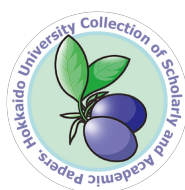




Title	多様な視点からトランスサイエンスについて考えるサイエンスイベントの設計と実践 : 「どちらにしようかな? : 未来のお肉から考えるトランスサイエンス」の事例報告
Author(s)	木村, 成介; 渡邊, 拓巳; 小名木, 陽子 他
Citation	科学技術コミュニケーション, 28, 11-27
Issue Date	2020-11
DOI	https://doi.org/10.14943/95873
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/79714
Type	departmental bulletin paper
File Information	JJSC28_011-027_KimuraS.pdf



報告

多様な視点からトランスサイエンスについて考える サイエンスイベントの設計と実践 ～「どちらにしようかな? ～未来のお肉から考えるトランス サイエンス～」の事例報告～

木村 成介^{1,2}, 渡邊 拓巳^{1,3}, 小名木 陽子^{1,4}, 高橋 さおり¹, 種村 剛^{1,5}

Design and implementation of science event to think about
trans-science from various viewpoints:

Case Report of “Which way should I go? Thinking about Trans-science
from the Future Meat”

KIMURA Seisuke^{1,2}, WATANABE Takumi^{1,3}, ONAGI Yoko^{1,4},
TAKAHASHI Saori¹, TANEMURA Takeshi^{1,5}

要旨

本稿は、筆者らが CoSTEP ミニサイエンスイベント 2019 (2019 年 8 月 25 日開催) で実施した「どちらにしようかな? ～未来のお肉から考えるトランスサイエンス～」の設計と実践についての報告である。本イベントでは、「培養肉」という新しい技術に着目し、参加者に培養肉を「食べる」か「食べない」かを二者択一で選ばせる「どちらにしようかな」と名づけたアクティビティを採用して、トランスサイエンス問題を取り上げた。選択の際、段階的に培養肉についての情報を提供したり、参加者同士の対話を促したりしながら、複数回にわたって選択を行うことで、当該技術についての知識量や理解の程度の差、対話の有無、もしくは立場の違いにより、培養肉に対する考え方が変化するかを体験できる構成とした。事後アンケートの結果から、約 4 割の参加者の判断が揺らいでいることが確認できた。本イベントの構成や「どちらにしようかな」の形式は、他のテーマ（技術）にも利用できることから、「科学と社会の問題」を扱うイベントとして汎用性の高いフレームワークとなる可能性がある。

キーワード：トランスサイエンス、培養肉、対話、科学と社会の問題、サイエンスイベント

ABSTRACT

This paper reports the design and implementation of the science event “Which way should I go? Thinking about Trans-science from the Future Meat” conducted at the CoSTEP Mini Science Event

2020 年 4 月 22 日 受付 2020 年 8 月 22 日 受理

所 属：1. 北海道大学 CoSTEP15 期選科 A 集中演習 2 班

2. 京都産業大学生命科学部

3. パシフィックコンサルタンツ株式会社

4. 札幌家庭裁判所家事調停委員

5. 北海道大学高等教育推進機構科学技術コミュニケーション教育研究部門 (CoSTEP)

連絡先：seisuke@cc.kyoto-su.ac.jp

2019 (Held on August 25, 2019). During this event, we focused on a new technology called “cultured meat” and asked participants multiple times to choose between “eat” and “not eat” cultured meat by providing step-by-step information on cultured meat and encouraging dialog among participants. The event was designed to make the participants experience the change in their attitudes toward cultured meat depending on their level of knowledge and understanding of the technology, the presence or absence of dialog, or their standpoints. Post-survey results showed a change in the decisions of about 40% of the participants. The structure and format of “Which way should I go?” can be used for other themes as well; this could be a highly versatile framework for events dealing with “science and social issues.”

Keywords: Trans-Science, Cultured meat, Dialog, Issues between science and society, Science events

1. はじめに

北海道大学高等教育推進機構の科学技術コミュニケーション教育研究部門（Communication in Science & Technology Education & Research Program; 以下、CoSTEP）の選科のプログラムには、3日間で20分のミニサイエンスイベントを企画して実施するコース（集中演習A）がある¹⁾。2019年8月23日から25日にかけて、2019年度CoSTEPの集中演習Aが開講された。ミニサイエンスイベントは、数名のグループに分かれた受講生が、科学技術に関連したテーマや科学技術コミュニケーションの方法論を広く持ち寄り、主にCoSTEPの受講生と修了生を参加者として想定し計画・実施されるものである。著者らは、集中演習Aの2班（チーム名「どっちもどっち」）のメンバーとして、担当教員である種村剛の指導のもと、トランスサイエンスについて参加者に伝えるサイエンスイベント「どちらにしようかな？～未来のお肉から考えるトランスサイエンス～」を実施した。本稿では、本イベントのねらいや実践について報告し、本イベントで用いた意見を可視化する手法が「科学と社会の問題」を扱うイベントの汎用的なフレームワークとしての可能性について考察する。

2. イベントの目的と課題意識

本イベントの目的は、具体的な科学技術の事例を元に萌芽的科学技術の社会実装や科学技術の倫理的・法的・社会的課題（Ethical, Legal and Social Issues）など、いわゆる「科学と社会の問題」について、参加者同士の対話を通じて考える場を作ること、この問題について多様な視点から考えることの重要性を実感できるようにするとともに、参加者に「トランスサイエンス」という概念の内容を伝えることである。トランスサイエンスとは、アメリカの核物理学者アルヴィン・ワインバーグ（Alvin Weinberg）が1972年に提唱した概念で、「科学に問うことはできるが、科学によって答えることができない問題群からなる領域」のことをいう（Weinberg 1972; 小林 2007）。典型例として、低線量放射線の人体への影響や遺伝子組換え食品の安全性評価などが挙げられる。ある技術の安全性や人体・環境への影響評価などは科学的手法によっては明確に答えがでないことが多く（科学的な不確実性）、また、医療、健康、環境といった生活に密接に関わるような問題領域は人々の価値観の影響も大きい。トランスサイエンス的な問題（トランスサイエンス問題）として顕在化しやすい。そのため、トランスサイエンス問題の解決には科学的アプローチだけでなく、政治的もしくは社会科学的なアプローチが必要とされる（科学コミュニケーションセンター 2015; 2016）。

本イベントの目的は、以下に示すような、筆者らの科学技術コミュニケーションに関する課題意識に基づいている。科学技術が発達した現代社会において「科学と社会の問題」は決して特別なものではなく、多くの人達の身近に常に存在している。ゆえに、異なる価値観や立場を持つステークホルダーがこの問題に関わっている。それぞれのステークホルダーは、知識量や立場の違いがあるため、当然異なる意見を持つことになる。したがって、ステークホルダー間の合意のもと、「科学と社会の問題」を解決するためには、科学技術についての知識理解の促進に加えて、意見のすり合わせのために、異なる立場にあるステークホルダー間の対話や信頼関係の構築などが必要となる（科学コミュニケーションセンター 2015; 2016）。

そのために、ステークホルダーをつなぐ役割を果たす科学技術コミュニケーターがトランスサイエンスのような概念を理解していることは必須であろう。また、科学技術コミュニケーター以外の人々にとっても、社会に科学だけでは解決できない問題があること、そのような問題群が「トランスサイエンス問題」と呼ばれることがあることを知ることは、望ましいことではないだろうか。なぜならば、トランスサイエンス概念を手にいれることで、私たちの生活と科学技術の関係を俯瞰して捉えることができるようになるからである。

しかし、抽象的なトランスサイエンス概念をそのまま伝えても、科学技術コミュニケーションの学習者はもとより、一般の人の理解を深めることは難しいと思われる。ゆえにトランスサイエンスについて学ぶためには、参加者が「科学と社会の問題」を具体的に体験しつつ、トランスサイエンスについて説明する対話の場を作ることが求められるであろう。筆者らは集中演習を通じて、そのための対話の工夫を考えていきたいと考えた。もちろん、20分のイベントでトランスサイエンスについて学ぶ機会を作ることには、その目的設定に無理があるともいえる。しかし、今回あえてこの目的を設定した理由は2つある。ひとつは、この20分という制約条件の中でトランスサイエンス概念を説明するための工夫を考えることが、集中演習における学びにつながると考えたからである。もうひとつは、今回のミニサイエンスイベントでの工夫を、例えば60分ほどのイベントの企画に応用することができれば、それは意義があることだと考えたからである。

3. 本イベントの設計上の工夫

CoSTEPのウェブページ等で公開されている2012年度から現在までに集中演習Aで企画された34本のミニサイエンスイベントのうち、明確に目的を区別するのが難しいイベントもあるが、少なくとも14本は「科学と社会の問題」を取り扱ったものである（表1）（CoSTEP 2020; CoSTEP_note 2020）。このように、ミニサイエンスイベントでは「科学と社会の問題」を扱うことは少なくない。本イベントは、これまでのイベントに対して、次の点を工夫して行った。まずイベントでは「培養肉（細胞培養技術で人工的に作成した食肉）」を扱い²⁾、培養肉を「食べる」か「食べない」かについて二者択一で参加者に選んでもらうアクティビティー「どちらにしようかな」を主軸とした。「どちらにしようかな」を行う際に、参加者が受け取った情報で意見の変化が生じるのではないかと考え、培養肉について段階的にレクチャーを行うことにした。加えて、異なる2つの視点を自身で体験することでも意見の変化が生じるのではないかと考え、「賛成と反対の立場の切り替え」をプログラムに組み込んだ。最後に、立場による意見の変化を参加者が体験したことを踏まえ、イベントの最後に全体を総括してトランスサイエンス概念についての説明を行った。

以上の工夫は、参加者が当該技術についての知識量や理解の程度の差、異なる立場からの対話の有無、もしくは立場の違いによって、培養肉に対する考え方（「食べる」もしくは「食べない」）が変化していくことを体験できるようにするためのものである。そして、本イベントを通じて科学技

表1 2012年度以降に開催された CoSTEP ミニサイエンスイベント

開催年度	目的 ※1	イベント名	チーム名
2012	○	"生きているんだ!" ジャガイモは あなたなら、どう決断しますか? 北大で"へえ"を見つけよう♪ 身近な不思議はカガクの入り口 備えあれば憂いなし ~キッチンで考える防災のこと~	1班 2班 3班 4班
2013	○	竜巻発生!! ~くるならこい! おれは逃げも隠れもするぞ!~ 未来裁判「ドクえもん"殺人"?事件」 ~生命と人格について考えよう~ あなたにとって肌美人って何ですか? ~わたしたちの肌の美しさ・健康とは~ 空から「へえ」が降ってくる!? ~火山灰による被害と対策~	1班 2班 3班 4班
2014	○	明日からちょっとだけ優しく♡なれる ~身近な社会心理学~ DoSTEP旗揚げ公演 ~監視カメラとプライバシーのトランスサイエンス~ 「おいしい」ってなに!? ~おいしいごはんを食べるために、明日からあなたができること~ 正体知れば怖くない!! ~今日からみんなエボラバスターズ~ ふたりのトランスサイエンス ~着床前診断は誰のため?~	1班 2班 3班 4班 5班
2015	○	カケルリカ! ~科学技術コミュニケーションの未来へ~ どっちを選ぶ? ガラナとガラナ~清涼飲料水のリスクを考える~ あなたが紡ぐ物語 ~自然とデザインされる自然のあいまいな境界~ あなたの知らないジンギスカンの世界 気候変動シリーズ 札幌の未来を考えよう! 第1弾 モスキート前線北上中	1班 2班 3班 4班 5班
2016	○	時をかけるトマト ~品種改良を通して考える人間と自然の関わり方~ シン・台風上陸! ~家族の命を守るのはキミだ!!~ ○ 2人のジレンマ ~もやもやサイエンスとあなたの選択~ 不老不死になりたい?? ~長寿の動物に見る生存戦略~	ナマラ・ネイチャー シン・台風対策本部 テッシーと仲間たちチーム チーム・フェニックス
2017	○	やっぱり、うなぎがいいですか? ~食生活から見えてくる科学技術~ ○ 未来から問う遺伝子操作 もしもしカメよ"カメさん"よ ~性決定の多様性~ ○ 桃太郎誕生秘話 ~放射線の安全と安心~	うー、なんぎ パウエレミツ 村井製作所 チームどんぶらこ
2018	○	あまいけどあまくない ~妖怪エラベラと考えるあなたの選択~ 食ベモノから食べるコトへ ~楽しい食事って? 食事のいろんな楽しみ方考える~ ○ どちらの科学ショー ~プラスチックの光と影 「役立つ」だけでいいですか? ~体で測る研究の価値~	タイフーナナ号 食事する人 むらっとゆかいななまたち RULERS
2019	○	どちらにしようかな? ~未来のお肉から考えるトランスサイエンス~ 大人の観察講座 『みるきくさわる』 第2回 音の観察 ○ 人工知能MIRAIがやってきた みんなでつくる かかくなうた	どっちもどっち? NAR (なる) A1 MWS

※1 「科学と社会の問題」を取り扱うことを目的として開催されたイベントに○を付した。

術の利用の是非が「科学によって答えることができない」ことを体験することで、トランスサイエンス問題についての理解を深めてもらうためである。イベントの流れや各アクティビティーについては、表2にまとめた。以下では、イベントの設計のポイントとなるテーマの設定や、二者択一による選択、培養肉についての情報提供、「賛成と反対の立場の切り替え」、トランスサイエンスについての情報提供の仕方など、イベントを構成するそれぞれのアクティビティーについて説明する。

3.1 テーマの設定：培養肉を取り上げた理由

「科学と社会の問題」を扱うサイエンスイベントの設計においてテーマの設定は重要になると考えた。なぜなら、政治的な信条や経済的な利害が絡む問題であったり、すでに参加者の中で自身の意見が確立している問題であったりすると、20分という短時間のイベントでは、参加者が自由に考えを巡らすことができなくなると懸念したからである。参加者同士で意見を交換しやすい「科学と社会の問題」のトピックは何かを慎重に話し合った。放射性廃棄物の問題や、マイクロプラスチック汚染などの環境問題、ワクチン接種忌避問題なども上がったが、最終的にテーマを「培養肉」に決定した。これは、培養肉がこれまでのミニサイエンスイベントで扱われていないトピックであったことに加え、比較的新しい技術で参加者の先入観が少なく、食品ということで自分ごととして捉えやすいテーマになると考えたからである。

表2 「どちらにしようかな? ～未来のお肉から考えるトランスサイエンス～」の流れ

アクティビティ	内容	担当	時間
事前準備	イベントが始まる直前に、参加者にワークシート（二者択一の答えを記録しておくためのもの）と、対話の小道具のドライソーセージを配付しながら、3～4名のグループを作った。	全員	-
A: チームの自己紹介とイベント趣旨の説明	イベントの開始にあたり、チーム「どっちもどっち」の紹介と、イベントの趣旨の説明を簡単に行った。	全員	1分
B: 情報提供1（自然科学的な観点から）	培養肉とは何か、また、その作成方法について細胞培養技術の紹介などをしながら説明した。	木村	3分
C: どちらにしようかな（1回目）	1回目の「どちらにしようかな」として、「あなたは培養肉を食べるか、食べないか」という問いに、司会の合図に合わせて参加者に一斉に回答してもらった。	小名木	1分
D: 情報提供2（社会科学的な観点から）	培養肉が開発されている社会的背景やメリット、デメリットなど社会科学的な観点から培養肉について説明した。	高橋	3分
E: どちらにしようかな（2回目）	2回目の「どちらにしようかな」として、「あなたは培養肉を食べるか、食べないか」という問いに、司会の合図に合わせて参加者に一斉に回答してもらった。	小名木	1分
F: 対話	グループごとに、培養肉について最初の90秒間はデメリットのみを言い合い、その後、90秒間はメリットのみを言い合った。どのような意見が出たか発表してもらい、ホワイトボードに記入して共有した。	全員	4分
G: どちらにしようかな（3回目）	3回目の「どちらにしようかな」として、「あなたは培養肉を食べるか、食べないか」という問いに、司会の合図に合わせて参加者に一斉に回答してもらった。	小名木	1分
H: トランスサイエンスについての情報提供	トランスサイエンスとは何かについて、その定義や具体例について紹介した。	渡邊	3分
I: どちらにしようかな（4回目）	4回目の「どちらにしようかな」として、家族でキャンプに来ている状況を想像してもらい、「子どもと一緒に培養肉を食べるか、食べないか」という問いに、司会の合図に合わせて参加者に一斉に回答してもらった。	渡邊	1分
J: まとめ	イベントのまとめに、荘子の「機事ある者は必ず機心あり」という故事を紹介し、科学技術を考える上でも人の心が大切であるということ伝えてイベントを終了した。	大杉	2分
事後片付け	事前に配布してあったアンケートに記入してもらい、回収した。	全員	-

3.2 二者択一のアクティビティ「どちらにしようかな」について

本イベントでは、二者択一のアクティビティ「どちらにしようかな」を主軸とした。これは、会場の前方の左右に、「食べる」と「食べない」と書いた看板をそれぞれ設置し、進行役の小名木の号令に合わせて、参加者に培養肉を「食べる」か「食べない」かを二者択一で選んでもらうもので

ある。「どちらにしようかな」の特徴などについては後で詳しく述べる（「6. 本イベントで用いた形式「どちらにしようかな」の特徴と汎用性」参照）。

本イベントでは、進行に合わせて合計4回「どちらにしようかな」を実施した。その際、参加者個人の思考に影響を与えることがないよう、進行役は「食べる」、「食べない」の挙手数を数えることや、どちらの挙手数が多いかなどの評価に関する言及を避けた。また、アクティビティー C, E, G, I において、準備したワークシートに、「食べる」、「食べない」の決定を記載してもらい、自らの心の動きも可視化できるようにした。なお、チーム名「どっちもどっち」には、トランスサイエンス問題を考えるにあたっては「どちらが良いか」という評価は簡単にはできないという意味が込められている。

3.3 培養肉についての段階的なレクチャー

培養肉についての知識理解を深めるため、イベントの中でレクチャーを2回実施して参加者に情報提供を行った。

最初のレクチャー（アクティビティー B）では、培養肉について自然科学的な観点から情報を提供した。生命科学を専門とする木村が担当し、培養肉とは何かについて紹介してから、培養肉作成の技術的な基盤となっている細胞培養技術（生物の細胞を生体外に取り出し、人工的な環境のもとで増殖・生育させる技術）について説明をした。また、これまでの研究で作られてきた様々な培養肉の特徴や作成方法を紹介した。このレクチャーでは、培養肉の技術的側面に特化して説明し、当該技術の社会的意義等については一切言及しなかった。

2回目のレクチャー（アクティビティー D）は、理科教員である高橋が担当し、培養肉という技術の社会的な意義や役割に焦点を当てて実施した。レクチャーでは、まず、畜産による食肉生産には多大なエネルギーが必要となるため、世界人口の増大が続く中、肉食自体が問題となりつつあるという社会的な背景を説明した上で、持続可能な食料需給を維持するための一つの手段として培養肉が注目されていることを説明した。培養肉はクリーンミートと呼ばれていることや、技術開発が進めば畜産による食肉生産よりも投入エネルギーが少なくなる可能性があること、動物を殺生することがないことなどを説明した。また、培養肉作成技術は、再生医療などにも応用可能であることにも言及した。一方で、人工的に作った肉の安全性についての問題、培養肉が環境負荷の低下や食糧需給の安定性に資するといえるのかどうかまだわかっていないこと、自然のものを食べたいという人の欲求に応え、大豆を使った代用食や昆虫食などの培養肉以外の代替手段があることを合わせて紹介した。

3.4 新しい対話の手法「賛成と反対の立場の切り替え」の開発

「科学と社会の問題」の解決には、ステークホルダー同士がお互いの立場や意見を理解して尊重することが求められる。そのためには対話が重要であることから、本イベントの中でも対話の要素を取り入れることを検討した。しかしながら、培養肉のような先端科学技術の社会実装の是非について、参加者が自分の意見に基づいて賛成、反対に分かれて議論（ディスカッションやディベート）する対話の設計は、20分という限られたイベントの時間で収束させることが難しく、参加者が培養肉についての知識を得つつ、有意義な対話や交流を行うことは難しいのではないかと懸念された。

本イベントにおける対話の目的は、ある特定の問題や課題（本イベントでは培養肉）について、自分の意見を主張して相手を説得したり、どちらが正しいかを決めたりすることにあるのではなく、あくまで、様々な意見や立場があるということを実感してもらうことにある。そこで、本イベントでは「賛成と反対の立場の切り替え」を実施した。この手法のアイデアは、ウェブサイトのデイリー

ポータルZに掲載された記事「斜にかまえる, かまえないを1分毎に切り替えるとどうなるか」(與座 2019) から生まれた。「斜にかまえる, かまえない」とは, 「①何かモノなどを目の前に置く, ②それに対して, 1分間は斜にかまえ, もう1分間は斜にかまえず感想を言う」というものである。参加者に, ある特定の対象に対して, 自分の意見を切り替え, あえて異なる角度や立場からの意見を求めることで, 異なる立場の意見も強制的かつ発散的に考える機会を持つことができる。今回のイベントでは, 培養肉について90秒間ずつデメリットとメリットのみをグループで言い合うこととした(アクティビティーF)。このアクティビティーの導入により, 強制的に相反する立場に立たせることで, 自分自身の意見や立場とは異なる視点から培養肉について考えてもらうことを期待した。

イベントの実施に際しては, 「賛成と反対の立場の切り替え」の手法を口頭で伝えても, 参加者が何をしたら良いのかがわかりづらいのではないかと懸念があった。たまたまイベント当日が北海道マラソン2019の開催日で, イベント会場前の道路を選手が通過していたので, メンバー2名が, 「マラソン」をテーマにして「賛成と反対の立場の切り替え」を実演した。例えば, マラソンに賛成するのであれば「運動することの爽快感」などで褒め, 反対するのであれば「マラソンは疲れるだけ」とけなしたのである。これにより, 対話の手法を参加者にわかりやすく伝達することができた。また, 実際に目に見えるものがあつた方が話しやすくなると考え, 培養肉をイメージしやすいよう, 培養肉に模したドライソーセージ(カルパス)を研究用のプラスチックチューブに入れて配布した。

3.5 トランスサイエンスについてのレクチャーとまとめについて

イベントの後半に, 渡邊が担当となり, トランスサイエンスについてのレクチャーを行った(アクティビティーH)。「100人分の培養肉を作るのに何日かかるか」は科学によって答えることができる問いである一方で, 「100人分の肉を培養肉で賄うことは妥当か」という問いは, 「誰のための食料を培養肉で賄うのが妥当なのか」「経済的, 倫理的, そして環境に配慮するという意味での妥当性なのか」「今現在なのか, それとも何年後か先の未来を見据えて妥当なのか」等の観点についての意見や見解によって答えが変わる, 科学だけでは答えられないトランスサイエンスの問題であることを提示した。また, 遺伝子組換え食品を食べるか, 出生前診断を利用するかなど, 科学だけでは答えられない同様のトランスサイエンスの課題が遍在することを紹介することで, 参加者にこれまでの体験を一般化して, トランスサイエンス概念について認知してもらうことを目的としたものである。また, 培養肉を「自分ではなく, 自分の子供に食べさせたいか」という問いを参加者に投げかけてアクティビティーIの「どちらにしようかな」につなげることで, 立場や観点が変わると選択が変化する可能性があることを強く意識してもらうことを狙った。

最後に, イベントのまとめ(アクティビティーJ)を行った。まとめでは, 参加者に「科学と社会」の問題について考えてもらうため, 中国の思想家である莊周(莊子)による「機械あれば必ず機事あり。機事あれば必ず機心あり」という故事を紹介した³⁾。この故事は, 「機械があると, 機械があるがゆえの仕事(機事)が生じてしまい, しまいには人の心が機械にとらわれて(機心), 道を踏み外してしまう」といった意味であり, いわば2000年以上前に科学技術に対してメリットとデメリットがあることを示しているとも言えるのではないだろうか。この故事を紹介したのは, 参加者に, 科学と社会の問題は決して特別なものではなく, 常に身近に存在するものであることに気づいてもらいたかったからである。そして, 科学と社会の問題の解決のためには, 「自分なりの意見を考えること」, 「話し合って共有すること」, 「立場や価値観の違いを受け入れること」が大事なのではないか, というメッセージを参加者に伝えた。

4. イベントの準備および実践

4.1 イベントの準備について

前述のように、本イベントの準備は、担当教員の種村の指導のもと、CoSTEP 集中演習 A の一環で行われた。演習前には、メンバー同士の話し合いがオンラインで行われ、トランスサイエンスをテーマにすることまでは合意できていた一方、具体的な内容や手法については全くアイデアが出ていなかった。

集中演習の1日目には、ミニサイエンスイベントの企画書作りを成果目標としてグループワーク(3時間半)を行った。ブレインストーミングにより、イベントの目的や手法などについて検討し、「トランスサイエンスを題材にして、参加者に科学技術について深く考えてもらうことを目的とすること」、「培養肉をテーマとすること」、「二者択一で選択させるアクティビティを軸とすること」などを決定した。また、企画書を作成し、全体の前で企画内容のプレゼンテーションを実施した。

2日目は、午後にリハーサルが予定されていたため、前日の企画した内容を踏まえ、詳細を詰めながら、スライドの作成などリハーサルに向けた準備を進めた。他の班と合同でリハーサルを実施し、その振り返りをもとにイベント内容を再検討した。また、イベントチラシ(図1)とアンケート(小名木担当)(図2)を作成した。

3日目は、13時開始のサイエンスイベントに向けて準備と練習を重ねた。なお、イベントの準備の様子(写真)は図3にまとめている。



図1 イベントのチラシ

本日は、サイエンスイベント~どちらにしようかな?未来のお肉とトランスサイエンス~にお越しいただきありがとうございます。皆さんのご意見を私たちの研究に活用させていただきたいと思います。お手数ですが、アンケートにご協力ください。

Q1 あなたはこのイベントに参加する以前に培養肉について聞いたことがありましたか。
はい いいえ

Q2 はじめに培養肉の作り方の説明を聞いた後、あなたは培養肉を食べたい、または、食べたくないと考えた理由を教えてください。

Q3 サイエンスイベントを終えて、あなたは培養肉を食べたい、または、食べたくないと考えた理由を教えてください。

Q4 トランスサイエンスについて理解が深まりましたか。
はい いいえ

Q5 培養肉について肯定的、否定的な意見を出し合ったことは、自分の意見を深く考えるために役立ちましたか。
はい いいえ

Q6 ご意見、ご感想などがありましたら、自由にお書きください。

あなたについてお聞かせください。

○年齢 10代 20代 30代 40代 50代 60代 70代以上
○性別 男性・女性・答えたくない
○家族構成 単身 夫婦二人、夫婦と子ども、親と同居、その他 ()
○これまでにサイエンスイベントに参加したことがありますか。— はい いいえ
○CoSTEPの関係者ですか。— はい いいえ

~ご協力ありがとうございました~

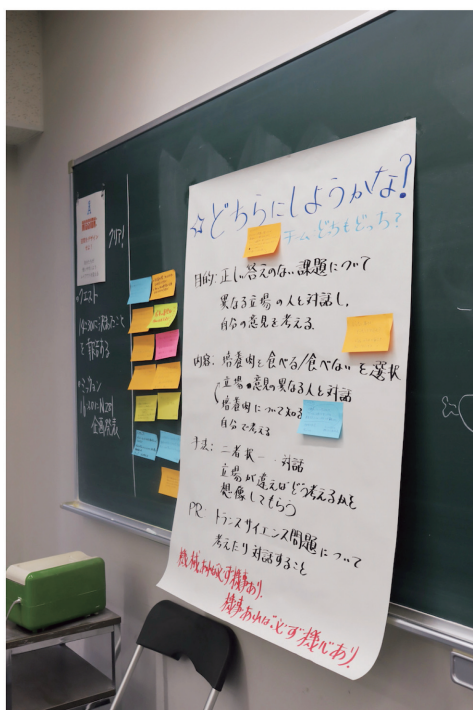
図2 アンケート



企画書づくりのためのグループワーク



企画書のプレゼンテーション



企画書



培養肉を模したものの準備



リハーサル



イベント直前の様子

図3 イベントの企画と準備の様子 (写真提供 CoSTEP)

4.2 イベント実践の概要

本イベントは、「CoSTEP ミニサイエンスイベント 2019」の中で実践された。概要は表3の通りである。

本イベント全体の流れは表2に、また、イベントの様子（写真）は図4にまとめてある。

表3 イベント実践の概要

イベント名	「どちらにしようかな？～未来のお肉から考えるトランスサイエンス～」
実践日時	2019年8月23日13時から13時20分
実践者	2019年度CoSTEP選科集中演習A2班「どっちもどっち」 (大杉遥, 木村成介, 小名木陽子, 高橋さおり, 渡邊拓巳, 種村剛 (指導))
参加者	2019年度CoSTEP選科集中演習受講者を中心に40名

5. イベント結果の分析

イベント実施後に図2のアンケート調査を実施した。回答者数は28名で、性別構成は男性が10名、女性18名であった。また、年代構成は20代が16名、30代が3名、40代が4名、50代が3名、60代が2名であった。アンケート回答者のほとんどはCoSTEPの関係者で(26名)、回答者数も多くはないことから、以下の評価は参考として述べる。

まず、Q4の「トランスサイエンスについて理解が深まりましたか」という設問には、27名が「はい」と回答した(1名は無回答)。トランスサイエンスという概念の内容を伝えるという本イベントの目的の一つはある程度果たせたと評価できる一方で、自由記述には「すごく面白いイベントでしたが、正直なことになってしまうと(トランスサイエンス・培養肉について)理解しきれないし、培養肉の印象が強すぎた」という意見もみられた。

次に、培養肉を「食べる」か「食べないか」の選択の傾向について考察する。今回のイベントでは、参加者に4回にわたって食べるか食べないかを選択させた。図5にそれぞれの参加者の選択の結果をまとめた。1回目の選択で「食べる」を選択した参加者は10名(36%)、「食べない」を選択した参加者は18名(64%)であった。2,000名を対象とする意識調査では、「培養肉を試しに食べてみたい」と答えた回答者は3割弱にとどまっており、今回のアンケート結果ともほぼ一致した(日比野 他 2019)⁴⁾。Q2およびQ3の自由記述を見ると、「食べる」を選択した参加者は、「人口増への対応のため必要とも思いました」、「肉は足りなくなるから」、「食糧問題の救世主になると思った」など社会問題の解決策として有用かどうかで判断していると思われる回答や、「どの食べ物にも不安やリスクはあるので培養肉も食べる」、「食べて問題がないようなら食べる」、「培養肉のメリット>人への影響だと思うから」などリスクとベネフィットを比較した上で培養肉を受容していると思われる回答をしていた。一方、「食べない」を選択した参加者は、「必要性を実感できない」、「食べないといけな状況が思い浮かばなかったから」といった培養肉を不必要と考えている回答や、「自然ではないと感じたから」、「人工的と感じたから」、「まだ普及していないものなのでやはり不安だと思いました」、「よく分からなくて怖い」、「環境に優しいといっても、どうしても受け入れがたいと思ったため」などといった、技術への信頼が低く、また、安全面やリスクに対して慎重な回答が見られた。

さて、4回の選択の場面において、すべて「食べる」を選択した参加者が7名(25%)、すべて「食べない」を選択した参加者が10名(36%)、判断が揺らいだ(いずれかの選択の場面において結果が変化した)参加者が11名(40%)であった。上述のように1回目の選択で「食べる」を選択した



会場の様子



自然科学の観点からの情報提供
(アクティビティーB)



どちらにしようかな
(アクティビティーC,E,G,I)



社会科学の観点からの情報提供
(アクティビティーD)



対話
(アクティビティーF)



対話の後の全体共有
(アクティビティーF)



トランスサイエンスについての情報提供
(アクティビティーH)



まとめ
(アクティビティーJ)

図4 イベントの様子 (写真提供 CoSTEP)

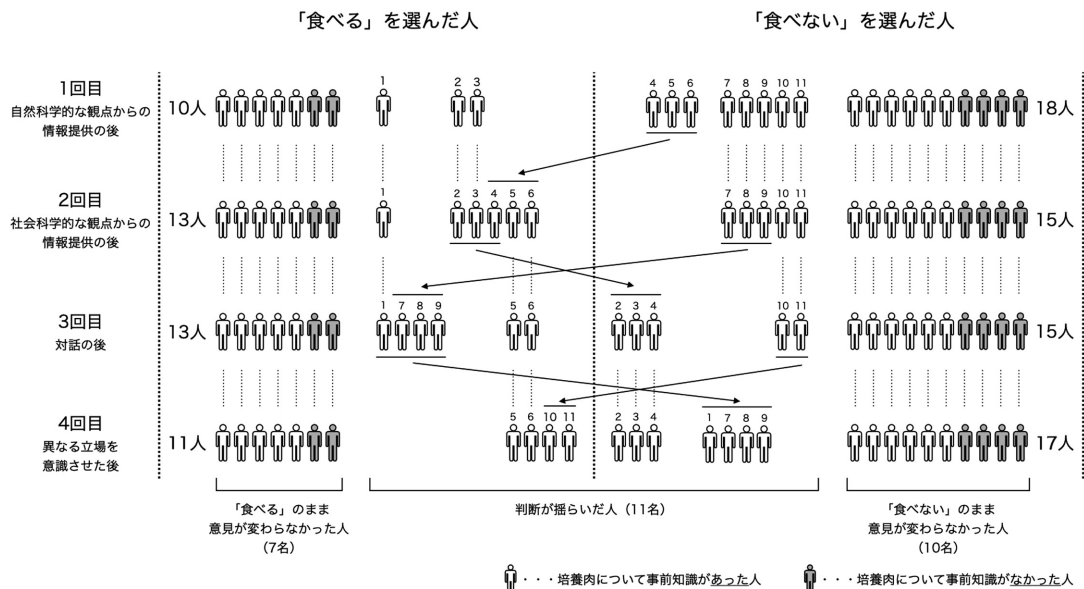


図5 「どちらにしようかな」の結果

判断が揺らいだ 11 名には、わかりやすいように番号 (1 ~ 11) を付した。

参加者は 10 名であったが、2 回目と 3 回目の選択で「食べる」を選択した参加者は 13 名 (46%) とやや増えた。社会的意義についての情報の獲得や対話が、培養肉の受容にポジティブな影響を与えたと思われる。4 回目の選択では、自分でなく子供に培養肉を「食べさせる」か「食べさせないか」を聞いたが、「食べる」を選択した参加者が 11 名に減少していた。Q3 の回答には、「自分は食べられるが、人に強制はできない」などの記述があることから、自分から子供へ立場が変わることで、新しい技術に対する不安が掻き立てられたのではないかと考えられる。

今回、アクティビティー F で、新しい対話の手法「賛成と反対の立場の切り替え」を導入したが、この対話により意見を変えた参加者が 6 名 (21%) いた。また、Q3 の自由記述には、「人の意思は他人の意見によって簡単に変わるものだ」と改めて感じたことや、「グループワークであえてほめる、けなすという方法がやりやすかった」という感想もあった。Q5 では、今回導入した対話の手法 (アクティビティー F) の効果について確認するため、「培養肉について肯定的、否定的な意見を出し合ったことは、自分の意見を深く考えるために役立ちましたか。」を設問としているが、23 名が「はい」と回答していた (「いいえ」が 3 名、無回答が 2 名)。したがって、この手法は双方の立場から物事を考えることを促すために有効であると評価できるだろう。

培養肉の事前知識の有無 (Q1) に着目すると、事前知識があった 22 名のうち「食べる」を選択した参加者は 8 名 (36%)、事前知識がなかった 6 名のうち「食べる」を選択した参加者は 2 名 (33%) であり、両者はほとんど変わらなかった。しかしながら、興味深いことに、培養肉についての話を初めて聞いた (事前知識のなかった) 参加者 (6 名) は 4 回の質問においてすべて同じ選択をしており、判断の揺らぎが確認できなかった。一方、培養肉について知っていた (事前知識のあった) 参加者 (22 名) の半数 (11 名) は判断が揺らいでいた。事前知識の有無が、判断に影響を与えた可能性があり興味深い。原因は不明であるが、事前知識がなかった参加者の自由記述には、培養肉の必要性など社会的な問題についての記述が見られなかったことから、事前知識の不足 (情報不足) により社会問題への当事者意識を実感しにくかったなどの要因があったのかもしれない。

以上のアンケート結果は、本イベントで用いた二者選択のアクティビティー「どちらにしようかな」を用いて、選択の際、段階的に培養肉についての情報を提供したり、参加者同士の対話を促したりしながら、複数回にわたって選択を行うことで、イベント参加者が、当該技術についての知識量や理解の程度の差、対話の有無、もしくは立場の違いによる培養肉に対する考え方の変容を体験できた可能性を示していると思われる。

6. 本イベントで用いたアクティビティー「どちらにしようかな」の特徴と汎用性

既に述べたように、本イベントで重視した点は各参加者が「科学と社会の問題」について自らの意見を形成するとともに、意見や立場の違いによって「科学に問うことはできるが、科学によって答えることができない」ことを体験することで、トランスサイエンス概念をより深く考えるきっかけとすることであった。本章では本イベントが採用した二者択一のアクティビティー「どちらにしようかな」の汎用性を考察するために、その特徴を整理する。

「どちらにしようかな」は以下の三つのステップからなる。まず、進行役から参加者へ問いを提示し、それに対する考え方を二つの選択肢として提示する。次に、参加者が考えるための時間を設ける。このとき参加者は限られた時間で意思決定を行うよう求められる。最後に、参加者は掛け声に合わせて会場の左右等に掲げられた選択肢の書かれた看板を指差すことによって意思の表明を行う。なお、「どちらにしようかな」という名称はこの掛け声に由来する。本形式を用いたサイエンスイベントの一般化されたプログラム構成を図6、本形式の特徴を表4、本形式と他の形式との比較を表5にそれぞれ示す。

「どちらにしようかな」の特徴は「二者択一」・「同時」・「弱い透明性」という三点で説明される。これまでのCoSTEP選科Aのミニサイエンスイベントで参加者が考えを表明する際には、段階評価や、物差しのようなスケール上に自分の考えに対応する位置をプロットすることで、その程度や度合いを可視化するものが多かった⁵⁾。これは、「科学と社会の問題」のように答えることが難しい問題に対する自分の意見や立ち位置を可視化するためには有効である。一方、「どちらにしようかな」では、答えることが難しい問いにあえて「二者択一」で答えを選ばせるという特徴がある。また、参加者全員が掛け声に合わせて「同時」に答えを選ぶことが求められる点も特徴である。これらの特徴により、「科学と社会の問題」のように意見形成が状況や文脈に依存する問題について、短い時間で自分なりの答えを明確に出さなければならない状況が生み出され、意思決定の心の葛藤をより強く感じてもらう効果が期待できる。さらに、「どちらにしようかな」では、参加者に自分の意思を指差して表明させることで、全体の中に自らの答えを置くという状況を演出することができる。

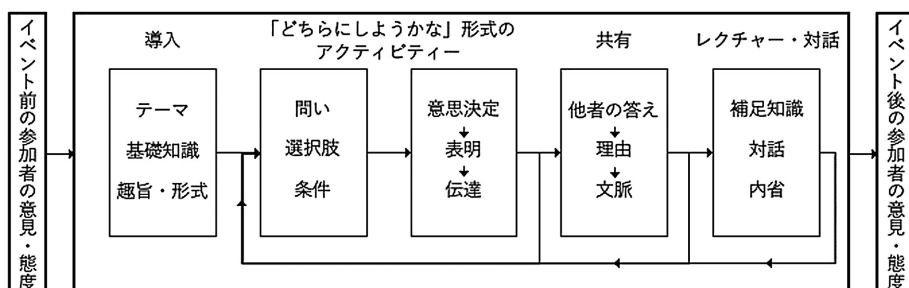


図6 一般化されたイベントプログラム及び参加者の体験の過程

表4 「どちらにしようかな」の特徴と効果

観点	特徴	具体的な実施の内容	効果
外見	発声	・「どちらにしようかな」等の掛け声を言う	・参加者を主体的な参加へと誘導する ・「二者択一」「同時」という特徴が強調される ・会場のにぎわいを演出する
	指差し	・会場の左右に選択肢を掲げて指を差す ※車座の場合は上・下等	・参加者を主体的な参加へと誘導する ・「同時」「弱い透明性」という特徴が生まれる ・会場のにぎわいを演出する
意見形成と表明	二者択一	・「食べる」「食べない」等 ※互いに排反な選択肢が望ましい	・短時間で意見形成が行われる ・文脈によるという答え方が許されず、いかなる文脈に依拠したかが意識される
	同時	・掛け声に合わせて指差しするように指示する	・意思決定から表明までの間に他者の答えが伏せられる ・個人の意思決定と他の参加者の意思決定が回ごとに独立になる
	弱い透明性	・他の参加者を見せる ・各選択肢を選択した人数を数えない ・意見の変化を追跡しない	・意思表明に適度な緊張感が与えられる ・意思表明の安全性が確保される ・他の参加者の答えの傾向が自らの意思決定に影響しにくい ※複数回実施する場合
プログラム構成	条件の変化	・新しい情報を提供する ・複数の観点を提示する ・状況を変化させる ・立場を変化させる	・設問の条件を変化させながら意見表明の回数を重ねることによって、状況に応じて参加者の意見が変化しうることが体験される
	文脈の可視化	・必要な情報を特定させる ・複数の観点を認知させる ・暗黙の前提としていた状況を自覚させる ・異なる立場による意見を想像させる	・参加者間の対話を通じて、意思決定の背後にある状況や文脈に気付くことが出来る ・対話の前と後に意思決定と表明を行うことで、参加者自身の意見の変化が体験される

つまり、会場にいる参加者全体の傾向と個人の答えを同時に可視化することができる。その一方で、それぞれの参加者によって他の参加者の答えを完全に追跡することは難しいため、ある程度の匿名性は担保される。このような、いわば「弱い透明性」のもとに自身の意思を表明し、他の参加者とゆるやかに共有できることになる。

さらに、「どちらにしようかな」は参加者へ問う質問自体を変化させる必要がない。これは、二者択一の選択を求めるアクティビティーの一つである「クロスロード」がターンごとに「お題」を変えるのとは異なり、「どちらにしようかな」の特徴ともいえるだろう（矢守 他 2005）（表5）。この点を利用すると、与える情報や条件づけを更新させながら複数回にわたって本形式を繰り返し実施することによって、同一のテーマや問題に対する考え方を深めていくことができる。例えば、本イベントの質問は「培養肉を食べるか／食べないか」であった。この質問に関して、参加者に対して段階的にレクチャーを行なうことで複数の観点を提示したり、参加者に通常と異なる特定の状況を前提として回答させたり、さらに他者の立場に立って回答するように求めたりするプログラムを構成することが可能になる。また、ファシリテーション次第では、一度の意思決定の背後にあった参加者各自の固有の文脈や価値観について対話を通じて気づかせるようなプログラム構成も可能である。ここに、単なるその場限りの選択ではなく、意見を形成することを目的として設計された「どちらにしようかな」形式の意義がある。

さて、今回の実践では培養肉をテーマとしたが、二者択一のアクティビティー「どちらにしようかな」は他のテーマであっても、情報提供の内容などを適宜変更することで容易に実施可能である。ゆえに「どちらにしようかな」は、様々な科学と社会の問題について、参加者自らの意見形成を手助けできるだけでなく、意見や立場の違いを体験させることも可能になるだろう。そして、このよ

表5 「どちらにしようかな」と比較した他の形式との比較

形式	特徴	評価	補足
挙手	二者択一	×	・両方に挙げない（挙げる）という選択肢が加わる
	同時	×	・選択肢の提示及び挙手の順序に伴い、時間のずれが生じる ※一つ目の選択肢の回答状況が視覚的に共有されるため意見の独立性は必ずしも保たれない
	弱い透明性	○	・他者の視線が存在するため意見の表明には一定の緊張感を伴う ・手を挙げないという消極的な選択肢が暗黙の内に残されやすい点に注意する
クリッカー	二者択一	△	・選択肢は任意の数および内容に設定できる ・回答の送信に時間がかかる場合、短時間で明確に意見形成することによる効果（葛藤や違和感）が薄れる
	同時	○	・意見形成および表明は必ずしも同時でない ・集計結果は一斉に公表可能であり、各参加者の意見形成は回ごとに独立になる
	弱い透明性	×	・各選択肢の選択者数が明確化される点に注意する ※複数回実施する場合に、前回の選択の傾向がバイアスをかけうる
陣地分けと移動	二者択一	○	・移動前の初期位置を中立地帯とすることで、二者択一を実現できる
	同時	×	・移動時間が生じるため、意見の形成が他の参加者に影響されやすい
	弱い透明性	×	・中立地帯からの移動が意見の表明とみなされるため、一定の緊張感が生じる ・個人の意見及びその変化が全員に把握されやすい ・各選択肢の選択者の多寡が明確化される
解答用紙に記入	二者択一	×	・未記入や選択肢の追加、追記などによるあいまいな意思表示が可能 ・記入に時間がかかる場合、短時間で明確に意思決定することによる効果（葛藤や違和感）が薄れる
	同時	△	・回答状況の把握と時間の管理が困難 ・参加者ごとの意思決定の独立性は保たれる
	弱い透明性	×	・他の参加者の答えが明らかにならない ・意思表示の安全性は保たれるが、二者択一での明確な意思決定による気付きの効果は発揮されにくい（熟慮や追記、事後修正等が可能なため）
クロスロード	二者択一	○	・特定の場面について、自らの判断をYesかNoで決定する
	同時	△	・伏せた状態で選んだカードをめくことで意思表示は同時となる ・選択している最中に会話を交わすことで相互に影響を与えあうとされる
	弱い透明性	×	・各個人の選択の開示や意見が求められる ・多数派の予測など、必ずしも個人としての意見が求められない ・少数派にインセンティブを与えるなどのルール設定を行うことによって意思表示の安全性を確保する

うな経験は、トランスサイエンス等の「科学と社会の問題」に対してメタ認知を促し、多様な視点から科学技術について深く考える態度の醸成につながるだろう。「どちらにしようかな」は「科学と社会の問題」を扱うイベントにおいて汎用性の高いアクティビティーの手法になりうる。

7. まとめ

本稿のまとめとして、イベントの目的が達成できたかどうかを評価し、また、本実践の課題について整理する。本実践では、段階的なレクチャーにより培養肉という新技術に対する知識の量を変

化させ、また、「賛成と反対の立場を切り替える」などにより立場の違いを意識させながら、「どちらにしようかな」により自身の意見を繰り返し表明させた。その結果、約4割の参加者の考え方が揺らいだことが確認できた。また、アンケートでは、ほとんどの参加者がトランスサイエンスについての理解が深まったと回答していた。以上のことから、イベントの目的はある程度達成できたと評価できる。

一方で、本実践では多くの課題も見られた。まず、本実践には20分という時間の制約があったため、培養肉という技術やトランスサイエンスという概念について、正確かつ十分に伝えられなかった可能性がある。また、多様な立場を理解するためには、意見の共有が重要であると考えられるが、本実践では時間の関係でほとんど行うことができなかった。一般の方を対象にして同様の効果を得るためには、イベント自体の時間を長くするなどの改善が必要であろう。

今回のイベントは、培養肉という新しい技術に対する自身の意見の揺らぎを体験することで、トランスサイエンスの概念を伝えることを意図していた。アンケートの自由記述には、「肉の話聞いているつもりだったのに、急にトランスサイエンスになった気がする」といった意見が少数であるが見られたことから、イベントの構成には改善の余地があると思われる。また、意見の変化を体験することが、その後に実施したトランスサイエンス概念の説明の理解を促したどうかについて評価できていないのも課題である。今回の実践では、培養肉という新しい技術を題材とすることで20分の短時間にもかかわらず、参加者の意見の変化を観測することができた。しかしながら、「どちらにしようかな」を他の話題や、リスクコミュニケーションなどの活動に対して適用したときに有効であるかを直ちに判断するのは難しい。特に、個人の意見が既に確立している話題や、利害関係が明確にあるような問題について、多様な視点を持つことは難しいと思われる。今後、題材とする話題やコミュニケーション活動の種類など、適用できる範囲を模索する必要があるだろう。「どちらにしようかな」を「科学と社会の問題」を扱うサイエンスイベントのための手法の一つとして発展させるためには、今後のさらなる改善と実践の蓄積が求められる。

謝辞

本論文に係るサイエンスイベントの企画運営は、2019年度CoSTEP集中演習Aの実習として行われました。集中演習Aを支えていただきましたCoSTEPの教員およびスタッフの皆様ならびに本イベントにご参加いただいた皆様に感謝します。

注

- 1) 北海道大学高等教育推進機構の科学技術コミュニケーション教育研究部門(CoSTEP)では、科学技術コミュニケーション養成プログラムを開講している(<https://costep.open-ed.hokudai.ac.jp/costep/>)。科学技術コミュニケーション養成プログラムには、頻繁な通学が困難な者を対象として、選科が設置されており、e-learningとスクーリングである集中演習を受講することで科学技術コミュニケーションとして基礎的な知識とスキルを習得することができる。ウェブサイトには各年の選科Aのミニサイエンスイベントの成果が掲載されている。選科Aの集中演習の報告として、種村 他(2015)がある。
- 2) 培養肉は、動物の可食部の細胞を培養することにより人工的に作成された食肉のことである。2013年8月にオランダのマーストリヒト大学のマーク・ポスト教授の研究チームにより、世界で初めて培養肉で作ったハンバーガーの試食会がロンドンで開催された。培養肉は、人口増や食糧増産、環境問題、安全性、倫理などの問題を解決する一つ的手段として注目されており、現在、培養肉の研究や投資が世界中で盛んに行われている。三村(2019)は、培養肉のELSIとして、安全性の保証、便益の保証、理解増進、利害関係の調整、新しい食文化の醸成の5項目を挙げている。2019年11月に開催されたサイエ

ンスアゴラ 2019 では、「知る・語る！未来の食『培養肉』」と題されたフォーラムが開催され、マーク・ポスト教授が基調講演を行っている (https://scienceportal.jst.go.jp/reports/other/20191213_01.html, 2020 年 4 月 1 日 閲覧)。

- 3) 中国の思想家である莊周（戦国時代中期：紀元前 369 年頃～紀元前 286 年頃）の著書とされる莊子の外篇，天地第十二に記されている（後世の偽書であるという見方もある）（金谷 1975）。内容の要約は以下の通りである。

孔子の弟子の子貢が旅をしていると、老人が井戸からかめで水をすくって畑に撒いているのを見た。水を汲んでは運んで撒き、という作業を繰り返していて効率が悪いので、その老人に「ハネツルベ（石の重みをつかって井戸水を組み上げ機械）を使うと効率的に水撒きができますよ」と声をかけた。すると老人が、「私は師に、「機械があると、機械のための仕事（機事）ができてしまう。機械のための仕事ができると、機械の働きにとらわれる心（機心）ができてしまう。そうになると、人は心の純白を失い、そして心の安らぎを失い、しまいには人の道を踏み外してしまう」と言われたことがある。私は機械を知らないから使わないのではなく、そのような事が恥ずかしいので使わないのだ。」と答えた。子貢は、自分が恥ずかしくなった。

- 4) この調査の概要については、以下のプレスリリースを参照 (https://www.hirosaki-u.ac.jp/wordpress2014/wp-content/uploads/2019/11/20191108_press.pdf 2020 年 4 月 1 日 閲覧)。
- 5) 例えば、意見のスケールを用いたものとして飯田 他 (2017)、意見のプロットを用いたイベントには浅沼 他 (2018) などがある。

文献

- 浅沼清香・高月文彦・中川美緒・渡部祐司 2018: 「選科 A 活動報告「どっちの科学ショー ～プラスチックの光と影～」」, <https://costep.open-ed.hokudai.ac.jp/costep/contents/article/1855/> (2020 年 4 月 1 日 閲覧)。
- CoSTEP: <https://costep.open-ed.hokudai.ac.jp/costep/> (2020 年 8 月 1 日 閲覧)。
- CoSTEP_note 2020: Facebook, <https://www.facebook.com/CostepNote/> (2020 年 8 月 1 日 閲覧)。
- 日比野愛子・仲村大志・古橋麻衣・竹内昌治 2019: 「培養肉受容性の規定因に関する研究」『第 60 回日本社会心理学会発表論文集』78。
- 飯田綱規・梅本里穂・金子浩子・仲居玲美・沼尾恵利子 2017: 「選科 A 活動報告「未来から問う遺伝子操作」」, <https://costep.open-ed.hokudai.ac.jp/costep/contents/article/1694/> (2020 年 4 月 1 日 閲覧)。
- 科学コミュニケーションセンター 2015: 「科学コミュニケーション案内」, https://www.jst.go.jp/sis/archive/items/brochure_01.pdf, (2020 年 4 月 1 日 閲覧)。
- 科学コミュニケーションセンター 2016: 「平成 27 年度調査報告書 科学技術の社会的期待と懸念に向き合う「対話」「協働」実践上の課題」, https://www.jst.go.jp/sis/scienceinsociety/investigation/items/report2015_01.pdf, (2020 年 4 月 1 日 閲覧)。
- 金谷治 (訳注) 1975: 『莊子 第二冊外篇』岩波文庫。
- 小林博司 2007: 『トランスサイエンスの時代: 科学と技術と社会をつなぐ』NTT 出版。
- 三村恭子 2019: 「コラム「培養肉の倫理的, 法的, 社会的課題 (ELSI) とは?: 信頼に基づくイノベーションを目指して」」, https://www.jst.go.jp/ristex/info/topics/other/elsi_20191002_tkb.html, (2020 年 6 月 12 日 閲覧)。
- 種村剛・印南小冬・大場恭子・高知尾理・森順子・大津珠子 2015: 「短期間のグループワークを通じた科学技術演劇の企画・上演」『科学技術コミュニケーション』17, 65-76。
- Weinberg, A. 1972: "Science and trans-science", *Minerva*, 10, 209-222。
- 矢守克也・吉川肇子・網代剛 2005: 『防災ゲームで学ぶリスク・コミュニケーション: クロスロードへの招待』ナカニシヤ出版。
- 與座ひかる 2019: 「斜にかまえる, かまえないを 1 分毎に切り替えるとうなるか」(デイリーポータル Z 掲載記事), https://dailyportalz.jp/kiji/sya_ni_kamaeru-kamaenai (2020 年 4 月 1 日 閲覧)。