

平成 30 年 6 月 1 日現在

機関番号：33906

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00993

研究課題名(和文) 地域の水と命の環を学ぶ科学教材の開発：東海丘陵の湧水湿地と生物多様性

研究課題名(英文) Teaching materials of natural science education using spring water in the Tokai region of Japan

研究代表者

野崎 健太郎 (NOZAKI, KENTARO)

椋山学園大学・教育学部・准教授

研究者番号：90350967

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：東海地方を代表する陸水環境である湧水湿地を用いて、地域の自然環境について実感を伴い学ぶことができる教材の開発を行った。まず情報が極めて少ない湧水湿地の水質の特性を明らかにするために2年間の観測を行った。その結果、珪酸濃度から、湧水が滞留している地質を、電気伝導度と溶存無機態窒素濃度から人間活動の影響を推定できることがわかった。名古屋市と豊田市での観測結果から、人間活動は湧水水質に大きな影響を及ぼしていることが明らかになった。これらの観測結果を用いて、小学校5年生「理科」の「流れる水の働き」の単元で授業実践を行い、湧水は自然と人間との関係を理解させる教材として適していることが確認された。

研究成果の概要(英文)： Teaching materials for learning about regional natural history were developed using spring water which is the inland water environment representative of the Tokai region of Japan. In order to clarify the characteristics of the water quality of spring water with very little information, we carried out two years observation. From the results of field survey, we found that the concentration of silicic acid and, electric conductivity and inorganic nitrogen concentration were indicators about geology and human impacts, respectively. Human activities have a great influence on spring water quality from the results of field survey carried out at Nagoya and Toyota City of the Aichi Prefecture. On the basis of field observations, we practiced classes in the unit of "Flowing water works" of the fifth grade elementary school "science", and it was confirmed that spring water is suitable as a teaching material to understand the relationship between nature and human activities.

研究分野：科学教育

キーワード：科学教育 教材 小学校 理科 湧水 地域の自然 陸水環境 人間活動

## 1. 研究開始当初の背景

申請者は、21世紀が、「地球環境学 (Geo-environmental studies)」と「生命科学 (Life sciences)」の時代であると考えている。これら2つの分野は、資源・エネルギー問題、生殖・再生医療等、人間生活に直結する応用的な課題を含むため、今後は、専門家だけでなく市民にも、その可否を判断する機会が増えてくと予測される。しかしながら、技術 (Technology) の進歩と倫理 (Ethics) がせめぎ合う分野であり、その価値基準は混沌としているのが現状であろう。現実には、技術の原理解明および実用化までの時間は早く、社会にその情報が行き渡り、価値基準が形成される時間との乖離は広がる一方である。

この乖離を縮めていくための方策の1つとして、学校教育の充実が挙げられる。特に、認知能力の発達が著しく伸びる時期であり、現在の学制では最も長い期間となる小学校6年間の理科教育 (科学教育) を通じた体系的な学びが重要であると申請者は考える。小学校の教育課程を通じて、子どもたちが自然と生命について学び、思考する場を増やしていけば、市民の科学リテラシーの向上につながり、結果として人間社会における価値基準の形成速度も高まると考えられる。以上の背景は、教育行政にも喫緊の課題として認識されており、学校教育法第二十一条には、自然環境を中心とした子どもの「体験活動の促進」、そして小学校学習指導要領解説「理科編」には、「自然に親しむこと」「自然を愛する心情を育てること」が目標として掲げられている。ただし、学校教育法の理念、小学校学習指導要領「理科」の目標を達成していくためには、教師の資質向上、および適切な教材の配布が課題となる。小学校教諭は、9教科全科が専門となるが、大学進学準備期間となる高等学校では文科系に属していることが多く、理科、特に観察・実験を苦手としていることが示されている。この苦手意識には、教科専門「理科」を選択必修としている現行の教育職員免許法、すなわち教員養成課程の問題と、自然体験の質と量が乏しい時代に育ったことが大きく影響していると思われる。そこで申請者は、自然体験型のアクティブ・ラーニングを積極的にを行い、養成課程と生い立ちに起因する問題の解消を試み、一定の成果をあげてきた。加えて、大学学部生および教師を含む市民向けの水環境の調査法に関する教科書を編集してきた (日本陸水学会東海支部会 編集 2014, 身近な水の水環境科学 実習・測定編, 朝倉書店)。

しかしながら、教育学研究のための小学校訪問や教員免許講習講座を通じて、現場の教師からは、教科書以外の適切な教材の不足による教育実践の困難さを聞くことになった。現在の小学校理科では、具体的な体験を通じて、子ども自らが問題点を見出し、主体的に観察・実験を行い、実感を伴った理解に到達できるよう支援することが求められている。この達成には、子どもたちの身近にある自然環境を教材として確立することが効果的である。グローバル化時代を迎え、

知識の伝達は世界的規模となり、逆に各地域の多様性を理解することが必須となってきた。社会科学では、古くから、地域の地理、歴史に関わる教材を副読本という形で配布し、「グローバル」という視点で教育効果を挙げてきている。一方、理科 (科学) は世界共通の一般則を重視する傾向が強く、地域自然の教材化では、富士山や琵琶湖といった著名な場を持つ地域に限られ、蓄積や実践に乏しいと言える。本研究はこの現状を打開するため地域自然を用いた教材開発と実践を行う。

## 2. 研究の目的

本研究では、子どもたちに身近な地域自然の事例として、申請者が勤務する東海地域の里山に見られる湧水湿地の水環境と生物群集との関係を取り上げる。

東海地域の里山には、シデコブシ (*Magnolia stellata*)、シラタマホシクサ (*Eriocaulon nudicuspe*)、トウカイコモウセンゴケ (*Drosera tokaiensis*) 等の東海丘陵要素と呼ばれる特異な生物群集の存在が知られ (植田 1989, 植物分類・地理, 40: 190-202)、その一部である豊田市の湿地群はラムサール条約登録になっている。この東海丘陵要素は、泥炭の堆積が見られず pH 4~5 の弱酸性、電気伝導度 10~40 mS/m の貧栄養な水質を示す湧水湿地という水環境に関連付けられている (富田 2008, 地理学評論, 81-6: 470-490)。しかしながら、肝心の水質の詳細な記載は極めて乏しく、1年間以上に渡る水量と水質の季節変化は、野崎・各務 (2014a) に初めて記載された。つまり教材として活用するためには、自然誌情報の更なる蓄積が必要となる。そこで、本研究では、申請期間3年間の内、2年間に渡り、名古屋市~日進市~長久手市~豊田市にまたがる丘陵地の3~5地点に観測定点を設け、水量および水質の詳細な測定を行い、東海丘陵要素の成立基盤となる湧水湿地の水環境の特徴を明らかにする。

観測により蓄積した自然誌情報を材料として、2年目、3年目には、申請者自身が勤務先の附属小学校で理科の授業を行い、課題を教育実践から明らかにしていく。合わせて学習指導要領と関連付けた教育課程 (カリキュラム) の策定を行う。以上、2年間の自然誌調査、2年間の教育実践を経て、教材および教育課程を完成させることを目指す。

## 3. 研究の方法

### (1) 湧水湿地の水環境の特徴

東海丘陵要素を育む湧水湿地が点在する場として良く知られる名古屋市~長久手市~日進市~豊田市にまたがる丘陵地に観測定点を設定する。名古屋市は千種区に人間活動の影響を考慮して3地点を設定した。人間活動の影響が無い地点として、東山の金明水 (Kinmeisui)、人間活動の影響がある地点として、本山の湧水 (Motoyama)、椋山女学園大学附属小学校敷地内 (Sugiyama ES) の2地点を設けた。長久手市は愛知県立芸術大学周辺に1地点、豊田市

は人間活動の影響が無い八草地区 (Yakusa) に 1 地点、人間活動の影響がある梅坪地区に 1 地点を設けた (Umetsubo)。湧水の起源となる雨水については、名古屋市千種区星が丘の椋山女学園大学教育学部棟のデッキで採水を行った。

調査方法は日本陸水学会東海支部会編集の身近な水の環境科学 実習・測定編 (朝倉書店, 2014 年) に従い、水量、水温、pH、電気伝導度、溶存酸素、COD (化学的酸素要求量)、溶存態窒素 (アンモニア、亜硝酸、硝酸)、リン酸態リンについて行う。調査頻度は月に 1 回とする。以上の物理化学的な指標以外に、写真、ビデオ撮影による湧水湿地の映像資料の収集も行う。

なお、学校現場では、水質測定にパケットストヤ指標生物を用いることが多いが、その使用にあたって注意すべき点についても方法的な検討を行った。

#### (2) 湧水を用いた理科教材の開発と教育実践

観測により蓄積した自然誌情報を材料として、湧水の水質・水量と人間活動との関係を理解させる教材開発を行う。教材開発を補完するための素材を得るために、静岡県磐田市の市街地を流れる今之浦川で調査を行った。調査区間は、上流域では都市化に伴い、水が消失する瀬切れが見られるが、下流域では、湧水によって水量が回復していた。上流から下流に至る水質の特性から、河川環境と湧水との関係について、子どもたちに考えさせる教材を開発する。

開発した教材を用いて、椋山女学園大学附属小学校において、2 年目、3 年目に、第 5 学年「理科」の「流れる水の働き」で、研究代表者が授業実践を行う。加えて、教員希望者が多数を占める大学生の河川調査実習において実践し、教材に対する反応を調べた。

### 4. 研究成果

#### (1) 名古屋市および周辺地域の湧水の特徴

図 1 に名古屋市の湧水における珪酸濃度と電気伝導度との関係である。珪酸は雨水では全く検出されず、湧水では地点間で大きな違いは見られなかった。これは珪酸が地殻起源であることを表している。電気伝導度は、人間活動が大きくなる地点で増加していくことがわかった。

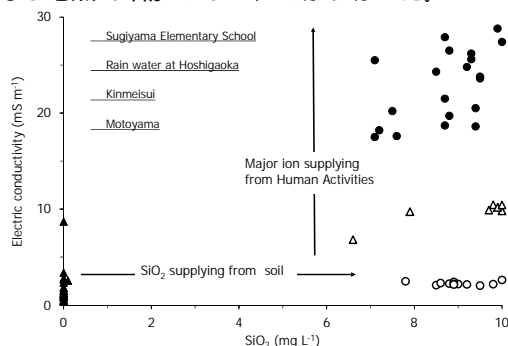


図 1. 名古屋市の湧水における珪酸 ( $\text{SiO}_2$ ) 濃度と電気伝導度との関係。

図 2 は、名古屋市の湧水におけるリン酸態リン濃度と溶存無機態窒素濃度との関係である。雨

水には一定量の窒素が含まれているが、人間活動の影響のない東山の金明水では低くなり、本山と椋山小学校では上昇している。東山では雨水中の窒素は植物に吸収されていると考えられる。一方で人間活動の影響によって本山と椋山小学校では増加すると考えることができる。リンは窒素に比べて地点間の差が見られず、人間活動から負荷されないことがわかった。

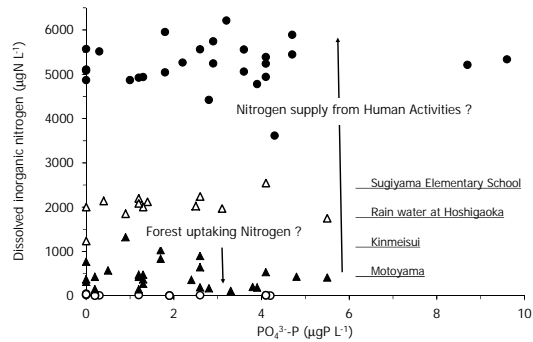


図 2. 名古屋市の湧水におけるリン酸態リン濃度と溶存無機態窒素濃度との関係。

豊田市、長久手市の湧水でも、溶存無機態窒素濃度とリン酸態リン濃度との関係 (図 3)、珪酸濃度と溶存無機態窒素濃度との関係 (図 4) から、湧水の涵養する地殻は共通であるが、人間活動によって主に溶存無機態窒素が負荷されることがわかった (野崎, 2018)。

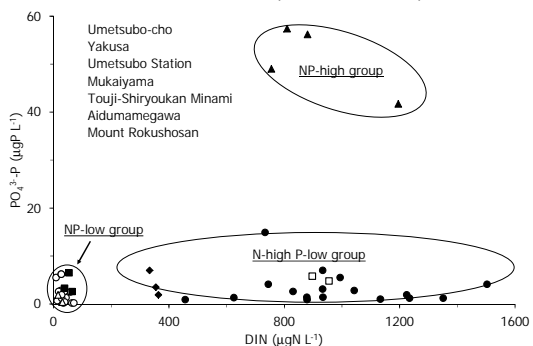


図 3. 豊田市、長久手市の湧水における溶存無機態窒素濃度とリン酸態リン濃度との関係 (野崎, 2018)。

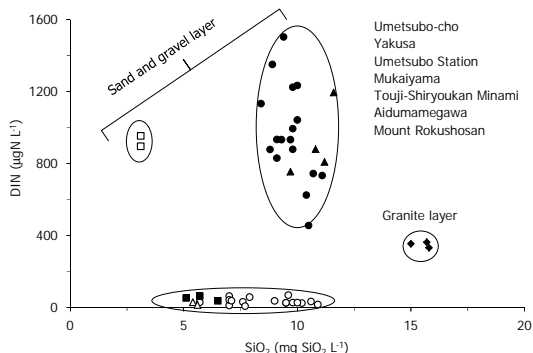


図 4. 豊田市、長久手市の湧水における珪酸濃度と溶存無機態窒素濃度との関係 (野崎, 2018)。

(2)湧水を用いた理科教材の開発

図 5 は、椋山小学校での授業に向けて教材として作成した亜硝酸態窒素濃度の季節変化である。授業実践では、子どもたちに本格的な水質分析を体験させるために、発色が美しい亜硝酸態窒素を分析項目として選択した。椋山小学校と東山の金明水は 3 km の距離しか離れていないが、人間活動によって亜硝酸態窒素が大きく負荷されることが理解できる(図 6)。

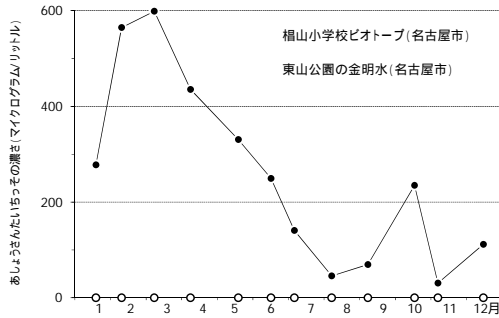


図 5. 名古屋市千種区の東山の金明水と椋山小学校湧水における亜硝酸態窒素濃度の季節変化。

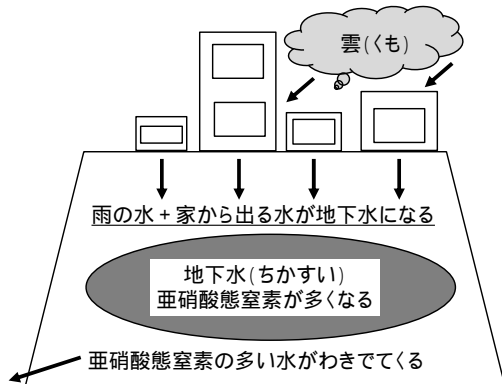


図 6. 人間活動によって水質が変化する過程を説明するための模式図。

静岡県磐田市の今之浦川では、河川に湧水が流入すると、透明度が上昇して、水中の有機物量の指標となる COD 値が激減し、視覚的な水環境は改善されるが(図 7)、硝酸態窒素濃度は環境基準を超え、水質は悪化していることがわかった(図 8)。

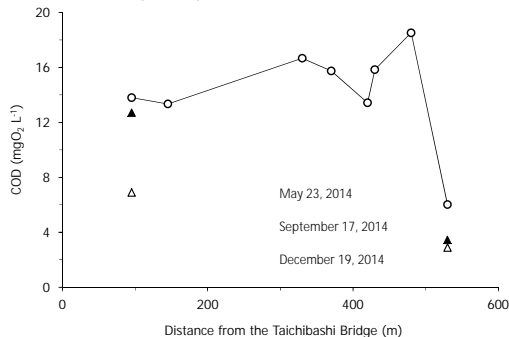


図 7. 今之浦川の COD 値(野崎・鳥居, 2017)。

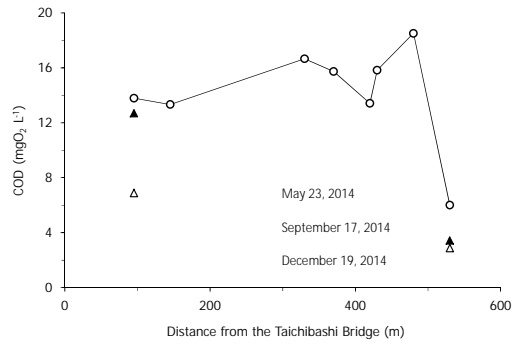


図 8. 今之浦川の硝酸態窒素濃度(野崎・鳥居, 2017)。

図 9 は、今之浦川の観測結果から開発した、湧水と河川環境との関係を説明する模式図である。湧水は、水中の粒状物質濃度を希釈し、視覚的な、あるいは水生生物の生息場としての河川環境を改善するが、地殻中で肥料からの負荷によって硝酸態窒素という水質は悪化する。この両方の効果を理解した上で選択するという教材となる。つまり環境基準は多面的であることを子どもたちに理解させたい。

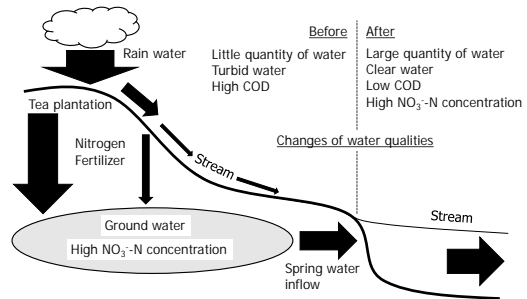


図 9. 湧水と河川環境との関係を説明する模式図(野崎・鳥居, 2017)。

図 10 は、学校現場で良く用いられる簡易法(パケット)による COD 値と通常法による COD 値との比較である。一般的に両者の相関は低く、特に簡易法の COD 値は高くなる傾向が示された。これを回避するためには、低濃度用のパケットを用いること、手順を理解すること、COD 値が持つ意味を正しく理解することが必要であることを指摘した(野崎, 2016)。

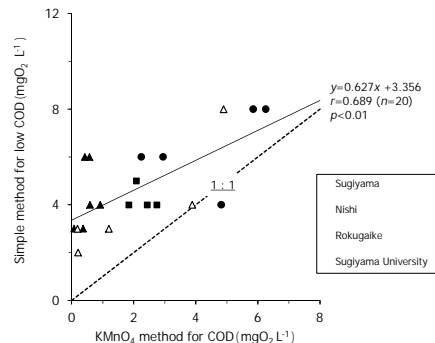


図 10. 学校ビオトープの池における簡易法と通常法による COD 値の関係(野崎, 2016)。

学校現場においては、簡易法による水質分析に加え、指標生物を用いた水質判定も良く行われている。浦部ほか(2018)は、指標生物が必ずしも水質を示していないこと、利用にあたっては子どもたちの理科の学習内容と発達段階から小学校低学年～中学年での適用は難しいことを指摘している。

### (3)教育実践

図 11 は、2016 年 11 月に椋山小学校で行った教育実践の効果測定の一例である。子どもたちは、湧水が川の始まりであり、その水質は人間活動に大きく影響されることを授業を通じて理解したと判断している。授業は 5 年生 2 クラスに同内容を繰り返して行ったが、2 つのクラスの結果に違いは見られなかった。2017 年 12 月にも同内容の授業を、5 年生の 3 クラスに行い、ほぼ同じ結果を得た。

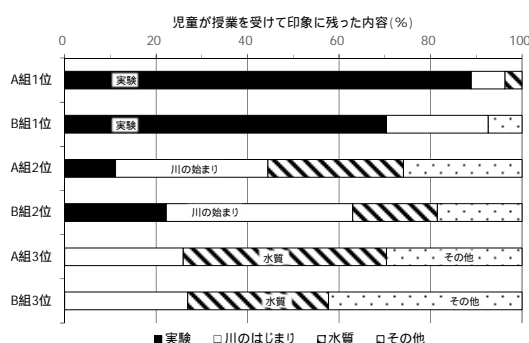


図 11. 椋山小学校での授業実践の効果測定の結果。

この結果を、教員を目指す学生が多数参加している河川調査実習の授業で教材として取り上げた(野崎ほか, 2017)。

### <引用文献>

日本陸水学会東海支部会 編集(2014)身近な水の環境科学(実習・測定編) - 自然の仕組みを調べるために - . 181 pp., 朝倉書店.

野崎健太郎(2018)尾張丘陵東部の段丘崖に見られる湧水と小河川源頭部の水質の季節変化 - 豊田市梅坪町および八草町における事例研究 - . 矢作川研究, 22: 1-16.

野崎健太郎(2016)湧水、地下水および水道水を水源とする学校ビオトープにおける過マンガン酸カリウム消費量と簡易法を用いた COD(化学的酸素要求量)の測定. 椋山女学園大学教育学部紀要, 9: 121-127.

野崎健太郎・鳥居里菜(2017)理科および環境教育の教材としての河川水質と湧水との関係 - 今之浦川(静岡県磐田市)における事例研究 - . 椋山女学園大学教育学部紀要, 10: 103-114.

野崎健太郎・井上光也・寺山佳奈・高橋伸行・加藤元海(2017)大学生を対象にした河川生

態系の多様性を理解するための宿泊型自然体験学習の実践. 応用生態工学, 20: 99-105.

浦部美佐子・石川俊之・片野泉・石田裕子・野崎健太郎・吉富友恭(2018)大学生アンケートによる水質指標生物の教育効果の検討. 陸水学雑誌, 79: 1-18.

### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 8 件)

野崎健太郎(2018)尾張丘陵東部の段丘崖に見られる湧水と小河川源頭部の水質の季節変化 - 豊田市梅坪町および八草町における事例研究 - . 矢作川研究, 22: 1-16(査読有). <http://www.yahagigawa.jp/kenkyuu/entry-659.html>

浦部美佐子・石川俊之・片野泉・石田裕子・野崎健太郎・吉富友恭(2018)大学生アンケートによる水質指標生物の教育効果の検討. 陸水学雑誌, 79: 1-18(査読有).

<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/rikusui/list/-char/ja>(ただし公開は 1 年後)

野崎健太郎・井上光也・寺山佳奈・高橋伸行・加藤元海(2017)大学生を対象にした河川生態系の多様性を理解するための宿泊型自然体験学習の実践. 応用生態工学, 20: 99-105(査読有).

[https://www.jstage.jst.go.jp/browse/ece/20/1/\\_contents/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/browse/ece/20/1/_contents/-char/ja)

田代喬・勝寄泰代・野崎健太郎(2017):崩壊地を含む流域の地質・地形特性が山地河道の階段状河床形態に及ぼす影響. 河川技術論文集, 23: 525-530(査読有).

<http://www.jsce.or.jp/library/open/proc/maglist/2/00906/index.htm>

野崎健太郎・鳥居里菜(2017)理科および環境教育の教材としての河川水質と湧水との関係 - 今之浦川(静岡県磐田市)における事例研究 - . 椋山女学園大学教育学部紀要, 10: 103-114(査読無).

[https://lib.sugiyama-u.repo.nii.ac.jp/?action=pages\\_view\\_main&active\\_action=repository\\_view\\_main\\_item\\_detail&item\\_id=2294&item\\_no=1&page\\_id=13&block\\_id=21](https://lib.sugiyama-u.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=2294&item_no=1&page_id=13&block_id=21)

Nozaki, K. (2016) Autumn and winter periphyton biomass in the Ohtakigawa River watershed 1 year after the 2014 eruption of Mount Ontake, central Japan. *Rikunomizu*, 74: 13-21(査読有).

<http://rikusui-tokai.sakura.ne.jp/356-2/>

野崎健太郎(2016)湧水、地下水および水道水を水源とする学校ビオトープにおける過マンガン酸カリウム消費量と簡易法を用いた COD(化学的酸素要求量)の測定. 椋山女学園大学教育学部紀要, 9: 121-127(査読無).

[https://lib.sugiyama-u.repo.nii.ac.jp/?action=pages\\_view\\_main&active\\_action=repository\\_vie](https://lib.sugiyama-u.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_vie)

w\_main\_item\_detail&item\_id=2010&item\_no=1&page\_id=13&block\_id=21

Nozaki, K. (2015) Zygosporangium formation of a *Spirogyra variformis* TRANSEAU (Zygnemataceae) collected from an irrigation canal of rice fields at Mikkabi, Hamamatsu, Japan. *Rikunomizu*, 70: 19-24 (査読有). <http://rikusui-tokai.sakura.ne.jp/publication/rikunomizu/papers/%e9%99%b8%e3%81%ae%e6%b0%b4-70%e5%8f%b7/>

[学会発表] (計 1 件)

野崎健太郎(2017):都市部の湧水の教材化:名古屋市千種区における事例研究. 応用生態工学会第 21 回大会, 名古屋大学, 2017 年 9 月 23 日, 名古屋.

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

野崎 健太郎(NOZAKI, Kentaro)

椋山女学園大学・教育学部・准教授

研究者番号:90350967