

第3回 VIPROS 会議 2023年11月11日(土) 10:00~11:40 オンライン開催

参加者(敬称略) 上田昌文、松井毅、細野朗、アイカム:川村智子・武田純一郎・
宮川進・武田温・中川仁子・高橋功、吉岡有文、槇村浩一、林 浩二、佐藤年
緒、
松田美恵子、戸村道夫、経塚啓一郎、佐藤主税、高橋真理子、中西秀則、 19
名

上田: 今日、第1部で吉岡さんが科学映像を使って高校や大学でやっているこ
とを紹介いただいて、議論しようと思います。

第2部は、映像をどう普及させていくか。市民研とアイカムで取り組んでいる
クラウドファンディングの状況とか、かわさき市民アカデミーで、映像を見て
のワークショップを行った報告。

第3部は、槇村先生から今帝京大学で取り組んでおられることについて、その
後、時間があれば、上田から「Cell」の表紙を飾ったヒト胚の初期発生について
ライブイメージングの論文について紹介したい。

■第1部 「大学と看護学校と高校の授業での科学映像の活用」

元立正大学社会福祉学部子ども教育福祉学科・特任教授

看護学校(看護物理学)・都立高校非常勤講師(理科/情報科) 吉岡有文

私は、中学・高校の教員を経て、大学の教員となり、今、看護学校と都立高校で非常勤講師をしています。私にとって、映像を使って授業するのは当たり前なんです。今日の話は「教育において科学映像はどのようなメディアであるべきなのか?」です。

1936(昭和11)年太田仁吉の「蟬の一生」という映像をご存知ですか。蟬が脱皮して誕生する約3分間の長回しの映像です。私はこれを見たときにびっくりして、科学映像はこうあるべきなのではないかと思った。

もともと小学校の先生だった太田仁吉(1893~1954)は、1934年十字屋映画部の創立に加わり、映画をつくるようになった。16mmの無声映画で主に生物の映画を作ったが、その考え方は「具体的な直観像を構成しなければならない」。さらに、理科教材映画の根本的態度として、「自然界を熟視する」ことからすべてが生み出される。「自然界をよく見るものにのみ与えられる鍵をしっかりと握って純粋にまっしぐらに行きたい」と述べている。

1930年代は教育に映画がよく利用された時代で、私は大学でそれを研究していた。一つは「講堂映画会」として主に劇映画を見せ、もう一つは「教室における映画利用学習」がさかんで、それについて「動く掛け図」論争があった。東京市芝区赤羽小学校の鈴木喜代松先生(太田仁吉のもと同僚)は教育のためには映画を切り貼りして使っても良いといい、片や東京市視学の関野嘉雄は、「それは動く掛け図にすぎない」、作品としての映画を見せるべきだと批判した。

テレビの普及した1960年代にも同じような西本・山下論争があった。鈴木先生と同様、テレビ番組の一部を素材として教育に使うという山下静雄(鹿児島大教授)と、片や作品として見せるべきだという西本三十二(国際基督教大教授)の論争で、それは今でもある。

NHKの教育番組でも、先生役と生徒役が出て来て教えるというものと、作品として全体でみるというものと二つあった。私は10年くらいNHKの番組制作にも関与して、西本先生の考え方がよいと思っていたから、NHKのディレクターとも対立した。

太田さんの考え方は、それとは別で、自然をじかに見る、大体をしっかりとみることが大切。見る時は、子供達も教師も一緒になって見るべき、と主張した。私はそれを太田仁吉の「自然熟視論」と呼んだが、もともとメディアとは、A

と B、教師と生徒の間であって、これを媒介するもの。太田の考え方は先進的
ですばらしいと思う。

私の主張として、科学教育における映画利用は、教師による理科的知識の注
入ではなく、教師と子供の科学的現象の共有的理解と捉えたい。だから、図解
や静止画では伝えられない、生きた生命現象の本当の姿を伝えるには映像が不
可欠であり、その利用は教育に携わる者は渴望しているはず。過去の映像作品
を含めて、学生の教育に生命科学映像をどう利用できるようにしていくかが課
題となっている。という VIPROS(生命科学での映像制作の支援)プロジェクト
の呼びかけに賛同し、私はこの会に参加している。

で、私が、実際に授業でどのようにしているか。NHK for School という NHK
の教育番組のクリップ集がある。これを利用している。特に先生役が出て教え
るようなものでないのを探して使う。

例えば、看護学校の「看護物理学」では、「人はなぜ歩けるのか?」。それは
地面を蹴る作用・反作用で動くというけど、一回蹴った後、どうするか、何回
も蹴らないと前には進んでいかない。そうすると、他に何が必要か。かつて NHK
の 10min.ボックス「身体運動の物理 歩行を探る」を作ってもらい、その時勉
強したことだが、実は、人間が歩くのは一回不安定になる。一回前に出る、出

ると不安定になって、そのままでは倒れるから、足が出る。それを繰り返している。つまり、歩くというのは、安定から不安定、不安定から安定、を繰り返して動いている。「歩行するおもちゃ」という映像もある。それを看護学生に見せて教える。なぜ、看護学生がそれを知らなくてはならないか。例えば、患者さんがパーキンソン病になると、すり足になって、前に足が出ない。足が出たとたんに倒れてしまう。だから、歩くというのは、実は、不安定になったときに足が前に出ること、なのだから、患者さんをケアするにはどうすればいいかを、こういう物理的な説明から学ばなくてはならない。

実は、歩くことの研究はすごくあって、「ロボットが二足歩行するまで」「ロボットにはできない人体の動き」あるいは歩行を補助する「装着型ロボット～アシストスーツ～」などをNHK for schoolの映像から見せて教える。

そして「患者さんが一人で歩行が困難な場合、どのようなことに注意すべきか」を考えさせ、議論させる。

また、看護学校では「音と耳の物理」、都立高校の「科学と人間生活」では「音の物理」も、こういう映像集から「音は振動」「音の伝わり方」「音の三要素」「音速」などの映像を見せながら授業しています。

上田:どうもありがとうございます。それでは、意見交換したいのですが、質問がありますか。

林:二人の論争は、昔の話なので、ここから何が学べるかとも思ったけど、これはまた改めて話したい。個人的感想としては、1930年代の太田仁吉「自然熟視論」の時代、ルイ・アガシーの「Study Nature , not Books」(書物ではなく、自然を学べ)の話とも繋がって、こういう自然をきちんと見るんだという機運が盛り上がったことがよくわかった。ありがとうございます。

吉岡:私がこの論争を紹介したのは、教育と映像、今でもデジタル教科書を含めて、全部、こういうパターンなので、言いたかった。こういう議論は、もともとゲーテの「現象論」に遡る。

林:僕は博物館の人間として、博物館の展示をどう使って欲しいか、展示をそのまま見てもらうことを学校には絶対に期待しない。その全体を通して読んでくれ、とは思わない。つまみ食いでも全く構わない。自分の使いたいように使ってくれ。展示しているのは素材なので、それをどう使うかは、先生や児童・生徒の問題。というのが僕の主張だった。

吉岡: 僕も学芸員の資格をもっているのですが、その考えはよくわかる。

川村: 今のことについて一言、教育の場面で素材として扱われるか、表現された映像作品として見られるか。それは場面によってだと思うが、映像の製作者としては素材として扱われるのはたまらない、とは思っている。

もう一つ、「人間の歩行」の話から、過去に作った作品から思い出したことがある。実は、新生児は歩ける。歩く原型を持っている。もちろん体を支えられないけど、誰かが体幹を支えてあげると、足を前に出して歩ける。ところが3ヶ月ほどすると歩けなくなり(足を前に出さない)、で、また1歳ぐらいになると学習して歩くようになる。あれは面白い。

吉岡: それは勉強になりました。映像見られますか?

川村: 映画『人間』の1シーンですが、必要でしたら用意してお見せします。

経塚:「自然熟視論」は大切だと思う。実際に見て、触れて、は大切だが、それを突き詰めると映像ではなくて、実際に実践する・体験することに行くと思うが、吉岡先生はどうお考えか。

吉岡:本当はそれでいいかもしれない。でもいつも自然を見るわけにはいかない。

経塚: 例えば、歩行にしてもある程度、体験は可能ですよね。

吉岡: 私自身は、理想は実際にやらせたいところだが。また、私は、先生が教えるということを全て否定しているわけではない。時間的な制約などもあるのでやむを得ない。

上田: 紹介された NHK のビデオクリップは、教材用に作られたものか、NHK の科学番組などから抜いて来たものなのか？

吉岡: これは両方です。ストックしている科学番組から適宜使うこともある。この NHK のクリップ集は 2-3 分のもので現象だけ見せるものが多い。

上田: 物理系のものだけでなく、細胞などの現象のクリップもありますか。

吉岡: あると思います。リンクして、時間の限られた授業の中でも使える。もちろん、DVD 借りて来て、大きい作品を丸ごと見せることもあります。

上田: その場合、著作権の問題は、教育上の使用で OK が出ているのか。

吉岡: 教育場面で著作権上かなり許容されてはいるが、引用をつけて使うとか配慮している。

上田: 吉岡さんは映像を授業でかなりお使いだが、他にはあまり聞かない。どのへんに問題があるのか。

吉岡: 映像を使わないのはダメなんじゃないかな。映像をどんどん使えばいい。実習や実験は別にやるし、本物を見せるのは大切だけど、授業は時間が限られていますからね。

上田:映像を活用することについて、今後ともみなさんと情報をやり取りしていきたいと思います。吉岡さん、ありがとうございました。次は、アイカムの映像作品を使った活動や、どう普及させていくのか報告してもらいます。

■第2部：クラウドファンディング、かわさき市民アカデミーでの取り組み

株式会社アイカム 川村智子

川村: どちらも、市民研のHPに映像付きの報告が出ていますので、後ほど参照ください。第2部は「いのちの科学映像を見る機会をどうやって広げよう」ということですが、まず、

(1)クラウドファンディングの現状

「中学・高校に生命科学映像作品を届けよう」と、市民研と協力して、クラウドファンディングで支援を集め、中学・高校に映像作品を寄贈しようと始めました。その目的は、これまで度々、中学・高校、図書館、生涯教育センターなどに広報してもなかなかヒットしない。その理由は、予算がない、年間計画があって時間がかかる、見たことがないのでわからない。

しかし、アイカム1社が、1,2の学校に寄贈しても意味がない。広がらない。やはり、活動として広げ、関わる人を増やし、関心持つ人を増やしたい。支援者にも返礼で映像を送り、見る機会を持ってもらおう。と考えた。

「いのちの科学映像を中学・高校へ贈りたい。生命科学映像の灯を次世代に」
のプロジェクト立ち上げ、期間は9/25~11/30。初心者なので、経験者のアドバイスから、手数料が低く、返礼品も3割以下に制限、NPO活動の支援を目標に掲げるコングラントという場を選んだ。

アイカムの厳選した19作品、1校分50万円を寄贈したい。目標20校分1,000万円で始めた。友人・知人、メールや手紙で呼びかけ、さらに保険医の新聞や、共同通信、SNSで拡げてくれた人もいて、11/11現在190万円。目標には届かないと思うけど、やってみてよかった。思いがけない支援、応援メッセージもらい、元気付けられた。支援してくれたのはドーム映像を見たことがある人が多いようだ。

寄贈先の推薦候補は、8~9校ある。当初、ねらいは理科の先生と考えたが、もともと、単元に合わせた教材として作っているわけではない。教えるのではなく、見る人が感じ、考えることを大事に作って来た。熱心で、広い深い取り組みをしている、死蔵せず活用してくれる学校を選びたい。期待できそう。ポリシーのない学校では埋もれてしまうかも。今の学校制度の中では、6年間ある中高一貫校の方がいいのかも。公立は大丈夫か。などなど走りながら考えさせられた。

市民研としても、寄贈後の活用の仕方も含めてサポートが大事だし、コミュ

ニケーションをとっていかうかと構想している。

(2) かわさき市民アカデミー ・ ・ 映像の見方・見せ方

佐藤年緒さんのお誘いで、市民研の上田さんとアイカムから川村と武田会長で映画の2回を担当した。開講は1993年の歴史ある、市民による市民のための市民講座で、通常は、週1回2時間、同じ講師で10回連続だけど、今回は、「映像・絵本・博物館・実験で知る生命の不思議」という多様なアプローチで数人の講師がリレーする科学ワークショップ初の試みとのこと。受講者13名は、現役を退職された後、今までの仕事や関心とは別のジャンルで「生命系」の講座に参加してみようかな、という元気で意欲的な人たちだった。

10月12日(木)は、映像の第1回<『生命』を観る>

上田さんの提案で、あらかじめ、4~5名の3グループに分かれ、見る前・見る・見た後の三部構成で進行した。

まず、見る前に、映像のテーマに関する課題を考える・グループで話し合う・他のグループにも伝える。という形で、「生きている」ことを強く実感した瞬間

や出来事について、また動植物を育てて、生命の誕生から死を見た経験について、さらに「生命の大切さ」を伝えられた作品を話し合う。

その上で映像を見ることで、見た後の感想を聞くと、より自分に引きつけて見られたのかなと感じた。

少し作品を紹介すると、当時、研究者も見なかったことのない世界初の哺乳動物の発生を記録した作品であり、アイカムの原点でもある。専門家向けで用語も難しいという感想もあったけど、その後、武田監督は、この映像をベースにした中学生(一般)向け「たまごからヒトへ」も作っている。

また、受講者からの感想で「生命の誕生はなんて効率が悪いのだろう」は面白い。例えば、何億も精子を作って、一個しか到達しない。まさに、長い歴史の中の存在である生命の本質だと思う。生命は時間・空間の中に生きている、部品の集まりではない。気づきもあって面白かった。

10月19日(木)は、映像の第2回『消化』を観る

この時の課題は、もし、小学4年生に「消化って何ですか」と聞かれたら、2分間でどう答えるかというストーリーを作ること。あるグループは、お肉になって、「食物の旅」をする話。別のグループは小学4年生の生物部になって、胃

酸の逆流を防ぐ仕組みとか、酵素や免疫、腸内細菌までと詳しい。三つ目のグループは、健康に食べて生きる話。エネルギーの取り込み、食虫植物の消化とヒトの消化はどう違うのかと、なかなか面白い。

この映画の場合は、時空キューブという映像表現を初めて試みた作品で、生き物は時間と空間の中に生きている。それをどうやって表現するか、今までも工夫して来たけど、学術映画のように倍率やインターバルを表示するのではなく、直感的につかめる、わかりやすい表現を考えた。また、消化過程が3回繰り返されて、別の視点から、次第に詳しく展開する。できれば、一回観て終わりでなくて、何度でも繰り返して観てほしい。

私の感想としては、学校では、「消化」は、理科、保健体育、家庭科では栄養のことだけとか、それぞれ分断されて学習するけど、結局、自分の体のことは一番知らないのではないかな。私たちがこの映画を作った視点は、体の方から描いているので、そういう視点でみてもらえたら、面白いのではないかな。

このアカデミーに参加して、映像の見方、見せ方を一緒に考えさせてもらった気がします。

上田:ありがとうございます。企画された主催者の側から佐藤さん、よろしければ一言お願いします。

佐藤: これまでと違って、参加者が一緒に考えていく方法を誘導してもらい、感謝しています。具体的な作業を通して受講者が非常に生き生きと発言したり、疑問を持ったり、ストーリー作る姿を見て、私もびっくりした。また、川村さんが我々のことをよく観察し、記録してくれてありがとうございます。

やはり映像を見る前に、上田さんがいろいろ問いかけてくれ、それで燃え上がった。一度はみんなが考え、グループで話すことでお互いを違いも知ることにもなり、共通の問題意識として、映像に向かうことになり、それで驚きもあった。ああいう取り組みは、いろんな場面で、これから映像を見てもらう試みとして、有効な実例になるのではないか。

林: 2回目の「消化」を次の講師としてオンラインで運営の仕方を拝見した。映像作品をちゃんと作品として扱って、なおかつ、参加者に自分ごととしてひきつけて考えてもらうことが見事にできていた。作品を作品としてリスペクトしつつ行う、とても参考になった。

上田: ほかにはいかがでしょうか。このあともいろんなところで、アイカムの他の作品についても、何かの形で映像を生かした活動をやっていきたいと思いま

す。みなさんからお誘いとか、こうやってみたらどうかという提案とか、伝えていただけるとありがたい。

佐藤: もう一言、あの映像を見てみなさんから出て来た質問は、これはどうやって撮ったのだろう、撮影者の技術とか撮り方に対していろいろ質問が出た。それは、すごいなあとか、作品を作った人に対する関心だと思ったり、また、なぜこうした作品を作る情熱を武田さんがお持ちになったのか、疑問も湧き上がった。作品を見ることはそういうことも引き起こす。同じ自然を凝視するにも、作品を作った方の見方と、一般の人の見方のちがいは、興味の対象にもなるのではないか。まさにメディアなのかな。

上田: 武田さんもいらしたので、作ったご本人から言葉を聞けたということですよ。それでは、第3部として、榎村先生から帝京大学での映像活用、アーカイブ化についてお話いただきたいと思います。

■第3部：(1)帝京大学の「医真菌映像アーカイブ」 槇村浩一

私どもの帝京大学医真菌研究センター(TIMM)は、人に生えるカビの研究とその治療、抗真菌薬、カビを殺す薬を開発してきた。1983年にできて、今年40周年の記念会をしました。この際に、初代センター長、山口英世先生のもとで、アイカムが製作した、さまざまな製薬会社の抗真菌薬のプロモーションとして作られた映画があって、その中には学術的に意義の高いものも多いことは前から気づいていた。「あれはどこに行っちゃったんだろうね」とは言っていたけど、アイカムの川村社長からそれらをアーカイブしないかという話があり見積もりしてもらったら、とても1センターでは賄えない。しかし、大学に交渉し、本学では一番古い研究所だけどその40周年の記念事業として、強い覚悟で臨んだら通ってしまった。(笑)

それで、ようやくこの「医真菌映像アーカイブ」が、72作品、アイカムの尽力で完成した。帝京大学のキャンパス内で、研究者・学生に限定して見せる権利を買ったわけです。医薬品がからむので法的制約(regulation)が大きく、一般公開はできない。リストを我々が公開して、視聴を希望する人は、我々の医真菌研究センターで管理して、このDVD自体は帝京大の八王子キャンパスの図書館で維持してもらい、そこで見てもらうということになる。これからリストを

作っていくが、これは一つのモデルとしてとてもいいと思っている。こういう regulation もある専門的な内容なので、専門家が管理し、大学図書館で視聴してもらおうという形は、専門的領域について責任持って公開できる。

単に、薬の話だけではなく、非常に美しいカビの動画もあるし、それに対して、抗真菌薬がいかに効くか、どのような作用機序で効くのか、明確に示す素晴らしい動画がいっぱいあるので、私も運動しやすかったし、本学でこのようなアーカイブを持つ意義があると説得しやすかった。気合が通じた、ということとは明言できるし、こういう specific なものはおのおの専門家に責任持ってもらうのがいいのも事実だと思う。

上田: ありがとうございます。今、モデルケースと言われたけど、先例的なアーカイブの作り方だと思う。今まで専門家が関わって、アイカムが作った作品が散在している、どう活用するかが見えていない中で、こういう映像の活用・保管、どうするか。という課題も議論してみたい。

林: すごくいい仕事をされたなと思って、感動して聞いていました。権利関係については包括的な契約されているのかと思うが、そこには、ある大学が八王子キャンパスから借り出して上映する方法があるのか。

榎村: ありません。著作権はアイカムが持っているものと、企画・依頼した会社も持っているものもあるが、大学がもつのは八王子キャンパスで視聴・上映する権利なので、そのほかについてはまたアイカムと図る。ややこしいけど、そのややこしさは置いておいて、少なくともここにはある、ご覧いただけることが大事だと思う。医真菌の映像・画像に関しては帝京大学がアーカイブをもっていて見られる。理想的には、他の大学もおのおの専門的なアーカイブをもっていればいいんですね。そのアーカイブスの連合体をどこかが取りまとめて、それに関してはあそこに行きなさい、とすればいい。そうすれば、一番ハードルが低い。アイカムから全部を買っても、我々が管理できない。これは DVD だから、僕たちでも図書館でも扱えるけど、原版の映像となったら無理です。

川村: 榎村先生、丁寧なご紹介ありがとうございました。

他への貸し借りは、内容のことも絡んで難しい問題です。他の大学で使いたいという場合は、ケースバイケースで対処していくしかないと思います。

このアーカイブは 11 の会社さんの協力で可能になったものです。1 社ずつ交渉しましたが、山口先生、榎村先生にはお世話になり、一緒に作ったから喜んで、と無条件で即快諾のところもあれば、一般公開や配信はダメと大学と契約

を交わしたところもある。いずれ医薬品の関わる作品もあり、実際、学生教育や研究者のお役に立ててもらえばいいということで各社了承してくれました。

宮川: この医真菌の映像には多く製作に携わり、面白い実験もさせてもらいました。単に、薬が効いた・効かないというだけでなく、その抗真菌薬がどこを阻害しているか、細胞壁か細胞膜か、それに真菌がどう反応するか、形態的に時間的反応に特徴がある。アイカムが撮影したことで見えてきたこともあるし、撮影していて私たちもとても面白かった。薬を作用させることで自然現象がどうなっているのか、生きているカビを見るだけではわからない部分が見えてきた。それをアーカイブして、これから見てもらえるのは意味のあることだと思う。

槇村: あとは実際に公開してどう活用するか。まずは、保全できたということで、これからやってみることだと思います。

上田: これから帝京大学以外でも、医真菌をやってみたいと思ったとき、まずこのアーカイブにアクセスして映像を見ることができる。そういう学び方ができる、広がっていくように私たちもしないといけないですね。

榎村: このアーカイブスとは何か、何を知ることができるのか。死蔵されないよう、私たちも一つ一つ精査して、単にタイトルリストだけでなく、DVD ごと内容がリスト化されれば、活用が広まる。さらに、専門的なアーカイブスがリンクされ集約されるようになれば、活用が広がると思うし、将来、制限はあるにしても何らかの配信ができるようになればいい。反響を見ていきたい。

上田: VIPROS の取り組みとしても、映像アーカイブをどのように作り、管理していくか、みんながどのように活用していくのか。今まで国任せ、国の機関任せだったが、やはり、自らやっつけていかなくてはならないことが出てきていると思いました。榎村先生の話された帝京大学での活用の開拓もこれからも時々、お話いただければと思います。ありがとうございました。

■第3部：(2)初期発段階のヒト胚を細胞レベルの分解能で画像化した論文の紹介（上田昌文）

上田：『nature ダイジェスト』の2023年10月号に「発生中のヒト胚を細胞レベルの分解能で画像化」というタイトルの記事が出た。これは、蛍光色素とレーザー顕微鏡という2つの一般的な実験ツールを用いて、ヒト胚の発生が、リアルタイムで、これまでで最も詳細に捉えられたことを報告した論文を紹介したもので、原著論文（A. Domingo-Muelas et al. ‘Human embryo live imaging reveals nuclear DNA shedding during blastocyst expansion and biopsy’）は2023年7月5日に『Cell』に掲載された。幸いなことにその論文は『Cell』のウェブサイト上で全文が動画入りで公開されている（<https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.06.003>）。

マウス胚は発生のどの段階でも容易に単離でき、明確に定義された数百の遺伝子株が利用できるため、胚間のばらつきが大幅に減少するが、ヒト胚ではそもそも卵割期の胚を入手することは倫理上の理由もあって非常に困難で（以前は体外受精クリニックでは卵割期の胚を凍結するのが一般的だったが、2013年には胚盤胞期の胚を凍結して移植することが推奨されるようになったことも関係する）、サンプルが得られても胚ごとに実質的な不均一性があり、着床前のヒ

ト胚の分析は大きな制約を抱えていた。ヒトの初期胚を、発生の非常に初期段階で細胞1つずつのレベルの分解能で実際に画像化できたのはこの研究が初めてであり、その意味で画期的と言えそうだ。

生細胞を標識する多くのツールは、標識用の蛍光タンパク質を作り出すよう細胞に遺伝的改変を加える必要がある。ヒト胚ではそうした遺伝的改変を避けなければいけないが（死後試料を使うのでない限り）、この研究では、試料に添加するだけで特定の細胞構造を標識できる蛍光色素を用いた方法を開発したことが最大の特徴であろう（ゲノム DNA を標識する蛍光色素である **SPY650-DNA** と、細胞の骨格を形成する F-アクチンと呼ばれるタンパク質を標識する蛍光色素である **SPY555-アクチン** を使用）。32 細胞期までの数十の生きた胚をこれらの蛍光色素で染色した後、強力なレーザー走査型顕微鏡によって最大 40 時間まで視覚化することに成功している。

その結果、実現できたヒト胚のライブイメージングをとおして、ヒトとマウスの胚の形態形成の違いが明らかになってきたこと（※）、胚盤胞の拡大により栄養外胚葉細胞の核出芽と DNA 脱落が引き起こされることが観察できたこと、胚盤胞の拡大や生検による機械的ストレスが核 DNA の損失を引き起こすだろ

うこともわかってきたこと、といった、発生生物学上の重要な事実がいくつも明らかになっている。

※例えば、コンパクトと呼ばれる、細胞の形状の圧縮的な変化を伴う過程は、マウス胚では8細胞期に始まるのに対し、ヒト胚では12細胞期から始まること。またこの過程は、ヒト胚では内側の細胞（内部細胞塊）と外側の細胞（栄養外胚葉）の形成のタイミングにばらつきが生じる非同期的なものであること、など。

詳しくは上記サイトの論文を読みながら、埋め込まれた動画をご覧くださいければと思うが、私にとっては、ヒト初期胚でこのような個々の細胞の生成と移動がリアルタイムで画像で追っていけることそのものが驚異的で、もしこの方法が非侵襲的であることが保証できるようになると、将来的に不妊治療クリニックにおいてこの手法を用いて、着床前に「より品質の良い（妊娠に持ち込める）胚はどの胚か」を選別することになるのではないか、という気がする。

皆さんからのコメントをいただきたいが、松井先生いかがでしょうか。

松井：参考になりました。ここで用いられている顕微鏡システム（※）は、ここ数年でニコンやライカから出てきた検出器で、これらが出てくることで大きく感度が変わった。私もライブイメージンができるようになったのはそのためだ。以前私の紹介で、アイカムの50周年上映会の第18回でゲストエキスパートを務めた甲斐義輝さんもこのような胚のイメージングの仕事をしているが、

彼の研究では、この研究のようなラベリングではなくて、自分で遺伝子を発現させて蛍光タンパク質でヒト胚でイメージングするというやり方だが、臨床現場では位相差顕微鏡で確かめることでどのような胚が妊娠に適しているかを検出していくのだが、この研究のようなレーザー顕微鏡での検出が高度になればなるほどより安全性が高まり、胚の診断にも使えることになるかもしれない。まだすぐにはそれが実現するとは思えないが、そうした時代が来るのかな、と思わせる記念すべき論文だと思う。

※この研究では Leica SP8 SP8 LIGHTNING 共焦点顕微鏡、そして Nikon A1RHD25 共焦点レーザー顕微鏡)を用いている。

上田：このように論文に動画埋め込むというのはよくおこなれているのか？

松井：これはもう普通に行われていて、論文紹介の時などでも、パワポに動画を埋め込んで、ということはあたりまえになっている。

上田：戸村先生、いかがでしょうか。

戸村：初めて参加することになりました。免疫学を専門にしているが、イメージングの技術は自分でも、講義を含めて使っている。この会議では、今、バイ

オイメージングの新しい論文が紹介されたが、どのような方々をターゲットにして、何を得ることを目指しているのかが、気になった。

上田：第1部と第2部で扱ったような、「映像の利用を広げていく」という面からのアプローチと、この第3部での論文紹介のように、「映像を作る、手がける」という面から何を知っておいたらよいか、映像技術は今どんなあたりまで来ているのか、といったことを扱っていくアプローチをセットで取り組んでいけたらと思っている。バランスを取るのが難しいけれど、参加してくださっている方々には生物学に関心が高い方も多いので、なんとかうまくやっていけるのではないかと考えている。