

IRES²プロジェクト研究計画書(2026年度)

系・センター名 2系

氏 名 高橋 一浩

■新規 □継続

研究課題	LSI-MEMS技術を用いた応力・共振マルチモーダル計測による特異的分子センシング		
研究目的	<p>(IRES²の研究テーマとの関連、および施設・設備使用目的を明らかに)</p> <p>本研究では、自立グラフェン上に特異的・非特異的に吸着した分子の特徴を分析するため、吸着分子の質量を固有振動数計測で、分子同士の相互作用を表面応力計測で、粒子数を振動振幅（インピーダンス）の変化によりマルチモーダル解析を行う分子認識センサの開発に取り組む。吸着分子の種類によって、各物理量は異なる応答パターンを示すことから、選択性が不十分なセンサにおいても特異的なバイオセンシング・ガスセンシングに貢献することができる。ひずみエンジニアリングによるセンサ感度の向上、チャンネルインピーダンスの削減、非特異吸着抑制分子の密度増大によってマルチモーダルセンシングの特異性向上を検討し、さらに異なるレセプターを配列させた機能化ナノシートによる多項目計測を統合した生体分子・化学物質の量子化計測を実現する。</p>		
研究計画及び方法	<p>(過去の経過、研究準備状況等)</p> <p>申請者は科研費基盤B(H29-31)において、基板から自立したグラフェン表面にタンパク質抗体などの分子レセプターで機能化することによって分子認識能を与え、選択性をもった超高感度バイオセンサを初めて実現した。NEDO未踏チャレンジ(H29-R4)においては、架橋グラフェンを共振振動させて、質量変化に伴う固有振動数の変化を定量するセンサシステムの開発を行った。また、JSTさきがけ(H27-30)の研究課題では、生体分子同士が反発する力学量をセンサ可動膜に加わる応力として計測するバイオトランスデューサを開発し、バイオマーカー分子100 ag/mLの検出下限が得られたため、本研究を実施するための十分な要素技術が準備されている。</p> <p>(今後の研究計画及び方法、利用希望設備など、IRES²教員と打合せている場合はその状況)</p> <p>本研究では自立グラフェン上に特異的・非特異的に吸着した分子の特性を分析するため、吸着分子の質量を固有振動数計測で、分子同士の相互作用を表面応力計測で、粒子数を振動振幅の変化（インピーダンス変化）によりマルチモーダル解析を行う分子認識センサの開発に取り組む。具体的な研究項目として、(a)自立膜上の分子認識界面の検討、(b)マルチモーダル計測における特異性の向上、(c)多項目マーカー計測に取り組む、夾雑物環境下での特異的分子センシングを実現する。</p>		
IRES ² 内で研究プロジェクトを行う理由	<p>本研究の実施には、(1)MEMS共振器の電気・機械設計を行うためのシミュレータ、(2)CMOS発振回路を応用した検出回路の設計・製作を行う研究環境、(3)集積回路上にグラフェンダイヤモンドフラムを集積化する製造装置および、(4)作製したチップ上にタンパク質などをはじめとする生体分子を滴下し評価を行う実験環境が必要である。LSIとMEMSを同時に製作するには、国内外を見渡しても豊橋技術科学大学のIRES2/VBLほかにはない。以上の理由のため、IRES2/VBLで研究を行いたい。</p>		
研究組織	研究者氏名	所属・職名	役割分担
	(研究代表者は氏名の後ろに◎を付す) 高橋 一浩◎ Kwon Ikhyun	電気・電子情報工学系 電気・電子情報工学系	MEMS センサの設計・製作・評価 センサ集積回路の設計・製作・評価
研究期間: 2026年 4月 ~ 2029年 3月(原則として3年間) (研究期間の始期は、研究を開始した年を記入する。終期は原則として、開始した年から3年後を記入する。) ※ARIM登録設備を利用される場合は、別途半導体基盤プラットフォーム推進室へ事前に相談願います。 (連絡先)内線:7132, E-mail: arim-support@eiiris.tut.ac.jp			