

量子ビームによる物質計測・制御とそのバイオメディカルシステム応用に関する調査専門委員会  
設置趣意書

光・量子デバイス技術委員会

## 1. 目的

光子、電子、イオン等の量子ビームによる加工・計測技術はエレクトロニクス、環境・エネルギー、生命科学・医療等、多岐にわたる領域において不可欠な技術基盤を担っている。本調査専門委員会では、量子ビームによる物質計測・制御を基盤として実現される分子・細胞レベルの現象の理解とバイオメディカル応用について学術的調査を行うことを目的とする。

原子・分子レベルでの物質操作・計測を実現できる量子ビームによる物質・材料工学と、このナノバイオ応用は科学技術イノベーションの源泉として有望視される。これを踏まえて本調査専門委員会では量子ビームとナノバイオ技術との接点を様々な角度から調査する。具体的には、量子ビームを用いたナノ～マイクロメートルレベルのトップダウン及びボトムアップ加工を併用したナノ構造やナノ材料の界面作製技術、バイオイメージング法等界面を計測・制御する技術や、免疫(イムノ)センサー、Drug Delivery System やマイクロ流体デバイスなど分子・単一細胞レベルの解析制御などのバイオメディカル応用について調査する。個別の要素技術のパフォーマンスのみならず、製品としての使いやすさを念頭に、システム全体を考えることも重要視する。本調査専門委員会においては特に MEMS、BioMEMS など、要素技術の集積体や周辺装置により構成されるシステムも調査対象とする。近年の飛躍的な人工知能技術の発達、システム全体の設計や、理学的・工学的研究の作法までにも変革をもたらしつつある現状を踏まえ、情報解析技術やシステム化にも高い関心を持って調査を進める。人工知能技術等、高度な情報解析技術の中核に据えるバイオメディカルシステムの研究開発についても調査を進め、科学技術イノベーションの創出につなげたい。

## 2. 背景および内外機関における調査活動

近年、ナノバイオ領域における活発な基礎研究と応用研究から、多くの科学技術的な成果が報告されている。量子ビームを用いた機能性ナノ構造の作製技術の進展は、ナノバイオ研究の更なる発展の可能性を示している。そこで、光・量子デバイス技術委員会においては、2002年(平成14年)6月から2025年(令和7年)4月まで、11の調査専門委員会を設置し、量子ビームの物理的側面ならびに、量子ビームによるナノバイオ技術に関する調査を進めてきた。量子ビームにより実現される原子・分子レベルでの物質操作・計測と、分子・細胞レベルの計測・制御に関わるナノマイクロバイオ技術のニーズとの隔たりは徐々に狭まりつつある。しかしながら、このナノマイクロ技術と、医療や創薬などバイオメディカル分野に適用される実践的な工学技術とは依然として乖離がある。そのため、本「量子ビームによる物質計測・制御とそのバイオメディカルシステム」に関する調査は、バイオメディカル分野におけるニーズに基づく、ナノ～マイクロメートルにわたる機能性構造、原子・分子レベルでの物質操作・計測技術とこれらを要素とするシステムに関する研究の調査を進めていく。情報科学と材料工学の高度な融合によるマテリアルインフォマティクスの発展、ディープラーニングを基盤とする高精度タンパク質構造予測の実現、低侵襲な細胞解析や細胞培養の最適条件の自動探索などの発展が著しい現状も踏まえ、本調査専門委員会では、機械学習等の人工知能が科学者の創造的な活動やバイオメディカル分野のニーズを満たす製品設計に与える影響を探る方向での調査も進めていく。

### 3. 調査検討事項

- (1) 量子ビームによるバイオメディカル応用を目的とした細胞・生体分子などの構築、制御、計測、分離、操作技術に関する最新研究の動向調査。
- (2) MEMS、BioMEMS、機械学習等の人工知能を要素とするバイオメディカル応用システムに関する最新の研究開発動向調査。
- (3) X線自由電子レーザー、超高強度レーザー、プラズマ X線光源、コヒーレント THz 光源、エネルギー回収型線形加速器光源や電子・陽電子ビーム源、イオンビーム源、原子・分子ビーム源、クラスタービームなど、量子ビーム源に関する調査。

### 4. 予想される効果

- (1) 量子ビームにより創生されるナノバイオ技術をシステム化の観点を取り入れて整理し、これらを製品としてバイオメディカル分野へ応用するための道筋を示し、イノベーションの創出に貢献する。
- (2) 量子ビームと物質の相互作用における理解を深め、モデリングの高度化によりナノ加工技術の発展と新規材料開発をはじめとする新規産業応用への展開が期待できる。

### 5. 調査期間

2025年(令和7年)5月～2027年(令和9年)4月(2年間)

### 6. 活動予定

委員会：3回/年、 研究会：1回/年

### 7. 成果報告の形態

公開で行う最終的な研究会の開催、もしくは電気学会誌・特集の形で報告を整理する。