

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 7 日現在

機関番号：12201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26590228

研究課題名(和文)理科の問題解決場面に特化した学習のユニバーサルデザイン方略の実証的研究

研究課題名(英文) Empirical study of strategy of universal design for learning in science problem solving

研究代表者

久保田 善彦 (KUBOTA, Yoshihiko)

宇都宮大学・教育学部・教授

研究者番号：90432103

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)：一人の教師が、教育方法を工夫することで、より広い個人差に対応しようとする「学習のユニバーサルデザイン(Universal Design for Learning:以下UDL)」に注目が集まっている。本助成では、言語性ワーキングメモリ低位児に着目し、理科学習を中心とした問題過程における思考のつまずき等を考察した。

第一に、言語性ワーキングメモリを測定しワーキングメモリ低位児を抽出した。第二に、ワーキングメモリ低位児の学習状況を観察した。第三に、ワーキングメモリ低位児の全国学力・学習状況調査(理科)の解答傾向を分析した。以上の研究から、ワーキングメモリ低位児のUDL方略を検討した。

研究成果の概要(英文)：Universal Design for Learning (UDL) is drawing attention in school education. UDL attempts to deal with wider individual differences by devising educational methods. In this research, we focused on linguistic working memory and examined thinking in science problem solving process. First, we assessed the working memory of the language. Secondly, the working memory lower children were observed and the characteristics were analyzed. Thirdly, we analyzed the working memory of children and the tendency of answers in the national achievement test. From these studies, UDL strategies in science were examined.

研究分野：科学教育

キーワード：教科教育

1. 研究開始当初の背景

インクルーシブ教育の推進に伴い、通常学級においても、教育方法を工夫することで、一人の教師が、より広い個人差に対応しようとする「学習のユニバーサルデザイン(Universal Design for Learning:以下 UDL)」に注目が集まっている。

当初の UDL は、特別支援教育の知見を通常学級に適応させていた。この取り組みによって、支援が必要な児童も学習活動に参加しやすくなった。しかし、学習の理解やそれに伴う思考活動は十分に検討されていない。学習理解は教科内容に依存するため、教科特有の支援方略を導出する必要がある。本研究では、先行事例の少ない、理科の UDL を検討する。

2. 研究の目的

学習者の学びと関連の深い能力に、ワーキングメモリ(以下、WM とする)がある。WM (作業記憶、作動記憶) は、短い時間に心の中で情報を保持し、同時に処理する能力である。会話や読み書き、計算などの基礎となる、日常生活や学習を支える能力である。すでに、理科をはじめ複数の教科学習と密接に関連していることが明らかになっている(アロウェイ 2011)。特に言語性ワーキングメモリ低位児に着目し、理科学習を中心とした問題解決過程における思考のつまずきや学びの成功例を考察する。

3. 研究の方法

第一に、言語性 WM を測定しワーキングメモリ低位児を抽出した。測定には、樋口ら(2001)の開発した「児童版集団式リーディングスパンテスト」を採用した。

第二に、ワーキングメモリ低位児の学習状況を観察した。問題解決過程と共にノートテイキングの実態を観察する。

第三に、ワーキングメモリ低位児の全国学力・学習状況調査(理科)の解答傾向を分析した。高位児、中位児との間に平均得点の有意な差が認められた問題を考察した。

以上の研究や他教科の事例から、理科の UDL 実践を検討し、実践した。

4. 研究成果

(1) ワーキングメモリの測定

WM は言語性 WM と視空間性 WM に分けられるとされる(Baddeley & Hitch 1974)。本研究では、ノートテイキングや紙面の学力調査を鑑み、言語性 WM を測定した。小学校高学年の児童を対象とするため、樋口ら(2001)の開発した、「児童版集団式リーディングスパンテスト」(以下、集団式 RST とする)を採用した。RST 得点は、Gathercole ら(2000)の分析手法に従って標準得点化した。具体的には、分析対象児の RST 得点の平均を 100 とし、1SD を 15 として変換した。

(2) ワーキングメモリ低位児の観察

小学校 5 年生の WM を測定し、WM 低位群の中の 6 名の児童を抽出し、6 月から 11 月までの 26 時間の観察を行った。

第一に、黒板の改行・改ページを理解できない低位児が存在した。文字を図として捉えているため、文字の形のみを視写していることが原因である。第二に、黒板とノート、顕微鏡とスケッチ用のノートなど、複数の情報を見比べながら活動をすることが困難であった。記憶量が少ないために各対象を確認する回数が多くなる。物理的な視線移動であっても、回数や距離が増すと記憶の保持が難しくなる。WM 低位児は学習に対する発言力も劣るため、学習に不利な座席となっていることが多いことも影響している。また、アルファベットなど、なじみのない文字の記憶が困難である。

WM を支援する以下の手立ても観察された。第一に、学習内容を見落とさないために、活動している箇所を明示するマークをつける。第二に、グループ活動によって他者を真似て学ぶ。第三に、映像資料を同時に使用することで、イメージが具体化し、聞きや書きの能力が向上する。第四に、活動の流れや内容を視覚的に把握するために、ワークシートを構造化する。

(3) ワーキングメモリと学力調査

小学校 6 年生の児童を対象に言語性 WM を測定し、高位群、中位群、低位群に分けた。それぞれの群と、平成 27 年度に実施された全国学力・学習状況調査の教科に関する調査(理科)の正答数及び解答傾向の関係から WM 低位群の傾向を検討した。その結果、合計正答数および「知識・活用」問題正答数は、群間に有意な差はなかった。しかし、各問題の比較から、WM 低位群は、複数条件を同時に比較検討することが困難であること、重さや粒子、方位などに強固な既概念を持つこと、なじみの薄い器具の名称や類似する用語の区別が困難であること、メンタルローテーションが困難であることなどが示唆された(下図参照)。

		高位群	中位群	低位群	F値
	N	19	96	30	
1(1)振り子：構想	Mean	0.79	0.75	0.55	$F_{(2,142)}=3.94$
	S.D	0.41	0.433	0.5	* $p<.05$
3(1)粒子：知識	Mean	1	0.85	0.7	$F_{(2,142)}=4.25$
	S.D	0	0.35	0.46	* $p<.05$
3(4)粒子：技能	Mean	0.89	0.74	0.57	$F_{(2,142)}=3.94$
	S.D	0.31	0.44	0.5	* $p<.05$
4(1)方位：分析	Mean	0.53	0.35	0.17	$F_{(2,142)}=3.39$
	S.D	0.5	0.48	0.37	* $p<.05$
4(5)粒子：知識	Mean	0.53	0.35	0.17	$F_{(2,142)}=3.63$
	S.D	0.5	0.48	0.37	* $p<.05$

特に、WM との関連から考察すると、「1(1)振り子」の問題からは、WM 低位群は、複数

の条件がある場合、それらを制御して実験を構想したり、結果を比較することは困難である。想定される条件を一つ一つ整理したり、各条件を比較するための図表を用意するなどによって、WMを支援する工夫が必要である。「4(1)方位」の問題からは、WM低位群は、メンタルローテーションをしながら観察の条件（を記載した文章）を保持することは困難である。また、忘却した条件を異なる既有知識で補おうとする可能性も示唆された。メンタルローテーションを支援するために身体動作や図表を併用することや、前提となる条件をハイライトするなどの支援の工夫が必要になる。一方で、今回、開示されている問題の内容や誤答傾向からは、WMとの関連を考察するまでには至らない問題もあった。

今後の課題として以下があげられる。第一に、言語性WMは学力検査の結果と相関があるとする先行研究との相違を分析する必要がある。データ数を増やすと共に、以下を検討すべきである。一般に、個別で行われるWMテストであるが、本研究では集団式テストを採用している。そのため十分な測定精度が保証されない可能性がある。個別テストの実施を視野に入れる必要がある。また、全国学力・学習状況調査の問題の構成や図表などに、WMを支援する方略が埋め込まれている可能性もある。先行研究の問題形式との対比が必要になる。第二に、粒子概念やメンタルローテーションは、空間認知と深く関連する。視空間性WMについても測定し、その関連を分析する必要がある。第三に、解答傾向だけでは児童の認知活動を考察することは難しい。解答傾向と共にインタビューや think aloudなどを併用した分析が必要になる。第四に、研究の成果からWM低位群への学習方略が明らかになりつつある。それらの教育実践を行い、効果を検証する必要がある。

(4)授業デザインと実践

小学校3学年「こん虫を調べよう」で、以下の視点で授業改善を行った。①焦点化した学習課題や教材の提示、②考えを視覚化する板書や観察器の工夫、③共有化のためのマグネットシートの活用。その効果をWMの各群との関係から検証した。技能、知識理解については、どの群の子どもも同じように理解し、それが定着している。思考については、群の差を十分に解消できなかった。



実践の課題として、自分の考えを表出し共有しやすい学習ツールの開発が必要である。分析上の課題としては、視空間性WMとの関連を分析する必要があった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4件)

- ① 久保田善彦(2014.3):学習のユニバーサルデザインの視点を取り入れた理科の授業研究の提案, 理科の教育, 理科教育学会, 63(通巻 740), 8-10. [査読無]
- ② 寺島優子 久保田善彦(2016.8):ワーキングメモリ低位児のノートテイキングの特徴, 宇都宮大学教育学部教育実践紀要,2, 259-263. [査読無]
<https://uuair.lib.utsunomiya-u.ac.jp/dspace/handle/10241/10435>
- ③ 久保田善彦 平澤林太郎(2017.3):言語性ワーキングメモリと理科学習: 全国学力・学習状況調査(理科)の解答傾向から, 宇都宮大学教育学部紀要,67, 179-187. [査読無]
<https://uuair.lib.utsunomiya-u.ac.jp/dspace/handle/10241/10634>
- ④ 藤浪友美 久保田善彦(2017.8):メタ認知を促すワークシートを用いた算数の文章問題の解法支援の研究, 宇都宮大学教育学部教育実践紀要,3, 印刷中. [査読無]

[学会発表] (計 7件)

- ①平澤林太郎 久保田善彦(2014.12.6): 学習のユニバーサルデザインの視点を取り入れた理科授業—小学校 3 学年「こん虫を調べよう」の実践をもとに-, 日本理科教育学会 第 53 回関東支部大会 研究発表要旨集,37.
- ②平澤林太郎 久保田善彦(2015.2.28): 授業のユニバーサルデザインの視点を取り入れた理科授業の有効性, 信学技報,115(492),ET2015-135,231-236.
- ③久保田善彦(2015.8.1): 米国における学びのユニバーサルデザイン(UDL)の展開-教員評価ルーブリックを手がかりに-, 日本理科教育学会全国大会発表論文集, 13, 79.
- ④平澤林太郎 久保田善彦(2015.8.22): 授業のユニバーサルデザインの視点からの理科授業の改善:ワーキングメモリの測定をもとにした検証から, 日本科学教育学会年會論文集, 39, 332-333.

- ⑤久保田善彦(2015.12.5):学習者のワーキングメモリと理科学習に関する研究:言語性ワーキングメモリ低位児の事例から,日本理科教育学会第54回関東支部大会研究発表要旨集, 33.
- ⑤ 寺島優子 久保田善彦(2016.1.10):ワーキングメモリ低位児のノートテイキングの特徴, 第14回臨床教科教育学セミナー発表要項, 29-30.
- ⑦久保田善彦 平澤林太郎(2016.8.19):言語性ワーキングメモリと理科の学習ー全国学力・学習状況調査の回答傾向からー, 日本科学教育学会年会論文集, 40, 267-268.

〔図書〕(計 1件)

- ①久保田善彦(2016.3):理科授業におけるICTの活用-「授業のユニバーサルデザイン」と「アクティブ・ラーニング」の視点から-, 中学校科学1~3教師用指導書, 上巻(総説編・解説編), 学校図書株式会社, 30-35.

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0件)
なし

○取得状況(計 0件)
なし

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

久保田 善彦 (KUBOTA Yoshihiko)
宇都宮大学・教育学研究科・教授
研究者番号: 90432103

(2)研究分担者

人見 久城 (HITOMI Hisaki)
宇都宮大学・教育学研究科・教授
研究者番号: 10218729

司城 紀代美 (SIJO Kiyomi)
宇都宮大学・教育学研究科・准教授
研究者番号: 3070823

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

平澤 林太郎 (HIRASAWA Rintaro)