

해외 천문학 교육 프로그램 개발: 캄보디아
DEVELOPMENT OF FOREIGN ASTRONOMY EDUCATION PROGRAMS : CAMBODIA

김상철^{1,2}, 여아란¹, 박창범³, 이정애⁴, 이강환⁵, 신용철⁶, 신나은⁷, 신지혜⁸, 최윤호⁶, 권순길⁶,
김태우⁶, 윤호섭⁹, 박순창¹⁰, 성언창¹, 박수중¹¹

¹한국천문연구원(KASI), ²과학기술연합대학원대학교(UST), ³고등과학원, ⁴SL Lab 부설연구소,
⁵서대문자연사박물관, ⁶국립청소년우주센터, ⁷서울대학교 물리천문학부, ⁸경북대학교 천문대기과학과,
⁹캄보디아감리회, ¹⁰(주)메타스페이스, ¹¹경희대학교 우주탐사학과

SANG CHUL KIM^{1,2}, A-RAN LYO¹, CHANGBOM PARK³, JEONG AE LEE⁴, KANG-HWAN LEE⁵, YONG-CHEOL SHIN⁶,
NAEUN SHIN⁷, ZIHEY SHIN⁸, YOONHO CHOI⁶, SUN-GILL KWON⁶, TAEWOO KIM⁶, HOSEOP YOON⁹, SOONCHANG
PARK¹⁰, EON-CHANG SUNG¹, AND SOOJONG PAK¹¹

¹Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI), Daejeon, 34055, Republic of Korea

²Korea University of Science and Technology (UST), Daejeon, 34113, Republic of Korea

³Korea Institute for Advanced Study, Seoul, 02455, Republic of Korea

⁴Space Light Laboratory, Seoul, 05407, Republic of Korea

⁵Seodaemun Museum of Natural History, Seodaemun-gu, 03718, Republic of Korea

⁶National Youth Space Center, Goheung, 59567, Republic of Korea

⁷Seoul National University, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea

⁸Kyungpook National University, Buk-gu, Daegu, 41566, Republic of Korea

⁹Methodist Church in Cambodia (MCC), Phnom Penh, 12351, Cambodia

¹⁰METASPACE, Gangnam-gu, Seoul, 06090, Republic of Korea

¹¹Kyung Hee University, Giheung-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, 17104, Republic of Korea

E-mail: sckim@kasi.re.kr

(Received November 28, 2018; Revised January 31, 2019; Accepted February 7, 2019)

ABSTRACT

The Korean Astronomical Society (KAS) Education & Public Outreach Committee has provided education services for children and school teachers in Cambodia over the past three years from 2016 to 2018. In the first year, 2016, one KAS member visited Pusat to teach astronomy to about 50 children, and in the following two years of 2017 and 2018, three and six KAS members, respectively, executed education workshops for ~ 20 (per each year) local school teachers in Sisophon. It turned out that it is desirable to include both teaching of astronomical knowledge and making experiments and observations in the education in order for the program to be more effective. Language barrier was the main obstacle in conveying concepts and knowledge, and having a good interpreter was very important. It happens that some languages, such as the Khmer of Cambodia, do not have astronomical terminologies, so that lecturers and even the education participants together are needed to communicate and create appropriate words. Handout hardcopies of the education materials (presentation files, lecture/experiment summaries, terminologies, etc.) are extremely helpful for the participants. Actual performing of assembling and using astronomical telescopes for night sky observations has been lifetime experience for some of the participants, which might promote zeal for knowledge and education. It is hoped that these education services for developing countries like Cambodia can be regularly continued in the future, and further extended to other countries such as Laos and Myanmar.

Key words: Astronomy Education, Educational Method, Education and Public Outreach, Cambodia



Figure 1. A map of Cambodia. Double red circles indicate the capital Phnom Penh, blue ellipse is Siem Reap where Angkor Wat is located and the Air Seoul operates regular flights, red arrow is Sisophon, and blue round arrow is Pusat. The inland lake Tonle Sap is the largest freshwater lake in Southeast Asia which is ~ 250 km long in the rainy season from May to September/October and is ~ 160 km long in the dry season from October/November to next April. (Google map)

1. 서론

국제천문연맹(International Astronomical Union, IAU)의 ‘개발을 위한 천문학 분과’(Office of Astronomy for Development, OAD)에서는 천문학을 통해 개발을 촉진하고 세계 인류의 상황을 개선하기 위해 노력하고 있다¹. 천문학은 정치적 내용과 무관하고 오랜 준비 기간 없이도 시작하는 데 무리가 없으며 보편적인 기초과학이어서 자연에 관한 호기심을 충족하는 데 최적의 학문이다. 또한 천문 교육을 통해 어린이·청소년들이 자연과 미래에 대한 꿈을 키울 수 있고(Trimble & Elson, 1991), 천체 관측을 통해 자연을 가까이 접하며 실험에 친숙해질 수 있다. 어린 시절에는 자연에 대한 다양한 궁금증을 묻고 탐구하다가도 성인이 되면서 자연으로부터 멀어지는 경향이 있을 수 있기에 어린이·청소년 및 일반 시민에게 우주와 천문학에 대한 소개와 관측 경험 제공 등의 다양하고 반복적인 교육을 제공함으로써 학문후속세대의 육성과 아마추어 천문가 양성에 기여하며

시민들로 하여금 천문학 등 과학에 호의적일도록 할 수 있다. 특히 현대 천문학이 필요로 하는 대형장비를 국민의 세금으로 제작하기 위해서는 일반 대중에게 다양한 천문학 접촉 기회와 교육을 제공해야 할 필요가 있다. 아울러 경제규모 순위가 세계 11 ~ 12위인 한국² 으로서는 제3세계와 개발도상국에 대한 교육기회 제공도 고려할 필요가 있다.

우리나라의 개발도상국 지원은, 개발도상국으로부터의 원조 수요가 많은 교육, 보건의료, 공공행정, 농림수산, 산업 에너지, 범분야 이슈(환경, 여성 등)를 중심으로 이루어지고 있다³. 이 중 특히 교육 분야의 경우 빈곤·소외계층에 대한 기초교육 기회 확대, 기능인력 양성 및 고등인력 육성 등을 통한 인적자원개발 지원, 교육훈련시설 신축·개선, 교육훈련정책 및 제도개선, 교과과정 및 교재 개발, 교사 역량 개발, 교육훈련 기자재 지원 등을 통한 종합적인 교육환경 개선과 같은 무상

² http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?art_id=201808161134001.

³ https://www.odakorea.go.kr/ODAPage_2012/T02/L01_S07.jsp.

¹ <http://www.astro4dev.org/getting-started/>.

지원과 직업 훈련원 건립, 원격 교육(e-Learning) 등 교육정보화 사업 연계 지원과 같은 유사지원이 주된 내용을 이룬다.

한국천문학회 교육홍보위원회 해외교육지원단에서는 3년간 캄보디아의 소외된 지역을 방문하여 어린이·청소년·교사를 대상으로 다양한 천문 교육, 실습, 야간 관측기회 제공, 소형 망원경 기증 등을 수행하였다. 첫 시작은 캄보디아에서 교육자로 활동하는 이경용 신부가 2016년 1월 김영래 박사를 통해 박창범 교수에게 캄보디아 어린이들을 위한 망원경 장비와 천문학 프로그램 지원을 요청함으로써 이루어졌다. 이 신부는 캄보디아에서 활동하는 3,500여개 국제 비정부 기구(non-governmental organization, NGO)의 활동 중, 교육 관련 프로그램에 천문학이 없다는 안타까움이 있었고, 캄보디아 고등 교육 프로그램에 천문학이 있으나 실제 학교에서는 천문학 교육이 제대로 이루어지지 않고 있다는 현지 정보도 전해 주었다. 박창범 교수가 2016년 4월 7일 한국천문학회 공지를 통해 자원봉사자 및 기부품을 모집하였고, 2016년 6월 1일 박순창 등이 망원경, 필터, 분광기 등의 기부품을 캄보디아에 발송하였다. 2016년 6월 2일 해외교육지원단을 한국천문학회 교육홍보위원회 산하에 두는 안이 승인되었다. 2016 ~ 2018년 동안의 현지 교육지원활동 내용은 한국천문학회 학술대회에서 보고되었으며(Lyo et al., 2016; Shin et al., 2017; Lee et al., 2018), 2절에 자세히 설명하였다. 본 논문에서는 지난 3년간의 교육 지원활동의 내용을 살펴보고 해외 교육, 특히 개발도상국 대상의 천문학 교육을 위한 효과적인 방법을 모색하고 고찰하고자 한다.

2. 해외교육지원단 활동

2.1. 활동지역과 내용

캄보디아는 동남아시아 인도차이나 반도 남서쪽에 위치한 입헌 군주국이며, 태국, 라오스, 베트남과 국경을 접하고 있고 남서쪽으로 타이 만을 끼고 있다(Figure 1). 국토 면적은 181,035 km²로 남한 면적의 약 1.8배, 한반도 면적의 약 0.8배이며 인구는 약 1600만 명이다. 국제통화기금(International Monetary Fund)에서 추정한 2018년 현재 캄보디아의 1인당 국내총생산(Gross Domestic Product, GDP)은 약 1,559 USD이고, 2017년 순위는 154위이다⁴.

캄보디아에서의 학제는 1996년부터 초등학교, 중학교, 고등학교로 이어지는 6-3-3제를 유지하고 있으며, 초등학교 및 중학교까지의 9년을 의무교육으로 규정하고 있다⁵. 하지만 한국과 같은 엄격한 의무교육이 아닌,

보호자의 자발적인 참여에 의존하고 있다. 때문에 시골 지역에서는 학교에 가지 않고, 소를 돌보거나 농사일을 돕고 있는 어린이들을 쉽게 만날 수 있다. 공립학교의 경우, 학교 수업은 교육시설, 교사, 교육 매체가 모두 부족한 상황이기 때문에 실습 위주의 수업은 거의 진행되지 못하고 교과서 암기 위주의 수업이 진행되고 있다.

천문우주분야의 교육은 중고등학교 과학교과서에서 일부 단원 형태로 다루지고 있으며 태양계, 은하, 별의 일생, 우주개발 등에 대한 내용을 담고 있다⁶. 이처럼 과학 교과서에는 천문분야에 관한 단원이 있으나, 실제 교육현장에서는 이 단원들에 관한 학습이 제대로 이루어지지 않고 있다. 그 이유로는 1) 천문우주분야에 관한 내용을 접하고 이해하고 있는 교사의 부족, 2) 천문우주분야에 관한 이해를 돕는 수업기자재의 부족을 들 수 있다.

이러한 배경 하에 해외교육지원단에서는 2016년부터 2018년까지 매년 캄보디아 교육지원을 수행했고, 아래에서와 같이 2016년에는 뽀삿(Pursat)시 크로압(Centre for Research on Optimal Agricultural Practices, CROAP)⁷에서, 2017년과 2018년에는 번띠민제이(Banteay Meanchey)⁸주 시소폰(Sisophon)에 있는 하비에르 제수이트 학교(Xavier Jesuit School, <http://jesuitschoolcam.org/>)에서 교육을 수행했다.

2.2. 1차 활동(2016)

2.2.1. 활동 내용

해외교육지원단의 첫 교육 사업으로 여아란 박사가 단독으로 캄보디아 뽀삿시 크로압을 방문하여 50여 명의 초·중·고등학교 학생을 대상으로 교육을 수행했다(Figure 2).

지원단에서는 ‘충분한 교육 혜택을 받지 못하고 있는 캄보디아 초중고 학생들을 대상으로 한 천문학 교육을 통해, 새로운 과학에 대한 호기심을 자극하여 이들의 인생 설계에 도움을 준다’는 목표 하에 프로그램을

⁵ 외교부 캄보디아 개황.

http://overseas.mofa.go.kr/kh-ko/brd/m_3103/view.do?seq=1186047.

⁶ 캄보디아 과학교과서에서 천문분야는 제일 마지막 한 단원에서 다루지고 있다. 천문분야가 제일 많은 비중으로 나와 있는 교과서는 캄보디아 12학년(고3) 지구과학 교과서로, 전체 네(4) 단원 중 2단원에서 우주(좌표계와 태양계), 3단원에서 별과 은하(별의 일생과 우주의 팽창)의 내용을 다루고 있다.

⁷ <http://www.croap.org/>.

⁸ 캄보디아는 프랑스 식민지였기에 알파벳 표기 발음을 불어식으로 강하게 읽어야 원래 발음에 가깝게 된다. Pusal이라고 쓰지만 발음은 Posat이 되는 것처럼 캄보디아 모든 지명이 이러한 형태이다. 물론 영어식으로 읽으면 번띠민제이를 반띠아이 메안체이로 읽을 수도 있다.

⁴ <https://en.wikipedia.org/wiki/Cambodia> (참고로 대한민국의 2018년 1인당 국내총생산은 약 32,775 USD이고 2017년 순위는 27위이다).



Figure 2. A picture taken at CROAP, Pursat, Cambodia during June 13 ~ 24, 2016.

준비했다. 망원경으로 우주를 직접 보는 밤하늘 관측 그리고 우주에는 어떤 다양한 천체들이 존재하고 어떤 일들이 벌어지고 있는지를 보여줄 수 있는 프로그램으로 구성하였다. 또한 망원경 종이모형 제작 등 직접 손으로 해볼 수 있는 체험 프로그램을 포함하여 참여의 보람이 느껴지도록 하였다.

주요 교육 내용으로는, 한국천문학회에서 기증용으로 미리 송부한 120 mm 굴절망원경 4대를 이용한 설치 방법 훈련, 망원경으로 태양과 밤하늘의 달과 행성 등 다양한 천체 관측, 지도에서 캄보디아 찾기, 나침반 읽기, 달의 위상 변화 원리와 재현 도구 만들기, 태양계 행성의 다양성과 추궁공, 핸드볼공, 야구공과 찰흙을 이용해서 행성 모형을 만들어 봄으로써 행성의 상대적인 크기 체험, 간이 망원경 제작, 간이 사진기 제작, 별자리의 역사와 별자리판 제작 등이었다. 국립청소년우주센터에서 지원한 물품들이 교육에 아주 유용하게 사용되었다.

2.2.2. 성과와 향후 개선점

생활과 교육 등 여러 면에서 현대적이지 않은 환경의 어린이·청소년들에게 처음 경험하는 우주의 모습, 우주에 대한 새로운 인식 등은 자연에 대한 호기심을 자극하고 인생 설계에 도움이 되는 프로그램이 되었다. 아울러 현지 선생님들에 대한 교육이 필요하다는 경험을 통해 2017년과 2018년에 교사를 대상으로 한 2, 3차 교육이 이루어질 수 있었다.

2.3. 2차 활동(2017)

2.3.1. 활동 내용

해외교육지원단의 두 번째 교육 사업으로 권순길, 신용



Figure 3. A picture taken at Xavier Jesuit School in Sisophon, Cambodia during April 3 ~ 7, 2017.

철, 김태우 등이 캄보디아 시소폰에 있는 하비에르 제수이트 학교를 방문하여 현지 지역 초중등교사 18명을 대상으로 교육을 수행했다(Figure 3).

1차 교육 이후 학생뿐만 아니라 교사의 교육 역시 시급하며 장기적으로 이루어질 필요가 있다는 결론에 도달했다. 교직원 연수 경험이 많은 국립청소년우주센터 소속 중심으로 지원단을 꾸려서 국립청소년우주센터에서 이뤄지는 성인 연수 프로그램을 기본 바탕으로, 이론 교육과 함께 망원경 실습 등 천체관측과 관련된 교육 내용, 이해를 돕기 위한 실험·실습 등으로 구성했다. 특히 실험·실습의 경우 교사들이 일선에 돌아가 자신의 학생에게 활용할 수 있도록 구성, 유도하였다.

주요 교육 내용으로는 (1) 120 mm 굴절망원경 조립·분해와 조작 실습, 관측 실습, (2) 우주의 크기, (3) 간이 사진기 제작, (4) 야간 천체관측, (5) 별자리판 제작 및 별자리, (6) 시간 개념(해시계), (7) 결상의 원리, (8) 천체 이미지와 별의 일생, 빛의 과장, (9) 분광학 기초 등이었다. 교육의 대상이 교사였기에 청소년을 대상으로 한 교육보다 이론부분을 강화했다.

2.3.2. 성과와 향후 개선점

결과적으로 실험·실습 부분의 교육이 성공적이었고, 이론 부분의 교육 역시 포함되어 있었으나 더 강화할 필요가 있었다.

2.4. 3차 활동(2018)

2.4.1. 활동 내용

해외교육지원단의 세 번째 교육 사업으로 김상철, 신나은, 신용철, 신지혜, 이정애, 최윤호, 성인창이 캄보디아 시소폰에 있는 하비에르 제수이트 학교를 방문하여 현지 지역 중등교사 21명을 대상으로 교육을 수행했다



Figure 4. A picture taken at Xavier Jesuit School in Sisophon, Cambodia during September 13 ~ 21, 2018.

(Figure 4).

주요 교육 내용으로는 국립청소년우주센터에서 지원한 교육물품 등을 이용한 (1) 120 mm 굴절망원경 조립·분해와 조작 실습, 관측 실습, (2) 현대천문학 1(별까지의 거리), (3) 현대천문학 2(별의 진화), (4) 현대천문학 3(은하의 분류와 우리은하), (5) 현대천문학 4(천문학자들이 사용하는 망원경), (6) 좌표계의 이해, 별자리판 제작 및 별자리, (7) 태양계와 지구의 계절변화, (8) 태양계 모형 제작과 크기 및 거리 체험, (9) 간이 망원경 제작과 결상의 원리, 빛의 속도 측정, (10) 분광학 기초, (11) 야간 천체 관측, (12) 간이 로켓 제작, (13) 간단한 프로그래밍으로 로봇 자동차 운행하기 등이었다. 3차 활동의 경우 이론의 강화와 함께 실습과 이론의 조화를 꾀했고, 항공우주, 프로그래밍 실습 등이 새로이 추가되어 주제를 다양화했다.

2.4.2. 성과와 향후 개선점

하비에르 학교에서 근무하는 다모 초우르(Damo Chour)와 연세대학교에서 천문학을 전공하여 이학석사 학위를 취득하고 감리교신학대학을 졸업한 후 현지에서 선교사로 활동하고 있는 윤호섭 목사가 통역을 맡아 주었다. 이론 강의에서는 천문학의 내용을 좀 더 잘 이해하고 있는 윤호섭 목사의 역할이 컸고, 실습·실습에서는 현지 언어에 보다 능통하고 즉각적인 반응이 가능한 다모의 역할이 컸다.

2018년에 교육받은 21명은 남자 17명과 여자 4명으로 구성되었고, 나이분포를 보면 20대 6명, 30대 12명, 40대 3명이고, 소속된 학교(직장)는 고등학교(high school, secondary school) 18명, 사범대 재학생 1명, 하비에르 제수이트 학교 2명(각 언어교사와 체육교사)이며, 담당 과목을 보면 지구과학 3명, 물리 1명, 수학 1명, 수학 및 물리 2명, 화학 1명, 생물 2명, 전산 1명, 지리

와 역사 5명, 캄보디아어 1명, 영어 1명, 체육 2명, 사범대생 1명으로 다양한 편이었다. 지구과학 교사 중 한 명이 가장 이해도가 높아 윤호섭 목사의 통역시 캄보디아어의 용례를 돕기도 하고 또 직접 통역을 도와주기도 했으며, 지리 관련 교사가 많아 좌표계 설명 시에 수강생의 이해도가 높아지는 계기를 제공하기도 했다. 이과계통의 교사가 많았음에도 불구하고 캄보디아에서 천문학 등의 수업이 제대로 이루어지지 않아서 본인들이 충분한 교육을 받았다고 느끼지 않으며 지원단의 교육에 대단한 흥미와 관심을 보이고 수업에 열정적으로 임하는 편이었다.

지원단의 인원이 많았던 만큼 다양한 실험·실습을 준비해서 호응이 좋았고, 처음으로 이론 강의를 여럿 포함하였는데 수강생의 수준차이가 있어 내용이 어렵게 느껴지기도 했으나 배움에 대한 기쁨과 쾌감을 느낄 수 있어서 유익했다는 평이 많았다. 이론을 통해 내용을 배움으로써 비로소 실험·실습을 왜 하는지를 이해하고 놀이가 아닌 배움으로 받아들일 수 있었고, 2017년에 이어 두 번째 참가하는 수강생의 경우 2017년에 수강할 때는 이해하지 못했던 것을 올해 새삼스레 이해할 수 있어 기뻐했다는 평이 여럿 있었다.

3차의 경우 앞선 두 해 동안의 경험의 축적과 현지 방문 경험자들의 조언 또는 재방문이 교육을 준비하거나 수행하는데 있어 큰 역할을 했다. 그 덕분에 3차의 경우 출발 전부터 교육생과 현지의 상황에 대한 이해도를 상당히 높일 수 있었고, 1·2차의 경험을 바탕으로 선별적으로 주제를 준비할 수 있었기에 교육만족도를 더 높일 수 있었다. 또한 1차의 1명, 2차의 3명에 비해 7명으로 인원을 대폭 늘리고 천문학 전공자를 포함한 2명의 통역 인원이 동참하였기에 이론과 체험의 조화 그리고 실험 과정에 도움을 줄 수 있는 조교의 역할 등이 가능했다. 영어뿐만 아니라 캄보디아어가 병기된 안내자료 제공과 통역, 시각화, 질문과 참여 유도 등의 다양한 방법 사용 역시 새로 시도되었고 좋은 결과를 낼 수 있었다.

3. 교훈과 시사점

최근 3년간 캄보디아에서 수행한 천문학 교육지원활동으로부터 다음과 같은 두 가지 중요한 점을 유념할 필요가 있다. 먼저 개발도상국이나 저개발국의 경우 학문 발달이 지체되어 천문 용어가 없는 경우가 많다. 현지 언어에 능통한 교수·교사와 천문학자가 함께 토의를 통해 용어를 만들 필요가 있다. 두 번째로 사전에 수강생의 수준과 교육정도, 교사의 경우 담당과목 등을 미리 조사하는 것이 좋다. 수강생들이 원하거나 필요로 하는 내용이 미리 전달될 수 있다면 유익할 것이다.

3년간의 캄보디아 천문학 교육지원 활동으로부터 다

음과 같은 교훈 및 시사점을 얻을 수 있다.

3.1. 교육 대상

현지의 학생과 교사 모두를 대상으로 교육 프로그램을 준비하는 것이 좋다. 많은 준비를 하고 먼 거리를 이동해서 수행하는 만큼 효과를 두 배로 하는 방법이다. 먼저 교사에 대한 교육을 수행한 후 학생을 대상으로 한 교육에서 교사를 강사나 조교로 활용한다면 교사들이 천문학적 지식 전달의 필요성을 느끼고 또한 배운 내용을 실습하는 기회를 얻을 수 있을 것이다. 또는 학생을 대상으로 한 교육을 현지 교사가 참관한다면 교사가 일선으로 돌아가 자신들이 교육받은 내용을 학생에게 수월하게 전달할 수도 있을 것이다.

현지 학생을 직접 교육하는 경우에는 전문적 지식의 직접 전달 측면에서 교육 효과는 가장 클 것이다. 다만 단발성 경험으로 끝날 가능성이 있고, 많은 현지 청소년이 이해하려면 교육지원 자체가 자주 이뤄져야 할 필요가 있다.

궁극적인 교육대상은 현지 학생이겠지만 학생이나 교사 또는 학부모를 대상으로 하는 모든 교육에서 천체/우주 나아가 자연에 대한 관심을 불러일으키고, 과학의 기초가 싹틀 수 있는 동기를 부여하는 것이 가장 기본적인 교육지원활동의 목적이다.

3.2. 교육 일정

1 ~ 2명이 한 지역 당 1 ~ 2회의 강연과 실습을 하면서 여러 지역을 순회할 수도 있고, 좀 더 많은 인원이 한 지역에 머무르며 3 ~ 5일 정도의 연수 프로그램을 수행할 수도 있다. 전자의 방법으로는 더 많은 지역과 인원에게 천문학을 소개할 수 있을 것이고, 후자의 방법으로는 좀 더 집중적이고 체계적인 교육을 수행할 수 있을 것이며 수요증 발급 등을 통해 현지인들의 경력에 도움을 줄 수도 있다.

3 ~ 5일 정도의 연수 프로그램을 계획한다면 우주를 관측하는 것이 기본인 천문학의 특성 상 야간관측을 포함하는 것이 유익하며, 이를 위해 초저녁에 달, 행성 등 소형망원경으로 관측할 수 있는 천체가 넉넉히 존재하는 시기를 택할 필요가 있다.

야간관측을 위해서는 저녁식사를 해야 하고, 집에 다녀와야 하는 경우 이동을 위한 교통수단이 필요하며, 온도가 낮아지는 경우 방한복, 구름이 약간 낀 경우 관측 수행 여부를 결정하고 통지할 수 있는 의사소통수단이 필요하다. 캄보디아의 경우 휴대전화의 보급이 높고 통신요금도 저렴하여 휴대전화와 페이스북(facebook)을 이용한 소통이 활발하고 편리하다.

야간관측은 준비가 번거로울 수 있지만 낮에 태양을

관측할 수 있는 기회가 많으므로 태양안경이나 망원경용 태양필터 등을 준비하면 유익하다.

3.3. 교육 내용

이론 강의와 실험·실습이 병행되어야 한다. 이론 강의는 용어를 알고 개념을 이해하며 생각할 수 있는 바탕을 제공한다. 한편 실험·실습은 그러한 개념과 이론이 실제 어떻게 작동하는지를 손과 몸으로 체험할 수 있게 해 준다. 실험·실습 없는 이론은 한 번 듣고 마는, 지나가는 바람처럼 흘러가버릴 수 있고, 이론 없는 실험·실습은 놀이와 장난으로 끝날 위험이 있다. 이론 강의보다 실험·실습에 충분한 시간을 투자하는 것이 좋다. 출발 전에 팀원 등을 대상으로 미리 공개 시연을 해 보는 것이 수준과 시간 조절, 영어 용어 기억에 큰 도움이 된다.

참가자가 스스로 시도해 볼 수 있는 실험이나 숙제를 준비할 수 있으면 유익하며, 아울러 상품이나 선물을 준비할 수 있으면 좋다.

3차 지원단이 교육용 자료, 교안, 용어집을 만들어서 강의 때 배포한 것이 도움이 된다. 교안의 개요는 한국어와 영어, 캄보디아어(크메르어)로 제공했는데, 특히 캄보디아어로 된 내용은 영어에 약한 수강생들에게 큰 도움이 된다. 또한 강의에 사용한 자료들과 교안들을 연수 후에 USB 외장 하드디스크에 담아 전달하는 것이 큰 도움이 된다.

한 번의 강의와 실습만으로 많은 것을 깨닫고 이해하기는 어렵다. 정규 교육과정이 만들어지는 것이 바람직하고, 방문 교육을 하더라도 꾸준하고 지속적으로 반복 교육을 수행하는 것이 필요하다.

3.4. 교육팀 구성

한 지역 당 1 ~ 2회의 강연과 실습을 하면서 여러 지역을 순회할 경우에는 1 ~ 2명으로도 충분할 수 있다. 한 지역에 머무르며 3 ~ 5일 정도의 단기 연수 프로그램을 계획한다면 이론 교육 담당 1명, 그보다 시간이 많이 소요되는 실험·실습에 1 ~ 2명, 그리고 행정담당자 1명을 포함하여 약 3 ~ 4명이 적합할 것이다.

통역자의 역할이 강사만큼이나 중요하다. 통역자가 내용을 이해 못하면 아무것도 전달할 수 없고, 이해의 정도가 낮으면 비유나 설명이 의미가 없다. 강의교재와 교안, 강의 내용을 기록한 문서를 사전에 통역자에게 보내고 강의 전에 내용에 관해 설명하고 논의할 수 있으면 유익하다.

참가자를 모집하고, 장소를 마련하고 필요한 물품을 준비하고, 숙소와 식사, 이동수단 등의 준비까지 강연자가 맡으면 부담이 가중되므로 행정담당자가 필요하다.

4. 향후 계획 및 제언

세계 11 ~ 12위의 한국의 경제력과 400여 명 이상의 활동 회원을 보유한 한국천문학회(대한천문학회)의 인력을 고려하면 한국 천문학자들이 아시아 등의 개발도상국에 대한 지속적인 교육활동을 하는 것이 충분히 가능하다. 향후에는 연간 2회의 규칙적인 활동으로 그리고 뽀삿이나 시소폰 이외의 지역으로 활동량과 활동범위를 늘리고, 교사와 학생 및 지역주민을 대상으로 수혜범위를 확대하며, 수도 또는 인근 대학의 인력들과도 교류를 가지는 것이 좋다. 정규교육과의 연계, 망원경과 돔을 보유한 천문대와 천체투영관(planetarium)의 설립과 인력 파견 및 교육 등을 추진할 필요가 있으며, 교육이 정기적으로 이루어진다면 교육뿐만 아니라 시험 등을 통한 수준평가의 방법(Choi et al., 2015)도 고민할 필요가 있다. 장기적으로는 캄보디아뿐 아니라 인근의 라오스, 미얀마, 베트남, 태국 등과 그 바깥 지역까지 시야를 넓혀나가야 할 것이다. 국내업체뿐만 아니라 정부나 국제연합(United Nations), 국제천문연맹, 한국국제협력단(KOrea International Cooperation Agency), 한국과학창의재단(Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity) 등과의 협력과 지원을 모색할 필요가 있다.

캄보디아 교육활동 때 파악된 것처럼 많은 경우 천문 용어가 존재하지 않으므로 용어를 만들고 용어집을 편찬하는 일과, 초·중·고교 및 대학과 대학원용으로 한국 교과서를 번역하거나 새로 제작하는 등의 방법으로 편찬하고 배포하는 일, 그리고 어린이·청소년과 일반인을 위해 천체사진을 다수 포함하는 천문학 개론서 또는 소개책을 출판하는 사업을 병행하는 것이 바람직하다. 캄보디아 정부 및 지방자치단체와의 협력과 교육 참가자에 대한 설문조사 및 사후 관찰(monitoring)과 교류를 통한 교육 프로그램의 개선(Yim et al., 2012)을 모색하는 것도 좋겠다.

중국과 일본, 그리고 한국 등 아시아의 일부 소수 국가의 발전된 양상과 비교했을 때 캄보디아 등 개발도상국의 수는 아주 많다. 향후 남북관계가 더 개선된다면 북한과의 천문학 교류(Yang et al., 2016) 및 교육활동도 기대해볼만 하다. 지식수준이 짧은 기간에 개선되기는 어려우나 천문학같이 오랜 준비 없이 시작할 수 있고 차라나는 세대에게 꿈과 비전을 심어 줄 수 있는 학문이 지속적으로 교육되고 퍼진다면 지역의 균형발전에 크게 기여할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

2017년과 2018년의 캄보디아 교육지원 활동은 ㈜메타스페이스의 한국천문학회 지정기부금으로 수행되었습니다. We acknowledge Fr. Quyen Vu, Fr. John Ashley Evans, Fr. K. Y. Lee(이경용 신부님), Br. Damo Chour,

and Br. Hyunwoo Ro for all their efforts, arrangements, and translation and interpretation works for our program and the hospitality during our stay in Sisophon. 두 분 심사위원의 자세하고 세심한 조언이 논문의 형식과 내용을 개선하는데 큰 도움이 되었기에 감사드립니다. 한국천문학회와 교육홍보위원회 해외교육지원단 및 서포터즈 여러분의 헌신적인 도움과 협력에 감사드립니다. 해외교육지원단의 후원계좌는 468437-04-015372 국민은행(사)한국천문학회(천문학교육지원단)입니다.

REFERENCES

Choi, G., Mihn, B. -H., & Lee, Y. S., 2015, Education and Selection of Astronomical Almanac Officials in the 19th Century, PKAS, 30, 789

Lee, J. A., Kim, S. C., Shin, N., Shin, Y.-C., Shin, J., Choi, Y., Vu, Q., Yoon, H., & KAS Education and Public Outreach Committee Members, 2018, 3rd Astronomy program support for Cambodia, BKAS, 43, 18

Lyo, A. -R., Kang, D., Kang, W., Kim, M. G., Kim, Y., Kim, W. -T., Moon, H. -K., Park, S., Park, C., Lee, M. G., Lee, S. G., Lee, S. H., Lee, J. A., Han, J. E., & Hong, J., 2016, Astronomy with Cambodian Children, BKAS, 41, 60

Shin, Y. -C., Kwon, S. -G., & Kim, T., 2017, Astronomy Program Support for Cambodia Secondary School Teachers, BKAS, 42, 71

Trimble, V. & Elson, R., 1991, Astronomy as a National Asset, Sky and Telescope, 82, 485

Yang, H. -J., Yim, I. S., Jung. T., Minh, Y. C., Lee, K. S., & Choi, H. K., 2016, Preliminary Study of Cooperation Between South and North Korea in the Field of Astronomy I, PKAS, 31, 57

Yim, I. S., Sung, H. -I., & Kim, Y. J., 2012, A Study on the Improvement of KAO Student Selection and Educational Method, PKAS, 27, 431

부 록

A. 교육 관련 중요 사항(후기)

현지 상황이 달라지거나 새로운 요구사항이 있을 수 있으므로 교육내용을 변화시킬 수 있도록 다양하고 유연하게 준비하는 것이 좋다.

문화를 알아야 한다. 예를 들어 태양의 크기와 별 사이의 거리를 비유로 표현하고자 한다면 우리나라에서는 서울과 수원사이의 거리처럼 표현할 상황에서 현지에서는 주로 어떤 도시 사이의 거리가 친숙한지를 알면 피부에 와 닿는 내용을 전할 수 있다. 아울러 손가락으로 사람을 가리키는 것이 금기시되는 문화에서는 강의 중에 그러한 행동을 하지 않도록 주의할 필요가 있다.

참가자와 지원단이 각자의 이름을 현지어와 영어(또는 한글)로 적은 이름표를 부착하면 서로의 이름을 부르고 친근해질 수 있다. 교육 후에도 수강생과 강사가 연락과 소통할 수 있으면 좋다. 특히 해외교육이 일회성에 그치지 않기 위해 한번 인연을 맺은 학생·부모·교사들과 인터넷 등을 통한 후속 교육이 이어지도록 프로그램을 개발할 필요가 있다.

개발도상국의 특성상 한국에서는 흔한 천체사진이나 도서, 실습도구 등도 귀하고 중요하다. 또한 한 번 기준 망원경도 시간이 지나면서 파손되고 부분품이 망실되므로 청소도구와 대체용 부분품, 추가 집안렌즈(아이피스) 등이 필요하다.

B. 참가자의 의견과 평

2018년 3차 지원단의 교육활동에 참가한 수강생들이 수료식 때 제시한 아래와 같은 의견들이 미래 교육활동 준비에 시사점을 줄 수 있다. 개인의 의견들이므로 편차가 있을 수 있다.

- 어려운 내용도 있지만 교사 입장에서 학생들에게 활용할 수 있는 내용들이 유익했고, 책에서 볼 때 이해 못했던 내용을 연수를 통해 이해할 수 있었으며, 망원경을 직접 조작해 볼 수 있는 기회가 있어서 좋았다.
- 아침 8시에 시작해서 오후 5 ~ 6시까지 이어지는 일정이 개인마다 부담스럽거나 다른 업무가 있을 수 있으므로 오전이나 오후 선택하여 참석할 수 있으면 좋겠다.
- 2017년에 이어 2년째 참석해보니 망원경 사용법이나 개념 등에 대해 비로소 이해가 된다. 어려운 부분도 있지만 주어진 숙제 (mission)를 고민하고 탐구해서 해결했을 때 큰 성취감을 느낄 수 있었다.
- 교사와 학생 모두에게 강의해 주면 좋겠으며

(예를 들어 오전에는 교사, 오후에는 학생을 대상으로 나눠서 강의), 목소리가 작아서 잘 안 들릴 때가 있으니 마이크가 있으면 좋겠다.

아울러 하비에르 제수이트 학교의 홈페이지에 “Astronomy Workshop, A way to rekindle our love of outer space”라는 제목의 연수 소개 글과 사진들(Gallery)이 올라와 있어 좋은 소개가 된다.

C. 3차 지원단의 교육일정표와 교안

2018년 9월에 활동한 3차 지원단의 교육 일정표와 교안은 다음과 같다. 미래의 교육을 위한 자료로 활용할 수 있도록 첨부하였다.

Table A1. Time table

Day	Time	Program
Day 1	13:00 - 13:30	Opening
	13:30 - 17:30	Telescope assembly & operation
	17:30 - 19:00	Dinner
	19:00 - 21:00	Night sky observation practice (if no rain)
Day 2	08:00 - 09:00	Modern astronomy 1
	09:00 - 11:00	Coordinate system
	11:00 - 13:00	Lunch
	13:00 - 15:00	Solar System 1
	15:30 - 17:30	Making my own telescope
	17:30 - 19:00	Dinner
19:00 - 21:00	Night sky observation practice (if no rain)	
Day 3	08:00 - 09:00	Modern astronomy 2
	09:00 - 11:00	Solar System 2
	11:00 - 13:00	Lunch
	13:00 - 15:00	Spectroscopy
	15:30 - 17:30	Telescope assembly practice 1
	17:30 - 19:00	Dinner
19:00 - 21:00	Night sky observation practice (if no rain)	
Day 4	08:00 - 09:00	Modern astronomy 3
	09:00 - 11:00	Computer programming and rover
	11:00 - 13:00	Lunch
	13:00 - 15:00	Stability of rocket
	15:30 - 17:30	Telescope assembly practice 2
	17:30 - 19:00	Dinner
19:00 - 21:00	Night sky observation practice (if no rain)	
Day 5	08:00 - 09:00	Modern astronomy 4
	09:00 - 11:00	Discussion & summary
	11:00 - 13:00	Lunch
	13:00 - 14:00	Closing ceremony

Table A2. Telescope operation

Title	Telescope operation
Goal	1. We can assemble and disassemble astronomical telescopes 2. We can find celestial objects by operating astronomical telescopes
Equipment	120 mm refractor telescope, white light sun filter
Outline	1. The telescope to be used during the training period is briefly introduced as a 120 mm refractory telescope and an equatorial mount 2. Introduce the key parts of the telescope and their roles 3. Find out how to assemble a telescope 4. After assembly, check the center of gravity and the alignment of the finder 5. Reverse the assembly process in order to disassemble the telescope 6. Participants practice assembling, manipulating, and disassembling 7. After assembly, observe surrounding objects or buildings and master the operation method for observing designated objects 8. The objects seen through the telescope will be seen upside down. Ask them think about the reason.

	west) 2. Locating Cambodia on the Globe 3. Check your current location via GPS or mobile map application * Try a game using portable GPS (10-20 minutes)
--	---

Table A5. Coordinate system 2

Title	What does the sky look like above our heads?
Goal	Learn the concept of the celestial sphere and understand the coordinate system and seasons
Equipment	Projector, notebook, (celestial globe), simulator, youtube video, planisphere, application (e.g. skymap)
Outline	1. The concept of the celestial sphere 2. Constellation story - Origin and definition of the constellations: Eastern and western constellations, zodiac - Constellation as star map of the night sky: name of stars, finding a star, constellation of seasons 3. Horizontal coordinate system (elevation, azimuth) and celestial coordinate system (right ascension, declination) 4. Movement of stars for each season 5. Geodesy and astrometry - Making a planisphere for the latitude of our location - Practice observation of stellar diurnal motions, solve exercise questions in high school textbooks

Table A3. Modern astronomy 1

Title	How far are stars?
Goal	Let's feel the sizes and distances of the Earth, Moon, Solar System, stars and galaxies
Equipment	Beam projector, computer
Outline	1. Introduction on the Earth, Moon and the Sun 2. Sizes and distances of the planets, Distances to stars 3. Sizes and distances of galaxies

Table A4. Coordinate system

Title	Where are we?
Goal	Find our position on the Earth and learn the concepts of longitude and latitude
Equipment	Projector, notebook, globe, compass, portable GPS, mobile phone
Outline	1. Definitions of longitude and latitude (assumption of knowing north, south, east and

Table A6. Solar System 1

Title	Is the sky rotating or am I rotating? (Solar system 1)
Goal	Understanding the basic concepts of the solar system: revolution and rotation of the celestial bodies, Moon and the Earth
Equipment	Projector, laptop, bulbs, globe, paper cups, foam balls, small skewers, crayons, black markers
Outline	1. The center of the Solar System 2. Rotation and revolution

<ol style="list-style-type: none"> 3. Moon (Exercise: Tidal locking (For two persons)) 4. Moon phase (Exercise: Moon phase with foam balls) 5. Rotation and revolution of the Earth (Exercise 1: Earth's axis of rotation - using foam balls and paper cups) (Exercise 2: What makes seasons)
--

<ol style="list-style-type: none"> 12. Put a thick paper with a hole in the front of an incandescent light bulb. Then, the filament of the light bulb will be visible on the screen. 13. As the number of holes in the hardboard increases, the number of filaments on the screen increases. Then, putting a lens in front of the bulb, the images of the filaments gather together and look bright and clear. This shows that telescope is a tool for collecting light. 14. Give a brief introduction on reflective telescopes. 15. Give a brief introduction on modern astronomical telescopes, and explain that large astronomical telescopes are reflective telescopes.

Table A7. Making my own telescope

Title	Making my own telescope
Goal	<ol style="list-style-type: none"> 1. The telescope is a tool that collects light 2. Understanding the lens, one of the means to gather light
Equipment	55 cm lens, 3cm lens, paper tube, foam, scissors, scotch tape, water tank, laser distance measuring device, light bulb, awl
Outline	<ol style="list-style-type: none"> 1. Electromagnetic waves fell on a media with an angle cause refraction, which is due to the difference in radiowave speeds. This experiment can show that the speed of light actually changes. 2. Demonstrate distance measurement with laser distance measuring device. 3. Prepare the tank of water. Then, measure a specific distance by letting the laser of the laser range meter pass through the water. 4. The distances measured in air and in water are different for the same distance. This is because the speed of the laser passing through the water slows down. 5. Check whether the speed of light passing through the water slows down and whether the light paths changes when they fall on the lens in parallel. 6. Distribute lenses of 5cm and 3cm diameters to participants. 7. Observe surrounding objects through the lenses. 8. Observe changes in images with the distance between the lens and the target. 9. Check the role of a magnifying glass when the lens and the target are very close, and check the image upside-down reversal for a certain distances. 10. Understand the relationship among the lens, focal length, image size, and the direction if it is erect or inverted. 11. After making a simple telescope using two lenses, a tickle and a foam, try using it to observe distance objects.

Table A8. Modern astronomy 2

Title	Astronomical telescopes
Goal	Understand various aspects of light, and what kind of astronomical telescopes are used for researches, especially optical and radio telescopes.
Equipment	Beam projector, computer
Outline	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wavelength distribution of light: Gammy-ray, X-ray, ultraviolet, visible, infrared and radio 2. Astronomical radio telescopes: TRAO, KVN, Effelsberg, Arecibo, FAST, VLA, ALMA, SKA 3. Astronomical optical telescopes: SOAO, BOAO, Mt. Wilson, Subaru, VLT, Keck, GMT, HST 4. Other telescopes: CGRO, Chandra, Spitzer, AKARI, LSST, JWST, LIGO, IceCube, Korean Neutrino Observatory

Table A9. Solar system 2

Title	Where is the Earth located?
Goal	Understanding the Earth's position in the Solar System and the relative size of the Solar System
Equipment	Basketball (or soccer ball), color clay, 30 cm ruler, tapeline

Outline	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sizes and distances of the planets in the Solar System. 2. Comparison of the relative sizes of the planets using color clay in the classroom. 3. Comparison of the relative distances of the planets in the playground. 4. Scale of the Universe.
---------	---

Outline	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comparison of the main elements of the Universe and human/Earth 2. Stellar lifetime: birth, nucleosynthesis and the formation of heavy elements 3. Supernova explosions at the end of massive star evolution 4. Remnants of stellar evolution: white dwarfs, neutron stars, and black holes
---------	---

Table A10. Spectroscopy

Title	Spectroscopy
Goal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Understand the principles of spectroscopy. 2. Find information which can be obtained from spectroscopy.
Equipment	diffraction grating film, simplified spectroscope kit, scissors, scotch tape, chemical element lamp set, prism, simple Solar spectrometer
Outline	<ol style="list-style-type: none"> 1. Check the dictionary and find the meaning of 'spectroscopy'. 2. Explain two aspects in the spectroscopy: (a) refraction and (b) diffraction and interference. 3. Show spectra from refraction using a prism. 4. Shows spectra from diffraction interference using a diffraction grating film. 5. Make a simple spectroscope using a simplified kit. 6. Look at lamp of elements such as hydrogen, oxygen, and helium using the simple spectroscope. 7. Check unique emission lines for each element. 8. Understand that we can identify the elements in the celestial objects using the spectral lines. 9. Understand that we can do researches on radial velocities and masses of stars and search for exoplanets using the Doppler effect. 10. Get and check the Solar spectrum using a simple Solar spectrometer.

Table A11. Modern Astronomy 3

Title	Stellar astronomy : The birth, life and death of stars
Goal	Understand how stars form, how they emit light and evolve, how they produce heavy elements, and the final stages of the evolution
Equipment	Beam projector, computer

Table A12. Computer programming and Rover

Title	Line tracer and Mars exploration rovers
Goal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Understand that the real-time maneuvering of probes is impossible due to the distance between the Earth and the Mars, and learn how to steer them. 2. Control the line tracer as desired through program coding.
Equipment	Notebook, line tracer, batteries, USB cables, action sheet, mission map, coding software
Outline	<ol style="list-style-type: none"> 1. Because it is impossible to control rovers in real time due to the large distance and it takes long time to send and receive signals, long commands should be coded and transmitted to the rovers. 2. To experience this indirectly, learn how to control a machine called the line tracer and perform a given mission through coding.

Table A13. Rocket stability and making a foam rocket

Title	Rocket stability and making a foam rocket
Goal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Find out conditions for stable flight for flying objects. 2. Build and fly a foam rocket that can fly stably.
Equipment	Foam, nuts, rubber band, wing, cable tie, A4 papers, shuttlecock, scotch tape, styrofoam, video materials
Outline	<ol style="list-style-type: none"> 1. No matter how you throw a shuttlecock, the head (cock) is ahead and the wing follows in the back, flying steadily without wobbling. Think about which structure of the shuttlecock

	<p>makes it possible the stable flight, and use a A4 paper and scotch tape to perform a mission to make the shuttlecock fly backwards (in the opposite direction).</p> <p>2. By throwing styrofoam with a different center of gravity, we can see that stable flight can be achieved if more air resistance is applied to the back than the front center of gravity.</p> <p>3. Because of the structural nature of the rocket that needs to fly to space, the center of gravity must be at the center of the rocket, and thus control the stable posture of the rocket through control of the pin and nozzle of the rocket.</p> <p>4. Apply the principles learned above to create a stable 'foam rocket' and make it fly.</p>
--	--

Table A14. Modern astronomy 4

Title	Galaxies and the Universe
Goal	Understand our Galaxy, external galaxies and the Universe.
Equipment	Beam projector, computer
Outline	<ol style="list-style-type: none"> 1. Shape and characteristics of the Galaxy 2. Nearby galaxies: Large Magellanic Cloud, Small Magellanic Cloud, M31 system, Local Group, Cepheid distances 3. Morphological and mass classification of galaxies, peculiar galaxies, active galactic nuclei, dark matter 4. Galaxy groups, galaxy clusters, superclusters, Great Wall, large scale structure, gravitational lensing, cosmic microwave background radiation, accelerated cosmic expansion, cosmology