



第13回 富山大学環境塾

持続可能な社会に向けて私たちが取り組めること



富山太陽光発電所 PR 館



立山製紙株式会社



富山県環境科学センター



富山新港火力発電所

主催：富山大学環境安全推進センター

はじめに

富山大学では、学生や教職員から一般市民まで広い方面の方々と環境問題を考え、交流する場として平成19年から年1回、「富山大学環境塾」を開催しています。「塾」と名付けたのは、まず我々自身が現在の環境問題についてさまざまな視点から行われている研究の成果を知り、また、その解釈に関するいろいろな意見を聞くことにより、自分自身で考える力をつけよう、という意味が込められています。

これまでは、環境に関するさまざまな課題について研究や業務で携わっている講師を招き、講演や討論を行ってきました。今回の環境塾はそのあり方を見直して、学生が主体となって、見学や調査を通して環境について学ぶ形式にしました。環境に関する取り組みを行っている企業等を学生が選び、事前に考えた疑問や課題点をふまえて見学し、現地で質問に答えてもらいました。見学の結果と追加調査を加えたものをまとめて、学生による報告会を行い、他の見学場所の学生や先生方で討論する場を設けて理解を深めることを目的としました。

開塾にあたり

令和元年12月23日

見学先・グループ決定

ポスターによる募集を行い、19名の学生が集まりました。見学先は学生からの希望が多かった、北陸電力株式会社富山新港火力発電所、北陸電力株式会社富山太陽光発電所 PR 館、立山製紙株式会社、富山県環境科学センターの4つとなりました。学生はその中から行きたい施設を選択し、それぞれ4～5人のグループに分けられました。

学生グループ1	学生グループ2	学生グループ3	学生グループ4
見学先 北陸電力株式会社 富山新港火力発電所	見学先 北陸電力株式会社 富山太陽光発電所 PR 館	見学先 立山製紙株式会社	見学先 富山県環境科学センター
理学部 1年 (2名) 都市デザイン学部 1年 (1名) 人文学部 1年 (1名)	理学部 1年 (2名) 人間発達科学部 1年 (1名) 都市デザイン学部 1年 (1名) 人文学部 3年 (1名)	経済学部 2年 (2名) 経済学部 3年 (1名) 理学部 3年 (1名) 人文学部 3年 (1名)	工学部 1年 (1名) 工学部 2年 (1名) 人文学部 2年 (1名) 理学部 2年 (2名)

事前講義・課題抽出

見学前の準備として、見学先に関する質問をまとめる作業を行いました。最初に、環境安全推進センターの宮武先生から、富山大学のSDGsへの取り組みや、見学先の施設の概要について説明があり、その後、見学チームごとに疑問や課題点を質問としてまとめました。

◆学生が考えた質問の一例

北陸電力株式会社富山新港火力発電所

- 燃料はどこから輸入しているのか
- 現在の燃料の輸入先からの供給がストップした場合、解決策や代替案はどんなものがあるのか
- LNG (液化天然ガス) 発電によってなぜCO₂排出量が削減することができるといわれているのか

北陸電力株式会社富山太陽光発電所 PR 館

- 他エネルギー発電に比べての長所
- 天候によって発電量が変化することに対して何か対策をしているのか
- 再生可能エネルギーは将来どれほどの展望があるのか

立山製紙株式会社

- 立山製紙環境憲章4にある「環境負荷の小さい製品」とはどのようなものか
- SDGs (持続可能な開発目標) への取り組みは行っているか
- リサイクルはGDPに影響を与えるのか

富山県環境科学センター

- ここ最近で特に数値が変化した指標はあるか
- 仮に基準値を超えた場合、どのような対応をとるのか
- 日々の暮らしの中で「これはセンターの仕事によるものだ!」といえる代表的なものは何か



見学会

事前講義にて施設の概要を聞き、課題を抽出した学生たちは、それぞれの施設へ見学に行きました。見学時には、学生たちは施設の方の説明や質問への回答を聞くことで、環境への関心を高め、課題を解決することができました。

北陸電力 富山新港火力発電所

令和2年1月15日



富山新港火力発電所の見学会には、学生4名が参加しました。職員の方から、富山新港火力発電所の特色や石油、石炭、LNG（液化天然ガス）を燃料とする発電の仕組み、LNGを導入した理由や近隣地域などへの環境対策についての説明があった後、中央制御室、タービン建屋、LNGタンクを見学しました。見学会に参加した学生は、大規模な施設に圧倒されていました。

北陸電力 富山太陽光発電所 PR 館

令和2年1月8日

富山太陽光発電所 PR 館の見学会には、学生5名が参加しました。PR館は富山太陽光発電所に隣接した場所にあり、職員の方から発電の仕組みや設備利用率、太陽光発電のメリット・デメリット、再生可能エネルギー全般の課題などについてパネルやスクリーンを使用して詳しく説明がありました。学生は、事前に考えた質問に加えて、わからないことをその都度質問し、太陽光発電について、知識を深めることができました。



立山製紙株式会社

令和2年1月14日



立山製紙株式会社の見学会には学生4名が参加しました。段ボール古紙等を溶解してから、板紙や紙管原紙になるまでの工程を見学し、見学終了後は社員の方より、立山製紙株式会社の原料は古紙100%でバージンパルプを使用していないことや、環境保全に対する取り組みなどの説明があり、学生は興味深く聞いていました。また、学生からの多数の質問にすべて答えていただき、再生紙の知識を深める貴重な体験となりました。

富山県環境科学センター

令和2年1月10日

富山県環境科学センターの見学会には、学生3名が参加しました。職員の方から、環境科学センターの沿革とともに、富山県の公害の歴史についても説明がありました。現在、環境科学センターでは大気（PM2.5、光化学オキシダントなど）、水質（河川、湖沼、海域）、騒音、放射線量の監視・調査を行っており、それぞれどのように測定が行われているか見学しました。特に、光化学オキシダントについて、職員の方から丁寧に説明していただき、大気汚染などの環境問題に関する知識を深めることができました。



報告会

令和2年2月18日開催

見学会後、学生たちは見学会での課題解決を各グループでまとめ、さらに、各自で調べたことを織り交ぜて報告会の資料を作成しました。報告会では、他のグループや聴講者に向けてこれまでの成果をプレゼンテーションしました。

北陸電力株式会社 富山新港火力発電所

富山新港火力発電所では、石油・石炭・LNG（液化天然ガス）の3種類を燃料として発電を行っており、この3種類の燃料を併用する火力発電所は日本でここだけになります。

(燃料の仕入先)

使用している3種類の燃料の仕入先ですが、石油は県内企業からパイプラインを通じて仕入れており、石炭は様々な状況に対応できるように、インドネシア、オーストラリア、ロシアなどの複数の国から仕入れています。LNGについては主にマレーシアから仕入れています。

(LNGを燃料とする発電)

LNGを燃料とする発電は高効率で環境負荷が少なく、温暖化対策として期待されています。発電方法は、圧縮空気中でLNGを燃やすことで高温・高圧のガスを発生させ、その圧力でガスタービンを回転させます。ガスタービンを回し終えた排ガスはまだ熱を持っているため、それを利用し水を蒸気へと変え蒸気タービンを回転させることで、さらに発電ができます。

(近隣への配慮)

富山新港火力発電所は住宅地の近くに位置しているため、近隣の方々の生活環境に影響が出ないように様々な対策を行っています。騒音対策としては、建屋のそばに防音壁を設置。粉じん対策としては、貯炭場に防護壁を設置し、さらに水をまくことで粉じんが飛ぶことを防いでいます。排水については、排出される水質を中央制御室で管理しています。

(まとめ)

富山新港火力発電所は2018年度から高効率のLNG発電を導入することで、二酸化炭素の排出量削減に貢献しています。

LNGによる発電（コンバインドサイクル）

高効率で環境負荷の少ない発電方法で温暖化対策に期待されている



北陸電力株式会社 富山太陽光発電所 PR 館

富山太陽光発電所 PR 館は富山太陽光発電所に隣接しており、太陽光発電のしくみや特色、再生可能エネルギー※¹について理解できる、参加・体験型施設です。

(富山太陽光発電所について)

富山太陽光発電所の敷地面積は約30,000㎡で、これはアルペンスタジアム2個分に相当します。設置されているパネルは、雪が落ちやすい傾き30°、積雪量を考慮した足場の高さ1.2m、太陽高度の低い冬でも陰になりにくい間隔5.3mといった富山の自然環境に合わせた仕様となっています。

(太陽光発電のしくみ)

ソーラーパネルはn型、p型という2種類のシリコン半導体※²を重ね合わせた構造となっており、半導体に太陽光が当たると光エネルギーを吸収した電子が動き出して、導線に電流が流れ、また半導体に戻るサイクルを繰り返して、電力が供給されます。

(太陽光発電のメリット)

二酸化炭素を排出しない。発電時に有害物質を排出しないので大気汚染や原子力発電のような放射線の心配がない等。

(太陽光発電のデメリット)

設備利用率※³が1割程度しかないこと（それに対し、原子力発電は設備利用率が8割程度）、また、天気の影響を受けやすいこと等。

(再生可能エネルギーの今後について)

日本は2030年には再生可能エネルギーの割合を22～24%にすることを目標としていますが、2017年時点では16%です。エネルギーミックス※⁴に対する進捗については、太陽光は約78%。風力、地熱は30%代なので増加を目指しています。太陽光と中小水力の設置は上限に近づいてきたため、今後は風力発電にシフトしていくと考えられています。



- ※¹ 太陽光や風力、地熱といった地球資源の一部など自然界に常に存在するエネルギー
- ※² 通常は電気を流さないが、一定条件下では電気を流す半導体
- ※³ 対象とする発電設備の実際の発電量が、仮に100%運転を続けた場合に得られる電力量の、何%にあたるかを表す数値
- ※⁴ 再生可能エネルギーや火力、原子力等、多様なエネルギー源を組み合わせることで電源構成を最適化すること



立山製紙株式会社

立山製紙株式会社は、セロハンテープやガムテープの芯の部分などに使用される『紙管』、文庫本のハードカバーや紙製ファイルなどに使用される『紙板』の製造販売を行っています。

(SDGs に関する取り組み)

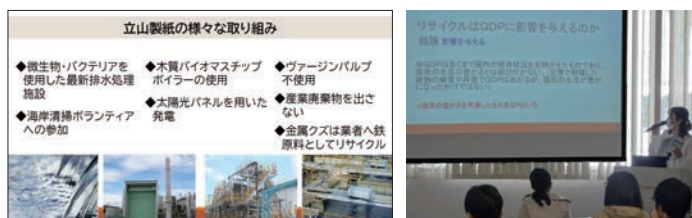
立山製紙株式会社の SDGs に対する様々な取り組みとしては、⑫つくる責任・つかう責任（バージンパルプ※1 不使用、産業廃棄物を出さない、金属くずは業者へ鉄原料としてリサイクル）、⑬気候変動に具体的な対策を（木質チップ※3 バイオマスボイラーの使用、太陽光パネルを用いた発電）、⑭海の豊かさを守ろう（微生物・バクテリアを使用した最新排水処理施設、海岸清掃ボランティアへの参加）があります。

(製造時の環境配慮)

立山製紙株式会社は、メーカーとしての責務であるところの環境負荷の小さい製品づくりに積極的に取り組んでいます。環境負荷が少ないというのは、産業廃棄物の排出が少ないという考えです。ナイロン・木くず・燃えがら・金属くずは処理業者に委託し、産業廃棄物ではなく、燃料や鉄原料として排出しています。工業排水については、排水処理場できれいな水に戻してから川に放流しています。また、施設内にはソーラーパネルを3か所設置しています。

(GDP と GPI ※4)

リサイクルを GDP（国内総生産）の観点から見てみます。リサイクルするにはその過程で様々な工程があり、様々な資源を使うことから GDP に影響を与えます。しかし、GDP は経済指標を表したものであり、リサイクルの評価は GDP よりも GPI（真の進歩指標）が適切だと考えます。GPI は家事やボランティアなど、国民の幸福にかかわるものです。リサイクルはコストがかかるため敬遠してしまいがちですが、GPI を指標として使うことで、持続可能な社会をつなげていくうえでもリサイクルに手を出しやすくなるのではないかと思います。



- ※ 1 古紙ではなく、木材を材料にして製造した新しいパルプ※2
- ※ 2 紙を作る際に用いられる繊維
- ※ 3 木材に由来する再生可能な資源
- ※ 4 豊かさや幸せを測る指標

富山県環境科学センター

富山県環境科学センターは射水市にあり、前身は公害センターです。大気課・水質課・生活環境課の3つの課で、大気や水、生活環境について、人の健康保護、生活環境の保全のための環境基準を満たしているかの調査（大気・水質などの観測調査）・監視（事業所が法令を遵守しているかの立入調査）・研究（汚染や汚濁の要因の解析、地球温暖化による将来の気候変化など）を行っています。

(大気課)

大気汚染監視テレメータシステムにより、富山県内19か所においてリアルタイムで、PM2.5等の大気汚染の観測を行っています。大気汚染のうち、光化学オキシダント※1は、健康被害が生じるおそれがあることから、高濃度時に注意報を発令します。県では、毎年、伝達訓練を実施しており、発令された場合は、小学校の校庭に黄色の旗を立てられることもあります。

また、注意報発令時には、環境科学センターでは、工場に対し燃料の使用を控えるように指示を出し、立入調査をして確認します。

(水質課)

海の汚濁（富栄養化）に関連する指標として、クロロフィルa濃度（植物プランクトン量の指標）を測定しているほか、環

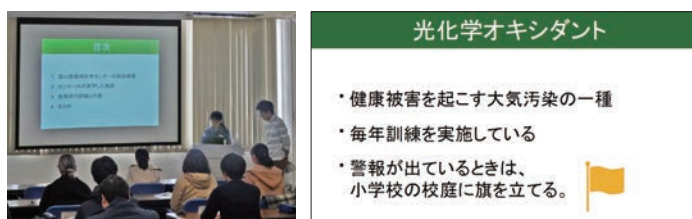
日本海環境協力センターが「海のカレンダー」という名称でインターネットに公開している人工衛星による観測結果も活用して、富山湾の水質に関する調査や研究を行っています。

(生活環境課)

騒音の測定や地下水の塩水化なども調査していますが、今回は放射線量の調査について見学を行いました。

ここでは、原子力発電所（志賀原発）の30km圏内である氷見市の一部にモニタリング機器を設置し、重点的に放射線量を監視しています。

また、環境科学センターでは降雨毎にベータ線の測定を行う等により、県内の環境放射能の状況を把握しています。



- ※ 1 工場の煙や自動車の排気ガスなどに含まれている窒素酸化物（NOx）や炭化水素（HC）が、太陽からの紫外線を受けて光化学反応を起こして生成された、オゾン等の総称

討論会

令和2年2月18日開催

報告会終了後、学生、コーディネーターの先生2名、環境安全推進センター教員による討論会を行いました。まずはじめにコーディネーターから報告会についての感想をいただきました。その後、富山県環境科学センター、太陽光発電所、火力発電所、立山製紙、各グループの報告について質問と討論が行われました。最後に青木先生と宮武教員、村田副センター長から総括をいただきました。

コーディネーター紹介

☆青木 一真

富山大学理学部生物圏環境科学科教授。
気象・海洋物理・陸水学等を専門としている。

☆田中 和幸

富山大学大学院理工学研究部環境・エネルギー学域教授。
電力工学・電力変換・電気機器を専門としている。

討論会参加者

青木)：青木教授（コーディネーター）

田中)：田中教授（コーディネーター）

野崎)：野崎環境安全推進センター長

村田)：村田環境安全推進センター副センター長

宮武)：宮武環境安全推進センター教員

学生火)：火力発電所グループの学生

学生太)：太陽光発電所グループの学生

学生立)：立山製紙グループの学生

学生環)：富山県環境科学センターグループの学生

青木) 理学部生物圏環境科学科の青木です。座学と異なり、現場での体験は新鮮だったと思われれます。今回は学外での事例ですが、学内でのリサイクル状況は知っていますか。以後も、可能であれば国内外の様々な施設で環境について学んでいただければと思います。

田中) 工学部電気電子システムの田中です。本日の報告では、安全、経済性、環境の3つに集約されていると感じました。以前は安全と経済性が中心でしたが、20年程前から環境が重視されるようになりました。今後、エネルギーと環境の調和に対し、どのように向き合っていくかを考えていただきたい。

学生太) 環境科学センターの報告において、光化学オキシダントの注意報が出た場合、小学校の校庭に旗を立てるとありました。旗が立った場合、具体的にはどのような対応をするのでしょうか。

学生環) 校庭等、屋外へ出てはいけなくなっています。

青木) 近年、PM2.5等の浮遊物質による大気汚染は減少が見られます。一方、光化学オキシダントはオゾンが原因物質です。オゾンは成層圏であれば紫外線を軽減してくれますが、地上付近では健康に悪影響を与えます。近年は、地上付近の

光化学オキシダントの微増が報告されています。

学生火) 太陽光発電パネル製造時に排出される二酸化炭素量ですが、家庭発電の規模では二酸化炭素の総量は削減できないと聞いたことがありますけどどうなのでしょう。

学生太) パネルの耐用年数が一般的には20～30年といわれており、他の発電よりも耐用年数が短い傾向にあるため、トータリックに見て、二酸化炭素が削減できていないかもしれません。

田中) 今の質問に対しては、LCA (Life Cycle Assessment) という観点での評価があり、各発電方式に対して評価した例があります。トータリックには、二酸化炭素が削減できていないかもしれないとの意見でしたが、評価例では、単位発電量あたりの二酸化炭素排出は火力発電から大幅に削減されています。太陽光発電パネル製造時に発生する二酸化炭素よりも、火力発電に伴う二酸化炭素排出量が多いことから、火力発電に比べると断然効果的と言えます。



学生太) 石油等の化石燃料には限りがあり、火力発電所を廃止した場合は、どのような発電が主体となるのでしょうか。

学生火) 将来的に火力発電所がどうなるかは不明です。なお、富山新港火力発電所は、2024年度を目途に石炭1号機が廃止予定なので、順次バイオマス発電に切り替わっていくのではないかと私は考えています。

青木) 今後のエネルギー転換については、君たち若い世代が中心となって考えるべき課題ではないかと思っています。例えば、太陽光発電は、現時点で発電効率が非常に悪く、少なくとも発電効率を5割程度まで高めるための改良・開発を、



また、発電した電気をどのように蓄えるのか等、種々の課題があり、皆さんの発想が解決の糸口になることも考えられます。

田中) 電池はいかに大きな容量のものが作れるかが課題と言えます。最近注目されているのは、電気自動車の電池です。それ以上のものは身近なものではありませんが、後 20 年ほど経てば身近なものとなるのではないかと思います。そうなれば、電気の使い方は現在と大きく変わる可能性があると思います。現在、高価でかつ長期使用ができない。普段使う電気なので、2～3年で劣化すれば困ります。また、報告の中で太陽光の買取制度について話がありましたが、制度上、高値での取引期間が 10 年であり、期間経過後は使用を止める人もいますが、持続可能な社会の形成には蓄電池を導入し自家消費すべきといえます。しかし、蓄電池はコストが高い。メーカーは蓄電池の導入をアピールしていますが、家庭用でも 100 万円位が必要であり、今後、いかに安くするかが課題だといえます。

野崎) 紙のリサイクルはなぜ必要だと思いますか。紙をリサイクルするにはエネルギーが必要ですよ。

学生立) 紙のリサイクルが必要とされる理由は、持続可能な社会の形成に重要であり、木材資源の保護、二酸化炭素削減からも、新しく木から紙を作り続けることは、持続可能な社会の維持が難しいからです。

野崎) 現在、製紙のバージンパルプは間伐材が使用されているはずですが。リサイクルの必要性について調べましたか。

学生立) 持続可能な社会の形成ために国際的な紙のリサイクルへの取組があるので、立山製紙でもリサイクルを行っているとの説明を受けました。

野崎) 皆さん自身は紙のリサイクルをしていますか。

学生環) 金沢市では、名刺より大きいサイズの紙類は、コーティングされていなければすべて古紙として回収されます。一方、富山市は紙類の分類が細分化されていなく、回収品目も少ないため、私自身は紙類を古紙として扱っていません。

青木) 本日のタイトル「持続可能な社会に向けて私たちが取り組めること」について、学習できたかと思います。今回は 1、2 年生が多く、環境について今後継続して学習していただく契機として、ご存知かもしれませんが富山大学 Web サイト内

の SDGs への取組を紹介します。ページ内の 1～17 までの項目をクリックすれば、各学部の先生がどんな取組をされているか掲載されています。自身の所属する学部ではなくとも、興味があれば授業等にも参加する等、知識を深めていただきたいと思います。

宮武) 各企業における環境に配慮した活動や持続可能な仕事は、社会の中でそれがきちんと位置付けられることが重要だと思います。例えば文系で製品開発に直接携わらないという人でも、会社の制度設計等には関与できます。こうしたリサイクルしてくれるのではないかと、こんな製品だったら使ってくれるのではないかと、といった発想を持ち続けることが大事です。今後、皆さんは大学を卒業されて多様な仕事に就くものと思いますが、各分野でまだまだ出てきていないアイデアが多くあります。地球温暖化の深刻化が語られる中、環境問題への取り組みは大変なことも多いですが、同時に新たなビジネスチャンスでもあります。私だったらこういう風にやろうといったように仕事に取組むポジティブな姿勢を企業は求めていますし、同様に勉学に励んでいただければと思います。

村田) 皆さん本日はお疲れ様でした。今回のように、環境問題に取り組む企業を見学し、報告及び討論を行うといった形式は初めて経験した方も多いのではないのでしょうか。今回の環境塾に参加され、自身で知らないことを調べ、テーマを設定し見学先の取組を聞くことは勉強になったものと思います。今回の活動内容は、皆さんが環境問題の入口に立った状態です。今後、更に環境について学習し、より深く理解することが重要です。今後も、定期的に環境塾は開催されますので、他キャンパスの友人を誘って参加いただけることを期待しています。



おわりに

第13回富山大学環境塾は、学生が主体的に環境問題について調査し、討論する形式で開催しました。我々が直面している地球温暖化や海洋汚染などの環境問題は、今ある技術やシステムだけで解決できるものではありません。今回、見学や報告会・討論会に参加した学生の皆さんの世代が積極的に関わっていき、新たな技術やシステムを作り出すことで、初めて「持続可能な社会」の実現が可能になると思います。実際に企業等を見学し、文系・理系やいろいろな学年の学生と一緒に考え討論したことは、単に知識が得られただけではなく、持続可能な社会の構築に一丸となって取り組むための良い契機になったのではないかと思います。今回、環境塾は新たな試みを行いました。今後は参加者などから出された様々な提案をもとに、課題点を解決しながら継続・発展させていきたいと考えております。

最後になりましたが、学生の見学や質問への対応にご協力いただいた皆様、討論会にコメントを頂いた先生方に御礼を申し上げます。



環境安全推進センター長
野崎 浩一

学生の感想

- 環境について現場ではたらく方々から直接声を聞いたのでよかったです。他の学部・学科の人と交流しながらできたこともよかったです。
- 普段は見学に行くことのできない所に行けて良かった。また、他のチームの発表を聞くことで、他の発電所の取り組みや、環境への配慮を知ることができ、ためになった。
- プレゼン形式なのはよかった。
- 人文学部で普段あまり環境に対して専門的に関わることもなかったが、先生のお話等も聞いて、大変勉強になった。
- 経済学部にも所属しているので、環境についてあまり知る機会がなかったので、とても面白かったです。



富山大学環境安全推進センターのホームページにて
今までの環境塾について掲載しております。
<http://www.erc.u-toyama.ac.jp/environment/enlightenment.html>



富山大学は持続可能な開発目標 (SDGs) を支援しています。



富山大学
環境マスコット
キャラクター
とみまる君

【作成部署・連絡先】
富山大学環境安全推進センター
〒930-8555
富山市五福 3190
TEL.076-445-6603 FAX.076-445-6074
E-mail ensahe@adm.u-toyama.ac.jp

【発行年月】 令和2年3月



富山大学
環境マスコット
キャラクター
クロロくん



富山大学
環境マスコット
キャラクター
エコ博士