

「광주첨단 스마트그린 AX실증산단 구축 사업」

디지털트윈 기획 및 설계

제안요청서

2026. 9.

(주)레플러스

목 차

I. 사업개요

1. 추진배경 및 필요성 / 2. 사업개요
3. 과업범위 / 4. 기대효과 / 5. 적용 기술 및 라이선스 기준

II. 사업추진 방안

1. 추진체계 및 기관별 역할 / 2. 추진일정 및 단계별 목표
3. 산출물 및 검수체계 / 4. 선행 제공자료 및 협의사항

III. 제안요청 내용

1. 일반사항 / 2. 과업수행 기본원칙
3. 요구사항 총괄표 / 4. 상세 요구사항
 - 가. 기능 / 나. 성능 / 다. 모델링·에셋
 - 라. 인터페이스 / 마. 데이터·모델 매핑 / 바. 테스트
 - 사. 보안 / 아. 품질 / 자. 제약
 - 차. 프로젝트 관리 / 카. 프로젝트 지원

IV. 입찰 및 제안 안내

1. 입찰·계약방법 / 2. 참가자격
3. 공동수급·하도급 / 4. 지역참여
5. 제안서 효력 / 6. 작성지침 / 7. 제출서류
8. 제안발표 / 9. 평가 / 10. 협상·낙찰 / 11. 유의사항

V. 계약 및 사업수행 조건

1. 계약문서 / 2. 착수·인력 / 3. 과업변경
4. 지식재산권·라이선스 / 5. 보안·자료관리
6. 시험·검수 / 7. 하자·기술지원 / 8. 대금·책임

VI. 제출서식

- 서식 1~2. 제출서류 체크리스트·요구사항 대응표
- 서식 3~5. 실적·인력
- 서식 6~7. 지역참여 확인서·보안 협약서

I

사업개요

1. 추진배경 및 필요성

- 가. 광주첨단 스마트그린 AX실증산단은 제조 현장의 에너지·탄소·안전 데이터를 디지털 기반으로 통합 활용하기 위한 실증사업 대상임. 본 과업은 대표 공장 3개소의 구축 계획·화면 IA·3D 시안·데이터 연계기준을 수립하고, 대표 공장 또는 대표 구역을 대상으로 Unity WebGL 시범환경과 데이터 연계 가능성을 검증하는 1차년도 과업임
- 나. 본 과업은 제공 예정 API의 항목·객체 매핑 설계, 샘플 연계검증, 관제 UX와 Unity WebGL 프로토타입 제작에 집중함

2. 사업개요

- 가. 사업명 : 『광주첨단 스마트그린 AX실증산단 디지털트윈 산단관리 실증 1차 구축(기반설계·시범구현)』
- 나. 사업기간 : 계약일로부터 약 4개월
- 다. 사업비 : 61,456,000 원 이내 (부가가치세 별도)
- 라. 계약방법 : 제한경쟁(총액), 협상에 의한 계약(최종 입찰공고문 우선)
- 마. 주요내용
 - 3개 공장별 현황·자료·표시대상 조사
 - 대표 공장 시범 WebGL 프로토타입, 공통 데이터 패널, 샘플 API 연계검증 및 후속 구축계획

3. 과업범위

- 가. 대표 공장 3개소 공통 기획·설계
 - 3개 공장별 기초자료·공개범위·표시대상·모델링 우선순위를 조사하고 현장별 구축 계획을 수립 및 설계
 - 대표공장 외관·주요 건물의 3D 블록아웃 또는 조감 시안을 제작하여 공간구성과 화면 방향성을 검토
 - ※ 결과물은 제공자료와 협의된 우선순위에 따라 3D 블록아웃·시안, 대표 모델 및 데이터 연계기준으로 구성
- 나. 대표 시범환경 및 공통기반 구현
 - 대표공장으로 확장 가능한 화면 IA, 공장 선택, 메뉴·상태 범례와 공통 데이터 패널 시안을 설계
 - 발주기관이 선정한 대표 공장 1개소 또는 대표 구역을 대상으로 Unity WebGL

3D 프로토타입을 제작

- EMS, LCA, 안전/상태 패널은 공통 UI 컴포넌트와 대표 시나리오 중심으로 시범 구현
- API 명세와 샘플 필드를 기준으로 객체·데이터 매핑을 정의하고 선정된 API 또는 샘플 응답의 연결을 검증하며 미제공 시 Mock 데이터로 대체
- 대표 프로토타입의 WebGL 모델·리소스 경량화와 브라우저 실행성을 시험
- 중간·완료보고용 시연 시나리오와 프로토타입 구성·사용·인수인계 문서를 작성
- 2차년도 확장 구축을 위한 우선순위, 예상 공수·일정·예산과 데이터 선행조건을 로드맵으로 제시

다. 사업비 대비 수행수준 및 수량기준

- 산출물은 대표공장 외관 중심 저정밀 블록아웃·조감 시안 1식과 구축계획 1식으로 하며, 제공 도면·사진 범위에서 작성
- 대표 Unity WebGL 시범범위는 공장 1개소 또는 대표 구역 1개 장면, 주요 기능 화면 6종 이내를 기준으로 구성
- 대표 직접 모델링은 고유 외관·구조·설비 등 우선순위 대상 5종 이내로 하고 범용 소품·조경·장비는 상용 에셋 활용
- 데이터 연계검증은 대표 API 또는 샘플 응답 3종 이내, 화면 표시항목 합계 20개 이내, 이력 차트 3종 이내를 기준
- 검토·지원은 공장별 현장 확인 1회 이내, 공식 화면·모델 검토 2회, 결과 설명회 1회(2시간 이내)를 기준
- 시범 성능은 최신 Chrome-Edge, 1920×1080, 동시접속 5명, 연속 2시간 시연환경에서 확인
- 위 수량을 초과하는 정밀 내부·설비 모델링, 추가 화면·API, 운영서버·상시 서비스 수준, 제3자 전문시험은 후속 로드맵 또는 승인된 과업변경으로 관리

4. 기대효과

가. 3개 공장별 디지털트윈 구축수준과 자료·데이터 선행조건을 구체화하고 화면·3D·데이터 연계 시안으로 후속 본 구축의 의사결정 기준 확보

나. 대표 WebGL 프로토타입과 샘플 연계검증을 통해 기술위험을 조기에 확인하고 2027년 공장 확장 구축에 재사용 가능한 공통 구조 확보

5. 적용 기술 및 라이선스 기준

가. 계약상대자는 Unity, 상용 에셋, 플러그인, 오픈소스 등 외부 자산의 사용권과 납품·배포 가능 범위를 확인하여야 함

나. 최종 납품 시 사용 자산 목록, 버전, 제작사, 적용 위치와 라이선스 증빙을 제출하여야 함

구분	대상 품목	확인사항
S/W·Asset	Unity WebGL, 공장 3D 에셋, UI 에셋, 플러그인 및 오픈소스 라이브러리	라이선스/수정/배포/ 기술지원

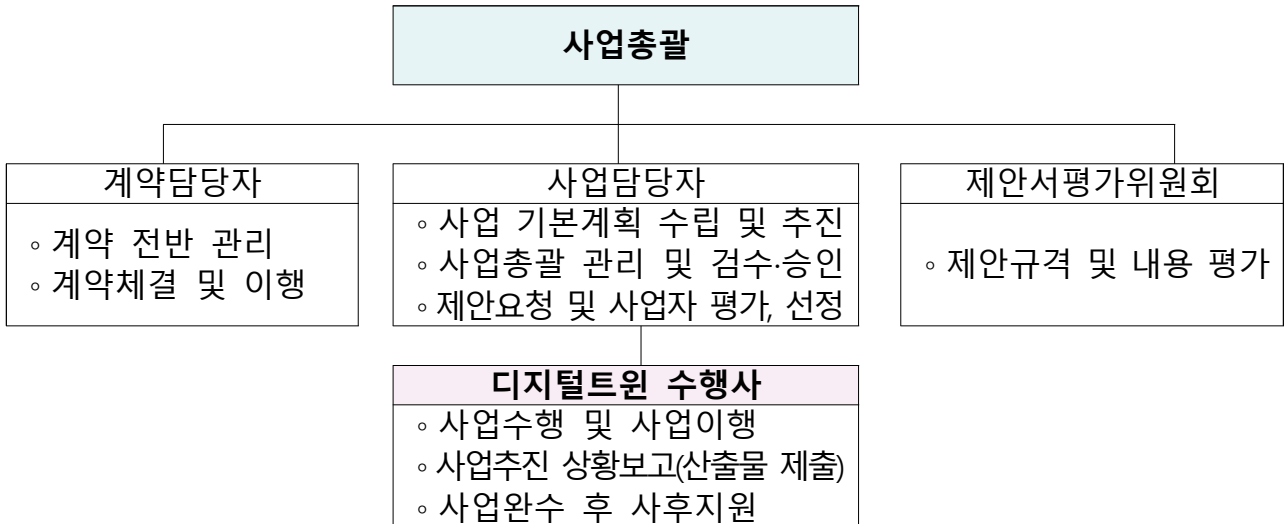
※ 계약상대자는 상용 SW·에셋·플러그인의 사용권, 납품·배포 가능 범위와 기술지원 조건을 확인하고 관련 증빙을 제출하여야 함.

II

사업추진 방안

1. 추진체계 및 기관별 역할

가. 사업 추진체계



나. 기관별 역할

- 발주기관: 사업 범위·대상 공장·화면·산출물 승인, 참여기관 협의 및 검수 수행
- 대상 공장: 도면·사진·구역정보 제공, 공개 가능 데이터 범위 협의 및 현장 결과 검토
- 디지털트윈 수행사: 대표공장 구축계획·시안, 대표 3D/WebGL 프로토타입, 데이터 관제 UX와 샘플 연계검증, 후속 로드맵 수행

다. 협의 및 의사결정

- 화면 IA, 모델링 범위, 데이터 항목, 공통 ID, 수용기준은 착수 단계에서 협의대상으로 확정
- 범위·일정·비용에 영향을 주는 변경은 영향분석 후 발주기관 승인을 받아 반영

2. 추진일정 및 단계별 목표

구 분		사 업 기 간					
		계약전	착수	1개월	2개월	3개월	4개월
계획 단계	· 사업 공고 및 제안 접수						
	· 제안 평가 및 기술협상						
설계·시범 구현 단계	· 요구사항·화면 IA· API 협의						
	· 대표공장 3D 블록아웃·공간구성 시안						
	· 대표 공장구역 직접 모델링 및 상용 에셋 조합 검증						
	· 데이터 항목·객체 ID 매핑 정의						
	· 대표 Unity WebGL 및 공통 데이터 관제 UI 프로토타입						
	· Mock 연동 및 샘플 API 연결검증						
	· 대표 프로토타입 기능·브라우저·연계검증						
	· 중간·완료보고 시연 및 사용자 검토						
검증·후속 계획 단계	· 시범본·원본·설계·연계검증 문서 인수인계						
	· 결과 설명회 및 3개 공장 후속 구축 로드맵 정리						

※ 사업 추진일정은 행정처리 일정 등 사정에 따라 변경 될 수 있으며, 보고회(착수, 중간, 완료, 수시-필요시) 등의 사업추진 세부 일정은 계약 후 발주처와 협의하여 조정 가능

3. 산출물 및 검수체계

가. 단계별 산출물

- 착수: 사업수행계획서, WBS, 요구사항·협의대장, 보안·품질·형상관리계획
- 분석·설계: 대표공장 구축계획, 화면 IA·화면설계서, 3D 블록아웃·시안, 데이터 항목·API·객체 매핑 정의서
- 시범구현·검증: 대표공장·구역 Unity 프로젝트와 소스, 대표 3D 모델·에셋, WebGL 프로토타입, Mock·샘플 API 연계검증 결과서
- 과업종료: 완료보고서, 프로토타입 사용·구성 가이드, 라이선스 목록, 인수인계 자료와 3개 공장 후속 구축 로드맵

나. 검수 기본기준

- 승인된 범위수준표와 요구사항 추적표를 기준으로 기획·설계·시안·프로토타입·연계검증 단계별 산출물과 증빙을 확인
- 대표공장 구축계획·화면·3D 시안과 대표 프로토타입의 3D 조작·데이터 패널·객체 매핑·시연 흐름을 공동 검토
- 실데이터와 Mock 데이터의 출처·전환 상태가 화면에서 명확히 구분되어야 함

- 최신 Chrome·Edge, 1920×1080 환경에서 WebGL 실행, 주요 화면 응답, 오류·미수신 처리와 연속 2시간 시연 안정성을 시험
- 대표 프로토타입이 납품 환경에서 동일한 소스와 절차로 빌드·실행 가능함을 확인하고 시범환경 기준의 실행조건과 제한사항을 문서화

4. 선행 제공자료 및 협의사항

가. 발주기관 및 대상 공장 제공사항

- 대상 공장 확정정보, 공장별 모델링 범위, 건물·구역 명칭과 우선순위
- 사용 가능한 도면, 배치도, 사진, 영상, 현장 확인 일정과 자료 공개조건
- 화면 디자인 기준, 사용자·운영환경, 배포 위치와 검수 담당자
- EMS·LCA·안전/상태 정보의 공개 가능 범위 및 화면 표시 승인기준

나. 담당기관 제공·협의사항

- API 방식, 엔드포인트, 인증·권한, 호출제한, 제공일정과 시험환경
- 공장·건물·구역·설비·데이터 포인트의 공통 ID와 명칭 체계
- 필드명, 자료형, 단위, 코드값, 기준시각, 갱신주기, 결측·오류 처리기준
- 샘플 응답, Mock 데이터, 오류 응답, 이력조회 범위와 API 변경관리 절차
- HTTPS, CORS, MIME, 네트워크 접근, 로그·모니터링 및 장애 연락체계

다. 역할 및 범위 경계

- 데이터 수집·정제·저장, AI 분석, API 서버 및 백엔드 개발은 담당기관 범위
- 디지털트윈 수행사는 제공 API의 소비구조와 객체·화면 매핑을 설계하고 대표 샘플의 연결을 검증하며 공장별 확대 연계항목과 적용순서를 제시
- API 제공 필드는 화면표시 기준에 따라 매핑하고 추가 가공·판정 항목은 협의 대장으로 관리
- 선행자료나 API 제공 지연 시 영향일정과 대체 시연방안을 협의대장으로 관리

Ⅲ

제안요청 내용

1. 일반사항

- 가. 본 사업은 「광주첨단 스마트그린 AX실증산단 디지털트윈 산단관리 실증 1차 구축」의 기반설계·시범구현 과업으로, 제안자는 범위수준과 산출물을 기준으로 제안서를 작성하여야 함
- 나. 본 과업의 계약·수행·검수는 관련 법령, 발주기관 계약규정과 최종 공고문에 따름
- 다. 과업 범위·일정·산출물·수용기준의 변경은 영향분석과 발주기관 승인 절차에 따라 관리함
- 라. 제안자는 제안요청서와 제공자료 간 불일치 또는 선행조건 미확정 사항을 제안 전에 질의하여야 함
- 마. 제안자는 요구사항, 제공 전제, 외부 의존사항과 산출물 간 누락 여부를 검토하고 필요한 보완방안을 제안하여야 함
- 바. 하자보완 범위와 기간, 기술지원 조건은 계약조건 및 최종 공고문에 따름
- 사. 본 제안요청서 및 이후 제안서 제출까지 발생하는 모든 사안에 대하여 보안을 요하며, 제안서와 관련하여 제안참가 업체는 타 업체 또는 외부기관으로의 제안 요청 관련 사항 공개를 금함

2. 과업수행 기본원칙

가. 수행수준 구분

- 대표공장 공통 완료범위는 현황·자료수급 조사, 요구사항, 화면 IA, 데이터 항목·API 매핑, 공장별 저장밀 3D 블록아웃·시안과 후속 구축계획으로 함
- 대표 시범범위는 발주기관이 선정한 공장 1개소 또는 대표 구역의 Unity WebGL 3D 프로토타입, 공통 데이터 패널과 Mock·샘플 API 연계검증으로 함
- 본 과업 결과는 2차년도 확장 구축에 활용할 기준설계, 3개 공장별 시안 및 대표 시범본으로 구성함

나. 데이터 연계 원칙

- EMS·LCA·안전/상태 데이터는 담당기관이 제공하는 API 명세와 샘플 범위 안에서 연계구조를 설계하고 대표 항목의 연결을 검증함
- 공장·구역·객체·데이터 포인트의 공통 ID와 화면 표시기준을 정의하고 대표 사례와 공장별 확대 적용계획을 제시함
- API 제공 전에는 승인된 Mock 데이터로 프로토타입과 시연 흐름을 구성하고 실 데이터 연계검증 여부를 화면과 결과서에 명확히 구분함

다. 기관별 수행범위

- 담당기관은 공장 데이터 수집·적재·AI 분석과 API 서비스를 제공하고, 디지털트윈 수행사는 제공 API의 화면·객체 연계와 대표 시범환경 구현을 수행함
- 3D 시각화는 저장밀 블록아웃·시안과 대표 공장·구역 모델을 중심으로 구성함
- 화면 데이터는 제공기관의 원천값·분석값·상태코드를 기준으로 표시하고 가공 기준은 협의하여 적용함

라. 과업종료 및 수용 원칙

- 수용 여부는 승인된 범위수준표에 따라 대표공장 기획·설계·시안, 대표 프로토타입, 샘플 연계검증과 후속 로드맵의 제출·검토 결과로 판단함
- 미확정·미제공 자료와 API는 사유·영향·대체 검증·후속조치를 협의대장과 로드맵에 기록함

3. 요구사항 총괄표 (총 66건)

요구사항 분류	설명 (요구사항 고유번호(ID) 부여 규칙)	요구사항수
기능-SFR (System Function Requirement)	디지털트윈 사용자가 수행할 화면 이동, 3D 조작, 데이터 조회·표시와 시연 기능에 대한 요구사항(SFR-000)	9
성능-PER (Performance Requirement)	WebGL 화면, 모델 리소스, 브라우저 실행 안정성 등 성능 관련 요구사항(PER-000)	3
모델링-DTR (Digital Twin Modeling Requirement)	3D 모델링, 상용 에셋, 라이선스, WebGL 적용 가능성 등 모델 구성에 대한 요구사항(DTR-000)	1
인터페이스-INR (Interface Requirement)	API, 인증, 공통 ID, 응답·오류 처리, Mock 데이터 연동 등 외부 연계 요구사항(INR-000)	5
데이터-DAR (Data Requirement)	EMS, LCA, 안전/상태 데이터 항목, 기준시각, 표시 단위, 모델 매핑에 대한 요구사항(DAR-000)	9
테스트-TER (Test Requirement)	구축 시스템이 요구사항에 맞게 동작하는지 테스트하고 검수하기 위한 요구사항(TER-000)	4
보안-SER (Security Requirement)	공장 자료, API 정보, 계정, 외부 자산의 기밀성 및 권리 보호를 위한 요구사항(SER-000)	4
품질-QUR (Quality Requirement)	화면 품질, 문서 품질, 유지보수성, 요구사항 추적성, 사용자 경험 일관성에 대한 요구사항(QUR-000)	5
제약사항-COR (Constraint Requirement)	본 과업의 범위, 외부 데이터 제공 전제, 정밀 디지털트윈 범위 제한 등 제약조건(COR-000)	3
프로젝트관리-PMR (Project Management Requirement)	일정, 범위, 협의, 리스크, 산출물, 보고, 검수 등 프로젝트 수행 관리 요구사항(PMR-000)	18
프로젝트지원-PSR (Project Support Requirement)	교육, 매뉴얼, 시연 지원, 하자보완, 인수인계 등 프로젝트 지원 요구사항(PSR-000)	5

4. 상세 요구사항

가. 기능 요구사항(System Function Requirement)

요구사항번호		SFR-001
요구사항 명		메인 대시보드 구성
요구사항 분류		기능 요구사항
상세 설명	정의	대표공장 공통 메인 대시보드의 정보구조와 화면 시안을 정의하고 대표 데이터로 프로토타입을 검증한다.
	세부 내용	○ 주요 기능화면은 메인, 공장 3D, EMS, LCA, 안전/상태, 이벤트를 포함하여 6종 이내로 구성한다. ○ 대표 공장 또는 대표 시나리오 데이터로 조회·이동 흐름을 시범 구현한다. ○ 나머지 공장은 화면 시안과 설정구조를 작성하고 데이터 연계 적용조건과 후속 항목을 제시한다. ○ 실데이터, 샘플, Mock 데이터 여부를 명확히 구분한다.
산출정보		메인 대시보드 IA·화면 시안, 대표 프로토타입, 상태 범례
관련요구사항		SFR-005~SFR-008, DAR-001

요구사항번호		SFR-002
요구사항 명		Unity WebGL 3D 화면 구성
요구사항 분류		기능 요구사항
상세 설명	정의	대표 공장 1개소 또는 대표 구역을 Unity WebGL로 시범 구현하고 블록아웃·시안으로 공간구성을 검토한다.
	세부 내용	○ 외관·주요 건물은 제공자료 범위에서 저정밀 블록아웃 또는 조감 시안 1식을 작성한다. ○ 선정된 대표 공장·구역은 Unity WebGL에서 회전·이동·확대·축소가 가능한 프로토타입으로 제작한다. ○ 대표 직접 모델링은 고유 외관·구조·설비 등 우선순위 대상 5종 이내로 하고 범용 요소는 상용 에셋을 활용한다. ○ 정밀 모델링 대상과 적용 우선순위는 후속 구축계획에 제시한다.
산출정보		3D 블록아웃·시안, 대표 Unity WebGL 프로토타입, 조작 가이드
관련요구사항		DTR-001, DAR-006~DAR-009, PER-002

요구사항번호		SFR-003
요구사항 명		화면 IA 및 메뉴 구조
요구사항 분류		기능 요구사항
상세 설명	정의	디지털트윈 화면의 정보 구조와 이동 체계를 정의한다.
	세부 내용	○ 메인 대시보드, 공장별 3D, 데이터 상세, 이벤트 및 설정/도움말의 메뉴 구조를 정의한다. ○ 현재 위치와 선택 공장을 항상 확인할 수 있고 주요 화면 간 이동 경로를 일관되게 제공한다. ○ 화면 IA, 메뉴명, 권한별 노출범위와 예외 흐름은 착수 단계에서 확정한다.
산출정보		화면 IA, 메뉴 구조도, 화면 전환 정의서
관련요구사항		SFR-001~SFR-009, QUR-005

요구사항번호		SFR-004
요구사항 명		3D 객체 선택 정보조회
요구사항 분류		기능 요구사항
상세 설명	정의	대표 3D 객체·구역과 샘플 관제정보의 선택·조회 흐름을 시범 구현한다.
	세부 내용	○ 대표 객체 또는 구역 선택 시 객체명, 공장·구역, 공통 ID와 연결 샘플데이터를 표시한다. ○ 선택 강조와 해제 동작을 검증한다. ○ 공통 객체 계층·매핑 규칙과 대표 매핑 사례를 작성하고 공장별 확장 물량을 산정한다.
산출정보		대표 객체 정보패널, 객체-ID 매핑 예시, 전체 매핑 확장기준
관련요구사항		SFR-005~SFR-007, INR-003, DAR-009

요구사항번호		SFR-005
요구사항 명		EMS 데이터 패널
요구사항 분류		기능 요구사항
상세 설명	정의	EMS 데이터 패널의 항목·상태·차트 표시기준을 설계하고 대표 데이터로 프로토타입을 검증한다.
	세부 내용	○ EMS 항목의 화면 정의와 공통 패널 시안을 작성한다. ○ 대표 현재값·기준시각·단위·수신상태와 간단한 추이를 샘플 또는 Mock 데이터로 표시한다. ○ 대표공장 EMS 실데이터 연계를 위한 API 항목·일정·적용 우선순위를 후속 구축계획에 제시한다.
산출정보		EMS 화면설계서, 표시항목표, 대표 패널 프로토타입
관련요구사항		DAR-001~DAR-005, INR-001~INR-005

요구사항번호		SFR-006
요구사항 명		LCA 데이터 패널
요구사항 분류		기능 요구사항
상세 설명	정의	LCA 정보의 화면구성과 비교·추이 표현 시안을 설계하고 대표 항목을 프로토타입으로 제시한다.
	세부 내용	○ 제품·공정·기간 단위 LCA 항목의 정의와 화면 배치를 설계한다. ○ 제공 샘플 또는 Mock 데이터로 대표 지표·단위·산정기간과 차트 예시를 구현한다. ○ LCA 산정결과는 제공 API·샘플 항목을 기준으로 표현하고 공장별 확대 연계기준을 제시한다.
산출정보		LCA 화면설계서, 항목 정의표, 대표 차트 프로토타입
관련요구사항		DAR-001~DAR-005, COR-001

요구사항번호		SFR-007
요구사항 명		안전/상태 데이터 패널
요구사항 분류		기능 요구사항
상세 설명	정의	안전·상태 정보의 코드·범례와 화면 시안을 설계하고 대표 시나리오를 프로토타입으로 검증한다.
	세부 내용	○ 안전·설비상태·센서상태·분석결과의 공통 표시구조를 정의한다. ○ 제공기관과 협의한 코드 또는 가상 시나리오로 정상·주의·경고 상태를 시범 표시한다. ○ 위험등급은 일반 관제정보 중 하나로 구성하고 대표 시나리오와 공통 화면표시 기준을 검증한다.
산출정보		안전·상태 화면설계서, 코드·범례표, 대표 상태 프로토타입
관련요구사항		SFR-008, DAR-001~DAR-005, INR-003

요구사항번호		SFR-008
요구사항 명		이벤트 및 알림 목록
요구사항 분류		기능 요구사항
상세 설명	정의	이벤트·알림 목록의 정보구조와 화면 시안을 정의하고 대표 이벤트 흐름을 선택적으로 시범 구현한다.
	세부 내용	○ 발생시각, 공장·구역, 유형, 상태등급, 처리상태의 화면 시안을 작성한다. ○ 대표 이벤트 선택 시 관련 객체·패널 이동 흐름을 프로토타입으로 검증한다. ○ 확인·처리와 운영 이력관리 기능은 EMS와 권한이 확정된 후 후속 적용한다.
산출정보		이벤트 화면 시안, 대표 흐름 프로토타입, 후속 기능목록
관련요구사항		SFR-004, SFR-007, INR-001~INR-004

요구사항번호		SFR-009
요구사항 명		보고 및 시연 모드
요구사항 분류		기능 요구사항
상세 설명	정의	중간보고와 성과보고에서 안정적으로 설명 가능한 시연 흐름을 제공한다.
	세부 내용	○ 중간보고와 성과보고에서 사용할 공장 선택, 카메라 이동, 지표 변화 및 이벤트 확인 흐름을 구성한다. ○ API 미확정 또는 네트워크 장애 시 승인된 Mock 데이터로 동일한 시연 흐름을 재현할 수 있도록 한다. ○ 실데이터와 시연데이터를 명확히 구분하고 시연 모드 전환 권한을 제한한다. ○ 시연 순서, 입력데이터, 예상결과와 복구방법을 시나리오 문서로 제공한다.
산출정보		시연 모드, 시연 시나리오, 시연 데이터 세트
관련요구사항		INR-005, PMR-011, PSR-003

나. 성능 요구사항(Performance Requirement)

요구사항번호		PER-001
요구사항 명		브라우저 실행 성능
요구사항 분류		성능 요구사항
상세 설명	정의	대표 WebGL 프로토타입이 협의된 업무용 PC와 브라우저에서 시연 가능한 수준인지 확인한다.
	세부 내용	○ 최신 Chrome-Edge, 1920×1080의 협의된 PC에서 대표 장면의 실행.로딩.조작을 측정한다. ○ 목표값은 착수 시 시연 프로토타입 수용기준으로 확정한다. ○ 성능 미달 시 대표 모델 경량화와 텍스처 조정을 수행한다.
산출정보		프로토타입 성능기준표, 브라우저 실행 시험결과
관련요구사항		PER-002, PER-003, TER-002

요구사항번호		PER-002
요구사항 명		모델 및 리소스 로딩
요구사항 분류		성능 요구사항
상세 설명	정의	대표 3D 프로토타입의 리소스 로딩과 경량화 방식을 검증한다.
	세부 내용	○ 대표 모델·텍스처의 로딩 진행상태와 실패 안내를 제공한다. ○ LOD, 메시·텍스처 압축 등 적용 가능한 경량화 방식을 시험한다. ○ 공장별 모델 확대 적용을 위한 성능 목표와 최적화 기준을 후속 구축계획에 제시한다.
산출정보		대표 리소스 최적화 기준, 로딩 시험결과
관련요구사항		SFR-003, DTR-001, PER-001

요구사항번호		PER-003
요구사항 명		동시 접속 및 시연 성능
요구사항 분류		성능 요구사항
상세 설명	정의	성과보고와 내부 검토 수준의 대표 프로토타입 동시 시연 조건을 확인한다.
	세부 내용	○ 내부 시연환경의 목표 동시접속 수는 5명을 기준으로 한다. ○ 시연환경의 동시접속·장애복구 조건을 확인하고 적용 제한사항을 문서화한다.
산출정보		시연환경 조건표, 제한사항·복구절차
관련요구사항		PER-001, INR-002, PMR-016

다. 모델링/에셋 구성 요구사항(Digital Twin Modeling Requirement)

요구사항번호		DTR-001
요구사항 명		모델링 및 상용 에셋 구성 기준
요구사항 분류		모델링/에셋 요구사항
상세 설명	정의	대표공장은 저정밀 블록아웃·시안을 작성하고 공장·구역에 한해 직접 모델링과 상용 에셋 조합을 검증한다.
	세부 내용	○ 대표공장 외관·건물은 저정밀 블록아웃 또는 조감 시안 1식으로 표현한다. ○ 대표 공장·구역의 식별에 필요한 고유 형상은 우선순위 대상 5종 이내로 직접 모델링한다. ○ 범용 부품·도로·조경·소품은 적절한 상용 에셋을 활용한다. ○ 정밀 설비와 공장별 상세모델링 대상은 후속 제작목록에 수량·정밀도·우선순위로 정리한다.
산출정보		블록아웃·시안, 대표 직접모델링 목록, 에셋·라이선스 목록
관련요구사항		DAR-006~DAR-009, PER-002, SER-003

라. 인터페이스 요구사항(Interface Requirement)

요구사항번호		INR-001
요구사항 명		EMS API 제공 방식 확인
요구사항 분류		인터페이스 요구사항
상세 설명	정의	EMS API 제공방식과 제약조건을 확인하여 연계명세를 작성하고 선정된 샘플의 연결 가능성을 검증한다.
	세부 내용	○ REST·WebSocket 등 방식, 엔드포인트, 메서드, 인증, 요청·응답과 제공일정을 우선 확인한다. ○ EMS·LCA·안전/상태별 샘플 응답을 기준으로 화면 필드 대응표를 작성한다. ○ 발주기관과 EMS 선정한 대표 API 또는 샘플 응답 3종 이내로 연결시험을 수행한다. ○ 본 과업의 수용은 제공된 API 범위의 연계 설계와 대표 샘플 검증 결과를 기준으로 판단한다.
산출정보		EMS API 협의표, 인터페이스 정의서, 대표 연결검증 결과
관련요구사항		INR-002~INR-005, DAR-001

요구사항번호		INR-002
요구사항 명		인증 및 접근망 조건
요구사항 분류		인터페이스 요구사항
상세 설명	정의	실연계에 필요한 인증·권한·네트워크 조건을 정의하고 제공된 시험환경 범위에서 접근을 확인한다.
	세부 내용	○ API Key·토큰·인증서, HTTPS·VPN·IP 허용목록과 개발·시험망 조건을 협의한다. ○ 시험계정과 접근환경이 제공된 경우 대표 호출을 확인한다. ○ 시험환경 제공 일정과 선행조건, 접근 확인 결과 및 후속조치를 기록한다.
산출정보		인증·망연계 조건표, 시험환경 접근결과, 후속 조치목록
관련요구사항		SER-002, PMR-016

요구사항번호		INR-003
요구사항 명		공통 ID 및 객체 매핑
요구사항 분류		인터페이스 요구사항
상세 설명	정의	3개 공장 확장을 위한 공통 ID와 객체-데이터 매핑 규칙을 설계하고 대표 사례를 작성한다.
	세부 내용	○ 공장-건물-구역-객체-데이터 포인트 계층과 공통 ID 규칙을 정의한다. ○ 샘플 식별자와 대표 3D 객체의 매핑표를 작성한다. ○ 공장별 객체 매핑 확대 물량과 예상 공수는 후속 구축계획에 제시한다.
산출정보		공통 ID 정의서, 대표 객체-데이터 매핑표, 전체 확장계획
관련요구사항		SFR-004, DAR-009, INR-004

요구사항번호		INR-004
요구사항 명		API 응답 및 오류 처리
요구사항 분류		인터페이스 요구사항
상세 설명	정의	API 오류·지연·빈 응답의 화면 처리기준을 설계하고 대표 시나리오로 검증한다.
	세부 내용	○ HTTP·업무 오류, 타임아웃, 형식오류와 빈 응답의 표시기준을 정의한다. ○ 대표 Mock 또는 시험 API에서 정상·오류·지연 시나리오를 검증한다. ○ 전체 운영 로그·재처리 기능은 후속 범위로 구분한다.
산출정보		오류처리 기준표, 대표 예외화면, 연계검증 결과
관련요구사항		DAR-002, DAR-005, SER-004

요구사항번호		INR-005
요구사항 명		샘플 데이터 및 Mock 연동
요구사항 분류		인터페이스 요구사항
상세 설명	정의	실제 API 제공 전 화면 개발과 검수를 위해 샘플 데이터와 Mock 연동 구조를 제공한다.
	세부 내용	○ 실데이터 API와 동일한 필드명·자료형·코드체계를 사용하는 Mock 데이터를 구성한다. ○ 정상, 지연, 누락, 경고, 오류 등 시연·시험 시나리오별 데이터 세트를 제공한다. ○ 설정값으로 실데이터와 Mock 데이터를 전환하고 화면에서 현재 데이터 소스를 표시한다.
산출정보		Mock 데이터 세트, 데이터 소스 전환 설정, 시나리오 목록
관련요구사항		SFR-009, TER-001, COR-002

마. 데이터 및 모델 매핑 요구사항 (Data Requirement)

요구사항번호		DAR-001
요구사항 명		데이터 항목 정의
요구사항 분류		데이터 요구사항
상세 설명	정의	EMS, LCA, 안전/상태 데이터 중 화면에 표시할 항목을 정의한다.
	세부 내용	○ 화면 표시 항목별 한글명, 영문/원천명, 정의, 자료형, 단위, 코드값을 정리한다. ○ 공장·구역·객체 식별자, 기준시각, 수신시각, 갱신주기와 데이터 출처를 포함한다. ○ 유효범위, 필수여부, 결측·오류 처리와 화면 공개 가능 여부를 협의한다. ○ 디지털트윈 화면 연계에 필요한 논리 항목과 API 필드 대응관계를 정의한다. ○ 화면 표시항목은 EMS·LCA·안전/상태를 합하여 20개 이내를 기준으로 한다.
산출정보		화면 데이터 항목 정의서, API 필드 대응표
관련요구사항		INR-001, COR-001, DAR-002~DAR-005

요구사항번호		DAR-002
요구사항 명		수집상태 및 기준시각
요구사항 분류		데이터 요구사항
상세 설명	정의	데이터의 최신성 판단을 위해 기준시각과 수집상태를 표시한다.
	세부 내용	○ 원천 기준시각, 디지털트윈 수신시각, 화면 갱신시각을 구분한다. ○ 항목별 정상 갱신주기와 지연·미수신 판정기준을 제공기관과 협의한다. ○ 정상·지연·미수신·오류 상태를 코드와 화면표시로 일관되게 관리한다. ○ 시간대와 날짜 형식을 통일하고 시스템 간 시각 차이가 있을 때 처리기준을 정한다.
산출정보		수집상태·기준시각 정의표, 갱신주기 협의표
관련요구사항		INR-004, DAR-005

요구사항번호		DAR-003
요구사항 명		단위 및 표시 정밀도
요구사항 분류		데이터 요구사항
상세 설명	정의	수치 데이터의 단위와 표시 정밀도를 일관되게 관리한다.
	세부 내용	○ 원천 단위를 기본으로 사용하고 단위 변환이 필요한 경우 변환식과 표시단위를 사전 합의한다. ○ 정수·소수 자릿수, 천 단위 구분, 음수·백분율·과학표기 기준을 항목별로 정한다. ○ 차트와 상세 패널에서 동일 항목의 단위·반올림 기준이 달라지지 않도록 한다. ○ 값이 없는 경우 0으로 임의 치환하지 않고 결측 상태로 표시한다.
산출정보		단위·표시 정밀도 기준표, 변환식 목록
관련요구사항		DAR-001, QUR-001

요구사항번호		DAR-004
요구사항 명		이력 및 차트 표시
요구사항 분류		데이터 요구사항
상세 설명	정의	시연과 관제 이해를 위해 주요 항목의 기간별 추이를 표시한다.
	세부 내용	○ API가 제공하는 보관기간과 집계수준 내에서 시간·일·월 등 기간별 추이를 표시한다. ○ 차트에 항목명, 단위, 기간, 범례와 데이터 기준시각을 명확히 표시한다. ○ 누락구간과 지연값을 실제값과 구분하고 과도한 보간으로 오해를 만들지 않는다. ○ 비교 기능은 동일 단위·동일 기간의 데이터에 한해 적용한다. ○ 이력 차트는 대표 데이터의 시간·일·월 추이 등 3종 이내를 기준으로 한다.
산출정보		이력·차트 화면, 차트 항목 및 조회조건 정의표
관련요구사항		SFR-005~SFR-007, DAR-003, DAR-005

요구사항번호		DAR-005
요구사항 명		데이터 품질 및 누락 처리
요구사항 분류		데이터 요구사항
상세 설명	정의	데이터 누락, 이상값, 지연에 따른 표시 정책을 정의한다.
	세부 내용	○ null, 미제공, 통신오류, 지연, 범위초과와 실제 0값을 구분한다. ○ 이상값은 임의 수정하지 않고 원천값·상태코드와 함께 표시하거나 제외기준을 기록한다. ○ 마지막 정상값 표시 여부와 유효시간을 항목별로 정의한다. ○ 품질문제는 공장·항목·발생시각·조치상태를 기록해 제공기관과 확인한다.
산출정보		데이터 품질·누락 처리 기준, 품질이슈 기록
관련요구사항		DAR-002, INR-004

요구사항번호		DAR-006
요구사항 명		대표 공장 모델링 기준
요구사항 분류		데이터 요구사항
상세 설명	정의	대표공장은 저정밀 외관·공간 블록아웃 또는 시안을 작성하고 모델링 방식을 검증한다.
	세부 내용	○ 외관·건물·주요 구역의 배치와 식별요소를 블록아웃·조감 시안으로 작성한다. ○ 대표 공장 또는 대표 구역은 제공자료 수준에 따라 직접 모델링과 에셋 조합을 적용한다. ○ 공장별 정밀도·표현범위와 후속 제작물량을 산정한다. ○ 공장별 후속 상세모델링 대상과 정밀도·제작물량을 목록화한다.
산출정보		공장별 블록아웃·시안, 대표 모델, 후속 모델링 범위·물량표
관련요구사항		DTR-001, COR-002, COR-003

요구사항번호		DAR-007
요구사항 명		직접 모델링 대상 정의
요구사항 분류		데이터 요구사항
상세 설명	정의	대표 공장·구역에서 직접 모델링이 필요한 고유 요소와 후속 제작대상을 구분한다.
	세부 내용	○ 대표 프로토타입에 필요한 고유 외관·지붕·출입구·연결부를 우선순위로 선정한다. ○ 나머지 공장 직접모델링 대상은 참고자료·정밀도·예상공수와 함께 목록화한다. ○ 1차년도에는 승인된 대표 대상만 원본·최적화 모델로 납품한다.
산출정보		대표 직접모델링 원본·적용본, 후속 제작목록·공수
관련요구사항		DAR-006, DAR-008, PMR-004

요구사항번호		DAR-008
요구사항 명		상용 에셋 활용 및 라이선스
요구사항 분류		데이터 요구사항
상세 설명	정의	범용 공장 소품, 도로, 조경, 배관, 장비류는 상용 에셋을 활용할 수 있다.
	세부 내용	○ 범용 공장 소품, 도로, 조경, 배관·장비류는 적절한 상용 에셋을 활용할 수 있다. ○ 에셋명, 제작사, 버전, 구매·사용권, 수정·재배포 조건과 적용 위치를 기록한다. ○ 납품·운영에 제약이 있거나 출처가 불명확한 에셋은 사용하지 않거나 대체한다. ○ 에셋을 사용하더라도 대상 공장의 식별에 필요한 고유 형상과 배치는 별도로 보완한다.
산출정보		에셋 사용목록, 라이선스 증빙, 대체·보완 내역
관련요구사항		DTR-001, SER-003, PMR-015

요구사항번호		DAR-009
요구사항 명		객체 계층 및 명명규칙
요구사항 분류		데이터 요구사항
상세 설명	정의	후속 3개 공장 구축에 재사용할 3D 객체 계층·명명·매핑 규칙을 정의하고 대표 모델에 적용한다.
	세부 내용	○ 공장-건물-구역-객체-데이터 포인트 계층과 명명규칙을 설계한다. ○ 대표 Unity 오브젝트와 샘플 식별자의 대응관계를 검증한다. ○ 공장별 적용예시와 확장절차를 제시한다.
산출정보		객체 계층·명명 규칙서, 대표 적용결과, 확장절차
관련요구사항		INR-003, SFR-002, SFR-004

바. 테스트 요구사항(Test Requirement)

요구사항번호		TER-001
요구사항 명		단위 테스트 및 통합 테스트
요구사항 분류		테스트 요구사항
상세 설명	정의	대표 프로토타입 기능과 Mock·샘플 API 연계 흐름을 시험한다.
	세부 내용	○ 대표 장면, 객체 선택, 데이터 패널과 예외처리를 시험한다. ○ Mock 및 제공된 샘플 API 범위에서 정상·오류·지연 시나리오를 검증한다. ○ 공장별 운영기능 통합시험 항목과 필요 환경은 후속 시험계획에 제시한다.
산출정보		프로토타입 시험계획·결과, 결함·조치대장
관련요구사항		INR-004, INR-005, PMR-017

요구사항번호		TER-002
요구사항 명		브라우저 호환성 테스트
요구사항 분류		테스트 요구사항
상세 설명	정의	대표 WebGL 프로토타입을 지정 브라우저와 기본 해상도에서 점검한다.
	세부 내용	○ 최신 Chrome·Edge, 1920×1080에서 대표 장면의 실행, 로딩, 주요 조작과 화면 깨짐을 확인한다. ○ 결과는 프로토타입 지원환경, 시험조건 및 제한사항으로 문서화한다.
산출정보		프로토타입 브라우저 시험결과, 지원환경·제한사항
관련요구사항		PER-001, QUR-001, PSR-002

요구사항번호		TER-003
요구사항 명		사용자 검토 및 보완
요구사항 분류		테스트 요구사항
상세 설명	정의	발주기관과 참여기관 검토 의견을 반영해 화면과 데이터를 보완한다.
	세부 내용	○ 화면 IA, 3D 블록아웃, 모델 중간본, 데이터 패널과 시연본을 단계별로 검토한다. ○ 발주기관·참여기관 의견을 요청사항, 조치방안, 반영여부와 확인일자로 관리한다. ○ 범위·일정에 영향이 있는 요구는 변경관리 절차를 적용한다. ○ 최종 사용자 검토 결과와 미반영 사유를 완료보고서에 포함한다. ○ 공식 화면·모델 검토 및 보완은 총 2회를 기준으로 하고 추가 의견은 변경관리 절차로 관리한다.
산출정보		단계별 검토자료, 사용자 의견·조치대장
관련요구사항		PMR-006, PMR-010, TER-004

요구사항번호		TER-004
요구사항 명		검수 시나리오 및 수용기준
요구사항 분류		테스트 요구사항
상세 설명	정의	범위수준표에 따른 기획·시안·프로토타입·연계검증 산출물의 수용기준을 사전에 정의한다.
	세부 내용	○ 요구사항별 목표수준을 설계완료, 시안완료, 프로토타입 구현, 샘플 연계검증 또는 후속과제로 구분한다. ○ 각 수준별 검토절차·기대결과·증빙을 정의한다. ○ 검수는 승인된 범위수준과 요구사항별 산출물·증빙을 기준으로 수행한다.
산출정보		범위수준표, 요구사항별 수용기준, 검수결과서
관련요구사항		QUR-004, PMR-017, PMR-012

사. 보안 요구사항(Security Requirement)

요구사항번호		SER-001
요구사항 명		자료 보안 및 반납
요구사항 분류		보안 요구사항
상세 설명	정의	대상 공장 자료, API 정보, 회의자료 등 비공개 자료를 안전하게 관리한다.
	세부 내용	○ 도면, 사진, API 문서, 계정정보 등 제공자료의 등급·소유기관·열람자를 관리한다. ○ 승인되지 않은 개인 클라우드·메신저·외부 저장매체로 자료를 전송하지 않는다. ○ 사업 종료 시 반납·파기 대상과 보관승인 대상을 구분하고 결과를 확인받는다. ○ 참여인력과 협력업체에도 동일한 보안의무를 적용한다.
산출정보		자료관리대장, 보안서약서, 반납·파기 확인서
관련요구사항		SER-002, SER-004, PMR-014

요구사항번호		SER-002
요구사항 명		계정 및 접근 권한 관리
요구사항 분류		보안 요구사항
상세 설명	정의	API, 서버, 협업도구 접근 계정을 목적과 인원에게 맞게 관리한다.
	세부 내용	○ 개발·시험·운영 계정은 역할별 최소권한으로 부여하고 공용계정 사용을 제한한다. ○ API 키, 토큰, 인증서와 비밀번호를 소스·문서·화면 로그에 노출하지 않는다. ○ 인력변경·퇴사·과업종료 시 계정과 접근권한을 즉시 회수한다. ○ 관리자 기능과 Mock/실데이터 전환 기능은 권한이 있는 사용자만 접근하도록 한다.
산출정보		계정·권한표, 인증정보 관리기준, 권한회수 기록
관련요구사항		INR-002, SER-004

요구사항번호		SER-003
요구사항 명		라이선스 및 저작권 관리
요구사항 분류		보안 요구사항
상세 설명	정의	상용 에셋, 플러그인, 오픈소스 사용에 따른 권리 문제를 사전에 관리한다.
	세부 내용	○ Unity, 상용 에셋, 플러그인, 폰트, 아이콘과 오픈소스의 사용권을 확인한다. ○ 구매계정, 버전, 적용 위치, 수정·배포 조건과 저작권 고지사항을 관리한다. ○ 무단복제·출처불명·납품불가 자산을 사용하지 않고 문제 발견 시 대체한다. ○ 최종 납품물에 라이선스 목록과 필요한 고지문을 포함한다.
산출정보		
관련요구사항		DTR-001, DAR-008, PMR-015

요구사항번호		SER-004
요구사항 명		외부 배포 제한
요구사항 분류		보안 요구사항
상세 설명	정의	대상 공장 정보가 포함된 화면과 산출물이 외부에 무단 공개되지 않도록 관리한다.
	세부 내용	○ WebGL 화면에는 공개가 승인된 데이터만 표시하고 민감 항목은 제외·마스킹한다. ○ 운영 배포 시 디버그 로그, 개발도구 정보, 내부 주소와 인증정보 노출을 차단한다. ○ 외부 접속 범위, URL, 사용자와 접근기간을 발주기관 승인에 따라 설정한다. ○ 화면 캡처·보고자료 사용 시 공장별 공개제한 사항을 적용한다.
산출정보		
관련요구사항		INR-002, SER-001, PMR-016

아. 품질 요구사항(Quality Requirement)

요구사항번호		QUR-001
요구사항 명		화면 품질 기준
요구사항 분류		품질 요구사항
상세 설명	정의	텍스트, 패널, 버튼, 3D 객체가 겹치거나 잘리지 않도록 화면 품질을 관리한다.
	세부 내용	○ 주요 화면의 정렬, 폰트, 여백, 아이콘, 차트와 상태색을 일관되게 적용한다. ○ 대표 해상도에서 텍스트·버튼·패널·3D 화면이 겹치거나 잘리지 않도록 한다. ○ 로딩, 빈값, 오류, 미수신과 권한없음 상태를 별도 화면으로 검증한다. ○ 상태색은 텍스트·아이콘과 함께 사용해 색상만으로 의미를 전달하지 않는다.
산출정보		화면 품질 체크리스트, 대표 화면 검토본
관련요구사항		TER-002, QUR-005

요구사항번호		QUR-002
요구사항 명		문서 품질 기준
요구사항 분류		품질 요구사항
상세 설명	정의	요구사항, 설계, 데이터, 검수 문서가 추적 가능하도록 작성한다.
	세부 내용	○ 산출문서에 문서명, 버전, 작성·검토일, 작성자와 변경이력을 표시한다. ○ 요구사항·화면·데이터·모델·시험 문서의 명칭과 ID를 일치시킨다. ○ 최종 구현내용과 다른 임시문구·미확정 표시를 정리하고 편집 가능한 원본을 납품한다. ○ 표·그림·페이지 번호와 목차의 누락·깨짐 여부를 최종 점검한다.
산출정보		문서 품질 점검표, 최종 산출문서 세트
관련요구사항		PMR-008, QUR-004

요구사항번호		QUR-003
요구사항 명		유지보수 가능성
요구사항 분류		품질 요구사항
상세 설명	정의	향후 2027년 3개 공장 확장과 데이터 연동 고도화를 고려해 구조를 정리한다.
	세부 내용	○ API 주소, 공장·구역·객체 ID, 표시항목과 임계값을 설정정보로 분리한다. ○ 화면, 데이터 연계, 3D 모델과 공통기능을 모듈화해 변경 영향범위를 줄인다. ○ 소스코드, 빌드방법, 의존성 버전과 배포절차를 재현 가능하게 문서화한다. ○ 신규 공장·항목 추가 시 필요한 설정과 개발범위를 고도화 계획에 명시한다.
산출정보		
관련요구사항		DAR-009, PSR-005

요구사항번호		QUR-004
요구사항 명		요구사항 추적성
요구사항 분류		품질 요구사항
상세 설명	정의	요구사항별 목표수준과 산출물·검수 증거가 연결되도록 관리한다.
	세부 내용	○ 요구사항 상태를 설계완료, 시안완료, 프로토타입 구현, 샘플 연계검증, 후속과제로 구분한다. ○ 각 상태를 화면·문서·모델·시험결과와 연결한다. ○ 승인된 범위수준을 기준으로 단계별 완료상태와 후속항목을 구분하여 기록한다.
산출정보		범위수준·요구사항 추적표, 단계별 증빙목록
관련요구사항		PMR-006, TER-004, PMR-013

요구사항번호		QUR-005
요구사항 명		사용자 경험 일관성
요구사항 분류		품질 요구사항
상세 설명	정의	메뉴, 색상, 아이콘, 조작 방식이 화면 전체에서 일관되게 사용되도록 한다.
	세부 내용	○ 동일 기능은 화면마다 같은 용어, 아이콘, 조작방식과 상태표현을 사용한다. ○ 선택·호버·비활성·오류 상태와 뒤로가기·초기화 동작을 일관되게 적용한다. ○ 공장 전환과 데이터 조회 과정에서 사용자가 현재 위치와 조회조건을 잃지 않도록 한다. ○ 업무사용자 검토를 통해 불필요한 단계와 중복정보를 줄인다.
산출정보		
관련요구사항		SFR-003, QUR-001

자. 제약 요구사항(Constraints Requirement)

요구사항번호		COR-001
요구사항 명		데이터 연계 역할분담
요구사항 분류		제약사항
상세 설명	정의	EMS가 제공하는 데이터/API를 활용하여 디지털트윈 화면과 3D 객체를 연계하고 기관별 역할을 명확히 한다.
	세부 내용	○ 담당기관은 공장 센서 수집, 데이터 적재 DB, AI 분석·판정 및 API 서비스를 제공한다. ○ 디지털트윈 수행사는 제공 API의 소비자 관점 연계, Unity WebGL 화면과 3D 시각화를 수행한다. ○ 화면표시에 필요한 최소 변환 기준을 정의하고 원천값·판정값의 출처를 함께 표시한다. ○ 제공 API의 변경·지연·제약은 협의대장과 변경관리 절차로 관리한다.
산출정보		
관련요구사항		INR-001~INR-005, PMR-003

요구사항번호		COR-002
요구사항 명		대상 공장 자료 제공 전제
요구사항 분류		제약사항
상세 설명	정의	공장 모델링과 데이터 매핑은 대상 공장 자료 제공을 전제로 한다.
	세부 내용	○ 공장별 도면, 사진, 주요 구역, 표시대상, 명칭, 브랜드·보안 기준과 검토담당자 제공을 전제로 한다. ○ API 문서·샘플데이터·접근정보와 공통 ID 확정시점을 전체 일정의 선행조건으로 관리한다. ○ 자료 지연 시 승인된 대체자료·Mock 데이터로 우선 진행하고 일정·품질 영향을 보고한다.
산출정보		공장자료 요청목록, 자료수급 현황표, 대체자료 승인기록
관련요구사항		DAR-006, INR-005, PMR-004

요구사항번호		COR-003
요구사항 명		1차년도 구축수준 및 산출물
요구사항 분류		제약사항
상세 설명	정의	1차년도는 대표공장 기반설계·시안, 대표 프로토타입 및 샘플 연계검 증을 수행한다.
	세부 내용	○ 대표공장 공통 범위는 현황조사, 화면 IA, 3D 블록아웃·시안, 데이터·API·객체 매핑 기준과 후속 구축계획이다. ○ 대표 공장 또는 대표 구역에 한해 Unity WebGL 프로토타입과 공통 데이터 패넌을 시범 구현한다. ○ 공장별 상세모델링·실데이터 연계·운영기능은 후속 구축 물량과 우선순위로 산정한다. ○ 추가 구현은 변경관리 또는 후속 고도화 계획에 반영한다.
산출정보		1차년도 범위수준표, 산출물 목록, 후속 구축 로드맵
관련요구사항		DAR-006, COR-001

차. 프로젝트 관리 요구사항(Project Management Requirement)

요구사항번호		PMR-001
요구사항 명		착수 및 요구사항 확정
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	착수 단계에서 범위, 일정, 자료 요청, 협의 항목을 확정한다.
	세부 내용	○ 착수회의에서 과업범위, 역할·책임, WBS, 산출물, 검토·승인 절차를 확정한다. ○ 공장자료· API 선행조건과 요구사항 우선순위를 합의한다. ○ 미확정 사항은 담당자와 확정기한을 지정해 착수보고서에 기록한다.
산출정보		착수보고서, RACI, 기준 WBS, 요구사항 목록
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-002
요구사항 명		주간 진행관리
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	짧은 사업기간을 고려해 주간 단위로 진행상황과 이슈를 관리한다.
	세부 내용	○ 주간 실적·계획, 진척률, 이슈·리스크, 의사결정과 요청사항을 정기 보고한다. ○ 계획 대비 지연은 원인, 영향, 만회대책과 지원요청을 함께 제시한다.
산출정보		주간보고서, 액션아이템 목록
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-003
요구사항 명		EMS 협의 관리
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	EMS 데이터/API 제공 범위와 일정에 대한 협의 이력을 관리한다.
	세부 내용	○ API 방식, 인증·망, 항목·코드, 공통 ID, 오류처리와 제공일정을 EMS와 협의한다. ○ 질문·답변·결정·미결사항과 인터페이스 버전을 협의대장으로 관리한다. ○ API 변경 시 화면·매핑·시험 영향과 대응일정을 공동 확인한다.
산출정보		협의대장, 인터페이스 결정사항, 버전이력
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-004
요구사항 명		공장 자료 요청 관리
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	모델링과 화면 구성을 위해 필요한 공장 자료 요청 목록을 관리한다.
	세부 내용	○ 공장별 도면·사진·구역·표시대상·보안조건을 요청목록으로 관리한다. ○ 자료별 제공자, 요청·수령·검토일, 사용제한과 보완필요사항을 기록한다. ○ 미제공 자료는 대체방안과 범위·일정 영향을 승인받는다. ○ 현장 확인은 공장별 1회 이내를 기준으로 하며 추가 방문은 자료 제공상태와 변경영향을 검토하여 협의한다.
산출정보		공장자료 요청·수급대장, 보완요청 기록
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-005
요구사항 명		일정관리
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	4개월 내 기획·설계·시안·대표 프로토타입·연계검증을 수행하도록 단계별 일정과 산출물을 관리한다.
	세부 내용	○ WBS에 대표공장 조사·기획, 화면 IA, 3D 블록아웃·시안, 대표 Unity 프로토타입, 샘플 API 검증, 보고·검수의 선후관계를 반영한다. ○ 일정은 대표공장 공통 설계와 대표 시범구현 수준을 기준으로 작성한다. ○ 자료·API 제공일정은 별도 의존일정으로 표시한다.
산출정보		4개월 WBS·간트차트, 마일스톤·의존일정 현황
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-006
요구사항 명		변경관리
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	요구사항과 범위 변경은 영향도를 검토한 후 반영한다.
	세부 내용	○ 변경요청은 내용, 사유, 우선순위와 일정·비용·품질 영향을 분석한다. ○ 승인 전 변경을 임의 반영하지 않고 승인결과와 적용버전을 기록한다. ○ 긴급 변경은 사후 승인 조건과 복구방안을 명확히 한다.
산출정보		변경요청서, 변경이력, 영향분석표
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-007
요구사항 명		리스크관리
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	자료 지연, API 미확정, WebGL 성능, 에셋 라이선스 등 주요 위험을 관리한다.
	세부 내용	○ 자료지연, API 미확정, WebGL 성능, 에셋 라이선스, 검토지연을 핵심 리스크로 관리한다. ○ 발생가능성·영향·대응책·담당자·목표일과 잔여위험을 주기적으로 갱신한다.
산출정보		리스크 관리대장, 대응현황
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-008
요구사항 명		산출물 관리
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	최종 산출물의 종류, 제출 형식, 제출 시점을 관리한다.
	세부 내용	○ 산출물명, 형식, 제출시점, 작성·검토·승인자와 버전을 목록으로 관리한다. ○ 중간본과 승인본을 구분하고 동일 파일의 임의 덮어쓰기를 방지한다. ○ 최종 납품목록과 실제 파일의 누락·버전 불일치를 점검한다.
산출정보		산출물 목록, 버전·승인 이력
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-009
요구사항 명		인력투입 관리
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	Unity 개발, 모델링, PM 역할과 투입 일정을 명확히 관리한다.
	세부 내용	○ PM, Unity 개발, 모델링·디자인 등 역할별 책임과 투입일정을 제시한다. ○ 핵심인력 변경 시 대체인력의 경력과 인수인계 계획을 승인받는다. ○ 타 소속 지원인력과 외부업체의 업무경계·보고체계를 명확히 한다.
산출정보		인력투입계획, 역할분장표, 변경·인수인계 기록
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-010
요구사항 명		품질 검토 회의
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	주요 산출물은 단계별 검토 회의를 통해 품질을 확인한다.
	세부 내용	○ IA, 3D 모델, 데이터 패널, 연동, 시연본의 공식 품질검토 회의는 총 2회를 기준으로 실시한다. ○ 회의 전 체크리스트와 검토본을 공유하고 결함·보완사항을 담당자와 기한으로 관리한다. ○ 다음 단계 착수 전 핵심 승인사항을 확인한다.
산출정보		품질검토 회의록, 체크리스트, 조치결과
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-011
요구사항 명		중간보고 및 시연
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	중간보고 단계에서 대표공장 기획·시안과 프로토타입 진행상태를 설명한다.
	세부 내용	○ 공장별 구축계획, 화면 IA, 3D 블록아웃과 대표 시범화면을 보고한다. ○ Mock 데이터 기반 시연은 실데이터 연계완료와 구분한다. ○ 검토의견과 후속 보완·본 구축 항목을 기록한다.
산출정보		중간보고 자료, 시안, 대표 시연본, 피드백 목록
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-012
요구사항 명		완료보고 및 인수인계
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	과업종료 단계에서 기획·설계·시안, 대표 프로토타입, 연계검증과 후속 구축계획을 인수인계한다.
	세부 내용	○ 대표 Unity 프로젝트·모델·WebGL 시범본과 Mock·샘플 API 검증결과를 제출한다. ○ 공장별 후속 상세구축에 필요한 모델링·연계 물량, 일정·예산·선행조건을 설명한다. - 산출물 제출 시기는 사업추진 공정, 품질보증 계획과 연계하여 제시 ○ 주관기관의 필요 시 최종 산출물의 보완·수정을 요청할 수 있음 ○ 사업 완료시 제출하는 최종 산출물은 발주기관의 승인을 득한 후 원본 파일을 USB에 수록하여 산출물과 같이 제출하여야 함 - 사업 추진과정에서 각 수행 단계별로 이루어지는 산출물을 작성하여 제출하여야 함(협의 후 조정가능)
산출정보		완료보고서, 설계·시안 세트, 대표 프로토타입, 연계검증 결과, 후속 로드맵
관련요구사항		단계별 개발 및 서비스별 설계서 작성하여 제출

요구사항번호		PMR-013
요구사항 명		성과지표 대응자료
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	2026년 성과는 승인된 1차년도 단계별 산출물과 검증결과로 관리한다.
	세부 내용	○ 요구사항별 상태를 기획·설계·시안·프로토타입·샘플 연계검증·후속과제로 구분한다. ○ Mock 구현과 실데이터 연계검증 상태를 구분해 표시한다. ○ 공장별 기획·시안·대표 프로토타입의 진행률과 증빙을 단계별로 제시한다.
산출정보		성과지표 대응표, 단계별 증빙목록, 시연 캡처
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-014
요구사항 명		보안관리계획
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	공장자료와 API 정보의 보안관리 방안을 수립한다.
	세부 내용	○ 자료, 계정, 개발환경, 전송, 외부협력과 종료 시 반납·파기 절차를 계획한다. ○ 보안사고·오배포·자료분실 발생 시 보고·차단·복구 절차를 명시한다.
산출정보		보안관리계획, 점검·조치기록
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-015
요구사항 명		라이선스 관리계획
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	Unity 에셋, 플러그인, 오픈소스 사용 현황을 관리한다.
	세부 내용	○ Unity·에셋·플러그인·폰트·오픈소스의 선정·구매·사용·납품 조건을 관리한다. ○ 라이선스 제약 발견 시 대체 일정과 비용·품질 영향을 보고한다.
산출정보		라이선스 관리계획, 자산·증빙 목록
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-016
요구사항 명		배포환경 협의
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	WebGL 배포를 위한 서버, 도메인, HTTPS, MIME, CORS 조건을 확인한다.
	세부 내용	○ WebGL 서버, 도메인, HTTPS, MIME, CORS, 인증과 운영망 조건을 사전 협의한다. ○ 배포·운영·백업·모니터링의 기관별 책임과 제공일정을 명확히 한다.
산출정보		배포환경 조건표, 배포·운영 책임분담표
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-017
요구사항 명		테스트 및 검수관리
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	테스트 수행 결과와 검수 보완사항을 체계적으로 관리한다.
	세부 내용	○ 요구사항 추적표를 기준으로 시험항목, 담당자, 일정과 수용기준을 관리한다. ○ 결함 심각도와 조치기한, 재시험·회귀시험 결과를 기록한다. ○ 검수 전 미해결 결함과 제한사항을 발주기관에 보고한다.
산출정보		통합 시험·검수계획, 결함·재시험 현황
관련요구사항		

요구사항번호		PMR-018
요구사항 명		외주 및 협력업체 관리
요구사항 분류		프로젝트 관리 요구사항
상세 설명	정의	모델링, Unity 개발, 에셋 제작 등 외부 협력 범위를 관리한다.
	세부 내용	○ 모델링·디자인 등 외부 협력 범위, 납기, 품질, 보안과 라이선스 책임을 계약 전에 명확히 한다. ○ 외부 산출물에도 본 RFP의 명명·최적화·검토·납품 기준을 동일하게 적용한다.
산출정보		외부협력 범위표, 검토·인수 기록, 라이선스 확인
관련요구사항		

카. 프로젝트 지원 요구사항(Project Support Requirement)

요구사항번호		PSR-001
요구사항 명		사용자 교육
요구사항 분류		프로젝트 지원 요구사항
상세 설명	정의	발주기관 담당자가 1차년도 산출물과 대표 프로토타입을 이해할 수 있도록 결과 설명회를 제공한다.
	세부 내용	○ 3개 공장 구축계획·화면·3D 시안, 대표 프로토타입 조작, Mock·샘플 연계상태와 후속과제를 설명한다. ○ 결과 설명회는 1회, 2시간 이내로 실시하고 시범본 확인과 2차년도 활용방안 중심으로 진행한다.
산출정보		결과 설명자료, 참석·질의응답 기록
관련요구사항		

요구사항번호		PSR-002
요구사항 명		운영자 매뉴얼
요구사항 분류		프로젝트 지원 요구사항
상세 설명	정의	대표 프로토타입의 구성·실행·시연방법과 제한사항을 설명하는 가이드를 제공한다.
	세부 내용	○ 접속·화면·3D 조작, Mock·샘플 전환과 기본 오류확인 방법을 설명한다. ○ 지원 브라우저, 빌드·배포 절차와 후속 기능·적용조건을 명확히 표시한다.
산출정보		프로토타입 사용·구성 가이드, 제한사항 목록
관련요구사항		

요구사항번호		PSR-003
요구사항 명		시연 및 보고 지원
요구사항 분류		프로젝트 지원 요구사항
상세 설명	정의	중간보고와 완료보고에서 사용할 시연 화면과 설명자료를 지원한다.
	세부 내용	○ 중간·완료보고 시연환경, 시나리오, 데이터와 발표 순서를 사전 점검한다. ○ 네트워크·API 장애에 대비한 대체 시연과 복구절차를 준비한다. ○ 보고 중 질의에 대응할 수 있도록 화면·데이터·범위 설명자료를 제공한다.
산출정보		시연 지원계획, 시연 시나리오, 질의대응 자료
관련요구사항		

요구사항번호		PSR-004
요구사항 명		하자 및 보완 대응
요구사항 분류		프로젝트 지원 요구사항
상세 설명	정의	검수 후 대표 프로토타입과 제출 산출물에서 발견되는 재현 가능한 결함을 계약조건에 따라 보완한다.
	세부 내용	○ 승인된 1차년도 범위수준에 포함된 프로토타입 기능과 문서 오류를 접수·조치한다. ○ 후속 구축 기능과 미제공 API 연계사항은 별도 과제로 구분하여 관리한다.
산출정보		하자·보완 접수대장, 조치결과
관련요구사항		

요구사항번호		PSR-005
요구사항 명		인수인계 및 기술지원
요구사항 분류		프로젝트 지원 요구사항
상세 설명	정의	기획·설계 원본과 대표 프로토타입을 후속 구축에 활용할 수 있도록 인수인계한다.
	세부 내용	○ 화면 IA·시안, 3D 블록아웃·대표 모델, Unity 프로젝트, 설정, Mock·샘플 연계문서를 체계적으로 인계한다. ○ 동일 환경에서 대표 프로토타입의 빌드·실행을 확인한다. ○ 공장별 후속 구축에 필요한 모델링·연계 물량과 선행조건을 설명한다.
산출정보		원본·소스·모델·연계문서, 빌드확인서, 후속항목 인수인계 기록
관련요구사항		

IV

입찰 및 제안 안내

1. 입찰 개요 및 계약방법

구분	내용	비고
과업명	광주첨단 스마트그린 AX실증산단 디지털트윈 산단관리 실증 1차 구축(기반설계·시범구현)	총액계약
사업비	61,456,000 원 이내	예산 초과 시 제외
기간	계약체결일로부터 약 4개월	최종 공고문 기재
계약방법	제한경쟁(총액), 협상에 의한 계약	기술 90 / 가격 10
입찰방식	국가종합전자조달시스템(나라장터) 전자입찰	제안서·가격입찰서 모두 제출
납품장소	발주기관 지정 장소 및 대표 WebGL 시범환경	대표공장 기획·시안, 시범환경

가. 적용기준

- 입찰공고문, 제안요청서, 과업내용서, 계약조건과 관련 법령·예규를 함께 적용하며 서로 다른 내용은 계약문서 우선순위에 따름
- 가격입찰서와 제안서 중 어느 하나라도 마감시각까지 정상 제출되지 않으면 무효입찰로 처리
- 입찰·제안·계약 일정, 제출처와 문의처는 최종 공고문에 기재하며 공고문과 본 문서가 다른 경우 공고문을 우선 적용

2. 입찰참가자격

가. 공통자격

- 관계 법령상 경쟁입찰 참가자격을 갖추고 입찰마감 전일까지 나라장터 입찰참

가자격 등록을 완료한 자

- 사업자등록증상 소프트웨어 개발·공급 또는 컴퓨터 프로그래밍 서비스업을 영위하고 「소프트웨어 진흥법」에 따른 소프트웨어사업자(컴퓨터관련서비스사업, 업종코드 1468)로 나라장터에 등록한 자
- 「중소기업기본법」에 따른 중소기업자 또는 「소상공인 보호 및 지원에 관한 법률」에 따른 소상공인으로서 유효한 중소기업·소상공인 확인서를 소지한 자
- 「중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률」에 따라 정보시스템개발서비스 직접생산확인증명서(세부품명번호 8111159901)를 소지한 자
- 사업금액에 따른 대기업·중견기업 소프트웨어사업자 참여 제한 및 상호출자제한기업집단 참여 제한이 적용되는 경우 해당 요건을 충족한 자
- 입찰공고일 기준 휴·폐업, 영업정지, 등록취소 또는 부정당업자 제재 등 입찰참가 제한사유가 없는 자
- 실적은 참가자격의 최소요건으로 제한하지 않고 최근 5년 이내 완료한 디지털 트윈 기획·설계, Unity/WebGL 프로토타입, 3D 시각화, 관제화면 또는 API 연계 실적을 평가에 반영

나. 자격확인 유의사항

- 중소기업·소상공인 확인서는 제안서 제출마감일까지 유효하고 직접생산확인증명서는 입찰마감 전일까지 발급된 유효한 증명서로 중소기업제품 공공구매 종합정보망에서 확인 가능하여야 함
- 본 과업의 직접생산 확인 세부품명은 정보시스템개발서비스(8111159901)로 하며 패키지소프트웨어개발및도입서비스, 정보인프라구축서비스, DB구축서비스, 운영·유지관리서비스 등의 다른 직접생산확인증명서는 대체 자격으로 인정하지 않음
- 특정 제조사·특정 에셋·특정 자격증 보유 여부만으로 참가를 제한하지 않으며 실제 수행역량은 제안서와 발표에서 평가

3. 공동수급 및 하도급

가. 공동수급 불가

- 공동수급(공동이행방식)을 불허 함

나. 하도급

- 모델링·디자인 등 일부 전문업무를 하도급하려는 경우 제안서에 대상, 금액, 비율, 업체와 관리방안을 제시하고 계약 후 사전승인을 받아야 함
- 소프트웨어사업금액에서 물품 구매금액을 제외한 금액의 50%를 초과하는 하도급은 관련 법령상 예외에 해당하지 않는 한 금지 함

- PM, 전체 아키텍처, 요구사항·품질·형상·통합관리 책임은 원도급자 직접 수행함
- 승인되지 않은 하도급, 재하도급, 명의대여 또는 제안인력과 실제 투입인력의 불일치는 계약상 제재사유가 될 수 있음

4. 지역참여 적용기준

가. 전남광주통합특별시 지역제한

- 본 입찰은 전남광주특별시 지역제한 입찰로 하며 입찰공고일 전일부터 입찰일까지 법인등기부상 본점(개인사업자는 사업자등록증상 사업장)이 전남광주통합특별시에 소재하여야 함
- 낙찰자는 위 소재지 요건을 계약체결일까지 유지하여야 함
- 신규사업자는 관련 규정에서 인정하는 기준일을 적용하고 소재지 증빙은 법인등기사항증명서 또는 사업자등록증으로 확인
- 본 조항은 발주기관이 지방계약법상 지역제한을 적용할 수 있고 사업금액이 허용기준 이내임을 계약담당부서가 확인한 경우에 적용

5. 제안서의 효력

가. 기본원칙

- 제안서, 발표·질의응답, 추가 제출자료와 협상에서 확정된 내용은 계약서에 명시하지 않더라도 계약상 의무로 반영될 수 있음
- 계약서와 협상결과가 제안서와 다른 경우 계약서와 협상결과를 우선 적용
- 제안 내용은 객관적으로 입증 가능하여야 하며 허위·과장, 중대한 누락 또는 증빙 불일치가 확인되면 평가 제외, 협상 중단 또는 계약 해지 가능
- 제안서 작성·제출·발표에 드는 비용은 제안자가 부담하고 제출자료는 반환하지 않음

6. 제안서 작성지침

가. 형식

- 제안서는 한글 작성을 원칙으로 하고 A4 세로형, 본문 11포인트 이상, 페이지 번호를 부여하며 불가피한 도표에 한해 가로형 사용
- 기술제안서는 표지·목차·증빙을 제외하고 60쪽 이내, 발표자료는 25쪽 이내를 권장
- 영문 약어·전문용어는 최초 사용 시 한글 설명을 병기하고 약어표를 첨부
- '가능하다', '고려한다'와 같은 모호한 표현은 평가 시 미제안으로 볼 수 있으므로

로 구현방법, 담당, 일정, 산출물과 검증방법을 명시

나. 필수 구성

- 제안개요: 사업 이해, 목표·범위, 추진전략, 전제·제약·위험과 대응방안
- 수행역량: 일반현황, 유사실적, PM·Unity·모델링·UI/UX·API·시험 인력과 증빙
- 기술계획: 대표 공장 조사·구축계획, 화면 IA·시안, 3D 블록아웃·대표 직접모델링, Unity WebGL 프로토타입, 데이터/API 매핑·샘플 연계검증, 후속 로드맵
- 관리계획: 주차별 WBS, 의사결정, 이슈·위험·변경·형상관리, 산출물, 교육·인수인계·하자지원
- 가격계획: 기획·설계, 대표공장 시안, 대표 모델링·프로토타입, 에셋·라이선스, 샘플 연계검증, 보고·인수인계와 제경비를 구분한 산출내역
- 요구사항 대응표: 요구사항별 준수 여부, 제안서 페이지, 구현·검증방법과 예외사항을 명시

7. 제출서류 및 제출방법

구분	제출서류	제출형식
입찰자격	경쟁입찰참가자격등록증, 사업자등록증, 법인등기사항증명서, 인감·위임 관련 서류	방문접수
기업확인	소기업·소상공인 확인서, 직접생산확인증명서, SW사업자 등록 확인자료	방문접수
정량제안	신용평가등급, 유사실적 및 실적증명, 참여인력 경력·재직 증빙, 지역참여 증빙	방문접수
정성제안	기술제안서, 제안요약서, 요구사항 대응표	방문접수
발표자료	제안발표용 파일	방문접수
가격입찰	가격제안서, 세부 산출내역서	방문접수
하도급	하도급 예정계획서 및 적정성 자체검토	해당 시
서약서	청렴계약, 보안, 개인정보·자료보호, 확약서	방문접수

8. 제안발표

가. 진행기준

- 제안발표는 제안사 PM이 직접 수행하며 발표 15분, 질의응답 15분을 기준으로 하되 최종 일정은 별도 통보
- 발표 참석자는 PM 포함 3명 이내로 하고 참여인력 증빙이 제출된 실제 수행 인력으로 구성
- 제출한 발표자료만 사용하며 평가 당일 새로운 제안자료·홍보물·시제품을 추가 배포할 수 없음
- 정당한 사유 없이 발표에 참석하지 않거나 PM이 발표하지 않는 경우 서면평가 또는 감점·평가제외 여부를 최종 공고문 기준으로 처리
- 데모는 제출자료와 동일한 범위에서 선택적으로 실시하며 네트워크 장애에 대비한 녹화본 또는 오프라인 자료를 준비할 수 있음

※ [필독] 특이사항

- ① 본 사업의 기술능력평가는 제안서 발표(PT) 평가를 원칙으로 하되, 사업의 효율적 추진 및 입찰 참여 업체 수 등을 고려하여 수요기관의 판단에 따라 발표를 생략하고 '서면 평가'로 대체하여 진행할 수 있음
- ② 제안서 발표 생략 여부 및 세부 평가 일정은 입찰 마감 후 참여 업체에 한하여 별도 통보 예정임

9. 제안서 평가

가. 평가방법

- 기술능력 90점과 입찰가격 10점을 합산하여 100점 만점으로 평가
- 기술능력평가 점수가 배점한도 90점의 85%인 76.5점 이상인 자를 협상적격자로 선정
- 정성평가는 평가위원 점수를 관계 규정과 평가계획에 따라 산술평균하고 정량·가격평가는 제출증빙과 적용기준에 따라 산정
- 증빙이 없거나 확인할 수 없는 정량항목은 최저점 또는 0점 처리하며 평가위원회의 세부점수와 의견은 관계 규정에 따라 공개

<평가항목 및 주요 기준>

구분	평가항목 및 주요 기준	배점
정량	경영상태: 유효한 신용평가등급	3
정량	유사실적: 최근 3년 완료한 디지털트윈 기획·설계, Unity/WebGL 프로토타입, 3D 시각화·관제·API 연계 실적	4
정량	핵심인력 역량·투입계획(지역배점 전환 포함)	8
정성	사업 이해도, 범위·전제 이해, 추진전략의 타당성	10
정성	대표공장 구축수준·범위계획, 화면 IA·UX, 확장·유지보수 설계	15
정성	공장별 3D 시안, 대표 Unity WebGL 프로토타입, 직접모델링·에셋 조합과 시연 역량	15
정성	EMS·LCA·안전/상태 데이터 정의, API 협의·샘플 연계검증, 객체 매핑과 예외처리	15
정성	성능·보안·품질·시험·검수·배포 방안	10
정성	PM, 일정·인력·변경·위험관리, 교육·인수인계·하자지원	10
가격	입찰가격평가: 적용 계약예규의 산식 사용	10
합계	기술능력 90점 + 입찰가격 10점	100

나. 정량평가 세부기준

- 유사실적은 계약금액과 무관하게 평가하되 기획·설계·프로토타입·시각화·API 연계 중 실제 수행범위와 완료 여부를 실적증명서 등 객관적 증빙으로 확인
- 핵심인력은 PM, Unity 개발, 3D 모델링, UI/UX 또는 데이터 연계 담당의 관련 경력, 실제 투입률과 역할 적합성을 평가
- 신용평가등급 배점은 최종 공고일 현재 유효한 등급을 기준으로 적용 계약예규의 등급별 배점표를 사용
- 정량평가 자체점수표의 계산 오류가 있으면 발주기관 확인점수를 적용

10. 협상적격자 및 낙찰자 결정

가. 협상순위

- 협상적격자 중 기술능력과 가격평가 합산점수가 높은 순으로 협상순위를 정하고 1순위부터 기술·가격협상을 실시
- 합산점수가 같으면 기술능력점수가 높은 자, 기술능력점수도 같으면 배점이 큰 정성항목 순으로 점수가 높은 자를 우선
- 협상에서는 제안내용, 세부 범위, 인력, 일정, 산출물, 수용기준, 라이선스, 가격과 계약조건을 확정
- 선순위 협상이 결렬되면 차순위자와 협상하고 모든 협상이 결렬되면 재공고 또는 관계 규정에 따른 후속 절차를 진행
- 제안가격이 사업예산을 초과하거나 기술점수가 협상적격 기준에 미달하면 협상대상에서 제외

11. 입찰 유의사항

가. 무효·평가제외

- 참가자격 미달, 필수서류 미제출, 제안서·가격입찰서 중 하나의 미제출, 허위서류, 담합 또는 타사 명의 사용은 관계 규정에 따라 무효 또는 평가제외
- 동일 법인이 둘 이상의 제안서를 제출하는 경우 해당 입찰을 무효 처리
- 평가위원 사전접촉, 금품·향응 제공, 허위실적·허위인력 또는 보안자료 무단사용이 확인되면 평가·협상·계약을 중단하고 제재 가능
- 제안자는 RFP의 오류·모순·불명확 사항을 질의기간 내 서면 질의하여야 하며 발주기관의 공식 답변은 모든 입찰자에게 동일하게 적용

1. 계약문서와 우선순위

가. 계약문서

- 계약서·특수조건, 협상합의서, 제안요청서·과업내용서, 제안서·발표·추가자료, 일반계약조건 순으로 적용하되 최종 계약에서 별도 정한 사항을 우선
- 제안자가 제시한 무상·추가 제안 중 협상에서 채택된 사항은 계약범위와 산출물에 반영
- 계약문서 간 모순이 있으면 임의 해석하지 않고 발주기관에 서면 확인을 요청

2. 착수, 수행조직 및 보고

가. 착수

- 계약체결 후 10일 이내 또는 발주기관 지정일까지 착수계, 사업수행계획서, 주차별 WBS, 인력투입계획, 보안·품질·형상·위험관리계획을 제출
- 착수회의에서 대표공장 공통 기획범위, 공장별 시안 수준, 대표 프로토타입 대상, 샘플 연계범위, 후속과제 경계와 승인일정을 범위수준표로 확정
- PM은 사업기간 동안 단일 연락창구로서 주간보고, 회의록, 이슈·위험·변경·의사 결정 대장을 관리

나. 인력관리

- 제안한 핵심인력을 실제 투입하고 변경이 필요한 경우 사유, 동등 이상 경력, 인수인계계획을 제출하여 사전승인을 받아야 함
- 무단 인력변경, 투입률 미달 또는 반복적인 수행부진은 보완요구, 감점 또는 계약상 조치 사유가 될 수 있음
- 현장 출입·촬영·자료열람 인력은 공장별 보안·안전수칙과 발주기관 승인절차를 준수

3. 과업확정 및 변경관리

가. 변경절차

- 요구사항·화면·모델링·데이터·일정 변경은 변경요청서에 사유, 범위, 공수, 비용, 일정, 품질·보안 영향을 기록하고 승인 후 반영
- API 또는 공장자료 제공 지연·변경은 외부 의존사항으로 관리하고 Mock 대체, 우선순위 조정, 일정변경 또는 별도 과업 여부를 협의

- 승인되지 않은 구두 요청은 계약범위 변경으로 보지 않으며 회의록 또는 공식 협의대장으로 확인
- 공공 소프트웨어사업에 해당하는 경우 수행사는 과업내용 변경에 대해 「소프트웨어 진흥법」상 과업심의위원회 개최를 요청할 수 있음

4. 지식재산권, 소스 및 라이선스

가. 권리 및 납품

- 사업 수행으로 새로 작성된 소스, 설정, 화면설계, 모델·텍스처, 문서의 권리는 관계 법령과 계약조건에 따르며 발주기관은 사업목적 범위에서 영구 사용·복제·수정·유지보수할 수 있어야 함
- Unity 프로젝트, 편집 가능한 3D 원본, UI 원본, 빌드·배포 스크립트, 설정파일과 문서를 최종 산출물로 제출하고 동일 환경에서 재빌드 가능하도록 구성
- 제안자 고유기술이나 제3자 권리가 포함되면 대상, 권리자, 사용범위, 기간, 비용, 수정·배포·인수인계 제한과 대체방안을 사전 명시

나. 에셋·오픈소스

- Unity 에셋, 플러그인, 폰트, 아이콘, 오픈소스는 상업적 사용과 WebGL 배포, 수정, 납품·운영이 가능한 라이선스만 사용
- 에셋·오픈소스 목록에는 명칭, 제작자, 버전, 출처, 라이선스, 구매주체, 적용위치와 재배포 제한을 기록하고 증빙을 제출
- 라이선스 분쟁 또는 사용권 종료로 납품물을 사용할 수 없게 된 경우 수행사 책임으로 동등 기능의 적법한 구성으로 교체

5. 보안 및 자료관리

가. 보안의무

- 도면, 사진, API 명세·인증정보, 계정, 화면캡처, 회의자료를 사업목적 외 사용·복제·공개하지 않고 최소권한으로 관리
- 승인되지 않은 개인 클라우드·메신저·외부 저장매체 사용을 제한하고 자료 송수신·열람·반출 이력을 관리
- WebGL 배포본에서 개발용 로그, 내부 URL, 인증키, 원본파일, 민감 데이터가 노출되지 않도록 점검
- 종료 또는 인력 철수 시 계정회수, 자료반납·파기, 보관승인과 외부 협력업체 이행 여부를 확인하여 결과서를 제출

6. 시험, 검수 및 수용기준

검수영역	주요 확인사항	증빙
범위	대표공장, 승인된 IA·모델링 목록·데이터 항목·요구사항 구현	요구사항 추적표
3D/WebGL	카메라·객체선택·전환, 모델 식별성, 에셋·직접모델링, Chrome-Edge 실행	시험결과·영상
데이터	EMS·LCA·안전/상태 표시, 공통 ID 매핑, 기준시각·단위·오류·Mock 구분	매핑표·API 시험
품질	화면 겹침·잘림, 성능·로딩, 연속 2시간 실행, 예외·미수신 처리	품질점검표
보안·권리	민감정보 미노출, 계정·자료관리, 라이선스와 원본·소스 납품	보안·라이선스 확인
인수인계	배포·재빌드, 매뉴얼, 교육, 제약·미완료·후속항목 설명	완료보고·교육결과

가. 검수절차

- 수행사는 자체시험 완료 후 검수요청서, 요구사항 추적표, 시험결과, 결함목록, 최종 산출물과 배포본을 제출
- 발주기관은 제출물과 납품환경에서 수용기준을 확인하고 미충족 사항은 보완 기한과 재검수 일정을 정하여 통보
- 실데이터 미제공 등 수행사 귀책이 아닌 미확정 항목은 승인된 Mock·대체 시연, 영향기록과 후속계획으로 구분하여 검수
- 최종 검수는 요구사항별 합격, 조건부 합격, 미충족으로 기록하고 미충족 필수 항목 보완 후 완료 처리

7. 하자보수, 교육 및 기술지원

가. 하자보수

- 하자담보책임기간은 최종 검수 완료일로부터 1년으로 하며 관련 규정이 적용되는 경우 하자보수보증금률은 계약금액의 2%로 적용

- 하자는 승인된 요구사항·설계와 다르게 동작하거나 납품 당시 존재한 원인으로 정상 사용이 어려운 결함을 의미하며 신규 기능·범위변경은 별도 협의
- 하자 접수는 1영업일 이내 확인하고 재현 가능한 납품 결함은 영향과 난이도를 고려하여 합의한 기한에 조치하는 것을 원칙으로 함
- API 사양변경, 운영환경 변경, 제3자 서비스 종료 등 외부 원인에 따른 수정은 영향분석 후 별도 협의

나. 교육·인수인계

- 운영자와 시연 담당자를 대상으로 결과 설명회 1회(2시간 이내)를 실시하고 화면조작, 데이터상태, 배포·재시작, 로그확인과 장애접수 절차를 안내
- 교육자료, 사용자·운영자 매뉴얼, 빌드·배포가이드, 계정·라이선스·산출물 목록을 제공

8. 대금, 지체 및 계약책임

가. 대금지급

- 계약금액에는 부가가치세, 인건비, 출장·현장조사, 에셋·플러그인·라이선스, 시험, 문서, 교육과 납품에 필요한 제비용을 포함
- 선금·잔금은 관계 규정과 계약서에 따르며 잔금은 최종 검수와 필수 산출물 인수 완료 후 지급
- 과업범위 변경으로 추가비용이 필요한 경우 사전 영향분석과 서면 승인 없이 임의 수행한 비용을 청구할 수 없음

나. 지체·해지·손해

- 수행사 귀책으로 계약기한을 지체하면 관계 규정과 계약서의 지체상금·손해배상 조건을 적용
- 반복적인 시정요구 불이행, 중대한 보안위반, 허위인력·실적, 무단 하도급, 납품 가능성이 없다고 판단되는 중대한 지연은 계약해지 사유가 될 수 있음
- 천재지변, 발주기관 또는 외부기관 자료·API 지연 등 불가항력·비귀책 사유는 증빙과 영향분석을 바탕으로 일정·범위를 협의

VI

제출서식

서식 1. 제출서류 체크리스트

번호	서류명	확인
1	나라장터 경쟁입찰참가자격등록증	☐
2	사업자등록증 및 법인등기사항증명서	☐
3	소기업·소상공인 확인서 및 직접생산확인증명서	☐
4	소프트웨어사업자 등록 확인자료	☐
5	정량제안서와 자체평가표 및 증빙	☐
6	기술제안서·요약서·발표자료	☐
7	요구사항 대응표	☐
8	가격입찰서 및 세부 산출내역서	☐
9	하도급 관련 서류(해당 시)	☐
10	청렴·보안·자료보호·확약서	☐
11	지역참여 증빙	☐

서식 2. 요구사항 대응표

요구사항 ID	제안 대응내용·구현 및 검증방법	준수/페이지
예: SFR-001	메인 대시보드 구성, 데이터 출처·상태 표시 및 검수 증빙방법	준수 / p.00

- 요구사항을 빠짐없이 작성하고 일부준수·미준수·대체제안은 사유, 영향과 전제조건을 명시
- 제안서 페이지, 구현 산출물과 시험·검수 증빙을 연결하고 '별도협의'만으로 기재하지 않음

서식 3. 유사사업 수행실적

사업명·발주기관	기간·계약금액·수행지분	수행내용·증빙

- 공고일 기준 최근 3년 이내 완료된 실적만 기재하고 공동수급·하도급 실적은 실제 지분 또는 수행금액을 명시
- 발주기관 실적증명서를 원칙으로 하며 민간실적은 계약서, 세금계산서와 완료를 확인할 수 있는 자료를 함께 제출

서식 4. 수행실적증명서

수 행 실 적 증 명 서

신 청 인	업체명			대 표 자			
	영업소재지			전화번호			
	사업자번호			법인등록번호			
	증명서 용도	입찰 및 제안서 심사 제출용		제 출 처			
용역이행 실적내용	용역명			구 분	소프트웨어개발 () 유지관리·운영위탁 () 컨설팅 () 기타 ()		
	용역개요						
	계약번호	계약일자	계약기간	계약금액 (VAT 포함)	용역이행 또는 납품실적		
					완료일자	지분율(%)	실적(원)
증 명 서 발급기관	위 사실을 증명함.						
	년 월 일						
	기관명 : (인) (전화번호 :)						
	주 소 :						
	발급부서 :		담당자 : (전화번호 :)				

서식 5. 참여인력 현황

성명·소속·역할	관련경력·유사실적·보유기술	투입기간·투입률
PM		
Unity 개발		
3D 모델링		
UI/UX		
데이터/API		
시험·품질		

- 재직증명, 경력증명, 4대보험 가입 또는 소속을 확인할 수 있는 증빙을 첨부
- 하도급 인력은 소속과 계약관계를 구분하고 실제 투입 가능한 인력만 기재

위 기재내용과 첨부 증빙이 사실과 일치하며 지역제한 자격을 계약체결일까지 유지할 것을 확인합니다.

2026년 월 일

소 속 : _____

직 급 : _____

성 명 : _____ (서명)

서식 7. 보안 협약서

보안 약속서

본인은 귀 기관과 계약한 광주첨단 스마트그린 AX실증산단 구축 사업 수행을 완료함에 있어, 다음 각호의 보안사항에 대한 준수 책임이 있음을 서약하며 이에 확약서를 제출합니다.

1. 본 업체(단체)는 업체(단체) 및 사업 참여자가 사업수행 중 취득한 모든 자료를 반납 및 파기하였으며, 취득한 정보에 대한 유출을 절대 금지하겠습니다.
2. 본 업체(단체)는 하도급업체에 대해 상기 항과 동일한 보안사항 준수 책임을 확인하고 보안확약서 징구하였으며, 하도급업체가 위의 보안사항을 위반할 경우에 주사업자로서 이에 동일한 법적책임을 지겠습니다.
3. 본 업체(단체)는 상기 보안사항을 위반할 경우에 귀 기관의 사업에 참여 제한 또는 기타 관련 법규에 따른 책임과 손해배상을 감수하겠습니다.

2026년 1월 1일

서약업체(단체) 대표

소속 :

직 급 :

성명 : (서명)

(주)레플러스 귀하