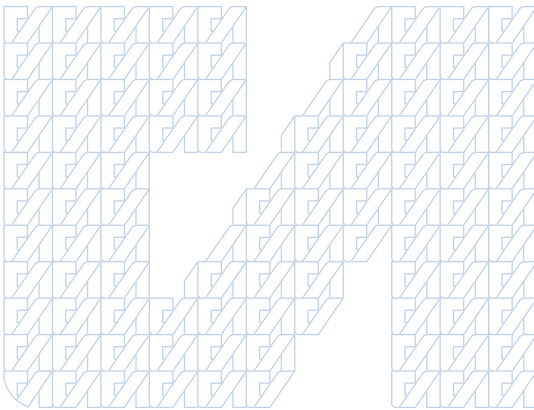


대전시 분산에너지 대응을 위한 기초연구

문 총 만



정책연구 2023-56

대전시 분산에너지 대응을 위한 기초연구

문충만

연구책임

- 문충만 / 공간환경연구실 책임연구위원

공동연구

- 이재근 / 공간환경연구실 책임연구위원
- 이은재 / 공간환경연구실 책임연구위원
- 이윤희 / 세종연구실 책임연구위원
- 김영호 / (주)선एको 대표

정책연구 2023-56

대전시 분산에너지 대응을 위한 기초연구

발행인 김 영 진

발행일 2023년 11월

발행처 대전세종연구원

34051 대전광역시 유성구 전민로37(문지동)

전화: 042-530-3524 팩스: 042-530-3575

홈페이지 : <http://www.dsi.re.kr>

인쇄: 삼성디자인기획 TEL: 042-221-3111 FAX: 042-221-5116

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시와 세종자치특별시의 정책적 입장과는 다를 수 있습니다.

출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.

요약 및 정책건의

■ 연구 배경 및 필요성

- 대규모 발전소 및 송전선로 건설과 관련한 사회적 갈등 증가로 인하여 중소규모의 재생에너지, 자가발전, ESS, 열병합발전 등 수요지 인근에서 생산된 전기를 해당 지역에서 소비되는 분산에너지에 대한 사회적 요구가 높아짐
- 기후위기에 따른 2050 탄소중립 선언으로 대규모 석탄화력발전에 많이 의지하고 있던 대전을 비롯한 몇몇 지자체들은 지역 내 전력자립도를 높이는 분산에너지 활성화 정책에 참여할 수밖에 없음
- 최근에는 2050탄소중립녹색성장위원회를 통해 제3차 지능형전력망 기본계획이 확정되었으며, 여기에는 분산에너지 확대 정책 방향과 스마트 전력 소비 체계 구축, 전력 계통 시스템 디지털화, 지능형전력망 산업 생태계 구축 등의 내용이 포함됨
- 이러한 정부의 분산에너지 활성화 정책은 우리 지역 내에서 전력을 생산하고 소비하는 안정적인 전력공급 체계 확보의 중요성을 제시
- 본 연구에서는 앞으로 요구되는 분산에너지 활성화 정책에 따라 대전시의 에너지 정책에 대한 기본방향에 대해 검토하고 앞으로 에너지 자립도를 높이기 위한 정책을 제안하고자 함
- 또한 분산에너지 관련 국내외 사례 분석을 통한 분산에너지 활성화 정책 조사, 통계자료를 통한 대전시 에너지 사용현황 분석 등 이론 및 현황 검토를 통하여 대전시의 에너지 정책 기본방향을 도출하고자 하였음
- 본 연구를 통하여 대전시의 전력자립도 향상을 위한 대전시 지역에너지 계획을 보완하고 산업단지 구성에 따른 에너지 수급과 분산에너지 활성화 정책 마련에 기여할 수 있음

■ 연구결과

□ 분산에너지 활성화 특별법 이론검토

- 중앙집중식 공급방식에서 수요지 인근 에너지 생산 위주의 분산에너지 시스템으로의 전환은 지역 단위 에너지 자립도를 높일 수 있는 지역 주도형 에너지 시스템 필요
- 분산에너지 활성화를 체계적으로 추진하기 위해 산업부에서는 분산에너지 활성화 로드맵을 통해 분산에너지 체계 구축의 방향성을 제시하였으며, ‘분산에너지 활성화 특별법안’(2024년 6월 14일 시행)(이하, 분산에너지법)이 국회에 통과하면서 법적 기반이 마련됨
- 분산에너지법은 분산에너지 활성화를 위한 기반 조성 및 분산에너지 확대에 필요한 사항을 정함으로써 에너지 관련 첨단기술 활용을 통하여 분산에너지를 활성화하고 에너지 공급의 안정을 증대하여 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 함
- 분산에너지사업 범위는 집단에너지, 구역전기, 중소형 원전, 통합발전소, 신재생에너지, 연료전지발전, 수소발전, 저장전기판매, 재생에너지 전기공급, 소규모전력증개, 수요관리사업으로 정의
- 분산에너지법에는 분산에너지를 활성화하고 에너지공급의 안정을 증대하기 위하여 분산에너지 설치의무제도, 전력계통영향평가 실시, 분산에너지특화지역의 지정, 지역별 전기요금 차등제에 관한 조항 등이 포함됨

□ 대전광역시 에너지 현황분석

- 대전광역시 2021년 전력자립도는 1.87%로 전국 17개 시도 중 제일 낮은 수치이며, 전국 평균 전력자립도는 108.13%임
- 대전광역시는 화력(열병합) 발전과 재생에너지를 통한 발전을 진행하고 있으며, 열병합발전의 경우 해마다 감소하는 추세(2022년 기준 최근 5년간 최저치인 159,129MW를 기록)이며, 재생에너지발전은 해마다 증가 추세(2022년 기준 최고치인 104,260MW를 기록)
- 대전광역시의 2020년 에너지 부문 용도별 온실가스 배출 비율은 수송

부문이 29.6%로 가장 높게 나타났으며, 상업/공공 28.0%, 산업 20.9%, 가정 20.8% 순으로 나타남

- 가정 및 상업/공공 부문의 경우 온실가스 배출 대부분이 건물에서 발생하므로, 에너지 부문 배출량 중 건물 부문 배출량이 가장 큰 비율(48.8%)을 차지하고 있음

□ 국내외 분산에너지 대처 상황 사례

- 산업부는 “10차 전력수급 기본계획(2022~2036년)” 초안에서 2036년까지 45조원 규모의 26.3 GW 백업설비 구축을 통하여 신재생 발전설비의 불가피한 출력 불안정성과 계통 주파수 하락 문제를 보완할 계획
- 전력자급률이 100% 이하인 서울, 경기, 대구, 광주 등 9개 광역시도 빠르면 2024년 5월부터 전체 전력 소비량의 일부를 분산에너지로 의무 사용해야 함
- 산업부는 분산에너지 의무제도 시행부터 2025년까지는 2%, 2026~2029년 4~6%, 2030~2033년 8~10%, 2034~2039년 12~16%, 2040년 18%를 목표로 의무비율 설정을 검토 중
- 미국은 현재 소수의 전력생산자가 발전과 다수의 소비자에 대한 송전을 통제하는 중앙집중식 전력시장으로부터 기후위기에 대처하기 위해 점점 더 많은 신재생에너지원으로 빠르게 변화
- 유럽에서 중앙집중식 전력시스템은 일반적으로 이용되는 송배전 및 관리 방식이며 장점과 단점을 동시에 지니며, 기후문제에 직면하여 공급시스템의 붕괴 없이 점진적으로 지속가능한 재생에너지원으로 전환
- 일본 자원에너지청 ① 태양광 발전 비용의 급격한 저하, ② 디지털 기술의 발전, ③ 에너지 시스템 개혁의 진전, ④ 재생에너지 수요 증가(RE100, SDGs 등), ⑤ 자연재해 대응 전력공급 시스템 강화, ⑥ 지역경제의 활성화 등을 목표로 분산에너지를 추진하고 있음
- 중국은 온실가스 최대 배출국으로 세계 석탄 소비의 절반을 차지하고 있으나, 2030년까지 전력 소비량의 3분의 1 이상을 재생에너지로 충당할 계획하며, 2060년까지 탄소중립을 달성을 목표로함

□ 대전광역시 분산에너지 대차 방안

- 신재생에너지 가운데 대전시가 추진가능한 발전원은 ① 건축물 일체형 태양광, ② 고효율 LNG 복합화력발전소의 과도기적 탄소감축과 점진적 수소발전소로의 전환, ③ 음식물 쓰레기를 활용한 바이오 에너지 그리고 ④ 중부지역 수소산업 밸류체인 구축, ⑤ PVT 하이브리드 시스템을 통한 태양에너지 이용 극대화 등이 가능
- 대전광역시는 2023년 3월 유성구 교촌동 일대에 나노·반도체 국가산단이 선정됨에 따라 유성구 산업부분 전력소비(2021년 기준 439 GWh로 유성구 전체 3,171 GWh의 13.8%)가 크게 증가할 것으로 예상되므로 신규 전력수요를 충당하기 위한 수급 방안이 요구됨
- 자체적인 전력생산으로 2030년 완료를 목표로 하는 나노·반도체 국가산단의 전력수요를 감당하기 위해서는 LNG-수소 혼소발전소 도입 및 수소 연료의 비율을 높여가는 방안이 현실적임

■ 정책건의

- 분산에너지 활성화를 위한 대응 전략으로는 지역 내 손실이 없도록 전력생산루트를 적극 확보하는 ①지역균형발전, 지역 내 에너지 사용에 대한 유연성을 높이기 위한 ②에너지 사용 효율화, 다양한 에너지 거래 플랫폼 등 관련 산업의 지역 내 육성을 통한 ③기업 경쟁력 확보, 전문 인력 양성 및 새로운 일자리로 ④고용창출 전략이 필요
- 분산에너지 시스템은 전력 생산에 있어서 다양한 에너지원의 특성과 용량을 적절하게 설계하여 결합할 필요가 있으며, 분산에너지 특성을 고려한 장기적 자기완성형 시스템 모델 구축이 필요
- 최종적으로는 분산에너지 모델 또는 시스템 구축과 이에 대한 운영을 통해 각 지역에서는 지역에너지센터 또는 지역에너지공사가 요구될 수 있음
- 전력자립도 향상을 위해서는 신재생에너지와의 융합, 태양광발전 설치 확대를 통한 에너지 공급대책 마련, 대전광역시 인근 충남 지역과 정부

와의 협의를 통해 대전광역시 서해안 풍력단지 조성 협력 등이 필요함

- 분산에너지 통합발전소 제도에 따른 지역별 차등 요금제 대비 필요한 상황에서 전력자립도가 낮은 대전광역시에서 에너지 공급 대책으로 주변 지역과의 협력을 통한 해상 풍력발전 단지 조성은 좋은 옵션이라고 볼 수 있음
- 또한 화석연료(LPG 등)와 수소를 혼합하여 연소 발전하는 수소 혼소 발전을 통해 수소 혼합량에 비례하여 온실가스인 이산화탄소 배출량을 저감하여 저탄소 또는 무탄소 발전도 가능함
- 친환경 전력생산을 위해서 재생에너지뿐만 아니라 기존 LNG발전소에 ESS를 추가하여 발전시간을 줄이고 결과적으로 연료소비 절감 및 이산화탄소 발생 감소의 효과를 기대

차 례

1장 서론	1
1절. 연구의 배경 및 필요성	3
2절. 연구의 목적 및 방법	4
2장 분산에너지 이론검토	5
1절. 분산에너지 활성화 특별법 추진 현황	7
2절. 분산에너지 활성화 특별법 주요 내용	13
3장 대전광역시 에너지 현황 검토	23
1절. 대전광역시 에너지 사용현황	25
2절. 대전광역시 에너지에 따른 온실가스 배출 현황	35
4장 분산에너지 대처 상황 사례	39
1절. 국내 분산에너지 대처 상황 사례	41
2절. 해외 분산에너지 대처 상황 사례	56
5장 대전광역시 분산에너지 대처 방법	67
1절. 대전광역시 재생에너지 최대화 방안	69
2절. 과도기적 열병합발전 및 연료전지발전소 혼용 단계	76
3절. 정책제언	81
참고문헌	91

표 차례

[표 2-1] 분산에너지 활성화 특별법 주요내용(안)	9
[표 2-2] 분산에너지법 제2조(정의)	13
[표 2-3] 분산에너지 활성화 특별법 제13조	16
[표 2-4] 분산에너지 활성화 특별법 제15조	17
[표 2-5] 분산에너지 특화지역에 관한 조항	19
[표 2-6] 지역별 전기요금 차등제에 관한 조항	20
[표 3-1] 대전광역시 전력 현황(2021년)	25
[표 3-2] 대전광역시 월별 전력 소비량	26
[표 3-3] 대전광역시 열병합발전소 현황	26
[표 3-4] 대전광역시 소형 태양광발전소 현황	26
[표 3-5] 대전광역시 도시가스 보급률 현황	27
[표 3-6] 대전광역시 도시가스 공급업체 현황	27
[표 3-7] 대전광역시 고압(LPG)가스 충전소 및 판매소 현황	28
[표 3-8] 대전광역시 수소차 보급현황	28
[표 3-9] 대전광역시 수소충전소 보급현황	28
[표 3-10] 대전광역시 석유 판매소 현황	29
[표 3-11] 대전광역시 연탄 보급현황	29
[표 3-12] 전국 17개 시도 전력자립도 현황	30
[표 3-13] 대전광역시 원별 발전현황	31
[표 3-14] 대전광역시 열병합(화력)발전 현황	31
[표 3-15] 대전광역시 최근 5년간 월별 열병합(화력)발전 현황	32
[표 3-16] 대전광역시 지역별 재생에너지 발전현황	33
[표 3-17] 대전광역시 전력 사용현황	33
[표 3-18] 대전광역시 지역별 전력 사용현황	34

[표 3-19] 대전광역시 용도별 전력 사용현황	34
[표 3-20] 대전광역시 온실가스 직접배출량	36
[표 3-21] 대전광역시 온실가스 간접배출량	37
[표 3-22] 대전광역시 온실가스 배출량 세부 현황	38
[표 4-1] 분산에너지 의무 부과 대상 지역	48
[표 4-2] 서울시 에너지 수요관리 절감량 목표	49
[표 4-3] 중국 재생에너지 발전 14.5 계획	64
[표 5-1] 대전광역시 지면 태양광 설치 잠재량	72
[표 5-2] 대전광역시 건축물 태양광 설치 잠재량	73

그림 차례

[그림 1-1] 제3차 지능형전력망 기본계획	4
[그림 2-1] 밀양 송전탑 민원협의 한진-주민 대치	7
[그림 2-2] 기존 전력시스템과 분산에너지 시스템 비교(2021년)	8
[그림 2-3] 지역별 전력공급 및 전력수요와 전력계통도(2021년)	8
[그림 2-4] 분산에너지 활성화 로드맵(안)	9
[그림 2-5] 지역별 전력공급 및 전력수요와 전력계통도(2021년)	10
[그림 2-6] 분산에너지 활성화 추진전략	11
[그림 2-7] ‘분산에너지 특별법’ 국회 통과	11
[그림 2-8] 분산법 제정과 집단에너지 발전 방향에 관한 세미나	12
[그림 2-9] 분산 에너지 기대효과	14
[그림 2-10] 분산에너지의 범위	14
[그림 2-11] 통합 발전소(VPP) 운영방식	15
[그림 2-12] 분산에너지의 범위	15
[그림 2-13] 분산에너지 설치의무 대상자	16
[그림 2-14] 분산에너지 특화지역 모델	18
[그림 2-15] 분산에너지 특화지역의 지정절차 및 효과	18
[그림 2-16] 지역별 전기요금 차등 모델	20
[그림 2-17] 가상발전소(Virtual Power Plant) 개념도	21
[그림 2-18] 직접PPA 전력거래 구조	22
[그림 4-1] 분산에너지 특별법 입법 경과	41
[그림 4-2] 분산에너지와 기존 에너지 비교	42
[그림 4-3] 국내 에너지원별 LCOE	43
[그림 4-4] US PV LCOE	44

[그림 4-5] 지역별 전력공급과 전력수요	45
[그림 4-6] 에너지저장 기술 분류	46
[그림 4-7] 분산에너지 미래 전망	47
[그림 4-8] 분산에너지 포럼	47
[그림 4-9] 삼성SK 용인클러스터 용수 및 전력 요구량	49
[그림 4-10] 울산시 분산에너지 추진 전략	50
[그림 4-11] 구미 산단 조감도	51
[그림 4-12] 대구 산단 태양광 프로젝트	52
[그림 4-13] 광주 빚고을에코에너지(주)	53
[그림 4-14] 충북 바이오수소융복합충전소, LNG발전소, 양수발전소	54
[그림 4-15] 분산에너지 특구 추진방향 예시	54
[그림 4-16] 제주도 초고압직류송전(HVDC)	55
[그림 4-17] 과거 중앙집중식과 미래 분산에너지	56
[그림 4-18] 분산에너지 범위	57
[그림 4-19] 분산에너지 SWOT 분석	58
[그림 4-20] 미국 DOE의 국가연구소와 연계한 GMI(2019)	59
[그림 4-21] 주파수 변화에 따른 전력 출력을 조정	60
[그림 4-22] EU 분산에너지 관리 시스템	61
[그림 4-23] 독일 지멘스 에너지	62
[그림 4-24] 덴마크 월별 풍력 발전량	62
[그림 4-25] 일본 JERA 탄소중립 로드맵	63
[그림 4-26] 중국 발전원 비중 변화	65
[그림 5-1] 대전광역시 CO ₂ 직접배출량	69
[그림 5-2] 지구 평균기온 상승 시나리오별 기후변화	71
[그림 5-3] 글로벌 RE100 국내 기업 가입 현황	75
[그림 5-4] 대전광역시 국가산업단지 첨단 미래형 신도시 계획도	76
[그림 5-5] 친환경 에너지 솔루션 개념도	78
[그림 5-6] 수소 혼소 연소기 개발 및 실증 개념도	79
[그림 5-7] 보령시 블루수소 플랜트 조감도	80

[그림 5-8] 분산에너지 미래 전략	81
[그림 5-9] 대전광역시 태양광 발전 사례	85
[그림 5-10] 대전시 태양광 발전사업 허가현황	85
[그림 5-11] 제주시 해상 풍력발전 단지 사례	86
[그림 5-12] 분산에너지 범위	88
[그림 5-13] 하이브리드 전력망 모델	89

서론

1절. 연구의 배경 및 필요성

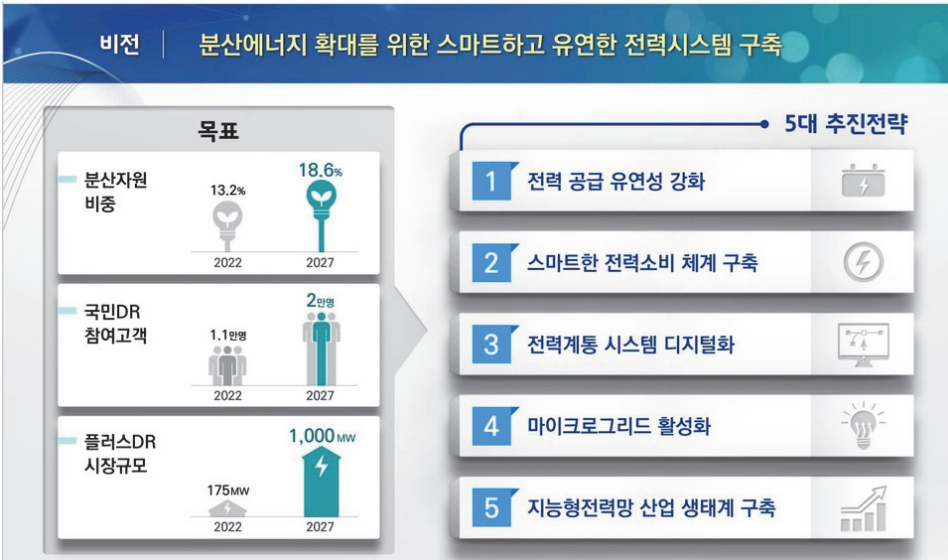
2절. 연구의 목적 및 방법

1장

1장 서론

1절. 연구의 배경 및 필요성

- 분산에너지란 중소규모의 재생에너지, 자가발전, ESS, 열병합발전 등으로 수요지 인근에서 생산된 전기를 해당 지역에서 소비되는 에너지임
- 처음에는 대규모 발전소 및 송전선로 건설과 관련한 사회적 갈등 증가로 수요지 인근에서 생산·소비하도록 분산에너지에 대한 사회적 요구가 높아짐
- 하지만, 기후위기에 따른 2050 탄소중립 선언으로 대규모 석탄화력발전이 많이 의지하고 있던 대전을 비롯한 몇몇 지자체들은 탄소중립과 함께 지역 내 전력자립도를 높이는 분산에너지 활성화 정책에 참여할 수밖에 없음
- 최근에는 2050탄소중립녹색성장위원회를 통해 제3차 지능형전력망 기본계획이 확정되었으며, 여기에는 분산에너지 확대 정책 방향과 스마트 전력 소비 체계 구축, 전력 계통 시스템 디지털화, 지능형전력망 산업 생태계 구축 등의 내용이 포함되어 있음
- 이러한 정부의 분산에너지 활성화 정책은 우리 지역 내에서 전력을 생산하는 것과 소비하는 안정적인 전력공급 체계 확보의 중요성을 제시
- 또한 이번 민선 8기에서 산업단지 조성 등 기업 활동에 따른 대규모 전력공급도 추가적으로 필요하게 되어 이러한 전력공급과 함께 전력자립도를 향상시킨 에너지 정책 기본방향 연구가 필요
- 특히 현재 전력 생산을 서해안의 석탄화력발전소에 의지하고 있는 대전에서는 전국에서도 전력자립도가 낮은 데다가 탄소중립에 따라 석탄화력발전소에 전력 생산을 의지할 수 없어 전력자립도 향상을 위한 에너지 정책 방향에 대한 연구는 반드시 필요함



[그림 1-1] 제3차 지능형전력망 기본계획

자료 : 산업통상자원부(2023)

2절. 연구의 목적 및 방법

- 본 연구에서는 앞으로 요구되는 분산에너지 활성화 정책에 따라 대전시의 에너지 정책에 대한 기본방향에 대해 검토하고 앞으로 에너지 자립도를 높이기 위한 정책을 제안하고자 함
- 본 연구는 분산에너지 관련 국내의 사례 분석을 통한 분산에너지 활성화 정책 조사, 통계자료를 통한 대전시 에너지 사용현황 분석 등 이론 및 현황 검토를 통하여 대전시의 에너지 정책 기본방향을 도출하고자 하였음
- 기존의 선행연구에서는 신재생에너지 도입이나 발전소 구축에 따른 지역 주민지원제도나 관련 법 등을 검토하는 연구가 이루어졌으나, 본 연구에서는 전력자립도 향상을 위한 에너지 정책 방향을 검토하고자 함
- 본 연구를 통하여 대전시의 전력자립도 향상을 위한 대전시 지역에너지 계획을 보완하고 산업단지 구성에 따른 에너지 수급과 분산에너지 활성화 정책 마련에 기여할 수 있음

분산에너지 이론검토

1절. 분산에너지 활성화 특별법 추진 현황

2절. 분산에너지 활성화 특별법 주요 내용

2장

2장 분산에너지 이론검토

1절. 분산에너지 활성화 특별법 추진 현황

1. 분산에너지 활성화 특별법 제정 배경 및 필요성

- 기존의 전력 시스템은 해안가에 대규모 발전소를 건설한 뒤, 이를 장거리 송전망을 통해 원격으로 송전하여 소비하는 시스템으로 운영하는데 이러한 운영방식에는 한계점이 존재
 - 첫째로 증가하는 전력수요에 대해 대규모 발전소 건설, 장거리 송전망 구축 등으로 밖에 대응 불가
 - 또한, 발전소 및 송전탑 인근지역 주민의 반발 등 사회적 갈등을 야기하고 리스크관리에 취약



[그림 2-1] 밀양 송전탑 민원협의 한진-주민 대치

자료 : 연합뉴스(2012.08.21.)

- 이러한 기존의 에너지 시스템에 대한 한계점을 개선하기 위한 새로운 방식의 에너지 시스템이 필요한데 신규 송전망을 건설하지 않으면서 기존의 전력망으로 전력수요를 해결하기 위해서는 지역 내에서 생산 및 소비가 이루어지는 분산에너지 시스템이 필요

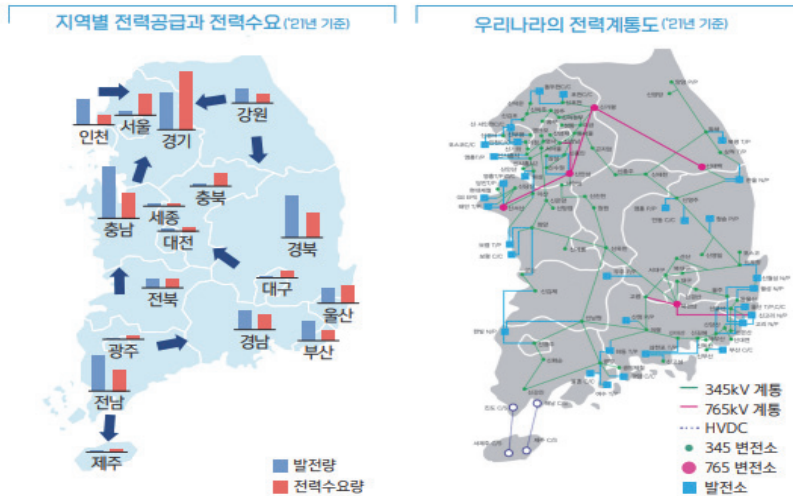
< 기존 전력 시스템과 분산에너지 시스템 비교 >

구분	기존의 에너지 시스템	미래형 분산에너지 시스템
기본	· 대규모 발전소 기반의 집중형 발전	· 지역 중심의 분산형 발전
방향	· 원거리 해안가 발전 → 수도권내 소비	· 지역 단위 내 에너지 생산·소비
인프라	· 송전망 기반 전국적 네트워크	· 지역 중심의 배전 네트워크
거래	· 규모의 경제 중심의 전력시장	· 자가소비, 수요지 인근 거래

[그림 2-2] 기존 전력시스템과 분산에너지 시스템 비교(2021년)

자료 : 한국에너지공단 홈페이지

- 중앙집중식 공급방식에서 수요지 인근 에너지 생산 위주의 분산에너지 시스템으로의 전환은 에너지 공급체계에 있어 매우 중요
- 지역 단위 특히 수도권 및 대전 세종 지역에너지 자립도를 높이는 방향으로의 지역주도형 에너지시스템 필요



[그림 2-3] 지역별 전력공급 및 전력수요와 전력계통도(2021년)

자료 : 한국에너지공단 홈페이지

○ 분산에너지 활성화를 체계적으로 추진하기 위해서는 법적 기반 필요

[표 2-1] 분산에너지 활성화 특별법 주요내용(안)

특별법 주요내용(안)	
1. 분산에너지 활성화 기본계획	5. 분산에너지 사용 의무화
2. 통합 발전소 사업(VPP)	6. 배전망 관리 및 감독체계 마련
3. 전력계통 영향평가	7. 분산에너지 실증 특구 지정
4. 분산편익 지원제도	8. 분산에너지 개발 및 보급 확산을 위한 기반 조성

자료 : 국가법령정보센터(분산에너지 활성화 특별법)

○ 산업부에서는 분산에너지 활성화 로드맵을 통해 분산에너지 체계를 구축하는 데에 있어 방향성을 드러냄

▶ 주요 정책 방향(안)



분산에너지 활성화 로드맵(안)의 주요 정책 방향. 자료=산업부

[그림 2-4] 분산에너지 활성화 로드맵(안)

자료 : 디지털경제(2020.11.27.) 분산전원에 인센티브 확대 선진국형 분산에너지 체계 구축

- 전력공급과 수요가 지역단위로 일치하게 되면 전력 수급 격차에 따른 송전망 건설 회피를 통해 분산 편익 창출 가능
- 또한 지역에서 에너지의 자립도가 높아지면서 미래형 지역에너지 시스템으로 전환과 동시에 ICT 기술을 통한 에너지산업 활성화도 기대

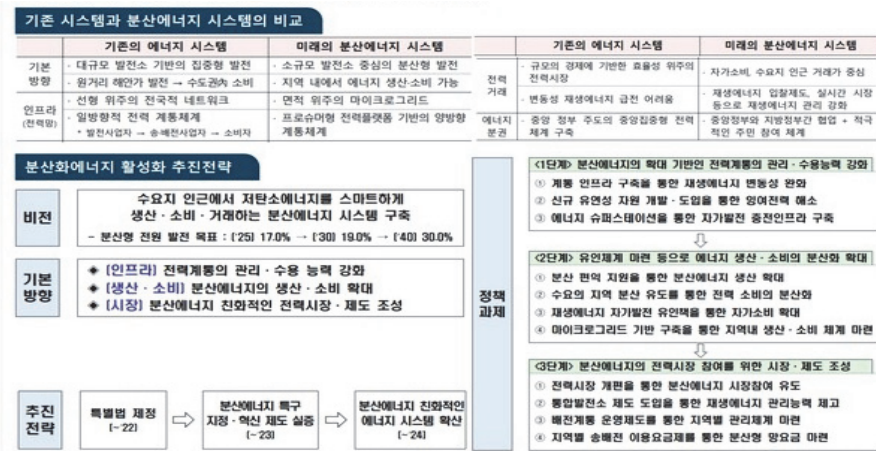


[그림 2-5] 지역별 전력공급 및 전력수요와 전력계통도(2021년)

자료 : 한국에너지공단 홈페이지

2. 분산에너지 활성화 특별법 진행 경과

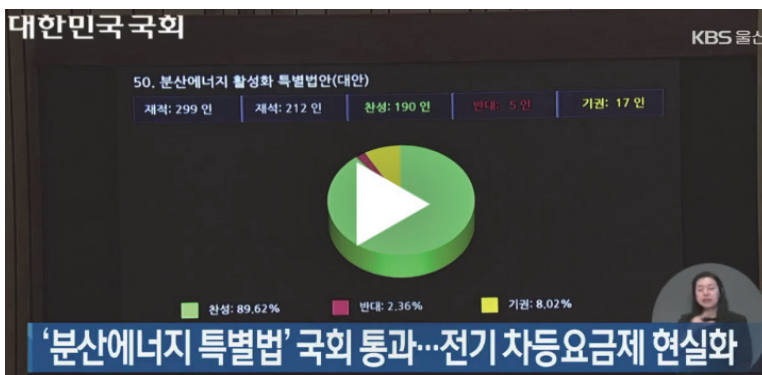
- 분산에너지 특별법은 23년 5월 국회에서 열린 본회의에서 ‘분산에너지 활성화 특별법안’이 심의 및 의결되면서 국회를 통과



[그림 2-6] 분산에너지 활성화 추진전략

자료 : 산업통상자원부(2021.06.30.), 분산에너지 활성화 추진전략

- 최초 발의 후 최초 분산에너지 범주에 ‘중소형 원자력 발전사업’이 추가되고 ‘지역별 전기요금 차등제’ 조항이 추가



[그림 2-7] ‘분산에너지 특별법’ 국회 통과

자료 : KBS뉴스(2023.05.25.)

- ‘분산에너지 활성화 특별법안’의 경우 법안을 공포한 후 1년이 경과한 날부터 시행된다고 여유를 두어 1년 뒤인 내년 6월 14일부로 시행됨
- 산업통상자원부는 국회에서 심의된 법안의 시행령 및 시행규칙을 구성하고 법률 전문가 자문 등의 과정을 거쳐 법령의 정합성 검토 및 하위 고시안을 마련할 계획
- 산업부는 해당 법안을 통해 다음과 같은 지역 단위의 전력수요·공급을 일치하는 분산형 모델이 확립될 것으로 기대
 - 전력계통영향평가
 - 분산에너지 특화지역
 - 분산에너지 설치 의무제도
- ‘분산법 제정과 집단에너지 발전 방향’ 세미나 등 여러 세미나 및 포럼에서 분산법에 대한 논의가 활발히 이루어지고 있음



[그림 2-8] 분산법 제정과 집단에너지 발전 방향에 관한 세미나

자료 : 투데이에너지(2023.06.30.)

2절. 분산에너지 활성화 특별법 주요 내용

1. 분산에너지 활성화 특별법 세부 내용

○ 분산에너지법 제1조(목적)

- 이 법은 분산에너지 활성화를 위한 기반 조성 및 분산에너지 확대에 필요한 사항을 정함으로써 에너지 관련 첨단기술 활용을 통하여 분산 에너지를 활성화하고 에너지공급의 안정을 증대하여 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 함
- 해당 조항을 통해 분산에너지의 중요성을 인식하고 이를 활성화하기 위하여 해당 법이 제정되었음을 확인할 수 있음

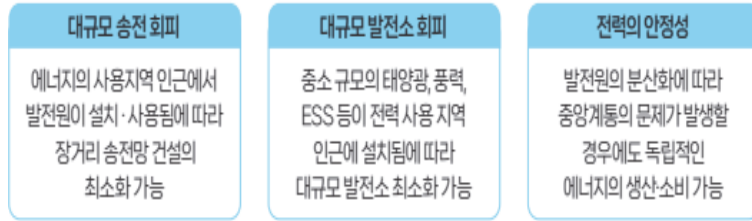
○ 분산에너지법 제2조(정의)

[표 2-2] 분산에너지법 제2조 (정의)

제2조 (이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다)	
제2조 1항	“분산에너지”란 에너지를 사용하는 공간·지역 또는 인근지역에서 공급하거나 생산하는 에너지로서 대통령령으로 정하는 일정 규모 이하의 에너지를 말한다.
제2조 2항	“분산에너지사업”이란 분산에너지를 공급하는 사업으로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사업을 말한다.
제2조 9항	“전력계통영향평가”란 일정 규모 이상의 전기사용시설의 설치, 공동주택단지의 건설 등에 따라 「전기사업법」 제2조제14호에 따른 전력계통(이하 “전력계통”이라 한다)에 미치는 영향을 조사·예측·평가하여 전력공급 안정에 위협한 영향을 회피하게 하거나 제거 또는 감소시킬 수 있는 방안을 마련하는 것을 말한다.
제2조 10항	“분산에너지특화지역”이란 제36조에 따라 지정·고시된 지역을 말한다. 다만, 구역전기 공급구역(「전기사업법」 제2조제12호에 따른 구역전기사업자가 전기를 공급하는 특정한 구역을 말한다. 이하 이 호에서 같다)의 일부가 분산에너지특화지역에 포함되는 경우에는 해당 구역전기 공급구역 전체를 포함한다.

자료 : 국가법령정보센터(분산에너지 활성화 특별법)

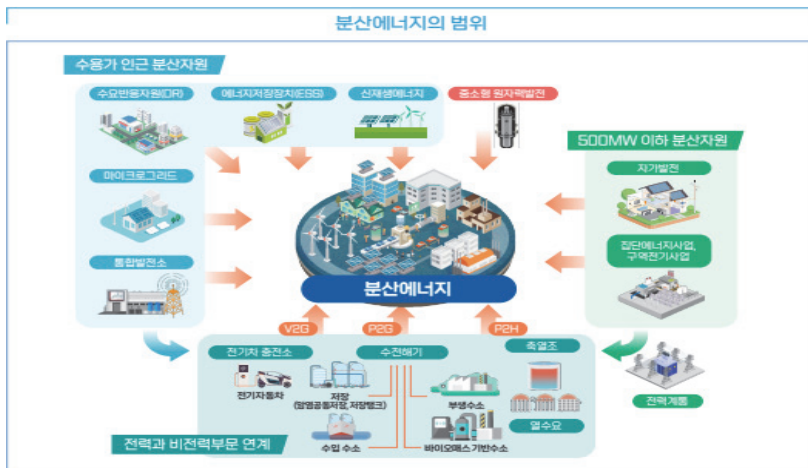
- 분산에너지는 에너지를 사용하는 공간, 지역 또는 인근지역에서 공급하거나 생산하는 에너지를 말하고 이는 대통령령으로 정해진 일정규모 이하의 에너지에 해당



[그림 2-9] 분산 에너지 기대효과

자료 : 한국에너지공단 홈페이지

- 전지사업법상 분산형 전원을 발전설비용량 40MW 이하의 발전설비 및 발전설비용량 500MW이하의 집단에너지설비 등으로 정의하고 있기에 분산에너지법에서의 분산에너지의 대한 정의도 비슷한 방식으로 정의할 예정이며 이러한 분산에너지를 공급하는 사업에 대해 분산에너지사업으로 정의
- 분산에너지사업의 범주에 대해 크게 중소형 원자력 발전사업(SMR), 분산에너지 통합 발전소 사업(VPP), 연료전지발전사업, 수소발전사업, 저장전기판매사업, 재생에너지전기공급사업(PPA), 소규모전력증개사업 등을 포함



[그림 2-10] 분산에너지의 범위

자료 : 한국에너지공단 홈페이지

- 분산에너지 통합발전소(VPP)는 특별법 2조에서 정의한 것처럼 소규모 분산에너지를 ICT기술을 이용해 통합제어하여 거래하는 제도를 의미

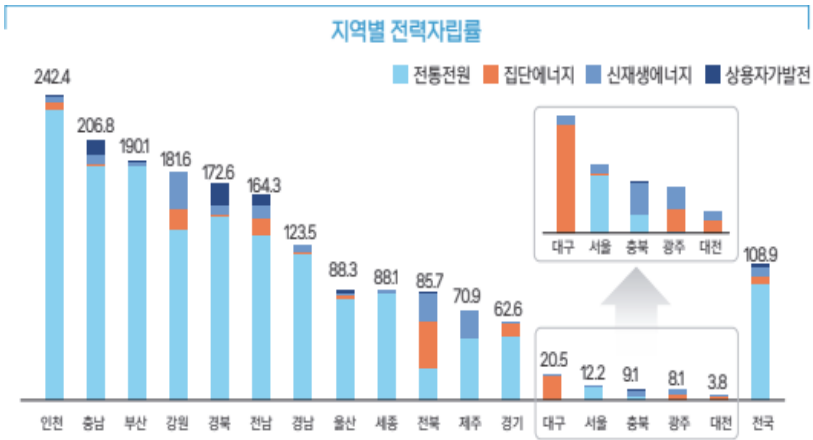


[그림 2-11] 통합 발전소(VPP) 운영방식

자료 : 한국에너지공단 홈페이지

○ 분산에너지법 제13조-제15조 (설치의무)

- 전력다소비 개발사업 혹은 공장 및 건축물 소유자에게 지역별 전력자립률에 따라 차등적으로 분산에너지 설치의무를 부여



[그림 2-12] 분산에너지의 범위

자료 : 한국에너지공단 홈페이지

- 의무설치자는 대통령령에 의해 분산에너지 설치의무 대상자로 선정된

경우를 말하며 산업부장관은 대통령령에 의해 의무설치량을 설정

- 의무설치량을 충족하지 못할 시 의무설치자에게 과징금이 부과

1. 「건축법」 제2조제2호에 따른 건축물로서 대통령령으로 정하는 일정규모 이상의 에너지를 사용하는 신축 또는 대수선하는 건축물의 소유자

2. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 자

- 가. 「택지개발촉진법」 제7조에 따른 택지개발사업의 시행자
- 나. 「도시개발법」 제11조에 따른 도시개발사업의 시행자
- 다. 「혁신도시 조성 및 발전에 관한 특별법」 제10조에 따른 혁신도시개발사업의 시행자
- 라. 「기업도시개발 특별법」 제10조에 따른 기업도시개발사업의 시행자
- 마. 「도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법」 제26조에 따른 도시재생사업의 시행자
- 바. 「첨단의료복합단지 육성에 관한 특별법」 제2조제1호에 따른 첨단의료복합단지의 관리자
- 사. 「혁신도시 조성 및 발전에 관한 특별법」 제2조제3호에 따른 혁신도시의 관리자
- 아. 「산업단지 및 개발에 관한 법률」 제2조제8호에 따른 산업단지의 관리자
- 자. 그 밖에 분산에너지 보급을 촉진하기 위하여 분산에너지 사용이 필요한 지역, 지구 등의 관리자

[그림 2-13] 분산에너지 설치의무 대상자

자료 : 국가법령정보센터(분산에너지 활성화 특별법)

[표 2-3] 분산에너지 활성화 특별법 제13조

제13조(분산에너지 사용량의 할당)	
1항	<p>산업통상자원부장관은 분산에너지를 활성화하고 에너지공급의 안정을 증대하기 위하여 필요하다고 인정하는 경우 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자 중 대통령령으로 정하는 자(이하 “의무설치자”라 한다)에게 해당 사업의 실시 또는 시설의 설치 전에 에너지사용량의 일정 비율 이상을 분산에너지로 사용하도록 분산에너지 설비 설치계획서를 제출하게 할 수 있다. 이 경우 산업통상자원부장관은 분산에너지 설비 설치계획서를 제출하여야 하는 지역(이하 이 조에서 “설치의무지역”이라 한다)을 정하여 고시할 수 있다.</p>
2항	<p>산업통상자원부장관은 의무설치자가 설치하여야 하는 분산에너지 설비 설치량(이하 “의무설치량”이라 한다) 및 설치의무지역을 지역별·연도별로 대통령령으로 정하는 바에 따라 정한다.</p>

자료 : 국가법령정보센터(분산에너지 활성화 특별법)

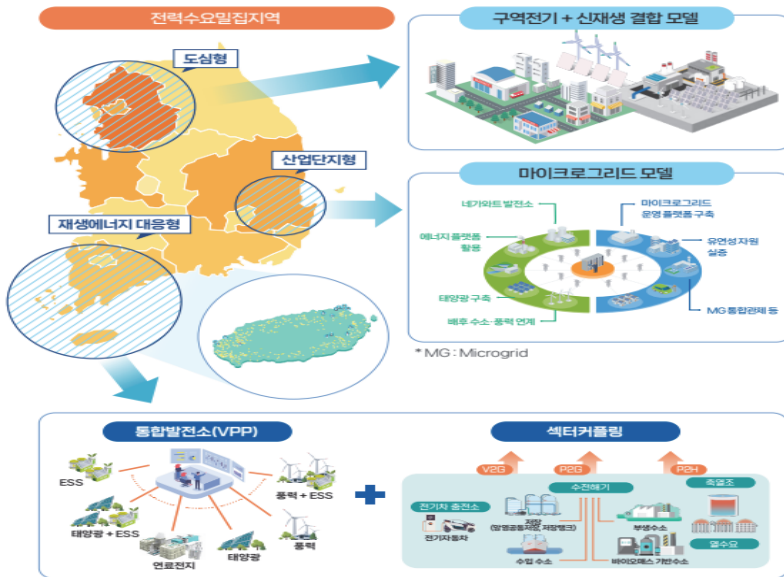
[표 2-4] 분산에너지 활성화 특별법 제15조

제15조(과징금의 부과·징수)	
1항	산업통상자원부장관은 의무설치량을 충족하지 못한 의무설치자에 대하여 그 부족분에 분산에너지 설비 설치단가의 100분의 150을 곱한 금액 이하의 과징금을 부과·징수할 수 있다.
3항	산업통상자원부장관은 제1항에 따른 과징금을 내야 할 자가 납부기한까지 내지 아니하면 가산금을 징수한다.
5항	제1항에 따른 과징금과 제3항에 따른 가산금은 「전기사업법」 제48조에 따른 전력산업기반기금의 수입으로 한다.
6항	산업통상자원부장관은 제1항에 따른 과징금과 제3항에 따른 가산금을 내야 할 자가 납부기한까지 내지 아니하면 국세 강제징수의 예에 따라 징수한다.

자료 : 국가법령정보센터(분산에너지 활성화 특별법)

2. 지역별 전기요금 차등제

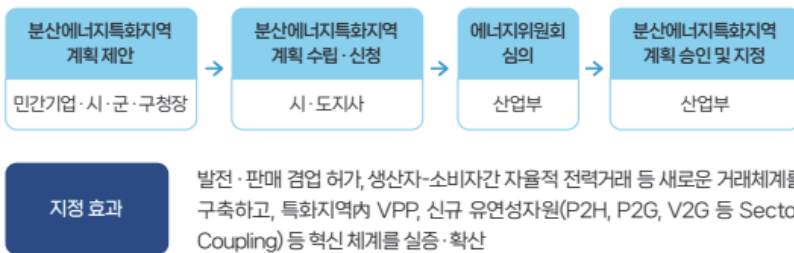
- 분산에너지 비중이 높은 지역 등을 특화지역으로 지정하고 VPP, 전력 거래특례 등 혁신제도를 통해 미래형 전력 시스템 구축을 위한 기반을 마련



[그림 2-14] 분산에너지 특화지역 모델

자료 : 한국에너지공단 홈페이지

- 분산에너지 특화지역으로 지정 시 특화지역 내에서는 분산에너지사업자가 전기사용자에게 직접적으로 전기 공급이 가능



[그림 2-15] 분산에너지 특화지역의 지정절차 및 효과

자료 : 한국에너지공단 홈페이지

- 이는 기존의 재생에너지전기공급사업(직접PPA)와 함께 전력시장을 통한 전력거래 원칙의 예외로서 인정되는 직접판매 구조이며 다양한 사업 기회창출이 기대

[표 2-5] 분산에너지 특화지역에 관한 조항

분산에너지특화지역 지정		
제 3 조	1항	분산에너지특화지역으로 지정받으려는 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사·특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다)는 제35조에 따른 분산에너지특화지역계획을 수립하여 산업통상자원부장관에게 분산에너지특화지역 지정을 신청하여야 한다.
	2항	분산에너지특화지역 지정신청에 관한 절차 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
제 6 조	1항	산업통상자원부장관은 제33조제1항에 따라 분산에너지특화지역의 지정신청을 받은 경우 그 내용을 관계 중앙행정기관의 장에게 통보하여야 한다.
	3항	산업통상자원부장관은 제2항에 따른 관계 중앙행정기관의 장의 의견을 고려하여 에너지위원회의 심의·의결을 거쳐 분산에너지특화지역계획을 승인하고 분산에너지특화지역을 지정할 수 있다.
	4항	산업통상자원부장관은 제3항에 따라 분산에너지특화지역계획을 승인하고 분산에너지특화지역을 지정한 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 그 내용을 관보에 고시하고, 이를 신청한 시·도지사에게 통보하여야 한다. 이 경우 지형도면의 고시 등에 관하여는 「토지이용규제 기본법」 제8조에 따른다.

자료 : 국가법령정보센터(분산에너지 활성화 특별법)

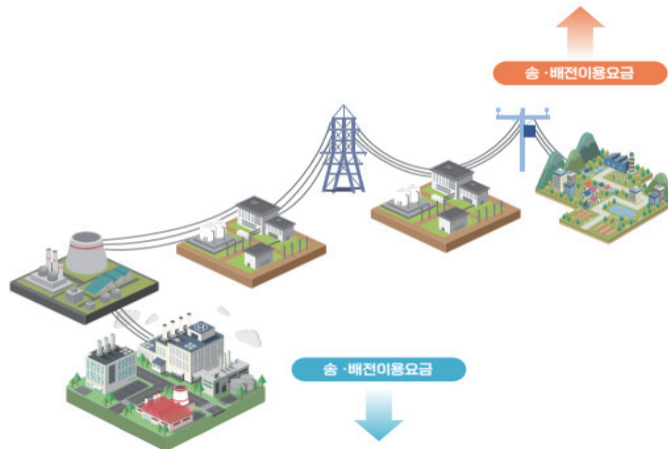
- 전력거래구조 선진화의 촉진에 대하여 분산형 전원을 통한 직접전력거래는 수요지 중심의 전력공급 활성화를 통해 긍정적인 영향을 기대 가능
- 분산에너지 특화지역 지정과 함께 전력거래에 있어 지역별로 요금에 차등을 두는 전기요금 차등제에 관한 조항 또한 해당 특별법에 포함
- 지역별 전기요금 차등제는 전기 생산 및 소비의 불균형을 해결할 수 있기에 안정적인 전력 수급과 함께 전기적 자립을 할 수 있는 중요한 요소로 작용

[표 2-6] 지역별 전기요금 차등제에 관한 조항

지역별 전기요금 차등제에 관한 조항	
제 43 조	1항 분산에너지특화지역 내에 발전설비를 설치한 분산에너지사업자는 「전기사업법」에도 불구하고 분산에너지특화지역 안에서 같은 법 제2조제13호에 따른 전력시장(이하 이 조에서 “전력시장”이라 한다)을 거치지 아니하고 직접 전기사용자에게 전기를 공급할 수 있다. 이 경우 요금과 그 밖의 공급조건 등을 개별적으로 협의하여 계약할 수 있다.
	4항 전기판매사업자는 제2항의 거래에 따른 전기요금과 그 밖의 거래조건에 관한 사항을 내용으로 하는 약관을 작성하여 산업통상자원부장관의 인가를 받아야 한다. 이를 변경하는 경우에도 또한 같다.
제45조	전기판매사업자는 국가균형발전 등을 위하여 「전기사업법」 제16조제1항에 따른 기본공급약관을 작성할 때에 송전·배전 비용 등을 고려하여 전기요금을 달리 정할 수 있다.

자료 : 국가법령정보센터(분산에너지 활성화 특별법)

- 해당 조항을 통해 전기판매사업자는 지역 내 계통 상황을 반영하여 송전 및 배전비용을 고려한 지역별 차등요금을 정할 수 있고 이를 바탕으로 전력 소비 및 생산의 불균형 문제에 대한 해결점을 찾을 수 있다

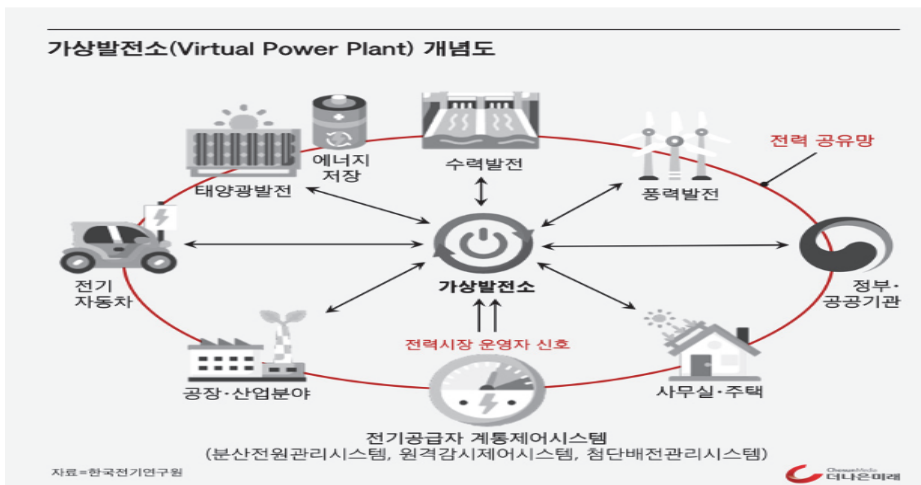


[그림 2-16] 지역별 전기요금 차등 모델

자료 : 한국에너지공단 홈페이지

4. 분산에너지법의 주요 시사점 및 주요 개선점

- 분산에너지법의 경우 통합 발전소 사업을 분산에너지사업의 한 종류로 보고 있고 개정 전기사업법에서는 분산에너지를 이용한 통합발전소사업 관련 제도를 도입
- 통합발전소사업자는 전력시장 입찰을 통해 용량요금 등을 지급받고 이를 통해 새로운 사업기회를 창출 할 것으로 예상
- 재생에너지발전에 대해 제기되는 간헐성 문제도 분산형전원을 하나로 모아 전력시장에서 거래하는 가상발전소(Virtual Power Plant) 사업을 통해 해소할 수 있을 것으로 기대



[그림 2-17] 가상발전소(Virtual Power Plant) 개념도

자료 : 더나은미래(2023.01.18.)

- 의무설치자에 해당하는 사업자의 경우 해당사업의 에너지사용량 중 의무설치량 이상을 분산에너지로 사용해야 하므로 경제적 부담이 예상됨
- 분산에너지법 제정으로 일정규모 이상의 전기를 사용하는 사업자는 전력계통 영향평가를 실시하게 되는데 이때 소규모 환경영향평가를 추가로 필요로 하는 경우가 발생
- 해당 두 평가를 주관하는 담당기관이 다르기에 담당기관의 차이에 따른 인허절차의 복잡함이 우려

○ 분산에너지특화지역 지정시 특화지역 내에서는 사업자가 사용자에게 직접 전기를 공급할 수 있고 이러한 예외적 직접판매구조는 다음과 같은 효과를 예상하고 전력거래 선진화를 앞당기는데 중요한 역할을 할 것으로 기대

- 다양한 사업 기회 창출
- 분산형전원을 통한 직접전력거래로 수요지 중심의 전력공급활성화
- 송배전망 사용의 효율성 증가



그림 7 | 직접PPA 전력거래 구조

[그림 2-18] 직접PPA 전력거래 구조

자료 : 전기저널(2022.08.04.)

○ 분산에너지 활성화를 위해 필요한 일부 조항이 초안에 포함되어 있었으나 결국 제외

- 분산편의 지원 조항 제외
- 조세의 감면에 대한 조항 제외
- 국유재산 및 공유재산의 대부·사용에 관한 조항 제외

○ 이러한 일부 조항의 제외에 대하여 하위법령 연구 및 시행령 제정을 하는 과정에서 사라진 조항으로 인한 문제들을 어떻게 해결할 것인가 중요

대전광역시 에너지 현황 검토

1절. 대전광역시 에너지 사용현황

2절. 대전광역시 에너지에 따른 온실가스
배출 현황

3장

3장 대전광역시 에너지 현황 검토

1절. 대전광역시 에너지 사용현황

1. 대전광역시 에너지 사용 통계

1) 전력 통계 현황

- 2021년 12월 31일 기준 대전광역시 전력 사용량은 9,748,621 MWh 이고 발전량은 182,000 MWh로 나타남
- 대전광역시 2021년 전력자립도는 1.87%로 전국 17개 시도 중 제일 낮은 수치임
- 대전광역시 최근 5년간 월별 에너지사용량은 주로 7~9월과 11-1월에 사용량이 늘어나는 것을 확인할 수 있음
 - 여름과 겨울철 난방 및 냉방에 의해 해당 월에 전력 소모가 증가
- 대전광역시 내 열병합발전소의 경우 총 3곳이 운영되고 있으며 연간 총 238,711MWh의 발전량을 보임
- 소형 태양광발전소의 경우 22년 기준 87개소가 운영 중임

[표 3-1] 대전광역시 전력 현황(2021년)

사용량(MWh)	발전량(MWh)	전력자립도(%)
9,748,621	182,000	1.87%

자료 : 대전시 내부자료(2023)

[표 3-2] 대전광역시 월별 전력 소비량

(단위 : MWh)

년도 월별	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
합계	9,648,828	9,415,699	9,405,213	9,748,621	8,428,412
1월	905,302	884,590	853,129	912,804	913,223
2월	885,432	814,190	830,839	847,141	872,520
3월	784,247	759,955	771,329	771,955	810,429
4월	752,264	753,138	720,330	751,324	779,501
5월	719,715	707,813	685,457	708,974	742,407
6월	758,538	732,298	756,236	774,709	793,086
7월	824,653	786,884	799,435	862,437	930,421
8월	979,932	898,970	851,834	965,782	972,990
9월	816,848	826,527	873,979	830,846	858,252
10월	694,831	728,259	729,618	754,358	755,583
11월	727,020	722,433	713,731	753,811	
12월	800,046	800,642	819,296	814,480	

자료 : 대전시 내부자료(2023)

[표 3-3] 대전광역시 열병합발전소 현황

발전소명 (운영사)	발전설비용량 (MW)	연간발전량 (MWh)	열생산량 (Gcal)
계	190.38	238,711	1,128,067
대전열병합발전 (주)CNCITY에너지	117	76,717	860,461
학하 CES (CNCITY에너지)	25.08	56,783	52,070
서남부(도안)발전 (LH 한국토지주택공사)	48.3	105,211	215,536

자료 : 대전시 내부자료(2023)

[표 3-4] 대전광역시 소형 태양광발전소 현황

구분	계	2022년	2021년	2020년	2019년	2018년
개소	713	87	99	93	93	341
용량(kW)	68,512	9,597	8,016	10,249	7,342	33,308

자료 : 대전시 내부자료(2023)

2) 가스 통계 현황

- 도시가스 보급률의 경우 대덕구가 99.8%로 제일 보급률이 높으며 중구가 90.8%로 제일 낮음
- 대전시 내 도시가스 공급업체 현황으로 총 7곳이 있으며 유성구에 3곳 동구에 2곳 중구와 대덕구에 각각 1곳이 있음
- 고압가스 충전소 및 판매소의 경우 총 636곳이 있으며 유성구가 322곳으로 제일 많으며 동구가 33곳으로 제일 적음
- 수소차의 경우 총 1,161대가 보급된 것으로 파악되며 민간 소유가 1,149대로 제일 많고 수소 버스의 경우 34대가 운영 중에 있음
- 수소 충전소의 경우 총 8곳이 대전 내에 분포해있으며 공공 충전소의 경우 3곳 민간충전소는 4곳이 운영 중에 있음

[표 3-5] 대전광역시 도시가스 보급률 현황

구분	계(%)	동구	중구	서구	유성구	대덕구
보급률(%)	95.5	95.5	90.8	97.3	94.1	99.8
연장(km)	1,705	295	301	433	418	258

자료 : 대전시 내부자료(2023)

[표 3-6] 대전광역시 도시가스 공급업체 현황

구분	계	동구	중구	서구	유성구	대덕구
계	7	2	1		3	1
도시가스(CNCITY에너지)	1		1			
CNG 충전소	CNCITY에너지(주)	5	1		3	1
	한국가스공사	1	1			

자료 : 대전시 내부자료(2023)

[표 3-7] 대전광역시 고압(LPG)가스 충전소 및 판매소 현황

구분	계	동구	중구	서구	유성구	대덕구
계	636	33	41	45	322	195
LPG 충전소	47	6	9	6	9	17
LPG 판매소	65	12	8	8	12	25
고압가스 판매소	31	3	3	1	4	20
고압가스 저장소	69		2	4	43	20
고압가스 일반제조	75				57	18
고압가스 냉동제조	349	12	19	23	197	95

자료 : 대전시 내부자료(2023)

[표 3-8] 대전광역시 수소차 보급현황

구분		계	2019년	2020년	2021년	2022년
수소 승용차	계	1,161	202	302	357	300
	민간	1,149	197	299	355	298
	공공기관	4	0	2 (한국가스기술공사)	1 (한국수력원자력)	1 (한국가스기술공사)
	공용	8	5(분청사업소)	1(대덕구)	1(회계과)	1(회계과)
버스		34	0	0	8	26

자료 : 대전시 내부자료(2023)

[표 3-9] 대전광역시 수소충전소 보급현황

구분	충전소명	주소	운영자	수소공급업체	운영개시	비고
공공	① 학하	유성구 유성대로 437	대전도시공사	덕양	'19.05.20.	1기
	② 신대	대덕구 신탄진로 315번길 437	대전도시공사	덕양	'21.10.20.	2기
	③ 낭월	동구 금산로 455	대전도시공사	덕양	'22.05.30.	2기
민간	④ 중도가스	동구 대전로 295	중도가스	현대글로벌비스	'21.01.22.	1기
	⑤ 신탄진	대덕구 산업단지 29	하이넷	하이넷출하센터	'21.01.19.	1기
	⑥ 자운대	유성구 자운로 62	하이넷	하이넷출하센터	'21.10.26.	2기
	⑦ 현충원	유성구 현충원로 168	린데	린데	'22.04.04	1기
	⑧ 맘모스	중구 대전천서로 767	하이넷	하이넷	'22.09.21.	1기

자료 : 대전시 내부자료(2023)

3) 석유 등 기타 통계 현황

- 대전시 석유 판매소의 경우 총 971개소가 운영 중에 있으며 유성구가 395곳으로 제일 많이 운영 중이며 동구가 97곳으로 제일 적게 운영 중에 있음
- 연탄 보급현황으로는 두 곳이 연탄 보급을 진행하고 있고 흥진에너지의 경우 5,339,643개, 대한연탄의 경우 1,039,640개를 보급함

[표 3-10] 대전광역시 석유 판매소 현황

구분	계	동구	중구	서구	유성구	대덕구
계	971	97	100	99	395	280
일반대리점	7	1	1	1	3	1
주요소	242	35	41	45	60	61
일반판매소	64	23	15	8	2	16
용제판매소	2	1	0	0	0	1

자료 : 대전시 내부자료(2023)

[표 3-11] 대전광역시 연탄 보급현황

업체명	생산량(개)
계	6,379,283
(주)흥진에너지	5,339,643
(주)대한연탄	1,039,640

자료 : 대전시 내부자료(2023)

2. 전력사용 상세 현황

1) 전력자립도 현황

- 2021년 12월 기준 대전광역시의 전력자립도는 1.87%임
 - 전력자립도 = 전력생산량(182GWh)/전력소비량(9,749GWh)
- 17개 시도 중 인천광역시가 242.99%로 전력자립도가 제일 높고 그 뒤로 227.92%로 충청남도가 두 번째로 높으며 대전광역시의 경우 제일 낮은 1.87%로 나타남
- 전국 평균 전력자립도는 108.13%으로 대전광역시의 경우 전력자립도가 매우 떨어짐을 확인

[표 3-12] 전국 17개 시도 전력자립도 현황

구 분	인천	충남	부산	전남	경북	강원	경남	울산
자립도 (%)	242.99	227.92	191.54	184.67	183.88	182.19	122.81	93.78
세종	제주	전북	경기	대구	서울	충북	광주	대전
87.94	69.76	66.65	61.62	18.21	11.30	7.76	7.18	1.87

자료 : 에너지경제연구원(2021) ※전국평균 108.13%

2) 대전광역시 전략 발전 및 사용 현황

- 대전광역시 원별 발전현황으로는 화력(열병합) 발전과 재생에너지를 통한 발전을 진행하고 있음
- 열병합발전의 경우 해마다 감소하는 추세를 보이며 '22년 기준 최근 5년간 최저치인 159,129MW를 기록
- 재생에너지발전은 반대로 해마다 증가하는 추세를 보이며 '22년 기준 최고치인 104,260MW를 기록

[표 3-13] 대전광역시 원별 발전현황

(단위 : MW)

구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	비고
합계	241,860	222,487	179,232	176,474	159,129	'22.10월말 기준
화력(열병합)	214,764	187,301	179,232	176,475	159,129	
재생에너지	27,096	35,186	45,436	55,701	104,260	

자료 : 대전시 내부자료(2023)

- 열병합 발전의 경우 대전시에서 총 3곳의 발전소가 운영중에 있음
- '22년 기준 도안서남부 발전소에서 85,278MW로 제일 많은 발전량을 보였고 학하CES는 23,798MW로 3곳중 제일 적은 발전량을 보임
- 최근 5년간 대전시 열병합 발전은 '20년도까지 감소하다 '21년도부터 다시 증가하는 추세
- 월별 발전량의 경우 12~2월 겨울철 발전량이 높은 점을 확인할 수 있고 '22년도의 경우 4월엔 발전량이 0으로 최저를 기록

[표 3-14] 대전광역시 열병합(화력)발전 현황

(단위 : MW)

구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
합계	214,764	187,301	179,232	176,474	159,129
대전열병합	65,618	44,207	32,000	50,858	50,053
도안서남부	89,773	88,600	90,363	75,472	85,278
학하CES	59,373	54,494	56,869	50,144	23,798

자료 : 대전시 내부자료(2023)

[표 3-15] 대전광역시 최근 5년간 월별 열병합(화력)발전 현황

구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
합계	65,618	44,207	32,000	50,858	50,053
1월	25,350	17,252	17,857	21,225	18,532
2월	22,563	13,320	4,824	12,644	19,327
3월	7,047	1,571	0	3,277	6,220
4월	0	0	0	0	0
5월	0	0	0	0	159
6월	0	0	0	64	671
7월	784	0	0	1,206	949
8월	133	245	221	0	1,475
9월	0	0	0	92	1,263
10월	0	0	0	394	557
11월	0	89	0	129	900
12월	9,741	11,729	9,098	11,826	

자료 : 대전시 내부자료(2023)

- 재생에너지 발전의 경우 대전시 5개의 구에서 모두 증가하는 추세를 보임
- 유성구의 경우 '22년 기준 발전량이 급증하는 추세를 보였고 또한 해당 연도 68,783MW로 제일 많은 발전량을 보임
- 대덕구는 유성구의 뒤를 이어 두 번째로 많은 발전량인 21,740MW의 에너지를 생산하였으며 마찬가지로 발전량이 계속하여 증가하는 추세를 보임

[표 3-16] 대전광역시 지역별 재생에너지 발전현황

(단위 : MW)

구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
합계	27,096	35,186	45,436	55,701	104,260
동구	3,673	3,637	4,000	4,512	5,612
중구	2,044	2,682	2,801	3,138	3,343
서구	2,266	2,730	3,612	4,485	4,827
대덕구	8,195	10,997	13,909	16,993	21,740
유성구	10,918	15,140	21,114	26,573	68,738

자료 : 대전시 내부자료(2023)

- 대전광역시 전력 사용량은 폭염 등의 영향으로 가정용 전력 사용에 따른 변동이 크며 코로나19인 2020년 이후 지속적인 증가 추세

[표 3-17] 대전광역시 전력 사용현황

(단위 : MW)

구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	비고
연도별	9,648,827	9,415,699	9,405,219	9,748,621	8,428,412	'22.10월 말 기준

자료 : 대전시 내부자료(2023)

- 지역별로 나누어 보았을 때 '22년 기준 유성구가 3,170,717MW로 제일 많은 전력 사용량을 보였고 그 뒤를 대덕구가 2,764,797MW의 사용량을 보임
- 동구의 경우 927,510MW로 대전시 내 최저 사용량을 보임

[표 3-18] 대전광역시 지역별 전력 사용현황

(단위 : MW)

구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	비고
합계	9,648,827	9,415,698	9,405,221	9,748,620	-	
동구	932,638	916,232	897,708	927,510	-	
중구	996,367	973,212	956,550	966,804	-	
서구	1,903,879	1,875,654	1,868,623	1,918,792	-	
대덕구	2,782,318	2,746,633	2,710,064	2,764,797	-	
유성구	3,033,625	2,903,967	2,972,276	3,170,717	-	

자료 : 대전시 내부자료(2023)

- 대전시 전력 사용량의 용도중 일반용 전기사용량이 전체 사용량의 37.2%로 제일 많은 비중을 차지하며 교육용 전기사용량은 전체 사용량의 4.10%로 제일 적은 비중을 차지함

[표 3-19] 대전광역시 용도별 전력 사용현황

(단위 : MW)

년도 용도별	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	비율
총계	9,648,827	9,415,669	9,405,221	9,748,621	-	100%
가정용	2,062,320	2,025,701	2,110,433	2,190,246	-	21.9%
산업용	3,315,293	3,139,380	3,134,046	3,208,934	-	33.5%
일반용	3,520,001	3,531,586	3,505,924	3,664,414	-	37.2%
교육용	408,701	400,027	362,497	404,1089	-	4.1%

자료 : 대전시 내부자료(2023)

2절. 대전광역시 에너지에 따른 온실가스 배출 현황

1. 대전광역시 온실가스 배출량

- 지역의 활동자료를 토대로 온실가스종합정보센터에서 산정한 지역 온실가스 통계는 직접배출량(에너지, 산업공정, 농업, LULUCF, 폐기물)과 간접배출량(전기, 열, 폐기물)으로 구분하여 산정함
- 지자체의 간접배출량은 전기, 열, 폐기물 분야로 구분되는데 간접배출량의 폐기물 부문은 폐기물 발생량 기준으로 산정하며, 직접배출량은 폐기물 처리량 기준으로 산정함
- 본 연구에서의 간접배출량은 직접배출량의 폐기물 배출량과 중복될 수 있는 폐기물 배출량을 제외한 전기과 열에 의한 배출량만 검토함
- 대전광역시의 2020년 온실가스 총배출량은 5,642.23 ktCO₂eq.(LULUCF 제외한 직접배출량)으로 2018년 6,323.27 ktCO₂eq. 이후 점차 감소하는 추세를 보임
- 간접배출량은 전기 및 열 사용량 활동자료를 기반으로 산정되며, 2020년 전력 부문 간접배출량은 3,869.74 ktCO₂eq. 이며, 열 부문 간접배출량은 119.99 ktCO₂eq.로 조사됨
 - 상업/공공 부문의 배출량은 총 2,082.84 ktCO₂eq.(52.2%)이며, 가정 부문의 배출량은 총 932.62 ktCO₂eq.(23.4%)로 온실가스 간접배출량의 75% 이상을 차지함

[표 3-20] 대전광역시 온실가스 직접배출량

(단위 : ktCO₂eq.)

구분		2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
에너지산업		344.38	345.97	292.79	239.06	252.80
제조업 및 건설업		445.85	476.12	569.16	805.54	663.03
수송		2,775.39	2,740.33	2,718.75	2,778.37	2,618.97
기타	상업/공공	467.73	465.02	474.69	449.89	408.45
	가정	912.33	927.78	951.41	909.61	924.54
	농업/임업/어업	2.87	2.55	2.90	2.07	3.37
미분류		198.81	27.03	33.81	35.77	26.29
탈루	석유 및 천연가스	19.13	20.13	21.29	20.78	20.38
산업공정 및 제품 생산		80.06	67.49	76.62	70.92	69.19
농업		26.18	25.94	25.36	23.27	23.25
LULUCF ¹⁾		-325.67	-257.55	-189.00	-173.80	-176.04
폐기물		724.21	810.08	1,156.48	627.39	631.95
LULUCF 제외 합계		5,996.94	5,908.44	6,323.27	5,962.67	5,642.23

자료 : 온실가스종합정보센터(2023)

¹⁾LULUCF(Land Use-Land Use Change and Forestry) : 토지이용, 토지이용 변화 및 임업

[표 3-21] 대전광역시 온실가스 간접배출량

(단위 : ktCO₂eq.)

구분		2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	
전력	에너지산업	0.50	7.88	7.39	6.10	5.62	
	제조업 및 건설업	1,223.23	1,268.28	1,227.63	1,063.29	940.63	
	수송	15.35	17.23	17.45	16.59	14.36	
	기타	상업/공공	2,307.07	2,368.33	2,484.22	2,307.48	2,065.77
		가정	903.61	909.85	960.99	882.19	829.82
		농업/임업/어업	13.11	13.91	15.61	14.78	13.54
	미분류	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
열	에너지산업	0.70	0.29	0.00	0.05	0.13	
	제조업 및 건설업	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	수송	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	기타	상업/공공	13.61	16.09	19.61	18.61	17.07
		가정	98.65	112.45	124.61	107.18	102.80
		농업/임업/어업	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	미분류	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

자료 : 온실가스종합정보센터(2023)

2. 대전광역시 에너지 부분 온실가스 배출량

- 대전광역시의 온실가스 총배출량을 에너지 부분과 비에너지 부분으로 구분하여 다음과 같이 정리함
- 2020년의 에너지 부분 용도별 온실가스 배출 비율은 수송 부문이 29.6%로 가장 높게 나타났으며, 상업/공공 28.0%, 산업 20.9%, 가정 20.8% 순으로 나타남
- 가정 및 상업/공공 부문의 경우 온실가스 배출 대부분이 건물에서 발생하므로, 에너지 부문 배출량 중 건물 부문 배출량이 가장 큰 비율(48.8%)을 차지하고 있음

[표 3-22] 대전광역시 온실가스 배출량 세부 현황

(단위 : ktCO₂eq.)

구분		2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
에너지	가정	1,914.59	1,950.08	2,037.01	1,898.98	1,857.16
	상업/공공	2,788.41	2,849.44	2,978.52	2,775.98	2,491.29
	산업	2,014.66	2,098.54	2,096.97	2,114.04	1,862.21
	수송	2,790.74	2,757.56	2,736.20	2,794.96	2,633.33
	기타	233.92	63.62	73.61	73.40	63.58
	합계	9,742.32	9,719.24	9,922.31	9,657.36	8,907.57
비에너지	산업공정	80.06	67.49	76.62	70.92	69.19
	AFOLU ¹⁾	26.18	25.94	25.36	23.27	23.25
	폐기물 ²⁾	724.21	810.08	1,156.48	627.39	631.95
	합계	830.45	903.51	1,258.46	721.58	724.39

자료 : 온실가스종합정보센터(2023)

¹⁾AFOLU(Agriculture, Forestry and Other Land Use) : 농업, 임업 및 기타 토지이용

²⁾폐기물 부문 배출량은 국가 온실가스 통계 현행 기준에 따라 직접배출량만 인용함

분산에너지 대처 상황 사례

1절. 국내 분산에너지 대처 상황 사례

2절. 해외 분산에너지 대처 상황 사례

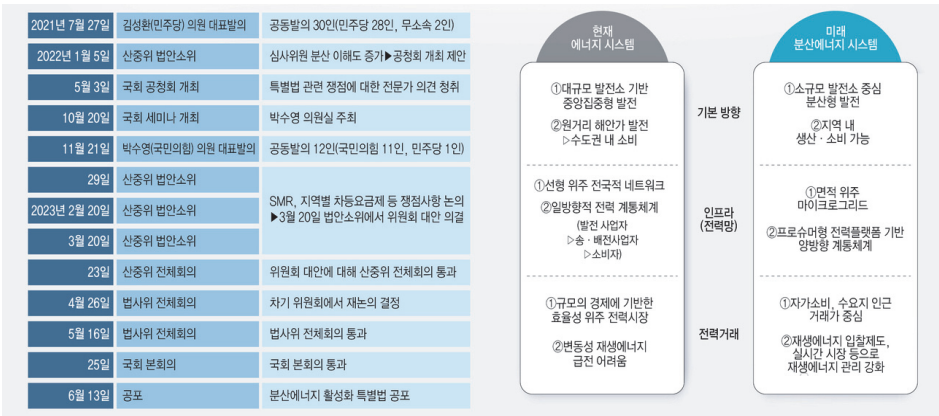
4장

4장 분산에너지 대처 상황 사례

1절. 국내 분산에너지 대처 상황 사례

1. 분산에너지법

1) 법 제정의 목적 및 기대



[그림 4-1] 분산에너지 특별법 입법 경과(산업부)

- 2023년 5월 분산에너지 활성화 특별법(분산에너지법)이 국회 통과되어 6월 제정 후, 1년간의 유예기간을 거쳐 2024년 6월부터 시행
- 에너지공급 안전성 제고 및 국민경제 발전을 목표로 중앙집중형 전력 시스템의 한계를 극복하고 에너지를 소비지 근처에서 생산함으로써 지역간 불평등을 완화하여 갈등을 해소하고 짧은 운송 거리에 의한 전송 손실을 줄이고자 하는 취지
- 실행과제는 지역 에너지자립을 위해서 어떤 에너지원을 선택할 것인가 문제인데, 제2조 2항의 “분산에너지” 범위에 “중소형원자력발전사업”이 포함되어 있어 SMR(소형모듈원자로)을 지원하고 활성화하는 법이 될 수 있는 소지가 있음

- 분산에너지법에 신재생에너지를 포함할 경우 태양광 입지가 상대적으로 좋은 호남 등에 태양광 설치가 늘게 되어 추가의 송배전 선로 증설이 필요함
- 대규모 영업 손실을 기록 중인 한전이 감당하기에 어려운 상황을 초래할 수 있어, 현실적으로는 계통에 부담을 주는 전력 소비처를 각지로 분산하는 전력 수요의 분산 정책을 통하여 기존 설비의 효율적 활용에 중점을 둘 필요가 있음

2) 에너지 시스템 비교

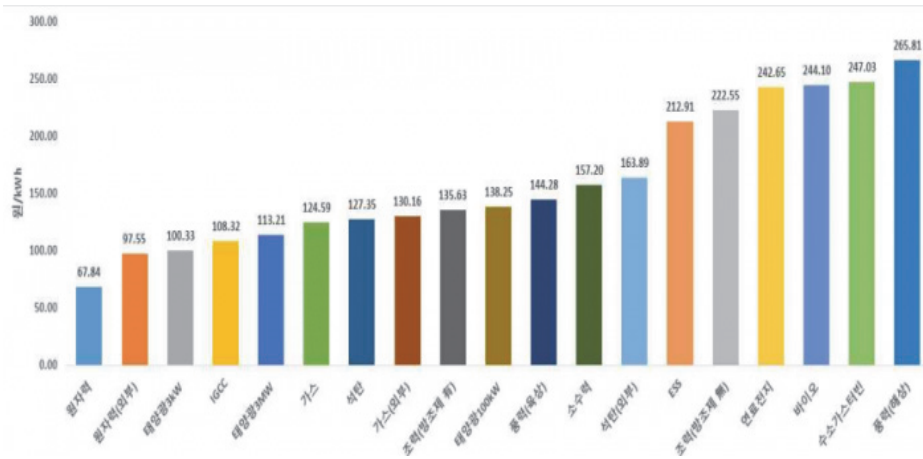
	분산에너지	기존 에너지 시스템
기본 방향	-소규모 발전소 중심의 분산형 발전 -지역 내에서 에너지 생산·소비 가능	-대규모 발전소 기반의 집중형 발전 -원거리 해안가 발전 후 수도권서 소비
전력망	-면적 위주의 마이크로그리드 -양방향 계통 체계	-선형 위주의 전국적 네트워크 -일방향적 전력계통체계 (발전사업자→송배전사업자→소비자)
전력거래	-자가소비, 수요지 인근 거래 중심	-규모의 경제에 기반한 전력시장
에너지 분권	-중앙정부와 지방정부 간 협업	-중앙 정부 주도의 전력체계

[그림 4-2] 분산에너지와 기존 에너지 비교

자료 : 서울경제(2023.03.19.)

- 근래 선진국을 중심으로 탄소중립을 달성 수단으로 친환경적 분산에너지가 확대되고 있으며, 분산에너지는 대규모 발전소와 장거리 송전망을 필요로 하지 않음
- 물리적 공간 및 주민수용성을 포함한 입지 확보가 상대적으로 용이하고 대규모 인프라 구축 및 운영비용의 절감과 장거리 송배전 에너지 손실을 회피할 수 있음
- 다만, 재생에너지의 변동성과 간헐성에 따른 수요와 공급의 불일치가 전력계통 안정성을 저해할 소지가 있으므로 ESS와 같은 에너지저장이나 LNG 발전소와 같은 백업설비가 필요

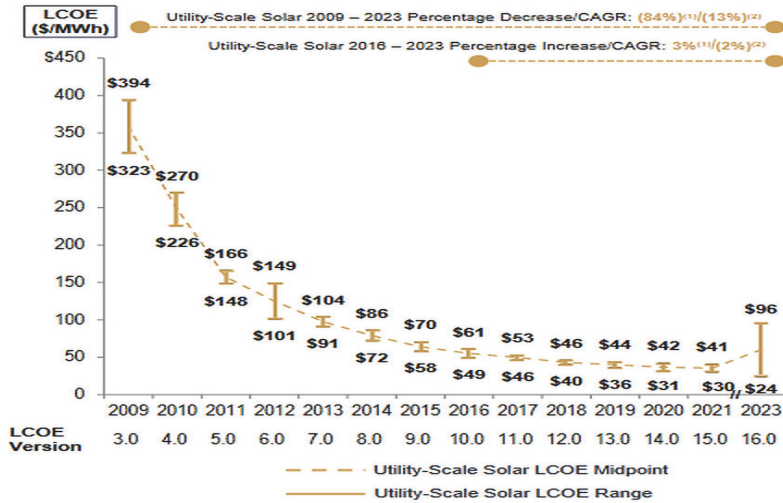
- 산업부는 “제10차 전력수급 기본계획(2022~2036년)” 초안에서 2036년까지 45조원 규모의 26.3 GW 백업설비 구축을 통하여 신재생 발전설비의 불가피한 출력 불안정성과 계통 주파수 하락 문제를 보완할 계획임
- 기존 중앙집중형 에너지 시스템은 규모의 경제를 통하여 효율성을 높이며 설비이용률도(연간 최대 발전 가능량 대비 실제 발전량 비율) 원전 80% 이상, 유연탄 화력발전 90% 이상 그리고 LNG 39%로 전체적으로 50~70%를 유지
- 반면, 재생에너지 기반의 분산에너지는 규모의 경제 효과를 기대하기 어렵고, 태양광은 약 15%(3.6시간/하루), 풍력은 약 20%(4.8시간/하루)의 낮은 설비이용률을 나타내는 문제가 있음



[그림 4-3] 국내 에너지원별 LCOE(한국자원경제학회)

- 에너지원별 균등화발전비용(LCOE, Levelized Cost of Energy)를 살펴보면 현재 국내에서 원전이 신재생에너지보다 더 저렴한 것으로 나타나지만 2030년에는 신재생에너지가 원전보다 가격경쟁력이 높아질 것으로 예상되고 있음
- 반면 신재생에너지의 투자와 비중이 높고 전기요금이 우리나라보다 높은 일부 선진국에서는 이미 신재생에너지 LCOE의 가격경쟁력이 매우 높은 상황

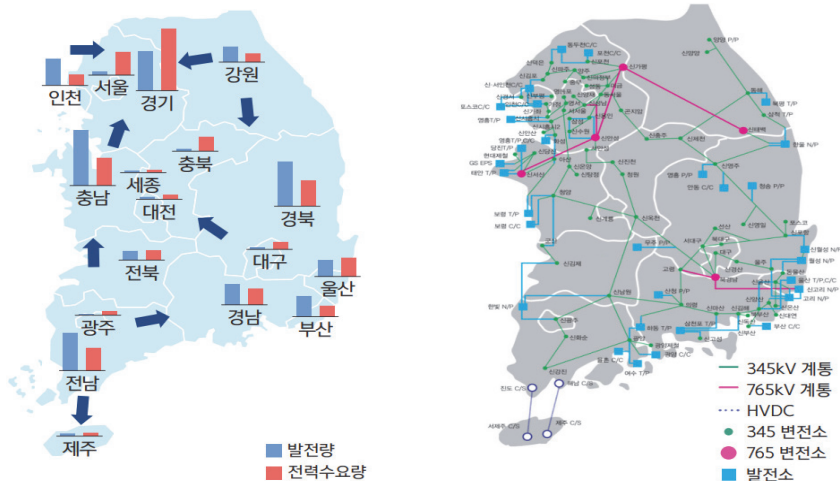
- 미국의 경우를 보면 이미 원전보다 낮은 LCOE를 보이고 있어 입지 문제나 방사성 폐기물을 고려할 때 향후 원전은 에너지원으로서 메리트가 가지지 못할 것으로 예상됨



[그림 4-4] US PV LCOE(pv magazine, 2023.04.14.)

2. 각 지역 분산에너지 현황

1) 분산에너지를 통한 2050 탄소중립 이행



[그림 4-5] 지역별 전력공급과 전력수요

자료 : 한국에너지공단 홈페이지

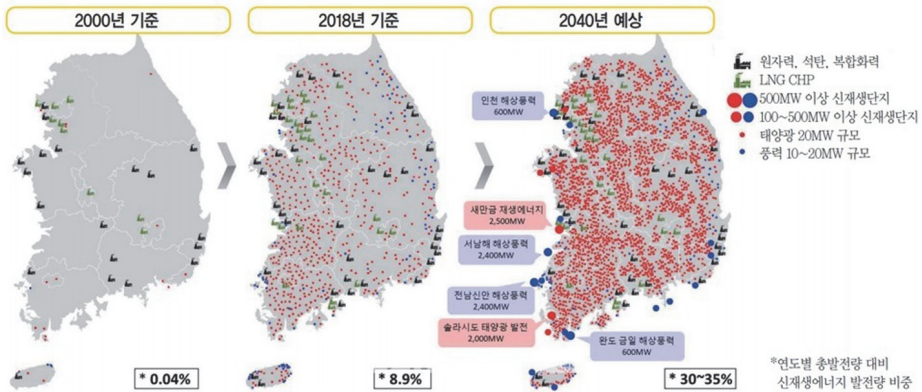
- 국내 지역별 에너지 자급율은 서울이 11% 정도인 반면, 전남은 185%로 상당한 불균형을 이루고 있는 형편으로 전력수요의 70%가 수도권에 집중되어 있고, 수도권 인구 비중은 갈수록 커지고 있어 2029년에는 80%대로 확대될 전망
- 지방소멸 등의 지역간 불균형은 더욱 커지게 될 상황에 직면해 있기 때문에 인구, 산업, 에너지, 공공 등의 지방 분산을 통하여 국가의 지방활성화와 국토균형발전이 시급
- 여기에 탄소중립 실행을 위해서는 화석연료 기반의 장거리 송배전 방식의 중앙집중식 에너지 공급으로는 한계가 있으므로 주도 분산에너지의 확산도 가속화될 필요가 있음
- 근래 제주도나 전남의 경우 태양광 및 풍력으로 발전한 전력을 저장 또는 송출하지 못해 발전을 강제로 중단하는 출력제한 횟수가 증가

- 해당 지역의 산업활성화와 더불어 ESS 뿐만 아니라 재생에너지 잉여전력을 사용하는 소비자에게 인센티브를 부여하거나, 열(P2H), 가스(P2G), 운송(V2G)와 같은 “전력-비전력 부문간 결합”의 에너지 저장 및 변환기술 개발을 통해 대응해야 함



[그림 4-6] 에너지저장 기술 분류

- 택지개발사업자나 데이터센터와 같은 전력다소비 신규 개발사업 및 대형 공장 · 건축물의 전력계통영향평가를 실시하고 분산에너지 설치의무를 지역별 전력 자립률에 따라 차등 적용하여 국가 전력수요의 균형을 이룰 수 있도록 함
- 지역별 전력요금차등제는 2007년 6월 당초 설계수명인 30년이 끝나 가동이 중단되었다가 같은 해 12월에 수명을 10년간 연장하여 재가동시에 원전 주변 지역 주민들이 공식적으로 정부에 요구했던 내용이지만 당시에는 받아들여지지 않았으나, 분산에너지 특별법에 SMR이 포함되면서 고려의 대상이 되었음
- 화석연료를 이용하는 내연기관 중심의 수송체계가 점차 전기차 또는 수소차 등 친환경에너지 동력원으로 전환되고 있으므로 수송부분 전력망의 계획정비도 분산에너지의 중요한 과제중의 하나임



[그림 4-7] 분산에너지 미래 전망(집단에너지정보넷)

- 중앙집중식 대규모 발전시설의 점진적 축소와 송배전망 증설에 대한 주민수용성의 문제로 인한 공기지연 등으로 규모의 경제에 의한 가격 하락 요인이 점차 감소
- 지역단위의 수급이 상대적으로 발전단가가 높더라도 계통증설에 소용되는 비용을 고려하고 효율적으로 이용한다면 오히려 경제성을 가질 수 있다는 장점이 정책적으로 부각되고 이에 따른 투자로 이어져야 함



[그림 4-8] 분산에너지 포럼

2) 지역별 분산에너지 추진 현황

- 전력자급률이 100% 이하인 서울, 경기, 대구, 광주 등 9개 광역시도 빠르면 2024년 5월부터 전체 전력 소비량의 일부를 분산에너지로 의무 사용해야 함
- 산업부는 분산에너지 의무제도 시행부터 2025년까지는 2%, 2026~2029년 4~6%, 2030~2033년 8~10%, 2034~2039년 12~16%, 2040년 18%를 목표로 의무비율 설정을 검토 중

[표 4-1] 분산에너지 의무 부과 대상 지역 (案, 산업부)

전력자급률	지역	의무비율
50% 미만	서울, 대구, 광주, 대전, 충북	설치의무 비율 100% 적용
50-100% 미만	울산, 경기, 전북, 제주	설치의무 비율 50% 이행
100% 이상	부산, 인천, 세종, 충남, 경북, 강원, 전남, 경남	면제

자료 : 산업통상자원부 홈페이지

- 서울시 2017년 분산전원발전량은 1,866 GWh로 전력소비량 대비 비율은 4.0%로, 주택 및 토지 개발, 교통, 환경 규제의 강화를 통해 도시계획 정책수립 단계에서 온실가스 배출 총량을 고려하여 에너지 소비를 억제하는 제도적 장치를 마련하여, 2040년 최종에너지 소비량은 2005년 소비량 대비 50% 수준을 목표하고 있음

[표 4-2] 서울시 에너지 수요관리 절감량 목표

구분		2020	2025	2030	2035	2040
건물	에너지다소비사업장	65	360	608	817	994
	건축물효율인증강화	29	173	316	462	606
	민간 부문 LED 보급	80	477	581	684	808
	상업	92	554	1,015	1,476	1,938
	가정	190	259	349	473	659
	공공·기타	5	27	48	75	114
교통	교통수요관리	385	885	983	1,210	1,688
	대중교통강화	-	99	300	540	595
	친환경차보급	11	134	242	288	244
합계		858	2,967	4,442	6,027	7,647

자료 : 서울연구원 홈페이지(2020)

- 경기도는 이미 전력망 공급부족을 나타내고 있어 한전은 대규모 신규 전력수요처에 “전력 공급 유예”를 통보하고 있고, 이러한 상황은 한전의 경영상태 악화로 재정적 여력이 부족하여 장기화될 전망
- 이에 더하여 삼성전자가 용인에 300조원을 투자하여 조성할 계획인 시스템 반도체 클러스터가 가시화 되면 전력수급 문제가 더욱 두드러질 전망



[그림 4-9] 삼성SK 용인클러스터 용수 및 전력 요구량(경기도)

- 부산시는 분산에너지 전담(TF) 추진단 구성 이후, 에너지전환, 기업유치·산업육성, 특화지역 지정 등 3개 분과, 30여 명으로 구성된 “부산형 분산에너지 전문가 워킹그룹”을 설립
- 전문기관인 부산연구원, 부산테크노파크, 한국남부발전 등과 함께 분산에너지 활성화 전략을 발굴하고 추진방안과 특화지역 선정 등의 종합계획을 수립해 2024년 상반기에 발표 예정
- 울산시는 신고리 3, 4호기, 고리 2, 3, 4호기, 신고리 1, 2호기, 월성 2, 3, 4호기, 신월성 1, 2호기 등 총 12기의 원전에 둘러싸여 있는 원전도시
- 분산에너지 특별법에서 전력요금을 싸게 책정할 수 있는 근거가 마련됨에 따라 원전을 포함하는 4개 광역단체와 협의체를 구성하는 한편, 실제 적용을 위한 하위법령을 마련하고 전력 다소비 기업 유치를 비롯하여 지역 소멸 위기를 극복하는데 적극적 대응을 할 계획
- 4개 중점 전략은 분산에너지 활성화 로드맵 수립, 분산에너지 특화지역 지정을 통한 전력 신산업 육성, 분산에너지 지원체계 구축, 데이터센터 기업유치 추진



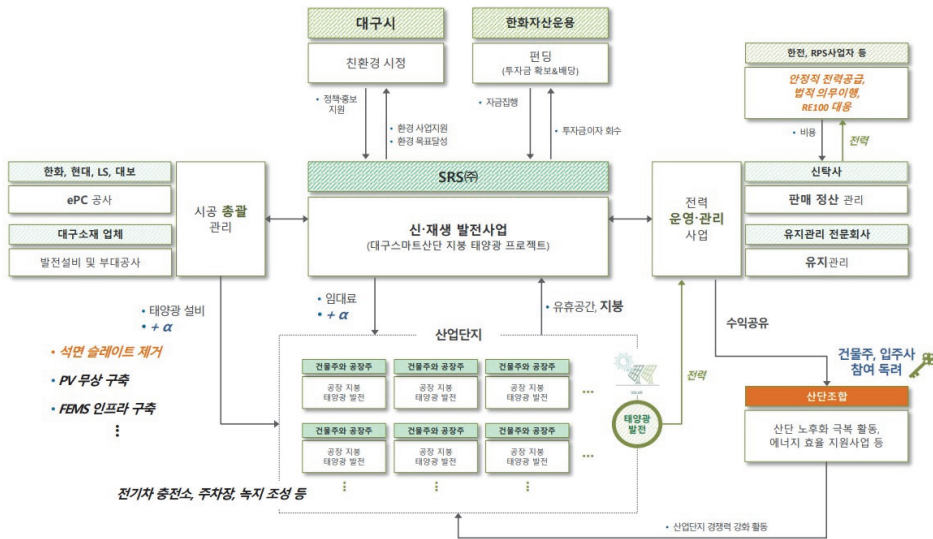
[그림 4-10] 울산시 분산에너지 추진 전략

- 경북은 원전 수가 많아 문제인 정부의 탈원전 정책에도 대립각을 세운 바 있으며, 분산에너지 특별법에 대하여 적극적인 입장으로,
- 전기요금은 KTX 요금처럼 구간마다 달리 책정하는 것이 옳기 때문에 차등요금제를 적극 지지하며 포럼 개최 등을 통해 앞장서고 있으며 저렴한 전기요금으로부터 기업 투자를 증가시키고 지방소멸 위기를 극복하고자 함
- 20년 전부터 에너지자립도시를 추진해온 대구시는 바다를 접하지 않은 대구의 지역적 특성을 때문에 원전이나 풍력 등의 도입이 어려워 전력 자급률이 낮음



[그림 4-11] 구미 산단 조감도

- 한국남동발전이 달성군 구지면에 계획했던 LNG 복합화력발전소 건설이 지역주민과 사회단체 등의 반대로 2021년에 무산되어 전력자립률을 높이기 위한 방안 마련에 고충이 있는 상황으로 최근 2025년까지 산업단지 태양광 프로젝트에 3조원 투자를 목표로 돌파구를 찾고 있음



[그림 4-12] 대구 산단 태양광 프로젝트(SRS 주식회사)

- 광주시는 핵심산업인 스마트그리드 산업육성을 위하여 한국전기연구원 스마트그리드 연구본부를 유치하고 분산전력시스템연구센터에서 친환경적이며 안정적 전기에너지 사용을 위한 스마트분산자원 기술, 신재생기반 소규모 전력 시스템인 마이크로그리드 기술, 고밀도 신재생전원의 안정적 운영을 위한 직류 및 능동형 배전계통 기술개발을 수행
- 2022년 11월 한국중부발전(주)은 서구 치평동 소재 하수처리장 유휴부지에 “빛고을에코에너지 연료전지발전소”를 준공하고 12.32 MW의 상업운전을 개시하는 등 분산에너지의 체계적 준비와 신재생에너지의 점진적 확대를 진행중

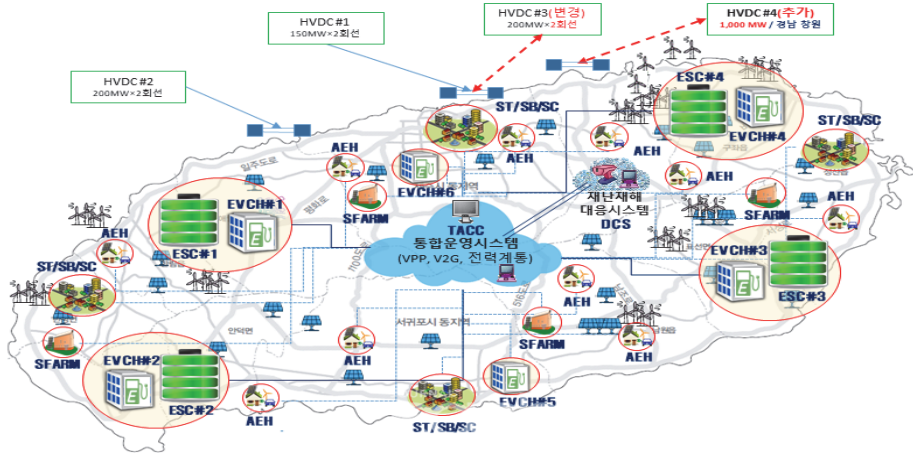


[그림 4-13] 광주 빛고을에코에너지(주)

- 대형 화력발전소나 원전 설치가 어려워 10% 이하의 낮은 전력자립률을 보이는 충북은 2022년 3월 30일 충주에 음식물바이오에너지센터에서 생산된 바이오가스(메탄가스)를 이용해 수소를 생산하고 수소차와 수소튜브트레일러 충전을 위한 수소충전의 거점 역할을 하게 되는 국내 최초의 "수소 마더스테이션"인 바이오수소융복합충전소를 준공
- 분산에너지 특별법 시행에 따라 저소비·고효율 에너지 구조로의 전환을 통하여 연도별 전력자립률 제고를 목표로 우선 충북연구원에 "충북형 분산에너지 활성화 연구용역"을 의뢰
- 이에 따라 발전인프라 확충, 에너지효율개선, 에너지절약 실천 등의 선제적 대응을 해 나아갈 방침으로 2025년과 2026년에 각각 준공될 한국동서발전의 음성천연가스(LNG)발전소(561 MW급) 2기 및 2030년 준공 계획인 한국수력원자력의 영동양수발전소(500 MW) 건설 등으로 점진적 전력원 확충을 계획하고 있음



[그림 4-14] 충북 바이오수소융합충전소, LNG발전소, 양수발전소



[그림 4-15] 분산에너지 특구 추진방향 예시(산업부, 제주도)



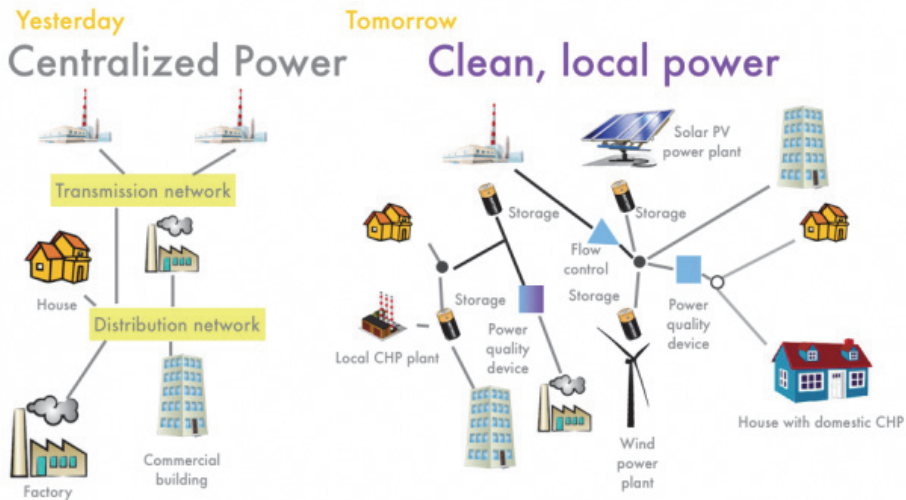
[그림 4-16] 제주도 초고압직류송전(HVDC)

- 제주도는 2021년 현재 870 MW 규모의 태양광·풍력 설비를 구축하여 전체 설비 가운데 재생에너지 비중을 39%까지 확대하며 분산에너지 확대에 노력
- 출력제어, 지역 주민의 재생에너지에 대한 수용성 저하 등 해결과제도 발생하고 있어, 산업부의 ”분산에너지활성화 추진전략“을 바탕으로 2022년 4월 12일 ”제주형 분산에너지 기본계획“을 수립
- 분산에너지 친화형 인프라 구축(ESS, P2G, P2H), 분산에너지 기반의 전력신산업육성(VPP, 플러스DR), 재생에너지 주민 수용성 개선을 위하여 추진협의체·포럼 운영 및 중장기적으로 도내 전문 에너지연구소 설치를 검토

2절. 해외 분산에너지 대처 상황 사례

1. 글로벌 분산에너지

1) 전력망 과거 vs. 미래

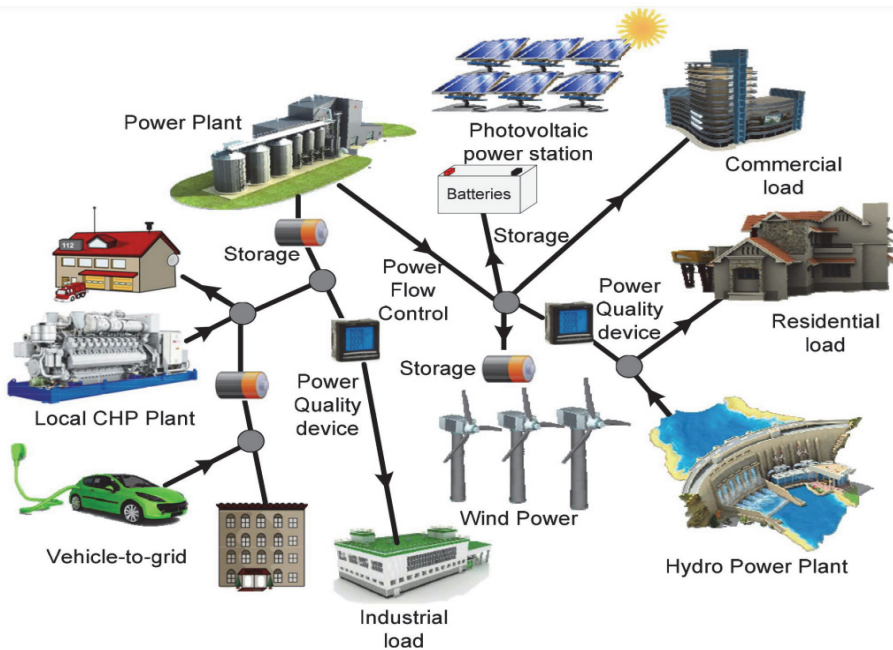


[그림 4-17] 과거 중앙집중식과 미래 분산에너지

- 전력망은 기술적, 경제적 그리고 환경적 특성이 서로 다른 대규모 발전 설비로부터의 전력생산과 변동성이 매우 큰 전력소비가 수백 킬로의 송전과 배전 설비로 연결되어 실시간으로 매칭 되어야 하는 복잡한 인프라이기 때문에 수급에 대한 예측과 대응이 신뢰성을 갖기 위해서는 고도의 기술이 요구됨
- 또한, 생활수준의 향상과 민감한 전자장치의 증가로 인하여 전력 품질에 대한 요구도 계속 높아지고 있으므로 전력 에너지안보는 현대 사회의 존립에 영향을 미칠 수 있을 정도로 중요함
- 더욱이 간헐성 이슈뿐만 아니라 전압이나 주파수 변동 등 전력품질에

서도 열위에 있는 신재생에너지의 확대에 의하여 분산에너지로의 전환을 위한 전력망 재편과 더불어 전력망 품질 확보는 각국의 과제로 남아 있음

- 기술적으로 대규모 석탄 및 원자력 발전소는 발전량 조절을 빠르게 할 수 없기 때문에 기저부하용으로 이용하고, 신재생에너지의 수요변동에는 천연가스 또는 디젤 발전기와의 조합이 적절함



[그림 4-18] 분산에너지 범위(Journal of Engineering, 2018)

2) 분산에너지 미래 전략

- 지역균형발전 : ① 에너지다소비 사업장 유치, ② 분산에너지 특화지역 활용, ③ 지역별 차등요금제, ④ 신재생에너지 보급사업 참여, ⑤ 신재생에너지 관련 인센티브 발굴, ⑥ 지속가능한 에너지 안보
- 에너지 효율화 : ① 에너지 탄력성 증대, ② 스마트 그리드 도입, ③ 예측 정확도 향상(AI), ④ 신재생에너지 기술개발
- 기업 경쟁력 확보 : ① 분산에너지 생태계 구축, ② 한국형 RE100 이행, ③ 다양한 에너지 거래 플랫폼, ④ 에너지 프로젝트 발굴
- 고용창출 : ① 기업유치를 통한 일자리 창출, ② 청정에너지 투자, ③ 신산업 전문 인력 양성

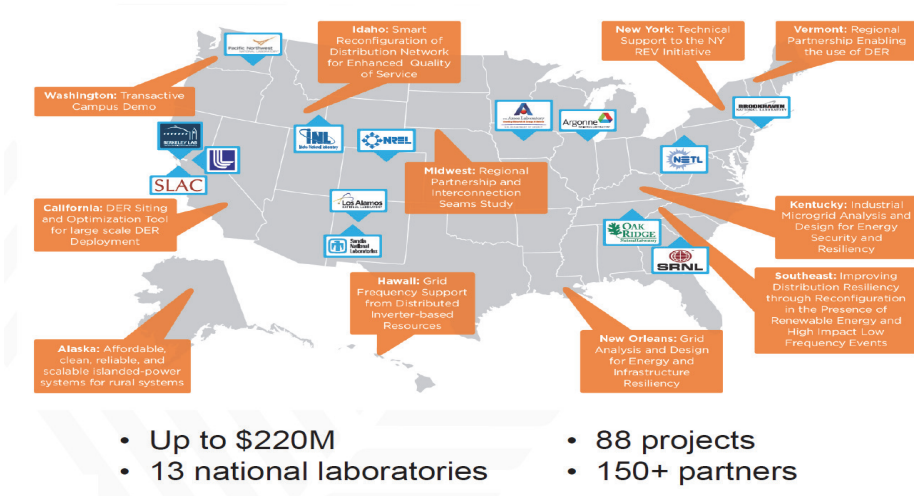
S STRENGTHS	W WEAKNESSES	O OPPORTUNITIES	T THREATS
<ul style="list-style-type: none"> ● 빠른 성장과 잠재성 ● 기술분야의 다양성 ● 탈중앙화와 투명성 ● 높은 지속가능성 ● 신뢰성과 보안성 	<ul style="list-style-type: none"> ● 기술적 미성숙 단계 ● 시스템 고비용·복잡성 ● 투자를 위한 재정 확보 ● 시장 변동성이 높음 ● 전문인력의 부족 	<ul style="list-style-type: none"> ● 기후변화와 탄소중립 ● 에너지 수요의 증가 ● 에너지 프로슈머의 확대 ● 전력저장 필요성 증가 ● 국가·지자체 지원 강화 	<ul style="list-style-type: none"> ● 기술력과 역량 미흡 ● 해외 선진사의 침투성 ● 규제 및 제도의 불확실성 ● 에너지 비용상승 마찰 ● 효율저하 가능성 상존

[그림 4-19] 분산에너지 SWOT 분석

2. 국가별 분산에너지

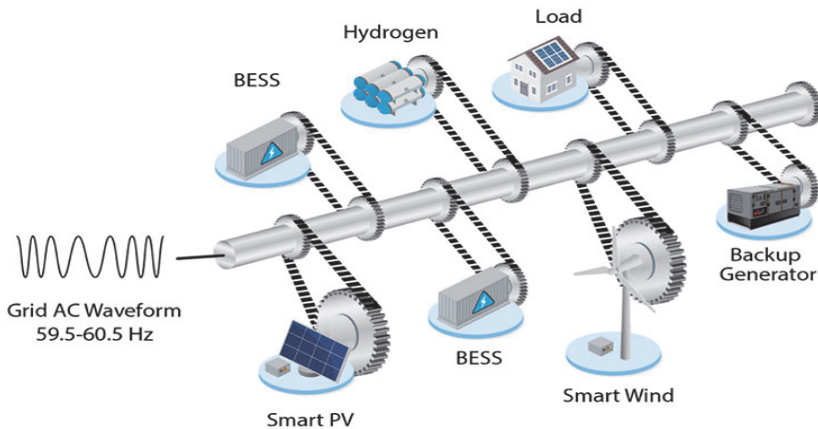
1) 미국

- 미국은 현재 소수의 전력생산자가 발전과 다수의 소비자에 대한 송전을 통제하는 중앙집중식 전력시장으로부터 기후위기에 대처하기 위해 점점 더 많은 신재생에너지원으로 빠르게 변화
- 전력 생산자와 유통업체의 수가 증가함에 따라 분산에너지 전력 인프라 구축의 인기가 높아지고 있음
- 중앙집중식은 오류 발생시 2021년 텍사스의 대한파 및 정전 사태나, 2022년 허리케인 이안의 여파로 인한 플로리다의 220만 가구에 전력 공급이 중단되는 등 대규모 사태가 일어나고, 유연성도 부족하여 복구에도 상당한 시간이 소요
- 환경보호국(Environmental Protection Agency)은 최근 중앙집중식 전력망의 중추인 화석연료 기술을 단계적으로 폐지하는 정책 제안을 발표



[그림 4-20] 미국 DOE의 국가연구소와 연계한 GMI(2019)

- 미국 에너지부(DOE)는 21세기 이후의 에너지 요구를 충족하는 데 필요한 특성을 갖추기 위하여 그리드의 측정, 분석, 예측, 보호 및 제어를 위해 GMI(Grid Modernization Initiative)를 발표하고 3,800만 달러의 자금 지원을 하고 있음
- 북미전력안정성회사(NERC, North American Electric Reliability Corporation)의 평가에 따르면 대량 전력 시스템의 비탄력성은 미국 중서부 지역에서 향후 4년 동안 에너지 부족 위험이 증가할 것으로 판단
- 악화되는 기후변화에 따라 에너지 수요가 정상 수준 이상의 증가에 따른 에너지 부족 현상은 대부분의 국가에서 정전 위험성을 높인다고 보고함
- 2019년에만 미국에 소규모 분산형 전력망인 마이크로그리드가 550개의 설치되었으며, 분산에너지의 고유한 유연성 과 모듈성은 유연성이 높지만, 기존 그리드의 감소계획과 균형을 맞추어 증설하는 신중한 계획이 요구됨

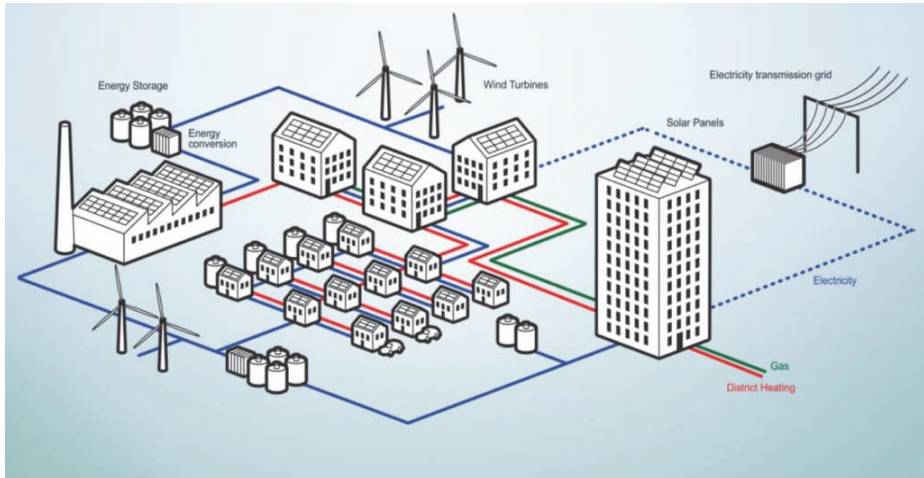


[그림 4-21] 주파수 변화에 따른 전력 출력을 조정(NREL)

- 미국 NREL은 신재생에너지가 무공해로 연료비용 없이 그리드로부터 떨어진 원격에서 동작하지만 마이크로그리드 운용에 있어서 통신에 의한 중앙통제에 고비용이 발생하는 것을 회피하여 배터리 및 각 발전장치 간에 주파수 매가로 조절되는 시스템을 소개함

2) EU

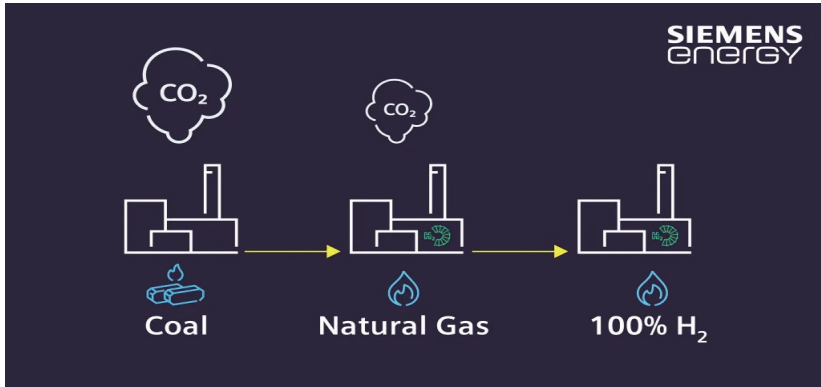
- 유럽에서 중앙집중식 전력시스템은 일반적으로 이용되는 송배전 및 관리 방식이며 장점과 단점을 동시에 지니며, 기후문제에 직면하여 공급 시스템의 붕괴 없이 점진적으로 지속가능한 재생에너지원으로의 전환하고 있음



[그림 4-22] EU 분산에너지 관리 시스템

- 분산에너지는 본질적으로 마이크로그리드를 통해 전력 생산자와 소비자 사이의 물리적 격차를 해소하여 재생에너지를 보다 최적으로 사용하는 것을 목표로 함
- 분산형에너지 관리 시스템은 지역 전력 공급자와 소비자 모두에게 기술적 그리고 경제적 이점을 제공
- 추가적인 복잡성 없이 수급상황을 바로 모니터링하고 대응할 수 있으며, 전력 전송 독점이 사라지고 보다 평등한 생산자와 소비자 관계가 형성됨
- 독일은 100% 재생에너지 그리드를 목표로 신재생에너지 보급률이 가장 앞서 있으며, 최근 우크라이나 전쟁으로 인하여 러시아로부터 천연가스 공급이 중단되어 에너지 가격 폭등에도 불구하고 원자력으로 돌아가지 않고 신재생에너지 비중을 더욱 늘릴 계획

- EnBW와 지멘스 에너지는 미래 발전소에서 녹색 수소를 기후 친화적인 연료로 사용하는 추세를 공동으로 주도하고 있음



[그림 4-23] 독일 지멘스 에너지

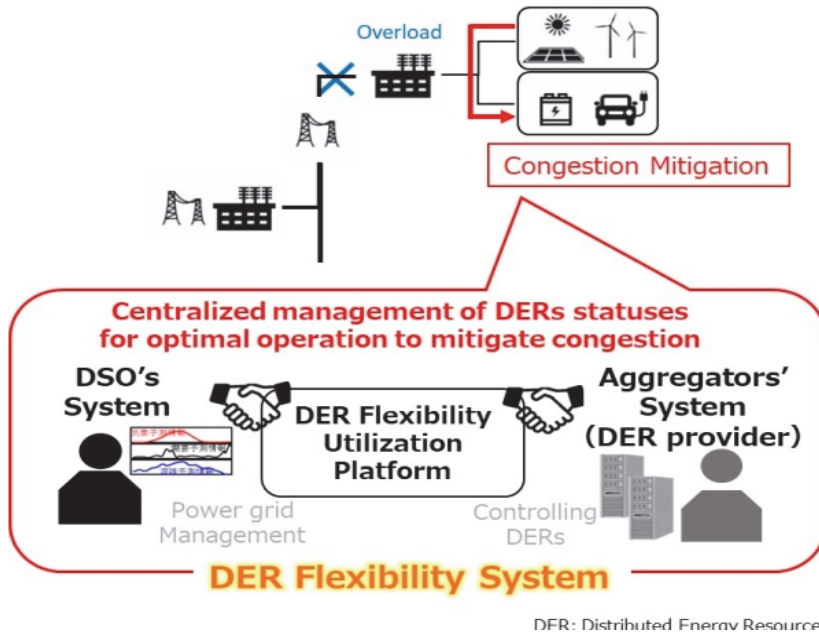
- 덴마크는 1970년대부터 상업용 풍력발전을 시작하여 세계 최대 풍력터빈 제조업체인 베스타스(Vestas)를 비롯한 많은 부품 공급업체를 보유하고 있으며, 1인당 풍력발전 설비용량이 스웨덴에 이어 세계 2위 (2022년) 국가로, 풍력은 2020년 총 발전량의 56%를 기록하고 2030년까지 100% 재생에너지 달성 목표에 기여하고 있음



[그림 4-24] 덴마크 월별 풍력 발전량(statista, 용량 6,995 MW)

3) 일본

- 일본 자원에너지청 ① 태양광 발전 비용의 급격한 저하, ② 디지털 기술의 발전, ③ 에너지 시스템 개혁의 진전, ④ 재생에너지 수요 증가 (RE100, SDGs 등), ⑤ 자연재해 대응 전력공급 시스템 강화, ⑥ 지역 경제의 활성화 등을 목표로 분산에너지를 추진하고 있음



[그림 4-25] 일본 JERA 탄소중립 로드맵

- 일본 NEDO는 "제6차 에너지기본계획"에서 제시한 "재생에너지의 주력전원화"를 위해 기존 계통을 최대한 활용하면서 분산형에너지자원 (DER)을 적극적으로 연결 시도
- 이를 위해 계통을 효율적·안정적으로 관리하는 배전망운영자(DSO)와 유연하게 소통하면서 전력 계통의 혼잡을 완화하는 FLEX DER 프로젝트를 운용중
- 일본 발전사 JERA는 대규모 글로벌 LNG 포트폴리오를 소유 및 운영하고 있으며, 총 용량 70GW에 달하는 27개 화력발전소와 10개국 이상에서 약 9 GW에 달하는 재생에너지를 포함한 30개 전력 프로젝트를 진행

4) 중국

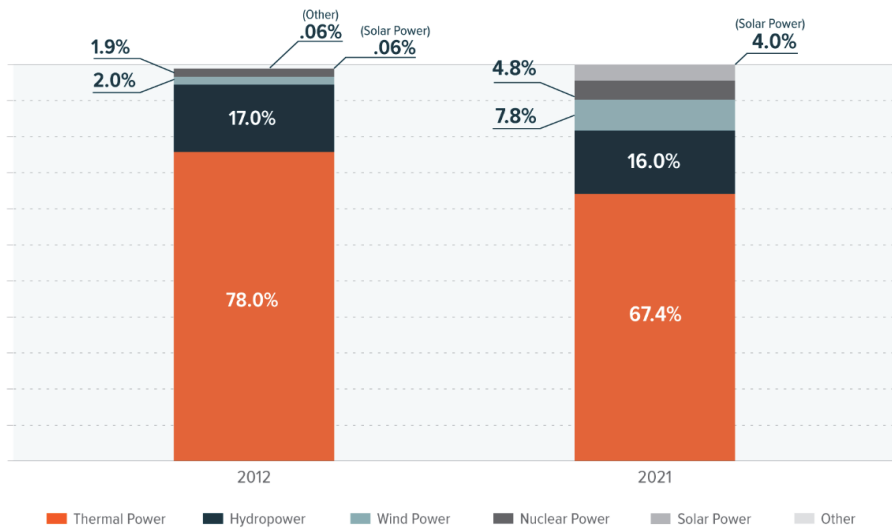
- 중국은 온실가스 최대 배출국으로 세계 석탄 소비의 절반을 차지하고 있으나, 2030년까지 전력 소비량의 3분의 1 이상을 재생에너지로 충당할 계획하며, 2060년까지 탄소중립을 달성을 목표로함

[표 4-3] 중국 재생에너지 발전 14.5 계획

구분		2020년(실적)	2025년(목표)
	재생에너지 발전		
	전력소비에서 재생에너지 의무 비중(%)	28.8	33
	전력소비에서 재생에너지 의무 비중(수력제외)	11.4	18
	재생에너지 발전량(TWh)	2,210	3,300
발전 이외 부문에서 재생에너지 이용(tce)		-	6,000만
재생에너지 총 소비량(tce)		6억8,000만	10억

자료 : 대한무역투자진흥공사 홈페이지

- 중국은 "14차 5개년 경제 개발 계획"의 일환으로 국가발전개혁위원회와 국가에너지청 등 9개 부처가 공동으로 2022년 6월 1일 "재생에너지 발전 14.5 계획"을 발표하고 2025년까지 풍력과 태양광 등의 재생에너지 연간 발전량을 약 3,300 TWh으로 증대하여 새로 증가되는 전력소비의 50% 이상을 충당할 계획임
- 중국은 태양광 약 379 GW, 풍력 약 371 GW로 세계에서 가장 높은 재생에너지 발전량을 보유하고 있으며, 인센티브와 새로운 규제와의 결합을 통해 2025년까지 총 1.37 TW로 늘릴 계획임



[그림 4-26] 중국 발전원 비중 변화(statista)

대전광역시 분산에너지 대처 방법

- 1절. 대전광역시 재생에너지 최대화 방안
- 2절. 과도기적 열병합발전 및 연료전지발전소
혼용 단계
- 3절. 정책제언

5장

5장 대전광역시 분산에너지 대처 방법

1절. 대전광역시 재생에너지 최대화 방안

1. 대전광역시 재생에너지 계획

1) 신재생에너지 확대를 위한 고려 사항

구분	지역						
	광역시	기초	2016	2017	2018	2019	2020
총배출량(도로수송-연료 공급량 기준)	대전	광역시	5,690.65	5,628.90	6,101.22	5,640.20	5,298.70
운배출량(도로수송-연료 공급량 기준)	대전	광역시	5,364.98	5,371.35	5,912.23	5,466.41	5,122.66
에너지(도로수송-연료 공급량 기준)	대전	광역시	4,860.20	4,725.39	4,842.76	4,918.62	4,574.30
A. 연료연소(도로수송-연료 공급량 기준)	대전	광역시	4,841.07	4,705.25	4,821.47	4,897.84	4,553.92
1. 에너지산업	대전	광역시	344.38	345.97	292.79	239.06	252.80
2. 제조업 및 건설업	대전	광역시	445.85	476.12	569.16	805.54	663.03
3. 수송(도로수송-연료 공급량 기준)	대전	광역시	2,469.10	2,460.78	2,496.71	2,455.90	2,275.44
4. 기타	대전	광역시	1,382.94	1,395.35	1,429.00	1,361.57	1,336.36
5. 미분류	대전	광역시	198.81	27.03	33.81	35.77	26.29
B. 탈루	대전	광역시	19.13	20.13	21.29	20.78	20.38
1. 고체연료	대전	광역시	-	-	-	-	-
2. 석유 및 천연가스, 에너지 생산으로부터의 기타배출	대전	광역시	19.13	20.13	21.29	20.78	20.38
산업공정 및 제품 생산	대전	광역시	80.06	67.49	76.62	70.92	69.19
A. 광물산업	대전	광역시	-	-	-	-	-
B. 화학산업	대전	광역시	-	-	-	-	-
C. 금속산업	대전	광역시	-	-	-	-	-
D. 비에너지 연료 및 용매 사용	대전	광역시	-	-	-	-	-
E. 전자 산업	대전	광역시	1.97	2.04	1.27	1.07	0.68
F. 온존층파괴물질의 대체물질 사용	대전	광역시	-	-	-	-	-
G. 기타 제품제조 및 소비	대전	광역시	78.09	65.45	75.35	69.85	68.51
H. 기타	대전	광역시	-	-	-	-	-
농업	대전	광역시	26.18	25.94	25.36	23.27	23.25
A. 장내발효	대전	광역시	6.95	7.21	7.33	6.85	7.36
B. 가축분뇨처리	대전	광역시	1.43	1.73	1.81	1.33	1.72
C. 버려배	대전	광역시	14.36	13.61	12.83	11.93	10.98
D. 농경지토양	대전	광역시	3.17	3.15	3.14	2.93	2.99
E. Prescribed Burning of Savannas	대전	광역시	-	-	-	-	-
F. 작물잔사소각	대전	광역시	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04
G. 석회사용	대전	광역시	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
H. 요소사용	대전	광역시	0.20	0.19	0.19	0.18	0.16
I. Other carbon-containing fertilizers	대전	광역시	-	-	-	-	-
J. Other	대전	광역시	-	-	-	-	-
LULUCF	대전	광역시	- 325.67	- 257.55	- 189.00	- 173.80	- 176.04
A. 산림지	대전	광역시	- 370.48	- 297.00	- 232.88	- 217.41	- 207.62
B. 농경지	대전	광역시	35.93	34.29	33.49	33.43	32.69
C. 초지	대전	광역시	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
D. 습지	대전	광역시	3.35	3.34	3.53	3.34	3.60
E. 정주지	대전	광역시	-	-	-	-	-
F. 기타토지	대전	광역시	-	-	-	-	-
G. Harvested wood products	대전	광역시	5.64	1.93	6.96	6.94	4.62
H. Other	대전	광역시	-	-	-	-	-
폐기물	대전	광역시	724.21	810.08	1,156.48	627.39	631.95
A. 폐기물매립	대전	광역시	411.66	475.31	473.55	482.19	490.23
B. 고형폐기물의 생물학적 처리	대전	광역시	6.76	12.68	15.06	15.46	18.41
C. 폐기물소각 및 노천소각	대전	광역시	263.08	284.51	630.07	91.11	84.29
D. 허폐수처리	대전	광역시	42.70	37.58	37.81	38.64	39.02
E. 기타	대전	광역시	-	-	-	-	-

[그림 5-1] 대전광역시 CO₂ 직접배출량(온실가스종합정보센터)

- 현재 원전이나 화력발전소가 없는 대전의 전력 자립율은 17개의 광역 지방자치단체 가운데 최하위로 국가적 분산에너지 확산에 따라 대책 마련에 있어서 여건이 좋지 못한 상황
- 2020년 대전광역시의 이산화탄소 배출량은 5,299 Gg CO₂eq.로 전국의 656,200 Gg CO₂eq. 대비 0.8%로 절대량은 많지 않으나, 2021년 대전광역시 전체 에너지 사용량 2,590(단위: 1,000 toe) 가운데 “신재생 및 기타”는 118로 4.56%에 그치고 있으므로 전력계획 수립에 반드시 신재생에너지를 고려할 필요
- 인구밀도 2,727 천명/km²(2022년)가 높고 상수원보호구역과 그린벨트 등이 위치한 대도시 대전시의 신재생에너지 여건은 불리
- 현재의 낮은 전력 자립율은 오히려 신규로 도입되는 전력원의 상당량을 신재생에너지로 충당할 수 있는 여지가 크다는 긍정적인 측면으로 해석 가능
- 국내·외 에너지 패러다임의 전환 시기에 있어서 효과적이고 체계적인 전력 확보계획이 수립된다면 여타 시·도 지자체보다 한 발 앞서서 정부의 에너지 전환정책과 공명해 나아갈 수 있는 기회이기도 함
- 신재생에너지 가운데 대전시가 추진 가능한 발전원은 ① 건축물 일체형 태양광, ② 고효율 LNG 복합화력발전소의 과도기적 탄소감축과 점진적 수소발전소로의 전환, ③ 음식물 쓰레기를 활용한 바이오 에너지 그리고 ④ 중부지역 수소산업 밸류체인 구축, ⑤ PVT 하이브리드 시스템을 통한 태양에너지 이용 극대화 등이 가능할 수 있으며 동시에 규제의 철폐, 허가의 간소화 및 인센티브 부여의 당근 정책도 활용해야 할 것임

지구 평균기온	현재(+1.1°C)	+1.5°C	+2°C	+4°C
최고기온	+1.2°C	+1.9°C	+2.6°C	+5.1°C
극한기온 발생빈도	4.8배	8.6배	13.9배	39.2배
가뭄	2배	2.4배	3.1배	5.1배
강수량	1.3배	1.5배	1.8배	2.8배
강설량	-1%	-5%	-9%	-25%
태풍 강도		+10%	+13%	+30%

[그림 5-2] 지구 평균기온 상승 시나리오별 기후변화

자료 : 한겨레(2021.08.09.)

- 지구온난화에 있어서 지구 온도가 평균 1.5°C 상승을 넘어서면 돌이킬 수 없는 시점으로 판단되고 있으며, 2018년 IPCC는 “지구온난화 1.5도 특별보고서”에서 1.5°C 도달 시점을 2030~52년으로 전망
- 2021년 “IPCC 제6차 평가보고서 제1실무그룹 보고서”에서는 당초보다 10년이 당겨진 2030년대 중후반을 전망하였으나, 2023년 5월 세계기상기구(WMO)는 2027년 안에 지구 평균 기온이 66%의 확률로 1.5°C 기준점을 넘을 것이라고 발표
- 화석연료 의존성 중단과 신재생에너지로의 전환은 미래의 계획이 아닌 시간이 얼마 남아 있지 않은 당면한 문제임을 직시하고 시급한 대응이 요구됨
- 현재의 에너지 공급 안보를 보장하기 위해 중앙집중식 전력망을 근간으로 하고 점진적인 신재생에너지 확대를 통하여 분산에너지로의 전환하고자하는 정책은 비록 현실적이기는 하지만 유효성이 떨어지고 뒤늦은 대응방안일 수 있다는 위험성 존재
- 게다가 지속가능성을 담보하기 위하여 에너지 신산업 활성화 기반도 병행해서 조성해야하는 고차방정식의 해법 마련은 파국의 결과를 초래 가능

- 즉 정치적 판단에서 시민 불편 초래의 우려 때문에 인간의 시간축에 기초하여 다소 소극적인 추진을 계속할 것인가, 아니면 가속되는 지구 온난화의 시간축을 역산하여 실질적 의미가 있는 미래 대책 마련을 위하여 공격적인 실행을 할 것인가의 갈림길에 놓여있는 상황

2) 태양광 설치 가능량

[표 5-1] 대전광역시 지면 태양광 설치 잠재량

용도	연면적 (m ²)	kW/m ²	태양광 설비 (kW)	연간 발전량 kWh	비고
대지	66,090,037	0.004	250,341	333,454,278	미사용 비율 5% 가정
공장 용지	8,752,349	0.004	33,153	44,159,579	미사용 비율 5% 가정
학교 용지	9,524,627	0.004	36,078	48,056,074	미사용 비율 5% 가정
주차장	721,563	0.008	5,466	7,281,223	100 kW/13,200 m ²
창고 용지	456,440	0.030	13,832	18,423,574	건축물 10 kW/330 m ²
유지	21,559,356	0.004	81,664	108,776,748	수상태양광(5%)
잡종지	8,237,326	0.030	249,616	332,488,415	건축물 10 kW/330 m ²
합계	115,341,697		670,150	892,639,890	

- 정부는 2030년까지의 신재생에너지 목표를 21.6%로 잡고 있으며, 2036년에는 30% 초반까지 확대할 계획으로 설비규모는 2023년 32.8 GW에서 108.3 GW로 늘고 분산형 비중도 총 발전량의 약 23%에 이를 전망
- 면적(2020년) : 539.6 km²(대전광역시)
- 태양광 지리적 연간 전력생산 잠재량 : 144 TWh
- 인구(2021년) : 1,452,251명(행정안전부)
- 1인당 연간 전력소비량(2017년) : 6,201 kWh(한국전력통계)

[표 5-2] 대전광역시 건축물 태양광 설치 잠재량

용도	종류	동수	연면적 (m ²)	kW/ 동	태양광설치 (kW)	연간 발전량 (kWh)
주 거 용	단독주택	53,458	5,653,316	3	160,374	213,618,168
	다중주택	2,192	643,133	5	10,960	14,598,720
	다가구주택	30,139	8,521,359	5	150,695	200,725,740
	공관	8	7,364	5	40	53,280
	아파트	4,116	35,309,057	50	205,800	274,125,600
	연립주택	799	886,532	5	3,995	5,321,340
	다세대	4,315	2,099,051	5	21,575	28,737,900
	기숙사	83	206,763	15	1,245	1,658,340
	기타	1	2,592	5	5	6,660
		소계	95,111	53,329,166		554,689
상 업 용	제1종근린	10,005	6,449,077	10	100,050	133,266,600
	제2종근린	12,316	7,932,474	10	123,160	164,049,120
	판매시설	767	1,989,880	5	3,835	5,108,220
	업무시설	517	3,138,750	15	7,755	10,329,660
	위락시설	83	163,725	10	830	1,105,560
	숙박시설	934	1,186,218	10	9,340	12,440,880
	운수시설	64	123,201	10	640	852,480
	위험물시설	563	138,065	-	-	-
	자동차관련	767	1,271,102	10	7,670	10,216,440
	기타	215	289,053	10	2,150	2,863,800
		소계	26,231	22,681,546		255,430
합계		121,342	76,010,712		810,119	1,079,078,508

- 연간 총전력소비량 : $6,201 \text{ kWh} \times 1,452,251 \text{명} = 9 \text{ TWh/년}$
- 연간 총전력소비 대응 태양광설치 필요면적 : $9 \text{ TWh}/(266.4 \text{ kWh/m}^2)$
 $= 33.78 \text{ km}^2$ ≒ 총면적의 6.26%
- 지면 태양광 설치잠재량(태양광설치가 가능한 지목을 고려하고, 전·답과 같은 농지와 임야 태양광 설치는 점차 제한되는 경향이므로 제외) :
 0.89 TWh/년
- 대안광역시 건축물 연면적(2017년) : 107.19 km^2 [(국토부 녹색건축과_2017년 기준 건축물 현황 통계)]
- 건축물 중 주거용 및 상업용 태양광 설치잠재량 : 1.08 TWh/년

No	기업명	사업영역	RE100 달성 목표 연도	가입연도
34	롯데케미칼	기초소재(합성수지, 화성제품, 기초유분제품), 첨단소재...	2050년	2023년
33	LG전자	TV, AV, 에어컨, 주방가전, 생활가전, 뷰티, 의...	2050년	2023년
32	카카오	카카오독, 다음, 카카오 T, 멜론 등 모바일 서비스	2040년	2023년
31	신한금융그룹	은행, 카드, 증권, 라이프, 손해보험, 리츠 운용	2040년	2023년
30	롯데푸드	제과, 병과류, 유제품, 신선식품 제조 및 판매	2040년	2023년
29	삼성화재	화재, 해상, 자동차, 배상책임, 장기손해보험, 개인연...	2040년	2023년
28	삼성생명	보험, 자산운용, 대출, 헬스케어	2040년	2023년
27	삼성바이오로직스	바이오 의약품 위탁생산(CMO)	2050년	2022년
26	삼성전기	카메라 모듈, 인쇄회로기판, MLCC 등 제조	2050년	2022년
25	삼성디스플레이	OLED 패널 제조	2050년	2022년
24	삼성SDI	소형/자동차/ESS 배터리, 전자재료(반도체, LCD, ...)	2050년	2022년
23	삼성전자	반도체, 휴대폰, 가전제품 등	2050년	2022년
22	네이버	온라인 검색포털, 모바일 메신저 플랫폼	2040년	2022년
21	LG이노텍	광학솔루션, 기판소재, 전장부품, 전자부품의 4개 사업...	2030년	2022년
20	KT	유무선통신, 초고속인터넷, IPTV, ICT, 금융사업...	2050년	2022년
19	기아	완성차(승용차, 상용차, 전기차, 하이브리드차 등) 제...	2040년	2022년
18	현대자동차	완성차 (승용차, 상용차, 전기차, 수소차, 하이브리드...	2045년	2022년
17	현대위아	자동차 부품(엔진, 열관리 모듈, 등속조인트 등) 제조...	2050년	2022년
16	현대모비스	자동차 부품(자율주행, IVI, 전동화, 제동, 조...	2040년	2022년
15	인천국제공항공사	인천국제공항의 건설 및 관리/운영, 주변지역개발, 부대...	2040년	2022년
14	롯데칠성음료	탄산음료, 주스, 커피, 차, 생수, 주류 등	2040년	2021년
13	SK아이이테크놀로지	2차전지 분리막	2030년	2021년
12	미래에셋증권	증권사	2025년	2021년
11	고려아연	아연, 연, 금, 은, 동, 인동 및 희소금속 등 총 ...	2050년	2021년
10	KB금융그룹	총합금융그룹	2040년	2021년
9	한국수자원공사	수자원 개발 및 관리, 생활용수 공급	2050년	2021년
8	LG에너지솔루션	소형 IT용, 전기차용, ESS용 등의 배터리 제조	2030년	2021년
7	아모레퍼시픽	화장품, 생활용품, 건강식품 제조	2030년	2021년
6	SKC	2차전지(동박, PCT 필름, PVB 필름), 반도체 ...	2050년	2020년
5	SK실트론	실리콘 웨이퍼 제조	2050년	2020년
4	SK머티리얼즈	산업용 특수가스	2050년	2020년
3	(주)SK	SK그룹의 지주회사	2040년	2020년
2	SK텔레콤	이동통신 서비스	2050년	2020년
1	SK하이닉스	메모리 반도체(DRAM, NAND Flash, MCP)...	2050년	2020년

[그림 5-3] 글로벌 RE100 국내 기업 가입 현황
자료 : RE100정보플랫폼

2절. 과도기적 열병합발전 및 연료전지발전소 혼용 단계

1. 대전광역시 신규 산단 대응

- 대전광역시는 둔산권을 행정·금융·교육 중심 신도시로 그리고 서남부권은 산업·연구 중심의 신도시로 개발함
- 대전광역시는 2023년 3월 유성구 교촌동 일대에 나노·반도체 국가산단이 선정됨에 따라 유성구 산업부분 전력소비(2021년 기준 439 GWh로 유성구 전체 3,171 GWh의 13.8%)가 크게 증가할 것으로 예상되므로 신규 전력수요를 충당하기 위한 수급 방안이 요구됨

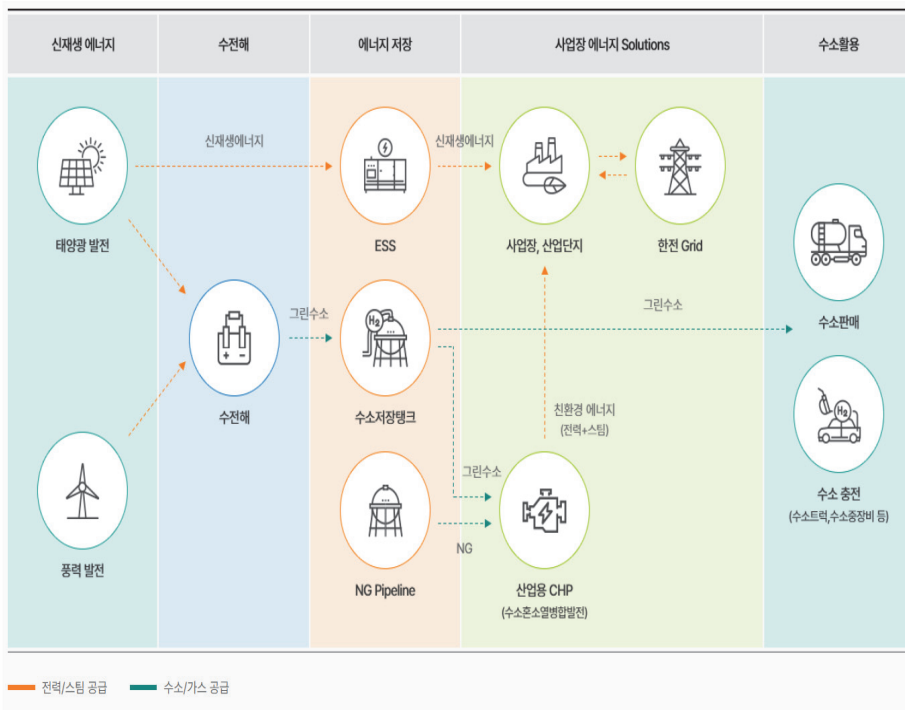


[그림 5-4] 대전광역시 국가산업단지 첨단 미래형 신도시 계획도
 자료 : 서울경제(2023.03.22.)

- 대전광역시는 둔산권을 행정·금융·교육 중심 신도시로 그리고 서남부권은 산업·연구 중심의 신도시로 개발함
- 대전광역시는 2023년 3월 유성구 교촌동 일대에 나노·반도체 국가산단이 선정됨에 따라 유성구 산업부분 전력소비(2021년 기준 439 GWh로 유성구 전체 3,171 GWh의 13.8%)가 크게 증가할 것으로 예상되므로 신규 전력수요를 충당하기 위한 수급 방안이 요구됨
- 계획중인 나노·반도체 국가산단의 면적 530만 m²에 대하여, 현재 산업단지 건폐율 최대 80% 그리고 용적률은 300~400% 이하 제한과 지자체별 요건 완화 가능성, 실제 입주율 등의 변수가 있어 전력수요의 정확한 예측은 어려우나, 가천대학교의 "산업단지 에너지사용계획을 위한 표준데이터 산정 연구(한국태양에너지학회 논문집, Vol. 34, No. 4, page 101~109, 2014)"의 기타 전기기계 및 전기 변환장치 제조업의 연간 전력사용량이 412 kWh/m²·y 그리고 전자부품 영상 음향 및 통신장비 제조업이 384 kWh/m²·y를 참고하여 잠정 계산해 볼 때 연간 약 2 TWh의 추가 전력이 필요할 것을 예상해볼 수 있음
- 현재의 국가적 분산에너지 정책에 대하여 대전광역시의 낮은 전력자립율과 상대적으로 불리한 신재생에너지 여건을 고려할 때, 자체적인 전력생산으로 2030년 완료를 목표로 하고 있는 나노·반도체 국가산단의 전력수요를 감당하기 위해서는 우선 LNG-수소 혼소발전소를 도입하고 점차 수소 연료의 비율을 높여가는 방안이 현실적인 방안이라고 할 수 있음

2. LNG와 재생에너지 하이브리드

- 수소혼소발전이란 화석연료(주로 LNG)와 수소를 혼합하여 연소하여 발전하는 것으로 수소 혼합량에 비례하여 온실가스인 이산화탄소 배출이 감소하기 때문에 궁극적으로 무탄소 발전이 가능함
- 우리나라 “2030 국가 온실가스 감축목표(NDC)”에 의하면 온실가스 배출 비중이 가장 높은 발전 부문에서는 2018년 대비 약 46%(1.2억톤)의 온실가스를 저감해야 하기 때문에 목표 달성을 위해 수소혼소 기술의 상용화는 매우 중요하며, 따라서 수소혼소발전은 탄소중립의 과도기적 단계라고 할 수 있으며 당면한 과제로는 ① 혼소 기술 및 장비의 개발, ② 수소 생산 단가 저감, ③ 배출가스내 질소산화물 증가문제 해결 등임



[그림 5-5] 친환경 에너지 솔루션 개념도(SK에코엔지니어링)

- SK에코엔지니어링은 “분산형 열병합발전 마케팅 플랫폼”을 런칭하고 분산형 열병합 발전 솔루션 패키지와 기술 정보, 컨설팅 서비스를 통합 콘텐츠화한 마케팅 플랫폼 서비스 시작했으며, 핀란드 발전기기 업체 바르질라社와 협력하여 석탄, 병커씨유 등 화석연료 기반 산업용 에너지 사업장 내 온실가스 배출량 및 전력 소모량 현황 등을 진단하고, 수소 혼소 기반 소규모 열병합 발전소 전환을 통해 온실가스 감축과 에너지 효율화를 실현하게 됨



[그림 5-6] 수소 혼소 연소기 개발 및 실증 개념도

자료 : 투데이에너지(2022.10.12.)

- 한국기계연구원은 2023년 10월 12일 수소(30%)혼소를 통하여 기존 LNG발전예 비해 이산화탄소 배출을 10.4% 감축할 수 있는 “300 MW급 가스터빈 수소혼소 연소기”를 개발하고 2023년부터 한국동서발전, 두산에너지빌리티 등과 협력하여 발전소 실증에 착수하고, 2024년까지 수소 50% 그리고 2030년 전까지 수소 100% 연소기술 개발을 목표하고 있음
- 중부발전이 위치한 보령시는 국내 최대 화력발전소 본고장이란 오명을 벗고 미래 친환경 에너지원인 그린수소 플랜트 기지로 전환을 추진
- 충남도는 수소가스터빈 시험연구센터를 보령시에 유치하기 위해 협력하고 있음



[그림 5-7] 보령시 블루수소 플랜트 조감도(충남도)

- 중부발전이 위치한 보령시는 국내 최대 화력발전소 본고장이란 오명을 벗고 미래 친환경 에너지원인 그린수소 플랜트 기지로 전환을 추진하고 있으며, 충남도는 수소가스터빈 시험연구센터를 보령시에 유치하기 위해 협력하고 있음
- 친환경 전력생산을 위해서 재생에너지의 추가만이 해답은 아니며 기존 LNG발전소에 ESS를 추가하면 발전시간을 줄여주어 결과적으로 연료 소비를 줄여 이산화탄소의 발생을 감소시킬 수 있음
- 분산에너지 전력 시스템은 기존 전력망과 다양한 재생에너지 기술을 하이브리드하는 단계를 지속적으로 발전시켜 점진적으로 재생에너지 비중을 높여가는 것이 바람직함

3절. 정책제언

1. 분산에너지 대응 전략

- 분산에너지는 다음 그림과 같이 4가지 전략으로 구분할 수 있음
- 지역균형발전 전략에서는 분산에너지 특화지역을 적극 활용하고 지역별 차등요금제에 따른 지역 내 손실이 없도록 전력생산루트를 적극 확보할 필요가 있음
- 또한 분산에너지 특성상 지역내 에너지 사용에 대한 유연성을 높이기 위해 에너지 사용 효율화를 할 필요가 있으며 여기에는 소비의 예측과 지역내 에너지 공급망을 연계한 스마트 그리드 도입이 필요
- 분산에너지 도입으로 인해 전력 생산 및 공급과 다양한 에너지 거래 플랫폼 등 관련 산업을 지역 내 육성할 필요가 있으며, 이를 통한 관련 전문 인력 양성과 새로운 일자리 창출 전략이 필요

1. 지역균형발전 <ul style="list-style-type: none">• 에너지 다소비 사업장 유치• 분산에너지 특화지역 활용• 지역별 차등요금제• 신재생에너지 보급사업 참여• 신재생에너지 관련 인센티브 발굴• 지속가능한 에너지 안보	2. 에너지 효율화 <ul style="list-style-type: none">• 에너지 탄력성 증대• 스마트 그리드 도입• 예측정확도 향상(AI)• 신재생에너지 기술 개발
3. 기업 경쟁력 확보 <ul style="list-style-type: none">• 분산에너지 생태계 구축• 한국형 RE100 이행• 다양한 에너지 거래 플랫폼• 에너지 프로젝트 발굴	4. 고용창출 <ul style="list-style-type: none">• 기업유치를 통한 일자리 창출• 청정에너지 투자• 신산업 전문 인력 양성

[그림 5-8] 분산에너지 미래 전략

2. 분산에너지 특성을 고려한 대전형 모델 구축

1) 분산에너지 특성을 고려한 장기적 자기완성형 모델 구축

- 전력사용계획은 기존 중앙에서 통합적으로 운용할 때에 비해, 각 지역에서의 세분화된 변수들을 입력할 때 서로 다른 수급방안이 도출될 것이므로 분산 에너지의 목표는 에너지 계획의 세분화를 통하여 효율성을 제고하는 내용도 포함한다고 할 수 있음
- 분산에너지 시스템에 대한 예기치 않은 충격에 대한 유연성을 높이기 위해서는 전력 생산에 있어서 다양한 에너지원의 특성과 용량을 적절하게 설계하여 결합할 필요가 있으며, 소비에 있어서 민간과 공공, 그리고 개인과 기관의 소비패턴에 대한 이해로부터 상호 완충이 될 수 있는 시스템 구축이 필요함
- 분산에너지 시스템은 복잡한 전력 시스템으로 인하여 에너지의 효율적 운영과 관리가 동반되지 않는다면 블랙아웃의 리스크가 증가하기 때문에 에너지 수요공급 예측, 에너지 절약 방안, 시민 교육 및 가이드를 위한 추진체계를 통한 에너지 안보 확립이 요구됨
- 분산에너지는 소규모 전력 생산자 각자가 자신의 이익에 부합할 때에 전력을 생산하고 또 필요에 따라서 직접 소비도 하는 역할의 분화가 이루어지고, 이와 함께 에너지의 흐름도 단방향에서 양방향이 되어 그 복잡성이 크게 증가
- 이렇듯 변화하는 전력시장의 복합적 수급패턴에 대한 이해가 불가능하지는 않더라도 결코 쉽지 않을 것이기 때문에 그 이해의 수준이 점차 높아질 높아질수록 유연하고 유기적이며 효율적인 운영의 능력도 동반하여 상승
- 분산에너지 시스템의 유기적인 특성에는 다양한 참여요소의 자유로운 탈부착, 확장 및 축소, 수정 및 보완, 기술발전 등에 대응하여 능동적으로 진화 및 발전하는 에너지 생태계 모델이 포함됨

- 이러한 개방형 구조는 상황에 따라 카멜레온과 같이 변화하며 최적화 과정을 거쳐 완성되어 가는 것은 사실이지만, 초기에 구축되는 기본 인프라는 향후 오랜 기간 동안 기능면에서 계속해서 한계와 영향을 부여할 수 있기 때문에 도입 단계에서의 고민이 얼마나 중요한 지를 깨닫고 가능한 멀리 내다보고 다양한 변수들에 대하여 확장성을 염두에 두고 계획되어야 할 것임
- 그리고 분산에너지 네트워킹에는 인프라 설비를 준비하는 물리적 측면과 참여요소 간의 사회경제적 상호작용 측면이 동시에 고려되어야 함
- 자유시장에 기반을 두고 효율적 분산에너지 시스템으로 전환하기 위한 초기 비용이 감당되지 않아 종래 중앙집중형 시스템에 의존할 수밖에 없는 경우 보다 높은 에너지 비용으로 오히려 빈곤층 부담을 가중시키는 에너지 사각지대가 발생할 수 있으므로 별도로 공공 차원의 보호장치가 마련되어야 함
- 최종적으로는 분산에너지 모델 또는 시스템 구축과 이에 대한 운영을 통해 각 지역에서는 지역에너지센터 또는 지역에너지공사가 요구될 수 있음

3. 전력자립도 향상을 위한 신재생에너지 확대

1) 신재생에너지와의 융합

- 지구온난화 기후위기에 대처하기 위하여 화석연료 의존도를 줄이면서 간헐성이 있는 재생에너지의 비중을 점차 늘려 나아가야 하므로 분산화에 적합한 전력 시스템의 설계는 더욱 신중할 필요가 있음
- 화석연료에 의존하는 발전소와는 달리 태양광이나 풍력과 같은 재생에너지원은 지역적 차별 없이 균등하게 발전이 가능하므로, 중앙의 전력그리드망에 연결되기 어려운 지역에서 재생에너지로 생산된 전력은 해당 지역에서 직접 소비자에게 공급이 가능하므로 전력소외지역의 에너지 공급대책으로 적합한 옵션이라고 할 수 있음
- 바람직하게는 각 에너지 주체가 재생에너지를 통하여 자급자족하는 것을 독립성을 기본으로 하고, 재생에너지의 간헐성을 보완하기 위하여 지역 단위의 마이크로그리드에 네트워킹을 통하여 여유분과 부족분을 해결함으로써 독립 시스템과 공공 시스템의 병렬적 상호작용을 통하여 균형 있게 공존하는 시스템 구축이 요구됨
- 재생에너지 필요성에 따른 근본적인 변화 : ① 2050 탄소중립 목표, ② 기술 발달에 따른 시장 역학 변화, ③ 다양한 발전원의 복잡성과 잉여 전력 문제, ④ 기존 전력망과의 연계를 통한 에너지 공급 안전성 확보, ⑤ 에너지 프로슈머의 에너지 비용 절감

2) 태양광발전 설치 확대

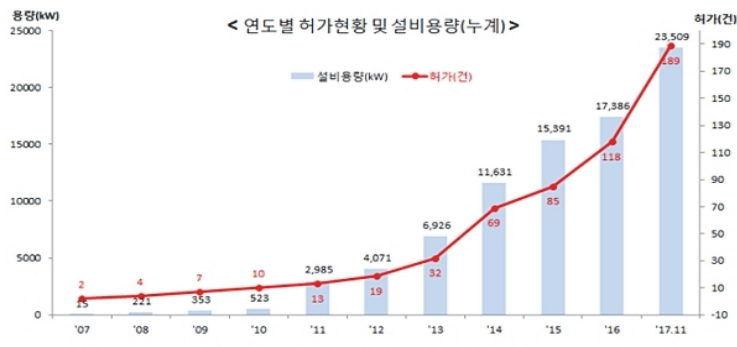
- 재생에너지로 생산된 전력의 경우 해당지역에서 직접 소비자에게 공급이 가능하므로 전력소외지역의 에너지 공급대책으로 적합한 옵션



[그림 5-9] 대전광역시 태양광 발전 사례

자료 : 뉴스티앤티(2021.06.01.)

- 대전시 전력수요량의 약 20%에 해당하는 태양광발전 설치 확대를 대책으로 생각중이며 지면 태양광 설치 잠재량은 0.89TWh/년 이고 건축물 중 주거용 및 상업용 태양광 설치 잠재량은 1.08TWh/년으로 공급 대책 확립
- 현재 대전시의 경우 전력생산량이 185GWh임에 비해 전력 소비량이 9424GWh로 전력 자립도는 1.96%로 전국 17개 지방정부 가운데 최하위이기에 더욱 이러한 태양광발전 설치 확대를 통해 에너지 공급 대책을 마련할 필요가 있음



[그림 5-10] 대전시 태양광 발전사업 허가현황

자료 : 인터스트리 뉴스(2017.12.11.)

- 2017년도부터 태양광 발전허가가 큰 폭으로 증가하고 있는 상황에서 여러 보조지원금 등 적극적으로 태양광 발전을 보급, 확산 가능한 제도적 지원이 필요

3) 대전광역시 주변지역과 해상풍력 발전 단지 조성

- 충청남도는 보령, 태안, 당진 등 3개의 시군 앞바다에 발전용량 4GW 규모의 해상풍력 발전단지 건설 추진을 21년 3월에 발표
- 해상 풍력발전 단지의 발전용량 4GW는 석탄화력발전 1기 발전용량인 500MW의 2배로 화력발전소 8대의 발전용량과 비슷한 규모이고 해당 발전용량을 기준으로 133만 가구가 1년 동안 사용 가능한 전기를 생산 가능함



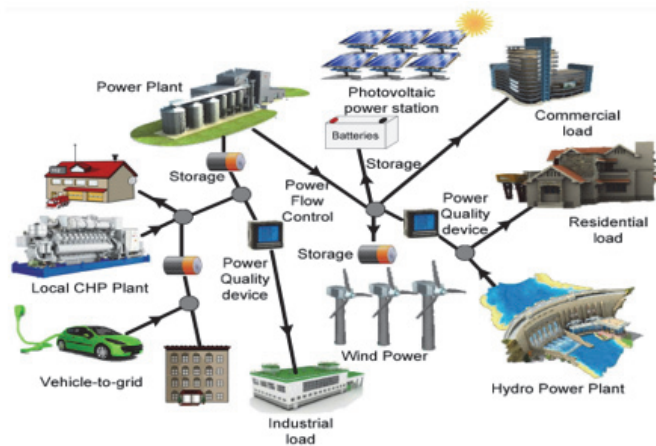
[그림 5-11] 제주시 해상 풍력발전 단지 사례

자료 : 에너지경제(2023.05.26.)

- 이러한 상황에서 화력발전소 폐지와 관련하여 충청남도, 정부와의 협의를 통해 대전광역시의 서해안 풍력단지 조성 협력이 필요
- 해당 발전단지 조성을 추진하면서 해상풍력발전 관련 기업 및 장비 제조 업체를 유치 육성하면서 여러 이득을 취할 수 있고 이러한 신재생 에너지를 통해 생산한 전력의 경우 전력소외지역인 대전광역시에 적합한 에너지 공급대책으로 볼 수 있기에 대전시, 대전 시민의 직접적인 참여를 통한 재생에너지 발전량 확보가 중요
- 분산에너지 통합발전소 제도에 따른 지역별 차등 요금제 대비 필요한 상황에서 전력자립도가 매우 낮은 전력소외지역 대전광역시에서 에너지 공급 대책으로 주변지역과의 협력을 통한 해상 풍력발전 단지 조성은 좋은 옵션이라고 볼 수 있음
- 이러한 과정에서 해상풍력이 가진 문제점을 잘 파악하고 대처해야 되는데 대표적으로 불규칙적인 바람, 낮은 발전효율, 기상악화에 의한 시설파괴, 해양환경 파괴 등의 문제에 대한 고려를 하면서 진행해야 할 필요가 있음

4. 수소혼소 발전소 도입 및 전력자립도 향상

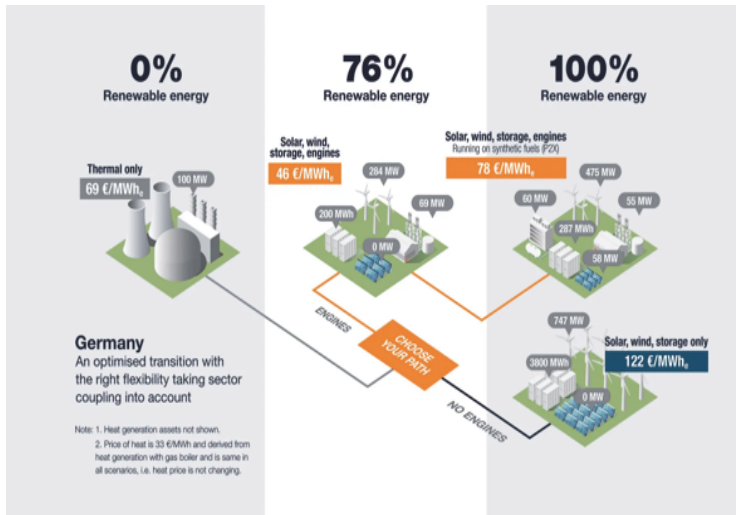
- 수소 혼소발전은 화석연료(LPG 등)와 수소를 혼합하여 연소 발전하는 것으로 수소 혼합량에 비례하여 온실가스인 이산화탄소 배출량이 감소 하기에 저탄소 또는 무탄소 발전도 가능함
- 대규모 석탄 및 원자력 발전소는 발전량 조절을 빠르게 할 수 없기에 기저부하용으로 사용하지만, 신재생 에너지의 수요변동에 있어서는 천연가스 또는 디젤 발전기와의 조합이 적절함



[그림 5-12] 분산에너지 범위

자료 : Journal of Engineering

- 친환경 전력생산을 위해서 재생에너지뿐만 아니라 기존 LNG발전소에 ESS를 추가하여 발전시간을 줄이고 결과적으로 연료소비 절감 및 이산화탄소 발생 감소의 효과를 기대
- 분산에너지 전력 시스템은 기존 전력망과 다양한 재생에너지 기술을 하이브리드하는 단계를 지속적으로 발전시켜 점진적으로 재생에너지 비중을 높여가는 것이 바람직함



[그림 5-13] 하이브리드 전력망 모델

참고문헌

산업통상자원부(2021), 분산에너지 활성화 추진전략
산업통상자원부(2023), 제10차 전력수급기본계획(2022~2036)
산업통상자원부(2023), 제3차 지능형전력망 기본계획(2023~2027)

국가법령정보센터 홈페이지, <<https://www.law.go.kr/LSW//main.html>>
국가에너지통계종합정보시스템 홈페이지, <<https://www.kesis.net/main/main.jsp>>
대한무역투자진흥공사 홈페이지, <<https://www.kotra.or.kr/index.do>>
서울연구원 홈페이지, <<https://www.si.re.kr/>>
에너지경제연구원 홈페이지, <<https://www.keei.re.kr/main.nsf/index.html>>
온실가스종합정보센터 홈페이지, <<http://www.gir.go.kr/home/main.do>>
집단에너지정보넷 홈페이지, <<https://kie.keei.re.kr/>>
한국에너지공단 홈페이지, <<https://www.energy.or.kr/>>
RE100정보플랫폼 홈페이지, <<https://www.k-re100.or.kr/>>

뉴스티앤티(2021.06.01.), 대전 동구, 태양광·태양열 설치 보조금 최대 85% 지원
더나은미래(2023.01.18.), [가상발전소가 바꿀 미래] 재생에너지로 ‘질 좋은 전기’
마음껏 쓰려면
서울경제(2023.03.19.), 태양광, 호남 등 과포화인데 또 지원하나…분산에너지법 대
상 포함 갑론을박
서울경제(2023.03.22.), 대전 국가산업단지, 첨단 미래형 신도시로 조성
에너지경제(2023.05.26.), 국내 첫 바닷바람 활용 발전…관광객 몰리고 인근서 낚시
도 즐겨
연합뉴스(2012.08.21.), 밀양 송전탑 민원협의 한전-주민 누구말이 맞나?
인더스트리 뉴스(2017.12.11.), 대전시 태양광 발전사업 허가 2배 이상 증가
전기저널(2022.08.04.), 직접구매제도(PPA)활성화를 위한 제도개선 방향
투데이에너지(2022.10.12.), 기계연, 국산 가스터빈용 30% 수소혼소 연소기 개발
투데이에너지(2023.06.30.), 집단에너지 분산편익, 제도적 뒷받침 필요
한겨레(2021.08.09.), 지구온도 1.5도 상승 전망, 10년 앞당겨졌다
KBS뉴스(2023.05.25.), ‘분산에너지 특별법’ 국회통과 전기 차등요금제 현실화
pv magazine(2023.04.14.), Average solar LCOE increases for first time
this year



34051 대전광역시 유성구 전민로 37(문지동)
TEL. 042-530-3500 FAX. 042-530-3508
www.dsi.re.kr

ISBN 979-11-6075-421-6 93350