

석유화학 부문 탄소발자국 적용 방안 및 국제적 이슈

이광원 | (주)엔스타알앤씨 기술연구소장

CONTENTS

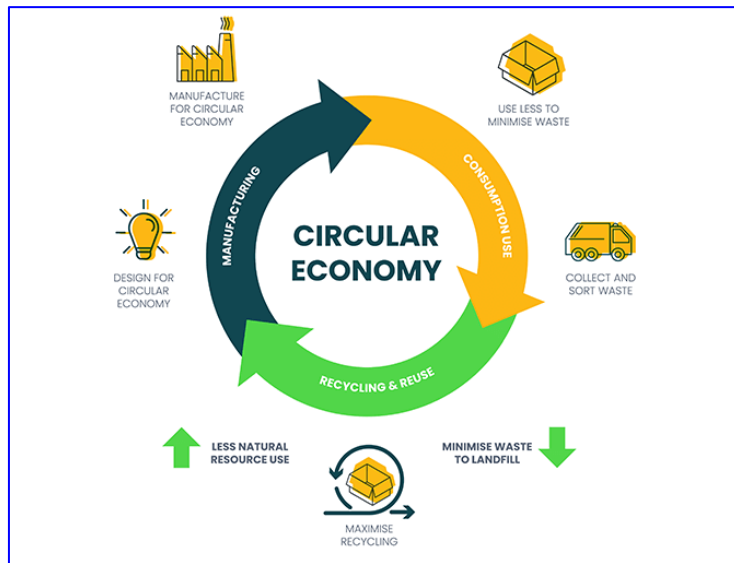
| 석유화학 부문 탄소발자국 적용 방안 및 국제적 이슈

1. 당면과제

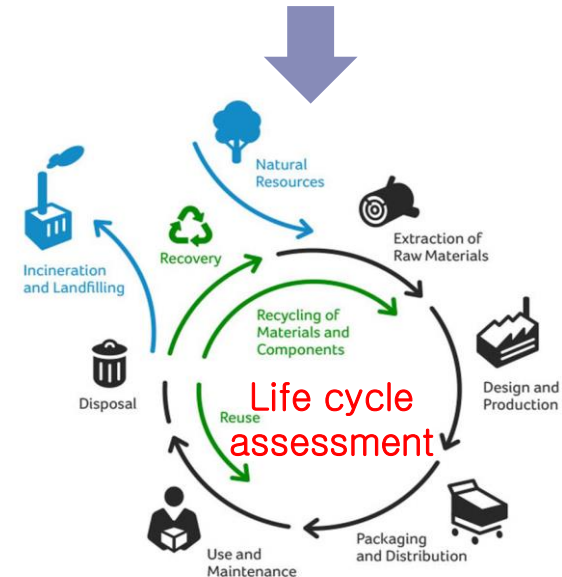
2. 전과정평가 적용 방안

3. 시사점

1. 당면 과제



- ### UNEP 플라스틱 오염 대응 국제 협약(Plastic treaty)
- UNEP 2030까지 플라스틱 오염 획기적 감소 전략 수립
 - 플라스틱 생산과 소비 감소, 재활용 및 재사용 시스템 개선
 - 플라스틱에 대한 전과정 접근법 채택
 - 국가별 조치 및 의무사항 규정
 - 2025년 국제조약 체결

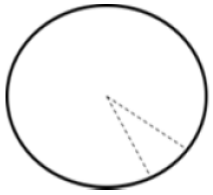


- ◆ 고객 대응을 위한 기존 제품의 탄소발자국 산정
- ◆ Renewable 제품의 전과정 탄소 감축 효과 분석
- ◆ Renewable 제품의 탄소발자국 산정

2. 전과정평가 적용 방안

목적에 따른 전과정평가 수행 방법

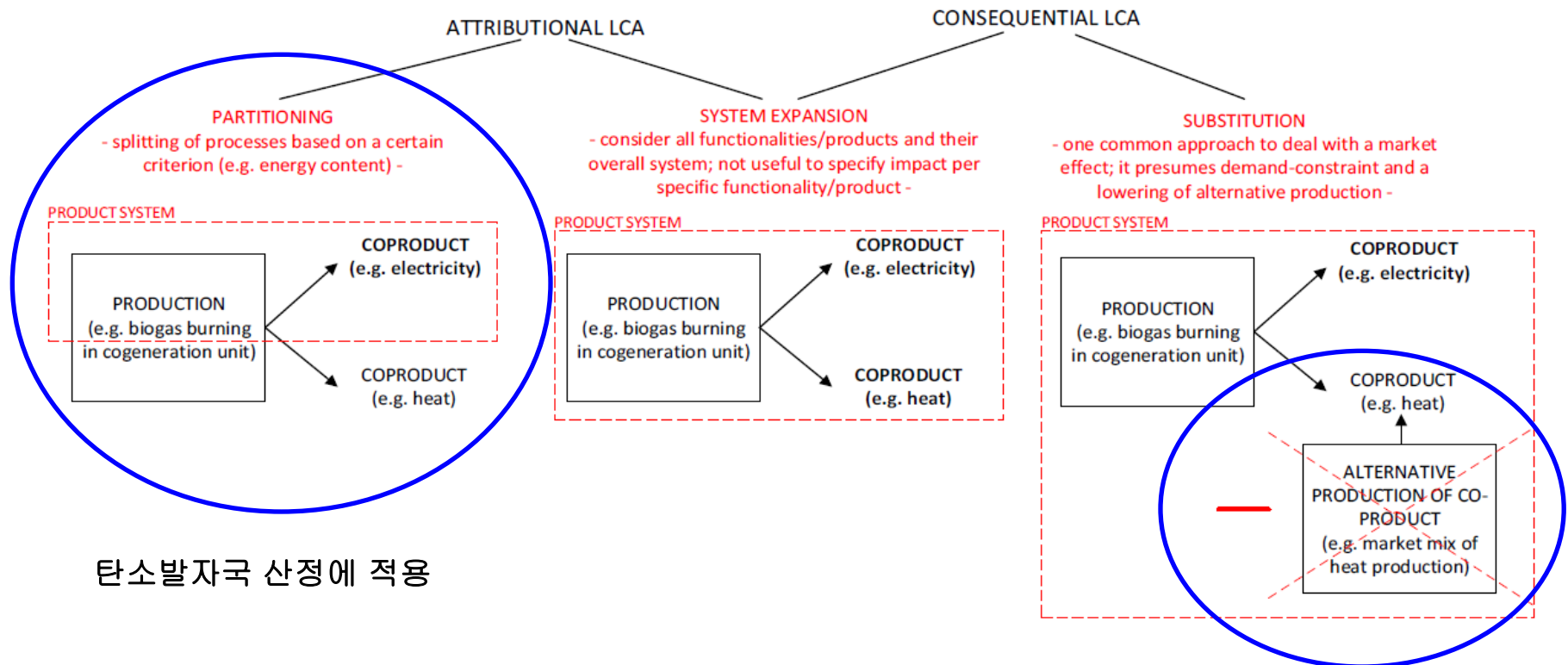
- 수행 목적에 따라 방법론 선택이 가능하며, 방법론에 따라 모델링 방법이 달라 질 수 있음
- 탄소발자국 산정지침은 주로 Attribution LCA 적용, consequential 개념이 포함되지 않도록 주의
 - 일부 지침에서는 consequential 개념 적용 허용
- * 주요 산정 오류 : 다중기능 할당에서 avoid burden(substitution) 적용

구분	목적	제품 시스템	개념
Attributional LCA	제품 관련하여 글로벌 환경부하 중 차지하는 비율에 대한 정보 제공	기능단위 기준으로 물리적으로 직접 연결된 공정	
Consequential LCA	의사 결정의 결과로 직접/간접으로 발생하는 환경부하에 대한 정보 제공	의사 결정으로 실제 영향을 받는 공정으로만 구성	

2. 전과정평가 적용 방안

* 탄소발자국 산정 주의 사항

- 탄소발자국 산정에서는 일반적으로 Attributional LCA – partitioning 적용
 - substitution(avoid burden) 방법 적용 여부 및 적용 분야 확인, 적용의 타당성 확인

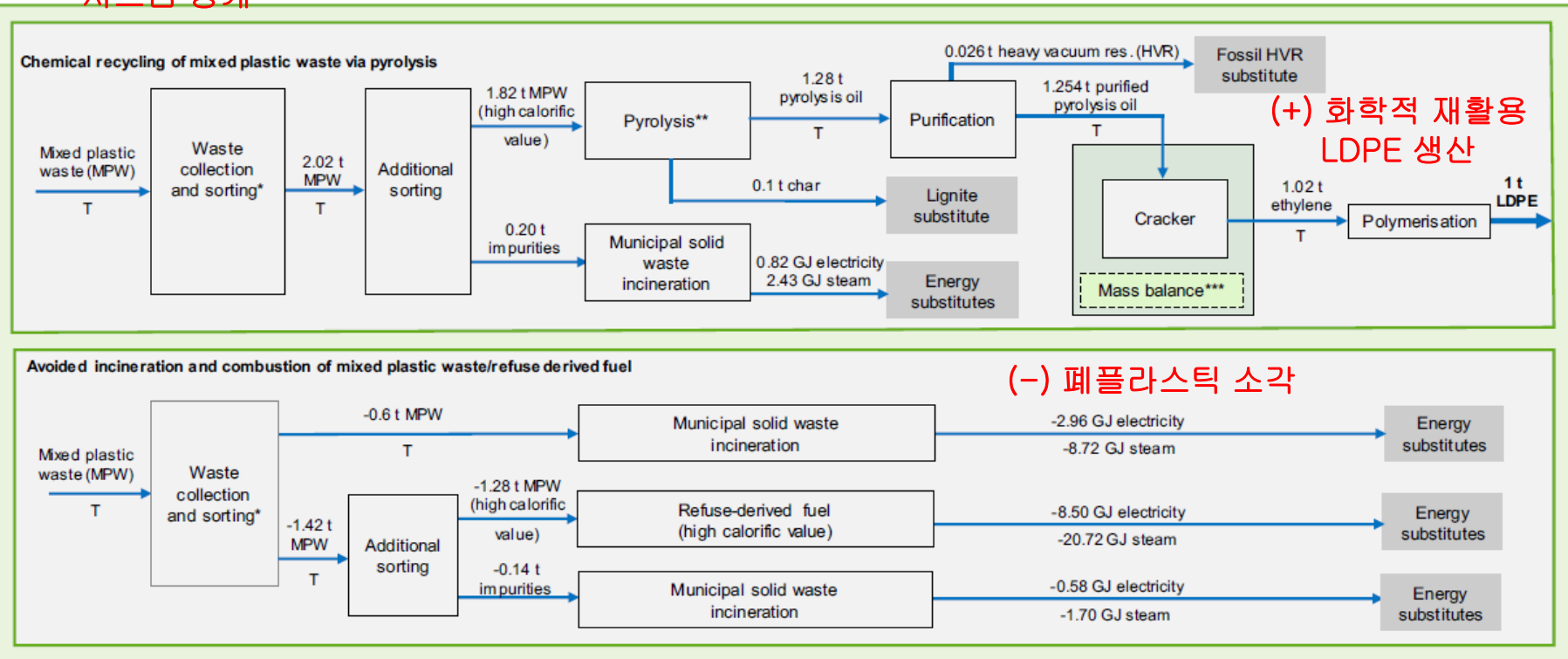


2. 전과정평가 적용 방안

BASF 사례 - consequential 개념 적용

- 화학적 재활용에 따른 LDPE 제품 LCA 수행 (substitution 및 avoided burden 적용)
- 전과정 환경영향 = 폐플라스틱 화학적 재활용 LDPE 환경영향 - 폐플라스틱 소각의 환경영향

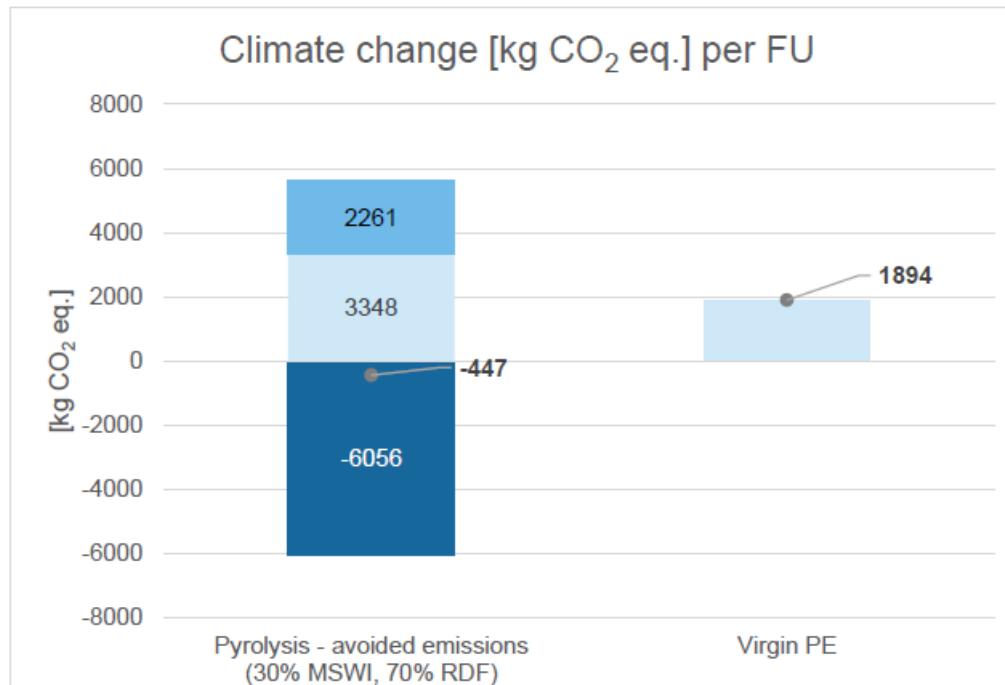
시스템 경계



2. 전과정평가 적용 방안

BASF 사례 - consequential 개념 적용

- 수행 목적 : 화학적 재활용 PE 환경영향 평가 및 Virgin PE와의 환경영향 비교



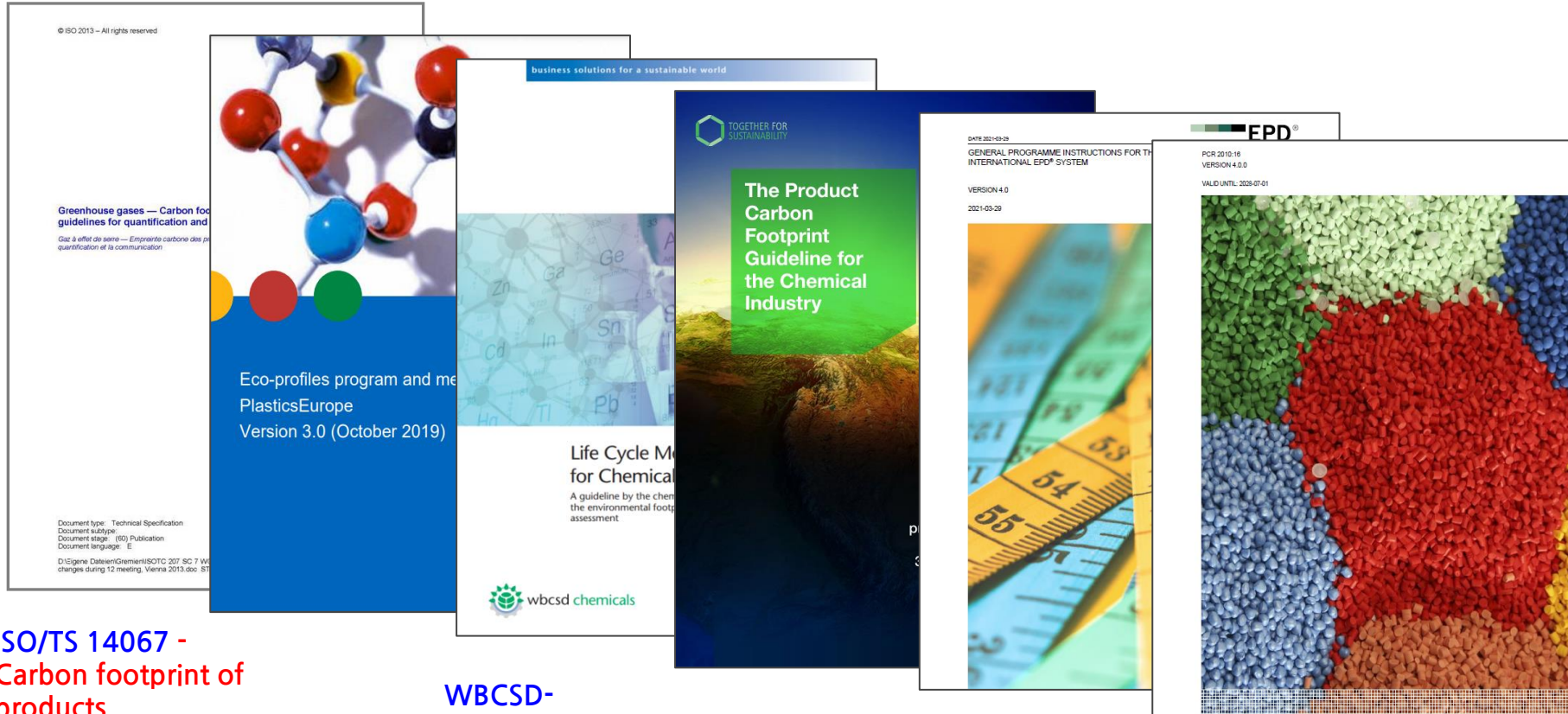
2. 전과정평가 적용 방안

탄소발자국 산정 기준 선정 - 제품 범주 규칙(PCR, Product Category Rule) 확인

- 기능단위(또는 선언단위)
- 시스템 경계
 - cradle to gate, cradle to grave 등
 - Upstream processes, Core processes, Downstream processes
 - 원료물질 운송, 인프라/자본재/종업원 관련
- Cut-off 규칙
- 할당 규칙
 - Co-product 할당
 - 폐기물 할당
- 데이터 품질 요구사항
- 영향범주 및 영향평가 방법
- 기타 산정 규칙 및 시나리오
 - 전기 모델링
 - Mass balance 접근방법

2. 전과정평가 적용 방안

PCR 예



ISO/TS 14067 -
Carbon footprint of
products

PlasticsEurope-
Eco-profiles
programme and
methodology v3.0

WBCSD-
Lifecycle matrix for
Chemical products

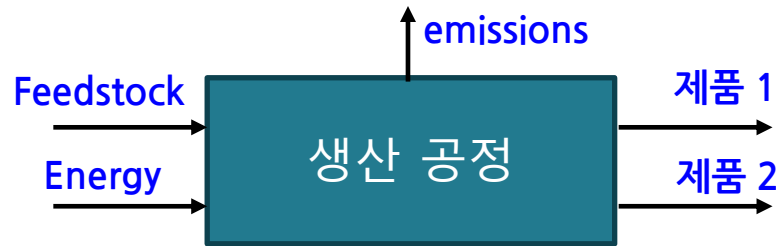
TFS-
The Product Carbon
Footprint Guideline for
the Chemical industry

I-EPD-
General programme
instructions for the
International EPD

I-EPD PCR-
Plastics in primary
forms

2. 전과정평가 적용 방안

주요 이슈 - 다중기능 할당



PlasticsEurope

- Steam cracker allocation 권고사항
- NCC 제품을 “주제품(main product) + 부제품(additional product)”으로 구분
- 주제품 : ethylene, propylene, Benzene, Butadiene, Hydrogen, Toluene, butenes

Input/output	주제품	부제품	비고
Feedstock	O	O	생산중량 기준
Energy/emissions	O	X	생산중량 기준

WBCSD

- Co-product의 경제적 가치의 차이 기준
 - 20% 이상 : 경제적 가치 할당
 - 20% 미만 : 물리적 할당
- ※ 경제적 가치 : 3년 평균 시장 가격 적용

BASF - 다중기능 할당 우선순위 (예)

1. 해당 PCR의 할당 방법
2. 에너지 회수용 co-product - substitution
3. 모든 co-product가 gas - volume
4. WBCSD 기준

I-EPD - 다중기능 할당 우선순위 (예)

※ Attributional LCA 모델링

1. 할당 회피 - 공정 세분화

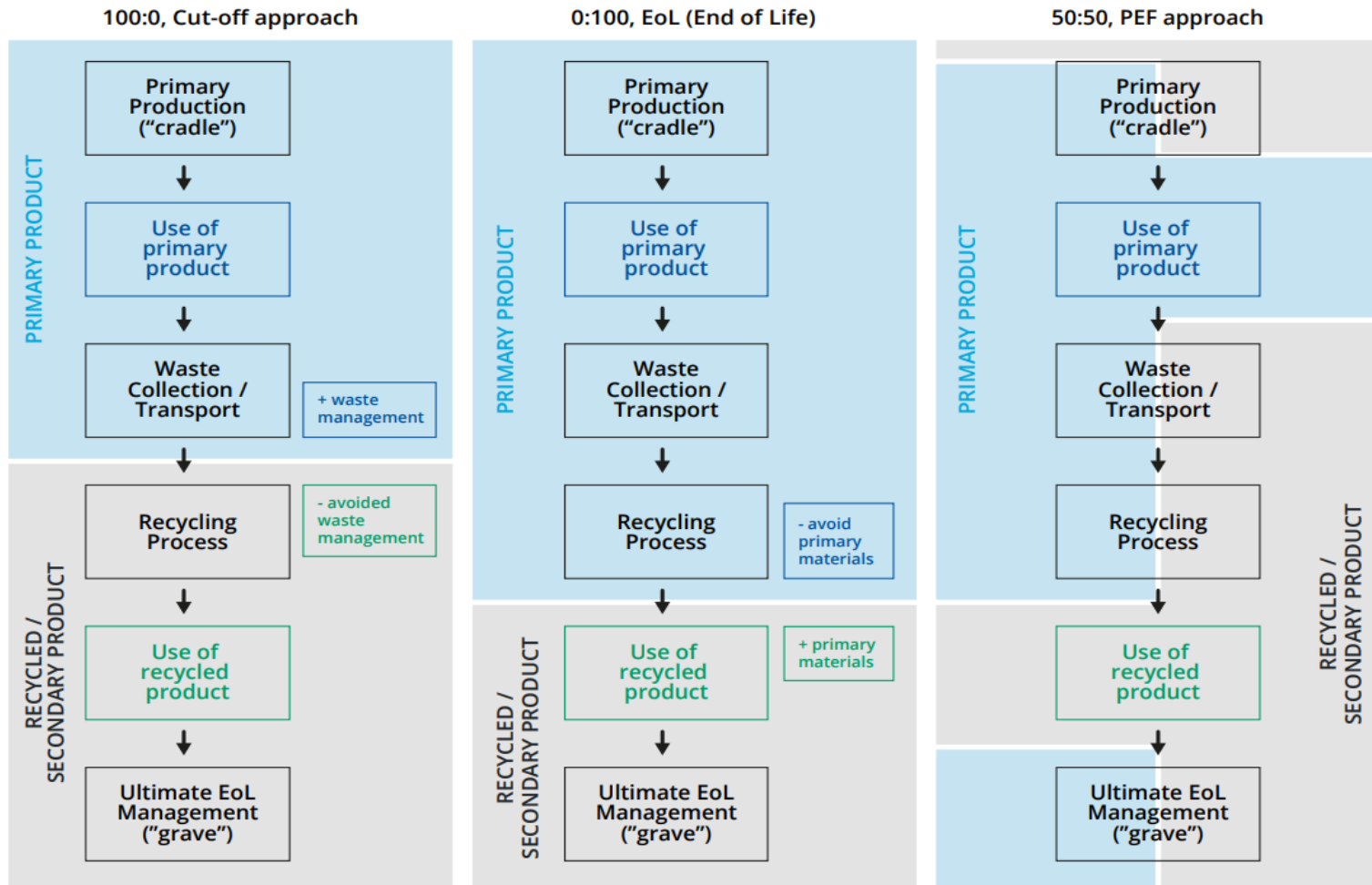
※ 시스템 확장의 substitution or credit 불허

1. 물리적 관계 적용 할당
2. 기타 할당(경제적 가치)

2. 전과정평가 적용 방안

주요 이슈 - 재활용 소재 사용

- Open loop recycling 할당 방법에 탄소발자국에 차이 발생, 제품 PCR 확인 -> 할당 방법 적용



2. 전과정평가 적용 방안

주요 이슈 - 바이오 소재 사용

- Biogenic CO₂ - ISO 14067에 따라 모델링

- 산정 원칙

(원칙 1) Biogenic CO₂ removal(uptake) & emission = 0

- 단) 제거된 CO₂가 100년 이상 배출되지 않는 경우 credit(-) 인정

(원칙 2) 제품에 포함된 Biogenic C 함량 및 시뮬레이션 방법 보고(고객에게 정보제공)

- 산정 방법

(option 1) Biogenic CO₂ removal(uptake) = “ -1 ” 적용

- 폐기단계 biogenic CO₂ = “ +1 ” 적용
- CO₂ removal(uptake) 수량 = 제품에 함유된 Biogenic C(CO₂) 수량
- Biogenic C 함량 및 시뮬레이션 방법 보고 ⇒ 고객사의 시뮬레이션 지원

(option 2) Biogenic CO₂ removal(uptake) = “ 0 ” 적용

- 폐기단계 biogenic CO₂ = “ 0 ” 적용
- Biogenic C 함량 및 시뮬레이션 방법 보고 ⇒ 고객사의 시뮬레이션 지원

2. 전과정평가 적용 방안

주요 이슈 - 바이오 소재 사용

- LUC CO₂ - ISO 14067에 따라 모델링

- 산정 원칙

(원칙 1) Land use and transformation CO₂ removal(uptake) & emission 산정

(원칙 2) Forest land & grassland 의 변경 - 의무 산정, 그 외 선택

(원칙 3) 변경 후 20년이 지난 경우 - 산정 제외

- 산정 방법

(forest & grass land) PAS 2050 Annex C 적용

(기타) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4,
Chapter 5 등 참고하여 산정

2. 전과정평가 적용 방안

주요 이슈 - 품질평가

● PCR을 적용하는 경우 - PCR의 데이터 품질 요건 만족 여부 확인 및 문서화

➤ 데이터 품질 요건 예시 (I-EPD)

- Upstream/downstream : 데이터 베이스 사용 가능, 가능한 현장 데이터 사용
- Core : 현장 데이터
- 데이터베이스 사용 원칙
 - Attribution LCA 모델링 데이터
 - 기준연도는 가능한 최신이어야 하며, EPD 유효 기간 동안 대표성을 가질 것
 - 주어진 cut-off 기준 만족
 - 데이터는 특정연도의 평균이어야 함
 - 데이터 세트는 영향 범주에 기여하는 모든 기본 흐름을 포함
 - 데이터 품질 요건을 만족하는 데이터가 없는 경우, 유사 데이터를 적용할 수 있으며, 유사 데이터의 환경영향은 총 환경영향의 10%를 초과할 수 없음

2. 전과정평가 적용 방안

주요 이슈 - 품질평가

● Ecoinvent pedigree matrix

Indicator score	1	2	3	4	5
Reliability	Verified data based on measurements	Verified data partly based on assumptions or non-verified data based on measurements	Non-verified data partly based on qualified estimates	Qualified estimate (e.g. by industrial expert)	Non-qualified estimate
Completeness	Representative data from all sites relevant for the market considered, over an adequate period to even out normal fluctuations	Representative data from >50% of the sites relevant for the market considered, over an adequate period to even out normal fluctuations	Representative data from only some sites (<50%) relevant for the market considered or >50% of sites but from shorter periods	Representative data from only one site relevant for the market considered or some sites but from shorter periods	Representativeness unknown or data from a small number of sites and from shorter periods
Temporal correlation	Less than 3 years of difference to the time period of the dataset	Less than 6 years of difference to the time period of the dataset	Less than 10 years of difference to the time period of the dataset	Less than 15 years of difference to the time period of the dataset	Age of data unknown or more than 15 years of difference to the time period of the dataset
Geographical correlation	Data from area under study	Average data from larger area in which the area under study is included	Data from area with similar production conditions	Data from area with slightly similar production conditions	Data from unknown or distinctly different area (North America instead of Middle East, OECD-Europe instead of Russia)
Further technological correlation	Data from enterprises, processes and materials under study	Data from processes and materials under study (i.e. identical technology) but from different enterprises	Data from processes and materials under study but from different technology	Data on related processes or materials	Data on related processes on laboratory scale or from different technology

2. 전과정평가 적용 방안

주요 이슈 - 품질평가

● PEF 품질평가 방법

$$DQR = \frac{\overline{Te_R} + \overline{Gr} + \overline{Ti_R} + \overline{P}}{4}$$

구분		Contri- bution		TeR			TiR				GR			P			DQR
				EF	SD	Avg.	EF	AD	SD	Avg.	EF	SD	Avg	EF	AD	Avg	
product	A	17.90%	19.19%		1	1		1	2	1.5		2	2		1	1	
	B	26.40%	28.30%		1	1		1	2	1.5		2	2		1	1	
	C	33.70%	36.12%		2	2		2		2		1	1		1	1	
	D	15.20%	16.29%	1		1	1			1	1		1		1		
	Total	93.30%	100.00%			1.36				1.6			1.48			1	1.36

	PEF and PAD	TiR-EF and TiR-AD	TiR-SD	TeR-EF and TeR-SD	GR-EF and GR-SD
1	Measured/calculated and externally verified	The data refers to the most recent annual administration period with respect to the EF report publication date	The EF report publication date happens within the time validity of the dataset	The elementary flows and the secondary dataset reflect exactly the technology of the newly developed dataset	The data(set) reflects the exact geography where the process modelled in the newly created dataset takes place
2	Measured/calculated and internally verified, plausibility checked by reviewer	The data refers to maximum 2 annual administration periods with respect to the EF report publication date	The EF report publication date happens not later than 2 years beyond the time validity of the dataset	The elementary flows and the secondary dataset is a proxy of the technology of the newly developed dataset	The data(set) partly reflects the geography where the process modelled in the newly created dataset takes place
3	Measured/calculated/literature and plausibility not checked by reviewer OR Qualified estimate based on calculations plausibility checked by reviewer	The data refers to maximum three annual administration periods with respect to the EF report publication date	Not applicable	Not applicable	Not applicable
4-5	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable

3. 시사점

- 전과정평가(LCA) 수행 목적에 따라 모델링 방법론 선택 및 적용 필요
- 탄소발자국 산정시, 관련된 제품 범주 규칙(Product Category Rule) 확인 및 산정 방법 선정
- 재활용 소재에 대한 수요가 증가, open loop recycling 할당 방법에 따른 모델링 필요
 - Gate to gate 데이터 관리, 할당 방법별 모델링 필요
- 환경발자국 및 탄소발자국 커뮤니케이션
 - 기업별로 요구하는 영향평가 방법론에 차이가 존재, 대응하는 기업 애로 사항 존재

감사합니다

이광원 소장

010-5418-9554

kwanglee12@enstar.kr