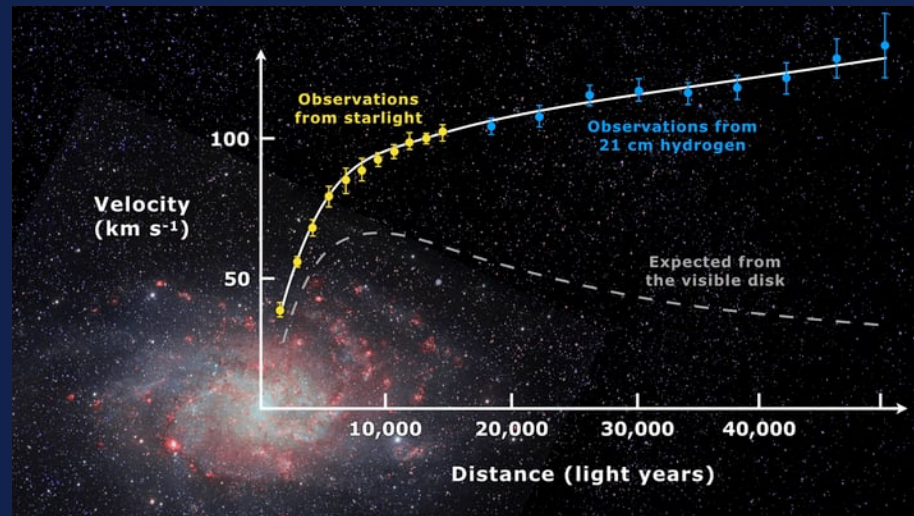


ABSTRACTS

暗黒物質とは通常の物質の5倍以上存在するとされている一方で、正体は未だ不明の物質である。我々はその正体を解明するために、3kmの基線に生じる 10^{-19} m 程度の微小な長さの変化さえも検出可能なレーザー干渉計を活用し、暗黒物質との微弱な相互作用を捉える実験を行っている。

研究背景①：暗黒物質とは

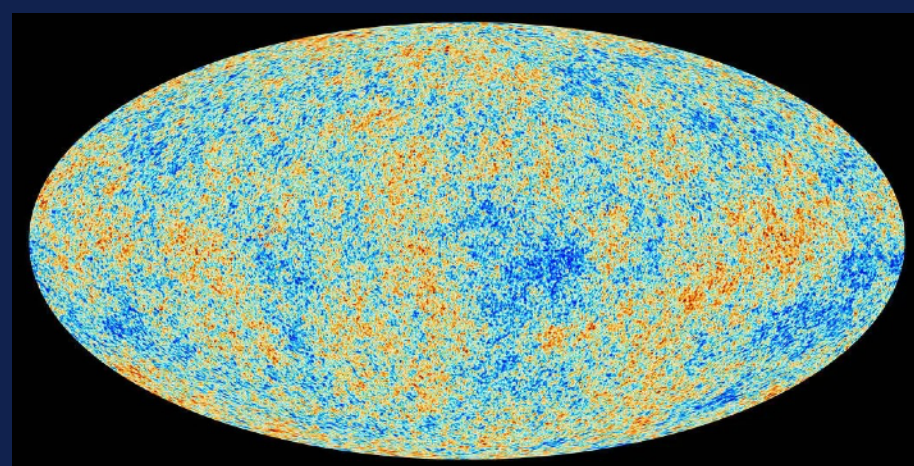
- 宇宙の様々な観測が暗黒物質の存在を予言している
- 理論計算と観測結果の一致から存在量が見積もられている



銀河の回転曲線



弾丸銀河団



宇宙マイクロ波背景放射
(観測できる宇宙の最古の姿)



宇宙の全エネルギーを構成する成分の割合

- 初予言から約90年が経つても未発見
→ 様々な探索実験が世界各地で進行中！



研究背景②：レーザー干渉計

- 光の干渉を利用して基線長の長さ（鏡同士の距離）の差を読み取る
- うで内の鏡の距離が変化し、2本のうでの長さに差が生じると、読み出し部におけるレーザーの干渉状態が変化する



VIRGO
(イタリア)



KAGRA
(日本)

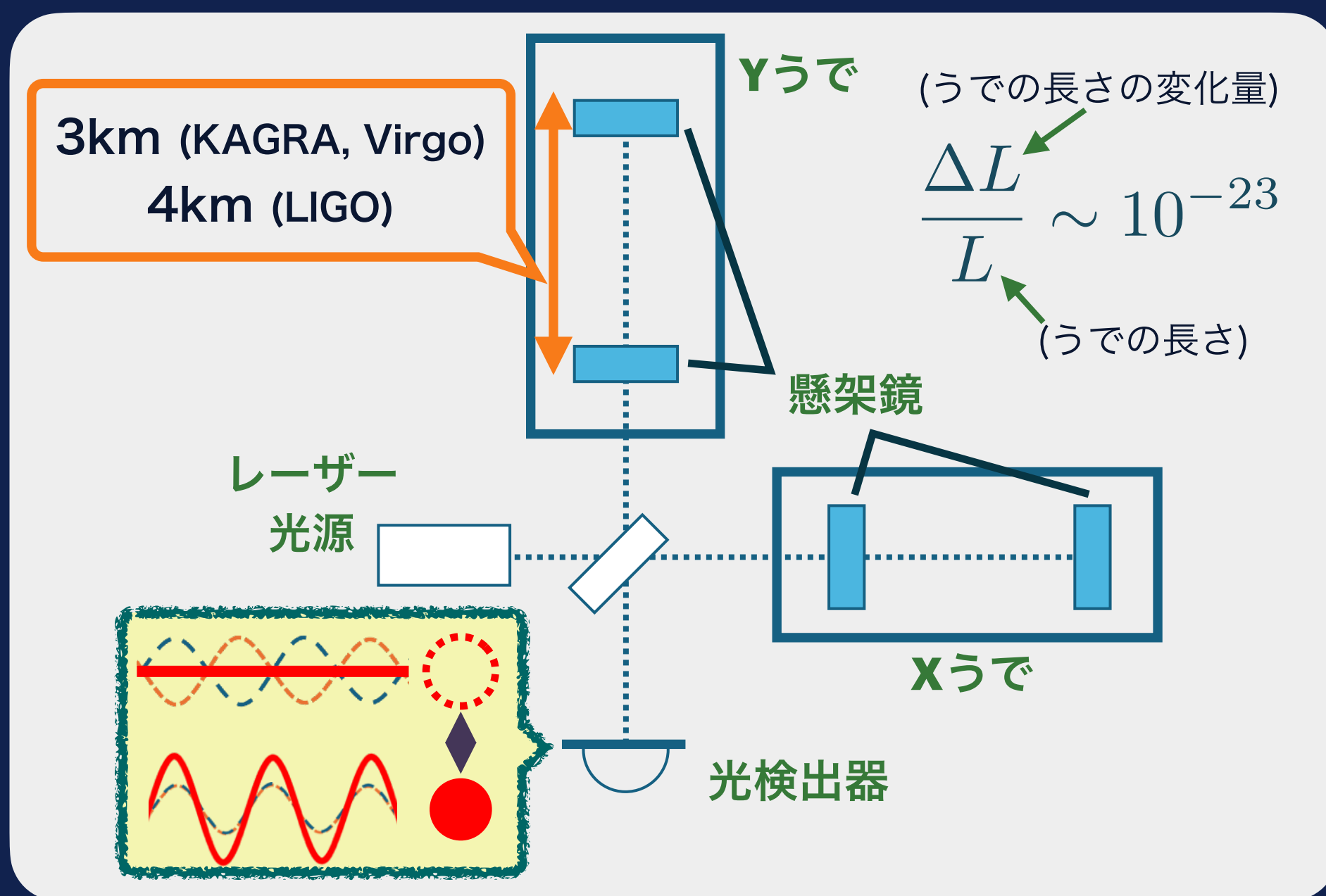


LIGO LIVINGSTON
(アメリカ)



LIGO HANFORD
(アメリカ)

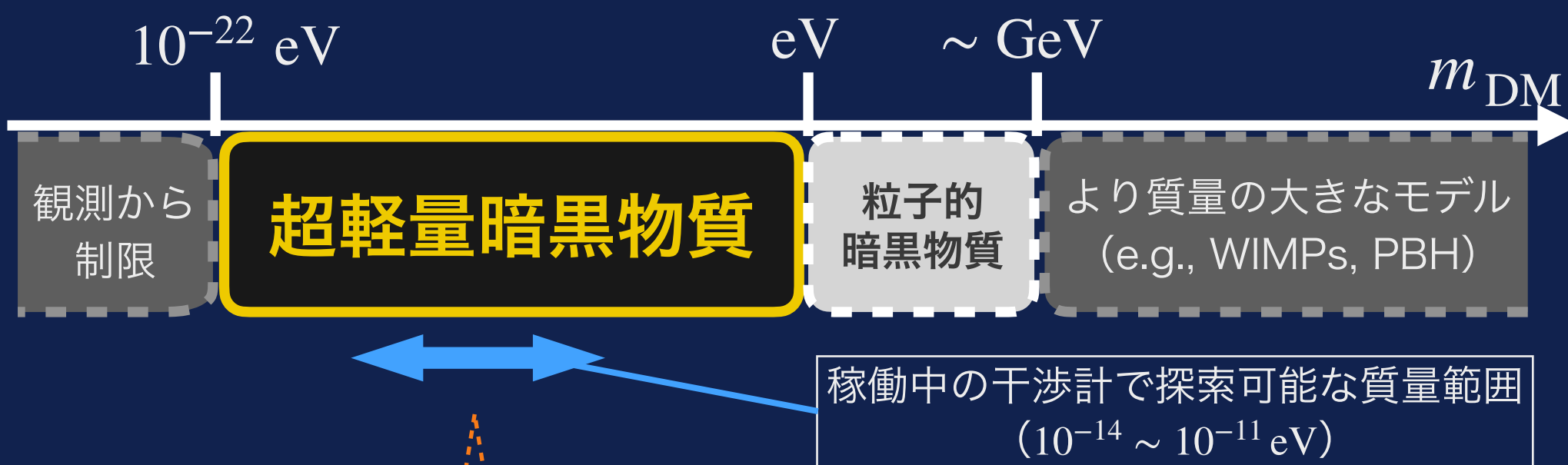
現在稼働中の大型レーザー干渉計



大型レーザー干渉計の模式図

研究内容：レーザー干渉計を用いた暗黒物質探索

- 暗黒物質の候補となる質量は90桁にもおよぶ
- 本研究手法では非常に小さな質量領域を探索
- 様々な理論に基づく多数の物理モデルが存在する



● 暗黒物質の正体として有力な理論モデル

spin-0 dilaton
 $\mathcal{L} \supset$ (Interaction term with EM, gluon, Fermion fields)
1. S. Morisaki+, (2019)
2. K. Fukusumi+, (2023)

spin-1 $U(1)_D$ gauge boson
 $\mathcal{L} \supset e\epsilon_D J_D^\mu A_\mu$
* $D = B$ or $B-L$
1. Y. Michimura+, (2020)
2. S. Morisaki+, (2021)
3. LVK Collab., (2024)

spin-2 spin-2 DM
 $\mathcal{L} \supset -\frac{\alpha}{2M_{Pl}} \Phi_{ij} T^{ij}$
1. Y. Manita+, (2023)
2. Y. Manita+, (2024)

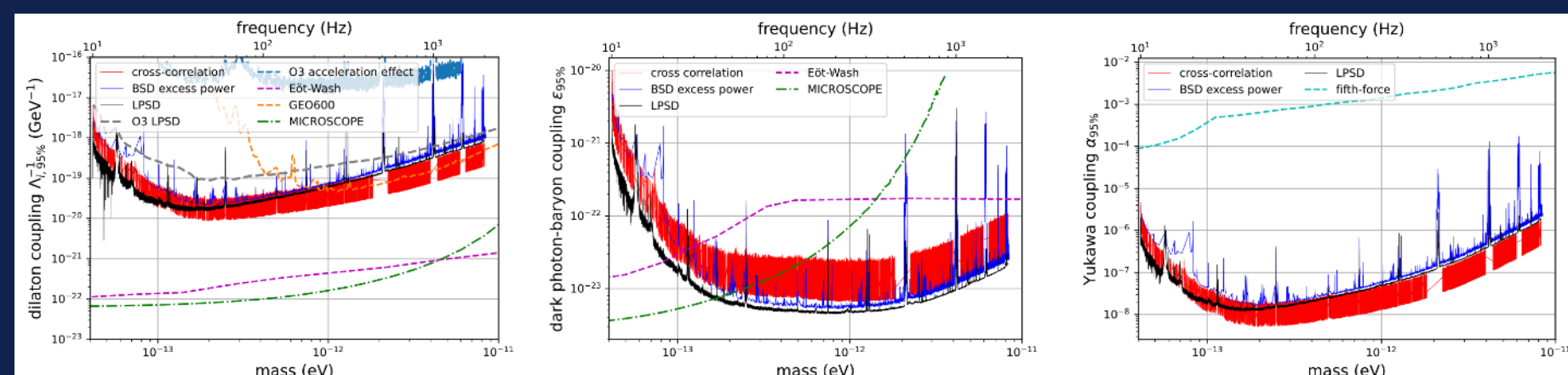
- 暗黒物質が鏡と相互作用し力を及ぼすことで鏡が揺れ信号が生じる



レーザー干渉計を用いる理由：

- 鏡の揺れに対し非常に敏感
- 本来は重力波という現象のための観測器
- 微弱な相互作用も検出できる！
- 異なる分野の研究への応用！

● 最新の観測データを用いた探索も進行中（下図は最新の論文における結果）



Ref: arXiv:2510.27022