

Ⅱ ILAS コロキウムの記録

**研究がおもしろい！**

—未踏への挑戦—

令和3年10月11日～11月15日



Institute of Liberal Arts and Sciences, Tohoku University

東北大学教養教育院 ILAS コロキウム 2021

# 研究がおもしろい！

## — 未踏への挑戦 —

4月に開催した「**教養教育特別セミナー**」と並び、教養教育院の総長特命教授が協力して主催する企画です。昨年、第12回まで「**合同講義**」として継続してまいりましたが、今回からは「**ILAS コロキウム**」として開催することにしました。学生の皆さんに近い年代である若手研究者の方々に講師としてお招きし、総長特命教授も交えて参加者と全体討論を行います。本企画における意見交換が、学生の皆さんへの刺激となり、意義あるものとなることを期待します。

### 受講登録

10月31日(日) 〆切 申込先リンク

<https://forms.gle/7xGVE4wU3HGkW1CU6>

- 東北大学の1年生、および学内で関心を持たれる方々のご参加を広くお待ちしております。
- 受講登録いただいた方に、本企画詳細へのアクセス URL をお送りします。
- 各15分程度のショートレクチャー視聴後、質問・コメントなどをお送りください。
- 質疑応答・全体討論の際には、事前にお送りいただいた質問・コメントからいくつかを選んでお答えします。
- 質疑応答・全体討論の参加方法は、登録した方へ、後日メール等で詳細をお知らせします。

### ショートレクチャー視聴

10月11日(月)～11月14日(日)

未踏構造合成への挑戦  
—こんな分子ができればすてい！—

学際科学フロンティア研究所  
助教 上野 裕  
(ナノ材料科学)

気候変動下の持続可能社会  
：1℃上昇の影響は三者三様

学際科学フロンティア研究所  
准教授 柿沼 薫  
(環境学)

細胞内を歩くタンパク質  
—運び屋「キネシン」は今日も駆け回る—

学際科学フロンティア研究所  
助教 千葉 杏子  
(生物科学)

宇宙の成り立ちを明らかにする

学際科学フロンティア研究所  
助教 山田 将樹  
(宇宙理論)

### 質問・コメントフォーム送付

動画視聴後～11月7日(日) 〆切

### 質疑応答・全体討論

11月15日(月) 14:40～16:10  
マルチメディア教育研究棟 2階 M206  
オンライン同時配信

挨拶：滝澤 博胤 (機能無機材料化学)

理事・副学長、高度教養教育・学生支援機構長、教養教育院長

司会：鈴木 岩弓 (宗教民俗学・死生学)

教養教育院総長特命教授

討論：水野 健作 (分子細胞生物学)

教養教育院総長特命教授

日笠 健一 (素粒子物理学)

教養教育院総長特命教授

尾崎 彰宏 (美術史・芸術理論・日本学)

教養教育院総長特命教授

上野 裕 (ナノ材料科学)

講義担当

柿沼 薫 (環境学)

講義担当 ※リモート参加

千葉 杏子 (生物科学)

講義担当

山田 将樹 (宇宙理論)

講義担当

参加者のみなさん

### 受講後アンケートフォーム送付

11月21日(日) 〆切

問合せ先：東北大学高度教養教育・学生支援機構 教養教育院  
inro@las.tohoku.ac.jp <http://www.las.tohoku.ac.jp>  
tel : 022-795-4723 (担当：鈴木)

## ○受講登録用フォーム：10/1～10/31 受付

### 【受講申込】ILASコロキウム「研究が おもしろい！ - 未踏への挑戦 -」

申込受付期間：2021/10/1 ~ 10/31

tohoku.ac.jp アカウントを切り替える



このフォームを送信すると、メールアドレスが記録されます

\*必須

#### 概要

- 対象者  
東北大学の学生および東北大学内の希望者
- 講義動画視聴期間  
2021/10/11（月）～2021/11/14（日）
- 質問・コメントフォーム送付  
2021/11/7（日）切 ※11/15質疑応答での取扱い対象として
- 質疑応答・全体討論  
日時：2021/11/15（月）14:40～16:10（第4講時）  
会場：川内北 マルチメディア教育研究棟2階 M206  
Zoomミーティングによる同時配信もあり  
※参加方法の詳細については、後日メール等でご案内します。
- 受講後アンケート  
2021/11/21（日）切 ※今後の企画に役立てるため、ご協力をお願いします

#### 申し込みに関する連絡事項

- ・DCメール（または東北大メール）アドレスでお申し込みください。
- ・本企画詳細へのアクセスURLを別途メール返送でお送りします。
- ・申し込みをキャンセルしたい方は、下記の担当部署までご連絡ください。

所属（学部等）\*

回答を入力

氏名\*

回答を入力

学籍番号

回答を入力

#### ■担当部署

東北大学高度教養教育・学生支援機構 教養教育院  
e-mail：[info@las.tohoku.ac.jp](mailto:info@las.tohoku.ac.jp)  
TEL：022-795-4723  
担当者：鈴木

送信

フォームをクリア

## ○質問・コメント送付用フォーム：10/11～11/7 受付

### 【質問・コメントフォーム】ILASコロキウム「研究が面白い！－未踏への挑戦－」

11月15日（月）4講時に開催する質疑応答・全体討論の中でいくつかを採り上げ、討論の材料とします。

【11月7日（日）受付分まで】

その際、対応できなかったものは後日、教養教育院Webページに回答を掲載します。

受付〆切：11月21日（日）

tohoku.ac.jp アカウントを切り替える



このフォームを送信すると、メールアドレスが記録されます

\*必須

質問・コメントをしたい講義または講義担当者を選んでください\*

- 「未踏構造合成への挑戦－こんな分子ができたらすごい！－」上野 裕
- 「気候変動下の持続可能社会－1℃上昇の影響は三者三様－」柿沼 薫
- 「細胞内を歩くタンパク質－運び屋「キネシン」は今日も駆け回る－」千葉 杏子
- 「宇宙の成り立ちを明らかにする」山田 將樹

質問・コメントをお書きください\*

回答を入力

所属、学籍番号、氏名

回答を入力

送信

フォームをクリア

Google フォームでパスワードを送信しないでください。

このフォームは国立大学法人東北大学 内部で作成されました。不正行為の報告

Google フォーム

## 2. 1 ショートレクチャーの記録：オンライン

ショートレクチャー **未踏構造合成への挑戦** —こんな分子ができたらすごい！—

学際科学フロンティア研究所助教 上野 裕

皆さん、こんにちは。学際科学フロンティア研究所助教の上野と申します。私の専門は化学です。特に、分子や材料、これらの合成をメインに研究を行っています。今回の動画では、私たちが最近力を入れて行っている、ちょっと変わった分子の合成について紹介し、少しでも、研究って面白そうだなとか、研究って楽しそうだなと、思ってもらえるように、私たちが感じている研究の面白さというものを共有してもらえそうな話をしたいと思っています。

さて、研究の話に入る前に、そもそも、世の中にどれぐらいの種類の分子が存在するのかについて、少し紹介をしたいと思います。CAS という化学物質データベースを参考にお話ししますが、2007年の時点で、分子の登録数は5千万種類。これが2015年には1億種類を突破して、2021年現在、およそ1億8千万種類の分子が登録されています。これは、2007年から2015年にかけては、およそ5.1秒に1種類、2015年以降は、およそ2.2秒に1種類というペースで、物質が登録されてきたこととなります。このペースで行くと、2065年には6億種類を超えると予想されていて、この億単位の数字というのを見ると、この分子の種類というのはすごく多いなと思うかもしれませんが、実はこれは、原子数30以下という制約をつけても、構成可能とされる理論上の“通常の”分子の種類というのは、100垓種類とされていて、人間が手にすることができている物質、この1億8千万という数字、これは、全体の分子の数にすると、ごく一部にすぎません。当然、こういう分子をすべて合成しようとしても、なかなかそれは難しいわけで、どのような分子をつくるか、またその分子をどういふふうにつくればいいのかということに対して、物質合成に携わる科学者それぞれのアイデアや独創性と

いうものが詰め込まれているということになります。

当然、私たちの研究におきましても、独自のアイデアに基づく分子合成を行う必要があります。私たちの研究では、スタンスの異なる2つのアイデアの出し方、考え方に基づいた研究課題を設定しています。1つ目、「合理的研究」というものなんですけれども、これは、科学的根拠・過去の実験データを最大限に活用し、「理にかなった」分子設計・合成法により機能性分子を合成し、具体的な社会的ニーズに答えるというものです。我々の研究では、最近話題に上がることが多いエネルギー問題への貢献を考えまして、有機太陽電池の高効率化・長寿命化を実現するための有機半導体分子を合成していますが、この目的を果たすためには、たぶんこういう構成が必要なんだろうなという分子を、科学的根拠や自分たちの実験ノウハウに基づいて設計します。描いた設計図通りに、求めた機能を有する分子を設計できる、目的を達成できるというのは、物質合成の醍醐味のひとつで、研究の楽しいポイントのひとつでもあります。しかし、これは裏を返すと、科学的根拠に基づいた合成を行っているので、全く予想していなかった性質に出会うというのは、なかなか難しいともとれるわけです。一方、2つ目、「挑戦的研究」というものなんですけれども、これは、一般的に合成することが困難ですよ、とされるような分子の合成に、気合と根性で挑む！ というものです。これは、科学の一般常識に囚われない自由な発想を持って、常識をくつがえすような、Crazy な分子とか、Crazy な構造の合成にトライするもので、そもそも、ほとんど失敗に終わってしまうわけなんですけれども、「こんな分子ができたらすごいよね！」とか、「ヤバイね！」というのを合言葉に、学生さんと一緒に、夢のような分子を追い続

ける、こういった研究も進めています。今日の内容なんですけれども、プラズマを用いた物理工学的な材料合成法と、化学の花形とも呼べる有機合成を融合させた独自の材料の合成法によって、「有機合成だけ」でも、「プラズマ工学だけ」でも作ることができなかったような、まったく新しい分子を合成するという研究について、実際にどんなすごそうな分子を合成しているんですか、というのを少し紹介したいと思います。

では、私たちの研究における「未踏への挑戦」とは何なのかということなんですけれども、我々の身の回りの材料とか分子が、「利用可能」であるための大前提として、その分子が「安定」であることが必要です。極端な話をすると、例えばコップに水を注ぐときに、注いだ途端にコップが分解してしまったら、コップとしての役割を果たさないわけですね。科学の世界には、そういう不安定な分子というのがたくさんあって、たとえばこの不安定分子「ab」というものを考えたときに、これがすぐに c と反応してしまったり、もしくは a と b に分解してしまったりすることで、ab という分子の性質は失われます。とても不安定な分子というのは、その構造の存在を確認することすら難しく、こういった分子の性質や構造・物性の相関などは、まさに未知の宝庫です。また、“超不安定”な分子や構造というのは、そもそも材料合成屋さんにとって、合成可能な構造として認識されていないのが普通です。合成は「無理」という、いわば科学の常識があるからですね。我々の研究の未踏への挑戦というのはとってもシンプルで、常識を覆して、固定観念をぶっ壊してやろうということですね。これを実現するためには、当然、この Crazy な分子、変な分子というものを、実際に合成して見せないといけないので、現在、我々はそういった構造の合成に挑んでいるという段階にいるわけです。

ここから実際の研究についての話になってきますけれども、我々の研究の中でキモとなる物質がこのフラーレンと呼ばれる物質群です。炭素のみから成る、ダイヤモンドとかグラファイトと同じような炭

素の同素体です。もっとも有名なものは、炭素原子 60 個からなるフラーレン C60 というもので、1985 年に発見されて、1996 年のノーベル化学賞の受賞の対象となった分子です。フラーレンには、C (炭素) が 60 個の分子以外にも、構成炭素数が異なるいくつかのフラーレンが知られていて、いずれも剛直、とても固い構造で、球状分子に特有の、内部に「何もない」真空の空間を持つという特徴があります。この空間のサイズなんですけれども、たとえば C が 60 個のものだと、直径がおおよそ 3.7 Å くらいで、このサイズというのは原子とか小さな分子、水とかの小さな分子が入ることができるぐらいの大きさになっています。

重要な点は、このフラーレンの内部空間というのは、不安定な分子でも安定に存在できる超不活性な空間であるということです。もしフラーレン内部に自在に原子や分子、イオンなどを配置できれば、こういった不安定な分子を、この内部では形状的に存在させることができる可能性があります。これは要するに、固い炭素のボールで不安定な構造を保護してしまおう、バリアしてしまおうということです。皆さん、真空パックって使ったことがあると思いますけれども、これは傷みやすい食材とかを安定に保管するためのものですよ。我々がやろうとしているのは、いわば 1 分子レベルでの真空パックみたいなイメージです。ただ、フラーレン内部が超不活性であるというのは、原子や分子が通り抜けることができるような出入口がない、通ることができないからその性質なので、当然、逆に言えば、簡単にこの中に分子を入れるということはなかなかできません。こういう図で見ると、穴が開いているように見えてしまうんですけれども、実際原子の大きさを考えてちゃんとこう描いてみると、隙間なんてないということが分かると思います。どこから入れればいいのかさっぱり分からないですね。進入禁止です。

ではこの閉ざされた空間にどうやって原子や分子を入れるのかというのが、我々が考えているところです。詳しい原理については紹介しませんが、おもに 2 つの重要な実験技術があります。1 つ目は私たち

がメインで実験を行っている、プラズマを用いた手法です。この方法を使うと、フラーレンの内部に高効率で原子を無理やり打ち込むことができます。たとえば、ちょうどいい速度に加速したリチウムイオンをフラーレンにバシーンとぶつけてやると、こんなイメージで、とても短い時間のあいだに、ごくごくわずかな隙間に無理やりイオンを貫通させるということができます。こういった方法で、原子やイオンを打ち込むことができるのは、今のところ世界中で我々だけじゃないかなと思います。もう1つは有機合成を使った方法です。こっちはもう少しイメージしやすいかと思いますが、これは有機合成でフラーレンに出入口をあけて、あけた穴から分子を入れて、再びその穴を閉じるという方法で、これは、我々とは別の研究グループによって報告された手法で、フラーレンの内部空間にアクセスする重要な手法として、世界中で研究が進められています。これら2つの手法はですね、中に入れることができる原子や分子の種類というものが基本的に異なります。プラズマを用いた手法のほうでは、分子としては存在できないような単一原子やイオンの挿入に優れる一方で、複数の原子を一発で入れていくということが難しい。一方で有機合成を使った手法では、そもそも安定な分子を入れることはできるんですけども、たとえば金属イオンとか、そもそも不安定な分子というものをダイレクトに入れることはできないというそれぞれの特徴があって、言ってしまうと、一長一短の性質があります。

我々の研究では、いきなり不安定な構造を入れようとするのではなくて、プラズマを使った手法と、有機化学的な手法を併用して、段階的に原子や分子を挿入して、フラーレン内部で未踏の不安定分子をその場で組み立ててしまおうというものです。たとえば、1段階目で入れたこれと、2段階目で入れたこれ。これがC60の中で反応して、こういった新しい構造ができるわけです。これを段階的にやっていくことができれば、どんなに不安定な構造でも、不活性な空間の中で、その場構築することができるんじゃない

かという狙いがあります。これは言ってしまうと、単原子レベルでの標的分子の構築。まさに究極の分子合成ですね。これを考えているときに、自分でも「ヤバいな！」と思っていたんですけども、こういったプロセスというのは、当然、プラズマ工学的な手法だけでも、有機合成だけでも、今のところは達成できないので、まさに自分たちのオリジナルアプローチによって、こういった究極の分子の合成を実現して、これによって未踏の不安定構造の新しい科学を切り拓いていくことを夢見て研究を行っています。

さて、実際に実験するにあたって、どんなものを作ってみようかということになるんですけども、最初、これまでの実験ノウハウ、我々の持っている実験ノウハウを考えて、まず初めに、ここに示した2つの分子を標的構造として決めました。それぞれの構造ができれば、どういうことができるかということなんですけれども、たとえば、この標的分子①のほうは水との詳細が分かるとかですね、標的分子②のほうだと疑似的高圧概念、常圧における高圧物性が発現するとか、色々考えていることはあるんですけども、ひとまずこの難しいことは置いておいて、とにかくこういった分子を実際を作って、この方法によって、こういう化合物群、物質群が実際に合成できますよということ、実現可能性を証明したいわけですよ。

ということで、実際に合成をやってみました。もうこの動画の最後のほうですので、材料合成研究者っぽいところを敢えて見せておきたいと思いますが、もちろん、やろうとしていることはとてもシンプルで、まず有機合成でフラーレンに穴をあけて、水を入れて、閉じます。続いて、プラズマを使って、リチウムイオンをバシーンと打ち込みます。これで目的の化合物ができて、周りの不純物を除いてきれいにすることができれば、第一目標である標的分子合成の達成です。これは、絵にするとすごく簡単そうに見えるんですけども、実際に実験をすると、装置を改良したりもしなきゃいけないし、合成にも時間がかかるので、当然、そんなに簡単にはいかなかったわけですね。けっ

こう時間がかかりました。

とある日に、一緒に実験してくれている学生さんがいきなりやって来まして、何か変な雰囲気ですわそわしながら「ちょっといいですか?」とか言いながら、部屋に入ってきました。シグナルが～～です、とか報告してくれるんですけども、ちょっと興奮気味にしゃべってくるので、何を言っているのか最初分からなかったんですね。詳しくデータを見せたら、標的の分子ができてい見えるはずのシミュレーションと、右側が実際の測定の結果です。この他にもいろいろ測定の結果を見せてもらったところ、どうやら欲しいものができていそうだったので、「ヤバいね!」とか言って、本来ならここまでデータが出てくると飲みに行きたいところなんですけれども、残念ながらコロナもあって、それも叶わずコーヒーで乾杯して。あとは、せかせかと実験ばかり、学生さんはやってくれたわけなんですけれども、これは最終的に、およそ1年2～3か月かかって、ついにきれいな目的の分子が出来上がった結果が得られました。最終的に、X線構造解析といって、分子の構造をダイレクトにみる方法があるんですけども、実際にリチウムイオンと水が中に入っていることが完全に目で見て分かりました。これを見たときは、ものすごく興奮しました。これによって、単原子レベルでの分子構築が可能ということが実証できまして、これまで創ることも使うこともできなかった構造へ、我々の方法を使えば、アプローチできるようになったということです。現在は、できるということが分か

りましたので、他の分子の合成とか、その他、次の実験に向けて装置を改良したりしながら、着実に目標に向かって実験を進めているというような段階に、我々は今います。

以上、簡単にですが、私たちの研究を紹介させていただきました。どうでしょうか。研究に触れて、少しでも興味を持っていただければうれしく思います。最後にメッセージですけども、サイエンスというのは制限はないですし、発想は自由です。私たち以外にも、破壊的かつ独創的なアイデアに基づく研究をしている人が、世界中にはたくさんいます。そういった色々な話を聞いて、いろいろなアイデアを膨らませることができるようになれば、その分、研究、または研究だけではなく人生の視野が広がっていくと思います。幸運にも、皆さんは色々な話を聞く機会がたくさんあると思いますので、ぱっと見の印象だけで、興味がないと決めつけることをしないで、色々な話をぜひ聞いて、いろいろ触れてみてください。色々な視野を広げて、将来的には、常識を覆して、固定観念をぶっ壊すような、自分だけのアイデアをぜひ見つけてもらえればと思っています。以上で、動画終わりになります。感想や質問など、どんなものでもいいです。ぜひお送りいただければと思います。また11月の交流会で直接お話しできる機会があると伺っていますので、私もその機会をととても楽しみにしています。ちょっと時間超過して申し訳ありませんでした。では今日はこれで終わりにしたいと思います。ご視聴いただきありがとうございます。



## ショートレクチャー 気候変動下の持続可能社会 : 1°C上昇の影響は三者三様

学際科学フロンティア研究所准教授 柿沼 薫

学際科学フロンティア研究所の柿沼薫です。私の専門は、環境学です。今日は、皆さんと、環境学の挑戦と、その面白さについて共有したいと思います。それでは、講義を始めます。

講義のタイトルは、気候変動下の持続可能社会～1°C上昇の影響は三者三様～です。

突然ですが、皆さん。道を歩いているときに、ドッジボールのボールが飛んで来たらどうなりますか？ボールが当たって痛いかもかもしれません。もしかしたら、上手くキャッチできる人がいるかもしれません。怪我をしたとしても、大学生の皆さんならば、重症になる可能性というのは低いと思います。

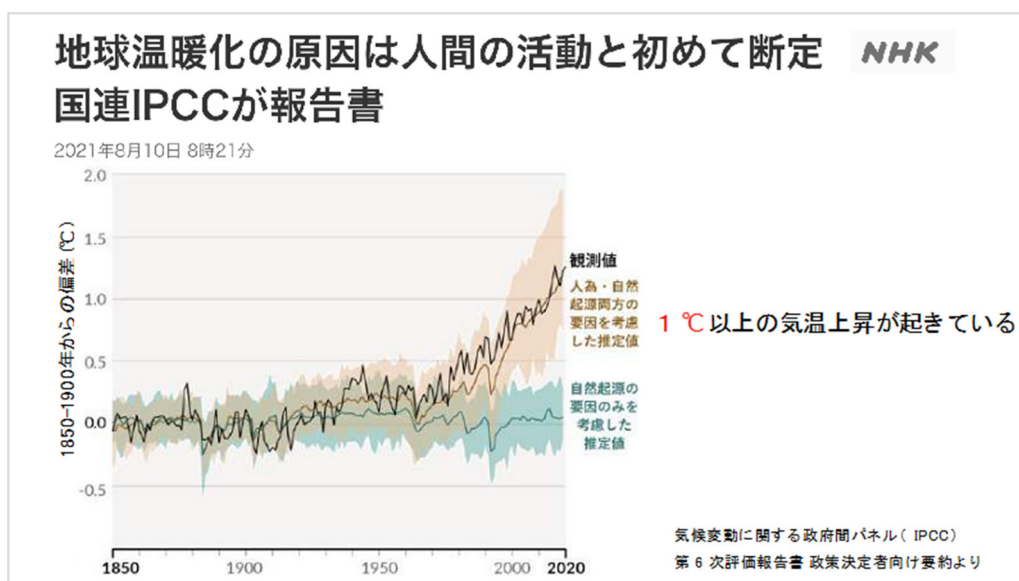
ではこのボールが、おじいさんやおばあさんに当たってしまったら、どうなるでしょうか？骨折をしてしまうかもしれません。重症になるリスクというのは、皆さんと比べると、ずっと高くなるはずですよ。

このように、ボールが同じ速度で飛んできて、だれがそのボールに当たるのかで、その影響というのは大きく異なるはずですよ。気候変動の影響評価についても、同様のことが言えます。気候変動が起きたときに、だれがその影響を受けるのか。どういった社会がその影響を受けるのかによって、その影響の大きさというのは変わってくるはずですよ。今日は、その違

いを理解することの難しさ、そして重要性について、皆さんと共有できたらうれしいです。

この夏、気候変動に関して重要なレポートが出されました。IPCC（気候変動に関する政府間パネル）では、第6次評価報告書を出しました。下の図は、その報告書から取ってきたものですが、2つ重要なメッセージがあります。この図は、世界の気温について1850年から1900年からの変化を表しているものですが、黒い線は観測値を表しています。まず、1つ目。重要なメッセージとして、1950年以降、全球で1°C以上の気温上昇が起きているということが重要なメッセージです。また、このオレンジ色と緑色の線というのは、気候モデルを動かしたときに算出された気温の推定値になります。想定を2パターンにしています。まず、オレンジ色の線というのは、人間活動を考慮した場合の気温の変化。緑色の線というのは、人間活動を考慮しなかった場合の気温の変化を表しています。どちらの線が観測値を説明していると思いますか？ オレンジ色の線ですね。人間活動の影響を考慮しなければ、この気温上昇というのは説明できないということから、今回の報告書で、初めて断定的に、気候変動の原因は人間活動によるものだと記述されました。これは非常に大きな出来事です。

【図】



では、この気温上昇が起きると、どういった影響があるのかということなのですが、1つ重要なこととして、極端な気象現象（極端現象）が上げられます。この夏、皆さん、様々な極端現象に関するニュースを目にしたと思います。このような洪水、集中豪雨、熱波、干ばつ、山火事を、極端現象と呼ぶのですが、気候変動によって、極端現象の強度や頻度が、今後増加するということが懸念されています。

では、1℃の気温上昇、または極端現象の増加というのは、私たちにどういった影響を与えるのでしょうか？

それを考えるうえで、重要な枠組みが提示されているので、紹介したいと思います。これも IPCC のレポートから持ってきた図ですが、3つの重要な要素があるとされています。ハザード、曝露、脆弱性の3つです。この3つの要素によって、気候変動の影響の大きさが決まるというのがこの枠組みから言われていることです。それぞれの要素について、もう少し詳しくご紹介したいと思います。

まず、ハザードですが、人、生態系へ影響を及ぼす可能性がある機構関連の物理的事象やトレンドと定義されています。例えば、気温上昇、降水量、干ばつ指数などが、指標として用いられることが多いのですが、ここでは、洪水の将来予測を例として紹介したいと思います。この図では、現在、100年に一度の規模の洪水と言われているものが、将来2100年において、どれぐらいの頻度で生じるようになっているかというのを表しているものです。青い地域というのが、大きな洪水が高頻度で起きようになると予測されている地域です。例えば、南米やアフリカ、アジア地域が当てはまります。こういった地域では、将来大きな洪水のリスクが高くなるということが予測されています。

曝露についてです。定義は、ハザードが及ぶ範囲に、自然、社会経済的資産が存在することとされています。例えば、人口の分布、経済や文化的遺産の分布、また生き物の種数や希少種の分布などが例として上げられます。ここでは、また洪水を例として図を出し

ましたが、最近出された論文で、衛星画像から洪水の新水域を推定して、さらに曝露人数、何人のひとがその洪水の影響を受けたかというのを推定した論文が、今年 Nature 誌に発表されました。その論文のデータのもとになっている図ですが、アジア地域で、非常に曝露人数が高いということが分かるかと思います。

最後、脆弱性です。ハザードに対する社会や生態系の感受性または影響の受けやすさ、適応能力と定義されています。例えば、これまでの地域の災害経験や、災害に対するインフラストラクチャの整備状況、災害に対する生態系の安定性などが、例として上げられます。ここでは、2つの写真を用意しました。左側は、オランダの締め切り大堤防の写真です。オランダは、非常に水害が多い国として有名ですが、約30kmにも及ぶ大堤防を作ることで、国を水害から守っています。ただ、オランダは経済的に非常に豊かな国なので、こういった大規模なインフラストラクチャを整備することができますが、必ずしも経済的に豊かなくても、脆弱性を下げることができるというのが、右側のバングラデシュの例です。バングラデシュも、やはり洪水が非常に多い国なんですけれども、この写真では、地域住民の人々によって、堤防を修理している様子というのを表しています。堤防が壊れてしまった場合に、政府はあまり金銭的に余裕がないので、サポートすることができない。なので、地域住民が自発的に、堤防を協力して修理するという行動がみられるそうです。このように、社会全体が洪水に対して適応的なシステムになっていることで、脆弱性を下げているという指摘があります。

これまで、3つの重要な要素、ハザード、曝露、脆弱性についてご紹介しましたが、これまでの研究でどこまでできているのかというのを、ちょっと整理したいと思います。冒頭のドッジボールの例にもどると、ボールが飛んでくる速度とか頻度というのは、おそらくハザードに当たるというふうに考えられますね。このボールが飛んできたときに、何人のひとに当たってしまうかというのが、曝露になるわけです。ただ、これまでの研究というのは、人間一人ひとりの

違いというのは考えていないわけです。人間はあくまで同じ、棒人間のような状態として考えていたわけです。しかしですね、冒頭で説明した通り、だれがボールに当たるのかで、その影響の大きさというのは違うわけですね。これは、もちろん個人のレベルだけではなく、コミュニティのレベルでも、どういったコミュニティで災害が発生するのかで、その影響の大きさというのは変わってくるわけです。棒人間を想定して影響評価をしてしまうと、影響を正しく推定できていない可能性というのはあるわけですね。特に怖いのが、影響を過小評価してしまう可能性。過小評価してしまうと、備えるのに準備不足になってしまう可能性がありますので、正しい評価をするためには、人による違い、または社会の違いというのを、考えなければならないよね、というのが、いま議論されているところです。

ただし、これは当たり前なように思えますが、非常に難しいことなんですね。人間の違いを考慮するというのは、簡単ではない。ひとつ理由としてあげられるのは、ボールが飛んでくる速度とか頻度、気温の上昇とか、災害のリスクに関する部分というのは、自然科学を中心に発展してきました。一方で、社会のダイナミクス、どういう社会かとか、社会の動態というのは、社会科学を中心に発展してきているわけですね。気候変動の影響を評価する場合には、両者を包括的に捉える必要があるわけです。全体として捉える必要がある。つまり、気候変動の影響評価を実施するためには、学際的アプローチが必須になるということです。

では、災害の影響は三者三様ですよ、気候変動の影響は三者三様ですよ。それが何で大事なのかということ、日本の事例から考えてみたいと思います。

2018年西日本豪雨があったことを、皆さんご記憶にあるかと思います。6月28日から7月8日までの短い期間に1,800mmという、非常に大きな降水量が起きました。非常に多くの方がなくなってしまった大きな災害だったわけです。

この西日本豪雨の非常に大きな影響のひとつとし

て、人口移動が挙げられます。この「西日本豪雨被災地で加速する人口減少」というニュースは、今年の夏のニュースなんですけれども、人口が減少してしまうって、地域再生をどうやってやっていく必要があるかというのが課題だというふうに指摘しています。これは、場所は岡山県の倉敷市真備町ですね。非常に多くの世帯が浸水してしまったんですけれども、その後、比較的多くの人口流出がこの町では起きています。この図が人口の推移を表しているんですけども、西日本豪雨が起きたあと、急速に人口が減って、そのまま10%減ったまま推移しているということが分かっています。

一方で、災害に伴う人口移動というのは、今、盛んに研究がおこなわれている分野であります。一つ、研究の事例を比較として紹介したいんですけども、この研究は、プエルトリコとアメリカと日本において、災害が起きたあとの人の移動に関して、携帯電話の情報を使って推定したものになります。横軸が災害後の日数を表しています。縦軸が人口移動の割合、正確には、居住地以外にいる人の割合を表しています。これは、携帯電話の情報を使って推定されたものになります。この研究の結論としては、どの地域でも、災害直後は多くの人が、自分たちの住んでいる場所から出てしまうんですけども、長くても2か月以内にはおおよその人口が回復しましたということを示しています。この、下がると、戻ってきたということを示しているわけですね。ただ、戻り具合というのはやはり、東北の場合と鬼怒川の洪水の場合で違ったりとかはあると思いますが、基本的に、災害の後に人がドンと移動して2か月以内には戻ってきますよというのがこの研究になるわけです。

なぜ、災害後の人口が回復する地域と回復しない地域があるのでしょうか？ これについて、皆さんとちょっと考えたいなと思っているんですけども、人口移動に関わる要因というのは、多岐にわたりますよ、ということが、メッセージとして一つあります。これは、ある論文から取ってきた概念図ですけども、人間の、移動するかとどまるかという意思決定は、

様々な要因が関わっていますよ、というのがこの図になります。例えば、環境だったり、その災害にどれだけ曝露したかということだったり、その地域の政策、または人口の構成。高齢者が多いのか、若い世代が多いのか。または経済的な状況、雇用の機会がどれだけあるのか。経済的な状況がどれだけ良いのか悪いのか。または社会的な状況、教育の環境はどうか。そういった様々な要因から、人が動くか動かないかということを決めていますよ、ということですね。

なので、人口流出する地域としない地域、それぞれの、同じ地域の中でも、どういう人か、例えば高齢者か、子育て世代なのかで、移動するかしないか、決定のパターンは違うかもしれないですし、コミュニティによっても高齢者の割合が多い地域なのか、それとも若い世代が多い地域なのかで、人口流出のしやすさというのは変わってくるかもしれません。様々な側面からそれを整理して、災害が起きた場合に人口流出がしやすい場所とにくい場所のパターンと、このことを明らかにする可能性があるかもしれません。こういった研究というのは、今後ますます必要になってくるというふうに考えています。

では、講義をまとめたいと思います。テーマが、未踏への挑戦ということでしたが、大きなメッセージとしては、1℃気温が上昇していると申し上げましたが、それがもたらす影響というのは、人や社会によって多様であるということです。誰がその影響を受けるのか、どんなコミュニティがその影響を受けるのかで、その応答が変わってきますよ、ということですね。ボール。私たちは棒人間ではありませんので、コ

ミュニティの中の多様性、またはコミュニティの多様性というのを考えて、その影響を評価するというのが、今、求められていることで、これが簡単なようで実はけっこう難しいということです。なので、学際的アプローチから、気候変動に対する社会の多様な応答パターンを解明することが、現在の環境学の挑戦と言えると思います。

最後に、ちょっとした宿題というか、もし時間があつたらぜひ考えてもらいたいなということを紹介したいと思います。この夏、7月は特に暑かったのではないかと思うんですけども、暑さの影響の違いというのを考えてみてほしいなというふうに思います。この左側の図というのは、7月28日の最高気温の予想図なんですけれども、真っ赤になっていますね。非常に、35℃を超える場所が多かった日です。質問1は、暑さの影響は、都道府県を通じてどう異なると思いますか？というのが質問1です。例えば、山口県とか熊本が35℃とか36℃と、当然暑いんですけども、北海道でも36℃だったと。九州の35～36℃と北海道の35～36℃と、影響の大きさは同じだろうか、というのを皆さんに考えていただきたい。質問2、暑さや熱中症に対する脆弱性の要因として、何が考えられるでしょうか？例えばこういう暑さ、暑くなるといわれていると熱中症のリスクというのは上がるわけですけども、暑さに対する脆弱性の要因としてどういうことを考えるべきか、というのを、皆さんに少し考えてもらいたいなと思います。私の発表は、以上です。議論することを楽しみにしています。

## ショートレクチャー 細胞内を歩くタンパク質 —運び屋「キネシン」は今日も駆け回る—

学際科学フロンティア研究所助教 千葉 杏子

皆さん、こんにちは。学際科学フロンティア研究所の千葉と申します。この度、教養教育院の講義の一つを受け持たせて頂きました。本日は「細胞内を歩くタンパク質—運び屋「キネシン」は今日も駆け回る—」という題でお話させていただきます。

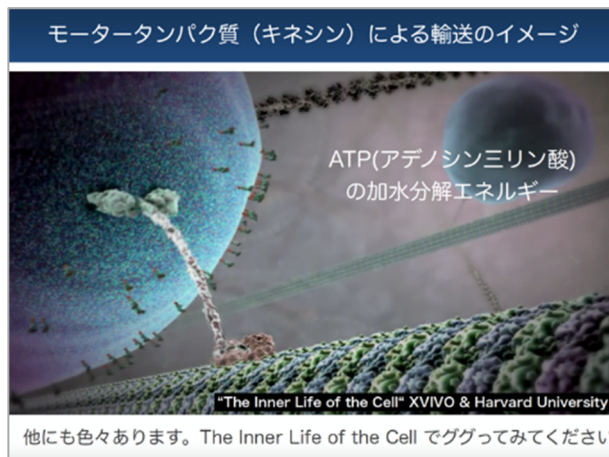
今日お話しする内容ですが、まず「キネシン」というタンパク質の紹介、それからキネシンの運動を「見る」という私の実験手法の紹介、次に、キネシンの動きすぎは病気の原因になるという私の最近の研究成果をご紹介したいと思います。普段はここで終わるのですが、今日はもうちょっと踏み込んだところまで話したいと思うので、最後にキネシンの動きすぎのメカニズムについても話をしようと思います。

私は細胞内輸送という現象に着目して研究を行っています。私たちの体の細胞の中にはモノを運ぶ仕組みがあって、それを細胞内輸送と呼んでいます。簡単に例を挙げて説明すると、例えば、タンパク質はこのように核の周りで作られます。出来上がったタンパク質はそのままそこに留まっていたら意味がなく、それぞれ機能すべき場所へ運ばれて初めて役割を果たすことが出来ます。その運ぶ車の役割をするのがモータータンパク質です。モータータンパク質は線路の役割をするタンパク質の上を動くことで、積み荷を細胞のあちこちへ運んでいきます。

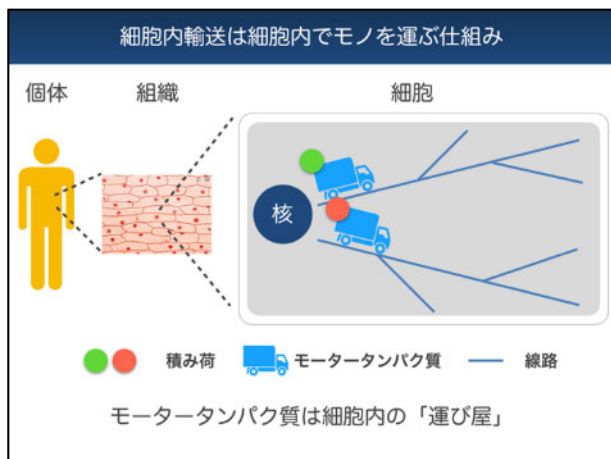
実際の細胞内輸送の様子がこちらです。これは、生きている細胞の中のタンパク質の動きを顕微鏡で観

察したもので、ライブイメージングと呼ばれています。この図では、線路のタンパク質が赤、それから積み荷のタンパク質が緑の蛍光タンパク質でラベルされています。緑の積み荷が、細胞の中を線路に沿ってピュンピュン動いているのがお分かりいただけるとと思います。このようにして細胞内輸送が行われています。この図だと、積み荷と線路しか見えていないのですが、車の部分、すなわち、モータータンパク質はどのようにして動いているのでしょうか？ というのを次のスライドでお見せします。

これは、モータータンパク質の中でも一番有名なキネシンというモーターの動きを、かなり忠実に再現したアニメーションです。この土台の部分が、先ほど言った線路の役割をするタンパク質で、上を歩いているカイワレ大根のようなものがキネシン。後ろにくっついている水風船のようなものが、この場合の積み荷です。このようにして、キネシンは一步一步、歩いていくわけですが、もちろんキネシンが意志を



持って歩いているわけではありません。キネシンは一言でいうと、細胞の中に存在する ATP (アデノシン三リン酸) の加水分解、これを原動力にして動いています。今動いているキネシンの足の部分、この薄いオレンジの部分には、ATP がピッタリ収まるポケットがあって、ATP が収まるとそれを分解します。分解に伴って、この一步一步のステップの動きが生み出されます。ATP 自体はとても小さいものですが、



ATP 結合部位や、結合部位に繋がっているこのオレンジ色の足の部分が、ATP 加水分解という小さな動きを大きな動きに変換していき、最終的にはこの一步一步の動きが生み出されます。一步一步の動きがATP が分解されます。ちなみにですが、このムービーは、ハーバード大学などのグループが 10 年以上前に作ったもので、キネシン以外にも色々な生命現象がアニメーションにされています。とても面白いので、興味のある方は是非 The Inner Life of the Cell で検索してみてください。

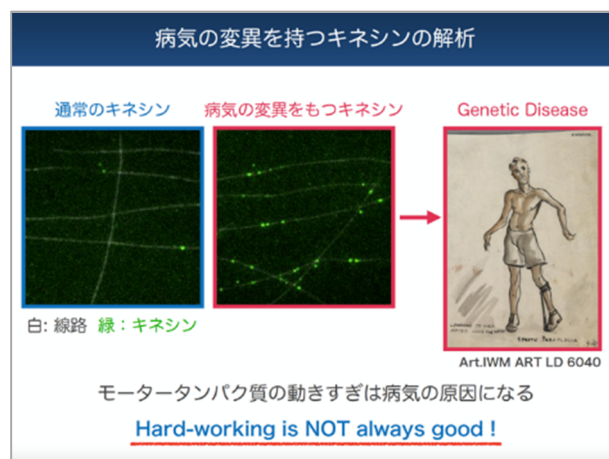
私の研究の動機はキネシンがどうやって輸送を始めるのだろうか？ という疑問にあります。これまでの解析から、モーターの大部分は線路に結合していない状態であるということが分かってきました。どうやら、何かトリガーがあると輸送をはじめるらしい。それは何か？ どうやって始めさせるような動きを起こさせるのか？ つまり、始めさせるメカニズムですね。これが何なんだろう、というところに、私の研究のモチベーションがあります。イラストにしましたが、大部分のモーターは、動かない状態になっています。おそらく、積み荷が来て、何らかのエンジンをスタートさせるシグナルが入ってはじめて輸送を行うのだろうかと考えています。

私は、顕微鏡を用いたモータータンパク質の直接観察という手法で、研究を進めています。どういう手法かというと、かなりシンプルです。まずモータータンパク質を用意します。モータータンパク質にはこのように沢山種類がありますが、そのうち自分が着目しているものを精製タンパク質などの形で用意します。もちろんタンパク質は無色なので、そのままでは顕微鏡で見ることができない。なので、端に蛍光タンパク質を融合させておきます。また、線路のタンパク質も必要なので、これも精製して作ります。この 2 つが手元にそろって、スリットの中にある状態になったら、実験がスタートできます。やることはとても簡単で、この 2 つを混ぜて顕微鏡で観察するだけです。すると、このように見えます。この動画だと、白い線がたくさんあるんですけど、これが線路の

タンパク質。それから緑の点が時々現れて走っていくんですけど、これがキネシンです。GFP という光るタンパク質を融合させたキネシンです。このようにして、キネシンの動きを、直接見ることができます。

研究例を一つご紹介します。この仕事は、病気の変異を持つキネシンの解析です。スライドに出しているキネシンは、神経細胞でシナプス小胞を運ぶキネシンです。これは神経変性疾患の原因遺伝子として知られています。キネシンはタンパク質で、タンパク質はアミノ酸が数珠つなぎに繋がったものです。どのアミノ酸が何番目にくるかというのは、遺伝子によって決められているのですが、遺伝子というのはいままれに変異が入ることがあるって、変異が入ると、アミノ酸の順番や種類が狂ってしまう。順番や種類が狂うと、タンパク質の機能もおかしくなって、結果的に病気になる。これが、遺伝性疾患です。このキネシンはアミノ酸数でいうと 2,000 アミノ酸くらいなのですが、2,000 アミノ酸のたった 1 アミノ酸に変異が生じるだけで、病気になります。これまで、変異がキネシンにどのような作用を及ぼすのかということとはよく分かっていませんでした。

それを、先ほどのような顕微鏡解析で明らかにしたというのが、こちらの仕事です。このスライドでは、左側が通常のキネシンです。緑のキネシンが時々線路に結合して走っていくというのが、通常のキネシンの性質です。これに対して病気の変異を導入するとどうなるかということ、こうなります。線路への結合量が増えるということが、はっきり分かると思いま

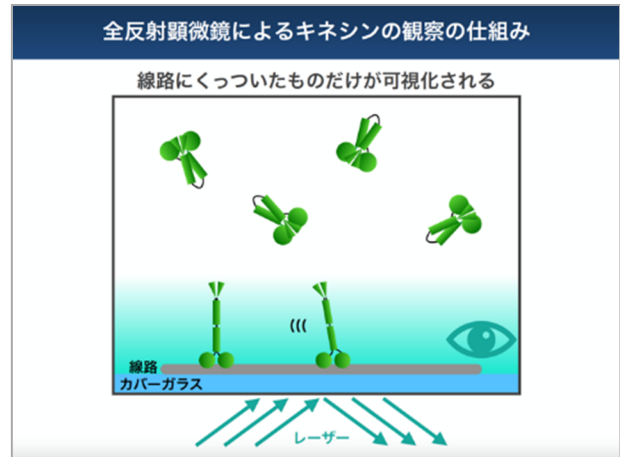


す。速度も少し上がっていますね。これまで、このキネシンが絡む遺伝性疾患というものに関しては、キネシンが動かなくなることが病気の原因なんだろうと一概に信じられてきたんですけども、そうじゃないよということを書いたのが、この仕事になります。動かなくなることではなくて、動きすぎてしまってもやっぱり病気になってしまうんだよ、キネシンの動きが丁度いいぐらいに制御されているということが、神経細胞にとっては、とても重要なんだということを発表しました。ちなみに、この変異は、痙性対麻痺といって、足に麻痺がおこる遺伝性疾患です。メッセージとしては、人間と同じで、モーターにとっても働きすぎはよくありません、ほどほどが良いですよ、ということです。

普段は、ここで話を終えることが多いんですけども、今回はもうちょっと、一步踏み込んだところまで話したいと思います。先ほどのこの結論「モーターの動きすぎが病気の原因」。この結論に対して、何か疑問に思わなかったでしょうか、皆さん。先ほどのピュンピュン動いているこの図ですね。これを見せられて、動きすぎが病気になるんだ、フムフム、と思ってくれれば、私としてはうれしい反面、ちょっと寂しいという気持ちですね。先ほどのデータに対して、一番よく来る質問が、実はこれです。これはつまり、キネシンの量を増やすような変異なのですか？ それとも量ではなく性質が変わっているのですか？ こういうことを聞かれると、私は実は結構嬉しいです。研究を分かってもらえたということと、もっと詳しいことまで話してもいいんだなということが分かるので。この疑問に対する答えですが、それは、私がすっ飛ばしたこの顕微鏡の観察の原理を説明すると、説明がつきます。

私が行っているキネシンの観察というのは、こういうものです。モータータンパク質をスリットの中に入れて、線路のタンパク質と一緒に混ぜて観察します。するとこの顕微鏡では、線路と線路にくっついていてモーターだけが可視化されます。ここが可視化される領域で、上に浮かんでいる、線路にくっつ

ていないモーターは見えません。ということはどういうことかと言いますと、先ほど見せたムービーで皆さんが見ていた緑の動いている点は、こうしてごく稀に線路に来たものなのです。その上側に見えな



いけれど動けない状態になっているキネシンがたくさんいます。対して、病気の変異を持つキネシン。このキネシンは、私は実験するときには、こちらのキネシンと全く同じ量、同じタンパク質の数をスリットに入れたんですけども、にもかかわらず、線路によく来る。これが、疾患の変異が及ぼす影響です。

つまり、疾患変異は動かないキネシンから動くキネシンへの構造変換を促しているのではないかと考えています。通常のキネシンは、ほんのちょっとしか動ける形にはなれない。疾患の変異、アミノ酸の置換が起こると、動く状態へのバイアスがかかりやすくなるのではないかと、私は考えています。分かりやすく言うと、怠け者が大多数というのが通常のキネシンで、働き者の数を増やしてしまうようなのが疾患の変異であったと。これが結論になります。

これで実験の話は以上で、最後にメッセージです。疑問を持つところから色々なことが始まります。途中で見せた、病気のキネシンがピュンピュン動いている動画、あれは、パッと見はとても分かりやすいのですが、考えてみるといろんな疑問点が浮かんできて、そういうところを考えていくと、もっと深いところまで分かっていくと思います。演者の側としては、そういうのを質問されると実はとてもうれしいものなので、疑問に思ったことは気軽に質問してみてもらえるととてもうれしいです。そういう質問に対し

て、どういう実験をすれば何が言えるのかというのを考えるのが大事で、これは私たち研究者が実験計画を立てる際、センスが問われるところですね。「どういうことをすれば何が言えるのか」これは、実験や

研究だけではなくて、普段の生活にも役立つことなので、ぜひ、見えている結果から一歩先に踏み込むことを意識してみてください。これで、私からの発表は以上になります。ありがとうございました。



## ショートレクチャー 宇宙の成り立ちを明らかにする

学際科学フロンティア研究所助教 山田 将樹

こんにちは。学際科学フロンティア研究所の山田将樹です。宇宙の成り立ちを明らかにするというタイトルで宇宙論の研究の面白さをお伝えできればなと思います。よろしくお願いします。

始めに、簡単に自己紹介から始めたいと思います。私は、東京大学の大学院で物理学の博士号を取得した後、半年間だけ東北大学に研究員として滞在していました。その後、アメリカのタフツ大学に研究員として3年間滞在しまして、そこでアレクサンダー・ビレンキン教授と、様々な宇宙論の研究をしました。その後はMITに籍を移しまして、アラン・グース教授と、また同じような初期宇宙論に関する研究をしていました。MITにいたのは非常に短い期間で、その後東北大学に戻って現在まで学際科学フロンティア研究所で研究をしています。アメリカのボストン市の周りは、タフツ大学やMIT、ボストン大学、ハーバード大学が集まっています、アカデミックな雰囲気の漂う街でした。そこで様々な研究者と初期宇宙論に関する議論を行なって、そこで学んだ知識を現在、日本に持ち帰ってきたということになります。

私は宇宙論を研究しています。宇宙論を研究しているというと、もしかしたら皆さん、銀河や星、太陽などを思い浮かべるかもしれませんが、私の研究対象はそのような見えるものではありません。銀河の写真を見て、銀河がどのように発展するのかを研究するのは、天文学の分野になります。そうではなくて、私はこの時空間、宇宙や物質の成り立ちそのものに興味があって研究をしています。

子供の頃から宇宙に興味があったのかというと、それについては人並みだったと思います。一方で、高校や大学で物理学を学んでいく過程で、例えば一般相対性理論や素粒子理論を学んでいく過程で、そういった物理学の基本原則の美しさに魅了されて、そのような基本原則をもっと深く学びたいと思うよう

になりました。そのような、素粒子理論や一般相対性理論を実際に使って応用する場というのが、ちょうど宇宙論なのです。私がなぜ宇宙論という研究分野を選択したのかといいますと、興味があった物理学の基礎理論を深く理解するために、それを実際に使う分野である宇宙論を選んだということです。初期宇宙論のように宇宙の成り立ちを研究する研究者たちは、私のように基本原理に興味があって研究をしている人が多いように感じます。一方で、子供の頃から宇宙に興味があったという人は、むしろ、天文学の分野に進む傾向があるのではないかと思います。

次に、宇宙について、何が分かっているのかと何が分かっていないのかということ、簡単に説明したいと思います。まず、宇宙は膨張しているということが分かっています。宇宙が膨張しているということは、過去に遡っていくと宇宙が小さくなっていくということを意味しています。実際に、我々の見ている宇宙は138億年前に生まれたということが分かっています。この138億年前の宇宙の成り立ちを明らかにしようとしているのが初期宇宙論です。

それでは、この138億年前に何が起こったのでしょうか。過去に遡っていくと宇宙が小さくなっていきますが、これはちょうど気体を圧縮すると温度が上がっていくように、宇宙も過去に遡るほど圧縮されて熱くなっていきます。このように、初期の宇宙というのは非常に高温・高密度の状態でした。そして、そのような高温・高密度の宇宙においては、水素やヘリウムなどの元素の合成などが起きていました。実際に、理論的にどれくらいの量の水素やヘリウムが合成されるかを計算することができますが、それと現在に存在する元素の観測量とを比べてみますと、観測の不定性の範囲内で確かに一致します。このように、宇宙の初期は元素が合成されるほどの火の玉宇宙であったということは理論的にも観測的にも確かめられている事実です。

そして次に気になるのが、元素の合成が起こっていた時代よりも前の宇宙では何が起きていたのかということです。それでは、さらに宇宙の歴史を遡ってみましょう。

宇宙の歴史を遡ってみたとき、インフレーションと呼ばれる時期があったと考えられています。インフレーションというのは、宇宙が急激に膨張していた時期で、MITのアラン・グース教授がその時期の存在を提唱しました。インフレーション理論を大雑把に説明すると、一瞬で大きな宇宙を作るという理論です。インフレーションを引き起こす具体的な方法自体は、まだ決着がついておらず様々な可能性があります。このインフレーション理論は一般的に銀河の構造の特定のパターン等を予言しており、そのパターンの予言と現在の観測結果に矛盾はありません。そのことから、インフレーション理論というのは、ある意味観測で一部確かめられている理論と言えます。

このように、火の玉宇宙の前には、インフレーションと呼ばれる急激な膨張の時代がありそうということがわかりました。すると今度は、そのインフレーションの前には何が起きていたのかということも、気になってきますね。しかし、それ以前の歴史について考えたとしても、観測的に検証することはまず不可能です。ですので、理論的な可能性として考えるほかありません。

その理論的な可能性として考えられているものを二つ紹介していきましょう。まず、アメリカでよく研究されているアイデアとして、**Multiverse** と呼ばれる、無限個の宇宙があると考えるシナリオがあります。これがどういうことなのか、一緒に想像してみましょう。まず、あるひとつの宇宙を思い浮かべてください。その宇宙は、インフレーションが終わらずに、常に急激に膨張しているとします。この宇宙は、その宇宙のなかでさらに別の宇宙を生み出すので、ここでは親の宇宙と名付けます。親の宇宙の中では、ポツポツと泡のように小さい宇宙ができていきます。そのたくさんできた泡の宇宙の一部が、例えば我々の

住んでいる宇宙のような、インフレーションが途中で終わる宇宙になっているとします。そうしてインフレーションが終わった後は、さきほどの元素が合成されるような火の玉宇宙になりまして、その後 ゆっくりと膨張して冷えていって銀河や太陽系などの構造を形成していくようになります。このように、親の宇宙から小さい泡の宇宙がたくさん生まれていき、その一部の泡の宇宙が我々の住んでいる宇宙になったという考えを、**Multiverse** と呼びます。こう考えますと、親の宇宙はインフレーションによって無限の時間のあいだ急激に膨張していて、その中に泡の宇宙も無限個できることになります。さらにその泡の一部が、我々の住んでいるような宇宙になると考えると、我々の住んでいるような宇宙も無限個できることになります。この **Multiverse** の理論を観測的に検証することはまず不可能ですが、理論的な可能性の一つとして考えられています。

また、**Creation from nothing**（時空の創成）という理論的可能性を考えている研究者もいます。それを提唱したのがタフツ大学のアレクサンダー・ビレンキン教授です。これは、時空間そのものを、何もないところから形成する理論です。何もないというのは、時間や空間すらない状態です。その状態から、宇宙という時空間それ自体が生まれた可能性を考えるわけです。この考えまでいくと、“それ以前になにが起きたのか”という問いは意味をなさなくなります。時空間が作られて初めて時間が定義できるようになりますので、時空の創成よりも以前というのは考えることができません。このため、時空の創成の理論は初期宇宙論の究極的な到達点であるとも言えるかもしれません。

この最後に紹介した2つの理論、**Multiverse** と時空の創成の理論は、観測的に確かめることができない、完全に理論的な可能性として考えられています。さらに、それらが数学的にきちんと定式化できている理論であるかということも、議論の余地があります。宇宙論の研究者の中には、これらの理論を、数学的に矛盾なく定式化するための研究を行っている人

もいます。観測的に確かめることはできなくても、数学的に矛盾なく、物理学的に自然なシナリオになっていけば、もっともらしいと考えることもできます。

一方で、さきほど説明したインフレーションがどのようにして起きたのか、ということもまだわかっていませんので、どのような素粒子のモデルがインフレーションを引き起こして、それがどのような観測を予言して、どのような観測をすればそのモデルを検証できるのか、ということの研究する研究者もいます。

さらに、今日お話ししたような、宇宙の成り立ちを明らかにしていくという研究の流れは、初期宇宙論のなかの一つの分野にすぎません。他にも、物質の成

り立ちについての研究をする人もいます。また、今日の話には出てきませんでしたが、ダークマターやダークエネルギーと呼ばれるものが宇宙には存在します。それらがどういうものなのか、具体的にどのような素粒子なのか、ということを考える研究分野もあります。これらのような、宇宙やその構成要素の成り立ちについての疑問を一つ一つ明らかにしていくことが、初期宇宙論の研究です。哲学的な問いについて、物理学や数学を用いて理論的に探究するという、とても夢のある面白い研究分野だと思います。この話を聞いて、少しでもみなさんが宇宙論に興味を持っていたら幸いです。以上です。ありがとうございました。

## 2. 2 質疑応答・全体討論の記録：対面／同時配信

**司会（鈴木）**：皆さんこんにちは。定刻になりましたので、東北大学教養教育院 ILAS コロキウム 2021 を始めさせていただきます。初めに、教養教育院の院長でもあります、滝澤先生からご挨拶いただきしたいと思います。よろしくお願いたします。

**滝澤**：皆さんこんにちは。当初より、教室に集まってくれている人が増えてきて、少しうれしく思っています。今日は、教養教育院の ILAS コロキウムということで、皆さんと少し、テーマを持ってディスカッションしたいと思っています。皆さん、今日ここにおられる方、また、オンラインで参加されている学生さん、事前に、本学の4名の若手研究者の先生方の動画をご覧になられたうえで、今日、臨んでこられたと思います。学際科学フロンティア研究所という、本学でも、若手のホープが集まっている。「学際」なので、一人ひとり、それぞれ、学術ディシプリンという細かい学問領域がありますけれども、そこからまた少し足を広げて、またがった領域、横断領域、あるいは新しい領域分野を開拓する、そういう研究をされている若手の先生方です。私も動画を見たんですけども、4人の先生方それぞれ、四者四様の色々なお話があって、研究のアプローチも違うし、もちろん主題も違うし、取り組みの仕方も全然違うと思うんですけども、4つ動画を見たときに、何か全員に共通するものを感じました。その正体は何なのかというのを、これから皆さんと、質問だとか色々な話を通じて見つけていければなど、皆さん自身が、そういうところに何か気づきがあればなどと思って、今日のこの機会を楽しみにしています。私も、皆さんと共にこれから、若手の先生方と、そして教養教育院の総長特命教授のシニアの先生方とのディスカッション。そんなところも、今日の見どころかと思っていますので、皆さんと共に大いに楽しんでまいりたいと思います。それでは、今日、パネルで色々ご登壇いただきます先生方、

どうぞよろしくお願いたします。

**司会（鈴木）**：ありがとうございます。それでは、今日のコロキウムをどんな風に進めていくかということをお話したいと思えます。この「ILAS コロキウム」という言い方、実は、今年度から初めて用いられる名称となります。去年までは「総長特命教授合同講義」という言い方だったんですね。ILAS というのは、教養教育院の英語名、Institute of Liberal Arts and Sciences の頭文字をとったものです。コロキウムというのは、ご存知の方も多いかと思いますけれども、討論会だとか会議だとかセミナーみたいな意味で使われる用語です。教養教育院には現在、舞台上手にお座りの3人と私の4人の総長特命教授がいるんですが、全員、東北大の教員を一度定年退職したあと再雇用されて就任している名誉教授です。以前所属していた研究科はそれぞれ色々な分野があるんですけども、その道でやって来たことを、とりわけ1年生に伝えて、刺激を持って大学での勉強、そして研究をしていただきたいという、そういう目論見があつてのことで、この ILAS コロキウムというのはその一環としてやらせていただきます。「教養教育」というふうな言い方をすると、なんかちょっと古臭いなと思う人もいるかも知れませんが、時代を超えて重要な概念だと思います。私は「教養」ということを説明するときによく「冰山」を例にとるんですけど、冰山ですね。冰山というのは、海面より上に出ている部分というのは全体の10分の1ぐらいしかないのでそうで、高い冰山を作ろうと思ったら、それだけ水面下の部分が大きくなきゃ高くないと難しいのだそうです。そういう意味でいうと、その水面下にある部分、そこで勉強していくようなこと、知識を身につけていくようなことが、ある種、「教養」ということになるんじゃないかと思えます。かつて、私は五代前の西澤潤一総長のお供で、ロシアとウズベキス

タンを旅行したことがあるんですけど、その折の雑談の中で西澤先生がお話しなさる内容が、ものすごく幅が広いんですね。先生は半導体の研究者、つまり理系研究者であられたわけですが、歴史のことや宗教、思想のことなど、私が専門としている文科系の事柄についてもなかなか鋭い質問をされて来るのです。この時の体験から、やっぱり“大きな人”というのは、氷山で例えればその水面下の部分が相当広いんだなというのを実感した記憶があります。今回のコロキウムでは、参加するみなさま方のそうした水面下の容積を大きくすることを目指し、知的刺激に満ちた時間を過ごしていきたいと思います。その前にまず今、録画していることを了承していただきたいということ、そして今後の企画に生かすための資料として受講後にアンケートに回答・提出していただくようお願いいたします。

さて、本日は「研究がおもしろい！—未踏への挑戦—」という題の企画となります。まずは参加される先生方のお名前とお顔を、簡単に紹介させていただきます。まず、ナノ材料科学がご専門の上野先生。次が、今日、上海のほうからリモートで参加されていらっしゃる、環境学・社会科学がご専門の柿沼先生。次に、生物科学の千葉先生。その次が、素粒子物理学の山田先生。その後の3人が総長特命教授になるんですけど、分子細胞生物学がご専門の水野先生。物理学・素粒子理論の日笠先生。西洋美術史・芸術理論の尾崎先生。そして最後は、司会をさせていただきます鈴木です。宗教民俗学・死生学をやっております。ということで、出演者が出揃ったところで、始めることにいたします。

皆さんは、話題提供をされた4人の先生方のご発表につきましては、既にご覧になっているかと思いますが、それに対して、みなさま方からは質問がいっぱい寄せられて来ております。それらに対する質疑応答をする前に、まずは総長特命教授のほうから、それぞれの立場で3～5分ぐらい、4人の若手の先生方の成果に対して、コメントをいただきたいと思いません。水野先生から順番にお願いいたします。発表者の

方は、そのコメントも含めて後でお答え頂けたらと思いますので、よろしくお願いいたします。

**水野**：水野です。よろしくお願いいたします。まずは、4人の先生方に、非常に高度な内容を分かりやすく講義していただいたことに感謝申し上げたいと思います。さすがに学際フロンティアの先生方だな、と思いました。先生方が、研究に対する熱意と同時に研究のおもしろさ、あるいは研究がいかにかわくわくすることかということが、我々や新入生に伝わってくるような、そういう講義であったと思います。ここでは、私自身、学生にもどった気持ちで、4人の先生方の講義を聞いたことに対して、質問をさせていただきたいと思います。ただ、学生の質問を優先させて、私の質問に対する回答は時間があれば結構です。まず、上野先生は、フラーレンという分子の中にプラズマで原子を打ち込むという手法を用いて、これまで誰も成しえなかったような、超不安定な分子の合成に成功したと、そういう話を生き生きとお話いただきました。私の質問は、フラーレンという非常に超安定な分子で周りを取り囲まれているので、合成した不活性な化合物をさらに次の反応に使うというのは、非常に難しいと思うんですね。ですから、これまで合成できなかった化合物を合成できたということは、それだけですごいことだと思いますけれども、その物性を調べるということ以外にそれをどういうふうに応用できるのか、他の反応にも応用できるのか、そういうことを教えていただけたらと思います。それから、柿沼先生ですが、気候変動などの影響が、人や社会の違いによって異なるということをお話いただきました。ものごとを、平均値とかあるいは総数で考えないで、個人や個別の社会に目を向けるということが重要であるということをお話しされました。コロナ感染の場合でも同じようなことが言えると思いますが、人や社会の多様性というものをあらかじめ理解して、影響を予想しておくこと、特に影響を受けやすい弱者の視点で考えるということが、その被害を最小限に抑えるのに重要であるということをお話していただきました。しかし、人や社会の多様

な応答パターンというものをあらかじめ予測して、そして政策などに反映させていくというのは非常に難しいと思うのですが、そこらへんをどのようにアプローチしていけばよいのか、環境学なり社会学の立場でお話していただければと思います。それから、千葉先生は細胞内輸送の話がされました。分子細胞生物学のお話で、私とも専門分野が近いわけですが、遺伝子の変異によってキネシンという分子が働きすぎるのが、神経変性疾患を引き起こすというお話だったと思います。それは、キネシンがものを運んでいくときに、積み荷を運びすぎるためなのか、あるいは積み荷を載せないままに、空のトラックがレールの上に乗かって走り出してしまったためなのか、そこらへんがちょっと分からなかったので教えていただきたいと思います。それから、今のお話は、変異によってキネシンがレールに結合しやすくなるという話でしたけれども、正常なキネシンはどのような仕組みで不活性な細胞質にある状態からレールに結合できるようになるのか、そこらへんも分かっていたら教えていただきたいと思います。それから変異によってキネシンの移動速度が速くなるという話でしたが、その仕組みも分かっていたら教えていただきたいと思います。さらに、もし積み荷が運ばれすぎたために神経変性疾患になるとすれば、それはどういう仕組みなのか、その仕組みから何か治療法みたいなものが考えられるのか、そういうことも教えていただければと思います。最後に山田先生ですが、宇宙論の話で、宇宙論の話聞くといつも私達の常識が打ち崩されてしまうのですが、Multiverse という話では、我々の宇宙とは別の宇宙が無限個存在するか、あるいは宇宙の成り立ちの話では、Creation from nothing ということで、時間も空間もない世界という話をされましたね。時間も空間もない、無という状態が存在するのか。哲学的な話になりますけれども、無が存在するというのはどういう意味なのか、ということですね。それから、時間も空間もない無から、時間も空間もある有に移るときには何らかの引き金が必要だと思ってしまうのですが、結局その引き金とい

うのは無の中にあるとすれば、無ではないののではないか、というようなことをちょっと考えたものですから。そういったことは、Multiverse にしても、時間も空間もない世界にしても、数学的な理論の中だけに存在するのか、あるいは実験的に証明できることなのか。それから、我々の常識では考えられないような世界というのを、物理学や宇宙論を研究されている方はどういうイメージを持っておられるのか。我々は全然イメージがわからないんですけども、それを、もし分かれば教えていただきたいと思います。ちょっと長くなりましたけれども、以上です。

**司会（鈴木）**：ありがとうございます。次に、日笠先生お願いします。

**日笠**：日笠です。4人の方々の講義を見せていただいて、色々思ったことを取りとめもなくお話ししたいと思います。ちょっと不真面目で申し訳ないんですけども。私（の分野）は山田先生と近くて、物理の素粒子を専門としています。物理学というのは、理系の人はニュートン力学からやっているかと思いますが、それ以外に、基本的なものが3つあるんですね。1つは相対性理論で、相対性理論というのは、時間と空間が切っても切れないという理論で、質量もエネルギーの一種だというわけです。2つ目が量子力学。量子力学というのはなかなか説明が難しいんですが、宇宙のビッグバンの直後とかを考えたとすると、時間は非常に短いところを見るわけですね。そうすると、量子力学の言うところによると、小さい時間というのはエネルギーが非常に大きいところになっているというんですね。これが不確定性関係なんです。だから、宇宙の初期というのは、すごくエネルギーの高いところなんですね。最後の3つ目が統計力学というんですが、統計力学は一言でいうと、温度というものもエネルギーだということなんです。だから、宇宙の初期で非常に高いエネルギーというのは、温度がものすごく高いということになります。温度が高くなると何が起こるかという、物質はもう全部バラバラになってしまう。バラバラになって、素粒子がうようよするようになる世界になってしまう。というわけで、

素粒子の物理と宇宙、一番小さいものと一番大きいものがつながっちゃうという、そういうウロボロスの蛇という話がありましたけれども、そういうことになっているわけですね。化学の上野先生の話で、色々な分子を合成するというので、分子の種類というのは、ものすごくとんでもなくたくさんあると、そういう話だったんですが、どうしてそんなことになるかというのは、色々な元素の組み合わせの数なんですよね。元素というのは100種類ぐらいあって、色々なものをつなげていくと、順列組み合わせの数で、階乗で無茶苦茶増えるんですね。というわけなんですけれども、じゃあ何でその元素が100種類あるのは何が違うのかというと、原子核が電気の量、電荷をいくつ持っているかという、いわゆる原子番号ですが、原子が原子番号の数だけ電子を持っている。それで色々な科学的な性質が、全部違ってくるといわけなんですね。素粒子というと、物質を構成するいちばん基本的なものなので、一番安定に存在するものなんじゃないかというイメージを持つかもしれませんが、実は、素粒子というのは、すぐ壊れちゃうんですね。素粒子、何十種類もあるなかで、ほとんど全部もう壊れちゃう。安定なんて言うのは、本当にもう、何か重大な理由がないと安定になれないんです。原子核を作っているのは陽子と中性子ですけども、中性子というのは、それだけ単独でいると壊れてしまいます。大体、1000秒ぐらいの寿命で、10何分で壊れちゃうんですね。原子核の中にいると、まあ原子核によるんですけども、安定に存在できる。そういう、非常に微妙な、陽子と中性子って、質量の違いが0.1%くらいしかなくてほとんど等しいんですけども、中性子がちょっと重いんですけどね。そういう違いによって、そういうことが起こっています。もし、例えば中性子が陽子より0.1%ではなく1%ぐらい重かったとすると何が起こるかという、中性子が全部原子核の中でも存在できなくなって、そうすると何が起こるかという、元素の中で水素以外は存在できなくなる。

**司会（鈴木）：**そろそろ、時間が。

**日笠：**すみません。逆に、陽子が中性子より1%重かったとすると、世界が中性子ばかりになってしまう。そういう非常に微妙なバランスの上に、我々の世界は成り立っているということですね。そういうふうに元素を色々結び付けて新しい物質を作るわけですけども、1つ1つの原子をつなげればそれはできるわけだけど、実際に化学の方がやっているのは、1グラムの物質というのは1兆個のさらに1兆倍ぐらいの原子が入っているの、そういうものをどうやってうまく新しい物質を作るのかというのは、ちょっと想像を絶するような感じがあって、色々なものを混ぜてみたり熱を加えたり色々なことをやって、非常に大変だと思います。化学の研究室の方というのは、本当に朝から夜中までやっていらして、週末も出てきたりされて大変だなと、普段から感じております。そういうのが化学物質ですけども、生命に行くんですけども、もっとすごいことをやっているんですよ。タンパク質というのは、アミノ酸が何十、何百とつながってできているんですね。それで何らかの機能を持っているわけだけど、そういうものを、生物の中ではDNAが一番もとになって作っているわけですけども、そういうものすごい精密なことを我々はやっているんだというのは、化学の研究室でやっていることと比べても、ものすごく精密なことをやっていて、どうしてそんなものができたのかというのは本当に不思議ですね。宇宙の初期って、素粒子ばかりのプラズマというところから始まって、どうやって生命ができたかというところまでいきます。柿沼先生のお話で、我々の環境というのが重要なテーマで、最近もCOP26がニュースになっていますけれども、温暖化ということで。自然科学だと、実験というのは必要なら何度でもやれますが、我々の世界というのは、それは一回限りなので、そこでなんか変なことをしちゃうと、とんでもないことになってしまうんですね。気候温暖化というのは、2℃とか1.5℃とか上昇するという話をしていて、それは本当に僅かなような気がするんだけど、我々の室温というのは、絶対温度でいうと300℃ぐらい、それが

1℃違うだけというのは、0.何パーセントくらいしか違わないんだけど、そういう微妙なところすごい問題が起こりうるというところで。私は仙台に来て30年ぐらいになるんですけども、最初に来た頃と今を比べると、夏の暑さ、夏はすごく暑くなったし、雪もすごく減っているし、ものすごく違うなというのを実感として感じます。すみません、もう叱られていますのでこのへんで終わりにしたいと思います。

**司会（鈴木）**：ありがとうございました。次に、尾崎先生お願いします。

**尾崎**：尾崎です。よろしくお願いします。私は、俗に言う文系のほうなものですから、日頃、理科系の皆さんのお話は、残念ながら、あまり伺う機会がありません。今回は4人の皆さんのお話を拝聴しまして、大変刺激を受けました。じつに面白かったのですが、何が面白いのか具体的には上手く説明できませんので、感想を申し上げます。まず上野先生のお話を伺って、不安定な物質というのはすぐにはじけてしまうので、それを安定した密室を作って合成させていくことがなかなか難しいというようなことをうかがい、それは私なりに非常に重要な問題だと感じました。つまり、ある時間が経つと、不安定な物質が不安定なために分解する、つまり **degradable bags** のような、海の中にポンと入れれば溶けてしまうようなものが広範囲で生産できる基礎になるのかなとおもいました。今、製品としては四国にある会社が開発しているようですが、プラスチックとかそういうようなものが、ある一定の時間は安定しているんだけど、ある条件の中に入れると分解してしまうようなものになり、自然界で無害なものに分解する。おそらくそうしたものができるんじゃないかなと思って、自然環境の保全には不可欠の研究だなと思いました。それから、柿沼先生の気候変動。これは、今まさに **SDGs** において最もホットな問題です。気候の問題というのは誰も、このままの生活を続けていたらだめだということは分かるけれど、その一方において、石油はバンバン使うし今後もっと増産しようという話になってくると、我々人間というのは死ぬってことは

知っているけれど、しかし、なかなか日頃それを意識した生き方をしていません。そこにはある意味で倫理性の問題というんでしょうか、そういう問題をどういうふうに、個人が本当に自覚するようになれるのか。果たして自覚できるのかということが、非常に深刻な問題だということを改めて感じました。それから、千葉先生の話でキネシンの問題も非常に面白く感じました。キネシンとは直接関係ありませんが、タンパク質というのが一種の運び屋だとすると、**agent** 理論とちょっと関係してくるのかなと思いました。もう一つ、私はこれも直接の関係はないのですが、「とんねこ」という学生の地域猫活動の顧問をやっています、**AIM** というタンパク質のことが話題になっています。これは、東京大学の宮崎先生が色々研究されていることなのですが、マクロファーヂがどういうふうに死なないようにするのかという、腎臓の問題ですよ。腎臓を掃除するのに、**AIM** というタンパク質を使うと解決できるんだという話を伺っていて、すごい研究だなと思っていたんです。こういうタンパク質の研究というのが、今は非常にホットなラインで行われている。そして、先ほどあげた **agent** 理論なんかがかかわって、非常にこれも刺激的で面白いことになるのではないかなと勝手な想像をしていました。最後に、山田先生の宇宙の問題なんですけれども、宇宙って子供の頃は興味を持っていて、そんな言い方をすると不謹慎だと言われるかもしれませんが、俗に言うと10の37乗でしたっけ、27乗の大きさから、素粒子の10のマイナス35乗ですかね、それくらいまでの膨大な領域を扱っていて、マクロとミクロの世界を繋いでくのがビッグバンだと。そうすると、ビッグバンの理論というのは0.0何秒ぐらいですかね、そのところで何が起こったのかということが、今おそらくホットな問題だということですね。かつて、村山斉さんの理論なんか読みかじったことがあったんですけども、じゃあそれが分かるって一体何が明らかになるのかなということにもものすごく関心があります。もしそういうことが分かりましたら教えていただきたいと思います。どうもあ



りがとうございました。

**司会（鈴木）**：ありがとうございました。では司会の私も、一つ、柿沼先生にコメントをして、あとは全員に一つの質問だけしたいと思います。私、実はモンゴルに、前世紀の終わりぐらいから十数年行くことがありました。何をやってたかという、お墓の調査をしていました。その頃のモンゴルは土葬主流だったんで、毎年定点観測的にお墓を見ていくと、どんどん墓域が広がっていくことが見て取れました。それを見て、初めて「お墓を作るって環境破壊なんだ」というのを実感した次第です。今、モンゴルには火葬習俗も拡がり、日本の宮型霊柩車のセコハンがウランバートル市内を走るようになっていまして、そういう死の文化が環境破壊につながっているというような観点もあるんで、そんなことを面白いなと思って、柿沼先生のお話を読ませていただきました。次に、全員に対する質問です。皆さんそれぞれの分野で、独創的なことをやっていますよね。そうした独創的な視点というのは、意識して作っているのか、意識しているなら常にどういう観点でものを見ようとしているのか、この点を、4人の方全員に伺いたいと思います。僕は学生時代、探検部をやっていたんですけど、探検部はその頃は、学生運動の社会的批判の目と旧制二校のパンカラとが混在していた時代で、何か計画すると、「お前、そんな他人と同じ事やって何が面白いんだ」と先輩から常に返ってきました。実はその、他人と同じ事やって何が面白いんだというのは、僕自身、研究者となって、やっぱり他人と同じじゃない、何が自分の独自のかと常に考えさせられるきっかけになったんですよ。そういうことがあるもんですから、皆さん方、それぞれの「独創性の涵養」というのはどういうところからもたらされたのか。常にどういうことを意識されているのか。その点について一言でもいいので、触れたいと思います。以上です。さて、それでは、これから色々な質問に対するリプライをそれぞれにお願いしたいと思います。だいたい10分程度でお願いできたらと思います。ですから、色々な質問が来て

いると思いますけれども、その中で、ご自分の答えやすいようなもの、あるいは要望の多そうなもの。そういうようなところを、取捨選択して10分程度でお話したいと思います。この順番でお話したいと思いますので、上野先生からお願いします。

**上野**：はい。学際科学フロンティア研究所助教の上野と申します。よろしく申し上げます。色々なご質問をいただいています、簡単に答えようかなと思います。結構多くの方から、A:分子を合成できるという、そのことを初めて知りましたと。B:分子の数がそんなにたくさんあるというのも初めて知りましたというようなことをコメントでいただいているんですけど、まず、化学だと、分子を作るということは最も基礎的なことですね。ただ、分子の合成に限らず、今日、日笠先生のコメントにもありましたけれども、違う分野の人からすると、自分たちの当たり前というのはなかなか通用しないんですよ。全然、考え方が違うからですね。これを考えると、異分野の専門的な研究のフィールドで何が求められているのかということを知ること、自分の研究というのがこんなことにもつながるかも知れないと、色々なアイデアに繋がっていくと考えています。これは、ちょっとしたキーワードを知っているかどうかということで、アイデアの幅って全然違うと思うんですね。だから、分野が違うからこの話は自分には関係ないと蓋をするのではなく、今日は皆さん、こういう色々な分野の話に触れる機会があるということですので、毛嫌いせずに、異分野の話を色々なところで聞くと、こういう機会をぜひ今後も活用していただければいいのかなと、一つ思ったところです。それがまず一つ目で、次はこれにしまししょうか。研究の話をかいつまんでもあまり面白くないと思いますので、鈴木先生からのコメントでもありましたけれども、どういうふう

に研究を見つけていくかと、独創的な視点を持っていくかという話で、学生さんからも、C:なんでそういう研究に行き着いたんですか？というのがあったので、今回の話、未踏構造の合成というのは、実は、

私は化学専攻に所属していますが、『有機合成』の研究室ではなくて、クラスターとか、真空中で物質を扱うような研究室に所属しているんですけど、実際、私の研究分野とは全然違う先生のもとで活動しているわけなんですけれども、クラスター（気相）の研究というのは、多くの場合、研究対象の物質を材料として使えないわけですね。材料として取ってこよう、単離しようという概念が少ないわけです。そうすると、材料科学専門の私からすると、そんなものの研究をしたって何にも使えないのはもったいないと思うわけです。そんな中で、気相実験の対象物質を材料として利用できたらすごいと。真空でしか存在しないようなものを、材料として使えたらすごいなというのが、一番最初のきっかけでした。日笠先生からのコメントだったかと思いますが、『分子を作るのは僕から見ると大変で朝から晩まで研究していますよね』というようなお話をいただきましたけれども、まさにその通りで、色々なことを考えないといけないから、どうしても実験することが増えるんですね。原子1個1個を自在に組み合わせ、不安定なものを作り出してそれを材料にできたらすごいなという、ものすごいシンプルな話だと個人的には思うんですけども、実際の実験はそこまで簡単にはいきません。どんなものをつくるか、とか、どうやったら実験がうまくいくか、とか常に考えています。研究のアイデアを思いつくにはやっぱり意見交換などの刺激が重要で、実験中の日々の雑談とか、それこそ飲み会での雑談とかですね。学際研は色々な人がいますので、こんな分子あったらいいなとかいうアイデアを分けてもらったりして、そういうようなかたちで研究に生かせるアイデアを常に探しながら独自の実験を探し求めています、まだ時間大丈夫ですか。

**司会（鈴木）：**大丈夫です。

**上野：**次はどうでしょうか。なかなか時間が足りなくて迷うところなんですけれども。学生さんからのコメント、化学専攻の方がけっこう重い質問をしてくださっているの（D）、せっかくなので少しだけ化学の話もしたいと思いますけど、最近、COVID19

の問題で、だいぶ色々なイベントがオンラインになっていると思うんですけども、実際に対面で色々な講義をしっかりと聞く機会というのは減っているかもしれませんが、逆に言うと、インターネット、YouTube とかに学会の講演の動画とかが上がるようになったんですね。なので、学生さんからすると、かなり自由にそういうものに触れる機会が出てきているんだと、個人的には思います。私も、15分ぐらい時間が空いていると、たまに YouTube で講演の動画を見たりしているんですけど、これも、あまり自分の分野に限らず、ちょっと興味があるようなものに、自由にアプローチできるという意味では、結構いい機会かなと思ったりもしています。なので、あまりこれを言うのはどうかと思うんですけども、理系の方で文系の話はどうしてもなかなか興味が持てないというような方、多くいらっしゃると思いますけれども、せっかく東北大学のこういう機会に恵まれていますので、最初の話の繰り返しになってしまっても、ぜひ今後も、今、置かれている状況、良い面もあれば悪い面もある。これは誰もがそう思うところだと思うんですけども、せっかくの機会だと思って、色々活用できるようなモチベーションをキープして、これからも色々な研究に触れていってほしいなと思いました。細かいコメントは、後にまとめてお返ししますので、それをぜひご覧になってください。以上です。

**司会（鈴木）：**はい、ありがとうございます。では、次は柿沼先生のほうから、10分程度でよろしく願います。

**柿沼：**はい、柿沼です。ありがとうございます。様々な、面白いコメントと質問をいただきまして、私も非常に刺激を受けました。まず、鈴木先生からいただいたコメントと質問なんですけれども、じつは私、モンゴルで博士論文を書いています、お墓と環境破壊について非常に興味深く、お話を聞いていました。どうやって独創的な研究をしているかということなんですけれども、モンゴルで、学位を取った論文を書いているときにですね、生態学の研究室にいたので、皆

さん植物の研究を一生懸命して、持続可能な草原の利用とは何かというのを明らかにしていくのが、研究室の主な仕事だったんですけれども、実際に草原を利用しているのは遊牧民の人たちで、遊牧民の人たちがどういうふうに草原を扱っているかという情報は考えなくていいんだろうかという疑問がわいてきまして、それで修士と博士は、遊牧民の人たちが植物に対してどういう認識をしているか、干ばつになるとどう移動をしているかという情報を組み込んで、砂漠化を評価するという研究をしたんですけれども、そこから分かるように、私は多分おそらく、今どういう問題が起きているのかということに対して、どうやったら解決できるだろうかというのを考える時に、どうしてもそうすると学際的なアプローチが必要になってくるんですね。なので、まず問題を見つけて、そこからどう、そこにアプローチしていくかというのを考えていくと、独創的というか、学際的になろうと思わなくても自然に学際的なアプローチが必要になるというところでしょうか。水野先生からは、非常に重要な質問をいただきまして、これは、おそらく多くの学生さんからいただいた質問とオーバーラップしている部分もあると思うので、お答えしたいと思うんですけれども、気候変動の影響の多様性を評価するというのは非常に難しいのではないかと、それはまさにそうだと思います。だからこそ必要なんですけれども。今、色々な社会的な情報が、技術的に利用可能になってきました。例えば、人間の移動に関する情報は、携帯電話の情報などを使って移動パターンの膨大なデータを手に入れることができる。あとは、世界における教育の格差の状況とか、水、どれくらいの人がアクセスできるのか。そういった社会的な情報が、全球レベルで整備されてきています。今は衛星画像なども利用可能なので、それまで、人間の行動を可視化するというのは結構難しかったんですけれども、技術的にそれがデータとして利用可能になってきているんですね。なので、気候変動の影響をパターンで、ある程度把握することは可能になっていると思います。そのパターンを

把握しておくということがまず大事で、どういうところで影響が起ころうのかというのを把握しておくというのが、まず大事なのではないか。何も把握しないで被害が起きてしまうとリスクが大きくなってしまいうんですけれども、ここで被害が起ころうと、まず把握しておくことが大事だと思います。尾崎先生からいただいたコメントも、まさに、と思いました。個人のレベルでどこまで持続可能性というのを追求すべきかというのは、非常に重要なテーマだなと、コメントを伺って思いました。特に、気候変動では世代間の格差が大きいと言われているんですけれども、例えば祖父母の世代が経験してきた洪水や干ばつの数というのは、孫世代に比べると非常に少ない。孫世代になると経験する洪水や干ばつの数や強度が大きくなるという指摘が研究発表にもあるんですけれども、そういう世代間の格差がある中で、どうやって社会の仕組みにしていけるか、そこにどれくらい個人が貢献していくべきかというのは、今後のかなり重要なトピックになるのではないかなと、コメントを伺って思いました。あとは、学生さんからいくつか質問をいただいたのでお答えしたいと思うんですけれども、**E: 気候変動の影響の多様性を理解する意義**というのは、水野先生へのお答えでいいかと思います。あと、**F: 横断的な研究をする上での難点などがあれば教えていただきたいです**ということだったんですけれども、これは非常に重要なコメントだなと思いましたが、データの技術的な部分で難しいなと思うことが多くて、例えば、自然科学的な情報と社会科学的なデータセットというのは、データのフォーマットがそもそも違ったりするんですね。違う分野でそれぞれデータを作っているの、使っているプログラムが違ってたりとか、データのフォーマットが違うので、統合するときにそこをまず合わせなきゃいけないということが難しい。あとは、データの時間的・空間的解像度が違うので、そこを合わせていくというのは、非常に難しくなる。例えば、社会科学データは、行政区で、国レベルで整備されていることが多いんですけれども、自然科学のデータというのはグリッ

ドベースで整備されている。グリッド、地球を格子状に区切った状態で整備されていることが多いので、そういうのを、一から自分で変換して統合していくという作業が、結構時間がかかって大変だなというのはあります。あとは、時間域解像度が違ったりすると、社会科学の情報と自然科学の情報がオーバーラップする場所をうまく見つけて、そこから意義のある結果を見出すというところが、ひとつ鍵になるなというふうに思います。あと、G: 気候変動の曝露人数が多い地域では、今後人が住めなくなってしまうのでしょうかという質問もあったんですけど、これは、私たちがどれだけ防災に投資できるか、防災に対してどれだけ備えるかというところにかかってくる。あと、気候変動をどれだけ緩和できるかというところにかかってくるのではないかと思います。曝露人数が高い都市として挙げられるのは、ニューヨークとかの大きい都市だと思うんですけど、しかもニューヨークというのは高度が低いので洪水とかハリケーンのリスクが非常に高いので曝露人数としては高くなるんですけど、そういった都市は、経済的に防災に投資できるんですね。お金持ちなので。そういったところというのは、被害が軽減しやすいんじゃないかと思いますが、ちゃんと準備すれば。ただ、むしろ経済性が低い地域のほうが、曝露人数がそんなに高なくても非常に大きな被害を被る可能性があるのではないかなというふうに思います。最後に、私のほうから皆さんに質問をしたんですね。日本全国で35℃を超える日が、今年あったと思うんですけど、その影響というのは、都道府県を通じて異なると思いますがどう思いますか？ という質問をしたんですけど、多くの学生さんから H: 東北や北海道では暑さに慣れていないので、熱中症等のリスクは高くなるのではないのでしょうかというお答えをいただきました。おそらくそういう結果が出るのではないかと、私も思います。この、暑さに慣れていないというのは、感覚的には非常に分かりやすいんですけど、それをデータとして可視化するというのは結構難しいんですね。それを、今どうや

って表現するか。メンタルに対する社会の脆弱性というのをどうやって表現するかというのが、今、研究者の間で議論されている部分だと思いますので、ぜひ皆さんも脆弱性、どうやって表現するかというのを考えていただきたいなと思います。特に日本においては、高齢化社会なので高齢者の分布というのがひとつ鍵になるかと思うのですが、色々な要因が考えられると思いますので、ぜひ時間があるときにそういったことも考えてもらいたいなと思います。すみません、全部の質問には答えられなかったんですけど、私からは以上です。

**司会(鈴木)**: はい、ありがとうございます。また後で時間があつたら、よろしく願います。他の先生方もですけど、それから、フロアにいる人たちには、後で質問などしていただく時間があるので、何かあればメモしておいてください。それでは次ですが、千葉先生、よろしく願います。

**千葉**: はい。まず、皆さん、質問を色々ありがとうございました。どれも良い質問で、こんなに色々考えてくれたんだなと思って、とてもうれしかったです。質問には、できるだけ後で答えたいと思うんですけど、まず、水野先生の質問に答える形でコメントしていきたいと思います。カーゴとの結合はどうなっているのか、つまりモーターの上についている小胞はどうなっているのかという質問です。私はおそらく、小胞との結合は病気の変異でも保たれていると思っています。なぜかと言うと、そのドメインが完全に残っているからですね。病気の変異を導入したモデル生物でシナプスの位置を観察してみると、シナプス小胞が神経細胞の外側、つまり運動が行き過ぎる側に向かって移動しています。なので、カーゴとの結合した状態で動きすぎる。それによって、おそらくシナプスが変な位置にできてしまい、病気になっているだろうと考えています。カーゴは、私、講義の中ではシナプス小胞の他にミトコンドリアを例として挙げたと思います。尾崎先生のおっしゃっていたAIM、腎臓の問題を、不勉強であり知らないんですけど、もうひとつ、皆さんにとってもうちょっと

馴染みがあるかなと思うものを、今思いつきました。メラノソーム。日焼けで皆さんが気にするメラノソームですが、あれも、メラノサイトの中で細胞の末端に向かって輸送されているものです。末端に到達したらそこから外に出されて、皮膚細胞に取り込まれて、黒く肌に残っていくわけです。実際に生活に役立つような研究とって、メラノソームの輸送を阻害したり、ちょっと遅くしたり、というような観点で研究を行っているラボもあります。そのように、神経変性以外にも、色々な場所で実は細胞内輸送が働いているので、興味を持っていただけるとうれしいです。あと、関連するのがカエルの色が変わる仕組みではないかと思えます。私は北海道出身なので、あまり大きいカエルは見たことがないのですが、本州だと大きなカエルがいて、黒いところに置くと皮膚が黒くなって、白いところに置くと皮膚がまた白く戻るといふのがあると思うんですけども、あれも中の色素が真ん中にギュッと集まると白くなって、パーッと **disperse** すると黒くなるという仕組みで、色を変えているわけですね。たぶん、色が変わらなくなるような変異体のカエルをたくさんとってきて調べると、モーターの遺伝子変異というのが見つかるんじゃないかなと思います。生体のカエルでスクリーニングというのは、私はあまり聞いたことはないんですけども、もしたくさんやったら絶対とれてくるだろうなと思います。もう一つ水野先生から質問のあった、実際の病気じゃない人の体の中ではキネシンはどうやって活性化しているのかというお話なんですけれども、正常な体の中では活性化を行う分子があって、その結合によってキネシンの活性は適切に制御されています。それから、これは鈴木先生からあった、独創性とはという質問にも絡んでくるんですけども、私は、この病気のキネシンの変異体をまるで狙って解析したかのように話したと思うんですけども、実際はそうではなくてかなり偶然の産物で見つかったものです。何かというと、今話した活性化因子に関連する研究で見つかってきました。キネシン活性化因子の研究というのは、元々、10年く

らい前から世界各地で行われていて、東北大学にもその研究をされていた先生がいるんですけども、キネシンを活性化する因子に対して、効果を打ち消すような遺伝子変異がないかという探してきたら、キネシン自体の中に、表現型を抑制するような変異というのが色々見つかってきたんです。なんでキネシンの中の変異が、外からくるキネシン活性化因子の影響を左右するんだろう。ずっとよく分からなかったんです。よく分からなかったんですけども、そのうち臨床レポートがいっぱい出てきて、キネシンの同じ位置に、患者さんで神経変性疾患の変異が見つっていると分かったわけです。まったく同じアミノ酸の位置にです。ということは、探索で見ついていた変異は病気に関連する変異なんじゃないか。逆に言うと、病気に、キネシン活性化というのに関わっているんじゃないか、そういう観点で始まった研究です。その病気の変異、あるいはスクリーニングで見つかった変異を解析してみると、モーターが活性化していることが分かりました。この家系だけではないはずだと思って、何家系も調べていたら、活性化する変異というのが3家系見つかりました。いただいた質問にもかなり関連するんですけども、輸送が増えすぎて病気になるというのはじつは、キネシンが絡んだ疾患ではかなりレアです。例えば、私が解析した **KIF1A** というキネシンでは、100以上の遺伝子変異が見つかるんですけども、その中で輸送が活性化するのはたったの3家系、私が見た限りですが。残りはおそらく、逆に活性が異常に低下する変異です。低下する変異があること自体は、変異が見つかった頃からずっと分かっていたことで、ある種のコンセンサスになっていました。神経変性疾患ではキネシンの機能がガタ落ちすることで病気になると、それをみんな漠然と信じていたんですけども、じつはそうではなくて、輸送が増えすぎて病気になる場合もある。そういう観点で新しいのが、私の発表した研究です。独創性という面では、たまたま自分が解析していた変異が病気の変異と同じ位置にあるという、偶然を見逃さないというところになるの

かなと思います。他にも色々質問が来ていて、あと2分くらいあるのもう1つ2つ、答えようと思います。I: 病気に絡んでなんですけれども、主に神経変性疾患が、キネシンの変異だと多いです。神経変性疾患と言っても、アルツハイマーの変異というのは一切見つかっていないです。私はずっと、アルツハイマーの研究を大学院の頃はしていたんですけども、アルツハイマーの変異は、今に至るまで、キネシンでは見つかっていません。不思議な話ですよ。他は、かなりの数の神経変性疾患がキネシン絡みで見つかっていて、私のやっていた KIF1A では、痙性対麻痺とか、spasticity つまり痙攣が起こるタイプの神経変性疾患が多いです。それから ALS 筋萎縮性側索硬化症も多いですね。それから、J: ダイニンではどうですかという質問をもらっていたんですが、滑脳症といって脳の溝がなくなる病気が、ダイニンのエフェクターで見つかっています。K: これを治療と結びつける観点はという質問。水野先生からもいただいでいて、学生の皆さんからも、もらっています。これは、先ほど言った、キネシン絡みの変異の大部分が、動かなくなることが原因だということを考えると、今言ったような、動くようにする変異、あるいは促進剤を入れてやると、9割5分の患者さんの治療薬になるんじゃないかなと思っています。どこかベンチャーの企業で興味があるところがないかなと思っっているんですけども。アメリカにキネシンの関わる疾患の患者団体があり、そういうところいっぱいベンチャーの人も応援に来ていて、こんな方法でスクリーニングします、こんな方法で創薬やります、というのを毎月話しています。そういうところに、キネシンの活性化するような薬剤のスクリーニングをしないかと、今度相談しに行きたいなと思っています。コロナなのでちょっと難しいですが、そのうち学会活動などが再開したら顔を合わせる機会もあると思うので、そうやって創薬に結び付けたいなど、強く思っています。すみません、ちょっと時間を超過してしまいました。ありがとうございました。

**司会 (鈴木):** はい、ありがとうございます。それでは、山田先生、どうぞお願いします。

**山田:** はい、学際研の山田将樹です。よろしくお願いします。私は宇宙論が専門なんですけれども、特に日笠先生のご専門の素粒子物理学を駆使して、宇宙の成り立ちや物質の成り立ちを明らかにするような研究を行っています。講義の動画のほうでは、ウロボロスの蛇の図を用いて、素粒子物理学と宇宙論が密接に関係していると説明したのですが、その具体的な理由というのは説明しませんでした。先ほど日笠先生に補足していただいた通りで、簡単にいうと初期の宇宙は非常に高温で、そのような高温状態ですと粒子がバラバラになって素粒子まで分割されるからということですね。素粒子理論と宇宙論の関係というのは非常に密接になっていまして、例えば東北大学でも素粒子・宇宙論研究室という1つの研究室のグループとして合わさってたりします。このように素粒子理論と宇宙論が強く関係するようになったのは、おそらく、私の考えですが、インフレーション理論というのが提唱されてから、特に密接に関係するようになったのだと思います。インフレーション理論というのは、動画でも説明しましたが、MIT のアラン・グース教授が提唱したものです。アラン・グース教授は、もともと素粒子理論の研究者でしたが、宇宙についてのいくつかの問題についても考えてみたところ、インフレーションと呼ばれる時代があれば宇宙の問題を解決することができ、しかもそのインフレーションも素粒子理論的に自然に引き起こすことができることを示しました。このインフレーション理論によって、宇宙論のいくつかの問題が一挙に解決されまして、宇宙論のパラダイムシフトのようになったと思います。これは、さきほど鈴木先生が質問された、独創的なものをいかにして考えるかという質問に関係していて、また学生から L: そういう理論はどうやって考えられるのでしょうか。アイデア、元になる部分、考えつく瞬間などについて教えていただきたいですという質問がありましたが、インフレーション理論のように、分野を超えるアイデ

アや、異分野を結合して何かを考えると独創的な研究ができるのではないかと、私は思っています。今の場合は素粒子理論ですね。素粒子理論の専門家が宇宙論の問題を考えてみたところ、素粒子理論を用いてその問題を自然に解決する理論を考えることができたというわけですね。このように、学際的な研究、他の分野と連携する研究というのが、独創的な研究になりやすいのではないかと、私は思います。例えば、世界中にはあらゆる分野にエキスパートがたくさんいます。博士論文を書いて博士号を取ったら、その人はその内容についてのエキスパートです。ですが、様々な分野のエキスパートというのはあまりいません。ですので、色々な分野を積極的に学んで理解して、それを頭の中で結合して考えることができると、他の人にはできない独創的な研究につながるのではないかと思います。別の質問にも答えていきますと、特に多かった質問のひとつが、M: 証明・検証するためには何が必要なのか。宇宙理論を証明・検証するにはどうすればいいのかという質問でした。これに関しては、物理学全般に言えることですが、物理学の理論の正しさを証明するのは、必ず実験や観測によって行われます。宇宙論は物理学ですので、これは宇宙論も同様です。具体的にどのようなことをするかと言いますと、例えば、初期宇宙は非常に高温・高密度で、その宇宙が膨張して冷えていったとすると、昔に高温・高密度だった時代に生まれた光の名残が宇宙には残っていることになります。その光は現在、マイクロ波という電磁波として観測することができます。この電磁波は宇宙に満ちていまして、宇宙のどの方向を見てもそういう電磁波が観測できます。そして、その電磁波の温度といいますか、強度の分布を観測することができます。一方で、宇宙理論を用いて、理論的にその温度の分布を計算して予言することができます。そうして計算した、予言した温度の分布と、実際に観測した温度の分布が一致すれば、その宇宙理論が正しいことを証明できるわけです。このように、宇宙論も物理学ですので、観測や実験によって確かめられたものが正しいものだと思われれます。こ

こで、水野先生からもご質問いただきましたが、**Multiverse** などの話に関して、N: 本当に実験で、観測で証明できるのかという質問が学生からもありました。これは、まず無理です。講義の動画で説明した **Multiverse** や **Creation from nothing** の話は、我々が観測できる宇宙よりも外側の宇宙に関する話になりますので、観測しても見えない部分の理論になります。それは検証することはできません。ですが、例えば物理の究極理論が超弦理論であった場合、それを駆使して宇宙の成り立ちを考えると、**Multiverse** のような宇宙になっていると考えるのが自然だというのが、特にアメリカの多くの研究者が考えている話です。また、観測によって検証することはできない、と言いましたが、**Multiverse** であった場合の片鱗は若干見ることもできるかもしれないと言われていました。具体的には、**Multiverse** の考えでは、泡の宇宙のひとつが我々の宇宙であると考えます。泡というと、何となく曲率があるようなイメージがありますよね。その曲率が、もし現在までわずかに残っていて、その影響を観測することができれば、この考え方を間接的にサポートできるという話もあります。ですが、基本的には、**Multiverse** や **Creation from nothing** の話を観測によって証明することは、まず無理だと言えます。次の質問に行きますと、尾崎先生の質問にもありましたが、何が明らかになると我々の生活に関係するのかという質問がありました。また、宇宙論を考えたとして、どのように生活が豊かになりますかという質問がありました。これは、素粒子物理学や宇宙論の研究をしていると、よく聞かれる質問です。私の個人的な考えとしては、宇宙の成り立ちを理解できたら面白い、面白いことがわかったら心が少し豊かになると思っています、それを目的として宇宙論の研究をしています。尾崎先生は、子供の頃に宇宙に興味があったとおっしゃいました。他にも、宇宙がどのようにしてできたのか、知りたいと思っている方はたくさんいると思います。そういうことを何となく考えることも楽しいのですけれども、我々は素粒子理論のような物理学の理論を駆使して、実

際のところ何が起きていたのかということを考え、その考えを検証する方法も理論的に考えます。先人たちの研究によって、現在の宇宙は138億歳だというのが明らかにされ、その宇宙の始まりの数秒後から現在まで、138億年間の現象というのも、ほとんど明らかにされています。未だに分かっていないのは、宇宙の始まりから数秒間の間だけという、そういう状況です。O: 科学で百億年前の出来事を知ることができるのは不思議だと思いましたとか、O: 宇宙ができる前はどんな世界だったのか気になったというコメントもありましたが、何となく宇宙に興味があって、宇宙の成り立ちを知ることができてうれしい、もっと知りたい、というような意見が、私の個人的な研究の目的といいますか、宇宙を明らかにするための研究の原動力になっています。以上です。ありがとうございました。

**司会（鈴木）:** はい、とりあえず今、4人の先生方からご回答いただきました。これからは、フロアの人、そしてオンラインで見ている方から、質問を受けながら、そして先ほど言いそびれたこととか言い残したことが、4人の方おありでしたら、そういうことも発言していただきたいと思います。オンラインの方は、リアクションで「手を上げる」を押してください。それをこちらのほうで見て、指名したいと思います。それからフロアの方は、紫の椅子と緑の椅子の間にマイクを立ててありますので、そこへ行って、学部と名前を言って、自由に質問してください。こういう機会はなかなかありませんので、ぜひ積極的に質問などしてください。さあ、どうぞ。質問、ありますか。どうぞ。

**学生 P:** 理学部化学系のPと申します。大変面白いお話をありがとうございました。皆さんは学際的な研究をされているということですが、ある専門と違う専門の方々を結びつける橋渡しのような役割だとか、または何も知らない一般の方に対して研究のことを説明するとか、そういった機会もたまにあるかと思うんですけども、そういった時に、専門的な内容を分かり易くかみくだいて伝えたい時に、特に心がけ

ておられることをお聞きしたいと思います。

**司会（鈴木）:** はい、ありがとうございます。では、これに対してどなたが。ではお願いします。

**上野:** いいですか。コメントありがとうございます。これは、学際研の我々4人にとってとんでもない質問が来たなと思ってしまったんですけども、じつは学際科学フロンティア研究所の若手の中でもそういうのがいつも議論になるんです。いったいどういうふうな話をすれば他の分野の人に分かってもらえるのか。特に他の分野の知識に関しては、例えば自分たちは高校生ぐらいの知識しかないとアピールしてくる人もいれば、いやもっと複雑でもいいからもっと色々な話が知りたい、もっと専門的な話をしてくれというようなこともあるので、じつは一概にこういうふうにするのがいいと言うのはなかなか難しいですね。今回は「研究がおもしろい」というタイトルだったので、少なくとも、学際研のメンバーは、自分の研究のおもしろさを人にアピールしようとするのを常に考えているんですね。Pさんは化学専攻とおっしゃいましたね。学際研メンバーは、例えば化学専攻の先生よりもおそらく、異分野と繋がろうとする姿勢というのがとても強いと、私から見ると思います。みんなそういうふうに感じていると思います。なので、学生さんも、そういうことに興味がある人たちが集まります。学際研では学生さんも発表を聞くことができるような仕組みがありますので、興味があったらぜひ参加してみてもどうかと、今の話を聞いて思いました。

**司会（鈴木）:** 今の、参加できる仕組みについて、もうちょっと具体的には。

**上野:** 学際科学フロンティア研究所のホームページに行くと、学生であれば、聞きたいリストいえばたぶん行けると思うので、ちょっと見てみたらいいと思います。もし情報が欲しければ、僕は化学専攻にいますので、いつでも来てください。

**司会（鈴木）:** ありがとうございます。ではいかがでしょうか、はい、千葉先生。

**千葉:** はい。分かりやすく伝えるというのは、私もか



なり苦労して、未だに悩みながらいつもスライドを作っています。私、民間企業に就職しようと思っていた時期があって、企業の人事部の人にプレゼンをする機会が何回かあったんですけども、人事の方でけっこう文系の方が多くて、私は理系の生物系なので、説明しても全然おもしろいと思ってもらえない、飽きてみんな明後日の方向を向いちゃってるというようなことをずっと繰り返して、けっこう悩んでいた時期があります。ある時ホテルのロビーで、その時もスライドを直してうんうんと悩んでいたんですけども、その時に通りかかった方が、どこの人か知らないんですけども、アドバイスをくれて、1つは、シンプルに、できるだけシンプルに。嘘をつくつもりでもいいから、分かりやすさを一番にと。もう1つは、すごく賢い人というのはあまりこういうのには向かないと。ちょっと勉強に苦労してきたような人が、できない人の気持ちが分かるから、こういうのは逆に得意なものだよ、頑張りなさいみたいな。そういうふうに言ってもらって、ちょっと勇気づけられた記憶があります。なので、自分が分からなかった時の気持ちを想像して、できるだけ分かりやすく。専門の人にはちょっと嘘ついていると思われるかもしれないけど、それでも分かりやすさを重視という感じで、心がけてはいます。

**司会（鈴木）**：はい、ではこのフロアにいる、山田先生どうぞ。

**山田**：はい。非専門家向けにどのように話すか、ということですけども、私の場合は、伝えたいことを1つに絞ってプレゼンをするようにしています。今回の話でいうと、研究のおもしろさを伝えたいと思ったので、それだけを目的とした動画にしました。実際、私の動画を見ていただくと、ほとんど何もきちんと説明していません。具体的なことはあまり説明してなくて、宇宙の始まりがどうなっているのか、どういうふうを考えているのかというアイデアだけを言って、そのアイデアも際限なくて面白いですよ、というようなメッセージを込めて簡単に説明しました。特に具体的なことはあまり言わなくても、興味を持

ってもらえさえすれば、後で質問をしてくれるはずですので、その質問に答えていく際にきちんと説明すればいいと考えています。発表のように、最初の時点では具体的な説明はしないで、興味を持ってもらえるようにとだけ考えて説明するようにしています。以上です。

**司会（鈴木）**：はい、ありがとうございます。では、上海の柿沼先生、お願いします。

**柿沼**：はい。他の先生方がおっしゃっていることとオーバーラップするんですけども、皆さん研究者は、おもしろいことを発見したらそれを伝えたいという気持ちがあると思うんですけども、おもしろいと思うことを深く追求して、研ぎ澄ますというんでしょうか。なるべくシンプルに、そのおもしろさを他の人と共有しようという気持ちがけっこう大事だと。精神論になってしまっていますが、自分が何を伝えたいのか、自分が何に対しておもしろいと思っているのかということのを、なるべくシンプルに伝えるということが大事だと思います。

**司会（鈴木）**：はい、ありがとうございます。質問なさった方、よろしいですか。

**学生 P**：はい。ありがとうございます。

**司会（鈴木）**：はい。他にどうでしょう。せっかくなので質問しましょう。オンラインの方も手を上げて、遠慮なく質問してください。はい、Qさん。ミュートを切って質問してください。

**学生 Q**：理学部のQです。皆さんにお聞きしたいことがあるのですが、例えば自分の証明したいものとか自分の研究成果を発表しようという時に、自分のこの理論には非の打ち所がないな、これは公に発表しても大丈夫だなと思うのは、どうやって確認していくものなのでしょうか。

**司会（鈴木）**：はい、よろしいですか、今の質問。それでは、どなたでも。では、上野先生。

**上野**：はい。私は、分子づくり、材料合成なので、これはそもそも誰も作ったことのない分子ができて、その構造が、それを調べる手法は色々あるんですが、それが見えてしまえばもう勝ちなんですね。最もシ

ンプルです。これは、宇宙の素粒子のことだとすごい複雑で話が難しいと思うんですけども、分子合成というのはそういう醍醐味もあります。一撃で決まるからですね。気持ちいいですよ、見つけると。はい、以上です。

**司会（鈴木）**：はい。他の方、どうですか。では、山田先生。

**山田**：はい。私は宇宙理論ですけども、理論の場合はある意味簡単で、計算が正しければ正しいので、そこで計算間違いをしていなければ OK ということですね。一人で論文を書いているとそこも不安になりますが、2～3人で共同研究していれば全員でチェックして、全員同じ答えならば自信を持って論文を出せると思います。もちろん、理論モデルそのものが正しいかどうかはまた別の話です。

**司会（鈴木）**：はい、ありがとうございます。どうでしょう、他に。柿沼先生、何かありますか。

**柿沼**：そうですね。私の分野では、正直、ここという明確なゴール、難しいなと思って質問を聞いていました。どこまでやったら…。もう、自分がやり切ったな、調べきったなと思ったら、でしょうかね。ちょっとまた精神論になってしまうのですが。上野先生みたいに一撃で決められないことばかりなので、もうこれ以上できないなと思ったら、私は出しています。はい、すみません。

**司会（鈴木）**：ありがとうございました。分野が違々と、ということもあるんでしょうね。では、千葉先生どうですか。

**千葉**：私の分野は、一番、正しい答えが見えない分野だと思います。STAP細胞の例がすごく有名ですけども、それに限らず、生命科学系の分野では再現が取れない論文というのは山のようにあります。自分の研究が例外である可能性は全くないわけです。もちろん、故意に間違った結果を発表するのは良くないんですけども、間違った結果を発表することは、誰にでも必ずあると、私は思っています。私の場合は、自分の結論と真逆の実験結果が出ていなかった場合は、その結論を発表します。すごい逆説的なんですけ

れども。生命科学は、それくらい、自信を持ってこれはこうですと言うのは難しい分野だと、私は思います。

**司会（鈴木）**：はい、ありがとうございます。Qさん、いかがですか。

**学生 Q**：はい。ありがとうございました。

**司会（鈴木）**：よろしいですか。はい、では会場の方。マイクのところをお願いします。

**学生 R**：理学部物理系のRです。個別の質問になるんですけども、まず、上野先生に質問したいんですけど、フラーレンの中に不安定な物質を入れるという手法を伺ったんですが、不安定な物質が安定しないということは、電気的に何か反発があったりとか何かしらあると思うんですけども、それを入れたことで周りのフラーレンに何か影響が出たりしないのかなというのと、それによってフラーレンの中に入れるとしても、安定して存在する時間に限界があるのかなというのが疑問で。もう1ついいですか。

**司会（鈴木）**：時間のことがあるので、まずは1つにお答え頂きましょう。ではそれに関して上野先生、お願いします。

**上野**：はい、ありがとうございます。外のボールにも影響が出ます。せっかくこの話題になったので、最近、今回の動画で紹介していない部分ですね、何をしているのかについて話します。圧力ありますね、物理系だというので。ふつう、1個の分子に圧力を加えるというのはなかなか難しいですよ。当然、材料としていっぱいあるから圧力かけやすいという感じだと思うんですけども、中から、中にいっぱいものを詰めていくと、圧力。さっき本当は嘘です、嘘かもしれないという話があったんで、ナノ空間では圧力って定義できないので、圧力という言葉が正しいかどうか分からないんですけども、一応圧力という言葉を使います。中の圧力が上がっていきますね、原子を入れていくと。そうすると、当然、外の構造にも若干、影響が出てきます。その影響というのが、じゃあ原子は何個入れたときに出てくるかというのを知りたいので、そういう研究も進めようとしています。実際に、

例えばヘリウムの原子が C60 の中に何個入るかという、入った構造が安定に存在できる限界がたぶん 20~30 個ぐらいだと思います。そのぐらいは入ります。実際はそこまで行くのは難しいとは思いますが、そういうことにも挑戦していきたいと思っています。で、質問の答えは、影響は出ます。

**司会（鈴木）**：はい。じゃあ、次の質問を簡潔にお願いします。

**学生 R**：千葉先生に質問なんですけど、キネシンの量が多すぎると病気になるということなんですけど、細胞の働きを最大にするキネシンの量の最大値ってあるんですか。

**千葉**：うーん、最大値ですか。ちょっとそれは、新しい観点かもしれないですね。細胞の働きを最大化する、そういう値は、たぶんまだ発表されていないです。もらった質問にもあったんですが、S：キネシンの活性が上がると細胞にとっていいこともあるんじゃないのかという質問も来ていたんです。細胞にとっていい影響というのは、なかなか見つけるのが難しいです。評価するのも見つけるのも難しい。なぜかというと、病気にならないからです。そういう方は健常人として生きていくので、良い影響が出ていたとしても発見されないはずなんです。マイナスの影響というのは評価しやすいし見つけやすいんですけども、プラスの影響とか、その値がどのくらいだったら適正かというのは、なかなか難しいですね。でもおそらく、どれぐらいがいいという値があるはずなので、見つけられたら治療のいい指標になるんじゃないかと思っています。質問ありがとうございます。いい質問です。

**司会（鈴木）**：はい。どうもありがとうございました。こういう話は、深めれば深めるほどそれなりに色々いくんでしょうけれども、ちょっと時間のほうが迫ってきました。皆様、言い足りないことなどおありの方も多かったかと思うんですが、そこはちょっとお許しいただきたいと思っています。特に、アンケートのほうなどに、そのあたりのことも書いていただきたい。特に今回は 1 時間。授業の 1 コマの間にこういうこ

とをやっているんで、ちょっと無理がないわけではないかなということもあります。そういうことで、間もなく終わらせていただこうと思うんですけども、突然ですが滝澤先生。締めのお言葉というか、感想などを。これは予想外の振りではあるんですけども、いただいて、そこで終わらせていただくようにしたいと思いますが、どうぞよろしくお願いいたします。

**滝澤**：はい。やっぱり、時間が物足りなかったですかね。今日は、4 人の先生方のお話が、それぞれ深みのあるところ。そこにまた、総長特命教授の先生方から、含蓄のあるお話があったので、皆さんもまだまだ知りたいことがたくさんあったかと思っています。それについては、このあとご質問に先生方、お答えいただけるようなので、多分。いただいたご質問には、各先生方からお答えいただけるようなので、そこもまた、お寄せください。今日は、少し、先生方がどんな着眼点で研究を進めているのか、どういうきっかけでこういう研究に取り組んでいるのか。また、どんなアプローチなのかということ垣間見ることができたと思います。また他方で、総長特命教授の先生方、多少研究分野の近いテーマもあったかと思うんですけども、ご自身の研究領域とまったく違ったところでも深い議論ができるという、そういう懐の深さを私は見させていただいたと思います。今日司会の、鈴木岩弓先生からもお話ありましたように、氷山の、海に隠れている部分ですね。皆さんが、どれだけそういうところを、これから大きく育てていけるか。そういうことを期待しながら、皆さんがこれから、東北大学での学びを深めていただけるきっかけになればと思っています。ちょうど時間となりましたので、以上をもちましてこの ILAS コロキウム、締めのあいさつとさせていただきます。どうもありがとうございました。先生方も、どうもありがとうございました。

**司会（鈴木）**：ご発表の先生方に、拍手をお願いします。

（拍手）

**司会（鈴木）**：皆さまありがとうございました。

## 2. 3 受講生からの質問・コメントと講師の回答

昨年度の合同講義から引き続き、オンラインと対面のハイブリッド方式で ILAS コロキウムを実施した (39 ページ 告知 参照)。まずは1か月程度の期間に、オンデマンドで4つのショートレクチャー動画を視聴してもらい、全体討論の一週間前までに、質問・コメントシートフォームをネット送信で提出してもらった (41 ページ 質問・コメントフォーム 参照)。全体の提出件数は69件で、それぞれの講義担当者に対する提出数は下表のとおりである。

講師別 質問・コメント フォーム提出数 (件)

上野 裕：未踏構造合成への挑戦 —こんな分子ができたらずごい！—	11
柿沼 薫：気候変動下の持続可能社会 ～1℃上昇の影響は三者三様	18
千葉 杏子：細胞内を歩くタンパク質 —運び屋「キネシン」は今日も駆け回る—	10
山田 將樹：宇宙の成り立ちを明らかにする	30

寄せられた質問・コメントを、質疑応答・全体討論実施日の5日ほど前に講義担当者別にまとめて送り、全体討論のコメントの材料として準備を依頼した。ただし、時間的制約もあることから、すべての質問に逐一答えることは困難であり、代表的・特徴的な質問を各担当者の判断で選んで回答した。

すべての質問とコメント、講師からの回答については、本報告書の巻末に資料として掲載したので、ご参照いただければ幸いである。質疑応答・全体討論で取り上げたものは、対応するアルファベットを表中に記載した。

### Ⅲ 教養教育特別セミナーと ILAS コロキウムの アンケート分析

### 3. 1 アンケート項目と回答数

#### 3.1.1 教養教育特別セミナー パンデミックの時代を生きる

セミナー終了後に、受講後アンケートをネット送信で提出してもらった(76～78 ページ 受講後アンケート 参照)。来場した学生には、入り口で配った「対面授業実施に伴う注意事項」の裏面に、QR コードを含むアンケート協力依頼を載せた。オンライン参加の学生には、参加 URL の案内メールにアンケート依頼も記載した。いずれも提出期限に幅を持たせ、セミナー当日から4月末日まで受け付けた。アンケート回答数は169件で、所属ごとの提出数と全体比は下表のとおりである。

学部別 アンケート提出者数と東北大学1年生との対比

所 属	アンケート提出数		東北大学1年生*		对在籍者 提出率
	人数	全体比	人数	全体比	
文学部	34	20%	226	9%	15%
教育学部	8	5%	74	3%	11%
法学部	8	5%	165	7%	5%
経済学部	14	8%	265	11%	5%
理学部	22	13%	334	14%	7%
医学部	37	22%	265	11%	14%
歯学部	5	3%	56	2%	9%
薬学部	4	3%	84	3%	5%
工学部	27	16%	830	34%	3%
農学部	8	5%	152	6%	5%
計	167		2,451		7%

\*2021年5月1日在学者数

参加者数見込：444（来場者81＋同時配信申込数363）

## ○受講後アンケートフォーム：4/12～4/30 受付

## 教養教育特別セミナー受講後アンケート

[4/12～4/30受付]  
このアンケートには4つのセクションがあります  
今後の企画に役立てるため、ご協力をお願いします

■■■■■■■■■■ tohoku.ac.jp [アカウントを切り替える](#)

このフォームを送信すると、メールアドレスが記録されます

学籍番号

回答を入力

所属学部

選択

氏名

回答を入力

[次へ](#) [フォームをクリア](#)

Google フォームでパスワードを送信しないでください。

このフォームは 国立大学法人東北大学 内部で作成されました。 [不正行為の報告](#)

Google フォーム

特別セミナーについて、以下の質問の答えを1つ選んでください

教養教育特別セミナーにどの方法で参加しましたか

- 会場に行って参加した
- インターネットで同時配信を視聴した

講義を聞いて、テーマへの興味はどうなりましたか

- |             |                       |                       |                       |                       |             |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
|             | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     |             |
| 特に興味がわかなかった | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | テーマへの興味が増した |

講義は理解できましたか

- |          |                       |                       |                       |                       |         |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
|          | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     |         |
| 理解できなかった | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | よく理解できた |

教養への勉学意欲が刺激されましたか

- |            |                       |                       |                       |                       |          |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|
|            | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     |          |
| 特に刺激されなかった | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 非常に刺激された |

専門への勉学意欲が刺激されましたか

- |            |                       |                       |                       |                       |          |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|
|            | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     |          |
| 特に刺激されなかった | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 非常に刺激された |

特別セミナーの必要性を感じましたか (続けてほしい)

- |                   |                       |                       |                       |                       |                  |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
|                   | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     |                  |
| 感じなかった (続ける必要はない) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 必要性を感じた (続けてほしい) |

戻る

次へ

フォームをクリア



ご自分について、以下の質問の答えを1つ選んでください

教養教育をいつ重点的に学びたいですか

- 1 - 2年次
- 3 - 4年次
- 4年間を通じて随時
- 大学院
- 特にない・わからない

将来の進路希望

- 学部卒業
- 修士修了
- 博士修了
- 未定

将来の職業希望

- 会社員
- 公務員
- 技師・医師・弁護士・会計士などの専門職
- 研究者・教員
- 自営・自由業
- 未定・他

戻る

次へ

フォームをクリア

以下は、自由にお書きください

あなたが今日のセミナー全体を通して最も興味深かったことは何ですか

回答を入力

その他、印象に残った点、改善提案、今後取り扱ってほしいテーマ、東北大学の教育への期待などご自由にお書きください

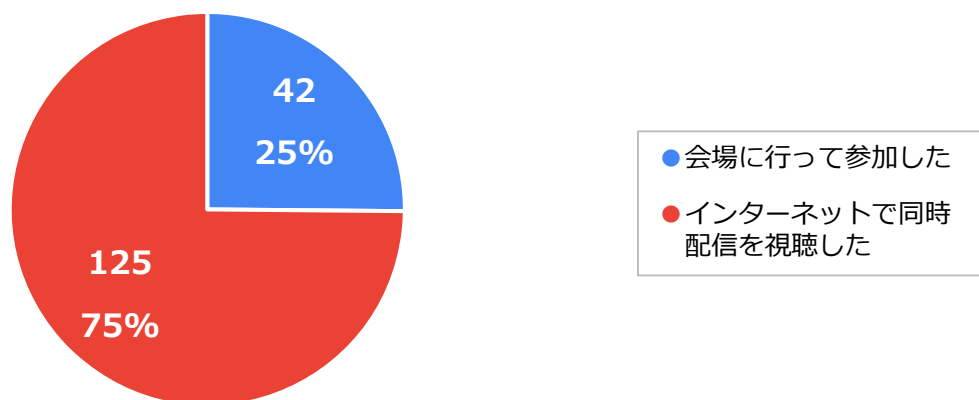
回答を入力

戻る

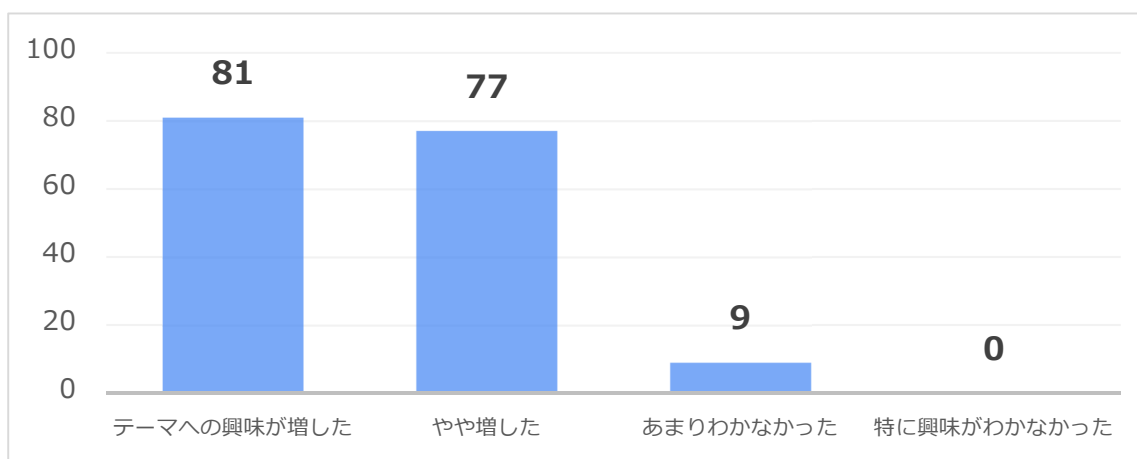
送信

フォームをクリア

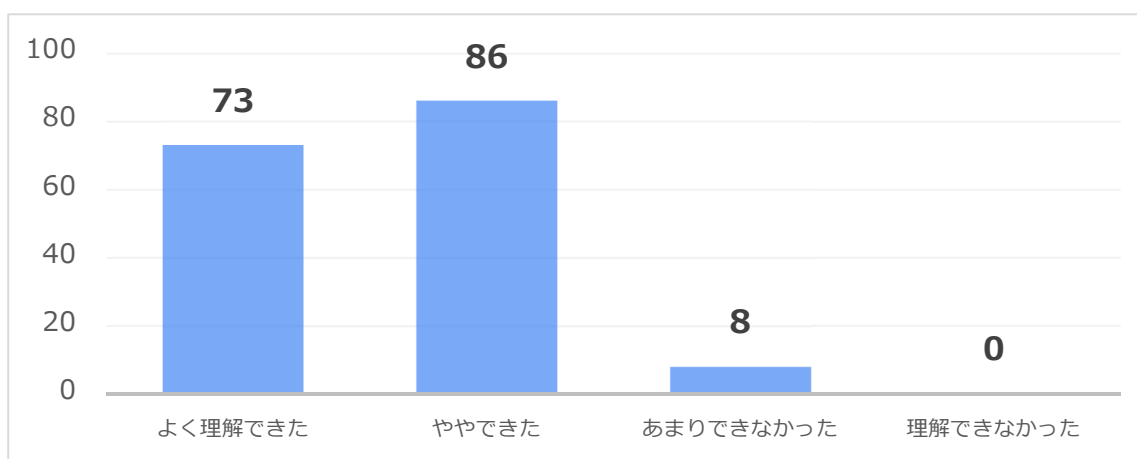
### 教養教育特別セミナーにどの方法で参加しましたか：167件の回答



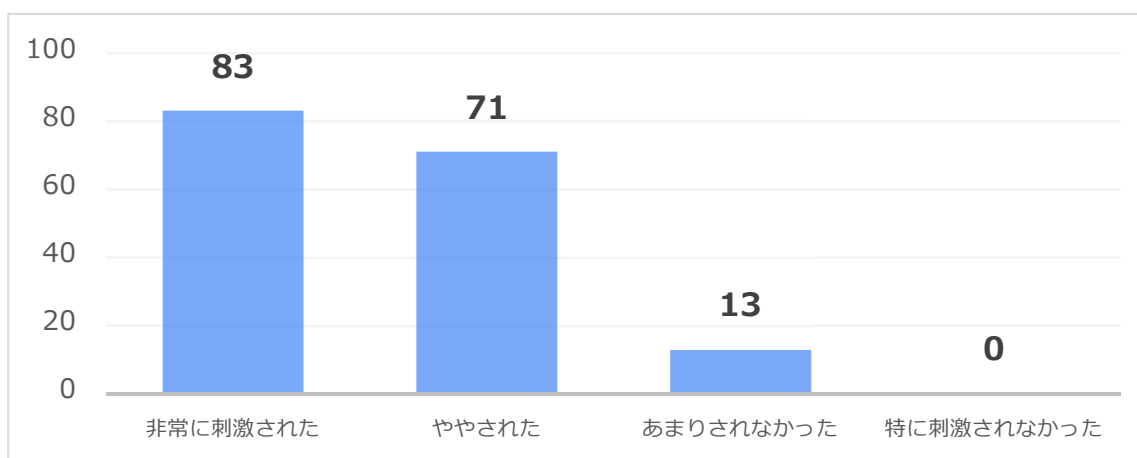
### 講義を聞いて、テーマへの興味はどうなりましたか：167件の回答



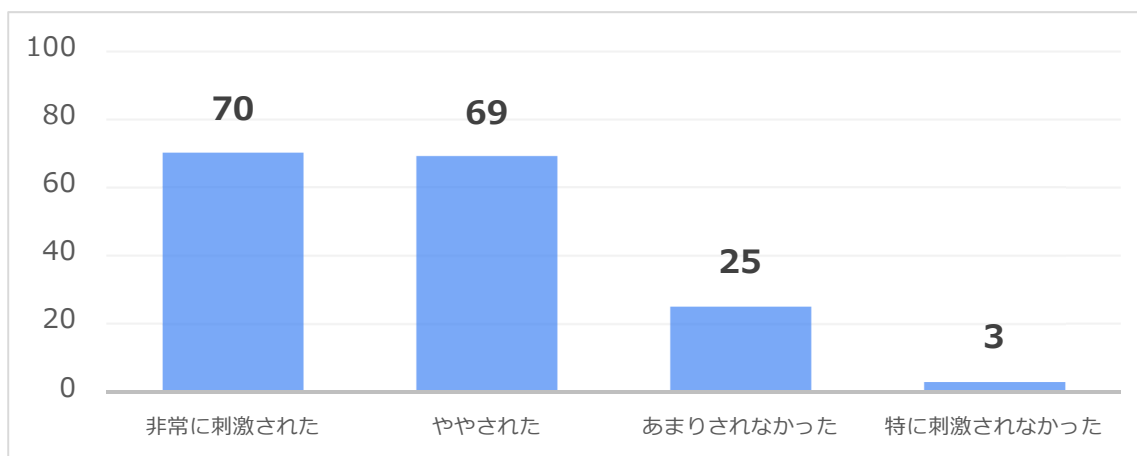
### 講義は理解できましたか：167件の回答



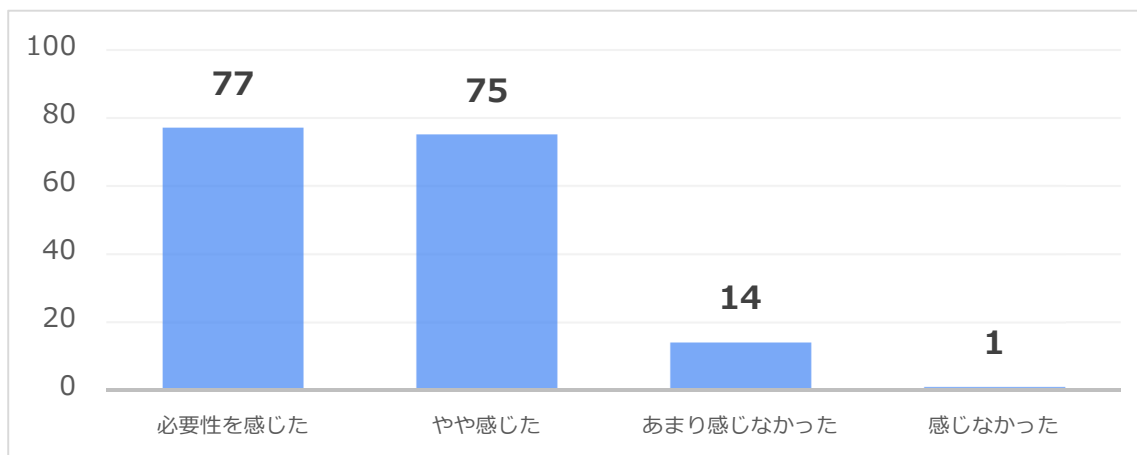
### 教養への勉学意欲が刺激されましたか：167件の回答



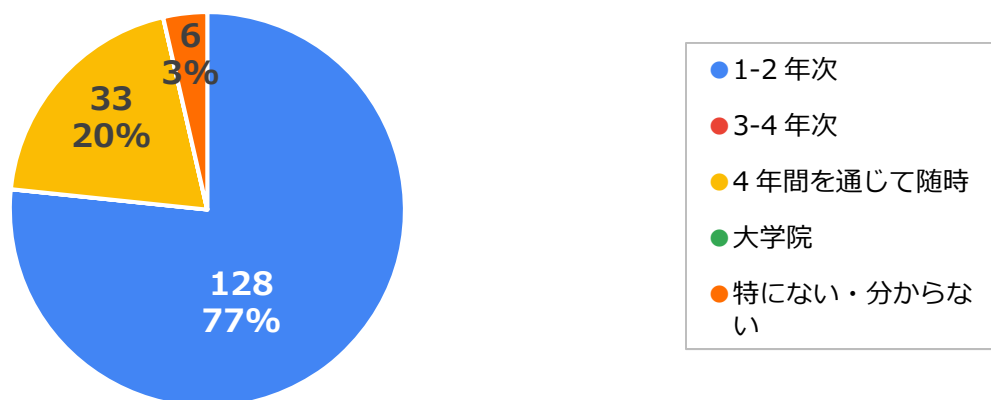
### 専門への勉学意欲が刺激されましたか：167件の回答



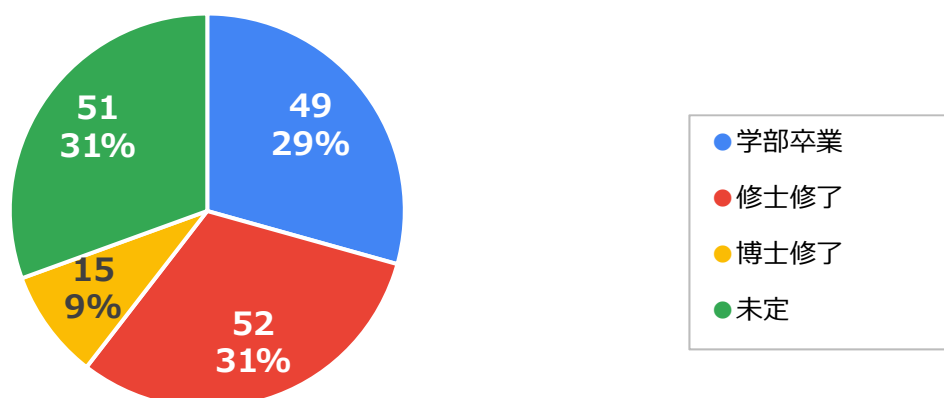
### 特別セミナーの必要性を感じましたか（続けてほしい）：167件の回答



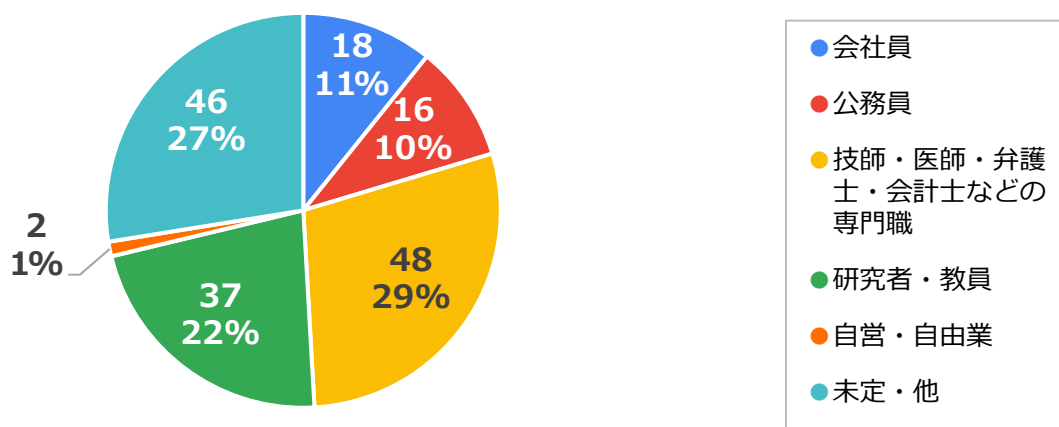
教養教育をいつ重点的に学びたいですか：167件の回答



将来の進路希望：167件の回答



将来の職業希望：167件の回答



## 3. 1. 2 ILAS コロキウム 研究がおもしろい！ —未踏への挑戦—

質疑応答・全体討論終了後に、受講後アンケートをネット送信で提出してもらった（83～86 ページ 受講後アンケート 参照）。セミナーの時と同じような質問をしたが、理解度はショートレクチャーごとに分け、選択肢のあとに理由などの記述欄を追加した。アンケート回答数は 111 件で、所属ごとの提出数と全体比は下表のとおりである。

学部別 アンケート提出者数と東北大学 1 年生との対比

所 属	アンケート提出数		東北大学 1 年生*		对在籍者 提出率
	人数	全体比	人数	全体比	
文学部	32	29%	226	9%	14%
教育学部	4	4%	74	3%	5%
法学部	18	16%	165	7%	11%
経済学部	26	23%	265	11%	10%
理学部	23	21%	331	14%	7%
医学部	0	0%	265	11%	0%
歯学部	0	0%	56	2%	0%
薬学部	0	0%	84	3%	0%
工学部	0	0%	826	34%	0%
農学部	8	7%	151	6%	5%
計	111		2,443		5%

\*2021 年 11 月 1 日在学者数

受講登録者数：176

## ○受講後アンケートフォーム：11/15～11/21 受付

## ILASコロキウム2021 受講後アンケート

11/15～11/21受付

- ・このアンケートは、今後の企画に役立てるために使用し、他の目的での利用、第三者への個人情報の提供は致しません。ご協力をお願いします。
- ・ただし、以下の授業の出欠確認のため、担当教員（総長特命教授）が受講学生の情報を利用します。

【後期月曜4講時】

鈴木 岩弓 【展開ゼミ】文学者の見た「死」—日本人の死生観—  
 水野 健作 生命と自然：エッセンシャル現代生命科学  
 尾崎 彰宏 芸術の世界：西洋美術を通してみる思想・宗教・社会

---

[redacted] [tohoku.ac.jp](#) [アカウントを切り替える](#)

このフォームを送信すると、メールアドレスが記録されます

---

**学籍番号**

回答を入力

---

**所属学部**

回答を入力

---

**氏名**

回答を入力

---

以下の質問の答えを1つ選んでください（質問は13問あります）。最後の自由記述欄には、全体的な感想、疑問など、自由にお書きください。

---

**【質問1】 受講方法の説明は分かりやすかったですか**

	1	2	3	4	
分かりにくかった	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	分かりやすかった

---

**【質問1：理由など】**

回答を入力

【質問2】ショートレクチャー「未踏構造合成への挑戦—こんな分子ができればすごい！—」は理解できましたか

理解できなかった      1      2      3      4      よく理解できた  
                 

【質問2：理由など】

回答を入力

【質問3】ショートレクチャー「気候変動下の持続可能社会—1℃上昇の影響は三者三様—」は理解できましたか

理解できなかった      1      2      3      4      よく理解できた  
                 

【質問3：理由など】

回答を入力

【質問4】ショートレクチャー「細胞内を歩くタンパク質—運び屋「キネシン」は今日も駆け回る—」は理解できましたか

理解できなかった      1      2      3      4      よく理解できた  
                 

【質問4：理由など】

回答を入力

【質問5】ショートレクチャー「宇宙の成り立ちを明らかにする」は今日も駆け回る—」は理解できましたか

理解できなかった      1      2      3      4      よく理解できた  
                 

【質問5：理由など】

回答を入力

【質問6】 質疑応答・全体討論は充実していましたか

1 2 3 4  
 不十分だった     充実していた

【質問6：理由など】

回答を入力

【質問7】 教養への勉学意欲が刺激されましたか

1 2 3 4  
 特に刺激されなかった     非常に刺激された

【質問7：理由など】

回答を入力

【質問8】 専門への勉学意欲が刺激されましたか

1 2 3 4  
 特に刺激されなかった     非常に刺激された

【質問8：理由など】

回答を入力

【質問9】 ILASコロキウム継続開催の必要性を感じましたか

1 2 3 4  
 継続しなくて良い     継続してほしい

【質問9：理由など】

回答を入力



## 【質問10】全体討論（11/15）への参加方法

- 会場に行って参加した
- オンラインで同時配信を視聴した

## 【質問11】教養教育をいつ学びたいですか

- 1 - 2年次
- 3 - 4年次
- 4年間を通じて随時
- 大学院
- 特にない・分からない

## 【質問12】将来の進路希望

- 学部卒業
- 修士修了
- 博士修了
- 未定

## 【質問13】将来の職業希望

- 会社員
- 公務員
- 技師・医師・弁護士・会計士などの専門職
- 研究者・教員
- 自営・自由業
- 未定・他

【自由記述欄】全体的な感想、疑問、ご意見など、何でも自由にお書きください

回答を入力

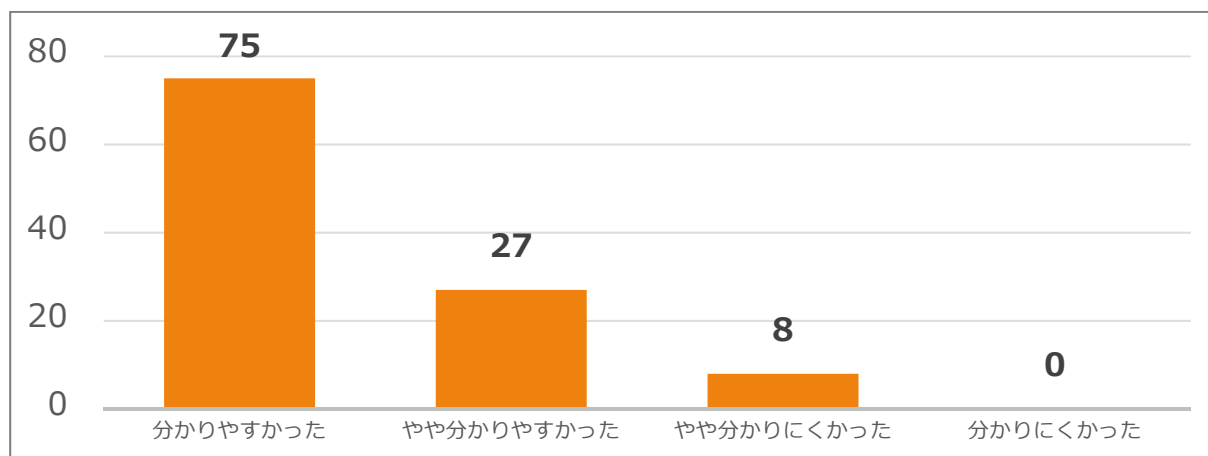
## 担当部署 問合せ先

東北大学教養教育院（高度教養教育・学生支援機構）  
 Email : [info@las.tohoku.ac.jp](mailto:info@las.tohoku.ac.jp) または [las@grp.tohoku.ac.jp](mailto:las@grp.tohoku.ac.jp)  
 TEL : 022-795-4723 FAX : 022-795-7647

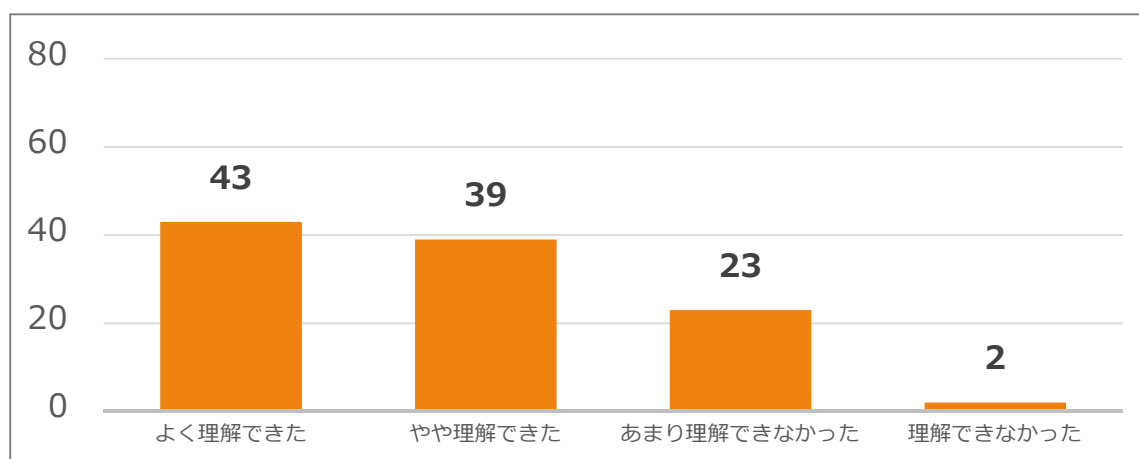
送信

フォームをクリア

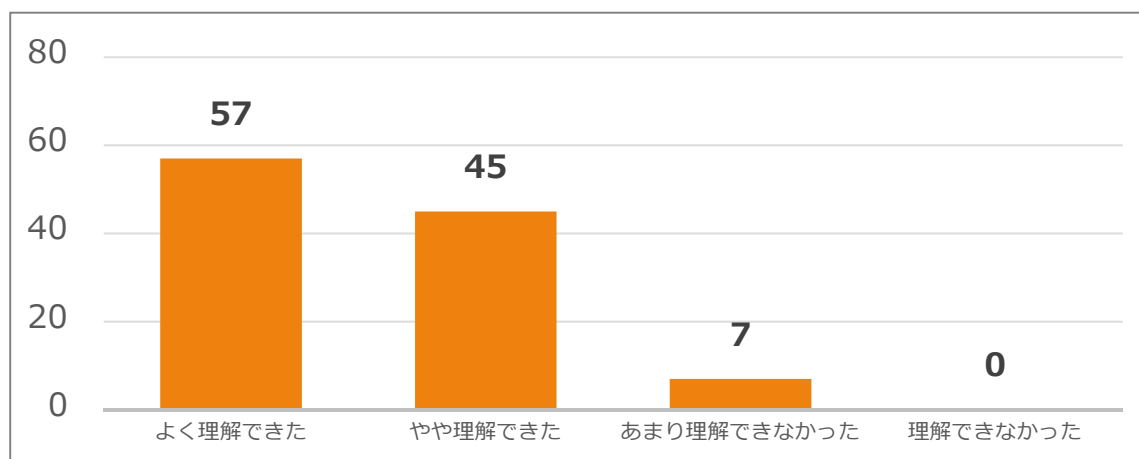
【質問1】 受講方法の説明は分かりやすかったですか：110件の回答



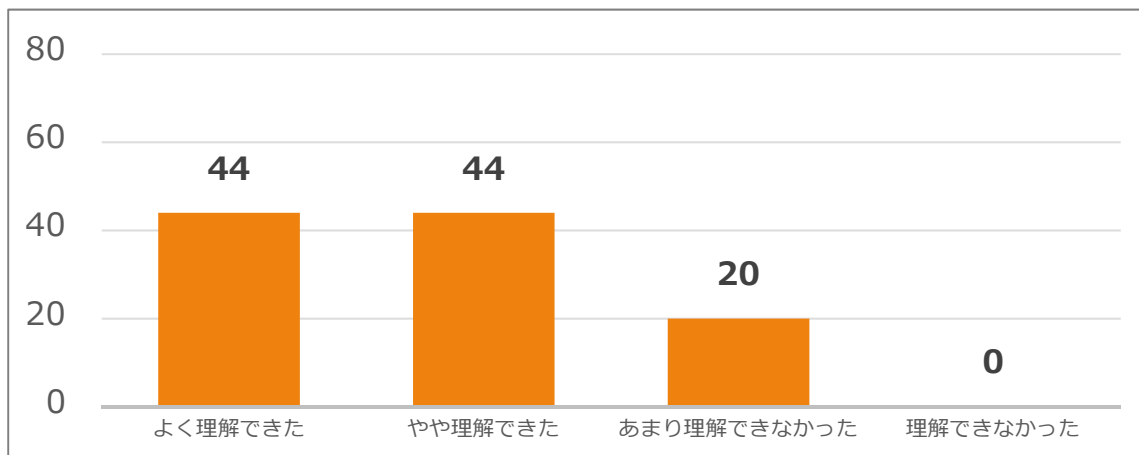
【質問2】 ショートレクチャー「未踏構造合成への挑戦 —こんな分子ができたらすごい！—」は理解できましたか：107件の回答



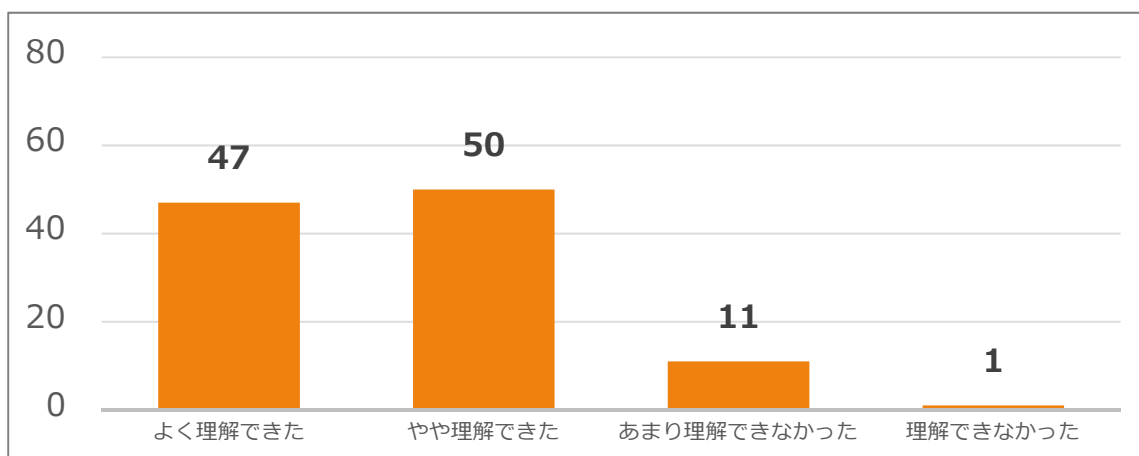
【質問3】 ショートレクチャー「気候変動下の持続可能社会：1℃上昇の影響は三者三様」は理解できましたか：109件の回答



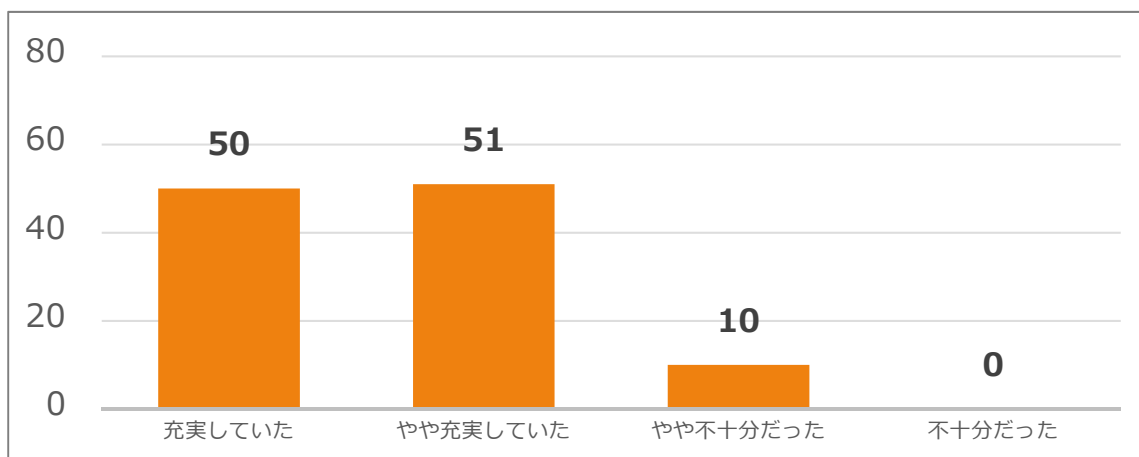
【質問4】 ショートレクチャー「細胞内を歩くタンパク質 一運び屋「キネシン」は今日も駆け回る」は理解できましたか：108件の回答



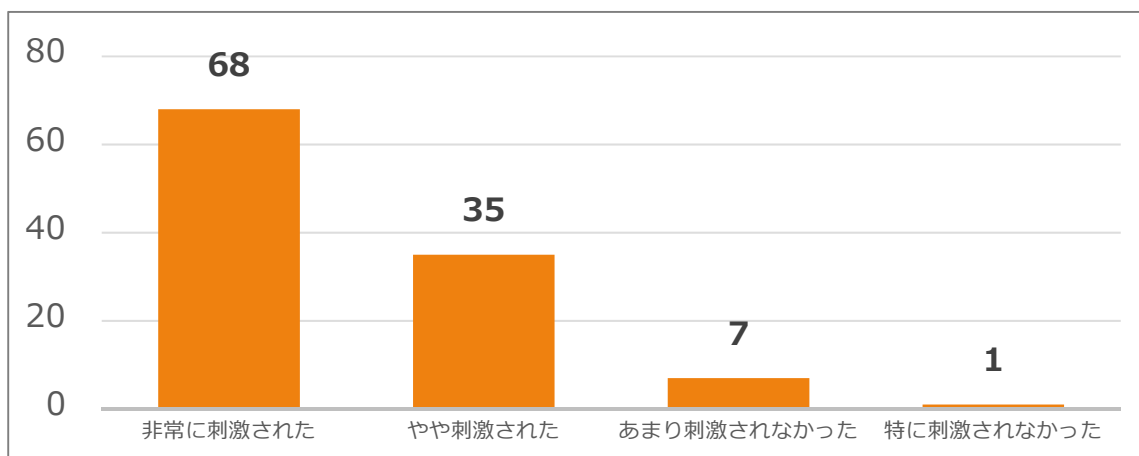
【質問5】 ショートレクチャー「宇宙の成り立ちを明らかにする」は理解できましたか：109件の回答



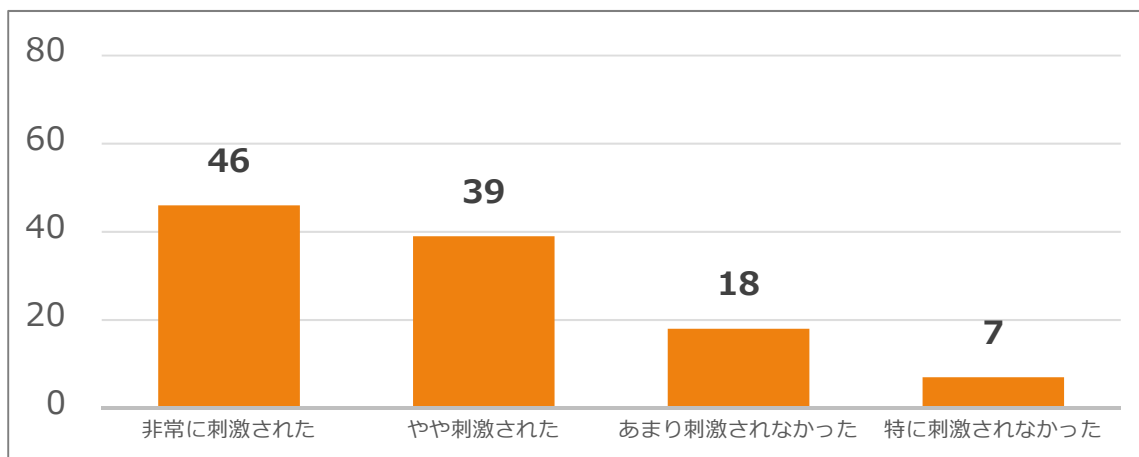
【質問6】 質疑応答・全体討論は充実していましたか：111件の回答



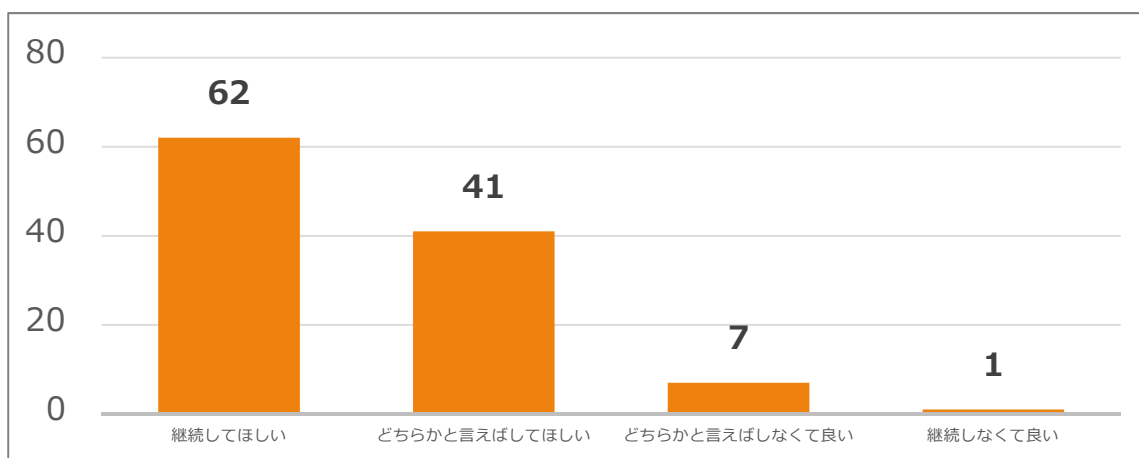
## 【質問7】 教養への勉学意欲が刺激されましたか：111件の回答



## 【質問8】 専門への勉学意欲が刺激されましたか：110件の回答

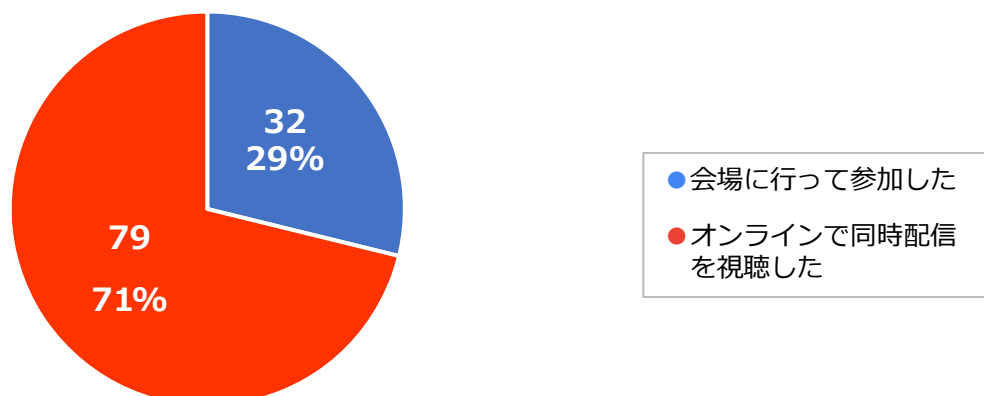


## 【質問9】 ILAS コロキウム継続開催の必要性を感じましたか：111件の回答

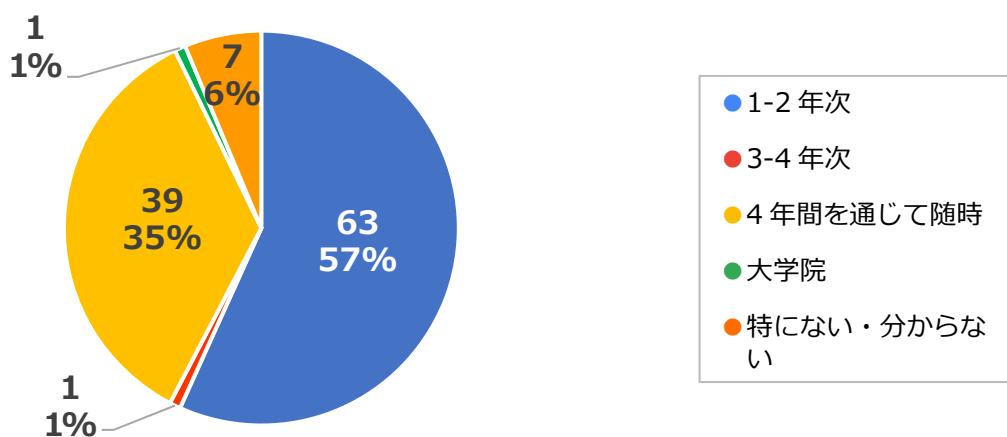


■ 質問1～9の [理由など] への記述は、巻末資料一覧に掲載。

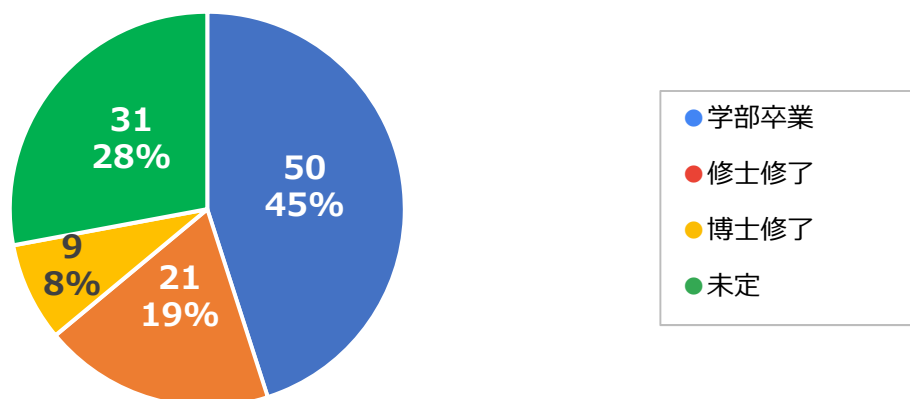
## 【質問 10】 全体討論（11/15）への参加方法：111 件の回答



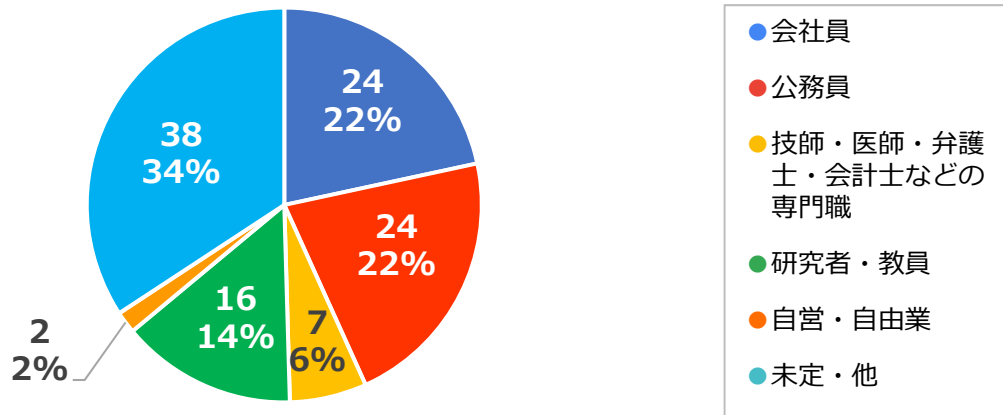
## 【質問 11】 教養教育をいつ学びたいですか：111 件の回答



## 【質問 12】 将来の進路希望：111 件の回答



## 【質問 13】 将来の職業希望 : 111 件の回答



## 3. 2 アンケート分析

### 3.2.1 教養教育特別セミナー パンデミックの時代を生きる

昨 2020 年度は中止となった特別セミナーであるが、今年度は人数を絞った対面とオンラインを併用して開催した。「パンデミックを生きる」というテーマのためかもしれないが、アンケート回答者の中では医学部生がいちばん多いという結果であった。次いで文学部、工学部、理学部の順であるが、在籍者数中の割合で言えば、文、医、教育学部が多い。

今回は回答数も比較的少なめであるので、前回までの詳細な回帰分析は省略し、回答項目間の相関分析を行った。

1 から 4 までの 4 段階で回答してもらった項目「講義を聞いて、テーマへの興味はどうなりましたか」「講義は理解できましたか」「教養への勉学意欲が刺激されましたか」「専門への勉学意欲が刺激されましたか」「特別セミナーの必要性を感じましたか（続けてほしい）」の回答の相関をみたのが表 1 である。全体的に正の相関が見られるが、相関が特に高いのが「継続希望」と「教養への勉学意欲」「テーマへの興味」となっており、これは前年度の回帰分析で見られたのと同じ傾向となっている。「教養への勉学意欲」と「専門への勉学意欲」の相関も同程度に高い。「テーマへの興味」は他の 4 項目との相関が比較的高いが、「講義は理解できましたか」と他項目との相関が比較的低いのが目につく。

興味	理解	教養	専門	継続	
1.00	0.40	0.46	0.44	0.50	テーマへの興味は
	1.00	0.36	0.32	0.29	講義は理解できましたか
		1.00	0.50	0.54	教養への勉学意欲
			1.00	0.38	専門への勉学意欲
				1.00	特別セミナーの必要性

表 1

個別のアンケート回答を見ると、まず「最も興味深かったことは何ですか」という質問に対しては、コロナ感染症関連の回答が非常に多かった。話題提供者の押谷仁教授は、政府の専門家会議のメンバーであることに加えて、WHO のアドバイザーとして SARS の対応にも関わられた経験があり、それとの比較による COVID-19 の分析は興味深いものであった。会場での質問も多かったのであるが、もう少し踏み込んだ質問があってもよかったようにも感じた。それ以上に参加者の関心を引いたのが、鈴木岩弓総長特命教授による宗教民俗学の立場からの、近代医学以前の日本人の病気との関わり方についてのコメントであった。アンケート回答にはこのコメントが興味深かったという回答が目立ち、会場での質問もこれに関するものが予想以上に多かったが、アンケートでもそれが裏付けられた結果となっている。また、このような状況下での大学教育についての滝澤理事の話には勇気づけられたという回答も印象に残る。

その他の項では、オンライン配信の音声、映像の改善の要望が多かったが、これを踏まえて秋の ILAS コロキウムではかなり改善できた。

## 3. 2. 2 ILAS コロキウム 研究がおもしろい！ —未踏への挑戦—

例年秋に開催している「総長特命教授合同講義」であるが、昨年度は話題提供者として、第一線で活躍する若手の研究者を中心に選任した。今年度も同様の方式で開催することとし、内容により即した企画名「ILAS コロキウム」と改名した。話題提供者は4名で、分野的には、化学、社会学（気候）、生命科学、宇宙であった。特別セミナーと異なり通常の授業時間中の開催という制約もあり、参加者の所属が多かったのは、文、経済、理、法学部である。

1から4までの4段階で回答してもらったアンケート項目のうち、受講方法の説明を除く質問2から9までの8項目について、相関係数を求めた結果が表2である。各項目は、4つのショートレクチャーのそれぞれの理解度、「質疑応答・全体討論は充実していましたか」「教養への勉学意欲が刺激されましたか」「専門への勉学意欲が刺激されましたか」「特別セミナーの必要性を感じましたか（続けてほしい）」である。すべて正の相関が得られたが、特に高い相関があったのは、「教養への勉学意欲」と「専門への勉学意欲」および「継続希望」の組である。また、各レクチャーの理解度にも比較的高い相関が見られたが、中では化学と気候の相関が比較的低かった。なお、「(あまり)理解できなかった」の回答がいちばん少なかったのが気候であり、その次が宇宙であった。他との相関が全体的に低いのは「質疑応答」の項目である。

2	3	4	5	6	7	8	9	
化学	気候	細胞	宇宙	質疑	教養	専門	継続	
1.00	0.42	0.55	0.49	0.22	0.36	0.32	0.27	2 化学
	1.00	0.51	0.54	0.10	0.29	0.14	0.31	3 気候
		1.00	0.46	0.09	0.29	0.17	0.39	4 細胞
			1.00	0.27	0.42	0.30	0.29	5 宇宙
				1.00	0.27	0.17	0.28	6 質疑
					1.00	0.61	0.60	7 教養
						1.00	0.43	8 専門
							1.00	9 継続

表2

今回のアンケートから、4段階回答の項目にもコメントを書いてもらえるよう変更したが、多くの回答が得られた。話題提供者の熱意を感じた、学際的な視点が自分の分野にも参考になったなどポジティブなコメントが多かった。今回は1つを除いて理系の話題であったが、自分が文系でもわかりやすかった、刺激になった、貴重な機会だったという回答と、文系なので理解が難しかったという回答があった。異分野であることを口実にせず、学際的な視点を持ってもらえると思う。質疑応答・全体討論については、特に多くのコメントがあり、総長特命教授からの質問、それに対する答え方などが新鮮で参考になったようである。

話題提供者として、学生にとっても年齢がそれほど遠くなく、普段から学際性を意識して研究を行っている学際科学フロンティア研究所の助教の方々に依頼したことで、受講者にとって多大な刺激となったと考えている。



## あ と が き

令和3年（2021年）度で開催された「第10回教養教育特別セミナー」および「第1回ILASコロキウム」の報告書をここに上梓します。これらの催しは、主に新入生に対する教養教育の一環として、「大学での学び」の手がかりとなるよう、教養教育院に所属する総長特命教授がこれまでも毎年企画し、開催してきたものです。ILASコロキウムについては、これまでは総長特命教授合同講義として開催していましたが、今年度より装いを新たにスタートしました。

教養教育特別セミナーは、昨年度は新型コロナウイルス感染症の拡大の影響を受けて、残念ながら開催できませんでした。今年度は、昨年度の経験をふまえて、対面とオンラインのハイブリッド方式で開催することにしました。セミナーの内容は、新型コロナウイルス感染症の蔓延の中で大学生活を迎える新入生に関心の高いテーマを選びました。「パンデミックの時代を生きる」を全体のテーマとして、押谷仁教授（医学系研究科）には「新型コロナウイルスと社会のあり方」、滝澤博胤理事・副学長（高度教養教育・学生支援機構長、教養教育院長）には「ニューノーマル時代の大学教育」と題する話題提供をいただきました。感染症の専門家による新型コロナウイルスに対する確かな知識を提供いただくとともに、東北大学の教育担当理事の立場から本学の取り組みについて説明いただきました。対面での受講者は81名、オンラインでの参加者は363名であり、新入生にも関心の高いテーマだけに活発な質疑応答がなされました。

ILASコロキウムの前身である総長特命教授合同講義は、昨年度には従来と趣向を変えて、第一線で活躍する若手研究者を招いて行いました。今年度もこれを踏襲しましたが、実体に合致するよう名称をILASコロキウムと変更したものです。「研究がおもしろい！—未踏への挑戦」と題し、宇宙、物質、生命、社会環境のテーマで4名の講師の方をお招きしました。参加者にはショートレクチャーの収録動画を事前に視聴してもらい、講師への質問も事前に受け付けておきました。当日は院長あいさつに続いて、総長特命教授からの講師への質問・コメント、各講師から事前質問と特命教授の質問への回答、その場での質問、回答という形で進行了ました。セミナーと同様ハイブリッド方式での開催で、当日の質問は対面参加者・オンライン参加者の両方から受け付けました。受講登録者数は176名、当日の対面参加者32名、オンライン参加者79名でした。当日は事前質問のすべてに答える時間がありませんでしたが、後日回答をいただき、この報告書にも掲載しています。アンケートの回答にもありますが、参加者からは、レクチャーの内容だけでなく、特命教授の質問も参考になったとの声が聞かれました。

これらの催しを実施するうえでは多くの方々のご支援とご協力をいただきました。開会のご挨拶をいただいた大野英男総長、話題提供とご挨拶をいただいた教養教育院長の滝澤博胤理事、話題提供者の先生方、質疑応答やアンケートに参加してくれた学生諸君、共催の学務審議会の方々に感謝申し上げます。また、ハイブリッド方式での開催にあたっては、高度教養教育・学生支援機構の事務関係者の方々に、多大なご支援をいただきました。また、教養教育院事務職員の鈴木かおるさんには、企画の準備段階から報告書の作成まで多大なご協力をいただきました。これらすべての方々に深く感謝申し上げますとともに、今後もこのような活動を続けていきたいと思っておりますので、今後ともご理解とご支援をいただけますよう、お願い申し上げます。

2022年6月

水野 健作（教養教育特別セミナーコーディネーター）  
日笠 健一（ILASコロキウムコーディネーター）

## 資料 教養教育特別セミナー オンライン質問一覧

押谷教授に質問です。感染症の根絶とは、何を持って判断されるのでしょうか
コロナと共生する段階になったとき、外出して、道を歩くときなど、飲食や会話をしない時に、マスクをする必要はあるのでしょうか。
インフルエンザのパンデミックとは具体的にどのような状況になるのでしょうか。
<b>D</b> ：先程の説明にて、感染症の波が回数を重ねるにつれて大きくなることについての説明を省略なさいましたが、そのことについての理由を説明いただけると幸いです。
鈴木先生に質問です。目に見えない病気に姿を与えて関わるというスタンスだった日本人々が、現代のような科学的な見方を身に着けるまでには、どのような過程があったのでしょうか？
日本で最も教養教育が充実しているのは東京大学だとされる。とすると、東北大学の教養教育は東大のそれと比べてどうなのか。
押谷先生にお伺いします。人に対する感染症はよく耳にし、毎年なくなる方が多くいます。コロナのパンデミックのようにヒトには10年に一度程度のペースで大規模なパンデミックが起こっています。しかし、他の生物の大量死というニュースはあまり耳にしません。さらに、大量死の原因のほとんどは生息地の縮小がほとんどです。これは私自身のメディアリテラシーの問題だけではないように感じます。ヒトにはほかの生物にはない特徴があるのでしょうか。
押谷先生に質問です。私のすんでいたところでは2009年の新型インフルエンザがバレーボール大会が原因で学校を越えて感染が広がってしまったことがありました。スポーツにおいて感染のリスク、そのリスクを軽減させることについて先生のお考えを聞きたいです。
わたしは政府の打ち出しているマスク会食というものについて懐疑的な印象を持っているのですが、感染症疫学の観点からみて、マスク会食についての考えを教えてくださいませんか。
感染症の脅威が人間の歴史に影響を及ぼしてきたことは分かりましたが、それらは既存の支配体制や社会制度としての科学の確立の萌芽に関係しているのでしょうか。
感染症の「変異」というのは人類にとってマイナスに働くイメージがあるのですが、すべての「変異」が、人類にとってマイナスの意味を持つのでしょうか。
アレルギー持ちのためワクチン接種を躊躇しているのですが、今後ワクチン接種をしていないことによる差別は起こるのでしょうか
押谷教授のチームのされているデータベースの解析や構築によって何ができるか、そしてそれが国の政策にどのように影響を与えうるのか教えていただきたいです。
ワクチンの登場によって、社会はどう変わるとお考えでしょうか。
他大学ではオンライン授業と言ってもノートやネットに置いておくだけという授業もあるようです。これは少し違うと思います。こうした授業はちょっとどうかと思います。東北大学ではどうなっているのでしょうか？
鈴木先生に質問があります。古来から正体不明の病にカミや鬼としての概念を与える文化があるというおはなしでしたが、現代ではそのような信仰は昔と比べて薄れてきているように思います。そこで、病に対する民間信仰が薄れるきっかけとなった出来事、時代背景についてお伺いしたいです。
COVID-19の調査や発表において、政治的な意向を感じますか？
<b>G</b> ：東京オリンピックの開催について、押谷先生はどうお考えですか。差し支えなければお答えいただけると幸いです。

鈴木先生に質問です。自分の世界から『追い出す』なら with コロナとおっしゃいましたが、自分の世界から『廃絶する』こととは何か違うのでしょうか。それとも「自分の世界から」と「世界全体から」という違いなのでしょうか。今日グローバル化した社会では「自分の世界」の境界がわかりづらい気がするのですが、どうお考えでしょうか。

宗教学の鈴木教授に質問です。先ほどのお話で日本人は本来「病と共存する」という考え方を持っていたとのことですが、そこから「病は敵だ」と考えるようになったのはどのような理由があると考えられるのでしょうか。個人的には、明治維新で西洋的思想が日本で急速に普及したことが原因なのではないかと考えました。

ご講義ありがとうございました。押谷先生に質問があります。SARS、COVID-19 は中国由来、エボラ出血熱は西アフリカ由来とのお話でしたが、病原菌は世界中どこにでも平均的に存在するのでしょうか。それとも特定の気候や風土が関係しているのでしょうか？

大変興味深い、貴重な講演ありがとうございました。押谷先生に質問があります。報道では、変異株は海外から侵入してきた物のように扱われていますが、日本国内で変異している可能性はないのでしょうか。お答え頂けると幸いです。

滝澤先生に質問です。コロナのパンデミックが収束して、対面授業が十分可能になったとき、すべて対面授業になるのでしょうか？それとも、先生や学生が選択できるようになるのでしょうか？

押谷先生に質問です。パンデミックの脅威は今後も厳然と存在し続けるというお話がありましたが、その脅威と付き合っていくためにどういった形で医療体制の強化を行うべきと思われますか。また、パンデミック時に緊急の招集に応じられる医療部隊の用意が必要との議論も一部ありますが、そのようなことは必要と思われますか。教えていただけると幸いです。

滝澤先生にお伺いします。日本で最も教養教育が充実している大学は東京大学だとされています。とすると、東北大学の教養教育は東大のそれと比べてどれほどの差があるのでしょうか。また、充実策として他に計画されていることはあるのでしょうか。

## 資料 教養教育特別セミナー アンケート記載一覧

あなたが今日のセミナー全体を通して最も興味深かったことは何ですか
来場参加者より
民衆の経験則が西欧医療に通じてくるという民俗学的視点からの言葉
押谷先生の講義
民俗学的観点からの感染症学
オンライン中心の大学生活に不安を覚えていましたが、滝澤先生の講義を聞き、前向きな捉え方もできるようになりました。 状況を悲観せず、今はいかに上手く活用するかを考えて生活、学習していきます。
病気を殲滅するのではなく病気を退散させるという日本の考え方
パンデミックについて、医療のような理系の視点からだけでなく宗教民俗学といった文系の視点、またオンライン授業という身近な視点からのお話を聞くことができたということ。
COVID-19は、撲滅はできないので、追い払う必要があるということ
一つのテーマに対して学際的にアプローチできる東北大学の学知の豊かさ
鈴木先生の昔の人々の疫病に対する考えが「撲滅」ではなく「退散」だったことが印象に残った。COVID-19を撲滅すること（天然痘のように根絶させること）よりも”退散”させること(感染拡大防止)の方が現実的かつ効果的だという押谷先生の考え。
押谷先生のウイルスに対する見解
コロナウイルスを撲滅するという方向性ではなく、どのように共存していくかという視点。
コロナウイルスの性質と現状
ワクチンの効果、感染について
パンデミックはこれからも起こりうるということ。
民俗宗教から今の人の思考回路を推察すること。
今後もパンデミックを起こすような新興感染症は出てきて無くならないだろうという話をきき、今後の社会のあり方を考えさせられたこと
宗教民俗学の観点から見るウィズコロナについて
COVID-19はほかの感染症と違い、軽症や無症状の感染者が多いため、感染が拡大しやすく、封じ込めはほぼ不可能であるを知ったことです。
病気を民俗学的にみる、というお話がとても興味深かったです。同じ病気のことでも、学問的に病気をみた場合と世間の関心として病気をみた場合とで、全く別の意味を持つことに驚きました。
コロナ撲滅ではなく、with コロナを考えるとということ。
コロナに対する考え方
これからの新興感染症との付き合い方
宗教学の視点から見たコロナのパンデミックについて
民俗宗教学の面からもパンデミックの時代について考えることができたこと

感染症を民俗学の視点から見たこと
宗教と流行病の関係
COVID-19 に対する専門家の意見
ウイルスと兎が共存した事例
病気に対する古来からの日本各地で行われている対処方法が、今日のウイルスに対して求められる姿勢と極めてよく似ていること。
社会で起こっていることについて、文理両方の視点から考えることが必要という話が興味深かった。
新型コロナウイルスの問題を宗教的な考え方から捉えていたこと。
コロナウイルスを消滅させるということがこれからの目的ではなく、どう付き合っていくかを模索しなければいけないという説明
医療系の話

### オンライン参加者より

これからの東北大学の教育
COVID19 は SARS と違い感染を封じ込むことが難しくなる特徴があるということ。
文化的側面と医療的側面から感染症について分析して比較していたことが興味深かった
COVID-19 がなぜこんなにも世界に広く広がったのか。
今回 COVID-19 が G7 の国々で猛威を振ったことで、社会情勢や世界的なリーダーシップの版図が変わりつつあるということ。
コロナなどの動物由来のウイルスの仕組みや、感染症の歴史について。
感染症への精神的な対策のプレゼンテーション
民俗学の視点から見たコロナウイルスについて
一般人の病気に対する認識の根底にみられるもの
昔から数々の感染症が流行っていたこと 一人一人の感染予防を徹底すること
コロナのような感染症は今までもあったし、これからもこのようなパンデミックは起こるだろうという考えが印象的でした。私たちが自然の摂理に逆らうことは不可能ですが、薬学部に所属する者として、このような脅威に対抗あるいは共存できるよう私たちは何ができるのか考えながら学んでいきたいと思いません。
行動変容
押谷先生の Covid19 の説明と今後どうすべきか話されたこと
コロナに対する自然科学以外によるアプローチ。 文化面に対してコロナが与える影響についてあまり意識をしていないことに気づいた。
ウィズコロナという考え方 各国のコロナの捉え方 民俗学と感染症の関係性
病気について自然科学の視点からだけでなく宗教的な視点からの考え方もあることを学べた。
民俗学的視点から見た病気についての講演
宗教と感染症の繋がりについての話

with コロナというスローガンを様々な観点から理解できたこと
宗教、民俗の視点から考察した感染症についての講義
感染症に関して、民俗学的な見方からのアプローチをすることが出来るということ
専門家の意見をしっかりと聞くこと自体が初めてだったので、どの話もとても興味深かったです。
民俗的観点からコロナ（疫病）を見るという新たな観点を提供してくれたところ。
過去の日本人は病魔に対して「共存」という形をとっていたこと。
病魔殲滅ではなく病魔退散が目指されてきたということ。
押谷先生の感染症学のお話が大変興味深かった。特に SARS と今回のウイルスの違いをウイルス学的側面と感染症学（疫学）的側面から説明されている部分良かった。
病気の捉え方や人々の対処法を民俗学的な観点でも知れたことがとても面白かったです。コロナをどのように無くしていくかということばかり考えがちでしたが、コロナがなくなることはないという先生の意見や、日本古来の人々の病気には消滅してもらのではなく出て行ってもらうというような考えを聞き、これからはどう共存していくかということを考えていくことがより重要だと感じました。また、ウサギの数が増えすぎてしまったためわざとウイルスを入れる実験には驚きました。
オンライン授業でかえって成績が上がったこと
コロナウイルス感染の概要（ワクチンなど）
新型コロナウイルスについてのこと
COVID-19 と民俗文化との関わりについては、普段情報を得る機会が少なかったので、興味深かったです。
押谷教授の感染症の分析の科学的な観点と鈴木先生の宗教的な観点到に接点があったこと。
日本では疫病を滅ぼそうとは昔から考えておらず、共存に近い考え方であったこと。
人類と感染症について
人類と感染症との戦いの歴史
感染クラスターについて相対的に貧困である人々が関わっているということ。
これまでの SARS、エボラなどの感染症と現在流行しているコロナウイルスとの違いによっていかに対処が難しくなっているかという話は、コロナウイルスについて、漠然とした知識だけを有していた自分にとって、大変興味深い話でした。
民間信仰における考え方とコロナ共存へのつながり
専門的な分野だけでは実際に発生する問題を解決することはできずこれからは様々な視点が必要になってくることがわかった。
報道で様々な情報が絶えず襲ってくる中、専門家の先生が事実を説明してくださったこの講演会は、コロナウイルスを捉えなおす良い機会となりました。
コロナは長く付き合わなければならない問題であり、他の感染症も人類の脅威になる場合が十分にあるということ。人類は感染症との戦いに勝ったと考えられていたが、その考えは誤っていたということ。
感染症に人類が打ち勝ったという文献があっても、実際には新型コロナウイルスのような感染症が出てきたということから、批判的な思考力を大学生活で身につけていきたいと思いました。
私は COVID-19 の日本の新規感染者数 0 を厳しいと思いながらも夢みていましたが、改めて数年以上付き合い合っていかなければならないということに気づかされたため、押谷先生のワクチンの話も含めた今後の COVID-19 に関することに最も興味を持ちました。

ワクチンについて
現在流行している新型コロナウイルスについて、メディアからの情報だけでは理解が足りていないように感じていたのですが、以前に流行した感染症との違いなどのお話が興味深かった。
感染症に対する今と昔の認識が違うこと。
感染症と宗教との関係については新しい視点で面白かったです。
流行り病と宗教は、昔から密接に関わっていたということ。
感染症に対する民間の考え方と医学での考え方は、一見すると違うように見えるが、病そのものに対する考え方では類似点が多いということに驚いた。また、ウイルスを撲滅するのではなくウイルスを追い出す、いわゆるウィズコロナのような考え方は、決して真新しいものではなかったのだと知った。
どんな状況で感染したのかをより詳しく分析することで、コロナを撲滅しなくても社会活動ができるようになるかもしれないということ。
古くから感染症が流行したときに神々に助けを求める習わしがあったということ
人類と感染症の歴史に関して、現代の社会の複雑化(グローバル化や都市への人口集中)が感染症拡大を制御することの障壁となっていること。
日本を含め海外のコロナ感染についての現在の状況とこれまでの経緯
鈴木先生のお話で、現代までの歴史のなかでの感染症との向き合い方と、これから一人一人が考えていかなければいけないウィズコロナという姿勢には共通するものがある、という点について、今まで見聞きしたことも、考えたこともない見方であったため、非常に興味深かった。
新型コロナウイルス感染症に対して根絶ではなく共存していくという視点
感染症を【ソト】に追い出すという発想です。仙台でいうところの【ソト】とは何か、日本でいうところの【ソト】とは何か、世界でいうところの【ソト】とは何か。コロナを悪霊だとするならば、我々はどこへ追い払えばよいのか。追い払った先への思慮は足りているのか。そんなことに疑問がわくテーマでした。個人的には、解決策として with コロナを挙げるならば、我々の【ウチ】で管理し共生することが重要だと感じました。
医学という単一的な観点からだけではなく、社会学や宗教なども踏まえて複眼的にパンデミックを捉えていた事。
SARS と新型コロナウイルス(COVID-19)の比較から見える違いについて
押谷先生のお話を聞いて、感染症はコロナ以後の社会においても課題であるのだとわかり、感染症の種類や歴史を学んで今後感染症とどう向き合っていくべきなのか考えていきたいと思った。
民俗学的に疫病や病魔などの目に見えない存在を、なくそうとするのではなく、自分たちのいる範囲からいなくなってくれればいいと思ってきたことがとても興味深かったです。 そのように考えると節分の鬼は外、福は内という言葉も無意識のうちに悪いものを滅するのではなく、追い出すだけだったということが再認識させられて少し自己中心的な考え方のようにも思いましたが、興味深いと感じました。
押谷教授のお話がとても興味深かったです。
オンライン授業の良さを知ることができた。受験生だった時は、対面授業ができないことは悪いことだと感じていたが、オンライン授業によって勉強方法が増えるのは良いことだと感じた。
covid19 がアメリカなどで広がった経緯などパンデミック初期の分析
すでに前時代的あるいはオカルトに近いものだと思っていたカミやそれに関する風習の考え方は、現在の私たちの新型コロナウイルスに対する考え方と実はかなり似ているということ。

<p>民俗宗教学の見地からみた流行病について。病の根絶よりもむしろ距離をとりつつ共存していこうという考えが現代の「ウィズコロナ」の概念につながっていたり、病を退けるカミという考えがアマビエという妖怪に形を変えて再浮上したり、科学と合理主義に埋め尽くされたように見える現代の「信仰」の形を垣間見たようで非常に興味深かった。</p>
<p>押谷先生の講義での、ウイルスの特徴によって封じ込めのしやすさが異なるというお話です。今までの感染症は根絶や封じ込めをすることが可能だったのに、コロナウイルスはあまりうまくいっていないのはなぜか疑問に思っていたので、お話を聞いて納得しました。</p>
<p>感染症の専門的な内容が非常に印象に残った。歴史的な視点から感染症をみた際に交通網の発達や人の往来が活発になったことが現代のパンデミックにつながっていることや、一言でワクチンの供給といっても様々な課題が残されており、多面的な視点から課題解決を図る必要があるのだと分かった。また、民俗学の視点からも感染症に対する人の見方が多様にあることも学んだ。</p>
<p>感染症と共生する社会についてのお話</p>
<p>押谷先生の新型コロナウイルスの説明で、全体的に知らなかったことや勘違いしていたことが何点がありました。コロナ禍での生活で得た自分なりの知識だけではなく、今回のセミナーで培ったものももちいて、不確かな情報に踊らされず生活を送りたいと感じました。</p>
<p>SARS と COVID-19 を比較して考えることで COVID-19 の特徴が明確にわかり、現状の問題点を見つめ直すことができた。</p>
<p>新型コロナウイルスの変異について</p>
<p>発症していなくても、感染するというコロナウイルスの特異性</p>
<p>コロナ感染</p>
<p>コロナウイルスは殲滅することはできないという受け入れがたい事実と、これから私たちが向き合っていないといけないといけないということです。テレビやネットニュースで耳にするときよりも、今回のセミナーではじっくりと専門的な話を聞くことができたので、向き合わないといけないことを強く意識できました。</p>
<p>流行病とカミの講義部分で、昔の人々はマイクロコスモスを守るといういわば今の with コロナの考え方で流行病と共に生きてきたというお話が、今よりも発達していない社会で今と同じような結論に至るのは興味深かったです。</p>
<p>SARS と COVID-19 の疫学的な違い、宗教民俗学的知見によるコロナ</p>
<p>新型コロナだけでなく今までの感染症との相違点からパンデミックについて考えられたこと。</p>
<p>これまでのパンデミックの特徴と、それと比較した新型コロナウイルスの特徴など基本的なことを知り、私たち人間のこれからの新型コロナウイルスとの向き合い方について学ぶことが出来たことです。</p>
<p>コロナウイルスの感染拡大に対する分析</p>
<p>パンデミックは、広がる範囲にもよるが人間としてもしくは世界として避けることのできない事象なのだというお話に、新たな視点を与えられた。そこでどう生きるべきか、何ができるのかを考えられるようになるのが文学部生としての目標なのではないかと思う。</p>
<p>過去の感染症との比較、宗教的な側面からの感染症の見方</p>
<p>コロナウイルスの発生源についての詳しい説明の部分</p>
<p>今回、先生方のお話を聴いて、私たちの生活の形と伝染症・流行病は密接に繋がっているのだということに改めて強く感じました。また、狩猟・採集時代から現代まで続く長い歴史の中で、人は技術を身につけ、社会が発展してもなお、私たちの心には見えないものに対する畏怖が確かに存在したままであるのだということも心に残りました。自然科学的見地と人文科学的見地の両方の視点から伝染病・流行病についてのお話を聞いたのが非常に興味深かったです。時代の流れや自分達が置かれた状況がどんな風に変わっていこうとも、変わらず自分の中にある信念やそばにいてくれる人の存在を決して手放してはいけないと思いました。</p>



オンライン授業による学習時間の増加
コロナとSARSの相違点
主体的な学びへの転換について
現代が流行の拡大が起りやすい時代だということ。
民俗学と流行病の関係 日本では古くから「ウイズコロナ」のような考え方があったということ
教授がパンデミックは必ず起こるとおっしゃっていたこと
感染症と人間の戦いは昔からあり、永遠のテーマであること。
人間が、様々な感染症に対抗するために、医療だけでなく信仰にも頼っていたという事実を知ったこと
SARS と新型コロナウイルスの違いについて
押谷先生が、COVID-19 の蔓延の前にも、人類は様々な疫病と闘ってきたこと、そして、収まった後も、注意しなければならないウイルスや疫病が多々あること。
コロナウイルス感染症に対する、専門家の皆様の率直なご意見が伺えたこと。
東京は人口が多いから感染者数が多いと思っていたが、実際は人口あたりの感染者数が他の道府県と比べて多いということ。
コロナの波が回数を重ねるにつれて大きくなる理由
鈴木先生の、人びとが見えない病気をカミという姿で捉えて対応するという話が面白かったです。医療関係者だけでなく、普通や一般の人々が病気とどう付き合ってきたかに目を向けるのもこのコロナ禍においては大切だなと思いました。

その他、印象に残った点、改善提案、今後取り扱ってほしいテーマ、  
東北大学の教育への期待などご自由にお書きください

来場参加者より

話しかけた医学部の人冷たかった
自然科学の視点だけではなく、宗教学という人文的視点からの見解もお聴きでき、「物事を多角的に見つめる」とはどういうことかを身をもって体験できたことが印象的です。 もしまたこのような機会があれば、同様に文系理系の枠を超えたセミナーを受講したいです。
感染対策等を考慮すると致し方ないことだとは思いますが、もう少し質疑応答の時間があればありがたかったです。先生方のご都合もあると思うので難しいかもしれませんが、質問しきれなかった分を問い合わせるフォームや掲示板のようなものがあるとさらによいと思いました。 今後は、言語や文学などのテーマを扱っていただきたいです。
質問の時間をもう少しください。質問しようとしたのですが、時間が迫って打ち切られてしまったのが残念です。
セミナーの開催を増やしてほしいです。
全体討論会がなく、質疑応答のみで終わっている気がします。
学生の学習能力並びに意欲を上げる教育を今後も行っていただきたいです。
個別で質問の時間が欲しかった
コロナ禍における国際交流の手段が拡充されることを希望します。

感染症を科学的な面からだけでなく、宗教学的面からも学ぶことができたのはとてもいい経験になりました。
コロナウイルスの感染が収束することはおそらくなく、その上でどう付き合っていくかが課題であるということが印象に残りました。今後取り扱ってほしいテーマは、世界各国の研究費(研究にどれほど力を入れているか)の比較や、研究費と国の発展との相関などの、研究分野の現状や重要性についてです。コロナウイルス感染拡大を防止しつつですが、出来るだけ充実した課外活動が行えることを期待しています。
今大流行中のコロナに対して、自然科学分野だけでなく、社会学や心理学などが必要だとおっしゃっていたのが印象に残りました。これからの大学生活では偏った学びをするだけではいけないと理解できました。
強いて勉めさせられる教育から学び問う教育へと移行して戸惑うことも多いが学びの中でどのような気づきがあり、どのように人間形成されていくのか、この4年間で楽しみである。
質問に失敗しました。これから成長できそうです。
一人当たりの話せる時間が短いのは分かるのですが、テレビでも触れられるものよりも、より深い内容を聴きたかったです。
東京オリンピックに対する向き合い方・覚悟を教えていただけて、良かった。今後、地球温暖化対策を扱ってほしい。
文理融合の科目の導入または増設を検討して欲しいです。
環境問題

#### オンライン参加者より

映像が少し見づらかった
オンライン授業以外にも今私たちがウィズコロナで豊かな学びを得るための心構えや方法を詳しく知りたかったです。
今問題となっている差別について取り扱ってほしい
画質がかなり荒くパワーポイントが読み取れない部分が多々あったので、改善してほしい。
<ul style="list-style-type: none"> <li>・自然科学的にだけでなく宗教学・歴史学・民俗学的に感染症について話して下さったのが面白かった。</li> <li>・今回オンラインの申し込みフォームや会場への入場制限があったことで、実際に教室へ講義を聴講しに行ってもよいのか分からず、結局オンラインで受講した。わかりにくかったので次回以降セミナー等があれば、聴講形態をどのようにするのかしっかりと通知してほしい。</li> <li>また、Microsoft teams での受講であったが、オンラインでの受講者がチャット等を用いて随時質問・意見発表してもよいという形態をとってほしかった。討論会において直接教授に質問させて頂きたかった。</li> <li>・今後は是非感染症の歴史、人類との関わりについてもっと長く伺いたい。また、ラムセス2世と天然痘の話ももっと聞いてみたかった。</li> <li>・現在理系のみ解放されている一部の全学教育科目を文系にも解放してほしい。(自由聴講を増やしてほしい。)また、文系の必修科目(外国語等)が入っている時間帯にあまり入れないでほしい。ありがとうございました。</li> </ul>
専門的な視点から現在のコロナの状況を教えていただいて、とても面白かったです。ありがとうございました。
スライドが見づらかったり音が聞きにくかったりしたので改善していただけるとありがたいです。

<p>表中の細かい文字まではいかなくとも、タイトルやサブタイトル程度の大きさの文字がはっきり視認できる画質(または、設営環境)にしていただけるとありがたい。</p> <p>また、音質も途中途中ガビガビして聞こえづらかったり(音割れ?)、ノイズが入ったりしているため、聞きづらかったので対処していただけるとありがたい。</p> <p>医療や自然科学によって大きく取り上げられている事に対して、それ以外の視点(人文科学など)から見る機会はあまり多くないと思われるので、セミナーなどでその機会を得られればうれしい。</p>
<p>カメラや回線の関係からか、少し離れた場所に設置されているスクリーンの画面が不鮮明だったので、できればオンラインイベントはスクリーンの画面を会場カメラとは別に表示してほしいです。</p>
<p>民俗学的考え方をしたことがなかったためとても面白かった</p>
<p>序盤は音声が非常に聞き取りにくかったが、途中で改善されたのはよかった。スライドは不鮮明だったので、事前に限定公開等で手元で見れるようにしていただけるとありがたい。</p>
<p>とてもわかりやすかったが、前半部や全体ディスカッションの音声がオンラインでは聞きづらかった</p>
<p>オンラインでの視聴は音声が乱れて少し聞きづらいところがあった。</p>
<p>開始20分程度は音にずっとノイズが入っている状態でうまく聞きとれなかったのが残念ですが、その後改善していただいてとても助かりました。ありがとうございました。</p>
<p>本日は大変勉強になりました。精力的に勉学に励む意欲が高まりました。ありがとうございました。</p>
<p>画質があまりよくないせいで power point の文字等があまりよく見えなかったのが残念でした。テーマとしてはとても身近な話で、今を生きる上でとてもためになりました。ありがとうございました。</p>
<p>画質が荒く、少しスライドが見えにくかったです。</p>
<p>時々会場の音声が聞き取りづらかったです。</p>
<p>改善してほしい点ですが、音が途切れがちなのを出来る範囲で改善をお願いしたいです。 また今後扱ってほしいテーマですが、個人的で申し訳ないのですが、経済の数学的な分析についての話を聞いてみたいです。</p>
<p>画質が悪くスクリーンの文字が見えなかったので改善してほしい。</p>
<p>質疑応答の部で音声にノイズが入っていて発話者の言葉が聞き取り辛かったです。</p>
<p>本日は貴重なご講演ありがとうございました。 今回のように、本当に今自分たちがおかれている最先端な話は大変興味が引かれ、面白かったです。</p>
<p>地球環境問題や科学倫理といったテーマを扱ってほしい</p>
<p>オンラインで拝見していましたが、前半の公演の際スライドが見づらく感じました。スライドを使った説明の際には、画面共有などでスライドを見やすくしていただけると嬉しいです。よろしくお願いたします。</p>
<p>広く関心を持ち考えることの重要さや面白さを感じた。</p>
<p>COVID-19 や感染症に関して自然科学の面でしか考えたことがなかったので、自然科学の観点と民俗的な観点の両方からの知識を得ることができて新鮮な気持ちでした。これからも同じテーマについて他の専門分野の方と合同でセミナー等を行って頂けたら嬉しいです。</p>
<p>質問者の音声が聞き取りやすくなるより良くなると思う。</p>
<p>音声が聞き取りづらく、スライドも見にくかったです。改善していただけると嬉しく思います。</p>
<p>オンラインで受講したが、音声が聞き取りにくかったり、会場のスライドが終始見にくかったりしたので、講義の内容の理解が大変だった。</p>

オンラインでは画質が粗くてスライドをきちんと見る事が出来なかったの、画面共有や事前配布などの手段でスライドを見やすくして欲しい。音声は、はじめはノイズが酷かったが、途中の設定変更後には改善された。
ノイズが入り 音声聞き取りづらかった部分があった。
オンラインでの視聴でしたが、スライドなどが見づらく残念でした。スライドの添付ファイルなどがあるとより理解しやすいのかなと思います。ありがとうございました。
講演のパワーポイントが見えにくく感じた。
音声少し聞き取りづらかったです。
現在私たちが置かれている状況について考え直すきっかけとなりました。今後もこのようなセミナーがありましたらぜひ参加したいと思います。
今までは新型コロナウイルスを外出自粛など自分の生活に関わる側面から漠然と捉えてきていたが、三人の先生方のお話を聞いて様々な捉え方や考察の仕方があることを実感できた。
コロナはサーズやエボラとは違い、重症化していない患者からも感染が拡大しやすいということを聞いて、改めて感染対策をしっかりしなくてはならないと思いました。
新型コロナウイルスに関しての情報はテレビからのものが大半だったので、今回このセミナーでいろいろな学問の視点からこのウイルスや感染症について知ることができてとても良かったと思います。
今回のように、オンラインで気軽に参加できるセミナーが増えると良いと思う。
開始20分後にある程度改善して頂きましたが、終始機械音などで、音声が聞き取りづらく質問なども聞き取れないことがありました。改善提案ができず申し訳ありませんが、再びオンラインでのセミナー開催があった時に改善されているとありがたいです。
コロナウイルスによる社会の変容を、自然科学的な見方と人文学的な見方と私たち大学生の教育からの身近な見方のそれぞれから解説していただいて、視野が広がった気がします。ありがとうございました。
質疑応答のときの音声が聞きづらかったので改善願いたい。
本日はこのような機会を設けてくださりありがとうございました。 コロナに関して正確で詳しい情報を知ることのできる機会が今まであまりなかったので、とても参考になりました。また、科学的な視点と民俗学的な視点を同時に紹介して下さったことで、視野が広がりました。 オンラインでの受講だったので、最初と後半は音声が聞きづらかったです。また、スライドがよく見えなかったの、講義室の映像ではなくスライドを共有していただけたとよりわかりやすかったと思いました。
今ある状況を再認識しコロナ禍での自分の生活の意識をもっと高めようと思いました。今後もこのようなセミナーがありましたらぜひ参加したいです。
パンデミックを多角的に分析した今回のセミナーを聴き、一つの課題に対して色々なアプローチをすることで本質を明らかにしたり解決策を見つけ出せたりするということを改めて学ぶことができた。
スライドが見づらかったため、Zoomの画面共有のような感じでスライドだけ映すことができるとよいと思う。
質疑応答の部分で生徒側が何を言っているのか分かりにくいものもあった。 教授と話が噛み合っているのかも分かりにくかった。
自分の不手際かもしれないがオンラインで入るのに苦労した。もう少し簡単な入室の仕方があるといいかもしれない。
途中押谷先生が、エボラの流行時にアフリカに行っていたとおっしゃっていましたが、そういった先生方のフィールドワークの経験の話を知りたいと思いました。

<p>感染症と共に生きるという題目だとどうしても理系の講義が多くなってしまおうのかとは思いますが、感染症を文系の視点から見た講義ももっと聞いてみたいと思いました。</p>
<p>コロナに対して様々な視点から見ることができましたと思います。非常に楽しく学ぶことができました。</p>
<p>様々な分野の先生方のお話を聞かせていただいたことで改めてリベラルアーツの重要性を感じました。今回は貴重な講演をありがとうございました。</p>
<p>声が聞き取りづらいところがあった。</p>
<p>専門家の方々の言葉が聞けて貴重な経験になった</p>
<p>時間割を作成する中で、東北大学での学びのフィールドの広さに改めて圧倒されています。この時代に生きているからこそ感じられること、より深く学ぶことも多いと思うので、この貴重な4年間でしっかり自分の好奇心を追求していきたいです。 今回のセミナーに参加させていただいたことで、また一つ世界を見つめる自分の視点が増えたように感じています。本当にありがとうございました。</p>
<p>高校までとは違った、より深い探求を可能にする教育を期待したい。</p>
<p>自分の視聴環境に原因があるのかもしれませんが、配信画質を最高に設定しても画質が荒く、スライドが見づらいことがありました。 音声は初めはノイズがかなり入っていましたが、途中から改善されました。しかし討論形式になるとまたノイズが多く少し聞き取りづらいこともありました。</p>
<p>貴重な講演ありがとうございました。東北大学での学びが、より一層、楽しみになりました。</p>
<p><b>With</b> コロナの時代において、芸術や文化がどのようにして生き残っていくのか、その戦略について取り扱って頂きたいです。</p>

## 資料 ILAS コロキウム 受講生の質問・意見と教員からの回答一覧

ショートレクチャー [未踏構造合成への挑戦—こんな分子ができたらすごい!—]

学生からの質問・コメントと上野 裕 助教 からの回答一覧

コメント A'	分子を新たに合成できることすら初めて知ったし、存在するだけではなく安定が必要であるということに驚きました。このような言葉が物理工学にそぐわないことは承知の上ですが、役に立つ前提なのはもちろん、新たな方法を模索しながら未踏の領域を目指すことがとてもロマンのあることのように思えます。分子を新たに合成できることすら初めて知ったし、存在するだけではなく安定が必要であるということに驚きました。このような言葉が物理工学にそぐわないことは承知の上ですが、役に立つ前提なのはもちろん、新たな方法を模索しながら未踏の領域を目指すことがとてもロマンのあることのように思えます。
回答	そぐわない言葉ではないと思います。ロマンのある研究ができることは、研究者にとってこの上ない幸せなことです。 『役に立つ研究』とはどのようなものでしょうか。エネルギー問題など、現在の社会で具体化している問題を解決するための研究は、『役に立つ』ことの一つであるとは思いますが、しかし、『今』や『近い将来』ばかりに気を取られていけば、遠い未来の役に立つ研究は難しいかもしれません。『電気によってここまで豊かな社会ができること』も、『電気が社会問題を引き起こす』ということもファラデーは予想していなかったでしょう。 私たちの研究では、『物質合成のための新しいコンセプト』を生み出したいと思っています。一つの新しいコンセプトに基づき、今はだれも作ることができない数億種類以上の分子合成に繋げることができたらすごいと思いませんか？エネルギー問題を解決するための研究も、『材料（分子）』がなければ進みません。だからこそ合成にはロマンがあります！
質問	オリジナルアプローチによって物質の合成を試みる、とのことでしたが同様の発想による先行研究は全く存在しないということなののでしょうか。 また、気合・根性を要する『挑戦的研究』においては実際に目的の物質ができるかどうかは一切予測や見積もりができないのでしょうか。その場合、良い結果が出ないときの撤退・継続はどのように判断するのでしょうか。
回答	どこまでを『同様の発想』とするかが難しいところですが、同様の発想による研究が全く存在しないか、と問われると、発想自体はあったのだらうと思います。『理屈ではうまくいく』ことをどのように具体的に実現するか、という『手法』に関する部分では、我々が進めている研究は現状世界で唯一です。その手法を確立することができた（その方法で新しい構造を創ることができると証明して見せた）ことが、一つの大きな成果であり、めちゃくちゃうれしかったことです。 うまくいかないことをずっとやり続けるわけにはいかず、どこかで見切りをつけなければならないことが多々あります。失敗から得られる情報も、見切りをつけるべきか、継続すべきかを判断する重要な結果です。『このように判断しています』とはっきりお答えすることは難しいのですが、そのあたりは研究者によって異なる線引きがあると思います。私は諦めの悪い方ですので、かかる時間と成果のバランスが取れているようであれば、できる限りは追いつけます！
質問	フラーレンの内部に原子を打ち込む、プラズマを使った手法の紹介がありましたが、この手法によって生じた「隙間」は原子が内部に入った後に勝手に埋め合わさるのでしょうか？ また、この「隙間」によってフラーレン内部の超不活性という性質は失われないのでしょうか？
回答	隙間は埋まります、というのは厳密には正しくないのですが、結果だけを述べると穴は埋まります。従って超不活性という性質は保たれます。

質問 D	<p>とても興味深い講義をしていただきありがとうございました。私は有機化学に興味があり YouTube でいろいろな動画を見ていて、フラーレンに分子を有機化学的な手法で封入するという研究は知っていましたが、プラズマを使った研究は知らなかったので大変驚きました。講義の中で有機化学的手法とプラズマを用いた手法が互いに欠点を補っているのが印象に残りました。仮にプラズマを用いた手法が開発されずに、有機化学的な手法のみを用いて研究を行えば、今回の講義で取り上げられた研究が生まれなかったと思うと、ひとつの分野に特化するのではなく多分野にわたって学び、様々な視点から物事を見るのが重要なんだと実感しました。自分の興味のある有機化学だけでなく、今まで知らなかったような分野でも積極的に学んでいきたいと思えます。</p> <p>今回の講義についての質問なのですが、フラーレンに封入される分子や原子はリチウムイオンや水分子といった比較的小さな物質ですが、それよりも大きな物質をフラーレンに封入するためにはどのような方法が考えられるのでしょうか？有機化学的手法についてはフラーレンのサイズを大きくすれば解決できるのではないかと思います。プラズマを用いた手法ではフラーレンの環構造の炭素の数を増やすことで隙間を大きくすることが解決方法として考えられると思います。もしよければこれらの方法についての上野先生のご意見も伺いたいです。</p>
回答	<p>化学色の濃いコメントですね！ありがとうございます。連絡もらえれば見に来ていただいても構いませんので、機会があれば連絡してください。有機化学に興味があるとのことですが、今の興味にこだわることなく、いろいろな分野に触れるとよいと思います。知識が深まるとまた違った見方ができるようになるはずですよ。例えば、『有機化学』の中にも、反応開発、材料合成、反応機構・速度論などなど、いろいろな研究があります。今は『興味がない、苦手だ』と思っている分野にも、もしかしたら興味をそそるものがあるかもしれませんよ！コロナウイルス感染症により、YouTube にいろいろな講演動画がアップされることが増えているようなので、そういったものを活用していろいろな話に触れて、知識・興味の幅を広げていってください！</p> <p>研究についてですが、大きなサイズのフラーレンを使う、というのは一つの方法ですね。我々もすでに少し大きなサイズの C70 を使った研究に着手しています。ただ、有機合成反応に対する反応性も違うし、プラズマ照射の際の最適なエネルギーも違うので、それぞれに適当な合成条件を探していかなければ実現は難しいですね。これを達成するための新しい装置を作っていますが、改良しなければならないことが多そうで、かなり大変です。</p>
質問 B	<p>まず率直に、想定されている理論上の分子数が莫大であり驚いた。合理的な研究と挑戦的研究という二つの研究方針があったが、個人的には自由な発想に基づく挑戦的研究の方が面白そうだった。また未開構造合成で、ほかにどのようなものが創造可能なのか、例えば生命科学といったほかの分野でも活かせるのかどうかについて気になった。</p>
回答	<p>理想では自在にプラズマを操って、どんな原子でもボールの中に打ち込むことができるようにして、どんな構造にもアプローチできるようにしたいです。これができると、宇宙空間でしか存在が認められないような構造を実際に作ることもできるでしょうし、構造によっては生命の起源に繋がるようなすごいことがわかるのかもしれない。ただ、今はまだ『不安定物質合成』の基礎中の基礎の段階にいますので、まずは自分たちオリジナルの方法論の重要性・有用性をアピールするところから、..、というところですよ。もっと頑張ります！</p>
コメント A	<p>分子を作れるなんて知らなかったのでもとても驚いた。</p>
回答	<p>これからもどんどん新しい分子が合成され、いろいろな技術が発展していくと思います。最近だとワクチンの開発が経済学との分野とも関連しているのではないのでしょうか。医薬品も分子合成と関連していますし、経済学部の方がチームに入っている、という研究も最近は見かける頻度が高くなってきたように思います。こういった異分野融合の講義を通じ、少しでもそういった学際的な研究を知っていただき、今後のご自身の研究??や進路などにも活かしていただければと思います！</p>

質問	フラーレンの種類がいくつか紹介されていましたが、種類によって原子を内部に打ち込む際の手法などは異なりますか。もし、異なるのであればどのような違いがあるのでしょうか。
回答	フラーレンはサイズが大きくなるほど、基本的には構造の『曲がり方』(歪み)が緩やかになることが多いです。(イメージとしては、例えば陸上競技場のトラックも、外側の方が曲がり方が緩やかですよね。)この歪みによって、原子を打ち込むために必要なエネルギーも変わると思います。実験によって効率よく原子を打ち込む条件をしっかりと検討しています。

質問 C	科学の可能性を知ることができて、とても面白い内容だと感じた。フラーレン C60 の中に原子を打ち込む方法についてで打ち込めるのはどのくらいの大きさまでなのか疑問に思った。また、何がきっかけでオリジナルのアプローチ方法が思いついたのか気になった。
回答	おもしろい内容だと感じていただけて良かったです！大きさについてですが、自分たちの計算や実験で検討し、カリウムまでは打ち込むことができるだろうと思っています。それ以上は試したことがないのでまだわかりませんが、これまでの検討から予想すると、もっと大きなものも原理的には打ち込むことができると予想できます。 そもそもこの実験は、気相クラスターの研究(真空中でしか取り扱えない化学種の研究)の話聞いたとき、真空中でしか安定に実験を行うことができない不安定化学種の基礎実験と、特異な反応性・物性の応用との間の大きなギャップを認識したことが一つのきっかけでした。アプローチについては、プラズマをもちいて気相中でイオンを輸送する装置を使っていたので、独自の装置を活用して原子を1つ1つ組み上げることができたら楽だな、とシンプルに思いました... 無論、全然楽ではなく、大変でしたが、だんだん実現可能性が見えてきて興奮しています！

コメント	研究は地道なものだと思いますが、目的を達成したときや未知のものを発見・解明できたときの喜びは計り知れないのだろうなと思いました。
回答	はい！本当に計り知れないですね！でもきっとどんな分野でもそういう喜びがあるのではないかと思います。渡邊さんもそういう喜びに繋がるようなことを見つけられるとよいですね！

質問	プラズマを用いると、なぜフラーレン内部に原子を打ち込むことが出来るのですか？
回答	プラズマを用いると打ち込むことができる、という表現は厳密には少し違って、厳密には『イオン』を用いると打ち込むことができ、プラズマを用いるとイオンの輸送効率をあげられるため、イオンの打ち込みの効率がよい、ということになります。イオンビームだと電荷の反発のため、密度をあげられないのに対し、電氣的に中性なプラズマを用いるとその問題を解決することができる、ということになります。

質問	フラーレンに穴を開ける手段として有機合成というものがありました。その解説の際に使用された図で、希ガスであるアルゴンの元素記号が見えました。反応性に乏しい希ガスを化合物として利用するにはどのような工程を踏むのでしょうか？
回答	希ガスを化合物として利用するのは難しいですね。他の原子と結合させることは難しくそうですが、ほかの原子の近くに無理やり配置することはできないのではないかと思います。『confinement』という単語をよく使うのですが、フラーレンの中に閉じ込めることで、希ガスを活用した新しい分子ができるのではないかとこの観点から、我々もヘリウムを使った実験を行っています。



## ショートレクチャー [気候変動下の持続可能社会—1℃上昇の影響は三者三様]

## 学生からの質問・コメントと柿沼 薫 准教授 からの回答一覧

質問 E	気候変動による影響が多様である、ということを実体的に考えたことが無かったため、興味をひかれました。気候変動による影響を正しく評価することの意義は、その評価が低い、つまり、弱い地域や重要な地域を優先的に保護する、ということなのでしょう。
回答	はい、そうですね。気候変動の影響を評価することで、どこの地域が影響を受けやすいのかを明らかにし、どのような対策をとるべきか検討する知見になると思います。

宿題・質問 F	(宿題) 質問 1.平均気温が低い地域の方が、暑さの社会的影響は大きい。 質問 2.例年平均気温が低い地域は、冷房設備・熱中症対策の知識・危機意識などの点で、普段から暑い地域よりも脆弱性が認められる。 (質問) 本研究においては、社会科学的な統計データが必要になると思いますが、調査機関・シンクタンクなどと連携することはあるのでしょうか。横断的な研究をする上での難点などもあれば教えていただきたいです。
回答	私自身は、シンクタンクとの共同研究を実施しておりませんが、調査機関やシンクタンクと大学が連携することで、わかることはもちろん増えると思います。後半の質問に関しては、講義内で触れさせていただきました。質問ありがとうございました。

質問 G	曝露人数が多い地域では、今後人が住めなくなっていくのでしょうか。
回答	人が住めなくなってしまうかどうかは、曝露人数の推定とは別の検証が必要になります。どういう環境になると、人間は自分たちが住んでいる場所を放棄するのか、非常に興味深いです。

質問	気候変動について議論する際、よく「二酸化炭素の量が増えた」という主張を見かけますが、なぜ「二酸化炭素」という気体に着目して議論を進めるのでしょうか？
回答	温室効果ガスのなかでも二酸化炭素はその割合が高いこと (参考 <a href="https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki_ondanka/p04.html">https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki_ondanka/p04.html</a> )、また排出量が非常に増えていることから、着目されていると理解しています。まさに、ノーベル物理学賞を受賞した真鍋先生は、大気海洋結合モデルを用いて、二酸化炭素濃度の上昇が気候変動に関わっていることを示されましたね。

質問・コメント	質問：講義で仰っていたように、気候変動の影響について考慮すべき要因はあまりに多いと思う。そこで、現在の議論のなかで特に重要とされているものとその理由が知りたい。 コメント：気候変動の原因となる活動をする人々と気候変動の影響をこうむる人々は必ずしも一致しないということに思い至り、人類が団結して気候変動に対処するには様々な障壁があるのだということに改めて感じた。
宿題 H	例年暑い都道府県では、暑さになれていたり、暑さ対策をきちんとしているが、例年比較的涼しいのに急に暑くなった都道府県は暑さに対して脆弱だと思う。
コメント・宿題 H	災害による人口流出が回復する地域とそうでない地域があるということが興味深かったです。暑さによる影響は元々暑い都道府県では小さく、そうでない都道府県は大きくなると思います。普段から暑さに慣れているならば、その対応も適切に行えると思いますが、慣れていなければ勝手が分からず、熱中症にもかかりやすいのかなと思います。

宿題 H	<p>質問 1 に対する私なりの答え：北海道や東北では、中国四国や九州に比べると暑さに対する抗力が少ないため、北海道や東北のほうが暑さによる影響力が大きくなるのではないかと考えました。</p> <p>質問 2 に対する私なりの答え：暑さに対する脆弱性というより熱中症に対する脆弱性と言うほうが相応しくなるかもしれませんが、主に夏などに積極的に水分補給をしない（できない場合もあり）人がいるのではないかと考えました。ここで、例えば学校の授業や仕事などで忙しく、なかなか細々とした時間がとりにくくつい水分補給を怠ってしまう人もいるのではないかと思います。なので、学校や仕事のカリキュラムを一部見直すことが必要な場合もあるかもしれないと思いました。</p>
コメント	<p>気候変動の影響は人それぞれであるから、それぞれに合わせた対策が必要であることが分かりやすくまとめられており、また、地球温暖化の原因が人間の活動であると断定されたことを知れて、今までうやむやにされていた問題がこの点において一定の解答を得たことを知れて良かった。</p>
宿題	<p>暑さや熱中症に対する個人の脆弱性の要因としては年齢と屋外活動の時間、生活環境（エアコンの有無）などが考えられると思います。</p>
コメント	<p>人間の影響による地球温暖化の影響が思っていたより大きいことに驚きました。</p>
宿題 H	<p>最後に提示された質問について、自分なりに考えてみました。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・北海道など寒冷地における暑さは、そこに住んでいる人間だけでなく、生息していたり、飼育・栽培されている動植物も、慣れていないものである。したがって、寒冷地における猛暑は、南の地域に比べて家畜や作物の生育に大きな影響を与えると考えられる。</li> <li>・また、暑さに対する脆弱性の要因の一つとしては、熱が逃げにくく、また照り返しや人口排熱によって加熱される、高層ビルが密集した都市構造と、蒸発散により熱を吸収する水場や森林の減少が挙げられる。</li> </ul>
宿題 H	<p>質問 1 は夏でも他の地域と比べて涼しい北海道では熱中症になる人が増えたりする。質問 2 は人工物が多く自然が少ない地域ではヒートアイランド現象でさらに気温が高くなるという要因がある。体が暑さに慣れていない要因もある。</p>
コメント・宿題	<p>期日を過ぎてしまって申し訳ございません。</p> <p>持続可能な社会を目指すためには、学際的なアプローチが必要だということを再認識できた。地理学などの自然科学だけでなく、行動科学や文化の研究などの社会科学的な視点も必要だと感じた。</p> <p>挙げられた質問 1 は、北海道などの元来、冷涼であるはずの地域が東京や九州などの温暖な地域とほぼ変わらないくらいの気温になっているということが考えられる。このことに対して、なぜ人が多くて気温上昇のリスクが高いはずの東京よりも北海道のほうが気温上昇しているのか気になった。</p> <p>また、質問 2 は暑さによる熱中症が災害だというレベルの認識を受けていないからだと思った。エアコンがあれば凌げるというイメージを抱いてしまいがちなので、さらに気温上昇につながっていくという悪循環だと思った。</p>
コメント	<p>気候変動に関する研究と聞くと、これまで自然科学のイメージばかりが先行して文系の自分には無縁のことだと思っていた。しかし今回、気候変動が与える影響を調べるうえで社会科学的なアプローチが必要であることが分かった。こうした学際的な研究方法が存在する以上、「自分には関係ない」と決めつけてしまうのはナンセンスであると感じた。</p>
コメント	<p>誰が影響を受けるかで影響の大きさや方向が異なってくることがよく理解できた。人の移動については高齢者の方がその土地に根付いている人が多いので、高齢者が多い方が回復が早くなるのではないかと考えた。気候変動が人間活動によるものであると明らかになって、気候変動に関する研究で何か変化したところはあるのか気になった。</p>
コメント	<p>温暖化に伴う異常気象に影響を与えられる対象は様々であり、それぞれ受ける影響が異なる点を考慮し、被害や対策をどう考えていくかに着目することが面白いと感じました。</p>
コメント	<p>COP26 で日本が化石賞を受賞した事について、現在の日本は震災の影響で原発稼働が難しく、生来の地理的要因により再生可能エネルギーの拡大も難しい状況にあります。この中において日本に火力発電を縮小するよう求める COP26 の決議は現実的でないのではないかと、という疑問が浮かびました。これは日本の状況を十分に加味した結論とは言えないのではないのでしょうか。</p>

## ショートレクチャー [細胞内を歩くタンパク質—運び屋「キネシン」は今日も駆け回る—]

## 学生からの質問・コメントと千葉 杏子 助教 からの回答一覧

質問	変異型のキネシンは速く動いていましたが、ATP の分解効率やエネルギーの利用効率も変異によって大きくなっているのですか？
回答	はい。ATP の分解効率は上がっている、すなわちエネルギー消費は大きいと考えています。まず初めにキネシンの歩幅の話をしてします。歩幅は 8 ナノメートルです。その理由は、線路である微小管上には 8nm 毎にしかキネシンの結合部位が存在せず、また根本で固く結ばれているので 8 nm 前後しか足が開けないためです。したがって歩幅は 7 nm や 9 nm にはなりません。変異の位置から考えて、歩幅は変異型でも野生型でも同じだと考えられます。次に ATP 加水分解の話になりますが、一歩進むには必ず ATP 一分子の分解が必要です。したがって、キネシン分子が速く動いている=ATP の加水分解が多く起こっている、ということになります。
質問 K	活性化するキネシンが通常より少ない、という疾患はありますか。その場合、例えば「キネシンの活動量を増やすにはどうするか」という方向にこの研究が役立つ可能性はありますか。
回答	はい、あります。パネルディスカッションでも少し触れましたが、病気を引き起こす変異ではキネシンが動かなくなる変異の方が圧倒的多数です。そのような疾患にはキネシンの活性化剤が役に立つはずですが、ぜひ創薬に結びつけたいと思っています。ちなみに既存の治療薬候補探索では「神経細胞の生存率を上げるような薬剤」といったように、キネシンへの作用評価は二の次にして、まず症状緩和を一番の指標に行なわれているようです。
質問	キネシンが歩いている様子が面白かったのですが、ATP を分解するエネルギーを使って歩いているのが、どのような仕組みなのかももう少し詳しく知りたいです。滅茶苦茶な方向に移動してしまったり線路から離れてしまわないのかが気になりました。
回答	滅茶苦茶な方向に移動することは稀にあります。離れることも勿論あります。どのように起こっているかは実はまだハッキリ分かっていません。キネシンの動くトリックを一言でいうと、ATP 加水分解が線路（微小管）との結合強弱と連動していることに尽きます。まず動画で見せたような教科書的な状態では、キネシンの歩幅は 8 ナノメートルで、1 歩につき 1ATP が消費されます。キネシンのモータードメインには ATP あるいは ADP の入るポケットがあり、微小管との結合は ATP 状態で強く、ADP 状態で弱くなります。一旦動き出すといずれかの足は必ず ATP 状態となるサイクルに入り、且つ前足が前に進んだ時のみに後ろ足の加水分解が起こる構造なので、真っ直ぐ動き続けます。しかしながら実際には、偶発的に両足が ADP 状態になる場合があると考えられます。両足が ADP 状態となると微小管との結合が弱くなり、外れてしまいます。外れずに ADP の嵌ったまま微小管上に留まることもあり、その場合前や後ろにランダムに動き回ります。
質問 I	病気の変異をもつキネシンではオープン型の変異のお話をされていましたが、キネシンの疾患変異はこれしか発見されていないのでしょうか。遺伝子の変異が起こる場所によっては別の疾患変異も発見されたりするのでしょうか。
回答	キネシンの変異は他にもたくさん見つかっています。パネルディスカッションの時にも触れましたが、神経変性疾患の原因変異が特に多いです。動画で見せた KIF1A には痙性対麻痺の変異が多く見つかっています。キネシンは 50 種近く種類があり、KIF1A 以外のキネシンだと、例えば筋萎縮性側索硬化症やシャルコー・マリー・トゥース病などもあります。

質問	キネシンの動きすぎによって疾患が生じるメカニズムが気になります。
回答	良い質問ですね。動画では時間がないので話しませんでした。シナプスの異所形成が起こり神経伝達に異常が生じるのではないかと考えています。KIF1A はシナプスの構成成分を運ぶモーターです。病気の変異を導入したモデル動物では、シナプスがおかしな位置に形成されることが分かっています。同じように患者さんでもシナプス形成異常・伝達異常が起こるのではと予想しています。
質問	キネシンの移動の様子を見ると、あたかも人が歩くようにして、微小管に接触している部分を持ち上げておろしてという動作を繰り返しているように見えるのですが、実際に ATP のエネルギーを動きに変えているのは、どの部分で、どのようなメカニズムなのか。微小管に接触している部分は微小管と化学的に結合しているのですか。
回答	キネシンと微小管の結合は化学的な結合ではなくタンパク質間相互作用です。主に電荷による相互作用です。エネルギーを動きに変える仕組みは複雑なので簡略に説明します。特記すべきことは構造的に①ATP 加水分解が線路（微小管）への結合強弱と連動していること、②二つのモータードメインを繋いでいるリンカー（動画だと歩くたびにクニャクニャ動いていたと思います）のモータードメインへの密着が ATP 加水分解に必要な点だと思っています。微小管上のキネシン結合箇所は 8 ナノメートル毎にしかなく、またリンカーが全開になっても 8 ナノメートル前後しか開けません。したがってキネシンの浮いた足のステップする選択肢としては 8 ナノメートル前あるいは 8 ナノメートル後ろの二択に限られます。そして前に進んだ時だけ後ろ足の ATP 加水分解が起きます。リンカー部分のモータードメインへの密着が、その時にしか起こらないからです。それを繰り返して前に進んでいくこととなります。
質問	遺伝子に変異が起きるとアミノ酸の順番や種類が狂いタンパク質の機能がおかしくなり遺伝性疾患につながるとおっしゃっていましたが、遺伝子の変異を防ぐ体の機能はありますか？
回答	はい。ヒトの DNA 合成酵素（DNA ポリメラーゼ）には校正活性があり、間違っただけ塩基が導入された場合に認識し修復することが出来ます。生物によってはポリメラーゼに校正活性がなく、その場合極めて変異が入りやすい（変異体が生まれやすい）と言われていました。
質問 J	キネシンは高校生物を学んだ中でも印象に残っている内容だったので、とても興味深いお話だった。どういう仕組みで ATP から得たエネルギーでキネシンの動画ではオレンジ色だった部分を動かしているのか疑問に思った。また、キネシンの速度は何によって決まっているのかも疑問に思った。キネシンに変異が起こると、はたらくキネシンの量が増えてしまうということだが、このとき正常なはたらきと比べてどのくらい ATP の使用量が多くなっているのかについても気になった。それから、ダイニンなど他のモータータンパク質も似た仕組みを持つのか、全く異なる仕組みを持つのかについても疑問が湧いた。
回答	キネシンの動く仕組みを一言でいうと、ATP の加水分解が微小管への結合強弱と連動している為です。また、二つの足を繋いでいるリンカーの部分も ATP 加水分解の on/off に関わっています。それにより浮いた足が微小管プラス端方向へステップして足を下ろした時のみ後ろ足が ATP を加水分解して微小管から外れることが出来ます。それを繰り返して前へ進んでいきます。 キネシンの速度を決める仕組みは実はよく分かっていません。キネシンは 50 種近くあるのですが、速度の速いものもあれば遅いものもあります。同じモーターでも、動画でお見せしたように変異により速さが変わります。何が速度を規定しているのか今後の解析が待たれるところです。 ATP の使用量は速度が 2~3 倍なのでそれに比例し 2~3 倍と予想します。今回のケースでは ATP 消費というより KIF1A の機能異常によるシナプスの異所形成・神経伝達不全が症状の原因ではないかと考えています。 ダイニンやミオシンは、キネシンとは全く異なるメカニズムで歩行を行っています。詳しくは割愛しますが、三者で共通している点は ATP の加水分解がエネルギー源であるということです。

質問 S	非常に興味深い講義をありがとうございました。遺伝性疾患の原因がモータータンパクの不足や機能喪失ではなく、より働きやすくなることだということに大変驚きました。ここで質問なのですが、キネシンが動きすぎることにより麻痺等の症状がでるとのことでしたが、逆にたくさん動くことによる利点は考えられますでしょうか？ 遺伝性疾患の中には、たとえばマラリアへの耐性など、メリットをもつものもあると授業で聞いたことがあります。必要なタンパク質が過剰に運ばれる訳ですから、なにかメリットのようなものがあったとしてもよいように感じます。また、もしメリットがある場合、どのような人がキネシンに変異を持ちやすいのか、キネシンの変異アミノ酸の部分は他に比べて変異が起こりやすくなっていないのかが気になりました。
回答	良い視点の質問ですね。私は今のところ動きすぎで良いことが起こる、というケースは人間では聞いたことがありません。沢山動くメリットもあるのかもしれないのですが、実はデメリット（疾患）に比べてメリット（元気・健康）というのは発見されないことが殆どです。それで、なかなか見つからないのではと思います。モデル生物の線虫だと、キネシンの機能低下変異体の虫はクルンと丸まったまま動かないのに対し、過剰活性化変異体（今回の病気変異のようなもの）ではそれなりに動くことが出来ているので、活性喪失よりは活性過剰の方が個体にとって幾らかマイルドなようです。動画でお見せした KIF1A には 100 近い疾患変異が見つかっています。全く疾患変異の見つからないキネシンもあることを考えると、変異の入りやすい性質があると思います。あるいは逆に、他のキネシンでは変異が即致死性であり個体生存が出来ないために見つからないだけなのかもしれません。

質問	キネシンのように、動きすぎることによって病気の原因となるタンパク質がほかにもあるのか気になりました。
回答	モーター自体の変異ではありませんが、逆行性モーターのダイニンの動き過ぎが脊髄性筋萎縮症を引き起こすことが報告されています。ダイニン自体ではなく、ダイニン結合タンパクである BICD2 というタンパク質に変異が入ります。BICD2 は通常はダイニンのアクティベーターとして働いているのですが、変異によりダイニンは過剰活性化し、逆行性輸送（細胞体中心へ向かう輸送）が過剰になります。順行性モーターのキネシンが 50 種前後あるのに対し、逆行性輸送はダイニン 1 種のみで行われています。したがって、ダウンした場合の影響も大きいのではないかと予想されます。

### ショートレクチャー [宇宙の成り立ちを明らかにする]

#### 学生からの質問・コメントと山田 将樹 助教 からの回答一覧

質問	数学や物理学をどのように使うことで宇宙理論を証明できるのですか？
質問	①山田先生の研究において、仮説検証はどのように行うのでしょうか。例えば地球上の施設で粒子を観測する、ロケットを飛ばすなどの方法が思い浮かぶのですが、文系の学生が理解できる程度で仮説へのアプローチについて教えていただければ幸いです。
質問 M	宇宙の成り立ちについて深く考えたことがなかったので、興味深いと感じた。ショートレクチャーの話の聞いただけで頭が疲れた。宇宙論の研究は正解が見えないと思うが、何をもって達成されたといえるのか気になった。
回答	物理学全般に言えることですが、理論の正しさを証明するのは、実験や観測によって行われます。宇宙論の場合は、たとえば初期宇宙の高温高密度の状態の名残の光（電磁波）が宇宙に満ちていて、それがマイクロ波の電磁波として現在まで存在していて、実際に観測することができます。宇宙論を使えばこのマイクロ波の温度の分布を理論的に計算することができるので、それと観測を比べることによって、宇宙理論を検証することができます。

質問	宇宙の成り立ちを解明するのは難しいと思うのですが、火の玉の宇宙という考えはどのようにして有力なものになったのでしょうか。
回答	宇宙が火の玉（高温高密度の状態）から冷えていったとすると、その名残である電磁波が残っていることとなります。実際にその電磁波（マイクロ波）を観測したことで、宇宙が火の玉にあったということが証明されています。
質問	宇宙の始まりを考えるとときに、現在の地球の素粒子や理論などを用いてもいいのですか。
回答	それは観測によって確かめるべきことです。特に、物理定数が現在のものと宇宙初期のものとは異なる可能性が考えられます。また、我々の知っている素粒子のリストが不完全である可能性も考えられます。これらの可能性を考慮して計算を行い、その結果と観測値を比べることによって、何が正しいのかということを検証していく必要があります。
質問	ほとんどの研究者がインフレーションという時代があったと考えているらしいが、インフレーションを否定する人はどのような根拠で否定するのか？
回答	インフレーション理論は一部間接的に検証されていますが、その正しさはまだ確定したとは言えません。ですので、他の理論的な可能性も考えることも重要です。そのとき、インフレーションが間違っているという主張をするのではなく、その代わりに可能性もまだ捨てきれしていない、という主張をします。
質問 N	インフレーション前の宇宙の状態に関する理論を観測実験、または理論計算で証明する方法は、現在までになにか有力なものがあるんですか。個人的には、大きな宇宙から泡のように我々の宇宙などができたというのは、証明が不可能に近いのではと感じました。
回答	インフレーション前の宇宙の状態に関する理論を証明する方法はありませんが、それをほんの少しサポートしてくれるような観測値はあります。例えば我々の宇宙が泡のようにできたとすると、宇宙が泡の表面のように少し曲がっている可能性があります。その曲率を観測することができれば、泡からできているという理解が少しだけもっともらしくなります。ただし、現在の技術ではまだその曲率は観測できていません。
質問	宇宙や素粒子物理学に関する事項は我々からすると複雑怪奇で、ともするとオカルティックにさえ見えるため、時に啓蒙書などで的を射なかったり、見当違いだったりする解説がなされていると聞きます。これを踏まえて、我々がしてしまいがちな誤解などがありましたら教えていただきたいです。
回答	何が観測事実で、何が理論上の可能性にすぎないのか、ということは常に意識して読むといいと思います。宇宙論は物理学ですので、観測で確かめられて初めて正しかったと言える、ということに注意するとよいと思います。
質問	なぜビッグバンによって宇宙が膨張したのですか？
回答	火の玉の宇宙になる以前にはインフレーションと呼ばれる急激な膨張をしている時代がありました。その膨張のエネルギーが熱エネルギーに転換されて火の玉の宇宙になったのですが、インフレーションの膨張の勢いの慣性でそのまま膨張を続けている、と解釈することができます。
質問	宇宙の膨張につれて、地球と太陽の距離は遠くなりますでしょうか。そうでなければ、具体的に何と何の間の距離が拡大していますでしょうか。
質問	宇宙が膨張している根拠は何ですか？

質問	宇宙が膨張して薄くなっていった場合、地球にはどのような影響が与えられると考えられていますか。そもそも地球が変化するほど宇宙は膨張するのでしょうか。
回答	宇宙という空間自体が膨張しているなら、地球の大きさが大きくなっていくのか？私たちの体自体が大きくなっていくのか？とってしまうかもしれませんが、そうではありません。私たちの体を構成している原子たちは、互いに強く結合していて、その結果として体の大きさが決まっています。それは空間が膨張していても変わりません。これは太陽系でも同じです。地球と太陽は互いに引力を及ぼし合って回転運動をしていますが、その運動は宇宙膨張の影響をほとんど受けません。宇宙の膨張というのはマクロなスケールで見るとその影響を感じることはできますが、人間や星くらいの大きさのスケールではその影響はほとんど無視できます。しかし逆に、我々の住んでいる銀河系と遠くの銀河をみても、これらの間の引力は無視できるほど小さいです。この場合、宇宙が膨張していることによって、これらの銀河の間の距離はだんだんと離れていくことになります。宇宙が膨張しているかどうかを検証するには、遠くの銀河が離れていっていることを観測すればよいということになります。実際にそうやって宇宙の膨張が"発見"されました。
質問	宇宙が膨張し続けているということは、過去に遡ると宇宙は一点に収束するということだと思います。その小さな宇宙も何かしらの空間の中に存在していたと考えれば、宇宙よりもさらに周りに何かが存在しているといえますか。
回答	マルチバースの話では、宇宙は無限に続くので一点には収束しそうにありません。Creation from nothing の話では、時空自体が生まれるので、その"周り"というのは定義できません。時空間自体が生まれるので、その"外側"というのはありません。
質問	②宇宙に縁・外側は存在するのでしょうか。山田先生の見解があれば教えていただきたいです。
回答	宇宙には閉じた宇宙と開いた宇宙の二つの可能性があります。閉じた宇宙の場合は、限界まで遠くへ行くと一点に収束します。開いた宇宙の場合は、無限に広がっています。どちらも境界があるとは言えないです。いまの観測技術では、これらのどちらになっているかを検証することはできていません。
質問	宇宙におけるインフレーションの前の狭い、所謂「無」の状態を感覚的につかめないのですが、先生はどのような解釈をしていますか？
回答	時間も空間もないので確かにイメージはできませんが、理論的にはそういう可能性もあるというのが不思議ですね。
質問	太陽がなくなったら宇宙はどうなるんですか？
回答	太陽は単に一つの星ですので、無くなろうが宇宙自体には関係ありません。ただし地球人は困ると思います。
質問	天文学の授業を受けていて宇宙について興味が出ていたので、宇宙の構造についての詳しい説明が聞きたいです。
回答	宇宙には初め 0.001%程度の"むら" (ゆらぎ) があって、それが成長して銀河などの構造を形成しました。このもとの"むら"は、インフレーションの時代の量子ゆらぎからきたと考えられています。我々の見ている銀河の構造は、量子的なゆらぎを起源としていることとなります。

質問	宇宙分野に興味があるがその基礎となる物理の知識が乏しい、という場合は物理の基礎からなぞっていくしかないのでしょうか。特定の基礎知識さえ身につければ理解が進む宇宙系の学問分野や理論はありますか？
回答	一般向けの雑誌を読むだけなら物理の知識はあまり必要ないと思います。一方で、本当の意味で理解したいのであれば基礎的な物理学から学んでいく必要があります。しかし、宇宙論を理解するのに必要な一般相対性理論は、他の前提知識もなく理解できるはずだと言う人もいます。特に宇宙で用いるのは一般相対性理論を一様等方宇宙で近似して単純化したものなので、もしかしたら宇宙論の教科書をそのまま読んで理解できるかもしれません。
コメント	時空の創成のところにあった、「Imaginary Time」が気になりました。次元も時空も想像が難しい領域ですが、様々な説があって、一般人からするとSFのようにも思えることが数式で証明されるというのはとても興味深いと感じました。
回答	この Imaginary time は数学的な便宜上使っているもので、量子的なトンネル効果が起きていることを表しています。あくまで数学的な計算方法として使っていて、時間が虚数方向に動いていたという解釈は基本的にはしません。
質問 L	お話の後半で、宇宙の成り立ちについて理論的に考えられていることをいくつか紹介されましたが、そういった理論は始めどのようにして考えられるのでしょうか。アイデア、元になる部分、考えつく瞬間などについて教えていただきたいです。
回答	最近の宇宙論は素粒子理論と密接に関係しています。異なる専門家のアイデアをうまく落とし込むことで、新しい理論が生まれるのだと思います。
質問	Multiverse の考え方はどのようにして生まれたのか、その背景が知りたいです。
回答	物理学の究極理論と考えられている超弦理論によると、"真空"というのはたくさんあり、それに応じて宇宙もたくさんあることが自然だと考えられています。このことから、Multiverse という考えが生まれました。
質問	宇宙の基本原理を探求するとき、人間の頭脳では追いつけない限界のようなものはあるのでしょうか。
回答	たとえば、多体系のような複雑な系や、相互作用が強くて近似的な解析を使えない系などは、人間の理解の限界を超えているように思います。しかし、それでも統計力学や熱力学が発展しているように、有益な情報を抜き出す理論を作り出すことができます。また、方程式を解くのにコンピューターによる数値計算が必要だとしても、それは人間が考え出した方法です。もしかしたら、見方によっては限界みたいなものはないのかもしれない。
コメント	私は文系で、昔から理科が苦手でしたが宇宙に関する話題は好きで、興味がありました。宇宙はまだ謎の多いことばかりなので、私が生きている間にどれだけのことが明らかになるのか楽しみです。
コメント	宇宙ができる前はどんな世界だったのかがとても気になった。
コメント	宇宙の研究というとどちらかというと自分の目に見える星だったりを研究するものと思いついていたが、それ以上に規模の大きい研究であると知り驚いた。宇宙の成り立ちという自分の想像もつかないようなものでも自分が学んだ知識の延長線上に研究の最前線があると考えると学問やそれを広げていく研究の偉大さを感じる。
コメント	宇宙が今も膨張していることは初めて知りました。



コメント	私はよく漠然と宇宙とは何なのか考えることがありますが、講義を聞いて、本当に謎が多い存在であると思いました。だからこそ研究し甲斐があるし、私たちが生きる意味のひとつになりうるのだらうと思いました。
コメント	以前から宇宙に関心があったので、とても興味深かった。
コメント	宇宙の成り立ちについてのさまざまな可能性について知ることが出来て良かったです。
コメント	科学で百億年前の出来事を知ることができるのは不思議だと思いました。
コメント	宇宙の成り立ちには素粒子理論の考え方が必要というのは初めて知った。より深く宇宙の成り立ちについて知りたいと感じた。
回答	宇宙理論は日常生活で役に立つことはないかもしれませんが、多くの人がなんとなく宇宙に興味を持っていたり、我々の住んでいるこの宇宙の成り立ちについて知りたいと思っているということが研究の原動力となっています。私の話を聞いたときに、面白い、そこまでわかっているなんてすごい、不思議だ、もっと知りたい、と思っていただけたらうれしいです。

## 資料 ILAS コロキウム アンケート記載一覧

## 【質問1】受講方法の説明は分かりやすかったですか

## 4 : 分かりやすかった [理由など]

メールですべて理解できるようになっていたと思ったため。

メールでの案内があったため迷わず参加出来た。

確認メールを再三送ってくださったおかげで、当日も不安を感じることなく受講でき、また、ショートレクチャーのおかげでスムーズに当日の質疑応答・全体討論に入ることができたため。

dc メールにてのアナウンスがわかりやすく、また、必要なすべてのサイトに dc メールから直接アクセスできたから。

随時メールで連絡していただき分かりやすかった。

順序に沿って受講の手続きをすることが出来ました。

何度も授業でアナウンスしてくださったから

一つ一つ説明が行われていたので、大変わかりやすかった。

事前のメールやパンフレットがあったため迷うことなく参加できました。

早い時期に DC メールで受講方法の説明、zoomURL などが送られてきたので、当日もスムーズに入室できました。

メールで zoom や Google フォームのリンク、受講の仕方の説明をしていただいたため。

必要な情報をくれたから

メールに明記されていたし、リマインダーも送信されたため

丁寧に連絡をいただけたから。

特に問題無くショートレクチャーの視聴、全体討論への参加をすることができた。

メールでもチラシでも丁寧に説明されていたため。

誰が見ても迷わない説明だったと思います

メールで適切に情報発信されていた

メールでの説明が丁寧にされていた。

Gmail を通して完結で明瞭な受講方法の説明

メールで zoom やアンケート URL をまとめて送信していただいたのでわかりやすかった。

わかりにくい部分は特になかったから

できる限り専門的な話題を避けて、文系にも理系にも理解できる内容だったから。

簡潔に説明されていたのでわかりやすかったと思います。

講義中何度も説明して頂いたため

特に複雑な点はなかったから。

先生からの説明があった

先生からどこのサイトから応募できるか説明があったため。

丁寧にメールで連絡をしていただけたから。

事前にメールにて説明があったのでわかりやすかった。

メールのリマインドなどもあって良かった。

授業内の説明だけではなくメールでも、参加できる時間や注意点などについて細かく指示が書かれていたから。
会場に行って対面で受講するか、オンラインで受講するかの二択をはっきり示してくださっていたので、分かりやすかったです。
スムーズに受講できた。
リマインダ的に何度も通知されたので。
対面での受講が可能であったから。
事前資料、事前質問フォーム、講演、講演後アンケートのプロセスが分かりやすかったです。
日時や接続方法などがメールにも記載されていたからです。
特に難しいところはなかった。
オンラインか対面かの2択だったから
Zoom の URL のリンクを押せばいいだけだから。
丁寧な解説をしてくれたから。

**3 : やや分かりやすかった [理由など]**

googleform を送り忘れた人にも zoom ズームリンクを送っていただけ入りやすかったから。
様々な先生の意見が聞けた。多角的でよかったと思う。
確認のメールが届くため
事前に動画で予習をすることで、自分の疑問点や分からなかった点を理解した上で受講することができたため。
最初の動画視聴などの手順が少しわかりにくかった
受講までの流れが順序立てて説明されていたから。
表現が噛み砕かれていて分かりやすいように工夫されていたように思います。
オンラインか対面かを選択するフォームを見つけづらかった。
授業の一環として案内があったため。
問題なくかつ円滑に受講できたので良かったです。
特にわからない部分がなかったから
詳細の書かれたメールが送られてきたから。

**2 : やや分かりにくかった [理由など]**

文系の自分にとっては難しい内容が多かった
直前までメールが送られてこないのが不安になった。また他のものに対して締切までが短い印象があった。
担当の教員のグーグルクラスルームにリンクを貼ってほしかった
ショートレクチャーの視聴をしなければいけないのが直前迄分からなかった
コロキウム専用の google classroom を作ってもいいのではないかと思った。
案内などがいなかった
対面での受講に際してさらに申請が必要なのが分かりづらかった。

**【質問2】** ショートレクチャー「未踏構造合成への挑戦—こんな分子ができたらすごい！—」  
は理解できましたか

4 : よく理解できた [理由など]
文系である私にも非常に分かりやすい説明をして頂きました。
事前動画が分かりやすかったので、難しい内容ではあったが、ある程度理解できたと思う。
専攻分野ではない分野でも簡単に話が入ってきた。
無数の組み合わせから目的の物質が合成できた時の喜び・快感は一際大きいだらうと想像されました。
研究手法など抽象的・概念的な内容についての説明を中心的に説明していただいたため。
大きな声ではっきりと質問に対して言い切ってくれたし、面白さがちゃんと伝わる発表だったから
あえて専門的な内容に踏み込まないことで文系の自分にもやっていることの凄さが伝わったから。
様々な方法を組み合わせることで新しい分子を作り出そうとしていると理解することができた。
図を用いたわかりやすい説明がされていた
先生の研究者としてのモチベーションの高さと思いが伝わってきました。
まだ合成に成功していない物質を作るために、これまでの常識を超えたアプローチで目指す、挑戦的な研究で、自分の研究に対するモチベーションが向上しました。
研究内容だけでなく、自分の研究に対して一番楽しそうにお話されていて、興味深く感じた。
予備知識が少しだけあったのでおおむね理解できました。
不安定な分子をフラレンの中に無理矢理閉じ込めて合成しようという手法が凄いと思った。
興味を引くような説明で、なおかつ分かりやすかった
初学者が多いことを前提にされていたため
前後関係などが明確だったからです。
フラレンに穴をあけて内部に分子挿入する手法は興味深かった。
専門的知識なしに聞くことができたから。

3 : やや理解できた [理由など]
レクチャーにおいて、言わんとすることが明確になっていたと思う。
内容が少し専門的ではあったが、骨子はわかった。
私も分子が合成できることを知らなかったため、研究している人からは当たり前となっているような、現在も研究で使われている技術について知ることができ、興味がわいたため。
質疑応答などから、未知の分子の合成はある意味でシンプルな学問なのだと感じました。もちろん合成が成功するに至るまでの過程が厳しいものであることは理解していますが、実験や理論の研究に尽力する姿勢を見習いたいと思います。
短くまとめられていた
専門用語などを特に使わず、難しい説明は省いて大まかな内容が説明されていたため、理解がそこまで困難ではなかった。ただ、文系の自分には少し理解できない箇所があった。
理系科目に疎いため、完全には理解することができなかった。
高校の化学では得られない複雑だが面白い話がたくさんあって面白かった。
高校で化学基礎をやっていたので予備知識がああったから
なんとなくは理解できた。また、研究における発想の仕方について学ぶことができてよかった。
そもそも、分子を新しく合成することができると知らなかったため、大変興味を惹かれた。ただ少々分子の構造についての予備知識不足だったため理解は難しい点があった。
専門的な内容をかみ砕いて説明してくださり、定性的な理解としては十分なものになったと思います。
専門的な知識がないので、少し難しいと感じたが、説明からイメージしやすかった。

分子を作れることすら知らなかったので未知の世界という感じがして難しかったから。
段階的に詳しく説明していただけたから。
化学基礎の知識でも理解できるように説明されていた。
文系でもわかるくらい説明が上手でした
今置かれている環境を最大限活用すべしという言葉はまさにその通りといえるものである。
専門的なことがあり、分野的には分かりづらかったが、丁寧に説明して下さったから。
講義内容は専門的で難しかったが、「サイエンスに制限はない。常識を壊せ！」というのはすべての学問分野に言えると思ひ、面白いと思った。
知っている分子が出てきたため
少し難しかったですが、なんとなく理解できたから。

**2：あまり理解できなかった [理由など]**

文系の自分にとっては難しい内容が多かった
文系学生の私には難しい内容だった
ざっくりとしたところは分かるが、細かい部分は知識が足りず疑問がでた。
概要をつかむことはできましたが、応用できるレベルの知識に到達することはできませんでした。新しい知識を吸収するための土台のような知識を得ることはできたので得るものはありました。
自分が苦手な分野だったから。
「こんな分子がすごい」と考えたことすらなかったので、とても新鮮だった。
分子=自然に存在しているもので、作り出すことは不可能なものという認識だったが、分子も作り出すことが可能だということを知って驚いた。ただ、化学基礎しか履修していない自分には少し内容が重かった。
専門性が高い内容だと感じたため。
この研究に至った経緯などはとても分かりやすく興味深いものがあったが、如何せん化学系には疎いので内容を理解するのはなかなか難しかったから。
私の基礎知識が足りなかったから
分子の話が細かくて理解するのが難しかったので、あまり理解できませんでした。

**1：理解できなかった [理由など]**

別方向の疑問（分子関連）を聞きながら考えてしまったため。
全くもって聞いたことのない分野でしたので理解が大変でした。

**【質問3】 ショートレクチャー「気候変動下の持続可能社会：1℃上昇の影響は三者三様」  
は理解できましたか**

**4：よく理解できた [理由など]**

学際的なアプローチというのに基づく説明で、文系でも分かりやすかった。
これは、今では全学問に共有された問題であるので、理解することは可能であった。
今問題視されている話題に関連したお話が聞けました。
気候変動と人口移動を合わせて考える発想が自分にはなく、興味深かったから。 また、質疑応答において、違う分野のデータをすり合わせることの大変さ、感性で理解している物事をどう表現していくかなど研究者としての視点を理解できたから。

日本国内で比較的寒冷な地域（東北・北海道など）の人々が温暖化によって熱中症の危険が増す、という意見は私も持っていました。しかし「寒さに弱い」ということを科学的に数値で表すことの難しさの解説があり、改めて実験だけでなく表現の難しさを実感しました。
環境学が扱っている問題の性質など、具体的・専門的な情報ではなく、わかりやすく解釈して説明していただいたため。
図やグラフを用いていたから
現在求められるアプローチと従来のものとの違いがよくわかった。
同じ変化要因でも対象によって影響が異なると理解することができた。
身近な問題についての話であり、自分が持っている知識を更に広げてくれるようなものだったため、頭に入ってきやすかった。現在の気候変動において求められている研究、現在の課題についても理解できた。
興味のある分野であったし、説明も例えを使うなど分かりやすかったため。
具体例がどれもわかりやすく、実際の気候問題に引き付けて考えられました。
災害の被害の準備や学際的な観点の考え方にも触れられていて、わかりやすかったです。
自分が興味がある分野だから。
最近よく聞くことなので身近な印象で聞いた
気候変動に我々がどのように対処すべきか、学際的な視点からのアプローチが重要であることがよく分かりました。
環境問題に興味があり、身近な問題であったため。
「ボールが飛んできたらどうなるか」「誰に、何人に当たるか」という比喩が非常にわかりやすく、全体の講義が非常に聞きやすかった。現在求められる気候変動の影響評価と研究についてとあったため身構えたが、予備知識がなくとも理解しやすかった。
「持続可能社会」という言葉は至る所で見聞きするので、これからも注目していきたい。
実際の例や統計が用いられていたため。
北海道と本州の暑さの感じ方が違うことは自分の経験でも分かるので共感しやすかったから。
ボールに例えたり、具体的な例を取り上げていたので、想像しやすかったから。
文系の学部の子にもわかりやすい分野だった。
身近な話題でイメージがしやすかったです。
高校の時の公民や生物の知識を応用できたため
内容も興味深く、個人的に面白いと感じたから。
イメージや例え話が多く、理解しやすかったからです。
帝國的な生活様式による環境負荷が、生活水準の低いグローバル・サウスに転嫁されることを最近気にしており、それと重なる部分があったと思った。
説明が非常にわかりやすかったから。

### 3：やや理解できた [理由など]

人間を主体として考えるだけでは地球温暖化自体の知識として未熟だということが分かったから。
比較的身近なテーマであったため、興味を持って聞くことができた。
気候変動の影響に世代間の格差が大きい、という話を丁度他の講義でも耳にしていたので、影響を評価して被害に備えておくことの重要性を改めて理解することができたため。
学際的な研究の難点という自分の質問を採用していただきました。統計の規格が分野によって異なるというのは考えると大変な修正の手間を要するなと思いました。自分も将来ビッグデータを扱う職業に就きたいと思っており、情報の前処理のための統計知識なども身につけていきたいと思います。
身近な話題をとりあげていた
より深い知識を吸収するための「きっかけの知識」を得ることができたように思います。

たった1度で自分の想像よりはるかに多くの影響があるのだと驚いた。
気候変動はニュースなどでも扱っている事項でしたのである程度の理解はできました。
はじめの例えがわかりやすかった
温暖化について問題視されていることは当然知っていたが。人それぞれの影響が違うことについて言及しているものは初めて聞いたので興味深かった。
社会科学寄りの話で我々にも身近であったため。
人間を一律に評価するのではなく、個性に合わせて評価するというのが難しいと感じました。
先生の説明も丁寧で、環境問題という自分にも関係のある話題だったため、楽しみながら見ることが出来た。土葬が環境破壊に繋がるというのは知らなかったのでとても驚いた。
この研究は気候変動だけでなく、災害や税金などにも同じアプローチができると思った。
図などを用いた分かりやすい説明だったため
他のショートレクチャーと比べて専門的な知識がなくても理解しやすかったし、気候変動における世代間の格差といった、自分にとって新しい話題に出会うことができたから。
気候変動については、文系でもよく取り上げられる話題なので、話の内容がつかみやすかったので少しは理解できたと思います。
It's true that the end or result of its research in social science is not as clear as that in natural science.
気候変動についてはテレビでも取りあげられているが、それとはまた違った切り口で興味深かった
興味のある内容だったため
カレントトピックスで、事前知識があったから。

**2：あまり理解できなかった [理由など]**

文系学生の私には難しい内容だった
私の基礎知識が足りなかったから

**【質問4】 ショートレクチャー 「細胞内を歩くタンパク質  
—運び屋「キネシン」は今日も駆け回る—」 は理解できましたか**

**4：よく理解できた [理由など]**

もともとタンパク質が好きなのと生物選択であったことも相まって、理解しやすかったと思う。単純にお話も面白かったです。
生命科学では、現時点の結果から何が起きているのか・どのような方法で検証していけばよいのかを試行錯誤する部分が多いと思いました。高校時代の実験や水野先生の授業でも同様でしたが、どう定量化し可視化するのかがアイディアがとても美しいのが魅力だと思っています。自分たちの体のマイクロを明らかにするこの分野に興味を湧きました。
理解するために必要なだけの図が、スライドで示されていたから。
細胞の基本的構造は講義などで学習しており、そこから少し踏み込んだ内容をすでに学んでいる内容を用いてイメージしやすく説明していただいたため。
実際に観察したものを動画で見せてくれたから
今までの学説を覆すような発見にとっても驚いた。まだまだ謎に満ちていると感じた。
キネシンの量によって病気になる事があると理解することができた。
自分の体の中で起きている事象として、4つのレクチャーの中では一番興味を持ったものだった。細胞内輸送に関する研究がどのように役立っているのかも知ることができ、様々なことに対して疑問を持つ姿勢の大切さも実感した。
私は文系ですが、基本的なところから易しく説明して下さったので、研究の凄さを何となくですが理解できました。

過程なども丁寧に答えてくださり、理解しやすく聞きやすかったです。
細胞の中で様々な役割を果たすタンパク質が存在し、我々の実生活の様に、届けるための道路、運ぶ存在がいる事が興味深かったです。
キネシンは高校生物の中でも特に印象に残っていたものの1つであり、興味深かった。
キネシンという名前や働きはなんとなく知っていたが、変異だったり詳しい内容を知ることができた。
キネシンを初めて聞いたが、どんな役割があるのかや多すぎても良くないことを学べたから。
高校までの生物の学習である程度予備知識があったため理解しやすかった。
擬人的な説明でわかりやすかったから
文系の私にとって、これまで生物は学校のテストで使うだけのものだったが、このレクチャーで、興味を持って研究する分野としての生物学を考える機会になった
感覚的に理解しやすい説明だったからです。
最近細胞を顕微鏡で観察し、原形質流動や細胞膜の孔を通して物質が輸送されているのを確認したが、その考察に生かせるかもしれない。
図やシミュレーションアニメがあったから。
説明が非常にわかりやすかったから。

### 3：やや理解できた [理由など]

水野先生の授業をきっかけに独学でタンパク質の勉強を進めていたから。
あまり生物系に馴染みのない学生でも、十分話についていけるような構成になっていたと思う。
今、私は現在生物学の授業を受講しており、内容が少し関係していたため、興味深かった。
比較的身近なテーマであったため、興味を持って聞くことができた。
ちょうど水野教授の講義で細胞に関する講義を受けており、分野自体に興味があったから。 質疑応答は、専門的な部分が多くてすこし難しかった。
他の講義ではキネシンについて浅くしか触れていなかったため、現在研究されている内容を知ることができ、キネシンの働きを深く知ることができたため。
言い訳になってしまいますが私自身、理科系の科目が苦手なのでキネシンの仕組みや遺伝子疾患の簡単な原理を理解することで精一杯でした。しかし「Aの作用がBという結果を引き起こす」という内容に、Bがどうして起こるのかという原因が複数考えられるということを知りました。講義動画で言えば「モータータンパク質の働き過ぎは病気の原因になる」という点です。終わりのないような学問だと感じ、文学部として似たものがあるように思いました。
わかりやすい映像を使っていた
内容を俯瞰することができました。生命科学においてタンパク質が果たす役割がここまで大きいとは、驚きました。
内容が少し難しかった。
原理についてももう少し詳しい説明があるとよかった
細胞内輸送、キネシンなど講義の中心となる対象への知識がなかったため少し難しく感じたが、実際にキネシンが移動するイメージが示され理解しやすかった。
「キネシン」というタンパク質があることは全く知らなかったが、とても重要な働きをしているとわかった。
物理選択の私にとってはあまりなじみのないものでしたが、大変興味深くお話を聞かせて頂きました。
キネシンが活発に動きすぎることで異常をきたすというのが直感に反しているように感じられて理解が難しいと感じました。
どんなところに着目すれば良いのか、解説してもらえたため。
動画内に様々な映像があって面白かったが、口頭での説明の部分をもう少しスライドに加えて欲しかった。
図などを用いた分かりやすい説明だったため



モデルなどが用いられており、楽しみながら視聴出来た。
文系ですが概ね理解できました。
特に印象に残ったことは、生命科学の分野では間違った結果を発表することもまれではないということである。それほどに生命というものの仕組みが高度に複雑だということなのだろう。
条件や結果に関して理解するのが難しく感じたため。
事前知識があったため。

**2：あまり理解できなかった [理由など]**

文系学生の私には難しい内容だった
専門的知識が多く深い理解は出来ていない。
高校で生物をとっていなかった自分にとっては少し理解が追いつかなかった。
生物を履修していたため最低限は分かりましたが、専門用語が多い部分は少しわかりませんでした。
苦手な分野だから。
生物は受けたことがなかったので知らないことが多かった
自分には少々専門的で、おもしろさは感じたが理解ができなかったと思うから。
エッセンシャル現代生命科学の講義で、細胞を中心に扱っているため、興味が湧いた。ただ、自分は生物基礎履修だったので、内容が専門的で難しかった。
病気の原因がわかればそこを治したいと思うのが必然的だが、その解決策が自分でよく理解できていない。
この中でいちばん専門性が高くて難しかったから。
私の基礎知識が足りなかったから
専門用語が出ていてうまく内容を想像できませんでした。
内容が複雑であったから、

**【質問5】 ショートレクチャー「宇宙の成り立ちを明らかにする」は理解できましたか****4：よく理解できた [理由など]**

教科書には載っていないようなお話を聴くことができたという満足感を感じた。宇宙に対する興味が更に湧いた。
高校で地学分野を習っていたこともあり、宇宙や天体などの未知の知識について興味があったため。
前期の授業で少し宇宙について学んでおり、宇宙を学んだ後はいつもだが、やはりロマンを感じた。
興味のある分野だった
難しい単語を用いずに解説されていたので分かりやすかった。
全学教育で受講している内容と一番関連が深いものでした。普段の授業を通して宇宙の観測がいかに技術的・費用的・理論的に大変なものかを感じています。インフレーションなどは電磁波では観測できない、などということも学びました。それでも別の観測方法を考えだすことがこの研究の困難さであり面白さであるのだと思います。
宇宙論の研究の実際的な経験や、個々の内容についての概論を少しずつ紹介していただいたため。
なぜ宇宙が膨張していると言えるのかよくわかった。
宇宙というとても大きな構造物が素粒子という小さい構造物で明らかにするという観点が素晴らしいと思った。

宇宙の成り立ちについてはある程度知識として知っていたが、どのようにしてその成り立ちを明らかにしていくのかという専門的な話が非常に興味深かった。まだ知られていないことに関して、もっと知りたい、解明したいという欲が掻き立てられるものだった。
個人的に1番興味があった話だった。特に宇宙の膨張などはもう少し詳しく知りたいと思った。
興味のある分野だったので面白かった
全学教育でビッグヒストリーについて学んでいたため、前提知識があったことからわかりやすかった。中でも時空の創成の理論に興味をわいた。数学的に立証されておらず、大胆な説であるかもしれないが、研究における大胆さの大切さを実感した。
宇宙についてとても興味を持っているので、とても理解しやすかった。
もともと自分が非常に興味のある分野だったため、正直内容は知っているものがほとんどでしたが、知らない人にとっては妥当な内容だったと思います。 ただ、個人的にはもっと踏み込んだ専門的なお話も伺いたかったです。"
地学基礎を習っていたから。
前提の知識から詳しく説明があり、また、理解できるペースで進んだから。
別の講義で天文学を学んでいたため
短いレクチャーの中で、宇宙の成り立ちや研究について大まかなイメージを持つことができたから
あまり細部には立ち入らないで、概略が示されていたからです。
宇宙の構成というものは、定性論でとらえると平易なため、教養コンテンツとして消費されがちであるが、物理を専攻しているものとしては物理学を通して探索していきたい。
図解で分かりやすかった。
説明が非常にわかりやすかったから。
厳密性より、わかりやすいものを重視していたから。

### 3：やや理解できた [理由など]

1年次に物理学概論を受講して以降、素粒子について積極的に調べるようにしていたから。
比較的身近なテーマであったため、興味を持って聞くことができた。
内容は難しかったが、興味を持って聞けたから。
自分の専門分野だけでなく、他分野とも連携していくと独自性が生まれる、という内容に深く共感した。
説明が簡単にされていて分かりやすかった。
素粒子物理学と宇宙論の密接な関係について理解できました。また、複数の分野を交差して考えると新たな着想を得られやすいという考え方に深く共感しました。自分は経済学専攻ですが、心理学・統計学・機械学習など様々な分野の知見を深めていきたいと思いました。
抽象的なことしかあまり言わないから詳しくは分からないけど、全体像を掴むにはよい発表だったから
スライドがわかりやすかった
全体を通して大変ロマンのある話だという印象を受けました。
聞いているうちに哲学的な思考に入ってしまった、完全には理解できなかったが、宇宙の起源を想像したときの面白さが十分に伝わってきた。
論理的に説明されていて、研究者としての誇りを持っていらっしゃることが感じられました。
好きな分野だったから。
宇宙の話は、どこかつかみにくく個人的に難しいと感じてしまう部分もあるが、宇宙の成り立ちに関する説など、ロマンに溢れたものであると感じた。
他のレクチャーに比べて、自分の知識が少なかったが、わかりやすかった。
宇宙の成り立ちはあまりにも壮大で人間の及ぶところではないのではないかと思ってしまうのですが、宇宙の成り立ちについてこんなにもわかっていることがあることに驚きました。

宇宙の誕生を式と観測で解き明かすのが凄いと思った。
専門分野にそこまで踏み込まずに、大まかに説明してもらえたため。
図などを用いた分かりやすい説明だったため
図などを用いた説明でわかりやすかった。
宇宙については高校のときに地学の授業で少しかじった程度の知識しかなかったが、ショートレクチャーを見て、日常生活を何気なく送っている私たちには見えない、いわば想像の世界であるからこそ面白さを感じたから。
天文学概論をとっていたこともあり、文系でもなんとかついていけました。
高校で地学を習っていたので理解できた。
That theories of physics are generally simple is also pointed out by R. Dawkins.
大規模な話かつ文系の私にも考える機会を与えてくれるようで面白かったから。
解説がわかりやすいため。

**2：あまり理解できなかった [理由など]**

文系学生の私には難しい内容だった
宇宙の始まりと素粒子学の関係性がいまいちつかめなかった
研究の面白さは伝わったが、宇宙理論は複雑で想像するのが難しかった。
宇宙の話題になると、規模・スケールが膨大すぎてよく分からなかった。
私の基礎知識が足りなかったから

**1：理解できなかった [理由など]**

これも高度に専門的で理解が大変でした
--------------------

**【質問6】質疑応答・全体討論は充実していましたか****4：充実していた [理由など]**

参加人数が多かったため、議題が多くて充実していたと思う。
学生からの質問にもなるべく答えるようにしてくださり、かつ各分野の専門家である教授の視点からの質問も聞くことができる有意義な時間であったため。
生徒と先生方の「討論」が行われており、すごく貴重な機会であると感じた。
学生と教員が対等に話している感じが良かった
自分は質問することができなかったが、他の人の質問、そしてその回答を聞いて学びが深まった。
事前に質問するのもよいが、その場で浮かんだ疑問に応答するような時間があるのもっと良いと思った。めったに会うことのない偉大な先生方の話を直接お聞きすることができる機会なので、参加型でもよかったのではないだろうか。
気になっていた疑問点を解説してもらえた。
先生方の考えをよく知ることができた。
四人の先生方と特命教授の先生方の討論から、質問の仕方などを学ばせて頂きました。
最初の大塚さんの質問とそれへの応答が大変興味深かったです。専門分野の内容を一般の人に伝えるときの研究者の先生方の考えや経験を知ることができ、勉強になりました。
討論会で聞きたいことが聞かれていた

教授同士の質疑応答について、学生にはない。研究の根本や、前提を疑うという着眼点から質問を投げかけているところを見ることができ、非常に参考になった。
様々な分野の先生が一堂に会し討論を行う、ということが私にとってはとても新鮮だった。
自分が質問した以外の質問でも、「言われれば確かになぜだろう」となり、新しい見方をすることができた。
水野先生から先生方への質問はこういう場での質問内容としても大変勉強になりました。
それぞれの分野に対する質問だけでなく、研究者としての態度や者の見方について話を聞いたため。
先生や学生の質問が高度でもっと多様な視点を持つべきだと気付かされたから。
講義陣が先生方からの質問に答えていくことでより議論が深まっていく感じがしたし、生徒に対する質疑応答に関しても、講義陣と生徒が、対等とまでは言えないかもしれないが、高いレベルで討論を重ねていたり、生徒が新しい疑問を呈していたりしていたから。
事前に質問できたのはすごく良かったと思います。
zoom でも質問しやすくなっていてから
様々な質問に対して答える時間が十分にあったから。
先生方のそれぞれの研究内容などに絡めた質問と、それへの返答がとても興味深かったからです。
いろいろな考えを取り入れることができたから。
レベルの高い質問などがされていたから。
教授の質問が大変興味深く、討論の授業でいい質問をするための参考になった。

### 3：やや充実していた [理由など]

どの教授がどの分野の内容の話がされているのかが少しわかりづらく、混乱した。
質問者の質問も、発表者の受け答えも面白いものだった。
生徒側の質問の時間が少し短かった気がする。
自分の質問していた内容に近い話をしていただき、疑問が解消されたため。
質疑応答の時間がもっと多くてもよいと思った。
少し抽象的な質問に対して、四者四様の解答が得られたことが面白かったです。「非の打ちどころのない研究だと判断する基準は何か」という質問に対して、材料科学・理論物理は結果が客観的で確実な一方、生命科学などは議論を進めながら質を高めていくタイプのものだとわかりました。大学の研究発表会の雰囲気も味わえました。
研究者という職業に興味を持っていたため、実際の研究者の考えを聞くことができ、参考になったため。
他の教授のコメントを聞いたのは良いが、時間はなかったから
色々な意見、視点が得られた
重い質問を出す人も多く、周囲の人々のレベルの高さに刺激を受けました。
質疑応答の内容は十分だったが、時間が少し短いように感じられた。
学生に対しての質疑応答の時間が少し短いように感じられたが、内容としては充実したものだった。他の参加者の質問を聞いて、自分が動画を見たのでは気付くことができなかった疑問点について回答を得ることができ、ためになった。
時間が少なかったと思う。
事前の質問と当日 1.2 個の質問で十分だと感じた
研究への取り組みについてもきくことが出来たところが良かったです。
質問内容が高度で理解が追い付かない部分があった。
時間が少ないように思えた。

90分の授業中でしたので仕方ないとは思いますが、生徒からの質問の時間があまりとれなかったので残念だなと感じました。
理系学生が積極的に質問に行っていたので良かったと思った。
自分の中にはなかった考えなどを知ることが出来たから。
自分では思いつかなかった質問への回答も聞くことができたから。
質疑応答の時間はそれなりに確保されていたと思う。
時間が足りていなかったように感じたから
充実していたがもう少し質疑応答の時間があるとなおよいと思った。
時間がもう少しあってもよかった。
基本的に充実していたと思うが、オンライン参加でミュートを解除し発言するのに抵抗がある人もいたように思えた
スムーズな進行をしてくださっていたのですが、1時間半の時間では、短かったように感じたから。

**2：やや不十分だった [理由など]**

音声ラグがあったから。
質問に回答する時間がもう少しあるといいなと思いました。
そもそも質疑応答自体があまり好きではない。事前に質問を募集するやり方はとても良いと思った。
時間が短かったと思う。
個人宛の質疑応答の時間をもっととってほしかった。
名誉教授の方々の専門的な質問に関する回答が多く、理解しきれなかった。
少し時間不足な面が否めなかった。
時間配分がしっかりされていなかったため

**【質問7】教養への勉学意欲が刺激されましたか****4：非常に刺激された [理由など]**

自分の好きな分野だけでなく、苦手な理系教科も頑張ることで視野が広がっていくと思った。
分野横断的な教養を身につけることで、複眼的に問題を考えることができ、既存の解答よりもより良いものが得られる可能性があり、かつ深い人間性も身につけられることが分かったため。
さまざまな分野の内容を知ることができたから。確かに、文系なので「？」となる内容もあったが、その分野の最先端の内容を知ることができたことは素敵で、そして贅沢なことだと感じたから。
なにがどこでどう役に立つかわからないし、自分が将来生物化学について研究したくなかった時にこういった教養が手助けしてくれるかもしれないから。
自分の専門分野でないと苦手意識を持つこともあるが、他分野についても知識を持っておくことで、自分で研究する際の実験組み立てなどにも、広い視野を持って取り組むことができ重要であると感じることができたため。
理系分野だったので知らないことが多く、知的欲求が刺激された。
他の研究分野の人たちと連携することの重要性を理解することができました。
千葉先生のおっしゃっていた「その分野に詳しくない人の方が概念を分かりやすく説明できる」という話が印象的でした。自分な未知の分野にもチャレンジ精神をもって挑戦し精通することができれば、専門家たちの架け橋になれるのではないのでしょうか。そして山田先生の「分野が交錯するところで新たな観点が生まれる」という考え方は一般企業でも同様だと思います。教養学習を進めることで新たな着想を生むことができるようになりたいとも思えました。

山田先生のコメントでも、他の分野の知識がその分野の独創的な発想につながるという話があり、ほかの人と同じ考え方しかできない研究者ではなく独創的な研究者になるためにも、いろいろな分野のことを知ることが大切だと考えたため。
文系、理系を問わず学際的な知識が必要だと感じた。
研究者の生の話や、学生による質問から、自分のいる環境がいかに優れているかを再確認することができました。その環境を有効活用していきたいと思います。
若手の先生方の研究内容を知ることができ、自分も努力したいと思った。
異分野を結びつけることで研究を発展させている方々のお話を聞いたため。
最後の質疑応答がいちばん刺激になりました。具体的な内容については、最初の大塚さんの質問とそれへの応答が大変興味深かったです。専門分野の内容を一般の人に伝えるときの研究者の先生方の考えや経験を知ることができ、勉強になりました。
自分も何かについて詳しく研究してみたいと思いました。
昔興味があった分野の先生のお話を聞くことができたから
自分の専門外の分野に触れる事が、いつか、どこかで自分のやりたい事に対して意外な形で関わる可能性もあると感じた。高校までの文系・理系といった括りにとらわれず、様々な分野について理解を深め、教養を付けていきたい。
まだまだ知らないことが多く、文系であるからといって理系科目を怠ってはいけないと感じた。
普段は積極的に関わろうとしない分野のコロキウムに参加でき、高校時代苦手意識を持っていた理系分野に対しての面白さを発見、実感することができた。
自分の得意な分野に限らず、様々な分野に興味を持つことで自分の視野が広がると感じたため。
自分が質問した以外の質問でも、「言われれば確かになぜだろう」となり、新しい見方をすることができたから。
以前から学際的な研究に興味がありましたが、今回お話を伺ってより具体的なビジョンができたように思います。 教養、すなわち自分の専門とは異なる分野の知識がまわりまわって自分の専門に生きてくるという話は大変納得させられるものでした。"
今まで興味がなかった分野でも先生方のお話を聞いて他の分野も学んでみようと思ったからです。
自分は理科系だが、文化系の話も面白いと思った。
コロナのおかげで YouTube などに研究会の動画が上がっていると上野先生がおっしゃっていたので調べてみようと思ったから。
今知らないことの中にも、面白いことはたくさんあるとわかったので、様々なことに触れてみたいと思ったから。
今回私は、内容を理解できなかったことの方が多い中での ILAS コロキウムへの参加となったが、分かったところだけを切り取ってもいい勉強になったし、分からないなりに質疑応答を聞いていく中で何となく理解できた瞬間がとても新鮮だったから。
分からないこともあったが、自分とは全く違った考えで研究をしているということが感じられたので、学習意欲が湧きました。違った見方を知ることができたので面白かったです。
自分の教養が不足していると痛感した。
若い教授の講義を複数聞いて直接質問できる機会は珍しいため深い質問をしようと考えることができたから
非専門の一般の人にも向けた講義であったので、未知の分野の興味を持つきっかけになりました。
理系分野の最前線の研究とそこに至るまでの話を聞いて、いろいろな知識や経験が大切であることを改めて感じたからです。
専門外のことについて、知りたいと思ったから。
幅広い知識を持っている人間になりたいと感じたから。
総合知が独創性の鍵となることを理解したから。

**3 : やや刺激された [理由など]**

普段自分が接することの多い実学系の人たちではなく、学問的に精通した人の話を聞いて新鮮だったから。
様々な分野を知ることは大事だと思った。
来年度からの専修における自分の分野でも追及できるところまでしてみようと感じました。
自分の分野以外でも関心を持っている人たちが多くいたから
様々な知識を得ることに損は無いと思った
最初は自分には縁遠い理系分野の研究ばかりで、勉強意欲の刺激に繋がるのか、そもそも理解できるのかと不安があったが、質疑応答・全体討論を通して研究を進めていく方々の向学心を強く感じ、自分ももっと様々なことに興味・関心を抱いて勉強していきたいと思わされた。
自分の気になること(今回は特に宇宙)に関してはすごく興味深いことが多かった。
わからないところもありましたが聞いていて興味の湧く内容ではありました。
無理に刺激する必要はないと私は思うが、たとえば実際に分野横断によってインスピレーションが起こった経験などがあればすごいなと思うのではないかと感じた
様々な分野のことを知ることはとても有意義であると感じた。ちょっとしたことから独自性のあるアイデアが生まれるということで、自分にもたくさんの視点が取り入れられるようにしたいと思った。
さまざまな分野の知識があることで、自分の考え方や物の見方が広がると感じたため。
実際に大学で行われている具体的な研究を知る機会はなかなかないので、この機会にそれらに触れることで、改めて大学に通う意義を考えることができたから。
身近にこのようにすごい人たちがいるのだと感じ、自分も頑張りたいと思ったから
今まで講義で取ったことがない分野の先生のお話を聞くことができたので、様々な学問分野を通して新しい知識を得ることの楽しさが分かったから
専門以外の科目の勉強も大切と感じたから

**2 : あまり刺激されなかった [理由など]**

自分は文系であるが、内容が理系範囲であったために少し身が引けてしまった。
自分の専門とかけ離れすぎていて、そこまで刺激されなかった。

**1 : 特に刺激されなかった [理由など]**

理系科目には苦手意識があるから。
------------------

**【質問8】 専門への勉強意欲が刺激されましたか****4 : 非常に刺激された [理由など]**

これからの生活が豊かになるような研究の題材を探していきたいと思った。
文系理系と区別することは、問題が複雑化し様々な視点で検討することが必要になっている昨今ではあまり意味をなさないのかもしれないが、専門を身に着けなければ、複眼的な思考は難しく、かつ、身に着けることでそこから独自の解答を見出す可能性があると感じられたため。
自分の知らないことはまだまだあるのだと感じたから。また、それらが未来の発明へつながると考えると、小学校から学んできたことがここにつながるのか！と実感できるから。
テーマが非常に面白いものであった。
独自性のある研究をする、ということに対して、非常に大変そうである、自分にできるか不安である、といった感情を持っていたが、専門を今しっかりと学び、現在の最新の技術や研究を知ることによって独自性のある研究をできるようになると感じたため。
私も、自分の専門の研究分野を人にわかりやすく伝えてみたいと感じました。

山田先生のショートレクチャーや、今回のコロキウムの全体発表で、宇宙論の研究者のモチベーションを改めて感じる事ができたため。
学問は果てしないものだと感じた。
今回目の前で研究者を見て、専門家になることについて改めて考えました。新しい知見を目指して専門を勉強しようと思いました。
今日発表された方々は、結果的には少し違う分野を研究することとなっていたが、まずは一分野を極められた方々であったため、まずは私も法学を極めたいと考えたため。
自分の専門と重なる部分は少なかったが専門分野を極めた人のかっこよさが伝わった。
最先端の研究の内容を聞くのは興味深かった
最後の質疑応答がいちばん刺激になりました。具体的な内容については、最初の大塚さんの質問とそれへの応答が大変興味深かったです。専門分野の内容を一般の人に伝えるときの研究者の先生方の考えや経験を知ることができ、勉強になりました。
教養を付けると同時に、自分の専門と異なる領域の研究者に対して、私自身も良い刺激を与えられるように、専門科目に対する理解を深めていきたいと思いました。
各先生の研究への熱意が伝わってきたから。
自分の興味を突き詰めることの楽しさを知ったため。
専門分野の先達の方のお話を伺って自分の将来について考える良いきっかけになったと思います。
自分は化学科に在籍しているのでフラーレンについての講義をととても楽しく聞かせていただきましたが、この経験を生かして化学をより深く学んでいこうと思ったからです。
自身が研究をする立場になることが楽しみになった。
どんなに方向性の違う分野でも、どこかで何らかの形で関連しているということに改めて気づけたから。
各先生方の研究はかなり専門的で一回聞いただけでは理解しきれないところもありましたが、研究するとなるとそこまで細かく専門的に学べるということも感じたので専門的に勉強するのは面白そうだなと思いました。
講師の方々の研究への熱意が伝わってきた。
専門の道を極めている人の講義が魅力的で、専門性の高い学びに対しての憧れができたから
自分が学んでいない学問も面白さがある、と学べたから。
得た教養をどのように使って、専門を考えていくかを考える機会になった
聞いた話のみならず、自分の専門分野も極めようと思えたから。

### 3 : やや刺激された [理由など]

発表者それぞれが自分の専門の分野をひたすらに研究する姿勢が印象的だったから
理系科目のお話が多いので、自分の専門とは直接的にかかわることはない、と感じてしまった。
科学とはほとんど反対の分野を学ぶことになるかもしれませんが、研究に向けての考え方や姿勢を参考にしたいです。
文系なので専門分野の内容は全く違うが、研究への姿勢は学ぶことができた。
専攻分野の概念のみにとらわれない学際的で柔軟なアプローチを大事にしていきたいです。自分は経済学専攻ですが、心理学・統計学・機械学習など様々な分野の知見を深めていきたいと思いました。
全員が自分の分野に意欲を持って向き合っていることが分かる発表だったから
ある分野を極めることでまた別の分野の新たな視点も得られると思った
自分の専門分野以外の視野を広げるきっかけになった。
他に研究している人がいないような独創的・専門的な研究を行う人達の考え方を知り、自分がその分野に初めて足を踏み入れて解明していくことの達成感、充実度がこちらにも伝わってきた。
自分も何か研究してみたいと思いました。
所々経済にも関連しそうなお話もあったから



専門のことを極めることは楽しいことなんだとお話を聞いて感じた。
専門分野への関わりは薄かったものの、分野を問わず「研究すること」には夢やロマンのあることだと認識し、勉学意欲がました。
自分の研究を説明している先生方の姿を見て、研究自体にも興味を持てるようになったから。
自分の進みたい専門分野についての話題はありませんでしたが大変有意義な時間でした。
柿沼先生が暴露地域でもお金がある地域とない地域で影響が変化するとおっしゃっていたので経済と環境問題が繋がると感じたから。
独創的な研究をするため、常に研究のことを考えているというのがすごいと思ったから。
私も私の専門科目に対して、さらなる興味が湧いたから
様々な分野に横断的にまたがるような研究を、自分でも発見できたらいいなと思いました。
専門はやはり面白いと再認識したから

**2：あまり刺激されなかった [理由など]**

自分は文系であるが、内容が理系範囲であったために少し身が引けてしまった。
私は法学部なので、法的な専門への勉学意欲が刺激されたわけではないが、上記の通り教養への勉学意欲は刺激された。
まずはもう少し基礎の段階からの勉学が自分には必要だと感じた。
自分の専門とかけ離れすぎていて、そこまで刺激されなかった。
文系学部なので仕方ないとは思いますが。
自身は文系なので、直接専門への意欲には繋がらないと感じた。
法学との関連がいまいち見つからなかった。
私は文学部に所属しているので、文系の専門のお話も聞いてみたかった。
専門分野が異なるが、専門を極めることの面白さを感じたから。
今回の講義において、自分の専門の分野が取り扱われていなかったから。

**1：特に刺激されなかった [理由など]**

自身の専門に関する話は全くなかったから。
分野が全く異なるため
理系の学部ではないから。
誰でもわかるように解説していただいたので、専門的な理解には踏み込めなかった。

**【質問9】ILAS コロキウム継続開催の必要性を感じましたか****4：継続してほしい [理由など]**

文系の学生などは大学の理系の先生方がどのような研究をされているかに触れる機会は少ないと思うから。
コロキウムが無ければ、経済学部の自分が理系の研究の最新状況を知ることはなく、教養を身に着けるきっかけを得ることはなかったと感じられるため。
全学教育では、単位数上どうしても学べる内容に限られるが、このように他の分野へも一步を踏みこんでみるのはいい経験だと感じたから。
特に理系の方にとっては、自分の将来にとって有意義なものであると思うから。

研究者の方とお話ができる機会は必要だと感じました。
生徒の質疑応答を聞くと、研究に興味を持っている方々が多いなと感じたから。
現在の最先端の技術や研究を、このような機会を作ってもらうことで知ることができ、これがさらに勉強への意欲に繋がったり、自分の興味関心を刺激されたりするので、必要だと感じるため。
特に理系に興味がある人にはよいと思う
たくさんの人々に先端の研究
今回は受講科目の置き換えとして参加しましたが、専門性の高い内容であったり全く知らない分野の内容であったりしても、事前の動画のように簡単にまとめていただけると飲み込みやすかったです。研究者の目線での物事の見方を知るのにもいい機会になると思うので継続してほしいと感じます。
その専門分野を目指す人にとってはとても良い刺激になると思った。
ショートレクチャーで他分野の多くの興味深い研究を知ることができ、全体討論では実際の研究者の素の考え方や、他の生徒の興味深い質問に触れることができるため。
勉強の意欲が刺激されるから
普段は中々話を聞くことができない方々の話を聞くことができたから。
研究者とのコミュニケーションの時間は素晴らしいものだと思います。
若手の先生方の研究を知る切っ掛けになると思う。
勉強や本を読むきっかけにはなりそうだと感じました
他の分野の学際研究について講話を聴く機会は貴重だと思います。
文系の自分でも勉強になる点がありました(特に最後の質疑応答の場面です)。
専門性の高いものを見れるのはいいと思う
自分の知らない学問分野のフロンラインを走る研究者の方々のお話を聞いて、そして様々な専門分野で活躍される研究者の方々の対話が、非常に良い刺激になるから。
普段自分なら興味がなくて聞かないような話を聞くことができ、知識が広がる感じがしたため。
様々な分野の先生方が集まり、自分の専門にかかわらず意見を交えるところに参加でき、また、学生の身分でその先生方に質問し、意見をいえる機会は貴重な者であり、是非継続してほしいと感じた。
様々な分野の先生方が集まる場に、学部生のうちに参加することは、とても意義のあることだから。
様々な内容を学べるだけでなく、新たな視点も得られるから
次回もあればぜひ参加したいです。
研究職に就きたい学生にためになると思うから。
参加しなければ知ることができないであろう分野や研究について触れることができ、自分の興味関心について向き合うことができるし、自分の視野も広がるから。
自分の学部以外の専門的な分野を学ぶ機会は多くないので、これからも継続する意味はあると考える。
自分とは違った観点のお話を聞くことができるのでぜひ継続してほしいと思います。もともと興味がなくても、お話を聞いてこういうのもあるんだと新鮮な気持ちになれますし、分野は違っても、自分が研究するとなった時にきっと生きてくると思いました。
若い教授の講義を複数聞いて直接質問できるこのような機会は非常に貴重かつ得るものが多いと感じたから
私は今回傾聴したどの講義においても専門的な知識はないのですが、非専門的な人へ向けた説明をしてくださったり、その講義における考え方を教えてくださったのは貴重な体験だと思いました。
自分で講義を取ったことがない、あるいは取る予定がない先生のお話を聞けるから。一回の講演で、様々な学問分野からの視点を知ることができるから。
複数の先生方のお話や先生同士の対話を聞くことで、教養をより身につけたいという思いや研究に対する意欲が刺激されるからです。
題目・時間を増やしての開催が望ましい。
研究への興味や実際の状況が聞けるから

学生のためになるから。
教養の大切さを感じたから。

**3：どちらかと言えばしてほしい [理由など]**

複数の教授に何でも聞ける機会は、人によってはとても貴重だから。
このような場を設けていただくと生徒の勉学への意欲がわくと思う
文理の区別なく最先端の研究について、研究者の方々の思考プロセスとともに学ぶことができるのはとても有益だと考えました。抽象的な質問に対しても、質問意図をかみ砕きながら的確に回答していただいたのが印象的でした。
興味のある人にとっては有益な知識が得られる良い機会だと思った
理系の人達は自分の将来の選択肢が広まり、興味を持つ分野についての話を伺えるのはもちろん、文系である自分たちにとってはこのような話を聞けること自体貴重なものであり、非常に良い機会であると感じることができた。
文系の学生も、理系分野に興味を持つきっかけとなると思う。
自分の興味ある分野がない人もいたと思うのもっと幅広い分野での開催のために回数を重ねても良いと思った。
個人的には楽しかったし、さまざまな分野の研究を知る良い機会であると感じた
研究員の方の話聞くことが出来る貴重な機会となったから。
学習意欲が掻き立てられる人は多いと思ったから
専門的な内容であったため、文系である私にとっては理解が難しかった。理系生徒にとって有意義であったならば継続開催の必要があると思う。
今回は内容が全体的に理系向きの物であったため、文系向きの内容のものが開催されたらいいなとも思った。
様々な分野の先生方のお話を聞くことは視野を広げることにつながると思うからです。
とても充実したコロキウムだった。
特に文系の人間は、こういった研究や知識に触れる機会が少なく、自分で学ぶにはハードルが高い内容についても知ることが出来るから。
自分の知らない分野にも興味を持つ機会としてとても良いと思ったから。
このように専門の研究を学部生に対してわかりやすく説明してもらえる機会はなかなかないのでから。
対象者の範囲と内容の難易度をもう少しかみ合わせた方が学生に広く参加してもらえるのではないかと考えたが、文系の立場からするとめったにない貴重な機会だから。
文系科目についても開催してほしいから
文系のテーマの講義も受けてみたいです。
学会でどのようなことが行われているか、を伝えることは、新入生にとって大きな刺激となるから。

**2：どちらかと言えばしなくて良い [理由など]**

理系学生にとっては有意義かもしれないが、文系学生にとっては苦痛になりかねない また、専門的過ぎて文系学生にとっては難しいと思われる"
---

**【自由記述欄】 全体的な感想、疑問、ご意見など、何でも自由にお書きください**

授業にて出席するように連絡を受けたため、参加したが、参加者の方の質問は自分は持ち合わせていないような視点からの質問で、多くの発見が得れた。
ありがとうございました。
深めれば深めるほど、色々な発見が得られることを学んだ。"
今回の講義で、現代では文理の枠に囚われない教養が必要だと感じられた。

<p>普段自分がふれられない分野についての話を聞くことができ大変に興味深かったです。今後も教養教育を重んじつつ、専門分野を探求していこうと思います。ありがとうございました。</p>
<p>どの研究も、研究結果が出るまで膨大な時間がかかる可能性があり、実験や計算を繰り返すことは本当に大変なことにように思いますので、それでも研究に打ち込めるのは私にとって大変驚くべきことです。そこまでの意欲と努力できる力が研究者にとって大切なのかなと思いました。質疑応答の時間を通して、自分が発見したことを周りの人に伝えようという気持ちも大事なのかなと思いました。</p>
<p>レクチャー動画内では触れられなかった部分を詳しく深掘していたので、聞いていて面白かった。</p>
<p>生徒からの質問一覧などが予め参加者全員で共有されていればよりわかりやすくなったと思います。とはいえ普段触れることのない分野のお話も伺うことができ貴重な体験となりました。ありがとうございました。</p>
<p>研究者の先生方の、研究に対する姿勢など大切なことを知ることができたと思います。貴重な機会を頂きありがとうございました。</p>
<p>自分が専攻する分野にとらわれず、色んなことも知ってみたいと思うようになった。</p>
<p>他にもこのように最先端の内容を知ることができたり、刺激を受けることができたりする機会があれば、積極的に参加したいと思った。</p>
<p>研究についての話が興味深かったことに加え、他分野の研究について触れることで、教養として幅広い知識を得ることが、ひいては自分の分野に活かせることに気づきました。難解な内容があったりしましたが、研究に向かうにあたっての考え方、姿勢などは学ぶ点が多く、有意義な時間を過ごせました。"</p>
<p>一つの講義では収まりきれないほど濃密な</p>
<p>文系の学生には少し難しいところがあったが、聴いていて面白かった。</p>
<p>物理学や材料科学など、自分が普段学習しないようなことを学ぶことができました。他の分野の人たちにも意見をもらいながら研究を進めることの重要性を理解できました。また、1年生のうちから研究に関心を持つのはとても良いことだと感じました。</p>
<p>専門家の討論会を見る機会はなかなかないので面白かったです。</p>
<p>山田先生、柿沼先生、千葉先生、上野先生、本日は最先端分野からの貴重なお話をありがとうございました。特に、先生方の問題に対するアプローチをこれから学問する上での参考にさせていただきたいと思います。</p>
<p>高校までの学習とは全く異なる「研究」の様子がわかって面白かった。これから具体的にどんなことをするのか少しわかった。このセミナーを、今ではなく、入学したときに受けたかった。</p>
<p>質問に対する回答をする時間は十分にはないので、ショートレクチャーの質問を踏まえてのまとまった内容の短い講義があるとよいのではないかと思います。</p>
<p>個人的には上野先生の話をもっと聞いてみたいと思っていて、友達も山田先生の話が聞き足りなかったと言っていたので、コロナ禍では難しいかもしれませんが、個人に質問をしやすい時間を設けてくれるとありがたいです。</p>
<p>先生が先生に質問するというのがさらに専門的な話に繋がり面白かったです。スライドがなかったので少しわかりにくい点もありましたが、同級生の質問で、こういうことを考えてるんだ、といった発見もあったので良い時間になりました。</p>
<p>最も印象に残ったのは、研究者から研究者への質問です。大学入学までは、質問というものは学生から先生へ一方通行になりやすいものでした。ですが今回のように研究者が研究者へ質問をする様子はまさに「学問をしている」という感じがして印象に残りました。</p>
<p>自分の専門分野以外の研究を知ることができ、興味関心を広げるきっかけになった。</p>
<p>研究者の方々の自分が興味を持った独自の分野への研究に踏み込んでいく姿勢や、参加者の知識欲・向学心に刺激され、自分ももっと学ばなければならない、自分が全力を尽くして学びたいと思える分野を早く見つけなければならないと思える良い機会となりました。90分という短い時間では少し物足りなく感じましたが、様々な分野の方々の、様々な視点からの貴重なお話を伺うことができ良かったです。</p>
<p>動画内でのお話は分かりやすかったが、当日のお話は専門用語が多く、あまり理解できなかったため、自分の知識不足を感じた。</p>
<p>趣旨とは異なるかもしれないが、学生同士で話し合える場があるとよいのではないかと感じた</p>
<p>私は授業で先生からの紹介があったため参加できましたが、他の授業の学生さんは（参加したくても）もしかするとこのコロキウムの存在そのものを知らなかったかもしれないとも思いました。目につきやすいところに掲示などをして存在を知ってもらえると、もっと多くの人が参加でき、活発な議論ができるのではないかと思います！</p>

面白かったです。
大学で何を研究するのか、自分の中での目的や目標を見失いかけていた部分もありました。今回様々な分野で精力的に活動されている研究者のお話を聞いて、そのモチベーションを取り戻した気がしました。東北大学が総合大学であることの強みを生かして、自分の専門としたい領域に閉じこもるだけでなく、他の様々な学問領域の分野の先生方の話を聞いて、深めていきたいと考えます。
様々な研究者の方のお話を聴くことができ貴重な機会だった。
様々な専門の方のお話を聞いて楽しかったです
学祭的アプローチに関して、様々なことを学ぶことができた。今まで自分の興味のない分野には関わろうと思わなかったが、これからは少しだけでも話を聞いてみようというように考えられるようになった。
興味をひかれたものの内容が難しく理解が追い付かなかったものがあるので、自分でももう少し易しいところから調べてみたいと思った。
研究のおもしろさというのは講師の先生方からとても伝わってきたが、内容については自分の基礎知識がなさ過ぎて理解できた部分が少なかったように思う。文系の講師の方でこのようなコロキウムがあれば、より内容についても理解が出来たのではないかなと思う。総じてよい体験をさせてもらえたため、これからも開催していただきたいとおもう。
「学際的」という言葉を大学に入学してから、様々なところで聞くが、今回の ILAS コロキウムは、「学際的」とはどのようなことかをはっきりと理解する良い機会となった。
それぞれの先生の熱意が伝わってきて、とても刺激を受けました。特に、いろいろな分野の知識を得ておくことが独創的な視点や研究につながるというお話が印象的で、これから自分の分野にとらわれず幅広く勉強していく必要があると強く感じました。そのためにも、今回のような文系理系問わず参加できるような教養教育の場が今後も継続・拡大していくことを願っています。貴重な学びの場を与えていただき、本当にありがとうございました。
時間の都合上仕方ないかもしれませんが、個人的にはもっと踏み込んだ専門的なお話も伺いたかったです。次はぜひ文系バージョンも開催して頂きたいです。
未熟な自分にとって難しい話題が多く、理解するのに必死でしたがとても有意義な時間を過ごせたと考えています。
今回の講義を通して理系の話も聞くことができよかったです。私は文系なのですが普段授業も周りの環境も理系の話を耳にすることはほぼないのでとても新鮮で面白かったです。理系の研究もすごい興味をそそられました。
今回は全体に向けての形だったが、自分は興味がある研究者のところに行って集まった人たちでその研究テーマの議論をする形を想像していた。
普段はハードルが高いと感じて避けていた、理系に関するお話を聞いて面白かったです。
講義の難易度がちょうど良く、どちらの授業でも、興味を引き出しながら、専門知識と概念をわかりやすく説明されていますので、良かったと思います。
キネシンや分子の話聞いて研究は割と偶然の産物だと感じて驚いた。私の専門である経済の研究はどんなことをするのかまだ想像がつかないので調べてみたいと思った。
独創的な研究について聞く事ができて面白かったです。ありがとうございました。
限られた時間の中ではありましたが、わかりやすく説明していただけたのでとても貴重な時間となりました。
ショートレクチャーや質疑応答を通して、どのような研究が行われているかや、独創的な研究を行う上で必要なことを知ることができて良かった。理系の内容だったため少々難しく感じたが、文系の私にも興味を持てる内容だった。
自分の専門分野だけでなく異分野にも目を向ける必要性について多くの先生方が仰っていたので、2年次からは学部の強化が中心となってくると思うがその中でも様々な分野に関心を持ちながら生活していきたいと感じた。また、今学んでいる全学教育科目で身に着けた教養を生かしていきたいと思った。
普段なかなか聞くことができない研究のお話が聞いて面白かった。機会があれば今度は文系の研究をされている先生のお話を聞いてみたい。
オンライン上では討論の音声がよく聞き取れないこともあったのでそれが改善されればより内容が理解しやすくなると感じた。
生徒からの質問は事前に募集しているのだから、答える側もどの質問にどのように答えるのかをあらかじめ準備しておけば、もっとスムーズに進んだと思う。

<p>授業とは違った面白さがあり、参加してよかったと思いました。各先生方のお話はかなり専門的で、このような観点から研究できるんだと新たに学ぶことが多かったですし、今まで自分が目をあまり向けてこなかった分野のお話も聞けて、新鮮な気持ちになりました。研究を発表するときの決め手など、研究の実態も垣間見れたようで面白かったです。</p>
<p>私は文系ですが、どの講師の方々の説明もわかりやすかったですし、何より自身の研究に対する熱意と誇りを強く感じました。今回のコロキウムのテーマにあるように、研究の魅力や面白さを感じるいい機会になったと思います。討論に参加されていた教授陣の方々の質問力にも大変驚かされ、自分も教養や質問力をもっと養っていかなければならないと痛感しました。今回の講義の中では上野先生の話にあった、常識や当たり前を疑う姿勢を持つことの大切さが一番心に残りました。これからより専門的なことを学んでいき上でこの姿勢を常に心がけていこうと思います。今回は貴重な機会をいただきありがとうございました。</p>
<p>教養教育は1-2年次の全期、および3-4年次の随時に行われるのがよい。ちょうど東京大学の前期課程教養学部、後期教養教育のように「知のプロフェッショナル」の根幹をなすものとして大いに振興・拡充すべきである。</p>
<p>貴重な機会を体験することができて嬉しかったです。ありがとうございました。</p>
<p>これまでのアンケートの回答でも何度か書いたが、講義で取ったことのない学問分野の先生の話聞いて、新しい知識を身に着けることができた。 また、研究そのものについて、様々な学問の視点から考えるのが面白かった。</p>
<p>自分の専門ではない分野を知る良い機会になりました。違いや共通点を発見することができました。</p>
<p>今現在、後期の授業で習っている内容と近い内容もあったりしてより理解が深まりました。また、具体的な研究の話や研究自体に関する考え方も面白かったです。</p>
<p>今回は理系分野が主だったので、文系分野についても開催してほしい。</p>
<p>非常に有意義な時間でした。ありがとうございました。</p>
<p>いろいろな立場の、研究者や教授が、どのような考え方をしているかを学ぶ、とても有意義なものであった。</p>

2021 年度 教養教育院セミナー報告

教養教育特別セミナー

パンデミックの時代を生きる

ILAS コロキウム

研究がおもしろい！ —未踏への挑戦—

---

2022 年 6 月 発行

**東北大学教養教育院** 高度教養教育・学生支援機構

Institute of Liberal Arts and Sciences

e-mail [ilas@grp.tohoku.ac.jp](mailto:ilas@grp.tohoku.ac.jp)

<http://www.las.tohoku.ac.jp>