

이슈페이퍼

KEEI ISSUE PAPER

정책 이슈페이퍼 21-07

주요 제조업의 온실가스 배출 탈동조화 촉진 방안 연구

김동구·손인성

KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

정책 이슈페이퍼 21-07

주요 제조업의 온실가스 배출 탈동조화 촉진 방안 연구

김동구·손인성

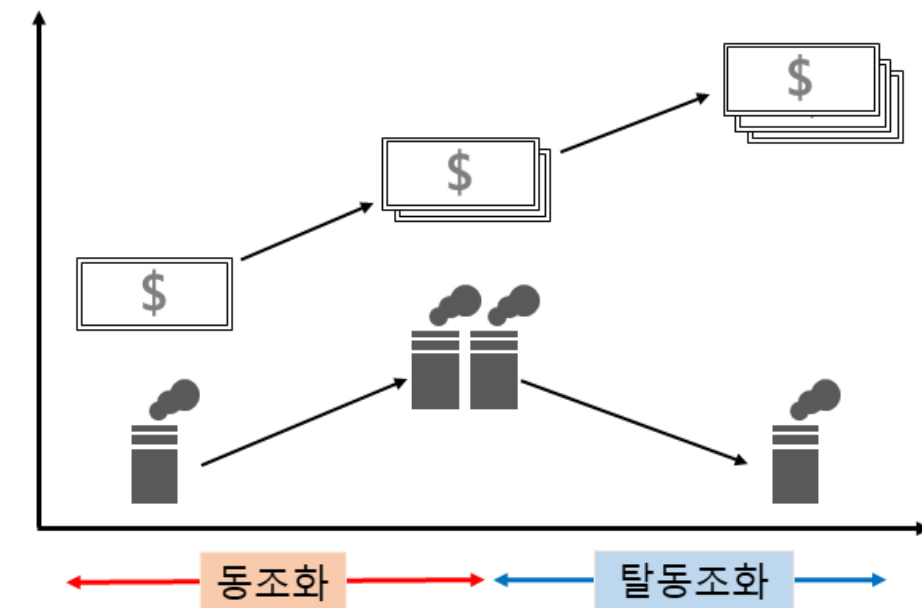
1. 연구 배경 및 필요성

□ 연구의 필요성

- 파리협정 이행을 위한 시스템 구축이 대부분 완료됨에 따라 온실가스 감축이행에 대한 국제적 압박이 본격화될 전망이다
 - 2018년 12월 파리협정 이행규칙(Rulebook) 채택으로 각 당사국은 NDC상의 감축목표를 명확히 해야 하며, 이행상황을 지속적으로 UN에 보고해야 함
 - 2023년부터 5년마다 지구적 이행점검(GST)이 실시되는 등 기후변화 대응 종합평가 및 그 결과의 환류 시스템도 구축됨
- 각국의 온실가스 감축목표 상향에 대한 국제적 압박도 증대됨
 - IPCC의 지구온난화 1.5℃ 특별보고서 채택으로 파리협정의 2℃ 목표 달성을 넘어, 1.5℃ 달성을 위하여 각 당사국의 온실가스 감축목표 상향에 대한 국제적 압박이 증가함
 - 2050년 장기 저탄소발전전략(LEDS)으로 인해 파리협정의 각 당사국에 대한 장기적인 온실가스 감축 노력의 강화도 요구됨
 - 최근 중국의 시진핑 국가주석이 유엔총회 화상연설에서 중국도 2060년까지 탄소중립을 달성하겠다고 발언하면서, 이 같은 움직임은 더욱 가속화될 전망
- 그러나 국내 온실가스 배출 현황을 보면 아직 갈 길이 먼 상태
 - 우리나라의 온실가스 총배출량은 확정치 기준으로 2018년 7억 2,760만톤을 기록해 4년 연속 증가세를 기록
 - 제조업부문을 별도로 살펴봐도 배출량의 증가세가 지속 중

- 주요 제조업의 온실가스 배출 탈동조화 현황과 요인을 점검하고, 저탄소경제 구축을 위한 탈동조화 촉진 정책방안 도출이 필요
- 이제까지의 경제활동은 생산량, 부가가치를 증대하기 위해서는 온실가스 배출량 확대가 불가피했음(동조화 현상)
 - 생산활동의 인위적·강제적 축소 없이, 온실가스 감축을 달성하기 위해서는 생산활동과 배출량 간 양(+)의 관계가 약화 또는 음(-)의 관계로 역전되는 탈동조화가 필수
 - 따라서 우리나라 주요 제조업의 온실가스 배출 탈동조화 현황 및 요인을 점검하고, 저탄소경제 구축을 위한 탈동조화 촉진방안 도출이 필요

[그림 요약-3] 동조화와 탈동조화의 개념도



자료: 저자 작성

□ 연구 목적

- 국내 경제에서 매우 중요한 제조업의 배출 감축과 지속적인 발전을 함께 달성하기 위해 다음의 목적을 가지고 연구가 수행됨

[그림 요약-4] 연구의 목적

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

자료: 저자 작성

2. 탈동조화 분석방법론 및 이용자료

□ 주요 선행연구

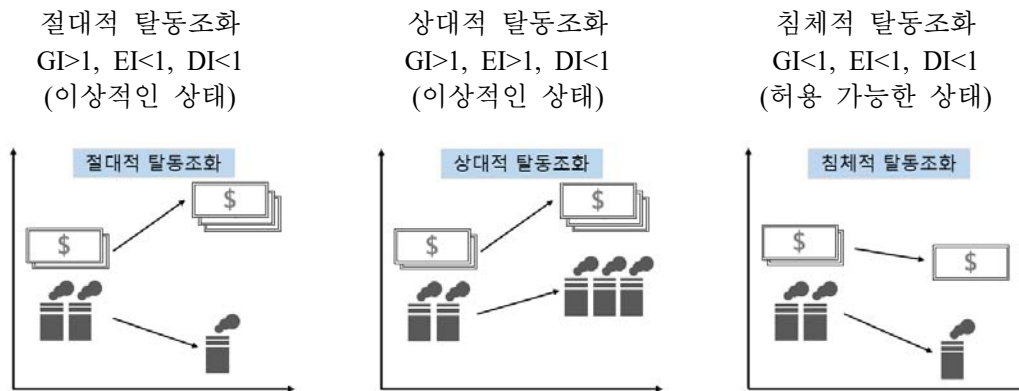
- OECD(2002)는 지속가능발전의 측면에서 경제성장과 환경압력간의 탈동조화 지수 개발을 시도
 - 그러나 분석기간의 초기와 말기를 직접 비교함에 따라, 끝점효과(endpoint effect)의 영향이 상당하다는 한계점
- Wang(2011)은 탈동조화 지수를 사용해 1981~2009년 기간 중국의 총·에너지원별 에너지소비와 GDP간 탈동조화를 분석
 - 단순히 탈동조화 여부만을 분석하는 것을 넘어서서 절대적 탈동조화, 상대적 탈동조화 등으로 세분화해볼 수 있다는 장점 보유

- Cohen et al.(2018)은 온실가스 다배출 20개국의 GDP와 온실가스 배출 간의 탈동조화를 분석
 - 분석기간 전체에 대한 탈동조화 지수를 회귀분석으로 구해진 탄력성이라는 단일 수치로 제시한다는 점이 주목할 만함
- 최근 국내에서도 다양한 방법론을 이용한 분석이 시도되었으나, 제조업 업종별로 탈동조화 여부와 원인까지 분석한 연구는 전무

□ 본 연구의 탈동조화 분석방법론

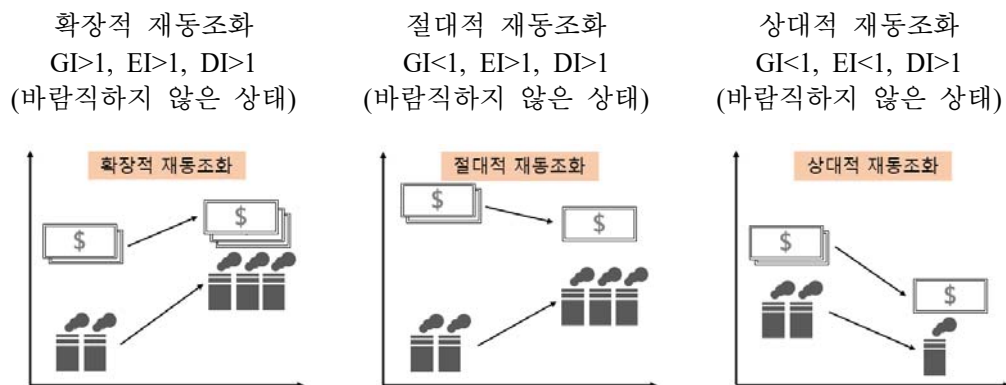
- 본 연구는 탈동조화 분석을 위해 크게 두 가지 방법론을 활용
- 우선, Wang(2011)의 탈동조화 지수를 온실가스 배출량에 적용해 각 연도의 탈동조화 지수를 도출
 - 탈동조화 지수: $DI_t = \frac{EI_t}{GI_t}$, 여기에서 DI_t 는 t연도의 탈동조화 지수, EI_t 는 t연도의 배출량 연쇄지수 $\left(= \frac{Emissions_t}{Emissions_{t-1}}\right)$, GI_t 는 t연도의 GDP 연쇄지수 $\left(= \frac{GDP_t}{GDP_{t-1}}\right)$ 를 의미
 - 전년대비 GDP 비율(GI)과 전년대비 배출량 비율(EI), 이 두 비율 간의 상대적인 크기에 따라 결정되는 탈동조화 지수(DI)의 크기에 따라 6가지 유형으로 세분화됨([그림 요약-3,4] 참조)

[그림 요약-5] 탈동조화의 3가지 유형



자료: Wang(2011) p.2364에 기반해 저자 작성

[그림 요약-6] 재동조화의 3가지 유형



자료: Wang(2011) p.2364에 기반해 저자 작성

○ 다음으로, Cohen et al.(2018)의 탄력성을 이용한 탈동조화 관계 분석도 진행함

- GDP와 온실가스 배출량을 각각 로그 변환해준 다음 회귀분석으로 두 로그 변수 간의 탄력성을 도출해 탈동조화 관계를 검증
- 회귀분석식: $e_t = \beta y_t + \epsilon_t$, 여기에서 t 는 연도, e_t 는 로그 변환된 온실가스 배출량, y_t 는 로그 변환된 GDP를 의미

- 탄력성인 β 를 통해 GDP와 배출량 간의 탈동조화 정도를 평가할 수 있으며, 탄력성 β 의 값이 1보다 작을수록 탈동조화가 강하게 진행되고 있다고 평가 가능

〈표 요약-1〉 탄력성 결과와 탈동조화 여부

탄력성 결과	$\beta < 1$	$\beta = 1$	$\beta > 1$
탄력성의 의미	GDP 증가보다 배출량 증가가 적음	GDP 증가와 배출량 증가가 동일	GDP 증가보다 배출량 증가가 많음
탈동조화 여부	탈동조화	동조화	동조화

자료: 저자 작성

□ 분석에 이용된 자료

- 경제지표로는 한국은행 국민계정에 제시된 GDP 및 경제활동별 부가가치(Value-Added: VA) 자료를 이용
 - 연쇄물량지수에 지수기준년(현재 2015년)의 GDP 금액을 곱해 산출된 실질 GDP 및 부가가치(한국은행, 2020b)를 이용
 - 독일과 일본의 GDP는 OECD(2020b)에서 확보하였으며, 경제활동별 부가가치는 각각 독일 연방통계청(2020)과 일본 내각부(2020)에서 확보
- 온실가스 배출량은 직접배출량(연료연소배출량, 산업공정배출량)은 물론이고, 전력 및 열 사용에 따른 간접배출량까지 고려
 - 2019년 12월 세부 업종별 자료까지 공표된 2019 국가 온실가스 인벤토리 보고서(환경부, 2019)를 활용하여 1990~2017년 기간의 배출량을 중심으로 분석

- 독일과 일본의 온실가스 통계도 UNFCCC 및 교토의정서에 따라 우리나라와 거의 유사한 형태로 UN에 제출된 것(UNFCCC, 2020b)을 사용
- 연료연소 배출량만을 고려한 선행연구들과는 달리 본 연구에서는 직간접 배출량을 모두 고려해 분석
- 철강, 화학, 비금속(시멘트 등), 조립금속(자동차, 조선, 전기전자 등)을 분석 대상 업종으로 선정

3. 주요 제조업의 탈동조화 분석결과

□ 한국 주요 제조업의 탈동조화 분석결과

- 한국의 경제 전반과 제조건설업은 상대적 탈동조화로 분석됨
- 비금속업은 상대적 탈동조화를 넘어서, 최근에는 절대적 탈동조화 조짐도 엿보이는 상태
- 화학과 조립금속도 상대적 탈동조화로 분석되나, 철강은 확장적 동조화로 분석되어 여전히 탈동조화에 이르기까지는 갈 길이 멀

〈표 요약-2〉 한국 주요 제조업의 탈동조화 분석결과

부문	탈동조화 지수	탄력성	탈동조화 상태
경제 전반	GI>1, EI>1, DI<1	0.607***	상대적 탈동조화
제조건설업	GI>1, EI>1, DI<1	0.686***	상대적 탈동조화
철강	GI>1, EI>1, DI>1	1.392***	확장적 동조화
화학	GI>1, EI>1, DI<1	0.754***	상대적 탈동조화
비금속	GI>1, EI≃1, DI<1	0.265***	상대적/절대적 탈동조화
조립금속	GI>1, EI>1, DI<1	0.903***	상대적 탈동조화

주: 통계적 유의성은 *** 1%, ** 5%, * 10%
 자료: 저자 작성

□ 독일 주요 제조업의 탈동조화 분석결과

- 독일의 경제 전반, 제조건설업, 기타제조건설업은 절대적 탈동조화로 분석됨
- 반면, 철강업과 비금속업은 상대적 동조화 또는 침체적 탈동조화 양상을 보임
- 철강은 최근에 절대적 재동조화 움직임도 보이고 있어, 제조업이 발달한 독일에서도 철강업은 탈동조화가 쉽지 않음을 알 수 있음

〈표 요약-3〉 독일 주요 제조업의 탈동조화 분석결과

부문	탈동조화 지수	탄력성	탈동조화 상태
경제 전반	GI>1, EI<1, DI<1	-0.833***	절대적 탈동조화
제조건설업	GI>1, EI<1, DI<1	-0.533***	절대적 탈동조화
철강	GI<1, EI<1, DI≒1	0.347**	상대적 동조화 또는 침체적 탈동조화 (최근 절대적 재동조화)
비금속	GI<1, EI<1, DI≒1	1.046***	상대적 동조화 또는 침체적 탈동조화
기타제조건설	GI>1, EI<1, DI<1	-0.090	절대적 탈동조화

주: 통계적 유의성은 *** 1%, ** 5%, * 10%

자료: 저자 작성

□ 일본 주요 제조업의 탈동조화 분석결과

- 일본의 경제 전반, 철강업은 상대적 탈동조화로 분석되며, 제조건설업 전체, 화학업, 기타제조건설업은 절대적 탈동조화 양상
- 비금속업은 침체적 탈동조화와 상대적 재동조화의 경계로 판단
- 일본에서도 철강업은 절대적 탈동조화로 평가되는 화학이나 기타제조건설업과는 달리 상대적 탈동조화에 그치는 것이 주목됨

〈표 요약-4〉 일본 주요 제조업의 탈동조화 분석결과

부문	탈동조화 지수	탄력성	탈동조화 상태
경제 전반	GI>1, EI>1, DI<1	0.107	상대적 탈동조화
제조건설업	GI>1, EI<1, DI<1	-0.133	절대적 탈동조화
철강	GI>1, EI>1, DI<1	0.238***	상대적 탈동조화
화학	GI>1, EI<1, DI<1	-0.632***	절대적 탈동조화
비금속	GI<1, EI<1, DI≒1	0.942***	침체적 탈동조화 또는 상대적 재동조화
기타제조건설	GI>1, EI<1, DI<1	0.550**	절대적 탈동조화

주: 통계적 유의성은 *** 1%, ** 5%, * 10%

자료: 저자 작성

4. 업종별 탈동조화 원인분석 및 촉진방안

□ 철강업의 탈동조화 원인분석 및 촉진방안

- 철강업의 경우, 한국은 동조화, 독일은 불분명, 일본은 상대적 탈동조화에 해당됨
 - 독일은 2008년 글로벌 금융위기 이후 부가가치는 감소하고 배출량은 증가하는 형태의 바람직하지 않은 탈동조화 현상이 발생
- 철강업은 산업의 특성상 제철·제강 및 열연제품 생산과정에서의 석탄 사용으로 온실가스가 다량 배출되나, 석탄은 연료와 원료의 성격을 동시에 가져서 대체가 매우 어려움
 - 전로의 온실가스 배출원단위가 전기로보다 4~5배 높지만, 고순도·고기능의 제품을 생산하기 위해서는 전로 사용이 불가피

- 내수침체와 글로벌 수출환경 변화에 따른 철강산업의 부진을 극복하기 위해 일본 철강업계는 자구적인 노력으로 탈동조화 이룸
 - 철강재의 품질 고도화와 철강산업의 구조개편은 일본 철강산업의 경쟁력을 강화시켜 고부가가치화를 이끄는 원동력이 됨
 - 에너지효율개선 기술을 통한 효율적인 생산공정은 일본 철강산업의 탈동조화를 가능하게 함
- 한국 철강업의 에너지효율은 세계 최고 수준이며 에너지절약 잠재력이 많지 않지만, 감축기술 추가 적용 및 고부가가치화 필요
 - 조강생산량 대비 온실가스 배출원단위를 기준으로 살펴보아도, 한국은 일본보다 우수하고 독일에 버금가는 수준
 - 국내 철강산업도 다양한 온실가스 감축노력을 지속 중이나, CDQ 설비 등 일부 보급이 덜 진행된 감축기술의 확산을 위해 지속적으로 노력할 필요
 - 철강재의 품질 고도화 및 품목 다변화로 부가가치를 높이는 것이 매우 중요

□ 화학업의 탈동조화 원인분석 및 추진방안

- 화학업의 경우, 한국은 상대적 탈동조화, 일본은 절대적 탈동조화에 해당됨
- 일본 화학업은 꾸준한 에너지절약 투자로 에너지원단위를 지속적으로 개선해왔고, 이를 토대로 상대적 탈동조화를 이룬 시기에 달성하여 유지
 - 일본 화학업의 이산화탄소 배출량 및 에너지사용량이 완만한 하락세로 전환된 것에는 1997년부터 꾸준히 진행되어온 에너지절약 투자의 영향이 큼
 - 공정가스 감축을 위한 노력도 병행한 결과, 2000년대 이전부터 공정가스의 급격한 감축을 달성

- 일본 화학업계는 설비 통합 등을 통한 구조조정 외에 후발 경쟁국에 비해 경쟁우위에 있는 고기능 제품으로 사업다각화도 추진해 2013년 이후 부가가치가 지속적으로 성장
- 국내업체들은 범용 석유화학제품의 비중이 높아, 사업구조 다각화와 고부가가치화가 필요
 - 국내 석유화학산업은 대규모 생산설비를 통해 원가경쟁력을 확보하고 생산 능력과 생산량을 꾸준히 증가
 - 양적 성장에도 불구하고 국내 석유화학산업의 취약점 중 하나는 산업구조와 사업 분야가 편중되어 있다는 점
 - 범용제품은 글로벌 업체와 대등한 기술경쟁력을 확보하였으나, 중장기적으로 사업 구조를 다각화하고 고부가가치화가 필요

□ 비금속업의 탈동조화 원인분석 및 촉진방안

- 비금속업의 경우, 한국은 탈동조화, 독일과 일본은 상대적 재동조화에 해당됨
 - 한국의 비금속업은 1990년대 중반 이후 부가가치대비 배출량 증가가 대폭 둔화되며 탈동조화를 달성
 - 반면, 독일과 일본에서는 부가가치가 줄면서, 온실가스도 줄어드는 형태가 지속
- 한국 비금속업의 탈동조화는 안정적으로 유지되는 온실가스 배출량과 지속 상승하는 부가가치에서 비롯됨
 - 비금속업종에서 가장 많은 배출량을 기록하는 시멘트산업에서의 폐기물 재활용이 배출량 억제에 상당한 역할을 했다고 판단됨

- 폐기물을 연료를 사용하면, 시멘트 1톤 생산시 유연탄 사용량을 16.19kg 줄일 수 있으며 이로 인한 CO₂ 감축량이 7.38kg이 되는 것으로 평가됨(최우진 외, 2010)
- 폐기물을 재활용할 때 과도한 환경오염 우려가 제기되지 않도록 환경기준 준수여부를 주기적으로 점검하되, 향후 폐기물 재활용이 더욱 활성화되도록 제도적으로 뒷받침할 필요
- 한국의 비금속업에서는 독일이나 일본과는 달리 부가가치를 지속적으로 상승시키고 있으며, 특히 시멘트업종의 부가가치 상승이 눈에 띈

□ 조립금속업 등의 탈동조화 원인분석 및 촉진방안

- 조립금속업 등의 경우, 한국은 상대적 탈동조화, 독일과 일본은 절대적 탈동조화에 해당됨
 - 한국은 부가가치와 배출량이 급증하며 상대적 탈동조화 상태로 평가되고, 2010년대 이후에는 배출량이 정체 양상이어서 고무적
 - 독일과 일본은 부가가치의 상승세는 유지되나 배출량이 소폭 감소 후 정체하고 있어 절대적 탈동조화에 해당
- 조립금속업 등에는 전기전자, 자동차, 조선 등 다수 업종이 포함되어 공통된 원인 분석이 어려움
- 국가를 막론하고 간접배출의 비중이 매우 높아, 전력 저탄소화가 특히 중요한 업종이라는 점이 공통점
 - 2017년 기준으로 본 업종에서 전력 및 열 사용에 따른 간접배출량의 비중은 한국이 66.7%, 독일이 25.1%, 일본이 44.9%

- 한국의 전력 및 열 사용에 따른 간접배출 원단위(CO₂eq.톤/toe)는 2000년대 중반까지 독일보다는 우수했으나, 이후 3국 중에서 가장 높은 수준으로 악화되었다는 점이 눈에 띈
- 따라서 한국이 간접배출 원단위를 효과적으로 낮추기만 해도, 조립금속업 등에서는 탈동조화를 촉진하기에 용이해짐
- 조립금속업 등의 업종은 해당 국가의 제조건설업에서 부가가치 창출의 주력 업종으로서 기능하고 있다는 점도 공통점
- 2017년 기준으로 본 업종이 제조건설업 부가가치에서 차지하는 비중이 한국이 49.1%, 독일이 77.0%, 일본이 78.2%에 해당
- 조립금속업 등은 제조건설업 중에서 상대적으로 온실가스 배출량이 많지 않으면서, 간접배출의 비중이 높아 전력 저탄소화를 통해 상대적으로 온실가스 감축이 용이한 업종
- 또한, 높은 부가가치를 창출해 전체 산업의 고부가가치화를 선도할 여력도 있음

5. 종합 및 정책 시사점

□ 주요 제조업별로 차별화된 전략 필요

- 철강업은 기존 기술에 의존한 배출량 감축을 통한 탈동조화는 생각보다 용이하지 않을 전망
- 공정상 불가피한 온실가스 배출 비중이 높고, 한국 철강업의 에너지효율이 세계 최고 수준이어서 감축잠재력이 높지 않음

-
- 전로를 배출원단위가 낮은 전기로로 대체하자는 일각의 주장은 국내 철강업의 특성, 고품질·고부가가치 철강제품 생산 등을 고려시 한국의 산업현실과 동떨어져 실현가능성이 매우 낮음
 - 온실가스 감축에 있어, 우리나라 철강업이 처한 이러한 어려움은 사실 우리나라만의 현상이 아님
 - 독일과 일본도 타업종에 비해서는 탈동조화가 더딘 상태임
 - 이는 철강업에서는 공정의 특성상 온실가스 배출을 획기적으로 줄이는데 한계가 있고, 중국발 공급과잉으로 인해 철강업 단독으로 부가가치를 높이는데 한계가 있기 때문임
 - 철강업의 탈동조화를 촉진하기 위해서는 보다 진일보한 감축기술 상용화에 노력하고, 국내에 추가 감축기술 보급에 힘써야 함
 - 수소환원제철, 탄소포집활용저장(CCUS)을 비롯한 보다 진일보한 온실가스 감축기술이 상용화될 수 있도록 산·학·정·연이 함께 부단히 노력해야 함
 - CCUS 기술개발만큼 중요한 것은 제도적으로 CCUS에 따른 온실가스 감축량을 객관적으로 평가할 지침을 마련하는 것이며, 특히 IPCC 인벤토리 지침에도 누락된 CCU에 따른 감축량 산정 방법론 마련을 우리나라가 선도할 필요
 - TRT 등 국내 적용이 더딘 감축기술 보급을 서두르고, 수요산업과의 협력 및 연계를 강화해 제품 고부가가치화를 추진할 필요
 - 화학업은 한국도 상대적 탈동조화로 평가되나, 온실가스 추가 감축, 제품 고부가가치화 및 선제적 사업재편 추진이 필요
 - 에너지절감 및 온실가스 감축을 위한 꾸준한 투자는 탈동조화 달성을 위한 가장 기본적인 노력

- 일본 화학업이 절대적 탈동조화를 달성할 수 있었던 기반도 에너지절감을 위한 꾸준한 투자를 통해 지속적으로 에너지원단위를 개선한 것이 주효함
- 한국 화학업의 절대적 탈동조화 달성을 위해서는 제품 다각화 및 고부가가치화를 통한 부가가치의 지속적인 상승이 반드시 필요
 - 에너지원단위 개선만으로는 상대적 탈동조화에서 더 나아가 절대적 탈동조화를 달성하는 데 한계
 - 현재 우리나라 화학산업 구조는 석유화학산업 특히, 범용제품 생산에 편중되어 있어, 수익률이 낮고 불안정
 - 화학산업 부가가치 상승을 위해 단기적으로는 M&A를 통한 기술획득을 추진하고, 중장기적으로는 연구개발 투자를 확대하여 고부가가치제품 생산기술을 개발해야 함
 - 기술개발에 있어 선택과 집중을 통한 체계적 지원, 수요자와의 협업을 통한 기술개발, 해외연구소와의 협력개발을 통한 기술 획득 등 다양한 기술개발 전략을 고민해야 함
- 한국 비금속업은 독일이나 일본에 비해 탈동조화가 원활한 상태
 - 장래에 수요 감소 등 사업환경 변화에 따라 침체적 탈동조화로 전락할 가능성이 상존하므로, 온실가스 감축을 위해 에너지이용효율을 지속 개선하고 감축기술 개발에 보다 노력해야 함
 - 온실가스 감축에 효과적인 폐기물 재활용을 보다 활성화되도록 제도적 뒷받침이 필요하며, 탄소포집활용저장(CCUS) 기술개발을 지속적으로 추진할 필요
- 한국 조립금속업은 전력사용량이 많아 간접배출 중심으로 감축을 추진하고, 제품 및 전체 산업의 고부가가치화를 선도할 필요

- 소비재 비중이 높고 타산업에 비해 상대적으로 제품 고부가가치화가 용이한 조립금속업에서 고부가가치화를 선도해, 기초소재를 생산하는 철강, 화학 등의 산업의 고부가가치화도 이끌 필요
- 전력사용량이 많아서 전력 저탄소화가 핵심 온실가스 감축수단이 될 수 있으며, 특히, RE100 확산을 촉진하는 것도 우수 방안
- F가스 등 공정배출은 회수, 폐기, 저GWP가스 등 관련 기술개발, 적용 및 산업육성에 정책적 지원이 필요

□ 전력 저탄소화가 제조업의 탈동조화 촉진에도 필수적

- 재생에너지 등 저탄소 발전원 중심으로 전력믹스 전환을 촉진해야 함
 - 현재 우리나라 정부도 ‘재생에너지 3020 이행계획(안)’을 수립하여 2030년 까지 태양광 등을 중심으로 재생에너지 발전량 비중을 20%까지 높이고자 추진 중
 - 다만, 김동구·손인성(2019)이 제안한 대로 신재생에너지 시장 경쟁 활성화, 주민 수용성 제고를 위한 이익공유제 실현, 태양광 폐패널 재활용 의무화, 신재생에너지 전력계통 통합을 위한 에너지시스템 구축을 원활히 추진해야 함
- RE100 확산을 위한 정책적 뒷받침이 필요
 - 기업이 사용전력의 100%를 재생에너지로 사용하는 RE100은 해외 민간단체의 캠페인으로 해외 우수 기업들은 자발적인 참여 선언을 하는 동시에 국내 기업에게도 동참을 요구함
 - 한국에너지공단(2020)의 제안대로 녹색요금제, 재생에너지설비에 대한 지분 참여 및 자체 설비 건설, 전력구매계약(PPA) 등을 통해 국내기업들도 RE100에 적극 동참하도록 유도할 필요

- 대·중·소기업 간 협력관계로 공급망이 조밀하게 구축된 국내에서는 RE100 확산시 대기업에 납품하는 중견·중소기업에도 파급효과가 미쳐 제조업 전반의 탈동조화를 가속화하게 될 가능성
- 일각에서는 발전부문에 온실가스 배출총량목표제를 도입해 배출권거래제(ETS)에서 발전부문을 분리하자는 아이디어도 있음
 - 국내 배출권거래제는 EU와는 달리, 전력사용에 따른 간접배출이 포함되어 있어, 배출권 가격의 급격한 변동을 초래해 기업들의 감축투자 유인을 왜곡시킬 우려
 - 배출권거래제의 가격 변동성을 완화하는 방안으로 직간접 배출권 시장의 분리, 발전부문의 배출권거래제 제외 등을 제안한 연구도 참고할 필요(Chatterton, 2013)
 - 비록 아이디어 수준이기는 하나, 제조업 탈동조화에서 간접배출의 저탄소화가 차지하는 중요성을 감안할 때 다양한 방안을 검토해보는 것은 의미 있는 시도

□ 에너지 효율향상을 통해 낭비되는 에너지 최소화

- 생산설비 및 생산공정의 에너지 효율을 높여 생산 활동에 투입되는 에너지의 양을 줄이고 투입 에너지를 최대한 저탄소화해야 함
 - 모든 업종에서 보일러, 요로, 건조기, 전동기 등 생산설비의 에너지효율을 지속적으로 개선할 필요
 - 생산 공정 또는 공장 전체의 운영을 최적화하여 개별 시스템의 에너지 효율을 개선할 필요. 특히, ICT(정보·통신기술)를 활용한 스마트 공장의 도입 및 확대를 추진해야 함

○ 미활용 열에너지의 사용을 확대할 필요

- 국가 열지도 구축사업을 신속히 진행해 국가 열활용 플랫폼을 구축하고 열원과 수요처를 연계하는 폐열연계 시범사업을 추진해, 버려지는 에너지 및 화석에너지 연소를 최소화

□ 에너지 절약 및 온실가스 감축 기술의 체계적 개발을 위한 지원

○ 최신 과학기술 동향을 제대로 반영하고 국가 장기 목표에 맞춰 새로운 기술 개발 로드맵이 수립되어야 할 필요

- 다른 나라들의 2050년 장기 저탄소 발전전략(LEDs)을 참고해보면, 우리나라도 현재는 가용하지 않거나 상용화되지 않은 미래 기술들까지 고려하여 매우 도전적인 비전을 설정할 것으로 예상
- 2050년 비전 달성을 위해서는 다양한 분야의 에너지 절약 및 온실가스 감축 기술 개발이 체계적으로 진행되어야 하며, 기후변화 대응 기술 관련 국가계획을 새롭게 수립해야 할 필요

○ 국가계획에 맞춰 기술개발 투자가 이루어지고, 개발된 기술이 실제 적용되기 위해서 기술 수요자들에게 적절한 인센티브를 제공

- 에너지합리화법 제14조에 따른 지원 사업은 중소기업, 비영리법인 및 공공기관만을 대상으로 하는 바, 지원 대상 확대를 고려할 필요
- 조세특례제한법 제25조제2항에 따라 에너지 절약시설 투자비의 일정비율을 세액공제해주나, 공제율이 지속 축소되어왔고 일몰기한이 짧게 설정되어 장기적 투자를 유발하는 데에 한계
- 연구개발 투자와 에너지절약시설 투자를 촉진하기 위해 공제율 상향을 추진할 필요

□ 탈동조화 추진시, 탄소누출을 특히 주의할 필요

- 탄소누출 방지책 없이, 배출원단위가 우수한 국내 산업에만 과도한 감축압박을 하는 것은 기후변화 대응과 국민경제 활성화에 바람직하지 않을 수도 있음 (김동구·손인성, 2019)
 - 국산 제품의 배출원단위가 경쟁국보다 우수한 경우, 국산 제품에 대해서만 과도한 온실가스 감축을 추진하는 것은 경쟁국 제품의 공급만 늘려 우리 경제에 타격을 주고 글로벌 온실가스는 오히려 증가할 수도 있음
- 최근 EU에서는 이러한 탄소누출을 방지하기 위해 탄소국경조정(Carbon Border Adjustment) 도입을 추진 중
 - 실제로 도입되면 우리나라 제조업의 국제경쟁력, 국제통상, 온실가스 감축 등에 상당한 파급효과를 끼칠 전망이다. 정부와 산업계가 공동으로 사전에 충분한 대비를 해나가는 것이 중요
- 결국, 탄소누출을 방지하고 온실가스를 효과적으로 감축해 탈동조화를 촉진하기 위해서는 국내 산업의 온실가스 배출원단위를 계속 우수한 수준으로 유지 및 개선해야 함
 - 기업들이 감축기술을 개발하고 에너지효율을 개선할 수 있도록 투자활성화 정책 등의 정책적인 지원이 강화되어야 함
 - 근본적으로는 재활용을 중심으로 하는 순환경제를 활성화해 다양한 소재에 대한 수요를 억제하는 것이 필요