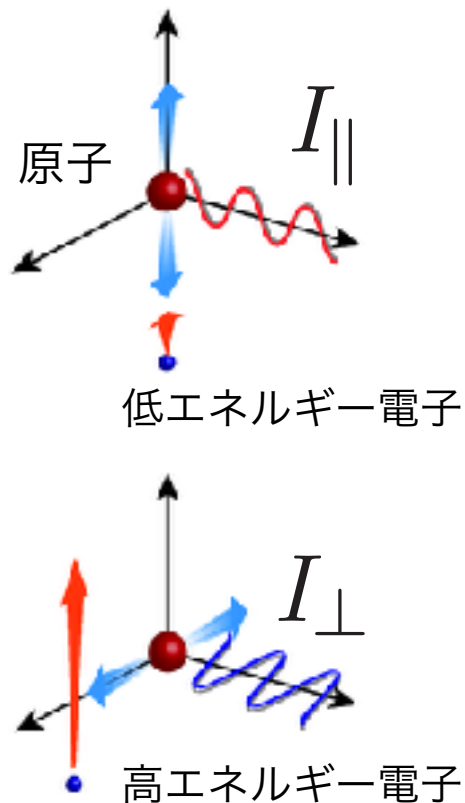


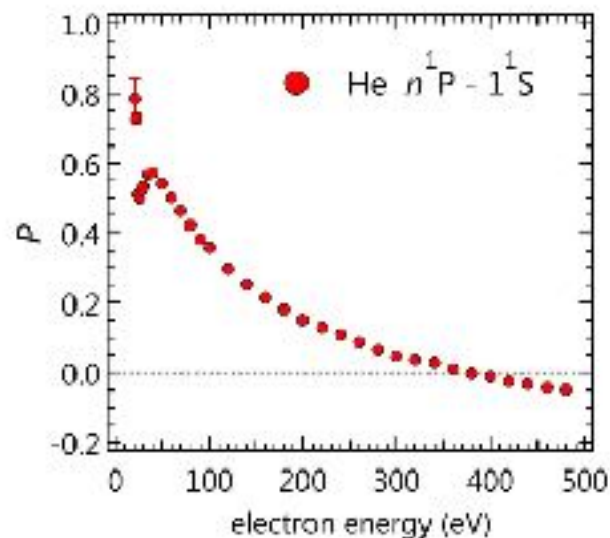
カस्प磁場配位ECRプラズマ中 ヘリウム原子 $2^1P - 3^1D$ 発光線の時間分解偏光計測

東孝紀, 四竈泰一, 寺本達哉, 蓮尾昌裕

京大院工



単一エネルギー電子ビーム $\longrightarrow$ He原子集団



ビーム $\perp$ 視線
偏光成分を観測

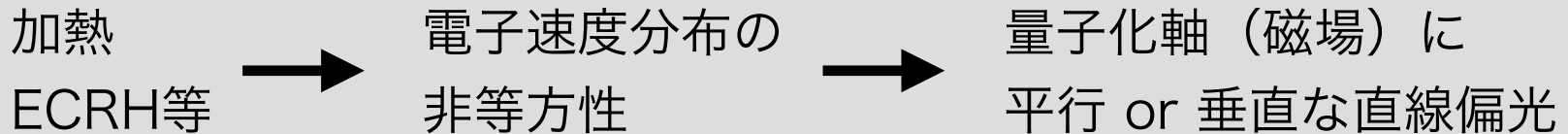
P.Hammond, et al., Phys.Rev.A **40**,1804-1810 (1989)

偏光度

$$P = \frac{I_{||} - I_{\perp}}{I_{||} + I_{\perp}}$$

偏光度 $\rightarrow$ 電子のエネルギー

プラズマ中



先行研究

- ◆ カスプ磁場配位ECRプラズマ
- ◆ 最大で10 %の偏光度
- ◆ $T_{e\perp} = 21 \text{ eV}$ $T_{e\parallel} = 14 \text{ eV}$

A. Iwamae, T. Sato, Y. K. Inoue, et al., Plasma Phys. Control. Fusion **47**, L41 (2005)

本研究

- ◆ プラズマの変化に追従
- ◆ 偏光度の時間変化
- ◆ 電子速度分布関数の推定

研究目的

- ◆ 時間分解が可能な偏光計測システムの開発
- ◆ 確率分布解析による偏光度, 偏光方向の真値推定

1. 研究背景, 目的
2. 計測原理
3. 時間分解偏光計測システム
4. システムの校正
5. ECRプラズマ計測

◆ 偏光方向 θ の直線偏光成分の強度 $= I_\theta$

◆ ストークスパラメータ 部分直線偏光の記述

$$I = I_0 + I_{90} \quad Q = I_0 - I_{90} \quad U = I_{45} - I_{135}$$

$$q = \frac{Q}{I} \quad u = \frac{U}{I}$$

偏光度

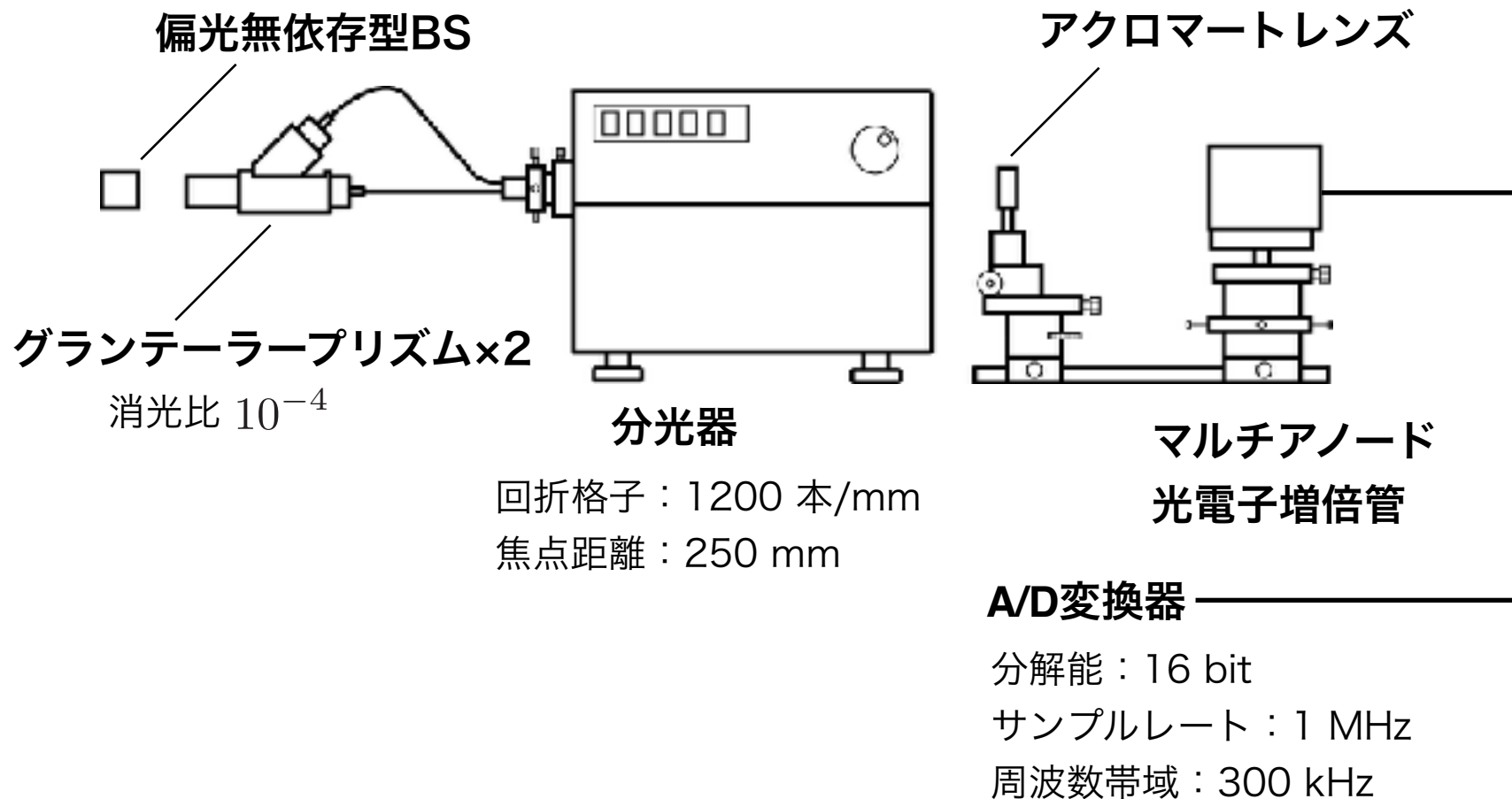
$$P = \sqrt{q^2 + u^2}$$

偏光方向

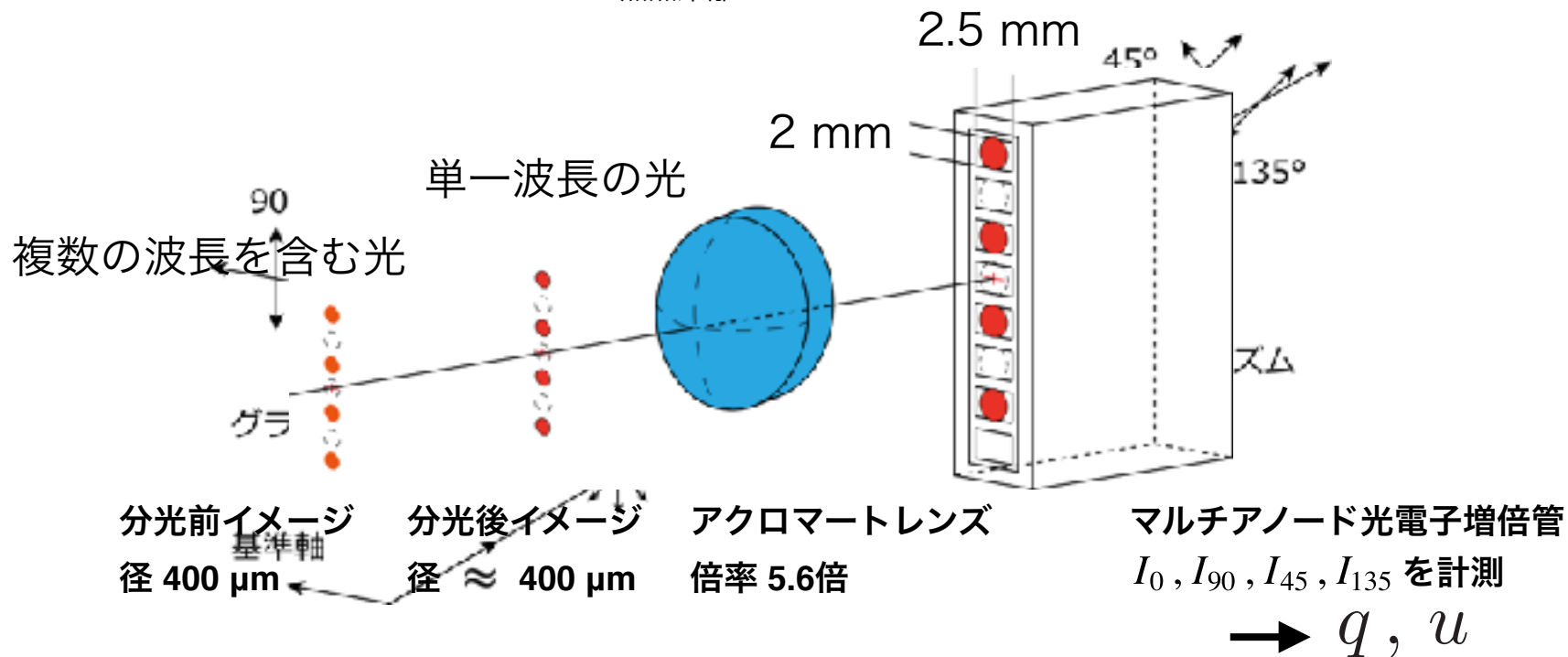
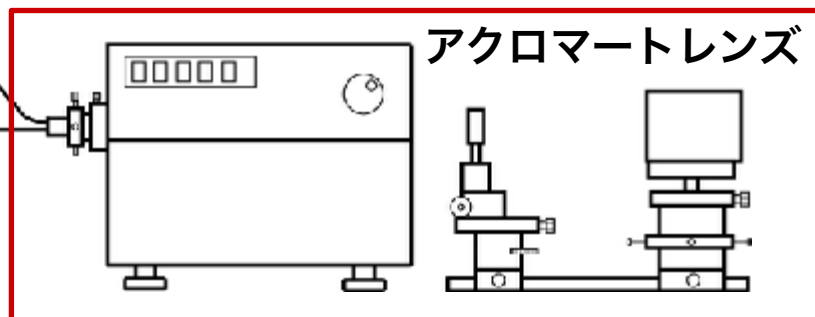
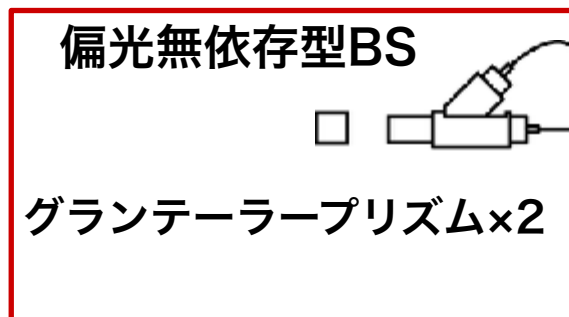
$$\theta = \frac{1}{2} \arctan \left(\frac{u}{q} \right)$$

1. 研究背景, 目的
2. 計測原理
3. 時間分解計測システム
4. システムの校正
5. ECRプラズマ計測

時間分解偏光分光計測システム



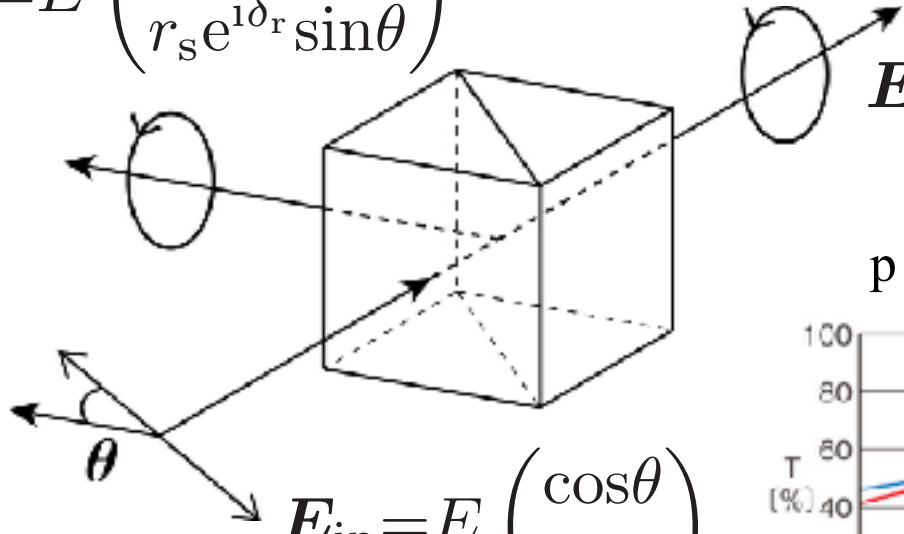
時間分解偏光分光計測システム



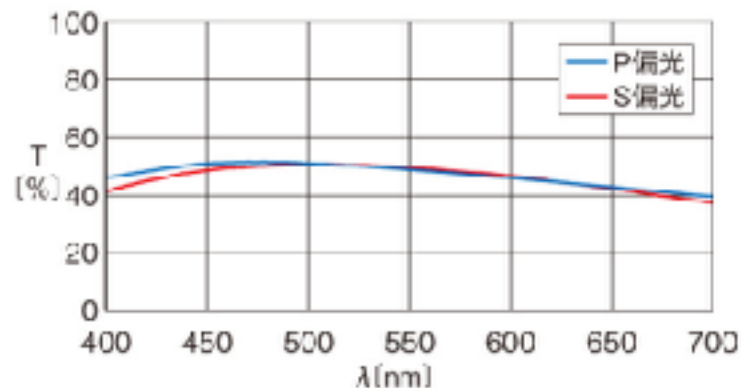
1. 研究背景, 目的
2. 計測原理
3. 時間分解偏光計測システム
4. システムの校正
5. ECRプラズマ計測

ビームスプリッターの校正

- ◆ 入射光の偏光状態 $\neq$ 反射, 透過光の偏光状態

$$\mathbf{E}_r = E \begin{pmatrix} r_p \cos \theta \\ r_s e^{i\delta_r} \sin \theta \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{E}_t = E \begin{pmatrix} t_p \cos \theta \\ t_s e^{i\delta_t} \sin \theta \end{pmatrix}$$
$$\mathbf{E}_{in} = E \begin{pmatrix} \cos \theta \\ \sin \theta \end{pmatrix}$$

p, s 偏光に対する透過率

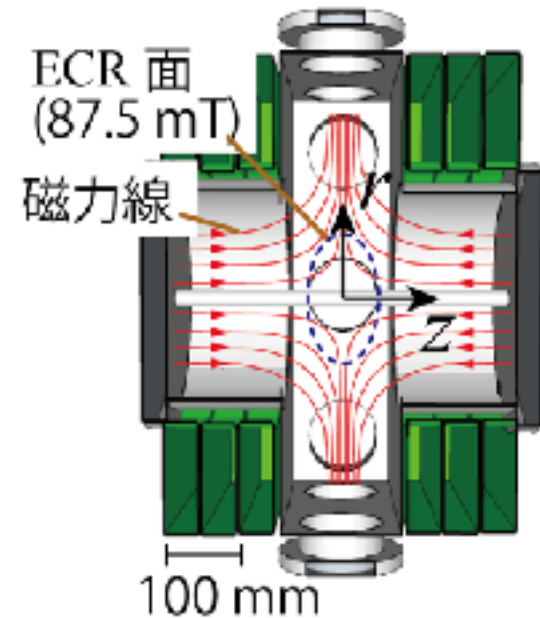
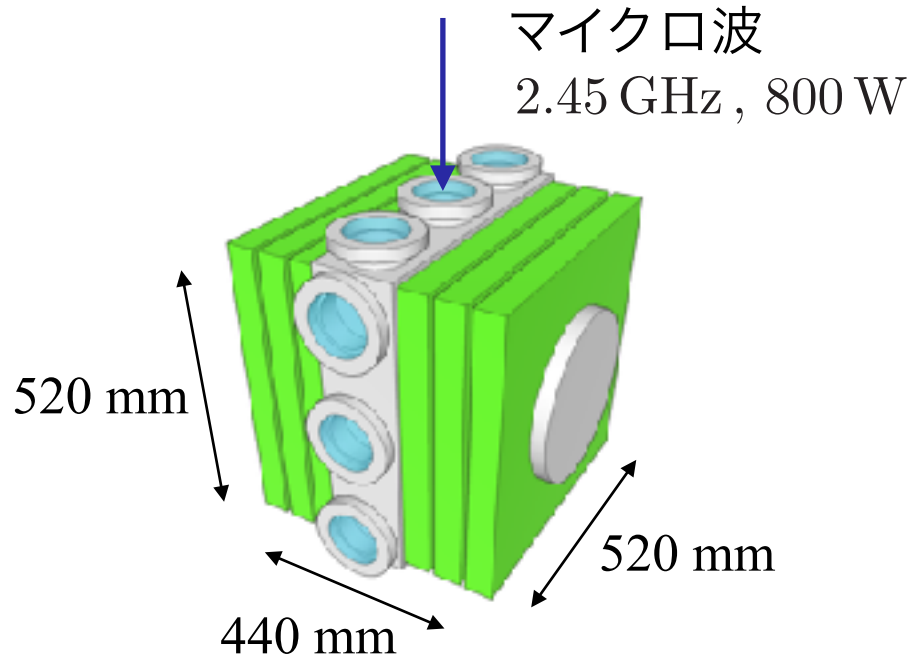


シグマ光機

<https://www.global-optosigma.com/jp/Catalogs/gno/?from=page&pname=HBCH&ccode=W3013&dcode=&gname=HBCH-20-550>

1. 研究背景, 目的
2. 計測原理
3. 時間分解偏光計測システム
4. システムの校正
5. ECRプラズマ計測

ECRプラズマ計測 セットアップ



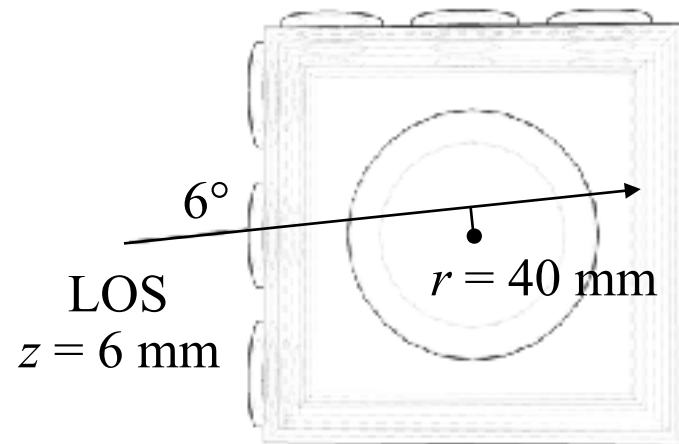
◆ 計測条件

$$P_{\text{He}} = 4.8, 23 \text{ mPa}$$

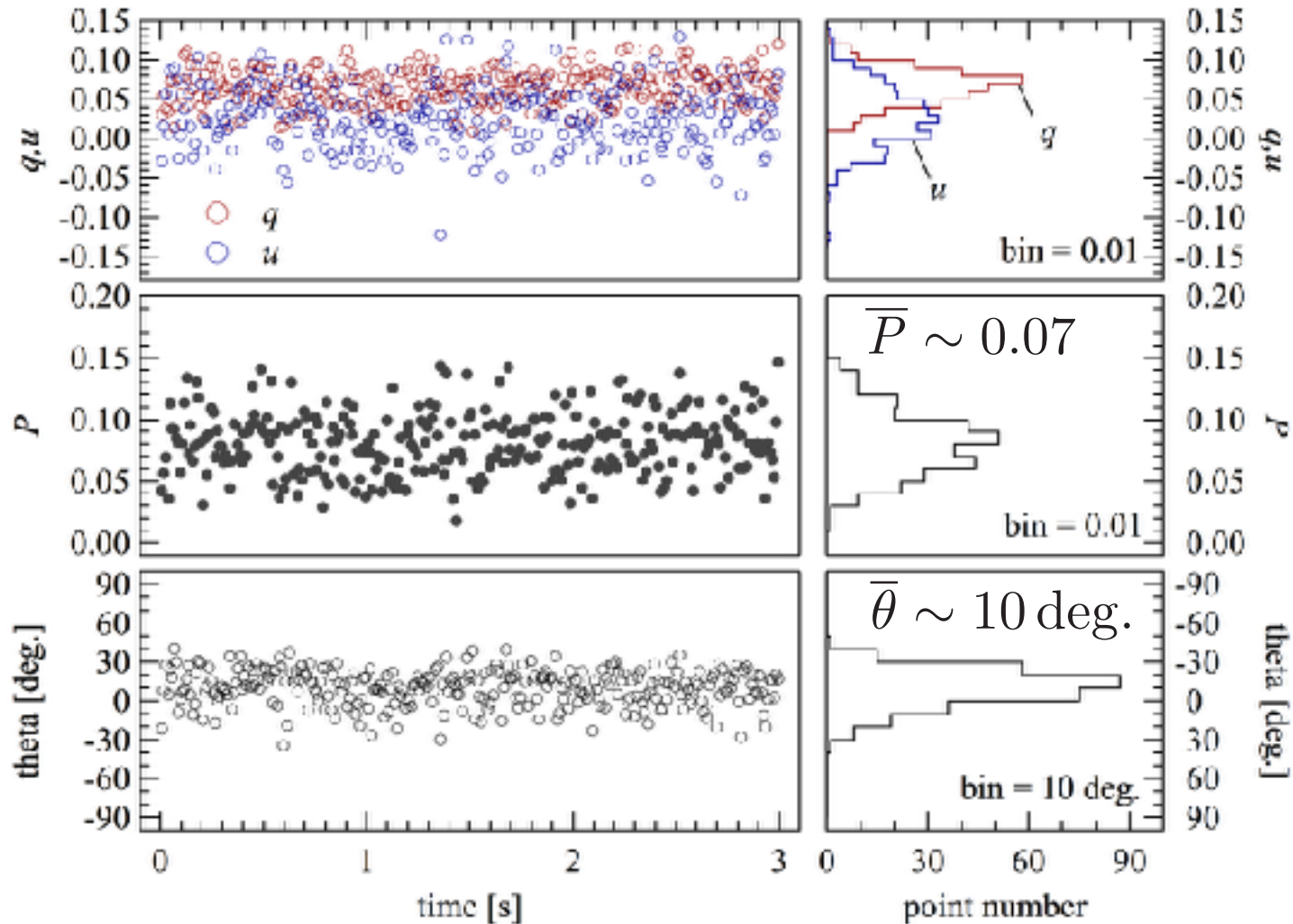
$$\text{観測波長} = 667.8 \text{ nm}$$

$$\text{放電} = 4 \text{ s}$$

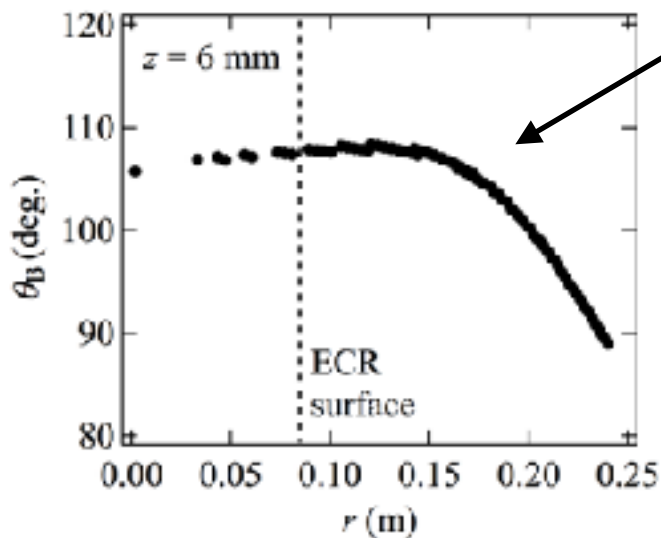
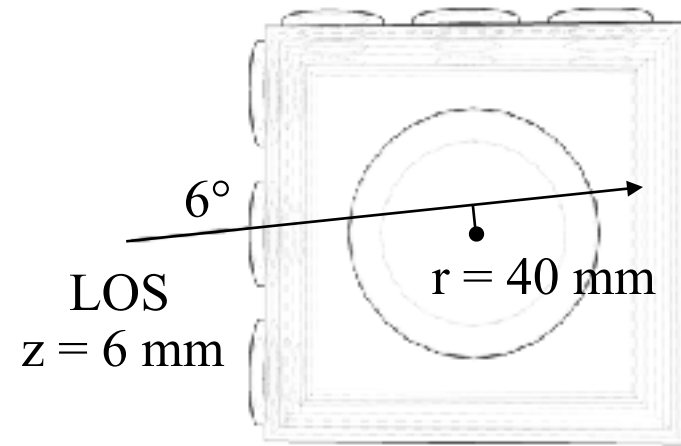
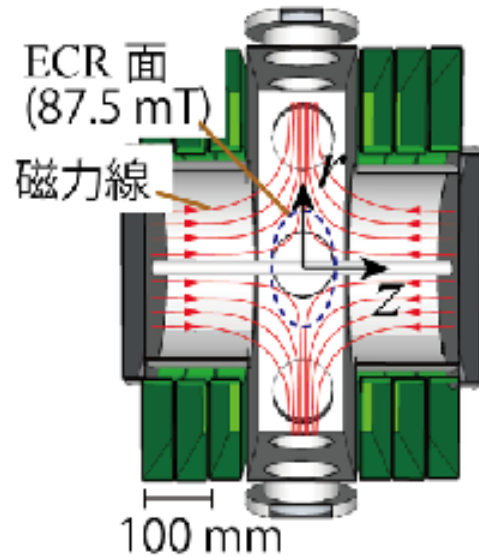
$$\text{計測} = 3 \text{ s (定常状態)}$$



◆ $P_{\text{He}} = 4.8 \text{ [mPa]}$ データ点 = 10 ms 積算



考察 偏光方向



視線に垂直な面内，視線中心での磁場の向き

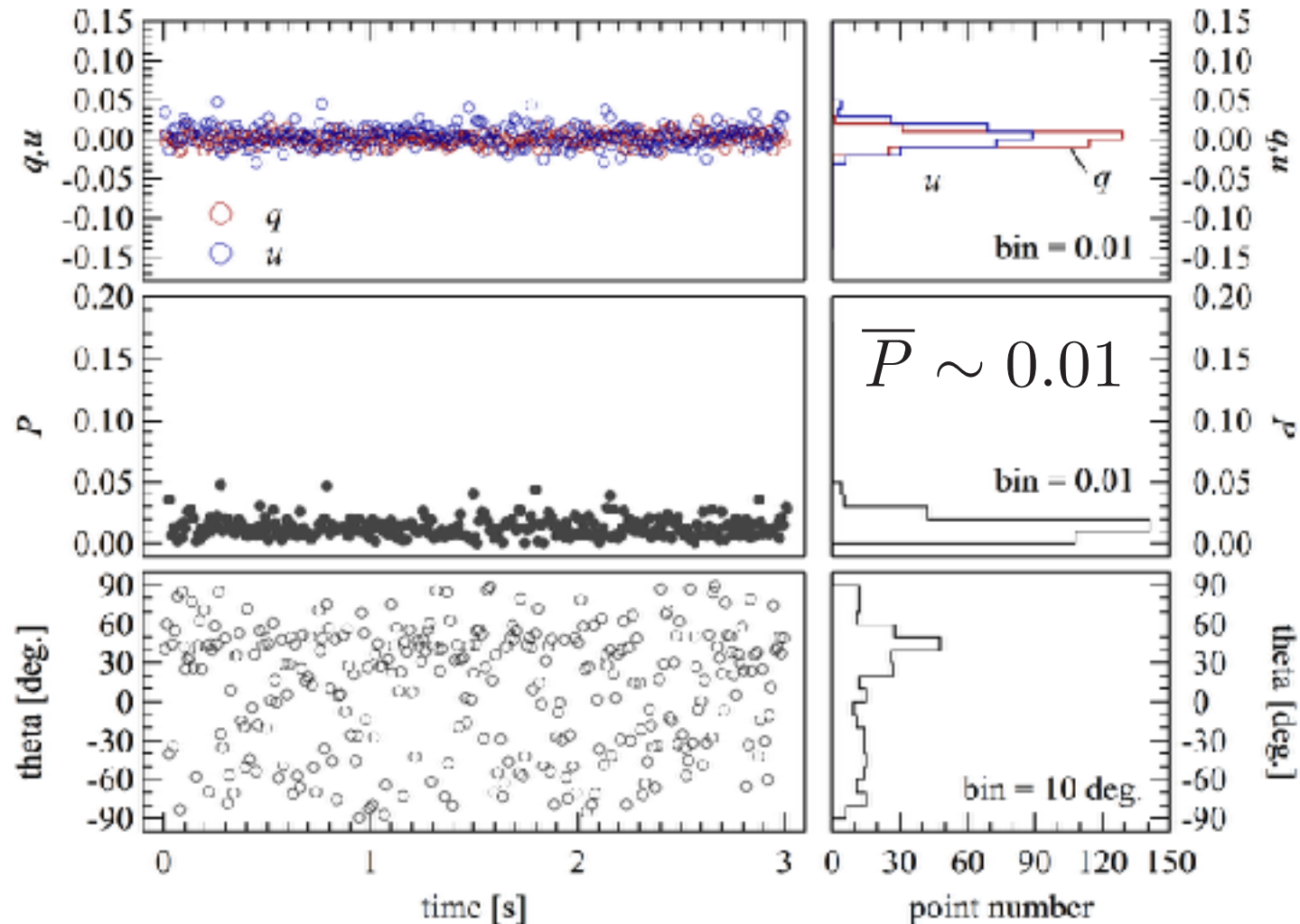
◆ 実験結果 → $\bar{\theta} \sim 10 \text{ deg.}$

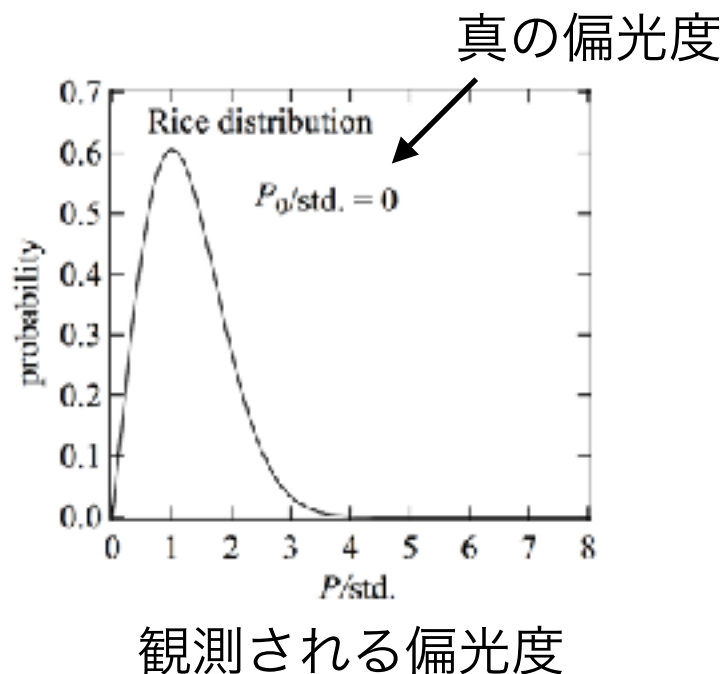
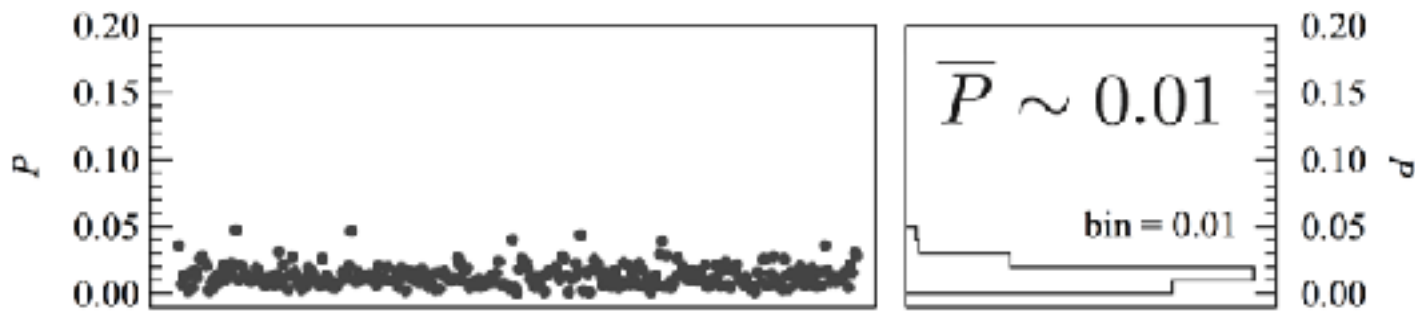
◆ $\theta_B \perp \bar{\theta}$ に近い

プラズマ中

非等方な電子衝突 → 磁場に垂直な偏光

◆ $P_{\text{He}} = 23 \text{ [mPa]}$ データ点 = 10 ms 積算





J. F. L. Simmons and B. G. Stewart,
Astron. Astrophys. **142**,100-106 (1984)

P のSN比が低い



偏光度を過大評価

$$P_{\text{observed}} = \sqrt{q^2 + u^2}$$

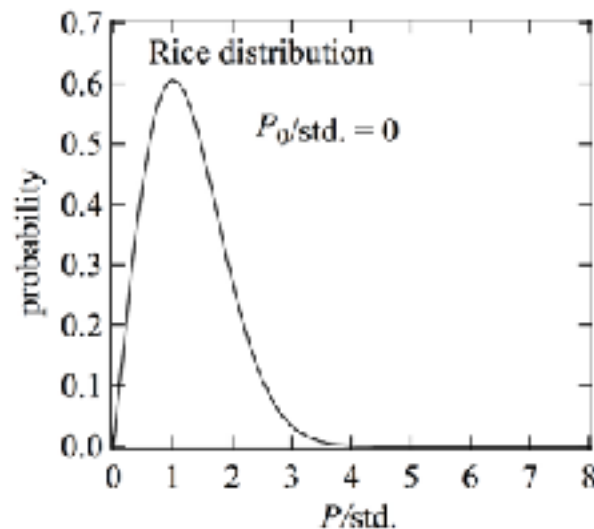


P_{observed} の分布を考慮した解析
真の偏光度の推定

- ◆ 時間分解計測が可能な偏光分光システムを開発
- ◆ システムの校正
- ◆ ECRプラズマ計測

$P_{\text{He}} = 4.8 \text{ [mPa]} \rightarrow$ 非等方な電子衝突による偏光を確認

$P_{\text{He}} = 23 \text{ [mPa]}$



確率分布解析

$P_{\text{observed}} \longrightarrow P_{\text{true}}$



偏光度の時間変化

