

八戸工業大学電気電子システム学科学生を対象とした 電気に関するアンケート調査結果

花田 一磨[†]

Questionnaire Survey Results about Electricity for Students of Department of Electrical and Electricity Systems, Hachinohe Institute of Technology

Kazuma HANADA[†]

ABSTRACT

It is often said that "electricity is hard to understand because it is invisible and it uses a difficult formula." If we can know parts that students feel difficult to study electricity, we will find clues for the students to understand electricity. Therefore, in this research we conducted a questionnaire survey including items related to the contents of basic subjects of electrical engineering. This report describes the results of this questionnaire survey.

Key Words: *Hachinohe Institute of Technology, Department of Electrical and Electronics Systems, electricity, questionnaire survey*

キーワード: 八戸工業大学, 電気電子システム学科, 電気, アンケート調査

本報告はこの「電気は難しい？」アンケート調査結果の報告である。

1. はじめに

「電気は目に見えなかったり難しい数式を使うことが多いためわかりにくい」とよく言われる。このため、電気のどこがわかりにくいのかを具体的に知ることができれば、電気を理解するきっかけを得られることが期待できる。花田研究室では「電気現象を直感的に体感できる教材の開発」に関する研究を行っており、この一環として電気工学の基礎科目の学習内容に関連した質問を設け、電気のどういうところが難しいと感じるのかを抽出することを目的とした「電気は難しい？」アンケートを実施している。

2. 「電気は難しい？」アンケート

2.1 アンケート内容および用紙

先に述べたように電気のどのようなところが難しいと感じるのかを抽出することを目的とし、図1のアンケート用紙を作成し、微修正を行いながら平成26年、27年、28年1月にアンケート調査を実施している。質問項目の選定理由としては電気電子工学の学習の基礎となる電気数学、専門の基礎である電気回路、電磁気学、電子工学、実技を伴う電気実験、そして身近な家庭の電気、さらに本学が看板に掲げている「環境・エネルギー、地球温暖化対策の八戸工業大学」に関連して環境について質問することとした。なお、

平成29年1月5日受付

[†] 工学部電気電子システム学科・講師

[illegible]

	電気設備 (設備関係) について	平均点	合格点	合格目安		
Q4.1.	設備の点検について理解していますか?	5	4	3	2	1
Q4.2.	災害の発生について理解していますか?	5	4	3	2	1
Q4.3.	災害発生時における設備の点検について理解していますか?	5	4	3	2	1
Q4.4.	災害発生による設備の点検方法について理解していますか?	5	4	3	2	1
Q4.5.	災害発生時の設備の点検について理解していますか?	5	4	3	2	1
Q4.6.	災害発生時の設備の点検について理解していますか?	5	4	3	2	1
Q4.7.	インピーダンスの点検について理解していますか?	5	4	3	2	1
Q4.8.	インピーダンスと電圧降下の関係について理解していますか?	5	4	3	2	1
Q4.9.	フェーズ (相) と電圧降下の関係について理解していますか?	5	4	3	2	1
Q4.10.	ジョージ (抵抗) と電圧降下の関係について理解していますか?	5	4	3	2	1
Q4.11.	電圧降下と電圧降下の関係について理解していますか?	5	4	3	2	1
Q4.12.	電圧降下と電圧降下の関係について理解していますか?	5	4	3	2	1
Q5.	電気設備 (二相交流回路) について					
Q5.1.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q5.2.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q5.3.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q5.4.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q5.5.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q5.6.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q6.	電気設備 (三相交流回路) について					
Q6.1.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q6.2.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q7.	電気設備 (単相交流回路) について					
Q7.1.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q7.2.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q7.3.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q7.4.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q8.	電気設備 (三相交流回路) について					
Q8.1.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q8.2.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q8.3.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q8.4.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1
Q8.5.	電圧と電流の関係を理解していますか?	5	4	3	2	1

(a) 表面

	基本知識	応用知識	実践知識			
Q9.1	データの入力装置について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q9.2	パソコンのハードウェアについて理解していますか？	5	4	3	2	1
Q9.3	LEDの電圧降下抵抗の値について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q9.4	コンパニオン回路の動作がわかりますか？	5	4	3	2	1
Q9.5	演算器 (AND や OR など) の動作がわかりますか？	5	4	3	2	1
Q9.6	シフトレジスタの動作がわかりますか？	5	4	3	2	1
Q9.7	セグメント表示の動作がわかりますか？	5	4	3	2	1
Q9.8	マイコンのプログラミングをすることが出来ますか？	5	4	3	2	1
電気関係について						
Q10.1	電圧の単位について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q10.2	電流の単位について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q10.3	抵抗の単位について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q10.4	抵抗値の単位について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q10.5	抵抗値の単位について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q10.6	抵抗値の単位について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q10.7	抵抗値の単位について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q10.8	抵抗値の単位について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q10.9	抵抗値の単位について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q10.10	抵抗値の単位について理解していますか？	5	4	3	2	1
演算の理解について						
Q11.1	ブール代数のANDとORの動作について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q11.2	ブール代数のANDとORの動作について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q11.3	ブール代数のANDとORの動作について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q11.4	ブール代数のANDとORの動作について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q11.5	ブール代数のANDとORの動作について理解していますか？	5	4	3	2	1
機械について						
Q12.1	大気圧について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q12.2	公称圧について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q12.3	流量係数について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q12.4	流量係数について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q12.5	流量係数について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q12.6	流量係数について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q12.7	流量係数について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q12.8	流量係数について理解していますか？	5	4	3	2	1
Q12.9	流量係数について理解していますか？	5	4	3	2	1

Q13. 電気の関係について、特にここがわからない。どういうところからにくい、というところがあ
りましたら下の欄の中に書いてください。

例) 電圧は図に決えない、数値もよく変わる、説明が多い、家電製品の仕組みが複雑すぎてわからない、など

質問は以上です。ご協力ありがとうございました。

(b) 裏面

図1 「電気は難しい？」アンケート用紙

毎年1月に実施している理由は、後期の授業も終わりに近づき各学年で一通りの学習が済んだ時期だからである。

2.2 アンケート結果と考察

平成28年1月に実施した「電気は難しい？」アンケートの集計結果を図2に示す。また、各学年の回答者数は表1の通りである。なお、表1の通り、4年生からのアンケートの回収状況はあまり良くない。また、図2の集計結果は平成28年1月時点での各学年の学生の回答を並べたものであり、特定の入学年度の学生の推移を見た結果ではないので注意が必要である。

表1 アンケート回答者数

学年	1	2	3	4	計
回答者数[人]	28	19	17	9	73

(1) Q.2. 電気数学について

図2(a)を見ると各質問項目について十分に使いこなせるかとの問いに対し「そう思う」に近い回答をしている学生の割合は学年が上になるにつれておおむね増加傾向にあることがわかる。また、1年生が「そうは思わない」と回答している項目も上の学年では「そうは思わない」と回答する学生が減っていることもわかり、学年とともに学習も進んでいると言える。「どちらとも言えない」も含めれば大体の学生は電気数学を使いこなせているようであるが、電気数学は電気の理解の基礎となるので、「そう思う」と回答できる学生を増やす必要はある。

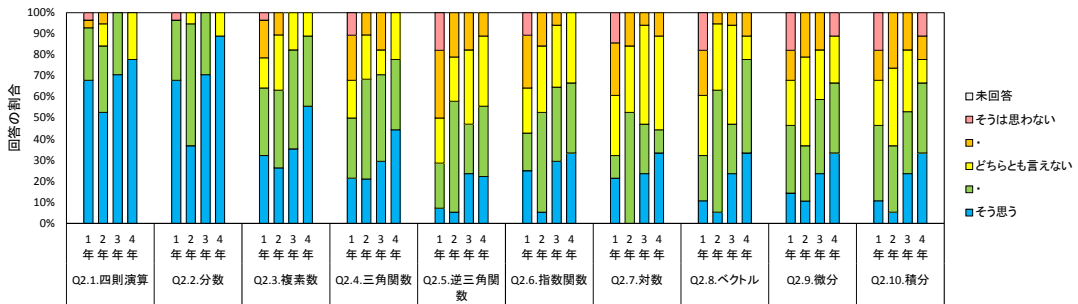
全体的な傾向として逆三角関数、指数関数といった初等関数や微積分についての「そう思う」に近い回答をする学生の割合がさほど高いことについては、2年前期に必修科目の「電気電子数学」が開講されており、その講義の中で教科書の解法付きの課題を解かせていたり、特別指導補助学生制度を使い上級学年の学生による指導も行っているため、計算に慣れるよう反復学習をより多くする機会を設けることがで

きればよいと思われる。ただし、教科書に記載されている課題は一度解いてしまえば繰り返し学習を行う際には同じ課題を何度も解くことになり新しさがなくなってしまうという問題がある。このため筆者はHTML5を利用して電気数学の演習問題を自動生成するシステムの構築を図っている。こちらのシステムを活用することができれば適度な数値を設定した演習問題を自動で作ることができるため、演習問題を豊富に提示し反復学習の効果の向上が期待できる。また、こちらのシステムは演習問題を解く機会が多い電気回路や電磁気学の計算力の向上にも利用することが考えられる。

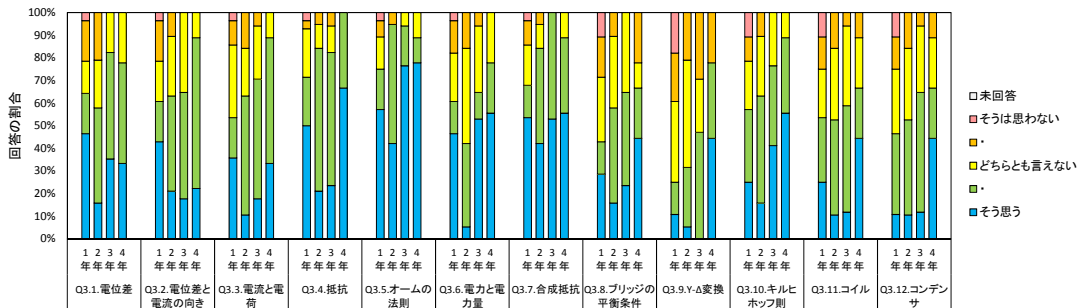
(2) Q.3. 電気回路（直流回路）

図2(b)を見るとこちらも学年が進むにつれて「そう思う」に使い回答をする学生の割合はおおむね増加傾向にある。

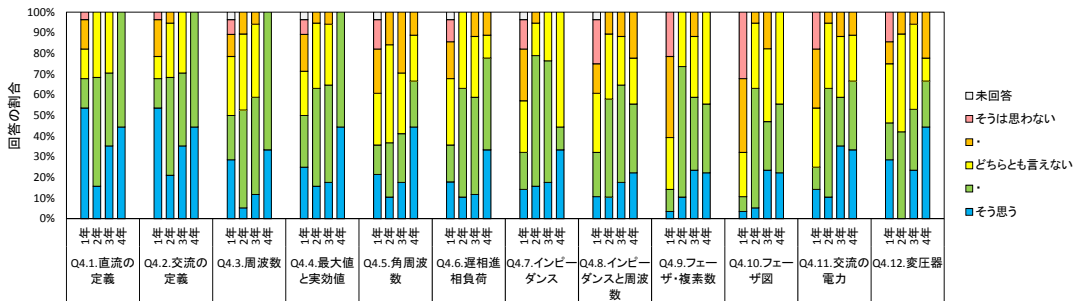
ただ、Q.3.9.「Y-Δ変換とΔ-Y変換の方法について理解していますか？」の「そう思う」に近い割合が低めとなっている。これに関しては、電気電子システム学科の現行カリキュラムでは直流回路に関する科目として1年後期に講義科目の「電気回路入門」が、2年前期に演習科目の「電気回路演習Ⅰ」が開講されているが、演習科目でブリッジ抵抗を扱っていないため、Y-Δ変換等の方法の理解が進んでいないのではないと思われる。これに対しては、2年後期の実験科目「電気電子基礎実験」において抵抗に関する実験テーマがあるので、この中で図3のように負荷抵抗の一部をY-Δ変換しても等価であるということを経験するか、講義科目の中で演示し印象付けるといった対策が考えられる。なお、このとき $R_{ab} = 3.9[\Omega]$ 、 $R_{ac} = 24[\Omega]$ 、 $R_{bc} = 11[\Omega]$ といった値を用いると $R_{in} \approx 2.4[\Omega]$ 、 $R_{th} \approx 1.1[\Omega]$ 、 $R_{oc} \approx 6.8[\Omega]$ となり、いずれもE24系列の抵抗1本ずつで構成できるため回路をシンプルに表現できるので、このような工夫を施しても良いと思われる。



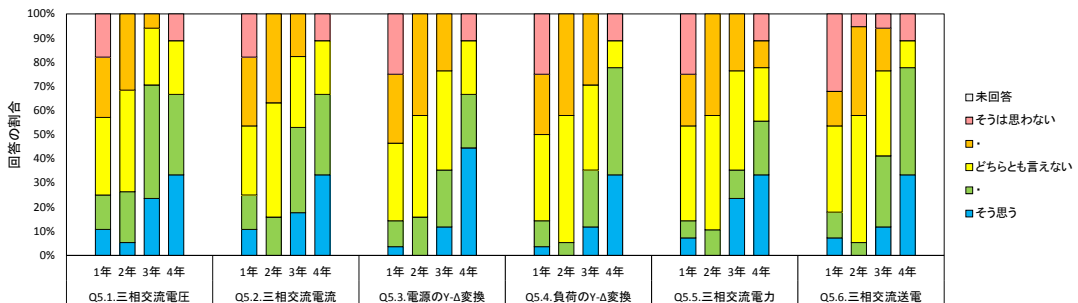
(a) Q.2. 電気数学



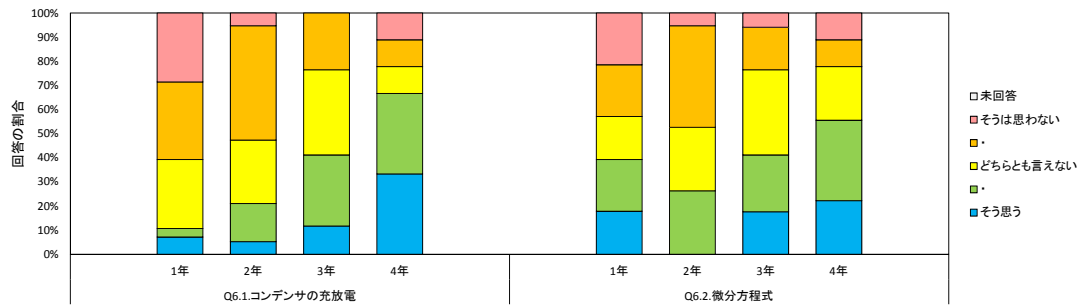
(b) Q.3. 電気回路 (直流回路)



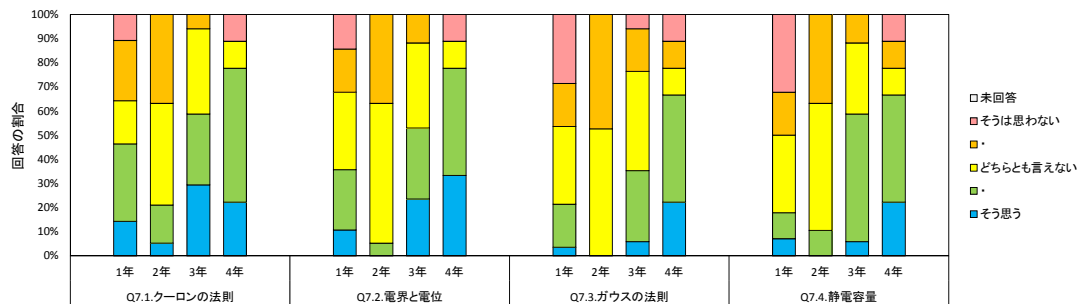
(c) Q.4. 電気回路 (交流回路)



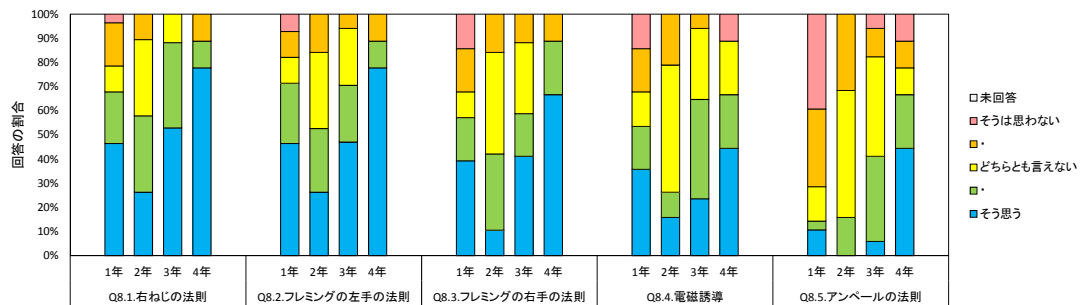
(d) Q.5. 電気回路 (三相交流回路)



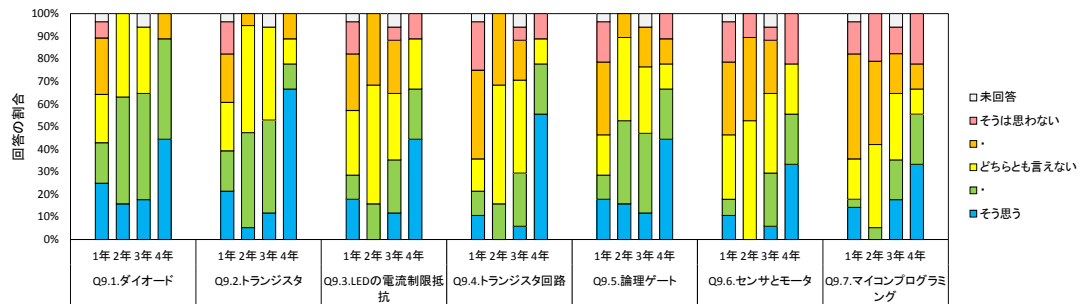
(e) Q6. 電気回路（過渡現象）



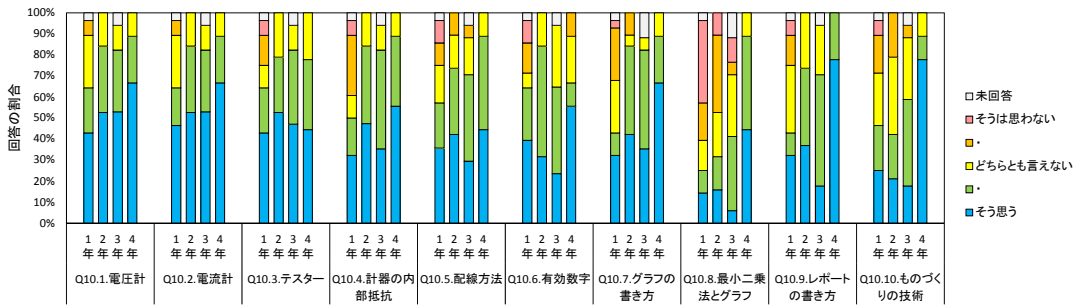
(f) Q7. 電磁気学（静電気）



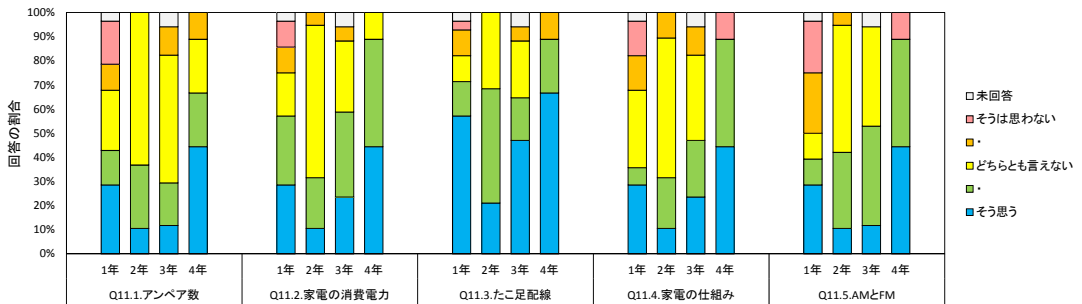
(g) Q8. 電磁気学（磁気）



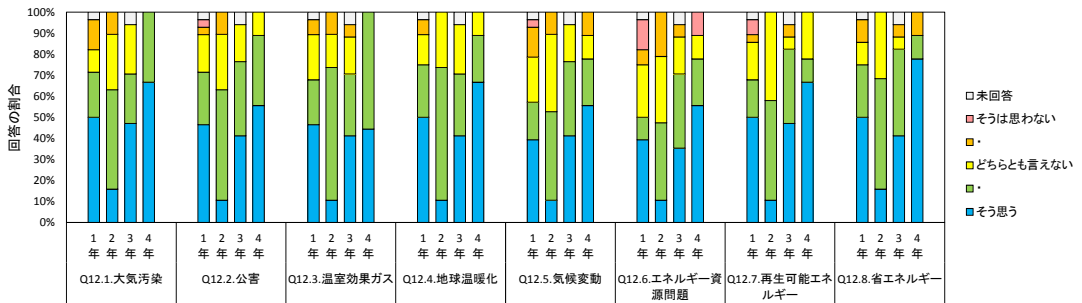
(h) Q9. 電子回路



(i) Q.10. 電気実験



(j) Q.11. 家庭の電気



(k) Q.12. 環境

図2 「電気は難しい？」アンケート結果

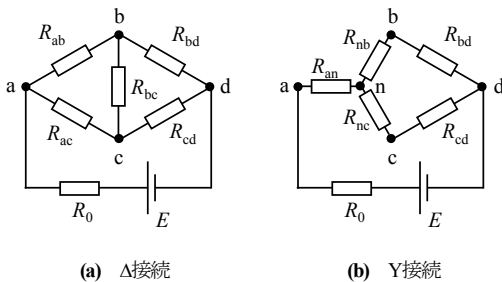


図3 抵抗のY-Δ変換

この他、直流回路において電位に関して理解するためには、直列抵抗による分圧の実験が有用であると言える。このような実験は1年前期あるいは後期開講の選択必修科目である「物理学実験」において扱われているが、筆者が当該科目を担当していた当時はテスターの使い方に慣れることに主眼を置くという方針で実験が行われていたため、受講者は分圧に関しては特に意識していなかったようにも思われる。このため

直流回路について扱う電気回路入門との連携を行い、実験レポートを電気回路入門で活用して電位に関する理解を深めることが考えられる。

また、電力と電力量に関しては、1年前期開講の実習科目である「電気電子システム入門」で家電製品の消費電力の測定を行うテーマがあるため、ここで家電製品の使用時間についても考察し、消費電力と消費電力量の違いについて意識させることが考えられる。

ブリッジの平衡条件に関しては2年前期開講の講義科目「電気電子計測」でも扱っているが「電気電子基礎実験」では扱っていない。このため、ホイートストンブリッジの実験を学生実験でも扱うことが望ましいと言える。

(3) Q. 4. 電気回路（交流回路）

図2(c)を見るとこちらも学年が進むにつれて「そう思う」に近い回答をする学生の割合はおおむね増加傾向にある。

なお、「フェーザ図（ベクトル図）の作図はできますか？」の質問に対し2年生の「そう思う」の割合が若干少ないが、これも2年前期の講義科目である「電気回路Ⅰ」でフェーザ図を教えているものの2年後期の演習科目である「電気回路演習Ⅱ」では交流回路の計算の際に複素数計算を中心に行いフェーザ形式で電圧・電流を扱うことが少ないため、これに伴って作図の経験も少なくなっているからではないかと思われる。

またこの他、周波数と角周波数についても「そう思う」の割合も若干少ない。上記のフェーザ図と同様に図示して理解する内容であるので、電気数学の演習問題自動生成システムを活用し、動的な図を使って理解を深めるなどの対策が必要であると言える。

(4) Q. 5. 電気回路（三相交流回路）

図2(d)を見るとこちらも学年が進むにつれて「そう思う」に近い回答をする学生の割合はおおむね増加傾向にある。三相交流回路は2年後期の講義科目「電気回路Ⅱ」で扱っているため、2年生の「そう思う」の割合を増やしたいが、演習科目では三相交流回路を扱わないため学生の

学習時間の確保に課題がある。ただ、単相等価回路の考え方が理解できれば計算内容は電源が一つの時の交流回路の計算とそれほど違いなく計算することができるので適切な課題の提示で対応が可能かと思われる。

なお、三相交流送電は3年次開講の電力輸送工学で扱うが、選択科目であるので「そうは思わない」と回答する学生が一定数いるのは理解できる。

(5) Q. 6. 電気回路（過渡現象）

図2(e)を見るとこちらも学年が進むにつれて「そう思う」に近い回答をする学生の割合はおおむね増加傾向にある。ただ、コンデンサの充放電の様子を図示に関しては2年後期開講の講義科目「電気回路Ⅱ」や2年前期及び後期の学生実験でも扱っているにもかかわらず「そう思う」の割合が低いため、この点は改善の必要がある。対策としては、講義科目でも具体的な数値を使い、方眼紙にコンデンサの端子電圧の変化の様子を描かせることが考えられる。

また、過渡現象の理解にも必要な微分方程式に関しては「そうは思わない」と回答する学生が全学年にいる。これは数学系の必修科目で微分方程式を扱わなくなっていることの影響が大きいと思われる。自動制御でも微分方程式は扱うので何らかの対策が必要である。例えば電気数学の演習問題に自然現象を微分方程式で記述するような問題を設け、微分方程式を扱うだけでなく、その便利さや面白さを体験できるようにすることも考えられる。

(6) Q. 7. 電磁気学（静電気）

図2(f)を見るとこちらも学年が進むにつれて「そう思う」に近い回答をする学生の割合はおおむね増加傾向にある。電磁気学は2年生の必修科目であり試験で苦戦するためか2年生の「そう思う」の割合は低い。

2年前期の実験科目「創造工学実験」で静電気に関する実験テーマはあるものの、静電気に関する現象の観察はするものの定量的な実験ではなく、帯電の正負も把握していないため、理論の学習に結び付けづらいことも影響している

のではないかとと思われる。静電気に関する現象は身近であるが、理論と結び付けて学ぶ機会は多くないと思われるので、これらを結び付ける教材の開発やクーロンの法則や電気力線（等電位線）の実験など、理論につながる実験の実施が必要であると言える。またその後シミュレーションも活用して視覚的に理解を深められるようにすると良いと思われる。

(7) Q.8. 電磁気学（磁気）

図2(g)を見るとこちらも学年が進むにつれて「そう思う」に近い回答をする学生の割合はおおむね増加傾向にある。また、右ねじの法則やフレミングの左手・右手の法則などは他の項目に比べて「そう思う」の割合が高いことが特徴的であるが、例えばフレミングの左手の法則の親指が電磁力の向き、人差し指が磁界の向き、中指が電流の向きを示すことを知っているのを「理解している」ととらえているのかもしれない。もし本当に理解が進んでいるならアンペールの法則の「そう思う」の割合も高いはずであるが、結果を見るとそうではないため、「理解」の意味合いが違うと思われる。

磁気に関する実験は静電気に関する実験よりもある程度容易で、アンペールの法則についても2年後期の実験科目「電気電子基礎実験」の実験テーマの一つになっているため、実験自体は学生も良く体験していると思われる。先に挙げた演習問題の自動生成システムを応用し、視覚的にわかりやすく理論の解説をするなどの対策も効果的であると思われる。

(8) Q.9. 電子回路

図2(h)を見るとこちらも学年が進むにつれて「そう思う」に近い回答をする学生の割合はおおむね増加傾向にある。ダイオードやトランジスタ、論理ゲートに関しては理解が進んでいるように見えるが、LEDの電流制限抵抗の計算やトランジスタ回路の設計、その応用になるロボットを意識したセンサによるモーターの制御やマイコンプログラミングは「そうは思わない」と回答する学生もあり、実際の回路設計についての理解は不十分と言える。

2年前期の実験科目「創造工学実験」では普通高校出身の学生向けに電気現象の面白さを伝えるため、「鳴る」、「光る」、「動く」電子工作の実験テーマを設け、エンジニアリングデザイン能力の向上のため、課題として与えた回路を自由に改造させることもさせているが、ダイオードやトランジスタの特性測定を行う実験科目が2年後期、電子回路の講義科目は3年前期・後期に開講となっており、2年前期の段階で改造を行うには知識不足の状態であり、授業の中では十分な回路設計の知識が身につかないのではないかとと思われる。

学科のカリキュラムとしては上記のような状況であるため、学科に開設された電気電子工作工房であるエヂソン倶楽部を活用して電子工作教室を開催したり、知能ロボット基礎工学(?)と題した講習会を開催し、電子工作初心者の段階からマイコンプログラミングを扱うまでのテキストや教材製作をするなど、課外活動として対応を図っている²⁾。

(9) Q.10. 電気実験

図2(i)を見るとこちらも学年が進むにつれて「そう思う」に近い回答をする学生の割合はおおむね増加傾向にある。学生実験は電気電子システム学科が力を入れているところであり、おおむね良好な結果が得られていると思われる。

なお、最小二乗法を使ってグラフを描くことは学科の学生実験では実践していないためデータの取り扱いを含めて何らかの指導を行うか、コンピュータプログラミングの授業では扱っていないアルゴリズムや数値計算の面から触れられると良いと思われる。

また、ものづくりの技術を身につけているかどうかとの問いに対し「そう思う」に近い回答をした学生の割合はある程度いるが、学科の学生実験は計器の取り扱いや電気諸量の測定が中心であるため、ものづくりの実践の場や機会を整える必要がある。現状としては、場としてエヂソン倶楽部は設けているため、機会として学科内のロボットコンテストを企画するなどが考えられる。

(10) Q. 11. 家庭の電気

家庭における電気については1年前期の実習科目「電気電子システム入門」において家電製品の消費電力測定や屋内配線の実習を行っているものの、他の授業ではあまり扱わないためか、**図2(j)**を見ると「そう思う」に近い回答をする学生の割合は学年ごとにそれほど大差がない。ただ、1年生には「そうは思わない」と回答する学生が何名かいるが、上位学年になると解消されているように見えるのは良い傾向かと思われる。

筆者は現在、家電製品をEHCONET Lite電文で遠隔制御するスマート家電教材の開発を行っているので³⁾、これを活用して電子工作やマイコンプログラミングといった組み込み技術も含めて電気電子情報通信技術を一通り学べる実験テーマの構築を図り、身近な家庭の電気を通じて電気工学への興味・理解を深めることを企画している。

(11) Q. 12. 環境

図2(k)を見ると、「そう思う」に近い回答をする学生の割合は全学年で半数以上おり、入学時点から環境に対するある程度の理解があることがわかる。2年生の「そう思う」の割合が低いのは気にかかるが、これは2年後期の講義科目「環境とエネルギー」の授業を受け、理解不足と感じているからかもしれない。

本学が位置する八戸市の八戸商工会議所が環境社会検定試験（eco検定）の試験会場となっていることもあるので、学生が持っている環境への関心をさらに高め、受験に結び付けられると良いと思われる。このため例えば演習問題の自動生成システムのコンテンツにeco検定を題材とした問題も含めることも考えられる。

3. まとめと今後の課題

以上、「電気は難しい？」アンケート調査の結果を見ると、各質問項目に対し学年が上がるごとに「そう思う」に近い回答をする学生の割合はおおむね増えており、この点に関して学科

の教育は成功していると言える。

電気のどのようなところを難しいと感じているのかについて、各項目で「そう思う」に近い回答をする学生の割合が比較的少なかったキーワードを挙げると、初等関数と微積分、微分方程式、電位、抵抗のY-Δ変換、電力と電力量、ブリッジの平衡条件、フェーザ図の作図、角周波数、静電気、アンペールの法則、電子回路設計、センサの活用、マイコンプログラミング、などがある。これらの課題への対策をまとめると次のように考えられる。

- ・電気数学など計算をこなすことで解決できる課題に関しては、演習問題の自動生成システムの構築と活用により解決を図る。
- ・そもそもの理解を深めるため、演習問題の自動生成システムで活用するHTML5の動的コンテンツを利用して視覚的にわかりやすい解説を行うe-learning教材を作成する。
- ・講義科目と演習科目、実験科目との連携を図り、効率的かつ効果的に学習できるよう配慮し、そのための教材の開発を進める。また開講期の問題についてはカリキュラム改訂の際に改善の検討を行う。
- ・カリキュラムのスリム化が求められる中で学生が自主的に必要となる情報の収集や技術の獲得ができるよう、課外活動等、ものづくり活動の場と機会の提供を行う。

最後に、平成29年1月実施予定のアンケート調査結果から、平成25年度入学生に対する在学4年間の回答の推移を調べることができるので、今後はその推移についての評価を行う予定である。

参考文献

- 1) 花田 一磨：HTML5 を利用した電気数学演習問題の自動生成システムの構築，平成 28 年度 情報処理学会東北支部研究会，Vol2016 No.2-3，2016.12.9
- 2) 花田 一磨、佐々木 崇徳、根城 安伯：エヂソン倶楽部活動報告（第 3 報），八戸工業大学紀要第 34 巻，pp-75-78，2015.3.31，
- 3) 小川 真弥，花田 一磨：スマート家電を題材としたネット

ワーク演習教材の開発, 平成 28 年度電気関係学会東北支部連合大会, 1F04, 2016.8.30.

要 旨

「電気は目に見えなかったり難しい数式を使うことが多いためわかりにくい」とよく言われる。このため、電気のどこがわかりにくいのかを具体的に知ることができれば、電気を理解するきっかけを得られることが期待できる。本報告は電気工学の基礎科目の学習内容に関連した質問を設け、電気のどういうところが難しいと感じるのかを抽出することを目的としたアンケート調査結果の報告である。

キーワード:八戸工業大学, 電気電子システム学科, 電気, アンケート調査