

研究ノート

新入生が「電気」から想起する諸概念

—大学理科教員養成系学部と看護師養成系専門学校における比較—

田中 元¹⁾・鈴木 哲也²⁾

Comparing Associations of “Electricity” of Freshmen at a University-Level Science Teacher Training Course and a Nursing Training Course at Vocational Schools

Hajime Tanaka¹⁾ and Tetsuya Suzuki²⁾

要 約

大学（理科教員養成系学部）および専門学校（看護師養成系）において新入生たちが作成した「電気」に関するイメージマップを、高校理科分野の教科書から得たコーパスと照合しながら分析した。比較すると理科教員養成系で得られたマップには、教科書で用いられる理科学用語がより多く現れたと言えるが、これらはけっして大きなウエイトを占めるものではなかった。最も大きな相違は、「発電」という言葉に代表されるクラスターが看護師養成系には現れず、理科教員養成系に特異的に現れる点である。そしてこの違いは、教科書を経た学習経験の違いに由来するのではなく、理科教員養成系を志望する学生の気質から来るのではないかと思われる。

キーワード：イメージマップ、コーパス、電気、理科教員、看護師

1. 目的

筆者（田中）は講義にて「電気」を扱う回があり、その準備として大学生・専門学校生に「電気」に関するイメージマップを描いてもらった。ここからいくつかの知見が得られたが⁽¹⁾、新たにこの意識調査の結果が学部によって大きく異なる可能性に注目し、本報告で分析を試みたものである。

理科教員養成に携わる筆者らにとって、理科教員を志す大学新入生が他の道を選択する人間とどのような点に相違を示すのか、興味が大きいところであ

る。「電気」は身近であり調査対象を広く選ぶことができる一方で、物質的ではなく抽象的で扱われにくい概念であり、ここには理科教員養成系独自の傾向が現れるかもしれない。

2. 研究方法

(1) イメージマップの作成

2018年度前期に得たイメージマップの中から、教員養成系学部の理科専修／初等理科コース新入生68名分のもの（以下、理科と略記）と、看護専門学校の新入生68名分のもの（以下、看護と略記）

1) 田中 元 秀明大学学校教師学部 (Shumei University, Faculty of Education)

2) 鈴木 哲也 東京未来大学 (Tokyo Future University)

のものとして調査対象とした（なお、人数が等しいのは偶然の結果である）。マップの作成は筆者が担当する講義の初回（4月）に行ったものであり、入学後の学習の影響が無く、概ね高等学校卒業直後に彼らが有する科学リテラシーを反映するものと見なせる。

イメージマップの作成作業には学生一人当たり10分を費やし、マップ一枚当たりに記された言葉の数は理科で 51.3 ± 14.6 個、看護で 57.6 ± 17.1 個であった。以降、イメージマップを単に「マップ」と略称する。一例を図1に示した。

(2) コーパスの構築

筆者らはこれまでに平成27年度発行の高校理科分野における教科書57冊の本文をテキスト化し、各段落に單元ごとの分類ラベルを付して「高校理科分野コーパス」と称し、活用している（2019年9月現

在、約14.3MB、総段落数53,521）⁽²⁻⁴⁾。このコーパスから①「電気」という言葉を含む段落を抽出し、② ①で抽出された段落に含まれる名詞を集め、③ ②で集められた名詞を含む段落を抽出した。①および③で抽出された段落を集めて新たなコーパスとし、本報告における解析の対象とした。本報告ではこの派生コーパスを単に「コーパス」と呼ぶ。このコーパスは、高校理科分野で「電気」に関連する言葉をかなりの程度網羅するものと考えられる。

(3) 言葉の偏在を調査（ χ 二乗検定）。

この報告では、言葉の偏在の様子を2通り想定することができる。1つ目は(a)「ある言葉が理科のマップ、看護のマップのいずれに偏って現れるか」というものであり、2つ目は(b)「ある言葉がマップとコーパスのいずれに偏って現れるか」というものである。 χ 二乗検定は観測度数と期待度数との乖離を測るも

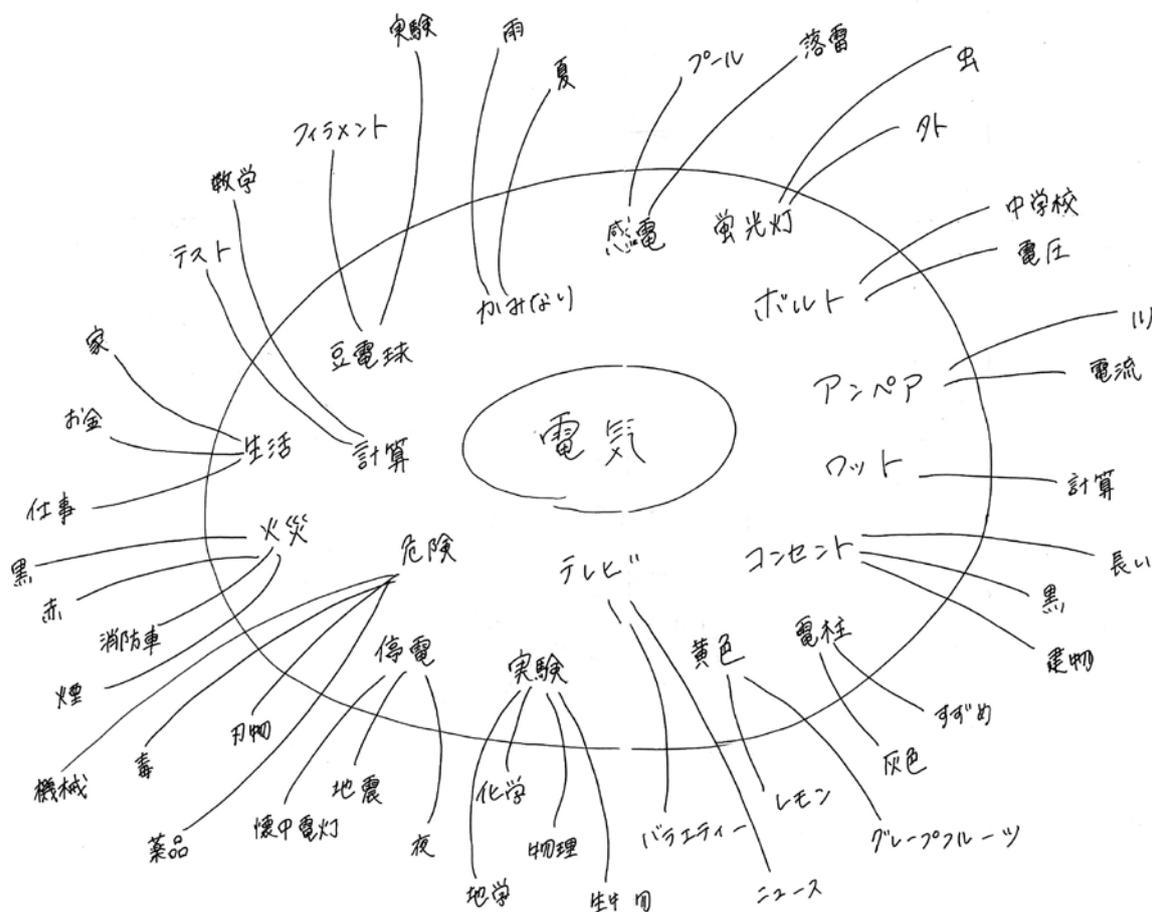


図1 イメージマップの例

のであり、言葉が偏在するこの2通りの様子を、いずれも χ 二乗検定によって評価する。表1に挙げた言葉はすべて、(a) (b) いずれについても有意水準3%で偏在すると判断されたものである。

まず(a)を説明しよう。理科のマップと看護のマップはいずれも等しく68枚あるため、ある言葉が偏らずに散在する場合、1:1の比で分布することが期待される。たとえば表1を見ると、「電流」という言

葉は理科のマップに25回、看護のマップに8回、合計33回現れている((a)に関する観測度数)。この言葉が理科のマップと看護のマップのいずれかに偏らずに現れることを期待すれば、両者のマップにそれぞれ16.5回ずつ現れると言える((a)に関する期待度数)。この観測度数と期待度数の乖離が偶然によるものである確率は3%に満たず、「電流」という言葉は看護のマップより理科のマップに偏在すると

表1 偏在すると見なされた言葉

言葉	観測度数		期待度数		p値 (横軸)	観測度数		期待度数		p値 (縦軸)
	理科	看護	理科	看護		マップ	コーパス	マップ	コーパス	
明るい	22	49	35.50	35.50	0.0014	71	85	23.44	132.56	0.0000
発電	35	9	22.00	22.00	0.0001	44	94	20.74	117.26	0.0000
電子	32	2	17.00	17.00	0.0000	34	1869	285.98	1617.02	0.0000
電流	25	8	16.50	16.50	0.0031	33	1600	245.40	1387.60	0.0000
熱	23	5	14.00	14.00	0.0007	28	1065	164.25	928.75	0.0000
電圧	24	3	13.50	13.50	0.0001	27	668	104.44	590.56	0.0000
物理	21	4	12.50	12.50	0.0007	25	83	16.23	91.77	0.0182
エネルギー	19	5	12.00	12.00	0.0043	24	2515	381.55	2157.45	0.0000
高い	4	19	11.50	11.50	0.0018	23	865	133.45	754.55	0.0000
抵抗	21	0	10.50	10.50	0.0000	21	554	86.41	488.59	0.0000
V	17	4	10.50	10.50	0.0046	21	473	74.24	419.76	0.0000
化学	13	3	8.00	8.00	0.0124	16	399	62.36	352.64	0.0000
回路	15	1	8.00	8.00	0.0005	16	285	45.23	255.77	0.0000
陽子	13	1	7.00	7.00	0.0013	14	352	55.00	311.00	0.0000
外	2	10	6.00	6.00	0.0209	12	152	24.65	139.35	0.0057
波	12	0	6.00	6.00	0.0005	12	1073	163.05	921.95	0.0000

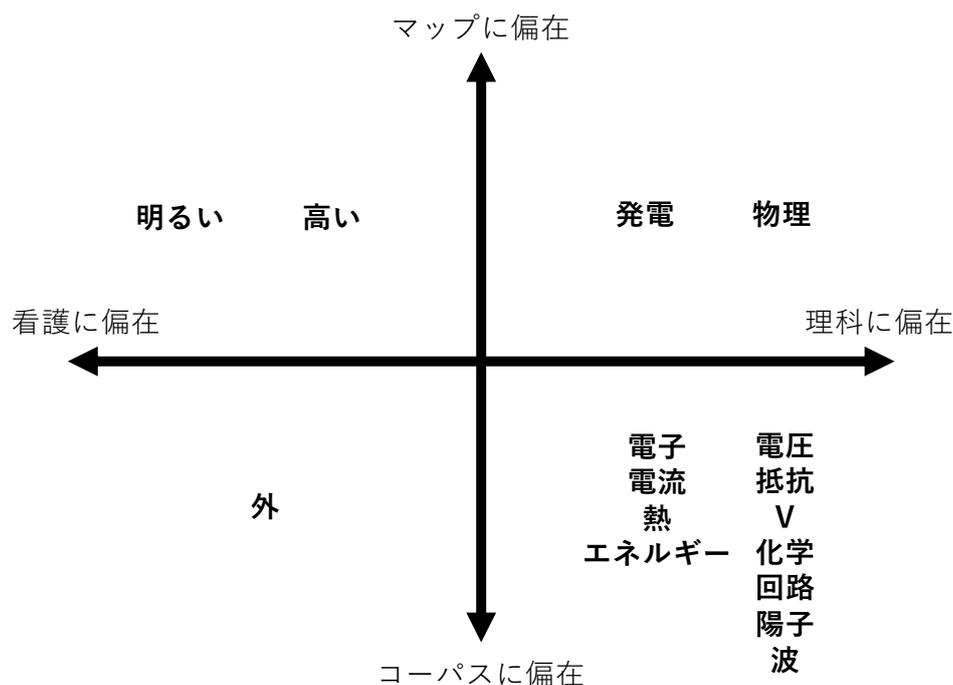


図2 言葉が偏在するカテゴリー

判定するのである。

次に (b) を説明する。すべてのマップは「電気」という言葉をキーコンセプトに据えて作成されたため、この言葉がマップに現れる回数はマップの枚数と等しく136回であった。そしてこの言葉はコーパス中に769回出現した。よって「電気」に関わるある言葉を挙げるとき、マップの上に登場する回数とコーパスの上に登場する回数の比は136:769になると期待される。表1によると、「抵抗」という言葉は理科のマップと看護のマップを合わせて21回、コーパスに554回現れる((b)に関する観測度数)。この言葉がマップとコーパスに136:769の回数の比で現れるとすれば、マップ、コーパスそれぞれに出現する回数は86.41回、488.59回となることが期待される((b)に関する期待度数)。 χ 二乗検定によると、ここで観測度数と期待度数の乖離が偶然によるものである確率は3%に満たず、「抵抗」という言葉はマップよりもコーパスに偏在すると判定される。

以上の手続きによって、理科 \leftrightarrow 看護、マップ \leftrightarrow コーパスのいずれにおいても、極端に偏在する言葉であればそれを抽出することができ、表1および図2を得るに至った。

(4) スペクトラルクラスタリング

マップを隣接行列で表現し、その総計をネットワークグラフとして扱うことでスペクトラルクラスタリングを施した⁽⁵⁾(クラスタリングを行う際には、キーコンセプトである「電気」をデータから除去している)。この過程を進めるにつれて、出現回数の少ない言葉、他の言葉との結びつきが少ない言葉が順に削除されていく。図3に示したものは、理科、看護それぞれにおいてスペクトラルクラスタリングを進めた過程である。

3. 結果

(1) 理科のマップには看護のマップより多くの理科用語が現れる。

コーパスに現れる傾向が大きい、すなわち理科と

いう教科のカテゴリーに属すと見なされる言葉をここで単純に「理科用語」と呼ぼう。マップ当たりの言葉の数と種類は理科よりも看護の方が多いが、図2を見ると理科用語は明らかに理科に偏在する。

(2) しかし、これらの理科用語は理科においても大きなウエイトを占めるとは思われない。

図3を見ると、中核を為す複数のクラスタが理科、看護において共通の言葉を見せる(「太陽」、「冷蔵庫」、「ピカチュウ」、「静電気」、「雷」)。これら共通に現れる言葉は理科用語と見なされる向きをもつものとそうでないものを含むが、これはすなわち、理科において理科用語が理科用語でない言葉よりも重要なクラスタを形成するとは言えないことを示す。(1)と合わせて考えれば、理科用語は理科のマップに現れやすいが、それはウエイトの小さなクラスタに現れることが多いということである。

(3) 理科用語の中で理科に特異的に現れる言葉として「発電」が重要な位置を占める。

「発電」とそれに連なる語群は、理科のマップの上で最も強固なクラスタを形成する(図3 (Step 4) (A))。

4. 考察

(1) 看護のマップには理科という教科に関わるというよりも電化製品、天気に関わる言葉が多く見られ、そのため言葉の種類と数が豊富であったという印象がある。ここには調査対象が全員女性であったことが影響している可能性がある。

また、専門学校生である彼女らには高校理科の各科目を履修する機会が少なかったというケースが想定され、その場合はマップに登場する理科用語が少なくなるかもしれない。

しかし、理科、看護を通じて主なクラスタに現れる理科用語の多くは、高校理科以前の中学校理科で登場するものが大部分を占める。性差あるいは高等学校時における履修科目の違いが、中学校理科に由

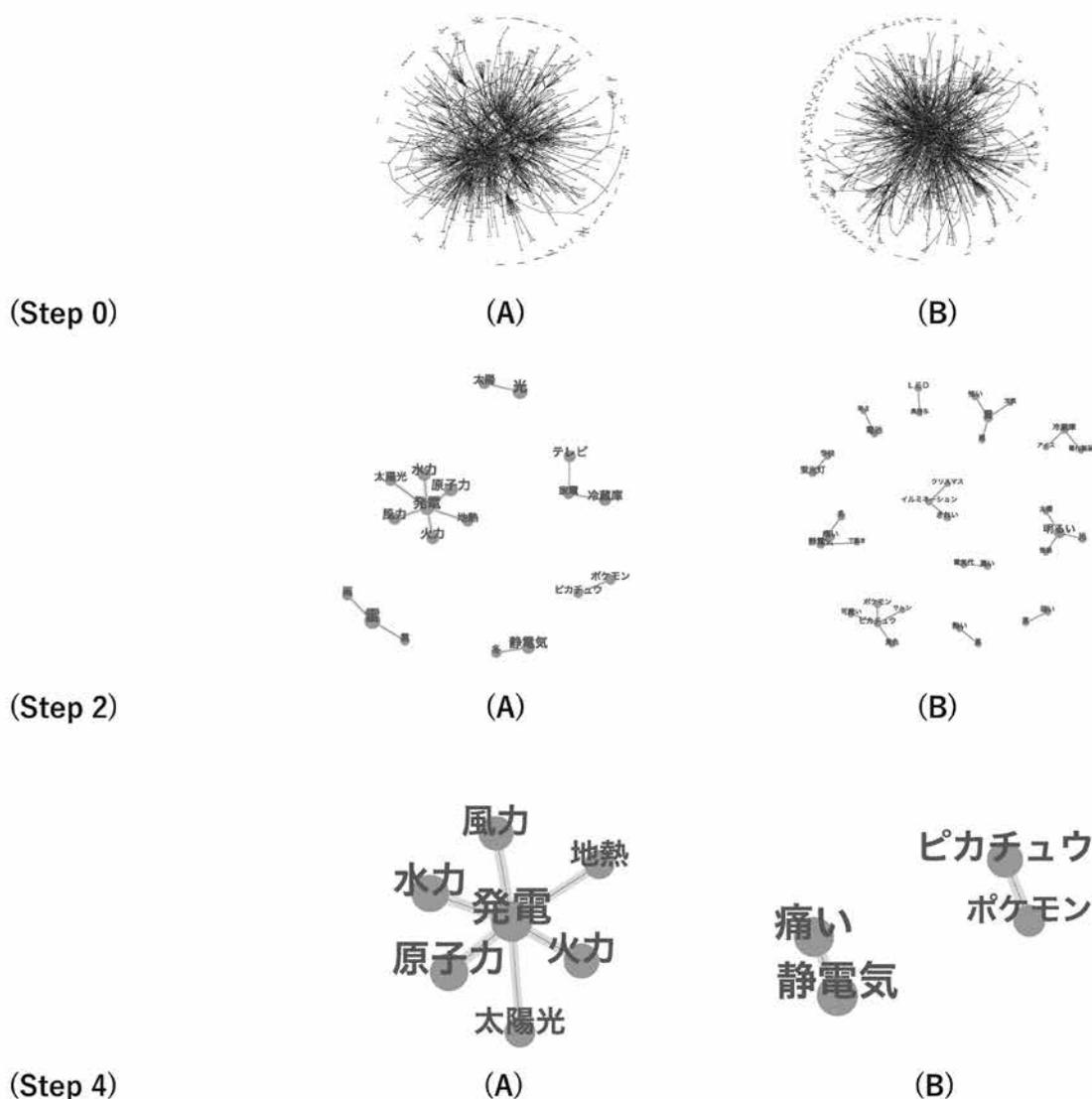


図3 スペクトラルクラスタリングを進める様子 (A) 理科教員養成系 (B) 看護師養成系

来する理科学語の出現に大きく影響するとは考えにくい。理科教員養成系と看護師養成系との間で理科学語の出現の多寡が生じる原因は他にあるのではないかと考えているところである。

(2) なぜ「発電」に関わるトピックスが理科教員養成系における新入生にとって大きなウエイトをもつのだろうか。

教科書に占める「発電」のウエイトは他の理科学語に比べて決して大きくないことから、筆者らはこの理由が、理科分野の教科書に由来するとは推測しない。

図4は高校理科分野コーパスの解析の途上で得たものである。他の言葉とのつながりを参考にする限

り、学生達がマップの上で示した「発電」の位置に教科書は「再生可能エネルギー」を置いているように思われる。現時点で筆者らが推測することは、彼らには「再生可能エネルギー」等のエコロジカルな話題が念頭にあり、この「再生可能エネルギー」という言葉が「発電」に置き換えられてマップに現れたのではないかというものである。コーパスに現れた「発電」は決してエコロジカルな意味を含むものではなく、理科教員養成系の新入生は教科書（コーパス）に由来しない形で「発電」をマップに登場させた可能性が大きい。

もしかすると、ここには3.11以降の世の中の流れが反映しているのかもしれないとすら筆者らには思

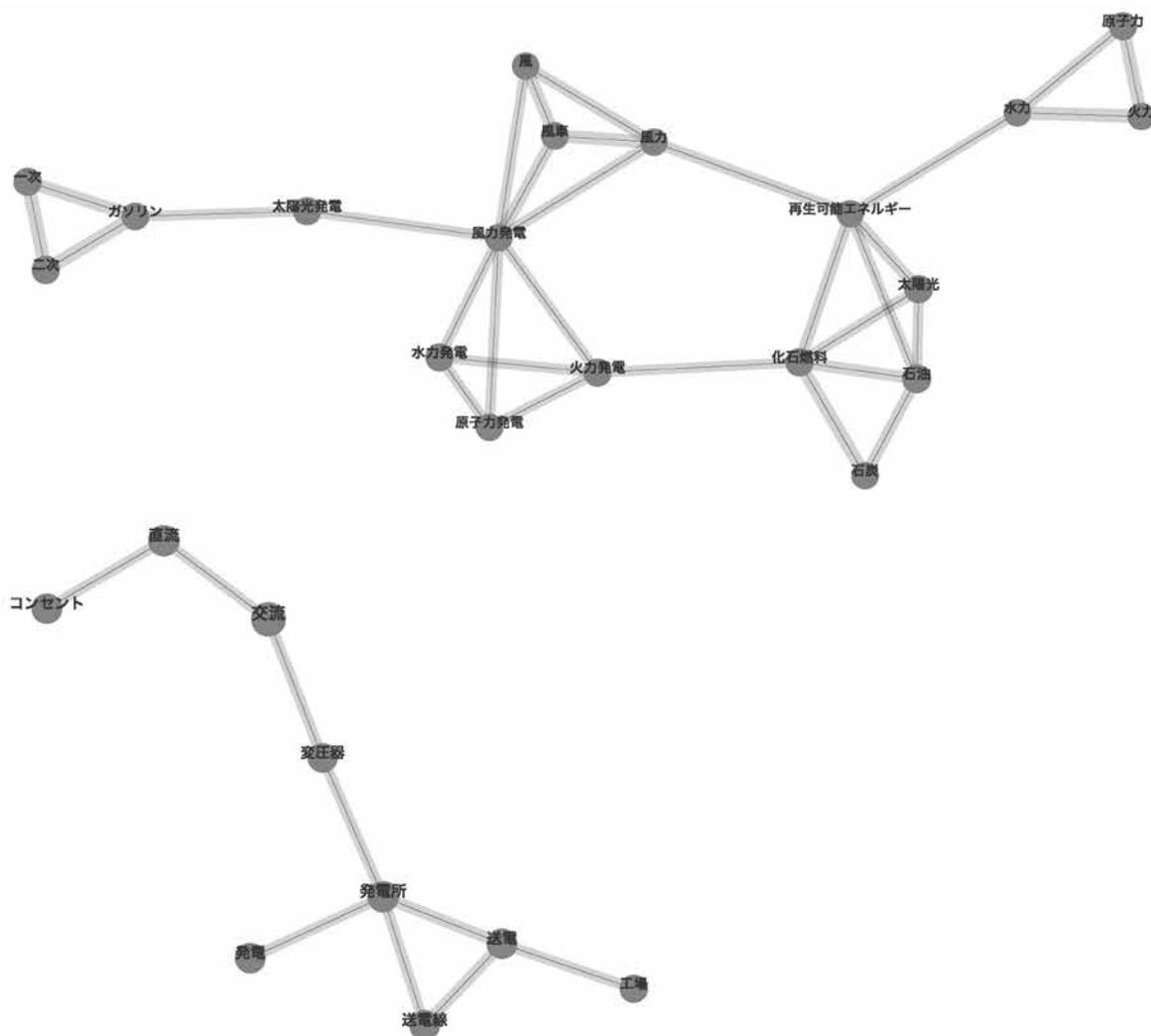


図4 高校理科分野コーパス解析時に現れた2つのクラスタ

われる。理科教員養成系を志望する学生は理科的な知識と社会との関わりに目を向ける傾向をもつのかもしれないとは考えられないだろうか。

5. 参考文献

- (1) 『日本科学教育学会年会論文集』, Vol.43 (2019) 319-323 「「電気」に関する学生の科学概念と高校理科教科書との比較」 Comparison with Students' Science Concepts about "Electricity" and Ones in High School Science Textbooks 田中 元, 鈴木哲也
 - (2) 『秀明大学紀要』, 2018, 16, 1-11 「高等学校理科分野コーパスの可能性(1)－理科・家庭科間の関連用語に注目して－」 小林久美, 鈴木哲也, 田中 元
 - (3) 『日本科学教育学会年会論文集』, Vol.42 (2018) 405-406 「理科・家庭科間の関連用語の取り扱い－高校理科分野コーパスに基づいて－」 小林久美, 鈴木哲也, 田中 元
 - (4) 『日本科学教育学会年会論文集』, Vol.42 (2018) 241-244 「高校理科分野コーパスの可能性－理科教員養成に向けた科学リテラシーの定量的解析－」 田中 元, 鈴木哲也
 - (5) 『平成29年度東京未来大学教育改善向上 (FD) 年報』, Vol.3 2017, 1-10 「イメージマップを用いた「放射線」に関する意識調査－5つの領域の存在と学校・学部による違い－」 “A SURVAY About "RADIATION RAYS" PROBED By IMAGE MAP” 田中 元, 鈴木哲也
- (たなか はじめ・すずき てつや)

【受理日 2019年11月11日】