植物学×情報学 Crosstalk 【 超人植物学 】

当領域で活躍する情報学、植物学、システム工学の専門家が植物学と情報学の融合研究の可能性についてオンラインで対談しました。



植田 美那子(司会) 東北大学教授 専門:植物発生生物学



中島 敬二 奈良先端科学技術大学院大 学教授 専門:植物発生生物学

Periodicity and its Modulation in Plants

新学術領域研究



稲見 昌彦 東京大学教授 専門:人間拡張工学



塚谷 裕一 東京大学教授 専門:発生生物学・分類学



福田 弘和 大阪府立大学教授 専門:システム工学

植田「今日はよろしくお願いします。植物に対する人間の感覚について、まず私の疑問から始めさせていただきたいのですが、植物工場で作る野菜は植物の形を成してないとだめなんでしょうか?最近では人工肉に対する心のハードルが下がっているっている話も聞きますので、もはや培養細胞やユーグレナのような藻類で作った人工植物でもいいのではないかという気もするんですけど。レタスなどの形がないとだめでしょうか。」

福田「成形というプロセスにも労力やコス

ト、時間がかかりますよね。それに比べると 例えば培養細胞でレタスの葉っぱを作るよりは、初めから葉っぱを作る植物を育てた 方がコストかからないかもしれません。植 物工場での生産の方は外での栽培よりもコ ストがかかりますが、一年中安定的に生産 できますのでトータルで安く済みます。植 物工場は基本的に採算が取れる方向が見え てきているので、今問題なのは実際の生産 における細かい課題ですね。例えば数%の 生育効率に影響するような細かなところを 見つけ出して潰していくことが非常に大事 になっていて、実際そういった研究が多く なっていると思います。」

稲見「小さい野菜が沢山できてしまったときに 3D プリンター技術などで再構成して大きいものにもできる可能性もありますよ。」

福田「VR (Virtual Reality)で野菜を表示して野菜だと思い込んで食べているのに本当はそこにはユーグレナがある、みたいなやり方はどうでしょう。」



稲見「実際にそういった AR (Augmented Reality:拡張現実) ゴーグルを作っている 学生がいますよ。実は本人は体質で豚骨ラ ーメンが食べられないので、仕方がなく素 麺に豚骨ラーメンを映して食べたそうなの ですが、意外と豚骨を食べた気がするらし いんですよね。普通のお肉を霜降りっぽく 見せたりとかもできるんです。特に色は効 果的でダイエットに使う例もあるんです。 サイズを変えるということもできるんです よ。クッキーを少し拡大して表示すると、た くさん食べた気分になって食べる枚数が減 らせるという研究もあります。植物の場合、 ゴーグルで VR を見る以外にもプロジェク ションマッピングで見せる手もありますね。 近い将来、照明がプロジェクターとして機 能するようになれば、視覚に入る周辺のテ



クスチャーをプロジェクションマッピング によって上書きしたり、行動を誘導できる ようになる可能性もあります。」

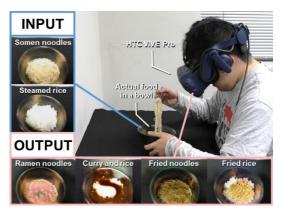
植田「人間拡張技術によって皆の能力が上がると、その人はすでに超人ではなくなってしまうのでは、という意見がありますが、どう思われますか?」

中島「たしかに、生物学で超人と呼べるような先生は既に周りにもいるんだけども、皆がそれになってしまって本当に良いのでしょうかね?これはなかなか難しい問題ですね。」

稲見「ある時期に超能力と言われているものも、皆が使えるようになった時点でそれは能力に変わるので。超人を常人にするのが実は超人化技術なんです。」

中島「それは人間拡張のとらえ方としてコンセンサスがあるのでしょうか?」

稲見「結局のところ、研究者として何をやる べきか、という問題なんです。例えば研究分



素麺をこってりラーメンに変えて映し出す AR技術(画像は奈良先端科学技術大学院大 学博士課程の中野萌士さんより提供) https://signs0302.github.io/index.html

野によっても得意不得意や重要な能力とそうでないものがあると思います。その中である部分はわざわざ人がやらなくても良いものかもしれません。一方で今は能力とみなされてない何かが、将来大きな差異を生み出すようになるかもしれない。」

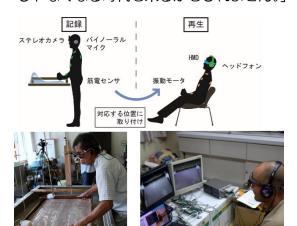
植田「今後大きな差異を生み出すような能力や分野はどうやったら見つかるんでしょうか?」

稲見「それは面白そうな分野を探す能力、いわゆる嗅覚、ですね。ゲームを解く機械学習の中でなかなかうまくいってる例としてcuriosity-driven reinforcement learningがあります。要は好奇心を真似た学習様式です。今までに行ったことのない所を探索していくようにすると様々な種類のゲームを早く解けてしまうんですよね。今まで他の人が探索していない分野にどれだけ興味を持てるかということこそが才能になるのかもしれませんね。」

植田「稲見先生のご講演の中で紙漉をVRで

トレーニングすると効率よく上達するというお話がありましたが、5人中1人だけ全然成長できなかった人がいました。今後そういった技術で教育を受けられる時代になったときに、成長しなかった人は何が足らなかったのか分かるのでしょうか?」

稲見「医療も含め今後多くのものがテーラ ーメイドに近くなってくるんじゃないでし ょうか。得意な学習の仕方は人によって違 うわけですよね。それでも似たような学習 の仕方を得意とする人はほかにもある程度 いるはずです。そういう人がうまくいって るならそのやり方を学んでいけばいいとか、 その研究方法を学んでいけばいい、といっ たように自分に合ったモデルを見つけやす くなるかもしれません。一方で、あるスキル を習得する過程で今まで誰も通ったことの ない学習の道筋も見つかるかもしれません。 スポーツでは今後人間のデジタルな分身を どんどん作って運動を試させていくことに いくことになるだろうという話もよく聞き ます。例えば水泳の自由形が将来クロール じゃなくなる時代も来るかもしれません。」



紙漉きの動作リズムの主観的追体験システム (画像は東京大学先端科学技術研究センターの檜山敦講師より提供)

中島「すぐ上手くなれる人と、なかなか上手 くなれない人の違いをデータとして得るこ とは可能なんでしょうか?習得を早くする 方法があったとして、それに対してすぐに 反応できる人と反応できない人の差をデー タ化することができるんでしょうか?」

稲見「そのメカニズムまで解明しようとするとやはり脳を見る必要がありますが、そこまで深入りしなくて良いなら、ある程度の数の被験者にそういう学習過程をやってもらって、別の事象との相関がないか調べるのが典型的な方法ですね。」

中島「全く関係ない脳の活動や運動能力なんかと相関があるかどうか調べるということですか?!



稲見「そういった相関がみつかると面白いわけですよ。それが因果関係かただの相関かはわからないですが、どういうことが得意になりやすいか分かるかもしれません。」

中島「植物学者の中には人間国宝級の技術をもった人もいるんです。オミクス解析のようなコンピュータを使った技術はだれでもある程度再現出来るんですけれども、組

織のセクショニングとか、生身での実験はなかなかほかの人間では再現できないんです。そういう人々の技術を分析して保存することはできるのでしょうか?例えばセクショニングの上手い人の体の動きをうまく転移できれば、学生さんがすいすい綺麗なセクションを切れるようになるとかね、そういうことはあり得るかと思うんですけれども」



稲見「そういった方のスキルを分析するというのは重要な課題かもしれませんね。中級者ぐらいの方を鍛えるには効果的だと思います。一方で人間国宝クラスの人をさらに上達させることは難しいかもしれません。これはトップアスリートへのコーチングやアシストに出てくる話で、トップアスリートを下手にいじるとむしろ型が崩れてしまうんですよね。」

植田「同じ分野で別ものを学習する場合は どういう風になるんでしょう?例えばコケ を完璧に見けられるようになったら、シダ も何となく分かるようになるのか、全然別 物ですよってなるのか?」

稲見「そこが研究として一番面白いところ ですよね。スポーツにしても、例えばサッカ ーが得意な人が他のスポーツも得意とは限らないですよね。それはスキル転移のしやすさの話だと思うんですよ。それが現状の植物学の様々なスキルで、どれが転移しやすくて、どれが転移しにくいのかというところをきちんと整理することが、まずはその第一歩になりますね。」

植田「植物を見分ける能力は転移しやすいんでしょうか?コケを見分けられる人はシ ダも上手く見分けられるよということなん でしょうか?」



塚谷「これはね、違うんです。分類学者同士でフィールドに調査に行くと、イネ科が得意な人は花が綺麗な植物得意じゃないんですよ。僕なんかは花が綺麗な方が好きなのでそっちは得意なんだけど、イネ科はよく分かんないねって誤魔化すんです。イネ科が得意な人は逆に花が綺麗な植物はみんな綺麗で分かんないって言うんです。見てるとこが違うんですよね。」

植田「なるほど。全く違うもんなんですね。」

稲見「これはどういうデータセットを学習 してきたかという、まさに機械学習的な話 ですよね」



ボルネオにて調査を行う塚谷裕一教授

植田「塚谷先生は植物を一目で見わけられるとのことですが、いつ頃からその境地に至ったのでしょうか? どんなふうに学習していったのでしょうか?」

塚谷「たぶん小さい時からですね。中学生の時に当時持ってた子ども用の図鑑で一通り日本の身近な植物を覚えたんですよね。それが後から見た時によくこんなもので分かったなっていうくらいちゃちな絵しか載ってない図鑑で。その後旅行に行ったときに実物を見つけて、これがその植物だって分かったんですけど、帰ってきて図鑑を見てなんでこの絵でこの植物が分かったんだろうって自分でも分からなかったですね。たぶん特徴を抽象的に覚えてるんだと思います。」

中島「塚谷さんの図鑑は似顔絵と一緒で、ちゃちに見えて非常に重要な部分が上手く描かれていたんではないですかね。本当にち

ゃちだったんですか?」

塚谷「ちゃちでしたね〜。牧野図鑑みたいな精緻な図では全然ないんですよね。色はちゃんとしてるんだけど、形が適当に描いてあって。たぶん絵を描いてる人はその人が大事だと思っている所をしっかり描いて、どうでもいい所は適当に描いてるんだと思うんです。」



中島「図鑑は写真じゃなくて絵がいいって 言われてるのはたぶんそういうことなんで すね。|

稲見「そこは研究としても面白いですね。図 鑑より写真の方が分かりにくい、ということは例えば人の分別機を鍛えるためには写 真のセットをたくさん学習させても実は効 果が低いのかもしれません。どういう風な 前処理をして学習させれば分別しやすくな るのかのヒントを頂けたような気がします。 お年寄りに昔のことを尋ねる時も、当時の 写真を出すよりも、それっぽい絵を見せた 方が記憶をうまく戻してくれるということ があるんです。事件で犯人を指名手配する 際に犯人の写真を出すよりもあえて曖昧に 見える絵を出したほうが良いという話も聞 きますね。」 植田「最後に、性能の良い顕微鏡が使えない、高い解析技術もないといった場合に、人間拡張技術を使って解決することができるのか、どうでしょう。」

中島「実は顕微鏡そのものが人間拡張技術だ、と稲見さんに言われてあぁなるほどね、と思ったんですよね。ただ非常に高性能な顕微鏡を使える研究者は限られてしまっているので、最先端の顕微鏡という人間拡張は一部の人しか体験できない状況なのですが、人間拡張技術で本来備わっていない性能が機器に加われば素晴らしいですね。」

稲見「機械学習は、もはやほぼ全ての分野の人たちに道具として使われ始めています。 そこまでいかないと研究分野全体に貢献したとは言えませんし、技術として完成したとも言えないと思うんですよね。今はまず成功の事例をいくつか積み重ねられればという段階で、その中で再現良く活用できそうとか、この分野の内外で広く使えそうなものができればと思っています。」

植田「本日はありがとうございました。」

謝辞

AR 技術の画像をご提供下さった中野萌士氏(奈良先端大)、主観的追体験システムの画像を提供下さった檜山敦講師(東京大学)に御礼申し上げます。

編集

新学術領域研究「植物の周期と変調」広報

本記事は 2020 年 9 月 19 日に開催された日本植物学会 第 84 回大会(オンライン開催)におけるシンポジウム 「超人植物学」での総合討論を編集したものです。