

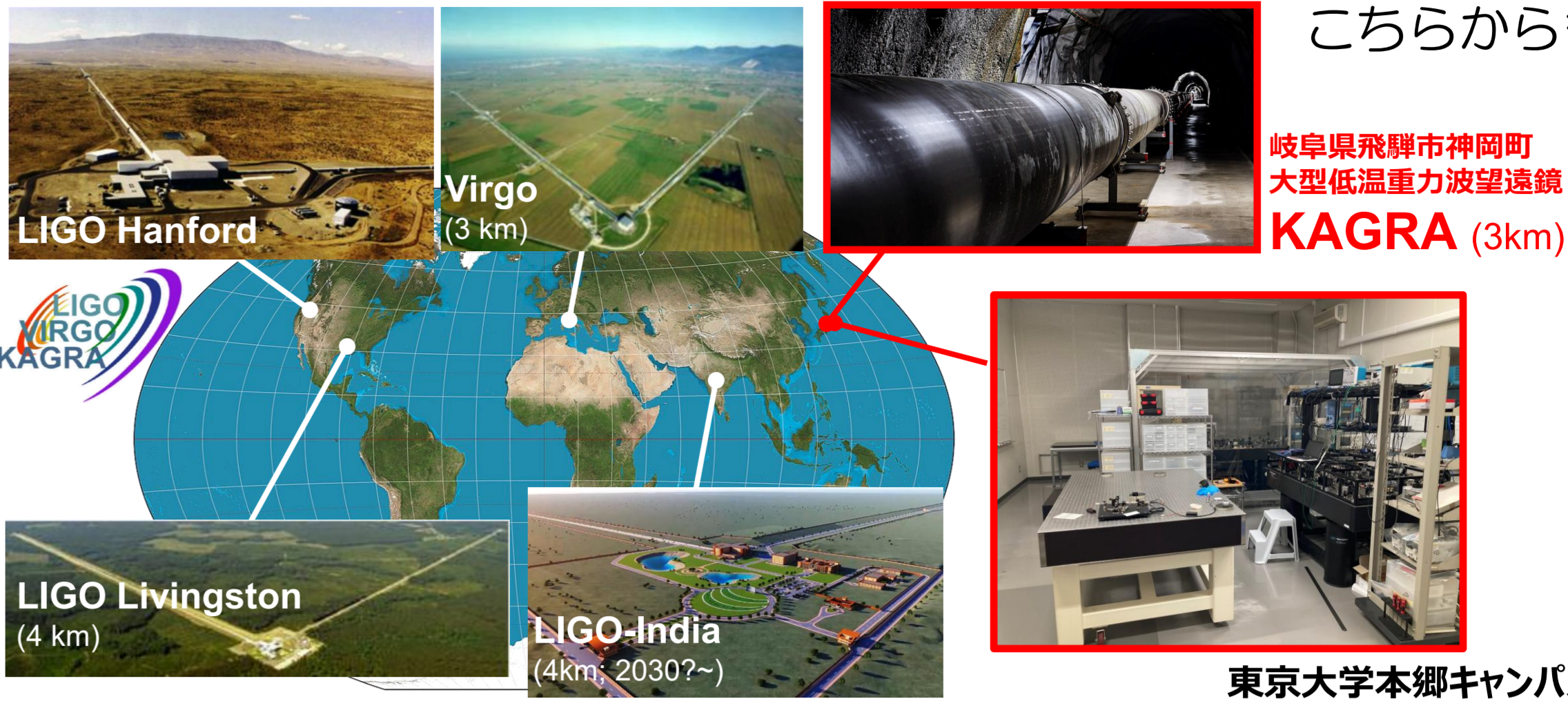
# 精密光計測による 新しいダークマター探索

道村唯太  
東京大学 大学院理学系研究科附属  
ビッグバン宇宙国際研究センター  
[michimura@resceu.s.u-tokyo.ac.jp](mailto:michimura@resceu.s.u-tokyo.ac.jp)



↑ポスターは  
こちらからも

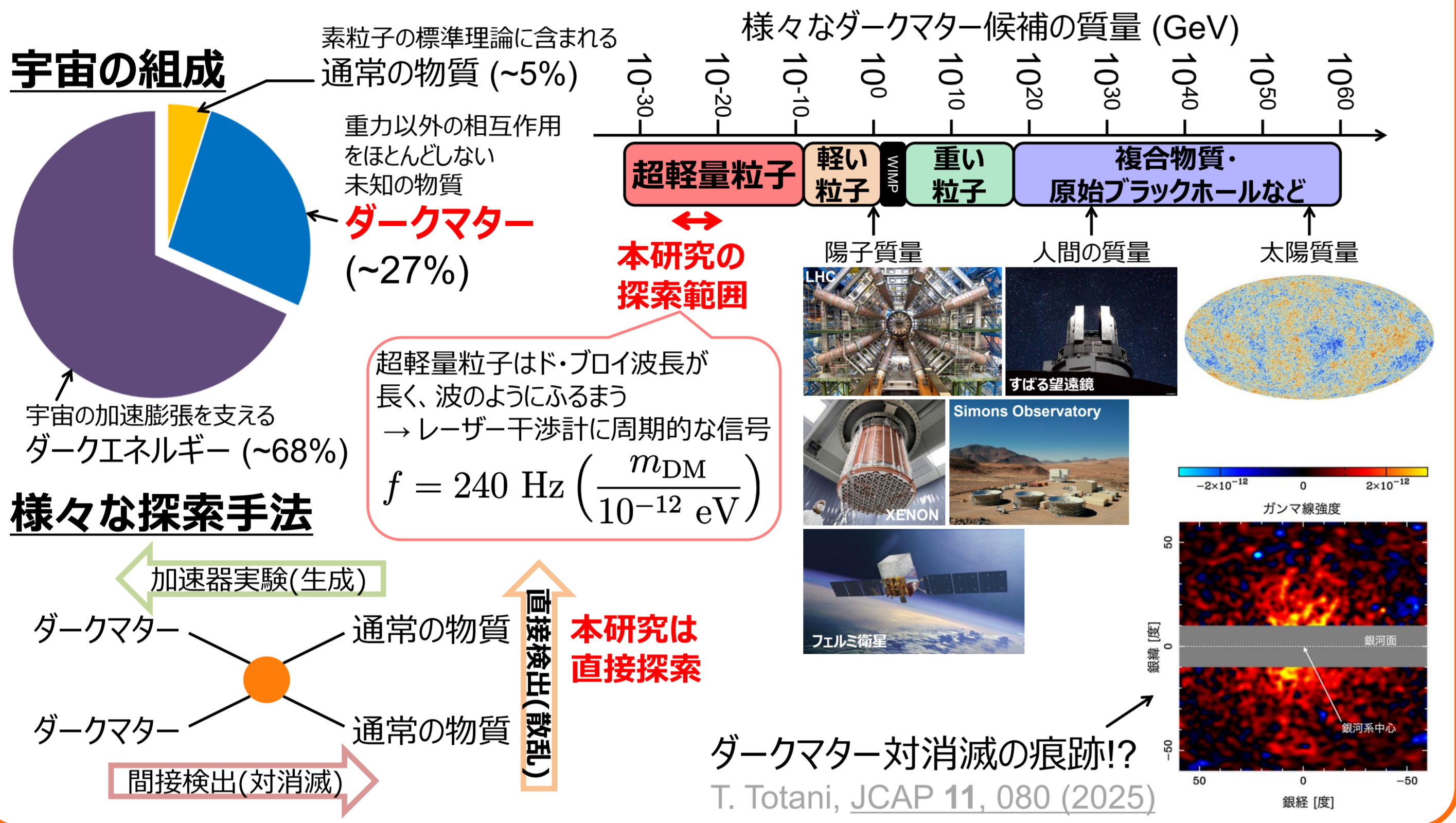
宇宙には目に見えないダークマターが存在し、全物質の約80%を占めると考えられています。その正体はわかっていません。数ある候補の中でも、近年特に注目されているのが、波のようにふるまう超軽量ダークマターです。重力波望遠鏡KAGRAや光計測技術を駆使した小規模実験を通じて、新たな手法によるダークマターの直接探索を進めています。



東京大学本郷キャンパスにある実験室  
(2024年4月に着任、研究室立ち上げ)

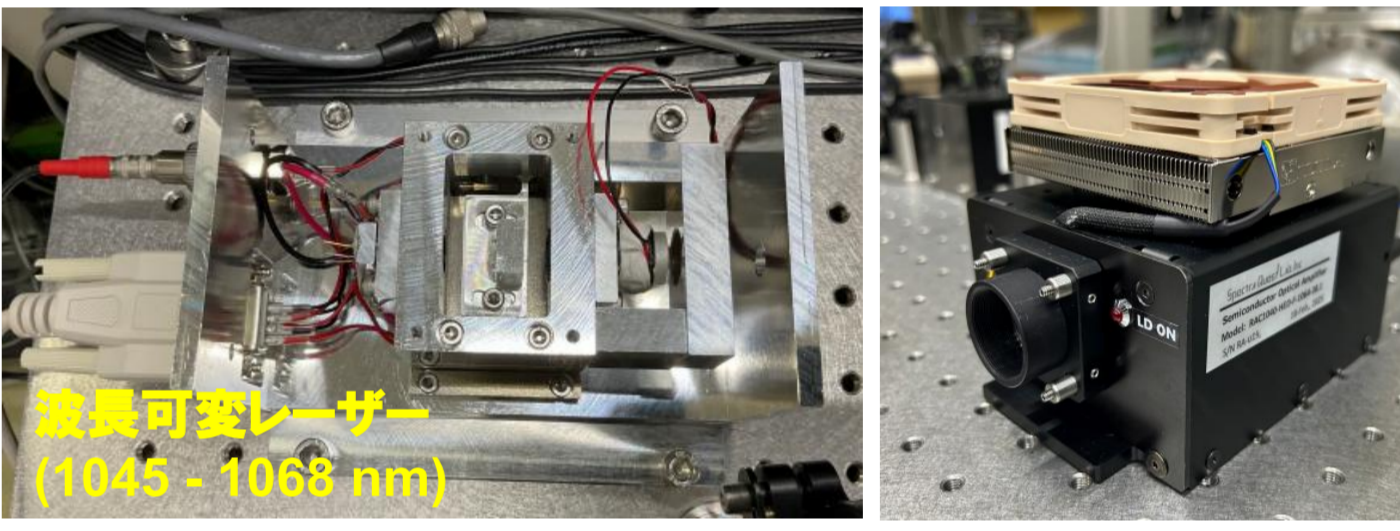
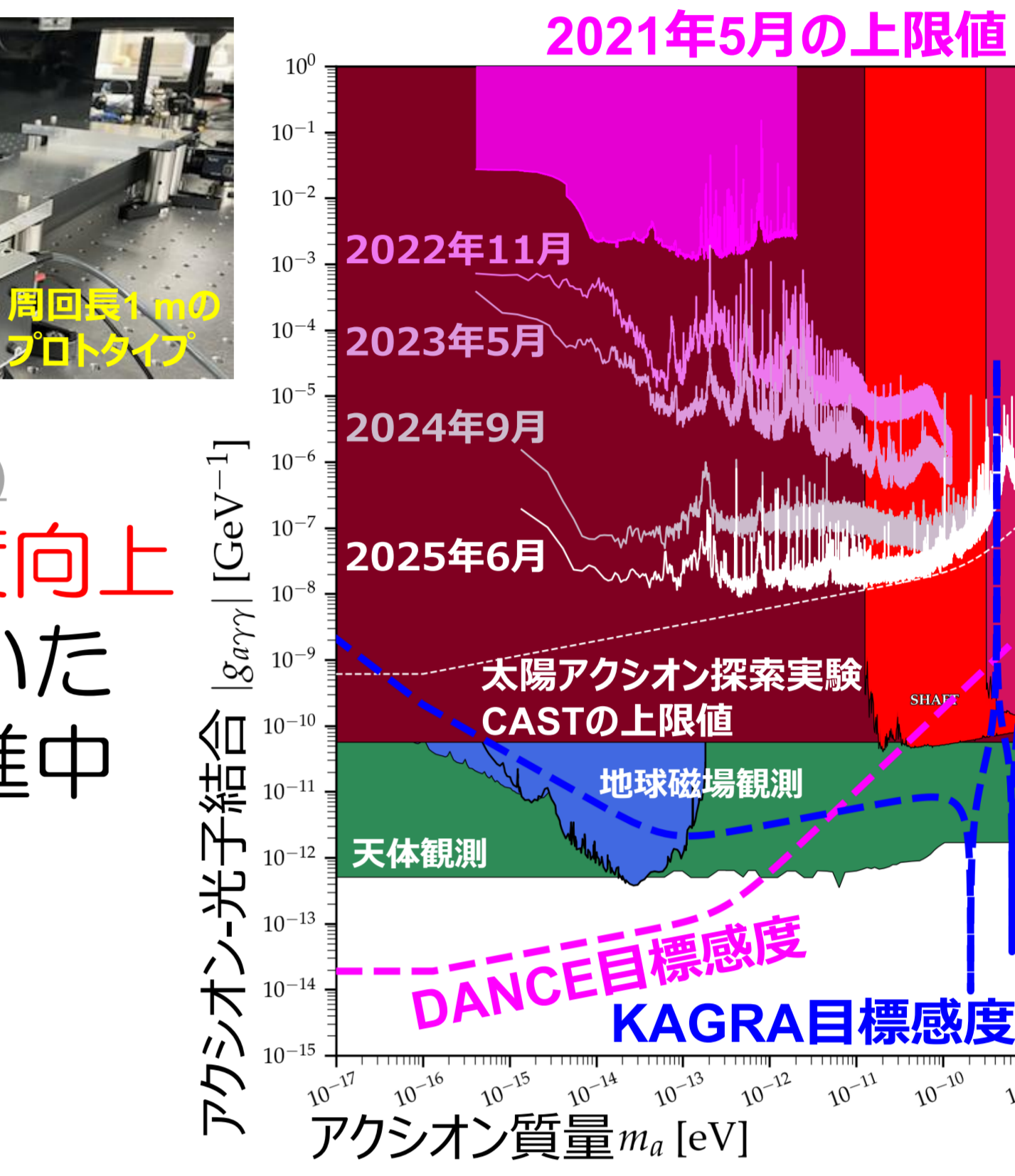
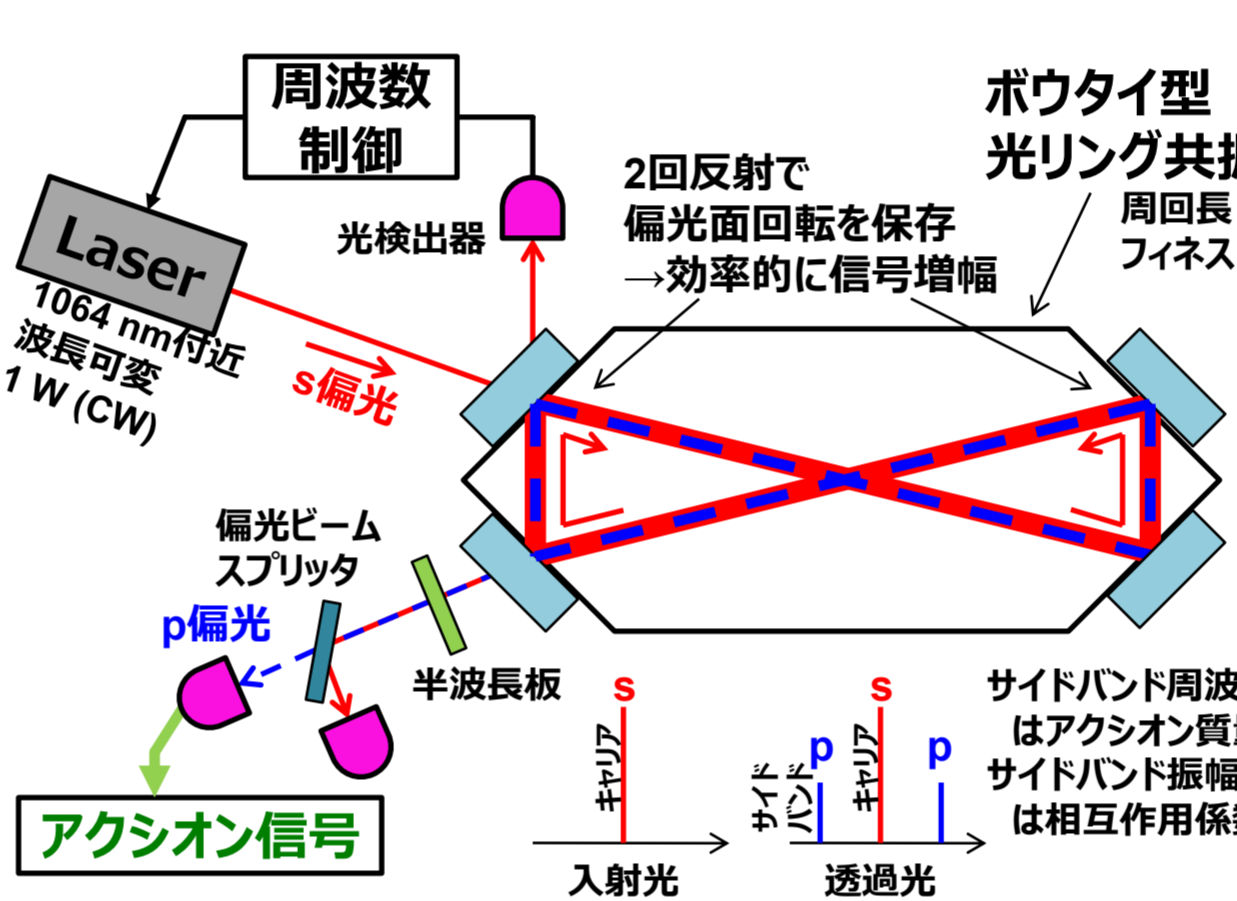
## ダークマターとは？

- 様々な観測から存在は確実だが、**正体不明**の物質
- 存在の指摘から約100年、未だ検出されていない
- 質量で約90桁に渡って様々な候補がある
- 特に**超軽量粒子**は、宇宙論から注目されている



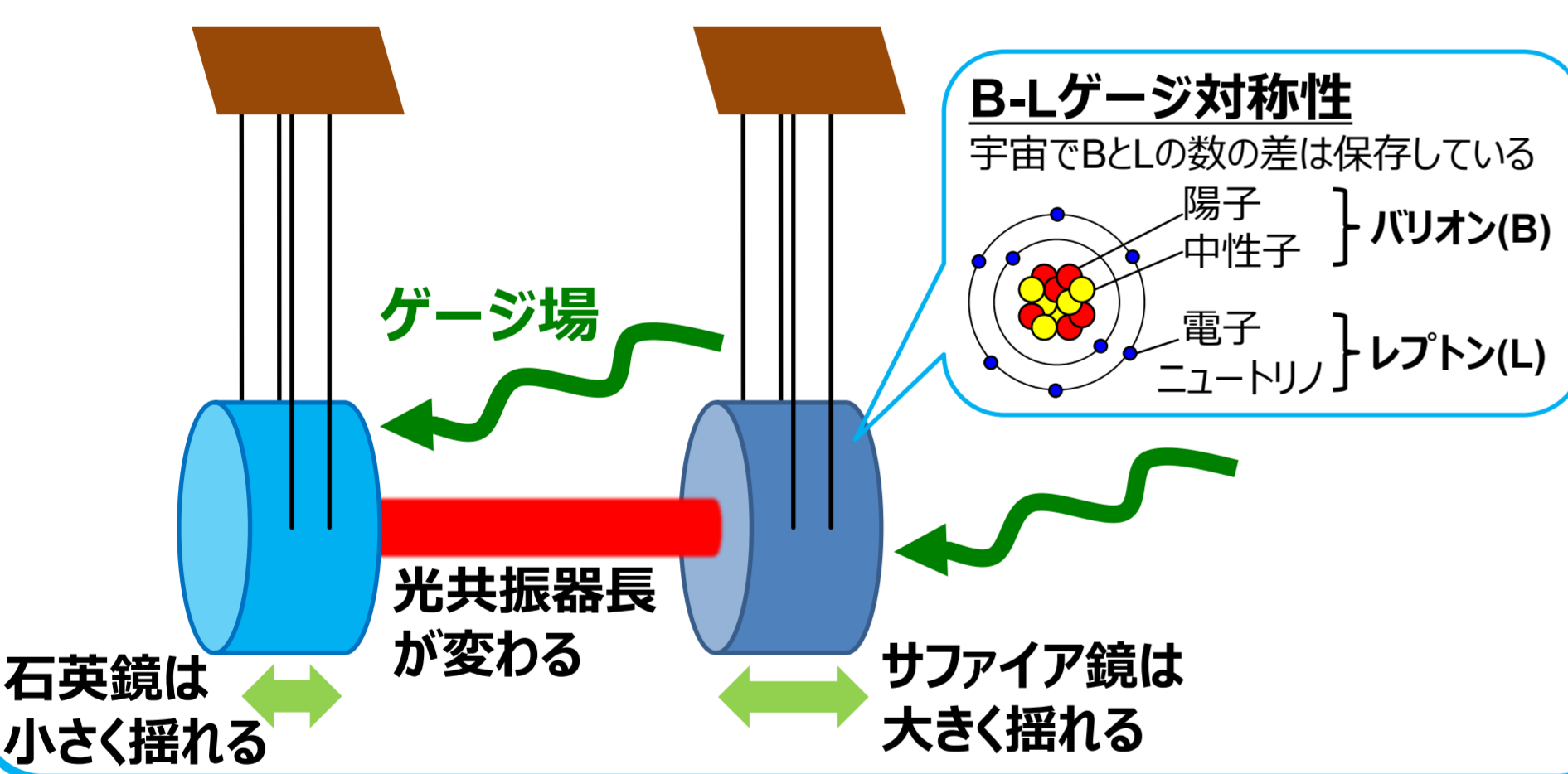
## 光リング共振器実験 DANCE

- 2018年に提案  
I. Obata, T. Fujita, YM, PRL 121, 161301 (2018)
- 2021年**初観測**、原理実証  
Y. Oshima+, PRD 108, 072005 (2023)
- 現在までに**約5桁の感度向上**
- 波長可変レーザーを用いたさらなる高感度化を推進中  
H. Takidera, ..., YM, PRD 112, 063048 (2025)



## ゲージ粒子

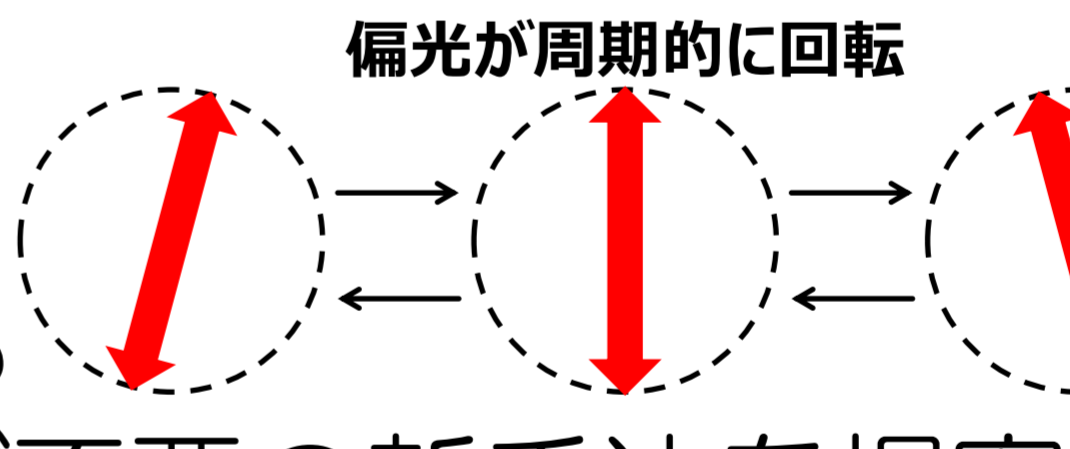
- B-Lゲージ対称性に対応する粒子
- ニュートリノ質量の起源や宇宙の物質生成と密接に関係
- 物質に**周期的な力**を加える
- 力の大きさは物質によって異なる



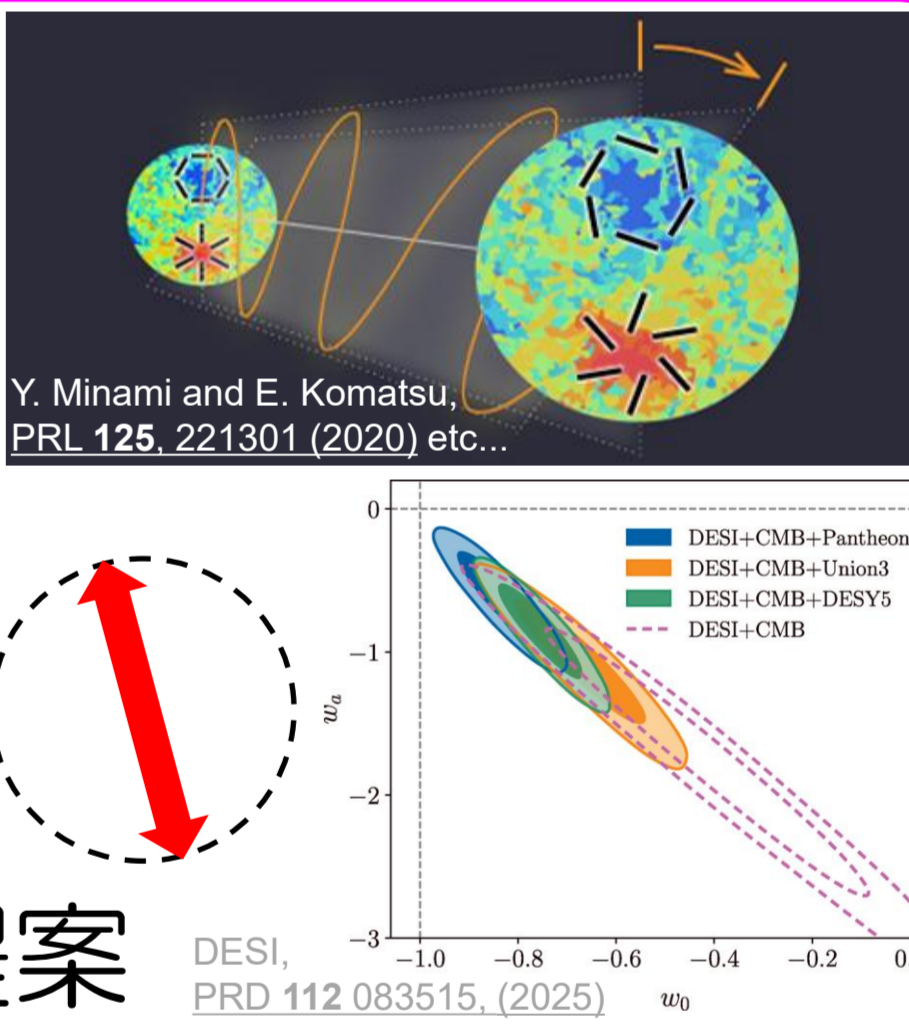
偏光による探索

## アクシオン

- 超弦理論などが予言する粒子
- 最近の宇宙複屈折の観測、ダークエネルギーの時間変化の兆候からも高い注目
- 光とわずかに相互作用して、光の**偏光面を周期的に回転**させる
- 偏光に着目することで、強磁場が不要の**新手法を提案**



広帯域探索



低質量帯

## 重力波望遠鏡 KAGRA

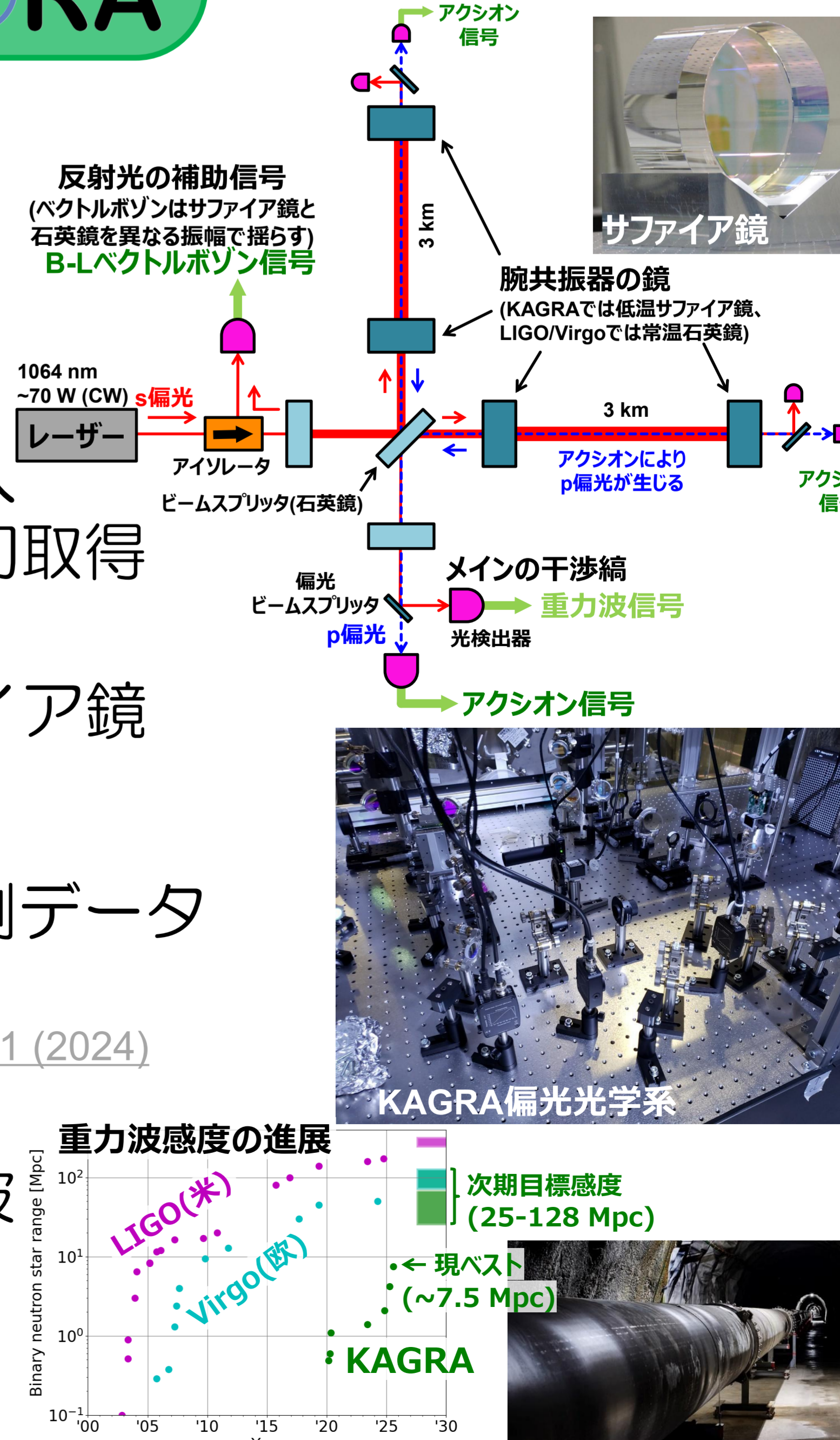
### アクシオン

- 2019年に提案  
K. Nagano, T. Fujita, YM, I. Obata, PRL 123, 111301 (2019)  
K. Nagano, ..., YM, I. Obata, PRD 104, 062008 (2021)
  - 2021年に偏光板を導入
  - 今月、高周波データも初取得
- ゲージ粒子**
- KAGRA独自のサファイア鏡の利用を提案  
YM+ PRD 102, 102001 (2020)
  - 2020年の補助的な観測データを用いて**初探索に成功**  
LIGO-Virgo-KAGRA, PRD 110, 042001 (2024)

### 重力波との同時観測

- 2025年6-8月に重力波との**同時初観測実施**
- 2026年にも半年の観測を予定

狭帯域探索



## 光学浮上させた鏡

- サンドイッチ構成を提案  
YM+, Optics Express 25, 13799 (2017)
- 浮上の原理検証は完了  
T. Kawasaki, ..., YM, PRA 102, 053520 (2020)
- フランスLMAと協力して**微小鏡を開発中**  
M. Croquette, ..., YM+, AVS Quantum Science 5, 014403 (2023)
- 光学浮上の世界初実現とダークマター探索への応用を目指す
- 重力の量子性検証も  
T. Fujita, Y. Kaku, A. Matsumura, YM, CQG 42, 165003 (2025)

