クラウンエーテルの様子を描く
———感覚をつくるドローイング　　コイズミアヤ

以前、素粒子物理学についての話を聞いたり、原子についての本を読んだりしているうちに、電子がはたらいている様子を見てみたいと思った。私たちが肉眼で見ている日常的な世界では決して見ることのできないそれを、それでも見てみたいというのがこの制作の動機になっている。

昨年末に可視化ユニットの皆でこの実験室に集まり、堀川裕加さんにお話を伺ったり、簡単な実験をさせて頂いたりした。その中で学生の城裕喜さんに、クラウンエーテルの MD シミュレーション動画を見せてもらった。事前に別の制作で少し勉強していた内容と重なったおかげで、画面に映し出された分子の構造が何を意味しているのか、電気陰性度の高い酸素原子が内側に輪になって並び、電子が不足して正電荷をもつ金属イオンを引き寄せている様子だというのがわかって興奮した。僅かながらだけれども、私の中に感覚的なイメージが発生する感じがあったことにも驚いた。

堀川さんと城さんの研究は「ラマン分光法を用いたアセトニトリル溶媒中の 18-crown-6 の分子構造研究」というもの。「18-crown-6」というのがクラウンエーテルの一つで、6 つの酸素がその間に 2 つずつ炭素を挟んで王冠のような輪になっている分子。ドーナツ状の中央に金属イオンが吸い寄せられる性質になる。炭素を構造とする有機的な分子が、無機的な金属イオンを抱え込む。それは弱い相互作用によるもので、出入りができるという。たとえば水溶液中に存在するカリウムイオンを水中でクラウンが抱え、有機相に運び込むことができる。クラウンエーテルの「エーテル」は、酸素原子を介したエーテル結合に由来する化学的な名前であるが、その語源はさらに、古典世界において第五元素とされ、空間に充満して働きを伝える「媒質」としてのエーテルに遡る。そのような均質に広がる媒質に対して、クラウンエーテルは特定の対象を包み込み、移動させる「媒介者」としての役割を担う。

今回描いてみたのは
18-crown-6 とカリウムイオンが水の中に入っているものと
18-crown-6 とリチウムイオンがアセトニトリルの中に入っているもの
の電子の状態（電子雲と電子の確率分布が混ざったようなイメージ）

カリウムは 18-crown-6 の穴に近いサイズであるため 18-crown-6 に丁度はまる。リチウムは小さいため、18-crown-6 に丁度はまらないが、アセトニトリル中では 18-crown-6 が柔らかく歪んで、小さなリチウムをつかまえやすくなるという。城さんたちの研究は、溶媒環境によってクラウンエーテルの構造が変化する様子を探るというもの。

訪問の後にお願いして送っていただいた動画は、Ball and Stick Model という分子の構造がわかりやすい表示方法のものと、Space Filling Model という原子の体積をイメージしやすい大きさの球で表しているものの２パターン。また、18-crown-6 と金属イオンの様子だけを表示した状態のものと、溶媒液の分子の状態も表示したものの２パターンを用意してもらった。つまり、1 事象について 4 種類の状態で可視化されている。シミュレーションは見る必要のある情報がわかりやすいように表示される。可視化の機能は、目的に応じて情報を選択し、その側面を際立たせるよう設計されていて、それぞれに印象も異なる。それぞれは目的に最適化されている部分的な情報であり、それらを束として見ることで、対象へのアクセスが増える。私はその束のあいだに現れているものを扱うようにして、直接対象を見ることができなくてもドローイングが描けそうだと思った。

「本当の像は小さすぎて見えない」と最初は思っていたけれど、電子は単に小さいのではなく、光と相互作用してしまうので、その状態を保ったまま光学的に像として捉えることはできない。ミクロの世界は何かしらの反応をデータとして取り出し、図像的表記に変換したり、計算でモデルをシミュレーション表示するなど、間接的にしか見ることができない。そのような条件のもとで「本当の図像」と呼べるものはあり得るのだろうか？

私たちが扱うことのできる世界は、常に何らかのモデルや図式を通して現れている。そのとき、モデルの背後にそれとは別の「本当のもの」があると考えることもできるが、ここではそのような前提を一度退けてみたい。モデルは何かを代理しているのではなく、それ自体が世界の現れ方の一つであり、うまく機能し、対象に対する理解や予測、操作を可能にするならば、その働きの中で実在として扱うことができるのではないか。そもそも、私が肉眼で世界を見るとき、感覚器官とそれをイメージに変換する機能によって構成された像を見ているのだから。

私は、シミュレーション動画のようなモデルによって示されたものの背後に、見えていない本当のものがあるという考えは退け、モデルが本当になると考えてみる。モデルが本当として現れるとはどういうことか。モデルがうまく機能するということの中には、「感覚」を発生させられることが大切だと考えてみる。（そして、単一の像に収束しないならば、モデルの数だけ本当は増えると言いたい。互いに還元できないまま併存する。）

ここでいう「感覚」とは、アーティストが特に感性を頼りに絵を描いているだろうと思われていることとは別のもので、科学者の感覚も含めて考えている。以前参加していた別のユニットで、素粒子物理学の白井智さんから「場（の量子論）」は普通の感覚とだいぶ違うので、学生もこれを理解し、感覚を得るまでには時間がかかるという話を聞いたのが印象的だった。私が科学者と同じような感覚を手に入れるには、彼らと同じように勉強し、研究してみるしかないことになる。

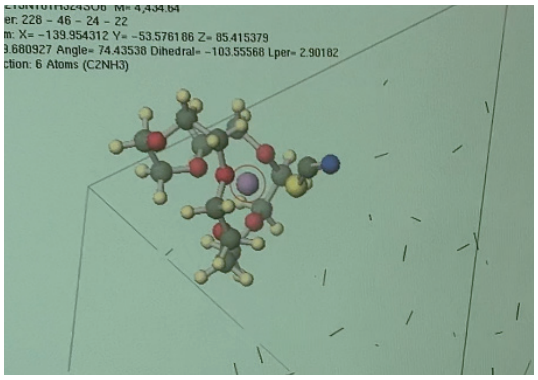
では、アーティストや科学者のように、何かの専門性を鍛えないと感覚の話はできないのだろうか？　例えば語は記号なのに、使用の反復を通じて固有の感触を帯びていき、感覚的なものを想起させる。未知の言語にはそれがない。語の意味が〇〇だと知ったところで、それはまだ知識であって感覚が伴わない。これを様々な場面で繰り返し使用していくうちに、その語についての感覚が育っていく。私がここで問題にしている感覚は、経験や反復から育っていくものだと思う。つまりここで言う「感覚」は、単に主観的な印象や体験に閉じたものではなくて、対象に対する操作可能な理解の形式である。その対象について振る舞いを予測したり想像できるような状態においてはたらくもののことである。

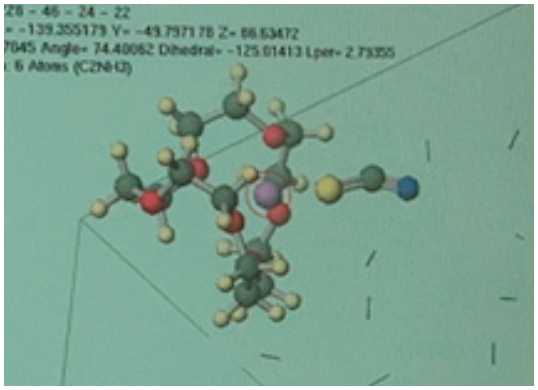
描いたドローイングを堀川さんに添削してもらおうと思ったのだけれど、この絵は問題ないというお墨付きと共に、これらのイメージはむしろ個別の揺れがある（何で観測するかによって見え方が変わる）ものだという前提を示された。厳密にイメージを示してもらおうとすれば、それは自ずと個人レベルのものになり、私が堀川さんの代わりに絵を描くような意味合いになってしまう。科学者のイメージに完全な像があると思っていた私の考えはあまりにぼんやりした認識だった。

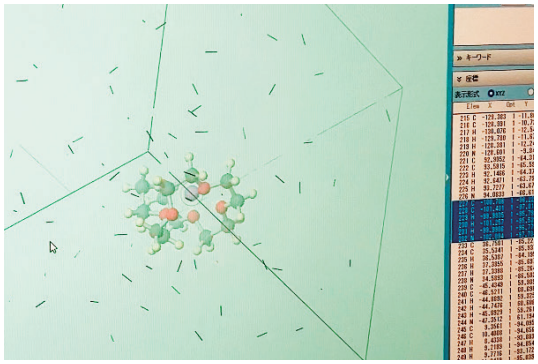
私が求める見えないものを本当に見るためには、見てみたい像を描いてみるしかない。そしてそれは対象を理解し、感覚を発生させることと同義になった。これは科学的対象に限らず、対象を絵に描くこと全般ですでにやっていたことなのかもしれない。ただ少し更新されることがあるとすれば、決して見ることができない対象が、理解によって感覚をつくり、それを確認するために描くことを導くという過程を経験できたことだ。描くという操作によって対象に関与することになる。そして描かれたものは物体（作品）としての事実となるだろう。また、これを異なる場面で援用することも模索してみたい。

MD シミュレーション動画提供：城裕喜さん

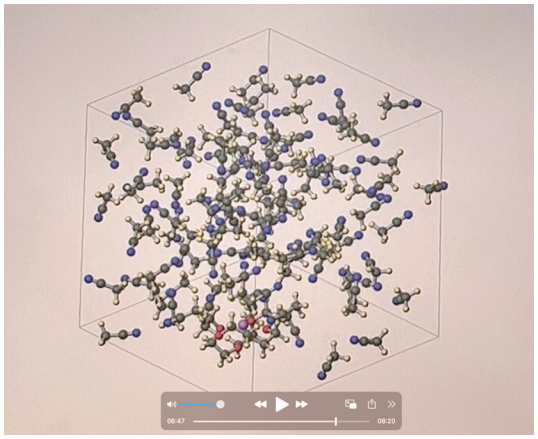
コイズミが描画のために動画から選んだシーンをキャプチャーし、トリミングをしたものを示す。



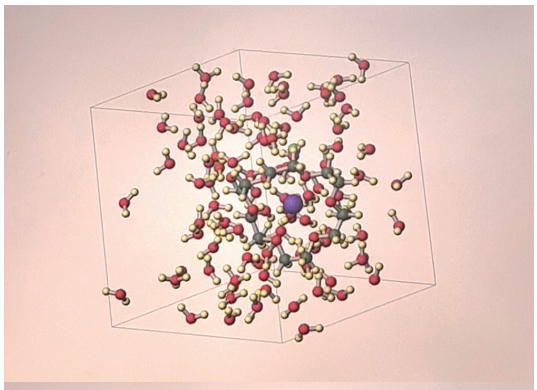


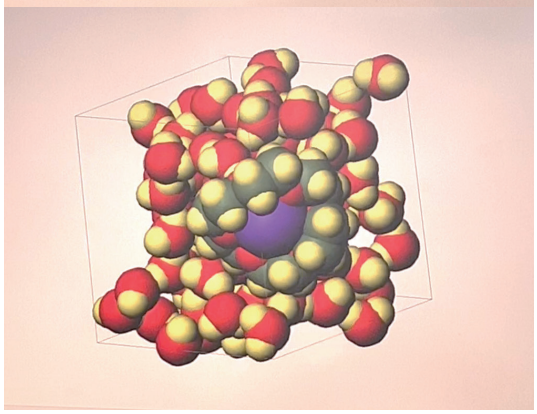


18-crown-6 とリチウムイオンがアセトニトリルの中に入っているもの
Ball and Stick Model の表示
赤が酸素、灰色が炭素、小さなクリーム色が水素
中央の薄紫がリチウムイオン

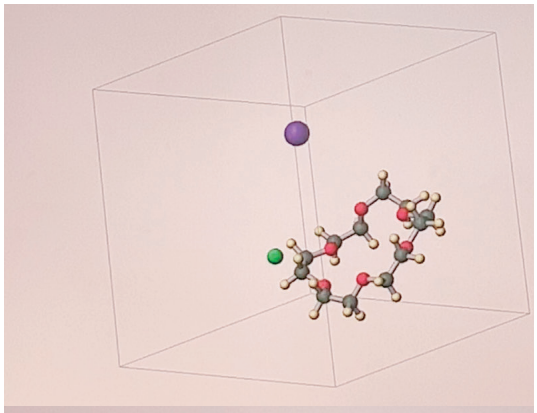


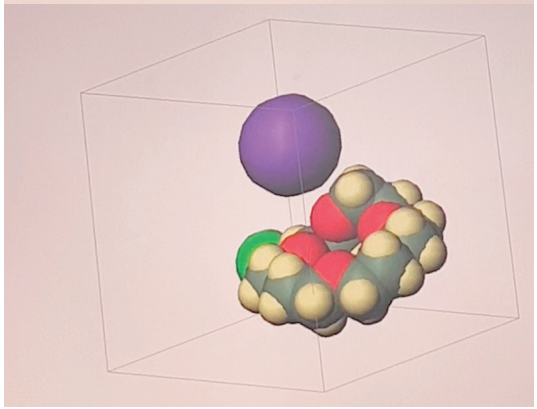
18-crown-6とリチウムイオンがアセトニトリルの中に入っているもので
アセトニトリル（窒素（青）と炭素と水素）が表示されているもの





18-crown-6 とカリウムイオンが水の中に入っているもので
水の分子も表示されているものの
Ball and Stick Model と Space Filling Model





18-crown-6とカリウムイオン（濃い紫）と塩化物イオン（緑）が
水の中に入っているもので周囲の水分子は消してあるもの
Ball and Stick Model上とSpace Filling Model（下）

※元のMDシミュレーション動画には、全体の電荷を0にするために塩化物イオン（Cl-）が入っている。
　描画の対象にしていないので、トリミングによって画面外に出ていたり、他の分子に隠れていて見えていないことを補足しておく。

追記
今回の制作についてのテクストをまとめてみて、研究に携わるお二人に伺ってみたいことが出てきたので質問しました。(科学者の)「イメージには個別の揺れがある」という前提を示していただいた件についてです。
（私の制作は、私の理解した内容による個人的なイメージを図像化したことは間違いなくて、けれども、それが「りんごが机の上に乗っている」みたいに容易に共有できる対象ではないことから、それが主観的になりすぎないように慎重にしたつもりです。それでもその図像が役に立つわけではないから、嫌がられる側面もあると思うのです。科学者にとっての客観性はもちろん再現可能性として、外部で担保されていると思うのですが、個人的なスケールでは、実像のようなイメージはどのような位置付けになるのだろうと。）

① 研究を進める上で、対象についてある程度まとまったイメージ（統合的な像)、またはデータの背後にある実像のイメージを持つことは、どのように位置づけられているのでしょうか？（確かお話しした時は、そういうイメージを持っているいないに個人差がある、堀川さんはイメージを持つことを肯定的におっしゃっていたような印象があります）

城さん
人に説明するときや自分の考えを明確にするうえでイメージを持つことは重要と考えています。

堀川さん
本文中の「個別の揺れがあるものだという前提」の部分について、科学者はあくまでデータを見てそこから論理的に結論を導いていく訓練を受けている人達なので、個別の揺れの起源が人依存ということではなく、どんな実験手法で見たときに作られたイメージなのかや、普段から時間変化を考えている研究者か否かなどというバックグラウンドの違いで揺れが出てくる、という事が述べたいです。
個人差というよりこれまで携わってきた手法や基礎知識の差（一人の人が全ての実験手法や理論的考察を経験することはできないので）で違ってくるものではあるのですが、何にせよまず１つ自身でのイメージを持ち、それを研究しながら、他者の研究結果を学びながらブラッシュアップしていくものだ（そうするよりほかない）と考えています。

② 一方で、そのようなイメージを持つことで、観察や解釈に予断が入り込む可能性については、どのように考えられますか？

城さん
基本的には得られた実験データに基づいて考え、イメージはあくまでも仮説として考えてます。なのでイメージで説明できるような結果が得られれば、このイメージが正しいかもしれないと考えますし、イメージで説明できなければ、べつの可能性を考えたりしています。

堀川さん
もちろん可能性があると思います。実験データでは何かしらの信号が現れているのに、思い込みから解釈が違った方向へ行く、という状況はたまに見ます。
ここで、どれだけ思い込みをなくし、データに向き合って正しいイメージ（≒解釈）を与えられるかというのが科学者の力量だと思っています。

このテクストの執筆にあたり、貴重なお話と資料をご提供くださり、科学的な記述についての助言をくださった堀川裕加さん、城裕喜さんに感謝いたします。
ありがとうございました！

