

# 제 안 요 청 서

## Bio-Express 분석 환경 및 기술 연구

2026. 06.

	소 속	직 위	성 명	연 락 처
담 당	국가생명연구 자원정보센터	선임기술원	김상엽	042-879-8518
	국가생명연구 자원정보센터	선임연구기사	송왕호	042-879-8561

한국생명공학연구원

## I. 사업개요

1. 사업명 : Bio-Express 분석 환경 및 기술 연구

### 2. 배경 및 목적

□ 배경 및 필요성

- 생명 정보 연구 분야에서는 다양한 유형의 바이오 연구 데이터가 지속적으로 증가하고 있으며, 이를 효과적으로 분석하기 위한 분석 파이프라인의 체계적인 운영·관리와 지속적인 확장이 요구되고 있음
- 바이오 익스프레스는 공개 클라우드 기반의 분석 서비스를 제공하고 있으며, 연구자별로 서로 다른 분석 도구와 환경 요구사항을 수용하기 위한 고도화된 분석 환경 도입이 필요함. 현행 환경의 한계를 극복하고 개인별 분석 환경의 독립성과 자원 효율성을 보장할 수 있는 최적의 기술 아키텍처 방향을 도출하기 위한 비교 연구 필요
- 사용자 정의 이미지를 통한 분석 서비스 제공 시 발생할 수 있는 데이터 유출 및 시스템 장애 요인을 사전에 차단하기 위해 개인 계정 기반의 데이터 검증, 보안 감사, 부하 진단 등 전방위적인 기술 분석 연구가 필요하며, 대규모 바이오 데이터 분석 과정에서 인프라 자원의 효율적 배분과 보안 신뢰성을 확보하기 위한 가용성 진단 체계 구축이 요구됨
- 파이프라인의 단순 운영을 넘어, 환경 의존성 문제를 근본적으로 해결하고 분석 결과의 재현성을 확보하기 위한 가상화 표준 수립 및 실행 아키텍처 최적화 연구가 요구됨
- 데이터 규모 급증에 따른 부하를 관리하기 위해 정밀 자원 프로파일

링 기반의 운영 연구가 필요하며, 연구자의 분석 결과 이해도를 높이기 위한 전문적인 데이터 해석 방법론 및 시각화 기준 연구가 요구됨

- 연구자 중심의 환경을 제공하기 위해 실제 연구 현장과 연계한 활용성 검증 및 연구 세션이 필요하며, 사용자 피드백 및 로그 분석을 통한 기술적 우선순위 도출로 서비스의 전문성을 강화해야 함.

#### □ 목적

- 쿠버네티스 전가상화 방식과 Slurm 기반 앱 컨테이너 방식을 비교·분석하고 LDAP 연동 체계를 함께 검토하여, 연구자 개별 계정 중심의 맞춤형 분석 환경을 위한 최적 기술 아키텍처 방향을 도출하며, 실무 중심의 기술 자문을 통해 바이오 익스프레스 서비스의 기술적 완성도와 시스템 안정성에 관한 연구 수행
- 사용자 데이터에 대한 엄격한 검증 및 보안 감사 방법론을 연구하고 장애 유발 요인을 사전에 진단·분석함으로써 연구자들이 신뢰할 수 있는 고성능 바이오 데이터 분석 환경 기술을 연구하고 국가 바이오 분석 환경의 운영 효율성 제고 방향 제시
- 파이프라인의 프로세스 호출 로직을 분석하고 컨테이너 가상화 표준을 수립하여, 어떤 환경에서도 일관된 분석 결과를 도출할 수 있는 신뢰성 높은 실행 체계 정립
- 주요 데이터 유형별 자원 점유 벤치마킹을 통해 분석 환경 운영 효율성을 극대화하고, 결과 해석 방법론 연구를 통해 사용자 지원 콘텐츠의 질적 수준 향상 방안 도출
- 사용자 계층별 맞춤형 시나리오 연구와 실무 환경 검증을 통해 플랫폼의 기술적 완성도를 분석하고, 국가 바이오 데이터 분석 플랫폼으로서의 활용 확산 전략 연구

### 3. 사업기간 : 계약일로부터 2026.12.15. 까지

### 4. 사업예산 : 250,000,000원 (부가가치세 포함)

### 5. 결과물 제출

#### □ 성과물 제출

- 착수 보고서: 사업 수행 계획서 및 기술 아키텍처 초안
- 최종결과보고서 : 파일 및 제본 3부
  - 분석 환경 기술 비교·연구 결과 보고서
  - 시스템 운영 기술 분석 및 방법론 가이드
  - 파이프라인 및 플랫폼 기술 연구 성과물
- ※ 모든 성과물의 작성 양식 및 규격은 발주기관과 사전 협의하여 결정하며, 발주기관의 요청 사항을 최우선으로 반영하여 제작
- 중간 및 최종 결과보고서 심의
  - 중간심의 : 중간보고는 필요시 수시 실시
  - 최종심의 : 종합 결과 발표 및 심의 실시
- 최종결과보고서 제출 이후 보완이 필요한 경우 발주처는 보완을 요구할 수 있으며, 이 경우 수행자 부담으로 즉시 보완

## II. 과업범위 및 주요내용

### 1. 과업범위

- 추진내용
  - 쿠버네티스(K8s) 클러스터 기반 전가상화 방식과 Slurm 기반 고성능 컴퓨팅 환경에 앱 컨테이너를 결합하는 방식을 비교·분석하고, 각 환경에서 LDAP 통합 인증 시스템과의 연계 방안을 함께 검토하여 개인별 분석 환경의 독립성과 자원 효율성을 보장할 수 있는 최적의 기술 아키텍처를 도출함
  - 사용자 데이터에 대한 다차원적 검증 및 실시간 보안 감사 방법론을 연구하고, 시스템 전반에 대한 장애 유발 요인 진단 및 아키텍처 개선 방향을 분석하여 안정적이고 지속 가능한 바이오 데이터 분석 환경의 기술적 기반을 연구함
  - 파이프라인의 실행 구조 분석을 통해 의존성 문제 해결 방안을 연구하고, 워크로드 스케줄링 연계 기술이 적용된 컨테이너 기반 가상화 기준 및 실행 엔진 안정화 방향을 연구함
  - 오픈스 데이터별 자원 소모 패턴 분석 및 성능 벤치마킹을 수행하고, 결과 해석 방법론 연구를 통해 데이터 기반의 전문 연구 지원 방향을 제시함
  - 연구 현장 연구 세션 운영을 통해 사용자 수준별 활용 시나리오를 연구하고, 실무 로그 및 질의응답 분석 기반의 기술적 개선 우선순위를 도출하여 플랫폼의 지속 가능한 확산 방향을 연구함
- 수행기간 : 계약일로부터 2026.12.15.까지

### 2. 세부 과업범위

#### 가. 분석 환경 기술 아키텍처 비교 연구

- 수행 목적
  - 연구자별로 서로 다른 분석 도구와 환경 요구사항을 수용하기 위한 최적의 기술 방식을 도출하기 위해, 쿠버네티스(K8s) 클러스터 기반 전가상화 방식과 Slurm 기반 고성능 컴퓨팅 환경에 앱 컨테이너를 결합하는 방식을 비교·분석하고, 각 환경에서의 LDAP 통합 인증 연계 및 개인 계정 기반 작업 실행 체계를 포함한 통합 아키텍처 방향을 연구
- 수행 내용
  - 기술 아키텍처 비교·분석
    - 국내외 선도 플랫폼 벤치마킹 및 적용 방안 연구
    - 쿠버네티스 기반 전가상화 방식과 Slurm 기반 앱 컨테이너 방식의 자원 관리, 확장성, 운영 효율성 비교·분석
    - 멀티 테넌시 환경에서의 GPU/CPU/Memory 등 자원 할당, 사용량 제한, 격리 정책 연구 및 오토스케일링 모델 방향 연구
    - 사용자 정의 컨테이너 이미지의 안전한 등록 및 배포를 위한 전용 이미지 저장소 운영 방안 및 이미지 관리 검증 방법론 연구
    - 사용자 고유 컨테이너 이미지의 실시간 취약점 스캔, 무결성 검증 및 보안 검사 방법론 연구를 통한 안전한 실행 환경 방향 도출
  - LDAP 통합 인증 및 개인 계정 작업 실행 체계 비교 연구
    - 각 환경(K8s vs Slurm + Apptainer)에서의 LDAP 중앙 인증 시스템 연계 방안 및 사용자 계정 기반 작업 실행 체계

비교 연구

- 컨테이너 내부 실행 권한과 물리 서버의 개인 계정 권한 (UID/GID) 일치율을 통한 보안 일관성 확보 방안 연구
  - 사용자별 작업 큐 할당 및 자원 사용량 제한의 동적 제어 기술 연구
  - LDAP 기반 사용자 인증 및 작업 실행 환경에서의 접근 제어, 권한 관리 등 보안 정책 적용 방향 연구
- 비교·분석 결과를 기반으로 최적 기술 방식 선정 및 전환 로드맵 도출

#### 나. 분석 환경 안정성 진단 및 장애 예방 기술 방향 연구

○ 수행 목적

- 가.에서 도출된 기술 방향을 기반으로 실제 운영 환경 적용 전 발생할 수 있는 잠재적 장애 요인을 분석하고, 대용량 분석 환경의 병목 구간 진단 방법론 연구
- 보안 취약점 분석 및 모의 침투 테스트 시나리오를 통해 보안 수준 강화 방향 연구

○ 수행 내용

- 스트레스 테스트 기반의 병목 구간 진단 및 자원 임계치 최적화 방안 연구
- 장애 복구 시나리오 및 보안 감사 가이드라인을 포함한 기술 운영 기준 연구
- 시스템 자원 사용량 및 서비스 상태를 실시간으로 수집·분석하는 통합 모니터링 방법론 및 운영 방안 연구
- 로그 수집, 분석 기반의 장애 원인 추적, 사전 장애 탐지 방법론 연구

- HPC·컨테이너 기반 환경의 서비스 가용성 확보를 위한 알림 및 자동 복구 대응 방향 연구
- HPC·컨테이너 기반 격리된 환경 기술 분석을 위한 운영 체제 버전, 보안 설정 점검, 계정·권한 관리, 보안 패치 관리 등을 포함한 운영 체제 보안 정책 방향 연구
- HPC 클러스터 환경의 InfiniBand 네트워크 구성, 펌웨어 및 드라이버 버전 호환성 분석과 통신 성능 최적화 방안 연구
- 가.의 기술 비교·분석 결과와 연계하여 도출된 기술 환경에 특화된 장애 예방 시나리오 및 운영 방향 연구

#### 다. 개인 데이터 격리 관리 및 통합 보안 감사 방법론 연구

○ 수행 목적

- 가.에서 도출된 기술 아키텍처 및 나.의 안정성 진단 결과를 바탕으로 LDAP 계정 정보에 기반한 개인 분석데이터의 엄격한 접근 제어(ACL) 및 CPU, 스토리지 등 격리 관리 방법론 연구
- 사용자 행위 추적, 데이터 접근 이력, 비정상 접근 시도 등을 기록하는 보안 감사 방법론 연구

○ 수행 내용

- 분산 파일 시스템과 LDAP 간의 실시간 권한 동기화 및 데이터 격리 기술 연구
- 보안 위협 탐지를 위한 감사 로그 분석 모델링 및 데이터 무결성 검증 방법론 연구

#### 라. Bio-Express 실행 아키텍처 최적화 및 컨테이너 기반 가상화 기술 연구

○ 수행 목적

- HPC 및 클라우드 네이티브 환경에 최적화된 바이오 컴퓨팅 실행 아키텍처 연구
- 분석 소프트웨어 간의 의존성 충돌 해결 및 환경 호환성 극대화를 위한 가상화 기준 연구

○ 수행 내용

- Bio-Express에 탑재된 파이프라인 및 개별 모듈의 프로세스 호출 로직 정밀 분석
- 외부 분석 도구별 전용 실행 이미지 제작 및 구동 방식 최적화 연구
- 분석 환경에 최적화된 워크로드 스케줄링 연계 기술 방향 및 실행 엔진 안정화 방안 연구
- 이미지 태그 기반의 버전 관리 방향 및 최적화를 위한 모듈별 경로 연계 방안 연구

**마. 파이프라인 운영 성능 진단 및 데이터 해석 방법론 연구**

○ 수행 목적

- 데이터 규모 및 유형에 따른 정밀한 컴퓨팅 자원 소모 패턴 분석을 통한 분석 환경 운영 효율화 방안 연구
- 사용자의 데이터 이해도 향상을 위한 전문 해석 가이드라인 및 방법론 연구

○ 수행 내용

- 주요 오픈믹스 데이터별 단계별 컴퓨팅 자원 점유율 및 성능 벤치마크 분석
- 파이프라인 전체 모듈 러닝타임 프로파일링 및 병목 구간 식별을 통한 실행 성능 최적화 방안 도출
- 파이프라인별 입력 규격, 실행 파라미터 변동에 따른 분석 결과의

정밀도 및 신뢰성 검증

- 항목별 분석 결과 해석 지침 연구 및 사용자 이해도 향상을 위한 결과 해석 방법론 연구
- 효율적인 장애 대응을 위한 운영 지식 공유 방향 연구

**바. 사용자 연계 활용성 검증 및 플랫폼 확산 전략 연구**

○ 수행 목적

- 실제 연구 현장 적용을 통한 플랫폼의 기술적 완성도 검증 및 사용자 요구사항 기반의 개선 방향 도출
- 국가 바이오 데이터 플랫폼으로서의 지속 가능한 운영 모델 및 사용자 생태계 활성화 전략 연구

○ 수행 내용

- 전문가 및 일반 사용자 그룹 대상 Bio-Express 활용 세션 운영 및 현장 기술 지원 연구
- 사용자 계층별(초급·중급·고급) 맞춤형 분석 시나리오 연구 및 활용 유효성 분석
- 실무 환경에서의 질의응답 및 로그 분석을 통한 시스템 개선 요구사항의 기술적 우선순위 도출
- 사용성 평가 기반의 플랫폼 접근성 진단 및 국내외 확산을 위한 정책적 제언

### 3. 추진일정(안)

내용	추진일정		
	M+1	M+2	M+3
선정-계약			
K8s 기반 전가상화 아키텍처 방향 연구			
LDAP-Slurm 계정 연동 방안 비교 연구			
개인 데이터 격리 및 보안 감사 방법론 연구			
분석 환경 안정성 진단 및 최적화 방향 연구			
분석 환경 통합 기술 검토 및 결과 문서화			
Bio-Express 실행 아키텍처 최적화 방향 연구			
분석 파이프라인 운영 성능 진단 연구			
데이터 해석 방법론 연구			
사용자 연계 활용성 분석 연구			
플랫폼 확산 전략 연구			
프로젝트 관리 및 상시 기술 자문			
보고	착수 보고	중간 보고	최종 보고

※ 추진일정은 계약기간에 따라 달라질 수 있으며, 상호 협의로 변경·조정 가능

## III. 응역업체 선정 방법

### 1. 입찰방법 : 제한경쟁입찰(총액), 협상에 의한 계약

### 2. 입찰관련 사항

※ 세부사항은 입찰공고문 참조

- 우리 연구원 계약업무요령 제16조 및 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령 제12조 규정에 따른 입찰참가자격을 갖춘 자
- 「국가종합전자조달시스템 입찰참가자격등로규정」에 의하여 입찰서 제출 마감일 전일까지 국가종합전자조달시스템(나라장터, G2B)에 학술연구용역(업종코드:1169)으로 입찰참가자격을 등록한 자
- 「중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률 시행령」 제2조의2 제1항 제2호에 의거, 「중소기업기본법」 제2조에 따른 중소기업자 또는 「소상공인 보호 및 지원에 관한 법률」 제2조에 따른 소상공인으로서 「중소기업 범위 및 확인에 관한 규정」에 따라 발급된 중소기업-소상공인 확인서를 소지한 자 (※마감일 전까지 발급된 것으로 유효기간 내에 있어야 함)
- 국가종합전자조달시스템(나라장터)에 부정당 업체로 등록되어 있지 않는 업체
- 비영리법인 참가 불가
- 단일기관 혹은 공동수급(공동이행방식) 허용, 하도급 불허
  - 공동수급체 구성원 수: 5개사 이하
  - 공동수급체 구성원별 지분율: 최소 10% 이상
  - 구성원 중 이익 지분율이 높은 구성원을 중간사(대표사)로 선정하여야 함
  - 구성원 모두 본 입찰에서 요구하는 입찰 참가 자격을 갖추어야 함

- 각 구성원은 공동수급체를 중복으로 결성하여 참여할 수 없음  
(공동수급체에 참여하는 각 기관은 기업회계기준 관계회사에 해당하지 않아야 함)
- 낙찰자로 결정된 이후에 공동수급 구성원을 변경할 수 없음

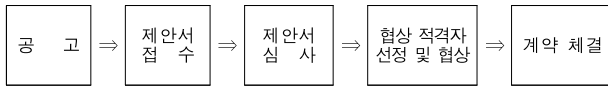
- 협상 순서는 종합평가점수의 고득점순에 의하여 결정하며, 협상이 성립된 때에는 다른 협상적격자와의 협상은 시행하지 않고, 모든 협상적격자와 협상 결렬 시, 재공고 입찰에 부칠 수 있음

□ 입찰의 무효

- 제출서류가 부정 또는 허위로 작성한 것이 판명될 때는 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」에 따라 입찰 무효 및 부당업자로 제재할 수 있음

### 3. 낙찰자 선정방법 : 입찰공고문에 의함(입찰공고문 우선 적용)

□ 선정절차



□ 제안서 심사 : 연구원에서 제안서를 평가하기 위한 '평가위원회' 구성

- 평가위원회 구성 : 위원장을 포함하여 8명 내외로 구성 예정

□ 심사방법

- 평가점수 : 기술능력 평가(80%), 입찰가격 평가(20%) 결과합산
- 기술능력 평가 : 발표평가
  - ※ 상황에 따라 온라인 비대면 평가로 실시될 수 있음

□ 제안서 평가방법

- 평가방식 : 평가위원 개별 평가(각 평가위원의 평가결과를 취합하여 제안사별 점수계산)
- 평가위원이 평가한 점수를 평균하여 배점 한도의 85%(68점) 이상을 획득한 기관을 가격입찰 대상기관으로 선정하되, 협상 적격자가 없는 경우 재공고 입찰에 부칠 수 있음

※ 동점 시 처리 방침

- 종합평가점수가 동점이면 기술평가 점수가 높은 업체를 선정
- 기술평가점수도 같은 경우 배점이 높은 평가 항목에서 점수가 높은 업체를 선정

□ 평가항목 및 배점

평가기준	평가항목/평가내용	배점
1. 사업의 이해도	• 사업수행 대상 및 제안요청에 대한 이해도	10
	• 제안내용 구성의 타당성	10
2. 사업수행 계획	• 수행계획의 타당성	10
	• 기획 및 아이디어의 독창성, 창의성	5
	• 수행계획의 체계성	5
	• 사업수행 방식 및 기법의 합리성	5
3. 수행체계 및 소통	• 전담조직 구성 및 업무분담의 적정성	5
	• 참여인력의 전문성	10
	• 추진일정의 현실성 및 타당성	5
4. 기관 수행능력	• 관련 전문인력의 보유 및 사업수행의 전문성	10
	• 관련 전문가 동원 및 조직능력	5
<b>총 점</b>		<b>80</b>

※ 평가항목 및 배점은 일부 조정될 수 있으며, 제안서 평가 시 추가 세부평가 항목 사용 가능

## IV. 제안서 작성방법

### 1. 기술제안서

- 작성형태 : 제안서(한글파일 또는 PPT)/요약 발표자료(PPT)
- 작성분량 : 제안서는 본문 기준 50페이지 이내, 요약 발표자료는 파워포인트 기준 30페이지 이내
- 제출서류 : 제안서 및 요약서 전자파일
- 제안서 목차

순서	항목	주요내용
I	제안 배경	과업에 대한 이해
II	과업 수행 전략	과업 수행을 위한 종합적 전략
III	과업 세부 수행방안	과업 내용별 수행방안
IV	과업 관리방안	추진일정
붙임	붙임 서류	투입인력 평가

### 2. 제안서 작성 시 유의사항

- 본 사업과 관련하여 제출된 제안서 및 관련 자료는 제출기간 내에 일괄 제출하여야 함
- 제안서의 내용은 제안사가 사업자로 선정된 후 계약서에 명시되지 않더라도 계약서와 동일한 효력을 가짐
- 제안서에 제시한 투입인력이 본 용역에 투입되지 않거나 제안서 내용을 허위로 작성한 사실이 발견될 시에는 계약을 해지할 수 있음
- 제안서에는 반드시 제안업체의 대표자가 서명 날인하여야 함
- 각종 사실 확인을 요하는 사항에 대하여는 원본 제출이 원칙이며, 사본에는 원본과 상위없음을 증명(원본대조필)하여야 하며 모든 인감

날인은 법인인감(원인감으로 정한 경우에는 원인감 날인) 또는 사용인감(입찰등록시에 제출한 사용인감)으로 날인하여야 함

- 제안업체는 제안 또는 계약과정에서 입수한 연구원의 각종 정보에 대하여 기밀을 유지하여야 함
- 제안서 평가결과는 공개가 가능한 범위 내에서 공개할 수 있으며, 평가결과에 대하여 이의가 있는 제안업체는 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」 제28조 등 관련 법령이 정하는 바에 따라 이의신청을 제기할 수 있음

### 3. 제안서 제출

- 제출기한 : 입찰공고문 참조
- 제출장소 : 입찰공고문 참조
- 제출방법 : 계약예규 협상에 의한 계약체결기준 제6조 제3항에 따라 제안서(증빙서류, 서식 등 포함)는 국가종합전자조달시스템(나라장터)을 통하여 온라인으로 제출하여야 함  
※ 세부사항은 입찰공고문 참조
- 제출서류 : 입찰공고문 참조

### 4. 문의처

- 입찰관련 : 구매자산실 송희경(042-860-4041)
- 사업관련 :  
국가생명연구자원정보센터 김상엽(042-879-8518)  
국가생명연구자원정보센터 송왕호(042-879-8561)

### 【별첨 1】

## 과업지시서

- Bio-Express 분석 환경 및 기술 연구 -

	RFP번호	
<b>연구과제명</b>	<b>Bio-Express 분석 환경 및 기술 연구</b>	
<b>1. 연구 목표</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 쿠버네티스 전가상화 방식과 Slurm 기반 앱 컨테이너 방식을 비교·분석하고 LDAP 연동 체계를 함께 검토하여, 연구자 개별 계정 중심의 맞춤형 분석 환경을 위한 최적 기술 아키텍처 방향을 도출하며, 실무 중심의 기술 자문을 통해 바이오 익스프레스 서비스의 기술적 완성도와 시스템 안정성에 관한 연구 수행</li> <li>○ 사용자 데이터에 대한 엄격한 검증 및 보안 감사 방법론을 연구하고 장애 유발 요인을 사전에 진단·분석함으로써 연구자들이 신뢰할 수 있는 고성능 바이오 데이터 분석 환경 기술을 연구하고 국가 바이오 분석 환경의 운영 효율성 제고 방향 제시</li> <li>○ 파이프라인의 프로세스 호출 로직을 분석하고 컨테이너 가상화 표준을 수립하여, 어떤 환경에서도 일관된 분석 결과를 도출할 수 있는 신뢰성 높은 실행 체계 정립</li> <li>○ 주요 데이터 유형별 자원 점유 벤치마킹을 통해 분석 환경 운영 효율성을 극대화하고, 결과 해석 방법론 연구를 통해 사용자 지원 콘텐츠의 질적 수준 향상 방안 도출</li> <li>○ 사용자 계층별 맞춤형 시나리오 연구와 실무 환경 검증을 통해 플랫폼의 기술적 완성도를 분석하고, 국가 바이오 데이터 분석 플랫폼으로서의 활용 확산 전략 연구</li> </ul>		
<b>2. 연구 필요성</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생명 정보 연구 분야에서는 다양한 유형의 바이오 연구 데이터가 지속적으로 증가하고 있으며, 이를 효과적으로 분석하기 위한 분석 파이프라인의 체계적인 운영·관리와 지속적인 확장이 요구되고 있음</li> <li>○ 바이오 익스프레스는 공개 클라우드 기반의 분석 서비스를 제공하고 있으며, 연구자별로 서로 다른 분석 도구와 환경 요구사항을 수용하기 위한 고도화된 분</li> </ul>		

석 환경 도입이 필요함. 현행 환경의 한계를 극복하고 개인별 분석 환경의 독립성과 자원 효율성을 보장할 수 있는 최적의 기술 아키텍처 방향을 도출하기 위한 비교 연구 필요

- 사용자 정의 이미지를 통한 분석 서비스 제공 시 발생할 수 있는 데이터 유출 및 시스템 장애 요인을 사전에 차단하기 위해 개인 계정 기반의 데이터 검증, 보안 감사, 부하 진단 등 전방위적인 기술 분석 연구가 필요하며, 대규모 바이오 데이터 분석 과정에서 인프라 자원의 효율적 배분과 보안 신뢰성을 확보하기 위한 가용성 진단 체계 구축이 요구됨
- 파이프라인의 단순 운영을 넘어, 환경 의존성 문제를 근본적으로 해결하고 분석 결과의 재현성을 확보하기 위한 가상화 표준 수립 및 실행 아키텍처 최적화 연구가 요구됨
- 데이터 규모 급증에 따른 부하를 관리하기 위해 정밀 자원 프로파일링 기반의 운영 연구가 필요하며, 연구자의 분석 결과 이해도를 높이기 위한 전문적인 데이터 해석 방법론 및 시각화 기준 연구가 요구됨
- 연구자 중심의 환경을 제공하기 위해 실제 연구 현장과 연계한 활용성 검증 및 연구 세션이 필요하며, 사용자 피드백 및 로그 분석을 통한 기술적 우선순위 도출로 서비스의 전문성을 강화해야 함

### 3. 연구내용 및 범위

#### 가. 분석 환경 기술 아키텍처 비교 연구

- 수행 목적
  - 연구자별로 서로 다른 분석 도구와 환경 요구사항을 수용하기 위한 최적의 기술 방식을 도출하기 위해, 쿠버네티스(K8s) 클러스터 기반 전가상화 방식과 Slurm 기반 고성능 컴퓨팅 환경에 앱 컨테이너를 결합하는 방식을 비교·분석하고, 각 환경에서의 LDAP 통합 인증 연계 및 개인 계정 기반 작업 실행 체계를 포함한 통합 아키텍처 방향을 연구
- 수행 내용
  - 기술 아키텍처 비교·분석
    - 국내외 선도 플랫폼 벤치마킹 및 적용 방안 연구
    - 쿠버네티스 기반 전가상화 방식과 Slurm 기반 앱 컨테이너 방식의 자원 관리, 확장성, 운영 효율성 비교·분석
    - 멀티 테넌시 환경에서의 GPU/CPU/Memory 등 자원 할당, 사용량 제한, 격리 정책 연구 및 오토스케일링 모델 방향 연구

한, 격리 정책 연구 및 오토스케일링 모델 방향 연구

- 사용자 정의 컨테이너 이미지의 안전한 등록 및 배포를 위한 전용 이미지 저장소 운영 방안 및 이미지 관리 검증 방법론 연구
- 사용자 고유 컨테이너 이미지의 실시간 취약점 스캔, 무결성 검증 및 보안 검사 방법론 연구를 통한 안전한 실행 환경 방향 도출

- LDAP 통합 인증 및 개인 계정 작업 실행 체계 비교 연구

- 각 환경(K8s vs Slurm + Apptainer)에서의 LDAP 중앙 인증 시스템 연계 방안 및 사용자 계정 기반 작업 실행 체계 비교 연구
- 컨테이너 내부 실행 권한과 물리 서버의 개인 계정 권한(UID/GID) 일치를 통한 보안 일관성 확보 방안 연구
- 사용자별 작업 큐 할당 및 자원 사용량 제한의 동적 제어 기술 연구
- LDAP 기반 사용자 인증 및 작업 실행 환경에서의 접근 제어, 권한 관리 등 보안 정책 적용 방향 연구

- 비교·분석 결과를 기반으로 최적 기술 방식 선정 및 전환 로드맵 도출

#### 나. 분석 환경 안정성 진단 및 장애 예방 기술 방향 연구

- 수행 목적
  - 가.에서 도출된 기술 방향을 기반으로 실제 운영 환경 적용 전 발생할 수 있는 잠재적 장애 요인을 분석하고, 대용량 분석 환경의 병목 구간 진단 방법론 연구
  - 보안 취약점 분석 및 모의 침투 테스트 시나리오를 통해 보안 수준 강화 방향 연구
- 수행 내용
  - 스트레스 테스트 기반의 병목 구간 진단 및 자원 임계치 최적화 방안 연구
  - 장애 복구 시나리오 및 보안 감사 가이드라인을 포함한 기술 운영 기준 연구
  - 시스템 자원 사용량 및 서비스 상태를 실시간으로 수집·분석하는 통합 모니터링 방법론 및 운영 방안 연구
  - 로그 수집, 분석 기반의 장애 원인 추적, 사전 장애 탐지 방법론 연구
  - HPC·컨테이너 기반 환경의 서비스 가용성 확보를 위한 알람 및 자동 복구

대응 방향 연구

- HPC·컨테이너 기반 격리된 환경 기술 분석을 위한 운영 체제 버전, 보안 설정 점검, 계정·권한 관리, 보안 패치 관리 등을 포함한 운영 체제 보안 정책 방향 연구
- HPC 클러스터 환경의 InfiniBand 네트워크 구성, 펌웨어 및 드라이버 버전 호환성 분석과 통신 성능 최적화 방안 연구
- 가.의 기술 비교·분석 결과와 연계하여 도출된 기술 환경에 특화된 장애 예방 시나리오 및 운영 방향 연구

#### 다. 개인 데이터 격리 관리 및 통합 보안 감사 방법론 연구

- 수행 목적
  - 가.에서 도출된 기술 아키텍처 및 나.의 안정성 진단 결과를 바탕으로 LDAP 계정 정보에 기반한 개인 분석데이터의 엄격한 접근 제어(ACL) 및 CPU, 스토리지 등 격리 관리 방법론 연구
  - 사용자 행위 추적, 데이터 접근 이력, 비정상 접근 시도 등을 기록하는 보안 감사 방법론 연구
- 수행 내용
  - 분산 파일 시스템과 LDAP 간의 실시간 권한 동기화 및 데이터 격리 기술 연구
  - 보안 위협 탐지를 위한 감사 로그 분석 모델링 및 데이터 무결성 검증 방법론 연구

#### 라. Bio-Express 실행 아키텍처 최적화 및 컨테이너 기반 가상화 기술 연구

- 수행 목적
  - HPC 및 클라우드 네이티브 환경에 최적화된 바이오 컴퓨팅 실행 아키텍처 연구
  - 분석 소프트웨어 간의 의존성 충돌 해결 및 환경 호환성 극대화를 위한 가상화 기준 연구
- 수행 내용
  - Bio-Express에 탑재된 파이프라인 및 개별 모듈의 프로세스 호출 로직 정밀 분석

- 외부 분석 도구별 전용 실행 이미지 제작 및 구동 방식 최적화 연구
- 분석 환경에 최적화된 워크로드 스케줄링 연계 기술 방향 및 실행 엔진 안정화 방안 연구
- 이미지 태그 기반의 버전 관리 방향 및 최적화를 위한 모듈별 경로 연계 방안 연구

#### 마. 파이프라인 운영 성능 진단 및 데이터 해석 방법론 연구

- 수행 목적
  - 데이터 규모 및 유형에 따른 정밀한 컴퓨팅 자원 소모 패턴 분석을 통한 분석 환경 운영 효율화 방안 연구
  - 사용자의 데이터 이해도 향상을 위한 전문 해석 가이드라인 및 방법론 연구
- 수행 내용
  - 주요 오믹스 데이터별 단계별 컴퓨팅 자원 점유율 및 성능 벤치마크 분석
  - 파이프라인 전체 모듈 러닝타임 프로파일링 및 병목 구간 식별을 통한 실행 성능 최적화 방안 도출
  - 파이프라인별 입력 규격, 실행 파라미터 변동에 따른 분석 결과의 정밀도 및 신뢰성 검증
  - 항목별 분석 결과 해석 지침 연구 및 사용자 이해도 향상을 위한 결과 해석 방법론 연구
  - 효율적인 장애 대응을 위한 운영 지식 공유 방향 연구

#### 바. 사용자 연계 활용성 검증 및 플랫폼 확산 전략 연구

- 수행 목적
  - 실제 연구 현장 적용을 통한 플랫폼의 기술적 완성도 검증 및 사용자 요구 사항 기반의 개선 방향 도출
  - 국가 바이오 데이터 플랫폼으로서의 지속 가능한 운영 모델 및 사용자 생태계 활성화 전략 연구
- 수행 내용
  - 전문가 및 일반 사용자 그룹 대상 Bio-Express 활용 세션 운영 및 현장 기술 지원 연구







【별첨 2-6】

입찰에 부하는 각서

공고번호 :

건 명 :

상기 입찰과 관련하여 입찰시행으로부터 계약의무 사항이 종료 되는 시점까지 입찰 유의서에 의한 사항을 철저히 준수 이행할 것이며 불이행사항이 발생시는 예산회계법 제70조의 18호 및 동법 시행령 제89조에 의거한 부정당 업체로서의 해당 제재조치를 행하여도 하등의 이의를 제기치 않을 것을 각서로 제출합니다.

2026년 월 일

신 청 자 사업자등록번호 :

상 호 :

대 표 자 : ㉠

주 소 :

한국생명공학연구원장 귀하

【별첨 2-7】

청 럽 서 약 서

사 업 명 : Bio-Express 분석 환경 및 기술 연구

발주기관 : 한국생명공학연구원

당사는 한국생명공학연구원 'Bio-Express 분석 환경 및 기술 연구'와 관련하여 관계법령에 규정된 절차를 준수하여 공정하고 투명한 제안서평가가 되도록 협조하겠습니다. 제안서평가 심사과정에서 이유여하를 막론하고 심사위원이나 관계자에게 금품, 향응이나 부당한 이익을 제공하지 않도록 할 것이며, 만약 이를 위반할 시에는 관계법령에 따라 책임을 지고 이와 관련하여 일체의 민·형사상 이의를 제기하지 않겠습니다.

2026년 월 일

참여업체

회 사 명 :

주 소 :

대 표 자 : (인)

전화번호 :

한국생명공학연구원장 귀하