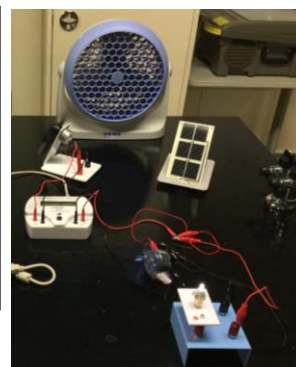


実践発表2

中学2年 理科	『電流とその利用』
電気の安定性の大切さを体感できる 教材開発	
キーワード	供給安定性、需給バランス、周波数



札幌市立平岸中学校 佐藤 深

※本発表は、前任校である札幌市立北栄中学校での実践をまとめたものです。

1. はじめに（教材開発の背景）

平成30年(2018年)9月6日、北海道胆振地方中東部を震源とするマグニチュード6.7、震源の深さ37km、最大震度7の地震(逆断層型)が発生した。この「平成30年北海道胆振東部地震」では、地震の揺れそのものによる被害の大きさもさることながら、地震を発端に発生したブラックアウトにより、北海道全域(離島を除く)で、長時間に渡って電気がない生活を経験することになり、日常生活に必要なエネルギーの多くを電気に頼っている私たちに大きな衝撃を与えた。しかし、平時に電気の品質がいかに保たれているかについて、その基本的なしくみすら理解していない人が多い中、ブラックアウトの原因が究明される過程では、「大規模発電所の立地集中」や「電力会社の責任の有無」に議論が集中することとなった。



図1 地震発生後の図書館司書室のようす(札幌市立北栄中学校)

2. 題材のねらい(エネルギー教育の視点)

中学校理科では、第2学年の「電流とその利用」の単元で、直流と交流の違いを扱い、周波数についても触れるが、電気の消費量と発電量のバランスの中で、常に一定の電圧や周波数を保っている事実について詳しく扱うことはほとんどない。

しかし、第3学年において、エネルギー資源の有効利用についてよりよく理解するためには、基本的な知識として「電気の安定性」について理解していることが重要である。そこで、生徒たちが電気の需給バランスを保つことの難しさを体感する中で、その重要性を実感できる教材を開発し、実際の授業でのより良い活用法について検討することにした。



図2 厚真町の土砂崩れのようす(平成30年10月20日発表者撮影)

3. 安定した電気とは、どのようなものだろうか

「安定した電気」といわれたとき、私たちは単純に「電気の供給が途絶えないこと」をイメージするが、実際には「電圧」、「周波数」、「停電回数」の3つが電気の品質の指標となる。特に周波数については、東日本の場合、調整目標50Hzに対して調整幅は $\pm 0.3\text{Hz}$ であり、その調整を時々刻々と

変化する消費量に合わせて行っている。電気の供給の基本は同時同量であり、一瞬の遅れも過不足もないように発電量を調整し、消費量とのバランスをとっていることは、意外と知られていない。

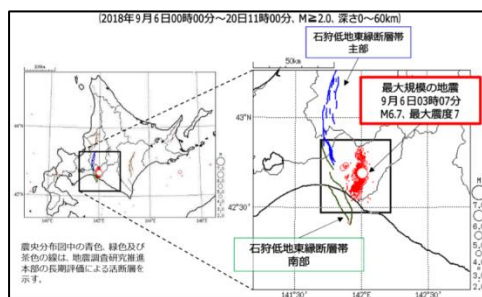
そこで、本実践では、実験を次のように行った。まず、手回し発電機同士を接続し、片方を回すともう片方も回ることから、電気の供給と需要の基本的なしくみを確認する。その後、電源装置から電気を供給し、豆電球を点灯させたり、プロペラモーターを回したりした際の電圧、電流、電力の値の変化などを記録する。次に、豆電球やプロペラモーターをランダムに外した場合や、電源装置を小型風力発電や太陽光パネルに変え、稼働条件を変化させた場合などについて実験を行う。生徒は実験結果から、供給側、需要側のどちらか片方でも状況が変化すると、バランスを保つのが難しいことに気付く。考察の段階で資料を示し、平成30年北海道胆振東部地震の際に、なぜブラックアウトが起きたのかを確認し、電気の安定供給の難しさと、安定した電気が届くことの有難さを実感した。また、ここでの学習が、第3学年のエネルギーの単元で、エネルギーミックスを考える際のきっかけづくりとなった。本実践をベースに、周波数可変型の電源装置を活用することができれば、周波数が変化した際の影響についても実感できる教材が可能ではないかと考えている。

参考資料：北海道全域停電はなぜ起きたか、三上博光、エネルギー教育研修会 in 札幌（2019）

～平成30年北海道胆振東部地震とブラックアウトの概要～

○平成30年北海道胆振東部地震

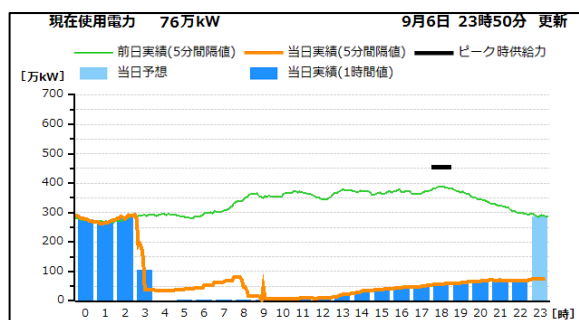
9月6日3時7分59.3秒に、胆振地方中東部を震源とするマグニチュード6.7、震源の深さ37km、最大震度7の地震(逆断層型)が発生した。



北海道胆振東部地震の震央分布図(気象庁作成)

○北海道全域停電(ブラックアウト)

震源から近い苫東厚真火力発電所(石炭火力)は、北海道に必要な電力の大部分を担っている。地震の揺れを感知して2・4号機が緊急停止した。その後、さまざまな要因により、地震発生後の3時25分すぎにブラックアウト(北海道全域の295万戸)に至る。北海道電力の懸命な復旧作業により、電力は少しずつ回復していった。



9/6の北海道の電力使用状況(北海道電力作成)

○自然災害との共生

いまの社会は電力に支えられた電力基盤社会といってもいいだろう。地震発生から2日間、道内すべての学校が臨時休校となった。学校の多くは避難所となり、教師の多くは運営に関わった。これまでに大きな災害を直接経験してこなかった北海道民にとって、電力のありがたみを痛感する災害となった。この経験を通して教師として得た教訓や自然との共生の在り方について忘れることがないように、教育の場でしっかりと扱っていききたいものである。

引用資料：明日から使える！エネルギー教育実践集、北海道エネルギー教育地域会議（2019）

※コラム(p.29)から抜粋、一部を加筆修正

3. 単元構成 32時間扱い

「電流の性質とその利用」(啓林館)

- ・第1章 電流の性質・・・17時間
- ・第2章 電流の正体・・・6時間
- ・第3章 電流と磁界・・・9時間
- 4 発電機のしくみ ・直流と交流の違い・・・1時間
- ・安定した電気とは何かを考える・・・1時間(本時)

～教材の概要～

①発電量モニタFCJJ-24(ケニス)

燃料電池や太陽電池、風力発電等の発電量(電圧・電流・電力)をリアルタイムで表示するモニタ。入力部に直流(太陽電池等)を接続し、出力部に各種負荷(豆電球等)を接続することで、簡単に直流電力量等が表示される。また、パソコンに接続すると、リアルタイムでパフォーマンスカーブの確認やグラフの表示、記録が可能である。



②風力・太陽光発電実験セットWDHS(ケニス)

小型風力発電機と光電池を使用し、再生可能エネルギーの実験が行えるセット。本実践では、電気の需給の基本である「同時同量」を実感できるようにするため、コンデンサは使用しない。



③火力・水力発電実験器FW(ナリカ)

蒸気タービンに発電用のモーターを取付け、さらに水力でもタービンを回転させられる構造にした火力・水力両用の発電キット。



④送風機KJ(整風板なし)・HA(整風板付)(ケニス)

机上での実験に適した卓上タイプの送風機。「整風板あり」のタイプは、ハニカム構造の整風板により、ムラのない安定した風を送ることができ、再現性の求められる実験に適している。本実践では、理想の風(整風板あり)と、実際の風(整風板なし)を比較し、風力によって安定した電力を得ることの難しさを実感するために用いる。



⑤電源装置(周波数可変型)ADS-20V(ヤガミ)

周波数可変機能(10~120 Hz)、直流・交流出力機能を備えた電源装置。周波数の変化が電化製品に与える影響を実感するために用いることを想定している。




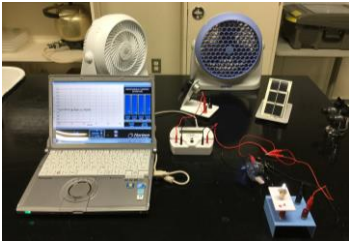
参考資料

- ケニス株式会社 オンラインショップ <https://www.kenis.co.jp>
- 株式会社ナリカ 理科.COM <http://www.rika.com>
- 株式会社ヤガミ ホームページ <https://www.yagami-inc.co.jp>

4. 展開

◆授業のねらい

電気の需要と供給の関係を調べる実験を通して、需給バランスを保つことの難しさや大切さについて考察し、日常生活や実社会と結びつけながら探究することができる。

主な学習活動	指導上のポイント
<ul style="list-style-type: none"> 平成 30 年北海道胆振東部地震によるブラックアウトの際の写真を見て、なぜ電気の供給が途絶えたのかを想起する。 電気が私たちのもとに届くまでの道のりを考える。 私たちのもとに届く電気の条件として必要なことを予想する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <ul style="list-style-type: none"> ・ 停電しない ・ 電圧が一定 ・ ロスが少ない など </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>学習課題：安定した電気とは、どのようなものだろうか？</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> 写真から、地震発生当時の状況を想起させ、電気のたどる道のりを考える中で、課題を引き出す。 既習事項（電流・電圧・抵抗・電力など）と結びつけて考えるように促す。
<ul style="list-style-type: none"> ○実験：手回し発電機同士を接続し、双方が連動することから、供給側と需要側の関係を確認する。 ○演示実験 1：電源装置を使った場合 <ul style="list-style-type: none"> ・ 発電量モニターで、電圧、電流、電力などの変化のようすを調べる。さらに、需要側の条件を変化させ、比較する。 ○演示実験 2・3：風力発電、火力発電、太陽光パネルを使った場合 <ul style="list-style-type: none"> ・ 演示実験 1 と同様に、変化のようすを調べる。 ・ 稼働条件を変えて、同様のようすを調べる。   <ul style="list-style-type: none"> ・ 需要側や供給側の条件が変化したときの違いについて考察し、どちらか片方でも変化が起こると、両者のバランスを保つのが難しいことに気付く。 平成 30 年北海道胆振東部地震の際に起きたブラックアウトについての資料を読み取り、電気の安定供給の難しさと、安定した電気が届くことの有難さを実感する。 	<ul style="list-style-type: none"> 既習事項（電磁誘導・電動機）と結びつけて考えることができるようにする。 供給側が安定していても、需要側の状況が影響を与えることに気付かせる。 様々なエネルギー源をコントロールすることの難しさに気付けるようにする。 必要な資料を提示するとともに、難しい部分を読み取るための支援を行う。
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>課題解決の姿：安定した電気とは、需給のバランスが保たれた状態のものであることを知り、そのバランスは日々の調整によって保たれていることを考えながら電気を使うことが大切であることに気付く。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> 安定した電気を使っていくために必要なことは何か、自分の考えをワークシートの振り返り欄に記入する。 	<ul style="list-style-type: none"> 実験結果を日常生活や実社会と結びつけて考えるように促す。 よい気づきを全体で交流し、学びを深める。

◆授業の評価

電気の需要と供給の関係を調べる実験を通して、需給バランスを保つことの難しさや大切さについて考察し、日常生活や実社会と結びつけながら探究することができたか、観察評価やワークシートへの記述により評価する。