

# Let's talk about the future of Astronomy ～White Paper Committee～

Keitaro Takahashi (Kumamoto University)  
高橋慶太郎 (熊本大学)

日本天文学白書委員会 第1期委員  
赤堀卓也・石川遼子・岡本桜子・河原 創・高橋慶太郎  
田中雅臣・富田賢吾・野田浩司・野田博文・米徳大輔

# Background

## 日本の天文学の将来計画

- 日本学術会議：大型・中型観測施設の予算化に向けた活動
- 国立天文台サイエンスロードマップ、実施計画：日本の天文学における国立天文台の役割
- 各サブコミュニティ：サイエンスだけでなく、技術や実現性含め詳細な議論

一方、波長横断・分野横断で天文学全体を楽しく議論する機会は少ない。

## Japanese Astronomy future plan

- Science Council of Japan: Activities toward budgeting for large and mid-sized facilities
- NAOJ Science Roadmap, Implementation Plan: Role of NAOJ in Japan
- subcommunities: Detailed discussion including technology and feasibility

There are few opportunities to discuss astronomy as a whole across wavelengths and fields.

# Purpose

## 日本天文学白書作成の目的

- 日本天文学会全体で将来のサイエンスを楽しく議論できる場を作る
- 若手が天文学を自分の将来と思えるような機会を作る
- 会員が天文学全体について広い視野を持ち、天文学コミュニティが成熟することを図る
- 国立天文台・宇宙科学研究所などで将来計画を議論する上で参照できるリファレンスを提供

## purpose of White Paper

- provide a place where the entire community can discuss future science
- create opportunities for young people to consider astronomy as their future
- help members develop a broader perspective and help the community mature
- provide a reference to discuss future plans at research institutes such as NAOJ & ISAS

# Toward the Committee

## 委員会設置の経緯

- 2023年9月、日本天文学会秋季年会代議員総会にて、委員会設置が有志により提案される
- 賛成多数により可決され、準備のためのワーキンググループが設置される
- ワーキンググループで白書やその作成の仕方が議論される
- 2024年5月、理事会にて委員会設置が承認される

## history of the Committee

- in September 2023, the idea was proposed at the delegate meeting
- approved by majority vote and working group for preparation was formed
- discuss how to make White Paper at the working group
- establishment of the committee was approved at the Board in May 2024

# White Paper Committee

## 日本天文学白書委員会

- 世代や分野などのバランスを考慮して広く天文学会員から委員を選定する
- ただし第1期についてはワーキンググループメンバーとした
- 10名程度で2+2年程度の任期とする
- 日本天文学白書の編集と執筆に責任を持ち、適宜会員に執筆の協力を依頼する
- 全体集会の企画運営を行う

## White Paper Committee

- selected from a wide range of astronomy members, taking into account the balance of generations and fields
- about 10 members with 2+2 year term
- Responsible for editing and writing the White Paper, and asking members for assistance in writing as appropriate
- plan general meetings

# Committee Members

## 第1期委員

赤堀卓也 (国立天文台)

石川遼子 (国立天文台)

岡本桜子 (国立天文台)

河原 創 (JAXA/宇宙科学研究所)

高橋慶太郎 (熊本大学・委員長)

田中雅臣 (東北大学)

富田賢吾 (東北大学)

野田浩司 (千葉大学)

野田博文 (東北大学)

米徳大輔 (金沢大学)

## First-term Committee Members

Takuya Akahori (NAOJ)

Ryoko Ishikawa (NAOJ)

Sakurako Okamoto (NAOJ)

Hajime Kawahara (JAXA/ISAS)

Keitaro Takahashi (Kumamoto U.)

Masaomi Tanaka (Tohoku U.)

Kengo Tomida (Tohoku U.)

Koji Noda (Chiba U.)

Hirofumi Noda (Tohoku U.)

Daisuke Yonetoku (Kanazawa U.)

# Internal Regulations (内規)

## (目的)

第1条 日本天文学会において、天文学やその振興に関連する事項について将来を展望するための日本天文学白書を作成する委員会を置く。

## (任務)

第2条 日本天文学白書を作成するため以下に記する活動を行う。

2. 日本天文学白書の執筆，編集，改訂を行う。

3. 日本天文学白書の内容を検討し，天文学の将来に関する議論を活性化するための集会を開催する。

## (委員会の構成)

第3条 委員（内1名，委員長）は理事会における議決を経て，正会員の中から会長が任命する。委員長は委員の中から会長が任命する。

## (委員会の運営)

第4条 日本天文学白書を作成するにあたって委員は執筆，編集，改訂に責任を持つ。

2. 必要に応じて執筆者を募集・選定し，委員を中心とした執筆班を組織する。

3. 集会を開催するための実行委員会を委員を中心として組織する。

4. その他，日本天文学白書の作成やコミュニティの議論を活性化するための活動を行う。

# What is White Paper?

- 日本における過去からの積み上げ、現状、新しい機運、国際的な位置付けなどを踏まえ、長期的なサイエンスとそれを支える諸要素を整理する
- 日本が進むべき方向を議論するためのリファレンスとなる
- あくまでもサイエンスの白書であり、特定の将来計画を評価・選別せず、大型観測装置と直接結びつかないトピックも含める
- organize the science and what support it for the next 20 years with a clear outlook, based on the past achievement in Japan, the current situation, the rise of new momentum, and the international positioning
- serve as a reference to discuss the direction Japan should take
- does not evaluate or select specific future plans

# What is White Paper?

- 規模：200~300ページ（10章 x20~30ページ程度）
  - 執筆者：委員を中心として執筆チームを編成（各チーム10名程度を想定）
  - 内容：研究分野の背景と現状、10~20年スケールの将来の展望
  - 章立て：天文学会セッションを参考に、より大枠で、境界領域や天文学を支える諸要素も考慮
  - スケジュール：2026年度末に初版を作成し、必要に応じ適宜改訂
- Size: 200-300 pages (10 chapters x 20-30 pages)
  - Authors: writing teams will be formed centered on the committee members (each team has around 10 people)
  - Contents: Background and current status of the fields, prospects on 10-20 year scale
  - Structure: based on the ASJ meeting sessions or broader
  - Schedule: first version at the end of FY 2026

# Scope of White Paper

## サイエンス

- 天文学
- 周辺分野：地球惑星、素粒子原子核、天文学史

## サイエンスの達成に必要なもの

- 技術：望遠鏡、ソフトウェア、計算機、ICTインフラ
- 持続可能なコミュニティ：コミュニティの健全性、多様性と包摂性、若手のキャリアと教育
- 社会的責任：アウトリーチ、教育、地域・歴史・環境への配慮

## science

- astronomy
- associated fields: planets, particles and nuclei, history

## What we need to do science

- Technology: telescopes, software, computers, ICT
- Sustainable Communities: Young Careers and Education, Diversity and Inclusion
- Social responsibility: outreach, education, history, environment

# tentative table of contents

章タイトル	内容
太陽と恒星	太陽、太陽地球圏、恒星・恒星進化
星と生命	星・惑星形成、星間現象、系外惑星、太陽系天体、宇宙生物学
コンパクト天体と高エネルギー現象	コンパクト天体、星間現象、宇宙線
銀河と銀河団	銀河系、銀河、活動銀河核、銀河団、銀河形成・進化
宇宙論	宇宙論、構造形成、暗黒物質、暗黒エネルギー、重力、素粒子
天文学を支える技術と実験	観測機器、実験技術
ICTで飛躍する天文学	計算機、データサイエンス、ソフトウェア、データベース、プラットフォーム
天文学史	天文学史、天文遺産、天文学と歴史学のシナジー
持続可能な天文学コミュニティ	コミュニティの健全性、多様性と包摂性、若手のキャリアと教育、大学と共同利用機関
天文学と社会	広報普及、天文教育、地域・歴史・環境への配慮
Chapter Title	Contents
Sun & Stars	Sun, Solar-Terrestrial environment, stars and their evolution
Stars and Life	star & planet formation, interstellar phenomena (low energy), exoplanets, solar system, astrobiology
Compact Objects & High-Energy Phenomena	compact objects, interstellar phenomena (high energy)
Galaxies and Galaxy Clusters	Milky Way, galaxies, AGN, galaxy clusters, galaxy formation & evolution
Cosmology	cosmology, structure formation, dark matter, dark energy, gravity, particle physics
Technology & Experiments	observation technology, terrestrial experiments
ICT	computers, data science, software, database, platform
History of Astronomy	history of astronomy, heritage, synergy between astronomy and history
Sustainable Community	healthy community, diversity and inclusion, young careers and education, research institutes
Astronomy & Society	outreach, general education, consideration for region, history & environment

# expanding roles of astronomers

数十年前 → 現在

- 技術開発、計算機
- データサイエンス
- 広報普及、天文教育

現在 → 今後

- 持続可能なコミュニティ
  - 「日本天文学会行動規範」
  - ハラスメント、多様性、包摂性
- 地域や歴史への配慮
  - 「~~土地を借りるのだから誠意を持って先住民に接し感謝しよう~~」

past → now

- technology
- data science
- public outreach, education

now → future

- sustainable community
  - "ASJ Code of Conduct"
  - harassment, diversity
- consideration for region & history
  - "~~thank & respect indigenous people~~"

# White Paper Meetings

## 全体集会

- 本事業のメインの1つであり単なる白書の準備ではない
- 春季年会と秋季年会の各回で2時間程度の特別セッションや、タウンミーティングなどを開く
- 天文学白書委員会によりプログラム作成や講演者選定が行われる
- 2時間セッション：講演（40分x2人）・パネルディスカッション

## White Paper Meetings

- one of the main contents of this project and is not just the preparation of White Paper
- special session at spring and fall annual meetings and town meetings
- the Committee will organize the program and select speakers
- report a short summary of the meeting at the Astronomical Herald

# Special Session @ Fall Annual Meeting

2024/Sep/13

1. Introduction & Scope (30 min)

Keitaro Takahashi

2. Keynote Lecture (20 min)

Kengo Tomida

"Before I retire - Future of  
star/planet formation studies"

3. Panel Discussion (40 min)

- participants: 65 in person, 90 online
- The panel discussion was lively with many opinions expressed
- A comment from an undergrad



# Before I retire

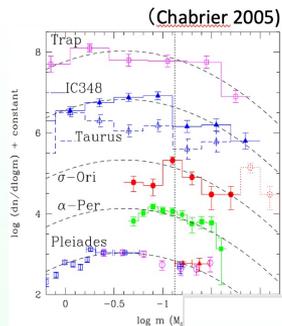
Future of star/planet formation studies

Kengo Tomida  
Astronomical Institute  
Tohoku University



## Ultimate Goals of Star Formation Studies

1. Stellar Initial Mass Function  
Stellar mass determines stellar evolution. Chemical and Dynamical feedback from massive stars control the universe.  
→ Mass distribution of stars is crucial.  
⇒ What is the origin of the IMF?



2. Origin of the Sun, other planets, and ...  
Formation of our solar system is still unclear, and now more than 5,000 exoplanets are reported.  
⇒ Formation scenario of stars and planets = stellar ...

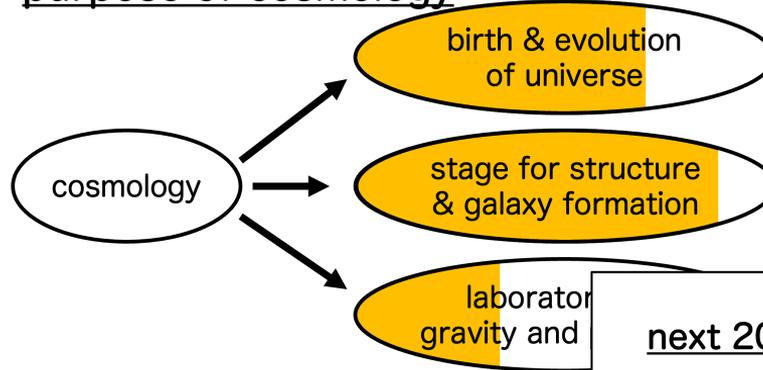
## ASTRO2050?

- If Moore's law is still applicable (probably not), supercomputers should reach >ZFLOPS (a few thousands x Fugaku). (I really hope software development will be easier then.)
- Huge (space? moon?) interferometer that can achieve < 1mas from cm to submm (required baseline >2,000km @ 1cm, 20,000km @ 10cm)
- Gigantic (>km!?) space/moon single-dish radio telescope?
- Gigantic (>100m?) space/moon optical/IR telescope?
- Cosmic-ray observatory outside the heliosphere??

# COSMOLOGY

20 years ago,  
now,  
and 20 years

## purpose of cosmology



## next 20 years

inconsistency between different measurements

- Hubble tension
- $S_8$  tension

non-standard phenomena

- global 21cm signal
- cosmic birefringence

new probes

- 21cm line
- gravitational waves



dark energy  
dark matter  
inflation  
General Relativity  
axion  
cosmic string  
primordial black hole  
extra-dimension  
superstring

# Summary

## 日本天文学白書

- 日本天文学会全体で将来のサイエンスを楽しく議論できる場を作る
- 若者に「天文学こそ自分の未来だ」と思ってもらおう
- サイエンスの包括的で長期的な見通しと、それを実現するための様々な要素
- ~~みなさん暖かく見守ってください~~
- みなさんの積極的な参加（集会・執筆・フィードバック）が必要不可欠です！

## White Paper

- provide a place where the entire community can discuss future science
- create opportunities for young people to consider astronomy as their future
- long-term science prospects and what are necessary to realize them
- Everyone's active participation is essential!!