

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：13801

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K13998

研究課題名（和文）生物教育におけるシステム思考を中心とした推論能力の育成と指導に関する研究

研究課題名（英文）The studies on promoting and instruction of reasoning ability with a focus on systems thinking in biology education

研究代表者

山本 高広（Yamamoto, Takahiro）

静岡大学・教育学部・助教

研究者番号：50837698

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：2020年度では、諸外国及び我が国の「システム思考」に関わる理論を精査し、我が国の高校生・高等学校教師を対象とした認識調査を実施できた。2021年度では、児童・生徒に向けてオンラインを通じたシステム思考育成のための授業に関する試行的調査を行うことができた。2022年度では、中学生におけるシステム思考の育成を目指した生態学領域の教材開発、授業づくりを実践できた。2023年度は、本研究課題における研究論文1件を、全国公開することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

推論という概念に対して、「システム思考」に着目した研究アプローチをし、その理論の整理や学校教育への実用可能性を模索した点に、学術的意義及び社会的意義があると考えます。また、児童・生徒・教師と幅広い研究対象に実践を試み、システム思考の概念やそれに関わる事象の存在を認知してもらったことに意義がある。特に本研究を通して、システム思考の概念を初めて知る人が多いとわかったことから、システム思考の概念の広い周知が必要であり、その正しい概念の獲得、さらには応用方法まで幅広く認知されていくことが、この分野の研究を深く探究していく上で重要であると考察する。

研究成果の概要（英文）：In 2020, we were able to scrutinize theories related to systems thinking in other countries and Japan, and conduct a recognition survey targeting Japanese high school students and teachers. In 2021, we were able to conduct a trial survey regarding online classes for children and students to promote systems thinking. In 2022, we were able to develop teaching materials and create lessons in ecology with the aim of promoting systems thinking in junior high school students. In 2023, we were able to publish one research paper on this research topic nationwide.

研究分野：理科教育（生物教育）

キーワード：生物教育 推論能力 システム思考 育成と指導

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

平成 29 (2017) 年・平成 30 (2018) 年告示の学習指導要領の改訂に伴い、各教科において育成すべき資質・能力がより鮮明な形で示された。特に、今後の生物教育においては、生徒が思考力や判断力を発揮しながら理解できるように指導することが求められている(文部科学省、2019)。これまでの生物教育の現状に鑑み、今後の生物教育においては、探究活動を通じた科学的概念の形成を主軸としつつも、具体的な資質・能力の育成に向けた教育の実現が期待され、「考えて学ぶ生物教育」の可能性を見出していかなばならない。

そこで本研究では、生物教育において、資質・能力の一つとして「推論能力」、特に、「システム思考 (Systems Thinking)」を中心とした推論能力に焦点を当てるべきであると捉えた。生物教育における推論能力の育成は、探究活動を通じた科学的思考の育成の一環として重要であることは明らかであるが、学校教育における児童・生徒の推論能力の育成に向けて、具体的にどのような指導が必要か、どのような授業に取り入れて展開するのか、そのための教材はどのようなものかなどの課題は多い。これらを踏まえ本研究では、(1) 推論能力、特にシステム思考を中心とした推論能力の育成に必要な要素は何か、(2) 生物教育におけるシステム思考を中心とした推論能力を育成するための指導方法、授業展開、教材開発とは何か、(3) 生物教育においてシステム思考を中心とした推論能力を育成するにあたり、障害となるものは何か、といった点に留意しながら進める必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、生物教育における児童・生徒のシステム思考を中心とした推論能力の育成に向けた具体的な指導方法、授業展開、教材開発を考案し、学校現場における実証的な分析を通して、その有効性を確かめることである。

3. 研究の方法

(1) 今後の生物教育において必要とされる推論能力及びシステム思考について、文献調査を中心に、その根拠となる理論的背景を把握する。

(2)(1) において得られた知見、理論により、我が国において、システム思考に関する認識調査を教師及び生徒を対象に実施するために、そのデザインと準備を進め、実際に実施する。

(3)(1) において得られた知見、理論により、我が国の小学生や中学生を対象として、システム思考を中心とした推論能力の育成に向けた具体的な授業展開を提案し、オンラインを介して実際に実施する。

(4)(1) ~ (3) を踏まえ、我が国の中学生におけるシステム思考の育成を目指して、主に生態学領域においての指導方法、授業展開、教材開発をデザインし、その効果を調査する。

4. 研究成果

本研究成果報告書においては、研究成果が公開されている上記の「研究の方法(1)(2)(3)」について下記に示した。

研究の方法(1) についての成果

推論(能力)については、様々な著書・研究論文によって研究成果がまとめられている。しかし、推論(能力)についてのそれらの研究成果を、そのまま我が国の生物教育に当てはめるには尚早である。我が国の生物教育の特徴、実態、課題を踏まえた上で、推論(能力)に関する著書・研究論文を精査し、本研究の目的の根拠となる理論的背景を把握する必要がある。

推論の国内外の先行研究については、山本(2019)や山本(2018)において言及してきた。例えば、山本(2018)において、諸外国の推論に関する研究論文の精査を通して、生物学の領域ごとに推論は議論され、その評価をすることが求められていることがわかった。また、国内の推論に関する著書・研究論文の精査を通して、推論の定義を「既知のもの(前提)から未知のもの(結論)を導き出す、論理的に統制された思考過程」(山本、2018)とした。

システム思考の国内外の先行研究については、山本(2023)や山本(2019)において言及してきた。諸外国及び国内のシステム思考に関する著書・研究論文の精査を通して、システム思考の定義を「複数の構成要素からなるものをシステムとして捉えて分析し、各構成要素の相互作用に着目しながら、システム全体としての機能を考える思考様式である」(山本、2019)とした。

研究の方法(2) についての成果

「生物教育におけるシステム思考の認識について、オランダの生物学者、教員養成課程の教員、学校教員ではそれぞれに差異がある可能性があり」(Melde, Marie-Christine, Roald and Wouter, 2020)、教師は適切にシステム思考を鍛える必要がある(Mariya and Michal, 2021)と指摘され

ている。このような指摘について別の見方をすれば、教師はシステム思考を正しく認識しておく必要があり、システム思考を自身で鍛える工夫が求められるということになる。しかし、そもそも教師はシステム思考についての正しい認識をどれほど有しているか不透明であるという問題点が考えられる。」(山本、2023)といった問題意識の下、我が国における教師のシステム思考に対する認識の実態を明らかにするため、アンケートによる認識調査を行って分析を試みた。同様に、我が国の生徒においても、システム思考に関する共通理解に至っていないと考えられたことから、その実態を把握するために、アンケートによる認識調査を試みた。なお、本研究成果報告書においては、研究成果が公開されている、教師のシステム思考に対する認識の実態把握について(山本、2023)のみから抜粋して示す。

山本(2023)の抜粋：調査対象と方法等

調査期間：2020年11月4日～2021年1月2日

調査対象：静岡県内の高等学校教師 回答者合計79人

調査方法：Google Formを用いた多肢選択式及び自由記述式のアンケート調査

山本(2023)の抜粋：アンケート内容

1. 現在の学校種を教えてください。(1つのみ選択してください) 公立の高等学校 私立の高等学校 その他
2. 現在の教員歴を教えてください。(1つのみ選択してください) 新規採用～3年目 4年目～6年目 7年目～9年目 10年目以上
3. 理科の中で、ご自身の専門分野を教えてください。(チェックは2つ以内でお願いします) 物理 化学 生物 地学
4. 「システム」という用語から連想するキーワードを自由に記述してください。
5. 4で記述したキーワードを使いながら、「システム思考」という用語が示す意味や概念を自由に記述してください。
6. 「システム思考」を理科の授業中に取り入れたことはありますか？(1つのみ選択してください) はい いいえ どちらでもない(わからない)
7. 6で「はい」と答えた方に聞きます。それは理科のどの専門分野の授業でしたか？(1つ以上選択してください) 物理 化学 生物 地学
8. 7の分野においてどのような授業内容で扱いましたか？自由に記述してください。
9. その他として何かございましたら、自由に記述してください。

山本(2023)の抜粋：アンケートの結果と分析(アンケート内容4:「システム」という用語から連想するキーワード)

表1 「システム」という用語から連想するキーワード

キーワード	出現回数
論理的(な)思考	8
考え(る)	7
生態系	4
全体	4
アルゴリズム	3
メタ認知, メタ構造	3
事象	3
論理的	2
相互作用	2
相互(に)関係	2
構造(化)	2

山本（2023）の抜粋：アンケートの結果と分析（アンケート内容 5: 「システム思考」に対する認識）

次の 8 つ（①～⑧）に分類することができた。

- 「論理」に言及する記述内容（総数：10）
- 「生物に関する学習内容」に言及する記述内容（総数：7）
- 「プロセス」に言及する記述内容（総数：3）
- 「部分や全体の視点」に言及する記述内容（総数：10）
- 「相互作用・相互関係」に言及する記述内容（総数：7）
- 「複数・複雑」に言及する記述内容（総数：4）
- 「ツール」に言及する記述内容（総数：4）
- 「その他」に言及する記述内容（総数：2）

山本（2023）の抜粋：アンケートの結果と分析（アンケート内容 6: 理科の授業への「システム思考」の取り入れ）

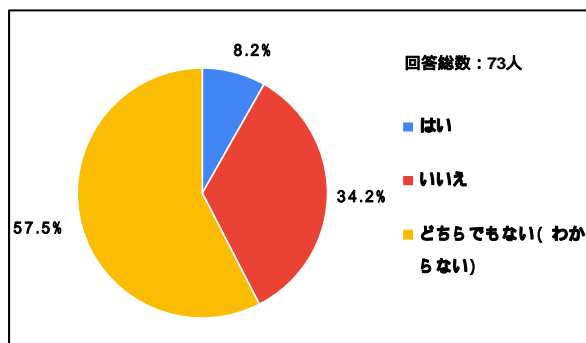


図6 理科の授業への「システム思考」の取り入れ

山本（2023）の抜粋：アンケートの結果と分析（アンケート内容 7: 「システム思考」を取り入れた分野と授業内容）

表3 「システム思考」を取り入れた分野と授業内容

専門分野	物理	化学	生物	地学
回答した人数（人）	0	1	5	0
対象番号	記述内容			
13	サリチル酸メチルの合成実験において、途中の化学反応の意味を提示し、アセチルサリチル酸が生成するまでの化学反応を思考させた。			
27	生態系や内分泌系			
73	からだの恒常性について			
75	体内環境の調節，生態系 等			
76	食物連鎖			
79	生態系や内分泌系			

研究の方法（3）についての成果

令和3（2021）年に、ジュニアドクター育成塾事業「静岡 STEM アカデミー」の一環として、その受講生に向けた講義を行う機会を得たため、「システム」「システム思考」に着目した実践を行った。なお、コロナ禍ということもあり、その実践はオンラインを介する必要があった。この実践については、山本（2021）において報告している。山本（2021）においても述べているように、受講生に少しでも「システム」「システム思考」を知ってもらおうよう実践したが、「システム思考」の学習の難易度が高かったように見受けられた。「システム思考」の学習においては、発達段階に応じて、その難易度を調整する必要があることが、山本（2021）から窺えた。

<引用・参考文献>

- Mariya M. and Michal Z. (2021) Applying a system thinking learning approach to improve perception of homeostasis - a fundamental principle of biology. *Journal of Biological Education*, 55(4), 341-367.
- Melde G.R.G., Marie-Christine P.J.K., Roald P. V., & Wouter R. V. J. (2020). Teachers' and educators' perspectives on systems thinking and its implementation in Dutch biology education. *Journal of Biological Education*, 54(5), 485-496.

- 文部科学省（2019） 高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説理科編理数編、実教出版。
- 山本高広（2023） 理科におけるシステム思考に関する高等学校教師の認識の実態把握、理科教育学研究、第 64 巻、第 1 号、99-110。
- 山本高広（2021） 3-6. 「システム」「システム思考」に着目した実践-STAGE1.0 三島会場の場合 -、熊野善介 JST 令和 3 年度ジュニアドクター育成塾事業「静岡 STEM アカデミー報告書」、96-99。
- 山本高広（2019） 生物教育におけるシステム思考を基底とした推論の導入と指導、日本科学教育学会第 43 回年会論文集、471-474。
- 山本高広（2018） 中等生物教育における生物領域に着目した推論の特徴-イギリス AQA の生物教科書分析を通して-、日本科学教育学会研究報告、第 32 巻、第 7 号、25-30。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 山本 高広	4. 巻 64
2. 論文標題 理科におけるシステム思考に関する高等学校教師の認識の実態把握	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 理科教育学研究	6. 最初と最後の頁 99,110
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11639/sjst.22043	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------