

研 究 紀 要

(第68集一分冊)

理 科 部 会

[全体講演]	我が国の科学技術・イノベーション政策について ～最先端の研究・政策の現状～ 内閣府 前・科学技術・イノベーション推進事務局長 松尾 泰樹	1
[分科会講演]		
[物理分科会]	放射線で科学教育しましょう ～福島第一原発事故の教育の教訓～ 福島県立安積高等学校 千葉 惇	4
[化学分科会]	国の各戦略における具体の技術例 内閣府 前・科学技術・イノベーション推進事務局長 松尾 泰樹	6
[生物分科会]	林業研究所の研究情報 青森県産業技術センター林業研究所 森林資源部長 上野 文明	8
[地学分科会]	SDGs の時代の地学の可能性 青森大学社会学部 教授 SDGs 研究センター長 藤 公晴	9
[巡検]		
[生物巡検]	林業研究所の研究情報 青森県産業技術センター林業研究所 森林資源部長 上野 文明	11
[地学巡検]	平内町浅所海岸干潟と汐立川一帯 青森大学社会学部 教授 SDGs 研究センター長 藤 公晴	13
[研究発表]		
[研究発表1]	青銅鏡をつくろう 青森県立五所川原高等学校 齋藤 郁子	14
[研究発表2]	化学基礎前半での実験例の紹介Ⅰ ～ペア実験を目指した取り組み～ 青森県立大湊高等学校 柴田 大毅	15
[研究発表3]	又八沼に生息するシナイモツゴの保護活動と本校の探究活動等 青森県立青森中央高等学校 高谷 悟	16
[部会の動き]		19
[研究大会一覧]		20

令和6年度 青森県高等学校教育研究会 理 科 部 会

全体講演

我が国の科学技術・イノベーション政策について

～最先端の研究・政策の現状～

内閣府 前・科学技術・イノベーション推進事務局長 松尾 泰樹

私は、内閣府（12の役所の全体調整をしている部署）で3年間、科学技術イノベーション推進事務局長を務めていた。青森高校時代、理系教科（数学、化学）ができると弘前大学の医学部を目指せと言われたが、血を見たりするのが辛くて、東京大学の物理学科に進学した。物理に行ったきっかけは、高校のときの物理の先生が、非常に面白い先生で、教科書を1回も使わなかった。全部自分のプリントを作ってくれた面白い先生で、先生と生徒の「出会い」というのは非常に重要であると考えている。物理をやったのは、ティッシュペーパーを床に落とした時、どんなに同じように落としても、同じ軌跡を通らない。これを何とか物理で解明したいと思ったから。東大では物理を使って生物（ショウジョウバエ）を研究した。役所に入るきっかけは、科学技術庁がガッチャマンや鉄人二十八号などを作るところだと思っていて、面接に行ったら、仕事を得ることになり、研究とは縁遠かったが、様々な役所で仕事をしてきた。青森県に関わる場所では、弘前大学のCO1プロジェクト、原子力や核融合などの分野でお邪魔させていただいている。高校とのつながりでは「SSH」（全国約4400校／200校前後、約5%指定）の支援をしていた。私の時代は、18歳人口が220万人くらいだったが、今年生まれた子供たちは、80万人をきり、約3分の1くらいになっている。そうすると、教育の在り方も変わらざるを得ないと思う。生徒への向き合い方の変化や、業務への対応で、先生方への負担も大きくなっていると考えているので、役割分担など、色々な状況を伝え合いながら行政を進めていければと考えている。

現在、岸田政権3年になるが、科学技術イノベーションはこの3年間で大きく変わった。これまで、「科学」、「技術」というのは、政策のアジェンダに載ることがあまりなかった。ここ数年間で政策のアジェンダに載り、その核となる教育の在り方も大きく変わってきた。教育現場に届くには、まだまだ時間がかかると思うが、変化してきている。岸田政権は、3年前、「新しい資本主義」、「成長と分配」など様々なことを打ち出した。その中の大きな柱が「科学技術立国」で、「科学技術分野の人材育成を推進する（国会での所信表明より）」という大きなメッセージであった。これは、ここ数十年なかったことであり、大学での研究や重点を置く分野としてデジタル、グリーン、人工知能（AI）、量子、バイオ、宇宙、核融合（今年から）が挙げられる。現在、「技術」や「科学」が国の根幹になっているというのが、世界的な情勢である。よって、先生方が担っておられる「科学」を子供の頃からしっかり身に付けてもらうというのは、国としても重要なことになっている。ただ、その一方で、子供の頃に理科が好きでも、文系と理系に分かれると、いろいろな事情で文系に流れることが多い。特に女性の理系が非常に少ない状況にある。このことは改革点として、国としてもお金を投じて手を打っている所である。イノベーションの分野では、日本では大企業が現在でも変わらずトップを走っているが、世界を見ると、色々なスタートアップが生まれていて大きな企業になっている。そこで、高校生や大学生に対して、若いうちから企業マインドを育てて大企業だけではない生き方を身に付けてほしいと考え、スタートアップを支援している所である。

次の柱は、「地方創生」である。東京一極集中は今でも加速している。東北地方では、人口では仙台市が圧倒的に多く、今でも増え続けている。しかし、それよりも多くの人を東京に向かわせている。これは、周囲の町から人を吸い上げ、自分のところに人を少し残し、東京に人を出しているということになる。結果的に、周辺市町村はより過疎化が進んでいる。この現状が本当にいいのだろうか、すべての地域・地方がきちんと活性化していかなければならないと考えている。初等中等教育でもこれらを取り上げる政策が行われている。ただ、地域には地

域の事情があり、さらに過疎化も相当進んでいるため、どう教育するのか、その為の人材をどう確保するのかは大きな課題と言える。

科学技術イノベーションには、3つの柱がある。1つ目は、知の基礎研究と人材育成強化である。これが最も重要である。文系でも理系でも学術の基礎研究をしっかり行い、基盤を作ること。それから、大学の支援や、理科教育、しかも物理、化学、生物だけではない文系の資質も入れた形の総合的な研究、総合的な知を作ろうということを行っている。2つ目は、イノベーション力の強化である。様々な技術を種としてベンチャーを作っていないか。それが地域から世界にスタートアップを生んでいき、大きな企業になっていく。そのようにして地域に産業を生み、地域を活性化する。また、東京で生まれたものを地域に循環するイノベーションを作っていきたい。また、リモート、オンラインを活用した仕事や学問ができないかと考えている。3つ目が戦略的な研究開発の推進である。AIや量子、バイオなどの科学技術を柱とした経済成長をしていきたいと考えている。

それを踏まえて、今の日本の現状を見た場合、20年前と現在の企業の時価総額のランキングを見ると、日本は依然として自動車などの重工業が強く、大企業志向というものがあることも否めない。しかし、世界では新陳代謝が進んでいてAIやソフトなどの新しい企業、経済が生まれている。日本でのスタートアップ、ベンチャー企業の数を見ると、バブル期前後からバイオ系のベンチャーが増えてきている。当時、「21世紀はバイオの時代」と言われ、重工業を行う企業でもバイオ系に力を入れていた。現在、それらの企業はバイオではうまくいかず、手を引いた。それに代わり、AIやITなどのベンチャーが増えてきている。日本は、デジタルが非常に弱いと言われている。アフリカや中国では、すべての人がスマートフォンでやりとりをしている。タクシーなどもスマホで呼ぶ時代である。中国では、10年前くらいからすべてがスマホででき、現金を使わない時代になっている。日本は、日本独自の文化や制度があるため、それらを続けていたことにより技術を持った後発組に越えられてしまい、デジタル化の遅れにつながっている。我々はこれを何とかしたいと思っている。さらに、研究体質で考えた場合、日本の研究力は落ちてきている。論文の発表数だけではなく、論文の引用数も相対的に低くなっている。重要な論文というのは、引用されるものだが、その数も厳しい状況にあり、何とかしなければならない。科学技術分野では大きく2つのことを考えている。1つ目は、国民の安全と安心である。「技術は何のためにあるのか」もちろん、楽しいことは大切であるが、それをベースとして、どう国民生活の安全、安心、福祉につなげていけるか、これらがないと国の資金、

国民の税金を使う意味がないと考える。2つ目に、国民一人ひとりの多様な幸せ、これに科学技術がどう役に立つのかを国として考えている。その知として「総合知」の考え方を打ち出している。総合知とは、理系、理科の先生方だから理科だけということではなく、それ以外の学びもすることで、総合的な知を作ることである。例えば、「地域課題の解決」という課題設定をした場合、1つの技術で課題が解決されることはない。したがって、いろいろな知恵、例えばコミュニティをどうしていくか、色々な人の合意形成をどうするかなど、文系的な知恵と理系的な知恵が集まって1つの課題を解決するということだと考える。よって、1人が文系、理系の内容を行うことも大事だが、チームで行う、あるいは、1人の人が文系、理系の両方を学ぶ、そのようにして、学びをより深く、組織として、また、領域を超えて知を集めることを行おうとしている。高等学校では、受験のことなどもあり、2年生くらいで文系と理系に分かれるのだと思うが、文部科学省内では、できれば文理を融合すること、大学でも、文系の大学が理系の内容を勉強するための資金を調達し、促進する手を打っている。そのようにして、文系と理系が混ざり合うことが重要だと考えている。1980年代にアメリカで「産学連携」が言われるようになった時、日本でも90年代になって、当初は「邪道」と言われていたが、今日の広がりにつながった。総合知の考え方も、打ち出したばかりだが、いずれは、普通になってくるものだと思う。社会の流れなども変わり、入試でも理系と文系がうまく混ざり合ったようなものになっていく可能性があると考えている。ただ、現在の各分野に特化した深い学びが必要ないわけではなく、総合知は、そういう深い知があって成り立つものである。近年、AIがやっと目の目を浴びようになり、政策を考える中で感じていることがある。AIなどの最先端技術は学んでいない我々よりも、若い世代の方が詳しい。そこで、「教える」のではなく、「学び合う空間を作る」ことが大事ではないかと考えている。これはAIにもできないことであり、先生方だからこそできることではないかと思っている。

次に、日本の人口動態について見てみる。18歳人口が我々の生まれたころは200万~220万人くらいだったが、現在は80万人を切るまでに減少している。そうになると高校、大学に入学する学生の数も随分と変わるはずだが、進学率の向上もあり、大学の数もほとんど減っていない。これには日本の学び、教える、授業する「質」の向上があると考え。さらに、単純に学問を学ぶだけではなく、人生や学び方を学ぶことが関係していると思う。ここで、教育に関して、「教室にある多様性」についての議論、報告書を作った。1つの教室の中には、

先生方の設定するレベルよりもすでに高いレベルにいる生徒や、発達障害の生徒、不登校の生徒、また、家にたくさんの本がある、または少ないことで、生徒個人の教育の進度が変わってくると考えられる。さらに、留学生や外国から来て日本語の話せない生徒など多種多様な生徒がいる。そのような状態で、はたして全員が同じ教育でいいのだろうかという疑問がわく。また、先生方にとってもどの層をターゲットにしていかが迷いが生じるように感じている。社会構造の変化から見ても、これまでは人口の増加に伴って大量生産、大量消費の時代であったが、これからは1人1人がその価値を身に着けるための教育が必要である。例えば、ギガスクール構想によって、1人1台タブレット端末があるため、個に応じた教育がタブレット毎に同じ空間で行うことも可能である。しかし、それでは先生方にかかる負担が大きくなり、1人の先生ができていたことができなくなってしまう。そこで、外部人材の活用や特免の活用、免許制度の改正などの工夫をしていかないと、これからの教育は成り立っていかなくなると考えられる。このような、教育を受ける人目線で教育を行う上では、教員数が絶対的に足りない。そこで、上述のような方法以外にも機械（AI）などの力も借りる必要が出てくる。従って、これまでの同一性、同質性、一様な教育から多様性を重視した個別、最適、共同的な学びに向けた3つの政策を打ち出した。1つは、教える側の事情ではなく、教えられる側の特性を重視した時間と空間を多様にしていく。2つ目は、STEAM教育である。これは理系でも文系でも「探索をする」ということで関心を持つことの重要性である。そして、3つ目には、大学入試の改革も必要だが、文理分断からの脱却、理数系におけるジェンダーギャップの解消を掲げ、内閣府、文部科学省・中教審及び経産省・産構審共同で提言を出し、現在、中教審で次回の学習指導要領の改訂（3年後）に向け、学びを地域とともに行うとか、小学校での理数の専科指導など、制度改正の議論をしてもらっている所である。また、文理分断からの脱却という視点からは、大学（国立大：86、公立大：100以上、私立大：約800）の8割が文系である。その文系大学が、理系分野に学問を行うときのインフラ設備の整備を行う準備をしている所であり、大学ではそのような取り組みを進めている。さらに、次世代の人材育成にも力を入れており、科学コンテストや次世代チャレンジ、SSH、女子中高生の理系プログラムなどを行っている。

人口動態をロングレンジで見た場合、現在の出生率と死亡率のまま推移したとすると、2100年には、日本の人口は現在の約半分になると推計されている。そうなった場合、東京一極集中した場合、今よりもさらに過疎化が進む町が出現する。それでも、この減った人口で経済を成り立たせることを考える必要がある。次世代にものを残すためには、次世代を増やすこと、外国人を受け入れる、色々な技術を使って減った人の分を代替するくらいしか方策はない。我々ができるのは、それを若い今の子供たちが担い、そのための土台を作り、子供たちにきちんと教育をしていくということだと考える。各都市の人口増減を見た場合、地方中核都市は、周りから人を吸い上げ、東京にも人を出している側面もある。青森市や八戸市、弘前市は、減っている上に東京にも出している。町が成立するには学校を作り、仕事を作り、町を潤すことが必要である。では、東京一極集中で何とかするかというと、東京は消費地でありものを使っているため、生産をし、活性化させる日本全体の町があつてこそ東京も成立する。やはり、地域がそれぞれの特色を生かして、人口を出したとしても戻ってくる仕組みや関係人口を増やす仕組みの構築が必要になる。そこで出てくるのが、スマートシティの考え方である。さらに、地方の大学を拠点として町と一緒に町づくりをする。弘前大学や公立はこだて未来大学、滋賀大学が良い例で、若い人たちがそこを拠点として活動をしている。これに加えて、日本でのスタートアップも必要である。アメリカでは、スタートアップが市場を成長させ、多くの雇用を生んでいる。日本においても同じようなことが起こっていかねばならないと考えている。ベンチャーは、顔の見える形でしか生まれないと思っている。やりたいということを信じて、地方への支援をしていきたいと考えている。

【物理分科会】

分科会講演

放射線で科学教育しましょう ～福島第一原発事故の教育の教訓～

福島県立安積高等学校 千葉 惇

私は、教員になった頃、生徒から「子どもが産めるのか」「水道水は本当に飲めるのか」といった質問を受けた。放射線量はマイクロシーベルト毎時 ($\mu\text{Sv/h}$) で表される。通常時は約 $0.05\mu\text{Sv/h}$ だが、福島県では事故直後に $1\mu\text{Sv/h}$ に達した。 $1\mu\text{Sv/h}$ が1年間続くと、約 8.7 ミリシーベルト (mSv) になる。これは高い値だが、世界には年間 10mSv の場所もある。放射性物質の半減期が 8 日で、3 ヶ月後には放射線量が 1 万分の 1 に減少する。事故直後の室内の放射線量は約 1mSv で、室外よりも低い値である。福島県の放射線量は自然放射線量と同程度にしか上がっていないことが後の研究で判明した。これらの情報は報道されず、一般には知られていない。放射線量は低かったものの、報道や SNS が不安を煽り、県民はストレスを抱えていた。そんなとき、早野龍五東大名誉教授の著書で、福島県の子に「子どもが産めますか」と質問されたら「産めます」と即答するというのを見て感動し、私も授業の中できちんと言うようになった。普通、物理教育では放射線までだが、放射線に関する風評被害や報道の問題点、福島の復興に向けた努力を伝える授業を開始した。関東の先生方と一緒に何度も福島第一原発に見学に行き、放射線に関して福島県と他県との間でテストの結果に違いがあるかを論文にして投稿した。結論として、放射線教育は小中学校で義務化されているにもかかわらず、実際にはほとんど行われていないことがわかった。文科省の調査では 93% の学校が放射線教育を行っていると言っているが、生徒に聞くと実際には 10% 程度しか行われていないことが多い。そのため、放射線の影響に関する誤解が広がっていると感じた。福島第一原発事故直後には、多くの煽る発言があった。Twitter や Yahoo! 知恵袋などで誤情報が広まり、不安が煽られた。新型コロナウイルスのリスクに対する反応と似ている部分もある。当時はデータが少なく、正確な情報を提供するのが難しかったが、現在では定量的に考えることで誤解を解くことができる。科学教育の主題として、放射線を通じて定量的・論理的な思考を教えることが重要だと感じている。放射線を教えるのではなく、放射線を通じて科学的な思考を育てることが社会に目を向けるために必要だと考えている。原発処理には数十兆円が使われており、これは関東の電気代や税金から賄われている。日本の年間国家予算が 100 兆円であるなか、30 年間で 20 兆円が原発の廃炉に使われている。放射線教育では、物理分野だけでなく、原発事故の影響やエネルギー問題、生体への影響も含めて議論する必要がある。全国的には放射線の生体影響が議論されておらず、教育現場でも十分に教えられていないことが問題だ。放射線教育を広い範囲で捉え、科学的な思考を育てることが重要だと考えている。

日本での被ばく量は人工と自然を合わせて年間約 6mSv である。国際基準では、 100mSv の被ばくでがんの死亡率が 0.5% 増加するとされている。広島と長崎の被ばく者のデータに基づいて、この関係が導き出されている。原発事故直後、放射線量は高かったが、放射性物質は雨で山間部に多く落ちた。事故後 6 年で放射線量は 0.1mSv 程度に減少した。どうやって被ばく量を比較すればいいかと言うと、放射線測定器を体につけて生活すれば放射線被ばく量が分かる。それを、世界中の人たちを対象にやったのが福島高校の生徒である。生徒が行った調査結果では、県外・県内で被ばく量に違いはなく、ヨーロッパのバスチア島が最も高い放射線量を示した。 100mSv の被ばくでがんの死亡率が 0.5% 増加し、 20mSv が避難指示の基準値だ。数 mSv 以下の被ばく量であれば、健康影響はほとんどありません。福島県の追加被ばく量で健康影響が出ることはない、国際機関が報告している。現在の避難区域は福島全体の約 2% で、最大時の 12% から減少している。これは決して少ない数字とは言えないが、皆さんの想像よりも避難区域は小さいと思う。では、原発は実際どうなっているのか。福島第一原発の 1～4 号機が問題となったが、



関東で使用される電力を供給していた。福島第一原発は大熊町と双葉町の境目に建設され、両町にお金が入っていた。過疎地域に原子力施設が受け入れられやすい傾向がある。廃炉には 30 年以上かかるが、廃炉とは何であるか。生徒に聞くと、更地にする、コンクリートで埋めて石棺にする、燃料を取り出すなどの考えが出てくる。燃料の取り出しは困難だが、廃炉の一環として重要である。発電所を記念館として残すという意見もあり、観光の拠点とする提案もある。廃炉については政府が明確にしておらず、さまざまな意見があることを伝えておく。

ここからは、原発事故の処理について、教訓として話していきたいと思う。原発事故後の広域がれき処理問題では、宮城県のがれきが全国の処理場で燃やされることが決まっているが、放射性物質の懸念から引き受けが進まなかった。放射性物質がついているかもしれないからだ。処理が進んだのは事故から 3 年後であった。これが原発事故直後の問題点である。去年、処理水のタンクが一杯になり、海洋放出が始まった。原発に地下水が入り、放射性物質を含む水が発生し、それをタンクに貯めてた。処理をしてトリチウムだけが残った水を「処理水」と呼び、海に放出している。トリチウムは自然にも存在し、人体にも含まれている。日本の基準では、70 年間飲み続けて 1mSv の被ばく量となる濃度に薄めて放出している。日本は過剰で、更に 40 分の 1 に薄めて流している。2800 年飲み続けて 1mSv になる濃度だ。風評被害を避けるため、更に数百億円かけてトンネルを作り、1km 沖から放出している。科学的根拠に基づいて安全に放出しているが、風評被害の懸念から 13 年間放出できなかった。最近の報道では、問題があるときだけ報道され、安全性についてはあまり報道されていない。

福島県では、セシウムが付着した土をすべて除去し、中間貯蔵施設に運んだ。費用は約 2.5 兆円である。放射線量が高い土は中間貯蔵施設に貯蔵され、低い土は再利用する計画である。中間貯蔵施設に運ばれた土は最終的に埋め立てる必要があるが、最終処分場はまだ決まっていない。法律で中間貯蔵施設の土は、30 年以内に福島県外に移すことが決まっている。中間貯蔵に置く量を減らすために再利用を進めたいが、まったく進んでいない。99.9%の土は放射線量が少ないが、どういう土かという点、基準が 8000Bq である。8000Bq は、1 年間その場所に立っていると 1mSv の被ばく量になるというものだ。この基準の土を使用しても健康被害はない。1 年間その場所に立っていても、自然被ばくと同程度の被ばく量しか増えない。健康被害がないにもかかわらず、再利用が進んでいないのである。最終処分を受け入れるのは難しいが、問題のない土の再利用を進めるべきである。福島県外での最終処分については、東京の人々はほとんど知らない状況である。

全国の大人の 20%が、福島県の子どもへの健康影響の可能性が高いと考えてるが、これは風評被害の影響が残っている可能性がある。実際には、福島県の放射線量は健康被害を引き起こすレベルではない。しかし、放射線教育が不足しているため、特に福島県外では誤解が広がっている。福島県の高校生の 6~7 割が放射線教育を受けている、その内容は「放射線は体に悪い」というものが多い。広島県でも同様に「原爆は怖いものだ」と教えられているが、被ばく 2 世で健康被害が出た人はいない。このような教育は、放射線に対する恐怖心を助長し、二次被害を生む可能性がある。科学的かつ定量的な教育が必要であり、福島県内外の高校生のアンケート結果もそれを示している。福島県内では放射線教育を受けていない高校生が 30~10 数%いるのに対し、県外では 84%が受けていないという学校もある。県外の高校生のデータは大人のデータとぴったり一致する。高校までで習ったことで判断しているので、高校生と大人のデータが同じになってしまっている。

私は、放射線に関する授業を「放射線の基礎」「放射線の実験」「福島の現状」「福島の課題」「風評被害とその対策」の 5 章構成で行っている。定量的に考えるのが大事だと、5 章を通じて教えている。皆さんは、食べ物の基準はどれくらいだと考えるか。食べ物の基準値は 1kg あたり 100Bq で、これを超えると販売できない。この基準は非常に厳しく、アメリカの基準の 10 分の 1 である。1 年間この基準値の食べ物を食べ続けても、被ばく量は 1mSv 未満である。福島の高校生がフランスの高校生と交流した際、「福島県産品は基準値が厳しいので大丈夫です。安心して買ってください。」と伝えた。しかし、フランスの高校生から「自分たちの首を絞めるような基準値を課して、科学的に意味があるのですか」と返され、生徒も私も打ちのめされた。これが、1mSv の呪いがかかっている状態である。第 5 章では、現地の NPO 団体の話やの様々な努力があったことを紹介し、感動的な話で授業を締めくくる。グループワークや教訓として何を残すかについても話し合う。

教訓としてどのようなことが言えるのか。震災関連死について、津波で直接亡くなった方は宮城県が多いが、関連死は福島県が多い。放射線で亡くなった方は 0 である。関連死とは無理な避難による高齢者の孤独死や移動後の死亡を指し、1000 人を超える高齢者が亡くなった。自殺者もいた。避難指示解除後も過疎が進み、高齢者が外に出る習慣がなくなり、不健康になるケースもある。チェルノブイリ原発事故でも一番の影響はメンタルヘルスだと言われている。リスクコミュニケーションが重要であり、放射線の影響が出る確率は非常に低いと科学的に伝えるべきだ。国やマスコミが言わないなら、身近な大人が子どもたちに伝える必要がある。教科書の記述も改善が必要である。現在の教科書は 2011 年の事故から始まり、曖昧な表現が多い。もっと定量的な記述が求めら

れる。教師として、定量的な考え方を教えることが重要である。原発事故後に被ばくしたかは「イエス」だが、健康被害が起きたかは「ノー」である。定量的に考えれば、水道水を飲んでも問題ないことがわる。私は物理教員として、定量性を大事にしている。

最後に、3つのメッセージ。定量的に是非触れていただきたいということ。原発事故の前に教育しなければいけないこと。万が一、同様なことが起きたときに、福島教訓を活かしていただき、リスクコミュニケーションできるのは皆さんだと思っている。

【 化 学 分 科 会 】

分科会講演

国の各戦略における具体の技術例

内閣府 前・科学技術・イノベーション推進事務局長 松尾 泰樹

高校時代、私たちの時ももちろん文系と理系に分かれた訳だが、今思えば、文系の人でも理系をきちんと勉強した方が良く感じている。逆も然りである。それは、AIであったり宇宙の問題であったり安全保障の問題などを考えた場合、技術のない世界はないからである。よって、技術のノウハウや問題そのものを少しは分かった上で議論することが重要であるし、色々なものの理や経済教育で何かを選択するとき、情緒的に感情的に選択をすることはあると思う。それは引いて考えると、期待値や確立が高い方を選択するということになると思う。ものの理を理解した上で物事を進めるという観点からいうと、文系、理系という言葉はあまり好きではないが、文系的な素養も重要であるが、理系的な素養もあった上で、その上に色々なものを持っていくということが重要であると考えている。

現在、国では色々な戦略を立てている所である。例えば、AIである。近年の著しい進歩によって様々な戦略が進行中であるが、実際のところ、我々よりも高校生の方が詳しいケースもある。よって、技術がどんどん進んでいるため、最新の戦略を立てても、作ったそばから古いものになってしまう。そこで、先生方も「教える」という立場ではなく「生徒と学び合う」ことも必要ではないかと考える。2つ目には、核融合の技術である。原子力発電で行われる核分裂であれば、エネルギーは取り出しやすいのだが、核融合は反応性に乏しいもの同士を融合させるため、圧力などの反応条件が厳しく、中々エネルギーを取り出すのが難しい。それでも、海外では進歩がめざましく、国でやっている所もあるが、ベンチャー企業がそれを担っているところもある。日本でも、ようやく大学発のベンチャーが担うようになり、そこに高校生も入ってくるようになるとありがたい。量子技術に関しても5ヶ年計画を立てたが、進歩が速く、次の計画をすぐに立てなければならない状況にある。次に、マテリアル（材料）についてであるが、量子にしてもフュージョン（核融合）にしても宇宙にしてもドローンにしても材料が1番の注目点である。そこに入ってくるスタートアップの人たちは大学1年生から入ってくるケースもあり、高校の先生たちが教えた生徒たちが翌年には新しい技術を持ってスタートアップをつくる、そのくらい速い社会になりつつある。ドローンについてであるが、インドを視察してきたがスタートアップの人たちは全員若く30台ばかりだった。したがって、高校を卒業し、IITという大学を出てすぐにスタートアップを行っていることになり、子供の頃からそのような教育を受けてスタートアップを行っている。海外には、人だけではなく、木材も運搬できるようなドローンがあるが、日本のドローンは、機械をいじるゲームから発想されているため、寒冷地（北海道の寒いところ）で事故が起き、人が埋まっていたとしても、ドローンが行くことができないことがあった。まず、寒冷地でバッテリーがはたらかない。さらに、ヘリコプターのような大型ドローンではないため、人を運べない。しかし、防災という観点からすると、寒いところや強風の中でも使用できるドローンでなければ、役に立たない。日本のドローンはゲームからスタートしているため、世界のドローン技術とは大きな差が生じているのが現状である。その次に、宇宙についてであるが、この分野は、世界でも勝っている。JAXAやハヤブサのことが挙げられる。海洋関係技術やバイオ技術に関しても勝っている分野である。健康医療

技術に関しては、なかなか厳しい分野になっている。日本の製薬メーカーの大きな問題は、治験と資本である。患者が多いと薬は作りやすいが、日本ではそんなに患者数が多くないため、治験数が確保できず、薬が作れない。また、スタートアップで新しい医療ができたとしても、それを買収するだけの資金力がないと外に取られてしまうなどの問題がある。日本はもともと低分子、植物などから取り出した物質を薬に使う製薬は強く、それに頼って日本市場をおさえていた。しかし、ゲノムや核酸医薬、細胞などの新しい医薬に関しては、アウトオブスコープであった。(最近になってiPS細胞など出てきたものもあるが) 現在、modernaなどがRNAでワクチンを作ったように、低分子以外の新しい技術が出てきたことで、健康医療分野についても、遅れてきている。ここからは、それぞれについて、技術的な部分を説明する。

まずAIについてである。AIは、1960年代に1次ブームがあり、80年代に第2次、現在は第3次ブームを迎えている。技術で言うと1次ブームが人工知能の登場で、その後、ディープラーニング、現在はファウンデーションモデルとなっている。これまでのAIはラベリング(分類)したデータを機械が勉強して結果を返すというものだったが、現在は、ラベリングせず、数多のデータをコンピュータが取り込み、ラベリングは後からし、それに応じてAIが勝手に分類をし、人間に返す仕組みになっている。したがって、AIはものすごい量のデータの勉強をして人に返すことになる。AIの活用のあるべき姿として考えているものに「AIホスピタル」がある。病院に行くとき現在の医師は、患者の顔を見ずにデータばかりを見ているケースがある。例えば、血液のデータなどを見た時、データとしては正しい数値が表記されているが、データには表れない現在の患者の顔色などは、ほとんど見る時間がない。そこで、データはAIが支援し、患者と向き合う時間を医師が持つようにするのが患者にとっても医師にとっても良いことだと考える。画像判断なども一次的判断はAIにまかせ、最後の診断部分を医師が行うようにする。医療行為のすべてを1人の人の行わせると過誤が起こりうるため、医師の時間確保のためにAIを使うことを提案しているところである。これは教育現場でも同じことが言えるかもしれないと思っている。AIの活用で変わってきた現場がある。それが工事現場である。ものの作りの最終確認は、目視で人間が行うが、途中段階はAIが行う。また、データの作成はAIが行い、人間が設計に活かすなど、工事現場ではAIが大きなツールとして使われている。AIは労働力不足の解消、作業の効率化、サービスの向上といったことにメリットを見出して使っている。AIの技術の根幹は、半導体にあるが、この技術は特定の企業しか作れないため、北海道や熊本県に工場を作って生産できるように投資を行おうとしている所である。熊本ではこれにより、街ができ、大学や高専がそれ用の教育プログラムを組むなど、産業を興すことで街が変わるということがあると考える。ただし、一方でAIのリスクも考えなければならない。機密情報や個人情報の漏洩の問題や犯罪につながることで、そして、1番大きい問題が偽情報である。偽情報は現時点では見抜くのが困難である。そのため、様々なルール作りを行っている所である。教育の現場においても、使わないということはこれからできないと考えられるので、きちんとしたルールの下で使うことが求められると思っている。もう一つが著作権である。

次にフュージョン(核融合)についてであるが、例えばAIに関わる必要電力を考えると、原発1基分くらいになると考えられる。今の日本のエネルギー戦略を考えた場合、このままではもたない。既存の発電を増やしていても収支が合わない。そうなると電力を他国から買うか、使うのをやめるかになってくると思うが、核融合が行えるようになれば、原発再稼働よりも優先順位が先に来るかもしれない。また、現在の核融合は重水素と三重水素が材料で、トリチウムが一部排出されるが、低レベルの廃棄物しか出ない。核融合からエネルギーを取り出すのは、難しいこともまだまだあり、時間もかかるが、やり始めないと追いつかないため、やり始めている所であり、3つのターゲットがある。1つ目は、インダストリー(産業)を生むことである。ものづくりであればそこに必ず産業が生まれ、仕事生まれる。核融合においても産業を興したいと考えている。2つ目は研究炉ITERを作ることである。ITERについてはコロナの影響などで遅れることが予想されているが、日本の新たな戦略を作っていきたい。3つ目は、小型化、高度化の技術の開発である。

量子は、面白い分野である。量子力学を用いて量子コンピュータや量子計測・センシングなど超高感度な計算、計測ができるようになる技術であり、力を入れている。量子コンピュータは現在あるスパコンなどのコンピュータ(古典コンピュータと呼ぶことにする)に比べると速度が速いため、量子コンピュータがあれば古典コンピュータがいらないかというところではなく、それぞれに長所・短所があるため特性を活かした活用方法を考える必要があり、その戦略を立てている。ただ、進歩が速く、常に新しくしていくこともやっている。また、量子分野は材料から医療、街づくりなどに応用でき、すでに産業は興っており、若い人たちの入る場所が出来上がっている。量子技術は、アメリカが先行しているが、ただ技術を買うだけではだめだと考える。技術の世界ではやはり2番手はだめで、1番を目指して自分たちで開発することが大切である。日本の量子コンピュータの技術はまだ

まだ低い、まだ争える。量子やA Iの世界では、量子対量子を攻撃する量子の戦いやA I対A Iが起こっており、そのような世界で本当に良いのかと考えてしまうが、現実問題として起こっていることである。かつての世界は、資源を持っている国が強かったが、現在は技術を持っている国が強い国になっている。

マテリアル分野は、日本は強い。様々な分野で材料系の分野ではノーベル賞を受賞した先生が出ている。他にも有名な先生方がいらっしゃる分野である。

ドローン技術について、1番の問題はバッテリー、モーターの開発である。寒冷地域になるとバッテリーが動かなくなってしまう。青森県でも冬になると同じことが言える。よって、バッテリーやモーターの開発は必要であると考えられる。

宇宙開発技術に関しては、宇宙ゴミの回収については、日本は強い状態にある。

健康医療技術について、日本の創薬は、もともと低分子化合物を使ったものに強く、日本のお家芸であり、それに頼ってやっていった。結果、ゲノムや核酸医薬、細胞などの新しい医薬に関しては、手を出してこなかった。しかし、大学・大学院を卒業し、ベンチャーを立ち上げている人たちは増えており、そのような企業を取り込むにはやはり資本力が必要である。そうなってくると、産業の構造改革が必要になってくるが、まだそのような体制ができていないのが日本の現状であるが、様々な部分で応援していきたいと考えている。

【 生 物 分 科 会 】

分科会講演

林業研究所の研究情報

青森県産業技術センター林業研究所 森林資源部長 上野 文明

本日の講演では、本研究所の概要と研究情報について、皆さんにお伝えしたいと思います。

青森県産業技術センターは平成21年(2009年)4月、地方独立行政法人として発足され、工業、農林、水産、食品の4部門、13研究所が統合された。目的は青森県における産業の振興及び、経済の発展に寄与するため、試験研究・調査、その成果の普及と技術支援を行うことであり、『あおもりの未来、技術でサポート』をキャッチフレーズとしている。

林業研究所の研究分野は次の三つに分けられる。『森林・林業・林産業の分野に対応』、『多面的機能を発揮する森づくりと林業・木材産業の振興に寄与するための研究』、『森林の施業技術や病虫害対策、林業用種苗の育種、種苗生産技術、木材・木質材料の生産・利用技術、きのこの育種・栽培技術』である。ここから研究員の主な仕事を紹介する。①各自、研究課題を持ち、試験(室内・野外)、調査(森林・病虫害・木材・きのこの生産現場)を行う、②研究計画の立案、研究成果の発表(印刷物、学会など)、普及・技術指導を行う、③森林総合研究所(国)や各県林業試験研究機関との連携や情報交換、④林業・木材関係事業者、きのこ生産者、行政などからの技術相談に対応、⑤研修会講師等の依頼に対応、⑥林業用種苗やきのこ種菌の生産・販売、⑦木材強度に関する依頼試験の対応である。

次に主な研究の成果として、二つ紹介したい。一つ目は、カラマツ施業技術マニュアル/造林注意エリアマップの作成である。カラマツの生育立地と生育状況、生産目標と施業方法、病虫害害と気象害をまとめ、カラマツをどこに植えると安全かの情報を発信することができた。特に注意すべき地域の特徴として、①尾根筋などの常風のある風衝地、②河川上流部や集水地形など谷地形で湿気が多い箇所、③過去にカラマツ先枯被害が多かった地域があげられる。二つ目は、UAV写真を活用した森林資源調査手法の確立である。UAVによる空撮を行い、撮影した画像から3次元モデルを作成し、立木本数や樹高、材積を推定する。この技術により、収穫調査等の現場では、現地の毎木調査が省力化され、効率的に森林資源情報を把握することが可能になった。

これからの主な研究課題として、18の課題を設定している。その中で特に重点的な課題として設定しているものは次の五つである。①林業用優良林木の育種及び種苗生産技術に関する試験・研究開発、②地域環境に適し

た早生樹木の森林施業技術に関する試験・研究開発，③森林病虫害の総合的対策技術に関する試験・研究開発，④生産過程のデータ化による効率的な木材乾燥技術と広葉樹の活用技術に関する試験・研究開発，⑤きのこ品種育成とIoT技術活用の栽培技術に関する試験・研究開発である。それぞれの概要は以下の通りである。①は無花粉スギの挿し木品種，ヒバ種子の安定生産技術，カラマツの着果促進技術に関する研究を行うことを目的としている。花粉症の悩みを軽減すべく，発生源対策に重きを置いている。②は本県環境に適した早生樹の樹種選定や保育施業技術，カラマツ収穫予想表の更新等に関する研究である。③は松くい虫被害やナラ枯れ被害の予測手法，抵抗性クロマツの品種開発に関する研究である。松くい虫による『マツ材線虫病』は、マツノマダラカミキリが媒介するマツノザイセンチュウに引き起こされる樹木の病気である。マツノザイセンチュウは明治末期に日本に持ち込まれた外来種であり、北海道を除く全国で、抵抗力を持っていなかった日本在来マツ類（クロマツ、アカマツ、リュウキュウマツ等）を枯死させる。対応として、本県で発生した被害木及びカミキリムシの繁殖源となる衰弱・枯死木はすべて伐倒くん蒸し、駆除している。これら異常木発見のために上空及び地上探査や樹脂流出調査を実施している。被害木の早期発見、徹底駆除により、被害の終息を目指している。④は木材乾燥工程のデータ蓄積環境の構築と含水率予測モデルの開発、広葉樹中小径材の活用技術に関する研究である。⑤は青森きくらげの品種改良とIoT活用栽培管理技術の開発、成分育種したシイタケ品種の利用に関する研究である。青森きくらげは、令和2年3月に品種名『青AK1号』として国に品種登録出願を行った。特徴として、低温で成長が早く初回収量が多い、市販品種より歯ごたえがある、明るく色が鮮やかなことがあげられる。令和2年6月に青森きくらげ生産・販売振興会を設立し、『青森きくらげ』としての販売が決定し、同年7月から販売がスタートした。きのこ栽培への新規参入が増加し、生産者と生産・出荷量は年々増加している。これまでのきくらげ類の消費は加工品や外食が主であり、消費者は生鮮品の調理経験や食習慣がないことに注目し、チラシや『青森きくらげ公式ブランドサイト』等でレシピをPRし、普及に励んでいる。

以上が林業研究所の研究情報である。これからも先にあげた研究課題に取り組み、青森県における産業の振興と経済発展に寄与するために努めていきたい。

【地学分科会】

分科会講演

SDGs時代の地学の可能性

青森大学社会学部教授 SDGs研究センター長 藤 公晴

1) SDGsの潮流 ～限界と相互依存の認識～

SDGsの考え方の源流は1960年代後半に遡る。人類が初めて月へ到達した際、月面から撮った地球の映像を、当時普及し始めたテレビを通して多くの人が目にすることが、地球的な限界と相互依存に関する自覚につながったといえる。その政治的動きの象徴として1972年の国連人間環境会議があり、大衆文化の象徴がジョンレノンのヒット曲、イマジンといえる。ただ当時、環境問題だけではなく、貧困問題、南北問題、東西冷戦、局地的な紛争など様々な問題、民族、主義主張が混在する中、世界共通の連帯意識を育むのは困難であった。そこで、1983年国連総会で特別委員会の設置を通して打ち出された「持続可能な開発」を基本的な考え方とし、多くの利害関係者を巻き込み、連帯感をもたらす共通言語として位置づけられた。ただ「持続可能な開発」という用語は広範かつ抽象的なもので、次の3種類の機能をはらんでいる。1. 政策遂行のためのキーワード。2. コミュニケーションする際の通貨として。3. 規範・あるべき姿として（偏りの排除や制御、トリプルボトムライン（自然－社会－経済のバランス）。様々な利害関係があるなかで、持続可能な開発というワードを使って、色々なことができてしまう危険性をはらむ。たとえば、人間と自然環境の関係について、人間中心的な価値観をもとに意思決定をとる場合と、生態系中心的な価値観をとる場合で、「持続可能な開発」というキーワードのもと、導き出される

経済や社会の仕組みにも変化をもたらすのではないか。そのような多義的な用語について、青森に住むわたしたちがどのように捉え、運用したいのかを熟考し、立ち位置を整理することは重要であろう。

「持続可能な開発」をめぐる流れは、1980年後半に打ち出された当初の掛け声から、途上国支援・国際協力を軸としたMDGs（ミレニアム開発目標 2001～2015年）を経て、17の目標と169のターゲット、それら進捗を評価する231の指標からなるSDGsへと進化し、具体的な行動を促す複合的な体系になった。わたしたちが普段よく目にするSDGsの17のゴールは、格子状ないしは円形でならべた平面図が大半だが、ストックホルム大学レジリエンス研究センターが打ち出した自然を基盤としたウェディングケーキ・モデルは立体的な構成で、SDGsの17目標を上から「経済」「社会」「生物圏」の3階層に整理しており、その考え方として、経済の目標群が社会のゴール群に支えられ、経済と社会の目標群は生物圏の生態系サービスによって支えられていることを示している。また、このモデルをよくみると、ゴール17パートナーシップで目標を達成しようが、「経済」「社会」「生物圏」の3階層をつらぬく軸になっており、階層にかかわる人や組織を巻き込んだ働きかけがより望ましいことを示しています。こうしたSDGsに向けた動き自体、類の意識の変化といえるのではないかな。

気候変動（温暖化対策）と生物多様性対策の相関について、前は比較的個別の取り組みが多く、候変動対策への比重が多い状況であったが、物多様性保全の取り組みの重要性が認識されつつある。気候変動と生物多様性の統合的取り組みとして、020年12月にIPBES-IPCC合同ワークショップが行われ、温暖化対策による生物多様性への影響と②生物多様性対策による温暖化対策への影響を比べた場合、生物多様性対策の方が、暖化対策への相乗効果が大きく、の影響が小さいことが分かった。そうした考えが生物多様性国家戦略2023-2030の生物多様性の損失を止め、復軌道に乗せる「ネイチャーポジティブ（自然再興）」に反映されており、2023年12月経団連生物多様化宣言、動指針にもあらわれている。いささか乱暴ではあるが持続可能な開発の基本的な考え方が進化し、いままで以上に自然環境の価値の優先順位が明確になったといえる。

SDGsの普及が進む今日、小学校4年生頃からSDGsを学び始めており、いまの子供たちはSDGsネイティブ世代といえる。学習指導要領の前文と総則で「持続可能な社会の創り手」育成の指針が示され、個別の教科でもSDGsに関連付けたカリキュラムになっており、子供たちの世代では、ものの価値観、社会に対する捉え方、解決に向かう意識の考え方が変わりつつあり、地球的意識の涵養と地域活動への関わりが早期化している。SDGsの達成と関連する学びの動向として、今までは情報の一方通行・生徒個別だったものが、双方向、生徒多方向型へとなり、また、個々の学習内容について、グループ等での共有や振り返りを通して、連結化を図る知識創造のアプローチになった。こうした潮流の中、地域の具体的な課題の解決に結びつける、個人の変容と地域の変容を結びつける（Transformative learning）ために、コーディネート力やファシリテーション力の向上が教員の能力として求められるようになった。

学びの領域について、物理化学者そして科学哲学者として知られるハンガリー出身のカール・ポランニーの形式知と暗黙知から考えてみる。形式知は可視化できる、いわば試験などを通して数値化することができる。その一方、暗黙知は経験、洞察力、知恵、直感など可視化、数値化することができず、さまざまな体験を通して育まれる。入試対策として形式知の向上が求められるが、少子高齢化や人口流出、地方の疲弊といった大きな課題を鑑みた人づくりという観点だと、暗黙知にはたらきかける教育環境を如何に教室内外で設けるかが、わたしたち青森に生きる教員に課された課題になっていると考える。

2) 場所の感覚、知覚

SDGsの時代、私たちが自然をどのように捉えるか、自然の中で人間をどのように位置づけるかについて学ぶ機会をあらためて見直す必要があるだろう。身のまわりの自然環境の意味・価値を形式知と暗黙知を通して育むことは、環境保全の取り組みの根本になる。歴史的に、私たち人間は、資源利用以外で自然環境とさまざまな付き合い方を育み、時代を通して意味づけてきた。1. 崇拜、信仰の対象（例、伊勢の夫婦岩や国津神（クニツカミ）土地や自然の力を象徴し、地域社会人密接に関わる存在）。2. 審美、和歌の対象（例、和歌や俳句を通じた美意識の醸成と継承）。3. 景観、観光の対象（例、国立公園など）。4. 学問や研究の対象（地学、生物、生態学、水文学や環境思想など）。5. アウトドア・レクリエーションや交流、癒しの対象。6. 主観的幸福感や健康など個々のWell-beingに資する対象。このような多様な意義、捉え方をはらむ自然環境に囲まれて私たち現代人は、日々自然に接しながら暮らしている。

3) 教育の可能性、地学の可能性

地学の概況を次の4分野に整理した。1. 開講数、履修者数的にも右肩下がりである。2. 対象領域の広さと

空間的・時間的スケールが大きく、入試時の暗記の割合が多い。3. 自然災害や地球規模の環境問題が含まれている。4. 上のセクションで述べた通り、信仰や名所、美意識、観光、アイデンティティ・シビックプライドなどの地域の活性化にも関係する教科でもある。こうした状況を踏まえると、入試対策として形式知の向上が求められるが、暗黙知にはたらきかける教育環境を如何に教室内外で設けるかが、わたしたち青森に生きる教員に課された課題で、地学教育の考え方、捉え方、関連づけ方（教授法や普及啓発の手法）をいっそう練る必要性があるのではない。

暗黙知への働きかけ

実践例1) 某高校の生徒らと浅虫でサップ体験

アンケート 今回の体験を通じて、環境問題への関心や理解を深める上で、野外の体験、特に比較的きれいな自然を五感で感じる重要性についてどのように思うか。

結果 全員が「重要だと思う」を選ぶ（4段階中最上位）

選択の理由 近年はネットの普及などで自然体験活動の機会が少なくなっている。その中でもこのような機会を増やすことで、環境問題に関心を持ち、自然の楽しさを知るきっかけになるかもしれない。

実践例2) 八甲田新湯再生プロジェクト（大学生）

チームワークや忍耐力、リスクマネジメントなど高度な学習機会（3・4年生対象）

第1期（2019～2023 水道の復旧）

第2期（2024～2028 連携によるSDGs化（温泉のエネルギー活用、IT、観光人材育成）

実践例3) 小学生対象の体験型環境学習。

小学生が川の中に入り、河口の干潟まで歩いて、その過程で観察や体験をする。

結局は個々の存在を自然環境の中でどう認識するかが、その人の関わり方にも影響を及ぼすのである。自分を周りの自然環境から切り離された存在として認識する場合、これは自分の問題ではなく、よそごとと捉えてしまう。その一方、自分を周りの自然環境とつながっている存在と認識する場合、自然環境の課題解決に向けて自分ごとと近づくのではないかな。つまり、5感を通じた体験を積み重ねること、いわば自然を味わう感覚は非常に重要ではないのか。カリキュラムを考えるとそのような機会を設けるのは容易ではないが、その部分をささやかでもいいので設けることが問われている。共通テスト対策重視の部分があるのは承知しているが、体験学習をミックスすることへの考え方の変容が必要と考える。

【 生 物 巡 検 】

【生物巡検】

林業研究所の研究情報

青森県産業技術センター林業研究所 森林資源部長 上野 文明

生物分野の巡検は、令和6年8月21日（水）、青森県産業技術センター林業研究所（平内町）で行われ、林業林政課張山樹様による「青森県の森林」、林業研究所上野文明様による「林業研究所の研究情報」、林業研究所小野寺杏仁様による「きのこの品種開発と栽培技術」と講義をいただき、その後、上野様案内のもと、施設の見学や見本林、きのこ栽培実験棟、木材利用実験の見学と大変勉強になる実習を受けることができました。



【 地 学 巡 検 】

【地学巡検】

平内町浅所海岸干潟と汐立川一帯

青森大学社会学部教授 SDG s 研究センター長 藤 公晴

1 日 時 令和6年8月21日（水） 9：00～12：00

2 参加者 理科教員5名 平内町教育委員会生涯学習課2名

3 内 容

(1) 参加者自己紹介

(2) 平内町教育委員会の方より

ハクチョウ（青森県の鳥）の飛来地として国の特別天然記念物に指定を受けている浅所海岸一帯の説明

ここの渡来地は天然記念物に指定されてから令和4年3月で100周年，特別天然記念物に指定されてからは70周年になる。飛来するハクチョウは700～800羽で，そのほとんどがオオハクチョウ，コハクチョウは少ない。オオハクチョウは主にシベリアで繁殖し，冬季は温暖な日本などで越冬する大型の渡り鳥である。ハクチョウは草食性と思われがちであるが，昆虫，貝，甲殻類も食べる雑食性である。

(3) 藤 公晴先生より

平内町浅所海岸干潟と汐立川一帯の現状と生息する生物について説明

(4) 汐立川から海岸干潟までの散策，生物の捕獲や観察

川底のぬかるみに足を取られながらも干潟に向かい，シジミなどの水生生物を見つけ，川の合流点での水温の違いを感じながら，海岸干潟までの散策をした。



研究発表 1

青銅鏡を作ろう

青森県立五所川原高等学校 齋藤 郁子

合金の中でも青銅は融点が低く作りやすい。世界史や日本史の資料にも青銅鏡として紹介されており生徒にもなじみがある。一方で、資料集では鏡の裏面が掲載されており、鏡面を見たことがない。そこで、授業では自作の青銅鏡を見せている。生徒たちは「本当に鏡だとは思わなかった」という感想を述べることが多く、青銅を磨いて生徒に鏡として実感させる意義は大きい。実験としても実験室で実施でき、世界史等との教科横断の授業や探究課題の一つとして活用できる。以下に実験書を掲載する。

【目的】 青銅を作成し、鏡面を磨きだして青銅鏡を作り、合金について考える

【準備】

〔器具〕 ①るつぼ（蒸発皿）、るつぼばさみ、ガスバーナー、三脚、三角架（金網）、針金、ステンレス皿（アルミカップ）、金属磨き、布（ペーパータオル）、新聞紙、耐水ペーパー（80番～800番）

②マッフル炉、るつぼ、それ以外は①と同様

〔材料〕 スズ 20g 銅 15g ※ スズ 20gに 銅70g程度まで可能

スズが多いと作りやすいが割れやすい。銀の鏡になります。

銅が多いとなかなか融解しませんが、丈夫な金色に近い鏡になる。

銅を増やす場合はマッフル炉を使用してください。

【操作】

〔青銅を作る〕

- (1) スズ20gをるつぼに入れる。
- (2) (1)のるつぼを三脚の上の三角架にのせる。
- (3) ガスバーナーで加熱する。ガスバーナーを手にもって、上から加熱するとすぐにスズが融ける。（スズの表面がつやつやしてきたら融けています）
- (4) 銅片を少しずつ加えて融かす。るつぼをるつぼばさみで押さえ、針金で混ぜていく。銅片は少しずつ加え、スズの中に融かしこんでいくイメージで。
- (5) 全部融けたら（もしくは、もう銅が融けなくなったら）加熱をやめる。
- (6) すぐに、るつぼをるつぼばさみでつかみ、溶融した青銅を、三脚の金網の上の、ステンレス皿（アルミカップ）に流し込む。
- (7) 冷却するまで放置する。

〔鏡を磨く〕

- (1) 新聞紙の上の紙やすり 80 番 に金属を載せて、まっすぐに削る（直線的に動かす）
- (2) 平らになったら、耐水ペーパーで磨く。
耐水ペーパーを切り取り、水で濡らし、力を入れずに何度も往復させる。
耐水ペーパーの番号を少しずつ上げていく。
- (3) つるつるになったら、金属磨き（ピカールなど）を布（ペーパータオル）に付けて自分の顔が映るまで磨きます。

【あとがき】

自身はブンゼンバーナーで作成したが、今回は溶融がなかなか進まず、途中からポータブルのガスバーナーを用いた。また、鏡面の磨きだしでは時間がかかることや最初の金属の削り出しが大変だという声が多かった。実験は実際にやってみてわかることも多いが、先生方と一緒に実験に取り組み新たな課題を考えていく機会となった。

研究発表 2

化学基礎前半での実験例の紹介 I ～ペア実験を目指した取り組み～

青森県立大湊高等学校 柴田大毅

化学の指導に実験は効果的であるのは言うまでもない。興味を抱かせるのはもちろんだが、座学で学習した内容の理解度を高める方法としても意義高い。4人一組で実験を行うことが多いが、手持ち無沙汰になる生徒や残りのメンバーに任せっきりになる生徒がいる。一人ひとりが自らの手で操作を行い、観察し、考察を行うことを目的として、ペアで実験を行うことを前任の弘前中央高校、そして現任の大湊高校で試行錯誤している。

今回はその中でも化学基礎の前半（化学結合、物質質量）の分野で行った実験を紹介する。

1 安価で確実な炎色反応

炎色反応はさまざまな方法が行われているが、方法と結果はそれぞれ一長一短である。

私が行ったのは、針金と洗濯のり（ポリビニルアルコール）を使用した方法である。針金の先端に洗濯のりをごく少量付け、さらに、試料物質の粉末を付着させる。これをガスバーナーの外炎に触れさせると、金属の種類に応じた炎色が観察される。炎色反応後は、水で洗い、雑巾で拭くだけで繰り返し使用できる。

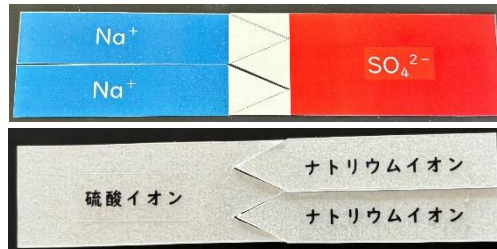
針金は15mで1000円程度、洗濯のり（化学室にあるグリセリンでも可）は100円で購入できるので、安価で確実に炎色反応を行うことができる。授業では、未知試料3種類（塩化ナトリウム、塩化リチウム、塩化カリウム）用意し、それぞれの炎色反応から含まれる元素を推定する実験を実施している。

今の時代，“映える”という言葉が若者に広まっているが、炎色反応はやはり“映える”実験であり、化学の初めての実験として、興味を惹く点においても、効果的であることは言うまでもない。



2 組成式を書く練習としての実験

組成式を書くのに苦労する生徒も多い。組成式の作り方を指導して、後は問題演習を行うのが一般的な指導法である。必要なイオンの個数を考えるのがハードルではないかと考え，“さんすうせつ”にヒントを得た、「イオンカード」を作成し、一人1セット配布し、パズル感覚で組成式をつくる活動を取り入れた。そのあとで、従来の問題演習を実施している。



さらに実施したのが、組成式を作ることと同じく、陽イオンと陰イオン（ SO_4^{2-} 、 S^{2-} 、 I^- 、 Ba^{2+} 、 Pb^{2+} ）を一種類ずつ混ぜて、沈殿を作り、その組成式を書いてみるという実験である。自分事として、組成式を書く練習に臨むことができたのではないかと考えている。この分野は実験のネタがなく座学一辺倒になりがちな分野である。手軽にできる実験なので、実施してもらえれば幸いである。

3 化学実験のUD（ユニバーサルデザイン）化に向けた取り組み

先に示した組成式の実験のように、使用する溶液や試験管が複数だと、どれに何をすればよいか分からなくなることがある。特に理解度が低い生徒だと、分からなくなった時点で、実験を放棄することがある。

学びに向かう意欲を下げないようにするために、授業のユニバーサルデザイン化が近年求められている。化学実験に際しては、試験管立てやビーカーにラベリングすることで、直接的な理解が進むのではないかと考え、実践している。この取り組みを行って以来、実験書を読んで実験を行うことができるようになり、観察も含めて失敗は少なくなったと感じる。

試験管立てへのラベリングについては、弘前中央高校勤務時に山内実習教諭（現弘前高校勤務）に教えていただいたものであることを付しておく。



4 安価で使えるデジタルはかりの紹介

ペア実験を行うにあたり、器具が従来の倍必要になる。デジタルはかりは費用面から4人で1台になってしまう。北海道理科教育研究会主催の実験講座に参加した本校の物理教員から、安価なデジタルはかりについての情報を頂いたので紹介する。

1台1300円程度であり、分銅や1円玉で質量を測ってみると、正確に測定できている。費用が上がる要因である分解能も小数第2位であり、生徒実験で十分使うことができる性能である。

このはかりを用いた実験を複数実施しているが、今回は炭酸水素ナトリウムの熱分解の実験を題材に、デジタルはかりが、”使えるデジタルはかり”であることを体感してもらいたい。

この分野の実験は炭酸カルシウムと塩酸を反応させ、その結果からグラフを作成し、読み取る実験などが行われる。その実験を行う前に、機器の使い方なども含め、この実験で練習をすればよいと考えている。さらに、計算練習ばかりになりがちなこの分野に実験を導入するのは、授業のマンネリ化を防ぐこともできるのではないだろうか。他にも、メスフラスコの使い方や溶液調製の練習の意味も込めて、班ごとに指定した濃度の塩化ナトリウム水溶液を調製する実験も行っている。

先日、令和6年度全国理科教育大会（日本理化学協会総会）に参加し、実験方法を学んでくることができた。授業に導入してみたい。導入した結果を次年度の高教研化学分科会で報告してもらいたい。



研究発表3

又八沼に生息するシナイモツゴの保護活動と本校の探究活動等

青森中央高等学校 高谷 悟

1 はじめに

シナイモツゴ（学名 *Pseudorasbora pumila*）は、全長8cm程度のコイ科の淡水魚であり、かつて青森県内では各地のため池等で普通に見られる目立たない在来種であった。ところが各地でオオクチバス（ブラックバス）の被害等の影響でその数を減らしていたため、希少種であるとして青森市では平成12年（2000年）に「又八沼に生息するシナイモツゴ」を青森市指定文化財（天然記念物）に指定している。シナイモツゴは環境省のレッドリストでは、絶滅危惧ⅠA類に指定されている。

又八沼のシナイモツゴが減少した原因は当初、オオクチバスによるものであったが、現在は近縁種であるモツ



シナイモツゴ

（青森県産業技術センターHPより）



又八沼の看板

ゴの移入（人為的な移入と考えられる）によって、雑種が形成される等によって在来種のシナイモツゴが減少している。私は、又八沼に生息するシナイモツゴの管理団体である「シナイモツゴを守る会」の顧問として、佐原

雄二先生（弘前大学名誉教授）と共に生息数の調査等を行っているが、昨年度の調査で、シナイモツゴは2%（シナイモツゴ、モツゴ、雑種を含む採集数に対する割合）であり、危機的な状況であることがわかった。この現状を鑑みて、令和5年度には青森市文化遺産課等と協力して「又八沼の水抜きプロジェクト」を実施した。また、「地域の環境学習会」を実施する等、保護活動に取り組んでいる。

2 本校の活動

本校では、総合的な探究の時間を活用して又八沼に生息するシナイモツゴの保護活動や青森市内のビオトープの調査活動等を通じて、地域の自然環境を守る活動に取り組んでおり、以下にその活動の一部を紹介する。

（1）ビオトープ池の作成

この活動に取り組んでいるのは、「ビオトープ班」として令和5年度2年次生6名、令和6年度は3年次生5名の生徒である。令和5年度中に「又八沼の水抜きプロジェクト」が実施することが決定していたので、ビオトープ班が最初に取り組んだのは、シナイモツゴ等の生物の避難先をつくることであった。学校敷地内の花壇の1つを借用して、ビオトープ池を作ることとした。6名全員が女子生徒であるので、穴掘りや土砂の移動等は重労働であるとともに、週1回50分の活動時間内に作業することはたいへんであった。



花壇の穴掘り作業



防水シートを張って水入れ

（2）ビオトープ池を活用した探究活動

①又八沼からのビオトープ池に一時避難させたのはシナイモツゴ26匹、キタノメダカ192匹、ギンブナ208匹、ドブガイ49個体、植物ではヒシ、ヒルムシロ、タヌキモ、ミズアオイである。ギンブナとドブガイの全てとキタノメダカの一部は後日又八沼に放流した。生徒の手によってビオトープ池に搬入し、又八沼に放流の際にも生徒の手によって行った。

②生物の観察

総合的な探究の時間（青森中央高校では科目名「あすなるⅠ（2年次）」、「あすなるⅡ（3年次）」）にビオトープ池に搬入した生物を観察して状態を確認した。また、又八沼への放流のためにビオトープ池からギンブナ、キタノメダカを網で採集して、放流の準備を行った。

③シナイモツゴの産卵・ふ化・飼育

個体数が限られたシナイモツゴが産卵するかどうかが大きな問題であったが、令和6年5月2日には産卵が確認され、学校内でふ化させて生徒に観察させた。



生物の観察の様子



シナイモツゴの卵

（3）地域の環境学習会の実施

本校では、ビオトープ班員を中心に、他の生徒へも参加を案内して「地域の環境学習会」に取り組んでいる。以下は令和6年度の活動である。（今後の予定も含む）

- ①5/25 第1回地域の環境学習会：又八沼の生物観察
- ②6/9 第2回地域の環境学習会：ビオトープ メダカ郷和国での生物観察
- ③6/30 第3地域の環境学習会：浅虫海洋生物学研究センター
- ④8/29 第4回地域の環境学習会：浅虫水族館（バックヤード見学等）
- ④9/12 第5回地域の環境学習会：ビオトープ あずましの水辺での生物観察



5/25 又八沼での地域の環境学習会の様子（講師は佐原雄二先生）

3 まとめ

現在、ビオトープ班は5名で総合的な探究の時間の他、土日も含めて上記の活動に取り組んでいる。又八沼に生息するシナイモツゴの保護活動が中心であるが、学校内での活動の他に青森市内のビオトープ2カ所や浅虫海洋生物学研究センター、浅虫水族館等、学校外に出向いての活動も多い。参加している生徒たちは、生物が好きではあるが、地域の自然環境がどういう状態にあるのか等、知らない事も多い。これらの経験を通して、自分たちが生活している身近な自然環境の現状を理解し、自然環境保護に対する意識が高まってくれることを期待している。最後に、生徒の活動に協力していただいている関係諸団体に感謝を申し上げる。

【部 会 の 動 き】

5月23日	高教研事務局長会議
5月28日	令和6年度 第1回役員会（場所：青森県総合学校教育センター第5研修室）
6月19日	令和6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
7月11日	研究大会講師へ講演依頼状を発送
7月15日	総会，研究大会実施要項を各高へ送付
8月19日	令和6年度 第2回役員会（場所：青森県立青森中央高等学校）
8月20日～21日	令和6年度 総会，研究大会
8月28日	研究大会講師へ礼状発送 総会・研究大会不参加校へ資料を発送
10月22日	令和6年度 第3回役員会（場所：青森県総合社会教育センター第5研修室） 令和7年度 研究大会計画書を高教研事務局へ提出
11月10日	第14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】

●R6年度（紀要No. 68） 会場：青森中央高校 会員数(第1・2希望計)：242 大会参加数：75 研究発表者数：3
テーマ 自ら学び、探究を深める力を育む理科教育

全体講演 「我が国の科学技術・イノベーション政策について」～最先端の研究・政策の現状～
内閣府 前・科学技術・イノベーション推進事務局長 松尾 泰樹

物理分科会講演 「放射線で科学教育しましょう」～福島第一原発事故の教育の教訓～
福島県立安積高等学校 千葉 惇

化学分科会講演 「国の各戦略における具体の技術例」
内閣府 前・科学技術・イノベーション推進事務局長 松尾 泰樹

生物分科会講演 「林業研究所の研究情報」
青森県産業技術センター林業研究所 森林資源部長 上野 文明

地学分科会講演 「SDGs の時代の地学の可能性」
青森大学社会学部教授 SDGs 研究センター長 藤 公晴

●R5年度（紀要No. 67） 会場：弘前南高校 会員数(第1・2希望計)：245 大会参加数：79 研究発表者数：1
テーマ 「自ら学び、探究を深める力を育む理科教育」

全体講演 「Muse 細胞のもたらす医療イノベーション～発見と飛躍のチャンスはどうやって掴むのか」
東北大学大学院医学系研究科 細胞組織学分野 教授 出澤 真理

物理分科会講演 「PC 計測を用いた力学の基本実験」
元・麻布中学校高等学校 現・(株)島津理化 増 子 寛

化学分科会講演 「フュージョンエネルギーに必要な金属資源について」
量子化学技術研究開発機構 六ヶ所研究所ブランケット研究開発部
増殖機能材料開発グループ グループリーダー 中道 勝

生物分科会講演 「幹細胞の基礎、解析技術、ES 西郷、iPS 細胞、間葉系幹細胞、Muse 細胞の相互比較」
東北大学大学院医学系研究科 細胞組織学分野 教授 出澤 真理

地学分科会講演 「地学教育と石灰質ナノ化石の活用」
弘前大学教育学部 田中 浩紀

●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 生涯にわたって探究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