歩行者集団にはなぜ

自然に秩序が生まれるのか?

「群れの科学」で考える

2021年の9月10日に発表されたイグ・ノーベル賞を 情報工学・人間科学系の村上久助教が受賞。 受賞されての思いや研究内容、学生へのメッセージなど、

断歩道で赤信号が青になると、双方から一斉に

先生にさまざまなお話を伺いました。

動物の群れ行動への好奇心から スタートした研究

日本人が連続で受賞していることで知られる「イ グ・ノーベル賞」。「人々を笑わせ、そして考えさせ てくれる研究」を表彰するこの賞ですが、2021年 は本学の村上久助教が見事受賞し、日本人の受 賞は15年連続となりました。ニュースなどでも話題 になりましたが、受賞した研究はどのようなものなの か、先生に詳しいお話を聞かせていただきました。

「今回私は『動力学賞』を受賞しました。受 賞理由は、『どうして歩いている人はお互いにぶ つかることがあるのか?』に関する実験を行ったこと に対して。それを調べることで、普段どのようにして 自然に人流が生まれているのかを知ることが目的 でしたしと村上先生。先生はもともと動物の群れ について研究されてきたと言います。「動物の群 れは、たくさんの個体がまとまって、まるで一つの生 き物のように動いています。誰か司令塔がいて命 令しているわけではないにもかかわらずです。マス ゲーム (集団行動) や、オリンピック式典でのド ローンのパフォーマンスも理路整然とした動きをし ていますが、あれは全部誰かが指示しているもの。 動物の群れとは本質的に異なります。マスゲーム などのように全体を把握して、指示をすることで秩 序だった動きが生まれるのはよく理解できます。そ うではないのに、なぜ動物の群れには自然に秩 序が生まれるのか?それが面白くて、この研究を 行っています」。人間も動物の一種。歩行者の 群れにも、動物と共通する点があるそうです。「横

歩行者が動いて交わりますが、自然とレーンがで き、スムーズな流れができます。でも一人一人が 意図してその状況をつくろうとしているのではなく、 自然に生まれるようになっています。なぜそんなこと が可能なのか?日常的にありふれている現象です が、その仕組みは分からなかった。だから、実 験で確かめることにしたんです」。先生によると、こ の現象を解明するためにこれまで多くの実験が行 われ、数理モデルが提案されてきたと言います。 一番主流だったモデルでは、物理的な相互作 用に基づいて行動が決まると考えられていました。 互いに近すぎたら離れる、といった風に、現在の 位置関係が個体の動作に影響するという仕組み です。そのモデルでも多くの部分は説明できたの ですが、それだけではうまくいかない部分もあると分 かってきました。そこで重要だと考えられるようになっ てきたのが、先生の研究のキーワードでもある「予 期」です。いったい、どのようなものなのでしょうか。 「予期とは、この場合、相手の動きをあらかじめ読 むということです。距離が遠いと何も影響がない、 という話ではなくて、離れていてもお互いに向かい 合って歩いていると、将来ぶつかることは確実で す。なので、あらかじめそれを予期して避けるとい う行動が起こります。反対に、すごく近くにいたとし ても、平行に動いていたらぶつかる可能性は低い ので影響を与えない、ということもあります。従来の モデルではうまく説明できない部分を見ていくと、そ こには予期が関わっていることが分かってきました。 そして、そうした行動が構断歩道や駅の構内など、

いろんな実空間で起こっていることも分かってきまし た。今回の研究は、その具体的なメカニズムや、 集団的な秩序形成への影響を調べるためのもの

どのように実験を行ったのかを尋ねると、先生 はこう教えてくれました。「直接的に予期の影響を 調べるのは難しかったので、間接的な形で検証 することにしました。予期を抑制した時に集団形 成が妨げられたとしたら、予期は集団形成にとっ て重要だと示せます。そこで、予期を抑える方法と して採用したのが歩きスマホでした」。別に歩きス マホでなくても何でもよかったんですが、と言いな がら、先生は次のように話してくれました。「歩きス マホについてはたくさんの研究が行われていて、 視野が狭まるとか、他の交通に注意が向かなくな るとか、さまざまな知見があります。そこで、今回の 実験にも取り入れてみて、あえてもう一度そういった 影響を詳しく見てみようと考えました。さらに付け加 えると、あまり生活から切り離された実験にしたくな い、という思いもありました。純粋で理想的な条件 を追求しすぎると、ぎこちない実験になってしまうか もしれないと感じたんです」

実験を通して、どのような結果が見えてきたの

でしょうか。「分かったことは大きく二つあります。ま ず、予期が抑制されると集団全体の流れが滞り、 秩序形成が遅れるということ。そして、歩きスマホ をして予期が妨げられた人だけでなく、向かってく る人や後ろから来る人たちもうまく歩けなくなる場合 があると分かりました。したがって予期というのは 一方通行では機能せず、お互いに読み合うこと が重要なのだろうという結論が得られました」

また先生は、この研究が受賞した理由につい て次のような考えを明かしてくれました。「日本だと、 歩きスマホの危険性を調べる研究みたいに取り 上げられ、話題性が独り歩きしているようなところも 感じますが、歩きスマホは実験の手段であって、 目的ではありません。ちょうど海外では、オランダ のチームも同じような歩行者の研究で受賞してい ます。その内容が、一見して僕らの研究と矛盾す るんですが、『どうして歩行者はいつもぶつかるの か?』というもの。こうした研究が最近二つ同時に 出たことで、注目された部分もあるのかなと思って います。よくよく調べてみると、前提条件がまったく 違うので、結論が異なるのはおかしくないのです が。今回の受賞には『見たいものだけ見ていてい いんですか?』といった皮肉を込めたメッセージ▶







レーン形成実験を上空から撮影したスナップショット。 横断歩道を模した通路を、 黄(赤)色の帽子を被った歩行者集団が 右(左)から左(右)へ移動する。



青丸は予期の認知能力を阻害するため 視覚的注意を逸らされた(歩きスマホをする)



中央上部で、予期を阻害された歩行者と、 対向して歩く歩行者が衝突寸前まで近づき、流れが乱れる。



流れの乱れを受け、予期を阻害されていない者同士でも 衝突直前での回避行動が見られる。



最終的にレーンは形成されるが、 予期の阻害がなかった実験に比べ、 あった実験ではレーンが出来上がるまでに時間がかかる。

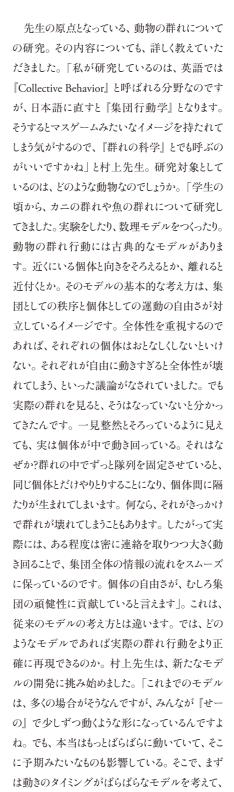


受賞対象となった論文は上記QRコードより閲覧可能です。 H Murakami, C Feliciani, Y Nishiyama, K Nishinari, "Mutual anticipation can contribute to self-organization in human crowds", Science Advances, 7, eabe7758, 2021 DOI: 10.1126/sciadv.abe7758

▶ がもしかするとあったのかな、と個人的には思っ ています。イグ・ノーベル団体はそういうのが好き そうなので (笑) |

受賞しての率直な思いは。「すごく驚いたんで すが、なんだかんだ言って、身近なところから科 学的な発見が得られたという点を見てもらえたの かな、と嬉しく思いますね。3月に論文を出版した 際には海外の研究者からたくさん連絡をいただ いたのですが、今回も日本の研究者の方々から いろんな連絡をいただきました

実際の動物の行動を より正しく再現するモデルを



それでもある程度動きを読み合えるというモデルを つくっていきました。もう少し具体的に説明すると、 それぞれの個体が複数の行きたい方向(矢印) を持っていて、近くの個体にはその矢印が分かる ようになっている。それで、他の個体が行きたいと ころには自分も行きたい、といった感じです。誰か がそこに行くと自分は行けなくなりますが、行きたい 方向はいくつもあるので選択できる。『せーの』で 動くとぶつかるけど、ばらばらに動いていると、ぶつ からずにまとまりをもって動ける、と。そうした考え方 に基づいて計算機上で群れの行動を再現してみ たところ、まとまりがありながらも群れの中で激しく動 く、という様子を再現することができました」。複雑 に見える動物の行動が、こうしたルールで説明で きるというのはとても不思議です。このモデルを使う ことで説明できた現象について、先生は次のような 具体例も挙げてくれました。「沖縄に生息している 兵隊ガニと呼ばれるカニがいるんですが、特徴 的な動きがあって。干潟に住んでいて、そこら中 に水たまりがあるんですが、はぐれ個体のようなも のは水たまりに入ろうとしません。一方で群れをつ くると、みんなで一気に水たまりへと入っていきます。 個体レベルでは見えなかった行動が、集団にな ると出てくる。密度効果による創発行動と呼ばれま すが、これは従来のモデルだと説明が難しかっ たんです。でも先ほど示した相互予期のモデル を使うと説明がつきます。水たまりが、たくさん矢 印が重ならないと行けない場所に設定されている と考える。すると、個体レベルでは矢印が少なくて 入れなくても、群れになるとそこを目的地化でき、一

『分からない』が 研究を突き動かす原動力

気に入っていくというわけです

動物からスタートし、人間にまで広がりを見せ ている村上先生の研究。今後の展望や研究の 方向性についても伺いました。「歩行者について は数々の研究がこれまで行われてきていて、混雑 の解消や事故の防止などに大きく貢献してきまし た。今回イグ・ノーベル賞を受賞した研究も、そ うした流れをくみつつ取り組んだ部分があるので、 何か将来的に社会に貢献できる可能性はあるん じゃないかと考えています。今回の研究に基づい て、よりよく群れ行動を理解した数理モデルをつく れたら面白いですね。それを展開して、将来的に は『群れロボット』のような研究に広がっていく可 能性もあると思っています。災害時の救出活動と いった応用先も考えられます。直近のところでは、 今回の研究で出てきた不明点について見ていき たいですね。歩きスマホで予期ができない人だけ でなく、予期ができる周りの人もうまく歩けなくなるの は意外でした。どうしてこんな結果になるのか、詳 しく見るための研究を始めているところです。よくよく 考えてみれば、『歩く』という動作一つとっても、意 識的に行っているわけではなく、どうしてできている のか分からない部分があります。集団の行動とな ると、なおさら分からない部分だらけです」。次々と 目の前に現れてくる謎。先生はそれをとても楽しん でいるように見えました。そんな先生から最後に、 研究に励む学生たちへのメッセージをいただきま した。「研究では、『分からない』と思ったことを 大事にするといいのではないでしょうか。イグ・ノー ベル賞は『笑わせ、そして考えさせてくれる研究』 に与えられますが、これはある意味『身近だけど 意外性がある研究』とも言い換えられると思いま す。一見して身近なところに、意外な可能性があ る。日常に潜む違和感をくみ取るような気持ちを





村上 久 情報工学·人間科学系 助教

大切にしてほしいですね