



분과 소식

신임 우주전파분과 위원장 및 운영위원회 구성

2019년 봄 한국천문학회 학술대회에서 한국천문연구원의 김기태 박사가 신임 분과위원장으로 선출되었으며, 앞으로 2년 동안 활동할 운영위원회가 새로이 구성되었다. 운영위원회 명단: 구분철(서울대), 김성은(세종대), 박용선(서울대), 손정주(교원대), 이정은(경희대), 정애리(연세대), 조정연(충남대), 강현우(천문연), 권우진(천문연, 충무), 김종수(천문연), 민영철(천문연), 변도영(천문연), 봉수찬(천문연), 이창원(천문연), 정태현(천문연).

2019 전파 여름학교 및 전파망원경 사용자회의

한국천문학회 우주전파분과, 한국천문연구원 전파천문본부, 서울대학교 전파천문대는 "2019 전파 여름학교 및 전파망원경 사용자회의"를 2019년 8월 27—30일, 3박 4일의 일정으로 서울대학교 평창캠퍼스(강원도, 평창)에서 개최했다. 전반부 2.5일 동안 진행된 전파 여름학교에서는 전파천문학과 전파망원경 전반에 걸친 11개의 강의가 있었으며, 전국에서 모두 74명(강사 및 준비위원 포함)이 참여했다. 후반부 1.5일 동안 개최된 전파망원경 사용자회의에는 여름학교부터 참여한 45명을 포함하여 총 70명이 참석했다. 21개의 구두발표와 2개의 포스터 발표가 있었고, 각 전파망원경의 운영 현황을 공유하고 미래 발전 방향에 대해 논의했다.



2019 전파 여름학교



2019 전파망원경 사용자 회의

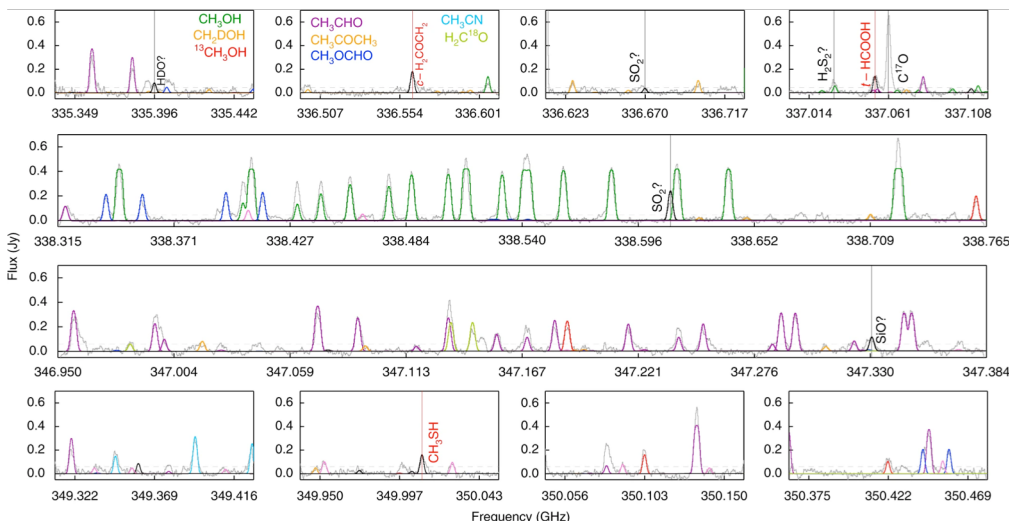
경희대학교

경희대학교 우주과학과/우주탐사학과 별탄생 연구실에서는 다양한 전파망원경 프로젝트에 참여하고 있다. 윤형식학생이 중심이 되어 TRAO Key Science Project, TIMES (mapping Turbulent properties In star-forming Molecular clouds down to the Sonic scale)를 수행하고 있으며, 이용희학생이 JCMT Large program인, JCMT Transient Survey에서 주도적으로 분석을 담당하고 있고, 이희원학생은 JCMT Large program인

SCOPE (SCUBA-2 Continuum Observations of Pre-protostellar Evolution)에 참여하여, JCMT/SCUBA-2 데이터뿐만 아니라 후속연구를 위해 SMA와 KVN 관측도 수행하여 연구를 진행 중이다. 이정은 교수와 백기선학생은 폭발적으로 밝아지는 원시성을 ALMA를 이용하여 연구하고 있는데, 지난 2월에는 V883 Ori 원시행성계원반을 관측하여 다양한 복잡유기분자를 검출하여 Nature Astronomy (3, 314-319, 2019)에 그

결과를 출판하였다. 이정은교수는 이 결과를 바탕으로 V883 Ori의 후속관측을 위한 관측제안서를 제출하여 ALMA Cycle 7에서 관측시간을 확보하였다. 질량이 작은 원시성인 V883 Ori와 비교하기 위해, 백기선학생은 폭발적으로 밝아진 질량이 큰 원시성인 S255IR NIR3에 대한 유기분자관측을 제안하여 ALMA Cycle 7에서 관측시간을 확보하였다. <이정은 교수>

그림: Cycle 5에서 ALMA로 관측한 V883 Ori의 스펙트럼 (회색). 각각의 색깔은 각기 다른 유기분자들에서 방출되는 선스펙트럼을 맞춘 결과이며, 이로부터 구해진 유기분자함량은 혜성에서 측정된 함량과 비슷함을 확인하였다.



서울대학교

서울대학교 전파천문대는 6미터 망원경에 230GHz 대역 수신 시스템을 설치하여 운영하고 있다. 유지보수 기간 동안 지난 관측 시즌에 동작이 이상했던 믹서를 교체하였다. 그 외에 방위각 방향 구동부의 감속기를 새것으로 교체하고 있고, 수신기가 들어 있는 방의 온도를 제어하는 워터 칠러를 새로 설치하였다. 또한 VLBI 사이트로서의 동작을 검증하기 위해 100 GHz 대역을 수신할 수 있는 혼과 믹서 등을 기존의 듀어에 추가로 설치하는 작업을 수행하고 있다. <박용선 교수>

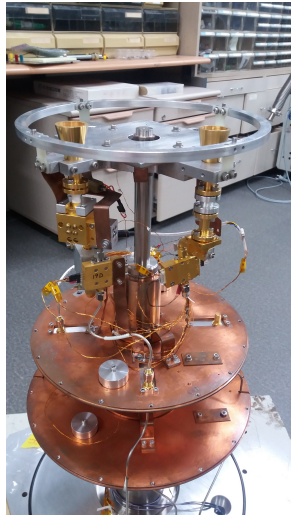


그림: 100/230 GHz 수신기의 내부 모습. 오른쪽에 새로 설치된 100 GHz 용 혼, 믹서, 앰프등이 보인다.

세종대학교

2019년 3월 한국천문연구원 오세현 선임연구원이 세종대학교 물리천문학과 조교수로 부임하였다. 부임 후, 2019년 1학기 전파천문학과 대학원 개설 교과목 성간기체역학 강의를 맡아 학부 및 대학원 학생들을 가르쳤으며, 현재 박혜진 대학원생을 지도하고 있다. 한편, 9월 20-22일 세종대학교 물리천문학과(및 천문우주학 전공) 학생들과 함께 학술 발표 및 견학 프로그램인 PhyA Camp에 참여하였다.

세종대학교 천문우주학과 권은주 졸업생이 2019년 3월부터 전파연구원 우주전파센터 관측협력팀에서 7급 방송통신주사보 직책을 맡아 근무하고 있다. 항공, 위성 분야에서 우주전파환경이 미치는 영향을 연구하고 관련 기관들과 협력하여 우주전파재난 대비하는 업무를 수행하고 있으며, 국내외 우주전파환경 분야의 전문가들과 함께 학술대회 및 워크샵 개최, 주관 등의 업무도 맡고 있다.

세종대학교 테라헤르츠 및 전파천문연구실, 김성은 교수는 하버드 스미소니언 천체물리 연구소와 공동으로 은하단들의 서냐예프-젤도비치 효과(Sunayev-Zeldovich Effect) 관측 데이터를 분석하고, 우주 내 은하단들의 물리적 특성을 연구하고 있다. 서냐예프-젤도비치 효과의 밝기 변화는 은하단의 위치, 거리 등과 무관하고 은하단의 총 열에너지에 비례하므로 적색편이가 상대적으로 큰 은하단의 발견과 질량 측정에 유용하게 활용될 수 있다. <김성은 교수>

연세대학교

연세대학교 Interstellar Medium & Galaxy Evolution 그룹에서는 윤혜인 연구원이 (J)VLA/WSRT/GMRT 관측을 통해 "The Impact of Large-scale Environments on Galaxy Evolution: Insights from the Neutral Hydrogen Gas in Galaxies Inside and Outside of the Virgo Cluster"를 주제로 박사학위를 받았다. 이범현 연구원은 IRAM/SMA/ALMA 관측을 이용하여 "Deep Impact : Molecular Gas Properties under Strong Ram Pressure Probed by High-Resolution Radio Interferometric Observations"를 주제로 박사학위를 받았다. 윤혜인 연구원은 시드니 대학 및 CSIRO에서 ASTRO 3D 박사후 연구원으로 FLASH 팀과 함께 HI absorption line에 대한 연구를 진행할 예정이며, 이범현

연구원은 Boya fellow 로써 북경 Kavli 천체물리연구소에서 성간물질 연구 그룹과 함께 공동 연구를 진행할 예정이다. 백준현 연구원(박사과정)은 KVN/KaVA/VLBA 관측을 통해 BAT/BASS 활동성은하핵 샘플에 대한 파색 스케일 제트의 특성을 연구하여 최근 MNRAS에 제 1저자로 논문을 게재하였다 (2019, MNRAS, 488, 4317). Chandreyee Sengupta 박사는 지난 3월부터 중국 Purple Mt. Observatory 에 faculty 로 근무 중이다. <정애리 교수>

한국천문연구원 ALMA

한국천문연구원의 ALMA 그룹은 동아시아 ALMA 지역센터의 한국 노드(Korea node of the East Asian ALMA Regional Center)로서 국내 천문학자들의 ALMA 사용을 지원하고 있다. 2019년 4월에 ALMA cycle 7의 관측제안서 모집이 있었고 국내에서는 총 39편의 제안서가 제출되어 9편이 관측시간을 획득했다. Cycle 7 관측은 10월 1일부터 내년 9월 말일까지 수행될 예정이다. 관측제안서 준비 기간(3-4월)에는 서울대학교, 경희대학교, 한국천문연구원에서 제안서 준비를 지원하기 위한 타운홀 미팅을 내실있게 개최했다. 그리고, 여름방학 중에는 4박 5일간의 일정(7월 29일—8월 2일)으로 소백산천문대에서 여름학교(사진 참조)를 주최했다. 18 명의 학생들이 전파간섭계 원리와 ALMA에 대한 소개 뿐만 아니라 5개의 모듈로 나뉘어 아카이브 자료를 직접 처리하고 분석, 발표하는 기회를 가졌다. 그리고, 8-9월에는 여아란 박사가 ALMA 사이트에서 관측을 지원(Astronomer on Duty)했다. <권우진 박사>



한국천문연구원 KVN

최초의 M87 블랙홀 영상 획득 - EHT 국제공동연구팀

2019년 4월 10일 처녀자리에 위치한 거대 타원은하 M87 블랙홀의 모습이 처음으로 공개되었다. 지구로부터 약 5,500만 광년 떨어져 있고, 질량이 태양의 65억 배에 이르는 M87 블랙홀 주변에서 빠른 속도로 회전하는 고온의 가스가 내는 빛의 고리 모양과 그 중앙에 위치한 블랙홀 그림자(black hole shadow)는 1915년 아인슈타인의 일반 상대성 이론에 의해 예측된 시공간의 왜곡 현상으로 이를 잘 보여주는 획기적인 연구성과였다. 1989년 첫 1.3mm VLBI 관측이 성공한 이후(Padin et al. 1990 ApJ 360, L11), 20년이 지난 2009년 지구 크기만한 가상의 전파망원경을 구현하여 블랙홀 그림자를 관측하려는 EHT(Event Horizon Telescope: 사건의 지평선 망원경) 프로젝트가 본격적으로 시작되었다. 그리고 2017년 4월, 블랙홀의 첫 모습을 촬영하기 위한

다섯 번의 EHT 관측이 성공적으로 진행되었다. 각 전파망원경에서 관측된 데이터(약 4 PB, 페타바이트)는 미국 MIT 헤이스택 천문대와 독일 본 막스플랑크 연구소에 있는 상관기로 배송되어 지구 크기 망원경으로 관측한 하나의 데이터로 합성되었다. 이후 2년에 걸친 정밀 관측자료 처리와 영상화, 그리고 엄격한 상호 교차검증을 통하여 마침내 거대은하 M87의 블랙홀 그림자를 확인할 수 있었다.

이 연구 결과는 지난 4월 미국 천체물리학회지 레터(ApJL) EHT 특별호에 6편의 논문으로 게재되었으며, 지난 9월 초 EHT 국제공동연구팀은 '과학계의 오스카상'으로 불리는 'Breakthrough' 상 수상이 확정되었다. 또한 천문연구원 소속 연구자들은 국과과학기술연구회 이사장상을 수상하였다.

참고로 이번 EHT 국제공동연구팀에는 한국 EHT 연구팀을 이끈 손봉원 박사를 비롯하여 천문연의 김종수, 변도영, 이상성, 정태현, Guangyao Zhao 박사와 조일제 학생(UST)이 참여하였으며, 서울대의 Sascha Trippe 교수, 그리고 독일 막스플랑크 전파연구소에 있는 김재영 박사와 미국 칼텍에 있는 김준한 박사가 참여하였다.

그림: EHT로 관측된 M87 블랙홀 그림자 모습. 중앙의 어두운 부분이 M87 블랙홀에 의해 생긴 블랙홀 그림자다. 동그란 빛의 고리 모양은 블랙홀 주변의 강착원반이나 제트에서 나오는 빛이 M87 블랙홀 주변의 강한 중력장에 의해 휘어진 시공간을 따라 나오며 형성된다. 고리 모양의 아래쪽 부분이 밝은 이유는 도플러 빔(Doppler beaming) 효과에 의해 우리 쪽으로 다가오는 빛이 더 밝게 보이기 때문이다.

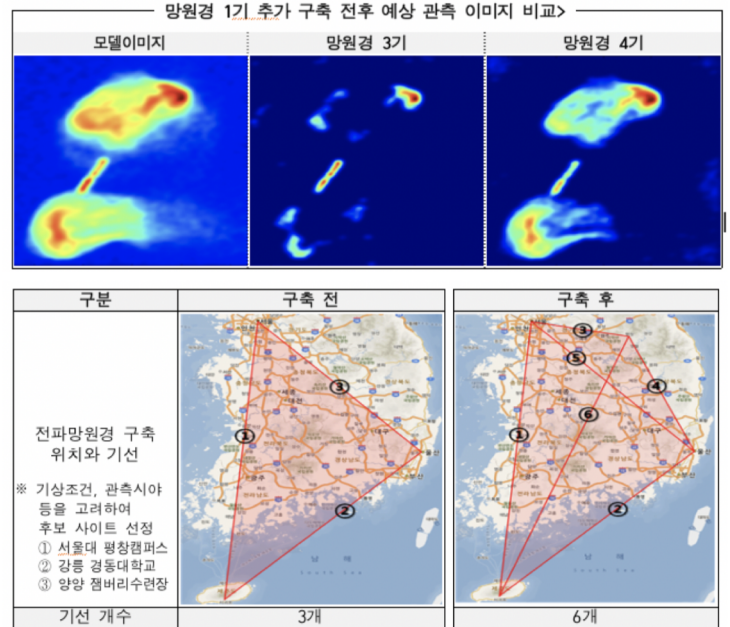


우주 고밀도 천체의 물질 방출 및 자기장 연구 (E-KVN)

KVN의 후속 신규과제인 "우주 고밀도 천체의 물질 방출 및 자기장 연구 (E-KVN: Extended-KVN)" 과제가 과기정통부에서 승인되었다. 본 신규과제는 2020년부터 2027년까지 8년간 진행될 예정이다. 이 과제에는 2020년부터 2023년까지 4년간 강원도 지역에 KVN 전파망원경 1기를 추가 건설하는 내용이 포함되어 있다. 그동안 KVN은 다주파수 동시관측 수신시스템을 이용하여 4개의 주파수(22, 43, 86, 129GHz) 대역의 우주전파를 동시에 수신하고, 대기에 상대적으로 안정적인 낮은 주파수(22 또는 43GHz)의 VLBI 위상정보를 이용하여 높은 주파수(43/86/129GHz)에 해당하는 신호를 보정함으로써 약한 우주전파 신호의 적분 시간을 획기적으로 증가시키는 "다주파수 동시관측 위상보정" 방법을 적용하여 기존의 밀리미터 VLBI(이하 mm-VLBI) 관측에서 관측이 가능한 천체들의 개수를 획기적으로 증가시켰다. 또한 여러 파장에서의 관측 정보를 동시에 수신하여 다파장 정보를 이용한 새로운 VLBI 연구 분야(예를 들어, 다파장 AGN 서베이, 감마선 AGN 연구, 다파장 편광 연구, 여러 천이 분자선을 이용한 메이저 연구, 다파장 VLBI 측성학 연구 등)를 선도하고 있다.

그러나 3기의 전파망원경으로 구성된 KVN은 천체의 정밀 밝기 분포를 얻는데 한계가 있다. 이를 극복하기 위해서는 최소 4기 이상의 전파망원경이 필요하며, 이번 과제 선정으로 KVN의 4번째 전파망원경을 건설할 수

있게 되었다. 새로 건설될 KVN 망원경은 기존 KVN 망원경과 동일한 21m 직경을 갖지만, 관측 주파수는 6~8GHz의 저주파수 대역을 포함하여 최고 230 GHz 대역까지 관측할 예정이다. 이러한 성능에 기반하여 E-KVN 망원경은 EHT 관측 참여는 물론, 서울대 6m 전파망원경(SRAO)과 함께 동아시아 1.3mm VLBI 관측의 핵심 관측 시설이 될 예정이다. 현재 새로 건설될 E-KVN 전파망원경 부지 선정과 이를 활용한 과학연구를 준비하고 있다.



KVN 10주년 (10th anniversary of KVN)

천문연구원에서 운영중인 한국우주전파관측망(KVN)은 올해 10월 KVN 첫 프린지를 얻은 지 10주년을 맞이하였다. KVN은 2009년 10월 16일 연세, 울산, 탐라 세 기선 모두에서 첫 22GHz 프린지를 성공적으로 검출하였다. 이후 세계 최초로 22, 43, 86 및 129 GHz 주파수 대역을 동시에 관측할 수 있는 수신기 시스템을 갖추고, 전파천문학과 유관 분야 연구에서 우수한 연구

성과를 도출하고 있다.

현재 KVN의 다주파수 동시관측 시스템은 밀리미터 VLBI의 표준 시스템으로 자리매김 하고 있다. KVN 10주년을 기념하기 위하여 오는 10월 21일 한국천문연구원에서 'KVN 10주년 기념식'을 가질 예정이다. 또한, KVN 첫 프린지가 관측된 지 정확히 10주년이 되는 날이자 한국천문학회 가을 학술대회 기간인 10월 16일에는 KVN 10주년 기념 특별세션을 구성하여 KVN의 역사와 함께 KVN을 활용하여 성취한 주요 연구성과를 소개할 예정이다.



KVN 관측운영

KVN은 기존의 KVN 단독운영과 함께 2018년 9월부터 동아시아 VLBI 네트워크(EAVN) 운영이 공식적으로 시작됨에 따라 EAVN을 함께 운영하고 있다. 올해는 홈페이지 기반의 관측운영 시스템 구축, 자료처리

파이프라인 개발과 함께, 작년에 시작한 KVN/EAVN 아카이브 데이터 베이스 구축에 박차를 가하고 있다. 이 아카이브 데이터 베이스 구축이 완료되면 내년에는 이를 활용한 후속 연구도 가능할 것으로 예상된다.

2018년 KVN 세 전파망원경의 22GHz 수신기 광대역화(18-26GHz)와 올산 86GHz 수신기 광대역화(85-116GHz)가 완성되었고, 올해는 연세 43 & 86 GHz 수신기의 광대역화(35-50GHz, 86-116GHz)가 9월 중으로 완성이 될 예정이다. 또한 광대역 신호처리를 위하여 새로 도입한 OCTAD 백엔드 시스템을 KVN 하반기 관측에서 함께 활용할 예정이다.
<정태현 박사>

한국천문연구원 TRAO

대덕전파천문대는 2019년 하계 유지보수 기간 동안 TRAO 활성화를 위한 많은 보수작업을 완료하였다. 특히 지난 시간 고장의 주원인이었던 망원경 기어, 초퍼, 수신기 제어 컴퓨터에 대한 집중 보수를 하였다. 노후된



그림: 수리된 고속 기어 박스 내에 들어가는 기어부

기어 박스 교체, 라즈베리 파이를 이용한 새로운 초퍼 시스템 개발, 수신기 컴퓨터 버그 수정을 통해 망원경 고장률을 대폭 줄일 것으로 기대하고 있다. 또한 2개의 2GHz 광대역 모듈 테스트 및 설치를 통해 2019-2020 시즌에 position-switching을 통해 광대역 관측이 가능하게 되었다. 그리고 김신영 회원의 주도로 리눅스, 맥, 윈도우에서 사용 가능한 TRAO Observation Status (TOS) 알림 프로그램 개발, 관측 프로그램(LMTC-TRAO)의 보안 강화, VNC 서버 보안 강화를 통해 원격 관측이 보다 더 안정적으로 이루어지도록 구현하였다. 9월 현재 2019-2020 망원경 공동 활용을 위해 12건의 제안서가 모집되었다. 10월 초 안정성 검증을 위한 내부자 우선 관측이 시행될 예정이며, 10월 중순에는 본격적인 국내외 망원경 공동 활용이 가동될 전망이다.
<강현우 박사>



그림: TOS (TRAO Observation Status) 실행화면

특집: 인도네시아의 천문활동

인도네시아는 넓은 국토(한반도의 10배 크기)와 많은 인구(한국 인구의 5배 이상)를 가진 동남아시아 지역의 중요한 국가이다. 지난 7월 말 인도네시아 반둥의 반둥 기술 대학 (ITB: Institut Teknologi Bandung)의 보쓰하(Bosscha)천문대에서 전파천문여름학교가 열렸다. 여기에 강사로 초청되어 영국의 뉴튼펀드의 지원을 받은 강사들과 함께 인도네시아 및 주변 국가들에서 온 대학/대학원생들을 위한 강의를 하였다.

보쓰하천문대는 네덜란드 식민지 시절인 90여 년 전에 건설된 광학천문대로 2기의 60cm 굴절망원경이 결합되어 있는 대형 망원경을 보유하고 있다. 아직도

여러 관련 활동을 하고 있는 지역의 중요 시설로 관측동 및 부대시설들이 잘 유지되고 있었다.

인도네시아의 매우 저명한 대학인 ITB는 우리나라의 KAIST와 같은 형태로 상호 대학 간 긴밀히 교류하고 있었다. 이 대학에 천문학과 (Department of Astronomy)가 있으며, 수학/자연과학대학(Faculty of Mathematics and Natural Sciences)에 속해있는 네 개 학과(수학, 물리, 천문, 화학)의 하나로 활발한 활동을 하고 있었다. 천문학과에는 현재 교수 및 연구진이 18명이며 수십 명의 학부 및 대학원생들이 있다. 이는 동남아 지역에서 매우 드문 일로 앞으로 우리나라와 천문분야의 다양한 협력이 진행되었으면 한다. 이번에 전파여름학교를 주관한 타픽 히다얏(Tafiq Hidayat) 교수는 전파천문학을 전공하였으며 학위는 프랑스 (IRAM)에서 밀리미터파 간섭계 관련으로 받았다고 한다. 지금도 학생들과 ALMA 자료를 처리하고 있었다. 그 외에 이 학과에서는 주로 태양계, 항성, 은하계 및 우주론을 연구한다고 한다.

인도네시아는 국가사업(인도네시아 우주청 주관)으로 현재 티모르(Timor)섬에 지름 3.8미터의 대형 광학망원경(교토대 제작)을 건설하여 내년에 준공을 목표하고 있는데, 이 사업 및 이와 함께 추진 중인 인도네시아 국립천문대 계획에도 ITB의 천문학과가 중요하게 참여하고 있다.

ITB 천문학과에서는 현재 사용하고 있지 않는 지름 32미터 통신용 전파안테나를 천문학용(특히 VLBI용)으로 전환하려 하고 있다. 이 안테나는 인도네시아 모바일폰 업체(Indosat)에서 소유하고 있으며, 이 계획을 위하여 이번 여름학교 기간 동안 이 사이트를 방문하였고 ITB와 이 업체는 협력 협약을 맺었다.

이와 함께 우리의 E-KVN 계획으로 내년에 건설이 시작될 20미터 급 전파망원경과 동일한 안테나를 광학망원경 부지에 건설하겠다고 제안하고 있다. 앞으로 다양한 협력을 효과적으로 추진하여 인도네시아의 전파천문 계획을 지원하고 KVN 및 관련 전파천문 분야의 대외 활동도 국제적으로 더욱 확대되길 기대한다. <민영철 박사>



발간처: 한국천문학회 우주전파분과

발간인: 우주전파분과 위원장 김기태

편집인: 우주전파분과 위원회 총무 권우진

(Tel: 042-865-3267, email: wkwon@kasi.re.kr)

우주전파분과 가입문의: 권우진