

研 究 紀 要

(第66集—分冊)

理 科 部 会

[全体講演]	気象庁における地震火山業務 気象庁地震火山部管理課 地震情報企画官 宮岡 一樹	1
[分科会講演]		
[物理分科会]	実験で楽しむ物理の授業 板柳町少年少女発明クラブ 顧問 野呂 茂樹	4
[生物分科会]	ゲノム編集 ～人類は創造主になったのか～ 福井県立大学生物資源学部創造農学科 教授 村井 耕二	8
[地学分科会]	スロースリップとは？ ～プレート境界で発生するゆっくりとした断層すべりとそれに伴う現象～ 気象庁地震火山部管理課 地震情報企画官 宮岡 一樹	10
[巡検]		
[生物巡検]	キャンパス内でのコケ植物の観察と顕微鏡観察体験と大学の生物・化学系実験室設備見学 八戸工業大学工学部生命環境科学コース 准教授 鮎川 恵理	12
[研究発表]		
[研究発表1]	横笛をつくろう 青森県立黒石高等学校 教頭 佐々木 将人	13
[研究発表2]	気体の学習と化学史 青森県立三戸高等学校 教諭 竹原 一浩	14
[部会の動き]		16
[研究大会一覧]		17

令和4年度 青森県高等学校教育研究会 理科部会

全体講演

気象庁における地震火山業務

気象庁地震火山部管理課 地震情報企画官 宮岡一樹



1 はじめに

気象庁は国の機関で、内部部局、地方支分部局（地方気象台など）、施設等機関（研究所など）に分かれている。私はその内部部局にある地震火山部管理課にいる。気象庁は国土交通省の外局となり、海上保安庁や国土地理院と同じでトップは国交大臣となる。気象庁は研究機関と思われがちであるが、研究を行っているのはほんの一握りである。私は管理課にいてスポークスマン的なことや大学等の研究機関との窓口的なことをしている。現在の全国の官署は、例えば青森県では青森気象台だけであるが、昔はむつ測候所、八戸測候所、深浦測候所もあったが徐々に閉鎖され、人員整理も進み、機能が地方気象台、管区気象台に統合されてきた。

地震の話をする、やはり日本は地震が多いといえることができる。1919年以降のM(マグニチュード)6以上の震源をプロットしたデータを見ると、日本列島が隠れるほどのプロットがされていることが分かる。世界の地震活動と比較しても、日本周辺は世界の中でも地震活動が活発であるのは間違いなく、全体の約2割にも相当している。1998年以降の震度1以上を観測した回数を計測すると、普段であれば年間1,000回以上2,000回位であるが、大きい規模の地震があると、間違いなく地震回数が増加していることが分かる。また、人が感じない程度の地震も計測すると、昨年2021年に気象庁が震源とMを決めて観測して処理をしたものでも23万回にも上ることが分かる。つまり、地震の大多数は人が感じない程度の地震で、このような地震も含めて解析を進めることで、地震活動の全体像が浮き彫りとなってくることが分かる。地震発生直後からどのような情報が発表されているか、時系列に示しているデータを見ると、まずは緊急地震速報、次に津波警報・注意報、その後震度に関する情報、津波の観測情報、そして随時情報がアップデートされ、その1,2時間後には緊急記者会見が行われるように進んでいく。更に、その後は地震活動、余震活動についての解説情報を出す流れとなっている。

2 緊急地震速報

緊急地震速報は、テレビやスマホで音が違うが、いずれも心臓に良くはない。NHKのサイトで聞くことができるが、これは予想最大震度が5弱以上で、震度4以上と、震源地や強い揺れが予想される地域などに発表される警戒音で、身を守る行動を促すものである。実はこれだけでなく、検地から時々刻々とアップデートされる細かな情報も発信しており、民間予報官や民間会社からは、鉄道や工場、マスコミなどにも随時配信されているものもある。これにより、即座に列車の運転停止を促したり、エレベーターや工場の機械を停止させたりするように促している。予報としては、震度3以上で情報を発信している。震源地、地震の規模、予想震度そして強い揺れの到達予想時刻などについても10、9、8…とカウントも入っている状況である。震源の近くの地震計でP波を検知し、そのデータを気象庁に伝送し、観測データを本庁の中の計算システムを用いて、大きな揺れ、つまりS波が到着する前に、一般市民に情報として周知しているものもある。これには多くの技術が用いられており、できるだけ早く警報を発するため、十分なデータが揃うよりも前から、粗い情報からも早い段階で震源を予測

し、ある精度に達したと確信したら発表するようにしている。単独観測でも揺れの方向が分かったり、それほど遠くない震源であることが分かった段階で発表することもある。2点観測になると、より精度が増すのは間違いなく、震源位置もわかり、検知する数が増えるほど精度があがるのは間違いない。時間とともに精度が上がっていくのが普通だが、リードタイムを稼ぐと精度が悪くなり、精度を確保しようとするともリードタイムがなくなることになるのも事実で、難しいところではある。縦軸に揺れの大きさ、横軸に時間がプロットされたデータでは、ある地震で、第1報から震度5弱が予測された場合は、早い段階でスマホを鳴らすような警報として発表される。その途中で第2報、3報…、終報と続き、その都度、新しく続報を出していくという流れになっている。ただし、まだ警報の基準に達しておらず、ようやく第4報で発表ということになると、気象庁は発表が遅くないかと批判を頂くことが多くなる。ただ、基準に達していない場合でも、工場などには情報提供されているが、一般には発表されてはいないというのが緊急地震速報の裏舞台である。緊急地震速報を迅速化したい、リードタイムを取りたいということで、最近では海域の海底地震観測網を用いている。海域に地震計があることによって、早い段階で地震を検知できるので、リードタイムを大分稼ぐことができるようになる。最大20、30秒早く警報を出すことができるようになる。緊急地震速報を出すにあたっての注意として、予想震度には±1階級程度の誤差がでることがあげられる。また、陸域の浅い地震では、緊急地震速報が間に合わないことがある。P波が来ると直ぐにS波が来てしまうため、算出時間前に到達してしまうことも多い。その他にも巨大地震、深発地震では予測は難しい。それでも、皆さんには緊急地震速報が鳴ったら、速やかに身を守る行動を取ってほしいというのが願いである。鉄道やバス、エレベーターに乗っている際はどのようなもできないこともあるが、家庭や学校においては机の下に隠れる、窓から離れるなど、普段から言われるような対応を当たり前にとってほしい。今年の10月7日に、東京で震度5強になる地震があった際、残業終わりの帰宅途中であったが、意識せずととっさにビルから離れるなど避難行動ができた経験がある。皆さんも普段からイメージしていれば、とっさの行動が出来ると思う。

3 津波警報・注意報

海域で発生した地震によって津波の発生がある場合、地震発生から2〜3分で発表する。断層運動により海底地形が変形し、水を持ち上げたり下げたりして海面が変化して、それが伝わって、沿岸に大きな波ということになる。沿岸に到達する波の高さを計算しようとすれば、海底の変動量を計算しなくてはいけない。その解析には数時間を要するため、即時の津波警報に間に合わない。ではどのようにして2〜3分で発表しているか。事前に様々なパターンの津波シミュレーションしている。発生した地震の震源やM、逆断層なのか横ずれ断層なのかを加味して、数十万パターンを設定し、蓄積している。そして地震が起きたら震源・Mなどからデータベースを検索して、直ぐ発表する。このような仕組みで、2、3分で警報・注意報を発表している。データベース方式といって、日本が世界に先がけている。中国やニカラグアなどもこの方式が採用されている。ここでは震源・Mだけで検索しているので、逆断層・横ずれ断層で地盤の変動量が変わるので誤差が生じる。15分位で逆断層・横ずれ断層がわかるので、もう1度データベースを検索し、注意報・警報を出し直す。それ以降は実況監視で注意報・警報を更新していく。海域での早い段階の津波の初期分布でもう少し高度な計算ができることができる。津波には大津波警報・津波警報・津波注意報がある。大津波警報・津波警報が出たら直ぐに逃げる。出来るだけ高いところに逃げるとするのが基本である。3.11の教訓を踏まえて是非このような行動をとってほしい。津波注意報は、海から離れて欲しいという願いが一番である。青森市並びに八戸市津波ハザードマップは、県のホームページに掲載されているので、是非参考にして欲しい。また、「津波フラッグ」という視覚に訴える方法もあり、聴覚障害者や波音・風音で警報を聞き取りにくい遊泳中の方にも津波を知らせる方法・対策がある。

4 長周期地震動(長周期地震動の動画が流れてから)

東北地方太平洋沖地震の際、新宿の高層ビル群も揺れ、遠く離れた大阪のビルでもエレベーターのロープなどが破損した事例がある。2003年の十勝沖地震では、250km離れた苫小牧で石油タンクの火災が起きた。揺れによる摩擦で、火花が出たことが原因である。高層ビル、大規模構造物が増えた今、このような新しい種類の災害が認識されるようになってきている。一般住宅は、短い振り子のような短周期の地震波で被害が出る可能性が示唆されている。高層ビルは、長い振り子のように、長周期の地震波に応答して、共振で大きく揺れる。後は、自由振動で収まるまで長く揺れる。最上階になるとミリ単位で左右に揺れ、家具が勝手に動く現象も起きるため恐怖を感じることもある。規模の大きな地震で長周期地震動が出やすくなるのは間違いないが、断層が長いことにより長周期の地震波が出る。長周期地震動は、減衰しにくく遠くまで伝わる上、堆積層が厚い地域で生じやす

いことが分かっている。東京、中京、関西は明らかにそのようである。青森も長周期の揺れを受けやすいというデータがあり、三八上北、津軽地方がそうである。普段の震度とは別の揺れ方が見られるため、最近になって長周期地震動階級が設定された。1〜4 まであり、特に 4 階級ともなる地震が発生しそうな場合、気象庁は長周期地震動予報をと注意の呼び掛けを地震発生直後に出すことにした。これは緊急地震速報に含めて発表するとしている。民間予報業者は、契約している個別のビルへ情報を提供することとなり、ビルが何秒の周期をもっているかなどは事前に計算しておいて、別途伝えるようにしている。今後、この情報に触れる機会があると思うので、HP などでは是非確認しておいて欲しい。

5 日本海溝・千島海溝巨大地震

日本海溝・千島海溝では、過去に東北地方太平洋沖地震クラスの地震があったということがわかってきた。根室沖から十勝沖の広い地域を震源域とする地震があったというのは、地質調査から解ってきている。北海道の太平洋側と内陸に津波が押し寄せていることも分かっている。地質のボーリング断面を調査することで分かるが、内陸域に土砂が堆積するというのは、上流から運ばれてくる土砂、もしくは津波で海の砂が入っていると予想できる。これが過去 6500 年間に最多で 18 回発生したとされ、平均 1 回/300〜400 年の割合で発生していると想定できる。カーボン 14 同位体元素の比率や火山灰がいつ発生したかで年代測定しているの、多少のデータにばらつきはあるが、最近発生した大きな地震から 400 年程度経過しているので、近い将来、大地震が発生する確率を、文部科学省地震調査研究推進本部は 30 年発生確率 7〜40% と出している。行動指針は出されていないが、最大クラスの地震について、内閣府は防災の被害想定も行っている。三陸・日高沖では、3.11 の海底領域の北側で M9.1、十勝・根室沖では M9.3 の最大地震を想定した被害想定を出している。東北地方太平洋沖地震の津波の高さ予想は、青森で 10m 位、東北地方の北部で起こる場合はそれ以上となることが震度と共に想定されている。このような被害想定は、内閣府でも各都道府県でも行っている。町・都市などの地域で脆弱な部分のインフラであったり、建物の補強をしていかななくてはならない。そこから 10 年、20 年後もう一度シュミレーションし直して、更に耐震化が進み、防潮堤が出来るようになれば、被害を最小限にできるはずである。自分の身を守り、津波が予想されるならば即座にその場から高台に逃げる、落下物がないように備えるなどの対策を講じることができらばよいと思う。

6 地震予知（予測）はできない

地震予知は、できないと思った方がいい。1970 年代には、地震予測はできるのではないかと期待が大きかった。当時は、土石の落下現象から紐解けば地震予知ができるという期待が大きかった。しかし、土石の落下がおきても地震が発生しない場合もあることが分かった。つまり、諸所の事象を捉えたからといっても結果が割り出せるものではないということである。結果は未知で、色々なケースへと発展していく。崩れる土の材質や混在具合、湿度条件などが複雑に絡んでおり、簡単に予知できるものではないというのが分かってくると、地震予知はできないということが研究者の認識となっていく。かつて、東海地震を想定し予知を試みようとしたこともある。もし前兆現象が現れたら、総理が警戒宣言を出してすべてを停止させ、列車、学校、工場など社会全部をストップさせて備えようという事前対策まで計画していた。私もこの前兆滑りの解析を行っていたが、地震予知ができないという内閣府の見解を受けて、仕事も少し変わってしまった。内閣府は現在の科学的知見から確度の高い地震予想は難しいとしている。確実に予想できるのであれば、社会をすべてロックダウンして備えればいいのかもしいが、そこまで社会コストを払うまでの地震予知の実力はない。地震予知を前提とした地震防災対策はやめる風潮と今はなっている。結局、被害想定程度に応じたコストをかける程度の対策をするのが主流となっている。ロックダウンまではいかなくとも、少し注意して普段から生活することで、今まで培ってきた科学技術をも活かせるのではないと思う。社会全体としては、地震に備えつつ、通常の社会活動を出来るだけ維持するという体制で対応するのが望ましいと思う。情報がでるパターンは 3 つある。M8 クラスの地震が発生した場合にはその近くの領域でも地震が発生する可能性があるという情報、M7 の地震が発生した場合には大規模地震の発生が高まっているかもしれないという情報、前兆滑すべりやゆっくりすべりが発生している場合にも情報を出すこととなっている。南海トラフの領域では、過去 90〜150 年程度に一度、地震が発生している。1854 年の黒船が来ている頃、ロシアのチャーチが長崎の下田沖に停泊させている時に、安政の南海トラフ地震が発生して、津波で被災したという記録がある。その 32 時間後には、また東側にて M8 クラスの大きな地震が発生した。それ以前では 1700 年代、宝永に発生したと記されており、その時は東から西まで一気に破壊が起こり、大きな地震が発生したようである。直近でいえば、1944 年と 1946 年つまり終戦前後に発生している。その時は東側が 44

年で、2年後に西側であった。南海トラフはM8クラスの地震が発生すると必ず反対側でも起こり、また同時に起こる場合もある。これらのことから、東側で8クラスの地震が発生したら、西側も危険であるという情報を出すことになっている。その逆であっても同様である。M7やゆっくりすべりのときも、変に慌てることなく日頃と同じく注意をして欲しい。

7 トンガ火山噴火による津波

今年の1月15日にフンガトンガ・フンガハーパイ火山で100年に一度といわれる大規模な噴火が起こった。気象衛星ひまわりから捉えた映像がある。噴煙の他に外に広がる輪は気圧波、つまり衝撃波である。それに伴い津波も発生している。その影響から非難を国内によびかけたが、あまりに急なことで何が起きているかわからないまま記者会見を行うことになった。この影響で僅かな津波の被害はあったものの、幸い亡くなった方はいなかった。緊急記者会見を開いて非難を呼び掛けた割には、小さな津波で済んだのは幸いであったが、後から少しずつそのメカニズムが分かってきた。噴火地点から日本の観測点までの潮位の変化を見ると、13時頃に噴火が観測され、付近では1mを超える津波が起こり、日本の気象庁津波チームも休みを返上してシュミレーションし、日本への影響は5~10cm位だと当初は計算された。実際時間が経過しても、日本への影響は小さいと考えられ、実際に19時過ぎても津波は観測されず、若干の海面変動に留まっていた。しかし、その直後から急速に日本の三宅島から房総半島と潮位変化が起こり、現場は騒然とした。トンガで津波が発生してから、父島で夜10時半ごろ、奄美では0時過ぎに津波の到達予想が出されたが、実際には2時間半前に到達し、だんだん波も大きくなっていった。また、津波の発生時に気圧の変化があったことも後で分かった。噴火時の気圧変化の影響を受けた潮位変化であろうと分析されたが、なぜこのように速いタイミングで発生したのか、なぜ大型化したのかということはなかなか分からなかった。このような事象を受けて、気象庁は有識者を招いて2、3月に検討し、5月には地球物理の学会を経て解析が進み、まず気圧波が2種類発生したとされた。ラム波という衝撃波で空振が発生し、四方八方に広がったようであるが、大気圧で押されているので上には広がらなかった分、薄く横に広がっていく波を発生させている。その次に大気重力波が発生し、噴火により大きな熱源が生まれ、圧力と温度が安定状態にあった大気が大きく乱され、空気の振動が長時間続いたとされる。そのとき5cm、10cmの津波も発生しており、大気重力波と津波が同じ位の速さで移動しながら共鳴して、日本までの7000kmを伝わってくるとき、特に海溝を伝わってくるとき波が大きくなったと考えられた。共鳴だけでは説明できない振幅は地形によるものではないかと考えている。これについては、世界中の研究者が解析・研究しているので今後明らかになってくるのではないかなと思う。今回は津波はないとしながら、急に注意報・警報へと発展したことで、今後は大噴火があった場合などは前段階で津波があるかもしれないというように、情報を出すなど改善を図っていこうと思っている。

気象庁マスコット
ハレル



【物理分科会】

分科会講演

実験で楽しむ物理の授業

板柳町少年少女発明クラブ 顧問 野呂 茂樹

1 はじめに

青森県の高校教育では大学入試を意識した授業がほとんどであるが、関東では入試対策は塾に任せて、「物理とは何なのか」を教えることに力を注いでいる。実験を行ってレポートを書かせ、生徒たちにまとめさせたり、演示実験からペアやグループでのワークにつなげたりしている。これからは問題を解く技術以上に、学問としての物理の「考え方」を理解させなければならない。そのためには、物理と実験は切っても切り離せない関係にある。また、どんな情報も有料であり、それを得るためには対価を払わなければならない。そして、情報は向こうから

やってくるものではなく、自らキャッチしにいかなければならない。実験を中心とした教育活動や実験のアイデアで困っている先生方は、是非こういった研修や物理教育に関する団体に参加して欲しい。本日は、私が物理教育に携わってきたなかで考えたことや疑問に思ったことを、分野ごとに実験を交えながら説明する。今回の講演を通して、先生自身が「実験を楽しんで授業をする」ことができるようになっていただければ幸いである。

2 力学

まず前提として、今の生徒は筆記体の読み書きができないことを理解しなければならない。 v , k , l など、式変形で板書する際は注意したい。 v に関連して、速さとはなんだろうか。速さとは、物体が 1 時間に進む距離を表す。では、1h で 20km 進む物体は、2h でどのくらい進むだろうか。答えは $20 \times 2 = 40$ で 40km だが、厳密には 2×20 では間違いである。なぜならば、「1h で 20km」というユニットの 2 倍を計算しなければならないからである。単位の異なるものをかけてはいけない。あくまで基本量の何倍かの計算である。

次に運動の 3 法則に関して、運動方程式とは何を表すのだろうか。力は質量 $\times$ 距離という定義だろうか。私は、3 つの物理量の関係性を表していると考ええる。また、作用・反作用の法則とは何だろうか。「A が B を押すと、B が A を逆向きに同じ大きさで押し返す」という法則だろうか。これでは原因と結果であり、力の発生に時間差が発生している。そうではなく、「押しているとき」という状態を考える法則である。このような細かいところまで注意して教えなければならない。さらに、慣性の法則は運動方程式で加速度を 0 とすれば導出することができる。では、なぜわざわざ 2 つに分けているのか。実は第 1 法則は、「我々の観測場所が慣性系である」と定義していることに等しい。この慣性の法則に関する実験でよくあるのは、走行中の電車の中でボールを落とす実験である。電車の中から見るとボールは自由落下するが、外から見ると放物線を描く。これは、電車の運動状態をボールが保持しているからである。歩きながらボールを投げ上げる演示実験が、最もやりやすいだろう。生徒自身に、ボールが放物線を描くことを確認させたい。

放物線の演習問題でよく出るモンキーハンティングは、玉は放物線で落ちて、猿も自由落下するから当たるのは当たり前である。だけど、実際に見てみなければ分からないし、計算結果の意味を理解することもできない。是非、実験していただきたい。実験器具の製作が難しければ、バスケットボールとゴールで代用することができる。自由落下と水平投射の落下のタイミングが同じになることも、簡単に実験可能である。大きな音の鳴るものを使うと効果的である。

浮力に関して、水槽に水を入れてから四角いろうそくを落とすと、ろうそくは浮く。では、水槽にろうそくを置いてから水をいれるとどうなるだろうか。結果は浮かない。水槽の底が真っ平らで厚く、空気も水も入ってくることができないため、下からの圧力が発生しないからである。これは、浮力の原理を直観的に理解できる実験である。浮力は液体中で必ずはたらくのではなく、上と下の圧力差があってはじめてはたらくのである。

3 波動

オルゴールを黒板や机の上で鳴らすと、空中で鳴らすよりも音が大きくなる。この原理として真っ先に思い浮かぶのは、共鳴である。しかし共鳴であると仮定すると、黒板と机の固有振動数が同じということになり、矛盾する。これはオルゴールの振動が他の物体に伝わり、その物体も空気を震動させることによって大きく聞こえるのである。エネルギーを上手く伝えられるようになっただけで、共鳴ではない。別の話として、気柱共鳴では定常波が発生するが、そのためには波が端で反射しなければならない。本当に反射しているかを確認するためには、両端が空いた筒を用意して超音波距離測定器で距離を測定すればよい。実際に実験してみると、誤差はあるがそれなりの測定結果が得られる。超音波は、筒の中の空気と外の空気の違いを確かに感じ取って反射しているのである。

4 電磁気

金属の棒が 3 つくっついたとする。全部が磁石なのか、磁石と鉄の棒が混ざっているのか、見分ける方法は何だろうか。

実は真ん中にくっつけてつか、つかないかで見分けることができる。なぜならば、磁石となるのは端であり、真ん中は磁石としての性質がないからである。実際に実験しなくても、発問して考えさせることで生徒の思考力を高めることができるので、是非やってみて欲しい。

【 生 物 分 科 会 】

分科会講演

ゲノム編集 ～人類は創造主になったのか～

福井県立大学生物資源学部創造農学科 教授 村井 耕二

1 はじめに

現代の社会において遺伝子領域の成果は基礎的知見のみならず、DNA による鑑定・診断などの医療分野、遺伝子組み換え技術による組み換え作物などの農業分野など応用面の進展も目覚ましいものがある。その一例として、遺伝子組み換え作物があり、遺伝子組み換え作物とは、外来遺伝子をゲノムに組み込み、その遺伝子の作用によって形質を改変させた作物である。世界的に見て遺伝子組み換え作物の栽培面積は増加の一途をたどっており、今後もこの傾向は続くものと思われる。

2 遺伝子組み換え作物の現状

遺伝子組み換え作物の栽培面積は現在、世界の全耕地面積の一割以上を占める面積であり、増加傾向は留まることを知らない勢いである。主要な栽培作物は4品目であり、栽培面積は大豆 51%、トウモロコシ 30%、ワタ 13%、ナタネ 5%であり、多様な遺伝子組み換え品種が作出されている。ダイズとナタネでは除草剤耐性が、トウモロコシとワタでは害虫抵抗性が主な育種目標になっている。アメリカ、ブラジルなどを中心に栽培面積は現在1億7970万haとなっている。このように、世界的に栽培が増加している遺伝子組み換え作物であるが、日本では全く栽培されていない。しかし、海外から輸入されているものの多くが遺伝子組み換え品種である。これらは主に、飼料用途や食用油、甘味料等の原料として使用されている。

3 カルタヘナ法について

生物多様性条約特別締約国会議再開会合において「生物の多様性に関する条約のバイオセーフティに関するカルタヘナ議定書」が採択され締結された。日本では、この議定書をもとに「遺伝子組み換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律（カルタヘナ法）」が公布され、施行されている。カルタヘナ法の骨子は、遺伝子組み換え作物などの遺伝子組み換え生物が、生物の多様性に影響を及ぼすことを制止するための規制措置をとるということである。カルタヘナ法では、遺伝子組み換え生物を用いるあらゆる行為のことを「使用」とし、使用形態に応じて「第一種使用」と「第二種使用」に分け、それぞれの使用に応じてとるべき措置を定めている。例えば、遺伝子組み換えダイズの輸入・流通・栽培など遺伝子組み換え作物の環境放出を伴う行為は「第一種使用」となる。「第一種使用」する際は、使用に先立ち、遺伝子組み換え生物の種類ごとに予定している使用法に基づき、生物多様性に影響が生じないか否かについて「生物多様性影響評価書」を提出して審査を受け、問題がないと承認された場合のみ使用が可能となる。「第二種使用」とは、遺伝子組み換え生物等を実験室等の環境への放出が生じない空間で使用するを言う。大学や研究所における遺伝子組み換え実験は、これに相当する。第二種使用についても使用に先立ち、「拡散防止措置」が適切なものとなっているか、確認を受ける必要がある。カルタヘナ法で承認された遺伝子組み換え作物は、花などの非食品用途のものは商品として流通・販売できるが、食品や飼料作物の場合、安全性審査を受けなければならない。遺伝子組み換え食品は、組み込んだ遺伝子や作られるタンパク質がヒトに有害ではないか、予想外の有害物質が出ていないか、栄養素などの成分が大きく変わっていないかなどが、「食品衛生法」と「食品安全基本法」に則り審査される。現在国内で認可されている遺伝子組み換え作物は多数あるが、実際には国内での商業栽培はされていない。

4 遺伝子組み換え作物の作出方法とゲノム編集

i) アグロバクテリウム法

現在栽培されている多くの遺伝子組み換え作物は、アグロバクテリウム法によって作出されたものである。土壌細菌の *Agrobacterium tumefaciens* の持つ Ti プラスミドを巧みに利用する方法である。植物の細胞は動物の細胞と異なり、基本的に「分化全能性」を持っている。葉や根などの組織を適当な培地で培養し、完全な植物体に

再分化させることができる。アグロバクテリウム法では、この植物細胞の性質を利用し、アグロバクテリウム菌の T-DNA に組み込んだ目的の外来遺伝子をまず、植物の組織細胞のゲノム DNA に組み込み、そこから植物体を再生させる。しかし、アグロバクテリウムの T-DNA の植物ゲノムへの挿入は、極めて短い配列によるものであるため、ほとんどランダムに植物ゲノムに組み込まれる。そのため、外来遺伝子が植物ゲノムのどこに組み込まれているかを制御することはできない。

アグロバクテリウム法では、導入する遺伝子のゲノム上の位置を指定することはできなかった。そこで、狙った箇所の塩基配列を変更したり、狙った箇所に欠失を入れたりすることのできる技術がゲノム編集技術である。

ii) ZFN (Zinc Finger Nuclease) 法

ZFN は DNA 結合ジンクフィンガードメインと DNA 切断ドメインからなる人工制御酵素である。ジンクフィンガードメインを目的とする DNA 塩基配列を認識するように設定することにより、ZFN がゲノム中の標的配列を切断することが可能となる。ZFN 法では、目的の DNA 配列を認識する DNA 結合ジンクフィンガードメインの設計が難しく、標的配列以外の切断により予期されない変異が導入されることが問題点である。

iii) TALEN (Transcription Activator-Like Effector Nuclease) 法

TALEN 法では、制限酵素 FokI を DNA 切断ドメインとし、植物病原細菌 *Xanthomonas* 菌由来の転写アクチベーター様タンパク質を融合させた人工制限酵素を用いる。TAL エフェクタータンパク質の DNA 結合ドメインを目的とする DNA 配列を認識するように設計することにより、TALEN がゲノム中の標的配列を切断することが可能となる。この DNA 結合ドメインの DNA 塩基配列の認識特異性は非常に高く、オフターゲット切断が少ないことがこの方法の利点である。

iv) CRISPR/Cas9 (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats/CRISPR Associated proteins) 法

CRISPR/Cas9 法は、ZFN 法や TALEN 法の DNA 配列の認識をタンパク質に行わせるのに対し、標的 DNA の塩基配列に相補的なガイド RNA を用いる方法である。この方法の原理は、細菌がウィルスや外来性プラスミドへの獲得免疫を与える適応システムとして発見されたものである。CRISPR/Cas9 法では、ガイド RNA 遺伝子を目的のゲノム DNA 配列から設計し、Cas9ヌクレアーゼとともに植物細胞に導入することにより、非常に特異的にゲノム中の標的配列を切断することが可能となる。CRISPR/Cas9 法を活用することで、筋ジストロフィーやパーキンソン病などの遺伝子疾患の治療や、角のない牛や毒のないジャガイモ、性格のおとなしいマダガスカルイモなどへと利用できる。

5 ゲノム編集の今後

ゲノム編集のパターンとして、次のような3パターンが考えられる。

- ①DNA を切断して、それが自然に治るときに変異が発生する。
- ②DNA を切断して、加工した塩基を入れて変異が発生する。
- ③DNA を切断して、加工した遺伝子を入れて変異が発生する。

宿主の細胞に人工ヌクレアーゼを使って組み換えを行うと、カルタヘナ法に引っかかってしまう。上の場合だと、②と③はカルタヘナ法の対象となり、組み換えに該当してしまう。しかし、Cas9 を使って組み換え後に自殖させ、その後導入遺伝子が見られなかった場合は組み換えに該当しないと定義された。このことより、今後は CRISPR/Cas9 法を使ったゲノム編集が進むと考えられる。

6 最後に

今日の日本における遺伝子組み換え商品はトマトなどを中心に始まってきている。農作物だけではなく、ゲノム編集を行うことで遺伝子治療に応用することは理論上できるが、臨床実験などは禁止されている。今後ゲノム編集を何に、どのように利用していくのか、遺伝学リテラシーが重要となると予想される。

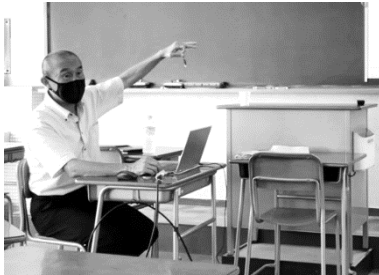
【 地 学 分 科 会 】

分科会講演

スロースリップとは？

プレート境界で発生するゆっくりとした断層すべりとそれに伴う現象

気象庁地震火山部管理課 地震情報企画官 宮岡 一樹



「スロースリップ」とは、地震学の中でも新しい研究分野である。この研究が進めば、地震予測に近づけるのでは、という地震学の考え方を大きく変換するものである。プレート境界で発生する、ゆっくりとした断層すべりとそれに伴う諸現象のことをスローステップまたはスロー地震といい、この分野をスロー地震学という。

昨年の秋にTBSで放送した「日本沈没」というドラマで、この最新科学であるスロースリップが取り上げられ、メジャーデビューした。

「ゆっくりすべり」をスロースリップまたはスロースリップイベント（SSE）と言い、世界共通のワードである。その中でも、短期的SSEと長期的SSEとがあり、短期的SSEは数日から週単位で続くSSEで、長期的SSEは数カ月から年単位で続くSSEである。ほかに、SSEに伴い現れる低周波地震や超低周波地震（20～30秒の周期が長めで、非常に微小なノイズのような地震現象、振動現象であり、人は揺れを感じない）がある。これらをまとめてスロー地震という。

プレートの沈み込み帯では、海洋プレートが一定速度で押し寄せることで、大陸プレートとの間で摩擦が発生する。摩擦で強い固着がある所は、巨大地震の震源域で、普段はくっついており、南海トラフだと150年に一度大きくすべって地震が起きる。これよりも浅い側の海溝より深い部分では、スロー地震が発生する。つまり、通常地震とスロー地震では、発生する場所の住み分けができています。なぜなら、摩擦の状態が違うからである。固着域は非常に強い摩擦があり、ぴったりくっつくことで、大陸プレートが引きずり込まれる。ここで発生するのが、高速すべりの通常地震である。それよりも浅い部分では、大陸プレートも薄く、海洋プレートに押し付ける力が弱く、海洋プレート上に積もった堆積物が沈み込む段階で、加圧により水を放出する。水が入ると滑りやすくなり、摩擦が弱くなる。ここに大きな力を加え続けると、ゆっくりすべる。もうひとつも同じで、海洋プレートが沈み込んで、深い所に行くと高圧・高温・相転移などで、玄武岩が水を放出し始め、非常に水がたくさんある。だから、速いすべりではなく、SSEが発生する。この深部側と浅部側で、それぞれ長期的SSEと短期的SSEが発生する。短期的SSEが発生すると低周波地震や低周波微動、超低周波地震がセットで現れる。

1 南海トラフ周辺で観察されるゆっくりすべり

日本でのSSEは、至る所ではないが起きている。その中でも南海トラフは、東海地震を想定したことで、重厚な観測網があり、色々な現象が見つかっている。深部では地震に換算するとM5.8ぐらいに相当する断層すべりが3日間ほどかけて起こる。人は一切感じないが、無数の低周波地震も発生している。さらに、場所を変えながら、ほぼ同じ規模のすべりが次々と発生している。場所は真ん中から西側と東側に移っており、低周波地震を見ても分かる。発生場所の移動は、短期的SSEと低周波地震の大きな特徴である。この地域だと、だいたい10日間くらい続き、概ね半年に1回程度、定期的に発生する。つまりこれは、日常的な出来事で、今までと同じ活動で、その範囲で収まっているうちは、何かが起きることはない。それとは別に長期的SSEは、M6.0相当のすべりが1年半から2年くらいかけて発生している様子が、GPSの僅かな差として観測される。これも日常的に起こっている活動である。浅部では、別の短期的SSEと低周波地震が、東側から西側に移動して観測され、長期的SSEも観測方法が難しいのだが、観測されている。南海トラフ付近のプレート境界の固着の様子は、四国沖、遠州灘、東海がすごく強く、紀伊半島の周辺はあまり強くない。そして、過去の東南海地震、南海地震の破壊の始まりはいつでも紀伊半島周辺からなので、巨大地震発生の前にSSEが発生する可能性があり、集中的に観測されている。

2 ほかの領域のスロースリップ

琉球海溝、琉球トラフでは、八重山諸島や沖縄本島のあたりで頻繁にゆっくりすべがある。ここでは、SSEと通常地震が比較的近い場所で発生する。南海トラフとはちょっと構造が違うようだ。

房総半島の沖合、相模トラフでは、プレートの沈み込みに伴う大地震（関東大震災、関東地震）が発生する場所の近くで、SSEが発生している。5～6年ごとに、2週間程度続くSSEが発生する。最近でいうと、2018年6月～7月に発生しているので、早ければ来年か再来年に発生するのではと考えている。

東北地方の太平洋側は、沖合で観測が難しい。ここでは群発地震が発生しており、プレート境界で見られる群発地震はプレートがすべっているときに発生するので、間接的にSSEがあるのではとされている。

世界では、サンアンドレアス断層やメキシコの辺り、ニュージーランド、チリで確認されてきている。

3 最近の研究動向

海上保安庁で、音響測距結合方式による海底地殻変動の観測をしており、観測誤差の5～10cm/年を超えるSSEがあると分かる。これを解析すると、プレートの固着の強度が分かる。

長期的SSEが発生すると、少し離れた場所で短期的SSEや低周波地震が誘発される。これは、この辺りのすべりが、それよりも深い所の低周波地震を刺激して、周りに影響を与えているという証拠である。そこで、長周期的SSEは、固着域側にも影響を与えている可能性が考えられる。これは、これからプレート境界の固着状況をモニタリングしていくことで、分かってくるだろう。

スロー地震を横軸に規模、縦軸にその継続時間をとった両対数グラフにすると一直線に並ぶ。そして、これは通常地震とは違う系列になる。ここに南海トラフ地震、南海トラフ沖で発生する短期的SSE、長期的SSEをプロットすると、きちんと整合性が取れている。そして、最近の観測で、僅か1時間でM5弱くらいの短期的SSEが確認された。これは、グラフ上で確認されていなかった範囲で存在を予言されていた部分でもある。

東日本大震災の前にSSEがあったとする研究がある。2月頃に宮城県沖で、M5くらいの群発地震が結構起きている。これを解析すると、震源が移動している様子が分かる。移動しているということは、そこに水などがあり、SSEのようなことが移動しながら発生し、これに伴い群発地震が発生したと考えられる。この時、群発地震は南方に移動していることから、SSEも南に向かっていったと考えられる。そして、3月9日に前震とみられるM7.3の地震があり、その後も震源が南方に移動している様子が見られる。そして、最終的に3月11日、14時46分のM9.0の発生に向かい、SSEが発生していたと考えられる。

メキシコで起きたM8.2巨大地震でも、スロー地震のすべり場所が確認できる。ここでは、巨大地震とSSEが相互に影響しあっていることが分かった。

4 まとめ

今後の大地震の兆候を知るために、プレート境界でのゆっくりすべり（SSE）、流体の関与、地震との相互作用がこれからのモニタリングの中心になる。これらをしっかり観測することで、大地震につながる部分を見つけられるのではないかと考えている。

【 生 物 巡 検 】

〔生物巡検〕

キャンパス内でのコケ植物の観察と顕微鏡観察体験と大学の生物・化学系実験設備見学

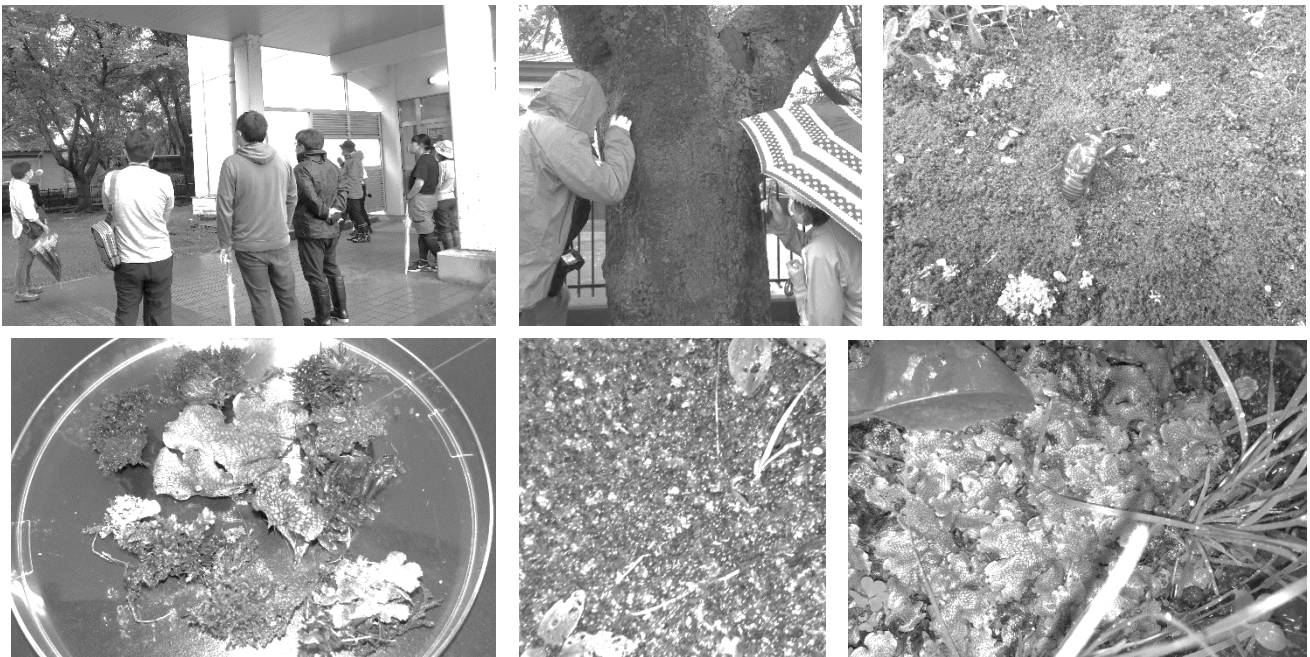
八戸工業大学工学部生命環境科学コース 准教授 鮎川 恵理

コケ植物は、正式には蘚苔類（せんたいるい）と呼ばれ、蘚類、タイ類、ツノゴケ類から構成される陸上植物である。世界に約2万種、国内では蘚類が1,270種、タイ類が625種、ツノゴケ類が17種が分布するとされている。青森県では、蘚類は約480類、タイ類とツノゴケ類が約210種と報告されている。

蘚苔類は乾燥にも強く、南極大陸や北極のツンドラや高山から熱帯地域まで、最も広く分布する陸上植物でもある。近年では、コケ玉などの園芸利用や奥入瀬溪流でのコケ散歩など、多くの愛好家による注目されるようになったコケ植物だが、その個体の小ささから形態による分類は分類学者の手によっても困難なことが多く、近年では遺伝子解析による系統分類が盛んに進められている。

〔参考文献〕

- ・片桐知之・古木達郎 2012. 日本産タイ類ツノゴケ類チェックリスト, 2012. 蘚苔類研究, 10 : 193~210
- ・太田正文 2019a. 青森県中津軽地域のコケ植物調査(1). 青森県立郷土館研究紀要, 43 : 55~65
- ・Suzuki, T 2016. A revised new catalog of the mosses of Japan. Hattoria, 7 : 9-223



当日は、あいにくの雨天ではあったが、八戸工業大学キャンパスを鮎川教授とともに散策しながら、敷地内のコケを観察・採取した。

観察された資料は、地衣類、ハタゴケ、ヤノウエハタゴケ、ジャゴケ、タチゴケ、ヒメジョウゴケなどで、参加者は図鑑を用いて同定作業を行った。ジャゴケはこすると匂いがすることに一同驚いた。どれも、属ぐらいまでなら、図鑑での分類も可能だそうだ。

他にも、タイ類ジャゴケには気室孔と呼ばれる構造があることや、八角形の油体が存在することなどを学んだ。南極大陸では、1%にも満たない大陸氷床のない露岩域に僅か60日間だけ雪解け水が流れる領域に、8種のコケ類が確認されているそうである。

横笛をつくろう

青森県立黒石高等学校 教頭 佐々木 将人

1 今回の目的

平成 17 年に横笛を作る技術を地域の方から奇跡的に習うことができた。それは当時の浪岡高校の生徒会の生徒と一緒に北畠祭りに出るという必要に迫られて、やっと手に入れた技術であった。同時にそれは理科の教員として、授業に活用できる技術でもあった。転勤後、岩木高校と弘前実業高校で物理基礎の授業の中で生徒全員に作らせ、教材として利用した。横笛はシンプルでありながら、その中で物理の法則が成り立っていて、楽器全般の仕組みにも触れることができる。また、県内の祭りでは横笛を用いるものが多く、地域の文化に関心を持たせるという点でも効果のある教材だと考えている。製作には約 2 時間の授業を充て、笛を使った実験は 30 分程度で終わる。しかし、この 2 時間はデジタルやバーチャルで何でもできてしまう現代だからこそ、逆に貴重な時間だと考える。ICT を活用しないことがまるで罪悪のような時代になってしまったが、地味な手作業をさせたり実物を見せたりするような授業を理科教員は手放してならない。真剣に竹を削ったこと、自分で作った横笛の音を始めて出せたときのことを生徒は一生忘れない。それを思い出したとき、ついでに物理のことを思い出してもらえればそれでいいのではないだろうか。今回物理部会の中で約 1 時間を頂戴し、物理部会と地学部会の先生方と一緒に横笛を作る機会をいただいた。先生方に楽しんで横笛を作ってもらえることを一番の目的とし、笛の理科的な利用のし方は今後それぞれで考えてもらうこととした。

2 横笛の作り方

(1) 材料・器具

篠竹（女竹）、卓上ボール盤、木工用ドリルの刃（φ8mm、φ10mm）、クラフトナイフ（アートナイフ）、メラミンスポンジ、古新聞、φ10mm 程度の丸い木の棒、紙コップ、鍋、ガスコンロ、カッター、竹専用のこぎり、鉛筆

(2) 材料の準備

次の①～⑦の作業を事前にやって、加工した竹を準備しておく。

①竹専用のこぎりですべて竹を笛の長さに切る。②カッターで竹の両端を整える。③メラミンスポンジと水で竹を洗浄する。④竹に着く虫、虫の卵を駆除するためガスコンロに鍋をかけ、竹を煮沸する（10 分煮沸した後、上下を逆にしてさらに 10 分）。⑤2 日ほど新聞の上で乾燥させる。⑥鉛筆で穴を空ける場所に印を付ける。⑦卓上ボール盤に木工用ドリルの刃を装着し、8 つの穴を空ける。唄口として φ10mm の穴を 1 つ、指の穴として φ8mm の穴を 7 つ。

(3) 授業での作業

①机上に新聞紙を乗せ、丸い木の棒とアートナイフを配布する。②あらかじめ用意した竹から好みのものを選ばせる。③しっかり説明をした後で指の穴をアートナイフで仕上げる。④さらに、大事な説明をした後で唄口の穴をアートナイフで仕上げる。⑤丸い棒で内側のささくれ、薄皮をしごいて取り、さらにナイフで仕上げる。⑥唄口の穴の出来映えを教員が確認し、良ければ次に進ませる。⑦紙コップに水を入れ、それに 10cm 四方程度に切った新聞紙を付け、それを丸めて竹の穴に入れ、丸い棒で押し込む。⑧これを繰り返し、唄口から 10mm 程度のところまで新聞を入れる。⑨丸い棒で強く押し込み、それでも唄口から奥へ 10mm 程度のところに新聞の壁ができた時点で完成。

(4) 生徒に説明する内容

①怪我は絶対しないよう注意する。ナイフの前に手を置かない。力を入れて、刃が勢いよく前に出るような削り方はしない。②竹の繊維の向きを考え、竹の中心から外に向かった方向へ刃を動かす。③指の穴の場合は大きくするのではなく穴の縁を整えるつもりで削る。表面側を仕上げたら内側も仕上げる。ささくれをとったり、角を削ったりするのが目的。④指の穴が終わり、技術が高まった後で唄口も仕上げる。⑤唄口だけは楕円にする。⑥唄口を楕円にするときは縦方向に伸ばし、横幅の φ10mm は広げない。横幅が広がると音が出なくなる。⑦できるだけ綺麗に仕上げると音も良くなる。⑧新聞紙はかなり力を入れて押さないと、乾燥した後で抜けてくる。

3 実験の方法

- (1) 音が出ないと実験ができないので、音を出せるよう自分で練習する。指を解放にした状態で低い音（基本の音）、高い音（倍音）の2種類を出せるまで各自家でも練習する。音が出せるかを一人一人確認する。（実技試験）
- (2) 指を解放にして、低い音（基本の音）を出し、周囲の人と比べて高いか低いかを判断する。お互いにそれを繰り返し、音の低い方から高い方まで1列に並ぶ。
- (3) 音が最も低い生徒と最も高い生徒の音の振動数を測定する。測定は低周波発振器を用い、うなりを利用する。

引用文献 平成20年3月発行浪岡高校研究紀要に収録「ねぶた笛の製作」佐々木将人；平成28年度全国理科教
育大会（石川大会）発表要旨集「気柱の振動～教材としての横笛～」岩木高等学校 佐々木将人

研究発表2

気体の学習と化学史

青森県立三戸高等学校 教諭 竹原 一浩

1. はじめに

高等学校の科目、「化学基礎」・「化学」で学ぶ気体の性質に関する内容として「気体反応の法則」「アボガドロの法則・分子説」「ボイルの法則」「シャルルの法則」「ボイル・シャルルの法則」「理想気体の状態方程式」が挙げられる。

「ボイルの法則」以降は、「化学」の教科書に発見の年代順に記載されているが、「理想気体の状態方程式」導出では「化学基礎」の「アボガドロの法則・分子説」を理解していることが必要である。さらに、「アボガドロの法則・分子説」を理解するためには、「気体反応の法則」と「ドルトンの原子説」の矛盾を理解していなければならない。また、「ドルトンの原子説」がどのような経緯をたどって提唱されたのか知ることが重要である。

教科書通りに履修していくと、これらの関係が明確になる配慮は施されていると考えられるが、「気体反応の法則」「アボガドロの法則・分子説」など化学の諸法則の学習にかけられる時間は少なく、さらに理想気体の状態方程式を学習する時期とはかなりの時間的開きがある。よって、これらの関連がつかみづらくなることも考えられる。

生徒の理解が浅かったり、履修する時間が足りなくなったりすると、まず公式「ボイルの法則」「シャルルの法則」「ボイル・シャルルの法則」「状態方程式」を覚えてもらい、それによって問題を解けるように指導しようとすることがある。ところが、このことが生徒には逆効果になってしまうことがあり得る。原因として、以下のことが考えられるのではないかな。

- 内容を理解していない公式は覚えづらい。または、覚えても本人に自信がない。
- ある決まった問題文のパターンにしか立式できなくなり、全く応用力がついていない。
- 公式だけで解こうとし、簡単な気体の状態（圧力、温度、体積）の変化の方向さえ予想できない。よって、間違いに気づかない。

2. 気体の学習を深い学びとするために

前述1にあるような悪循環を絶ち、気体の学習を深い学びとするために以下のようなことが有効であると考え

- ①「質量保存の法則」と「定比例の法則」を矛盾なく説明するために「原子説」が提唱されたことを原子のモデルを利用し確実に定着させる。（化学基礎にもどって）
- ②ゲーリュッサークは、実験によって「気体反応の法則」を発見し、さらに「原子説」で説明しようとしたが、うまく説明できなかったことを確実に理解させる。実際に説明を生徒に考察させる。（化学基礎にもどって）
- ③「気体反応の法則」を説明するためには、「分子」の存在と「アボガドロの法則」がセットに必要なことを分子

のモデルを利用して確実に理解させる。(化学基礎にもどって)

- ④「ボイルの法則」を気体の圧力や、体積を体感させながら(注射筒を使った簡単な実験を行いながら)習得させる。また $P_1 V_1 = P_2 V_2$ と $P V = k$ (一定) は全く同じ意味(「反比例」)であることに留意させる。
- ⑤「シャルルの法則」を、気体の温度と体積を体感させながら(注射筒を使った簡単な実験を行いながら)習得させる。 $V_1 / T_1 = V_2 / T_2$ と $V / T = k$ (一定) は全く同じ意味(「比例」)であることに留意させる。
- ⑥「ボイルの法則」と「シャルルの法則」を統合させたものが「ボイル・シャルルの法則」であり、これは発見ではなく当然の帰結であることを認識させる。
- ⑦ ⑥の $P V / T = k$ (一定) とアボガドロの法則から気体定数 R が算出され、さらに同温、同圧で分子の数(物質量)が n 倍になれば体積も n 倍になることを確認した上で、 $P V / T = n R$ (状態方程式)を提示する。
- ⑧ ①～⑦にでてくる法則の関係を図示し、理論の発展と各法則の関連について考察する時間をとる。
- ⑨諸法則が積み重なって状態方程式が得られたという見方だけでなく、状態方程式に異なる条件をつけたものが諸法則であり、実験によって(または実験結果を説明するために)明らかにされてきたことを整理させる。

すなわち $P V = n R T$ において

- n (気体分子の物質量) と T (絶対温度) が一定のとき $\rightarrow P V =$ (一定)・・・ボイルの法則
- n (気体分子の物質量) と P (圧力) が一定のとき $\rightarrow V / T =$ (一定)・・・シャルルの法則
- n (気体分子の物質量) だけが一定のとき $\rightarrow P V / T =$ (一定)・・・ボイル・シャルルの法則
- T (絶対温度) と P (圧力) と V (体積) が一定のとき(同温、同圧、同体積中に)
 $\rightarrow n =$ (一定) (同数個の分子が含まれる。)・・・アボガドロの法則

が逆に導かれることを確認する。

- ⑩時間があれば、ボイル・シャルル・ゲーリュサック・ドルトン・アボガドロなどの研究で、各法則までたどり着いた経緯を簡単に調査させることによってその発見した法則の価値感を高めることができるのではないかと。(ボイルやシャルルはボイルの法則やシャルルの法則をすぐに発見したわけではない。)

3. まとめ

気体は理想気体に近い状態においてはあが、1本の綺麗な方程式に従う。入試問題を解答することに対してはもちろん、工業用、医療用、燃料用として実生活で幅広く使用される気体について、深い学びを獲得することはとても有意義なことである。費やす時間にもよるが、上記①～⑩のような継続した取り組みは有効ではないだろうか。

【部 会 の 動 き】

5月20日	高教研事務局長会議
5月17日	令和4年度 第1回役員会（場所：青森県立三沢高等学校生徒会館）
6月 8日	令和4年度 研究大会要項並びに役員名簿を高教研事務局長へ提出
6月24日	研究大会講師へ講演依頼状を発送
7月22日	総会、研究大会実施要項を各高へ送付
8月16日	令和4年度 第2回役員会（場所：青森県立三沢高等学校化学室）
8月17日～18日	令和4年度 総会、研究大会
8月25日	研究大会講師へ礼状発送
11月 7日	令和4年度 第3回役員会
10月下旬	令和5年度 研究大会計画書を高教研事務局へ提出
11月13日	第12回科学の甲子園青森県大会（場所：青森県総合学校教育センター）
3月上旬	会計監査
3月下旬	会計精算書、関係書類を高教研事務局へ提出

【研 究 大 会 一 覧】

R4年度（紀要No. 66） 会場：八戸東高校 会員数(第1・2希望計)：265 大会参加数：62 研究発表者数：1
 テーマ 生涯にわたって探求を深める未来の人材を育む理科教育

全体講演 「気象庁における地震火山業務」

気象庁地震火山部管理課 地震情報企画官 宮岡 一樹

物理分科会講演 「実験で楽しむ物理の授業」

板柳町少年少女発明クラブ 顧問 野呂 茂樹

化学分科会講演 「科学を学ぶ意義」

分子科学研究所 主任研究員 湊 丈俊

生物分科会講演 「ゲノム編集～人類は創造主になったのか～」

福井県立大学生物資源学部創造農学科 教授 村井 耕二

地学分科会講演 「スロースリップとは？～プレート境界で発生するゆっくりとした断層すべりとそれに伴う現象～」

気象庁地震火山部管理課 地震情報企画官 宮岡 一樹

R3年度（紀要No. 65） 会場：三沢高校（ZOOM開催） 会員数(第1・2希望計)：269 大会参加数：64 研究発表者数：0
 テーマ 生涯にわたって探求を深める未来の人材を育む理科教育

全体講演 「探究の過程を実現する授業のために」

福井県教育総合研究所 先端教育研究センター 特別研究員 川角 博

物理分科会講演 「学習の定着をはかるための予習・復習を一体化した授業展開」

新潟県立長岡高校 教諭 山崎 健太

化学分科会講演 「主体的・対話的な活動を取り入れた化学実験講座」

東京理科大学理学部 教授 井上 正之

生物分科会講演 「生物多様性保全と外来種問題の考え方 ～青森と琵琶湖の意外な関係～」

滋賀県立琵琶湖博物館 専門学芸員 中井 克樹

地学分科会講演 「テレビ観望がひらく 宇宙への誘い」

協栄産業株式会社／星のソムリエ 村上 将之

R元年度（紀要No. 64） 会場：八戸西高校 会員数(第1・2希望計)：291 大会参加数：116 研究発表者数：8
 テーマ 生涯にわたって探求を深める未来の人材を育む理科教育 ～授業改善を通じた学びに向かう力の育成～

全体講演 「新学習指導要領を踏まえ、自らの授業（教授学習過程）をどう構想し、評価をどう工夫するか
 ～授業実践からの示唆～」

筑波大学人間系 教授 片平 克弘

物理分科会講演 「楽しく・わかる物理実験 ～電磁気分野～」

青森歯科医療専門学校 非常勤講師 工藤 貴正

化学分科会講演 「新学習指導要領と化学」

東洋大学 食環境科学部 教授 後藤 顕一

生物分科会講演 「iPS細胞からのメッセージ」

京都大学 ウイルス再生医科学研究所 准教授 多田 高

地学分科会講演 「がんじゃ里山の会における環境教育の取り組み」

がんじゃ里山の会 会長 関下 斉

H30年度（紀要No. 63） 会場：青森北高校 会員数(第1・2希望計)：287 大会参加数：107 研究発表者数：5
テーマ 学びに向かう力を育む理科教育 ～資質・能力の育成と授業改善～

全体講演 「これからの高校での教育・課題研究を考えるヒント」

～課題研究の基礎、生徒のキャリア形成、植物科学のフロント～

東北大学大学院 生命科学研究科 教授 渡辺 正夫

物理分科会講演 「主体的・協働的な学びを促す実験例と ICT を活用した実験例の紹介」

共立女子中学高等学校 教諭 桑子 研

化学分科会講演 「化学の授業における探究型授業の実践」

東京都立戸山高等学校 教諭 大島 輝義

生物分科会講演 「コケ植物を教材としてどう生かせるか」

青森県立郷土館 主任学芸主査 太田 正文

地学分科会講演 「地球科学分野における探究活動の教材と指導」

青森県立青森南高等学校 元教諭 小田桐茂良

H29年度（紀要No. 62） 会場：弘前中央高校 会員数(第1・2希望計)：294 大会参加数：120 研究発表者数：6
テーマ 学びに向かう力を育む理科教育 ～協働的な学習と主体的な問題解決能力の育成～

全体講演 「これからの高校理科教育を考える 一次期学習指導要領の方向性を見据えて」

文部科学省初等中央教育局 教科調査官 国立教育政策研究所

教育課程調査官・学力調査官 藤枝 秀樹

物理分科会講演 「教員としての実践と未来」

秋田県立大曲工業高等学校 教諭 須田 宏

化学分科会講演 「化学の授業におけるアクティブ・ラーニングの実践」

東京都立戸山高等学校 主幹教諭 田中 義靖

生物分科会講演 「高校生物における j y 行実践ワークショップ ～主体的・対話的で深い学びの実践に向けて～」

熊本県立熊本北高等学校 教諭 溝上 広樹

地学分科会講演 「火山灰（テラフ）を調べると何が分かるのか？」

弘前大学大学院理工学研究科 教授 柴 正敏