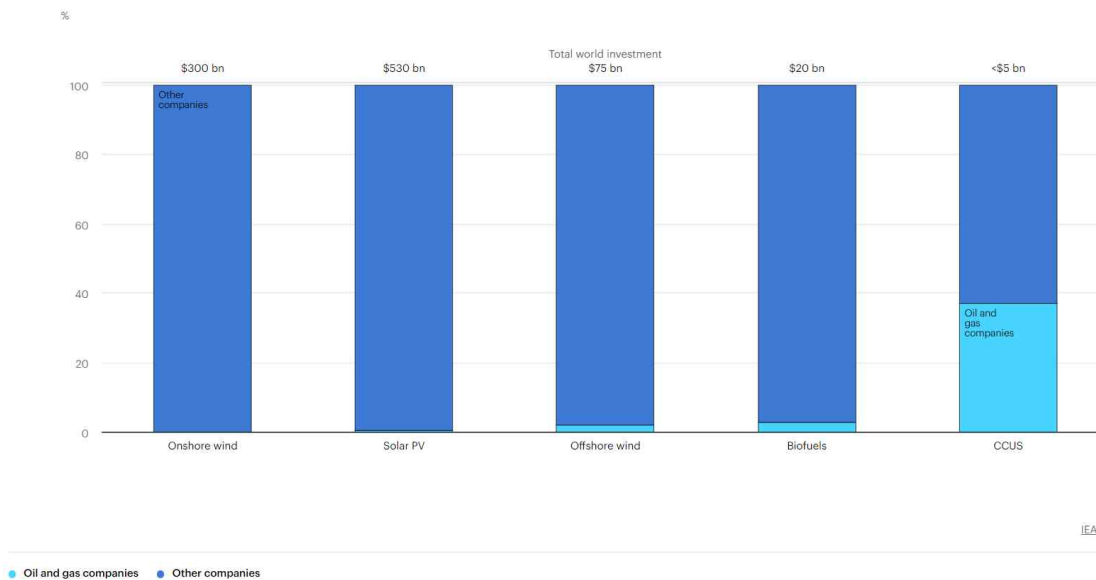
현재 탄소포집 및 활용 기술(CCUS)을 통해 대규모 설비에서 포집되는 탄소의 3/4 가량은 석유, 가스 관련 분야에서 포집되는 것이고, 석유, 가스 기업은 CCUS 프로젝트에 투자되는 비용의 1/3 이상을 투자하고 있는 핵심 투자자이다. 만약 이들 전통 에너지 기업이 정부 또는 관련 이해자와의 협의를 통해 지속가능하고 경제성있는 비즈니스 모델을 발굴할 수 있다면 CCUS 기술의 보급 속도는 더욱 탄력을 받을 것으로 예상되고 있다.

CCUS 외에 저탄소 수소, 바이오 연료, 해양 풍력 등의 기술도 전통 에너지 기업의 참여를 통해 보급 속도를 높일 수 있다. 앞서 설명한 전통 에너지 기업의

강점(자본력, 인프라, 기술력 등)은 에너지 산업에 처음 진입한 신규 기술의 보급, 확산을 위해 핵심적인 요소들이기 때문이다.

관련하여, IEA에서 조사한 아래 자료를 살펴보면, 2015~2018년 동안 저탄소 기술 분야별로 전통 에너지 기업의 투자 비중이 조사되어 있는데, 전통 에너지 기업들은 탄소포집 및 활용(CCUS) 분야에서 가장 두드러지게 투자를 선도하고 있으며, 바이오연료 및 해양 풍력 분야에도 상당히 투자하고 있음을 알 수 있다.

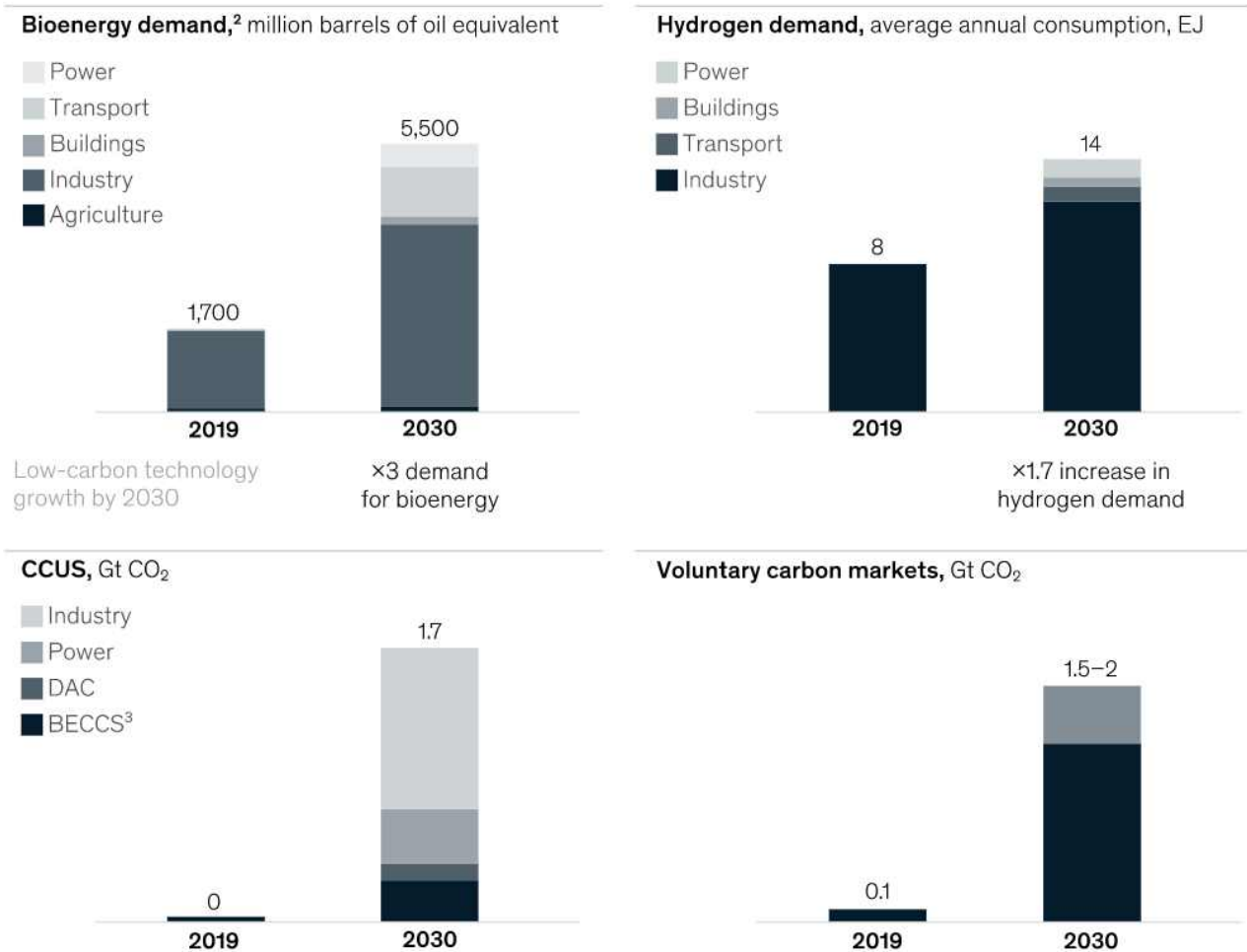
Share of global capital investment in selected low-carbon technologies (2015-2018)



정리하자면, 단순히 석유가스 기업이 아니라 종합 에너지 기업으로 변모하는 것이 기업, 나아가 산업의 경쟁력을 유지하는 중요 방편 중 하나인 것이다.

기후 변화 대응에 있어 가장 대표적이고 중요한 목표 중 하나는 지구의 온도 상승을 1.5도 이내로 제한시키는 것이다. 이것은 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)가 파리협약을 통해 제시한 목표로, 최소한 2도, 바람직하게는 1.5도 이내로 기온 상승을 제한시켜야 극단적인 고온(heatwave), 해수면 상승, 그리고 산호초 파괴와 같은 생태계 교란을 벗어날 수 있다는 것이다. 앞서 인용했던 맥킨지의 분석 결과에 따르면, 2030년까지 상기 1.5도 시나리오를 달성하기 위해서는 탄소 저감 기술이 대대적으로 적용되는 것이 필요하다. 예를 들면 상기 시나리오를 달성하기 위해 신기술이 적극적으로 도입, 보급된다고 가정한다면, 신재생에너지 전력생산 용량은 11배, 바이오 에너지 수요는 3배 이상, 수소 수요는 1.7배, 탄소 포집 및 활용(CCUS) 장치는 50배 이상, 그리고 자발적

인 탄소 거래 시장은 15배 이상 성장이 예상된다. 이는 전통 에너지 산업에 속한 기업이 폭발적인 성장이 예상되는 새로운 시장으로 전환하고 시장을 선도할 필요성을 다시 한번 상기시켜 준다.



이는 비단 외부의 압력(기후변화 대응 요구, 화석연료 퇴출 요구 등)에 대응한 수동적인 변화가 아니라, 전통 에너지 산업이나 기업 측면에서 봤을 때에도 충분히 승산이 있고 시장 경쟁력이 충분한 변화이다. 우선 앞선 문단에서 정리했듯이 탄소 저감과 관련된 시장은 그 자체로서도 시장 규모의 폭발적인 성장이 예상되고 있다. 게다가 탄소 저감 산업/시장/기술은 전통 에너지 기업이 충분히 경쟁력을 갖고 있는데, 예를 들면 수소와 관해서 전통 에너지 기업은 메탄(CH₄)을 이미 도입, 가공, 활용하고 있는 인프라를 보유하고 있다는 점에서 수소 산업으로의 전환이 상대적으로 용이하다고 하겠다. 수소를 재투입시키고, 생산된 수소를 이동시키는 것과 관해서도 이미 인프라가 깔려있는 상황이다. 운영상의 노하우, 그리고 고위험 물질인 수소를 수십년간 취급해 왔다는 안전상의 노하우

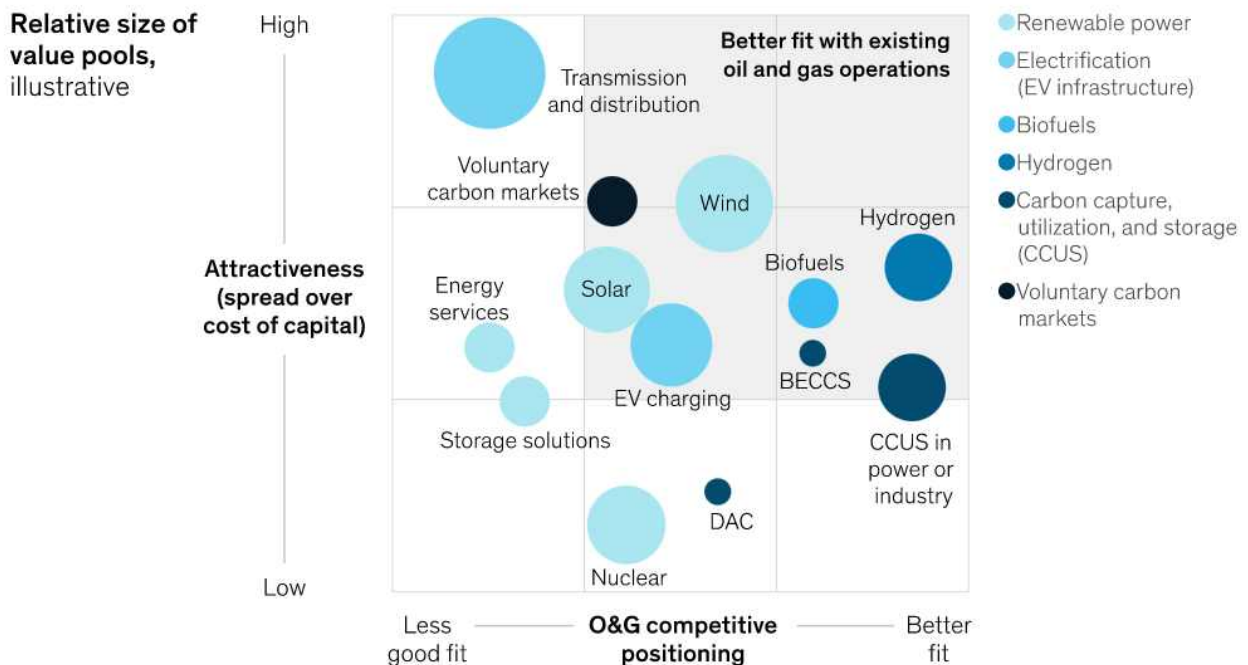
및 경험도 무시할 수 없는 이점이다.

마찬가지로 CCUS에 대해 살펴보자. 우선 전통 에너지 산업은 대량의 탄소를 배출 중이므로 탄소 포집을 위한 최적의 테스트베드 역할을 할 수 있다. 나아가 포집된 탄소를 매립, 처리하는 인프라도 얼마든지 발굴해 활용할 수 있다.

바이오 연료와 관련해서도 전통 에너지 산업은 기존의 비즈니스 모델과 작업 프로세스와 유사하다는 장점이 있으며, 바이오 연료와 같은 액체 연료 및 화학 물질에 대한 노하우와 인프라가 갖추어져 있다는 강점을 보유하고 있다.

전동화(전기차 등을 위한 인프라, Electrification)와 관련해서도 B2B, B2C 모두 고객과의 광범위하고 잘 정비된 인프라가 이미 구축되어 있다는 점에서 충분한 접목 가능성을 엿볼 수 있다.

전통 에너지 산업/기업이 개별 신규 저탄소 산업/기술 분야마다 갖추고 있는 강점 및 기회요인은 아래 도표에 정리되어 있는데, 앞서 설명한 다양한 분야에 걸쳐 많은 기회요인이 있음을 다시 한번 확인할 수 있다.



다음으로, 국영 석유기업(National Oil Company, NOC, 우리나라의 경우 석유공사)의 역할도 중요하다. 에너지믹스 및 에너지 다이내믹스가 변화되고, 위기와

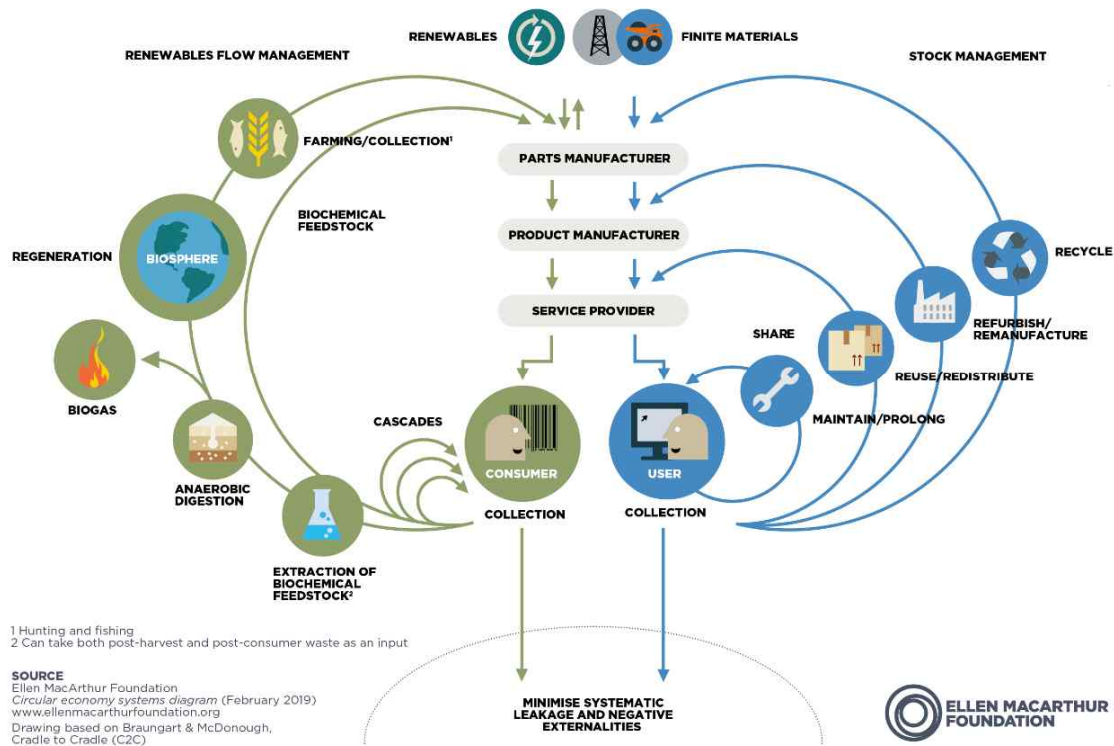
기회가 동시에 혼재하고 있는 상황에서 국영 석유기업은 민간 기업의 사업 영역 및 기회를 침탈하지 않는 범위 내에서 민간 기업에 기대할 수 없는 ‘에너지 안보’ 및 ‘에너지 수급 안정성’ 측면에서의 역할을 해 주어야 한다. 예를 들면 앞서 언급되었던 탄소 포집 및 활용(CCUS) 기술, 수소 관련 산업 및 기술, 그리고 탄화수소의 비소각 활용(non-combustion uses) 등 다양한 분야에서 신규 비즈니스 기회를 찾으면서도 에너지 전환 시대에 흔들리기 쉬운 국가 에너지 안보의 중심을 잡아주는 역할을 해 주어야 한다.

그동안 에너지 안보 및 에너지 수급 안정성을 위해 국영 에너지기업과 정부가 활용해온 전통적이고 가장 대표적인 방법은 전략 비축유 확보였는데, 향후에는 이에 대해서도 더욱 탄력적이고 유연한 활용 및 개선이 필요할 것으로 판단된다. 예를 들면 산유국과의 적극적인 양자/다자간 협약을 통해 비단 우리나라 뿐 아니라 산유국 또는 우리나라 인근에 ‘가상의 비축’을 하는 방법 등을 검토하는 것이다. 이것은 에너지 수급 위기시 우리나라에서 우선적으로 에너지 자원을 확보할 수 있도록 협의하는 것을 의미하는 것 등을 포함하는 개념으로, 향후 구체적인 협의 및 신규 비즈니스 모델 발굴을 통해 산유국 측면에서도 수요처를 확보하고 우리나라도 에너지 수급 안정성을 확보하는 ‘원원’ 전략으로 자리매김 할 수 있을 것이다.

전통 에너지 산업 입장에서 주목해야 하는 또 하나의 정책환경 변화는 바로 ‘순환 경제(circular economy)’의 대두이다.⁴⁶⁾ 기존의 직선적인 경제 패턴(생산 → 소비 → 폐기)에서 벗어나, 자원을 가능한 재사용하고, 1차적인 사용이 끝난 후에도 다양한 재활용/재가공을 통해 또 다른 가치를 뽑아내는 것이 더욱 중요해 지고 있다. 이러한 순환경제의 대두는 특히 전통 에너지 산업에 기회요인으로 작용할 수 있는데, 이는 전통 에너지 산업이 기본적으로 자연 상태의 탄화수소(원유, 천연가스 등)를 가공하여 인간이 사용하기 편리한 다양한 탄화수소로 재가공하여 활용하는 산업이므로, 1차적인 소비가 끝난 이후에도 탄화수소의 배열과 조합은 변경될지라도 탄화수소라는 기본적인 성질 자체는 유지되기 때문이다. 아래 도표는 유명한 순환경제 관련 법인인 ‘Ellen MacArther Foundation’에서 정리한 순환경제 관련 개념도인데, 단순히 재활용 뿐 아니라 밸류 체인 전반에 걸쳐 변화가 생김을 확인할 수 있다. ⁴⁷⁾

46) <http://ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/policy>

47) <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>



이는 정유 과정(refining) 뿐 아니라 그 이후 단계인 석유화학 산업 단계에도 동일하게 적용될 수 있다. 예를 들면, 플라스틱, 타이어 등 탄화수소로 만들어진 다양한 가공 소비재를 생산 원료(feed)로 재투입하거나, 이들 가공품에서 열에너지를 뽑아내 재활용하는 식이다. 이 분야는 아직은 폐기물 최소화 등을 목적으로 하는 ‘환경 정책’ 수준에서 주로 다뤄지고 있고 아직 대규모 산업경쟁력을 갖춘 주력산업이라 할 수는 없는 것이 사실이나, 앞서 살펴봤던대로 전통 에너지 산업이 자본력을 보유한 대규모 장치 산업이고 그 동안의 기술, 운영 노하우를 갖추고 있다는 점을 고려한다면, 전통 에너지 산업/기업이 동 분야에 본격 참여하는 방안도 검토해 볼 수 있다.

다음으로 고려해야 할 점은 친환경적이고 기후변화에 적극 대응한다는 메시지를 담은 ESG 경영이다. 앞선 5장에서 살펴보았듯이 기후변화는 점점 가속화되고 있고, 기후변화에 대한 경험적 데이터와 증거는 더욱 풍부해지고 있다. 나아가, 기후변화가 경제 뿐 아니라 우리 인류의 건강까지도 위협하고 있다는 것이 점점 명확해지고 있다. 이러한 상황에서 기후변화 등의 거시적 흐름에는 무관하게 경영상 이익 극대화만을 꾀하는 모습으로 대내외적으로 비춰진다면 산업 자체에 대한 변화 요구에 제대로 대응할 수 없게 될 것이다.

이러한 상황에서 ESG 경영은 특히나 전통 에너지산업에 속한 기업에게 중요한 의미를 갖을 수 있다. ESG(Environmental, social, and corporate governance)는 비즈니스에 대한 투자의 지속 가능성과 사회에 미치는 영향을 환경, 사회, 그리고 기업 지배구조라는 세 가지 핵심 요소로 파악하고, 향후 수익의 위험성을 더욱 세밀해 예측해 안정성 높은 경영으로 이끄는 경영기법이다. 특히 전통 에너지산업은 기후 변화, 자원 고갈 및 원자재 가격 인상, 소비자 보호 등 여러 측면에서 ESG 경영으로부터 긍정적인 영향을 받을 수 있을 것으로 기대된다. 현재 특히 유럽의 주요 에너지기업인 Shell, BP, Total, ENI, Repsol 등이 ESG 경영에 적극 나서고 있는 것으로 알려지고 있는바, 우리나라 전통 에너지 산업 및 기업에서도 이에 대한 적극적인 검토가 필요할 것으로 보인다.

6-2. 시사점 및 정책 제언

마지막으로 본 연구의 핵심적인 요지, 정책 건의 및 제안사항 등을 정리하면서 보고서를 마치고자 한다.

미국 에너지 정책이 우리나라와 가장 두드러지게 다른 점 중 하나는, 연방 정부와 주 정부간의 정책이 상이할 수 있고, (일정 범위 내이지만) 주의 고유한 전통 또는 이데올로기, 역사 등에 기반한 개별적인 에너지 정책을 존중하고 있다는 점이다. 그래서 전통 에너지 산업에 대해서도 주마다 정책이 상이한 부분이 있다. 연방 정부에서 전통 에너지 산업을 규제하고 싶더라도 각 주 정부의 영역을 침범할 수는 없고, 연방 정부가 지원하는 보조금을 제한하는 등 연방 정부 권한 내에서만 정책을 펼 수 있다.

그 결과 텍사스를 비롯해 전통 에너지 자원의 생산이 활발하고 주 경제와 여론에 지대한 영향을 미치는 주의 경우에는 아직도 전통 에너지 산업에 대한 차별적인 조치에 대해 반대하고 있는 상황이다. 이와 관련된 갈등 양상 중 일부는 4-3장에서 소개한 바 있는데, 미국 연방의회 중 일부에서 전통 에너지산업을 사실상 퇴출시키려는 법안을 발의하고, 일부 반대하는 주에서는 이와 같이 특정 산업을 차별하는 법은 해당 주에서 발붙일 수 없도록 하는 ‘반대 입법’을 시행한 바 있다.

이를 통해 느꼈던 것은, 다양한 의견의 공존의 중요성이다. 4장에서 설명한대로 미국도 연방 정부가 민주당 정권인지 공화당 정권인지에 따라 연방정부의 전통 에너지 정책도 180도로 급변하고는 하지만, 연방 정부와 주 정부간의 견제와 균형을 통해 이를 극복하고 있는 것으로 보인다. 일견 연방 정부와 주 정부간의 정책 불균형과 차이는 비효율 또는 혼선으로 보일 수도 있으나, 미국은 그렇게 생각하지 않고 있는 것 같다. 다양한 주 정부의 특색있는 정책들이 ‘정책 실험실’ 과 같은 역할을 한다고 보고, 그 역사와 전통, 그리고 필요성을 인정해 주고 있다. 물론 그 과정에서 갈등이 없는 것은 아니나, 이렇게 다양한 의견과 정책이 공존하는 것은 산업과 경제, 공공정책의 측면에서 반드시 필요한 점이라고 생각된다.

이를 우리나라 현실에 적용해 보자면, 결국 전통 에너지산업에 대한 다양한 시

각과 의견을 존중하자는 것으로 귀결된다. 사실 전통 에너지산업은 우리나라에서 대다수의 사람들에서 좋은 이미지를 주지 못하고 있는 것이 사실이다. 환경오염의 주역, 기후 변화의 반대 세력, 폭리를 취하는 산업 등의 시각이 있는 것이 사실이다. 하지만 일부 문제가 있더라도 전통 에너지산업이 우리나라 에너지산업, 나아가 국가 경제와 산업에 반드시 필요한 핵심 산업이자 인프라임을 부인할 수 없다. 우리나라가 미국처럼 주 정부가 있는 것은 아니므로 주 정부 차원의 정책 다양성을 확보할 수는 없더라도, 전통 에너지산업을 바라보는 지나친 일방적 시각, 나아가 전통 에너지산업을 ‘퇴출 대상’으로만 바라보는 단편적이고 회복 불가능한 정책방향은 지양해야 되지 않나 생각된다.

4-7장에서 미국 각 주의 신재생에너지 비중과 석유가스 생산량 간의 관계를 분석한 바에 따르면, 이들 간에 역의 상관관계도, 정의 상관관계도 파악할 수 없었다. 다시 말하면, ‘석유, 가스 생산량이 많은 전통 에너지 산업 중심 주의 경우 에너지 전환에 소극적이고 신재생에너지 보급 비중도 낮을 것이다’는 가정은 틀린 것으로 확인된 것으로, 석유, 가스 등 전통 에너지 산업과 에너지 전환 및 에너지믹스 다변화가 조화롭게 공존할 수 있다는 가능성을 보여주고 있다.

그렇다고 전통 에너지산업을 무조건 옹호하거나, 현행대로 지속해도 된다는 뜻은 당연히 절대 아니다. 전통 에너지산업의 역할이나 미래상을 고민하면서 전통 에너지산업에도 지속적인 혁신과 변화를 유도해야 한다.

< 안정성 >

에너지 산업은 수익을 올리기 위한 ‘산업’을 넘어서, 국가의 여러 부문이 움직이도록 지원하는 에너지, 즉 기간 인프라로서의 성격을 갖고 있다. 따라서 에너지 수급 안정성 측면에서 전통 에너지산업을 살펴보아야 한다.

전통 에너지 산업을 바라볼 때 에너지 수급 안정성에 기여하는 측면을 중요하게 봐야 한다는 점은 전통 에너지 산업의 미래에 대해서 시사하는 바가 크다. 4-8장에서 설명한 바와 같이, 미국의 주요 에너지 정책 목표 중에서 화석 연료 관련해서는 (1) 안정적인 수급을 위해 ‘국내 공급’의 최우선시, 그리고 (2) 석유 가격의 안정화, 이렇게 두 가지를 꼽고 있다. 이는 우리나라도 마찬가지로, 전통 에너지 산업이 민생 뿐 아니라 에너지 확보, 그리고 다른 에너지원에 미치는 영향을 종합적으로 고려했을 때 전통 에너지 산업의 미래를 위해서는 안정적인 수급과 이에

따른 가격의 안정화는 최소한의 요건이자 가장 중요한 목표로 앞으로도 지속적으로 쟁겨가야 한다.

4-6장에서 미국의 대표적인 6개 주 정부의 에너지 안정성 관련 정책 현황을 정리했던 부분을 상기해 보고, 특히 그 중에서도 전통 에너지와 관련된 부분을 돌이켜 보자. 미국의 여러 주 정부에서 전통 에너지 산업에 공통적으로 요청하는 것은 바로 안정성 높은 에너지 공급 유지로서, 이를 위해 가격, 생산, 소비, 유통 등에 대한 예측, 분석, 조사를 강조하고 있다.

나아가, 수급 위기 상황에 대한 단계별 조치사항을 구체적으로 규정하고 훈련함으로써 전통 에너지 수급이 불안전해질 경우에 대한 대비를 철저히 하고 있다. (텔라웨어주, 일리노이주, 뉴욕주 등) 이들 몇 개 주에서는 상당히 구체적이고 강력한 정책수단(예: 위기시에 석유를 강제로 배분)을 통해 위기에 적극 대응할 계획이다.

이를 통해 얻어지는 몇 가지 시사점 및 정책제언이 있다. 첫째, 우리나라도 석유, 가스 등 핵심 에너지원의 수급 위기시 대응을 위해 단계별로 대응 매뉴얼이 마련되어 있는데, 향후 우리나라의 에너지 수급 매뉴얼과 미국의 매뉴얼을 비교, 분석하고 필요한 부분은 보완해 가는 것이 바람직하다.

둘째, 뉴욕 주의 경우 에너지 위기가 소외계층, 저소득자, 장애인, 노인, 특정 인종 등에 편중되지 않도록 신경을 쓰고 있는데, 특히 휴먼 서비스 관리 기관(Human Service Agencies)을 통해 형평성(Equity) 이슈에 대해 챙김으로써 에너지 위기가 ‘차별’ 또는 ‘불평등’ 문제, 나아가 사회 불안으로 확대되지 않도록 노력하고 있는데, 이는 우리나라의 각종 에너지 위기 대응 매뉴얼에서도 중요하게 고려해야 할 사항이라고 사료된다.

에너지의 안정성과 관련하여 주목해야 할 또 한가지 개념/흐름은 바로 5-4장에서 소개하고 분석한 복원력(Resilience) 문제이다. 에너지의 복원력은 미국 내에서 허리케인, 해수면 상승, 산불, 폭풍, 해킹, 전쟁 등 대규모 위기상황이 늘어나고 있어, 기존의 ‘안정성’ 수준이 아니라 에너지망에 대규모 충격이 가해졌을 때 이로부터 얼마나 빠르게/잘 ‘복원’ 될 수 있는지를 나타내기 위해 각광받고 있는 개념이다. 이를 위해 미국에서는 에너지망이 얼마나 튼튼하고, 여분의 리소스를 보유하고 있으며, 얼마나 빠르게 회복되는지, 그리고 구성원에게 얼마나 공평한지 등이

중요하게 논의되고 있으며, 이러한 측면에서 전통 에너지 산업은 단순히 ‘경제성’ 또는 ‘환경 오염 이슈’를 넘어서는 중요성을 인정받을 수 있다. 주지하다시피 전통 에너지 자원은 간헐적인 에너지원(풍력, 태양력 등)과 달리 안정적인 에너지 공급이 가능하고, 저장, 보관, 운송이 용이하다. 우리나라에서도 전통 에너지를 볼 때 현재 상태에서의 안정적인 수급을 넘어, 향후 발생할 수 있는 각종 위기 상황에 대처하기 위한 여분의 리소스라는 측면에서 전통 에너지산업을 유지, 관리하는 것도 중요하다고 생각된다.

< 경제성 >

전통 에너지산업의 미래를 고민할 때 또 한 가지 중요하게 고려해야 하는 점은 경제성이다. 4-9장에서 인용한 맥킨지의 조사 결과에 따르면 향후 국제유가와 무관하게 (국제유가가 동일 수준이라고 가정하더라도) 전통 에너지 산업의 경제성이 크게 악화될 것으로 예측된 것으로, 이러한 경향은 채굴의 난이도가 높고 채굴 경제성이 낮은 분야에서 더욱 두드러지게 나타났다.

5-1장에서 분석하고 인용한 바와 같이 전통 에너지 자원은 채굴경제성이 갈수록 높아지고, 결국 가격이 상승하다가 다른 에너지원의 가격을 넘어서서 더 이상 전통 에너지 자원의 경제성이 없어질 경우에는 채굴이 중단되고, 그 이후에는 태양광 등 차세대 에너지원(‘Backstop technology’)으로 대체될 것으로 예상된다.

물론 현실세계에서는 탐사 기술의 발전 등으로 현실 세계에서 발견된 ‘잔존 석유량’이 오히려 시간에 따라 증가하고 있어, Hotelling rule에서와 같이 ‘자원 고갈’로 에너지 전환을 설명하기는 어려워진 실정이지만, 분명한 것은 전통 에너지 산업이 앞으로도 현재와 같이 타 에너지원 대비 가격 경쟁력을 유지하지 못 할 수도 있다는 점이다.

전통 에너지 자원의 가격 경쟁력에 대해 고민할 때 가장 중요하고 대표적인 지표로 고려되는 것은 바로 국제유가인데, 이에 대해서는 5-2장에서 상세히 분석한 바 있다. 특히 정책적으로 강조하고 싶은 사항은 미국 에너지 정보청(Energy Information Administration; EIA)이 만들어 공개하고 있는 국립 에너지 모델링 시스템(National Energy Modeling System (NEMS))이다. 이 시스템은 국제유가에 대한 분석이나 예측을 시스템을 통해 정량적으로 할 수 있도록 만들어진 시스템으로, 에너지의 생산, 수입, 변환, 소비, 그리고 에너지 가격 등을 예측(project)할 수 있

는 시스템이다. 이 시스템은 거시경제 요인, 금융 요인, 세계 에너지 시장 요인, 자원의 가용성 및 가격 요인, 그리고 행동경제학적, 그리고 기술적 분석, 그리고 인구통계 등의 요인을 복합적으로 활용하고 있으며, 특히 여러 모듈 중에서도 국제 유가를 예측하는데 사용되는 국제 에너지 모듈(International Energy Module (IEM))이 주목할만 하다.

국내에서도 에너지경제연구원 주도로 유사한 에너지 모니터링/분석/예측 시스템이 이미 구축되어 있기는 하지만, 그 수준이나 활용도, 그리고 파급력 등에서는 미국 에너지 정보청의 NEMS 시스템을 아직 따라갈 수 없는 것이 사실이다. 전통 에너지 자원의 가격 예측의 중요성을 고려했을 때, 국내의 에너지경제연구원 에너지 시스템에 대한 지속적인 활용방안 제고 및 고도화 작업이 필요할 것으로 생각한다. 나아가, 전세계적인 데이터를 수집, 분석하여 높은 전문성과 노하우를 갖춘 상기 NEMS 시스템과의 협력방안 모색이나 모니터링, 벤치마킹 등도 고려해 볼 만 하다.

5-3장에서 살펴본 바와 같이 전통 에너지 산업을 벗어나는 ‘에너지 전환’은 단기간에 급하게 이루어질 수는 없으며, 향후에도 상당 기간 우리는 전통 에너지 산업과의 현명한 공존 방안을 고민해야 한다. 에너지 전환은 과거에도 그렇고 앞으로 지나간 과정이며, 특히 국민소득과 에너지 소비가 많고 기존 대규모/고가 인프라 망에 대한 급격한 변화가 어려운 선진국일수록 더욱 그러하다고 알려져 있다. 역사적으로 봤을 때도 기술이 도입되는 것과 사회 전반에 널리 활용되는 것은 별개의 문제이다.

도입된 신기술을 사회 전반에 안정적으로 확산시키기 위해서는 단순한 기술 도입 이상의 것이 추가적으로 필요한데, (1) 기술적 측면에서는 기존 기술과의 호환성 문제 및 표준 문제 해결, (2) 조직 측면에서는 작업 루틴, 교육 및 훈련, 조직 재구성, 고객-기업 연결 재구성 등이, (3) 산업 측면에서는 산업 표준 조건, 기술간 관계 재정립, (4) 사회적으로는 신규 도입된 기술에 맞춰 기존 시스템의 신규 사회화 및 적용, 그리고 (5) 정부 기구 측면에서는 정부의 정책 수정 및 법적 프레임워크 재조정 등이 필요하다. 즉 전통 에너지 산업과의 공존이 불가피한 상황 속에서 전통 에너지 산업과의 현명한 공존, 나아가 전통 에너지 산업으로부터의 안정적이고 점진적인 벗어남을 위해서는 단순한 기술의 도입을 넘어서 사회 제도와 조직, 정부 정책 등의 종합적인 변화가 필요하다는 점을 유념해야 한다.

< 저탄소 산업으로의 전환 >

그렇다면 전통 에너지산업이 나아가야 할 주요한 방향 및 이와 관련한 정책 사안은 무엇이 있을까? 우선은 기후 변화, 그리고 탈탄소화에 대응하기 위해 탄소를 포집하고 매장하는 사업을 병행하는 것을 들 수 있다. 이는 직접적으로 전통 에너지 산업이 배출하는 탄소 배출량을 저감시키는 ‘수동적 수단’ 뿐 아니라, 저탄소 연료의 비중을 높이는 것과 같은 ‘적극적 전환’ 조치까지도 포함하는 것이다.

미국 최대의 국제 석유 회사 중 하나인 Occidental Petroleum이 캐나다 스타트업 기업인 Carbon Engineering과 파트너십을 맺고, 매년 500,000미터톤의 탄소를 포집하고 매장할 공장을 짓는 것과 같은 것을 의미한다. 그동안 전통 에너지 기업들은 저탄소 관련 비즈니스에 총 자본지출의 1%도 투자하지 않아 왔지만 앞으로도 경쟁력을 유지하기 위해서는 이 분야에 대한 투자 확대가 필요하다.

우리나라 정부 정책 역시 이러한 기업의 투자방향 전환을 적극 지원/유도하는 쪽으로 변모될 필요가 있다. 사실 우리나라의 전통 에너지기업은 규모가 크고 충분한 자본력을 보유한 대기업이라 정부에서 직접적인 지원을 해 주는 것은 바람직하지도 않지만, 기업들이 투자방향을 저탄소 산업 쪽으로 전환할 경우 (1) 각종 간접적인 인센티브를 부여하거나, (2) 신규 투자 및 사업 전환에 대한 규제를 풀어주는 등의 간접 수단으로 접근할 경우 효과가 있을 것으로 사료된다.

여기서 다시 한번 강조하고 싶은 점은, 기후 변화에 대응하는 것은 선택이 아니라 필수라는 점이다. 지구의 기온 상승 및 기후 변화가 나날이 가속화되고 있고 그 심각성이 더해지고 있다는 연구 결과가 지속적으로 밝혀지고 있으며, 5-5장에서 소개한 바와 같이 기후 변화가 인류 건강에 직접적으로 미치는 악영향도 속속 밝혀지고 있다. 고열로 인한 직접적인 사망률 증가 뿐 아니라, 호흡기 질환 증가, 곤충이 옮기는 질병의 증가, 음식 및 식수의 품질 저하, 그리고 허리케인/산불/가뭄 등 대규모 기상 이변의 심화 등에 대한 정량적이고 믿을 수 있는 연구결과가 쌓이면서 이제 전통 에너지 산업이 생존하기 위해서는 ‘저탄소 비즈니스’에 대한 투자 및 전환이 필수사항이 되고 있다.

전통 에너지 산업/기업이 개별 신규 저탄소 산업/기술 분야마다 갖추고 있는 강점 및 기회요인은 6-1장에서 정리한 바 있다. 전통 에너지 기업은 탄소 저감 산업/시장/기술은 충분히 경쟁력을 갖고 있는데, 예를 들면 수소와 관해서 전통 에

너지 기업은 메탄(CH₄)을 이미 도입, 가공, 활용하고 있는 인프라를 보유하고 있다는 점에서 수소 산업으로의 전환이 상대적으로 용이하며, 수소를 재투입시키고, 생산된 수소를 이동시키는 것과 관련해서도 이미 인프라가 깔려있는 상황이다. 운영상의 노하우, 그리고 고위험 물질인 수소를 수십년간 취급해 왔다는 안전상의 노하우 및 경험도 무시할 수 없는 이점이다.

마찬가지로 CCUS에 대해서도 대량의 탄소를 배출 중이므로 탄소 포집을 위한 최적의 테스트베드 역할을 할 수 있다. 나아가 포집된 탄소를 매립, 처리하는 인프라도 얼마든지 발굴해 활용할 수 있다. 바이오 연료와 관련해서도 전통 에너지 산업은 기존의 비즈니스 모델과 작업 프로세스와 유사하다는 장점이 있으며, 바이오 연료와 같은 액체 연료 및 화학 물질에 대한 노하우와 인프라가 갖추어져 있다는 강점을 보유하고 있다. 전동화(전기차 등을 위한 인프라, Electrification)와 관련해서도 B2B, B2C 모두 고객과의 광범위하고 잘 정비된 인프라가 이미 구축되어 있다는 점에서 충분한 접목 가능성을 엿볼 수 있다.

7. 기타 참고사항

마지막은 미국 텍사스 주 오스틴에서 살면서 공공정책학을 배우는 과정에서 알게 된 몇 가지 사항들을 기타 참고사항으로 정리하여 간략히 소개하고자 한다.

우선 오스틴에 대한 일반 소개로 시작한다. 오스틴은 텍사스 주의 주도로서 텍사스 주 정부, 주 의회 등의 행정기관이 몰려있으며, 훈련했던 대학교(텍사스대학 오스틴캠퍼스)로 대표되는 교육의 도시이기도 하다. 인구는 백만명을 조금 넘는 정도로, 현재 미국 내 11위 정도인 것으로 알려지고 있다.

텍사스 내에서는 휴스턴, 댈러스, 샌안토니오라는 삼대 대도시 다음으로 큰 도시이다. 이들 삼대 대도시는 거의 정삼각형 모양으로 위치하고 있는데 오스틴은 이 삼각형의 중앙 부분에 위치하고 있다. 애초에 이곳을 주도로 선정한 것 자체도 위치적으로 텍사스의 중심부에 있기 때문이다.

오스틴은 IT 기업 뿐 아니라 여러 기업이 이주하고 있는 미국에서 가장 빠르게 인구가 증가하고 있는 도시 중 하나이기도 하다. 테슬라, 삼성 등 많은 유수의 기업들이 오스틴으로 공장을 이전하거나 아예 본사를 이전하고 있다. 이는 텍사스 주가 소득세(Income tax)가 없는 구조여서 고연봉 직장인들이 선호하는 곳이라는 점이 주요하게 작용했다고 한다. 나아가 실리콘밸리가 위치한 샌프란시스코 권역의 집값이 너무나 높은 점도 작용했다고 한다.

한국에서 오스틴까지 가는 직항은 아직 없다. 다만, 오스틴 인근에 한국 기업(삼성 등) 공장이 늘어남에 따라, 오스틴 행 직항이 협의 중이라고 현지 언론 등에서 보도되고 있으며, 빠르면 23년경부터는 직항이 생길 것이라는 전망도 있다.

오스틴 공항에서 오스틴 시내까지는 빠르면 15분 정도면 이동 가능하다. 오스틴 공항은 다른 큰 도시처럼 큰 공항은 아니지만 도심에서 멀지 않고 주요 도시로는 모두 운항편이 있어 편리하게 이용가능한 공항이다.

기후는 전반적으로 우리나라보다 덥다. 반팔/반바지로 지내는 날이 일년 중 상당 기간을 차지하며, 선크림/선글라스는 필수이다. 다만 우리나라 장마철이나 8월처럼 습도가 높은 더위는 아니어서, 직사광선만 피한다면 생각보다 지내기 어

렵지 않다. 겨울에도 우리나라 겨울보다 춥지 않다. 영하로 내려가는 경우는 거의 없고 눈도 겨울 내내 거의 오지 않는다. 가끔씩 미국 중부 산맥/대초원에서 발생한 Winter storm이 넘어오는 경우가 있는데, 2~3일간 강한 바람과 함께 눈이 내리는 경우도 있으나, 겨울을 통틀어 한두 번 정도이다. 다만, 워낙 눈이 많이 오지 않는 곳이다 보니 제설시설은 잘 갖추어져 있지 않은 것으로 보이며, 그래서 눈이 조금이라도 많이 오게 되면 도로가 막히거나 학교가 쉬는 경우도 있었다.

한국인이 다수 거주하는 지역에 거주해서 그런지 치안 측면에서 불안감을 느껴본 적은 없다. 동네 산책을 다니다 보면 만나는 사람들이 모두 웃으며 먼저 인사를 해 준다. (현지인들은 이것을 ‘Southern hospitality’, 즉 남부인들의 친절함/사교성이라며 자랑스러워 한다.) 다만, 그렇다 하더라도 기본적으로 치안에 조심해야 하는 곳이 미국이다. 해가 넘어가면 거리를 걷는 사람들은 거의 보이지 않는다. 초등학교 등교시간이 7시 30분인 것에서 알 수 있듯이, 이곳은 보통 해가 뜨는 새벽부터 활동을 시작해서 해가 지면 집으로 돌아가 하루를 마무리하는 패턴인 것으로 보인다.

오스틴은 텍사스의 주 청사와 대학(University of Texas at Austin, 이하 UT), IT 기업 등이 중심인 도시여서, 다른 도시보다는 치안이 나쁘지 않은 것으로 알고 있다. 그래도 대학교 인근 도심지는 미국의 타 도심지와 마찬가지로 주의가 필요하다. 납치, 총기사건 등 강력범죄가 발생하면 학교/텍사스주정부에서 각각 Emergency SMS로 알려 주는데, 몇 주 혹은 몇 달에 한 번씩 사고가 발생하여 긴급 메시지를 받은 적이 있었다.

텍사스 주정부가 돈이 많아 공교육 퀄리티가 괜찮다고 들었다. 학교 퀄리티에 평점을 부여하는 미국 국립 비영리 기관(greatschools.org) 기준으로 봤을 때, 오스틴의 초등학교 평점이 다른 도시 대비 상대적으로 높았다. 게다가 오스틴 한 인 거주지역에는 평점이 만점에 가깝게 높은 초등학교가 많이 있었고, 이것이 오스틴을 선택한 이유 중 하나가 되었다.

초등학교는 보통 아침 7시 30분까지 등교해 3시 내외까지 수업을 한다. 학교 시설도 좋고 선생님도 매우 친절하다. 각종 학습프로그램, 기타 활동 등도 다채롭게 있어, 자녀 교육상 불편한 점은 아직 없다. 텍사스는 주 정부가 돈이 많아 공교육의 질이 상당히 좋은 편이라고 들었다.

물가수준은 전반적으로는 한국 보다 비싸지만, 비싼 품목/싼 품목이 한국과 다르다. 기름값, 공산품, 옷, 식재료 등은 대형 마트 등을 통해 싸게 구입할 수 있다. 하지만 대체로 사람의 손이 필요한, 인건비가 들어가는 것들은 비싸다. 예를 들면 미용실에서 남성 커트를 하면 (어디에서 하는지에 따라 다르지만) 세금과 팁을 포함해 30불 이상이 보통이므로 한국 돈으로 4만원 가까이 들어간다. 전기, 수도, 쓰레기 수거 등 기본적인 공과금도 한국보다는 다소 높은 수준임을 참고하기 바란다.

텍사스는 워낙 큰 주라 텍사스 사람들은 텍사스에 대한 자부심이 상당하다. 곳곳에서 텍사스 주 기(flag)를 게양해 놓은 것을 자주 볼 수 있다. 텍사스는 미국 50개 주 중에서 인구로는 2위, GDP로도 2위, 면적으로도 2위이다. 그렇다 보니 동부의 뉴욕, 서부의 캘리포니아와 함께 미국 남부, 나아가 미국 전체를 대표한다는 생각을 갖고 있으며, 주 정부의 권한도 막강하고, 많은 경우 연방정부 보다는 주 정부의 영향력이 큰 것으로 보이며, 수업 등 여러 계기를 통해 텍사스인들(Texan)의 자부심을 느낄 수 있다.

보수적이라고 알려진 미국 남부의 대표적인 주이지만 드러나는 인종차별이 심하지는 않다. 앞서 소개한대로 ‘Southern hospitality’ 라며 본인들의 친절함과 친절함에 자부심을 보이고 있으므로 적어도 학교에서나 일상 생활에서 인종차별에 대한 걱정은 생각보다는 하지 않아도 된다.

인종적으로는 백인이 많다. 인접한 루이지애나 주에만 해도 흑인 비중이 25% 가량으로 상당히 높은 편인데, 텍사스는 남부 임에도 흑인 비중이 5% 수준으로 높지 않은 편이다. 수업에 들어가도 백인들, 특히 분야가 공공정책이라 그런지 20대 백인 여성이 주류를 이루고 있다.

다음으로는 히스패닉이 두 번째 주류를 이루고 있다. 이는 텍사스가 멕시코와 국경을 접하고 있는 것의 영향이다. 히스패닉의 비중이 상당히 높다 보니, 각종 공고문 등 법적 효력이 있는 문서의 경우 영어와 스페인어를 병기하고 있다.

트럼프 행정부 이후 중국 유학생의 입국이 상당 부분 제한된 영향인지 의외로 중국 유학생은 많이 볼 수가 없다. 공과대학의 경우 인도 유학생 비중이 상당하다고 들었는데, 공공정책대학원은 그 정도는 아니지만 그래도 간간히 인도 유학

생은 볼 수 있다. 일본인은 많이 볼 수 없다. 한국인은 본 훈련생이 입교했을 때만 해도 거의 없었는데, 본 훈련생 입교 이후 매학기 몇 명씩 꾸준히 한국 학생들도 입학하고 있다.

훈련기관인 LBJ School of Public Affairs는 미국 내에서 랭킹 7위 수준의 대학인만큼 학업이 쉽지 않다. 졸업기준 학점도 48학점으로, 다른 대학원이 30학점대나 40학점 초반만 이수하면 되는 것에 비했을 때 많은 수업을 들어야만 졸업이 가능하다. 보통 매주 3시간을 들어야 하는 3학점 수업을 한 학기에 4개씩 수강하여 12학점을 얻으며, 총 4학기 동안 $12 * 4 = 48$ 학점을 취득하여 졸업을 하는 구조이다. 주립대학인 University of Texas에 해당하는 여러 캠퍼스들이 모두 다른 대학원보다 상대적으로 힘든 수업으로 유명한데, 그 중에서도 University of Texas at Austin은 가장 수준이 높고 힘든, 그러나 많은 것을 배울 수 있는 학교라고 알려져 있다.

그 결과, 학생들의 수업 참여가 아주 적극적이다. 교수들은 끊임없이 학생들의 의견을 묻고, 항상 많은 학생이 손을 들고 적극적으로 본인의 의견을 피력한다. 이러한 수업 분위기에 적응하고 참여하기 위해서는 수업 전에 배포되는 자료 (reading documents)들을 미리 읽어보고 본인의 생각을 정리해 가는 것이 필요하다.

또한 토론식 수업이 꽤 있고, 그룹 스터디, 케이스 스터디 등도 상당히 많으므로 영어로 적극 본인의 생각을 피력하고 상대방과 의견을 나눌 기회가 많다. 이를 통해 많은 것을 배울 수 있으나 처음에는 힘들 수 있으니 영어공부나 사전 학습 등의 준비가 있다면 도움이 될 것이다.

공공정책 대학원이다 보니 졸업을 위해서는 사전에 학과 사무실과 협의된 기관/기업에서 80시간의 인턴십을 마쳐야 한다. 많은 학생들이 1학년이 끝난 후 여름방학에 인턴십을 하면서 돈을 벌고 졸업 요건을 충족시킨다. 단 본 훈련생의 경우 이미 공무원 신분으로 10년 이상 근무한 경험이 있어 상기 인턴십 요건을 면제받았다.

공공정책학이라 토론 또는 정성적인 해석이 대부분을 차지할 것이라고 생각할 수 있으나 그렇지 않다. 주요 논문을 읽어보면 핵심적인 내용은 결국 조사, 계량 분석(empirical research) 등이 필수적이다. 그래서 1학년 때에 배우는 통계, 경제

학, 그리고 통계 분석을 위한 프로그래밍 언어 또는 도구(R, Stata, Excel 등)를 잘 숙지하여야 한다.

공공정책학이다 보니 학과에서 다루는 학문 영역의 범위가 상당히 넓다. 1학년 때에는 기초적인 통계, 경제학 등을 전공 필수로 배우는데, 전공 필수를 배우고 나면 선택과목의 범위가 상당히 넓다. 예를 들면, 어떤 교수들은 정치학, 국제관계학 등을 연구하고, 또 다른 교수들은 회계와 관련된 공공정책을 연구하며, 에너지 정책과 관련된 연구 및 분석을 하고 있는 교수들도 상당수 있다. 심지어 핵과 군사학에 관련된 공공정책을 전담하는 교수도 있다. 따라서 수학하고 싶은 분야를 잘 고민하고 선택과 집중을 하는 것도 좋을 것이라 판단된다.

학과 또는 대학 차원에서 운영하는 장학금 또는 각종 지원/복지 프로그램들이 꽤 있으므로, 학과에서 보내주는 공지 등을 잘 숙지하고 필요한 지원을 놓치지 않는 것이 좋다.