

FBI Science View

陽子内部のグルーオンの向きを精密測定

陽子はクォークとグルーオンと呼ばれる素粒子により構成される。全ての粒子はスピンと呼ばれる「向き」を表す固有の性質を持ち、陽子の向きは「陽子内部のクォークの向きの合計で決まっている」と考えられていた。しかし1980年代に、光を

用いて陽子内部を調べたところ、クォークの向きだけでは陽子の向きを説明できないことが分かり、原子核物理学の大きな問題となった。

これを解明するには、陽子の内部に存在し光とは直接反応しないグルーオンを調べなければならない。それには、陽子同士を高エネルギーで衝突させることができる偏極陽子衝突型加速器が必要となる。この加速器を用いて陽子同士を衝突させると陽子内部のグルーオンの衝突が起こり、中性 π (パイ) 中間子が生成され、グルーオンを調べることができる。

理化学研究所の研究者らが参画する国際共同研究グループは偏極陽子衝突型加速器「RHIC」を使い、これまでで最高の衝突エネルギー510GeV (ギガ電子ボルト) でグルーオンの向きを精密測定することに成功した。衝突エネルギーを高くすると、逆に陽子内部のエネルギーの低いグルーオンに対する感度が高くなるため、これまでで最もエネルギーの低いグルーオンを測定したことになる。今回の結果は、量子色力学 (QCD) に基づく理論計算が低いグルーオンのエネルギー領域でも有効であり、グルーオンの向きの精密測定に利用できることを示した。この成果は、陽子の向きの謎の全容解明に向けた大きな一歩となる。

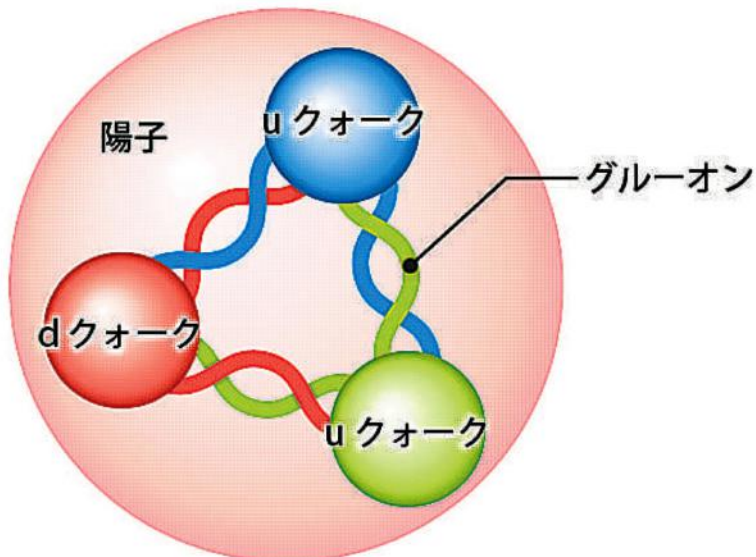
■プロフィール

ごとう・ゆうじ 1996年京都大学博士(理学)、理化学研究所基礎科学特別研究員、理研BNL研究センターフェロー研究員などを経て、2003年から理化学研究所先任研究員兼現職。RHICスピン計画を遂行し、陽子スピンの研究を行っている。

■コメント=陽子や原子核内部のグルーオンが示す多様な性質を明らかにし、理解を深めたい。



図 陽子の構造



陽子は大きいエネルギーを担う2個のアップ(u)クォークと1個のダウン(d)クォーク、さらに小さいエネルギーを担うクォークと反クォーク、およびこれらの粒子を強い相互作用で結びつけるグルーオンから構成されている。陽子内部では、クォークと反クォークの対が生成・消滅している

●理化学研究所 生命システム研究センター 生化学シミュレーション研究チーム

研修生 新土 優樹

細胞内シグナルのアナログ・デジタル変換

多細胞生物は、発生や成長、傷の修復などを行うため、その細胞は常に増殖や分化、生存、細胞死などを繰り返している。こうした「細胞運命決定」を制御するシグナル伝達分子の1つにERKと呼ばれるタンパク質がある。細胞運命決定とは、

細胞が受けた刺激(情報)をもとに「増殖するかしないか」「分化するかしないか」などを決めるという、本質的にはデジタル(0か1)な現象。そのため、ERKはある一定の値でON/OFFを切り替えるスイッチのように働くと考えられる。

一方で、ERK活性化の指標である「リン酸化ERK」の量は刺激の強度と相関するアナログな現象であることが知られていた。したがって、ERKのリン酸化というアナログなシグナルが何らかの仕組みによってデジタルなシグナルに変換されると予想されていたが、その仕組みは明らかになっていなかった。

理研の研究者を中心とした共同研究グループは、ERKがリン酸化によって活性化された後の、細胞質から核へ局在する過程(核移行)に着目した。ライブイメージングや免疫染色を用いてERKの核移行を観察した。その結果、ERKの核移行応答には閾値があり、その前後でスイッチが働いてERKのシグナルがアナログからデジタルに変換されることを発見した。また、核膜孔複合体を構成するタンパク質のヌクレオポリンがERKのデジタルな核移行応答に重要であることも分かった。このメカニズムを利用することで、今後は細胞の運命を人為的に操作するなどの応用が期待できる。

■プロフィール

しんど・ゆうき 慶應大学環境情報学部、同大学院政策・メディア研究科修士課程を経て、大阪大学大学院生命機能研究科博士課程に在学中。日本学術振興会特別研究員DC1。2012年から理研の研修生として細胞内シグナル伝達の研究を進めている。

■コメント=既存の分野にとらわれず、生物学・医学における広く根本的な問題にチャレンジしたい。

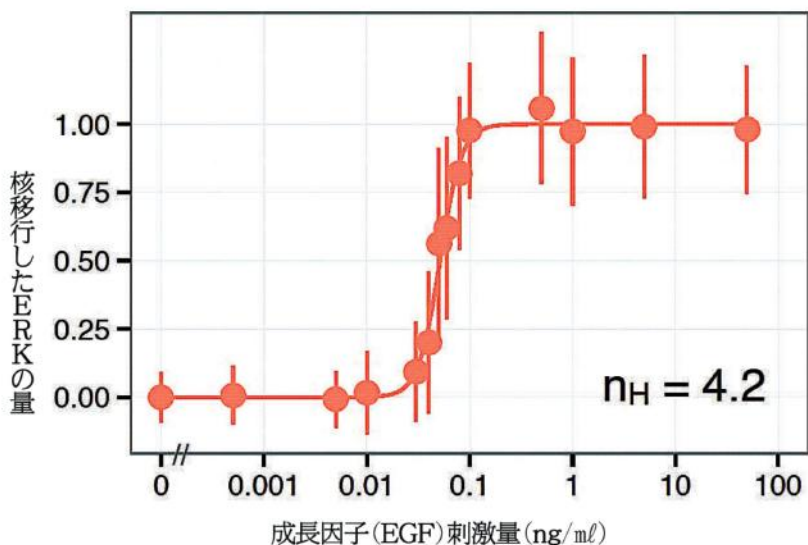


図 成長因子(EGF)刺激に対するERKの核移行応答

図は刺激強度の上昇がある値に達したとき、スイッチが入ったようにERKの核移行が起こる様子を示している。ERKの核移行には閾値(0.05ng/mlあたり)が存在し、その応答はデジタルであるといえる

産学官連携による課題解決へ「理研コンソーシアム」制度スタート

理化学研究所は、産学官連携により研究所の研究成果の利用促進を図ることを目的に、特定の分野または課題を設定し、研究情報等の交換、社会・産業ニーズや技術シーズ等の課題の共有および課題解決に向けた連携内容の検討等を行う枠組みとして「理研コンソーシアム」という制度をスタートさせた。

2月3日に設立総会を開催した「健康脆弱化予知予防コンソーシアム」は、理研コンソーシアム第一弾である。高齢期、特に後期高齢期に要介護が急増することを踏まえ、要介護に至る手前の健康脆弱化に注目し、健康脆弱化に至る兆候を予知予防する技術の研究開発およびイノベーションを加速させ、研究成果の利用促進を図り、関連産業の発展に資することを目的としている。2月3日に設立総会が行われたが、その時点で企業10社、自治体や財団法人など4機関、大学教員などの個人8人が会員として参加している。会員は随時募集中

(詳細は<http://www.riken.jp/outreach/consortium/health/>)。

会長の中島秀之公立はこだて未来大学学長・理事長は「健康維持は高齢者のみならず今や国民の関心といってもよい。われわれは健康科学、生体計測技術、情報技術等を使って脆弱化の早期発見とその対策を行うことを目指しているが、これには最近注目を浴びている人工知能技術やビッグデータ解析も大いに使えると考えている。広く理研内のさまざまな研究センターや、産総研に設置された人工知能研究センター等とも連携しながら進めていきたい」と語る。

◆健康脆弱化予知予防コンソーシアムに関する入会申し込み・問い合わせ先
理化学研究所 産業連携本部 横断プログラム推進室

☎048・462・1488 E-mail: consortium_health@riken.jp

HP <http://www.riken.jp/outreach/consortium/health/admission/>