

최종 보고회

환경-경제 시너지 창출과 갈등해소를 위한 정책과제 마련

한국경제학회 사무국

2021. 12. 17.

■ 한국경제학회 - 연구진

책임 연구원 : 정진욱 교수 (연세대)

연구원(선임) : 양희승 교수 (연세대)

연 구 원 : 주하연 교수 (서강대)

심명규 교수 (연세대)

김지섭 교수 (연세대)

최혜린 교수 (숭실대)

정호용 교수 (국민대)

■ 한국경제학회 - 환경부 1차 포럼

- 주제: 에너지 효율성과 CO2 배출의 변동

- 장소: 연세대학교 대우관 송하경홀
- 일시: 2021년 9월 10일 오후 2시-4시

- 참여자

- 사회: 심명규 (연세대)
- 발표: 조수진 (연세대)
- 토론: 최상엽 (연세대), 김용준 (서울시립대), 김지영 (선문대)
- 참석: 이종관 (이화여대), 백지선 (KDI정책대학원), 이기영 (POSTECH), 박정재 (연세대), 지창구 (연세대)

■ 한국경제학회 - 환경부 2차 포럼

- 주제: EU 탄소국경조정 논의 및 시사점

- 장소: 연세대학교 대우관 송하경홀
- 일시: 2021년 9월 17일 오후 3시-5시

- 참여자

- 사회: 최혜린 (숭실대)
- 발표: 문진영 (KIEP)
- 토론: 서정민 (숭실대), 윤여창 (KDI)
- 참석: 김상현 (연세대), 최상엽 (연세대), 박단비 (강원대), 오수현 (KIEP), 정재욱 (서강대), 정대영 (한양대)

■ 한국경제학회 - 환경부 3차 포럼

■ 주제: 지속가능정책과 기업의 행동

- 장소: 연세대학교 대우관 송하경홀
- 일시: 2021년 10월 15일 오후 2시-4시20분

■ 참여자

- 사회: 정호용 (국민대)
- 발표: 최현도 (동국대)
- 토론: 조홍종 (단국대), 김동구 (에너지경제연구원)
- 참석: 조원경 (울산시), 정다운 (기획재정부), 이동규 (서울시립대), 최봉석 (국민대), 길은선 (산업연구원), 이슬기 (산업연구원), 황정환 (한국경제신문)

■ 한국경제학회 - 환경부 4차 포럼

- 주제: 지속가능한 사회를 위한 디지털 넋지
 - 장소: 달개비
 - 일시: 2021년 10월 29일 오후 2-4시

- 참여자
 - 사회: 양희승 (연세대)
 - 발표: 신은철 (카이스트)
 - 토론: 김부열 (서울대), 정대영 (한양대), 정세은 (인하대), 오채운 (녹색기술센터)
 - 참석: 이진혁 (고려대), 김철영 (연세대), 김준성 (경희대), 손혜림 (서울시립대), 윤세미 (연세대)

■ 한국경제학회 - 환경부 5차 포럼

- 주제: 기후변화 대응 기술투자 수요

- 장소: 연세대학교 대우관 송하경홀
- 일시: 2021년 11월 5일 오후 3-5시

- 참여자

- 사회: 김지섭 (연세대)
- 발표: 엄지용 (카이스트)
- 토론: 정태용 (연세대), 김용건 (한국환경연구원)
- 참석자: 김현석 (KDI), 남창우 (KDI), 윤여창 (KDI), 이기영 (포스텍), 최상엽 (연세대), 임태준 (동국대)

■ 한국경제학회 - 환경부 1차 포럼 (심명규, 연세대)

- 주제: 에너지 효율성과 CO2 배출의 변동
- 참여자
 - 발표: 조수진 (연세대)
 - 토론: 최상엽 (연세대), 김용준 (서울시립대), 김지영 (선문대)
 - 참석: 이종관 (이화여대), 백지선 (KDI정책대학원), 이기영 (포항공대), 박정재 (연세대), 지창구 (연세대)

■ 글로벌 기후변화와 CO2 배출

- 파리협약: 기후변화에 대응하고자 기온 상승에 대한 가이드라인 제시
- 바이든 정부(2021/04/22): 2030년까지 온실가스 배출을 반으로 감축
- 전세계적인 CO2 배출 규제에 대한 정책 전환은 제조업 기반의 한국경제에도 중요한 영향을 줄 수 있음.
- CO2 배출 규제: 경제성장에 해가 될 것인가?
 - 거시모형을 활용한 분석이 다양하게 이루어져 왔음.

■ E-DSGE 모형: CO2 배출의 거시경제학

- CO2 배출의 trade-off
 - 경제성장 vs. 환경파괴
- 기존 E-DSGE 모형
 - CO2 배출 감소: 경제성장에 장기적으로 악영향
- **에너지 효율성 (energy efficiency)**
 - 효율적인 에너지 활용을 통한 CO2 배출 감소: 경제성장에 장기적으로 악영향을 주지 않을 수 있음.
- Jo and Kamizova (2021, Working paper)
 - 거시계량 기법을 활용하여 에너지 효율성과 CO2 배출의 영향 분석

■ 에너지 효율성 증대의 거시경제적 효과

- 에너지 효율성 증대: CO2 배출이 경제성장에 악영향을 주지 않을 수 있음.
- 소비내구재 에너지 효율성 증대의 효과
 - 주거부문의 CO2 배출 감소가 총 CO2 감소를 이끌어냄
- 에너지 효율성 변동에 영향을 주는 요인
 - 기술발전과 환경 규제 강화
 - 에너지 절약 실천 및 환경문제 인지도의 변화

■ 향후 환경-거시모형들의 과제

- CO2 배출량: GDP가 아닌 에너지 소비량에 비례하는 변수로 고려할 필요성
- 에너지 효율성을 모형의 중요한 요소로 고려
- 모형 내 여러 부문(sector)를 포함하여 CO2 배출의 차별성(heterogeneity)를 고려해야 정교한 분석이 가능

■ 정책 제언

- 에너지 효율성을 증대시키는 기술발전에 대한 정부/민간의 투자
- 에너지 효율성 등을 고려한 거시 모형 개발에 대한 투자
- 소비자들의 환경친화적 자세 고취를 위한 다양한 캠페인 전개

■ 한국경제학회 - 환경부 2차 포럼 (최혜린, 숭실대)

- 주제: EU 탄소국경조정 논의 및 시사점
- 참여자
 - 발표: 문진영 (KIEP)
 - 토론: 서정민 (숭실대), 윤여창 (KDI)
 - 참석: 김상현 (연세대), 최상엽 (연세대), 박단비 (강원대), 오수현 (KIEP), 정재욱 (서강대), 정대영 (한양대)

■ EU 탄소국경조정 논의 및 시사점

- EU는 역내 기업이 환경규제가 낮은 역외국가로 생산시설을 이전함으로써 탄소배출 감축 목표와 다른 결과를 초래한다는 이유를 배경으로 **탄소함량이 높은 수입제품에 관세를 부과하기로 함.**
 - 5개 부문 (철강, 알루미늄, 비료, 시멘트, 전력)의 모든 비EU국가로부터 수입에 탄소국경세(CBAM)를 적용하는 것을 원칙으로 함.
 - 특히 EU는 2021년 7월, 2030년 유럽의 온실가스 배출량을 55% 감축하기 위한 입법 패키지인 '핏포 55(Fit for 55)'를 발표, CBAM 도입

■ EU 탄소국경조정 정책과제 및 제언

- 우리나라는 수출 의존도가 높고 대외 환경변화에 취약하므로 탄소국경조정 도입에 민첩하게 대응할 필요가 있음.
- [취약산업의 저탄소 전환 노력 지원]
 - 연구에 따르면 1차 철강제품과 비금속 광물제품의 對EU 수출이 각각 11.71%(시나리오2), 5.15%(시나리오1) 감소할 것으로 분석됨.
 - 수송 부문 사업자가 노후 경유 화물차를 수소전기 화물차로 전환할 수 있도록 세제 혜택, 수소 충전 인프라 지원 등을 고려해 볼 수 있음.
 - 유럽의 경우와 같이 화석연료 연관 산업에 종사하고 있는 근로자를 대상으로 재교육·재취업 지원하는 방안을 생각해 볼 수 있음.

■ EU 탄소국경조정 정책과제 및 제언

■ [국내 탄소시장 제도 정비]

- 배출권 할당량 및 유·무상 할당 비율 조절, 배출권 가격의 상한과 하한 설정 등을 고려해 볼 수 있음.
- 탄소국경제도가 도입되는 경우를 고려하여 탄소국경제도가 경제 · 산업에 미칠 영향, 배출권 거래제와의 정책 조합, 사회적 수용성 등을 고려하여 세율과 적용범위, 세수활용 방안 등을 설정할 필요가 있음.
- 국내 탄소시장 활성화를 위해 국외 기관 투자자 등 보다 적극적인 참여자가 참여할 수 있도록 참여 범위를 확대해 나가는 방안도 고려해 볼 수 있음.
- 우리에게 좀 더 우호적인 제도가 도입될 수 있도록 탄소시장 운영의 긍정적인 측면을 국제사회에 공유

■ EU 탄소국경조정 정책과제 및 제언

■ [기업 지원]

- 국제사회에서 환경·사회·거버넌스(ESG)를 고려하는 금융 및 투자 활동이 강화되고 있고 투자결정을 지원하기 위해 기업의 관련 정보 공시를 요구하는 추세임.
 - 따라서 기존의 방어적인 태도보다는 선도적인 기술혁신과 투자를 통해 책임감 있는 글로벌 기업으로 경쟁력을 갖추기 위한 노력이 요구됨.
- ※ EU는 2018년부터 500인 이상의 국내 기업에게 ESG 관련 정보와 ESG 리스크 대응방안 공시를 의무화하였고, 2021년부터 국내 금융회사에게 ESG 공시를 의무화
- 탄소국경제도가 도입되면 탄소배출권 거래제와 함께 기업들에게 큰 부담이 될 수 있어 기업은 환경 규제가 낮은 나라로 이전하고자 하는 유인이 높아질 수 있음.

■ EU 탄소국경조정 정책과제 및 제언

■ [대체안 제시]

- 일방적·직접적 조치인 탄소국경조정보다는 다자원칙적·양자 세부 협의적인 기후 대응 특정조치 도입을 통해 탄소국경조정의 속도 및 강도를 완화할 수 있는 방안을 제시하는 것도 필요함.
- IMF & OECD(2021)는 국제 최저탄소가격제도 제안
 - 주요 탄소배출국가와 탄소가격제를 운영 중인 국가들이 최저 탄소가격을 우선 합의하고 그 외의 다른 국가들로 확대하는 방안 제시
- 관련 다자포럼(G20, APEC, UNFCC 등)의 워크숍에서 탄소국경제에 대한 대안을 제시하고, 포럼, 워킹그룹 등으로 구체화하는 전략

■ EU 탄소국경조정 정책과제 및 제언

■ [통상법 위반이 되지 않도록 대응 정책 설계]

- 탄소국경조정에 대한 정책적 대응이 역으로 통상법 위반이 되지 않도록 설계해야 함.
 - 따라서 탄소국경조정 대상 산업에 대한 직접적 지원보다는 상대적 다배출국 제품과 경쟁 관계에 있는 해외시장에 수출 비중이 높은 산업에 대한 지원이 보다 정당화 될 수 있을 것으로 보임.
- 탄소국경조정 제도가 WTO 내에서 논의될 경우 다른 이슈가 발생할 수 있으므로 이러한 이슈들에 대해 먼저 고민하고 선제적으로 대응하는 노력이 필요함.

■ 한국경제학회 - 환경부 3차 포럼 (정호용, 국민대)

- 주제: 지속가능정책과 기업의 행동
- 참여자
 - 발표: 최현도 (동국대)
 - 토론: 조홍종 (단국대), 김동구 (에너지경제연구원)
 - 참석: 조원경 (울산시), 정다운 (기획재정부), 이동규 (서울시립대), 최봉석 (국민대), 길은선 (산업연구원), 이슬기 (산업연구원), 황정환 (한국경제신문)

■ 지속가능정책과 기업의 행동

- 온실가스 배출에서 가장 큰 부분을 차지하고 있는 영역은 산업부분임.
 - 따라서 온난화 관련 환경문제 해결에서 기업은 문제해결의 가장 중요한 주체이자 정책대상이 됨.
 - 정부는 기업들의 환경경영 전략과 동기를 이해하는 것이 필요함.
- 정부는 기업을 대상으로 다양한 정책을 펼칠 수 있음.
 - 대표적으로 규제정책, 자발적 프로그램, 수요견인형 정책, 기술추동형 정책을 생각할 수 있음.

■ 규제정책

- 포터가설(환경규제정책 강화 → 오염물질 배출기업 경쟁력 향상)이 지지되는 결론이 도출되는 연구들이 있음.
 - 특히 오염물질 사후처리보다는 오염물질 사전감축 방식이 더 효과적인 것으로 나타남.
- 환경규제정책이 기업에 큰 부담이 될 수 있다는 산업부문의 우려와는 다소 차이가 있다는 점에 주목함.
 - 다만 이들 연구들이 온전하게 인과관계를 이끌어냈다고 해석했는지는 주의가 필요함.

■ 자발적 프로그램

- 몇몇 연구들은 자발적 환경 프로그램의 환경개선 효과에 대해 부정적으로 평가하고 있음.
- 자발적 프로그램이 기업을 홍보하는 것에 집중하기 때문이라는 분석이 있음.
- 다만 현장 목소리, 최신 연구들에 비추어 기업의 CSR을 홍보동기로만 접근하는 것은 무리한 해석임.
- 종합적으로 볼 때, 자발적 프로그램을 기업의 시장생존, 상생동기에서도 찾아야 하는 것이 합리적임.

■ 수요견인형 정책

- 친환경기술의 시장확대를 통해 사회 전체적으로 에너지 절약사회를 추구함.
- 그러나 에너지 고효율 제품의 소비가 늘어나면 타제품 소비도 증가하여 전체 효과는 반감되는 경향.
- 또한 수요견인형 정책이 기대와 달리 기업의 기술혁신활동을 촉진시키지 못하는 경우도 관찰됨.

■ 기술추동형 정책

- 기후변화 대응을 위한 기술개발이라는 측면에서 중장기적 시야에서 근본 해결책 중 하나라는 강점.
- 그러나 R&D 투자가 실제 환경개선으로 이어지기까지 시차가 존재한다는 점을 고려해야 함.
- 따라서 정부의 경우,
 - 첫째, 우리 사회에 환경과 관련한 도전적 비전을 제시하되,
 - 둘째, 산업 발전경로를 고려하여 다양한 정책을 시기에 맞게 적절히 혼합해서 사용해야 할 필요가 있음.

■ 한국경제학회 - 환경부 4차 포럼 (양희승, 연세대)

- 주제: 지속가능한 사회를 위한 디지털 너지
- 참여자
 - 발표: 신은철 (카이스트)
 - 토론: 김부열 (서울대), 정대영 (한양대), 정세은 (인하대), 오채운 (녹색기술센터)
 - 참석: 이진혁 (고려대), 김철영 (연세대), 김준성 (경희대), 손혜림 (서울시립대), 윤세미 (연세대)

■ 지속가능한 사회를 위한 디지털 넋지

- UN SDGs 중에서 “에너지의 친환경적 생산과 소비 솔루션”은 신기술의 개발로 많은 진전을 이루었음.
 - 민간부분에서의 에너지 소비행태는 상대적으로 적은 관심을 받아왔음.
- 민간부분에서의 전력 소비는 꾸준히 증가할 것으로 예상되며, 기후변화 대응에 중요한 역할을 담당함 (Nejat et al. 2015; Sarkar and Singh 2010).
 - 수요-공급 원리에 기반한 정책은 많이 연구되어 왔으나, 이는 전력소비가 가격 탄력적이라는 가정에 기반하고 있는 단점이 있음.
 - 따라서 기존의 경제학적 접근에서 벗어난 새로운 방식의 가정내 에너지 사용량 감소에 관한 분석의 필요성이 있음.

■ 지속가능한 사회를 위한 디지털 넋지

- 가정 내 전력소비는 다양한 요인이 사용량에 영향을 미칠 수 있음
 - 최근 행태경제학에서 잘 연구된 오인(misperception)의 요소는 사용량에 영향을 미칠 수 있음.
 - 여기에서 오인이란, 일반 사용자들이 자신의 사용량에 대하여 잘못된 정보를 알고 있음을 뜻하며, 다수의 사람들은 실제보다 자신의 사용량이 적다고 과소 추정하는 경향이 뚜렷함.
 - 따라서 이러한 오인을 효과적으로 줄일 수 있다면, 합리적인 의사결정자로 구성된 사용자들은 스스로 자신의 이익을 극대화하기 위하여 사용량을 줄이는 행태를 보일 것으로 예상됨.
- 본 포럼에서는 최근 행태경제학에서 잘 연구된 오인의 요소가 전력 사용량에 영향을 미치는 영향에 집중함.

■ 실험 설계 및 연구 결과

- 본 포럼에서는 국내 기업에서 개발한 실시간 사용량 모니터링 앱을 이용하여 일반인 사용자들이 전력 사용량을 줄일 수 있을지에 대해 살펴봄.
 - 앱을 통해 개별 사용자는 직관적으로 자신의 전력 사용량과 이에 따른 예상 전력요금을 언제든지 확인할 수 있음.
 - 연구진은 이러한 앱을 통해서 관측된 고빈도(high frequency) 전력사용량 데이터를 활용하여 오인 제거에 기인한 디지털 넛지 효과를 추정함.
 - 다수의 사용자들은 과소추정(under estimation)하는 경향을 뚜렷하게 보이며, 이는 문헌에서의 관측과 일치함.
- **처치집단1**은 작년도 사용량을 바탕으로 올해 **목표치**를 제시, **처치집단2**는 **목표치** 제시와 더불어 실험기간 동안 사용량 정보(**피드백**)를 문자메시지로 제공함.

■ 실험 설계 및 연구 결과

- 실험을 통해 처치집단에 전력사용량 목표치를 제시하고, 또는 이에 더해 피드백을 제공해줄 경우, 그렇지 않은 통제집단에 비해 전력사용량이 줄어드는 것을 발견함.
 - 목표치와 피드백 제공이 사용자들의 오인 제거에 영향을 미친 것으로 분석됨.
 - 실험에서 관측된 목표치 제시의 평균 처치효과(treatment effect)를 금액으로 환산하면 가구당 1.18달러/월로 계산됨.
 - 금액으로 환산된 숫자를 전체 가구 숫자로 고려하면 연간 2천만 달러(한화 200억 이상) 규모로 계산됨.
 - 목표치와 피드백을 제공할 경우, 국가 수준에서는 한화 400억 정도 효과가 있음.
 - 데이터 분석의 결과가 죄책감과 같은 요소가 아닌 개별 사용자 스스로의 절약임을 고려한다면, 상당히 높은 가치로 판단됨.

■ 정책과제 및 제언

<정책과제 1>

- 사용자들의 전력 사용 패턴을 통한 오인 타입 예측 모형을 만든다면, 오인 타입별 최적 넛지가 가능함.
 - 다만 연구에서의 데이터는 고빈도 데이터이나 충분한 훈련데이터(training data)를 확보하지 못하여 예측모형 구축에는 한계가 있었음.
- 개별 연구자는 광범위한 데이터 수집이 어려우므로 정부기관 단위에서 광범위한 데이터를 수집하여 예측모형을 개발할 필요가 있음.
 - 구체적으로 데이터와 설문에 응하는 가구들에게 일정한 금전적 인센티브를 제공하여 효율성이 높은 지도학습 방법으로 오인 타입 예측모형을 개발할 수 있음.

■ 정책 과제 및 제언

- 전력 사용을 줄일 자체적인 유인을 갖고 있는 민간 기업과의 공동 실험 및 연구도 가능할 것으로 예상됨.
 - 민간 기업과의 협력은 공공부문 연구의 정치적인 부담 및 조작 가능성에 대한 의문제기를 효과적으로 피할 수 있는 방법임.

■ 정책 과제 및 제언

<정책과제 2>

- RCT 기반 실험연구와 빅데이터 분석에 기반한 정책제언은 증가 추세임.
 - 넛지 연구의 핵심은 행동변화이므로 변화의 지속성에 관한 장기연구가 필요하며, 오인에 관한 분석을 넘어 기타 에너지 관련 정책들(예: 연료비 연동제, 기후환경요금, 계시별 요금제 등)과의 혼합효과도 연구 주제가 될 수 있음.
 - 가구 형태별(예: 가구원 수 및 가전제품의 다양성) 넛지 최적화에 관한 추가 가능성 탐색의 여지가 있음.

■ 정책 과제 및 제언

- 따라서 정부기관이 주도하는 대규모 실증 분석이 필요하며, 아래와 같은 구체적인 특징이 필요함
 - 실증 분석을 위한 기초 데이터 수집이 필요함
 - 데이터는 고빈도(high frequency) 및 고차원(high dimensional)이어야 함.
 - 따라서 스마트 미터 원자료(raw data)에 접근할 수 있어야 함.
 - 개별 사용자들에 대한 개인정보는 필요하지 않으나, 가구의 특징에 관한 정보는 개별화된 넋지를 하기 위하여 필수적임.
 - 가구의 특징 중에는 오인과 같은 심리적 요소를 설문방식으로 고려함.
 - 정책설계에 중요한 요소로 여겨지는 실험을 위한 절차 및 가능한 에너지 관련 정책들을 파악하여 데이터 수집 단계에서 처리를 하는 것을 고려해야 함.

■ 정책 과제 및 제언

- 빅데이터 구축과 타입예측모형이 가능하다면, 개별화된 넛지 전략이 전국적으로 활용 가능할 것으로 기대됨.
 - 예를 들어, 사용자들의 가구 특성과 소비행태를 기반으로 최적 넛지전략을 특정할 수 있고 이는 전력량 사용의 감소로 자연스럽게 연결됨.
 - 전력량 사용의 감소는 앞서 언급한 대로 수백억의 금전적 가치를 지니며, 탄소배출 경감과 같은 간접적인 가치를 더하면 더욱 크게 추산됨.

■ 한국경제학회 - 환경부 5차 포럼 (김지섭, 연세대)

- 주제: 기후변화 대응 기술투자 수요

- 참여자
 - 발표: 엄지용 (카이스트)
 - 토론: 정태용 (연세대), 김용건 (한국환경연구원)
 - 참석자: 김현석 (KDI), 남창우 (KDI), 윤여창 (KDI), 이기영 (포스텍), 최상엽 (연세대), 임태준 (동국대)

■ 기후변화 리스크

- 단기간 세계 에너지 시스템의 급격한 변화가 필요함.
 - 파리협약에 따른 국제사회 목표인 1.5℃ 기후안정화를 달성하기 위한 잔여 탄소예산이 500Gt 수준
- 각종 기후변화 리스크가 주는 경제 전반의 손실액 상당함.
 - 2100년까지 세계 GDP의 2~22% 감소
 - 지구평균온도 1도 상승시 미국 GDP의 1.2% 감소 등
 - 국가 신용등급 하락으로 인한 재정적 위험으로도 연결될 수 있음.

■ 기후변화 리스크

- 기후변화 리스크는 크게 물리적 리스크(physical risk)와 정책전환 리스크(policy transition risk)로 나뉠 수 있음.
 - 물리적 리스크: 기후변동성, 극한 기상현상, 기후패턴의 장기적 변화로 인한 위험; 공급망 차질과 생산성 저하로 생산비용이 증가하고, 보유자산의 가치가 감소
 - 정책전환 리스크: 저탄소 경제로 이행하거나, 기후변화에 대한 시장참여자의 인식이 급변하는 과정에서 발생하는 금융 리스크(좌초자산 이슈, 비즈니스 리스크, 탄소국경조정세 등)
- 기후변화는 실물부문은 물론 금융시스템 리스크로 전이될 수 있음.
 - 특히, TCFD(기후관련 재무정보 공시) 법제화 움직임을 주목할 필요

■ 에너지 기술투자 수요

- 파리협약 1.5°C 기후안정화를 달성하기 위해 세계 이산화탄소 배출량이 **2050년 근방에 순제로(net zero)에 도달**해야 함(IPCC 특별보고서, 2018).
 - 지금까지 137개국이 탄소중립을 선언함.
- 그러나 2050년까지 순제로를 달성하는 것은 재생에너지 기술의 급속한 확산과 화석에너지 기술의 급속한 퇴출을 요구함.
 - 2015년 파리 기후변화 협정 이후 배출권 거래제 및 탄소세 등의 탄소가격 정책이 세계적으로 확대되는 추세이고, 이런 변화가 녹색기술 투자를 촉진하고 있음.

■ 에너지 기술투자 수요

- 녹색기술 투자가 늘어나고 있지만 세계 각국이 약속한 온실가스 감축과 1.5°C 사회로 이행하는데 요구되는 온실가스 감축의 차이(배출간극, emissions gap)에 대한 평가가 필요함.
 - (부정적 측면) 1.5°C 기후안정화는 2030년까지 연 4.2조 달러의 대규모 투자를 요구하고 있어 상당한 투자간극이 존재함.
 - (긍정적 측면) 글로벌 기업들이 공격적인 탄소감축을 선언하고, 기업 주도적으로 '내부 탄소가격 정책(internal carbon pricing)'을 시행하는 등 정부정책보다 더 큰 규모의 투자를 지속하고 있음.

■ 우리나라 탄소중립 시나리오

- 우리나라 탄소중립 정책이 에너지시스템에 어떤 변화를 가져오는지 한국형 모델을 기반으로 시나리오 별 평가를 실시함.
 - (a) 현정책 지속 시나리오
 - (b) 탄소중립 시나리오
 - (c) 원자력 확대가 허용되는 탄소중립 시나리오
 - (d) 이산화탄소 포집·저장(CCS) 매장량이 제약된 가운데 추진되는 탄소중립 시나리오

■ 우리나라 탄소중립 시나리오

- (a) 현정책 지속; (b) 탄소중립; (c) 원자력 확대가 허용되는 탄소중립; (d) CCS 매장량이 제약된 가운데 추진되는 탄소중립 시나리오
- 감축목표 달성에 따르는 탄소가격 평가: $d > b > c$
- 탄소중립에 따른 이행비용(GDP 대비 총감축비용 비율): $d > b > c$
- 탄소중립 전환은 1차 에너지 부문의 큰 변화를 수반함.
 - 석탄, 가스 등 화석연료 비중이 감소하고, 태양광, 풍력 등 재생에너지 비중이 증대
- CCS 저장자원을 확보하는 것이 탄소중립 실현가능성을 제고하는데 도움

■ 우리나라 탄소중립 시나리오

- 탄소중립의 기술적 난관을 극복하기 위한 탈탄소 역량 집중.
 - 안정적인 전기서비스, 탈탄소기술과 결합한 부하추종기술로 향후 기술 및 서비스 혁신을 통해 문제를 해결해야 함.
 - 장거리 운송서비스로 EV대체가 어려운 경우, 그린수소나 바이오연료 자동차의 시장확대가 필요함.
 - 탄소순흡수 기술: 탄소를 화학제품 원료로 활용하는 기술, 탄소를 재생/바이오연료로 전환하는 기술, 광물탄산화를 통해 건축자재를 생산하는 기술, 바이오발전/바이오수소/CCS, 공기중 직접 탄소 포집기술(DAC)을 고려

■ 우리나라 탄소중립 시나리오

- 탄소중립 기술투자를 위한 과제
 - 탄소가격이 확대되고 강화되어야 함.
 - 탄소정책이 정권교체와 상관없이 일관성을 유지해 나가야 투자가 촉진될 수 있음.
 - 탄소중립에 앞서 기술중립을 유지해야 함.
 - 재생에너지 확대에 기반한 급속한 에너지전환의 실현가능성(feasibility)에 대한 학술적 논의가 필요함.
 - 에너지전환을 가속화하는 탄소정보 공개 및 자본시장 정책의 역할이 필요함.

■ 정책 제안

- 기후변화 리스크를 사전적으로 관리할 필요가 있음.
- 탄소중립을 위해 탈탄소 역량을 집중해야 할 필요가 있음.
- 탄소중립을 위한 기술투자를 유도하기 위해 정책의 일관성을 유지하고 사각지대를 없애는 가운데 학술적인 노력이 배가되어야 할 필요가 있음.
- 현재 개발된 기후변화 모형을 통해 우리나라 탄소중립 시나리오를 분석하는 것은 한계가 존재하고 이를 보완할 추가적인 연구와 정보공개가 필요함.

감사합니다.