

令和元年6月28日現在

機関番号：14302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K00917

研究課題名(和文) 科学概念と生活とのつながりを意識させる小・中学校理科教材モジュール集の開発

研究課題名(英文) Developing elementary and secondary science education modules that make an active connection between scientific concepts and everyday life experience

研究代表者

広木 正紀 (HIROKI, Masanori)

京都教育大学・名誉教授

研究者番号：30115977

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：小中学校の理科が人生に有用でないと捉える若者が多い、という国際学力調査等に現れた状況の打開を意図し、教材モジュール(=授業プログラム)の開発とカリキュラムの開発にとり組んだ。

現行カリキュラムでは、「扱う科学概念」の選択が「人生(日常や災害時)における有用性」という観点から成されていない、という認識に立ち、1.「就く職業、住む地域、思想信条等に依らない、誰にとっても有用で必要な科学概念(=リテラシーとしての科学概念)を改めて選び、2.それら科学概念の学びを支援する教材モジュールを開発し、3.それらモジュールが配置されるカリキュラムの骨組みを開発した。この開発研究を科研費助成終了後も続ける。

研究成果の学術的意義や社会的意義

1.[学術的意義] 学校の理科カリキュラムで取り上げられる科学概念は、従来は、学問としての科学の系統性を基準にしたものだったが、本研究は、学習者の生活(衣食住)を基準にした系統性からなされるべきであることを提案した。

2.[社会的意義] 1)本研究で開発された教材モジュール(=授業プログラム)は、現行指導要領の下でも、理科、算数・数学、技術・家庭科や総合的学習などで、授業の手がかりとして役立てられることが期待される。2)1の提案が今後の指導要領改訂に取り入れられて行くなれば、「小中学校で学ぶ科学概念は、将来就く職業等に依らず有用」と実感できる子ども達の増加に寄与することが期待される。

研究成果の概要(英文)：According to some international and domestic surveys, many of Japanese youths don't think science lessons in elementary and secondary schools are not useful for life. To overcome this situation, we worked on developing learning modules (i.e. lesson programs) and curricula.

In the current curriculum for elementary and junior high schools in Japan, the scientific concepts to be learned are not selected on the basis of their usefulness in life. So in this study, 1)we chose scientific concepts on the basis of their usefulness and necessity, so that they might serve as literacy for every person regardless of one's occupation or inhabited area, 2)we developed modules to learn those scientific concepts through investigative activities from everyday life experiences, and 3)we developed a skeleton of a curriculum where those scientific concepts could be learned. We will continue our study to develop modules and curricula, after this period of KAKENHI-aid, whether any research fund is adopted or not.

研究分野：科学教育

キーワード：科学概念の有用性 生活とのつながり 衣食住 リテラシー 地球市民教育 活動教材モジュール カリキュラム 教科横断的学習

## 1. 研究開始当初の背景

PISA (Programme for International Student Assessment) 2006, 2015 など、国際学力調査で、日本の子ども達は、理科について、成績は良好であるにもかかわらず、「有用性」の意識が薄いという傾向が示されている (国立教育政策研究所 HP)。

本研究は、「子どもたちの理科に対する有用性意識の薄さの主因は、『小中学校での理科の学習』と『彼らの実生活に根ざした関心や認識』との間に大きな隔りがあるためではないか」という問題意識から出発した (広木 2015, 村上 2016)。本研究を始めるに当たって、次の作業仮説を設定した。

現行カリキュラムでは 1) 「理科で学ぶべき科学概念の選び出し」が、「旧来からの自然科学体系に則る、という考え方に囚われた視点」から成されており、2) 「将来就く職業に依らない、誰にとっても有用で必要な科学概念 (=リテラシーとしての科学概念) は何か? を探ろうとする視点」からは成されていない。これからの理科教育には 2) の視点からのカリキュラム開発や教材開発が必要である。

## 2. 研究の目的

- (1) 「将来就く職業に依らない、誰にとっても有用で必要な科学概念 (=リテラシーとしての科学概念) が備えるべき条件を整理すること
- (2) (1) で整理された条件に照らして、科学概念を選び出すこと
- (3) (2) で選び出した科学概念を子どもたちが探究的に学ぶことを支援する授業プログラム (=学習活動教材モジュール; 以下単に「教材モジュール」と呼ぶ) を開発すること
- (4) (3) の教材モジュールが配置される義務教育(小中学校)カリキュラムを開発すること

## 3. 研究の方法・手順

- (1) 「リテラシーとして扱うべき科学概念の候補」を、国内外の現行や過去のナショナルカリキュラムや教科書、あるいは新聞やその他のメディアで扱われている科学概念から集める
- (2) 誰にとっても有用で必要な科学概念 (=リテラシーとしての科学概念) を選び出す
- (3) (2) で選び出した科学概念を子どもたちが探究的に学ぶことを支援する教材モジュール (=授業プログラム) を開発する
- (4) (3) の教材モジュールが配置される義務教育(小中学校)カリキュラムの大枠を開発する

## 4. 研究成果

- (1) 誰にとっても有用で必要な科学概念 (=リテラシーとしての科学概念) が備えるべき条件を吟味し、次の 4 項目に整理した。

- ① 職業・学歴・住む地域・人種・民族・使用言語・文化・習慣・性別・出自・年齢・思想信条等に依らずに、有用で必要な科学概念
- ② 「人間の生活」と「その舞台である自然」との関係の理解に連なる科学概念
- ③ 「日常生活の改善」と「災害対策」の理解に連なる科学概念
- ④ 「持続可能な生活」という捉え方に連なる科学概念

- (2) 前項(1)の②における『人間の生活』と『その舞台である自然』との関係を、次の①と②の 2 面から整理し (広木 2018a,b)、表 1 に表わした。

- ① 一般に「衣食住」で呼ばれている生活の構成要素を、改めて「経口摂取 (飲食)」「呼吸」「着衣」「狭義の住 (住居)」「広義の住 (暮らしに使う設備や道具)」に分類した。
- ② 「人間の生活の舞台としての自然の構成要素—水・大気・大地・生物—」のそれぞれと「人間にとっての恩恵面と脅威面」との関係性を、①で挙げた生活の構成要素ごとに整理した。

表1. 「人間の生活の基盤と自然の関係」の整理の例。開発理科カリキュラム骨組みの構成要素をゴシック体で、カリキュラムに配置する教材モジュール例のテーマを明朝体で示した。

人間の生活・営み	経口摂取 (飲食) (広木・松林 2015)	A. 思慮面		B. 脅威面		A・B両面
		呼吸	着衣	居住	人間の生活・営み全般	
自然環境				建築	設備や道具の工夫	
太陽				◇建物内に光を取り入れる方法		◇昼夜・四季・日照りなどと、人間の生活への影響 ◇有害紫外線
水	◇生命の維持と水 ◇水の存在と場所 ◇水産食材生物の生息環境 ◇水と生物群集の出現・形成 ◇自然の営みとしての、海水の淡水化 ◇海水からの食塩入手方法		◇洗濯	◇上下水道の設備		◇洪水・土砂崩れ・津波・高潮・高潮などと、人間の生活への影響 ◇水環境と人間の生活
大気	◇降水から飲料水への道筋	◇身の周りの空気存在 ◇呼吸と大気組成		◇建物内に外気を取り入れる方法	◇室内の空気を暖めたり冷やしたりする方法	◇降水がもたらす災害(大雨、豪雪など)と、人間の生活への影響 ◇火山灰や黄砂等による汚染などと、人間の生活への影響 ◇暴風、竜巻、雹害などと、人間の生活への影響
大地	◇陸産食材生物の生息環境		◇衣料となる生物の生息環境	◇大塚をつくる土・砂礫・岩石 ◇住居つくりの材料 ◇建材になる生物の生息場所 ◇壊れにくい建物を造るための建材組み立ての工夫		◇地震・土砂崩れ・土石流などと、人間の生活への影響 ◇噴火・火山灰・火山弾、溶岩流・有毒ガスなどと、人間の生活への影響 ◇大地環境と人間の生活
生物						◇食物連鎖 ◇地球環境と生物多様性 ◇人間の腸内環境と微生物
人間以外	◇人間の食材になる生物		◇衣料になる生物	◇建材になる生物		◇有毒生物、危険生物 ◇微生物と、食中毒や病気
人間						◇人間の、価値観や文化の多様性と共通性についてどう関わるか
自分以外						
自分						

(3) (1)を踏まえ、誰にとっても有用で必要と考えられる「リテラシーとしての科学概念」を次のように選んだ。

<選んだ科学概念>

人間の営みに関わるもの：物質交換、水分摂取、食物摂取、空気呼吸、生存可能温度、生存可能圧力、身体破壊外力、感覚、健康、病気、成長、出産、子育て、老化、世代、世代交代

水に関わるもの：水、水の所在、水域、海、川、降水、雨水の行方、流水の作用、水の循環、サイフォン、飲料水、漏斗(ろうと)、煮沸、蒸溜、三態変化、溶液、懸濁液

食に関わるもの：食物材料(食材)、狩猟採集、栽培、飼育、製塩、飲食物、調理、調理器具、加熱、食器、摂食行為

衣に関わるもの：衣服、衣服材料、裁縫、天然繊維、化学繊維、洗濯

住に関わるもの：建物、建築、建築材料(建材)、柱、壁、屋根

物の材質に関わるもの：材質、木材、紙、陶器、糸、布、金属、プラスチック

物の選別に関わるもの：篩(ふるい)、ろ過

燃焼に関わるもの：燃焼、燃料、燃焼条件、有機物

熱や光に関わるもの：熱、熱伝導、対流、熱放射、光、灯り(照明)

電気・磁気に関わるもの：電気、電池、エジソン電球、発電、直流、交流、電気回路、直列、並列、配線、電圧、電流、電気抵抗、磁石、電磁石

地球環境に関わるもの：気圏、水圏、地圏、岩石、土、気候帯

自然調査に関わるもの：観察、実験、放置実験、コンテナビオトープ

自然を調べる観点に関わるもの：空間スケール(規模)、時間スケール(規模)、ライフサイクル

(4) 教材モジュールを開発した(表2参照)。

表2. 開発モジュールから[報告書(広木編著2019)への掲載分]

モジュール No.	題名
No. 1	ミニポンドづくり - 洗面器の池 -
No. 2	コンテナビオトープ

- 身近に存在する生物の営みを“浮き立たせる”のに有効な「放置実験」-

No. 3	土を、雨水がかかる場所と、かからない場所に放置して比べる - 「生物出現にとっての降水の意義」を浮き立たせる実験 -
No. 4	プールは、巨大コンテナビオトープ？ - プール掃除は水生生物との出会いの場 -
No. 5	私たちは、どんな場面で水の世話になっているか - 暮らしが水に支えられていることを意識する -
No. 6	日常飲んでいる水はどこから来ているのだろう - 自分が体の中に取り入れている水の由来を意識する -
No. 7	自分の流した水はどこへ行くのだろう - 生活の中で使用した水の行方を意識する -
No. 8	給水状況と植物のしおれや枯れ - 植物にとっての水の重要性 -
No. 9	水たまりの蒸発は落葉によって影響を受けるか - 樹木や森の機能のひとつとして -
No.10	私たちの食べ物はもとは何だったのだろう - 人間を含む食物連鎖 -
No.11	植物のコンニャクを育て、食品のコンニャクつくる - 食用植物の生涯の一端に触れる -
No.12	市販の野菜を土に戻すとどうなるだろう - 野菜は生きている？ -
No.13	大豆から豆腐をつくる - 豆乳の固まる条件探しを中心に -
No.14	バケツでイネを育て、御飯の由来を体験する - 不思議との出会いを見逃さない栽培活動 -
No.15	一回一回の呼吸のたびに吸い込んでいる大気の汚れ - 自分が身体丸ごとスッポリ浸されている大気に注意を払う -
No.16	あなたは毎日、何を外界から取り入れ、何を外界に出しているか - 私たちの体は開放系であり、環境と一体であることを意識する -
No.17	爪のどの部分が伸びているのかを探る - 身体は、最も身近な自然 -
No.18	ワタを育てて糸・布をつくる - 服の由来に注意を払う -
No.19	野草「カラムシ」から糸を取る - 私たちの祖先の衣類づくり -
No.20	葛の蔓 <sup>つる</sup> から繊維を取る - かつては、身近な野草が衣服の材料に -
No.21	紙やマッチ棒で建物の模型をつくってみよう - 建物は、内部に空間が確保された構造物 -
No.22	筒形にした紙の、重さを支える “偉力” - 紙で本物の建物をつくれる？ -
No.23	生活の中で使っている物の一生 - どのような自然から生まれ、どのような自然に還るのだろうか？ -
No.24	廃棄物について考える - 家庭から出るゴミの行方を意識する -
No.25	古紙の再生 - 紙の一生の一部の体験 -
No.26	線香をつくる - 一見ただけでは “正体” 不明の物体にどう迫る？ -
No.27	コインを半自動的に種類ごとに分けられないか - 事物を分類するものさしを探して分別装置を考案する -

(5) リテラシーとしての科学概念を学ぶための義務教育(小中学校)カリキュラムの次のような大枠を開発した。[ ]の中に、カリキュラムの章や節で扱う主な科学概念を示した。

#### <義務教育(小中学校)カリキュラムの大枠>

- 第1章 自分自身(人間自身)に目を向けてみよう:[物質交換][水分摂取][食物摂取]  
[空気呼吸][生存可能温度][感覚][成長][出産][子育て][世代交代]など
- 第2章 飲んだり食べたりすることで、口からものを摂ることに目を向けてみよう
- 第1節 水を摂ることに関わって:[水の所在][降水][雨水の行方][飲料水][ろ過]  
[溶液][懸濁液][川][地下水][サイフォン]など
- 第2節 生物を食物として摂ることに関わって:[食材][採集][栽培][飼育]など
- 第3節 ミネラルを摂ることに関わって:[製塩]など
- (1) 調理に関わって
- ① 燃焼について:[燃焼]など
- ② 器具について:[陶器][プラスチック][紙]など
- (2) 生物(=食材)が生きる“舞台”について
- ① 大地(地圏):[土][篩(ふるい)]など
- ② 水域(水圏):[池][湖][沼][川][地下水][湧き水][海][汽水][止水]  
[流水]など
- ③ 気候:[雲][降水][雨][雪][霧][風][風力][風向][台風][気温][湿度]  
など
- (3) 生物(=食材)を調べる観点:[ライフサイクル][観察][実験][放置実験]  
[コンテナビオトープ][時間規模]など
- 第3章 着ることに目を向けてみよう:[衣服材料][布][糸]など
- 第4章 住むことに目を向けてみよう
- 第1節 住居を建てること:[建物][柱][壁][建材]など
- 第2節 暮らすこと:[金属][照明][エジソン電球][紙][鉄][プラスチック]など
- 第5章 人間と自然の関係に目を向けてみよう:[自然][環境][空間][時間][追跡]  
[比較][持続可能性]など

なお、「誰にとっても有用で必要な科学概念」の学びを支援する教材モジュールの開発とカリキュラム開発の取組みは、科研費助成を受けた本期間以降も続ける。

#### <引用文献>

- (1) 国立教育政策研究所 HP (最新アクセス 2019年6月1日)  
<https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/index.html>
- (2) 広木正紀(2015) 将来を見据え、理科教育の内容と方法を「市民生活にとっての役割」という原点から再考する. 日本理科教育学会全国大会発表論文集,第13号,pp.69-70.
- (3) 村上忠幸(2016) 新しい時代への理科教育への一考察(4). 京都教育大学教育実践研究紀要,第16号,pp.31-40.
- (4) 広木正紀(2018a) 衣食住を基点にした科学概念系統化についての一考察(Ⅱ) — 生活に根ざした科学概念の獲得を図るカリキュラムと教材の開発. 日本理科教育学会全国大会発表論文集,第16号,p.376.
- (5) 広木正紀(2018b) 新時代に向けた理科カリキュラムの骨組みづくり — 2本柱としての「生活」と「自然環境」. 日本理科教育学会 平成30年度 近畿支部大会,発表論文集,p.17.
- (6) 広木正紀・松林 昭(2015) 食育の系統化に関する研究(Ⅱ) — 「食」を核にした市民教育カリキュラムの構想に向けて. 京都教育大学紀要 No.127,pp.143-168.
- (7) 広木正紀 編著(2019) 科学概念と生活とのつながりを意識させる小・中学校理科教材モジュール集の開発. 2015(平成27)年度~2018(平成30)年度 日本学術振興会科学研究費補助金(一般研究C) 研究成果報告書,148pp.

#### 5. 主な発表論文等

##### [雑誌論文] (計9件)

- (1) 広木正紀(2018) 衣食住を基点にした科学概念系統化についての一考察(Ⅱ) — 生活に根ざした科学概念の獲得を図るカリキュラムと教材の開発. 日本理科教育学会全国大会発表論文集,査読無,第16号,p.376.
- (2) 広木正紀(2017) 衣食住を基点にした科学概念系統化についての一考察 — 「地球市民としての科学リテラシー」を育むカリキュラムづくりへの模索. 日本理科教育学会全国大会発表論文集,査読無,第15号 p.391.
- (3) 村上忠幸・向井大喜(2017) 新しい時代への理科教育への一考察(5). 京都教育大学教育実践研究紀要,査読無,第17号,pp.217-226.
- (4) 広木正紀(2016) ケニアの小学校理科カリキュラム(4) — 「水」の学習に着目して. 日本理科教育学会全国大会発表論文集,査読無,第14号,p.334.

- (5) 広木正紀 (2016) カナダ オンタリオ州の小学校訪問から学ぶ (2) - 日常生活の“隠れたカリキュラム”に気づく目を育む授業. 京都教育大学教育実践研究紀要, 第 16 号, 査読無, pp.159-168. <https://www.kyokyo-u.ac.jp/Cece/16-17.pdf>
- (6) 村上忠幸 (2016) 新しい時代への理科教育への一考察 (4). 京都教育大学教育実践研究紀要, 査読無, 第 16 号, pp.31-40. <https://www.kyokyo-u.ac.jp/Cece/16-04.pdf>
- (7) 広木正紀・松林 昭 (2015) 食育の系統化に関する研究 (II) - 「食」を核にした市民教育カリキュラムの構想に向けて. 京都教育大学紀要, 査読無, No.127, pp.143-168. <https://ci.nii.ac.jp/naid/120006397523/>
- (8) 広木正紀 (2015) 将来を見据え、理科教育の内容と方法を「市民生活にとっての役割」という原点から再考する. 日本理科教育学会全国大会発表論文集, 査読無, 第 13 号, pp.69-70.
- (9) 村上忠幸 (2015) シンポジウム II : 新しい時代の理科教育への提言. 日本理科教育学会全国大会発表論文集, 査読無, 第 13 号, pp.65-66.

#### [学会発表] (計 16 件)

- (1) 前田 玄・村上忠幸 (2018) 自由研究における経験からの学びを探る - 茶づくりを通して. 日本理科教育学会 平成 30 年度 近畿支部大会, 発表論文集, p.79.
- (2) 新田葉月・村上忠幸 (2017) ものづくりを通して、日常にあるものの意外性を探る. 日本理科教育学会 平成 29 年度 近畿支部大会発表論文集, p.46.
- (3) 室井萌歩・村上忠幸 (2018) お香をテーマとした探究プロセス開発. 日本理科教育学会 平成 30 年度 近畿支部大会, 発表論文集, p.20.
- (4) 広木正紀 (2018) 新時代に向けた理科カリキュラムの骨組みづくり - 2 本柱としての「生活」と「自然環境」. 日本理科教育学会 平成 30 年度 近畿支部大会, 発表論文集, p.17.
- (5) 熊本貴文・村上忠幸 (2017) 雨水の飲料水としての可能性を探る. 日本理科教育学会 平成 29 年度 近畿支部大会発表論文集, p.85.
- (6) 広木正紀 (2017) 生活に根ざした科学概念の獲得を支援するリテラシー教育の、カリキュラムづくりへの模索 - 「水」と「食べ物」を、学びの起点に位置づける. 日本理科教育学会 平成 29 年度 近畿支部大会発表論文集, p.49.
- (7) 鈴木詩歩・村上忠幸 (2017) アオサの栽培と学びの広がり. 日本理科教育学会 平成 29 年度 近畿支部大会発表論文集, p.29.
- (8) 室井萌歩・村上忠幸 (2017) 自己の経験からのおの不思議さを探る. 日本理科教育学会 平成 29 年度 近畿支部大会発表論文集, p.24.
- (9) 中川竜洋・村上忠幸 (2016) 「総合的な学習の時間」の活動からの学び - MET【いのちのひみつ】コースの実践より. 日本理科教育学会平成 28 年度 近畿支部大会発表論文集, p.80.
- (10) 山中勇史・村上忠幸 (2016) 非日常的食体験を探る. 日本理科教育学会 平成 28 年度 近畿支部大会発表論文集, p.79.
- (11) 小冢石 航・村上忠幸 (2016) 再生資源への理解につながる紙づくりプロセスの開発. 日本理科教育学会平成 28 年度 近畿支部大会発表論文集, p.77.
- (12) 川俣奈摘・村上忠幸 (2016) フルーツトマトの甘味と栽培条件. 日本理科教育学会平成 28 年度 近畿支部大会発表論文集, p.76.
- (13) 広木正紀 (2016) 水と生物の関係を学ぶためのカリキュラム構想に向けた考察. 日本理科教育学会平成 28 年度 近畿支部大会発表論文集, p.74.
- (14) 瀧本真太郎・村上忠幸 (2016) 発酵食品づくりの体験による学びの検討 - 「菌と共に生きている」日常を知る教材の開発を目指して. 日本理科教育学会平成 28 年度 近畿支部大会発表論文集, p.58.
- (15) 村上忠幸 (2016) マルチプル・インテリジェンス MI を学習指導に活かす. 日本教育相談学会第 26 回中央研修会研修会資料集, pp.52-59.
- (16) 村上忠幸 (2016) アクティブラーニングに問われる探究の真正性. 第 21 回化学教育サロン, 2016 年 10 月 8 日.

## 6. 研究組織

- (1) 研究分担者  
研究分担者氏名：村上 忠幸  
ローマ字氏名：MURAKAMI tadayuki  
所属研究機関名：京都教育大学  
部局名：教育学部  
職名：教授  
研究者番号 (8 桁)：20314297
- (2) 研究協力者  
研究協力者氏名：松林 昭  
ローマ字氏名：MATSUBAYASHI akira