

# あっとほらむ

未来のために。次の世代に渡される福井へ  
SDGs未来都市 福井県

広報誌「あっとほらむ」を  
スマートフォンにお届けします  
カタログポケット  
Catalog Pocket



2023 No. **221**  
contents

サイエンススイーツ  
虹色に輝くチョコレート

## 原子力トピックス

- 使用済燃料対策等について  
国・事業者の取り組みを確認
- 高浜発電所を対象に原子力総合防災訓練を実施
- 発電所の運転状況・安管協リポート
- 原子力クイズ&プレゼント

地球GO! ひらきラボ  
炭で電池をつくろう!

科学 × スイーツ

## あっと驚く!サイエンススイーツ

## 虹色に輝くチョコレートをつくる!

チョコレートといえば、茶色や黒色、白色などが一般的ですね。ところがこのチョコレートは、光の当たり方や見る角度によって美しく色が変化します。なぜこんな不思議なチョコレートができるのか?その秘密は表面の構造にあるんです。

- チョコレート(ミルクまたはブラック) 1枚
- 温度計
- 分光シート 1枚
- 湯せん用のフライパンとボウル
- 冷却用の氷水
- スプーン
- チョコレートの型

実験の方法と科学の原理が一目でわかる動画はこちら! QRコードを読み取ってね!



**実験の手順**

- 1 チョコレートを細かく砕いてボウルに入れ、約50℃の湯せんにかけて静かに混ぜながら溶かします。
- 2 ボウルを冷水につけ、チョコレートを混ぜながら約27℃になるまで冷やします。
- 3 ボウルを数秒間だけ湯せんにかけ、チョコレート全体が約30℃になるように混ぜます。
- 4 分光シートの上に型を置き、③のチョコレートを流し込みます。
- 5 ④のあら熱が取れたら冷蔵庫に入れ、しっかり固まるまで1時間ほど冷やします。
- 6 固まったチョコレートをシートからはがし、型から取り出して完成です。

**POINT**

分光シートにはCDの裏面と同じように、目に見えないほど細かい凹凸がいくつもあり、光を反射すると色の強弱が生まれる光の干渉という現象が起こります。溶かしたチョコレートを分光シートの上で固めると、この凹凸がチョコレート側にもできるため、虹色に見えるのです。

このしくみは、着色料を使わずに食べ物に色を付けられるため、食品加工の新しい可能性として注目をされているよ。

## 発電所の運転状況

2023年12月1日現在



福井県には、15基の原子力発電所があります。現在7基が、新規規制基準に合格し、再稼働しています。この他、1基が新規規制基準の適合性審査中で、残りの7基が廃止措置を行っています。

### 日本原子力発電(株)

#### 1 敦賀発電所



- 1号機 廃止措置中
- 2号機 審査中 (1987.2.17 運転開始)

1号機は、原子炉建屋内等の機器の解体撤去が行われています。2号機は、原子力規制委員会において、敷地内の断層に関する審査が行われています。

### 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

#### 2 新型転換炉原型炉ふげん



廃止措置中  
県内で最も早く廃止措置に着手しており、原子炉建屋内の機器の解体撤去が行われています。

#### 3 高速増殖原型炉もんじゅ



廃止措置中  
発電設備の解体撤去が行われています。

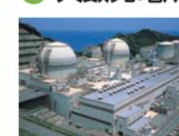
### 関西電力(株)

#### 6 高浜発電所



- 1・2・4号機は運転中
- 3号機は定期検査中で、10月に確認された蒸気発生器伝熱管の損傷箇所について対応を進めており、12月下旬に原子炉を起動する予定です。
- 1号機 運転中 (1974.11.14 運転開始)
- 2号機 運転中 (1975.11.14 運転開始)
- 3号機 定検中 (1985.1.17 運転開始)
- 4号機 運転中 (1985.6.5 運転開始)

#### 5 大飯発電所



- 1号機 廃止措置中
- 2号機 廃止措置中
- 3号機 運転中 (1991.12.18 運転開始)
- 4号機 運転中 (1993.2.2 運転開始)

1・2号機は、放射性物質を含まない配管や機器の解体撤去が行われています。3・4号機は運転中です。

#### 4 美浜発電所



- 1号機 廃止措置中
- 2号機 廃止措置中
- 3号機 定検中 (1976.12.1 運転開始)

1・2号機は、原子炉周辺機器の解体撤去が行われています。3号機は定期検査中で、来年1月中旬の原子炉起動に向けて作業を進めています。

## 第223回 安管協リポート

第223回福井県原子力環境安全管理協議会が10月17日に敦賀市の原子力の科学館「あっとほらむ」で開かれました。概要は次の通りです。

### 定例議題

#### 1 原子力発電所周辺の環境放射能測定結果(2023年4月~6月)

- 線量率連続測定および積算線量測定  
県内の原子力発電所に起因する放射線量の上昇は観測されなかった。
- 環境試料の放射能測定  
海産食品、陸土、指標海産生物、海水及び海底土の一部試料からセシウム137が検出されたが、いずれも環境安全評価上問題となるレベルと比べ、はるかに低い濃度であった。

#### 2 原子力発電所から排出される温排水調査結果(2023年4月~6月)

敦賀市立石海域、高浜町内浦海域、おおい町大飯海域(いずれも4月実施)で水温と塩分測定を実施した結果、従来の観測値と同程度だった。

もっと詳しく知りたい方は...

福井県原子力安全対策課 検索  
<http://www.atom.pref.fukui.jp/>

福井県原子力安全対策課のホームページでは、県内の原子力発電所の運転状況、県の記者発表などを公開しています。

## 原子力クイズ&プレゼント

問題 A~Dの正しい組み合わせを①~⑥の中から選んでね。

- 使用済燃料からウランやプルトニウムを①工場で回収した後、②燃料に加工し、原子力発電所の燃料として再利用します。(ヒント:P2を読んでね)
- 原子力発電所から半径約10km以内の、放射性物質が放出される前から予防的に避難する区域をPAZといいます。(ヒント:P3を読んでね)
- 福井県内には、再稼働した原子力発電所が③基あります。(ヒント:P6を読んでね)

- 答え
- ① A再処理 BMAX C5 D7
  - ② A再処理 BMOX C5 D8
  - ③ A再加工 BMOX C30 D15
  - ④ A再処理 BMOX C5 D7
  - ⑤ A再処理 BMOX C15 D8
  - ⑥ A再処理 BMOX C30 D15

**A** 春の三方五湖を満喫! 電池推進遊覧船ペアチケット (3名)

**B** 高浜町産いちご「草姫(あきひめ)」(2パック) (5名)

**C** 福井県産六条大麦チョコ(横井チョコレート) (10名)

プレゼントのご応募はコチラから!!



応募は、スマートフォン・タブレット等から左記QRコードにアクセスいただき、クイズの答えとアンケートのご回答、ご希望のプレゼント(A・B・Cのいずれか)、本誌や原子力に関するご意見・ご質問などをご入力ください。また、原子力の科学館「あっとほらむ」のホームページからもアクセスいただけます。【締め切り】2024年2月29日(木)

# 使用済燃料対策等について 国・事業者の取り組みを確認



杉本知事(左)に使用済燃料対策のロードマップを説明する関西電力森社長(右)



西村大臣(右)に国の取り組みを確認する杉本知事(左手前)

杉本知事は10月13日、関西電力(株)の森望社長と若狭湾エネルギー研究センター(敦賀市)で面談しました。森社長からは、使用済燃料対策ロードマップが示され、自らが先頭に立つて必要な搬出容量を確保するとし、その確実な履行を担保するため、県内での貯蔵容量を原則増やさないと説明がありました。また、立地地域の振興や課題解決に向けた新たな取り組みを積極的に推進するとの考えが示されました。

知事は同日、西村康稔経済産業大臣と面談し、西村大臣からは関西電力のロードマップの確実な履行や、使用済燃料の搬出先である再処理工場(青森県六ヶ所村)の早期竣工に向け、「エネルギー政策に責任を持つ国として、前面に立って主体的に取り組む」との方針が示されました。また、共創会議や嶺南Eコースト計画の取り組みをはじめ、地域振興について着実に進めるとともに、エネルギー政策を検討する上で、知事と密接に話し合う場を作っていくとの提案がありました。

これらを受けて、知事は「一つひとつの取り組みは必ずしも十分ではないが、全体としては一定の前進があった」と評価し、立地市町の意見、県議会における議論も踏まえ、県内原子力発電所の運転継続に理解を示す考えを伝えました。

県としては、引き続き国と事業者に対し、ロードマップに基づき、使用済燃料を着実に搬出するよう強く求めていくこととしています。

## 高浜発電所を対象に

## 原子力総合防災訓練を実施

県は10月20日・21日、関西電力(株)の高浜発電所を対象に原子力総合防災訓練を実施し、高浜地域の広域避難計画に基づく避難の手順等を確認しました。国、京都府、滋賀県、兵庫県、広域避難先となった兵庫県の市町、陸上・海上航空自衛隊など約100機関約2000人、住民の方々約5700人が参加しました。



高浜原子力防災センターでの災害対策本部運営訓練の様子

今回の訓練では、LINEやAI電話を用いて避難所の受付を実施するとともに、アプリの通知機能で避難情報を発信するなど、デジタル化による避難の円滑化を図りました。他にも「やさしい日本語」を併記した避難指示等の緊急速報メールや原子力災害用のピクトグラムの活用など、外国人にも分かりやすい情報を配信しました。

県としては今後、関係機関と訓練の検証を行うとともに、避難計画の実効性を高め、原子力防災の充実・強化を図っていくこととしています。

### 高浜発電所の PAZ・UPZ



### PAZ

予防的防護措置を準備する区域(発電所から半径約5km以内)放射線量が放出される前から、予防的に避難する区域です。

### UPZ

緊急時防護措置を準備する区域(発電所から半径約5~30km)原子力災害が発生した場合に、屋内待避を行う区域です。万一、放射線量が放出された場合には、段階的に避難を行います。

## 訓練の内容

### 住民、要支援者の避難

PAZの訓練状況

一時集合場所

検査場所

避難所

### 屋内退避

UPZの訓練状況

段階的に避難

住民、要支援者の避難: ハリコプターや自衛隊の車両、船舶、バス、自家用車で避難。

検査場所: 総合運動公園(敦賀市)、あやべ球場(京都府綾部市)で、放射性物質が付着していないかを調べる「スクリーニング」や放射性物質が付着していた場合の「除染」訓練を実施。

避難所: 兵庫県宝塚市・三田市・猪名川町と県内の嶺北地域で避難所運営訓練を実施。

屋内退避: 放射性物質を含んだ空気を吸い込むことによって起こる内部被ばくや外部被ばくを軽減するため、速やかに近くの建物の中に入る。

段階的に避難: 各地域の空間放射線量に基づき、ハリコプターや船舶、バス、自家用車で避難。

UPZの訓練状況: 安定ヨウ素剤の服用手順などを説明し、配布。

検査場所: 車両に汚染箇所があるか確認。汚染のあった車両は、その場所を確認し、ウエスで除染。汚染車両乗員の代表者の汚染を確認し、必要に応じて乗員全員の除染を実施。

避難所: 避難所の看板に原子力防災訓練としては全国初となるピクトグラムを活用。

### 関西電力の「使用済燃料対策ロードマップ」

- 六ヶ所再処理工場の2024年度上期の出来るだけ早い時期の竣工に向け、関西電力を中心に、審査・検査に対応する人材を更に確保
- 2025年度から再処理開始、2026年度から使用済燃料受け入れ開始。再処理工場への関西電力の使用済燃料の搬出にあたり、必要量を確保し搬出するよう取り組む
- 使用済MOX燃料\*1の再処理実証研究のため、2027年度から2029年度にかけて高浜発電所の使用済燃料約200tを仏国オラン社に搬出、さらに実証研究の進捗・状況に応じ、仏国への搬出量の積み増しを検討
- 中間貯蔵施設の他地点を確保し、2030年頃に操業開始
- 中間貯蔵施設の操業を開始する2030年頃までの間、六ヶ所再処理工場および仏国オラン社への搬出により、使用済燃料の貯蔵量の増加を抑制
- あらゆる可能性を組み合わせて必要な搬出容量を確保し、着実に発電所が継続して運転できるように、環境を整備する
- 本ロードマップの実効性を担保するため、今後、原則として貯蔵容量を増加させない
- 使用済燃料の中間貯蔵施設へのより円滑な搬出、さらに搬出までの間、電源を使用せずに安全性の高い方式で保管できるように、発電所からの将来の搬出に備えて発電所構内に乾式貯蔵施設\*2の設置を検討

年度	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
六ヶ所再処理工場	竣工												
	各電力会社の使用済燃料の再処理 (徐々に800tに増加)			70t	170t	70t	800t	800t	800t	800t	800t	800t	800t
使用済MOX燃料再処理実証研究	高浜発電所から仏国搬出(オラン社への搬出200t)												
			70t	70t	60t								
中間貯蔵施設	中間貯蔵施設 操業												

\*1 MOX燃料とは、使用済燃料を再処理して取り出したプルトニウムと、ウランを混ぜて作った燃料  
\*2 湿式貯蔵(水を循環させながら冷却して貯蔵)によって十分に冷やされた使用済燃料を、金属製の容器に収納し、空気の自然対流で冷却する施設

## そうなんだ 原子力Q&A

### Q 使用済燃料って、どんなもの?

A 使用済燃料とは、原子力発電所で使い終わった燃料のことだよ。

原子力発電所では、ウランを焼き固めたペレットを細長い管(燃料被覆管)に入れ、それを束ねた燃料集合体を3~4年使用します。使い終わった燃料(使用済燃料)には、再利用(リサイクル)できるウランやプルトニウムが含まれています。再処理工場でこれらを回収した後、MOX燃料に加工し、再び燃料として利用します(核燃料サイクル)。

日本はこれまで東海再処理施設(現在は廃止)やフランス、イギリスで再処理を行った実績があります。

### 核燃料サイクルのしくみ

原子力発電所 → MOX燃料加工工場 → 再処理工場 → 高レベル放射性廃棄物 → 最終処分場

原子力発電所 → 使用済燃料 → 中間貯蔵施設 → 再処理工場

再処理工場 → 回収ウラン・プルトニウム → MOX燃料加工工場

参考: エネ百科

発電所内のプールに貯蔵される使用済燃料

「電池はどのようにして電気をくり出しているのかな?」身近な疑問に、大学で科学を教えている「まつおさんちのパパ」が体当たりで実験します。

まつおさん家  
ママ  
パパ  
トラ吉  
ゆうかちゃん  
なん?なん?好奇心いっぱいな6歳の女の子。

# 炭で電池をつくらう!

~どうして電気が生まれるのかな?~



炭で電気がつくれるのでしょうか? 弱い電気なら、実はつくれることができます。

### 準備物

- ペットボトル...1本
- 水...200cc
- 塩...大さじ4
- 炭...2本
- キッチンペーパー(はがきサイズ)...2枚
- アルミホイル(キッチンペーパーより小さめ)...2枚
- 輪ゴム...4本
- リード線...3本
- 豆電球(ソケット付)...1個

あー、ほんとにキッチンペーパーものばかりね!

## 作り方

- 1 ペットボトルに水(200ccと塩(大さじ4)を入れ、ペットボトルを上下に振る。
- 2 炭(細長く、長さ10cmくらいのもの)にキッチンペーパーを巻く。
- 3 ②に①の塩水をかける。
- 4 キッチンペーパーの回りにアルミホイルを巻き、輪ゴムでとめる。これを2本作る。

実際の乾電池も中は通っているんだよ

うへえ、べとべとだ

かなり濃い塩水を作ったよ

こんなのでいいの? 両方の端がはみ出てるんだけど

それだよ。むしろ、端が出ているのがいいんだ

あはは。そうだね。これで完成だよ

巻くのね。巻きすぎはみだし

あはは。これで完成だよ

(注意)アルミホイルが炭に触れないようにしてね

本当に電気が生まれるか、豆電球をつけて確かめてみよう

**A** 炭電池2本を白色のリード線でつなげる。

**B** 赤色のリード線を炭の端に、緑色のリード線をアルミホイルにつなげる。

**C** 豆電球から出ているリード線に、それぞれ同じ色のリード線をつなげる。

※リード線の色は写真に合わせてあります。

### ひらめきポイント

#### 炭電池のしくみ

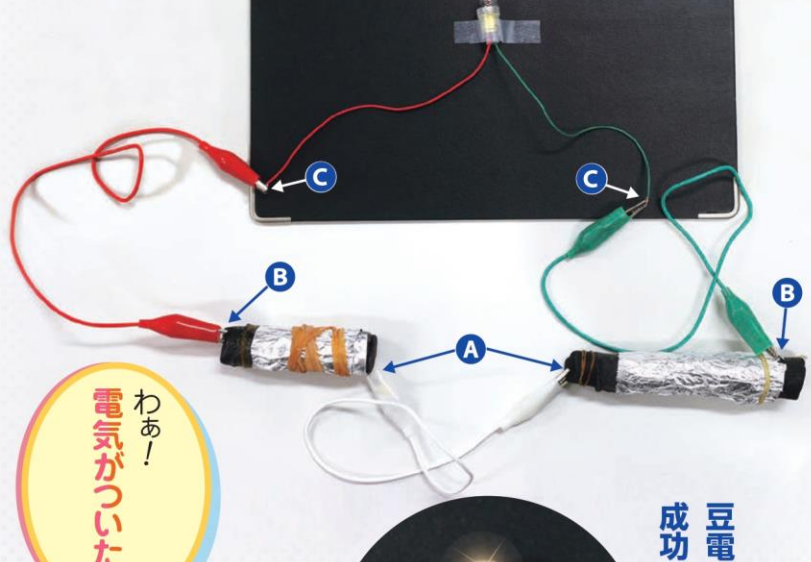
アルミホイルを塩水につけると、アルミニウムが溶けていきます。アルミニウムが塩水に溶けるときに電子が生まれます。一方で、炭の中には多くの酸素が含まれていて、この酸素が電子を受け取ろうとします。そのため、アルミホイルから炭の方に向かって、電子が移動して電気が流れるのです。

炭の中の酸素がマイナスの電気を受け取ります。

アルミニウムが塩水に溶けるときに、マイナスの電気を生み出します。

塩水を含んだキッチンペーパー

アルミホイル(アルミニウム)



豆電球がいたら、成功です!

わあ! 電気がついた!

あーあ、消費電力が弱くなってるんだ。ほら、アルミホイルがボロボロになっているよ。アルミニウムが溶け続けると、電気を生み出す力がなくなってしまうんだ

あーあ、消費電力が弱くなってるんだ。光が弱くなるの? なるの?

ほう、楽しい実験の後は、晩ご飯の時間よ

キッチンからは、美味しそうなお飯のにおい。いっしょに元気がなくなっちゃった。トラ吉と競走しながら、キッチンへ走っていきました。

### 原子力発電所と電池

原子力発電所には蓄電池(電気をためることができる電池)が備えられています。それは、原子力発電所で万が一、外部からの電気の供給が途絶えたとき、冷却システムの制御や原子炉の監視などが必要になる電源(直流電源)を確保するためです。

並列回路 乾電池の寿命が2倍!

直列回路 電圧が2倍!

原子力発電所に備えられた蓄電池

執筆者 松尾陽郎 (福井大学工学系部門 原子力安全工学講座 准教授 専門は放射線生物学 原子力工学) [参考文献] NHK やつてみよう! なんでも実験4 理論社