6歳から11歳 - 教員の方へ

おしゃべりする飛行機: 4回の授業で学ぶ小学校の理科コース

これは、教員が知っておくべき形でまとめたコースです。クラスが聞く内容より一段深い科学の説明、考え方を提示すべき順序、6歳に話すことと10歳に付け加えること、それぞれの考え方を支える実演とそれが効果的な理由、そして子どもたちが持ち込む誤った考え方を扱います。1回約50分の授業を4回、通常は2週間に分けて行います。

学ぶ - https://radar.dataero.eu/ja/learning/ages-6-11　2026-11-21

目次

始める前に: このコースで教えることと、4回の授業をかける価値がある理由
第1回 混み合う空と、おしゃべりする飛行機
第2回 見えない光: メッセージを運ぶもの
第3回 金属の耳と丸い地球: メッセージはどう受け止められ、どこまで届くのか
第4回 地図: たくさんの耳はどうやってひとつの絵を作るのか
評価: 子どもたちは物語を語れるか？
次へ 学校の屋根に受信機を

始める前に: このコースで教えることと、4回の授業をかける価値がある理由

ヨーロッパ上空を飛ぶすべての旅客機は、1秒に約2回、自機の識別情報、位置、高度、速度を伝える短い無線メッセージを放送しています。このシステムはADS-Bと呼ばれ、2020年からほとんどの航空機に義務づけられています。航空管制官はこれに頼っており、どのスマートフォンでも見られるライブフライトマップも同様です。小学校のクラスにとって、これはほぼ理想的なテーマです。子どもたちがすでに不思議に思っていること、つまり目にし、耳にする飛行機を、カリキュラムで教えるよう求められている物理とつなげるからです。光と音は別の種類のものであること、光はまっすぐ進むこと、波には長さがあること、地球は球体でありそれが目に見える結果をもたらすこと、情報は符号化して送れること、そして地図は測定から作られること。このテーマは本物で、今まさに使われているものです。おもちゃのモデルは何ひとつ含まれていません。

このコースはシステムそのものの論理に沿って進みます。その論理が、そのまま正しい指導の順序でもあるからです。まずクラスは、空が速く目に見えない交通でいっぱいであり、誰かがそれを把握しなければならないことを理解する必要があります。次に、各航空機が自分の位置を知っていて、4つの部分からなるメッセージで何度も何度もそれを伝えていること。次に、そのメッセージが電波として伝わり、電波は光の一種であること。次に、アンテナがそれを受け止め、丸い地球がその距離を制限していること。最後に、たくさんのアンテナが一緒になって地図を作ること。各授業はこの連鎖に1つの輪を加え、最後に評価するのはこの連鎖です。子どもが、航空機から地図までの話を、正しい理由とともに順序どおりに語れるかどうかです。

航空や無線の予備知識は一切必要ありません。以下の各授業は、まず教員が理解しておくべき科学から始まります。それはクラスが進む内容より一段深いもので、質問の裏にある本当の疑問に答えられるようにするためです。大人向けの完全な説明が必要であれば、ホームページのリファレンスコースに12の章があります。この年齢層にとって最も重要なのは第3章、第6章、第7章です。全体を通して、はっきりと意識しておくべきことが2つあります。大人が誤ったことを教えてしまいがちな2つの点だからです。電波は音ではありません。私たちの目には見えない色の光であり、その違いが第2回の核心です。そして、このシステムでは航空機は「衛星に見られている」のでも「レーダーに見つけられている」のでもありません。航空機は衛星の声を聞いて自分の位置を割り出し、それを自ら知らせるのです。誰も飛行機を見つけてはいません。飛行機が伝えているのです。

学習の個別化について: このコースは6歳から11歳の全範囲を対象に書かれており、各授業の本文では、年少と年長で扱いが分かれるところを示しています。おおまかに言えば、6歳から8歳のクラスには、物語、ロールプレイ、ロープ、そして地図を扱い、「飛行機は波にのせてメッセージを送り、アンテナがそれを受け止め、それで地図ができる」と言えるようになって授業を終えるのが目標です。9歳から11歳のクラスは、数字（1秒に2回、秒速30万キロメートル、27センチメートルの波、400キロメートルの水平線）、メッセージが「はい・いいえ」の答えでできているという考え方、そして水平線についての推論まで扱うことができ、各ステップがなぜ必要なのかを説明できるようになって終えるのが目標です。

第1回

混み合う空と、おしゃべりする飛行機

知っておくべき科学

巡航高度の旅客機は高度約10キロメートルにあり、時速およそ900 km、つまり1秒に250メートルの速さで移動しています。その高さでは見つけるのが難しく、判断するのは不可能です。きらめきや飛行機雲を見つけた子どもには、それがどれほど遠く、どれほど高く、どこへ向かっているのかを知る手立てがなく、別の航空機を見ているパイロットも同じです。ベルギーの町の上空には、ほぼいつも同時に数機の航空機がいて、そのほとんどはほかの国々の間を高高度で通過しているところです。それらの間隔を保つために、航空交通管制はすべての航空機の位置、高度、方向を絶えず必要としています。間隔の規則は単純です。管制官が管理する空域では、航空機は垂直方向に少なくとも300メートル、または水平方向に数キロメートル離れていなければなりません。

前世紀のほとんどの間、航空機の位置を知る方法はレーダーでした。大きな回転アンテナが電波のパルスを送り出し、かすかな反射波を聞き取るものです。レーダーは今もありますが、このコースで扱うシステムは問題を逆転させます。最近の航空機はすべて衛星測位受信機を積んでおり、これは車やスマートフォンの地図と同じ技術なので、航空機は常に自分の位置を数メートル以内の精度で知っています。航空機はまた、トランスポンダーと呼ばれる小さな無線機も積んでいます。ADS-Bはこの2つをただ組み合わせたものです。1秒に約2回、トランスポンダーが、航空機の識別情報、衛星から得た位置、高度、そして速度と方向を含む短いメッセージを送り出します。メッセージは誰に求められることもなく、特定の宛先もなく、自動的に送られます。ラジオ局のような放送であり、適切な受信機があれば誰でも聞くことができます。それがこの略語の意味です。Automatic（自動: 誰も操作しない）、Dependent（依存: 正しさは航空機自身の装置に依存する）、Surveillance（監視: 目的は航空機の位置を知ること）、Broadcast（放送: 全員に向けて送る）。

メッセージそのものはデジタルです。トランスポンダーは文字や数字を直接送ることはできません。送れるのはパルスがあるかないかだけです。そのためメッセージは112個の「はい・いいえ」の答えの列で、1つの答えはそれぞれ100万分の1秒続き、その意味はあらかじめ全員で取り決めてあります。最初の24個の答えのまとまりは、航空機が登録されたときに与えられる恒久的な識別コードで、決して変わらないナンバープレートに少し似ています。残りは、メッセージの種類に応じて、位置、高度、速度、または便のコールサインを運びます。最後の24個の答えはチェック用です。受け手はメッセージに決まった計算を施して、その結果をチェックと比べ、一致しなければ途中で何かが乱れたということなので、そのメッセージは捨てられます。これは重要です。混雑した空港の上空では多くの航空機が同時に話していて、メッセージが重なることがあるからです。メッセージに含まれる高度は衛星ではなく、航空機の外の気圧から測られます。気圧は上昇するにつれて着実に下がります。これはエレベーターや山のトンネルで耳がツンとなるのと同じ理由で、年長の子どもたちはこのつながりを面白がります。

教え方

システムからではなく、空から始めましょう。今週、航空機を見た人はいるか、どこで見たか、どのくらいの高さだったと思うか、そして道もないのにパイロットはどうやって自分の位置がわかるのかを尋ねます。自由に予想させてください。「パイロットが窓の外を見る」も「地図がある」も出てくるはずで、どちらも半分は正解です。それからライブマップをプロジェクターに映し、町まで拡大して、一緒に航空機を数えます。クラスが予想したものと地図が示すものとの差が、コース全体の入り口になります。ここはじっくり時間をかける価値があります。あの記号の一つひとつが、今まさに話している航空機なのです。

次に、中心となる物語を一息に語ります。子どもは定義よりも物語のほうをよく覚えているからです。飛行機は、はるか上空の衛星の声を聞いているので、自分がどこにいるかをいつも知っている。そして1秒に2回、誰というわけでもなく「これがわたし、ここにいる、この高さ、この速さ」と叫んでいる。誰も頼んでいない。決してやめない。そして適切な耳を持つ人なら誰でもそれを聞ける。6歳から8歳には、この文を繰り返し、それから演じることが授業そのものです。9歳から11歳には一歩進んで、叫び声が「はい・いいえ」の答えでできていること、そのうち24個が飛行機の名前を表していることを説明し、24個の「はい・いいえ」の答えで約1700万の異なる名前ができ、これまでに作られたすべての航空機に十分足りることを（手助けしながら）自分たちで導き出させましょう。着地させたいポイントは、飛行機は「見張られている」のではなく、自ら伝えているということです。「誰も飛行機を見つけていない、飛行機が自ら名乗っている」と、両方の言い方で伝えてください。逆の考え方は根深く、第4回でまた顔を出すからです。

実演は管制塔ゲームで、コース全体で最も価値のある30分です。床にテープで5マス×5マスのマス目を作り、一辺に文字、もう一辺に数字を振ります。クラスの半分は航空機で、それぞれコールサイン、高度、速度を書いたカードを持ちます。彼らはマス目の上をゆっくり歩き、数歩ごとに自分のメッセージを声に出して言います。「DTA12、マスC3、高度1万メートル、速い」。残りの半分は管制塔で、それぞれマス目を写した紙を持ち、すべての航空機を、その航空機が言った位置に描かなければなりません。それから役を交代します。そして、ここが学びの要ですが、今度は航空機が1分に1回しか話せないことにしてもう一度行います。管制塔の絵はめちゃくちゃになります。誰も気づかないうちに、航空機はマスを移ってしまっているのです。なぜ本物の飛行機は1秒に2回話すのかをクラスに尋ねてみてください。子どもたちが答えてくれるでしょう。

年長のグループには、2つ目のバリエーションを加えます。2機の航空機がまったく同時にメッセージを言い、管制塔は聞こえたことを記録しなければなりません。聞こえたのはごちゃごちゃの声のはずです。だからこそ本物のメッセージには最後にチェックがあるのだと説明しましょう。乱れたメッセージはチェッ

クに通らずに捨てられ、飛行機はどのみち0.5秒後にまた繰り返します。管制塔役を経験した子どもは、繰り返しとチェックの両方が必要な理由をすぐに理解します。

子どもたちの誤解と、伝えるべきこと

最もよくある誤解は、衛星が上から見下ろして飛行機を見ている、あるいはレーダーが飛行機を見つけている、というものです。正しいイメージは、飛行機が衛星の声を聞いて自分の位置を知り、それから話す、というものです。役に立つ言い方があります。衛星は時を告げる教会の鐘のようなもので、全員に時刻を知らせますが、誰が聞いているかはまったく知りません。2つ目の誤解は、パイロットがメッセージを送っているというものです。誰も送ってはいません。トランスポンダーが、航空機が動き始めた瞬間から自動的に送ります。3つ目は、メッセージは「空港」に届くというものです。メッセージは全員に届きます。ほかの航空機も聞いていて、互いに離れるために使っていますし、どの屋根のどのアンテナも聞いています。第4回はそこで締めくくられます。

第2回

見えない光: メッセージを運ぶもの

知っておくべき科学

メッセージは電波となって航空機から出ていきます。そしてこの授業で確立すべきただひとつの考え方は、電波と光線は同じ種類のものだということです。中学校以降の物理はすべてこの上に築かれるからです。どちらも電磁波です。電気と磁気の力のさざ波が空間を伝わるもので、それを運ぶ空気や物質を必要とせず、光の速さ、つまりほぼ秒速30万キロメートルで進みます。あるさざ波が赤い光になり、別のものが青になり、また別のものが電波になるのは、ただどれだけ速く振動するか、つまり周波数の違いによるものです。私たちの目は狭い範囲の周波数に反応し、それを赤から紫までの色として感じます。電波はそれよりずっとゆっくり振動するので、耳に犬笛が聞こえないのとまったく同じように、目には見えません。航空機のメッセージは1秒に10億9000万回振動する周波数で送られます。これは人間の感覚ではとても速く、光の基準ではとても遅いものです。緑の光はその約50万倍速く振動しています。

すべての電磁波は同じ速さで進むので、周波数が決まれば波長、つまり山から次の山までの距離も決まります。1秒間に波は30万 km進み、f回振動するので、1回の振動が占める長さは30万 kmをfで割ったものになります。航空機の電波の場合、それは27.5センチメートルで、学校の定規とほぼ同じ長さです。緑の光では約2000分の1ミリメートル、FMラジオ局では3メートルです。この27.5 cmという数字は、クラスが第3回でまた出会うものです。アンテナの大きさを決める数字だからです。

防がなければならない誤解は電波と音の混同で、なぜそれがこれほどよくあるのかを理解しておく価値があります。日常の言葉で「ラジオ」とは音を出す箱のことなので、子どもたち（そして多くの大人）は、電波を空気中を伝わる音の一種だと思い込みます。両者はまったく関係がありません。音は圧力の波です。空気の分子が隣の分子にぶつかり、その分子がまた隣にぶつかるのです。音は伝わるための物質を必要とし、秒速約340メートルで進み、真空中には音はありません。電波は何も必要とせず、衛星と航空機の間の何もない空間を渡ります。そして音より100万倍近く速く進みます。20 km離れた航空機が音を出すと同時にメッセージを送ると、メッセージは約100万分の67秒で届き、音は約1分後に届きます。子どもたちはこの遅れを雷や、遠くでサッカーボールが蹴られるのを見た経験から知っており、その知識こそがあなたの最大の味方です。

教え方

子どもたちが知っていること、つまり存在するけれど私たちには見えも聞こえもしないものから始めましょう。犬笛、ハチから見た花、テレビに「何かを送る」リモコン、建物の中のWi-Fi。それからはっきりと主張します。飛行機のメッセージは、私たちの目には見えない種類の光にのっていて、懐中電灯と飛行機の無線機はいとこ同士なのだ、と。懐中電灯をつけて、光がどこにあるかを尋ねます。部屋中どこにでも、一瞬で、誰にも気づけるほどの遅れなく届いています。そして年少のグループに向けた大事な一文です。電波は私たちの目には見えない色で、今この部屋を、400キロメートル以内にいるすべての飛行機から通り抜けているのに、私たちは何も感じない。多くの子どもたちはこれに少しぞくぞくします。そしてこれは本当のことです。

ロープの実演は、波という考え方に形を与えます。2人1組で、1人がロープを動かないように持ち、もう1人が自由な端を振ります。ゆっくり振るとロープに長くのんびりした波がいくつかでき、速く振ると短い波がたくさんできます。それぞれの場合に山と山の間の距離を1メートルの物差しで測らせ、法則に気づかせましょう。速く振るほど波は短くなります。これはゆるいたとえではなく、実際の関係そのものです。ロープ上の波の速さはロープによって決まっているので、周波数と波長は光の場合とまったく同じように引き換えの関係になるからです。飛行機の電波は光に比べると長くのんびりした種類で、山から山まで定規ほどの長さがあるとクラスに伝えます。ロープの波のそばの床に定規を置いて見せましょう。年長のグループには、速さ = 周波数 × 波長 という法則を書き、1秒あたりの振る回数を数え、山から山までを測って、ロープで確かめさせます。それから航空機の数字を与え、秒速30万 kmを1秒あたり10億9000万で割ると27.5 cmになることを確かめさせます。自力で割り算はできなくても、黒板で追うことはでき、それによってこの数字が自分たちのものになります。

電波と音を区別するには、いちばん速いメッセンジャー競争を行います。子どもたちの列が、ホールの端から端までささやき声の言葉を伝え、その時間を測ります。次に、一方の端から懐中電灯を光らせ、反対の端の子に手を挙げさせます。測れるほどの遅れはありません。なぜかを話し合いましょう。音は、子どもから子どもへ伝わるささやき声のように、空気のひとかたまりから次のかたまりへと受け渡されなければならず、それには時間がかかります。光は誰かに受け渡してもらう必要がありません。そして、ここではっきりと言うべき瞬間です。飛行機の無線メッセージはささやき声ではなく懐中電灯のようなもので、耳に聞こえる飛行機のエンジン音こそがささやき声のようなもので、飛行機が先へ進んでしまってからずっと遅れて届くのだと伝えます。年長のグループには、秒速340メートル対秒速30万キロメートルという数字を与え、光は何倍速いかを尋ねるとよいでしょう。答えはほぼ100万倍で、満足感のある答えです。

子どもたちの誤解と、伝えるべきこと

音との混同については上で扱いましたが、第3回と第4回でも繰り返す必要があるでしょう。「アンテナが飛行機を聞く」が「アンテナが音を聞く」に戻ってしまうことを覚悟しておいてください。2つ目の誤解は、電波はにおいのように「空気の中に」漂っているというものです。電波は空気にはまったく運ばれておらず、何もない空間でも同じようによく伝わります。3つ目は年長のグループに見られるもので、速く振ると波が速く進むようになると考えることです。そうではなく、波が短くなるのです。1つの山が進むところを観察させれば、ロープがそれを示してくれます。最後に、電波が光ならなぜ見えないのかと子どもに聞かれたら、正直な答えはこうです。私たちの目は、太陽が最も多く出していて空気を最もよく通り抜ける色のためにできている。電波はずっとそこにあったが、私たちがそれに気づいたのは、それのための金属の目を作ったときだった。それが第3回です。

第3回

金属の耳と丸い地球: メッセージはどう受け止められ、どこまで届くのか

知っておくべき科学

電波が金属の上を通ると、その振動に合わせて金属の中の電子を行ったり来たり押し動かします。その小さな交流電流が「聞く」ということで、金属につながれたレシーバー（受信機）がそれを増幅し、そこからパルスを読み取ります。この押す力は、金属片が波に対して適切な長さのときに最も強くなります。平らな金属面の上に立てた、波長の4分の1の長さの棒は、自分のリズムに合わせて押されたブランコのように波に反応するのです。航空機の27.5 cmの波の場合、4分の1は6.9 cmで、だからこそ航空機にも地上にもある本物のADS-Bアンテナは、高さ数センチメートルしかない短い棒なのです。それは同調した耳です。長さがかなり違う針金でも何かは拾いますが、ずっと少なくなります。クラスが作るモデルは本物にちょうどよい大きさだと、正直に伝えてかまいません。

その耳はどれほど遠くまで聞こえるのでしょうか。それを制限するものは2つあります。信号は距離とともに弱くなります。航空機の送信機はエネルギーをあらゆる方向に広げるので、小さなアンテナに届く割合は距離が増すにつれて小さくなるからです。距離が2倍になれば、4分の1になります。しかし、弱さが問題になる前に、幾何学が問題になります。電波は光なのでまっすぐ進み、地球は球なので、屋根の上のアンテナからのまっすぐな線はすぐに地面にぶつかります。航空機の声が聞こえるのは、航空機とアンテナの間に遮るもののないまっすぐな線がある間だけです。航空機が高いほど、その線は地球に遮られるまでに遠くまで届き、アンテナが高ければさらに遠くまで届きます。計算（水平線までの距離のキロメートル数は、高さのメートル数の平方根のおよそ4倍）は中学・高校のコースで扱います。このコースでは結果だけで十分です。高度10キロメートルの航空機の声は、屋根の上から400 km以上離れていても聞こえます。ブリュッセルからパリまで往復するよりも遠い距離です。一方、50 km離れたところで離陸したばかりの航空機は、地球の丸みのかげにすっかり隠れていることがあります。だからアンテナは屋根や柱や丘の上にあり、だから同じアンテナが、高く飛ぶ航空機は遠くからでも聞こえ、低く飛ぶ航空機は近いときにしか聞こえないのです。

教え方

第2回で残しておいた問いから始めます。電波が私たちには見えない光なら、何なら見えるのか？答えは金属の耳、アンテナです。まずはいくつか探してみましょう。Wi-Fiルーターには突き出た棒があるか、中に隠れています。外の車には屋根にシャークフィンがあります。どのスマートフォンにも、ふちに沿って隠れています。学校の屋根にもいくつかあるかもしれません。クラスを探しに行かせるか、教員が写真を撮りに行って、リストを作りましょう。それらに共通するものは何かを尋ねます。金属でできていること、特定の形と大きさをしていること、そしてとても多くが高いところにあることです。この2つの観察がそのまま授業の内容であり、それぞれ説明すると約束しておけます。

大きさについては、モデルのアンテナを作ります。子どもたちはそれぞれ、長さ7 cm、幅約1センチメートルの厚紙を切り、アルミホイルで包んで、同じくホイルを貼った正方形の厚紙の中央にまっすぐ立てます。それが何なのかについては正直に伝えましょう。航空機の電波にちょうどよい形と大きさで、本物のレシーバーもまさにこの形を使っていますが、それだけでは何も解読できません。波を受け止めるのは最初のステップにすぎず、パルスを読むには無線機とコンピューターが必要だからです（それは中学・高校のコースで作ります）。それからブランコを使って大きさを説明します。ブランコは、その行ったり来たりに合わせて押すといちばん高く上がり、金属の棒は、波の4分の1の長さのときに電気的にいちばんよ

く「揺れ」ます。27.5 cmの定規を7 cmの棒の横に置き、棒がその4分の1であることを示しましょう。年長のグループは測って確かめることができます。下に敷いたホイルの正方形は耳を完成させる鏡で、そう伝えてそこで止めておいてかまいません。

高さについては、外に出ましょう。なぜアンテナは高いところにあるのか、という問いを持っていきます。校庭の端に子どもを1人立たせ、しゃがみ、次に立ち、次にベンチに乗らせて、そのたびに反対の端に何が見えるかを尋ねます。低い塀や止まっている車のかげに隠れていたものが、高くなるにつれて見えてきます。それから地球へと飛躍します。地面そのものが、巨大なボールの上面のように曲がっていて、十分に遠いものはその丸みのかげに隠れてしまいます。水平線の向こうに進んだ船が、マストはまだ見えているのに船体は隠れているように。屋根の上のアンテナは、ベンチの上に立っているのです。高く飛ぶ航空機は、とても高いマストを持つ船です。黒板に、棒を1本立てた円と、その円をかすめるまっすぐな線を描きましょう。線より上にあるものはすべて聞こえ、線より下にあるものはすべて地球のかげにあります。9歳から11歳には、それから本当の数字を与え、知っている距離と比べさせることができます。400 kmはブリュッセルからパリまで往復するよりも遠く、50 kmはだいたい州の幅くらいです。

時間があれば、距離とともに弱くなることを示す小さな実演もする価値があります。暗いホールの反対の端に置いた懐中電灯は、紙を1枚かすかに照らします。距離を半分にすると、同じ紙が2倍よりはっきり明るく照らされます。光がより狭い面積に広がるからです。年長の子どもには、距離が半分なら明るさは4倍という法則と、そのつながりを伝えるとよいでしょう。飛行機の無線も同じように広がっていくので、遠くの飛行機には感度のよい受信機が必要なのです。

子どもたちの誤解と、伝えるべきこと

子どもたちはよく、大きな耳がよく聞こえるように、大きなアンテナのほうがよいはずだと考えます。この波についてはそうではありません。大切なのはちょうどよい大きさで、ちょうどよい大きさは小さいのです。また、アンテナが高いところにあるのは「飛行機に近づくため」だとも考えます。上方向の距離は横方向の距離に比べればごくわずかで、本当の理由は地球の丸みです。こちらのほうが面白い答えです。最後に、音との混同が「アンテナは飛行機の音を聞いている」という形でここに戻ってきます。そのたびに取り上げましょう。アンテナが受け止めているのは音ではなく見えない光であり、まったく音を出さない航空機からでも同じようによく受け止めるのです。

第4回

地図: たくさんの耳はどうやってひとつの絵を作るのか

知っておくべき科学

1本のアンテナは、そのレシーバーとともに、聞こえるメッセージを解読します。そのため、自分の水平線の内側にいる、話しているすべての航空機の位置、高度、識別情報を知っています。その範囲は、高く飛ぶ機体ならさしわたし数百キロメートルのおおよその円で、低く飛ぶ機体ならずっと小さくなります。国全体を見るには、円が重なるように広く配置された多くの受信機が必要で、それぞれが聞いたことをインターネットで中央のコンピューターに送ります。そのコンピューターは2つの仕事をします。1つは統合です。高く飛ぶ航空機はたいてい10台から20台の受信機に同時に聞かれており、そのすべてから届く同じメッセージを、20機ではなく1機の航空機として認識しなければなりません。もう1つは確認です。1台の受信機が、近隣のすべての受信機と食い違う位置を報告してきたら、その報告はおそらく解読の誤りなので、脇に置かれます。その結果がライブマップで、1秒ごとに更新され、すべて航空機が伝えたこと

と、アンテナが聞いたことだけから作られています。航空管制官も同様の絵を見ていますが、そこには独立したセカンドオピニオンとしてレーダーが加えられています。航空機が真実を伝えることに依存するシステムには、それが必要だからです。

地図に表示されるのは、話している航空機だけです。旅客機はほぼすべてが話していますが、多くの小型自家用機、グライダー、気球は話すことを義務づけられておらず、軍用機はしばしば話さないことを選びます。ですから地図は正直ですが完全ではありません。これはどんな地図についても子どもが学ぶ価値のあることで、コースを句点ではなく問いで締めくくる自然な方法でもあります。

教え方

第1回の床のマス目に戻りますが、今度は管制塔がすべてを聞くことはできません。部屋の四隅に3つか4つの「アンテナ」（紙のマス目を持った子どもたち）を置き、それぞれマス目の自分の半分か4分の1にいる航空機しか聞こえないと伝えます。航空機は前と同じようにメッセージを言います。それからアンテナ役に紙を持ち寄らせ、並べて置かせます。合わせた絵にはすべての航空機がのっていますが、1枚ずつの紙には一部しかのっていません。2枚の紙に現れる航空機もあり、クラスはそれが2機ではなく同じ1機だと合意しなければなりません。これが統合の仕事のすべてで、10歳の子どもたちが5分でこなし、地図はたくさんの聞き手によるジグソーパズルだという考え方が定着します。

それから本物にします。ライブマップをプロジェクターに映して学校まで拡大し、各グループに10分間追いかける航空機を1機ずつ割り当てます。コールサイン、高度、速度、どこから来てどこへ向かうのか。その航空機のカードを記入させ、地域の壁地図の、最後に見た位置にピンで留めさせます。子どもたちが作業している間に、見ているものをコースの連鎖に一文ずつ結びつけていきましょう。あの航空機は1秒に2回話している。そのメッセージは見えない光にのっている。400 km以内の誰かの屋根の上のアンテナがそれをとらえた。そのアンテナがメッセージを、この地図を描くコンピューターに送った。だから画面でその高度を読めるのだ、と。そして、その連鎖を自分たちの言葉で語り返すようクラスに求めましょう。これが評価で、この時点でクラスのほとんどができるはずです。

最後に2つの問いで締めくくります。航空機が話すのをやめたらどうなるか？地図から消えます。ただし管制官にはまだレーダーがあります。そして、空のすべての飛行機が地図にのっているか？いいえ。どの飛行機が欠けているのか、なぜ見られたくない人がいるのかについての話し合いは、地図は測定からできていて、その聞き手と同じだけしか完全にならないことを理解したクラスを送り出すのに、ちょうどよい場所です。

子どもたちの誤解と、伝えるべきこと

「衛星が地図を作っている」という考えが、ここで非常にしつこく戻ってきます。地図は画面の上にあり、画面はインターネットから来て、インターネットは子どもたちの頭の中では宇宙から来ているからです。やさしく解きほぐしましょう。衛星は飛行機に時刻を伝えるだけ。飛行機が自分の位置を割り出す。飛行機がそれを伝える。屋根の上のアンテナがそれを聞く。コンピューターがそれを描く。最初のステップを除いて、すべてのステップは地上にあり、飛行機が自分の位置を知ることさえできれば、衛星をほかの何かに置き換えても地図はまったく同じように機能するのです。

評価: 子どもたちは物語を語れるか？

このコースには4つの輪からなる学習成果が1つあり、評価は単純に、子どもがその連鎖を理由とともに順序どおりに語れるかどうかです。子ども一人ひとり、または各グループに、飛行機がどうやって地図にのるのかを説明するよう求め、4つの輪を聞き取ってください。飛行機は自分の位置を知っていて、頼まれなくても何度も何度もそれを伝えている。メッセージは電波として伝わり、それは私たちの目には見えない光で、音とはまったく違う。同調した金属の耳であるアンテナがそれを受け止めるが、地球の丸みより上にいる航空機からだけである。そして、たくさんのアンテナが、聞いたことを分け合って地図を作る。6歳から8歳の子どもが、4つのステップを正しい順序で物語として語れれば、成果に到達しています。9歳から11歳の子どもは、各ステップで理由も挙げられるはずです。なぜ1秒に2回なのか、なぜ音ではなく光なのか、なぜ7 cmでなぜ高いところなのか、なぜ1本ではなくたくさんのアンテナなのか。

児童向けページの最後には、タブレットや挙手でクラスが取り組める短いクイズがあります。答えと、期待すべき理由づけは次のとおりです。飛行機がメッセージを送るのは1秒に約2回です。1分では15 km移動してしまい、地図が役に立たなくなるからです。メッセージには乗客の名前は含まれず、航空機の識別情報、位置、高度、速度だけが含まれます。電波は音ではなく、私たちの目には見えない光です。空気を必要とせず、音より100万倍近く速く進むからです。アンテナを屋根の上に置くのは、飛行機に近づくためではなく、まっすぐな見通しの線が地球の丸みの向こうまで遠く届くようにするためです。そして地図にたくさんのアンテナが必要なのは、1本のアンテナにはさしわたし数百キロメートルの円形の空しか聞こえないからです。

屋根に小さな受信機を設置して、自校の上空をライブマップに表示させ、第4回をクラス自身のアンテナで締めくくりたいと考える学校は、「フィーダーになる」ページに必要な情報がすべてそろっています。

次へ

学校の屋根に受信機を

4回の授業は、学校の受信機で自然に締めくくられます。実践ワークショップはそのための完全なガイドです。部品とその価格（100から150ユーロ、または手持ちのRaspberry Pi）、選ぶべきアンテナとその設置場所、コンピューターを準備してDataeroフィーダーをインストールする方法、そしてクラスがそれを使って1年を通して行える測定を紹介しています。学校のステーションは学校の名前で公開地図に表示され、そのダッシュボードは1年365日、「あの飛行機は何？」に答えてくれます。

実践ワークショップを開く https://radar.dataero.eu/ja/learning/workshop