

【産業技術】ライフサイエンス

細胞に衝撃を与え癌治療（米国）

南カリフォルニア大学 (USC) のエンジニアによれば、電気パルスが異常細胞を治癒したり殺したりするための新しい技術として将来性を示している。このパルスは非常に強力で、細胞の外膜を傷つけず、事実上なんの痕跡も残すことなく通過する。

南カリフォルニア大学工学部の研究員によれば、電場を利用して細胞の“本質”を変えるこの新しい技術は、癌や白血病などのより優れた治療法につながる可能性があるという。この技術開発の共同研究を行った電気エンジニアのトーマス・バーニアの説明によると、この技術は電界摂動と呼ばれ、細胞を数十ナノ秒（10億分の数十秒）電気パルスに暴露する。主にアメリカ空軍科学研究所 (AFOSR) によって資金が提供され、陸軍研究局から追加資金が援助されているこの研究の成果は、マサチューセッツ州ボストンで開催されたナノテクノロジー2004 国内会議で報告された。

このパルスは非常に短く強力であるため、細胞の外膜を傷つけず、また、事実上何の痕跡も残すことなく通過する、とバーニアは言う。しかしこの様な非常に短時間に発生するパルスは実に強力な一撃を細胞内構造に与え、細胞内の生物学的なバランスを劇的に変えたり、アポトーシスとして知られる細胞死を誘発したりする。バーニアによると、実質的には、わずか数ナノ秒間隔で数千ボルトを細胞に送っているという。南カリフォルニア大学工学部情報科学研究所の技術管理者で半導体の専門家でもあるバーニアは、「この高周波パルスは非常に短いので、細胞膜の構造を変化させることなく通過するが、細胞の内側には衝撃を与えるため、十分な量が照射された場合、細胞の自己破壊を誘発する。」と説明する。

まだかなり新しい応用技術であるナノ秒電気パルスは“超短波パルスシステム電界摂動技術”(UPSET)という技術を利用している。2001年以降同学部の電気工学科で開発が進められてきたこの技術の研究は、このプロジェクトの主任研究者であるマーティン・ガンダーソン電気工学教授が獲得した補助金によって行われてきた。

同大学の電気工学科、医学部細胞・神経生物学科、シダース・シナイ医療センターのバイオフィotonics研究所の研究員から成るバーニアの研究チームは、白血球細胞を高周波電場に暴露し、UPSET技術の検証を行ってきた。

UPSET技術がT細胞を用いた従来の治療法より優れている点として、非侵襲的であり、細胞に直接コンタクトやプローブを接着させることなく、(患部から)離れて治療を行えることが最初に挙げられるとバーニアは言う。ナノ秒電気パルスは将来、腫瘍の摘出手術や、化学療法などの副作用を伴う療法に置き換わることが期待されている。

バーニアによれば、ナノ秒のパルシングは電気せん孔法と呼ばれる従来の技術に改良を加えて開発された。電気せん孔法は、およそマイクロ秒からミリ秒台の、より長い電気パルスを放出する。このパルスを照射すると細胞膜の外膜に穴が開いてしまうものの、何らかの作用で細胞自体を破壊することもできる。

超短波電気パルスは、電気せん孔法よりも短く高周波であるため、このパルスによって細胞膜の外膜に穴が開いたり、細胞に損傷を与えるほど細胞の温度が上昇したりすることはない。その代わりに電圧の素早いスパイクによって、外殻に影響を及ぼすことなく細胞内部の核やミトコンドリアなどが単純に再配置される。

南カリフォルニア大学シーバー科学センター3階のガンダーソン教授の研究室で研究を行うバーニアは、細胞死を誘発する生物学的メカニズムを研究するためにUPSETを使用している。

正常な細胞は、異常が発生した時や同じ種類の細胞が増えすぎると自動的に自己破壊する。癌細胞などの変異細胞は自己破壊能を失い、その結果、急速に増殖を始める。そのため、バーニアの研究チームは細胞を違ったパルスに暴露して攻撃し、細胞がどのように反応するかを観察した。

暴露後、細胞を細胞膜染色剤で染色し画像化して、細胞内部の変化が確認された。バーニアの研究チームはこの技術が癌細胞以外の細胞にも効果があるか研究している。また、さらに強力なナノ秒パルシングに必要となる非常に高性能な半導体マイクロパルス発生機、同軸ケーブル、特別なスパーク・ギャップスイッチの設計、組み立てが現在USCで行われている、とバーニアは言う。

UPSETシステムの初期の観察結果で、ナノ秒パルスが照射されてから数ミリ秒以内に細胞内部のカルシウムの破壊が起きることが確認されたことも明らかにしたバーニアは「カルシウムイオンは細胞内での広範な生理学的プロセスにおいて調節メッセンジャーとして機能するため、この発見は非常に重要である。特定の細胞内組織を変えるためにどのようにカルシウムイオンの放出を利用できるかについての理解を深めたい。」と述べている。

さらに改良を加えれば、UPSETシステムは様々な病気を治療するためのより実用的で便利なツールになるとバーニアは確信している。この技術はまた、生物学からヒントを得た他のナノマシンの開発につながり、そのマシンを用いて将来、異常な細胞を治癒したり細胞死を誘発することが可能になるだろう。

以上

翻訳：橋本 明子

(出典：<http://www.usc.edu/uscnews/story.php?id=9961>)

Copyright 2004, University of Southern California. All rights reserved. Used with permission.)