

ものづくりを中心とした学習の成果と課題
—小学校理科第5学年「リニア新幹線」の開通を目指して—
Learning Outcomes and Challenges Focusing on Manufacturing:
-Aiming for the Inaugural “Linear Shinkansen” in 5th Grade Elementary School Science Class-

水口 達也

Tatsuya Minakuchi

愛媛大学教育学部附属小学校

Ehime University Elementary School

【要約】 ものをつくるということは、子どもにとって非常に興味・関心が高い。また、ものづくりは試行錯誤の連続である。「どうすれば動くのか」「何が足りないのか」目の前の事象と既習内容を関係付けながら形にしていく。そして、形になったならば、それは大きな達成感とともに、学びの成果を視覚的に捉えることができる。このものづくりの魅力とリニアの魅力を掛け合わせた。リニアは、電流のはたらきによって磁力を持ったり、極の向きを変えたりすることができるといった電磁石の性質を分かりやすく捉えることができる。また、その性質を使って何かを動かすといった操作性に優れており、子どもは繰り返し、電磁石の性質に触れることができる。そうすれば、回転式モーターの仕組みが理解しやすく、電磁石が生活の中で多様に使われている理由や利便性が納得でき、理科を学習する有用感を持つことができるであろう。しかし、ものづくりにおいて、子どもの能力の格差や道具の種類、操作の難しさなど課題があり、丁寧に単元を構成し、より簡易な道具に改良していく必要性が出てきた。

【キーワード】 ものづくり、リニアモーターカー、操作性、学びの有用感

I. 問題の所在

小学校理科のものづくりは単元末に行うことが多い。学んだことを生かしてものをつくることで、学びの有用性を実感できるからである。また、ものづくりは子どもにとって興味・関心がとても高い。このものづくりの魅力と学習単元を融合させれば、子どもは「つくりたい」というより強い目的意識を持って、問題解決に取り組むことができるのではないだろうか。

また、どの学習でも、学んだことが実生活に生かされる、生かされていると子どもが感じることは大切である。学びの成果を実感することができ、さらに主体的に学ぶ態度を高めることができるからである。電磁石の一番身近な利用はモーターである。モーターの仕組みについては中学校の学習内容であるが、小学校の段階で、電磁石の性質によってモーターができていくことを実感できなければ、生活へのつながりは弱くなってしまふ。しかし、回転式モーターの仕組みを実感することは容易ではない。

そこで本研究では、リニア新幹線を動かすというものづくりを、単元の中心に位置づけることの効果を検討した。

II. 授業実践の目的・方法

1. 目的

ものづくりによって繰り返し操作する環境を整え、電磁石の性質に多く触れる場を保障することで、電流の働きの理解を深める。ものづくりの完成が学びの成果につながるとともに、リニアの学習を通して回転式モーターの仕組みを実感することで、学びの達成感や有用感を獲得し、学びに向かう主体的な態度を高める。

2. 方法

a. 教具（リニア新幹線）の開発

電磁石の性質を確認しながら、繰り返しリニアを動かすことができ、かつ、子どもが手作りできる教具を開発する。

b. ものづくりを通じた単元構想

「リニア新幹線を動かす」という最終目標に向かってものづくりを行う中で、電流の働きについて学習できる単元を構想する。

Ⅲ. 授業実践の結果

1. 教具（リニア新幹線）の開発

教具を開発するに当たり、できるだけ実際のリニア新幹線に近付けたいという考えがあった。そのため、2027年開通予定の「リニア中央新幹線」を基本として、5年生の学習内容に特化した教具の開発に取り組んだ。ポイントは次の3つである。

- ① 本体を浮上させること。
- ② 本体に磁石を付けて、レール側から電磁石で動かすこと。
- ③ 電磁石の極の切り替えは、子どもが手動で行うこと。

まずは、新幹線を浮上させることに取り組んだ。レールと新幹線本体に磁石を付け、反発する力で浮上させようとした。様々な磁石や、リニア新幹線をおもちゃとして発売している企業の資料を参考にしながら試行を重ねた。結果、浮上して手で押せば進むことはできたが、本体に磁石を付け、電磁石で動かすまでには至らず、浮上は諦め、本体に車輪を付けて動かすこととした（図1, 2）。

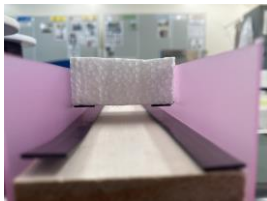


図1 車体の浮上



図2 車輪付きの車体

次に動かすための仕組みを考えた。リニア中央新幹線のように、ガイドウェイに取り付けられた推進コイルの電磁石の性質を使って動くことができるように、車体本体にネオジウム磁石を付け、その磁石をレール側に取り付けた電磁石によって、引き付け、反発して進むようにした（図3）。車体本体は子どもが作るものではなく、教師側が用意した。進ませるために本体のフォームや重さ、タイヤの種類、磁石の強さなどの様々な要因があり、それを考えていく授業展開も考えられるが、今回はあくまで電流の働きを中心に考えさせたいため、その他の要因は極力排除するようにした。

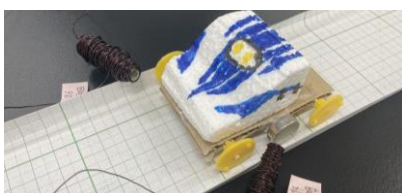


図3
動かす仕組み

電磁石の極を切り替えることで、車体を前に進ませるわけであるが、この切り替えこそが本実践の肝である。このしくみを子どもが理解し、何回も操作することで、電流の働きの理解を深めるとともに、回転軸モーターのしくみをより実感して捉えることができると考える。切り替えをするためのスイッチを開発した（図4）。①同士を押す場合と、②同士を押す場合とで流れる電流の向きが変わる。これは、回路を学習している4年生の内容の応用である。子どもが作る際には、流れる電流の向きの違いが視覚的に分かりやすいように、赤と青の導線を用いた。

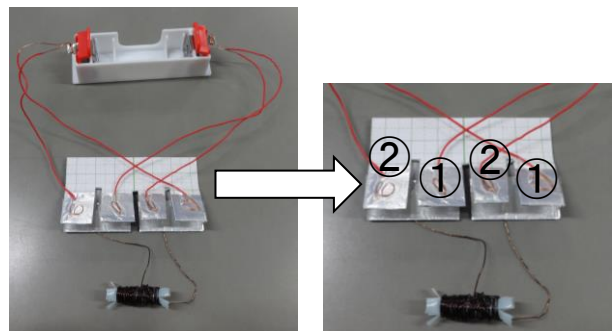


図4 スwitchの仕組み

しかし、実際に操作してみると、このスイッチの仕組みは、子どもにとって難しいものであった。その大きな理由は、このようなスイッチに慣れ親しんでいないということである。3年生のものづくりで取り扱うが、市販のキットで行う場合、厚紙を使ってアルミ箔を貼ったり、セロテープで導線をくっつけたりする経験ができない。結果、スイッチによってどこに電流が流れるのか捉えられなかったり、セロテープの上に導線を置いてさらにセロテープで固定したりするなど、電流の流れを意識できていない実態が散見された。＋極から電流が流れ、スイッチによって電流の向きを変えているということは分かっているが、それを具体的にこなすことができないのである。それは、スイッチが4つあること、上と下のスイッチの役割など、スイッチそのものへの難しさがあると感じた。しかし、このスイッチには、3、4年生の電流に関する学習内容がうまく融合されており、よい実践的復習となった。「動きません」とすぐに言ってきた子どもが、「セロテープも確認したし、エナメルが剥がれているか確認もしたし、導線のつながり方も合っているのに動きません」というように、動かない原因をいくつか解決できるようになっていった。

2. ものづくりを通した単元構想

「ものをつくりたい」という欲求と、その活動の過程で電流の働きについて学習できるように単元をデザインした(図5)。

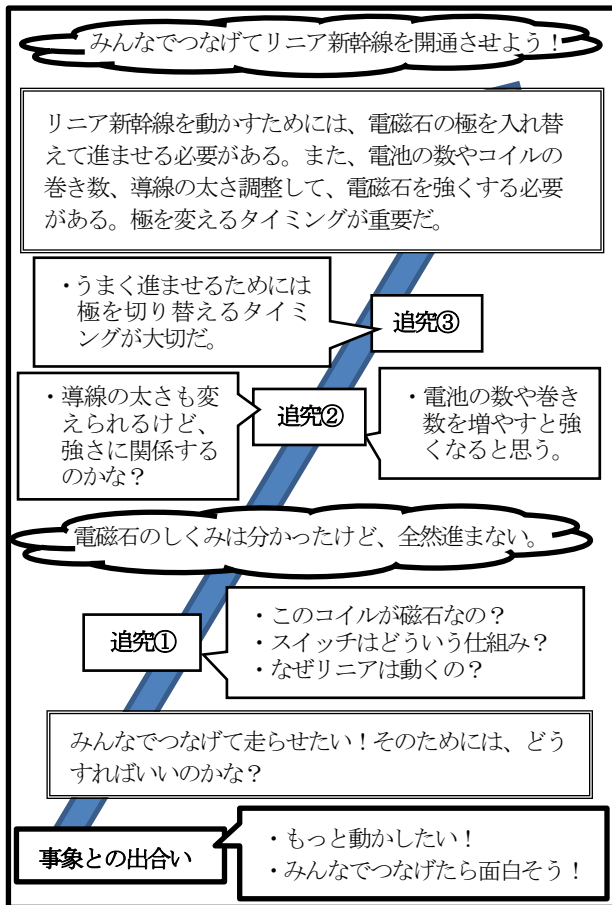


図5 単元デザイン(一部)

単元始めの事象との出会いでは、開発したミニチュアリニア新幹線を出し、グループごとに操作して問題を見いだすようにした。問題を見いだすには、子どもの欲求と疑問が表出されなければならない。操作そのものの難しさや電磁石の弱さが相まって少ししか動かない。子どもは「もっと動かしたい」「グループの4人でつなげてみたい」など、様々な欲求を見せた。また、「電池につなぐだけでなぜ動くのか」「コイルが磁石のようにになっている」など、疑問や気づきを表現していた。最終目標を、「ミニチュアリニア新幹線をみんなでつなぐ」とし、そのためにはどうすればいいか整理して、見通しを持った。

まずは、追究①のリニア新幹線が進む仕組みである。予想の段階で、コイルが磁石のようにになっていることや極が変化していることなどの考えが出ていたため、そのことを確かめる実験を行った。そして、極を変え

ているスイッチの仕組みを考えた。先にも述べたようにこのスイッチについて考えることは難しかった。これまでの学習の積み重ねが大切で、子どもの実態がよく見えた。繰り返し指導したり、試行錯誤したりする中で理解していくことができたが、時間が必要である。

自分のスイッチと電磁石ができれば、試しに動かしてみたいくなる。しかし、電池は1個でコイルは50回巻きなので動くはずがない。もっと強くするという追究②が動き出した。ここでは、電池を2つにして電流を大きくすること、巻き数を増やしてみることにし、導線を太くしてみることに3つの予想が出され、実験していった。結果、電池2個、100回巻、太い導線で作った最強の電磁石を用いてリニア新幹線を動かす。しかし、まだ満足に動かない。子どもは、もっと巻き数を増やす、もっと導線を太くした。電池の数を増やすことは導線が熱くなることから危険なのでやめた。すると、細い導線で200回巻き、太い導線で150回巻き、極太の導線で100回巻きにすることで、十分動くという実証を得ることができた。しかし、動かさない子どもも多く、どうすれば満足に動かせるのか追究③へ進んでいった。

リニア新幹線をよく動かすためには、「引き付ける→なにもしない→反発させる」といったタイミングが重要である。このコツをつかめば、10cm以上進ませることができる。この操作をすることで、電磁石の極を自分が変えていることを実感でき、十分に電磁石の性質に触れ、確かなものにすることができる。しかし、そもそも電流が流れず、リニア新幹線が動かないといったことがしばしば起こった。これには、以下のような改善が必要であると感じた。

- ① コイルそのものをもっと短くして、磁力をより端側に発生できるようにする。
- ② テープでとめているスイッチと導線が外れやすいので、クリップ等ではさむようにする。
- ③ 電磁石を固定するための台座を用意する。
- ④ レールの幅をもっと狭くして、本体のネオジウム磁石と電磁石の間を近付ける。

子どもが、「電磁石の導線を少し外側に引っ張り出せばよく動く」「リニア本体をできるだけ電磁石の方に近付ける」といったことに気付いていった。私自身ですら動かさないような距離を走らせていた子どもがいたため、より遠くへ動く余地があると感じた。なるべく簡単にリニアが動くように改良していく。

IV. 結果・考察

リニアを取り扱ったことと、ものづくりを中心として単元構想を行ったことで、2つの効果があったと考える。

1つ目は、電磁石の磁力の発生や強さを制限できること、極を変えられることといった、電磁石の性質への理解が深まったことである。教科書通りに進めると「強さ」に偏りがちである。ものづくりの中で試行錯誤したり、何回も現象に触れたりしたことで、強さだけではない、電磁石の魅力に浸ることができた。また、リニア新幹線を自分で操作することで、電磁石の極により注目できたと感じる。リニア新幹線を動かすためには、極の切り替えやタイミングが重要であり、自然と何回も試し、磁力の強さや切り替えを意識する。そして、目の前で実際に動くことで、五感を使った習得につながったと考える。

2つ目は、学ぶ意味や有用感を感じることができたことである。単元が終わった後、次のような感想を持っている子どもがいた。

- どんな感じで操作すればうまく動いてくれるかを考えながら授業を受けるのが一回、一回とても楽しかったです。また、リニアを動かす楽しい勉強をしながら電磁石のことについて学べるので、楽しいし賢くなるしみたいな、一石二鳥みたいな感じでした。
- 私は理科の中であまり電気や磁石は得意ではなかったけれど、今回、何回も実験をしてみてどうすれば動くか考えて、実験に挑戦するのはとても楽しかったです。
- たくさんのコイルを作り何回も何回も実験をしたので、より深い考えを出すことができました。経験を積むことで、今まで分からなかったこと、不明に思っていたことが解決できるということも改めて実感しました。

自分で考え、試して、失敗して挑戦してというように自らの意思で活動できることに楽しさを感じている子どもが多かった。子どもが電磁石を自作していくので通常よりも時間は必要であるが、その分、電磁石への関わりは大きくなっていく。また、もっとスイッチやリニア新幹線に触れ、何回も動かす挑戦を積み重ねることができたなら、リニア新幹線をしっかり動かすことができたという達成感を味わうことができたであろう。ものづくりを通して学習する効果は十分にあると考える。

- コイルやリニア新幹線のしくみが分かったので、未来にリニア新幹線に乗る機会があれば、こんなしくみだったなと思えそうと思いました。本物のリニア新幹線が動くということは、どうにかしたら附属小のリニア新幹線も開通できるということだと思います。
- たくさんの実験をして分からなかった問題の正しい結果が分かったのでよかったです。次は、本物のリニア新幹線を見て、それに関わる人にいろんな情報を聞いてみようと思いました。

このように、実際のリニア新幹線へ関心を高めたり、次はこんなことがしたいという前向きな姿勢を見せたりするなど、学校の中だけの学習にとどまらず、生活や未来について思いをつなぐ姿勢は、まさに主体的に学ぶ態度が高まっているものであろう。

V. おわりに

子どもの「リニア新幹線をみんなでつなげて走らせたい」という願いは実現することができなかった。考えて努力したけど叶わないことはたくさんあり、当然のことであるが、何とか実現したい。本実践では、理科の学習内容である電流のはたらきだけではなく、リニア新幹線本体のこと、スイッチのことなど、電流以外の要因によってよく動くかどうか関わってくる。それらのことを総合してもものづくりをしていくことも可能であるが、理科の時数だけでは難しいし、発達段階として、そこまで多面的に考えることは無理がある。子どもが電流の働きに注力できるように、教材をできるだけ分かりやすく、簡易にしていくことで、より効果が大きくなっていくと感じた。教師が教えるだけの授業ではなく、子どもが活動しながら学んでいく、問題を見だし、学びをつないでいく授業をこれからも模索していきたい。

文献

- 文部科学省(2018), 小学校学習指導要領解説 理科編, 株式会社東洋館出版社。
- 東海旅客鉄道株式会社(2023), リニア中央新幹線 <https://linear-chuo-shinkansen.jr-central.co.jp/> (令和5年2月28日確認)