

### [구 GC-24] Tracing the evolution of massive galaxies; Alignment of elliptical galaxies in the Virgo cluster

Suk Kim<sup>1</sup>, Hyunjin Jeong<sup>1</sup>, Jaehyun Lee<sup>2</sup>, Youngdae Lee<sup>1</sup>, Seok-joo Joo<sup>1</sup>, Hak-Sub kim<sup>1</sup>, Soo-Chang Rey<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy & Space Science institute (KASI), 776 Daedeokdae-ro, Daejeon 305-348, Korea,

<sup>2</sup>Korea Institute for Advanced Study (KIAS), 85 Hoegiro, Dongdaemun-gu, Seoul 02455, Republic of Korea

<sup>3</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Republic of Korea

We study the alignment of kinematic position angles (PA<sub>kin</sub>) of early-type galaxies in the Virgo cluster using Atlas3D data. The PA<sub>kin</sub> represent the direction of the angular momentum of the galaxies better than the photometric position angles. Therefore, the alignment of their PA<sub>kin</sub> is a useful tool to trace the momentum direction. The early-type galaxies in the Virgo cluster have been known to be distributed as filamentary structures inside the cluster. We found that their PA<sub>kin</sub> are aligned to two directions of 20degree and -80degree. This fact is confirmed using the bootstrap test, and that is, the two alignment angles are statistically significant. Besides, these two angles are surprisingly aligned parallel to the filamentary structures inside the cluster. These results suggest that early-type galaxies were formed by major merging in the filament structures and then fall into the Virgo cluster while maintaining their position angles.

### [구 GC-25] A Study of Environmental Effects on Galaxy Spin Using MaNGA Data

Jong Chul Lee<sup>1</sup>, Ho Seong Hwang<sup>2</sup>, & Haeun Chung<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute,

<sup>2</sup>Korea Institute for Advanced Study, <sup>3</sup>Seoul National University

We investigate the environmental effects on galaxy spin using the sample of ~1100 galaxies from the first public data of MaNGA integral field unit survey. We determine the spin parameter  $\lambda_{Re}$  of galaxies by analyzing the two-dimensional stellar kinematic measurements within the effective radius, and study its dependence on the large-scale (background mass density determined with 20 nearby galaxies) and small-scale (distance

to and morphology of the nearest neighbor galaxy) environments. We first examine the mass dependence of galaxy spin, and find that the spin parameter decreases with stellar mass at  $\log(M_*/M_\odot) > 10$ , consistent with previous studies. We then divide the galaxies into three subsamples using their stellar masses to minimize the mass effects on galaxy spin. The spin parameter of galaxies in each subsample does not change with the background density, but do change with the distance to and morphology of the nearest neighbor. The spin parameter increases when late-type neighbors are within the virial radius, and decreases when early-type neighbors are within the virial radius. These results suggest that the large-scale environments hardly affect the galaxy spin, but the effects of small-scale environments such as hydrodynamic galaxy-galaxy interactions are substantial.

## 고천문학

### [구 HA-01] A study of characteristics of archaeoastronomical relics in Manchuria

Hong-Jin Yang

Korea Astronomy and space Science Institute

한국과 중국에는 오랜 천문 역사와 함께 많은 유물과 유적이 남아 있다. 한국은 삼국시대부터 천문학 전반에 걸쳐 중국 천문학의 영향을 받아왔다. 그러나 한국의 고대 천문학에 대한 연구가 부족한 탓에 역사시대 이전의 두 나라의 천문학 특징과 상호 교류에 대해서는 잘 알려지지 않았다. 다만, 청동기 시대 고인돌 덮개돌에 새겨진 별자리와 고구려 고분 벽화의 별자리와 삼국사기에 기록된 독자 천문 기록의 검증 등으로부터 고대부터 이어진 우리의 고유한 천문 지식과 문화에 대해 짐작할 수 있을 뿐이다.

한편, 중국은 고고천문 연구를 통해 중국 여러 지역에서 발굴된 천문유물과 유적의 내용과 특징을 밝히고 있다. 지금까지 알려진 중국의 고고천문 자료들은 역사시대 이전 고대의 문화 지역인 하모도문화(河姆渡文化), 양소문화(仰韶文化), 대문구문화(大汶口文化) 그리고 홍산문화(紅山文化)와 하가점하층문화(夏家店下層文化) 지역을 중심으로 발견되고 있다. 본 연구에서는 이들 문화지역에서 발견된 고고천문 자료를 지역별로 분류하여 그 특징을 살펴보고 한반도와 인접한 홍산문화와 하가점하층문화의 고고천문 유적을 중심으로 중국 다른 지역의 고고천문 유적과 비교하였다.

### [구 HA-02] An analysis of the stars recorded in the Seong-Gyeong 星鏡

Junhyeok Jeon

Chungbuk National University

In the middle of 19<sup>th</sup> century, the *Seong Gyeong* 星鏡, which is a Korean historical astronomy book, was published by Nam Byeong-Gil(1820-1869). In this study, identification was conducted by considering the star catalogue recorded in the *Yixiang Kaocheng Xubian* 儀象考成績編. The *Seong Gyeong* 星鏡 recorded the information of 1,449 stars, and identified 1,413 stars among 1,449 stars, which is a rate of 97.5%. The positional error (angular distance) of the identified stars is  $5.33 \pm 0.34$  arc-min. It was also confirmed that the magnitudes of the recorded stars have correlations with those of modern times. It was determined that the position error of the stars became larger as the magnitude of the stars became dimmer, or as the position of the stars came closer to the pole. Based on these analyses, the *Seong Gyeong* 星鏡 was confirmed that it is a result of correcting the precession of the selected stars from star catalogue of *Yixiang Kaocheng Xubian* 儀象考成績編.

[구 HA-03] A Study on the Water-Hammering Type Power System of Yi Min-cheol's Astronomical Clock

Seon Young Ham<sup>1,2</sup>, Sang Hyuk Kim<sup>2,3</sup>, Yong Sam Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Chungbuk National University, <sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>3</sup>Korea University of Science & Technology

1669년 이민철(李敏哲, 1631~1715)은 천문시계를 제작하였다. 이민철의 천문시계는 2단의 수호(水壺)와 부차(浮車), 수차로 구성된 수격식 동력시스템에 의해 작동된다. 이 중 부차는 2단의 수호 중 아래쪽 단에 위치한 소호(小壺) 안에 설치되어 있다. 위쪽 단에 위치한 수호로부터 아래쪽 단에 위치한 소호로 물이 차면 부차가 떠오른다. 부력에 의해 떠오른 부차는 수차를 회전시킨다. 수차로부터 발생된 동력은 기륵을 통해 전달되어 태양운행장치와 달 운행장치, 시보장치를 작동시켜 시간을 알려준다.

이민철 천문시계의 수격식 동력시스템은 부력으로 부차를 움직여 수차가 일정하게 회전도록 하였다. 이와 같이 수차운행에서 부력을 활용하는 방식은 조선 중기에 제작된 천문시계에서만 적용된 방식이다.

우리는 이민철 천문시계의 수격식 동력시스템에 관한 연구를 수행하여 전체적인 형태와 작동메커니즘에 대해 추정하였다. 아울러 연구 결과를 바탕으로 개념설계를 진행하였다.

[구 HA-04] Analysis on the Korea's Treasure No.840, a Stone-carved Horizontal Sundial

Byeong-Hee Mihn<sup>1,2</sup>, Yong Sam Lee<sup>3</sup>, Sang Hyuk Kim<sup>1,2</sup>, Won-Ho Choi<sup>4</sup>, Seon Young Ham<sup>1,3</sup>, Go-eun Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

<sup>2</sup>Korea University of Science and Technology

<sup>3</sup>Chungbuk National University

<sup>4</sup>Jeonju University

우리는 문화재청에서 제공한 보물 840호의 3D 스캔 자료를 이용하여 이 해시계의 위도와, 영침의 길이와 형태, 그 위치에 대해 분석하였다. 국립고궁박물관에는 조선 후기 돌널판에 제작된 지평일구가 남아있다. 보물로 지정된 두 유물 중 840호에 새겨진 신법지평일구라는 명문에 의거하여 이 해시계 명칭이 사용되었다. 서양의 구면천문학을 적용하여 제작된 이 지평일구는 단지 시각선과 절기선이 새겨져 있고, 그 밖에 핀 모양의 홈과 깊은 구멍 하나가 흔적으로 남아 있다. 우리는 지평일구의 시각선이 수렴하는 점을 직교좌표의 원점으로 삼았다. 3D 스캔 자료에서 시각선의 연장선은 한 점이 아닌 원점 근처에서 수 mm 이내에서 분산되었다. 각 시각선마다의 원점을 설정하여 계산한 해시계의 위도는 평균  $37^{\circ} 15' \pm 26'$ 을 보였고, 이는 보물 840호 명문의 37도 39분과 24'의 차이를 나타내었다. 우리의 분석에 따르면 시반의 구멍은 영표가 서있는 위치였으며, 영표의 길이는  $43.7 \pm 0.7$  mm로 핀 모양 홈의 길이인 43.1 mm에 근접하였다. 이를 통해 이 지평일구는 북극을 지시하는 삼각영표가 아닌 수직의 핀 모양의 영침이 설치된 것을 확인할 수 있었다.

태양계

[구 SO-01] Evolution of cometary dust particles to the inner solar system: Initial conditions, mutual collision and final sinks

Hongu Yang<sup>1,2</sup> and Masateru Ishiguro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Seoul National University

<sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

Interplanetary space of the solar system contains a large number of dust particles, referred to as Interplanetary Dust Particles (IDPs) cloud complex. They are observable through meteors and zodiacal lights. The relative contribution of possible sources to the IDPs cloud complex was an controversial topic, however, recent research (Yang & Ishiguro, 2015 and references therein) suggested a dominance of cometary origin. In this study, we numerically investigated the orbital evolution of cometary dust particles, with special concerns on different evolutionary tracks and its consequences according to initial orbits, size and particle shape. The effect of dust particle density and initial size-frequency distribution (SFD) were not decisive