

## 振動、速度、粒子解析の高感度実時間計測する光学技術

共通教育部 化学物理研究室 准教授 須藤 誠一

### 1) 技術の特徴

ドップラ効果は運動している物体の出す光の振動数とその運動速度に応じて変化する現象であるが、本レーザ技術を利用することで測定対象物の運動を簡便かつ精密に実時間計測することができる。

### 2) 概要

移動または振動する物体、滴下する流体などにレーザ光を照射すると、ドップラ効果により、測定対象物からの反射光の振動数が変化する。この反射光をレーザ結晶中に帰還させると、出射光との干渉によって、レーザ光の強度が変化した光（変調波）がレーザ装置から再発振されるようになる。この変調波を簡便な光検出器で検出することによって、移動体の速度、液面の波の振幅・振動数、流体の流速・流速分布、コロイド粒子の粒径・表面電位、液中の粒子の粒径が簡便に、高光感度で実時間計測できる。

### 3) 想定される用途の例

- ・ コロイド、エマルジョン等の生産ラインでの粒径評価、検査
- ・ 化学、製薬、食品、医学検査等の品質管理・異物検査
- ・ 物体の速度、振動の振幅・振動数の評価

### 4) 従来技術に対する優位性

PDF 資料「自己光混合計測法の応用」を参照。

### 5) 期待する連携先

計測器メーカーなど

### 6) 特許出願

- ・ 特開 2014-6173 「粒子特性計測装置」(2012. 6. 26 出願)  
出願人 五島育英会  
(液体中の微粒子の粒径とゼータ電位を計測する装置に関する特許)
- ・ 特開 2014-81330 「微粒子検出装置及び微粒子検出方法」(2012. 10. 18 出願) 出願人  
オルガノ株式会社、株式会社イーブル  
(液体中の微粒子を検出する装置および方法に関する特許)

# 自己光混合効果を用いた 物性計測装置

東京都市大学 共通教育部

化学物理研究室

須藤誠一 准教授

# 技術概要

- 自己光混合計測法

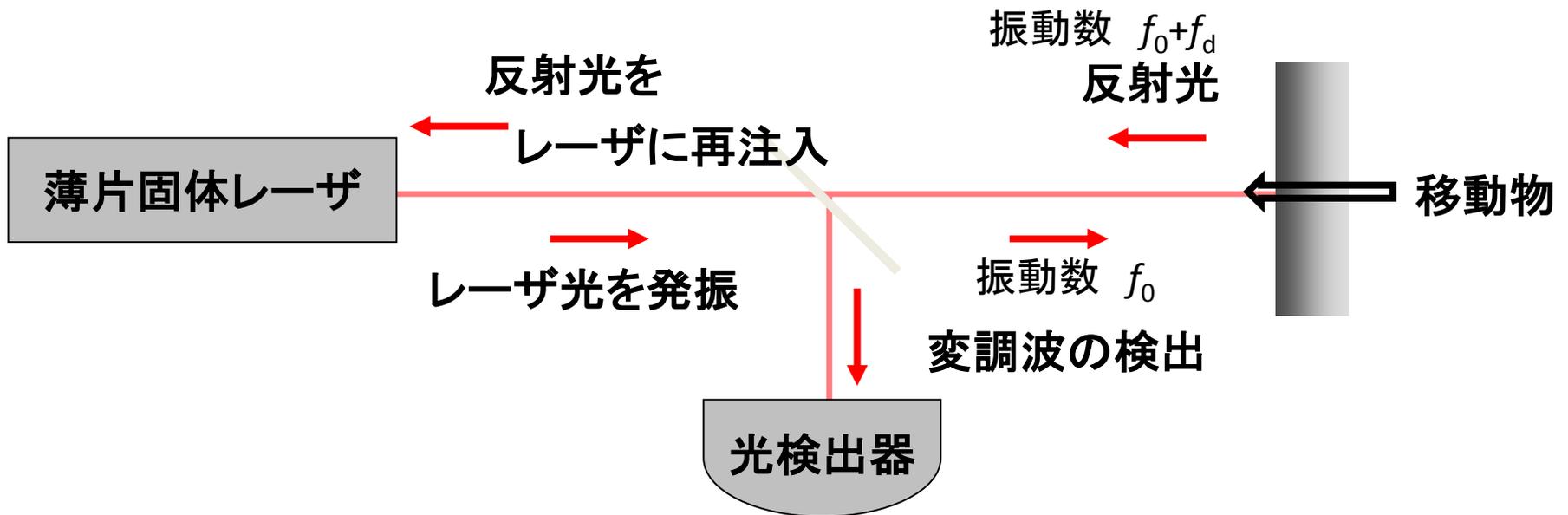
⇒ 超微弱散乱光を検出する技術

レーザドップラ速度計へ応用したことで、  
様々なナノ計測を達成

簡便な検出装置で、高感度実時間計測が可能

産学連携技術移転を目指している

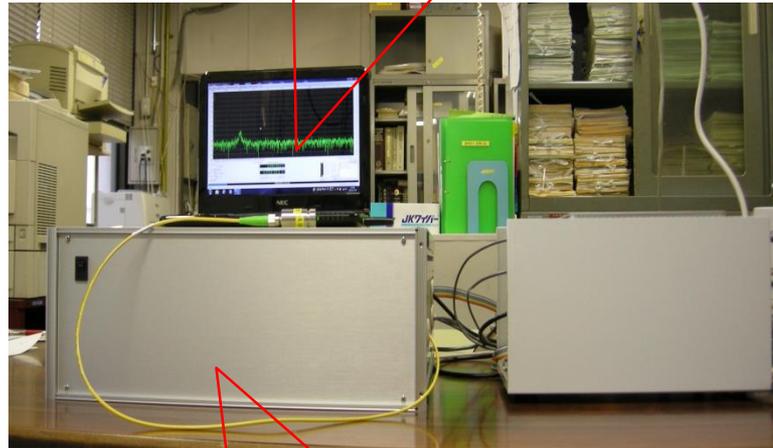
# 自己光混合レーザドップラ計測



高感度計測，実時間性，安価な計測が達成できる

# 計測装置

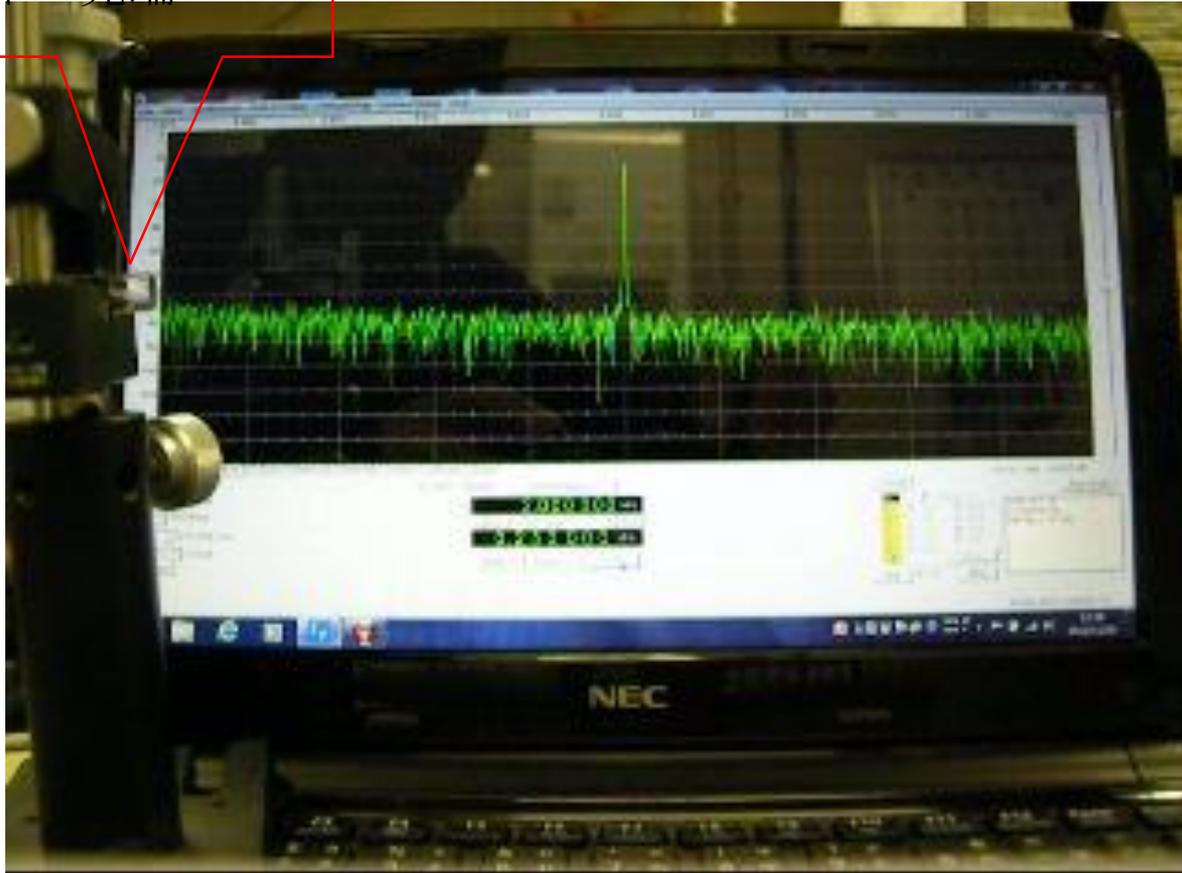
センサーヘッド：光ファイバ



本体外形寸法：  
L450mm × W450mm × H200mm  
光学定板寸法：  
L350mm × W200mm × H180mm

# 計測装置

Φ10mmのケースに収めた  
光ファイバ先端

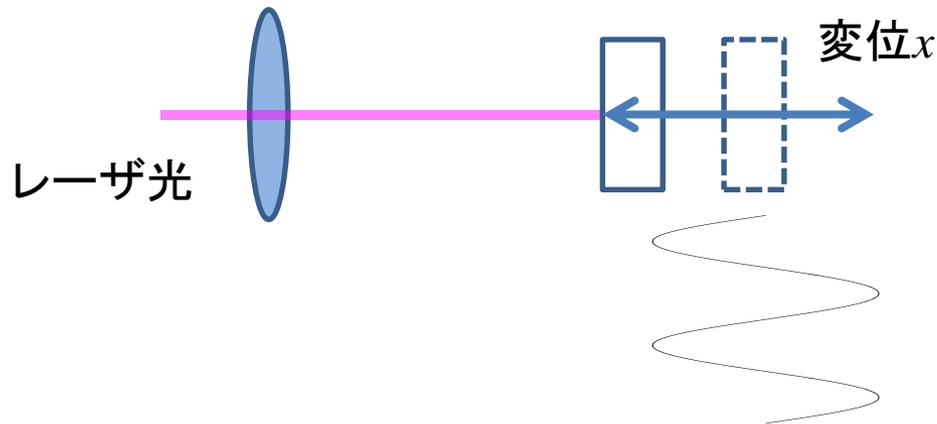


低光反射率の測定対象物でも、  
実時間で応答

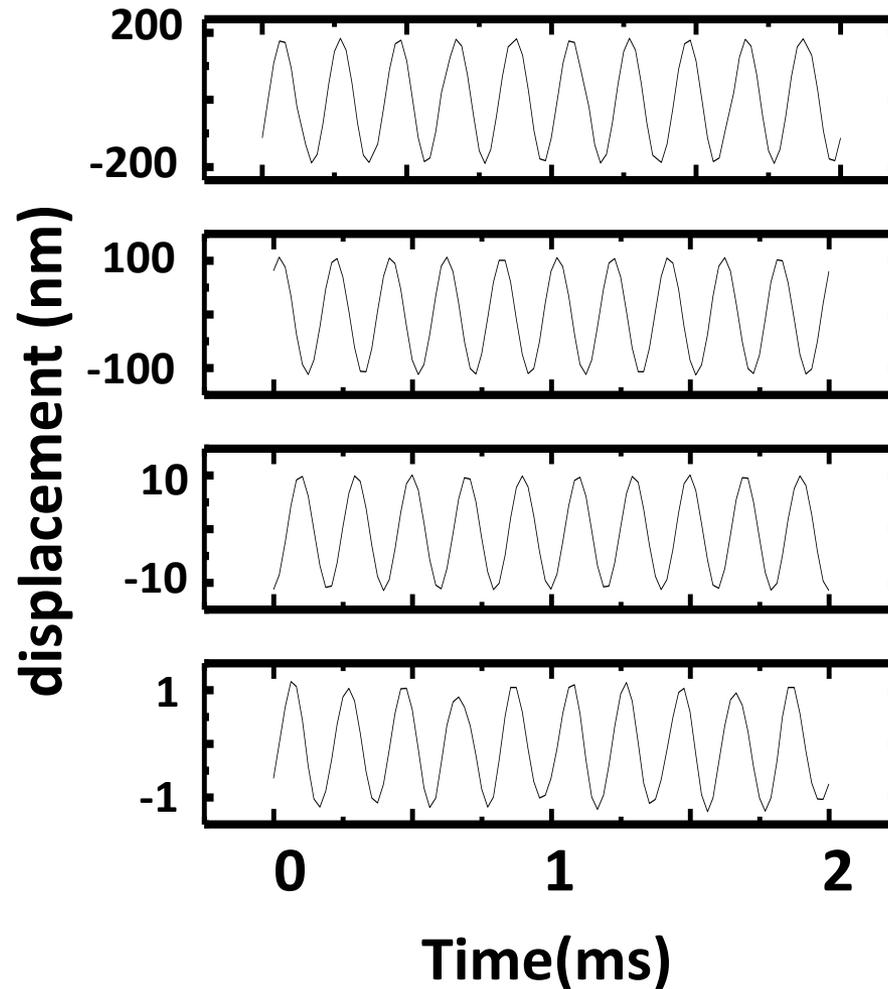
# 計測例 レーザ振動計

振動体の振動・変位の実時間計測

交流電圧駆動のピエゾ素子

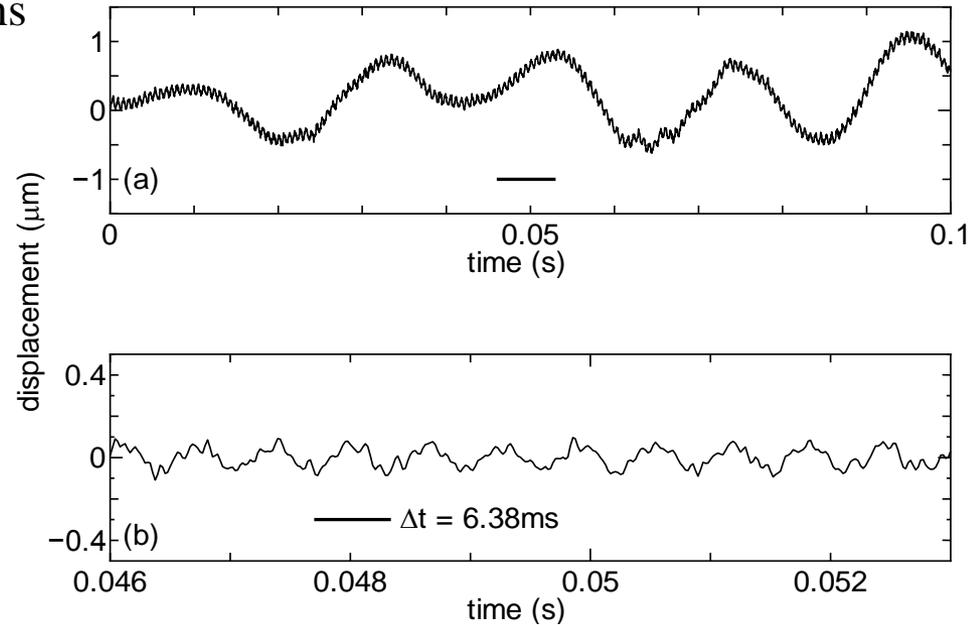
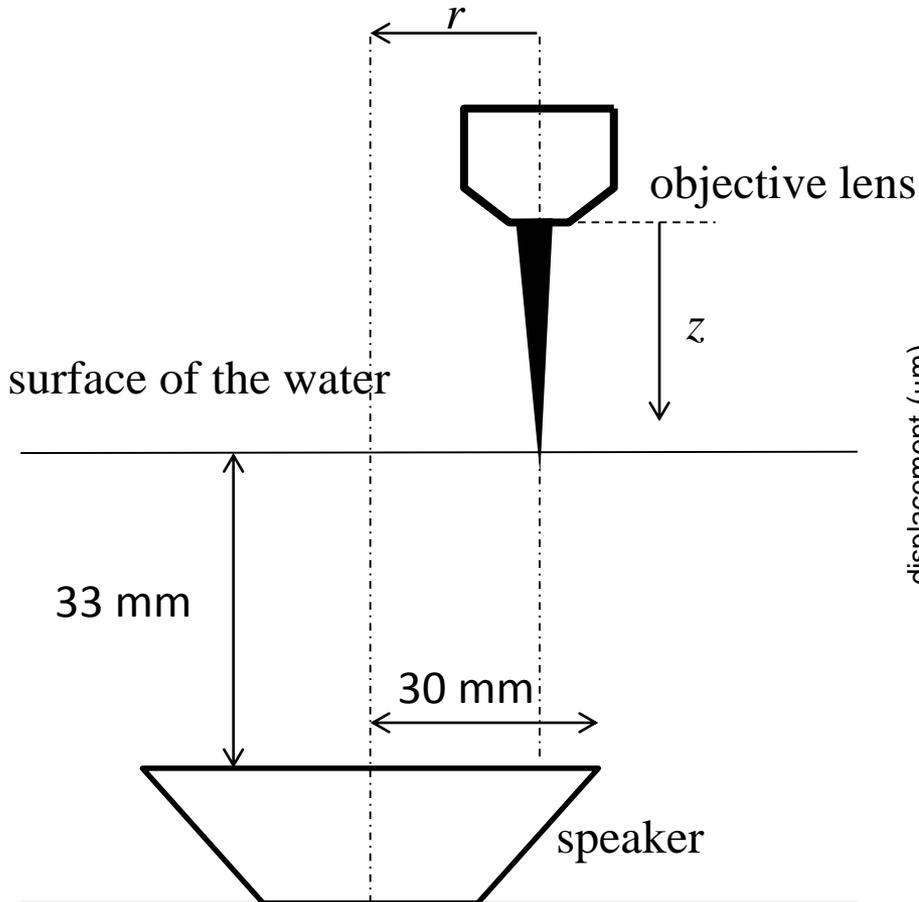


# 振動の実時間検出結果



ナノメートルの変位の実時間計測が可能

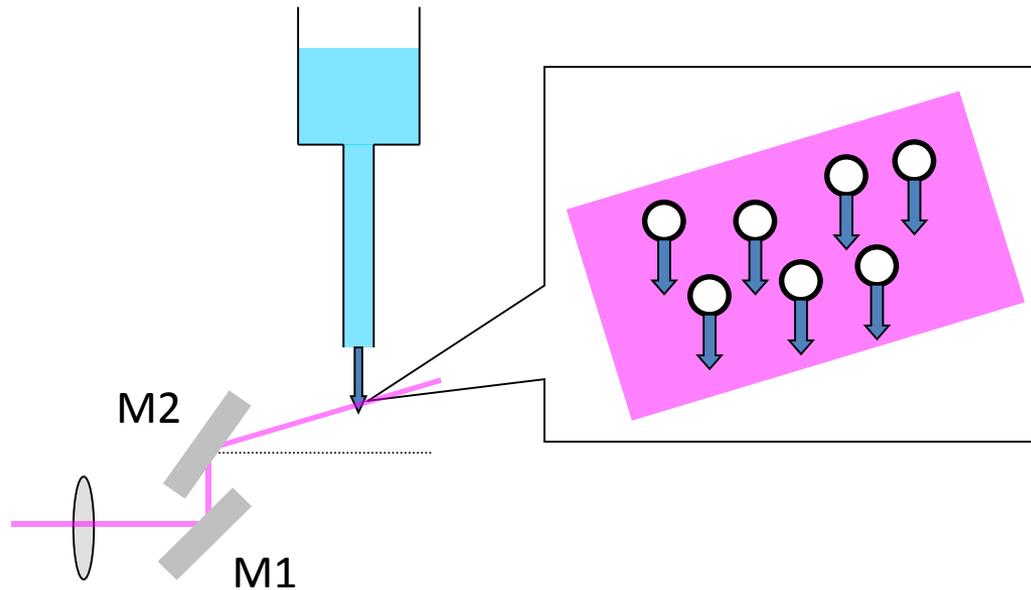
# 水面の表面張力波の検出



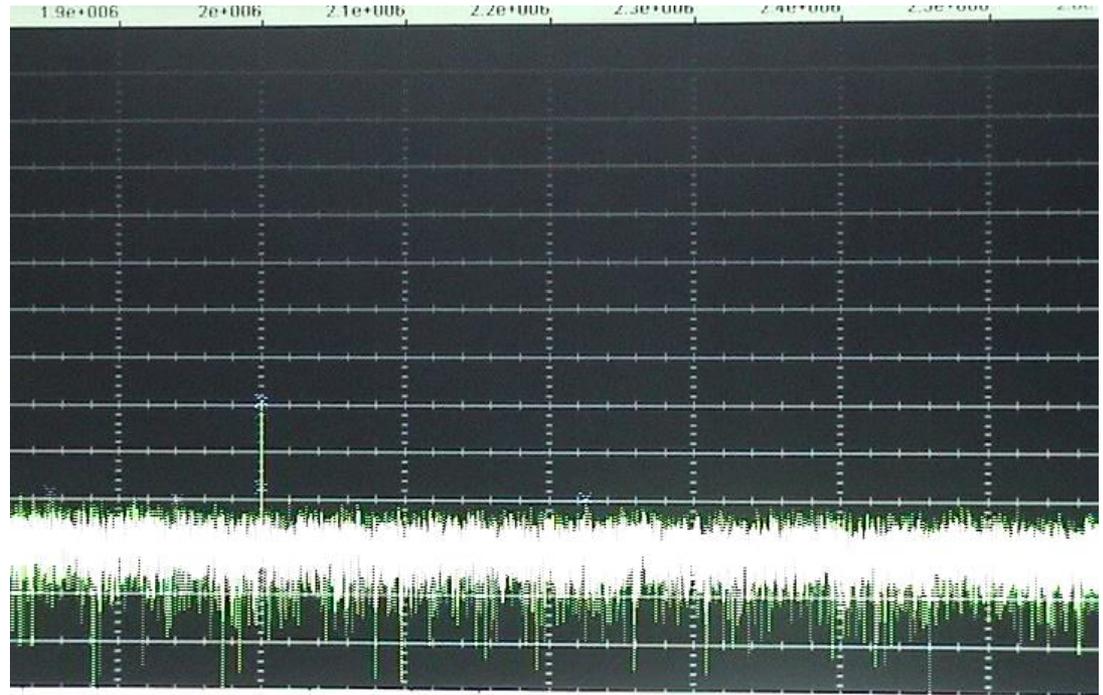
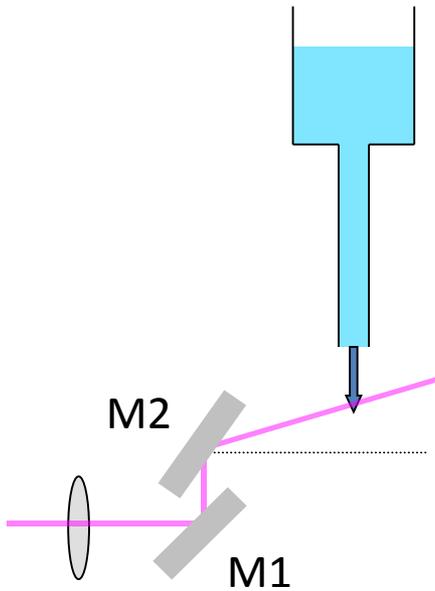
# 計測例 レーザ流測計

トレーサ粒子を含む

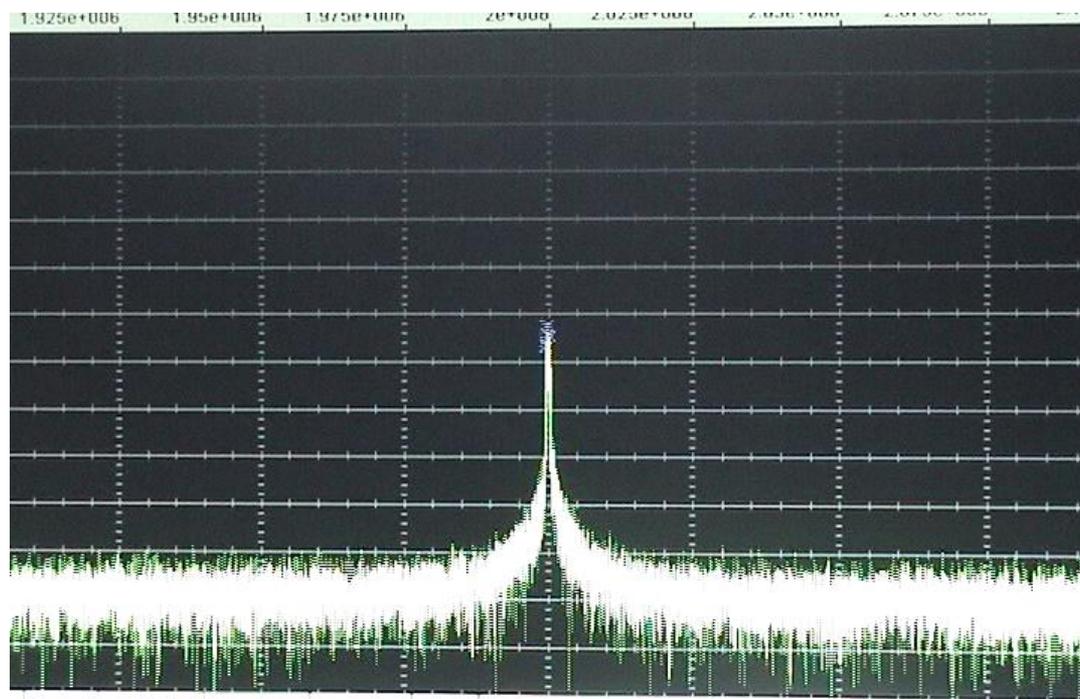
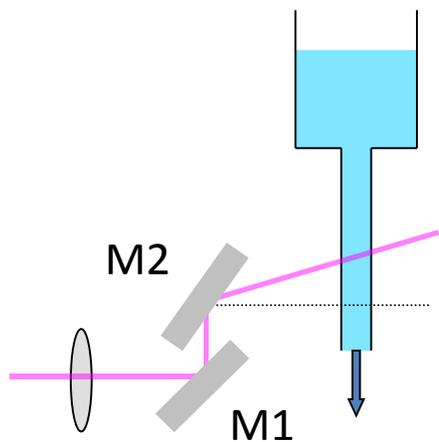
流体の速度・速度分布評価



# 流体計測結果 (ガラス管外落下)

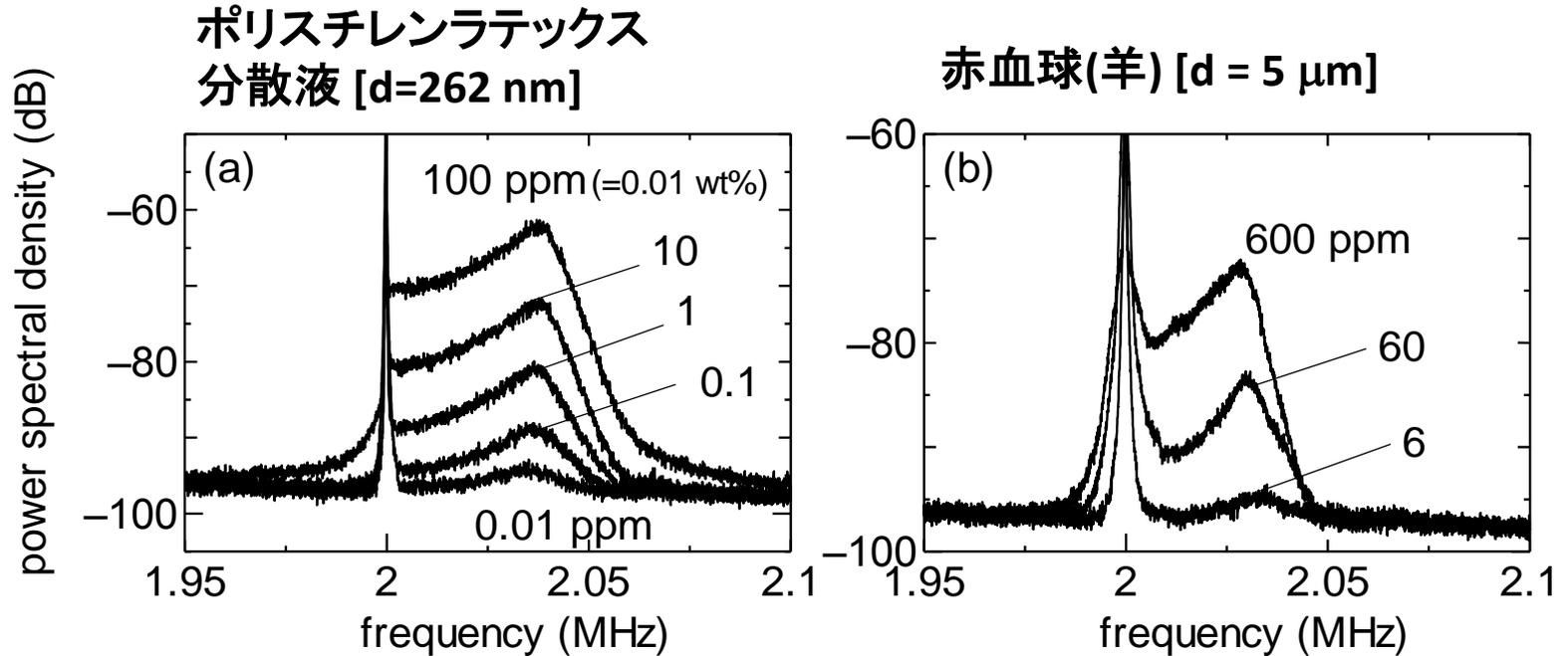


# 流体計測結果 (ガラス管内)

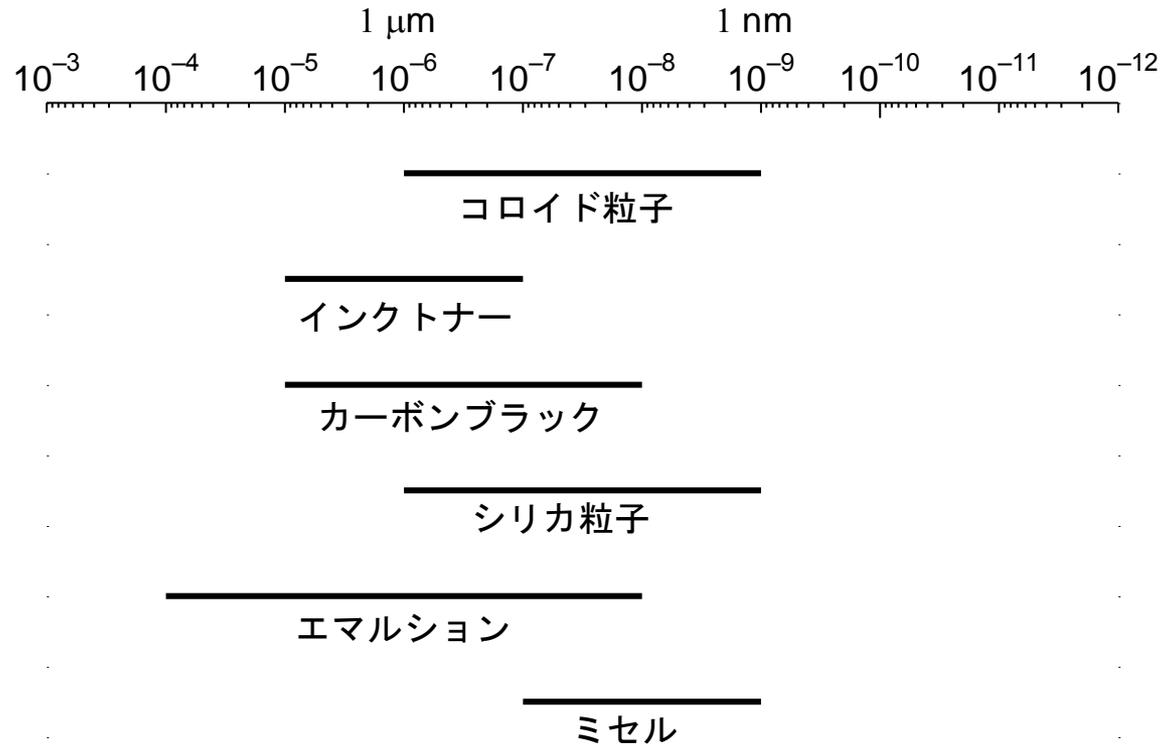


# 流体計測結果

流体に含まれる粒子の濃度変化

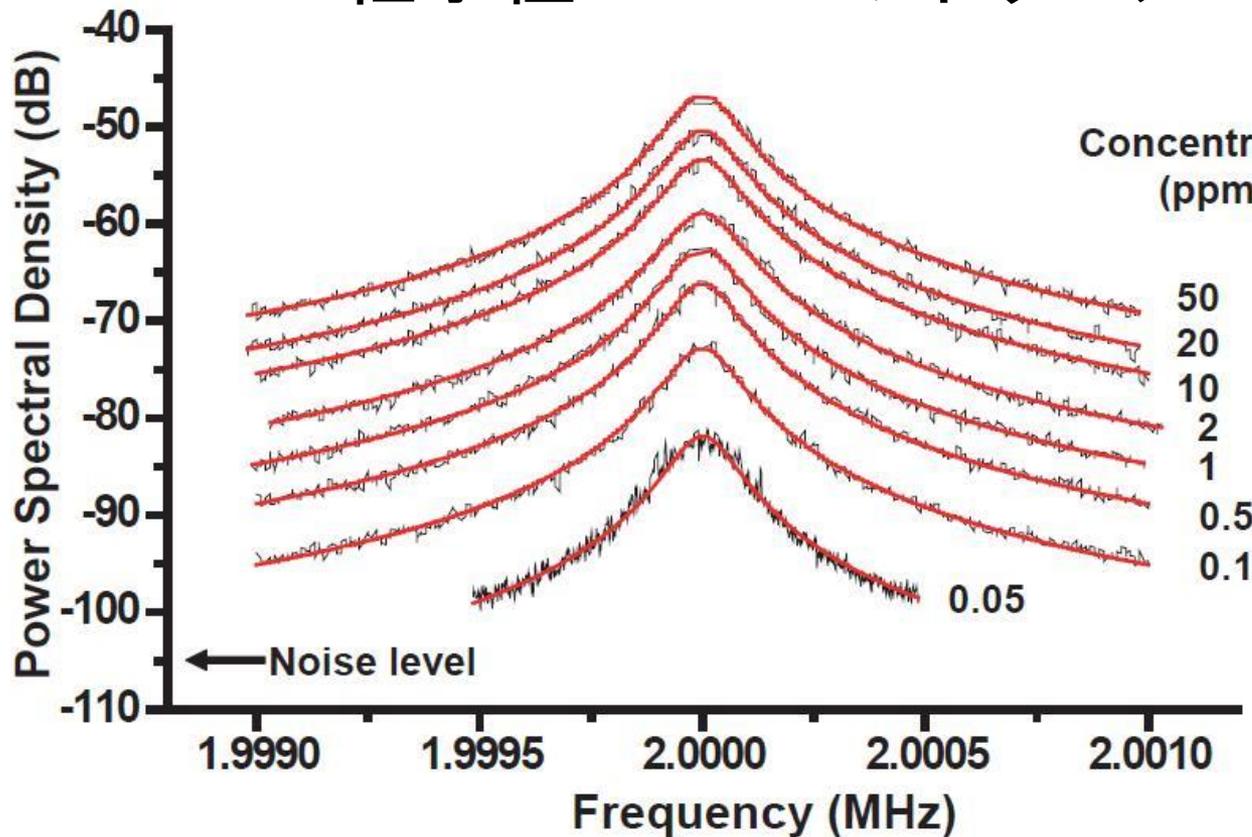


# 計測例 コロイド粒子の粒子径計測



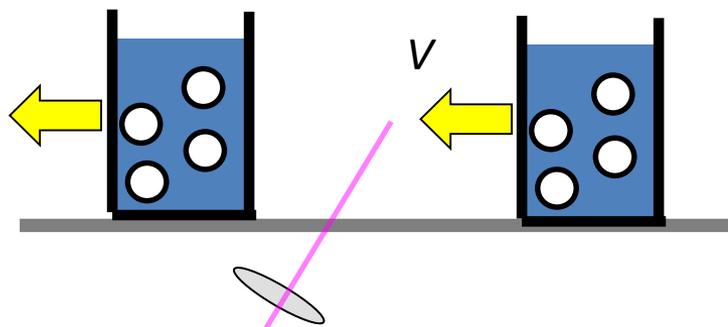
# 計測例 コロイド粒子の粒子径計測

スペクトル形状からの粒子径評価  
粒子径200 nmのポリスチレン粒子

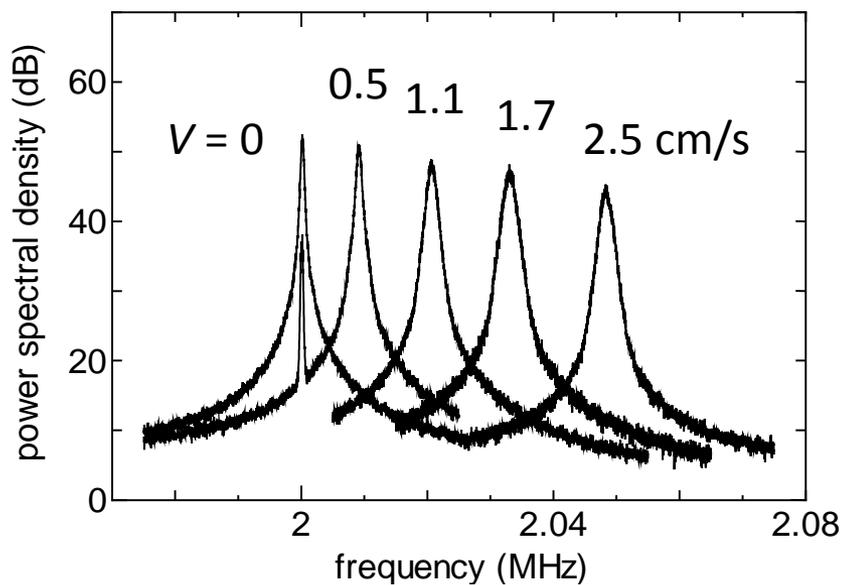


粒子径  
粒子数の計測

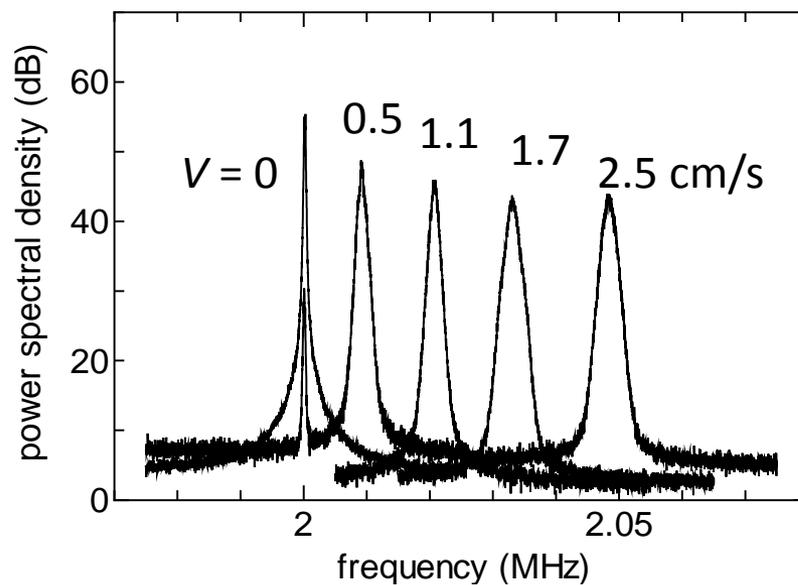
# 粒子径評価 生産ライン中での評価



低粘性溶媒

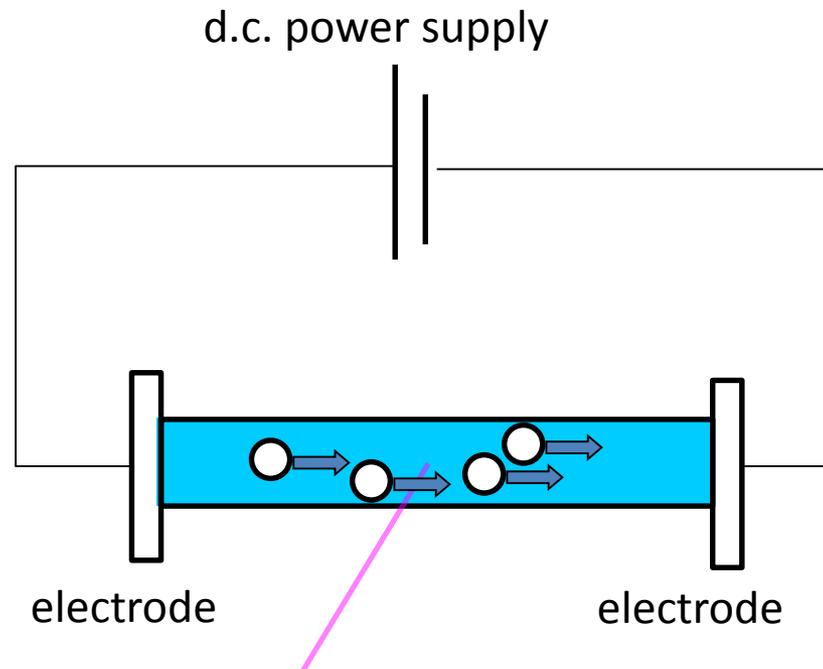


高粘性溶媒

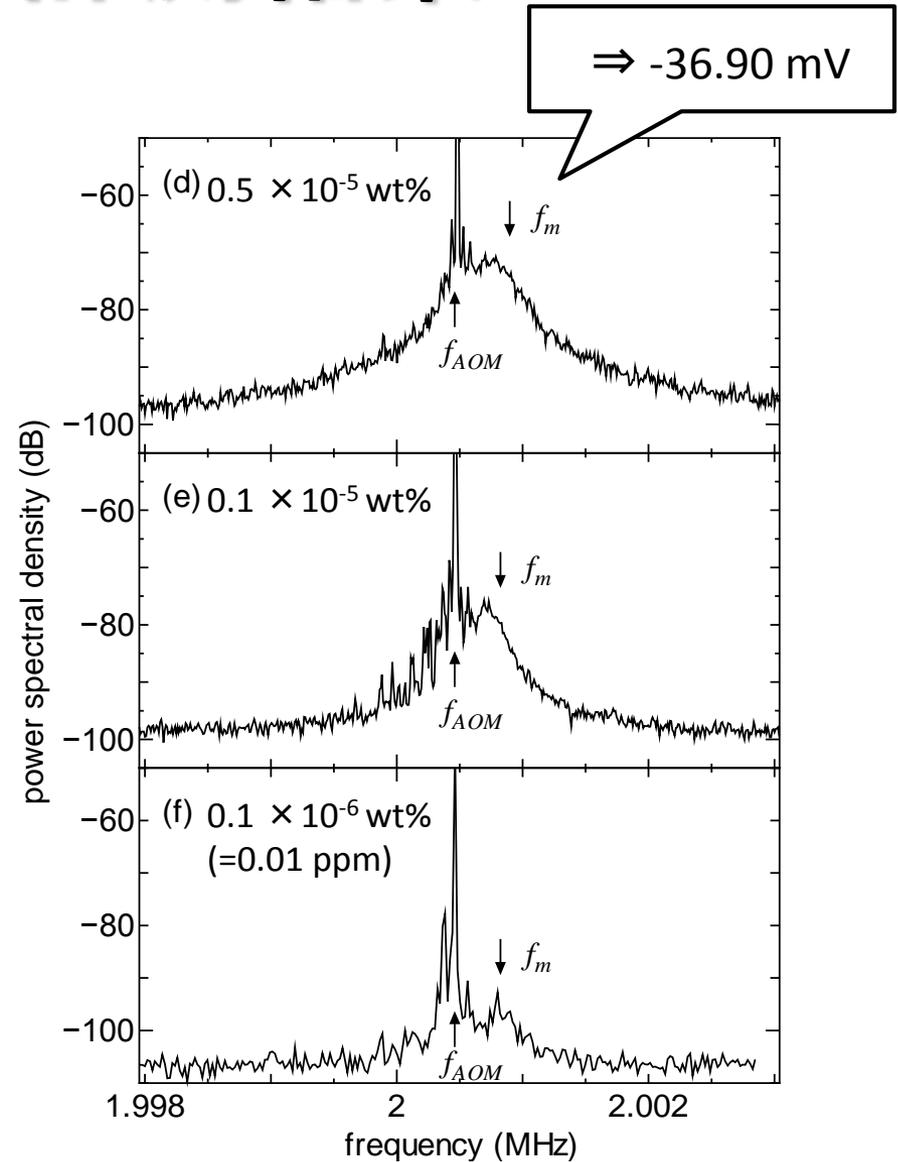
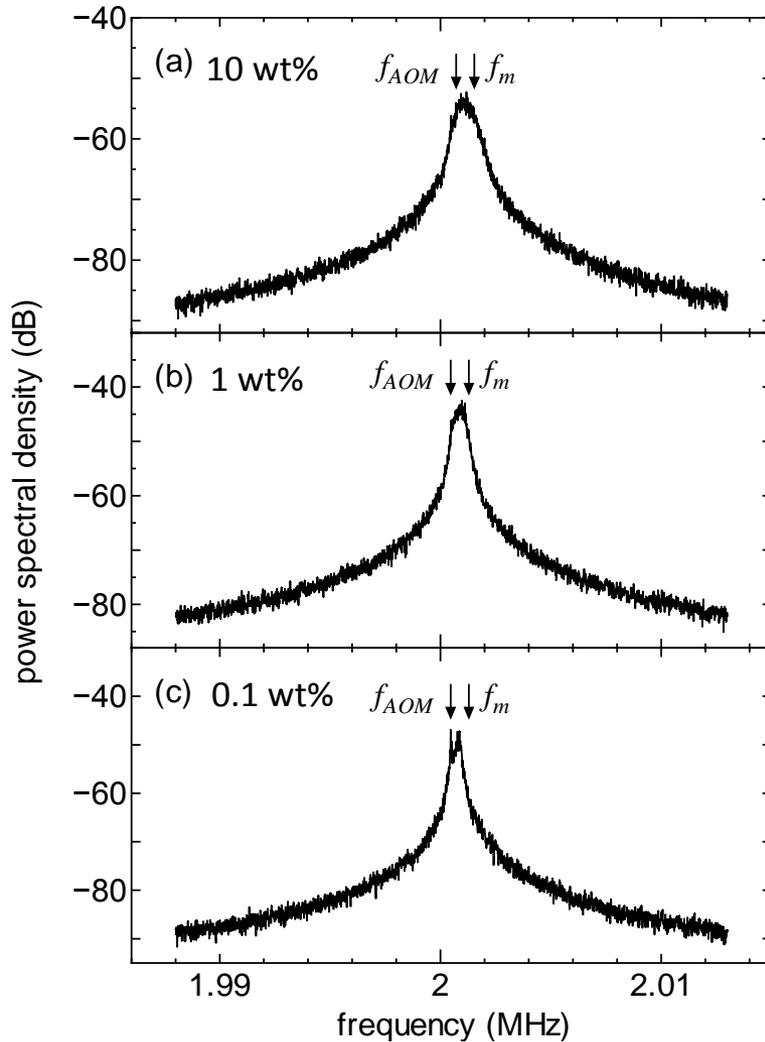


# 計測例 コロイド粒子の表面電位

スペクトルシフトから表面電位(ゼータ電位)  
評価



# 表面電位計測結果



# 自己光混合計測法の応用

計測項目	本計測法	従来技術
振動計測	検出振幅 1nm以上 リアルタイム計測可能 表面が粗い対象物 (反射率:1%未満)でも計測可能	レーザ・ドップラ振動計 検出振幅 100 nm以上 リアルタイム計測はできない 表面反射率:1%以上
粒子径解析	測定粒子径範囲:1nm~1 $\mu$ m 測定対象濃度範囲:10 <sup>-6</sup> ~50% (極希薄濃度から高濃度まで) リアルタイム計測可能	動的光散乱計測 測定粒子径範囲:1nm~1 $\mu$ m 測定対象濃度範囲: 10 <sup>-4</sup> %前後 (希薄濃度のみ) リアルタイム計測はできない
流体計測	測定対象濃度範囲: 10 <sup>-6</sup> ~50% 測定粒子径範囲:1nm以上 リアルタイム計測可能	レーザ・ドップラ計測法 測定対象濃度範囲: 極めて濃厚 測定粒子径範囲:100nm以上 リアルタイム計測はできない

# まとめ 自己光混合計測法の展開

- 自己光混合計測法を用いた様々なナノ計測技術
  - 機械・構造計測
  - ソフトマテリアル開発
  - バイオセンシング、環境計測
- 簡便な検出装置で、高感度実時間計測が可能
- 測定モジュールの交換だけで多種項目の計測が可能  
(ナノテスター 1台で多種のナノ物性評価が達成)