

주요 제조업의 온실가스 배출 탈동조화 촉진 방안 연구

김동구



Contents

목차

1. 연구의 필요성 및 목적
2. 분석방법론 및 이용 자료
3. 철강업의 탈동조화 분석결과
4. 시사점



01.

연구의 필요성 및 목적



파리협정 이행을 위한 시스템 구축이 대부분 완료(`18.12월)

- 파리협정 이행지침(Rulebook) 채택으로 국가결정기여(NDC) 상의 감축목표 명확화, 지속적인 NDC 이행 보고가 요구됨
- 또한, 기후변화 대응 종합평가 및 그 결과의 환류 시스템이 구축됨



IPCC 1.5°C 특별보고서 채택(`18.10월),
2050년 장기 저탄소발전전략(LT-LEDS) 제출 임박(`20.12월)

- 2018년 IPCC 1.5°C 특별보고서 채택 이후, 2°C 목표 달성을 넘어 1.5°C 달성을 위하여 온실가스 감축목표 상향에 대한 국제적 압박이 증가됨
- 또한, 2050년 장기 저탄소발전전략으로 인해 장기적인 온실가스 감축 노력 강화도 요구됨

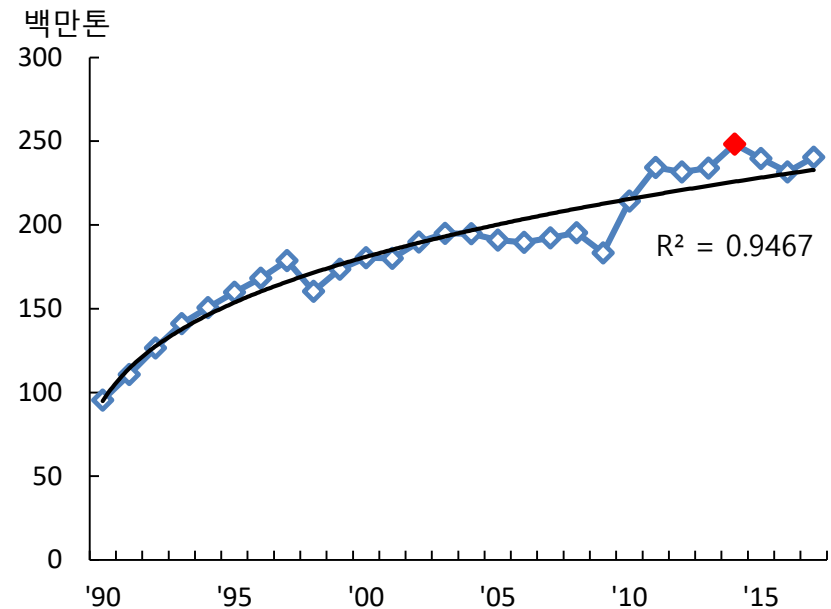
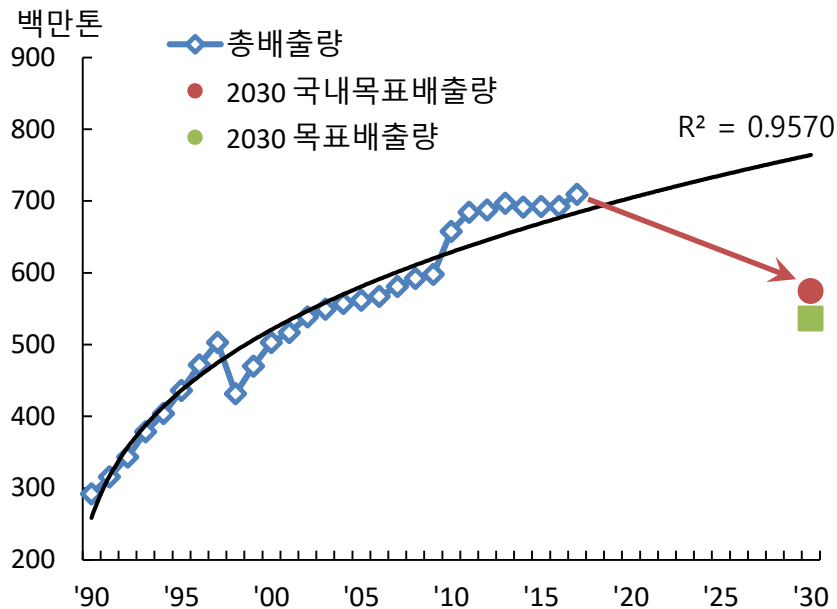
배출량 증가세는 지속 중



‘17년 총배출량은 3년 연속 증가해 709.1백만톤을 기록,
‘30년 감축목표와는 격차가 더욱 확대



온실가스 직접배출량의 1/3을 차지하는 제조업도
‘17년 240.5백만톤으로 다시 상승세로 반전





온실가스 감축로드맵 수정안 확정('18.6월)으로 산업부문의 온실가스 감축 노력이 더욱 강화되어야 하는 상황

- 로드맵 수정으로 산업부문의 BAU대비 감축률이 종전 11.7%에서 20.5%로 강화됨(환경부, 2018)
- 특히, 산업부문 배출량의 50% 이상을 차지하는 철강, 석유화학, 시멘트, 반도체 등 주요 업종의 비용효과적인 감축방안 및 전략 수립이 요구됨



제조업 부문은 전력소비량의 50.4%를 차지해, 발전에 따른 온실가스 간접배출량에도 미치는 영향이 막대



온실가스 감축 요구에 부응하면서, 경제발전 지속을 위해서는 제조업에서 탈동조화 달성이 선결과제

- 생산활동의 인위적·강제적 축소 없이, 감축을 위해서는 생산활동과 배출량 간 (+)관계가 약화 또는 (-)관계로 역전되는 탈동조화가 필수
 - 온실가스 감축을 위해 생산활동을 인위적으로 축소하는 것은 일자리 확대, 삶의 질 개선 측면에서 바람직하지 않은 하책(下策)에 불과
- 특히, 국내경제에서 제조업의 중요도를 고려시, 제조업의 탈동조화는 지속가능한 저탄소경제 구축을 위한 주춧돌로 평가 가능
 - 제조업 부가가치 및 취업자 비중('18년, OECD)
우리나라: 26.6%, 16.8%, OECD 평균: 14.8%, 14.3%

*OECD 부가가치 비중은 29개국 평균, 취업자 비중은 33개국 평균

*20.2.25.현재 자료제공국가 전체 평균이며, 산정에서 한국은 제외

주요 제조업의 에너지 소비 및
온실가스 배출 현황 분석



주요 제조업의 탈동조화 여부
점검 및 원인 분석



탈동조화 분석 위한 핵심지표 및
방법론 선정·개발



탈동조화 촉진 정책 제언

연구의
목적

1. 탈동조화 분석을 위한 핵심지표 및 방법론 선정·개발
2. 우리나라 주요 제조업의 온실가스 배출 탈동조화 현황 및 원인 점검
3. 저탄소경제 구축을 위한 주요 제조업의 탈동조화 촉진 정책방안 연구



02. 분석방법론 및 이용자료



Wang(2011), "Decoupling Measure between Economic Growth and Energy Consumption of China", E. Procedia.

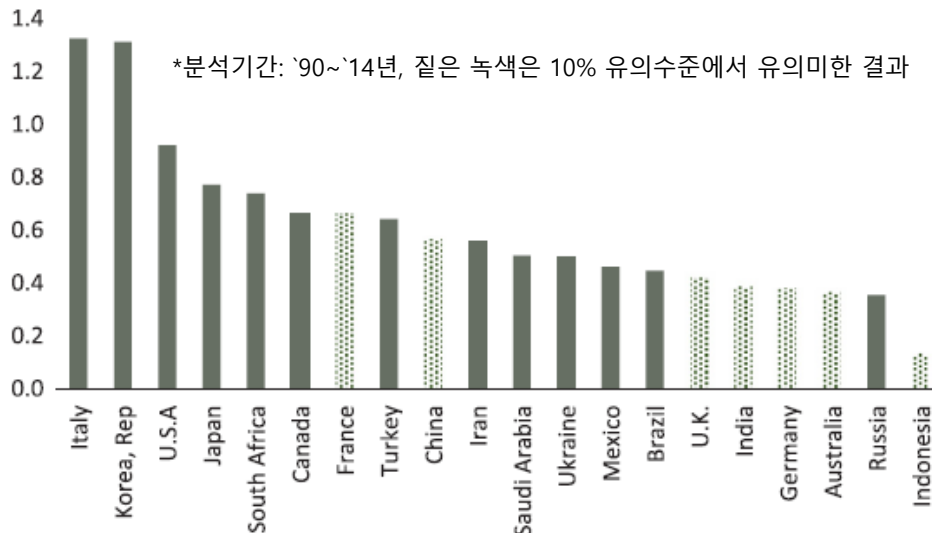
- 탈동조화 지수를 사용해 '81~'09년 기간 중국의 총·에너지원별 에너지소비와 GDP간(+1~3차 산업간) 탈동조화 분석
- 탈동조화 지수: $DI_n = \frac{EI_n}{GI_n}$, 여기서 n: 연도, DI: 탈동조화 지수, EI: 에너지소비 연쇄지수, GI: GDP 연쇄지수

탈동조화/재동조화	명칭	조건	상태
탈동조화 $DI < 1$	절대적 탈동조화	$GI > 1, EI < 1$	이상적인 상태
	상대적 탈동조화	$GI > 1, EI > 1$	
	침체적 탈동조화	$GI < 1, EI < 1$	허용 가능한 상태
재동조화 $DI > 1$	확장적 재동조화	$GI > 1, EI > 1$	바람직하지 않은 상태
	절대적 재동조화	$GI < 1, EI > 1$	
	상대적 재동조화	$GI < 1, EI < 1$	



Cohen et al.(2018), "The Long-run Decoupling of Emissions and Output", E. Policy.

- 온실가스 다배출 20개국의 GDP와 온실가스 배출 간의 탈동조화 분석
- 단순회귀분석을 이용해, 탄력성을 구하는 방식으로 분석
 $\Delta e_t = \alpha + \omega \Delta y_t + u_t$, Δe_t 와 Δy_t 는 배출량 증가율과 GDP 증가율
- 추세 탄력성이 최근에 낮아져 탈동조화가 진행 중임을 보여줌



<CO₂ 배출량의 추세 및 경기 탄력성>

	2차대전 이후 (`46~`82년)	대안정기 (`83년 이후)
추세 탄력성 (20개국 평균)	1.11	0.66
경기 탄력성 (20개국 평균)	0.64	0.65



경제지표: 한은 국민계정의 GDP 및 경제활동별 부가가치

- UN 등 국제기구가 공동으로 마련한 국민계정체계(2008 SNA)에 따름
- 연쇄물량지수에 지수기준년(현재 2015년)의 GDP 금액을 곱해 산출된 실질 GDP를 이용



온실가스: UN에 제출되는 국가 온실가스 인벤토리 보고서

- 에너지, 산업공정, 농업, 폐기물, LULUCF(토지이용, 토지이용 변화 및 임업) 5대 부문
- 교토의정서 상의 온실가스 6종(CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, HFCs, SF₆)
- 2019년 12월 공표된 우리나라 최신 인벤토리는 '90~'17년 자료 수록



제조건설업 업종별 온실가스

- 독일과 일본은 인벤토리 통계에 제조·건설업 합산 배출량만을 보고하여, 제조·건설업을 중심으로 분석함
- 인벤토리 통계상 제조·건설업이 아니라, 에너지산업으로 분류되는 정유, 기타에너지산업(연탄제조, 가스제조 등)도 부가가치 통계로는 제조건설업으로 분류되어 이들도 분석에 포함시킴
- 연료연소 배출량, 산업공정 배출량, 전력 사용에 따른 간접 배출량을 모두 고려해 분석
- 공정 배출량은 특성을 고려해 업종에 배정(예, 철강생산 → 철강업)
- 간접 배출량은 업종별 전력 사용량을 고려해 배분
(독일, 일본은 발전부문 배출량이 공개되지 않아, 열 사용분도 포함해 간접배출량 배분함, 국내 에너지밸런스에는 산업부문 열사용량이 없는 것으로 작성되어 전력 사용량만 고려함)



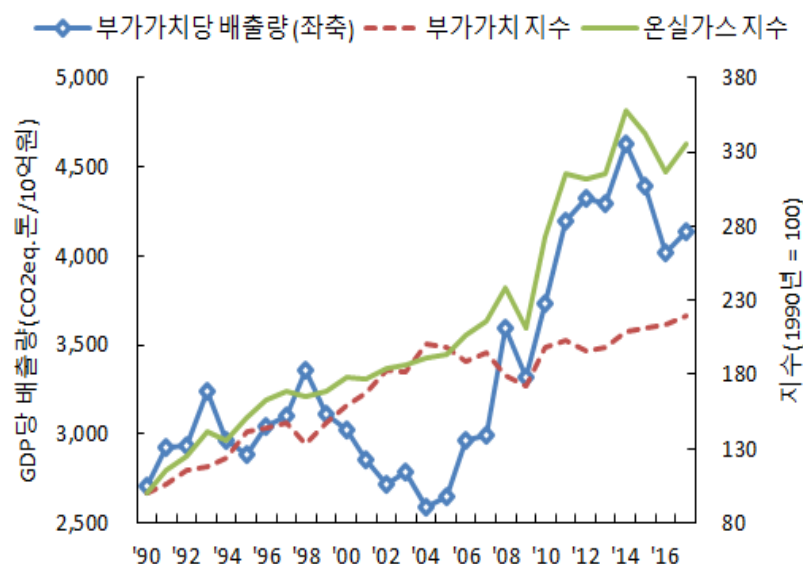
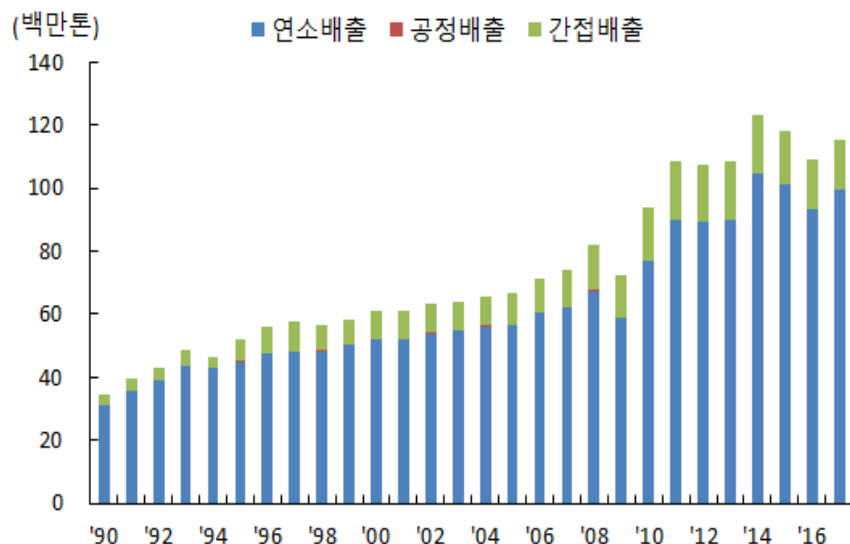
03.

철강업의 탈동조화 분석결과



'00년대 중반 이후, VA 대비 온실가스 배출량이 급증

- 철강 VA, 배출량은 각각 제조건설업 대비 5.0%, 30.7%에 해당('17년), 연소배출량이 대부분(IPCC 96 지침에 따른 배출량 산정이 주 원인)
- 부가가치는 '00년 중반 이후 증가 속도가 대폭 둔화된 반면, 배출량은 증가세가 유지되고 특히 '11년 이후 큰 폭으로 증가
- 배출원단위도 '00년 중반 이후 상당히 악화됨

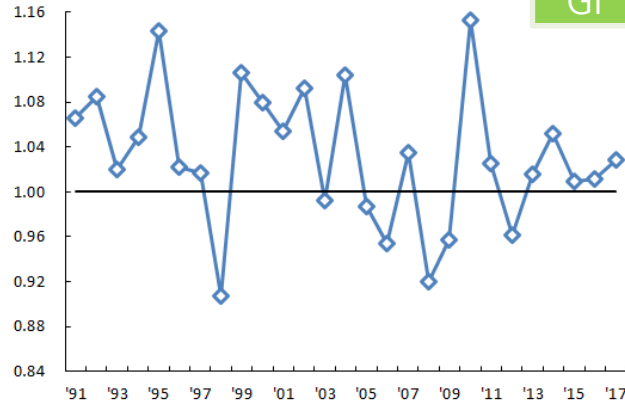


[한국] 철강업의 탈동조화 지수



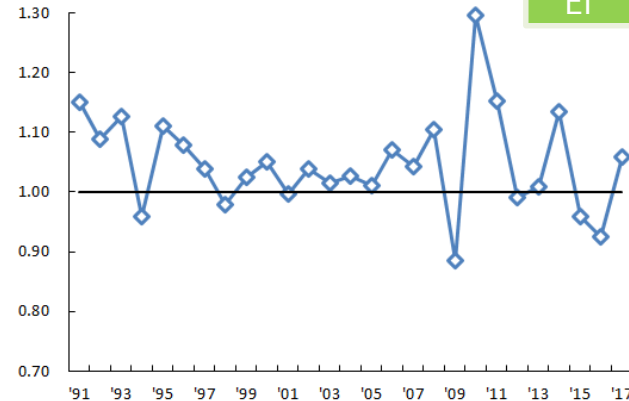
GI>1, EI>1, DI>1인 형국으로 확장적 동조화에 가까움
탄력성이 1.392로, 여전히 동조화된 상태

부가가치 지수



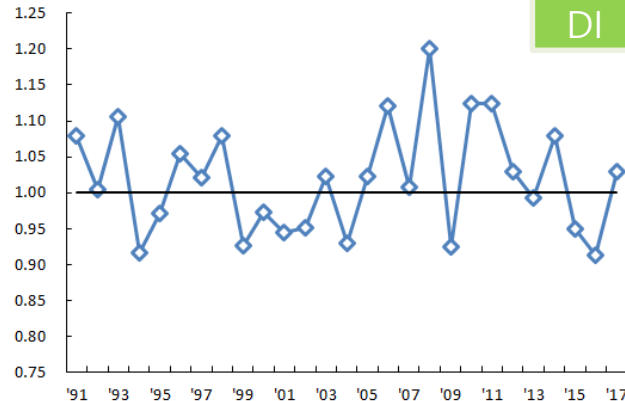
GI

배출량 지수



EI

탈동조화 지수



DI

<탈동조화 점검을 위한 탄력성 추정치>

탄력성

1.392***

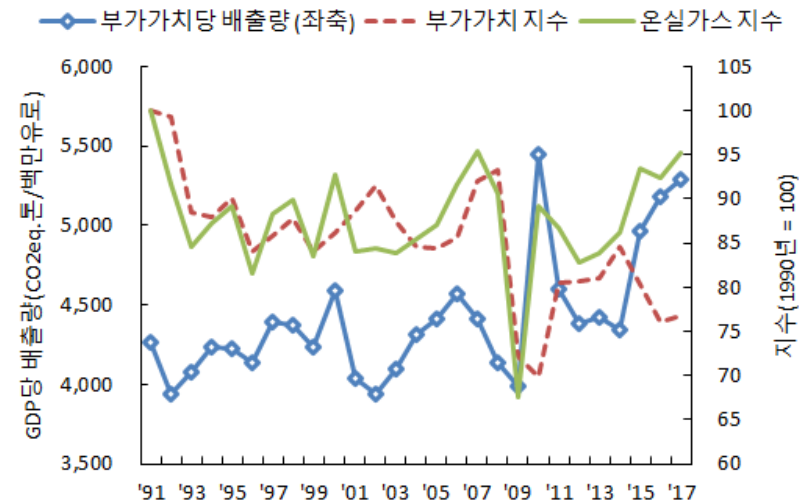
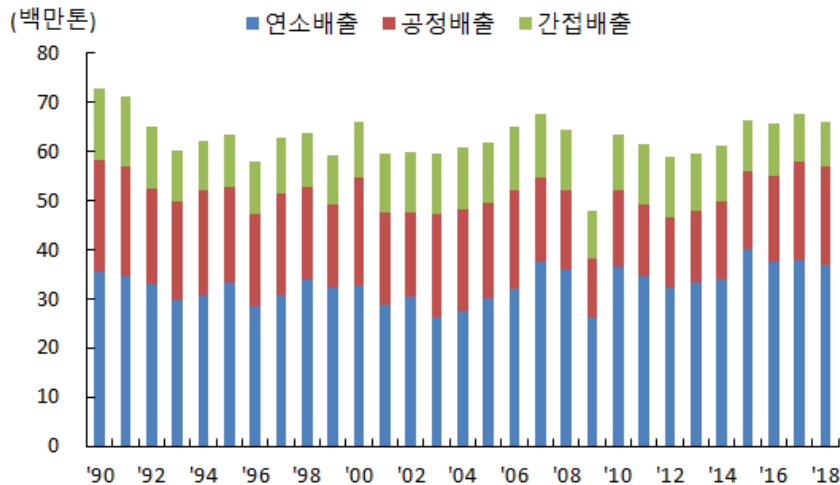
*분석기간: '90~'17년, 통계적 유의성: *** 1%, ** 5%, * 10%

[독일] 철강업의 부가가치와 온실가스 배출량



'90년대~'00년대 중반까지 VA 대비 온실가스 배출량이 일정 수준을 유지했으나, '00년대 중반 이후 다시 상승세로 반전

- 철강 VA, 배출량은 각각 제조건설업 대비 1.6%, 20.2% 수준('17년)
- 부가가치는 '90년대 초반 하락한 후 한동안 정체하다가, '09년 이후 크게 하락한 이후 여전히 부진한 상태
- 배출량은 '90년대 초반 하락한 후 '09년 금융위기를 제외하면 정체 상태를 대체로 지속
- 배출원단위도 '00년 중반 이후 상당히 악화됨



[독일] 철강업의 탈동조화 지수

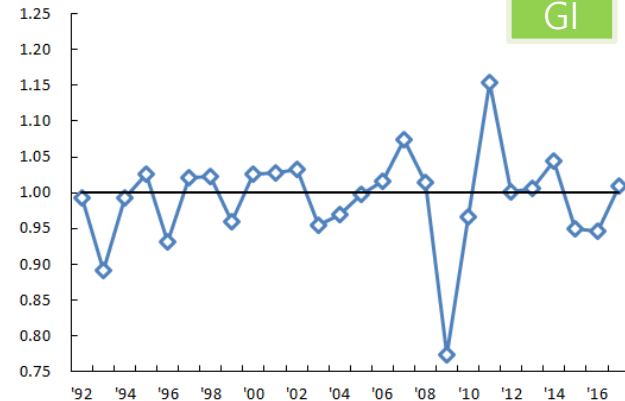


GI<1, EI<1, DI≒1로 상대적 동조화 또는 침체적 탈동조화에 해당하나, 금융위기 이후는 **절대적 재동조화(GI<1, EI>1, DI>1) 양상**

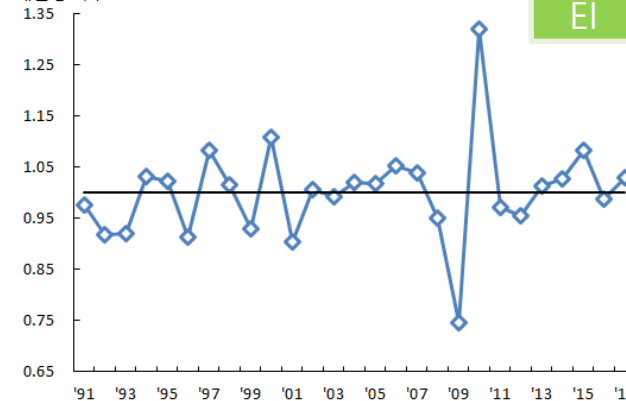


탄력성이 0.347로 탈동조화이나, 이는 금융위기 이후 부가가치는 감소하고 배출량은 증가하는 형태의 바람직하지 않은 탈동조화가 발생했기 때문임

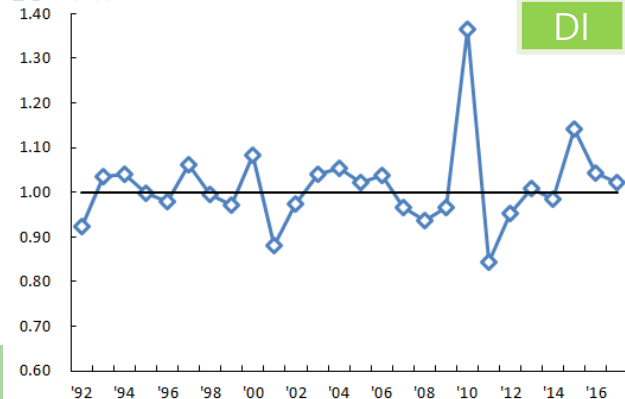
부가가치 지수



배출량 지수



탈동조화 지수



<탈동조화 점검을 위한 탄력성 추정치>

탄력성

0.347**

*분석기간: '90~'17년, 통계적 유의성: *** 1%, ** 5%, * 10%

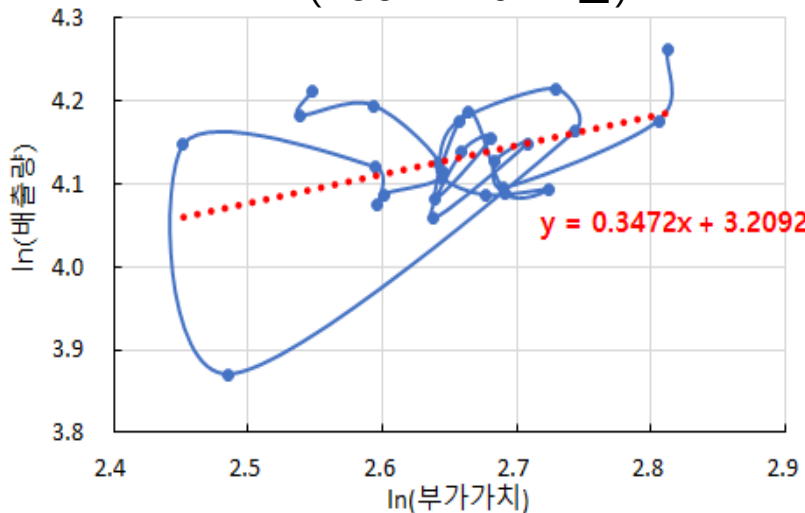
독일 철강업의 탈동조화 지수에 대한 해석



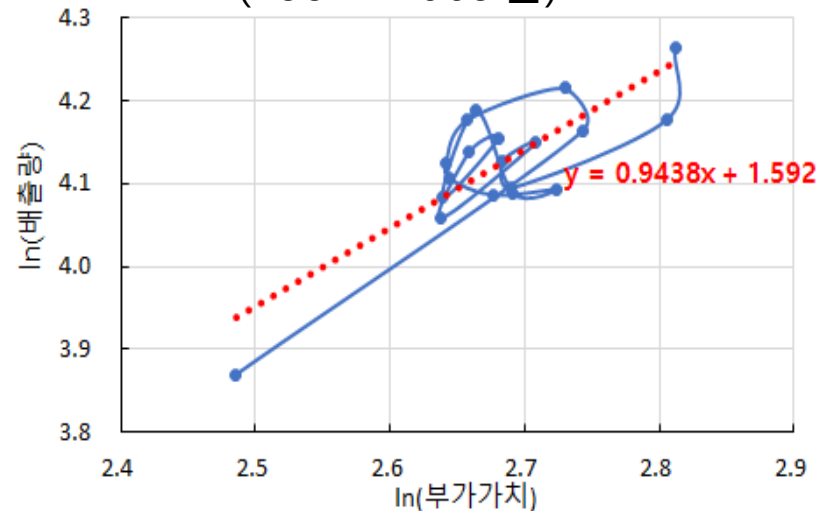
'09년 금융위기까지는 침체적 탈동조화나 상대적 동조화지만,
'10년 이후 VA와 배출량 간 음(-)의 관계 형성

- 그나마 '10~'14년에는 VA 증가, 배출량 감소인 긍정적 음의 관계이나, '14년 이후는 VA 감소, 배출량 증가인 부정적인 음의 관계
- 이같은 상황을 고려치 않고, 수치만을 단순히 받아들여서 독일 철강업을 바람직한 탈동조화라고 해석하는 것은 무리

<기간별 독일 철강업 부가가치와 배출량 간의 관계>
(1991~2017년)



(1991~2009년)

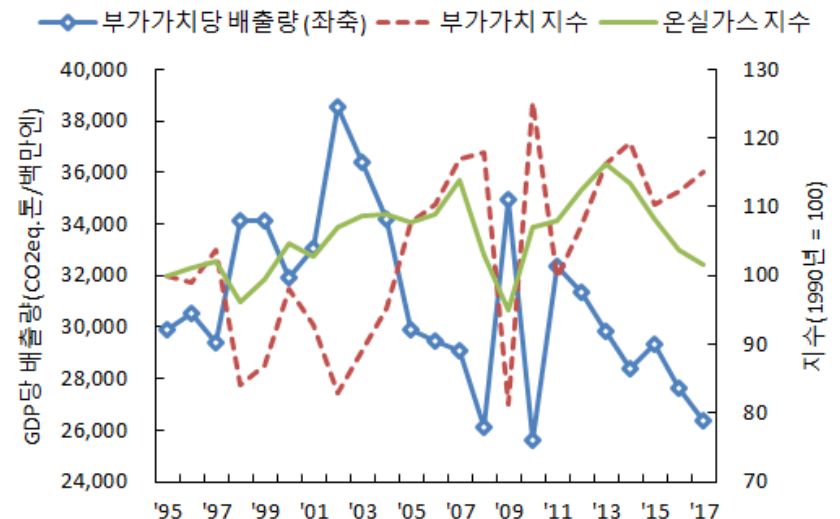
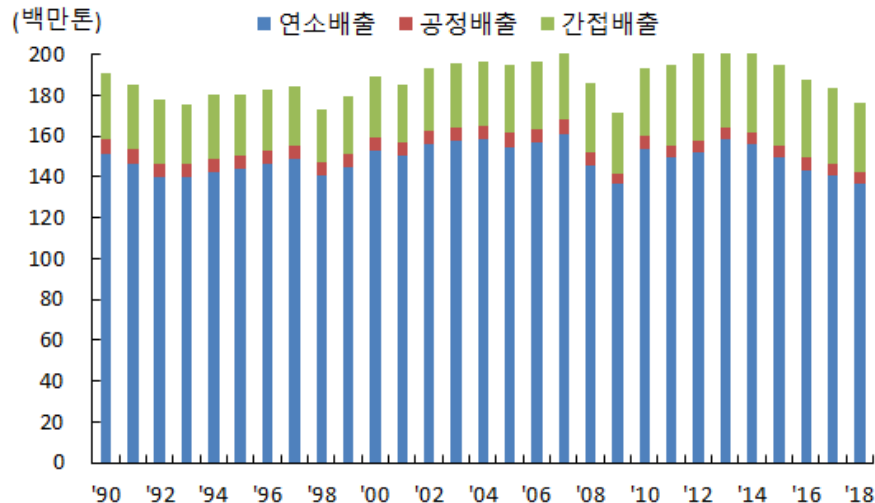


[일본] 철강업의 부가가치와 온실가스 배출량



'00년대 초반이후 VA 대비 온실가스 배출량이 대체로 하락세

- 철강 VA, 배출량은 각각 제조건설업 대비 4.9%, 28.4% 수준('17년 기준)
- VA는 '00년대 초 급증한 후 등락하다가 '10년대에 완만한 증가세인 반면, 배출량은 '10년대 초반까지 완만한 증가세를 보이다가 이후 하락세
- 배출원단위는 '00년대 초까지 악화되다가, 이후 대체로 개선되는 양상

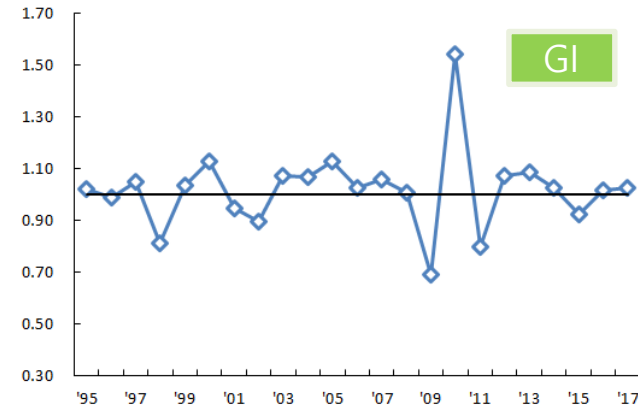


[일본] 철강업의 탈동조화 지수

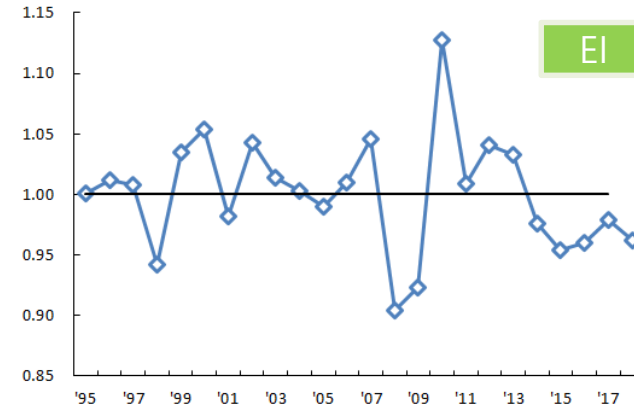


GI>1, EI>1, DI<1인 형국으로 상대적 탈동조화
탄력성이 0.238로 탈동조화

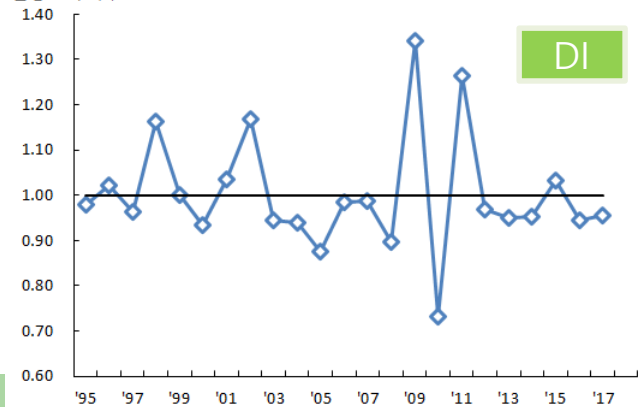
부가가치 지수



배출량 지수



탈동조화 지수



<탈동조화 점검을 위한 탄력성 추정치>

탄력성

0.238***

*분석기간: '90~'17년, 통계적 유의성: *** 1%, ** 5%, * 10%

[철강] 한국은 동조화, 독일은 미지수, 일본은 탈동조화



한국은 확장적 동조화 상태

- VA는 '00년 중반 이후 증가 속도가 대폭 둔화된 반면, 배출량은 증가세가 유지되고 특히 '11년 이후 큰 폭으로 증가



독일은 바람직한 탈동조화로 해석하기는 무리

- 금융위기 이후 VA는 감소하고 배출량은 증가하는 형태의 바람직하지 않은 탈동조화 현상 발생



일본은 상대적 탈동조화

- VA는 '10년대에 완만한 증가세인 반면, 배출량은 '10년대 초반까지 완만한 증가세를 보이다가 이후 하락세

국가	탈동조화 지수	탄력성	탈동조화 상태
한국	GI>1, EI>1, DI>1	1.392***	확장적 동조화
독일	GI<1, EI<1, DI≒1	0.347**	상대적 동조화 또는 침체적 탈동조화 (최근 절대적 재동조화)
일본	GI>1, EI>1, DI<1	0.238***	상대적 탈동조화



04. 시사점



철강산업은 공정상 불가피한 배출의 비중이 높아,
배출량 감축을 통한 탈동조화가 쉽지 않음

- 독일과 일본도 타업종에 비해 탈동조화가 용이하지 않은 양상
- 국내 적용이 더딘 감축기술 보급을 위해 노력하고, 수요산업과의 협력 및 연계를 강화해 제품 고부가가치화를 통한 탈동조화 추진 필요



탄소포집저장(CCS), 수소환원제철 등 근본적인 온실가스
감축기술에 대한 연구개발 및 적용이 탈동조화에는 필수적



국내에서도 온실가스 감축노력을 지속 중이나, CDQ 설비 등 일부 보급이 덜 진행된 감축기술에 대한 확산 촉진 필요

- 일관제철은 소결광 냉각 폐수 회수, 코크스 건식냉각 폐열 회수(CDQ), 고로 노정압발전(TRT, 전체 제철소 적용 중), 전로 부생가스 폐열회수(전체 제철소 적용 중) 등으로 감축 노력 중(철강협회, 2018)
- 전기로업체도 전기로 배가스 활용 스크랩 예열, 배가스 사후연소 폐열 회수 등의 기술을 적용하고 있음(철강협회, 2018)
- 추가 투입되는 에너지 절감 방안 연구, 생산된 스팀의 사용처 발굴 등의 문제 해결을 위해 산·학·연·관이 협력하여 대응방안 마련이 필요
- R&D 초기단계이기는 하나, CCS 및 수소환원제철에 대한 연구개발도 지속적으로 추진할 필요



철강재 품질 고도화 및 품목 다변화로 부가가치 제고

- 기존의 범용제품 중심에서 고부가 철강재(초고장력강판, 내마모강, 내부식강 등)로 제품구성을 다양화
- 일본의 에코솔루션(일본 철강기술의 해외이전 확산을 통한 온실가스 절감)을 벤치마크하여, 첨단 제철기술과 설비의 수출을 촉진



수요산업과 협력·연계를 강화해 맞춤형 철강재 공급 강화

- 자동차, 에너지 분야 수요산업과 소재개발 및 제품화 단계부터 협력하여 해외시장 점유율 제고를 모색

감사합니다