

이 과제는 2019년 고용노동부의 「고용영향평가사업」에 관한 위탁사업에 의한 것임

온실가스 감축 로드맵의 고용효과



본 보고서는 한국노동연구원 고용영향평가센터의 2019년 고용영향평가 사업으로 수행한 연구결과입니다.

연구주관·시행기관: 한국노동연구원

연구진

연구책임자: 오상봉 (한국노동연구원 연구위원)
참여연구자: 임재규 (에너지경제연구원 선임연구위원)
이상준 (에너지경제연구원 연구위원)
안영환 (숙명여자대학교 교수)
박상준 (한국교통연구원 연구위원)
조철흥 (KAIST 연구교수)
황규희 (한국직업능력개발원 선임연구위원)
김철희 (한국직업능력개발원 선임연구위원)

목 차

요 약	i
제1장 연구의 개요	1
제1절 문제 제기와 보고서의 범위	1
제2절 2030 온실가스 감축 로드맵	2
1. 경과	2
2. 감축목표	3
제3절 기존 연구	6
1. 국내 연구	6
2. 해외 연구	8
제4절 보고서의 구성	10
제2장 감축정책	12
제1절 서론	12
제2절 전환부문	13
1. 배출현황 및 감축목표	13
2. 주요 감축수단 소개	16
3. 감축수단별 주요 정책도구	19
제3절 산업부문	24
1. 배출현황 및 감축목표	24
2. 주요 감축수단 소개	26
3. 감축수단별 주요 정책도구	30
제4절 건물부문	35
1. 배출현황 및 감축목표	35
2. 주요 감축수단 소개	36
3. 감축수단별 주요 정책도구	37

제5절 수송부문	40
1. 배출현황 및 감축목표	40
2. 주요 감축수단 소개	42
3. 감축수단별 주요 정책도구	48
제3장 일자리에 미치는 영향	54
제1절 서론	54
제2절 온실가스 감축정책 관련 일자리	56
1. 기존 연구	56
2. 부문별 감축정책 관련 산업 및 직업	58
3. 감축정책 관련 일자리	64
제3절 온실가스 감축정책이 관련 산업 및 일자리에 미치는 영향	69
제4절 온실가스 감축정책이 관련 산업 및 일자리에 미치는 영향: CGE 분석	73
1. 연산일반균형모형(KEEI-NCGE)	73
2. 기준전망(BAU) 설정	78
3. 온실가스 감축 시나리오 설정	84
4. 온실가스 감축목표 이행의 파급효과	87
제4장 사회적 보호와 교육훈련	94
제1절 서론	94
제2절 사회적 보호	95
1. 기후변화에 대응한 노동자 보호	95
2. 감축 로드맵 이행 관련 사회안전망 강화	96
제3절 직업의 변화, 숙련의 변화	98
1. 개요	98
2. 분석 자료 및 분석 방법	100
3. 부문별 녹색직업 분포	103
4. 직종별 녹색직업 숙련	112

5. 한국의 녹색직업 전환과 대응	115
6. 소결: 직업 변화와 숙련 변화 대응	118
제4절 교육훈련의 현황과 과제	119
1. 서론	119
2. 현행 교육훈련 체계의 현황 및 한계	120
3. 온실가스 감축 로드맵 이행을 위한 교육훈련 개편 방향	126
4. 소결	130
제5장 결론	135
제1절 요약	135
제2절 정책제언	140
참고문헌	144

표 목 차

〈표 1- 1〉 BAU 배출 전망치	3
〈표 1- 2〉 부문별 감축목표 계획	4
〈표 2- 1〉 Retrofit 계획 유연탄발전소	17
〈표 2- 2〉 2019년 이후 완공될 고효율 유연탄화력발전소	18
〈표 2- 3〉 연도별 의무공급량 비율	19
〈표 2- 4〉 LNG, 유연탄 관련 제세부담금 현황(2019년 4월 기준)	23
〈표 2- 5〉 발전원별 환경비용 산정결과(연료사용량 기준)	23
〈표 2- 6〉 고효율에너지기자재 인증 품목	34
〈표 2- 7〉 건물부문 온실가스 감축수단과 관련 정책도구	40
〈표 2- 8〉 분야별 온실가스 배출량 추이	41
〈표 2- 9〉 교통수단별 온실가스 배출량 추이	42
〈표 2-10〉 수송부문 온실가스 감축목표	42
〈표 2-11〉 연도별 하이브리드차 보급목표(누적)	43
〈표 2-12〉 연도별 전기차 보급목표(누적)	43
〈표 2-13〉 연도별 수소연료전지차 보급목표(누적)	44
〈표 2-14〉 연도별 신규 자동차 평균연비 기준	44
〈표 2-15〉 바이오디젤 혼합의무 비율	45
〈표 2-16〉 연도별 신규 중·대형차 연비개선 추진율	45
〈표 2-17〉 전기버스 등록대수(누적)	45
〈표 2-18〉 연도별 혼합의무 비율	49
〈표 2-19〉 승용차 평균연비 목표	50
〈표 2-20〉 친환경차 보급계획	50
〈표 3- 1〉 온실가스 감축정책 관련성이 큰 산업	65
〈표 3- 2〉 온실가스 감축정책 관련성이 큰 산업의 취업자 수 및 일자리 질	65
〈표 3- 3〉 온실가스 감축정책 관련성이 큰 직업	67

〈표 3- 4〉 온실가스 감축정책 관련성이 큰 직업의 취업자 수 및 일자리 질	67
〈표 3- 5〉 전환부문 산업 및 일자리 영향	70
〈표 3- 6〉 산업부문 산업 및 일자리 영향	71
〈표 3- 7〉 건물부문 산업 및 일자리 영향	72
〈표 3- 8〉 수송부문 산업 및 일자리 영향	73
〈표 3- 9〉 KEEI-NCGE의 산업분류	76
〈표 3-10〉 경제, 에너지 및 온실가스 관련 주요지표 변화: 기준전망	80
〈표 3-11〉 주요 부문별 생산량 및 온실가스 배출량 변화: 기준전망	81
〈표 3-12〉 고용 관련 주요지표 변화: 기준전망	83
〈표 3-13〉 부문별 고용규모 변화: 기준전망	83
〈표 3-14〉 온실가스 감축 시나리오	85
〈표 3-15〉 온실가스 감축 시나리오별 부문별 온실가스 배출량 변화	89
〈표 3-16〉 온실가스 감축 시나리오별 부문별 생산량 변화	90
〈표 3-17〉 온실가스 감축 시나리오별 고용 관련 주요지표 변화	91
〈표 3-18〉 온실가스 감축 시나리오별 부문별 고용규모 변화	91
〈표 4- 1〉 유럽에서 녹색기술 확산에 따른 산업별 숙련 변화 전망	100
〈표 4- 2〉 미국 O*NET(2019)의 직종별 녹색직업 분포	102
〈표 4- 3〉 미국에서의 재생에너지 관련 녹색직업	104
〈표 4- 4〉 미국 O*NET에 기반한 한국에서의 재생에너지 관련 녹색직업 예상	105
〈표 4- 5〉 미국에서의 에너지효율 관련 녹색직업	106
〈표 4- 6〉 미국 O*NET에 기반한 한국에서의 에너지효율 관련 녹색직업 예상	106
〈표 4- 7〉 O*NET에 기반한 산업부문의 녹색직업(미국)	108
〈표 4- 8〉 O*NET에 기반한 건설부문의 녹색직업(미국)	110
〈표 4- 9〉 O*NET에 기반한 수송부문의 녹색직업(미국)	111
〈표 4-10〉 기술직의 녹색직업	112
〈표 4-11〉 설비직의 녹색직업	113
〈표 4-12〉 생산직의 녹색직업	114

〈표 4-13〉 건설직의 녹색직업	114
〈표 4-14〉 수송직의 녹색직업	115
〈표 4-15〉 직종별 직업 변화 주요 추이와 대응	116
〈표 4-16〉 HRD-net 산업별 직업별 직업훈련 현황(실시인원 기준)	128

그림목차

[그림 2- 1] 전환부문 온실가스 배출량 추이(1990~2017)	13
[그림 2- 2] 전환부문 발전량 추이(1990~2017)	14
[그림 2- 3] 화석연료 사용량 추이(1990~2017)	15
[그림 2- 4] 전환부문의 감축경로(2018~2030)	15
[그림 2- 5] 신재생에너지 발전 비중 및 발전설비 목표	16
[그림 2- 6] 산업부문 온실가스 배출량 추이(1990~2017)	25
[그림 2- 7] 산업부문의 감축경로(2018~2030)	25
[그림 2- 8] 배출권거래제 개념도	31
[그림 2- 9] 건물부문 온실가스 배출량 추이	35
[그림 2-10] 건물부문 감축경로(2018~2030)	36
[그림 2-11] 건물부문 2030년 온실가스 배출 전망, 감축수단, 감축후 배출량	37
[그림 3- 1] KEII-NCGE의 산업별 다중적 투입구조	74
[그림 3- 2] 온실가스 감축효과 분석 방법	79
[그림 3- 3] 온실가스 감축 시나리오별 경제, 에너지 및 온실가스 관련 주요 지표 변화	87
[그림 4- 1] 노동시장 이행과 고용보험의 역할	122
[그림 4- 2] 직업능력개발사업 체계	132

요 약

- 본 보고서는 2030 온실가스 감축 로드맵이 일자리에 미치는 효과를 분석하고 정책적 대응방안을 제시함.
 - 로드맵은 배출전망치 850.8백만 톤에서 37%를 감축하는 것을 목표로 하고 있음.
 - 로드맵은 각 부문별로 감축목표를 제시하고 있는데, 본 보고서에서는 배출량과 감축량이 큰 4개 부문을 분석대상으로 함.
- 감축정책
- 먼저 각 부문별 감축정책과 감축수단의 세부사항을 살펴보고 필요한 정책적 고려사항을 검토함.
 - 전환부문에서 가장 중요한 정책수단은 신재생에너지 공급의무화제도(RPS)와 배출권거래제이며 가장 강력하게 이행을 담보하는 정책은 전력수급계획임.
 - 감축계획의 이행을 위해서는 온실가스 감축비용이 고려된 가격이 책정되어야 할 것임.
 - 산업부문의 가장 중요한 정책수단은 배출권거래제(ETS)와 목표관리제이며, 부가적으로 FEMS 설치 의무화, 고효율기자재 인증, 고효율 공정기술 개발, 친환경 공정가스 개발 등이 있음.
 - 문제는 현재의 배출권거래시장이 활성화되지 않고 있다는 점이며, 3기 이후에는 이를 완화하기 위해 제도적 보완이 필요할 것임. 외부사업의 범위를 확대하는 안을 고려할 수 있을 것임.
 - 우리나라 온실가스 다배출 기업의 에너지효율은 이미 전 세계에서 가장 높은 수준이어서 개선을 위해서는 정부의 적극적인 지원

과 인센티브가 필요

- 건물부문의 주요 정책수단은 신축건물 에너지기준 강화와 기존 녹색건축물 녹색전환 의무화, 기기 효율기준 강화, 신재생에너지 보급 지원 등이 있음.
 - 그러나 여전히 감축목표 달성을 위한 정책의 구체성이 부족. 각종 기준제도를 구체화하고 감축목표를 부문별로 더 세부화할 필요가 있음.
- 수송부문의 주요 정책수단은 친환경차량에 대한 보조금과 연비규제임.
 - 현재 엔진의 효율 향상에도 차량 대형화로 평균연비가 정체되는 상황임.

□ 일자리 영향

- 온실가스 감축정책은 일자리에 직접적으로, 전후방효과를 통해 간접적으로, 소득 및 소비 변화 등으로 인하여 영향을 미치게 됨.
- 먼저 현재 기준으로 로드맵이 직접적인 영향을 미치는 산업과 직업을 살펴보고, 영향이 큰 산업과 직업의 일자리 수와 질을 살펴봄.
 - 감축정책은 주로 제조업, 전기업, 건설업, 연구개발업 등의 산업과 전문가, 기능원, 조작 및 조립원 등의 직업과 직접적인 관련이 크기 때문에 임금수준은 높고 근로시간은 길.
 - 영향이 크다는 것은 이 일자리가 늘어나거나 줄어들 가능성이 상대적으로 높다는 것을 의미하며, 온실가스 감축은 사회 전 부문에 영향을 미치기 때문에 다른 산업 및 직업의 일자리에도 영향을 미침.
- 이어서 로드맵이 산업과 일자리에 어떻게 영향을 미칠지를 정성적으로 살펴봄.
 - 전환부문의 경우 재생에너지 관련 일자리에 긍정적 영향을 끼

치겠지만, 화력발전 관련 일자리에 부정적 영향을 끼칠 것으로 보임. 전기요금 인상은 경제 전반적으로 약간의 부정적 영향을 끼칠 수 있음.

- 산업부문의 경우 효율 개선과 공정가스 도입은 약간 긍정적 영향을 끼치겠지만 공정 신기술 도입은 오히려 부정적 영향을 끼칠 수도 있을 것임. 다만 온실가스 감축이 생산비용 상승으로 이어져 생산량이 제한되고 이에 따라 고용에 약간의 부정적 영향을 끼칠 수 있을 것임.
- 건물부문은 대체로 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 보임. 다만 건축비용 상승으로 신개축 물량이 줄어들 경우 고용에 약간 부정적 영향을 미치게 될 수도 있음.
- 수송부문과 관련해서는 대체로 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 예상되지만, 친환경차 확대는 부정적 영향을 끼칠 가능성이 큼.

○ 세 번째로 연산가능일반균형모형을 이용하여 감축 로드맵의 거시 효과를 추산함.

- 두 가지 시나리오를 고려하였는데, 첫 번째 시나리오는 각 부문 및 업종별 감축목표를 자체적으로 달성하는 것이며, 두 번째 시나리오는 제조업과 전환부문에는 현재의 배출권거래제를 시행한다는 것임. 여기서 고려하는 배출권거래제는 각 업종의 한계저감 비용(Marginal Abatement Cost)이 같아지는 수준으로 할당되는 것이어서 현실과는 차이가 남.
- 시나리오 1의 경우 감축이행은 산업부문의 고용을 0.2%, 전환부문을 10.3%, 수송부문을 5.8%, 상업부문을 4.4%, 공공부문을 6.7% 감소시킴.
- 시나리오 2의 경우 산업부문의 고용은 2.0% 증가하지만, 전환부문의 고용은 8.6%, 수송부문은 3.2%, 상업부문은 2.4%, 공공부문은 5.0% 감소
- 다만 현실은 모형의 결과와 다소 달라질 가능성이 있음.

- 첫째, 부가가치는 주로 대규모사업체에서 발생하고 고용은 주로 중소기업체에서 발생함. 감축으로 생산과 부가가치가 줄어들게 되면 이는 주로 대규모사업체에만 영향을 주게 되고 중소기업체에는 영향이 크지 않을 것임. 그러나 모형은 규모에 따른 부가가치와 고용의 차이를 구별하지 못하여 부가가치 변화로 인한 고용의 변화를 과도하게 추정할 가능성이 높음.
- 둘째, 전환부문의 경우 다른 발전에 비해 태양광의 고용효과는 매우 크기 때문에 전환부문 부가가치가 감소하더라도 태양광의 비중이 증가하면 고용은 오히려 증가할 수 있음. 실제 발전계획에 따르면 태양광의 비중이 매우 높아짐. 모형은 이러한 상황을 반영하는 데 한계가 있음.
- 셋째, 건축부문의 높은 감축률로 상업과 공공부문의 부가가치가 크게 감소하고 따라서 고용이 크게 감소하는 것으로 추정되었지만, 현실적으로 이러한 현상이 발생하지 않을 수 있음.

□ 사회적 보호 및 교육훈련

- 여기서는 감축 로드맵 이행에 따른 노동수요의 변화에 대응한 정책적 대응방안을 다룸.
 - 감축 로드맵은 친환경적인 일자리를 늘리지만 탄소집약적인 일자리를 줄이게 됨.
 - 부정적 영향을 받는 취업자에 대해서는 한편으로 기존의 정책이 이들을 보호하기에 미흡한 점이 없는지를 점검하고 필요한 조치를 취할 필요가 있으며, 다른 한편으로 이들을 늘어나는 일자리로 이동시키기 위한 노력이 필요함.
- 사회적 보호를 위해서는 감축 로드맵으로 부정적 영향을 받을 가능성이 높은 여성과 같은 노동시장 취약계층 보호를 위해서 기존의 사회보험, 특히 고용보험이 충분한지를 검토하고 필요하다면 개편을 고려할 필요가 있음.

- 사회적 보호는 실직으로 인한 부정적 영향 외에도 예상되는 기온 상승이나 이상기후 등으로 인한 피해를 예방하거나 보호하기 위한 사회적 안정장치를 모두 포괄하는 것임.

□ 직무별 요구 숙련 변화

- 연구직의 지속적인 확대 요구에 대응하여, 신규인력의 양성 확대와 기존 연구직의 신규부문으로의 전환 교육, 재교육 강화 등이 모두 요청됨.
- 기술직의 숙련 변화는 주로 새로운 직무의 등장 및 이와 관련된 신직업의 등장으로 인해 나타날 것으로 여겨지는 가운데, 기존 기술직의 직무에 비해 새로운 직무에서 요구되는 숙련수준이 전반적으로 높을 것으로 전망됨. 설치, 작동, 유지, 보수 등의 기능스킬 강화도 필요
- 건설직의 숙련 변화는 주로 기존 직무의 숙련 향상으로 나타날 전망
- 설비(기능직)의 경우 직무 변화가 크지 않은 가운데, 설비(기능)직 내에서 상대적으로 숙련수준이 높은 직업을 중심으로 수요가 증대할 전망
- 수송직의 경우, 직무 변화가 크지 않은 가운데, 상대적으로 숙련수준이 높은 직업을 중심으로 수요가 증대할 전망
- 관리직의 경우 기존 직업 내에서 에너지원 변화 등으로 인한 직무 사항이 추가되는 가운데, 관련 보수교육이 필요

□ 교육훈련 방안

- 교육훈련기관 개편 및 역할 다양화
 - 전문대학, 폴리텍대학 등 고등직업교육기관, 평생교육원, 훈련기관 등 다양한 교육훈련기관에서 다양한 자격, 학위 및 비학위 프로그램을 운영하고 있으므로 온실가스 감축 관련 분야와 관련한

- 신설 과정 개설 혹은 기존 과정의 개편 등 추진
 - 산업, 직업 등 일자리 변화에 연계하고, 시장환경 변화에 대응하여 다양하고 특화된 교육훈련과정 개설 운영
- 현행 직업능력개발사업 체계 활용 및 특화 프로그램 개설 검토
 - 현재 온실가스 감축 로드맵 추진을 위한 전문화, 특화된 교육훈련사업 및 프로그램이 없을 경우, 고용보험 직업능력개발사업 내 기존 사업으로 운영하거나 혹은 별도의 특화사업으로 추진하는 방안 고려 필요
- 사업 간 연계 강화를 통해 신속한 수요대응 체계 마련
 - 많은 부처, 기관별로 추진 중인 기본계획, 추진전략, 대응방안 등을 연계하여 선택과 집중을 통한 효율화
 - 파트너십 강화, 사회적 대화 활성화를 통해 산업, 직업별 필요한 훈련수요를 도출하고, 효과적으로 훈련을 진행하며, 양성 혹은 향상된 인력들이 효과적으로 배치 활용될 수 있도록 할 필요
- 온실가스 감축 분야 전문가들의 생애·평생직업능력개발체계 구축
 - 급속한 고령화 진전에 따라 노동력 공급 부족이 예상되고, 평생 직업 사회로 전환됨에 따라 새로운 일자리로의 이동이 빈번하여 이·전직을 위한 재교육훈련 수요가 크게 증가할 것이며, 재직 단계에서도 생산과정 변화 등에 따라 역량개발의 필요성이 높아짐.
 - 온실가스 감축 관련 분야에 종사하는 인력들이 생애주기에 맞추어 근로자 전 단계인 정규교육 제도에서부터 비정형·비공식 분야에 대한 훈련 참여가 가능하고, 재훈련, 향상훈련 등 노동시장 진입 후에도 체계적인 접근이 가능하도록 종합적인 직업능력개발체제로 전환 필요

제1장

연구의 개요

제1절 문제 제기와 보고서의 범위

- 정부는 2018년 7월 2030 온실가스 감축 로드맵 수정안을 확정
 - 수정된 로드맵은 2030년 배출 예상치의 37%(국내 32.5%)를 감축하겠다는 목표와 달성 방법에 대한 계획을 제시하고 있음.
 - 이러한 목표의 이행은 우리사회에 상당한 변화를 야기할 것이며 이에 대한 준비가 필요

- 특히 로드맵의 이행은 일자리에 상당한 영향을 끼칠 것이며 이에 대한 예상 및 대비가 필요
 - 로드맵의 이행은 우리사회에 광범위한 영향을 끼칠 것이기 때문에 상당히 넓은 범위의 일자리에 영향을 끼칠 것임.
 - 에너지원의 전환 및 효율 향상은 업종 및 인적 속성별로 비대칭적인 영향을 끼칠 가능성이 높으며 부정적 영향을 받는 집단에 대한 적절한 정책적 대응이 필요
 - 다른 한편으로 로드맵 이행에 필요한 새로운 성질의 기술에 대응하여 기존 일자리를 적절히 변화시키고 필요한 기능을 갖춘 인력을 준비시켜야 함.

- 그러나 아직까지 영향의 정도에 대한 예측이나 이에 대비한 준비가 매우 부족한 실정임.
- 본 보고서는 2030 온실가스 감축 로드맵의 이행이 일자리에 미치는 영향을 추정하고 이에 대한 정책적 대응방안을 제시함. 다만 연구의 범위를 다음과 같이 제한함.
- 감축정책의 대상이 되는 여러 부문 중 중요한 4개 부문만을 주요 분석 대상으로 함.
 - 4개 부문은 전환부문, 산업부문, 수송부문, 건물부문임.
- 각 부문의 감축수단 중 중요한 감축수단만을 주요 분석대상으로 함.

제2절 2030 온실가스 감축 로드맵

1. 경과

- 2020년 국가 온실가스 감축목표를 국제사회에 약속(2009. 11)
- 2020년 배출전망치(BAU) 대비 30% 감축
- 2020년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵 수립(2014. 1)
- 연도별, 부문별 이행계획 수립
- 2030년 감축목표안 UN 제출(2015. 6)
- 2030년 BAU 대비 37% 감축(국외감축 포함)
- 이에 맞춰 저탄소 녹색성장 기본법 시행령 개정

- 2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵 수립(2016.12)
 - 2030 로드맵 및 기후변화대응 기본계획 수립
 - 국내 25.7%, 국외 11.3%

- 2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵 수정(2018. 7)
 - 국내 상황 변화 및 국외의 권고 등을 반영하여 로드맵 수정
 - 2017년 9월 이후 합동작업반을 운영하여 로드맵을 수정 및 검토하고, 여러 차례 전문가 및 일반인의 의견수렴 과정을 거쳐 수정안 확정
 - 국외 감축 비중은 11.3%에서 4.5%로 낮춤.
 - 3년 단위의 감축경로 제시

2. 감축목표

가. 감축목표

- BAU는 기존 로드맵의 배출전망치인 850.8백만 톤
- 에너지부문 739백만 톤, 비에너지부문 112백만 톤

〈표 1-1〉 BAU 배출 전망치

구분 (단위 : 백만 톤)	2013년	2020년	2025년	2030년	연평균 증가율(%)	
					'13~'20	'13~'30
에너지부문	592	678	700	739	1.94	1.32
비에너지부문	88	1.5	1.9	112	2.59	1.43
총계	680	783	809	851	2.03	1.33

- 2030년 목표는 536.0백만 톤
- 이는 기존 BAU 대비 37.0% 감축, 2015년 전망치 대비 22.3% 감축

나. 부문별 감축목표 설정

〈표 1-2〉 부문별 감축목표 계획

(단위: 백만 톤, %)

		배출전망 (BAU)	수정안	
			감축 후 배출(감축)량	BAU 대비 감축률
배출원 감축	산업	481.0	382.4	20.5%
	건물	197.2	132.7	32.7%
	수송	102.2	74.4	29.3%
	폐기물	15.5	11.0	28.9%
	공공(기타)	21.0	15.7	25.3%
	농축산	20.7	19.0	7.9%
	탈루 등	10.3	7.2	30.5%
감축수단 활용	전환	(333.2)	(확정) -23.7 (추가 잠재량) -34.1	-
	E산업/CCUS	-	-10.3	-
	산림흡수원	-	-38.3	4.5%
	국내외 감축 등	-		
기존 국내 감축			574.3	32.5%
합계		850.8	536.0	37.0%

- 전환부문 감축량은 140.5(순 감축량은 57.8)백만 톤. 333.2백만 톤 → 192.7백만 톤 배출
 - 배출전망 조정분 21.6백만 톤, 다른 부문 수요관리분 61.1백만 톤
 - 발전인프라 개선, 친환경 발전믹스 강화, 집단에너지, 잠재 감축분
- 산업부문 감축량은 98.5백만 톤. 481백만 톤 → 382.4백만 톤 배출
 - 배출전망 조정분 14.3백만 톤
 - 에너지 이용효율 제고(공통기기 효율 개선 및 공장에너지관리시스템 보급, 공정설비 효율화 등) 37.8백만 톤 감축
 - 신기술·혁신기술의 개발·보급 및 고효율제품 전환 21.9백만 톤
 - 친환경 공정가스 개발 및 냉매 대체 17.0백만 톤
 - 온실가스 저배출 연료 및 원료 대체 4.4백만 톤
 - 폐자원(폐열 및 폐기물) 활용 3.1백만 톤

- 건물(가정·상업)부문 감축량은 64.5백만 톤. 197.2백만 톤 → 132.7백만 톤 배출
 - 배출전망 조정분 28.5백만 톤
 - 신축건축물 허가기준 강화 등 5.5백만 톤
 - 기존건축물 에너지 성능 향상 9.6백만 톤
 - 설비효율 개선 및 신재생에너지 보급 확대 15.2백만 톤
 - 건물에너지 정보인프라 구축 및 소비개선 유도 5.8백만 톤
- 공공·기타 감축량은 5.3백만 톤. 21.0백만 톤 → 15.7백만 톤
 - 배출전망 조정분 0.8백만 톤
 - LED 조명과 가로등 보급 등 2.35백만 톤
 - 재생에너지 설비 보급 1.2백만 톤
 - 건축물 단열 강화 0.3백만 톤
 - 신증축 건축물 에너지관리시스템 도입 0.6백만 톤
- 수송부문 감축량은 30.8백만 톤. 102.2백만 톤 → 74.4백만 톤
 - 배출전망 조정분 1.0백만 톤
 - 전기차 확대(100만 대→300만 대), 평균연비기준 강화(승용차, 소형 승합·화물차), 평균연비제도 도입(중·대형차), 유무선 충전 전기버스 상용화 등 23.1백만 톤
 - 친환경 선박 보급 등 0.2백만 톤
 - 대중교통 운영 확대 등 1.8백만 톤
 - 승용차 운행 억제 등 1.6백만 톤
 - 녹색물류 효율화 등 1.8백만 톤
 - 2020년까지 바이오디젤 3.0기준 달성 1.2백만 톤
 - 항공기 효율 개선 0.2백만 톤
- 폐기물 감축량은 4.5백만 톤. 15.5백만 톤 → 11.0백만 톤
 - 기존전망 조정분 +0.2백만 톤
 - 폐기물 감량 및 재활용 확대 4.2백만 톤
 - 메탄가스 회수 및 에너지화 시설 운영 0.5백만 톤
- 농축산부문 감축량은 1.6백만 톤. 20.7백만 톤 → 19.0백만 톤
- CCUS 기술 개발 및 상용화 등 감축량은 10.3백만 톤

- 잔여감축량 38.3백만 톤 중 산림정책 강화로 22.1백만 톤, 해외 배출권 구매 등 16.2백만 톤

제3절 기존 연구

1. 국내 연구

- 김승택 외(2008), 녹색일자리에 대한 인력수급전망 및 이에 따른 고용정책적 과제, 노동부
 - 녹색산업을 신재생에너지와 환경산업(환경부)의 합집합으로 정의하고,
 - 투입산출표를 이용하여 산업별 녹색일자리를 전망하고, 산업-직업 행렬을 이용하여 직업별 녹색일자리도 전망
 - 3대 정책 투자의 효과 분석: 신성장동력산업, 환경산업, 그린에너지 산업
 - 추정결과는 기존 일자리 대체나 기존 일자리 소멸 등을 고려하지 않은 것이므로 주의가 필요하다고 언급
- 강성진 외(2010), 녹색산업과 일자리 전망, 경제·인문사회연구회
 - 한국고용정보원의 녹색산업과 과학기술정책연구원의 녹색산업 정의를 조합하여 녹색산업을 정의하고 한국고용정보원의 녹색직업을 이용하여 녹색직업을 정의한 후 녹색산업과 녹색직업의 교집합을 녹색일자리로 정의
 - 한국고용정보원의 기존 중장기인력수급전망(2008~2018)을 이용하여 2018년 녹색일자리를 전망
- 이시균 외(2011), 녹색부문 인력수요 전망, 한국고용정보원

- 환경산업통계조사와 연구자료, 실태조사자료를 활용하여 녹색산업을 정의하고, 기존의 한국고용정보원의 분류체계를 약간 수정하여 녹색직업을 정의
 - 기존의 산업-직업 3자리수를 기준으로 추정된 녹색일자리가 과대추정되었을 가능성이 높다는 점을 지적
 - 지역별 고용조사를 이용하여 대략적인 녹색일자리의 고용특성을 추정
 - 녹색일자리는 5자리 산업과 4자리 직업으로 정의되었는데, 지역별 고용조사는 3자리 산업과 직업에 대한 정보까지만 확인할 수 있음.
 - 중장기 인력수요전망 보고서와 각종 통계자료 및 실태조사 등을 이용하여 녹색산업의 인력수요 전망
-
- 오상봉 외(2017), 신재생에너지 공급의무화제도(RPS)에서 의무공급량 증가가 고용에 미치는 영향, 고용노동부
 - RPS 의무공급량 증가가 고용에 어떠한 영향을 끼치는지 분석하고, 이에 대응하여 어떠한 정책적 고려가 필요한지 제안
-
- 조준모 외(2017), 에너지 신산업 육성 고용영향평가, 고용노동부
 - 태양전지, 연료전지, 해양바이오, 해양에너지 등 에너지신산업에 종사하는 업체에 대한 설문조사 결과를 이용하여 육성정책이 고용에 긍정적인 영향을 끼침을 보임.
-
- 이남철 외(2011), 신재생에너지부문 고용창출 분석, 한국직업능력개발원
 - 신재생에너지부문 인력양성 현황을 살펴보고 문제점을 지적하였으며,
 - 신재생에너지부문 인력구조를 제시하였음.
 - 보고서가 인용하고 있는 자료는 산업부(현재는 에너지공단)의 신재생에너지사업체 조사인데, 이 자료는 제조업만을 대상으로 하고 있기 때문에 관련 인구구조를 제대로 보여주고 있다고 보기 힘들.
 - 산업별로 전망한 취업계수를 이용하여 2015년과 2020년의 인력수요를 전망

- 짧은 시계열을 이용하여 변동이 심한 취업계수를 전망한 것은 다소 무리가 있어 보이며, 이를 이용한 인력수요 전망은 이용하기에 적절하지 않은 것으로 판단됨.

- 나영선 외(2010), 녹색성장과 직업능력개발정책, 한국직업능력개발원
 - 녹색성장이 고용 및 노동시장에 미치는 효과에 대한 기존 연구나 외국 연구를 제시하고, 녹색직업의 유형에 대해서 소개함.
 - 녹색산업의 기술과 인력요구에 대해서는 신재생에너지산업을 중심으로 살펴보았는데, 500여 개 사업체 조사를 활용해 그 결과를 제시함.
- 황규희 외(2009), 저탄소 녹색성장 분야 인력양성방안 연구: 그린카를 중심으로
 - 그린카의 핵심기술을 제시하고, 기술영역별 대학 교과내용을 분석

2. 해외 연구

- Montt et al.(2018), "Does climate action destroy jobs? An assessment of the employment implications of the 2-degree goal," International Labour Review, 157(4), pp.519-556.
 - 파리협약은 재생에너지 비중 증가와 에너지효율 개선을 통해서 달성되는데, 세계산업연관표를 이용한 분석에서 이것은 고용을 창출하고 업종간 고용이동을 야기할 것이라는 결과를 얻음.
- Markandya et al.(2016), "Towards a green energy economy? Tracking the employment effects of low-carbon technologies in the European Union," Applied Energy, 179(2016), pp.1342-1350.
 - 1995년에서 2009년 사이에 EU의 저탄소 지향적인 에너지구조 급변이 고용에 미치는 영향을 투입산출표를 이용하여 분석하였는데, 2009년 전

체 고용의 0.24%(53만 개 일자리)가 늘어났음을 보임.

- Eurofound(2019), Energy scenario: Employment implications of the Paris Climate Agreement, Publication Office of the European Union, Luxembourg
- 2030년 2도 목표 달성이 EU의 고용에 미치는 효과를 E2ME macro-econometric model을 이용하여 분석하였으며, 고용에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상

- ILO(2018), World Employment and Social Outlook 2018: Greening with jobs, ILO
- 환경과 일자리는 크게 관련되었음을 여러 현실적 근거를 제시하면서 주장하고,
- 다지역 투입산출표(MRIO: Multiregional input-output table)를 이용하여 전 세계(44개국)의 감축 노력은 일자리에 긍정적인 영향을 미침을 보임.
- 전체 일자리는 늘어나더라도, 일부 계층은 이러한 긍정적 효과에서 소외되거나 일자리를 잃을 수도 있음. 이러한 계층의 이해 대변이나 사회적 보호를 위한 조치가 필요함을 역설
- 마지막으로 변화된, 또는 새로운 기술요구에 대응하기 위한 교육훈련과 관련된 각국의 사례를 바탕으로 이와 관련된 여러 측면을 언급
 - ILO는 27개국의 보고서를 바탕으로 여러 측면에서 각국의 상황에 대해서 언급하는데, 한국의 경우에는 준비가 잘 되어 있다는 설명이 많음. 그러나 실제로 그린지에 대해서는 의심스러움. 형식적 제도와 관련 기구만 잘 갖춰진 것이 아닌지 확인 필요

- CEDEFOP(2010), Skills for Green Jobs, CEDEFOP
- CEDEFOP(2019), Skills for Green Jobs, 2018 update CEDEFOP
- EU 각국의 녹색기술에 대한 정의, 녹색기술의 교육훈련을 위한 조직,

프로그램에 대해서 소개

- 이상의 해외 연구들은 파리협약 준수(2도 목표 달성)를 위한 신재생에너지 확대와 에너지효율 향상이 고용에 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 예상하는 경향이 강함.
- 이는 주로 화석연료와 관련된 없어질 일자리보다 신재생에너지 건설과 관련된 새로 생길 일자리가 더 많을 것이기 때문으로 예측

제4절 보고서의 구성

- 먼저 로드맵에 제시된 감축정책에 대해서 구체적으로 검토함.
 - 여기서는 부문별 세부적 감축정책에 대해서 살펴보고,
 - 이것의 실현가능성에 대해서 검토함.
- 다음으로 감축정책이 일자리에 미치는 영향을 살펴봄.
 - 기존 연구와 전문가 인터뷰 결과를 참조하여 감축정책 관련 산업 및 직업을 식별하고, 관련 일자리의 수 및 질을 살펴봄.
 - 전문가 인터뷰를 기초로 부문별 감축정책이 향후 일자리에 어떻게 영향을 미치는지 정성적으로 살펴봄.
 - 거시모형으로 전체 일자리의 양적 변화를 추정
- 감축정책에 대응하여 고려해야 할 정책들을 살펴봄.
 - 기후변화 및 감축정책의 부정적 영향에 대응한 정책방안을 모색함.
 - 먼저 감축정책 관련 일자리를 정의하고 일자리의 특성을 분석함.
 - 전문가 인터뷰, 해외 문헌 등을 바탕으로 요구되는 기술의 변화 추정
 - 기술의 변화에 대응한 교육훈련 방안 제시

□ 마지막으로 요약하고 정책적 시사점을 제시

○ 앞에서 논의된 모든 내용을 정리하고 정책적으로 필요한 사항을 제시

제2장

감축정책

제1절 서론

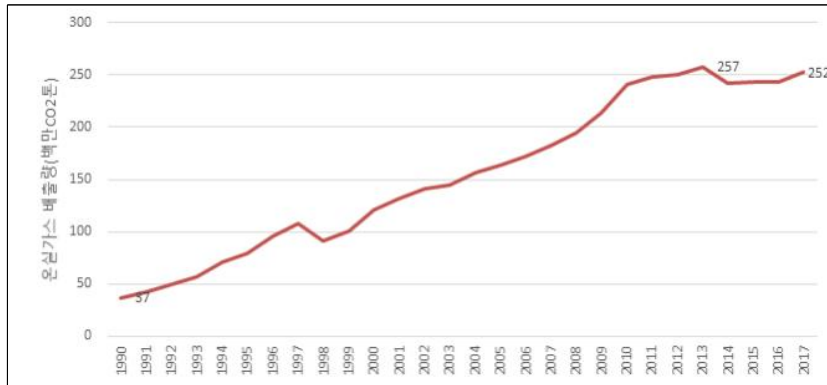
- 온실가스 감축 로드맵에는 부문별 감축목표 및 감축수단별 예상 감축량이 제시되어 있음.
- 그러나 감축수단의 선택은 실제 경제활동 행위자의 선택의 몫이며 이러한 행동이 목표한 수준으로 일어나도록 하는 것은 감축정책임.
 - 따라서 로드맵 작성 시 고려하였던 감축정책이 실제로 감축수단의 이행으로 연결될지에 대한 평가가 필요함.
- 감축정책은 산업 및 일자리에 영향을 미치게 됨.
- 현재 기준으로 감축정책과 관련된 일자리가 무엇이고 규모 및 질이 어떤지를 검토함.
- 이어서 감축정책이 시행될 경우 어떤 방향으로 영향을 주게 될지에 대해서 대략적으로 예측함.
- 마지막으로 연산가능일반균형모형을 이용하여 감축정책의 산업 및 일자리에 미치는 영향을 살펴봄.

제2절 전환부문

1. 배출현황 및 감축목표

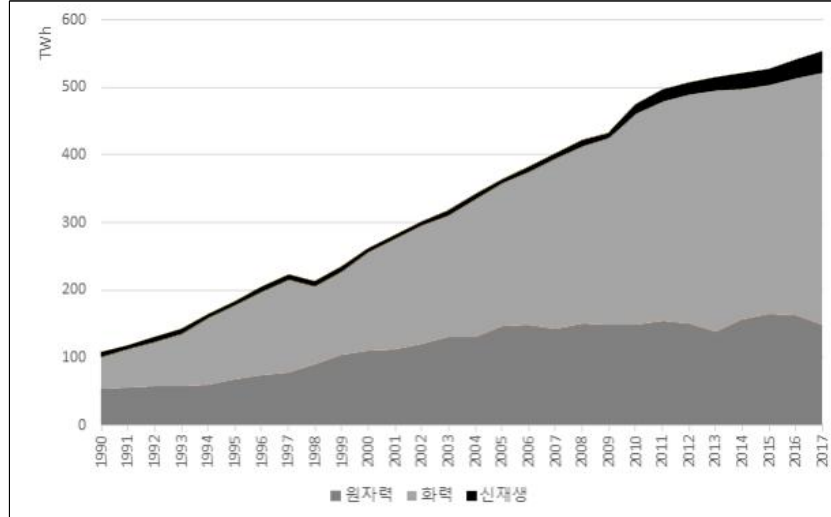
- 국내 전환부문 온실가스 배출량은 1990년 약 37백만 톤에서 2017년 252백만 톤으로 지난 27년 동안 약 6.8배 증가함.
- 지금까지의 전환부문 온실가스 최대 배출량은 2013년 257백만 톤임.

[그림 2-1] 전환부문 온실가스 배출량 추이(1990~2017)



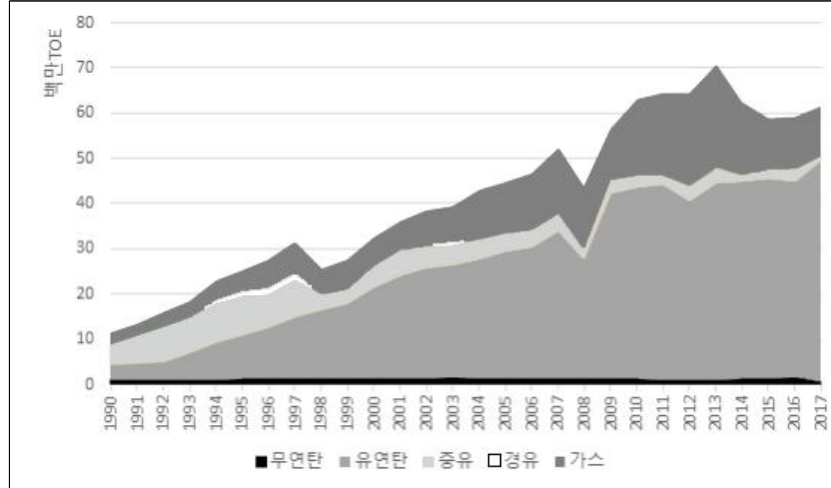
- 온실가스 배출량에 가장 직접적인 영향을 미치는 발전량은 1990년 107 TWh에서 2017년 553TWh로 약 5.2배 증가
 - 화력발전의 발전량이 가장 크게 증가하고, 그 비중도 가장 크게 증가함.
 - 원자력발전의 절대량은 증가하였지만, 상대적인 비중은 감소함.
 - 최근에 신재생에너지의 발전량이 과거에 비해 빠르게 증대하고 있음.

[그림 2-2] 전환부문 발전량 추이(1990~2017)



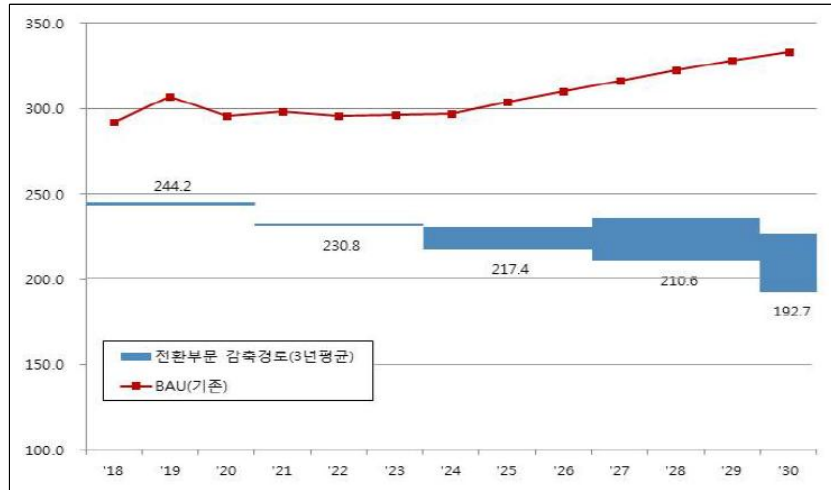
- 최근 연도 중에서는 상대적으로 원자력발전의 비중이 높았던 2014~16년의 배출량이 감소의 형태였음을 알 수 있음.
 - 원자력의 절대적 수준이 1990년 수준에 비해 증가하였지만, 상대적 비중은 꾸준히 낮아지고 있는 추세이며, 화력발전의 비중 증대가 이를 대부분 초과 상쇄함.
- 화석연료 사용량 추이를 살펴보면 석탄과 가스의 사용량이 크게 증가하였고, 석유의 사용량은 상대적으로 크게 감소함.
 - 유연탄의 사용량은 1990년 약 4백만TOE에서 2017년 49백만TOE로 12배 이상 증가함.
 - 중유 사용량은 1990년 4백만TOE 이상에서 2017년 약 1백만TOE미만으로 4배 이상 감소함.
 - 가스 사용량은 1990년 약 2.2백만TOE에서 2017년 약 11백만TOE로 약 5배가량 증가함.

[그림 2-3] 화석연료 사용량 추이(1990~2017)



□ 전환부문 온실가스 배출량 BAU는 2030년 333.2백만 톤으로 전망하였으며, 2030년 감축 후 배출량 목표는 226.8~192.7백만 톤

[그림 2-4] 전환부문의 감축경로(2018~2030)

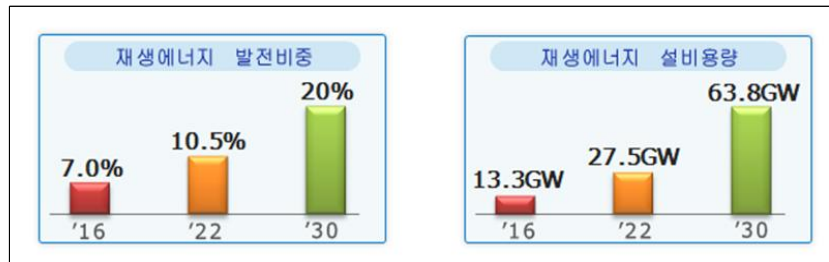


2. 주요 감축수단 소개

가. 신재생에너지 발전 확대

- 2030년까지 발전량의 20%를 신재생에너지로 공급하고, 신재생에너지 발전설비를 63.8GW로 증대시킬 계획임.
- 정부는 「신재생에너지 3020 이용계획(안)」(2017.12)을 통하여 신재생에너지 공급목표를 설정했으며, 이러한 신재생에너지 공급계획은 2030 온실가스 감축 수정로드맵에 반영되어 있음.
- 신재생에너지 발전량이 전체 발전량에서 차지하는 비중은 2016년의 7.0%에서 2022년에는 10.5%, 2030년에는 20%로 높아질 전망이다.
 - 신재생에너지의 2030년 발전량은 125.795TWh이며, 이 중 태양광과 풍력이 33.6%와 33.8%를 차지하며, 추가적으로 17.067TWh의 자가용 발전량 포함 계획
- 신재생에너지 발전설비 용량은 2016년의 13.2GW에서 2022년에는 27.5GW, 2030년에는 63.8GW(자가발전설비 포함)로 확대될 계획임.

[그림 2-5] 신재생에너지 발전 비중 및 발전설비 목표



자료: 산업통상자원부(2017.12), 「신재생에너지 3020 이용계획」.

나. 발전소 성능 개선 및 수명연장(Retrofit)

- 노후발전소 Retrofit을 통해 발전효율을 1~4%p 향상시키고 수명을 30년에서 40년으로 약 10년 연장시킬 수 있기 때문에 온실가스 감축수단

으로 활용 가능함.

- Retrofit의 주된 대상은 1990년대와 2000년대 초에 건설된 유연탄화력 발전소
- 2030 온실가스 감축 수정로드맵에 반영된 Retrofit 대상은 약 10,000MW의 유연탄화력발전소
- Retrofit 대상 유연탄화력발전소 및 시행 예상 시기는 다음의 표와 같음.

〈표 2-1〉 Retrofit 계획 유연탄발전소

발전소명	발전회사	발전용량(MW)	준공연도	투자비 (천 원/KW)	효율 향상	시행 시기
삼천포 #5	남동발전	500	1997년 7월	263.00	+0.0%p	2025~2026
삼천포 #6	남동발전	500	1998년 1월	263.00	+0.0%p	2025~2026
하동 #1	남부발전	500	1997년 7월	440.00	+2.0%p	
하동 #2	남부발전	500	1997년 11월	440.00	+2.0%p	
하동 #3	남부발전	500	1998년 7월	440.00	+2.0%p	
하동 #4	남부발전	500	1999년 3월	440.00	+2.0%p	
하동 #5	남부발전	500	2000년 7월	440.00	+2.0%p	
하동 #6	남부발전	500	2001년 7월	440.00	+2.0%p	
당진 #1	동서발전	500	1999년 6월	753.4	+2.08%p	2022~2023
당진 #2	동서발전	500	1999년 12월	753.4	+2.08%p	2023~2024
당진 #3	동서발전	500	2000년 9월	753.4	+2.08%p	2021~2022
당진 #4	동서발전	500	2001년 3월	753.4	+2.08%p	2021~2022
태안 #3	서부발전	500	1997년 3월	690.00	+3.28%p	2021.9~
태안 #4	서부발전	500	1995년 7월	690.00	+3.28%p	2023.1~
태안 #5	서부발전	500	2001년 10월	690.00	+3.28%p	2023.1~
태안 #6	서부발전	500	2002년 5월	690.00	+3.28%p	2024.1~
보령 #3	중부발전	500	1993년 4월	580.51	+2.82%p	2019.8
보령 #4	중부발전	500	1993년 6월	638.56	+2.82%p	2023.12
보령 #5	중부발전	500	1993년 12월	638.56	+2.82%p	2021.12
보령 #6	중부발전	500	1994년 1월	638.56	+2.82%p	2021.12
소계	20기	10,000				

다. 고효율발전시설 도입을 통한 발전효율 개선

- 미분탄발전으로 도입 가능한 초임계발전소(SC), 초초임계발전소(USC), 극초임계발전소(Advanced USC) 등이 대표적인 고효율 발전 시스템임.
- 현재 건설 중이거나 최근 건설이 완료된 발전소에서 초초임계발전소(USC)와 초임계발전소(SC)의 효율은 기존 아임계발전소(sub-Critical)에 비해 2~7%p 높은 수준임.
- 2018년 이후에 준공될 유연탄화력발전소의 설비능력은 총 7,260MW에 이른 것으로 조사됨. 중부발전의 신서천#1(1,000MW, 2020년 완공)을 제외한 나머지 6,260MW는 대부분 민간발전소로 건설될 계획임.

〈표 2-2〉 2019년 이후 완공될 고효율 유연탄화력발전소

소계	회사명	용량 (MW)	효율 (%)	준공연도	가동 정지	기술형태
신서천 #1	(중부발전)	1,000.00	43.50	(2020.3)	(2050년)	초초임계업(USC)
고성하이 #1	(고성그린파워)	1,040.00	43.50	(2021.4)	(2051년)	초초임계업(USC)
고성하이 #2	(고성그린파워)	1,040.00	43.50	(2021.10)	(2051년)	초초임계업(USC)
삼척화력 #1	(포스파워)	1,050.00	43.50	(2021.12)	(2051년)	초초임계업(USC)
삼척화력 #2	(포스파워)	1,050.00	43.50	(2022.6)	(2052년)	초초임계업(USC)
강릉안인 #1	(강릉에코파워)	1,040.00	43.50	(2022.6)	(2052년)	초초임계업(USC)
강릉안인 #2	(강릉에코파워)	1,040.00	43.50	(2022.6)	(2052년)	초초임계업(USC)
소계		7,260.00				

- 이들 발전소는 모두 초초임계(USC)급 발전소로서 발전효율이 높기 때문에, 이들 발전소의 도입과 함께 기존 발전소가 가동 정지되면 유연탄화력발전의 발전효율은 지속적으로 상승할 것으로 예상됨.

라. 노후 석탄화력발전소 가동 정지

- 정부는 2018년부터 30년 이상된 모든 석탄발전기에 대해 봄철(3~6월)에 가동 증지를 정례화할 계획임.

- 봄철 가동 중지 대상인 30년 이상된 석탄발전소는 기존의 8기에서 2030년 18기로 확대될 예정임.

마. 송배전 손실 감축

- 송배전 손실을 감소시키는 노력을 지속함으로써 송배전 손실률 감소와 이에 따른 발전량 감소로 온실가스 감축
- 송배전 손실률은 1981년의 6.66%에서 지속적으로 하락하여 2015년 현재 3.60%까지 약 84% 개선된 점을 감안하면, 2030년까지 현재 손실률 대비 10% 이상 개선될 것으로 예상됨.

3. 감축수단별 주요 정책도구

가. 재생에너지공급의무화제도(RPS)

- 일정규모(500MW) 이상의 발전설비(신재생에너지 설비는 제외)를 보유한 발전사업자(공급의무자)에게 총 발전량의 일정비율 이상을 신·재생 에너지를 이용하여 공급토록 의무화한 제도
- 공급의무자 : (총 21개사, '19년 기준) 한국수력원자력, 남동발전, 중부발전, 서부발전, 남부발전, 동서발전, 한국지역난방공사, 수자원공사, SK E&S, GS EPS, GS 파워, 포스코에너지, 씨지앤윌촌전력, 평택에너지서비스, 대륜발전, 에스파워, 포천파워, 동두천드림파워, 파주에너지서비스, GS동해전력, 포천민자발전
- 연도별 의무공급량 비율

〈표 2-3〉 연도별 의무공급량 비율

연도	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22~
비율(%)	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0

- 의무공급량 = 공급의무자의 총발전량(신재생에너지 발전량 제외) × 의무비율

- 신재생에너지 발전사업자는 ①생산한 전력의 판매와, ②전력판매량에 대응하여 국가가 발행해주는 REC(공급인증서) 판매를 통해 수익을 얻게 됨.
- 화석연료나 원자력 발전사업자는 생산한 전력의 판매를 통해서만 수익을 얻는 것과 차이
- REC는 신재생에너지 종류에 따라 가중치가 달라서 같은 1MWh의 전력을 생산하더라도 정부가 발행하는 REC의 양은 0.25~5.5까지 다양함.
- 공급의무자는 REC를 자체적으로 확보하든지, 신재생에너지 발전사업자로부터 구매하여 의무공급량 달성을 증명해야 함.
- REC 확보방법 : 자체건설, 자체계약(SPC 등), 선정계약, REC 현물시장
- 공급의무자는 의무공급량에 해당하는 양의 REC를 확보해야지만 과징금을 면할 수 있음.

나. 온실가스배출권거래제도(K-ETS)

- 한국은 2015년 1월 동아시아 최초로 국가 단위의 배출권거래제 도입
- 배출권거래제 시행기간은 현재 3차 계획기간까지 확정: 1차(2015~17년), 2차(2018~20년) 계획기간은 각각 3년 단위이고, 제3차(2021~25년)는 5년
- 배출권거래제 대상 주체는 계획기간 4년 전부터 3년간 온실가스 연평균 배출량이 12만 5,000CO₂톤 이상인 업체나 2만 5,000CO₂톤 이상인 사업장
- 배출량 기준에 관계없이 자발적 참여를 신청한 업체도 포함 가능
- 배출권거래제에 포함되는 온실가스 종류는 교토의정서에 명시된 6가지

온실가스(CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆)이며, 연료연소로 인한 직접배출뿐만 아니라 전기나 열을 사용함으로써 간접적으로 배출하게 되는 간접배출도 포함

□ 배출권 할당방법은 무상할당과 유상할당 혼용

- 1차 계획기간에는 100% 무상할당이며, 2차 계획기간에는 배출집약적이고 무역노출(EITE: Emission Intensive and Trade Exposed)이 큰 업종은 100% 무상할당이지만 그렇지 않은 업종은 할당량의 3%를 경매를 통해 구입해야 함.
- 3차 계획기간에는 유상할당 비중이 10% 이상으로 확대될 예정(기획재정부, 2014).
- 무상할당 방법은 주로 과거배출량 기준 할당(Grandfathering)인데, 1차 계획기간에는 3개 업종(시멘트, 항공, 정유), 2차 계획기간에는 6개 업종(기존 3개 업종 + 발전, 지역난방, 폐기물)으로 확대하여 벤치마크(Benchmark) 기준 할당을 실시함(환경부, 2018).

□ 국내 배출권은 할당배출권(KAU: Korean Allowance Unit), 상쇄배출권(KCU: Korean Credit Unit), 상쇄감축실적(KOC: Korean Offset Credit)으로 세 가지가 있음(기획재정부, 2014).

- 할당배출권은 정부가 할당계획에 따라 대상업체에 할당한 배출권이며, 상쇄배출권은 정부의 승인을 거쳐 상쇄감축실적에서 전환된 배출권이고, 상쇄감축실적은 외부사업 또는 CDM 사업을 통해 획득한 크레딧으로 언제든지 상쇄배출권으로 전환될 수 있음.

□ 이월, 차입, 상쇄 등의 유연성 기제 제한적 허용

- 이월(Banking)은 계획기간 내, 계획기간 간 아무 제한 없이 허용되다가 2017년 4월 시장안정화 조치 시 1차 계획기간에서 2차 계획기간으로의 이월을 일부 제한함(관계부처 합동, 2017).
- 차입은 계획기간 내에서만 제한적으로 허용: 1차 계획기간 20%, 2차 계

획기간 15%

- 상쇄(offset)제도를 통해 획득한 배출권은 배출량 한도의 10%까지 사용할 수 있음(기획재정부, 2014; 관계부처 합동, 2017).
- 거래 촉진과 유동성 증대를 위해 2차 계획기간부터 공적금융기관을 포함한 시장조성자 허용

다. 발전부문 에너지세제 개편

- 연료간 상대적 세제 조정은 전원믹스 변경에 있어서 매우 중요한 역할을 할 수 있으며 이의 작동기제를 검토하는 것은 필수적임.
- 에너지세제 조정은 14년부터 제2차 에너지기본계획 권고안에 따라 시작되었으며, 이는 연료별 사회적 비용을 반영하여 전원믹스를 조절하는 교정세의 역할을 기대한 조치임.
- 현재 발전부문 에너지 세제부담금은 소매요금에 부과되지 않고, 발전연료에 부과됨에 따라 도매시장에서만 세제 부과의 연료별 상대적 효과가 발생하고 있음.
- 14년부터 6차례 개정을 통해 최근 사회적 비용 반영 결과 유연탄 46원/kg, LNG 23원/kg으로 조정
- 사회적 비용의 원인제공자 부담, 석탄발전과 LNG 발전의 세제부담금 차이 감소가 주요 목적임.
- 교정세 기능을 제고하고 석탄발전 비용 인상 시그널을 전달함으로써 장기적으로 석탄발전 감소를 유도하고자 함.

〈표 2-4〉 LNG, 유연탄 관련 제세부담금 현황(2019년 4월 기준)

조정일	유연탄(원/kg)			LNG (원/kg)	세목	유연탄	LNG
	저열량	중열량	고열량				
2014.7	17	-	19	42	개별소비세	46원/kg	12원/kg
2015.7	22	-	24	60	관세		7.2원/kg
2016.6	21	24	27	60	수입부담금		3.8원/kg
2017.4	27	30	33	60	소 계(A)	46원/kg	23원/kg
2018.4	33	36	39	60			
2019.4	43	46	49	12			

- 온실가스 비용을 제외한 미세먼지, Nox, Sox의 사회적 비용 추산결과
는 유연탄과 LNG의 비중이 약 2:1로 추산됨.
- 따라서 현행 제세부담금 개편안은 온실가스 비용을 제외한 기타 외부
비용에 대해서만 일정부분 반영된 것으로 해석될 수 있음.

〈표 2-5〉 발전원별 환경비용 산정결과(연료사용량 기준)

발전원	(단위: 원/kg)				
	SOx	NOx	PM2.5	CO ₂	총 환경비용
LNG복합	3.3	37.0	3.5	122.9	166.6
무연탄	54.3	79.1	2.3	87.2	222.9
유연탄	41.5	43.8	2.1	91.4	178.8

- 현재 세제는 대기오염의 사회적 비용을 연료별 비율대로 반영하고 있지
만, 아직 그 절대적인 수준에서는 사회적 비용에 미치지 않고 있는 상황
임.
- 탄소비용은 배출권거래제라는 탄소비용 지불수단이 존재하기 때문에 제
세부담금 부과에서는 제외되었음.
- 그러나, 배출권의 유상할당 비율이 낮기 때문에 현재 온실가스의 외
부비용은 내부화 비율은 낮은 편임.

- 세계 개편을 통한 대기오염의 사회적 비용과 온실가스 감축비용의 반영은 도매부문에서만 아니라 장기적으로는 소매 요금에 전가되어야 에너지 사용에 따른 사회적 비용에 대한 신호를 적절히 전달할 수 있음.
- 단기적으로는 도매시장에서 전원믹스 개선에 활용해야 하지만, 장기적으로는 연료비 연동제를 통해 소매요금에도 사회적 비용이 체계적으로 반영되어야 함.

제3절 산업부문

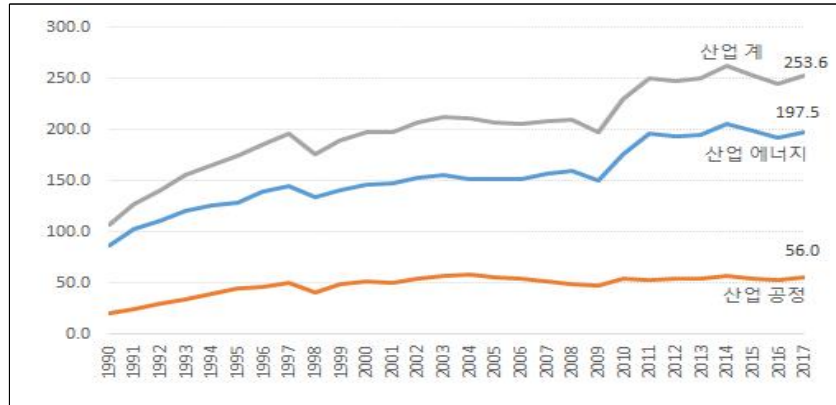
1. 배출현황 및 감축목표

- 국내 산업부문 온실가스 배출은 1990년 약 107백만 톤에서 2017년 254백만 톤으로 약 2.4배 증가함.
- 산업부문의 온실가스 배출량은 에너지 연소에 의한 배출량(산업에너지)과 공정에서 활용되는 비에너지(산업공정)에 의한 배출로 구분¹⁾
- 산업에너지 배출량은 2017년 기준 198백만 톤이고 산업공정은 56백만 톤 수준임.
- 산업부문의 온실가스 배출량은 우리나라 제조업의 성장에 따른 배출량 증가에 따라 지속적으로 증가
 - 온실가스 배출량은 2009~11년 기간 급증하였으나 이후 증가율이 안정화되고 있는 추세

1) 온실가스 감축 로드맵에는 전력 및 열사용에 따른 간접배출이 포함되어 있으나 국가 온실가스 인벤토리에서는 간접배출을 미포함(전환부문 배출).

[그림 2-6] 산업부문 온실가스 배출량 추이(1990~2017)

(단위: 백만 톤CO₂e)

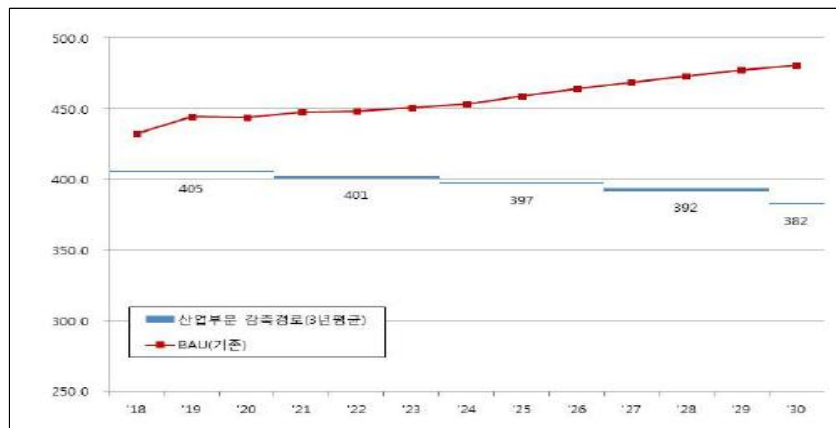


주: 간접배출이 미포함된 수치.

- 산업부문 온실가스 배출전망(BAU)은 2030년 481백만 톤으로 전망하였으며, 2030년 감축 후 배출량 목표는 382.4백만 톤
- 산업부문은 배출전망 대비 98.5백만 톤(20.5%)을 감축하는 것으로 설정
- 에너지부문은 에너지효율 개선, 공정부문에서는 친환경 공정가스 개발 및 냉매 대체 등으로 기본로드맵 대비 감축 확대

[그림 2-7] 산업부문의 감축경로(2018~2030)

(단위: 백만 톤CO₂e)



주: 산업부문 배출전망과 감축량에는 간접배출이 포함된 수치.

2. 주요 감축수단 소개

가. 기술적 감축수단

□ 전력설비 효율 개선

- 전업종 난방보일러 및 조명기기 감축량 별도 산정함. 산정방법은 기준 연도 전업종 난방 및 조명 에너지소비를 별도 분리 통합하고, 에너지수요전망 중 난방 및 조명 에너지수요를 구분한 후 최신 에너지기술DB(한국에너지공단)의 난방보일러와 조명기기 기존기술 및 신기술 자료를 활용, 기술수명이 만기되는 기기에 대한 신기술 대체효과 산정(TIMES 모형)

□ 연료전환

- 업종별 중유소비 전망은 에너지수요전망 결과를 사용하였으며, 업종별로 '30년까지 전망된 중유소비 전망치를 해당업종의 중유소비 특성을 감안하여 LNG로 점진적 대체를 가정(업종별 25%~100% 대체)

□ 폐열회수 및 폐플라스틱 활용

- 공정에서 발생하는 폐열을 자체 공정 내 재활용하여 에너지 사용을 절감함으로써 온실가스 감축
 - 기술적 감축수단은 코크스 오븐가스, 제선 열풍 가스 등을 자체 공정 내 재활용으로 온실가스 감축이 대표적
- 폐플라스틱 확대는 일본의 사례(폐플라스틱 집하시스템 구축과 노후 코크스로 적용을 전제로 '30년까지 1,300천 톤 감축)을 감안하여 적용
 - 폐플라스틱 사용 시 발생하는 염소성분으로 인한 코크스 부식문제 야기로 노후 코크스로 적용
 - 국내 폐플라스틱의 안정적인 선별 및 공급 인프라 구축 선결사항 해결 전제

- (철강·석유화학) 노후설비 가동조정 및 고부가제품 전환
 - 효율이 낮은 노후설비 가동을 조정하고, '20년 이후 고부가제품으로의 전환 및 생산량 조정 추진

- (철강) 신기술·혁신기술 개발 및 보급
 - 반응성 코크스·소결광 개발·적용, 수소환원제철 기술²⁾* 도입

- (기계) 신기술·혁신기술 개발 및 보급
 - 산소농도 제어, 산소연소 등 연소효율 개선이 가능한 신기술 개발 및 보급 등

- (시멘트) 혼합재 사용 증대
 - 2차 KS 규격 개정(강열감량 개정)을 통해 혼합재 최대 9%로 확대하고, 3차 KS 규격 개정(혼합재 종류 비제한)으로 10%까지 확대를 전제(에너지연소와 공정배출 감축)
 - 소성공정 대체연료(폐합성수지) 사용 비중 2% 추가 확대(사회적 인식, 선별 및 조달체계, 소성로 특성 등의 제약 반영)
 - 또한 대체연료 온실가스 배출량 미반영을 전제로 산정

- (유리) 원료 재사용 및 용해로 대체
 - 컬릿 사용 비율을 판유리 및 병유리 제조공정에서 10% 추가 확대를 전제
 - 용해로를 최고수준의 설비(예, 고강도 플라즈마 용해로, 하이브리드형 유리 용해로)로 대체 추진
 - 단, 설비 신증설 필요 시와 기존 설비 폐기 시 신기술 도입을 전제

2) 철강 제조과정에 환원제로서 석탄 대신 수소(H₂) 활용. 단, 기술개발의 불확실성, 상용화 여부 등을 감안하여 추가 검토 필요.

- (요업) 소성로 에너지 절감
- 경량고온소성, 고효율 스프레이 드라이어 등 온실가스 감축 신기술의 비용경쟁적 도입을 전제로 감축 신기술 효과 산정(TIMES 모형)
 - 단, 설비 신증설 필요 시와 기존 설비 폐기 시 신기술 도입을 전제
- (제지) LNG 및 바이오매스 보일러 교체
- LNG 및 바이오매스 사용 비중을 '30년까지 약 60%로 확대

나. 정책적 감축수단

- (산업공통) 배출원단위 관리를 위한 인센티브 시스템
- 업종/사업장 단위로 목표원단위를 설정하고 목표달성에 따라 인센티브 또는 지원을 제공
 - * 배출원단위 관리 운영방식은 목표관리제와 유사한 형태
 - 의무이행 MRV 체계 정비 및 지원 강화를 통하여 온실가스 감축 성과 도출
- 업종별로 BAU상 원단위 개선 추세를 계산하고 동 추세보다 원단위 개선의 속도를 상향하도록 목표 부여
 - BAU상 원단위 개선속도(연평균변화율) 대비 연평균변화율을 약 0.5%p 상향하는 목표를 부여하여 도출
 - 업종별 특성(생산특성, 에너지사용 패턴, 에너지효율 수준)을 고려하여 감축률은 다소 상이하게 설정
- (산업공통) 중소기업 감축지원
- 현행 국가 온실가스 감축정책의 대상이 되지 않는 중소기업의 온실가스 배출을 적절한 제도를 통해 양성화하여 효율 향상을 통해 경쟁력을 향상하고 온실가스 감축 기여 유도
 - 업종별로 중소기업의 배출 비중을 30%로 가정하고 대기업이 주로 정

책의 대상이 되는 '배출원단위 관리를 위한 인센티브 시스템'의 절반 (50%) 수준의 감축률을 부여하여 감축량을 도출

- 업종별로 중소기업의 비중이 상이하므로 중소기업의 배출 비중을 정확히 추정할 수 없다는 점을 고려하여 감축잠재량을 다소 보수적으로 산정

□ (산업공통) 프리미엄 전동기 의무화

○ 삼상유도전동기의 최저에너지소비효율기준을 '15년부터 '18년까지 단계적으로 프리미엄급으로 상향 조정하는 정책 반영

* 프리미엄 전동기의 효율은 일반 전동기 대비 7%, 고효율 전동기 대비 2% 높은 것으로 가정

- '15년부터 해당 업종의 동력용 에너지소비효율을 2% 추가 개선하는 시나리오를 설정하여 감축량 산정

* 동력용 에너지 소비비중은 에너지총조사 활용

□ (산업공통) 고효율기자재 인증 및 보급 지원 확대

○ 고효율에너지기자재 인증 및 보급 지원 정책을 현행보다 대폭 강화하여 산업부문 에너지효율 향상

* 고효율에너지기자재인증제도: 에너지 절약효과가 크고 경제성이 높은 기자재를 선정, 고효율 인증을 부여하는 제도

* 적용대상: 보일러, 인버터 등 전력설비, 냉난방·조명 설비 등 47개 품목 대상

- 에너지이용합리화자금 융자지원, 투자세액 공제, 설치장려금 지원제 등 각종 보급정책을 현행 수준보다 강화하여 고효율기자재 보급을 확대, 생산과정의 효율을 추가 개선*

* 배출원단위 관리 및 프리미엄전동기 의무화 등을 통한 에너지효율 개선과 별개로 추가적인 효율 개선 상정

- 동 정책을 통해 해당 업종의 생산과정 에너지소비*효율(에너지원단위)을 '30년까지 5% 추가 개선하는 시나리오를 설정하여 감축량 산정

* 건물용(냉난방·조명), 원료용 에너지를 제외한 순수 생산과정에서 소비되는 에너지

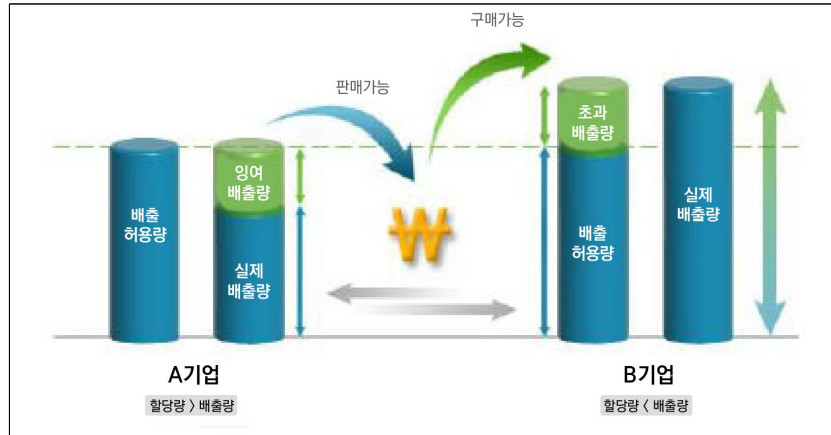
* 해당 업종의 생산과정 에너지소비 비율은 에너지총조사 활용

3. 감축수단별 주요 정책도구

가. 배출권거래제

- 온실가스 배출권거래제란 “정부가 온실가스를 배출하는 사업장을 대상으로 연단위로 배출권을 할당하여 할당범위 내에서 배출행위를 할 수 있도록 하고, 할당된 사업장의 실질적 온실가스 배출량을 평가하여 잉여분 또는 부족분의 배출권에 대하여는 사업장 간(間) 거래를 허용하는 제도”
- 다음의 그림에서 도식화하고 있는 것과 같이 업체는 할당된 배출허용량을 기준으로 배출허용량을 초과하여 배출하였을 경우는 배출권을 구매하고 배출허용량 미만으로 배출하였을 경우 잉여분을 판매할 수 있음.
- 이러한 활용을 결정하는 중요한 요소는 한계감축비용(marginal abatement costs)인데 한계감축비용이 높을 경우 기업은 직접적으로 감축하기보다는 배출권을 구매하게 되고 반대로 한계감축비용이 낮을 경우에는 직접 감축을 하여 잉여분을 시장에 판매하는 것임.
 - 이러한 원리하에서는 한계감축비용이 낮은 순서로 감축이 이루어지게 되어 사회적으로는 온실가스 감축을 비용 효과적으로 달성하게 되는 것이 제도의 기본 원리라 할 수 있음.

[그림 2-8] 배출권거래제 개념도



자료 : 환경부(2018), p.2.

나. 목표관리제

- 목표관리제는 정부가 업체와의 협의를 통해 온실가스 감축 및 에너지 절감 목표를 설정하여 부여하고 목표이행 등에 대한 평가를 통해 온실가스 및 에너지 사용을 관리하는 제도로 앞서 논의한 배출권거래제와는 달리 일종의 직접규제제도라고 할 수 있음.
- 목표관리제 대상은 최근 3개년 평균 온실가스 배출량 및 에너지 소비량이 각각 일정 기준 이상인 업체 또는 사업장인데 업체의 경우는 온실가스 배출량이 5만 톤 이상이거나 에너지 소비량이 200TJ를 초과하는 경우, 사업장의 경우는 온실가스 배출량이 1.5만 톤 이상 또는 에너지 소비량이 80TJ를 초과하는 경우 목표관리 업체에 해당됨.³⁾
- 목표관리제는 2008년 12월, 「제4차 에너지이용합리화 기본계획」을 통해 에너지 목표관리제 도입계획을 수립하였고, 2010년 4월 「저탄소 녹색성장 기본법」 시행령을 제정하면서 온실가스·에너지 목표관리제가 실시
 - 전체적으로 저탄소 녹색성장 기본법에 따른 이행정책으로 목표관리

3) http://www.kemco.or.kr/web/kem_home_new/ener_efficiency/industry_01.asp
(최종접속일: 2018.10.31.).

제가 배출권거래제에 앞서 우선 시행되었고, 2015년부터 배출권거래제가 시작됨에 따라, 대부분의 관리업체가 할당대상업체로 지정되어 현재 목표관리제는 배출권거래제의 보조수단으로 운영되고 있다고 할 수 있을 것임.

다. 산업부문 에너지효율제도

□ 에너지이용합리화 자금 용자지원 및 세제지원

- 용자지원은 중소·중견기업, 비영리법인 및 공공기관을 대상으로 에너지 절감 및 온실가스 감축을 위한 에너지절약형 시설 투자 시 투자비의 일부를 장기 저리로 용자지원하는 제도
- 주 사업대상은 ESCO 투자사업과 절약시설 설치사업으로 구분
 - ESCO 투자사업은 에너지 사용자가 에너지절약전문기업(ESCO: Energy Service Company)과 계약하여 에너지절약형 시설로 개체 또는 보완하는 사업을 의미⁴⁾
 - 통상적으로 ESCO 투자사업은 기술이나 자금이 부족한 기업이 직접적으로 에너지절약형 시설로 개체 또는 보완이 어려울 경우 ESCO 업체가 이를 대행하여 사업을 수행하는 경우에 해당
 - 한편 절약시설 설치사업의 경우 에너지사용자가 에너지절약형 시설을 설치하거나 개체하는 데 필요한 투자금을 지원하는 사업
 - 이 사업도 주 대상은 중소기업, 비영리법인과 중견기업, 공공기관의 2개 항목으로 구분하고 있는데 중소기업, 비영리 법인에 다소 낮은 이자율을 부과하는 방식으로 지원이 이루어지고 있음.
 - 주로 지원되는 대상설비는 에너지절약형 시설(보일러, 고효율 조명), 고효율 기기 등을 생산하기 위한 설비, 전력수요 수요관리 설비 등으로 나타나고 있음.

4) 에너지절약전문기업(ESCO) : 에너지이용합리화법 제25조 및 동법 시행령 제30조의 규정에 의한 장비, 자산 및 기술인력을 갖추고 산업통상자원부장관에게 등록된 업체(<http://jagum.kemco.or.kr:7011/WebContent/jsp/home/jsp/info/escosum.jsp>)(최종접속일: 2018.10.12).

□ 에너지경영시스템 지원

- 에너지경영시스템(EnMS)은 “에너지사용자 또는 에너지공급자가 에너지 이용효율을 개선할 수 있는 경영목표를 설정하고 이를 달성하기 위하여 인적·물적 자원 및 관리체제를 일정한 절차와 방법에 따라 체계적이고 지속적으로 관리하는 경영활동 체계”를 의미
- 에너지경영시스템은 “국제표준인 ISO 50001을 참고(인증 또는 자체선 언)하여 에너지경영시스템을 도입한 사업장에 에너지절감 성과를 평가 하여 실제 에너지절감 성과가 있는 사업장만이 에너지경영시스템을 구축하였다고 판단”하도록 하고 있음.
- 한국에너지공단은 에너지경영시스템 관련 세부사업을 운영하고 있는데 에너지경영시스템의 기반을 구축하기 위한 사업으로 에너지경영시스템 우수사업사업장 인정제도, 에너지경영시스템 성과평가 지원사업, 에너지경영시스템 인프라구축 지원사업 등의 세부사업을 운영하고 있음.

□ 에너지진단의무화제도와 에너지진단사업

- 에너지진단의무화제도는 “에너지를 많이 사용하는 에너지다소비업자에 게 3년 이상의 주기로 의무적으로 진단을 받도록 하여 사업장 및 국가의 에너지이용합리화를 도모하기 위한 제도”
 - 이 제도는 에너지다소비 사업장의 에너지 사용형태를 점검하고 에너지 사용에서 절감이나 효율개선 요소에 대한 진단을 시행하여 대상 기업의 에너지 효율화를 제고하도록 하는 제도
- 사업대상은 연간 에너지사용량이 2,000toe이상인 에너지다소비 사업장으로 이 제도의 시행을 통해 2017년에는 682개 사업장에서 56만 3,000toe, 온실가스 감축잠재량 150만 1,000tCO₂의 실적을 기록한 것으로 조사됨(한국에너지공단, 2018).
- 에너지진단사업은 에너지진단의무 대상자를 대상으로 에너지진단을 통한 컨설팅을 제공하는 사업으로 에너지진단의무화제도의 보조적 성격을 가지는 사업
 - 산업부문에 대해서는 2017년 말 기준으로 2,198개 사업장에 대해서

진단을 실시(한국에너지공단, 2018)

□ 고효율에너지기자재 인증제도

- 고효율에너지기자재 인증제도는 에너지 절감효과가 큰 기기에 대해 고효율에너지기자재로 인증하여 보급을 활성화하기 위한 제도
 - 일정 기준을 만족한 제품을 인증하여 주는 효율인증 또는 효율보증제도
 - 정부는 인증 분야와 품목을 설정하고 에너지효율 및 품질시험을 통하여 정부 규정에서 설정된 기술기준 이상을 만족할 경우 인증서를 발급하는 방식으로 운용

〈표 2-6〉 고효율에너지기자재 인증 품목

분야	품목
조명설비 (4개 품목)	등기구, LED 램프, LED 유도등, 문자간판용 LED 모듈
단열설비 (2개 품목)	고기밀성 단열문, 냉방용 창유리필름
전력설비 (8개 품목)	무정전전원장치, 인버터, 펌프, 원심식 송풍기, 전력저장장치(ESS), 전기자동차 충전장치
보일러 및 냉난방설비 (7개 품목)	산업 건물용 가스보일러, 원심식 스크류 냉동기, 직화흡수식 냉온수기, 향온흡습기, 가스히트펌프, 가스진공온수보일러, 중온수 흡수식 냉동기

자료 : http://www.kemco.or.kr/web/kem_home_new/ener_efficiency/machine_02.asp.

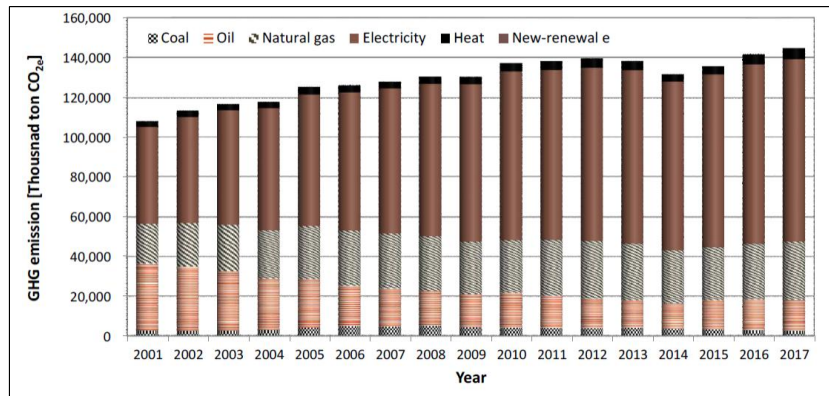
- 이 제도는 제조업자(또는 수입업자)가 직접 인증 신청을 하여 인증절차를 거쳐 인증서를 부여하는 자발적 제도
 - 에너지효율 개선을 위한 의무 규제 등에 해당하지 않으나 인증 획득을 통해 제품에 고효율 인증마크를 부착할 수 있고 제품의 마케팅에 활용
 - 고효율제품이 시장에 진입하고 소비자의 선택을 유도할 수 있도록 하는 제도

제4절 건물부문

1. 배출현황 및 감축목표

- 우리나라 건물부문⁵⁾의 온실가스 배출량은 2000년대 초반부터 완만하게 증가하여 최근(2017년) 약 140백만 톤(CO₂e)을 상회하는 것으로 추산됨. 전력과 열 등 전환된 형태의 2차 에너지 사용이 늘어남에 따라 총 배출량 중 간접 연소(전력, 열)에 의한 배출이 차지하는 비중이 2001년 48%에서 2017년 67.3%로 증가하는 추세임.

[그림 2-9] 건물부문 온실가스 배출량 추이



자료 : 정영선·김태형(2019).⁶⁾

- 온실가스 감축 로드맵 수정안⁷⁾(이후 로드맵)에 따르면 2030년 우리나라 건물부문의 온실가스 총 배출량은 197.2백만 톤(CO₂e)에 이를 것으로

5) 본 보고서에서 건물부문이란 주거용과 상업용 건물을 의미함.

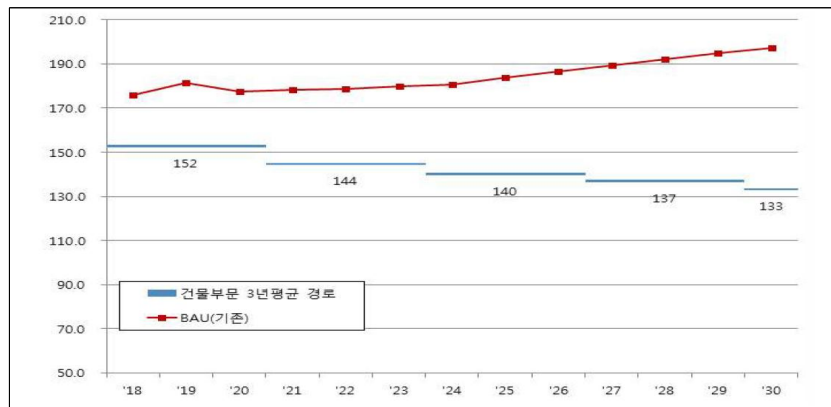
6) 정영선·김태형(2019), Estimation and Feature of Greenhouse Gas Emission in Building Sector by National Energy Statistic, Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction Vol.35, No.7.

7) 「2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안」, 관계부처합동(2018. 7).

전망되며, 이 중 64.5백만 톤을 감축하여(감축률 32.7%) 배출량을 132.7백만 톤으로 억제하는 것을 감축목표로 제시하고 있음.

[그림 2-10] 건물부문 감축경로(2018~2030)

(단위: 백만 톤CO2e)



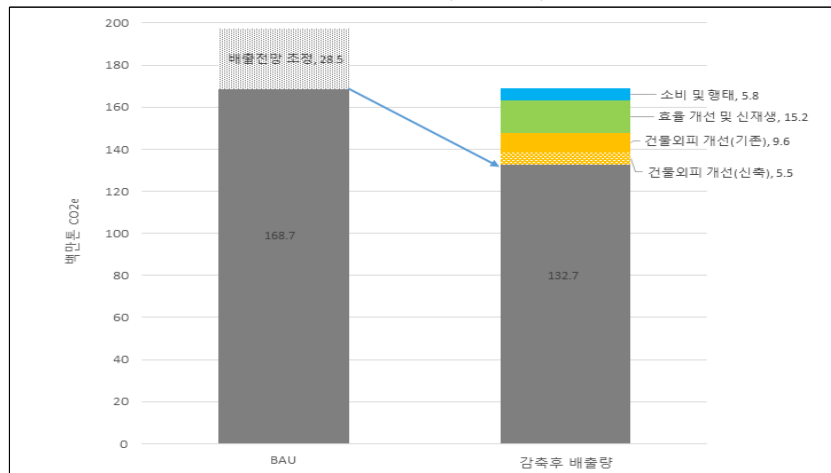
2. 주요 감축수단 소개

- 건물부문의 주요 감축수단은 ① 신축건축물 허가기준 강화, ② 리모델링을 통한 기존건축물 에너지 성능 향상, ③에너지 기기 및 설비 효율개선, ④신재생에너지 보급 확대, ⑤건물에너지 정보인프라 구축을 통한 소비 및 행태 개선 등으로 분류할 수 있음.
- 신축건축물 허가기준 강화(①)는 패시브 수준의 건축물 에너지 기준 강화와 제로에너지건축물 단계적 의무화 등을 통해 2030년까지 BaU 대비 5.5백만 톤을 감축하는 것을 목표로 하고 있음.
- 기존건축물 에너지 성능 향상(②)은 에너지다소비 공공건축물의 녹색건축물 전환 의무화와 민간 노후건축물 에너지 성능 개선 등을 통해 약 9.6백만 톤을 줄이는 것을 목표로 하고 있음.
- 에너지 기기 및 설비 효율 개선(③)의 경우 '에너지소비효율 등급제도' 및 '고효율에너지기자재 인증제도'의 확대 및 강화, 고효율 조명기기 및 고효율 설비 지원사업을 통해 감축을 추진하고, 신재생에너지 보급 확대(④)의 경우 '3020 재생에너지 이행계획'과 연계한 신재생에너지 건축

물 보급 확대를 통해 감축을 추진하며, ③과 ④는 각각의 감축목표 제시 없이 두 가지 감축수단을 합하여 15.2백만 톤 감축을 목표로 제시하고 있음.

- 건물에너지 정보인프라 구축을 통한 소비 및 행태 개선(⑤)은 건물에너지 정보인프라 구축, 건물에너지관리시스템(BEMS)의 개발 및 보급, IoT 기반 에너지 절약 맞춤형 서비스 개발/제공을 통해 에너지소비 행태 개선을 유도하고 이를 통해 5.8백만 톤을 감축하는 것을 목표로 하고 있음.
- 본 연구에서는 배출전망 조정에 따른 감축효과(28.5백만 톤)를 배출전망에서 제외하여 168.7백만 톤의 배출전망에서 36백만 톤을 줄이는 것(감축률 21.3%)을 로드맵의 감축목표로 가정하였음.

[그림 2-11] 건물부문 2030년 온실가스 배출 전망, 감축수단, 감축후 배출량



3. 감축수단별 주요 정책도구

- 위에 설명한 건물부문 감축수단은 수단의 특성, 범위에 따라 서로 다른 정책도구들이 뒷받침하고 있음. 예를 들어, 건축물과 직접 관련된 감축 수단들은 녹색건축물 조성 지원법⁸⁾(이하 녹색건축법)과 그 시행령, 규칙 등의 개정을 통해 뒷받침이 되고 있으며, 에너지기기/설비와 관련된 감

축수단은 에너지이용합리화법⁹⁾에 의해 정책적으로 뒷받침되고 있음.

- 신축건축물의 건물 외피 강화를 통한 에너지 부하 저감은 다음과 같은 정책도구를 활용할 예정임.
 - '건축물의 에너지 절약 설계기준' 강화를 통해 패시브 건축물¹⁰⁾ 수준의 단열 에너지 기준 강화
 - 제로에너지건축물¹¹⁾ 단계적 의무화
 - '건축물 에너지효율 등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준' 개정을 통해 제로에너지건축물의 신재생에너지 생산량 인정 범위 확대
 - '에너지절약형 친환경주택의 건설기준' 강화를 통해 소형주택(전용면적 60m² 이하)의 패시브 하우스 수준 에너지 성능 의무화, 신재생에너지 확대, 제로에너지주택 확대 추진
- 기존건축물의 에너지 성능 향상은 다음과 같은 정책도구를 활용할 예정임.
 - 에너지다소비 공공건축물의 녹색건축물 전환 의무화: 에너지소비량 공개/보고 대상 공공건축물 중 에너지효율이 낮은 건축물의 성능 개선을 권고에서 의무화로 개정
 - 민간이자 지원사업 개선, 사업방식 다각화 등 그린 리모델링 활성화
 - 민간 노후건축물 에너지성능 개선 사업기획 지원 및 재정지원 확대
 - 녹색건축 특화형 도시 재생사업 발굴
- 에너지 기기 및 설비의 효율 개선과 관련된 정책도구는 다음과 같음.
 - '에너지소비효율 등급표시제도'¹²⁾를 통한 가전/사무기기, 설비와 관

8) 이 법은 「저탄소 녹색성장 기본법」에 따른 녹색건축물의 조성에 필요한 사항을 정하고, 건축물 온실가스 배출량 감축과 녹색건축물의 확대를 통하여 저탄소 녹색성장 실현 및 국민의 복리향상에 기여함을 목적으로 하며, 녹색건축물의 인증, 설계기준 등에 대한 세부 사항을 규정하고 있음.

9) 이 법은 에너지의 수급(需給)을 안정시키고 에너지의 합리적이고 효율적인 이용을 증진하며 에너지소비로 인한 환경피해를 줄임으로써 국민경제의 건전한 발전 및 국민복지의 증진과 지구온난화의 최소화에 이바지함을 목적으로 함.

10) 건축물에 필요한 에너지 부하(냉, 난방 등)를 최소화할 수 있도록 기밀성과 단열성이 강화되어 설계된 건축물.

11) 단열성능을 극대화하여 건축물의 에너지 부하를 최소화(패시브)하고, 태양광 등 신재생 에너지를 활용(액티브)하여 건물 기능을 위한 에너지 소요량을 최소화한 건축물.

12) '에너지소비효율 등급표시제도'는 소비자들이 효율이 높은 에너지절약형 제품을 쉽게 구

련된 에너지소비효율 등급 기준 강화

- '고효율에너지기자재 인증제도'¹³⁾의 품목을 확대하고, 효율기준을 단계적으로 강화

- 고효율 조명기기(LED) 보급 확대

○ 재생에너지 지원사업을 통한 주택, 건물 재생에너지 보급 확대

○ 건물에너지 정보인프라 구축을 통한 소비 및 행태 개선과 관련된 정책 도구

- 건축물 에너지데이터 통합지원시스템 개발 및 대국민 서비스 실시

- IoT와 빅데이터 기반 에너지 절약을 위한 맞춤형 서비스 개발/제공

- 행태 개선을 유도할 수 있는 건물에너지 성능관리 가이드 온라인 서비스 및 용도별 에너지절약 매뉴얼 개발

- 건축물에너지관리시스템(BEMS)¹⁴⁾ 활성화 및 확산, 보급

입할 수 있도록 하고 제조(수입)업자들이 생산(수입)단계에서부터 원천적으로 에너지절약형 제품을 생산하고 판매하도록 하기 위한 의무적인 신고제도임. 이 제도에서는 에너지소비효율 또는 에너지사용량에 따라 효율등급을 1~5등급으로 나누어 표시하도록 하고, 에너지소비효율의 하한치인 최저소비효율기준(MEPS: Minimum Energy Performance Standard)을 적용함.

13) '고효율에너지기자재 인증제도'는 에너지사용기자재 중 에너지효율 및 품질시험 검사 결과가 정부가 고시한 일정기준 이상 만족하는 제품을 고효율에너지기자재로 인증하는 자발적 제도.

14) 에너지 기기 및 설비(조명, 냉/난방/환기 설비, 콘센트 등)에 센서와 계측장비를 설치하고, 통신망으로 연계하여 에너지원별, 용도별 상세 사용량을 실시간으로 모니터링하고, 수집된 에너지 사용 정보를 소프트웨어를 통해 분석하고 기기/설비의 자동제어를 통해 건물 운영을 최적화하고 이를 통해 에너지를 저감하는 통합관리시스템.

〈표 2-7〉 건물부문 온실가스 감축수단과 관련 정책도구

감축수단	'30년 감축량 (백만 톤CO ₂ e)	정책도구 또는 수단	관련 법령 및 계획
신축건축물 허가기준 강화	5.5	'건축물의 에너지 절약 설계기준' 강화	녹색건축법 14,15조, 시행령 10조, 11조, 시행규칙 7조
		제로에너지건축물 단계적 의무화	녹색건축법 17조
		건축물 에너지효율 등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준 개정	녹색건축법 17조
		'에너지절약형 친환경주택의 건설기준' 성능 수준 향상	주택건설기준 등에 관한 규정 64조
기존건축물 에너지 성능 개선	9.6	에너지다소비 공공건축물의 녹색건축물 전환 의무화	녹색건축법 13조, 35조
		민간 노후 건축물 에너지 성능 개선 사업기획 지원 및 재정지원 확대	
		이자 지원을 통한 그린 리모델링 활성화	
		녹색건축 특화형 도시 재생사업 발굴	
설비효율 개선 및 신재생에너지 보급 확대	15.2	'에너지소비효율 등급표시제도' 강화	에너지이용합리화법 15조, 16조
		고효율에너지기자재 인증제도의 품목 확대	에너지이용합리화법 22조
		고효율 조명기기(LED) 보급 확대	
		신재생에너지 보급 확대	재생에너지 3020 이행계획
건물에너지 정보인프라 구축을 통한 소비 및 행태 개선	5.8	건축물 에너지데이터 통합지원시스템 개발 및 대국민 서비스 실시	
		IoT 기반 에너지 절약 맞춤형 서비스 개발/제공	
		건축물에너지관리시스템(BEMS)의 개발 및 보급	녹색건축법 6조

제5절 수송부문

1. 배출현황 및 감축목표

- 수송부문은 에너지 부문 중 연료연소 부문에 속하며, '15년 기준 국내 온실가스 배출량의 13.6% 차지

- 수송부문 온실가스 배출량은 25년간(1990~2015년) 연평균 5.0%씩 증가하여 왔지만, 2010년 이후부터 증가 추세는 완화됨.
 - 최근 5년간(2010~2015년) 연평균 증가율은 2.0%

〈표 2-8〉 분야별 온실가스 배출량 추이

(단위: 백만 톤CO₂eq, %)

구 분	1990	1995	2000	2005	2010	2015
에너지	241.4	354.2	410.6	466.6	564.9	601
	82.4%	81%	82%	83.5%	86.1%	87.1%
수 송	35.5	64.7	69.9	81.8	85.4	94.2
	(15%)	(18%)	(17%)	(18%)	(15%)	(16%)
산업공정	19.8	44.1	49.9	54.7	54	52.2
	6.8%	10.1%	10%	9.8%	8.2%	7.6%
농 업	21.3	23.2	21.6	20.8	22.2	20.6
	7.3%	5.3%	4.3%	3.7%	3.4%	3%
폐기물	10.4	15.8	18.8	16.7	15.1	16.4
	3.6%	3.6%	3.8%	3%	2.3%	2.4%
배출량 합계	292.9	437.2	500.9	558.9	656.2	690.2
증가율	-	49.27%	14.57%	11.58%	17.41%	0.15%

주: 배출량 합계는 LULUCF를 제외한 값이며, 에너지_기타에는 미분류 값을 포함한 값임.
 자료: 2017년도 국가 온실가스 인벤토리 보고서(온실가스종합정보센터).

- 국내수송을 위한 교통분야 온실가스는 2015년 기준 94.2백만 톤CO₂eq 배출하였으며, 도로부문에서 95.7% 배출되고 있음.
 - 교통수단별 현황을 보면 '15년 기준 항공 1.5%, 해운 1.6%, 철도 0.3%, 기타 수송¹⁵⁾이 0.6%를 차지

15) 기타 수송분야는 환경부의 「2010년도 국가 온실가스 통계 산정·검증·보고지침」에 의해 추가된 부문으로 분류되지 않은 수송, 파이프라인 수송, 공항 및 항구의 지상 운송수단, 다른 카테고리에 포함되지 않는 비도로 수송부문이 해당됨.

〈표 2-9〉 교통수단별 온실가스 배출량 추이

(단위: 백만 톤CO₂eq, %)

구분	1990	1995	2000	2005	2010	2015
도로	30.9	58.5	64.5	76.9	81.1	90.1
	87.1%	90.4%	92.2%	93.9%	94.9%	95.7%
철도	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3
	2.5%	1.4%	1.4%	1.0%	0.7%	0.4%
항공	0.8	1.3	1.4	1.0	1.1	1.5
	2.3%	2.1%	2.0%	1.3%	1.3%	1.5%
해운	2.4	3.6	2.8	2.8	2.3	1.6
	6.9%	5.6%	3.9%	3.4%	2.7%	1.7%
기타	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6
	1.3%	0.5%	0.4%	0.4%	0.4%	0.7%
합계	35.5	64.7	69.9	81.8	85.4	94.2

주: 국제빙커링 제외, 총배출량 적용, 전력사용에 의한 간접배출량 제외.

- 수송부문 온실가스 감축목표는 2030년 배출전망(수송부문) 대비 29.3% (30.8백만 톤CO₂eq 감축)
 - 2030년 온실가스 목표배출량은 74.4백만 톤CO₂eq

〈표 2-10〉 수송부문 온실가스 감축목표

(단위: 백만 톤CO₂eq, %)

2030년 배출전망	감축후 배출량	감축량 (감축률)
105.2	74.4	30.8 (29.3%)

자료: 2030 온실가스 감축 수정로드맵(2018).

2. 주요 감축수단 소개

- 수송부문의 감축수단은 기술적 감축수단 및 정책적 감축수단으로 구성
 - 기술적 감축수단은 연비향상 등과 같이 기술발전에 근거하여 에너지 효율을 달성하여 온실가스 발생을 저감시키는 감축수단
 - 정책적 감축수단은 대중교통 운영 및 이용 확대 등과 같이 통행수단 및 이용행태 변화에 근거한 시스템 효율화를 통해 에너지효율을 달성하여 온실가스 발생을 저감시키는 감축수단

가. 기술적 감축수단

1) 친환경차 보급을 포함한 자동차 평균연비 개선

○ 하이브리드차 보급

- 고효율·저가형 하이브리드 자동차(HYB)의 개발·보급, 보조금 지원을 통한 보급 확대로 온실가스 감축
- 고효율·차량가격 저감을 위한 7대 핵심부품 기술개발을 통해 '20년 까지 누적 86.8만 대 보급, '30년까지 누적 400만 대 보급 추진

〈표 2-11〉 연도별 하이브리드차 보급목표(누적)

(단위: 만 대)

구분	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'30년
HYB 보급	16.9	22.0	29.8	41.6	59.6	86.8	400.0

자료: 제3차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획(2015.12).

○ 전기차 보급

- 전기자동차(EV) 성능 향상 및 충전시설 확대, 충전형태 다양화, 보조금 지원을 통한 보급 확대로 온실가스 감축
- 전기차 성능 향상 7대 핵심부품 기술개발 및 충전시간 단축·가격 저감을 위한 3대 핵심영역 기술개발을 통해 '20년까지 누적 20만 대 보급, '30년까지 누적 300만 대 보급 추진

〈표 2-12〉 연도별 전기차 보급목표(누적)

(단위: 만 대)

구분	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'25년	'30년
EV 보급	0.6	1.6	4.6	8.6	13.6	25.0	58.0	300

자료: 제3차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획(2015.12) 및 미세먼지관리종합대책(2017.9).

○ 수소연료전지차 보급

- 수소연료전지차(FCEV) 내구성 및 안정성 향상, 실증사업 시행, 보조금 지원을 통한 보급 확대로 온실가스 감축

〈표 2-13〉 연도별 수소연료전지차 보급목표(누적)

(단위: 만 대)

구분	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'22년	'30년
FCEV 보급	0.01	0.02	0.05	0.2	0.5	1.0	15.0	64.0

자료: 제3차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획(2015.12) 및 수소경제 활성화 로드맵(2019.1).

○ 승용차 평균연비기준 관리

- 승용차 연비를 향상시키기 위해 타이어 효율등급제도, 차체 경량화 등을 포함한 승용차 평균연비 관리제도를 통해 온실가스 감축
- '16년 이후 '20년까지 신차 평균연비 기준을 24.3km/L로 강화하는 「차량 평균 온실가스·연비 기준」을 시행('16년~)하고 있으며, 향후 '30년까지 보다 강화하는 연비규제 추진을 계획(~'30년)

○ 연도별 신규 자동차 평균연비 기준

〈표 2-14〉 연도별 신규 자동차 평균연비 기준

구분	'15년	'16년 (10%)	'17년 (20%)	'18년 (30%)	'19년 (60%)	'20년 (100%)	'30년
평균연비(km/L)	17	17.7	18.5	19.2	21.4	24.3	-
온실가스배출(g/km)	140	135.7	131.4	127.1	114.2	97	-

자료: 에너지이용 합리화법 제17조(평균에너지소비효율제도).

- 전기자동차 확대 보급 및 소형 승합·화물차를 포함한 승용차 평균연비 기준 강화를 통해 18,163천 톤 감축

2) 바이오디젤 혼합

- 자동차용 경유에 바이오디젤의 일정비율 혼합 공급을 의무화하는 신재생에너지연료 혼합의무화제도(RFS: Renewable Fuel Standard) 시행
 - 자동차용 경유에 바이오디젤을 일정비율 혼합하여 공급하도록 의무화하는 신재생에너지 공급의무화제도를 통해 1,163.0천 톤 감축
 - 자동차용 경유 신재생에너지 혼합 의무비율을 '20년까지 바이오디젤(BD) 3.0 기준* 달성 추진(자동차용 경유에 바이오디젤 3% 혼합)

〈표 2-15〉 바이오디젤 혼합의무 비율

구분	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'30년
BD 혼합의무 비율(%)	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0

3) 중·대형차 평균연비제도 도입

- 승용차 대비 에너지 소비량이 많은 중·대형차에 대해 평균연비제도를 도입하여 4,661.2천 톤 감축
 - 2016년 1월 1일부터 2020년 12월 31일까지 출고되는 11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물자동차에 대해 적용되고 있음.
 - '20년 국내 화물 및 승합 자동차 평균연비 목표 설정 및 '30년까지 중대형차 연간 2%의 평균연비 개선효과 기대

〈표 2-16〉 연도별 신규 중·대형차 연비개선 추진율

구분	'17년	'18년	'19년	'20년	'25년	'30년	'35년
연비개선 추진율(%)	제도 도입 및 기준 마련			20.0	26.6	33.3	40.0

4) 유무선 충전 전기버스 도입·운영

- 경유와 CNG를 연료로 운행 중인 시내버스를 대체하는 유무선 충전 전기버스를 상용화하여 277.0천 톤 감축
 - * 무선충전 시스템 : 도로 밑에 매설된 전선에서 발생하는 '자기장'을 차량 하부에 장착된 집전장치로 모아 '전기에너지'로 변환하여 차량을 운행하는 시스템

〈표 2-17〉 전기버스 등록대수(누적)

전기버스 등록대수	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
대수(대)	9	11	17	20	22	52	128

자료 : 국토부 자료.

5) 해운부문 에너지효율 개선

- 연료저감형 선형(Hull form)기술, 고효율 추진기, 가스엔진, 전기추진시

스팀 도입 및 친환경 선박 보급 등을 통한 해운부문 에너지효율 개선을 통해 온실가스 191천 톤 감축

- 온실가스 감축과는 직접적인 관련은 없지만 2020년부터 시행되는 국제 해사기구(IMO)의 새로운 황산화물(SOx) 규제*에 따라 연료변경, 엔진구조 변경 등 전반적 해운부문 연료효율 환경 변화와 함께 긍정적 효과가 기대됨.

* 황산화물(SOx) 규제: 황산화물 함유량을 3.5%에서 0.5%로 강화

나. 정책적 감축수단

1) 대중교통 운영 확대

- “대중교통의 지속적 확충” 및 “대중교통수단의 운행 효율성 제고”를 통하여 2030년 BAU 대비 803천 톤 감축
 - “광역 BRT 연장 확충(20년 130km까지 확대)” 및 “환승센터·대중교통 전용지구 운영”을 통한 대중교통 수송분담률 제고(21년 35%까지 확대)
 - “도시·광역철도망 확충” 및 “전국 고속화 철도 운영 확대”를 통해 철도 수송분담률 제고(25년 증거리 50%, 장거리 70~90% 확대)
- BRT 및 환승시설 구축 확대: 교통혼잡 완화 및 대중교통 이용 활성화 등을 위한 저비용·고효율의 대중교통수단인 간선급행버스체계(BRT) 및 환승시설 구축을 통해 온실가스 18천tCO₂ 감축
- 지능형 교통시스템(ITS) 구축·운영: 교통운영·관리의 과학화·자동화 및 효율성·안전성을 향상시키기 위하여 지능형 교통시스템(ITS)을 확대 추진하여 도로혼잡 감소를 통해 온실가스 836천tCO₂ 감축
- 도시·광역철도 확충: 수도권 등 대도시권에 광역철도망을 확충하여 통근시간 단축 등 자동차 통행량 감소를 유도하여 온실가스 1,387천tCO₂ 감축

2) 승용차 운행 억제

- 승용차 억제 경제적 규제방안 확대 및 보행 및 자전거 활성화, 원격근무, 경제운전 활성화 등으로 온실가스 감축 등 교통수요 관리를 통해 온실가스 감축
- 비동력·무탄소 교통수단 활성화 : 보행수단과 자전거 수단의 연계, 대중교통 수단과 자전거 수단의 연계 등 안전하고 편리한 자전거 이용기반 구축을 통해 온실가스 감축
 - 보행환경 개선으로 통행거리 1km 미만 승용차 이용자의 10%를 보행으로 전환, 15km 미만 승용차 이용자의 5%를 자전거로 전환
- 재택근무 활성화: 7대 도시 통근자 중 2.8% 재택근무 가능(서울역·서초·잠실·세종 등 총 14개 스마트워크센터 운영) 및 이를 통한 승용차 이용 감소를 통해 온실가스 감축
- 경제운전 실천: 차량 운전자의 경제운전 실천을 제고로 온실가스 배출 감소효과를 통해 온실가스 감축
 - 에코드라이브 (체험, 이론)교육 프로그램 운영 및 교육시스템 보급 확대

3) 녹색물류 효율화

- 물류산업 선진화 및 녹색물류 효율화를 위하여 도로수송 화물을 철도 및 연안해운으로 전환수송 촉진을 통하여 온실가스 감축
 - “3PL 및 공동수배송 활성화 정책”은 물류산업 제3자물류 경쟁력 강화와 화주기업의 물류 효율화 추진으로 기존 소형 화물자동차로 운송되던 지역 간 화물운송을 대형 화물자동차로 전환하여 수송 효율의 향상을 통해 온실가스 감축
 - 공동수배송 활성화로 인해 적재효율 향상(화물 적재효율 향상: 58%(11)→60%(30))에 따라 연료 감소효과를 산정
 - 3자물류, 공동물류 등 물류효율화를 통해 화물수송의 적재효율을 향상(대형화, 공동화)함으로써 화물수송거리(톤·킬로)를 단축하여 온실가스를 감축

4) 항공운송 효율화

- 2010년부터 국적항공사들과 온실가스 자발적 감축협약을 통해 정부와 공항공사의 항공기 운영효율 개선으로 14천tCO₂ 감축
- 국적항공사와 온실가스 자발적 감축협약으로 정부와 공항공사의 항공기 운영효율 개선 지원을 통해 추가적 감축 노력
 - 항공사의 감축 노하우를 바탕으로 감축수단 추가 발굴 및 항공관제와 AC-GPS(지상전원 공급장치) 등 공항운영 개선을 통한 매년 연비 1.0% 개선율로 온실가스 감축

3. 감축수단별 주요 정책도구

가. 신재생에너지 혼합의무화제도

- 도로부문 바이오디젤 혼합은 신에너지 및 재생에너지의 기술개발 및 이용·보급 촉진과 신에너지 및 재생에너지 산업의 활성화를 통하여 에너지 지원을 다양화하고, 에너지의 안정적인 공급, 에너지 구조의 환경 친화적 전환 및 온실가스 배출의 감소를 추진하는 데 목적이 있음.
- 주요내용으로는 수송용 연료(경유)에 일정비율 이상의 신재생에너지 연료(바이오디젤)를 혼합하여 공급하도록 의무화하는 혼합의무화제도(RFS: Renewable Fuel Standard)
 - 「신·재생에너지 공급의무화제도 및 연료 혼합의무화제도 관리·운영 지침」¹⁶⁾에서는 공급의무화제도 관련 계획 수립 및 지원, 발급대상, 공인인증서 가중치, 관리기관, 자료요구, 과징금산정절차, 재검토기한 등을 적시하고 있음.
- 자동차용 경유에 바이오디젤을 일정비율 혼합하여 공급하도록 의무화하는 신재생에너지 공급의무화 제도를 통해 온실가스 감축
 - 자동차용 경유 신재생에너지 혼합의무 비율을 '20년까지 바이오디젤

16) 국가법령정보센터의 신·재생에너지 공급의무화제도 및 연료 혼합의무화제도 관리·운영 지침.

(BD) 3.0 기준 달성 추진(자동차용 경유에 바이오디젤 3% 혼합)

- 혼합의무화제도의 추진절차는 정부가 의무혼합량을 정하면 혼합의무자는 혼합의무 이행 및 실적을 보고하며, 관련기관이 혼합의무 이행 확인 및 검증을 통해 과징금 산정 및 부과
- 체계적인 관리를 위해 RFS 통합관리시스템을 구축 운영하고 있으며 연도별 혼합의무비율은 다음과 같음.

〈표 2-18〉 연도별 혼합의무 비율

해당 연도	수송용 연료에 대한 신·재생에너지 연료 혼합의무 비율
2015년	0.025
2016년	0.025
2017년	0.025
2018년	0.03
2019년	0.03
2020년 이후	0.03

나. 승용차 평균연비제도

- 평균에너지소비효율제도에 포함되어 있는 승용차 평균연비제도는 각 자동차 제작사가 1년 동안 국내에 판매한 승용자동차의 평균연비를 관리하는 제도로 승용차 평균연비 달성목표는 내연기관차의 연비개선만으로는 달성하기 불가능하므로 연료효율이 우수한 친환경차(하이브리드차, 전기차, 수소차) 보급을 통하여 달성을 유도하는 정책
- 현재 2020년까지 기준은 설정되어 있지만, 이후 30년까지의 연비 및 온실가스 배출량 기준은 부처 협의 중임.

〈표 2-19〉 승용차 평균연비 목표

해당 연도	평균연비(km/l)	온실가스 배출(g/km)
2015년	17	140
2016년	18.6	127
2017년	19.2	123
2018년	19.6	120
2019년	21.4	110
2020년	24.3	97

다. 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 정책

- 친환경차의 보급은 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진을 통해 온실가스 감축 및 대기환경 개선을 도모하기 위해 추진함.
- 친환경차 보급은 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」에 의해 추진
 - 5년 단위 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급을 위한 기본계획」 수립

〈표 2-20〉 친환경차 보급계획

구분		현재	2020년(6.3대책)	2022년(종합대책)
친환경차 (누적)	합계	총 25만 대	총 150만 대	총 200만 대
	전기차	1.2만 대	25만 대	35만 대
	수소차	0.01만 대	1만 대	1.5만 대
	하이브리드차	23.8만 대	124만 대	163.5만 대
충전 인프라 (누적)	합계	총 764기	총 3,100기	총 10,310기
	전기(급속)	750기	3,000기	10,000기
	수소	14개소	100개소	310개소

자료 : 미세먼지관리 종합대책(2017.9).

라. 지상전원공급장치 확대

- 지상전원공급장치(AMP: Alternative Maritime Power)는 선박이 항만에 정박 시 평형수, 냉동고, 공조기 등 필수 전기설비에 필요한 전기를

병커C유 등을 연료로 발전기를 가동해 공급하는 대신 육상의 전기를 공급하는 시설

- 국제해사기구(IMO)는 2020년 전 해역 내 저유황유(황함유량 기준 0.5% 이하의 연료유) 사용을 의무화
 - AMP 사용으로 선박연료 사용에 따른 온실가스 및 오염물질 배출을 감축
 - 인천의 영흥화력발전소에서는 배출가스의 저감과 항만환경 개선을 위해 2018년 4월에 국내 최초의 대형선박용 고압 AMP(6.6KV)를 설치
 - 미국 캘리포니아지역 AMP 사용 및 온실가스 감축목표를 보면 80%의 온실가스 배출을 감축하기 위해 2020년까지 입항선박의 80%가 AMP를 사용하는 목표를 수립
- 「제1차 지속가능 교통물류발전 수정 기본계획」에 지상전원공급장치(AMP: Alternative Maritime Power)를 지속적 확대·보급으로 선박 정박 시 필요 전력을 육상에서 공급하도록 제시
 - 「제3차 전국 항만기본계획 수정계획(2016~2020)」에 항만 내 온실가스 배출 최소화를 위해 접안선박에 대한 육상전원공급시설(AMP) 설치 및 선박연료의 LNG 전환에 대비한 LNG 연료공급설비 확보 제시

마. 원격근무(스마트워크) 활성화 정책

- 「지속가능 교통물류발전 수정 기본계획」은 최고 수준의 IT 기술을 기반으로 한 재택근무 또는 스마트워크센터 근무방식 확산에 대한 정책의 근거를 마련
 - 자동차 이용수요 축소를 위해 혼잡통행료 부과, IT기반 원격근무, 자동차 공동이용제, 에코드라이브 활성화 등 시행
 - 7대 도시 통근자 중 2.8% 재택근무 가능(서울역·서초·잠실·세종 등 총 14개 스마트워크센터 운영) 및 이를 통한 승용차 이용 감소를 통해 온실가스 감축 가능

바. 경제운전 활성화

- 「지속가능 교통물류발전 수정 기본계획」 경제운전 실천문화 확산, 경제운전 온라인 사업 활성화, 친환경운전에 대한 홍보·교육 추진 등의 내용을 포함하고 있음.
 - 「자동차·도로교통 분야 지능형교통체계(ITS) 계획 2020」에서도 자동차·도로교통 분야 지능형교통체계(ITS) 계획 2020은 에코드라이빙 교통운영을 통한 저탄소 교통관리 도입과 저탄소 녹색교통 지원 등의 내용을 포함하고 있음.
 - 에코드라이브 (체험, 이론)교육 프로그램 운영 및 교육시스템 보급 확대

사. 녹색물류를 위한 3PL 및 공동수배송 활성화

- 물류산업 제3자물류 경쟁력 강화와 화주기업의 물류 효율화 추진으로 기존 소형 화물자동차로 운송되던 지역 간 화물운송을 대형 화물자동차로 전환하여 수송 효율의 향상을 통해 온실가스를 감축하는 정책
 - 「제3차 물류시설개발 종합계획(2018~2022)」은 물류소외지역의 지역배송거점을 확보하기 위해 지원사업을 추진함.
 - 도서산간 등 물류소외지역의 요구사항 분석 및 공동배송거점 개발 시범사업 실시
 - 「국가물류기본계획(2016~2025)」은 공동물류 활성화를 위한 사업 발굴 및 정책지원 사업을 확대함.
 - 철도역사 신축 등 재개발 추진 시 공동물류시설 포함이 가능하도록 제도 개선
 - 도시물류 공동화 추진을 위해 요구되는 각종 규제개선, 지원정책, 사업모델 발굴 및 사업화 추진

아. 도로화물 철도 및 연안해운 전환(Modal shift)

- 철도전환사업은 Modal Shift 촉진을 위한 보조금을 지원하고 Door-to-Door 서비스를 위한 복합일관수송체계 강화, 철도수송 운영 효율화 및 수송력 증가, 친환경 철도물류 활성화
 - 지속가능 교통물류발전 기본계획, 국가기간교통망 계획 및 철도망계획 등 철도 전환량 변화(철도 수송분담률 4.5%(13년)→5.2%(25년))를 기초로 연평균 증가율 적용)에 따른 온실가스 감축량을 산정
 - 화주, 물류기업 등의 철도운송 참여활성화를 위해 전환교통보조금 제도 개선(2016) 및 전환보조금 인상
 - 의왕 ICD 부지점용료 산정방식 개선 등 이용활성화 추진
 - 위험물·대형중량화물을 철도로 운송하는 화주, 물류기업 등에게 보조금 지급 및 각종 인허가 간소화 방안 마련
 - 육상교통 체증구간인 경부선 수단전환 촉진을 위한 인천-부산 간 공보조 정기 컨테이너 항로 개설 추진

일자리에 미치는 영향

제1절 서론

- 일자리에 미치는 영향은 온실가스 감축 로드맵을 시행할 때와 시행하지 않을 때를 비교
 - 일반적인 영향 분석은 동일한 결과(output)를 도출하는 여러 방안을 비교하든지 동일한 비용(cost)이 들어가는 여러 방안의 일자리 효과를 비교
 - 그러나 본 보고서에서는 정책 시행 여부에 따른 효과를 비교. 이는 이미 로드맵이 사실상 확정되었기 때문에 일정한 결과를 도출하는 가장 비용효과적인 방안이나 일정한 비용이 들면서 가장 나은 결과를 도출하는 최적의 방안을 찾을 필요가 없음. 다만 로드맵 이행 시 발생할 문제에 대해 노동정책적 대응방안을 마련하기 위해서는 로드맵 이행이 일자리에 미치는 효과를 파악할 필요가 있음.
- 일자리에 미치는 영향은 직접적인 영향, 간접적인 영향, 유도된 영향 등으로 나눌 수 있음.
 - 직접적인 영향(direct effect): 정책의 직접적인 영향에 의해 생성 또는 소멸되는 일자리
 - 간접적인 영향(indirect effect): 직접적인 영향을 받는 부문에 투입물을 공급하면서 생성되는 일자리

- 유도된 영향(induced effect): 직접 또는 간접적인 영향으로 생성 또는 소멸되는 일자리로 인해 소비가 늘어나거나 줄어들어서 영향을 받는 일자리
- 직접적인 영향의 분석에는 건설, 설치, 제조(CIM)와 유지, 보수(O&M)를 구별할 필요가 있음.
 - CIM은 태양광의 제조 및 설치, 친환경 주택의 건설 및 관련 자재의 제조와 같은 것임.
 - O&M은 태양광 시설의 유지, 보수와 같은 것임.
 - CIM에 소요되는 기간에 비해 O&M을 하는 기간이 훨씬 길. 따라서 생성 또는 소멸되는 전체 일자리를 파악하기 위해서는 기간에 대한 고려가 필요함.
- 간접적인 영향의 분석은 투입산출표를 이용하여 전후방효과를 분석함으로써 이루어짐.
- 유도된 영향의 분석도 투입산출표가 주로 이용되는데 추가적으로 고려해야 할 요소가 많음.
 - 직간접적인 영향으로 생성 또는 소멸되는 일자리로 인한 소비 변화 뿐만 아니라 전력, 주택, 운송수단의 이용자의 소득 변화로 인한 고용 효과도 고려해야 함. 전력, 주택, 운송수단의 이용에 따른 비용이 줄어 들 수 있으며(예를 들면 전력소비 감소), 비용이 증가할 수도 있는데(예를 들면 전력가격 상승), 이는 가처분소득의 변화를 의미하며 소비 변화로 이어질 수 있음.
- 로드맵이 일자리에 미치는 양적 영향은 주로 업종 단위로 이루어질 것이며, 질적 영향은 주로 직종 단위로 이루어질 가능성이 높음.
 - 로드맵의 직간접적인 영향을 받는 업종 내의 모든 일자리는 그 양의 변화를 겪게 될 가능성이 높으며,
 - 온실가스 감축수단 이행과 직접 관련된 직종은 질적인 변화를 겪게 될 가능성이 높음.
- 일자리의 양적 변화는 로드맵에 영향을 받기도 하지만 질적 수준에 제약되기도 함.
 - 예를 들어, 감축정책에 따라 양이 크게 증가할 수 있는 일자리도 정

책 이행을 위해 필요한 기술인력이 충분하지 않을 경우 일자리의 증가는 제약될 수밖에 없음.

- 따라서 일자리의 질적 수준은 로드맵의 이행 자체에도 영향을 미칠 수 있음.

- 제2절에서는 현재 기준으로 직접적으로 영향을 받는 일자리에 초점을 맞춰서 직간접 영향 산업과 직업을 살펴보고, 제3절에서는 감축정책에 따른 영향을 대략적으로 살펴보고, 제4절에서 연산가능일반균형모형을 이용하여 직접, 간접, 유도된 영향을 모두 감안한 온실가스 감축 로드맵의 산업 및 일자리 영향을 추정함.

제2절 온실가스 감축정책 관련 일자리

1. 기존 연구

- 기존 연구는 주로 녹색일자리에 초점이 맞추어져 있었음.
 - 예를 들어, 김승택(2009)와 이시균 외(2011)이 있음. 여기서는 두 연구를 간단히 살펴봄.

□ 김승택(2009)

- 녹색일자리를 산업과 직업 측면에서 살펴봄.
- 녹색산업은 환경산업과 신에너지산업을 핵심으로 환경 개선과 연관된 산업까지 포함. 협의와 광의로 나뉘서 봄.
 - 협의의 녹색산업은 친환경산업과 신에너지산업
 - 광의의 녹색산업은 친환경적인 경제성장을 발생시키는 모든 산업
- 녹색산업은 통계청의 2007년 사업체기초통계조사로 추정
 - 산업분류 세세분류 기준으로 광의의 녹색산업에 속하는 일자리 수는 196만 명임.

- 환경산업통계조사보고서를 이용할 수도 있으나, 이는 녹색산업의 일부분만 포괄하기 때문에 이용하지 않는다고 언급
 - 녹색직업을 협의와 광의로 나누어서 접근
 - 협의의 녹색직업은 환경을 개선하거나 환경에 대한 위협을 감소시키는 직접적인 직무
 - 광의의 녹색직업은 녹색성과 관련되어 환경을 개선하거나 환경에 대한 위협을 감소시키는 직접적인 직무와 간접적인 직무
 - 녹색직업은 한국고용정보원의 2007년 산업직업별 고용구조조사로 추정
 - 산업분류 소분류 기준으로 광의의 녹색직업에 속하는 일자리 수는 258만 명임.
 - 당시나 지금이나 통계적으로 취업자 수를 확인할 수 있는 수준은 소분류가 최대임.
 - 광의의 녹색산업과 광의의 녹색직업의 합집합은 409만 명이며 교집합은 45만 명
 - 김승택(2009)은 관련된 모든 산업과 직업을 모두 포함하여 녹색일 자리를 과대추정한 측면이 있는 것으로 보이며, 관심대상인 녹색일 자리는 감축정책에 영향을 받는 일자리와는 다소 차이가 있어서 직접 활용하기 어려움.
 - 친환경과 관련된 모든 산업이나 직업이 감축정책의 영향을 받지 않고, 친환경이 아니더라도 감축정책에 영향을 받을 수 있음.
- 이시균 외(2011)
- 녹색일 자리를 에너지와 자원의 효율을 높이고 환경을 개선할 수 있는 재화와 서비스를 제공하여 저탄소 녹색성장의 직접적으로 기여하는 일 자리로 정의하고, 녹색산업과 녹색직업으로 나누어서 살펴봄.
 - 활용할 수 있는 통계의 제약으로 녹색직업의 수를 추정하지는 않음.
 - 녹색산업의 경우, 기존의 녹색산업분류에 친환경 농축산업이나 전통적인 재활용, 재생에너지 부문 등과 같이 친환경으로 보이는 산업을 추가하고 석탄, 광업과 같이 반녹색으로 보이는 산업을 제외

- 환경산업통계조사와 각 산업에서 녹색과 관련된 연구자료, 실태조사 자료 등을 활용하여 녹색인력을 추정
- 농림어업에는 28만 8,955명, 제조업에는 5만 3,851명(전체의 1.4%), 전기가스증기 및 수도업, 하수·폐기물, 원료재생 및 환경복원업에는 10만 5,295명(폐기물 처리업 5만 4,761명), 건설업에는 1만 7,898명, 서비스업에는 11만 9,288명임. 전 산업의 녹색산업 일자리 수는 58만 5,287개임.
- 녹색직업은 기존의 한국고용정보원의 녹색직업을 일부 수정하여 이용
- 이시균 외(2011)은 김승택(2009)에 비해 상당히 정교하게 녹색일자리를 식별하기 위해 노력하였지만, 관심대상인 녹색일자리는 감축정책에 영향을 받는 일자리와는 다소 차이가 있어서 직접 활용하기 어려움.

2. 부문별 감축정책 관련 산업 및 직업

- 온실가스 감축 로드맵 관련 일자리
- 본 보고서에서는 주요 4개 부문의 주요 감축정책과 관련된 일자리만을 대상으로 함.
- 온실가스 감축 로드맵과 관련된 직접적인 영향을 받는 일자리만을 대상으로 하여 분석
 - 전후방효과에 의해 간접적으로 영향을 받는 일자리는 해당 업종이 무엇일지를 살피는 수준에서 마무리할 것임.
 - 일자리 변화로 가구소득이 변하고 이로 인해 가구소비가 변하면서 경제에 미치는 것이나, 전력가격 인상으로 이윤이나 소득이 감소하고 이로 인해 생산이나 소비가 감소하면서 경제에 미치는 것과 같은 유도된 영향을 받는 일자리도 고려하지 않음.
- 본 보고서에서는 10차 표준산업분류와 7차 표준직업분류의 세세분류까지 영향을 받는 일자리를 식별하지만, 주요 논의는 취업자 수 통계를 활용할 수 있는 소분류 수준에서 이루어질 것임.

가. 전환부문

- 전환부문은 노후석탄발전 조기 폐기 및 성능 개선, 석탄발전의 LNG발전 전환, 신규 LNG 및 양수발전 확충, 재생에너지 중심으로 발전믹스를 친환경경으로 전환, 집단에너지 확대 등을 통해 온실가스 감축목표를 달성하려고 함.
- 이와 같은 감축수단의 실행을 위한 주요 정책으로는 전력수급계획, 신재생에너지 공급의무화제도(RPS), 배출권거래제 등이 있으며, 기본적으로 전력수급계획에 따라 발전믹스 등이 모두 결정되기 때문에 감축목표는 달성될 것으로 예상
- 위의 감축수단과 관련된 현재의 산업 및 직업은 다음과 같음.

□ 산업

- 감축수단 이행은 신재생에너지 설치 및 유지보수, 온실가스 저배출 발전 설치 및 유지보수에는 긍정적인 영향을, 온실가스 고배출 발전 설치 및 보수에는 부정적 영향을 끼칠 것으로 보임. 직접적인 영향을 받는 업종은 대략 다음과 같음.
- 전환부문의 감축수단은 전환부문이 속한 전기업(351)에 일차적으로 영향을 미칠 것이며, 이와 관련된 공학 연구개발업(7012), 환경 관련 엔지니어링 서비스업(72122) 등도 직접적인 영향을 받을 것으로 보임.
- 추가로 발전시설 및 설비의 건설 및 설치와 관련된 다음과 같은 건설업에도 직접적인 영향을 미칠 것으로 보임. 제조업 및 유사 산업용 건물 건설업(41122), 기반조성 및 시설물 축조 관련 전문공사업(421), 건물설비 설치 공사업(422), 전기공사업(4231), 실내건축 및 건축마무리 공사업(424)
- 감축정책의 이행은 발전믹스의 전환뿐만 아니라 발전량 자체에도 영향을 주게 된다는 점에 주의할 필요가 있음.
- 감축수단 이행은 많은 업종에 간접적인 영향을 끼치게 될 것인데, 신재생에너지 및 온실가스 저배출 발전설비 장비 및 부품, 원료의 제조, 신

재생에너지 및 온실가스 저배출 발전 건축을 위한 원자재 제조에는 긍정적 영향을 끼치겠지만, 온실가스 다배출 발전과 관련된 장비, 부품, 원료, 건축자재 등에는 부정적 영향을 끼칠 것임.

□ 직업

- 감축수단의 직접적인 영향을 받는 업종 내에서 직접 관련된 직업은 다음과 같음.
- 전기 관련 관리자(14121), 발전 및 배전장치 조직원(861), 전기공(762), 전기전자공학 기술자 및 시험원(2341), 산업안전 및 위험관리원(2364) 등은 전기업 내에서 감축정책과 직접 관련된 직종으로 보임.
- 발전시설 및 설비의 건설 및 설치와 관련해서는 기계장비 설치 및 정비원(753), 건설구조 관련 기능 종사자(781), 건설 관련 기능 종사자(782), 건축 마감 관련 기능 종사자(783), 건설 단순 종사원(91001)

나. 산업부문

- 산업부문은 에너지 소비행태 개선, 고효율기자재 사용, 고효율 공정기술 적용 및 고효율설비 교체, 친환경 공정가스 교체, 저배출 연료 및 원료 대체, 폐자원 활용 등으로 감축목표를 달성하려고 함.
- 이러한 감축수단 이행을 위한 정책수단은 FEMS 설치 의무화 및 인센티브 제공, 고효율기자재 인증 및 프리미엄 전동기 생산 및 판매 의무화, 고효율 공정기술 개발, 친환경 공정가스 개발, 배출권거래제, 목표관리제 등이 있음. 그 중 감축목표 달성을 위한 가장 직접적인 정책수단은 배출권거래제임.
- 배출권거래제는 산업 전 부문에 영향을 미칠 것이기 때문에 그 영향이 너무 포괄적임. 따라서 여기서는 배출권거래제나 목표관리제가 아닌 다른 구체적인 감축수단과 관련된 현재의 산업 및 직업만을 살펴봄.

□ 산업

- 감축수단의 이행은 FEMS 설치 및 유지, 공정기술 적용 및 고효율 설비 교체, 공정기술 및 공정가스 개발 등에 긍정적 영향을 끼칠 것으로 보임.
- 설비 등의 교체와 관련해서 시설물 축조 관련 전문공사업(4213), 건물설비 설치 공사업(422) 등이 영향을 받는 업종임.
- 연구개발과 관련해서는 공학 연구개발업(7012)과 기타 과학기술 서비스업(729)이 주로 영향을 받을 것임.
- 우리나라의 에너지 집약적 산업구조를 고려한다면 배출권거래제는 전체 산업에 유의미한 부정적 영향을 끼칠 가능성을 배제할 수 없음. 이 절에서는 이에 대해 구체적으로 고려하지 않음.
- 산업부문의 감축수단 이행은 상당한 간접적 효과를 가져올 수 있는데, 고효율장비 생산, 친환경 공정가스 생산, 저배출 연료 및 원료 생산, 공정 관련 건축자재 생산 및 판매, 효율 개선 관련 인프라 구축을 위한 하드웨어 생산 및 소프트웨어 공급 업종 등에는 긍정적 영향을 끼치겠지만, 기존의 장비, 공정가스, 연료, 원료의 생산, 공정 관련 건축자재의 생산 및 판매 업종에는 부정적 영향을 끼칠 것임.

□ 업종

- 설비 등의 설치, 교체 및 운용과 관련해서 기계장비 설치 및 정비원(753), 공장 전기 및 전자설비 조작용(862)이 영향을 받을 것임.
- 연구개발과 관련해서는 화학공학 기술자 및 시험원(232), 금속·재료 공학 기술자 및 시험원(233), 전기전자공학 기술자 및 시험원(234), 환경공학·가스·에너지 기술자 및 시험원(237)이 영향을 받을 것임.

다. 건물부문

- 건물부문은 신축건물 에너지효율 향상, 기존건물 에너지효율 향상, 신재생 확대, 고효율기기 확산, 에너지 소비행태 개선 등으로 감축목표를 달성하고자 함.

- 이러한 목표를 달성하기 위해 신축건물 에너지기준 강화, 공공건축물 녹색으로 전환 의무화, 민간 노후 건축물 지원, 기기 효율기준 강화, 재생에너지 보급 지원, 건물에너지 정보인프라 구축 및 정보 제공 등의 정책을 고려하고 있음.

□ 산업

- 친환경 건물 신축 또는 개축 및 유지보수, 신재생에너지 설치, 고효율 기기 교체, 정보인프라 구축과 관련된 업종에는 긍정적 영향을 끼치겠지만, 에너지 기준 강화에 따른 건축 물량이 감소하여 관련 산업 전반에 부정적 영향을 끼칠 가능성이 있음.
- 구체적으로는 건물건설업(411), 기반조성 및 시설물 축조 관련 전문 공사업(421), 건물설비 설치 공사업(422), 전기공사업(4231), 실내건축 및 건축마무리 공사업(424), 시설물 유지관리 공사업(425), 건축기술, 엔지니어링 및 관련 기술 서비스업(721), 기타 과학기술 서비스업(729)에 영향을 끼칠 것임.
- 간접적으로는 친환경 건축자재 생산, 신재생 자재 생산, 고효율기기 생산, 정보인프라 관련 하드웨어 및 소프트웨어 생산 및 공급업에는 긍정적 영향을 끼치지만, 기존 건축자재 생산, 기존 기기 생산 등에는 부정적 영향을 끼칠 수 있음.

□ 직업

- 건축 관련 관리자(14111), 건축·토목 공학 기술자 및 시험원(231), 전기·전자공학 기술자 및 시험원(234), 산업안전 및 위험관리원(2364), 가스·에너지 기술자 및 연구원(2372), 전기공(752), 기계장비 설치 및 정비원(753), 건설구조 관련 기능 종사자(781), 건설 관련 기능 종사자(782), 건축 마감 관련 기능종사자(783), 건설 단순 종사원(91001), 건물 전기 및 전자설비 조작용(86201) 등에 영향을 끼칠 것임.

라. 수송부문

- 수송부문은 친환경차 확대와 내연기관 연비 개선으로 감축목표를 달성하려고 함.
 - 감축량이 매우 적은 대중교통, 선박, 항공 등은 제외
- 이러한 감축수단의 이행을 위해서 보조금 지급, 연비규제 등의 감축정책을 시행할 예정임.
- 수송부문의 감축정책은 주로 자동차 및 연관 산업 관련 일자리에 영향을 끼침.

□ 산업

- 자동차산업에는 자동차용 엔진 및 자동차 제조업(301), 자동차 차체 및 트레일러 제조업(302), 자동차 신품 부품 제조업(303), 자동차 재제조 부품 제조업(304)이 있음.
- 친환경 에너지 공급시설과 관련해서 건물용 기계·장비 설치 공사업(42202), 일반 전기 공사업(42311)이 영향을 받을 것임.
- 간접적 영향도 상당할 것으로 보이는데, 친환경 자동차 관련 부품, 연료 생산에는 긍정적 영향을 끼치겠지만, 기존 내연기관 관련 부품, 연료의 생산, 자동차 수리업에는 부정적 영향을 끼칠 것임. 친환경차로 교체될 경우 차량에 대한 수요가 바뀔 뿐만 아니라, 자동차의 제조에 소요되는 부품이 급격히 줄어들어 관련 산업에 부정적 영향이 예상됨.
- 연비규제 강도와 보조금 규모에 따라 자동차 가격이 달라지겠지만, 가격 변화에 따라 자동차 수요가 변하고 이는 전반적인 자동차 생산에 영향을 끼칠 수 있음.

□ 직업

- 감축정책은 친환경 자동차 생산에는 긍정적 영향을 끼치겠지만 기존
- 친환경차의 증가 및 내연기관 차량의 축소는 자동차공학 기술자 및 연구원(23516), 자동차 조립원(8541), 자동차 부품 조립원(8542)에 영향을

- 끼칠 것이며,
- 친환경차 관련 인프라의 구축은 전기공(762), 건설구조 관련 기능 종사자(781), 건설 단순 종사원(91001), 주유원(9531)에 영향을 끼칠 것임.

3. 감축정책 관련 일자리

- 본 소절에서는 앞 소절의 논의를 바탕으로 소분류 기준 산업 및 직업의 일자리 수와 일자리 질에 대해서 살펴봄.
 - 2013~2018년 지역별 고용조사 하반기 조사의 평균값을 이용함.
 - 임금의 경우에는 2015년 소비자물가를 기준으로 조정된 값을 이용
- 앞 소절의 내용을 참조하여 감축정책과 크게 관련된 현재의 일자리를 정리하면 <표 3-1>과 <표 3-3>과 같음.
- <표 3-2>는 관련이 큰 산업의 취업자 수 및 일자리 질을 보여주고 있음. 상대수준은 임금근로자 전체 평균 대비 수준을 의미함.
 - 취업자 수는 감축정책의 영향이 큰 산업의 종사자 수를 의미하며 이전 연구의 녹색일자리 수와 다름.
 - 대체로 임금은 높고 근로시간은 긴 특징이 보임.
 - 제조업의 경우 임금이 높고 근로시간이 긴 일반적인 현상이 관련 일자리에서도 그대로 드러남.
 - 연료소매업의 경우에만 임금이 상대적으로 낮음.
- <표 3-4>는 관련이 큰 직업의 양과 질을 보여주고 있음.
 - 관련 산업 내의 직업이 아니기 때문에 해석에 주의가 필요함.
 - 대체로 관련성이 큰 직업의 임금은 높고 근로시간은 길.
 - 다만 단순노무직의 경우에는 상대적으로 임금이 낮음.

〈표 3-1〉 온실가스 감축정책 관련성이 큰 산업

번호	산업명	번호	산업명
191	코크스 및 연탄 제조업	351	전기업
192	석탄 정제용 제조업	352	연료용 가스 제조 및 배관공급업
201	기초 화학 물질 제조업	353	증기, 냉·온수 및 공기조절 공급업
202	합성고무 및 플라스틱 물질 제조업	381	폐기물 수집, 운반업
222	플라스틱제품 제조업	382	폐기물 처리업
231	유리 및 유리제품 제조업	383	해체, 선별 및 원료 재생업
241	1차 철강 제조업	411	건물 건설업
242	1차 비철금속 제조업	421	기반조성 및 시설물 축조 관련 전문공사업
243	금속 주조업	422	건물설비 설치 공사업
251	구조용 금속제품, 탱크 및 증기발생기 제조업	423	전기 및 통신 공사업
261	반도체 제조업	424	실내건축 및 건축마무리 공사업
262	전자부품 제조업	425	시설물 유지관리 공사업
272	측정, 시험, 항해, 제어 및 기타 정밀기기 제조업	477	연료 소매업
281	전동기, 발전기 및 전기 변환·공급·제어 장치 제조업	620	컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업
282	일차전지 및 축전지 제조업	701	자연과학 및 공학 연구개발업
284	전구 및 조명장치 제조업	721	건축 기술, 엔지니어링 및 관련 기술 서비스업
285	가정용 기기 제조업	729	기타 과학기술 서비스업
291	일반 목적용 기계 제조업	952	자동차 및 모터사이클 수리업
292	특수 목적용 기계 제조업		
301	자동차용 엔진 및 자동차 제조업		
302	자동차 차체 및 트레일러 제조업		
303	자동차 부품 제조업		
304	자동차 재제조 부품 제조업		

〈표 3-2〉 온실가스 감축정책 관련성이 큰 산업의 취업자 수 및 일자리 질

산업	취업자 수		월 임금		시간당 임금		주 근로시간	
	수	비중	금액	상대수준	금액	상대수준	시간	상대수준
191	696	0.00	242	1.0	12,138	1.0	46	1.1
192	13,478	0.05	486	2.1	26,386	2.1	43	1.0
201	36,184	0.14	357	1.5	19,348	1.5	43	1.0
202	30,094	0.11	331	1.4	17,527	1.4	44	1.0
222	205,322	0.77	229	1.0	11,677	0.9	46	1.1

〈표 3-2〉의 계속

산업	취업자 수		월 임금		시간당 임금		주 근로시간	
	수	비중	금액	상대수준	금액	상대수준	시간	상대수준
231	31,274	0.12	269	1.2	13,892	1.1	45	1.1
241	109,012	0.41	337	1.5	17,765	1.4	45	1.1
242	34,157	0.13	284	1.2	14,498	1.1	47	1.1
243	18,257	0.07	276	1.2	13,979	1.1	47	1.1
251	98,465	0.37	276	1.2	14,261	1.1	46	1.1
261	114,786	0.43	356	1.5	18,336	1.4	45	1.1
262	219,598	0.83	265	1.1	13,430	1.1	46	1.1
272	51,628	0.19	300	1.3	15,463	1.2	45	1.1
281	100,721	0.38	271	1.2	14,088	1.1	45	1.1
282	22,360	0.08	329	1.4	16,341	1.3	47	1.1
284	42,594	0.16	233	1.0	12,067	1.0	45	1.1
285	54,165	0.20	255	1.1	12,981	1.0	46	1.1
291	197,577	0.74	276	1.2	14,186	1.1	45	1.1
292	248,098	0.93	287	1.2	14,552	1.1	46	1.1
301	106,485	0.40	510	2.2	26,759	2.1	44	1.0
302	7,416	0.03	246	1.1	12,710	1.0	45	1.1
303	373,992	1.41	257	1.1	12,896	1.0	47	1.1
304	91	0.00	118	0.5	5,641	0.4	49	1.2
351	51,606	0.19	395	1.7	21,917	1.7	42	1.0
352	16,876	0.06	310	1.3	16,895	1.3	43	1.0
353	3,458	0.01	397	1.7	21,023	1.7	44	1.0
381	27,484	0.10	243	1.0	12,607	1.0	45	1.1
382	30,824	0.12	249	1.1	12,818	1.0	45	1.1
383	14,413	0.05	236	1.0	12,123	1.0	46	1.1
411	658,329	2.48	230	1.0	12,253	1.0	44	1.0
421	146,114	0.55	242	1.0	12,741	1.0	44	1.0
422	184,753	0.70	251	1.1	12,937	1.0	45	1.1
423	223,522	0.84	260	1.1	13,555	1.1	45	1.1
424	385,063	1.45	211	0.9	11,521	0.9	43	1.0
425	2,217	0.01	255	1.1	14,332	1.1	43	1.0
477	69,638	0.26	170	0.7	8,477	0.7	47	1.1

〈표 3-2〉의 계속

산업	취업자 수		월 임금		시간당 임금		주 근로시간	
	수	비중	금액	상대수준	금액	상대수준	시간	상대수준
620	131,972	0.50	347	1.5	18,390	1.4	43	1.0
701	166,571	0.63	416	1.8	21,891	1.7	44	1.0
721	204,659	0.77	322	1.4	17,451	1.4	43	1.0
729	76,613	0.29	307	1.3	16,792	1.3	43	1.0
952	197,240	0.74	232	1.0	11,597	0.9	47	1.1

〈표 3-3〉 온실가스 감축정책 관련성이 큰 직업

번호	직업명	번호	직업명
135	정보 통신 관련 관리자	831	석유 및 화학물 가공 장치조직원
141	건설·전기 및 생산 관련 관리자	832	화학·고무 및 플라스틱 제품 생산기 조직원
222	컴퓨터 시스템 및 소프트웨어 전문가	841	주조 및 금속가공 관련 기계 조직원
223	데이터 및 네트워크 관련 전문가	843	비금속제품 생산기 조직원
231	건축·토목 공학 기술자 및 시험원	851	금속 공작 기계 조직원
232	화학공학 기술자 및 시험원	852	냉난방 관련 설비 조직원
233	금속·재료 공학 기술자 및 시험원	854	운송차량 및 기계 관련 조립원
234	전기·전자공학 기술자 및 시험원	855	금속기계 부품 조립원
235	기계·로봇공학 기술자 및 시험원	861	발전 및 배전장치 조직원
236	소방·방재 기술자 및 안전 관리원	862	전기 및 전자설비 조직원
237	환경공학·가스·에너지 기술자 및 시험원	863	전기·전자 부품 및 제품 제조 장치 조직원
751	자동차 정비원	864	전기·전자 부품 및 제품 조립원
753	기계장비 설치 및 정비원	910	건설 및 광업 단순 종사자
781	강구조물 가공원 및 건립원	953	판매 관련 단순 종사자
782	건설 관련 기능 종사자	992	계기·자판기 및 주차 관리 종사자
783	건축 마감 관련 기능 종사자		

〈표 3-4〉 온실가스 감축정책 관련성이 큰 직업의 취업자 수 및 일자리 질

직업	취업자 수		월 임금		시간당 임금		주 근로시간	
	수	비중	금액	상대수준	금액	상대수준	시간	상대수준
135	6,294	0.02	599	2.6	32,301	2.5	43	1.0
141	91,063	0.34	490	2.1	25,164	2.0	46	1.1
222	273,636	1.03	358	1.5	18,781	1.5	44	1.0

〈표 3-4〉의 계속

직업	취업자 수		월 임금		시간당 임금		주 근로시간	
	수	비중	금액	상대수준	금액	상대수준	시간	상대수준
223	31,288	0.12	379	1.6	20,034	1.6	44	1.0
231	231,623	0.87	358	1.5	18,657	1.5	45	1.1
232	36,065	0.14	363	1.6	19,604	1.5	43	1.0
233	10,988	0.04	402	1.7	20,932	1.6	45	1.1
234	173,874	0.65	425	1.8	21,848	1.7	45	1.1
235	118,384	0.45	429	1.8	22,448	1.8	45	1.1
236	74,725	0.28	322	1.4	17,178	1.4	44	1.0
237	32,460	0.12	352	1.5	19,077	1.5	43	1.0
751	167,751	0.63	250	1.1	12,353	1.0	48	1.1
753	197,070	0.74	279	1.2	14,379	1.1	46	1.1
781	34,608	0.13	255	1.1	12,913	1.0	46	1.1
782	302,661	1.14	225	1.0	11,741	0.9	45	1.1
783	333,645	1.26	212	0.9	11,456	0.9	44	1.0
831	32,072	0.12	358	1.5	19,228	1.5	44	1.0
832	171,735	0.65	229	1.0	11,465	0.9	47	1.1
841	115,764	0.44	288	1.2	14,552	1.1	47	1.1
843	44,984	0.17	252	1.1	12,681	1.0	47	1.1
851	190,209	0.72	237	1.0	11,482	0.9	48	1.1
852	15,807	0.06	252	1.1	12,490	1.0	48	1.1
854	306,452	1.15	284	1.2	14,452	1.1	46	1.1
855	21,244	0.08	197	0.8	10,124	0.8	45	1.1
861	18,379	0.07	360	1.5	19,757	1.6	42	1.0
862	105,330	0.40	256	1.1	13,302	1.0	46	1.1
863	130,756	0.49	253	1.1	12,634	1.0	47	1.1
864	200,479	0.75	193	0.8	9,802	0.8	46	1.1
910	431,054	1.62	159	0.7	9,208	0.7	41	1.0
953	160,719	0.60	125	0.5	7,067	0.6	41	1.0
992	65,727	0.25	139	0.6	7,877	0.6	41	1.0

제3절 온실가스 감축정책이 관련 산업 및 일자리에 미치는 영향

- 여기서는 로드맵이 산업과 일자리에 어떻게 영향을 미칠지를 정성적으로 살펴봄.

- 전환부문
 - 전환부문의 경우 재생에너지 관련 일자리에선 긍정적 영향을 끼치겠지만, 화력발전 관련 일자리에선 부정적 영향을 끼칠 것으로 보임. 전기요금 인상은 경제 전반적으로 약간의 부정적 영향을 끼칠 수 있음.
 - 재생에너지의 경우 설치 및 운영까지 전 주기에 걸쳐 일자리에 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 보임.
 - 다만 긍정적 영향을 극대화하기 위해서는 부품 및 제조 등에서 국내 기업이 경쟁력을 확보해야 함.
 - 재생에너지 관련 서비스를 제공하는 일자리도 늘어날 수 있음.
 - 전기저장장치 및 지능형 전력망 설비 관련 산업의 일자리, 재생에너지 통합관제시스템 구축 및 재생에너지 전원 출력 예측 전문가에 대한 수요, 소규모 전력중계시장의 촉진에 따른 증개사업자가 증가할 수 있을 것임.
 - 화력발전과 관련된 일자리는 전반적으로 줄어들 가능성이 높으나, 앞으로 늘어날 LNG 발전 관련 일자리는 늘어날 것임.
 - 최근 LNG 복합화력기술의 국산화에 성공하여 상용설비가 곧 설치될 것임.

〈표 3-5〉 전환부문 산업 및 일자리 영향

구분	전망	비고
재생 에너지	긍정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 재생에너지 확대에 따라 재생에너지 전주기(life cycle: 연구개발, 부품, 제조, 시공건설, 운영관리, 폐기 및 재활용 등)에서 신규 일자리 창출 가능. 다만 부품 및 제조 등에서는 국내 기업의 경쟁력이 뒷받침되어야 함. ○ 재생에너지 투자가 주로 시골에서 이루어진다면, 농어촌 지역 일자리 창출에 일정 정도 기여 가능 ○ 전력계통 안정화를 위해 전기저장장치 및 지능형 전력망 설비 및 관련 산업에 대한 수요 증가 예상. 또한 재생에너지 통합관제시스템 구축, 재생에너지 전원 출력예측 전문가 필요 등으로 인한 전력 전문가 일자리 확대 가능 ○ 재생에너지 운영/관리에 대한 수요 증대, 전력계통 안정화의 필요성 증대로 ICT 관련 인력 및 산업에 대한 수요 부수적으로 증가 가능 ○ 소규모 전력중개시장 개설이 촉진될 것으로 예상되며, 이러한 시장변화는 다수의 중개사업자를 요구함으로써 신규 일자리 창출효과 기대 가능
화력 발전 설비 전체	약간 부정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 저탄소전원의 확대에 따라 축소되는 부문과 확대되는 부문이 있을 수 있으나, 전체적으로 약간의 부정적인 영향이 있을 것으로 예상됨. ○ 장기산업이라는 특성으로 인해 변화의 시간이 장기로 필요하며 관련 분야 인력 축소와 증가는 천천히 진행되어 단기간에 큰 변동은 없을 수 있음. ○ 다만 그동안 외국기술과 제품에 전적으로 의존하였던 LNG 복합화력기술이 최근 국산화에 성공하여 첫 번째 상용설비가 2021년 김포 열병합 발전에 적용될 예정임. LNG 발전의 확대 정책에 따라 이와 관련된 산업에 종사하는 인력은 다소 증가 전망 ○ 기후변화와 온실가스 문제로 인하여 석탄발전 관련 직종의 일자리는 줄어들고, 관련 산업도 축소될 것으로 전망됨.
경제 전반	약간 부정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 발전부문 저탄소화는 단기적으로 전력생산비용 증대를 가져와 일정 정도 경제 전체의 생산 및 일자리 감소를 유발할 수 있음.

□ 산업부문

- 산업부문의 경우 효율 개선과 공정가스 도입은 약간 긍정적 영향을 끼치겠지만 공정 신기술 도입은 오히려 부정적 영향을 끼칠 수도 있을 것임. 다만 온실가스 감축이 생산비용 상승으로 이어져 생산량이 제한되고 이에 따라 고용에 약간의 부정적 영향을 끼칠 수 있을 것임.
- 효율 개선과 관련해서는 기존 일자리가 효율 개선을 위한 시스템을 운영하는 기술직 및 관리직으로 대체될 가능성이 높음.
- 공정 신기술 도입 시 기존 설비 운영인력의 수요는 줄지만 신규 설비 운용인력이 늘어날 것임. 신기술 관련 산업의 고용은 늘어날 것임.
- 공정가스 대체와 관련해서는 새로운 공정가스 관리 인력과 연구개발 인력의 수요 증가가 예상됨.

〈표 3-6〉 산업부문 산업 및 일자리 영향

구분	전망	비고
전반	약간 부정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2030 로드맵은 산업부문 성장에 제약의 요소로 작용할 것으로 예상 <ul style="list-style-type: none"> - 생산량의 확장을 통한 양적 성장은 제약 - 다만 고부가가치화를 통한 질적 성장은 지속될 것으로 예상 ○ 고용의 측면에서 양적 성장의 제약으로 고용의 증가는 크게 기대하기 어려움 ○ 고용의 재조정은 향후 지속적으로 발생할 것으로 예상 <ul style="list-style-type: none"> - 4차 산업혁명과 관련된 기술과 에너지, 온실가스 등의 환경성 확보를 위한 고용은 증가의 여지가 있으나 - 제조업의 생산 관련 고용(제품의 생산, 조립, 운송) 등은 감소 및 조정의 과정을 거칠 것으로 예상
효율 개선	약간 긍정 또는 약간 부정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 에너지효율은 산업부문에서 가장 핵심적인 감축수단으로 효율 관련 고용의 수요는 증가 예상 <ul style="list-style-type: none"> - 효율을 관리하는 "에너지 관리자"의 수요가 지속적으로 있을 것으로 판단 - 공통기구나 공정 효율개선의 투자에 따라 관련 기기를 운용하는 고용 및 숙련이 필요 ○ 4차 산업혁명 관련 FEMS나 스마트공장은 기존 인력의 대체를 유발 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 생산인력의 수요가 축소될 수 있는 수단임 - 관련 기술의 운용과 관리자에 대한 수요는 증가
공정 신기술 도입	약간 부정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기업의 생산조정에 따른 고용 이전이 있을 것으로 예상 <ul style="list-style-type: none"> - 노후설비 조정으로 인한 고용 축소 - 신규 설비 운용인력 수요는 증가 ○ 산업부문 신기술 도입에 따른 관련 산업 확장 및 고용 발생 가능
공정 가스 대체	약간 긍정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산업부문 공정가스 분해 및 대체는 추가적인 투자가 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 공정가스 대체에 따른 공정가스 관리인력 수요는 증가 ○ 친환경 냉매 개발이나 활용 부문은 활성화 예상 <ul style="list-style-type: none"> - 공정가스 개발의 경우 연구개발 인력 수요 증가
폐자원 활용 및 연료 대체	미미	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산업부문 폐자원 활용 및 연료대체 주요수단 <ul style="list-style-type: none"> - (철강) 설비에서 발생하는 폐열 회수 및 폐플라스틱 사용 확대 - (석유화학) 설비에서 발생하는 고온을 스팀 생산에 활용하여 LNG 사용 절감 - (섬유) 화력발전소 폐기물(fly ash)을 원료로 재활용 - 연료대체: 철강(중유→LNG), 시멘트(유연탄→폐합성수지), 정유(B-C유→LNG), 섬유(B-C유→LNG), 유리(B-C유→LNG), 제지(유연탄·BC유→LNG·바이오매스) ○ 산업부문 폐자원 활용이 활성화될 경우 자원재활용 기술이나 산업의 확장이 예상 <ul style="list-style-type: none"> - 자원재활용, 폐기물 관리 등 전문가 수요 증가 예상 ○ 연료전환은 고용에 미치는 영향은 미미할 것으로 예상 <ul style="list-style-type: none"> - 이미 연료전환은 대부분의 업종에서 시행 중

□ 건물부문

- 건물부문은 친환경 건물의 신개축과 건설업, 고효율 에너지 설비 및 기기, 에너지의 효율적인 이용을 위한 정보인프라 구축 등에서 고용이 늘어날 가능성이 높음.
- 다만 건축비용 상승으로 신개축 물량이 줄어들 경우 고용에 약간 부정

적 영향을 미치게 될 수도 있음.

〈표 3-7〉 건물부문 산업 및 일자리 영향

구분	전망	비고
건설업	긍정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 녹색건축물 신축 및 리모델링은 일반적으로 노동집약적인 건축업의 일자리 창출에 기여할 것으로 예상(EA, 2009)되며, 기획부터 완공까지 밸류체인 전반의 변화를 가져와 전/후방 산업의 성장에 긍정적인 파급효과가 예상됨(FGI, 이명주 교수) ○ 녹색건축물의 설계, 시공, 감리, 인증, 구조안전진단(내진, 재생에너지 설치 등), 건축 자재(단열재, 기밀자재, 단열창호 등) 개발 및 제조 분야의 성장과 일자리 창출에 기여할 것으로 예상됨 ○ 건축물 에너지 컨설팅, 진단, 모니터링, 인증 분야의 신규 일자리 창출 가능
에너지 설비/기기 제조	긍정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건축물의 에너지 성능 개선/강화가 요구됨에 따라 고효율/친환경 에너지 설비(재생에너지 설비, 열회수 환기장치, 고효율 냉난방 장치 등)의 연구개발, 제조, 설치, 유지관리 보수 분야의 일자리에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상됨.
정보통신 (에너지 정보통신 제조 및 서비스)	긍정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건물에너지 정보인프라(스마트미터, HEMs, BEMs, IoT기반 에너지 서비스) 확대에 따라 에너지 관련 정보통신기술(ICT) 업종의 성장이 예상됨. ○ 에너지 정보통신기기 제조업뿐 아니라, 에너지 모니터링/진단 관련 software/app 개발, 빅데이터 분석, 서비스 개발/제공 등 에너지 ICT 업종 전반의 성장에 긍정적인 영향 예상 ○ 향후 전력의 계시별 요금제 또는 동적요금제 등이 추진된다면, 추가 상승이 예상됨.
전력	부정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건축물 에너지 성능 개선, 소비행태 개선, 재생에너지 확대 등으로 전력량을 통한 전력 소비가 감소함에 따라 생산부문의 성장에 부정적 영향이 예상됨. ○ 검침(metering)의 자동화, 원격화에 따라 전력 소매 부문의 일자리의 양에는 부정적 영향 예상

□ 수송부문

- 수송부문의 경우, 도로, 철도, 항공, 해운 등 모든 영역에서 적지만 고용이 늘어날 것으로 예상됨.
- 그러나 친환경차 확대는 고용에 부정적 영향을 끼칠 가능성이 큼.
 - 예를 들어 전기차의 부품 수는 내연기관보다 30%가량 적은 것으로 알려져 있음. 이는 전체 자동차 수요가 대폭 증가하지 않는 한 완성차 및 부품업체의 고용이 줄어들 가능성을 시사함.

〈표 3-8〉 수송부문 산업 및 일자리 영향

구분	전망	비고
도로	긍정 및 부정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 여객부문 : 공유차량의 증가 및 차량운행효율 증가로 인해 관련된 교통부문 산업이 발전할 것으로 예상되고, ITS 구축과 관련하여 인프라 건설보다는 전기, 통신설비 및 정보시스템 구축이 주요 내용이라 관련 산업의 활성화가 기대됨(FGI 박민철 교수). ○ 여객부문 일자리 : 공유차량, 녹색교통 및 대중교통 관련 일자리 증가가 예상되며, 대중교통(BRT, 도시철도) 구축(건설) 증가로 인한 일자리 증가가 예상됨. ○ 화물운송부문 : 친환경 물류사업 및 수단전환 보조금 등과 같은 온실가스 저감정책은 기술 및 보조금에 의존하여 다른 산업으로의 파급은 크지 않을 것으로 예상됨. ○ 화물부문 일자리 : 큰 영향은 없을 것으로 판단되나, 녹색물류체계 구축을 위해 도시물류거점 구축과 같은 인프라 사업을 시행할 경우 관련 일자리 증가는 기대됨. ○ 전후방효과가 큰 기존 내연기관 자동차 산업에 미치는 영향이 커져 일자리도 감소되는 영향을 미칠 것으로 예상되지만(FGI 윤경선), 친환경차(전기 및 수소차) 관련 신산업부문 확대 및 관련 일자리 증가가 예상됨. ○ 친환경차 보급과 관련된 충전인프라·서비스 등과 같은 산업과 일자리에 대한 수요 증가가 예상되고, 운수산업에 대한 영향은 크지 않을 것으로 예상됨.
철도	긍정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역간 철도 및 도시철도 건설은 관련 산업에 큰 영향을 미칠 것으로 예상됨. ○ 철도건설 및 운영 관련 일자리 증가가 예상됨.
항공	긍정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 항공부문은 수송부문 온실가스 배출에서 차지하는 비중이 작지만, 공항 공역에 GPS 등과 같은 인프라 구축과 관련된 일자리가 일부 증가할 것으로 예상됨(FGI 이주형 의견 반영). ○ 항공부문은 배출권거래제에 포함되어 있고 국제항공 부문도 탄소상쇄제도(CORSIA)가 시행될 예정이기 때문에 산업에 미치는 영향은 클 것으로 예상됨(FGI 이주형 의견 반영).
해운	변화 없음	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해운산업의 경우 온실가스 감축이 비용요소로 작용하여 운송산업보다는 저감기술(AMP)과 관련된 산업에 영향이 있을 것임. ○ 해운부문의 온실가스 감축은 비중이 작아 일자리와 관련한 영향은 크지 않을 것으로 판단됨.

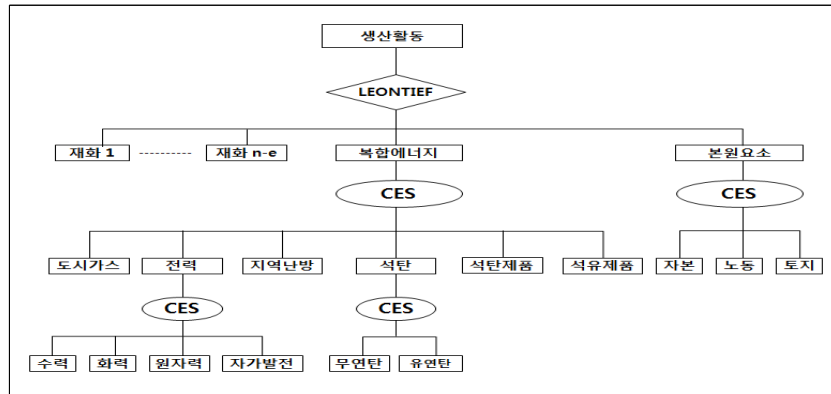
제4절 온실가스 감축정책이 관련 산업 및 일자리에 미치는 영향: CGE 분석

1. 연산일반균형모형(KEEI-NCGE)

- 온실가스 감축 로드맵의 파급효과 분석은 연산일반균형(CGЕ: Computable General Equilibrium) 모형인 KEEI-NCGE를 이용해 분석

- KEEI-NCGE 모형은 단일국가모형으로 ① 중간 투입재와 본원적 생산요소에 대한 생산자 수요, ② 생산자들의 상품공급, ③ 고정자본형성 수요, ④ 가계수요, ⑤ 수출수요, ⑥ 정부수요, ⑦ 생산비 및 구매자 가격과 기본가격의 관계, ⑧ 상품과 본원적 요소의 시장균형 조건, ⑨ 거시경제 변수들과 가격지수들을 설명하는 방정식들로 구성
- 정태적 요소들과 함께 자본재, 순 대외부채, 그리고 인구변화에 의한 노동공급의 변화 등과 같은 스톡변수들의 값들이 시간이 경과하면서 투자, 감가상각 그리고 해외차입 등의 플로우와 연결되는 축적(accumulation) 관계를 설명하는 방정식들을 포함

[그림 3-1] KEEI-NCGE의 산업별 다중적 투입구조



- 생산자는 에너지를 포함한 각종 중간투입재와 본원적 생산요소를 사용하여 재화를 생산하며, 생산과정에는 일련의 분리가능성에 관한 가정하에 다중적 구조(nested structure)가 존재
- 생산부문의 다중적 투입구조는 CES 생산함수와 Leontief 생산함수를 통해 구성되는데, CES 생산함수에 의한 투입구조에서는 투입요소 간의 상대가격 변화에 의해 요소 간의 불완전 대체가 이루어지지만, Leontief 생산함수에 의한 투입구조에서는 투입요소 간의 대체가 발생하지 않고 각 요소의 투입량은 해당 산업의 생산량에 비례하여 변화
- 다중적 생산구조에서는 특정 투입단계에서 특정(biased) 또는 불특정

(neutral) 기술발전이 내생적 또는 외생적으로 발생할 수 있는데, 외생적 기술발전은 Induced Innovation Hypothesis에 근거

- 한편 CES 생산함수를 이용하여 생산자가 사용가능한 M개의 생산요소 중에서 특정 생산요소 k에 대한 수요함수를 퍼센트변화(percentage change)의 형태로 표현하면 아래와 같음.

$$x_k = z - \sigma \left(p_k - \sum_i S_i p_i \right) \quad \text{for } i = 1, \dots, k, \dots, M$$

- 위의 식에서 S_i 는 생산요소 i가 전체 생산비용에서 차지하는 비중을 나타냄. 가격의 변화가 없을 경우, 특정 생산요소의 투입량(x_k)은 생산량(z)과 같은 비율로 변화함.
- 이는 CES 생산함수의 규모에 대한 보수불변의 원칙을 만족시킴.
- 특정 생산요소의 가격(p_k)이 다른 생산요소의 가격과 비교하여 상대적으로 많이 상승하게 되면, 특정 생산요소의 소비가 다른 요소의 소비로 대체되며, 이러한 대체의 정도는 생산요소 간의 대체탄력도(σ)의 크기에 따라 결정됨.
- 한편 Leontief 생산함수를 이용한 생산요소의 수요함수에서는 생산요소 간의 대체탄력도(σ)의 값이 0이기 때문에 생산요소의 투입량(x_k)은 해당산업의 생산량(z)에 의해 결정됨.

□ 가계는 노동, 자본 등의 모든 본원적 생산요소를 소유하므로 본원적 생산요소에 대한 보수는 가계에 귀속되며, 가계의 총소득은 요소소득과 정부의 이전지출로 구성

- 가계의 각 재화에 대한 수요는 Constant Difference of Elasticity (CDE) 지출함수에 의해 결정되며, 재화별 국내재와 수입재 간의 대체관계는 CES 함수에 의해 결정
- 정부의 수입은 기본적으로 국산 및 수입상품의 국내유통에 대한 간접세, 관세, 소득세 그리고 기타 간접세 등으로 구성되며, 정부지출은 정부의 제품에 대한 소비지출과 가계에 대한 이전지출로 구성
- 정부의 각 재화에 대한 수요는 Leontief 함수에 의해 결정되며, 각 재화

- 의 국내재와 수입재 간의 대체관계는 CES 함수에 의해 결정
- KEEI-NCGE에서는 한국의 경제를 소규모 개방경제로 가정하기 때문에, 제품의 국내가격 변화가 국제시장 가격에 영향을 미침.
 - 따라서 외생적으로 주어지는 재화의 국제가격과 모형 내에서 내생적으로 결정되는 국내가격 간의 관계에 의해서 각 재화의 수출입이 결정
 - 생산자, 가계, 정부, 수출 그리고 수입부문의 각각에 대한 재화 및 서비스 가격의 구매자가격, 기본가격, F.O.B 수출가격 및 C.I.F 수입가격 등을 구분
 - 구매자가격은 기본가격, 탄소세 등을 포함하는 각종 간접세 그리고 마진 비용을 합산한 것으로 결정하고, 일반 간접세는 기본가격에 대한 증가세의 형태로 방정식이 구성
 - 주어진 생산가능변환함수로부터 가격이 주어지면, 이윤을 극대화하는 상품을 생산할 수 있으며, 생산된 상품의 공급이 주어진 가격하에서 최적화 결과에 따라 결정된 각 부문에서의 수요와 일치하면 일반균형이 완성
 - 거시경제 변수는 내생적으로 결정되는데, 국내총생산은 소득 및 지출부문에서 동시에 계산되며, 소득부문의 국내총생산은 총 부가가치와 각종 간접세 수입의 합으로, 지출부문의 국내총생산은 소비, 투자, 정부지출 그리고 무역흑자의 합으로 계산
 - 특정 연도의 국가외채는 동 연도의 총투자에서 총저축과 정부재정 흑자를 차감한 금액이며, 이는 전년도까지의 총외채에 합해져 해당연도 말까지의 총외채로 계산

〈표 3-9〉 KEEI-NCGE의 산업분류

1	농축수산업	30	전기전자
2	무연탄	31	정밀기기
3	유연탄	32	자동차
4	원유	33	조선
5	천연가스(LNG)	34	기타수송장비

〈표 3-9〉의 계속

6	기타광물	35	기타제조업
7	음식료품	36	수력
8	섬유 및 가죽	37	화력
9	목재 및 펄프	38	원자력
10	종이 및 인쇄	39	자가발전
11	석탄제품	40	재생에너지
12	납사	41	가스공급업
13	휘발유	42	열공급업
14	항공유	43	수도
15	등유	44	폐기물
16	경유	45	건설
17	중유	46	도소매
18	액화석유가스	47	철도수송
19	기타석유제품	48	도로수송
20	석유화학	49	택배
21	유리	50	해상수송
22	요업	51	항공수송
23	시멘트	52	수송서비스
24	철강	53	음식 및 숙박
25	비철금속	54	통신 및 방송
26	금속제품	55	금융 및 보험
27	기계	56	공공서비스
28	반도체	57	기타서비스
29	디스플레이		

□ KEEI-NCGE 모형의 산업분류

- 우리나라의 산업연관표를 바탕으로 연구의 목적 및 분석의 정확성을 고려하여 산업을 전체 57개로 분류하고 있음(표 3-9 참고).
 - 산업분류에는 총 19개의 에너지부문이 존재
- 석탄을 무연탄과 유연탄으로 세분화하였으며, 발전부문은 수력, 화력, 원자력 및 자가발전 등 네 가지로 분류하고 있음. 또한 도시가스, 열공급 등 주요 에너지 공급부문도 독립적으로 분류하고 있으며, 에너지부

문 이외에 온실가스 배출량이 많은 수송부문도 철도, 도로, 택배, 해상, 항공, 수송서비스 등 6개로 세부적으로 나누어 분류

- 석유제품의 경우, 납사, 휘발유, 항공유, 등유, 경유, 증유, 액화석유가스(LPG), 기타석유제품 등 총 8개의 세부 제품으로 분류

□ KEEI-NCGE 모형의 데이터베이스

- KEEI-NCGE 모형의 기초 데이터베이스는 한국은행에서 발행한 2014년의 산업연관표에 기초하고 있음.
 - 우리나라의 에너지수급에 대한 자료는 기초 데이터베이스의 기준연도에 맞추어 같은 연도의 에너지밸런스를 활용하여 데이터베이스를 구축함.
- 온실가스 배출량은 연료연소에 의한 이산화탄소, 메탄 및 아산화질소 등 온실가스 배출량을 종합적으로 반영하여 통합 데이터베이스를 구축함.
- KEEI-NCGE에서 사용되는 각종 모수의 값은 여러 가지 국내 계량분석 연구결과들을 활용함.

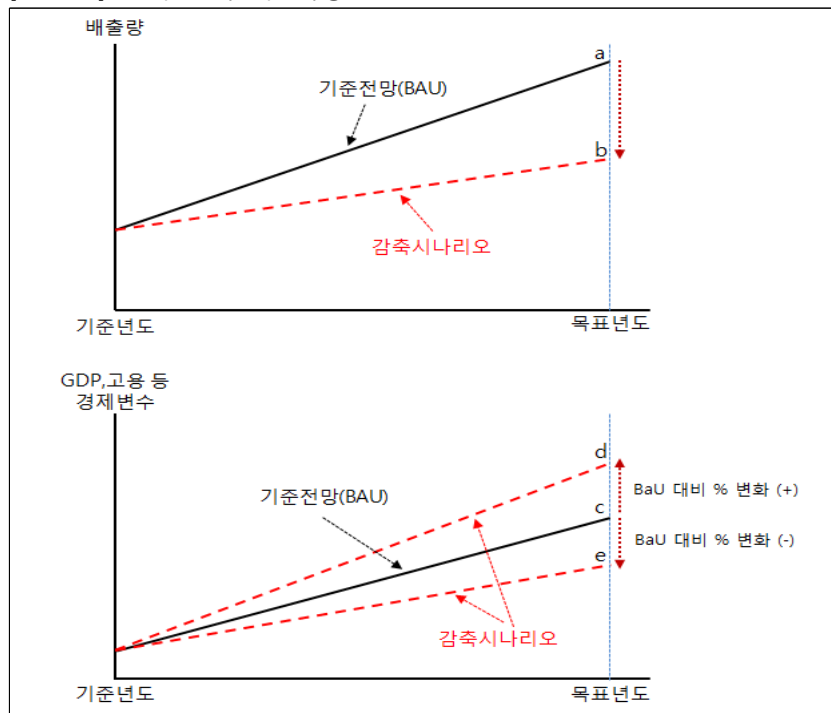
2. 기준전망(BAU) 설정

□ 기준전망을 활용한 분석 방법론

- 연산일반균형모형인 KEEI-NCGE를 활용하여 국가 온실가스 감축 로드맵에 의한 온실가스 감축이 이루어질 경우에 거시경제, 고용 등 국가경제에 미치는 파급효과를 분석하기 위해서는, 사전단계로서 먼저 기준전망(BaU: Business-as-Usual)의 설정이 필요함.
- 기준전망은 CGE 모형을 이용하여 국가 온실가스 감축목표 이행의 파급효과와 비용을 분석하는 데 기준으로 활용함.
 - 기준전망은 감축목표 이행의 결과와 비교하기 위한 기준으로서 역할을 하는데, 온실가스 감축목표 이행이 전혀 고려되지 않은 상황을 설명함.

- 온실가스 감축목표 이행의 파급효과 분석은 일반적으로 단일 또는 복수의 베이스라인을 필요로 하며, 목표 이행의 결과는 기준전망과의 차이로서 설명함.

[그림 3-2] 온실가스 감축효과 분석 방법



- 예를 들어, [그림 3-2]에서와 같이 온실가스 감축정책의 효과는 다른 경제적 추이로부터 독립적으로 감축 시나리오와 기준전망(BAU) 간의 온실가스 배출량 차이를 비교함으로써 설명됨.
- 즉, 감축목표 이행에 의해 GDP, 고용 등 경제변수에 미치는 파급효과는 온실가스 배출량을 감축함으로써([그림 3-2]의 ab 간 거리) 발생하는 기준전망상의 경제변수 수준과 감축목표 이행에 의한 감축 시나리오상의 경제변수 수준의 차이([그림 3-2]의 cd 또는 ce 간 거리)의 기준전망(BaU) 대비 % 변화로 설명됨.

- 따라서 CGE 모형을 이용한 온실가스 감축목표 이행의 파급효과 분석은 설정된 기준전망(BaU)과 비교하여 이루어지기 때문에, 적절한 기준전망의 설정이 중요함.
 - 기준전망(BaU)은 현재의 상황을 단순히 연장하는 형태가 아니고, 향후 거시경제 및 인구 추세, 경제구조 변화, 주요 온실가스 배출원에 대한 전망, 기술 및 정책 등의 변화 추세를 반영함.
- KEEI-NCGE를 활용하여 국내외 주요 연구기관 및 단체들이 제시한 한국의 실질 국내총생산(real GDP), 인구변화, 산업구조 등 주요 경제변수들의 실적 및 전망자료를 반영하여 향후 2030년까지의 기준전망 실시
- 기준전망에서는 온실가스 감축 로드맵 수립 시 활용한 우리나라의 실질 국내총생산과 인구 전망치를 활용
- 2020~2030년 동안 우리나라의 경제는 연평균 2.7% 성장하며, 인구는 같은 기간에 연평균 0.1% 증가할 것으로 전망
- 전망기간인 2014~2030년 동안에는 실질국내총생산과 인구는 각각 연평균 3.0%와 0.2% 증가할 것으로 예측

〈표 3-10〉 경제, 에너지 및 온실가스 관련 주요지표 변화: 기준전망

	연평균증가율(%)		
	2014-2020	2020-2030	2014-2030
실질국내총생산	3.5	2.7	3.0
인구	0.3	0.1	0.2
총에너지 소비량	2.4	1.6	1.9
온실가스 배출량	2.0	1.4	1.6
총에너지원단위 (TOE/백만 원)	-1.1	-1.1	-1.1
온실가스배출원단위 (TCO ₂ /백만 원)	-1.5	-1.3	-1.4

주: 기준전망 결과 중, 실질국내총생산과 인구 전망은 2030 온실가스 감축 로드맵에서 사용한 전망치를 활용하여 외생적으로 결정.

- 생산, 소비 등 경제활동에 필요한 총에너지 소비는 2020~2030년 동안 연평균 1.6% 증가하며, 같은 기간의 온실가스 배출량은 연평균 1.4% 증가할 전망
- 경제성장 속도보다 에너지 소비 및 온실가스 배출의 증가 속도가 낮을 것으로 예상됨에 따라, 에너지원단위(TOE/백만 원)와 온실가스배출원단위(TCO₂/백만 원)는 개선될 것으로 전망
- 에너지원단위와 배출원단위는 2020~2030년 동안 연평균 각각 1.1%와 1.4%씩 개선될 것으로 예측

〈표 3-11〉 주요 부문별 생산량 및 온실가스 배출량 변화: 기준전망

	2020~2030년 연평균 증가율(%)		
	생산량	에너지 소비량	온실가스 배출량
산업부문	0.8	0.6	0.3
농축수산업	0.8	1.6	1.7
광업	-0.6	-1.8	-1.8
제조업	0.9	0.6	0.3
건설업	-1.0	-0.7	-0.7
전환부문	2.9	1.9	1.5
수송부문	1.1	1.8	1.8
상업(서비스)부문	1.9	2.9	3.2
공공부문	4.0	4.6	4.9
가정부문	5.0(1)	4.7	4.7

주: 1)가계부문의 가처분소득 연평균 증가율(%)임.

- 이와 같은 기준전망 결과는 경제성장과 에너지 소비 및 온실가스 배출 간의 탈동조화 현상이 지속될 것임을 의미함.
- 기준전망 결과, 농축수산업, 광업, 제조업, 건설업 등을 포함한 우리나라 전체 산업부문의 생산규모는 2020~2030년 동안 연평균 0.8% 증가할 것으로 예측
- 산업부문 생산규모의 확대는 가장 큰 비중을 차지하는 제조업이 같은

기간에 0.9% 성장함으로써 견인될 것으로 전망됨.

- 광업과 건설업의 경우 같은 기간에 각각 연평균 0.6%와 1.0%씩 생산
산규모가 축소될 것으로 전망

○ 산업부문 전체 에너지 소비와 온실가스 배출은 같은 기간에 각각 연평
균 0.6%와 0.3% 증가할 전망

- 이와 같은 결과는 산업부문 생산활동 과정에서 에너지 소비의 효율성
이 제고되며, 또한 에너지 소비에 있어서 저탄소 에너지원의 소비가
상대적으로 증가함을 의미

□ 발전부문을 비롯하여 정유, 도시가스생산, 열생산 등이 포함된 전환부문
의 경우, 생산규모는 연평균 2.9%의 높은 증가세를 기록하며, 에너지
소비와 온실가스 배출량도 각각 연평균 1.9%와 1.5%씩 증가할 것으로
전망

○ 발전부문의 에너지 소비와 온실가스 배출량이 생산량의 증가세보다 낮
은 것은 산업부문과 마찬가지로 전환과정에서의 에너지효율이 향상되
고, 한편으로는 저탄소 발전연료 등의 역할이 커지는 것을 의미

□ 수송부문과 상업(서비스)부문의 경우, 생산량 규모보다 에너지 소비와
온실가스 배출의 증가세가 더 높을 것으로 예측

○ 수송부문의 경우, 경유, 휘발유 등을 주로 소비하는 도로수송의 비중이
확대됨에 따라 에너지 소비와 온실가스 배출이 증가하는 것으로 예측

○ 상업(서비스)부문의 경우에도 전력, 열, 도시가스 등 최종에너지의 소비
가 빠르게 증가할 것으로 예상됨에 따라, 동 부문의 에너지 소비 절감을
위한 정책의 강화가 필요한 것으로 평가

○ 가정부문은 가계소득의 증가에 따라 에너지 소비 또한 상대적으로 높은
증가세를 기록할 것으로 예측

〈표 3-12〉 고용 관련 주요지표 변화: 기준전망

	연평균 증가율(%)		
	2014~2020	2020~2030	2014~2030
고용규모	0.7	0.4	0.5
실질임금	5.2	3.8	4.3

주: 고용규모는 모형 내에서 내생적으로 결정되는 각 부문 및 업종의 생산활동에 투입되는 고용규모의 변화를 보여주며, 실질임금은 명목임금과 소비자물가지수를 반영하여 모형 내에서 내생적으로 결정됨.

- 우리나라의 인구는 2020~2030년 동안 연평균 0.1% 증가할 것으로 예측되었으나, 경제성장 과정에서 고용의 규모는 같은 기간의 연평균 0.4% 증가할 것으로 전망
- 실질국내총생산이 같은 기간에 연평균 2.7% 증가할 것으로 예측되나, 향후 경제성장은 물적자본(자본스톡)의 상대적으로 높은 증가세에 의해 견인될 것으로 전망
- 2020~2030년 동안 국내 고용시장의 실질임금은 연평균 3.8%의 증가세가 예측되며, 이는 인구 증가세의 둔화 및 고령화 사회로 인해 경제활동 인구의 노동시장 공급이 부족한 결과로 분석됨.

〈표 3-13〉 부문별 고용규모 변화: 기준전망

	연평균 증가율(%)		
	2014~2020	2020~2030	2014~2030
산업부문	-1.0	-1.9	-1.5
농축수산업	-0.1	-1.1	-0.7
광업	-1.1	-2.8	-2.2
제조업	-0.6	-1.9	-1.4
건설업	-2.4	-1.8	-2.0
전환부문	1.4	1.1	1.2
수송부문	0.2	-0.6	-0.3
상업(서비스)부문	0.6	0.4	0.5
공공부문	3.0	2.6	2.8

- 산업부문의 경우, 농축수산업, 광업, 제조업, 건설업 등 모든 업종에서

의 고용규모가 낮아지며, 산업부문 전체적으로 고용규모가 2020~2030년 동안 연평균 1.9% 감소할 것으로 예측

- 산업부문 전체의 생산량이 같은 기간에 연평균 0.8% 증가하는 반면에, 고용의 규모가 감소하는 것은 향후 산업부문의 생산투입구조에서 노동의 비중이 축소되고 물적자본(자본스톡)의 비중이 확대될 것임을 의미
- 반면 전환, 상업(서비스), 공공부문의 경우, 생산량 증가에 따라 고용의 규모도 꾸준히 증가하지만, 투입구조상 노동에서 자본으로의 전환은 지속적으로 이루어질 전망
- 수송부문의 경우 낮은 생산량 증가세가 전망된 가운데, 고용규모는 연평균 0.6% 축소될 것으로 예측

3. 온실가스 감축 시나리오 설정

- 본 절에서는 온실가스 감축 로드맵 수정본에서 제시한 국내 부문별 온실가스 감축목표를 반영하여 두 가지의 온실가스 감축 시나리오를 설정
- 시나리오 1(개별적 감축) : 정부가 로드맵을 통해 각 부문별로 할당한 2030년의 BAU 대비 감축률에 맞추어 각 부문이 자체적으로 온실가스 배출량을 감축함을 가정
 - 온실가스 감축 로드맵에 제시된 산업(20.5%), 전환(42.2%), 수송(29.3%), 건물(32.9%), 공공/기타(25.3%), 농림축산어업(7.9%) 등 각 부문에 할당한 BAU 대비 감축률을 기본적으로 각 부문이 이행함을 가정
 - 본 연구에서는 화석연료 연소에 의한 온실가스 배출량만을 반영함에 따라 최종적으로 부문별 감축률은 로드맵상의 감축률과 일부 상이할 수 있음.

〈표 3-14〉 온실가스 감축 시나리오

시나리오 1 (개별적 감축)	온실가스 감축 로드맵에 의거하여, 전환, 산업, 수송, 가정, 상업, 공공/기타, 농림어업 등 각 부문 및 업종의 2030년 BAU 대비 감축목표를 각 부문과 업종이 자체적으로 달성
시나리오 2 (배출권거래제)	시나리오 1에서 설정된 각 부문과 업종의 감축목표를 2030년까지 달성함에 있어서, 현재 시행 중인 온실가스 배출권거래제를 제조업과 전환부문을 중심으로 2030년까지 시행

- 시나리오 2(배출권거래제) : 시나리오 1에서 설정된 각 부문과 업종의 감축목표를 2030년까지 달성함에 있어서, 현재 시행 중인 온실가스 배출권거래제를 제조업과 전환부문을 중심으로 2030년까지 시행
 - 제조업과 전환부문을 중심으로 배출권을 시행하며, 수송, 상업, 가정 부문 등은 자체적으로 온실가스 감축목표 이행
 - 수송, 상업, 가정부문 등도 배출권거래제에 참여하는 경우가 이론적으로 존재할 수 있으나, 이들 부문의 대부분의 배출원이 소규모 배출원이고 이동 배출원임에 따라, 국가의 모든 배출원을 배출권거래제 대상으로 설정하는 것은 비현실적임.
 - 따라서 본 연구에서는 제조업과 전환부문만 배출권거래제에 참여하는 경우만을 분석의 대상으로 설정함.
- 종합적으로 시나리오 1과 시나리오 2는 우리나라의 주어진 온실가스 감축목표를 이행함에 있어서 각 부문에 주어질 수 있는 두 가지의 다소 극단적인 상황을 설정
 - 따라서 본 연구에서 도출하는 온실가스 감축에 의한 파급효과는 두 가지의 극단적인 상황을 대표하며, 실제 효과는 두 가지 시나리오에 의해 발생하는 파급효과 범위 내에서 발생할 가능성이 높음.
- 배출권거래제의 이론적 근거
- 특정 국가가 설정한 온실가스 감축목표를 최소의 비용으로 달성하기 위해서는 먼저 부문 간 할당되는 감축의무에 비용효과성이 반영되어야 함.
 - 산업, 전환, 수송, 가정, 상업 등 감축의무의 할당대상이 되는 각 부

문에서는 각각의 특성이 반영된 투입-산출구조를 가지고 경제활동과 온실가스 배출이 이루어짐.

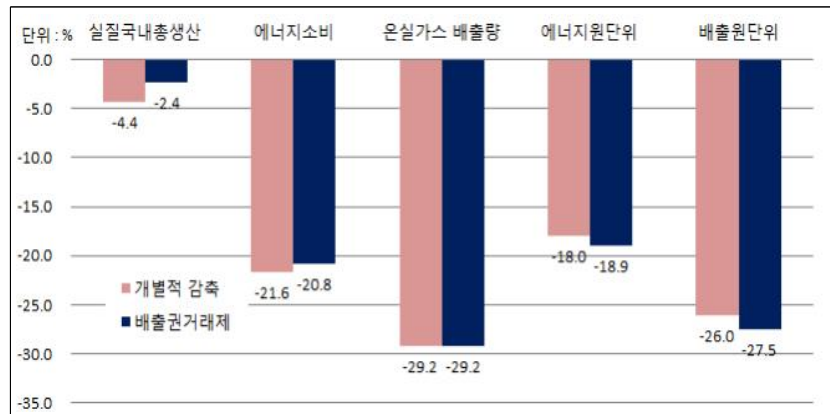
- 또한 온실가스 감축을 위해 각 부문에 적용될 수 있는 온실가스 감축 정책과 기술적 옵션들이 서로 다른 형태로 존재함.
- 따라서 각 부문에 내재되어 있는 투입-산출구조와 온실가스 감축옵션들이 제대로 반영된 감축의무 할당이 이루어지지 않으면, 국가차원에서 온실가스 감축비용이 상대적으로 높은 부문이 필요 이상의 감축비용을 감수하거나, 낮은 한계저감비용(MAC: Marginal Abatement Cost)을 가진 부문이 과도하게 낮은 감축비용을 지불해야 하는 상황이 발생할 수 있음.

- 이론적으로 주어진 온실가스 감축목표를 최소의 비용으로 달성하기 위해서는 감축의무의 할당대상이 되는 각 부문의 MAC가 서로 일치할 수 있도록 할당되어야 함.
- 배출권거래제하에서는 각 배출원의 MAC가 서로 다를 경우 배출원들이 자발적으로 배출권을 거래하도록 하고, 그 결과 각 배출원의 한계저감비용이 동일화되어 비용효과성이 충족됨.
 - 높은 MAC를 가진 배출원은 비경제적인 방법으로 온실가스를 감축할 필요 없이 배출권을 구입하여 온실가스를 배출하고, 반대로 낮은 MAC를 가진 배출원은 온실가스를 감축하는 대신 배출권을 시장에서 매도함으로써, 사회 전체적으로 온실가스 배출 목표량을 최소비용으로 달성하게 됨.
 - 특정 배출원이 온실가스 감축을 위해 부담해야 할 MAC가 배출권의 시장가격보다 높을 경우 그 배출원은 개별적으로 온실가스 배출을 감축하기보다는 배출권시장에서 배출권을 구매하는 것이 비용 효과적임.
 - 반면 배출권의 가격이 상대적으로 높을 경우, 개별적 감축을 시행하면서 배출권을 시장에서 매도하는 것이 더욱 효과적임.
 - 이러한 배출권거래를 통해 각 배출원의 MAC가 같아지고, 배출권의 시장가격이 MAC와 같아질 때까지 배출권거래가 계속됨.

4. 온실가스 감축목표 이행의 파급효과

- 온실가스 감축 로드맵에 의해 주어진 부문별 온실가스 감축목표를 2030년까지 이행할 경우, 우리나라의 연료연소에 의한 온실가스 배출량은 2030년 BAU 대비 29.2% 감축될 것으로 분석됨.
- 이와 같은 결과는 국가 온실가스 감축목표 중에서 국내 감축분인 2030년 BAU 대비 32.5%에서 본 연구의 대상에서 제외된 산업공정 배출을 제외하고 분석한 결과로서, 국가 온실가스 감축 로드맵상의 목표와 정합성을 확보하고 있음.

[그림 3-3] 온실가스 감축 시나리오별 경제, 에너지 및 온실가스 관련 주요지표 변화
(단위: BaU 대비 % 변화)



- 국가 온실가스 감축목표 이행으로 인해 우리나라의 실질국내총생산은 2030년에 BAU 대비 2.4~4.4% 감소할 것으로 전망됨.¹⁷⁾

17) 본 연구에서 도출된 경제적 파급효과의 크기는 BAU 설정에 사용된 경제성장 및 인구 전망치를 최근의 전망치로 전환할 경우 달라질 수 있음. 예를 들어 온실가스 감축 로드맵 수립 시 2020~2030년의 경제성장률을 연평균 2.7%로 가정하였는데, 최근에 분석된 전망에서는 경제성장률을 연평균 2.3%로 전망함. 이와 같은 새로운 전망치를 반영하여 분석한 결과, 온실가스 감축목표를 이행할 경우 우리나라의 실질국내총생산은 2030년 BAU 대비 1.2~3.4% 감소할 것으로 분석되었음.

- 각 부문별로 주어진 감축목표를 개별적으로 감축할 경우(시나리오 1), 부문 간의 온실가스 저감비용 차이가 반영되지 않기 때문에 온실가스 감축에 의한 경제적 비용이 상대적으로 크게 발생하며, 실질국내총생산이 2030년에 BAU 대비 4.4%까지 감소하는 경제적 비용이 발생할 것으로 분석됨.
 - 제조업과 전환부문을 대상으로 배출권거래제를 도입하여 온실가스를 감축할 경우(시나리오 2), 우리나라의 실질국내총생산은 2030년에 BAU 대비 2.4% 감소하며, 개별적 감축의 경우(시나리오 1)와 비교하여 온실가스 감축에 따른 경제적 비용을 상대적으로 절감할 것으로 분석됨.
- 국가 온실가스 감축목표 이행으로 우리나라의 실질국내총생산이 BAU 대비 하락하는 것은 제조업 특히 철강, 석유화학, 시멘트 등 에너지다소 비업종 중심의 산업구조에 기인함.
 - 에너지다소비업종의 온실가스 감축으로 인해 이들 산업을 중심으로 우리나라 산업의 국제경쟁력이 약화됨으로써 국가경제에 악영향을 초래할 가능성이 높기 때문임.
- 본 연구에서 도출된 경제적 파급효과의 크기는 BAU 설정에 사용된 경제성장 및 인구 전망치를 최근의 전망치로 전환할 경우 달라질 수 있음.
- 예를 들어 온실가스 감축 로드맵 수립 시 2020~2030년의 경제성장률을 연평균 2.7%로 가정하였는데, 최근에 분석된 전망에서는 경제성장률을 연평균 2.3%로 전망함.
- 이와 같은 새로운 전망치를 반영하여 분석한 결과, 온실가스 감축목표를 이행할 경우 우리나라의 실질국내총생산은 2030년 BAU 대비 1.2~3.4% 감소할 것으로 분석되었음.
- 온실가스 감축목표 달성을 위해 국가 전체의 에너지 소비량은 2030년에 BAU 대비 20.8%(시나리오 2)~21.6%(시나리오 1) 절감할 것으로 예측됨.

- 시나리오 2의 경우 에너지 소비 감축량이 상대적으로 적을 것으로 분석
- 온실가스 감축에 의한 경제적 비용이 상대적으로 적은 시나리오 2의 경우에 에너지원단위(에너지소비/실질국내총생산)와 배출원단위(온실가스 배출량/실질국내총생산)가 2030년에 BAU 대비 각각 18.9%와 27.5% 낮아질 것으로 전망됨.

〈표 3-15〉 온실가스 감축 시나리오별 부문별 온실가스 배출량 변화

(단위: BaU 대비 % 변화)

	개별적 감축	배출권거래제
산업부문	-15.3	-12.1
농축수산업	-7.9	-7.9
광업	-14.4	-14.4
제조업	-15.4	-12.2
건설업	-20.5	-1.8
전환부문	-42.2	-44.0
수송부문	-29.3	-29.3
상업부문	-32.7	-32.7
공공부문	-25.3	-25.3
가정부문	-32.7	-32.7

- 국가 전체적으로 온실가스 배출량을 2030년 BAU 대비 29.2% 감축하는데 있어서, 시나리오 1(개별적 감축)의 경우 부문별 부여된 감축목표를 이행하는 반면, 시나리오 2(배출권거래제)의 경우에는 배출권거래제로 인해 부문 간 배출량의 변화 발생
- 시나리오 2의 경우, 산업부문의 배출량 감축률이 시나리오 1의 경우보다 상대적으로 낮은 것은 배출권거래에 참여하는 제조업과 건설업이 배출권을 순매수함에 따른 결과임.
 - 반면 전환부문의 경우 제조업과 건설업에 배출권을 순매도하며 주어진 감축목표보다 다소 높은 감축률을 기록할 것으로 예상
- 배출권거래에 참여하지 않는 농축수산업, 광업, 수송, 상업, 공공, 가정부문의 온실가스 감축률은 시나리오 1과 시나리오 2에서 동일

〈표 3-16〉 온실가스 감축 시나리오별 부문별 생산량 변화

(단위: BaU 대비 % 변화)

	개별적 감축	배출권거래제
산업부문	-2.9	-0.3
농축수산업	-2.1	-1.4
광업	-12.3	-3.8
제조업	-2.9	-0.3
건설업	-2.5	0.0
전환부문	-13.9	-12.1
수송부문	-5.3	-3.4
상업부문	-5.5	-3.6
공공부문	-7.1	-5.4

- 온실가스 감축으로 인해 주요 부문별 생산량이 감소할 것으로 예상되며, 배출권거래제를 시행하는 시나리오 2의 경우에 감소폭이 시나리오 1과 비교하여 전체적으로 좁을 것으로 분석됨.
- 산업부문의 생산량은 2030년 BAU 대비 0.3%(시나리오 2)~2.9%(시나리오 1) 감소할 것으로 예측됨.
 - 배출권거래를 통해 제조업을 구성하는 업종들은 생산량 감소를 억제하며 감축의무를 이행
- 온실가스 감축 과정에서 전력, 도시가스 등 에너지 소비가 감소함에 따라 전환부문의 생산량은 2030년 BAU 대비 12.1%(시나리오 2)~ 13.9%(시나리오 1) 감소
- 수송, 상업, 공공부문의 생산량도 2030년 BAU 대비 3~7%대 범위에서 감소할 것으로 예상
 - 배출권거래제를 통해 생산활동의 감소폭이 상대적으로 좁을 것으로 전망됨.

〈표 3-17〉 온실가스 감축 시나리오별 고용 관련 주요지표 변화

(단위: BaU 대비 % 변화)

	개별적 감축	배출권거래제
고용규모	-3.9	-2.0
실질임금	-4.7	-4.8

- 우리나라의 전체 고용규모는 기준전망에서 2020~2030년 동안 연평균 0.4% 증가할 것으로 예측되었으나, 온실가스 감축목표 이행으로 인해 2030년 BAU 대비 2.0%(시나리오 2)~3.9%(시나리오 1) 축소될 것으로 전망
- 제조업과 발전부문을 중심으로 배출권거래제를 시행하는 시나리오 2의 경우에 고용규모의 축소폭은 시나리오 1의 경우보다 약 절반 수준으로 좁아짐.
- 온실가스 감축을 통한 노동수요의 감소로 인해 우리나라의 실질임금은 2030년 BAU 대비 약 4.7% 낮아질 것으로 전망

〈표 3-18〉 온실가스 감축 시나리오별 부문별 고용규모 변화

(단위: BaU 대비 % 변화)

	개별적 감축	배출권거래제
산업부문	-0.2	2.0
농축수산업	-1.1	0.2
광업	-5.3	-2.0
제조업	0.3	2.6
건설업	-1.8	0.1
전환부문	-10.3	-8.6
수송부문	-5.8	-3.2
상업부문	-4.4	-2.4
공공부문	-6.7	-5.0

- 국가 온실가스 감축목표 이행으로 인해 전체적인 고용규모는 BAU 대비 감소하지만, 부문별 고용규모는 부문별 특성과 여건을 반영하여 파급효과가 다르게 나타날 것으로 전망됨.

- 각 부문별 개별적 감축이 이루어지는 시나리오 1의 경우, 산업, 전환, 수송, 상업 및 공공부문의 고용규모는 전반적으로 온실가스 감축목표와 생산량의 변화가 반영되어 2030년 BAU 대비 감소할 것으로 예측됨.
- 그러나 산업부문을 구성하는 농축수산업, 광업 및 건설업의 고용규모는 BAU 대비 감소하지만, 제조업 전체의 고용규모는 2030년 BAU 대비 0.3% 증가할 것으로 전망됨.
- 제조업의 고용규모가 전체적으로 증가하는 것은 다른부문에서의 노동수요 감소로 인한 노동시장에서의 초과공급과, 제조업의 온실가스 감축을 위해 생산투입구조에서 중간투입재인 석탄, 석유, 가스 등 화석연료의 소비를 노동으로 대체하는 효과가 발생하기 때문인 것으로 분석됨.
 - 제조업의 고용규모 변화에 있어서, 전기전자, 반도체, 디스플레이, 자동차, 조선 등 조립금속업종이 고용규모의 증가를 주도할 것으로 예측된 반면, 정유, 석유화학, 철강, 시멘트 등 전통적인 에너지다소비업종의 고용규모는 축소될 것으로 전망됨.
 - 고용규모가 BAU 대비 증가하는 업종들의 경우, 온실가스 감축을 위해 에너지소비를 감축하는 대신 오히려 노동, 자본 등 다른 생산요소들의 투입규모를 확대하여 생산량을 증가시킬 것으로 예상됨.
 - 고용규모가 축소되는 업종의 경우, 일정수준의 주어진 온실가스 감축 목표를 달성하는 데 있어서 이들 업종의 생산량이 BAU 대비 감소하는 과정에서 노동, 자본, 에너지 등 생산투입요소들의 수요도 감소하기 때문인 것으로 분석됨.
- 제조업 및 전환부문을 중심으로 배출권거래제를 시행하는 시나리오 2의 경우, 산업부문의 생산량 감소폭이 크게 축소되고, 노동, 자본, 중간투입재 등 생산요소 간의 대체가 더욱 활발해져 산업부문 전체 고용규모는 2030년 BAU 대비 2.0% 증가할 것으로 전망됨.
- 광업을 제외한 농축수산업, 제조업, 건설업 등의 고용규모는 증가할 것으로 예측되며, 특히 배출권거래제에 참여하는 제조업의 고용규모는 시나리오 1과 비교하여 크게 증가할 것으로 전망됨.

- 제조업의 고용규모 증가는 석유화학, 철강 등 일부 에너지다소비업종과 전기전자, 반도체, 디스플레이, 자동차, 조선 등 조립금속업종에서 발생할 것으로 예측되었는데, 이와 같은 결과는 이들 업종이 주어진 감축목표를 자체적으로 이행하기보다는 배출권을 구매하는 대신 생산량을 시나리오 1과 비교하여 오히려 증가시키기 때문에 발행하는 결과인 것으로 해석됨.
- 본 연구는 CGE 모형을 활용하여 우리나라가 자발적으로 설정한 국가 온실가스 감축목표를 이행할 경우에 발생할 수 있는 경제적 파급효과와 산업 및 고용에 미치는 파급효과를 분석하였음.
- CGE 모형을 활용한 분석은 각 부문별 온실가스 감축을 위한 정책 및 프로그램을 개별적으로 분석하는 데 한계가 있음. 각 정책 및 프로그램에 대한 분석은 상향식(bottom-up) 분석 모형을 활용하는 것이 타당할 수 있으나, 이는 고용 및 경제에 미치는 효과를 분석하는 데 또한 한계가 있을 수 있음.
- 따라서 향후 온실가스 감축목표 이행에 의한 경제, 산업 및 고용에 미치는 파급효과를 보다 정교하게 분석하기 위해서는 CGE 모형과 같은 하향식(top-down) 모형과 병행하여 상향식 분석모형을 활용하는 분석 시스템을 구축할 필요가 있음.

사회적 보호와 교육훈련

제1절 서론

- 기후변화와 관련된 정책적 대응은 크게 두 방향으로 이루어짐. 하나는 이행(transition)이고 다른 하나는 부정적 영향에 대한 보호(protection against the worst impacts)임.
- 온실가스 감축 로드맵은 기후변화에 대응하기 위한 매우 포괄적인 정책이지만, 이러한 정책의 이행은 또 다른 노동 및 사회정책적 대응을 필요로 함. 그 내용은 다소 다르지만 방향은 기후변화에 대한 대응과 크게 다르지 않음.
- 먼저 정책 시행에 대응한 일(job)의 이행(transition)이 원활하게 이루어지도록 할 필요가 있음. 이와 관련된 가장 대표적인 정책은 필요한 숙련(skill)에 대한 직업훈련 및 학교교육임.
- 다른 하나는 정책 시행에 따라 부득이하게 부정적 영향을 받게 되는 층에 대한 사회적 보호임. 이와 관련된 가장 대표적인 정책은 고용보험과 연계된 고용서비스임. 물론 이러한 정책은 직업훈련과 유기적으로 결합되어야 최선의 효과를 볼 수 있을 것임.
 - 하나 더 고려할 필요가 있는 것은 전 지구적 노력에도 불구하고 당분간 기온의 상승은 불가피하다는 점을 감안하면 기온 상승에 대응한

사회적 보호와 작업장 안전을 위한 정책적 노력임.

- 이 장에서는 먼저 부정적 영향에 대응한 안전망 강화에 대해서 살펴보고 이어서 숙련의 변화와 교육훈련에 대한 정책방안을 제시

제2절 사회적 보호

1. 기후변화에 대응한 노동자 보호

□ 작업장 안전

- 현재 우리는 기후변화에 대응하여 작업자를 보호하는 어떠한 강제적 제도도 갖고 있지 않음.
- 기후변화와 관련해서 시행하고 있는 제도는 「열사병 예방 3개 기본수칙(물, 그늘, 휴식) 이행지침」에 따라 무더위 시간대(오후 2시~5시)에 38℃를 넘으면 옥외작업 작업 중지를 권고하는 정도임. 이는 강행규정이 아님.
- 기후변화는 고온 말고도 홍수, 가뭄 등 다양한 형태로 작업장 안전에 영향을 미칠 수 있는데, 이러한 다양한 상황에 대응하여 작업장 안전을 확보할 수 있는 종합적 제도적 장치를 마련해야 할 것임.

□ 기후변화로 인한 피해에 대한 사회적 보호

- 기후변화로 인한 다양한 자연재해는 어느 지역에서 누구에게 영향을 미칠지 알 수 없음. 이에 대한 사회적 보호장치가 필요함.
- 현재에도 자연재해로 인한 피해를 보상하는 제도는 마련되어 있지만 피해자들을 효과적으로 보호하기에는 미흡하다고 판단됨. 적시에 충분한 보호가 이루어질 수 있는 보다 실효성 있는 대책이 필요하다고 판단됨.

□ 이행 지원

- 기후변화는 일의 성격을 급격히 변화시킬 수 있으며, 이에 대한 정책적 지원이 필요
- 예를 들어, 농업인의 경우 10년 뒤에도 현재 농경지에서 경작하고 있는 작물을 계속 키울 수 있다는 보장이 없음. 기후변화에 대응하여 농사가 가능하도록 정책적 지원을 해야 할 것임.

2. 감축 로드맵 이행 관련 사회안전망 강화

- 제3장에서 살펴본 바와 같이 감축 로드맵 이행은 새로운 일자리를 만들기도 하지만 기존의 일자리가 상당히 사라질 가능성이 높음.
 - 감축정책의 이행은 일반적으로 산업, 직업, 숙련별로 상당히 상이한 영향을 끼칠 것으로 전망하고 있음.
 - 친환경 관련 산업 및 직업은 늘어나지만 탄소집약적 산업 및 직업은 줄어들 가능성이 높음. 직업에 따라 다소 상이하기는 하지만, 일반적으로 중숙련 이상은 늘어나지만 저숙련은 줄어들 가능성이 높음.
 - 제3장에서 감축정책과 직접 관련된 현재의 일자리 질은 대체로 나쁘지 않은 것으로 파악되고 있지만, 이 안에서도 질이 떨어지는 일자리에 부정적 영향이 예상되며, 간접적 영향은 취약계층에 더 크게 미칠 가능성이 높음.
 - 예를 들어, 직접 영향을 미치는 일자리 중에는 주유원과 같은 일자리가 부정적 영향이 클 가능성이 높으며, 경제 전체적으로는 노동시장 취약계층인 여성이 피해를 볼 가능성이 높음.
- 감축정책으로 인해 일자리를 잃게 되는 취업자들에 대응한 사회적 안정 장치의 점검 및 개편이 필요
 - 여기서는 직업변경에 도움을 주기 위한 직업훈련을 다루지는 않음. 이에 대해서는 이어지는 절 참조
- 현재의 제도가 이러한 실직자를 보호하기에 충분한지에 대한 검토가 필요함.
 - 여기서는 고용보험제도만을 고려하며, 실업급여, 고용서비스, 직업훈

련 등이 실직자의 보호를 위해 운용되고 있는 제도임. 직업훈련은 다
음 절에서 논의되기 때문에 본 절에서는 논의에서 제외

- 현재의 제도는 고용형태와 근로시간을 기준으로 적용대상을 제한
 - 월 60시간 이상의 임금근로자를 적용대상으로 함.
- 적용대상뿐만 아니라 이직 시 실제 구직급여의 수급자격을 갖추지 못하는 경우도 많음.
 - 이직 전 18개월 동안 180일 이상 일을 해야 함. 다만 월 60시간 미만 초단시간근로자의 경우에는 기준기간이 연장됨.
 - 수급자격을 갖추었더라도 신청하지 않은 경우도 많음.
 - 고용형태에 따라서 수급기간 중 소득활동이 너무 엄격하게 제한되는 경우가 있음. 예를 들어 일용직의 경우 소득활동이 원천적으로 금지됨.
- 이러한 제도적 환경은 온실가스 감축정책으로 인한 부정적 영향에 더 취약한 노동시장 취약계층의 보호에는 한계
 - 저숙련노동자나 여성의 경우 사회보험(고용보험 포함)에 가입한 비율이 낮음.
 - 이들 중에는 초단시간 근무와 같은 이유로 아예 실업급여의 적용대상이 아닐 확률도 높음.
 - 근속기간 또한 짧아 18개월에 180일 근로라는 수급자격을 만족시키지 못할 수도 있음.
- 감축정책의 부정적 영향은 임금근로자뿐만 아니라 자영업자에게도 영향을 미치게 됨. 최근에 자영업자의 보호를 위한 제도가 많이 도입되었지만 사회보험으로 기능하기 위해서는 다른 차원의 개편이 필요하다고 판단됨.
- 노동시장 취약계층을 충분히 보호할 수 있도록 고용보험제도를 개편할 필요가 있음.
- 추가로 일정기간의 국민연금과 건강보험 대납제도를 고려할 필요가 있음.
 - 건강보험은 피부양자제도로 인해 그 필요성이 낮으나 국민연금의 경우 수급자격 충족 및 고령빈곤 완화를 위해 적절한 수준의 제도가 마련될 필요가 있음. 현재의 국민연금은 기간에 비례해서 수급액이 증가

제3절 직업의 변화, 숙련의 변화

1. 개요

- UNEP(2008) 녹색직업 보고서는 지속가능 저탄소 세계에서의 괜찮은 일자리를 지향하는 녹색정책의 고용효과를 전환, 건물, 수송, 산업, 농업, 산림으로 구분하여 제시. 녹색산업에서 필요인력과 기존 인력 간 숙련격차가 제기되고, 이에 대한 교육훈련이 중요해짐을 논의. 각국 산업, 고용통계를 이용하거나, 관련 정책 동향(건물부문), 팔년 현황(자동차 이용) 등을 정리. 본 연구보다 범위가 포괄적. 원론적 수준 논의
- CEDEFOP(2010), CEDEFOP(2018)의 Skills for Green Jobs은 녹색전환에 따른 숙련 변화 논의는 구체적이지 않은 채, 주로 숙련 변화에 대한 개념화 및 숙련 변화에 대한 대응방안으로의 교육훈련에 대해 논의함. 부록에서 유럽 각국의 관련 정책 동향을 간략히 소개하고 있음.
- ILO(2018), World Employment Social Outlook 2018은 녹색경제의 진전에 따른 지역별, 산업부문별 일자리 생성과 소멸을 전망. 녹색경제는 일자리 변동을 가져오고 이는 다시 숙련수요의 변화를 초래하는 것으로 봄. 숙련 변화를 녹색성장의 달성을 위해 핵심적 요소로 간주. 숙련수요 식별이 노동시장의 수요를 충족시키는 첫 번째 단계이나, 공식 직업훈련 시스템에 녹색전환 기술을 포함시키는 것은 많은 국가에서 아직 초기 단계에 있다고 봄. 이러한 전반적인 평가 중 한국의 녹색전환에 대응한 교육훈련이 상대적으로 우수한 것으로 평가함. 한국은 국가직무능력표준(NCS)을 구축하며 녹색전환 숙련 사항을 포함하며, 이에 기반한 새로운 국가자격을 정립하고, 교육 및 훈련기관에서 녹색전환에 대응한 프로그램을 제공하는 것을 높이 평가함.
- Cambridge Econometrics(2015), Assessing the Employment and Social Impact of Energy Efficiency는 거시계량모형(EU 28개국을 대상으로, 69부문 등을 기반으로 함)과 문헌연구중심 질적 분석을 결합하

여, 유럽경제, EU 노동시장과 사회복지에 유럽 에너지효율성 정책효과를 평가. 이와 함께, 고용 변화 평가를 위한 정책도구를 제시하고, 에너지 효율 프로그램 수행을 위해 필요한 숙련 식별을 도모

- 거시계량모형으로 양적 분석으로부터 저탄소 에너지 효율화가 직업별 고용에 끼치는 효과는 크지 않을 것을 전망하나, 질적인 측면을 고려하여 숙련수준별로 차이가 있을 것으로 예상. 적어도 단기적으로는 새로운 기술의 개발에 필요한 고숙련그룹에 대한 수요 증가와 새로운 기술의 구현이 저숙련을 대체함에 따른 저숙련 수요 감소를 예상
- 기존 연구 검토로부터, 대체로 녹색기술 확산에 따라 전반적인 숙련 향상과 고숙련자에 대한 수요 증가를 예상함.

- 전반적으로, 기존 연구의 숙련 변화에 대한 사항은 만족스럽지 못한 상황으로 여겨짐. UNEP(2008), CEDEFOP(2010, 2019)의 논의는 녹색전환에서 숙련 변화의 파악이 중요하다고 인식하고 있으나, 숙련 변화의 내용은 제시되지 않고 있음. ILO에서도 숙련 변화의 내용은 제시되지 않은 채 각국의 대응에 대한 사항이 검토하며, 특히 한국을 우수 사례로 간주하고 있으나, 한국이 녹색전환에 대한 대응이 우수하다는 것에 의문이 제기됨. ILO의 논의도 전반적으로 피상적인 수준으로 간주됨. Cambridge Econometrics(2015)에서는 거시계량모형을 통해 양적인 측면에서 유럽의 고용 변화 전망을 수행하는 한편, 문헌 분석 등 질적인 방향으로 산업별 숙련 변화를 전망. 그런데 여기에서의 산업별 숙련 변화 분석의 근거가 되는 것은 기존 문헌들인데, 이들 기존 문헌의 숙련 변화 전망 자체가 단편적인 현장 조사에 기인한 것임. 이에 따라 Cambridge Econometrics(2015)에서 제시되는 산업별 숙련 변화 전망 역시 전반적으로 모호함이 있음. 예를 들어, 녹색전환에 대한 연구개발이 기존의 연구개발에 비해 더 고숙련이어야 할 것인지 분명하지 않으며, 더욱이나 생산이나 실행과 관련하여 기존 생산 등에 비해 숙련이 높아야 할 것인지도 확인이 필요할 사항

〈표 4-1〉 유럽에서 녹색기술 확산에 따른 산업별 숙련 변화 전망

부문	저탄소 에너지 효율화 영향
건설	- 영향 큼 - 고속련 직종 중심으로 인력구조 변화 - 녹색기술, 훈련 혁신(예 : 현장 교육), 학제 간(특히 개조) 및 일반 녹색기술에 대한 높은 수요 - 특히 중소기업과 대규모 비공식 부문에서의 녹색숙련 개발 필요
에너지	- 영향 큼 - 기초과학기술지식(STEM)에 대한 높은 수요 - 신재생부문의 새로운 숙련에 대한 높은 수요, 기술적 사항뿐 아니라, 관련 법, 규제에 대한 지식 필요
자동차	- 국가별 특성에 따라 차이. 일부 국가는 고속련에 대한 수요가 높고, 일부 국가는 중저숙련 수요가 큼 - 대체로 멀티 숙련 수요 큼: 전기 및 하이브리드 차량에 대한 지식 필요 - 저탄소 차량 디자인, 생산 등에서 고속련 필요
화학	- 환경 법, 규제에 대한 지식의 중요성이 증가하나 이미 녹색화가 어느 정도 기진행되어, 상대적으로 영향이 작음
도소매	- 영향 크지 않음 - 친환경 제품 지식 및 고객 요구 이해 등에 대한 수요 증대- 저숙련자에 대한 고용 축소 가능성
비철금속	- 다소 영향 - 연구개발 인력수요 큼

자료 : Cambridge Econometrics (2015), pp.108-111 정리.

- 본 절에서는 미국 직업정보(O*Nnet)를 통해, 미국에서의 직업변화와 녹색색전환에 따른 직종별 숙련수요 변화의 추이를 살펴봄. 미국 직업변화를 기반으로 한국 직업변화를 일차적으로 예상하고, 관련 부문 전문가들과의 직종별 직업변화에 대한 검토를 거쳐 한국상황에 부합한 전망을 다시 도출하였음. 미국의 직종별 숙련수요 변화 추이로부터 한국에서의 직종별 교육훈련 정책방안에 대한 함의를 도출하였음.

2. 분석 자료 및 분석 방법

- 본 절에서는 녹색색전환에 따른 직종별 숙련수요 변화의 현황과 추이를 미국 직업정보(O*Nnet)에서 제공하는 정보를 통해 분석함. 한국에서도 직업정보가 Worknet을 통해 제공되고 있으나, 상세정보의 제공 여부 및 주기적 갱신 여부 등이 만족스럽지 못하여 미국 직업정보를 활용함.

미국 직업정보에서는 직업별로 세부 숙련지표 35개가 제공되는 한편, 매년 약 100개의 직업정보가 갱신되며 상당한 직무변화에서 직업 자체가 새롭게 구성되기도 함(황규희 외, 2019).

- O*NET의 숙련 세부지표 35개로부터 세부지표를 7개로 압축하여 비교. 7개로 압축된 스킬은, 기초 스킬(읽기, 쓰기, 수리, 과학), 학습 스킬(비판능력, 학습능력 등), 사회 스킬(협업, 소통능력 등), 복잡문제해결 스킬, 기능 스킬(설치, 작동, 유지, 보수), 분석 스킬(판단, 평가), 관리 스킬(재무, 자재, 인사)임.

○ 미국 직업변화가 기술변화 등의 요인에 따른 직무변화를 반영하는 것에 대하여, 이러한 변화가 녹색전환 등에 대한 글로벌 트렌드를 반영하는 것으로 간주할 수 있을 것임. 미국 직업분석 결과를 한국의 직종별 고용 구조에 접목시킴으로써, 한국에서의 녹색전환에 따른 직무변화 및 직업 변화에 대한 시사점을 얻고자 하는 것임.

- 미국은 직업내 직무가 고정되어(박천수, 2012, p.17) 직무가 상당히 바뀔 경우에 새로운 직업으로 간주되는 반면 한국은 직업내 직무 유연성이 높아 기존 직업에 새로운 직무가 부가되더라도 상당한 정도 탄력적으로 수용하는 경향이 있음. 이런 측면에서, 미국 직업정보에서 신규직업으로 등장하는 사항이 직무내용의 변화 및 직무 세분화 등을 보이는 것으로 해석될 수 있을 것임.

○ 미국 직업정보(O*Nnet)에서는 2019년 968개 직업정보가 제시되었으며, 이 중 204개를 녹색직업으로 별도 분류하고 있음. 녹색직업정보는 지난 2009년 당시, 녹색 수요증가직업(Green Increased Demand) 64개, 녹색 숙련향상직업(Green Enhanced Skills) 60개, 녹색 신규직업(Green New & Emerging) 45개를 제시한 바 있음(Dierdorff et al. 2009). 2019년 현재 녹색 수요증가직업(Green Increased Demand) 64개, 녹색 숙련향상직업(Green Enhanced Skills) 62개, 녹색 신규직업(Green New & Emerging) 78개를 제시함.

- 녹색 수요증가직업(Green Increased Demand): 녹색 경제활동 및 기술의 영향으로, 요구숙련의 변동 없이 노동수요 증가만 가져오는 직업. 생산직 15개, 건설직 10개, 연구직과 설비직 각각 7개로 제시됨.

- 녹색 숙련향상직업(Green Enhanced Skills): 녹색 경제활동 및 기술의 영향으로 요구숙련 수준이 증가하는 직업. 기술직 13개, 연구직 10개, 건설직 9개 등으로 제시됨.
 - 녹색 신규직업(Green New & Emerging): 녹색 경제활동 및 기술의 영향으로, 새롭게 등장하는 직업. 기술직 28개, 관리직 16개 등으로 나타남.
- 직종별로, 녹색 수요증가직업, 녹색 숙련향상직업, 녹색 신규직업에서의 요구 숙련이 기존 비녹색 직업에 비하여 어떻게 차이나는지를 살펴보고, 한국의 고용현원 및 직종별 부족률 자료와 연계하여 교육훈련수요의 질적 측면에 대한 시사를 얻고자 함.
- 7개 스킬지표를 녹색 수요증가직업, 녹색 숙련향상직업, 녹색 신규직업과 녹색 경제활동 및 기술에 영향받지 않은 비녹색직업군을 대비하여 비교
 - 4대 부문의(전환, 산업, 건물, 수송) 특징적이거나 중요한 관련 직종을 중심으로 직업의 변화, 숙련의 변화 등 질적 측면을 분석함으로써, 고용변동의 양적 측면과 함께 교육훈련 과제 도출의 기반을 제시하고자 함.

〈표 4-2〉 미국 O*NET(2019)의 직종별 녹색직업 분포

SOC (미국 표준직업분류)	녹색			비 녹색	전체
	수요 증가	숙련 향상	신규		
관리직(Management Occupation)	2	7	16	31	56
사업직(Business and Financial Operations Occ.)	1	4	8	37	50
전산직(Computer and Mathematical Occupations)	1		2	30	33
기술직(Architecture and Engineering Occupations)	5	13	28	24	70
연구직(Life, Physical and Social Science Occupations)	7	10	8	35	60
사회서비스직(Community and Social Service Occ.)				14	14
법률직(Legal Occupations)		1		7	8
교육도서직(Education, Training, and Library Occ.)	1			60	61
예체능언론직(Arts, Design, Entert., Sports, and Media)	1	2		40	43
의료직(Healthcare Practitioners and Technical Occ.)	1	1		84	86

〈표 4-2〉의 계속

SOC (미국 표준직업분류)	녹색			비 녹색	전체
	수요 증가	숙련 향상	신규		
보건지원직(Healthcare Support Occupations)				18	18
보안서비스직(Protective Service Occupations)	1			28	29
조리직(Food Preparation and Serving Related Occ.)				17	17
건물관리직(Building/Grounds Cleaning and Maintenance)				8	8
개인서비스직(Personal Care and Service Occ.)				32	32
판매직(Sales and Related Occupations)		1	3	20	24
사무행정직(Office and Administrative Support Occ.)	3	1	1	58	63
농림어업직(Farming, Fishing, and Forestry Occ.)	4			13	17
건설직(Construction and Extraction Occupations)	10	9	4	38	61
설비직(Installation, Maintenance, and Repair Occ.)	7	4	2	41	54
생산직(Production Occupations)	15	6	5	85	111
수송직(Transportation and Material Moving Occ.)	5	3	1	44	53
총합계	64	62	78	764	968

3. 부문별 녹색직업 분포

가. 전환부문

1) 재생에너지

- 재생에너지와 관련하여, 미국은 바이오연료, 풍력, 지열 등이 태양광과 함께 모색되는 상황인 가운데 신규직업이 관리직종을 중심으로 다수 만들어지고 있음. 이와 함께, 재생에너지와 관련한 숙련향상 직업도 다수 제시됨.

〈표 4-3〉 미국에서의 재생에너지 관련 녹색직업

	수요 증가	속련 향상	신규
관리직		에너지 관리자(저장, 재분)	바이오 연료 생산 관리자 바이오 매스 발전소 관리자 메탄 / 매립 가스 수집 시스템 운영자 바이오 연료 / 바이오 디젤 기술 및 제품 개발 관리자 풍력 에너지 운영 관리자 풍력 에너지 프로젝트 관리자 수력 생산 관리자 지열 생산 관리자
기술직		토목 기사 전기 기술자 기계 엔지니어	풍력 에너지 엔지니어 태양 에너지 시스템 엔지니어
연구직		지질 샘플 테스트 기술자 핵 장비 운영 기술자	
판매직			태양광 영업 담당자 및 평가자
건설직		판금(sheet metal) 노동자 서비스 유닛 운영자, 석유, 가스 및 광업 연속 광산 기계 운영자	태양 에너지 설치 관리자 태양광 설치 태양열 설치 및 기술자
설비직		유지 보수 및 수리 작업자, 일반	풍력 터빈 서비스 기술자 지열 기술자
생산직	전원 분배직	기계공 원자력 발전소 운영 발전소 운영자 분리박 운영직	바이오 연료 가공 기술자 메탄 / 매립 가스 발생 시스템 기술자 바이오 매스 식물 기술자 수력 발전소 기술자

- 한국의 신재생에너지는 미국과 달리 태양광에 집중되어 있음.
 - 태양광설비 설계, 시공, 감리, 운용 등의 관련 인력수요는 지속적으로 증가할 것으로 예상. 또한 태양광발전설비의 모듈 노후화에 따른 폐기산업 및 재설치 산업의 지속적인 고용 창출
 - 태양광설비 설치 공사 증가에 따른 인력수요 증가(중소규모의 업체로의 고용창출효과), 배전계통망 설치 공사 증가
 - 전기설계 및 감리업체에서 태양광발전설비 및 풍력발전설비에 대한 설계 및 감리를 실시하면서 인력을 충원하여 운영 중
 - 설치된 신재생에너지설비는 신재생에너지 전기를 생산하는 설비의 소유자 또는 점유자가 설비용량별 전기사업법에 근거하여 전기안전관리자를 선임하고 있음.

- 소규모 재생에너지의 통합관계 시스템 관련 직업, 소규모 전력생산의 증계 관련 직업 등도 확대
- 소규모 재생에너지 등 분산형 전력공급의 확대에 대응한 수요자원 관리 관련 직업도 확대
- 관련 소규모 재생에너지 등 분산형 전력공급의 확대에 대응한 수요자원 관련 직업도 확대
- 신재생에너지의 확대 분야는 신재생 설비의 설치, 보급 관련 설비 산업의 확대, 신재생에너지 발전에 따른 전력의 배전계통(소규모 신재생 발전설비는 주로 배전망에 연결함)의 전력을 통제하는 기술들이 필요해짐에 따라 관련 산업의 연구개발 분야의 인력도 늘어날 전망
- 신재생에너지 안전과 관련된 고용도 증가할 전망. 최근 지속되는 ESS 화제로 인하여 신재생에너지 연계 ESS의 안전과 관련된 문제점 개선을 위한 전문인력(연구, 진단) 증가 예상

〈표 4-4〉 미국 O*NET에 기반한 한국에서의 재생에너지 관련 녹색직업 예상

	수요 증가	숙련 향상	신규
관리직		에너지 관리자(저장, 재분)	
기술직		토목 기사 전기 기술자 기계 엔지니어	풍력 에너지 엔지니어 태양 에너지 시스템 엔지니어
연구직			
판매직			태양광 영업 담당자 및 평가자
건설직		판금(sheet metal) 노동자 서비스 유닛 운영자	태양 에너지 설치 관리자 태양광 설치 태양열 설치 및 기술자
설비직		유지 보수 및 수리 작업자, 일반	
생산직	전원 분배직		

2) 에너지효율

- 미국의 경우 에너지효율 측면에서는, 신규직업보다는 기존 관련 직업에서의 숙련 향상 및 관련 고용의 확대 직업이 다수 전망됨.
 - 건설직의 단열 관련 직업에서 새로운 직업이 일부 생기나, 이보다는 기존 직업에서 숙련 향상 되는 직업의 개수와 수요 증가가 예상되는 직업의 종류가 더 많음.

〈표 4-5〉 미국에서의 에너지효율 관련 녹색직업

	수요 증가	숙련 향상	신규
관리직		운영 관리자	
사업직		교육 및 개발 전문가, 재무 분석가	에너지 감사
기술직		토목 기사, 전기 기술자, 기계 엔지니어	에너지 엔지니어
연구직		지질 샘플 테스트 기술자 핵 장비 운영 기술자	
건설직	보일러 생산 단열재, 바닥, 천장 및 벽	판금(sheet metal) 노동자 서비스 단위 운영자, 석유, 가스 및 광업 연속 광산 기계 운영자	창호/벽체 단열
설비직	냉동기 설치 전력선 설치 및 수리	냉난방 장치 및 설치기 유지 보수 및 수리 근로자, 일반	
생산직	보일러 운영		
수송직		항공을 제외한 운송 차량, 장비 및 시스템 검사기	

○ 에너지효율과 관련한 직업변화는 한국으로서도 대부분 유사할 것으로 예상됨.

- 다만 지열 샘플 테스트 기술자는 한국에서는 일반적이지 않으며, 핵 장비 운영 기술자는 역할이 축소되는 추세로 제외

〈표 4-6〉 미국 O*NET에 기반한 한국에서의 에너지효율 관련 녹색직업 예상

	수요 증가	숙련 향상	신규
관리직		운영 관리자	
사업직		교육 및 개발 전문가, 재무 분석가	에너지 감사
기술직		토목 기사, 전기 기술자, 기계 엔지니어	에너지 엔지니어
연구직			
건설직	보일러 메이커 단열재, 바닥, 천장 및 벽	판금(sheet metal) 노동자 서비스 단위 운영자, 석유, 가스 및 광업 연속 광산 기계 운영자	창호/벽체 단열
설비직	냉동기 설치 전력선 설치 및 수리	냉난방 장치 및 설치기 유지 보수 및 수리 근로자, 일반	
생산직	보일러 운영자		
수송직		항공을 제외한 운송 차량, 장비 및 시스템 검사기	

나. 산업부문

- 미국의 산업 측면에서는, 기술직을 중심으로 녹색 신규직업이 다수 발생하는 한편, 설비직 및 생산직에서는 녹색 신규직업의 발생이 없으며, 녹색 숙련향상 직업의 발생도 제한적으로 나타남.
- 미국과 한국 간에 산업구조 등에서 차이가 있을지라도, 미국 산업구조 변화와 이에 따른 직종변화가 한국의 직종별 직무변화가 다른 것은 아님. 미국 직업사전보다 적절한 자료가 이용가능하지 못한 가운데, 미국 직종별 녹색직업 구조를 한국의 직종별 녹색직무 변화에 대한 자료로 이용하고 시사점을 구함.
- 산업부문에서, 기술직을 중심으로 상당한 직무 변화가 예상됨. 물류관리자, 물류 엔지니어, 물류 분석가 등이 새롭게 나타나거나 기존 관련 직무가 상당히 바뀔 전망, 연구직, 사업디자이너 등에 대한 수요가 늘어나는 한편, 전기 관련 기술직, 유지보수 기능직을 중심으로 숙련 향상이 필요할 것으로 전망됨.
- 미국 O*Net에서는 생산직의 상당분야에서 수요가 증가할 것으로 예상하고 있는데, 이에 대해서는 한국의 고용 추이 및 전망을 살펴보아야 할 것임.

〈표 4-7〉 O*NET에 기반한 산업부문의 녹색직업(미국)

	수요 증가	속련 향상	신규
관리직	산업 생산 관리자		물류 관리자 공급망 관리자
사업직			물류 엔지니어 물류 분석가
기술직	산업 안전 보건 엔지니어 전자 공학 기술자	전기 기술자 전기 기계 기술자 산업 공학 기술자	생화학 엔지니어 검증 엔지니어 제조 엔지니어 메카트로닉스 엔지니어 마이크로 소프트 엔지니어 포토닉스 엔지니어 로봇 엔지니어 나노 시스템 엔지니어 로봇 기술자 전기 공학 기술자 전기 기계 공학 기술자 전자 공학 기술자 산업 공학 기술자 제조 공학 기술자 기계 공학 기술자 포토닉스 기술자 제조 생산 기술자 나노 기술 공학 기술자
연구직	화학자 재료 과학자 화학 기술자		
예체능연론직	산업 디자이너		
의료직	산업 안전 보건 전문가	산업보건 및 안전기술자	
판매직		도소매 영업담당	
사무행정직	생산, 계획 사무원	배송	
건설직	철강구조 노동자	판금 노동자	
설비직	설치 수리 감독 전지전자 설비 수리공 산업기계 설치/분해	유지보수 기능직	

〈표 4-7〉의 계속

	수요 증가	숙련 향상	신규
생산직	생산 감독 전기 및 전자 장비 어셈블러 엔진 및 기타 기계 어셈블러 구조용 금속 제작자 및 배관공 팀 어셈블러 컴퓨터 제어 공작 기계 운영자 금속, 플라스틱 절단, 펀칭 및 프레스 기계 세터, 작업자 드릴링 및 보링 공작 기계 세 터, 작업자 및 텐더 화학 플랜트 및 시스템 운영자 화학 설비 운영자 및 입찰 혼합기 및 혼합기 세터, 오퍼 레이터 및 텐더	항공기 구조, 표면, 장비 및 시스템 어셈블러 기계공 분리, 필터링, 명확화, 침전 및 스틸 머신 세터 연산자 및 입찰기 검사자 테스터, 분류기, 샘플러 및 계량기 검사자	
수송직	화물 이동		

다. 건물부문

- 미국의 경우, 건설부문¹⁸⁾ 관련해서는 새로운 직업의 등장은 많지 않은 가운데, 기술직종에서 숙련 향상 요구가 있는 한편, 기존 관련 건설직은 고용 확대되는 직업이 다수 나타남.
- 건설을 건물부문으로 확대할 때, 한국에서는 녹색-저에너지 신축건물과 함께, 공공건물을 중심으로 노후건물 개선이 점진적으로 확대될 전망
 - 녹색건축물의 설계, 시공, 감리, 인증, 구조안전진단(내진, 재생에너지 설치 등), 건축 자재(단열재, 기밀자재, 단열창호 등) 개발 및 제조 분야의 성장과 일자리 창출이 기대됨.
 - 또한 건축물 에너지 컨설팅, 진단, 모니터링, 인증 분야의 신규 일자리 창출 및 새로운 직무 등장이 전망됨.
 - 전문가그룹 면담 등을 통해, 에너지효율 측면에서 에너지 감사, 에너지 엔지니어, 창호벽체 단열(건설직) 등의 신규직업 및 상당한 직무 변화와 전력선 설치 및 수리의 수요 증가 등이 요구됨을 확인

18) O*Net의 직업분석에서는 건물이 아닌 건설에 한정됨.

- 또한 미국 O*Net에서는 건설직, 설비직, 생산직에서 숙련 향상 없이 수요증가가 전망되는 직업이 다수 제시되었으나, 한국으로서는 전반적으로 숙련향상이 요구되는 것으로 조사됨. 이는 노후건물 개선이 지속적으로 추진되어야 하는 것과도 밀접

〈표 4-8〉 O*NET에 기반한 건설부문의 녹색직업(미국)

	수요 증가 Green Increased Demand	숙련 향상 Green Enhanced Skills	신규 Green New & Emerging
관리직		건설 관리	에너지 엔지니어
사업직		훈련 전문가 재무 분석가	
기술직	도면 기초작성자	건축가 조경사 토목 기사 전기 기술자 기계 엔지니어	
연구직		도시 및 지역 플래너	
건설직	보일러 메이커 건설 목수 거친 목수 시멘트 메이슨 및 콘크리트 마감재 운영 엔지니어 및 기타 건설 장비 운영자 전기공 단열재, 바닥, 천장 및 벽 구조 철강 노동자 목수 보조	건설 노동자 파이프 피터 및 스팀 피터 배관공 지붕공 판금 노동자 건축 및 건물 검사관 유해물질 제거 작업자	
설비직	냉동 역학 및 설치 설치보조, 유지 보수 및 수리 작업자	냉난방 장치 및 설치기 유지 보수 및 수리 근로자, 일반	
생산직	구조용 금속 제작자 및 배관공 용접기, 절단기 및 용접기 솔더와 브레이저	발전소 운영자	
수송직	산업용 트럭 및 트랙터 운전자 화물운송		

라. 수송부문

- 미국은 수송직을 중심으로 수요 증가와 숙련 향상이 전망되는 한편, 수송부문의 신규직업은 기술직과 운수관리 사업직 및 관리직에서 주로 나

타날 전망

- 대중교통기사, 산업용운송기사, 기관차엔지니어, 철로관리자의 수요 증가와 대형트레일러 및 트랙터 기사, 수송장비 정비 및 검사의 숙련 향상이 전망됨.
 - 기술직에서는 교통엔지니어, 자동차 엔지니어, 연료전지 엔지니어 등이, 관리직 및 사업직에서는 물류 및 공급망 관리자가 신규직업으로 제시되고 있음. 이들 직업의 직무가 상당히 변화됨을 의미하는 것으로 해석됨.
 - 교통계획, 화물 운송 관련 새로운 직업의 등장도 전망됨.
 - 이외에, 교통관련 엔지니어의 숙련 향상이 기대되고 있음.
- 한국의 수송부문이 미국과 차이를 가져야 할 사항으로, 미국에 비해 대형트레일러의 비중이 작고 대중교통 비중이 크다는 것임. 이런 가운데 운수 관련 관리직, 사업직, 사무행정직 사항에서 신규직업 및 상당한 직무 변화가 고려되어야 함.
- 미국에서 녹색 신규직업으로 제시되는 부분은 한국에서는 직무 변화 및 직무 확대로 여겨짐. 녹색 숙련향상 직업과 함께 재교육 수요 및 신규인력 충원이 필요
 - 특히 교통 관련 기술직과 물류 및 공급망 관리자의 교육수요 및 신규인력 충원이 필요

〈표 4-9〉 O*NET에 기반한 수송부문의 녹색직업(미국)

	수요 증가	숙련 향상	신규
관리직		교통관리	물류 관리자 공급망 관리자
사업직			물류 엔지니어 물류 분석가
기술직		항공엔지니어 전자엔지니어 기계엔지니어	교통 엔지니어 자동차 엔지니어 자동차 공학 기술자 연료 전지 엔지니어 연료 전지 기술자
연구직			교통계획
사무행정직	발송업무	배송	화물운송

〈표 4-9〉의 계속

	수요 증가	숙련 향상	신규
건설직	선로 유지 보수		
설비직		자동차 기술자 디젤 엔진 전문가	
수송직	대중교통 기사, 산업용 운송기사, 기관차 엔지니어 철로 관리자	대형트레일러 및 트랙터 기사 수송장비 정비 및 검사	

4. 직종별 녹색직업 숙련

가. 기술직

- 녹색 신규직업(28) 및 녹색 숙련향상직업(13)의 수가 비녹색직업(24)에 비해 큰 수준
- 녹색직업의 숙련수준이 비녹색직업에 비해 대체로 높으며, 특히 기능숙련의 경우에는 녹색 신규직업(2.56), 녹색 숙련향상직업(2.16), 녹색 수요증가직업(1.89)의 순으로 비녹색직업(1.86)에 비해 유의하게 높음.
- 신규직업 대응을 중심으로 숙련 향상 필요, 특히 기능숙련 강화 필요

〈표 4-10〉 기술직의 녹색직업

	수요 증가 (5)	숙련 향상 (13)	신규 (28)	비녹색 (24)
기초 스킬(읽기, 쓰기, 수리, 과학)	3.73	3.94	3.86	3.70
학습 스킬(비판능력, 학습능력 등)	3.72	3.78	3.71	3.56
사회 스킬(협업, 소통능력 등)	3.08	3.16	3.02	2.95
복잡문제해결 스킬	3.80	3.93	3.83	3.64
기능 스킬(설치, 작동, 유지, 보수) **	1.89	2.16	2.56	1.86
분석 스킬(판단, 평가)	3.62	3.63	3.61	3.41
관리 스킬(재무, 자재, 인사)	2.50	2.78	2.66	2.42

주: ***는 0.01, **는 0.05에서 유의.

나. 설비직

- 녹색직업(13)이 비녹색직업(41)에 비해 많지는 않으나, 녹색직업의 숙련 수준이 비녹색직업에 비해 전반적으로 유의하게 높음.
- 특히 수요증가직업의 숙련이 가장 높은 한편, 수요증가직업의 수도 신규직업이나 숙련향상직업보다 많음.
- 수요 증가에 대한 대응과 질적 개선이 병행되는 것이 필요할 것으로 여겨짐.

〈표 4-11〉 설비직의 녹색직업

	수요 증가 (7)	숙련 향상 (4)	신규 (2)	비녹색 (41)
기초 스킬(읽기, 쓰기, 수리, 과학)	2.70	2.51	2.69	2.49
학습 스킬(비판능력, 학습능력 등) **	3.21	2.90	2.97	2.78
사회 스킬(협업, 소통능력 등) **	2.83	2.44	2.47	2.48
복잡문제해결 스킬	3.12	3.00	3.00	2.94
기능 스킬(설치, 작동, 유지, 보수) *	2.84	2.65	2.68	2.43
분석 스킬(판단, 평가) **	2.96	2.74	2.81	2.55
관리 스킬(재무, 자재, 인사) **	2.29	1.81	2.09	1.87

주: **는 0.01, *는 0.05에서 유의.

다. 생산직

- 녹색직업(26)이 비녹색직업(85)에 비해 많지는 않으나, 녹색직업의 숙련 수준이 비녹색직업에 비해 전반적으로 유의하게 높음.
- 녹색 수요증가직업의 숙련은 녹색직업 내에서는 상대적으로 낮은 수준

〈표 4-12〉 생산직의 녹색직업

	수요 증가 (15)	숙련 향상 (6)	신규 (5)	비녹색 (85)
기초 스킬(읽기, 쓰기, 수리, 과학) **	2.51	2.76	2.73	2.21
학습 스킬(비판능력, 학습능력 등) **	2.77	3.04	2.91	2.58
사회 스킬(협업, 소통능력 등) **	2.36	2.49	2.56	2.18
복잡문제해결 스킬 **	2.72	2.94	2.88	2.55
기능 스킬(설치, 작동, 유지, 보수)	2.00	2.09	2.31	1.85
분석 스킬(판단, 평가) **	2.33	2.61	2.53	2.08
관리 스킬(재무, 자재, 인사)	1.74	1.86	1.88	1.64

주: '**'는 0.01, '*'는 0.05에서 유의.

라. 건설직

- 녹색직업의 수(23)가 비녹색(38)에 비해 적지 않음.
- 녹색직업의 숙련수준이 비녹색직업에 비해 전반적으로 유의하게 높은 가운데, 특히 신규직업의 숙련수준이 높고 이어서 숙련향상직업의 숙련수준이 높음.
- 전반적인 숙련수준 향상이 필요

〈표 4-13〉 건설직의 녹색직업

	수요 증가 (10)	숙련 향상 (9)	신규 (4)	비녹색 (38)
기초 스킬(읽기, 쓰기, 수리, 과학) **	2.21	2.44	2.76	2.06
학습 스킬(비판능력, 학습능력 등) **	2.73	2.85	3.08	2.52
사회 스킬(협업, 소통능력 등) **	2.40	2.57	2.92	2.32
복잡문제해결 스킬 **	2.62	2.96	3.00	2.55
기능 스킬(설치, 작동, 유지, 보수) **	2.00	1.98	2.41	1.70
분석 스킬(판단, 평가) **	2.21	2.38	2.84	2.03
관리 스킬(재무, 자재, 인사) **	1.86	1.84	2.40	1.68

주: '**'는 0.01, '*'는 0.05에서 유의.

마. 수송직

- 수송직 내 녹색직업(9)이 비녹색직업(44)에 비해 많지 않으며, 녹색 신규직업은 1개에 불과
- 녹색직업 숙련수준도 비녹색직업에 비해 유의한 차이가 없음.

〈표 4-14〉 수송직의 녹색직업

	수요 증가 (5)	숙련 향상 (3)	신규 (1)	비녹색 (44)
기초 스킬(읽기, 쓰기, 수리, 과학)	2.12	2.19	2.69	2.42
학습 스킬(비판능력, 학습능력 등)	2.61	2.35	3.28	2.82
사회 스킬(협업, 소통능력 등)	2.25	2.20	3.06	2.55
복잡문제해결 스킬	2.45	2.42	2.75	2.79
기능 스킬(설치, 작동, 유지, 보수)	1.45	1.83	1.04	1.67
분석 스킬(판단, 평가)	2.13	2.06	2.92	2.31
관리 스킬(재무, 자재, 인사)	1.61	1.64	2.97	1.86

주: ‘***’는 0.01, ‘**’는 0.05에서 유의.〈표 4-2〉 재생에너지 관련 직업.

5. 한국의 녹색직업 전환과 대응

가. 한국에서의 직업변화 전망

- 미국 직업정보에 기반하여 전환부문, 산업부문, 건물부문, 수송부문으로 구분하여 살펴본 직업변화 전망에 대해, 부문 전문가들과의 검토를 통해 한국의 직업 전망을 도출하였음.
- 미국 직업정보에서 변화와 한국의 직업 변화가 차이를 가질 수 있음. 특히 연구직의 경우, 한국에서는 추가적인 직무변화 및 신규직업의 발생, 숙련 향상 등이 예상됨.
- 기술직, 건설직의 경우에는 미국 직업정보 분석에서 제기된 것처럼, 신규영역에 대한 공급 확대 및 전직 지원 등이 필요할 전망. 또한 기존직업내 지속적인 교육훈련이 추구될 필요가 제기되고 있음.
- 판매직: 에너지원 등의 변화에 따라 관련한 새로운 직업영역이 등장할

것으로 여겨지는 가운데, 이러한 수요에 대응하기 위한 신규인력, 전직 훈련 등이 필요

- 관리직의 경우, 에너지원 변화 등으로 인한 사항이 기존직업에서 수용되는 가운데 관련 보수교육 훈련이 마련될 필요가 있음.
- 설비직, 수송직 내에서 직무변화에 따른 숙련 향상이 제기되는 직업에서는 재교육훈련이 요청됨.
- 수행직무가 에너지원에 무관히 유지되는 단순직 및 일부 수송직의 경우에는, 수요 증가에 대응한 교육훈련으로 대응할 수 있음.

〈표 4-15〉 직종별 직업 변화 주요 추이와 대응

	수요 증가	숙련 향상	신규
연구직 기술직 건설직		재교육훈련으로 대응	신규인력 공급 전직훈련
판매직			신규인력 공급 전직훈련
관리직		재교육훈련으로 대응	
설비(기능)직	수요증가 대응 교육훈련	재교육훈련으로 대응	
수송직 단순직종	수요증가 대응 교육훈련		

나. 직종별 숙련 변화에 대응한 교육훈련 방향

□ 연구직

- 연구직의 지속적인 확대요구에 대응하여, 신규인력의 양성 확대와 기존 연구직의 신규부문으로의 전환 교육, 재교육 강화 등이 모두 요청됨.

□ 기술직

- 기술직의 숙련 변화는 주로 새로운 직무의 등장 및 이와 관련된 신직업의 등장으로 나타날 것으로 여겨지는 가운데, 기존 기술직의 직무에 비해 새로운 직무에서 요구되는 숙련수준이 전반적으로 높을 것으로 전망

- 됨. 설치, 작동, 유지, 보수 등의 기능스킬 강화도 필요
 - 신규인력의 양성과 기존인력의 재교육에서 고도화된 교육내용이 필요
- 건설직
 - 건설직의 숙련 변화는 주로 기존 직무의 숙련 향상으로 나타날 전망
 - 기존인력의 재교육에서 고도화된 교육내용이 필요
- 설비(기능)직
 - 직무변화가 크지 않은 가운데, 설비(기능)직 내에서 상대적으로 숙련수준이 높은 직업을 중심으로 수요가 증대할 전망
 - 수요가 증대하는 설비기능직을 중심으로 인력충원을 위한 교육훈련 필요
- 수송직
 - 직무변화가 크지 않은 가운데, 설비(기능)직 내에서 상대적으로 숙련수준이 높은 직업을 중심으로 수요가 증대할 전망
- 판매직
 - 새로운 직업영역의 등장에 대응하여, 관련 신규인력 양성과 함께, 새로운 영역에 대한 전직 훈련이 필요
- 관리직
 - 기존 직업 내에서 에너지원 변화 등으로 인한 직무사항이 부가되는 가운데, 관련 보수교육이 필요
- 기타 수행직무가 에너지원에 무관히 유지되는 단순직 및 일부 수송직
 - 수요변화에 교육훈련 인원 조정으로 대응

6. 소결: 직업 변화와 숙련 변화 대응

- 적극적인 인력정책 및 교육훈련 강화가 요구되는 영역
 - 신규직업 발생이 많거나 숙련 향상 수요가 큰 직종으로서, 연구직, 기술직이 이에 해당. 관련 신규인력 양성, 기존 인력 재교육 및 유관직업의 전직훈련 등이 강화되어야 함.
 - 수요 증가와 숙련 향상 수요가 동시에 나타나는 경우로서, 설비 기능직이 이에 해당할 것으로 여겨지며, 교육훈련의 주된 대상. 숙련 향상 수요에 대한 향상훈련과 함께, 신규인력 공급에 대한 교육훈련이 함께 강화되어야 함.
- 타 부문으로부터의 인력이동에 따른 전직훈련 제공이 요청되는 영역
 - 숙련 향상 수요보다 주로 상당한 직무변화 및 신규직업이 예상되는 경우로서, 녹색 관련 판매직이 이에 해당할 것으로 여겨짐. 숙련 향상 수요는 없이 새로운 직무 및 직업의 등장인 가운데, 고용이 감소된 타부문에서 이 부문으로 인력이동 등이 예상됨. 이들에 대한 전직 지원 훈련이 가능할 것임.
- 녹색기술확산에 따른 부문 내 향상훈련이 필요한 영역
 - 직무변화 및 신규직업의 등장보다 주로 숙련 향상 수요가 큰 경우로서, 관리직, 건설직이 해당될 것으로 여겨지며, 각각 관련한 향상훈련이 지속적으로 필요
- 기존 교육훈련으로 대응이 가능한 영역
 - 숙련 향상 수요 없이 녹색기술 확산에 따른 수요 증가가 생산직 및 수송직에서 일부 예상됨. 기존 교육훈련으로 대응이 가능할 것으로 여겨짐.
- 교육훈련 내용은 녹색 관련 직업별 수요와 함께, 전반적으로 수요가 증대되는 관리스킬에 대한 강조가 필요
 - 기술직 등 고숙련 분야에서 기능숙련의 강화 필요 수요가 제기되고 있음.
 - 건설직, (설비)기능직 등 중숙련 분야에서 전반적인 숙련 고도화 요구가 교육훈련에 반영되는 것이 바람직

제4절 교육훈련의 현황과 과제

1. 서론

- 온실가스 감축 로드맵 이행 등 관련 분야의 변화를 신속하게 인지하고, 주도할 수 있는 창의적, 융복합적 역량을 지닌 인재 양성 필요
 - 친환경 그린마인드(Green mind)가 내재화된 인재와 관련 분야의 핵심역량을 갖춘 인재 등 필요
- 그린마인드가 내재된 인재를 저탄소 녹색성장에 대한 전반적인 인식을 갖추고, 전지구적 문제와 위기상황에 대해 이해해야 함.
 - 에너지효율과 지속가능한 환경보존을 위한 기초지식을 습득하고 실천할 수 있어야 함.
- 온실가스 감축 로드맵 이행을 견인하기 위한 핵심역량을 갖춘 인재 양성을 위해서는 기술변화에 따른 연구개발 확대, 환경친화적인 제품의 생산 판매, 매출 증대, 환경개선에 기여 등의 선순환 구조 및 생태계 구축 필요
 - 개인의 전공 관련 지식과 기술을 기반으로 새로운 기술개발, 지식창출을 통해 가정, 사회, 국가, 세계의 지속가능한 환경 유지 등 전략적 접근이 가능한 인재 양성 필요
 - 따라서 핵심역량을 갖춘 인재를 고도의 윤리의식과 존재가치를 지닌 사회공헌가, 지식창조자여야 함.
- 온실가스 감축 로드맵 이행을 위해서는 다양한 전략적 활동을 준비해야 하며, 가장 먼저 인재개발 마스터플랜 수립 필요
 - 로드맵 이행을 실질적으로 추진하고, 그 성패를 결정하는 것도 결국은 사람이므로 다양한 기본계획, 전략수립 등에 이를 수행할 수 있는 정책적 의제를 포함하여 인재개발 종합계획 수립 필요
- 관련 시장에 대한 체계적이고 과학적인 분석과 전망 필요
 - 시장을 창출하고, 주도권을 선점하기 위해서는 면밀한 분석과 전망

작업이 선행되어야 하고, 필요한 인적, 물적 자원, 필요재원의 확충 방법, 향후 파급효과 등을 파악하여 체계적으로 준비

- 관련 산업과 직업에서의 요구, 수요 등에 대한 철저한 분석
 - 분야, 부문별 인력 및 교육훈련 수급을 조사, 전망하고, 대응하기 위한 교육과정 개발, 교육자료, 교·강사, 시설장비, 자격, 산학협력 등 양적, 질적 불일치가 발생하지 않도록 준비 필요
- 관련 분야 요구분석을 통해 인력 양성과 역량 개발을 위한 교육훈련 프로그램 개발
 - 시장수요와 니즈에 대한 조사와 관련 통계자료를 통한 정밀한 분석을 통해 수급 불일치를 해소하고, 필요와 수요에 따른 적절한 대응이 가능하도록 시스템 구축
- 전문가 육성 및 질 관리를 위한 자격제도, 인증제도 등 효과적인 평가체계 구축 운영
 - 관련 분야 인력들이 전문성을 축적할 수 있도록 체계적인 지원이 필요하며, 단순한 교육훈련 과정 개설 운영을 넘어 국내뿐만 아니라 글로벌 기준(Standards)에도 부합하는 양질의 우수인력으로 발돋움할 수 있도록 관련 자격 및 인증제도 등의 고도화 추진 필요
- 본 절에서는 온실가스 감축 로드맵 이행을 위한 교육훈련 체계의 실태를 직업훈련, 교육, 로드맵에 근거한 한계를 살펴보고, 교육훈련 개편방안을 공통(수요 증가, 숙련 향상, 신규)영역과 부문(전환, 산업, 건물, 수송)영역으로 구분하여 도출하며, 이를 토대로 개선 및 정책방안을 제시

2. 현행 교육훈련 체계의 현황 및 한계

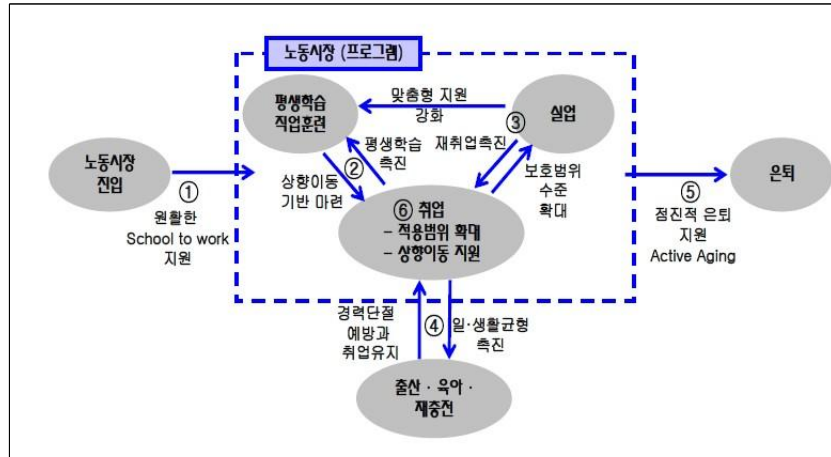
가. 직업훈련

- 디지털화 등 급격한 기술변화에 따라 기업형태, 조직구조, 일자리의 양과 질, 직무내용과 일하는 방식, 고용형태 등 노동시장과 고용 전반에 근본적인 변화 예상
 - 기업혁신, 생산성 제고 필요성과 분배, 갈등의 증가, 양성 및 향상 등

필요인재에 대한 진단과 교육훈련 내용, 방법 등에 대한 재구조화 요구 급증

- 인구, 산업, 고용구조 등 경제사회의 변화에 따른 각 산업, 직업별 및 주체, 계층별 인식과 대응 등에 대한 현황분석과 관련 정책방안 마련 필요
 - 아울러 신규 업종, 직종과 함께 시장변화에 대한 유연한 대응이 어려운 취약, 소외계층에 대한 사회적 보호와 지원 또한 고려
- 우리나라 직업훈련도 1970년대 사업내 직업훈련 의무제 도입을 통해 기업의 인력 양성에 대한 관심과 투자를 독려하여 당시 산업계 수요에 효과적으로 대응
 - 1980년대에는 공공직업훈련시설 통합운영으로, 1990년대에는 민간기관의 참여 활성화로 시장수요에 적극 대처
 - 1995년 고용보험 도입, 1997년 외환위기 시 적극적 노동시장정책의 일환으로 대량실업 사태에 대응하는 등 사회정책 수단으로서 크게 기여하고, 현재의 직업능력개발의 근간을 형성
- 고용보험 시행 25주년을 앞두고 있고, 적용범위를 지속적으로 확대하고 있지만, 제도 수혜자가 기본적으로 고용이 안정된 상용직 근로자 대상이며, 불안정 고용, 고용형태 변화가 큰 현재와 미래의 상황을 고려한다면 부조화 또한 심화
 - 특히 기후변화, 온실가스 감축 등 특화 산업 및 직업 영역의 기업과 근로자들에 대한 보다 상세한 분석과 지원 검토 필요성 증가
- 노동시장 지위 개선과 경제 전체의 효율성 향상을 함께 이룰 수 있도록 고용보험이 개인의 노동시장 이행을 지원할 수 있도록 재설계 필요

[그림 4-1] 노동시장 이행과 고용보험의 역할



자료 : 황덕순(2016), 고용보험 20년의 평가와 과제, 월간 노동리뷰 11월호, p.19.

- 고용보험 직업능력개발사업 구조를 보면, 크게 재직자와 실업자로 구분되며, 재직자훈련은 기업지원과 개인지원 그리고 공동훈련으로 구분하고, 실업자훈련은 민간훈련과 공공훈련으로 구분
 - 그간 경제사회 및 노동시장 수요 변화 등에 부응하기 위해 새로이 추가 혹은 도입된 사업들은 이들 체계 내의 각 사업 영역 내에 신규 프로그램을 추가하는 방식으로 진행
 - 따라서 신규 혹은 보충수요가 필요로 하는 내용과 방식으로 진행되기에는 기존의 사업 수행(혹은 집행) 메커니즘에 따를 수밖에 없는 한계가 있어 대응에 어려움.
- 현재, 고용보험 직업능력개발사업 현황을 보면, 참여인원 4,044천 명(재직자 3,720천 명), 집행액 16,445억 원(노동부, 2018, 2017년 기준)
 - 고용보험 적용사업장 수 2,260천 개소, 피보험자 수는 13,778천 명 등으로 지속 증가 추세이나 50명 미만 사업장 비율 98.0%, 피보험자 비율 50.7%(고용보험통계, 2019.8 기준)
 - 온실가스 이행 로드맵 추진을 위한 적용사업장 및 직업능력개발 사업 참여 기업 및 노동자 여부에 대한 검토를 통해 교육훈련 참여의 접근성 강화 필요

- 특히 유급휴가훈련은 소속근로자들에게 유급휴가를 부여하여 직업능력 개발을 실시하는 사업주(우선지원 대상기업 또는 상시근로자 150명 미만 사업주)가 지원대상이며, 로드맵 이행을 위한 재직자 교육훈련에 적용 가능성 모색 필요
- 기존 직업능력개발은 일반숙련, 기존 전통산업, 제조업 중심으로 이루어져 신산업, 신기술은 물론 온실가스 감축과 관련한 분야에서는 실질적인 기여가 부족했던 것이 현실
 - 현재 고용노동부를 중심으로 추진하고 있는 4차 산업혁명 선도인력 양성사업 등에 온실가스 감축 관련 부문별, 유형별 산업과 직종을 포함하여 관련 특화, 전문 프로그램 운영 필요
 - 아울러, 현행 직업능력개발 체계로 새로운 영역에서 발생하고 있는 수요에 능동적으로 대응하기 어려운 측면이 있으므로 교육훈련 시스템 전반에 대한 재구조화, 고도화 추진 필요
- 각 사업별로 지원대상, 훈련방법, 훈련시간, 훈련비 지원, 수당 등을 지나치게 상세하게 규정하고, 엄격하게 관리 운영하고 있어 수시로 변화하는 시장수요에 적절하게 대처하기 어려운 구조이므로 개선 필요
 - 분야별로 보다 상세한 수요조사(대부분의 조사가 대분류, 중분류 수준에서 이루어지고 있어)를 통해 산업, 기업부문에서 필요로 하는 훈련정보를 활용할 수 있도록 세분화 필요

나. 교육

- 저출산 고령화, 초고령사회로의 진입, 학령인구 감소 등은 모든 국민의 삶의 질과 경쟁력을 향상시키는 방향으로 교육의 방향이 전환되어야 함을 의미
 - 매년 20만 명 학령인구 감소(2014년 6,295천 명에서 2017년 5,733천 명으로 3년간 8.9% 감소, 통계청, 2016)
- 평생직장, 평생직업 개념이 희석되고, 일정시기 교육만으로는 한계, 학교이탈 가속화 등으로 생애 주기별로 적절한 기회를 제공하는 교육체계와 경험 중심의 교육과정으로 전환 필요성 증대

- 향후 인력수요가 증가하는 분야에 대한 우수인재 확보를 위한 노력 경주 필요
- 또한 지능정보기술 분야의 핵심인재 양성을 위해 소프트웨어, STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) 교육을 확대하여 컴퓨터적 사고력(Computational thinking), 문제해결능력, 디지털시민교육 등 포괄
- 온실가스 감축목표 달성 등 국제사회 혹은 국가 차원의 정책대응을 위해서는 미래교육 차원에서의 접근 필요
 - 기존의 수동적, 반복적 학습, 표준화된 시험, 문제풀이 중심의 교육환경에서 협력을 통한 문제해결 능력을 배양하는 방향으로 전환 필요
 - 창의적 문제해결 능력과 주도적 사고를 지향하는 교육이 되기 위해서는 과목 선택권 확대(현재 고교학점제도 이러한 개선의 일환으로 볼 수 있음), 학교와 교사 단위의 평가 등의 자율결정 확대 필요
- 급변하는 직업세계, 미래사회가 요구하는 지식과 기술의 생성 및 변화 속도가 빨라 학제, 교과, 교사 등 교육제도 전반에, 모든 영역에서 혁신적인 변화 시도 필요
 - 기존 산업사회형 학교에서 미래사회, 시장, 수요 변화에 능동적, 자율적인 대응이 가능하도록 기존 교육제도에서 혁신적인 학교체제로의 변화 모색 필요
 - 미네르바스쿨의 경우, 스타트업 투자를 받아 개교, 물리적인 교실이 없고(100% 온라인 수업), 다양한 기능을 기술로 구현한 교육도구 활용, 세미나 형식의 수업, 쌍방향 소통(일대일 면담), 수업 녹화를 통한 교수 평가, 발표, 과제, 프로젝트 등을 통한 평가 등 기존 교육과는 다른 방식으로 교육과정 운영
 - 온실가스 감축으로 인한 직간접 영역의 교육훈련은 기존의 전통적인 방식의 교육을 탈피하여 실질적으로 부문별 감축정책으로 인한 산업과 직업에 영향을 미치는 분야의 특수성을 감안한 내용으로 이루어질 필요
- 학교 안뿐만 아니라 학교 밖 자원을 활용하여 교육기회를 확대하고, 수업선택권 확대를 위해 지역사회, 온라인 등을 포함하는 유연한 학사제

도 마련 필요

- 블록체인 등 기술을 활용하여 다양한 교육이수 경력을 기록하고, 인증하는 시스템 도입 운영 및 자신의 학습이력을 기록, 공유하는 평생 학습계좌제, 평생내일배움카드제(2020년 1월부터 도입, 기존 내일배움카드제 개선) 등 확대
- 경영체계, 입학전형, 교원, 재정, 시설 등 기본요건을 충족한 대학에 운영 자율권을 부여하여, 사회와 산업계가 요구하는 인재를 양성할 수 있는 기반 혁신 필요
 - 기술변화와 시장수요에 부응하는 신산업, 신기술 전문인재 양성을 위한 대학유형의 다양화 지원, 전공변경 및 신설 유연화, 융합모듈 교육 과정 운영을 위한 정원 자율화 등 적극 검토
- 누구나 전생애 직업능력이 가능하도록 평생학습권 강화와 디지털기반 교육환경 개선을 위해 신산업, 신기술 및 기존 산업의 공정, 직무변화에 필요한 특별 프로그램 등 도입

다. 한계(로드맵 근거)

- 현재의 교육훈련 체계는 기존 산업사회에서의 경제성장에 필요한 인력을 양성하고, 국가 차원의 정해진 교육기준에 맞추어 지원되고, 운영된 경직적 속성을 지닌 시스템 성격이 강함.
 - 미래경제사회가 필요로 하는 인력은 유연하고, 자율적이며, 자기주도적으로 대응할 수 있는 역량을 갖춘 인재임.
- 부문별 감축 이행계획에서 전환부문은 발전인프라, 재생에너지, 집단에너지 등을, 산업부문에서는 공통기기 효율개선, 신기술 혁신기술 개발 보급 및 고부가제품 변환, 유리 요업, 석화 철강, 친환경 공정가스 개발 등을, 건물부문(가정, 상업)에서는 신축 건축물 허가기준 등 정책 강화, 기존 건축물 에너지 성능 향상, 설비효율 개선 및 신재생에너지 보급 확대 등을, 수송부문에서는 전기자동차 보급 확대, 친환경 선박 보급, 대중교통 운영 확대, 3자 물류 활성화, 항공운송 배출권거래제 및 항공기 효율개선 등을 주요 감축수단으로 제시

- 감축수단 분야별 교육훈련 현황분석을 하기 위해서는 각 분야(산업, 업종)별로 체계적 분류가 가능해야 하며, 교육훈련 분야(계열 및 훈련 직종) 각 과정이 명확하게 구분되어야 하나 현재는 혼재되어 있음.
- 온실가스 감축정책 관련 일자리 분석에서도 보듯이 직간접적으로 영향을 받는 일자리는 연구개발업, 전문공사업 등 관련 사업서비스 분야와 전문가 그룹(관리자, 기술자, 시험원 등) 및 일반종사자 그룹(기능 종사자, 조립원, 조작용 등)으로 대별할 수 있음.
 - 이들에 대한 교육훈련은 대학과 해당 분야를 선도하는 기업 혹은 분야의 전문 고등기술교육훈련기관과 보편적인 일반교육, 기초 혹은 초중급 수준의 일반 직업교육훈련기관 등에서 이루어지고 있음.
- 따라서 현재 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵 이행을 위해서는 보다 상세한 분류기준에 따른 현황파악이 선행될 필요가 있고, 이를 토대로 교육훈련의 양적, 질적 불일치 부분을 도출하여 교육훈련과정의 추가 혹은 개선 검토 가능

3. 온실가스 감축 로드맵 이행을 위한 교육훈련 개편 방향

가. 공통(수요 증가, 숙련 향상, 신규)

- 온실가스 감축 로드맵 이행을 위한 교육훈련 방안 마련을 위해 구분한 수요 증가, 숙련 향상, 신규 등에 따라 정책대응 방식도 달라질 수 있음.
- 수요가 증가하는 직업의 경우, 일단 숙련노동자의 부족에 따라 숙련노동자를 확보하는 것이 가장 중요
 - 수요가 증가하는 업종의 기존 숙련노동자들은 이미 보유하고 있는 지식과 기술, 경험이 많아 추가 교육훈련이나 별도의 추가 자격 요구가 없고, 이들에게는 취업 기회가 많고, 고용이 안정될 수 있음.
- 숙련 향상 직업의 경우, 새로운 지식과 숙련을 요구하는 직업이 많음.
 - 해당 직업에서 요구하는 기초숙련(Basic skills)과 범용숙련(Cross functional skills), 관련 분야 학위 그리고 특정 직업과 관련한 국가 기술자격 취득 등 지원 필요

- 기존 지식과 숙련으로 지원이 불가능한 분야의 전문적인 지식과 숙련을 추가로 습득해야 함.
- 신규, 신생직업에서는 새로운 직업에서 요구하는 지식과 정보, 태도 등을 구직자들이 학습하고 준비할 수 있도록 지원 필요
 - 신생직업의 특징상 숙련수준과 유형 등 교육훈련의 범위가 넓어서 지식과 숙련을 단정적으로 제한할 수 없는 한계가 존재
 - 신규 분야에 대한 인력과 교육훈련 수요를 양적, 질적으로 예측하고, 필요로 하는 수요를 교육훈련과정 개발 등에 포함하여 관련 인력 양성이 원활하게 이루어지도록 운영

나. 부문별(전환, 산업, 건물, 수송)

- 온실가스 감축 로드맵 이행을 위한 교육훈련 개편방향 도출을 위해 HRD-net 자료를 통한 산업별, 직업별 교육훈련 실태를 분석할 필요가 있고, 이를 통해 수급의 적절성 등을 파악할 수 있음.
 - HRD-net 원자료를 활용하여 2015~2017년 3년간 산업별, 직업별 훈련 수요인원과 실시인원을 분석
 - 소분류 혹은 세분류 수준에서 직업훈련 실시인원 분석을 계획했으나 자료 공개의 한계로 인해 산업 및 직업 대분류 수준에서 분석
 - 참여 추이보다 전체 참여인원 규모(비중)를 통해 각 부문별 현황 분석이 필요하여 2015~2017년간 전체 인원을 통합

〈표 4-16〉 HRD-net 산업별 직업별 직업훈련 현황(실시인원 기준)

(단위: 명)

구분 (산업/직업)	경영· 사무· 금융· 보험직	연구직 및 공학 기술직	교육· 법률· 사회복 지·경 찰·소 방직 및 군인	보건· 의료 직	예술· 디자인· 방송·스 포츠 직	미용· 여행· 숙박· 음식· 경비· 청소직	영업· 판매· 운전· 운송직	건설· 채굴직	설치· 정비· 생산직	농림 어업 직	합계
농림어업	390	237	8	17	47	123	30	73	189	182	1,296
광업	56	13	1	-	6	11	6	15	26	-	134
제조	29,475	22,030	784	1,485	9,727	7,702	2,597	3,584	25,263	224	102,871
전기가스	317	785	9	4	47	147	69	91	449	5	1,923
수도폐기물	694	392	16	49	97	204	63	140	455	16	2,126
건설업	8,553	16,063	285	287	2,506	2,209	699	2,418	11,225	397	44,642
도소매업	24,953	9,087	973	1,653	14,237	6,408	770	1,228	11,866	80	71,255
운수창고	4,090	1,325	164	121	703	1,041	406	545	2,162	84	10,641
숙박음식점	5,840	1,610	296	629	2,400	4,513	98	285	3,391	20	19,082
정보통신	8,540	10,081	478	166	8,092	2,075	175	509	4,693	49	34,858
금융보험	5,919	735	428	112	942	1,887	203	375	2,408	61	13,070
부동산업	7,711	8,033	254	180	843	1,419	101	524	7,780	274	27,119
전문과학기술	20,744	17,728	2,103	297	6,250	2,974	295	791	7,263	123	58,568
사업지원	23,771	10,110	1,707	1,630	7,144	6,161	517	917	14,284	302	66,543
공공행정	10,151	1,084	1,087	374	1,167	2,052	115	398	2,474	421	19,323
교육	12,406	2,338	1,804	705	4,449	4,775	134	262	6,979	83	33,935
보건복지	28,599	2,060	2,031	11,402	4,361	13,207	201	520	12,534	102	75,017
예술스포츠여가	2,770	679	131	122	1,055	703	60	131	1,021	82	6,754
협회개인서비스	5,155	1,065	564	525	1,477	1,923	100	195	2,913	38	13,955
국제외국	186	69	-	-	16	44	28	29	96	6	474
합계	200,320	105,524	13,123	19,758	65,566	59,578	6,667	13,030	117,471	2,549	603,586

자료: HRD-net 원자료(2015~2017), 한국고용정보원.

- 4개 부문별로 보면, 산업에서는 제조업, 전기가스, 건설, 전문 과학 및 기술서비스업 등의 분포 비중이 높고, 직업별로 보면, 전문 연구 및 기술직, 건설, 설치정비 생산직에 많이 분포

- HRD-net에서도 보듯이 산업별로는 제조업이 10만 2,871명으로 비중이 가장 높고, 전문 과학 및 기술 서비스업도 5만 8,568명으로 다섯 번째로 비중이 높게 나타남.
 - 직업별로도 연구직 및 공학기술직이 10만 5,524명으로 비중이 세 번째로 높고, 설치 정비 생산직 비중 또한 11만 7,471명으로 두 번째로 차지하는 비중이 높음.
 - 산업·직업별 분포에서 보듯이 최근 진행된 훈련현황은 온실가스 감축과 관련하여 많은 훈련이 실시되고 있음을 볼 수 있으나 실제 해당 산업과 직업에 직접적인 효과와 영향을 미치는 훈련 분포는 소분류 혹은 세분류 및 각 분야별로 개설 운영되고 있는 훈련과정을 보다 세밀하게 분석할 필요가 있음.
- 전환부문은 직접적인 전기업, 연구개발업, 환경 관련 엔지니어링 서비스업 및 제조업, 건설업, 전기공사업 등의 산업과 전기 관련 관리자, 발전 및 배전장치 조직원, 전기공, 전기전자공학 기술자 및 시험원, 산업안전 및 위험관리원 및 기계장비 설치 및 정비원, 건설구조 관련 기능 종사자, 건축마감 관련 기능종사자, 건설 단순 종사원 등이 관련 직업
- 대학 등 고등교육기관에서의 심화된 전공교육과 함께 실제 전환이 이루어질 것으로 예상되는 직종, 직무에 대한 높은 수준의 직업훈련이 공공 및 민간 직업훈련기관에서 이루어질 필요
 - 이를 위한 산업계 수요를 보다 정확하게 파악하기 위해 기존 지역인적자원개발위원회에서 수행하고 있는 인력 및 훈련수요조사와 함께 산업별인적자원개발위원회의 산업인력현황 실태조사를 보다 확대, 강화할 필요가 있음.
- 산업부문 또한 전환부문과 유사하게 산업에서는 전문공사업, 연구개발업 등이, 직업에서는 기계장비 설치 및 정비원, 조직원 등이 해당
- 이 또한 고급전문기술인력이 필요한 부분과 단순 조립, 조작, 기능원 수준의 인력이 함께 필요하므로 해당 산업부문에 필요한 고급훈련과정의 개설 및 확대와 일반, 기초훈련 과정의 개설 또한 필요할 것으로 전망
- 건물부문은 전문건설업, 전문공사업 등의 산업과 건축 관련 관리자, 토

목공학 기술자 및 시험원, 연구원, 전기공 등의 직업이 해당

- 대학 등 고등교육기관에서 이루어지는 전문기술 교육과 함께 공공 및 민간 직업훈련기관에서의 일반훈련이 함께 현장수요에 맞게 이루어질 필요

- 수송부문은 자동차 제조업, 건물용 기계장비 설치 공사업 등이 해당되어 자동차, 항공 등 특화 분야에 대한 수요에 맞는 적절한 훈련과정이 제공되도록 할 필요가 있음.
 - 항공분야에서는 2020년 시행 예정인 ICAO 항공부문 온실가스 감축 규제에 대비하여 관련 교육시스템을 운영(ICAO 항공환경 교육 프로그램, ITAT의 항공 관련 교육프로그램)
 - 국내에서도 교통안전공단의 항공온실가스 관리교육 프로그램, 인천공항공사의 ICAO-STP 공항 온실가스 과정 운영(항공분야 온실가스 감축을 위한 교육시스템 구축방안, 2015)

4. 소결

- 로드맵 이행을 위한 새로운 인재개발(양성, 역량강화) 시스템 구축
 - 온실가스 감축 로드맵 이행을 위해서는 연령, 계층을 아우르는 사회 전체 구성원들의 다양한 지식, 기술, 전문성 등이 포함되는 포괄적인 시스템 구성 필요
 - 분절, 경쟁, 양적 성장 중심에서 통합, 공존, 질적 발전의 패러다임으로 변화할 수 있도록 교육훈련 체계, 내용, 방법 등 전 영역에 걸친 변화 필요
 - 학습내용은 과목, 전공별 지식에서 융합지식으로, 학습방법은 분절·반복형에서 융합·창의형으로, 학습선택은 공급자에서 학습자로, 교육훈련기관은 선발에서 교육과 양성으로, 학습서비스는 개별에서 수요자 중심의 통합 시스템으로 변화 필요
- 교육훈련 시장의 자율성 부여를 통한 양적·질적 불일치 해소
 - 경직화·표준화된 교육훈련 환경에서는 급변하는 수요에 대처하기가 용이하지 않으므로 다양하고 특화된 운영 및 지원 방식의 도입이 무

엇보다 필요

- 온실가스 감축과 관련한 분야에서도 기술을 아웃소싱하거나 이미 개발된 기술들을 잘 연계 또는 통합하여 시장변화와 수요에 맞추고 있고, 기존 전공자와 비전공자 사이의 경계 또한 무너지고 있으며, 오픈소스(open source)가 활성화되어 누구나 기술과 정보를 공유하는 등 다양한 형태의 새로운 비즈니스 모델이 창출되고 있으므로 유연한 교육훈련 방식의 변화 요구
- 이러한 변화를 수용하고, 적응하기 위해서는 다양한 상황에 대응할 수 있는 분야 특성을 포함한 탄탄한 기초 일반교육의 선행 필요

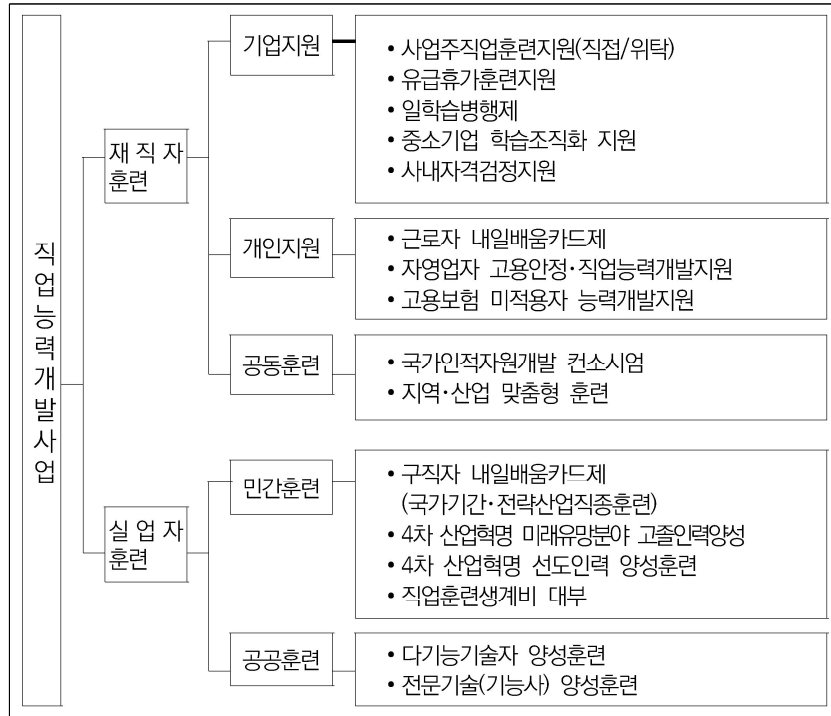
○ 교육훈련기관 개편 및 역할 다양화

- 전문대학, 폴리텍대학 등 고등직업교육기관, 평생교육원, 훈련기관 등 다양한 교육훈련기관에서 다양한 자격, 학위 및 비학위 프로그램을 운영하고 있으므로 온실가스 감축 관련 분야와 관련한 신설 과정 개설 혹은 기존 과정의 개편 등 추진
- 산업, 직업 등 일자리 변화에 연계하고, 시장환경 변화에 대응하여 다양하고 특화된 교육훈련과정 개설 운영

○ 현행 직업능력개발사업 체계 활용 및 특화 프로그램 개설 검토

- 현재 온실가스 감축 로드맵 추진을 위한 전문화, 특화된 교육훈련 사업 및 프로그램이 없을 경우, 고용보험 직업능력개발사업 내 기존 사업으로 운영하거나 혹은 별도의 특화사업으로 추진하는 방안 고려 필요

[그림 4-2] 직업능력개발 사업 체계



자료 : 고용노동부(2019), 직업능력개발사업현황.

○ 다양한 형식과 방법의 학습 프로그램 제공

- On-line 공개강좌(MOOC) 콘텐츠 다양화 등 On-line 교육훈련의 확대
대로 시공간 제약이 없는 다양하고 자유로운 학습환경을 지원하여 역
량개발과 취업능력을 강화할 필요
- 창의력, 문제해결능력, 의사소통능력, 기업가정신 등 현장에서 필요
로 하는 역량개발이 가능하도록 실질적인 교육훈련과정이 개설되도
록 지원
- 궁극적으로 시간, 장소 등에 구애받지 않고, 필요한 교육훈련 서비스
를 받을 수 있도록 다양한 접근성 강화방안 마련 필요(분야별 혹은
통합형 오픈 플랫폼 개발 활용-이 경우, 정부는 개발, 운영, 지원에만
관여하고, 민간 자율적인 참여가 가능하도록 사전 기능 명확화 필요)
- 최근(2019.11.1) 개통한 스마트 직업훈련 플랫폼(STEP: Smart

Training Education Platform, 다양한 분야의 유무료 훈련 콘텐츠들을 한 곳으로 모으고, PC, 모바일 등으로 편리하게 직업훈련을 받을 수 있는 훈련 인프라)은 다양한 이러닝 콘텐츠를 제공해 훈련의 접근성을 높이고, 온라인과 연계한 새로운 훈련방식의 도입을 지원하는 훈련 인프라이므로 이를 보다 확대, 강화하여 보다 유연한 훈련방식으로 전환할 필요 있음.

- 사업간 연계 강화를 통해 신속한 수요대응 체계 마련
 - 많은 부처, 기관별로 추진 중인 기본계획, 추진전략, 대응방안 등을 연계하여 선택과 집중을 통한 효율화
 - 고용노동부, 교육부, 산업통상자원부, 중소벤처기업부, 보건복지부 등 유관 고용노동 사회정책 분야 부처 간 정기 협의채널 구축을 통해 수시 협의 시스템 마련(각 부처 담당부서 및 담당자들과의 마찰과 갈등을 회피하기 위해 통과의례식으로 이루어지는 업무협조 방식을 세미나, 토론회 등을 통해 실제 시장에서 작동하고, 참여 행위자(player)들이 효과적으로 관련 제도와 정책, 각 사업들을 활용할 수 있도록 지원체계 마련
 - 아울러 파트너십 강화, 사회적 대화 활성화를 통해 산업, 직업별 필요한 훈련수요를 도출하고, 효과적으로 훈련을 진행하며, 양성 혹은 향상된 인력들이 효과적으로 배치 활용될 수 있도록 할 필요
 - 독일의 경우, 고용주 협회, 노동조합, 상공회의소, 수공업협회 등이 협의하여 훈련 관련 세부내용(직종, 업무영역, 내용, 기준, 과정 등)을 결정하여 실행하고 있어 효율성이 매우 높으므로 온실가스 감축 분야에서 각 부문별 이해관계자들이 정기, 주기적으로 모여 이들 세부 사항들을 협의 혹은 합의하여 실제 필요한 교육훈련들이 이루어질 수 있도록 할 필요
- 온실가스 감축 분야 전문가들의 생애·평생직업능력개발체계 구축
 - 급속한 고령화 진전에 따라 노동력 공급 부족이 예상되고, 평생직업 사회로 전환됨에 따라 새로운 일자리로의 이동이 빈번하여 이·전직을 위한 재교육훈련 수요가 크게 증가할 것이며, 재직 단계에서도 생산과정 변화 등에 따라 역량개발의 필요성 높아짐.

- 온실가스 감축 관련 분야에 종사하는 인력들이 생애주기에 맞추어 근로자 전 단계인 정규교육제도에서부터 비정형·비공식 분야에 대한 훈련 참여가 가능하고, 재훈련, 향상훈련 등 노동시장 진입 후에도 체계적인 접근이 가능하도록 종합적인 직업능력개발체제로 전환 필요

제1절 요약

- 본 보고서는 2030 온실가스 감축 로드맵이 일자리에 미치는 효과를 분석하고 정책적 대응방안을 제시함.
 - 로드맵은 배출전망치 850.8백만 톤에서 37%를 감축하는 것을 목표로 하고 있음.
 - 로드맵은 각 부문별로 감축목표를 제시하고 있는데, 본 보고서에서는 배출량과 감축량이 큰 4개 부문을 분석대상으로 함.
- 감축정책
- 먼저 각 부문별 감축정책과 감축수단의 세부사항을 살펴보고 필요한 정책적 고려사항을 검토함.
 - 전환부문에서 가장 중요한 정책수단은 신재생에너지 공급의무화제도 (RPS)와 배출권거래제이며 가장 강력하게 이행을 담보하는 정책은 전력 수급계획임.
 - 감축계획의 이행을 위해서는 온실가스 감축비용이 고려된 가격이 책정되어야 할 것임.

- 산업부문의 가장 중요한 정책수단은 배출권거래제(ETS)와 목표관리제이며, 부가적으로 FEMS 설치 의무화, 고효율기자재 인증, 고효율 공정기술 개발, 친환경 공정가스 개발 등이 있음.
 - 문제는 현재의 배출권거래시장이 활성화되지 않고 있다는 점이며, 3기 이후에는 이를 완화하기 위해 제도적 보완이 필요할 것임. 외부사업의 범위를 확대하는 안을 고려할 수 있을 것임.
 - 우리나라 온실가스 다배출 기업의 에너지효율은 이미 전 세계에서 가장 높은 수준이어서 그 개선을 위해서는 정부의 적극적인 지원과 인센티브가 필요
- 건물부문의 주요 정책수단은 신축건물 에너지기준 강화와 기존건축물 녹색전환 의무화, 기기 효율기준 강화, 신재생에너지 보급 지원 등이 있음.
 - 그러나 여전히 감축목표 달성을 위한 정책의 구체성이 부족. 각종 기준제도를 구체화하고 감축목표를 부문별로 더 세부화할 필요가 있음.
- 수송부문의 주요 정책수단은 친환경차량에 대한 보조금과 연비규제임.
 - 현재 엔진의 효율 향상에도 차량 대형화로 평균연비가 정체되는 상황임.

□ 일자리 영향

- 온실가스 감축정책은 일자리에 직접적으로, 전후방효과를 통해 간접적으로, 소득 및 소비 변화 등으로 인하여 영향을 미치게 됨.
- 먼저 현재 기준으로 로드맵이 직접적인 영향을 미치는 산업과 직업을 살펴보고, 영향이 큰 산업과 직업의 일자리 수와 질을 살펴봄.
 - 감축정책은 주로 제조업, 전기업, 건설업, 연구개발업 등의 산업과 전문가, 기능원, 조작 및 조립원 등의 직업과 직접적인 관련이 크기 때문에 임금수준은 높고 근로시간은 길.
 - 영향이 크다는 것은 이 일자리가 늘어나거나 줄어들 가능성이 상대적으로 높다는 것을 의미하며, 온실가스 감축은 사회 전 부문에 영향을 미치기 때문에 다른 산업 및 직업의 일자리에도 영향을 미침.

- 이어서 로드맵이 산업과 일자리에 어떻게 영향을 미칠지를 정성적으로 살펴봄.
 - 전환부문의 경우 재생에너지 관련 일자리에겐 긍정적 영향을 끼치겠지만, 화력발전 관련 일자리에겐 부정적 영향을 끼칠 것으로 보임. 전기요금 인상은 경제 전반적으로 약간의 부정적 영향을 끼칠 수 있음.
 - 산업부문의 경우 효율 개선과 공정가스 도입은 약간 긍정적 영향을 끼치겠지만 공정 신기술 도입은 오히려 부정적 영향을 끼칠 수도 있을 것임. 다만 온실가스 감축이 생산비용 상승으로 이어져 생산량이 제한되고 이에 따라 고용에 약간의 부정적 영향을 끼칠 수 있을 것임.
 - 건물부문은 대체로 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 보임. 다만 건축비용 상승으로 신개축 물량이 줄어들 경우 고용에 약간 부정적 영향을 미치게 될 수도 있음.
 - 수송부문과 관련해서는 대체로 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 예상되지만, 친환경차 확대는 부정적 영향을 끼칠 가능성이 큼.
- 세 번째로 연산가능일반균형모형을 이용하여 감축 로드맵의 거시효과를 추산함.
 - 두 가지 시나리오를 고려하였는데, 첫 번째 시나리오는 각 부문 및 업종별 감축목표를 자체적으로 달성하는 것이며, 두 번째 시나리오는 제조업과 전환부문에는 현재의 배출권거래제를 시행한다는 것임. 여기서 고려하는 배출권거래제는 각 업종의 한계저감비용(Marginal Abatement Cost)이 같아지는 수준으로 할당되는 것이어서 현실과는 차이가 남.
 - 시나리오 1의 경우 감축이행은 산업부문의 고용을 0.2%, 전환부문을 10.3%, 수송부문을 5.8%, 상업부문을 4.4%, 공공부문을 6.7% 감소시킴.
 - 시나리오 2의 경우 산업부문의 고용은 2.0% 증가하지만, 전환부문의 고용은 8.6%, 수송부문은 3.2%, 상업부문은 2.4%, 공공부문은 5.0% 감소
 - 다만 현실은 모형의 결과와 다소 달라질 가능성이 있음.

- 첫째, 부가가치는 주로 대규모사업체에서 발생하고 고용은 주로 중소기업체에서 발생함. 감축으로 생산과 부가가치가 줄어들게 되면 이는 주로 대규모사업체에만 영향을 주게 되고 중소기업체에는 영향이 크지 않을 것임. 그러나 모형은 규모에 따른 부가가치와 고용의 차이를 구별하지 못하여 부가가치 변화로 인한 고용의 변화를 과도하게 추정할 가능성이 높음.
- 둘째, 전환부문의 경우 다른 발전에 비해 태양광의 고용효과는 매우 크기 때문에 전환부문 부가가치가 감소하더라도 태양광의 비중이 증가하면 고용은 오히려 증가할 수 있음. 실제 발전계획에 따르면 태양광의 비중이 매우 높아짐. 모형은 이러한 상황을 반영하는 데 한계가 있음.
- 셋째, 건축부문의 높은 감축률로 상업과 공공부문의 부가가치가 크게 감소하고 따라서 고용이 크게 감소하는 것으로 추정되었지만, 현실적으로 이러한 현상이 발생하지 않을 수 있음.

□ 사회적 보호 및 교육훈련

- 여기서는 감축 로드맵 이행에 따른 노동수요의 변화에 대응한 정책적 대응방안을 다룸.
 - 감축 로드맵은 친환경적인 일자리를 늘리지만 탄소집약적인 일자리를 줄이게 됨.
 - 부정적 영향을 받는 취업자에 대해서는 한편으로 기존의 정책이 이들을 보호하기에 미흡한 점이 없는지를 점검하고 필요한 조치를 취할 필요가 있으며, 다른 한편으로 이들을 늘어나는 일자리로 이동시키기 위한 노력이 필요함.
- 사회적 보호를 위해서는 감축 로드맵으로 부정적 영향을 받을 가능성이 높은 여성과 같은 노동시장 취약계층 보호를 위해서 기존의 사회보험, 특히 고용보험이 충분한지를 검토하고 필요하다면 개편을 고려할 필요가 있음.
 - 사회적 보호는 실직으로 인한 부정적 영향 외에도 예상되는 기온 상

승이나 이상기후 등으로 인한 피해를 예방하거나 보호하기 위한 사회적 안정장치를 모두 포괄하는 것임.

- 직업훈련에서는 감축정책이 필요 숙련의 수요를 어떻게 변화시키고 이것에 대응하기 위해서 직업훈련을 어떻게 해야 하는지를 검토함.

□ 직무별 요구 숙련 변화

- 연구직의 지속적인 확대요구에 대응하여, 신규인력의 양성 확대와 기존 연구직의 신규부문으로의 전환 교육, 재교육 강화 등이 모두 요청됨.
- 기술직의 숙련 변화는 주로 새로운 직무의 등장 및 이와 관련된 신직업의 등장으로 나타날 것으로 여겨지는 가운데, 기존 기술직의 직무에 비해 새로운 직무에서 요구되는 숙련수준이 전반적으로 높을 것으로 전망됨. 설치, 작동, 유지, 보수 등의 기능스킬 강화도 필요
- 건설직의 숙련 변화는 주로 기존 직무의 숙련 향상으로 나타날 전망
- 설비(기능직)의 경우 직무 변화가 크지 않은 가운데, 설비(기능)직 내에서 상대적으로 숙련수준이 높은 직업을 중심으로 수요가 증대할 전망
- 수송직의 경우, 직무 변화가 크지 않은 가운데, 상대적으로 숙련수준이 높은 직업을 중심으로 수요가 증대할 전망
- 관리직의 경우 기존 직업 내에서 에너지원 변화 등으로 인한 직무사항이 추가되는 가운데, 관련 보수교육이 필요

□ 교육훈련 방안

- 교육훈련기관 개편 및 역할 다양화
 - 전문대학, 폴리텍대학 등 고등직업교육기관, 평생교육원, 훈련기관 등 다양한 교육훈련기관에서 다양한 자격, 학위 및 비학위 프로그램을 운영하고 있으므로 온실가스 감축 관련 분야와 관련한 신설 과정 개설 혹은 기존 과정의 개편 등 추진
 - 산업, 직업 등 일자리 변화에 연계하고, 시장환경 변화에 대응하여 다양하고 특화된 교육훈련 과정 개설 운영
- 현행 직업능력개발사업 체계 활용 및 특화 프로그램 개설 검토

- 현재 온실가스 감축 로드맵 추진을 위한 전문화, 특화된 교육훈련 사업 및 프로그램이 없을 경우, 고용보험 직업능력개발사업 내 기존 사업으로 운영하거나 혹은 별도의 특화사업으로 추진하는 방안 고려 필요
- 사업 간 연계 강화를 통해 신속한 수요대응 체계 마련
 - 많은 부처, 기관별로 추진 중인 기본계획, 추진전략, 대응방안 등을 연계하여 선택과 집중을 통한 효율화
 - 파트너십 강화, 사회적 대화 활성화를 통해 산업, 직업별 필요한 훈련 수요를 도출하고, 효과적으로 훈련을 진행하며, 양성 혹은 향상된 인력들이 효과적으로 배치 활용될 수 있도록 할 필요
- 온실가스 감축 분야 전문가들의 생애·평생직업능력개발체계 구축
 - 급속한 고령화 진전에 따라 노동력 공급 부족이 예상되고, 평생직업 사회로 전환됨에 따라 새로운 일자리로의 이동이 빈번하여 이·전직을 위한 재교육훈련 수요가 크게 증가할 것이며, 재직 단계에서도 생산과정 변화 등에 따라 역량개발의 필요성 높아짐.
 - 온실가스 감축 관련 분야에 종사하는 인력들이 생애주기에 맞추어 근로자 전 단계인 정규교육 제도에서부터 비정형·비공식 분야에 대한 훈련 참여가 가능하고, 재훈련, 향상훈련 등 노동시장 진입 후에도 체계적인 접근이 가능하도록 종합적인 직업능력개발체제로 전환 필요

제2절 정책제언

- 기술개발 지원
- 감축 로드맵의 이행을 위해서는 무엇보다도 정부의 기술개발 지원이 절실함.
 - 현재 우리나라 기업의 에너지효율은 전 세계에서 가장 높은 수준이기 때문에 추가적인 효율 개선을 위해서는 정부의 적극적인 지원이 필요

- 전문가 인터뷰 결과, 감축수단에 포함된 기술 중 사실상 2030년까지 개발 또는 상용화가 어려운 기술이 포함되어 있는 것으로 파악되고 있으며, 정부의 지원과 함께 대안도 강구해야 할 것임.

○ 감축과 관련된 기자재, 부품 등의 국산화를 위한 지원이 필요

- 태양광 패널의 부품뿐만 아니라 많은 부품 및 기자재를 외국에서 수입하고 있는 실정이며, 이러한 상황이 지속되거나 악화된다면 감축 이행이 일자리에 미치는 긍정적 효과는 크게 반감될 수밖에 없을 것임.
- 감축정책은 전 지구적 노력이기 때문에 부품 또는 기자재를 국산화하고 경쟁력을 갖게 된다면 해외로 시장을 확대할 수도 있을 것이며, 이는 일자리에 추가적인 긍정적 효과를 가져올 것임.
- 해외진출을 위해서는 경쟁력 있는 기술의 개발뿐만 아니라 경우에 따라서 점검을 위한 기회(testbed)를 정부에서 제공할 필요가 있음.

□ 정책수단의 구체화 및 정책의 변화

○ 정책목표의 달성을 위해서는 실행가능한 정책수단을 보다 구체적으로 고려할 필요가 있음.

- 예를 들어 건물의 경우 대규모 공공건물 신축에 대한 법제화만 이루어졌을 뿐 다른 부문에 대한 계획이 아직 명확하지 않은 것으로 보임.

○ 감축을 위해 배출권거래제와 같이 규제와 시장기능이 혼합된 경우도 있고, 규제로 이행을 강제하는 경우, 지원금을 통해 이행을 유도하는 경우 등 다양한 제도가 시행되고 있거나 계획 중이지만 현재의 제도가 더 원활하게 작동하도록 하기 위해서 필요한 제도 개편이 무엇이 있는지 점검할 필요가 있음.

- 전환부문의 경우 온실가스 배출량이 반영되도록 하는 가격체제로 개편하는 것을 예로 들 수 있음.

□ 기후변화 대응

○ 감축 노력에도 일정기간 동안의 기온 상승이 지속될 가능성이 높으며,

- 이에 대한 대응이 필요함.
 - 예를 들어 기후변화에 대응한 작업장 대응 규칙과 같은 종합적 매뉴얼을 만들 필요가 있음.
- 사회안전망 강화
- 감축정책은 전 사회에 영향을 끼칠 것이며, 특히 필요 일자리의 구성에 상당한 변화를 가져올 것임.
 - 감축정책이 계획에 따라 시행된다면 노동시장 취약계층이 먼저 이직을 당할 가능성이 높는데, 현재의 사회보험제도가 이들을 실질적으로 보호할 수 있는지를 점검하고, 필요하다면 적절한 제도 개편이 이루어져야 할 것임.
 - 추가적으로 실업부조나 고용서비스 등으로 이들의 노동시장 재진입을 지원할 수 있는 제도적 기반을 만든다면 도움이 될 것임.
- 교육훈련
- 감축정책 이행은 필요 숙련(skill)에 변화를 야기할 것이며, 일자리에 따라 변화의 정도는 달라질 것임.
 - 일정부분 숙련의 향상이 필요한 일자리도 있겠지만, 새로운 숙련이 필요한 일자리도 있을 것임.
 - 노동시장에 대한 모니터링과 예측을 지속적으로 하면서 필요 숙련의 변화를 파악하고 이에 적합한 교육훈련 프로그램을 운영해야 할 것임.
 - 기존의 교육훈련기관이 감축 로드맵을 지원할 수 있도록 개편하고 직능개발사업에 로드맵과 관련된 프로그램을 적극 반영해야 할 것임.
 - 구체적인 계획의 수립 및 효과적인 이행을 위해서는 현재의 관리체계가 유관 부처 및 기관 간 긴밀한 협업 및 조정이 효과적으로 이루어지는지 점검하고 필요하다면 적절한 개편을 해야 할 것임.
- 감축정책의 사회적 영향 및 대응과 관련된 전 분야에 걸쳐서 매우 구체적인 연구 필요

- 지금까지는 감축목표이 설정에 모든 연구가 집중. 기후변화 및 감축 정책의 시행은 사회 전 분야에 영향을 미칠 것이 확실하지만 이에 대한 연구는 사실상 없는 실정임.
- EU의 경우에는 이미 상당히 오래 전부터 기후변화와 감축정책의 영향 및 대응에 대한 연구를 수행해오고 있음. 이러한 연구는 주요 부문별로 매우 구체적으로 수행되고 있음. 예를 들어 EU는 건물과 관련된 감축정책의 영향 및 대응과 관련된 국가별 연구프로젝트를 지원하고 있는데, 5년간의 1차 프로젝트 수행 후에 현재는 2차 프로젝트가 수행되고 있음.
- 세부적인 부문별 감축정책의 영향 및 대응방안을 연구할 필요가 있음. 이 경우에 적어도 3~5년간의 연구기간을 설정하여 단계적으로 연구를 수행할 필요가 있음. 이와는 별도로 기후변화 및 감축정책의 영향을 (부문별 연구 결과에 기초해서) 종합적으로 파악하고 대응방안을 모색할 필요 있음.

참고문헌

- 강성진 외(2010), 녹색산업과 일자리 전망, 경제·인문사회연구회.
- 고용노동부(2019a), 직업능력개발사업현황.
- 고용노동부(2019b), 스마트 직업훈련 플랫폼(SETP) 보도자료.
- 관제부처 합동(2018), 2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안.
- 국무조정실(2018), 「2030 국가 온실가스 감축 기본로드맵 수정안」.
- 국토교통부(2018), 「지속가능 교통물류발전 기본계획 이행체계 및 이행방안 수립 연구」.
- 국토교통부-한국항공대학교(2015), 항공분야 온실가스 감축을 위한 교육시스템 구축방안 연구.
- 권대봉(2009), 녹색성장 녹색직업 녹색인재, 박영사.
- 김승택 외(2008), 녹색일자리에 대한 인력수급전망 및 이에 따른 고용정책적 과제, 고용노동부.
- 나영선 외(2010), 녹색성장과 직업능력개발정책, 한국직업능력개발원.
- 에너지경제연구원(2019), 「2018 에너지통계연보」.
- 안영환, 임재규(2018), 2030 전력그룹사 온실가스 감축 로드맵 수립, 한국전력공사.
- 오상봉 외(2017), 신재생에너지 공급의무화제도(RPS)에서 의무공급량 증가가 고용에 미치는 영향, 고용노동부.
- 온실가스종합정보센터(2018), 「2017년 국가 온실가스 인벤토리 보고서」.
- _____ (2019), 2019 국가 온실가스 인벤토리 보고서.
- 이남철 외(2011), 신재생에너지 부문 고용창출 분석, 한국직업능력개발원.
- 이시균 외(2011), 녹색부문 인력수요 전망, 한국고용정보원.
- 임재규(2009), 「한국의 온실가스 중기 감축목표가 경제와 환경에 미치는 파급효과와 시사점」, 『경제학연구』 57(4), pp.101~134.
- 전기·에너지·자원산업 인적자원개발위원회(2016), 전기·에너지·자원산업 인력수급 조사 및 실태분석 수정 보고서, 한국전기공사협회.

- _____ (2018), 2018 산업인력 현황 보고서(전기·에너지·자원산업), 한국전기공사협회.
- 정영선·김태형(2019), Estimation and Feature of Greenhouse Gas Emission in Building Sector by National Energy Statistic, Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction Vol.35 No.7
- 조준모 외(2017), 에너지 신산업 육성 고용영향평가, 고용노동부.
- 최을·김두섭(2016), 학령인구의 감소와 교육환경 및 경제활동인구의 변화, 한국의 사회동향 2016, 통계청.
- 환경부(2018), 2030 국가 온실가스 감축로드맵 수정안 이해하기.
- _____ (2018), 「수송부문 온실가스 감축 이행 모니터링 연구」.
- _____ (2018), 제2차 계획기간(2018-2020) 국가 배출권 할당계획.
- 한국에너지공단(2018), 2018년도 KEA 에너지편람.
- 황덕순(2016), 「고용보험 20년의 평가와 과제」, 『노동리뷰』 11월호.
- CEDEFOP(2010), Skills for Green Jobs, CEDEFOP
- CEDEFOP(2019), Skills for Green Jobs, 2018 update CEDEFOP
- Dixon P. B., B. R. Parmenter, J. Sutton and D. P. Vincent(1982), ORANI: A Multisectoral Model of the Australian Economy, North-Holland.
- Dixon, P. B., B. R. Parmenter, A. A. Powell and P. J. Wilcoxon(1997), Notes and Problems in Applied General Equilibrium Economics, North Holland.
- Eurofound(2019), Energy scenario: Employment implications of the Paris Climate Agreement, Publication Office of the European Union, Luxembourg.
- Fankhauser, S., Sehleier, F., Stern, N.(2008), Climate change, innovation and jobs, Climate Policy, Vol. 8, No. 4, pp.421~429
- Hertel, T. W.(1997), Global Trade Analysis: Modeling and Applications, Cambridge University Press.
- ILO(2018), World Employment and Social Outlook 2018: Greening with

jobs, ILO.

Markandya et al.(2016), "Towards a green energy economy? Tracking the employment effects of low-carbon technologies in the European Union," *Applied Energy* 179(2016), pp.1342~1350

Montt et al.(2018), "Does climate action destroy jobs? An assessment of the employment implications of the 2-degree goal," *International Labour Review* 157(4), pp.519-556

OECD(2012), The jobs potential of a shift towards a low-carbon economy.

한국에너지공단 관련 웹사이트:

목표관리제

http://www.kemco.or.kr/web/kem_home_new/ener_efficiency/industry_01.asp

에너지절약전문기업

<http://jagum.kemco.or.kr:7011/WebContent/jsp/home/jsp/info/escosum.jsp>

고효율에너지기자재 인증

http://www.kemco.or.kr/web/kem_home_new/ener_efficiency/machine_02.asp

온실가스 감축 로드맵의 고용효과

- 발행연월일 | 2019년 12월 18일 인쇄
2019년 12월 28일 발행
- 발행인 | 배규식
- 발행처 | **한국노동연구원**
☐3☐0☐1☐4☐7 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 경제정책동
☎ 대표 (044) 287-6080 Fax (044) 287-6089
- 조판·인쇄 | 거목정보산업(주) (044) 863-6566
- 등록일자 | 1988년 9월 13일
- 등록번호 | 제13-155호

※ 본 보고서의 내용은 한국노동연구원의 사전 승인 없이 전재 및 역재할 수 없습니다.

ISBN 979-11-260-0341-9 (비매품)