

見える化を促進した e- ナビ・スクエアのコンセプト ～ 新生・電気電子工学科基盤整備事業 ～

佐々木崇徳*・花田一磨**・柴田幸司*・神原利彦*・
信山克義***・川本清****・石山俊彦***・坂本禎智*****・
根城安伯***・上野浩志*****・大寫倫和*****・関秀廣***

要 旨

Society 5.0 では、物理スペースからのセンサ得られる多量の情報がサイバースペースに蓄積され社会への変革に資するとされている。近年の電気電子技術に支えられた情報通信技術関連の急速な進展が産業や社会の急速な構造変革をもたらしている。大学卒業生から就職してから大学で学んだことの重要性に気付いたという意見が多く聞かれ、教育方法については、これまでのような教員が教えたい教育中心ではなく、学生が主体的に学べる環境を具備する必要がある。2018 年から八戸工業大学工学部においても電気電子システム学科が電気電子工学科に改称し新生の学科改革事業を手がけている。改革コンセプトでは、「エネルギー」と「信号」を主体としたカリキュラム体系の構築、また、専門棟の機能的配置整備を手掛けた。この事業の一環で、電気見える化を促進した e- ナビ・スクエアを設置し、教育研究の情報発信の場を整備した。

キーワード：電気電子工学科、教育改革、ものづくり、可視化、e- ナビ・スクエア

平成 30 年 1 月 10 日 受付

* 工学部電気電子システム学科・准教授

** 工学部電気電子システム学科・講師

*** 工学部電気電子システム学科・教授

**** 基礎教育研究センター・教授

***** 感性デザイン学部感性デザイン学科・教授

***** 工学部電気電子システム学科・技術職員

Concept of e-Navi Square Promoting Visualization ～ Foundation Improvement Project for Newborn Electrical and Electronic Engineering Department ～

Takanori Sasaki*, Kazuma Hanada**, Kouji Shibata*, Toshihiko Kanbara*,
Katsuyoshi Shinyama***, Kiyoshi Kawamoto****, Toshihiko Ishiyama***, Yoshinori Sakamoto*****,
Yasunori Nejyoh***, Hiroshi Uwano*****, Michikazu Ohshima***** and Hidehiro Seki****

ABSTRACT

In Society 5.0, a huge amount of information from sensors in physical space is accumulated in cyberspace. The information and communications technologies based on the electricity and electronics have brought about rapid structural transformation of industries and society in recent years. There are a lot of opinions that alumni graduate noticed the importance of what they learned at university after graduate. For educational methods, the university should not be the education place that teachers want to teach, but be the environment that students can learn autonomously. Since 2018, the Department of Electrical and Electronic Systems in the Faculty of Engineering at Hachinohe Institute of Technology changes its name to the Department of Electrical and Electronic Engineering and is undertaking a new foundation improvement project. In the reform concept, the department has worked on the revision of a curriculum system based on "energy" and "signal" fields on electricity, and also on the functional arrangement of the department building. As part of this project, e-Navi Square, which promotes the visualization of electricity, was set up and established a place for communication of information on educational research.

Key Words: *Department of Electrical and Electronic Engineering, Educational Reform, Manufacturing, Visualization, e-Navi Square*

1. 新生・電気電子工学科における改革コンセプト

八戸工業大学工学部電気電子システム学科では、全学的な教育改革推進の元、カリキュラム改革を始めとする諸改革に取り組んでいる。ここではそのコンセプトや取り組みの中心に述べる。

近年の情報通信技術関連の急速な進展が産業や社会の急速な構造変革をもたらし、第4次産業革命や超スマート社会（Society5.0）がうたわれる中で、戦略的に強化すべき基盤技術として、AI（人工知能）、IoT（Internet of Things）、ビッグデータ解析技術、システム構築技術などが挙げられている。こうした背景のもと文部科学省の大学における工学系教育の在り方に関する検討委員会では、工学系教育改革を進める上で指針を示している。¹⁾ 其中では、産業界の中堅研究者・技術者へのヒアリングにおいて大学の講義や実験が社会とどのように繋がっているのかイメージが湧かず、就職してから大学で学んだことの重要性に気付いたという意見が多く聞かれたことが明らかにされている。教育方法については、これまでのような教員が教えたい教育中心ではなく、学生が主体的に学べる環境を具備する必要があることを指摘している。

東北地方有数の工業地帯である八戸は、「電気」と社会の関わりを知るには絶好の地である。八戸市は漁港として栄えている一方、東北地方有数の工業都市でもある。また、液化天然ガス LNG の拠点港、火力・風力・原子力等の電気エネルギー基地、あるいは支援地域としての働きも持っている。地域では、光や映像情報等の信号処理に関わり、研究・開発・製造を行う企業もある。将来に向けて、地域の課題解決を図ることが必要であるが、社会では制約条件が多く出る。それに対して大学では、自由に未知未踏の課題に取り組むことができる環境が整っている。

本学科では、地域と連携して「見る」「聞く」「知る」の実学教育を行っている。地域で求めていることは何かを体験できる。東日本大震災後の電力不足を補うためにコンバインド発電設備が、東北電力八戸火力発電所に設置され、稼働している。この施設の発電効率は約57%に達する。学生はこのような施設の見学を通してその規模を実感でき、実学教育は教科書では伝え切れない臨場感を感じ、興味関心を喚起できる。

「電気」は見えないこともあり、難しさが伴う印象のある分野である。一方で、制御性に優れることが「電気」の見えない特徴である。電気回路を見るとトランジスタ、抵抗、コンデンサ、コイルが張り巡らされて複雑である。これも、オームの法則、一巡して電圧を足し合わせると零、コードを結び合わせた接続点の電流を足し合わせると零という3つの法則を組み合わせて理解することができる。

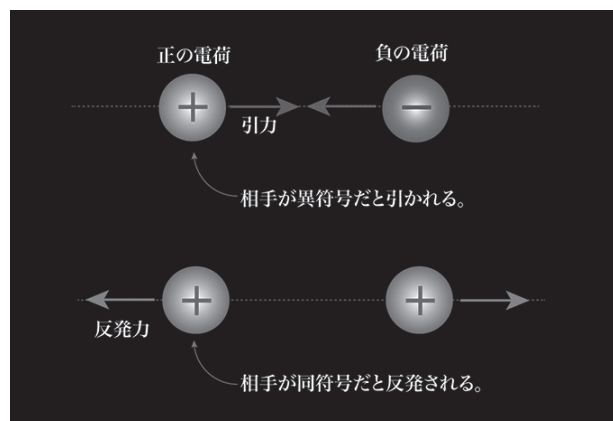


Fig.1 電荷間に働くクーロン力

電気の基本を示す。電気を帯びた電荷同士には Fig.1 のようにクーロン力と呼ばれる力が働く。正負の電荷が重なっていると、Fig.2 のように離れた電荷に働く力はそれぞれ反対で大きさが等しいことから、結果的には力が働かないことになる。もし、正負の電荷の重なりを無くすと Fig.3 のように他の電荷には力が働き、動かすことができる。これが電気エネルギーの原点である。同時に電荷の有無を判別できることから、それぞれに0と1という信号の意味づけをすることにより情報処理が可能となる。

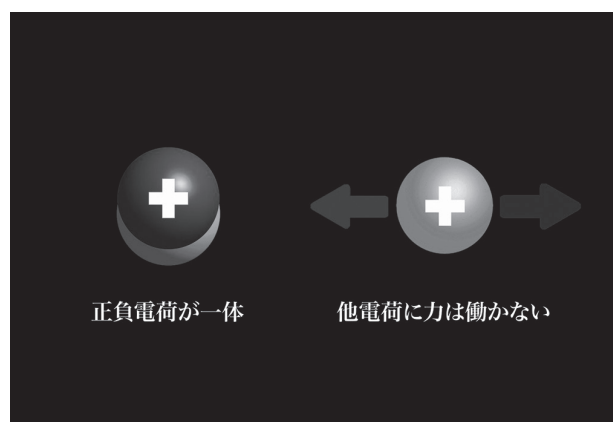


Fig.2 重なり合った電荷

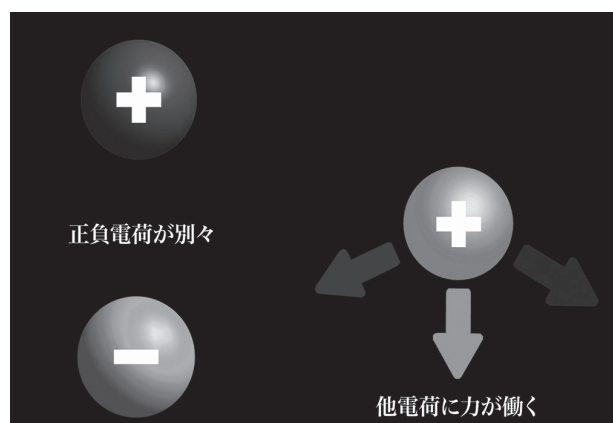


Fig.3 分離した電荷が生み出す力

2. 新学科における教育と研究

電気電子システム学科が2018年4月から電気電子工学科に名称を変更する。以後、本書では本学科と呼ぶ。これに伴い、学科をロゴマークをFig4のように定めた。英文名 Department of Electrical and Electronics Engineering の名称より、3つのEを、また、地球環境を考慮したグリーン技術を求めるとの思いから、緑の葉を配置した。



Fig.4 新生・電気電子工学科のロゴマーク

本学科は、目に見え無い「電気」を自由に操る科学技術を学ぶ学科である。前述のような電気には「エネルギー」と「電気信号」の2つの機能がある。Fig5に電気電子工学科の教育の流れを示すが、「エネルギー」と「電気信号」の2つのコースから選択し、具体的には3つの学問分野で構成しており、基礎から先端技術まで学べる3分野2コース制となっている。なお、これらは実用的にはそれぞれ深い関わり合いがあることから、他方コースの授業科目を受けることができる自由度を高めている。科目の選択ではしっかりと履修をした上で知見を広げていくことが大切であり、食い散らかしにならないように履修モデルが提示される。学生へは、課外活動の分野でも取り組むことを推奨し、常に「考える」姿勢が本学科の求めるところである。社会人になってから、「なぜ？」という思考が社会を変える力となって発揮されることを期待したい。

次に3分野について述べる。Fig6には各分野において本学科で行っている研究分野は具体的な研究テーマを掲げている。

「電気・エネルギーシステム分野」は、電子の流れが電気エネルギーの流れとなるものであり、自由化が進む電力エネルギー産業、環境を考慮した新エネルギーシステム、さらには省エネ社会を実現する高効率電力システム等、電気エネルギーの発生から電力ネットワークまで

新しい電力技術を研究しています。さらに、エネルギー問題と常に背中合わせとなる環境問題。省エネルギー化や新エネルギーシステムなど、地球環境を考慮したエネルギー社会を目指すものである。

「情報・通信・メディア分野」は、主に電子の有無を情報信号の1か0に意味づけて、信号としての電気を学ぶ分野である。ICT（情報技術）社会とは？人口知能AI、それは、「いつでも、どこでも、誰とでも情報を自由に交換できる」社会である。これを実現するのが高度情報通信システム、コンピュータ技術、さらには多様化する情報メディア技術である。電気や電波さらには光信号による情報伝送の基礎からコンピュータネットワークまで最先端の情報・通信技術、さらにはロボティクスなど幅広い研究を行っている。

「電子デバイス・システム制御分野」は電気信号と電気エネルギーの制御技術を学ぶ分野である。高度情報化社会による情報の大容量化、高集積化、さらには高速処理化を支える電子素子（デバイス）、基本的な電子デバイスから最新の材料を利用した新素子まで、電子材料の性質と電子の振る舞いの関係を明らかにし、高度化する半導体などの機能を向上させている。さらに、電気電子制御技術を幅広い応用へと展開させる。

また、講義・座学に加えて、「実証科学」である実学教育、実際に課題に取り組む実践的教育、そして、それらを社会に役立てる実用化教育の特徴が盛り込まれている。その学びを通して、国家資格などから認定を受けた教育プログラムであり、社会での資格認定に役立つ教育課程（カリキュラム）となっている。

3. 電気電子工学専門棟の整備

本学科では、各研究室の成果展示スペースと一部卒業研究スペースを確保するために、学科専門棟全体で機能の見直しを行い、主に7室について2016年に大規模な入れ替え等作業を行った。

東日本大震災を経て、校舎の耐震化が進められ、2015年の大改修が本学科専門棟で行われ、そのため一時的に学科の機能を他教室で実施致した。この間、ネットワーク演習室（E201室）が使用できなかった為、関係するパソコン等設備をE111室に移設し、教育を継続し、2016年においては、リニューアルなった専門棟の効率的使用の観点から、この復旧に並行してFig.7のような整備を行ってきた。

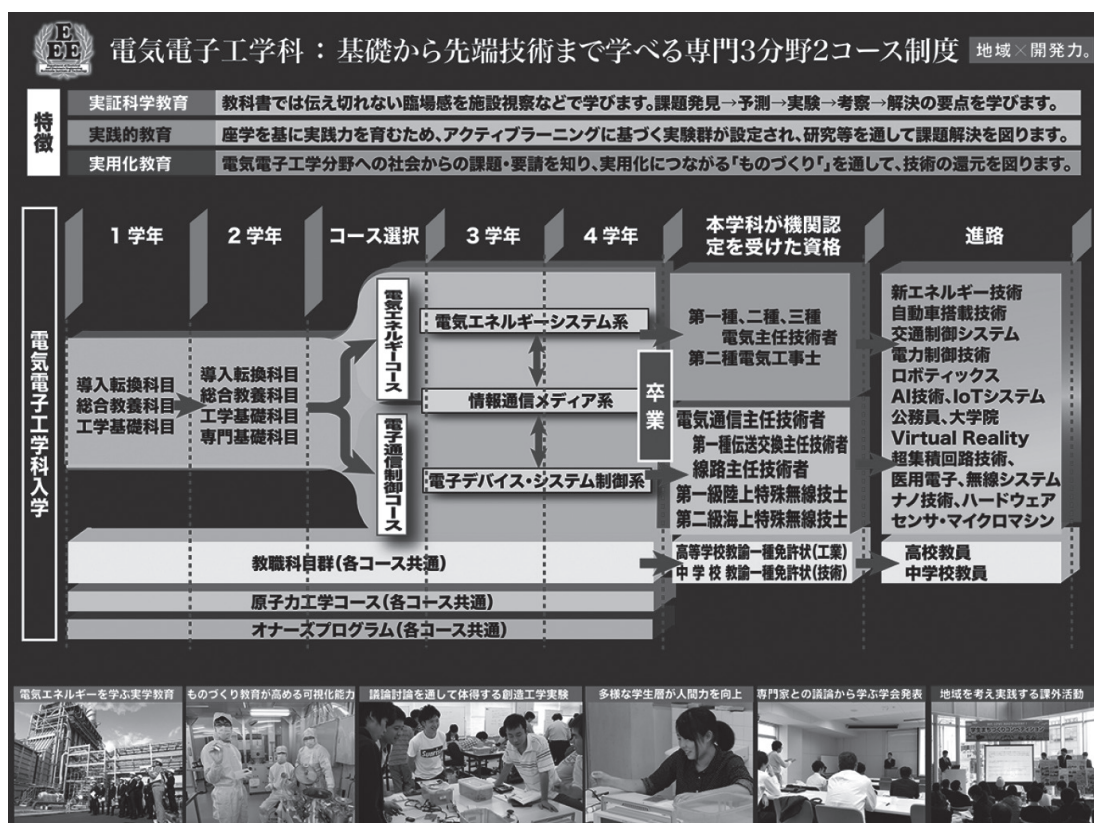


Fig.5 新たに始まる電気電子工学科におけるカリキュラムフロー



Fig.6 電気電子工学科で行われている最新の研究テーマ一覧

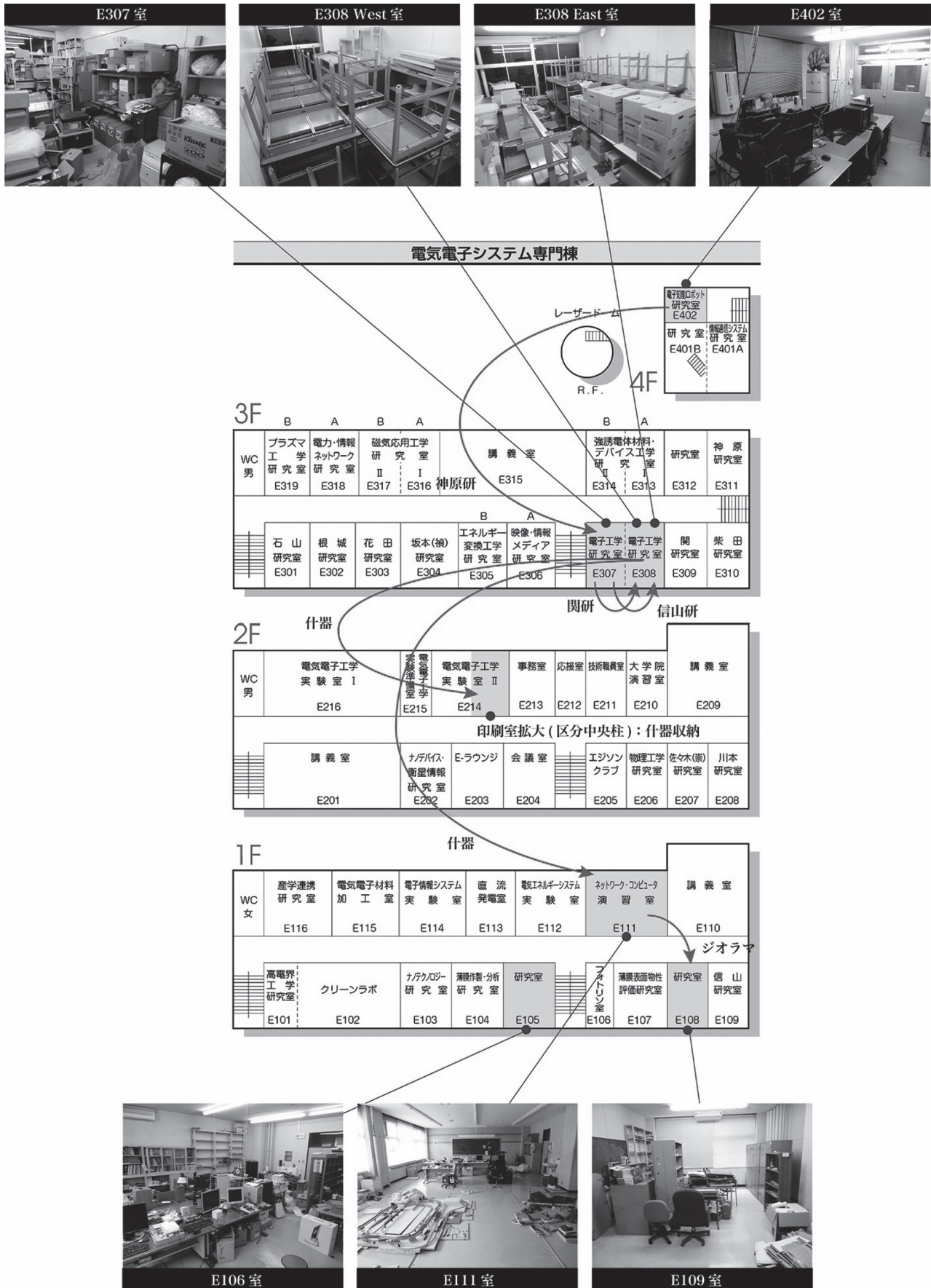


Fig.7 電気電子工学科専門棟の配置改革案

耐震工事が終了した2016年度には復元作業を行った。特にPhoto.1の54台の端末機からなるネットワーク演習室の移設では、卒業研究生や大学院生の支援を得て、LAN ケーブルや電力ラインの配線を行った。(Photo.2、Photo.3)



Photo.1 移設前のネットワーク機器 (E111 室)



Photo.2 ネットワーク機器移設を支援する学生達

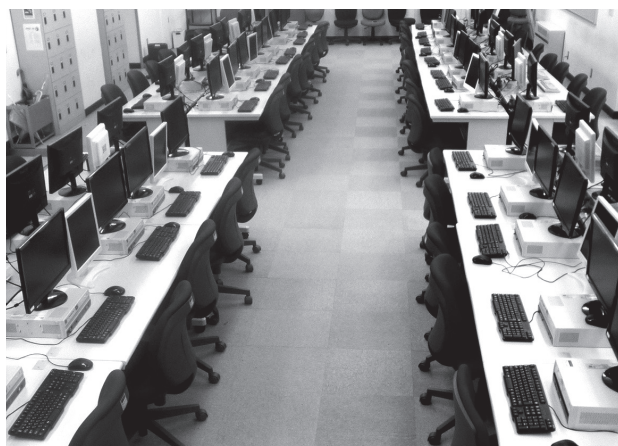


Photo.3 移設になったネットワーク室 (E201 室)

加えて、長谷川学長の指示で始まった学内クリーン化事業に合わせて研究室配置の見直し、さらには、教育研

究資産を1箇所に集約したe-ナビ・スクエアの施設設置を学生・教職員一体となって成し遂げることができた。

本学科では、科学技術の講義を踏まえて、実際にものづくりをしたり、施設を見学したり、資格を取れるなど、実学、実証科学を学べる学科としている。興味があるなら、できるできないや知識の有無に関わらず、自分をいくらでも伸ばせる学科を構想することとした。実証科学教育として、教科書では伝え切れない臨場感を施設視察などで学ぶ機会を設け、課題発見→予測→実験→考察→解決の要点を学ぶこととしている。実践的教育として座学を基に実践力を育むため、アクティブラーニングに基づく実験群が設定され、研究等を通して課題解決を図る。

本学科の特徴として実用化教育があり、電気電子工学分野への社会からの課題・要請を知り、実用化につながる「ものづくり」を通して、技術の還元を図っている。

4. e-ナビ・スクエアの整備 (電気電子工学科多目的交流スペース)

本学科の整備事業の中で、電気電子システム学科における教育・研究成果や関連した設備の集積を図り、学生、教職員はもとより外部の方にも公開するスペースを確保することとし、E111 室を「e-ナビ・スクエア (e-Navi Square)」と呼び、この施設にあてることとした。

電気電子工学科の研究活動、学生による課題活動、研究の歴史と歩みを一堂に会した施設が2017年度からスタートした。それが、e-ナビ・スクエアである。身近な現象を確かめながら、研究の内容を理解することができる施設でもある。

電気は直接見るできないことから、不安を覚えることがある。しかし、電気にはエネルギーと信号情報という2つの大切な機能を持っており、私達は上手に使いこなしている。この機能は将来の社会にとって益々大切な重要なことになり、社会の進展に合わせて弛まぬ教育や研究が大切になる。e-ナビ・スクエア (e-Navi Square) では、地域の人々、学生、教員など多くのステークホルダーに対して本学科で行われている活動を情報提供する場と位置付けた。この施設は、電気の魅力をなるべく可視化するように配慮しており、身近な電気現象を通して教育研究の大切さや重要性を体感してもらう、言わば電気の今を知るスペースでもある。

Fig.8にe-ナビ・スクエアのロゴマークを示す。スペースの名称、電気電子工学科を表すEEEとコンセントを配置し、3分野の教育研究をRGBで表している。

Fig.9にe-ナビ・スクエアのコンセプトを示す。電気は直視できないことから理解にはイメージ化がポイントと思われる。思考理解には電気電子が引き起こす諸現象を五感をもって体験することで、驚き、疑問を強く抱き、その思考過程で理解を深め、結果として体系的に関連付けられた電気・電子に関する知識の獲得に結びつくことを期待している。その際、多くの現象が表出するが、電

気の基礎理解として前述の2つの性質に関連付けて学べることを主体とした。本施設ではTable 1に示すように本学科に関わる装置等の展示が行われている。



Fig.8 e-ナビ・スクエアのロゴ

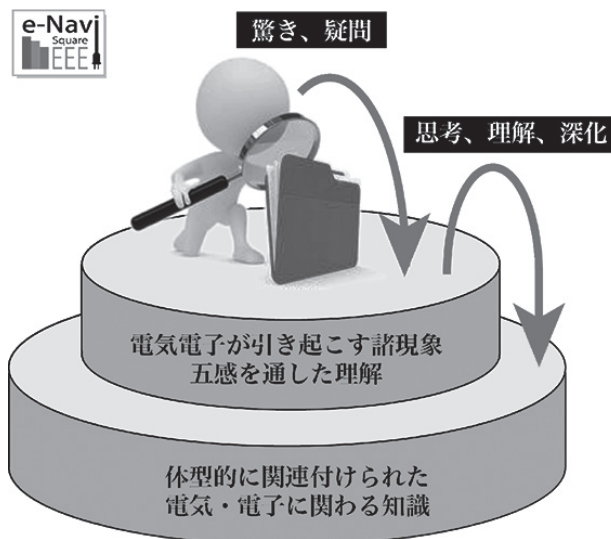


Fig.9 e-ナビ・スクエアの設置コンセプト

Table 1 e-ナビ・スクエアの展示内容一覧

●電気エネルギーシステム系	・電力ネットワーク工学研究室（花田一磨研究室）
	エネルギー供給・消費に関する研究 再生可能エネルギーを有効活用する新しい電力ネットワークに関する研究
	・エネルギー変換技術研究室（石山俊彦研究室）
	再生可能エネルギーによる発電や効率的なエネルギーの変換技術の研究
	・磁気応用工学研究室（坂本植智研究室）
	パラメトリックモータの実用化に関する研究 パラメータ振動におけるMathieu方程式と物理現象に関する研究
●電子デバイス・システム制御分野	・プラズマ理工学研究室（根城安伯研究室）
	宇宙推進機（宇宙ロケット）の推進性能（エンジン特性）の研究 核融合実験炉の壁損耗に関する研究
	・ナノデバイス・衛星情報研究室（佐々木崇徳研究室）
	有機薄膜デバイスの高効率化(OLED/有機太陽電池) 人工衛星を用いた防災・減災のための環境解析法の開発
●情報通信メディア系分野	・電子物性工学研究室（信山克義研究室）
	地球環境に優しいバイオプラスチックの電子デバイスへの応用
	・物理工学研究室（川本清研究室）
	薄膜表面界面工学
●情報通信メディア系分野	・映像情報メディア工学研究室（関秀廣研究室）
	液晶電子表示素子の高品位化とマンマシンインターフェイスに関する研究
	・電子知能ロボット研究室（神原利彦研）
	Kinectを用いた3次元環境地図の自動生成 力覚デバイスによるロボットアームの遠隔操縦
●情報通信メディア系分野	・情報通信工学研究室（柴田幸司研究室）
	屋外設置型太陽光発電遠隔監視システム ICTを応用した観光や地域振興システム
	青森県や八戸圏域など寒冷地における農作物生産支援システム
	地域住民や観光客の円滑な市内移動を支援する交通ナビシステム

開設場所は本学科専門棟1階のE111室とし、約75平方メートル（～10.0 m×7.5 m）の床面積を確保した。そのレイアウトをFig.10に示す。施設の扉には、廊下から内部が分かるように透明ガラスを配置した。（Photo.4、Photo.5）一部は電気エネルギー、未来エネル

ギー、情報制御など九つのゾーンに分かれ、研究内容を解説するポスターや、エネルギー効率化の実験に使う電気自動車などを展示している。Photo.6は整備が終わった施設の様子である。

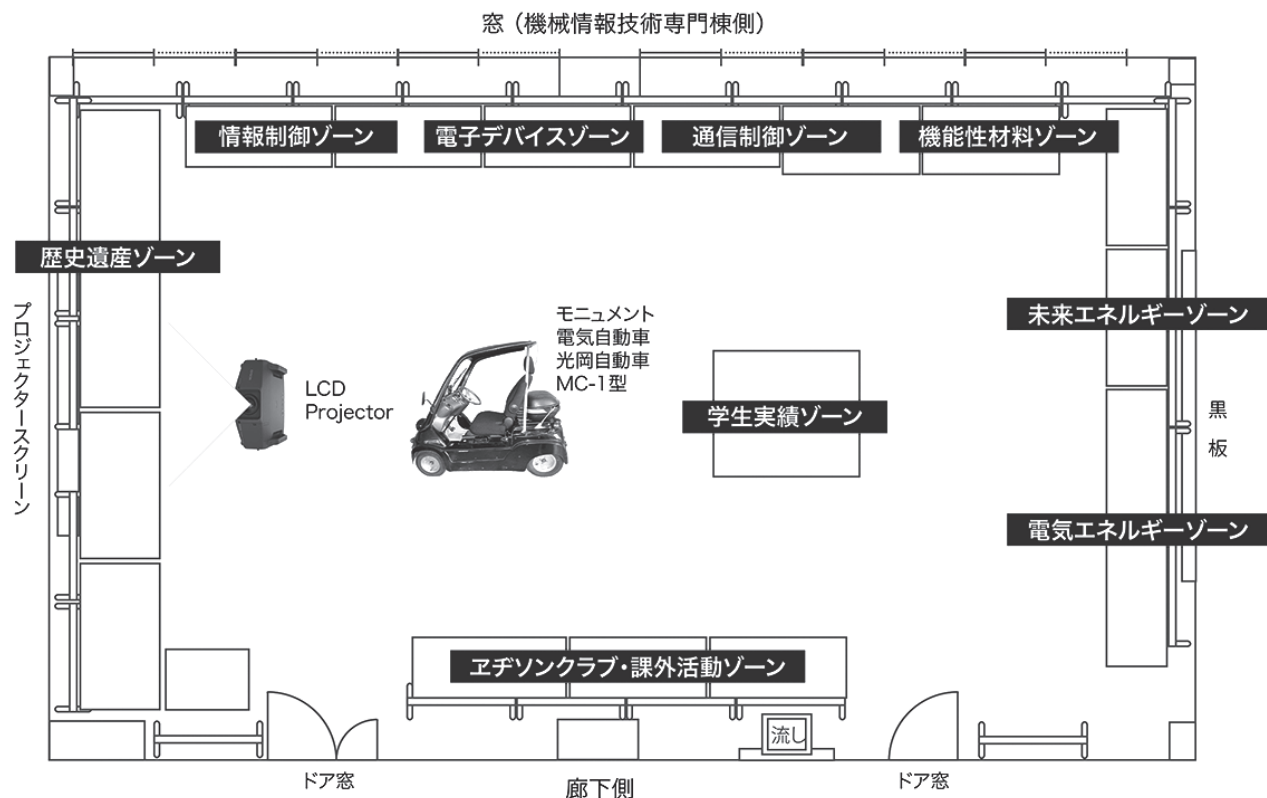


Fig.10 電気の今を伝えるe-ナビ・スクエアのレイアウト



Photo.4 改装前の扉



Photo.5 窓を付した改装後の扉



Photo.6 整備後のe-ナビ・スクエア（E111室）

5. e-ナビ・スクエアの展示機器

e-ナビ・スクエアには凡そ40点の「電気を見る」ことに関連した機器が常設展示されている。この中から電気エネルギーと電気信号に関する4点の機器を紹介する。

Photo.7は電気エネルギーを光・熱・音に変える展示である。中央の食塩水をしみ込ませた木材に、右に刺した針と左のアルミニウムの板電極間に高い電圧を加えると、放電に伴い無数に枝分かれした樹状の美しい模様(リヒテンベルク図形)が現れる。絶縁体におけるトリイニング劣化と呼ばれる破壊現象である。

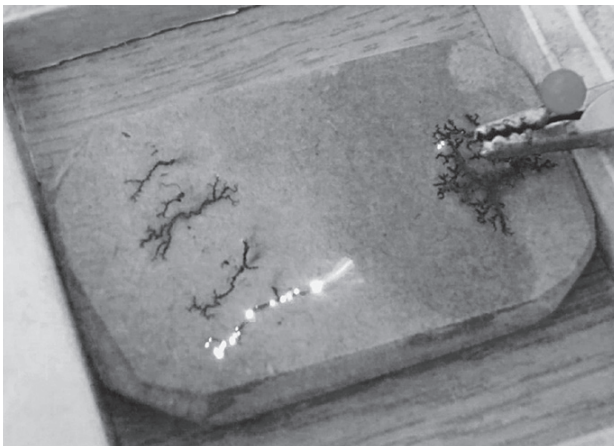


Photo.7 種々のデザインを生み出す樹枝状沿面放電

Photo.8は、同様に電気エネルギーを体感できる機器で、ジェイコブスラダーと呼ばれる。空気は電気は通さないが、高い電圧をかけると耐えきれなくなって絶縁破壊という光・熱を発する状態になる。

本学科には、学生が自由にものづくりを行えるエヂソンクラブを設けている。エヂソンクラブでは、理解を促すユニークな実験装置の製作も手掛けている。Photo.8のジェイコブスラダーも彼らが製作を手がけたものである。地域の方から科学教育を依頼され、対応する活動を行っており、地域の科学意識向上に寄与したとして青森県から表彰を受けた実績を持っている。

電気に取り組む分野には、もう一つ「信号情報」がある。「電気」の発展には多くの科学技術が関わっている。Photo.9の左端は真空管と呼ばれ、100年ほど前に発明され、電気の流れを制御できることから電気回路に無くてはならない増幅、検波、整流、発振といった動作ができるようになった電子部品である。1947年になると中央のトランジスタの固体素子が、使えるようになった。そして、右端は現在のパソコンのCPUと呼ばれる中央処理装置である。100億個もの素子が組み込まれている。この100年の間の電気電子技術を進歩を象徴するものである。

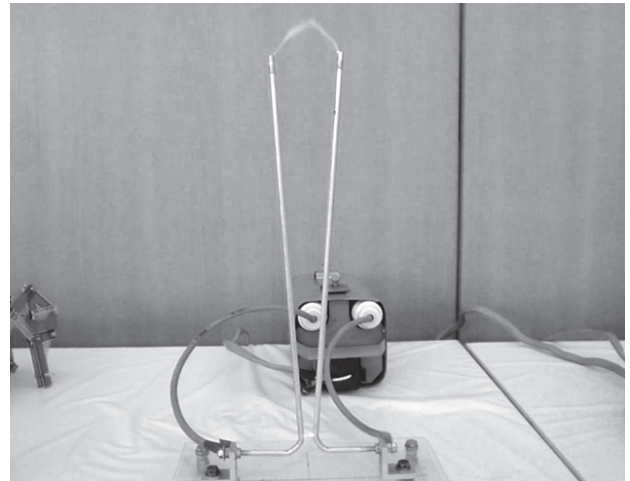


Photo.8 ジェイコブスラダー放電 (エヂソンクラブ)

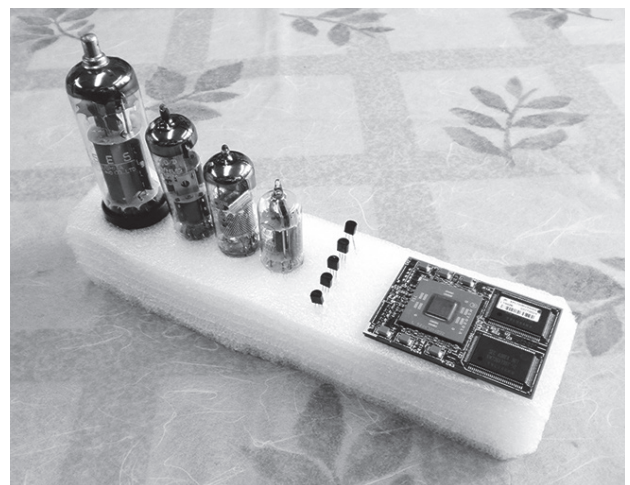


Photo.9 スイッチング素子の変遷

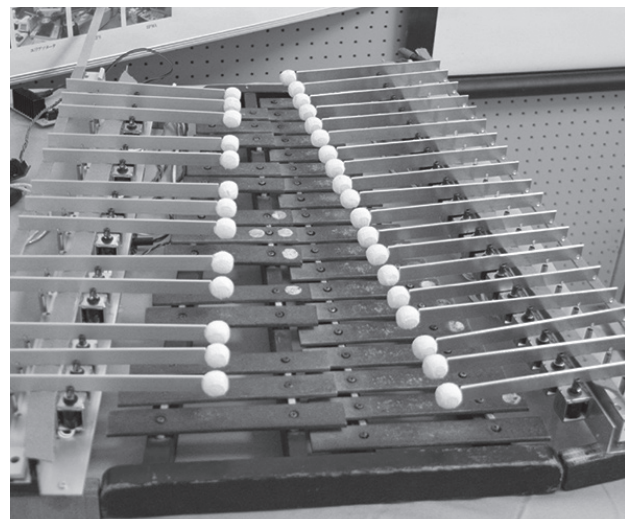


Photo.10 鉄琴自動演奏器 (エヂソンクラブ)

Photo.10はエヂソンクラブが製作した自動演奏器である。インターネット上で販売されていた鉄琴を5千円で手に入れ、それに鍵盤や上下機構(プランジャー)を組み合わせて自動演奏機に仕上げてある。電子楽器の演

奏データを機器間でデジタル転送する世界共通規格のMIDI プレーヤーという音楽ソフトと組み合わせて自動演奏機を実現している。「電気信号」は、音、映像など様々な情報の伝達には必要不可欠なものであることが体感できる。

e-ナビ・スクエアでは学生の課外活動の実績も展示している。2016年12月11日（日）八戸パークホテルにおいて大学、高専の学生からのアイデアを提示し合い、実現化の支援をしようというイノベーション・ベンチャー・アイデアコンテスト2016が行われた。本学科の4人のチームが「寒冷地での農業支援のためのインターネットと携帯電話網にて遠隔監視可能な土壤に施設した温床線の高安定・高精度な温度制御システム」を内容とするものを提案し、10件の発表の中から準グランプリを獲得している。こうした取り組みも掲示している。



Photo.12 長谷川学長による視察（クラブ）

6. e-ナビ・スクエア開所式

e-ナビ・スクエアの整備が終了した2017年6月2日に地域への公開も兼ねてPhoto.11のように開所式を催した。本学、大学関係者らに展示の概要を説明が行われた。この場では、卒研究生大学院電子電気・情報工学専攻の学生らが展示内容の解説や実験を担当した。（Photo.12、Photo.13）地域の企業と連携して課題を解決し、研究者同士が情報共有して別の研究につなげるなどのきっかけづくりの場に育つこと、また、学生が一般の方に研究を説明し、やりがいを感じることで、学ぶ意欲を高められることの期待を持っている。なお、e-ナビ・スクエア見学希望者には事前に本学科事務室（TEL：0178-25-8020）へ連絡をしてもらい対応することとしている。

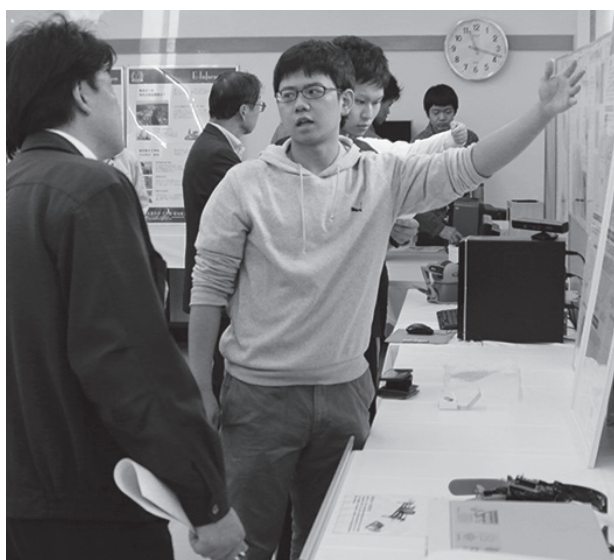


Photo.13 卒業研究生による研究説明（開所式）



Photo.11 e-ナビ・スクエア開所式（2017年6月2日）

7. 終わりに

開所式を経て、機会あるごとにe-ナビ・スクエアの活用を図ってきた。Table 2にその内容を示す。

Table 2 e-ナビ・スクエアの活用状況

来訪者等	件数	備考
一般、保護者等	5件	開所式、私大協、高校保護者等
大学生	1件	当該学科1年生 & 4年生授業
高校生：体験授業	6件	工大一高、工大二高、三本木等
高校生：見学	8件	七戸、百石、八戸工業、盛岡中央等
中学生、その他	3件	大館中、風間浦中等
大学企画催事	3件	オープンキャンパス、学園祭
合計	26件	2017年6月から12月迄

約半年間で26件の催事が催され、中学生から高校生、大学生、一般人まで幅広い来訪者を受け入れている。教育研究成果等の展示においては、卒業研究生に所属研究室に関わる説明や質疑応答の対応をお願いしている。e-ナビ・スクエアについては、地域新聞2誌が記事に取り上げて頂いた。^{2,3)} 今後本施設は、「電気」の見える化を中心に情報発信とともに教育研究においての多機能施設として機能化を図っていきたい。

謝 辞

本事業の実施にあたっては、八戸工業大学、学校法人八戸工業大学のご理解とご支援を得た。また、八戸工業大学工学部電気電子システム学科平成27年度卒業生に多大な支援を頂いた。さらに自由電子工房エデソン倶楽部メンバー学生にも感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 文部科学省 大学における工学系教育の在り方に関する検討委員会：“大学における工学系教育の在り方について(中間まとめ)”(平成29年6月)。
- 2) 2017年(平成29年)06月06日(火曜日)、デーリー東北、第15面地域、三八 つたえる地域 つながる地域、八戸、ロボットなど研究成果展示、八工大、常設スペース開設。
- 3) 2017年(平成29年)06月07日(水曜日)、東奥日報、第16面八戸三戸、八戸、八工大、研究成果地域に公開、展示スペース学内開設。