



# シンギュラリティ生物学

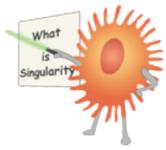


**News Letter No. 3**

*May, 2021*



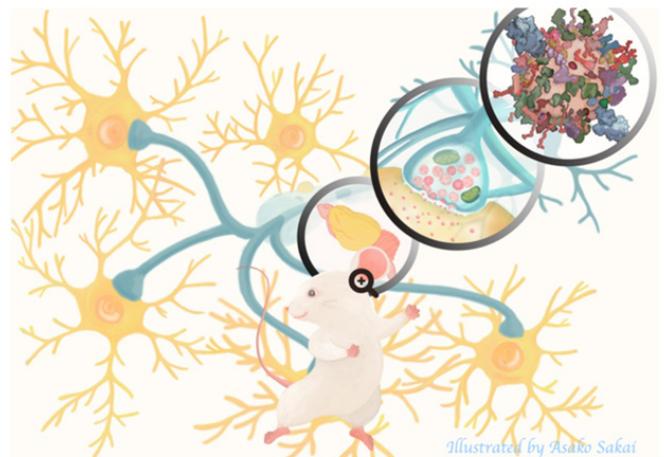
## 目次



領域代表あいさつ「中間評価を終えて」：永井健治 .....	3
〔対談〕細胞ダイバース領域／シンギュラリティ生物学 .....	4
2021~2022 年度公募班 .....	13
AMATERAS の共同利用について .....	15
シンギュラリティ Web 交流会 .....	17
領域活動 .....	19
シンギュラリティな瞬間（とき）：小松崎民樹 .....	22
今後の予定 .....	24

### 木も森も見るイメージング：“AMATERAS” を用いた共同研究を公募しています

本領域で開発したトランススケール  
スコープ AMATERAS ( A Multi-scale/  
modal Analytical Tool for Every Rare  
Activities in Singularity ) を利用した  
共同研究を募集しています。詳しくは  
p15-16 をご覧ください。





## 領域代表あいさつ



大阪大学産業科学研究所

永井 健治

## 中間評価を終えて

本領域は2018年9月にスタートし、早いもので2年半が経過しました。2020年11月11日には中間評価ヒアリングがあり、大浪さん、岡崎さんと共に参加しました。本来であれば文科省に赴くのですが、コロナ禍ということもありオンラインでのヒアリングとなりました。中間評価の際にまとめた資料では、当領域発表論文は179報、共同研究は60件に上り、うち14件は既に論文として発表済みでした。国際学会での招待講演も63件に上りました。まずまずといったところです。しかし何といても最も大きな成果はトランススケールスコープ AMATERAS の1号機が完成したことでしょう。中間評価ヒアリングではそのことを重点的に説明しました。評価委員の先生方からは「シンギュラリティ細胞を見つけて現象を理解するには、最適な生物実験系で、最適のプロブを設計・選択し、適切な時間スケールで計測する必要がある。後半は、本当に必要な実験に集中し、シンギュラリティ現象の理解に注力して研究を進めて頂きたい」「AMATERAS やシンギュラリティ生物学をキーワードとして前面に出した論文をどんどん出していただきたい」というコメントがつけました。超批判的な意見ではないものの、確かにまだまだ不十分であることは否めません。とはいえ幸いにも、坂内さんが武州白子熊野神社にお参りして祈願して下さったお陰で（写真参照）評価はA判定（研究領域の設定目的に照らして、期待通りの進展が認められる）を頂くことができました！今後は領域全体が一丸となって、シンギュラリティ生物学の本質的問いである「外れ値」的な特性を有する個性豊かな細胞（シンギュラリティ細胞）が如何にして生まれるのかを明らかにするとともに、シンギュラリティ細胞によって引き起こされる生命システムの爆発的・劇的な転移の原理・メカニズムの解明にも取り組んでいくことが肝要です。後半戦は公募班が一新し、新たなシンギュラリティの芽生えとして外れ値的な個性が多数参入してきます。前半はコロナ禍の影響で不十分な領域運営となりましたし、後半戦もしばらくは不自由な運営が続くと予想されます。しかし、工夫次第でその不自由さは何とかなるはずで、多くのシンギュラリティを生み出すために個性と個性のぶつかる機会をもっと増やしたいと思います。そして当領域が学術界に爆発的相転移を引き起こすリーダー的な存在となって、コンセプトに賛同する多くのフォロワーを獲得し、大きな旋風を巻き起こしたいと願わずにはられません。





## 対談


 〔対談〕細胞ダイバース領域 / シンギュラリティ生物学


日時：2020年6月2日 13:00~

場所：オンライン (zoom & Google doc)

参加者：堀川一樹 (シンギュラリティ生物学)、市村垂生 (シンギュラリティ生物学)、  
久保田晋平 (細胞ダイバース)、高木舜晟 (細胞ダイバース)

司会：高里実 (シンギュラリティ生物学 / 細胞ダイバース)

モデレーター：坂内博子 (シンギュラリティ生物学)、洲崎悦生 (細胞ダイバース)

**高里**：本日は、皆様お集まりいただきましてありがとうございます。私は理化学研究所の高里です。進行を務めさせていただきます。シンギュラリティ生物学と細胞ダイバースの両方に参加させていただいています。今回は若手研究者の対談ということで、ダイバースとシンギュラリティ両方の領域から二人ずつ呼び出して、合同ワークショップに参加して、どんな興味を抱いたか、お互いのどんな研究に興味を持ったか、というような話を中心に対談を進めていきたいと思えます。あともうひとつ、進行としましてシンギュラリティ領域の坂内先生をお願いしています。自己紹介よろしくお願ひします。

**坂内**：シンギュラリティ生物学の坂内と申します。1月にダイバース領域とシンギュラリティ生物学で合同のワークショップをやりまして、そこですごく議論が盛り上がったのを今もよく覚えています。そこで今回は両領域の若手が集まりまして今後の展望について話せたらいいなと思い、細胞ダイバースの洲崎先生とこの会を企画しました。本日はよろしくお願ひいたします。

**高里**：では、参加者のご紹介したいと思いますけども、細胞ダイバースからは高木さんと久保田さんが参加してまして、簡単に自己紹介お願ひできますでしょうか。まずは高木さんからお願ひします。

**高木**：東京大学 D1 の高木です。細胞ダイバースでは公募班の岩見真吾先生のもとで研究を行っています。私は主に数理モデルやコンピュータシミュレーションを用いたがん細胞やウイルス感染細胞の細胞群の挙動の解析を行っていて、この領域では成人 T 細胞白血病のクローン多様性がどのように病態に影響するかという研究に取り組んでいます。よろしくお願ひします。

**高里**：続きまして久保田さんお願ひします。

**久保田**：東京大学の宮園研究室で研究員をしている久保田晋平です。東京大学の上田研究室で大学院生として全身・全臓器透明化技術の開発に取り組んでおり、現在は組織透明化技術を用いて癌転移メカニズムの解明に取り組んでおります。シンギュラリティ生物学の前身の新学術領域である少数性生物学の頃から、非常に面白いグループだと関心を抱いていたので、1月の合同ワークショップはとても楽しませていただきました。

**高里**：続きまして、シンギュラリティ生物学からは堀川さんと市村さんのお二人に参加して頂いております。堀川さん最初に自己紹介お願ひ致します。

**堀川**：合同会議のプレーストーミングでお話をさせていただきました堀川です。今日は記憶を呼び起こしながら、みなさんと楽しく話ができればと思ってます。やってることは社会性アメーバの自己組織化です。発生屋なので、何もないうちにパターンができる過程の一番最初を見たいということで、市村さんらとともに AMATERAS (A Multi-scale/modal Analytical Tool for Every Rare Activities in Singularity) (注) で誰も見たことがない圧倒的なスケール感での発生



## 対談

現象を観察をしています。

**高里**：続きまして市村さんお願いします。

**市村**：大阪大学の市村です。シンギュラリティ生物学の総括班で、広い視野で細胞を見る顕微鏡、通称「AMATERAS」の構築を中心にやってる人物です。応用物理学や分光学がバックグラウンドで、自分の研究の柱になってるのはマニアックな分光計測、ラマン分光とかブリルアン分光とかをやってきました。その流れもあって、光で生物のいろんな情報を光で取り出してやろうという事を色々やっています。細胞ダイバースとの合同会議から5か月ぐらい立ってるんで、若干記憶が薄れちゃってるんですけども頑張ってるのでお話しさせていただきたいと思います。よろしくお祈りします。

**高里**：ありがとうございました。まずは、今タイムリーな話として、新型コロナウイルスの感染拡大がありまして、今現在も継続してるんですけども、こちらのお話から進めたいと思います。最先端の研究をされている先生方達が、自分達の研究はおそらく今現在止まってると思いますけども、この対談を読んでいらっしゃる読者の皆さんにも非常に参考になると思いますので、自分の研究体制を変えたと変わったとかそういうアイデアについて、もしありましたら教えていただけたらと思います。市村さん、自分の研究について、今まで通りの研究はできるのか、それとも今、自宅待機の体制とかで、取り組みが変わった点があるかどうかを聞かせていただけたらと思います。

**市村**：大阪大学は、そろそろみんな大学に来て研究をし始めてる状況です。自粛期間中は実験はストップしましたが、ちょうど論文を書いたり解析したり自宅ですること多かったので、研究が止まったというほどではなかったです。おそらく今後ですね、次の冬に同じことが起こることを予想しておかないといけないと思っています。11月ぐらいから始まったら非常に長いじゃないですか。だから今年は4ヶ月ぐらいしか実験できないかもしれないと考えて実験計画を立てないといけないなと思っています。それと、ウイルスや感染症を対象にした研究を考えないといけないと思って、このイメージング装置で感染症対策に対して何ができるかということは議論してました。

**高里**：ありがとうございます。実際にコロナウイルスに対する研究に多少でも contribute するという意識を持っていて、非常に素晴らしいと思います。機器とか顕微鏡とかツールを開発する研究の場合、色々な新しいことにチャレンジしやすい環境にもあるのかなと思いました。他に例えばダイバースから、久保田さんいかがでしょうか。

**久保田**：新型コロナウイルスの拡大によって実験は止まってしまいました。また東京大学が4月上旬から活動制限レベル3になると同時に保育園も休園になり、リモートワークもなかなか難しかったです。画像解析などは家にいても行えるように環境を構築していたので、以前に取得した画像の再解析などは行うことができました。

**高里**：シンギュラリティの堀川さん、今回のウイルス騒動で、研究に対して意識や体制が変わったっていうことはありますか？

**堀川**：徳島は、日常生活も込みで変わったことはほぼありません。とても幸運な状況で研究できてますし、皆さんの対応はやがて徳島も大変になった時に参考にさせてもらうよう興味深く聞いています。

**高里**：ありがとうございます。情報があまりにも少なすぎて、どう行動すればいいのか、我々自身もわからないというのが実情だと思います。高木さんはいかがでしょう。

**高木**：実は僕もそんなに変わってはいなくて、というのも基本的に解析は自分のコンピューターでやっているんで、家でも何ら差し支えなくできるんですね。ただ、計算の規模によっては大学のPCを使いたいことがあったので、そこに関しては外からアクセスできるように設定したり、オンラインストレージみたいなものを拡張してデータをそこでずっとやり取りができるようにという環境を整えました。あとは、気軽に議論できる環境ってやっぱりいいなと思って。パッと思い浮かんだ事とかちょっと浮かんだ疑問とかそういうことをすぐ研究室にいれば隣にいる学生とか先生とかと相談





## 対談

したり議論したりできるんですけど、それが少しやりづらいのかなとは思いました。

**高里**：例えば私のところでは、オンラインチャットツールの Slack を導入し、リアルタイムでコミュニケーションができるようにしました。色々な研究室のやり方を参考にしました。

**高里**：それでは次の話題に移ります。我々は1月に細胞ダイバースとシンギュラリティの JOINT workshop を開催しました。そこで双方の研究者たちがお互いの研究を発表し、実際どういう共同研究ができるか、お互いにどこに興味の共通点があるかという事を共有する、非常に良い機会となりました。皆さんには、この JOINT workshop に参加した率直な感想をお聞きしたいと思います。まずは、ダイバースの高木さんからお願いします。

**高木**：僕自身は、数理モデルを扱ってる関係上、こういったワークショップはどこに参加しても新鮮というか異分野なので、ある意味いつも通りではありました。でも、やっぱり違うコンセプトの二つの領域が議論してるのがすごく面白くて。どこでどうすり合わせていくか、融合していくかっていうブレインストーミングが最後にありましたよね。解析自体の親和性とかは自分はよくわからないので何とも言えないんですけど、概念的な所で言うと、融合というよりは合体じゃないかっていう感じがして。お互いの何かを利用して混ざり合うというよりは、ダイバースは平均的な、大局的な挙動を見ていて、シンギュラリティはニッチって言ったらちょっと言い方違うかもしれないですけど、特異な部分を見ていて、その二つを両方ともカバーできると、バランス良くというか、全体的な現象を見れるのかなと思っていて、そういう意味で今回のワークショップみたいな意見交換の場があると普段お互いが見てない部分が見れて面白いのかなって風には思いました。

**高里**：ありがとうございます。シンギュラリティの堀川さん、どうでしょうか？

**堀川**：両者はよく似ているが、全く同じものかと言われると同じではない。ねっこにあるコンセプトで違いを感じた、という感想ですね。

ダイバースはプレイヤーが多様で、それらの内部状態を細かく分析して、どういう相互作用してるかという立ち位置。シンギュラリティはそれらのシステムがどうやってうまれるかというスタンスでしょうか。



**高里**：ありがとうございます。私の記憶だと、ワークショップで堀川さんがおっしゃってたリーダー細胞の話が非常に面白くて、そのようなコンセプトはまさにダイバースにはなくてシンギュラリティの研究者の方にはあるコンセプトであると、印象的に感じました。久保田さんはいかがでしたか？

**久保田**：シンギュラリティの領域で開発されているそれぞれの要素技術に関して、すごく楽しませていただきました。AMATERASをはじめとして発光イメージング系や超音波イメージングなどの技術は、シンギュラリティとダイバースで研究対象は異なりますが、それぞれの領域で応用が利く技術だと思うので協力、議論を重ねたらより良い研究を行えるのではないかなと参加しながら考えていました。

**高里**：シンギュラリティの市村さん、ご感想いかがでしょうか？

**市村**：高木さんと堀川さんがおっしゃってることにほぼ同意です。それを踏まえた上で、僕の場合は計測という立場から、実際使ってる計測方法がそれぞれシンギュラリティとダイバースで違いがある点に着目しました。思考実験的には、オミックスもできるしイメージングもできる、スーパーイメージング装置みたいなものがあったら、この二つの分野っ



## 対談

てのは分かれる必要はないのかなっていうことを考えていました。現実的な計測技術で同時に実施できないため、研究対象として分かれているだけなのかなって思いました。計測に軸足を置いている自分だから勝手にそう思ってるだけで、観察対象に軸足がある人には当てはまらないと思いますが、本質はかなり近いものがあると思います。高里さんの場合が一番顕著だと思っていて、一つの生物対象に対して両方の切り口で両方の領域に参加されてるわけですけども、一連の流れとして全部込み込みですべてが見えるような装置があったら、もう分ける必要がないじゃないですか。だから、計測装置が分野を分けてるのかなと思いました。

10年、20年後に、もしものすごい計測装置が  
できたら、この二つの分野はひとつの分野に  
なるのかなって思ったりしてます。



変なこと言ってると思うんですけどもどう思いますか。

**高里**：私の場合は、細胞ダイバースでは1細胞解析をメインに行って、シンギュラリティの方ではライブイメージングで細胞の挙動をみるということをやっています。1細胞ごとの挙動とオミックス情報がミックスして計測できるようなテクノロジーがあれば、両方とも解決してしまうというのはおっしゃる通りだと思います。

**高里**：ここまでのところ、建設的な意見がかなり多かったと思いますが、逆に次の課題として、分野融合ということ考えた時に、逆にちょっと足りないところがあるとか、もうちょっとこういう風にすれば歩み寄れるんじゃないかというような感想を聞きたいなと思ったんですけども、高木さんどうですかね。例えば、お互いの研究発表を聞いててとてもよくわかったとか、もうちょっとお互いに理解し合える部分があったかなとか、研究発表って自分たちの言葉で喋るので、相手の言語がちゃんと理解できたかなとか、そういう点についてはいかがでしょうか。

**高木**：そうですね、僕が勉強不足なところもあって、実験の話などはなかなか難しい部分もあったんですけど、一番最初の方に出てきたリーダー細胞の話が非常にわかりやすく、誰が見ても何が起ってるのか分かると思うか、本当に面白いなと思って。どんな細胞もリーダー細胞の資質を持っているわけではなく、誰でもなり得るっていう状態でしたっけ？

**堀川**：リーダー細胞の起源ですね。僕もとても不思議に思ってますが、リーダーを決める仕組みはまだわかってません。もともと等価な細胞群からランダムにリーダーが決まるのか、協調的な走化性を始めるずっと前に運命決定されているのかAMATERASを使って解析しているところです。

**高里**：堀川さんはワークショップに参加した後、お互いの話でちょっと分かりにくかったとか、ダイバースとシンギュラリティが共同研究する際に、お互いに歩み寄った方が良いなという点は気づきましたか。

**堀川**：細胞ダイバースでは、対象となるシステムを徹底的に分析し、そこには多様なプレイヤーがいるということを皆さん明らかにされようとしてるように見受けました。シンギュラリティ領域ではそれほど多くのプレイヤーを想定していないので、細胞ダイバース的なシステムのユニークさとか強調してもらえるとより接点を見出しやすかったかなと思いました。

**高里**：今のお話は、お互いの領域のこういう話題が面白かったなという話にも通じてるんですけど、シンギュラリティの市村さん、ダイバースの方でこういう話題が特に印象に残ったとか面白かったなっていう話題で記憶に残っている



## 対談

ものはありますか？

**市村**：血清じゃなくて人工物で造血幹細胞を制御するっていう話（東大医科研の山崎先生）が印象に残ってます。僕みたいな生物は素人で物理とか化学を専門にしている人間というのは、ピュアな系を信奉しがちなところがあって、理解しやすいだろうなという思いがあります。それに幹細胞っていうのは僕が扱った数少ない生物のうちの一つなので、そこは面白いなど。こういう生物の複雑さを出来るだけ排除できる手法は、パラメーターを振りやすいので計測とも馴染みがいいと思いながら聴いていました。

**高里**：あの研究は非常にインパクトが大きかったですね。ダイバース側から久保田さん、シンギュラリティ側で非常に記憶に残ったなっていうトークがありましたか？

**久保田**：AMATERASの開発をされている市村さんのお話は記憶に残ってます。発表後の交流会で開発経緯に関する詳細を聞いたのでありがたかったです。大浪先生の画像解析に関して理解が不十分だった点があったので、もう少し話を聞けたらよかったなと考えています。また顕微鏡作製を行われている渡邊先生や、全脳イメージング手法を開発されている橋本先生の話も機会があればお聞きしたいです。

**高里**：お互い分野はかなり似ていますが、見る物だけでなく言語も違う可能性があるという話がありました。でも、実際言語もそんなに違わなくて、発生物学の先生方が多かったので、私としてはどちらもわかりやすいトークが多かったなと感じました。次の話題にしたいんですけど、特にシンギュラリティ側でAMATERASという非常にユニークなマシンを開発されてる話がありまして、AMATERASについて市村さんに聞きたいのですが、AMATERASってどんなことができるのかを少し教えていただけますでしょうか。

**市村**：現状のスペックとしては、1 cm ぐらいの視野内で、1 細胞レベルの空間分解能でライブイメージングができます。この先にあるのは、もともとAMATERASは、センチメートルスケールの視野内の全ての細胞を見ることを謳っています。たとえば、マウス体内を全部見るとかですね。理想的には、それに向かって装置を改良していくんですが、作ってる人間としてはなかなかハードルが高いと感じています。現状は奥行き分解能がない2次元イメージングなんですけれども、3次元のイメージングができるように共焦点系を組み込んでいきたいというのが現実的な次の一歩だと思ってます。それにプラスして、1細胞をピックアップする装置を組み込んで、イメージングで見つけた特徴的な細胞を取得して例えば発現解析をしましょうというの、近いところにある次の一歩だと思います。

**高里**：例えば、イメージングした後に今お話しされたような特徴的な細胞を見つけるために、おそらく機械学習などを利用したイメージング解析をしないといけないのだと思うのですが、これは市村さんご自身でされているのでしょうか。それともシンギュラリティの他のメンバーと組んで画像解析の部分を実施してるのでしょうか。

**市村**：私自身でできることもあるんですが、最終的には大浪グループにお任せする形になると思います。話し合いながら進めているところです。やっぱり細胞数が非常に多いんで、一個一個の細胞を人間の目で見るとのはもう不可能なので、そういう機械学習との融合は必須で、早く進めたいなと思っています。

**高里**：ダイバースの高木さん、今の話を聞いて使ってみたいアイデアとかありますか？

**高木**：そうですね。生きたまま複数の情報を時系列で取れるとなると、例えばシミュレーションをやる上では現象のトレースできてるか、将来的な予測がバッチリ合っているかというところを検証しないとイケないんですけども、その情報を取る時って、実験の時に1回そこで細胞をつぶしてというふうになるので、時系列データを取るときにどうしても別個体になるって問題を避けられないんですよね。その点で精度の高い検証ができそうだなと漠然と感じました。

**高里**：例えば、高木さんが今やってらっしゃる研究内容との親和性はどうでしょうか？

**高木**：頭の中でなんとなく考えてることなんですけど、細胞内の遺伝子発現動態とかそれがその最後にダイレクトに影響を与えて細胞が動くみたいなシミュレーションを、実験に併せて構築したいと思っています。細胞株育てて薬かけてという風に細胞内情報の変化が出るのか見たいと思っています、でもそれってさっきも挙げましたけど例えば1日目と2



## 対談

日目と7日目のデータ取りますとなった時に、この1日目と2日目と7日目の細胞ってのは全部別物になっちゃうんですよね。それでどうしてもそこで平均的な挙動で見るとなくなっちゃうので、それこそシンギュラリティじゃないですけど、一つの細胞群に着目してどういう経歴をたどったかっていうところも重視するという意味では、

もし AMATERAS で細胞内情報を時系列で見ることができるのであれば、平均的な挙動だけでなく色々なパターンについて網羅できるのかなど。



**高里**：平均的な挙動と言うと、通常は n を沢山とってその平均を見てバラツキを見ることをしてるんですけども、この AMATERAS も結局 n は沢山とる必要はありますよね。毎回毎回少しずつ挙動が違うんだけど、こういう特性を持った細胞はこういう挙動に進みやすい、というようなデータをとるためには n が必要と思うんですけども、堀川さんいかがでしょうか。

**堀川**：市村さんに何例も何例も撮ってもらってる状態です。

**高里**：そうすると、AMATERAS の運用はかなり労働力的に大変と想像します。例えば細胞ダイバースと一緒にやろうとすると、結構人手が足りなくなってしまうそうですね。

**市村**：高里さんのご指摘は仰るとおりで、マンパワーや時間的に結構問題はありますね。特にこの研究の場合データサイズが大きいので、計測用パソコンから解析用パソコンにコピーするだけでも非常に時間がかかります。ファイルを開くのにも時間がかかります。そういう面で、人的リソースも含めての環境整備が未だに完全にはできてないです。

**高里**：共同研究する際のリソースとかはやはり限界があるということですよね。

**市村**：面白い話があったら是非やりたいですけども、やはりマンパワー的に限界があって、なかなか安易には受けにくい状況です。また、今のところ装置が一台しかないのですが、理想的には開発機と応用機が別にあった方が研究が進めやすいです。

**高里**：例えば、既存の顕微鏡等をちょっと改造したりとかして、AMATERAS を量産する的な計画はあるんでしょうか。それとも、そういうことはそもそも難しいんでしょうか？

**市村**：今の AMATERAS 装置は、いわゆる既存の生物用顕微鏡で使われるものを使っていないので、ただちに量産するのは難しいと思います。

**高里**：細胞ダイバースの久保田さんは、例えば AMATERAS を使ってこんなことしてみたいなっていうアイデアをお持ちでしょうか？

**久保田**：シンギュラリティの橋本先生たちが開発している、



全脳 1 細胞解像度で見るとの手法は、1 細胞オミクスとの接続性が良いと感じていて、これらの技術の融合に AMATERAS が非常に有用なのじゃないかと考えています。



## 対談

その様な技術が今後実現するのであれば、細胞ダイバースだけでなく様々な研究領域にインパクトを与えたいと思います。実現するのは難しいと思うのですが、発光イメージングで1細胞を検出できるようになってきているので、個体をライブで見たいなどは思っています。

**高里**：今のお話で思い出したんですけども、シンギュラリティでは二次元がメインでそのレアなイベントを見るという事をされていて、ダイバースの方は三次元組織を主に扱ってるんですけども、実際はその三次元的なサンプルを処理するための計測装置を持ち合わせてる人はほとんどいない。ダイバースの中には透明化の研究をされている先生もいて、透明化して三次元の組織を沢山見る事はできるんですけども、ライブでその三次元の細胞同士のインタラクションを解析するのはまだ技術的には難しいと感じました。今後、ダイバースとシンギュラリティのインタラクションができるとしたら、そういう三次元の組織をライブで観察して、そこからシンギュラリティなイベントを解析するというような視点があるのかなど、個人的に思いましたけども。堀川さんいかがでしょうか

**堀川**：おっしゃる通りだと思います。もちろん細胞ダイバースに限らず、シンギュラリティでも三次元組織の経時観察を目指しています。ただし相当ハードルが高いことなので、装置開発してくれる市村さんたちが「これは何としても作り上げよう」と思ってくれるほどの問いと現象を実験屋が提供できるかっていうのがとても重要です。ただし、2Dでも暴力的に大きなデータにヒイヒイ言わされてる状況なので、これが3Dになるととても人の手に負えるようなデータではなくなります。ビックデータ解析など情報処理の観点から新たなコラボを展開させるいいきっかけにしたいですね。

**高里**：ありがとうございます。それではちょっと市村さんにお聞きしたいんですけども、細胞ダイバースの研究対象で、AMATERAS で見てみたいという研究はありましたか。先ほどは、造血幹細胞のお話は出ていたみたいですけども。私のケースだと腎臓オルガノイドを四次元的に解析するのはひとつの面白い研究対象と思うんですけども、市村さんの的には、こういうマテリアルを提供してほしいな、解析したいな、っていう相手はございますか。もちろん架空のマテリアルでもいいんですけども、こういうものだったら計測する価値があるな、という。

**市村**：ダイバース領域で研究対象にしている方がおられるかわかりませんが、ES 細胞や iPS 細胞の分化におけるヘテロジェナイティの研究に対して、この顕微鏡が貢献できると思っています。同時にたくさんの細胞やコロニーを時間を追って観察し続けられると思っています。細胞の多様性を見るという点においては、ダイバースに近いかもしれないし、コロニーの状態が一気に遷移するシンギュラリティ現象を見ることもできると思います。この顕微鏡のちょうどよい用途と思います。

**高里**：ありがとうございます。坂内先生から何かございますでしょうか。

**坂内**：細胞ダイバースのプレゼンテーションを聞いていて、全身を全部見なきゃいけないような現象を扱っていると感じました。最近、臓器間連携というようなことも注目されています。例えば脳の認知症と腸内細菌などといったようなことです。シンギュラリティはまだそこにどうアプローチしていいかわからないのですけれども、細胞ダイバースの発表を見ていたら、何かもう答えを持っていらっしゃるのかなという気がしました。久保田さんは特に全身透明化ということをやっていらっしゃるんですが、臓器や全身を含めた生命現象っていうのに、何かどんなアプローチをしていくかとかアイデアはありますか？



**久保田**：組織透明化手法は生命現象を調べる入口として非常に有用な手法だと考えています。現在は組織透明化手法を用いて少数の細胞が個体内で引き起こす表現型を観察したいと考えて研究に取り組んでいます。仮説に対して適切な動物モデルを考え、全身・全臓器イメージングし実際にその少数の細胞がそもそも存在するのか、存在するとしたらそれがどういう機能をしてるのかっていう風にアプローチをしています。ただ実際には少数の細胞が非常に重要であるっ



## 対談

ていう現象を見つけることは結構難しく、この研究アプローチが適切なのかどうかに関しては少し悩んでいます。

**坂内:** 高木先生は数理モデルを使っていらっしゃいますが、そのファクターとなる、プレイヤーとなる細胞がすごく空間的に広がっていた場合にも、数理モデルで扱うことができる問題なんでしょうか？

**高木:** それは面白いですよ。学会などでもご指摘をいただくことがあって、実際、例えば大腸がんの転移の数理モデルの時には、その空間的な広がりというものは考慮しています。ただその細胞が移った先でその周りの環境によってどう変わるかっていうところまで考える時に、どうしてもその臓器の情報のある程度しぼることになります。例えば坂内さんがおっしゃっていた認知症と腸内細菌の関係となった時に、腸内細菌の方は割と具体的に定義できるとして、脳の方でどの要素を取捨選択するかというのは検討が必要になりますね。なので一応アプローチとして可能ではあるんですけどいわゆる“間違っていない”というところまで持っていくとなったときに疑問が残るという感じですかね、解析量の限界と僕の今の知識の範囲で見ると。

**坂内:** ありがとうございます。何を測るべきかが、まだわかってない状況？

**高木:** シミュレーションはある意味何でもできてしまう、何でも言えてしまうんですけど、やはりより現実の現象に沿ってとなると、ファクターがどれくらい絞れているかによって変わってきます。例えば、今やっている HTLV 1 による成人 T 細胞白血病の発症というのは、がんは基本的に本当にいろんな要因があるので一概にこれが原因でこういう風に広がっていくのは難しいんですけど、この白血病に関してはウイルス感染という強力な起因があるので、そこに焦点を絞ってシミュレーションできる、という部分があるんですよ。ただ逆に、例えば現象を制御するいくつかのファクターが候補に上がってるときに、どれが一番影響を与えているかというのを数理モデルやシミュレーションで検証したりということはできます。

**高里:** ありがとうございます。これまでのところ、ダイバースから見るとシンギュラリティの技術とか、シンギュラリティ的な視点をぜひ取り入れたいという感想が多かったんですけど、非常に参考になりました。最後に、皆様から一言ずつ願います。

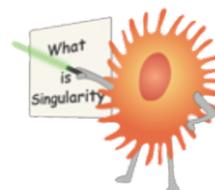
**久保田:** 今回のような合同ミーティングは、シンギュラリティ班の考え方を学ぶうえでも、シンギュラリティ班で開発されている技術を学ぶうえでも非常に有用だったと思います。共通する要素技術などもあるため、今後もこの様な交流の機会があればぜひ参加させていただきたいと考えています。

少数のがん細胞とがん微少環境を構成する多様な細胞との相互作用を、組織透明化手法を用いて明らかにしていこうと考えているのですが、シンギュラリティで開発されている解析技術もフォローさせていただき応用させていただければと思います。

**高里:** ありがとうございます。高木さん、最後一言いかがでしょうか

**高木:** 最初の繰り返しにもなっちゃうんですけど、違うコンセプトを持って同じ現象を観ている2領域が議論しあうというのは面白かったですね。今日の対談で出てきた「計算技術の違いによって領域が分かれている」というのもスッと落ちました。やはり、それぞれが違う視点で補い合う、という形が取れるという点で非常に貴重だったんじゃないかと思います。

私個人の関わり方でいうと、やはり数理モデルは究極的には平均的な挙動を見ていることが多くて。ここから得られる情報ももちろんたくさんあるんですけど、いわゆる“外れ値”というか、特殊な挙動を示すものに対しても、もっと見ていく必要があるなということが再確認できましたし、そういった議論の場としても、なかなか用意していただくのは大





## 対談

変かと思いますが、個人的にはあると嬉しいなと思います。

**市村**：融合ができたらもちろんいいんですけど、あまり堅く考えずに気軽に情報交換できる機会を持てたらいいなって思いました。それから、一つ別の観点として、この二つの領域の共通点としてデータが多いということがあると思います。多変量データだったり多画素イメージだったり。そこから、統計的に意味のある情報を抽出する数学的手法は重要だと思います。最近流行の深層学習とか AI ではなく、クラシカルな統計数学で理解することがまだ結構重要じゃないかという思いを持っていて、そういう解析手法に関しての情報交換もできるのではないかと思います。

**高里**：最後、シンギュラリティの堀川さん一言お願い致します。

**堀川**：細胞ダイバースもシンギュラリティも共に魅力的な領域ですが、こういう活動を続けていくためには若い人たちの参入が必須です。今日は若手ってことで呼ばれたみたいですけど（笑）、可能性を秘めた若い人たちをどうリクルートするのか考えてます。今回の合同会議と対談を通して、細胞ダイバースの若手の方々がシンギュラリティに関してどんな興味を持ってきてるのかっていうのがわかったことがとても有意義でした。シンギュラリティ領域としては細胞ダイバースの方々に加えて、その向こう側にいるよりたくさんの人たちに向けてこんなことをやってるよというアピールをしていきたいですね。AMATERAS で取得されたデータの美しさスケール感には圧倒されます。こういう感覚をみなさんと共有できるように学んで、データ公開のプラットフォームを整備するなどしていろんな領域が何をやってるのかっていうのをクイックに知れるような領域間連携みたいなのが今後できたら、新たな若い人たちを呼ぶ呼び水になるのではないのかなと思いました。ありがとうございます。

**高里**：今回の対談を通して私が感じたのは、冒頭で高木さんがおっしゃったように細胞ダイバースは大局的な面から細胞の多様性という点にフォーカスして研究し、シンギュラリティは個々の細胞の特徴からその特異性を見出して、その特異性が生命現象にどう影響を与えるかという点を追求している点。

同じ生命現象を見ていても、それをどう切り口で解析するかという違いが、解析する手法や、解析装置の違いとなる。



これまでは、お互にどういったイデオロギーや解析手法を用いて研究を進めているかというのを良くわかってなかったのですが、今回のジョイントシンポジウムを開催することでお互いの研究姿勢を良く知ることができ、自分の研究にも取り入れたいという良い機会になったと思います。今後も、研究協力という形で二つの新学術領域が絡み合って研究を進めていけたら良いと思いました。みなさま、本日は有意義な議論をありがとうございました。

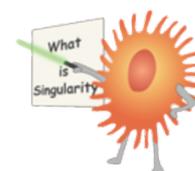
(注) AMATERAS (A Multi-scale/modal Analytical Tool for Every Rare Activities in Singularity) はシンギュラリティ領域で開発中のイメージング装置。AMATERAS により、マイクロな精度でマクロな時空間動態の解析を可能にし、「マイクロからマクロをシームレスにつなぐ」真のトランススケール解析を展開することを目指している。



## 研究組織

## 2021~2022 年度公募班

A01 班		
北大・医	藤岡 容一郎	カルシウムシグナルが駆動するウイルス感染のシンギュラリティ現象の解析
東大・先端研	太田 禎生	接着シンギュラリティ細胞の動態から分子まで捉えるネットワーク化計測
東京医科歯科大・難治研	難波 大輔	幹細胞培養系に出現するシンギュラリティ細胞の検出および解析技術の開発
三重大・医	竹本 研	マルチタスクかつハイスループットな特徴を持つ光操作技術の創生
京大・工	三木 康嗣	2つの生体内刺激の同時検出を可能にする分子プローブの創製とがん幹細胞の悪性度評価
九大・生体研	田中 伸弥	自己反応性シンギュラリティT細胞をラベリングする新規システムの構築と動態解析
慶大・理工	蛭田 勇樹	時空間トランススケールイメージングを可能にする超分子ケージドシフェリンの開発
防衛医科大・医	石原 美弥	3次元空間でのシンギュラリティ細胞特定のための光音響イメージング
A02 班		
九大・生体研	原田 哲仁	位置情報を保持したシンギュラリティ細胞の遺伝子発現測定技術の開発
A03 班		
筑波大・IIS	林 悠	レム睡眠制御細胞を起点とした脳の生理と進化のシンギュラリティ
千葉大・医	中西 未央	シンギュラリティ細胞の脱分化による組織維持・再生機構の解明
東大・医科研	丸鶴 雄平	デジタルウイルス増殖機構の解析
東京医科歯科大・医歯薬	上阪 直史	脳腫瘍細胞の進展を決定づけるシンギュラリティ現象の実態解明





## 研究組織

東工大・ 科学技術創成研究院	若林 憲一	あまのじゃく細胞から紐解く藻類走光性の生理的意義の解明
名大・医・	加藤 真一郎	表現型追跡技術が解き明かすがん治療耐性化のシンギュラリティ
名大・環医研	小野 大輔	概日時計が制御するシンギュラリティー神経回路の探索
京大・生命科学	榎本 将人	組織修復の時空間制御を司るシンギュラリティ細胞の解析
京大・医	平島 剛志	生殖細胞集団動態のシンギュラリティを生み出す運動能プロフィール
阪大・微生物病研	荻沼 政之	発生時計シンギュラリティ現象の解明
岡山大・自然科学	坂本 竜哉	“パイオニア”動物でひもとく海から淡水、陸上への進出をもたらしたシンギュラリティ
九大・生体研	伊藤 美菜子	神経精神疾患発症における免疫応答によるシンギュラリティの解明
熊本大・ インペリアル カレッジロンドン	小野 昌弘	新規技術を用いたT細胞の時空間動態測定による免疫系シンギュラリティ現象解明
大阪市立大・理	小柳 光正	眼の進化におけるシンギュラリティ現象の解析
北里大・医療衛生	太田 悦朗	疾患特異的 iPS細胞を用いた神経炎症を引き起こすシンギュラリティ現象の解析
慶大・医	今泉 研人	臓器形成における自発的対称性の破れをオルガノイドモデルで明らかにする
慶大・医	竹馬 俊介	自己免疫疾患の発症・非発症を規定する特異点の検出
慶大・理工	堀田 耕司	ホヤ変態開始機構の定量解析
東京理科大・ 生命科学	昆 俊亮	がん細胞が誕生した正常間質組織でのシンギュラリティ現象の解明
愛知医科大・医	武内 恒成	人工シナプスコネクターによるシンギュラリティシナプスの人為的構築とその制御
理化学研究所	高里 実	腎ネフロン形成現象を司るリーダー細胞の同定と特異性の理解
量研機構	佐原 成彦	ニューロン-ミクログリア連関の破綻を起因としたタウ蛋白質相転移メカニズムの解明

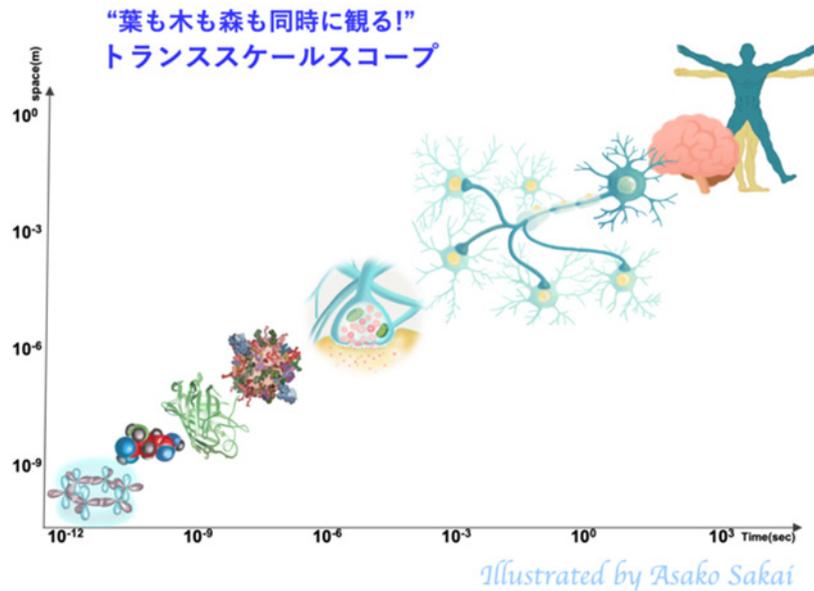




## AMATERAS の共同利用について

 AMATERAS 共同利用

新学術領域研究「シンギュラリティ生物学」では、領域で開発を進めている 1 秒以下のワンショットで cm スケールの視野をサブ細胞レベルの空間分解能で撮像が可能なトランススケールスコープ AMATERAS ( A Multi-scale/modal Analytical Tool for Every Rare Activities in Singularity ) を利用した共同研究を募集しています。



## 1. AMATERAS について

- AMATERAS の詳細については、以下の文献をご覧ください。  
Ichimura T, Kakizuka T, Horikawa K, Seiriki K, Kasai A, Hashimoto H, Fujita K, Watanabe M.T, Nagai T  
[Trans-scale-scope to find rare cellular activity in sub-million cells](#)  
*bioRxiv*, doi.org/10.1101/2020.06.29.179044, 2020

## 2. 申込方法 (随時受付)

- [申込書](#)に必要事項を記入の上、利用開始希望日の 1 か月前までに、領域事務局 ([secretariat@singularity-bio.jp](mailto:secretariat@singularity-bio.jp)) にメール添付にてご提出お願いいたします。
- 申込書受領後、共同研究の可否などについて検討の上、折り返しご連絡させていただきます

## 3. 利用料について

- AMATERAS 共同研究拠点 (大阪大学先導的学際研究機構超次元ライファイメーキング研究部門) の利用は無料です。
- 実験に要する消耗品・試薬等をご自身でご準備願います。
- AMATERAS 共同研究拠点にお越しいただく際の旅費等の支援はございませんので、ご自身で負担願います。



## AMATERAS の共同利用について

### 4. 実験の制約・注意事項について

- 遺伝子組換え生物及び BSL2 の病原体の試料を持ち込んでの実験については、大阪大学への申請が必要となりますので、開始までに時間を要します。
- AMATERAS 共同研究拠点では、動物実験、P3 以上の遺伝子組換え実験は行うことができません。
- 利用者は、自己の学術研究に利用するため、又は学術研究の発展に資するため、本共同研究を実施するものとし、それ以外の目的のための共同研究を実施することはできません。

### 5. 学会発表・論文発表について

- 本共同研究によって得た成果を学会や論文等で公表する場合は、当領域代表及び当領域共同研究メンバーを共著者としていただきますようお願いいたします。

### 6. 免責事項等

- 万が一、AMATERAS 共同研究拠点にて実験中に不慮の事故が発生した場合、当方は責任を負いかねます。労災の保障の対象となる条件をご自身でご確認の上、所属する機関にて定められた手続きを取った上で実験を実施してください。
- 実験中、施設・設備等を亡失又は損傷したときは、直ちに使用責任者に報告し、その指示にしたがっていただきます。
- 施設・設備等を故意又は重大な過失により滅失または毀損したときは、その損害を請求させていただきます。

### 7. 守秘義務、知的財産について

- 本共同研究に付随して開示された関連情報を秘密に取扱い、第三者に開示しないでください。但し、提供時での公知情報についてはこの限りではありません。
- AMATERAS 共同研究拠点内では、拠点担当者の許可なく、写真などを撮影することは禁止いたします。
- 本共同研究の結果、知的財産が創作された場合は、その内容を直ちに領域に開示し、その取扱いについては、協議を行い、両者の合意により決定するものといたします。

### 8. 報告書について

- 共同研究終了後、報告書のご提出をお願いいたします。(様式準備中)

### 9. 同意書へのご署名について

- 共同研究実施にあたり、上記規約等に同意することについて、同意書にご署名いただきます。

### 10. その他

- 領域の活動報告などへの協力をお願いすることがあります。

以上





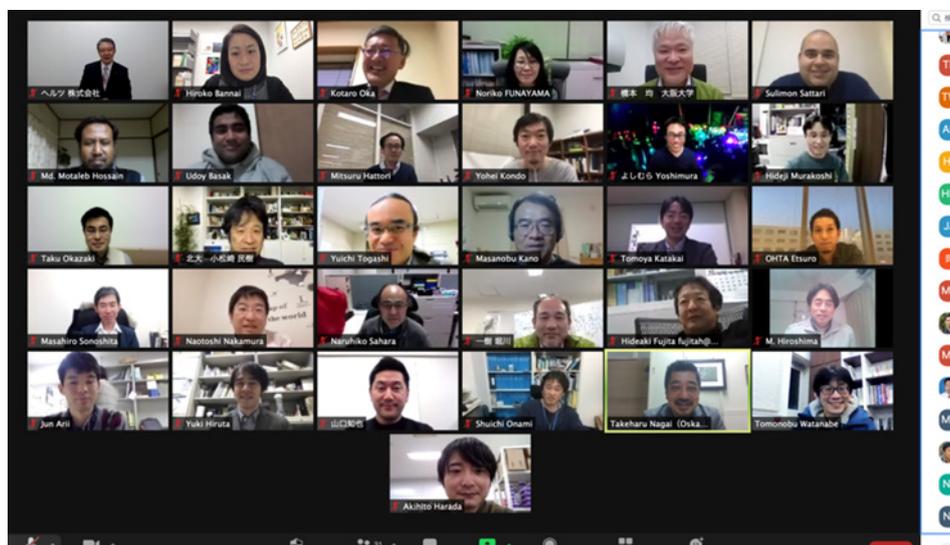
## Web 交流会

 シンギュラリティ生物学 Web 交流会

コロナ禍の中でも領域活動の要となる研究交流を促進するために、シンギュラリティ生物学ではオンライン会議ツール Zoom を使った全 15 回の Web 交流会を行いました。緊急事態宣言下では 2 回のプレ交流会でオンラインにおける発表や質疑応答のやり方について試行錯誤を行なった後、2020 年 5 月に Web 交流会が正式にスタートしました。活発な議論が行われ、その中から新たな共同研究が生まれる実りあるものとなりました。2021 年 4 月からは新しい公募班員を加えて、Web 交流会第 2 弾がスタートしています。

## プログラム

回数	日時	登壇者
プレ交流会	2020 年 4 月 24 日	渡邊 朋信さん (A01-1)・富樫 祐一さん (A02)
プレ交流会	2020 年 5 月 1 日	塩井 剛さん (A01-1)・前田 康大さん (A01-1)
第 1 回	2020 年 5 月 14 日	石原 美弥さん (A01)・佐原 成彦さん (A03)
第 2 回	2020 年 5 月 25 日	園下 将大さん (A03)・村越 秀治さん (A03)
第 3 回	2020 年 6 月 12 日	加藤 泰彦さん (A03)・大場 雄介さん (A03)
第 4 回	2020 年 6 月 29 日	高里 実さん (A03)・小野 昌弘さん (A03)
第 5 回	2020 年 7 月 10 日	太田 悦朗さん (A03)・原田 哲仁さん (A02)
第 6 回	2020 年 7 月 27 日	花岡 健二郎さん (A01)・近藤 洋平さん (A02)
第 7 回	2020 年 8 月 24 日	有井 潤さん (A03)・蛭田 勇樹さん (A01)
第 8 回	2020 年 9 月 8 日	狩野 方伸さん (A03)・岡 浩太郎さん (A02)
第 9 回	2020 年 9 月 24 日	富樫 祐一さん (A02)・難波 大輔さん (A01)
第 10 回	2020 年 10 月 5 日	山口 知也さん (A03)・上原 亮太さん (A03)
第 11 回	2020 年 10 月 29 日	昆 俊亮さん (A03)
第 12 回	2020 年 10 月 9 日	六車 恵子さん (A03)・市村 垂生さん (総括班 X01)
第 13 回	2020 年 11 月 24 日	中村 直俊 (A03)・竹馬 俊介 (A03)





## Web 交流会

## オーガナイザーより一言

理研・A01-1 班 渡邊 朋信

コロナ禍でも楽しく研究交流したいと始まった企画でしたが、定期的に領域メンバーが顔を合わせることが出来るので、領域の一体感が強くなったような気がしています。常にメンバーの半数以上は参加してくださり、議論が活発化し2時間を大きく超えることもありました。多くの研究題材の中から「シンギュラリティ生物学」としての共通点を感じることができた交流会になったと思っています。次は、もう少しインタラクティブな交流会にしていきたいと思います。



## 班員より一言

防衛医大・A01 班 石原 美弥

Web 交流会は、これまでに経験したことのない環境で研究者がいかに繋がるか、これを体現している機会そのものだと感じています。ほとんどが顔出しを選んで接続しますので、今回はどんなメンバーが（当初はどんな背景で）参加しているのだろうか？そんなワクワク感を持っての参加でした。発表は、持ち時間がある程度確保されていることもあり、タイムリーな内容が盛り込まれていて理解しやすく、いずれも招待講演級の充実した内容でした。自らの研究と関連が持てそうかと聴いていると、永井代表のツッコミ（失礼しました）とも捉えられる鋭い指摘や、シンギュラリティ視点での正当な質問が随時あり、そこにオーガナイザーである渡邊さんのコメントが加わることで、どんどん話が展開することもあります。これこそが交流以上の何かを感じられる醍醐味で、毎回あっという間の時間でした。今後も引き続き楽しみです。



## 領域代表より一言

阪大・領域代表 永井 健治

学会や領域会議などで顔を突き合わせないと本質的な議論ができないと思いきや、そんなことは微塵も感じさせないくらいに毎回楽しく”交流”させてもらいました。今や毎月の交流会を心待ちにするほどになっています。何故、心待ちにしているかって？そりゃ皆さんの研究の話聞くことはもちろんのことですが、私の3大欲求の一つである”議論欲”を満たしたいからです。しかし、まだまだその欲求が満たされていません。そこで提案です。一人30分の持ち時間のうちの発表時間を半分の15分程度にしませんか？自身の研究をモノローグ的に語っては交流になりません。ダイアログ、マルチログ化してこそ、新たな気づきや新しいアイデアの発想に結び付きます。また、マルチログ化には聴衆側の発言も不可欠です。少なくとも1質問を自らのノルマに課し、是非とも前のめりの超積極姿勢で交流会に参加して下さることを期待します！





## 「シンギュラリティ生物学」Web セミナーを開催しました

日程：2020年9月10日

場所：大阪大学／オンライン

公募 A03 班のインペリアル・カレッジ・ロンドン 上席講師 小野昌弘先生をお招きして、「[シンギュラリティ生物学](#)」主催 Web セミナー 「T 細胞による免疫制御のための 1 細胞レベルでの動的メカニズムについて」をオンラインで開催しました。制御性 T 細胞の研究の歴史、T 細胞の時間を計測するツール Tocky を用いて炎症組織の中の T 細胞の性質の変化を示した研究成果が紹介されました。さらに、COVID-19 の重症例で起こっている免疫反応について、最新の知見を報告されました。セミナーには 100 名を超える参加者があり、議論が盛り上がりました。





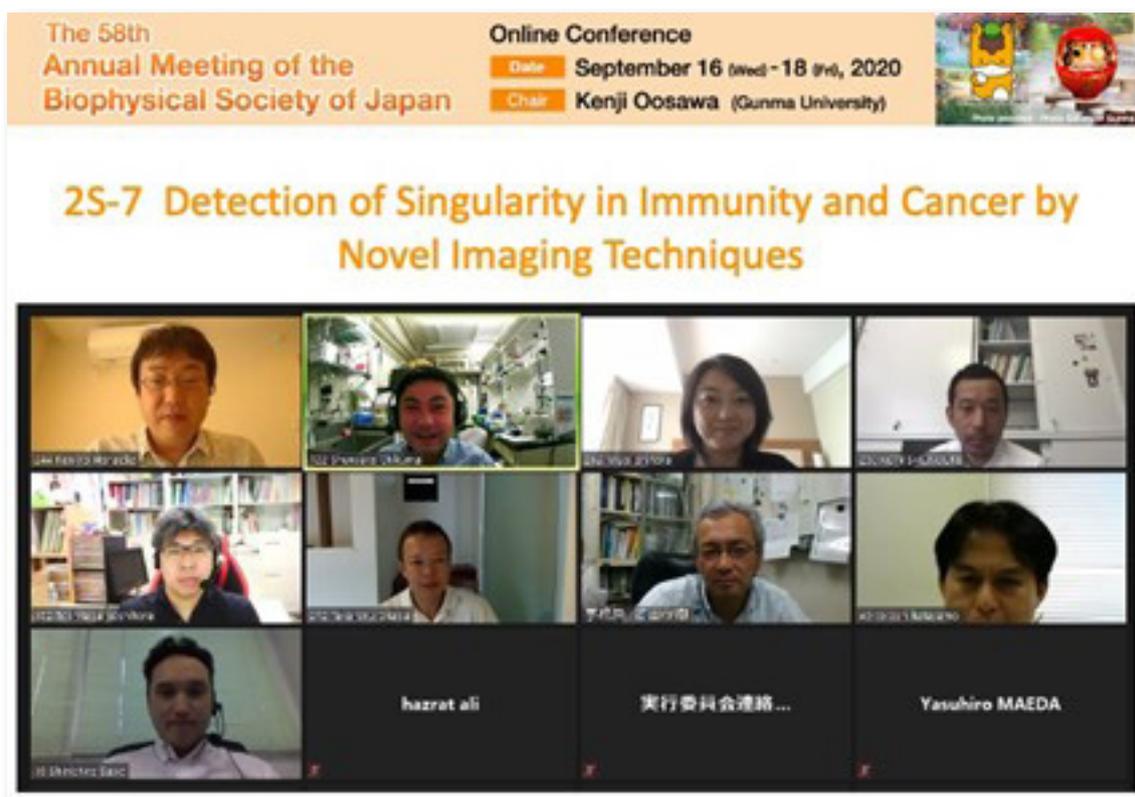
## 領域活動

## 第 58 回日本生物物理学会年会・共催シンポジウムを開催しました

日程：2020年9月17日

会場：オンライン

第 58 回日本生物物理学会年会において共催シンポジウム「[免疫とがんにおけるシンギュラリティの検出と新たなイメージング技術](#)」を開催しました（オーガナイザー：公募班 竹馬 俊介さん・花岡 健二郎さん）。本年は、初のウェブ開催という形でしたが、終始 40～50 名程度の聴衆があり、領域班員を含む 7 名のシンポジストの発表、および活発な討論が行われました。





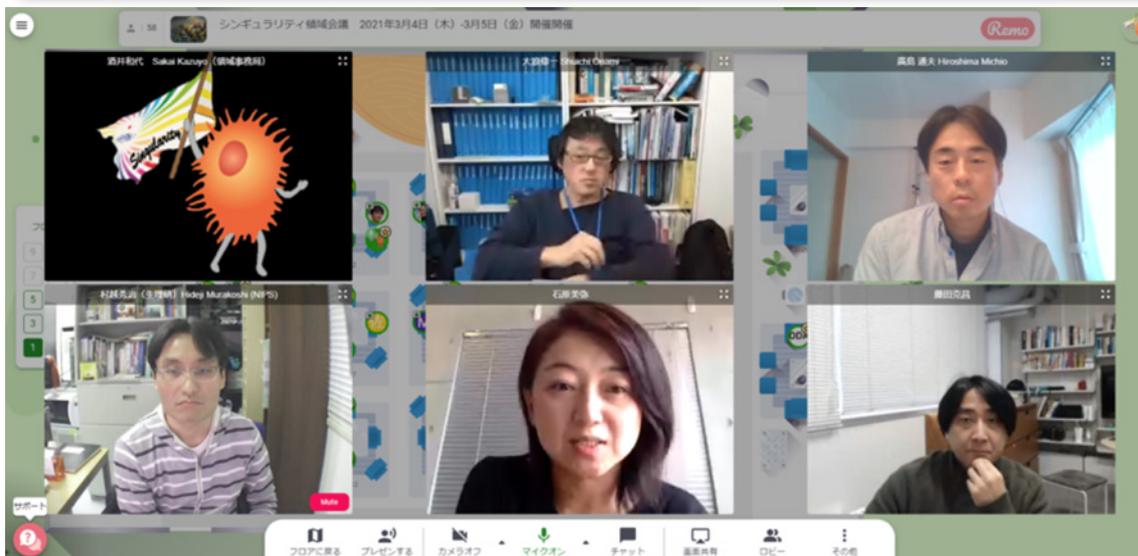
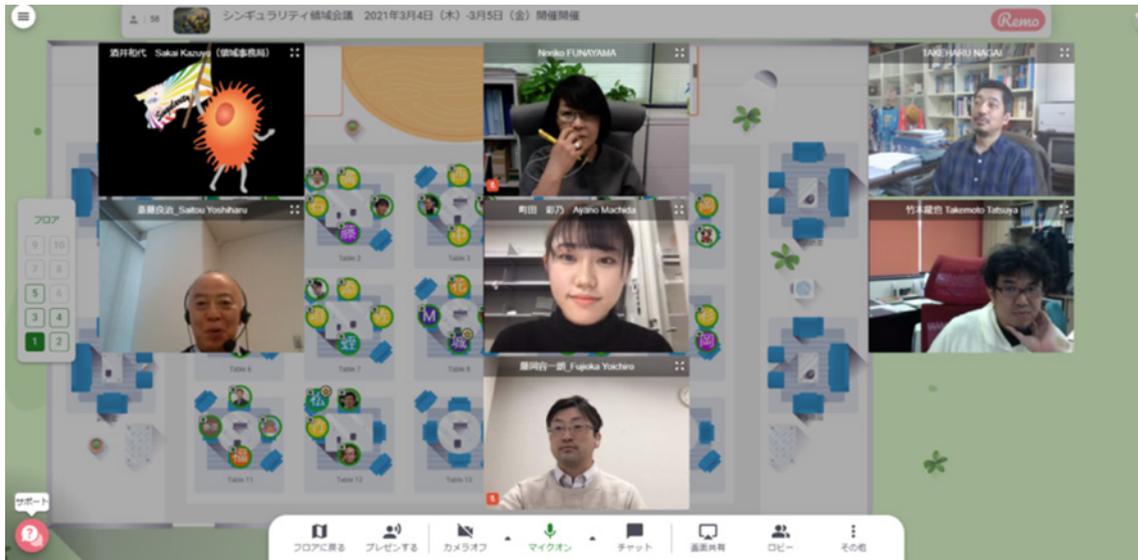
## 領域活動

## 第4回領域会議を開催しました

日程：2021年3月4-5日

場所：オンライン

緊急事態宣言のため、第4回となる領域会議はオンラインで開催いたしました。計画班、公募班、技術開発支援班から90名を超えるメンバーが集まりました。バーチャル会議ツール Remo を用いて、班員の研究報告のポスターセッション、AMATERAS セッション、技術開発支援班のトークセッション、また世代・分野を超えた交流会が行われました。オンラインではありましたが対面に勝るとも劣らぬ活発な議論が交わされ、この領域会議をきっかけに新たな共同研究も生まれました。





## シンギュラリティな瞬間（とき）

生物→計測→情報→生物→計測→情報→の  
シンギュラリティ生物学

北海道大学電子科学研究所／  
化学反応創成研究拠点 WPI-ICReDD

小松崎 民樹



シンギュラリティ生物学では、統計的な振る舞いを代表する平均値に着目した描像ではなく、従来、外れ値として軽視ないし無視されてきた「少数の要素」に着目し、それが如何に「全体」の振る舞いを大きく変革させるかを問う。少数の要素、全体が何を指しているのかを改めて考えてみよう。バスケットボールというスポーツを例に考えてみる。このスポーツでは、相手コートの高さ 3.05 メートルの高さにあるゴールにボールを入れることで勝敗が決まる。差し詰め、勝敗を決まる行いが「全体」といえるであろう。ここで「少数の要素」とは平均的なプレイヤーと異なるプレイヤーに相当する。しかし、例えば、鼻毛が人一倍長い（考えている「全体」に無関係な特徴量の比喻なのであまり突っ込まないでほしい（笑））だけであれば、「全体」に全く関与しないだけの“少数の要素”である。「全体」を大きく変革する「少数の要素」とは、例えば、身長が突出して高い（例えば、2.5 メートルの身長とか）ようなプレイヤーがシンギュラリティ生物学で想定される「少数要素」に相当する。

さて、生物学の間に戻ろう。生物においては、多くの場合、生物系における「全体」は生物学者個人の捉え方、設定に大きく依存する。同時に、少数要素においても、どのような特徴量が突出していれば「全体」を変え得るのかは一義的ではないであろう。すなわち、バスケットボールの例で言えば、身長という特徴量だけでなく、跳躍力や足の速さという特徴量が突出している「少数要素」も「全体」を変えうる。また、身長が大きすぎると、逆に、その分、体重が重くなり、全体を変える能力は損なわれることになる。すなわち、その特徴量が全体を変えうる要素にとって重要なものとしても平均的な値から大きく外れているからといっても、必ずしもシンギュラリティ生物学で想定される「少数要素」とはならない場合もある。また、設定した「全体」自体も生物系においては時間的に不変とも限らない場合がある。環境に応じて生物系は適応し、生存戦略を変えうるものが存在する（例えば、線虫よりも小さいクマムシは水分が枯渇した状況では乾眠することで、無代謝の休眠状態を取ること生き残る）。

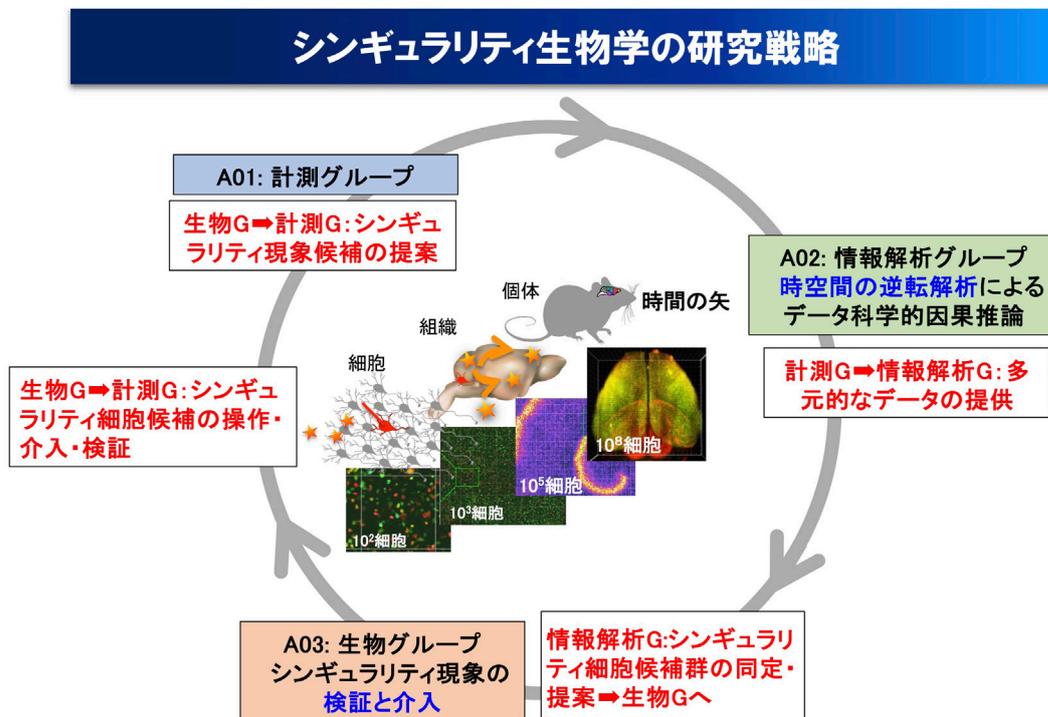
重要なことは、第一に、生物学者が「全体」を定義し「少数要素」の候補を多く提案するとともに、AMATERAS によるマルチモーダル計測を通して特徴量をできるだけ多く観察する



## シンギュラリティな瞬間（とき）

こと、第二に、その計測データ群を情報科学者に提案し、情報科学者は生物学者が設定した「全体」と「少数要素」のあいだの因果関係を評価するとともに、どのような特徴量（の組）が、その因果関係の大小に関係するかを解析し、生物学者へフィードバックすること、第三に、その重要な特徴量を阻害した変異体が全体に及ぼす影響の低下が認められるか否かを AMATERAS によるマルチモーダル計測等を通して定量する、という一連の分野間の垣根を越えた研究の循環が肝要となる。

計測科学に望まれる役割は、生物学者が提案する生物系に対して重要な少数の要素を見失うことなく、所望の特徴量の値をもつ細胞を自由自在にピックアップできるためのシステムを組み込んだ、超高視野、高精度でマルチモーダル計測を実現しできるだけ多くの特徴量の時間発展を追跡できることであろう。情報科学に望まれる役割は計測されたデータを解析するといった生物→計測→情報といった一方向的な共同研究に留まらず、仮に重要な特徴量が同定された場合には、計測過程そのものに介入し、数学的な精度を保証しつつ、その重要な特徴量の値が大きい少数要素を従来計測よりも迅速に抽出するための情報と計測が融合した計測インフォマテックスと呼ぶべき分野を開拓することであろう。いずれにせよ、生物、計測、情報がお互いの垣根を越えた研究が更にどこまで進むのか、本領域の後半を更に楽しみたい。

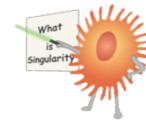




## 今後の予定

※新型コロナウイルス感染症拡大の影響により変更になる可能性があります。

- 2021年4月～  
シンギュラリティ生物学 Web 交流会
- 2021年11月25日(木)～27日(土)(仙台)  
第59回 日本生物物理学会 シンポジウム  
「Approaches to diverse biological phenomena produced by singularity cells」
- 2021年12月16日(木)～21日(火)(ホノルル, ハワイ, 米国)  
Pacifichem 2021 Congress symposium: “Trans-scale Biochemical Analysis of Rare Events in Living Systems: Singularity Biology”
- 2022年3月  
第5回領域会議 淡路夢舞台(兵庫県)



※本領域新学術領域は、SDGs Actionの一環として、ニュースレターのデジタル配信により、ペーパーレス化を行っております。



新学術領域研究

「シンギュラリティ生物学」

領域代表者：永井 健治

事務局

Email：secretariat@singularity-bio.jp