

Rare Isotope Science Project

중이온가속기구축사업 세부이행계획(안)

2021. 05

Rare Isotope Science Project

중이온가속기구축사업 세부이행계획(안)

C O N T E N T S

01. 추진개요	03
02. 사업추진방향 변경 주요내용	05
03. 장치구축 목표 및 추진 방향	08

RISP

Rare Isotope Science Project

**중이온가속기구축사업
세부이행계획(안)**

01 추진개요

RISSP

01 추진개요



추진목적

사업기간 내 고에너지가속장치 구축이 어렵다는 결과 도출



당초 목표달성을 위한 사업 추진방향 변경 및 이행계획(안) 마련



추진경과

사업점검 및 의견수렴

- 장치구축 분야별 점검('20.07~11)
- 사업추진현황 물리학회 발표('20.11)
- 해외전문가 자문결과 등 총괄 점검('20.11~21.01)



공개토론회

- 사업추진방향 관련 공개토론회 개최('21.02.02)



심의·의결기구

- 중이온가속기구축사업 추진방향 변경(안) 추진위 심의('21.02.25)
- 중이온가속기 단계적구축안 벨트위 의결('21.04.08)



“중이온가속기 단계적구축안”의 국제과학비즈니스벨트위원회 의결에 따라 세부이행계획(안) 마련

Rare Isotope Science Project

중이온가속기구축사업
세부이행계획(안)

02

사업추진방향 변경 주요내용

RISP

02 사업추진방향 변경 주요내용

▶ 주요변경사항



구축범위

기존 구축범위 유지(저에너지구간 중심 우선 구축)



사업기간

당초 2011~2021년

(1단계) 변경없음

(선행R&D) 2022~2023년[HWR 채택 시 '24.6]

(2단계) 착수시점부터 4년



총사업비

당초 5,228억원

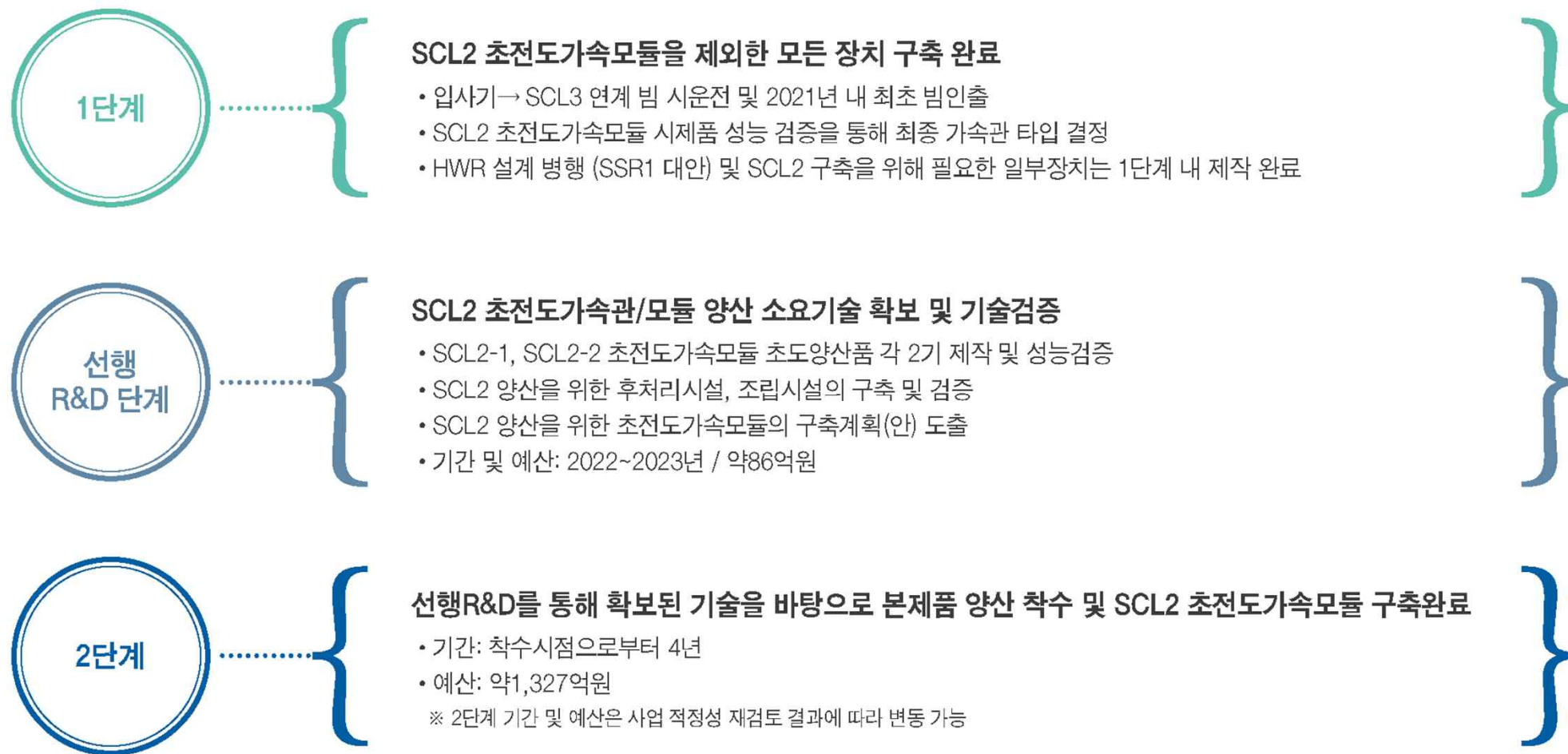
(1단계) 변경없음

(선행R&D) 약 86억원

(2단계) 약 1,327억원

02 사업추진방향 변경 주요내용

▶ 단계별 주요내용



Rare Isotope Science Project

**중이온가속기구축사업
세부이행계획(안)**

03

**장치구축 목표 및
추진 방향**

RISSP

03 장치구축 목표 및 추진 방향

▶ 주요장치 구축목표 (SCL2 제외)

장치명	1단계 (~'21년)		1단계 이후 ('22년~)
	목 표	구축시점	목 표
입사기[ECR 이온원]	구축완료	'21.12(28GHz ECR-IS)	업그레이드(성능검증 결과와 연동)
		'20.10(14.5GHz ECR-IS)	운영
SCL3		'21.11	운영
극저온시스템		'21.12	운영
중앙제어시스템		'21.8	운영
Cyclotron		'22.7 ('22.8월~ ISOL 빔공급)	운영
ISOL		'21.12 ('22.9월~RI빔시운전 착수)	운영
IF		'22.12	운영(SCL2 구간 빔공급시점과 연동)
KoBRA		'21.11	운영
NDPS		'22.12	
MMS		'21.7	
CLS		'22.9	
LAMPS, μ SR, BIS		'21.12	운영(SCL2 구간 빔공급시점과 연동)

03 장치구축 목표 및 추진 방향

▶ SCL2 구축목표

장치명	목 표		
	1단계	선행R&D('22~23)	2단계(4년 소요)
SCL2	가속관/모듈: 시제품 완료('21.11) [타입결정: SCL21('21.8) SCL22('21.12)]	초도양산품 완료(~'23.12) [HWR 채택 시 '24.6]	본제품 구축
	SCL2용 RF시스템 일부* (LLRF, SSPA각 6기) 제작완료('22.12)		

*초도양산품 성능시험에 활용 후 본제품으로 전환

03 장치구축 목표 및 추진 방향



▶ 주요 추진방향(1단계)

가속
장치



입사기 [28 GHz ECR 이온원]

- '21년말 해외전문가를 통한 성능검증(검증목표 $^{40}\text{Ar}^{13+}$, 250 euA)
- 1단계에서 기본성능 확보 시, 업그레이드 추진(~'24.12)

- 초전도전자석 Ramp-up시험 2단계('21.06)



SCL3

- 양성자과학연구단과 위탁과제를 통해 성능시험/빔시운전 협력, PAL 등과 수시 기술자문 진행('21.4~)
- 제작, 성능시험, 설치 및 시운전에 대한 주기적 해외전문가(4인) 자문 실시를 통해 성공 가능성 제고
- 빔 시운전 준비 착수 전 해외 가속기 전문가 검증단을 통해 준비상황(readiness)을 현장 점검('21.11)

- 모듈 냉각('21.11)
- 빔시운전('21.12)



SCL2

- SSR1 가속관(3기)/모듈(1기) 시제품 개발 완료, HWR(대체용) 가속관 설계 및 평가 완료('21.08)
- SSR2 초전도가속관·모듈 국내 시제품('21.11) 및 해외 시제품('21.9) 개발 완료
- SCL21, SCL22 가속모듈 초도양산품 개발 계획(기중 선정포함)수립('21.8~12)
- 4극전자석 및 전원장치 제작 완료, SSPA(SCL21) 및 Reference line 설치완료('21.12)

- SSR1 VT('21.06), HT('21.08)
- SSR2(국내) VT('21.09) HT('21.11)
- SSR2(해외) VT('21.05) HT('21.09)

03 장치구축 목표 및 추진 방향



▶ 주요 추진방향(1단계)

기반 장치



극저온 시스템

- 극저온플랜트 시운전 준비, 헬륨분배시스템 초기 냉각 등에 대해 핵융합(연)과 업무협력 진행
- 가속모듈 냉각 관련 포항가속기연구소에서 현장 지원 예정('21.11~)
- 극저온 계통 전반에 대해 국제자문(GANIL, ESS, KEK, SHINE) 수행

- SCL3 극저온플랜트 SAT완료('21.08)
- SCL3 헬륨분배시스템 성능검사('21.11)
- SCL2 극저온플랜트 시운전완료('21.07)
- SCL2 헬륨분배시스템 성능검사('21.12)



중앙제어 시스템

- SCL3 통합제어인프라/Timing System/ Machine Protection System 연계
범시운전('21.12)

- 전산인프라 운영('21.12)
- MPS 연계 시험 ('21.07)

03 장치구축 목표 및 추진 방향



▶ 주요 추진방향(1단계)

RI 생성 장치



Cyclotron

- 제작 관련 진도점검/공정관리 진행, 사업단 내 관련 TF 운영을 통해 일정 및 품질관리
- '22년 초 현장인수검사(SAT) 완료, 장치 안정화 단계까지 제작사와 협력관계 유지

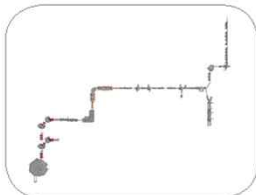
- 공장검수 완료('21.08)
- 현장 설치('21.12)



ISOL

- 시운전표적(SiC) 제조 후 한국세라믹기술원을 통해 고온/고방사선 환경에서의 운영검증을 위한 특성분석 및 기술협의 수행, 한전원자력연료를 통해 고출력(10 kW) 탄화우라늄(UCx) 본제품 제조기술 확립
- 안정빔(Cs) 생성 및 인출시험을 통해 RI빔 운영 시, 고방사선 환경에서의 운전/유지보수 기술 확보 및 ISOL 국제자문위원 자문 실시
- 안정동위원소 빔 시운전을 통해 RI빔 운영을 위한 분리/수송/진단장치의 성능 확인 및 장치건전성 검증
- SCL3로의 다양한 빔 공급을 위해 경원소(Na) 및 중원소(Cs) 안정 이온빔의 RFQ-CB/EBIS 연동 빔 시운전 수행 및 ISOL국제자문위원 자문 실시

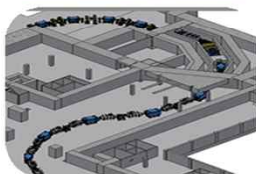
- 저출력 표적 제조('21.08)
- 레이저시스템 구축('21.06)
- RFQ-CB 시운전('21.07)
- 원격조작 시스템 검증('21.10)



IF

- 표적 본제품 설치/성능시험을 통해 원격조작성 평가, 표적/빔덤프 회전 구동부에 대한 장시간 안정도 평가
- RI 빔 분리기 주요 구성품 제작 및 설치 진행
- 초점면 진공함 목표 진공도 및 진공누설도 확보, 진공 환경에서 검출 시스템 본제품 성능평가 및 개선
- 안전 및 제어시스템 제작기간 단축 및 목표 진공도/진공 누설도 확보 추진, 원격 조작 시뮬레이션을 통한 원격조작 성능확보, 기구축된 제어시스템을 활용한 IF 제어시스템 구축

- 표적시스템 구동부 시험('21.12)
- 빔덤프시스템 입고('21.10)
- 검출기 제작완료('21.12)
- 초점면 진공함 제작 완료('21.05)
- 원격조작 시스템 검증('21.10)



03 장치구축 목표 및 추진 방향



▶ 주요 추진방향(1단계)

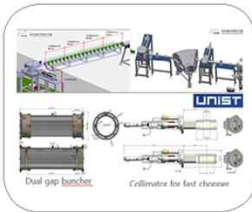
실험 장치



KoBRA

- 한양대 등과 되튠분리기 운전 방식과 2차 빔 튜닝에 대한 공동연구
- 빔진단검출기 시스템 설치 및 장치시운전, 빔시운전 진행
- 리번처 설계 및 제작경험이 있는 연구기관(대학)에 SCL3-KoBRA 빔라인 리번처 기술자문 및 업체선정 추진

- 표적시스템 진공/로컬제어 시험('21.08)
- 빔시운전 검출기 설치/시험('21.08)
- RI빔 생성시험 착수('21.12)



NDPS

- 표적시스템, 빔덤프 시스템, 중성자 집속장치 제작은 한국원자력연구원 용역으로 진행
- 검출기시스템, 입사기 빔라인 및 펄스시스템 제작은 성균관대학교 및 UNIST 용역으로 진행

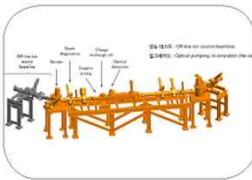
- 표적시스템 제작 완료('21.08)
- 양성자 빔덤프 제작완료('21.06)
- 검출기 챔버 제작('21.10)



MMS

- 일본 공동연구기관(KEK/WNSC)과의 긴밀한 협력관계를 통한 신속한 문제 해결 및 노하우 공유

- MRTOF 성능시험('21.07)



CLS

- 해외기술도입방식으로 TRIUMF에서 Neutralizer, 빔전송장치, Detection system, 진공 및 제어시스템 등 본제품 제작 추진

- 레이저시스템 및 ISOL 연계 빔라인 제작 완료('21.12)

03 장치구축 목표 및 추진 방향



▶ 주요 추진방향(1단계)

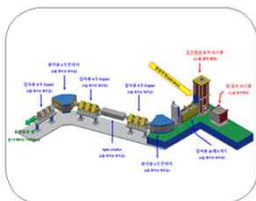
실험 장치



LAMPS

- 솔레노이드/상전도 4극전자석 제작 및 성능시험, 장치시운전 완료('21.12)
- 핵반응 표적 및 검출기시스템, 시간투영검출기, 중성자검출기어레이, ToF/Trigger 검출기, DAQ시스템 등의 성능시험, 설치 및 시운전 완료('21.12)

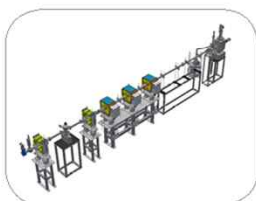
- 상전도 4극 전자석 제작/성능시험 완료('21.08)
- 표적 시스템 제작 완료('21.09)



μ SR

- 뮤온생성 표적, 빔덤프 시스템, 뮤온전송 빔라인, 진공 및 제어 시스템, 뮤온스핀 분광기, 고에너지 빔 라인 등의 제작 설치 완료('21.12)

- 뮤온생성 표적 열분포시험('21.11)
- 빔덤프시스템 온도제어시험('21.11)
- 솔레노이드 제작 완료('21.10)



BIS

- 빔 스캐닝 시스템, 빔 모니터링 시스템, 샘플 이송 시스템, 진공 및 제어 시스템, 고에너지 빔 라인 등의 제작 및 설치 완료('21.12)

- 이온챔버 소프트웨어 제작완료('21.05)
- 샘플이송시스템 설치 완료('21.09)
- 통합 시운전 완료('21.12)

03 장치구축 목표 및 추진 방향

▶ 선행R&D 추진방향

구 분		내 용
SCL2	초도양산품	<ul style="list-style-type: none"> • 제작기간 단축을 위한 업체 다변화 및 사업단 자체 후처리 및 모듈조립 추진 • 양산을 위한 Class 10,000급 청정모듈 조립실 구축(~'22.12)

※ Niobium 소재수급 및 초도양산품 성능 확인을 위한 RF 시스템 등은 1단계에 포함

▶ 2단계 추진방향

구 분		내 용
SCL2	본제품	<ul style="list-style-type: none"> • 제작기간 단축을 위한 2개 이상의 제작업체 확보 추진 • 대량생산을 위하여 사업단 보유 후처리 및 모듈조립시설의 적극적인 활용방안 모색 • SCL2가속기 터널에 HT 시설 구축 추진
	RF시스템	• 본제품은 2단계에서 제작 및 설치

※ 포항가속기연구소, 양성자과학연구단 등의 국내외 전문가를 적극 활용하여 예상되는 인력부족에 대응 (선행R&D 및 2단계 공통사항)

▶ 추진일정

● 선행 R&D

구 분	2022	2023	2024
SCL2	초도양산품 제작	 HWR 채택 시

● 2단계

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
SCL2	초도양산품 제작			냉각 및 빔시운전
	본제품 제작 및 설치			

감사합니다