

건설 지식을 Agent가 이해하게 만드는 엔지니어링

온톨로지 기반 AI Agent 아키텍처와 단계적 구축 전략

신석주 · **Solutions Architect** · AWS

2026-10-22 · 스마트건설얼라이언스 Agent AI 기술위원회 온톨로지 세미나

오늘의 지도 — Why에서 How까지

여섯 단계, 단계마다 답하는 질문 하나

1
왜
온톨로지인
가

기다리면
되지 않나?

2
온톨로지
설계

무엇부터
정의하나?

3
지식자산
연계

이미 가진
데이터는
어떻게 잇나?

4
참조
아키텍처

기존 시스템을
건드려야 하나?

5
시연

정말 나아지나?

6
교훈과 확산
로드맵

어디서부터
시작하나?

문서 검색 AI가 막히는 세 가지 질문

여러 단계의 관계

“이 부재를 바꾸면 어느 공정.발주가 영향받나?”

집계

“재검토할 시방 조항이 몇 개인가?”

근거 추적

“그 판단의 출처는?”

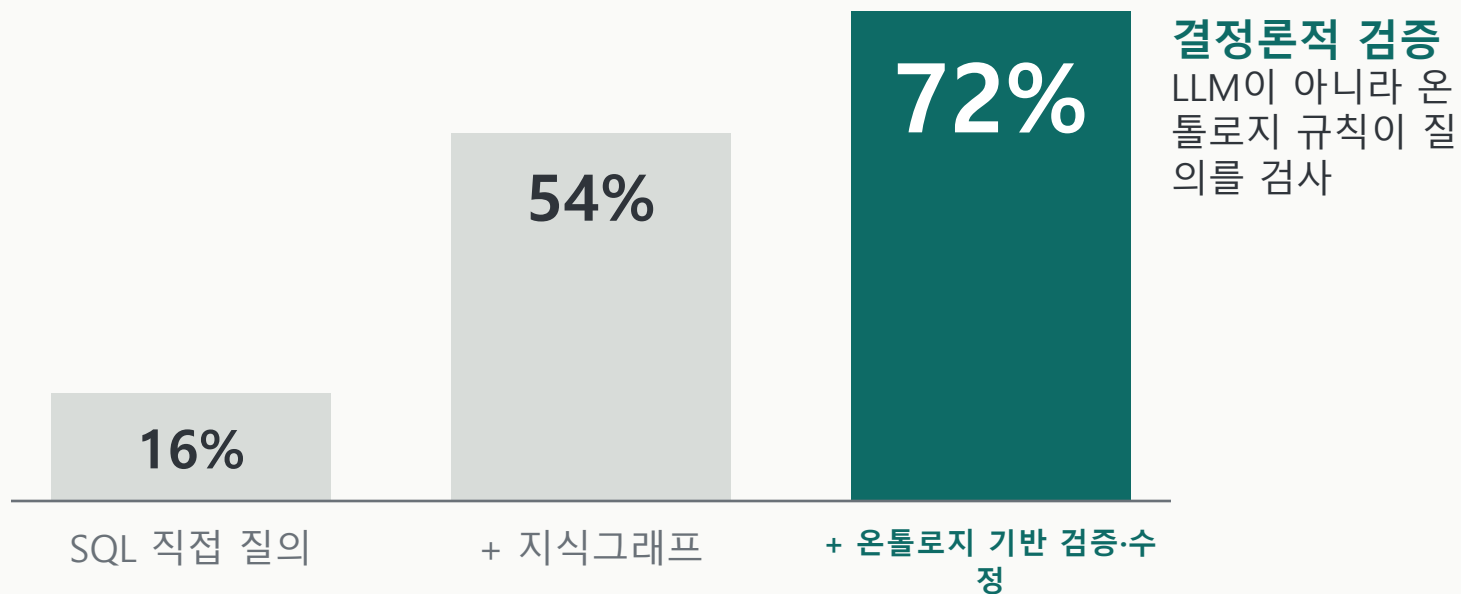
문서 조각을 찾아 붙이는 방식은 구조적으로 이 세 질문에 약하다. 그래서 나온 임원의 질문:

“LLM이 계속 똑똑해지는데, 기다리면 되지 않나?”

모델이 커져도 대체되지 않는 것

정확도를 올린 건 더 큰 모델이 아니라 데이터의 의미 구조와 결정론적 검증

GPT-4 · 기업 데이터 질의응답 벤치마크 정확도



건설 직접 근거

96% 일치

전력망 건설 기계화율 평가 — 온톨로지+LLM이 실제 126개 프로젝트에서 전문가 평가와 일치

LLM 발전은 온톨로지의 대체가 아니라 구축 도구의 발전이다

온톨로지는 '설계된 교과서'다

온톨로지 설계도면

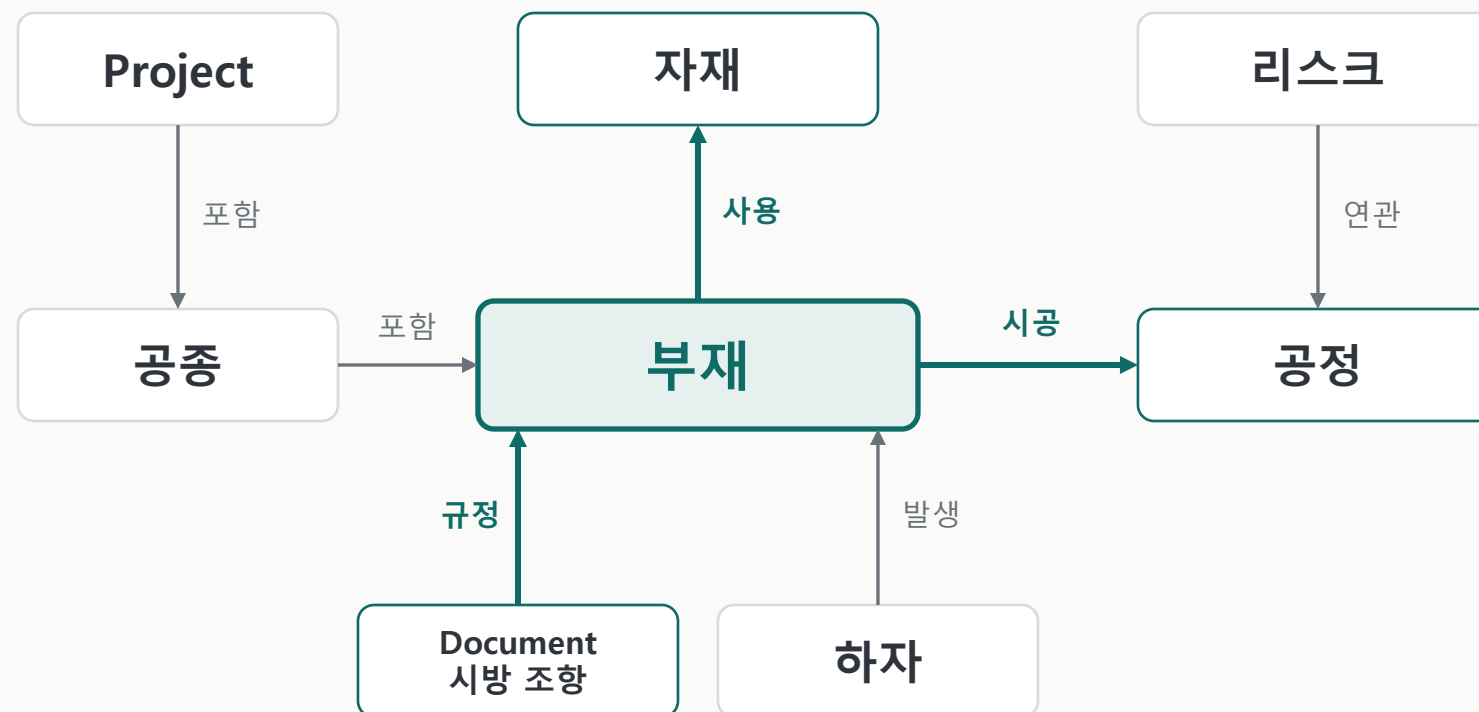
지식 출처 사람이 사전 정의 — 개념·관계·규칙
추론 연역적 — 규칙에서 새 사실 도출
스키마 엄격 — 규칙 위반 데이터 탐지
강점 답의 근거 보장, 틀리면 안 되는 판단

문서 기반 GraphRAG 항공사진

지식 출처 LLM이 문서에서 자동 추출
추론 확률적 — LLM이 답을 생성
스키마 없음 — '시공'·'설치'·'installed' 중복
강점 빠른 구축, 문서가 많은 영역

T-Box = 개념과 규칙 **A-Box** = 규칙에 따라 채워진 실제 데이터
경쟁이 아니라 보완 — 문서가 많은 영역은 항공사진으로, 틀리면 안 되는 판단은 설계도로

건설 핵심 개념 모델 — 여덟 개로 시작한다



전사 모델링이 아니라 이 여덟 개로 시작 — 부재에서 출발해 관계를 따라가면 설계변경 영향 질문에 답할 수 있다

청록 경로 = 설계변경 영향 추적

표준을 재사용한다 — 건설의 축과 플랜트의 스택

건설 — IFC 하나의 축

ifcOWL

IFC를 OWL로 표현 · buildingSMART

BOT

W3C LBD 커뮤니티 그룹의 경량 위상 온톨로지

Brick · RealEstateCore 운영 단계

RealEstateCore: Microsoft·컨소시엄이 디지털 트윈용으로 공개, Brick·BOT 재사용

플랜트·EPC — 영역별로 분업화된 스택 (아래 층 위에 쌓임)

READI 요구사항 기계 판독

CFIHOS 인수인계 정보 · 2022년 69개 조직

DEXPI P&ID 교환

ISO 15926 수명주기 데이터 통합

공통 부분은 표준을 가져다 쓰고, 회사 고유의 공종 체계·자재 코드만 그 위에 얹는다

답할 질문부터 정한다

1 질문 10~20개를 먼저 확정

예: "이 부재 사양이 바뀌면 영향받는 공정은?"

질문의 명사 → 클래스 · 동사 → 관계



2 LLM·멀티 에이전트가 T-Box 초안 작성

표준 온톨로지와 기존 테이블 구조를 참고, 에이전트끼리 상호 검토



3 현업 전문가가 검증

사람은 처음부터 쓰지 않고 검토하고 고친다 · 질문셋으로 테스트

↪ **확정한 질문셋이 그대로 테스트 케이스가 된다**

사례 — 철강 공정 온톨로지 데모 (합성 데이터)

~ **4주**

T-Box 제작 기간

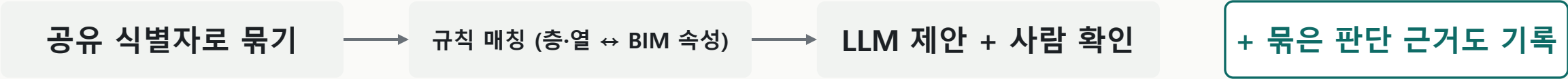
테이블 40개 → 클래스 59개 · 데이터 속성 190개

LLM 초안 + 사람 검증으로 도출

지식자산별 연결 방식 — 전부 옮길 필요는 없다



같은 기둥, 네 개의 이름



식별자는 설명용 예시 값

도면과 BIM은 이미 그래프로 가고 있다

연구 — TU Delft

P&ID를 DEXPI 기반 그래프로 표현하고 자연어로
도면에 질의

67k → 9k 토큰

고수준 그래프로 압축 시 질의 토큰 약 86% 감
소

샘플 P&ID 1장 · 소규모 연구 — 방향을 보여주는 근거

Autodesk AEC Data Model API

GraphQL로 Revit 2024+ 모델 데이터를 클라우드에서 직
접 조회

데이터셋 간 연결로 설계변경 영향 파악

Bentley Systems

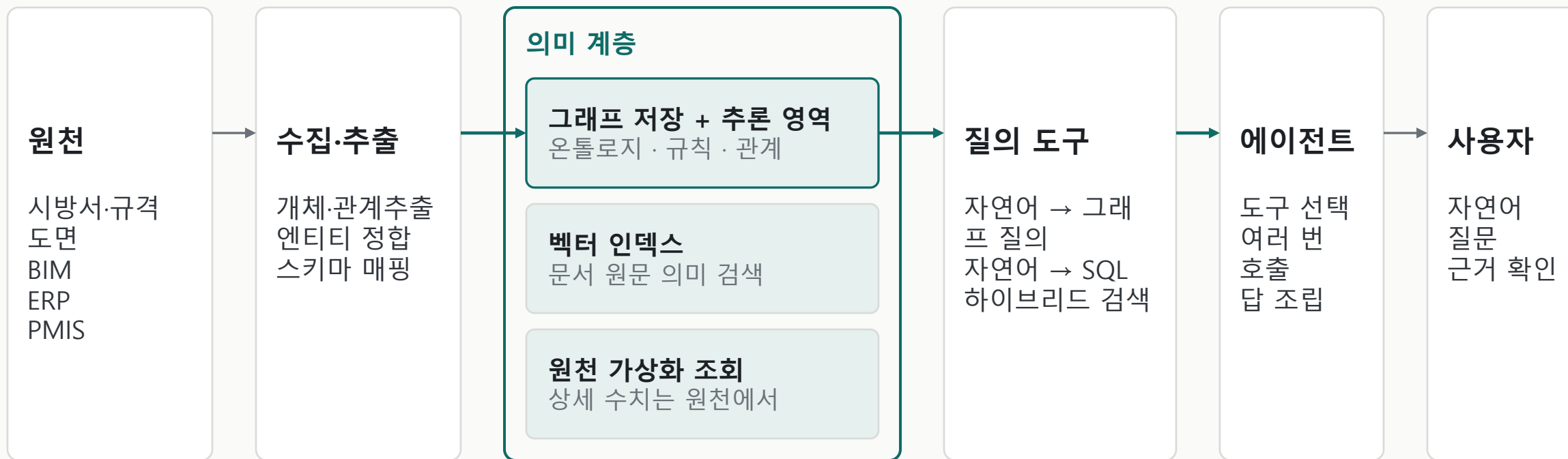
"AI가 데이터를 해석하려면 일관된 스키마가 필요"

CEO 발언 취지 — LLM만으로는 부족, 의미 계층이 필요

이미 쓰고 있는 BIM 플랫폼의 데이터 API가 지식그래프 원천 파이프라인의 출발점

참조 아키텍처 — 기능으로 본 전체 파이프라인

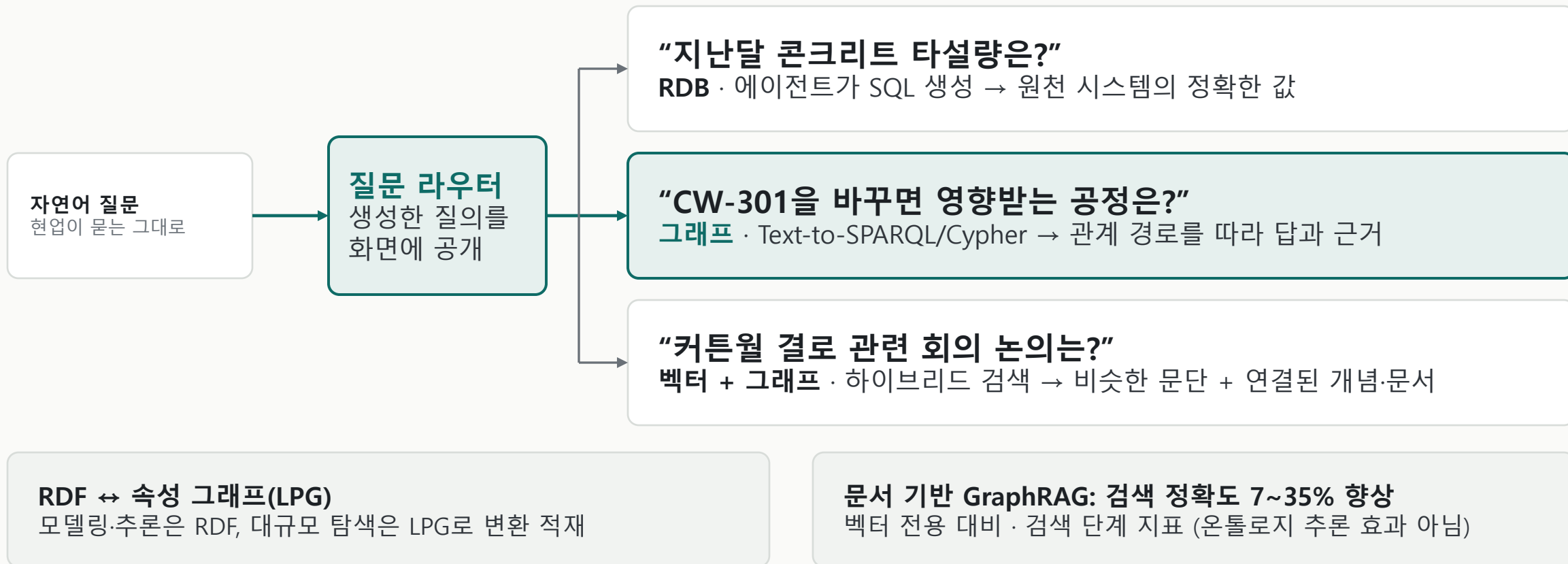
ERP도 BIM도 바꾸지 않고, 그 위에 의미 계층을 얹는다



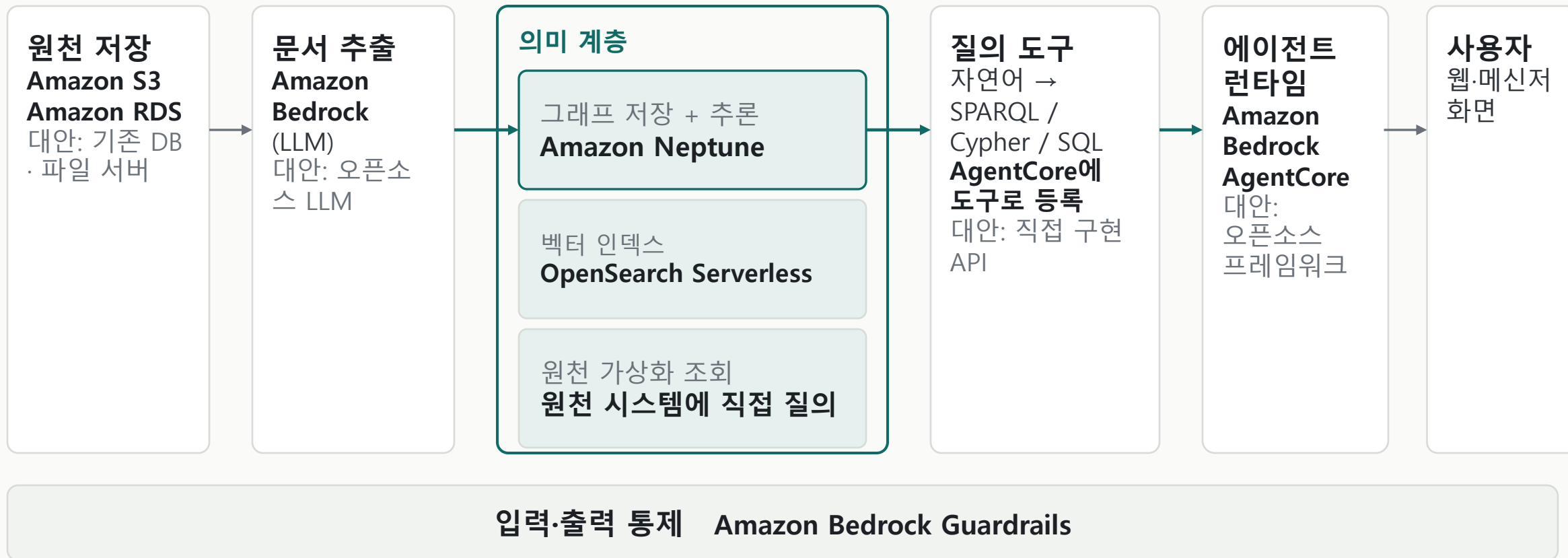
거버넌스 오너십 · 버전 관리 · 품질 검증 — 모든 계층이 이 위에 선다

질문에 따라 저장소를 고른다

실시간 수치는 RDB, 관계와 의미는 그래프, 문서 맥락은 벡터



구현 예시 — AWS 위에 조립한다면



벡터 인덱스는 Bedrock Knowledge Bases로도 구성 가능 · 오픈소스 대안: RDF 저장소 · 추론기 · 벡터 DB · [awslabs/graphrag-toolkit](https://github.com/aws-labs/graphrag-toolkit)

구현 예시이며 같은 기능의 다른 제품·오픈소스로 대체 가능

시연 — 기존 AI 검색 vs 온톨로지 기반 Agent

시나리오

외벽 커튼월 CW-301 사양 변경
의 영향도 분석

데이터

공개 IFC 샘플 1개 + 합성 공정표·자재·발
주·시방서·회의록
온톨로지 클래스 약 10개

같은 질문, 두 방식

- ① 문서 검색 AI
- ② 온톨로지 Agent

제품 시연이 아니라 방법론 검증

공개 IFC 샘플 + 합성 데이터, 고객 데이터 미사용

1막 · 찾기

“CW-301의 사양과 성능 기준은?”

2막 · 추적

“사양을 바꾸면 영향받는 공정과 자재 발주는?”

3막 · 검증·집계

“재검토할 시방 조항은 몇 개고, 각각 근거는?”

4막 · 추론

“다른 층의 동일 타입 부재에도 영향이 있나?”

비교 축

정확도

근거 추적

환각

왜 차이가 나는가 — 그리고 차이가 안 나는 곳

찾기	답이 문서 한 곳에 있으면 두 방식 모두 찾는다
추적	관계가 데이터에 명시돼 있어야 따라갈 수 있다
집계·근거	개수는 검색이 아니라 계산이고, 근거는 경로로 남아야 한다
추론	명시 안 된 사실은 규칙과 클래스 계층이 있어야 도출된다

차이는 모델 성능이 아니라 데이터 구조에서 나온다

학술

건설 클레임 지식그래프 연구

GraphRAG가 벡터 RAG·기본 LLM보다 우수 — 특히 근거 추적이 중요한 ROUGE Recall에서 통계적으로 유의($p<0.001$)

산업

제약 제조 공정 변경 영향 평가

공급망·규제 환경을 그래프로 연결해 변경 영향을 추적(Merck CAKE) — 오늘 시연과 같은 구조

반례 — 차이가 안 나는 곳

엔지니어링 문서 검색

대화형 문서 검색만으로 문서 찾는 시간 12분 → 2분(83%↓, GIS-OMICRON). 문서 찾기면 RAG로 충분

적용 경험에서 얻은 교훈

온톨로지 프로젝트는 모델링을 잘못해서가 아니라 범위가 커서 멈춘다

Pain point 업무 하나, 질문 10~20개로 시작

전사 온톨로지로 시작하지 않는다. 질문셋에 없는 개념은 다음 단계로 미룬다

비용이 큰 원천은 범위에서 뺀다

예: EPC 설계 AI — 도면 토폴로지를 1단계는 관계형 DB까지로 축소

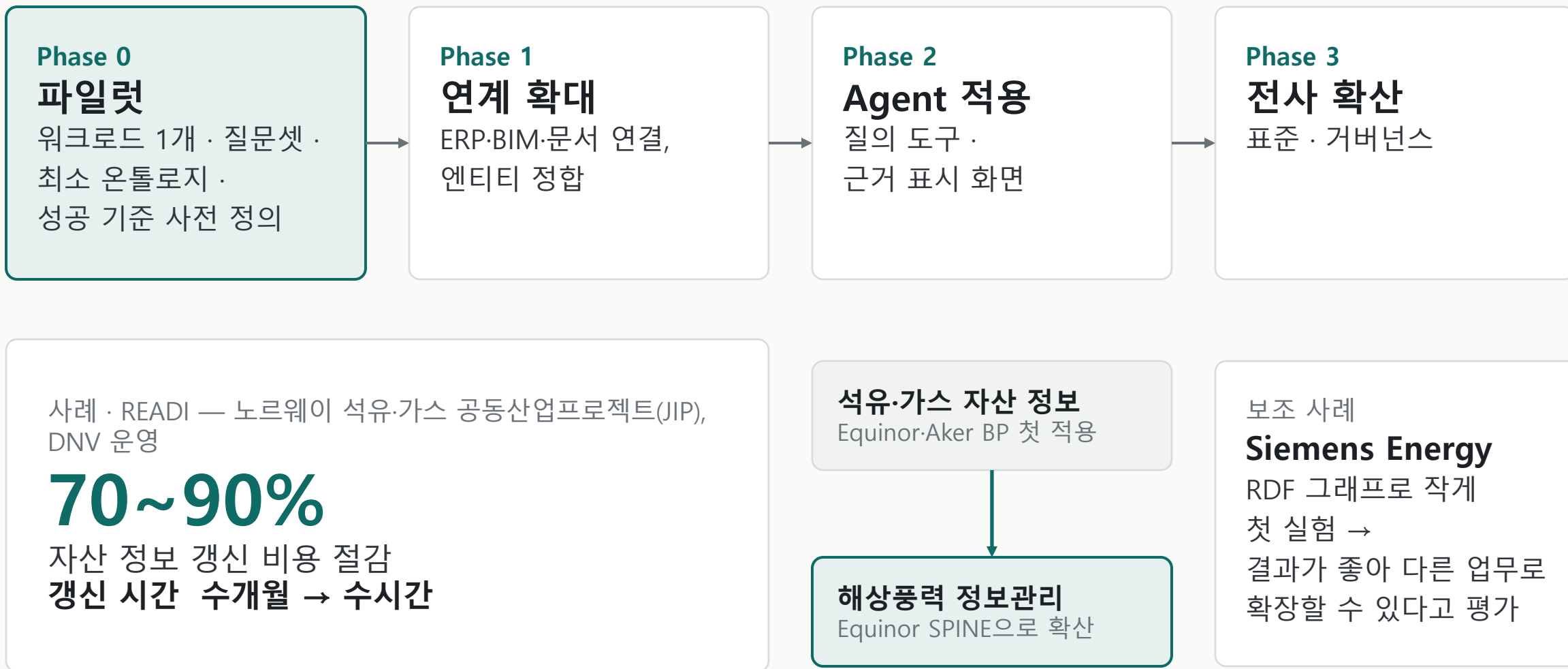
생성된 질의와 근거 경로를 보여준다

현업은 답이 맞아서가 아니라 검증할 수 있어서 믿는다

오너가 없으면 낡는다

오너 부재 · 온톨로지 드리프트 · 유지보수 비용

단계적 확산 로드맵



운영 거버넌스 — 만든 뒤가 진짜 시작이다



온톨로지는 코드처럼 관리한다

기다릴 것이 아니라,
Pain point 업무 하나부터
시작한다

감사합니다 · Q&A

오늘 시작할 네 가지

- 1 틀리면 안 되는 질문 10개를 적어본다
- 2 그 질문에 필요한 데이터 원천을 확인한다
- 3 그 중 도메인 하나를 고른다
- 4 현업 전문가 1명 + 온톨로지 오너 1명을 정한다

신석주 · Solutions Architect · AWS