

中高生・先生の研究活動を大学・企業で支援する

# 教育応援

2021.9

VOL. 51

回覧

先生方でご回覧ください

特集1

船でつながる  
世界の課題、  
技術でつながる  
未来の海

特集2

課題に向き合う  
次世代と  
大人の“道標”

中高生のための学会

サイエンスキャッスル2021  
エントリー募集中!

環境汚染や地球温暖化の問題など世界の課題は深刻化を増しており、これらの情報は中学生のもとにも、インターネット等を通して日々届けられています。こうした世の中だからこそ、教育応援ではVOL.46から特集1のコンセプトを一新し、学校現場に世界のリアルな課題とその課題解決に向けた最先端の研究を伝える挑戦をしてきました。今号のテーマは「海運」。近年では海洋プラスチックの問題が学校現場では多く取り上げられますが、海の課題は非常に多様。海運業で働く人の問題や生態系への影響について、ディスカッションが始まるきっかけとなれば幸いです。今号からはテーマにまつわる授業案の紹介も開始しましたので、ぜひご覧ください。

また、特集2ではこうした世界の課題に目を向けて、すでに活動を開始している学校現場、そして高校生自身を取り挙げました。情報溢れる社会で生き続けてきた現代の中学生の“感性”、これを活かした授業や学校外からの刺激はどのようにデザインできるのか。今号を通して共に考えていければと思っています。

かわしま いっこ  
編集長 河嶋 伊都子

■本誌の配布

全国約5,000校の高等学校及び全国約11,000校の中学校に配布しています。  
また、教育応援先生へご登録いただいている先生個人へもお届けしています。

■お問合せ

本誌内容および広告に関する問い合わせはこちら  
ed@Lnest.jp



<今号の表紙写真>

理工系に興味がある女子中高生を対象に、火薬で打ち上げるモデルロケット作りチームで挑戦するGirls' Rocketry Challenge (GRC) プログラム。今年は第5期目のチームと一緒に10月の全国大会に向けて開発に取り組んでいます。

中学生・先生の研究活動を大学・企業で支援する

# 教育応援

VOL.51

<b>躍動する中高生研究者</b>	
熱意が切り開く未来 (大阪市立宮原中学校 松尾 和弥 さん)	3
<b>特集 1 船でつながる世界の課題、技術でつながる未来の海</b>	
船を介してつながる世界	6
数学の力で、海上輸送最適化に挑む (商船三井システムズ株式会社 坂本 淳子 氏)	8
意図せず移動してしまった生き物たち (東京大学大学院 農学生命科学研究科 助教 平瀬 祥太郎 氏)	10
<b>中学生のための学会 サイエンスキャッスル 2021</b>	
プロジェクトパートナー紹介・各大会実施概要	13
研究を“わかりやすく”伝えるヒント (大阪大学大学院 生命機能研究科 特任研究員 大西 真駿 氏)	16
<b>成果・活動報告</b>	
サイエンスキャッスル研究費 THK賞 2021 採択者発表! (THK株式会社)	18
TSUNAGU RESEARCH PROJECTがスタートしました!(FGV Holdings Berhad (FGV))	19
<b>Visionary School ~未来をつくる挑戦者~</b>	
敢えて為す精神で フロンティアを切り拓く (学校法人関西学院 関西高等学校 藤原佳市 校長×津田 建太郎 副校長×株式会社リバネス井上浄)	20
<b>連載：これからの社会で本当に活躍できる AI 人材とは？</b>	
「人間」を追求し、他人のために 考えられる人材への期待 (追手門学院大学 心理学部心理学科 教授 丸野 進 氏)	24
<b>特集 2 課題に向き合う 次世代と大人の“道標”</b>	
主体的な学びを実現するため、教育の全てを再編する (新渡戸文化学園 新渡戸文化中学・高等学校 山藤 旅間 氏)	26
生徒の声を聞き、大人にも共に学んでほしい (一般社団法人 Sustainable Game 代表理事/聖学院高等学校 2年 山口 由人 氏)	28
<b>マリンチャレンジプログラム</b>	
共同研究プロジェクトをスタート! (日本財団)	31
<b>モノとエネルギーが循環 する リサイクル社会の実現にむけて</b>	
(株式会社荏原製作所 環境事業カンパニー 梶檀 恵治 氏、井原 貴行 氏)	32
<b>リバネス教育総合センターレポート</b>	
ワクワクジョブクラブティンギン教員研修	34



Leave a Nest

教育応援 vol. 51 (2021年9月1日発行) 教育応援プロジェクト事務局 編

編集長 河嶋 伊都子  
編集 磯貝 里子/伊地知 聡/長 伸明/中嶋 香織/西山 哲史/前田 里美/森安 康雄  
ライター 石尾 淳一郎/小玉 悠然/滝野 翔大/戸上 純/仲栄 真 礁/中島 翔太  
発行者 丸 幸弘  
発行所 リバネス出版(株式会社リバネス)  
東京都新宿区下宮比町1-4 飯田橋御幸ビル5階  
TEL:03-5227-4198 FAX:03-5227-4199



## 躍動する 中高生研究者

物心ついた頃からものづくりが好きだったという松尾さん。段ボール工作から始まった「もっとカッコいいもの、もっとすごいものを作りたい」という気持ちは、大きな原動力となり、今もなお彼のチャレンジを支えている。



小学生の時に作製した、太陽光発電で作った水素で動くエコロープウェイのモデル。

### 課題を自分ごとに捉え、生まれた目標

松尾さんが現在取り組んでいるのは、環境配慮型の次世代ロープウェイの開発だ。この研究開発に取り組みだしたのは小学5年生の頃。大阪万博2025の課題として、会場に参加者を運ぶ交通手段が議論されている様子をテレビで目の当たりにし、自らのものづくりで解決できないかと考えたという。そして行き着いたのが、最小限の土地と工事で設置でき、動力に水素エネルギーなど、再生可能エネルギーを使った環境配慮型の次世代ロープウェイの開発だった。

## 熱意が切り開く未来

大阪市立宮原中学校 松尾 和弥 さん

### 問題にも、ひとつずつチャレンジ

はじめは紙や既存の模型を使い、一人で開発をしていた松尾さん。開発を進める中で、より大きく本格的なものを作るために必要なものがあることに気がついた。

1つ目は、材料を買うためのお金と、それを使ってアイデアを形にする技術だ。この課題には、研究開発資金と企業の技術者からのアドバイスがもらえる「サイエンスキャスル研究費」を活用。この活動を通して研究開発費と金属の加工方法など、より大きなものをつくるための技術を学ぶことが出来た。

2つ目は、共に開発するチームだ。学外のものづくりプロジェクトに参加する中でこの重要性に気が付いた松尾さん。学校にはものづくり系の部活がなかったため、活動内容や活動資金について自分で企画書を作り、学校に直談判しにいった。残念ながらすぐには実現しなかったが、学校の尽力もあり、今年度、弟の学年からは活動ができるようになったという。「ものづくりや好きなことは続け

ていると、できないと思っていたことでも少しずつできるようになっていくのが楽しい」と松尾さんは語る。

### 熱意で開く、新たな一歩

学校でのチームづくりは叶わなかったが、松尾さんは新たな大きなチャレンジをしている。夢に見たエコロープウェイ製作に向けて、技術を学ぶ中で見つけた「次世代型ロープウェイ」の開発を手がけるベンチャー企業、Zip Infrastructure株式会社に自ら交渉し、インターン生として参加を取り付けたのだ。インターンでは、ロープウェイの設計に携わると同時に、どのようにして会社が運営されているのかについても学び、自分のチームづくりに活かしたいという。「将来は人の役に立ち、人を楽しませるものを作りたい」と語る松尾さんのこれからの目標は、起業してチームを作り、ものづくりを通じて、みんなが幸せになれるものを作り上げることだ。熱意を原動力に、躍進する松尾さんの今後の活躍に目が離せない。



松尾 和弥 さん



教育応援プロジェクト

私たち株式会社リバネスは、知識を集め、コミュニケーションを行うことで新しい知識を生み出す、日本最大の「知識プラットフォーム」を構築しました。教育応援プロジェクト、人材応援プロジェクト、研究応援プロジェクト、創業応援プロジェクトに参加する多くの企業の皆様とともに、このプラットフォームを拡充させながら世界に貢献し続けます。

 アサヒ飲料 アサヒ飲料株式会社	 Ory Lab Inc. 株式会社オリー研究所	 CyDing 株式会社サイディン	 SEIKO SEIMITSU 成光精密株式会社	 Nipponham 日本ハム株式会社	 MANAI Institute of Science and Technology 株式会社 Manai Enterprise
 Atlas Adaptive Technology Construction 株式会社アトラス	 Orientalmotor オリエンタルモーター株式会社	 SANKEI Solution Company サンケイエンジニアリング株式会社	 時代とハートを動かす SEIKO セイコーホールディングス株式会社	 UNISYS 日本ユニシス株式会社	 MiSUMI 株式会社ミスマグループ本社
 EVALUATION & CARE 株式会社イヴケア	 kakaxi 株式会社 KAKAXI	 SUNTORY サントリーホールディングス株式会社	 SCENTMATIC SCENTMATIC 株式会社	 Hylable ハイラブル株式会社	 Metabojo Genomics 株式会社メタジェン
 池田理化 株式会社池田理化	 Kawasaki Powering your potential 川崎重工業株式会社	 Pasco 敷島製パン株式会社	 Challenergy 株式会社チャレナジー	 Mitsubishi Heavy Industries 株式会社浜野製作所	 E-Grade 株式会社ユーグレナ
 Ino 株式会社イノカ	 Kansai International University 関西国際学園	 JAPAN HEALTHCARE 株式会社ジャパンヘルスケア	 DeAGOSTINI 株式会社デアゴ스티ーニ・ジャパン	 HITACHI Inspire the Next 株式会社日立ハイテク	 Lunatronics 株式会社ルナロボティクス
 IntegrCulture インテグリカルチャー株式会社	 KEC KEC教育グループ	 ShoPro 株式会社小学館集英社プロダクション	 THK The Mark of Linear Motion THK株式会社	 Focus Systems 株式会社フォーカスシステムズ	 NEVER SAY NEVER ロート製薬 ロート製薬株式会社
 AERONEXT 株式会社エアロネクスト	 KEIKYU 京急電鉄 京浜急行電鉄株式会社	 Shinbun Shuppan Kaisha 株式会社新興出版社啓林館	 TORAY 東レ株式会社	 PLANTIX 株式会社プランテックス	 ROLLS ROYCE ロールス・ロイスジャパン株式会社
 EBARA 株式会社荏原製作所	 KOBATA GAUGE 株式会社木幡計器製作所	 Hitachi 人機一体 株式会社人機一体	 その情熱で、先端へ 日鉄エンジニアリング 日鉄エンジニアリング株式会社	 MACHI COCO 株式会社 MACHICOCO	 LOCKHEED MARTIN Lockheed Martin Corporation



「エンジニアリング」の魅力を伝え、共に未来を創っていききたい  
日鉄エンジニアリング株式会社



日鉄エンジニアリング株式会社  
サステナビリティ・広報部長  
折笠 光子 氏

当社は洋上風力、地熱、バイオマスといった再生可能エネルギーや廃棄物処理の施設、そして新国立競技場や東京スカイツリー®の鉄骨など、大規模な社会・産業インフラを建設する会社です。様々な分野の知識と技術を結集して社会を支える「エンジニアリング」について、高校生にも体験を通じて学んでもらいたいと考え、2015年から次世代教育プログラム「情熱・先端 Mission-E」を実施しています。これまでプログラムに参加した学校からは、この活動がきっかけとなり生徒の関心が拡がり理

工系の大学へ進んだと聞くことも増えてきました。

今年度は東京で5校、北九州で4校が参加し、来年3月までの8ヶ月間、当社のエンジニアのサポートを受けながら、それぞれ大空間構造建築とプラント廃熱利用のモデル開発に挑戦します。7月に実施した任命式では、真剣なまなざしで講義を聞く生徒たちの姿が見られました。コロナ禍の中でも罹患防止と安全に最大限配慮しながら、「本物との出会い」を作り続けていきたいと考えています。

【特集1】

# 船でつながる 世界の課題、 技術でつながる 未来の海

日本の輸出入の99.6%を担う海運。我々の生活は、船によって世界各地から運ばれてくるものによって支えられている。

その重要性の一方で、最近では海運に関わる「課題」に関するニュースもあった。モーリシャス沖では貨物船が座礁し、燃料の重油がサンゴ礁やマングローブ林を汚染した。スエズ運河では巨大なコンテナ船が座礁して道を塞ぎ、200隻以上の渋滞が発生。世界の物流が一時的に停滞した。また数年前には、荷物に紛れて国内に侵入したヒアリが大きな問題となったこともある。

海洋を渡って人やモノが行き来するのが当たり前になっている現代。日々往来する船は世界をどのようにつなげ、我々人類は未来の海をどう利用していくのだろうか。

# 船を介してつながる世

## 国境をまたいでやってくる、身の回りの品々

例えば誰もが持っているスマートフォン。バッテリーに使われるリチウムは埋蔵量の4割がチリにあり、オーストラリアやアルゼンチン、中国、アメリカなどからも産出する。半導体に使われるシリコンは原材料である酸化ケイ素が世界中に分布しているが、精錬に多くの電力を必要とするために生産国は限られており、中国が世界の生産量の半分以上を占め、他はロシア、アメリカ、ブラジル、フランス、ノルウェーなどで作られている。またここ数年で急速充電器によく使われるようになったガリウムは、リサイクルされたものを含めて世界需要の約半分が日本で生産され、そのほぼ全てが国内で使われている。他にもプラスチックの原

料である原油は中東が主な採掘地だ。デジタルデバイスだけでなく、例えば日々食べている牛、豚、鳥などの畜産物は4割弱が海外からの輸入であり、約6割の国産家畜のうち45%程度は輸入飼料で育てている。純粋に国産の肉は、15%程度しかないのだ。

このように、身の周りには、日本ではない世界のどこかで生産されたものが数多く存在している。特にスマートフォンなど部品点数の多いデジタルデバイスは、原料生産や部品製造、組み立てといった各段階で数多くの国の企業関わっており、まさにグローバル経済の結晶といえるだろう。

## CO<sub>2</sub>を排出しながら維持されるライフライン

海を越えて鉱石や材料、部品、完成品、食料や燃料を運ぶのは、世界で5万隻以上が運行されている外航船の役割だ。この外航船によって、2019年のデータで約119億トンという想像もできないほどの量の物品が輸送されている。特に海に囲まれた島国である日本では、輸出入の99.6%を海運が担っており、主な物資の対外依存度(表1)をあわせて考えると、文字通りにライフラインを支えているといえる。

私たちの生活を支え、また国の経済基盤をも支えている海運だが、課題も多い。例えば船舶の燃料には重油が使われており、巨大な船だと1日に数十トンも燃焼する必要がある。航海全体での消費量は膨大になるため、一般的に低価格で質の低い重油が使われてきたが、燃焼時に硫黄酸化物(SO<sub>x</sub>)が大量に発生することから環境汚染の原因となってきた。またCO<sub>2</sub>を中心とした温室効果ガスの排出も膨大だ。世界の海運によって排出されるCO<sub>2</sub>量は、人類社会全体から排出される総量の約2%、ドイツ1国分と同程度となっている。陸上では電気自動車が普及してきているが、電気とモーターにより大量の貨物を積んだ船舶を動かすにはパワーとバッテリーの面で課題も多く、電動船はノルウェーなど一部の国の中で移動するフェリーなどで実現するにとど

表1 主な物資の輸入割合

カテゴリー	航路	頻度
エネルギー等	鉄鉱石	100%
	石炭	100%
	原油	100%
	液化天然ガス	97.6%
	液化石油ガス	72.8%
衣	羊毛	100%
	綿花	100%
	衣類	98%
食	とうもろこし(飼料)	100%
	エビ	91.3%
	大豆	94%
	小麦	88%
	砂糖類	66%
	果実	62%
	魚介類	45%
	肉類	49%
	米	3%
住	天然ゴム	100%
	木材	67.6%

# 界

教育の中で「グローバル化」というと、他の国の言語や文化を学び、また交流することをイメージするだろう。ただ多くの学校では、「社会がグローバル化している」と実感する機会はそれほど多くないかもしれない。そのようなときは、身の回りにあるものがどこから来たのかを調べてみよう。数多くの国から、多様なものが船に載せて届けられていることがわかるはずだ。

まっている。日本国内でも2021年度中に国内で燃料輸送をするタンカーが就航予定だが、国際輸送をする電動船の実現はまだ先になるとみられている。

## 課題を解決し、持続可能な海運を目指す

国際海運には、地球温暖化以外の課題もある。例えば生態系に与える影響だ。貨物船は、貨物を満載していないときには海水を汲み上げてバランスを取っている。この水の中に生物が紛れ込み、遠く離れた場所で放出された後に外来種として現地生態系を攪乱する場合がある。また、労働力をいかに維持するかも課題のひとつだ。先述の通り現在の船は重油で駆動されており、必然的にエンジン付近

や配管などは粘性の高い油で汚れやすい。それを人の手で清掃しなければならないのだが、進んでそれを仕事としたい人は多くないだろう。今後、電動化やAI活用による運航の自動化など、新技術の開発と導入によって業務環境をスマート化し、「働きたくなる職場環境」を作っていくことも、業界にとっては切実な課題だ。

日本が島国である限り、今後も海を越えた物流の重要性が高くあり続けるのは間違いない。だからこそ、様々な課題と向き合い、新しい技術を取り入れることで解決を図りながら、新時代の海運業を創っていくことが求められているのだ。

### 海運にまつわる事実①

日本は世界第二位の海運国家で、世界の船舶の11.5%を保有している。

### 海運にまつわる事実③

世界全体の海運によるCO<sub>2</sub>年間排出量は、ドイツ国内の年間総排出量と同程度。

### 海運にまつわる事実②

大きな船舶では、動力を得るために1日に数十トンの重油を燃やしている。

### 海運にまつわる事実④

パワーとバッテリーの課題から電動化は未だ発展途上だが、今後実用化が進む計画がある。



# 数学の力で、 海上輸送最適化に挑む

取材協力：商船三井システムズ株式会社 ICT戦略推進部 専門部長 坂本 淳子 氏

道路を走る車を見れば、国内メーカーのものに混じって数多くの海外メーカーの自動車走っている。また、海外旅行に行った先で日本車が普及している様子を目にした人もいるだろう。これらの自動車が海を渡る際、どうやって運ばれているかを知っているだろうか。

世界を股に掛けた物流に数学とコンピューターの力が入ることで、効率化が進みつつある。

## 100隻の船を、世界の海でどう動かすか

自動車運搬船と呼ばれる巨大な船がある。その内部は、14階建ての立体駐車場のようになっている。自動車が海を越える際には、まず工場等から港に集められ、この船に乗り込んでいく。船は複数の港を回り、各地で車を搭載して、大洋を越えて他の国へ赴く。そして行き着いた先で再び複数の港を巡りながら、各地で車を降ろしていく。

2019年には世界で約1250万台の車が海を渡った。1隻の自動車船が一度に運べる数は数千台で、700隻ほどの船が世界を行き来している。それぞれの船が次にどこに行くのか。ど

の港を回り、何台の車を積むのか。その車を巨大な立体駐車場のどこに入れると、降ろす際の無駄が少ないのか。その計画次第で、膨大な重量を運ぶ船の燃料消費量や船員の生活が大きく変わってしまうが、あまりに複雑な計算になるため自動化できず、長く「職人」とも呼ばれる熟練者が計画を練っていたという。

例えば日本の海運大手3社のひとつである株式会社商船三井では約100隻の自動車船を保有しており、その全てが表1に一部を紹介しているような航路の中で常に動き続けている。1ヶ月後に極東で船積みして北米東岸に送る貨物は、1ヶ月後に極東に戻ってくる船舶を割り当てることになる。熟練者はそれぞれの船の現時点での場所と次の予定、また必要な積載量などを制約条件として、100隻の船と30の航路の組み合わせを考え、最も無駄のない配船計画を導き出しているのだ。

表 太平洋(アジア・オセアニア、極東～北中南米)の代表的な航路と航行頻度

航路	頻度
極東～東南オーストラリア	4～5回/月(毎週)
極東～北西オーストラリア	2～3回/年
極東～ニュージーランド(NZ)	2回/月
極東～バブアニューギニア	1回/月
東南アジア～オーストラリア、NZ	4回/月(うち2回はNZ)
アジア域内	4～5回/月(毎週)
東南アジア～日本	2回/月
インド西岸～アジア	1回/月
インド東岸～アジア	1回/月
中国～シンガポール	1～2回/月
極東～カナダ・アメリカ西海岸	4～6回/月
極東～メキシコ・アメリカ東海岸	4～6回/月
極東～南アメリカ東海岸	7～8回/年
極東～カリブ海	2回/月

## 数式化し自動計算することで、計画策定を支援する

商船三井は大阪大学の梅谷俊治教授の協力の下、自動車運搬船の計画策定を数学における「数理最適化」という考え方を適用して自動化する方法を開発した。数理最適化とは簡単にいうと、複数の選択肢と制約条件が存在する中で、最も良い答えの組み合わせを数式を使って導くための考えだ。例えば航路選択の場合、100隻の船に対して約160万ある航海パターンの中のいずれかを割り当てる。その組み合わせは膨大な数になり、総当たり計算ではどんなスーパーコンピュー





ターを使っても最適解を導くことができない。このような課題に対しても、現実に存在する制約や達成すべき目標を数式に落とし込むことで、解を探れるのだ。

例えば先ほどの航路ごとの配船計画であれば、輸送にかかる燃費や人件費などのコストを全ての船の航路について足し算して、その合計が最も少ない、つまり総コストを抑えられる計画が「良い計画」と捉えられる。それぞれの船がとりうる航路は複数の候補があり、どの船がどの航路を選ぶかの組み合わせによって総コストを算出する。また、もし「それぞれの船がとりうる候補からある航路を選んだ結果、どの船からも選択されない航路」が生まれた場合は大きな損失になるので、その場合は輸送費とは別の扱いとして大きな損失コストを乗せるようにする。この「総コスト+損失コスト」の値が最も小さくなる航路・船舶の組み合わせをコンピューターに探索させることで、熟練者が行ってきた計画作りを自動化するのだ。

$$\begin{aligned}
 & \text{最小化} && \sum_{j \in P} c_j x_j + \sum_{i \in D} F_i y_i \\
 & \text{制約条件} && \sum_{j \in P} a_{ij} x_j + y_i = 1, \quad \forall i \in D, \\
 & && \sum_{j \in P_k} x_j \leq 1, \quad \forall k \in V, \\
 & && x_j \in \{0, 1\}, \quad j \in P, \\
 & && y_i \in \{0, 1\}, \quad i \in D.
 \end{aligned}$$

#### 配船計画の最適化のための数式

自動車船の集合をV、航海の集合をD、実行可能な航海の組合せ(航海パターン)の集合をPと表す。自動車船kが担当可能な航海パターンの集合をPkと表す。cjを航海パターンjの輸送コストとし、aijを航海パターンjが航海iを含むならば1、そうでなければ0をもつ定数とする。変数はxjとyjであり、変数xjは航海パターンjが選ばれるならば1、それ以外ときに0をとる。変数yjは航海iがどの航海パターンでも処理できないときに1、それ以外ときに0をとる。Fiは航海iを処理できないときに発生する損失コストの係数とする。∀は「全ての」を意味する論理記号。a∈Aは、aが集合Aの要素であることを表す。

ただし、各船の事情や顧客の要望など数式に落とし込めない要素もあるため、直近1ヶ月くらいの配船計画ははまだ熟練者の方が強いと、自動化に取り組んだ商船三井システムズ株式会社の坂本淳子氏は言う。「自動化することで、人の手では難しかった数カ月先までの予測を、貨物需要が拡大した場合、縮小した場合などを想定して立てられるようになります。それを見て、船舶を他社から借りる手配をするのかなどの意思決定に役立てることができるようになりました」。

#### 歴史ある事業は科学の力で進化する

将来的には、計画策定だけではなく、海運に関わる熟練者が行っている業務を、できるだけ自動化させていきたいという坂本氏。その背景として少子高齢化があるという。「これまで海運を支えてきた優秀な日本人が高齢化し、退職を迎えることになる。また少子化により人手も不足するなかで、計画業務、運航業務、管理業務を熟練者以外でも高品質でできるように、人の思考を人工知能へ置き換える必要性に迫られています」。一方、社会のグローバル化、途上国の経済発展などを背景に海運物流の重要性はますます高まり、貨物量も増え続けている。「日本は、燃料、鉱物資源、製造原料、食料など様々なものを輸入に頼っており、海運は文字通りライフラインです。海運会社にはこの先もずっと運び続け、守り続けるという使命があるのです」。

古くは遣隋使など歴史の教科書に出てくる時代から始まり、海によって隔てられた外国から多くのモノと文化を運んできた海運。第二次世界大戦後、国内製造業の力がついてからは日本から世界への物流が国の経済を支える基礎となった。「近い将来には水素燃料化や自動運航化などによって、今よりも環境負荷を低減し、労働環境としてもクリーンになっていきます」と坂本氏は言う。日本が島国である以上、将来に渡っても途切れることがないこの事業は、最先端の科学技術を取り入れて、新しい形に進化しようとしている。

# 意図せず移動してしま

取材協力：東京大学大学院 農学生命科学研究科 附属水産実験所 助教 平瀬 祥太郎 氏

我々の生活は、海運によって遠く離れたところから必要なものが運ばれることで支えられている。一方で、その動きに伴って意図せず運ばれてしまうものがある。それは、生き物たちだ。多くの場合、移り住んだ先の環境に適応できずに死滅するが、ときに定着、繁殖して現地の生態系に影響を与えることがある。遺伝学的手法を用いることで近年、その実態が少しずつ明らかになってきている。

## 水とともに船に乗る生き物

海運では貨物が満載になっていない場合、バランスを取ったり重心を下げるためにバラスト水という海水を船に取り込む。その際に入り込んでしまった生き物が、遠く離れた場所で定着し、在来の生態系に大きな影響を与えてきた。例えば日本の岸壁などによくいるムラサキイガイは、地中海のムール貝がバラスト水などによって1930年代に日本に運ばれてきて定着したものだ。他にも日本のワカメが海外に運ばれ、現地の養殖用のカキやホタテの生育を阻害しているといった課題が生じている。多くの場合、我々がこれら「外来種」に気づくことができるのは、移動後ある程度の時間が経ち増加してしまった後のため、彼らがどのように移動し生息地を広げているのか、その実態を捉えることは難しい。そんな彼らのルーツを探るために、先祖から代々と受け継がれているDNAを調べる手法が取られている。

## 海外に移り住んだマハゼのルーツを探る

ワカメと同様に日本から海外に運ばれた生物の一つとして、マハゼという魚がいる(図1)。日本全国にいる15cm～25cm程度の魚で、1960年代にアメリカのカリフォルニア・サンフランシスコ・ロサンゼルス、オーストラリアのメルボルンに侵入したといわれている。東京大学の平瀬祥太郎氏は、侵入したマハゼが日本のどの地域から移動したのかを、ミトコンドリア内DNAの配列をもとに調べた。まず日本に住む各地域のマハゼの集団を採集し、配列の多様性を解析した。その結果、261個体から70のミトコンドリアDNA配列パターン(ハプロタイプ)

が見つかり、また生息地域によってこれらの存在割合に差があることが明らかとなった。これらの結果から、海外のマハゼ集団を分析し、日本の各地域のハプロタイプの存在割合と比較することで、どの地域から移動してきたかを推定できると考えた平瀬氏。しかしながら予想に反し、うまくいったのは東京湾から移動したと推定されるサンフランシスコのマハゼのみで、他の集団については予想通りにいかず、国内のどの地域とも一致しなかったという。「ボトルネック効果(創始者効果)」といって、もとの集団のうちのごく少数だけが定着したことで、移動先の集団ではハプロタイプの割合が偏ってしまったと考えられます(図2)。実際、メルボルンのマハゼはたった一つのハプロタイプで構成されており、おそらく他のものは移動しなかったか、または子孫を残せなかったのだろうと考えている。

## 流れ着いたものから生まれる交雑種

外来種の問題としては、本来いる生物の住処を奪ってしまう以外にも、交雑により遺伝子汚染が起きてしまうことも課題として取り上げられている。本来であれば、遺伝的に遠い系統の間に生まれた交雑種は子孫を残しにくい。しかし長い歴史の中で、交雑種の中でも生き残るものが現れることもある。平瀬氏の調べによると、マハゼと同じハゼ科の仲間、アゴハゼの日本各地の遺伝系統は、太平洋系統と日本海系統という2系統があり、それらは300万年前に分岐したことがわかってきた。そして東北地方の三陸では、これらの交雑種が見つかった。この事例では自然に生息域を拡大し、交雑したと考えられているが、船の行き来により人為的に移動した生物と原生

# った生き物たち



種との交雑も、世界の各地で起こっている可能性があるだろう。実際、北海道内のみにいるオショロコマと外来種の北米原産のカワマスとの交雑種の存在が今年報告されている。人による生態系への関与も、いまや温暖化や海洋酸性化という激しい環境の変化に対する生存競争と複雑に絡み合っている。だからこそ、生態系の変化の全容を捉えることは容易ではないのだ。

## 外来種が拓く新たな生態系

人類が船などを介して意図せず運んでしまった事例として、前述したワカメは異国の地でその数を増やし続け、養殖されている貝などの成長を阻害したり、漁業用の機械を壊したりと、地場の水産業に甚大な被害をもたらしている。一方で、北米原産のホンビノス貝のように、海外から侵入した種でありな

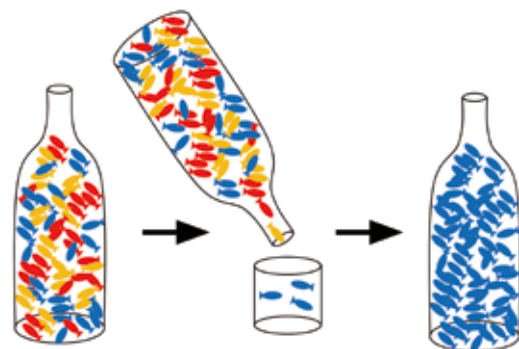
がら東京湾で漁獲対象種になり、一部地域では名産として扱われるものもある。考えを広げてみれば、犬や猫も人が持ち込んだ外来種と捉えられるし、さらにさかのぼれば稲も同様だろう。また人間の他にも、渡り鳥などが胃に収めた植物の種子を大陸をまたいで運ぶこともあるはずだ。

これらのことを考えてみると、人間活動による生物の移動は、一概に「悪い」と捉えられるものでもない。ただ海運の発達によって急速に地域、大陸間をまたいだ移動が増えていることも事実だ。何が起きているか知らない、分からない状況を放置することが、後に大きな課題につながってくるかもしれない。「だからこそ、そうした課題を避ける、あるいは課題が見つかった際にその原因を探るためにも、ゲノム解析や生態の評価などを行い続けることで、移動してきた生き物たちの実態を探り続ける必要があるのです」。

図1. ハプロタイプ解析に用いたマハゼ



図2. ボトルネック効果



生物集団の個体数が激減することにより遺伝的浮動が促進され、さらにその子孫が再び繁殖することにより、遺伝子頻度が元とは異なるが均一性の高い(遺伝的多様性の低い)集団ができること。なお、侵入者のように新しい集団が出来るときのボトルネック効果は、創始者効果とも呼ばれる。

授業で使える探究テーマのススメ

# 身近なものの由来を調べ、世界のつながりを考察しよう

身近なものの多くが海を越えてやってくる日本。たとえばスマートフォン一つとっても、それを構成する部品が世界のどこから来たものなのか。またどのように組み上げられているのかを調べると、世界各地の地理的な特性や経済について考えを巡らせることができます。

「船を介してつながる世界」を題材として、調査、考察、マッピングを行う探究活動を行ってみませんか？

## 授業例) スマートフォンを構成する部品は世界のどこから来ているのだろう？

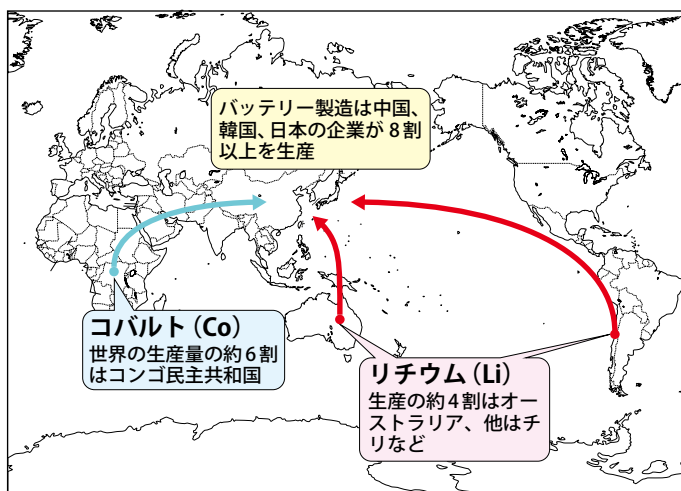
1. スマートフォンに使用されている部品 (バッテリー・CPU・ディスプレイなど) を調べる
2. それぞれの部品を構成する材料 (リチウム、シリコン、ガラスなど) を調べる
3. それらの材料の生産国や、原材料となる鉱石等の産出国を調べる
4. 原材料の産出、生産 (精錬や材料加工)、組み立て等を行っている国同士を地図上に書き出し、ものの動きを矢印でつなぐ
5. なぜこのようなものの動きが生まれているのか、それぞれの国の経済や地質などの情報を調べて考える



### スマートフォンを構成するもの

- ・バッテリー (リチウムイオン電池)
- ・CPU
- ・ディスプレイ
- ・タッチパネルなど

### リチウムイオン電池の材料 LiCoO<sub>2</sub>、グラファイト、炭酸エチレン、LiPF<sub>6</sub> など



## 最後に…

船を起点にリサーチや議論を深めることで、これまで遠い世界の出来事に感じていた課題が少し身近になるのではないのでしょうか。

海に囲まれた島国である日本は、ライフラインを支える物資の多くを海外各国から輸入しています。私たちの生活は、船を介して世界とつながっているのです。一方で、深く調査を進めると、鉱石採掘地の労働環境や生産国の電力消費に伴うCO<sub>2</sub>排出、樹脂であれば化石燃料採掘など、SDGsにも関連する複雑な課題も見えてくるはずです。技術革新や国際連携を通してそれらの課題を解決することで、未来にわたって海を活用していくことができます。

祝! 10周年



## 研究者であれ。

世界は発見に満ちている  
研究者とは、どんな人だろう。生まれながらの天才か。大学や企業で実験する人か。  
いや、違う。研究者は特別な人じゃないし、年齢なんて関係ない。

目の前の現象にふしぎと感じる好奇心や、  
課題を解決しようとする情熱を起点にして、仮説検証を繰り返す。  
それを諦めず一歩ずつ歩む人こそが、研究者だ。

今年で10周年を迎えるサイエンスキャッスルは、  
海外2大会、国内4大会、合計6箇所と規模を拡大し  
研究に挑戦する中高生のための場をつくり続けています。

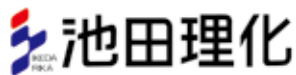
## サイエンスキャッスル プロジェクトパートナー

パートナーの方々と連携し、各大会で様々な企画を実施します。

### [ 企業 ]



アサヒ飲料株式会社



株式会社池田理化



株式会社荏原製作所



THK株式会社

### [ 自治体 ]



宮城県富谷市

### [ 大学・研究機関 ]



追手門学院大学



近畿大学理工学部



## サイエンスキャッスル2021 エントリー締切間近!

今年度、サイエンスキャッスルは海外2大会、国内4大会の実施を予定し、各地域で各々が進める研究と、その先に見据える未来について議論し、仲間を見つける場をつくっていきます。今年度は特に、これまでの研究の成果を発表するだけでなく、ここから新しい研究をスタートする場となるよう、新しい取り組みを進めます。

自らの手で新たな事実を発見しよう、あるいは自らの手で社会をよりよくする新しい技術を開発しようとする、次世代研究者の皆さんのエントリーをお待ちしています。

## 結果が出ていなくても発表OK! 仮説・研究計画発表部門を創設

これまでは実験や開発の成果発表が主でしたが、今年度から仮説・研究計画段階の発表も受け付けます。そのテーマの着想に至った独創的な視点や、考え抜いた実験の計画をエントリーしてください。そして、その自らの考えの魅力を発表し、共に研究を進める仲間を捕まえましょう。

### エントリーのご案内

サイエンスキャッスルWebサイトより  
方法をご確認ください



<https://s-castle.com/entry/>

### エントリー条件

- 中学校、高等学校、  
高等専門学校(3年生まで)の生徒、  
及びこれらに相当する年齢の者
- グループ、個人どちらでもエントリー可能
- 同テーマでの2大会以上のエントリーも可

※新型コロナウイルス感染症の対策に伴い、オンライン開催へ変更する可能性もございます。  
変更する場合は、Webページにてご報告いたします。

# ツスル 2021

超異分野学会 北海道フォーラムでも  
中高生の研究発表を募集しています!

実施日:12/4(土) 場所:札幌市内

詳細、エントリーはこちら  
<https://hic.lne.st/conference/hokkaido2021/>



## 関西大会

日程

12月19日(日)

場所

大阪府内(予定)

エントリー締切

9月30日(木)

## 東北大会

日程

1月29日(土)

場所

宮城県富谷市  
成田公民館

エントリー締切

10月31日(日)

## 関東大会

日程

12月19日(日)

場所

昭和女子大学附属  
昭和中学校・高等学校

エントリー締切

9月30日(木)

## 九州大会

日程

3月開催予定!

場所

九州地域内

エントリー締切

12月24日(金)

## マレーシア大会

日程

10月16日(土)

場所

オンライン

エントリー締切

9月21日(火)

## ASEAN大会

日程

11月5日(金)  
6日(土)

場所

オンライン

エントリー締切

9月17日(金)



# 研究を“わかりやすく” 伝えるヒント

## ～申請書・学会ポスター編～



Mashun ONISHI  
大西 真駿

大阪大学 大学院生命機能研究科 特任研究員 (2021年9月現在)。博士(理学)。細胞のエネルギー供給の場・ミトコンドリアの質や量を管理するメカニズムを研究している。国際学会での複数回のポスター賞受賞歴、国内学会でのプレゼンテーション賞の受賞歴がある。中高生が研究発表する場が増える一方、プレゼンテーションに臨む心構えを学ぶ機会が少ないことを課題に感じ、自身の学会発表・申請書作成の経験を活かし、研究を行う全ての中高生に「わかりやすい研究の伝え方」のヒントをつかんでもらえるよう活動している。

### 申請書作成編 文章で研究を伝えるには？

サイエンスキャッスルへ発表の申し込みをしたり、研究費申請にチャレンジしたりするときには、研究内容を文章で記述することが求められます。頭の中で思い浮かべている研究のアイデアを文章の形で外に出し、客観的な視点から確認することは、論理の抜け落ちていたり考えきれていない部分がないか見直すことになります。そのような不足点を補っていくことが、科学的な考えを深め、研究者としての成長につながる点でも重要です。しかし、「そもそも何をどのように書いたら良いのかわからない」「どこから手をつけたら良いのかわからない」という生徒も多いと思います。

#### ①ワークシートを使い、書くことを整理してみる

研究内容を文章化するのに時間がかかるのは、書きたいことがまだ十分に頭の中で整理されていないからかもしれません。そんな時は、自分が「何を解明・解決したいのか」「何をやってきて、どういう成果を出したのか」を説得力を持って伝えるために、まずそれらを伝えるのに必要な情報を整理し、その後で必要な書面に当てはめていくことが大事です。そこで、右の研究アイデアワークシートを活用して、まずは申請書に書くべきことをまとめてみましょう。このワークシートを使うことで、伝えなければならない情報の抜け漏れがないかを確認しつつ、研究内容を整理することができます。

#### 研究アイデアワークシートの仕組み

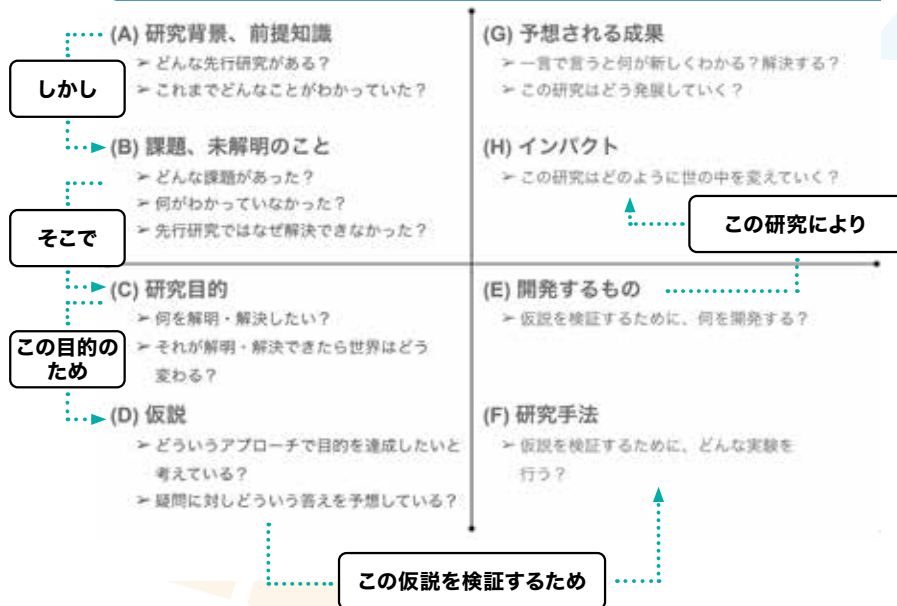
このワークシートには、「研究背景・課題・目的・仮説・手法・成果・インパクト」が四等分されたスペースに配置されています。各ブロック間には、論理的なつながり(例. 背景と課題の間には「逆接」の関係があるなど)があることを意識しましょう。

#### ②ワークシートの内容を チーム内で議論する

ワークシートの作成を生徒一人だけで進めるのは大変です。そこで、生徒同士にワークシートの内容を議論させることで、議論を通して、一人では疑問に思わなかったことに気づけたり、難しい専門用語をもっと簡単に伝える方法に気づくことができます。

ワークシートをもとに申請書を書く具体的な工程は、右ページの参考1をご覧ください。

#### 申請内容を整理するためのワークシート



#### 議論するときの質問のヒント

1. なぜこの課題に興味を持ったのか、教えてほしい！
2. 他にどういった研究がされてきたの？
3. なぜそれが課題なの？それが解決されないとどんな問題に発展していくの？
4. ○○(専門的な用語)ってどういう意味？
5. この数字についてもっと教えて！  
例. ○○が増えている/減っている → どれくらい？いつと比べて？
6. どうしてその手法を使うの？他にはどういった手法があるの？
7. どういった条件で実験を行うの？その実験の次はどういったことを調べていくの？



「授業で聞いた〇〇が不思議!その謎を解き明かしたい!」「みんなが困っている〇〇を自分の手で解決したい!」など、研究を始めるきっかけは生徒によってさまざまです。しかし、生徒自身の「これをやりたい!」と思うことを実行に移し、研究を進めていくためには、実験道具・材料を買うための費用を獲得したり、学会で研究発表して周りからフィードバックをもらったり、さらには自分の研究を「面白い!いいね!」と感じてもらい、一緒に研究を手伝ってくれる人を探すことも大事になってきます。こうした活動の基礎を作るのは、「自分の研究をわかりやすく相手に伝えること」です。そこでこのページでは、申請書を書くときと学会での発表に場面を絞って、研究を伝えるヒントを共有したいと思います。

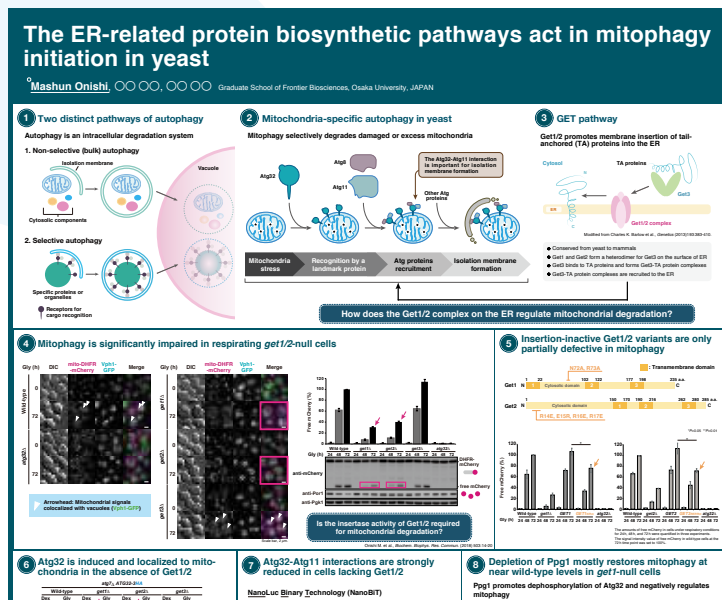


## 学会ポスター作成編 大解剖! "わかりやすい"ポスターの特徴って?

演題登録を終え、無事に採択されたら、いよいよ発表に使うポスターを作る段階に入ります。せっかく作るのであれば、わかりやすいポスターを作って発表し、いろんな人に自分の研究の面白さを伝えたいですよね。しかし、「わかりやすい」ポスターは、何が「わかりやすい」のでしょうか?ここでは、「わかりやすい=見た目・論理の流れがわかりやすい」と考え、研究の論理の流れを相手に伝わりやすくするヒントを実際のポスターを見ながら探っていきます。

### わかりやすい = "見た目・論理"の流れがわかりやすい

●どんな背景・課題があり、(研究背景、課題) ●自分たちはどんな課題を解決したいと考え、(研究目的) ●それを解決するためにどういった可能性、仮説を考え、(仮説) ●仮説を検証するために何を開発/実験し、(実験手法) ●どのような結果が得られ、そこから次にどんな可能性を考え、(結果、考察) ●将来的には、その研究はどういったインパクトをもたらすのか(インパクト)



### 1. 一目で全体の流れがわかる工夫を

聞き手の視線を迷子にさせない。プレゼンターがいなくても、流れだけはわかるようなデザインを目指そう。各項目に番号をつけて視線を誘導しても良い。

### 2. 文字サイズ・フォントを工夫しよう

離れた場所からでも見えるよう、文字サイズは大きめに。フォントは、英語ならHelveticaやArial、日本語なら游ゴシック体・メイリオなどを使って見やすくしよう。

### 3. 悪目立ちする図形は使用を避け、内容に集中してもらえよう工夫しよう

変に目立ってしまう図形は使う頻度を減らし、聞き手が研究の中身に集中できるようなデザインを目指そう。

### 4. 結果の説明をスムーズに

データとデータの間をつなぎ、聞き手を結論へとしっかり「道案内」しよう。

### 5. グラフは見やすく編集しよう

縦軸、横軸が何を表すかの情報が抜けていないか、数字が小さすぎないか、など基本的なところを確認する。注目してほしいデータに矢印などをつけて、一目で結果がわかるように工夫しても良い。結果の説明をするときは、「何と何を比較しながらその説明をしているのか」が聞き手にしっかりと伝わるようにしよう。

Gordon Research Conference on Mitochondria and Chloroplasts (ミトコンドリア分野の研究者が集まる国際学会、2018年7月8日~13日、イタリア)にて大西が発表に使用したポスター(一部改変)

### 終わりに

私(大西)は、「実験して世界初の発見をすること」と同じくらい、「その面白さを伝え、周りの人と共有できること」が楽しいと感じています。私が初めて目にしたポスター発表をする研究者の姿は、とても生き生きとしていて印象的でした。同じように、中高生の皆さんが自分の研究の面白さを周りに伝え、議論が活発になれば、学会全体がより一層盛り上がるはずと考えています。

## 教員向けセミナー

### はじめての学会でわかりやすい発表をするには?

日程:2021年11月12日(金) 16:30~18:00

概要

本特集でのノウハウを紹介した大西さんによるオンラインセミナーを実施。分かりやすい発表を行うための、研究内容の整理やポスターの作り方などをお伝えします。授業や個別指導での生徒の指導に活用できるワークシートなどの資料の共有も行います。

申込方法

右記のQRコードのページから申し込み下さい



参考1. 今回のより詳しい内容&スライド作成術、文章での研究の伝え方の解説資料をオンライン公開中! [https://lne.st/research\\_proposal](https://lne.st/research_proposal)  
参考2. 「伝わるデザイン 高校生のための発表の手引き」千葉大学・片山なつら <https://student.tsutawarudesign.com>

# サイエンスキャッスル研究費 THK賞2021 採択者発表!



2021年の創立50周年企画として、2017年からスタートしたTHK共育プロジェクトは、今年で5年目に入りました。今までに本プロジェクトを経験した子どもたちは、ものづくりを通じて社会課題の解決に挑戦するなど、次のチャレンジへ進んでいます。

今年度も「サイエンスキャッスル研究費THK賞」には多数の応募があり、厳選なる審査の結果10校が採択されました。これにより採択された学校は、5年間で合計50チームとなりました。今後、THK社員の技術アドバイザーとリバネスのサイエンスブリッジコミュニケーターが月1回の面談を通じてサポートしながら、研究開発を進めていきます。



## 審査員よりコメント

2017年から始まったTHK共育プロジェクトは今年5年目となりました。THK社が創立50周年を迎える今年も、様々な社会課題に挑戦していくとする若き研究者のアイデアがたくさん集まり、大変嬉しく感じています。採択チームの皆さんとは、技術アドバイザーの社員と共に開発を進めていきます。私たちが議論を通じて共に学び、一緒に成長できる場にしたいと考えています。頑張ってください!



技術アドバイザーとなる  
THK社員の皆さん

## THK共育プロジェクトとは

最先端のスマートフォンやパソコン、テレビなど身近な製品を作る製造装置に必ず使われている「LMガイド」という部品。LMガイドは、ものを真っ直ぐ精密に動かすための機械要素部品で、THK株式会社は業界トップのメーカーとして世界のものづくりを支えています。THK共育プロジェクトは、「ものづくりが好きで課題解決のできる人を増やしたい」という想いから始まった次世代育成プロジェクトです。解決したいことや

作ってみたいものがある生徒を全力でサポートする「サイエンスキャッスル研究費THK賞」と、THKのエンジニアがものづくりの厳しさや楽しさを学校現場に直接届ける「ものづくり教材開発」を実施しています。普段、世界最先端の現場で戦っているエンジニアが直接ものづくりの楽しさや熱い想いを伝えることで、創造開発型人材を育成していきます。



海のお掃除ロボット  
～愛しき機械に旅させよ～

岡山学芸館高等学校  
西林 駿佑



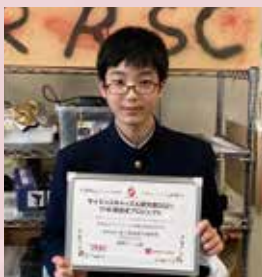
緊急地震速報で開くドア

岡山県立玉野高等学校  
高木 響



河川の堤防決壊前または直後に被害を最小限にする  
フリップロボットの実用化へ向けて遠隔操作を行う

岡山中学校・岡山高等学校  
五百森 優空



Alnilam卓上基板製作機  
開発プロジェクト

学校法人ヴィアツール学園 洛星高等学校  
池之上 響



風力発電の性能向上のための  
揚力・抗力測定装置の開発

京都府立桃山高等学校  
楠本 壮一郎



折り畳みできる仮設住宅  
「ポット・デ・ハウス」の開発

神戸市立科学技術高等学校  
高島 直起



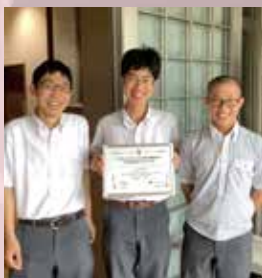
空中からの環境DNA捕集装置の開発

静岡県立掛川西高等学校  
大林 祐輝



アメリカザリガニの駆除装置の開発

東北学院高等学校  
新沼 優作



感情を汲み取る自立走行型配膳ロボットの開発  
～人とロボットの共存を目指して～

東山高等学校  
佐伯 明俊



VLBIの民間化計画

和歌山県立向陽高等学校  
鈴木 大輝



# TSUNAGU RESEARCH PROJECT

## 研究プロジェクトがスタートしました!

6月からスタートしている今年度のTSUNAGU RESEARCH PROJECTは、今年、4カ国、12校から集まった18チームが参加しています。今年度のテーマは「パーム油に関する課題」です。プログラムスタートから、各チームが自分たちで取り組みたい課題について調査を行い、その情報に基づいて研究計画を立てました。7月15日に行った第1回の中間発表会では、関連するSDGsのグループに分かれ、調査の内容と研究テーマについて発表を行いました。また、今年度の本プログラムは、マレーシアに拠点を置く世界最大級のパーム油の生産会社であるFGV Holdings Berhad (FGV)をシルバーパートナーに迎え実施しています。



SDGs	研究プロジェクトテーマ&学校名	国
	労働者ボイコットの原因、対応、課題の理解 Sekolah Tinta チーム 1	マレーシア
	違法な児童労働を減らす方法や対処法についての専門家へのインタビュー実施 麗澤中学・高等学校 チーム 1 in Iloilo チーム 2	日本
	パーム椰子房の肥料化、幹やパーム椰子房からのヘミセルロースの抽出 SMK Kolombong Kota Kinabalu チーム 1	マレーシア
	空気環境、土壌、農家の生活の質を改善できる代替農法の提供 Claret School of Zamboanga City チーム 2	マレーシア
	パーム油廃棄物を餌にした微細藻類栽培 Claret School of Zamboanga City チーム 1	マレーシア
	アブラヤシの幹を用いた家具作り SMK Kolombong Kota Kinabalu チーム 2	マレーシア
	パーム油を使った簡単な石けん作りの手法開発 麗澤中学・高等学校 チーム 2	日本
	電気凝固法を用いたパーム油廃棄物の新たな処理方法 Sekolah Menengah Usahawan Al-Amin Ulu Kelang	マレーシア
	バイオ炭、グラフェンフィルター、パームヤシ繊維を用いたマスクの開発 University of The Philippines High School in Iloilo チーム 1	フィリピン
	パーム油果実のβ-カロテンに関する定量的・定性的研究 SBPI Gombak	マレーシア
	パームヤシバイオマスからのバイオ炭作り Clementi Town Secondary School	シンガポール
	パーム油廃棄物のセルロースを利用したエタノール製造 ドルトン東京学園 中等部・高等部	日本
	微生物やバイオガスを活用したメタンガスの削減に関するデスクトップリサーチ SM Sains Tengku Muhammad Faris Petra	マレーシア
	パームヤシの古木を活用したバイオ炭、活性炭作り University of The Philippines High School in Iloilo チーム 2	フィリピン
	パーム油農園が動物に与える影響に関するデスクトップリサーチ Sekolah Tinta チーム 2	マレーシア
	衛星画像を使用したパーム油農園の土地の大きさや規模の把握 Philippine Science High School-Western Visayas チーム 2	フィリピン
	衛星画像を使用した洪水が土地に与える影響の調査 Philippine Science High School-Western Visayas チーム 1	フィリピン
	パーム油とバイオ燃料を使った化粧品作り 三田国際学園中学校・高等学校	日本

### TSUNAGU RESEARCH PROJECTを見に来ませんか?

参加学校は中間発表会后、それぞれ研究プロジェクトをスタートします。9月30日(木)には、それまでに取り組んできた研究の結果を共有する第2回目の中間会を実施します。また、今年度のTSUNAGU RESEARCH PROJECTの最終プレゼンテーションは、12月19日(日)の「中高生のための学会 サイエンスキャッスル2021」内で行われます。いずれも、見学は無料となっています。ご興味がある方は、公式ウェブサイトからお申し込みをお願いします。



**問い合わせ** リバネス教育開発事業部 担当：前田、戸上 メール：ed@lnest.jp

# VISIONARY SCHOOL

## 敢えて為す精神で フロンティアを切り拓く

学校法人関西学園 関西高等学校は、岡山県内唯一の男子校である。1887年に開校して以来、産業・学術・スポーツなど様々な分野で活躍する人材を数多く輩出してきた。2022年度からは新たに宇宙を探究する新コース「サイエンスフロンティアコース」を開講するなど新たな挑戦を続けている。



### 生徒の好きと得意を とことん伸ばす

**井上**：学校の前に掲げてある数多くの横断幕を拝見しました!たくさんの競技でインターハイを出場されたんですね!

**津田**：はい、関西高校は岡山県内唯一の男子校で、特にスポーツの指導に力を入れてきました。昨年度は11の競技でインターハイへの出場資格を得ることができました。

**井上**：それはすごいですね。藤原先生、津田先生もスポーツの指導をご担当されているのですか?お二人のバックグラウンドが知りたいです。

**藤原**：私は、校長就任以前は、一教員として本校にて長年体操競技の指導を行ってきました。教え子にはアテネオリンピックの体操競技で活躍し、東京オリンピック体操日本代表の監督も務める水鳥 寿思選手や北京オリン

ピックで活躍した沖口 誠選手などがいます。

**津田**：私はスポーツではなく、数学を教えています。大学院では、純粋数学を専攻していました。博士号取得後、ご縁があり関西高校に奉職しました。

**井上**：藤原校長も津田先生もそれぞれの分野で尖っていますね。実は私も大学院時代に、世界初を自分の手で証明できることに魅了され、研究にどハマリしました。しかし大学では、なかなか自分のやりたい研究を追求しにくい部分もある。そこで、自分たちの好きな研究をできる研究所を作ることを夢見てリバネスを立ち上げました。最初は、自分の研究が面白い、という気持ちだけでしたが、それを追求した結果、分野を超えて色々な可能性が拡がり、今に繋がっています。

**藤原**：本校の校訓の一つに「天分発揮」というものがあります。生徒ひとりひとりが「これだけは人に負けない」と

いう立派な才能を持っており、我々教師はそれを伸ばしていくのだという教育方針です。ただし、生徒が天分を発揮する上で特に重要となるのが、本校のもう一つの校訓である「敢為の精神」だと考えています。自分の天分を発揮して絶対にやりたいことがあるからこそ、やると決めたらやり抜かねばなりません。例え苦手なこと、やりたくないことであっても、より大きな目標を達成するために必要だからこそ、敢えて挑戦し、やり抜くことができるのです。

**井上**：生徒一人ひとりの天分を伸ばすのは、まさに教育の個別化だと思います。教育のデジタル化に伴いようや

# 未来をつくる 挑戦者



サイエンスフロンティアコースの開設に先立ち、モデルロケット打ち上げに関する実験教室を開催した。生徒たちは、搭載したうずらの卵を割らずに帰還する、オリジナルのロケットの開発ミッションに取り組んだ。

く拡がりつつある考え方だと思いますが、関西高校では校訓としてやられていたのですね。ただ、仰る通りだと思う一方、先生方も大変ですよ。生徒それぞれの好きを伸ばすために、難しいことも乗り越えてもらう、その考え方を生徒全員に実践することは簡単ではないと感じます。どうすればそのような指導方針が学校内に浸透していくのでしょうか？

**藤原：** 頭ごなしに生徒のできていない部分を指摘して、改善を求めただけではいけません。まず「この生徒はこんな人間なのだ」と、全てを受け入れることが第一歩です。その上で、その生徒が得意なことを褒めて、やりたい

ことを知り、そのやりたいことのためにその生徒に必要なこと、努力すべきことを指導し、理解してもらおう。教員にもこのような方針で生徒たちと向き合ってもらいたいと考えています。

**井上：** 藤原先生や津田先生が他の先生方とそのような触れ合い方をするからこそ、先生方にもそれが浸透し、結果的に生徒にも届いていくのですね。

## 宇宙という未知の領域に 前向きに挑戦する

**井上：** 来年から航空宇宙工学や天文学などといった「宇宙」をテーマに探究活動を行ってもらおう新コース「サイエンス・フロンティアコース」を開講されますね。このコースは、宇宙の分野で生徒の好きを伸ばすことに繋がりますね。このコースはどのようなきっかけで始まったものなのでしょうか？

**藤原：** 岡山県、特に倉敷市水島地域はものづくりが盛んな地域ですが、最近、さらに航空宇宙事業という新しい産業分野挑戦しようという地元企業が集まって、「岡山に宇宙に関わる新産業の創出しよう」という理念のもと、一般社団法人MASC（岡山県倉敷市水島地域への航空宇宙産業クラスターの実現に向けた研究会）という団体が立ち上がりました。地域のものづくりを発展させ、次世代に夢を届けることを目的に、研究会の開催、技術開発に向けた実証実験などを行っています。こうして、地域に宇宙に関する産業クラスターを作っていくことになった時、ぜひ、うちの生徒にその産業の担い手になって欲しいと考え、関西高校で宇宙を担う人材を育成することを決意しました。

**井上：** 岡山から宇宙へ！素敵ですね！関西高校ならではの新コースの一番の特徴はどのようなものなのでしょうか？

**津田：** 生徒たち一人ひとりが、自分の



## Profile

### 藤原 佳市 先生

学校法人関西学園 関西高等学校 校長

1963年生まれ。関西高校の卒業生。日本体育大学へ進み、ロサンゼルスオリンピック金メダリストの貝志堅幸司先生の教えを受ける。日本体育大学卒業後、鳥取県立米子高校にて3年間過ごし、1988年母校に戻り、33年間体操部の指導を行う。日本体操協会U-18強化本部員、日本オリンピック委員会強化スタッフ、岡山県高体連副会長、岡山県体操協会副理事長、18年教頭、19年より現職。体操で培った知識を学校運営に活かして日々奮闘中。教え子にアテネオリンピック団体金メダリスト、男子体操競技強化本部長・東京五輪代表監督の水鳥寿思さんをはじめ、多くの教え子の方々が多方面で活躍している。



テーマを持って3年間かけてじっくり宇宙について調べ、議論し、実験し、発表し、試行錯誤をくりかえせるカリキュラムにしたいと考えています。宇宙の専門家たちによる特別講義を行い、天文学や航空宇宙工学などに関わる様々な学問分野に触れながら自分の好きを見つけてもらいたいですし、我々教員もしっかりと生徒一人ひとりの素朴な疑問や探究心に向き合っていきたいと考えています。

**井上：** MASCといった企業団体と連携しているところがとてもユニークだと思うのですが、どのようなことが一緒にできるのでしょうか？

**津田：** MASCと連携することで、色々なものづくりの現場を訪問しやすくなります。生徒たちは、作られているものがどのように宇宙で活用されるのかを考えたり、自分たちが取り組んでいるプロジェクトに、訪問した企業の製品を活用できないかを考えたりするチャンスが得られます。

**井上：** 非常にワクワクしますが、宇宙に関して探究するカリキュラムを開発することは先生方にとっては実際大変なことではないですか？

**藤原：** おっしゃるように、教員にとって

は未知の領域で教員だけで取り組むには難しさもあります。でも絶対面白いことになると確信しています。だからこそ、リバネスさんやMASCに協力をいただきながら、手探りで道なき道を切り拓いていくところです。

**津田：** 生徒の気づきを引き出し、探究を深めていくための指導を行うためには、教員自身も宇宙について学んでいく必要があります。そこで現在は、リバネスさんにも協力をいただいて宇宙に関する様々な専門家のお話を毎月お伺いできるような機会を設けています。現場の教員も、最初は大学の先生との面談に緊張し、また、未知の分野について理解するために必死で予習をしたりと大変そうですが、いきいきと取り組んでいますよ。

### 未来に向けて挑戦する時こそ、 敢為の精神を

**井上：** まさにフロンティアを切り拓いていく、ということですが、こうした未知の領域に飛び込んでいくとき、関西高校の先生方のように、いきいきと前向きに取り組んでいく上で必要なことは何でしょうか？

**藤原：** これこそ敢為の精神、絶対にやり抜くという覚悟だと思います。

**津田：** 我々教師も、よく「やれない理由」を列挙して、困難から目を背けようとしてしまうことがあります。未来を切り拓いていくには、ここを一步、踏み越えられる人間がこれからは求められると考えています。一旦腹を括って「やる」と決めたら方法は色々と見えてくるものです。MASCとの連携もそうですし、リバネスさんとも出会うことができました。



## Profile

### 井上 浄

株式会社リバネス代表取締役副社長CTO

博士(薬学)、薬剤師。大学院在学中に理工系大学生・大学院生のみでリバネスを設立。博士過程を修了後、北里大学理学部助教および講師、京都大学大学院医学研究科助教を経て、2015年より慶應義塾大学特任准教授、2018年より熊本大学薬学部先端薬学教授、慶應義塾大学薬学部客員教授に就任・兼務。研究開発を行いながら、大学・研究機関との共同研究事業の立ち上げや研究所設立の支援等に携わる研究者。多くのベンチャー企業の立ち上げにも携わり顧問を務める。

兼務:経済産業省未来の教室とEdTech研究会委員、経産省産業構造審議会委員、JST SCORE-大学推進型委員会委員 他。



**井上 :** やりましょう!でも「決断」は簡単なことではないですよ。こうして「やる」と覚悟を決められる秘訣は何でしょう?

**藤原 :** 生徒にも教員にも言えることですが、自分が得意なこと、好きなことを存分に伸ばそうという姿勢で物事に取り組み、諦めずにやり抜く経験を積んでいくと、実力もつくし、自信にも繋がります。教員や生徒にこの考え方が浸透しているので、皆、やりたい、やると決めたことに対して諦めずに取り

組もうという姿勢で事に当たることができるのです。

**井上 :** その考え方は、まさに研究開発に取り組む研究者やベンチャーにとっても必要なものですね。世界初を自ら作り出す。やればきっと世界に価値を発揮できると信じて覚悟を持って取り組む。だからこそ世界を変える事業を生み出すことができるのだと思います。

**藤原 :** そうですね。関西高校で育った生徒たちの中から、社会で活躍する人

が今後も数多く出てきて欲しいですし、サイエンス・フロンティアコースからは宇宙の関する研究開発や産業構築を引っ張っていく人材をたくさん生み出したいと考えています。そうして巣立った彼らが、また後輩たちにこの精神を伝えていく。今後も、そのような循環を生み出して行きたいと考えていますので、ひきつづきよろしくお願ひします!

**井上 :** この取り組みを全国に広げていきましょう!

## Profile

### 津田 建太郎 先生

学校法人関西学園 関西高等学校 副校長

1972年生まれ。島根大学理学部数学科卒業。岡山大学大学院自然科学研究科修了。博士(理学)。専門は非可換環論。博士課程3年のとき、非常勤講師として関西高校に勤務。男子校の風土が合い、「今まで得た知識を高校の現場で活かせる道もある」と教職の道へ。嬉しかったのは、「何よりも数学が好きになり、数学者を目指す」という生徒に出会えたこと。また、夢を捨てず、法曹界で活躍している教え子の存在など。18年主幹教諭、19年より現職。



## これからの社会で 本当に活躍できるAI人材とは？

AI技術が生活の中に実装される未来の社会において必要とされるAI人材とは、どのようなマインドやスキルを持った人材なのでしょう。心理学部に「人工知能・認知科学専攻」を設置した追手門学院大学が目指すAI人材の姿を、3回連載でお伝えします。

# 「人間」を追求し、他人のために 考えられる人材への期待



高品質・大量生産の時代から、消費者の多様なニーズにいち早く応える力が問われる時代に変化している。そのような社会において、どのようなAI人材が活躍できるのか。そして、そういった人材を育てるために必要なこととは何だろうか。企業での豊富な研究経験をもつ、追手門学院大学の丸野進氏に話を聞いた。

追手門学院大学 心理学部心理学科 人工知能・認知科学専攻 教授  
丸野進氏 | 博士(工学) |

1978年に松下電器産業株式会社(現 パナソニック株式会社)入社。1987年～1989年に米国ユタ大学メディカルセンター客員科学研究員として神経生理、AI研究に従事。2001年以降、同社ヒューマンウェア研究所、知能情報技術研究所の所長を歴任し、2009年パナソニック株式会社の理事、技監に就任。2016年公益財団法人関西文化学術研究都市推進機構RDMM支援センター長に就任、2021年より現職。専門分野は知能情報処理、画像映像メディア処理、ニューロAI。

### 企業での経験から感じた人材育成への焦り

丸野氏は、大学卒業後に松下電器産業株式会社(現 パナソニック株式会社)に入社。人間が視覚情報をどのように脳内で処理しているのか、その仕組みに迫ると共に、「適応増殖ベクトル量子化ニューロン」を開発した。まるで人間の神経組織のように入力された信号に応じて人工ニューロンが増殖し、ネットワークを自己生成しながら学習を行う数理モデルだ。このモデルを使って、丸野氏は人間の視覚情報処理を模した画像の階調補正技術の開発を行った。

企業で各種研究開発や実用化、商品化に取り組む、研究開発部門を束ねる中で丸野氏は、日本の学生の多くは答えのある問いに対して正解を導くことには長けているが、それだけでは不十分だと考えていた。課題を見つけ出し、自ら問いを立てられる人材の重要性を痛感したのだ。「社会に生きるAI人材の育成は、企業で取り組んでいては遅い。もっと先回りをして、中学・高校、大学でも取り組むべきだ」と考えるようになったという。

### 誰のための技術か?を考えられる人材

AI技術を社会に活かすためには、どのような考え方が重要なのだろうか。丸野氏は、「AI技術をどうしようとする前に、そもそも社会や人々の生活の中にある課題が見えているかが重要」と話す。「AI技術の活用には、まさに『他人のため』を考えられる人材が必要なのです」。AI技術はあくまで社会や人々の生活の中にある課題を解決するためにあるツールである、ということを忘れてはいけない。消費者ニーズが多様化する近代においては、人々が何を求めているのかを知り、それに応える力が試される。そういった点においても、自ら解決すべき課題を設定し、解決に向けて物事を進められる人材こそAI社会で活躍できるといえるだろう。

### 「人間」の理解には幅広い学びが必要

「AI研究とは何か。それは人間そのものの研究です」と丸野氏。例えば、人工知能領域の研究や技術は、情報工学の知識だけで成り立っているわけではない。人間そのものを追求して

得られた叡智がその礎となっている。つまり、AI技術の研究のためには、学問の発展により細分化していった分野を再び統合し、幅広い知識を融合させる必要があると丸野氏は考えているのだ。それに応えるように、追手門学院大学が新たに設置した専攻では文系・理系の枠にとらわれず、人工知能領域と認知科学領域の2つの領域を幅広く学ぶことができる。「人間や、その思考を司る脳に関心のある生徒にぜひ来てほしいですね」と丸野氏も期待を込める。人工知能領域だけでなく、幅広い学びの場を求める生徒には、ぜひ追手門学院大学の新専攻に挑戦してほしい。

今回は、認知科学領域の研究者が考える理想のAI人材について紹介します！

## 大学情報



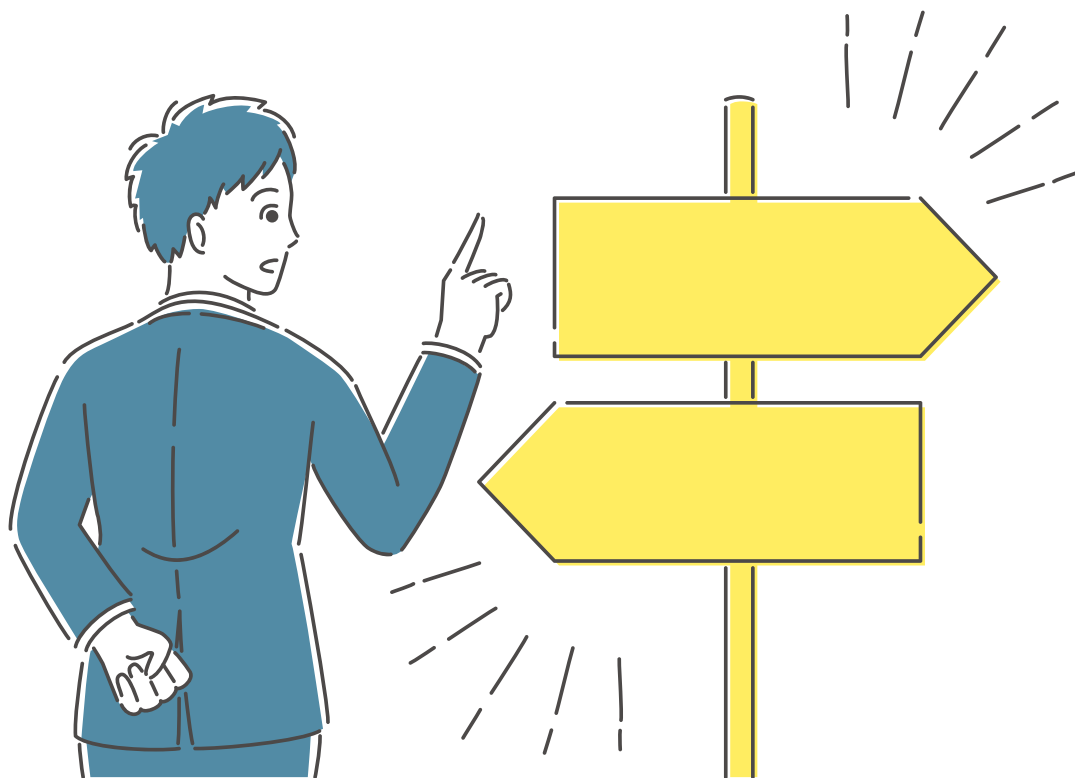
追手門学院大学 心理学部心理学科 人工知能・認知科学専攻  
入試情報、カリキュラム、所属教員等の詳細はWebページをご覧ください。  
URL: [https://nyushi.otemon.ac.jp/ai\\_cognitive/](https://nyushi.otemon.ac.jp/ai_cognitive/)

追手門学院大学はサイエンスキャッスル2021の大学パートナーです(P13)。



▲新専攻Webページ





【特集2】

# 課題と向き合う 次世代と大人たちの“道標”

2015年9月「国連持続可能な開発サミット」が開催され、161か国の首脳が参加して「持続可能な開発目標(SDGs)」を採択。2016年から2030年の15年間に解決すべき世界の課題が、17の目標と169のターゲットにまとめられ、以来、企業をはじめ、各団体や個人がそれらの解決を目指し、さまざまな取り組みを行っている。最近では、各国で進むプラスチック代替の取り組みや、人種差別問題、製造過程の労働環境への着目など、至る所で国を超えて課題へ取り組んでいく動きが顕著になってきた。

この社会課題への関心の高まりは、企業やNPOなど、組織の大人たちだけが取り組むのではない。近年は、世界中で若い世代が課題の解決へ自ら取り組み、自分たちの意見を発信することが多くみられるようになった。これは、ニュースなどで取り上げられる事柄について他人事ではなく、自分たちにも関係していると思う価値観、自分たちが何かしなくてはいけないという意識が強くなっていることを象徴しているのではないか。そしてこの変化は今、日本でも起きている。学校の活動の中で、また時には学校の取り組みをこえて、持続可能な未来に向けた活動が各地で行われているのだ。

今回の特集では、生徒一人一人が持続可能な未来を考える力をつけるために学校全体を巻き込んだカリキュラムを作る教員、そして大人を巻き込んで身近な課題を探索し、同世代の意見を発信する生徒を紹介する。

# 主体的な学びを 実現するため、 教育の全てを再編する

かつて、山藤氏がはっとさせられた出来事がある。JICAの仕事で途上国のブータンにいったときのことだ。そこで目の辺りにしたのは、こどもたちの学びたいという意欲の凄まじさだった。彼らの根底には、自分たちの手で未来を、より良い国を作っていきたいという思いがあるのだ。

## 何のために学ぶのか？

都内のある高校で教鞭をとっていた際、生徒たちがなんだか苦しそうに勉強していると感じた。テストの点数を見て勝った負けたと比較する。その中で、生徒の多くが自己肯定力を失っている現状があった。「日本の子どもたちは、何のために学んでいるのだろうか？2012年頃に、自分自身がぶち当たった壁でした」と当時を振り返る山藤氏。同じアジアにあって、教育インフラが整っているのにも関わらず、学びたい気持ちが低下している日本と、母国語の教科書もない中でキラキラとした目で貪欲に学ぶブータンの子どもたちは、何が違うのか。

それからは、教育活動ひとつひとつに「何のためにやるのか」と自問するようになった。突き詰めれば全ての教育の目的は「子どもたちが幸せに生きていくため」だとすると、確からしい価値観は、持続可能な未来を目指すことではないか。経済発展を追い求め続けてきた社会が、地球の持続可能性を失わせてしまっている現状は明らかだ。このままでは地球が保たない。これからは自分だけでなく、次

の世代までの幸せを考えて行動していかなければいけない。現在山藤氏は、子どもたちとともに、誰かのための未来づくりに本気で取り組む活動を教育現場に導入・実践している。

## 「余白」の時間に責任をもつ

新渡戸文化中学・高等学校では、クロスカリキュラムという独自のカリキュラムを作り出した。これは、中1から高2までが週1回、1日を自由に設計できる時間割で、教員全員が担当となる。具体的には総合的な探究の時間や、現代社会、生物、化学の基礎科目、学校設定科目の時間を組み合わせて設計している(次年度は家庭基礎の融合も検討中)。圧倒的な「余白」を活用し、生徒たちは自分に取り組むべきテーマを見つけて、主体的に行動する。テーマも方法も自由で、学校の外に出てもいい。

年度の最初に、この時間は教員から教える授業ではないことを明言する。学びは自分に責任があるということ。先生も答えは持っておらず、正しいかはわからないけれど、選択肢のいくつかを示して手助けをするということ。選ぶ、選ばない、取り組む、

さぼる。あるいは生徒が望めば、先生主導で進めるのも選択肢になる。「余白」をどう使うかのすべては自分で決める、ということ徹底して共通認識とする。

ただし、活動そのものを自分一人でやる必要はない。他学年も含めて他の生徒を巻き込んでもいいし、学年や教科担当以外の先生の協力を仰いでもいい。生徒たちは自分だけではできないことにも向き合い、他の人の得意なことを見つめてパートナーシップを構築していく。「重要なのはマインドセットで、使う言葉も意識して変えています。例えば、“できない”は可能性であるというふうに伝えます。仲間と繋がる可能性、自分が成長する可能性です」。

## 学校全体、教員間の意識共有が要

「主体的な学び」というキーワードがあるが、新渡戸文化学園では全学でその定義を整理することから始めた。心理学者ロジャー・ハート『子どもの参画』を参考に、自校における主体の定義を「生徒自身が意思決定をする」とした。そして学校全体、学年、教科の中で何を伝え、どのように教育活動をデザインするか、毎年春休



## 新渡戸文化学園 新渡戸文化中学・高等学校

### さんとう りよぶん 山藤 旅間 氏

新渡戸文化中学・高等学校教諭・統括校長補佐・高校教育デザイナー、都立高校講師、一般社団法人Think the Earth SDGs for Schoolアドバイザー。

2004年より都立高校で生物の教員となり、オール実験の授業や生徒の「問い」だけで進める授業、生徒が主体的・自立的に学びを進める「対話式・双方向性授業」などを実践。現在は、教科と社会課題をつなげて、生徒自らが解決に向けて「行動する」ことを目指す授業スタイルを確立する。具体的には、企業やNPO/NGOとパートナーシップを組んだPBL(project based Learning)を実施し、現在は100を超えるプロジェクトを生み出している。

みに教員全員で考え、目標を共有する。もちろん、学習指導要領に記載されている最小限の必要事項は教科書に沿ってきちんと教える。しかしそれは、主体的な学びに向かうための基礎学力を身につけるためであり、内容は各教科で厳選している。そうすることで生み出される残りの「余白」を、よりよい未来に向き合う時間とする。

また、すべての教育活動のアウトプットを学校外に向けて発信していくことを意識し、自分の活動が世の中にどう影響を与えるかを生徒たち自身が考えるきっかけになるようにしている。結果として学校外との連携事例も増え、外にプレゼンをすることで主体性も伸びていく。

### テーマ=自分らしい生き方を見つける

生徒が取り組むテーマは、長期的な目線で自分の興味、やりたいこと、能力について考え、そこに重なる社会課題をリサーチするという方法をとっている(右写真)。ここで見出すテーマは、自分らしい生き方そのものだ。その先には未来の仕事や生き方があり、その途中に進学先、企業などがあるのかもしれない。「心が動くと、体も

動く。自分が動けば仲間も動いてくれる。自分の好きなことが、誰かの困っていることを解決できたらいいよねと話しています」。実際に、軍艦模型が趣味のある生徒は、持っている駆逐艦名がタイトルに入った本を見つけ、そこから著者であり年少兵として搭乗していた人にインタビューをした。そこから自分たちの世代も戦争について知る機会を作っていかなければいけないという考えに至り、インタビューをした駆逐艦の乗組員だった著者(戦争体験者)を講師に、オンラインで全校生徒とつないだ授業を生み出す活動にまで発展した。

もちろん、すぐにテーマが見つからない

生徒もいる。そんなときは、考え続ける時間を与えることにしているという。「止まっているのではなく、意思ある沈黙をしているだけの状態だと考えています」。教員は一人一人と対話を続け、人間関係を構築する。「まだ動かない生徒を許容する環境を作るのはとても大切です。仮に1年間で具体的なアクションが生まれなくとも、次の学年で、あるいは中学高校の6年間で、もっといえばその先の道で、いつか形になればいい」と山藤氏は話す。最終的なゴールを決めるのは、これから生きる生徒自身なのだ。



「好き」を分解し、分解したタイトルにSDGsのタグをつける。その後、SDGsのタグのキーワードと自分のタイトルキーワードのかけあわせで検索する。本、人、イベント(同じ興味で発信しているもの)をみつけて行動を起こす。

一般社団法人Sustainable Game 代表理事  
聖学院高等学校 2年

## 山口 由人 氏

一般社団法人Sustainable Game 代表理事

2004年生まれ。幼少期をドイツで過ごす。帰国後、SDGsの達成に向け取り組みたいと思うものがないことに違和感を覚え「課題発見DAY」というイベントを企画。のちに一般社団法人Sustainable Gameを設立。2020年、Ashoka Youth Ventureに認定される。日本の入国管理局収容所の人権問題の映画制作を行うなど、幅広く活動する。



# 生徒の声を聞き、 大人にも共に学んでほしい

国連が産業界を巻き込むために設定したSDGsは教育の世界にも普及し、「持続可能な社会」を見据えた様々な教育の取り組みが行われている。私たち大人が中高生だった頃と比較して、圧倒的に多くの情報に触れ、世界の課題について知るきっかけが多い次世代は、今どのような事を考えているのだろうか。現役高校生ながら一般社団法人Sustainable Gameを設立し代表理事を務め、同世代を巻き込み、課題を発見し解決策を考えるワークショップ等を事業として行う山口由人さんに話を聞いた。

### 見えにくいですが確かに存在する課題

生後4ヶ月から小学生時代までをドイツで過ごした山口さん。自身がマイノリティな存在であり、さらにはシリア難民という自分以上にマイノリティな存在が近所に暮らす中で、多数派との間にある軋轢を目の当たりにしてきたという。日本是世界の中でも人種・言語面を中心として多様性が少ない国だ。山口さんは帰国して中学校に入学後、授業などで取り上げられるSDGs関連した話題と、自分の

経験とにずれがあることを強く感じたという。「ドイツに居た難民の人たちがスマートフォンをいじっている姿は自分たちと何も変わりませんが、彼らの裏側には様々な課題があったんです」。17の目標という言葉に集約された抽象的な課題ではなく、小さく、具体的で、見えにくい課題を一人ひとりが抱えている。この先の世界では、そうした課題を抱える当事者のことを理解しながら解決のために動ける人が必要になると考え、山口さんは

自ら行動をしようと、同じ学校の生徒を集めて放課後ワークショップを開始した。

### 街に出て疑問を見つけ、 背景を掘り下げる

放課後に街に出て、社会を注意深く観察することで、課題発見のきっかけとなる疑問を見つけ出す。例えば、デパートの1階には化粧品フロアがあることが多いが、そこで働いている人のほとんどは女性だ。それはなぜだろう。飲食店を見

て、ムスリムやヴィーガンに対応する店舗は少ないし、そもそも自分たちもそれらの食事の作り方を知らない。なぜ今の社会はそうなっているのだろう。こうした疑問の発見から、その背景にある経済、ルール、文化に根ざした課題を掘り下げていく。いくつかのSDGsテーマに関連する課題を発見できるか、というようなゲーミフィケーションの考えも導入して、楽しみながらこうしたワークショップを実施しているという。「今は様々なテクノロジーがあるので、課題に対して解決策を生み出していくハードルは低くなっています。ですから、課題を見つけ、その原因や成り立ちを分析できる人が増えていけば、解決は進むはずなんです」。3年前、中学2年生だった頃に学校内で始めたこの活動は、今では一般社団法人Sustainable Gameとして企業からCSRや研修の予算を獲得し、社会人と中高生がともにサステイナブルな未来を考える事業として広がっている。

### 正面から向きあえるのは、子どもだからこそ

社会課題に向き合うNPOの情報などをSNSでシェアする同世代が、ここ3年でかなり増えているという。グレッタ・トゥーンベリさんをはじめ、社会や政府に向けて抗議行動をとる10代の姿を目にする機会の増加が影響しているのではと山口さんは分析している。実際にSustainable Gameに参加する500人以上の中高生も、社会に対して自分の意見を届けたいと考えており、ワークショップなどを通して企業の意思決定の場に関われることをモチベーションとしている人が多いという。山口さんが彼らの興味について300名程度にアンケートをとったところ、ジェンダーや教育格差の課題、また感覚過敏、発達障害などマイノリティとされる層への関心が高かった。「こうした課題に対して、生活のための資金を稼がないといけない大人が仕事プラスアル

ファの時間で取り組むのは難しいかもしれません。自分たち中高生だからこそ向き合えるのではないのでしょうか」。

### 学校には社会との接点を作って欲しい

世界をこれからどうしていこう、日本をどうしていこうと考えている同世代も、着実に増えていると山口さんは話す。「ひとつひとつの考えはまだそこまで深くはないと思いますが、自然とそういう発言が出てくるのが、僕たちの世代です。そして、社会のしがらみを知らないまま、自分がやりたいことを探究できることが中高生の強みではないでしょうか」。一方で、社会を知らない生徒たちは、学校の

外と触れる接点ができただけに影響されやすくもある。大人の思惑に踊らされたり、搾取されそうになる同世代も目にしてきた。だからこそ、教育に関わる大人には、中高生とフラットに向き合い、意見を聞く姿勢を持ち、共に学んでほしいと山口さんは言う。また、そうした大人を見定め、生徒たちと繋げる機会を先生に作って欲しい、と考えている。

「中高生のうちから様々な立場、考えの人と議論をすることで、社会の中での自分の立ち位置を考えることができるはずです。そうすることで、大学生、社会人になった頃に、自立して課題解決を考えられる人になれるのではないのでしょうか」。



ワークショップ「課題発見DAY plus」にて 企業と一緒に解決策を話している様子



「課題発見DAY」のフィールドワーク中の場面 街を歩いて外国人の方にインタビューをしている様子

一般社団法人Sustainable Gameでは、積極的に学校との連携も進めています。

興味のある先生はWebサイトよりお問い合わせください。

<https://www.sustainablegame.com/>



本誌でも、2017年冬号にてSDGsと学校の探究活動の関わりについて特集を組んでいる<sup>1</sup>。そこでは、「今の中高生こそ、SDGsの枠組みを通した教育活動が必要だ」というメッセージとともに、2つの学校の事例を取り挙げた。それから3年が経った今、現場はどう変化したのだろうか。

今回の取材を通して、生徒たちの社会課題に対する距離感や認識が変わってきたように感じられる。大人以上に、いまの中高生たちにとっては、社会の一員として課題に向きあうことが、当たり前のこととして認識されているのではないか。

何千キロも離れた地で起きている課題にただ危機感を感じるだけでなく、身近にあるどんな課題に、実際にどのように向き合うかの試行錯誤が行われている。

## 現場では何が起きているのか？

### 課題の本質は何か？

## 自分たちは今、何ができるのか？

## なぜ自分たちが、この課題に取り組むべきなのか？

これらの問いに正解はない。

学校の授業でSDGsの表面に触れるだけでは終わらない。今を生き、未来を創る社会の一員として、生徒と教員が自分たちにできることを探し、本気で取り組む姿がそこにあった。

1 『教育応援』vol. 36号(2017) 特集1 2030年を見据えた教育活動 SDGsを共通言語に、探究活動をグローバルにひろげる

海に関わるあらゆる研究に挑戦する中高生を応援しています

# マリンチャレンジプログラム

マリンチャレンジプログラムでは、海・水産分野・水環境にかかわるあらゆる研究に挑戦する中高生を対象に、研究費助成や研究者によるアドバイスなどの研究サポートを行っています。本プログラムを通して、未知なる海の可能性に興味をもち、答えのない研究に挑戦する力を磨きます。彼らが10年後、海に囲まれたこの国の海洋科学技術を既存領域にとらわれず発展させていくことを期待しています。



## 新たに共同研究プロジェクトをスタート!

2021年度より、離れた地域に住む中高生同士が同じ研究テーマに取り組み、その研究結果を議論する共同研究プロジェクトを開始しました。今年度のコンセプトは「海洋微生物の世界を探れ」です。日本全国の調査地点にて採水した海水から、そこに生息する海洋微生物を培養・同定し、その地域の海の微生物生態系を明らかにすることを目指します。

2021年6月13日(日)に、オンラインにて共同研究キックオフイベントを実施しました。共同研究を行う3チームがそれぞれの研究フィールドを紹介し、共同研究プロジェクトへの意気込

みを語りました。すでに各地でサンプリングが行われていて、海洋微生物の世界を少しずつ明らかにしています。この研究の成果は2022年3月に行われるマリンチャレンジプログラム2021全国大会にて発表されます。

	採択校	所在地	主な調査拠点
1	兵庫県立芦屋国際中等教育学校	兵庫県	大阪湾
2	西南学院高等学校	福岡県	博多湾
3	鹿児島県立大島北高等学校	鹿児島県	奄美大島



## マリンチャレンジプログラム2021 地方大会が開催されました

2021年8月に全国5地区ブロックにて、今年度採択された40チームが研究成果を発表しました。地方大会の様子についてはマリンチャレンジプログラムのホームページをご確認ください。

<https://marine.s-castle.com/>



このプログラムは、次世代へ海を引き継ぐために、海を介して人と人とがつながる“日本財団「海と日本プロジェクト」”の一環です。

問い合わせ

ed@lnest.jp  
担当 仲栄真、滝野

# モノとエネルギーが循環 リサイクル社会の実現に

世界各国がCO<sub>2</sub>排出を抑制し、排出量収支がゼロとなるカーボンニュートラル社会にむけ動き出している。これを実現するためには、今や社会を支える材料となっているプラスチックのリサイクルシステムを大きく変化させることが重要だ。炭素資源の新規投入量を減らし、利用可能な資源を最大限循環させるしくみを、どう作っていくことができるだろうか。

## カーボンニュートラル実現に必要なリサイクル技術

カーボンニュートラルとはCO<sub>2</sub>の排出量と吸収量の差し引きがゼロの状態を指す。現在は燃料や廃棄物の燃焼によりCO<sub>2</sub>が排出され、それが森林や藻類などによる吸収量を上回っている状態だ。そのため、再生可能エネルギー利用の拡大による燃料使用の減少、製品材料の変更や新しいリサイクル技術による廃棄物の減少によって排出量を減らしていくこと、そして利用可能な資源を最大限循環させるしくみ作りが求められている。

社会にあふれるプラスチック製品は現状、そのほとんどが燃やされている。2019年のデータでは日本国内において約850万トンのプラスチックが廃棄されており、燃焼時の熱エネルギーを回収して活かすサーマルリサイクルを含めて64%が燃焼処理されている。粉碎・選別・洗浄し、再度製品の原料に回るマテリアルリサイクルは22%。そして小さな分子に分解して化学工業原料として再利用するケミカルリサイクルは3%にすぎない。

ゴミ処理によるCO<sub>2</sub>の排出量を減らし、廃プラスチックを資源として循環させるためには、後者2つの割合を高めていくことが必要だが、まだ課題は多い。例えばマテリアルリサイクルは、現状は再資源化できる材料の種類に限りがあり、また汚れたままだったり複数種類の材料が混ざっていると品質が低下してしまう。そのため、単一原料であることがわかりやすいペットボトルでは高い割合でリサイクルが進んでいるが、食品や日用品の包装材料など材料ごとにきれいにし別しづらいものでは難しく、今後さらにバイオマス由来プラスチックなど新しい材料が増えるほど、正しく分別するのが困難になるだろう。そこで期待されるのが、汚れていたり材料が混ざっていても処理できるケミカルリサイクルだ。

## CO<sub>2</sub>を8割減らし、資源を循環させる

ケミカルリサイクルは、廃棄物を高熱で分解し、水素や一酸化炭素、エチレンやプロピレンなどを抽出する技術だ。例えば荏原環境プラント株式会社が開発するICFG<sup>®</sup>内部循環流動床ガス化システムという方式では、炉が熱分解室と媒体再生室の2室に分かれた構造をしている。投入された廃棄物は、熱分解室で高熱により分解され化学原料ガス等が取り出される。そこで分解しきれなかった残渣はもう一方の媒体再生室に送られて燃やされ、その燃焼熱が熱分解室の熱分解に利用される。通常、1トンのプラスチックを燃やすと3トンのCO<sub>2</sub>が排出されるが、可能な限りガスやオイルの形で炭素資源を抽出することで、ケミカルリサイクルでは排出量を約8割抑えることができるという。2006年までに1日8トンの廃プラスチックを投入して可燃性ガスを得るケミカルリサイクルの実証試験が長期間行われたものの、ただ燃焼するのと比較してコストが高いこともあり、当時は今ほどの社会的なニーズがなく普及に至らなかったという。その当時と比較して、今は環境負荷低減への取り組みが企業価値に直結するようになっており、ケミカルリサイクル技術を社会に導入する必要性が増している。

ただ、活用には課題もある。ICFG<sup>®</sup>の場合は廃プラスチックのほかに都市ごみやバイオマスといった多様な廃棄物受け入れられる分、抽出できる炭素資源も多様になる。熱分解の条件によっても抽出物は変わるため、材料を利用する化学メーカーなどと連携して、どう使うかまでを考えて施設設計を考えていく必要があるのだ。「実運用されている施設がまだ世の中に無いため、その価値を理解してもらいにくいのも課題です。まずは中規模の施設を実現し、多くの目に見える形にすることで、社会



# する むけて



取材協力  
株式会社荏原製作所  
環境事業カンパニー  
事業企画部 部長  
梅檀 恵治 氏



取材協力  
荏原環境プラント株式会社  
共通基盤本部 開発部  
新技術開発課 課長  
井原 貴行 氏

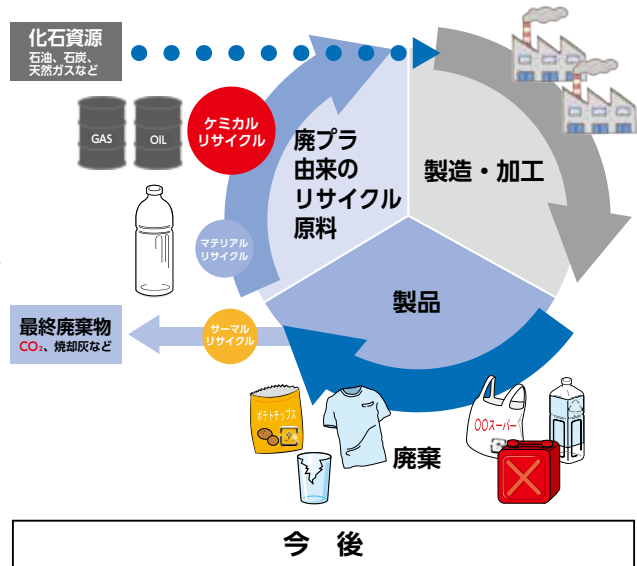
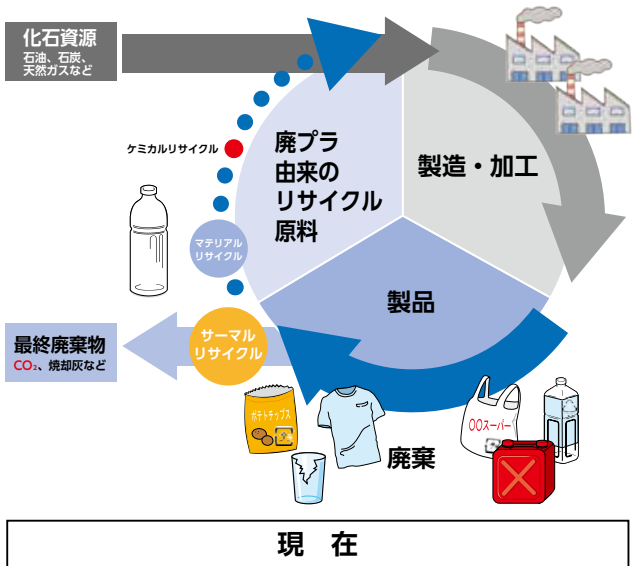
にこの技術を知ってもらいたいと考えています」と荏原製作所の梅檀恵治氏は話す。

## 理想の未来に向けて選択肢を増やす

2015年9月の国連サミットにてSDGsが発表されて早6年、個人、そして企業の環境意識は向上しているが、どのような形の社会であれば真に持続可能なのだろうか。様々な廃棄物を材料ごとに分別し、洗浄して輸送し、再び原料化できる社会は理想的に思えるかもしれないが、そのひとつひとつの工程にエネルギーが必要となるし、きれいに分別するには人々の不断努力が欠かせない。「多様なゴミをまとめて再資源化できるICFG®を

用いたケミカルリサイクルは、ちょっとゆるいリサイクルを実現する技術ともいえます」と梅檀氏は言う。

マテリアルリサイクルとケミカルリサイクル、サーマルリサイクルをどういったバランスにしていくことが最適なのかは、まだわからない。だからこそ、新しいリサイクル技術を実現するとともに、そこで再資源化された原料やバイオマス由来原料などを活用した製品製造技術を開発、実証、普及していくことで、選択肢を増やしていくことが必要となる。そして目の前のゴミを分別するだけで満足するのではなく、その先にどう処理されているのかを調べ、今よりも良い状態を考えていくことが、持続可能な社会の実現に繋がっていくはずだ。



# ワクワクを起点に、教員の仕事 「**ワクワク**」ジョブクラフティン

リバネス教育総合研究センターでは、2016年から、生徒たちのワクワクと主体的行動の関係を可視化する研究に取り組んで参りました。現在、経済産業省が主導する「未来の教室」事業が目指す姿においても、ワクワクから学びのサイクルが生まれていくと表現されています。また、ワクワクは周りの人へ伝播していくことも研究で明らかになってきました。そこでこの度、教員のワクワクが生徒へ伝わり、子どもたちのワクワクを引き出すきっかけになることを狙い、教員向けの研修を開発、実施しました。

## 教員のワクワクが新しい学びへの第一歩

近年、社会の変遷とともに、子どもたちに必要なスキルや考え方が変わり、学校現場に求められることも同様に大きく変化してきました。教員が情報を伝達する一方向型から、アクティブラーニングを活用した双方型授業への移行、また適所への外部人材の登用も少しずつ始まりつつあります<sup>1</sup>。さらに、スタディサブリなど、ICTを活用して基礎的な知識を反復して学ぶ機会が増えていく中、教員は知識の応用や個別最適な学びの実現に注力することも増えていくでしょう。リバネスが創業から注力してきた教育プログラム開発の最前線では、企業や研究者との連携による最先端の科学技術が学べる研究プログラムや、海外の中高生と国際共同研究を行うプログラムなど、子どもたちの可能性をサイエンスとグローバルの両側面で引き出す取り組みが行われています。このように、教員の仕事が大きな変化の時を迎え、新しい教育プログラムが生まれ続ける中、学校教育法で定義される「教員の職務内容」に限らず、教員一人ひとりのワクワクを仕事に発揮することが、子どもたちに必要な新しい学びをつくっていくための第一歩になると私たちは考えます。

## 一人ひとりユニークな教員のあり方

では、どのようにすれば教員のワクワクを仕事に発揮することができるのでしょうか。私たちは、2001年に米イェール大学経営大学院のエイミー・レズネスキー准教授とミシガン大学のジェーン・E・ダットン教授が提唱したジョブクラフティン<sup>2</sup>の考え方に着目しました。2001年の論文<sup>2</sup>では、仕事に従事する人自身が能動的に「働く」経験をクラフトすることで、仕事に対するモチベーションや意義を変えることができると指摘しました。与えられた仕事を、労働者が自分の経験、思い、強みを生かして、自分なりの仕事へ捉え直すことで、自分自身が意欲的にリーダーシップ

を発揮しながら仕事に関わることに繋がります。そこで、本研修では、教員の仕事をそれぞれユニークなものにしていくために、ジョブクラフティンの考え方にワクワクを組み合わせました。今の仕事に自分のワクワクを加えることで、自分なりの手触り感がある仕事へ捉え直すことが目的です。



一人ひとりの**ワクワク**を呼び起こすことで、主体的な行動が生み出される。

子どものワクワクを引き出すために、先生のワクワクが重要になる

1 「教育応援」50号 特集2「価値の共創で拓く、専門人材の新たな登用」参照

2 Crafting a job: Revisioning employees as active crafters of their work A. Wrzesniewski and J. E. Dutton, Academy of Management Review:179-201 (2001)

# を再定義する グ教員研修」

## 学校のワクワクの要は教頭から

埼玉県戸田市教育委員会の協力のもと、2021年7月14日に、戸田市内の小中学校の教頭19名を対象にオンラインで本研修を実施しました。教頭は、校長とともに校内の教員との連携、そして地域や保護者の方々との窓口として、学校運営の中でとても重要な位置付けで仕事をされています。一方で、教員として生徒と接する立場とは異なり、マネジメント業務が主となると、やり甲斐を見出すことが難しくなることもあるようです。そこで学校内外との連携のハブとなって仕事をされる教頭の役割に着目し、そこから学校内の他の教員や学校外までもワクワクを波及させていくことができるのではないかと仮説を立て、教頭が自分自身の「ワクワク」を言語化し、「教頭」の仕事を自分なりに定義し実践をしていくことでそれが実現できると考えました。研修冒頭では、ジョブクラフティングの考え方を紹介した後、グループディスカッションも取り入れたワークを行いました。そして最後には、各自が自分のワクワクを軸に捉え直した「教頭」の仕事を何者として実践するのかを考え、「第二の名刺」として表現しました。研修の最後には、同じものが二つとして存在しないオリジナルの名刺が19枚出来上がりました。この研修で作った、自分のワクワクを引き出すユニークな肩書きを意識しながら、これからの仕事に自分らしく取り組んでいくことを表明して研修が終わりました。教

## どのように仕事の見方を変えるのか？

決められた仕事 × ワクワク = 手触り感のある仕事

以下の視点で手触り感のある仕事を考えます

### 仕事のやり方への工夫

- やり方をどう変える？
- どこに注力する？
- 新たに加えることは？

### 誰をどのように巻き込むか

- どんな人と仕事をしたい？
- どのように巻き込むか？

決められた仕事に自分のワクワクを加えることで、手触り感のある仕事へと変換していきます。

<p>第二の名刺</p> <p>チーム力をアップする 誰の下の力持ちマネージャー</p>	<p>第二の名刺</p> <p>働き方改革を推進する ロールモデル</p>	<p>第二の名刺</p> <p>職員室に新たな価値を創り出す valueクリエイター</p>
<p>第二の名刺</p> <p>心を健やかにする 伴走者</p>	<p>第二の名刺</p> <p>教職員を元気にする モチベーター</p>	<p>第二の名刺</p> <p>ワクワク感を伝染させる ファシリテーター</p>
<p>第二の名刺</p> <p>自立・協働できる組織をつくる スクール・マネージャー</p>	<p>第二の名刺</p> <p>成長を共に喜び、共に笑える パートナー</p>	<p>第二の名刺</p> <p>人と人をつなぐ コネクティングアドバイザー</p>

参加者が作成した第二の名刺。それぞれ個性あふれる教頭の捉え方が生まれました。

頭からそれぞれの学校にワクワクが広がり、戸田市の子どもたちのワクワクのきっかけになることを願っています。

## 本研修を終えて、参加者からは 以下のような感想をいただきました。

- ★自分の職務の価値、面白さに気づきました。
- ★改めて自分の仕事へのモチベーションを確認することができました。
- ★ビジョンを掲げ、目標達成に向けてワクワクする気持ちを大切にしつつ、周囲と協働することを諦めないようにしたいと思います。
- ★自分の大切にしてきたこと、していることへの気づきを得ました。

## ワクワク・ジョブクラフティング教員研修 体験会を行います！



講師：中島翔太 リバネス教育総合研究センター

あなたも、ご自身のお仕事を違う角度から見つめ直してみませんか？ジョブ・クラフティングの考え方は、教頭だけでなく、先生方それぞれがご自身の立場でご活用することができます。学校単位、もしくは教育委員会単位で本研修を導入していただくことで、先生の仕事の良さや難しさをお互いに共有し合いながら、あらためて考え、新しい方向性を作り実行することが重要です。まずは、体験にご参加いただき、導入を検討していただければ幸いです。

日程：2021年10月14日（木）16時半～18時（オンライン実施）

費用：無料

対象：小学校、中学校、高等学校の先生

募集人数：20名

お申し込み： <https://lne.st/ncv5>



問い合わせ リバネス教育総合研究センター ed@Lnest.jp 中島、前田

中高生のための研究キャリア・サイエンス入門冊子  
『someone / サムワン』

# データ配布形式始めます



中高生のための研究キャリア・サイエンス入門冊子『someone』は、教科書から一步飛び出した最先端サイエンスや研究者のキャリアを紹介する「研究キャリア入門」の役割も担う冊子として、2006年から中高生にお届けしています。

そしてこの度、これまで紙媒体でお届けしていた本誌を、**PDF データで生徒に配布していただくことが可能となりました。**紙媒体でのお取り寄せからPDF配布に移行したい、また新規にPDF配布を開始したいというご要望がございましたら、ぜひ下記 Web フォームよりお申し込みください。

中高生のための研究キャリア・サイエンス入門冊子  
『someone / サムワン』 PDF 配布希望フォーム

<https://lne.st/someonepdf>



本件のお問い合わせ先

〒162-0822 東京都新宿区下宮比町 1-4 飯田橋御幸ビル 5 階  
株式会社リバネス 教育開発事業部 担当：西山  
TEL：03-5227-4198 FAX：03-5227-4199 E-mail：ed@lne.jp