株式会社日本工業新聞社の許可を得て掲載しています。
※転載禁止

FBi. Science View

有機合成反応で乳がん手術を改革

●理化学研究所　開拓研究本部

田中生体機能合成化学研究室
基礎科学特別研究員　Ambara R. Pradipta

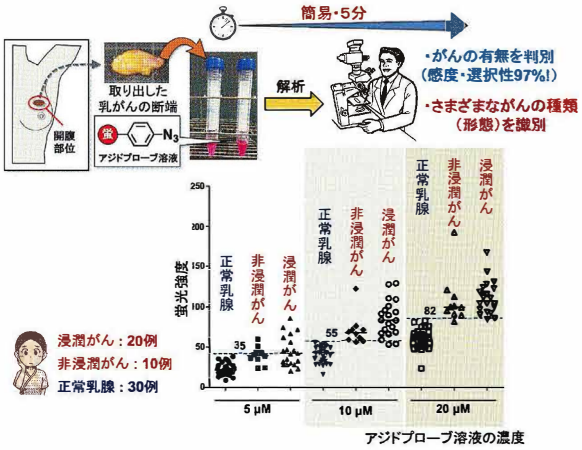

図　アジドプローブを用いた乳がん患者から摘出したがん細胞の判別結果

乳がん患者の手術で摘出したがん（20例の浸潤がんと10例の非浸潤がん）と正常乳腺（30例）の断端をそれぞれアジドプローブ溶液に5分間浸した後、顕微鏡で観察し蛍光強度を測定した。20μM（1μMは100万分の1M）のアジドプローブ溶液を使用することで、がんの有無を感度・選択性ともに97%の高い確率で判別できた。

現在、乳がんの乳房温存手術では、手術中に切り取った端の乳腺組織（断端）にがんが残っていないかを確認するため、顕微鏡観察による病理診断を行っている。しかし、1回の検査に40分程度かかり、検査をする病理医の数が非常に少ないことが問題だった。

生体内で酸化還元状態の均衡が崩れたときに生産される活性酸素によって、生体がダメージを受けることを「酸化ストレス」と呼び、がんなどの原因とされている。理研の研究者らは以前、酸化ストレス条件下で、細胞で発生する不飽和アルデヒドの「アクロレイン」が蛍光基を持つ「アジドプローブ」と有機合成反応し、細胞を蛍光標識できることを見いだしていた。

今回、国際共同研究グループは、この有機合成反応を用いて、さまざまなヒトがん細胞でアクロレインが多量に発生していることを突き止めた。さらに、乳がん手術で摘出した〝生〟の組織にこの手法を適用したところ、わずか数分で97%の高感度でがん細胞の有無を判別し、かつさまざまな種類の乳がん（浸潤がん、非浸潤がん、増殖病変、小葉がん、乳頭腫、微小浸潤がん、微小非浸潤がん）を識別することに成功した。

本研究成果は、従来の手術中における病理学的診断法に代わって、今後、乳がん切除範囲を迅速・簡易・安価に判断する世界基準の診断技術として活用されると期待できる。

■プロフィル
あんばら・ぷらでぃぷた　2011年大阪大学大学院理学研究科博士後期課程修了、博士（理学）。大阪大学特任研究員、理化学研究所特別研究員を経て、17年4月から現職。15年4月から東京医科歯科大学非常勤講師を兼任。

■コメント＝診断と治療のためになる生体内合成化学研究を追求したい。

●理化学研究所　創発物性科学研究センター

半導体量子ビットによるハイブリッド量子計算手法の実証

量子機能システム研究グループ
特別研究員　野入　亮人

量子力学の原理に基づき、複数の情報を同時に符号化することで超並列計算を実行する量子コンピューターの実用化に向けた研究開発が世界的に活発化している。

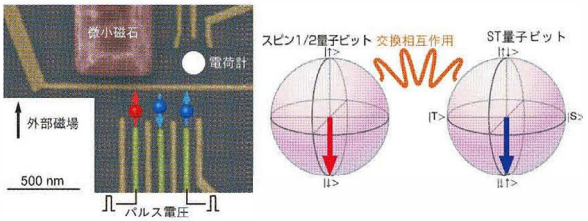

図　スピン1/2量子ビット-ST量子ビット複合系

㋐半導体基板（GaAs/AlGaAs）上に作製した金属ゲート電極構造（黄色、オレンジの領域/線）に、電圧をかけ、左の赤い丸矢印と、真ん中と右の青い丸矢印のスピンで示した部分（量子ドット）に電子を1つずつ閉じ込める。左の量子ドット（赤）はスピン1/2量子ビットとして、中央と右の量子ドット（青）はST量子ビットとして動作する。各量子ビットの動作に必要な局所磁場は、黒の矢印で示す方向に磁場（外部磁場）を加えた状態で、左上の領域に作製したコバルト製の微小磁石により形成する。右上の白丸で示した量子ドットは、量子ビットの電荷およびスピン状態を読み出すための電荷計として用いる。左下の黒のスケールバーは500ナノメートル（nm、1nmは10億分の1メートル）を表す。
㋑スピン1/2量子ビットとST量子ビットの複合系を表す模式図。両者の結合は量子ビット間、すなわち中央と左の量子ドット間の交換相互作用を用いて制御可能である。また、ゲート電極に適切なパルス電圧を加えることにより（左図参照）、結合の高速制御が可能である。

半導体中の電子スピンを用いた「半導体量子コンピューター」の設計では、1つの「量子ビット（量子情報の最小単位）」を構成する電子スピンの数に応じて、さまざまな方式の量子ビットが研究されてきた。各方式には一長一短があるものの、従来これらの方式には互換性がなく、それぞれの利点を生かすことは困難と考えられていた。

今回、理研を中心とした国際共同研究グループは、高品質なGaAs/AlGaAsヘテロ接合基板上に金属微細加工を施すことで、電子スピン3つからなる「三重量子ドット構造」を作製した。そして、このデバイス中の電子スピンを用いて、「高精度制御」に適した「スピン1/2量子ビット」と「高速読み出し」に適した「ST量子ビット（一重項―三重項量子ビット）」を結合させ、両方式の互換性を確保することに成功した。さらに、これらの量子ビット間で「量子もつれ」を生成する「論理ゲート制御」を実証し、スピン量子ビットの主要な課題である高精度制御と高速読み出しの両立が可能であることを示した。

本研究成果は、従来の半導体量子コンピューターにおける主要な課題の解決につながる基盤技術となり、半導体量子コンピューターの大規模化に向けた開発を加速させるものと期待できる。

■プロフィル
のいり・あきと　2012年東京大学工学部物理工学科卒業。17年東京大学工学系研究科物理工学専攻博士課程修了。博士（工学）。同年より現職。専門は半導体量子物理学（実験）。

■コメント＝スピンならではの特性を生かした量子コンピュータの開発に貢献したい。

理研研究者と来場者のトークイベント　20日開催

理研は、毎月第3日曜日に科学技術館（東京都千代田区）で、研究者とのトークイベント「理研DAY：研究者と話そう」を開催している。

1月20日に開かれる理研DAYのテーマは「脳を数学で表現する」。人間が複数の人の声が飛び交う雑踏の中でも、注目する人の声を聞き分けることができるのは、神経回路網が複数の信号源の混在する入力信号から元の成分を分離しているため。イベントでは脳内で行われている情報処理機構を数式で記述、解析することについてのトークが予定されている。

◇日時　2019年1月20日(日)　第1回　14：00～14：30
　　第2回　15：30～16：00
◇対象　一般
◇場所　科学技術館4階シンラドーム（東京都千代田区北の丸公園2－1）
◇料金　無料（ただし、科学技術館入館料は有料）
◇定員　各回62人　※当日先着順。
◇研究者　磯村拓哉 基礎科学特別研究員（脳神経科学研究センター 数理脳科学研究チーム）
◇詳細はホームページ参照（http://www.riken.jp/pr/visiting/riken_day/）
◇問い合わせ　理化学研究所広報室　E-Mail:outreach-koho@riken.jp