

学ぶことで世界が変わる

江本 伸悟

---- 文章案内 -----

この文章は小学1～4年生50人に向けて行われた講義「学ぶことで世界が変わる」を文字起こししたものです。幼い子供たちに向けて語ったことが幸いして、僕にとって科学とはなんなのか、その最も素朴で純粋なところが表出してきたように思います。

人は、カメラがそうするように、この世界をただ光の連続として捉えることはできません。良くも悪くも、人は目の前にある風景の意味を考えながら、この世界を眺めています。誤解を恐れずにいうと「この世界を眺める」ということは「この世界に意味を与える」ということに他なりません。その意味で科学とは、この世界に新たな意味を見出し、この世界に新たな風景を見いだしていく、まるで旅行のように楽しい営みです。

では科学という旅路の第一歩を踏み出すにはどうしたらいいのでしょうか。それにはまず、「自分には知らないことがある」ということを知ることです。人はともすれば、自分は何んでも知っているぞと誤解してしまう生き物ですが、その誤解を乗り越えた先に広がっているのが科学の風景です。

科学の旅へと出かけるのに必要な切符は、「なぜだろう」という気持ち、ただそれだけです。この度の授業では、僕が学問の道に足を踏み入れる切っ掛けとなった盲点実験をもって、これから科学の道、あるいは未知を歩む子供たちへの贈る言葉としました。

初めまして。東京大学で物理の研究をやっている江本伸悟といます。研究という言葉は普段あまり使わないかもしれないけど、大雑把にいうなら毎日勉強をするのが僕の仕事です。

ところで勉強というと、みんなも学校で毎日勉強をしていると思うんだけど、どうですか？勉強は楽しいですか？楽しいと思っている人、それはとても素晴らしい、これからもどんどん勉強を頑張るね。楽しくないと思っている人もいるよね。実は僕も、昔はそんなに勉強を楽しいとは思っていませんでした。

でも今では勉強が楽しいと思うようになって、勉強することが仕事にまでなっています。実は僕が勉強を楽しいと思うようになったのには1つの切っ掛けがあって、それが盲点実験というものなんだ。今日はその盲点実験をみんなにも体験してもらって、これまで勉強を好きだった人は更に好きになってもらうように、勉強が嫌いだった人も好きになってもらうと思っています。



じゃあ突然なんだけど、みんな目を閉じてみてください。閉じたかな？

いま目の前の画面に、ある動物を写しているんだけど、目を閉じたまま、この動物がなにか当てられる人はいるかな？いないよね(笑)

じゃあ目を開けてみてください。これが何か分かる人。そう、フクロウだよ。

すごく当たり前のことを言うようなんだけど、僕らがこの世界をこうして眺められるのは、眼があるからなんだ。

眼を閉じると目の前にあるものがなにも見えなくなるし、逆に眼を開けると目の前のものがはっきり見えるようになる。

これって当たり前のことに思えるよね。でも実は、僕たちは眼を開けていても見えていない場所があるんだ。それを盲点といいます。

もう てん
盲 点
みえない てん

盲点っていうのはこういう字を書きます。「点」っていうのは分かるよね。点のことです。

「盲」っていう字はむずかしいんだけど、この文字は見えないっていう意味です。つまり盲点というのは見えない点という意味。

僕らは普段なにげなくこの世界を眺めていて、目の前にある風景をしっかりとこの目で捉えていると思っている。だけど実はきちんと見えていない場所があって、それを盲点と呼ぶんだね。

でも、そんな見えていない点があるだなんて、信じられないと思う。だって現に僕らは目の前の世界がしっかり見えているからね。じゃあさっそく、僕らには本当は見えていない点があること、盲点があることを体験してみよう。

今配った紙で、こういう二つの丸が描いてある図があると思うんだけど、まずはこれを使って盲点体験をしてみます。



まず右目だけを閉じてみてください。

そのまま左目で、この紙に右側に書かれている黒丸に注目してみてください。

今の時点で横にあった赤丸が見えなくなった人はいるかな？その人は、それでOKです。ちょっと待っててね。

まだ赤丸が見える人は、顔をゆっくりと黒丸に近づけたり遠ざけたりしてみてください。そうすると、突然、それまで見えていた赤丸が見えなくなるはず。どうかな？みんな赤色の丸、消えたかな？

どう、これってとても不思議だと思わない？赤い丸はたしかに目の前にあるはずなのに、それが見えなくなるんだよ。



あか丸は どこへきえた？

どうしてこんな風になるのかを考えるために、目の仕組みをちょっとかんがえてみよう。

目ってというのはこういうふうに見える。眼球があって、この眼球のうらに網膜と呼ばれる部分があるんだ。

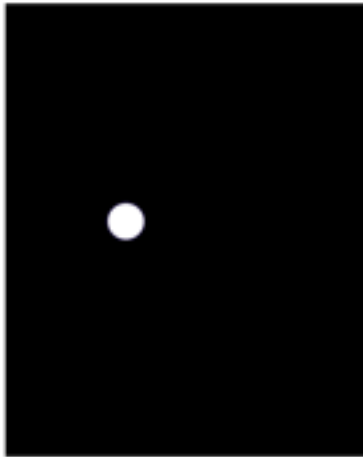
眼球がレンズとなって光をあつめて、それをこの網膜に映し出している。このプロジェクターから出てきた光が、こうやってスクリーンに映し出されているけど、網膜っていうのはスクリーンみたいなものだね。

そして網膜に写った情報が、この視神経とよばれる線を通して、脳に送られる。この情報を、脳が解釈することで、僕らはこの世界を眺めているんだね。

この視神経を繋がっている部分が、実は網膜にとっての穴になってるんだね。ここの部分では光を受け取ることができない。

つまり、スクリーンに穴があいてるから、そこの穴の部分にあるものを、人は見るができないんだ。これが、目の前にある赤丸が消えちゃう理由。

でももっと不思議なのは、こうやって人間には見えない場所、盲点があるのに、普段僕らは盲点があるなんてことに気づいていないよね。見えていないことに気づいていない。これって、考えてみたら不思議でしょ？いったいどうしてなんだろう？

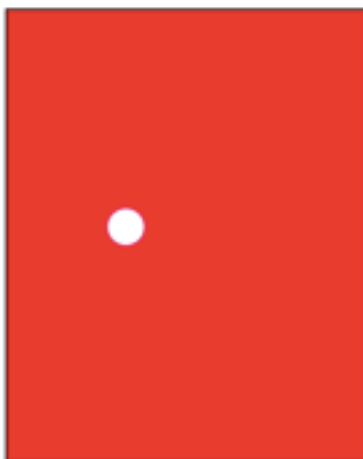


このことを考えてみるために、もうすこし盲点実験を続けてみよう。

今度はこの絵を使って盲点実験をしよう。

右目を閉じて、左目で黒丸をみて、顔を黒丸に近づけたり遠ざけたりしてみてください。

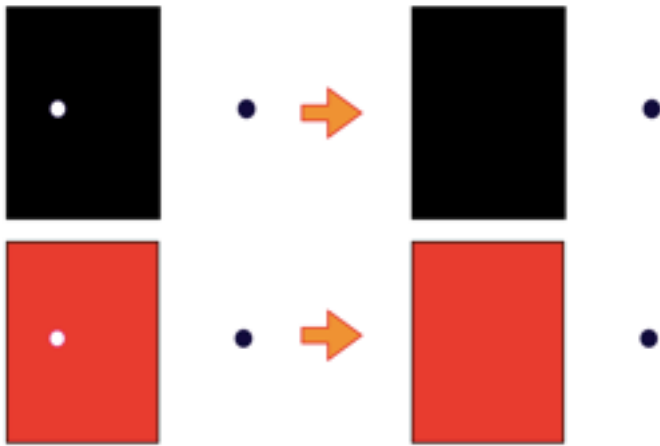
するとどうかな？左側の白丸が消えて真っ黒になっちゃったでしょ。



じゃあ次はこの絵を試してみよう。

今度は白丸がきえて、左側が真っ赤になっちゃったでしょ。

どう、おれはこれってすごく不思議なことだと思うんだけど、何が不思議なのか分かるかな？



上の絵の場合は、白丸が消えて、真っ黒な板になったでしょ。一方で下の絵の場合は、白丸が消えて、真っ赤な板になった。

目の裏側の網膜に穴が開いてるんだから、白丸のところが見えなくなっちゃうのは、いいよね。

だけどその見えなくなった部分が、上の場合だと黒く見える

し、下の場合だと赤く見える。これって不思議でしょ？

どうしてこんなことが起こるのかというと、見えないところに何があるかを、僕らは無意識に予測してるんだね。

この白丸のところは盲点になって見えないんだけど、上の図の場合はまわりが黒いからここも黒いだろうと予測して、こういう風にみえる。下の図の場合は、まわりが赤いからここも赤いだろうと予測して、こういう風にみえる。



じゃあ最後にもう一個盲点実験を試してみよう。左側に二本の棒があるよね。

今までと同じように、右目を閉じて、左目で黒丸を見つめて、顔を近づける。

するとこの棒はどう見える？そう、一本の繋がった棒が見えるよね。

1. 目には盲点^{もうてん}という穴があいている
2. だから目の前^{まへ}にあるけど
見えない部分^{ぶぶん}がある
3. ポクたちは見えない部分^{ぶぶん}を
想像^{そうそう}して補^{おぎな}いながら風景^{ふうけい}を見ている



右の棒が長いと思う人は手を挙げてみて。いないよね。じゃあ左の棒が長いと思う人。そうだね、だいたい皆、左の棒が長く見えるよね。

どう、すごくないかな？

僕らの目には穴があいていて、目の前にあるけど見えていない部分というのがある。

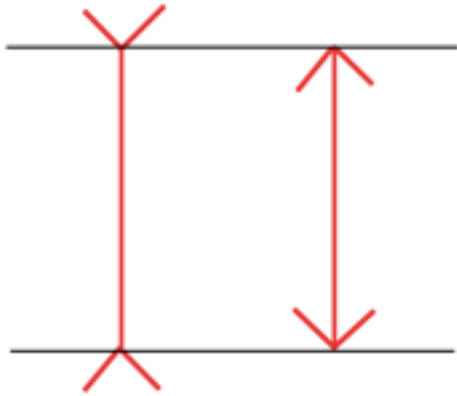
だけどその見えない場所に何があるかを予測しながら、僕らはこの世界を眺めているんだ。

時にはこうやって間違っただ予測をすることもあるけど、でもすごいよね。

じゃあ次にいってみよう。これは有名な絵だから知ってる人もいるかもしれないね。

ここに2本の棒があって、それぞれ棒の端っこにひげみたいなのが付いている。

この2本の棒の、ひげを除いた胴体の部分を比べたとき、どちらの棒が長いと思う？



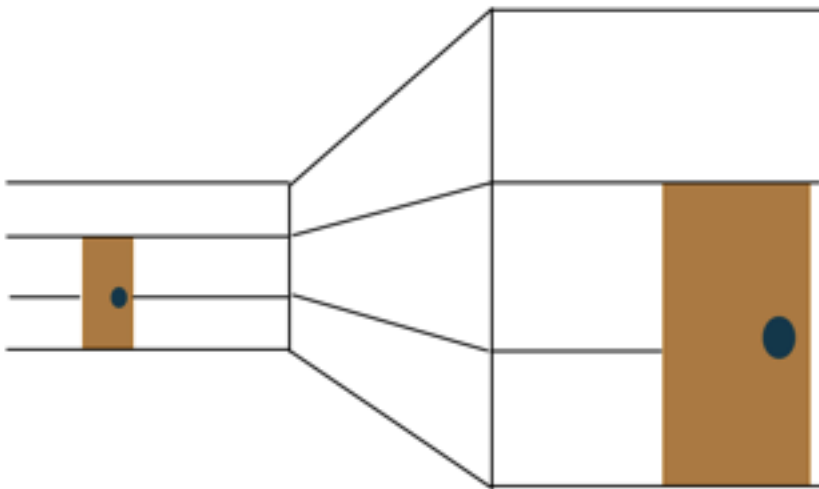
だったら左が長く見えるほうが正解なんだ。

でも実際は、二つの棒の胴体部分は同じ長さなんだ。こうやって横線を引いてみると一目瞭然だよ。

実際には同じ長さの棒なのに、違う長さに見える。

これはなんでなんだろう。脳みそが間違えちゃってるのかな？

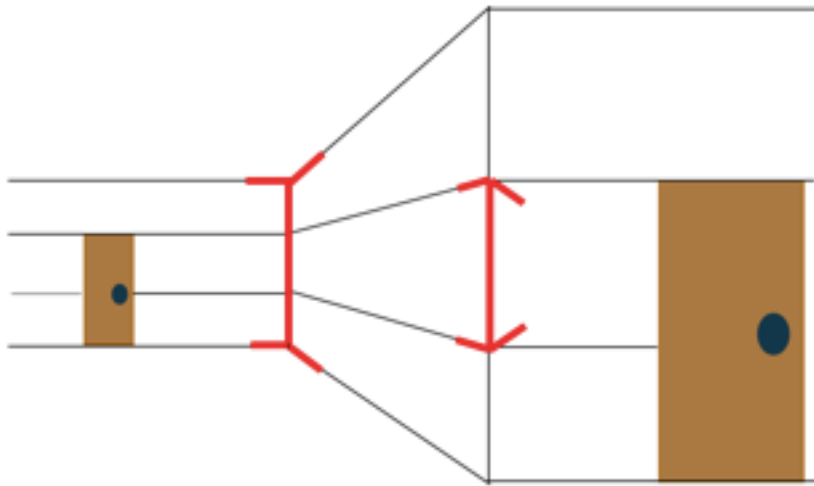
実はそうじゃないんだよ。人間にとって、この2本の棒



ちょっとこの絵を見てみてね。どういう絵か分かる？

ここにドアがあって、奥に行くともう1つドアがあるね。おんなじドアなんなんだけど、左側のドアは奥のほうにあるから、小さく見えるよね。

実はこの絵の中に、さっきの赤い棒の絵が隠れてるんだ。赤くはないけどね。どこにあるか分かるかな？



実はここに隠れてるちょっとヒゲの形が違うけどね。

ここでも、赤い棒の胴体部分は同じ長さなんだ。

だけどこの場合は、2つの棒が同じ長さだと思うより、左の棒が長いと思ったほうが自然だよ。

ドアと比べてみるとわかりやすい。左の棒はドアよりも大きいけど、右の棒はドアより

も小さいよね。

つまり左の棒みたいなヒゲの付き方をした棒は、奥のほうにあるように見えて、右の棒みたいなヒゲの付き方をした棒は、手前にあるように見えるんだ。

パッと見の長さがそんなに変わらないなら、奥にある棒のほうが長いんだって脳は解釈するわけだね。これって、正解でしょ？

1. 僕らの住んでいる世界は立体的である
2. 目のスクリーンである網膜は平面である
3. 僕らは立体的な世界を平面的な網膜に写し取ってこの世界を眺めている
4. 平面を立体に戻すために脳は色々工夫をしている

僕らが住んでいる世界って立体的だよ。つまり、高さがあって、横幅があって、奥行きがある。

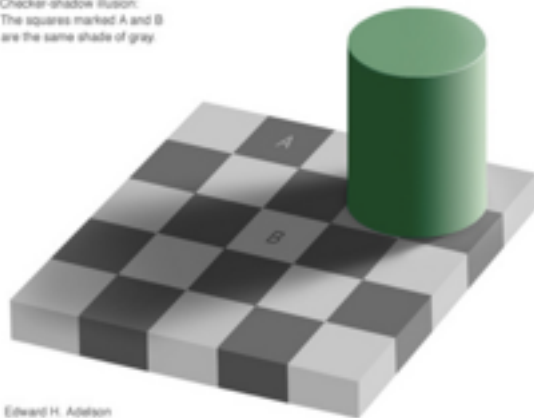
それに対して目のスクリーンである網膜は平面的だ。このスクリーンを見てもそうだけど紙みたいにペラペラだよ。

僕らは立体的な世界を眺めるときに、一度この平面的な網膜に世界を写しとってから観

ている。

そうすると立体が平面に潰れちゃうよね。この潰れちゃった平面を立体に戻すために、脳はいろいろな工夫をしているんだ。

Checker-shadow illusion:
The squares marked A and B
are the same shade of gray.



Edward H. Adelson

よし、じゃあ極めつけはこの画像。

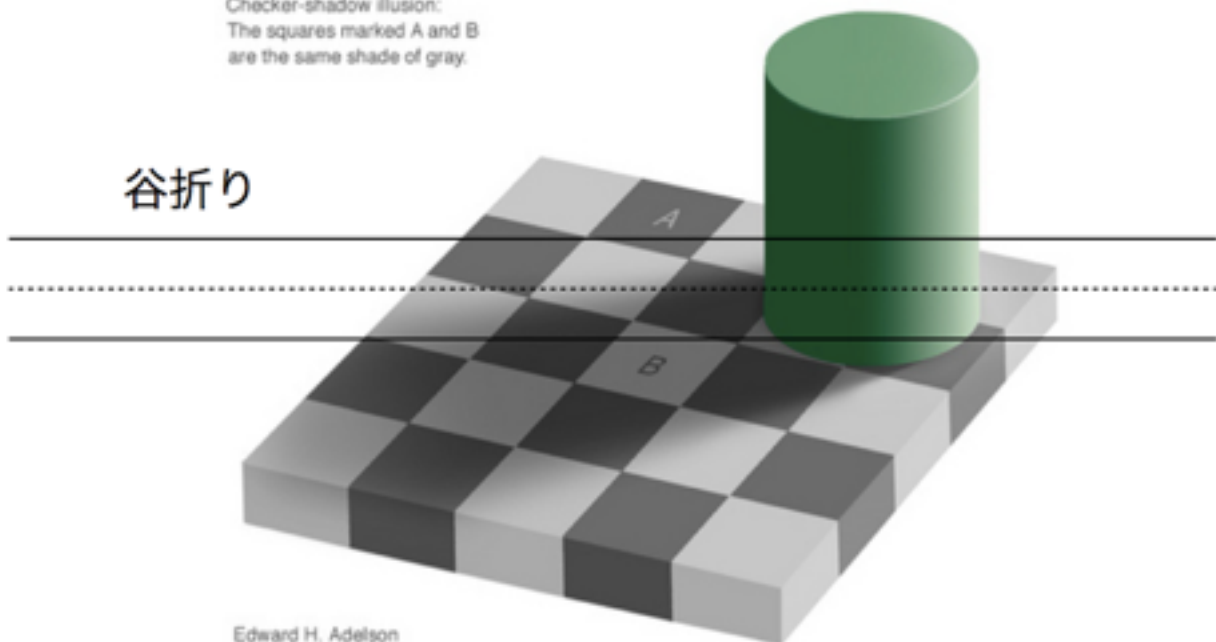
この画像はとても不思議な画像なんだけど、どこが不思議か分かる人はいるかな？いないよね。

実はこのAって書かれているタイルとBって書かれているタイルは同じ色なんだ。

さっそく試してみよう。この谷折って書いてあるところを折って、AとBのタイルをくっつけてみて。どう、おなじ色に見えるでしょ？なんだか嘘みたいでしょ？

Checker-shadow illusion:
The squares marked A and B
are the same shade of gray.

谷折り



Edward H. Adelson

信じられないのも無理はないんだよ。だって、紙を広げて観ているときは、みんなの心の中に浮かんでる風景としては、実際のこの二つのタイルは違う色として認識されているはずだから。

さっきも言ったけど、僕達が心のなかに思い浮かべている風景というのは、あるがままの風景ではなくて、脳が解釈を加えた風景なんだ。

この場合、Aのタイルは白いタイルのよこにあるから黒いタイルだと思うのが正解だし、Bのタイルは黒いタイルに囲まれてるから、白いタイルだと思うのが正解だよな。

僕らが住んでいるこの世界には、色々な色や形がならんでるよね。

でもその色や形というのは、大抵の場合はでたらめに並んでいる訳ではなく、なんらかの意味や秩序をもっている。

ぼくらは、そういった色や形の並び方の意味を考えながら、この世界を眺めているんだ。

いろいろと紹介したけど、伝えたいことは、僕らがこの世界を眺めるって、カメラがあるがままの世界を写真に捉えるのとは違うんだ、ってこと。

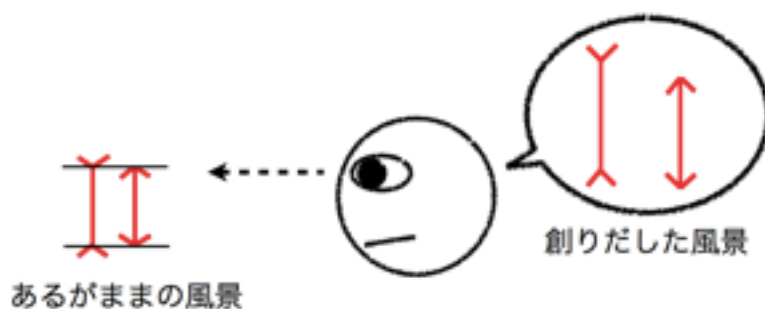
自分が心の中に思い浮かべている風景は、自分自身が時々刻々と創り上げているものなんだ。

見えないところを想像したり、平面を立体に戻すための

工夫をしていたり、色や形の並び方の意味を考えたりしながらね。

1. この世界にある色や形は
でたらめに並んでいる訳ではなく
なんらかの意味を持っている

2. ぼくらは色や形の並び方の意味を
考えながらこの世界を眺めている



ぼくらはあるがままの風景ではなく
自分自身が創りだした風景を
心の中に思い浮かべている

せかい
「世界を見る」ということは
せかい いみ あた
「世界に意味を与える」ということ

べんきょう
勉強するということとは
かこ ひとびと ひとみ うつ
過去の人々の瞳に映りこんだ
ふうけい のぞ こ
風景を覗き込むこと

これってすごいことだよ。僕らは何気なく目の前の風景を眺めているだけで、無意識の間に色々なことを考え、自分が見ているものへと意味を与え続けている。

逆に言うと、僕らは意味を与えずしてこの世界を眺めることなんてできないんだ。カメラがそうするように、ただ光の連続としてこの世界を捉えることなんてできない。

誤解を恐れずに言うならば、「世界を見る」ということと「世界に意味を与える」ということは同じことなんだ。だとすれば、この世界にどんな意味を与えるかによって、見えてくる世界は変わってくるはずだよ。

実はこういう風に考えるようになったことが、ボクが学問の道を志すようになった切っ掛けなんだ。

勉強をするっていうことは、過去の人々が築きあげてきた知恵を学ぶということだよ。それはつまり、過去の人々がこの世界に与えてきた意味を知ることだ。そうしてそれは、過去の人々がどのようにこの世界を眺めてきたのかを知ることだ。過去の人々の瞳に映っていた風景を覗いてみることだと言ってもいいかな。

面白いのは、人によって世界にどんな意味を与えているのかが違うから、人によって全然違う世界を見ているってことなんだ。

なに まな
何かを学ぶたびに
せかい あた いる ふ
この世界に新しい色が増えていく

まな
学ぶということは
せかい めりえ
この世界に塗り絵をしていくこと

界に塗り絵していくような行為だなんて、僕は思ってる。



学べば学んだぶんだけ、この世界の色々な表情が見えてくる。

何かを学ぶということは、この世界に新しい意味を見出すこと、そしてそれは、この世界に新たな彩りを付け加えるということなんだ。

何かを学ぶたびに、この世界に新しい色が増えていく。学ぶってということは、まるで世界に塗り絵していくような行為だなんて、僕は思ってる。

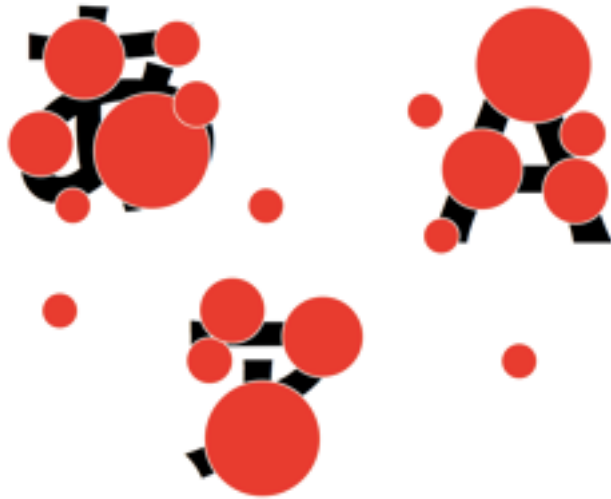
じゃあ最後に、科学とは何かということのを少しだけ考えてみよう。

科学ってどんなイメージがあるかな？何かを知っていく営みってイメージだよね。

じゃあ一体、科学とはどんなことを知っていく営みなんだろう。

結論から言うと、科学とは「自分が何を知らないのか」を知っていく営みなんだね。

ちょっとスクリーンを見てもらえるかな。ここに映っているものが何だか分かる人はいる？パンダ？確かに左上のやつは薄目でみるとパンダに見えるね笑



じゃあこうしてみよう。今度は分かるかな？

そう、「あ」と「ア」と「A」だよ。

なんでさっきまでは分からなかったのに、今度は分かったんだろう。

見えている黒文字の部分はさっきまでと同じだよ。

実は赤丸が追加されたことで「見えていない部分がある」ということが自覚できるようになった、これが大きいんだ。

面白いことに、「全てのもが見えている」と思っているときと、「見えていない部分がある」と思っているときとは、僕らはぜんぜん違う方法でこの世界を眺めるんだ。

「自分は何が見えていないのか」を知ることで見えてくるものがある。

「自分は何が見えていないのか」を知ることで見えてくる景色がある

「自分は何を知らないのか」を知ることで見えてくる景色がある

僕の言いたいことが分かってきたかな。

そう、「自分は何を知らないのか」を知ることで見えてくる景色がある。

それこそが、科学者が眺めている景色なんだ。

人は、自分が本当は知らないことを、あたかも知ってるかのように勘違いしちゃう生き物なんだ。

だけど「俺はなんでも知っている」と勘違いしているときと、「俺には知らないことがある」と自覚しているときでは、見えてくる景色が全然異なる。

だから自分の無知を自覚した上で、「自分は何を知らないのか」を知っていくことが大切なんだね。それは問掛けを持ってこの世界を生きることだと言ってもいい。

あれはどうしてだろう、これはどうしてだろうと、色んなことに疑問を持ちながら生きること、それが科学者としての生きるための第一歩だ。

きみたちもこれから学校で色々と勉強をしていくことになると思う。そのときに「分からない」ことも沢山あると思うんだ。

でもそれでいいんだよ。自分には分かっていないことがある、それが分かるだけでも大きな一歩なんだから。分かることも分からないことも、そのどちらも楽しむように勉強して行ってほしいな。