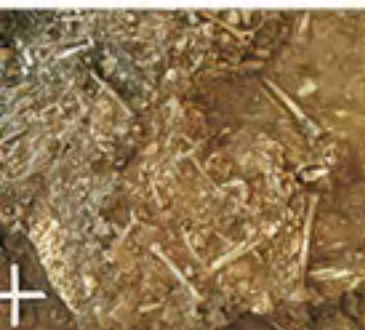




030



056



062



072

表紙  
何物も脱出できないブラックホールから、裏のところが漏れ出しているようだ(30ページ「特集：時空と情報」、表紙イメージ; Mondolith Studios)

特集 時空と情報

中に吸い込まれた物質が持つ情報は、量子力学の法則を破って消えてしまうのだろうか? 時空にまつわる難問「ブラックホールの情報パラドックス」の解決に向け新たな動きが出てきた。

030 **ブラックホールの情報パラドックス 解決へ新たな糸口**

S. B. ギディングス

038 **量子情報で解き明かす重力理論**

中島林彦 協力: 大栗博司/高柳 匡

特別解説 COVID-19 危うい後遺症 体内で何が起きているのか

山村政彬

組織の傷害や異常な免疫応答など、複数の要因が絡んでいるようだ。

考古学 DNAが明かす疫病史 ペスト流行とローマの興亡

J. P. クローズ

遺骨から回収した病原体のDNAから歴史上のパンデミックをたどる。

天然資源 知られざる水源 山岳氷河の危機

W. イマージール

世界の約20億人に水を供給している山岳地帯の氷河や雪塊が縮小している。

心理学 シンクロすると心がつながる 同期運動の科学

M. ザラスカ

人間が他者と同期を取る傾向は進化の過程で選択されてきたようだ。

公衆衛生 078 **生まれる前から不平等 胎児を蝕む貧困**

J. カリー

088 **日本の調査が明かす 経済格差と子どもの健康**

山縣然太郎

経済的な不平等が母体と胎児の健康を害している。



078

進化 090 **鳥が多様になった道筋**

K. ウォン

進化のスピードを詳しく解析した結果、意外な道筋が浮上してきた。

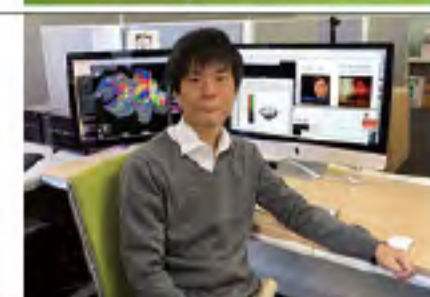


Front Runner 挑む

010 **西本伸志 (大阪大学)**

脳のブラックボックスを開く 見た映像を脳活動から再現

吉川和輝 (日本経済新聞)



NEWS SCAN 014



国内ウォッチ 014

- エドテック、そろり始動
- CO<sub>2</sub>直接回収の研究活発化
- 第13回中谷賞 奨励賞決まる
- 無線給電で動作する通信素子

TOPICS 017

海外ウォッチ 020

- ダイアウルフはウルフにあらず
- 花もどき
- 捨て身で防ぐチョウの攻撃
- ボンベイの壁面と噴火堆積物
- 予測の代償
- トラにワクチン

- 河川水の色
- 山火事後の森の再生
- ニュース・クリップ

From Nature ダイジェスト

028 「100万年の壁」を破った古DNA解析

ヘルス・トピックス

096 ヨガと脳の健康

ダイジェスト

005

グラフィック・サイエンス

111 鉛汚染の歴史

科学のアルバム

002

nippon 天文遺産

098 日ソ共同の衛星追跡で活躍 AFU カメラ

サイエンス考古学

004

パズルの国のアリス

102 チェス王室でのチェストーナメント 坂井 公

INFORMATION

110

BOOK REVIEW

106 『新型コロナとワクチン 知らない不都合な真実』 北澤京子

SEMICOLON

113

『悪魔の細菌』 中西真人

次号予告

114

連載 森山和道の読書日記 ほか

今月の科学英語

116

PR 企画

科学教育を通じてつくる。発展する力 表3



## 特集 時空と情報

### ブラックホールの情報パラドックス 解決へ新たな糸口……30 ページ

S. B. ギディングス (カリフォルニア大学サンタバーバラ校)

### 量子情報で解き明かす重力理論……38 ページ

中島林彦 (日本経済新聞)

協力：大栗博司 (東京大学／米カリフォルニア工科大学)

高柳 匡 (京都大学)

光さえ抜け出られないブラックホール。この奇妙な天体は時間とともに小さくなり最後には蒸発してしまう。そうすると中に入った物質の情報は失われるように思える。これは、いかなる場合でも情報は失われないという量子力学の基本原則と矛盾するのではないか。この「ブラックホールの情報パラドックス」は、時空と重力を説明する一般相対性理論と、ミクロ世界の物質の振る舞いを説明する量子力学を統合する量子重力理論が完成していないことから生じた難問だ。近年ブラックホールの観測技術が進展し、現在提唱されているパラドックス解決のアイデアを検証する道が開けてきた。また量子重力理論と、量子コンピューターの基礎となる量子情報理論を結び付けた有力な仮説が提唱され、注目を集めている。



特別解説

## 外からは見えない傷跡

COVID-19 危うい後遺症  
体内で何が起きているのか……48 ページ

出村政彬 (編集部)

国内では入院時に新型コロナの症状を呈した人のうち約半数は半年後も症状が残っていることがわかってきた。新型コロナの後遺症は嗅覚障害や息苦しさ、倦怠感、ブレインフォグなど多岐にわたる。メカニズムの解明は途上にあるが、ウイルスが消えた後も組織の傷害や免疫系の異常といった外からは見えない傷跡が残る、多様な症状を起こすようだ。



考古学

## 歴史上のパンデミック

DNA が明かす疫病史  
ペスト流行とローマの興亡……56 ページ

J. P. クローズ (サイエンスライター)

古代の遺骨などから病原体のDNAを採取して調べる研究が進み、歴史的な感染症パンデミックの原因を特定できるようになった。6世紀の東ローマ帝国を襲った疫病がペストであると確認されたのが一例だ。古DNAの解析から、病原体の進化や拡散ルートもわかる。先史時代から現代まで、病原体が人類を大きく左右してきた歴史が浮かび上がっている。



天然資源

## 縮むヒマラヤの氷河

知られざる水源 山岳氷河の危機……62 ページ  
W. イマージール (オランダ・ユトレヒト大学)

ヒマラヤなどの高峰は、冬に降った雪を氷河や雪塊として蓄える。それらが春から徐々に融け出して川に流れ込み、下流にすむ人々の生活や産業を支えている。しかし山岳地帯では地球温暖化の影響が平野部より強く、氷河は後退している。短期的には農業への打撃や洪水の深刻化をもたらし、今世紀の後半には水の供給量そのものが減っていくと予想される。



心理学

## 連帯を可能にした力

シンクロすると心がつながる  
同期運動の科学……72 ページ

M. ザラスカ (サイエンスライター)

集団で動きを同期して行動すると社会的結束が著しく強まる。信頼が高まり、寛容になり、痛みの閾値が上がることもある。この現象は神経ホルモンと認知的要因、知覚的要因の組み合わせによって生じるようだ。人間が他者と同期を取る傾向は進化の過程で選択されてきたと考えられる。大勢の人との連帯を可能にし、生き残りに有利に働いたのだろう。



公衆衛生

## 生涯つづく健康格差

生まれる前から不平等 胎児を蝕む貧困……78 ページ  
J. カリー (プリンストン大学)

日本の調査が明かす  
経済格差と子どもの健康……88 ページ  
山縣然太郎 (山梨大学)

喫煙、ストレスの高さ、食事の偏り——これらは貧しい女性に多く見られることがわかっており、いずれもお腹の赤ちゃんに悪影響を及ぼす。さらに悪いことに、そのダメージはその子が成長した後も生涯にわたって続くようだ。日本の調査からも、経済格差による貧しさは子どもの健康を損なうことがわかっている。早期の社会的支援が必要だ。



進化

## 進化のスピードを追跡

鳥が多様になった道筋……90 ページ  
K. ウォン (SCIENTIFIC AMERICAN 編集部)

現生の鳥類は1万種を超え、陸生の脊椎動物としては最も多様なグループだ。恐竜を滅ぼした6600万年前の小惑星衝突の後、これを生き延びた鳥類が爆発的な進化によって一挙に多様化したと考えられていたが、最近の研究で頭蓋骨の進化は恐竜のほうが速かったことが示された。鳥類の進化のスピードと方向を決めた要因がいくつか考えられている。

