

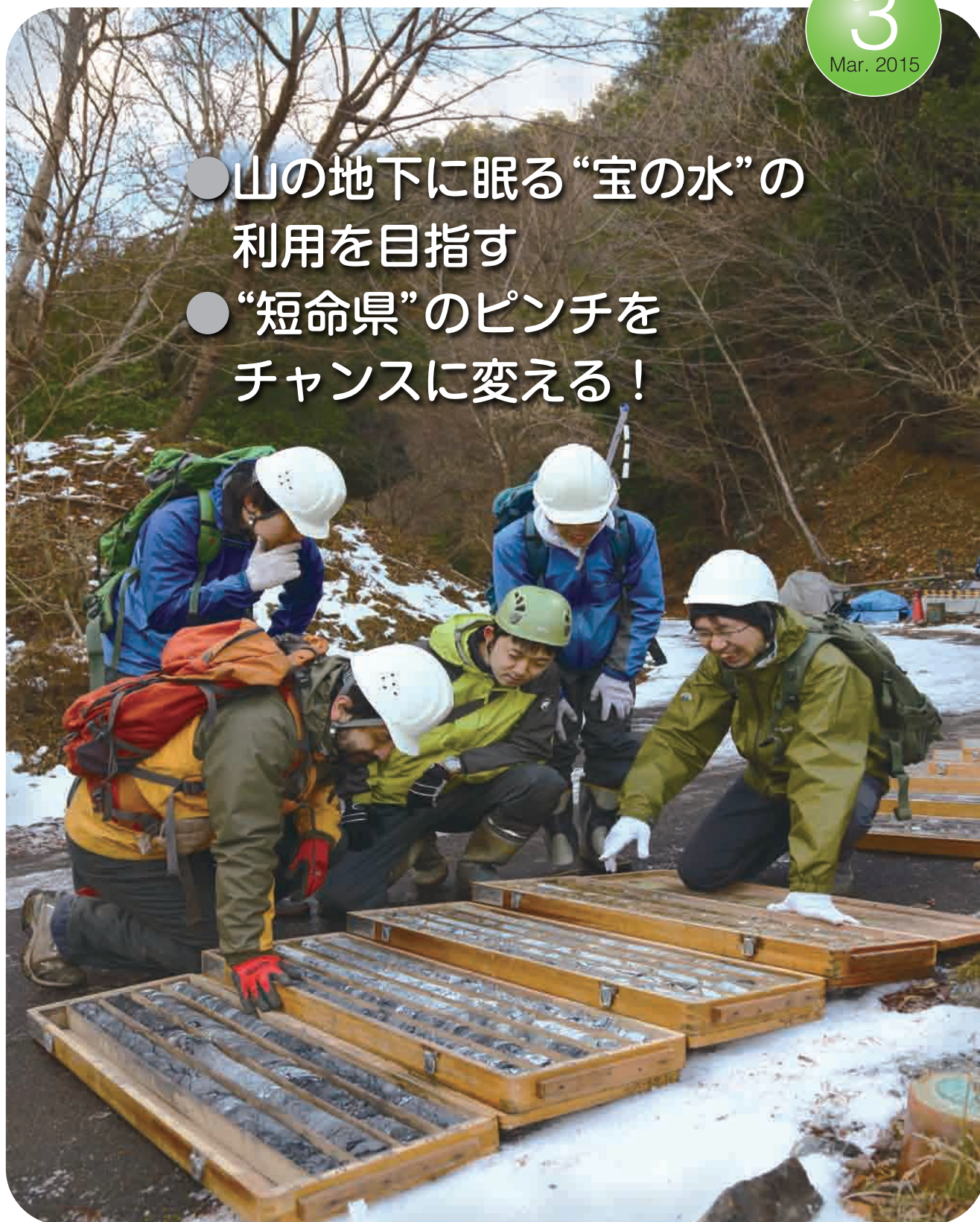
JST news

未来をひらく科学技術

3

Mar. 2015

- 山の地下に眠る“宝の水”の利用を目指す
- “短命県”のピンチをチャンスに変える！





表紙写真

滋賀県大津市にある葛川流域の調査現場で、ボーリングして得られた基岩のサンプル（コア）を観察する京都大学大学院農学研究科の小杉賢一朗准教授と研究室のメンバー。主に地質、風化の度合い、亀裂の本数や角度などを見る。「ボーリングコアを解析することで、断層の影響など地下の状態や成り立ちが推定できます。コアは山の歴史を教えてください」。前列右から、小杉准教授、正岡直也研究員、チリ出身のクリストバル・パディジャ研究員。

CONTENTS



山の地下に眠る“宝の水”の利用を目指す

土砂災害の軽減にも貢献する新しい水資源

3



“短命県”のピンチをチャンスに変える！

住民の健康診断データを活用～弘前大学のCOIプログラム

8



明日へのトピラ Vol.22

福島 of 広域除染に小型・軽量カメラを

医療と天文学への応用期待

12



TOPICS

日本科学未来館に再生医療の新展示 ほか

14



さがける科学人 Vol.35

長寿ネズミの命の秘密を解き明かしたい！

北海道大学遺伝子病制御研究所動物機能医科学研究室 三浦恭子 講師

16

国立研究開発法人への移行に際して

JST 理事長 中村道治

科学技術振興機構は、今年4月から国立研究開発法人に移行します。国立研究開発法人の設置は、わが国の科学技術の水準の向上によって経済発展など社会に役立つように、研究開発の成果を最大化することを目的とします。わが国の科学技術力が相対的に低下している中での制度改革であり、私たちは科学技術イノベーションの総合的な推進機関として、原点に立ち返り高い目標に挑戦したいと思っています。とりわけ、青色発光ダイオードやiPS細胞のように、卓越した研究で人び

との生活や社会を変える大きな成果を数多く生み出し、国際間での熾烈な競争下でわが国の存在感を高めていきます。そのため、トップサイエンスからインパクトの大きなイノベーションを創出することで実現していきたいと思っています。また、喫緊の課題である優秀な次世代人材の育成は、各研究プログラムの優先課題としてとりあげ、若手研究者の参加を奨励し、メンター制を充実するなどして成果を挙げたいと考えています。私たちはまた、「科学と社会の共創」を21世紀における必然

的な潮流として捉え、自然科学と社会科学の連携、市民参加といった新しい流れに挑戦します。これまで社会技術や社会基盤の研究で一部着手してはきましたが、まだ緒に就いたばかりです。新しい学問体系をつくることも視野に、分野横断的な取り組みが加速するように支援します。わが国が新しい科学技術立国を実現するためには、プロセスを重視し、お手本のない道を切り開いていくことが重要です。皆さまのご理解とご協力をお願いします。

山の地下に眠る “宝の水”の利用を目指す

土砂災害の軽減にも貢献する新しい水資源

「動かざること山のごとし」といわれてきた。ところが昨年8月の広島市の大規模な土石流など、近年豪雨による山の災害が多発するようになった。豪雨は地球温暖化の影響と見られるが、目に見えない山の中の構造を明らかにできれば、山体崩壊や土砂災害への備えも可能になる。さらに地下に眠る安全な水資源の探索、開発、利用にもつながる。ユニークな研究に着手した京都大学の小杉賢一朗准教授のグループのチャレンジに同行した。

岩の中にしみ込む 大量の水を発見

豊かな森林を育む土壌が水を蓄える様子は、「緑のダム」と呼ばれている。その土壌を拡大してみると、土の粒子の間には多くの隙間があることがわかる。スポンジに水がしみ込むように、この土壌内の隙間に大量の水が蓄えられているのだ。その下の地盤は岩石からなり、「基岩」と呼ばれる（p.4下）。

「基岩の上に枯葉などが堆積し、透水性や保水性の良い森林土壌が形成されることで、水持ちが良くなります。洪水などの防止にもつながっているといわれてきましたが、どうも表層の土壌だけでは水持ちの良さを説明できないことがわかってきました」と小杉さんはいう。

兵庫県神戸市の六甲山と滋賀県大津市の田上山の2カ所で、雨が降ったときに流れ出る水の量を調査した（p.5上）。この2つの山はどちらも森林土壌の厚さが1.5メートルほどで、保水性や透水性もよく似ている。地理的にも近いため、雨の降り方もほぼ同じと見て良い。

ただ地形が大きく異なり、六甲山は急勾配で、田上山はなだらかな丘陵になっている。土壌にしみ込んだ水は、基岩の上を斜面に沿って麓の方へ流れていく。水は急斜面では速く流れるし、緩やかな斜面ではゆっくりと流れるはずだ。

「土壌の条件が似ているので、勾配のきつい六甲山の方が、降った雨が一気に流れ下るのではないかと予想したところ、逆の観測結果となった。



葛川流域（滋賀県大津市、p.5左上）の調査地点で。調査ボーリングの跡の孔に塩ビ管を通し、山体地下水についてさまざまな調査をする。塩ビ管の地中側の先端部側面には穴があけられており、地下水位が上がると塩ビ管内の水位も連動して上がる。地下水をサンプリングして水質を調べるほか、複数のボーリング孔や雨水のイオンの構成比などを比較することで、雨水や山体地下水の動きを解析できる。中央が小杉さん。

田上山から流れ出る川では、降雨の直後に流量が急増し、止むと急減した。一方の六甲山では、ある程度の雨でもすぐには流量が増えず、2～3カ月遅れて増えた。大規模な雨の場合だけ、降り終わった直後に流量がゆっくりと増減した。

「森林土壌は山全体からみると、表面を薄皮1枚が覆っているようなものです。そんな薄い層だけでは長期間にわたり水

を保てません。だからかなりの量の水が地下の岩の中にしみ込んでいるのではないかと考えるようになりました」。

山の地下に存在する水（山体地下水）がたまるには、森林土壌の役割も非常に重要だ。基岩の上に土壌がなければ、水はしみ込むことなく流れ下ってしまう。森林土壌が一時的に水を蓄えて岩にゆっくりと供給することで、しみ込む水の量を

増やしている。「土壌と基岩をあわせた山全体が水資源をゆっくりと蓄え、涵養しているのです」と両者の大切さを説く。

急勾配の山ほど貯水量が多い

山体地下水がどれくらいの量でどのように分布しているのか、これまで計測された例はない。小杉さんらは実態を探ろうと、まず山間部での降水量と流出量などから山体に蓄えられる水の量を計算してみた。水が少ない冬場を基準に、六甲山では多い時期に400ミリメートル程度貯水されるのに対して、田上山の貯水量はその半分程度と推定された。それを直に確かめるため、現地でもボーリング調査をした。

「調査開始当初は、どこを掘るか決めるのに非常に迷いました」。地上からは見えないものを探そうというのだから当然だ。

「何度も現場を歩いて湧水の場所などを調べ、水脈の手がかりを探しました。すると、普段は水が全く流れていないにもかかわらず、谷になっている所があったのです。大雨の後にその場所へ行ってみると、わずかな期間だけ水が流れていました。大雨で地下水位が上昇して流れ出しているのではないかなどと想像をたくましくしながら、ボーリング調査の場所を決めていきました」。

小杉さんらは特異な谷の周辺など、細

かい間隔で何本もボーリングを打ち、それぞれの掘削孔に地下水位計を設置し、降雨時の地下水の変化を調べた。

掘り出した基岩のサンプル(p.6上)には、ところどころに亀裂が見られる。細いヒビだったり、隙間が大きく開いていたり、完全に砕けている箇所もある。一般に、岩というと水さえ寄せ付けられない強固な塊と思いがちだが、実は内部に隙間があり、そこに水がしみ込んでいるのだ。亀裂の数や大きさの解析結果と、降雨時の地下水位上昇のデータをあわせれば貯水量が計算できる。すべてのボーリング孔で測定、解析したところ、六甲山では多いときには300ミリメートル程度、田上山では60ミリメートル程度の水が蓄えられるという結果になった。

ここまで紹介してきた六甲山と田上山は、マグマがゆっくり冷えてできた花崗岩の山である。一方で、小杉さんらは滋賀県内で堆積岩(砂や泥が固まってできた岩)からなる山でも並行して調査を進めている。急勾配の山としては葛川地区(大津市)、丘陵として信楽地区(甲賀市)の流域を選んだ(p.5左上)。

災害の観点からみると花崗岩の山は、2014年の広島県の土砂災害のように上層の森林土壌だけが流れ出すことが多い。一方、堆積岩の山は、基岩もろとも山の一部が崩れる「深層崩壊」の危険性が高いといわれている(p.7上)。2011年9月

に高知県や岡山県を通過した台風12号によって深層崩壊が多発した紀伊山地は堆積岩でできている。

調査の結果、堆積岩の山でも急勾配の方が貯水量が多い傾向が見えてきた。

山体地下水の分布を探り、安全な水源を確保

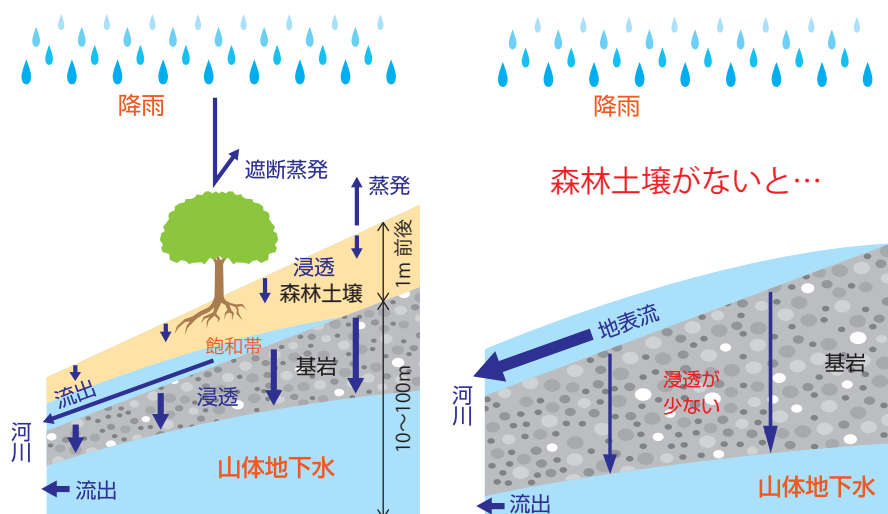
葛川地区は大津市の最北端、琵琶湖の西側に位置する。比良山系の谷あいがあり、琵琶湖へと流れる安曇川^{あづみ}の源流域だ。安曇川は葛川地区を北へ向かって流れており、川の近くの山の斜面を調査地域に選んだ。ふもとの集落のすぐ後ろに急斜面があり、土砂災害の危険性も高い場所だ。京都大学農学部^{きょうとだいがく}の研究室から車で1時間ほどの距離にある。この場所で、ボーリング調査などの結果をもとに山体地下水の効率的な取水方法についても研究を進めている。

葛川の調査地域には、水がわき出している所が何カ所もある。それらの湧水場所の分布を調べてみると、1本の線が見えてきた。地質構造と対応しているらしい。小杉さんは「岩の様子や地形を調べた結果、断層に沿って湧水がある」と推測した。断層は過去に地震などによって山が動いたときにできたひび割れだ。

「非常に強い圧力がかかって割れるので、断層部分では岩がすりつぶされて粘土ができます。その粘土によって地下水がさえぎられ、行き場を失った水が地上へとわき出しているのではないかと考えました」(p.6下)。

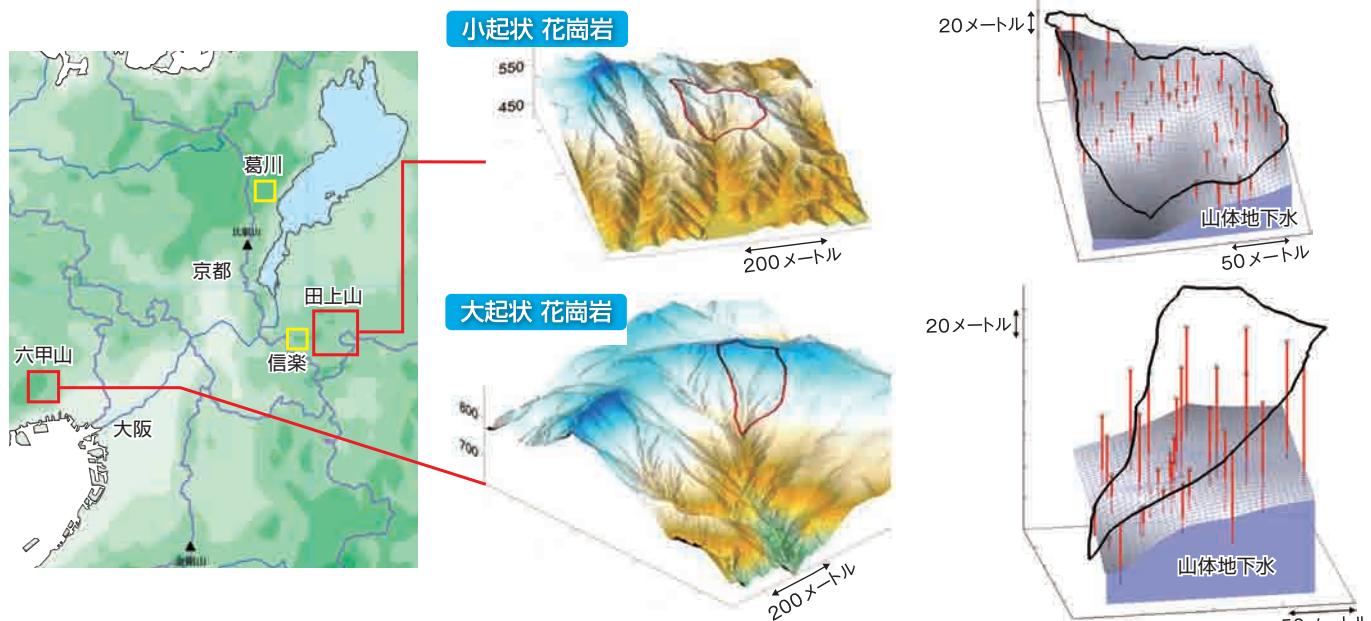
ボーリング調査は地下構造を直接知ることができるが、費用と手間がかかる。そこでボーリング調査に加えて「高密度電気探査」を併用して地下の構造を調べている。金属の棒をたくさん地表に刺して電極にし、地中に電流を流して比抵抗(電気の流れにくさ)を調べる方法だ。岩や土、水など地下にある物質によって電気の流れやすさが変わるため、比抵抗の変化から地下構造を推測する。「断層による粘土層があると予想していた場所で比抵抗が変化していたので、やはりそこで水がせき止められていると結論しました」。

小杉さんらはさらに、ヘリコプターを利



森林斜面での雨水の動きと森林土壌・基岩の役割

森林土壌では、土壌粒子や腐植などが集まって塊(団粒)を形成している。土壌粒子や団粒の間には隙間(孔隙)があり、空気や水分を保持している。蒸発せずに地表面に達した雨水は、森林土壌に浸透し、飽和すると湧水となって流れ出る。森林土壌は雨水を一時的に蓄え、ゆっくりと基岩に供給することで、基岩の亀裂に浸透する水の量を増やしている。基岩は雨水を山体地下水として長期的に蓄え、川にゆっくりと供給している。



左と中央の図はボーリング調査地点とその地形。六甲山地は花崗岩質で大起伏、田上山は花崗岩質で小起伏、信楽地区は堆積岩質で小起伏、葛川地域は堆積岩質で大起伏。右図の赤い縦線は、六甲山・田上山流域でのボーリング孔を示す。このような密度でのボーリング調査は世界にも例がない。ボーリング孔には水位計を取り付け、地下水面の分布を調査した。地下の構造や山体地下水の蓄えられ方、山体地下水同士のつながりなどを探る手がかりとなる。

用して空中から人工的に弱い電磁波を当てて地盤の電気抵抗を調べ、地下構造を探る「空中電磁探査」も試している。精度は大幅に落ちるものの、数十ヘクタール規模の広範囲を効率的に調べることができる。「地下水がありそうな候補地に見当をつけ、水資源の分布域を把握し、開発につなげることができます。空中電磁探査とボーリング調査や高密度電気探査の結果などを照らし合わせることで、精度を高めています」。

水を汲む井戸は、平地であれば縦に穴を掘って、ポンプなどでくみ上げる。しかし葛川の調査地域のように粘土によってせき止められた地下水は、横方向に穴を掘れば、水が溢れ出てくる (p.7右下)。「水をくみ上げるためのエネルギーを使わずにすみ、非常に効率的です」という。

葛川地区では、山体地下水の水質の調査も並行して進めている。湧水は通常、大腸菌は検出されないものの、大雨の後には検出されることもある。シカなどの糞に含まれる大腸菌などが溶け出して汚染されるためだ。一方、ボーリングによって取り出した山体地下水では、湧水で菌が検出されたのと同じ日でも大腸菌は検出されなかった。「現在、追跡調査中で

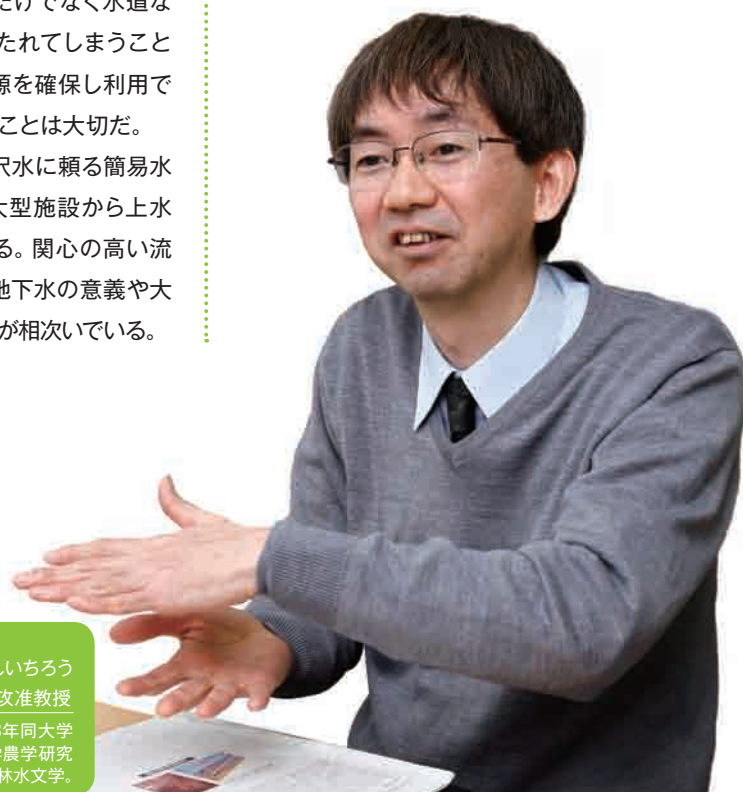
すが、山体地下水は汚染のリスクが低い水源ではないでしょうか」と小杉さんは新たな水源に期待をかけている。

わき水や山体地下水は、ダムや河川、湖からの大規模な取水に比べても汚染の確率が低い。上流での採水となるため、たとえどこか一部の水源が重金属や放射能などで汚染されても、他の水源にはその汚染は及ばない。山の集落は、地震や山崩れの際には、道路だけでなく水道などの生活インフラも絶たれてしまうことが多いため、近場の水源を確保し利用できるように準備しておくことは大切だ。

葛川流域では、山の沢水に頼る簡易水道をやめて、琵琶湖の大型施設から上水道を引く計画も出ている。関心の高い流域住民からは、湧水や地下水の意義や大切さについて問い合わせが相次いでいる。

地下水を抜くことは深層崩壊の予防策の1つ

山体地下水は深層崩壊と呼ばれる山崩れに深く関係していると考えられている。基岩は山の自重によってわずかなずつではあるが変形し、内部に亀裂が発生する。長い年月をかけて岩の中の弱い部分で少しずつ破壊が進む。そして斜面全体で破



小杉 賢一郎

こすぎ けんいちろう

京都大学大学院農学研究科森林科学専攻准教授

1991年、京都大学農学部林学科卒業。93年同大学大学院農学研究科修士課程修了。京都大学農学研究科助手、助教を経て現職。専門は砂防学、森林水文学。



ボーリング調査で得られた基岩のサンプルを深さ1メートル分ずつ横にならべたもの。亀裂の情報をデジタル化して孔隙率（岩石中のすきまの体積の、岩石全体の体積に対する比率）を割り出し、貯水量を推測する。

壊箇所が連続すると非常に危険な状態になる。小杉さんによると、ボーリング調査で実際に基岩の中で土砂になってしまっている箇所が見つかるという（上）。普段は摩擦が働いているため土砂が滑り落ちることはないが、大雨で地下水に浸かると、浮力が働き摩擦力は弱くなってしまう。最終的に岩の重みが摩擦力に勝ると、一気に崩れて深層崩壊に至るのだ。

2011年9月の台風12号は、四国地方に上陸し中国地方を襲った。台風東側の

紀伊山地は大雨に見舞われ、奈良県や和歌山県、三重県などで深層崩壊が多発した。深層崩壊は、災害の規模が大きい。さらに土砂によっていったんせき止められた川の水が決壊して二次災害を引き起こす恐れもあり、災害対策が長引いた。

「地震によって深層崩壊が発生することもあります。そこにもやはり雨が関係します。山体地下水が大量に存在し、地下水位が上昇しているときに深層崩壊が発生しやすいといわれています」と小杉さ

ん。2004年の新潟県中越地震では、直前に雨が多く降っていたため、地震の揺れを引き金に深層崩壊が多発した。

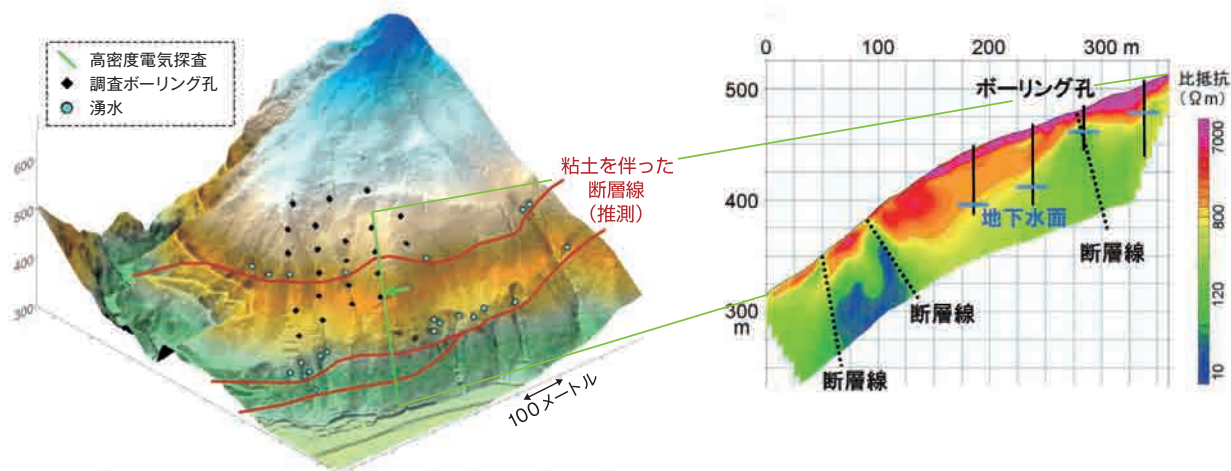
深層崩壊だけでなく、表層付近で起きる崩壊現象でも、山体地下水が関係していると考えられる小杉さんは、表層崩壊や土石流などの専門家でもある。

「土壌の質や地形などからだけでは説明できない事例も多く、浅い所で起きる現象でも、基岩の中にある水を把握することが重要だということが次第にわかってきました」。

被害を軽減するには、地下水を抜いてやればよい。水位を下げて浮力の影響を抑え、安定させるのだ。これが平地では、地下水の汲みすぎで地盤沈下や渇水被害が起きることもあるが、山体は含水量が少ない方が安定であり、森林土壌の保水力に影響することもないので、汲みすぎの心配はあまりないという。

実際、大雨で地滑りが発生するような場所では、日頃から地面がゆっくりと移動することが観測できるため、移動量が大きい斜面では「水抜き工事」がよく行われている。一方、温暖化による多雨で増加が懸念されている深層崩壊は、前もって危険箇所を知ることが難しく、ある日突然に災害が起きる。

「基岩の風化が進んでいるなど深層崩壊の恐れがある所では、きちんと水抜きしていくことが重要です。風化の程度がわからなくても、山体地下水を水資源として利用して水位を下ければ、土砂災害だ



葛川流域での高密度電気探査

左図は葛川流域（滋賀県大津市）での調査地点を図示したもの。湧水（青丸）の下には水が浸透しにくい場所があり、これらをつないだ線が粘土を伴った断層線と推測される。左図の緑色の線に沿って行った高密度電気探査の結果を示したものが右図。水や粘土は比抵抗が小さい。抵抗が不連続になっている部分が断層線と考えている。



表層崩壊は山地などの表土層が崩れるのに対し、深層崩壊では表土層の下の基岩まで崩れるため、大量の土砂が流出し、大規模な土砂災害につながる。深層崩壊は降雨や地震が誘因となることが多く、土石流となって流れ下ったり、崩壊した土砂が川をせき止めた天然ダムが決壊して二次災害を引き起こしたりする。降雨により過剰にたまった地下水も崩壊の誘因となりがねない。複雑な地下水の動きを推定するためにも基岩や山体地下水の解析は欠かせない。

けでなく洪水の軽減にも効果的です」。水資源の開発が減災にも役立つとは一石二鳥である。

基礎研究から、地域の水利用にも乗り出す

これまでの研究から、山体地下水は、気象条件の影響を受けずに良好な水質を安定的に維持していることがわかってきた。少雨のときでも山体地下水を利用すれば渇水対策になる。夏は水温上昇による水質悪化も懸念されるが、山体地下水はその心配も小さい。

今は利用されていない水資源の利用に向けて、小杉さんらは実現可能性を探るフーズビリティ研究にも着手している。小杉さんはこれまで、「土壌物理学」や「森林水文学」などの環境科学の基礎研究が中心で、自然現象の仕組みを科学的に解明してきた。実際に社会に役立てることを目指す社会実装はあまり考慮していなかった。しかし持続可能な水利用のための技術開発を目指すCREST水利用領域に採択されて以降は、その意識が大きく変わったという。

「CRESTを通して、水に関連するさまざまな分野の先生方と交流する機会を得ました。特に工学系の水処理技術を研究している先生が、常に実用化を意識しながら研究を進めていることにとても刺激



写真は鹿児島県始良郡湧水町で1993年8月に起きた表層崩壊の現場。 提供：鹿児島大学 地頭隆教授

を受けました」。これまでも、いくつかの特許を取得しているものの、活用までは考えなかった。CREST研究に入ってから出願している特許は、民間企業などと実用化を進めている。

「葛川地区の水利用実態を調査したことで、自然現象としての水に着目するだけでなく、社会的・経済的な論点を掘り下げる必要があることにも気づかされ、CRESTの研究を通して、“水”を新しい視点から見つめ直すことができるようになりました」。

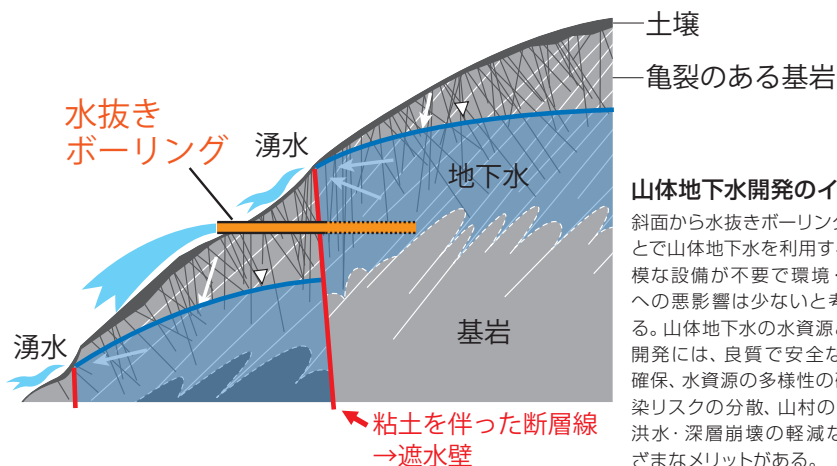
各地で水質が異なる山体地下水を開発することで、ミネラルウォーターやその他の特産品の開発などの地方創生につながる可能性も出ている。

「水に対する意識は、地域ごとの環境に

よって大きく異なります。各地域の実態にあわせた小回りのきく技術が重要です」。“水もの”だけに扱いは難しい。そのままでも飲用できる山体地下水でも、常に無菌状態だと証明できない限り、上水利用には浄水設備が義務づけられている。そこで、湧水の力を利用した小水力発電で動かす小型殺菌装置の開発も目指している。

「山の水は味が良い。独自にわき水を引いている家などもありますが、一層安全な水が提供できます。水利用技術の開発など、地域の特性や環境を考慮しつつ水問題の解決にも努力していきたいですね」。

小杉さんは“水を得た魚”のように意欲的に挑んでいる。



山体地下水開発のイメージ

斜面から水抜きボーリングすることで山体地下水を利用する。大規模な設備が不要で環境・生態系への悪影響は少ないと考えられる。山体地下水の水資源としての開発には、良質で安全な水資源確保、水資源の多様性の確保、汚染リスクの分散、山村の活性化、洪水・深層崩壊の軽減などさまざまなメリットがある。

“短命県”のピンチをチャンスに変える!

住民の健康診断データを活用～弘前大学のCOIプログラム

日本が今後、国際的な競争の中で生き残り、経済再生を果たしていくためには、革新的なイノベーションを連続的に生み出していくことが必要である。JSTでは、将来あるべき社会の姿、暮らしのあり方（ビジョン）の実現に向けた、センター・オブ・イノベーション (COI) プログラムを実施している。全国の12拠点が、独自のビジョンを掲げて、将来への課題に取り組む。その1つである弘前大学の拠点では、日本一の短命県を返上しようと、ビッグデータを活用した病気の予兆、予防システムの開発を目指す。

10年後のための研究開発

COIでは、3つのビジョン（右上図）を掲げて、10年後を見通した革新的な研究開発課題に取り組んでいる。

日本は世界一の長寿国であり、2030年頃には人口の45%が60歳以上になる見込みだ。加齢に伴う脳卒中や認知症の急増で、医療費の増大も避けられない。少子高齢化社会が抱えるさまざまな問題を解決するには、新たな科学技術が求められている。

“少子高齢化先進国としての持続性確保”を掲げるビジョン1を率いる松田譲ビジョナリーリーダー（元 協和発酵キリン社長）にCOIプログラムの話を伺い、“革新的「健やか力」創造拠点”の中核機関である弘前大学の取り組みを紹介する。



大学と企業がひとつ屋根の下で力を発揮

研究計画には「フォアキャスティング（予測型）」と「バックキャスティング（将来像先取り型）」がある。前者が過去の研究成果を生かして社会に役立つ技術を開発するのに対して、後者は将来の持続可能な社会はどうあるべきかという目標を設定し、その実現のために「何を」「いつまでに」やらなければならないかを決めて実現させる手法。

JSTは、将来のあるべき社会へと導くバックキャスティング型研究プログラム、「センター・オブ・イノベーション (COI) プログラム」を2013年から開始した。

目指すべき姿として設定した3つのビジョンをうけ、JSTは、12の研究開発拠点（COI拠点）を採択した。3つとは、ビジョン1「少子高齢化先進国としての持続性確保」、ビジョン2「豊かな生活環境の構築（繁栄し、尊敬される国へ）」、ビジョン3「活気ある持続可能な社会の構築」である。

ビジョン1のビジョナリーリーダーを務める松田さんは、COIプログラムの特徴をこう語る。

「COIプログラムのゴールは成果を論文として発表することではあ

りません。研究過程で新たな発見を論文発表することは意義深いことではありませんが、COIはあくまでも社会実装が目的です。各拠点は目指すビジョンに向けて何らかの製品やサービスを実用化して新しい未来をつくらなければいけません」。

事業化を目標としているので、松田さんの下、企業出身の「プロジェクトリーダー (PL)」がCOI拠点全体の運営と研究開発活動を統括し、大学などの研究開発機関に所属する「研究リーダー (RL)」が研究開発活動の責任者としてPLをサポートしている。

「プロジェクトには大学だけでなく、多くの企業が関わっていますが、ときどき会って話し合うだけでは不十分です。そこで、“アンダーワンルーフ（ひとつ屋根の下）”を特徴の1つに掲げて、大規模な産学連携の一体体制を整えました」。

今までの産学連携では、大学の成果を企業が事業化につなげることが多い。もっと円滑なコミュニケーションを図り、迅速で活気のある研究にはひとつ屋根の下で異なる立場の人たちが常に顔を突き合わせて議論することが秘訣。大学の学部、個々の企業、自治体などが立場を超えて、目指す将来像に向けて力を発揮すれば、実用化へのアイデアも生まれる。

ビッグデータで病気の予兆を捉えた「寿命革命」

ビジョン1は、年老いても健康を保ち、社会の一員として活躍することを促す医療やヘルスケア技術の研究に取り組んでいる。その中の弘前大学のチームは“革新的な「健やか力」の創造”をテーマに寿命革命を目指し、COIプログラムに参加

松田 譲 まつだ・ゆずる

公益財団法人
加藤記念バイオサイエンス振興財団理事長

1977年、東京大学大学院農学系研究科博士課程修了、協和発酵工業（現 協和発酵キリン）入社。2000年同社執行役員・医薬総合研究所長。03～12年同社代表取締役社長。12年より現職。



COI拠点

2013年度に開始したCOIプログラムでは、12拠点(右、発足時)が選定された。3つのビジョン(下)を掲げて、10年後の日本が目指すべき社会に向かって研究開発を行う。最長9年度、拠点当たり年間1～10億円程度の支援が行われる。

ビジョン1「少子高齢化先進国としての持続性確保」

ビジョン2「豊かな生活環境の構築(繁栄し、尊敬される国へ)」

ビジョン3「活気ある持続可能な社会の構築」

している。

弘前大学がある青森県は、大きな課題を抱えていると研究リーダーの中路重之弘前大学大学院医学研究科長は強調する。

「都道府県別の平均寿命のランキングで青森県はワースト1位なのです。トップの長野県と比べると、男性は3.6歳も早死にしています。そこで、「日本一の短命県」という汚名を返上するため、2005年から弘前市の岩木地区で『岩木健康増進プロジェクト』に取り組んできました」。

健康増進のモデル地区として、住民の健康意識を高める活動を継続している。目玉イベントのひとつが、弘前大学医学部の医師に協力してもらって毎年6月上旬に実施する、住民約1,000人が参加する大規模な健康診断だ。

平均寿命に影響を与える生活習慣病や加齢性疾患は、さまざまな要因が複雑に

ビジョン3 信州大学
(株)日立製作所インフラシステム社
世界の豊かな生活環境と地球規模の持続可能性に貢献するアクア・イノベーション拠点

ビジョン3 金沢工業大学
大和ハウス工業(株)
革新材料による次世代インフラシステムの構築～安全・安心で地球と共存できる数世紀社会の実現～

ビジョン1 京都大学
パナソニック(株)
活力ある生涯のためのLast 5Xイノベーション

ビジョン2 大阪大学
パナソニック(株)
人間力活性化によるスーパー日本人の育成と産業競争力増進/豊かな社会の構築

ビジョン2 広島大学
マツダ(株)
精神的価値が成長する感性イノベーション拠点

ビジョン3 九州大学
共進化社会システム創成拠点

ビジョン1 弘前大学
マルマンコンピュータサービス(株)
脳科学研究とビッグデータ解析の融合による画期的な疾患予兆発見の仕組み構築と予防法の開発

ビジョン1 東北大学
(株)東芝、日本光電工業(株)
さりげないセンシングと日常人間ドックで実現する理想自己と家族の絆が導くモチベーション向上社会創生拠点

ビジョン1 東京大学
若者と共存共栄する持続可能な健康長寿社会を目指す～Sustainable Life Care, Ageless Society COI拠点～

ビジョン3 東京大学
コヒーレントフォトン技術によるイノベーション拠点

ビジョン1 川崎市産業振興財団
スマートライフケア社会への変革を先導するものづくりオープンイノベーション拠点

ビジョン3 名古屋大学
多様化・個別化社会イノベーションデザイン拠点～高齢者が元気になるモビリティ社会～

関わって発症する。その解明には、健康な人を含めた多くの人の健診データが必要になる。

岩木健康増進プロジェクトでは、血圧や血糖値のほかに、血液中に含まれる微量元素の量、吐いた息に含まれる一酸化炭素、一酸化窒素の量など、生活習慣病や加齢性疾患には直接関係なさそうなデータも収集してきた。大規模な健康診断には費用がかかるため、同じ検査を継続できているわけではないが、最大600

項目もの検査をする。

プロジェクトを開始して10年、約1,000人分もの膨大なデータ(ビッグデータ)が蓄積された。これを活用すれば、病気の予兆を診断することが期待できる。中路さんはこう続ける。

「平均寿命を延ばし、年老いても健康でいる人を増やすには、病気になる前から病気の予兆を把握して健康な状態に戻してあげる必要があります。そのためには病気になる一歩手前の「未病」から予兆を

個人素因

- ①遺伝子(全ゲノム)
- ②家族歴
- ③性格

生活習慣

- ①食事
食品
栄養素
和食・洋食など
- ②運動
- ③飲酒
- ④喫煙
- ⑤睡眠
- ⑥便通
- ⑦排尿

社会経済状況

- ①収入
- ②学歴
- ③職種
- ④職歴

健康状況

- ①健診
- ②通院
- ③服薬
- ④病歴

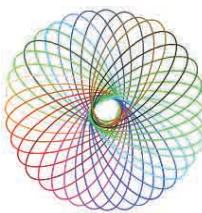
メタボリックシンドローム(動脈硬化関係)

- ①肥満・体脂肪率測定・BMI
- ②糖尿病:血糖・HbA1c、尿糖
- ③高脂血症:血液検査(TC、TGなど)
- ④高血圧:血圧脈波測定(PWV、ABI)
- ⑤その他(コレステロール、TSH、T4、GH、IGF、LH、FSH、PRL、テストステロン、レニン、レプチン、各種サイトカイン、ビタミンなど)

その他の健康状況(メンタル、細菌叢など)

- ①過敏性腸症候群(IBS)など
- ②過活動膀胱など
- ③アレルギー:IgE(スギ、ハウスダスト、イネなど)
- ④メンタルヘルス:日常生活動作:CES-D、SF-36
- ⑤ヘルピコバクター・ピロリ感染
- ⑥腸内細菌・口腔内細菌
- ⑦腰・膝痛:膝・腰・股関節のX線・エコー
- ⑧体力・運動能力:ロコモ度テスト、歩行速度、脚伸展・屈曲力・体幹伸展・屈曲力、バランステスト、反応時間など
- ⑨スキントイプ(肌)
- ⑩歯の数・唾液量・歯周病
- ⑪骨密度・骨代謝:BAP、NTx、ペントシジン、ホモシステイン
- ⑫酸化ストレス:好中球活性酸素産生能
- ⑬呼吸中元素(NOなど)測定
- ⑭血中微量元素(セレンなど)測定
- ⑮肺機能:1秒率など
- ⑯脳卒中:頸動脈の超音波検査
- ⑰認知症:MSSE、MRI検査など
- ⑱聴力・視力・乱視
- ⑲心機能:心エコー検査、PWV・ABI測定
- ⑳生体内糖化反応:AGEs

多因子が重層的に影響



加齢性疾患
(認知症や脳卒中)



ビッグデータ(600項目)
をもとに、予兆因子の絞り込み、解析を実施



中路 重之 なかじ・しげゆき

弘前大学大学院医学研究科長・医学部長

1979年、弘前大学医学部卒業、83年同大学院医学研究科(公衆衛生学)修了。同大学医学部附属病院、医学部衛生学講座助手、助教授等を経て、2004年同教授。12年より現職。専門は公衆衛生学・健康科学。

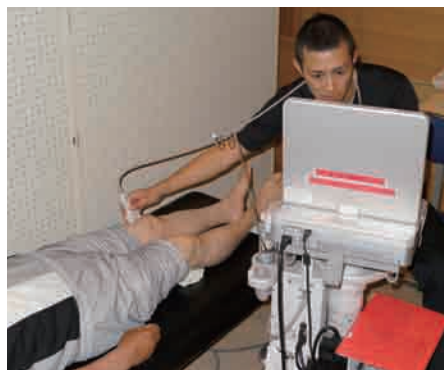
健康ビッグデータ解析による認知症等の予兆発見のイメージ

認知症や脳卒中など加齢性疾患にかかわる因子はきわめて多く、一見、相関関係があるように見えても、本当の原因かどうかはわからない。そこで、あらゆる年代を対象に多項目の健診を実施してデータを解析し、疾患の予兆の発見、予兆に基づいた予防システムの開発、そして平均寿命、健康寿命の延伸を目指す(赤字はプロジェクト独自の検査項目)。



岩木健康増進プロジェクト・健診風景

現代病や認知症はきわめて多因子であるため、予兆アルゴリズム解析のために世界に類例のない幅広い項目の健診が行われている。認知症以外の生活習慣病への応用も期待される。



膝関節エコー検査



歯科口腔環境も重要な検査項目の1つ

捉える技術が求められます」。

そこで蓄積してきたビッグデータを病気の予兆と予防に活用するため、大学と地元企業やグローバル企業の連携がスタートした。

誰もが使いやすいアプリ「健康物語」を開発

ビッグデータの中から病気と関係する因子を見つけ出すのは、これまた容易なことではない。弘前大学医学部内にあるCOI研究推進機構には、マルマンコンピュータサービス社とGEヘルスケア・ジャパン社が常駐している。

GEヘルスケア・ジャパン社は、「岩木健康増進プロジェクト」で得られたデータの解析を進め、予兆アルゴリズムの開発を目指している。同社マーケティング本部の川端亮マーケティング戦略部長がこう

説明する。

「住民の健康に関するデータですから、十分に情報セキュリティが管理された環境でコンピューター解析をしています。まだ解析途中ですが、例えば、動脈硬化と歯の本数が相関する可能性があるのです。認知症や生活習慣病は多くの因子が関与するため、因子にどのように重みづけをしたらいいのかななどを調べています」。

歯の本数だけで動脈硬化のリスクは判断できないが、ほかに相関のある因子を見つければ、総合的な評価ができる。

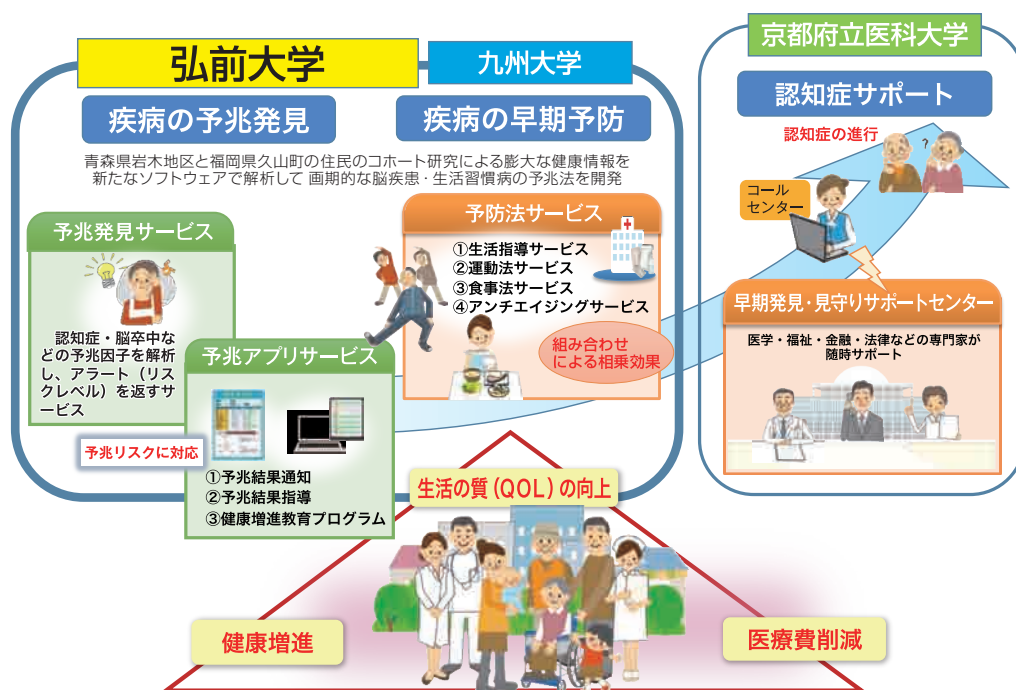
動脈硬化の進行具合は、左右の上腕、足首の4カ所の血圧計測で把握できる。しかし専用の検査装置が必要なため、日常的に測定するのは難しい。手軽に測定できる指標から動脈硬化のリスクを評価できるなら、日頃から健康を意識するた

めにも役立てられるだろう。

マルマンコンピュータサービス社は、ビッグデータの解析結果をもとに、パソコンやスマートフォンで利用できるアプリケーションの開発を進めている。同社の常務取締役で、弘前大学COI研究推進機構長の工藤寿彦プロジェクトリーダーがこう続ける。

「解析結果から病気の予兆を示す因子が見つかったも、利用しやすい形にしなければ、住民の健康増進には活用できません。そこで私たちは、『健康物語』というアプリケーションの開発に取り組んでいます」。

例えば勤め先の健康診断で問題が見つかったも、その場では反省するものの、生活習慣を改めるまでには至らない人が多い。健康意識を高めて行動してもらえようように支援するシステムを考えた。



弘前大学COIの全体像

当初、弘前大学が単独で拠点として採択されたが、2014年度より九州大学、京都府立医科大学と連携し研究を進める。各大学のもつデータを相互検証し、地域性を加味して全国へ展開できるような、シームレスな支援システムの開発を目指す。また、事業効果や経済効果の測定法も開発する。



運動機能測定前の準備運動



自転車エルゴメーターによる全身持久力の測定



バランス機能をみる開眼片脚立ち

「『健康物語』は家族と一緒に利用できる仕組みや、生活習慣の改善効果を実感できる工夫を盛り込んだアプリです」。

予兆を捉え 機能性食品の開発へ

「平均寿命を延ばすには、健康なところから病気の芽を摘まなければいけません。生活習慣病や加齢性疾患を意識する高齢者だけでなく、若い世代にも健康増進に取り組んでもらいたいのですが、なかなか難しい。『岩木健康増進プロジェクト』でも、60歳以上は4～5割の住民が参加してくれていますが、20代、30代は1～2割程度。もっと多くの人に取り組んでもらうには行政の力が必要です」と中路さんは指摘する。

そこで、中路さんらはCOIへの応募と同時に青森県に参加をお願いし、「健康

物語」を広く活用してもらう構想を立てた。COI研究推進機構の村下公一機構長補佐はこう説明する。

「青森県には40の市町村があり、その半数が健康都市宣言を出す準備を進めています。宣言をするからには、具体的な施策を実施しなければならないのですが、市町村によっては具体案が出せずに悩んでいるところもあります。そこで、『健康物語』を取り入れた健康増進プログラムを導入したいと考えています。多くの人がCOIで開発した成果を利用できる機会にもなります」。

「健やか推進センター(仮)」を設置して、各市町村で「健康物語」を住民に提供し、さらに人材育成にも力を入れていく。データの一元管理で住民の健康状態が把握できるため、より具体的なアドバイスが可能になる。その効果を実証できれば、

他の地域にも活用できる可能性がある。中路さんがこう続ける。

「COIで研究を進めている以上、私たちの成果を青森県だけにとどめるわけにはいきません。効果を証明して、他県でも利用していただくつもりです。病気の予兆を把握できる因子が見つかり始めているので、これを利用して健康増進効果が得られる食品の開発も検討しています」。

すでに大手食品メーカーが拠点に加わることが決まり、機能性食品の開発も動き出す。さらに今年春からは、京都府京丹後市で住民の健康調査を実施してきた京都府立医科大学と、長年にわたり福岡県久山町の住民の疫学調査をしてきた九州大学医学部が参加する。各地域のデータを比較し、新たな因子を見つけ出すことで、病気の予兆システムの完成度を高めていく。

弘前大学に設けられたCOI研究推進機構の前で。週に1度はこの部屋で関係者が会合する。産官学が文字通り「アンダーワンルーフ」で一体となって研究を推進している。

村下 公一

むらした こういち
COI研究推進機構長補佐(戦略統括)・教授

中路 重之

なかじ しげゆき
弘前大学大学院医学研究科長・医学部長

工藤 寿彦

くどう としひこ
弘前大学COI研究推進機構長(マルマンコンピュータサービス常務取締役)

川端 亮

かわばた りょう
GEヘルスケア・ジャパンマーケティング本部マーケティング戦略部長

〈写真左から〉



明日への
トビラVol.
22福島の大域除染に
小型・軽量カメラを

医療と天文学への応用期待

東京電力福島第一原子力発電所の事故から4年。飛散した放射性物質を特定し、除染するのは時間も人手もかかる。効率良く除去するには、目に見えない放射線を可視化し、画像にできれば、一目瞭然だ。浜松ホトニクス株式会社（静岡県浜松市）と早稲田大学理工学術院総合研究所の片岡淳教授の研究室はこれまでの技術を駆使して「ガンマ線撮影用コンプトンカメラ」を共同開発した。軽量・コンパクトで迅速かつ正確に画像化できると、注目されている。



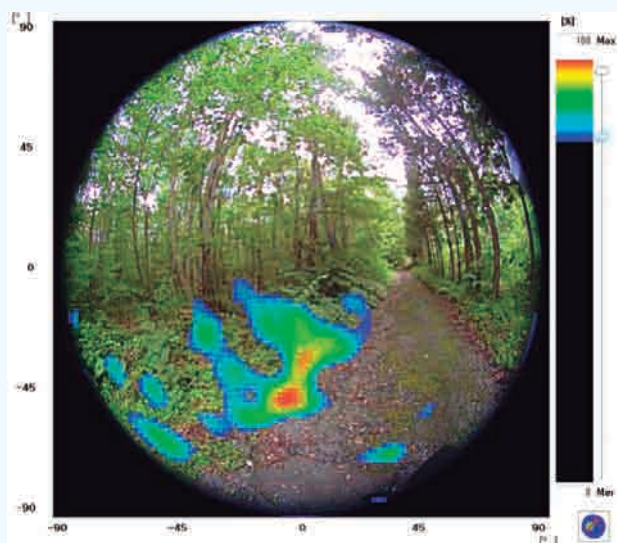
開発したコンプトンカメラ。現場で使いやすい小型・軽量化を実現している。



「低感度、大型、高額」を解決する

「これまでのガンマ線カメラは、重さが10～30キログラムもあり、とても携帯できるものではありません。それを大きさ、重さ（2キログラム）共に小型・軽量化に成功しました。持ちやすくして高感度なので、現地の方々に期待されています」。浜松ホトニクス中央研究所の大須賀慎二第1研究室室長はこう力を入れた。

放射線には、アルファ線、ベータ線、ガンマ線の3種類がある。中でもガンマ線は、セシウム134、セシウム137などから放出される高エネルギーの電磁波で物質の内部を通り抜けやすい。原発事故後、複数の企業や研究機関がガンマ線を画像化するカメラを開発してきた。しかしその多くは、「装置が大型で重く、携帯に不向き」「感度が低く、撮影に時間がかかる」「非常に高額で、普及が難しい」などの難点があった。



福島県浪江町の林道沿いを3分間かけて撮影した。カメラを設置した位置での自然放射線量率(バックグラウンド)は約5マイクロシーベルト。赤い部分は、約10マイクロシーベルト。林道と林の境目あたりに、放射性物質がスポット状に集積していることがわかる。

小型・軽量化のポイントは
独自の光検出器

コンプトンカメラとは、物理現象の「コンプトン散乱」を応用したものだ。ガンマ線が電子と衝突したときにガンマ線の方向とエネルギーが変化するのを利用して、ガンマ線が飛んでくる「方向」と「エネルギー」を同時に計測する。カメラは、ガンマ線のコンプトン散乱が起こる「散乱体」と、散乱されたガンマ線が吸収される「吸収体」の2つで構成される。この原理は、これまでも宇宙でのガンマ線観測に応用され、また医療への応用に向けた開発がされてきた。

「高性能な『シンチレーター』と、弊社が独自に開発した高感度光半導体素子『MPPC』の2つを組み合わせるのがポイントです」と大須賀さんは振り返る。

シンチレーターとは、ガンマ線など放射線のエネルギーを光に変換する物質だ。コンプトンカメラは、ガンマ線を受けてシンチレーターが発した光を光検出器MPPCで電気信号に変換し、その信号に基づいてガンマ線の飛来方向を画像として表示する。大幅な小型・

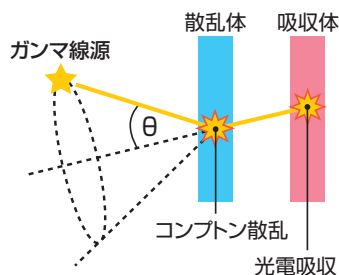
現・新カメラ取得画像の比較



同じ条件で取得したガンマ線画像。新しいカメラでは、10度離して置いた2つの放射線源を別のものとしてとらえられ、分解能が高い。

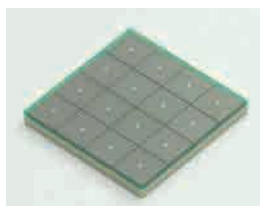


カメラに利用されているコンプトン散乱



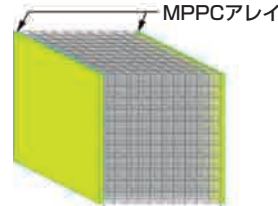
コンプトン散乱はガンマ線の光子が物質中の電子と衝突し、はじき飛ばされる現象のこと。コンプトン散乱現象を散乱体、吸収体のガンマ線検出器により計測することで、ガンマ線のエネルギーと、飛来した方向を計算する仕組みだ。

MPPC (光半導体素子)



カメラに搭載されている「MPPC」。複数の素子を並べて大面積化している。

3次元シンチレーター



3次元シンチレーターアレイ
ガンマ線の散乱・吸収位置を2次元平面だけでなく、奥行き(厚み)方向にも識別できる。

軽量化に成功した最大の要因は、このMPPCにあると胸を張った。

「これまで、シンチレーターと組み合わせる光検出器には『光電子増倍管』が使われていました。真空管の中で光を電気に変換する装置で、微弱な光であっても高精度で変換できるのが特徴です。しかし、小型・軽量化という点では限界があります。MPPCは光電子増倍管に匹敵する高精度のうえ、半導体素子なので非常に薄く小さくできます」。

浜松ホトニクスでは、MPPCを使ったPET（陽電子断層撮影法）用検出器の開発が行われていた。また、片岡さんは、「X線・ガンマ線をプローブとした先端放射線計測」をテーマに、ガンマ線天文学から先端医療まで、幅広い研究を続けてきた。



決め手は見えないガンマ線の画像化

浜松と東京を行き来しながら、両者はお互いの得意技術を生かして製品イメージを形にしていっていった。大須賀さんのアイデアであるシンチレーターとMPPCを組み合わせることで、コンプトンカメラが実現できるかどうかは当初見通しがなかった。やってみるしかない。

「一番苦労したのが、検出したガンマ線情報の画像化です」。こう振り返るのは、浜松ホトニクスの足立俊介さんだ。ガンマ線を画像化する技術と経験がなかった。福島大学の協力を得て除染区域に赴き、放射線測定器で計測した放射線量と、コンプトンカメラで可視化した画像を比べてみた。想定通りにはいかず、放射線量の強弱がなかなか一致しないこともあった。

「現地試験から持ち帰ったデータを使って、問題点を1つ1つ潰し

ていきました」。

2013年9月に1.9キログラムに軽量化したガンマ線撮影用コンプトンカメラを発表した。



3次元化で解像度は2倍に

現場で役に立つカメラを早期に製品化できたため、開発は高解像度化の段階に進んだ。ガンマ線に対する感度を上げるには、なるべく分厚いシンチレーターを使い、なおかつ散乱体と吸収体を近接して配置する必要がある。一方で、通常のコンプトンカメラは、ガンマ線の散乱と吸収の位置情報を2次元平面でのみ計測するため、シンチレーターの厚み方向の測定ができない。計測精度が下がり、カメラの解像度も下がってしまう。

大須賀さんたちは、片岡さんに期待をかけた。ガンマ線の散乱、吸収位置を3次元で計測できる「3次元シンチレーター方式」を搭載することで、解像度を大幅に向上できるとみていた。コンプトンカメラにこの方式を組み合わせると、重さは2.5キログラムと多少増えたものの、解像度は従来の2倍に、感度は70%も改善した。放射性物質の複雑な集積状況がより正確に判断でき、計測時間もさらに短縮された。

「三脚にカメラを設置し、測定したい場所に向けて固定します。3メートル先であれば、3分程度で画像化できます。実際に浪江町で計測したところ、砂利の林道と森林の境付近に、放射性物質がスポット状に集積していることなどが手にとるようにわかりました」。

このコンプトンカメラを除染作業にもっと使いやすくするほか、医療や天文学分野にも還元し、幅広く活用していくことにしている。



浜松ホトニクス株式会社の開発メンバー。若手からベテランまでそろった技術者の集団だ。

内山 徹也 うちやま・てつや
平柳 通人 ひらやなぎ・みちと
足立 俊介 あだち・しゅんすけ
大須賀 慎二 おおすか・しんじ
中央研究所第1研究室室長
中本 勝大 なかもと・かつひろ
鈴木 裕樹 すずき・ひろき
〈写真左から〉



TOPICS



NEWS 1 話題



科学技術コミュニケーション推進事業 日本科学未来館

日本科学未来館に再生医療の新展示

少しずつ身近になってきた再生医療や細胞の研究について、もっといろいろなことを知りたくはありませんか？ 日本科学未来館では、5階にある常設展「世界をさぐる」内の生命エリアを全面リニューアルし、3月20日（金）から新しい展示「細胞たち研究開発中」、実験教室「iPS細胞から考える再生医療」、そして来館者が意見を発信する新しいコーナー「オピニオン・バンク」の3つを公開します。

新展示は、いま“研究開発中”の細胞研究について取り上げます。「脊髄損傷をiPS細胞で治したい」「筋ジストロフィー研究に自分の細胞を使ってほしい」といった、iPS細胞をめぐる近未来のシミュレ

ーションを5つのシアターで体験できます。再生医療を自身の問題として考えるきっかけになるはずです。総合監修は、発生生物学の第一人者である東京大学の浅島誠名誉教授。展示の制作は、クリ

エイターの伊藤ガピンさん、漫画家のしりあがり寿さんらが協力しています。

実験教室は月1回程度の開催で、小学4年生以上を対象にiPS細胞を実際に観察します。また中学1年生以上はiPS細胞をつくる操作を見学した上で、さまざまな細胞へと変化させる実験を行うことができます。



5つのブースでシアターを体験。「細胞たち研究開発中」展示イメージ。

意見を発信するコーナーでは、iPS細胞や再生医療についての最新情報を紹介するほか、それらを取り巻く社会的・倫理的問題やリスクなども取り上げることで、来館者自身が考えて意見を発信してもらいます。集計した結果は今後の研究資料として生かしていく予定です。



NEWS 2 話題



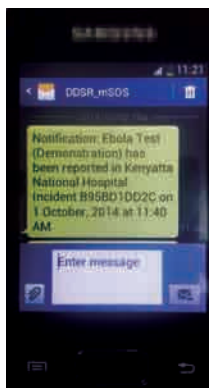
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）
研究課題「ケニアにおける黄熱病およびリフトバレー熱に対する迅速診断法の開発とそのアウトブレイク警戒システムの構築」

携帯電話で感染症の封じ込め

アフリカでは、蚊やダニなどが媒介するウイルスによって、黄熱病やリフトバレー熱などの感染症の「アウトブレイク」と呼ばれる突発的な流行が何度も発生しています。ウイルスの侵入をいち早く検知し、緊急のワクチン接種や媒介する蚊やダニへの対策で早期に封じ込めることが、費用対効果の高い方法だと考えられます。しかし、これらの感染症には商業レベルで供給される安くて簡便な診断法がなく、警戒システムも有効に機能していません。

そこで、長崎大学熱帯医学研究所の森田公一所長らのグループは、同大学の熱帯ウイルス感染症の診断技術を応用した

携帯電話でmSOS—エボラを用いたテスト画面。



ケニア保健省との打ち合わせの様子。

安価で迅速な「簡易診断キット」の開発と、アウトブレイクを阻止するための「早期警戒システム」の構築に2012年1月から取り組んでいます。これまでに、携帯電話のSMS（ショートメッセージサービス）を利用したアウトブレイク警戒システム「mSOS」の開発と試験運用などの成果を挙げました。

また、エボラ出血熱の疑い例を関係者がすばやく報告・対応するためにmSOS

をベースに開発した「mSOS—エボラ」が2014年12月からケニア全域で使われ始めました。エボラ出血熱が疑われる患者の元に出動する即応チームや、血液サンプルの検査を行うケニア中央医学研究所の技術者が使用法の訓練を受け、患者の情報や検査の診断結果が無料で瞬時に共有できるようになりました。

今後は国際的な早期封じ込め体制の整備を目指します。



戦略的創造研究推進事業 チーム型研究 (CREST)

「素材・デバイス・システム融合による革新的ナノエレクトロニクスの創成」領域

研究課題「極低消費電力集積回路のためのトンネルMOSFETテクノロジーの構築」

消費電力の少ないトランジスターを開発！

IT機器が消費する電力は近年急激に増加しており、国際的にも重大な課題と言われています。この問題を解決するため、電子がエネルギー障壁を量子力学的にすり抜ける「トンネル電流」を利用したトランジスターが注目されています。しかし、わずかな電圧変化でオンとオフを切り替えようとしても電流の差を大きくとることができず、また現在の半導体技術をそのまま転用することも難しく、短期間での実用化は困難であろうと考えられていました。

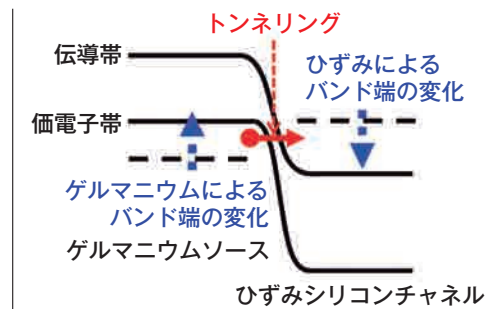
そのような中、東京大学大学院工学系研究科の高木信一教授らのチームは、シ

リコンに引っ張り応力を加えた「ひずみシリコン」とゲルマニウムを組み合わせ、極めて少ない消費電力で動作する新しいトンネル電界効果トランジスターを開発しました。

現在のシリコン集積回路ブ

ロセスになじみやすい材料を用いながらも、量子トンネリングを起こすエネルギー障壁幅を非常に薄くすることができました。その結果、わずかな電圧変化で急激に電流を切り替えることと、大きなオンとオフの電流の差を得ることの両方を同時に実現することに成功しました。加え

トンネル電界効果トランジスターの特性向上についての模式図



ゲルマニウムで価電子帯端が上昇し、またひずみシリコンチャネルで伝導帯端が低下する。量子トンネリングを起こす際のエネルギー障壁の幅が小さくなるため、トンネル電流が増加する。

て、オン電流を大きく向上させる方法も発見しました。

このトランジスターで動作する集積回路をつくることができれば、IT機器の大幅な省電力化が図れ、待機電力も少なくできるのでバッテリーのいらぬ集積回路などの開発も夢ではありません。



戦略的創造研究推進事業 総括実施型研究 (ERATO)

研究領域「中内幹細胞制御プロジェクト」

再生医療技術で人間の臓器作成に一步近づく

臓器移植の提供者不足や、移植後の生体適合性の問題などから、移植可能な臓器を患者自身の細胞からつくることが再生医療の重要な目標の1つとなっています。しかし、脾臓や腎臓のように立体的な構造を生体外で再現することは極めて困難です。

東京大学医科学研究所の中内啓光教授らの研究グループは、「胚盤胞補完法」という技術を用いて、マウスの体内にラットの脾臓をつくったり、脾臓のないブタの体内で正常ブタ由来の脾臓を再生することに成功しました。この技術を使えば、人間の臓器を大型動物の体内でつくこともできそうです。しかし、目的とした臓器以外に人間の脳なども再生されるのではという倫理的な課題と、人間の多能性幹細胞はマウスの多能性幹細胞に比べ少しだけ成長が進んでいるため、胚盤胞補完法が使えないという技術的な課題が

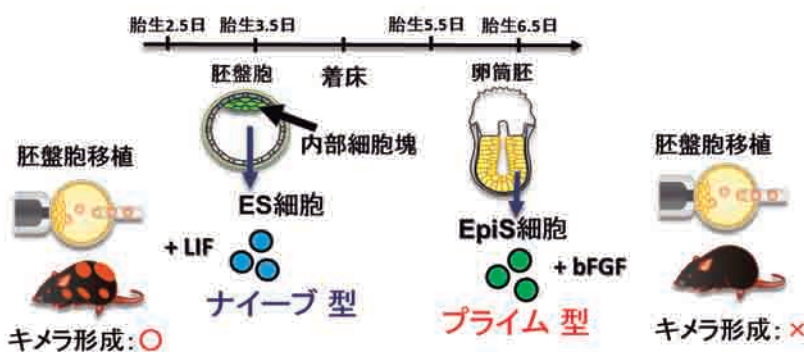
ありました。

中内教授らは、倫理的課題については、多能性幹細胞の分化の方向性を制御する方法を見つけ、動物体内で目的の臓器に的を絞った再生に成功しました。また、技術的課題に対しては、マウスで成長の

進んだ「プライム型」と呼ばれる多能性幹細胞を、それより前の段階の「ナイーブ型」と呼ばれる状態に変換する方法を開発しました。人間の多能性幹細胞はプライム型に似ており、この方法を使えば人間の多能性幹細胞もより万能な状態に誘導できるのではと期待されています。

これらの成果により、動物の体内でつくられた人間の臓器が医療現場で用いられる可能性にさらに一步近づいたことになります。

ナイーブ型多能性幹細胞とプライム型多能性幹細胞



マウスの場合、胚盤胞からつくった多能性幹細胞はナイーブ型で、胚盤胞に移植すると異種の細胞からなるキメラをつくる。一方、成長の進んだ卵筒胚からつくった多能性幹細胞はプライム型で、胚盤胞に移植してもキメラをつくるできない。

さきがける 科学人

Vol.
35

戦略的創造研究推進事業さきがけ
「生体における動的恒常性維持・変容機構の解明と制御」領域
研究課題「超長寿げっ歯類ハダカデバネズミを用いた「積極的老化予防」機構の解明」

長寿ネズミの命の秘密を 解き明かしたい!



へんな生き物の面白さ

子どものころからへんな生き物が大好きでした。いわゆる“キモかわいい”という外見ですが、見慣れるとハダカデバネズミって本当にかわいいですよ。大きさは10センチほどで、その名の通り体毛がほとんどなく、前歯が口から飛び出しています。ネズミの仲間なのにハチやアリのように社会性があり、女王と王、兵隊や赤ちゃんを温める子守役もいるのです。何より注目すべきは平均28歳以上という寿命の長さと、がんにならない体質です。

研究では、この不思議なハダカデバネズミをモデル動物として、分子生物学的な手法を使って老化耐性機構に関する遺伝子を取り出し、その機能を解析しています。なぜふつうのマウスの10倍も長生きで、がんにならないのか。その秘密を解き明かし、人間に応用できれば、がんにならずに長生きできる社会が実現するかもしれません。

研究を自分の言葉で伝える

大学では化学を学んだのですが、生物に興味があり、胚性幹細胞（ES細胞）の研究をしたいと思っていました。生き物

の命の根源に触れることができると考えたのです。奈良先端科学技術大学院大学に在籍当時の山中伸弥先生の門をたたきました。面接に行き、これまでの研究を説明するために作ったプリントを出したとたんに、いきなりたしなめられました。

「自分の研究を分野外の人間に説明するには、口頭でわかりやすく伝えることが必要です」と。プレゼンテーションのやり方が全然なっていないというわけです。この一件が研究室に入る決め手になりました。歯に衣着せぬ意見を言ってくれる先生の下なら、きっと研究者として鍛えられるに違いないと思ったからです。研究に対する考え方や発想など、及びもしませんが、山中先生にはとても大きな影響を受けました。

子どものころの不思議こそ本質

ES細胞や人工多能性幹細胞（iPS細胞）が世界的に注目されるようになり、毎日、研究の最先端にいるという実感がありました。一方で、自分自身で独立したいという気持ちも強くなり、悩んだ末に山中先生の研究室を出て、ハダカデバネズミの研究を始めることにしました。折しも、京都大学にiPS細胞研究所ができる直前で、なぜ今このときにと周囲から猛反対されました。恐る恐る山中



好物のサツマイモをかじるハダカデバネズミ。門歯はラットの約2倍の長さ、1週間で5ミリほど伸びる。まばらに感毛毛が生えているだけの皮膚は薄くても強く、余裕を持たせるためにゆるみがある。地下のトンネル生活に適した体で、見慣れるとかわいい。

先生に相談に行くと「自分が本当にやりたいことを優先するべきだ」と私の背中を押してくださったのです。

一番悩んでいたときに支えとなったのは「子どものころに不思議に思ったこと。それこそが科学の本質だ」という高校時代の恩師の言葉でした。新しい研究をするとなれば、困難にぶつかり、激しい競争にさらされて、仕事を失ってしまうかもしれません。そんな中でも自分の心にわき上がる疑問を大切に、初心を忘れるなどということだと思います。これから研究者の道へ進もうと考えている若い人たちにも、この恩師の言葉を贈りたいです。

北海道大学
遺伝子病制御研究所
動物機能医科学研究室
講師

三浦 恭子



長野県の中央アルプス宝剣岳の下に広がる千量敷カールでトレッキング。研究の合間に自然との触れ合いを楽しむ。



千量敷カールへ行った際に立ち寄った、駒ヶ根高原のファミリー向け釣り堀でネズミ釣りに挑戦。

みうら・きょうこ

1980年生まれ、本籍は熊本県玉名市。兵庫県神戸市で育つ。2003年、奈良女子大学理学部卒業。06年、奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科修士課程修了。10年、京都大学大学院医学研究科博士課程修了。博士（医学）。10年、慶應義塾大学医学部生理学特別研究助教。11年、日本学術振興会特別研究員SPD。12年、さきがけ専任研究者。14年2月より現職。趣味はギター、旅行など。

●三浦さんの詳しい研究内容を知りたい方はこちらへ

<http://www.jst.go.jp/presto/hody/researcher/08miura/index.html>
<http://www.igm.hokudai.ac.jp/debanezumi/>

TEXT: 寺西憲二 / PHOTO: 浅賀俊一
編集協力: 幸裕一、福田栄顕 (JST さきがけ担当)

JST news
未来をひらく 科学技術
2015/March

発行日/平成 27 年 3 月 2 日
編集発行/独立行政法人 科学技術振興機構 (JST) 総務部広報課
〒102-8666 東京都千代田区四番町 5-3 サイエンスプラザ
電話/03-5214-8404 FAX/03-5214-8432
E-mail/jstnews@jst.go.jp ホームページ/http://www.jst.go.jp
JST news/http://www.jst.go.jp/pr/jst-news/



最新号・バックナンバー

