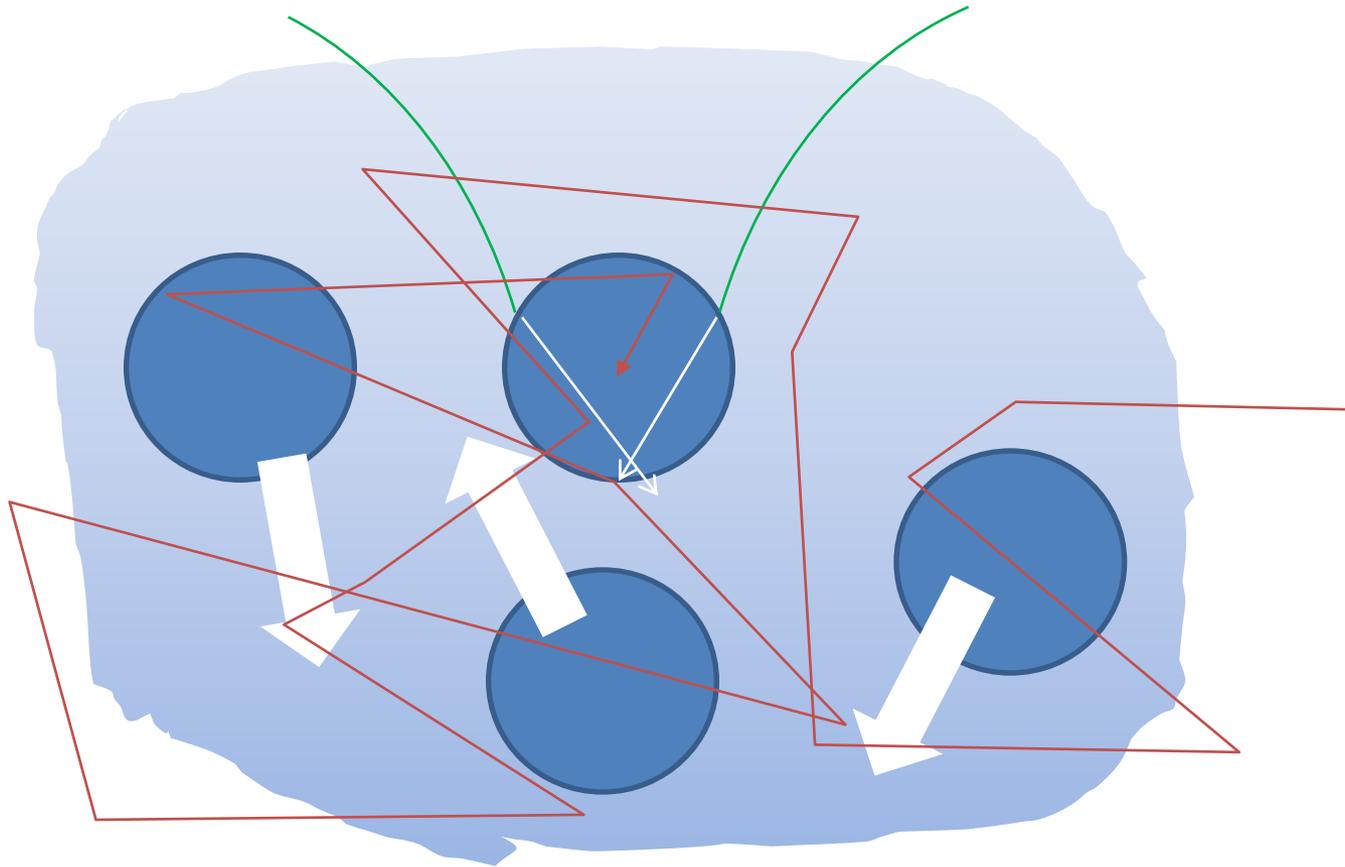


光ピンセットを作る (粒子を止める)

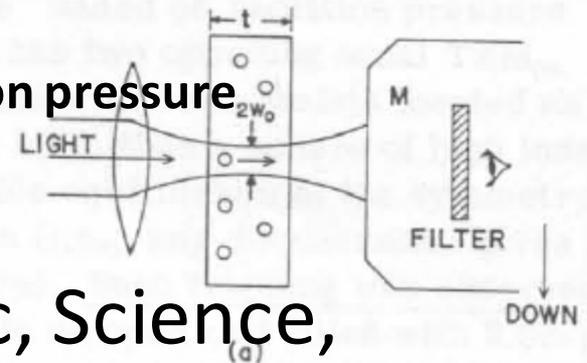
液体中の粒子は水分子の衝突により揺らぐ(ブラウン運動)
=>レーザーの力で止める。



光ピンセットの歴史

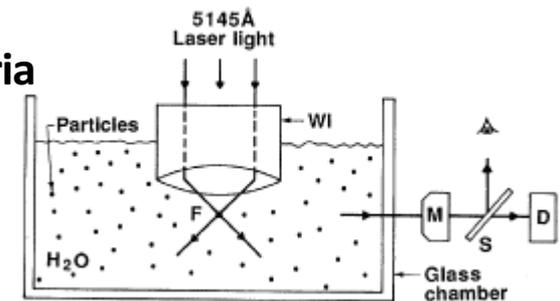
- Arthur Ashkin, (Bell lab.) PRL., vol.24, p.156 (1970)

Acceleration and trapping of particles by radiation pressure



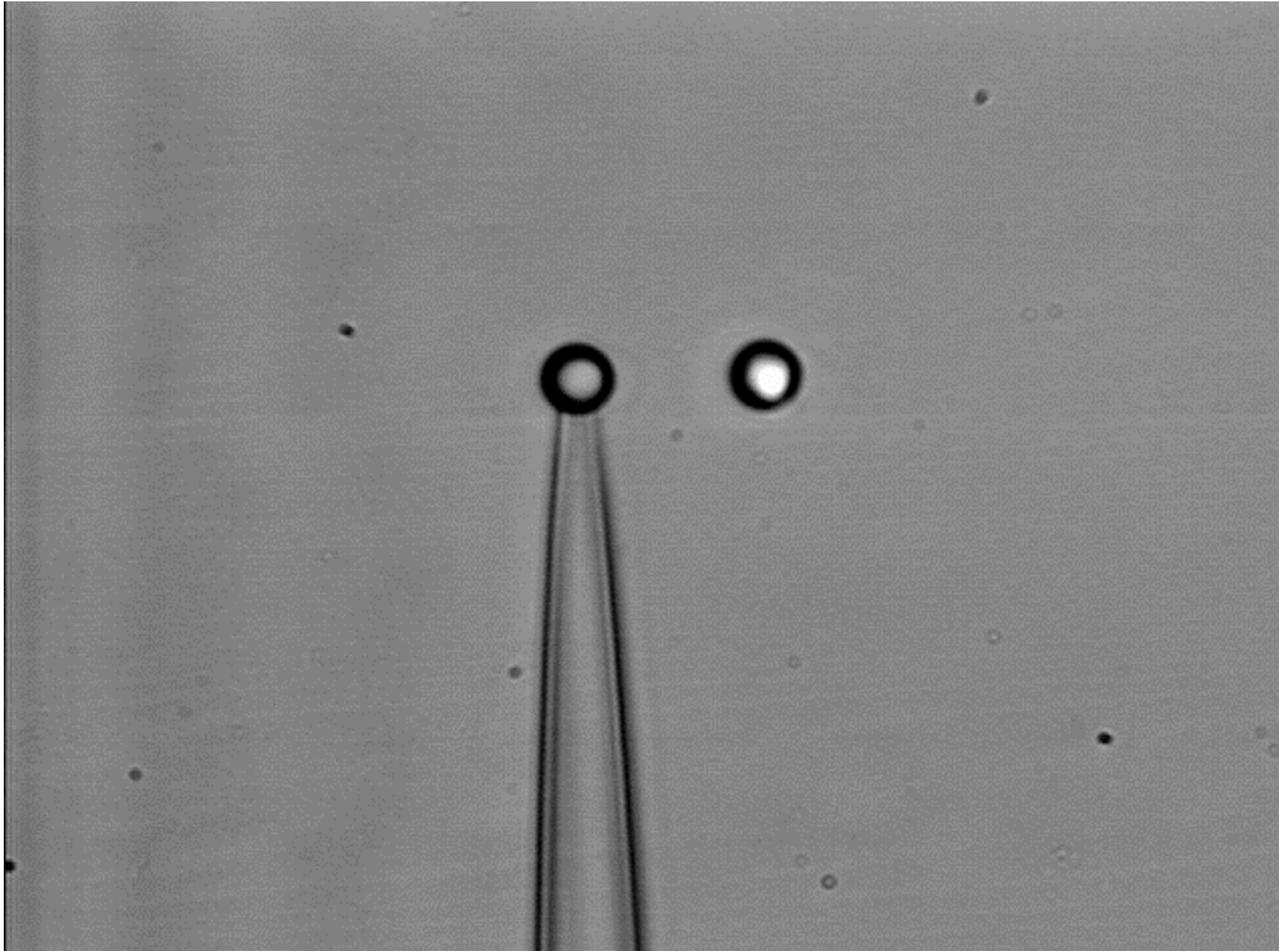
- Arthur Ashkin and J. M. Dziedzic, Science, Vol.235, p.1517 (1987)

Optical trapping and manipulation of viruses and bacteria



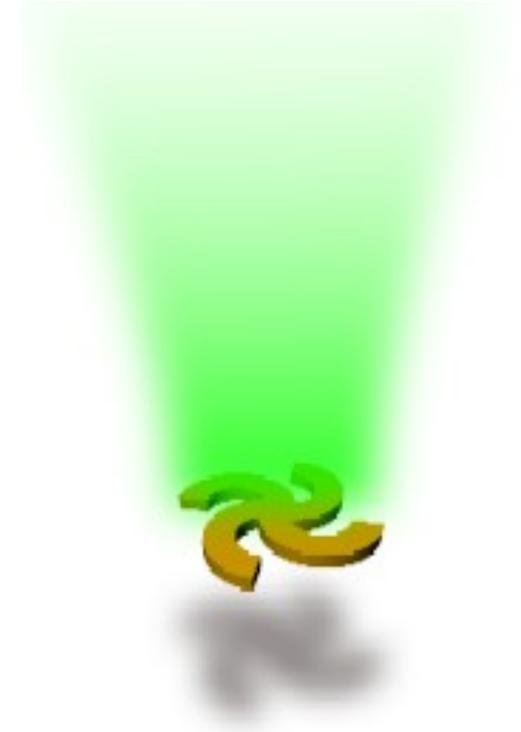
どんなことに使われているか

stretching of a single DNA molecule using optical tweezers





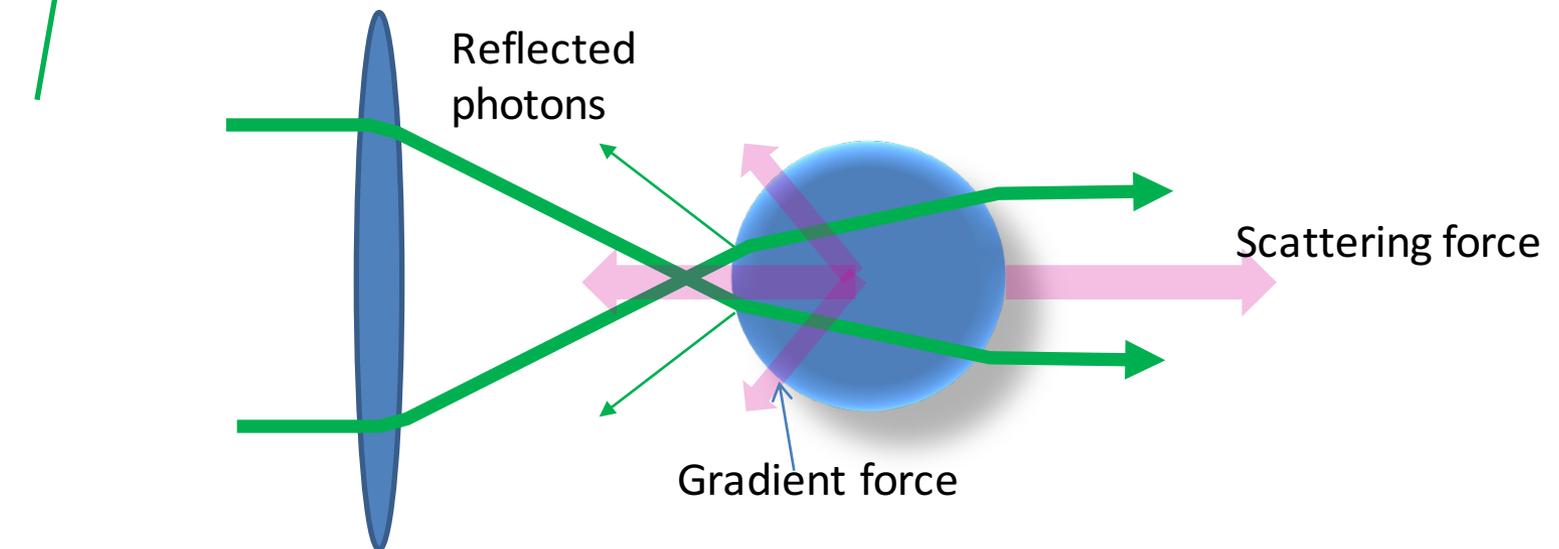
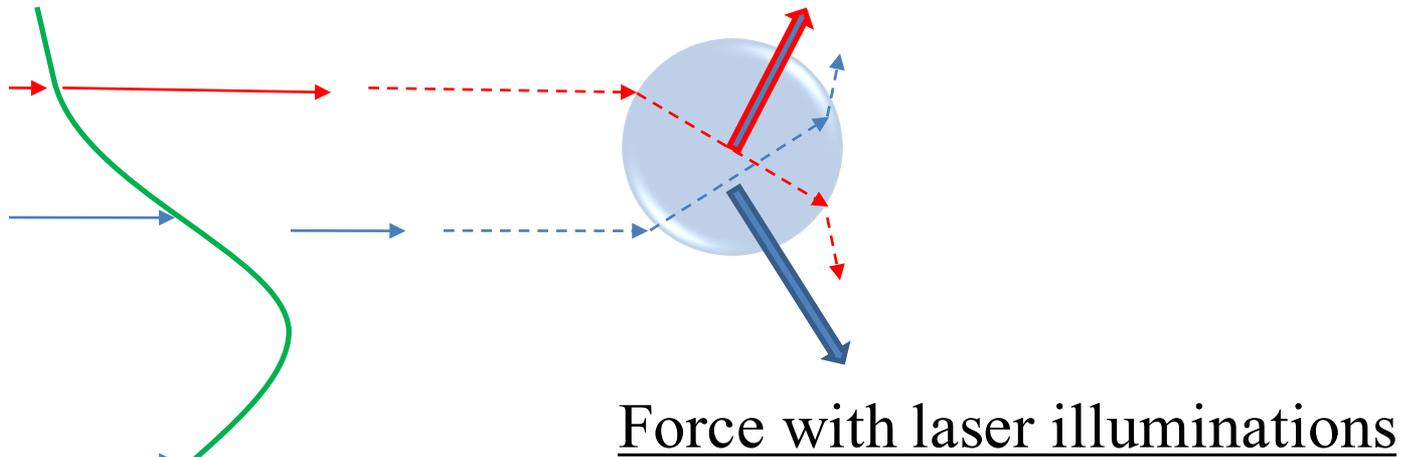
Efficient nano motor cleverly harnesses light



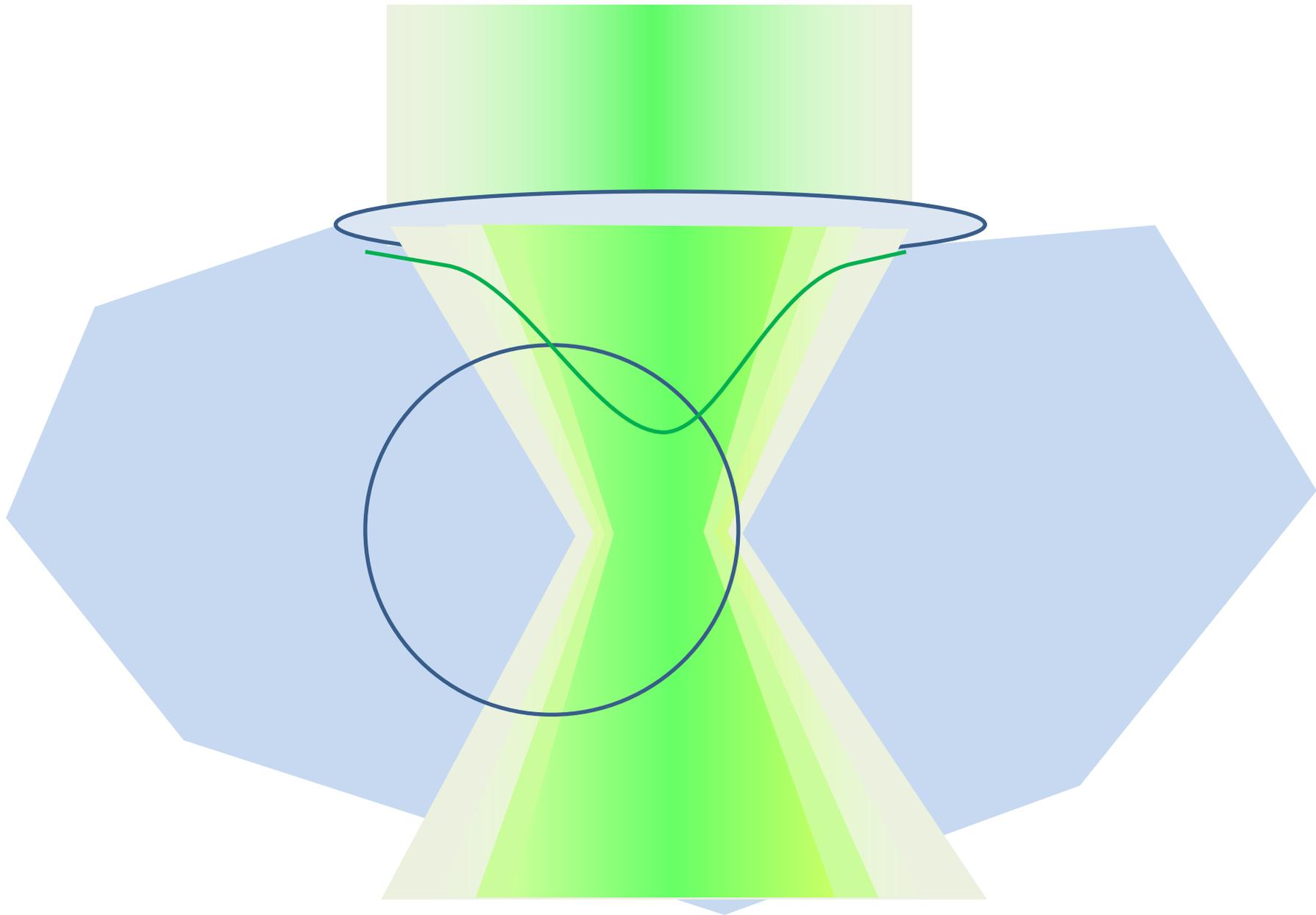
IOP **Physics World**, Jul 7, 2010

<http://physicsworld.com/cws/article/news/2010/jul/07/efficient-nano-motor-cleverly-harnesses-light>

光ピンセットの原理



きれいなbeam waistと球が必要



ビームが崩れる要因

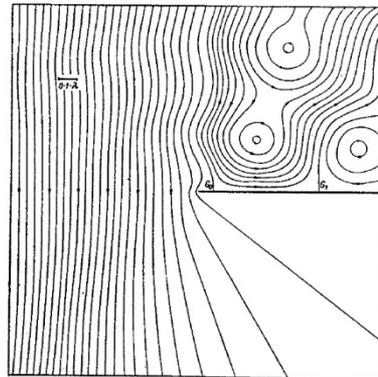
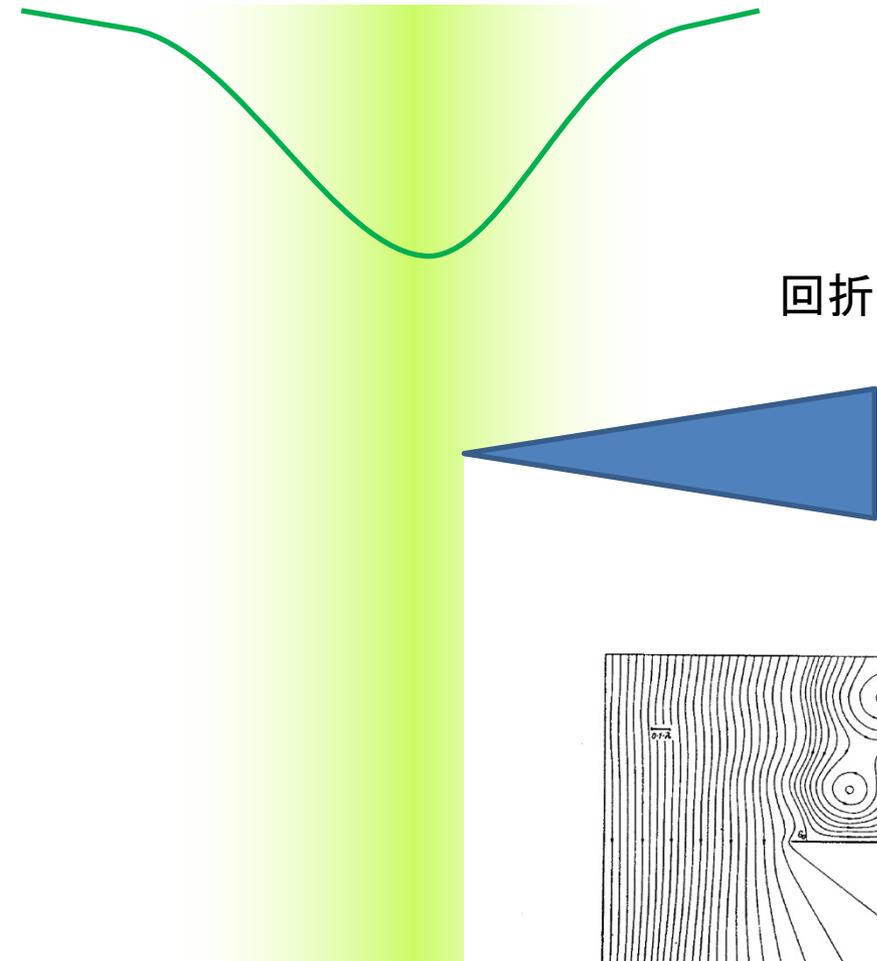
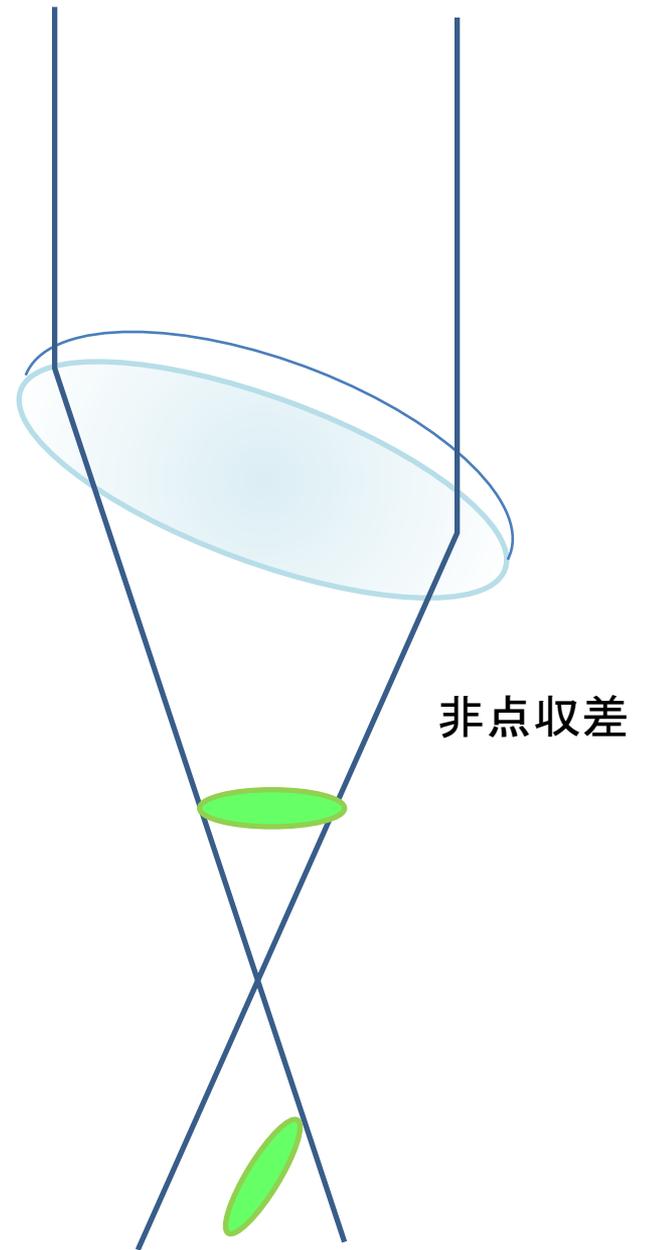
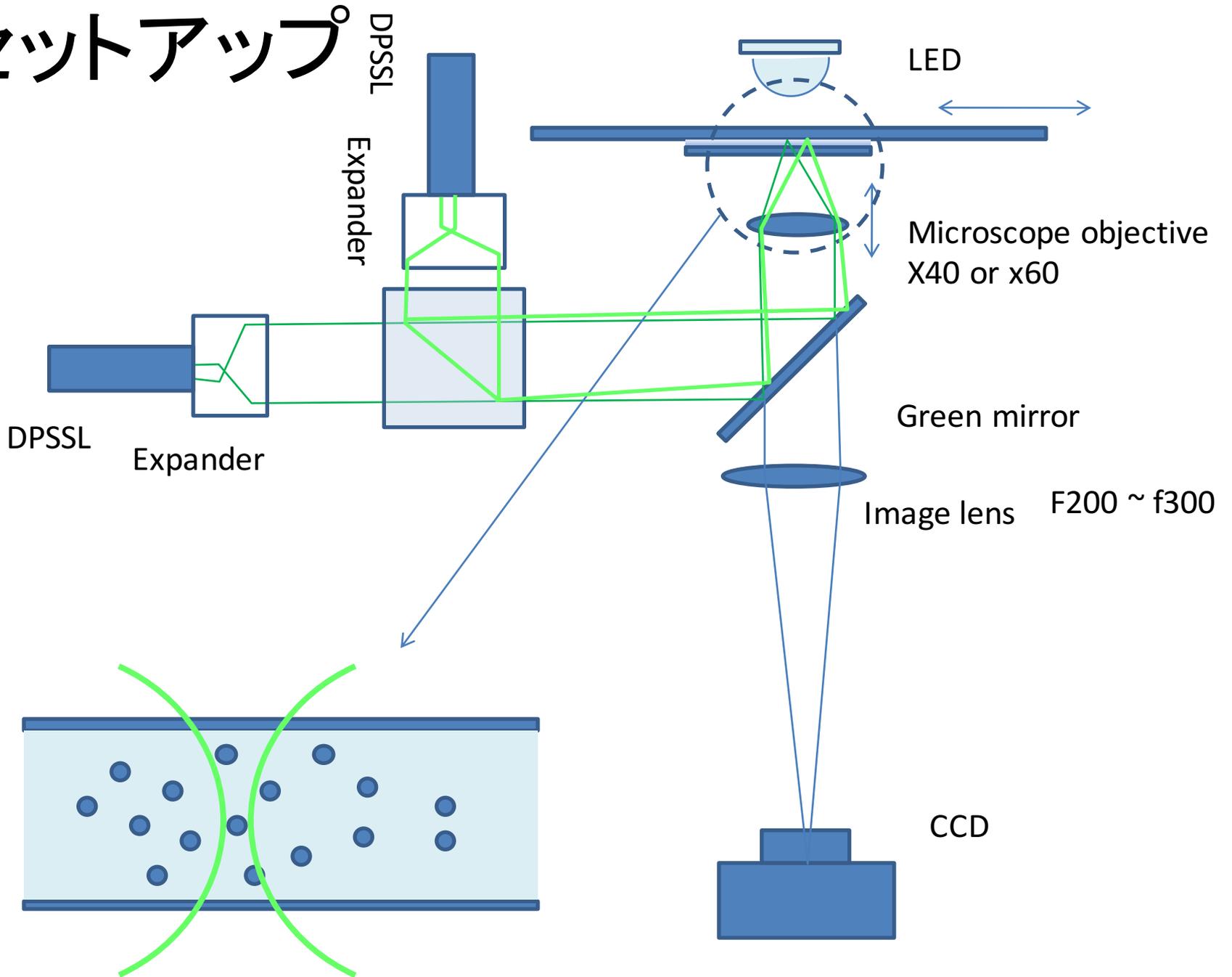


Fig. 11.14. Lines of average energy flow.

Diffraction of a normally incident H -polarized plane wave by a perfectly conducting half-plane.
[After W. BRAUNBEK and G. LAUKIEN, *Optik*, 9 (1952), 174.]



セットアップ

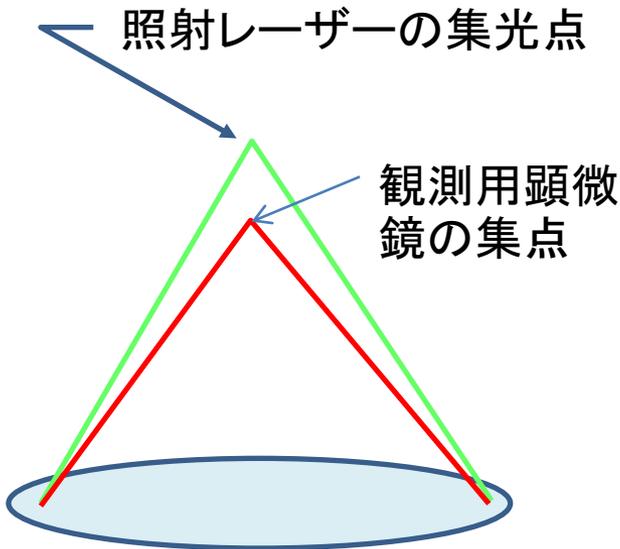


アライメント

1. レーザーのコリメーションを確認
2. 顕微鏡の軸に対してレーザーを入れる。
3. 顕微鏡のレーザー焦点位置にスライドガラスの表面を合わせる。(反射もコリメート化)
4. 観測用の光学系に集光レンズを入れる。
5. 3のスポットの位置にカメラを置く。
6. 試料を準備し、顕微鏡-カメラで粒子が見れるようにする。
7. レーザーを入れ、焦点を微調する。

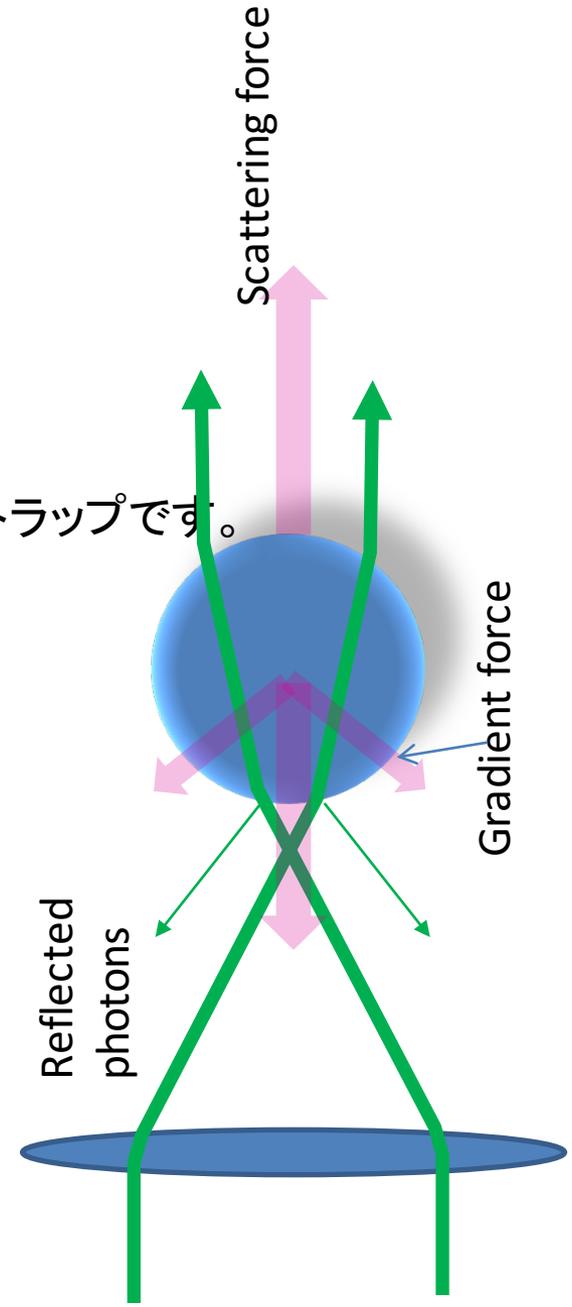
注意点

- 2台の顕微鏡のアライメント
- レーザーの集光強度
- レーザーの集光分布

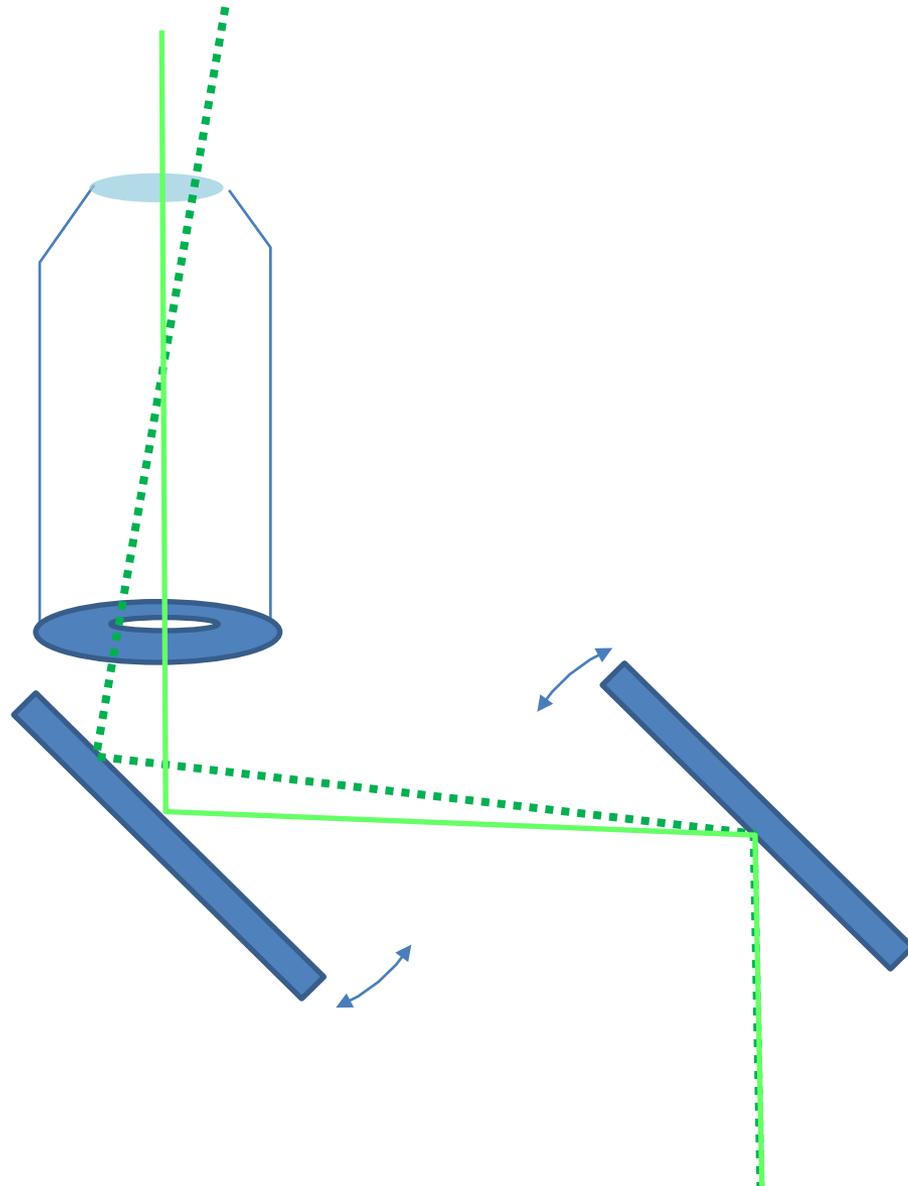


一致させる必要がある。

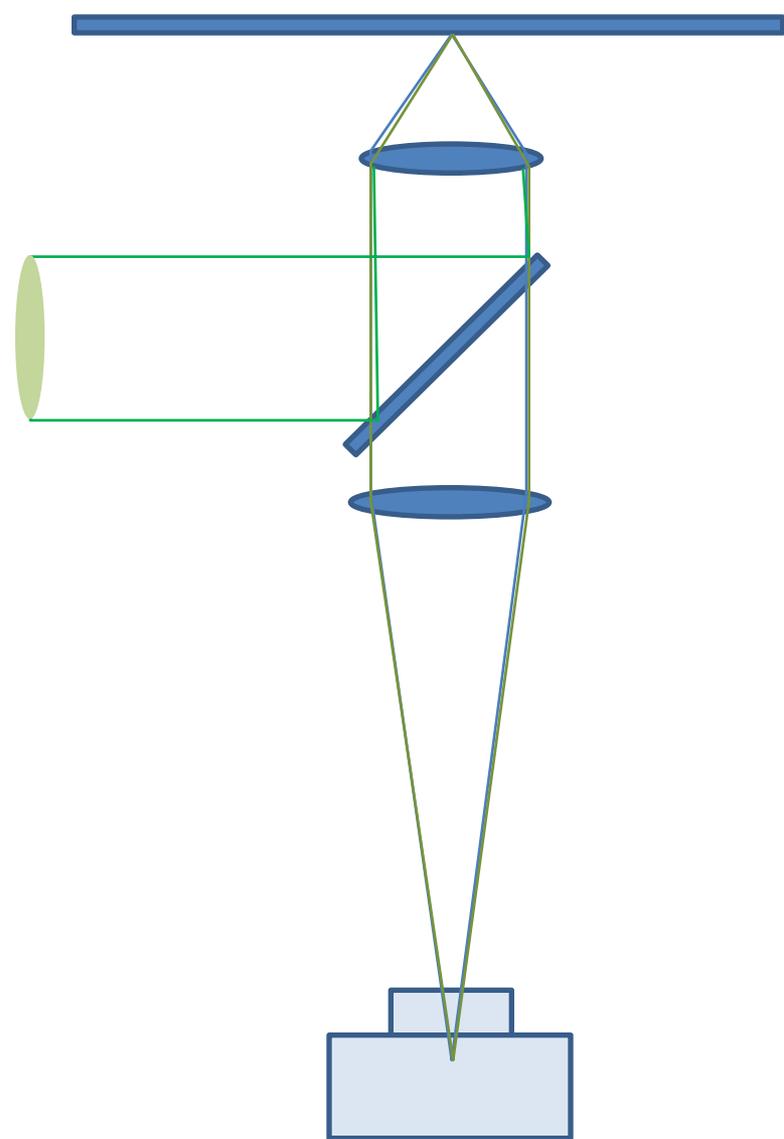
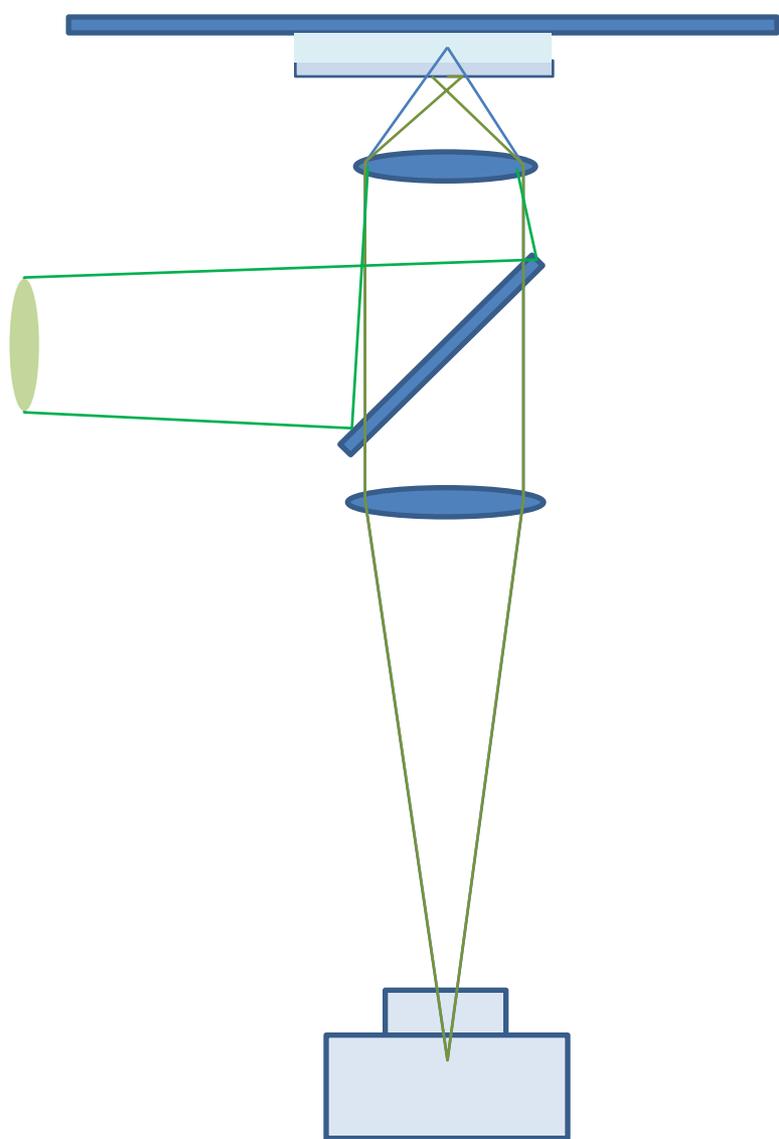
3次元的なトラップです。



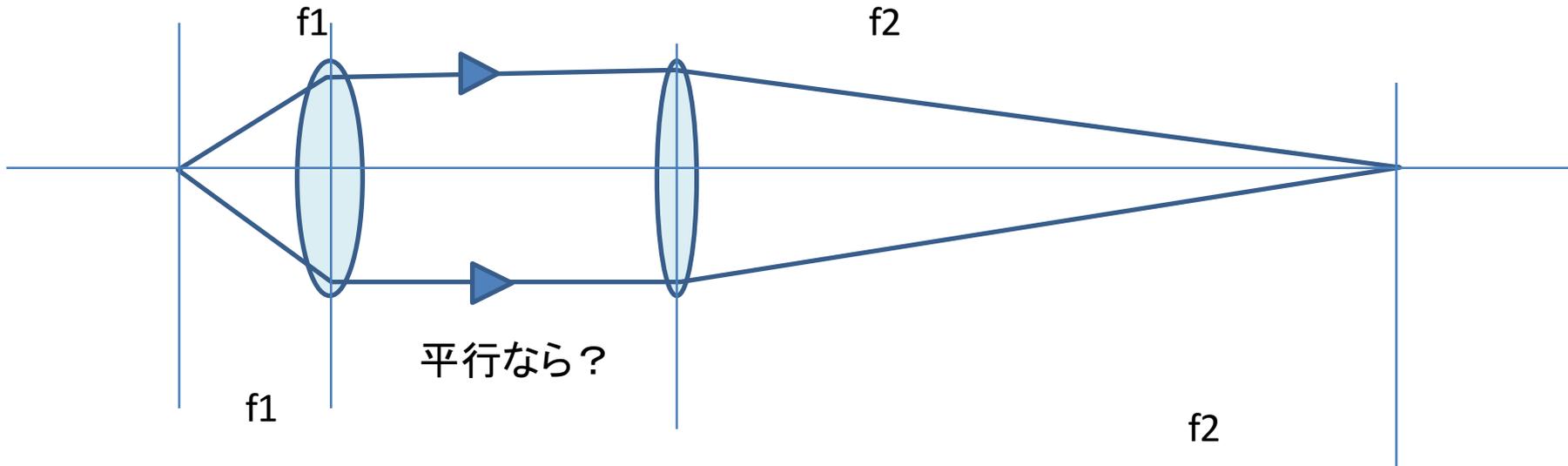
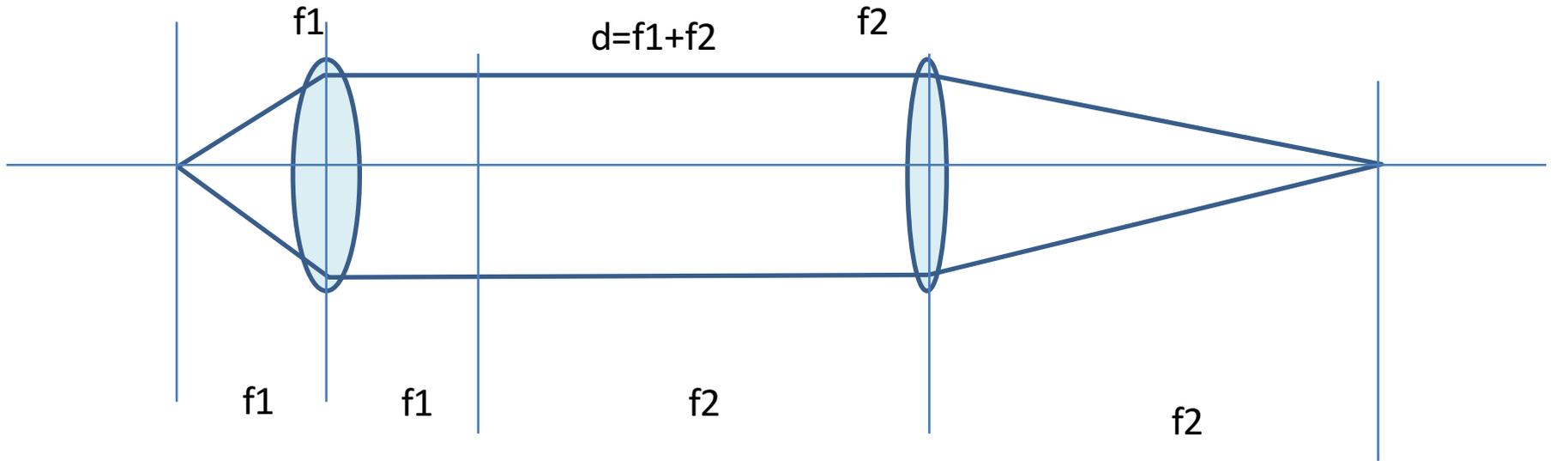
光軸を合わせるには、2つの自由度が片側(上下、もしくは左右)に必要



コリメーション



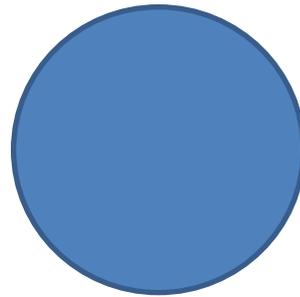
レンズの公式



うまく行かない場合

- レーザーのパターンがきたない。
- レーザーの入射パワーが弱い。
- 観測顕微鏡で見ている3次元位置にレーザーが絞れていない。
- 溶液が少なくて、上下のガラス間で粒子が動ける空間がない。
- 振動が大きすぎて、トラップ力を超えてしまっている。

pN という力



$$F = 6\pi\eta Rv$$

$$\eta = 1.0 \times 10^{-3} [\text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^2]$$

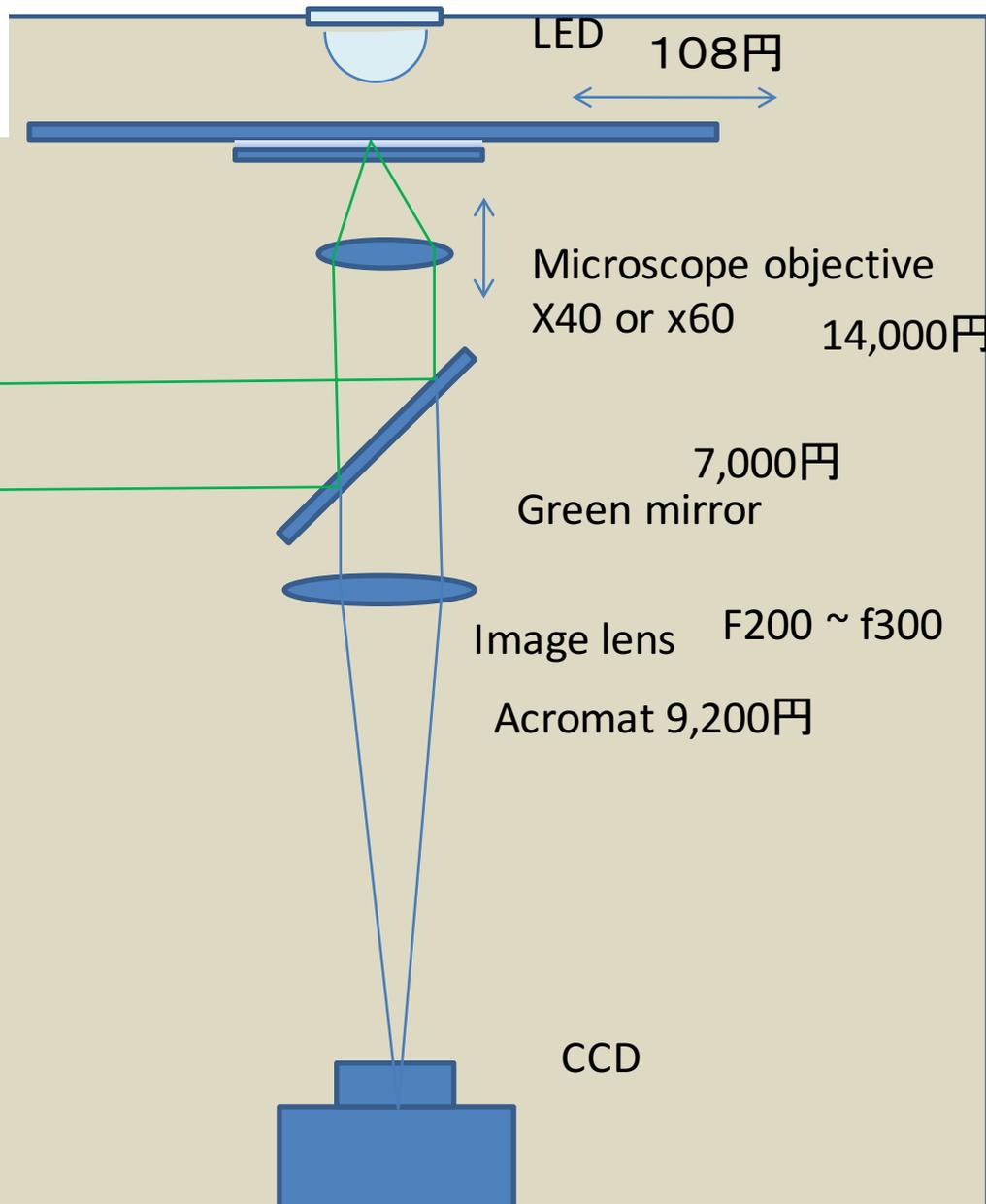
$$R = 1 \mu\text{m}$$

$$v = 100 \mu\text{m}/\text{s} = 10^{-4} [\text{m}/\text{s}]$$

できたらトライ、考えてみましょう

- どのくらいの範囲で捕獲できているか？
- どのくらいのスピードで粒子捕獲が外れるか？
- 2ビームで粒子をくっつける？
- 球形でない粒子の場合はどうなるか？
- 観測顕微鏡の焦点深度は、どの程度か？

いくらでしょう？



DPSSL Expander

秋月電子 2,300円

ミラーホルダー 13,000円x3

ステージ 22,000円x1

レンズホルダー 6,000円

ペDESTアル 2,500円x5

フォーク 2,400円x5

Board 26,000円

ブランケット足 13,400円

超小型カメラ 2,000円? ~ 9,600円

173,108円