

---

## **17. 환경부하 및 에너지 소비예측을 고려한 Green Process 기술**

---

# 목 차

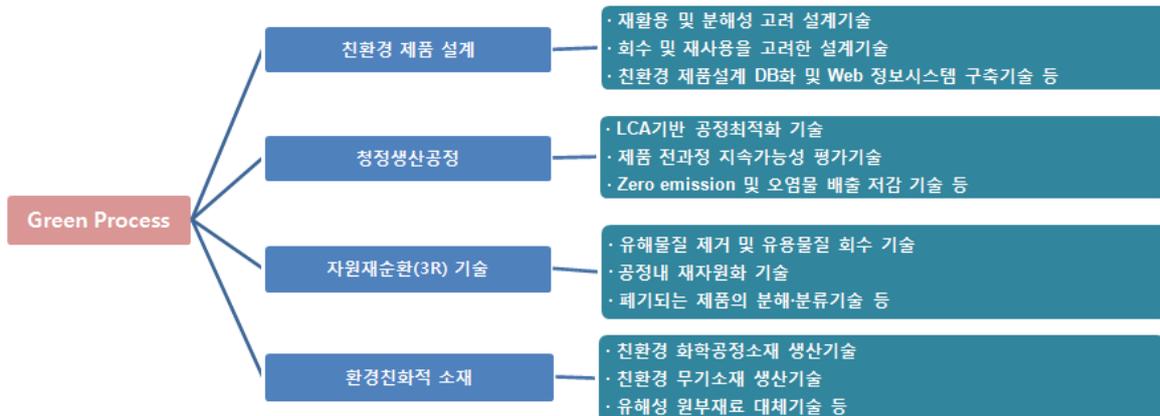
1. 기술의 개요 .....	285
1) 기술의 정의 및 범위	
2) 기술 트리	
3) 필요성·중요성 및 파급효과	
2. 시장현황 및 전망 .....	286
1) 환경변화	
2) 시장 전망	
3) 국내외 주요기업 기술개발 및 사업화 활동	
3. 경쟁여건 .....	287
1) 기술·산업 경쟁력	
2) 국외 여건	
3) 국내 여건	
4) 국내 이슈 및 쟁점	
4. 전략방향 .....	289
1) 기술개발·산업화 전략 방향	
2) 기술개발 목표	
5. 기술·산업 전략로드맵 .....	290
6. 세부추진전략 .....	291
1) 전략제품·서비스 및 핵심세부기술	
2) 기술획득 전략	
3) 실용·사업화 전략	
4) 소요인력 확보 방안	
7. 기대효과 .....	294
1) 경제적 기대효과	
2) 환경적 기대효과	
3) 과학기술적 기대효과	

# 1. 기술의 개요

## 1) 기술의 정의 및 범위

- 원료·소재·수송·사용·재활용·폐기 등 제품의 전 과정에 있어서 자원 효율성을 극대화함으로써 환경부하를 최소화하고 에너지효율을 향상시키는 소재, 공정, 제품 및 재활용에 대한 친환경 저탄소 기반 선순환 기술
  - 친환경 제품설계기술, 청정생산공정기술, 에너지/자원순환 네트워크 구축 및 3R(Reuse, Remanufacturing, Recycling) 자원 재활용, 환경친화적 소재기술 등

## 2) 기술 트리



## 3) 필요성·중요성 및 파급효과

- 생산공정방식(PPMs : Product Process Methods) 규제(OECD), 비환경 친화제품 규제, 전기전자제품 폐기물처리규제(EU)등 국제 환경규제에 근본적으로 대응하기 위해 제품의 전과정을 친환경 제품 설계 및 청정 생산공정 기반 Green Process로 전환해야 함
- Green Process로 전환을 통해 2030년도 65% 부가가치 창출효과, 관련산업 고용계수 8.0 도달, CO<sub>2</sub> 200만톤 저감, 에너지 소비 50% 이상 절감 가능

## 2. 시장현황 및 전망

### 1) 환경 변화

- 해외무역장벽 극복을 위한 효율적 자원 활용 및 생산효율 극대화등 효율적 공정 체계 구축에 대한 국가 및 민간의 관심 증대
- 국제 기후협약에 따른 Green Process 기술 도입의 공감대 형성 및 자원 및 에너지 절약형 산업구조로의 변환 예상

### 2) 시장 전망

- Green Process의 모산업인 환경산업의 세계시장은 2010년까지 연평균 2.9%의 성장률이 예상되며, 시장 규모는 6,880억 달러에 이를 것으로 전망
  - Green Process 분야는 최근에 확대되어 규모를 수량화하기 어려우나, 향후 10여 년 동안 빠른 성장이 예상됨.
- Green Process 세계시장은 약 160억이며, 국내시장 2.5억으로 세계시장의 약 1.5%의 점유율을 보임.

< 표 > 세계시장 및 국내생산 전망

단위: 백만달러, %

시장 \ 연도		2007	2012	2020	2030	연평균 증가율
세계시장		15,900	36,400	136,822	716,106	18.0
국내	시장	243	1,156	7,628	66,623	27.6
	생산	246	1,143	7,265	60,551	27.0
	수출	32	194	1,842	25,408	33.7

### 3) 국내외 주요기업 기술개발 및 사업화 활동

- GM, Ford, 도요타 등 세계적 자동차 회사들은 차량 설계에 DfE를 도입하여 사후처리시 분해가 용이한 설계 및 친환경 소재로 전환
- LG는 청정기술 연구개발 투자의 비중을 7억달러('04년)에서 15억달러('15)로 두 배 증가하였으며, 삼성은 저탄소 녹색성장을 기업 경영의 주요 전략으로 설정

### 3. 경쟁여건

#### 1) 기술·산업 경쟁력

- 공정최적화나 공정내 재자원화의 기술수준은 선진국에 근접했으나, 제품 설계, 원천공정기술 등 핵심기술 분야는 선진국 수준 30~50%에 불과함
  - 자동차 완성차 업체 및 가전회사를 중심으로 환경친화기법 확보를 위한 투자와 연구개발이 아직 미흡함
- 대부분 업체들은 대규모 투자를 하지 않아도 10~15% 자원 소비를 감소시킬 잠재능력이 있으므로, 단계별 Green Process 적용시 제품 가격 경쟁력은 높아질 것임.
  - Aluminum 국내시장규모는 약 10조원으로 해외 1,000조원에 크게 미치지 못하지만, 향후 2020년까지 3배(30조) 이상 성장할 것으로 기대됨.

< 표 > 산업 경쟁력 분석

주요 제품·서비스군	가격경쟁력	국산화율(%)	기술확보 여부
친환경제품설계	낮음	30%	X
청정생산공정	낮음	40~50%	X
자원재순환(3R)	동등	40~60%	△
환경친화적 소재	동등	50%	△
<b>종합경쟁력</b>	<b>낮음</b>	<b>45%</b>	

#### 2) 국외 여건

- 선진국들은 환경부하의 예방과 제거에 대해 원인자 부담원칙과 예방원칙을 적용하고 있어, 기업 스스로 Green Process 실천을 위하여 기술개발에 참여
- 에너지효율향상과 온실가스저감 실적에 대한 투명하고 신뢰성 있는 MVP(Measurement and Verification Protocol) 체계를 도입

### 3) 국내 여건

- Green Process를 추진하기 위하여 현재 관련 전문가 부족, Green Process 시스템 도입을 위한 infra 미비, 기업의 개발 및 투자의지 결여 등의 어려움이 있음.
- 기후변화협약 및 국제환경협약에 따른 규제강화와 협약이행에 대한 압력이 크게 작용하나, 현재의 품질관리 위주의 생산시스템으로는 환경과 무역을 연계한 국제사회의 변화에 대응하기 어려움.
  - 2005년부터 국가적 차원에서 청정생산 기술개발이 활성화되고 있으나, 기업의 제품과 관련된 응용기술개발에 치중되어있음
  - 근본적인 제조·생산 공정개선 및 제품설계에 의한 오염물저감 등의 연구는 미진함.
- 2008년도 청정생산기술개발보급사업 지원예산은 470억원이며, 국제환경 규제 대응을 위한 기술개발, 중소기업 대상 공정진단지도 및 기술이전, 재제조산업 기반조성 등에 투자되고 있음.

### 4) 국내 이슈 및 쟁점

- 자국의 환경보호를 위해 환경과 무역을 연계한 무역규제가 본격화되고 있으므로, 미래지향적인 패러다임의 변화 등 적극적인 돌파정책이 필요함.
- 환경 문제 대두 및 인식의 전환과 이에 따른 법률적 규제 및 환경정책이 무역장벽으로 대두됨에 따라, 환경친화적 제품의 개발 및 제품 생산 과정에 대한 비용 감소가 요구되고 있음.
- Green Process 관련 공정개선 및 제품개선이 실행되고 있으나, 대부분 친환경 조립공정 및 오염물질 배출방지 등에 국한되어 있어, Green Process 통합 설계 및 이에 필요한 요소기술 개발이 시급함

## 4. 전략방향

---

### 1) 기술개발·산업화 전략 방향

- 국가 주력산업의 Green Process 전환을 통해 자원효율성 향상, 오염배출 저감을 통한 산업경쟁력 증대, 산업별 에너지 효율향상, 국제규제 대응 능력 강화 등 장기적인 전략 요구
- 경쟁력을 높이기 위해 기업간 연계 및 산업 단지 전체를 Green Process 시스템으로 구성
- 미래거대시장이 예측되는 환경친화적 소재 기술은 정부주도의 원천 한계 돌파형(breakthrough) 기술개발 이후 민간주도 실용화 기술개발 추진
  - LCA 공정최적화 기술은 민간주도하에 기술개발이 필요하며, 정부는 DfE 기반소재 설계·개발 기술의 연구개발 및 시장육성을 위한 규제 조정

### 2) 기술개발 목표

- (1단계) 국제환경규제 대응을 위한 산업별·제품별 Green Process 구축 기반 조성
  - 환경부하 20% 사전절감, 생산공정 효율성 20% 증대, 에너지 20% 절감, CO<sub>2</sub> 50만톤 절감, 자원재순환 시스템 구축, 환경친화적 소재 생산기술 개발
- (2단계) 기업내 Green Process 실용화 기술개발 및 보급 인프라 구축
  - 환경부하 30% 사전절감, 생산공정 효율성 30% 증대, 에너지 30% 절감, CO<sub>2</sub> 100만톤 절감, 업종간 공통기술·연계기술·통합기술 개발, 자원재순환 시스템 현장 적용, 환경친화적 소재 생산 및 제품화
- (3단계) 기업-기업, 산업단지별 Green Process 구축
  - 환경부하 50% 사전절감, 생산공정 효율성 50% 증대, 에너지 50% 절감, CO<sub>2</sub> 200만톤 절감, 자원재순환 시스템 정책 및 제품화, Eco-industrial park 구축

## 5. 기술 · 산업 전략 로드맵

구분	1 단계				2 단계		3 단계	
	'09	'10	'11	'12	'13 ~ '20	'21 ~ '30		
미래 시장 전망	친환경제품 시장 수요증가 및 사회적 요구 증대				친환경 및 저에너지 산업으로 진입		지속가능 및 자원재순환 제품/소재 시장 정착	
기술획득 · 사업화 전략	청정생산공정 기반구축 및 적용핵심기술 개발				친환경 소재/제품 설계 및 생산 기술 확보		다업종으로의 기술이전 및 상용화 기술개발	
핵심 기술	환경부하 저감 및 에너지 효율 향상 공정 최적화 및 개발							
	공정내 재자원화 시스템 기반조성				공정내 재자원화 제품 상용화			
	환경친화적 소재 생산기술개발				소재 생산 및 상용화			
	에너지/자원 순환망 구축 및 네트워크화 기반조성				생태산업단지 구축			
	LCA, DfE 기반 친환경 제품 설계 기술 개발				개발 설계기술 적용			
전략 제품 · 서비스	친환경 제품설계 기술개발				산업별 친환경 제품설계 Software			
	청정생산공정 기술개발							
	공정내 에너지 및 자원순환망 시스템				생태산업단지 활성화			
제도	녹색기반 공정전환 유도 예산지원 및 정책마련				친환경 제품평가 제도 및 소비장려 정책마련		녹색산업단지 구축 활성화 정책추진	
기대 효과	효율적 자원확보 및 활용, 에너지 효율 극대화를 통한 경쟁력 확보 가능							

## 6. 세부 추진전략

### 1) 전략제품·서비스 및 핵심기술

전략 제품·서비스군	세부 전략 제품·서비스	핵심기술
친환경 제품 설계	DfE 및 LCA 기반 친환경 제품 설계	DfE 및 LCA 기반 친환경 제품 설계 기술개발
		전주기적 에너지 효율 향상 및 폐기물 발생 최소화 예측을 위한 한국형 software 개발
		재활용 및 분해성 고려 설계기술
		회수 및 재사용을 고려한 설계기술
		친환경 제품설계 DB화 및 Web 정보시스템 구축 기술
		재자원화 가능 친환경 단일소재 (uni-material) 설계 기술 개발
청정생산공정	환경부하 저감 및 공정 에너지효율 향상 개발	LCA기반 공정최적화
		전주기적 에너지 소비 및 환경영향물질 배출평가 분석기술
		공정개선을 위한 가상설계 및 최적화 시스템 기술
	Zero Emission	산업별 무배출 및 공정내 재이용 기술
	국제환경규제 대응	국제환경협약 대응 기술
자원 재순환 (3R)	공정내 재자원화	폐기제품 분해, 분류 및 재상품화 기술
		재자원화 시스템 설계, 평가, 정보화기술
		Remanufacturing 기술
		유해물질 제거 및 유용물질 회수 기술
		재자원화 제품 시험·평가·규격화 지원기술
	에너지/자원순환망 및 네트워크 구축	폐자원 및 폐에너지 재사용/재활용을 위한 자원순환망 및 네트워크 구축 기술
환경친화적 소재	환경친화적 소재 생산	바이오매스 유래 화학원료물질/소재 생산기술
		재생가능자원 이용 친환경 소재 생산기술
		유해성 및 환경독성물질 대체 및 저감 기술
		고기능성, 생분해성 소재 생산 및 표준화 기술

## 2) 기술획득 전략(투자전략, 민관역할분담, 정책적지원방안 포함)

- **주력산업별 맞춤형 제품·설계 및 생산을 위한 원천기술 개발에 집중**하여, 생산공정의 자원 및 에너지 효율성 증대를 위한 **공정기술 확립**
  - 정부는 제도적 기틀을 마련하고, 인프라 구축을 위한 장기·지속적인 투자 수행
  - LCA 공정최적화 기술은 민간이 주도하여 사업화를 고려한 기술개발을 담당하고, 정부는 DfE 기반소재 설계·개발 및 관련 규제 등 조정 역할 수행
- **국내 주력산업에 Green Process 기술을 우선 적용**하여, 해당기술에 대한 타 산업으로서 확대 및 기술보급 추진
  - 기존 연구기관 인프라 및 대·중소기업의 그린파트너십을 연결하여, 다양한 산업군에서 청정생산공정 구축
  - 전기전자, 자동차부품, 산업기계, 석유화학 등 국가 기관산업에서 영향이 큰 산업군부터 우선투자 후 전산업으로 확산하는 전략 필요
- **해외 선진국 및 연구기관과 기술제휴**를 통해, 선진기술 및 노하우를 습득하여 국내산업 적용 지원
  - 인력양성과 연계한 국제교류협력 강화

## 3) 실용·사업화 전략(투자전략, 민관역할분담, 정책적지원방안 포함)

- **전략방향**
  - 친환경 제품설계 및 청정생산공정 분야는 국내 도입 및 전환이 미진한 분야로서, R&D 강화를 통한 산업별 원천기술을 확보하며, 이를 위한 인프라 구축 등 지속적인 투자가 요망됨.
  - 자원재순환을 통한 제품의 질적 향상 및 가격경쟁력 확보
  - 환경친화적 소재의 가격경쟁력 강화를 위한 생산공정의 최적화 및 친환경 설계기법 도입 필요

□ 실용화·사업화 세부전략

실증(Test Bed)	시범 보급	상용화
- 설계기술의 산업적용 및 실증 - 산업별 맞춤형 설계기술의 국외 실증 - 2030년까지 다양한 실증연구 및 신뢰성 확보 - 공정개선 및 최적화 기술의 실증 - 국내 산업별 공정분석에 따른 공정최적화 실증 - 무배출 공정기술의 실증 - 공정내 자원재순환화 기술 실증 - 자원재순환에 의한 재상품화 실증 - 국내 소재생산 플랜트와 연계한 생산공정 실증 - 원천기술 확보에 따른 국외 실증	- 국내 주요산업체 보급 및 기술이전을 통해 시범적 적용사업 추진 - 다양한 기업으로의 적용 및 시범보급 추진 - 에너지/자원 순환 네트워크 구축 추진 - 생태산업단지 시범 보급 필요 - 다양한 기업으로의 적용 및 시범보급 추진 - 에너지/자원 순환 네트워크 구축 추진 - 생태산업단지 시범 보급 필요 - 국내 주요 소재생산 기업과의 공동연구를 통해 시범 적용사업 추진	- 설계 Software에 의한 제품 해외시장 진출 및 산업육성 - 청정생산공정에 의한 제품 해외시장 진출 및 산업육성 - 국제환경규제 부합 제품 생산 및 수출 - 환경부하 및 에너지효율 증대 - 공정전환 확대 - 재자원화 제품의 상용화 및 가격경쟁력 확보 - 환경규제 부합 제품 생산 및 해외수출 - 친환경 소재의 상용화 및 가격경쟁력 확보 - 환경규제 부합 제품 생산 및 해외수출
- 정책·제도개선 사항 : · 대·중소기업 그린파트너십 구축 필요 · 비용, 인력, 사회적 인프라 지원 · 산업별 친환경 제품 설계 기반 제품생산 유도 · 환경법규 및 국제환경규제 심화로 인한 친환경 제품 설계 유도 · 친환경 소재 원천기술 확보 및 표준화 구축 · 생산 플랜트 비용 지원 (세제혜택) · 실증 및 시범사업 지원		

4) 소요인력 확보 방안

- 청정생산공정기술, 친환경 소재/제품 설계 및 제조기술, 공정 재자원화 기술 등은 관련 인력확보가 우선적으로 필요하나 현재 인력확보가 어려우며 질적인 면에서도 부족한 상태임
- 인력 부족문제를 해결하기 위해서는 신규인력 양성 및 관련 전공 미취업자에 대한 교육훈련 및 기존 인력 재교육 훈련이 필요함

인력 단계	필요인력(명)			연구개발 인력 확보방안	관련전공
	학사	석·박사	합계		
1단계 (’09~’12년)	4,434	3,566	8,000	전문학과 개설 기존 산업종사자 재교육 해외 우수인력 유치 및 인내 인력 해외 연수	화공/환경/고분자

## 7. 기대효과

□ 선순환 Green Process 구축을 통한 친환경 저탄소 녹색 성장 기반 구축

### 1) 경제적 기대효과

□ 부가가치 창출

- 환경부하 저감 및 에너지 효율 향상 등 친환경시장을 조성하고, 핵심 주력산업의 녹색혁신 및 공정·부품·소재 등 전후방 산업의 그란화를 통한 지속가능한 성장역량 강화

연 도	2007	2012	2020	2030	연평균증가율 (2007-2030)
부가가치액 (백만원)	66,275	293,070	1,714,293	12,937,932	25.8

□ 고용 창출

- Green Technology 분야 우수인력 및 산업체·벤처산업 활성화에 따른 신규 채용 확대

연 도	2007	2012	2020	2030
고용자 수 (명)	640	3,079	19,573	163,130

### 2) 환경적 기대효과

- 생산공정 효율화를 통한 CO<sub>2</sub> 배출량 감소 및 선순환 공정에 따른 CO<sub>2</sub> 저감 효과 등 200만톤 규모의 CO<sub>2</sub> 저감 효과 예상 (2030)

연 도	2007	2012	2020	2030	연평균절감율 (2007-2030)
CO <sub>2</sub> 절감 (백만 CO <sub>2</sub> 톤)	-	0.3	1.0	2.0	11.1

### 3) 과학기술적 기대효과

□ 친환경 소재·제품의 제조 및 생산기술 확보 및 GT 기술의 다양한 산업군 적용