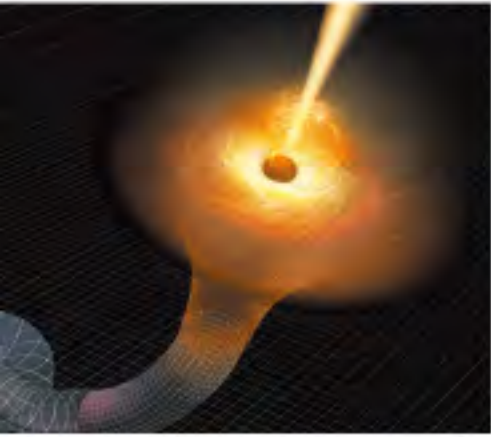


Scientific American trademarks used with permission of Scientific American, Inc.



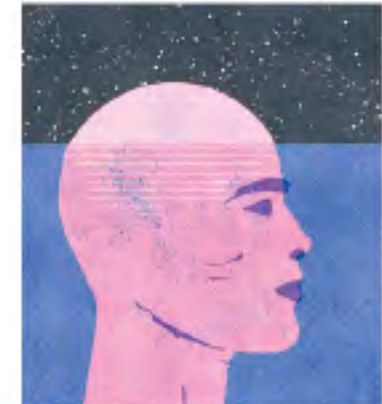
026



034



046



052

表紙  
ワームホールと量子もつれは実は同じものなのかもしれない(26ページ特集「時空と量子もつれ」、表紙イメージ; Malcolm Godwin, Moonrunner Design)。

## 特集 時空と量子もつれ

時空とは何か? 宇宙に存在する「ブラックホール」や、それに輪をかけて奇妙な「ワームホール」、ミクロの世界で見られる「量子もつれ」というこれまた不思議な現象を追求することで、その謎が解けてきた。

理論物理学  
026

### ワームホールと量子もつれ 量子時空の謎

J. マルダセナ  
時空の「近道」と、2つの粒子の量子力学的な結びつきは等価なのかもしれない。

理論物理学  
034

### ホログラフィー原理を解く エンタングルメント・エントロピーと笠・高柳公式

中島林彦 協力: 大栗博司/高柳 匡  
時空のからくりを解く手がかりが2人の日本の研究者によってもたらされた。

地震学  
046

### 鳥取県中部地震とひずみ集中帯

中島林彦 協力: 西村卓也  
鳥取県中部の倉吉市で最大震度6弱を記録した直下型地震はなぜ起きたのか?

## 特集 人新世を 考える (後編)

地球は新たな地質時代「人新世(アントロポセン)」に突入した。新時代の意味と将来を9つのポイントから考察した特集の後半部分をお届けする。

健康  
052

### 120歳時代 健康寿命を延ばす道

B. ギフォード

ロボット工学  
060

### 人間性の黄金律

H. ロズナー

宇宙  
066

### 「知生代」を宇宙にひらく

D. グリンスプーン

評論  
070

### 知りえない未来

K. S. ロビンソン



066

ロボット工学  
076

### しなやかな2足歩行ロボット

J. パプルス  
人間のように効率的かつ着実に歩けるロボットの開発が進んでいる。



076

健康  
096

### ぴったりの薬を選ぶゲノム薬理検査

D. E. マロン  
この有望な個別化医療で先行する米国の事情をレポートする。

NEWS  
SCAN  
014



国内ウォッチ 014

- 「未来への投資」は危機的状態
- 本庶佑博士ら3人に京都賞授与

海外ウォッチ 016

- シベリアの凍土から炭疽菌
- 氷が消えると遺跡も消える
- 分類学の分裂
- 変化の風
- 出番間近の人工降膜

- 象さんの足跡、住めば都
- 音響プリズム登場
- 月の地形
- ニュース・クリップ

From  
Nature ダイジェスト

023 DNA解析でキリンは4種に

砂漠の駝鳥  
当世かがく考

013 「総括原価」に紛れる原発事故負担  
滝 順一

ANTI GRAVITY

025 天地捏造  
S. マースキー

nippon 天文遺産

102 日本最古の星野写真乾板

パズルの国のアリス

106 鏡の国のサイコロ製造工場  
坂井 公

BOOK REVIEW

110 『触れることの科学』  
山本亘彦  
『物理学を変えた二人の男』  
杉山滋郎  
連載 森山和道の読書日記 ほか

ダイジェスト

002

サイエンス考古学

012

Information

109

次号予告

114

SEMICOLON

115

今月の科学英語

116

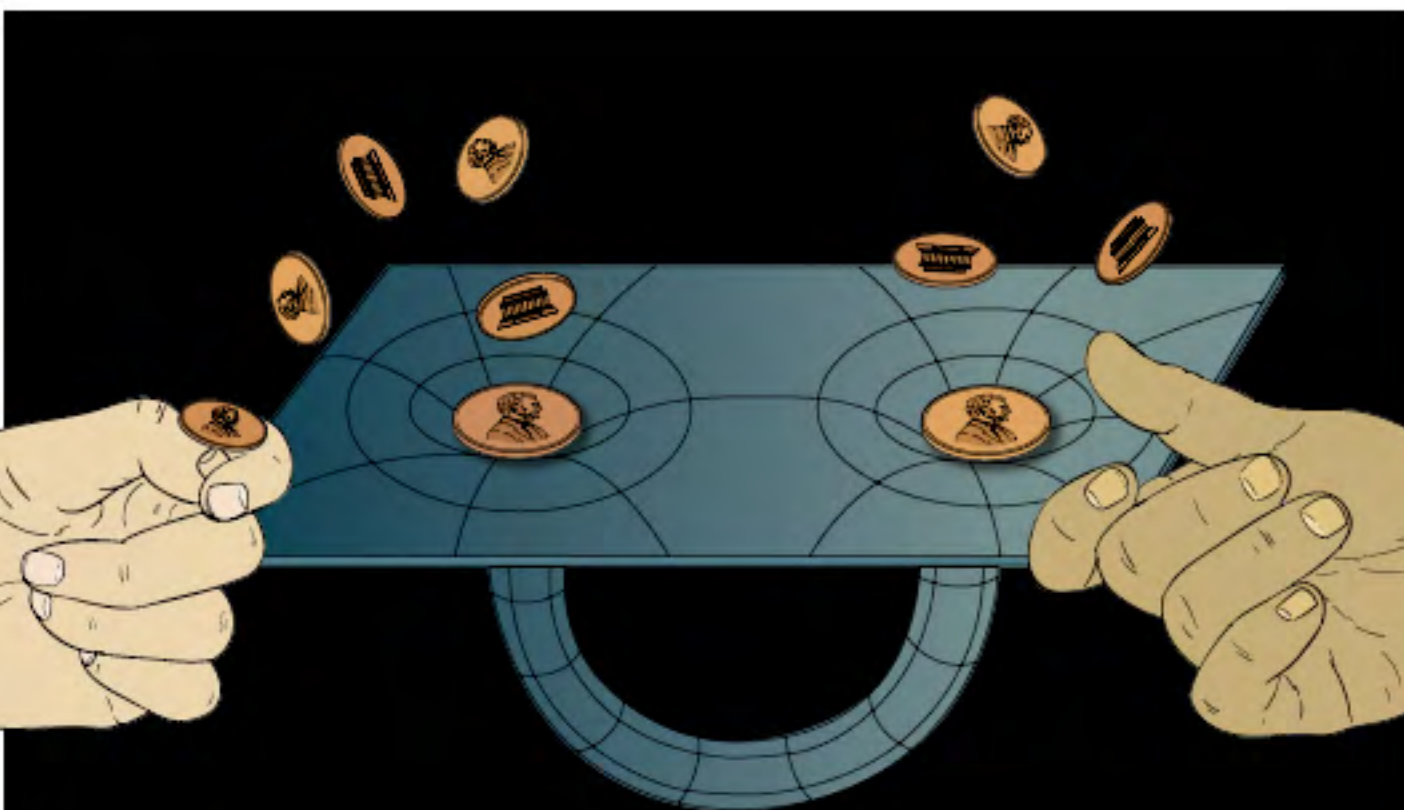
PR 企画

分子生物学・生化学の研究最前線

085

お断り 「Front Runner 挑む」と「ヘルス・トピックス」「グラフィック・サイエンス」は休みました。

日本ABC協会加盟誌  
(新聞雑誌部数公表機構)



特集  
時空と量子もつれ

ワームホールと量子もつれ  
量子時空の謎……26ページ

J. マルダセナ (米プリンストン高等研究所)

ホログラフィー原理を解く  
エンタングルメント・エントロピーと笠・高柳公式……34ページ

中島林彦 (編集者)  
協力: 大栗博司 (米カリフォルニア工科大学/東京大学)  
高柳 匡 (京都大学)

時空と重力の理論である一般相対性理論によると、異なる2つの時空の間を結ぶ“近道”、「ワームホール」が理論的には存在しうる。一方、ミクロの世界を記述する量子力学によれば、2つの粒子が量子力学的に結び付いた「量子もつれ」状態にあると、両者が非常に遠く離れていても、一方に操作を加えたとたんにもう一方にも変化が起きる。ワームホールも量子もつれも不思議な現象だが、実は両者は等価であるとの説が提唱されている。両者の結びつきを解き明かすカギとなるのが「エンタングルメント・エントロピー」という物理量で、この分野の研究を大きく発展させたのが、2人の日本の研究者が提唱した「笠・高柳公式」だ。時空の量子論の研究最前線を紹介する。

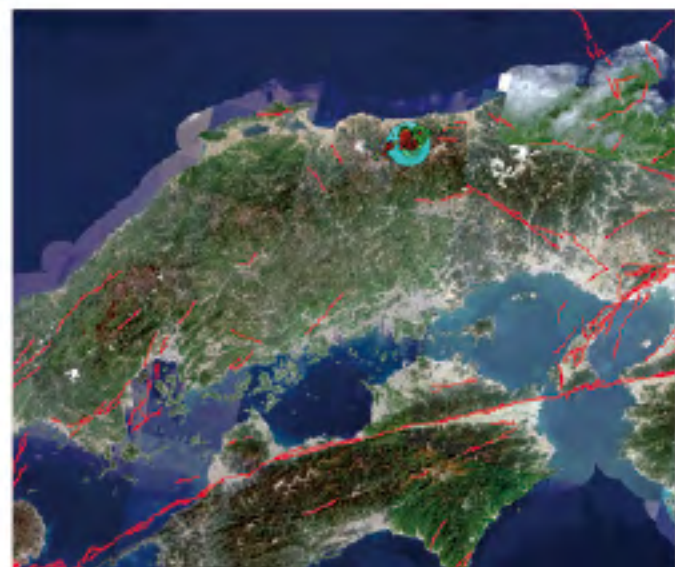
地震学

「ひずみ集中帯」に注目

鳥取県中部地震とひずみ集中帯……46ページ

中島林彦 (編集者) 協力: 西村卓也 (京都大学)

鳥取県中部で最大震度6弱の地震が起き、倉吉市で大きな被害が出た。この鳥取県中部地震は16年前の鳥取県西部地震と発生機構が似ている。西日本では陸側プレートへのフィリピン海プレートの沈み込みと、陸側プレートの東方への動きによって岩盤に歪みが生じ、特定地域で歪みの蓄積ペースが速い。この「ひずみ集中帯」が鳥取県を横断しており、鳥取県中部地震と同西部地震もこの地域で起きている。



ロボット工学

歩みを速める海外勢

しなやかな2足歩行ロボット……76ページ

J. パブルス (サイエンスライター)

日本は2足歩行ロボットの開発に力を注ぎ、ホンダのASIMO (アシモ) などが登場しているが、海外でも米国防高等研究計画局 (DARPA) などが音頭を取り国際的に研究を加速させている。ロボットは災害対応など多くの用途で階段やドアなど人間が設計した世界を通り抜けなければならない。移動法としては2足歩行が最適とみられるからだ。ユニークなアイデアを盛り込んだ様々なロボットが試作されている。



健康

期待の個別化医療

ぴったりの薬を選ぶ ゲノム薬理検査……96ページ

D. F. マロン (SCIENTIFIC AMERICAN 編集者)

医薬品のなかには、患者の体質によって深刻な副作用を生じるものがある。当人の遺伝子が影響するため、多くの患者が潜在的な危険にさらされている。これに対し、遺伝子が医薬品の作用にどう影響するかを研究する「ゲノム薬理学」の進展によって、問題を未然に避けられる安価な遺伝子検査が米国の一部の病院で実用化した。期待の大きな個別化医療だ。普及を妨げている問題点を含め、現地からレポートする。



## 特集 人新世を考える(後編)

私たち人類は、自らとこの世界をまったく新しいものに変えつつある。それらの変化が未来にとってどんな意味を持つのか。前号に続き4つの問いを通じて考察する

特集 人新世を考える

## 老化を克服する挑戦

120歳時代 健康寿命を延ばす道……52ページ

B. ギフォード (サイエンスライター)

これまでで最も長生きした人は、とあるフランスの女性で、1997年に122歳で亡くなった。現在最高齢の男性はイスラエルに住む112歳。こうした百寿者は普通の人よりも老化が実際に遅いようだ。極端なカロリー制限が細胞の寿命に影響することが示され、食事制限で誘導される細胞機構が寿命を延ばすカギを握っていることがわかってきた。これらの経路を薬で活性化すれば、空腹感なしに同じ効果を得られるだろう。糖尿病治療薬や抗がん剤などの中にはこれらの機構に働きかけるものがあり、抗老化薬としての効果を評価する臨床試験が始まろうとしている。分裂・増殖を停止した「老化細胞」を除去する方法も追求されている。



PHOTOGRAPH BY ANDREW MYERS. PROF. STYLING BY ANGLA CAMPUS STOCK AND MARKET.

特集 人新世を考える

## 人類が創出する“超人類”

人間性の黄金律……60ページ

H. ロズナー (サイエンスライター)

「人工知能が人知を超える」「脳の神経接続をロボットにアップロードすることで一種の“不死”を達成できるようになる」と確信する科学者もいれば、それは不可能と考える科学者もいる。いずれにせよ、そうした究極の事態が人類をどのように変えるかについて哲学者たちが議論を始めている。シンギュラリティ(技術的特異点)が訪れないとしても、人間の能力増強や改善によって同種の問題が浮上するだろう。



PHOTOGRAPH BY ANDREW MYERS. PROF. STYLING BY ANGLA CAMPUS STOCK AND MARKET.

特集 人新世を考える

## 知恵で生き抜く新時代へ

「知生代」を宇宙にひらく……66ページ

D. グリンスプーン (惑星科学研究所)

人類の影響が世界の変化を引き起こす主力となった「人新世」はいつまで続くだろうか? 人類が人口増や資源の枯渇、小惑星衝突、気候変動、長期的には太陽の老化などを克服して存続し、人新世が永続的なものになれば、地球は根本的に新しい状態に移行する可能性がある。「知生代」ともいえるべき新時代だ。そこでは人類文明が知恵を結集して地球の自然を安定させ、生物圏を新たな宇宙領域へと広げるだろう。



PHOTOGRAPH BY ANDREW MYERS. PROF. STYLING BY ANGLA CAMPUS STOCK AND MARKET.

特集 人新世を考える

## 未来予測の意義

知りえない未来……70ページ

K. S. ロビンソン (SF作家)

私たちはみな、未来に関心がある。だが一流のSF作家でも未来予測に特に秀でているわけではなく、未来は結局のところ不可知だ。近年の傾向を延長して予測を試みる例が多いものの、社会や技術が一定の速度で変化することはまれで、他の予測手法も同様に失敗する定めにある。では、未来予測に何の意味があるのか? SF作家はそれを知っている。予測を通じて、いま現在の人々の思考や先入観が明らかになる。



PHOTOGRAPH BY ANDREW MYERS. PROF. STYLING BY ANGLA CAMPUS STOCK AND MARKET.