

報告 平成 27 年度 千葉県立現代産業科学館 企画展 「最先端ネットワークのかたち」について

*1 竹内 洋子
*1 佐々木善裕
*1 森 恭一
*2 石井 俊正
*2 伊藤 亮
*2 川端 保夫

Yoko TAKEUCHI
Yoshihiro SASAKI
Kyoichi MORI
Toshimasa ISHII
Ryo ITO
Yasuo KAWABATA

要旨: 平成 27 年 10 月 17 日(土)から 12 月 6 日(日)まで、情報通信とエネルギーのネットワークについての企画展を開催した。情報通信分野では、国際通信の99%を担っている光海底ケーブルシステムについて、仕組みや敷設・保守技術などとともに、世界への玄関が成田空港や千葉港だけではないことを紹介した。さらに、インターフェースを中心に最先端技術も紹介した。エネルギー分野では、送配電とガス供給について、情報通信技術(ICT)を活用して限りある資源を有効に利用すべく技術開発が進められている、供給ネットワークやスマートグリッドを紹介した。

執筆は、1, 2(1), 4 を森が、2(2)を川端が、3 を石井・佐々木・伊藤が担当した。

キーワード: BMI, HMD, 海底ケーブル, 電力, 都市ガス, スマートグリッド

1 どのように展示を計画したか

タイトル、及び分野(情報通信とエネルギー)が事前に決まっていたため、企画展で使用できる展示面積、展示機器材、準備期間、予算などの制約と以下の要件を加味し、展示内容を検討した。

- ・ 千葉県に関連があり、社会科の教材として利用できるもの
- ・ モノや技術だけではなく、そこで働く「人」が感じられるもの
- ・ 身近に存在しているが、実はよく知られていないもの
- ・ 未来を感じられるもの

当科学館の過去3年間の入館者は、一般・成人が47.3%、高・大学生が2.1%、中学生以下が50.6%となっている。一般・成人の多くは中学生以下に付き添う保護者である。このため、従来の企画展や特別展は家族連れを対象に構成されている。

今回の企画展でも従来通りの対象を含めた設定で構成すべきであったが、「最先端の情報通信」という課題と時間的な制約を検討した結果、対象を高校生以上とし、理工系の大学生や、企業、行政、教育などの情報通信に関する一定の知識を持った人を念頭に展

示を計画した。これには、高校生や大学生、一般などの新しい顧客層にも当科学館を認知してもらいたいという希望と、当科学館が展示を行うためには、企業や大学、行政、研究機関の協力なくしては成り立たず、これらの団体から協力を得るためには、当科学館が広報や普及の媒体としても有効であると認知される必要性を強く感じていたからでもある。

ただし、会場には最低2名の係員を配置し、必要とする人には説明をしたり質問に答えられる体制、つまり、展示だけではなく対話によって来館者の理解が少しでも深まるような体制を準備した。

また、絞り込んだのは対象だけではなく、本来、最先端の情報通信の展示としては取り扱うべきであるスマートフォンなどの携帯端末、IoT (Internet of Things)、SDN (Software-Defined Networking)などについても紹介しなかった。

2 どのような展示内容だったのか

(1) 情報通信分野

ア 事前展示

6月から館内版ポスターと光海底ケーブルシステムを紹介するための映像(国際ケーブル・シップ株式会社提供「Link To The World」)を来館者の休憩場所で、常

時上映した。

さらに、世界への玄関が成田空港と千葉港の他にもう一つ千葉県にはあることを、今回の企画展では、ぜひ、覚えて帰ってほしい内容であったため、パワーポイントで作った紹介映像を館内や夏休み期間中に実施したプラネタリウムの各回の開始前に上映した。

地域の学校との連携として、学校法人 国際理工情報デザイン専門学校にも簡単な紹介映像の制作を依頼し、生徒が制作した映像を館内で上映した。

図1 紹介映像用パネル

イ インターフェース

パソコンや携帯端末などの情報通信機器を利用する際に、人と機械との情報のやり取りの方法、つまり、人と機械の接点であるインターフェースがとても重要だと考えている。そのなかで、画面に表示されることが当たり前となっている日本語が、実は日本語フォントと呼ばれるソフトウェアによるものであり、フォントにはたくさんの種類があって、それぞれで表情が異なることや、文字の一つ一つがデザイナーの手作業から始まる日本独自の優れた技術であること、携帯端末などの小さい画面でも読みやすいよう工夫されていることなどを株式会社モトヤの技術を

中心で紹介した。なお、今回の企画展のポスターやパネル類はNUD モトヤシーダ std と NUD モトヤアポロ std を使用して制作されている。

図2 企画展ポスター

ウ 安全にインターネットを使用するために

千葉県が取り組んでいる青少年ネット被害防止対策事業(ネットパトロール)の紹介や総務省の取り組みのほか、安全なインターネットの使用方法など、家庭で出来る安全対策も紹介した。

エ ネットワーク可視化技術

国立研究開発法人 情報通信研究機構(NICT)が開発した実用的なセキュリティーシステムについて、主にネットワーク担当者向けに取り上げた。このシステムは公的な機関であれば無償で、民間であれば技術移転先から有償での利用が可能である。

従来、ネットワーク管理者がネットワークで何が起きているのかを把握するためには、ログと呼ばれる通信記録(文字情報)を解析し把握していたが、例えばサイバー攻撃などの現在進行中の事態や同時に多発する事態を把握するのは困難だった。これらを解決すべく開発・実用化されている、情報の流れを可視

化する一連の技術について映像で展示した。



図 3 NICTER, 及び DAEDALUS の画面

オ 通信用ケーブル

現在の情報通信ネットワークを支える技術として重要な光ファイバーケーブルについて、電柱や家庭で見られる身近な製品とあまり身近ではない製品を展示した。さらに、光ファイバーケーブル通信において基本となる接続技術について展示した。

金属ケーブルでは、主に鉄道の無線電話に使用されている漏洩同軸ケーブルを展示した。これは来年度の展示が鉄道をテーマにしたものであることと、現在の無線 LAN の欠点を解決する技術として普及していくのではないかと予想による。



図 4 株式会社フジクラの製品



図 5 漏洩同軸ケーブル

カ 光海底ケーブルシステム

現在、国際通信の99%以上は光海底ケーブルで行われている。海外のテレビ中継の視聴やインターネットでの動画閲覧がスムーズに行えるのは光海底ケーブルシステムのおかげであり、千葉県とも縁が深いため情報通信部分の中心として取り上げた。

KDDI 株式会社, 国際ケーブル・シップ株式会社, 日本電気株式会社による映像と資料を展示するとともに、光海底ケーブルシステムを実感してもらうため、3種類の光海底ケーブルの実物に触れることができる体験展示と海底中継器の実物を展示した。ケーブルの実物を3種類としたのは、それぞれの特徴と技術力を体感してもらうためである。海底中継器はその大きさや重量のため企画展示室に入らないのでエントランスに展示した。

働いている人を感じられる展示として、東日本大震災で破損した光海底ケーブルの復旧について紹介した。復旧や光海底ケーブルに関連する作業の様子は「WAZABITO-技人- 未来に残したい匠の技術 (J:COM)」として映像が公開されているのでアドレスを紹介した。



図 6 海底中継器のエントランス展示



図 7 触れられる光海底ケーブル



図 8 光海底ケーブルシステムの展示風景

キ 千葉県にある世界への玄関

「千葉県にある世界への玄関は?」との質問に、空の玄関である成田空港と海の玄関である千葉港と答えられる人に比べて、情報の玄関について答えられる人は少ない。南房総市とその周辺には海底ケーブルと陸上ケーブルの接続施設である中継所(陸揚げ局)が数か所存在し、南房総市千倉町にある KDDI 千倉技術保守センター(旧 千倉海底線中継所)は日米間や米国とアジアを結ぶ重要なケーブルの陸揚げ局となっているため、「情報の玄関」として紹介した。

さらに、2015 年 7 月に千倉に陸揚げされ、企画展期間中も敷設が進められていた最新の日米間光海底ケーブル FASTER についても折良く紹介することができた。



図 9 千倉に陸揚げされた FASTER の端部

ク 千葉県の漁業を支えるネットワーク

千葉県の情報通信ネットワークといった場合、防災や行政ネットワークが挙げられるが、産業という観点から、千葉県の重要な産業である漁業を情報通信で支えている、千葉県水産情報通信センターの業務について紹介した。同センターは東日本大震災の際、孤立した釜石市と岩手県庁災害対策本部との連絡の中継を行い表彰されている。



図 10 漁業調査船からの定時連絡の受信

ケ 衛星通信

1995 年に敷設された第五太平洋横断ケーブルネットワーク (TPC-5) により国際通信の主役を光海底ケーブルに譲った衛星通信であるが、航空機や船舶などの移動体との通信、極地や光海底ケーブルの敷設されていない僻地との通信、災害時の通信手段として現在も利用されていることについて、KDDI 株式会社の衛星通信端末とパネルにより展示した。さらに国内最大の衛星通信施設である KDDI 山口衛星通信所について、映像と資料を紹介した。

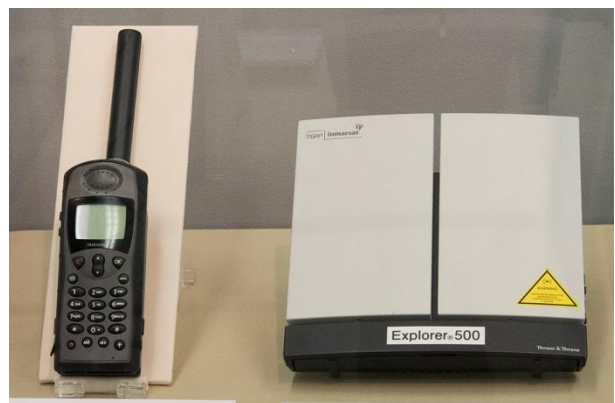


図 11 イリジウム衛星携帯電話(左) BGAN 通信システム(右)

コ 災害に備えるネットワーク

企業や行政の担当者の参考となるように、災害時の通信手段について取り上げた。

災害現場や移動車両に、超高速インターネット衛星 WINDS を経由してブロードバンド環境を提供するため国立研究開発法人 情報通信研究機構(NICT) が開発した災害用衛星通信実験システムについて紹介し、地上側の設備であるフルオート可搬型地球局の実物をエントランスに展示した。

また、事前行事として夏休み最後の日曜日に WINDS と車載地球局 2 台による通信実験を行った。さらに、過去の災害でも活躍したアマチュア無線についても紹介と実演を行った。詳細は「3 関連行事・体験」で説明している。



図 12 フルオート可搬型地球局

サ 情報通信ネットワークの未来

情報通信ネットワークの未来として、国と通信事業者のビジョンを紹介した。通信事業者は各社ともビジョンを発表しているが、映像としてわかりやすくまとまっていたため、株式会社 NTT ドコモが 2010 年に策定した企業ビジョン「スマートイノベーションへの挑戦 HEART」とそのイメージ VIDEO である CULTURE SYMPHONY を展示し、併せて公開先(YouTube)のアドレスも紹介した。



図 13 CULTURE SYMPHONY のオープニング

シ 新しいインターフェース

個人がパソコンを使うようになったこの 30 年間で、ソフト的には日本語フォントや GUI(グラフィカルユーザーインターフェース)の登場など大きな変化が見られたが、ハード的には画面とキーボードとマウスという形から大きな変化が見られない。

しかし、ここにきて新しいインターフェースが実用化されてきているので、それらを展示することで時代の変化を体感できるよう演出した。

A ヘッドマウントディスプレイ (HMD)

頭に装着するヘッドマウントタイプのディスプレイについて体験展示とした。HMD 自体は単なるディスプレイでしかないため、表示させるソフトにも特徴のあるものを選んだ。

初めて装着する人には新しいインターフェースを実感できるものになると思うが、それぞれの特徴を実際に比較できるように方式の異なる 3 種類を展示し、すでに HMD を経験したことのある来館者も満足できるようにした。

A) Rift DK2 (没入タイプ)

外界を遮断し有機 EL 画面で表示する没入方式のディスプレイである米国 OculusVR 社の Rift に、自然科学研究機構 国立天文台が開発した Mitaka Oculus Rift DK2 版を使用した。なお DK2 はソフト開発者用の製品で、一般用の製品は 2016 年に発売される。没入方式のディスプレイの主たる用途はシミュレーションやゲームが想定されており、VR(仮想現実)に最適な方式である。高性能な天文シミュレーターである Mitaka と組み合わせると、まるで個人用プラネタリウムである。

2016 年は OculusVR 社以外からも没入タイプの一般向け製品が発売される予定で、後から振り返れば、一つの区切りの年になるであろう。

B) スマートグラス MOVERIO (ハーフミラータイプ)

セイコーエプソン株式会社の MOVERIO は、ハーフミラーに画面を反射させることで外界と画像を重ねて表示できるようにしたハーフミラー方式のディスプレイである。この方式は AR(拡張現実)に向いており、産業用途での需要が見込まれている。

近畿日本ツーリスト株式会社では、MOVERIO に江戸城や日本橋の再現映像を組み合わせるスマートツーリズムとして商品化している。展示ではそのなかから主に江戸城大広間の映像を使用した。

C) レーザー網膜走査アイウェア RETISSA (網膜投影タイプ)

企画展開催直前に幕張で開催された SEATEC JAPAN 2015(最先端 IT・エレクトロニクス総合展)で初めて発表された株式会社 QD レーザの市販プロトタイプを展示することができた。網膜投影方式は、画面を使用せず網膜に直接描画する全く新しい方式の HMD である。画面を見るのではないため視力の影響を受けず、使用に際しては眼鏡が不要である。カメラと組み合わせて弱視などの補助具としての用途をはじめ、無限の可能性をもつデバイスである。

B フローティング・タッチ・ディスプレイ

国立研究開発法人 情報通信研究機構(NICT)が開発し、株式会社パリティ・イノベーションズが製品化したもので、空中映像表示素子と指位置センサーの組み合わせにより、空中に浮かんで見える立体映像に、触れているような感覚で画面を操作できる新しい入力装置である。タッチディスプレイやキーボードのように直接触れないため、医療現場や食品工場などでの利用が見込まれている。また、空中映像は正しい位置から見ないと結像せず、指の跡も残らないため、キャッシュディスプレイのテンキーなどでの利用も見込まれている。

C ブレイン・マシン・インターフェース(BMI)

機械の操作、つまり人と機械との情報のやり取りとしてインターフェースを紹介してきたが、機械とのやり取りだけではなく、人が外部との情報をやり取りするには、感覚器官が入力装置となり運動器官が出力装置として機能することで主に成り立っている。このため、LAN の通信速度が制約となるように、これらの器官の最大能力が情報のやり取りの上限となり、さらに感覚器官や運動器官に障害がある場合には、外部との情報のやり取りが極端に制限されることとなる。この制限を解決する方法として、感覚・運動器官を介さず、脳と外部とで直接情報のやり取

りを行うことにより、人の神経機能を代行したり補完するための技術であるブレイン・マシン・インターフェース(BMI)について展示した。BMI だけで一つの企画展ができるほど奥深く幅広い分野であるが、今回は神経信号を解読・推測して機器の制御信号に変換する運動系 BMI の計測方法に絞って展示を行った。計測方法には非侵襲、侵襲、低侵襲の 3 種類がある。非侵襲型は、頭皮の上または頭部全体を覆って頭皮脳波や変動磁場を計測する方法、侵襲型は、脳に細い電極の集合体を刺し神経細胞のスパイク波を計測する方法、低侵襲型は、脳の表面に電極を置き皮質脳波を計測する方法である。このうち、侵襲型は国内では人に対して行われていないため紹介だけとした。

A) ウェアラブル脳波計(非侵襲型)

国立研究開発法人 情報通信研究機構(NICT)が開発した携帯型の脳波計である。従来、大型の機械と専門的な装着技術が必要であった脳波計を、誰でも簡単に装着し日常生活の中で計測が行えるようにしたものである。人の心の動きや自分では意識していない感情を把握することに役立つため、介護やリハビリなどの医療目的のほか、アンケートや外国語学習、集中やリラクセスなど心理状態の自己鍛錬への利用が期待されている。脳波計のプロトタイプの展示と脳波計を装着して集中力を鍛えるソフトウェアの体験展示を行った。



図 14 情報通信研究機構製ウェアラブル脳波計試作機

B) WHERBS(低侵襲型)

国立大学法人 大阪大学と国立研究開発法人 情報通信研究機構(NICT)が開発した世界初の硬膜下留置型の埋込型頭皮脳波 BMI システムである。低侵襲型の計測方法は、脳に電極を刺さないため体への負担が少なく長期間安定した計測が可能であり、さらに WHERBS はすべてが体内に埋め込まれ日常生活の中で長期間の計測が行えるため、てんかんの発生部位の調査における患者の負担軽減が期待されている。また、測定できる情報も多いため運動系 BMI の計測方法としても有望である。今回は WHERBS の第一世代を頭部モデルに埋め込んだものを展示した。



図 15 WHERBS 頭蓋モデル

(2) エネルギー供給のネットワーク 「*注1」

ア 電力のネットワーク

(7) 概要

私たちが使用する電気は、発電所で発電（275kV～500kV）し、超高圧変電所、一次変電所、配電用変電所等で段階的に電圧を下げて送配電している。通常、発電所と電力消費地とは離れているので交流の高電圧で送り出し電力損失を少なくしている。

一般的に、超高圧変電所では、275 kV で新幹線変電所などへ、また、154kV で一次変電所へ送電する。一次変電所は 66kV～154kV で大規模工場へ、また、66kV で中間変電所、配電用変電所へ送電する。中間変電所は 22 kV で大規模工場、大型ビルディングへ送電する。そして、配電用変電所では、6,600 V で電柱の上に設置している柱上変圧器や中規模工場などに配電する。

身近にある電柱に張り巡らされた 6,600 V の高圧線から柱上変圧器を経て単相 3 線式 100/200 V に降圧され、これを低圧電灯線で住宅、商店、小規模工場等の近くの電柱まで送り電灯引込線で利用者の住宅等の積算電力計を経由し屋内に届けている。

千葉県においては、大規模な火力発電所が多く設置され県内だけでなく首都圏へも送電している。2016 年 1 月時点では、東京電力(株)の千葉火力発電所(所在 千葉市, 最大出力 4,380,000kW 以下同じ)、五井火力発電所(市原市, 1,886,000 kW)、姉崎火力発電所(市原市, 3,600,000 kW)、袖ヶ浦火力発電所(袖ヶ浦市, 3,600,000 kW)、富津火力発電所(富津市, 5,240,000 kW) の 5 カ所と君津共同火力発電所(君津市, 1,152,900 kW) の計 6 カ所であり臨海部に立地している。燃料は、4 カ所が LNG, 1 カ所が重油・原油・LPG も使用し、君津共同火力発電所は、新日鐵住金(株)君津製鐵所からの高炉ガス・コークス炉ガス等を使用している。

今後、新規の火力発電やその他の発電整備の計画が実施され、また、既設設備が老朽化により撤去されるなど、電力の小売り自由化に関連し変動していくと思われるが、送電・配電設備の増設は新規開発などによる大規模需要の発生がなければ経営上なかなかされないので、発電規模全体としては大規模な変化は起こりにくいのではないかとと思われる。

県内には各発電所から 500kV・275kV・154kV・66kV の送電線と変電所による送電網が張り巡らされている。架空送電設備は 1,919 km で鉄塔数は 5,776 基、地中送電設備は 499 km であり、変電設備は 185 箇所である(平成 25 年 3 月末 東京電力千葉支店管内)。これらのいわゆる幹線に加えて配電用変電所から身近にある電柱(991,803 基、地中管路 572 km 平成 25 年 3 月末 東京電力千葉支店管内)に至るまでの網の目のような電線網で電力が供給されている。

(イ) スマートグリッド

ネットワークを活用した未来的な電力供給システム全般のことで、次世代送電網、または次世代電力網などといわれる。

太陽光発電や風力発電に代表される再生可能エネルギーなどの分散型電源をより多く送配電系統につなげ、スマートメーター、HEMS[*注2]からのデータを基に電力の必要な地域を把握し、発電での化石

燃料の量をできるだけ少なくして高品質な配電ができるようにしようという計画である。しかし、エネルギー・電力の供給方式は国ごとに異なり世界的に通用する厳密な定義が確立されていないため、国や地域別に微妙に違ったスマートグリッドシステムが提案され、実用化に向けた試験が行われている。

このシステムは各家庭に IT 技術を駆使したスマートメーターという電力使用量を 30 分ごとに通信する機器を配置することが基本となる。日本では平成 28 年 4 月からの電力小売り自由化に向けて従来の誘導式積算電力計からの交換が進んでいる。今までの 10 年での交換サイクルで、及び、電力供給事業者と新規契約や新築する場合で交換を進めている。

電力会社は、より無駄のない形で電力を供給するため、ここから得られたデータを分析し対応する。また、メーターとの通信だけではなく HEMS との連携で家庭用エアコンなどをコントロールし、電力を無駄に使わないようにすることも構想されている。すなわち、発電事業者は増えるが、供給地域を管轄する、従来の電力会社による給電指令室の機能が必須でその役割や調整が非常に大きくかつ精妙なものになるのではないかとと思われる。

イ 都市ガスのネットワーク

(7) 概要

私たちが使用する都市ガスは、LNG を主原料とし、LNG 基地等の製造施設で作りそこから直接にガス導管で運ぶ場合と、基地から LNG ローリー車でサテライト供給施設に運んで製造しそこからガス導管で運ぶ場合がある。

一般的に今の都市ガスは、LNG(メタン)を海水温で気化し微量の LPG(プロパン、ブタン等)と混合し熱量調整し製造する。通常、ガス製造施設と都市ガス消費地とは離れているので、製造施設から大量の都市ガスを 1MPa 以上の高圧で送り出し消費地に近づくにつれ段階的に圧力を落としていく。高圧導管でガス圧を調整するガバナステーションへ送り 0.1MPa 以上 1MPa 未満の中圧に調整し、中圧導管で工場・大型ビルディング等と地区ガバナへ送る。ガバナとは整圧設備・整圧器のことである。なお、途中にガスホルダーを設置して需要の多い時間に送り出し、少ない時間に貯蔵する等とガス供給量の調節と貯蔵をしている。中圧で送られた都市ガスは、地区ガバナ

で 0.1MPa 未満の低圧に調整し小規模工場・ビル、商店、家庭に送りガスメーターを経由し屋内に届けている。家庭へは 2.5kPa 以下の圧力である。

千葉県においては、原料のガスとして海外から輸入の LNG と千葉県で産出する天然ガスを使用している。県内で都市ガスを供給している事業者数は 18 である。「*注 3」今回、中圧導管以降は本科学館周辺区域に都市ガスを供給している京葉ガス(株)の例を紹介した。

県内には世界最大級といわれる東京ガス(株)袖ヶ浦 LNG 基地がある。ここで輸入した LNG を気化し都市ガスを製造している。オープンラック式ベーパーライザーというアルミ製のパイプに -162°C の LNG を流し、外側から海水をかけて温め LNG をガスに戻す気化設備であり 27 基で 2,970 t/h の能力を持っている。「*注 4」LNG は産地により成分が異なるので等質にするため LPG を混合し一定の熱量に調整している。なお、都市ガス(天然ガス)供給の拡大等に対応するため近隣の LNG 基地と結ぶ高圧導管を設置している。神奈川県と結ぶ東京湾の海底高圧導管と平成 28 年 3 月に運用開始予定の日立 LNG 基地と結ぶ高圧導管である。

本科学館の周辺区域とは、市川市、浦安市、鎌ヶ谷市、松戸市の全域及び我孫子市、柏市、白井市、流山市、習志野市、船橋市の一部区域であり、京葉ガス(株)が供給している。本区域内に入る都市ガスは、同社沼南供給所で東京ガス(株)沼南バルブステーションから、また同社浦安供給所で東京ガス(株)葛西ガバナステーションから輸入天然ガス主成分の都市ガスを、そして、同社習志野ガバナステーションで東京電力(株)千葉火力発電所からの輸入天然ガスに千葉熱量調整所で調整した都市ガスを受け入れ中圧に減圧して送り出している。「*注 5」更に、同社八千代ステーションでは関東天然瓦斯開発(株)から、船橋ステーションでは国際石油開発帝石(株)、関東天然瓦斯開発(株)、旭硝子(株)から、千葉県産天然ガスを主成分とする都市ガスを受け入れている。都市ガスの種類は 13A で代表的な組成はメタン 89.60%、エタン 5.62%、プロパン 3.43%、ブタン 1.35%である。

県内の都市ガス供給地区には LNG 基地等から高圧・中圧の導管とガバナステーションによる導管網が張り巡らされ、これらのいわゆる幹線に加えて地

区ガバナから家庭等までの網の目のような低圧導管（低圧本管，支管，供給管）網で都市ガスが供給されている。

(4) 供給先でのエネルギー源としてのガス

近年，家庭での規模で都市ガスを使って電気をつくるとともに，そのときに発生する熱も利用する効率的なエネルギー利用のシステム「コージェネレーションシステム」が利用できるようになっている。

2 種類の方式があり，一つが，ガスを爆発させて回転力を得るガスエンジンで発電機を動かす方式で，エンジンの冷却水と排気ガスの廃熱利用による電気と熱を得る方式である【ガスを燃料として発電する方式】。もう一つがガスの主成分のメタンから取り出した水素と空気中の酸素を化学反応させ電気の流れと水と熱を発生させる方式である【ガスを燃料電池の原料にする方式】。

どちらも，発電した電気は交流に変換し，通常の配電された電力等と合わせて使用する方式である。

これにより家庭用太陽光発電などと合わせて末端の利用者が，自ら使用するための発電を担い，時間帯や天候状況など場合により他へ供給するという，先述のスマートグリッドの一部を形成していくことが考えられる。

また，電力のスマートメーターと同様にガスについても通信機能等を持たせたスマートメーターが製作されている。平成 27 年 9 月時点では詳細な仕様を確定中であったが，平成 29 年にはガスの小売り自由化も計画されておりスマートグリッドもエネルギー供給全体で構想が進んでいく予定である。

ウ 展示について

(7) 展示構成

前述の電力と都市ガスのネットワークで送られるエネルギーは，どちらも高圧力で送出し経路の所々で降圧し末端の家庭等で最適となるよう調整している。このための設備・しくみを紹介するために以下の構成を考えた。

電力のネットワーク

- 「発電所から家庭等まで」
- 「千葉県の送電線ネットワークのイメージ」
- 「千葉の火力発電所」
- 「送電(架空・地中)」

- 「変電」
- 「配電(架空・地中)」
- 「スマートグリッド(HEMS)」
- 「スマートメーター通信システム」

都市ガスのネットワーク

- 「LNG 基地から家庭等まで」
- 「千葉県の高圧ガスネットワークのイメージ」
- 「千葉の LNG 基地」
- 「ガスホルダー」
- 「ガス導管」
- 「ガバナ」
- 「家庭へのガス」
- 「家庭でのガスの利用方法」

この 16 項目を電力は，解説パネル 13 式，写真(解説パネル内を含む)10，図版(解説パネル内を含む)8，実物 11 種 13 点，装置 1 で，都市ガスは，解説パネル 10 式，写真(解説パネル内を含む)5，図版(解説パネル内を含む)5，実物 10 種 11 点，模型 1，装置 1，映像 2 で展示展開した。解説内容の情報，写真，図版，実物，装置，映像については東京電力株式会社，東京ガス株式会社，京葉ガス株式会社の協力を仰いだ。

(4) 展示の工夫

A 常設展示紹介の小パネル

本企画展ではネットワークをテーマにしているが，これに関連している製品，技術については千葉県の工業を中心とした産業技術をテーマとする常設展で展示しているものがある。

そこでそれを示すための小パネルを作成し企画展と常設展を関連づけるようにした。電力に関しては，常設展示「現代産業の歴史」の「電力産業」の実物等で地中送電線サンプル，電柱上部構造(柱上変圧器)を，都市ガスでは，「先端技術への招待」の「先端技術と地球環境」の実験装置で燃料電池発電装置を紹介した。

B 展示巡覧番号

ネットワークの流れと高圧力を順次降圧することについては，意図通りの展示巡覧が必要である。そのため，電力・ガスでそれぞれ 1～6 の大型番号表示(25 cm角)を展示壁面上部の軽量鉄骨に表示した。



図 16 会場風景と巡覧番号(展示壁面上部)



図 17 巡覧番号(展示壁面上部の梁に取り付け)

C さわれる展示

日常では近くで見られないものでネットワークが作られている。大掛かりな実物では実現できなかったが一部可能な範囲で展示した。

送電線は断面積が $1,520\text{mm}^2 \cdot 410\text{mm}^2 \cdot 330\text{mm}^2$ の ACSR (鋼芯アルミ撚り線) 3 種の側面(電線の側面)の上下を横置きに固定して、被覆のない高圧送電線(サンプル)にさわれるようにした。

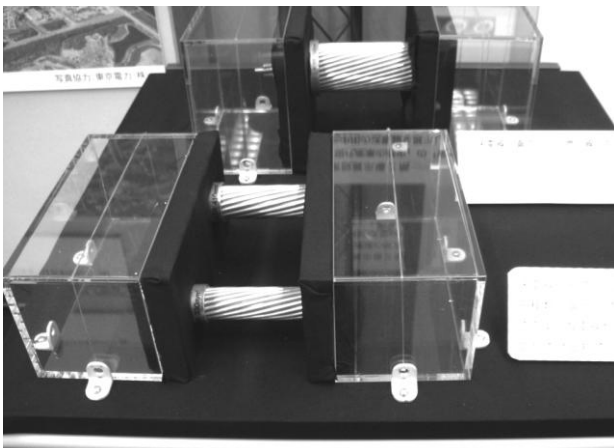


図 18 送電線

送電線をよく観察すると付いているカウンターウェイトなど実物を置いた。送電線用の大型碍子は重量があるので低い展示台に半固定にして、碍子表面の距離を長くして沿面放電で絶縁破壊が生じないようにする“ひだ”を見てさわれるようにした。



図 19 カウンターウェイトと碍子など

ガス導管について3種の中圧導管(鋼管, プラスチック被覆鋼管, ポリエチレン管)は, 鋼管の切断面を養生して展示した。低圧導管, 供給管は各種継手とともに配置した。どちらも展示台に固定し材質など観察できるようにした。また, 近年使われるようになってきている引張強度が高く地震など地下での剪断力などへの抵抗が強いポリエチレン製の管など中心に展示した。



図 20 中圧導管 3 種



図 21 低圧導管, 供給管 等

D 体験

都市ガスのメーターにはガスの使用状況を監視してガス漏れや震度 5 以上の地震を感知すると自動的に遮断するマイコンが組み込まれている。ガス遮断復帰を体験できる装置を展示し、異常を疑似的に起こし復帰操作を練習できるようにした。ただし、ガス漏れ警報と地震の両方では、操作の選択が複雑になるので、疑似的な地震だけにした。



図 22 マイコンメーター復帰操作体験装置

E 見せ方のキャプション

スマートメーターとコンセントレーターとの関連が感じられるように、約 4m 離して展示した両資料の展示壁面の間空間(高さ約 2.5m)を銅線で結び、入場者が巡覧する頭の上にキャプションを吊るした。

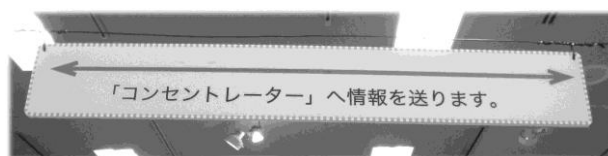


図 23 展示空間に吊るしたキャプション

ガスのマイコンメーターの構造が分かるシースルーマイコンメーターの展示で関心を呼ぶために「なんだらう？」というキャプションをつけた。



図 24 マイコンメーター内部構造

ガスの圧力が単位 MPa でありこれがなかなか具体的にわかりづらいと思われたので、解説パネル内にコラム的に、自動車の外側を掃除するウォッシャー：4.0～8.0MPa、ジェット機のタイヤ：1.40MPa、自転車のタイヤ：0.30MPa、水道蛇口の水：0.20MPa、バレーボール：40～50kPa 等、身の回りにあるものの圧力を例示した。

F その他

現在交換が進んでいるスマートメーターと今までの誘導型積算電力計を比較のために並べて展示した。

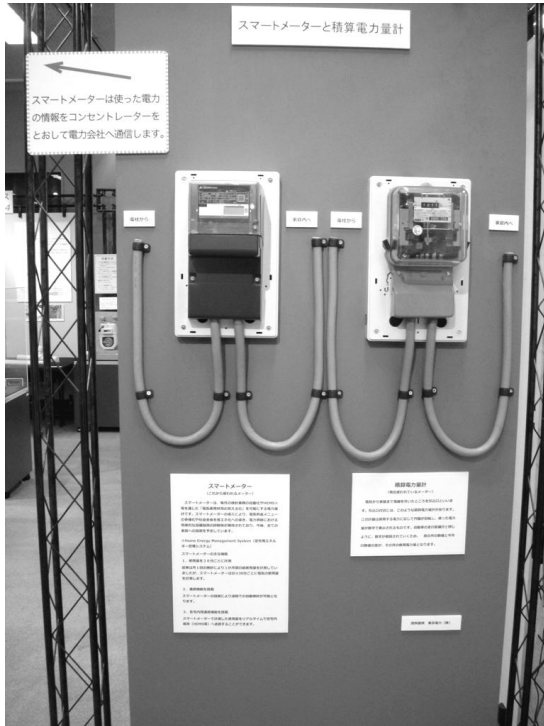


図 25 スマートメーターと積算電力量計

交流で電圧を変える変圧器のしくみについて、様々なコイルを用意しコイルの巻数と電圧、電流の変化をいろいろな組合せで実験的に紹介できる展示を製作したかったが、そこまでは実現しなかった。最終的に館にある実験器具（巻数 250 回、50 回の 2 個のコイル）を使い、交流 100V を 20V に変圧し二次側をテスターで表示する観察装置を組立て会期の途中から展示した。

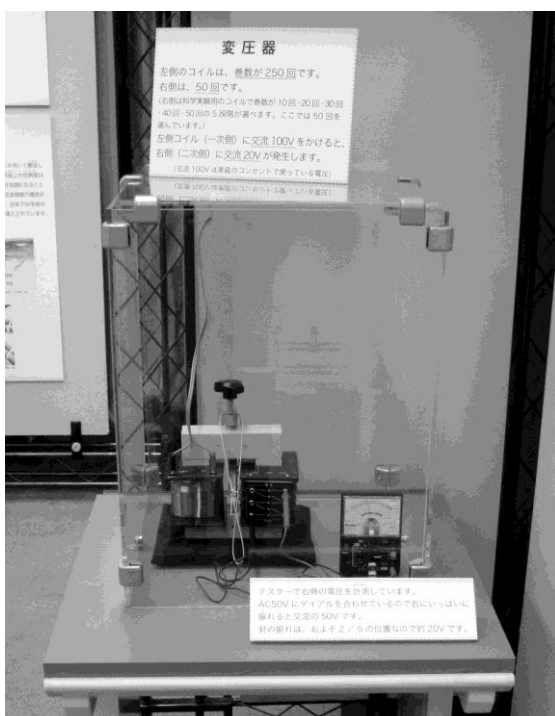


図 26 変圧実験装置

(7) 今後の活用

今回、電力のネットワークで調査収集した資料類は、常設展「電力産業」を深めていくものである。常設展示の入替・更新はある程度の予算が必要であるので部分的になるだろうが、解説や常時設置している補助資料の改良・新規作成などに十分役立てて最新の展示となるように進めていきたい。また、都市ガスについては常設展示では扱っていないが、県での大きなエネルギー産業の一つであり県産出のエネルギーでもある。展示スペースや製作費用など解決すべき課題があるが、新しい展示の一案として検討を進めていきたい。

注 1：私たちの身の回りのネットワークというと、通信、放送、電気、ガス、上下水道、道路、交通、郵便が思い浮かぶ。今回は通信とエネルギーを取り上げたが、エネルギーのガスについては導管網による都市ガスに焦点を当てた。プロパンガスの配達網等で利用されている導管網のない場合の調査は今後の課題とした。

注 2：家庭で使うエネルギーを節約するための管理システム。家電や電気設備とつないで、電気やガスなどの使用量をモニター画面などで「見える化」したり、家電機器を「自動制御」したりする。政府は 2030 年までに全ての住宅に HEMS を設置することを目指している。(① 電力使用量は、部屋単位や、コンセント単位まで把握可能。② 今月・今日・昨日の目標達成状況のモニタ等への表示。③ 現在の発電量、使用電力量、蓄電量の表示。)

注 3：千葉県の LNG 輸入量は 21,000,000 t で国内第 1 位である。2013 年度(同年度日本全体 87,000,000 t) 県産の天然ガス使用量は県全体の約 13% である。県内の都市ガス事業者は、大網白里市、大多喜ガス(株)、角栄ガス(株)、九十九里町、京葉ガス(株)、京和ガス(株)、白子町、総武ガス(株)千葉ガス(株)、銚子ガス(株)、長南町、東金市、東京ガス(株)、習志野市、日本瓦斯(株)、野田ガス(株)、東日本ガス(株)、房州ガス(株)の 18 である。

注 4：最大に稼働した場合の気化能力は、東京ガス(株)用 1,350 t/h、隣接の東京電力(株)袖ヶ浦火力発電所用 1,620 t/h である。なお、LNG 基地内に(株)東京ガスベイパワー火力発電所を設置している。

注 5：習志野ガバナステーション

一次圧力 7.0MPa、二次圧力 0.3~1.2 MPa

沼南供給所

一次圧力 6.86MPa, 二次圧力 0.686~1.724 MPa

球形ガスホルダー 容量 100,000 m³

浦安供給所

一次圧力 1.95MPa, 二次圧力 0.294~1.176 MPa

球形ガスホルダー 容量 57,000 m³

3 関連行事・体験

(1) 先行行事

ア JARL 90th 特別記念局 in 現産館

8月29日(土)

一般社団法人 日本アマチュア無線連盟

千葉県支部 登録クラブ

船橋市アマチュア無線クラブ

企画展の先行行事として、日本アマチュア無線連盟(JARL)の創立90周年を記念した特別記念局の公開運用を夏休み最後の土曜日に実施した。

一般社団法人日本アマチュア無線連盟千葉県支部の方が来館し運営にあたってくれた。実施に際し、駐車場の植え込み付近に大型のアンテナを設置し、駐車場側の扉より同軸ケーブルを館内に引き込んだ。実際に公開運用に参加できるのは、アマチュア無線技士無線従事者免許証を持ち、日本アマチュア無線連盟会員の方に限られたため、一般の来館者でも参加できる「モールス信号打電体験」を併せて実施した。交信に参加した方はおよそ20人程度、モールス信号打電体験については、小さな子どもから大人まで多くの方に参加いただいた。

時間 10:00~16:30

参加者 188人(有料ゾーン)



図27 特別記念局 公開運用の様子

イ 超高速インターネット衛星「きずな」

衛星通信公開実験

8月29日(土)

国立研究開発法人 情報通信研究機構(NICT)

アの公開運用と同じ日に、宇宙航空研究開発機構(JAXA)とともに超高速インターネット衛星「きずな」を開発した国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)に依頼し、通信格差解消や遠隔地医療、災害時対応に有効な衛星通信の公開実験を実施した。

実施に際し、小型車載局(トヨタハイエース)2台をサイエンス広場に設置し、それぞれに接続したビデオ会議システム(館内に設置)で衛星を経由した通信の実験(映像の遅延等の体験)を行った。車載局とビデオ会議システムは休憩ゾーンの出入口からLANケーブルで接続した。

エントランスホールにモニター等の装置を設置したが、画面に現れる自分の姿に興味をもつ来館者にNICT職員が丁寧に解説をしてくれたため、多くの来館者が衛星通信の高い技術に触れる機会にすることができた。車載局の装置も公開したことから、NICT職員と熱心に話し込む来館者の姿も見られた。

時間 10:00~16:30

参加者 965人(無料ゾーン)



図28 超高速インターネット衛星通信公開実験の様子

(2) 関連行事

ア DeNA 出前授業 ~ネット安全教室~

10月18日(日)

株式会社ディー・エヌ・エー

企画展開始後の最初の日曜日に「DeNA 全国出前授業~ネット安全教室~」を実施した。株式会社ディー・エヌ・エーより2名の講師が来館された。

最初に、サイエンスステージにてネットリテラシー講座を実施した。開始前に来館者に声を掛けたものの、館全体の来館者が少なく、参加者は 20 人であった。内容はアニメのキャラクターがインターネットを安全に利用するためのクイズを出題し、参加者に答えてもらった後に正解を発表し、注意を促すというものであった。次に、エスカレータ下に移動し、体験コーナーとして携帯端末を使用したアバター製作、タブレットを使用した啓発アプリ体験、プログラミング体験を実施した。講師の 2 人は学校や他の科学館等でも安全教室を実施した経験があり、慣れた様子であった。また、ボランティアの方々が 4 名参加していただいたことで丁寧で細かな説明及び体験補助を行うことができた。

時間 講演会 30 分間 体験コーナー 50 分間
 体験者 講演会 20 人 体験コーナー 40 人



図 29 体験コーナーの様子

イ NTT「可搬型ポータブル衛星装置」展示

10 月 24 日(土)～10 月 25 日(日)

東日本電信電話株式会社

東日本電信電話株式会社が実際に運用している災害対策用の衛星通信装置の展示をエントランスホールで実施した。

本装置は万一災害が発生した際には展示を中止し、災害対応の為に出勤することも想定される貴重なものである。しかし、パネル展示だけではその貴重さが伝わらずに、本装置の展示に足を止める方が多くなかったことが残念であった。

そこで、同時展開で実施していた実験・工作教室に参加していた方を誘導し、説明を聞いていただくなど、少しでも多くの方に目を向けてもらうような配慮を行った。

可能ならば実際に運用している様子の映像などを流せば良かったと考える。

時間 9:00～16:30

参加者数 3,084 人(無料ゾーン)



図 30 可搬型ポータブル衛星装置展示の様子

ウ 鉱石ラジオをつくってみよう

10 月 25 日(日)

10 月最後の日曜日に当館職員による「鉱石ラジオをつくってみよう」を実施した。実施に当たり、本館展示・運営協力会 20 周年記念の協賛金により購入した実験キットを使用した。

受付では午前、午後共に定員を上回り、抽選の結果それぞれ 20 名の参加となった。参加者は小学低学年から中学生と比較的幅の広い年齢層となった。最初に鉱石ラジオについて簡単な説明をした後、キットの製作、完成した参加者から実際に試聴してもらった。午前は、研修室脇の屋外よりアンテナ線を体験学習室に引込み、ラジオ放送を聞こうとしたが、ノイズの確認はできたもののラジオ放送を聞くことはできなかった。午後は、研修室脇の屋外に出て試聴を行ったところ、わずかではあるがラジオ放送を聞くことができた。

時間 およそ 90 分間の内容で 2 回実施
 体験者 40 人

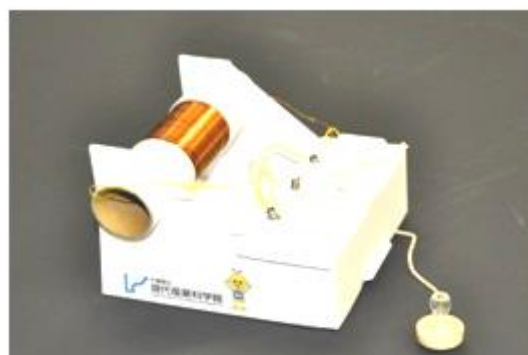


図 31 製作した鉱石ラジオ

エ 楽しい電子工作

11月8日(日)

一般社団法人 日本アマチュア無線連盟

千葉県支部

日本アマチュア無線連盟千葉県支部の協力により「楽しい電子工作 電子オルゴールの製作」を実施した。同支部からは3名の方が来館し講師を務めてくれた。参加者の募集は、電話による事前申し込みとし、当日までに各回定員の20名の申し込みがあったが、当日欠席により、最終的に午前19人、午後18人の参加となった。工作教室の実施に当たり、キットの準備、参加費の徴収、講師等は同支部が行い、本館は、参加者の事前申込、工具の準備、当日のサポートを行った。講師が電子部品の機能や扱い方、工具の使用法まで、わかりやすく丁寧に説明してくれたことや、ボランティアの方々の協力により、全ての参加者がキットを完成させることができた。

参加者からは、「先生がとても丁寧にわかりやすかった」、「小さな部品だけで色々な物が作れることに気がついた」等の感想が寄せられた。

時間 およそ60分間の内容で2回実施

参加者 37人

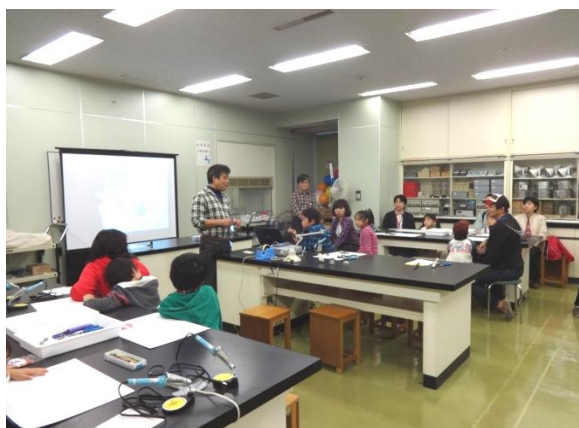


図32 電子オルゴールの製作の様子

オ e-ネット安心講座

11月15日(日)

e ネットキャラバン

総務省が中心となり、文部科学省及び通信事業者等と連携し、保護者や学校の教職員、児童生徒を対象とするインターネットの安心・安全な利用に向けた啓発活動を実施しているe ネットキャラバンによる「e-ネット安心講座」を実施した。参加者は小学生以下と思われる子どもが19人、保護者と思われる参

加者が24人と、想定した小中学生及び保護者という対象に合致した結果となった。

講演内容は、ネット依存や肖像権について等、インターネットに潜む危険について、児童にもわかりやすく丁寧に解説してくれた。また、保護者に対しても携帯電話のフィルタリング等、関連する法令についても説明してくれた。

参加者は、講演内容に高い興味関心を持っている様子が伺え、事前にチラシ等を作成し広報活動に力を入れた効果があったと思われる。

時間 およそ40分間

参加者 43人



図33 講座の様子

カ そうだったのか 最新海底ケーブル技術！

11月23日(月・祝)

国際ケーブル・シップ株式会社

本企画展において、多大な協力をいただいた国際ケーブル・シップ株式会社による講演会「そうだったのか 最新海底ケーブル技術！」を実施した。

講演会では、光海底ケーブルのカットモデル、通称「タケノコ」や、深海の高圧により縮小したカップ麺の容器等、参加者の興味を惹きそうな物の紹介があった。講演内容は、最新光海底ケーブル「FASTER」についての情報や、海底ケーブルの歴史、サメがケーブルに噛みつく映像、ケーブル修理の手順、水中ロボット「マーカス」について等、どれも普段聞くことのできない専門的な話であった。また、クイズ形式や、多数の動画を取り入れる等、子どもが飽きないよう内容が工夫されていた。

この講演会のために来館したと思われる比較的年齢の高い方の参加が目立った。途中退出する方もほとんどなく、満足している様子が伺えた。

時間 およそ 40 分間

参加者 72 人



図 34 講演会の様子

キ 千葉県内少年少女発明クラブ絵画展
「あったらいいな、こんなスマートフォン」
10月17日(土)～12月6日(日)
千葉県内少年少女発明クラブ

企画展開催にあわせ、一般社団法人千葉県発明協会後援のもと、千葉県少年少女発明クラブ絵画展を、当館エントランスホールで実施した。21世紀を担う子どもたちが、将来実現したらいいなと思う機能を備えたスマートフォンを自由な発想で考え絵画に表現することで、子どもたちの科学的創造力の伸長を図ることを目的に実施した。より多くの子どもたちの参加を促す意味で、話し言葉に合わせた表現『あったらいいな、こんなスマートフォン』というテーマ名にした。県内の各少年少女発明クラブに募集をしたところ、5つのクラブから昨年度を上回る67点の申し込みがあった。

子ども達の作品を見ていくと、「欲しい物を言うとそれが出てくる」「行きたい場所を言うとそこに移動できる」といったとても夢のあるものや、「動物と話ができる」といった微笑ましいもの、「歩きスマホのときは電源が切れてしまう」といった実際の社会における問題点に切り込んだものなど、様々なアイデアが提案されていた。

来館者の多くの方が作品の前で足を止め、子ども達の絵画に目を向け、そこに描かれているアイデアに笑顔を浮かべたり、親子で楽しく会話を行ったりしていた。そのような姿を見た時、温かな雰囲気の間作りと言う意味でも重要な位置をもつ、この取り組みを今後も続けていきたいと強く感じた。



図 35 展示の様子

(3) 体験コーナー

ア Oculus Rift DK2

Mitaka 実験版 (Oculus Rift DK2 対応版)

ヘッドマウントディスプレイを次世代インターフェースの一つとして紹介するため、バーチャルリアリティ用ヘッドマウントディスプレイ「Oculus Rift DK2」での表示に対応した「実験版」の Mitaka 体験を実施した。

着席した状態で体験していただいたが「Oculus Rift DK2」と「Mitaka」により、頭上から足元まで、どの方向を見回しても宇宙空間が広がって見えるため、自分が宇宙空間に入り込んだような感覚になり、体験者からは高い評価が得られた。

Mitaka は日付や時刻を設定することで特定の事象の表示も可能であるが、今回はヘッドマウントディスプレイの紹介が中心であったため、宇宙空間の移動などは、体験中、職員が調整する形をとった。仮想現実空間の体験に興味・関心を示す来館者は多くいたが、「Oculus Rift DK2」の年齢制限のため、希望者全員の実施はできなかった。



図 36 Oculus Rift DK2 展示の様子

イ スマートグラス

近畿日本ツーリスト株式会社

セイコーエプソン株式会社

近畿日本ツーリストがすでに実施している「江戸城・日本橋 3D ツアー」のソフトが搭載されたエプソン製のスマートグラスによる「江戸城・大広間」のソフトの体験を実施した。前半の江戸城の説明部分では、映像や説明を見聞きしながら、まわりの様子が見られることを、後半の大広間の部分では、後ろを振り返ると平伏している家来の様子が、左右を見ると襖絵の様子が、上下を見ると天井や畳の様子が、それぞれ見られることを体験していただいた。

すでに実際のツアーで運用されていることもあり、ほとんどの方が、たいへん興味をもって体験に取り組みれていた。



図 37 スマートグラス展示の様子

ウ 網膜走査型レーザアイウェア

株式会社 QD レーザ

株式会社 QD レーザが開発したレーザアイウェアの体験を実施した。装置はコントローラーとメガネで構成され、コントローラーを冷却するための小型扇風機とノートパソコンのケーブルを接続した。

体験では、ノートパソコンからのデモ映像を映し出した。網膜に直接レーザ光を照射することから、視覚障害のある方や中学生以下のお子様には体験をご遠慮いただいた。

体験に際して、機器の技術や、製品の概要、想定用途、利用者のメリット等について説明した。体験者からは製品の特徴を知ると驚きの声があがり、併せてこれからの可能性について大変興味を持った様子が伺えた。



図 38 網膜走査型レーザアイウェア展示の様子

エ フローティング・タッチ・ディスプレイ

株式会社パリティ・イノベーションズ

株式会社パリティ・イノベーションズが製品化したフローティング・タッチ・ディスプレイの体験を実施した。

空中に映し出されるタンポポの綿毛を人差し指で触ると、綿毛が飛び、同時に「ポン、ポン」と音が鳴り、まるで SF 映画やアニメの世界に出てくるような近未来の映像表現を体験してもらった。体験者はその不思議な感覚に小さな子どもから大人まで驚いている様子であった。

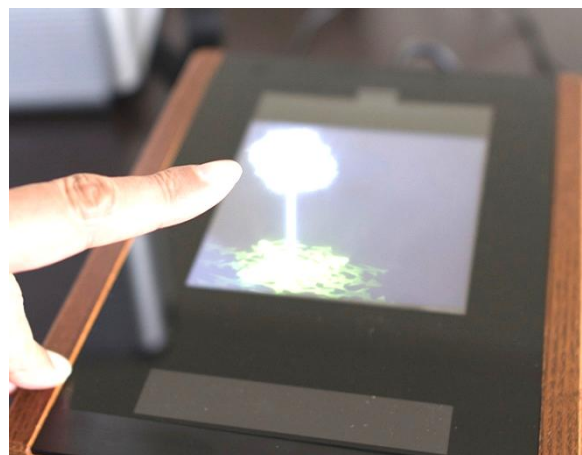
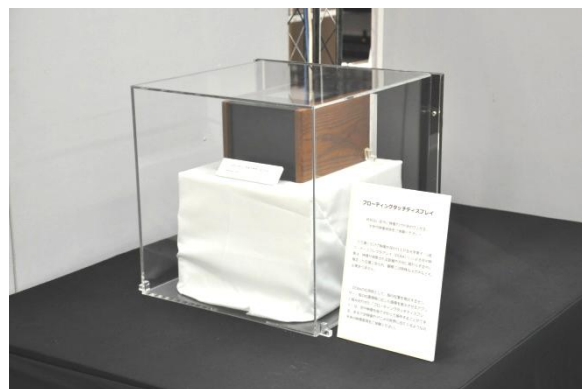


図 39 フローティング・タッチ・ディスプレイ展示の様子

4 この企画展で何が良かったのか

例えば道路を横断するとき、どんな危険があり何に注意しなくてはならないのか誰もがわかっている。それは道路も車も見えているうえに、飛び出したらどんなことになるのか予想できるよう、子供の頃から教育する仕組みが確立されているからである。

交通のように、成熟し、社会の対応が確立されたインフラ(社会基盤)とは異なり、インターネットのような新しいインフラは、目に見えず、さらに日々進化し続けるため理解も対応も追いつかない。目に見えないものは、それがあるとわかっていたとしても考えることや自分にとって直接関係があるものだと認識することは困難であり、とりあえず便利に使えているのであれば、それ以上のことは考えないのが普通である。

昭和 30 年代、自動車の普及で経済が格段に発展したが、交通戦争という便利の代償を支払うこととなり、しかし、その対応を社会全体で確立していった。同じように、新しいインフラに対しても対応を確立させる必要があり、「現代産業」を冠する当科学館でもその一端を担うべきだと考えている。

そこで、見えない世界を見える世界にすれば、つまり、機器材や仕組み、働いているたくさんの人、自分がどこに来ていて、これからどこに向かうのが少しでもわかれば、情報端末の画面の向こう側をイメージすることが可能となり、その世界の進む先を自分のこととして考えられる助けになるのでは、と考
え展示を行った。

最近いろいろな場面で、子供の頃に読んだ SF 小説に描かれていた「未来」に実は来てしまっているのでは、と感
じることがある。

情報通信ネットワークの進化の恩恵は、距離や時間の短縮、新しいメディアの提供だけに止まらず新たな方向に進み続けている。そう遠くない未来、国や言葉や機材、もしかしたら個人の隔たりさえも超えて、あらゆるものが簡単につながるようになるのかもしれない。その世界は、どんな世界となるのか、何か少しでも考えるきっかけになれば幸いである。

5 データ

開催期間 10月17日(土)～12月6日(日)

開催日数 開館 44 日間

入場者数 7,264 名

年齢・入場区分

学生	小学生	19.1%
	中学生	3.9%
	高校生	1.3%
	大学生	10.5%
一般	10代	0.0%
	20代	2.0%
	30代	15.1%
	40代	21.1%
	50代	11.2%
	60代	2.6%
	65歳以上	7.9%

評価

とてもおもしろかった	52.0%
おもしろかった	42.8%
どちらともいえない	2.6%
つまらなかった	0.0%

「とてもおもしろかった」とした理由

いろいろな装置があつて面白かった (小学生・女性)
最初は難しかったけど説明してもらったからとても楽しかった (小学生・男性)
いろいろなことが知れて良かった。(海に線が敷かれているなど) (小学生・女性)
普段の生活では学ぶことのできないことがたくさん学べたから (中学生・女性)
自分の生活にある身近なことについていろいろ知れて良かった。インターネットやガス、電気のしくみが分かった。(中学生・女性)
ガスのマイコンメーターや電力海底ケーブルなど身近にあるすごい物を見られたから (中学生・男性)
文字が多くて難しそうだと感じましたが、一つ一つがとても面白く、今まで不思議に思っていたけど何

となく流してしまったものを詳しく知ることができました。(大学生・不明)
以前、プラネタリウムを拝見したとき、千葉県は空と海以外にも世界につながっていると聞いて気になっていたのですが、今回情報の玄関になっていることを知って驚きました。(大学生・男性)
ウェアラブル端末の体験をさせて頂いて、お話を聞かせて頂いたのが良かったです。ガスの災害時の復旧方法も勉強になりました。(20代・女性)
最先端の Network の内容、展示(実体験)できる物までであり、非常に驚きました。(30代・男性)
日本の海外光ケーブルの実態について知らないことが多かったため(30代・男性)
様々なレイヤーでネットワークについて紹介されていてよかった(30代・男性)
以前から疑問だった海底ケーブルの保守の話。引かれているケーブルの種類、ケーブル切断の理由など知らないことを知れた。BMI もすごい。(40代・男性)
スタッフの方が詳しく説明してくださったのがわかりやすかった。最近の技術に実際に触れることができワクワクした。(40代・女性)

「おもしろかった」とした理由

体験もあわせて、いろいろ教えていただいたので面白かったです。(50代・女性)
新しいインターフェース、3D 天体シミュレーター(ミタカ) 普段では絶対に経験できない事(65歳以上・女性)
電気がどこを通るのか分かったから(小学生・男性)
自分たちの身近にあるものや知らないことがたくさんあったから(中学生・男性)
ネットワークがどうやってつながっているのか、修理等知ることができた。私たちの生活を支える電気・ガスが今も発展していくことを知れたこと(大学生・女性)
海底ケーブルなど普段見れないものを見ておもしろかった。ただ、展示物の文字が多く疲れてしまった(20代・男性)
思っていた内容とは少々違ったが面白かった(不

明・男性)
地味だけど・・・結構幅広く網羅していて何気に見ごたえがあった。(30代・男性)
日常で何気なく使用しているインターネットが実は大変な技術と努力によって支えられているシステムだということを知ることができた(30代・男性)
想像をこえて進化し続ける通信技術を支えてきたものと今後の志向性を様々な角度から見たり触れたりできたので(40代・女性)
海底ケーブル設置のための船やロボットが興味深く、またカッコ良かった。東日本大震災等の復旧の業績各種や、移動通信車に感動しました。(40代・男性)
身近な物で知らなかったこと(海底ケーブルの敷設とメンテ)やこれからどうなっていくか(家庭用ガスメーター)知ることができたから(40代・男性)
難しい場所もあったが係りの方が説明、体験をしていただきよかった。(65歳以上・女性)
普段知れないことが判った。内容は理解するのに困難な面もあるが、やむを得ないでしょう。説明員をもっと増すべきである。または説明映像でも可。(65歳以上・男性)
地域と関連する身近な話題を取り上げていたので(65歳以上・男性)
いつもは子ども対象の展示ばかりで内容レベルが低かったが、今回は大人向けの説明でよかった。(65歳以上・男性)

「どちらともいえない」とした理由

面白いものもあったが、内容が内容だけに難しく、理解できないところがあった(大学生・女性)
難しい(30代・男性)
おもしろいというよりも勉強になった、という感じですか。できれば面白い展示だと頭の中に入りやすいかもしれません(50代・女性)
おもしろい内容もあったが、全体に企画のタイトルと内容があっていない。例えば IOT についての技術や応用例などが期待される内容と思う。(50代・男性)

全体の感想・意見

評価 A…とてもおもしろかった

評価 B…おもしろかった

評価 C…どちらともいえない

驚きのものばかりでした (小学生・女性 評価 B)
知らないことが多くて、すごくわかりやすく書いてあり、よく理解できた (中学生・男性 評価 B)
私たちが普段使っているインターネット, また, それらを使うために使われている電気のしくみなどが分かってよかった (中学生・女性 評価 A)
身近な物で, どのような仕組みが使われているのか分かったのでおもしろかった (中学生・女性 評価 A)
未来を感じる。もっと便利になる。身近にあるものは普段見られない形で展示されていてよかった。(中学生・男性 評価 A)
千葉県の知らなかった一面(情報の拠点の一つ)を知り, 少しうれしくなった (大学生・評価 A)
最先端を見て私たちがこれからどのような生活になっていくのかがイメージすることができた (大学生・女性 評価 B)
インフラ (ガス・電気等) の展示もネットワークなのだと改めて知りました。(大学生・評価 A)
11/3 無料展示につられてきたため内容に驚きました。とても満足しています。(30代・男性 評価 A)
文字が多い展示ですが, 初めて知ることも多く, 来てよかったです。(30代・女性 評価 B)
もっとスペースを設けているいろいろやってもよいトピックスだと思います。(30代・男性 評価 A)
非常に興味深い展示内容で県外から来たが来てよかったと感じた。メーカーに勤務しているので, 職場の人にも事例として紹介し, 自職場での活用事例などを考えてみたいと思う。(30代・男性 評価 A)
難解な所も多かったですが, 初めて知ったことが多く楽しめました。
印象 4 未来のインターフェース 理由 夢のある研究だと感じました。(30代・女性 評価 A)
直観的なインターフェースでマシンとつながっていくのと, どんどん小型化してより自然な形で接することが可能になっていくことがよく分かりました。(40代・男性 評価 A)

かなり力を入れた展示と感じた。独自の企画で楽しむことができました。(40代・男性 評価 B)
良い展示だと思います。次は「原子力の正しい知識展」なんていかがでしょうか? (イデオロギーがからまない, 純科学的な) (40代・男性 評価 A)
実際のケーブルを見ることができて, 思っていたより細くてびっくりした。ケーブルをひいたり修理したりする方法を知ることができておもしろかった。全体的にパネルの字が小さくて読みにくいのが残念です。子連れで時間がなかった個人的な都合もあります。(40代・女性 評価 A)
常設コーナーへの格上げを期待します (65 歳以上・男性 評価 B)
小学2年生の娘と来たので, もう少し対象年齢を低くしてほしい (30代・女性 評価 B)
おもしろい企画。今後もいろいろ企画してほしい。年間パスポートとは別料金がとられるのはいたい。(30代・女性 評価 B)
ガスや電気の話はインフラ関係でまとめて, 防災などの新テーマで展示した方が良いのではないかと思います。BMI や VR ディスプレイ関係をもっと知りたかったです。(30代・女性 評価 B)
企画タイトルの再考をした方がいいと思う (50代・男性 評価 C)
聞いたことはあるけれど詳しくわからない言葉やその意味, 最先端の技術など興味深くはありましたが展示の流れが見えませんでした。展示にストーリーを感じられるともっと興味がわくかと思いました。そこが残念です。(50代・女性 評価 C)

6 謝辞

タイトルに「最先端」を付けたのは, 当科学館にとって, かなり意欲的な試みでしたが, 多くの皆様のおかげでタイトルに偽りのない展示ができたと考えています。本展の開催にあたりご協力・ご支援をいただきました皆様に心から感謝申し上げます。

特に, 情報通信分野では, 国際ケーブル・シップ株式会社 木本 氏将 氏, 並びに KDDI 株式会社 戸所 弘光 氏, エネルギー分野では, 東京電力株式会社 廣瀬 邦彦 氏, 東京ガス株式会社 井上 邦彦 氏, 並びに京

葉ガス株式会社 小野寺 育也 氏には多大なご協力、ご支援をいただきましたこと、ここに厚く御礼申し上げます。

KDDI 株式会社 国際ケーブル・シップ株式会社 国立研究開発法人情報通信研究機構 株式会社モトヤ株式会社 QD レーザ 株式会社パリティ・イノベーションズ NTT 技術史料館 株式会社フジクラ 近畿日本ツーリスト株式会社 国立大学法人大阪大学 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 株式会社 NTT ドコモ KICKSWeb 株式会社ディー・エヌ・エー e-ネットキャラバン 一般社団法人日本アマチュア無線連盟千葉県支部 船橋市アマチュア無線クラブ 学校法人国際理工情報デザイン専門学校 日本電気株式会社 株式会社 OCC 自然科学研究機構国立天文台 東日本電信電話株式会社 千葉県農林水産部 千葉県水産情報通信センター 千葉県環境生活部 東京電力株式会社 東京ガス株式会社 京葉ガス株式会社 株式会社竹中製作所

赤羽 祥明・石川 雅康・一島 健・岩田 玲子・江澤 清貴・大黒 晃・大高 一弘・小川 龍・柏原 陽・片岡 尚人・片桐 雅二・加藤 恒彦・川浪 久則・菊池 宏・木本 氏将・楠 麻里子・熊谷 恵・小池 典昭・河野 一郎・木庭 治夫・後藤 謙次・小林 広三・小松 勇二・近藤 紗名・重村 龍也・庄野 志保・鄭 炳表・白土 保・菅 智茂・菅野 清美・菅原 充・鈴木 隆文・鈴木 誠・薄田 一・千貫 りこ・高橋 卓・高橋 靖宏・高橋 幸男・竹井 透・田山 靖・戸田 信一・戸所 弘光・富田 伸一・中嶋 徳彦・中村学・中山 弘敬・成瀬 康・野口 悟・野口 勝・波多野 貞之・平田 雅之・福士 比奈子・藤田 功・古門 慶造・前川 聡・前田 有希・松浦 利男・宮田 博行・村上 修二・山下 清隆・山田 忠・山本 和人・山森 淳・芳仲 孝夫・若菜 弘充（敬称略）