환경-경제 시너지 창출과 갈등해소를 위한 정책과제 마련

최종 보고회

한국경제학회 사무국

2021년 12월 17일

목차

1. 정책여건 분석

1.1 연구 배경과 우리나라의 특수성

1.2 탄소배출량 관련 분석

1.3 산업별 이행취약성 지표

1.4 기후와 경제변수와의 관계에 대한 문헌연구

2. 정책과제

* 최종발표는 중요성을 고려해서 정책과제를 중심으로 발표함.

연구배경 및 목적

□ 최근 있었던 COP26의 논의에서 볼 수 있듯이 탄소배출 저감을 위한 전지구적 계획이 추진되고 있으며 선진국을 중심으로 저탄소 경제 이행이 국가적 과제가 되고 있음.

□ 우리나라의 '2050 탄소중립 추진전략'에 따르면 우리나라 온실가스 배출량은 2018년 정점을 찍었으며 향후 그린뉴딜과 탄소중립 정책 시행 등을 고려할 때 우리나라 경제는 저탄소 경제 산업구조로 전환되는 시점에 있다고 판단함.

○ 정부에서 의욕적으로 이행 계획들을 수립하고 있으나 (1) 총에너지 소비량이 많고, (2) 석탄 의존도가 높으며, (3) 대처가 상대적으로 늦게 시작되었다는 점을 고려하면 상당한 이행 리스크(transition risk)에 노출되어 있음.

□ 이런 상황에서 연구용역의 목적은 저탄소 경제 전환 과정에서 지속가능성과 생산성을 동시에 높임으로써 이행 리스크를 최소화하고 대외 경쟁력을 제고할 수 있는 국가적 정책과제를 모색하는데 있음.

○ 이미 '탈탄소 속도 조절론', '그린플레이션(greenflation)'에 대한 우려 등으로 경제 및 기업에 주는 부담에 대한 논의가 증가하고 있는데 경제적 부가가치를 제고하는 이행 방안들을 모색할 필요가 있음.

□ 본 연구용역은 크게 정책여건 분석과 전문가 포럼 조직 및 운영을 통한 정책과제 제시 두 부분으로 일루어져 있음.

○ 정책여건 분석에서는 (1) 우리나라의 특수성과 탄소 배출 관련 통계 분석, (2) 산업별 이행 취약성 지표 계산과 시사점 도출, (3) 기후가 주요 경제변수에 미치는 정량적 연구사례를 검토함.

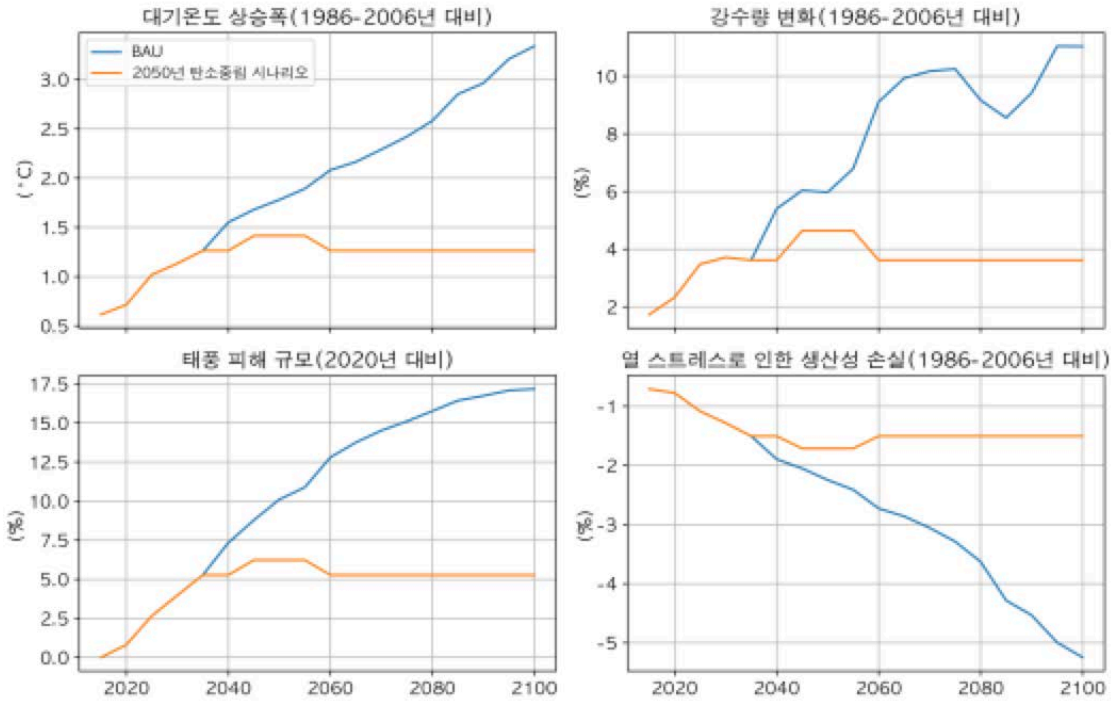
○ 두번째 부분에서는 전문가 포럼에서 도출한 정책과제를 제안함.

우리나라의 상황

□ 물리적 리스크는 상대적으로 크지 않음.

○ Germanwatch(2018)에 따르면 우리나라의 경우 2017년 기준 물리적 리스크로 인한 GDP 손실은 0.08%로 세계 108위임.

○ 다만 기후변화의 외부효과를 고려해서 리스크에 대비할 필요가 있음.



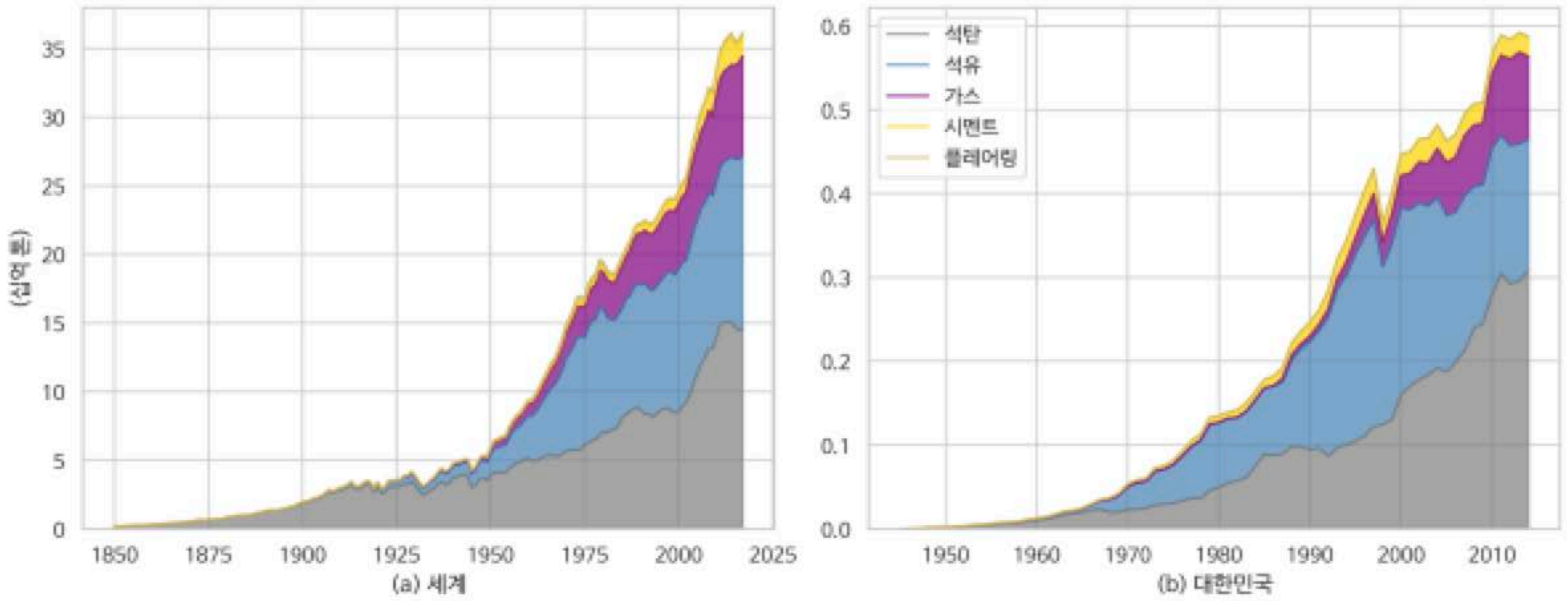
<그림 Ⅱ-1> 2050년 탄소중립 시나리오에 따른 주요 변수 추이, 출처: Climate Impact Explorer 통계를 이용해서 연구진 작성

□ 이행 리스크는 산업 구조, 늦게 대처를 시작한 점 등으로 인해 크다고 볼 수 있음.

○ 우리나라는 기후변화 대응지수에서 2020년 (60여개 국가 중에서) 58위, 2021년 53위임.

○ 2016년 기준 탄소 배출량, 1인당 탄소 배출량 세계 9위임.

○ 2014년 기준 화석에너지에서 석탄이 차지하는 비중이 세계 평균 42%인 반면 우리나라는 53%에 달함.



<그림 II-2> 화석에너지 비중 추이, 출처: 탄소정보 분석센터(CDIAC: Carbon Dioxide Information Analysis Center)의 통계를 이용해서 연구진 작성

탈동조화(Decoupling)

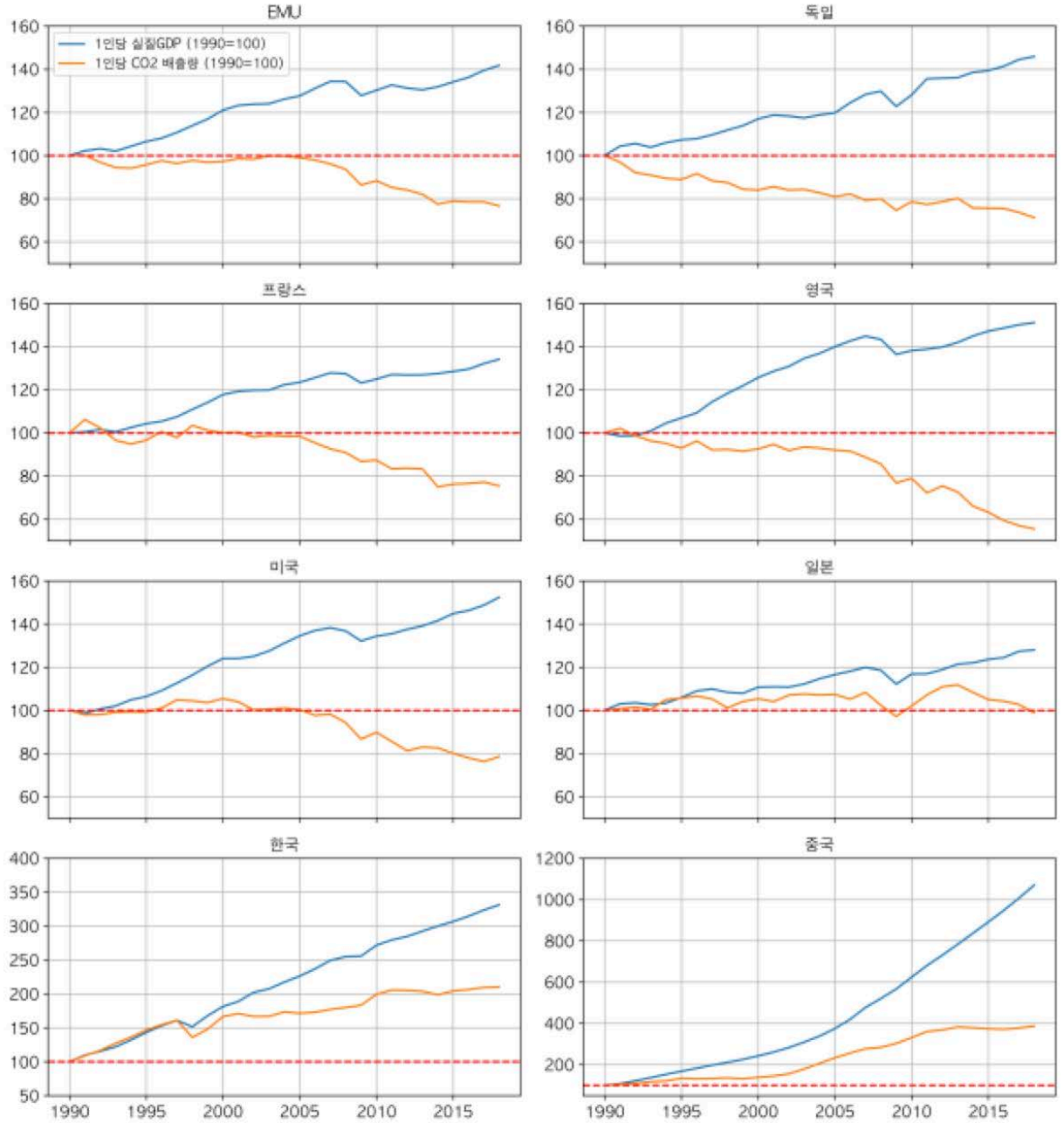
□ 국가/지역마다 탄소배출량과 경제활동 사이 상이한 탈동조화 정도를 볼 수 있음.

○ 유로 지역은 지난 30년간 1인당 실질소득은 40% 넘게 증가시키면서 탄소배출량은 20% 넘게 감소시킨 강한 탈동조화의 사례임.

○ 독일의 경우 이미 1990년 무렵 탈동조화가 시작되었음.

○ 미국의 경우 2000년대 중반부터, 일본의 경우 2010년대 들어서 강한 탈동조화가 시작되었음.

○ 우리나라와 중국의 경우 2010년대 들어서 탄소배출량의 증가세가 감소하기 시작했으며 현재 약한 탈동조화의 단계임.



〈그림 Ⅱ-3〉 주요 국가의 탈동조화 추이, 출처: 세계은행 통계(https://data.worldbank.org)를 이용해서 연구진 작성

산업별 이행 취약성 지표(TVF)

□ 저탄소 경제 이행과정이 개별 산업에 미치는 영향이 상이하므로 개별 산업의 '기후 위험에 대한 노출' 또는 '이행과정 취약도'를 구축할 필요가 있음 → 산업별 이행 취약성 지표(TVF)

○ TVF의 출발점은 '어떤 산업이 기후 리스크에 더 노출되어 있을까?'에서 출발하며 ' 직간접 온실가스 배출량이 많은 산업일수록 이에 비례해서 리스크가 높은' 산업별 지표를 구축하고자 함.

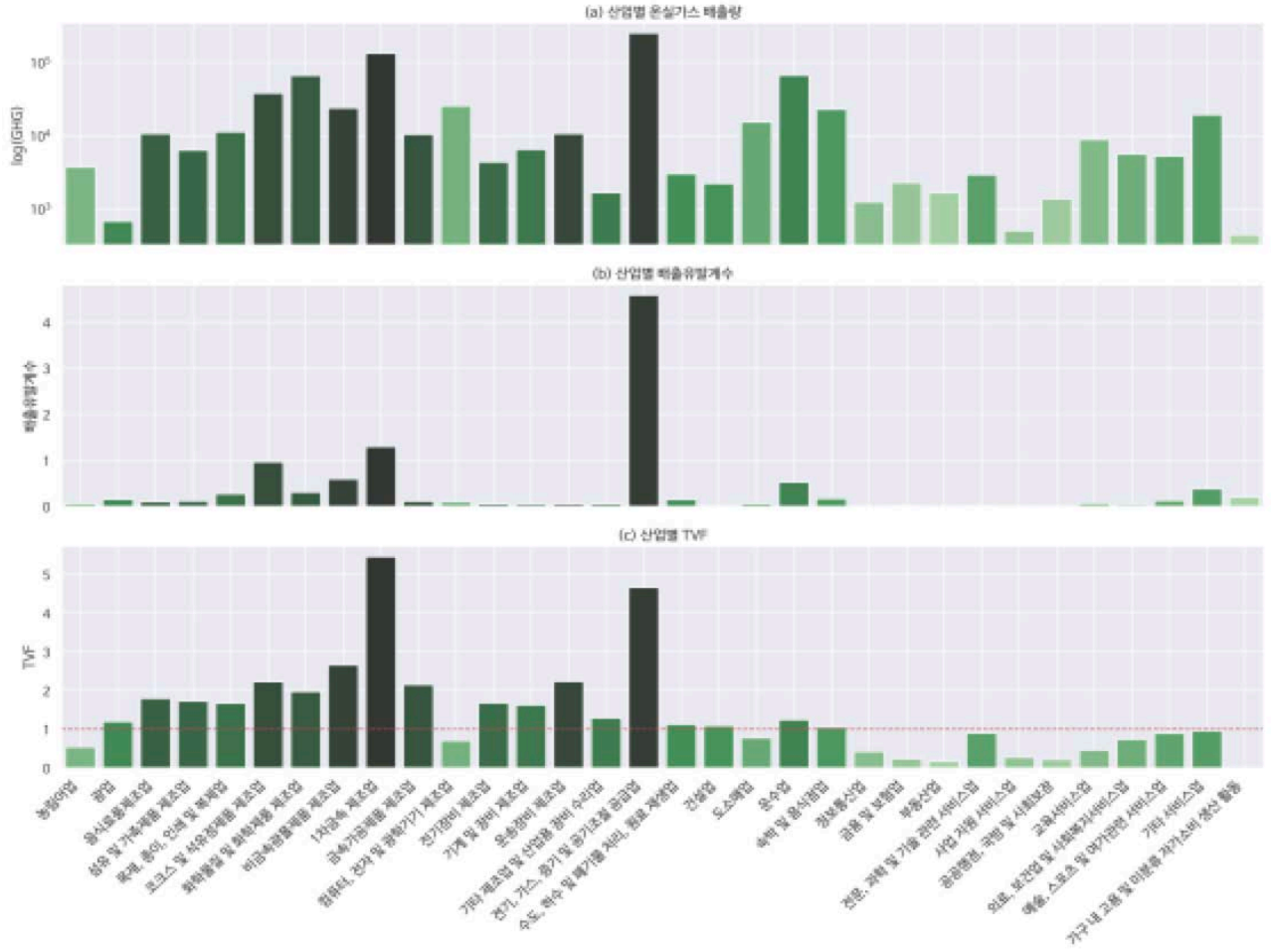
○ DNB(2018), 박기영 · 인소영 · 김재윤(2020)의 방법론을 활용해서 32개 대분류, 78개 중분류 산업의 TVF를 계산함.

○ TVF는 '한 단위의 부가가치를 창출하기 위해 필요한 직간접 배출'을 계산한 뒤 이 수치를 경제 전체 평균으로 보정한 값이라 해석할 수 있음.

○ TVF는 (1) 구축 방법이 직관적이고, (2) 기존에 사용하던 배출유발계수와는 차별화된 정보를 제공하며, (3) 상대적으로 간편하게 산업별 취약도를 측정할 수 있음.

32개 대분류 산업의 TVF

□ TVF 수치가 가장 높은 산업은 (온실가스 직접 배출이 가장 많은) 발전업이 아니라 1차금속 제조업이며 이는 발전업의 배출량은 TVF 계산시 (산업연관 효과를 고려해서) 다른 산업의 간접 배출량으로 잡히기 때문임.



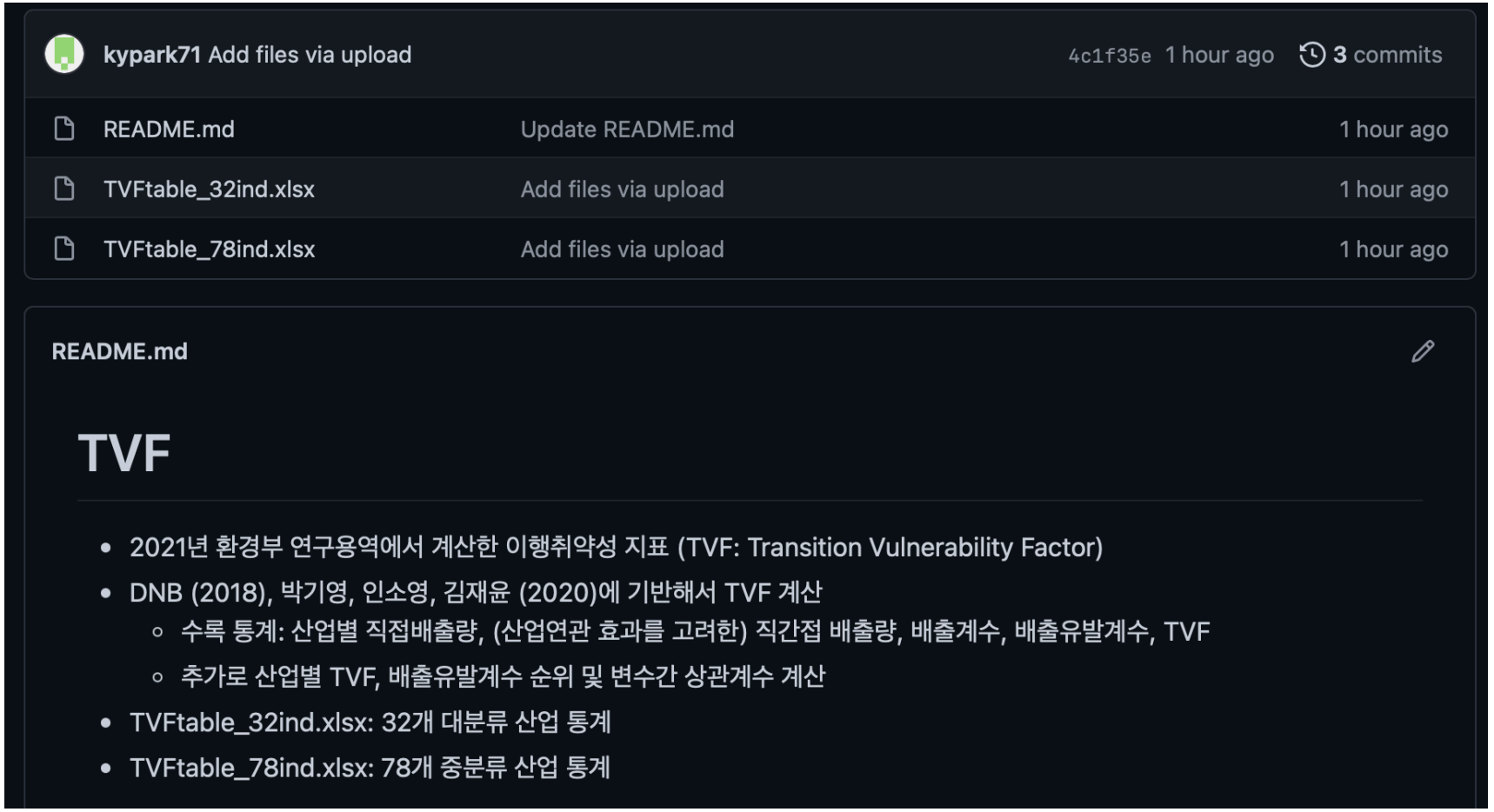
□ 기존에 사용하던 배출유발계수는 온실가스 배출량, 배출계수와 상관관계가 매우 높으며 추가적인 정보를 제공하지 못 하고 있음.

	E_i	V_i	배출계수	배출유발계수	$\tilde{E}_i$	TVF_i
온실가스(E_i)	1.00					
부가가치(V_i)	-0.14	1.00				
배출계수	0.95	-0.23	1.00			
배출유발계수	0.95	-0.25	0.99	1.00		
$\tilde{E}_i$	0.53	0.35	0.34	0.32	1.00	
TVF_i	0.78	-0.41	0.72	0.70	0.57	1.00

<표 Ⅱ-1> 32개 대분류 산업별 온실가스 관련 주요 변수간 상관관계

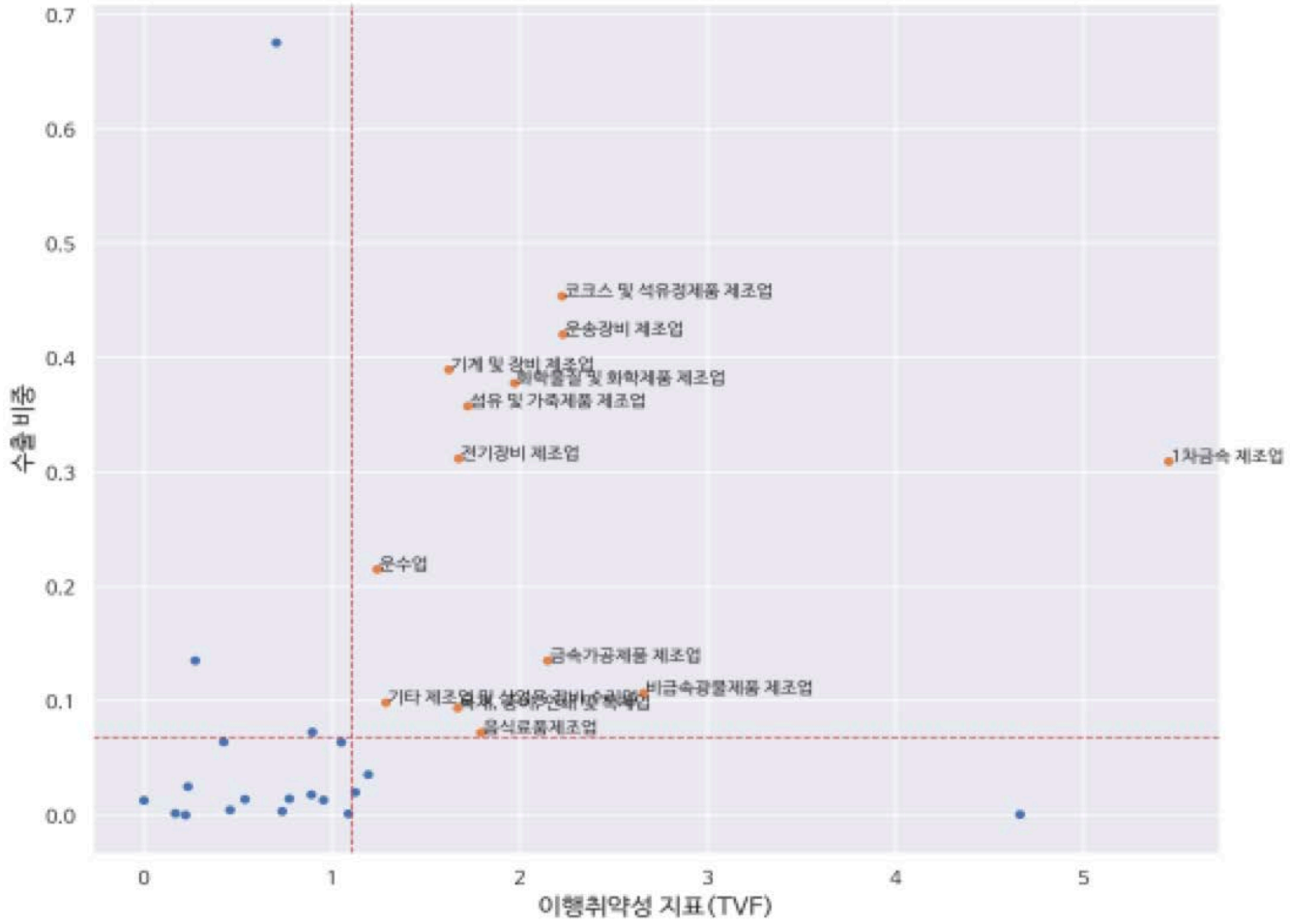
□ 부록에 중분류 산업의 경우가 수록되어 있고 관련 수치들은 github에서 다운로드 가능

○ https://github.com/kypark71/TVF



□ TVF는 여러 측면에서 활용할 수 있는데 아래 그림처럼 TVF가 높은 산업들이 수출 비중이 높은 것을 볼 수 있음 → 탄소세 부과시 수출 비중이 높은 산업에서 충격이 더 클 수 있음.

○ 아래 결과는 더 복잡한 모형을 사용한 한국은행 보고서 김선진 외(2021)의 결과와 유사함.



<그림 Ⅱ-6> 우리나라 대분류 산업 수출비중과 TVF, 출처: 연구진 작성

기후변화의 이해

□ 기후변화에 대한 과학적 합의

- 100% 확실하지 않지만 독립성, 전문성, 증거 기반 객관성에 기반한 "과학적 합의(scientific consensus)"가 이루어지고 있음
- IPCC(2021)에서는 인간으로 인한 기후변화는 명백(unequivocal)하다라는 표현을 씀

□ 기후변화에 대한 대책은 '보험' 성격을 가짐

- 기후변화는 100% 확실하지 않지만 현 단계 과학으로는 95% 이상의 확실성을 지니고 있음
  → 100% 확실 실증과학은 없으므로 너무 늦기 전에 대응하는 것이 바람직함
- 중앙은행, 금융감독기구에서도 "climate Minsky moment (Carney 2015)", "green swan (BIS 2020)" 개념으로 기후변화의 위험을 인식하고 대처하기 시작함

기후변화에 대한 경제학적 합의

□ 기후변화의 특수성 때문에 기후변화에 대한 경제학적 합의 도출이 어려움

- Wagner and Weitzman (2016)은 기후변화 문제 해결이 쉽지 않은 4가지 이유를 기후변화가 전지구적(almost uniquely global), 장기적(uniquely long-term), 비가역적(uniquely irreversible), 불확실적(uniquely uncertain)이기 때문이라고 주장함
- 특히, 기후변화는 공해 물질의 배출량 추정, 온실가스 배출과 대기 집중도 간 연관성, 대기중 이산화탄소 집중도와 기온변화 사이의 연관성(기후민감도, climate sensitivity), 기온과 물리적 기후 피해 사이의 연관성 등 여러 측면에서 불확실성이 존재함
- 기후변화 자체에 많은 불확실성이 존재하기 때문에 기후변화가 경제에 미치는 영향에 대한 정확한 분석 및 판단이 어려움
- 기후변화에 실재 여부에 대한 과학적 합의를 어느정도 이루어졌으나 그 영향이 얼마나 광범위하고 오래동안 지속될지에 대해서는 아직도 불분명함

기후변화와 경제변수 관계

□ 기후변화가 사회경제 시스템에 미치는 심대한 영향을 고려할 때 정책 수립 및 시행시 기후변화의 영향을 필수적으로 고려해야 함에도 불구하고 관련 연구는 아직 부족한 상황

- 상이한 실증분석 결과가 존재: limited or no effect vs. very persistent damage
- 기후변화의 부정적인 경제적 영향은 개도국에서는 통계적으로 상당히 유의미하게 나타나지만 (Dell et al. 2012, Von Peter et al. 2012, Bakkensen and Barrage 2019), 선진국의 경우(대부분 미국을 대상으로 한 연구) 이와 같은 분석이 제한적이라는 연구결과가 존재 (Schelling 1992, Mendelsohn 2010, Nordhaus 2014)
- 다수의 기존 연구들이 단기간에 걸친 기후변화의 경제적 영향을 추정하는 반면, Hsiang & Jina (2014), Bakkensen & Barrage (2019), Kim et al. (2021)은 장기적 영향의 추정이 중요하다고 강조

- 기후변화 자체가 매우 복잡하기 때문에 특정 변수나 모형을 통해 현상을 이해하고 정확하게 예측하기 어려움(ECB 2021).
- (1) 기후변화의 영향이 비선형적일 수 있다는 점, (2) 경제적 효과에 영향을 미치는 변수들이 많기 때문에 기후의 효과만 따로 떼어서 식별하기 쉽지 않음, (3) 처치효과(treatment effect)를 찾기 쉽지 않으며 이 때문에 인과성(causality)을 보이는 연구가 쉽지 않음 (Dell et al. 2014)
- 통계의 질(data quality): 기후변화 정보가 불충분하거나 부정확할 수 있음(Kim et al. 2021)

□ 기후변화와 경제변수 분석 방법

- Dell et al.(2014) 외 다수의 실증 분석 연구들은 '기후'와 '날씨'의 차이점을 들어 기온, 강수량, 폭풍 등 단기간에 걸친 날씨의 변화(weather variations)을 사용하여 패널 분석을 시행
- Nordhaus (2008), Economides and Xepapadeas (2018), Nui et al. (2018) 등은 통합평가모형(Integrated Assessment Model, IAM)을 사용

기후변화 물리적 리스크 지표 및 관련 연구

□ 기온 상승

- 급격한 기온 상승: 생산성(Burke & Hsiang 2015), 노동 생산성(Donadelli et al. 2017), 농업 생산(Winne & Peersman 2019), 식품 안전보장(Bandara & Cai 2014, Schaub & Finger 2020, Kamber et al. 2013), 경제 성장(Mumtaz & Alessandri 2021, Kahn et al. 2019, Deryugina & Hsiang 2014)에 부정적 영향을 미침
- 지속적 기온 상승: Dell et al.(2014)은 25도에서 기온이 1도씩 올라갈 때마다 인지 과제(cognitive task)의 생산성이 2%씩 감소함을 보임
- Burke & Tanutama(2019)는 지속적인 기온 상승이 경제지표에 영향을 끼치지만 국가별로 그 정도가 상이하다고 분석했으며, Nunn et al.(2019)은 미국의 경우 기온이 올라갈수록 경제에 대한 피해는 더 커지며 경제 활동이 상대적으로 덜 활발한 미 남부, 남서부 지역의 피해가 크다고 추정했으며 전지구적으로 저소득 국가, 고령층의 피해가 더 클 것으로 예상

□강수량(rainfalls, precipitation) 및 이상 강우(anomalies)

- 강수량과 경제지표와의 관계는 나라별로 상이하나(Barrios et al. 2010), 이상 강우의 경우에는 부정적인 경제적 영향이 더 일관적으로 보임(Miguel et al. 2004, Dell et al. 2012)

□ 기상이변 (폭풍, 가뭄 등)

- Hsiang & Narita(2012) 전세계적으로 폭풍의 풍속과 경제적 피해의 상당한 연관성을 보였고 Nordhaus(2010)은 이 연관성은 미국에서도 강하게 보임을 분석
- Hsiang & Jina(2013)는 폭풍의 피해가 장기간에 걸친 소득 성장 저하로 나타남을 보임
- 그러나 Hsiang(2010)은 폭풍으로 인한 소득 저하는 산업별로 상이함을 시사(예. 농업, 관광, 소매, 광업 분야는 부정적이지만 건설업에는 긍정적인 영향을 줌)

관련 문헌 정리

경제지표	변수	기온		강수량 및 이상 강우	기상이변
		지속적 상승	급격한 상승		
경제성장	국민총생산 일인당소득 경제성장률	Dell et al. 2012 Hsiang 2010, Burke and Tanutama 2019, Nunn et al. 2019	Burke & Hsiang 2015, Mumtaz & Alessandri 2021, Kahn et al. 2019, Deryugina & Hsiang 2014	Barrios et al. 2010, Miguel et al. 2004, Dell et al. 2012, Bruckner & Ciccone 2011	Hsiang &Narita 2021, Hsiang 2010, Hsiang & Jina 2013, Anttila-Hughes & Hsiang 2011
	경제적 손실				Yang 2008, Nordhaus 2010, Mendelsohn et al. 2011
농업생산성	농업생산량 지방소득 농업소득 곡물수확량 토지이용	Schlenker & Lobell 2010, Guiteras 2009, Fang et al. 2010, Welch et al. 2010	Winne & Peersman 2019, Schlenker & Roberts 2009, Lobell et al. 2011	Levine and Yang 2006, Paxson 1992, Jayachandran 2006, Yang & Choi 2007, Hidalgo et al. 2010	Olmstead & Rhode 2011, Mendelsohn et al. 2014,
노동생산성	인력공급 인지작업능력 물리작업능력	Dell et al. 2014	Donadelli et al. 2017, Zivin & Neidell 2014	Connolly 2008	
공업생산성	공업생산량	Hsiang 2010, Dell et al. 2012, Jones & Olken 2010	Cachon et al. 2012		Hsiang 2010, Cachon et al. 2012
공중보건	사망률 영아사망률 출생률 건강상태 영양상태		Bandara & Cai 2014, Schuab & Finger 2020, Kamber et al. 2013, Deschênes et al. 2011, Deschênes et al. 2009 Barreca 2012, Curriero et al. 2002, Burgess et al. 2011	Kudamatsu et al. 2012, Maccini & Yang 2009	Braga et al. 2010, Currie & Rossin-Slater 2013, Anttila-Hughes & Hsiang 2011
에너지	에너지사용량 전력사용량 에너지가격 지역난방	Deschênes & Greenstone 2011, Auffhammer & Arooruengsawat 2011, Henley & Peirson 1997		Deschênes & Greenstone 2011	Bhattacharya et al. 2003
정치적 안정	정치적 분열 민주화 쿠데타 폭동 지역 분쟁 농민 반란		Dell et al. 2012	Miguel et al. 2004, Hidalgo et al. 2010, Bohlken & Sergenti 2010, Fjelde & Uexkull 2012, Maystadt et al. 2013, Kung & Ma 2012, Dell 2012	Burke & Leigh 2010, Bruckner & Ciccone 2011
치안	범죄율	Jacob et al. 2007, Ranson 2012,		Jacob et al. 2007, Miguel 2005, Sekhri & Storeygard 2011	Oster 2004
기타	성비 특허율			Burgess & Donaldson 2010 (성비)	Miao & Popp 2013 (특허율)

기후변화 이행적 리스크 지표 및 관련 연구

□ 기후변화에 따른 이행 리스크를 함께 고려할 것을 강조

o 기후충격(climate shock)은 탄소배출, 환경 파괴 등 물리적(physical) 리스크와 환경 정책, 환경 기술 쇼크 등 이행적(transition) 리스크로 나눠짐

  – 물리적 리스크: 물리적 자본, 토지, 농업 및 노동력 등을 통해 전파하여 공급 부문에 영향을 줌

  – 이행적 리스크: 생산량 조정, 가격상승, 개발 경로 수정, 소비 패턴 변화, 소비자 행동 변화 등을 통해 전파하여 수요 부문에 영향을 줌

o ECB(2021)은 1990-2020 OECD 24개국을 실증 분석한 결과에서 물리적 리스크가 생산량 및 물가 모두에 부정적인 영향을 끼치는 반면 이행리스크는 생산량에는 부정적인 영향을 끼치지만 물가에는 긍정적인 영향을 준다고 분석

o 이는 경제 수요 조정이 기후변화의 물리적 리스크 대응에 효과적이고 경제 공급 조정은 이행적 리스크 대응에 더욱 효과적임을 시사

□ 탄소세

- Metcalf & Stock(2020)는 탄소세 부과가 GDP와 취업률에 부정적인 영향을 끼치지 않음 보임
- Brännlund & Gren(1999) 탄소세에서 나온 세수를 활용하여 다른 세원을 줄인 나라들에 한해서 탄소세가 생산량과 취업율에 긍정적인 영향을 주는 것을 확인

□ 녹색금융

- Batini et al.(2021)은 녹색금융의 투자승수효과(multiplier effect)는 비환경적 비용에 비해 2~7배 가량 높고 이를 통해 경제 활동을 진작시킴을 분석
- Sokolov-Mladenović & Mladenović(2016), Wong et al.(2013) 역시 정책 및 금융이 경제에 긍정적인 영향 행사함을 보임

환경 외부 효과에 대한 정책

□ 환경 외부 효과와 환경 R&D에 대한 적절한 보상이 이루어지지 않는 시장의 실패를 정책조정을 통해 해소해야함을 강조

- o 수요 견인(demand-pull) 정책 : 환경규제, 탄소세, 금융 지원, 표준 설정, 정보 캠페인 등을 통해 혁신 기술 등에 대한 수요를 진작시키고 시장의 규모를 늘임(Popp 2019)
- o 공급 견인(supply-push) 또는 기술 견인(technology-push) 정책: 공공 R&D 비용 지원, 세금 감면 등을 통해 민간기업의 기술혁신에 대한 비용 부담을 줄임(Nemet 2009)

□ 선진국과 개도국 사이의 온도차를 줄여야 함을 강조

- o Kim et al.(2021)은 미국을 대상으로 한 실증분석에서 선진국내에서도 기후변화가 경제성장과 물가안정에 '장기적인' 영향을 끼칠 수 있음을 보임
- o 기후변화의 경제학적 영향이 비선형적이기 때문에 기후 적응을 통해 그 영향을 어느정도 줄일 수 있다고 보임

□ 기후 적응(climate adaption)

- 공공재에 대한 정책, 혁신, 시장 통합 등이 기후 적응에 중요한 역할을 함
- 예: 폭설의 영향은 눈이 자주 오지 않는 미국남부지역에는 치명적이지만 눈이 자주 오는 뉴잉글랜드 지역은 재설 등에 대한 투자가 충분히 이루어졌기 때문에 그렇지 않음
- 19세기 캐나다 정부의 지원으로 개발한 Canadian Experimental Farms은 캐나다 기후 조건에 잘 맞는 밀종자를 개발한 사례가 있음(Ward 1994)
- 자연재해에 대응하는 기술 혁신을 한 나라에서는 기후충격으로 인한 경제적 영향이 단기적으로만 관찰되고 장기적으로는 관찰되지 않음(Miao & Popp 2013)