知りたいこと 解き明かす

JSEC 2019 Japan Science & Engineering Challenge supported by NHK

全国の高校生・高専生が理系の自由研究成果を競うコンテスト「第17回高校生科学技術チャレンジ（JSEC2019）」の最終審査会が14、15の両日、日本科学未来館（東京都江東区）であった。全国149校の511人から267研究の応募があり、最終審査会には59人が32の研究を発表した。受賞者から7研究が来年1月に米カリフォルニア州ナパ＆ハイムで開かれる国際学生科学技術フェア（ISEF）に日本代表として挑む。受賞した研究の内容や受賞者の横顔を紹介する。

文部科学大臣賞

オカダンゴムシのフンに常在する
プレビバクテリウム属菌による揮発性抗カビ効果
～ダンゴムシ研究11年目で掴んだ産業的・学術的可能性～

培養実験で突き止めた防カビ細菌

片岡柾人さん＝島根県立出雲高2年

小学1年でダンゴムシの魅力に取り付かれ、飼育しながら研究を続けてきた。ダンゴムシのふんに強力な防カビ効果のある物質が含まれることを発見。今回、その物質をつくる細菌が、これまでインド洋の深海でしか見つかったことがなかった希少な細菌だと突き止めた。

家族旅行でたくさんいたダンゴムシとフラジムシを飼い始めた。虫眼鏡で観察すると脚の数は同じ。でも、斜面をすべり転げ落ちるダンゴムシに比べてフラジムシはしっかり踏ん張って歩く。足も速い。色も薄い。こうした違いをまとめて科学コンクールで発表すると、県の代表に選ばれ、全国大会に進んだ。自信がつき、そこから毎年、生態の違いを調べて発表するようになった。

4年生のとき、弟が飼い始めたナメクジのケースにダンゴムシと共生関係にあるのかを確かめるこもりだった。

生徒は1～3人で広告、書類による予備審査、1次審査を経て、選考を残った32研究が最終審査会に臨んだ。出席者は研究集ポスター1枚とおよそ4分間、審査委員らに説明して質問に答えた。ペーパーテストなどで基礎学力を評価する試験の結果や、意欲や発表での表現能力を評価する。

審査方法

主催　朝日新聞社、テレビ朝日
後援　内閣府、文部科学省、科学技術振興機構、国立科学博物館など
特別協賛　花王
協賛　JFEスチール、栗田工業
協力　荏原製作所、竹中工務店、阪急交通社、双葉電子記念財団

花王賞

プラズマによる気流制御技術を用いた
小型風力発電風車の製作

石川悠さん、横山佳観さん＝福島県立福島高2年

風力発電 福島から増やしたい

再生エネルギーとして期待される風力発電だが、普及を妨げる原因の一つが発電効率の低さだ。羽根の後ろで気流の乱れが起き、羽根が失速してしまう。東日本震災で電気のありがたみを知った福島の生徒として、解決したいと思った。

昔目にしたは、プラズマを発生させ分子で気流を制御する「プラズマアクチュエーター」だ。羽根に装着すると乱流を防げるらしいと知った。まずは気流を可視化する装置をつくった。高電圧でプラズマを発生させ、羽根の角度ごとに効果を調べた。羽根の前側でプラズマを発生させると最も効果がいいらしいとわかった。実際に高出力試験の風車をつくってプラズマを発生させたところ、羽根の回転数が4・5→7・7％増えた。「不安だったが、実際に効果が出てほっとした」

実験装置を自作する際、木材やアクリル板をやすりで磨いて羽根にしたり、高電圧を扱う装置を精密に設計したりするのに苦労したという。今後は最終的に、様々な方向や強さで風が吹いても効果があるか確かめたいと話す。「福島から風力発電を増やしていきたい」

JFEスチール賞

省エネルギー水電解と鉄炭素電池を
組み合わせた富栄養化防止システムの開発

相原聖玲星さん、小川福史さん、三室裕暉さん＝静岡理工科大静岡北高2年

改善されない水質に危機感

工場や家庭排水により湖沼や海で植物プランクトンが増殖し、水質が悪化する富栄養化。汚れの原因とされる窒素化合物の酸イオンやリン酸イオンを除去する装置の開発と、身近な場所でその効果を確かめた。

静岡市を流れる駿河湾に注ぐ巴川（全長18キロ）やその遊水地の水質は10年前に比べて改善されていない。1997年から環境で続けてきた調査で、昨年もそんな結果が出た。

この結果は河口で赤潮が発生しやすいことと危機感を感じた。

水素を発生させてリン酸イオンや硝酸イオンを除去した水を電気分解し、水素は遊炭素電池の弱い電力で少しずつ水を電気分解し、水素は遊ぶ装置を作った。装置に遊水地の水を循環させ、水質を改善することに成功した。

硝酸イオンがなかなか理論通りに除去できず、装置の改良に苦労したという。水素を出す電極の近くに流れた水をできるだけ多く循環させるため、ホームセンターで買ってきた塩化ビニール製の管を削って水の流れを調整するなど約4カ月を費やした。「つらかったけど、実験を繰り返すうちに結果もよくなり、励みになった」と振り返った。

栗田工業賞

イネの吸水機構
～植物が最も吸水できる時間とは～

前田彩花さん＝ノートルダム清心学園清心女子高2年（岡山県）

葉の気孔の開き 徹夜で追跡

植物への水やりは朝がいいと一般的に言われる。でも、本当だろうか。「植物の吸水能力が高まる時刻が分かれば、効率的な栽培ができるかもしれない。」祖父母が暮らす岡山県倉敷市で昨年の西日本豪雨後、イネが枯れたという話も農家の人から聞いた。アジアイネに調べることにした。

試験管に入れたアイネに、太陽を模した LED の光をあて、水を吸う量を2時間調べた。すると、日の出直前から増え始め、日没直前にピークとなることを魅力的。

植物の蒸散は、葉の気孔が開き、気孔の開き具合を24時間追跡するため、1時間ごとに徹夜で葉を切り、計240個の大きさを1千分の1㎟単位で測った。「眠気との闘い」だった。解析が難しい予想外の結果もあり、「何が起こるかわからないからこそ、新しいことを知る楽しさがあった」と笑顔を見せた。

個性ある着想　展開や持続力も重視

審査委員代表
岩本光正・東工大名誉教授

ＪＳＥＣはチャレンジングな研究を進める高校生・高専生が集う科学技術コンテストとして定着した。世界コンテストの舞台に立つチャンスがあることも魅力だ。

ＪＳＥＣの目標は、自発的に考えて課題を見つけ、解決し、展開する力を持った国際的視野の広い人材を育成することにある。そのため、審査では着想と実際の進捗、今後の展開を重視した。新鮮な着眼点を見つけ、好奇心を絶やすことなく果敢に挑み、持続的に深めた研究は今後の伸びや展開が期待できる。

科学技術の研究は、身近な事柄への関心に始まる。集まった研究の大半は、学校の授業への興味、身近な自然や社会環境、産業への関心、趣味や体験に基づくものだった。いずれも個性があり、年々レベルが上がっていると感じる。

研究に臨むときには「自分が本当に知りたいこと、成し遂げたいこと」を真剣に考えてほしい。そして、オリジナルな研究のアイデアを世界中の人に伝えられるようになって欲しい。

先人の貢献に敬意を示すことも大切だ。研究倫理やコンテストのルールにも関心を持ち、フェアな精神のもと、世界に通用する知的財産の創出につなげてほしい。

© 朝日新聞社　無断複製転載を禁じます。
すべての内容は日本の著作権法並びに国際条約により保護されています。

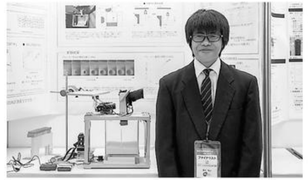
朝日新聞　2019年12月27日　朝刊　18ページ　東京本社

第17回高校生科学技術チャレンジ

科学技術政策担当大臣賞

クレーターの直径は重力に支配されるか？
～重力可変装置を用いた衝突クレーター重力スケーリング則の実験的検証～

橋本晃志さん＝大阪府立大手前高定時制の課程3年



理論とのずれ 自分が解く

今年、小惑星「リュウグウ」に小型ロボットが着陸したが、初代「はやぶさ」が着陸した「イトカワ」などの小惑星の月は細かな砂に覆われており、隕石などの衝突でできるクレーターの直径は、重力が大きいほど小さくなることが理論で予想されている。

だが、米航空宇宙局（NASA）と日本の研究機関の過去の実験結果は、いずれも理論からずれていた。専門家を招いた高校の特別授業でさんな謎を知ったとき、「これが正しいのか自分が決着をつけたい」と思った。

探査機「はやぶさ2」が地表に着陸するまでの約0・5秒、その間に重力の大きさを加速度計で確認したり、つくられるクレーターの直径は、箱の上に横に取り付けたデジタルカメラの動画データから読み取ることなどを実験は試行錯誤の連続だった。

「目の前にある実験装置でも大変なのに、はやぶさ2は遠い宇宙で無人でスクレーターをつくって、しかも砂や石を回収している。その技術力は本当にすごいと思いました」

箱に細かなガラスビーズを敷き、そこに弾丸を撃ちたいと考えた。

実験でいろいろな重力を再現できるのは、装置が落下するまでの約0・5秒。そのわずかな時間に正確に弾丸が発射されるように工夫したり、重力の大きさを加速したり、つくられるクレーターの直径は、箱の上に横に取り付けたデジタルカメラの動画データから読み取ることなどを実験は試行錯誤の連続だった。

「目の前にある実験装置でも大変なのに、はやぶさ2は遠い宇宙で無人でスクレーターをつくって、しかも砂や石を回収している。その技術力は本当にすごいと思いました」

科学技術振興機構賞

歩行性甲虫（カブトムシ）の運動解析に基づく6足歩行ロボットの製作と制御

長島大来さん＝渋谷教育学園幕張高2年（千葉県）

腹の「そり」ロボットで再現

近所の公園でカブトムシを捕まえて裏返すと、腹のところにつるつると膨らんだ板のような構造がある。「なぜこんなものがあるのだろう」。そんな疑問から「地面を滑る『そり』の役目をしているのでは」と思いついた。カブトムシの横から紙を差し入れてみると案の定、紙が「そり」に当たってつっかかる。論文で以前読んだ「カブトムシの『そり』という能力も、もしかして、この『そり』が関係しているじゃないか。」

しかし、重量物を運ぶときの消費エネルギーをカブトムシで実験するのは難しい。そこで、カブトムシの動きを模倣するロボットを製作して調べることにした。6足歩行のロボットのために設計した部品は数百個。自宅の3Dプリンターを夜通し動かした。

動画でカブトムシの動きを撮影し、コンピューターに脚先の動きを再現させた。そのロボットに動きを再現させた。その結果、そりが着地していると、ロボットの消費電力が明らかに少ないことがわかった。

「そりが重さを吸収して脚の負担が減るようだ。出っ張って邪魔そうに見えても、枕のように意外とそうでもないのかもしれない」

中学3年のときに訪れた スリランカのサファリで、水牛の群れが豪雨の中でもこぼこの平原を悠然と歩いているのを見た。「将来は、生物が進化の過程で獲得した能力を活用し、自然と共存できるロボットの研究者を目指したい」という。

実は、今回の研究では、カブトムシの動きを動画撮影することが最も大変だったという。エサでおびき寄せたり、光を当てたり、最終的に、霧吹きで水をかけることを知った。

「カブトムシは協力してくれました。きれいに撮れてうれしかった」

朝日新聞社賞

温州みかん廃棄物の有効利用法
浜崎莉未さん、森凪沙さん、水口喬太さん＝長崎県立諫早農業高3年

写真は浜崎さん。森さんと水口さんは体調不良のため最終審査会を欠席

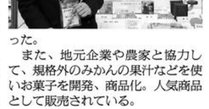
シイタケ栽培に果皮を利用

地元で生産が盛んな温州みかんをジュースや缶詰に加工する際、果皮や搾りかすなどの廃棄物が出る。その廃棄物を活用したシイタケの菌床栽培に成功した。シイタケ菌の増殖速度は5割増しで、味や品質も市販のものと遜色ない。栽培技術の特許を申請中で、地元農家からも「ぜひ使いたい」との声も寄せられている。

研修で訪れた地元の果汁工場で、大量の廃棄物を目の当たりにした。処分に膨大な費用がかかると聞いたのが研究のきっかけ。菌床の栄養源としては米ぬかを使うことが多いが、その代替にならないかと考えた。

みかんの果皮や搾りかすと米ぬかを混ぜ、配合割合を少しずつ変えた10パターンの菌床をつくった。菌の増殖速度を調べると、米ぬかのみだと菌が全体に広がるのに90日かかったが、みかんを60％以上混ぜた菌床では60日で広がった。地元農家のハウスでの実験でも同様の結果が得られた。

菌が広がった後、シイタケが生えずに苦労した。地元農家から「刺激が必要」とのアドバイスをもらい、菌床を水につけたところ、うまくいった。



また、地元企業や農家と協力して、規格外のみかんの果汁などを使いお菓子を開発、商品化。人気商品として販売されている。

荏原製作所賞

砂浜のきのこ「スナジホウライタケ」の
病理学、分類学、生態学的再検討

和田匠平さん
＝神戸学院大付属高2年

竹中工務店賞

2つのＡＩを用いた
打音による検査システムの開発

富重宏佑さん（左）、有福凌太郎さん
＝山口県立徳山高2年

阪急交通社賞

拡張されたSoddyの六球連鎖における
半径の逆数和の性質

安済翔真さん（左）、二藤康太郎さん
＝滋賀県立彦根東高2年

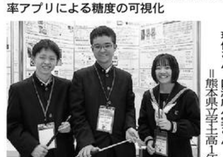
テレビ朝日特別奨励賞

超音波を用いた非接触型触覚提示装置

望月星馬さん
＝奈良女子大付属中等教育学校5年

花王特別奨励賞

屈折率の研究３　Ｚゾーンの全容解明と屈折
率アプリによる糖度の可視化



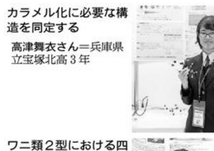
（左から）青野奏生さん、篠田瑛さん、四湯成々実さん
＝熊本県立宇土高1年

スナヤツメ（Lethenteron.sp）のアンモシーテス幼生に見られるLip Sway行動

（左から）田中宏紀さん、松本生成さん、久野伊織さん
＝鳥取県立鳥取西帝2年

審査委員奨励賞

カラメル化に必要な構造を同定する

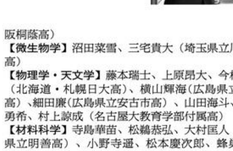


高津舞衣さん＝兵庫県立宝塚北高3年

ワニ類２型における四肢骨からの全長推定～化石種の全長推定をめざして～

田中拓海さん＝岐阜県立可児高1年

ピザの定理の正Ｎ角形への拡張～内部２Ｎ角形と外部の対称性を用いた証明～



野崎舞さん＝文京学院大女子高2年（東京都）

■優秀賞のみなさん（敬称略）

【植物科学】佐藤潤苑（横浜市立横浜サイエンスフロンティア高）、杉山賢大、塚本夏美、内山友斗（静岡県立掛川西高）
【化学】本田千紗（兵庫・仁川学院高）、花村佳緒（東京・玉川学園高等部）、伸村康平、大野友輝（千葉県立千葉東高）、橋幸之介、安藤詩織、水野莉央（愛知県立一宮高）、中川鈴彩（北海道・立命館慶祥高）、泉拓甫、大西勝文、福田吉孝（大阪・大阪府桐蔭高）
【微生物学】沼田菜雪、三宅貴大（埼玉県立川越南高）
【物理学・天文学】藤本瑞士、上原昂大、今村美咲（北海道・札幌日大高）、横山輝海（広島県立府中高）、細田康（広島県立安古市高）、山田海斗、山中勇希、村上諒成（名古屋大教育学部付属高）
【材料科学】寺島華苗、松縞恭弘、大村匡人（福岡県立明善高）、小野寺遥、松本慶次郎、蜂巣令奈（群馬・樹徳高）
【数学】草加修宏（岡山・津山工業高専）

◆三上元、勝田敏彦、北林晃治、石倉徹也、東山正宜、岸本絢（写真）が担当しました。

© 朝日新聞社　無断複製転載を禁じます。
すべての内容は日本の著作権法並びに国際条約により保護されています。