

ショートレクチャー：暴力はなぜ起こるのか？—あなたの知らないあなたの存在— 学生からの質問・コメントと荒井 崇史 准教授からの回答一覧	
コメント	<p>オンラインゲーム等によく見られる、試合に負けた際について感情的になって机などを叩く等の行為は、ゲームの中で暴力的行為や武器を眺めることで暴力概念が刺激されるというプライミング効果、武器効果によるものであるのかと納得できました。</p>
回答	<p>ご指摘の通り、暴力的な描写の視聴による概念活性が、その後の暴力の発現に関与している可能性は長年指摘されています。一方、「試合に負けた際について感情的になって…」という部分に付け加えるならば、怒り（ネガティブ感情）のコントロールが上手であれば、実は概念活性していても暴力行為にまでは至らないと考えられます。熟慮システムと衝動システムとは完全に独立しているわけではなく、少しでも意識的な過程が関与する余地がある（つまり、適切に怒りがコントロールできていれば）衝動システムを抑えることは可能であると考えられています。</p>
質問	<p>暴力が起こるプロセスを解明することは今後の殺傷事件の抑制などに効果があると思いますが、そのプロセスを解明した上で、そこに具体的にどのようなアプローチをすると暴力の衝動が抑えられるのでしょうか。</p>
回答	<p>熟慮システムは意識的な認知過程であり、意識（認知）に働きかけるような介入（例えば、認知行動療法などの心理療法）が考えられると思います。一方、衝動システムは自動的な認知過程（スクリプトやスキーマなどの活性）に働きかける必要があります。スキーマやスクリプトを修正することは容易ではないですが、何度も繰り返して概念連合を修正するような方法が効果があるかもしれません。なお、衝動システムを駆動する前提として、怒りなどの強烈なネガティブ感情が関与していることが多く、熟慮システムが駆動する前に怒りなどのネガティブな感情をコントロールする必要があります。</p>
コメント	<p>今回の授業で、「暴力はなぜ起こるのか」ということに対して、心理と生理的な仕組みを紹介していた。そして「幼少期から暴力を振るうことは悪いことであると強く教え込まれる」ということがあったとしても、攻撃概念活性化を避けられないと分かった。しかし、それは今まで観察された暴力を形成する転換点であり、感情と暴力という行為の繋がりとして「暴力は無意識における自衛システム」に対して興味を持っている。</p>
回答	<p>攻撃概念がいかにつくられるかは、幼少期からの観察や学習が関与しているのはその通りだと思います。ただし、攻撃概念と悪いことという結びつき、攻撃概念と不快という結びつきが強ければ、たとえ攻撃概念が活性化しても暴力を振るうことには至らないと考えられます。</p>

質問	<p>将来、暴力のない未来は訪れるとお考えですか。暴力をなくすためには、具体的にどのような方法や取り組みがあるとお考えですか。</p>
回答	<p>暴力のない未来を達成するのはかなり難しい、もしくは非常に時間がかかると思います。理由としては、暴力（暴力性）は、生物としての生存に関わるものであり、簡単になくすことはできないからです。例えば、暴漢から身を守るためには、抵抗する必要があるかもしれません。その場合、生物としては暴力を振るえる方が生存の可能性が高くなります。積極的に暴力を用いないとしても、必要な場合に暴力を振るえる方が生存の可能性が高くなるならば、進化論的に考えて、暴力（暴力性）を人間から完全になくすことは難しいと思われる。ただし、暴力（暴力性）を完全になくすことはできなくても、減らすことは可能であると思います。例えば、スティーブン・ピンカーは「暴力の人類史」の中で、近代は人類史上、最も暴力が少ないと指摘しています。暴力は他者との関係性において生じるものである以上、暴力を選択肢として排除するような社会的成熟が必要であると考えられます。また、私の研究から考えると、人間が仮に暴力性（暴力）を持っていたとしても、それが顕現する（顕現化しやすい）情報処理を是正することができるのではないかと考えています。</p>
質問	<p>幼少期の頃の不快と暴力の結びつきが強い人は衝動的に暴力を振るうことはない、とまでは言えないと思いますが、結びつきが強くても衝動的に暴力を振るってしまう人は幼少期に教え込まれた不快を超えた外部からの刺激を受けたから暴力を振るってしまうのでしょうか？ そうだとしたら、事前の暴力概念の活性化や突発的な刺激と幼い頃の教育による暴力と不快の結びつきには優劣関係があるわけではなく、何かしらの基準でどちらが優先されるかが決まり、その結果その後の行動が変化する、ということでしょうか？ その基準の判断はどのように行われているのでしょうか？</p>
回答	<p>>結びつきが強くても衝動的に暴力を振るってしまう人は幼少期に教え込まれた不快を超えた外部からの刺激を受けたから暴力を振るってしまうのでしょうか？</p> <p>という点に関して、「不快を超えた外部からの刺激」によって暴力（行動）が生じるとは思えません。なぜならば、自動的過程では、行動を誘導する何らかの内的な状態を想定する必要があるからです（内的に何も生じずに、外部刺激によって行動が起こるとすれば、それは反射になります）。このように考えると、何らかの基準でどちらかが優先されるという考えにはならないように思います。</p>

<p>質問</p>	<p>衝動的な暴力によって収監されている人たちには感情のコントロールが必要というお話でしたが、犯罪を犯していない人たち（我々も含めて）でも感情のコントロールはできるわけではないというお話もありました。衝動的な暴力を起こす人と起こさない人の違いは、幼い頃の不快と暴力の結びつきにある、というお話だったと思うのですが、衝動により犯罪を起こす人たちはそうでない人たちに比べ感情のコントロールも足りていないのですか？ そうだとすれば、感情のコントロールができないから衝動的行動を起こしてしまう、という話になると思うのですが、犯罪者だろうと共感性があるので、他者に苦痛を意識的に与えるのが難しい、だからこそ外部からの刺激によって起こる自動的な衝動的行動が犯罪発生には鍵になる、加えてそこに暴力が入るかどうかは幼い頃の不快と暴力の結びつきの強さによる、という話と食い違うのではないですか？ この理解で論を進めると、衝動的な行動で犯罪を起こす可能性は、感情のコントロールを完璧にできるわけでもない我々は外部からの刺激次第で誰にでも存在する、感情のコントロールができないことを前提にして暴力と不快の結びつきを強くするための教育的アプローチなど自動化された行動スキーマに暴力が入らなくなるような対策が必要、という話になると思うのですが。</p>
<p>回答</p>	<p>衝動システムによって暴力を振るう場合には、その前段階に、熟慮システムを抑制するような強烈なネガティブ感情が必要です。従って、感情のコントロールが難しい人ほど、衝動システムによって行動が生じる可能性が高くなります。</p> <p>ここでおそらく上手くお伝えできていないと思われるのが、「衝動システムが生じるには、強烈な感情が必要である」ということです。熟慮システムは、基本的には衝動システムを抑制するように作用します（「相手が苦痛に感じるから暴力を振るわないようにしよう」と考えるの（つまり、共感性）は熟慮システムによる抑制です）。これを踏まえて、行動までの過程を考えると、外的な刺激の知覚（葛藤の知覚）によって強烈なネガティブ感情（例えば、怒り）が生じる→熟慮システムが抑制され、衝動システムが起動する→概念活性（スクリプトやスキーマの活性）→暴力行動という過程をたどることになります。ただし、「概念活性」の部分で、暴力と不快の結びつきが強ければ、暴力行動は抑制されるのではないかというのが、今回お伝えしたことです。</p> <p>なお、感情のコントロールというのは、感情が起こらないことではありません。感情が起こったときにそれを適切に処理できるかどうかということです。ですので、感情のコントロールができないことを前提にすべきではなく、感情のコントロールができるようにトレーニングすることも必要であり、それが衝動システムの発動を抑制することにつながるわけです。</p>
<p>質問</p>	<p>計画的な犯行など、意識的に犯罪を起こす人はそうではない人たちと比べ何が違うのでしょうか？ 幼い頃からの暴力と不快の結びつきが弱い、という理由もあるとは思いますが、そのほかに何か心理学の観点から見て決定的な違いというものはあるのでしょうか？</p>
<p>回答</p>	<p>決定的な違いがあるのかどうかは、現在でもわかっていません。おそらく多くの犯罪者（この場合、一過的に犯罪を行うようなタイプの犯罪者）は、我々一般人とそれほど大きく違いがないのではないかと考えられています（つまり、環境的な要因が犯罪の発生において重要ということ）。一方、ごく一部の犯罪者、特に幼少期から問題行為を行い、一生涯犯罪を止められないようなタイプの犯罪者には、器質的な原因がある可能性が指摘されています（つまりは、脳の機能的、構造的な問題ということ）です。</p>

<p>質問</p>	<p>私は暴力を振るわれた経験があり、自分の感情が先に立って冷静に客観的に暴力がどのような時に起こってしまうのかを考えてこれなかったため、今回のお話は興味深かったです。</p> <p>幾つか質問があります。暴力や犯罪についてどのようにして研究を行っているのでしょうか。人に聞いて調査をする場合、暴力や犯罪の経験は他の人に話しにくい話題だと思えます。それゆえ、事実とは異なる回答が得られるケースが時に生じてしまうのではないかと疑問に思ったのですが、荒井さんはこれについてどのように思われますか。加えて、このテーマで調査や研究を進めていく上で難しいことがあればお聞きしたいです。</p>
<p>回答</p>	<p>ご指摘の通り、攻撃行動や暴力のようなネガティブな行為の研究を行う場合、一般の方を対象に研究を行うと、社会的に望ましい方向に結果が偏ることが知られています。これは難しい問題で、攻撃行動の研究をする時には、毎回頭を悩ませます。実際に行うのは、例えば、社会的に容認できるレベルの攻撃行動を扱うなど攻撃行動の指標を工夫したり、指標を測定する前に挑発を行うことで攻撃行動が生起しやすくするというようなことを行います。当然、いずれも倫理的に許される範囲でしかできませんので、実際に身体的暴力を振るうということは、厳密には実験で再現することはできません。</p> <p>そのため、因果は逆になってしまいましたが、米国などでは、暴力的な事件で既に矯正施設に収監されている受刑者に研究に参加してもらい、どのような特徴があるのかを調べる方法がとられています。ただし、日本では、保守的な雰囲気が高く、法務省外の研究者が受刑者の研究をすることは、(実務家とつながりがよほど強い研究者でなければ)ほぼ不可能です。攻撃行動、特に暴力の問題は社会的にも大きな問題であるにもかかわらず、日本では研究をすること自体が困難であり、研究知見も欧米に頼るほかありません。ぜひ、これから社会に巣立つ皆さんに公官庁に入庁していただき、現状を変えてエビデンスに基づく政策ができるようなシステムを作り上げていただきたいところです。</p>
<p>コメント</p>	<p>熟慮システム、衝動システムで暴力を振るう人と暴力 IAT の数値の関係が気になります。怒りの感情により衝動的暴力を振るうこともあるが、怒りから熟慮システムが採用されることもあるのではないかと思った。</p>
<p>回答</p>	<p>「怒りから熟慮システムが採用されることもあるのではないか」というご意見ですが、これは一部ご指摘の通りであると思えます。特に、比較的マイルドな怒りの場合、熟慮システムを通した暴力行動が起こることはあり得ると思えます。一方、怒りの強度が非常に強い場合には、衝動システムから行為が生じると考えて差支えないと思えます。例えば、「怒りで頭が真っ白になる」という状態を考えてみるとわかりやすいと思えますが、非常に強い怒り感情(憤怒)を感じている時に冷静に考えることはほぼ不可能だからです。ただし、少し「時間軸」を長くとらえると、話は少し変わってきます。つまり、葛藤を知覚した際に瞬間的な怒りが生じたとしても、長期的には怒りは減衰し、冷静に考えて攻撃行動を発動することが可能になると考えられます。少しややこしい説明になりましたが、熟慮システムと衝動システムの関係は、それほど単純ではないということですね。</p>

<p>質問</p>	<p>近年、サイコパスという言葉をよく聞くようになった気がするのですが、具体的なサイコパスの定義みたいなものを詳しく教えていただきたいです。</p>
<p>回答</p>	<p>サイコパス (Psychopath) は、学術的には、サイコパシー (Psychopathy) というパーソナリティ特性を強く持った人物の臨床像を指します。したがって、巷で言われるような、「殺人犯=サイコパス」とは必ずしも言えません。つまり、サイコパシーが高い殺人犯もいれば、低い殺人犯もいるということです。逆に、犯罪をしていない一般人にも、サイコパシーが高い人と低い人がいることが指摘されています（これをサクセスフル・サイコパスということがあり、CEO や弁護士、報道関係などはサイコパシーが高い非犯罪者などと言われます）。このことからわかる通り、サイコパシーが高いからと言って全員が犯罪者になるとは限りません。</p> <p>なお、サイコパシーには、一次性サイコパシー、二次性サイコパシーという二つの特徴があります。一次性サイコパシーは、感情・対人関係面での特徴で、利己性、共感性や罪悪感の欠如、感情が浅薄であり、ずるく、ごまかしが得意といった特徴を示します。一方、二次性サイコパシーは社会的異常性を表し、衝動的行動や刺激希求性、幼少期からの問題行動に特徴づけられます。なお、近年では、社会的に嫌悪されるパーソナリティをまとめてダークトライアド (Dark Triad) ということがあり、サイコパシーはその一端を担います（他には、マキャベリアニズム、ナルシシズム）。</p>
<p>質問</p>	<p>サブリミナル効果も、非意識的な概念連合が人間の行動に影響を与えているということですか。</p>
<p>回答</p>	<p>はい。その通りです。なお、一般的に知られている映画館の逸話（映画の間にポップコーンとコーラを闕下提示すると、ポップコーンとコーラの売り上げが増加するという話）は、実際に実験でそのような現象が起こることを示したわけではないようです。一方では、国旗掲揚（普段は意識して見ることがないという意味で闕下（サブリミナル））がその後の投票行動に影響するだとか、高齢者に関連する単語を高速で提示すると（意識上では早すぎて見えないという意味で闕下（サブリミナル））、単語が見えていなくてもその後の行動がゆっくりになる等、非意識的な概念連合が人間の行動に影響するという研究はたくさんあるようです。</p>

ショートレクチャー：タンパク質の形（構造）を知ろう！ 学生からの質問・コメントと奥村 正樹 准教授からの回答一覧	
質問	他国の協力があって現在の研究が進められているとおっしゃっていましたが、大学生の時に国際的な活動（留学など）はどのようなことをしていましたか？
回答	学部生の際は、特に国際活動はしていませんでしたが、院生の際には自分の研究対象と関連する英語の原著論文をたくさん読みました。私自身様々な英語原著論文を publish すると国際的な会合で認知され、そこで輪が広まっていったと思います。重要なことは、語学力だけでなく、研究を通じた自己の哲学を磨くことも重要で、哲学は国越えて信頼関係を構築する上で重要であったかと思います。あくまで私は研究者ですので、言葉を流暢に話すことに重きを置くというよりは、良いサイエンスをじっくりと達成し、研究者として自己研鑽を積むことの方が重要に思います。その際には、最も重要なことは探求心ですね。
質問	シャペロンネットワークがなぜ生物種を超えて共通のものであるのかお伺いしたいです。
回答	シャペロンの研究は原核生物から真核生物までこれまで研究されてきて、非常に多くのシャペロンが同定されてきました。我々生体内では機能する蛋白質として天然構造を取らないと、凝集の蓄積だけでなく、様々な疾患を引き起こします。これを細胞で検証してみると、幾つかの、もしくはたった一つのシャペロンの遺伝子を潰すだけで細胞死を引き起こします。これは、原核や真核でも報告されており、蛋白質の凝集を抑えるシステムが生物を越えて保存されてきたことを暗に意味します。
質問	ストレス応答のしくみについて、気になったのでもう少し詳しく教えて欲しいです。
回答	ストレスと言っても多くのストレスがあります。例えば、酸化ストレス、イオンが不足することによって生じるストレス、蛋白質構造異常体の蓄積によるストレスがあります。ミスフォールド蛋白質の蓄積と呼応するストレスについて言及すると、我々の細胞内でミスフォールド蛋白質が蓄積するとシャペロンの発現量を増やす小胞体ストレス応答という現象があります。これは、ストレスセンサーがミスフォールド蛋白質の量を検知することで、シャペロンの mRNA 量を増やすことで、区画内シャペロンの濃度を上げ、ストレスが緩和するとシャペロン発現量が減り、通常に戻ります。この現象の発見として、森和俊先生と Peter Walter 先生がここ数年ノーベル賞候補としてノミネートされています。皆さんにしか思いつかないアイデアも証明できると、大きな成果として認められるかもしれませんね、皆さん等しく可能性があると思います。
質問	アルツハイマー病は運動や脳を使うと発症までの期間を延ばすことができるとよく耳にしますが、運動や脳の使用は不良タンパク質の分解とどう関わっているのか知りたいです。

<p>回答</p>	<p>運動や脳の使用と不良蛋白質の分解の因果はわかっていません。一方で、重要なポイントとしては、蛋白質の品質管理には、シャペロンや酵素などによる補助システムと、オートファジーやプロテアソームによる分解システムが主に存在します。したがって、分解だけでなく、補助システムへの影響も興味深いですね。別の話題としては、変性疾患の多くはアミロイド線維といったミスフォールドタンパク質の蓄積ですが、ミスフォールド体形成を抑制する食物としてお茶のカテキンやコーヒーやワインに含まれるポリフェノールが知られています。負の影響としては、ボクシングなどで外からの刺激が多くなると、パンチドランカーとなり、変性疾患を惹起し易いといったことも言われています。実際に、様々な蛋白質に対して外から刺激を加えると天然構造が崩壊し、アミロイド線維が形成されます。こういった現象は後天的な環境が孤発型変性疾患を引き起こしていることを暗に意味しているのかもしれませんが、多くがまだ謎に包まれています。</p>
<p>質問</p>	<p>鶏卵が加熱されることによって、アモルファス凝集されることはわかったのですが、その他の動物の卵でも同様な変化が起こるのですか。それとも、鶏卵特有なのですか。</p>
<p>回答</p>	<p>卵だけでなく、生物全てが DNA から蛋白質といったセントラルドグマによって支配されており、セントラルドグマ以降の蛋白質の構造形成が不可欠であることを考慮すると、生物である以上、加熱すると体内の蛋白質がアモルファス凝集します。興味深い話としては、狂牛病の場合、牛の体内にはアミロイド線維が蓄積されている訳ですが、加熱してもアミロイド線維が壊れなくて、様々な分解酵素に対して耐性があるような強固な構造をしていますので、この病気の牛を他の正常な牛が食すると、構造異常の伝播が起き、正常な牛の体内でアミロイド線維が出来、狂牛病を発症します。凝集と言っても、アモルファス凝集、アミロイド線維など様々な形態が存在し、我々日常と密接した学問として盛んに研究されています。</p>

ショートレクチャー：蓄電池の未来と学際研究—光で充電できる電池をつくる— 学生からの質問・コメントと下川 航平 助教からの回答一覧	
質問	<p>光充電の仕組みと光合成における酸化還元反応に共通するところがありますか？参考にしたところなどはありましたか？</p>
回答	<p>大変良い質問で、共通するところがあると私は思っています。光合成ではクロロフィルが光を吸収して励起された電子とホールを作り、そのホールの酸化力で水を酸素に変えます。この水を酸素にする力を利用して正極材料を充電するという事に今取り組んでいます。ここで面白いのは、光合成では水を酸素にする時に触媒としてマンガン系の酸化物のようなものを利用しているんですね。そして、その酸化マンガンというのは電池の有名な正極材料なんです。このあたりの類似性にヒントを得て今の研究を行っています。</p>
質問	<p>電池については学校で習う程度の事しか知らなかったため、今後の蓄電池がどのようなものになるのかを聴くのが興味深かったです。</p> <p>電池は使用する材質だったり、動画でお話されていたように光や生物など何の力を利用するのかといたりすることを決めなければいけず、発想力が求められるようなイメージを持っていますが、実際はどのようなのでしょうか。研究をする対象を決めることから研究を終わるまでの間で難しいことはどのようなことがありますか。</p>
回答	<p>まず一つ目の質問で、光や生物など発想力が求められるという点ですが、正直に答えると、私みたいに光とか微生物とかで電池材料を動かそうとしている人は少数派で、多くの電池研究者のアプローチとは異なっています。どちらが良いという訳では無いのですが、私は異分野との融合に興味があるので、頑張っって発想力を使って研究しています。例えばみんな文化祭の出し物を準備する時でもそうですが、それぞれ自分の得意なことをして全体に貢献しますよね。そんな感じで、研究者にもいろいろなスタイルがあって、自分の得意な方法で世界に貢献できるように日々頑張っています。二つ目の質問で、研究する対象を決めてから終わらせるまでの間で難しいことですが、私の場合は着想したアイデアを具体的な実験に落とし込むのに苦労することが多いです。「こんなことできたら面白いな」と思っても空想で終わってしまっってはいけないので、それを何らかの形で具現化する必要がある。実験系の研究者なら実験でそれをするのですが、なかなか難しいことが多いです。でも時には当初の仮説よりも実験結果の方が面白くて研究のコンセプトが変わってくることもあって、なので難しいだけではなく面白みもあります。</p>
質問	<p>光などの身近なもので充電できるとスマートフォンなどの小型のものが充電しやすくなると思った。人の運動などのもっと身近なもののエネルギーを作れないのか？とも思った。</p>

<p>回答</p>	<p>その通りだと思います。蓄電池の用途としては、今のリチウムイオン電池が得意とするスケールと比べて、より大きなものと、より小さなものの両方が求められるようになっていくと思います。より小さなものとしては、スマートフォンよりももっと小型の低電力でよいものだと、より光充電の魅力が増すと思いますね。他にも例えばご指摘いただいたように振動で発電するのも魅力的です。一方で大型の蓄電池、例えば定置用のものなども重要になってきていて、この場合は私が以前に研究していたマグネシウム蓄電池など、資源的に豊富で安全な元素を使用する電池が良いですね。このように、様々な電池が様々な用途で適材適所に利用される未来が訪れるというのが私の予測です。</p>
<p>質問</p>	<p>光で蓄電する電池が開発された場合、日光に当てておいてその後使うというときに充電器本体がとても熱く、故障の心配があるのですが、大丈夫なのでしょうか？その他デメリットはありますか？</p>
<p>回答</p>	<p>確かにそれは重要な指摘ですね。光充電の場合ではなく一般の蓄電池でも、温度が上がると材料が劣化してしまうことが問題になっています。温度が上がって材料が劣化して、そのまま反応を続けようとしてガスが発生して爆発するなどという危険性があることも知られています。なので私も、光充電できる電池を構築するためには安全性がとても重要になると思っていて、そういう設計を考えています。具体的には、電池の電解液には有機溶媒が使われることが一般的ですが、これは燃えるので熱がかかると危険なんです。そこで、最近になって開発された水系の燃えない安全な電解液があって、それを使って光充電を世界で初めて実証したのが動画で紹介した私の研究になります。その他のデメリットとしては、可視光で励起できる電子のエネルギーには限界があって、そのために電池のエネルギー密度という、箱の中にエネルギーを詰め込める量がどうしても普通の電池よりも減ってしまいますので、それは課題ですね。</p>
<p>質問</p>	<p>リチウムイオン電池において、リチウム金属を負極にすると、充電時にリチウムイオンが針状に成長してしまうとあったのですが、どういう仕組みで起こるのですか。</p>
<p>回答</p>	<p>鋭い指摘で、大変重要な視点だと思います。多くの研究者がその仕組みを解明しようと頑張っており、今も活発に議論されています。リチウムが電析した際に凹凸があると、膨らんだところに電場が集中してさらにリチウムが電析することにより、どんどんその凹凸が大きくなっていくというメカニズムが考えられています。どういう仕組みで起こるのかが分かれば解決策も提案できるので、こうしたメカニズムの解明は大変重要な研究ですね。</p>
<p>質問</p>	<p>近年、スマートフォンやipadなどが薄くなってきているとよく言われますが、蓄電池の発展によってさらにコンパクトな端末が出現する可能性はありますか？</p>

<p>回答</p>	<p>蓄電池の性能もどんどん向上しているのです、さらにコンパクト化が進む可能性は十分にあると思います。また、リチウムイオン電池ではない他の元素を利用した電池がスマートフォンなどに搭載される未来が訪れるかもしれませんね。様々な電池が現在検討されているところなので、将来どんな電池がどんな場所で利用されるのか想像するのは、私にとっても楽しくまた興味深いです。</p>
<p>質問</p>	<p>リチウムイオン電池のグラファイトはアルカリ金属に置き換えたほうが良いが、安全性の問題があるということでした。そのためアルカリ金属の使用をやめていますが、安全性を高めていく研究は行われているのでしょうか。金属そのものの組成を変化させたり、多種の金属を組み合わせるなどして性能を挙げている例などがありましたら、教えていただきたいです。</p>
<p>回答</p>	<p>とても鋭い質問で、リチウム金属を安全に使用するための研究も、また他の金属と混ぜることでデンドライト電析を抑える研究も、どちらも活発に行われています。もしリチウム金属を安全に使いこなすことができれば、実用的にも大きなインパクトがあるので、もし実現できれば素晴らしいですね。また後者については、平滑に電析できるマグネシウムと共存させることで、デンドライト電析が抑えられることが報告されており、こうした2種以上の金属を併用する電池というのもこれからの発展が期待される面白い研究テーマですね。</p>

ショートレクチャー：宇宙にある大きいスケールを使って人間の寿命を超えた時間軸をみてる 学生からの質問・コメントと市川 幸平 助教からの回答一覧	
質問	活動銀河核が死ぬとその銀河系内の星に何か影響はあるのですか？
質問	活動銀河核の活動が停止すると、その銀河へなにか影響はあるのですか。
回答	活動銀河核が生きている間のほうが銀河内の星に影響が大きいです。活動銀河核が存在している間はブラックホールから出てくるジェットなどで周りのガスが温められ、新しい星が生まれづらい環境ができるとされています。このような影響を英語では AGN feedback と言い、盛んに研究されています。
質問	活動銀河核 (AGN) の光度が、太陽の明るさの 4 兆倍とあったのですが、太陽の明るさでも人間の目では眩しいと思うほどなのに、もし人間が AGN の光を目にしたらどうなるのですか。また、光の光度に限界はあるのですか。
回答	<p>答えは考える条件によって変わります。それを理解するために「明るさ」を表現する 2 つの指標を考えましょう。まずは「光度」という指標です。これはその天体が実際にどれくらい明るいかという指標で、物理の単位では erg/s や W など表現します。W は電球で聞いたことがありますよね。AGN の場合は太陽の光度の 1 兆倍を超えることもままあります。このような天体を太陽の距離に置くと、地球は間違いなく滅びるでしょう。活動銀河核がいると銀河内の星ができづらくなるのも頷けそうです (上の回答も見てください)。</p> <p>次に、flux という指標を考えましょう。これは観測者 (=あなたがいる場所) から見た場合の見目の明るさです。単位は erg/s/cm² です。これは同じ光度の天体を遠くに持っていけばいくほど小さくなる量です。観測者と天体の間の距離の 2 乗で暗くなります。さっきの AGN の場合、太陽の明るさの 4 兆倍 (=4x10⁹ 倍) なので、太陽の距離の sqrt(4x10⁹) ~6 万倍くらいの距離におくと、太陽と同じ flux になります。実際、AGN は一番近い天体でも太陽の距離の 1 兆倍くらい離れているので、flux は太陽とは比べ物にならないほど暗いので、肉眼で観測しても大丈夫です。たぶん肉眼では見えません。このように、AGN をどの距離に置くかで答えが変わることがわかってもらえたでしょうか。</p> <p>また、光の光度に上限値はあるのかというのは大事な質問です。宇宙で知られているブラックホールで、最も質量が大きいものはだいたい 100 億太陽質量くらいです。ブラックホールに落ち込む物体が出せる光度の限界は Eddington 限界光度と言われていて、これは質量に比例することが知られています。100 億太陽質量のブラックホールが出せる限界光度はだいたい 1.26e48 erg/s. わかりやすく言い換えると、太陽の光度の 300 兆倍くらいが限界です。</p>

<p>質問</p>	<p>研究分野が狭く、研究対象にしている人が少ないことに対して、不安ややりづらさを感じたことはありますか。</p>
<p>回答</p>	<p>天文学が研究分野が「狭い」とは思いませんが、質問の意図は研究人口が少ないことで不安があるのか、ということだと解釈して回答します。</p> <p>確かに身近な家族などで私が実際に何をしているのかを知っている人はほとんどいませんが、どの職業についていたとしても他の人の職業の内容がわからないというのは大なり小なり一緒なので、どちらかというところのような部分が面白いのか、などを説明できるというかもしれません。</p> <p>また、自分が現在いるコミュニティで研究者のことを知っている人は少ないかと思いますが、いったん研究を始めると、自然と研究者の知り合いは増えていきます。私が行っている研究は世界中に共同研究者がいますので、そうすると世界中に友人もできるので、国際会議などで1-2年に一回くらいの頻度で世界中のどこかで会うたびに、なんとも稀有な経験をしているなあ、と思ったりします。日本にいる場合、こういう経験を得られる職業はそんなに多くないかな、と思います。</p>
<p>質問</p>	<p>ブラックホールに寿命はあるのか。もしないのであれば、超新星爆発が行きつく先がブラックホールと聞いて、宇宙の最後はブラックホールだらけになって終わるのかなと思った。もしあるのであれば、ブラックホールがまた新しいものに生まれ変わり宇宙は循環するかもしれないと思った</p>
<p>回答</p>	<p>ブラックホールの寿命を「ブラックホールが生まれてから消滅するまでの期間」と定義するのであれば、ブラックホールにはほぼ寿命がないと言っていいかと思います。ブラックホールの質量は基本的には単調増加するのみですが、唯一ブラックホールが質量を減らす可能性がある機構としてホーキング輻射というものが考えられています。これがもしあったとしても、一つのブラックホールが消滅するのにかかる時間は$\sim 10^{67} (M/M_{\text{sun}})^3$ 年くらい (M_{sun} は太陽質量)。</p> <p>今の宇宙の年齢は 1.37×10^{10} 年くらいであること、知られている最も小さいブラックホールは~ 3 太陽質量くらいなのを考えると、この一番軽いブラックホールでさえ宇宙年齢を 10^{50} 回以上繰り返してようやくブラックホールが消えるかも、という感じです。ブラックホールが消滅するには途方も無い時間が必要です。</p> <p>また、宇宙の最期はブラックホールだらけになるのかについては、たぶんブラックホールだらけになりません。なぜかという、我々が知っている唯一のブラックホールの生成は超新星爆発ですが、これは太陽質量の8倍以上の星でしか起きません。こういう恒星は100天体中1天体くらいしかできないので、(太陽を含めて)ほとんどの星はブラックホールになりません。</p>

<p>質問</p>	<p>銀河中心のブラックホールについて周りのガスや天体の動きから質量を見積もっていましたが、ブラックホールは何でできているのでしょうか？自分の重力に耐えられなくなった天体がブラックホールになると聞いたことがあるので、地球のように鉄や窒素といった地中に含まれる物質で構成されているのでしょうか？</p>
<p>回答</p>	<p>2つの場合を考えます。まずはブラックホールができる際、どのような物質で構成されるかを考えてみましょう。ブラックホールを作る際は大きい質量の星が爆発する超新星爆発という状態を経るので、その際に原子はいったんすべて中性子という状態を経て、中性子の縮退圧を超えるほどの圧力で潰れたときにのみ、ブラックホールになります。なので、この過程で鉄や窒素といった元素や原子核はなくなることがわかるかと思います。</p> <p>では、ブラックホールに物質を落とす場合はどうでしょうか？</p> <p>この場合はのぞみがあるかもしれません。小さいブラックホールの場合は光が出てくることが出来る限界の領域（事象の地平面、Event Horizon）に落ちる前に潮汐力でバラバラになりますが、大きいブラックホール（例えばM87のように60億太陽質量くらい）の場合、潮汐力は地球の重力の10^{16}分の1くらいなので人間でも落ち込むことができます。つまり、あなたという状態を保ちながらもブラックホールの一部になれる可能性があります。是非試してみてください。</p>
<p>質問</p>	<p>動画の冒頭で、日本において天文学者は非常に少ないと仰っていましたが、なぜ天文学者になろうと決めたのか、そのきっかけを教えてください。</p>
<p>回答</p>	<p>きっかけは「なりゆき」です。どういうことかという、大学に入ったときは数学がやりたくて理学部に入りました。ですが大学の数学は僕が知っている数学とは違うようだと知りまして、その次に化学をやってみようかと思ったのですが、これもどうもしっくりこなくて、物理を勉強してみました。ある程度しっくり来たのでグダグダ勉強していると、物理学は物事をシンプルにするために極限的な環境をよく仮定するのですが、そういう極限的な環境に興味を持つようになりました。そのうちに、どうやらX線天文学ではブラックホールとかが観測できるらしい、と3年生くらいで知りまして、実験は好きではないけど観測は楽しそうだ、と思って天文学を始めたのがきっかけです。なので、きっかけは非常に消極的で「成り行き」なのですが、今の所飽きずに10年くらいは天文学をやっているので、結構好きなのではないかと思っています。</p>