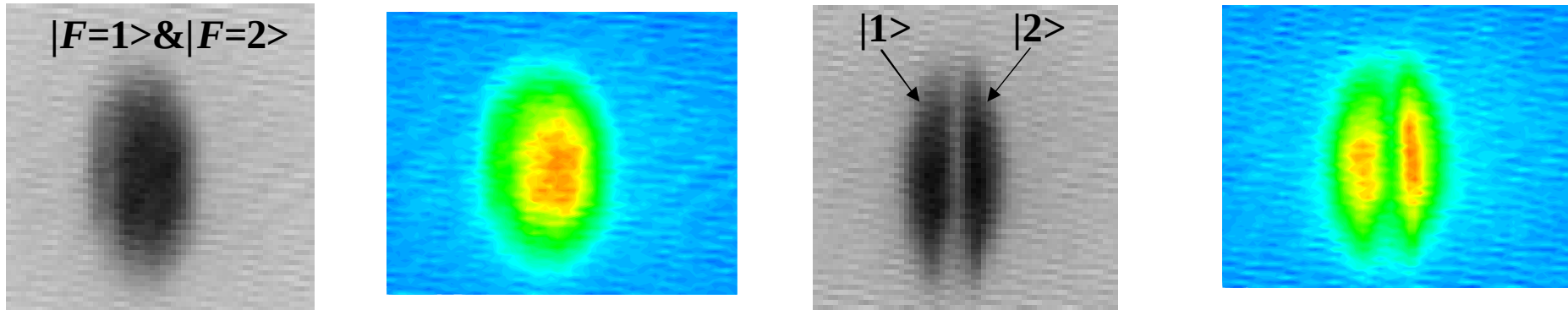


$F=1, F=2$ ボース凝縮体の光トラップ

Optical Trap of $F=1$ and $F=2$ Bose-Einstein Condensates



学習院大学 荒木幸治、江野高広、菊地夏紀、桑本剛、平野琢也

- ① $|1, -1\rangle$ と $|2, -2\rangle$ のボース凝縮体の光トラップ
- ② 相分離、重心振動の観測
- ③ トンネル現象？

研究背景

これまでの $F=1$ と $F=2$ BECの同時トラップ

JILA : 磁気トラップ

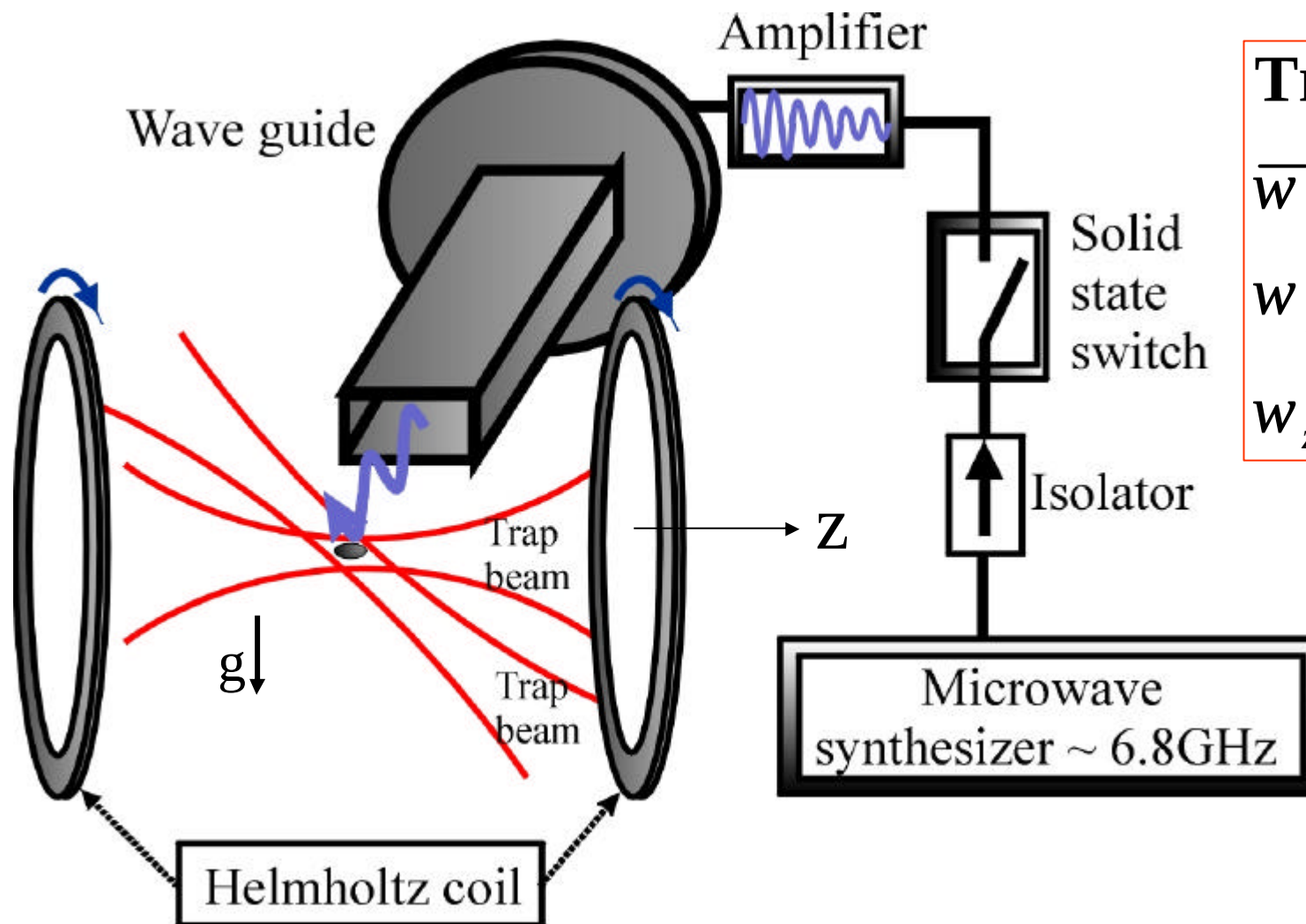
weak field seeking states のみトラップ可

我々の実験 : 光トラップ

スピン成分によらずトラップ可

今回の実験は磁気モーメントが逆向き
磁場を任意にコントロールできる

実験配置図



Trap frequency

$$\bar{w} \sim 2p \times 65 \text{ [Hz]}$$

$$w_r \sim 2p \times 160 \text{ [Hz]}$$

$$w_z \sim 2p \times 11 \text{ [Hz]}$$

Synthesizer

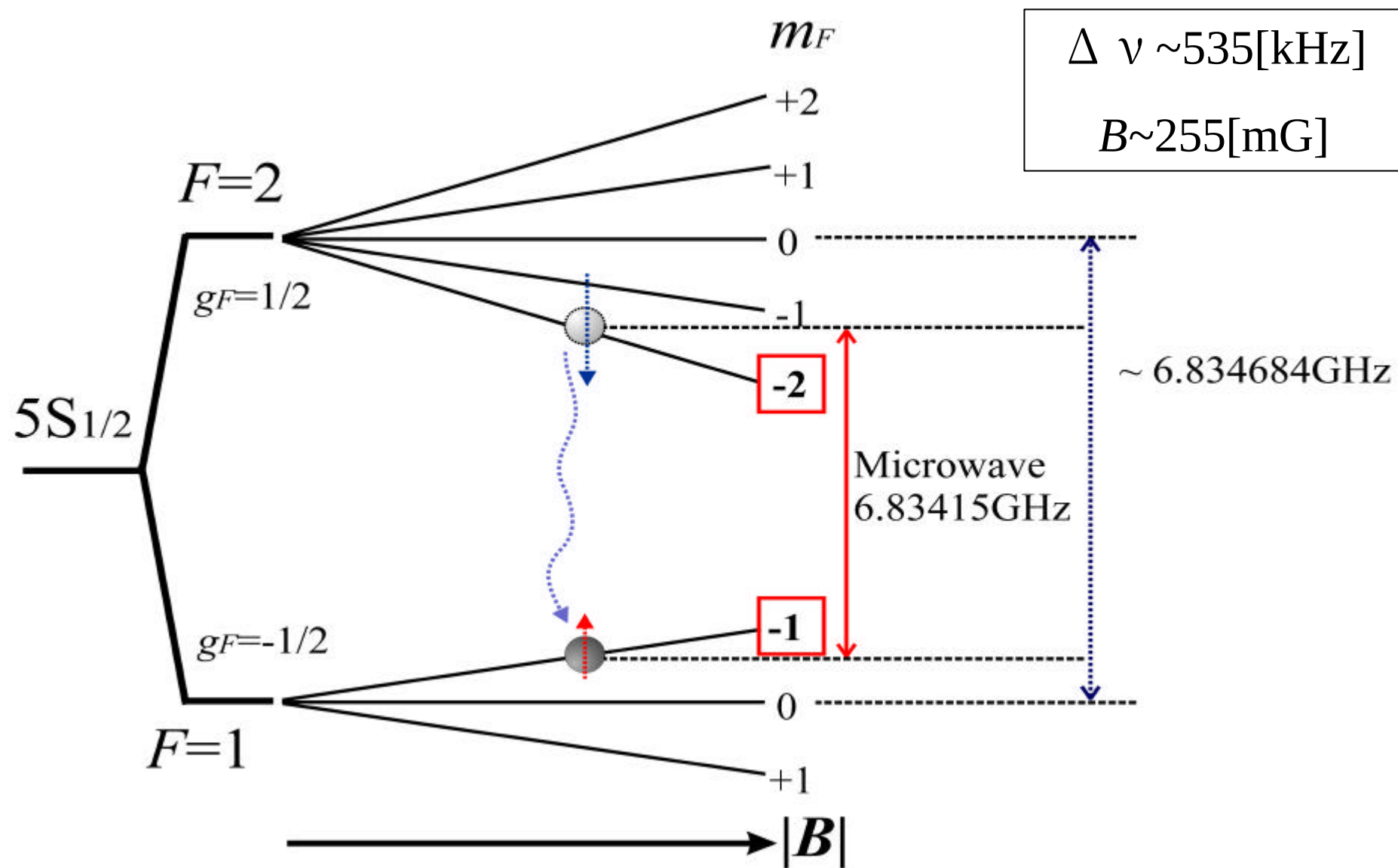
$$P_{\text{syn}} \sim 2 \text{ or } 10 \text{ [dBm]}$$

Amplifier

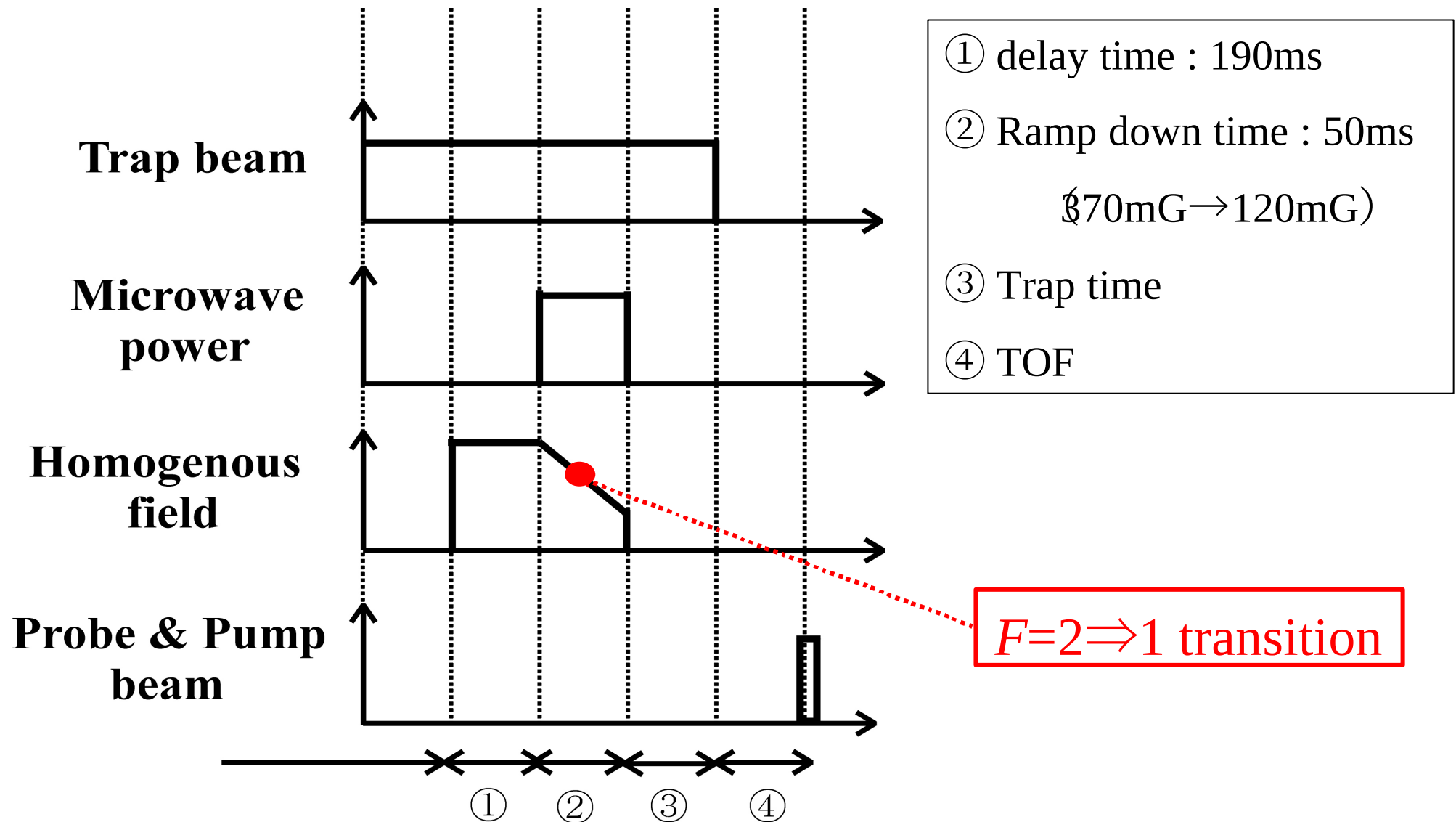
$$P_{\text{gain}} \sim 30 \text{ [dB]}$$

$$P_{\text{max}} \sim 34 \text{ [dBm]}$$

マイクロ波遷移



実験手順

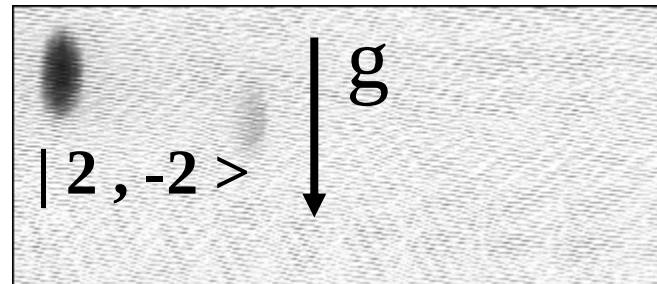


TOF イメージング (Stern-Gerlach)

Microwave

OFF

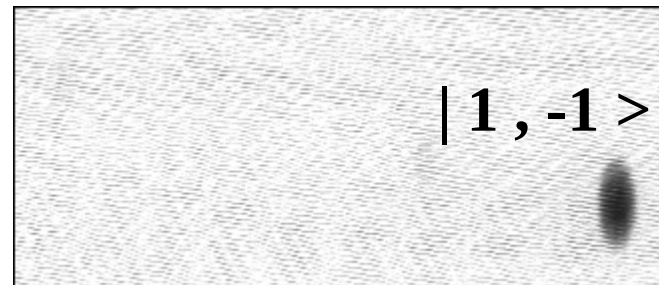
TOF:22ms



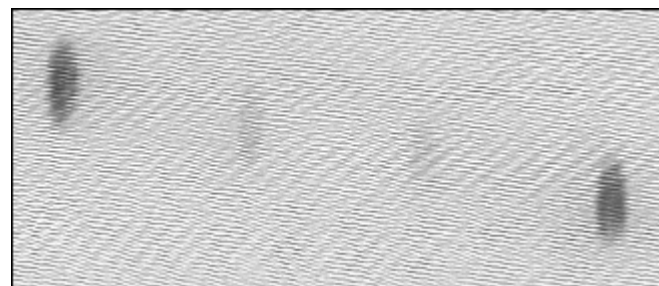
$N \sim 4.5 \times 10^5$ [atoms]

Transfer rate $\sim 100\%$

ON
(high power)



ON
(medium power)



$\sim 700\mu\text{m}$

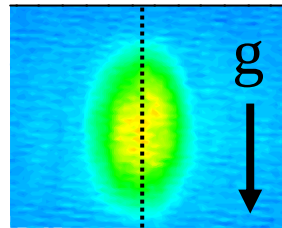
$\sim 1700\mu\text{m}$

$N_{F=1}$ $N_{F=2}$ とした時の時間発展 (without Stern-Gerlach)

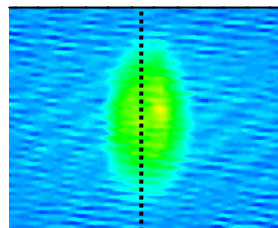
Trap time
(TOF : 22ms)

0ms

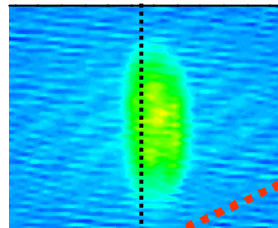
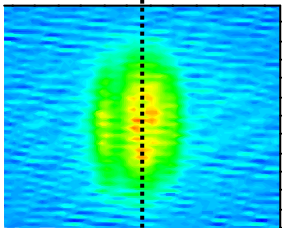
$F=1$ & $F=2$



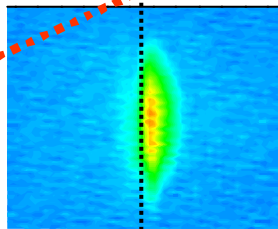
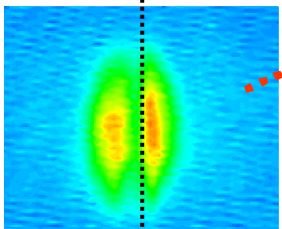
$F=2$ のみイメージング



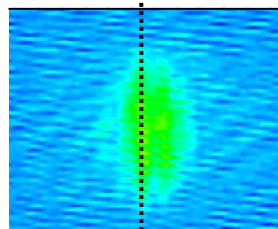
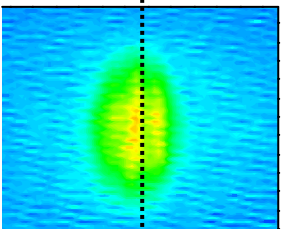
20ms



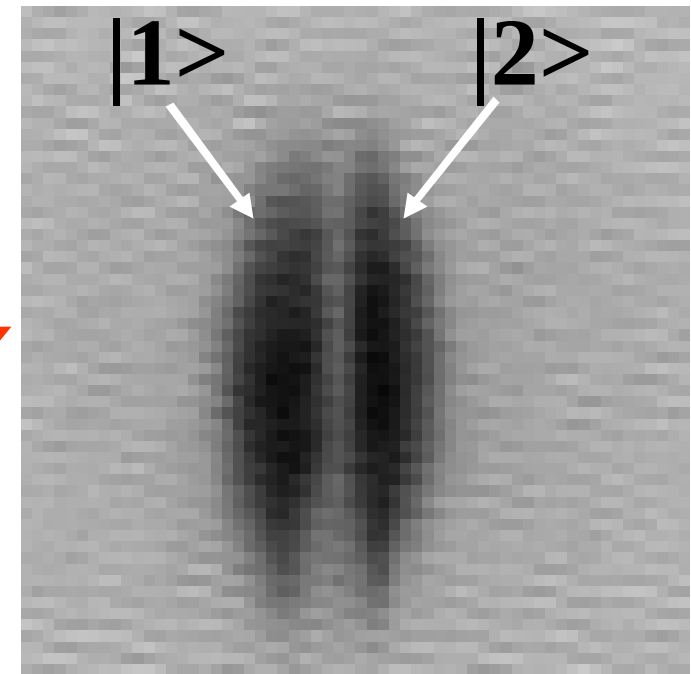
40ms



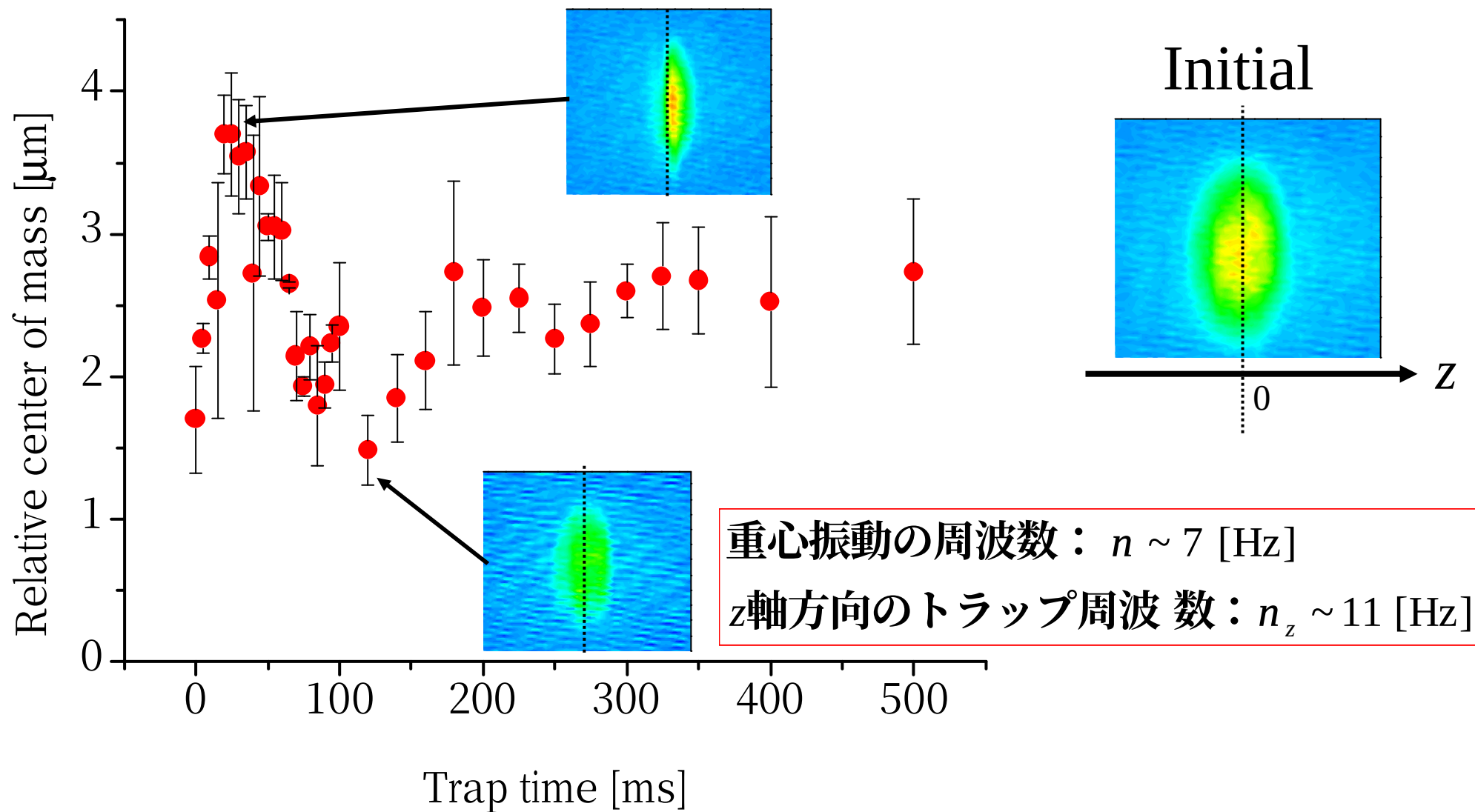
100ms



$\sim 300\mu\text{m}$

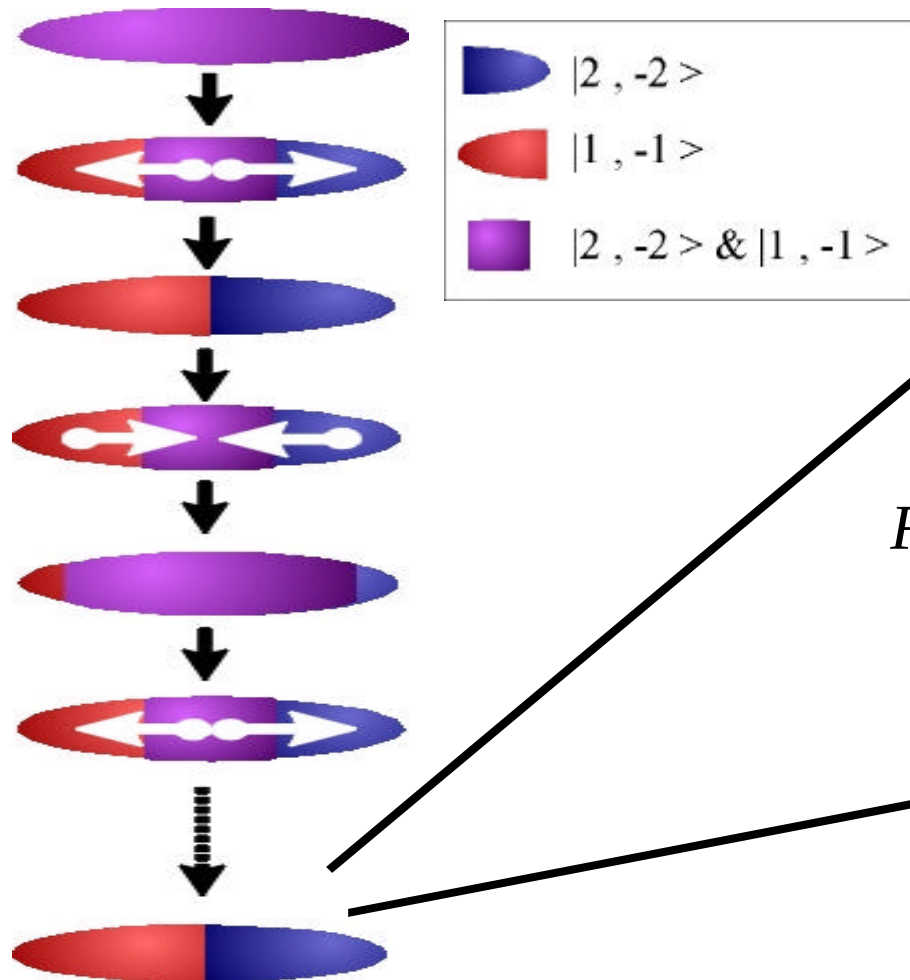


$F=2$ 成分の重心振動



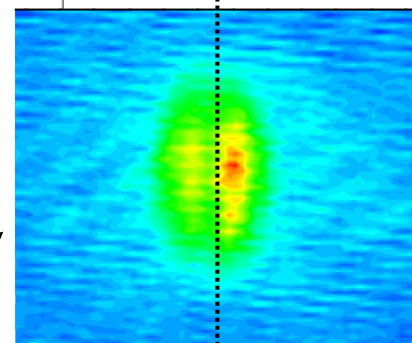
重心振動のメカニズム

immiscible

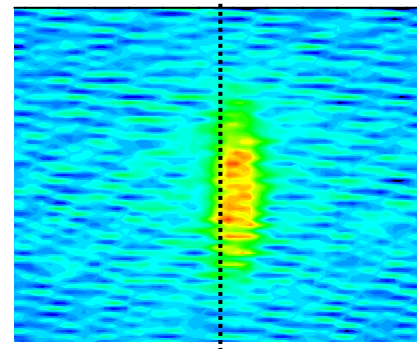


Trap time :1000ms

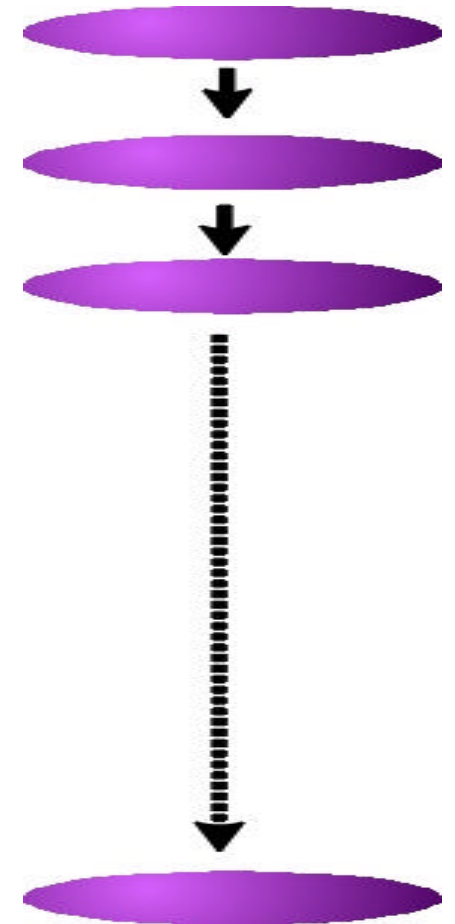
$F=1 \& F=2$



$F=2$ のみイメージング



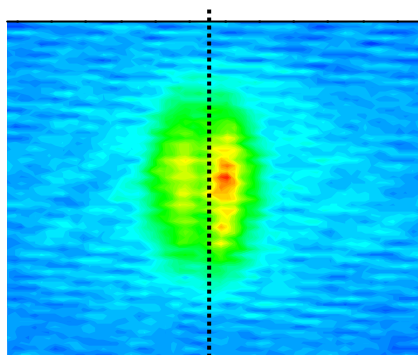
miscible



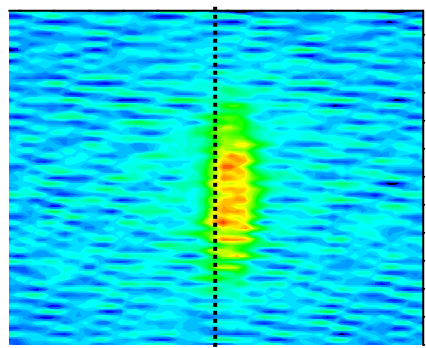
なぜ $F=2$ 成分が右側に来るのか？ 空間選択性

$F=1$ & $F=2$

Trap time
1000ms

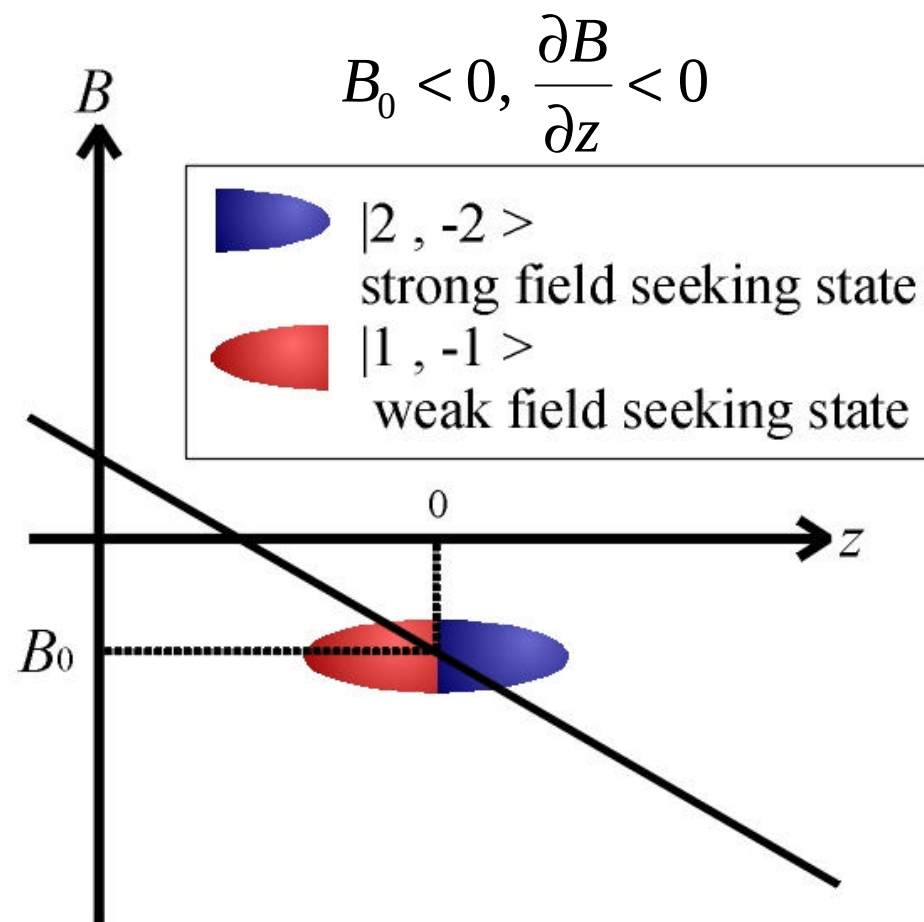


$F=2$ のみイメージング



→ z

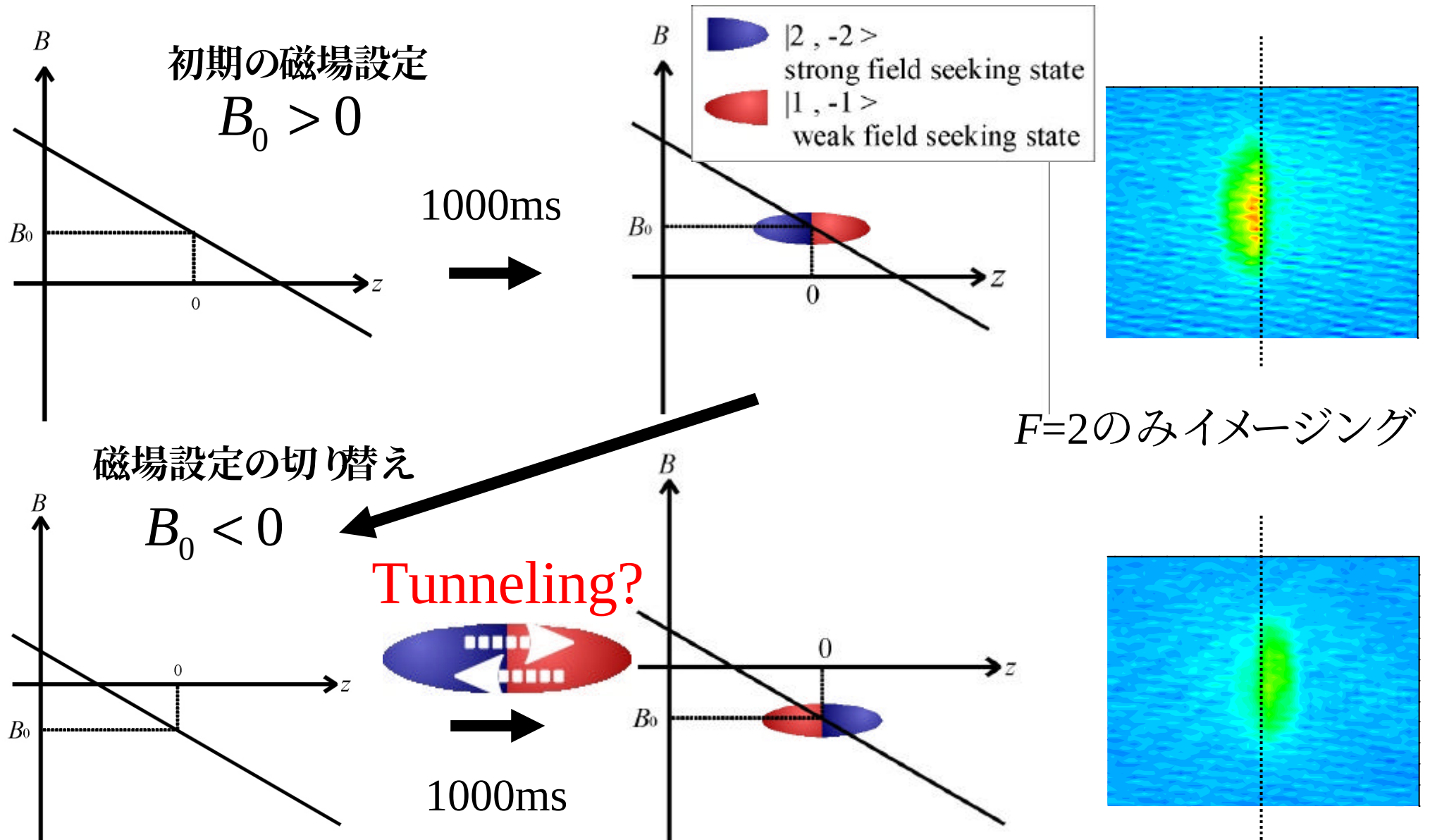
Why ?



残留磁場 : $B_0 \sim -10[\text{mG}]$

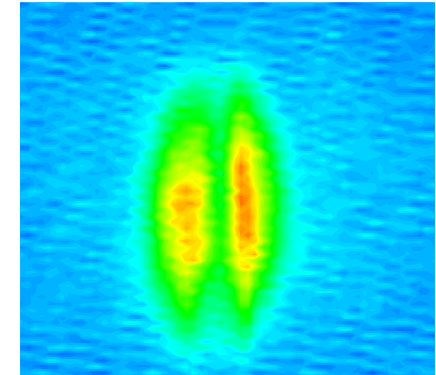
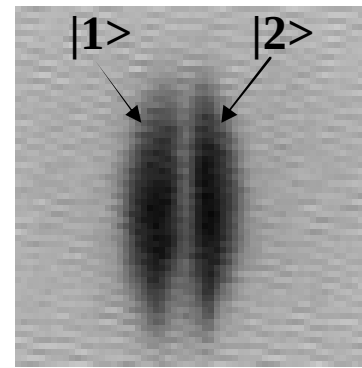
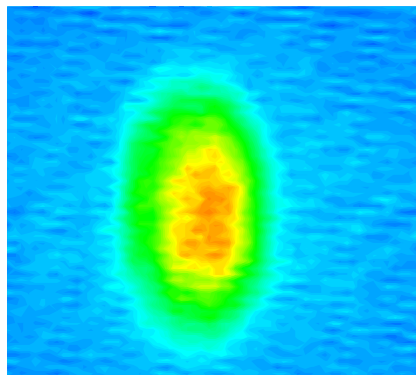
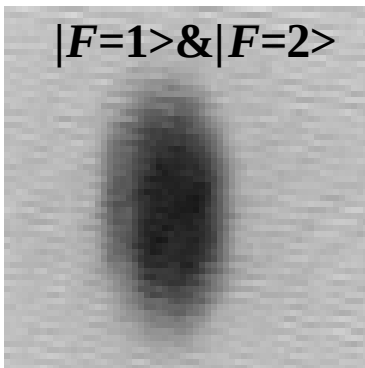
残留磁場勾配 : $\frac{\partial B}{\partial z} \sim -30[\text{mG/cm}]$

空間選択性検証

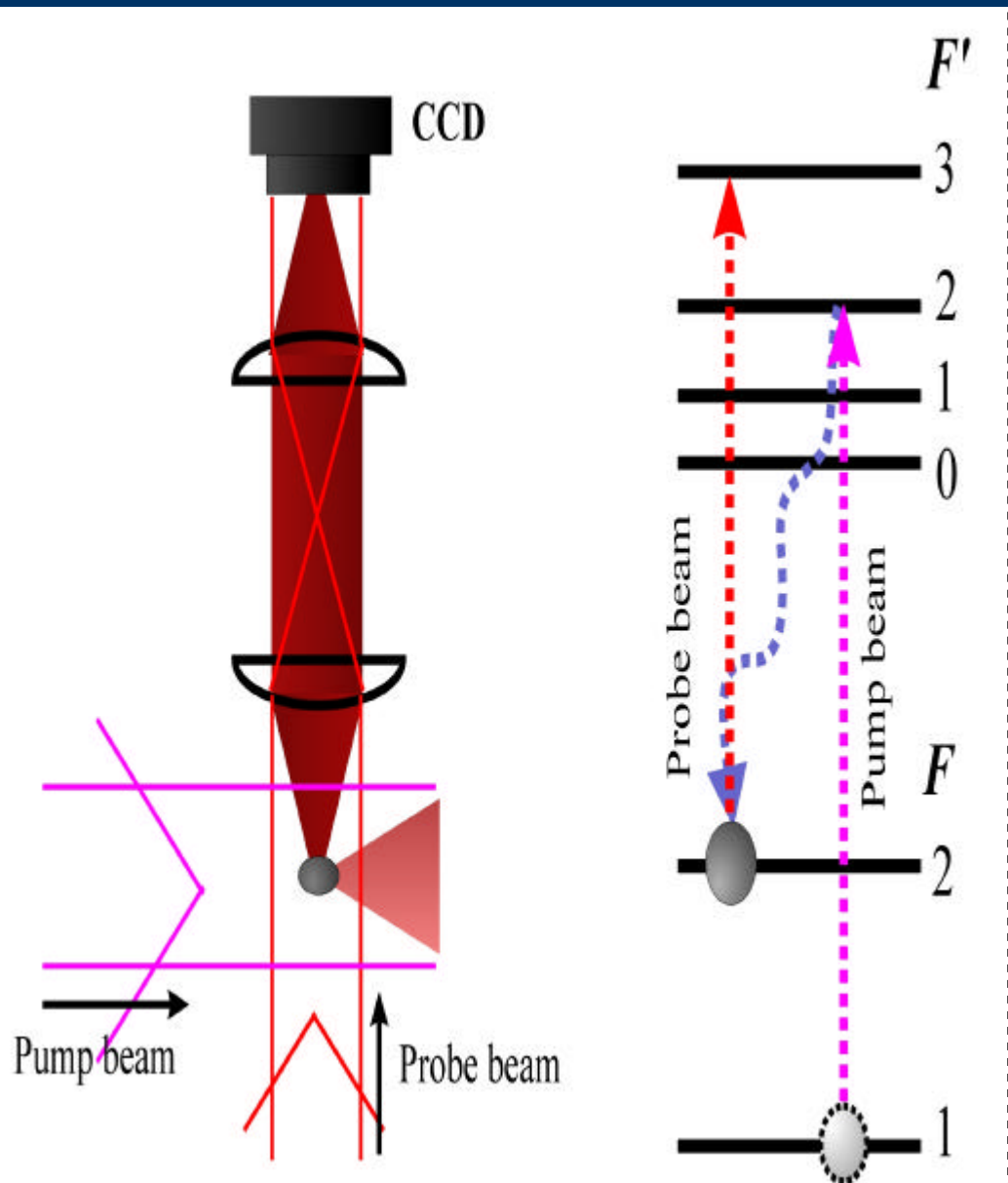


まとめ

- ① $|1, -1\rangle$ と $|2, -2\rangle$ のボース凝縮体の光トラップ
- ② 磁気モーメントが逆向きの場合でも相分離をおこし、重心振動が観測された
- ③ トンネル現象？の観測



2成分同時イメージング



TOF + Stern-Gerlach

