

飛翔鏡「光速で進行するプラズマで創られた鏡」 を実証

—超高強度場科学へのブレークスルーへ—

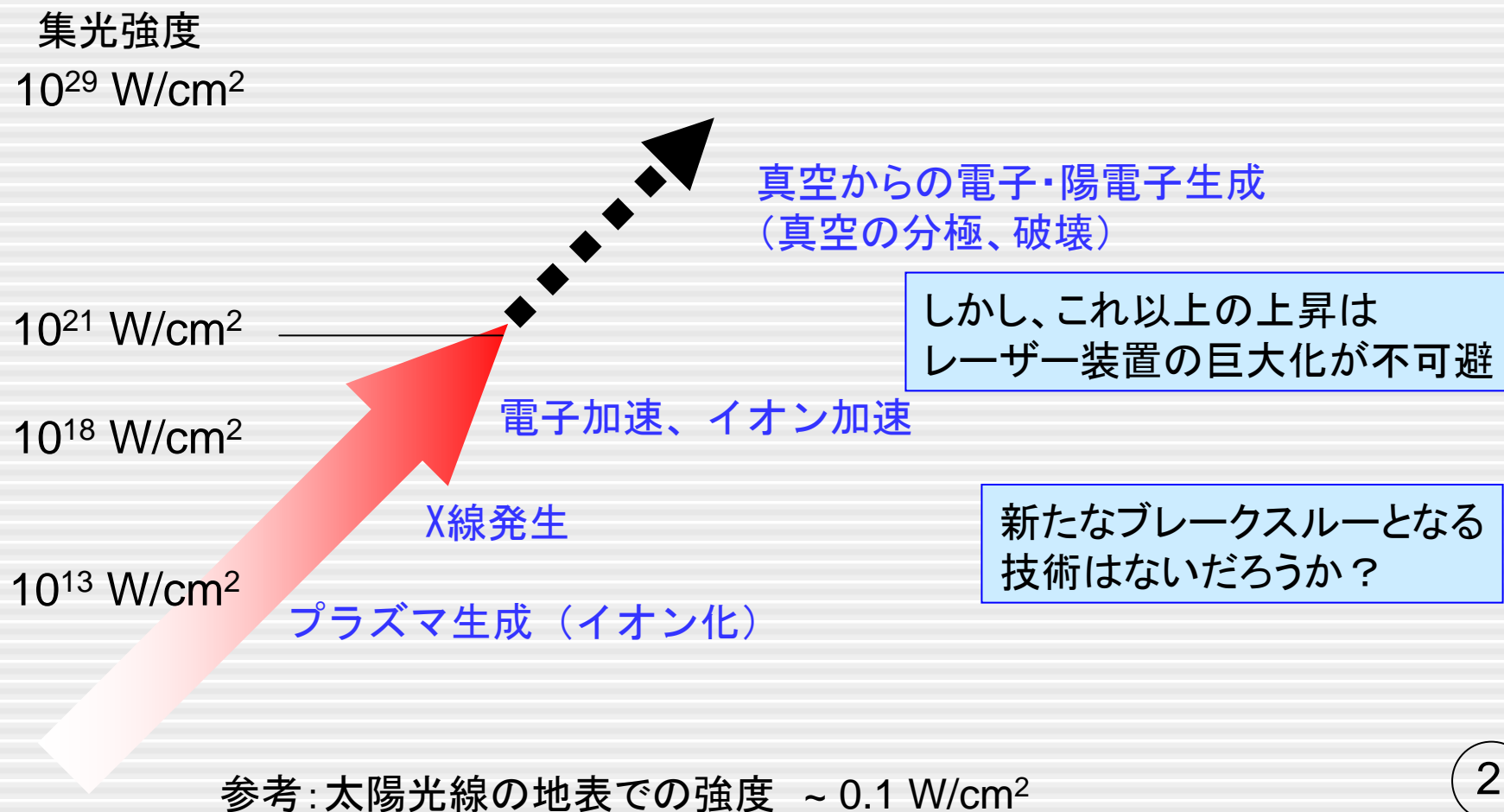
日本原子力研究開発機構 神門 正城

1. 概要
2. 集光強度の進展と問題点
3. 光速飛翔鏡
4. シミュレーション
5. 工夫した点
6. 計測結果
7. まとめ

レーザーの集光強度の進展と限界



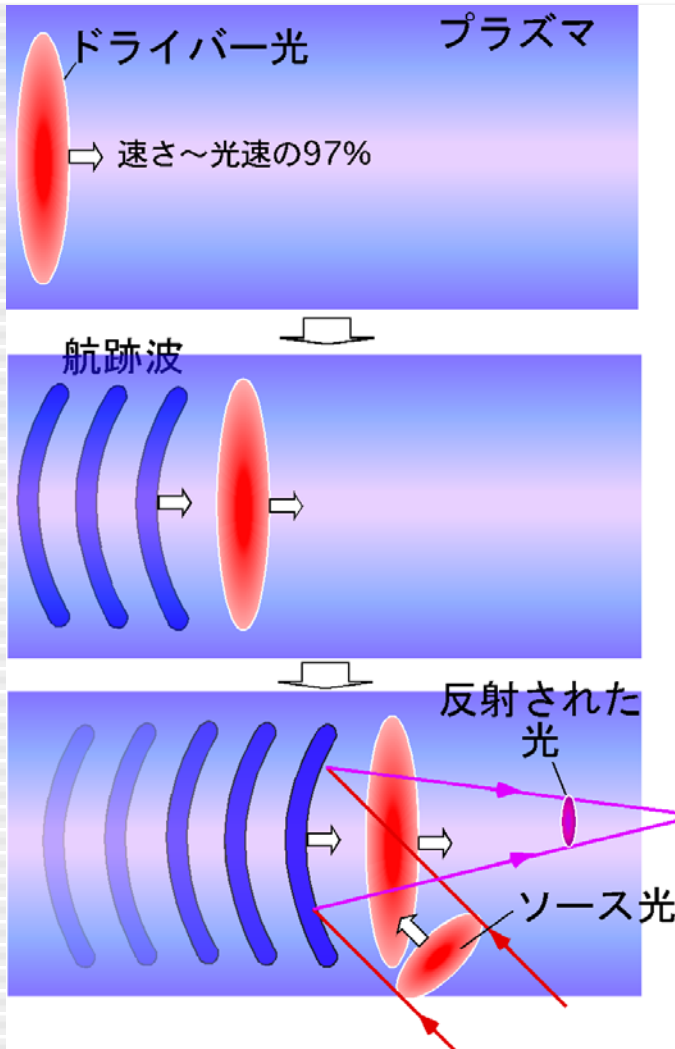
- レーザーの発明以来、様々な技術革新により、その集光強度は向上し、同時に新しい物理・現象を切り拓いてきた。



解決方法：光速飛翔鏡で集光強度を向上



- 光速飛翔鏡：高強度レーザーが作る「電子のかたまり」でレーザーを光速で動く鏡として使う
原子力機構 ブラノフが2003年に提案



古くはアインシュタインが考察

特殊相対性理論によって理論的には解決

- レーザー光の周波数は上昇(ドップラー効果)
- 反射角がほぼ鏡の進行方向になる

ブラノフの光速飛翔鏡

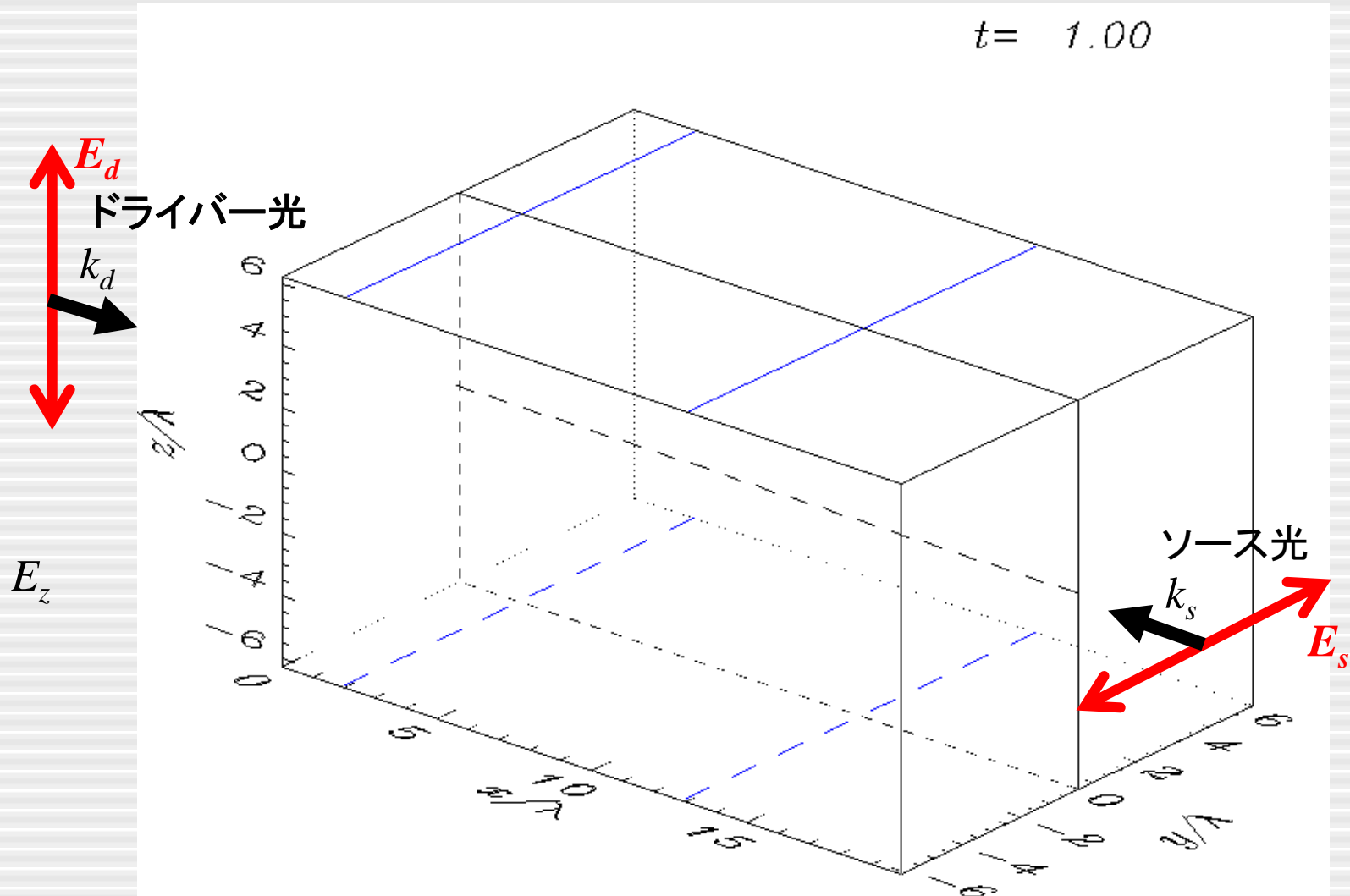
- 具体的な鏡の作り方を提案。
壊れず、反射率が高い
- 鏡を凹面にすることで、**集光**も行なえる

3つの効果で集光強度の上昇が可能！

- 周波数上昇 = 波長短縮 ⇒ 小さく絞れる
- 凹面による集光
- 鏡による圧縮

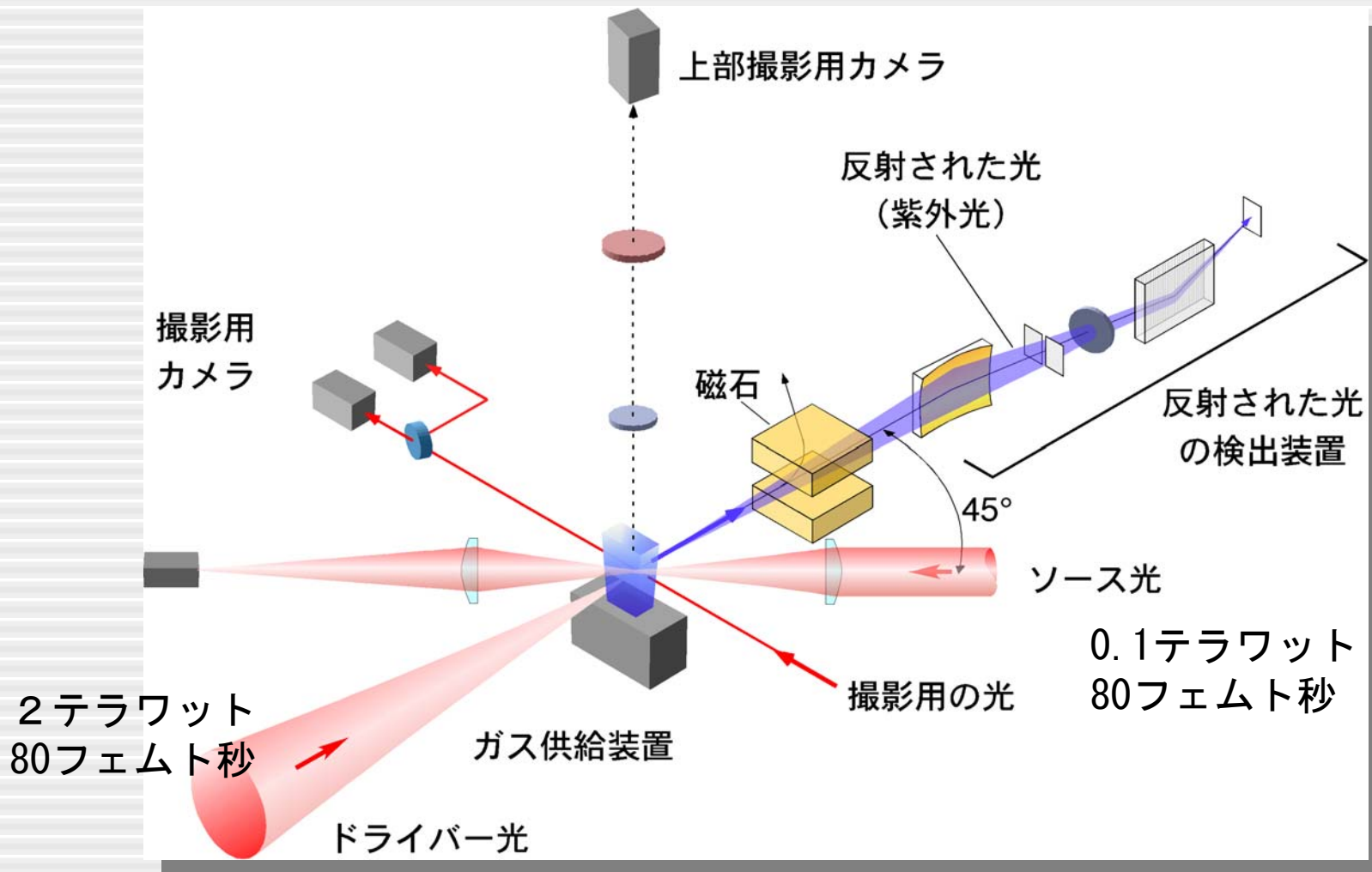
光速飛翔鏡のシミュレーション

原子力機構 エシルケポフ



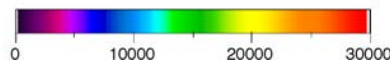
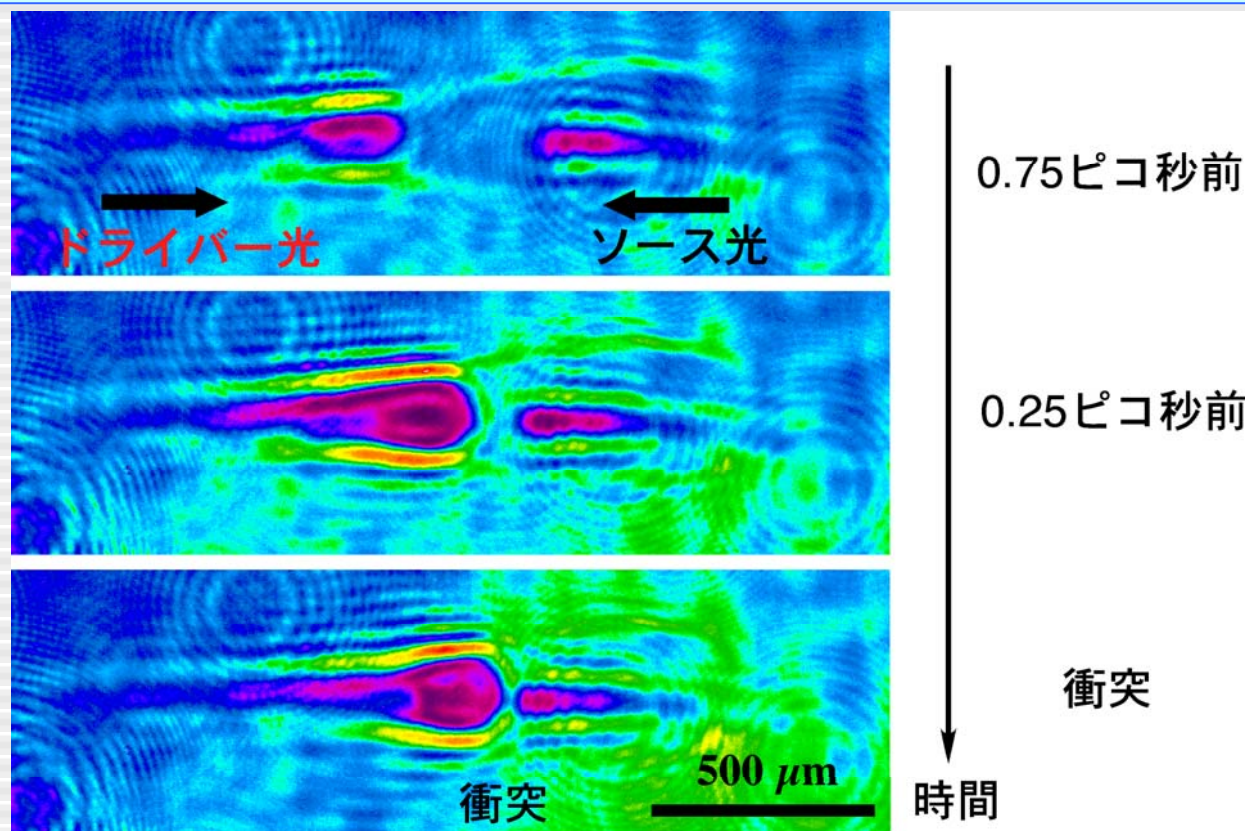
今回の成果：この飛翔鏡を実証

- 光速飛翔鏡の原理を検証するための実験を行なった。



精度良く2つのレーザーを衝突する 技術を開発

- ① 光学部品の微震動 ⇒ ビームが揺れる
原因を突き止め、**安定化**を行なった
- ② 2つのレーザーを微小部分 (~10 μm) に精密に集光する技術を開発
レーザーから切り分けた光を**照明光**として利用

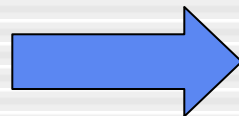


飛行鏡からの反射光を観測

入射した光

波長 780 ナノメートル

周波数 380 テラヘルツ

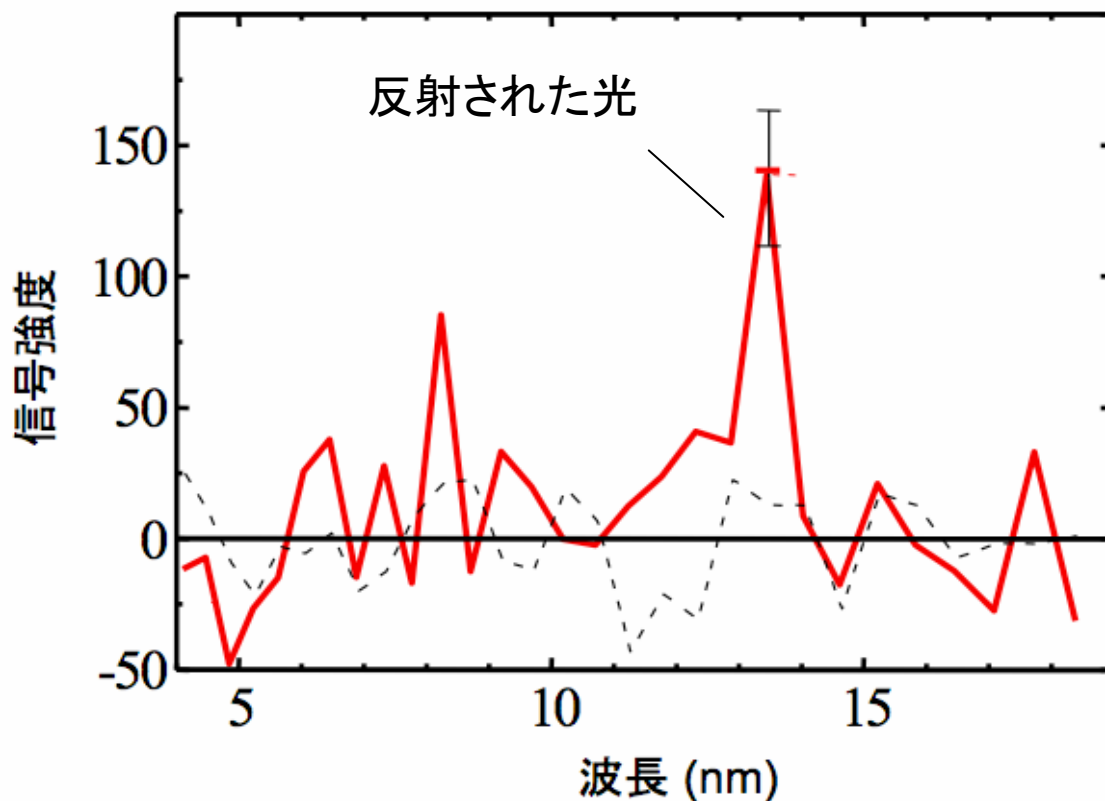


反射された光

波長 13 ナノメートル

周波数 23000 テラヘルツ

約60倍



- 光速飛翔鏡によるレーザー光の反射を世界で初めて観測した。

- 光速飛翔鏡では、次のような応用が考えられる：
 - ①超高強度場科学を実現できる可能性
 - 素粒子物理学：理論的に予測されている真空の崩壊（電子・陽電子の生成）の検証
 - 宇宙物理学：一般相対論で予測されている加速された粒子からの放射の観測

 - ②波長可変のアト秒X線源
 - 原子や分子レベルでの超高速現象の観測・制御

実験装置の写真

