

# 第 25 回エネルギー・環境教育セミナー

## 報 告 書

日 時 2024 年 11 月 25 日（月） 14：00～16：45

会 場 福井商工会議所ビル 地下 コンベンションホール  
（オンライン併用開催）

主 催 福井県環境・エネルギー懇話会

後 援 福井県教育委員会、福井市教育委員会

# 目 次

## 基調講演

「これからのエネルギー・環境問題について考える」

講師：常葉大学 名誉教授  
NPO法人国際環境経済研究所 副理事長兼所長  
山本 隆三 氏

## 実践事例発表

エネルギー・環境教育に取り組んでいる学校からの実践事例発表

[実践事例発表Ⅰ]

常葉大学教育学部附属橘小学校（静岡県）  
教頭 田原 弘之 氏

[実践事例発表Ⅱ]

富山大学教育学部附属中学校（富山県）  
とやまエネルギー環境教育授業研究会

〔 元高岡市立牧野中学校 校長 田中 広光 氏  
富山市立西部中学校 教諭 伊東 智嗣 氏  
富山大学教育学部附属中学校 教諭 早川 晃央 氏 〕

※常葉大学附属橘小学校は電気新聞の2023年度及び2024年度の  
エネルギー教育支援事業の支援対象校

## 総合講評

京都教育大学 名誉教授 山下 宏文 氏

## 基調講演

### 「これからのエネルギー・環境問題について考える」

常葉大学 名誉教授

NPO法人国際環境経済研究所 副理事長兼所長

山本 隆三 氏

京都大学工学部卒業。住友商事(株)地球環境部長、プール学院大学（現 桃山学院教育大学）教授、常葉大学経営学部教授を経て、2021年より現職。NPO法人国際環境経済研究所 副理事長兼所長の他、国や経済団体等のエネルギーや環境に関する委員を数多く務める。著書に「電力不足が招く成長の限界」（エネルギーフォーラム）、「間違いだらけの電力問題」（ウエッジ）など多数。

#### 1. エネルギー・環境問題は温暖化問題だけではない

昨今の報道を見ると COP の話が多く、どうしても温暖化の問題に注目しがちです。それは報道しやすいからということもあります。エネルギー問題は非常に複雑であり、解説が長くなるのでメディアにはそれほど出てこないですね。

今日は、エネルギー・環境問題は温暖化の問題だけではなく、われわれの社会生活に大きな影響を与える問題なのだということをお話したいと思います。

昨今は持続可能な発展という言葉がよく使われますが、持続可能な発展とは環境問題の話だけではありません。将来世代の要求を満たしつつ、現在の世代の欲求も満足させるような開発のことをいいます。つまり、将来世代の生活水準がわれわれの生活水準よりも下がるのは、持続可能な発展ではないわけです。

環境が悪化して温暖化するのは大問題であり、将来世代の生活環境が今の世代よりも悪くなるのではないかと考える人もいるのですが、そのときに所得が現在の半分だったら温暖化問題どころではありません。所得は国内総生産（GDP）で測るしかないのですが、経済が成長しなければ将来世代はわれわれよりも良い生活はできないでしょう。そういうことも考えなければならぬのです。

#### 2. エネルギー利用と安全保障の歴史

世界の人口は、西暦 500 年ごろが約 4 億人、1250 年ごろが約 5 億人、1500 年ごろが 6 億ぐらいで、産業革命が起こった 18 世紀後半でも 8 億人でした。つまり、人類が誕生して何万年もかけて 8 億人にまで増えたのです。しかし、そこから急激に増えて、2023 年は 80 億人を超えました。

なぜ、これだけ短期間に人口が増えたかということ、経済が成長したからです。それまで人口が増えなかったのは食べられなかったからで、子どもを育てることができなかったからです。でも、豊かになって子どもを持つことができるようになり、人口が増えたわけです。

イギリスの 1 人当たりの GDP 推移を見ると、人口の成長カーブとほとんど同じ軌跡をたどっています。GDP とは付加価値額のことであり、その中から皆さんの給料が支払われるわけですが、付加価値額が伸びないと給料は増えません。イギリスの GDP 推移を見ると、産業革命以降、急激に伸びており、これが人口増加を支えています。

経済の成長はエネルギーと密接に関係しています。エネルギーの歴史は数十万年前、火の利用に始まりました。2万年前には動物の脂を明かりや暖房に使うようになり、1万4000年前には家畜を動力源として使うようになります。それから、自然エネルギーである風や水の力も利用するようになります。

それが18世紀の産業革命によって石炭の利用が始まり、経済が急激に成長し、人口が急増しました。石炭の利用は19、20世紀を通してずっと続きます。われわれは19世紀が「石炭の世紀」、20世紀が「石油の世紀」と習いましたが、実は20世紀の半ばまで民間の事業で使われていたのは石炭でした。家庭でも練炭や石炭ストーブが使われていました。「石油の世紀」といわれるようになるのは20世紀後半の話です。

それから20世紀の戦争では、石油を使う方が圧倒的に有利でした。第一次世界大戦のとき、石炭で動く戦艦と石油で動く戦艦が対峙すると、石炭を使う戦艦のスピードが遅いのでみんなやられてしまいました。従って20世紀前半、石油は軍事面においては非常に大切だったのですが、民生用では石炭が使われていました。それが20世紀後半以降石油に替わり、天然ガス・原子力の利用も拡大しました。

世界のエネルギー消費量は、石油換算で1900年は約5億tでしたが、今は140億t近くですから、約30倍になっています。それだけわれわれはエネルギーを使っているのです。

ここでもう少し最近のエネルギーの歴史を振り返ると、1950年の日本のエネルギー供給は石炭が85%、水力が11%で、自給率は96%でした。日本はエネルギー自給国だったのです。ヨーロッパも同様で、石炭が85%でした。世界全体では石炭は6割強でしたが、これは世界のエネルギー消費量の半分近くを占めていたアメリカが戦前から石油や天然ガスを多く使っていたからです。ですから、世界全体では石炭の比率が低いのですが、ヨーロッパと日本はほぼ石炭で生活していたわけです。

1973年になると、オイルショックが起こります。今から約50年前、アラブの戦争をきっかけに中東の産油国が、イスラエルと仲良くしている国には石油の輸出をやめると宣言し、実際にアメリカとオランダは1度禁輸になりました。

そして原油価格がいきなり4倍になり、世界中に非常に大きな影響を与えました。日本は1973年時点で、エネルギー消費量に占める石炭の割合は20%足らずであり、75%以上のエネルギーを石油で賄っていました。しかし、日本国内で石油はほとんど採れませんから、ほとんど中東から輸入していました。ですから、中東の石油に依存していた国々は非常に焦りました。石油だけに依存しているのは危ないということになったわけです。

エネルギー自給率を見ると、日本はオイルショックのときに10%を切っています。100%近い自給率だったのが20年間でわずか1割になってしまったのです。そこで、石油から他のエネルギーに転換しようとしたわけです。日本の場合、当時の電力の8割近くは石油火力でしたが、オイルショック以降は石油火力から石炭火力に取りあえず転換し、輸入炭利用の石炭火力の発電所を造るようになります。

世界の化石燃料の貿易も姿が非常に大きく変わりました。1973年はほとんどが原油でしたが、徐々に天然ガスが増え、石炭も増えています。

2021年になると、日本やヨーロッパのエネルギー供給量は石油・石炭・天然ガスでほぼ3等分になり、世界全体でも石油依存度が大きく下がって、原子力も増えてきてみんな良かったと思ったのですが、そうではありませんでした。そのことに気付かせてくれたのが、ロシアのプーチン大統領です。

プーチンは2022年2月にウクライナ侵攻を始めましたが、彼はウクライナに攻め入ろうとするに当たり、戦費を稼がなくてはいけないと考えました。ロシアの国家収入の半分は石油・石炭・天然ガスの輸出ですから、これをネタに収入を増やせると考えたのです。

世界の天然ガスの生産シェアはロシアが生産量世界一のアメリカよりも少ないですが、輸出シェアになると、ロシアは世界一です。石油の生産シェアもロシアは世界一のアメリカよりも少ないですが、輸出になるとロシアが世界一です。ロシアは石炭生産では世界3位ですが、生産の寡占化が進んでいるためシェアは約18%あります。ロシアは化石燃料では世界一の輸出国です。

そこでロシアは何をしたかという、世界一の輸出量を誇る化石燃料の単価を上げました。ロシアは2021年8月ごろから、ヨーロッパ向けの天然ガスの出荷量を減らし始めます。出荷量を増やせば需要と供給のバランスが崩れますから、単価が上がります。その結果、ロシアは大きな収入増を手にしました。つまり、単価の上がり方が出荷減少分をはるかに上回ったのです。ロシアの収入はどんどん増え、戦費をため込むことに成功して2月に戦争を始めました。

この戦争で困ったのがヨーロッパです。ヨーロッパはロシアに天然ガス輸入の半分近く、石炭輸入の半分近く、石油輸入の4分の1を依存していました。従って、輸入を続けるとロシアにお金を渡すことになってしまいます。そこで、まずは2022年8月に石炭の禁輸を始め、年末に原油、翌年には石油製品の禁輸を始めました。

これは成功したように見えたのですが、実は成功していません。なぜなら、依然としてヨーロッパは迂回してロシアの石油を買っているからです。ヨーロッパが買わなくなった石油は、インドや中国、サウジアラビアが買っています。サウジアラビアは産油国ですが、なぜロシアの石油を買うのかというと、ロシアの石油を安く買って石油製品（ディーゼルやガソリン）に加工してヨーロッパに売るためです。インドも国内需要はあるのですが、ロシアから買った石油を海岸沿いの製油所で石油製品にしてヨーロッパに売っています。結局、ヨーロッパは間接的にロシアの石油を買っているのですが、みんな見て見ぬ振りをしているのです。なぜなら、それをやめるとヨーロッパのガソリンやディーゼルの価格が大変なことになるからです。

天然ガスはロシアから主としてパイプラインで買っていますが、これはすぐにやめられないのです。液化天然ガス（LNG）をアメリカから買うといっても出荷量に限度がありますし、LNGの設備にも限度があるので、依然としてロシアからパイプラインの天然ガスを買っています。

そういうことはせざるを得ないのですが、いずれにしてもロシア産の化石燃料を表面的であるにせよ買うのをやめることにした結果、特に天然ガスはパイプラインで買っているものをLNGに切り替えることができず、供給量が減ってしまい、価格が高騰してしまったのです。

ヨーロッパの電力会社は、天然ガスの価格が上がり始めた頃から天然ガス火力をやめ始めました。それでどうしたかという、石炭火力に替えたのです。それまで石炭はあまりたいていなかったのですが、火力発電所はみんな持っています。あまり使っていなかった石炭火力発電所を使って供給し、

電気代を抑制しようとしたのですが、ロシアに代わってアメリカやオーストラリア、コロンビアなどから石炭を急に買うので、石炭価格が急激に上がり、史上最高値となりました。

日本は、この石炭価格の上昇に影響を受けました。日本は、LNG 価格についてはヨーロッパほど上がっていませんが、石炭価格はヨーロッパと同じように史上最高値まで上がりました。日本の電力供給の3割は石炭火力ですから、電気代も上がることになったわけです。

でも、日本はまだ良い方で、イタリアの家庭用電気代は最大で4倍まで上がりました。1年間を通して見るとそれほどでもないのですが、2022年11月に瞬間的に4倍になっているのです。なぜイタリアの電気代がこんなにひどいことになったかということ、発電量の半分を天然ガス火力が占めているからです。

### 3. 再生可能エネルギーと原子力の増強

世界は今、化石燃料に依存していて、それが結局ロシア依存になってしまったわけです。その反省に立って世界が目指しているのが脱ロシア、脱化石燃料であり、そのために進めているのが再生可能エネルギーと原子力の増強です。

まず、ヨーロッパの再エネ増強策として挙げられるのが太陽光発電設備の普及です。そして、陸上風力発電設備は建てるのが相当厳しくなっているので、洋上風力発電に力を入れています。

しかし、陸上よりも洋上の方が風がよく吹くので発電効率は良くなるのですが、問題がいろいろあります。一つは発電設備を海上に造らないといけないこと、もう一つは海上には送電線がないのでケーブルを敷設しなければならないことです。それによってコストは高くなるのですが、風がよく吹けば何とかなるということで、ヨーロッパはこの二つを増やすことに注力しています。

それから、フランスとイギリスは具体的に発表していますが、原発の増設です。既に東側の国ではポーランドが新規原発の建設を決め、アメリカのウェスティングハウスに3基発注しましたが、あと3基建てる予定です。韓国政府はこの3基を受注したと発表していますが、ポーランド政府は発表していません。

世界で原発設備を工期どおり、工費どおりに造れるのはロシア、中国、韓国です。アメリカもフランスも工期を大幅に超えてしまっていますが、これはやはり新規の建設が長い間中断していたことが大きいと思います。残念ながら日本は海外どころか国内の新設も止まっている状態です。

主要国のエネルギー安全保障策としては、去年のG7広島サミットで、再エネ発電設備を2030年までに1億5000万kW増やすことで合意していますが、計画どおりには進んでいません。もう実現不可能でしょう。

なぜなら、一つには設備の問題があります。エネルギー価格が上がったために物価が上昇し、それが再エネ設備の価格を大きく上げました。その結果、再エネを導入する際の設備費が高くなってしまったのです。再エネ設備は、火力、原子力との比較では設備に大きな資材、重要鉱物を必要とします。

もう一つは中国依存になってしまうからです。脱ロシアを進めた結果、中国依存になるのは非常にまずいわけです。同じような強権国家であり独裁国家なので、中国に依存していいのかという大きな問題が生じます。それが再エネの普及が予定どおりに進まない大きな要因だと思います。

それから昨年の COP28 では、日本を含む 24 カ国が原発の設備容量を 2050 年までに 3 倍に引き上げるという共同宣言を発表しました。

洋上風力に関しては、世界の累積導入量の半分を中国が占め、残りはヨーロッパがほとんどです。日本は秋田沖や青森沖で建設する予定ですが、世界的にほとんどシェアはありません。洋上風力設備の製造能力が最も高いのは中国であり、中国が主要部品の 6 割、ものによっては 8 割近いシェアを持っています。つまり、中国に依存しないと風力発電設備は造れないのです。

ヨーロッパにはシーメンスやヴェスタスなどのメーカーはあるのですが、最近ドイツに中国製の洋上風力設備が導入されるという報道がありました。報道によると、中国製の設備はドイツ製の半分だそうです。値段が半分なら中国製でもいいということになるのでしょうか。

もちろん欧州委員会は、中国製を買うなど指導しています。その理由は、第一にサイバーセキュリティの問題です。中国が発電設備に何か仕込むかもしれないわけです。例えばデータセンターが最も動いているときに電源を切ってしまうとデータセンターは止まりますし、止まった瞬間に事故が起こるように仕込むこともできます。サイバーセキュリティの問題から中国製はやめろという指導をしているのですが、現実問題として安ければいいと考える人がいるので、難しい問題です。

日本も洋上風力をいろいろなところで入れようとしています。この問題を回避できるかという大きな課題があります。日本で造れば値段はとも高くなります。日本のメーカーも以前はみんな造っていましたが、今は誰も造っていないのは中国製、ヨーロッパ製に負けたからです。それを再開するというのは夢物語のような気がします。

太陽光パネルについては中国が世界シェアの 4 分の 3 を持っており、中国メーカー抜きでは太陽光パネルを導入できません。それから、今後は電気自動車が増えるわけですが、そのバッテリーを最も多く作っているのは中国です。このように将来広がるであろう再エネや電気自動車の市場は中国が既に押さえているのです。

例えば水のアルカリ電気分解装置も、中国が既に世界シェアの半分を取ったといわれています。中国は政府が主導して、これから広がるであろう市場を先取りするようにメーカーを育てています。これは社会主義国でないとなかなかできません。

問題は、再エネ発電設備（太陽光や風力）には非常に多くの鉱物が必要だということです。これらの鉱物を最も多く供給しているのが中国です。なぜ中国が多いかというと、中国で掘っているわけではなく、例えばリチウムの場合、オーストラリアが世界の生産国ですが、オーストラリアでリチウムを精錬できないのです。なぜなら環境負荷が非常に高いからです。そのため、リチウムを中国に送って中国で精錬して製品にしています。

レアアースも以前はアメリカなどで生産していたのですが、環境負荷があまりに高く、住民が反対するので作れなくなり、中国に依存していったわけです。こうして中国が重要鉱物の生産を増やしました。

日本で再エネ、特に洋上風力を普及させようと言っていますが、やめた方がいいでしょう。なぜなら、風が吹かないからです。東北沖や九州北部では風が吹いていると言うかもしれませんが、ヨーロッパの北海やバルト海に比べると半分程度しか吹いていません。ですから、日本で洋上風力発電をす

るとコストが上がり、日本の電気代が上がってしまいます。本当にそれを覚悟してやるのでしょうか。コストは消費者が負担するというのをわれわれはよく考えなくてはなりません。

再エネ発電設備を増やすと雇用が増え、地元で産業が興ることが期待されるのですが、産業は興りません。ドイツの場合、太陽光発電設備容量が増えるにつれて雇用者数は減っていきました。ドイツでは2014年に固定価格買取制度を廃止し、それ以降導入量が減ったためです。導入量が減ると雇用は減ります。再エネ設備の雇用の主体は建設雇用だからです。建設雇用は造ってしまえばなくなるので、どんどん減っていきます。導入量が減少するに従って雇用が減っていき、また最近少し導入量が増えてきたので雇用が増えていますが、いずれにしても建設雇用であり、それほど付加価値の高い雇用ではありません。再エネで雇用というのはあまり考えない方がいいでしょう。

#### 4. 温暖化問題は解決可能か

私は最初に、温暖化問題以外にもわれわれが考えなければならないことはいろいろあるという話をしたのですが、温暖化問題は大事なテーマには間違いありません。

温暖化は経済格差を拡大させるといわれています。例えば、サブサハラ（サハラ砂漠以南の地域）では電気のない生活をしている人が3人に2人（10億人のうち6億人）もいますし、水くみに1日8時間かかる地域の人もいるわけです。アフリカ最大の湖であるチャド湖は、水量がどんどん減ってきて今や湖ではなくなっています。この湖に頼って生活していた人はどこかに水をくみに行かなければなりません。水位低下の原因は温暖化が半分ぐらいといわれていますが、正直なところよく分かりません。

温暖化の問題はよく分からないことが多いです。例えば、地球の平均気温が1.5℃度上がると大変だと国連は言っていますが、本当に1.5℃上がったら大変なことになるかというのは誰も分かりません。環境省のホームページを見ると、本州でリンゴが作れなくなると書いてあるのですが、青森でもミカンが作れるようになるかもしれないし、何かを失ったら何かができるようになるかもしれません。ですから、経済にどんな影響があるのかというのはなかなか難しい問題です。ただ、気温は上がらない方がいいというのはそのとおりだと思います。

NASAのデータによると、平均気温が過去140年で1.42℃ほど上昇しています。これは温室効果ガス、二酸化炭素の影響です。二酸化炭素は温室効果ガスの7割ほど、日本の場合は9割以上を占めるので、温室効果ガスといえば二酸化炭素を何とかしなさいということになるのですが、二酸化炭素濃度はやはり上がってきています。これは化石燃料を使っているからです。

世界のエネルギー供給量を見ると、依然として化石燃料が8割ほどを占めており、現実に化石燃料の消費量はどんどん増えています。最近少し落ち込んでいますが、それはコロナ禍で落ち込んだだけで、傾向としてはどんどん増えています。これを2050年までにゼロにできるわけがないでしょう。誰が考えても無理な目標をわれわれは立てていて、下ろすことができない状態なのです。

こういう状態になったのは、われわれが産業革命以来エネルギーを使ってきたためですが、最近消費が増えているのは誰のせいかとすると途上国です。現在、二酸化炭素を出すエネルギーの6割ぐらゐは途上国が使っています。COPでは途上国が先進国に「金を出せ」と騒いで、結局3000億ドルぐ

らいで決着しましたが、途上国の方が問題ではないかと思うのです。でも途上国側は、二酸化炭素がたまっているのは産業革命以来、化石燃料を使ってきた先進国の責任だから、先進国が金を出せという理屈です。でも、過去の話は忘れてしまうと途上国の方が責任は大きいということです。それで先進国は、中国も金を出してくれと言っているわけです。

電力はどうなっているかということ、世界の発電量の4割近くは石炭火力です。これもゼロにしろとNPOが騒いでいますが、できないでしょう。これから途上国のエネルギー需要はますます増えます。1人当たりのエネルギー消費が増えるからです。

今やインドの電力消費量は日本の倍、中国の電力消費量は日本の9倍になっています。1人当たりの電力消費量を比べても、中国と日本はほとんど差がありません。アメリカは、さすがに1人当たりで日本の倍とはいいませんが、1.5倍ぐらい使っていて、ぜいたくにエネルギーを使っています。

中国、インドはこれからもっと増えるでしょう。その増える分の電力を賄っているのは、中国もインドも石炭です。世界全体では石炭の発電量比率は4割弱ですが、中国は6割、インドは7割に上ります。この数字は減らないでしょう。彼らが石炭火力をやめたら発電量が減って、停電してしまうからです。日本は石炭が3割ということで騒がれていますが、実はドイツも同じぐらいです。ただドイツは、可能かどうかは別問題ですが、2038年に石炭火力を全て閉じるということを法律で定めています。

## 5. 安定供給・価格競争力・温暖化

ここからエネルギー・環境問題を考える上でのヒントをお話ししたいと思いますが、今日の話には最終的にこうすべきだという結論はありません。皆さんで考えるべき問題です。

まず、電気料金が上がっています。また政府が補助金を出すと言っていますが、これは非常にばかげていて、日本の電気料金は、アメリカよりはもちろん高いですが、ヨーロッパ主要国と比べても一番安いです。そういう中で補助金を出すとはどういうことかと思うでしょう。

ただ、日本の電気料金が上がってきたのは事実です。その一つの原因が2012年から始まった再エネの固定価格買取制度です。われわれはこの制度に電気料金で既に29兆円を負担しています。29兆円のうち10兆円程度は化石燃料の消費を節約できた分であり、残りはわれわれの電気代が純粋に上がったということです。国民1人当たりになると10万円以上負担しました。

それで再エネ導入量は増えたのですが、その結果何が起きているかということ、一つは停電問題です。再エネが増えると化石燃料をたいている発電所の利用率が下がり、採算が悪くなります。特に燃料代が高い石油火力は利用率が極端に下がります。

これによって2024年9月11日の東京電力管内では停電寸前まで追い込まれました。16~17時の時間帯に需要量と供給量が非常に接近し、中部電力や東北電力から電気をもってしのいだわけです。なぜこうなるかということ、日が陰るに従って太陽光からの供給量は減っていくのですが、供給量が減ったときに補う発電設備がなかったからです。それは停電しますよね。それで隣の電力会社から電気を融通してもらったわけです。

冬はもっと大変です。関東は毎年冬に停電危機だと言われるのですが、冬は電力需要のパターンと

太陽光発電のパターンが一致していないのです。太陽光発電がなくなってから電力需要がピークになります。このときに発電設備がないと停電します。

発電設備容量は全体としてはこの10年で増えているように見えるのですが、増えているのは太陽光と風力で、それ以外は減っています。特に減っているのは石油火力です。これは利用率が低くて採算が悪化しているからです。そのため、休止や廃止がどんどん増えており、停電の恐れが生じます。

そこで、停電を防ぐために2024年4月から容量拠出金の制度に基づく負担を一部の電力会社が始めました。これは電気料金から取られていて、設備を利用しなくても維持していなければ停電するので、そのためのお金を払う制度です。北陸電力は取っていません。

電気料金はわれわれの生活に非常に大きな影響を与えています。2023年の調査によると、日本の世帯の6割が生活が苦しいと答えています。2021、2022年はやや減ったのですが、2023年にまた過去最高ぐらいにまで上がったのです。一方、働く人の平均年収が最も高かったのは1997年で、467万円ありました。その後徐々に下がっていったのですが、コロナで底を打ち、また上がり始めています。年収が上がると生活が楽になるはずなのに、生活が苦しいという人が増えているのです。これはインフレが原因です。

2023年になぜインフレになったかという、エネルギー価格が上がったからです。ロシアが戦争を始めたことで化石燃料価格が上がり、日本は石炭価格に大きな影響を受けて電気料金が上がりました。2024年1月から下がったのは、政府の補助金が出たからです。

エネルギー価格や電気代が上がると全ての商品が影響を受けるのは当たり前で、例えば電気代が上がるとこの会場を貸す料金も上げざるを得ません。スーパーマーケットも冷凍庫や冷蔵庫、照明、エアコン等で電気を多く使うので上げざるを得ません。このようにいろいろなものに影響を与えます。

消費者物価指数（CPI）に占めるエネルギーの比率は結構大きくて、日本の場合は電気代がかなり大きいのです。電気代が上がるとやはり影響を受けます。もう一つ大きいのが給料への影響です。高炉製鉄では電気代が人件費よりも大きいので、電気代が上がると人件費にも手を付けざるを得ないこととなります。

このようにエネルギーはいろいろなところに影響を与え、生活実感にすら影響を与えてしまうのです。

それから、石炭火力が非常に悪者になっていますが、減らすのは正直難しいと思います。実は石油火力も天然ガス火力も二酸化炭素を相当出して、石炭火力さえなくせば済むわけではないというとも考える必要があると思います。

## 6. 電力需要増予測下での解決策

実はこれから電力需要は増えます。非常に増えるという予想がいろいろなところから出されています。人口は減っていくのですが、その中で電力需要は増えていきます。インフラを維持できるのかなどいろいろな問題を考えないといけないのですが、安定供給は非常に大事であり、電力供給が増えていく中で停電が起こったら非常に困るわけです。

日本はこの十数年間、電力需要が減ってきています。アメリカもドイツもこの10年で電力需要が減っています。要因は節電や省エネなどといろいろ言われていますが、日本の場合は残念ながら景気が悪く、エネルギー消費がそれほど多くないからです。しかし、これからは増えていきます。

マッキンゼーの予測によると、アメリカのデータセンターの電力需要は徐々に伸びていき、2030年には日本の全電力需要の半分以上に相当する6000億kWhを使用するとしています。データセンターに加えて電気自動車やエアコンのヒートポンプなどの使用が増えると、電力需要はさらに増えると考えられます。

どれぐらい増えるかという、プリンストン大学の予測によれば2040年のアメリカの電力需要は現在の2倍となり、それだけの発電設備を造れるのかというのは甚だ疑問です。マッキンゼーの予想でも75%増ですので、大変な電力需要増が予想されます。

日本のデータセンターもこれから電力需要が増えていくことが予測されます。2022年に120億kWh程度だったのが、最も増えるケースで現在の日本の電力需要の半分に相当する5000億kWhまで増えると予測されています。

日本全体の電力需要も増えていくわけですが、そのときに東京や大阪で増えるわけではなく、地方で増えます。なぜなら、これからデータセンターは地方に作らざるを得ないからです。

最近、アメリカのGoogleやAmazon、Microsoftは原発の電力を購入する計画を発表しました。中にはAmazonのように小型モジュール炉に投資し、自社のデータセンターの隣に原発を造ると言っている会社もあります。これらの会社は脱炭素や温暖化問題に熱心で、今までは「再エネの電力を買う」と言っていたのですが、AIの普及によってデータセンターの需要があまりに膨れるので、データセンターの需要をとても賄えないわけです。データセンターは24時間電気が要りますから、夜に発電できなくなれば大変なことです。もはや原子力しかないということで、原発を造ることにしたのです。

日本のデータセンターが地方に作らざるを得なくなるのは、瞬時に反応が必要なデータがあるからです。例えば自動運転では、自動車の中にCPUなどを設定しますが、中にはAIで処理しなければいけない問題があります。そのときに、インドのデータセンターに問い合わせた1秒かかっていたら、その間に衝突しているかもしれません。

要するに、その時々需要のあるところにデータセンターがないと瞬時に判断できないのです。そう考えるとアメリカと同様に日本でも、土地代や電気代が安い所にデータセンターが作られていく可能性があるでしょう。

それから、経済産業省は2050年の水素の需要を2000万tと想定しています。2000万tの水素を作るためには、現在の日本の電力需要と同じ1兆kWhの電力が必要です。これだけでも電力需要が2倍になってしまうのです。それだけの発電設備があるのかという非常に大きな問題があります。それでGE日立やニュースケールが小型モジュール炉の開発を進めており、これから実用化されていくと思います。

## 7. 人口減少社会の現実

最後に非常に厳しい話をしますと、人口減少社会の現実はかなり大変そうです。消滅可能性市町村

と呼ばれている地域から、県庁所在地や地方の中心都市に人口が集まり始め、それでも地域の中心都市の人口は減っていくのですが、周辺に比べると人口の減り方は緩やかです。この辺りでは富山市や金沢市、福井市は周辺に比べると人口の減り方は緩やかで、その周辺の市町村も減少は緩やかです。

なぜこのように減るようになったかという、日本経済が成長していないからです。持続可能な発展とは、1人当たりのGDPが維持されることだと最初に言いましたが、日本は1人当たりのGDPが維持されていないのです。1995年、日本は世界のGDPの18%を持っていましたが、2023年は4%となり、存在感が非常に小さくなっています。

なぜそうなったかという、付加価値額が全く伸びていないからです。これでは持続可能な発展はできません。われわれがよく考えなくてはいけないのは、こういう社会を続けていいのか、将来世代が非常に困ったことになるのではないかということです。

実は、日本の労働力人口は2023年、過去最多となりました。理由は二つあって、一つは高齢者の就業率が先進国の中でもずば抜けて高いことです。65歳以上の4人に1人が働いています。ヨーロッパの多くの国では10人に1人も働いていません。もう一つは女性の就業率が今やアメリカを上回るまでに高くなっています。

それぐらい働く人は増えているのですが、これからはさすがに人口減少の影響を受けて減ってきます。1人当たりGDPを維持するためには付加価値額の高い産業を成長させなければいけないのですが、日本で雇用が増えているのは医療・福祉です。付加価値額が割と高い建設や製造は残念ながら雇用が増えていないのです。この分野の雇用を伸ばすためには、競争力のあるエネルギー・電力を供給しなければ難しいでしょう。

今日は、エネルギーの安定供給・安全保障の問題を考えると再エネ依存は非常に難しそうだが、再エネ依存では電力料金も上がるかもしれないということをお話ししました。それから、温暖化の問題も考えなくてはなりませんし、持続可能な発展を目指すために何をすべきかを国民全体が真剣に考えなくてはいけない局面に来ていると思います。「失われた30年」がこのまま行くと「失われた50年」になって、日本の人口減少が止まらなくなるかもしれません。人口減少の一番大きな理由は所得が伸びないことです。これはいくら児童手当を増やしても止まらないと思います。

私はいろいろなところにいるいろいろなことを書いていて、JR東海グループの「Wedge Online」に毎月2本ほど書いていますし、私の研究所のホームページにもいろいろなことを書いていますので、お読みいただければと思います。

## 実践事例発表 I

### 「持続可能な社会」を“そうぞうする”力を育成する教育活動の展開 ～現状と課題～

常葉大学教育学部附属橋小学校（静岡県） 教頭 田原 弘之 氏

#### 1. 本校における取り組み

本日は「持続可能な社会を『そうぞう』する力を育成する教育活動の展開～現状と課題～」というテーマで、本校で取り組んでいること、私が所属している静岡エネルギー環境教育研究会の連携についてお話ししたいと思います。

本校は、平成 29 年度にエネルギー教育モデル校に認定されて以降、私が社会科の人間ということもあり、社会科を軸として研究に取り組んでいます。「わたしたちの暮らしとエネルギーかべ新聞コンテンツ」で優秀賞を頂いたこともあります。

モデル校として 2 年間取り組み、令和元年度の 1 年間は廃止となったものですから、活動は続けようということで「持続可能な社会の創造」キーセンテンスとして取り組みました。これがスタートとなって本校のエネルギー・環境教育はスタートしました。

本校の社会科部は常葉大学大学院の安藤雅之教授より長年指導していただいております、エネルギー・環境教育を視座とした授業改善の重要性をお話しいただいたことがきっかけとなって、モデル校にチャレンジすることになりました。

その中では、学校行事のみならず教科教育への位置付けも重視し、子どもたちが未来の担い手として、エネルギーに対する意識向上にとどまらず、態度・行動面を育てる中で持続可能な社会を創造することができるようにと考えました。また学校での取り組みを保護者等にも発信することで、多くの考えを交流し、エネルギー・環境問題に関する課題克服への一歩を踏み出したいと考えてきました。ここでの取り組みが、現在までつながる本校のエネルギー・環境教育の礎となっています。

そして昨年度と本年度、電気新聞のエネルギー教育支援事業に応募し、これまで同様に「持続可能な社会をそうぞうする力を育成する教育活動の展開」をテーマに取り組んでいます。

昨年度はご支援いただいた教育活動費を書籍や DVD の購入に充て、本校のオープンスペースにエネルギー・環境書籍コーナーを設置しました。近年はタブレット端末での調べ学習が多くなっている中、多面的な視点も持てるようにこうしたコーナーを設置しました。子どもたちも普段からよく本を手にとっている様子もうかがえました。

昨年度は 1 月 27 日に本校で授業研究会を行い、提案授業を行いました。常葉大学や静岡大学、静岡県内の小中学校の教員、系列幼稚園の教員などにも参加いただき、分科会で意見交流や講演を行いました。理科の講演は指導案作成時よりご指導いただいた常葉大学の小田切真教授に依頼し、ゲストティーチャーとして産業用ロボットの開発や設計等を行っている株式会社 IAI の方に来校いただき、児童が考えた電気製品に対して意見を頂いたり、疑問に答えていただいたりしながら授業を展開することができました。その中で、電気新聞の支援事業で購入した高出力光電池を地震時に活用できないかと考えを深める児童もおり、大変有意義な展開になったと思います。

また、5 年生の工業単元の発展として 8 時間の授業を行いました。資源の乏しい日本の工業生産を

続けていくためにどうしたらいいのだろうという問題意識を子どもたちが掘り起こし、国が示している2030年のエネルギー政策について意見を持つようにしました。その中で、「原子力発電20～22%」という電源構成は大丈夫なのかという疑問を子どもたちもずっと言っていたので、こうしたところから高レベル放射性廃棄物の問題についても取り上げながら、最終的に子どもたちと一緒に、日本の工業生産を続けていくためにエネルギーをどう利用・開発すればよいかということをもS+3Eを基に考えを持つ形で授業を展開していきました。

このときの講演は先ほどお話しした安藤先生に依頼し、ゲストティーチャーとして原子力発電環境整備機構（NUMO）の大森様に来校いただいて、子どもたちの疑問等にも答えていただきました。

なぜ国は地層処分を決めたのかということについてグループごとに発表し、もっと聞いてみたかったことや分からなかったこと、明らかにしたかったことに対して大森様にいろいろと答えていただく形で、高レベル放射性廃棄物の処分について自分なりの考えを持つことができる展開になったと思っています。

## 2. 社会科部としての授業実践

本校の社会科部としては、全体でエネルギー・環境教育に取り組むことを学校で決め、社会科部に属する教員たちがエネルギー・環境に関する単元をそのときに受け持っている学年において開発し、提案を続けてきました。

同じように令和3、4年度も授業を行ってきたのですが、その中で私が令和元年度から取り組み、令和3年度に再構成して4年生で行った授業「ごみのゆくえ（高レベル放射性廃棄物の処分方法について）」をご紹介します。

本授業は、現代的な諸課題の一つである高レベル放射性廃棄物の処分について、4年生の社会科で扱うごみ、電気の二つの小単元を廃棄物処分というテーマに関連付け、探究的な単元の構成をすることによって、子どもたちがエネルギー・環境問題に意識を高め、持続可能な社会の形成に向けて自らの行動を振り返ったり、自分の考えをつくり上げたり、行動案を考えたりできるのではないかとという形で構成しました。

まず最初に、静岡市にある家庭ごみ最終処分場を教材としました。この最終処分場があと10年ではいっぱいになってしまうのだけれども、どうしたらいいのだろうということで、子どもたちはまず家庭ごみについて学習しながら、接続する資料として高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターの写真の提示をしました。もちろんここが最終処分場ではないということは押さえてはいるのですが、こうしてつないでいながら廃棄物の処分について学習を進めていきました。

子どもたちにとって身近ではない高レベル放射性廃棄物を学習するために、タブレットを使ってロイロノート等で学習したり、NUMOや資源エネルギー庁のパンフレットやホームページを使って調べ学習を行いました。それが何なのかを知識としてきちんと知るとともに、情報が限られてくるので調べるものに関してはある程度こちらからサイトを提示しながら進めていきました。

そして、五つの処分方法が検討されたけれども、地層処分になったのだという事実に触れさせていきます。宇宙処分や海洋処分や地層処分のどれがいいかという授業展開もあるのですが、根拠のない中で子どもたちが好き放題言うよりも、先に事実を伝えてそれについて掘り下げたらどうだろうと

ということで、地層処分に決まったという事実に触れさせました。ただ、その事実を知った上でも、宇宙に飛ばした方がいい、火山に投げ込めばいいという意見も出てきたので、なぜ国は地層処分に決めたのだろうということで調べる活動を取り入れました。

そしてグループ学習を行い、各自調べたテキストを持ち寄って意見を集約し、同じ意見や違う視点の意見を共有しながら地層処分に決まる理由を理解することができたように思います。ただ、ある程度意見は共有されていくものの、さらに解決できない「はてな」は何だろう、もっと考えなければならぬことは何だろうということで児童に投げかけたところ、多くの意見が出てきました。子どもたちにとっては初めて知る事象でしたが、スムーズにいろいろな意見が出たと思います。処分地はどのようなのかとか、なぜガラスや粘土を使うのかとか、お金がどのくらいかかるのかという意見もありましたし、一番出てきたのは安全面で本当に大丈夫なのかという意見でした。

当時はまだコロナ禍だったので、オンラインで NUMO の方に出前授業を行っていただきました。前半は地層処分に決まる基礎知識や現状について講話をしていただき、後半は子どもたちからの質問に答えていただきました。質疑応答の時間を 30 分設定していたのですが、それでは足りなくて、後日メールでやりとりする形になりました。安全性の問題に関しては子どもたちの関心は非常に高かったようですが、ある程度納得する子も増えてきたと感じました。

4 年生でもこの課題に関する興味関心は非常に高く、無理なく学習に臨めるとも思いました。ただ、教員自身も知らないことがたくさんあるので、出前授業等を通して私たち自身も一緒に勉強する機会を得られたなと思いました。

令和 5 年度も先ほどご紹介したように授業を続けており、令和 6 年度はこれから 3 学年で授業実践を行うことになっています。本校はこのようにしてモデル校時代から、エネルギー・環境教育に関して社会科部を中心に取り組みを続けています。

### 3. 外部との連携

ここからは、本校の活動を支えている外部との連携、専門家の先生や企業、行政、研究会との連携についてお話ししたいと思います。

まず、専門家の先生の指導・助言が必要だと考えます。常葉大学の安藤先生、静岡 STEAM 教育推進センターの萱野先生といった専門的な知識を持った方に授業を参観していただき、指導・助言を頂きながら研究を進めています。

また、エネルギー・環境教育を視点とした社会科の授業提案をしながら、その重要性や授業方法を伝えるために校内研修でも全校の教職員に提案してきました。やはり一般化を図りたい部分もありますし、エネルギーを扱っている先生だけでなく、いろいろな先生がこうした授業に取り組めるように授業提案を続けています。

企業とのつながりでは、専門的な知識を持ったプロの方に入っていただくことが必要と考え、中部・東海エネルギー教育地域会議でつながることができた中部電力さんに授業づくりのサポートを行っていただきました。出前授業等に来ていただき、子どもたちに多くの情報を頂いたのはかなり有益でした。

また、コロナが流行する前ですけれども、本校で毎年 11 月に行っているたちばなふれあいまつり

というバザー行事で中部電力さんにエネルギー教室を開いていただき、送電線の展示をしたり、静岡には浜岡原子力発電所があるので、そうした原発のVRや手回し発電などを体験してもらったりして、一般の方にも学んでもらう機会をつくることができました。

また、エネルギー・環境教育には子どもたちが理解しやすい資料が必要だと考えています。NUMOのパンフレットを作り変えようというテーマで授業を展開するなど、資料も使いながら授業を行いました。

本校ではモデル校時代からずっと、副読本「かがやけみんなのエネルギー」を3年生以上に配布して活用しています。愛読書になるくらい読み込ませたいと考えていて、ずっと子どもたちの手元に置いておくようにし、これを基に話をいろいろと展開していけたらと思っています。私は昨年まで学級担任をしていたのですが、朝のちょっとした時間などにこれを読んで話をしていたので、隙間時間などでの活用も大事だと考えています。

行政とのつながりでは、4・5年生を対象に水素について学ぶ出前授業を行いました。静岡県エネルギー政策課から、トヨタ自動車の燃料電池自動車 MIRAI を使ってぜひ橘小で出前授業をさせてほしいという話を頂き、3~4年継続しました。このときも、エネルギー・環境教育をずっと取り組んでいたところ保護者の中に県のエネルギー政策課の方がいて、「ぜひ授業をコラボしたいですね」というところから実現したのですが、こうしたことでつながっていくことの大切さを感じました。今後こういったつながりを模索していきたいと考えています。

#### 4. 静岡エネルギー環境教育研究会の取り組み

多くの方とつながることができたのが、私が所属する静岡エネルギー環境教育研究会での取り組みでした。常葉大学の安藤先生が代表、静岡 STEAM 教育推進センターの萱野先生が副代表を務める、静岡県内の小学校から大学までの教職員が集まる研究会で、多くの先生や企業、行政の方が連携したり、多くの情報を得たり、自らの実践をお互いに発表し合ったりする場となっています。学会での発表や論文投稿についてもこの場で練り合ったりしています。

月に1回程度、土曜日にさまざまな会場でエネルギー・環境教育に関する会を開いています。本年度は夏休みに愛知県の碧南火力発電所へフィールドワークに出かけ、アンモニア発電について話を伺いました。今後の実用化も含めた可能性についても学びました。

自分たちで論文や研究成果をまとめたものをその都度この会で発表し、再構成することで、組織的、協働的に課題解決を図ることを目指しています。日本エネルギー環境教育学会や日本社会科教育学会、NUMOの全国研修会などでもできるだけ発表するように取り組んでいます。

過去の研究会では、放射線教材コンテストに応募して受賞した「放射線すごろく」や「放射線かるた」の教材提案も行われました。発電の学習をする中で放射線に関する学習も必ず行わなければならないのですが、放射線はなかなか難しく、理科の先生が授業をするとかかなり深く入って行って、子どもたちはだんだん分からなくなっていくし、かといって浅過ぎては分からないということで非常に課題を抱えていました。しかし、小学校レベルで使えないかということですごろくやかるたを開発した者がいたので、これを研究会で実践発表してもらって本校で試してみることにになり、NUMOの全国研修会でもその成果を発表しました。提案した人たちは大学院生で、本校に1年間だけ教職大学院

に通っていた現職の先生たちだったのですが、本校に置いていってくれたものですから、いまだに本校で使っているのですが、こういったものももっと一般化していければと思っています。

そして研究者の先生方のお話をこの会で聴きながら、明日への授業につながるものを模索するきっかけとしています。過去には節電要請の話やALPS処理水の話などもしていただきました。NUMOの方に講演していただいたり、中部電力さんから情報提供をしていただいたりしました。

今月は中部電力の方から浜岡原発の防潮堤がまたかさ上げされるという情報を頂きました。来月12月にはNUMOの方に来ていただき、文献調査のお話を伺えるのではないかと考えています。

そして、実践したことをまとめていくことも私たちは大切にしており、「エネルギー環境教育アイデアブック」などにしてまとめております。

## 5. 成果と課題

こうした実践を基に、成果と課題についてお話して私の話を締めくくりたいと思うのですが、まず実践者としてこうしたことを行う中で、外部機関との連携によって授業づくりの視点の広がりや授業レベルの向上が見られたのではないかと思います。外部との連携をする前と現在では、エネルギー・環境問題に対する意識がかなり変わってきました。

エネルギー・環境を取り巻く諸課題に関心を持つことができ、それは考えるべき課題であり、考えさせるべき課題であると認識することができたと思いますし、いろいろな授業づくりを行うことができました。そしていろいろなつながりの中でいろいろな資料や教材を得ることもでき、多くの授業改善のきっかけを得ることもできたと思います。

やはり興味関心を抱く児童が増えましたし、大人でも答えが出ていない問題に取り組ませることで、小学4年生でもきちんと考えを持てるようになりました。同じような授業を中学校でも見たことがあります。小学校レベルでもある程度自分なりに考えを持つことができました。そういう子たちが大きくなったときにまたいろいろな意見を出せるような姿勢づくりができているのではないかと思います。そういう意味で、子どもたちの持続可能な社会を創造する力や適切な意思決定の部分がある程度できたのではないかと思います。また、授業展開にいろいろな方の考えを持ってくることで、保護者の興味関心も高まっているようです。

課題としては、エネルギー・環境教育の取り組みをどのように位置付けるかということが挙げられます。いろいろなところで言われますが、単元への位置付けや時間数、導入の工夫などを、提案された授業の追試などをしながら考えていかなければなりません。また、エネルギー領域における各学年の資質・能力表もきちんとできていないので、つくっていかなければいけません。他教科との関連として、同じ授業を社会と理科でやっているのではないかと、4年と6年でやっていることが同じではないかというところもきちんと整理していかなければならないでしょう。外部との継続的な連携を図るとともに、新たな実践者の参加を促すことを、いろいろな方々と情報共有しながら進めていくことが今後の課題だと思っています。

## 実践事例発表 II

### 「クロスカリキュラム「環境」～合科単元（題材）の具現化に向けての取り組み～」

富山大学教育学部附属中学校（富山県） とやまエネルギー環境教育授業研究会

元高岡市立牧野中学校 校長 田中 広光 氏

富山市立西部中学校 教諭 伊東 智嗣 氏

富山大学教育学部附属中学校 教諭 早川 晃央 氏

#### 1. クロスカリキュラム「環境」の構想について

（元牧野中 田中） 今日是我们が取り組んでいるクロスカリキュラム「環境」について、合科単元の具現化をメインに紹介したいと思います。今回はグループでの研究発表なのですが、合科単元の授業実践は主に富山大学附属中学校で行ってきました。

私たちの研究会は、福井県の葛生先生を中心とした活動の中で生まれてきたグループで、先ほど発表のあった静岡の研究会とも地域会議の時代に何回も交流してきました。もちろん山下先生の関西ワークショップとの交流も重ねてきています。

エネルギー問題のような社会的な課題と向き合い、未来を担う子どもたちに自分事として考えさせる機会を提供することは学校教育の使命だと考えています。その一方で、わが国の教育課程は、教科という枠の中で学習を進める形態を取っているため、学習指導要領上ではエネルギー問題については各教科の学習内容として縦割りに分割して位置付けられています。しかし、言うまでもなくエネルギー問題は一つの教科の枠に収まるものではなく、幾つもの教科にまたがる総合的な内容を含んでいます。そこで、教科の枠を維持しながら幾つもの教科にまたがるエネルギー問題に対して学校としてどのように取り組んでいくかという提案の一つが、このクロスカリキュラム「環境」なのです。

教科の枠を外してエネルギー問題を総合的に扱う場面としては、一般の学校では総合的な学習の時間が考えられると思うのですが、総合的な学習の時間は学び方を学ぶことを狙いとして創設されていることもあり、エネルギー教育の研究指定校でもない限り、現実的にエネルギー問題を集約して扱う機会とするには少し無理があると私たちは考えました。エネルギー問題を学力の3要素と結び付けて扱うには、やはり教科の学習として位置付ける必要があります。そこに教科横断の必要性があると考え、教科横断のカリキュラムマネジメントであるクロスカリキュラム「環境」の取り組みを始めました。

私たちは「DCAP サイクルによる直後プラン方式」と呼んでいるのですが、授業で実践できたことだけを次年度の計画に位置付けていく形で研究を進めてきました。

私たちがこの取り組みを始めたのは2017年、現行の学習指導要領が告示された年です。その総則に、教育の内容等を教科等横断的な視点で組み立てていくカリキュラムマネジメントを各学校で行うという文言がありました。これにマッチングした実践的な提案ができないかという思いが私たちを結集させました。

今回は、直近3年間の取り組みを紹介していきます。まず2021年は、異教科活用、異教科TT、分割授業という三つの取り組みを行いました。2022年は、小中連携や小学校教科横断の取り組みを行いました。そして2023年は、今回の発表の中心となる合科単元に取り組まれました。これは一般的に

はなかなか実施されていないことだと思いますので、ぜひご指摘を頂けたらと思っています。

## 2. 異教科活用授業・異教科 TT・分割授業

2021年の取り組みでは、異教科活用授業、異教科チームティーチング (TT)、分割授業の三つのメソッドから、教科横断の授業に取り組みました。各教科の学習内容にはさまざまな単元でエネルギー問題に関連する内容が含まれていますが、その内容は重複していることが多いです。その点に着目し、教科の学習の重複を避けながら関連付けて取り組ませる具体的な方法が異教科活用、異教科 TT、分割授業です。

まず、異教科活用授業とは、それぞれの教科での学習を進める上で他教科の学習成果を活用するので、関連する学習内容が他の教科でどの時期にどのように扱われているかを踏まえるとともに、各教科の見方・考え方を確認しておく必要があります。児童生徒からすると、学習内容の単調な重複ではなく、学びが深まるような授業になることが期待できます。

私たちが一番力を入れたのは異教科 TT です。T1 の教科の授業に T2 として他の教科の担当者が加わり、チームティーチングを行うものです。あくまでも T1 の教科の授業なので、T1 の教科の目標実現を目指す授業になります。数学や理科など同一教科の TT は学校内でかなり積極的に行われていると思いますが、中学での異教科 TT はなかなかないのではないかと思います。

例えば、放射性廃棄物を題材にした社会科の授業に理科の担当者が T2 として加わり、社会科の授業の深まりを支援します。この授業では、核ごみの処分場をどこにするか話し合う中で、T2 である理科の担当者が放射線の人体への影響や特色について補足説明することで議論を深めます。

実際の授業の中では、新聞記事を活用したり、NUMO の教材を活用したり、NUMO の方をゲストティーチャーとしてオンラインでつないだ授業もありましたが、実際に理科の授業者が社会科の授業で放射線について補足することは、社会科の教師が補足するよりもずっと説得力がありました。

分割授業とは何のことか分からないかもしれませんが、実は保健体育科にもごみと省エネルギーに関する内容がありますし、技術・家庭科にもあります。しかしながら、1 時限 (50 分) の授業をそれぞれ全部使ってやるものでもないので、1 時限の授業を 25 分ずつに分割してそれぞれ関連付けることで、相互の深まりを狙ったものです。

家庭科の授業では保健体育の学習内容を踏まえた形で関連付けて授業をすることで、大きな効果を上げました。そして最後は家庭科の授業で「私の環境アクションプラン」というものを作成して終わるという形でした。

2021 年に行った三つのメソッドでの取り組みの成果と課題をまとめてみました。授業の内容の精選につながった、複数の教科が連携することで教師間の OJT が促進できたといった成果が確認できた一方、異教科 TT や分割授業では他教科が絡むだけに個人レベルで授業の調整が難しいのではないかと、各授業者の授業数が増加して負担感が出るのではないかとといったことが課題として出ました。

## 3. 小中連携・小学校教科横断

(西部中 伊東) 2022 年には小中連携と小学校教科横断的な取り組みを行いました。特に教科横断

に関しては、小学校では学級担任が多教科を教えていることもあって割と行いやすい反面、中学校は各教科担任が担っているためなかなかうまく教科横断ができないということで、先ほどの2021年の取り組みが行われていました。

特に2022年に重点を置いたのが小中の連携です。小学校で学んだ基礎的な学習を中学校の学習につなげることで、横断からさらに縦の小中一貫という形で進めてきました。

社会科の3年生の学習に公民的分野がありますが、その内容の一つである「私たちの国際社会の諸課題 よりよい社会を目指して」が、中学1・2年で学ぶ地理的分野「世界や日本の資源・エネルギー 世界や日本の地域の特色」、小学5年で学ぶ「わたしたちの暮らしと国土」と連携していることを特に意識付けました。

同じく理科に関しても、中学3年で「エネルギーと物質 自然環境の保全と科学技術の利用」を扱いますが、そのまとめとして中学2年の「電気 電流と磁界」、小学6年の「電気の利用」「生物と環境」を全て関連させ、一つの学習につなげることができました。

特に小中連携に当たっては、理科の中にエネルギー領域があるので、小学3年以降のどの学年でどのような内容を学び、それがどこにつながっているのかを系統図にすることで、いつ、どこで、どのタイミングで学んでいるかが分かるようにしました。

また、各学年でエネルギーを扱っているわけですが、習う学年によって評価規準がありますので、取り組む中でどこでどのような力をつけたいかということが分かるように評価規準表としてまとめて示しました。

会員の中には義務教育学校に勤務している者もあり、小学3年の理科と中学校の技術が連携した授業を行っていました。小学3年の理科に中学校の技術教員がT2として参加し、理科の電気の授業の中で技術科の計測・制御システムの専門的な実験を行うことを提案したりもしました。

特に小学校は学級担任制なので、各教科のクロスカリキュラムが割と行いやすいということで、小学6年理科の「人と環境」の中で教科横断に取り組んでみました。空気に関する授業の中で、社会科、家庭科で習ったことが連携できるように意識して授業を展開しました。

そして2022年は教科横断の中で、節電や節水、ごみの減量など、小学校までの既習事項をさらに各教科で意識し、理科、社会科、家庭科で共通して自分たちの生活でできることは何かを考えさせ、各教科の狙いを優先して授業を進めてきました。そして持続可能な社会、中学校での学びとのつながりを意識した取り組みを行いました。

#### 4. 合科単元

今回取り組んできた環境の授業を基にし、社会科、理科、技術・家庭科を相互に意識してこの後展開するわけですが、2021年、2022年と研究会で発表した際に総合的な学習の時間との違いについて質問があったので、2023年はその違いを明確にできるように実践してみました。そのために、先ほども田中から紹介があったように各教科の目標に照らし、その実現状況を評価する、特に観点別学習状況を評価し、総括に評定することが今回大きな目標となりました。

2023年は全体を11時間で計画し、各教科で同じような内容に取り組みました。ただ、評価規準は

各教科で明確にし、各教科がそれぞれの評価規準に基づいて評価しているのが今回のクロスカリキュラム「環境」の特徴となります。定期試験のペーパーテストでも、各教科の狙いに応じて問題を作成し、授業の中で学んだことを評価するという活動を行いました。

(富山大附属中 早川) 私からは3年生の一番最後に行う単元「よりよい社会を目指して」の実践を紹介します。

学習課題としてはまず生徒に、2044年のエネルギーミックスはどうあるべきか提言するというパフォーマンス課題を提示しました。2044年としたのは、2030年までにSDGsが達成され、カーボンニュートラルの2050年実現という目標がもうすぐ達成という段階にあるからで、今から20年後のエネルギーミックスを提言する形にしました。

まず最初に学習の見通しを持つために、2044年のエネルギーミックスについて何を基に考えるべきかということを生徒たちが考えました。そして仮説を立てて、これまでの知識を基にして探究活動をしていくのですが、ここでの教員の役割としては声掛けや指導など形成的な評価が非常に重要になると感じています。

そして多角的な省察(リフレクション)ということで、お互いに見せ合って友達から意見をもらったり、自分に何が足りないのかを振り返るためにメタ認知を行うことで次回への課題が見えてきて、粘り強さや自己調整につながっていくと考えています。そうしたメタ認知や多角的な省察を行う際の共通の基準として自分たちでループリックを作り、それによって学習としての評価活動が意味をなすと考えています。

実際の授業では、2044年の実現可能性を評価規準に入れるべきかということが生徒の中で議論になりました。ある女子生徒は「誰も予測できないことだし未来予測になってしまうから、評価規準に実現可能性を入れるべきではない」と主張したのに対し、男子生徒は「2044年までの見通しはきつと既に大人が立てているだろう」と主張し、「入れるべきだ」と反論しました。

授業の展開としては、評価規準を作成する上で社会科、理科、技術・家庭科の各教科でどんなことが大切だと習ったかを生徒に自由に挙げさせています。そして、各教科で大切なこと、どの教科においても大切なことを分類し、最終的に生徒の間で合意形成をした結果、男子生徒の意見が採用されたのですが、実現可能性を示すことが大切であるという結論に至り、実現可能性を示す上で根拠があればいいのではないかという話になりました。

それから、3E+Sを基にして持続可能性のある提言をすることが大事だということ、そしてパフォーマンス課題ですので条件を満たすことが大切であるという結論に至りました。

その上で、マークシートを作成して探究活動に取り組ませています。みんなで決めた評価規準を上の方に書いておくことで、評価規準を生徒と共有しながら学習を進めることができたと考えています。生徒は毎時間、条件①、②をそれぞれ満たすことができたかというチェックとともに、どんなことを考えたかという振り返りを行うことで自己調整につながっています。

興味深いのは、先ほどの男子生徒が2044年に向けてどのような技術ができているのかを各企業・省庁のホームページ等で調べ、電力の使用量がどうなっているのかを確認した上で、2044年に向け

てどんな発電方法が適切かということを検証しました。

そして4時間目の授業では友達と意見交換する中で、3時間目の活動においては自分のエネルギーミックスが持続可能性があると考えていたけれども、どうやら持続可能性がなさそうだということに気づき、チェックが外れています。ですので、評価規準を共有して生徒とともに作り上げることによって、作ったから完成というのではなく、粘り強さにつながるような活動になったのではないかと考えています。

この生徒の最終的なプレゼン資料では、火力44%、原子力20%、水力10%、太陽光10%、バイオマス10%、風力5%、地熱1%と考えており、根拠を立てて提言することができました。

この学年の子どもたちは、これまでもエネルギー問題について何度か考えており、2年生の地理では寿都町の文献調査に賛成か反対か、3年生の前半では志賀原発の再稼働に賛成か反対かということについて、これまでの授業の積み重ね、社会科だけでなく他教科の実践なども踏まえながら考えることができたと思います。

この実践を通して、教科横断的な学習で身に付けるべきコンピテンシーを明確にすることで、より活動が充実したと思いますし、メタ認知や自己調整の手段としては有効であったと思います。一方で、私たちの学校は1学年4クラスあるので、評価規準がどうしてもばらついてしまうところが課題になると思いました。

それから概念的な話し合いが多く、抽象的な机上論で終わる可能性があることも分かってきましたので、中学3年生といえども抽象論と具体論を行ったり来たりするような話し合いが大切であるということに改めて気付くことができました。

合科単元の成果としては、資質能力を明確にすることで評価を具体化できたことが挙げられます。それから、授業時数の確保や深い学びにつながったと考えています。課題としては、系統立てた指導計画が必要であったり、教科担当の思いが一致しないと実現がなかなか難しいことが挙げられます。

## 総合講評

京都教育大学 名誉教授

山下 宏文 氏

1982年東京学芸大学大学院教育学研究科修了。東京都の公立小学校教諭、京都教育大学教育学部助教授などを経て2002年より同教授、2023年より現職。専門は環境教育、社会科教育。資源エネルギー庁エネルギー教育推進委員会委員長、日本エネルギー環境教育学会顧問。2003年より福井県環境・エネルギー懇話会の専門委員会である環境・エネルギー教育問題懇談会の座長。

今日のセミナーをずっと聴いていて、とても充実した内容になっていたのではないかと思います。

今日も参加されているのですが、美浜にある原子力安全システム研究所の社会システム研究所がこの9月、近畿2府4県と福井県の学校を対象にエネルギー環境教育の実施状況を調査しました。

307校から回答が得られた結果を見ると、エネルギー環境教育が重要だという回答は全体の82.1%を占めていました。では、実践しているかどうかを尋ねたところ、実践している学校は34.5%でした。残りは実践していないわけです。地域別では福井県が一番高く、54.5%が実践しているという回答でした。

重要だと思っている割合が80%、実践している割合が34.5%、このギャップは何なのだろうというところで、なぜ実践していないのかという問いに対する回答を見てみると、一番多かったのは時間的な余裕がないという声でした。これは分からないでもありません。

2番目に、エネルギー環境教育の方法が分からないという声もかなり多くありました。方法が分からないというのは、具体的にどう指導したらいいのかが分からないというものもあると思いますが、私はそれ以前に、エネルギー・環境問題がどういうものなのかということが分かっているのと思うのです。

そういう意味では、山本先生に今日お話しいただいたようなことをきちんと分かっているならば何が問題なのかが分かりますから、その問題をどう扱っていけばいいのかを考えることができます。ですから、エネルギー・環境問題とは何が問題なのかということきちんと捉えることがスタートなのではないかと思いました。

山本先生の話はそのとおりで納得してしまっている部分があるのですが、最初に先生は、温暖化問題だけに取り組んでいけばいいわけではないだろうとおっしゃいました。温暖化問題はあくまで部分であって、全体としては持続可能な発展という観点が重要であるということでした。持続可能な発展という観点の中で、経済的な視点を欠くことができないのは当然です。経済的な視点を踏まえていくと、エネルギーの視点が非常に重要であり、国際的なエネルギー資源の視野が求められることになります。そして、エネルギーの問題を見ていく中で電力の問題にもきちんと目を向けていかなければいけないというのは、そのとおりでなと思いました。

それからなるほどと思ったのが、脱ロシア、脱化石燃料の方向に進んでいる中で、再生可能エネルギーの導入をどんどん進めていくと、今度は中国依存になっていくということです。こういう話はあまり聞いたことがなかったので、ああそうかと思いました。

そして先生は最後に、もう少し具体的な視点として「安定供給」と「価格競争力」と「温暖化」の三つについて指摘されました。エネルギー環境教育の四つの視点（エネルギーの安定供給、温暖化への対応、エネルギーの多様化、省エネルギー）と併せて捉えると、先生のご指摘から学ぶことはとても多くあります。

常葉大学教育学部附属橘小学校の田原先生からは、学校全体としての取り組みの発表がありました。学校を挙げてのエネルギー環境教育の取り組みは非常に貴重で、テーマとして「持続可能な社会を創造する力を育成する」ということを掲げておられました。持続可能な社会の創造は、学習指導要領における教育課程編成の中核となる理念ですので、エネルギー環境教育はまさに今の教育課程の中核になり得るのだということを示していただいたのではないかと考えています。特に社会科が中心になっているようですが、大学や関係機関などとの連携を重視して進めている点も、エネルギー環境教育の本来の在り方なのではないかと思いました。

実践例として、高レベル放射性廃棄物の学習について示していただきました。小学4年生の授業ということですが、私も NUMO の副教材で小学生版をどうするのかということに結構悩みました。小学校で学ばなくてもいいのではないかと思う反面、もし小学校で学ぶとしたら4年社会科のごみの単元ではないかということで副教材を作ったのですが、それを活用していただき、4年生でも可能なのだということを示していただけたのではないかと考えています。大変貴重な実践だと思いました。

富山大学教育学部附属中学校の実践では、クロスカリキュラム「環境」というテーマで、教科横断的な視点が重視されていました。言葉では簡単ですが、教科横断的な視点を取り入れた授業は大変だと思います。中学校は教科担任制ですから、特にそうでしょう。理科と社会科のここは関係があるという図は示せるけれどもそれだけで終わってしまって、実際に授業を教科横断的になかなか進められていないと思うのですが、それをまさに前面に出して取り組んでいただいた実践なので、私は高く評価しています。

エネルギー環境教育は総合的に扱うのが望ましいのですが、学校教育の中で総合的に扱っていくとすると方法は2通りあるのです。一つは、教科の枠を取っ払ってしまう扱い方です。これは総合的には学習できるのですが、教科の枠を外してしまうので評価が難しくなります。

それに対し、今日の発表では教科の枠は残っていて、それらを併せて合科としているので評価は各教科でできるのです。そういう意味では、合科単元によるエネルギー環境教育の進め方は非常に理想的な在り方だと思います。しかも急に進めるのではなく、異教科 TT や小中連携といった段階を踏まえて合科による学習を提示していただき、とても優れた実践になっているのではないかと思います。

以上、本日の講演と実践発表を振り返ってみましたが、非常に充実した内容になっていたのではないかと思います。最初の挨拶で、地道に一步步進んでいくしかないと申し上げましたけれども、そういう意味では今日のセミナーは着実な一歩として位置付けられると思います。

次年度もこのセミナーは続くと思います。さらにいろいろ工夫を重ねながら一步步進んでいけるようにしていきたいと思いますので、次年度も皆さんにご参加いただければと思います。