

## 報告 平成 24 年度千葉県立現代産業科学館企画展 「未来へつなぐエネルギー ～いま 走り出した つくる ためる つかう 技術～」

\* 今関文章  
\* 岩崎正彦  
\* 富澤弘  
\* 金田幸代  
\* 尾崎晃

Fumiaki IMAZEKI  
Masahiko IWASAKI  
Hiroshi TOMIZAWA  
Sachiyo KANEDA  
Akira OZAKI

要旨：千葉県立現代産業科学館では、平成 24 年度企画展「未来へつなぐエネルギー ～いま 走り出した つくる ためる つかう 技術～」を 2012 年 10 月 20 日（土）～12 月 9 日（日）に開催した。この企画展ではこれからのエネルギーに焦点をあて、新しい発電方法やそのエネルギー利用技術、今注目されているエネルギー資源、千葉県の地下資源について紹介した。本稿では、展示内容や展示手法の工夫及びその評価について報告する。

キーワード：科学館 企画展 エネルギー 発電 メタンハイドレート 天然ガス ヨウ素 エネ学教室

### 1 はじめに

世界的にエネルギーについての関心が高まり、特に自給率が低い日本においては、2011 年 3 月 11 日の東日本大震災以来、ほとんど毎日ニュースに上っている。また、2012 年 7 月、再生可能エネルギーの固定価格買取制度が始まり、全国的に更に関心が高まってきた。そこで、本企画展では、2012 年 10 月 20 日（土）～12 月 9 日（日）の期間に「未来へつなぐエネルギー ～いま 走り出した つくる ためる つかう 技術～」と題し、電気を作り、それを保存し、使うための新しい技術を、展示を通して紹介した。そして、一般的になじみのない技術的なものを如何に優しく伝えていくかを探った。

### 2 展示構成

#### （1）新しいエネルギー利用技術

現在、日本では、中小水力発電、地熱発電、風力発電、太陽光発電、バイオマス、太陽熱利用、雪氷熱利用などのことを新エネルギーと呼んでいる。新エネルギーなどについて、今どのようにつくられ、ため、そしてつかわれているかについて紹介した。

#### ア つくる

近年、研究開発が進むいくつかの発電方法や装

置について紹介する。

#### （7）色素増感太陽電池

この太陽電池は、酸化チタンに吸着した色素が光を吸収して、電子を放出することにより発電する太陽電池である。現在普及しているシリコンを使った太陽電池と比較して、弱い光や斜めから入射する光の下でも変換効率が低下しにくく、朝・夕・曇天時や北面等に設置する場合、さらには屋内光下での使用に強いという特徴をもっている。現在はまだ開発段階だが、大きなエネルギーを使わず、太陽電池パネルを印刷主体で簡単な工程で製造できるので、より環境にやさしい次世代太陽電池として期待されている。

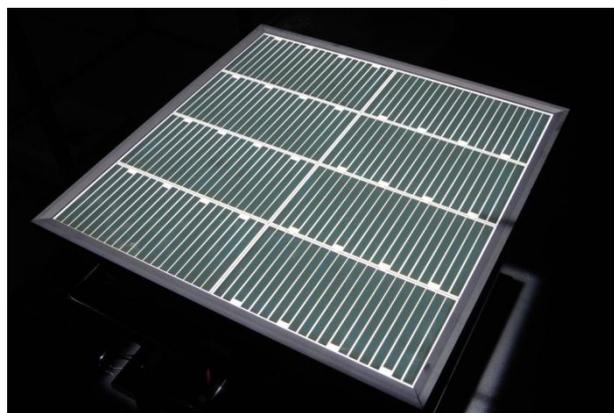


図 1 色素増感太陽電池(株)フジクラ

## (イ) 風力発電

### a 小型風力発電

風速毎秒 1m 程度の風でもブレード（羽根）が回転し、効率よく発電する小型風力発電機が開発されている。

「PS3-K32B」は、木製のブレードは手作りで、強度、軽さ、静かさを高めているため、市街地での設置に適している。強風の時には回転速度を調整し、安定して発電することができる。発電された電気を蓄電池へ充電するためのハイブリッドコントローラーは、待機電力ゼロを実現している。



図 2 風力発電機 PS3-K32B (A-WINGインターナショナル株式会社)

また、風力発電機は風を受けるブレード等の軸が回転を発電機に伝えるものが多いが、「TAM タービン」は風車の外周部に発電部を取り付けて発電効率を上げる斬新な形状の風力発電機である。微弱な風を利用して発電することが可能なので、排気ファンやエアコンの室外機の排気口に取り付けて発電するなどの実用化が進んでいる。



図 3 TAM タービン (KISCO株式会社)

### b 洋上風力発電

多くの電力をまかなうためには、やはり大きな

風力発電システムが必要となる。そこで安定的に強い風が得られる洋上に設置する計画が進んでいる。近海が遠浅であるヨーロッパなどでは、すでに導入が進んでいるが、そのままのシステムでは日本の近海では使えない。塩害対策、洋上での施工やメンテナンスの難しさなどの課題を解決し、日本の自然環境に適した設備を開発する必要がある。



図 4 洋上風力発電模型 (NEDO)

平成 24 年 10 月 22 日、千葉県銚子沖 3.1km の地点に国内初の洋上風力発電の設置が完了した。

設置されたのは、洋上風車と洋上風況観測タワーでそれぞれの設備概要は下表のとおりである。

表 1 洋上風力発電装置の主な仕様

洋上風車	
発電容量	2.4MW
ハブ高	海面高さ約 80m
ローター直径	約 92m
洋上風況観測タワー	
全高	海面高さ約 95m, 支持構造物約 25m
構造	鋼管トラス構造
基礎構造	重力式



図 5 銚子沖に設置された洋上風力発電

### (ウ) 小規模水力発電

大きなダムを必要としない、ある程度の落差による川の流れなどを利用して発電できるのが特徴である。千葉県水道局では、浄水場から配水池に水を送る時の水の圧力と流量エネルギーを利用した「マイクロ水力発電設備」を幕張給水場と妙典給水場の既設の水道管に設置し、平成 20 年度から運転を開始した。この発電設備で使われているフランシス水車は、今日では最も広く用いられている水車である。

外周部から水が流れ込み、羽根を押しながら中央部から流れ出る。落差と流量の適用範囲が広いのが特徴である。

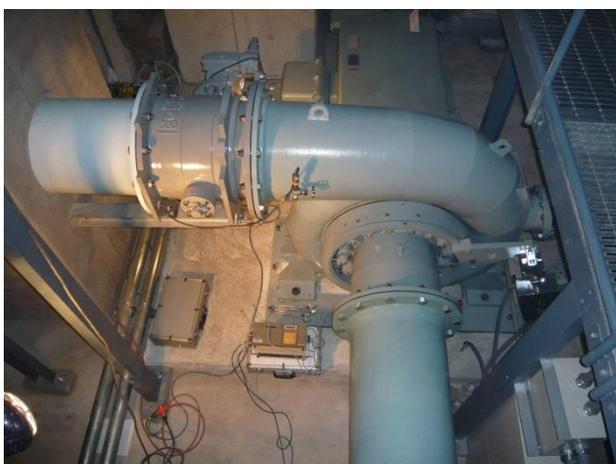


図 6 幕張給水場のマイクロ水力発電(東京発電㈱)

表 2 千葉県水道局におけるマイクロ水力発電装置

H23 年度給水場 出力(kW)		発電量 (kWh)	事業開始
幕張	350	約 198 万	H20 年 4 月 1 日
妙典	300	約 123 万	H20 年 5 月 1 日

### (イ) 地熱発電

マグマから伝わる熱(地熱)によって加熱された地下水が高い圧力を持った蒸気となり、井戸を使って地上に取り出した蒸気の力で発電するのが地熱発電である。

岩手県の十和田八幡平国立公園内に、日本で最初の商業用地熱発電所として、1966 年に出力 9,500kw で運転を開始した松川地熱発電所がある。その後、生産井を増やし、現在では、出力 23,500kw となっている。

蒸気ので発電機を回して電気を作るしくみは火力発電と同じだが、マグマによって作られた

天然の蒸気を利用するところが特徴で、燃料を燃やすと発生するCO<sub>2</sub>を出さないクリーンなエネルギーである。



図 7 松川地熱発電所

### (オ) 熱電発電

2 種類の金属をつなぎ合わせ、そのつなぎ合わせた部分に温度差を与えると、電流が流れる。これをゼーベック効果と呼ぶ。このゼーベック効果を利用し発電する電子デバイス、熱電発電モジュールが開発されている。

この電子デバイスや熱電発電モジュールと他の回路等と組み合わせ、体温で発電した電気、体の情報を無線送信することができる。

今、多くの企業が製品化に向けてエネルギーハーベスティング\*技術の研究を進めている。



図 8 熱電発電装置(ヤマハ㈱)

### (カ) バイオ電池

バイオ電池は、生命体が体内にもつ酵素によりぶどう糖からエネルギーを取り出すしくみを応用している。近年、紙で発電するバイオ電池の研究

\*エネルギーハーベスティング 私たちの身の回りの環境にある、使用されていないエネルギーを収穫して電力に変換する。

開発が進められている。植物を原料としてつくられる紙には、セルロースというぶどう糖が鎖状に連なった物質が含まれている。その物質をセルラーゼという酵素で分解してぶどう糖に変え、電気エネルギーを取り出している。



図 9 バイオ電池(ソニー株)

## イ ためる

発生させた電気エネルギーをためる方法として最も普及しているのは二次電池又は蓄電池と呼ばれるものである(乾電池などの1度のみ使用できる電池を一次電池, 何度も充電して使えるものを二次電池という)。二次電池は, 電気エネルギーを化学エネルギーに変えてためるのが一般的だが, 運動エネルギーの形でためる方法の一つに「フライホイール蓄電装置」がある。

### (7) リチウムイオン電池

リチウムイオン電池は, エネルギー効率が 95% で他の蓄電池より優れ, 急速な充電ができ, メモリー効果が小さいことから, 継ぎ足し充電をするモバイル機器やハイブリッドカーなどに適する。

また, 原理的には同じだが, 内部に使用されている電解液として, ゼリー状の高分子ポリマーを使用した, 希望の形状にしやすいリチウムイオンポリマー電池が開発されている。



図 10 リチウムイオンポリマー電池  
「Mr.蓄電」EP-1000 (株エジソンパワー)

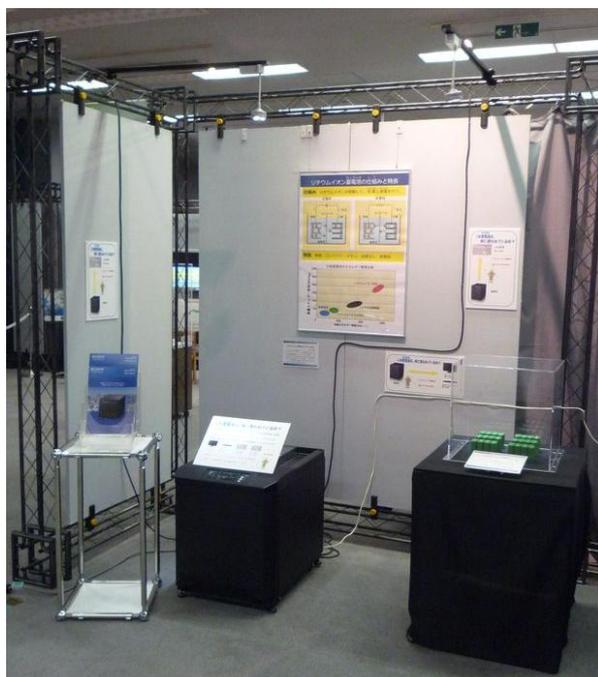


図 11 放電中のリチウムイオン電池(ソニー株)

### (イ) フライホイール蓄電装置

電車の中には, ブレーキをかける時に電気をつくる回生ブレーキを使っているものがある。つくられた電気は, 架線を通して, 近くの他の電車が走り始めるときやスピードを上げるときに利用されるが, 近くに電車がいないと捨てられてしまう。

この電気を蓄積する技術の一つが, 超電導磁気軸受けを用いたフライホイール蓄電装置というものである。これは, 回生ブレーキで得た電気をフライホイールの回転数を上げることで運動エネルギーとして蓄えておき, 電車が走り出すときなどの必要な時に再び電気として取り出す装置である。

さらに, 超電導の技術でフライホイールを浮かすことで非接触とし, 大きな容量と高い耐久性が

実現できる。

これが完成すれば、捨ててしまっているエネルギーを有効利用することができる。

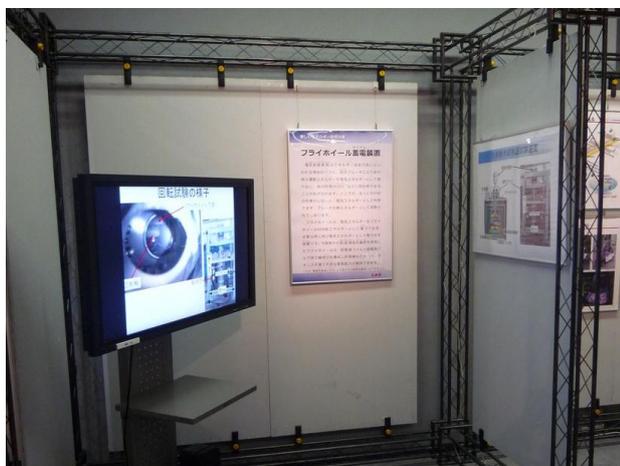


図 12 超電導フライホイール装置の説明ブース

## ウ つかう

### (7) 非接触給電システム

電気器具を使う時、普通、プラグをコンセントに差し込んで電気を供給するが、この非接触給電システムは、プラグなどを直接接続しないで給電する画期的なシステムである。動いているものでも電気を伝えることができるので、摩耗した部品の交換が不要で、ショートや感電などの心配がなく、接触による騒音もない。

今、このシステムを電動バスで検証しているが、給電は各停留所で行い、コイル間の距離が 12cm で給電ができるところまで来ている。



図 13 非接触給電システムの原理模型

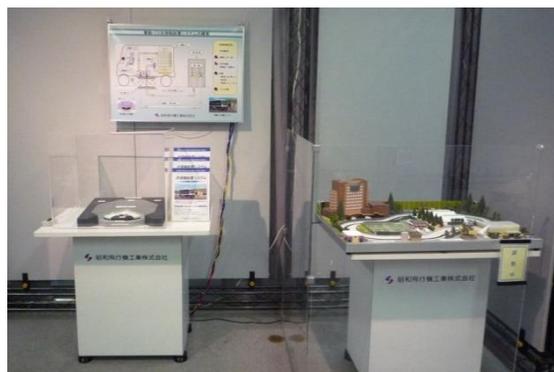


図 14 非接触給電マイクロバスのパネルと模型  
(昭和飛行機工業株)

### (イ) エネルギー利用構想

街を心地よくすることで人々の心が集まり，“人”が集まることで“物”が集まる。それにより、空間の価値が上がり、経済が活性化する。そのためには、まず人が気軽に町の中を回遊し、人の集まる場所に行くことを可能にすることが必要不可欠である。そのような構想の中、移動手段の一つとして、これらの一人乗りの超小型電気自動車(EV)「彩りイヴ」が創られた。

- ボディに新緑のけやきや桜草をデザインし、
- ・安全で降りやすく、街に人の回遊を発生させる
  - ・街に溶け込み、街のオブジェとなる
  - ・ちょいと羽織って動きたくなるドレス

のような EV という考え方のもと開発されたこの「彩りイヴ」は、エネルギー利用の中で、街の経済活性化の第一歩となる。



図 15 彩りイヴ (埼玉大学長谷川研究室)

## (2) 注目のエネルギー資源

日本のエネルギー資源は、そのほとんどを輸入に頼っている。しかし、日本に古くからあり、再び注目されている石炭がある。

また、この他にも日本に大量に眠っている、最近注目されているメタンハイドレートについて、紹介し、その応用技術について紹介する。

### ア 石炭

以前、日本では多くの炭鉱があり、それで栄えた町があった。

現在では、その多くが廃坑になってしまったが、現在も採炭している炭鉱はある。そのほとんどが、炭層を地面から露出させて採る「露天掘り」であるが、北海道には日本で唯一の「坑内掘り」となる釧路炭鉱がある。この「坑内掘り」は、釧路市の平野部から坑道を伸ばし、太平洋の海底の下に眠る石炭を機械操業で採掘するという方法である。

石炭は石油や天然ガスなどと比べて熱量で比較すると安価であり、採掘可能な埋蔵量も推定で 120 年分以上と多いため今後も世界のエネルギー需要の約 3 割をまかなうと予想されている。

しかし、地球温暖化の原因の一つとされる発生熱量あたりの二酸化炭素が多いことが大きな課題となっている。そこで、現在、我が国では環境にやさしい石炭ガス化技術の開発を進め、石炭をより有力なエネルギー源として位置付けようとしている。



図 16 塊炭（釧路コールマイン株）

### イ メタンハイドレート

メタンハイドレートとは、燃焼しやすい有機化合物である「メタン」と水分子を含むという意味

の「ハイドレート」を合わせて作った言葉である。

メタンハイドレートは、水分子からなる籠の中にメタン分子が入るといった構造になっている。火を近づけると氷が融けて、中からメタンが発生して燃え、燃えない水が残ります。

このメタンハイドレートは、これまでの調査では静岡県沖から和歌山県沖までの海底にかなりの量が存在することが分った。今、将来のエネルギー資源として期待されている。



図 17 燃えるメタンハイドレート(写真提供:独立行政法人産業技術総合研究所メタンハイドレート研究センター)



図 18 天然ガスハイドレート(三井造船株)

また、ハイドレート構造を応用し、天然ガスの輸送・貯蔵に応用する技術が研究されている。天然ガスの主な成分であるメタン・エタン・プロパンを水分子の籠に入れて人工的に製造したものを天然ガスハイドレートと言う。この天然ガスハイ

ドレートは、もとの天然ガスの体積の 1/170 になる。

また、大気圧下 $-162^{\circ}\text{C}$ に下げなくてはならない液化天然ガスよりも、天然ガスハイドレートは、 $-20^{\circ}\text{C}$ の穏やかな条件で取り扱いが可能なため、扱いやすく設備の費用などを抑えることができる。

### ウ 地球深部探査船「ちきゅう」

2012(平成 24)年 2 月 12 日～3 月 26 日、静岡県から和歌山県の沖合にかけた海域において、メタンハイドレート海洋産出試験の事前掘削作業を行った。その時に活躍した探査船が「ちきゅう」である。「ちきゅう」は第 2 渥美海丘のエリアの水深約 1,000 メートルの海底で深さ約 300 メートルの井戸計 3 本（生産試験用 1 本、温度観測用 2 本）を掘削した。

また、2012(平成 24)年 6 月 29 日～7 月 4 日に前回の追加作業として、同じ地域で圧力がかかったままの地質サンプルを採取した。今後の生産方法の開発のため、今回のサンプルからメタンハイドレートを含む地層の特性を調べる。

ここで、活躍した「ちきゅう」は、人類史上初めてマントルや巨大地震発生域への大深度掘削を可能にした探査船である。「ちきゅう」は、巨大地震発生のしくみ、地球規模の環境変動、地球内部エネルギーに支えられた地下生命圏、新しい海底資源の解明など、人類の未来を拓く様々な成果をあげることを目指している。



図 19 地球深部探査船「ちきゅう」模型

### (3) 房総半島の地下資源

輸入に頼るエネルギー資源が多い中で、房総半島には特有の地下資源「天然ガス」と「ヨウ素」

がある。

なお、「天然ガス」については、付編「千葉県における天然ガスの開発と生産の経緯」で述べることとし、ここでは「ヨウ素」について紹介する。

### ア ヨウ素

ヨウ素は常温で暗紫色の金属光沢をもつ鱗片状結晶である。ヨウ素は人間の成長に欠かせない元素で、摂取量が少ないとヨウ素欠乏症となり甲状腺肥大などを引き起す。千葉県は年間ヨウ素生産量 7,630t を誇り、全世界の 1/3 のヨウ素を生産している。多くの資源が輸入に頼らざるを得ない我が国において、この豊富な地下資源は貴重なものと言える。

ヨウ素はうがい薬や消毒薬等の薬品に使われるだけでなく、最近では液晶画面に使われるなど工業用にも用途が広がっている。また、エネルギー分野ではヨウ素を含む電解液を使った新しい太陽電池が開発されている。

房総半島の天然ガスとヨウ素は、南関東一帯に広がる「南関東ガス田」から採掘される。採掘可能な埋蔵量は約 3,685 億 $\text{m}^3$ と推定され、我が国最大の水溶性ガス田である。現在は純国産の貴重な地下資源として大いに注目されている。



図 20 各種ヨウ素製品



図 21 各種ヨウ素製品

#### (4) 発電体験

当館の来館者の半数は小学生以下の子どもである。その子供たちの興味を引き出し、理解につなげるには、趣旨に合った体験が必要とされる。今回の企画展においても体験コーナーを設置した。



図 22 発電体験コーナー



図 23 コースを利用した発電体験コーナー

ミニ四駆のコースを利用し、小水力発電をつくって動かした。

また、手回し発電で水を分解し、その酸素と水素をもとに電気を発生させる燃料電池キットにおいては、体験すると大人も子供もちょっとした驚きがあり、発電の不思議を伝えるには最適であった。

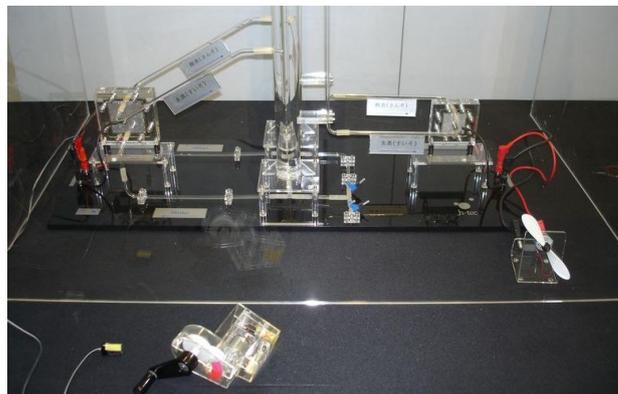


図 24 手回し燃料電池キット

先ほどのミニ四駆の水のないコースでは、市販の手回し発電体験装置を利用して、燃料電池車の模型を動かし、子どもたちには好評であった。

体験器具は、次のとおりである。

- ・小学館「ドラえもんふしぎのサイエンス」  
1 巻付録「手回し発電タケコプター」  
2 巻付録「風力発電 LED ライト」  
3 巻付録「太陽電池空飛ぶタイムマシン」
- ・エネルギー体験キット
- ・燃料電池キット
- ・燃料電池自動車
- ・手回し発電機
- ・太陽光発電装置
- ・圧電発電貸出キット
- ・圧電発電装置
- ・ペルチェ素子 熱電発電装置
- ・手回し水力発電装置

### 3 展示の工夫

#### (1) 企画展会場への導入の工夫

館の外側に向けて、企画展内で使っている映像を DVD にまとめ、映像ホール前の大型ディスプレイで流したり、エントランスホールに直径 2 m の風力発電装置を配置することで企画展開催を印象付けた。



図 25 館入口から見た企画展入口

また、会場入口が認識できるように入口の前に広めにゲートを設置し、企画展の看板やバナーを周囲に配置した。



図 26 企画展入口正面

さらに、乗車体験イベントで使用している電気自動車を会場入口の常設展示場側に配置し、子どもたちの注意をひきつける工夫をした。



図 27 企画展入口前に設置のタリップ号

#### (2) 展示空間の有効利用

館に入ったときから企画展を認識してもらえるように、エントランスホールにも移動式太陽光発電装置、オランダ風車模型、体験型風車模型などの資料を展示し、企画展示室ばかりでなくエントランスホールを使うことで展示空間を広げた。

また、企画展示室内に広場的な空間をとり、手回し発電や風力発電等が体験できる体験コーナーを設けた。



図 28 体験コーナー

さらに、常設展示場にある関連資料の配置図を会場入口わきに掲示するとともに、関連資料の写真を企画展資料の近くに貼り、入館者の興味が館全体に広がるよう工夫した。



図 29 企画展入口横 館内関連資料案内図

今日、エネルギーについては世界的に関心の高

い話題であり、いろいろなところで取り上げられることが多く、常に新しい情報が報道されている。

企画展の期間も2カ月近くなので、その間も新しい情報が流れる。そのため、その情報を新聞から切り抜き、情報掲示板に掲示した。

インターネットやテレビの情報を掲示・放映も考えたが、著作権の関係で取りやめた。



図 30 エントランスに設置した「最新情報掲示板」

### (3) 展示構成や見せ方の工夫

企画展示室内においては、順路で回ると

- ・新しいエネルギーの利用技術  
 <つくる> <ためる> <つかう>
- ・注目のエネルギー資源
- ・体験コーナー
- ・房総半島の地下資源

のコーナーの順で回ることができるようにした。

まず、展示コーナーを区別させるため、コーナーごとにデザインした細長いバナーを設け、バナーの色と解説パネルの一部につけた色を統一した。



図 31 「注目のエネルギー資源」コーナーのバナー

動きのない資料等については入館者の理解を助けるためにその資料が稼働している映像を上映し、その前にはベンチを用意して、落ち着いて見られるようにした。



図 32 メタンハイドレートコーナーに設置したベンチ

一般的には壁際に展示資料を配置するが、なるべく目立たせるために、通路中央に配置し、入館者の目を引くようにした。



図 33 通路中央に配置したフランシス水車(田中水力機)

また、壁際の資料やビデオモニタをコーナーに斜めに配置し、通路からどんな映像が流れているのかがわかるようにした。

#### 4 アンケートの結果

今回のアンケートは例年の形式に則って、会場に用紙を配置し、希望者のみ回答する方式を取り、回答者には釧路炭鉱で採炭された 2 センチ大の石炭を説明カードとともに子袋に入れ、配付した。

対象者に偏りが見え、11 月 27 日よりチケットカウンタにおいて依頼する方式に変えた。ただし、家族で入館した場合は、1 組で 1 枚とした。

そこで、10 月 20 日(土)から 11 月 25 日(日)までの 32 日間のアンケートを「アンケート 1」、11 月 27 日(火)から 12 月 9 日(日)の 12 日間のアンケートを「アンケート 2」とした。

##### (1) アンケート 1

###### ア 概略

実施期間	平成 24 年 10 月 20 日(土) ～11 月 25 日(日)32 日間
対象	企画展入場者
方法	会場に用紙を設置し、希望者が回答する方式。回答者に石炭サンプルを配布した。
回答数	145
状況	小・中学生の回答者が多かった。回答者に配布する「石炭サンプル」を求めてか、と思われる。体験できる展示を求める傾向がある。学校での学習内容を発展させて見ている。

###### イ 性別

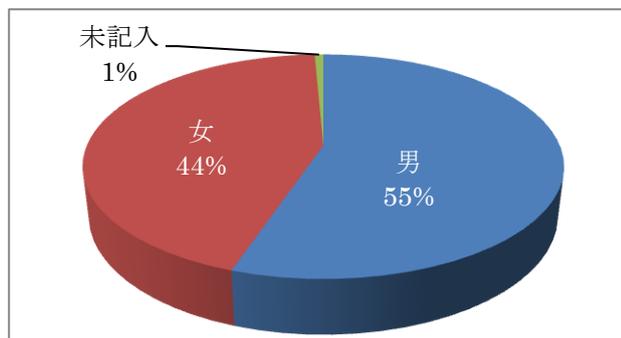


図 34 男女の割合

###### ウ 年代

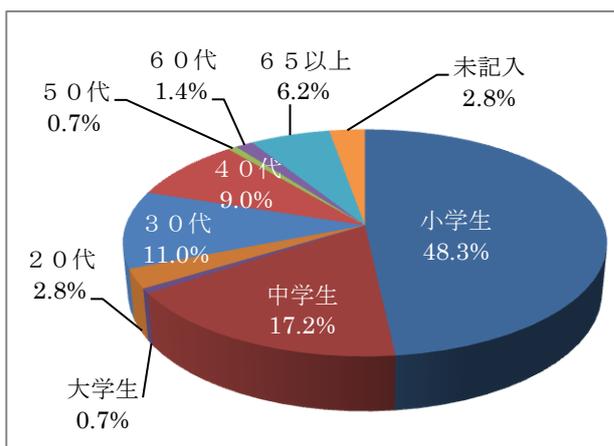


図 35 年代の割合

###### エ 居住地

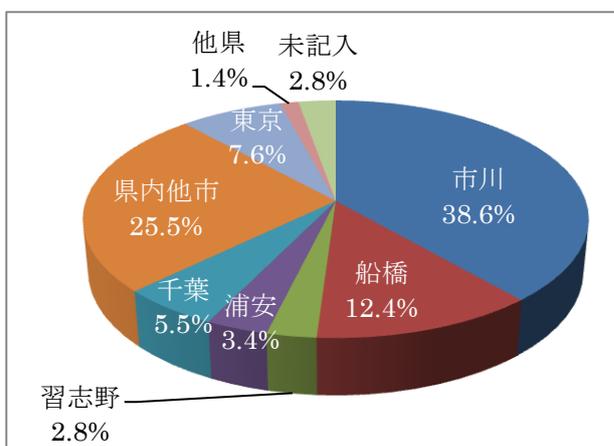


図 36 居住地の割合

県内他市	松戸・我孫子・柏・匝瑳・佐倉・山武・鎌ヶ谷
東京	江戸川区・葛飾区
他県	長野県・神奈川県

###### オ 情報源

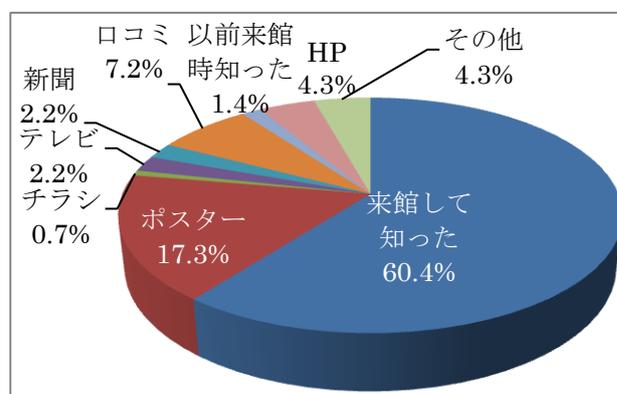


図 37 情報源の割合

## カ 総合評価

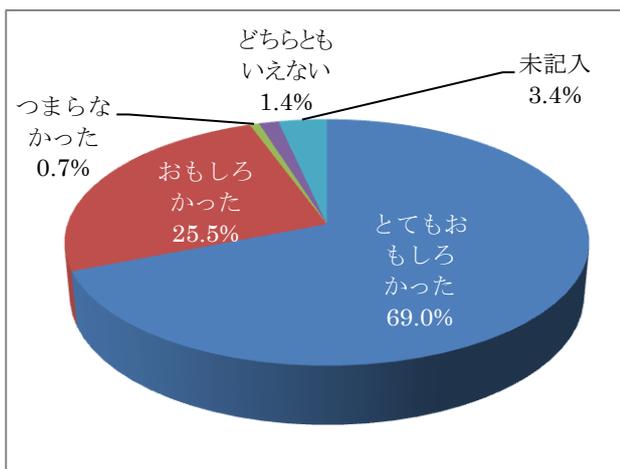


図 38 総合評価の割合

(理由のうち主なもの)

- ・「エネルギーのすごさが分かった。」「話題がタイムリーなのと既に製品化しているものの説明や記載が分かりやすかった。」等 17
- ・「エコな自然エネルギーを使った発電の仕組みなどが分かって面白かった。」等 12
- ・「ドラえもんを動かすのが楽しかった。」等 12
- ・「ポスターやビデオ説明でも分かりやすかったが、係の方の説明がとてもわかりやすく興味がわきました。」等 5

## カ 印象に残った展示（上位 8 位以内）

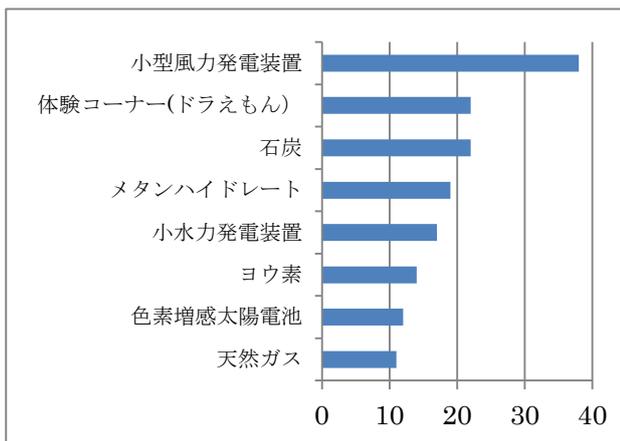


図 39 印象に残った展示（上位 8 位以内）

## キ 意見など

- ・「エコな自然エネルギーの発電方法で知らなかったことがあったり詳しく書いてあってよかったです。」等 14

- ・「また、家族と来ます。」等 14
- ・「面白かった。」等 11
- ・「企画展ではいつもボランティアの方が説明してくださるのがうれしいです。子どもになかなか説明できないので、これからも頼りにしています。」等 7
- ・「「未来へつなぐエネルギー」の全体像の中で、今回取り上げたのはこの部分(選んだ理由も)ですと言う説明がほしい。そうでないと思いつきで展示を並べていると思われてしまう。」
- ・「原子力に頼らず風力、太陽光など自然エネルギーで発電してほしい。」

## (2) アンケート 2

### ア 概略

実施期間	平成 24 年 11 月 27 日(月) ～12 月 9 日(日)12 日間
対象	企画展入場者
方法	全入場者にチケットカウンタで依頼する方式。ただし、家族での入場者には 1 組 1 枚の用紙でお願いした。 回答者に石炭サンプルを配布した。
回答数	94
状況	30 代 40 代を中心とした一般の方の回答が多かった。現実の生活での利用法や新技術への意見が中心であり、 展示に関する意見・要望もあった。

### イ 性別

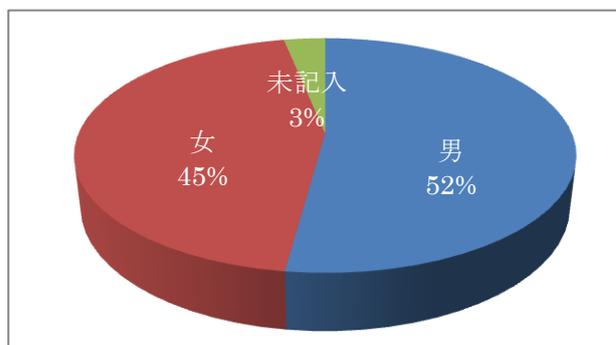


図 40 男女の割合

ウ 年齢

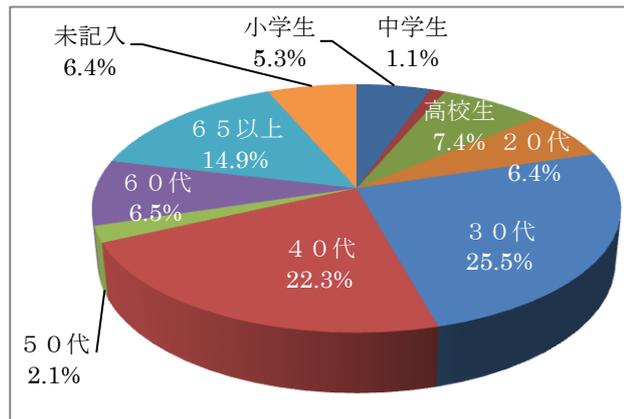


図 41 年代の割合

オ 総合評価

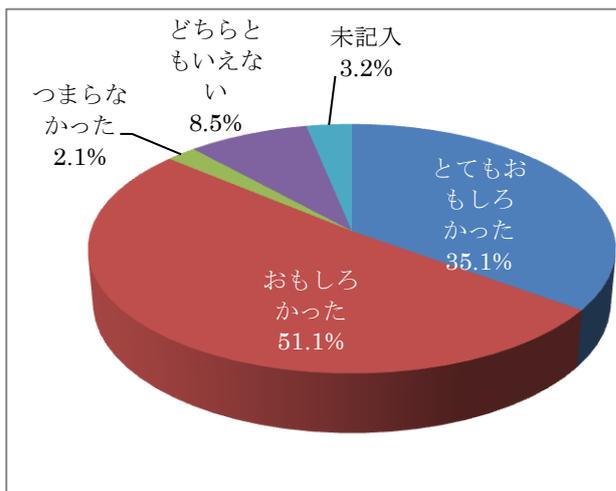


図 44 総合評価の割合

ウ 居住地

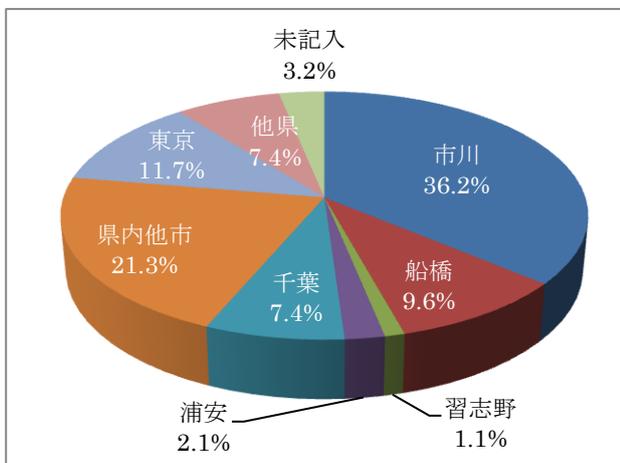


図 42 居住地の割合

県内他市	松戸・白井・鎌ヶ谷・柏・流山・佐倉・市原・袖ヶ浦・茂原・館山
東京	江戸川区・江東区・葛飾区・足立区・世田谷区
他県	川崎市・つくば市・さいたま市・新潟県・ニューヨーク市

エ 情報源

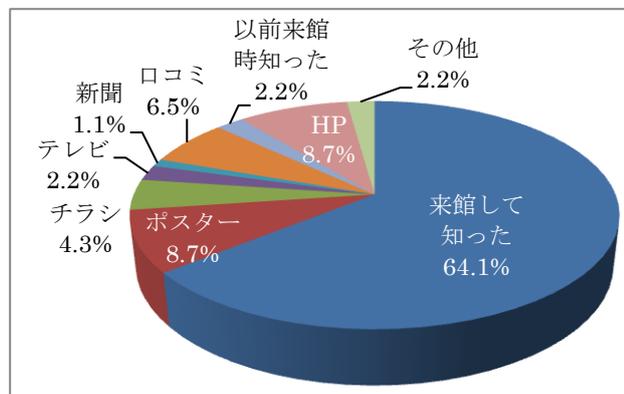


図 43 情報源の割合

- (理由のうち主なもの)
- ・「今注目されているエネルギーについて分かりやすく展示されていた。」「様々な方法で電気を作り出せることがわかった。」等 18
  - ・「実際に発電システムを体験できることは子どもも大人も新鮮だった。」「洋上風力発電が銚子沖に設置され、来年からの発電と言うことを聞き、爽快になった。」等 9
  - ・「参加型のものが多く、子どもたちが楽しめてよかった。」等 6
  - ・「知らなかった発電方法や体験が面白かった。」等 4
  - ・「いろいろなエネルギーがあって良いと思うが全体としてバラバラ。企画展なら全体的な視点が必要。千葉県の新エネの現状，エネルギーの歴史，千葉らしさ，この科学館らしさが出ないと館の実力が疑われる。展示とは，パネル，ビデオと模型を並べて一丁上がりではない。」
  - ・「子どもが小さいので，実際に乗れたりしたらおもしろいと思いました。」
  - ・「子供向けが多いが，JAMSTEC やメタンハイドレートは難しすぎるみたい。」

## カ 印象に残った展示（上位 8 位以内）

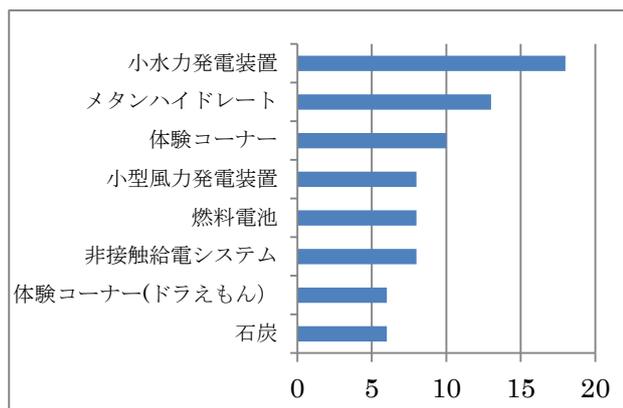


図 45 印象に残った展示（上位 8 位以内）

（印象に残った主な理由）

小水力発電装置

「日本の地形の特徴に合っている。」

メタンハイドレート

「日本でも近海の天然ガス利用期待する。」

体験コーナー

「羽根が 2 枚の理由を知って驚いた。」

非接触給電システム

「コードの配線やプラグから解放されるのは大変大きな可能性がある。」

燃料電池車

「水と酸素だけで車が動くななんて知らなかった。これは、地球にやさしい車だなと思った。」

小型風力発電装置

「小型化にびっくり、太陽光発電のように早く家庭装置が出回ると面白い。」

## キ 意見など

・「初めて知ったこともあったので、楽しませていただいた。また、このような企画展があるといいと思う。また来たいと思う。」

・「これだけではなくその条件環境に合わせて組み合わせる方法でエネルギー発電を取る、作ることが大切と思った。」

・「常設展にもこれに関係した展示があるというパネルがあって、他の展示にも興味を持てるようになっていいと思った。」

・「千葉県内にこれだけの施設があるのはすごいこと。」

・「輸入に頼るのではなく、国内の天然ガスをもっと活用したら良いと思った。千葉県はエネルギーのポテンシャルの大きい県だと感じた。」

・「①千葉県の産業展②他館との連携③千葉県・科学館らしさが出ていない。」

・「交通の便がもう少し改善されるとよいと思う。駅前の南口の利用は？」

## （3）アンケート考察

アンケート 1, アンケート 2 を以降、それぞれ「ア 1」「ア 2」と表記する。

### ア 性別・年齢・居住地

性別と居住地については、大きな差はない。

しかし、年齢については、「ア 1」では小学生が記念品の石炭のため、積極的に回答していた。それにより、小学生が半数近くを占めた。

それに対して「ア 2」では、チケットカウンタにて、アンケートを依頼したため、有料入館者となることが多くなり、20～40 代が過半数を占めることとなったと考えられる。

### イ 総合評価・意見など

「総合評価」としては、「ア 1」では「とてもおもしろかった」が 7 割を占めるが、「ア 2」では、3 割 5 分で割格的には、「ア 1」の半分となる。

また、「つまらなかった・どちらともいえない」は、「ア 1」は 2.1%だったものが、「ア 2」では、10.6%となり、やや増えたことがわかる。

また、「意見など」では、「ア 1」では批判的な意見は少ないが、「ア 2」では展示等についての意見があった。

自分から積極的に、批判的な意見を書かないが、勧められれば感じた意見を書いていたことが分かった。

### ウ 今後のアンケートについて

希望者の意見をとらえるためにも、アンケートコーナーが必要であるが、それと同時に、チケットカウンタなどで、依頼することで隠れがちの意見を吸い上げるために、2 通りのアンケートの取り方が必要であると考えられる。

## 5 関連事業「エネ学教室」

独立行政法人科学技術振興機構（JST）は、第4期科学技術基本計画に基づき、国民の科学技術リテラシーを高めるとともに、国民の科学技術に対する理解、信頼と支持を得ることができるように、多様な科学技術コミュニケーション活動を推進している事業を行っている。この事業の一つとして実施する「活動実施支援」は、科学館、科学系博物館、大学、研究機関、地方自治体が、その特徴を活かし、地域の児童生徒や住民、大人を対象として実施する、身近な場で行われる体験型・対話型の科学技術コミュニケーション活動を支援するものである。

当館では、「エネ学教室」と題して

- 県内にあるエネルギー関連施設の見学
- 研究者や専門家などによる講師との対話
- さまざまな実験や工作の体験

などの活動を通して、我が国のエネルギー事情や千葉県とエネルギーとの関わり、さらに新エネルギーの開発の現状と未来について理解を深めるとともに、エネルギーに関する継続的な興味・関心へとつなげていくことを目的とし、10日間で6講座、延べ17教室を実施した。参加者は、延べ318名であった。

### （1）実施

#### ア「千葉県に眠る地下資源 ～天然ガス・ヨードの活用について～」

対象：高校生以上

実施日：10月8日（月・祝）、10月24日（水）

参加人数：35人（2日間の延べ合計）

概要：2日間の教室で、1日目は、研修室にて、千葉県の地下資源である天然ガス及びヨードについて、講師からの講義となった。参加者からは、質問が多く出され、講師との対話・交流が行なわれた。

2日目は、施設等見学で、LNG専門工場、天然ガス湧出地、天然ガス採取場・天然ガス工場、ヨウ素生産工場・磯部鑛石資料館の見学及び講師との対話・交流を行った。

#### イ「千葉県の豊富な資源とエネルギーを知ろう」

対象：小学4～6年生

実施日：7月21日（土）、7月25日（水）

参加人数：62人（2日間の延べ合計）

概要：小学生及びその保護者の原則2人1組を対象として、2日間で行った。1日目は、実験教室で、千葉県の地下資源である天然ガスとヨードについて、講師の説明と模範実験の後、参加者による天然ガスの冷却実験や講師との対話・交流を行った。

2日目の施設等見学では、天然ガス湧出地、天然ガス採取場・天然ガス工場、ヨウ素生産工場・磯部鑛石資料館の見学及び講師との対話・交流を行った。



図46 天然ガス井の説明を受ける参加親子

#### ウ「燃える氷 ～メタンハイドレート～」

対象：小学4年～6年生

実施日：11月18日（日）、11月25日（日）

2日とも午前午後の2回計4教室

参加人数：58人（4講座の合計）

概要：新エネルギーへの活用に期待がかかっているメタンハイドレートの状況や人工的に作ることの意義を知ってもらった。また、実際に見て触り燃焼させることで、メタンハイドレートの性質に理解を深めた。開発に携わる講師との対話・交流を行った。



図47 メタンハイドレートを手の上で溶かす

## エ「水素から電気をつくろう ～燃料電池～」

対 象：小学生

実 施 日：11月4日(日)，12月2日(日)

参加人数：76人（2日間4講座の合計）

概 要：期待される次世代エネルギーの一つ燃料電池について，実験を通して理解を深め，環境について配慮する姿勢を育成した。水素と空気中に含まれる酸素の化学変化により電気がつくられることを学んだ。

## オ「目が光る『タリップくん』を作ろう～ちからがひかりにかわる～」

対 象：小学1～3年生

実 施 日：11月11日(日)午前午後1回

参加人数：43人（2回の合計）

概 要：圧電素子及びLEDを利用した本館キャラクター「タリップくん」の目が光る人形の工作を実施した。完成後，圧電素子をたたいて「タリップくん」の目のLEDが光ることを確認し，力学的エネルギーが電気エネルギーへ，そして光エネルギーに変わるエネルギー変換を体感した。発電状況はオシロスコープで提示確認した。



図 48 準備して説明を聞いている参加者

## カ「紙から電気を作る ～バイオ電池～」

対 象：小学4～6年生

実 施 日：11月23日(金・祝) 午後3回

参加人数：46人（3講座の合計）

概 要：酵素の力を利用し，紙から糖，糖から電気を発生させる実験した。その仕組みについて理解を深め，大量に出てくる紙のごみも貴重なエネルギー資源に代わることを確認し，環境について配慮する姿勢を育成した。

### (2) アンケート結果

各回の教室の後に，次のような内容のアンケートを実施した。

- |                                   |               |               |
|-----------------------------------|---------------|---------------|
| ○ 今日の活動は楽しかったですか？                 | ・とても楽しかった     | ・まあまあ楽しかった    |
|                                   | ・あまり楽しなかった    | ・ぜんぜん楽しなかった   |
| ○ 今日の活動はわかりやすかったですか？              | ・とてもわかりやすかった  | ・まあまあわかりやすかった |
|                                   | ・すこしむずかしかった   | ・とてもむずかしかった   |
| ○ また，やってみたいですか？                   | ・とてもやってみたい    | ・まあやってみたい     |
|                                   | ・あまりやりたくない    | ・ぜんぜんやりたくない   |
| ○ 今日の活動に参加して今日やったようなことが好きになりましたか。 | ・とても好きになった    | ・わりと好きになった    |
|                                   | ・あまり好きになれなかった | ・きらいになった      |

回答数は320で，結果は次のようになった。

表 3 総合集計結果(回答数 320)

活動が楽しかった（とても，まあまあ）	97%
わかりやすかった（とても，まあまあ）	83%
また参加してみたい（とても，まあ）	98%
好きになった（とても，わりと）	94%
ポイント平均	93%

また，次の3点について興味・関心を高める事ができた。

ア 千葉県の豊富な地下資源とエネルギー基地について

袖ヶ浦LNGプラザに出向き，日本の天然ガス輸入基地としての役割を身近に見た。また，天然ガスやヨウ素の湧出地，採取場及び工場を見学することで，房総半島の豊富な地下資源を改めて知ることができ，関係会社の方から直接話を聞くことで更に詳しく知り，興味・関心を高めた。アンケート結果では，下表のとおりである。

表 4 該当教室集計結果((1)ア及びイ 回答数 97)

活動が楽しかった（とても，まあまあ）	94%
わかりやすかった（とても，まあまあ）	81%
また参加してみたい（とても，まあ）	96%
好きになった（とても，わりと）	91%

イ 新しいエネルギーとして注目されているメタンハイドレートや燃料電池について

講師との対話や燃焼実験などをとおして，その性質や原理などを理解することができた。また，講師より，新しいエネルギーの将来性や現状の課

題などについての話から、エネルギーについての興味・関心を持つことができた。アンケート結果では、下表のとおりとなった。

**表 5 該当教室集計結果((1)ウ及びエ 回答数 134)**

活動が楽しかった (とても, まあまあ)	98%
わかりやすかった (とても, まあまあ)	81%
また参加してみたい (とても, まあ)	97%
好きになった (とても, わりと)	95%

ウ これまでの発電の仕組みと全く異なる圧電素子によるエネルギー変換やバイオ電池について

講師との対話や実験・工作などの体験をとおして、その発電の原理や仕組みなどを詳しく知ることができた。環境に配慮した科学技術や研究の現状を理解し、エネルギーの将来についても興味・関心を深めた。アンケート結果では、下表のとおりとなった。

**表 6 該当教室集計結果((1)オ及びカ 回答数 89)**

活動が楽しかった (とても, まあまあ)	100%
わかりやすかった (とても, まあまあ)	88%
また参加してみたい (とても, まあ)	100%
好きになった (とても, わりと)	97%

## 6 おわりに

今回の企画展のための準備調査をとおして、改めて、エネルギーに関しての情報がメディアから大量に流されていたことに気が付いた。特に、東日本大震災以降、節電対策から始まり、原子力発電の存続問題やエネルギー資源の確保など実に様々な情報がはっしんされてきた。

今回は非常に大きなテーマであるエネルギーについて、3つのテーマに限定して展示したが、その限定した中でも発電方法にも多くの方法があることが紹介できたと思う。

すでに実用化されているものから、まだ、研究段階のものまであった。これからは、産官学が今以上に連携協力し、化石燃料、特に、石油に依存したものではない、安全な発電方法を確立することが期待される。

今回の企画展が、入館者の理解と興味関心の手助けとなれば幸いである。

この企画展について、ご協力いただいた企業、財団、研究機関、大学等に深く感謝申し上げます。

## <協力者一覧>

A-WING インターナショナル株式会社  
 KISCO 株式会社  
 アクアフェアリー株式会社  
 NPO 法人 イノベーションネットワーク  
 江崎グリコ株式会社  
 株式会社エジソンパワー  
 独立行政法人 海洋研究開発機構 (JAMSTEC)  
 関東天然瓦斯開発株式会社  
 君津市生涯学習交流センター  
 釧路コールマイン株式会社  
 釧路市立博物館  
 NPO 法人 久留里城山郷かずさ活性化の会  
 合同資源産業株式会社  
 国立大学法人 埼玉大学大学院理工学研究科  
 数理電子情報部門長谷川研究室  
 独立行政法人 産業技術総合研究所メタンハイドレート研究センター  
 株式会社シクロケム  
 昭和飛行機工業株式会社  
 白子町ヨウ素活用地域活性化協議会  
 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)  
 一般財団法人 石炭エネルギーセンター (JCOAL)  
 ソニー株式会社  
 田中水力株式会社  
 千葉県商工労働部保安課資源対策室  
 千葉県水道局  
 千葉県文書館  
 公益財団法人 鉄道総合技術研究所  
 東京ガス株式会社千葉支店  
 東京発電株式会社  
 東北水力地熱株式会社  
 国立行政法人 東北大学金属材料研究所  
 公益社団法人 発明協会  
 株式会社フジクラ  
 三井造船株式会社  
 メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム (MH21)  
 ヤクルト株式会社本社  
 ヤマハ株式会社研究開発センター  
 ヨウ素学会  
 展示・運営協力会

## <展示資料一覧>

### 1 新しいエネルギー利用技術 つくる

色素増感太陽電池	株式会社フジクラ
風力発電機 PS3-K32B	A-WINGインターナショナル株式会社
ハイブリッドコントローラーC300	KISCO 株式会社
小型風力発電機 TAMタービン	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)
洋上風力発電模型	
小水力発電所模型	
クロスフロー水車模型	田中水力株式会社
フランス水車ラナ	
エコイド映像	
マイクロ水力発電機模型	東京発電株式会社
節電用節電発電ライトチョウチンアノウ三型及び映像	公益社団法人発明協会
松川地熱発電所模型映像	東北水力地熱株式会社
体温発電表示デモ機	ヤマハ株式会社研究開発センター
バイオ電池キット	ソニー株式会社

### ためる

ポータブル電源 EP シリーズ「Mr 蓄電」EP-1000	株式会社エンジンパワー
フライホイール蓄電装置説明映像	公益財団法人 鉄道総合技術研究所

### つかう

三菱ランサーEV模型静止型非接触給電デモ装置	
耐荷重型送電コイルカットモデル	
水中給電デモ装置	昭和飛行機工業株式会社
非接触給電式電動バスコラマ模型	
非接触給電原理・仕組み	
非接触給電説明映像	
彩ライヴ	国立大学法人 埼玉大学大学院

### 2 注目のエネルギー資源

釧路炭鉱の塊炭	釧路コールマイン株式会社
沿層(坑道掘進)模型	釧路市立博物館
長壁式採炭模型	
メタンハイドレート説明映像	メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム
地球深部探査船「ちきゅう」模型	独立行政法人海洋研究開発機構

### 3 房総半島の地下資源

上総掘り足場模型	君津市生涯学習交流センター
天然ガス生産模型	関東天然瓦斯開発株式会社
天然瓦斯映像	
千葉県天然ガス開発 利用図	千葉県商工労働部保安課資源対策室
県政ニュース映像	千葉県文書館
地下資源映像	
ヨードアミセル不織布	関東天然瓦斯開発株式会社・江崎グリコ株式会社
台所用合成洗剤「天然ヨード物語」	白子町ヨウ素活用地域活性化協議会
化粧石鹸「ヨードの恵み」	
除菌・消臭スプレー「力のチカラ」	株式会社シクロケム・株式会社ヤクルト本社
色素増感太陽電池	株式会社フジクラ

### 体験コーナー(当館蔵)

発電実験用具	参考展示コーナー(当館蔵)
温度差発電	オランダ風車模型
水力発電	太陽光発電
燃料電池	風車12種模型