

경희대학교 우주과학과 적외선 실험실의 기능과 역할

안호재

경희대학교 우주과학과

《 초 록 》

경희대학교 우주과학과 적외선 실험실은 기기 개발과 개발한 기기를 이용한 천체 관측을 목표로 설립되었다. 현재 광학 카메라 개발, 광학 및 적외선 분광기의 제어 소프트웨어 개발, 비축광학계의 실험 모델 연구를 진행하고 있다. 개발된 기기들은 천체와 그에 연관된 천문학적 현상을 이해하는 데에 활발히 사용되고 있다. 연구를 진행하는 과정에서 차세대 연구 인력을 양성하고 있다. 현재 연구의 진행 방향과 연구 분야의 특성을 고려하면 앞으로도 좋은 성과를 낼 수 있을 것으로 보인다.

《 목 차 》

- I. 서론
- II. 연구 내용
 - 1) 광학 카메라 개발
 - 2) 광학 및 적외선 분광기 제어 소프트웨어 개발
 - 3) 비축광학계 실험 모델 연구
- III. 연구실의 미래와 전망
- IV. 결론

I. 서론

천문학 연구는 기기 개발, 관측, 모델 시뮬레이션의 순서로 진행된다. 기기 개발은 모든 천문학 연구의 기반이 되는 단계로, 이후 수행될 관측의 품질과 한계를 결정한다. 따라서 적절한 기기 개발 없이는 적절한 관측이 수행될 수 없다. 경희대학교 우주과학과 박수종 교수가 이끄는 적외선 실험실(IR Lab)은 광학 및 적외선 관측기기 개발과 천체 관측을 목표로 설립되었다. 특히 기기 개발에 많은 노력을 하고 있으며, 실험을 강조하기 위해 적외선 연구실, 적외선 연구소가 아닌 적외선 실험실이라는 이름을 사용하고 있다.¹⁾

교수 연구실은 경희대학교(경기도 용인시 기흥구 서천동) 전자정보대학관 531호에 위치하고 있으며, 학생 연구실은 천문학 및 소프트웨어 개발을 하는 학생들은 전자정보대학관 602-2호에서, 광학 설계 및 실험을 하는 학생들은 천문대 B106호에서 연구를 진행하고 있다. 연구실이 설립된 이래로 2018년 6월 현재까지 박사 4명, 석사 9명의 졸업생을 배출했다.²⁾ 현재는 3

1) 박수종 교수 서면 인터뷰. 2018년 06월 15일.

명의 박사과정, 2명의 석사과정, 그리고 1명의 학부 4학년 과정 학생이 실험과 연구를 진행하고 있다.

이 논문에서는 적외선 실험실의 연구 분야와 내용을 통해 연구실의 기능과 역할을 관찰하고 미래의 발전 가능성을 조명한다.

II. 주요 연구 분야 및 성과

현재 연구실에서 진행하고 있는 연구는 크게 세 분야로 나뉜다. 1)광학 카메라 개발, 2)광학 및 적외선 분광기의 제어 소프트웨어 개발, 3)비축광학계의 실험 모델 연구이다.³⁾

1) 광학 카메라 개발

서울대학교 임명신 교수가 이끄는 초기우주천체연구단(CEOU)에 참여하여 광학 카메라 개발 연구 및 관측 연구를 진행하고 있다. 2011년 CQUEAN(Camera for QUasars in EARly uNiverse) 카메라를 개발하였으며, 이 카메라를 사용해 감마 레이 버스트 'GRB101225A'를 관측하여 별이 두 번 죽을 수도 있다는 사실을 밝혀냈다.⁴⁾⁵⁾ 또한 은하 M101에서 폭발한 초신성 'PTF11kly'를 관측했다.⁶⁾ 이후 2015년에 중대역(medium-band) 필터를 포함한 20개의 필터를 장착하여 천체의 파장에 따른 에너지 분포(SED)를 측정할 수 있는 SQUEAN(SED CQUEAN)으로 CQUEAN을 업그레이드하여 정기 관측을 수행 중이다.⁷⁾ 특히 여러 퀘이사의 SED를 측광학적으로 측정하는 연구가 진행되었다.⁸⁾ 현재는 은하 모니터링 연구, 특정 천체가 퀘이사인지 판별하는 연구 등에 사용되고 있다. 또한, 최근 VPH 격자가 필터 슬롯에 추가되어 저분산 분광 연구 가능성을 시험하고 있다. 이외에도 적외선 실험실에서 개발한 카메라를 활용한 여러 천문학 연구 성과가 IAU (국제천문학회), AAS (미국천문학회), KAS (한국천문학회) 등에서 발표되고 있다.

(2) 광학 및 적외선 분광기 제어 소프트웨어 개발

현재 맥도날드 천문대, 로웰 천문대, 제미니 천문대에서 관측에 사용하는 고분산 적외선 분광기 IGRINS(Immersion GRating INfrared Spectrometer)의 소프트웨어 개발 연구를 한국 천문연구원의 산학연 위탁연구로 2010년부터 2014년 3월까지 수행하였다.⁹⁾ IGRINS 팀을 포함한 국내외 다수의 연구자들이 IGRINS를 이용한 관측연구를 원활하게 수행하고 있으며, 관측 자료로부터 우수한 연구 성과가 산출되기 시작하는 등 IGRINS가 관련 학계에서 우수한 관측기기로 인정받고 있다. 특히 천문학자들이 별 탄생 구역, 반사 성운, 초신성 잔해, 점근거성

2) <http://soojong.khu.ac.kr/mypaper/>, 바로 접속, 2018년 06월 12일 검색.

3) 박수종 교수 서면 인터뷰. 2018년 06월 15일.

4) W, -K, Park et al., "Camera for QUasars in EARly uNiverse (CQUEAN)", *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 124, 2012.

5) 박방주, 「두 번 죽는 별 ... 43억 광년 떨어진 우주서 포착」, 『중앙일보』, 2011년 12월 01일.

6) 이해성, 「'40년 만의 우주쇼' 일반인도 볼 수 있다」, 『한국경제』, 2011년 09월 04일.

7) Kim, S. et al., "Development of SED Camera for Quasars in Early Universe (SQUEAN)", *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 128, 2016, p.1.

8) Jeon, Y. et al., "The Infrared Medium-Deep Survey. V. A New Selection Strategy for Quasars at $z > 5$ Based on Medium-Band Observations with SQUEAN", *Journal of the Korean Astronomical Society*, 49, 2016.

9) 한국천문학회, 『한국천문학회보』, 제43권 1호, p.33.

렬 항성 등 여러 영역의 물리적인 현상을 이해하는 데에 도움을 주고 있다.

2017년 2월에는 맥도날드 천문대 0.8m 망원경에 구경 0.25m의 Takahashi CCA250 망원경을 장착하여 반자동 관측을 위한 소프트웨어를 개발했다. 작은 망원경은 큰 망원경에 비해 넓은 영역을 보기 유리하다. 따라서 한 시야에 여러 타겟을 관측할 수 있다는 장점이 있어서 모니터링이나 서베이 관측에 유용하다. 이때는 반복적인 촬영 작업이 이루어지게 되는데, 이것을 자동화하면 관측 편의성이 크게 늘어나게 된다.

그리고 미국 텍사스 주립대학, 텍사스 A&M 대학, 한국천문연구원과 공동으로 GMT (거대 마젤란망원경)의 제1세대 관측기기인 GMACS 와 GMTNIRS¹⁰⁾ 의 제어소프트웨어 개발을 담당하고 지금은 소프트웨어의 설계 연구를 하고 있다. 이 연구는 천문학회 뿐만 아니라 소프트웨어 학회에서도 발표할 계획이다.¹¹⁾

(3) 비축광학계 실험 모델 연구

2014년 7월부터는 미래창조과학부의 우주핵심기술개발사업으로 “우주 적외선 관측을 위한 알루미늄 비축 반사망원경의 시험모델 개발” 연구를 시작하였다. 본 연구는 2017년 5월에 1단계 연구를 마무리하고, 2019년 6월까지 2단계 연구를 수행 중이다. 본 2단계 연구에서는 자유곡면 알루미늄 반사경 3장으로 선형비점수차가 제거된 비축반사망원경의 시험모델을 개발할 계획이다.¹²⁾ 기존의 비축광학계는 거울의 곡률중심을 공유하며 선형비점수차를 제거하지 못해 주변상이 나뉘었지만, 장승혁 박사가 고안한 비축광학계는 초점을 공유하는 confocal 방식으로 선형비점수차를 제거하여 일반적인 on-axis 광학계와 동등한 광학 성능을 낸다.¹³⁾ 오히려 부경에 의한 차폐가 사라져 on-axis 광학계보다 더 밝고 콘트라스트 높은 이미지를 얻을 수 있다. 하지만 비대칭적인 자유곡면경을 정밀하게 가공하고 배치하는 것이 어려운 문제이다. 적외선 연구실은 이러한 상황을 극복하고 이런 형식의 광학계를 차세대 관측기기의 광학계에 적용하기 위해 연구를 진행하고 있다. 이 연구와 관련하여 미국광학회와 한국광학회에서 활동하고 있다.¹⁴⁾

2015년부터는 스웨덴 과학기술위성 MATS(Mesosphere Airglow/Aerosol Tomography Spectroscopy) 개발 연구에 참여하여 자유곡면 알루미늄 반사경 3장으로 선형비점수차가 제거된 비축반사망원경을 설계하고 스웨덴 연구진과 조립 테스트를 수행하고 있다.¹⁵⁾

III. 연구실의 미래와 전망

연구실은 두 가지 사회적인 역할을 한다. 첫 번째는 연구기관으로써 인류의 지식 확장에 기여한다. 두 번째는 학생들을 교육하고 미래의 연구 인력을 양성한다.

관측기기 연구는 천문학에서 중요한 위치에 있지만, 국내의 대학 중에는 유일하게 경희대에 서만 진행하고 있다. 그중 적외선 실험실은 텍사스 주립 대학 등 해외의 연구기관과 긴밀한 협업 관계를 유지해왔으며, GMT 같은 대형 프로젝트에 참여하고 있어서 국내에서 매우 경쟁

10) GMACS는 다중슬릿 중분산 가시광선 분광기이고, GMTNIRS는 고분산 근적외선 에셀 분광기이다. GMTNIRS는 원시행성계원반 등의 관측에 최적화되어 있다.

11) 박수종 교수 서면 인터뷰. 2018년 06월 15일.

12) 한국천문학회, 상계서, p.33.

13) Chang, S. et al., “Linear astigmatism of confocal off-axis reflective imaging systems and its elimination”, *Applied optics*, 45(3), 2006.

14) 박수종 교수 서면 인터뷰. 2018년 06월 15일.

15) 한국천문학회, 상계서, p.33.

력 있는 위치에 있다. 한편 관측기기 연구는 한국천문연구원에서 집중적으로 진행하고 있어서, 적외선 실험실은 차세대 연구 인력을 양성하는 중요한 역할도 하고 있다. 또한 고등학교와 영재학교의 R&E(Research & Education) 활동 지도를 맡고 있어 미래의 과학도가 될 학생들에게 연구에 직접 참여함으로써 호기심을 해결하고, 연구의 절차를 배우는 체험의 장을 제공하고 있다.

현재 진행 중인 기기 연구와 관련하여 GMT의 GMACS와 GMTNIRS 분광기의 제어소프트웨어 개발 프로젝트는 앞으로 10년 동안 진행될 큰 프로젝트이다. 큰 기기개발 프로젝트에 참여하면, 첨단 기술을 배울 수 있고 가장 중요한 관측 연구를 가장 먼저 할 수 있다는 장점이 있다. 그렇지만 대규모 관측기기의 일부분만을 담당하기 때문에 개발에 참여한 학생들이 기계, 전자, 광학 등의 다양한 분야의 경험을 할 수 없고, 또 개발 기간이 길어서 관측기기를 제작한 학생들이 그 기기를 직접 사용하여 연구하기 힘들다는 단점이 있다. 그래서 큰 기기 프로젝트와 병행하여, 비교적 간단한 구조의 광학분광기를 제작하여 관측에 활용하는 작은 기기 프로젝트를 계획하고 있다. 작은 프로젝트는 첨단 기술과 첨단 과학 연구를 할 수는 없지만, 참여 학생들이 기기 개발과 관측의 모든 과정에 참여할 수 있어서 교육 효과가 좋다는 장점이 있다.¹⁶⁾

적외선 실험실은 크고 작은 프로젝트의 병렬 진행을 통해 연구실의 두 가지 역할을 모두 잘 수행하고 있는 것으로 보이며, 현재 연구의 진행 방향과 연구 분야의 특성을 고려하면 앞으로도 계속 역할하며 좋은 성과를 낼 수 있을 것으로 보인다.

IV. 결론

적외선 실험실은 기기 분야를 연구함으로써 천문학 연구의 기반을 마련하고 있다. 그 결과 SQUEAN과 같은 광학 카메라 개발, IGRINS와 맥도날드 0.25m 반자동 관측 소프트웨어, GMACS, GMTNIRS 제어 소프트웨어 개발, 선형비점수차가 제거된 비축광학계 실험 모델 연구를 통해 지식 확장과 차세대 연구 인력 양성이라는 두 가지 목표를 모두 달성하고 있다. 또한, 분야의 특수성과 프로젝트의 규모와 지속성, 중요성을 고려하였을 때 앞으로도 좋은 성과를 낼 수 있을 것이다.

16) 박수종 교수 서면 인터뷰. 2018년 06월 15일.

참고문헌

- 한국천문학회. 『한국천문학회보』, 제43권 1호. p.33.
- Chang, S., Lee, J. H., Kim, S. P., Kim, H., Kim, W. J., Song, I., & Park, Y. “Linear astigmatism of confocal off-axis reflective imaging systems and its elimination”. *Applied optics*. 45(3). 2006. 484-488.
- Jeon, Y., Im, M., Pak, S., Hyun, M., Kim, S., Kim, Y., Lee, H.-I., Park, W. “The Infrared Medium-Deep Survey. V. A New Selection Strategy for Quasars at $z > 5$ Based on Medium-Band Observations with SQUEAN”. *Journal of Korean Astronomical Society*. 49. 2016. 25-35.
- Kim, S., Jeon, Y., Lee, H.-I., Park, W., Ji, T.-G., Hyun, M., Choi, C., Im, M., Pak, S. “Development of SED Camera for Quasars in Early Universe (SQUEAN)”. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. 128. 2016. 1-13.
- Park, W.-K., Pak, S., Im, M., Choi, C., Jeon, Y., Chang, S., Jeong, H., Lim, J., Kim, E. “Camera for QUasars in EARly uNiverse (CQUEAN)”. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. 124. 2012. 839-853.
- 박수종 교수 서면 인터뷰. 2018년 06월 15일.
- 박방주. 「두 번 죽는 별 ... 43억 광년 떨어진 우주서 포착」. 『중앙일보』. 2011년 12월 01일. 8면.
- 이해성. 「‘40년 만의 우주쇼’ 일반인도 볼 수 있다」. 『한국경제』. 2011년 09월 04일. 온라인기사.
- “<http://soojong.khu.ac.kr/mypaper/>”. 바로 검색. 2018년 06월 12일 검색.
- “<http://kgmt.kasi.re.kr/kgmtscience/content/igrins-workshop-2017>”. 구글. IGRINS. 2018년 06월 16일 검색.
- “http://www.gemini.edu/sciops/schedules/schedQueue_GS_2018A.html”. 구글. IGRINS gemini. 2018년 06월 16일 검색.
- “<http://instrumentation.tamu.edu/gmacs.html>”. 구글. GMACS. 2018년 06월 16일 검색.
- “<http://www.as.utexas.edu/astronomy/research/people/jaffe/gmtnirs.html>”. 구글. GMTNIRS. 2018년 06월 16일 검색.