

# 「파쇄중성자원 구축을 위한 사전기획연구」 수요자用 활용의향조사

## I. 조사 개요

안녕하십니까.

과학기술정보통신부와 한국원자력연구원은 국내 독자적 파쇄중성자원 구축을 통해 반도체, 이차전지, 미래자동차, 우주, 국방, 백신/신약 등 국내 주요 첨단산업 지원과 더불어 국내 기초연구 및 응용연구 분야의 세계 경쟁력 확보를 위하여 「파쇄중성자원 구축을 위한 사전기획연구」를 기획하고 있습니다.

최근 4차 산업혁명시대의 과학기술주도권 확보를 위해 해외 주요국들은 기초과학 및 첨단연구분야에서 중요한 영향력을 발휘할 수 있는 파쇄중성자원 구축을 위한 양성자가속기 시설을 국가차원에서 적극적으로 지원하고 있습니다. 이에 따라 한국원자력연구원은 기 구축되어 운영되고 있는 양성자가속기의 성능을 업그레이드하고, 중성자/양성자 빔라인을 확장하여 국내 연구산업에 대한 국제 경쟁력 강화를 도모하고자 합니다.

이에 따라 본 사업을 충실하게 기획하기 위하여 산·학·연 전문가들의 의견 수렴을 위한 **활용의향 조사**를 실시하고 있습니다. 바쁘신 와중이라도 「파쇄중성자원 구축을 위한 사전기획연구」를 위한 소중한 의견을 주시면 본 기획에 기초자료로 활용될 예정입니다. 귀하의 소중한 의견이 유용하게 활용될 수 있도록 많은 협조와 지원 부탁드립니다.

응답하신 조사 자료는 통계법(제33조와 제34조)에 따라 본 연구 이외의 목적으로 사용되지 않을 것을 알려드립니다.

감사합니다.

2022년 4월

### [제출 및 문의]

- ☐ 조사주관 : 과학기술전략연구소
- ☐ 제출 : **05월 06일(금), 24:00시까지**, [jys62@stsi.re.kr](mailto:jys62@stsi.re.kr)
- ☐ 조사문의 : 과학기술전략연구소 기술전략5팀 정윤성 (044-868-8612, [jys62@stsi.re.kr](mailto:jys62@stsi.re.kr))  
한국원자력연구원 양성자과학연구단 이필수 (054-750-5517, [pilsoolee@kaeri.re.kr](mailto:pilsoolee@kaeri.re.kr))

### 개인정보 취급방침

#### 1. 개인정보의 처리 목적

「파쇄중성자원 구축을 위한 사전기획연구」는 이용자 확인을 위한 목적으로 귀하의 개인정보를 수집·이용하고 있습니다. 수집방법에 따른 구체적인 수집 및 이용목적은 다음과 같습니다.

- 「파쇄중성자원 구축을 위한 사전기획연구」 제안자 본인 확인을 위한 정보 수집

#### 2. 처리하는 개인정보의 항목 및 처리 방법

파쇄중성자원 구축을 위한 사전기획연구」는 서비스제공을 위하여 필요한 최소한의 범위 내에서 아래와 같이 개인정보를 수집하고 있습니다. (성명, 소속기관, 직위, 연락처, 이메일 주소)

본 설문에서 응답해주시는 정보는 법률 제11690호 개인정보보호법 제15조(개인정보 수집/이용)에 의거 보호받을 수 있으며, 동법 제21조(개인정보의 파기)에 의거 조사 종료 후 파기되오니 안심하시고 원활한 연구 진행이 될 수 있도록 본 조사에 참여해 주시면 감사하겠습니다.

## II. 양성자가속기 활용의향조사

1. 경주 양성자가속기 이용 경험이 있으십니까? 이용 경험이 있으신 경우, 애로사항은 무엇이었습니까?	
이용 경험 유무	<input type="checkbox"/> 이용 경험 있음 <input type="checkbox"/> 이용 경험 없음 ※ 답변하고자 하는 박스에 ☑ 표시
경주 양성자가속기 이용 애로사항 (중복선택가능)	(경주 양성자가속기 이용 경험 있을 경우) <input type="checkbox"/> 빔타임 배정 어려움 <input type="checkbox"/> 가속기 제원(에너지, 전류) 한계 <input type="checkbox"/> 고에너지/저에너지 중성자빔 이용자서비스 부재 <input type="checkbox"/> 양성자가속기 활용 빔라인 및 분석시설 부족 <input type="checkbox"/> 가속기 주변 편의시설 부족 <input type="checkbox"/> 빔라인 운영인력 부족 <input type="checkbox"/> 비싼 이용료 <input type="checkbox"/> 행정절차 및 제출서류 <input type="checkbox"/> 실험과정에서 얻는 데이터 질의 세계적인 경쟁력 미흡 <input type="checkbox"/> 기타( 작성해주세요 )
2. 국외 양성자가속기 혹은 파쇄중성자 이용시설의 이용 경험이 있으십니까? 이용 경험이 있으신 경우 국외 시설을 사용하신 이유와 사용시 애로사항은 무엇이었습니까?	
이용 경험 유무	<input type="checkbox"/> 이용 경험 있음 <input type="checkbox"/> 이용 경험 없음
국외 시설 활용 이유 (중복선택가능)	(국외 시설 이용 경험 있을 경우) <input type="checkbox"/> 국내 양성자가속기 빔타임 확보 어려움 <input type="checkbox"/> 수행하고자 하는 실험이 국외 양성자가속기에서만 지원 가능 (예, 고에너지 양성자빔, 고에너지 중성자빔) <input type="checkbox"/> 실험에 적합한 국내 빔라인/이용시설 부재 <input type="checkbox"/> 실험결과에 대한 데이터 해석, 실험방법 자문 등 지원 부족 <input type="checkbox"/> 기타( 작성해주세요 )
국외 시설 활용 시 애로사항 (중복선택가능)	(국외 시설 이용 경험 있을 경우) <input type="checkbox"/> 자국 이용자 중심 빔타임 배정에 따른 빔타임 확보 어려움 <input type="checkbox"/> 국내 시설 이용 대비 과다한 해외 시설 이용료 <input type="checkbox"/> 항공료, 체류비 등 해외 시설 이용에 따라 발생하는 부가 비용 <input type="checkbox"/> 해외 시설 이용에 따른 추가 기간 <input type="checkbox"/> 실험 결과 유출 등 보안상 문제 <input type="checkbox"/> 기타( 작성해주세요 )
2-1. 국내 GeV급 양성자가속기의 구축 시 활용할 의향이 있으십니까?	
활용 의향 유무	<input type="checkbox"/> 활용 의향 있음 <input type="checkbox"/> 활용 의향 없음 ※ 답변하고자 하는 박스에 ☑ 표시
GeV급 양성자가속기 활용 이유	(활용 의향 있음 선택의 경우) <input type="checkbox"/> 활용 분야(어떠한 분야인지 내용 작성해주세요) <input type="checkbox"/> 활용 편의성(어떠한 점인지 내용 작성해주세요) <input type="checkbox"/> 이용 비용(어떠한 점인지 내용 작성해주세요) <input type="checkbox"/> 기타( 작성해주세요 ) ※ 타가속기(방사광, 중이온 등)가 아닌 'GeV급 양성자가속기'의 활용 이유
양성자가속기 미활용 이유	(활용 의향 없음 선택의 경우) <input type="checkbox"/> 사유( 작성해주세요 )

3. 양성자가속기의 활용수요에 대해 조사하고 있습니다. 귀하의 연구 분야에서 필요한 입자빔(양성자, 중성자)의 종류, 에너지 범위, 활용 분야 등에 대해 기재하여 주십시오.

<p>필요 자원(에너지) (중복선택가능)</p>	<p><input type="checkbox"/> 고에너지 양성자   <input type="checkbox"/> 고에너지 중성자   <input type="checkbox"/> 저에너지 중성자</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>100 MeV</span> <span>500 MeV</span> <span>1 GeV</span> </div> <div style="display: grid; grid-template-columns: repeat(6, 1fr); gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>1</b> 항공/우주부품 양성자 영향 평가(20-500 MeV) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>2</b> 반도체/전자부품 중성자영향평가 (200-1,000 MeV) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>3</b> 우주방사선의 생물학적 영향평가 (150-1,000 MeV) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>7</b> 나노구조체- 구조분석 (200-800 MeV) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>8</b> 수소저장합금 (200-800 MeV) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>9</b> 극한환경소재 물성연구 (200-2,000 MeV) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>4</b> 중성자 이미징- 연료전지 물 유동해석 (200-800 MeV) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>5</b> 이차전지-이온 거동 분석, 양극소재 격자구조(200-800 MeV) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>6</b> 파쇄중성자원 활용 신약/백신 개발 (200-1,000 MeV) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>10</b> 양성자 이미징 (200-1,000 MeV) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>11</b> 뮤온 파이프 사이언스 (280 MeV ~) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>12</b> 양자물질 스핀웨이브 측정 (500-2,000 MeV) </div> </div> <p>※ 참고</p> <p>(고에너지 양성자) 100 MeV 이상의 에너지를 갖는 양성자</p> <p>(고에너지 중성자) 대기방사선 모사를 할 수 있는 10 MeV 이상 1 GeV 이하의 에너지를 갖는 백색 중성자</p> <p>(저에너지 중성자) 25 meV 이하의 열중성자 및 냉중성자</p> </div>
<p>연구수행에 필요한 양성자가속기 에너지 수준</p>	<p><input type="checkbox"/> 200 MeV   <input type="checkbox"/> 500 MeV   <input type="checkbox"/> 1.0 GeV   <input type="checkbox"/> 1.6 GeV   <input type="checkbox"/> 2.0 GeV  <input type="checkbox"/> 2.0 GeV 이상   <input type="checkbox"/> 기타 (                      )</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px;"> <p>※ 참고 해외 가속기 기반 중성자 발생 및 이용시설</p> <p>(미국) SNS 1.0 GeV 선형 양성자가속기와 축적링(AR) 이용 MW급 파쇄중성자원 운영 중</p> <p>(유럽) ESS 2.0 GeV 선형 양성자가속기 이용 MW급 파쇄중성자원 구축 중</p> <p>(일본) J-PARC 3.0 GeV 원형 양성자가속기 이용 MW급 파쇄중성자원 운영 중</p> <p>(영국) ISIS 0.8 GeV 원형 양성자가속기 이용 160 kW급 파쇄중성자원 운영 중</p> <p>(중국) CSNS 1.6 GeV 원형 양성자가속기 이용 100 kW급 파쇄중성자원 운영 중</p> </div>
<p>활용 분야 (중복선택가능)</p>	<div style="display: grid; grid-template-columns: repeat(3, 1fr); gap: 5px;"> <div><input type="checkbox"/> 정보통신기술(IT)</div> <div><input type="checkbox"/> 생명공학기술(BT)</div> <div><input type="checkbox"/> 나노기술(NT)</div> <div><input type="checkbox"/> 문화기술(CT)</div> <div><input type="checkbox"/> 환경기술(ET)</div> <div><input type="checkbox"/> 우주항공기술(ST)</div> <div><input type="checkbox"/> 원자력/핵융합</div> <div><input type="checkbox"/> 물질과학</div> <div><input type="checkbox"/> 에너지/극한환경 소재</div> <div><input type="checkbox"/> 핵/입자물리</div> <div><input type="checkbox"/> 기초과학</div> <div><input type="checkbox"/> 국방</div> <div><input type="checkbox"/> 융합기술(IT + ST )</div> <div><input type="checkbox"/> 기타 (                      )</div> </div>
<p>활용 목적 및 내용</p>	<p>■ 목적</p> <p>—</p> <p>※ 본 활용의향 조사의 핵심 부분이므로 구체적으로 작성해주세요</p> <p>■ 내용(수행하고자 하는 연구)</p> <p>—</p> <p>※ 본 활용의향 조사의 핵심 부분이므로 구체적으로 작성해주세요</p>
<p>예상되는 파급효과 및 최종 성과물</p>	<p>■</p> <p>—</p> <p>※ 본 활용의향 조사의 핵심 부분이므로 구체적으로 작성해주세요</p>

4. 차세대 양성자가속기 및 이용시설이 구축될 경우 활용도를 높이기 위해 가장 필요한 사항은 무엇이라고 생각하시는지 선택해 주십시오.

<p><b>필요한 사항 (중복선택가능)</b></p>	<p>※ 답변하고자 하는 박스에 우선순위 숫자 표시 (낮을수록 중요도 높음)</p> <p><input type="checkbox"/> 빔타임의 충분한 확보</p> <p><input type="checkbox"/> 제대로 지원되는 입자빔 에너지 영역</p> <p><input type="checkbox"/> 양성자가속기/빔라인 운영인력의 충분한 확보</p> <p><input type="checkbox"/> 양성자가속기/빔라인 지원인력의 전문성 확보</p> <p><input type="checkbox"/> 접근 편의성</p> <p><input type="checkbox"/> 이용비용 지원</p> <p><input type="checkbox"/> 행정절차 및 제출서류의 간소화</p> <p><input type="checkbox"/> 데이터 질의 세계적인 경쟁력 확보</p> <p><input type="checkbox"/> 이용 주변 편의시설의 충분한 확보</p>
<p><b>기타 (서술)</b></p>	<p><input type="checkbox"/> 기타</p>

5. 차세대 양성자가속기 및 이용시설이 구축될 경우 필요 수요에 대해 기재하여 주십시오

<p><b>(예상)연간사용빈도</b></p>	<p><input type="checkbox"/> ( )회/년</p>
--------------------------	--

5-1. (구축시기의 시급성) 귀하가 생각하는 차세대 양성자가속기의 구축 완료 시점은?

<p><b>(희망)구축시기</b></p>	<p><input type="checkbox"/> 5년 이내 구축 완료하여 이용자 서비스 시작</p> <p><input type="checkbox"/> 8년 이내 구축 완료하여 이용자 서비스 시작</p> <p><input type="checkbox"/> 10년 이내 구축 완료하여 이용자 서비스 시작</p> <p><input type="checkbox"/> 15년 이내 구축 완료하여 이용자 서비스 시작</p> <p><input type="checkbox"/> 18년 이내 구축 완료하여 이용자 서비스 시작</p> <p><input type="checkbox"/> 20년 이내 구축 완료하여 이용자 서비스 시작</p>
------------------------	---

6. 차세대 양성자가속기 및 이용시설 구축 시 고려사항 등에 대해 기재하여 주십시오.

<p><b>기타 요구사항 (시스템 구축 시 고려사항)</b></p>	<p>■</p> <p>-</p> <p>■</p> <p>-</p> <p>※ 양성자가속기의 필요 스펙 및 관련 인프라 추가 구축 등 필요사항을 기재</p>
---	--

## ■ 응답자 정보

7. 귀하의 소속 기관유형 및 귀하에 대한 정보를 기재 부탁드립니다.

<b>소속 기관유형</b>	<input type="checkbox"/> 산업체 <input type="checkbox"/> 교육기관 <input type="checkbox"/> 연구기관 <input type="checkbox"/> 기타 ( )
<b>전공</b>	<input type="checkbox"/> 공학 계열 <input type="checkbox"/> 이학 계열 <input type="checkbox"/> 의학 계열 <input type="checkbox"/> 기타 ( )
<b>학력</b>	<input type="checkbox"/> 학사 <input type="checkbox"/> 석사 <input type="checkbox"/> 박사과정 <input type="checkbox"/> 박사 <input type="checkbox"/> 기타 ( )

성 명		소속기관명	
소속부서		직 위/직 함	
연 락 처	(H.P.) (E-mail)		
관련분야			

## 참고

## 필요 제원의 구분 및 활용 분야

고에너지 양성자	개념	○ 수백 MeV에서 GeV급 에너지와 펄스형 시간 구조를 가지는 양성자로, 매질과 반응할 때 서서히 에너지를 잃어버리며 특정 위치에서 멈추어 모든 에너지를 발산하고 사라지는 ‘브레그 피크’라는 물리적 특성을 가지고 있음	
	활용 분야	반도체 우주방사선 영향 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>우주 부품의 오작동 평가 연구(Single Event Effect)</li> <li>우주 부품의 수명 결정 연구(Total Ionization Dose)</li> </ul>
		고에너지 물리학적 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>검출기 성능 평가 연구</li> <li>양성자빔 진단 연구</li> <li>고에너지 양성자 유도 핵자료 생산 연구</li> </ul>
		바이오/메디컬 분야 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>우주방사선에 의한 항공승무원/우주인에 대한 생물학적 영향 평가</li> <li>방사선 저항성 미생물 활용 우주환경 적응 연구</li> <li>양성자빔 활용 치료 연구, 양성자 이미징/ CT</li> <li>작물 / 미생물 육종 연구</li> </ul>
고에너지 중성자	개념	<p>○ 중성자를 그 운동에너지에 의해 분류할 때 사용하는 말로 약 10 MeV(Mega Electron Volts) 이상의 고에너지 영역의 중성자가 이에 해당</p> <p>- 전자보다 높은 투과력을 가지며 원자번호가 낮은 원소와의 상호작용이 높은 것이 특징이며, 고에너지 우주선(Cosmic-rays)에 의해 대기에서 발생하며, 반도체 및 전자통신부품 등의 동작 오류를 야기할 수 있어 최근 대기 방사선 영향 평가에 매우 중요한 비중을 차지</p>	
	활용 분야	대기방사선 영향평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>반도체, 우주항공용 부품 평가</li> <li>전기/자율주행차 등 미래 자동차용 부품 평가</li> </ul>
		고에너지 물리학적 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>검출기 성능 평가 연구</li> <li>중성자 차폐 연구</li> <li>중성자빔 진단 연구</li> <li>고에너지 중성자 이용 핵자료 연구</li> </ul>
		고에너지 중성자 이용 소재 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>물질 손상연구 (핵연료 소재, 원자로 관련 소재 등)</li> <li>고에너지 중성자 이미징 연구</li> </ul>
저에너지 중성자	개념	<p>○ 25 meV 에너지를 가지는 “열중성자와 이보다 낮은 에너지의 “냉중성자”를 포괄하는 중성자</p> <p>- 저에너지 중성자 분석방법은 경원소와의 반응 단면적이 우수하여 리튬 이차전지, 수소 에너지 저장매체 등 경원소로 구성된 물질 개발에 특히 유리</p> <p>- 반면, X-선 분석은 원소 외곽전자와 반응하여, 전자가 적은 원소로 구성된 물질 분석에 매우 불리하며 가속기 기반의 펄스빔 형태의 중성자 선원은 물질구조 동역학 분석이 가능</p>	
	활용 분야	저에너지 중성자 기반의 중성자 분석장치 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>중성자 소각 산란장치(small angle neutron scattering)</li> <li>고분해능 분말회절 분석장치(high resolution powder diffraction)</li> <li>비행시간 분광장치(time-of-flight spectrometer),</li> <li>삼축 분광장치(triple-axis spectrometer)</li> </ul>
		양자/나노 물질 등 미래첨단 소재 원천기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>나노구조 물질 구조분석</li> <li>저에너지 동역학 기초원리 연구</li> <li>리튬이온 이차전지의 셀 특성평가</li> </ul>
		바이오/메디컬 분야 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>난치병 치료용 약물전달 물질</li> <li>나노 바이오 구조 분석</li> </ul>