

【海の探究開発 「博物館のコレクションで授業を作ろう」】

「海の学びを子どもたちと」。当初の志を、学校現場との協同で、パイロット版として行った企画。まずは大野がベースとなる対話理論を講演し、紫野高校の若手教師と博物館のメンバー、ミュージアム・エデュケーターが協同で授業を作り上げた記録と分析結果の提示。次年度以降につなげる未来への架け橋。

講演『コミュニケーションが拓く未来の学び』

大野照文



探究活動の落とし穴

きみたちは今、いろいろと高校で探究活動をやっとるわけです。大学でも探究活動をやっています。ただ、高校ぐらいまでは、その調べたことが、すでに誰かがやったことで、答え合わせをすることが出来る場合が多い。一方、大学では、まだ答えのないことを探究する。そこは違う。だから、少しかっこよく研究という。

さて、探究活動は、「観察」、「推理」、そして「確かめ」と言う流れを行ったり来たりしながら、物事の本質に近づく作業です。これをきちつとやって行くと真理に近づけるはず。やね。けれど、これが意外と簡単ではない。一つ例

を挙げる。

ハマグリのお柱はいくつ？

私が開催する学習教室で、最も好きなのが「貝体新書」。これは、ハマグリのお柱の数を決めるというすごく簡単そうに思えるプログラム。お柱の数は二つというのが正解。これ、中には一緒にやった人もいると思うけども、ハマグリの貝柱はいくつあるでしょうってやったよね。みんな食べたことあるから、ハマグリに貝柱があることは分かる。でも改まっていくつあるかときくと、これが意外と難しい。食べたときに殻から貝柱が外れなかった悔しい思いをした

人のなかには、一個と考える人もいる。でも、それほど確信がない。

当てずっぽうだから正しいかどうかはどうでもいいと言
うと、みんな安心して適当な数を言う。たいていは、一つ
か、二つか、三つと言う。そこで、次は、実際の貝殻を渡
し、その内側をしっかりと観察して貝柱の付着した跡の数を
調べてもらう。科学の方法論の教えるところでは、観察や
観測をすると真理が見えてくるはず。もし、これが正しい
なら答えは一つにまとまるはず。それがなかなかまとまら
ない。例えば、京大生五十名にやつてもらったところ、観
察した後でも二個説と三個説がほぼ同数となって決着がつか
ない。科学的にやつても答えにたどり着かない。

そこで、今度は数名のグループに分かれてハマグリ
の貝柱の数について対話してもらう。すると、対話を通じて三
つのうち二つには、細かな同心円状の模様があり、輪郭も
閉じており、より共通性があることが納得される。もう一
つ、三つめの「貝柱の痕」は、半円形の細い帯があるだけ
で、輪郭が閉じていないことも分かってくる。こうして、
ようやくハマグリ
の貝柱の数は二つという正しい結論に到達する（ちなみにホタテや牡蠣では貝柱の数は一つ）。

大切なのは「対話」

おもしろいのは、対話してゆくうちに、「そういえばハマ
グリ、管のようなものが殻から伸びていた」、「それって入
水管とか出水管というのでは」、「すると、三番目の『貝柱
の痕』のところは、入水管、出水管が引つ込むための場所
では」、などとみんなの記憶が掘り起こされて、考察をどん
どん補強し始めること。また、「貝が成長していくとともに、
貝柱も成長しながら移動してゆくのでは」、「だとすれば、
貝柱の痕にみられる細かい同心円状の筋は、移動した跡で
は」などと、本質を見抜いた優れた考察まで生まれてくる。

というわけで、探究活動というのは、とりわけ集団で勉
強する学校現場では、「観察」や「推理」したことを、みん
なで「対話」しながら進めることでより深い学びにつなが
るということになる。「対話」という要素はこれまでの探究
活動ではあまり強調されていなかったが、まさに「三人寄
れば文殊の知恵」、探究活動には「対話」という要素が今後
もっと強調されるべきだろうと思う。

おもしろいことに、本当の貝柱の跡にある同心円状の模
様をスケッチしている人自身がそのことに気付いていない

ことがしばしばある。また、多くの人が輪郭を丸く閉じて描いて三つめの「貝柱の跡」を作ってしまう。客観的であるはずの観察において、多くの人が同じ過ちをしてしまう。これには理由があるとおもいませんか。

多くの人は、つまり目と手を「自動的」に使ってスケッチをしている。これは自転車に乗るのと一緒。自転車に乗るとき、右足に力をいれたら次は左足に力をいれてペダルを回すなど、一々考えない。「手続き記憶」というのがあって、考えなくても動けるように私たちの体と脳の間にはバイパスができとる。けども、観察の場合には、眼で入った情報をそのまま手指を動かす筋肉に伝えるのではなく、一度脳の思考回路に入れて、意味をかみしめなければいかん。

それともう一つは、思い込み。これが面白い。三番目の「貝柱」、みんな丸く描いているが、実際は半円形の筋しかない。では、どうして多くの人が残りの半分を補って書くのか。これには、実は深い意味がありそう。私たちの先祖が野生の世界で生きていたときまでさかのぼると、この謎、案外あつさりと解けるのではないかというのが私の仮説。私は、この間違い、生き残りの本能と密接に関わっていると思う。

間違えるのは人間の「本能」

（ここで、工学研究科の北條正樹教授が講演室に入室）

——（北條 すみません、ちよっとだけ話を聞かせて下さい。）

はい。これ、本質的な話やから、聞いてもらったらええな。ただし、羊頭狗肉に終わる話かも知れんよ。

——（北條） 羊頭狗肉？

このスライドをみて下さい。羊の代わりにライオンが出てきますけどね。これ、木の葉っぱの後になんか見えるでしょ。木の葉っぱの後ろ。われわれの先祖ってきつと草原、ジャングルというよりはサバンナに住んでたわけや。仮にそのとき、ブツシュの後ろになんか見えたとしようや。何か見えたときに、なんにも考えへん人がいたとしよう。すると、もしブツシュの後にライオンがいたとすると、この人は無策やから、食われて死ぬわけや。だけど、木の葉っぱで隠れている部分を補って見る人がいるとする。そうす

ると、なにやらライオンらしきものが浮かび上がってくる。すると、やばいと思つて逃げるはずや。本当にライオンがいた場合には、逃げれば生き残りの確率が格段に上昇するから、輪郭を補うのは生き残りにとつてたいへん有利なことになる。仮に木の影なんかがたまたま、ライオンみたいな形をしていたとして、輪郭を補つてライオンだと思つて逃げたらどうなる。この場合も、生き残れる。勿論、慌てて全力疾走した分はくたびれもうけではあるが、ま、それぐらいの無駄は生き死にからすればたいしたことはない。

だから、ハマグリの貝柱を探すとき、有りもしない輪郭を補うつていうのは、人間の生き残りのための本性、本能なんです。私たちが人類として進化をしていく途中で生き残らないかと。だから、中途半端にしか見えないようなものをみると、ついつい補つて形をつくつてしまう。

私たちは無いものをみるのが習性になっているので、理科の場合には、ある意味災いしてる。無いものを補つて間違ふ率が非常に高い。半数ぐらいが間違ふ。これは生き残りという観点からすれば、有利だが、理科における正解には導かない。探究活動では、しかし、真実は何かということを探らないかん。では、真実に近づくにはどうす

れば良いかというと、それは既に言つたように——また後で言うように——「観察」、「推理」に加えて「対話」することに尽きる。

生き残りの本能と「興奮」

さて、少し話を脱線させるよ。もう少し、生き残りの話を続けます。藪の後にちらちらするものがライオンやと見破ったとき、冷静に「あ、ライオンや」と判断するだけではないかん。逃げなあかん。これはまずいと、逃げよう。そこでアドレナリンが出る。逃げおおせたら、幸せの脳内麻薬を分泌して自分を褒めてやらないかん。そして、またスリルと満足感を味わいたいと、物陰の形を見破ろうとする能力が高まる方向に脳は進化し、やがて物の後ろに隠れているものを見つけることは、深い喜びをとまなうようになる。特に「狩猟生活を担つていた」男の人は。女性が裸体のままで描かれた絵画よりもベールで覆われて描かれている絵画のほうがより美しいと感じるようになる。つまりそういう生き残りの本能で、逃げて大成功というときに分泌される脳内麻薬が、今度は、美しいものをみて興奮するという副作用を生み出す。これが、人が美を感じるこの

起源だと、ラマチャンドラン「ヴィラヤヌル・S・ラマチャンドラン、一九五一年」、アメリカの神経科学者」っていう先生が言うている。

それから、これも話また飛ぶんですが、正面を向いて二つの眼であなたを見つめているトラと、横を向いているトラどっちが怖い？両方怖いんやけどね、こつちを見つめているトラのほうが「お前、食うぞ」って感じでより怖いよね。この怖さは、両目、両牙、つまり左右対称性を伴っている。そこで、左右対称のものを見ると気を付けろ。それが今度は左右対称のものを見ると美しいと思うことにもつながって行く。怖い、怖いから逃げよう、逃げてほつとした、左右対称。ほつとするとところだけ強調して、怖いのは外せ、そうすると、左右対称のものをみると興奮する。やがて、その興奮は美しいものをみてうれしいという興奮に読み替えられて行く。

本能を修正する対話

私たち人類が脳を進化させてきた過去は、怖い物に満ちた世界。だから、生き残りの確率を高める必要があった。そのために、脳は進化をした。その一つが、輪郭を補うと

いうやり方。これを導入することで、我々の生き残りの確率は飛躍的に増大する。

そういう過去を抱えた存在なのです。私たち人類は。だからこそ、私たちは探究活動において、観察、推理をするだけにとどまらず、その過程でお互いに伝え合つて、「それは錯覚と違うか」、「いろいろなほかの情報からすると、それはあんたが見えてるように思いこんでるだけちゃうか」と、「対話」の力を多に使つて真実に近づく必要がある。

スケッチの邪魔になる記憶

それからもう一つ、見落としの話が会つたね。この「手続き記憶」という便利な能力が、自転車に乗るときには都合がよいのだが、スケッチするときには邪魔になることがある。眼がみたことを直接手指を動かすところに伝えて、脳の思考回路には情報がこない。だから、スケッチをするときには、「手続き記憶」に頼らず、しっかりと頭を働かせねばなりません。

私たちの「未来を見る能力」

我々の思いこみがいかに激しいか、いくつかテストして

みましようか。この図、放射状の線が何本も描かれた上に縦に二本の直線が平行に描かれている。でもこの二本の線どう見える。これ真つ直ぐに見える？ 二本の線

—— (生徒A) ちよつと曲がつてる。

外へ向かつて曲がつてるように見えるよね。そやけれど、二本の線は実は真つ直ぐなんですよ。ほら、棒を当てるとまっすぐだと分かる。でも、真つ直ぐですよと頭の中で理解しても、しかし見え方までは修正できん。それぐらい私たちの脳はこういう錯覚ということについて、分かってても修正できないような構造になつてる。それはなぜかという、ある人が次のような説を唱えている。

私たちが走りながら周りの景色を見ると、全ては内側から外側へ飛ぶように広がって行く。重要なことは、木の枝なんかがあるとすると、それを判断して脳に伝えるまで、〇・一秒くらいかかる。下手をするとその頃には、もう自分にこの枝がぶつかつてしまつているかも知れない。だから、脳には見た瞬間〇・一秒後にあるべき場所がどこかを予測してしまう能力が備わっている。だから、さつき

の図も、放射状の線があるとき、脳は周りの景色が流れていると見なし、自分は放射状の線の集まる中心に向かつて走っていると理解する。そして、二本の棒は、その流れる風景の中で自分に近づいているのだと判断する。流れる景色で一番重要なのは、自分の目線の高さのあたり。そこで、脳は二本の線の水平線と交わるあたりを、いわば〇・一秒後の位置をより外側にきいてると予測して見てしまう。だから、棒は外向きに曲がつて見える。

つまり、われわれには、ほとんど全員に未来を見る能力が備わっているということになる。ただし、きちつと説明して理性で分かつても、脳のこの回路は遮断されないもので、結果として我々は世界をゆがめて見てしまう。このような例、つまり錯視の例はいくつもある。人間だけでなく、ネコにもあることは、今おみせしている動画から分かる。どうやら、動物は、三十六億年前の生命誕生以来ずっと蓄積してきた知恵のお陰で現在も生き残っている。ただし、探究活動においては、これらの能力のいくつかは邪魔をしてしまう。思い違いや、見過ごしである。

誰にでもある共感覚

もっと脱線する話をついでにしておこう。共感覚っていうのがあってね。文字に色が見える人がいる、それから音に色が見える人がいる。数に色が見えるとか、いろんなものに。この図、四角い枠の中に「5」という数字がたくさんちりばめられている。実際には、ところどころに「2」があつて、ここに正三角形ができています。これを、数字が色で見える人が見ると、瞬間的に「2」で出来た正三角形を見抜いてしまう。何千人とか何万人に一人。多分そういう人は、周りの人と自分と違うのを恐れて、口では言わへんけども、そういう人がいるそうです。なぜそんなことが起こるかというと、脳の中で色と数字を司る場所が極めて近いところにある。こつちへ入った情報がちよつとこつちに漏れたり、こつちへ入った情報がこつちに漏れたりして、つまり、数字が色に見えてしまうということがどうもあるらしい。もう一つ言うのとくと、顔からの情報を受け取る脳の領域と、指からの信号を受け取る領域とがすごく近くにある。そこで、不幸にして事故で腕を失った人の中には、ほつぺたを触られると、失ったはずの指を触られたという感覚をもたれる方が何人もおられるんだつて。

だから、石器を作ったり、使うたりしているうちにだんだん手が器用になり、それにつれて、口の動きも滑らかになつてきて言語をしゃべれるようになったんじゃないかつていうことを言う人もいる。仮説ですけど。

共感覚は実は誰にでもある。ここに雲みたいになわふわした図形と、とげとげの図形がある。一方がキキ、もう一方はブブと名付けられている。みなさんどちらの図形にどの名前が付いているとお思いですか。挙手してもらおうと、ふわふわはブブ、とげとげはキキと思っている人が多いですね。つまり、言葉の柔らかさ・とげとげ感と図形の柔らかさ・とげとげ感が脳のなかでむすびついている。われわれも、心の中に共感覚を多かれ少なかれ宿しているというわけ。

「人類の知恵の歴史」を見てみよう

さて、人類の知恵の歴史をここでおさらいしておこう。人類の祖先が、人間らしい生活を始めたのは、二六〇万年ぐらい前やと言われている。エチオピアで最古の石器が見つかることをもって開始と考えます。石器について、河原に転がってる石とどこが違うのかと思うほど原始的な

もの。ここで初めてテクノロジーが始まった。そして、ずーっと延々と石器の時代が続いた。この時代はまだホモ・サピエンスじゃなくて、オーストラロピテクスとかホモ・エレクトスとか、ホモ・エルガスターとかの時代であった。われわれのご先祖さまの、ホモ・サピエンスの最古の化石が見つかるのが十六万年前のことです。化石が見つかるから、起源は多分もうちよつと古いやろうな。二十万年前くらいかな。この時代も相変わらずテクノロジーの時代。石器をつくるための分業も進み始めたのかも知れない。さっき言ったように、手を動かすと口が動くようになって、コンコンとやって隣のやつに石器を渡して、自分の思ってるのとは全然違ふとんちんかんなことをすると、「うつつうつつ」って言うてるうちに、「う、う、う、ちがう、う」つとなつて言語が生まれたのかも知れない。

それともう一つ面白いのは、普通、動物つて右利き、左利き、大体1…1くらいの比率なんです。人類の場合、どういふわけか右利きが多い。石器をつくり始めた最初の師匠が右利きだったので、弟子が左利きだと右利き用の石器をつくりにくい。「何考えてるねん」と頭をどついたりしてね。こうしているうちに左利きは絶滅した？のかもしれ

ない。

さて、石器作りの技術は、二六〇万年前からあった。その進歩は我々の尺度からするとあまりにもものんびりしているけれども、少しずつ改良されてゆくと、生産性が増えてより豊かな生活を営むことができるようになったに違いない。そして、ここで初めて好奇心というものをもつ余裕が生まれたのではないだろうか。

好奇心のはじめは？

人類が好奇心を持ち始めたのはいつかということとは、なかなか難しい問題だ。好奇心というのは気持ちやから、化石に残りませんので間接的な手がかりをもとに考えるよりしかたない。七万五〇〇〇年ぐらい前になりますと、身に付ける裝飾品が発見される。それから、今でもアフリカではいろんな色を体に塗る。それは美しいっていうことを表現してるわけです。こういう顔料がまとまって発見されるっていうのが、大体十万年ぐらい前ということになる。

だから、おおざっぱに言えば、ようやく十万年ぐらい前になって人類は好奇心というものを持ち始めたわけですね。この時点になって初めて、わが人類は好奇心を持ち始め、

やがて、私あれ欲しいわ、これ欲しいわって、夢を持ちはじめる。ロケット乗って遠く行きたいわとかね。つまり、十萬年前から現在までは、好奇心や夢が技術や科学を引っ張ってきた時代ということになる。二十世紀の半ば過ぎに生まれた私が子どものころ、『鉄腕アトム』を見て、ロケットで空飛ぶなんて夢をみた。その夢が技術を引っ張り、夢は絵空事でなくなっていく。

夢のない時代の大きな課題

そして、今や人類がついに月に降りたことだ。君らの生まれる前の遠い過去のことになってしまった。こうして、僕らの感覚からすると、二十世紀の終わりに、人類の夢ってほとんど、不老長寿を除いては実現してしまった感じがする。そして、夢はないけどテクノロジーはどんどん、どんどん発達していく。そうすると、これから先の時代ってというのは、そういう技術をどのように人類のために、あるいはこの小さい地球のためにどう使うのかっていう、大きな課題が出てきます。中には、例えばじゃあ、地球が満杯になったら移住すればいいと、実際に火星に行く計画もある。ただ、みんなが行けるのかどうかは分からない。そう

すると、大きな倫理的問題が出てくる。誰が行くのかっていう話が出てくる。

これから、重要になるのは、技術が人類を縛るのではなくて、人類がもう技術を制御出来る方向に力を注ぐと言うことでは無からうか。

課題を越えていく「対話」

というわけで、今、きみたちが生きてる時代っていうのは、結構複雑になりつつある時代です。これまでは、課題が生じたとき、仮説を立てて観察すれば世の中めでたしめでたし解決するとおもっていた。それでは済まなくなりつつある時代、どう乗り越えるかって？そこで登場するのが、「対話」の力と私は思う。ハマグリ貝の貝柱のところでも述べたように、「対話」は、三人寄れば文殊の知恵を引き出し、問題解決への道筋を示すことの出来る大きな可能性を秘めている。この能力、しかし、私たちはまだまだ十分活用できていない。

だから、私が君たちに言えることは、人の話をよく聞いて、そしてお互いに批判し合って、結論を導くっていう、そういうプロセスをしつかりと練習してほしいと言うこと。

そして、近い将来、対話による合意形成が技術や人類の世界を引っ張るという時代を早くつくらなかん。それは君らの責任や。君らは、まだこれから人生楽しく生きてゆかにゃいかんのやから、自己責任において対話の重要性というのを、よく理解して実践しなければいかんということや。私の話はこれで終わり。

(京都大学総合博物館館長)

プロフィール：

京都大学理学部卒業後、ドイツのボン大学で博士号を取得。帰国後、京都大学理学部に戻り、1997年に京都大学総合博物館に移ってからは、“物から入る学びの楽しみ”を導入した体験学習プログラムの開発に取り組んでいる。「週末子ども博物館」や小・中・高等学校への「出前授業」を通じて、子どもたちに、本物に触れる感動を伝えている。2009年には館長に就任。専門は、層位学、古生物学。先カンブリア時代から古生代にかけての爆発的な生物進化(カンブリア爆発)の研究も行う。共著に『マクロ進化と全生物の系統分類(シリーズ進化学 1)』(2004)、翻訳に『澄江生物群化石図譜-カンブリア紀の爆発的進化』(2008)などがある。