



한국천문학회 우주전파분과 우주전파 뉴스레터

2020 03

분과 소식

한국 전파천문학의 현황 개관

현재 한국 전파천문학 연구환경은 매우 양호하다고 생각된다. 한국천문연구원 운영하의 TRAO 14-m 전파망원경과 KVN은 물론 국제협력을 기반으로 운영에 참여하고 있는 ALMA와 JCMT가 안정적으로 운영되며 양질의 데이터를 생산하고 있고, 이들 관측시스템을 활용한 연구가 국내 여러 대학과 한국천문연구원의 전파천문학 분야 연구그룹들에 의해 활발히 수행되고 있다.

관측 시스템 개발 분야에서도 한국천문연구원 전파기술개발그룹이 독자 개발한 다주파 동시관측 수신기가 KVN 관측을 통해 그 성능이 입증됐고, 그 크기가 크게 축소된 초소형 3-채널 수신기(CTR)가 개발되었다. 이 CTR 수신기는 한국천문연구원이 건설 중인 EKVN 전파망원경에 설치될 예정이며 현재 다수의 외국 천문대에서도 설치를 희망하고 있다. 특히 이탈리아 국립천문대(INAF)는 자신들이 운영하는 3기 전파망원경에 설치할 CTR 제작을 위해 2020년 3월에 한국천문연구원과 계약을 체결했다. 이는 EVN에 참여하는 다른 전파망원경에도 CTR이 설치될 가능성을 높였다는 점에서 매우 고무적인 첫걸음이라고 하겠다. ALMA 관련 기기 개발도 진행 중인데 대표적인 것이 한국천문연구원 ALMA그룹에서 주도하고 있는 ACA용 GPU 분광기와 ASTE용 275-500 GHz 수신기 개발이다. 올해 개발이 완료될 예정이며 가까운 시일 내에 사이트에 설치되어 관측에 활용될 것으로 기대된다.

올해도 한국 전파천문학 분야의 미래 프로젝트에 대한 논의가 계속될 것으로 예상된다. 참여 프로젝트와 방법에 대한 합의를 이루기 위해서 전파천문학계의 활발한 논의와 긴밀한 협력이 필요할 것으로 생각된다.
<우주전파분과위원회 위원장 김기태 박사>

경희대학교

경희대학교 Star Formation 그룹은 JCMT Large Program 중 하나인 JCMT Transient Survey 프로젝트에 주도적으로 참여하고 있다. 특히, Transient Survey에서 처음으로 발견된 variable protostar, EC 53의 후속연구를 다양한 각도에서 수행 중이다. 이석호 박사는 EC 53의 ALMA 관측 결과를 분석하여 "The circumstellar environment around the embedded protostar EC 53"의 제목으로 ApJ에 출판했다. 백기선 학생은 EC 53에서 관측된 850 마이크로 플럭스 증가를 설명하는 원시성의 광도 증가량을 특정하기 위해 연속복사 모델링을 수행하여 "Radiative Transfer modeling of EC 53: An Episodically Accreting Class I Young Stellar Object"라는 제목으로 ApJ에 논문을 투고했다. 그리고 이용희 학생은 JCMT 모니터링 관측결과와 NIR 모니터링 관측결과를 묶어서, 변광주기와 변광기작을 연구하고 그 결과를 곧 저널에 투고할 예정이다. 박우석 학생은 ACA 모니터링

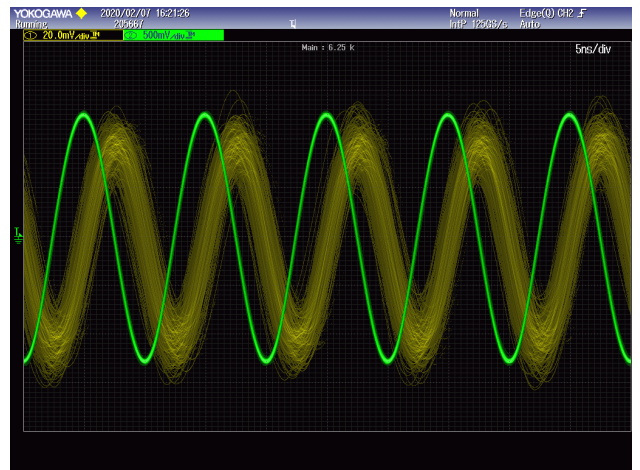
관측 데이터를 이용하여, EC 53과 Serpens Main 분자운에 포함된 다른 원시성에서 분자 방출선의 시간에 따른 변화를 연구하고 있다. 김현정 박사가 2019년 가을부터 경희대학교 Star Formation 그룹의 박사후 연구원으로 합류해서, ALMA Large Program인 "Early Planet Formation in Embedded Disks (eDisk)"에 참여할 예정이다. 윤희식 학생은 TRAO Key Science Project인 TIMES (mapping Turbulent properties In star-forming Molecular clouds down to the Sonic scale)를 수행하여 그 결과를 논문으로 정리하고 있으며, 이희원 학생은 JCMT Large program인 SCOPE (SCUBA-2 Continuum Observations of Pre-protostellar Evolution)에 참여하여, JCMT 관측으로 동정된 Orion 분자운 내의 코어들에 대해 KVN으로 다양한 분자선 서베이 관측을 수행하여 그 결과를 논문으로 정리하고 있다. <이정은 교수>

서울대학교

서울대학교 전파천문대는 그동안 사용하던 230 GHz 대역 수신기에 100 GHz 대역 수신소자를 추가하여 100/230 GHz 이중 주파수 수신기를 완성했다. 100 GHz 대역에서 수신기 잡음온도는 약 50 K로 측정됐다. 앞으로 100/230 GHz 대역에서 VLBI에서 사용하는 주파수 위상 보정 기법을 검증하는 데에 활용할 예정이다.

작년에 이어 2020년 2월 1일 하와이에 있는 JCMT, 대만의 그린랜드 망원경과 함께 230 GHz 국제 VLBI 관측을 수행했다. 이에 앞서 인공전파원을 이용해 수신시스템의 위상 안정도를 점검했다. 대부분의 시간 동안 아래 그림처럼 peak-to-peak으로 90도, rms로는 대략 20-30도 수준으로 안정된 것으로 보여 이번에는 프린지를 검출할 수 있을 것으로 기대한다. 이를 관측할 예정이었으나 하루는 기기 고장으로 관측을 수행하지 못했다. 관측 자료는 상해 천문대로 전송되었고, 상관 결과를 기다리고 있다. <박용선 교수>

그림 1. 수소메이저서계에서 나오는 100 MHz 신호와, 이 신호를 참고하여 만든 인공전파원의 신호를 수신기로 받아 주파수 변환하여 얻은 100 MHz 신호를 비교했다.



세종대학교

세종대학교 물리천문학과 및 일반대학원 천문우주학 전공 소속 김성은 회원은 세종대학교 테라헤르츠 및 전파천문 연구실 소속 연구원들과 함께 다파장 관측 자료를 분석하여 테라헤르츠 및 서브밀리미터 파장대역에서 두드러지게 나타나는 천체들의 천체물리학적 특성을 규명하고자 하였다. 본 연구에서 각 대상천체들이 속한 우주 내 적색편이 분포와 별 형성을 밀도를 파악하고 상대론적 우주에서 각각의 병합과정으로 인해 발생하는 은하원시운들의 질량변화 추이를 이해하고자 하였다. 테라헤르츠 파장대역에서 주로 전자기파를 방출하는 은하들 및 천체들을 관측한 자료로부터 약 5447개의 은하들이 주로 분포한 적색편이 영역에서의 별 형성을 밀도를 구하고 병합나무코드를 활용하여 우주 내 암흑 헤일로의 밀도 변화와 별 형성을 밀도 변화와의 상관관계를 도출하고자 하였다. 한편, 측광학적 적색편이를 측정하기 위해 사용된 EASY, ZEBRA 코드 등을 분석하여 측광학적 적색편이의 오차 범위에 관해 재조명하였다. 국제 학술지에 제출된 상기 연구 결과 중 일부는 현재 심사 중에 있다.

세종대학교 물리천문학과 및 일반대학원 천문우주학 전공 소속 오세헌 회원은 고분해능 중성수소 선 스펙트럼 관측을 통해 외부은하들의 동역학적 분석과 함께 성간기체들의 분포가 은하 형성과 진화에 미치는 영향을 연구하고 있다. 이를 위해 호주와 남아프리카공화국에서 현재 운용 중인 Square Kilometre Array Pathfinders (ASKAP, MeerKAT)를 사용한 고분해능 외부은하 중성수소 관측 프로젝트들(WALLABY, MHONGOOSE)에 참여해 오고 있으며 이로부터 얻어질 수천 개 은하들의 동역학적 특성 및 성간 가스 분포에 관한 분석을 위해 베이지안 통계분석 기법을 사용한 3차원 전파데이터 분석 알고리즘과 소프트웨어를 개발하였다. 이들은 호주 ASKAP을 사용한 남반구 외부은하 중성수소 전천 탐사 프로젝트인 WALLABY의 은하 동역학 및 중성수소 가스 분포를 분석하기 위한 소프트웨어로 사용될 것이다. <김성은 교수>

그림 2. The SKA Global Headquarter



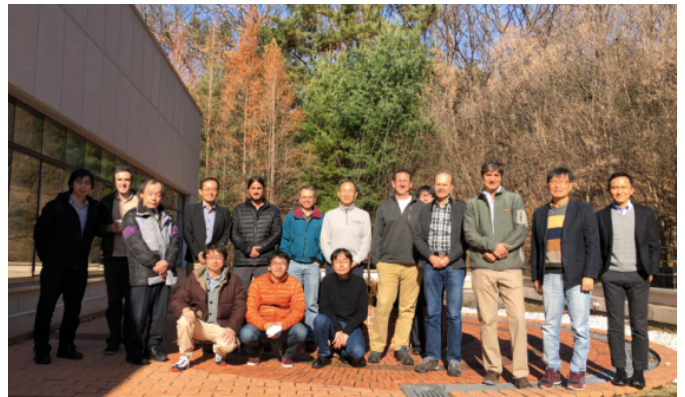
한국천문연구원 ALMA

한국천문연구원은 일본국립천문대와 공동으로 ALMA ACA (Actacama Compact Array) 용 GPU (Graphic Processing Unit) 분광기를 개발하고 있다. 이 프로젝트는 한국 ALMA 참여의 현물 투자 방식으로 수행되고 있으며, 개발된 GPU 분광기는 ALMA Cycle 10 (2022년 10월부터 관측 시작)부터 사용될 예정이다. 2017년 2월 기본설계 검토회의 (Preliminary Design Review)에 이어, 작년 12월에는 상세설계 및 제작 검토회의 (Critical Design and Manufacturing Review; CDMR)를 천문연구원에서 개최하였다. 이번

CDMR 회의에는 ALMA 프로젝트 과학자 John Carpenter를 비롯하여 20여 명의 JAO (Joint ALMA Observatory), 북미, 유럽연합, 동아시아 소속 연구자와 분광기/상관기 전문가가 참석하여 건설적인 의견을 제시하였다. ALMA ACA 분광기는 2021년 2월 ALMA 망원경에 설치될 예정이고, 그 이후 시험관측이 성공적으로 이루어지면, Cycle 10부터 관측에 사용될 예정이다.

동아시아 ALMA 지역센터 한국 노드를 맡고 있는 알마 그룹은 평소처럼 국내 천문학자들의 관측제안서 작성 지원과 자료 처리 임무를 계속해 오고 있다. 앞으로는 ALMA VLBI 관측 자료 처리에도 참여할 예정이다. 이를 위해 강지현 박사는 2020년 2월 네덜란드 로렌스 센터에서 개최된 ALMA-VLBI 자료 분석 워크숍에 참석하여, ALMA가 약 300미터 직경의 단일망원경으로 사용될 때의 자료 처리 방법을 습득하였다. 2020년 2월 대만 ASIAA에서 동아시아 ALMA 과학 워크숍이 개최되었고, 2021년 2월에는 한국에서 다음 과학 워크숍을 개최할 예정이다. <강지현 박사>

그림 3. 한국천문연구원에서 2019년 12월 ALMA ACA GPU 분광기 CDMR 미팅 개최



한국천문연구원 KVN

한국우주전파관측망 10주년 기념 워크숍 2019.10.21

한국우주전파관측망(KVN)은 2001년 KVN 구축사업을 시작으로 2008년 3기의 전파망원경 구축을 완료하고 2009년 10월 16일 22 GHz 대역에서 첫 3기선 프린지를 검출하였다. 이후 22/43/86/129 GHz 4채널 동시관측 시스템 구축을 성공적으로 마치고, 2013년부터 본격적인 관측운동을 시작하였다. 그리고 첫 3기선 프린지를 얻은 후(그림 4) 10 주년을 맞이하는 2019년 10월 21일 KVN 10주년 기념 워크숍을 한국천문연구원에서 개최했다. 이번 워크숍은 지난 10년간 KVN이 성취한 과학기술적 성과들을 발표하고, 세계 밀리미터 VLBI의 표준으로 자리매김한 KVN의 의미를 돌아보았다. 국내외를 비롯한 총 130여 명에 이르는 내외부 사람들이 참석하였으며(그림 5), 지금까지 KVN과 긴밀히 협력해온 일본국립천문대, 중국상해천문대를 비롯하여 한국과학기술정보연구원, 표준과학연구원 등 KVN 시스템구축 및 운영에 협력하고 있는 기관들 및 관련 기업들에게 감사의 뜻을 전달하고, 내년부터 시작될 KVN 전파망원경 추가 건설 1기를 통해 보다 우수한 연구성과를 창출하기위한 향후 협력 및 비전을 공유하였다.

그림 4. KVN 전파망원경 3기에서 검출된 첫 동시관측 신호 (2009년 10월 16일)

KVN 전파망원경 3기에서 검출된 첫 동시관측 신호

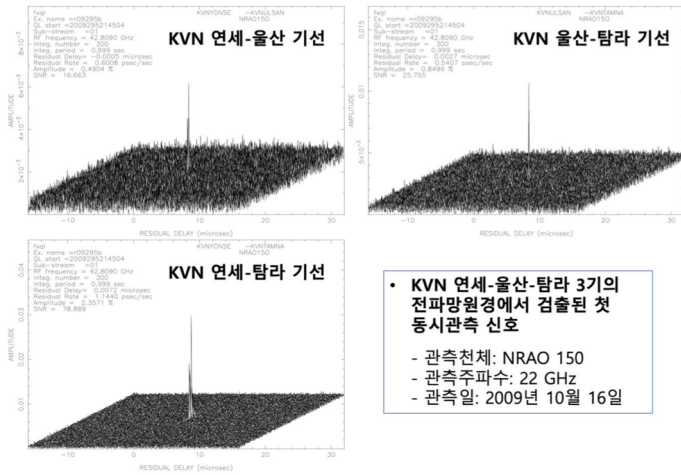


그림 5. KVN 10주년 기념 워크숍 (2019년 10월 21일)



○ KVN의 지난 10년 동안의 주요 연구성과

1) 블랙홀 제트 방출의 원리를 규명할 관측

한국천문연구원 국제공동 연구팀은 2018년 KVN과 일본의 VERA를 연결한 KaVA 관측시설을 이용해 거대한하인 M87의 중심에 있는 초거대 블랙홀이 내뿜는 플라즈마의 제트 현상을 관측해 기존 관측과 달리 블랙홀에 가까운 지점에서 이미 광속에 가까운 속도로 분출되는 현상을 밝혔다.

※ 관련 보도자료 링크:

- 블랙홀 제트의 초기 속도는 광속의 80%까지 가속 (2016.03.24.일자)

<https://www.kasi.re.kr/kor/publication/post/newsMaterial/3766>

- 초거대 블랙홀 근방에서 분출되는 전파제트 기저부의 흔들림 현상 세계 최초 발견(2015.08.07.일자)

<https://www.kasi.re.kr/kor/publication/post/newsMaterial/2547>

- 블랙홀 제트의 발생 시점 관측 성공(2013.07.20.일자)

<https://www.kasi.re.kr/kor/publication/post/newsMaterial/2487?cPage=2>

2) 무거운 별의 탄생과 진화를 밝혀줄 메이저 관측

전파의 일종인 메이저를 관측하면 분자구름 깊숙이 파묻혀 있는 원시성(아기별)의 자세한 모습을 볼 수 있어 그 탄생과정을 연구하는 중요한 단서를 찾을 수 있다. 연구팀은 2016년 무거운 별이 탄생과정에서 방출하는 메이저를 검출했고, 2018년에는 항성의 마지막 진화단계에서 별 대기 구조가 비대칭으로 발달하는 현상을 포착했다.

※ 관련 보도자료 링크:

- 적색 초거성 대기의 비대칭 구조 발달을 밝히는 KVN 관측 성공(2018.07.09.일자)

<https://www.kasi.re.kr/kor/publication/post/newsMaterial/10581>

- 무거운 별 탄생의 비밀 풀어줄 일산화규소 메이저원의 새로운 두 천체 발견(2016.08.31.일자)

<https://www.kasi.re.kr/kor/publication/post/newsMaterial/5583>

3) EHT 프로젝트에 KVN 관측결과 활용

특히 올해 4월에는 블랙홀 관측 사진을 발표한 EHT 프로젝트에 KVN 관측결과도 활용되어 사건의 지평선 관련 데이터를 보정하는 연구를 수행했다.

※ 관련 보도자료 링크: 사상 최초로 실제 블랙홀 영상 얻는 데 성공(2019.04.11.일자)

<https://www.kasi.re.kr/kor/publication/post/newsMaterial/11770>

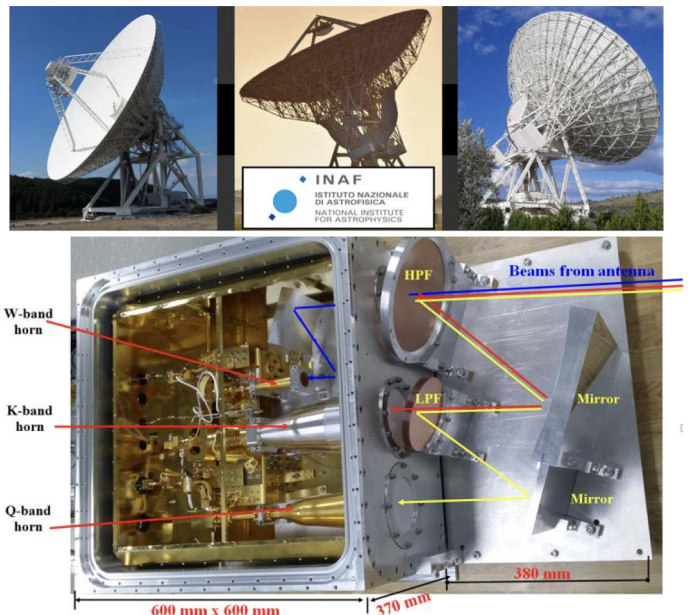
3채널 초소형 수신기 EU 정부입찰 수주: 이탈리아에 수출

천문연구원 전파천문본부의 한석태 박사가 이끄는 수신기 개발팀이 2018년 개발에 성공한 3 채널(22, 43, 86 GHz) 우주전파를 동시에 관측할 수 있는 초소형 우주전파 수신 시스템(CTR: Compact Triple-band Receiver)은 우리나라가 세계 최초로 독자 개발한 4채널(22, 43, 86, 129GHz) 동시 관측 수신시스템(이하 '4채널 수신시스템')을 1/10 크기(면적 기준)로 줄여 세계 여러 나라가 보유하고 있는 다양한 전파망원경에 손쉽게 설치하여 전파천문학 연구에 곧바로 활용될 수 있다.

이에 유럽연합(EU)은 지난해 11월 이탈리아가 요구한 이탈리아 국립천체물리연구소(INAF) 소속 전파망원경 3기의 성능 개선 및 초소형 3채널 수신기 도입을 위한 공개 입찰을 2019년 말 발표했으며, 지난 3월 2일 천문연에 낙찰하고 최근 계약을 완료했다. 천문연은 해당 수신시스템을 사양에 맞게 제작 후 계약 시점으로부터 최대 2개월 이내 이탈리아 국립천체물리연구소에 공급할 계획이며, 공급된 수신시스템은 각 전파망원경에 설치·운용될 예정이다.

KVN 4채널 동시관측 수신시스템은 2011년 교육과학기술부 과학기술창의상 대통령상을 수상했고, 초소형 3채널 수신기는 2018년 과학기술연구회 우수연구성과에 선정된 바 있다.

그림 6. 이탈리아 국립천체물리연구소(INAF) 소속 전파망원경 3기(왼쪽부터 사르데냐(Sardinia) 64m, 메디치나(Medicina) 32m, 노토(Noto) 32m 전파망원경)와 이 망원경에 도입될 초소형 3채널 수신기



서울대학교 평창캠퍼스 - EKVN 신규 망원경 건설 부지 우선협상 대상자 선정

KVN 3기의 한계를 극복하고 18 - 230GHz 대역까지 동시관측이 가능한 직경 21m KVN 신규 망원경(이하 EKVN)의 건설 부지의 우선 협상 대상자로 서울대학교 평창캠퍼스가 선정되었다. 2019년 말부터 3 개월 동안 EKVN 부지 선정위원회는 강원도 평창에 위치한 서울대학교 평창캠퍼스를 포함하여 속초, 영월, 강릉, 양양 등의 5개의 후보지 가운데 평창, 영월, 양양을 1차 후보군으로 선정하고, 현장실사를 포함한 심사 끝에 서울대학교 평창 캠퍼스를 우선 협상 대상자로 선정하였고, 강원도 영월이 그 뒤를 이었다. 이에 천문연구원은 2021년 EKVN 건설을 위하여 서울대학교 자연과학대학 천문학과와 함께 서울대학교 본부와의 협의를 진행하고 있다.

EKVN 신규과제 및 사람들

2020년부터 EKVN 신규 과제(PI: 변도영 박사)가 시작되었으며, EKVN 건설은 변도영 박사가, EKVN 과학은 이상성 박사가 이끌게 되었다. 2019년 12월부터 Bindu Rani 박사가 채용되어 EKVN 과학연구에 합류했다. <정태현 박사>

발간처: 한국천문학회 우주전파분과
발간인: 우주전파분과위원회 위원장 김기태
편집인: 우주전파분과위원회 총무간사 권우진 (Tel: 02-880-7781, email: wkwon@snu.ac.kr)

우주전파분과 가입문의: 권우진

한국천문연구원 TRAQ

대덕전파천문대는 다중빔 수신기 SEQUOIA-TRAQ를 활용한 연구 관측을 수행하고 있다. 관측 시스템은 안정적으로 운영되고 있으며, 원격 관측도 상시 지원되고 있다. 이번 (2019-2020년) 관측 기간에는 일반과제 (General Program: 과제당 관측 시간 100시간 이하) 7개, 대형 과제 (Large Program: 300시간 이하) 3개, 핵심 과제 (Key Science Program) 2개가 진행되고 있다. 다음 (2020-2021년) 관측 기간을 위한 관측 제안서 모집 공고는 6월께에 나올 예정이다. 대덕전파천문대는 다수의 분자선 동시 관측 및 외부은하 관측을 지원하기 위한 광대역 관측 모드를 개발하고 있다. 수신기의 중심 픽셀 2개에 대하여 대역폭 2 GHz의 광대역 신호 처리를 구현 중이다. <최민호 박사>

회원 동정

- 권우진 회원: 2020년 3월 1일, 한국천문연구원에서 서울대학교 지구과학교육과로 옮김