박사학위 논문 예비심사

환경경영시스템 (ISO 14001) 과 전과정평가 (LCA) 의 프로세스 연계 모델 개발 및 성숙도 평가

강원대학교대학원 산업경영공학과

현 욱 진

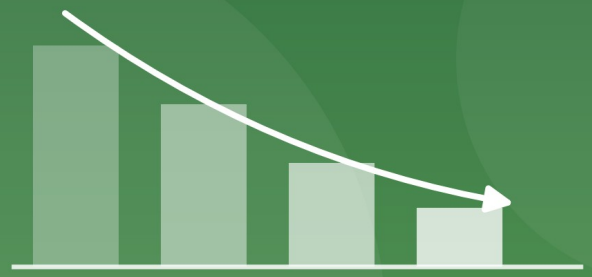
지도교수 이 창 수

2026. 10. 22.

제품의 전과정 (Life Cycle)

원료 → 제조 → 유통

원료에서 유통까지의 환경정보



환경영향의 저감

ISO 14001 × LCA

목차

Ⅰ. 개요 — 왜 이 연구인가

Ⅱ. 학술적 배경 — 무엇을 바탕으로

Ⅲ. 모델링 — 무엇을 만들었나

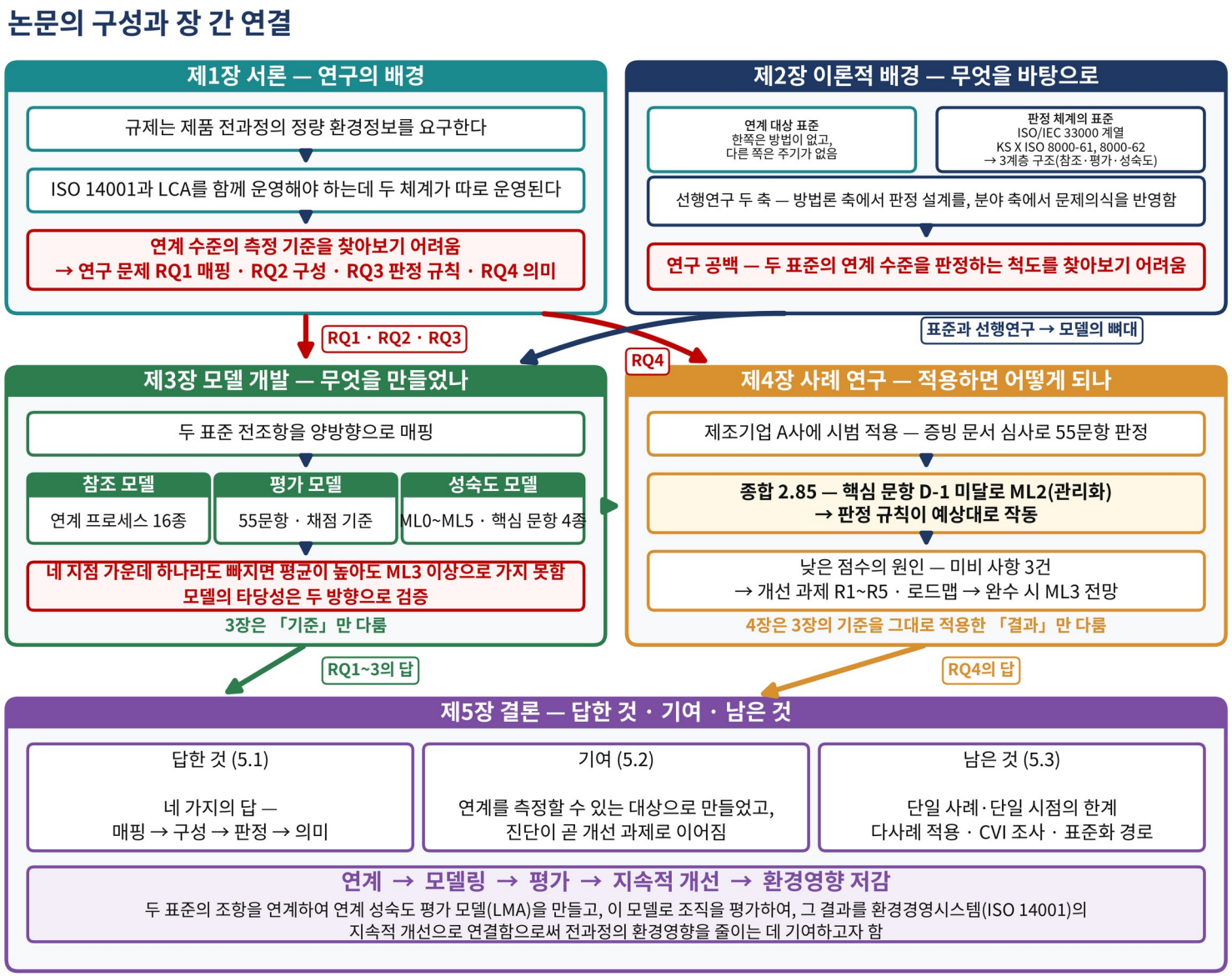
Ⅳ. 성숙도 평가 — 적용하면 어떻게 되나

Ⅴ. 개선 과제 — 무엇을 고치나

맺음 — 답한 것 · 기여 · 남은 것

오늘은 모델의 뼈대와 적용 결과를 중심으로 말씀드리고, 조항별 판정과 문항 전문은 부록에 두었습니다.

논문의 구성과 장 간 연결



근거 1.5, [그림 1-4]

이 연구를 한 장으로 — 두 표준과 연계

▶ **관리하는 틀과 측정하는 방법, 이 둘의 연계를 조항 단위로 확인하고 성숙도 수준으로 판정한다.**

환경경영시스템 (ISO 14001)

환경을 관리하는 틀

환경측면을 결정하고 영향을 평가해 중대한 환경측면을 결정하고, 그것을 환경목표에 반영해 실행하고, 점검하여 지속적으로 개선한다

연계 ?

전과정평가 (LCA)

환경영향을 측정하는 방법

제품이 원료 채취 → 설계 → 생산 → 운송 · 배송 → 사용 → 폐기의 각 단계에서 환경에 주는 영향을 숫자로 계산해 영향이 가장 큰 단계 (Hotspot) 를 찾는다 (ISO 14044)

두 표준은 별개의 표준이라 한쪽이 다른 쪽을 요구하지 않고, 실무에서는 별도로 운영되는 경우가 많다 — 두 표준의 연계를 조항 단위로 확인하고 성숙도 수준으로 판정하는 모델, 이것이 이 연구가 만든 것이다

연계 (linkage) 란 — LCA 결과가 환경측면의 결정 · 환경목표 · 설계 · 개발 · 모니터링에 쓰이는 것 (핵심 연계 지점 4곳)

판정 결과는 — ML0(도입 전) 부터 ML5(혁신화) 까지 여섯 수준

용어 전과정 관점 = 위 여섯 단계를 함께 보는 것 · 전과정평가 (LCA: Life Cycle Assessment) · 환경측면 = 활동 · 제품 가운데 환경에 영향을 줄 수 있는 요소 · 중대한 환경측면 = 그 가운데 영향이 큰 것으로 결정한 것 → 환경목표에 반영

근거 1.1, 1.2.1, [그림 1-1]

두 표준이 서로 비워 둔 곳

▶ 한쪽은 방법이 없고, 다른 쪽은 주기가 없다.

비교 항목	환경경영시스템 (ISO 14001) 단독	전과정평가 (LCA) 단독	연계 운영
전과정 환경영향의 정량 평가	미흡	수행 (LCI·LCIA· 해석)	LCA 결과를 환경측면 결정 · 목표설정 · 성과평가의 객관적 데이터로 투입
지속성 (반복 수행)	관리 주기는 있으나 되풀이할 정량 평가 방법이 없음	일회성 평가로 종결되기 쉬움	주기적 반복 수행이 가능한 관리 구조

환경경영시스템 (ISO 14001) 유효 인증
국내 28,137 건 (세계 2 위, ISO Survey 2024)

환경성적표지 유효 인증 (LCA 수행 전제)
707 개 기업 · 3,595 개 제품 (2026.8.31. 기준)

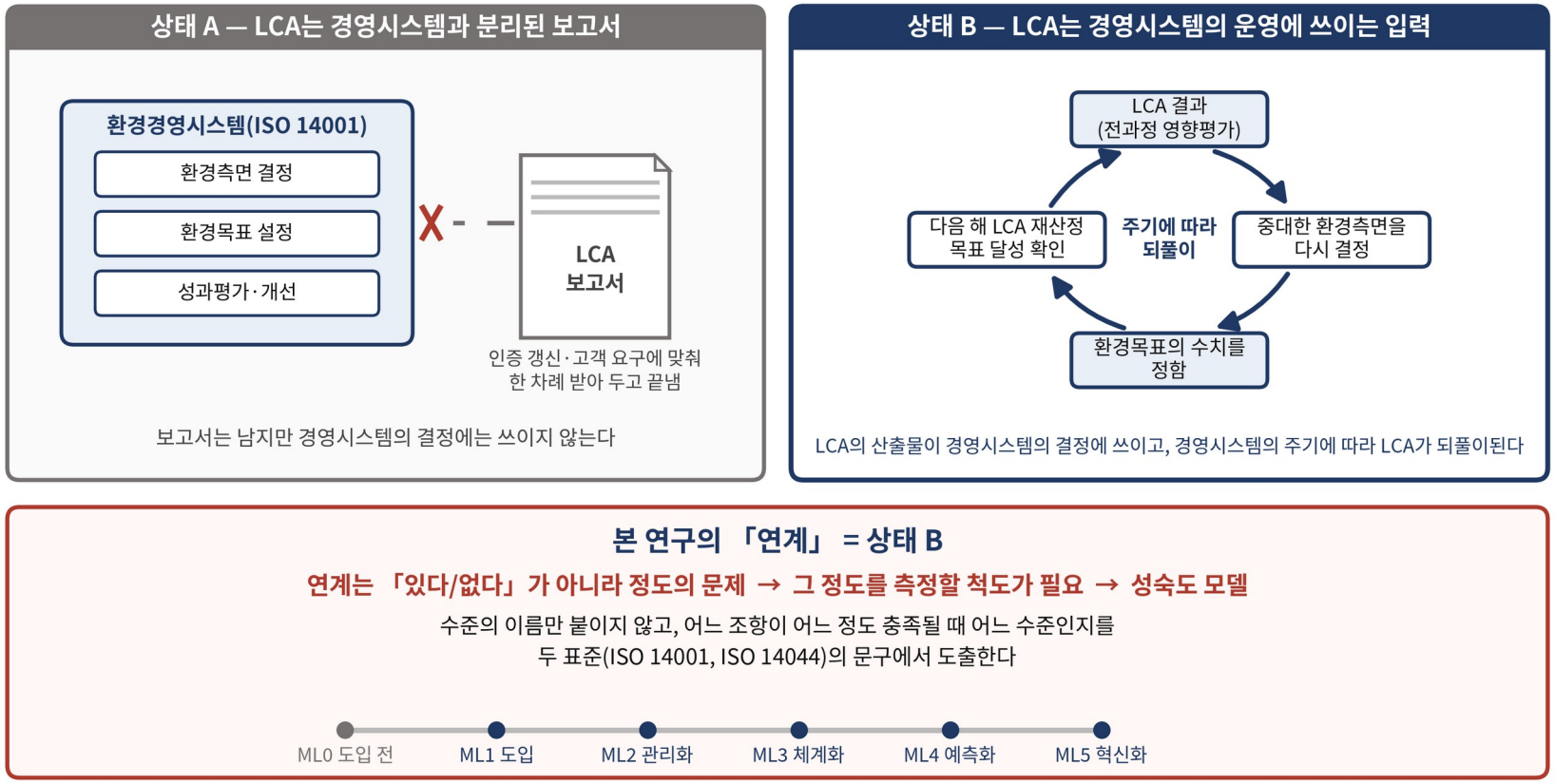
두 표준은 서로 필요한 것을 갖고 있다 — 관리 주기 (14001) 와 정량적 방법 (LCA). 두 체계를 함께 운영하는 조직은 아직 제한적이다 (인증 없이 수행되는 LCA 는 집계 밖).

용어 전과정 목록분석 (LCI: Life Cycle Inventory) = 제품 한 단위 (기능단위) 에 들어가고 나오는 원료 · 에너지 · 배출을 모두 세는 단계 · 전과정 영향평가 (LCIA: Life Cycle Impact Assessment) = 그 목록이 기후변화 · 산성화 등에 미치는 영향을 계산하는 단계

근거 1.1, 2.3, [표 2-3], 2.2.1

「LCA 를 했다」가 뜻하는 두 상태

▶ 연계는 있고 없고가 아니라 정도의 문제다.



상태 A — 인증 갱신 · 고객 요구에 맞춰 보고서를 한 차례 받아 두고 끝냄 → LCA 는 경영시스템과 분리된 보고서

상태 B — LCA 결과를 받아 중대한 환경측면을 정하고, 환경목표를 세우고, 다음 해에 다시 측정해 확인 → LCA 는 경영시스템의 운영에 쓰이는 입력

본 연구가 말하는 연계 (linkage) = 상태 B. 그 정도를 측정할 척도가 필요하다 → 성숙도 모델

용어 환경목표 = 중대한 환경측면에 대해 조직이 세우는 측정 가능한 목표 (ISO 14001 6.2.1) · 성숙도 모델 = 「어느 수준까지 갖추었는가」를 여러 단계로 나누어 판정하는 틀

근거 1.2.1, [그림 1-1]

연구 목적과 연구 문제

▶ **두 표준을 연계한 모델을 만들고, 그 모델로 성숙도를 평가하여, 결과를 개선 과제로 연결한다.**

1. 문헌 연구·표준 원문 분석 — RQ1
ISO 14001, ISO 14040, ISO 14044, KS X ISO 8000-61, 8000-62, ISO/IEC 33000 계열

↓

2. 조항 전수 매핑·빈 곳 확인 — RQ1
ISO 14001 전조항 × ISO 14044 전조항 — 연계 가능성 판정

↓

3. 모델 개발 (3계층 구조) — RQ2·RQ3
참조 모델(연계 프로세스 16종) · 평가 모델(55문항·BARS) · 성숙도 모델(ML0~ML5, 핵심 문항 4)

↓

4. 추적성·표준 적합성 검증 — RQ2·RQ3
추적성 검증 · ISO/IEC 33004 요구 자체점검 · 전문가 내용타당도 조사(CVI)의 설계

↓

5. 사례 적용 — RQ4
제조기업 A사 — 증거 기반 평가(55문항 판정)·판정 규칙의 적용 확인

↓

6. 결론·개선 과제 — RQ4
판정 해석·개선 과제 R1~R5와 개선 로드맵·학문적·실무적 시사점

RQ1 — **두 표준의 조항은 서로 어떻게 매핑되는가**
목적 ① 연계 · 2 장 · 3.2.2

RQ2 — **연계 프로세스와 평가지표는 어떻게 구성되는가**
목적 ② 모델링 (참조 · 평가) · 3.2 · 3.3

RQ3 — **성숙도는 어떤 규칙으로 판정되는가**
목적 ② 모델링 (성숙도) · 3.4

RQ4 — **그 판정 결과가 실제 조직에서 어떤 의미를 갖는가**
목적 ③ 평가 · ④ 개선 · 4 장 · 5 장

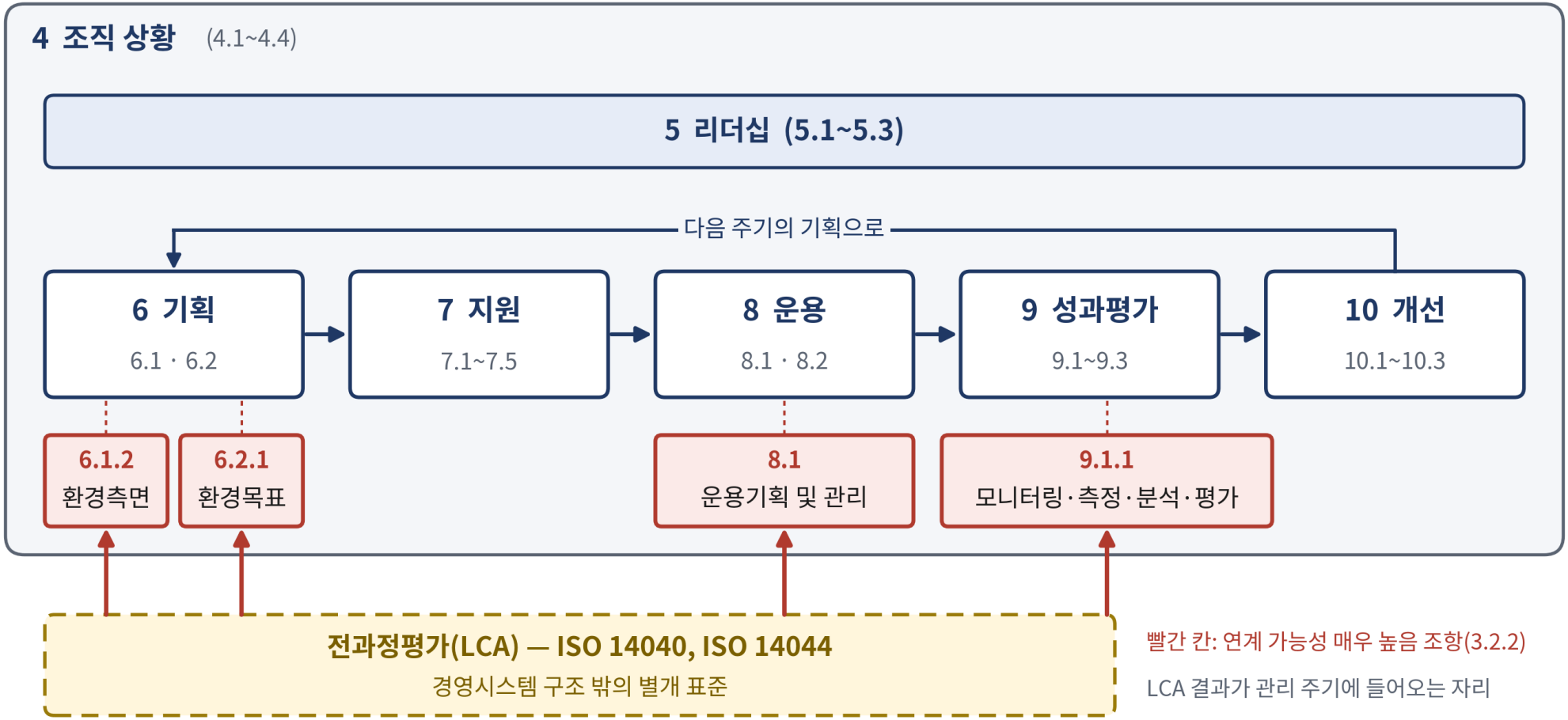
네 목적 (① 연계 ② 모델링 ③ 성숙도 평가 ④ 개선) 과 같은 순서 — 오늘 발표도 이 순서를 따른다

용어 매핑 (mapping) = map 은 「지도」지만 여기서는 「짝지어 대응시키다」는 뜻 — 두 표준의 조항을 하나하나 서로 대응시키는 일 · 연계 프로세스 = 두 표준이 맞닿는 지점을 업무 단위로 묶은 것 · RQ = 연구 문제 (Research Question)

근거 1.2.1, 1.2.2, 1.3.2, [그림 1-2]

환경경영시스템 (ISO 14001) 과 전과정 관점

▶ 전과정 관점은 요구되지만 그 이행 방법은 표준 안에 없다 .



조항은 조직 상황 (4) 부터 개선 (10) 까지 일곱 군으로 묶여 PDCA 로 순환한다 .

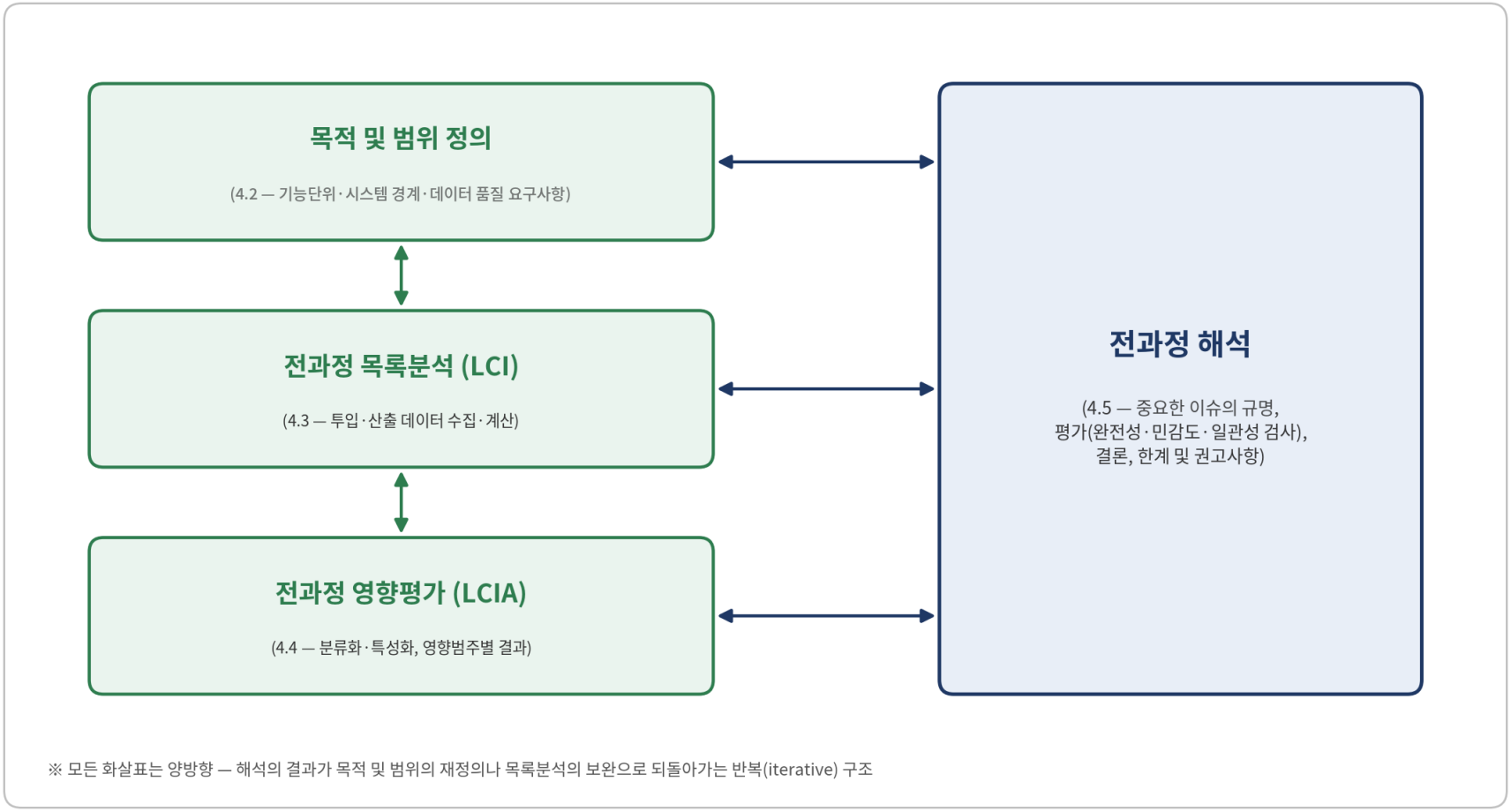
전과정 관점의 고려가 요구되는 곳 — 환경측면의 결정 (6.1.2) 과 운용기획 및 관리 (8.1). 뒤에서 핵심 문항이 놓이는 자리다 .

용어 핵심 문항 = 연계가 성립하려면 반드시 갖추어야 할 네 곳을 묻는 문항 — 하나라도 빠지면 평균이 높아도 수준이 올라가지 않음 · PDCA(Plan–Do–Check–Act) = 계획–실행–점검–조치의 관리 순환

근거 2.1, [그림 2-3]

전과정평가 (LCA) 의 4 단계

▶ **한 번의 평가를 완결시키는 규정이며, 반복의 주기는 규정하지 않는다.**



목적 및 범위 정의 → 목록분석 (LCI) → 영향평가 (LCIA) → 해석. 해석은 세 단계 모두와 양방향으로 이어진다.

한 번의 수행은 이 안에서 완결되지만, 되풀이하는 관리 주기는 ISO 14044 의 범위가 아니다.

근거 2.2, [그림 2-4]

무엇을 어떻게 측정하는가 — 따른 표준

▶ **모델의 뼈대는 모두 표준에서 가져왔다 .**

측정 대상 — 환경경영시스템 (ISO 14001) 과 전과정평가 (LCA, ISO 14044) 의 연계 · 전조항 양방향 매핑

참조 모델
연계 프로세스 16 종

업무를 어떤 형식으로 적는가
ISO/IEC 33004 가 요건을 , KS X ISO 8000-61 이 「제목 · 목적 · 성과 · 활동」 형식을 줌 — 원형은 국내 공공데이터 연구 (김선호 · 이창수 , 2013)

평가 모델
55 문항 · 채점 기준

점수를 어떻게 매기는가
ISO/IEC 33020 이 등급의 틀을 , ISO/IEC 33003 이 척도가 갖출 요건을 줌 — 본 모델은 그 틀을 5 점 상태 기술 (BARS) 로 구체화

성숙도 모델
ML0~ML5 · 핵심 문항 4 종

점수를 수준으로 어떻게 바꾸는가
KS X ISO 8000-62 가 여섯 수준과 최소충족 원리를 , ISO/IEC 33004 가 수준의 요건을 줌 — 핵심 문항 4 종에만 비보상 판정

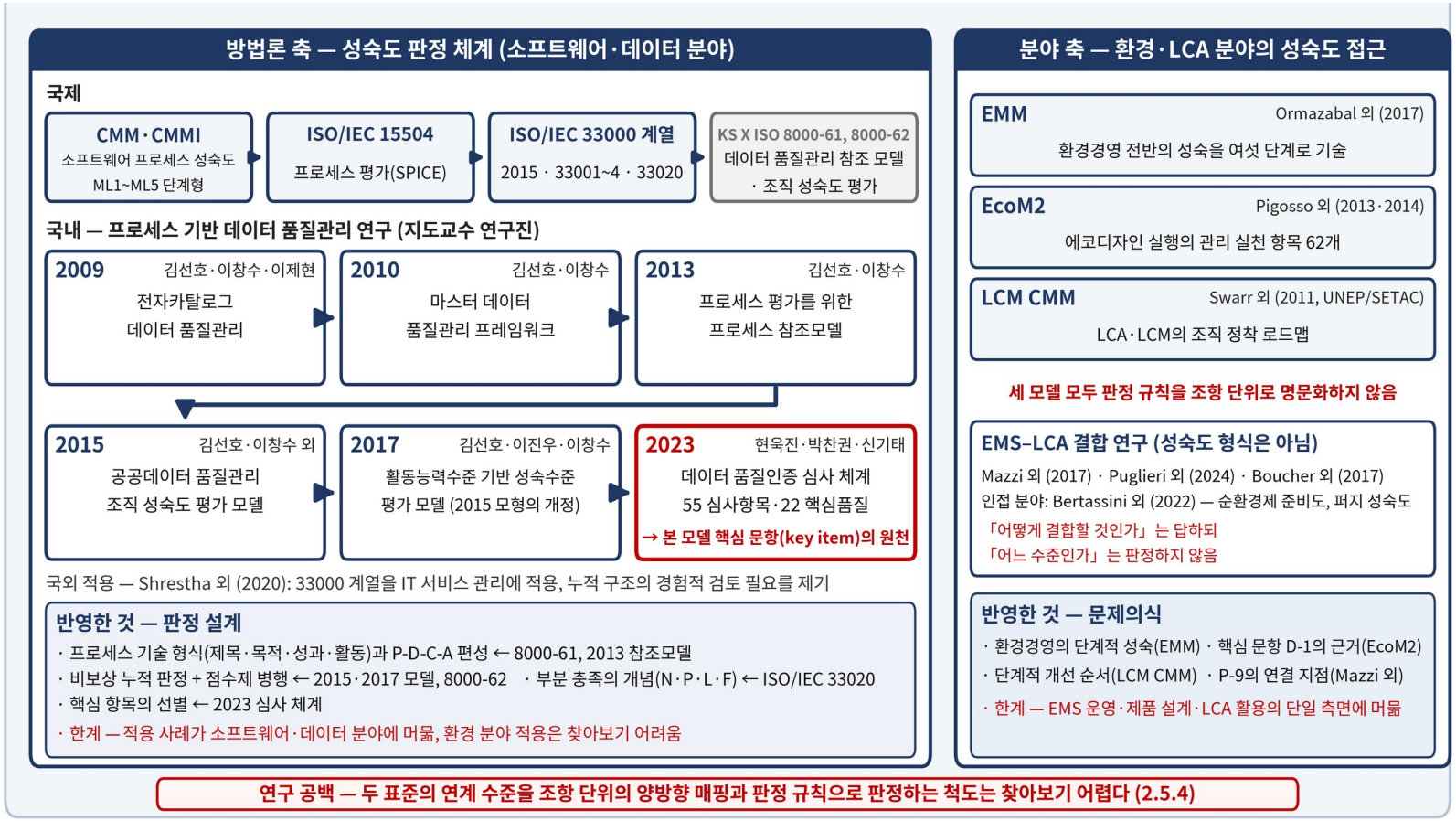
평가를 어떻게 수행하는가 — ISO/IEC 33002(평가 클래스) · 심사 · 평가자 자격 · 개선 계획의 운영 준거도 표준에서 — 조항 번호와 전체 목록은 백업 B-2

용어 참조 모델 = 평가할 업무의 목록 (무엇을 평가하는가) · 평가 모델 = 채점표 (어떻게 점수를 매기는가) · 성숙도 모델 = 등급 규칙 (점수를 수준으로 바꾸는 규칙) · 최소충족 · 비보상 = 필수 항목이 빠지면 다른 점수로 메우지 못함 · 이 셋을 합쳐 연계 성숙도 평가 모델 (LMA: Linkage Maturity Assessment)

근거 1.3.3 [표 1-1], 2.4, 3.1.2

선행연구와 연구 공백

▶ 연계 자체를 조항 단위로 판정한 모델은 찾아보기 어렵다 .



방법론 축 — 판정의 원리를 주었으나 적용 분야가 소프트웨어 · 데이터에 한정 / 분야 축 — 환경을 다루되 환경경영 운영 · 제품 설계 ·LCA 활용의 단일 측면에 머묾

※ 방법론 축 — 「공공데이터 품질관리를 위한 조직 성숙도 평가 모델」 (김선호 · 이창수 외 , 2015), 「활동능력수준 기반의 공공데이터 품질관리 성숙수준 평가 모델」 (김선호 · 이진우 · 이창수 , 2017)

※ 분야 축 — EMM: 환경경영 성숙도 모델 (Ormazabal 외 , 2017) · EcoM2: 에코디자인 성숙도 모델 (Pigosso 외 , 2013·2014) · LCM CMM: 전과정경영 역량 성숙도 모델 (Swarr 외 , UNEP/SETAC 2011)

근거 2.5, [표 2-4], [표 2-5], [그림 2-7]

연계 성숙도 평가 모델 (LMA) 을 한 그림으로

▶ **두 표준을 맞대어 업무 목록 → 채점표 → 수준 규칙의 순서로 만들었다 .**

매핑 — 조항을 하나하나 대응

환경경영시스템 (ISO 14001)
조항 30 개 (4~10 절)

↔

전과정평가 (LCA, ISO 14044)
요구사항 (shall·should)

맞닿는 곳 = 연계 지점 · 그 가운데 필수인 네 곳 = 핵심 연계 지점

① 참조 모델 평가할 업무 목록	**연계 프로세스 16 종**	연계 지점을 업무 단위로 묶고 , 제목 · 목적 · 성과 · 활동으로 적음
② 평가 모델 채점표	**평가 문항 55 · 문항별 판정 기준 · 증거 목록**	업무마다 「되어 있는가」를 묻고 , 확인 항목 개수로 1~5 점
③ 성숙도 모델 수준 규칙	**ML0~ML5 여섯 수준 · 핵심 문항 4 종**	점수를 수준으로 바꾸는 규칙 — 핵심 문항 4 종은 하나라도 빠지면 ML2 에서 멈춤
판정 — 성숙도 수준	**회사의 연계가 ML0(도입 전)~ML5(혁신화) 가운데 어디에 있는지 — 종합점수는 판정에 쓰지 않는 보조값**	

검증 두 방향 — ① 추적성 : 문항마다 어느 조항에서 왔는지 따라감 ② 표준 적합성 : ISO/IEC 33004 요구사항 24 건 자체점검 (충족 22· 해당 없음 1· 보완 1)

근거 3.1.2, 3.2~3.5, [그림 3-2]

두 표준을 맞댄 방법 — 조항 매핑

▶ 조항마다 같은 물음을 물어 연계 가능성을 등급으로 매겼다 .

네 가지 판정 질문 — 30 개 조항 전부에 같은 순서로

Q1	Q2	Q3	Q4
전과정 관점을 요구하거나 그 결과를 직접 쓰는가	LCA 없이는 의무 (shall) 를 다 지킬 수 없는가	LCA 결과가 주요 입력인가	보조 정보라도 주는가

▼ 「예」가 앞쪽 물음에서 나올수록 연계 가능성이 높다 — 네 등급으로 매김

매우 높음 4	**6.1.2 환경측면 · 6.2.1 환경목표 · 8.1 운용기획 및 관리 · 9.1.1 모니터링 — 뒤의 핵심 문항 4 종의 자리**
높음 12	LCA 결과가 주요 입력 — 없이도 되지만 품질이 떨어짐
중간 10	LCA 는 보조 정보
낮음 4	조항 본질이 LCA 영역 밖

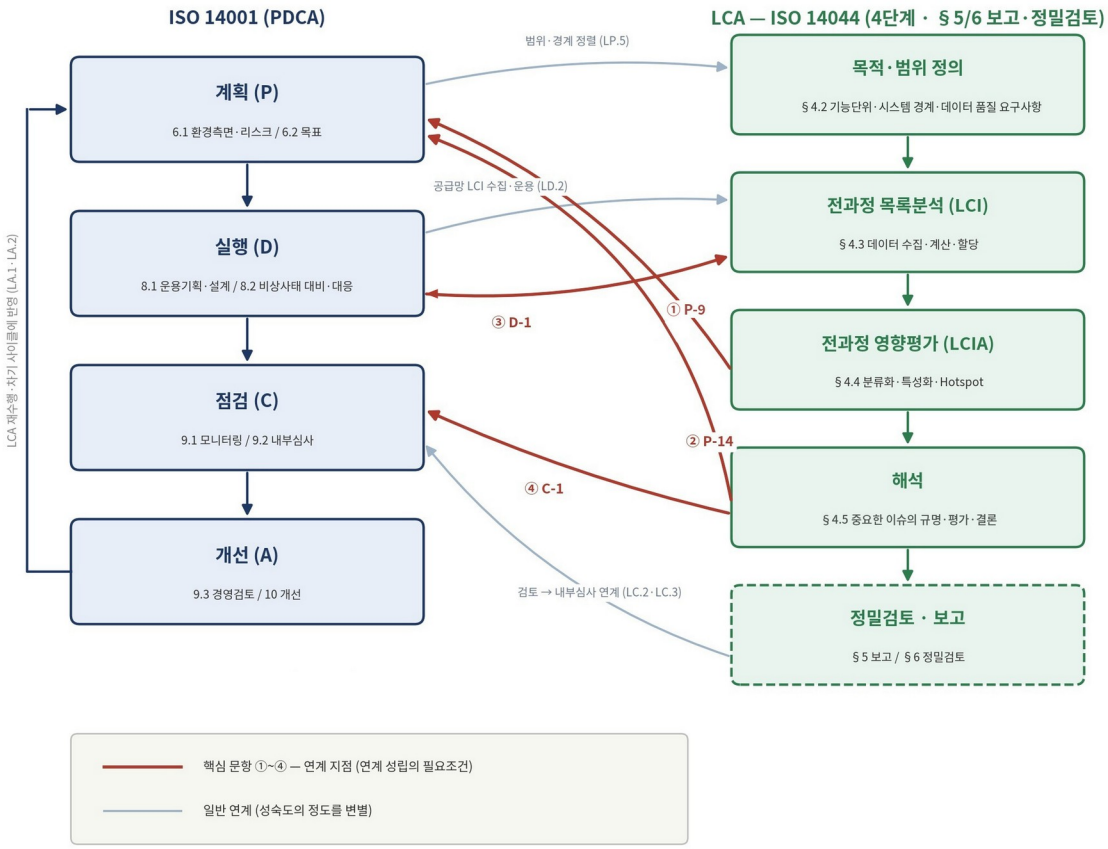
ISO 14001 30 개 조항 (7.4.1~7.4.3 은 7.4 로 통합) 을 전부 판정 — 55 문항 중 44 는 ISO 14001 조항에 , 11 은 ISO 14044 고유 요건에 대응 . 조항별 판정 전문은 백업 B-1(흐름)·B-1a(등급표)· 부록 A

용어 shall = 「반드시 해야 한다」는 의무 , should = 권고 — KS 번역본에서 어느 문장이 의무이고 권고인지는 KS A 0001(표준의 서식과 작성방법) 부속서 I 의 문장 말미 형태로 가름 · 정밀검토 = LCA 결과를 제 3 자나 내부 전문가가 검토하는 절차 (ISO 14044 6 절)

근거 3.2.2, [표 3-2], 부록 A·B.1

연계 지점 — 두 관리 주기가 만나는 곳

▶ 네 지점 가운데 하나가 끊기면 순환이 그 단계에서 멈춘다 .



왼쪽 — ISO 14001 의 관리 주기 (계획–실행–점검–조치) / 오른쪽 — ISO 14044 의 4 단계 . 두 주기가 만나는 곳이 연계 지점이고 , 네 곳 가운데 하나가 끊기면 순환이 그 단계에서 멈춘다 .

핵심 연계 지점 네 곳 — 굵은 선 ① ~④

① 환경측면 (6.1.2) ↔ LCA 영향평가
영향이 가장 큰 곳 (Hotspot) 을 환경측면 결정의 근거로 쓴다

② 환경목표 (6.2.1) ↔ LCA 해석
Hotspot 을 근거로 숫자 목표를 세운다

③ 설계 · 개발 (8.1) ↔ LCA 목록분석
설계할 때 LCA 결과를 반영한다

④ 모니터링 (9.1.1) ↔ LCA 재수행
개선 전 · 후를 LCA 로 다시 측정해 비교한다

용어 연계 지점 (linkage point) = 매핑에서 확인된 두 표준의 결합 지점 · 핵심 연계 지점 = 그 가운데 연계 성립에 필수인 네 곳

근거 3.2.2, [그림 3-4]

참조 모델 — 연계 프로세스 16 종

▶ 연계 지점을 업무 단위로 묶고 표준의 형식으로 기술하였다 .

계획 (P) — 8종 · 30문항

LP.1	조직 상황 및 요구사항 관리	4문항	
LP.2	리더십 및 연계 체계	4문항	
LP.3	전과정 환경측면 결정	3문항	● 핵심 문항 ① P-9
LP.4	환경목표 및 실행계획 수립	4문항	● 핵심 문항 ② P-14
LP.5	LCA 방법론 관리	6문항	
LP.6	자원·역량·인식	3문항	
LP.7	의사소통 및 외부 보고	3문항	
LP.8	문서화된 정보 관리	3문항	

실행 (D) — 2종 · 6문항

LD.1	설계·개발 환경 피드백	2문항	● 핵심 문항 ③ D-1
LD.2	전과정 목록분석(LCI) 운영	4문항	

점검 (C) — 3종 · 10문항

LC.1	전과정 성과 모니터링·측정	4문항	● 핵심 문항 ④ C-1
LC.2	정밀검토	3문항	
LC.3	심사 및 준수평가 연계	3문항	

개선 (A) — 3종 · 9문항

LA.1	경영검토 피드백	2문항
LA.2	지속적 개선 및 사이클 향상	4문항
LA.3	전과정 결과 보고 및 비교주장 관리	3문항

● 핵심 문항 4종: ① P-9 ② P-14 ③ D-1 ④ C-1

각 프로세스 = 제목 · 목적 · 성과 · 활동

(KS X ISO 8000-61 5.3의 기술 형식)

L = 연계(Linkage) · LP 계획(Plan) · LD 실행(Do) · LC 점검(Check) · LA 개선(Act)

P 계획	D 실행	C 점검	A 개선
8 종 · LP.1~LP.8	2 종 · LD.1~LD.2	3 종 · LC.1~LC.3	3 종 · LA.1~LA.3

L = 연계 (Linkage), LP·LD·LC·LA = 연계 프로세스의 계획 · 실행 · 점검 · 개선 . 각 프로세스는 제목 · 목적 · 성과 · 활동의 형식으로 기술 — KS X ISO 8000-61 5.3 의 형식 .

근거 3.2.1, 3.2.3, [그림 3-6], [표 3-4]

평가 모델 — 55 문항과 채점 기준

▶ 점수는 평가자의 재량이 아니라 체크포인트 충족 개수로 정해진다 .

55 문항 = ISO 14001 조항 대응 44 + ISO 14044 고유 11 (계획 30 · 실행 6 · 점검 10 · 개선 9)

문항마다 「무엇을 증거로 볼지」와 「어느 상태를 몇 점으로 볼지」 (BARS 앵커) 를 미리 정해 둠

그림 — 평가 문항 → 판정 기준 → 평가 기록부 → 평가 보고서의 순서로 쓰이는 평가 모델의 구성 [그림 3-8]

점수를 매기는 법 — 세 단계

① 확인할 항목을 미리 정한다

문항마다 필수 항목 (shall) 과 추가 항목 (should) 을 적어 둠 — 체크포인트

② 회사 문서를 보고 그 항목이 있는지 센다

구두 설명은 인정하지 않고 문서 · 기록만

③ 센 개수가 점수 (BARS 앵커)

필수 전부 있으면 3 점 (기준선) · 추가까지 있으면 4·5 점 · 필수가 빠지면 1·2 점

예 — ★ D-1 설계 · 개발 단계의 LCA 결과 반영

필수 3 개 가운데 2 개만 있어 2 점 — 4 장에서 판정을 정한 문항 . 점수별 기준 전문은 백업 B-10a

용어 체크포인트 = 문항마다 「이것이 있는가」를 확인하는 항목 (필수 · 추가) · BARS 앵커 (BARS: Behaviorally Anchored Rating Scale, 행동기술척도) = 1~5 점 각각이 어떤 상태인지 말로 적어 둔 기준 — 평가자가 달라도 같은 점수가 나오게 함

근거 3.3.1~3.3.3, [그림 3-8], [표 3-6], 부록 C

성숙도 모델 — 판정 규칙과 핵심 문항

▶ **핵심 문항 하나라도 3 점 미만이면 평균과 관계없이 상한은 ML2 다 .**

ML5 혁신화 — + 전 문항 3 점 이상 , 개선 (A) 영역 전부 4 점 이상

ML4 예측화 — + 핵심 문항 4 종 모두 4 점 , 점검 (C) 영역 전부 3 점 이상

A 사 ▶ ML2
(D-1 2 점)

ML3 체계화 — + 핵심 문항 4 종 모두 3 점 이상

ML2 관리화 — + 나머지 51 문항 가운데 절반 이상 3 점

ML1 도입 — 핵심 문항 4 종 모두 2 점 이상

ML0 도입 전 — 연계 활동이 없음

조건은 누적 — 아래 수준의 조건을 모두 갖추어야 위로 올라간다 . 조건의 어느 항에도 평균은 쓰이지 않는다 .

핵심 문항 4 종 — 연계 성립의 필요조건

P-9	① 전과정 관점 환경측면 결정 (6.1.2)
P-14	② Hotspot 근거 정량 환경목표 (6.2.1)
D-1	③ 설계 · 개발 단계의 LCA 결과 반영 (8.1)
C-1	④ LCA 기반 환경성과 모니터링 (9.1.1)

핵심 문항 하나라도 3 점 미만이면 평균이 높아도 ML2 에서 멈춘다 — 연계가 성립하지 않는 지점 (핵심 문항 미달) 과 연계가 얕은 지점 (51 문항의 점수 차) 은 다르다

용어 Hotspot = LCA 결과에서 환경영향이 가장 큰 단계 · 부분 · 비교주장 = 「우리 제품이 남의 제품보다 낫다」고 공개 주장하는 것 (ISO 14044 는 이때 더 엄격한 요건을 둠) · 종합점수 = 55 문항 평균 — 판정에는 쓰지 않는 보조값

근거 3.4.1~3.4.3, [표 3-7], [표 3-8]

모델 한 장 요약 — 무엇을 만들었고 어떻게 검증하였나

▶ **세 계층 · 16 종 · 55 문항 · 여섯 수준으로 갖추어졌고, 두 방향으로 검증하였다.**

참조 모델
— 평가할 업무 목록 —

연계 프로세스 16 종
계획 8 · 실행 2 · 점검 3 · 개선 3

새로 만든 것 — 두 표준의 조항을 대응시켜 도출한 연계 프로세스

→

평가 모델
— 채점표 —

평가 문항 55
문항별 판정 기준 (BARS 앵커) · 객관적 증거 목록

새로 만든 것 — 표준이 평가자에게 맡긴 평가지표를 이 분야에 맞게 개발

→

성숙도 모델
— 수준 규칙 —

ML0~ML5 여섯 수준
핵심 문항 4 종

새로 만든 것 — 핵심 문항 4 종에만 최소충족 판정을 적용한 규칙

검증 ① 추적성 검증
55 문항을 두 표준의 전 조항 대조에서 나온 근거 조항까지 추적 — 문항의 내용타당도 근거
조항별 판정 전문은 부록 A·B.1

검증 ② 표준 적합성 검증
ISO/IEC 33004 요구사항 24 건 자체점검 — 충족 22 · 해당 없음 1 · 보완 1
보완 1 건 = 55 문항과 핵심 문항 지정에 대한 전문가 합의 (CVI) — 조사지 설계까지, 실시는 향후 연구 과제

만든 것 16 종 → 55 문항 → 핵심 4 종 → ML0~ML5

표준의 틀을 따르고, 표준이 비워 둔 세 곳을 이 연구가 채웠다

용어 추적성 검증 = 문항마다 어느 표준 조항에서 나왔는지 따라갈 수 있는지 확인 · 내용타당도 지수 (CVI: Content Validity Index) = 전문가들이 「이 문항이 적절한가」를 평가한 비율 · 객관적 증거 = 문서 · 기록처럼 남이 보아도 확인되는 증거

근거 3.5.1, 3.5.2, 3.6, [표 3-11], 부록 E

모델은 어떻게 만들어졌나 — 반복 개발

▶ **한 번에 설계하지 않고 전 조항 대조 → 55 문항 → 채점 기준 → 표준 대조의 순서로 다듬었다 .**

2025.9	2025.10	2026.3	2026.6	2026.7	2026.8	2026.9
연계 구상	**전 조항 검토표**	**55 문항 · 판정 포인트**	**채점 기준 · 핵심 문항**	**재검증 · 확정**	**표준 대조**	**검토 · 정리**
두 표준 연계의 목적 · 범위 정리	논문 구성안 · ISO 14001 전 조항 검토표 · 연계표 · 성숙도표 초안	전조항 분석 · 평가 문항 55 · 판정 포인트 · shall/should 기준표 (부록 A·B.3 의 원자료)	문항별 체크포인트와 BARS 앵커 체계 · 핵심 문항 4 종 · 잠정 채점 (종합 2.89)	체크포인트 단위 전수 재검증 · 증빙 확정 (종합 2.85 · ML2)	ISO/IEC 33000 계열 ·KS X ISO 8000-61·62 대조 — 판정 규칙 ML0~ML5 · 연계 프로세스 16 종 편성 · Becker 8 단계 대응	지도교수 검토 (9/16) 와 용어 · 구조 정리 · 33004 자체점검 24 건

표준 대조가 모델을 실제로 보완했다 — KS X ISO 8000-62 4.5.1(최소충족 판정) · ISO/IEC 33004 7.3.6(수준별 프로세스 집합의 도출 규칙) · KS X ISO 8000-61 5.3(프로세스 기술 형식)

· 2025 년 10 월 성숙도표의 수준 이름 「기초 · 관리 · 정의 · 통제 · 최적화」가 현행 문항 점수 이름 (1~5 점) 의 유래 — 성숙도 수준 이름 (ML0~ML5 도입 전 · 도입 · 관리화 · 체계화 · 예측화 · 혁신화) 과는 별개 (예상 질문 17 번).

· 8 월의 편성에서 55 문항이 16 종으로 묶였고 기준 · 명칭 · 경계는 연구자가 확정하고 지도교수 검토를 거침 — 3.2.1 K1~K4, 3.2.3.

근거 2.4.5, 3.1, 3.2.1, 3.2.3

평가를 한 그림으로 — 제조기업 A 사

▶ **연구 목적의 시범 적용이며, 나오는 판정은 공식 등급이 아니다.**

① 문서 받기
A 사 문서 16 종 (33 건)
매뉴얼 · 절차서 · 기록 · 보고서

→

② 채점
55 문항마다 확인
항목이 있는지 보고 점수
잠정 종합 2.89

→

③ 다시 확인
증빙 문서로 하나씩 대조
상향 7 · 하향 9 → 확정 2.85

→

④ 판정
핵심 문항 4 종 확인 — D-1 이 2 점
ML2(관리화)

→

⑤ 개선
낮은 점수의 원인 3 건 → 과제 R1~R5
완수 시 3.15 · ML3 전망

적용 개요

대상 — 제조기업 A 사의 환경경영시스템 (ISO 14001) 과 2025 년 제품 전과정평가 (LCA)
방법 — 문서 심사 (면담 · 현장 관찰 없음), 평가자 1 명
기간 — 2026 년 6~7 월
비고 — 연구 목적의 시범 적용 (ISO/IEC 33002 평가 클래스 3 상당 · 독립성 범주 B 상당), 회사에 공식 성숙도 등급을 주는 평가가 아님

목적은 모델의 판정 논리가 실제 자료에서 작동하는지 확인하는 것 — 이 다섯 단계를 차례로 말씀드린다

용어 평가 클래스 3 = ISO/IEC 33002 가 정한 평가 등급 가운데 가장 가벼운 것 — 조직 간 비교나 공식 등급이 아닌, 모델이 작동하는지 보는 연구용 평가

근거 4.1, 4.2, 4.3.5, 4.5, 4.6

객관성의 확보 — 판정의 신뢰성

▶ 재검증에서 점수가 낮은 쪽으로 수렴하였다 .

미리 정한 규칙 (판정 관례)

· 말로만 한 것은 인정하지 않음
· 양식만 있고 기입이 없으면 미충족
· 판단이 어려우면 미충족 — 증빙은 체크포인트 단위로 적어 제 3 자가 재현 가능

다시 확인한 결과 (재검증)

· 잠정 점수를 증빙 문서로 하나씩 대조
· 올라간 것 7 건 , 내려간 것 9 건 (순변동 – 2 점)
· 종합 2.89 → 2.85 — 재검증이 점수가 후해지는 것을 막는 방향으로 작동

평가자가 이 회사의 환경경영 업무를 지원한 이력은 공평성 고려 사항으로 밝혔고 , 판정은 회사가 생성 · 기입한 기록의 실재만을 근거로 하였다 . 채점 기준은 평가 중 바꾸지 않았다 (C-7·A-9 처리만 평가 뒤 3.4.3 으로 확정 , 점수 불변).

문항	객관적 증거 (평가 기록부 발췌)	필수	추가	점수
★P-9	환경측면 · 영향평가표 (E4) 에 원료 단계의 탄소 Hotspot 이 전과정평가 (LCA) 결과로 등재되고 , 실측치로 중대성이 재채점된 기록 · 규정의 목적에 전과정 관점의 고려가 명문화	3/3	1/2	4
★P-14	CI 로드맵에 원료 단계 비중을 낮추는 정량 목표와 달성 기한 , 연례 전과정평가 (LCA) 측정이 기재 · 환경목표 관리대장에 정량지표 · 기한 · 모니터링 방법이 기입되고 월별 실적이 기록	3/3	0/2	3
★D-1	**설계 · 개발 절차서가 없음을 확인 — 환경 관련 사내 위원회 운영 조항 · 구매 환경성 평가 절차는 실재 , LCI 원료 코드의 재생 원료 등재로 설계 산출물의 반영 기록은 확인**	**2/3**	0/2	**2**
★C-1	Scope 1 의 분기 실측과 확정배출량 신고 , Scope 2 전력 사용량과 전년 대비 증감 분석 , Scope 3 상류에 해당하는 제품 전과정평가 (LCA) 결과가 기간별로 기록 · 분석	3/3	0/2	3

[표 4-8] 평가 기록부 발췌 — 핵심 문항 4 종 . 51 문항의 체크포인트 충족 수와 점수는 부록 I.

용어 판정 관례 = 「말로만 하면 인정 안 함 , 양식만 있고 기입이 없으면 미충족」처럼 채점 전에 미리 적어 둔 판정 규칙 · 재검증 = 잠정 점수를 증빙 문서로 다시 하나씩 대조한 것

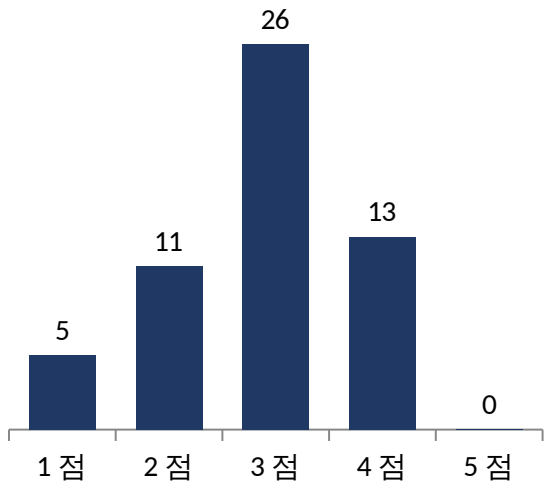
근거 4.2.2, 4.2.3, [표 4-4], [표 4-5], [표 4-8], 부록 I

영역별 결과

▶ **연계가 계획에서 가장 성숙하고 점검 · 개선으로 갈수록 얕아진다 .**

구분	P (계획)	D (실행)	C (점검)	A (개선)	종합
영역 평점	3.23	3.00	2.10	2.33	**2.85**
핵심 문항	P-9 4 점 ·P-14 3 점 통과	**D-1 2 점 미충족**	C-1 3 점 통과	—	**4 종 중 3 종 통과**
성숙도 수준					**ML2 (관리화)**

55 문항 점수 분포



· 55 문항 중 3 점 이상 39 문항 (70.9%) — 5 점은 없음

· 프로파일 P 3.23 > D 3.00 > A 2.33 > C 2.10

· LCA 결과가 들어오는 앞부분 (환경측면 · 목표) 은 성립 — 그 결과를 검증하고 다시 돌리는 뒷부분 (정밀검토 · 재수행 · 경영검토 피드백) 은 아직 1 회차 수행 단계

종합점수 2.85 는 판정에 쓰지 않는 보조값 — 판정은 핵심 문항이 정한다 (다음 장)

근거 4.3, [표 4-13], [표 4-6]

종합 판정 — ML2 (관리화)

▶ **판정은 점수의 크기가 아니라 핵심 문항의 충족 여부로 정해진다 .**

P-9 4 점	P-14 3 점	D-1 2 점	C-1 3 점
환경측면 결정 — 통과	정량 환경목표 — 통과	설계 · 개발 반영 — 미달 (기준 3 점)	성과 모니터링 — 통과

판정 경로 — 아래 조건부터 차례로 , 「아니오」가 나오는 곳이 수준

ML1 진입
핵심 문항 4 종 모두 2 점 이상
4 · 3 · 2 · 3 — 통과

→

ML2 진입
나머지 51 문항 중 절반 이상 3 점
36/51 = 70.6% — 통과

→

ML3 진입
핵심 문항 4 종 모두 3 점 이상
D-1 = 2 점 — 미충족

→

판정
ML2 (관리화)
종합점수 2.85

종합점수 2.85 는 판정에 쓰지 않는 보조값 — 과반 기준을 50% 에서 70% 로 , 핵심 문항 기준을 4 점이나 5 점으로 올려도 판정은 ML2 그대로 (민감도)

영역별 평점과 개선 전 · 후 그래프 ([그림 4-3]) 는 백업 B-13a, 판정 경로 원도 ([그림 4-2]) 는 논문 4.3.5

근거 4.3.5, 4.5.2, [그림 4-2], [그림 4-3]

결과 요약 — 낮은 점수는 세 가지 원인으로 모인다

평가 결과와 해석 (4.3~4.5)

RQ4 판정 결과가 실제 조직에서 어떤 의미를 갖는가

강점 (4.5.1)

LCA가 문서 체계에 실질적으로 통합됨

- 환경매뉴얼의 LCA 적용범위 조항과 연 1회 LCA 수행·최고경영자 보고 규정
- 환경측면·영향평가표의 LCIA 기반 중대성 평가와 연차 재채점
- Hotspot(원료 단계, 경계 안 절반 이상)을 직접 인용한 정량 목표
- 공급망 1차 데이터 20여 개사 확보

→ 미비는 역량이 아니라 절차의 공식화와 주기 도래에 있음

ML2 조건(그 밖의 51문항 중 3점 이상 70.6%)은 충족 — ML3 조건은 핵심 문항 D-1 하나에서 미달

P 계획
30문항 · 평점 3.23

핵심 문항
P-9 환경측면 4점
P-14 환경목표 3점
핵심 문항 통과
회복 여지 — P-3 · P-18 · P-21

D 실행
6문항 · 평점 3.00

핵심 문항
★ D-1 설계·개발 2점
기준 3점 미달
핵심 문항 미충족 — 판정 상한 ML2
절차서 부재 — 판정 상한의 원인

2.85

A 개선
9문항 · 평점 2.33

핵심 문항 없음
재수행 사이클 미도래 (A-2·A-6)
비교주장 조건부 shall 최저점 (A-9)

C 점검
10문항 · 평점 2.10

핵심 문항
C-1 성과 모니터링 3점
핵심 문항 통과
정밀검토 체계 부재 (C-4·C-5·C-6·C-9)
재수행 사이클 미도래 (C-2)
비교주장 조건부 shall 최저점 (C-7)

구조적 미비 3건 (4.5.1)

1. **설계·개발 절차의 환경 고려 단계 부재**
   D-1 — 판정 상한의 단일 원인
   연계 프로세스 LD.1
2. **정밀검토 체계 부재**
   P-21 · C-4 · C-5 · C-6 · C-9
   연계 프로세스 LP.5 · LC.1 · LC.2 · LC.3
3. **LCA 재수행 사이클 미도래**
   C-2 · A-2 · A-6
   연계 프로세스 LC.1 · LA.1 · LA.2

개별 문항의 미비가 아니라
세 가지 구조적 미비로 모아짐

연계 프로세스 16종 프로파일(4.4):
표시값 1은 LP.5 · LC.2 · LA.1 · LA.3

데이터 가용성과 판정의 구별(4.5.2):
미확인은 미충족, 데이터 부재는 [DATA-NA]로 구별

종합 판정 — 판정 경로 (4.3.5)

ML1 진입
전 핵심 문항 ≥ 2
4·3·2·3 — 통과

→ **ML2 진입**
51문항 과반 ≥ 3
36/51 = 70.6% — 통과

→ **ML3 진입**
전 핵심 문항 ≥ 3
D-1 = 2 — 미충족

→ **판정**
ML2 (관리화)
종합점수 2.85

종합점수 2.85와 관계없이 핵심 문항 D-1 하나의 미달로 ML3에 진입하지 못함

써 본 것

2.85 → ML2 → R1~R5 → 3.15 → ML3

근거 4.4, 4.5.1, 4.7, [그림 4-4]

개선 과제 R1~R5

▶ 진단이 채점에서 끝나지 않고 실행 계획으로 이어진다 .

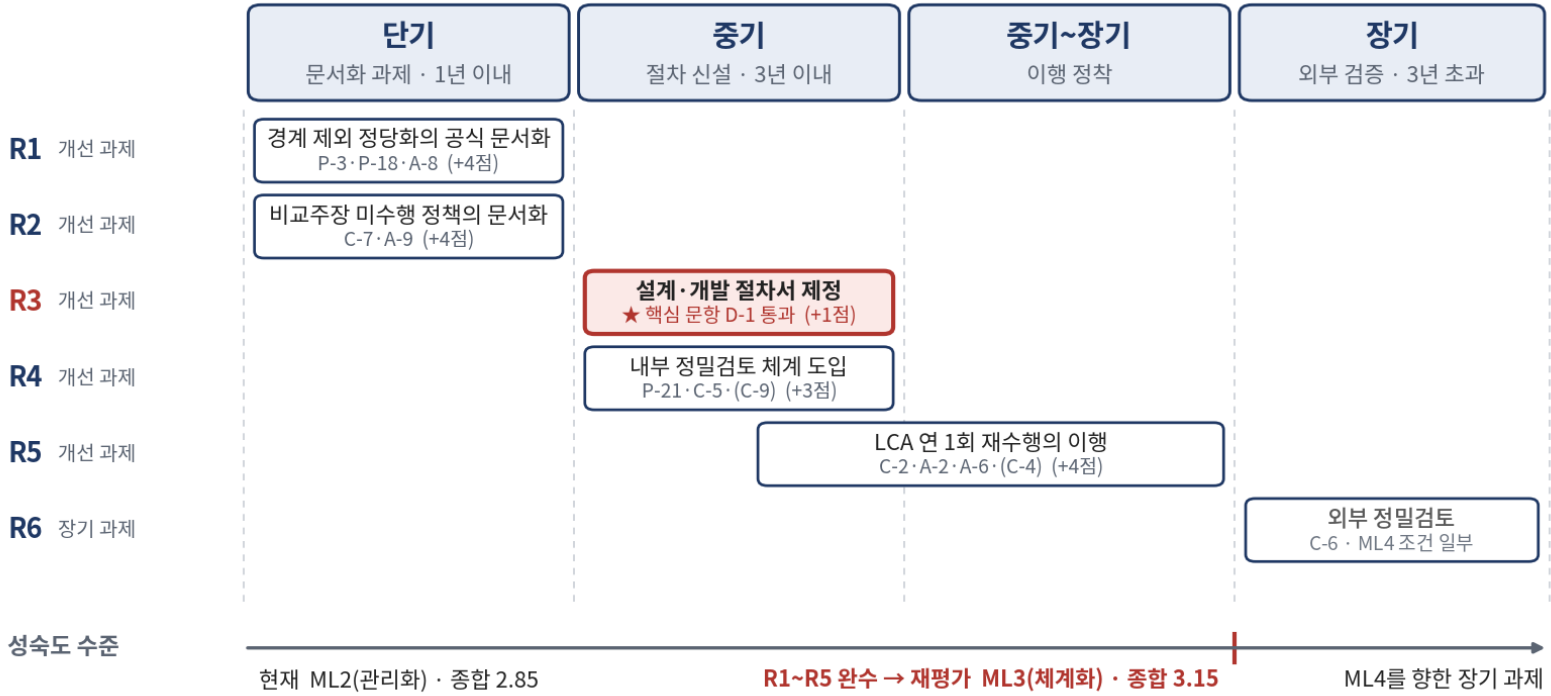
과제	무엇을	담당부서	시기	대상 문항	점수 효과
R1	제외 단계 (사용 · 폐기) 정당화의 공식 문서화 + 경계 정합성 검토 기록	관리부서	단기	P-3 · P-18 · A-8 · (D-1 추가④)	+4
R2	비교주장 미수행 정책 결정의 문서화	관리부서	단기	C-7 · A-9	+4 (각 1→3)
R3	**설계 · 개발 절차서 제정 — 환경 고려 단계 공식화**	개발부서	중기	**D-1 ★**	**+1 → ML2→ML3**
R4	내부 정밀검토 체계 도입 + 내부심사 체크리스트에 LCA 항목 반영	관리부서	중기	P-21 · C-5 · (C-9)	+3 (+1)
R5	LCA 연 1 회 재수행의 이행 — 개선 전 · 후 비교 · 민감도 · 일관성 검사	ESG 부서	중기 ~ 장기	C-2 · A-2 · A-6 · (C-4)	+4 (+1)
R6 (장기)	외부 정밀검토 — ML4 를 향한 장기 과제 (수치 미포함)	관리부서	장기	C-6	—

구조적 미비 ①→ R3 · ②→R4 · ③→R5, 경계 · 조건부 문항→ R1·R2 — 원인 단위로 최소화한 5 건
과제의 목표 상태는 재평가 기준인 채점 앵커와 같은 문구 → 다음 평가에서 조치 완료 여부를 그대로 판정 (KS I ISO 14004 6.2.3·10.3 의 계획 요소)

용어 경계 (시스템 경계) = LCA 에서 어디까지를 계산에 넣을지 정한 범위 (A 사는 원료 ~ 유통 , 사용 · 폐기 제외) · R1~R5 = 개선 과제 다섯 건
근거 4.6.1, [표 4-15], [그림 4-5]~[그림 4-9]

개선 로드맵과 재평가

▶ 평가와 개선과 재평가가 같은 문구로 이어진다 .



구분	P	D	C	A	종합	핵심 문항	판정
현행 (증빙 확정)	3.23	3.00	2.10	2.33	2.85	D-1 미충족	**ML2**
R1~R5 완수 시 (재산정)	3.40	3.17	2.50	3.00	**3.15**	4 종 모두 통과	**ML3**

완수 시 값은 지금 점수로 다시 계산한 전망이며 이행 결과가 아니다 · R6(외부 정밀검토) 은 ML4 를 향한 장기 과제라 수치에 넣지 않음 · 단기 1 년 이내 (LCA 연 1 회 재수행 주기) · 중기 3 년 이내 (ISO 14001 인증 갱신 주기) · 장기 3 년 초과 — 4.6.3

근거 4.6.2, 4.6.3, [표 4-16], [표 4-18], [그림 4-10]

장점과 단점 , 그리고 한계

▶ **말할 수 있는 범위와 말할 수 없는 범위를 갈라 둔다 .**

장점

· 문항의 추적성 — 문항마다 근거 조항을 따라갈 수 있다
· 판정 기준의 명문화 — 같은 증거면 같은 점수
· 종합점수에 묻히는 미비의 식별 — 필수 네 곳이 빠지면 드러난다
· 평가와 개선의 연결 — 고칠 목표가 다음 평가 기준과 같은 말
· 표준 구조의 준용 — 판정 구조 · 평가 방법을 국제표준에서
· 수준이 뜻하는 바의 구분 — ML3 까지 체계 , ML4 부터 숫자로 확인

단점

· 핵심 문항 4 종에 대한 의존 — 네 문항의 선택은 전문가 검토 전
· 판정 파라미터 — 과반 50% 등은 연구자가 정한 값
· 평가의 부담 — 55 문항 문서 확인 , 두 분야를 다 알아야
· 적용 대상의 제약 — LCA 를 안 하는 회사는 차이가 안 난다
· 문항 간 종속 · 문서 심사 방식 — 미비 하나가 여러 점수에 , 형식적 이행은 못 가림
· 환경성과와의 관계 미검증 — 탄소 · 비용이 주는지는 확인 안 함

한계 — 한 회사 · 한 시점 · 평가자 한 명 / 전문가 타당도 조사 (CVI) 는 아직 하지 않음 / 가장 높은 두 수준 (ML4·ML5) 은 사례로 확인 못 함

이 셋이 그대로 향후 연구 과제 — 다사례 적용과 판정 규칙의 재검토 , CVI 조사의 실시 , 모델의 단체표준화 검토 (선례 : ISO 9004 부속서 A 의 성숙도 자체평가). 기대 효과 (탄소 저감 = 비용 감소) 는 모델의 구조에서 예상되는 것이며 본 연구에서 확인된 것은 아니다 .

근거 5.2, 5.3, [표 5-1]

연구 전체 한 장 요약

▶ **두 표준의 연계를 조항 단위로 확인하고 수준으로 판정하며 개선으로 연결하는 척도를 만들어 한 기업에 적용하였다 .**

	내용
문제	두 표준 (ISO 14001 · ISO 14044) 이 서로를 전제하지 않아 현장에서 따로 운영된다 — 연계 수준을 측정하는 기준은 찾아보기 어렵다
방법	두 표준 전조항 양방향 매핑 → 참조 모델 (연계 프로세스 16 종) · 평가 모델 (55 문항 ·BARS) · 성숙도 모델 (ML0~ML5· 핵심 문항 4 종) = LMA · 두 방향 검증 (추적성 · 33004 24 건)
결과	제조기업 A 사 시범 적용 — 종합 2.85(P 3.23 · D 3.00 · C 2.10 · A 2.33), 핵심 문항 D-1 미달로 ML2 · 구조적 미비 3 건 → 개선 과제 R1~R5 · 완수 시 3.15 · ML3 전망
의의	환경경영시스템 (ISO 14001) 과 전과정평가 (LCA) 의 연계를 조직 단위로 판정하는 척도 — 평가 결과가 곧 개선 과제로 이어지는 순환 구조
한계	단일 기업 · 단일 시점 · 단일 평가자 — 판정은 모델의 판정 논리를 검증한 것이지 A 사의 공식 등급이 아님 · CVI 조사와 복수 기업 적용 , 단체표준화 검토가 향후 연구 과제

한 줄

연계 → 모델링 → 평가 → 지속적 개선 → **환경영향 저감**

근거 5.1, 5.2, 5.3, [그림 5-1]~[그림 5-3]

맺음

환경경영시스템 (ISO 14001) 과 전과정평가 (LCA) 는 각각 성숙한 표준이나 서로를 전제하지 않는다 .

본 연구는 두 표준의 연계를 조항 단위로 확인하고 성숙도 수준으로 판정하며 개선 과제로 연결하는 연계 성숙도 평가 모델 (LMA) 을 개발하고 , 이를 한 기업에 적용하여 작동함을 확인하였다 .

두 표준의 조항을 연계하여 LMA 를 만들고 , 이 모델로 조직을 평가하여 , 그 결과를 환경경영시스템 (ISO 14001) 의 지속적 개선으로 연결함으로써 전과정의 환경영향을 줄이는 데 기여하고자 한다 .

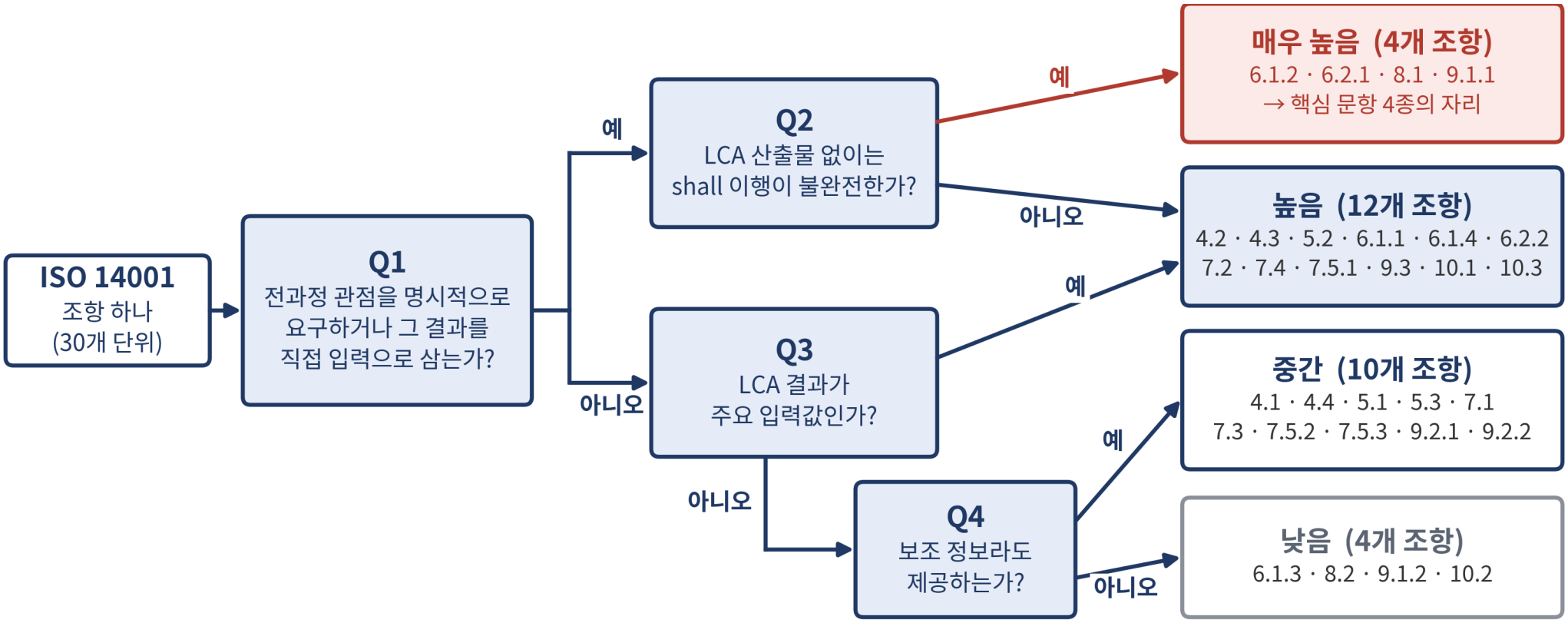
감사합니다

백업 슬라이드

질문이 나올 때만 꺼낸다 — B-1~B-16 그림 · 표 (B-1a 등급표 · B-10a 채점 기준 표 · B-11a 진입 조건 표 · B-13a 영역별 그래프 포함) · B-0 장별 요약 (1·2 장 한 장 요약 , 5 장 그림 세 장) · B-Q1~B-Q12 예상 질문

ISO 14001 조항의 연계 가능성 판정 질문 적용 흐름 — [그림 3-3]

▶ 조항마다 네 물음을 같은 순서로 물어 네 등급 가운데 하나로 매긴다 — 「예」가 앞에서 나올수록 연계 가능성이 높다



연계 가능성 판정 등급과 요건 — [표 3-2]

▶ **네 등급의 판정 요건과 해당 조항 전문 — 매우 높음 4 개 조항이 핵심 문항 4 종의 자리**

판정 등급	판정 요건 (요지)	해당 조항
매우 높음 (4)	① 전과정 관점 명시적 요구 또는 그 결과의 직접 사용 ② LCA 없이 shall 이행 사실상 불완전 ③ LCA 결과가 핵심 산출물	**6.1.2 · 6.2.1 · 8.1 · 9.1.1**
높음 (12)	LCA 결과가 주요 입력값 또는 근거 — 없이도 이행 가능하나 품질 저하	4.2, 4.3, 5.2, 6.1.1, 6.1.4, 6.2.2, 7.2, 7.4, 7.5.1, 9.3, 10.1, 10.3
중간 (10)	부가적 정보 제공 — 대체 수단으로 충분히 이행 가능	4.1, 4.4, 5.1, 5.3, 7.1, 7.3, 7.5.2, 7.5.3, 9.2.1, 9.2.2
낮음 (4)	간접적 기초 데이터 제공 — 조항 본질이 LCA 영역 밖	6.1.3, 8.2, 9.1.2, 10.2

근거 3.2.2, [표 3-2], 부록 A·B.1

본 모델이 따른 표준의 지도 — [그림 1-3]

▶ 모델의 뼈대를 어느 표준에서 가져왔는지 한눈에 — 판정 구조는 KS X ISO 8000-62, 형식과 평가 방법은 ISO/IEC 33000 계열

무엇을 측정하는가

ISO 14001 환경경영시스템
전과정 관점을 고려하도록 요구하되
그 방법은 정하지 않음 → 연계 대상

ISO 14044 전과정평가
한 번의 평가 방법을 규정하되
반복의 관리 주기는 없음 → 연계 대상

↓

어떻게 측정하는가

ISO/IEC 33004
모델의 형식 — 참조·평가·
성숙도 3계층 구조

ISO/IEC 33003
척도의 요건 — 형성형
구성개념, 비보상 판정

ISO/IEC 33020
척도 — 프로세스 속성과
달성도 N–P–L–F

KS X ISO 8000-61, 8000-62
앞의 표준을 한 분야에 구현한 사례 — 프로세스 기술 형식(제목·목적·성과·활동)과
최소충족 판정의 원리

↓

어떻게 수행하는가

ISO/IEC 33002
평가의 수행 — 평가 클래스와
평가자 독립성

ISO/IEC 33020 5.5
점수의 집계 — 종합점수의 용도를
변별에 한정한 근거

문장·용어·운영 준거

KS A 0001
표기와 용어 — shall / should 구분

KS Q 8001, KS Q 8002
「핵심 문항」이라는 말의 근거

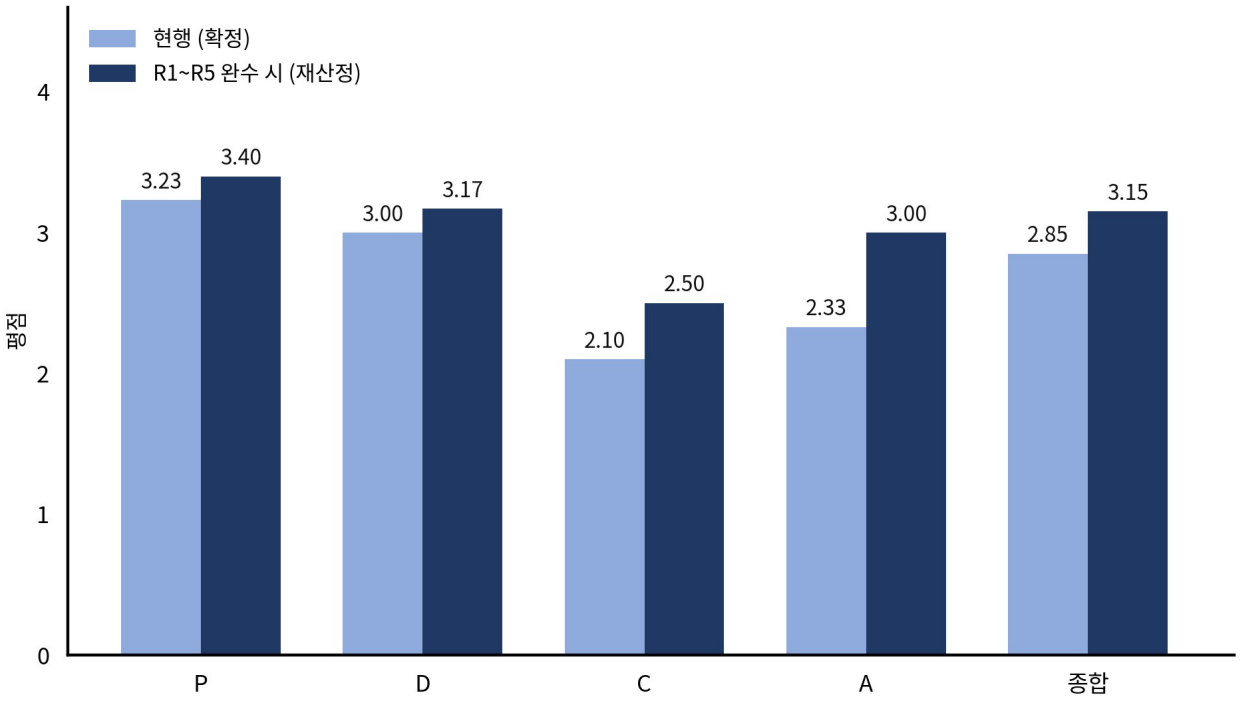
KS Q ISO 19011
증거의 수집과 판정 — 심사 원칙

ISO/IEC 17024
KS Q ISO 10015
평가자의 자격과 교육

KS I ISO 14004
개선의 계획과 실행

영역별 평점과 개선 전 · 후 — [그림 4-3]

▶ **계획 · 실행은 3 점 이상 , 점검 · 개선은 2 점대 — 개선 과제 완수 시 모두 오르고 D-1 이 통과한다**



핵심 문항 판정 (기준 ≥3점)

	현행	개선 후
★P-9	4점 통과	통과 유지
★P-14	3점 통과	통과 유지
★D-1	2점 미충족	3점 통과 (R3)
★C-1	3점 통과	통과 유지

판정: ML2(관리화) → ML3(체계화) — D-1 해소가 전환 요건

ISO 14001 조항의 PDCA 배열 — [그림 2-1]

▶ ISO 14001 조항은 계획–실행–점검–조치로 돈다 — 빨간 칸 네 곳이 전과정 관점을 요구하는 자리

Plan

- **4 조직 상황**
  - 4.1 조직과 조직 상황의 이해
  - 4.2 이해관계자의 니즈와 기대 이해
  - 4.3 환경경영시스템의 적용범위 결정
  - 4.4 환경경영시스템
- **5 리더십**
  - 5.1 리더십과 의지표명
  - 5.2 환경방침
  - 5.3 조직의 역할, 책임 및 권한
- **6 기획**
  - 6.1 리스크와 기회를 다루는 조치
    - 6.1.2 환경측면
    - 6.1.3 준수의무사항
    - 6.1.4 조치 계획
  - 6.2 환경목표와 이를 달성하기 위한 기획
- **7 지원**
  - 7.1 자원
  - 7.2 역량
  - 7.3 인식
  - 7.4 의사소통
  - 7.5 문서화된 정보

Do

- **8 운용**
  - 8.1 운용기획 및 관리
  - 8.2 비상사태 대비 및 대응

Check

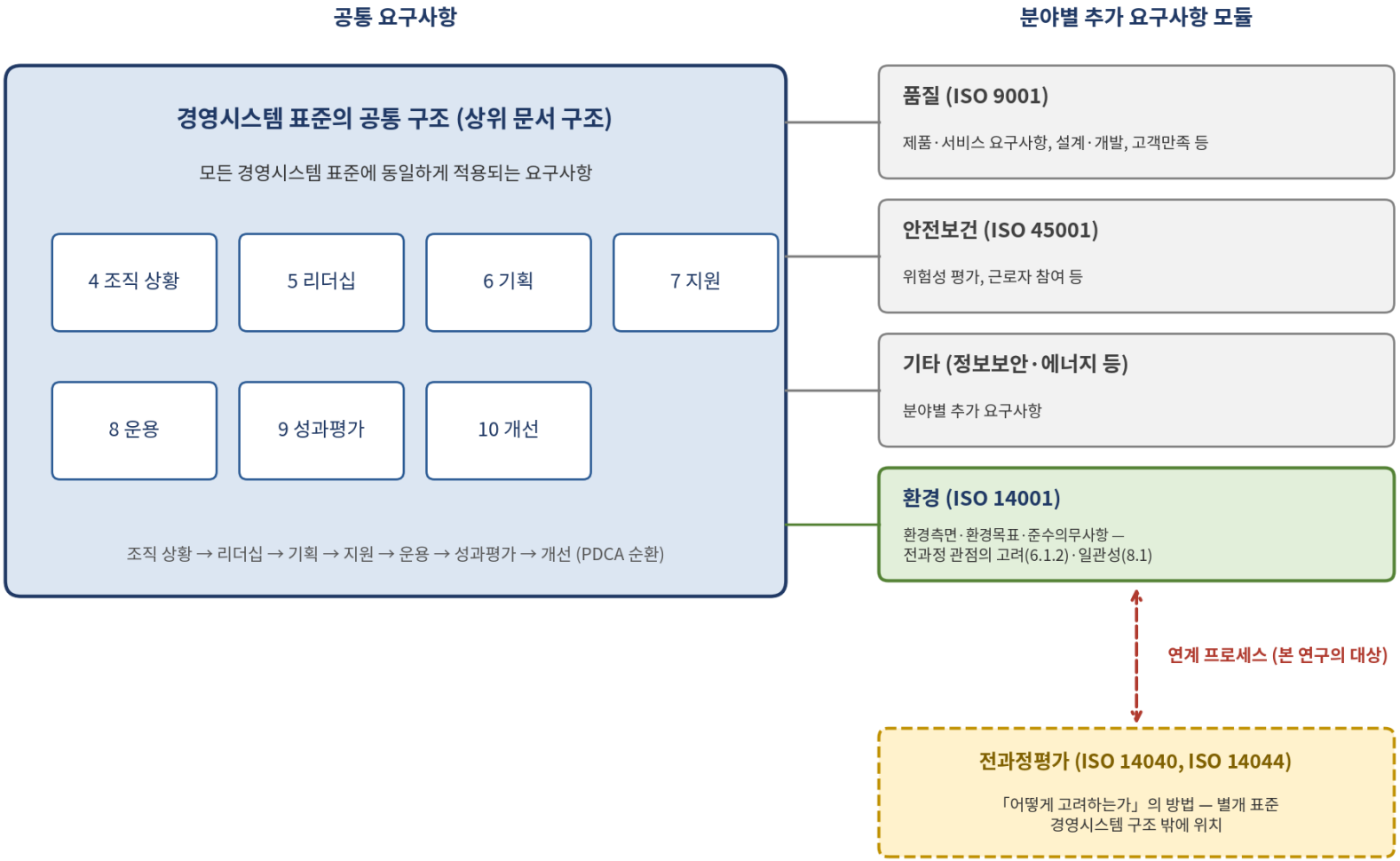
- **9 성과평가**
  - 9.1 모니터링, 측정, 분석 및 평가
  - 9.2 내부심사
  - 9.3 경영검토

Act

- **10 개선**
  - 10.1 일반사항
  - 10.2 부적합 및 시정조치
  - 10.3 지속적 개선

경영시스템 표준의 공통 구조와 분야별 요구사항 — [그림 2-2]

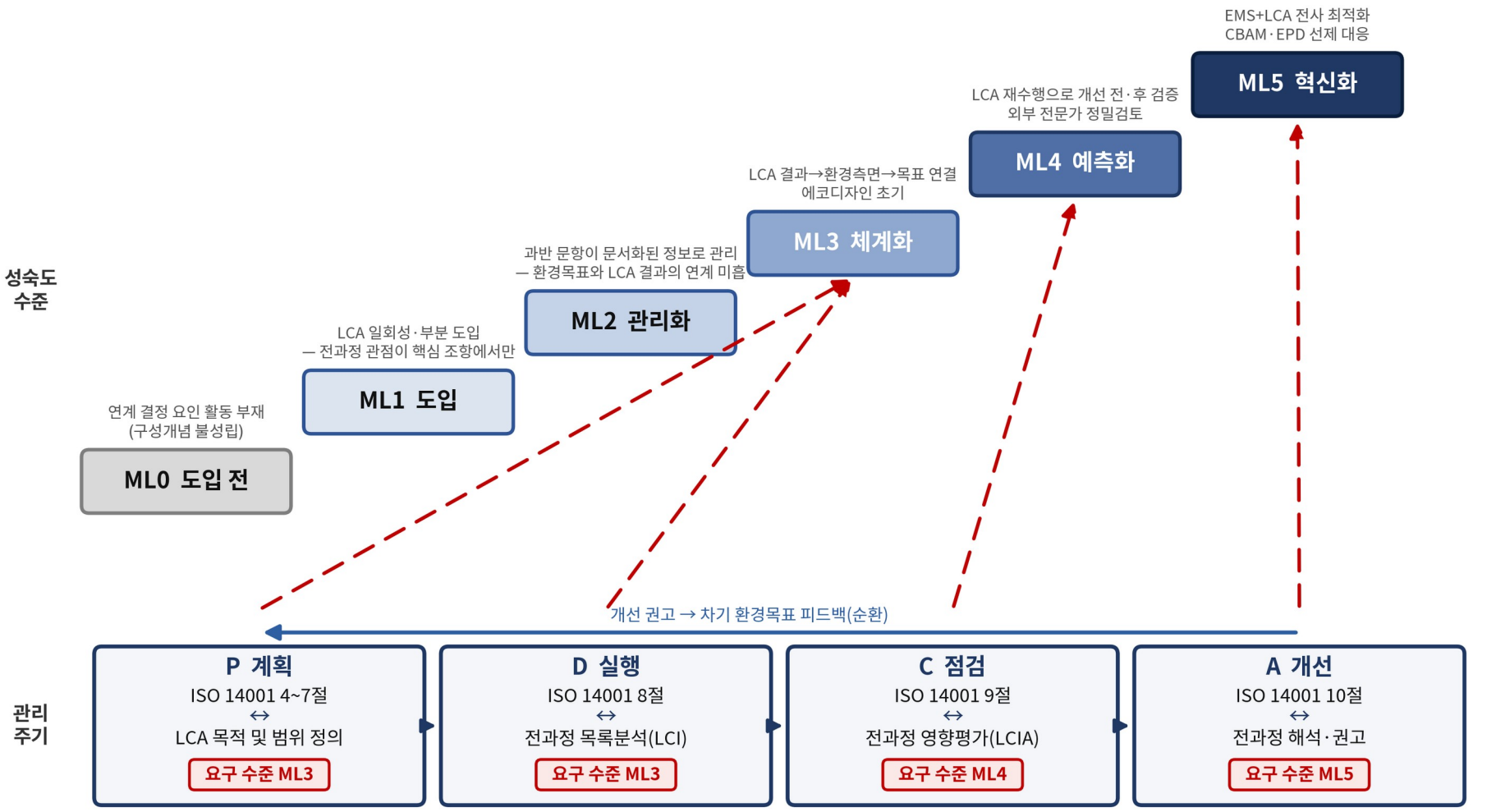
▶ 경영시스템 표준은 공통 구조 (4~10 절) 를 쓰고 분야별 요구사항만 다르다 — ISO 14001 도 그 틀 위에 있다



※ 공통 구조는 ISO 14001:2015가 채택한 상위 문서 구조(4~10절)에 따른다.

ISO 14001–LCA 연계의 성숙도 수준 — [그림 2-5]

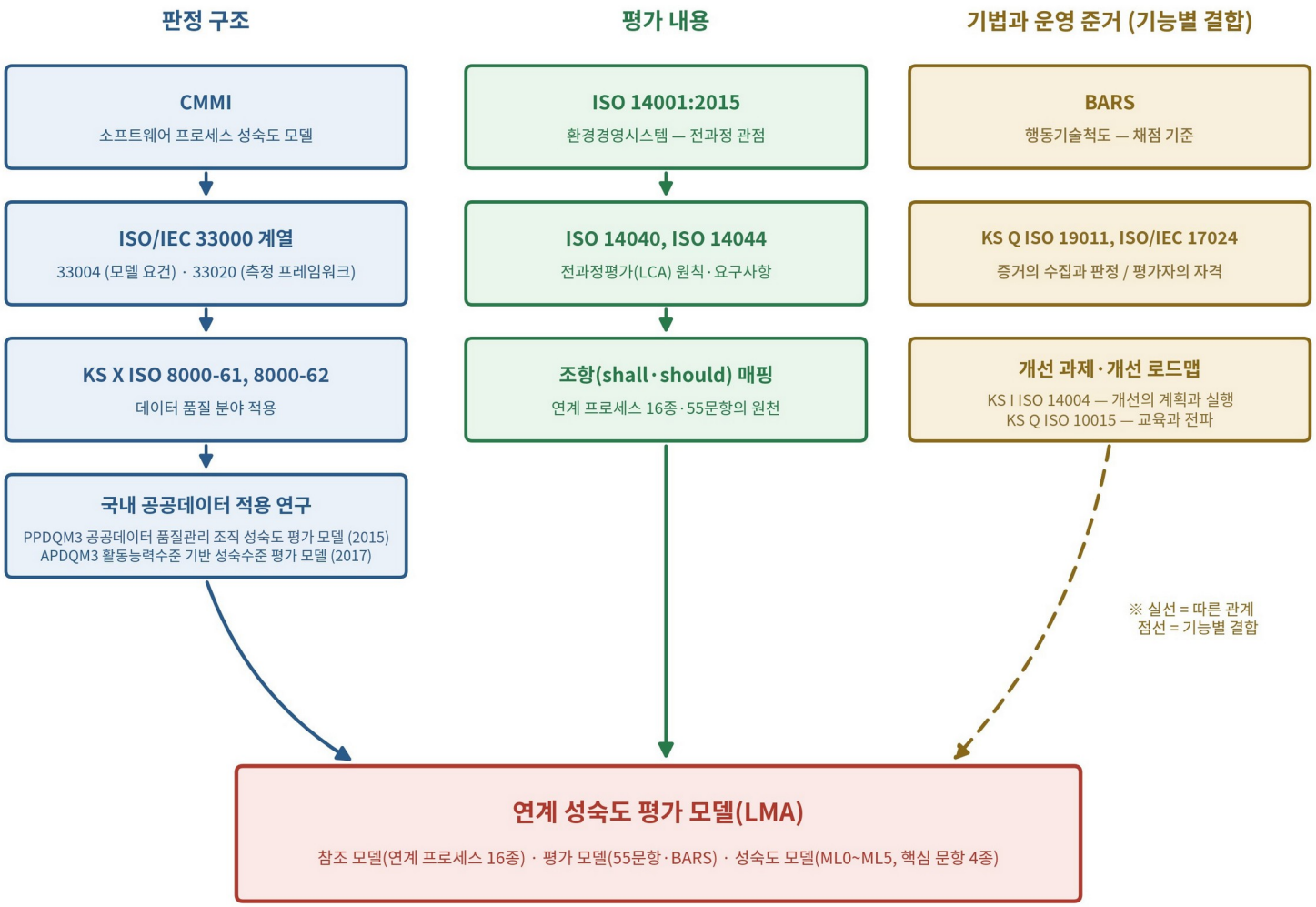
▶ 연계는 있다 없다가 아니라 ML0~ML5 여섯 수준이다 — LCA 결과가 경영시스템에 얼마나 깊이 들어가는가



※ 요구 수준 = 판정 규칙([표 3-7])에서 각 영역의 연계 기능이 요구되는 대표 수준(P·D 핵심 문항, C·A 영역 전 문항).
※ ML1·ML2는 영역이 아니라 핵심 문항 4종(P 2·D 1·C 1)과 51문항 과반으로 판정되므로 영역 화살표를 두지 않음.

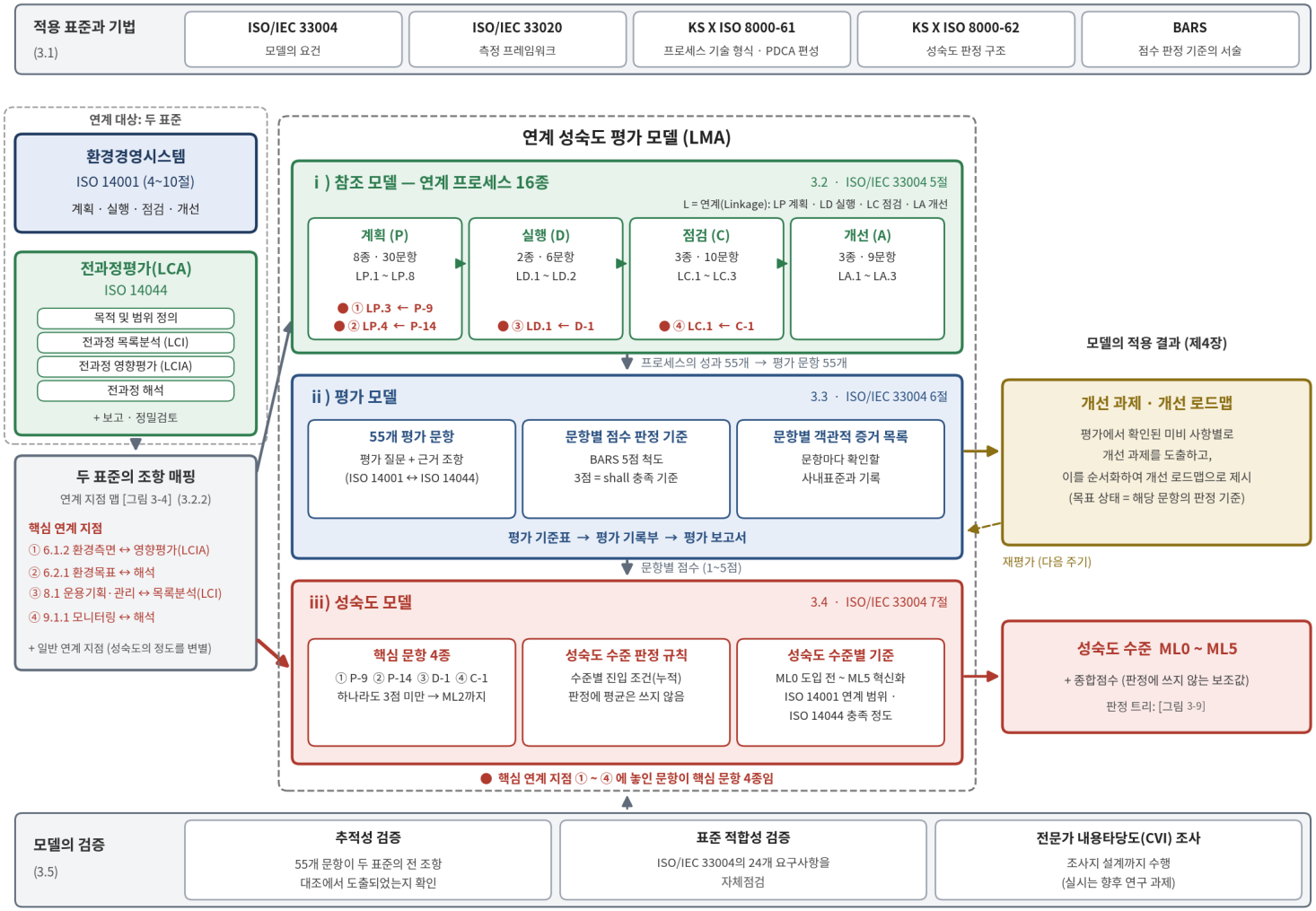
모델의 방법론 구성

▶ 판정 구조 · 모델 형식 · 프로세스 기술 형식의 세 계열을 각각 다른 표준에서 가져와 합쳤다



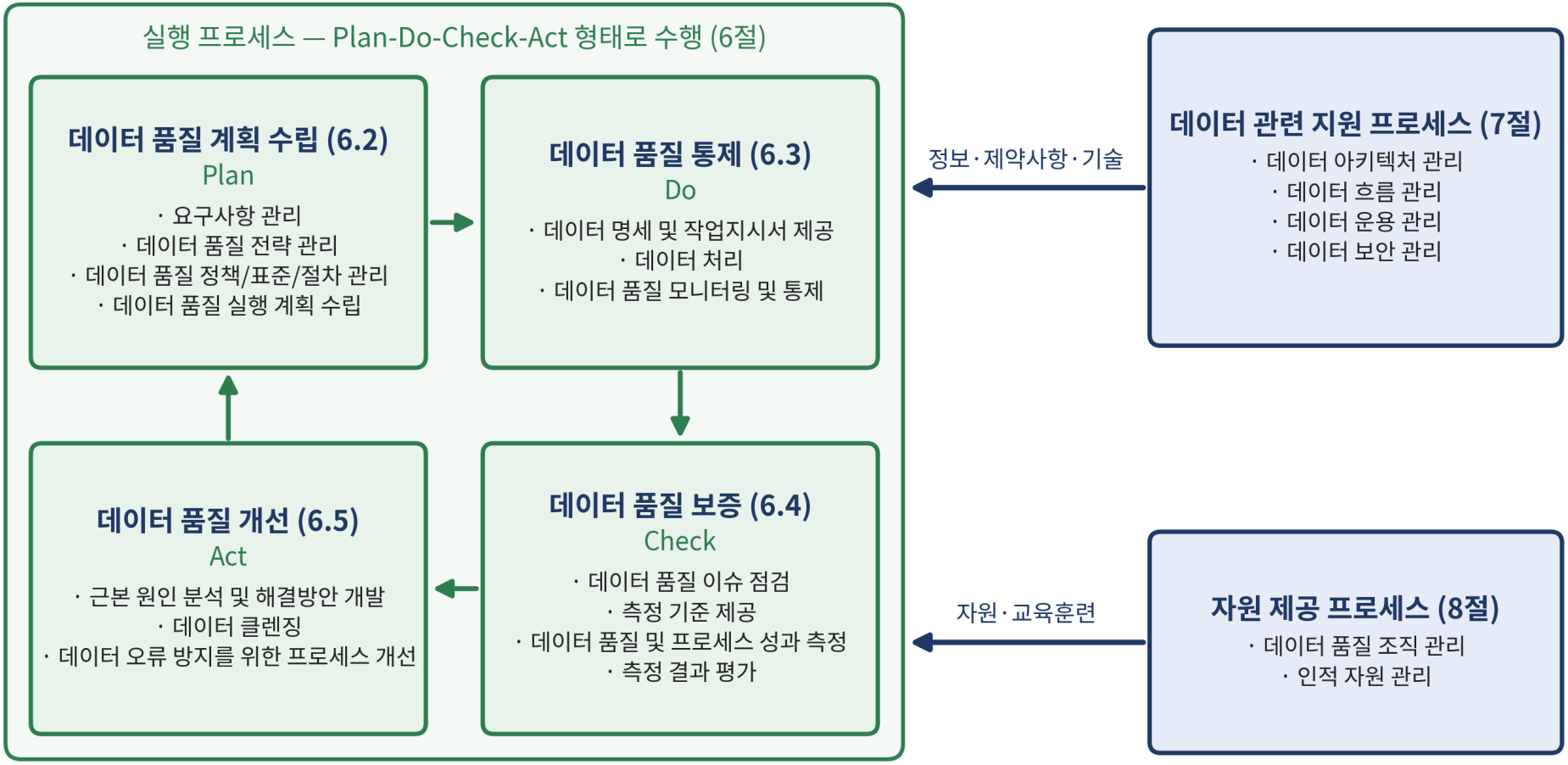
연계 성숙도 평가 모델 (LMA) 의 구성 — [그림 3-2]

▶ 입력 (따른 표준) → 과정 (연계 프로세스가 도는 관리 주기) → 출력 (세 모델과 적용) — 논문 [그림 3-2] 전체



데이터 품질관리 프로세스의 구조 (KS X ISO 8000-61)

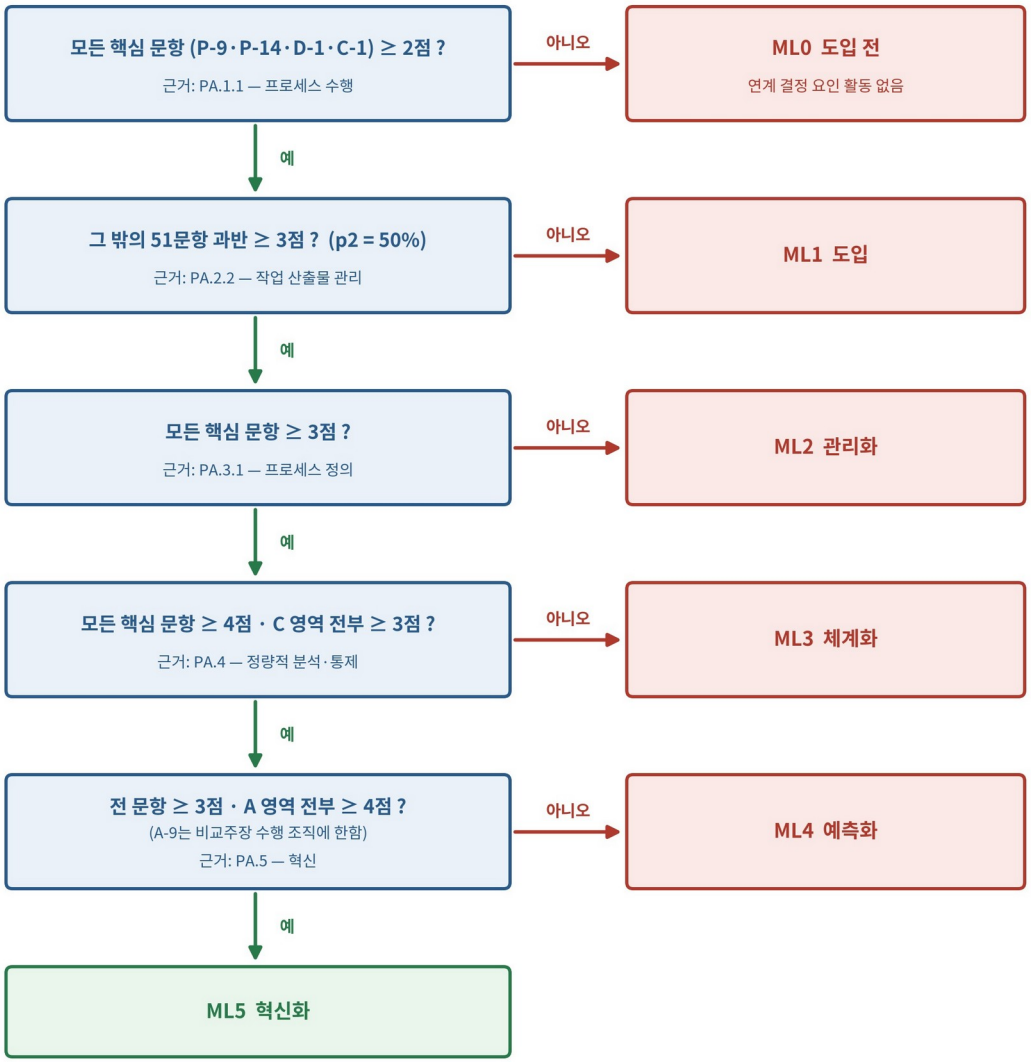
▶ 연계 프로세스 16 종을 적은 형식의 원형 — 데이터 품질관리 프로세스를 「제목 · 목적 · 성과 · 활동」으로 적은 KS X ISO 8000-61



※ 실행 프로세스는 지속적인 데이터 품질 개선을 위해 Plan-Do-Check-Act 형태를 따라 수행되며,
데이터 관련 지원 프로세스는 정보·제약사항·기술을, 자원 제공 프로세스는 전사적 차원의 자원과 교육훈련을 공급한다.
(KS X ISO 8000-61:2016 5.1 그림 1 및 5.2 그림 2의 재구성 · 하위 수준 프로세스 20종 · 조항 번호는 같은 표준 6~8절)

성숙도 수준 판정 트리 (ML0~ML5) — [그림 3-9]

▶ 위에서부터 묻고 「아니오」가 나오는 곳이 그 회사의 수준이다 — 평균은 어디에도 쓰이지 않는다



성숙도 모델의 구성 — [그림 3-10]

▶ 수준별 기준 · 판정 규칙 · 핵심 문항 4 종의 세 요소로 이루어진다

입력

평가 모델의 결과

55문항의 점수

(문항별 1~5점)

i) 성숙도 수준별 기준 [표 3-8]

ML0 도입 전 · ML1 도입 · ML2 관리화 · ML3 체계화 · ML4 예측화 · ML5 혁신화

ISO 14001의 연계 범위 · ISO 14044 요건의 충족 정도(shall → should) · 통합 활동 수준으로 정의

ii) 성숙도 수준 판정 규칙 [표 3-7] [그림 3-9]

수준별 진입 조건(누적) — 조건을 충족하는 최고 수준으로 판정

판정 경로에 평균은 개입하지 않음

iii) 핵심 문항 4종

P-9 환경측면 · P-14 환경목표 · D-1 설계·개발 · C-1 성과 모니터링

하나라도 3점 미만이면 평균과 관계없이 ML2까지

출력

성숙도 수준

ML0 ~ ML5

(판정)

종합점수

55문항 산술평균

수준 판정에는 쓰지 않음

같은 수준 안에서의 위치, 개선 효과 확인용

성숙도 수준은 판정 규칙으로만 결정되고, 종합점수는 판정에 쓰이지 않는 보조값임

D-1 채점 기준 — 점수별 상태 (BARS 앵커) 전문

▶ 1~5 점이 각각 어떤 상태인지 말로 적어 둔 기준 — 필수 전부 있으면 3 점, A 사는 2 개뿐이라 2 점

예 — ★ D-1 설계 · 개발 단계의 LCA 결과 반영 (14001 8.1 ↔ 14044 4.3.2)	
점수	**상태 (BARS 앵커)**
5 최적화	필수 3/3 + 추가 2/2 — 폐기단계 정당화와 대안 비교까지 갖춘 에코디자인 정착
4 통제	필수 3/3 + 추가 1/2 — 절차 · 활용 · 기록 완비, 정당화 또는 대안 비교 중 하나
3 정의	**필수 3/3 — 설계 프로세스에 LCA 기반 환경 고려가 절차화 · 기록됨 = shall 충족 기준**
2 관리	필수 1~2/3 — 재생재료 적용 등 부분적 반영, 절차화 · 기록 미흡
1 기초	필수 0/3 — 설계에 전과정 고려 없음

필수 체크포인트 (shall 성) — ① 설계 · 개발 프로세스에 전과정 고려 절차 반영 ② LCA/LCI 데이터의 설계 입력 활용 ③ 설계 산출물에 반영 결과 기록
추가 체크포인트 (should 성) — ④ 폐기단계 고려 설계 ⑤ 설계 대안 간 LCA 비교 정례화

근거 3.3.2, [표 3-6], 부록 C

성숙도 수준별 기준 (ML0~ML5)

▶ 수준이 올라갈수록 LCA 결과가 더 깊이 경영시스템에 들어간다 — ML3 까지 체계 , ML4 부터 재수행으로 숫자 확인

수준	ISO 14001 연계 범위	ISO 14044 충족 요건 (shall/should)	통합 활동 수준 (요지)
ML0 도입 전	— (연계 활동 부재)	— (진입 조건 없음 — ML1 조건 미달의 잔여 범주)	연계 결정 요인 활동의 부재 = 구성개념 불성립 — EMS·LCA 의 개별 운영 여부와 무관 (KS X ISO 8000-62 4.4.2 수준 0 상당) — LCA 미수행 또는 LCA 결과가 환경경영시스템 (ISO 14001) 의 결정에 쓰이지 않는 상태
ML1 도입	핵심 조항 (6.1.2·6.2.1·8.1·9.1.1) 에서 연계 활동이 착수됨 — 핵심 문항 4 종 모두 2 점 이상 (필수 체크포인트 일부 충족)	shall 일부 충족 (핵심 지점만) — LCA 결과가 존재하나 연구 목적 (4.2.2)· 데이터 수집 절차 (4.3.2) 는 미확립	LCA 일회성 · 부분 도입 — 전과정 관점이 핵심 조항에서만 부분적으로 나타남
ML2 관리화	핵심 지점의 활동에 더해 그 밖의 문항 과반이 shall 충족 (3 점 이상)	shall 일부 충족 — 목적 정의 수행 , 데이터 수집은 조직 내부 공정 한정 (4.3.2), 분류 · 특성화 일부 (4.4.2)	중대한 환경측면 초기 파악 , 과반 문항이 문서화된 정보로 관리 — 환경목표와 LCA 결과의 연계 미흡
ML3 체계화	PDCA 전 단계에서 LCA 공식 연계	shall 전 항목 충족 , should 미충족 — 4.2~4.5 전 단계 수행 , 데이터 품질 요구사항 (4.2.3.6)· 완전성 · 민감도 검사 (4.5.3) 충족	EMS·LCA 절차의 문서화 · 표준화 — LCA 결과 → 환경측면 (6.1.2) → 목표 (6.2.1) 연결 , 에코디자인 (8.1) 초기 적용
ML4 예측화	LCA 재수행 기반 정량적 성과 관리	shall 완전 충족 + should 일부 충족 — LCIA 의 선택적 요소 (4.4.3, 조건부 shall)· 신뢰도 평가 수행 , 내 · 외부 전문가 검토 (6.2, 조건부 shall) 도입	LCA 재수행에 의한 개선 전 · 후 정량 검증 — 내부심사 통합 점검 · 경영검토 공식 보고 , 외부 전문가 정밀검토 도입
ML5 혁신화	전사적 LCA 통합 , 전략경영 최적화	shall + should 전 항목 충족 — 선택 요소 완전 활용 , 공개 비교주장 보고 (5.3)· 이해관계자 패널 검토 (6.1·6.3)(해당 시)	EMS+LCA 통합의 전사적 최적화 — CBAM·EPD 등 외부 규제 선제 대응 , 에코디자인 전제품 계열 적용

성숙도 수준 진입 조건과 설계 근거 — [표 3-7]

▶ 각 수준의 진입 조건과 그 근거 전문 — 조건은 누적이고 핵심 문항 4 종은 ML1·ML3·ML4 조건에 들어 있다

수준	진입 조건 (누적)	설계 근거
ML0 도입 전	ML1 조건 미달	연계 결정 요인의 활동 부재 = 구성개념 불성립
ML1 도입	모든 핵심 문항 ≥ 2	필요조건 활동의 수행 증거 (PA.1.1 상당)
ML2 관리화	+ 그 밖의 51 문항 중 3 점 이상 ≥ 50%	과반이 문서화된 정보로 관리 (PA.2.2 상당)
ML3 체계화	**+ 모든 핵심 문항 ≥ 3**	연계 절차 전부 shall 충족 기준 정의 (PA.3.1 — 8000-62 4.5.1 최소충족)
ML4 예측화	+ 모든 핵심 문항 ≥ 4, C 영역 전부 ≥ 3	핵심 문항 통제 수준 + 성과 측정 전면 충족 (PA.4 상당)
ML5 혁신화	+ 전 문항 ≥ 3, A 영역 전부 ≥ 4 (A-9 는 비교주장 수행 조직에 한함)	shall 전 항목 충족 + 개선 체계 통제 수준 (PA.5 상당)

최소충족 원리는 KS X ISO 8000-62 4.5.1 에서 가져오고 적용 범위만 네 문항으로 한정 — 그 밖의 51 문항은 BARS 5 점으로 종합점수에 반영 . 비교주장 조건부 shall(C-7·A-9) 은 3.4.3 의 기준 — 비교주장 미수행 조직은 최저점 (1 점)·N/A 민감도 병기 , 미수행 정책을 문서화하면 3 점 .

A 사 판정 규칙의 적용 확인 — 현재와 개선 후

▶ **지금은 ML3 진입에서 D-1 에 걸려 ML2, R1~R5 를 마치면 ML3 — 다음 걸림은 ML4 조건**

단계	조건	A 사 현재 (증빙 확정)	R1~R5 이행 후
ML1 진입	전 핵심 문항 ≥ 2	4 · 3 · 2 · 3 — 통과	통과
ML2 진입	51 문항 과반 ≥ 3	36/51 = 70.6% — 통과	통과 (회복 문항 반영 시 상승)
ML3 진입	전 핵심 문항 ≥ 3	**D-1 = 2 — 미충족**	D-1 ≥ 3 (R3) — 통과
ML4 진입	전 핵심 문항 ≥ 4 + C 영역 전 문항 ≥ 3	(도달 전)	P-14 · D-1 · C-1 = 3 — 미충족
판정	—	**ML2 (관리화) · 종합 2.85**	**ML3 (체계화) · 종합 3.15**

[표 4-17]. 판정의 양상은 KS X ISO 8000-62 부속서 C 그림 C.1(우수 프로세스 복수 + 1 개 미달 = 성숙도 수준 2) 과 같다 . 개선 후는 ML4 조건에서 다시 멈춘다 — R6 을 별도의 장기 경로로 두는 근거 .

A 사 연계 상태 — 강점과 구조적 미비

▶ **LCA 가 문서 체계에 들어와 있는 것이 강점 , 설계 절차 · 정밀검토 · 재수행 주기가 미비 3 건**

강점 (4.5.1)

LCA가 문서 체계에 실질적으로 통합됨

· 환경매뉴얼의 LCA 적용범위 조항과 연 1회 LCA 수행·최고경영자 보고 규정
· 환경측면·영향평가표의 LCIA 기반 중대성 평가와 연차 재채점
· Hotspot(원료 단계, 경계 안 절반 이상)을 직접 인용한 정량 목표
· 공급망 1차 데이터 20여 개사 확보

→ 미비는 역량이 아니라
절차의 공식화와 주기 도래에 있음

ML2 조건(그 밖의 51문항 중 3점 이상 70.6%)은 충족 — ML3 조건은 핵심 문항 D-1 하나에서 미달

구조적 미비 3건 (4.5.1)

1 설계·개발 절차의 환경 고려 단계 부재
D-1 — 판정 상한의 단일 원인
연계 프로세스 LD.1

2 정밀검토 체계 부재
P-21 · C-4 · C-5 · C-6 · C-9
연계 프로세스 LP.5 · LC.1 · LC.2 · LC.3

3 LCA 재수행 사이클 미도래
C-2 · A-2 · A-6
연계 프로세스 LC.1 · LA.1 · LA.2

개별 문항의 미비가 아니라
세 가지 구조적 미비로 모아짐

연계 프로세스 16종 프로파일(4.4):
표시값 1은 LP.5 · LC.2 · LA.1 · LA.3

데이터 가용성과 판정의 구별(4.5.2):
미확인은 미충족, 데이터 부재는 [DATA-NA]로 구별

개선 과제 R1 — 경계 제외 정당화의 공식 문서화

▶ 사용 · 폐기 단계를 뺀 이유를 문서로 남기는 과제 — 단기 , +4 점

개선 과제 R1 — 경계 제외 정당화의 공식 문서화

단기 · 관리부서
P-3·P-18·A-8·(D-1 추가④)

원인 (Why)	시스템 경계에서 사용·폐기 단계를 제외한 논리(사용 후 제품이 회수되지 않음)는 실재하나 절차서·보고서에 공식 반영되지 않음 — P-3 2점(경계 정합성 검토 기록 부재)· P-18 4점·A-8 2점의 공통 원인
개선 대상 (Where)	LP.5 LCA 방법론 관리 — 목적·범위 정의서 · LCA 보고서 · 관련 절차서의 경계 서술
개선 방법 (How)	제외 정당화 논리의 절차서·보고서 반영 → 경계 정합성 검토 기록 구비 (이미 존재하는 논리의 문서화 — 비용 최소)
목표 상태 (What)	경계 제외 단계의 정당화가 공식 문서화되어 절차서·보고서에 반영됨 (P-3·P-18·A-8의 BARS 앵커 — 부록 C)
기대 효과	P-3 2→4(검토 기록 겸비 시) · P-18 4→5 · A-8 2→3 (+4점) — P 3.23→3.33 · A 2.33→2.44 · D-1에는 추가 체크포인트 ④로 부수 기여(점수 전환은 R3 담당)
연계·비고	공통 증빙 ★1 — 제외 정당화 문서는 P-3·P-18·D-1·A-8 4문항에 걸침(4.2.2)

평가–개선–교육–재평가 순환

목표 상태(What)는 대상 문항의 BARS 앵커 문구와 동일 기준으로 관리되어, 본 과제의 이행 여부는 차기 재평가에서 같은 기준으로 판정된다 (진단 결과가 곧 개선 기준이 되는 구조 — 앵커 전문: 부록 C).

개선 과제 R2 — 비교주장 미수행 정책의 문서화

▶ **비교주장을 하지 않는다는 정책을 문서로 정하는 과제 — 단기 , C-7·A-9 각 1→3 점**

개선 과제 R2 — 비교주장 미수행 정책의 문서화

단기 · 관리부서
C-7·A-9 (비교주장 조건부 shall)

원인 (Why)	공개 비교주장을 수행하지 않는다는 정책 결정이 기록되어 있지 않아, 비교주장 조건부 shall 2문항이 3.4.3의 기준에 따라 최저점(1점)으로 확정됨
개선 대상 (Where)	LC.2 정밀검토 · LA.3 결과 보고 — 정책 결정 기록(경영검토 또는 방침 문서 1개소)
개선 방법 (How)	비교주장 미수행 정책 결정의 문서화 — 정책 1문장 수준의 결정 기록(즉시 가능)
목표 상태 (What)	필수 2/2 — 비교주장 정책이 결정·문서화되고 해당 시 패널 검토· § 5.3 요건 충족 (C-7·A-9의 BARS 3점 앵커 — 부록 C · 미수행 정책 문서화 = 조건 미해당의 문서화, 3.4.3)
기대 효과	C-7·A-9 각 1→3 (+4점) — C 2.10→2.30 · A 2.33→2.56 (정책 결정이 없으면 3.4.3의 기준대로 1점 — 4.5.2)
연계·비고	공통 증빙 ★2 — 정책 결정 문서는 C-7·A-9에 걸침(4.2.2) N/A 제외 민감도(C 2.22 / A 2.50) 병기 유지

평가–개선–교육–재평가 순환

목표 상태(What)는 대상 문항의 BARS 앵커 문구와 동일 기준으로 관리되어, 본 과제의 이행 여부는
차기 재평가에서 같은 기준으로 판정된다 (진단 결과가 곧 개선 기준이 되는 구조 — 앵커 전문: 부록 C).

개선 과제 R3 — 설계 · 개발 절차의 환경 고려 단계 신설

▶ 설계 · 개발 절차에 환경 고려 단계를 넣는 과제 — 중기 , D-1 을 3 점으로 올려 ML2→ML3

개선 과제 R3 — 설계·개발 절차의 환경 고려 단계 신설

중기 · 개발부서
★D-1 (핵심 문항)

원인 (Why)	설계 산출물의 LCI 반영 기록(③)은 실재하나 이를 규정하는 설계·개발 절차서(①)가 미제정(4.5 ①) — D-1 2점: 핵심 문항 미충족의 단일 원인으로 조직 판정 ML2 상한
개선 대상 (Where)	LD.1 설계·개발 환경 피드백 — 설계·개발 프로세스(ISO 14001 8.1 운용기획 및 관리)
개선 방법 (How)	절차서에 DR 단계와 설계 산출물의 LCI 반영 기록을 공식화 — 절차서 1건 제정 (기록은 이미 확보한 기록 인정)
목표 상태 (What)	필수 3/3 — 설계 프로세스에 LCA 기반 환경 고려가 절차화·기록됨 (BARS 3점 앵커 = shall 충족 기준 · 핵심 문항 기준)
기대 효과	D-1 2→3 (+1점) → ★ 핵심 문항 4종 전부 통과 — 판정 ML2→ML3 전환 (D 3.00→3.17) 절차서 1건으로 종합 판정이 바뀜
연계·비고	증빙: 설계·개발 절차서(신설) · 설계 산출물의 LCI 반영 기록(이미 확보한 기록)

평가–개선–교육–재평가 순환

목표 상태(What)는 대상 문항의 BARS 앵커 문구와 동일 기준으로 관리되어, 본 과제의 이행 여부는 차기 재평가에서 같은 기준으로 판정된다 (진단 결과가 곧 개선 기준이 되는 구조 — 앵커 전문: 부록 C).

개선 과제 R4 — 내부 정밀검토 체계 도입

▶ 내부 정밀검토 체계를 만드는 과제 — 중기 , 점검 영역 +3 점

개선 과제 R4 — 내부 정밀검토 체계 도입

중기 · 관리부서
P-21·C-5·(C-9)

원인 (Why)	LCA의 방법·데이터·해석을 되짚는 검토 절차가 계획·기록으로 갖추어져 있지 않음(4.5 ②) — 검토 필요성 결정 기록 없음(P-21 1점) · 내부 검토 실적 없음(C-5 2점)
개선 대상 (Where)	LC.2 정밀검토 — 검토 계획(목적·범위 정의서 반영) · 검토 의견서 · 내부심사 체크리스트
개선 방법 (How)	독립 내부 검토자 지정 → 검토 의견서 양식 제정 → 검토 계획의 정의서 반영 (+내부심사 체크리스트에 LCA 항목 반영 — C-9 동반)
목표 상태 (What)	내부 정밀검토 체계가 수립·운영됨 (P-21·C-5의 BARS 3점 앵커 — 부록 C)
기대 효과	P-21 1→3 (+2) · C-5 2→3 (+1) — 체크리스트 반영 시 C-9 2→3 (조건부 +1) 결과의 신뢰가 수행자 주장에서 독립 확인으로 상승
연계·비고	ISO 14044 § 6.1~6.2 / C-4는 R5(재수행 점검)로, 외부 검토 C-6은 장기 R6으로 분담

평가–개선–교육–재평가 순환

목표 상태(What)는 대상 문항의 BARS 앵커 문구와 동일 기준으로 관리되어, 본 과제의 이행 여부는 차기 재평가에서 같은 기준으로 판정된다 (진단 결과가 곧 개선 기준이 되는 구조 — 앵커 전문: 부록 C).

개선 과제 R5 — LCA 연 1 회 재수행의 이행 전환

▶ A 사 규정대로 LCA 를 연 1 회 다시 하여 전 · 후를 비교하는 과제 — 중기 ~ 장기 , +4 점

개선 과제 R5 — LCA 연 1회 재수행의 이행 전환

중기~장기 · ESG부서
C-2·A-2·A-6·(C-4)

원인 (Why)	연 1회 재수행 규정은 매뉴얼(5.5)에 문서화되어 있으나 첫 사이클이 도래하지 않아 이행 실적이 없음(4.5 ③ — 역량이 아닌 주기의 문제): C-2 2점 · A-2 1점 · A-6 2점
개선 대상 (Where)	LC.1 성과 모니터링 · LA.1 경영검토 · LA.2 지속적 개선 — 재수행 절차 · 개선 전·후 비교 · 경영검토 보고
개선 방법 (How)	연 1회 재수행의 정례 이행 + 개선 전·후 비교 절차 구축 (재수행 시 완전성·민감도·일관성 검사 포함 — C-4 동반 회복)
목표 상태 (What)	LCA 재수행이 연 1회 정례화되고 개선 전·후 비교가 운영됨 (C-2·A-2·A-6 — 부록 C)
기대 효과	C-2 2→3 · A-2 1→3 · A-6 2→3 (+4점) — 점검 포함 시 C-4 2→3 (조건부 +1) · ML4 진입의 전제
연계·비고	공통 증빙 ★3 — 연간 개선 계획은 C-2·A-5·A-6에 걸침(4.2.2) 정량 목표 검증: 원료 단계 비중의 정량 목표로 확인

평가–개선–교육–재평가 순환

목표 상태(What)는 대상 문항의 BARS 앵커 문구와 동일 기준으로 관리되어, 본 과제의 이행 여부는 차기 재평가에서 같은 기준으로 판정된다 (진단 결과가 곧 개선 기준이 되는 구조 — 앵커 전문: 부록 C).

[표 5-1] 본 모델의 장점과 단점 — 장점 전문

▶ [표 5-1] 장점 여섯 항목의 전문과 근거 위치

구분	항목	내용	근거 (본문 위치)
장점	문항의 추적성	55 문항이 두 표준의 전 조항 대조에서 도출되었고 판정 흐름과 조항별 판정 전문이 공개되어 있어 , 문항의 출처를 조항까지 추적할 수 있다 . 환경 ·LCA 분야의 선행 성숙도 모델에서는 문항을 표준 조항 단위로 도출 · 추적한 예를 찾아보기 어렵다 .	3.2.2, 3.5.1, 부록 A·B.1, 2.5.2
장점	판정 기준의 명문화	문항별 체크포인트와 점수별 상태 기술 (BARS) 을 미리 정해 두어 , 같은 증거에 대하여 같은 점수가 나오도록 하였다 .	3.3.2, 부록 C
장점	종합점수에 묻히는 미비의 식별	핵심 문항 4 종의 비보상 판정으로 , 종합점수로는 보이지 않는 연계의 미성립을 판정에 반영한다 . A 사는 종합 2.85 점이었으나 핵심 문항 D-1 의 미달로 ML2 로 판정되었다 .	3.4.1, 4.3.5
장점	평가와 개선의 연결	개선 과제의 목표 상태가 재평가 기준과 같은 문구여서 , 평가 결과가 개선 과제와 다음 평가로 이어진다 .	3.3.5, 4.6.3
장점	표준 구조의 준용	판정 구조는 KS X ISO 8000-62 를 , 모델 형식과 평가 방법은 ISO/IEC 33000 계열 표준을 따랐고 , ISO/IEC 33004 요구사항 24 건의 자체점검으로 구조 요건을 확인하였다 .	3.5.2, 부록 E
장점	수준이 뜻하는 바의 구분	ML3 까지는 LCA 결과가 환경측면 · 환경목표 · 설계 · 성과 모니터링에 반영되는 체계의 확립을 , ML4 부터는 재수행에 의한 정량 검증을 요구하므로 , 수준의 상승이 무엇을 뜻하는지가 수준별 기준에 정해져 있다 .	[표 3-7], [표 3-8]

[표 5-1] 본 모델의 장점과 단점 — 단점 전문

▶ [표 5-1] 단점 일곱 항목의 전문과 근거 위치 — 보완 가능한 것과 설계에서 비롯된 제약을 구분

구분	항목	내용	근거 (본문 위치)
단점	핵심 문항 4 종에 대한 의존	핵심 문항 하나의 미달로 성숙도 수준이 정해지며 , 4 종의 지정은 아직 전문가 합의를 거치지 않았다 .	3.4.1, 3.5.2 (4)
단점	판정 파라미터	ML2 의 과반 기준 (50%) 과 ML4·ML5 의 임계는 연구자 확정값이며 , 상위 두 수준은 사례로 검증되지 않았다 .	3.4.4, 5.3 셋째
단점	평가의 부담	55 문항을 문서와 기록으로 확인하여야 하고 (A 사는 증빙 문서 16 종 , 개별 33 건), 평가자에게 환경경영시스템 (ISO 14001) 심사 역량과 LCA 지식이 함께 요구되어 전환교육을 전제한다 .	3.3.4, 4.2.1
단점	적용 대상의 제약	문항의 다수가 LCA 산출물의 존재를 전제하므로 , LCA 를 수행하지 않는 조직에 대해서는 변별할 수 있는 범위가 좁다 .	3.2.3, 3.4.3
단점	문항 간 종속	하나의 미비가 여러 문항의 점수에 영향을 주므로 종합점수는 미비가 미치는 범위에 민감하다 .	4.5.1, 5.3 둘째
단점	문서 심사 방식	문서와 기록의 실재를 기준으로 판정하고 면담과 실행 상태의 현장 관찰을 포함하지 않으므로 , 문서화되었으나 실행이 형식적인 경우를 식별하는 데에는 한계가 있다 .	4.1, 4.2.3
단점	환경성과와의 관계 미검증	성숙도 수준과 실제 환경성과 (환경영향의 저감 , 비용) 의 관계는 본 연구에서 검증되지 않았다 .	5.3 다섯째

ISO/IEC 33004 표준 적합성 자체점검 — 요약

▶ 요구사항 24 건 가운데 충족 22, 해당 없음 1, 보완 1 — 보완 1 건은 전문가 합의 (CVI)

24 개 요구사항 — 충족 22 · 해당 없음 1 · 보완 1

· 5 절 참조 모델 요건 — 프로세스 기술 형식 (목적 · 성과), 프로세스 집합의 범위 선언 → 충족

· 6 절 평가 모델 요건 — 참조 모델과 측정 프레임워크 (33020) 의 결합 , 지표–프로세스 매핑 , 프로세스 프로파일 → 충족

· 7 절 성숙도 모델 요건 — 수준 정의 · 누적 조건 · 수준별 프로세스 집합 (7.3.5 는 본 모델의 핵심 문항 4 종 / 그 밖의 51 문항으로 준용) → 충족

해당 없음 1 건 — 6.3.6 명목척도 조건부 요건 (본 모델은 서열척도 BARS)

· 보완 1 건 — 55 문항과 핵심 문항 지정에 대한 전문가 합의 (CVI): 조사지 설계까지 , 실시는 향후 연구 과제 → 충족으로 바꾸어 적지 않고 미충족 상태를 그대로 둠

점검표 전문은 부록 E

제 1 장 한 장 요약 — 왜 , 무엇을 , 어떻게

▶ 왜 (규제 · 따로 운영), 무엇을 (연계 측정 척도), 어떻게 (매핑 → 모델 → 적용)

제1장 서론 — 왜, 무엇을, 어떻게

위: 연구 배경(1.1) · 가운데: 연구 목적과 연구 문제(1.2) · 아래: 연구 방법·절차·적용 표준(1.3), 의의와 범위(1.4), 논문의 구성(1.5)

연구 배경 및 필요성 (1.1)

규제 환경
CBAM · ESG 공시 · EU 그린딜
제품 전과정의 정량 환경정보를
해마다 산정·공개하도록 요구

기업의 상황
환경경영시스템(ISO 14001)과
전과정평가(LCA)를 함께 운영해야
그러나 현장은 인증 유지·규제 준수 중심
— 데이터 기반 관리와 거리가 있음

두 표준이 비워 둔 곳
ISO 14001 — 전과정 관점을 고려하라고
요구하되 그 방법은 정하지 않음
ISO 14044 — 한 번의 평가 방법은 정하되
되풀이하여 관리하는 주기는 정하지 않음

두 표준은 서로 필요한 것을 갖고 있다 — 관리 체계(14001)와 정량적 방법(LCA) → 이를 연계하여 데이터 기반으로 운영할 모델이 필요

연구 목적과 연구 문제 (1.2)

「LCA를 했다」가 뜻하는 두 상태 (1.2.1)

상태 A
인증 갱신·고객 요구에 맞춰
한 차례 LCA 보고서를 받아 두고 끝냄
— LCA는 경영시스템과 분리된 보고서

상태 B
결과로 중대한 환경측면을 다시 결정하고
환경목표를 정하며 다음 해에 다시 산정
— LCA는 경영시스템이 돌아가는 입력

본 연구의 「연계」 = 상태 B — LCA의 산출물이 경영시스템의 결정에 쓰이고,
경영시스템의 주기가 LCA의 반복을 불러오는 상태

연계는 「있다/없다」가 아니라 정도의 문제
→ 그 정도를 측정할 척도가 필요 → 성숙도 모델
수준의 이름만 붙이지 않고, 어느 조항이 어느 정도 충족될 때
어느 수준인지를 표준의 문구에서 도출

연구 목적 (1.2.1) — 네 가지

1. **연계 — 두 표준의 조항을 양방향으로 대조한다**
   ISO 14001의 관리 조항 × LCA의 평가 단계 → 연계 지점 규명
2. **모델링 — 참조·평가·성숙도의 세 계층으로 모델을 만든다**
   연계 프로세스 16종 · 평가 문항 55 · 판정 규칙 ML0~ML5
3. **성숙도 평가 — A사의 실제 기록에 적용한다**
   2025년 LCA 보고서와 ISO 14001 운영 기록 — 계획·실행·점검·개선 영역별 평가
4. **개선 — 평가 결과를 개선 과제로 도출한다**
   미비 사항 → 개선 과제 → 개선 로드맵 → ISO 14001의 효과적 개선
   연계 지점을 업무 단위로 묶은 것이 연계 프로세스,
   연계 프로세스가 조직에 자리 잡은 정도가 연계 성숙도

연구 문제 (1.2.2) — 앞의 물음에 답해야 다음 물음을 던질 수 있는 순서

RQ1 2장 · 3.2.2
두 표준의 조항은 서로 어떻게 매핑되는가
관리의 언어와 측정의 언어 — 대응 지점과 빈 곳을 조항 단위로

RQ2 3.2 · 3.3
연계 프로세스와 평가지표는 어떻게 구성되는가
대응 지점을 연계 프로세스로, 그 성과를 평가 문항으로

RQ3 3.4
성숙도는 어떤 규칙으로 판정되는가
shall/should의 요구 강도에서 도출, 연계 불성립과 얕은 연계를 구별

RQ4 4장 · 5장
그 판정 결과가 실제 조직에서 어떤 의미를 갖는가
판정이 나오는가 · 상태를 설명하는가 · 개선 과제로 이어지는가

RQ1 두 표준이 연계될 수 있는 구조인가 → RQ2 그것을 측정할 수 있는 형태로 → RQ3 어느 정도인지 말할 기준 → RQ4 실제 기업에서 작동하고 무엇을 말해 주는가

본 연구가 내놓는 것은 「연계하여야 한다」는 주장이 아니라, 기업이 현재 위치와 다음 한 걸음의 비용을 가늠한 뒤 스스로 정할 수 있게 하는 판단의 근거

연구 절차 여섯 단계와 연구 문제의 대응은 [그림 1-2]

연구 방법과 적용 표준 (1.3) · 의의와 범위 (1.4) · 논문의 구성 (1.5)

연구 방법 (1.3.1) — 네 방법은 순서대로 이어진다

- **문헌 연구** — 표준 원문을 shall/should로 읽음, 선행연구 두 축
- **비교분석** — 두 표준을 한 조항씩 양방향으로 대조
- **모델 개발** — 3계층 (참조·평가·성숙도) Becker 8단계 절차
- **사례 연구** — A사 규정·기록을 증거로 55문항 판정

원문을 분석해야 대조할 수 있고, 대조해야 문항을 만들 수 있으며, 문항이 있어야 기업을 평가할 수 있다

적용 표준 (1.3.3) — 네 구분 [표 1-1]

연계 대상	ISO 14001 · ISO 14040 · ISO 14044
판정 체계	KS X ISO 8000-62 · ISO/IEC 33002·33003·33004·33020
문장·용어·운영 준거	KS A 0001 · KS Q 8001·8002 · KS Q ISO 19011 ISO/IEC 17024 · KS Q ISO 10015 · KS I ISO 14004
배경·보완 언급	ISO 14001의 자매 표준, LCA 표준의 옛 판 등

판정 체계는 상하 관계 — 각 표준의 역할은 2.4 · 판 표기는 부합화판 기준

연구의 범위 (1.4.2) — 다섯 가지

① 표준 기준 — ISO 14001:2015 (2026판 갱신은 향후 연구 과제)
② 사례 — A사 2025년 실제 기록, 단일 시점, Cradle-to-distribution
③ 평가 — PDCA 4영역 55문항, 비교주장 조건부 shall 문항은 최저점 + N/A 민감도
④ 판정의 지위 — 공식 등급이 아닌 시범 적용 (클래스 3 상당), 평가자 이력 공개
⑤ 표준의 판 — 우리나라 부합화판 기준, 인용 판을 [표 1-1]에 고정

연구의 의의 (1.4.1) · 논문의 구성 (1.5)

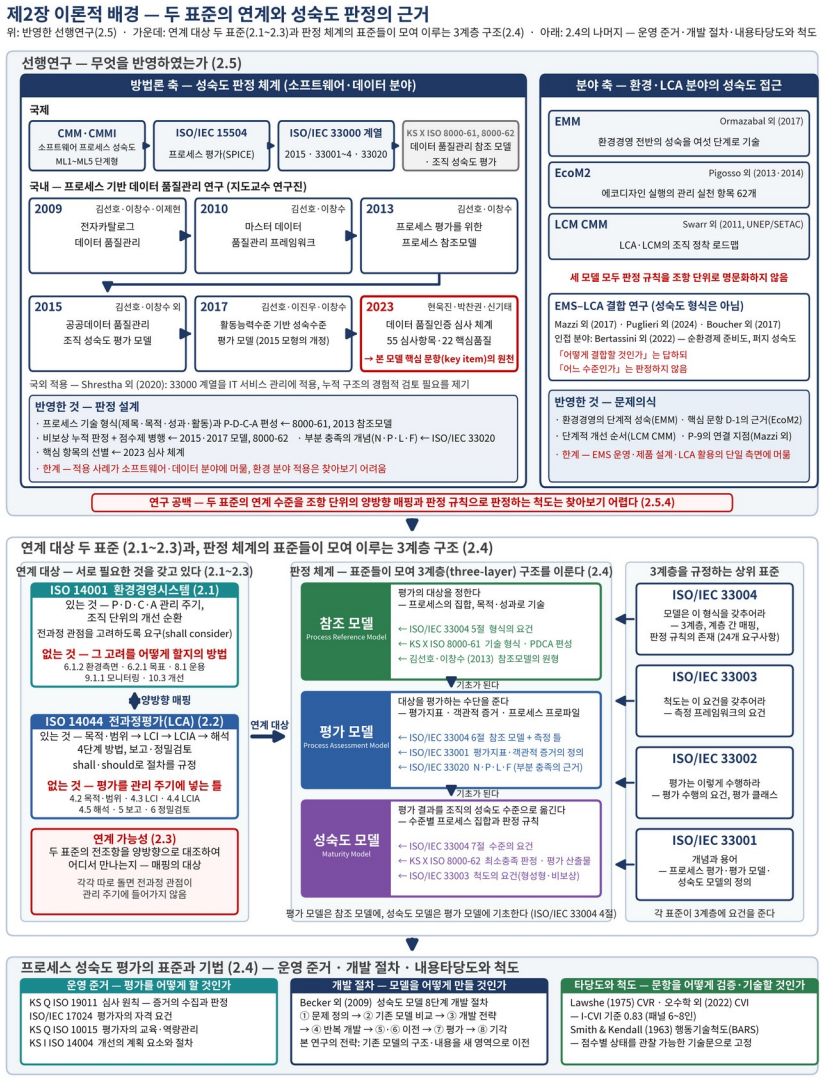
학문적 — 「연계」를 측정할 수 있는 대상으로 만듦 (어느 조건에서 어느 수준인지 미리 정함)
실무적 — 평가가 진단에서 끝나지 않는 구조 (실물 도구 · 개선 과제 · 재평가가 같은 문구로 순환)

1장 서론 → 2장 이론적 배경 → 3장 모델 개발 → 4장 사례 적용 → 5장 결론

3장은 「기준」만, 4장은 그 기준을 바꾸지 않고 적용한 「결과」만

제 2 장 한 장 요약 — 두 표준의 연계와 성숙도 판정의 근거

▶ 연계 대상 두 표준이 비워 둔 곳과 , 판정 체계를 가져온 표준들 , 선행연구의 빈자리



[그림 5-1] 연구 결과 요약 — 수행의 경과와 네 가지 연구 문제의 답

▶ 네 가지 연구 문제의 답 — 매핑 → 구성 → 판정 → 의미

모델 개발 (2~3장)

두 표준 전조항의 shall/should 양방향 매핑
→ 연계 프로세스 16종 · 55문항 평가지표
33004 3계층·8000-62 판정 구조로 ML0~ML5 체계
자체점검(3.5.2) · Becker 8단계에 대응

사례 평가 (4장)

A사 증빙 문서 16종(개별 33건) 사전 계획 수집
채점 기준 확정 → 잠정 채점 →
체크포인트 단위 전수 재검증 → 증빙 확정
55문항 전부를 증거 기반으로 판정

개선 수립 (4.5~4.6)

저점 문항을 원인 단위로 클러스터링
→ 구조적 미비 3건 → 개선 과제 R1~R5
목표 상태 = 재평가 기준(BARS 앵커)과 같은 문구
추진 시기 순서의 개선 로드맵

결과 — 현재 ML2(관리화) · 종합 2.85, 과제 완수 시 ML3(체계화) · 3.15 전망, 판정을 가른 것은 핵심 문항 D-1 하나

RQ1 두 표준의 조항 매핑

두 표준은 관리 주기와 평가 절차라는 상호 보완 구조로 연결 가능
서로 비워 둔 곳 — ISO 14001은 정량 방법, ISO 14044는 관리 주기
연계 지점 4개소 — P-9 · P-14 · D-1 · C-1

RQ2 연계 프로세스와 평가지표의 구성

연계 지점을 업무 단위로 묶은 연계 프로세스 16종(8000-61 5.3 형식)
각 프로세스의 성과를 55개 평가 문항으로 구체화
필수(shall)·추가 체크포인트 · BARS 5점 앵커

RQ3 성숙도 수준의 정의와 판정 규칙

ML0~ML5 · 33004 3계층 준거 · 8000-62 최소충족 원리를
핵심 문항 4종(P-9·P-14·D-1·C-1)으로 조정한 비보상 판정
형성형 구성개념 명세 · 필요조건이라는 평가 정책 · [표 3-7]

RQ4 판정 결과의 의미와 개선으로 이어지는 구조

종합 2.85 · D-1 미충족으로 ML2 — 개별 영역의 우수성이 보정하지 못함
저점 문항 → 구조적 미비 3건 → 개선 과제 R1~R5 → 로드맵 → 재평가
목표 상태 = BARS 앵커 문구 · 채택 수준은 조직이 선택(5.2)

네 가지의 답 — 매핑 가능성(RQ1) → 구체화(RQ2) → 판정 규칙(RQ3) → 한 기업의 판정과 개선 계획, 다음 주기의 입력(RQ4)

[그림 5-2] 학문적 · 실무적 기여와 기대되는 효과

▶ 기여는 연계를 측정할 수 있게 한 것과 평가가 곧 개선으로 이어지는 것 — 기대 효과는 구조에서 예상되는 것

학문적 기여 — 세 가지

❶ 측정 대상

선행연구는 단일 분야(PPDQM3·APDQM3) 또는 단일 측면(EMS 운영·설계·LCA 활용)
본 연구는 두 국제표준의 프로세스 연계 자체를 조항 단위의
양방향 전조항 매핑으로 판정 — 2.5.4의 연구 공백에 대한 응답

❷ 방법의 표준 정합성

새 구조를 만들지 않고 표준의 구조를 따름 — 판정 구조 8000-62,
측정 프레임워크 33020, 구조 요건 33004 자체점검, 개발 절차 Becker 8단계
형성형 명세 + 비보상 판정(33003)이 핵심 문항의 측정이론적 기초

❸ 선행연구와의 관계

KS X ISO 8000-61, 8000-62와 국내 데이터 품질 성숙도 연구(PPDQM3·APDQM3)를
환경경영 분야로 확장
연구자 선행연구의 핵심 항목 선별 원칙을 판정 규칙의 구성 요소로(2.5.3)

실무적 기여 — 쓸 수 있는 진단 도구와 세 쓰임

55문항 + 채점 기준(BARS) · 증거 목록 · 평가 기록부 · 보고서 양식 = 실물 도구
평가자 적격성 요건과 전환교육 설계(3.3.4) → 제3자가 같은 방식으로 평가하는 체계

ISO 14001 운영 조직	평가 수행 인력	조직 내부 전개
55문항으로 자가 점검 핵심 문항·프로파일로 보강 지점을 특정 — 진단·이행 경로	채점 기준·증거 목록· 기록부 양식으로 주관에 덜 의존하는 제3자 평가	개선 과제가 곧 교육 자료 목표 상태 = 재평가 기준 → 평가–개선–교육– 재평가가 하나의 순환

사례 연구에서 실물 도구·실제 기록으로 수행된 것은 첫째 쓰임 — 나머지 둘은 향후 연구 과제(5.3)

실무적 의의 — 연계의 전면 도입을 처방하지 않는다

조직이 연계의 이점(지속성)과 비용(반복 수행 부담)을 비교하여
자신의 연계 수준을 선택하게 하는 판단 정보

[표 5-1] 본 모델의 장점과 단점

장점 — 앞 장에서 확인된 특징을 선행 모델과 견준 것

단점 — 전문가 조사·다사례 적용으로 보완할 것
(핵심 문항 지정, 판정 파라미터, 문항 간 종속, 환경성과와의 관계)

모델 설계에서 비롯되는 제약
(평가의 부담, 적용 대상의 제약, 문서 심사 방식)

연구 수행상의 한계와 대응 경로는 5.3

계속 활용 시 기대되는 효과

성숙도가 오르면 환경목표가 Hotspot에 맞추어지고 LCA 결과가 설계·구매에 반영
→ 환경영향(탄소배출량) 저감 → 탄소 가격 제도에서의 비용 감소,
고객사 거래·신뢰, 제품 환경정보 요구 대응 비용의 절감
제품 단위 환경정보를 반복 요구받는 대규모 제조기업일수록 효과가 클 것으로 기대

단, 모델의 구조에서 예상되는 것이며 본 연구에서 확인된 것은 아님
— 확인은 ML4의 조건(재수행에 의한 정량 검증)으로 요구

[그림 5-3] 한계와 향후 연구 과제 — 성격별 여덟 항목

▶ 한계 여덟 항목을 성격별로 — 단일 사례 ·CVI 미실시 · 상위 두 수준 미검증이 그대로 향후 연구 과제

❶ 단일 사례·단일 시점·단일 평가자 — 데이터 조건의 경계

시범 적용(클래스 3 상당) — 다사례 평가, 다평가자 신뢰도(IRR),
개선 이행 후 재평가로 판정 변화 확인

❷ 문항 간 종속의 영향 — 심화 과제

하나의 미비가 복수 문항으로 전파 — 종속 구조의 명시적 모형화와
점수 해석에 미치는 영향의 정량 분석

❸ 상위 성숙도 구간(ML4~ML5)의 사례 미검증 — 데이터 조건의 경계

개선 이행 후 재평가와 상위 성숙도 조직 적용으로 확인
— 선행 모형(3개 → 20개 기관)의 단계적 축적 경로를 따름

❹ 표준 판의 범위 — ISO 14001:2015 기반 — 유지 과제

ISO 14001:2026 조항 체계로 매핑 갱신·기준 재검증
CBAM·탄소세 대응과의 연계 분석을 포함한 학술지 논문으로

❺ 타당화의 확장 — 심화 과제

전문가 패널 CVI 조사 실시(조사지 완료), 정식 델파이로 확장,
준거타당도(성숙도 – 환경성과·탄소 비용) 검증

❻ 진단·개선의 고도화 — 고도화 과제

과제 우선순위·자원 제약을 반영하는 수리최적화(정수계획)
다기업 데이터 축적 시 CART·랜덤 포레스트로 축약 문항·성숙도 예측

❼ 전조항 매핑에서 확인된 미측정 구간 — 확장 과제

외주처리 프로세스의 관리 강도(ISO 14001 8.1)와 LCA 데이터 요구의
비대칭 — 이 구간을 평가 가능한 형태로 구체화

❽ 표준화 경로의 검토 — 표준화 경로

3계층 구조를 표준 체재로 재조립한 단체표준안(산업표준화법 제27조)
— 추진 여부는 학회·협회를 거친 체계 확보와 함께 별도 판단

위의 한계는 다음 연구가 수행할 과제를 성격별로 정한 목록

요지 — 두 표준은 각각 성숙하나 서로를 전제하지 않는다.
본 연구는 그 연계를 조항 단위로 확인하고 성숙도로 판정하며 개선 과제로 연결하는 LMA를 개발하고, 한 기업에 적용하여 작동함을 확인하였다

연계 → 모델링 → 평가 → 지속적 개선 → 환경영향 저감 — 두 표준의 조항을 연계하여 LMA를 만들고, 이 모델로 조직을 평가하여,
그 결과를 환경경영시스템(ISO 14001)의 지속적 개선으로 연결함으로써 전과정의 환경영향을 줄이는 데 기여하고자 한다

평균 2.85 면 ML3 구간인데 왜 ML2 인가

한 줄 답

성숙도 판정은 평균으로 올라가는 보상 방식이 아니라 최소충족 원리를 따른다 . 종합점수는 판정에 쓰지 않는 보조값이다 .

원리와 근거

- 한 곳이 비어 있으면 나머지가 아무리 높아도 그 수준에 이르지 않은 것으로 본다 — KS X ISO 8000-62 4.5.1 과 선행 모델이 공통으로 쓰는 규칙 (부속서 C 그림 C.1)
- 평균으로 가리면 연계의 부재가 보이지 않는다는 것이 이 설계의 이유 — 연계 자체의 부재와 연계 내 성숙도 차이의 구분
- 연계 성립의 필요조건인 네 문항에만 적용하고 나머지 51 문항은 점수로 반영 — 적용 범위를 표준보다 좁힘
- 과반 기준 50→70%, 핵심 문항 임계 3→4·5 점으로 바꾸어도 A 사 판정은 변하지 않음 (민감도)

논문 위치 3.4.1, 3.4.3, 4.3.5, 4.5.2

점수 척도는 어디서 왔나 — 33020 의 틀과 BARS 의 앵커

한 줄 답

틀 (속성 → 등급 → 수준) 은 ISO/IEC 33020 을 따르고 , 등급을 매기는 자리에 점수별 상태 기술을 붙인 5 점 척도를 놓았다 — BARS 에서 가져온 것은 앵커 기법이다 .

원리와 근거

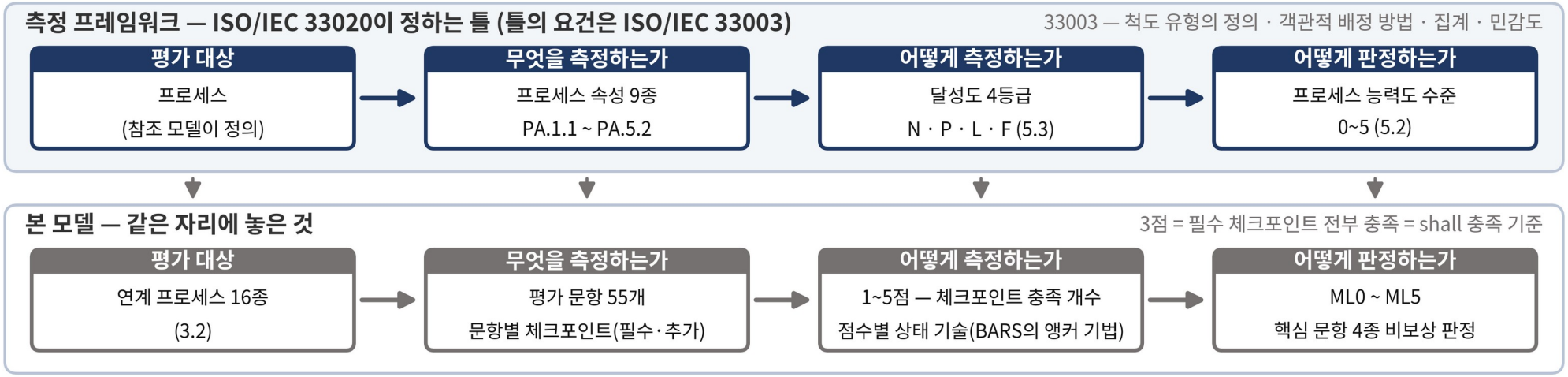
· 왜 BARS 인가 — 점수마다 어떤 상태면 몇 점인지를 미리 문장 (앵커) 으로 적어 두면 평가자가 달라도 같은 증거에 같은 점수가 나온다 . 널리 쓰이는 기법이고 , 새로운 것은 앵커 안의 내용 (두 표준 조항에서 뽑은 체크포인트) 이다

· 왜 N·P·L·F 가 아니라 5 점인가 — 33020 의 4 등급은 달성 비율의 판단을 평가자에게 남긴다 . 본 모델은 필수 · 추가 체크포인트의 충족 개수로 점수를 정해 ISO/IEC 33003 4.5.1(척도 유형의 정의 · 객관적 배정 방법) 을 이행하였다 . 3 점 = 필수 전부 = shall 충족 기준

· BARS 절차대로 전문가 검증은 했나 — 문항과 앵커는 두 표준의 조항에서 뽑아 전 조항 대조로 확인하였고 , 전문가 합의는 내용타당도 조사 (CVI) 로 설계까지 해 두었으며 실시는 향후 연구 과제로 논문에 적었다

논문 위치 2.4 [그림 2-6], 3.3.2, 3.5, 부록 C

측정 프레임워크의 틀과 본 모델의 구체화 — [그림 2-6]



틀(속성 → 등급 → 수준)은 33020을 따르고, 측정 척도의 자리에 5점 상태 기술 척도를 놓는다 — 가져온 것은 BARS의 앵커 기법이며 앵커의 내용은 두 표준의 조항에서 도출한 체크포인트

연계 프로세스가 왜 16 종인가 — 참조 원형은 20 종인데

한 줄 답

프로세스 수는 참조 원형에 고정되는 값이 아니라 대상 분야의 조항 밀도에 따라 정해진다 .

원리와 근거

- 하나의 연계 프로세스를 ISO 14001 상위 구조의 연속 조항 하나에 대응시키는 기준 (K1) 을 두어 16 종 — ISO 14001 조항 대응 14 종 + ISO 14044 단독 준거 2 종 (LC.2·LA.3)
- 영역별 P 8 · D 2 · C 3 · A 3 — 계획 영역에 LCA 결과가 가장 널리 관여하는 매핑 결과를 그대로 반영
- 원형 (KS X ISO 8000-61 20 종) 과 수가 다른 것은 선행연구 (2015·2017 모델) 에서도 같은 양상
- 각 프로세스는 제목 · 목적 · 성과 · 활동의 형식 — 8000-61 5.3, ISO/IEC 33004 5 절

논문 위치 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, [표 3-4]

핵심 문항 4 종은 왜 그 네 개인가

한 줄 답

연계가 성립하기 위해 반드시 있어야 하는 지점 , 그것이 없으면 두 체계가 이어졌다고 말할 수 없는 네 지점을 골랐다 .

원리와 근거

- 셋으로 나누어 답한다 — 매핑 (30 조항 전 조항) → 55 문항 ·16 종 (측정) → 연계 성립의 지점 4 곳 (판정)
- 「매우 높음」 4 개 조항 = 조항 본문이 전과정 관점을 명시적으로 요구하여 LCA 없이는 shall 이행이 사실상 불완전 — 6.1.2 · 6.2.1 · 8.1 · 9.1.1
- 관리 주기의 계획–실행–점검에 하나씩 (P 2 · D 1 · C 1) — 한 지점이 끊기면 순환이 그 단계에서 멈춤
- 필요조건에 해당하는 소수 항목을 선별하는 접근은 연구자 선행연구 (2023, 핵심품질 항목) 에서 제시 — 지정의 적절성은 CVI 조사 2 부에서 묻도록 설계

논문 위치 3.2.2 [표 3-1] · [표 3-2], 3.4.1, 3.4.3, 부록 F.3

판정에 쓰인 기준값은 근거가 있는가 — 임의의 숫자가 아닌가

한 줄 답

기준값은 임의로 정한 것이 아니라 원리에서 끌어냈다 .

원리와 근거

· shall 조항의 충족을 3 점에 둠 (필수 체크포인트 전부 충족) — 척도의 기준선

· ML2 과반 기준 50%, ML4·ML5 임계는 그 원리에 맞추어 정한 연구자 확정값 — 대안과 기각 사유를 3.4.4 에 기록

· 값을 바꾸었을 때 판정이 어떻게 달라지는지를 함께 보임 — A 사는 과반 50→70%, 임계 3→5 점에서도 ML2

· 상위 두 수준 (ML4·ML5) 은 사례로 검증되지 않음 — 한계로 명시 , 다사례 적용이 향후 연구 과제

논문 위치 3.4.4, 4.5.2, 5.3

보완 1 건을 그대로 두어도 되는가 — 33004 자체점검

한 줄 답

보완으로 남긴 항목이 무엇이고 왜 남았는지를 자체점검표에 그대로 적었다 .

원리와 근거

- 보완 1 건 = 55 문항과 핵심 문항 지정에 대한 전문가 합의 — 조사지 설계까지 마쳤고 실시는 향후 연구 과제
- 충족으로 바꾸어 적지 않고 미충족 상태를 드러내는 것이 자체 점검의 취지에 맞다고 보았다
- 대신 문항의 내용타당도는 전 조항 대조에 의한 추적성으로 확보
- 해당 없음 1 건 = 6.3.6 명목척도 조건부 요건 (본 모델은 서열척도 BARS)

논문 위치 3.5.1, 3.5.2, 부록 E, 부록 F

데이터 품질 표준 (KS X ISO 8000-62) 을 왜 가져왔는가

한 줄 답

성숙도 판정의 구조는 평가 대상 분야에 종속되지 않는 일반 틀이며 , 그 틀을 정한 것이 ISO/IEC 33000 계열이다 .

원리와 근거

· 수준 정의 · 최소충족 원리 · 프로세스 속성에 의한 등급은 분야와 무관 — 8000-62 는 그 틀을 프로세스 참조 모델과 함께 구현한 사례

· 본 연구는 그 구조만 따르고 내용 (프로세스 · 문항) 은 두 환경 표준의 조항에서 새로 도출

· 8000-6x 가운데 61(프로세스 참조 모델)·62(조직 프로세스 성숙도 평가) 만 준용 — 63(프로세스 측정) 은 ISO/IEC 33020 의 등급 척도로 대신했고 , 64(TPI 방법의 적용 , 2022) 는 경로가 달라 쓰지 않음 (개선의 계획 요소는 KS I ISO 14004 로)

· 품질경영 성숙도 (ISO 9004 부속서 A) 는 성숙도 접근의 선례로만 언급 — 단체표준화 검토 (5.3)

논문 위치 3.1.1, 2.4, 3.4.1, 5.3

문항 제목의 Hotspot 은 ISO 14044 용어인가

한 줄 답

ISO 14044 의 용어는 「중요한 이슈 (significant issues) 」 (4.5.2) 이고 Hotspot 은 그 실무 명칭이다 .

원리와 근거

- 해석 단계 (4.5.2) 에서 LCI·LCIA 결과에 근거해 중요한 이슈를 규명하도록 요구 — 그 결과가 실무에서 Hotspot
- 본 논문은 2.2 해석 단계 설명에서 두 말을 이미 연결해 둠
- P-13·P-14 문항 제목의 Hotspot 은 환경목표가 근거할 정량 결과를 가리키는 말로 유지
- A 사 사례 — 원료 단계가 전체의 절반 이상 (Hotspot) → 그 비중을 낮추는 정량 목표

논문 위치 2.2, 3.3.1, [표 3-6]

실제로 적용해 보니 그 회사가 쓰겠다고 하던가 — 왜 했는가

한 줄 답

연구 목적의 시범 적용이었으므로 평가 결과를 공식 판정으로 전달하지는 않았다 .

원리와 근거

- 공식 등급으로 전달하려면 ISO/IEC 33002 클래스 1·2 요건을 갖춘 재평가가 별도로 필요 — 복수 기업 적용과 함께 향후 연구 과제
- 왜 했는가 — 컨설팅 현장에서 두 체계가 따로 운영되는 것을 계속 보았고 , 두 표준의 연계 수준을 측정하는 척도가 없어 학술적으로 다룰 가치가 있다고 보았다
- 이번 연구에서는 모델을 만들고 한 조직에 적용해 판정 논리가 작동하는 것까지 확인
- 더 필요한 것은 전문가 타당도 조사와 복수 기업 적용 두 가지 — 5.3

논문 위치 4.1, 4.7, 5.3, 1.1

컨설팅한 회사를 본인이 평가했는데 객관성은 어떻게 확보했는가

한 줄 답

환경경영 업무를 지원한 이력을 공평성 고려 사항으로 밝혔고, 판정은 조직이 생성·기입한 기록의 실재를 기준으로 하였다.

원리와 근거

- 판정 관례를 미리 문서로 정함 — 구두 진술만으로는 미충족, 양식만 있고 기입이 없으면 미충족
- 잠정 채점을 증빙으로 전수 재검증 — 상향 7·하향 9, 종합 2.89 → 2.85 로 낮은 쪽 수렴 (재검증이 관대화를 억제하는 방향으로 작동)
- 체크포인트 단위로 증빙을 명시하여 제 3 자가 재현 가능 — 부록 I
- 독립성은 ISO/IEC 33002 부속서 A 유형 구분상 범주 B 상당 — 평가 클래스 3 상당으로 지위 한정

논문 위치 4.2.2, 4.2.3, [표 4-4], [표 4-5], 부록 G.3

개선 과제는 무슨 표준 근거로 만들었는가 — 개선 모델은 없는데

한 줄 답

개선 과제의 계획 요소는 KS I ISO 14004(환경경영시스템 — 실행에 대한 일반 지침) 의 6.2.3·10.3 을 따랐고 , 목표 상태는 재평가 기준과 같은 문구로 썼다 .

원리와 근거

· 14004 6.2.3 — 환경목표 달성 조치 계획의 요소 (역할 · 책임 · 프로세스 · 자원 · 시간계획 · 우선순위 · 조치) ↔ 과제의 무엇을 · 어떻게 · 담당 · 일정

· 14004 10.3.1 근본 원인 분석 ↔ 구조적 미비 3 건으로의 묶음 / 10.3.2 「동시에 모든 분야에서 개선이 일어날 필요는 없다」 ↔ 과제 → 로드맵 → 재평가

· 과제 1 매의 전개는 KS X ISO 8000-61 8.3(지식 · 역량 공유)·KS Q ISO 10015 5.3(프로그램 구조) 을 참조 — 데이터 품질 분야의 개선 규정은 범위 밖

· 목표 상태 = BARS 앵커 문구 → 차기 평가에서 조치 완료 여부를 그대로 판정

논문 위치 3.3.5, 4.6.1, 4.6.3, 1.3.3

ISO 14001 이 개정되면 이 모델은 못 쓰게 되는 것 아닌가

한 줄 답

매핑과 평가 기준은 ISO 14001:2015 에 기반한다고 적용 범위에 밝혔고 , 개정판으로의 갱신은 향후 연구 과제로 두었다 .

원리와 근거

- 모델의 구조 (3 계층 · 판정 규칙) 는 조항이 바뀌어도 유지 — 참조 모델의 조항 대응만 갱신
- 핵심 연계 지점 (환경측면 · 목표 · 설계 · 모니터링) 은 경영시스템 공통 구조의 자리이므로 개정에도 남을 가능성이 큼 — 확인은 개정판 원문으로
- ISO 14001:2026 조항 체계로의 매핑 갱신 · 기준 재검증을 5.3 넷째 과제로 명시

논문 위치 1.4.2, 5.3

생성형 AI 활용 범위와 저자 책임

▶ 연구와 결정은 연구자가 , 정리 · 대조 · 형식은 AI 가 보조 — 인용한 조항 · 수치는 연구자가 원문으로 확인

연구자가 한 것

· 논문 전체 설계 — 연구 문제 , 구성안 , 로드맵

· 두 표준 전 조항 대조 (2025.10 검토표 → 2026.3 전조항 분석) — 일부 AI 보조 , 연구자가 검토 · 확정

· 55 문항 · 판정 포인트 , 채점 기준의 원칙 , 핵심 문항 4 종 지정

· A 사 문서 16 종 · 기록물 33 건 수집 , 55 문항 판정 · 재검증

· 개선 과제 R1~R5 도출 , 결론 — 그리고 모든 결정

AI 를 도구로 쓴 것

· 연구자가 세운 구성안 · 로드맵의 검토 · 수정

· 55 문항 → 연계 프로세스 16 종 편성 초안 (기준 · 명칭 · 경계는 연구자가 확정 , 지도교수 검토)

· 표준 원문 확보 뒤 대조 보조 — ISO/IEC 33004 자체점검 초안 , 판정 규칙의 표준 정합

· 문장 다듬기 · 용어 통일 , 표 · 그림 · 상호 참조 정합 점검

· 그림 작성 , 검토표 작성 , 발표자료 편집

원칙과 확인

· 인용한 조항 · 문헌은 모두 원문에서 확인 — 찾는 것은 AI, 확인과 판단은 연구자

· 수치 · 판정은 연구자가 산출 · 확인

· 지도교수 검토를 거침

· 대학원 지침 (2026.2.2)· 학위청구논문 심사 안내 · 학위수여규정 · 연구윤리준수확인서 (서식 6) 에 생성형 AI 조항 없음 확인 (2026-09-29)

· 논문에 별도 표기는 두지 않고 , 물으면 범위를 밝힘

근거 예상 질문 43 번 답 · 면담 자료 5.2 나 -3 · 생성형 AI 조항 유무는 대학원 지침 · 심사 안내 · 학위수여규정 · 서식 6 에서 확인 (2026-09-29)