

第2学年 理科学習指導案

指導者 芝山町立芝山中学校 森 孝行
芝山町立芝山中学校 松本遥菜

1 単元名 空気中の水蒸気の変化

2 単元について

(1) 単元観

東北地方太平洋沖地震をきっかけに、放射線への関心が高まっていることは周知のとおりである。中学校においては、昭和56年に告示された中学校学習指導要領(文部省1981)から放射線の単元が削除された¹⁾。しかし、平成20年に告示された中学校学習指導要領(文部科学省、2008)では四半世紀振りに放射線の単元が復活し、第3学年の「科学技術と人間」の単元において、エネルギー資源として放射線についても扱われることとなった²⁾。更に、平成29年に告示された中学校学習指導要領では、第2学年「電流とその利用」でも新規で扱われることとなった³⁾。放射線に関しては、更に、「電流の正体」の単元において、放射線の性質や放射線の利用だけでなく、放射線が発見されるに至るまでの経緯、放電やクルックス管などの真空放電による放射線の発生との関連づけについても扱われており、科学史にも重点を置いた改訂がなされ、放射線に関する学習の重要性を裏付けている。

また、放射線を学習する際に、導入や発展的な学習として、かねてより、霧箱実験が広く行われてきた。平成26年に発行された『知ることから始めよう 放射線のいろいろ：放射線副読本』(文部科学省、2011)では、「放射線測定器の利用」⁴⁾の中で、放射線の通った跡を観察できるものとして霧箱を紹介している。さらに、平成30年度に改訂された『放射線副読本』(文部科学省、2018)⁵⁾では、始めの頁に霧箱実験で観察される放射線の飛跡の様子が掲載されており、生徒が放射線を学習する際に霧箱実験が重要な実験であることが伺える。

しかし、放射線を学習する機会は増えつつあるものの、中学校3年間で数時間程度であり放射線の性質について事例的に学ぶ程度に留まり、系統的な学習には繋がっていない。日本学術会議の報告によれば、「放射線に関連した知識の欠如が明らかになり、放射線に関する系統的な教育を学校教育の中に定着させる」ことの必要性を指摘している(日本学術会議、『東京電力福島第一原子力事故による環境汚染の調査研究の進展と課題』、2020)⁶⁾。

そこで本授業では、学習指導要領に準じた放射線に関する授業だけでなく、新たな単元において放射線の実験が可能であるか、また、その実験の有効性について検証する。具体的には、霧箱実験を2学年で学習する「空気中の水蒸気の変化」の単元において実施する。この単元において雲のでき方を学習する際、フラスコやペットボトルに凝結核として線香の煙を入れて雲を発生させる実験を行ってきた。しかし、発生した雲と線香の煙を結び付けて誤解する生徒もいた。そこで、雲を発生させる実験を霧箱実験で行うことで、線香の煙を雲の発生と結びつける誤解を防ぐことができると考えられる。また、放射線は不可視性なため、直接的に雲の存在を確認することができる。これらのことから、雲を発生させる実験を霧箱実験で実施することで雲のでき方の理解が促進されると考えられる。

霧箱実験に焦点を当てれば、霧箱はC.T.R.Wilsonによって発明されノーベル賞を受賞するに至ったが、雲を発生させる装置を開発中に発見されている。このことから、雲のでき方を学習する際に霧箱を扱いC.T.R.Wilsonの業績を紹介することは科学史の観点からも意味があると考えられる。更に、放射線の性質に焦点を当てれば、不可視性や透過性についても触れることで、『電流の正体』の単元で学習した放射線の性質について既習事項を振り返りながら学習することで系統的な学習ができる。

このように、第2学年で今まで放射線を取り扱わない単元において放射線を取り扱うことで、放射線の系統的な学習につながり第3年の「放射線の性質」の単元においても連鎖的に放射線に関する理解が深まると考えられる。

(2) 系統的な視点

放射線を学習する際、系統的に学習する内容の観点を3つに分けた。「放射線の性質」「放射線の歴史」「放射線の利用と影響」である。これらの観点を、3年間の授業において教科書⁷⁾や指導書⁸⁾、副読本等を用いて意図的に学習させるだけでなく、学習する際に必要となる知識を既習事項から関連付けて理解できるような、理解の連続性を意識した学習の展開が放射線に関連した知識の構築に必要である。

一つ目の「放射線の性質」について、主に不可視性や透過性、電離能について理解させる。これらは、放射線特有の性質であり、確実に理解させる必要がある。不可視性及び透過性については、第2学年「電流とその利用」及び第3学年「エネルギーの利用」「エネルギーの課題」「放射線の性質」の学習を経て理解を深めたい。電離能については、第3学年「水溶液とイオン」において、液体のイオン化だけではなく、気体のイオン化についても触れ、理解を深めたい。更に、半減期については、第3学年の「放射線の性質」において学習する。半減期については、原子核の崩壊により全く異なる原子になる。これは、第2学年で学習する「物質をつくっているもの」で学習する原子の性質とは異なる。更に、第2学年で学習する「熱による分解」で学習する化学変化とは全く性質が異なる現象である。この違いについても触れ半減期がどのようなものなのかを理解させたい。これらの放射線の性質について生徒が理解しなければ、放射線や放射性物質に関連する利用や影響について理解することは困難である。

二つ目の「放射線の歴史」について、主に W.C.Röntgen による X 線の発見とそれに至る真空管による電気の研究についてである。更に、放射線の飛跡を可視化した霧箱の発明者である C.T.R.Wilson の業績についてである。X 線の発見と、それに至る真空管による電気の研究は第2学年「電流と電子」において理解させる。霧箱の原理はこれまでに、電子の研究や陽電子の検出など様々な粒子や放射線の観測、及びコンプトン散乱、原子核の衝突、宇宙線の研究など多くの科学者が多岐にわたる用途で利用されてきた。更に、これらの研究に関連した研究はノーベル賞を数多く輩出している。このことから、放射線に関連する歴史を学習することは重要である。更に、第2学年で学習する「空気中の水蒸気の変化」において霧箱の原理を学習することで、C.T.R.Wilson の研究と霧箱の発見に至った経緯を知ることができ、放射線に関する研究の歴史が深まる。

三つ目の「放射線の利用と影響」について、主に私たちが日常生活の様々な場面で放射線を利用し、暮らしを豊かにしていることを紹介する。具体的には、第2学年で学習する「放射線とその利用」及び、第3学年で学習する「エネルギーの利用」「エネルギーの課題」「暮らしを支える科学技術」である。また、原子力発電所の事故や放射線被ばくについてもそれぞれの単元で扱う。更に、平成30年度に改訂された『中学生・高校生のための放射線副読本』(文部科学省、2018)⁹⁾や『わたらのくらしとエネルギー』(経済産業省資源エネルギー庁、2019)¹⁰⁾等の資料を活用しエネルギーやエネルギー問題、環境問題を放射線の利用と関連させながら、放射線との付き合い方について生徒自身が考えられるような素養を培う。

学年	単元	系統的な学習の観点		
		放射線の性質	放射線の歴史	放射線の利用と影響
2	単元3 電流とその利用 3章 電流の正体 4 放射線とその利用	<ul style="list-style-type: none"> 放射線と放射性物質の違いを理解できる。 放射線の種類(α線,β線,γ線,X線)とその性質を理解できる。 放射線の不可視性・透過性・電離能を理解できる。 放射線や放射能が風邪のように人から人にうつることがないことが理解できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 真空放電管から放射線が発生することを知る。 W.C.Röntgen が人類で初めて放射線の一種であるX線を発見したことを知る。 X線を発見した功績によりW.C.Röntgenが、第1回ノーベル物理学賞を受賞したことを知る。 	<ul style="list-style-type: none"> 自然放射線と人工放射線の違いを理解できる。 不要な放射線を受けないため、時間・距離・遮蔽の関係を理解できる。 暮らしの様々な場面(医療・農業・工業等)で放射線を利用していることが理解できる。
	【実験】放射線の特性実験 <<放射線に関する実験機器の貸出、出前授業対象>> ○目的 放射線の種類による透過性の違いを理解できる 放射線の強さと距離、遮蔽物との関係が理解できる ○器具 ・特性(自然放射線測定、距離、遮へい)実験セット ・演示用特定実験セット			
3	単元4 気象のしくみと天気の変化 3章 天気の変化 1 空気中の水蒸気の変化 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-top: 10px;"> 本時の授業 </div>	<ul style="list-style-type: none"> 放射線は不可視性であることが理解できる。 放射線の電離能により、気体がイオン化することが理解できる。 イオン化された気体が凝結核の役割を果たし、水滴ができることが理解できる。 	<ul style="list-style-type: none"> C.T.R.Wilson が、霧箱を発見したことを知る。 霧箱は、人工的に雲を発生させる研究の中で開発されたことを知る。 霧箱を開発した功績により、C.T.R.Wilson ノーベル物理学賞を受賞したことを知る。 	<ul style="list-style-type: none"> 霧箱の原理はこれまでに、電子の研究や陽電子の検出など様々な粒子や放射線の観測、及びコンプトン散乱、原子核の衝突、宇宙線の研究など多くの科学者が多岐にわたる用途で利用されてきたことが理解できる。
	【実験】霧箱実験 <<放射線に関する実験機器の貸出、出前授業対象>> ○目的 霧箱実験を行い、放射線の飛跡を観察することで、霧箱の原理や放射線の性質を理解する 霧箱実験を通して、雲のでき方の仕組みが理解できる ○器具 ・霧箱実験セット			
3	単元4 化学変化とイオン 1章 水溶液とイオン 1 電流が流れる水溶液 2 原子とイオン	<ul style="list-style-type: none"> 放射線により、液体だけでなく気体もイオンになることを理解する。 		<ul style="list-style-type: none"> 空気清浄機や除菌剤などでよく聞くマイナスイオンに触れ、気体のイオン化について理解を促進させる。
	単元6 地球の明るい未来のために2章 科学技術と人間 1 エネルギーの利用	<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電所にウランが核分裂をするときのエネルギーが利用されていることが理解できる。 原子力発電所の長所と短所が理解できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電所について知る。 日本の発電量の推移から、日本がどのように電気エネルギーを得ていきたのかを原子力発電量の推移から理解できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 電気エネルギーを得るために原子力が利用されてきたことが理解できる。
	単元6 地球の明るい未来のために2章 科学技術と人間 2 エネルギー利用の課題	<ul style="list-style-type: none"> 核エネルギーが放出される仕組みが理解できる。 核分裂が理解できる。 核分裂と、化学反応の違いが理解できる。 放射性物質は、1000年以上も強い放射線を出し続ける物質があることが理解できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電所の事故により、放射性物質が放出されたことを知る。 	<ul style="list-style-type: none"> 放射性物質が原子炉の外に漏れると、土壌、水、農作物、水産物を汚染し、人体に健康被害が出る恐れもあることが理解できる。
	3 放射線の性質	<ul style="list-style-type: none"> 放射線の種類によっては鉛などの厚い板をも透過する放射線があることが理解できる。 放射線に使われる単位(ベクレル・グレイ・シーベルト)が理解できる。 半減期を理解できる。 	<ul style="list-style-type: none"> Marie Curie が放射性同位元素の放射現象の研究でノーベル物理学賞を、ラジウムとポロニウムの発見でノーベル化学賞を受賞したことを知る。 	<ul style="list-style-type: none"> 内部被ばくと外部被曝の違いを理解できる。 内部被ばくの危険性を理解できる。 生活の中で、年間2.1mSv程度の自然放射線を受けていることが理解できる。
【実験】放射性物質試料測定実験 <<放射線に関する実験機器の貸出、出前授業対象>> ○目的 身近なものから放射線を観測することで自然放射線を理解できる 自然放射線と人工放射線の違いが理解できる。 ○道具 ・教育用放射線測定器(KIND-mini) ・測定試料セット				

※学習内容及び単元については学習指導用要領解説 理科編(文部科学省、2018)¹¹⁾を参照している。

3 本時の指導

(1) 目標

- 霧箱実験を通して、雲のでき方の仕組みが理解することができる
【実験・観察の技能・表現】
- 霧箱実験を意欲的に行うことができる。
【関心・意欲・態度】

(2) 展開

学習内容と活動	時配 形態	指導上の留意点○ 支援※ 評価◎ 系統的視点■	教具・資料 等
<p>1 雲の発生する条件を復習する。</p> <p>雲の成分である水滴は何からできているか。 ・水分 ・水 ・水蒸気 ・凝結核 ・ホコリ</p> <p>雲が発生するために必要な条件は何か。 ・温度が下がる ・露点 ・凝結核など</p> <p>2 学習課題を確認する</p>	<p>5 一斉</p> <p>8 一斉</p>	<p>■雲の発生する条件について (第2学年単元4-3-1 空気中の水蒸気の変化)</p>	
<p>霧箱で、雲ができる条件を再現したらどうなるか</p>			
<p>気圧を下げ、温度を下げることで上空と同じ状況をつくる →ドライアイスを使用する</p> <p>飽和状態をつくる →エタノールを揮発させ飽和状態をつくる。</p> <p>凝結核を入れる →モナズ石から発生する放射線により気体の粒子がイオン化したものが凝結核となる。</p>		<p>○雲が上空でできることを再現するものとして霧箱を紹介する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0f0e0;"> <p>再現の原理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上空と同じ気圧を再現する →ドライアイスで再現する ・飽和状態をつくる →すぐに揮発し融点の低いエタノールで再現する ・凝結核をつくる →放射線のエネルギーにより気体がイオン化したものが凝結核の代わりとなることで再現する </div> <p>○霧箱の原理は非常に難しく、イオンについても学習していないため、説明するのみとする。</p> <p>■エタノール及びドライアイスの融点について (第1学年単元2-3-3 状態変化と温度)</p> <p>■飽和水蒸気量と露点について (第2学年単元4-3-1 空気中の水蒸気の変化)</p> <p>◎放射線のイメージを記入することができる (レポート・ノート)</p> <p>※霧箱実験で扱う放射線はα線で、紙でも透過しないことや、日常的に浴びる放射線よりもかなり少ないことを説明する。</p> <p>※放射線が怖いなど不安に感じている生徒を確認し、そのへの実験の支援を行う。</p>	<p>水滴モデル 凝結核モデル</p> <p>レポート 用紙</p>

<p>3 実験を行う</p> <p>(1)実験方法や注意事項を確認し、見直しを持つ。</p> <p>(2)実験に必要なものを各自で準備する。</p> <p>(3)手順を確認しながら、一つひとつ準備を行う。</p>	<p>12 個人</p>	<p>○手順を間違えないように一つひとつ手順を確認しながら実験準備を行う。</p> <p>※ドライアイスの取り扱いには十分注意させる。配付は指導者で行う</p> <p>※手順を間違えたり、手順通りに進んでいなかったりする生徒がいないかどうか確認し支援をする。</p>	<p>霧箱セット ドライアイス エタノール</p>
<p>4 結果をまとめる</p> <p>霧箱の中は怎么样了か 雲(放射線の飛跡)の様子は怎么样了か</p>	<p>5 個人</p>	<p>○実験をしている様子から終わった生徒からまとめの作業を促し、手間取っている生徒はどこかを確認し指導する。</p> <p>◎霧箱の様子、雲の様子をレポート用紙にまとめることができたか。 (レポート・ノート)</p>	<p>レポート用紙</p>
<p>5 実験結果からわかったことを発表する。</p> <p>雲(放射線の飛跡)の様子</p> <ul style="list-style-type: none"> ・飛行機雲の様だった。 ・筋のように飛んだ。 ・曲がりながら飛んだ。 ・出たり出なかったりバラバラだった。 	<p>10 一斉</p>	<p>○班での相談や教師の問いかけも適宜行う。</p> <p>○机間指導により生徒の考察について把握しておく</p>	
<p>6 霧箱の歴史について確認をする。</p>	<p>7 一斉</p>	<p>○放射線の一種である X 線を発見した W.C.Röntgen について振り返る。</p> <p>■放射線について (第2学年単元3-3-4 放射線とその利用)</p> <p>○霧箱を開発した C.T.R.Wilson について、人工的に雲を発生させる研究の過程で開発したことを説明する。</p>	
<p>7 本時のまとめをする</p>	<p>3 個人</p>	<p>◎放射線についてわかったことをレポート用紙にまとめることができたか。</p>	<p>レポート用紙</p>

【引用文献】

- 1) 文部省 (1980) 『中学校指導書理科編』大日本図書。
- 2) 文部科学省 (2008) 『中学校学習指導要領解説 理科編』, 大日本図書。
- 3) 文部科学省 (2018) 『中学校学習指導要領解説 理科編』, 学校図書, 23.
- 4) 中村尚司, 他 12 名 (2011) 『知ることから始めよう放射線のいろいろ: 中学生のための放射線副読本』文部科学省, 11.
- 5) 文部科学省 (2018) 『中学生・高校生のための放射線副読本~放射線について考えよう~』, 文部科学省, 3.
- 6) 日本学術会議 (2020) 「東京電力福島第一原子力発電所事故による環境汚染の調査研究の進展と課題」, 『学術の動向』第 25 巻 9 号, P.9_112~P.9_113.
- 7) 大日本図書 (2018) 『理科の世界 1・2・3 年』.
- 8) 大日本図書 (2012) 『理科の世界 教師用指導書 1・2・3 年』.
- 9) 文部科学省 (2018) 『中学生・高校生のための放射線副読本~放射線について考えよう~』, 文部科学省, 3.
- 10) 藤本登, 他 5 名 (2019) 『わたしたちのくらしとエネルギー』経済産業省資源エネルギー庁.
- 11) 文部科学省 (2018) 『中学校学習指導要領解説 理科編』, 学校図書。