한반도선진화재단
발표 ('22.4.28)

문재인 정부의 에너지정책 평가와 새정부의 바람직한 정책 방향

2022년 4월 28일

온기운
(에교협 공동대표)

목 차

문재인 정부의 에너지정책 평가

1. 문재인 정부의 에너지정책
2. 에너지정책의 문제점

새정부의 바람직한 정책 방향

1. 글로벌 에너지 정세
2. 에너지정책 방향

문재인 정부의 에너지정책 평가

1. 문재인 정부의 에너지정책

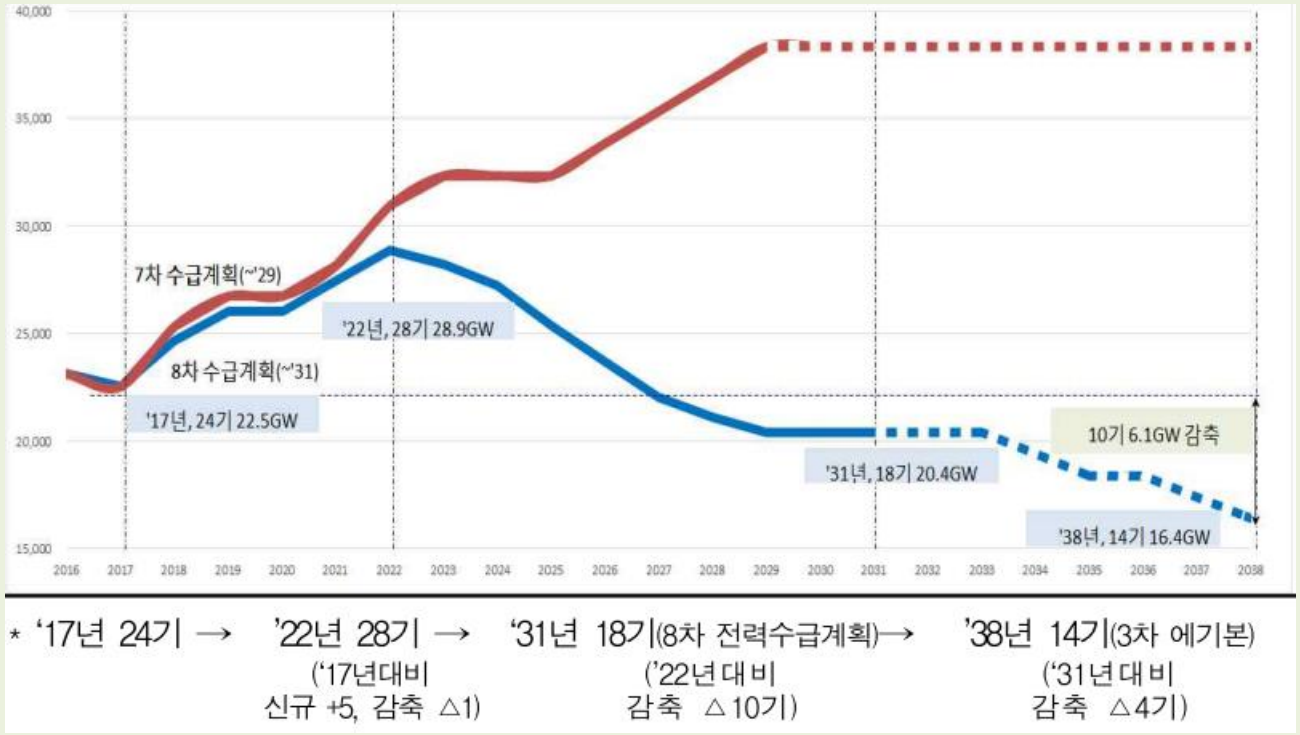
□ 에너지전환(탈원전) 로드맵('17.10)

- **원전의 단계적 감축**
  - 신고리 5·6호기는 공론화 결과에 따라 공사 재개, 신규원전 계획 백지화
  - 노후원전은 수명연장 금지, 월성 1호기는 전력수급 안정성 등을 고려해 조기 폐쇄
  - 원전은 2017년 24기 → 2022년 28기 → 2031년 18기 → 2038년 14기로 단계적 감축→제8차 전력수급기본계획(~'31년)과 제3차 에너지기본계획(~'38년)에 반영

단계적 감축 대상 원전

구 분	호기수	용 량	대상
신규원전	6기	8.8GW	·신한울 3·4, 천지 1·2, 신규 1·2
노후원전	14기	12.5GW	·'38년까지 14기 * 고리2~4, 월성 2~4, 한빛 1~4, 한울 1~4
월성 1	1기	0.7GW	·월성 1호기

- 문재인 대통령은 '22년 2월 25일 "향후 60년 동안은 원전을 주력 기저 전원으로 충분히 활용해야 한다"고 언급
- 건설이 지연되고 있는 신한울 1·2호기와 신고리 5·6호기에 대해서도 "가능한 빠른 시간 내에 단계적 정상가동을 할 수 있도록 점검해 달라"고 주문-




'탈원전' 文, 대선 앞두고
"원전, 향후 60년 주력 전원"

- **재생에너지 확대(재생에너지3020, ‘17.12)**
  - 2017년 7%인 재생에너지 발전량 비중을 2030년 20%로 확대
  - 원전축소로 감소되는 발전량을 태양광·풍력 등 청정에너지 확대로 공급
  - 협동조합·시민 중심의 소규모 태양광 사업에 대한 지원

❖ 제8차 전력수급기본계획(‘17.12)

- **원전·석탄 단계적 감축, 신재생에너지 중심 친환경에너지 대폭 확대**
  - 신규 6기 건설 백지화, 노후 10기 수명연장 중단, 월성1호기 공급제외
  - 노후석탄발전소 10기 2022년까지 폐지, 당진에코파워 등 석탄 6기는 LNG로 연료 전환
  - 신재생에너지는 태양광·풍력을 중심으로 47.2GW의 신규 설비를 확충, 2030년 58.5GW까지 확대
- **경제급전과 환경급전의 조화→석탄발전 감축, LNG발전 확대**
  - 급전순위 결정시 온실가스 배출권 거래비용 등 환경비용을 반영
  - 유연탄 개별소비세 인상과 세율의 추가적인 조정 추진
- **미세먼지 줄이기 위해 30년 이상 된 석탄발전기의 봄철 가동 중단**

□ 수소경제활성화 로드맵(‘19.1)

- **수소차·연료전지를 양대 축으로 ‘세계 최고수준의 수소경제 선도국가로 도약’이 목표**
- **민·관 역할 분담을 통해 ①수송, 에너지(전기·열) 등 수소활용 확대로 세계시장 점유율 1위 달성 ②Grey 수소에서 Green 수소로 수소생산 패러다임 전환 ③안정적이고 경제성있는 수소 저장·운송 체계 확립 ④수소산업 생태계 조성과 전주기 안전관리 체계 확립을 제시**
  - 수소차 620만대 생산, 수소충전소 1,200개소 구축
  - 연료전지 발전용 15GW, 가정·건물용 2.1GW 보급
  - 그린수소 확대로 공급량 526만톤/年, 가격 3,000원/kg 달성
  - 안정적이고 경제성 있는 수소유통체계 확립, 전주기 안전관리 체계 확립과 수소산업 생태계 조성

□ 제3차 에너지기본계획('19.6)

- **에너지 소비구조 혁신**
  - 산업·수송·건물 등 부문별 수요관리 강화, 가격체계 합리화 통해 최종 에너지수요를 (2017년) 176.0 → (2040, BAU) 211.0 → (2040, 목표) 171.8 백만 TOE로 추진
  - 2040년 에너지 소비효율 38% 개선, 수요 18.6% 감축 추진
- **깨끗하고 안전한 에너지믹스로 전환**
  - 재생에너지 비중 확대(2040년 30~35%)
  - 원전·석탄발전의 점진적·과감한 감축을 통해 깨끗하고 안전한 에너지믹스로 전환
- **분산형·참여형 에너지시스템 확대**
  - 재생에너지, 연료전지 등 수요지 인근 분산 전원 비중을 확대하고, 지역·지자체의 역할과 책임 강화
- **에너지산업의 글로벌 경쟁력 강화**
  - 재생에너지·수소·효율연계 등 미래에너지산업 육성
  - 전통에너지산업은 고부가가치화, 원전산업은 핵심생태계를 유지
- **에너지전환을 위한 기반 확충**
  - 전력·가스·열 시장제도 개선
  - 신산업 창출을 촉진하기 위해 에너지 빅데이터 플랫폼 구축

□ 제9차 전력수급기본계획('20.12)

- **'34년 정격용량기준 : 신재생(40.3%), LNG(30.6%), 석탄(15.0%), 원전(10.1%) 順**
  - 실효용량기준 : LNG(47.3%), 석탄(22.7%), 원전(15.5%), 신재생(8.6%) 順
- **석탄발전 축소**
  - '30년 기준 가동 후 30년 도래 석탄발전 설비 24기 폐지
  - 나머지 석탄발전 설비의 연간 발전량 상한을 제약
  - 온실가스 비용을 원가에 반영하는 방안도 병행 시행
- **신재생에너지 확대 : '34년 발전량 비중 22.2%**
- **동북아 수퍼그리드 구축**

< 8차 계획 >

◇ 에너지 전환 패러다임 변화에 따른 전원 Mix 기본틀 정립
(원전↓, 신재생에너지↑)

* 에너지전환 로드맵('17.10)재생에너지 3020 이행계획('17.12) 반영

< 9차 계획 >

◇ 안정적 전력수급 전제친환경 발전 전환 가속화
(석탄↓, LNG↑)

* 온실가스감축 수정로드맵('18.7)제3차 에너지기본계획('19.6) 반영

주요국 2030 NDC 상향 및 감축경로 비교

국가	2030 NDC 상향 (탄소중립 선언 후)	Net-zero까지 균등 감축 시 기준년도 → '30년까지 감축 수준
EU	'90년 比 최소 **55%** 감축	△**66.67%**
영국	'90년 比 '35년까지 **78%** 감축('30년 68%)	△**75%**('35년 NDC 기준)
독일	'90년 比 **65%**	△**72.73%**('45년 넷제로 기준)
미국	'05년 比 **50~52%** 감축	△**55.56%**
캐나다	'05년 比 **40~45%**	△**55.56%**
일본	'13년 比 **46%** 감축	△**45.94%**
한국	'18년 比 **40%** 감축	△**37.5%**

자료: 환경부, 온실가스정보센터

□ 탄소중립과 온실가스감축 NDC

- **2050 탄소중립 비전과 이행체계 법제화→'21년 8월 '탄소중립·녹색성장 기본법' 제정**
- **2050 탄소중립을 위한 시나리오 2개 안**
  - 화력발전 전면 중단 등 배출 자체를 최대한 줄이는 A안
  - 화력발전(LNG) 잔존 대신 CCUS 등 신기술을 적극 활용하는 B안
- **탄소중립을 실질적으로 지향하는 중간단계 목표를 설정**
  - 2030년 국가온실가스감축목표(NDC)를 기존(2018년 대비 26.3%)보다 대폭 상향한 40%로 설정

시나리오상 전원별 발전량 및 온실가스 배출량

(단위 : TWh, 괄호 안은 전체 에너지 소비량 중 부문별 소비량 비중)

구분	원자력	석탄	LNG	재생E	연료전지	동북아 그리드	무탄소 가스터빈	부생가스	합계	예상 배출량 (백만톤)
A안	76.9 (6.1%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	889.8 (70.8%)	17.1 (1.4%)	0.0 (0.0%)	270.0 (21.5%)	3.9 (0.3%)	1257.7 (100%)	0
B안	86.9 (7.2%)	0.0 (0.0%)	61.0 (5.0%)	736.0 (60.9%)	121.4 (10.1%)	33.1 (2.7%)	166.5 (13.8%)	3.9 (0.3%)	1,208.8 (100%)	20.7

* 석탄발전 중단은 근거 법률 및 보상방안 마련 전제

** 환경급전, 배출권거래제 등 시장 메커니즘 활용 전환 추진

2. 에너지정책의 문제점

□ 정책 수립의 법적·절차적 하자

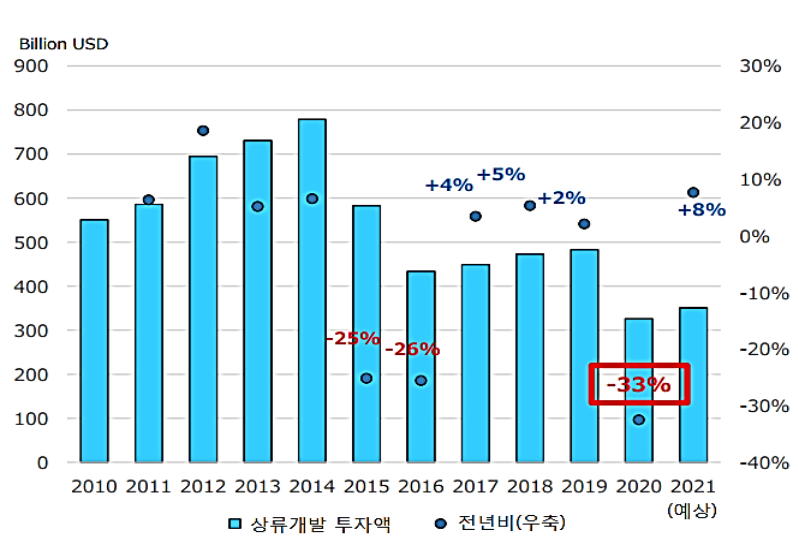
- **형식적 문제**
  - 대통령 공약인 '탈핵' 정책을 에너지전환 정책의 근간으로 설정
  - 저탄소녹색성장기본법에 준거한 최상위 에너지계획인 제2차 에너지기본계획에 어긋나는 8차 전력수급기본계획(행정계획) 수립
    - 2014년 수립된 2차 에너지기본계획에서는 우리나라의 매우 낮은 에너지 자급률을 고려해 2035년 원전 설비 비중을 29%로 제시한 바 있음
  - 8차 전력수급기본계획에 입각하여 제3차 에너지기본계획을 수립

    * 감사원은 공익감사 청구에 대해 위법하거나 절차적으로 하자가 있는 사항은 확인되지 않은 것으로 판단한바 있음('21.3)
  - 신한울 3·4호기 건설 중단, 월성1호기 조기폐쇄→국무회의 의결+한수원 이사회 결정
- **에너지 정책 결정 해외사례**
  - 국회 법률 제·개정: 독일
  - 국민투표: 스위스, 대만, 이탈리아

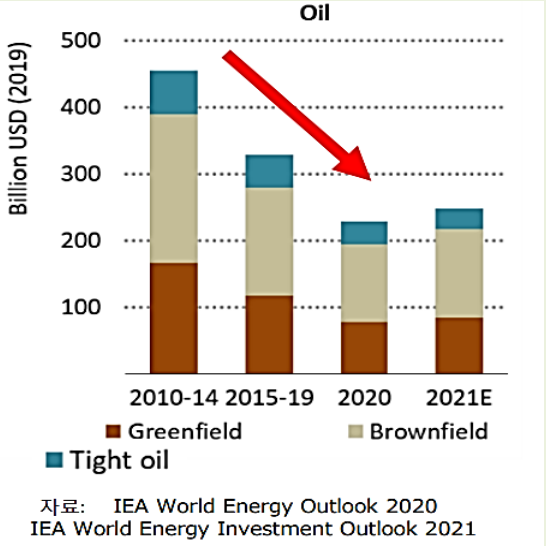
□ 에너지안보 취약성 증가

- **최근 세계적으로 원유, 석탄, LNG 등 화석연료 가격이 폭등하고 국가간 물량쟁탈전 가열→러시아의 우크라이나 침공 이후 심화**
- **準국산 연료로서 가격이 싼 우라늄을 사용하는 원전을 퇴출시킴으로써 에너지안보의 취약성 증가→무역수지 및 교역조건 악화**
  - 원자력을 포함할 경우 에너지 해외의존률은 85%, 제외할 경우 96%
- **최근 메이저들이 화석연료 상류(upstream) 부문 개발투자를 대폭 줄여 에너지안보 문제는 장기화·심화될 가능성**

세계 상류개발 투자액 추이



석유개발 투자액 추이



자료: IEA World Energy Outlook 2020
IEA World Energy Investment Outlook 2021

□ 국가 에너지비용 급증

- **에너지전환 정책에 따라 2019년까지 3년간 LNG 도입액이 약 3조 5,000억원 증가**
- **한전의 LNG발전 구입량이 크게 늘어나는 가운데 LNG가격 급등으로 자회사 연료비와 민간발전사 전력구입비가 크게 증가**
  - '21년 연료비와 전력구입비는 각각 전년 대비 4조 6,136억원, 5조 9,069억원 증가
  - 연료비연동제에 따라 '21년 1분기 전기요금이 kWh당 3원 내렸고 2, 3분기 연속 동결, 4분기에 3원 올랐으나 실질적으로는 '21년에 동결
  - 한전의 영업수지가 -5조 8,601억원으로 전년 4조 863억원 이익에서 곤두박질
- **기저발전 축소와 LNG가격 상승으로 SMP(계통한계가격)가 급등**
  - SMP(원/kWh): 70.7('21.1)→83.1('21.6)→98.8('21.9)→142.5('21.12) →196.9('22.2) →192.3('22.3)

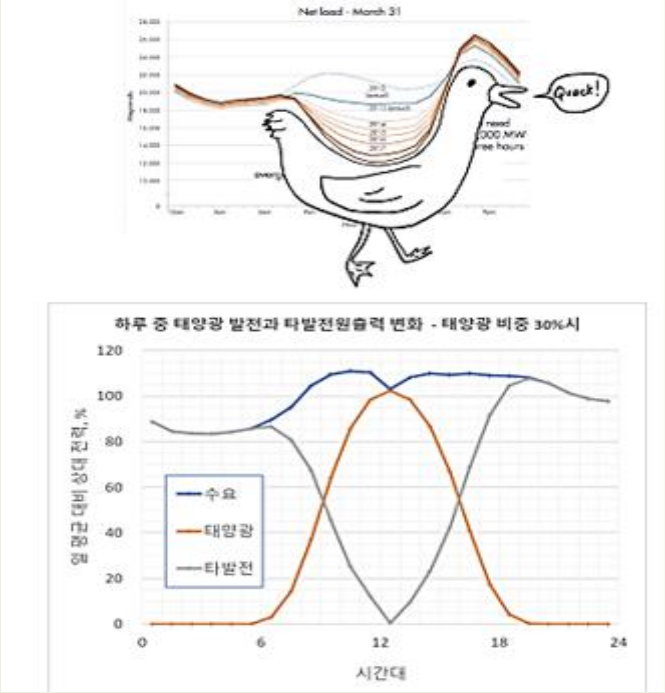
□ 재생에너지 목표의 과도한 설정

- **탈원전 공백을 메우기 위해 재생에너지 목표를 무리하게 높게 설정**
- **'2050 탄소중립 시나리오' 최종안에서는 재생에너지 발전량 목표를 70.8%로 설정했는바 이는 사실상 달성 불가능**
  - 입지여건, 일사량, 풍속, 주민의 반발, 막대한 경제적 비용 등
- **높은 재생에너지 시스템균등화발전단가(System LCOE)**
  - 계통연계 비용: 재생에너지를 한전의 송배전망으로 접속시킬때 발생
  - 계통안정화 비용: ①날씨나 기상조건 등에 따라 20분 미만 단시간 주기로 급격한 출력변동이 생길때 이에 대한 대책, ②ESS 설치, ESS충방전 손실, 가스발전 기동·출력조정, 양수발전 기동 비용 등
    * 태양광 비중 50%의 경우 반일치 ESS비용 460조원
  - 직류송전 비용: 태양광 단지가 커지면 고전압직류송전(HVDC)도 필요
  - 배전비용: 전압조정장치, 역조류 대책 등

❖ 오리곡선(Duck Curve)

- **태양광발전 비중이 높아질수록 낮 시간대 기저부하의 순부하량(Net Load)이 적어지며, 오후 시간대 출력을 빠르게 높여야 함**
  - 태양광발전 비중이 30%일 경우 타 전력은 정오 인근 시간대에 출력을 멈추어야 하고, 오후 시간대 출력변화율은 시간당 17GW가 되어야 하나, 이러한 변화로는 전력망 운용이 불가능함
  - 제주도를 중심으로 봄·가을 낮 출력제어 빈발

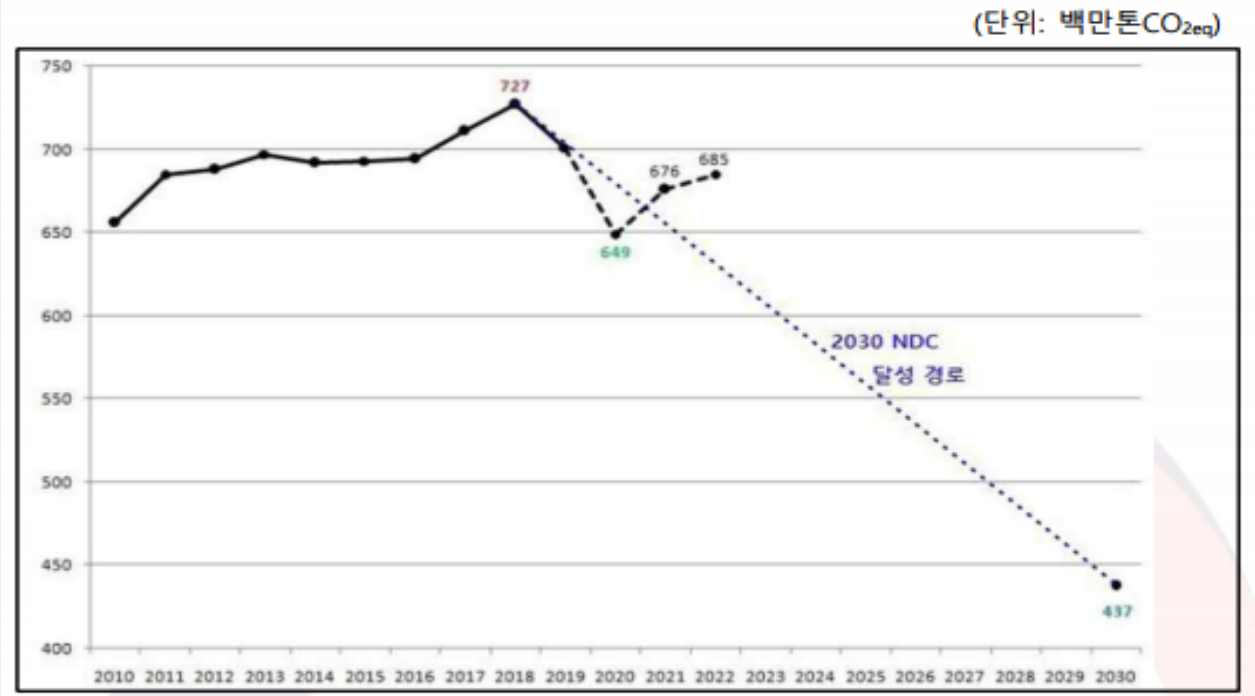
태양광 발전 증가에 따른 타발전원 일간 출력 변화 (태양광 발전비중 30%)



□ 온실가스 감축의 차질

- **무탄소 청정에너지인 원전의 비중이 줄고 LNG발전이 늘면서 지난 4년간 온실가스 감축 목표 대비 누적량 7,300만톤 초과 발생**
  - 2017~2019년에 전환 부문에서 CO2를 2,200만톤 줄였어야 하나, 실제로는 화력발전 증가로 3년간 CO2 누적증가량이 5,100만톤에 달함
- **탈원전과 탄소중립의 양립할 수 없는 두 목표를 동시에 추구**
  - IPCC(국제기후변화패널) 2014년 보고서에 따른 전 주기 CO2 발생량(g/kWh): 석탄 820, 가스 490, 태양광 48, 원자력 12, 풍력 11
  - '21년 한국의 온실가스 배출량은 전년비 4.16% 증가, '22년에도 1.3% 이상 증가(685백만톤) 전망(온실가스정보종합센터)
- **온실가스 흡수 수단으로 중시하고 있는 탄소 포집·이용·저장(CCUS)에 대해서는 흡수량 목표만을 의욕적으로 제시하고 있을 뿐 그에 소요되는 막대한 비용이나 기술적 한계에 대한 언급이 없음**

국가 온실가스 배출량 변화추이(궤적)와 2030,2050 감축목표



온실가스 배출량 추이

구분	온실가스배출량	배출증감량	배출증감비율
2019년	7억 137만 톤	-	-
2020년	6억 4,900만 톤	5,237만 톤 ↓	7.47%p ↓
2021년	6억 7,600만 톤	2,700만 톤 ↑	4.16%p ↑
2022년	6억 8,500만 톤	900만 톤 ↑	1.33%p ↑

자료: 제20대 대통령직인수위원회, 보도자료.

□ 원전 생태계의 붕괴

- **신한울 3·4호기는 신규 원전 백지화 계획으로 진척도가 15%에 달했던 주기기 제작이 전면 중단**
  - 두산중공업을 비롯한 460개 협력업체의 몰락
    - 두산중공업 1000여명 명예퇴직, 3조 6000억원 공적자금 수혈
  - 원전 설비 공급업체 매출 감소, 종사자 실직 혹은 이직
- **수출을 통한 외화 획득 기회의 상실**
  - 한국은 미국 원자력규제위원회(NRC)로부터 APR1400 설계인증과 유럽 사업자 인증을 획득하는 등 높은 기술경쟁력과 해외 수출경험을 갖고 있으면서도 정부의 강력한 지원을 동원하고 있는 러시아 중국 등에 밀려 해외 수주기회 상실 → 한국의 존재감 급속히 약화
- **사용후핵연료 대책 방치**
  - 前정부가 공론화를 거쳐 마련한 '사용후핵연료관리기본계획'('16.7) 폐기
    - 일정 기간 동안 부지내 임시저장
    - '36년까지 중간저장 시설 건설
    - '53년까지 영구처분장 완공
- **원전 핵심기술의 해외 유출, 원자력공학 전공 기피 현상**

차기 정부의 에너지정책 방향

1. 글로벌 에너지 정세

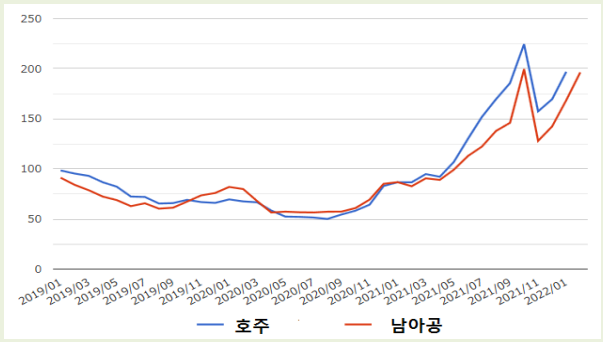
□ 탈탄소 가속화

- **세계 120여개국이 2050년경을 목표로 탄소중립을 선언**
- **영국 글래스고에서 '21년 10월 31~11월 13일 개최된 제26차 유엔 기후변화협약당사국총회(COP26)에서 탄소감축 실효성을 높이기 위한 합의 도출**
  - 석탄발전을 단계적으로 감축(phase down)
  - 선진국은 2025년까지 기후변화적응기금을 2배로 확대
  - '30년 NDC는 지구온도 1.5도 이내 상승 억제에 맞춰 '22년에 다시 제출
- **민간 금융부문에서 ESG 투자 증가, 그린본드 발행 활성화, 비금융 부문에서 RE100 등 자발적 탈탄소화를 선언하는 기업 증가**
  - 한국은 K-RE100 시행(녹색프리미엄, REC구매, PPA, 지분참여, 자체건설)
- **영국, 일본 등 일부 선진국 중앙은행은 금융회사와 민간이 기후변화 리스크에 적절히 대응할 수 있는 자금공급제도를 도입**

□ 화석연료 공급 불안 심화와 가격 급등

- 자원개발 메이저들의 화석연료 개발 투자 축소, OPEC+의 증산에 대한 소극적 태도, 연료전환(Fuel Switch)에 따른 가스 초과수요 발생, 우크라이나 사태 등으로 화석연료 가격이 폭등
- 유럽은 가스 등 연료가격 급등으로 도매전력가격 급등
- EU-ETS 배출권 가격은 급등 후 조정국면을 맞고 있는데, 이는 에너지 가격 급등으로 산업부문 에너지 수요가 감소할 것으로 예상되기 때문

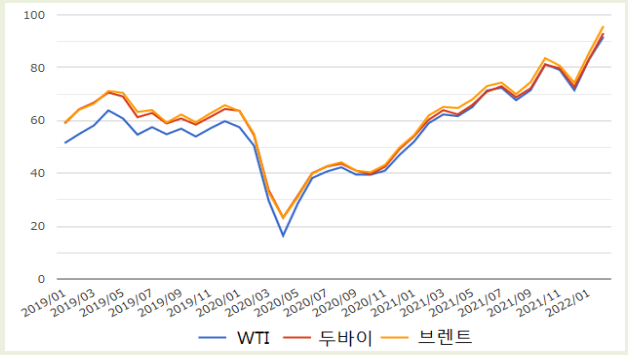
석탄가격 추이($/mt)



JKM 선물가격추이($/mmbtu)



원유가격 추이($/배럴)



□ 탄소세 및 탄소국경조정제도

- **다수국이 탄소중립을 선언해 놓고 있는 가운데 그 달성 방안의 하나로 프랑스, 스웨덴, 스페인, 일본, 캐나다, 싱가포르, 멕시코 등 24개국이 탄소세(Carbon Tax)를 도입했고, 향후 도입을 추진하는 국가 상당수 존재**
  - 탄소세는 화석연료의 가격을 올려 환경부하를 줄이고 정부의 세수를 환경개선에 이용함으로써 CO2 배출량을 줄이는 것을 목적으로 함→외부비용의 내부화
- **개별국가 단위의 탄소세 도입은 탄소집약산업의 경쟁력 약화와 탄소 누출로 연결**
- **EU는 탄소누출을 해결하고 공정한 국제거래 여건 조성을 위해 탄소국경조정제도(CBAM: Carbon Border Adjustment Mechanism) 도입을 진행('21년 7월 법안 공개후 '23년부터 과도기를 거쳐 '25년부터 본격 시행(EU의회 수정안))**
- **미국은 탄소조정관세를 도입할 가능성**

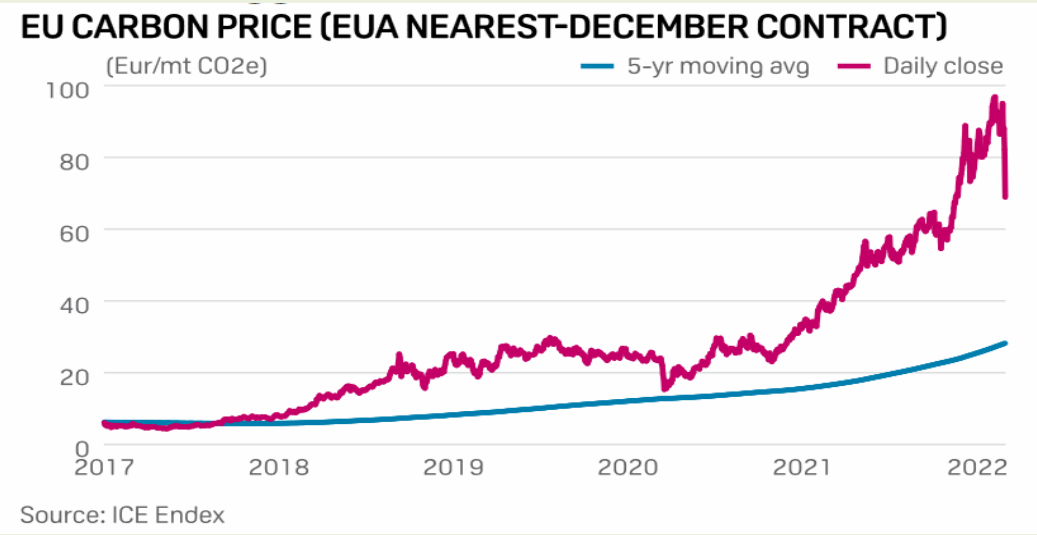
CBAM의 개요(EU의회 수정안)

목적	· EU역외국과의 기후변화 정책 차이에 의해 야기되는 탄소 누출의 방지, 공정경쟁 여건 조성 · 역외국에 있어서의 기후변화 정책의 강화
도입시기	· 2023~2024년 이행기간중에는 배출량을 신고만 하고, 본격 개시는 2025년부터
대상국	· 비EU회원국(스위스, 노르웨이, 아일랜드, 리히텐슈타인은 제외)
대상품목	· 철강, 알루미늄, 시멘트, 비료, 전력, 유기화학품, 플라스틱, 수소, 암모니아 등 9개 품목
부과방법	· 제품생산 과정에서의의 직접배출과 간접배출이 대상, EU-ETS가격을 적용 · 배출권 무상할당 폐지 시기를 2036년에서 2028년으로 앞당김
지불방법	· CBAM 대상품목 수입업자는 CBAM 증서를 구입. 가격은 EU-ETS가격에 연동. 매년 5월까지 수입품에 포함된 배출량을 신고하고 이에 상응하는 증서를 상각
적용제외/공제요건	· EU-ETS에 참가(노르웨이, 아일랜드, 리히텐슈타인), 혹은 동등의 제도를 갖고 EU-ETS에 연결돼 있는 국가(스위스)는 제외 · 수입업자가 원산지국의 생산과정에서 탄소가격을 지불했다는 것을 증명하면, 그 금액만큼은 지불 면제
검토	· 2023~2024년 이행기간 중 제도의 운영상황이나 수집된 데이터를 토대로 제도내용을 수정 · 대상품목의 확대와 관련해서는 탄소누출이 높은 품목을 우선

□ 배출권 시장의 역할 증대

- **EU 탄소 배출권 가격이 2005년 탄소배출권거래제(EU-ETS)가 설립된 이후 최고치까지 상승(선물가격 톤당 100유로 육박)**
  - EUA는 '20년 12월 30유로. '21년 3월 40유로, 11월 70유로, 22년 2월 95유로 돌파
  - 그러나 러시아의 우크라이나 침공 이후 급락해 톤당 70유로를 하회
- **영국의 금융 싱크탱크인 카본트래커(Carbon Tracker)는 EUA 가격이 상승함에 따라 기업의 배출량 억제에 가속도가 붙어 '19~'23년의 5년간 4억톤의 CO2 배출량이 감축될 것으로 전망(삭감 기여도는 Fuel Switch가 3분의 2, 에너지 절약이 3분의 1)**
- **한국의 탄소배출권가격은 '15년 1월 12일 톤당 8,640원 개장 이후 '20년 4월 2일 톤당 42,500원으로 사상 최고치를 경신**
  - 그러나 COVID19 확산 및 배출권 정산을 앞둔 시점에서 이월제한 물량이 본격적으로 출회됨에 따라 가격이 '21년 6월 22일 10,500원으로 떨어지는 등 롤러 코스터 장세를 연출
  - 하지만 경기회복에 따라 배출권 가격은 다시 올랐다 상승·하락을 반복해 '22년 4월 초 현재 2만원선 초반(KAU21) 기록

- **중국은 '21년 7월 16일부터 상하이거래소에서 국가 단위 배출권 거래 제도 시작**
  - 그간 베이징, 톈진, 상하이, 광둥, 후베이, 충칭, 선전 등 7개 시범 지역에서 권역별 탄소배출권 거래소를 운영
  - 중국 정부는 우선 전국 통합 탄소배출권 시장에 자국의 발전 기업 2,225개를 참여시키고 '25년까지 철강, 석유화학, 화학, 건자재, 비철금속, 제지, 항공 등 7개 업종을 추가, 유상할당 추진
  - 연간 배출량 40억톤 거래 전망
- **러시아는 사할린 배출권거래제 시범 시행**
  - 5만톤 이상 CO2 배출하는 기업에 할당량 부여하고, 초과하는 기업에 톤당 150루블(약 2달러) 벌금 부과



□ 세계적인 원전 중요성 부각

- 화석연료 공급 리스크 상승에 따른 에너지안보 문제와 에너지가격 급등에 따라 주요국들의 전원 믹스에서 원전의 중요성이 부각
- EU는 '22년 1월초 원전과 천연가스를 녹색분류체계인 '그린 택소노미(Taxonomy)'에 포함하는 방향을 구체화
- 탈원전을 외치던 프랑스 마크롱 대통령은 '21년 10월 12일 '프랑스 2030' 투자계획을 발표하며 "2030년 이전에 핵폐기물 관리를 개선하고, 혁신적인 SMR을 개발하는 것"을 첫째 목표로 꼽음→원전 연구개발에 정부 자금 10억 유로(약 1조3770억원)를 투자
- 중국과 미국·인도·러시아·일본 등 온실가스 배출 상위 1~5위 국가 모두 유엔에 제출한 2030년 NDC 보고서에 "탄소 저감에 원전을 활용하겠다"고 명시
- 미국 바이든 정부도 SMR 기술개발에 적극적, 수출입허가 및 123협정 과정 효율화, 세계 원전연료 시장 진출 확대

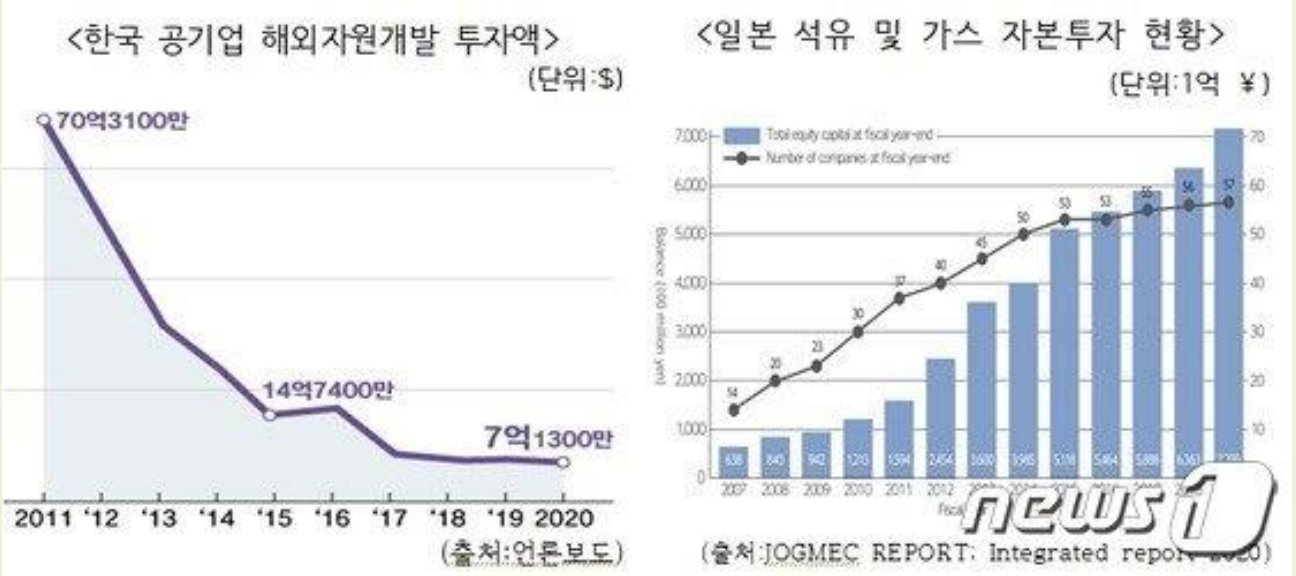
2. 에너지정책 방향

□ 에너지 안보 강화

- **1차에너지 확보력 강화**
  - 화석연료의 공급쇼크에 대한 대응능력
  - 해외자원개발 전략 재정립
  - 에너지 수입선 다변화
- **電化에 대비해 전력의 안정적 공급 능력 확보**
  - 원전, 화력발전 등 기저 전원과 재생에너지의 조화
  - 송배전망 확보 및 전력계통의 안정성 유지
  - 전력 시스템의 유연성 제고
  - 사이버 안보 대책 강화
- **에너지기술 자급률 향상**
  - 저탄소화기술: 태양광파넬, 풍력발전기, 고효율 가스터빈 등
  - 탈탄소화기술: 수소, ESS, 원자력
- **에너지 국제협력**
  - 주요 소비국간 협력(IEA, G20 등에서의 협력)
  - 양자 및 다자간 협력
  - 한미 원자력 협력
  - 한·중·일 원자력 안전 협력

✓ **우리나라의 해외자원개발 규모는 '14년 63.2억달러에서 '20년 14.1억 달러로 급감**

- 해외자원개발 진행사업 수는 '14년 527건에서 '20년 419건으로 감소, 특히 신규 사업건수는 '10년 68건에서 '20년 5건으로 급감
- 김간기업에 대한 정부의 자원개발 융자예산은 '10년 3,093억원에서 '22년 349억원으로 급감



□ 원전 정책의 전환

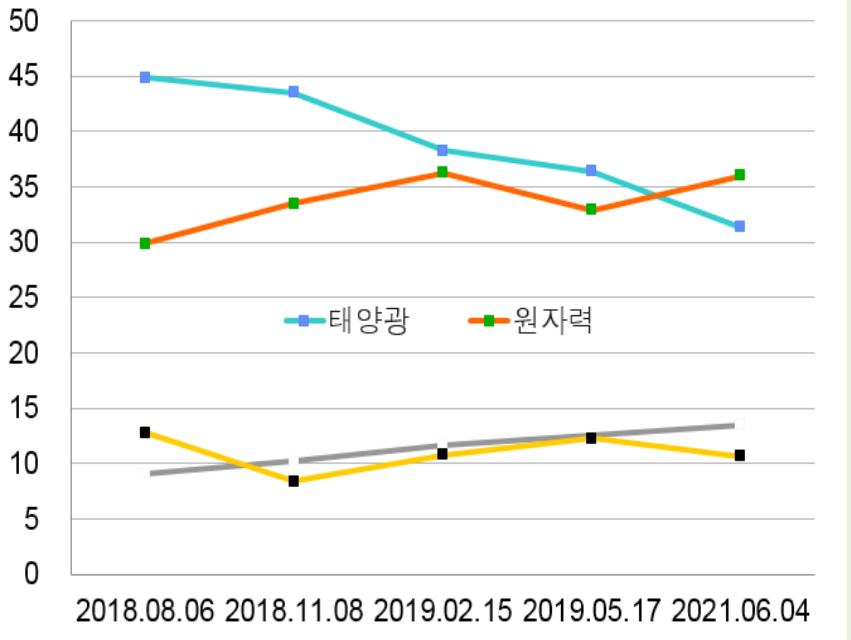
(1) 탈원전 정책 폐기

- **에너지안보, 전기요금 인상압력 완화, 온실가스 감축, 원전의 잠재적 수출시장 확보 등 차원에서 탈원전 정책 조속히 폐기**
- **국민여론도 원전 찬성이 반대보다 우세한 상황**
  - ‘18년 6월 이후 3년 동안 공신력 있는 여러 여론 조사기관에서 13차례 원자력 인식조사를 실시
  - 원전축소를 선택한 사람들과 확대 혹은 유지를 선택한 사람들의 비율은 1차를 제외하고 10차례 모두 2.0을 넘음→ 3명중 2명이 탈원전에 반대
- **한국이 원전수출 능력을 가진 소수국가 그룹(미, 러, 중, 프, 한)에 속해 있으므로 원전 생태계를 조속히 복원해 해외시장 확보**
- **러시아, 중국 등 국부펀드를 동원하는 사회주의 국가들과 경쟁하기 위해서는 장기간 대규모 자금이 필요한 프로젝트 파이낸싱에 있어서 정부 지원이 중요**

향후 원전 비중 변화 방향에 대한 조사 결과

조사일자	조사 의뢰 기관	조사 실시 회사	유지 혹은 확대	축소	유지·확대: 축소 비
2018.06.26	갤럽자체조사		54.0	32.0	1.7
2018.08.06	원자력학회	한국리서치	69.3	28.9	2.4
2018.11.08	원자력학회	갤럽	67.9	28.5	2.4
2019.01.29	갤럽자체조사		61.0	27.0	2.3
2019.02.15	원자력학회	한국리서치	67.7	31.0	2.2
2019.05.17	원자력학회	엠브레인	72.8	25.7	2.8
2020.05.12	원자력정책센터	갤럽	58.1	28.0	2.1
2020.06.09	갤럽자체조사		64.0	24.0	2.7
2021.01.04	갤럽자체조사		61.0	29.0	2.1
2021.06.02	전국경제인연합회	모노리서치	66.4	33.6	2.0
2021.06.04	에교협	엠브레인	68.6	28.7	2.4
2021.09.05	원자력학회	엠브레인	69.9	28.1	2.5
2021.09.24	매일경제	갤럽	74.1	19.1	3.9

최적 발전원 국민 여론



(2) 신한울 3·4호기의 조속한 건설재개와 원전 수출진흥

- 부지 정지와 주기기 제작이 진전되고 건설비도 확보되어 있는 신한울 3·4호기 건설 재개는 원자력 산업 회생을 위한 가장 유효한 조치
- 원전 건설 재개는 우리나라 원전 도입 의향국에 긍정적 신호 전달과 함께 후속 원전 수출의 성공적 수주 및 건설을 위한 징검다리 역할
- '원전수출지원특별법' 제정 및 범정부 원전수출지원단 운영
- 한미원자력동맹('21.5)을 토대로 해외원전시장 공동진출 협력

(3) 소형원전(SMR) 기술 강화

- 세계를 선도할 한국형 소형 원전 개발
- 재생에너지의 간헐성에 대응할 수 있는 부하추종형 SMR
- 분산형 전원으로서 전력생산, 수소생산, 지역난방 등 다양한 시설에 적용
- 자율운전이 가능한 이동형 소형 원전

(4) 사용후핵연료 처리 대책의 조속한 강구

- **文 정부는 사용후핵연료 공론화 과정을 다시 밟겠다고 했지만 시간만 허비**
  - 사용후핵연료 관리정책 재검토위원회가 '21년 4월 권고안을 정부에 제출하고 활동을 종료했으나, 권고안 내용 이행은 하세월
- **사용후핵연료 처리 문제는 장기간 문제가 누적되어 시급히 해결해야 하는데도 이를 외면**
- **대부분 원전에서 현재 사용후핵연료를 습식저장으로 임시저장하고 있고, 저장조가 포화상태에 이르러 건식저장도 병행하고 있으나 중수로인 월성 원전을 중심으로 이마저 포화상태**
- **대안이 될 수 있는 중간저장은 한 부지에서 다른 부지로 행정구역을 넘어서 저장을 해야 하는 문제가 뒤따르는데, 이와 관련해 지역주민들의 반발 예상**

□ 한국에 가장 적합한 저비용 청정 에너지 확대

(1) 비용을 감당할 수 있는 적정 재생에너지 공급 목표

- **대규모 태양광 확대에 수반되는 ESS 비용이 태양광 발전원가에 맞먹게 되어 발전비용 급증→전기요금 대폭 인상(최대 2배) 초래**

  * OECD(2016) 통계에 따르면 세계 전원믹스에서 신재생에너지 합계는 24%이지만 태양광(2%)과 풍력(5.5%)의 합은 7.5%에 불과, 대부분은 간헐성이 없는 수력(13.4%), 바이오(2.4%), 지열(0.5%)임

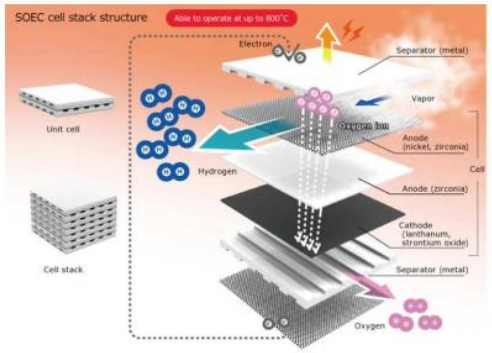
(2) 재생에너지 발전 증가에 대한 대비책

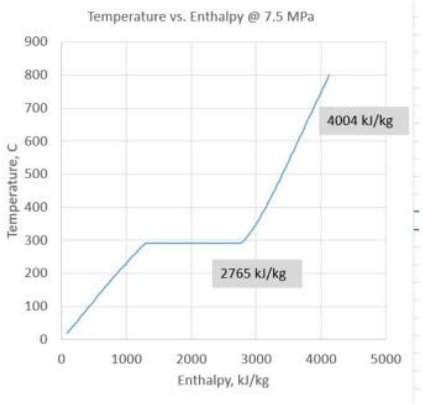
- **오리커브의 심화와 더불어 나타나는 재생에너지 과잉 해소 대책**
  - 태양광 풍력 등의 출력제어
  - 기저발전의 출력 제어
  - 과잉 시간대 전력을 많이 쓰도록 유도하는 플러스DR 대책
  - ESS활용
  - 전기차 충전 유도
  - 전기를 그린수소 생산에 사용(P2G)

(3) 친환경적이고 경제적인 수소 생산

- **현재 수소는 주로 천연가스의 주성분인 메탄가스(CH4)에 수증기를 가해 수소를 분리해 내는 방식으로 생산**
  - 그러나 이 방식은 수소 1kg 생산에 7kg이 넘는 CO2가 발생하므로 탄소 중립 달성에 적합하지 않으며, 바람직한 방법은 물전기분해(수전해)
- **수소 생산 고도화 기술 개발**
  - 태양광과 연계한 원자력 수소 구현을 위한 원전 일일 부하추종 구현
  - 수소 대량 생산을 위해 초고온가스로와 열화학분해 기술 개발
- **신한울 3·4호기에서 고온수증기를 일부 생성해 물을 전기분해함으로써 수소 생산→수소병합발전 원전**
  - 미국 아이다호 국립연구소 연구보고서(2019)에서는 1,100 MW 급 원전에서 일부 증기를 우회시켜 고온수증기 생성에 사용하고 대부분의 증기는 전력생산에 투입하여 SOEC(고체산화물막 고온수증기 전기분해법) 방식으로 연 22만톤의 수소를 생산하는 시스템을 설계

원전 증기를 이용한 고온 수전해

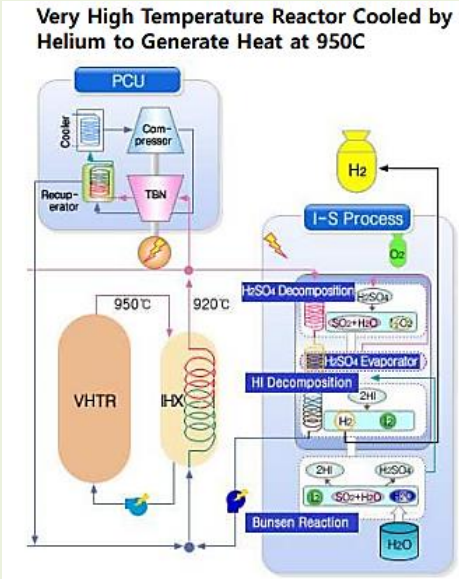


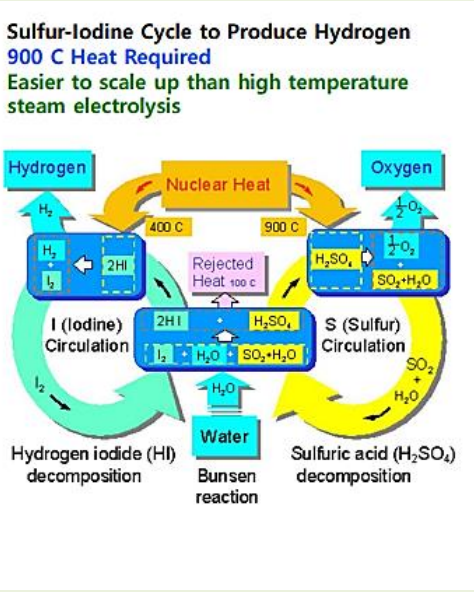


https://www.toshiba-energy.com/en/hydrogen/rd/

가압경수로 생산 증기 이용 (에너지 이용 효율 제고)
- 750C 증기 생성에 필요한 에너지 2/3을 열에너지로 제공
추가 가열(280C에서 750C 가열)은 전기 히터 사용

초고온가스로와 열화학분해를 이용한 수소생산





□ 글로벌 탄소규제에 대한 효과적 대응책 마련

(1) 탄소세는 실효탄소세율 관점에서 검토

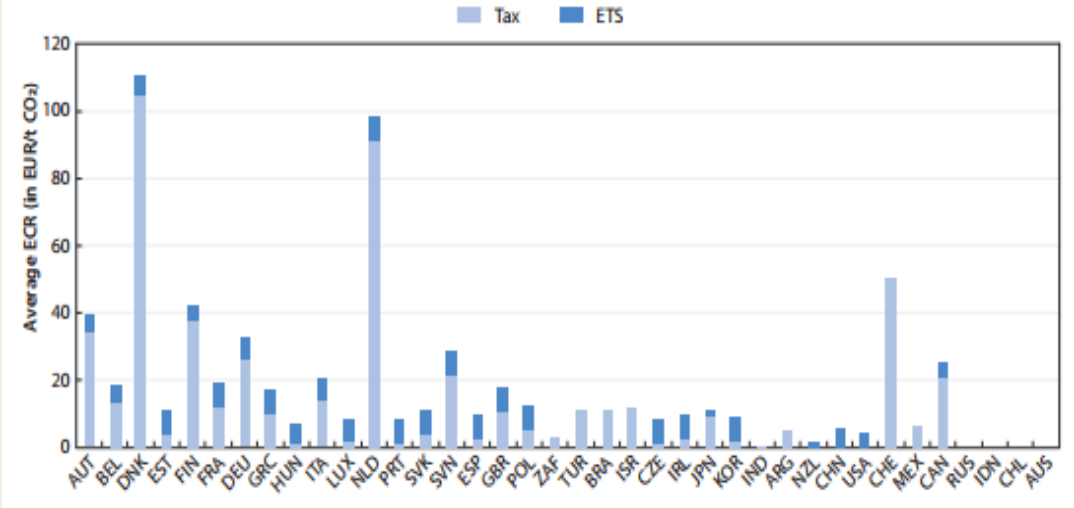
- **일각에서 논의되고 있는 탄소세를 도입할 경우 실효탄소세율 (Effective Carbon Rate)이라는 큰 틀에서 탄소세율을 결정**
  - OECD는 탄소배출량을 줄이기 위한 시장 메커니즘 기반 정책수단(market-based policy instruments)으로서 실효탄소세율 개념을 사용하고 있는데, 이에는 탄소세 뿐 아니라 배출권가격, 에너지세 등도 포함
- **우리나라 산업구조의 특징을 고려**
  - 제조업의 비중이 높고 특히 철강, 정유, 석유화학 등 탄소집약도가 높은 업종의 비중이 다른 나라보다 높은 상황에서 탄소세를 부과할 경우 산업의 생산원가가 상승하고 이에 따라 국제경쟁력이 약화되어 탄소누출 우려
- **탄소세 도입 시 특정 부문의 세금 면제 혹은 저율 과세 조치**
  - 이미 배출권거래 시장에 참여하고 있는 업종이나 기업, 열병합발전(CHP) 같은 탄소배출계수가 낮은 발전 부문에 대해 세금감면 조치 부여
- **탄소세 세수를 탄소중립 실현을 위한 기후대응기금 재원으로 활용**
  - 세수를 에너지전환에 우선적으로 투입

실효탄소세율 개념

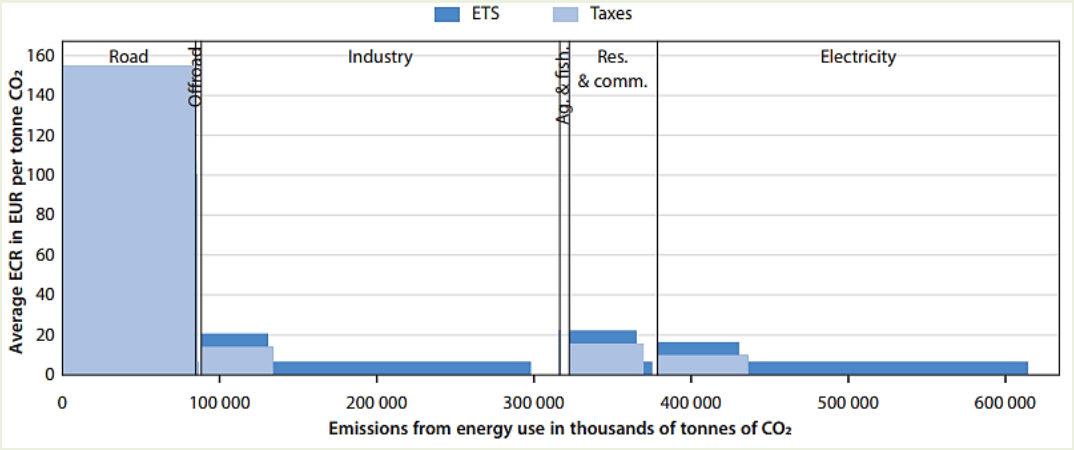


자료: OECD, "Effective Carbon Rates on Energy: OECD and selected partner economies", 2015.

전력부문에 있어서의 국별 평균 실효탄소세율



한국의 부문별 실효탄소세율(2012년)

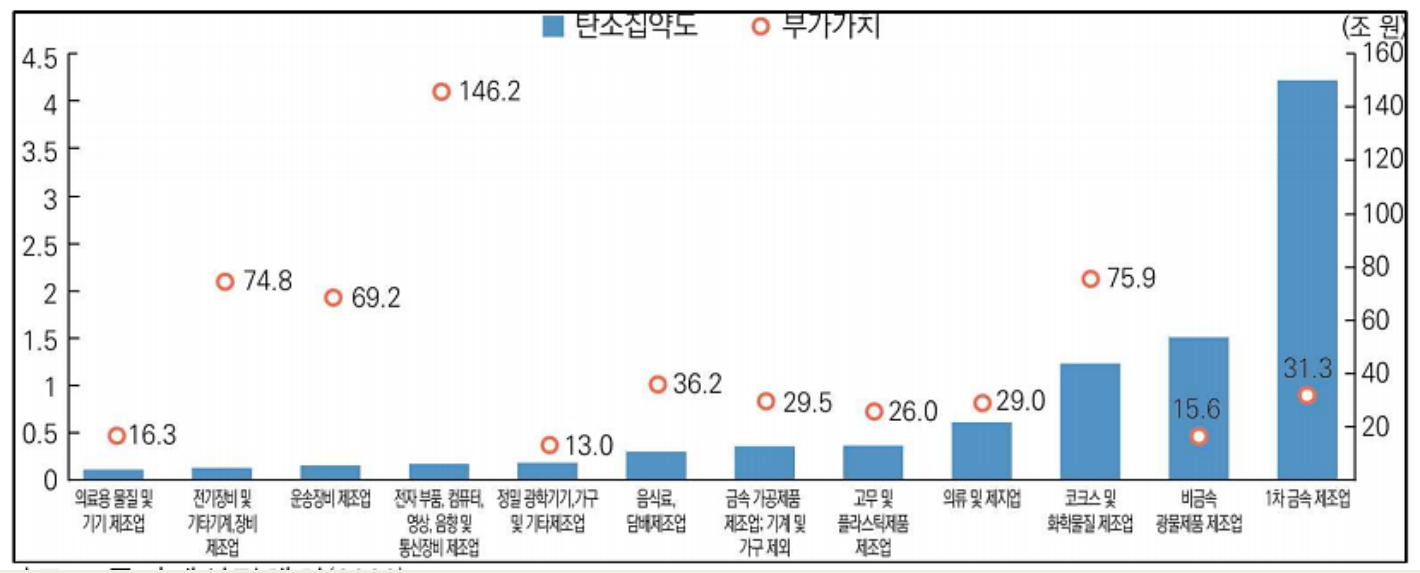


자료: OECD, "Effective Carbon Rates: PRICING CO_2 THROUGH TAXES AND EMISSIONS TRADING SYSTEMS", 2016.

(2) 탄소국경조정제도(CBAM)에 대한 치밀한 전략

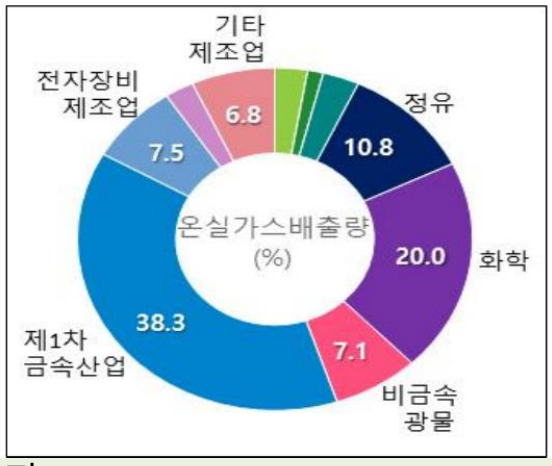
- **CBAM의 본격 시행에 따라 EU는 다른 나라에서 생산돼 수입되는 제품이 EU내에서 생산될 경우에 발생하는 초과 비용을 배출권 구입 등을 통해 부과할 예정**
- **한국은 대EU 수출규모가 큰 철강('19년 30억달러, 전체 대EU 수출의 11%)이 큰 타격을 입을 것으로 예상**
  - 알루미늄은 2억 1,000만달러로 영향을 받으나, 시멘트와 비료는 대EU 수출이 거의 없기 때문에 직접적 영향이 미미
  - 철강 산업의 연간 탄소 배출량은 1억 490만톤('17년 기준)에 달해 EU 수출시 배출권을 추가로 구매해야 할 가능성이 높고, EU의 배출권 가격이 앞으로 더욱 오를 경우 배출권 구매비용은 더욱 높아질 것임
  - CBAM을 EU 뿐 아니라 미국도 도입할 가능성이 높은데 이럴 경우 국내 철강 제품 수출과 관련된 비용 부담은 더욱 커질 것임
- **정부는 탄소감축을 추진하는 업종이나 기업에 보조금을 지급하거나 독일이 철강·금속 업종에 대해 전기요금을 할인해 주듯이 특정 업종에 대한 유인책 제공도 필요**

한국의 업종별 탄소집약도와 부가가치



자료:KIET

산업 부문 업종별 배출량 비중



자료:KIET

□ 배출권시장 성숙화를 위한 대책

- **우리나라는 국가 단위로 EU에 이어 세계 두 번째로 배출권거래제도를 도입(2015년)**
  - 1단계(2015~2017년), 2단계(2018~2020년)을 거쳐 현재는 3단계(2021~2025년) 시행
- **현재 600여개 기업이 배출권 거래에 참여하고 있으나 거래가 간헐적으로 밖에 이루어지지 않는 미성숙 한산시장(Thin & Pure Market)임**
  - 유동성 부족과 시장의 경직성, 가격 불안정성, 헤지수단 부재 등
- **탄소중립 실현을 위해 시장원리에 의해 작동되는 배출권 시장의 역할을 제고할 필요가 있으며, 이를 위해 시장 성숙화 조치가 필요**
  - 유동성 확대, 시장의 유연화, 가격변동에 대한 리스크 관리·대응
  - 기업, 증권사, 투자은행, 중개업자, 환경단체, 컨설팅사, 개인 등 참여
  - 선물, 옵션, 선도, 스왑 등 파생상품 조기 도입
    - 유럽은 2005년 EU-ETS 도입 당시부터 파생상품을 도입해 현재는 선물거래 88%, 옵션 10%, 현물 2% 차지

□ 전력시장 선진화

- **현행 변동비반영(CBP) 전력시장은 변동비로서 연료비만을 반영하고 있는데, 향후 배출권 비용 등 환경비용까지 반영하는 가격입찰제도(PBP)로 전환→이를 위해서는 시장의 유연성 확대가 필수**
  - 하루전 시장 외에 당일 시장, 실시간 시장, 용량시장 등 개설
- **한전이 유일한 소매판매사업자로서 소매부문에서 판매경쟁이 없을 뿐 아니라 도매시장에서 구매경쟁도 없음→양 시장의 단절**
- **전력판매 시장의 진입규제 철폐를 통해 경쟁체제를 도입**
  - 판매시장의 공정경쟁 체제 구축을 위해 전력구입과 망이용에 관한 규제 재정립
  - 발전자회사 정산조정제도 개선
- **현행 '무늬만 연료비연동제'를 개선하고, 용도별 전력요금 교차보조 해소→전압별 요금체제로 전환**
  - 점진적 도소매 시장 개방 및 요금 자유화
- **전력시장의 3D(Decentralization, Decarbonization, Digitalization) 추세에 맞는 여건 조성 및 규제 개선**

감사합니다