

초강력레이저 연구시설 구축 설명자료

【사업개요】

- (사업내용) 50페타와트(PW)급 초강력레이저 기반 기초응용연구시설 구축
※ 1 페타와트(PW) = 1,000조(10^{15}) 와트(W)
- (사업기간) 8년 소요
- (사업비) 약 6,000억원(기획연구 및 예타 이후 확정)
※ 과기정통부, 「초강력레이저 인프라 기획연구(10억원)」 ('22. 4. ~ '23. 10.)

필요성

- (기초과학 연구 핵심) 우주 극한환경(초고온, 초고압)을 지상 실험실에서 구현해 고에너지, 암흑물질 등 우주생성 현상 연구
- 레이저와 물질의 상호작용 연구를 통해 초전도체, 양자소재 등 신소재 개발
- (첨단기술 확보) 미국 등 주요국은 초격차 레이저기술 확보 경쟁 가속
* (美) 0.35→50PW(계획), (中) 13→100PW(구축 중), (EU) 10→20PW(구축 중)
* 반도체 이후 차세대 먹거리 : ASML EUV(극자외선) 노광장비, 중국 자체개발 시도 중
- (국제공동연구 추진) 세계 최고수준의 연구기관과 공동연구를 수행해 연구성과를 공유하고, 국내 과학기술 연구자의 역량 강화

초강력레이저 개념

- 짧은 시간(1천조분의 1초)에 매우 강한 레이저를 생성하여, 물질변화를 일으키거나, 물질 미세분석 등 정밀연구를 수행하는 첨단 실험장치

활용가능 레이저 출력

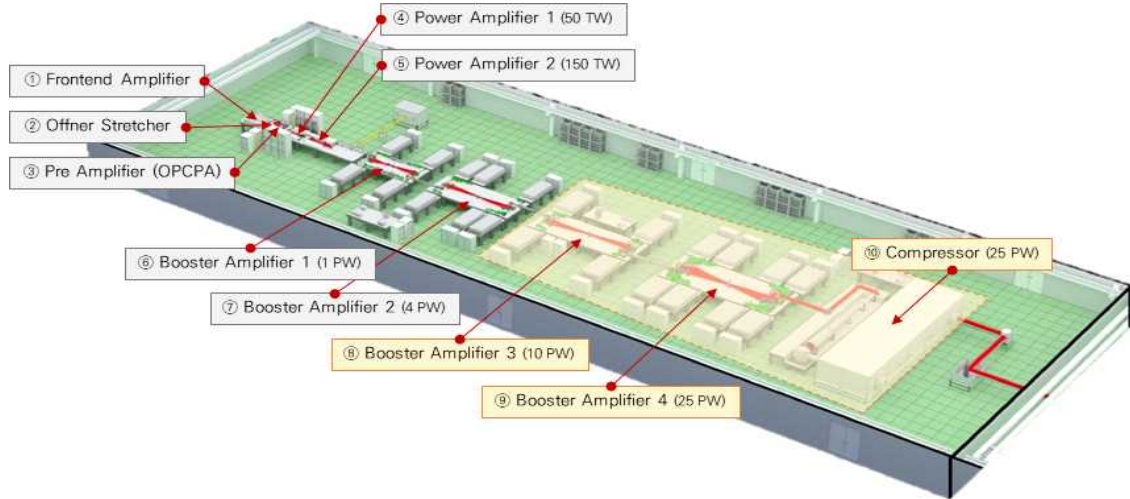
- (고출력) PW급 레이저 : 기초연구 분야
- (중저출력) kW~TW급 레이저 : 기초응용연구, 산업연계 활용연구 등

《활용 예시》

- ① 우주 방사선 환경(고에너지 입자빔, 방사선) 모사 연구(우주항공 소재부품 연구)
- ② 핵물질 변환, 의료용 방사성 동위원소 생성, 신소재 연구
- ③ 재료·공정 특성화를 위한 양전자 소스 제공 등

시설 구성[안]

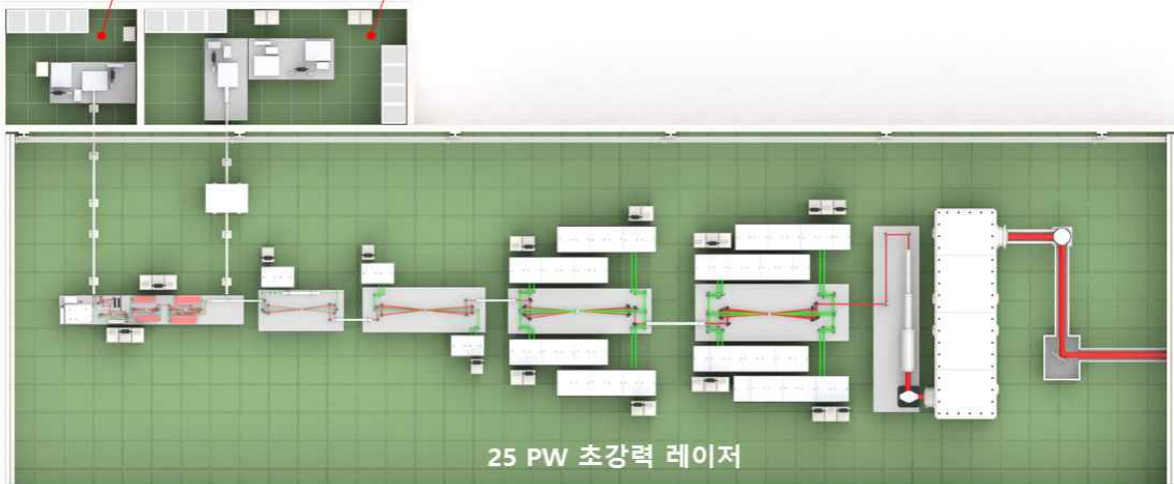
- **(레이저 장치)** 25PW 레이저는 레이저 전단부, 펄스 확대기, 증폭기, 압축기 등으로 구성



- **(실험장치)** 레이저 장치에서 나온 각종 빔라인을 통해 다양한 실험장치 구축

저출력 (≤ 100 GW)
활용 실험실

중출력 (≤ 100 TW)
활용 실험실











① 물질에 직접 레이저를 조사하여 발생하는 상호작용 연구(극한 환경 구현 등)

② ①단계에서 발생하는 2차입자* 등을 활용한 물질분석 및 변환 연구

* X-선, 감마선, 중성자빔, THz, 이온빔 등

③ 펨토~아토초 동안 미시세계 전자 운동을 관측.발생.제어하는 초고속, 초정밀 기술 구현

초	밀리초	마이크로초	나노초	피코초	펨토초	아토초	zepto초
1 (10^0)	milli (10^{-3})	micro (10^{-6})	nano (10^{-9})	pico (10^{-12})	femto (10^{-15})	atto (10^{-18})	zepto (10^{-21})
심장박동	물방울 순간포착	탄환순간포착	CPU 동작속도	분자스위치 동작속도	분자반응속도	원자내 전자회전 주	원자 핵반응
							

분야	설명	세부 연구주제(안)
초강력장 물리	우주 고에너지 현상의 지상실험 구현을 통한 강력한 빛과 물질의 근본적인 상호작용 이해	<ul style="list-style-type: none"> ○ 강력장 양자전기역학(SFQED)과 실험적 천체물리 연구 <ul style="list-style-type: none"> - SFQED 기본 과정 구현 및 특성 규명 (비선형 컴프턴 산란, 비선형 브라이트휠러 쌍생성 실험) - 고밀도 QED 플라즈마 발생 및 동역학 분석 - 고에너지 천체 현상의 지상 실험 설계 및 검증 실험 (QED 플라즈마 충돌, Unruh 효과 검증) ○ SFQED 실험 장치와 측정 방법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 광-입자 충돌기 구축 및 측정 방법 연구
우주환경 및 극한 물성연구	현대 과학기술로 도달하지 못한 극한영역에서의 물성연구를 통한 신물질 개발 및 우주 행성 진화 이해	<ul style="list-style-type: none"> ○ 극한조건에서의 상변화-상태방정식 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 초고온-초고압 극한환경에서 발현하는 신물질 이해 - 슈퍼물성(초강도, 초순도) 소재 개발 - 극한 조건에서의 동역학적 상변화 및 에너지 상태 측정 - 측정한계를 넘는 극한기술 개발 ○ 충격파 기반 외계행성 및 지구 내부 미지영역 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 외계행성환경 재현, 행성구조 및 진화의 이해 - 실험실에서 구현 가능한 지구 내부, 태양계 및 외계행성 내부 구조탐색 ○ 고에너지 밀도 물리 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 환경친화적 대체 에너지원인 레이저 핵융합 연구 - 고에너지밀도를 가진 신물질 창조
광기반 고에너지 입자발생 기술	광기반 미래형 가속기 및 방사광 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차세대 입자 충돌기 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 전자 양전자 가속 에너지 ~ 150 GeV - 차세대 입자-반입자 충돌기 핵심 기술 개발 ○ 차세대 방사광 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 소형 4세대 방사광 가속기 기술 개발 - 초강력 THz 파 발생 기술 개발 ○ 초상대론적 영역의 이온 가속 <ul style="list-style-type: none"> - 레이저장 GeV 양성자 레이저장 직접 가속 기술 개발 - 융합 암치료용 다중 이온 레이저 가속 기술 개발 ○ 초고에너지 입자-방사선 우주생물학 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 우주 방사선 환경 (고에너지 입자빔, 방사선) 모사 연구 - 우주 환경 모사 환경 내 우주 생물학 연구

기
초
연
구

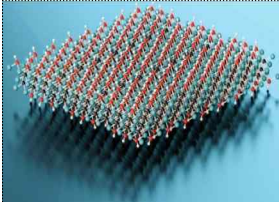
우 주



▶빅뱅, 블랙홀, 초신성 폭발 등 우주 극한환경
(초고온·초고압) 지상 실험실 구현

ex) 새로운 물질은 초신성 폭발 등 극한 우주환경에서 생성
충격파 실험을 통한 지구·외계행성 내부구조 규명

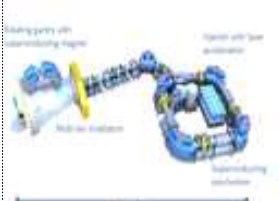
슈퍼물성



▶레이저와 물질의 상호작용으로 인해 발생하는
물질의 성질변화 연구

ex) 초전도체, 양자컴퓨터, 내열소재 등 관련 신소재 개발
다이아몬드를 능가하는 초경량·초강도 소재 개발

소형가속기



▶국내 4대 가속기인 양성자·방사광·중이온·중입자
가속기를 1/10로 소형화

ex) 서울대병원, 연세의료원의 3층 크기 암치료가속기 소형화
日 레이저 가속기반 소형 중입자치료기(Quantum Scalpel) 개발

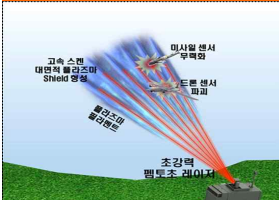
핵융합



▶핵융합은 토카막(Tokamak)과 레이저 방식 사용
레이저는 핵융합 기초연구에 활용

ex) (토카막) K-STAR(한국형 핵융합연구장치), ITER(국제핵융합실험로)
(레이저) 美 국립점화시설(NIF) 핵융합 점화성공('22.12./'23.7.)

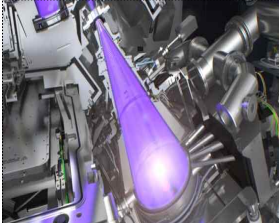
레이저무기



▶전장의 게임 체인저 레이저 무기
드론이나 무인기, 미사일 등을 무력화

ex) GIST 전자장비 무력화용 레이저 기술개발中('21년, 방사청)
美 록히드마틴 레이저 무기 개발 착수('23. 7.)

EUV(극자외선)



▶레이저를 물질(주석)에 발사해 고품질의 EUV 광원
생성

ex) ASML, EUV를 모아서 반도체 웨이퍼에 쏘여 회로 새김

응
용
연
구