

## 【原子力ポイント57】放射線がん治療の副作用低減に新たな道筋

放射線医学総合研究所（放医研）は、重粒子線がん治療装置（HIMAC）を使って、炭素イオンビームをがん細胞に照射する「最先端のがん治療」を行っています。日本原子力研究開発機構（原子力機構）は2015年5月、「炭素イオンビームが当たっていない細胞で起こる“バイスタンダー効果”の特性を明らかにして放射線がん治療の副作用低減に新たな道筋」とのプレスリリースを発表しました。このことについて詳しく調べてみましょう。

**ゆりちゃん：**放医研のHIMACを使った「最先端のがん治療」ってどんなものですか。

**タクさん：**重粒子線とは、電子よりも重い粒子（陽子、炭素、鉄イオンなど）を加速器で高速に加速したものをいいます。放医研では炭素イオンを選定、HIMACで加速、「そのエネルギーを調整することによって体の深部にあるがん細胞だけをねらって照射する高度な技術を構築」して正常細胞への影響を最小限に抑えることに成功しました。

**ゆりちゃん：**「バイスタンダー効果から放射線がん治療の副作用低減に道筋」とはどういう意味ですか。

**タクさん：**放射線が誘導するバイスタンダー効果とは、放射線を受けた細胞だけではなく、図1に示すように隣接細胞および隣接しない離れた細胞に生じる効果（細胞の増殖能力の低下、DNAや染色体の損傷、突然変異の誘発など）のことです。原子力機構は後者に注目、図2に示すように炭素イオンをビームで照射したヒトの細胞と照射されていない細胞が混じりあわないように多孔質膜で区分けして培養し、それぞれの細胞群の「増殖能力の低下」、および「培養液の成分変化」を追跡調査しました。その結果、「(1)放射線が誘発するバイスタンダー効果には、反応性の高いNOラジカル（一酸化窒素）が関与」「(2)その合成量が増えるほど細胞の増殖能力が低下（バイスタンダー効果が強く発現）」することを世界で初めて発見しました。原子力機構は、「近年、体内深部のがん患部に集中して放射線のエネルギーを与える“重粒子線がん治療”に期待が集まっているが、その場合でも正常組織への被ばくは避けられない。放射線が当たった細胞から当たっていない細胞へのバイスタンダー効果の影響は残る。今回、本研究によりそのメカニズムの一端が明らかになった。ヒトの正常組織で一酸化窒素の消去、あるいは生成の抑制・制御に有効な薬剤が開発されれば、放射線がん治療の副作用低減、さらには治療効果の増強にも役立つであろう」と述べています。

**ゆりちゃん：**もう一つの「隣接細胞」におけるバイスタンダー効果について教えてください。

**タクさん：**「HIMAC放射線科学を舞台とした重粒子医学研究（放射線科学台58号第02号）」に興味深い記事がありました。それによれば、放医研ではHIMACを使い、「がん細胞集団に対し、一方は全部の細胞に炭素イオンを照射、もう一方は半分のがん細胞のみに照射、そして両者の細胞死の起こり具合を調べた」そうです。がんと呼ばれる細胞集団が対象であり、まさに「隣接細胞」の効果をみる実験の一つといえます。その結果、「全部の細胞を照射した場合に比べ、半分のみを照射した場合は、細胞の死亡率は予想通り“1/2”であった。しかし、ある遺伝子が正常に働いているがん細胞では両者の死亡率は全く同じだった」といいます。不思議です。なぜこのような現象が起こるのでしょうか。残念ながら今はまだ、どのような遺伝子が、どのような条件のときに作用するのか、明確な回答は得られていません。しかし将来、今の半分の放射線量で、がん細胞を完全に消滅できる可能性があります。文部科学省の方針に基づき来年の4月には「量子科学技術研究開発機構」の創設が予定されています。バイスタンダー効果研究が一元化され「重粒子線がん治療技術の高度化」の更なる推進が期待されます。

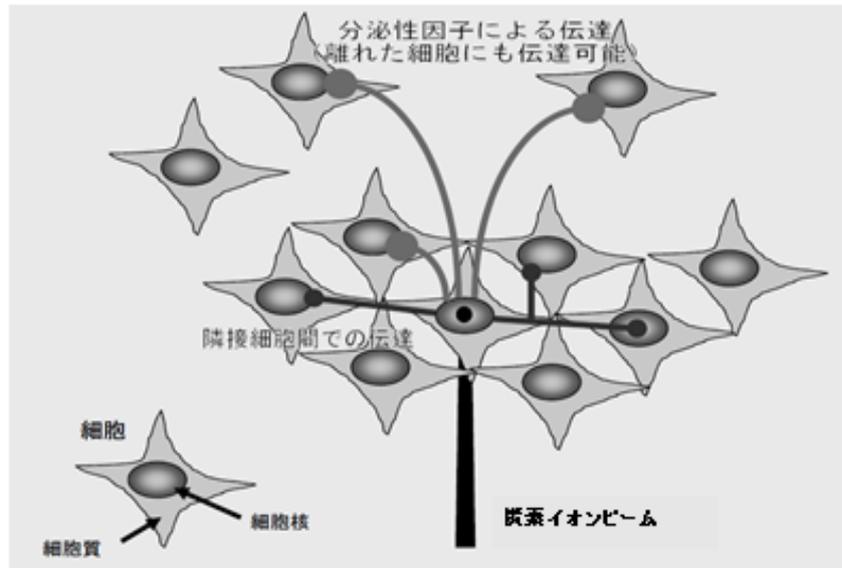


図1. 二種類のバystanダー効果  
(参考: 電力中央研究所調査報告L07002)

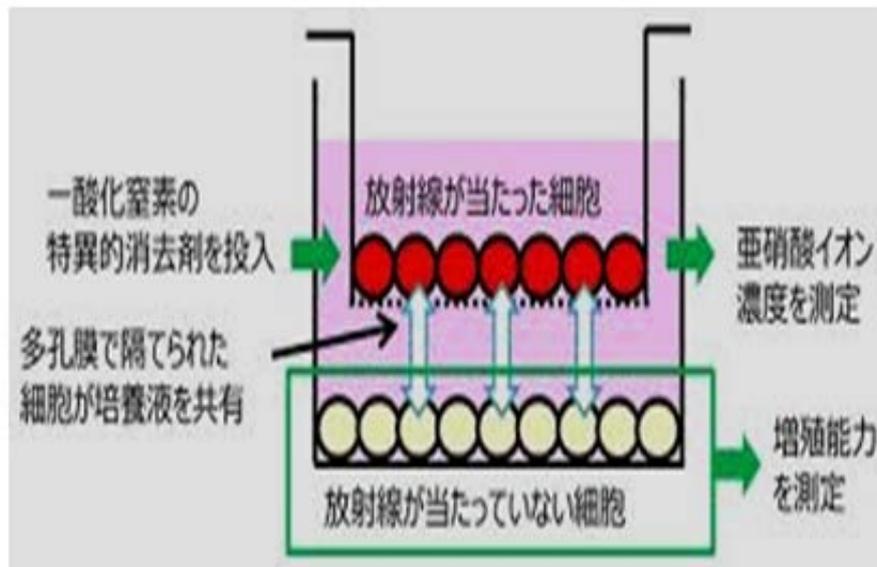


図2. バystanダー効果の検出方法の模式図  
(JAEAプレス発表平成27年5月7日より)