

2024 KDI-HAPI Conference 출장

2024. 8. 21. - 8. 24.



1 배경 및 목적

□ KDI-HAPI 공동연구 개요

- KDI는 1989년부터 매년 한국경제의 주요 현안에 대하여 미국의 연구기관과 공동연구를 통해 실천가능하고 현실성 있는 대안을 모색함.
- 이번 컨퍼런스도 2023년에 이어 Hawaii Asia Pacific Institute(HAPI)와 함께 2024년 8월 21~23일 기간 동안 Honolulu에서 진행하기로 함.

□ 공동연구 Agenda

- 「Green Transition: Overcoming Challenges and Constraints」라는 제목으로, 해외 저명 경제학자(Daniel Yi Xu, Duke Univ.; Pete Klenow, Stanford Univ.; Joseph S. Shapiro, UC Berkeley; Costas Arkolakis, Yale Univ.; Junjie Zhang, Duke Univ.)와 KDI 및 KDI국제정책대학원 연구진의 탄소중립 및 기후정책 관련 연구(e.g. The Carbon Footprint of Multinational Production, Carbon Taxes and Misallocation, Clean Growth, The Impacts of China's Carbon Market on Firms)에 대한 발표와 토론으로 구성함.

□ Conference Synopsis

- South Korea (hereafter Korea) has committed to achieving net-zero by 2050, but there remain lots of challenges. In the energy sector, Korea is isolated in electricity trade from its neighbors, which makes it difficult to depend heavily on renewable energy for its volatility. In transition of industries, Korea has less room for reduction of greenhouse gas emissions in a short time period than other countries, because the portion of manufacturing sector is higher, and that of hard-to-abate industries is even higher. However, green transition is impossible without substantially reducing GHG emissions from the energy sector and the industry sector which account for approximately 70% of the total amount of GHG emissions. It is essential to develop elaborate strategies to decarbonize these sectors.
- Political constraints must also be considered. People working at fossil fuel power plants and hard-to-abate industries are vulnerable to shocks caused by green transition. So are the regions they are located in. Transition that reduces economic welfare of many people would not be politically feasible.

Therefore, it is necessary to assess the impact of green transition policies on the performances of firms, jobs of their workers, and economies of their regions, and to help those who are negatively affected switch to new businesses, new jobs, and new industries, or adopt to new circumstances.

- Motivated by such concerns, the Korea Development Institute carried out a research project covering some of the above topics. The research, however, largely deals with only Korean experiences and policies. As Korea is lagged behind in preparing transition strategies and implementation plans, it would be highly valuable to learn from the experiences and the strategies of leading countries. For example, how did the island countries or states such as Hawai'i overcome the same challenges that Korea faces now? What strategies would the countries with a high portion of manufacturing sector such as Germany employ to reduce GHG emissions effectively? How are the governments going to identify the regions heavily susceptible to green transition? What kind of collaboration would be needed between central governments and local governments, especially for the regions running behind? The 2024 conference will address these questions and others of great importance.

2 출장 개요

- 예 산: 국제기구 등과의 공동연구 및 협력사업
- 기 간: 2024년 8월 21일(수) ~ 24일(토)
- 출장지: 하와이, 호놀룰루
- 출장자: 총 5명

	이름	소속 및 직함
1	조동철	KDI 원장
2	양용현	규제연구실 실장 (연구위원)
3	한요셉	재정사회정책연구부 (연구위원)
4	윤여창	산업시장정책연구부 (연구위원)
5	김현석	공공투자관리센터 재정투자평가실 실장 (연구위원)

3 세부 일정

일자	시간	내용	비고
8.21 (수)	20:20~11:00	출국(인천→호놀룰루)	· OZ232 외
	11:00~15:00	숙소까지 이동 및 체크인	· Prince Waikiki Hotel
	15:00~18:00	Conference 관련 사전준비	· 참석: 양용현
	18:30~	Opening ceremony	· 참석: 조동철, 양용현, 한요셉, 윤여창, 김현석 · 장소: Morton's The Steak House
8.22 (목)	08:30~09:00	Continental breakfast	· 참석: 컨퍼런스 참가자 전원 · 장소: Conference room
	09:00~09:30	Keynote speech	· 발표: Daniel Yi Xu (Duke University)
	09:30~11:50	Session 1	· 발표: 임원혁(KDI대학원), Joseph S. Shapiro (UC Berkeley) · 토론: Yongseok Shin (Washington University)
	12:00~13:00	Lunch Session	
	13:00~14:40	Session 2	· 발표: Pete Klenow (Stanford Univ.), 윤여창(KDI) · 토론: Munseob Lee (UC San Deigo), Michael Roberts (U of Hawaii)
	15:00~16:40	Session 3	· 발표: 양용현(KDI), Costas Arkolakis (Yale University) · 토론: Makena Coffman (U of Hawaii), Liang Wang (U of Hawaii)
8.23 (금)	08:30~09:00	Continental breakfast	· 참석: 컨퍼런스 참가자 전원 · 장소: Conference room
	09:00~11:50	Session 4	· 발표: 한요셉(KDI), Junjie Zhang (Duke University), 김현석(KDI) · 토론: Nori Tarui (U of Hawaii), Sun Kyoung Lee (U of Michigan)
	11:50~12:00	Wrap Up	
	12:00~1:00	Closing lunch	· 참석: 컨퍼런스 참가자 전원 · 장소: Conference room

4 주요 논의내용

1. Opening Ceremony

- HAPI 원장 Denise Konan 교수와 KDI 조동철 원장의 축사로 참석자 전원을 환영하고 컨퍼런스 기획자의 노력에 감사하며 향후 이들 간의 컨퍼런스가 성공적이기를 기대함.

2. Keynote Speech

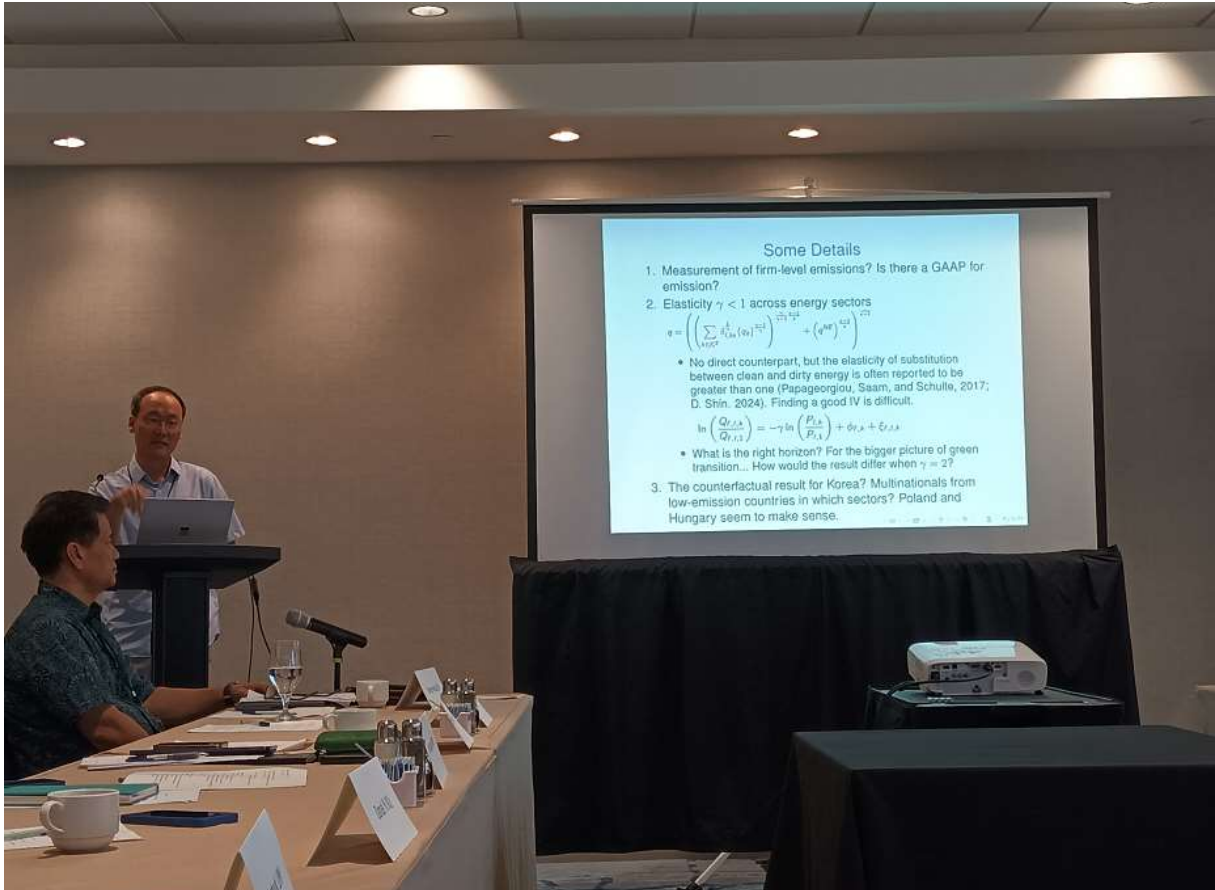
- Daniel Xu 교수는 탄소감축원조(carbon offset)에서 역선택이 나타날 수 있음을 설명하고, 중국 사례에서 그 크기가 상당함을 보임으로써 제도 설계 시 주의가 필요함을 역설
 - 탄소감축원조란 탄소배출 관련 규제를 받는 측이 규제를 받지 않는 자의 탄소감축을 도와주고 그만큼 배출할 수 있는 권리를 인정받는 것을 의미함.
 - 탄소감축원조는 원조를 받는 자에게는 기술 이전 효과가, 원조하는 자에게는 비용 절감 효과가 나타난다는 점에서 좋지만, 원조받지 않더라도 감축을 할 유인이 있는 자를 원조할 가능성이 문제됨.
 - 중국의 Clean Development Mechanism을 분석한 결과, 원조를 수행한 기업과 제안만 했던 기업 모두 탄소배출량이 증가했으며, 이 중 일부는 역선택의 결과일 수 있으므로 추가 분석이 필요



- 구조적 모형을 사용해 추가 분석을 해본 결과, 탄소배출량 증가분 중 82%는 CDM의 영향을 받은 것이며, CDM 프로젝트의 1/3 정도는 탄소감축에 기여한 바가 없는 것으로 나타남.

3. Session 1

- 첫 세션은 HAPI 원장 Denise Konan 교수의 사회로 임원혁 교수(KDI대학원)와 Joseph Shapiro 교수(UC Berkeley)가 발표하고, 이상협 교수(U of Hawaii)의 사회로 신용석 교수(Washington)의 토론과 종합토론이 이어짐.
- 임원혁 교수는 IEA의 에너지 전환 전략의 실현가능성을 점검하고 이를 바탕으로 한국이 취해야 할 에너지 전환의 방향성을 제안함.
 - IEA가 제시한 2050 탄소중립 시나리오는 현재 80%에 달하는 화석연료 의존도를 2050년에 20%로 줄이고 나머지는 신·재생에너지로 충당하는 것을 담고 있음.
 - 그러나 태양광·풍력 에너지 의존도가 70%에 달할 경우 기상 변화에 취약하고 일간·연간 변동량이 커서 수급 불일치가 심화되고 가격 변동성도 커질 것임을 기존 사례로부터 쉽게 예상할 수 있음.
 - 영국과 한국의 상황을 비교·소개하고, 한국이 앞으로 에너지 전환을 순조롭게 달성하기 위해서는 전력시장 개혁, 다수의 대안 검토, 대안의 주기적 갱신 등이 필요함을 역설
- Joseph Shapiro 교수는 다국적 기업이 온실가스 배출을 증감시킬 수 있는데, 효과를 모두 합해보면 줄이고 있음을 보여줌.
 - 다국적 기업의 소유구조와 배출량 데이터를 연계시켜 분석한 결과 배출량이 낮은 국가의 기업이 다른 국가에 공장을 지은 경우가 반대의 경우보다 대상 국가에서 낮은 배출량을 보임.
 - 만약 다국적 기업이 존재하지 않았다면 전세계 배출량은 더 높았을 것이며, 특정 국가에서는 현저하게 배출량이 커졌을 것임.
- 신용석 교수는 임원혁 교수와 Joseph Shapiro 교수의 발표에 대해 토론했으며, 몇 가지 제안과 질문을 던짐.
 - 날카로운 질문으로는 재생에너지의 경우 가격이 음이 될 수 있는데 이에 대해 어떠한 대책이 필요한지, 저개발국가에 대한 원조는 충분한지, 완전히 아웃소싱하거나 부분 소유할 경우에는 다국적기업의 경우와 다른 결과가 나타나는지 등임.



Some Details

1. Measurement of firm-level emissions? Is there a GAAP for emission?
2. Elasticity $\gamma < 1$ across energy sectors

$$q = \left(\sum_{i \neq k} \beta_{i,k} (\alpha_i)^{\frac{1}{1-\gamma}} + (\alpha^k)^{\frac{1}{1-\gamma}} \right)^{1-\gamma}$$
 - No direct counterpart, but the elasticity of substitution between clean and dirty energy is often reported to be greater than one (Papageorgiou, Saam, and Schulle, 2017; D. Shin, 2024). Finding a good IV is difficult.
 - $$\ln \left(\frac{Q_{t,t+1}}{Q_{t,t}} \right) = -\gamma \ln \left(\frac{P_{t,t}}{P_{t,t}} \right) + \theta_{t,t} + \varepsilon_{t,t}$$
 - What is the right horizon? For the bigger picture of green transition... How would the result differ when $\gamma = 2$?
3. The counterfactual result for Korea? Multinationals from low-emission countries in which sectors? Poland and Hungary seem to make sense.

4. Lunch Session

- 예정에 없던 런치 세션 발표가 추가되었으며, 하와이주 에너지 오피스의 Chief Energy Officer인 Mark Glick 박사가 발표하고 토론이 이루어짐.
- Mark Glick 박사는 하와이 주의 에너지 전환 정책을 개괄하고 현재 맞닥뜨린 상황과 나아가야 할 방향을 설명함.
 - 하와이 주는 2045년까지 100% 재생에너지로 전환하겠다고 발표(2015)하였으며, 이는 미국에서 가장 빠른 것이었음.
 - 하와이 주의 발전원은 석유 67%, 태양광 19%, 풍력 6%, 나머지가 8%를 차지하고 있어 전기요금이 원유 가격 변동의 영향을 크게 받으며, 석유로부터 빨리 탈피해야 하지만 상황이 녹록치는 않음.
 - 특히 태양광 패널이나 풍력 터빈을 설치함에 있어 주민 반대가 적지 않으며, 결국 토지 이용의 문제로 귀결됨.
 - 마우이 산불 등의 재난이 상황의 엄중함을 일깨워주고 있어 올해 새로운 에너지 전환 정책을 발표하는 등 속도를 내려고 함.



5. Session 2

- 두 번째 세션은 KDI 조동철 원장의 사회로 Pete Klenow 교수(Stanford)와 윤여창 박사(KDI)의 발표 및 이문섭 교수(UC San Diego)와 Michael Roberts 교수(U of Hawaii)의 토론이 이루어짐.
- Pete Klenow 교수는 탄소세가 일반적인 인식과는 달리, 모두에게 일괄적으로 부과될 때 오히려 후생을 증진시킬 수 있음을 보임.
 - 동질적인 소비자, 이질적인 기업을 상정한 일반균형동태모형을 수립하고, 칠레 데이터를 이용해 분석한 결과, 탄소세는 경제 각 부문에 이질적인 영향을 미치며 후생을 증진시킬 수 있음.
 - 구체적으로, 탄소세가 증가할수록 에너지 생산량, 총생산, GDP는 지속적으로 감소하지만, 소비는 증가하다가 감소함.
 - 탄소세가 20~50% 수준으로 부과될 때 소비증가율이 가장 높으며, 탄소세가 100%일 때까지도 소비가 증가하지만, 100~150% 사이에서 소비를 감소시키는 효과로 전환됨.

- 윤여창 박사는 한국의 배출권거래제를 소개하고 문제점을 지적한 뒤, 이를 해결하기 위해 이월 제한 해제와 유동성 제고방안을 제시
 - 한국의 배출권 가격이 하락하는 것은 이월 제한에 크게 기인하고 있으며, 낮은 배출권 가격은 저탄소 기술 개발을 저해하고 있음.
 - 이월 제한을 일시에 해제하면 공급량 감소로 유동성 충격이 발생할 것이므로, 이월 제한을 점진적으로 해제하되 보완방안이 필요
 - 유동성 충격을 완화할 수 있는 수단으로 가격 상·하한, 배출권 추가 공급 및 회수 등이 있으며, 향후 단계를 더 세분화할 필요

- 이문섭 교수는 Klenow 교수의 발표에 대해 토론했으며, 이 분석을 한국 기업에 적용한다면 어떤 결과가 나타날지 흥미로운 견해를 제시함.
 - Klenow 교수의 발표는 크게 볼 때 자원 배분이 비효율적으로 되어 있을 때 이를 교정하는 수단에 대한 논문 중 하나로 볼 수 있으며, 한국에서도 자원 배분의 비효율성은 크게 나타나고 있음.
 - 한국에서도 탄소세를 부과하면 자원 배분이 왜곡되어 있는 상황이 개선되면서 후생이 증가할 수 있다고 추측하고, 주요 산업에서 탄소배출량이 큰 만큼 이들 산업에 대한 영향이 경제 전체에 어떠한 파급효과로 나타날지 궁금해 함.

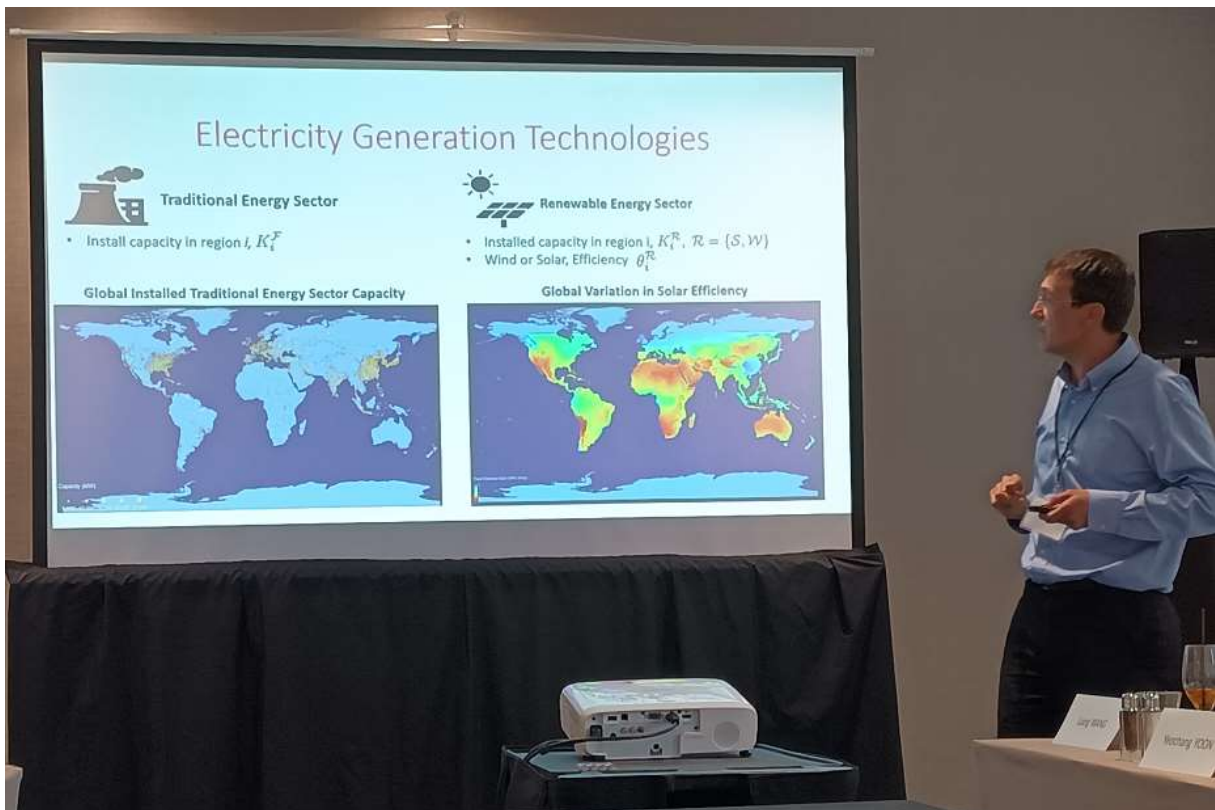


- Michael Roberts 교수는 윤여창 박사의 발표에 대해 토론했으며, 몇 가지 흥미로운 질문을 던짐.
 - 경기에 대한 불확실성이 클 때 배출권 공급량을 어떻게 설계해야 할지, 배출권 가격이 낮다고 해서 반드시 배출량에 미치는 효과가 낮다고 할 수 있을지, 선물시장이 있으면 해결되는 것 아닌지 등임.
 - 덧붙여, 이산화황 배출권 시장에서도 낮은 가격, 적은 거래량 문제가 있었지만, 결과적으로는 기술 개발이 잘 되었고 배출권 정책은 성공적인 것으로 평가받고 있다는 사례를 소개함.

6. Session 3

- 세 번째 세션은 Joseph Shapiro 교수(UC Berkeley)의 사회로 양용현 박사(KDI)와 Costas Arkolakis 교수(Yale)의 발표 및 Makena Coffman 교수(U of Hawaii)와 Liang Wang 교수(U of Hawaii)의 토론이 이루어짐.
- 양용현 박사는 한국의 탄소중립 및 NDC 달성전략을 개괄하고, 실현가능성에 대한 평가를 제시한 후 개선방안을 소개
 - 한국이 발표한 NDC까지의 경로는 초반에 너무 완만하고 2030년에 가까워질수록 급격히 가팔라질 뿐 아니라 현 상황과 괴리가 있으므로, 초반 의무를 늘리고 상황을 수시로 반영해 경로를 갱신할 필요
 - 부문별로는 산업 부문에서 전기화가 더 필요하고, 건물 부문은 정책이 불완전하며, 수송 부문은 정책 효과가 불충분할 것으로 평가
 - 현재까지는 산업 부문, 건물 부문의 감축속도는 적절하나 불경기에 기인한 것으로 보이며, 수송 부문은 감축량이 미미해, 부문별로 전기화 전략을 다시 짜고 이를 에너지 전환에 반영할 필요
- Costas Arkolakis 교수는 다부문, 다지역, 다국가 모형에 전력망을 더한 모형을 분석하고, 학습(learning by doing)을 통해 재생에너지 생산단가가 낮아지며 이로 인해 녹색 성장이 가능함을 보임.
 - 예를 들어 태양광 패널은 초기 생산단가가 kW당 6천 달러에 가까웠으나 총 설치용량이 800GW에 가까워질 때까지 단가가 선형추세로 낮아졌으며 현재는 \$100/kW를 하회하고 있음.
 - 2021년을 기준으로 태양광 발전단가는 2040년까지 매년 7% 정도, 풍력 발전단가는 매년 1% 정도 감소할 것으로 예상됨.

- 이에 따라 재생에너지가 다른 발전원보다 우위를 점하게 되므로 화석연료를 수출하는 국가는 점점 국부를 잃게 될 것임.
- Makena Coffman 교수는 양용현 박사의 발표에 대한 토론을 하면서, 한국의 상황을 하와이와 비교하고 유사한 점과 다른 점을 보여주었으며, 한국의 상황에 대한 몇 가지 질문을 던짐.
- 하와이는 재생에너지를 늘리는 데 상당한 노력을 기울이고 있으며 이는 어느 정도 효과가 있는 것으로 보이지만, 수송 부문에서는 거의 효과를 얻지 못하고 있고, 산업 부문의 비중은 매우 낮음.
 - 한국에서 재생에너지 확대와 관련된 갈등, 탄소 포집 및 저장, 한국의 연료별 차량 비율과 그 연원, 친환경 차를 늘리기 위한 정책 조합에 대해 궁금해 함.
- Liang Wang 교수는 Arkolakis 교수의 발표에 대한 토론을 했으며 몇 가지 쟁점을 언급하고 다음과 같은 흥미로운 제안을 함.
- 재생에너지 변동성 및 간헐성이 모형에 들어있지 않아서 재생에너지 비율이 높아졌을 때의 문제점을 놓치고 있음.
 - 재생에너지 생산과 전력망 건설 중 하나만 할 수 있을 만큼 예산이 있다면, 어느 쪽이 더 효과가 큰지 알려주면 좋을 것임.



7. Session 4

- 네 번째 세션은 임원혁 교수의 사회로 한요셉 박사(KDI), Junjie Zhang 교수(Duke), 김현석 박사(KDI)의 발표 및 Nori Tarui 교수(U of Hawaii), 이선경 교수(U of Michigan)의 토론이 이루어짐.
- 한요셉 박사는 배출권거래제 자료를 이용해 저탄소 전환이 기업 및 근로자에게 미치는 영향을 추정하고 정책방안을 제시
 - 한국 배출권거래제는 1기와 2기 사이에 참여기업, 배분방식이 바뀌었으며, 이를 이용해 참여기업의 성과에 미친 영향을 추정 가능
 - 1기부터 참여한 기업은 2기부터 참여한 기업보다 1기 배출량, 에너지 사용량, 매출, 고용이 유의하게 감소
 - 2기 비용발생도 기준을 하회하는 기업은 유상경매에 참여하게 되면서 매출과 고용이 감소
 - 기존 할당방식과 비교해 벤치마크에 기반을 둔 무상할당은 오히려 매출과 고용을 늘렸으며, 위 결과들을 감안해 제도를 설계할 필요



- Junjie Zhang 교수는 배출권 거래제가 도입될 때 같은 기업집단 내의 다른 기업으로 생산활동이 이전되고 배출량도 같이 이전되며, 이로 인해 배출량 저감 효과가 일부 상쇄됨을 실증적으로 보임.
 - 실증분석을 위해 중국에서 2013년부터 사용돼왔던 지역별 ETS 자료를 모았으며, 2008년부터 2015년까지의 활용
 - 같은 기업집단 내에 ETS에 참여하는 기업이 있는 자매기업은 ETS 참여기업이 없는 기업집단의 기업보다 생산량 등이 증가하고 배출량도 늘어남.
 - ETS에 참여하는 기업은 배출량이 16% 감소하지만 그 자매기업은 배출량이 8% 증가하며, 기업집단의 배출량은 통계적으로 유의하지 않지만 증가한다는 추정치를 얻음.

- 김현석 박사는 정의로운 전환을 위한 첫 단추로 지역별 탄소중립 취약도를 계산할 필요가 있음을 설명하고 시범 계산 결과를 소개
 - 많은 국가가 에너지 효율성, 탄소집약도를 감소시켜 왔으나, 정의로운 전환의 성공 여부가 향후 정책 실현가능성을 좌우할 수 있음.
 - 지역 간 정의로운 전환을 위해 탄소중립 취약도지수를 개발할 필요가 있으며, 노출도, 민감도, 적응역량을 합산해 시범지수를 도출
 - 계산된 취약도지수는 현행의 지역낙후도지수와 일치하지 않는 가운데, 정밀하게 계산된 취약도지수 등을 바탕으로 각 지역의 탄소중립을 효과적으로 지원할 필요

- Nori Tamui 교수는 한요셉 박사의 발표와 Junjie Zhang 교수의 발표에 대한 토론을 했으며, 관련 있는 선행연구를 알려주고 질문을 던지는 등 흥미로운 논점을 제기함.
 - 한요셉 박사의 발표에 대해서는 많은 나라에서 배출권 할당은 진입하는지에 따라 주어지며, 이때 초기 할당량이 중요하다는 것이 이론적으로 밝혀진 바 있음을 알려줌.
 - Zhang 교수의 발표에 대해서는 자매기업이 ETS 참여기업과 어느 정도 밀접하게 관련되어 있는지 통제할 경우 결과가 달라지는지, 지리적 밀접함이 관계가 있는지, 민간 기업에만 해당되는지 질문함.

- 이선경 교수는 김현석 박사의 논문에 대한 토론을 했으며, 주요요소분석(PCA)을 보완하는 주요요인분석(PFA)을 하고, 이때 젠더 관련 원지표가 포함되면 좋겠다는 제언을 함.

- 특히 주요요인에 대한 해석을 통해 정책적 시사점을 도출하면 좋을 것이며, 가격 관련 정책이 제언되면 더 좋을 것이라고 함.
- 예컨대 노출도 지수의 경우 분산에너지특별법에 따른 발전원과의 거리에 비례하는 송전요금, 민감도 지수의 경우 에너지 지출비중, 적응능력 지수의 경우 신에너지 개발 가능성을 찾아보길 권함.