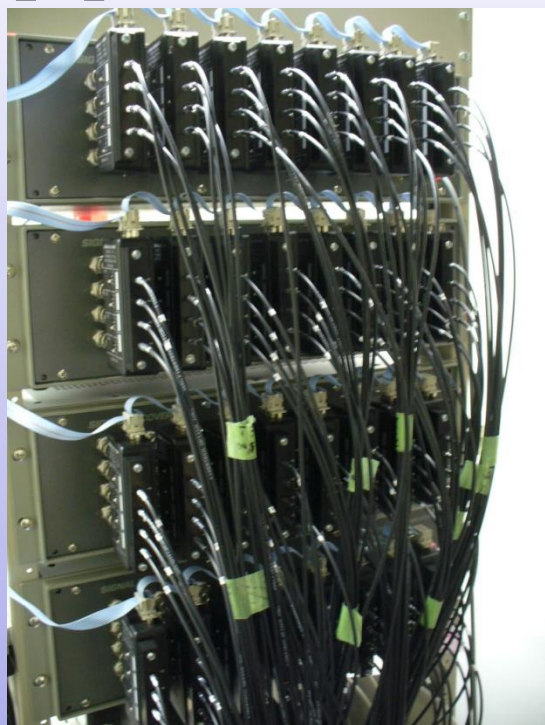
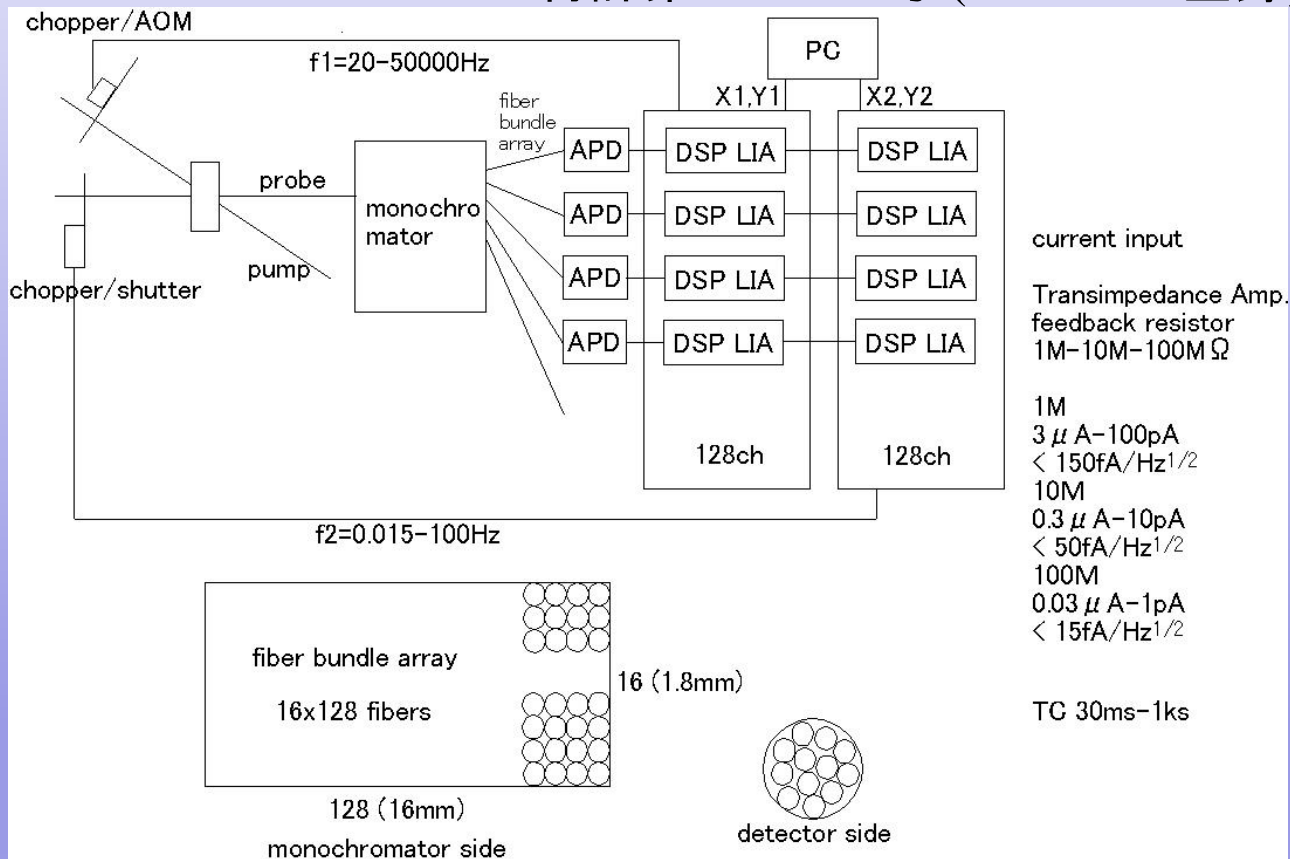


[8]マルチチャンネルロックイン非線形吸収分光法

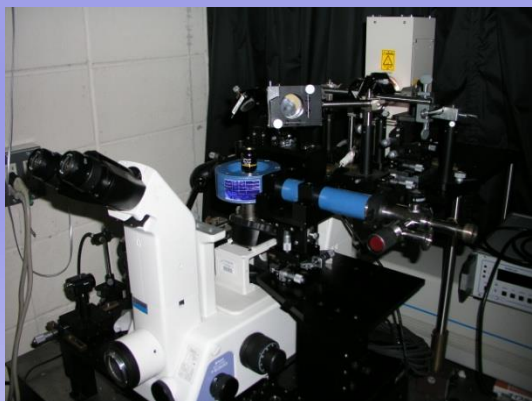


128chロックインアンプとそれによる分光システムを開発
外部刺激(光励起・電場印加)による吸収スペクトルの
微小変化($\Delta A \sim 10^{-6}$)を測定

特許第3568847号 (2004.6.25登録)



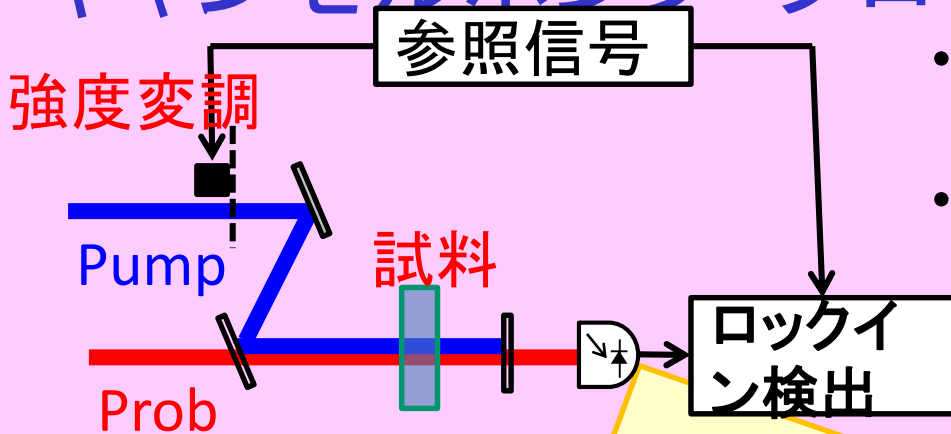
波長掃引の必要がなく、
シングルロックインで
2時間の測定が1分



←
極低温顕微分光と組み合わせ、世界的にも例のない
単一ナノ結晶の非線形吸収分光を実現

[8]非線形分光のためのノイズ

キャンセルポンプ・プローブ法の開発



- ポンプ光によって変調されたプローブ光の強度変調 (S) を測定
- 光源の強度雑音の加算的な寄与が大きくSNを劣化

例: 信号強度 $S=1 \times 10^{-4}$ 、
 プローブの強度雑音 $N=1 \times 10^{-4}$

- 乗算的效果: SNを 1×10^{-4} 劣化、
- 可算的效果: SNを1に劣化

$$\text{Signal} \propto (1+S)(1+N)\text{Probe}$$

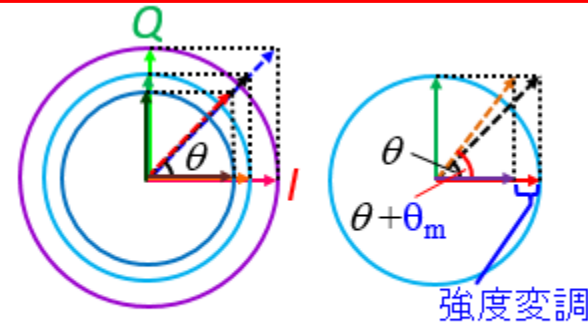
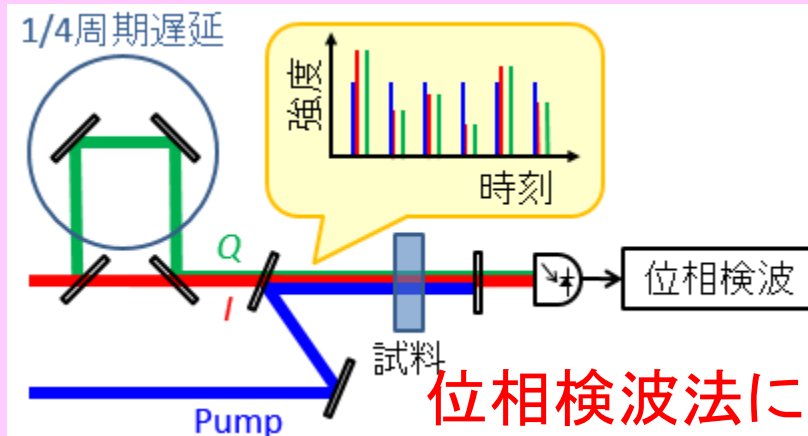
$$= \{(1+N)\text{Probe}\} \cdot S + \text{Probe} \cdot N + \text{Probe}$$

乗算性雑音 試料信号 加算性雑音

通常、ロックイン検出で帯域を制限

- 応答速度が犠牲に
- 変調周波数と同じ周波数の強度雑音は除去できない

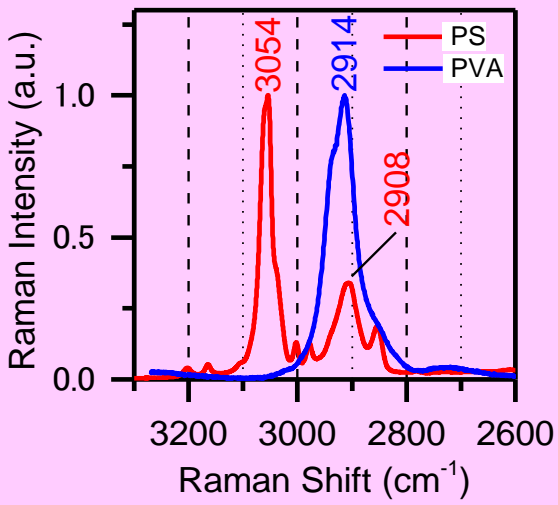
そこで



位相検波法による強度雑音キャンセル法

原理実証: 2ラマンシフト同時誘導ラマンイメージング

ノイズキャンセル
ポンプ・プローブ法



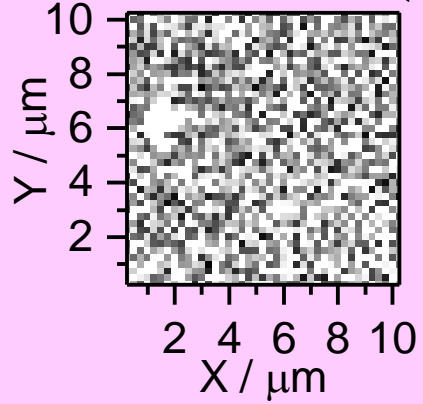
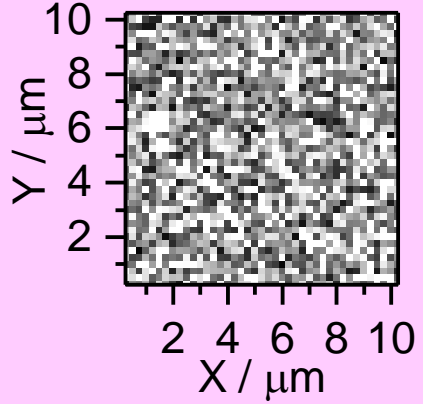
ラマンスペクトル

3054 cm⁻¹

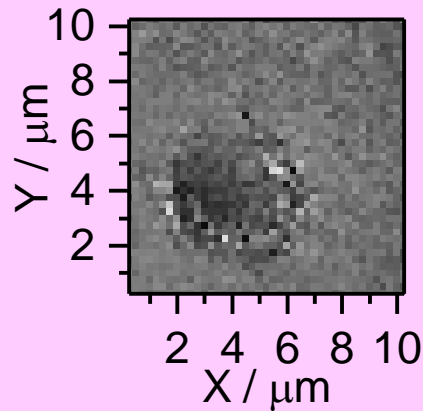
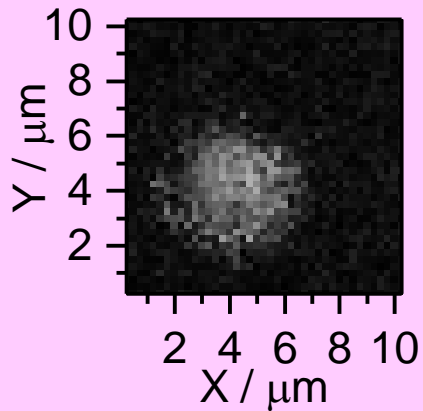
2914 cm⁻¹

瀬戸啓介

従来法



位相検波法



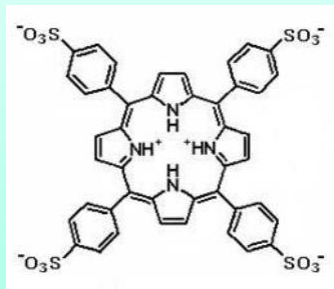
- PVA膜中の4 μm PSビーズ
 - 各波数で位相調整(バランス調整)
 - 多波数で同時にノイズ削減、2波数同時SRSイメージング
- さらに雑音を削減した方法を考案 特願2017-102606

“光学測定装置および光学測定方法”

[8]実時間非線形応答復元ロックインアンプの発明

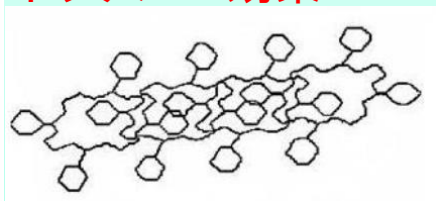
$$P = \varepsilon_0 \left(\chi^{(1)} + \chi^{(2)} E_{elec} + \chi^{(3)} E_{elec}^2 + \dots \right) E_{light}$$

特許願 2016-38306
2016.2.29 瀬戸、徳永
庭瀬(卒研生)



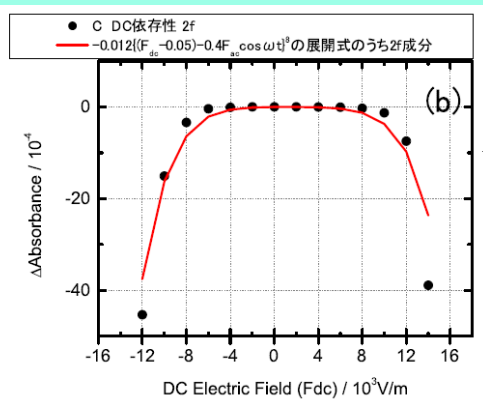
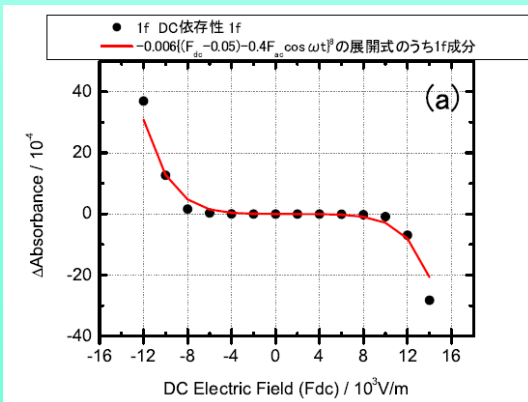
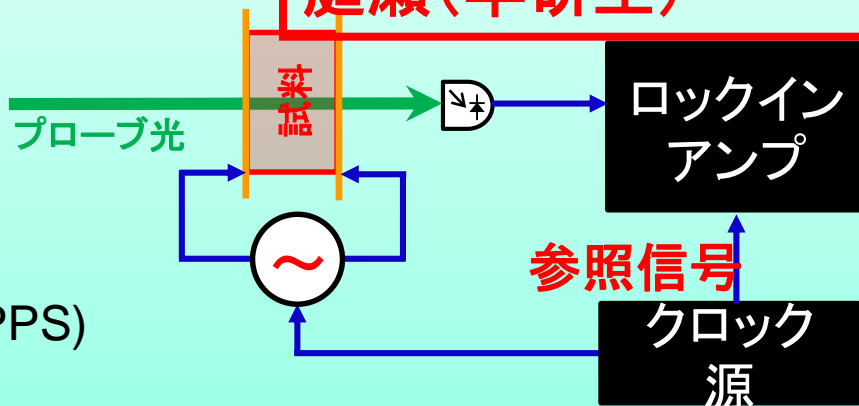
D単量体

ポッケルス効果 カー効果



J会合体

Tetraphenylporphyrin tetrasulfonic acid (TPPS)

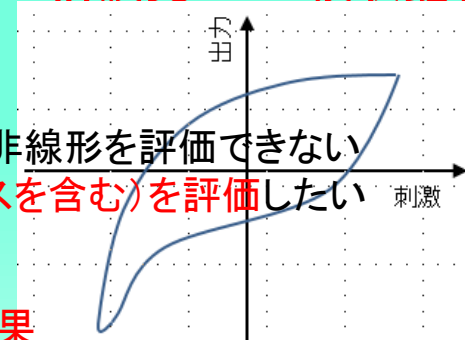


$$P^{(n)}(n\omega) = \chi^{(n)}(n\omega) E^n(\omega)$$

$$P^{(3)}(3\omega) = \chi^{(3)}(3\omega) E^3(\omega) \text{ 3次の非線形分極}$$

$$= \chi^{(3)}(3\omega) E_0^3 \left[\frac{1}{4} \cos(3\omega t) + \frac{3}{4} \cos(\omega t) \right]$$

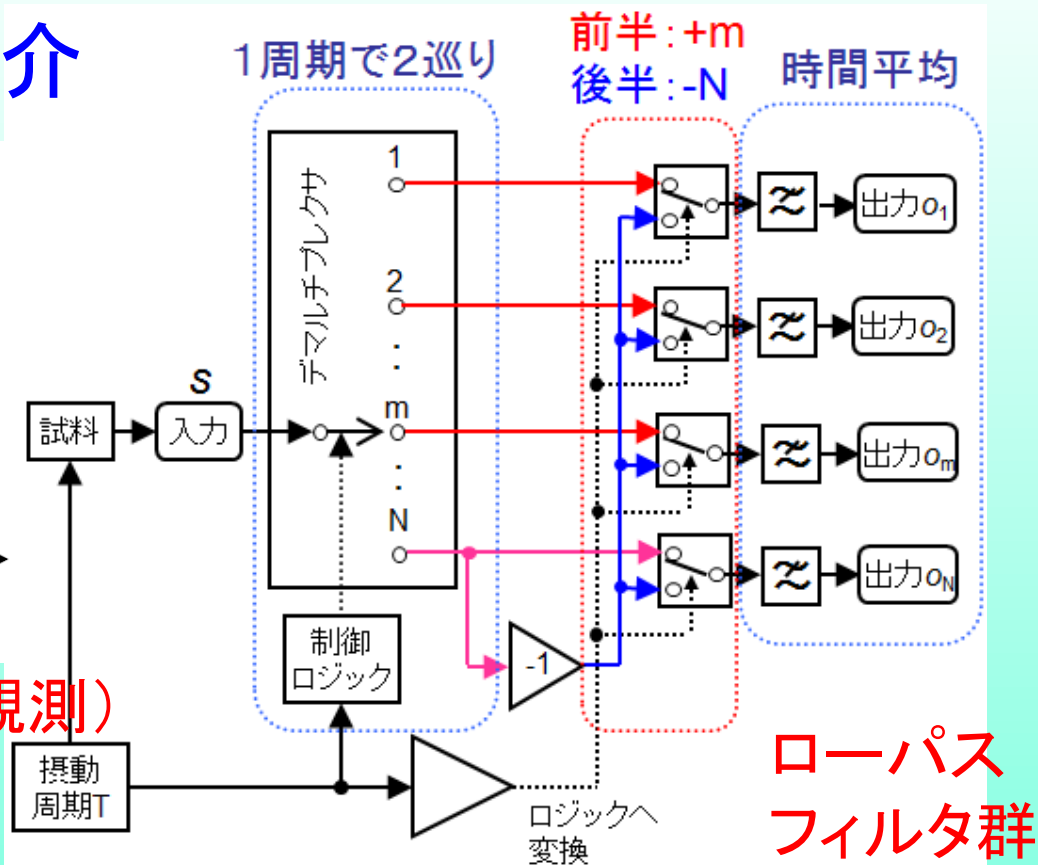
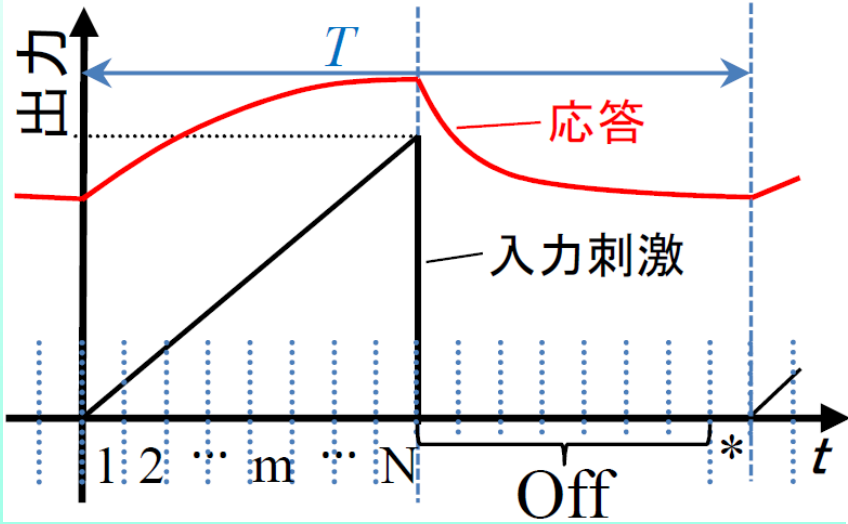
3倍波発生 吸収飽和



- ・透過率の1f, 2f信号のDC電圧依存性がべき乗(少なくとも8乗)[1]
- ・従来ロックインアンプでは個別のnfの周波数の振幅と位相がわかるのみ 複雑な非線形を評価できない
- ・透過率測定: 高ノイズ・高バックグラウンド繰り返し信号中の非線形性(ヒステリシスを含む)を評価したい

[1] 鈴木雅也, 奥田良直, 中田和明, 小林孝嘉, 徳永英司,
2015秋物理学会, 18pPSA-34"J会合体水溶液のDC電場誘起ポッケルス効果

原理・装置 瀬戸啓介



例: ノコギリ波入力 (ランプ応答観測)

撮動周期内を時分割

周期前半で撮動; 周期後半で無撮動(初期状態へ緩和)

周期前半の各々の分割mの信号に対して、周期後半の緩和後*の信号を引く(オフセット除去)

各々の差を時間平均(帯域制限)してノイズ除去 時間分解したロックイン検出

本発明により、一度の測定で信号から
得られる情報が分割数の分だけ、飛躍的に増大し、材料の
物性評価(撮動に対する応答)の効率が分割数分だけ向上