

2022학년도 1학기 UST-KASI 천문우주과학 전공 신입생 모집

다가오는 대한민국의 우주강국 시대, 당신이 주인공입니다!
유관분야 최고 석학들과 함께 여러분의 꿈을 키워나갈 수 있습니다.

한국천문연구원(KASI) 천문우주과학 전공 (<https://kasi.re.kr/kor/introduce/pageView/332>)에서는 2022학년도 1학기 석사과정(신설), 석박사 통합과정 및 박사과정 UST 신입생을 모집합니다. 대전 대덕특구에 위치한 한국천문연구원 캠퍼스는 천문학과 우주과학 분야에서 기초과학기술 및 응용과학기술 지식 습득에 탁월한 연구 및 교육 환경(학생인건비: 석사과정 140~186만원/월, 박사과정 190~240만원/월 지급, 기숙사: 대전 외 지역 거주학생에 한하여 KASI 내부 기숙사 입주 가능, 국제학술대회 및 단기 해외연구교류 지원, 학생주도 연구과제: 연 2,000만원이 내 등)을 제공하는 국내 유일의 유관분야 과학기술전문 기관으로서, 세계를 향해 도약하는 핵심 과학기술그룹들을 보유하고 있습니다.

한국천문연구원 캠퍼스 천문우주과학 전공은 최고의 경쟁력을 갖춘 학위과정을 제공하기 위하여, 전공강좌(천문학 및 천체물리학, 우주과학, 천문관측기기개발 분야 등), 현장연구, 세미나 등의 교과과정과 유관분야 최고 석학들의 지도를 받으며 참여할 수 있는 대형 연구프로젝트를 다수 운영하고 있습니다. 또한, 모든 신입생들이 졸업 시 연구경쟁력을 갖추게 하기 위해, 권장하는 학위 과정 기간(예, 석박사 통합과정은 6년 이내, 박사과정은 4년 이내) 동안 그 연구결과를 국내외 유관분야 저명 학술지(SCI(E))에 제1저자 논문 2편 이상을 발표할 수 있도록 지도하고 있습니다.

2022학년도 1학기 신입생 모집분야는 아래 명기한 연구 분야들입니다. 각각의 세부전공 관련 문의사항은 담당 교수께 보내주시고, 기타 일반 문의사항은 전공책임교수(이상성, sslee@kasi.re.kr)에게 보내주시기 바랍니다. 지원 원서접수는 10월 5일부터 10월 25일(오후 5시)까지 가능하며, UST 홈페이지 입학안내(<https://ust.ac.kr/admission.do>)를 참고하시기 바랍니다.

이상성 드림.
전공책임교수

1. 선광일 교수 (kiseon@kasi.re.kr)

은하주변 물질 연구를 통한 은하 연구 (모집과정: 석박사 통합과정 또는 박사과정)

- 먼 우주에서 가까운 우주까지 다양한 은하들의 형성과 진화를 이해하는 것은 현대천문학에서 가장 중요한 주제중의 하나이다. 특히, 은하에 포함된 중원소의 함량이 별탄생 과정을 통해 만들어지는 총량의 20-25% 정도 밖에 되지 않는다는 사실은 은하 바깥으로 물질이 방출되거나 유입되는 현상이 은하의 진화를 이해함에 있어서 매우 중요한 요소라는 것을 의미한다. 은하가 기체 또는 먼지를 획득하거나 방출하고 다시 재활용하는 과정은 은하연구에서 핵심 주제이다. 우리는 은하 내부 및 은하 주변에서 관측되는 강력한 outflow (또는 외부에서 은하 내부로 유입되는 inflow) 및 우주의 재이온화 시기의 은하의 특성을 이해하기 위해 아래의 2가지 주제에 대해 천체물리학적 방법론을 통해 연구하고자 한다.

(1) 은하주변의 중원소 및 수소 기체 연구: 수소원자에서 방출되는 라이먼알파(Lyman-alpha) 및 Mg 및 Fe 등의 중원소에 의한 공명산란선(resonance lines)은 우주에서 가장 강한 분광선들으로써 은하 내부 및 주변물질의 동력학적 상태를 이해하기 위한 필요한 강력한 툴이다. 따라서, 먼 우주의 은하에 대한 연구가 라이먼알파 및 중원소 공명산란선 관측을 통해 활발하게 연구되고 있다. 최근 VLT/MUSE 관측등의 도움으로 라이먼알파 방출은하(Lyman-Alpha Emitter) 및 케이사 근방에 매우 넓게 퍼진 라이먼알파 헤일로가 광범위하게 관측되면서 라이먼알파 천문학의 부흥기를 맞이하고 있다. 그러나, 수소원자에 의한 라이먼알파 및 중원소의 공명산란선(resonance lines)의 물리적인 형성기작에 대해서는 풀리지 않는 문제들이 산적해 있다. 예를 들면, 소위 Green Pea 은하 등에 보여지는 라이먼알파 스펙트럼과 라이먼연속광의 탈출율과의 상관관계는 은하의 형성 및 재이온화 시기의 은하의 특성과 밀접한 연관이 있지만 명확하게 밝혀지지 않고 있다. 한편, 어떤 은하에서는 Fe II 및 Mg II의 흡수선만 관측되는 반면 어떤 은하에서는 방출선만 관측이 되는가? 어떤 은하에서는 P Cygni 형상과 같은 모양이 관측되는 지에 대해 이해하지 못하고 있다. 이를 이해하기 위해서는 관측뿐만 아니라 이론적인 모델과의 비교가 필수적이다. 그러나, 현재까지 중원소 공명산란선에 대한 관측과 모델을 비교하는 연구는 손에 꼽힐 정도이다.

(2) 성간먼지: 성간먼지는 불과 1%의 질량을 차지하고 있지만, 은하에서 방출하는 전체 에너지의 약 50%가 성간먼지에 의해 방출된다. 성간먼지가 없다면 별탄생이 불가능하거나 비효율적이기 때문에 우주의 역사에 걸쳐서 성간먼지의 존재와 함량을 연구하는 것은 우주의 역사를 이해하는 데 필수적인 역할을 한다. 때문에 IRAS를 필두로 많은 수의 원적외선 우주망원경이 발사되었고 불가능할 것으로 보이는 먼 우주에 이미 성간먼지가 존재했었다는 결과 등 흥미로운 관측결과가 발표되기도 하였다. 가깝게는 별탄생 은하의 성간먼지에 의한 에너지밸런스 문제 등이 해결되지 않고 있을 뿐만 아니라 비교적 먼 은하를 연구함에 있어서 성간먼지에 의한 감쇄효과를 어떻게 처리할 것인가 UV기울기 및 적외선 excess의 관계는 왜 그렇게 나오는 가에 대한 연구가 절실하게 요구되고 있다. 뿐만 아니라 성간먼지는 별빛을 산란시켜서 하늘에 아름다운 실루엣(반사성운)을 만들어내고 편광시킴으로써 최근 관심이 고조되고 있는 Low Surface Brightness 은하 등의 극미광 천체 및 우주배경복사의 편광현상을 이해하는 데 필수적으로 연구되어야 하는 선행연구 주제로 대두되고 있다.

- 위의 주제들에 대해 다양한 관측자료와 이론적인 모델을 비교하여 종합적인 이해를 도모하고자 한다. 우리는 세계최고라고 자부할 수 있는 계산 모델을 개발하였다. 또한 관측뿐만 아니라 유체역학적 시뮬레이션과 복사전달 이론을 결합하여 관측을 이해하고 새로운 현상들을 예측하고자 한다. 신입생은 자신의 선호도 및 재능에 따라 연구주제를 선택하게 될 것이며 다양한 이론적인 배경 및 관측자료 해석방법과 시뮬레이션 방법 등 수치적인 방법론을 익히고 직접 관측을 수행함으로써 연구에 활용하게 될 것이다.

2. 한정열 교수 (jhan@kasi.re.kr)

모집과정 : 석사과정

0) 연구 개요

- 천문우주용 관측기기 기술개발을 위한 연마 및 조립정렬 기술 연구
- 천문우주 망원경 광기계 설계 및 해석 연구

1) 연구목표

- 천문우주용 대형광학계 반사경 개발기술 현황을 이해한다.
- 국내외 첨단 광학계 개발동향을 이해한다.
- 천문우주용 반사경의 연마기술을 이해할 수 있다.
- 망원광학계의 조립 및 정렬 절차를 이해하며, 조립정렬 데이터 분석을 통해 조립정렬 공정에 참여한다.
- 천문우주용 대형광학계의 광기계 기술개발 현황을 이해한다.

2) 연구방법

- 국내외 천문우주용 대형광학계 반사경 개발기술 관련 문헌을 조사하고 연구소모임을 통하여 관련지식을 공유한다.
- 천문우주용 반사경의 연마기술 관련 연구자료를 확보하고 이해한다.
- 반사경의 공구영향함수를 획득하고 분석하여 연마공정 연구를 이해하며 지도교수와 정기/비정기 미팅을 통해 연구역량을 증진시킨다.
- 망원광학계의 조립 및 정렬절차에 대해 기존 천문연에서의 조립정렬 경험을 이해한다.
- 천문우주기술 분야 빅데이터 포맷을 이해하고 정규 팀미팅을 통하여 연구내용을 공유한다.
- 국내외 천문우주용 대형광학계 개발기술 관련 문헌을 조사하고 연구소모임을 통하여 관련지식을 공유한다.
- 천문우주용 대형광학계 광기계 분야의 핵심연구자료를 확보하고, 정기적인 논문발표를 통하여 참고문헌에 대한 정교한 지식을 습득한다.
- 망원광학계의 광학 및 광기계 설계연구에 참여하여 기존 방식의 망원경에서 구현한 기술을 이해한다.

3) 기대결과

- 천문우주 분야에 적용할 수 있는 대형 첨단 반사광학계 개발기술의 국내외 동향을 이

해한다.

- 국가경쟁력을 높일 수 있는 신개념의 연마기술을 개발하며, 점차 다양하고 대형화하며 복잡해지는 광학계 개발 시 조립 및 정렬을 적용한다.
- 방대한 데이터를 분석할 수 있는 전문가를 양성하여 국가적으로 반드시 필요한 인력 자원을 확보한다.
- 천문우주 분야에 적용할 수 있는 대형 첨단 망원경 광기계 기술의 국내외 동향을 이해한다.
- 국가경쟁력을 높일 수 있는 신개념의 광기계기술을 이해한다.

3. 한정열 교수 (jhan@kasi.re.kr)

모집과정 : 박사과정 또는 석박사 통합과정

0) 연구 개요

- 천문우주용 관측기기 기술개발을 위한 연마 및 조립정렬 기술 연구
- 천문우주 관측데이터 특성에 따른 최적의 데이터 분석기술 연구
- 천문우주 망원경 광기계 설계 및 해석 연구

1) 연구목표

- 천문우주용 대형광학계 반사경 개발기술 현황을 이해한다.
- 국내외 첨단 광학계 개발동향을 이해하고 중장기적 광학기술 개발 안목을 가지게 된다.
- 천문우주용 반사경의 연마기술을 이해할 수 있다.
- 반사경의 공구영향함수(Tool Influence Function; TIF)를 이해할 수 있다.
- 망원광학계의 조립 및 정렬 절차를 이해하며, 조립정렬 데이터 분석을 통해 조립정렬 공정에 참여한다.
- 천문우주기술 분야 빅데이터 분석을 위한 데이터 수집계획을 수립하고 분석할 수 있다.
- 천문우주용 대형광학계의 광기계 기술개발 현황을 이해한다.
- 국내외 첨단 광학계 개발동향을 이해하고 중장기적 광학기술 개발 안목을 가지게 된다.
- 천문우주용 대형광학계 광기계 설계 및 해석기술을 이해하며 첨단 광기계기술을 연구할 수 있다.

2) 연구방법

- 국내외 천문우주용 대형광학계 반사경 개발기술 관련 문헌을 조사하고 연구소모임을 통하여 관련지식을 공유한다.
- 천문우주용 반사경의 연마기술 관련 연구자료를 확보하고, 정기적인 논문발표를 통하여 참고문헌에 대한 정교한 지식을 습득하며, 천문연에서의 연구개발의 novelty를 이해한다.
- 반사경의 공구영향함수를 획득하고 분석하여 연마공정을 최적화할 수 있도록 지도교수와 정기/비정기 미팅을 통해 연구역량을 증진시킨다.
- 망원광학계의 조립 및 정렬절차에 대해 기존 천문연에서의 조립정렬 경험을 이해하며, 기존 자료를 기반으로 새로운 광학계 개발 시 활용할 수 있는 정렬 알고리즘을 개

발 및 적용한다.

- 천문우주기술 분야 빅데이터 포맷을 이해하고 해독하며 데이터 가시화를 통해 데이터 간 융합정보를 분석하고 정규 팀미팅을 통하여 연구내용을 공유한다.
- 국내외 천문우주용 대형광학계 개발기술 관련 문헌을 조사하고 연구소모임을 통하여 관련지식을 공유한다.
- 천문우주용 대형광학계 광기계 분야의 핵심연구자료를 확보하고, 정기적인 논문발표를 통하여 참고문헌에 대한 정교한 지식을 습득하며, 국내외 전문가를 통하여 전문지식을 습득한다.
- 망원광학계의 광학 및 광기계 설계연구에 참여하여 기존 방식의 망원경에서 구현한 기술을 이해하고, 새로운 연구방법론을 적용하여 첨단 망원경을 개발한다.

3) 기대결과

- 천문우주 분야에 적용할 수 있는 대형 첨단 반사광학계 개발기술의 국내외 동향을 이해하고, 세계적인 경쟁력을 갖춘 연구수행이 가능하다.
- 국가경쟁력을 높일 수 있는 신개념의 연마기술을 개발하며, 점차 다양하고 대형화하며 복잡해지는 광학계 개발 시 조립 및 정렬을 가능하게 한다.
- 방대한 데이터가 산출되는 시대에 걸맞는 데이터 분석 전문가를 양성하여 국가적으로 반드시 필요한 인력 자원을 확보한다.
- 천문우주 분야에 적용할 수 있는 대형 첨단 망원경 광기계 기술의 국내외 동향을 이해하고, 세계적인 경쟁력을 갖춘 연구수행이 가능하다.
- 국가경쟁력을 높일 수 있는 신개념의 광기계기술을 개발하며, 점차 다양하고 대형화하며 복잡해지는 광학계 개발 시 광기계 설계가 가능하게 된다.

4. Prof. David Parkinson (davidparkinson@kasi.re.kr)

This project is for a PhD or integrated PhD student.

In the cosmology group we are looking for enthusiastic and competent PhD candidates to undertake research in the area of cosmological and theoretical astrophysics. The next generation of large-area astronomical surveys will provide new and accurate data for answering such important questions as “what is the nature of the mysterious dark energy?” and “what were the initial conditions of the Universe?” A successful candidate will have the opportunity to become involved in two of these surveys, DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument) in the optical, and EMU (the Evolutionary Map of the Universe) in the radio. The project will involve analysing data from these surveys and testing these cosmological models (such as dark energy theories and alternative models of gravity) against this data. The project will also involve developing advanced statistical methods of data analysis (such as Bayesian methods, and machine learning approaches), providing training in the area of big data analysis, which will be useful both inside astrophysics and external industrial sectors.

5. **선광일 교수 (kiseon@kasi.re.kr), 박홍수 교수 (hspark@kasi.re.kr)**

모집과정 : 박사과정 또는 석박사 통합과정

연구주제 : 은하 탐사 관측 자료에서 발견되는 초신성, 변광성 등의 변광 천체와 근거리 우주에 있는 성단, 은하 등을 이용한 항성 및 은하 진화 연구

연구목표 : 은하 탐사(survey) 관측으로부터 얻어지는 자료를 이용하여 초신성, 주기 변광성(periodic variables), 폭발 변광성(cataclysmic variables), 활동성 은하핵(active galactic nuclei) 등 변광하는 천체를 발견하고, 아울러 이 천체들이 발견되는 모은하(host galaxies)와의 공진화(co-evolution) 연구 및 가까운 성단이나 은하를 이용하여 근거리 우주를 자세히 연구

1. 최근 10~20년간 새로운 종류의 초신성 등이 속속 발견되면서 별의 진화 과정의 새로운 모습들이 드러나고 있으며, 이 뜨거운 분야 자료의 축적으로 새로운 별에 대한 연구와 새로운 초신성 분류도 가능할 것으로 예상됨
2. 은하 탐사 자료에서는 초신성보다 더 많은 수의 신성, 왜소 신성, 주기 변광성(세페이드, RR Lyrae, Mira 등), 비주기 변광성(transients) 등이 발견되는데, 이들 연구를 통해 2020년대 LSST 망원경의 주요 연구 과제 중 하나인 변광 천체 연구에 참여
3. 은하 탐사 자료에서 지속적으로 외부은하를 관측함에 따라 장시간 노출의 외부은하 자료가 획득되므로, 이들 깊은 측광자료를 이용한 항성, 성단, 은하, 은하군, 은하단의 연구

연구방법 : 한국천문연구원이 칠레, 남아공과 호주에 설치하여 운영 중인 외계행성탐색 시스템(KMTNet) 1.6미터 망원경 3기와 2°×2° 광시야 CCD를 이용하여 얻고 있는 관측 자료를 이용. 장기적으로는 8.4미터 LSST 망원경을 이용. 이들 측광자료 외에 8.1미터 Gemini 망원경을 이용한 분광관측 자료 획득 및 연구. 기타 적외선, 자외선 등 다파장 관측자료나 Gaia 우주망원경 등의 자료 이용. KMTNet 초신성 관측프로그램의 과제책임자인 토론토대학의 문대식 교수팀과 공동연구 수행 및 아리조나대학의 Zaritsky 교수팀과 교류 예정.

기대효과 및 결과 : 초신성 등 항성진화의 마지막 단계 연구를 통한 별의 진화 과정 규명, 항성과 모은하와의 공진화 과정 규명, 탐사(survey) 관측 자료의 획득과 처리, 빅데이터 처리 등을 통한 항성 및 은하와 탐사 관측 연구 분야의 전문성을 획득하고, 2020년대 완성될 8.4미터 LSST 탐사망원경을 이용한 연구에 참여

6. **정연길 교수 (ykjung21@kasi.re.kr)**

미시중력렌즈 방법을 이용한 외계행성 연구 (모집과정: 석박사 통합과정 또는 박사과정)

외계행성은 천문학의 난제 중 하나인 행성의 형성 및 진화 연구의 근간이 되는 천체이다. 하지만 외계행성은 너무 어두워서 직접 관측하기가 매우 어렵다. 그래서 이를 극복하기 위한 다양한 관측방법들이 고안되었다. 이들 방법은 각각 장단점을 지니고 있으며, 방법마다 발견할 수 있는 외계행성의 특성이 서로 달라 상호보완적인 관계에 있다. 행

성의 형성 및 진화를 규명하기 위해서는 균일한 외계행성 표본이 확보되어야 한다. 하지만 지금까지의 표본은 균일하지 않다. 보고된 외계행성 대부분이 특정 방법을 통해 발견되었기 때문이다. 이를 극복하기 위해 천문연구원에서는 광시야 탐색시스템인 KMTNet(Korea Microlensing Telescope Network)을 활용하여 미시중력렌즈(microlensing) 방법을 이용한 외계행성 탐색연구를 수행하고 있다. 미시중력렌즈는 행성계의 중력을 기반으로 외계행성을 찾는 방법이다. 즉, 행성계 내 중심별의 빛이 필요하지 않다. 이러한 특징으로 인해 미시중력렌즈 방법은 다른 방법들과 차별화되는 여러 강점을 지니고 있으며, 외계행성 표본 확보 및 행성의 형성과 진화 연구에 있어 중요한 역할을 담당하고 있다. 현재 우리 연구진은 우수한 관측장비와 분석기법을 기반으로 미시중력렌즈 분야를 선도하는 그룹으로 성장하고 있다. 또한, Nancy Grace Roman Space Telescope와 같은 국외 우주망원경 사업과의 국제공동연구를 추진하고 있다. 신입생은 관측자료 처리 및 분석을 포함하는 다양한 방법론을 습득하고 이를 기반으로 외계행성 관련 연구에 참여하게 될 것이다.

7. Prof. Yukinaga Miyashita (miyasita@kasi.re.kr)

This project is for a PhD or integrated PhD student.

In Space Weather Research Group, Space Science Division, we are looking for competent and enthusiastic PhD candidates to undertake research in the area of magnetospheric physics and space plasma physics. A successful candidate will be involved in a project to study space weather (near-Earth space environment) and solar wind-magnetosphere-ionosphere coupling, including onset and development mechanisms of space storms and substorms, and associated dynamic auroras. This project will involve analyzing various kinds of in situ and remote-sensing observation data from multiple satellites (e.g., MMS, THEMIS, ERG, and upcoming SNIPE) and ground-based instruments (e.g., auroral cameras, magnetometers, and radars).

8. Prof. Bindu Rani (brani@kasi.re.kr)

This project is for a PhD or integrated PhD student.

A wide variety of astrophysical sources, from young stellar objects to white dwarfs, neutron stars, stellar-mass, and supermassive black holes (SMBHs), produce collimated outflows, or jets. One of the most intriguing and challenging quests of modern astrophysics is to reveal the formation mechanism of jets. Understanding jets from SMBHs in the context of active galactic nuclei (AGN) is a particularly crucial question because the jets are one of the main ways in which accreting SMBHs provide kinetic feedback on their surroundings and affect star formation, galaxy evolution, and the growth of SMBHs themselves. Different components of an AGN dominate the observed radiation at different wavelengths,

making multi-frequency observations one of the most powerful approaches to probe how the central engine of an AGN feeds and regulates the jets.

Studying the temporal behavior of astrophysical objects in systematic ways and over wide ranges of the electromagnetic spectrum enable us to discover new and unexpected phenomena. Time-domain astrophysics is one of the most promising discovery areas of the decade. Variability is a peculiar characteristic of blazars. Thanks to relativistic beaming, even small modes of variations are detectable. The multi-frequency variations of AGN carry key characteristic signatures of physical processes happening several billions of light-years away from us. The research project will focus on time-domain analysis using multi-wavelength observations of AGN detailing the variability properties and the underlying physics.

9. 김진호 교수 (jkim@kasi.re.kr)

수치적인 시뮬레이션을 이용한 고밀도·고중력 천체 역학 연구 (모집과정: 석박사 통합과정)

블랙홀과 중성자별과 같은 밀집성은 높은 질량에 비해 크기가 매우 작기 때문에 중력장이 매우 크다. 또한 밀집성 자체나 그 주변 물질의 움직임은 강한 중력 에너지에 의해 빛의 속도에 근접한 속도로 운동한다. 즉 밀집성은 상대론적인 효과가 매우 중요한 천체이다. 따라서 밀집성에 대한 연구는 상대성 이론 방정식을 풀어야 하는데 이 방정식을 풀기 위해서는 컴퓨터를 이용한 수치적인 계산을 하는 것이 현재로써는 유일한 방법이다. 그리고 수치적으로 상대성 이론 방정식을 풀이하고 이를 블랙홀과 중성자별에 응용하는 학문을 수치상대론이라고 한다.

이 학위 과정을 통해 상대론적인 독자적인 수치 코드를 직접 개발하고 이를 중성자별 및 블랙홀 그리고 그 주변 운동에 응용함으로써 고에너지 천체물리의 연구자, 독자적인 수치계산 및 수치상대론 전문가로 성장 할 수 있다. 수치상대론 연구를 통해 1) 중력파의 발견과 함께 시작된 다중신호 천문학의 이론적인 배경과 더불어 중력파의 파형 템플릿을 제공 할 수 있다. 2) 중성자별의 운동에 대한 수치적인 기술을 통해 중성자별 내부 구성 물질 특히 고밀도, 고에너지 물질의 상태방정식을 알아 낼 수 있다. 3) 또한 최근 이벤트 호라이즌 망원경의 블랙홀 관측으로 관심이 증가하고 있는 블랙홀 주위의 원반의 운동에 대한 수치적인 해석을 할 수 있다.

10. 김진호 교수 (jkim@kasi.re.kr)

중력파 관측기술 연구 (모집과정: 박사과정)

중력의 변동에 의해 발생한 시공간의 변형이 빛이 속도로 전파되는 것이 중력파이다. 중력파는 아인슈타인이 일반상대론을 통해 그 존재를 예측한지 약 100년 만인 2015년

에 최초로 검출에 성공하면서, 기존의 전자기파 외에 우주를 관측하는 새로운 길을 열어주었다. 중력과 관측의 역사는 불과 5년 정도로 아직 태동기이지만, 벌써 주 1~2회의 빈도로 검출이 이루어지면서 주요 관측수단으로서 확고히 자리 잡고 있으며, 중력과 검출기들의 성능이 빠르게 향상되면서 그 유용성과 파급력이 급격히 증대되고 있다. 특히, 중력과 관측은 전자기파 관측과 연계가 매우 성공적으로 이루어질 수 있음이 확인됨에 따라 본격적인 다중신호 천문학 시대를 여는 견인차가 되고 있다. 이에, 본 연구팀에서는 중력과 검출기의 주요 기술들을 연구하면서 현재 활약 중인 중력과 검출기들의 국제 협력에 참여하고 있다. 본 연구팀에서 주로 연구 중인 세부 분야는 중력과 검출기의 양자잡음 저감기술, 레이저 간섭계 기술 등이며 향후 중력과 검출기의 특성분석, 광학계 개발, 제어기술 등의 연구로도 확장하고자 한다.

11. 홍성욱 교수 (swhong@kasi.re.kr)

인공지능과 거대 시뮬레이션을 혼합한 가상 관측자료 생성 - **Generating mock observational data by applying artificial intelligence to cosmological simulations** (모집과정: 석박사 통합과정 또는 박사과정)

DESI/LSST/SKA 등 차세대 거대 탐사를 이용해 우주론 연구를 수행하기 위해서는, 다양한 우주론 모형을 가정하여 거대 탐사에서 수행하는 부피와 비슷하거나 더 큰 부피에 대해 수행한 유체역학 시뮬레이션 정보가 필요하다. 하지만 현재 전 세계적으로 이루어지고 있는 거대 유체역학 시뮬레이션의 부피는 차세대 거대 탐사에서 다룰 부피에 비해 현저히 적다. 반면 거대 N-body 시뮬레이션은 거대 탐사에서 다루는 부피에 필적하는 부피를 갖고 있지만, 타겟 선정 시 사용한 다양한 가스 정보를 담아내지 못하고 있어서 직접적으로 활용하는 데 큰 어려움이 있다. 이를 극복하기 위해 인공지능을 이용하여 N-body 시뮬레이션과 유체역학 시뮬레이션의 장점을 혼합하는 것이 본 연구의 핵심 목표이며, 세부 목표는 다음과 같다. (1) Horizon Run 5 유체역학 시뮬레이션에서 구한 가스의 분포를 합성곱 신경망 (CNN) 기반의 딥러닝 기법을 이용해 학습하여, Horizon Run 4나 Multiverse 등 상대적으로 공간 분해능이 낮지만, 부피가 큰 N-body 시뮬레이션에 가스 정보를 덧입힌다. (2) Horizon Run 5에서 구한 SDSS/DESI의 타겟 후보군이 가지는 병합 역사의 특성을 머신러닝 기법을 이용해 학습한 후, 이를 N-body 시뮬레이션에서 구한 암흑물질 헤일로에 적용해 가상 관측자료를 생성하고, 향후 우주론 모형 분석에 활용한다. (3) 적색이동 왜곡이 들어 있는 은하 분포로부터, 적색이동 왜곡이 제거된 은하 분포 및 암흑물질 분포를 CNN 기반의 딥러닝 기법으로 재구성한다.

For a fair cosmological study with next-generation surveys such as DESI, LSST, or SKA, cosmological hydrodynamic simulations with volume similar or greater than those of such surveys are mandatory. However, most hydrodynamic simulations that have performed up to now have much less volume than those of surveys. On the other hand, recent N-body simulations have a comparable volume to the next-generation surveys, but since they lack gas information, they cannot properly incorporate target selection criteria of the surveys. To overcome such difficulties, we will apply artificial intelligence to combine the advantages of both hydrodynamic and N-body simulations to produce mock data to be

compared to next-generation surveys. To achieve our goal, we will study (1) training the relation between gas distribution and dark matter distribution from the Horizon Run 5 hydrodynamic simulation by using convolution neural network (CNN)-based deep learning method and applying it to the Horizon Run 4 and Multiverse N-body simulations to paint gas information; (2) training the merging histories of mock SDSS/DESI target galaxies from the hydrodynamic simulations and applying it to the dark matter halos from the N-body simulations to produce mock target galaxies; and (3) training the galaxy and dark matter distribution in real space from the galaxy distribution in the observed redshift space by using the CNN-based deep learning method.

K-SPEC 기기개발 및 가까운 우주 우주론 연구 수행 - Instrumentation development and cosmological study of local universe with K-SPEC (모집과정: 박사과정)

본 연구는 2021년도부터 시작한 “가속팽창하는 가까운 우주의 완전한 3차원 지도 작성” (K-SPEC) 분광 관측 프로젝트의 기기개발에 참여한 후, 기기가 완성된 후에는 관측자료를 토대로 가까운 우주에 대한 우주론 연구를 수행하는 것을 핵심 목표로 한다. 또한, K-SPEC 프로젝트의 기기개발과 과학연구에 동시에 참여한 경험을 토대로, 참여 학생이 향후 한국에서 주도하는 과학 프로젝트에 기획/설계 단계부터 주도적으로 참여할 수 있는 역량을 기르는 것을 장기적인 목표로 한다. 참여 학생은 2022~2023년에는 K-SPEC 프로젝트의 남반구 관측을 위한 기기개발 중 제어소프트웨어 개발, 분광기 개발, 데이터 관리 시스템 구축 등에 참여한다. 2024년 이후에는 K-SPEC 프로젝트의 북반구 관측을 위한 추가 기기개발에 참여한다. 또한 남반구 관측에서 얻은 초기자료를 이용하여, (1) 가까운 거리에 있는 은하의 분포를 이용한 암흑물질 분포 예측, (2) 국소 우주의 평균 밀도를 이용한 허블상수 관측의 보정, (3) 암흑에너지의 성질에 대한 새로운 제한조건 추가 등의 우주론 연구를 수행한다.

We will join the instrumentation development and the cosmological studies of the K-SPEC, a new KASI-driven spectroscopic survey that has started in 2021 and aims for the all-sky observation of the nearby galaxies at $z < 0.1$. We expect that the students will gain the capability to lead both the science and instrumentation development of future observational projects in Korea. In 2022-2023, we will develop the interface control software, spectrographs, and data management system of the K-SPEC system for the southern hemisphere. After 2024, we will join additional developments for the K-SPEC system for the northern hemisphere. Also, by using the early data from the southern hemisphere observations, we will perform several cosmological studies, such as (1) estimation of local dark matter distribution by using the distribution of nearby galaxies; (2) calibration of Hubble parameter by incorporating the mean density of local universe; and (3) new constraints on the dark energy.

12. 이상성 교수 (sslee@kasi.re.kr)

활동은하핵 제트의 자기장 특성 연구 (모집분야: 석박사 통합과정 또는 박사과정)

활동성은하핵(AGN, Active Galactic Nuclei)은 초대질량블랙홀과 그 주변의 강착원반, 그리고 강착원반에 수직인 방향으로 플라즈마가 가속 방출됨으로써 형성되는 상대론적 제트로 이루어져 있는, 외부은하의 중심부로서, 현재 우리 우주의 가장 활발하고, 강력한 천체라고 할 수 있다. 그 구성요소에서 알 수 있듯이 AGN 연구는 블랙홀 관련 과학, 강착원반 관련 과학, 일반상대성 및 특수상대성 물리학, 그리고 우주론까지 아우르는 가장 광범위한 천체물리학 연구분야라고 할 수 있다(Boettcher 등 2011, Blandford 등 2019).

본 박사과정 연구과제가 구체적으로 규명하고자 하는 질문은 이것이다. 현재까지 AGN 관측을 바탕으로 제시되는 AGN의 이론적 모델에서 중요한 역할을 하는 상대론적 제트의 생성과 진화는 어떻게 이루어져 왔는가? 제트의 어떤 특성이 제트를 그토록 강력하고 활발하며 거대한 천체현상으로 유지하고 있는가? 이 질문에 도전하는 매우 핵심적인 방법 중 하나는 바로 제트의 형성과 진화에 가장 중요한 역할을 하는 자기장의 특성을 연구하는 것이다. 특히, 제트가 생성되는 기저부의 자기장의 분포를 규명하는 것이 AGN 모델의 관측적 검증에 가장 중요한 요소이다.

본 연구과제에서는 <활동성은하핵 제트의 자기장 특성 연구>라는 주제 하에, AGN의 상대론적 제트의 이론적 모델을 검증하기 위해서, 자기장에 의한 편광 빛을 강하게 방출하는 AGN에 대하여 다음과 같은 내용으로 연구를 수행하고자 한다. 이는 본 연구팀이 성공한 전략적 AGN 제트 자기장 관측기법으로서, (1) 최첨단 전파망원경(KVN, IRAM, JCMT, ALMA 등)을 이용한 다파장 대역 동시 선형편광 관측을 수행하여 제트 내부의 자기장에 의해 방출되는 편광된 싱크로트론 복사의 특성을 규명하고, (2) 선형 편광 빛의 편광각의 파장대역별 회전량인 파라데이 회전량 (RM, Faraday Rotation Measure)를 정밀하게 측정하여, 이 회전량의 주파수별 변화량을 도출하면, (3) 도출된 RM의 주파수별 변화량을 AGN 제트 모델에서 예측하는 예측치와 비교하여, 편광빛 및 파라데이 회전에 대한 근원적 설명과, AGN 제트 모델의 관측적 검증에 도전할 수 있는 것이다(Lee et al. 2015, Kang et al. 2015, Lee et al. 2016).

본 연구팀은 이를 통해 국내 AGN 제트 연구의 거점을 마련하고, 세계 선도 연구그룹으로 성장할 기틀을 확립하며, 미래를 선도할 후진을 양성한다. 본 연구팀은 이 연구에 참여할 열정적이고 성실하며 우수한 석박통합과정 또는 박사과정 학생을 모집한다.

참고문헌:

Boettcher, Harris, Krawczynski, Relativistic Jets from AGN, 2011, WILEY-VCH

Blandford, Meier, and Readhead, 2019, ARAA, 57, 467

(또는 <https://arxiv.org/abs/1812.06025>)

Kang, Lee, and Byun, 2015, JKAS, 48, 257

Lee, Kang, Byun et al. 2015, ApJL, 808, L26

Lee, Lee, Kang et al. 2016 AA, 592L, 10L

적외선 관측기기 개발 및 이를 활용한 적외선 은하 생성의 기원과 진화 연구 (모집분야: 통합과정)

우주에서 활발한 별생성 활동을 보이는 은하들 대부분은 "obscured"되어 있기 때문에, 이러한 은하들의 생성과 진화를 연구하기 위해서는 적외선 관측기술에 대한 개발이 필요하다. 또한 먼 우주초기의 은하나 별빛들이 적색이동 되어 관측되는 적외선 파장대는 지상 대기 및 열잡음에 의한 영향으로 지상 관측이 어려워 우주에서의 관측이 매우 효율적이기도 하다. 광학, 광기계, 자료 및 신호 처리 등 극한 우주환경을 견딜 수 있는 극미광 적외선 우주 관측기술을 습득하여, 적외선 은하를 관측하기 위해 최적화된 다양한 영상/분광 타입의 적외선 관측 기기를 연구 개발하고자 한다. 개발된 적외선 기기를 활용한 적외선 은하 관측으로 그 은하들의 특성을 이해하기 위한 천체 물리학적 이론과 분석 방법을 연구하고자 한다. 근적외선에서부터 서브밀리 파장대에 이르는 다양한 적외선 파장대에 대한 다파장 관측 자료로 적외선 은하들의 생성 기원과 그 특성을 파악하여, 먼 우주에서부터 현재에 이르는 우주 별생성 역사를 밝힐 수 있다. 선발된 학생은 NASA 중형미션으로 현재 미국과 국제공동개발로 진행 중인 천체 적외선 영상분광 탐사 미션인 SPHEREx 프로젝트 (PI 기관: Caltech)에 참여하여 관련 개발 및 연구를 수행할 기회가 주어질 예정이다.

14. Prof. Arman Shafieloo (shafieloo@kasi.re.kr)

This project is for a PhD or integrated PhD student.

We are looking for competent and enthusiastic PhD candidates to work on physical cosmology and studying dark energy using multi-messenger astronomy. A successful candidate will work on a project to use gravitational wave sources at low and intermediate redshifts (standard sirens) to study dark energy and model independent estimation of Hubble constant. Project would include theoretical analysis, simulations, as well as electromagnetic follow up observation of gravitational wave sources using multiple facilities followed by data reduction and interpretation. Successful candidate can get also officially involved with DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument) and Rubin (formerly known as LSST) international surveys. Developing advanced statistical methods of data analysis (data mining, machine learning, regression approaches) might be a major part of the research activities during the PhD project or integrated-PhD.