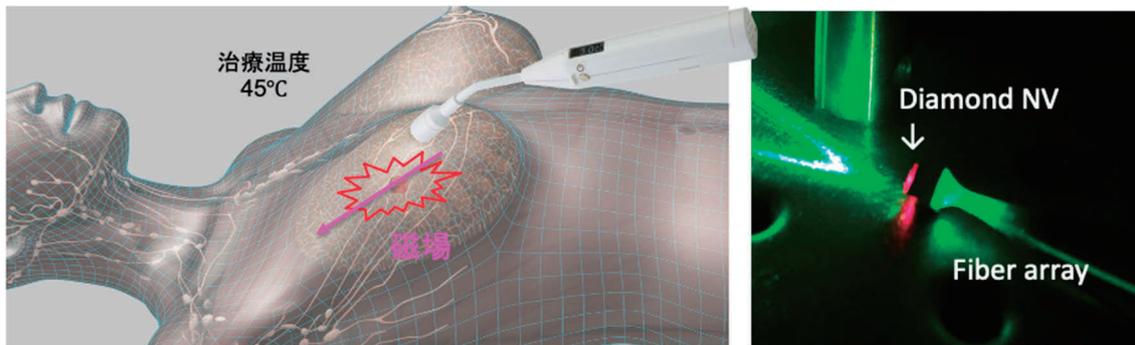


**【目的】**がんを低侵襲に治療するために、磁性ナノ粒子と交流磁場を用いた磁気加熱がん治療（磁気ハイパーサーミア）が注目されている。がんへと直接投与された磁性ナノ粒子を外部から交流磁場を用いて加熱する（43～45℃以上）ことで、低侵襲にがんを死滅させることが可能である。しかしながら、過度な加熱（47℃以上）は正常組織に対してもダメージを与えてしまうため、磁気加熱治療と同時に、がんの温度をモニタリングし、加熱パワーをコントロールできる医療システムの開発が期待されているが、未だに治療と診断が同時に可能なシステムは開発されていない。本研究では、治療技術として、磁気加熱コイルならびに磁気加熱交流磁場形状を最適化することで、低侵襲かつ加熱の効率を向上させる。ならびに、診断技術として、がん治療中の磁性ナノ粒子の加熱温度をモニタリングするために、固体量子センサであるダイヤモンド窒素-空孔中心（ダイヤモンド NV センタ）を用いて、磁場温度を計測できるシステムを開発する。

**【方法と結果】**高い効率で磁性ナノ粒子を加熱するために、磁性ナノ粒子の磁性体の濃度を濃縮し、同じ磁場を印加した場合でも加熱効率が向上することを確認した。ならびに、磁気加熱緩和物理現象に基づく数値シミュレーションによって、加熱に適した磁気コイル交流パルス磁場波形を印加することでさらに加熱効率が向上できることを実証した。絶対熱量 100 W/kg、加熱効率が 100 nHm<sup>2</sup>/kg となる交流磁場パルス波形形状を明らかとした。がんの温度として、磁気加熱中の磁性ナノ粒子の温度を 2 次元でモニタリングするために、ダイヤモンド NV センタを用いた 2 次元のイメージングシステムを開発した。数値シミュレーションとの比較検証結果から、イメージングの空間分解能が約 1～2 mm であることを明らかとした。磁気加熱がん治療の動物模擬実験を実施し、磁気加熱中のがんの温度（磁性ナノ粒子の温度）をモニタリングすること、加熱温度を制御できることを実証した。誤差 1.3℃の温度モニタリング精度であり、治療温度を制御できることを明らかとした。

#### 磁気を用いたがん治療と診断システム



①生体内での磁気加熱原理, ②がん診断医療機器の開発, ③固体量子センサの生体応用