

超高感度非標識生体分子計測に向けたグラフェン 光干渉型表面応力センサ

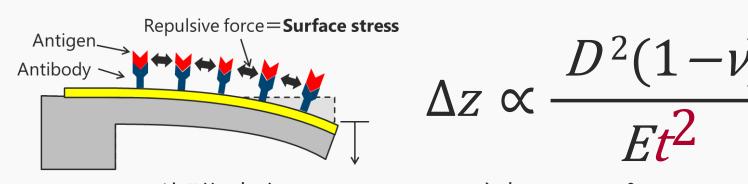
喜種 慎 澤田 和明 高橋一浩

- ■光干渉測定により自立グラフェン上でリアルタイムに非標識分子検出を行った。
- ■グラフェンを用いることで、従来の表面応力センサに比べて小型なセンサを作製し、高感度生体分子検出を実証した。
- ■COMSOLにより、既報の表面応力センサに比べて4桁以上表面応力感度が高いことを示した。

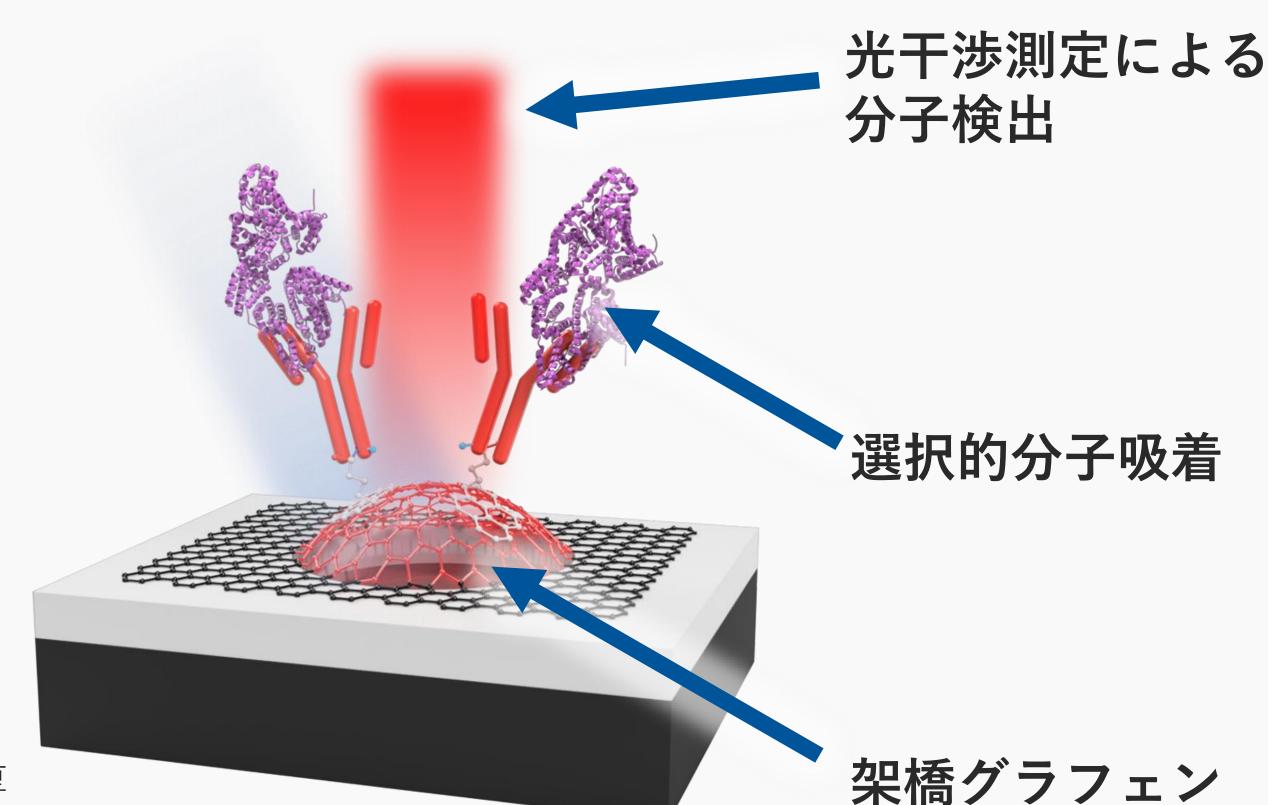
非標識で超高感度に生体分子計測が可能な小型センサの実現に向けて、 グラフェン光干渉型表面応力センサを製作した。

表面応力感度は可動膜の膜厚の2乗に反比例して向上するため、グラフェンのように薄い材料を用いることで、小型で高感度なセンサが実現できる。

本報告では表面応力感度解析によって架橋グラフェンを用いた表面応力センサが 従来の表面応力センサに比べて単位面積当たりの検出感度が高くなることを示し、 また小型センサ上に抗体の分子修飾を行い、表面応力センシングによって分子検出 を行った実験結果について報告する。



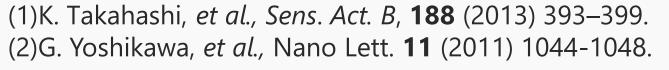
D:可動膜直径,E:ヤング率, ν :ポアソン比,t:可動膜膜厚

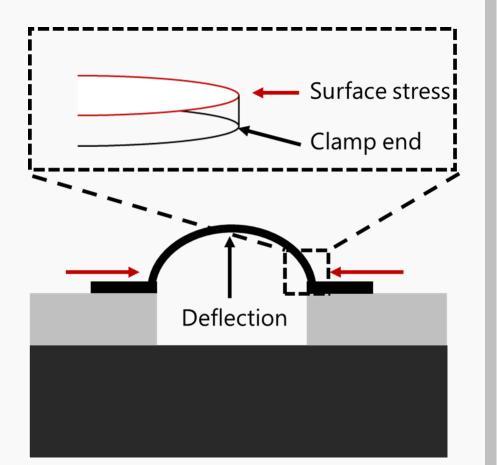


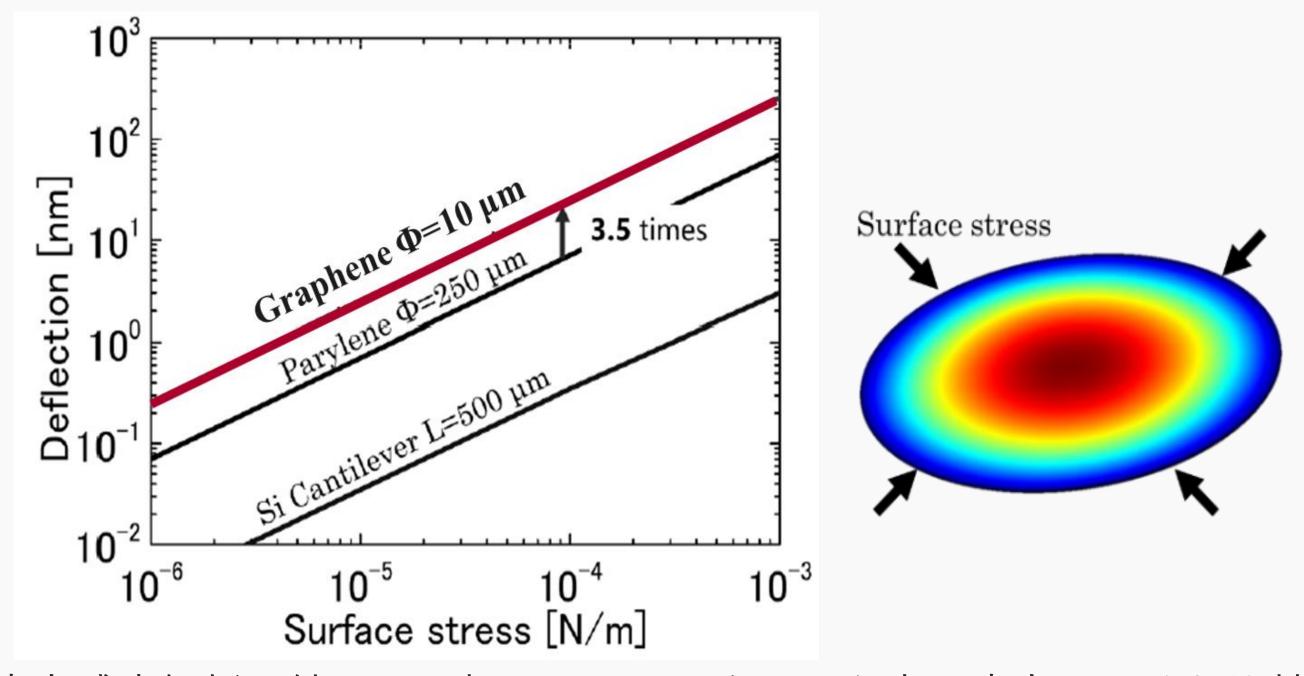
COMSOLを用いた表面応力感度解析

COMSOL上で円板を定義し、下辺は固定、上辺に表面応力を 印加するようにして、表面応力感度解析を行った。 解析に用いた物性値は下表のとおりである。

ヤング率 [GPa]	膜厚 [nm]	直径 [µm]
1000	0.34	10
2.8	350	250
190	1000	500 (カンチレバーの長さ)
	10002.8	2.8 350



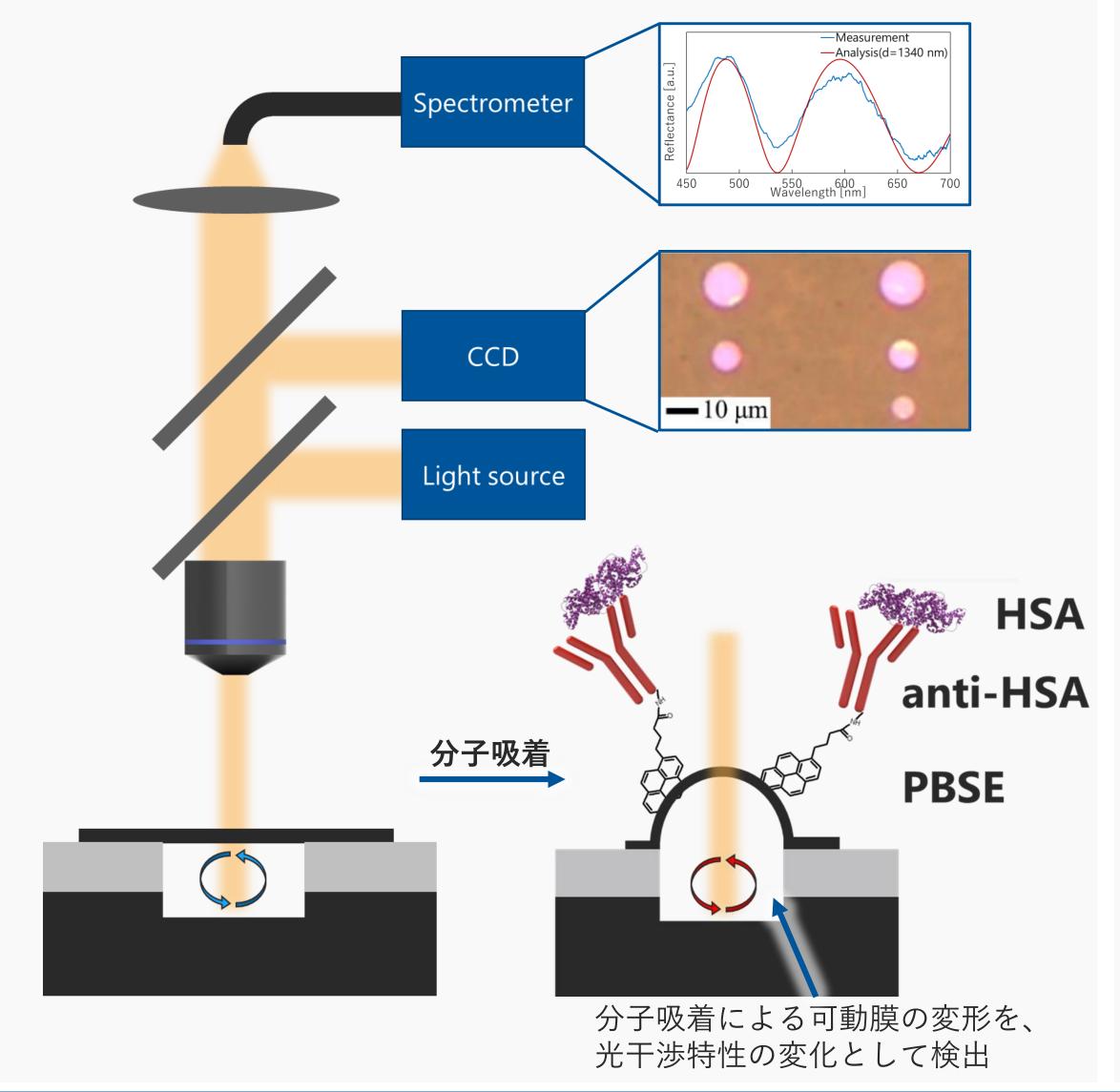




表面応力感度解析の結果、既報のパリレンを用いた表面応力センサと比較して、 単位面積当たりの検出感度が**2180倍**高くなる結果が得られた。

分子検出実験方法

- 1. センサチップをPBSE溶液(濃度1 mg/mL)に5分間浸漬
- 2. PBSで5分間洗浄
- 3. anti-HSA抗体溶液(濃度 100 μg/mL)に60分間浸漬
- 4. 抗体固定化後、PBS液中で可動膜が安定するまで待機
- 5. HSA抗原を滴下して分子検出を光干渉測定で評価する。



分子検出実験結果

分子修飾前 · 抗体固定化

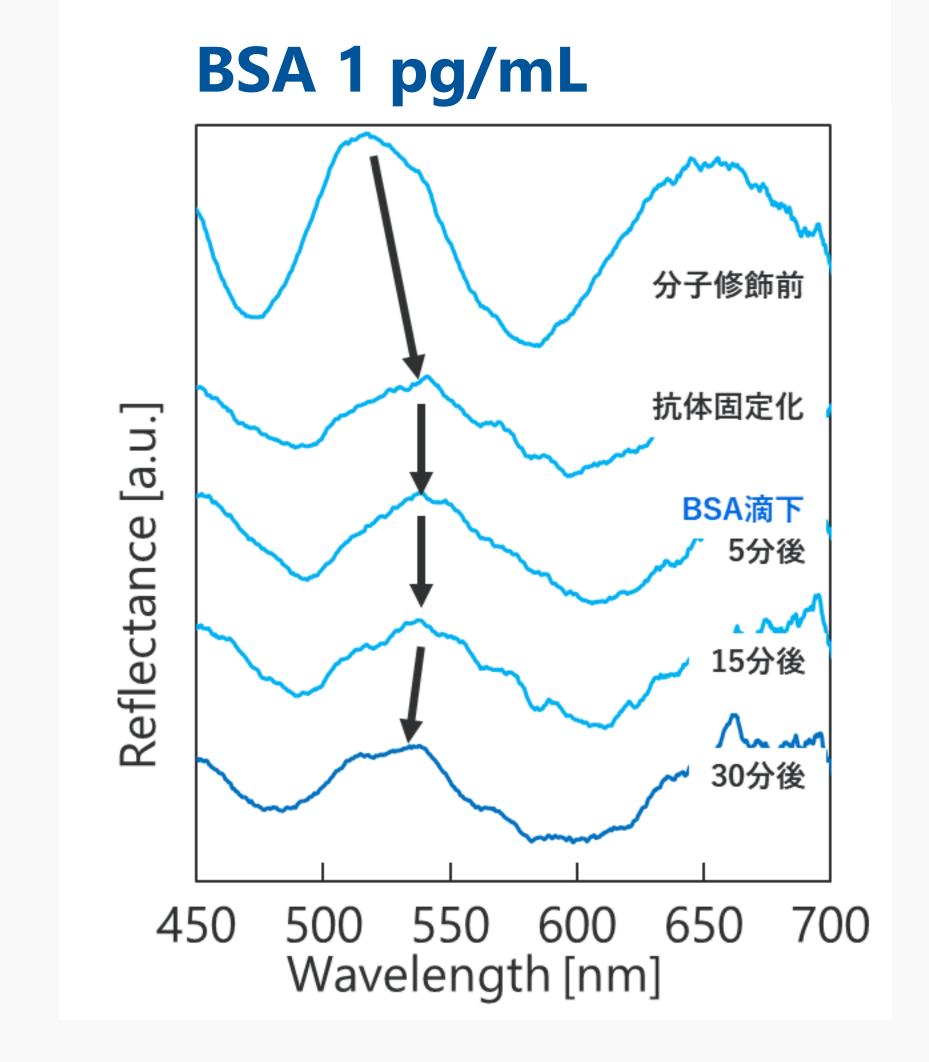
HSA滴下

5分後

14分後

HSA抗原 1 pg/mL

450 500 550 600 650 700 Wavelength [nm]



架橋グラフェン上で抗原抗体反応に よる低濃度分子検出を実証

- HSA滴下後に光干渉スペクトルがレッドシフト
- BSAに対してはレッドシフトを示さない

結論

本研究では標識剤を用いない超高感度なセンサの実現に向けて作製したグラフェン表面応力センサの表面応力感度解析、および分子検出を行った。 架橋グラフェンを用いた表面応力センサは、解析的に従来のセンサに比べ**小型で検出感度を高い**ことを示し、**濃度1 pg/mLのHSAの選択的抗原検出**を実証した。 本研究で得られた成果により、分子選択性を持つ従来の表面応力センサよりも小型で超高感度なセンサの実現可能性を得ることができた。