

에너지전환시대의 정책방향과 분산형전원의 역할

2017. 9. 20(수) 오후 2시~4시

- 장소 | 국회의원회관 제3세미나실
- 주최 | 국회 홍의락 의원실  사단법인 한국집단에너지협회 공동개최

좌장 김창섭(가천대학교 교수)

토론 남경모(산업통상자원부 전력진흥과장)

발제 장우석(현대경제연구원 신성장연구실장)

이상훈(녹색에너지전략연구소 소장)

유승훈(서울과학기술대학교 교수)

이유수(에너지경제연구원 전력정책연구본부장)

문경성(서울에너지공사 집단에너지본부장)



진행순서

시 간	내 용
내빈소개	
14:00~14:10	사회자
1부	
14:10~14:25	개회사 : 홍의락 의원 축 사 : 산업위 위원장, 산업위 위원, 산업통상자원부 장관
14:25~14:30	기념촬영
2부	
	좌 장 : 김창섭 (가천대학교 교수)
14:30~15:00	주제발표 I 에너지 전환 정책의 비용과 편익 (장우석 현대경제연구원 실장) 주제발표 II 분산형전원의 역할과 활성화 방안 (유승훈 서울과학기술대학교 교수)
15:00~15:40	토론 남경모 산업통상자원부 전력진흥과장 이상훈 녹색에너지전략연구소 소장 이유수 에너지경제연구원 전력정책연구본부장 문경성 서울에너지공사 집단에너지본부장
15:40~16:00	질의응답
폐회	
16:00~	마무리 및 폐회

목 차

좌장 김창섭(가천대학교 교수)

- 개 회 사 홍의락 국회의원..... 6

- 축 사 추미애 더불어민주당 당대표..... 8
 - 우원식 더불어민주당 원내대표..... 10
 - 장병완 국회 산업통상자원중소벤처기업위원장..... 12
 - 홍익표 더불어민주당 국회의원..... 14

- 발 제 장우석(현대경제연구원 신성장연구실장)..... 19
 - 유승훈(서울과학기술대학교 교수)..... 27

- 토 론 남경모(산업통상자원부 전력진흥과장)..... 43
 - 이상훈(녹색에너지전략연구소 소장)..... 45
 - 이유수(에너지경제연구원 전력정책연구본부장)..... 47
 - 문경성(서울에너지공사 집단에너지본부장)..... 49

개회사



안녕하십니까? 국회 산업통상자원중소벤처기업위원회 소속 홍 의락 의원입니다.

홍 의 락

국회의원

오늘 ‘에너지전환시대의 정책방향과 분산형전원의 역할’ 이라는 주제로 학계 및 전문가들을 모시고 토론회를 개최한 것을 진심으로 뜻 깊게 생각합니다.

토론회 개최를 위해 물심양면으로 애써주신 집단에너지협회를 비롯한 모든 관계자분, 귀한 자리를 빛내주신 참석자 여러분께 감사의 인사를 드립니다. 또한 발제와 토론, 좌장을 맡아주신 각계 전문가 여러분께도 거듭 감사드립니다.

올해 3월, ‘환경급전’을 반영한 전기사업법 개정안이 국회 본회의를 통과하면서 이제 에너지 정책의 우선순위는 경제만이 아닌 환경도 함께 고려해야 하는 상황으로 바뀌게 됐습니다.

여기에 파리기후협약에 따른 온실가스의 실제적인 감축 의무이행과 맞물려 문재인 정부가 제시한 원전 축소, 친환경 대체에너지 정책 추진 및 2023년까지 신재생에너지 20%의 목표를 달성하기 위해서는 에너지원별 믹스 조정 문제는 불가피한 사안입니다.

이를 반영하듯 정부는 기존의 수급 안정과 저렴한 에너지 공급 중심인 경제급전 방식의

에너지 정책 방향을 국민의 안전과 쾌적한 환경을 균형 있게 고려하는 새로운 패러다임으로 전환하겠다는 의지를 밝혔습니다.

장기적인 관점의 에너지 패러다임 전환 과정에서 가교 역할을 할 전원의 확보가 필요함에 따라 신재생 및 분산형 전원의 활성화 논의가 필요한 시점입니다.

이에 맞춰 정부도 국정운영 100대 과제에서 그 내용을 담고 있지만 아직까지 국가적인 차원에서 어떻게 실천할 것인가에 대한 구체적인 논의는 부족한 것이 현실입니다.

이에 본 토론회에서는 에너지전환의 실행방안과 그에 따른 국가적 비용 및 편익을 분석하고 신재생 및 분산형 전원의 역할과 활성화 방안은 무엇인지에 대해서 논의해 보고자 합니다.

오늘 이 토론회를 계기로 국가의 정책전원이자 분산형 전원인 신재생에너지와 집단에너지의 현실과 문제점을 점검하고, 해결방안에 대한 다양한 논의가 이루어지기를 기대합니다. 감사합니다.

2017년 9월 20일

국회의원 **홍 의 락**

축 사



추미애
더불어민주당 당대표

더불어민주당 대표 추미애입니다.

「에너지전환시대의 정책방향과 분산형전원의 역할」토론회 개최를 축하드립니다. 바쁜 의정활동 중에도 뜻 깊은 자리 마련해주신 홍의락 의원님과 한국집단에너지협회 관계자 여러분께 감사 말씀 전합니다. 더불어 토론회 준비로 애쓰신 관계자 분들의 노고에도 감사드립니다.

국민 모두를 공포에 빠지게 했던 경주지진과 1년 내내 우리를 괴롭히는 미세먼지로 환경의 중요성과 생명, 안전에 대한 관심도가 높아지고 있습니다. 우리나라 초미세먼지 노출도는 OECD국가 중 1위라고 합니다. 물론 중국에서 유입되는 미세먼지가 많은 비중을 차지하겠지만 국내 노후화된 화력발전소에서 생기는 미세먼지도 무시할 수 없습니다.

문재인 대통령은 지난 6월 한 달 간 충남 4기를 포함한 전국 8기의 노후 석탄 발전소가동중단을 지시했습니다. 그 결과 충남지역 미세먼지 농도는 2년 평균치보다 15.4% 낮아져, 높은 화력발전소의 비중이 미세먼지에 크게 영향을 주는 것을 확인했습니다.

아이슬란드, 노르웨이, 뉴질랜드 등 초미세먼지 노출도가 낮은 국가는 신재생에너지 사용 비중이 높습니다. 아이슬란드는 88.5%에 달하며, 노르웨이 뉴질랜드도 45%가 넘습니다. 반면 우리나라 재생에너지 의존도는 1.5%로 조사대상 46개국 가운데 45번째입니다.

전 세계적으로 재생에너지 발전량은 지속적으로 증가하고 있습니다. 그러나 우리나라

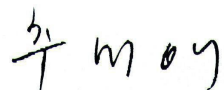
는 대부분의 전기가 화력발전소, 원자력발전소에서 나오는 만큼 에너지전환에 있어 초기 진통을 겪을 수밖에 없습니다. 화력발전소와 원자력발전소의 비중을 조금씩 줄여가며, 신재생에너지와 천연가스와 같은 친환경적 에너지를 어떻게, 얼마나 늘릴 것인가에 대한 사회적합의가 필요합니다.

에너지정책은 장기적으로 봐야합니다. 환경적인 부분뿐만 아니라 경제적인 부분까지 신재생 에너지는 우리 사회에 더 나은 미래를 만들어 줄 것입니다.

그런 의미에서 현재 수립 중에 있는 제8차 전력수급기본계획과 앞으로 수립될 제3차 에너지기본계획의 방향은 매우 중요합니다. 이번 토론회를 통해 국가 전반적인 에너지시스템을 진단해보고 신재생에너지 산업을 육성하는 기회가 되길 기대합니다.

끝으로, 바쁘신 와중에 토론과 발제에 참석해주신 여러분께 감사 말씀드리며, 이 자리에 함께하신 모든 분들의 건강과 행복을 기원합니다. 감사합니다.

2017년 9월 20일

더불어민주당 당대표 

축 사



안녕하십니까. 더불어민주당 원내대표 우원식입니다.

〈에너지전환시대의 정책방향과 분산형전원의 역할〉을 주최해 주신 홍의락 의원님의 노고와 이 행사에 깊은 관심을 가지고 함께 해주신 참석자 여러분께 진심으로 감사드립니다.

우 원 식
더불어민주당 원내대표

많은 국민들은 후쿠시마 사태와 지난해 경주 대지진, 미세먼지로 인한 심각한 대기 오염을 겪으며, 깨끗하고 안전한 에너지로의 정책전환을 원하고 있습니다.

‘세상에 공짜 점심은 없다’라는 말이 있듯이, 값싸게만 보이는 석탄화력과 원전은 사실 미세먼지와 위험비용, 핵폐기물 처리 등 미래에 지불해야 할 비용이 숨겨져 있습니다. 이제는 안전과 건강을 최우선에 두고 현세대와 미래세대를 위한 과감하게 친환경에너지 중심, 신재생에너지 구조로 전환해야 합니다.

최근 정부는 2030년까지 신재생에너지 발전비중을 20%까지 높이는 ‘신재생3020 이행 계획’을 수립하기로 했습니다. 신재생에너지에서 태양광과 풍력이 차지하는 비중도 80%까지 끌어 올려 선진국 수준의 에너지믹스를 달성한다는 계획입니다.

지금 사회적으로 논의되고 있는 탈원전과 무관하게 신재생에너지 확대는 거스를 수 없는 시대적 과제입니다. 이러한 계획이 성공적으로 수립되고 실행되기 위해서는, 분산형 재생가능에너지를 국가 에너지 정책의 우선순위로 설정하고, 그에 따른 인센티브와 규제

를 설계해 나가야합니다.

신재생에너지는 당장 지불해야 할 비용이 많은 것처럼 보이지만, 미래세대와 지속가능한 발전을 위한 현명한 선택이 될 것입니다. 지금부터 탈원전, 탈석탄 시대를 대비하고 새로운 에너지정책에 대한 국민적 동의와 합의를 이뤄나가야 합니다. 신재생에너지 발전량을 안정적으로 확보하고 공급하기 위한 법과 제도마련에 여당 원내대표로서 최선을 다하겠습니다.

아무쪼록 오늘 이 토론회에서 정부부처, 학계 및 업계, 그리고 전문가 모두가 모인 만큼 우리나라의 에너지전환과 분산형 전원이 성공적으로 정착할 수 있는 다양한 방안이 모색되길 바랍니다.

함께하신 모든 분께 감사합니다.

2017년 9월 20일

더불어민주당 원내대표 **우원식**

축 사



안녕하십니까?

국회 산업통상자원중소벤처기업위원장 장병완입니다.

「에너지전환시대의 정책방향과 분산형전원의 역할」토론회 개최를 진심으로 축하합니다.

장 병 완

국회 산업통상자원
중소벤처기업위원장

지난해 국회는 경제성만으로 운영되는 전력시장 문제를 개선하기 위해 환경과 국민안전에 미치는 영향을 종합적으로 고려하도록 하는 「전기사업법 일부개정법률안」을 여·야 만장일치로 의결했습니다. 경제·사회적 변화에 맞춰 효율성 뿐 아니라 국민 모두에 미치는 영향을 종합적으로 고려해야 한다는 공감대가 모아진 것입니다. 또한 이 법은 발의 당시부터 저탄소 시대인 ‘신 기후체제’에 최적화된 법안이라는 평가를 받았습니다.

문재인 정부도 출범과 동시에 탈 원전, 탈 석탄·화력발전을 선언했습니다. 극단적인 새 정부의 에너지정책기본방향은 산업통상자원중기벤처기업위원회의 기초와 같지만, 문제는 정책속도입니다. 당장 세계 최고수준의 원전을 다 폐기할 수는 없습니다. 탈 원전보다는 감 원전, 탈핵이 아닌 감핵이 요구됩니다.

국가 에너지 정책은 에너지 관련 산업과 국가 경제뿐 아니라 국민생활 전반에 커다란 영향을 미칩니다. 그렇기 때문에 안전과 효율 어느 한쪽에 편중되지 않고 균형 있는 에너지 공급정책을 마련해야 합니다. 특히 에너지 믹스의 조합 형태는 매우 중요합니다.

그 대안 중 하나가 분산형전원입니다. 특히 전력수요의 대부분이 대도시에 몰려 있는 우리의 경우 친환경 분산형전원의 역할이 중요합니다. 문재인 정부의 국정운영 5개년 계획에도 내용이 담겨있지만, 어떻게 실천할 것인지에 대한 구체적 논의는 부족한 실정입니다. 오늘 토론회가 에너지전환의 실행방안과 국가적 비용, 편익 등 구체적 논의를 나누는 자리가 될 것입니다.

토론회를 준비해주신 홍의락 의원님 감사합니다. 이 자리에 각 계 전문가들이 함께한 만큼 분산형전원의 활성화 방안이 도출되길 바랍니다.

감사합니다.

2017년 9월 20일

국회 산업통상자원중소벤처기업위원장 **장 병 완**

축 사



반갑습니다. 국회의원 홍익표입니다.

먼저 토론회 준비를 위해 애써주신 홍의락 의원님과 한국집단 에너지협회 관계자 여러분의 노고에 격려와 깊은 감사의 말씀을 전합니다. 또한 바쁜 일정에도 깊은 관심을 갖고 함께해주신 참석자 여러분께도 진심으로 감사드립니다.

홍 익 표
더불어민주당 국회의원

우리나라는 압축적인 경제성장을 위해 저렴한 에너지 가격에 기반한 공급 중심의 에너지 정책을 지속해왔습니다. 원자력과 화석원료 중심의 에너지 수급 구조는 급속한 경제성장의 밑거름이 되었으나, 다른 한편에서는 온실가스 및 미세먼지 증가, 원자력 위험 등 심각한 부작용을 초래했습니다.

가습기 살균제, 세월호 사건, 미세먼지 등을 거치면서 시민들의 안전 의식이 높아졌습니다. 이제는 환경을 최우선 가치로 여기는 국민의 요구에 맞추어 에너지 정책의 패러다임이 바뀌어야 합니다. 에너지 공급자 중심에서 소비자 중심으로, 경제성 우선에서 환경과 안전을 고려한 균형 정책으로 근본적인 변화가 필요합니다.

신재생에너지 분야에서 가장 앞서있는 독일의 경우, 2030년까지 신재생에너지 비중을 50%, 2050년까지 80%까지 달성한다는 높은 수준의 목표를 설정하고 있습니다. 그 외에도 많은 국가들이 화석에너지 시대를 대체할 새로운 에너지 혁명에 대비해 많은 투자와 연구를 진행하고 있습니다.

우리도 새로운 에너지 시대에 미리 대비해야 합니다. 신재생에너지 등 에너지 신산업을 적극 육성하여 에너지 수요관리와 효율개선을 통해, 에너지 다소비 구조를 저탄소·고효율 구조로 전환해 나가는 노력이 필요합니다.

에너지 정책 전환은 단기간의 노력으로 이루어지지 않습니다. 느리더라도 폭넓고 지속적인 접근이 필요합니다. 이번 토론회가 깨끗하고 안전한 미래를 위한 신재생에너지 정책의 방향성과 과제 및 개선 방안을 도출하는 자리가 되기를 진심으로 기대합니다.

2017년 9월 20일

더불어민주당 국회의원 **홍 익 표**

발제

에너지전환시대의 정책방향과 분산형전원의 역할

장우석 (현대경제연구원 신성장연구실장)

유승훈 (서울과학기술대학교 교수)

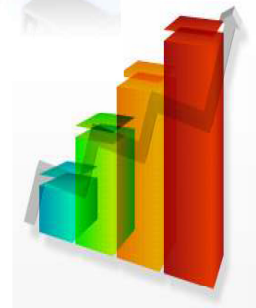


에너지전환시대의 정책방향과 분산형전원의 역할

장우석 (현대경제연구원 신성장연구실장)

2017. 9.20

에너지 전환 정책의 비용과 편익



1 연구 배경 및 목적

2 친환경 전력정책의 비용

3 친환경 전력정책의 편익

4 결론 및 시사점



연구 배경

친환경 에너지 전환의 본격적인 이행

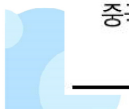
- 주요 선진국은 원자력과 석탄화력발전을 축소하는 전력정책을 추진 중
- 한국도 새 정부 출범과 함께 탈원전, 탈석탄 정책 방향을 설정하고 재생에너지 발전을 확대하는 친환경 전력정책을 본격적으로 추진

< 주요 선진국의 친환경 전력 정책 >

국가	주요 내용
독일	• 2022년까지 단계적 원전 폐쇄 • 재생에너지 발전차액제도 강화
프랑스	• 2025년까지 원자력 비중 75%→50%로 축소 • 재생에너지 비중 32%로 확대
덴마크	• 2035년까지 전력·열 부문 100% 재생에너지화 목표
중국	• 2020년까지 석탄화력 73%→62% 미만으로 축소 • 대규모 태양광, 풍력발전단지 조성

< 新정부의 전력정책 공약 >

구분	주요 내용
탈원전	• 신고리 5·6호기 포함 신규 건설 중단 • 설계수명 만료 원전은 사용을 연장하지 않고 폐쇄 • 노후원전 해체산업 육성
탈석탄	• 신규건설 중단, 공정률이 낮은 발전소 원점 재검토 • 노후발전기 10기 조기 폐쇄
재생에너지	• 2030년까지 20%로 확대 • 신재생에너지 의무공급비율 상향



연구 목적

에너지 전환 정책의 비용과 편익 분석

- 비용 : ①발전비용 증가, ②발전소 건설 매몰비용, ③원자력 산업 영향
- 편익 : ①안전 불안 해소, ②미세먼지/온실가스 감축, ③재생에너지 육성

< 본 연구의 분석항목 >

분석항목		주요 내용
비용 항목	(1) 발전비용 증가와 전기요금 인상	• 기존정책 대비 친환경 전력정책의 발전비용 증가분, 가구당 전기요금 인상효과 분석
	(2) 발전소 건설 매몰비용	• 신규 원자력발전소 6기, 석탄화력발전소 9기의 매몰비용 종합
	(3) 원자력발전 산업 영향	• 국내 원전산업 매출액 및 일자리 감소 위험 점검
편익 항목	(1) 국민안전에 대한 불안 해소	• 원전 사고 우려로부터 국민안전 확보 효과 점검
	(2) 미세먼지 저감과 온실가스 감축	• 기존정책 대비 친환경 전력정책의 미세먼지 저감, 온실가스 감축효과 분석
	(3) 재생에너지 산업 육성 기회	• 재생에너지 산업규모, 국내기업 경쟁력 현황을 바탕으로 신성장동력으로서의 기회 점검

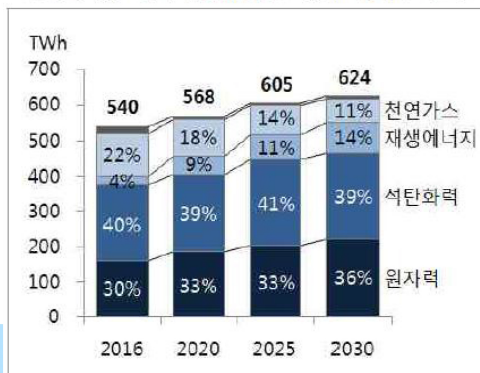
3

[참고]

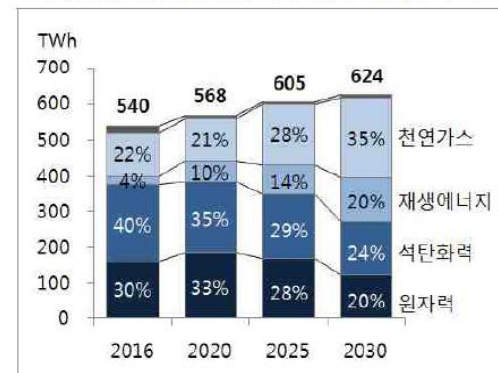
발전량 및 전원믹스 가정

- 중장기 발전량은 「제8차 전력수급 기본계획」 수요전망 워킹그룹이 지난 7월 공개한 최대전력 수요전망을 근거로 산정
- 전원믹스는 정부공약과 발전소 설비용량 계획을 참고하여, 기존 정책을 유지하는 경우와 친환경 정책을 따르는 경우로 나누어 가정

< 기존 정책을 유지하는 경우 전원믹스 >



< 친환경 정책을 따르는 경우 전원믹스 >



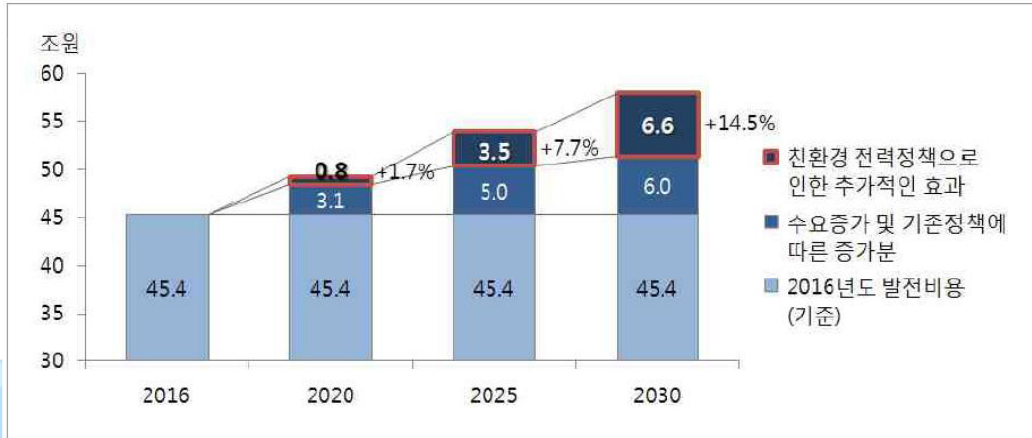
4

비용①

발전비용 증가와 전기요금 인상

- (발전비용 증가) 친환경 전력정책에 따라 전원믹스를 구성하는 경우 2020년 0.8조원, 2025년 3.5조원, 2030년 6.6조원의 비용이 추가 증가
 - ✓ 자연증가 효과와 새로운 전원믹스로 인한 효과가 모두 포함된 총비용 증가분은 2020년 3.9조원, 2025년 8.5조원, 2030년 12.6조원으로 추정

< 친환경 전력정책 추진에 따른 발전비용 증가분 추정 >



5

비용①

발전비용 증가와 전기요금 인상

- (전기요금 인상) 각 가구가 부담해야 하는 추가적인 월평균 전기요금 인상분은 2020년 660원, 2025년 2,964원, 2030년 5,572원으로 추정
 - ✓ 자연증가 효과와 새로운 전원믹스로 인한 효과가 모두 포함된 가구당 부담 증가분은 2020년 3,307원, 2025년 7,212원, 2030년 10,681원으로 추정

< 친환경 전력정책 추진에 따른 가구당 전기요금 인상효과 추정 >



6

비용②

발전소 건설 매몰비용

- (원자력) 신규 원자력발전소 6기의 매몰비용은 2.7조원 이상으로 추산
 ✓설계 단계인 신한울 3·4호기와 사전준비 단계인 천지 1·2호기 제외
- (석탄화력) 신규 석탄화력발전소 9기의 매몰비용은 1.3조원 이상
 ✓착공 직전 단계인 삼척포스파워 1·2호기, 당진에코파워 1·2호기 제외

< 원자력발전소 매몰비용 >

발전소	공정률 (%)	집행액 (억원)
신고리 5·6호기	29.5	16,436
신한울 3·4호기	'17년 착공 예정	
천지 1·2호기	'19년 착공 예정 ('30년 이후 완공)	

자료: 전력거래소(2017.7)

< 석탄화력발전소 매몰비용 >

발전소	공정률 (%)	집행액 (억원)
신서천 1호기	23.2	2,808
고성하이 1·2호기	23.0	8,526
강릉안인 1·2호기	14.8	1,665
삼척포스파워 1·2호기	'17년 착공 예정	
당진에코파워 1·2호기	'17년 착공 예정	

자료: 전력거래소(2017.7)

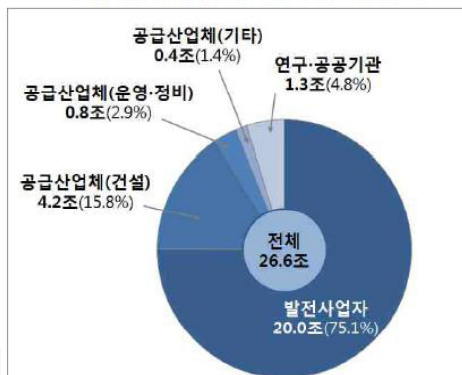
7

비용③

원자력발전 산업 영향

- (매출액) 국내 원자력산업 매출액은 26.6조원 규모 (2015년 기준)
 ✓단기적으로 건설부문, 장기적으로 운영·정비, 발전부문 매출 감소가 예상
- (일자리) 국내 원자력산업 인력은 약 3만 5천명 (2015년 기준)
 ✓단기적으로 공급산업체, 장기적으로 발전사업자의 일자리 감소가 예상

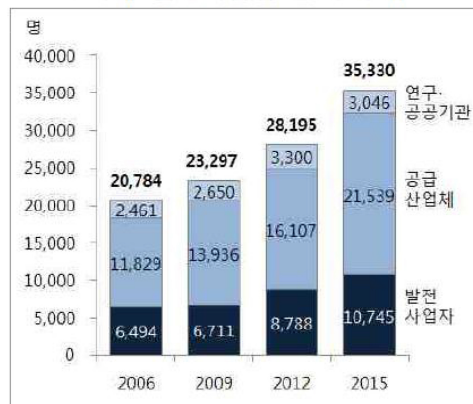
< 국내 원자력산업 분야별 매출액 >



단위: 원

자료: 미래창조과학부(2016) '제21회 원자력 산업 실태조사'

< 국내 원자력산업 인력 추이 >



8

편의①

국민안전에 대한 불안 해소

- 후쿠시마 사고와 경주 지진 이후 한국도 원전 사고에 대한 우려 증가
 - ✓ 100% 완벽한 안전보장은 담보하기 어렵다는 인식 확산
 - ✓ 2016년 9월 경주 지진 이후 한국도 원전사고에 대한 우려 확대
 - ✓ 원전 대부분이 영남 해안지역에 밀집, 사고 시 막대한 피해 예상
- 탈원전 정책은 국민의 불안감을 해소하는 데 크게 기여

< 세계 3대 원전 사고 피해 현황 >

구분	쓰리마일 (미국)	체르노빌 (구소련)	후쿠시마 (일본)
발생	1979년	1986년	2011년
사고등급	5등급	7등급 (최고)	7등급 (최고)
사고원전	1기	1기	4기
복구비용	2조원	334조원	230조원

자료: 국제에너지기구, 일본 경제산업성

< 국내 원자력발전소 위치 >



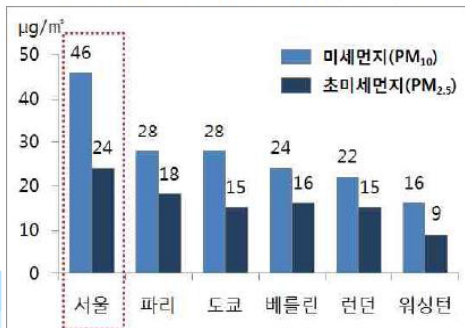
9

편의②

미세먼지 저감과 온실가스 감축

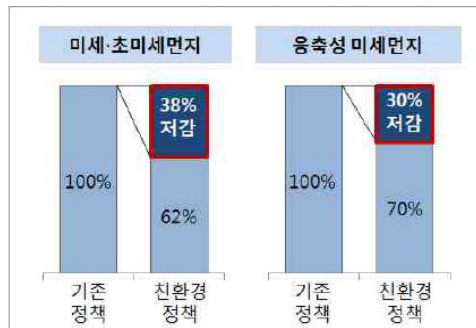
- (미세먼지 저감) 석탄화력발전 비중 축소는 미세먼지를 저감시켜 국민건강 증진에 기여
 - ✓ 국내 미세먼지 농도와 공기의 질은 세계 최하위권이며, 서울의 미세먼지 농도는 선진국 주요 도시 중 가장 높은 수준
 - ✓ 친환경 전력정책에 따르면 기존정책을 유지하는 경우보다, 미세먼지(PM₁₀)와 초미세먼지(PM_{2.5})를 30% 이상 저감시킬 수 있을 것으로 예상

< 세계 주요 도시의 미세먼지 농도 >



자료: 세계보건기구(2015)

< 친환경 믹스에 따른 2030년 미세먼지 저감량 >



10

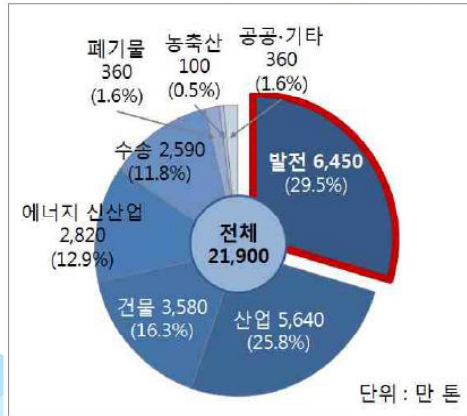
편의②

미세먼지 저감과 온실가스 감축

▪ (온실가스 감축) 파리협약에 따른 발전부문 온실가스 감축목표 중 2천만 톤 이상을 전원믹스 전환을 통해 달성

- ✓ 정부는 2030년 국내 기준 연간 2억 1,900만 톤의 온실가스 감축을 약속
- ✓ 국내 감축 목표량 중 29.5%에 해당하는 6,450만 톤을 발전부문에서 감축

< 한국의 2030년 온실가스 국내감축 목표 > < 친환경 믹스에 따른 2030년 온실가스 감축량 >



자료: 제1차 기후변화대응 기본계획(2016)

11

편의③

재생에너지 산업 육성 기회

▪ 전세계적으로 재생에너지 발전량은 지속적으로 증가할 전망

- ✓ 특히 태양광과 풍력발전이 연평균 각각 13.2%, 9.1%로 빠르게 성장할 전망
- ✓ 국내 기업들은 재생에너지 일부 영역에서 글로벌 경쟁력을 확보하고 있는 단계, 국내 시장 확대는 기업 경쟁력을 강화할 수 있는 좋은 기회

< 글로벌 재생에너지 설비용량 전망 >

구분	2016년 (GW)	2020년 (GW)	CAGR (%)
태양광	261	429	13.2 ↑
풍력	446	631	9.1 ↑
바이오	100	125	5.7 ↑
수력	1,237	1,326	1.8 ↑
기타	20	26	6.8 ↑
합계	2,063	2,537	5.3 ↑

자료: 국제에너지기구

< 태양광 · 풍력산업 상위 기업 >

순위	태양광 폴리실리콘	태양광 모듈	풍력 터빈
1	GCL (중국)	진코솔라 (중국)	베스타스 (덴마크)
2	바커 (독일)	트리나솔라 (중국)	GE (미국)
3	OCI (한국)	캐나다인솔라 (캐나다)	골드윈드 (중국)
4	Xinte (중국)	한화큐셀 (한국)	가메사 (스페인)
5	REC실리콘 (노르웨이)	JA솔라 (중국)	에너지콘 (독일)

자료: PV Magazine, PV TECH, 블룸버그

12

- **(비용) 친환경 전력정책 추진에 따른 추가적인 발전비용 증가분과 가구당 전기요금 인상분은 사회적 합의를 통해 수용 가능한 수준**
 - ✓ 발전비용 및 가구당 전기요금을 기준으로 하였을 때 각각 14.5%, 11.9% 인상된 효과로 사회적으로 수용 가능한 범위
- **(편익) 국민안전, 미세먼지 저감, 온실가스 감축, 재생에너지 산업 육성 기회 등 장기적으로 다양한 측면의 편익이 기대**
 - ✓ 탈원전 정책은 장기 관점에서 정책적 비전과 방향을 설정하였다는 데 의의
 - ✓ 석탄화력발전 축소는 미세먼지, 온실가스 저감을 통해 국민건강을 증진
 - ✓ 재생에너지 분야 국내 기업의 경쟁력 강화를 통해 신성장동력 창출
- **(종합 평가) 비용과 편익을 종합적으로 고려했을 때 국민안전과 건강을 지키고 재생에너지 분야 신성장동력 창출을 위한 수단으로 친환경 전력 정책을 추진하는 것이 바람직하다고 판단**



- **정책 수용성 확보를 위한 정보 공유**
 - ✓ 발전단가 정보와 국민부담 증가효과에 대한 객관적인 정보 공유
 - ✓ 대국민 수용성을 확보하고 전기요금 인상에 대한 사회적 합의를 도출
- **재생에너지 및 분산형 전원의 확대**
 - ✓ 재생에너지, 열병합발전 등 분산형 전원 중심으로 전력공급 패러다임 전환
 - ✓ 에너지정책, R&D정책, 산업정책의 연계성과 실효성 강화
- **공공부문과 민간부문의 상생을 위한 생태계 구축**
 - ✓ 경제급전과 환경급전의 조화
 - ✓ 외부효과를 반영한 에너지 세제 개편
 - ✓ 용량요금 현실화, 경부하요금 정상화
- **원전산업 피해 최소화 노력**
 - ✓ 노후 원전에 대한 폐로·해체기술 개발에 대규모 정책자금을 투입
 - ✓ 원전산업의 일자리 감소를 최소화하고 원전 해체산업 선도국으로 도약



에너지전환시대의 정책방향과 분산형전원의 역할

유 승 훈 (서울과학기술대학교 교수)

국회정책토론회
발표자료

분산형 전원의 역할과 활성화 방안

2017. 9. 20.



서울과학기술대학교 에너지환경대학원장
에너지정책학과 교수 유승훈

목차

제1부 분산형 전원인 CHP의 역할에 대한 분석

1. 미국 환경청(EPA)의 분석
2. 유엔환경계획(UNEP)의 분석
3. 국내 CHP의 에너지 절감효과 분석
4. 국내 CHP의 온실가스 저감효과 분석
5. 국내 CHP의 미세먼지 저감효과 분석
6. 국내 CHP의 대기오염 개선효과 분석
7. 국내 CHP의 분산전원 효과 분석
8. 국내 CHP의 ABCDE 역할

제2부 분산형 전원인 CHP의 현 주소

1. [글로벌] 국가별 CHP 현황
2. [글로벌] 온실가스 감축수단으로서의 CHP의 역할
3. [국내] 전력중심의 에너지 관리정책
4. [국내] CHP 확대 억제정책

제3부 CHP의 발전을 위한 제도개선 방안

1. 신정부와 CHP의 역할 확대
2. 해외의 CHP 지원제도 현황 및 시사점
3. 불합리한 에너지세제 개편의 필요성
4. 분산전원편익의 합리적 보상체계 마련
5. 불공정한 LNG 요금제도의 조정

2

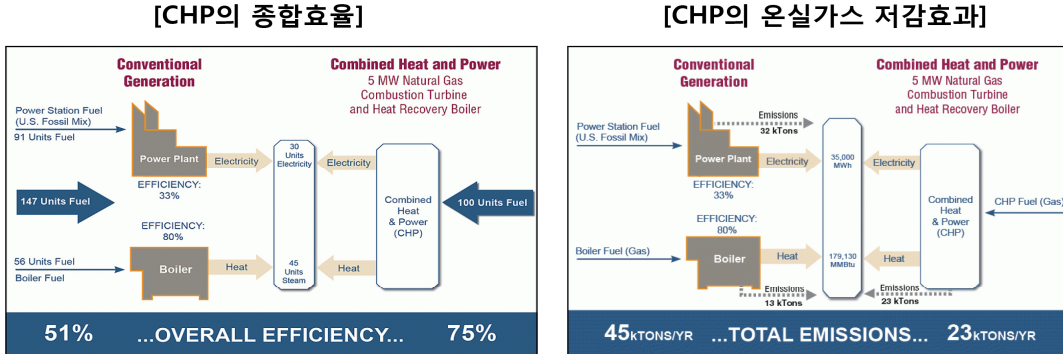
제1부 CHP의 역할에 대한 분석

1. 미국 환경청(EPA)의 분석
2. 유엔환경계획(UNEP)의 분석
3. 국내 CHP의 에너지 절감효과 분석
4. 국내 CHP의 온실가스 저감효과 분석
5. 국내 CHP의 미세먼지 저감효과 분석
6. 국내 CHP의 대기오염 개선효과 분석
7. 국내 CHP의 분산전원 효과
8. 국내 CHP의 ABCDE 역할

3

1. 미국 환경청(EPA)의 분석

- CHP의 종합효율 및 온실가스 저감효과

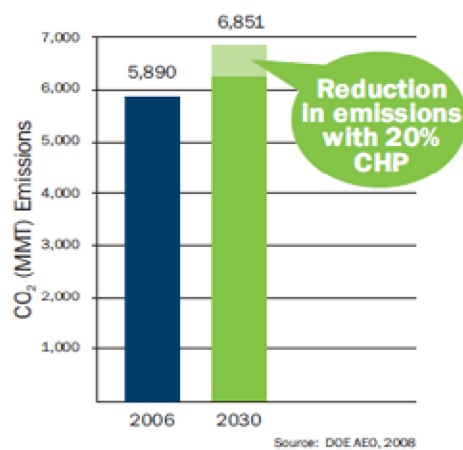
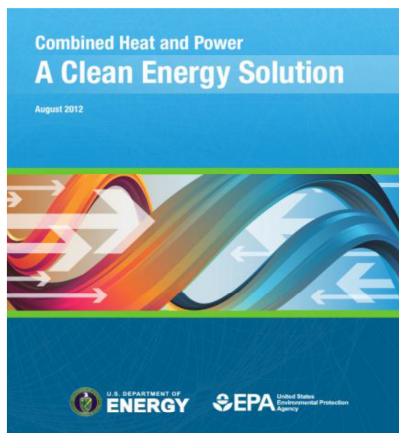


※ 자료 : 미국 EPA(www.epa.gov/chp).

- ▶ 열과 전기를 따로 생산할 때의 효율은 51%에 불과하지만, CHP의 종합효율은 75%로 종합효율을 약 47% 개선할 수 있음
- ▶ 열과 전기를 따로 생산할 때에 비해, CHP를 활용하면 온실가스 배출량을 약 49% 줄일 수 있음

1. 미국 환경청(EPA)의 분석

- 미국 에너지부(DOE) 및 환경청(EPA)의 정책

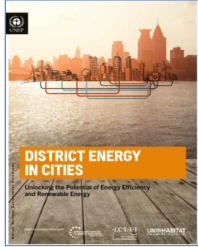


※ 자료 : 미국 DOE(www.energy.gov/eere/amo/chp-deployment).

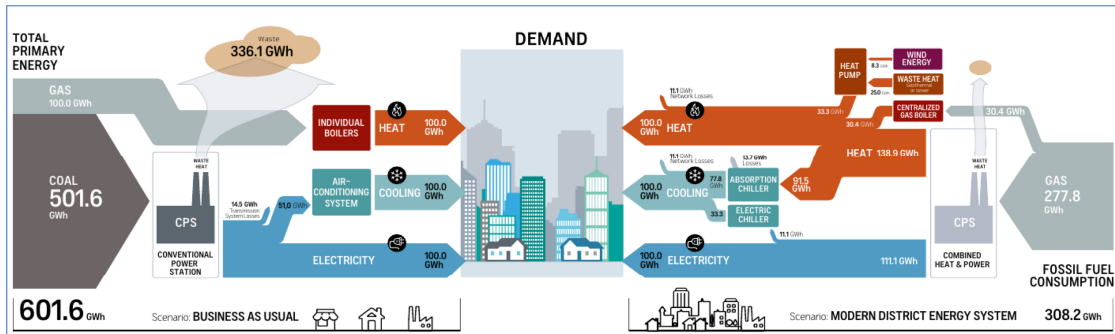
- ▶ 미국의 에너지부와 환경청은 2030년까지 온실가스 감축량의 20%를 달성하는데 있어서 CHP를 활용하겠다고 공개적으로 천명

2. 유엔환경계획(UNEP)의 분석

- 도심지역에서 에너지 사용 절감효과가 탁월한 CHP



▶ UN 환경계획(UNEP, United Nations Environment Programme)에서는 2015년 도심지역에서 열병합발전이 기존 열 및 전기 생산 방식에 비해 에너지 사용량을 절반으로 줄일 수 있다는 내용을 담은 보고서를 발간



6

3. 국내 CHP의 에너지절감 효과 분석

- 자료 구득이 가능한 2016년 한국지역 난방공사 실적 기준

주) 바이오매스(우드칩, 바이오가스, LFG 등) CHP 및 소각열 활용은 제외

① 분석대상			
○ 국내 CHP 중 한국지역난방공사 CHP + 발전자회사 CHP가 대상			
○ 이 중 LNG CHP + Oil CHP가 최종 분석 대상			
② 분석기준			
구분	CHP	대체 설비	
효율	2016 지역난방공사 실적자료 활용 (발전자회사 포함)	개별난방보일러	대체 발전기
열·전기 생산량		87.2%	2016 한국전력통계 기준, 실적자료 (송전손실을 감안)
온실가스 배출기준	IPCC 가이드라인(2006)의 CO ₂ 배출계수 적용		
③ 분석절차			
○ 각각의 열·전기 생산량 및 연료사용량 조사·계산 후, 석유환산톤 환산			
○ 석유환산톤 기준, 에너지사용량 비교를 통해 CHP 에너지절감효과 산출			
○ IPCC 가이드라인(2006) 배출계수 활용, 온실가스 감축효과 산출			

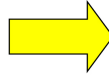
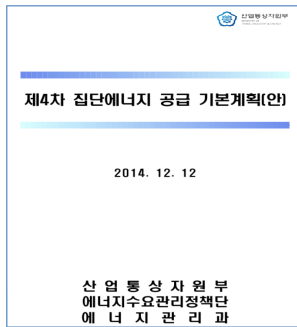
구분	CHP (A) (열+전기)	대체설비 (B)			CHP 효과 (B - A)
		개별 보일러(열)	한전 발전기(전기)	소계	
에너지 사용량(천TOE)	3,020	939	3,223	4,162	1,142 (△27.4%)

7

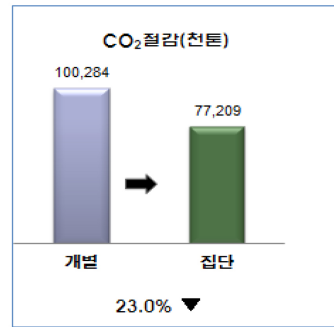
4. 국내 CHP의 온실가스 저감효과 분석

- 자료 구축이 가능한 2016년 한국지역난방공사 실적 기준

구분	CHP (A) (열+전기)	대체설비 (B)			CHP 효과 (B - A)
		개별 보일러(열)	한전 발전기(전기)	소계	
온실가스(천Ton)	6,513	1,992	11,399	13,391	6,878 (△51.4%)



2014년-2018년
온실가스 배출
저감량

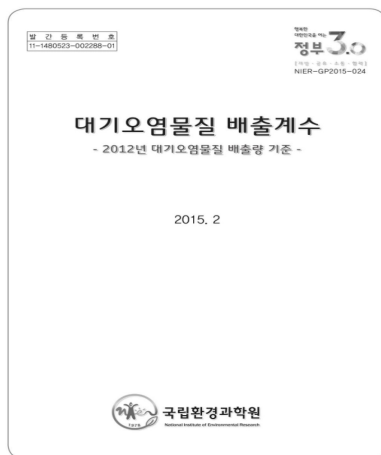


- ⇒ 미국 EPA의 48.9%보다 높은 수준의 온실가스 저감효과 달성
- ⇒ 제4차 집단에너지 공급기본계획의 23.0%보다 높은 온실가스 저감효과 달성

5. 국내 CHP의 미세먼지 저감효과 분석

- 가스 CHP의 미세먼지 저감 효과 산정 근거

- 국립환경과학원(2015.2) '대기오염물질 배출계수'의 대기오염물질 배출원별 배출계수 및 산업통상자원부(2015.7) 에너지법 시행규칙의 제5조 제1항 에너지열량 환산기준을 이용하여 미세먼지 저감효과 산정



[별표] <개정 2011.12.30>

에너지열량 환산기준(제5조제1항 관련)

구분	에너지원	단위	총발열량			순발열량		
			MJ	kcal	외유량(단위: 10 ³ kg)	MJ	kcal	외유량(단위: 10 ³ kg)
석유 (17종)	중유	kg	44.9	10,730	1.073	42.2	10,080	1.008
	휘발유	ℓ	32.6	7,780	0.778	30.3	7,230	0.723
	등유	ℓ	36.8	8,790	0.879	34.3	8,200	0.820
	경유	ℓ	37.7	9,010	0.901	35.3	8,420	0.842
	B-A유	ℓ	38.9	9,290	0.929	36.4	8,700	0.870
	B-B유	ℓ	40.5	9,670	0.967	38.0	9,080	0.908
	B-C유	ℓ	41.6	9,950	0.995	39.2	9,360	0.936
	무연탄	kg	50.4	12,050	1.205	48.3	11,550	1.155
	무연탄	kg	49.6	11,850	1.185	45.6	10,900	1.090
	나프타	ℓ	32.3	7,710	0.771	30.0	7,160	0.716
	물체	ℓ	33.3	7,950	0.795	31.0	7,410	0.741
	황동유	ℓ	36.5	8,730	0.873	34.1	8,140	0.814
	마스탈트	kg	41.5	9,810	0.981	39.2	9,360	0.936
	유발유	ℓ	39.8	9,500	0.950	37.0	8,830	0.883
	석유코크스	kg	33.5	8,000	0.800	31.6	7,550	0.755
	부생연유류 1종	ℓ	36.9	8,800	0.880	34.3	8,200	0.820
	부생연유류 2종	ℓ	40.0	9,550	0.955	37.9	9,050	0.905
가스 (5종)	천연가스(LNG)	kg	54.6	13,040	1.304	49.3	11,780	1.178
	도시가스(LNG)	Nm ³	43.6	10,430	1.043	39.4	9,420	0.942
	도시가스(LPG)	Nm ³	62.8	15,000	1.500	57.7	13,780	1.378
	액화천연가스	kg	15.9	4,500	0.450	13.6	4,450	0.445
	연료용 수인양연탄	kg	21.0	5,020	0.502	20.6	4,920	0.492
석탄 (4종)	연료용 수인양연탄	kg	24.7	5,900	0.590	24.4	5,820	0.582
	연료용 유연탄(역합탄)	kg	25.8	6,160	0.616	24.7	5,890	0.589
	연료용 유연탄(역합탄)	kg	26.3	7,000	0.700	26.2	6,740	0.674
	아연합탄	kg	22.7	5,420	0.542	21.4	5,100	0.510
전기 류 (3종)	코크스	kg	29.1	6,960	0.696	28.9	6,900	0.690
	전기(발전기준)	kWh	8.8	2,110	0.211	8.8	2,110	0.211
	전기(소방기준)	kWh	9.6	2,300	0.230	9.6	2,300	0.230
신탄	kg	18.8	4,500	0.450	-	-	-	

자료 : 산업통상자원부(2015.07), 에너지법 시행규칙

5. 국내 CHP의 미세먼지 저감효과 분석

• 유연탄 발전 vs. 가스 CHP의 미세먼지 배출량 추정

미세먼지(PM10)		유연탄 발전		가스 CHP	
배출계수(A)	29.1	kg/ton	0.036	kg/1000m ³	
열량전환계수(B)	6.160	Gcal/ton	10.430	Gcal/1000m ³	
열량당 배출량(A/B)	4.7240	kg/Gcal	0.0035	kg/Gcal	
발전량당 배출량(0.86Gcal=1MWh)	4.0626	kg/MWh	0.0030	kg/MWh	
열량당 배출량 비율	1,350		1.0		

초미세먼지(PM2.5)		유연탄 발전		가스 CHP	
배출계수(A)	39.625	kg/ton	0.036	kg/1000m ³	
열량전환계수(B)	6.160	Gcal/ton	10.430	Gcal/1000m ³	
열량당 배출량(A/B)	6.4326	kg/Gcal	0.0035	kg/Gcal	
발전량당 배출량(0.86Gcal=1MWh)	5.5320	kg/MWh	0.0030	kg/MWh	
발전량당 환경비용(51,988원/kg 적용)	287,599	원/MWh	156	원/MWh	
열량당 배출량 비율	1,838		1.0		

구분	2016년 정산단가(원/kWh)	PM2.5 환경비용(원/kWh)	사회적 비용(원/kWh)
유연탄	78.05	317.22	395.27
LNG	100.09	0.17	100.26
비율	0.78	1,838	3.94

자료) 국립환경과학원 (2015) '2013 국가 대기오염물질 배출량'의 배출계수를 활용하고 IMF (International Monetary Fund) (2014), Getting Energy Prices Right: From Principle to Practice에서 제시한 발전부문 PM2.5 환경비용 \$46,054/ton에 대해 환율 및 소비자 물가지수로 보정한 57,342(원/kg)을 적용

▶ 유연탄 발전의 사적 비용은 가스(열병합)발전의 78%에 불과하지만 사회적 비용은 3.94배!

10

5. 국내 CHP의 미세먼지 저감효과 분석

• 가스 CHP vs. 한전 발전믹스 및 개별난방

구분	연료사용량	TSP(kg)	PM10(kg)	PM2.5(kg)	
개별보일러	LNG	899,853천Nm ³	26,996	26,996	26,996
한전 발전기	무연탄	135,603ton	27,120,507	15,784,135	8,220,904
	유연탄	4,185,750ton	209,287,491	121,805,320	165,860,337
	B-C 유	149,287kl	156,752	125,245	80,160
	LNG 기력	4,426천Nm ³	159	159	159
	LNG 복합	405,593천Nm ³	14,601	14,601	14,601
합 계(kg)		236,606,505	137,756,455	174,203,156	

구분	TSP	PM10	PM2.5
분석대상 CHP(A)	219,902kg	171,110kg	127,581kg
대체설비(B)	236,826,408kg	137,927,565kg	174,330,737kg
저감효과(B-A)	236,606,505kg (△99.9%)	137,756,455kg (△99.9%)	174,203,156kg (△99.9%)
배출비율(B/A)	약 1,077배	약 806배	약 1,366배

▶ 가스 CHP 대신에 대체설비(2016년 실적 발전원 믹스 및 가스보일러)를 사용하게 되면 먼지 및 미세먼지를 더 많이 배출함

11

6. 국내 CHP의 대기오염 개선효과 분석

- 자료 구득이 가능한 2016년 한국지역 난방공사 실적 기준

[1] 분석대상
○ 한국지역난방공사 및 지역난방공사와 수월계약을 맺고 있는 한전 발전자회사 CHP, 이 중 LNG CHP(CHP _L)와 유류 CHP(CHP _O)가 분석대상

[2] 분석기준			
구분	CHP	대체 설비	
효율		개별난방보일러	대체 발전기
열·전기 생산량	2016 지역난방공사 실적자료 활용 (발전자회사 포함)	87.2%	2016 한국전력통계 기준, 실적자료 (송전손실을 감안)
구분	SOx		Dust
CHP	CHP _L : 배출계수 적용 CHP _O : TMS 실적 적용	NOx CHP _L : TMS 실적 CHP _O : TMS 실적	CHP _L : 배출계수 CHP _O : TMS 실적
개별난방보일러	대기환경보전법상의 배출계수 적용		
발전전용발전기	한전 오염물질별 원단위 산출 적용(ton/전MWh) (2016년 한전 지속가능경영보고서 자료 준용, 16.12월)		

[3] 분석절차
○ 분석대상 CHP의 열·전기 생산량 및 연료별 사용량 조사
○ 대체설비 열·전기 생산량 및 연료별 사용량 조사
○ 분석기준에 따라 TMS 실적, 대기환경보전법상의 배출계수, 실적기준 한전 오염물질별 원단위 등을 적용하여 오염물질 배출량 산정·비교

구분	분석대상 CHP (A)	개별난방 보일러 (B)	한전 발전기 (C)	CHP 저감효과((B+C)-A)
SOx (ton)	421	9	3,861	3,449 (△89.1%)
NOx (ton)	3,528	1,350	6,225	4,047 (△53.4%)
Dust (ton)	97	27	187	117 (△54.7%)
합계	4,046	1,386	10,273	7,613 (△65.3%)

12

7. 국내 CHP의 분산전원 효과 분석

- 수도권에 입지하는 CHP는 4가지 분산전원편익을 창출하고 있음

분산형 전원 편익	정의
송전망 건설비용 회피편익	송전망 건설을 하지 않아도 되므로 송전망 건설비용이 줄어드는 편익 발생
송전손실 회피편익	<p>송전망을 이용하지 않으므로 송전망을 통해 전력이 손실되는 것을 회피하게 되는 편익 발생</p> <p>· 연합뉴스 16년 8월 28일 : 지난해 송전과정서 6,700억원어치 전기 사라져</p> <p>신고리 1호기 원전 연간 발전량과 맞먹어...“장거리 송전 때문” (서울=연합뉴스) 정성호 기자 = 지난해 송전 과정에서 손실된 전기의 양이 7천954GWh에 달한 것으로 나타났다.</p> <p>지난해 한국전력(015760)이 사들인 전력 구입단가(연 평균 전기 도매가격)인 kWh당 84.65원을 기준으로 발전하면 연간 6천732억원어치의 전기가 송전 과정에서 사라진 셈이다. 28일 한국전력통계부와 인력당계에 따르면 지난해 송전·변전 과정의 전력 손실량은 7천954GWh에 달한 것으로 나타났다. 송전은 발전소가 생산한 전력을 먼 곳에 있는 수요처로 보내는 것을 말하며, 변전은 이차원 송전자가 위해 적당한 전압으로 높이거나 낮추는 것을 가리킨다. 이런 손실량은 신고리 1호기 원자력발전소의 지난해 연간 발전량인 7천953GWh와 맞먹는 규모다.</p> <p>이때 따라 전력 수요지 인근에서 전기를 생산해 송전 손실이나 송전 비용 없이 공급하는 말뚝발전이나 선재생에너지 같은 분산형 전원을 확대해야 한다는 지적이 나온다. 한 전력업계 관계자는 “연료가 싸다는 이유로 원자력발전과 석탄발전 의존도를 계속 높여가면 송전망 건설 비용, 송전 손실, 환경 오염 같은 문제가 해결될 수 없다”고 말했다.</p>
송전 혼잡비용 회피편익	복상조류와 관련된 혼잡비용은 송전제약을 고려한 발전비용과 송전제약을 고려하지 않은 발전비용의 차이로 정의되는데 분산형 전원으로 인해 이 혼잡비용이 줄어드는 편익 발생
송전망 피해 회피편익	송전망 건설을 하지 않아도 되므로 송전망 주변지역의 경관훼손, 지하하락, 생활불편 등 주민들에게 미치는 여러 피해가 감소하는 편익 발생

13

7. 국내 CHP의 분산전원 효과 분석

• 수도권에 입지하는 CHP는 약 87.54(원/kWh)의 분산전원편익 창출

편의 항목	산정 과정 및 결과																								
① 송전망 건설비용 회피편익	<ul style="list-style-type: none"> 전기연구원(2014)에서 송전선에 대해 설비비용을 60% 적용시 11.74(원/kWh) 산정 한국개발연구원(2015)의 연구결과에 전기연구원(2104)의 가정 적용시, 수도권 18.08(원/kWh), 비수도권 7.24(원/kWh) 																								
	<p>[지역별 송전 회피비용 산정(단위: 원/kWh/년)]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>수요</th> <th>부담비율</th> <th>가중치</th> <th>회피비용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>수도권</td> <td>38.6%</td> <td>60.1%</td> <td>156%</td> <td>95,031</td> </tr> <tr> <td>비수도권</td> <td>60.6%</td> <td>37.9%</td> <td>62%</td> <td>38,044</td> </tr> <tr> <td>제주</td> <td>0.8%</td> <td>2.0%</td> <td>256%</td> <td>155,718</td> </tr> <tr> <td>전체</td> <td>100%</td> <td>100%</td> <td>100%</td> <td>60,935</td> </tr> </tbody> </table> <p>자료) KDI(2015), 2015년도 스마트그리드 확산사업 예비타당성조사 보고서.</p>	구분	수요	부담비율	가중치	회피비용	수도권	38.6%	60.1%	156%	95,031	비수도권	60.6%	37.9%	62%	38,044	제주	0.8%	2.0%	256%	155,718	전체	100%	100%	100%
구분	수요	부담비율	가중치	회피비용																					
수도권	38.6%	60.1%	156%	95,031																					
비수도권	60.6%	37.9%	62%	38,044																					
제주	0.8%	2.0%	256%	155,718																					
전체	100%	100%	100%	60,935																					
② 송전손실 회피편익	<ul style="list-style-type: none"> 김용하 외(2011)의 연구내용(21,184(원/kWh/년))에 전기연구원(2014)의 가정 적용시, 4.13(원/kWh)으로 산정 열병합발전을 투입했을 때의 계통과 열병합발전을 제거하고 CG(centralized generation)를 투입했을 때의 계통선로 사이에 발생하는 1년간의 손실량 차이만큼을 일부 발전기에서 1년간 발전하는 발전량으로 보고 운전하는 발전기의 운전비용을 송전선로에 대한 송전손실 회피편익으로 정의 박성민 및 김성수(2014)의 논문 내용을 참고하여 16(원/kWh)으로 산정 																								
③ 송전 혼합비용 회피편익	<table border="1"> <thead> <tr> <th>송전 혼합 시나리오</th> <th>송전 혼합비용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기본 시나리오</td> <td>16(원/kWh)</td> </tr> <tr> <td>신재생 에너지 변동 시나리오</td> <td>21(원/kWh)</td> </tr> <tr> <td>송전망 건설 지연 시나리오</td> <td>46(원/kWh)</td> </tr> </tbody> </table> <p>자료 : 박성민 및 김성수(2014), 미래 전력 계통의 불확실성을 고려한 송전혼합비용 분석</p>	송전 혼합 시나리오	송전 혼합비용	기본 시나리오	16(원/kWh)	신재생 에너지 변동 시나리오	21(원/kWh)	송전망 건설 지연 시나리오	46(원/kWh)																
송전 혼합 시나리오	송전 혼합비용																								
기본 시나리오	16(원/kWh)																								
신재생 에너지 변동 시나리오	21(원/kWh)																								
송전망 건설 지연 시나리오	46(원/kWh)																								
④ 송전망 피해 회피편익	<ul style="list-style-type: none"> Kim, Lim, and Yoo(2017)의 연구에서는 기획재정부/KDI의 예비타당성조사 일반지침(2008, 제4판) 및 CVM 분석지침(2012)을 활용하여 전국 1,000 가구 조사를 통해 도출하였는데, 분산형 전원 관점에서의 가스기반 집단에너지 열병합발전의 프리미엄은 55.3(원/kWh)으로 도출되어 전기요금 123.69(원/kWh)의 44.7% CHP의 분산전원편익 																								
합계	<table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>추정결과</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>송전망 건설비용 회피편익</td> <td>11.74(원/kWh)</td> </tr> <tr> <td>송전손실 회피편익</td> <td>4.5(원/kWh)</td> </tr> <tr> <td>송전 혼합비용 회피편익</td> <td>16.0(원/kWh)</td> </tr> <tr> <td>송전망 피해 회피편익</td> <td>55.3(원/kWh)</td> </tr> <tr> <td>합계</td> <td>87.54(원/kWh)</td> </tr> </tbody> </table>	구분	추정결과	송전망 건설비용 회피편익	11.74(원/kWh)	송전손실 회피편익	4.5(원/kWh)	송전 혼합비용 회피편익	16.0(원/kWh)	송전망 피해 회피편익	55.3(원/kWh)	합계	87.54(원/kWh)												
구분	추정결과																								
송전망 건설비용 회피편익	11.74(원/kWh)																								
송전손실 회피편익	4.5(원/kWh)																								
송전 혼합비용 회피편익	16.0(원/kWh)																								
송전망 피해 회피편익	55.3(원/kWh)																								
합계	87.54(원/kWh)																								

14

8. 국내 CHP의 ABCDE 역할

• 국내 CHP의 5대 대표적 역할

- **Ace Energy** : 저탄소 저미세먼지 최고 에너지
- **Bridge Energy** : 신재생에너지 사회로 가기 위한 중간단계 가교 역할 에너지
- **Contingency Reserve Energy** : 신재생에너지의 공급 불안정성에 즉각적으로 대응할 수 있는 백업비상전원으로서의 역할을 수행하는 에너지
- **Distributed Energy** : 대규모 송전선로 및 장거리 에너지 배관이 필요없는 대표적인 분산형 에너지
- **Efficient Energy** : 열과 전기를 동시에 생산하기에, 종합효율 75%(미국 EPA 기준)를 달성하는 매우 효율적인 에너지

15

제2부 분산형 전원인 CHP의 현 주소

1. [글로벌] 국가별 CHP 현황
2. [글로벌] 온실가스 감축수단으로서의 CHP의 역할
3. [국내] 전력중심의 에너지 관리정책
4. [국내] CHP 확대 억제정책

16

1. [글로벌] 국가별 CHP 현황

- 집단에너지 열병합발전 도입 국가들의 산업현황을 살펴보면 전체 발전량 중 CHP 발전량 비중(이하 CHP 비중)은 9%~57%지만 우리나라는 4.8% 수준으로 낮음. 독일은 CHP 비중을 17%에서 2020년까지 21%로 높일 계획.

구분	단위	오스트리아 (2015)	불가리아 (2013)	크로아티아 (2015)	체코 (2015)	덴마크 (2015)	에스토니아 (2013)	한국 (2013)
집단에너지 총 설비용량	MWth	10,400	6,162	1,800	23,831	23,281	5,406	4,241
지역난방 네트워크 수	-	-	13	104	668	400	230	79
네트워크 길이	km	4,966	1,566	415	7,495	30,780	1,450	672
지역난방 총 판매량	GWh	21,260	5,001	2,463	21,491	29,234	6,394	-
열판매 금액	백만 EUR	1,069	16	-	1,449	2,330	354	-
MWh 당 지역난방 가격(평균)	EUR	50.3	3.2	-	67.4	79.7	55.4	43.9
지역난방이용자수	명	2,105,092	1,312,410	412,230	4,359,960	3,550,000	370,000	7,748,000
지역난방 공급 인구 비율	%	24.6%	18.1%	10.8%	40.5%	62.7%	28.0%	15.3%
총 실내공간 난방 수요	GWh	158,428	-	19,349	11,818,023	33,460	-	21,462
지역난방 공급 연면적	백만 m ²	70	38	-	148	75	31	192,551
전기생산량 중 CHP 비율	%	15.0%	9.0%	12.3%	13.7%	57.0%	16.0%	4.8%
지역난방 생산량 중 CHP 비율	%	59.0%	68.0%	79.5%	75.0%	69.0%	37.0%	66.5%
난방도입	-	2,977	2,414	2,892	2,999	3,060	4,152	2,968

※ 자료 : DHC Country by Country (Euroheat & Power, 2017); Heating Degree Days 2013, 2015 (Eurostat, 2013).

17

2. [글로벌] 온실가스 감축수단으로서의 CHP의 역할

• 35개 국가 8개년에 걸친 cross-country analysis

- 소득이 증가할수록 1인당 CO2 배출량이 증가하는데, 즉, 경제가 성장함에 따라 CO2 배출량도 증가함을 의미
- 반면에 CHP 비중이 증가할수록 CO2 배출량은 감소하는데, 이는 CHP 비중의 확대가 온실가스 배출을 저감하는 데 효과적임을 의미함
- 소득의 증가는 온실가스 배출을 늘리는 방향으로 작용하지만 CHP 비중의 확대는 온실가스 배출을 줄이는 방향으로 작용

[온실가스 배출량 결정요인 분석결과]

변수	계수 추정치	t-값
상수항	4.629	6.36**
CHP의 비중	-0.232	-1.87*
1인당 GDP	0.073	4.03**
표본의 크기	90	

⇒ 열병합발전은 온실가스 감축에 있어서 매우 중요하면서도 유력한 수단!

주) * 및 **은 각각 유의수준 10% 및 5%에서 통계적으로 유의함을 의미.

▶ 효과적인 온실가스 감축수단인 CHP에 대해 보급을 확대할 수 있는 실질적인 정책적 지원이 있어야 함

18

3. [국내] 전력중심의 에너지 관리정책

- CHP 기반 지역난방 열은 단순하게 난방용 및 온수용으로만 사용되는 것이 아니라 산업공정용 스팀 등으로 사용되고 있으며, 전기의 상당 부분은 난방, 온수, 건조 목적으로 사용되고 있음을 감안할 때 최종에너지의 30% 수준에 달할 것으로 추정
- 하지만 국가 에너지관리 정책이 전기 중심의 수급안정에만 초점을 맞추고 있어서 최종에너지의 32%를 차지하는 열에너지에 대해서는 거의 방치 수준이며 정부의 개선 의지를 찾기 어려움
- 2015년 최종에너지 소비(182,066toe) 대비 전력 소비(33,925천toe)는 18.6%에 불과하지만 에너지정책의 핵심은 전력
- 평균 효율 75%(미국 EPA 기준)로 생산한 CHP 열을 충분히 활용하지 못하고 평균 효율 33%(미국 EPA 기준)로 생산한 전기를 열이 필요한 부문에서 사용함으로써 국가 전체적인 비효율 초래
- 전기에너지를 열에너지로 전환하는 과정에서의 손실로 안 써도 될 에너지를 더 사용하고, 배출하지 않아도 될 온실가스를 더 배출하고, 배출하지 않아도 될 미세먼지를 더 배출하고, 무역수지에도 악영향 발생

⇒ 국가 전체적인 열지도 완성으로 열을 필요로 하는 수요처에는 전기가 아닌 열을 열원으로부터 직접 공급하는 패러다임 전환을 추진해야 에너지 효율화를 달성할 수 있음

19

4. [국내] CHP의 확대 억제정책

- 전력수요가 급격하게 안정화되고 있는 반면에 석탄화력발전소의 대거 진입으로 인해 기저 전원(원전, 석탄, 신재생E) 발전량이 크게 증가하면서 발전단가가 높은 CHP의 확대가 어려운 실정
- 열 수요가 충분하지 못한 지역에서 효율 때문에 대용량 CHP를 도입하는 것에 대해 정부가 제동을 걸면서 용량을 150MW 이하로 규제하여 CHP 신규 진입을 실질적으로 불허하고 있음
- 신정부의 출범으로 Bridge 에너지로서 LNG 발전에 대한 관심이 커지고 있으나 LNG CHP의 경우 LNG 발전에 비해 대도시 입지 등으로 인해 발전단가가 높아 역할 확대가 제한적일 가능성이 높음
- 신재생에너지는 FIT, RPS, REC, 배출권거래제 등으로 충분한 보상을 받고 있어 오히려 과도한 수익률 문제가 제기되고 있는 반면에, 대표적 친환경 전원인 집단에너지 CHP는 제대로 보상을 받지 못해 적자에 시달리며 고사 상태
- 신정부가 출범했지만 여전히 전력시장 운영제도는 불변이라 LNG 발전 급전순위 1위인 위례CHP는 가동률이 90%를 넘어도 여전히 적자 지속
- 여러 지역의 CHP가 적자를 지속하면 시장에 매물로 등장했으나 거래가 되지 못하고 있는 실정
- 3020 신재생에너지 보급확대 계획에 따라 신재생에너지가 확대되면서 CHP가 백업전원으로서 동반성장을 해야 하지만, 현행 시장구조 하에서는 신재생에너지와 CHP 사이에 불필요한 경쟁 구도가 만들어질 가능성이 큼

주요 집단에너지 사업자 경영현황

2015년 영업손실액	
청라에너지	68억원
삼천리	57억원
내포그린에너지	53억원
별내에너지	50억원

*자료: 각 사
그래픽: 이승현 디자이너

제3부 CHP의 발전을 위한 제언

1. 신정부와 CHP의 역할 확대
2. 해외의 CHP 지원제도 현황 및 시사점
3. 불합리한 에너지세제 개편의 필요성
4. 분산전원편익의 합리적 보상체계 마련
5. 불공정한 LNG 요금제도의 조정

1. 신정부와 CHP의 역할 확대

• 100대 국정과제 중 4개 과제가 CHP와 관련

국정과제	세부 실천과제	기회요인
37. 친환경 미래에너지 발굴·육성 (산업부)	<ul style="list-style-type: none"> 재생에너지 - '30년 재생에너지 발전량 비중 20% 달성, RPS의무비율 상향조정('30년 28% 수준) 에너지신산업 - 친환경·스마트에너지 인프라 구축, IoT기반 신비즈니스 창출 에너지효율 - 수요관리 강화, 미활용 열에너지 활성화, 공공부문 제로에너지건축물 인증 의무화, 국가 열지도 구축 에너지바우처 제도 확대 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 재생에너지 활용 스마트 히트 그리드를 통한 양방향 열거래 플랫폼 사업 추진 ✓ RPS 전환별 가중치 조정한 공급량 산정 및 열병합 발전 별도 분리방안 제안 ✓ 4세대 지역난방 도입을 통한 효율성 강화: 3세대 지역난방+신재생E(태양열, 연료전지, 지열 등)의 도심형 지역난방 도입 ✓ 국가열지도 구축을 통한 미이용 열에너지 발굴, 열에너지 수요관리 지능화
58. 미세먼지 걱정 없는 쾌적한 대기환경 조성(환경부)	<ul style="list-style-type: none"> 발전·산업부문 감축 <ul style="list-style-type: none"> - 불필 노후 석탄발전소(8기) 일시 가동중단 - 신규건설 불허 - '22년까지 노후 화력발전소(10기) 전면 폐쇄 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 발전부문에서의 미세먼지 감축을 위한 현실적·효율적 대안 제시 필요 → 재생에너지의 사회적·기술적·환경적 제약요인 극복을 위한 기간 동안 안정적 공급원인 CHP 확대 → LNG 발전량 확대를 위한 추가 LNG복합화력 건설 대신 수요지 인근 CHP 용량확대를 통한 전기공급
60. 탈원전 정책으로 안전하고 깨끗한 에너지로 전환(산업부·원안위)	<ul style="list-style-type: none"> 탈원전 로드맵 수립 에너지가격체계 개편 - 발전용 연료 세율체계 조정, 산업용 전기요금체계 개편 분산형 전원 확대 - 신재생, 집단에너지, 자가발전의 인허가, 연료구매, 요금설정 등 전 과정에 대한 체계적 지원 강화 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 노후 산업단지 개선사업, 공공기관 개발사업 등 사업들과 연계한 집단에너지사업 협의 의무화 ✓ 저가 미이용 열에너지 네트워크 공공 임대주택 및 다세대주택 등에 지역난방 공급 확대를 통한 에너지복지 구현 - 도시재생뉴딜 과제와 연계
61. 신기후체제에 대한 견실한 이행체계 구축(환경부)	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 감축 강화 - '18년 에너지세계개편, '2030 온실가스 감축 로드맵' 수정·보완, '20년까지 제로 에너지건물 확대, 폐자원에너지 활성화, 기후·대기·에너지 통합관리 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 일반발전용 대비 집단에너지 효율 향상을 통한 환경 개선효과 제치를 통해 집단에너지용 LNG에 대한 과제개선 추진(유연탄 과제 강화 및 우라늄 과제 신설을 통한 세수증급 유지 필요) ✓ 온배수열, 소각매열 등의 미이용 열에너지 활용 확대를 통한 폐자원에너지 활성화

※ 자료 : 국정운영 5개년 계획(국정기획자문위원회, 2017.7)

2. 해외의 CHP 지원제도 현황 및 시사점

구분	해 외(유럽, 미국)	국 내
사업 여건	- 오랜 도시 역사로 구도심 위주 중소형 CHP 보급 중심 - 경제성은 낮으나 분산전원 효과 큰 중소 CHP 지원 위주	- 신도시 위주 중대형 CHP 보급(세계적 성공사례) - 부동산 침체, 택지개발촉진법 폐지로 확대보급 한계 - 경제급전 원칙의 전력시장 보상체계로 운영손실 발생
보급 정책	- (독일) '20년 CHP 발전 비중 25% 목표 - (미국) '20년 CHP 40GW 신규 설치 행정명령 - (덴마크) '94년 건물 전기난방 금지, 현 CHP 발전비중 50%	- (2차 국기본) '35년 발전량 15% 분산전원 목표 - (7차 전력수급) 정책전원 포함, 송전요금 추진 등 - 중소형 CHP 보급정책 無, 구역전기사업은 운영난 직면
전력 시장 내	<ul style="list-style-type: none"> 발 - (TWBP) 시장상황에 따른 입찰에 의해 편익 반영 가능 전 - 지역별 가격(Zonal price)으로 수요지내 CHP 보상 가능 량 - 송전망 이용요금제(지리적, 물리적 차등 매우 큼) 용량 - 용량시장(RPM)으로 CC기준 보상 가능 량 - 지역별 차등(Zonal price), 송전혼잡지역 용량가격 높음 - 송전혼잡 고려로 부지가격 차이 반영 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - (CBP) 경제급전 원칙으로 분산·환경편익 반영 불가 - 단일 가격(Uniform price)과 유사, 차등 폭 미미 - 송전망 이용요금제 미실시(차등폭 미흡) - 단일 가격제(CP)와 유사, GT기준 보상 - LF의 차이가 미흡(하위 1%가 상위 1%의 90% 수준) - 송전혼잡 및 건설회피 미고려→부지가격 차이 미반영
전력 시장 외	<ul style="list-style-type: none"> - 20MW이하 규모경제 부족한 중소 CHP 위주 지원정책 실시 - 열축 투자비 지원(독일: 열배관, 축열조 건설투자비 지원) - 생산전력 보조금 지급(FIT or FIP) - CHP 가스요금 할인, 세금 감면 및 금융지원 - 원전(과세), 석탄(고율), LNG(저율 세금 부과) 	<ul style="list-style-type: none"> - 20MW 이하 별도 지원정책 無 - CHP 생산전력 보조금 지급 無 - (과거 발전자회사 CHP 전반기금 지원 '10년 폐지) - 100MW 이상< 100MW 이하 가스요금 차별 - 원전(면세), 석탄(저율), LNG(고율 세금 부과)
주요 사례	<p>미국 AEPS³⁾ (출처 : Portfolio standard and the promotion of CHP, EPA 2016)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 모든 전력회사는 판매전력 중 일부 AEC(Alternative Energy Certificate)를 구매하여 할당량 충족(RPS의무 별도) - AEC는 전기/열 독립생산 대비 CHP가 절감한 연료량을 MWh로 환산하여 발급(약 1.5 AEC/MWh) - AEC를 구매하지 못한 경우 페널티 부과, '12년 AEC 공급이 부족하여 가격상승 약 \$21/AEC 거래 - '15년 AEPS의 99.1%가 CHP를 통해서 공급 	

▶ 유럽 및 미국 등 선진국에서는 CHP를 지원하기 위한 다양한 제도가 시행되고 있음을 감안하여 국내에도 이를 벤치마킹하여 도입할 필요가 있음(특히 미국의 AEPS 제도)

3. 불합리한 에너지 세제 개편의 필요성

- 에너지 세제가 오염물질 배출량(환경부하)에 비례하지 못하고 자의적으로 부과되고 있어 과세 형평성을 심각하게 위반하며 이는 CHP 전기 생산단가 및 열 생산단가의 인하를 억제하고 있음
- CHP용 LNG는 저미세먼지 저탄소 연료임에도 불구하고 고미세먼지 고탄소 연료인 석탄에는 부과되지 않는 관세, 수입부과금 등이 부과되고 있어 역차별을 받고 있으며 지역자원시설세의 요율이 석탄발전과 동일한 것은 모순

[석탄, 우라늄, 가스 열병합 발전원별 세금 및 부과금 현황]

구분	관세	개별소비세	부가가치세	수입부과금	안전관리 부과금	지역자원 시설세(지방세)
석탄	×	30원/kg	10%	×	×	0.3원/kWh
우라늄(원전)	×	×	10%	×	×	1.0원/kWh
CHP용 가스	원가 3%	40원/kg	10%	24.2원/kg	4.8원/kg	0.3원/kWh

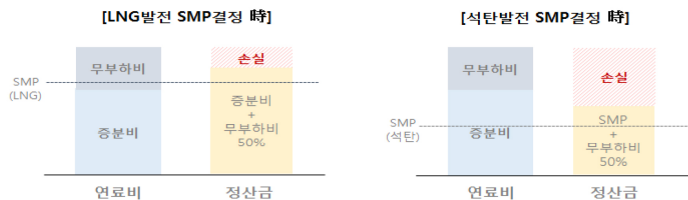
- ▶ CHP용 LNG의 개별소비세는 석탄보다 비싸며, CHP용 LNG에 관세까지 부과되고 있는 상황이라 합리적인 세제 개편 필요!
- ▶ 유연탄은 CHP용 LNG에 비해 초미세먼지 배출량이 812배에 달하지만 개별소비세는 오히려 0.75배 수준
- ▶ 단순 열량 기준으로 개별소비세를 매기다 보니 오염물질 부하량을 제대로 반영하지 못하므로 유연탄에 대한 과세를 강화하고 CHP용 LNG에 대한 과세를 면세 수준으로 대폭 완화해야 함
- ▶ 한편, 영국은 신재생에너지 및 고효율 CHP에 대해서는 기후변화세(CCL, Climate Change Levy)를 면제

24

4. 분산전원편익의 합리적 보상체계 마련

• 전력시장 내에서 분산전원편익을 보상할 수 있도록 제도 개선

- 수요지 내부인 도심지에 입지하는 분산형 전원인 CHP는 일반 LNG발전소 대비 15배~20배의 부지비용을 부담하고 있으며, 대규모로 건설하기가 어렵기에 대부분 중소형 규모로 건설되어 대형 LNG 발전소 대비 단위당 높은 건설비를 부담하고 있지만, 대형 발전소와 동일한 수준으로 투자비를 보상하고 있어 운영이 어려움 발생
 - ➔ 용량요금(CP)의 현실화, 중소규모 영세사업자에 대한 기금 지원 고려
- 분산형 전원인 CHP에 대해 송전손실계수(TLF)와 지역별용량가격계수(RCF)를 적용하여 분산전원편익을 일부 보상하고 있지만 원가에 크게 미흡하여 적자상태가 개선되지 못하고 있음
 - ➔ 원가를 보전할 수 있는 수준으로 현실화
- 'Min(SMP, 증분비)+무부하비용 50%'로 연료비를 정산하고 있어 손실 발생
 - ➔ 산정식이 'Max(SMP, 증분비) + 무부하비용 50%'로 개선되어야 함



25

5. 불공정한 LNG 요금제도의 조정

• 변동비 경쟁력 확보를 위한 LNG 요금제도 개선

- 소규모 CHP는 비싼 소매가격으로 LNG 구입하는 반면, 100MW 이상 대형 발전소는 20% 정도 저렴한 도매로 구입

➡ 소규모 CHP 원가경쟁력 절대 불리, 고사위기

⇒ 분산전원 정책에 역행

◆ 우리나라 LNG 요금체계

- 소매요금 = 가스공사 도매요금 + 도시가스사 관리비
· 가스공사 도매요금 = 도입 원료비 + 가스공사 관리비

대규모 발전용(100MW 이상)	→	소규모 열병합발전용(100MW 미만)
가스공사 도매판매		도시가스회사 소매판매
도매요금 = 원료비 + 도매 관리비		소매요금 = 도매요금 + 소매 관리비

- 용도별 도매요금
· 가스공사 도매가 자체도 소규모 열병합발전용 차별 → 대형 발전용보다 고가로 책정
- '17.4월 기준 가스요금 비교

구 분	대형 발전용	소형 열병합용	비 고
도매요금	490.03 (100)	581.96 (120)	도매요금도 차이
최종 구입가	490.03 (100)	608.41 (124)	

- 단위 : (원/Nm³) -

- ▶ 차별적인 LNG요금체계 개선
(제1안) 100MW 미만 CHP도 가스공사에서 도매 직구입
(제2안) 도매가격은 동일하게 하되, 도시가스사를 통해 소매 구입
- ▶ 자가소비용 LNG 직수입자를 통한 공동구매 허용
소규모 CHP사업자들의 연합으로 공동구매 가능하도록 제도개선
- ▶ 하절기 냉방용 LNG 요금에 비해 지역냉방용 LNG 요금은 1.52배 비싸므로 이를 동일한 수준으로 개선해야 전력피크 완화에 실질적으로 기여할 수 있음

26

경청해 주셔서
감사드립니다.

27

토론

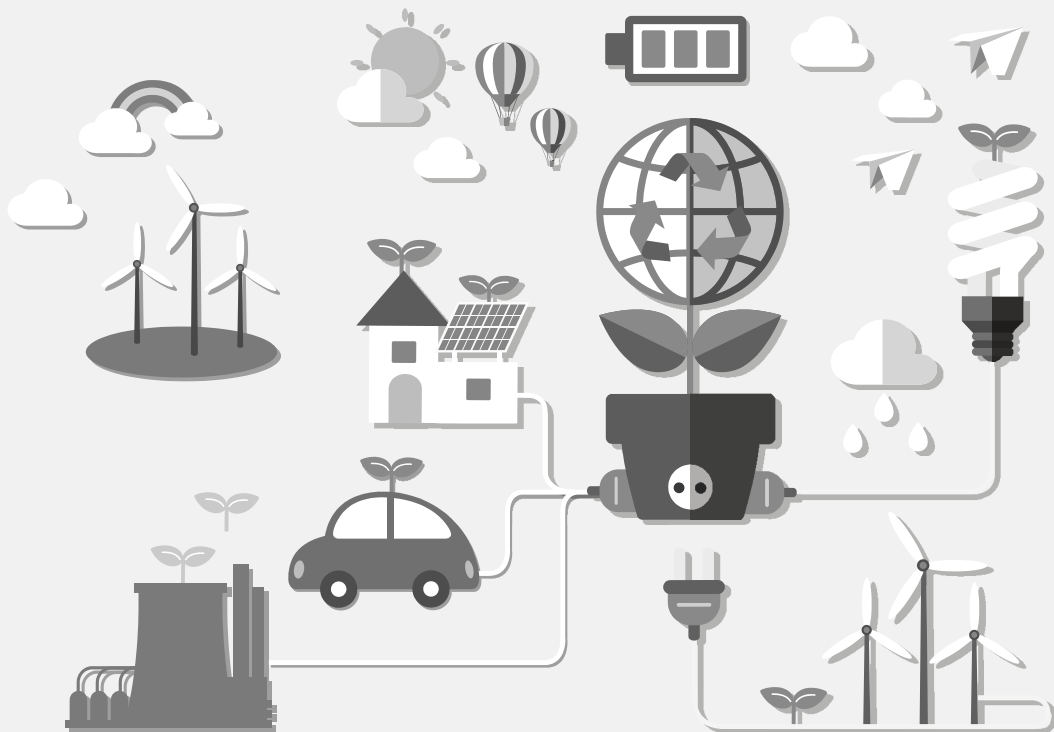
에너지전환시대의 정책방향과 분산형전원의 역할

남경모 (산업통상자원부 전력진흥과장)

이상훈 (녹색에너지전략연구소 소장)

이유수 (에너지경제연구원 전력정책연구본부장)

문경성 (서울에너지공사 집단에너지본부장)



에너지전환시대의 정책방향과 분산형전원의 역할

남경 모 (산업통상자원부 전력진흥과장)



MEMO



MEMO

에너지전환시대의 정책방향과 분산형전원의 역할

이상훈 (녹색에너지전략연구소 소장)



MEMO



MEMO

에너지전환시대의 정책방향과 분산형전원의 역할

이 유 수 (에너지경제연구원 전력정책연구본부장)



MEMO



MEMO

열병합발전 편익, 제대로 보상받아야

문경성(서울에너지공사 집단에너지본부장)

1. 들어가면서

서울시는 “원전 하나 줄이기” 사업을 시작하여 지난 ‘14.6월 1단계사업을 성공적으로 완수하고 현재 2단계사업을 야심차게 추진 중에 있습니다. 서울시 “원전 하나 줄이기” 실행기관으로 출범한 우리 서울에너지공사는 서울시 전력자립률 정책에 부응하여 태양광을 위시한 재생에너지 전원개발에 적극 뛰어 들고 있으며, 강서구 마곡지구에 200MW급 CHP를 건설을 서두르고 있습니다. 그러나 분산전원 효과가 극대화되는 서울에 CHP를 건설을 추진하고 있지만 경제성이 불투명한 것이 의사결정을 어렵게 하고 있습니다.

앞서 LNG를 사용하는 CHP(이하 “LNG CHP”)의 문제점과 대책에 대한 두 분 발제자의 의견에 적극 공감하면서 저는 발전 측면에서 빈사상태에 빠진 CHP를 살리는 방안을 좀 더 고민해 보고자합니다.

2. 발전시장 문제점과 CHP에 미치는 영향

LNG CHP는 기본적으로 LNG발전을 토대로 열을 생산하는 시스템이기 때문에 전력매출이 경영수지에 절대적으로 영향을 줍니다. 따라서 먼저 전력부문의 문제점을 짚어 보고자 합니다.

1) 석탄발전에 과도한 메리트 부여

① “비용평가 세부운영규정”의 문제점

“비용평가 세부운영규정”을 보면 현재 전력거래시장제도가 어떠한 시각에서 설계가 이루어졌는가를 극명하게 보여주고 있다고 생각합니다.

“비용평가 세부운영규정”은 “전력시장운영규칙” 의거, 전력거래시장에서 비용평가와 관련하여 필요한 사항을 정하는 것으로서 전력시장에서 매우 중요한 규정입니다.

“비용평가 세부운영규정”에서는 전원별 투자우선순위를 발전원가가 낮은 순으로 판단한다 하고 있고, 발전원가라 함은 연료비, 투자보수, 운전유지비 등으로 규정하고 있습니다.

바꾸어 말하면 발전소 원가의 대부분을 차지하는 것은 연료비로서, 연료비가 가장 저렴한 원전부터 시작하여 그 다음 석탄화력, 가장 후순위로 LNG발전소 투자우선순위를 정한다는 얘기입니다. 최근 원전, 석탄발전을 가능하면 줄이고, 재생에너지 발전으로 나아가야 한다는 세계적 추세와는 정면으로 배치되는 원칙을 정해 놓은 것입니다.

〈비용평가 세부운영규정〉

8.4.1.1 전원별 투자우선순위는 발전원가가 낮은 순으로 판단하며, 전원별로 8.4.1.1.4에 따른 투자보수율 격차가 유지되도록 한다.

8.4.1.1.2 전원별 발전원가는 감가상각비, 운전유지비, 연료비 및 최소투자보수로 구성된다.

② 경제급전원칙 문제점

현재 경제급전이라 함은 연료비와 발전효율을 반영하여 발전소 가동우선순위를 결정하는 것을 말합니다.

동일한 연료를 사용하는 발전소들은 발전효율이 급전우선순위에 영향을 미치지만, 가장 결정적인 것은 원자력, 석탄, LNG, 중유 등 어떤 종류의 연료를 사용하느냐가 핵심입니다.

즉, 연료비는 원자력, 석탄 발전소가 여타 발전소보다 싼데, 이들 소위 기저 발전소가 경제적인 발전소라는 관점에서 출발하고 있습니다. 이에 따라 원자력, 석탄 발전소는 일정한 출력으로 안정적인 매출을 보장받으면서 운영을 하고 있습니다.

물론 원가의 대부분을 차지하고 있는 연료비를 무시할 수 없습니다만, 시야를 넓혀 국

가 전체적으로 보면 송전망 건설비용과 송전손잡, 나아가서 온실가스, 미세먼지 등 환경적 비용 등 기저발전소가 발생시키는 막대한 비용을 간과하고 있는 것입니다. 현재의 경제급전원칙은 과거 에너지수급 중심의 그야말로 고전적인 시각에서 만들어진 제도가 아닌가 생각됩니다.

③ 제도상 혜택으로 석탄발전소는 막대한 흑자 구가

현재의 경제급전원칙은 석탄발전소를 많이 보유할수록 흑자규모가 늘어나고, 반대로 LNG발전소는 적자가 늘어날 수밖에 없는 구조입니다.

실제로 아래 표에서 보는 바와 같이 2016년 5개 발전자회사 경영실적을 보면 석탄발전 비중이 큰 남동발전과 동서발전의 순이익 규모가 여타 발전회사보다 훨씬 큰 것으로 나타나고 있습니다.

또한 동서발전 발전소별 경영공시를 보면 동서발전 회사 내에서도 유연탄 발전소인 당진화력은 막대한 흑자규모를 구가하는 반면 LNG발전소인 일산화력은 적자를 면치 못하고 있는 것을 볼 수 있습니다.

[발전자회사 경영공시]

구 분	남 동	동 서	중 부	서 부	남 부
석탄발전용량(GW)	9.3	6.7	4.4	5.1	5.0
순이익 (억원)	'14	4,181	1,596	1,332	640
	'15	5,833	4,549	2,433	2,214
	'16	4,800	4,676	4,230	2,900
	평균	4,938	3,607	2,611	2,412

주) 자료 출처 : 공공기관 경영정보공개시스템(순이익), 전력거래소 '16년도 발전설비 현황(석탄발전용량)

['16년 동서발전 사업소별 경영공시]

구 분	본 사	당 진	동 해	울 산	호 남	일 산
주 연 료	-	유연탄	무연탄	LNG, B/C	중유, 유연탄	LNG
발전용량 (MW)	-	16,040	400	3,272	500	900
순이익 (억원)	△1,061	5,126	426	196	39	△49

주) 자료 출처 : 한국동서발전 홈페이지

④ 반면 LNG발전소는 구조적 적자위기 봉착

현재 민자 LNG 발전소는 최신의 고효율 발전소도 경영난에 허덕이는 실정으로 이대로 방치할 경우 살아남는 곳이 과연 얼마가 될까 우려가 듭니다.

반면, 석탄발전은 메리트가 높다보니깐 앞 다투어 진출을 도모하고, 여의치 않을 경우 높은 프리미엄으로 석탄발전 사업권을 인수하는 현상도 벌어지고 있습니다. 과거 한 때 SMP가 비정상적으로 높았던 시절에 진입한 LNG 발전소 쪽 사정은 혈값에 내놓아도 인수자가 나타나지 않고 있는 것이 작금의 사정이기도 합니다.

발전자회사는 그나마 석탄발전 쪽의 흑자로 버틸 수 있으나 LNG발전소만 보유한 발전 사업자는 그야말로 절박한 상황인 것입니다.

문제는 앞으로 석탄발전소가 속속 가동되기 때문에 LNG발전은 더욱 나락에 빠질 수밖에 없는 구조라는 점입니다.

2) 제대로 된 평가가 필요한 LNG 발전편의

① 중요한 전력품질 확보에 핵심적 역할

LNG발전은 온실가스, 미세먼지 등 국가 환경기여 몫뿐만 아니라 전력계통 품질확보에 핵심역할을 하고 있다는 점도 제대로 평가되어야 합니다.

주파수와 전압을 균일하게 유지하는 전력품질은 우리나라와 같이 반도체 등 정밀제조업 비중이 높은 나라에서는 필수이고, 향후 4차 산업혁명이 본격화 될 경우 그 중요성은 더욱 높아질 수밖에 없습니다. 원자력, 석탄과 같은 기저발전소는 기동, 정지와 신속한 출력조절이 자유롭지 못하여 전력품질관리 기여도가 극히 제한적일 수밖에 없는 반면 LNG 발전은 유연하게 대처할 수 있어 전력품질은 거의 전적으로 LNG발전에 의존하고 있다고 하여도 과언이 아닙니다.

그런데도 원전과 석탄발전은 소위 연료비가 싸다는 이유로 기저부하가 제공되어 거의 일정한 출력으로 안정적인 운영과 고정적인 수입을 보장받고 있지만, LNG발전은 잦은 기동정지와 급격한 출력변동에 대응하기 위해 많은 노력과 비용을 지불하고 있는데도 이에 대한 보상이 너무 미미합니다.

지난 2000년~2001년 미국 캘리포니아 전력위기는 시시각각 요동을 치는 전력수요에 유연하게 대처할 수 있는 유연발전용량(Flexible Capacity) 부족이 원인으로 진단됨에 따라 이후 캘리포니아 주정부는 유연발전용량을 안정적으로 확보하기 위해 여러 가지 정책을 구사하고 있는데 시사하는 바가 크다고 하겠습니다.

② 에너지전환 과도기 중간가교 역할

우리나라 신재생에너지 발전비중은 '15년 기준 6.6%이나 그 내용을 보면 국제기준에서 인정하지 않고 있는 바이오연료나 폐기물을 이용한 발전비중이 높습니다. 이를 제외할 경우 실제 재생에너지 발전비중은 2.8% 수준에 불과해 선진외국에 비할 때 아직까지도 미미한 수준입니다.

30년까지 국가 재생에너지 발전목표 20% 달성을 위해서는 상당한 노력과 시간이 필요합니다. 그러나 석탄발전으로 인한 온실가스, 미세먼지 등 당장 우리가 해결해야 문제입니다. 이를 상당부분 해결할 수 있는 LNG발전은 재생에너지 발전이 본 궤도에 오를 때까지 공백을 메워주는 중간가교 역할로서 매우 중요하다 할 것입니다.

③ 재생에너지 발전의 동반자 LNG발전

태양광, 풍력, 해양 등 자연계 순환에너지를 기반으로 하는 재생에너지 발전은 기상상태, 주야, 계절적으로 출력의 부침이 심한 발전방식입니다. 따라서 출력 부침을 보상하여 안정적인 전기품질을 확보하기 위해서는 이른바 유연발전용량이 필수적입니다.

물론 출력부침을 극복하기 위한 배터리 등 에너지저장장치(ESS) 기술진보가 이루어지고 있습니다만 아직까지는 규모, 가격 등 LNG발전을 대체하기에는 역부족입니다. 앞으로도 상당기간 동안 재생에너지 발전의 부족한 부분을 채워 줄 수 있는, 유연발전용량의 확보는 LNG발전에 의존할 수밖에 없습니다. 에너지전환 시대를 맞은 지금 재생에너지 발전의 동반자인 LNG 발전을 고사시키면 안 되는 이유입니다.

3) LNG 발전 중에서도 가장 푸대접받는 CHP

아시다시피 LNG CHP는 전기만 생산하는 전통적인 LNG발전보다 훨씬 높은 에너지절감효과와 친환경적인 발전방식입니다.

그러나 LNG발전이 석탄발전보다 상대적으로 제대로 평가받지 못하고 있다면, LNG CHP는 LNG 발전 중에서도 아웃사이더 취급을 받고 있다는 생각입니다.

① CHP는 국가편익에 기여하지만 막대한 비용도 발생

앞서 발제내용을 인용하면 LNG CHP는 대체수단인 전통적인 LNG발전과 개별보일러를 사용할 때보다 에너지절감효과가 27.4% 높고, 온실 가스는 1/2이상 줄어들 뿐만 아니라 미세먼지와 NO_x 등 각종 환경오염물질 배출도 월등히 적은 매우 친환경적인 설비입니다.

니다. 또한 도심지 가까이 위치하여 분산전원으로서도 그 가치를 톡톡히 하고 있습니다.

그러나 인구밀집 도심에 가까운 LNG CHP 입지로 인하여 높은 부지가격과 추가적인 환경투자비, 그리고 CHP가 지역난방을 공급하는 생활형 에너지시설로 상대적으로 주민 수용성이 높다고는 하나 주변 민원으로 인한 착공지연, 보상시비 등 갈등관리에도 많은 비용이 수반됩니다.

② 그럼에도 CHP 편익보상은 미미한 반면 각종 불합리한 제도 작동

현재 LNG CHP는 환경편익에 대한 보상이 전무하고, 분산전원 편익에 대한 보상도 (TLF, RCF) 지극히 미미한 실정입니다.

매출에서 제대로 된 보상이 없는 상황에서 원가의 대부분을 차지하는 LNG 구입요금도 불합리하여 그야말로 이중고를 겪고 있습니다.

현재의 LNG요금체계는 100MW 미만 중소형 CHP용 LNG 요금이 100MW 이상 LNG 발전소보다 월등히 비쌉니다.

도심 주거지 내의 생활밀착형 CHP는 용량이 작을 수밖에 없으나 분산전원효과가 더 큰데도 이에 대한 보상은커녕 LNG요금은 거꾸로 입니다.

한 때 정부 권장으로 소형 열병합발전이 붐을 이룬 적이 있었지만 지금은 제대로 가동 되는 설비가 거의 없는 것으로 알고 있습니다. 소형 열병합발전은 상대적으로 대형 발전소보다 발전효율이 낮고, 규모의 경제면에서도 밀릴 수밖에 없어 애당초 대형에 비해 불리한 조건에서 출발할 수밖에 없습니다. 그런 상황에서 이런 이중고를 겪고 있으니, 혹시라도 흑자경영을 하고 있다면 그거야 말로 비정상적이라 할 것입니다.

3. LNG CHP 편익보상 정상화를 위한 제언

이제부터는 석탄발전보다 LNG발전이, LNG발전 중에서도 LNG CHP가 제도상으로 불리한 대우를 받고 있는 현실을 바로 잡아 공정하게 보상을 받도록 하여야 합니다. 여기서 잠깐 과거를 되짚어 보고자 합니다.

'01.4월 전력거래시장 개설한 후 한동안 기저한계가격(BLMP) 제도를 운영한 바가 있습니다. 모든 발전기를 SMP로 정산할 경우 기저발전기 정산금액이 과도하여 전력요금 폭등을 유발하고 전력판매회사(한전)와 기저발전회사 간 심각한 재무적 불균형이 발생하는 것을 방지하고자 총 발전량 중에서 가장 많이 점유하고 있는 기저발전기 발전량의 변동

비에 대해 SMP 대신 기저한계가격(BLMP)으로 정산하는 제도입니다.

그러다가 2007년부터 그간 석탄가격 상승으로 석탄 기저발전기의 수익률이 저하되자 적정수준의 보상과 민자 석탄발전 투자를 유도한다는 명분으로 기저한계가격(BLMP) 제도를 폐지하고 현재와 같이 모든 발전기가 동일한 SMP를 적용받는 단일화 시장으로 재편하는 과정을 거치게 되었습니다. 한마디로 석탄발전을 권장하기 위해 제도를 고쳤다는 얘기입니다.

만고불변의 원칙에 의해서가 아니라 인위적이었다는 얘기입니다.

에너지전환 시대를 맞은 시대의 요구에 맞게 제도를 재정비하여야 합니다. 올바른 국가 전력수급계획 수립과 함께 계획달성의 수단인 전력거래 제도를 재정비하여야 합니다.

1) 원전, 석탄에 편중된 메리트 배분 개선

① 단기적으로 LNG발전량 하한 쿼터제 운영 검토

현재 환경적으로 문제가 되고 효율도 낮은 노후 석탄발전소는 일부 단기적으로 강제 가동중단을 하고 있지만 나머지 기간에는 안정적인 급전지시를 받아 쉿쉿 돌아가는 반면, 최신 최고효율의 LNG 발전소라 할지라도 급전지시에서 소외되어 적자에 허덕이는 지경에 이르렀습니다.

문제를 해결하기 위해서는 현재의 전력시장제도를 대폭 개선함이 요구되나 근본적인 제도 개선에는 장기간이 필요한데, 당장 긴급처방이 필요한 LNG 발전소로서는 그 때까지 기다릴 수 없다는 점입니다.

따라서 우선은 현재의 전력시장제도 틀 안에서 LNG발전량 하한 쿼터제를 검토해 볼 것을 제안합니다.

LNG발전량 하한 쿼터제는 가격결정발전계획을 수립할 때 LNG 발전량이 전체 발전량의 일정수준, 예를 들면 20% 이하가 될 경우 최소한 LNG 발전량이 20%가 되도록 보장해 주는 방안입니다. 이로 인하여 전체 보상 파이가 커져 전력요금 상승압박이 생기는 것은 기저발전소 정산조정계수를 통하여 원전과 석탄발전소에 배분되는 메리트를 줄여서 해소시킬 수 있을 것입니다. 이렇게 할 경우 노후도가 심해 발전효율이 낮아진 석탄발전소는 강제가 아닌 자연스럽게 도태되는 효과도 기대할 수 있을 것입니다.

② 장기적으로 연료원별로 정확한 편익보상체제 구축

현재 연료비 중심으로 투자우선순위와 급전우선순위를 정하여 보상하는 것을 전력계통

기여도, 국가, 사회적 편익을 합리적, 종합적으로 평가하여 보상하는 제도가 필요합니다.
시간을 갖고 전문가의 지혜는 물론, 필요하다면 사회적 합의 도출을 하여야 할 것입니다.

2) 제대로 된 LNG CHP 발전편익 보상

① 단기적으로 CHP 전력계약제도(APS) 제도 운영

APS는 CHP 원가보상을 전제로 사업자와 한전(또는 거래소)이 직접 계약을 체결하여 CHP의 안정적인 운영을 보장하는 것입니다.

엄밀하게는 CHP가 제공하는 편익을 정확하게 평가하여 보상하는 것이 최선책이나, 이를 위해서는 장기적인 검토가 필요할 것입니다.

그러나 LNG CHP의 상황은 너무나 시급하므로 근본적인 대책을 마련하기 전에 APS 제도를 제안하고자 합니다.

② 장기적으로는 CHP 편익을 제대로 평가하여 시장제도 운영

APS는 고비용 저효율 CHP도 무조건 껴안게 되어 시장 논리상 어긋나는 문제가 있습니다. 따라서 환경편익, 송·배전편익, 사회 수용성 편익 등 LNG CHP 편익을 제대로 평가하여 시장 제도에 반영함으로써 특혜가 아닌 공정하게 대접받는 것이 필요할 것입니다.

소형 CHP가 갖는 고비용 저효율로 인하여 구조적으로 사업성이 떨어지는 문제는 선진외국의 예에서와 같이 별도의 지원으로 보완하여야 한다는 생각입니다.

③ 중앙정부 에너지기금 지원

CHP 가동률이 정상궤도에 오르려면 사업개시 후 장시간이 소요됩니다.

막대한 초기투자비가 상당히 부담될 수밖에 없는 구조인데 집단에너지용 CHP 건설을 위한 국가 에너지기금 용자지원이 전혀 없습니다.

예특자금의 경우 산업단지 CHP는 용자 대상이나 집단에너지용은 빠져 있고, 전력산업 기반기금의 경우 기금지원대상이기는 하나 실제로는 지원이 이루어지지 않고 있는 실정입니다.

이 또한 집단에너지 CHP에 대한 차별이 아닌가 생각됩니다.