

学校名： 安芸太田町立 戸河内中学校 授業者： 原田 優次

教材作成者： 原田 優次

授業日時	平成 28 年 10 月 21 日 5 時間目	教科・科目	理科
学年・年次	3 学年	児童生徒数	14 人
実施内容	第 1 分野 (7) 科学技術と人間 イ 科学技術の発展 (7) 科学技術の発展	本時/この内容を扱う全時数	2/2
教科書及び教科書会社	啓林館『未来へ広がるサイエンス 3』		

授業のねらい (本時の授業を通じて児童生徒に何を身につけてほしいか、この後どんな学習につなげるために行うか)

○主なテーマ。

「はやぶさプロジェクト」と「イオンエンジン」について考察する活動を通して、「力と運動」「イオン」「エネルギーの変換」等の学習内容が、宇宙開発でも活用されていることに気付き、(得た知識が、自然や技術の理解にも役立つことに気付き)「科学技術の発展」が生活を豊かにしたり、私たちの誇りになってきたことを認識する。

○次の内容を統合する、横断的な学習をめざす。

力と運動：力が働く運動では、運動の向きや速さが変わることを見出す。

原子の構成とイオン：イオンの生成が原子の成り立ちに関係することを知る。

太陽系：適切な縮尺モデルをイメージして、太陽系の広がりを知ること。

メインの課題 (授業の柱となる、シグソー活動で取り組む課題)

【問 1】 次の問いの「疑問」に、できるだけ、たくさん答えましょう。

① 『イオンエンジン』は、どんな原理で、ロケットを飛行させているのでしょうか。

①	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー源は何？ そのエネルギーをどのように変換しているの？
②	<ul style="list-style-type: none"> 何の原子をイオンにしたの？ イオンをどのように使ったの？
③	<ul style="list-style-type: none"> どんな科学の「法則」が使われているの？ なぜロケットは加速するの？

② 『イオンエンジン』は、なぜ、少ない推進剤 (燃料) で、長距離を飛行することができたのでしょうか。

④	<ul style="list-style-type: none"> 化学燃料エンジンの長所は？ 短所は？
⑤	<ul style="list-style-type: none"> イオンエンジンの長所は？ 短所は？
⑥	<ul style="list-style-type: none"> なぜ、少ない推進剤 (燃料) で、長距離を飛行できたの？

児童生徒の既有知識・学習の予想（対象とする児童生徒が、授業前の段階で上記の課題に対してどの程度の答えを出すことができそうか。また、どの点で困難がありそうか。）

①本校の年間指導計画では、「運動とエネルギー」「化学変化とイオン」「科学技術と人間」を終えて「地球と宇宙」の単元に入る。「科学技術と人間」のまとめである本時は、これまでに得た知識を統合して、社会的にも大きな話題となった「はやぶさプロジェクト」について深く考える展開とした。今後、学習する「地球と宇宙」にもつながっており、いわば、単元横断的な学習となる。例えば、今回の学習で登場する「イオン」という言葉は「マイナスイオン」「アルカリイオン飲料」「プラズマイオン」など、健康に良いもの、きれいなものといった、非科学的なイメージで一般に捉えられている。3学年で、詳しく学習した生徒にとっても「水溶液とイオンは習ったけど、イオンがエンジンになるってどういうこと？ しかも宇宙ロケットに使えるってどういうこと？」と素朴に感じる内容である。しかし、そういった疑問に対して「宇宙のこと、最先端のことなんて分かるわけないし、専門家がうまくやってるんでしょ！」と、思考停止させる場面も少なくない。しかし、「日本の科学技術の素晴らしさを理解して、誇りにしてほしい」と考えたとき、義務教育で学んだ知識を基に「自分にも基本的な原理が解明できた」という感動を得ることは意義深い。科学技術の大切さを実感すること、学びに対する見方を転換すること、そして自己有用感の育成をめざして本教材を作成した。

②中学校では「電子配置とイオンの生成」に関する学習は発展的な扱いとなる。しかし、「ナトリウムイオンはなぜ、 Na^+ なのか」といった素朴な疑問が解決しないため、「イオンは分からない。イオン式を覚えるのもつまらない。」といった感覚を持つ生徒も少なくない。そこで、本校では、原子番号 36 番クリプトンまでの電子配置は書けるように指導してきた。理科があまり得意ではない生徒も、「原子番号 20 番カルシウムの電子配置は？」と聞かれれば、「 $2 \cdot 8 \cdot 8 \cdot 2$ 」と答える。遷移元素についても扱っている。本時は、54 番キセノンの電子配置を扱うが、「 $2 \cdot 8 \cdot 18 \cdot 18 \cdot 8$ 」という、4コース（N殻）が 18 である点についても、多くの生徒がその原因を自分なりに想像して考えることができると思われる。

③中学校では「運動量」や「力積」については扱わないため、ロケットが飛ぶ原理については「作用・反作用の法則」を活用して理解させることとなる。そのため、「運動量保存の法則」に従って、ロケットの速さは、推進剤の「質量」と「噴射する速さ」の積で決まる点については、実験や思考実験を基に想像する必要がある。その意味では、自然現象を豊かにイメージして、質量や力の概念をより深めてほしいと考える。

④小学校第4学年で明るさや色の違う星があることや、星座を構成する星の並び方は変わらないことについて学習している。また、第6学年で月の形の見え方が太陽と月の位置関係によって変わることについて学習している。中学校では、さらに深く天体現象を考察するため、太陽系や銀河系、銀河の広がりを認識し、正しいスケール感を持つ必要がある。しかし、生徒がふだんの生活で使用している距離や時間のスケールとはかけ離れた数値や単位を手がかりにして、現象を分析し、原因を探究させる場面が多い。そのため、天体の見え方や運動に関する考察結果も、間違った内容となることが少なくなかった。

⑤天体現象の考察の基盤には、適切な縮尺やモデルを活用した、イメージづくりが必要である。そのイメージを基にして、初めて天体現象を深く、よりの確に考察することが可能となる。今回は、次の単元である「地球と宇宙」につながる学習として、正しいスケール感を持つことにも配慮して、前時のプランを作成した。

⑥「地球と宇宙」は、中学校最後の単元として扱われることも多い。しかし、生徒にとって難解な内容が多く、「星嫌い」「理科嫌い」を増やす要因となってきたことも否めない。本来、星や宇宙に対する人類の関心は高く、生徒にとっても魅力ある単元である。私たち理科教師の課題は「星の学習が、星嫌いな生徒を育てる」といった皮肉な実態を少しでも改善することである。中学校最後の単元が、自然科学やそれを活用した科学技術の重要性に気づき、理科に関心を持ち、今後も積極的に自然に関わり、知識を得ていこうとする意欲を喚起する学習でありたい。それを目標とするプランの開発を目指して、今後もより良い教材への改善を進める。

※本時のテーマは理科教師でさえ思考停止している問題であり、これまでの指導経験から考えて、課題について正しく考察することは容易ではないと考える。

期待する解答の要素（本時の最後に児童生徒が上記の課題に答えるときに、話せるようになってほしいストーリー、答えに含まれてほしい要素。本時の学習内容の理解を評価するための規準）

①①【エネルギー源と変換】「イオンエンジン」は太陽の光がエネルギー源で、「電気エネルギー」「運動エネルギー」と変換している。

②【原子とイオンの利用】「キセノン原子」を電離して「キセノンイオン」と「電子」に分け、「十と一の引き合う力」を利用して噴射している。

③【科学法則と飛行原理】ロケットと推進剤（噴射ガス）の間に「作用・反作用の力」が働いて加速する。

②④【化学燃料エンジンの長所・短所】化学燃料エンジンの長所は、短時間に大きな力が出せること。短所は、多くの燃料を必要とすること。

⑤【イオンエンジンの長所・短所】イオンエンジンの長所は、推進剤の量が少なくて済むこと。短所は、少しずつしか推進剤を噴射できないため、大きな力が出せないこと。

⑥【なぜ、少ない推進剤で良いのか】太陽の光エネルギーを利用したこと。噴射ガスが化学燃料エンジンの 10 倍速いこと。そのため、少ない推進剤で長距離を飛行することができた。

各エキスパート＜対象の児童生徒が授業の最後に期待する解答の要素を満たした解答を出すために、各エキスパートで抑えたいポイント、そのために扱う内容・活動を書いてください＞

A：安定な 18 族原子「キセノン」をイオンにして利用する

原子番号 54 番「キセノン原子」を電離させると、「キセノンイオン」と「電子」に分かれることを理解する。

高い電気エネルギーを使って、気体をイオンにした実験を通して、身近な自然現象に関する理解を深める。

B：イオンエンジンの原理

イオンエンジンは、太陽の光エネルギーを電気エネルギーに変換し、その電気でキセノン原子をイオンにして加速、電子とともに高速噴射している。

C：作用・反作用の法則とロケットエンジン

後方に噴射する推進剤の「質量をより大きく」「より速く」すれば、ロケットは大きな加速が得られる。しかし、ロケットに積み込める推進剤（すいしんざい）の質量には限界があるため、結局は、推進剤を噴射する「速さ」で、ロケットの加速が決まる。イオンエンジンは化学燃料エンジンの 10 倍にあたる秒速 30km で推進剤を噴射できるため、とても効率が良い。

しかし、一度に大量のガスを噴射できないため、長い時間をかけて徐々に加速する方式をとっている。

ジグソーでわかったことを踏まえて次に取り組む課題・学習内容

適切な縮尺モデルをイメージして、太陽系の広がり認識し、「地球と宇宙」の学習のレディネスを形成する。

本時の学習と前後のつながり

時間	取り扱う内容・学習活動	到達して欲しい目安
これまで	<ul style="list-style-type: none"> ○運動とエネルギー ○化学変化とイオン ○科学技術と人間 ○科学技術の発展と交通輸送・情報通信 	<ul style="list-style-type: none"> ○2力のつりあう条件について理解し、自分の言葉で説明できる。 ○作用・反作用の法則について理解し、自分の言葉で説明できる。 ○電子配置とイオンの生成について理解し、イオンとは何かを説明できる。 ○科学技術が人間の生活を豊かで便利にしてきたことの例をあげられる。 ○交通輸送・情報通信の分野で、科学技術の発展を受けて大きく変化した例をあげられる。
前々時 (道徳)	<ul style="list-style-type: none"> ○道徳 [集団生活の充実] 「はやぶさプロジェクト」 私たちの道徳 170 ページ 	<ul style="list-style-type: none"> ○「はやぶさプロジェクト」を支えた人々の生き方を通して、「役割や責任」の大切さに気づき、「集団生活の充実に貢献していこうとする心情」を培う。 ○集団生活を充実させるために、自分がなすべき役割を考え、責任を持って実行しようとする。
前時 (理科)	<ul style="list-style-type: none"> ○ビデオで視聴した「イオンエンジン」の仕組みや特徴を予想する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○これまでに学んだ「イオン」や「力と運動」に関する知識を基に、自分なりの想像ができる。
本時	<ul style="list-style-type: none"> ●「はやぶさプロジェクト」を支えた「イオンエンジン」 	<ul style="list-style-type: none"> ●「科学技術の発展」が、生活を豊かにしたり、私たちの誇りになってきたことを認識する。
次時	<ul style="list-style-type: none"> ○地球と宇宙 	<ul style="list-style-type: none"> ○「地球と宇宙」の学習の基盤となる、広がり認識やスケール感を育てる。
この後	<ul style="list-style-type: none"> ○地球と宇宙 	<ul style="list-style-type: none"> ○地球の運動について考察させるとともに、太陽や惑星の特徴及び月の運動と見え方を理解させ、太陽系や恒星など宇宙についての認識を深める。

上記の一連の学習で目指すゴール

科学技術の発展の過程を知るとともに、科学技術が人間の生活を豊かで便利にしてきたことを認識する。
太陽系や恒星など宇宙についての認識を深める。

前時～本時の学習活動のデザイン

時間	学習活動	支援等
前々時 (道徳)	道徳 [集団生活の充実] 「はやぶさプロジェクト」 ○P1～3の予想・挙手・解答。 ○アニメーションビデオ「はやぶさ」の視聴。 ○私たちの道徳P170の音読。 ○感想の記入と回収。	○1～3ページの問題については、一つずつ予想し、挙手して人数を確認した後、解答を発表していく。その過程で、スケールイメージを育てる。 ○ビデオの視聴が難しい場合は読み物資料に代える。 ○5ページの配布・回収。
前時 (理科)	○目標「日本の科学技術について考えてみよう」を伝える。 ○各自で問1について考えさせる。(次は予想される回答) ・イオンエネルギー? ・?イオンを、中和して飛ぶ? ・万有引力の法則・・・等? ・力強い。けど故障しやすい? ・力が弱い。けど故障しても動く? ・燃費が良かった? ○課題①～⑥の班分担の決定	○1ページ配布。 ○教師による音読。 ○ビデオに出てきた情報なども活用する。 ○学習前の生徒の考えを把握し、学習後の概念の変化と比較できるようにしておく。 ○1ページ回収。
本時 3 15 30 40	○今日の課題(各班の分担)を確認し、エキスパート活動に移る。 ①エキスパート活動 A:キセノン原子をイオンにして利用する B:イオンエンジンの原理 C:作用・反作用の法則とロケットエンジン ②ジグソー活動 ○ジグソープリントを使って、各グループの考察結果をまとめる。 ○担当した課題以外にも、できるだけ多くの疑問に答える。 ③クロストーク活動 ○各自のジグソープリントに自分の考えをまとめる。	○2～7ページ配布 ○Aグループは、アンダーライン部分の記入の確認後、実験手順を理解させる。 ○Bグループには、エネルギーの観点で、イオンエンジンの工夫を理解させる。 ○Cグループは、アンダーライン部分の記入の確認後、実験手順を理解させる。 ○8ページ配布。 ○各資料の説明が2分×3人。 ○課題解決の議論が5分程度。 ○ホワイトボード記入4分程度が目安。 ○発表に向け役割分担をさせる。 ○できるだけ分担して発表させる。 ○自分たちが想定した説明と比較しながら聞き、質問させる。 ○事前・事後の記入内容によって、生徒の学びと教材を評価する。 ○8ページ回収。

グループの人数や組み方
3～4人×4グループ(基本的には生活班で学習を進めるが、極力3人班の編成を行う。)