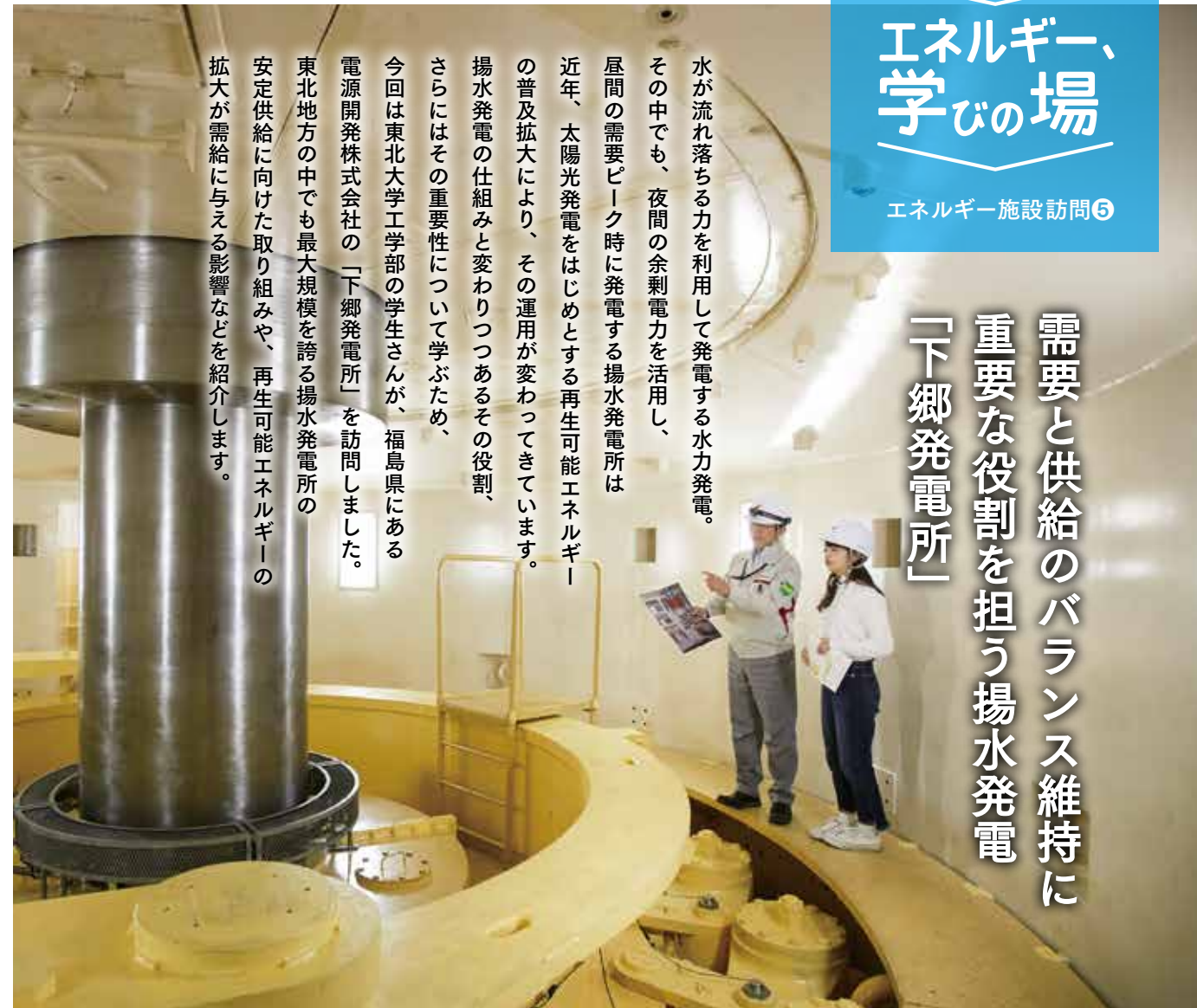


# エネルギー、 学びの場

エネルギー施設訪問⑥

需要と供給のバランス維持に  
重要な役割を担う揚水発電  
「下郷発電所」



地下3階にある水車室。中央にある円筒の軸が、上部の発電機と下部の水車をつないでいます。

水が流れ落ちる力を利用して発電する水力発電。その中でも、夜間の余剰電力を活用し、昼間の需要ピーク時に発電する揚水発電所は近年、太陽光発電をはじめとする再生可能エネルギーの普及拡大により、その運用が変わってきています。揚水発電の仕組みと変わりつつあるその役割、さらにはその重要性について学ぶため、今回は東北大学工学部の学生さんが、福島県にある電源開発株式会社の「下郷発電所」を訪問しました。東北地方の中でも最大規模を誇る揚水発電所の安定供給に向けた取り組みや、再生可能エネルギーの拡大が供給に与える影響などを紹介します。

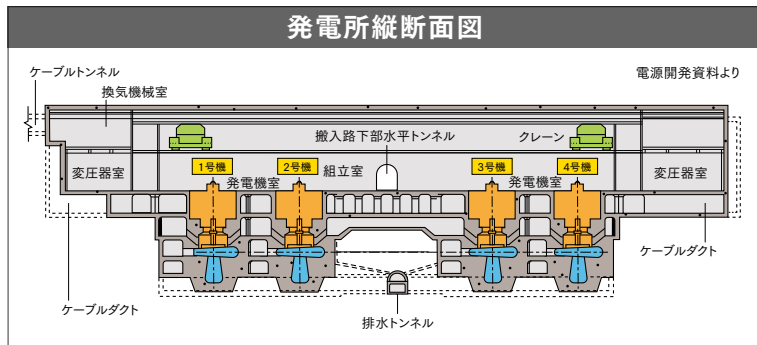
自然環境に配慮し、地下に建設された揚水発電所「下郷発電所」

「下郷発電所」は、国土交通省が阿賀野川水系阿賀川(大川)に建設した大川ダム(若郷湖)を下池

に、電源開発株式会社が支流の小野川の最上流部に建設した大内ダムを上池とする、揚水式の水力発電所です。

水力発電は水の力で発電機に取り付けられた水

車を回して電気をつくりますが、揚水発電が他の水力発電と異なるのは、発電のために使う水を汲み上げる(揚水すること)です。発電所の上部と下部にダムを築いて水を貯め、発電の際は、上池から下池に水を落下させます。その後、発電に使った水は、水車を逆回転することによりポンプとなり、下池から上池に水を汲み上げて発電に備えて貯めておきます。



地下1階の組立室。25万kWの発電機を4台設置。

## 下郷発電所

事業者	電源開発株式会社
所在地	福島県南会津郡下郷町
発電の種類	揚水式水力
認可出力	最大100万kW
使用水量	発電時最大314m <sup>3</sup> /秒 揚水時最大252m <sup>3</sup> /秒
落差・揚程	基準有効落差387m 最大揚程440m
水車形式	フランス型ポンプ水車 4台
運転開始	1988年4月

下郷発電所では、上池の大内ダムから2・2kmの導水路と0・7kmの水圧管路により地下発電所(25万kW×4台)に導水し発電を行い、使用した水は同発電所から約340m先にある下池の大川ダムへ放水しています。東北6県と新潟県ではこのほかに、下郷発電所「第二沼沢発電所」(東北電力、福島県金山町)と「奥清津、奥清津第二発電所」(電源開発、新潟県

今回の訪問先

電源開発  
下郷発電所



## 今回取材した人

東北大学工学部3年  
まつど れな  
松戸 玲菜さん



湯沢町)の揚水発電所があります。

今回、東北大学工学部の松戸玲菜さんが下郷発電所を訪問し、揚水発電所の仕組みや役割、下郷発電所の特徴などについて取材。下郷事務所長の対馬誠さんに、発電所構内と上池の大内ダム、PR施設の下郷展示館をご案内いただきました。

**松戸さん** 下郷発電所がこの地に建設されたのはどのような経緯からでしょうか。

**対馬さん** 1966年頃から国により阿賀野川総合開発の一環として、下池である大川ダムの予備調査が行われており、1971年度から電源開発も本格的に現地調査を

開始し、1974年に下郷揚水発電計画が決定しました。

建設工事は1977年に着工し、1988年に1・2号機が、1991年に3・4号機が運転を開始し、発電出力の合計は100万kWとなりました。

また、発電所は、大川羽鳥県立自然公園内に位置していることから、発電所や変電設備などの構造物は地下に設置され、送電線とつながる機器もコンバクトにするなど、環境保全に配慮された発電所となっています。

**松戸さん** なぜ、一般的な水力発電所ではなく、揚水式が採用されたのでしょうか。

**対馬さん** 電力需要のピーク対応と深夜の余剰電力対策のためです。1960

**松戸さん** このほかにどのようなメリットがありますか。

**対馬さん** 揚水式に限らず、水力発電は再生可能エネルギーの一つで、CO<sub>2</sub>を出さないことから、日本のエネルギー政策においては重要な位置づけになっています。また、当発電所は発電出力が大きく、他の発電所が

70年代は、原子力発電所の建設が増加した時期でもありました。原子力発電は発電出力の調整が難しく、需要の多い昼も、需要が落ちる夜も基本的にフル稼働しています。しかし、電気は常にピーク需要に合わせて設備を建設する必要がありません。時間帯や季節ごとの電力需要差の拡大は、

需要と供給の調整を行う火力発電の設備利用率を低下させ、コスト上昇にもつながります。このため、それを解消し平準化するのが揚水発電所です。需要の多い昼間に上池から下池に水を流下させて発電し、使用した水を需要の少ない夜間の電気で下池から上池に揚水し貯めておいて、昼間の発電に備えています。このよ

うに、昼間は水の位置エネルギーを使って発電し、夜間は電気を使って水を汲み上げ、水の位置エネルギーを蓄えることから、ダム湖はいわば大きな「蓄電施設」とも言え

トラブルで停止した際には、短時間で火力発電所なみの大電力を供給できるという特徴があります。

**松戸さん** 最近では、揚水発電所の運用がこれまでと変わってきているというところをお聞きしたのですが。

**対馬さん** 電気は需要と供給のバランスが一致していないと、周波数変動し、安定供給に支障がでます。太陽光発電をはじめとする再生可能エネルギーの拡大により、揚水発電所の運用も変わってきました。具体的には、昼間に余剰電力を利用して揚水をする機会が増えています。

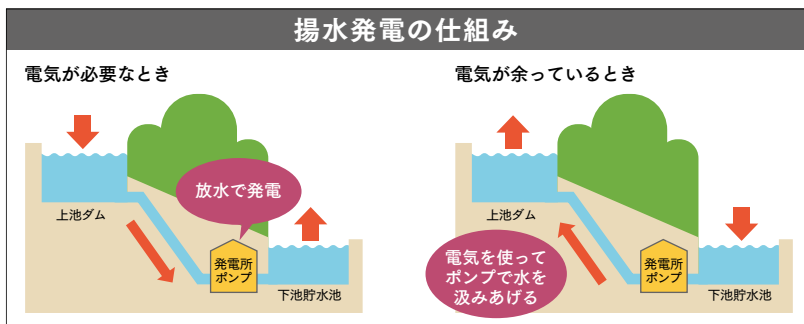
このように、揚水発電所は電力系統の調整役となる働きをしており、発電量調整の難しい再生可



搬入路トンネルの奥、地下60mの位置に下郷発電所があります。

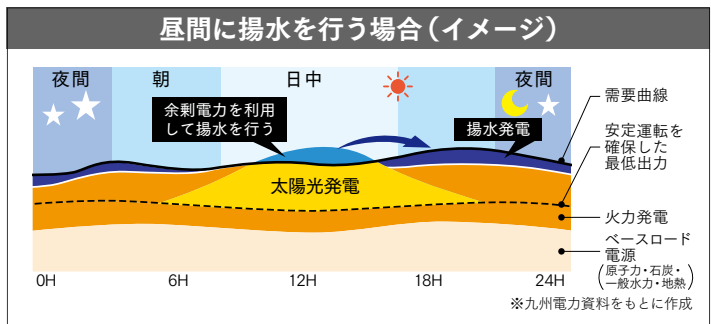


全発電機を制御する重要な装置「シーケンサー」。制御盤には、揚水の時と発電の時と違う電気の流れなどが表示されます。



うに、昼間は水の位置エネルギーを使って発電し、夜間は電気を使って水を汲み上げ、水の位置エネルギーを蓄えることから、ダム湖はいわば大きな「蓄電施設」とも言え

能エネルギーの利用を考えるうえで非常に重要な役割を担っています。



上池「大内調整池」

下郷発電所から車で約20分、観光名所「大内宿」を見下ろす山中に、下郷

# 多くの学びがありました

東北大学工学部3年  
松戸 玲菜さん

高校生の時、茨城県つくば市にある「高エネルギー加速器研究機構」の見学プログラムに参加し、量子エネルギーに興味を持ちました。現在は量子エネルギーについて学べる東北大学の工学部に入り、原子炉や機械系の設計に関する材料などの研究をしています。

これまで電気についてはあまり考える機会がなかったのですが、3年になってからエネルギーに関連する授業が増え、日本や世界のエネルギー

「運転開始から30年が経過し、時代の流れとともに、揚水発電所の運用や位置づけも少しずつ変

化してきました」と対馬さん。「しかしながら、電気を安定して送るといふ基本的な使命は変わるこ

事情について学び、興味が湧いてきました。このため、一度発電所の現場を見学したいと思い、今回参加しました。

下郷発電所では、本来地上にある施設が地下に収められており、壮大な空間に圧倒されました。発電機室に入った際、最初は発電機の突端の一部しか見えていませんでしたが、さらに地下まで案内していただき、設備の大きさに驚きました。外気と装置の温度差による結露で装置の金属が腐食されないように湿度や温度が管理されているなど、地下ならではの工夫もみられました。

また、発電設備が地下に設置されているほか、上池の大内ダムの法面にも芝が敷かれ、遠くから見てもダムとは思えない外

観となっていることに感心しました。人の暮らしや自然の遺産に配慮した取り組みは発電所のみならず、今後の科学施設の建設において、良いモデルになると思いました。

昨年の夏、ドイツの大学のサマースクールに参加しました。現地では太陽光発電の施設を見学したこともありました。

ドイツは再生可能エネルギーの導入率が高く、町のあちこちに風力発電の風車や、太陽光発電、バイオマスの発電所がいくつもあったのが記憶に残っています。

ドイツは再生可能エネルギーの先進国と言われていますが、その一方でフランスなどの原子力発電でつくった電力を利用したりしています。これは陸続きの環境だからで

きることで、島国である日本では各発電方式をどのようなバランスで運用していくのが良いのかを考えていかなければならないと思います。

揚水発電は、夜間の余剰電力や太陽光発電の普及拡大等による昼間の余剰電力をある意味で大容量貯蔵することができるという点では、大変重要な設備であると思います。また、立ち上げに時間がかからないことは需給のバランス調整や、緊急時の貴重な電力供給源としても有効だと思います。

今後も大学の専攻として、エネルギー問題について考えることが増えていくと思われるなかで、揚水発電所を訪問することができ、貴重な体験となりました。

とはありません。設備ごとのコンディションを踏まえた点検の強化や劣化診断の見直しなどを行い、

維持管理に努め電力の需要に応えられる設備にしていきたいです」と話していました。



大内ダム(上池)の構造はロックフィルダム。法面の緑化など周囲の自然環境に配慮した造りになっています。



大川ダム(下池)は重力式コンクリートとロックフィルの複合ダム。

発電所の上池となっている大内ダムがあります。貯水面積が70万5000㎡、有効貯水量が1600万㎡あり、ダム左岸に設けた取水口から発電所へ導水しています。

松戸さん 大内ダムはどのような特徴を持つダムですか。

対馬さん 大内ダムは、岩を積み上げてつくったロックフィルダムです。

水の力を岩で押さえてせき止めています。岩は、ダムの上流側にある山から採取しています。周りの自然景観に配慮して、ダムの法面は緑化されています。

当発電所の上池には外部からの流入がほとんどありません。これを「純揚水発電」と言います。一方、上池が河川でダム湖に流入があるものを「混合揚水発電」と言います。

松戸さん 上池からほどのくらの水量を導水しているのですか。

対馬さん 上池からは毎秒最大314㎡を導水し発電を行っています。揚水式発電所は上池の水が少なくなるまで、最大出力で数時間運転し続けることができます。揚水する際は最大毎秒252㎡の水量を下池から上池に汲み上げています。

## 下郷展示館



下郷発電所の建設の歩み、揚水発電所の仕組みが模型やパネルで紹介されています。また、電源開発グループが行っている環境への取り組みなども展示されています。



- 開館/平日9時～16時30分
- 休館/土・日・祝祭日・冬期(12月～3月)
- 入館料/無料