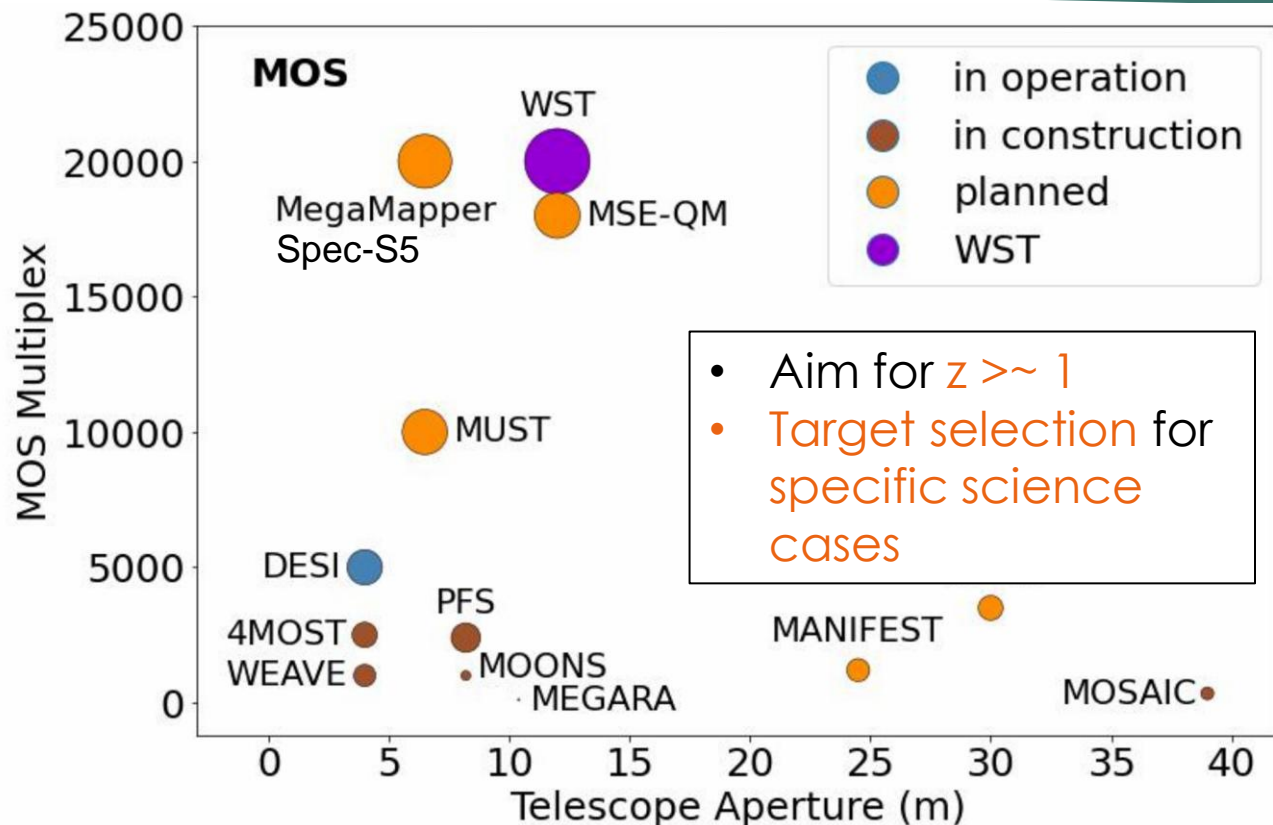


**FEASIBILITY STUDY FOR THE
NEXT-GENERATION
SPECTROSCOPIC SURVEY WITH
DEDICATED LARGE TELESCOPES**

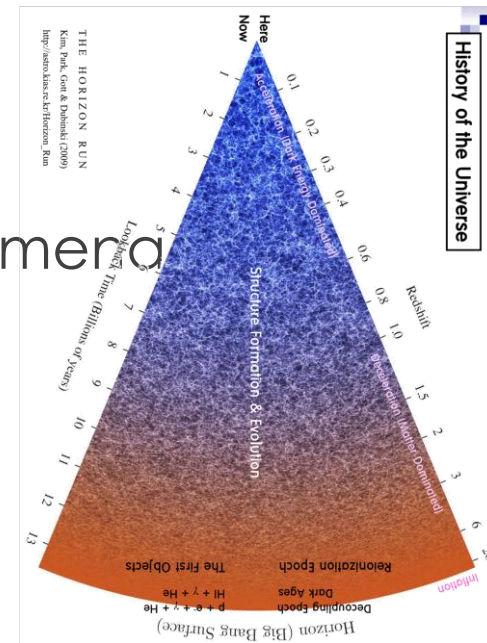
SUNGWOOK E. HONG (KASI) ON BEHALF OF KLST TEAM

CURRENT & NEXT-GEN SPECTROSCOPIC SURVEYS



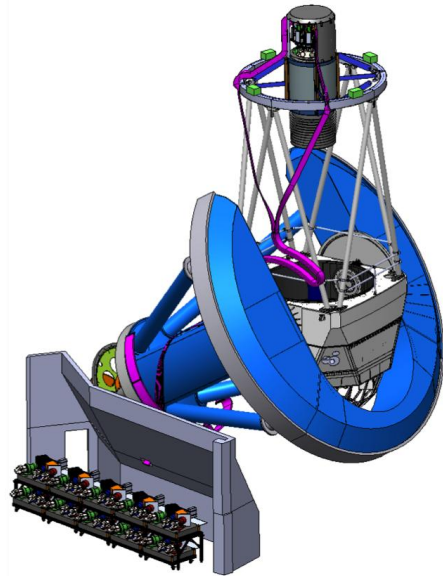
Flux-limited Surveys?

- To maximize the sample density at the dark energy-dominated era ($z < \sim 0.8$)
- To study various astrophysical phenomena other than just dark energy



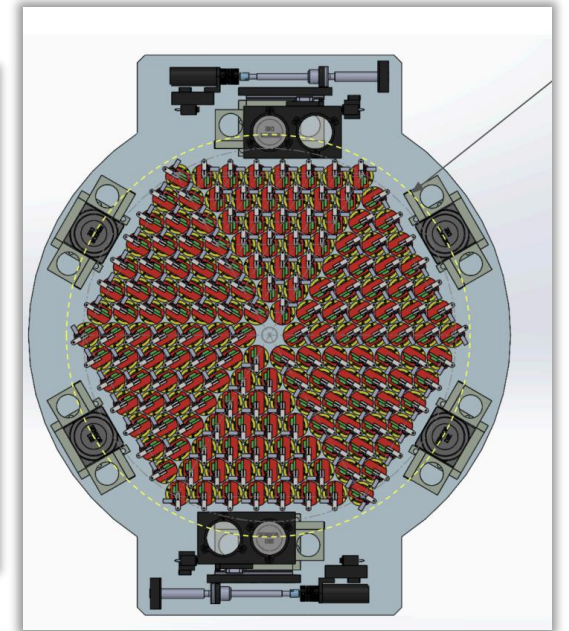
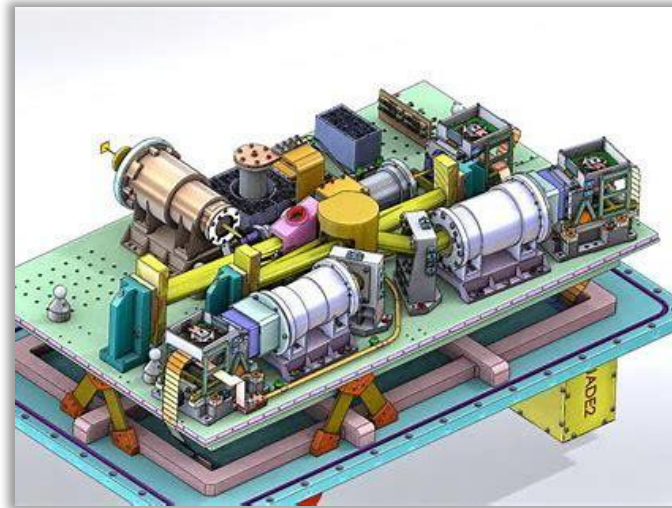
KOREAN COMMUNITY AND NEXT-GEN SPECTROSCOPIC SURVEYS

Experience of International Surveys

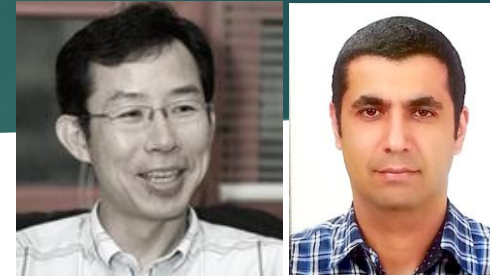


Lead some key sciences

Capacity of Korean Community



KOREAN LARGE SPECTROSCOPIC TELESCOPES (KLST)



Dec 2019

- Initial discussion started

Jan-Sep 2020

- Discuss on main survey
- Start writing a brief white paper

Aug-Oct 2020

- KASI preliminary study proposal: *Pre-Study for a Large Korean Spectroscopic Telescope* (PI: Arman Shafieloo)

Jul 2022 - 2023

- Discussion resumed
- **KASI Qrontier selected**



분광탐사의 시대 도래

광학 및 적외선 천문학은 현대 천문학의 핵심 분야 중 하나이다. 2020년 대에 이 분야에서는 주력 우주 관측방법이 측광에서 분광으로 전환되고, 2030년 대에는 분광탐사의 시대가 본격적으로 열릴 것으로 예상된다. 세계 천문학계는 2020년 대에 진행할 대규모 분광탐사 프로젝트를 위해 20여년 간에 걸친 오랜 준비를 해 왔다. 대표적으로 Maunakea Observatories LSST 망원경을 사용할 탐사와 일본의 Subaru 망원경을 사용할 탐사가 있다. 최첨단 검출기를 세계 최대급 망원경에 장착하는 것은 바로 그 다음 단계가 대규모 분광 탐사의 시대가 올 것을

천문학에서 분광 관측의 역사는 다른 어느 과학 분야에서도 발견이 뉴턴의 태양빛의 분광에서부터 시작된 것이다. 지난 수십 년 동안 분광 스펙트럼을 얻는 다천체 분광 탐사가 2m 급 망원경에서 지금 3-4m 급 망원경에서 대규모 분광탐사가 수행될 예정인 8-10m 급 망원경으로 확대되고 있다. 그러나 현재 계획된 3-4m 급 또는 6-8m 급 망원경은 우주의 아주 일부분만을 또는 특정 부류의 천체만을 관측할 수 있다. 그리고 우주 멀리까지 모든 천체들을 분광 관측하기에는 가용 망원경의 개수가 충분하지 않다. 이는 곧 4m급 이상의 망원경을 사용한 다천체 분광관측이 2030년 대에 본격적으로 이루어질 것임을 뜻한다. 한국 천문학계가 세계 학계를 선도하는 분광 탐사 프로젝트를 추진하는 것은 바로 지금 우리 앞에 놓여 있는 것이다.

Pre-Study for Large Korean Spectroscopic Telescope

Arman Shafieloo & Ho Seong Hwang
KASI, 4th August 2020

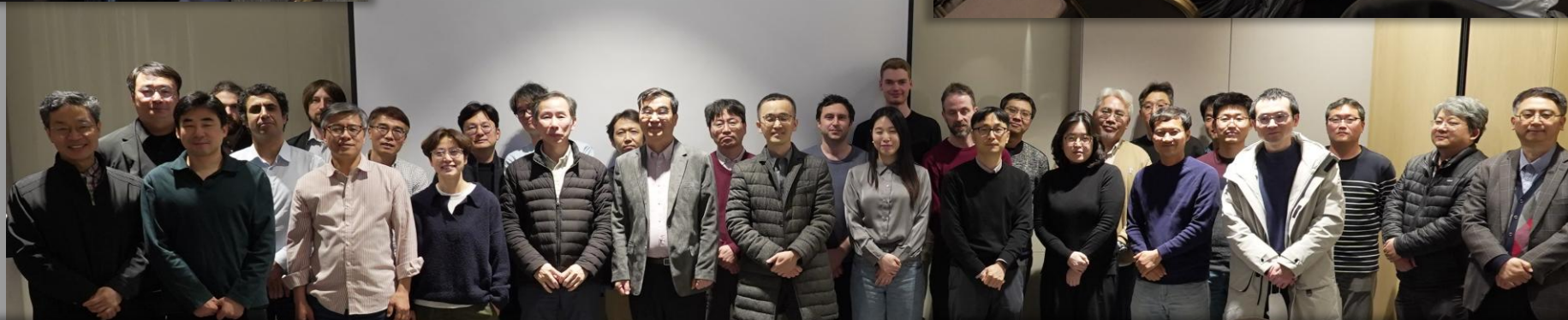
CURRENT KLST WORKING GROUPS

Stellar/(Exo)Planetary Science	Soung-Chul Yang, Sang-Hyun Chun , 정선주, 주석주, 홍경수 (KASI), 안덕근 (Ehwa U.), 이영선 (CNU), 임범두 (Kongju U.)
Extragalaxy/Cluster Science	Ho Seong Hwang, Jubee Sohn , 이성국 (SNU), 박홍수, 신윤경, 오규석, 이종철, 이준협 (KASI)
Large-scale Structure/Cosmology	Changbom Park (KIAS), David Parkinson (KASI), Arman Shafieloo, Anthony Carr (KASI), Benjamin L'Huillier (Sejong U.), Cristiano Sabiu (U. Seoul), 김주한, 유재원 (KIAS), Motonari Tonegawa, Stephen Appleby (APTCP), 김준한 (KAIST), 정동희 (PSU)
Telescope/Observatory/Instrumentation	Jeong-Yeol Han, Chung-Uk Lee, Yunjong Kim (KASI), 박병곤, 이동주, 이지우 (KASI), 경재현, 이형권 (LeoSpace), 김영수, 박상영 (Hanhwa System), 문일권 (KRISS), 유정훈 (Green Optics), 인정환 (KOPTI), 정하은 (Arizona), 최영만 (Ajou U.)
Project Management	Sungwook E. Hong, Jae-Woo Kim, Arman Shafieloo (KASI)

Mar. 21-22, 2024 1st Workshop



2024 차세대 분광탐사 기획연구 제1차 워크숍

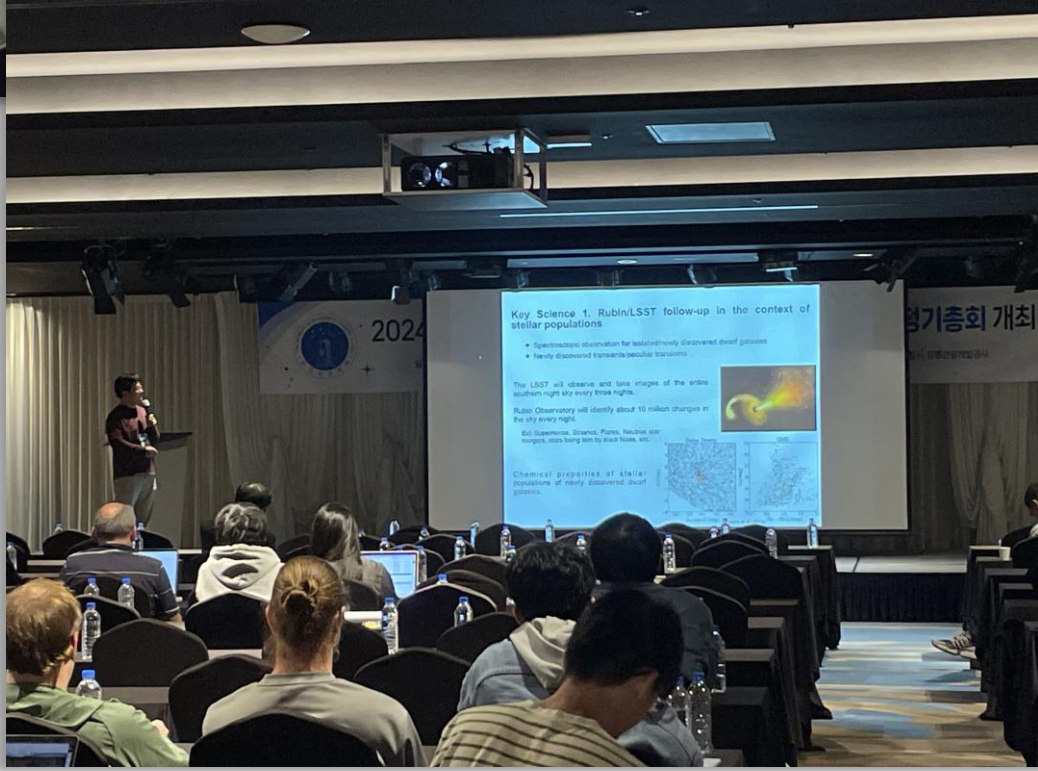
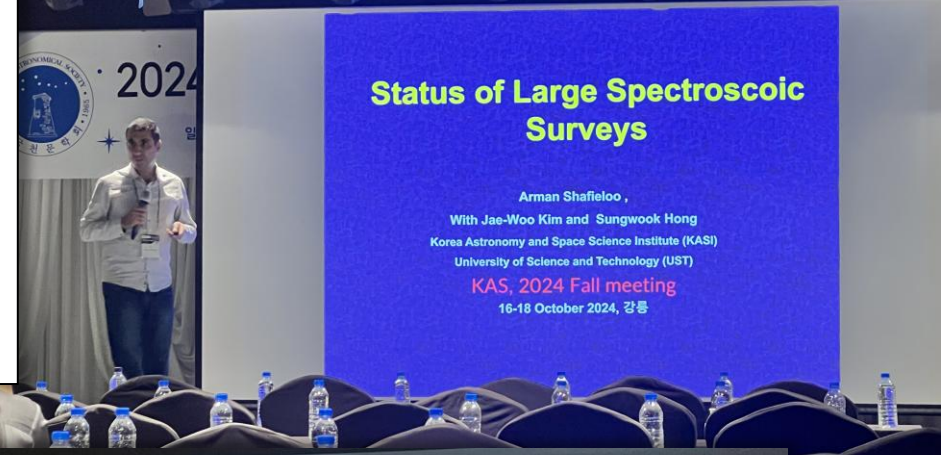


회의 일시 / 장소	2024년 06월 19일 (13:00 ~ 17:00) / Pacifico Yokohama, 일본 요코하마
회의 제목(내용)	<p>제목 : 2024 SPIE 기술교류회</p> <p>- "2024 SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation" 학회에 참여하는 전세계의 한국인 천문학자 및 관측기기개발자 간 교류</p> <p>- "대형 전용 망원경을 활용한 차세대 분광탐사 기획연구" 소개 및 관련 전세계 한인 연구자의 조언 청취 및 공동협력 모색</p>
참석자 정보 (총 35명)	<p>내부 참석자 (총 10명): 홍성욱, 김재우, 김윤중, 이충욱, 한정열, 김우진, 문봉곤, 안교훈, 이용석, 이지우</p> <p>외부 참석자 (총 25명) : 김건희(한밭대), 김대욱/오창진/이선우/정하은(Arizona), 김성희/김현배/원동식(텔레픽스), 김준한(KAIST), 김지훈(서울대), 맹환호(한밭대), 박준규(연세대), 송인웅/양호순/이윤우/이재협(표준연), 양태석/장승원/전유라(레오스페이스), 유정훈/이창희/조재영(그린광학), 이한신(UT), 장승혁(스마트IT연구단), 최종국(항우연)</p>

Jun. 19, 2024 Korean Instrumentation Scientist Meeting @ SPIE



Oct. 18 & 29, 2024 Special sessions @ Korean Astronomical /Space Science Society Meetings



Nov. 27-29, 2024 2nd Workshop

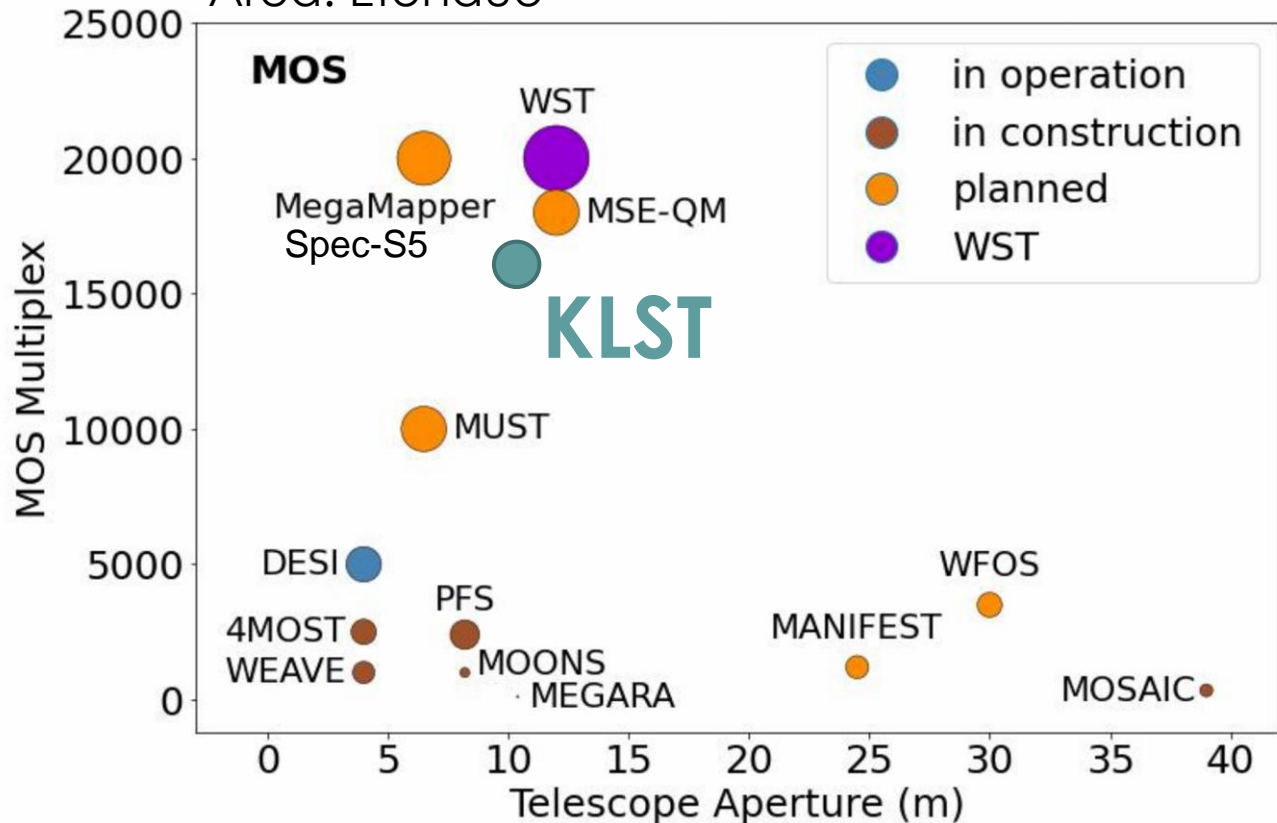


BASIC REQUIREMENTS

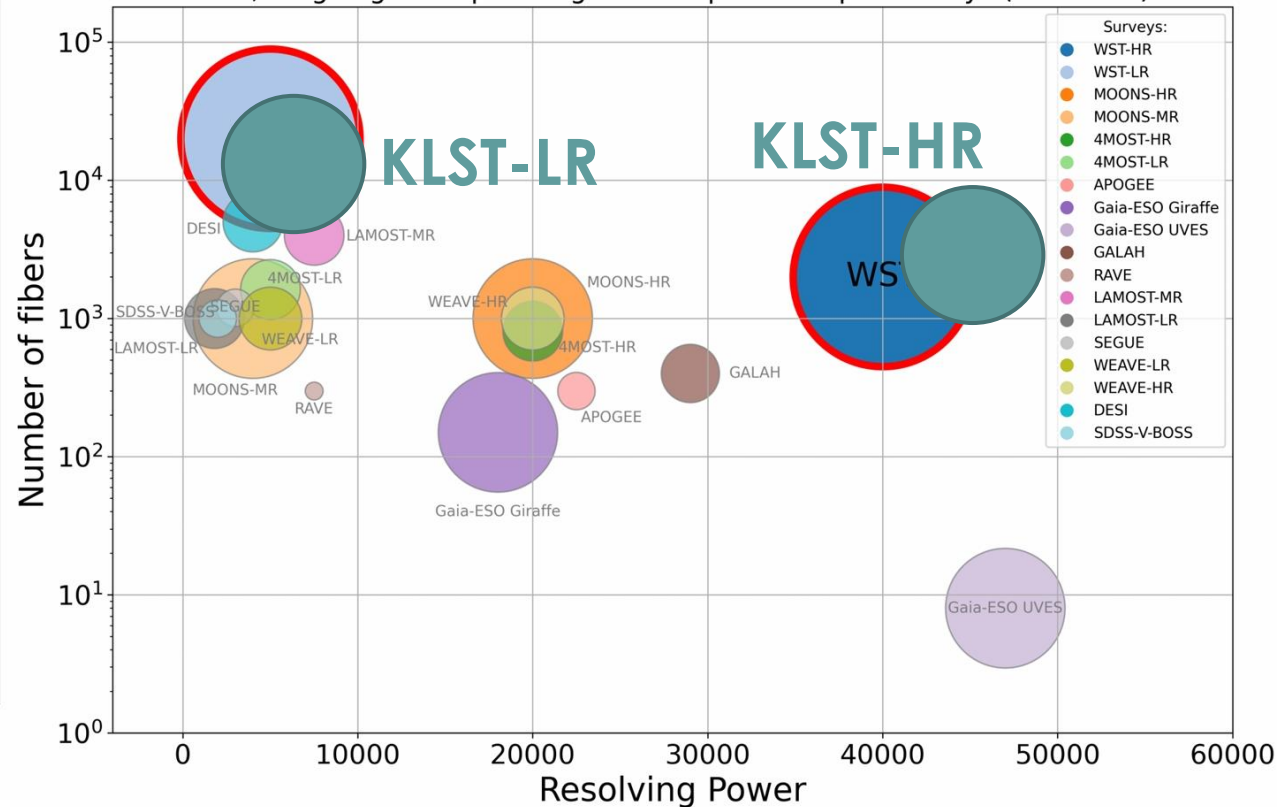
Telescopes	Two 6.5m-telescopes @ Southern hemisphere
Survey Magnitude Limit	$r=21-22$
Wavelength Range	370-1,800nm
Field of View	1.8deg / 2.5deg ²
Spectral Resolution	6,000(low-res), 45,000(high-res)
Multiplexing	13,000(low-res), 3,000(high-res)

BASIC REQUIREMENTS

Area: Etendue



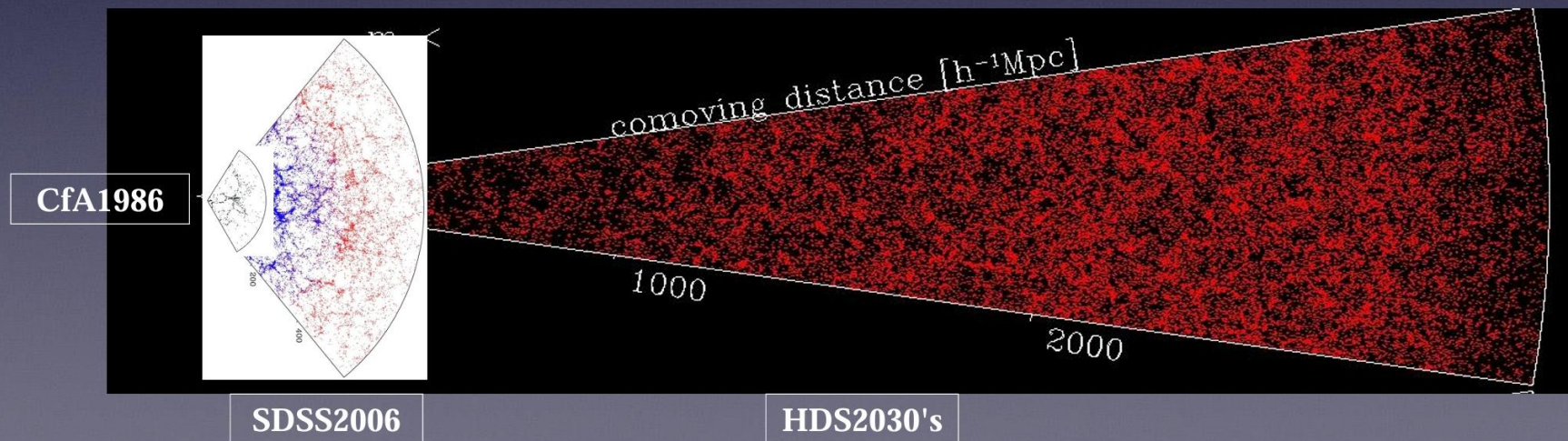
Past, on-going and upcoming Stellar Spectroscopic Surveys (with MOS)



Hubble Depth Survey

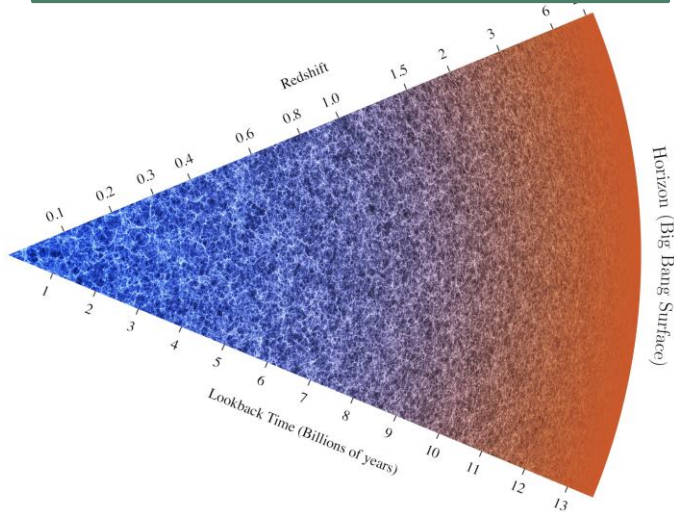
- A complete spectroscopic survey of the local universe

1. **Deep** ($z \sim 1$) \rightarrow evolution of universe (DE science) & tracers
2. **Wide** (area $\gg 1000 \text{ deg}^2$) \rightarrow large scale structure sciences (initial conditions)
3. **Dense** (mean $d \sim < 5 h^{-1}\text{Mpc}$) \rightarrow physics of galaxy formation. high-order statistics
4. **Complete** \rightarrow no sampling biases. unexpected findings. satellite system survey / dark halo survey
5. **Compatible** with parallel surveys \rightarrow sparse & deeper rare object surveys (LRGs, ELGs, QSOs ...)



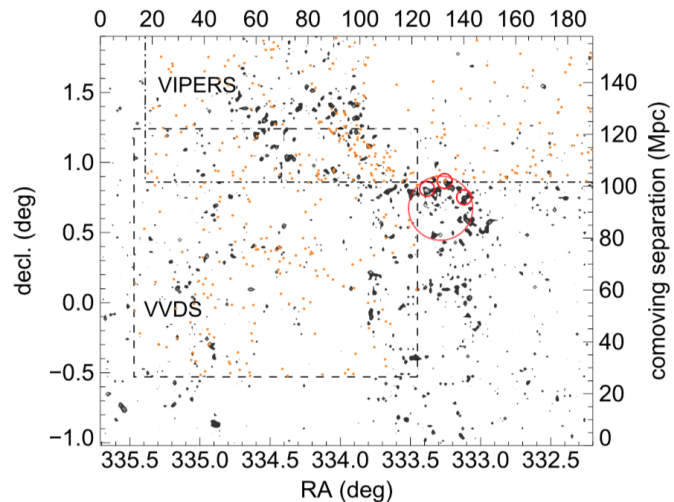
UNDERSTANDING 8GYR HISTORY OF UNIVERSE

Spectroscopic Survey up to $z \sim 1$



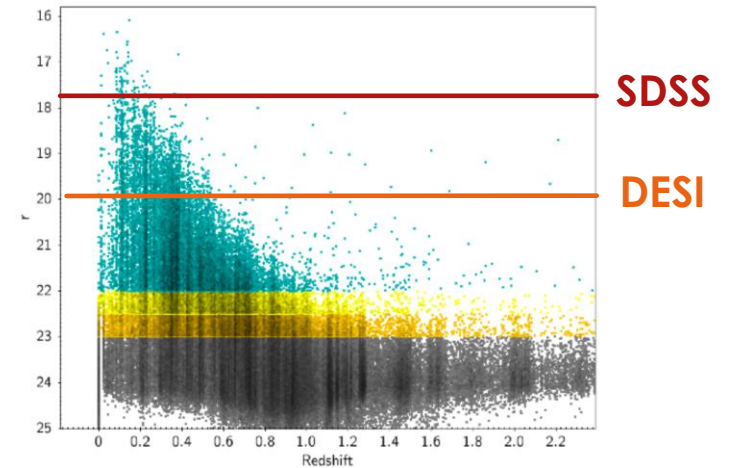
- First complete spectroscopic survey of the Universe of 8Gyr
- Solving the problems of dark matter/energy
- Measuring galaxy clustering without bias
- Studying early universe using quasars at $z > 6$

Mapping the Universe at 8Gyr ago



- Making the galaxy map at 8Gyr ago
- Discovering new galaxy clusters & large-scale structures
- Studying their evolution during 8Gyr
- Testing cosmic inflation using density field

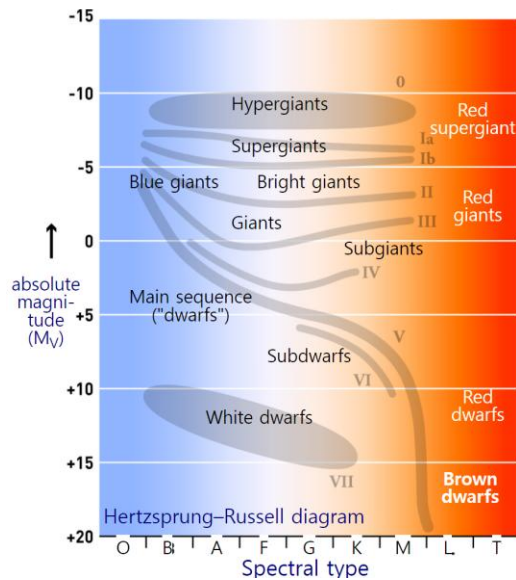
Current Limitation



- Limits on telescopes & technology
- Bias due to the color/type selection
- Insufficient for coherent understanding of the Universe
- Needs large optical/NIR spec. survey with large telescopes
- Needs spec. data @ $r=22-23$ ($J \sim 22$)
- 10-23k galaxies per deg^2

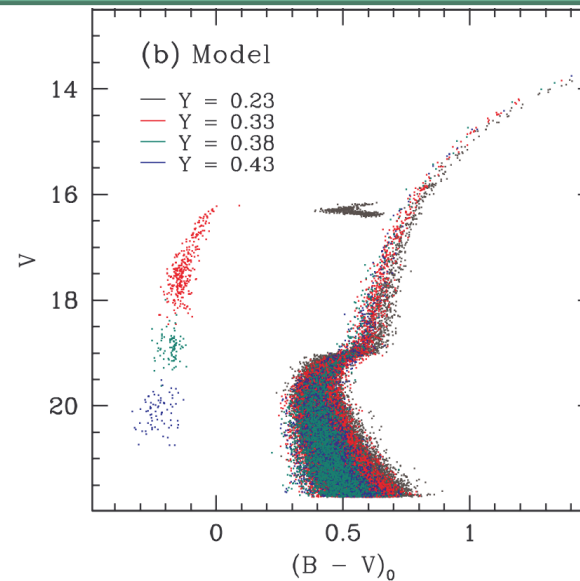
UNDERSTANDING OUR GALAXY

M/L Dwarfs



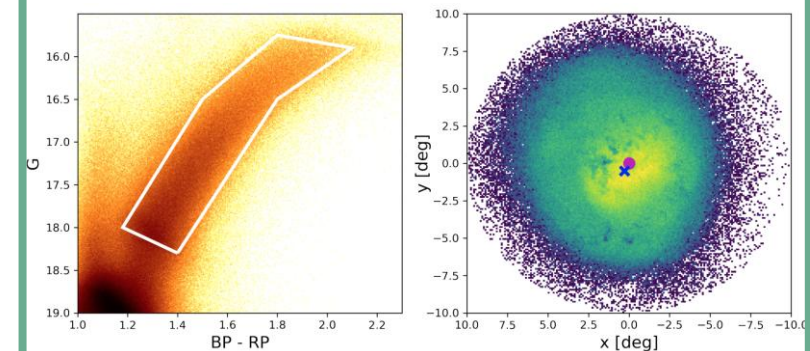
- Age of Universe & early element abundance
- Formation time of disks & halos
- Low-mass tail of stellar IMF
- Host stars of habitable exoplanets
- Aims M-dwarfs with $r < 22$ within 2.5-15 kpc (c.f. LAMOST: $r < 19-20$)

Chemically Peculiar Stars



- He-rich stars
 - Differences on Helium abundance
 - Star formation & chemical abundance
- Metal-poor stars
 - Chemical abundance due to the SNs
 - Stars formed at the early Milky Way

Red Giants at Nearby Galaxies



- Giants at nearby galaxies
 - Kinematic mapping of galaxies
 - Metallicity mapping of galaxies
- Galaxy formation study from galactic structures
- Understanding the formation of Milky Way using the comparison

PLAN FOR FEASIBILITY STUDY ('24-26)

- ▶ Scientific topics
 - ▶ **Key topics ('24)**
 - ▶ **Detailed studies (late '24-early '25)**
- ▶ Concept on instruments & facilities
 - ▶ **Key requirements & concept ('24)**
 - ▶ **Detailed studies (late '24-early '25)**
 - ▶ Technology system diagram/planning ('25)
 - ▶ Observatory candidates studies ('25)
- ▶ Planning
 - ▶ Risks & resolutions ('25)
 - ▶ Roadmap, budget, operation strategy ('25-early '26)
- ▶ Writing reports for the next step ('26)

