

# ワーキングメモリの小さい子どもに対する学習支援

— 児童1人ひとりのワーキングメモリ特性を生かした学習 —

宮崎 理恵 湯澤 正通 水口 啓吾 中西 紘士  
國清あやか 宮谷 真人 中條 和光 森田 愛子

## 1. 問題と目的

ワーキングメモリ (working memory) 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のことであり、子どもの学習や課題遂行を支える記憶の機能である。脳の作業場または脳の指揮者とも呼ばれる。現在のワーキングメモリの測定のおおくは、Baddeley & Hitch (1974) のモデルに基づいている。そのモデルでは、ワーキングメモリは、言語的短期記憶 (音韻ループ)、視空間的短期記憶 (視空間スケッチパッド)、中央実行系の3つの構成要素から構成されている。言語的短期記憶は、数、単語、文章といった音声で表現される情報を保持し、視空間的短期記憶は、イメージ、絵、そして位置に関する情報を保持する。一方、中央実行系は、注意をコントロールし、高次の処理に関わっている。言語的短期記憶と中央実行系の働きを合わせて、言語性ワーキングメモリと呼ばれ、他方で、視空間的短期記憶と中央実行系の働きを合わせて、視空間性ワーキングメモリと呼ばれる。

近年の多くの研究は、ワーキングメモリが、国語 (読み書き)、算数 (数学)、理科などでの子どもの学習進度と密接に関連していること、そして、ワーキングメモリの小さい子どもの多くが学習遅滞や発達障害の問題を抱えていることを示している (Gathercole & Alloway, 2008; Dehn, 2008; Pickering, 2006; 湯澤・河村・湯澤, 2013)。たとえば、Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliott, (2009) は、5歳~11歳の子どもに対して言語性ワーキングメモリのスクリーニングテストを行い、得点が低い子どもを選び、視空間性ワーキングメモリ、知能 (IQ)、語彙量、読みや算数の学力、授業中の態度などを調べた。その結果、これらの子どもは、視空間性ワーキングメモリの得点も低く、読みや算数の学力も全般に低かった。また、これらのワーキングメモリの小さい子どもは、「気が散りやすい」、

「勉強に集中できない」、 「課題を最後までできない」と担任の教師から見なされる傾向が強かった。

このような研究を受けて、日本では、湯澤・渡辺・水口・森田・湯澤 (2013) が小学校児童のワーキングメモリのアセスメントを行い、クラスの中で相対的にワーキングメモリの小さい児童の授業態度を調べている。まず、小学校1年生2クラスの児童にコンピュータベースのワーキングメモリテスト (Alloway, 2007) を行い、それぞれのクラスで最もテストの合計得点が小さい児童6名を選び、それらの児童を対象に国語と算数の授業37時間で授業観察を行った。授業観察では、教師の発問に対する挙手の割合を調べ、また、発問場面以外で、教師がクラス全体に向けて発話した授業場面を「教師指示」、「板書」、「他児発言」、「教師説明」の4つに分けて、それぞれの場面で観察対象児が授業に参加しているかどうかを調べた。その結果、それらの児童には、挙手をほとんどしない児童が含まれ、また、授業参加がクラスの児童全般において高い中、授業参加率も低かった。また、4種類の場面のうち、「板書」と「教師指示」での授業参加率は全般に高かったが、「他児発言」、「教師説明」の場面での授業参加率が低かった。さらに、挙手をほとんどしない観察対象児が再挙手する場面を検討することで、以下の支援方法が考えられた。第1に、発問の前に児童に考える時間を与えてから発問する。第2に、発問をもう一度繰り返す。第3に、いくつかの具体的な選択肢を教師が提示したうえで発問する。

また、蔵永・湯澤・水口・浅川・渡辺 (2013) は、湯澤他 (2013) で観察した児童について、その後2年から4年まで3年間、国語と算数の授業において縦断的に観察を行った。「教師指示」と「板書」を加えた場面、「他児発言」場面、「教師説明」場面に分けて、3年間のデータが得られた5名の授業参加率を分析し

---

Rie Miyazaki, Masamichi Yuzawa, Keigo Minakuchi, Hiroshi Nakanishi, Ayaka Kunikiyo, Makoto Miyatani, Kazumitsu Chujo, and Aiko Morita: Learning support for children with poor working memories — Learning based on the characteristics of the working memories of individual children —

た結果、すべての児童において3年間一貫して、「教師指示」+「板書」場面の参加率が有意に高く、逆に、「他児発言」場面の参加率が有意に低かった。このことから、ワーキングメモリの小さい児童は、学年を通して、クラスの話合いの場面において、他児の発言を聞かず、話し合いに参加することが難しいことが示唆された。

このように、クラスの中に話し合いに参加することが困難な児童がいることは、授業を行う教師にとって意識し、対応すべき課題である。今日、児童どうしが意見や疑問を出し合いながら問題を解決していく話し合い型授業スタイルの重要性が指摘されている。児童の発言は、ときに、長すぎたり、論点が曖昧であったり、クラスの他の児童にとって理解しにくいことがある。そのような中、特にクラスでワーキングメモリの小さい児童は、話し合いに参加しにくいことが推測される。話し合いに参加できなければ、その児童は、学ぶ機会を失ってしまう。

そこで、宮崎他(2014)は、図1のように、1人ひとりの児童が授業に参加できるようなクラス作りを5年生の児童を対象に計画した。まず、学活の時間、特定教科(算数)の授業について、児童が普段経験する困難な場면을クラスで発表し、話し合った。これは、話し合い場面で話し合いについていけず、他の児童の発言を聞くことができない児童がいることをクラス全体で共有し、他の児童にも分かるように自分が発言する必要があることをクラスの児童が認識することをねらいとした。そして、困難場面における対応策を考え、話し合った。こうすることで、1人ひとりが自分の困難を克服するための対応策を意識し、それを実行するとともに、クラスで何らかの対応策を共有し、実施していくことにした。

その結果、児童は、話し合いの中で算数の問題の手がかりが分かることもあるが、話し合いの過程で分からなくなることがあることを報告した。そして、「やり方が分からなくて、出遅れて、あとで聞けるかなと思うが、今さら聞くのは恥ずかしいと思う時がある」という報告に多くの児童が共鳴した。

一方、教師は、授業中に児童に「分かった?」と尋ねながら、授業を進めている。しかし、その際、ほとんどの児童は「分かった」と反応するため、分かっていない児童の意思が消されてしまっていることも明らかとなった。また、ほとんどの児童が「分かった」と反応している中で、自分1人だけが、「分からない」と意思を提示することには、恥ずかしさもある。そのような状態になった時には、どうしたらいいのかについて、意見を出し合い、問題の解決についてさらに教

師と児童が話し合っていくことを確認した。

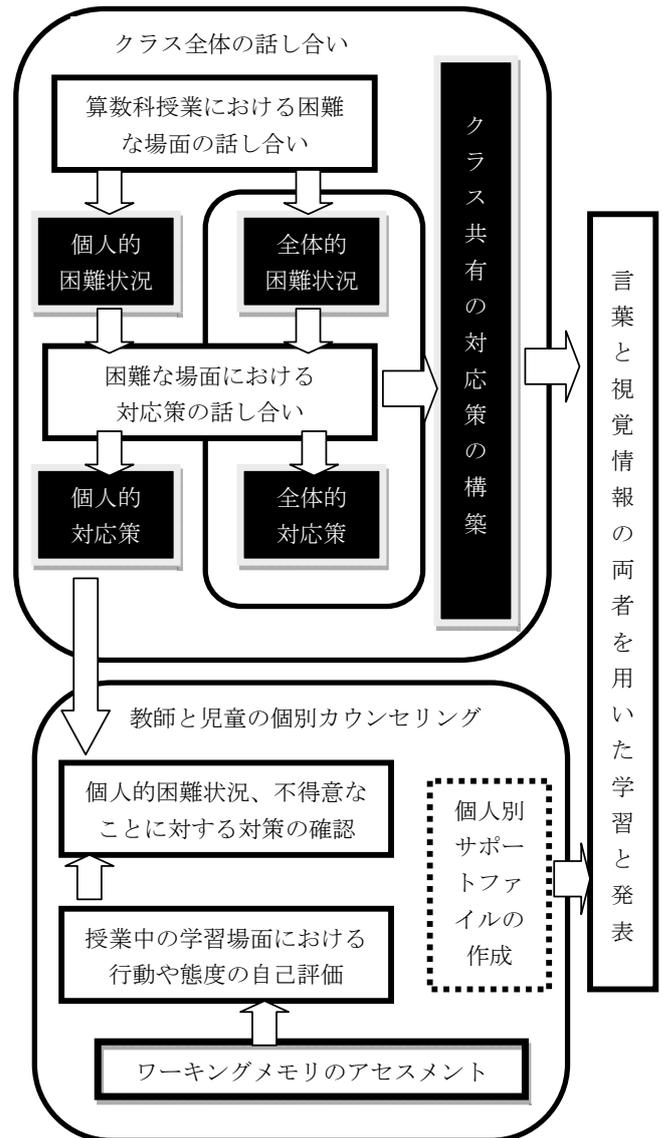


図1 1人ひとりの児童が参加できるような算数の授業作りの計画

本研究では、宮崎他(2014)におけるクラスでの話し合い以降の取り組み(図1の下の枠組みの部分)について報告する。まず、ワーキングメモリアセスメントに基づいた自分のワーキングメモリプロフィールを各児童に提示した。そこには、「言葉を用いて学習し、発表する力」(言語的短期記憶および言語性ワーキングメモリのクラス内偏差値)、「視覚情報を用いて学習し、発表する力」(視空間的短期記憶および視空間性ワーキングメモリのクラス内偏差値)が示されていた。そのうえで、授業等の場面でワーキングメモリが小さい児童が示す典型的な行動特徴や学習についてそれぞれの児童にどれだけ自分に当てはまるか自己評価させた。そして、授業等の場面で経験する困難に対する自分なりの対応策について、担任と個別にカウンセ

リングを行いながら、考え、記述させた。さらに、改めてワーキングメモリアセスメントを行い、そこでのワーキングメモリプロフィール、先の授業場面での行動特徴や学習についての自己評価、困難に対して教師とともに考えた対応策を踏まえ、児童個人別のサポートファイルを作成した。クラスの一人ひとりの児童が自分の特性（言葉または視覚情報を用いた学習と発表のうち、得意な側面と苦手な側面）を認識し、苦手な側面を補う方略を意識的に用いながら、授業に参加し、学び合う力が育まれることが期待される。

## 2. 研究の方法

### 参加者

小学校1クラス40名（男子20名、女子20名）が研究に参加した。参加者は、4年生の時点と、6年生の2014年7月の時点で、Hiroshima University Computer-based Rating of Working Memory (HUCRoW) と呼ばれるコンピュータベースのワーキングメモリアセスメントを受けた。HUCRoWは、ワーキングメモリの4つの構成要素《言語的短期記憶 (SM)、言語性ワーキングメモリ (WM)、視空間的短期記憶 (SM)、視空間性ワーキングメモリ (WM)》をそれぞれ測定する2課題、合計8課題から構成されるコンピュータベースのテストである。6年生のとき受けたHUCRoWの言語的SMおよび言語性WMの課題（4課題）の学年内の標準得点を加えたものを言語得点、視空間性SMおよび視空間性WMの課題（4課題）の学年内の標準得点を加えたものを視空間得点とした。言語得点のクラス内平均値以上の得点の児童をWM高群（19名）、平均値以下の得点の児童をWM低群（21名）とした。

### ワーキングメモリアセスメントに基づいた授業場面のサポートファイルの作成

参加者は、5年生のとき、4年生の時点で行ったワーキングメモリアセスメントの結果を見たうえで、4つの構成要素に対応したチェックリストに対して「はい」「いいえ」で回答した。

#### 1) 音（言葉）を聞く・しゃべる学習面

- ・集中すれば、計算のまちがいが少なくなります
- ・ノートや字をきれいに書くことが得意です
- ・授業で、先生の話や他の生徒の発言を、ぼんやりと聞いてしまいます
- ・何度か心の中で繰り返して言うと、言葉や漢字を簡単に覚えることができます
- ・黒板の内容をノートに書き写すのに、とても時間がかかります

#### 2) 物を見る・イメージする学習面

- ・絵や図形を描くことが得意です
- ・物を使った工作や作業の手順を覚えることが苦手です
- ・ノートや字をきれいに書くことが得意です
- ・自分の持ち物を、どこかに置き忘れてしまうことが多いです

#### 3) 音（言葉）を聞きながら、考える学習面

- ・集中すれば、教科書などの文章をはやく読んで、理解することができます
- ・作文や手紙などを考えながら書くことが苦手です
- ・集中すれば、算数の文章題を正しく解くことができます
- ・授業中に、今、何をしてるのかが分からなくなることがあります

#### 4) 物を見たり、イメージしながら、考える学習面

- ・理科や社会の問題は、具体的にイメージしながら考えると、分かりやすいです
  - ・地図を読んで理解することが苦手です
  - ・算数などの問題は、紙に書きながら考えると、正しく解くことが出来ます
  - ・作業の途中で、自分が何をしてるのかが分からなくなることがあります
  - ・算数の図形問題や、文章問題を解くことが苦手です
- また、以下の4つの場面における行動特徴を示した各4項目について、「1. 全くあてはまらない」から「4. とてもあてはなる」まで4段階の自己評価を行い、それ以外にそれぞれの場面で困っていることや難しいと思っていることを自由記述した。

#### A) 授業中の活動場面の特徵

#### B) 授業中の態度に関する特徴

#### C) 授業中の発表する場面の特徴

#### D) 授業中の様々な場面での特徴

4つの場面の特徴を示す項目については、表1に具体的に示した。

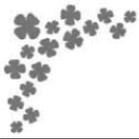
参加者が6年生のときに実施したワーキングメモリアセスメントのデータ、ワーキングメモリアセスメントの構成要素に対応したチェックリストに対する回答、4場面における行動特徴に関する自己評価と自由記述、さらにそれを踏まえた担任教師とのカウンセリングに基づいて、各参加者に対してサポートファイルを作成した。

表1 授業中の学習場面における行動や態度の自己評価

自己評価項目	WM 高群	WM 低群	全体
A) 授業中の活動場面の特徴			
1) 時間がかかる作業や、複雑な問題をしていると、面倒くさいと感じ、やる気をなくしてしまい、途中で投げ出してしまうことがあります。	2.00	2.37	2.18
2) ノートや教科書の準備をしたり、作業を始めることが、他のお友達よりも遅くて、皆が行動しているのを見て、自分も準備を始めることがあります。	1.79	1.74	1.76
3) 先生に指示された内容（作業をしたり、問題を解く）を、与えられた時間内でやり終えることが難しく、途中までで終わってしまうことがあります。	1.58	1.68	1.63
4) 先生から、何をしたらいいかの説明があったにもかかわらず、その作業をしていると、途中で“次に何をしたらいいのか”が分からなくなってしまうことがあります。	1.58	2.21*	1.89
B) 授業中の態度に関する特徴			
1) 授業中、手遊びをしたり、隣のお友達とおしゃべりをしたり、ボーっとしていたり、気が付くと、授業に集中できていないことがあります。	1.89	2.16	2.03
2) 授業中、問題を解いたり、何か作業をしていても、集中が続かずに、他のことに意識が向いてしまうことがあります。	1.37	2.21**	1.79
3) 授業中、気が付くと、“今、他のお友達が何をしているのか”が分からない時があります。	1.47	1.79	1.63
4) 授業中、先生の話やお友達の発表を聞いていても、集中できないことがあります。	1.68	2.00	1.84
C) 授業中の発表する場面の特徴			
1) 先生の質問に答えようとして、手を挙げるけれど、発表しようとしたら、自分が言いたいことを上手く言えなくて、途中で分からなくなってしまうことがあります。	1.68	1.95	1.82
2) 先生やお友達の話すスピードが速くて、何を言っているのか、どこが大事なかが分からなくなってしまうことがあります。	1.47	1.74	1.61
3) お友達が発表している時、発表が長くて、お友達の言っていることや、大事な部分がどこなのかが分からなくなってしまうことがあります。	1.63	2.05 <sup>+</sup>	1.84
4) 先生の質問に答えようとして、手を挙げるけれど、発表しようとしたら、何を言おうとしていたかを忘れてしまうことがあります。	1.16	1.58*	1.37
D) 授業中の様々な場面での特徴			
1) お友達との意見交換や、グループでの話し合いでは、自分の意見が上手く言えず、お友達の話聞くだけで終わってしまうことが多いです。	1.47	1.68	1.58
2) 黒板に書かれた内容をノートに書き写す時に、時間がかかってしまい、他のお友達が終わっているのに、自分だけまだ書き終わっていないことがあります。	1.47	1.84	1.66
3) 授業で分からない箇所が出てきても、皆の前で質問したり、先生に聞くことが恥ずかしくて、分からない状態のまま授業が終わってしまうことがあります。	1.53	1.84	1.68
4) 授業のまとめや、「授業の内容や本文中の言葉」を用いて表現するといった、自分で考えながら文章を作ることが苦手です。	1.53	1.95 <sup>+</sup>	1.74

注1) 上記の項目に対して、参加者は、「1. 全くあてはまらない」から「4. とてもあてはなる」まで4段階の自己評価を行った。

注2) 言語領域の課題の合計点について、平均以上を高群、平均以下を低群とした。



## ♪ HUCRoW Profile ♪

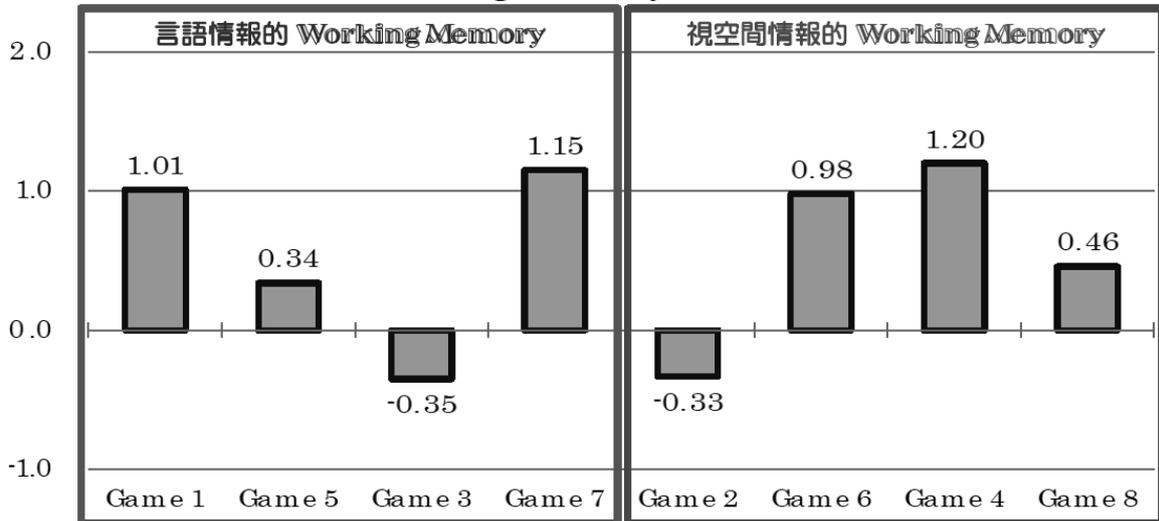
Name 【 広島 太郎 】



HUCRoW 結果 (SD Score: 同年齢で平均0, 標準偏差1)

Game	Score	SD Score	Type SD Score		
1	数を覚えよう	41	1.01	言葉を用いた 学習・発表能力	0.47
5	言葉を覚えよう	23	0.34		
3	動物の名前を覚えよう	19	-0.35		
7	数字を逆の順番で覚えよう	30	1.15		
2	ラインの位置を覚えよう	19	-0.33	視覚情報を用いた 学習・発表能力	0.71
6	図形を覚えよう	30	0.98		
4	ラインの長さを比べよう	23	1.20		
8	図形を回してみよう	20	0.46		
『学び、説明する“総合的学習・発表能力”』【5段階評価】					4

### Working Memory Profile



「言葉を用いながら学習、発表する力」は年齢相応の力がついており、特に、「図や表といった視覚的情報を用いながら学習、発表する力」に関してはより高い力がついています。総合的に見ても年齢相応の高さを持っていると言えます。以前のアンケートでも、「図形問題や文章問題を解くことが得意」、「イメージしながら考えると理解しやすい」と自己評価していることから、あなたの学習の力が、実際の学習場面に活用できているようです。他方で、「作文や手紙を考えながら書くこと」、「頭の中で分かっている、相手に伝えること」が苦手だと感じているようです。しかしながら、既述の通り、あなたは「考えて、理解する、伝える」力は十分備わっています。ですので、これらの苦手な部分に関しては、あなたの得意な側面を活用していくと効果的です。例えば、あなたは問題や文章の内容を具体的にイメージすることが出来るので、作文や手紙を書く際にも具体的なイメージを最初に作ると効果的です。いきなり文章を書きはじめのではなく、「自分が書くことは何か」→「そのためにはどのような流れが一番良いか」を頭の中でイメージして、その内容をノートなどに書いて表現すると理解が深まります。その際、文章として長く書くのではなく、箇条書きにして、端的に書くで一層理解しやすくなります。また、相手に伝える際にも、言葉のみで伝えようとするのではなく、必要に応じて、絵や図表を用いて伝えてみて下さい。あなたは、「資格情報を用いて考え、理解する力」の方が強いので、常に、視覚的な情報を使いながら発表する習慣をつけてみて下さい。そうすることで、相手も理解が深まるだけでなく、あなた自身も、「自分が言いたいことは何か」を整理しながら伝達することが出来ます。また、ノートの取り方を工夫することも一つの方法です。ノートに書くときに、「先生の話」「板書の要点」「自分の考え」など、整理して書く習慣を付けると、情報を頭の中で整理しやすくなるだけでなく、「今、何をしているのか」も逐一分かるので、集中も持続しやすくなります。その際にも、図や表も踏まえて残しておく、見直しをする際に思い出しやすくなります。

図2 サポートファイルの具体例

### 3. 結果と考察

ここでは、授業中の4場面における自己評価の結果を報告する。行動特徴に関する各4項目に対する児童の自己評価(1~4)の平均を示したのが表1である。ここでの行動特徴は、ワーキングメモリが小さい児童が一般的に示すものであり、また、行動の特徴から、言語領域のワーキングメモリが関わっていると考えられる。そこで、参加者の言語得点のクラス内平均値に基づき、WM高群(19名)とWM低群(21名)に分けた。表1には、各項目に対する自己評価の平均を、WM高群、WM低群、クラス全体別に示している。いずれの項目に対する自己評価も、言語高群よりも言語低群で高い傾向が見られた。各項目に対する自己評価の平均が高群と低群で違いが見られるかどうかについて $t$ 検定を行った。その結果、A)-4) ( $t(36)=2.40$ ,  $p<.05$ ), B)-2) ( $t(36)=2.83$ ,  $p<.01$ ), C)-4) ( $t(36)=2.33$ ,  $p<.05$ )で有意差が見られた。また、C)-3) ( $t(36)=1.87$ ,  $p<.10$ ), D)-4) ( $t(36)=1.67$ ,  $p<.10$ )で有意に近い差が見られた。このことから、クラスでワーキングメモリの小さい児童は、「先生から、何をしたらいいかの説明があったにもかかわらず、その作業をしていると、途中で“次に何をしたらいいのかが分からなくなってしまう”こと、「授業中、問題を解いたり、何か作業をしていると、集中が続かずに、他のことに意識が向いてしまう」こと、「先生の質問に答えようとして、手を挙げるけれど、発表しようとしたら、何を言おうとしていたかを忘れてしまう」こと、「授業のまとめや、『授業の内容や本文中の言葉』を用いて表現するといった、自分で考えながら文章を作ることが苦手である」ことなどを自分自身でより強く意識していると言える。

チェックリストに対する回答、授業場面での行動についての自己評価、ワーキングメモリプロフィール、困難に対して教師とともに考えた対応策を踏まえ、児童個人別のサポートファイルを作成した。その事例が図2である。サポートファイルでは、まず、「言葉を用いた学習・発表」と「視覚情報を用いた学習・発表」に分けて、アセスメント結果を示した。そして、それぞれの児童の自己評価を踏まえ、ワーキングメモリ得点から期待されるより自己評価が低い場合、児童が自信を持てるように、また、ワーキングメモリ得点が低く、自分でも苦手なことを意識している場合、具体的な学習方略のアドバイスを記載した。また、すべての児童に、言葉および視覚情報の両者を用いた学習・発表を奨励した。

このようなサポートファイルをクラスの児童全員に配布し、今後、それを生かした学習や授業での発表を

工夫するように伝えた。

### 4. 研究のまとめと今後の課題

本研究の目的は、図1のように、1人ひとりの児童が授業に参加できるようなクラス作りを行うことであった。そのため、宮崎他(2014)では、児童が算数の授業で経験する困難な場面をクラスで発表し、話し合った。そうすることで、話し合い場面で話し合いについていけず、他の児童の発言を聞くことができない児童がいることをクラス全体で共通認識した。そして、本研究では、児童自身が自分のワーキングメモリの特性を認識し、それを踏まえた学習と発表を進めていけるように、自分の行動特徴を自己評価させ、そして、ワーキングメモリアセスメントの結果と自己評価に基づきサポートファイルを作成し、クラスの児童に配布した。自己評価の結果、ワーキングメモリの小さい児童は、大きい児童よりも、たとえば、「話し合い場面で話し合いについていけず、他の児童の発言を聞くことができない」ことをより強く認識していることが分かった。また、サポートファイルでは、すべての児童に、言葉および視覚情報の両者を用いた学習・発表を行うように励ました。

本研究で取り上げたのは、図1における「1人ひとりの児童が参加できるようなクラス作り」の下部に当たる活動であった。小学校高学年の児童が授業等で経験する困難な場面は、ワーキングメモリの小さい児童がしばしば経験する困難と一致していた。そのため、それぞれの児童が自分のワーキングメモリの特性について、サポートファイルで認識し、それに応じた授業での対応や学習を行うことができれば、学習の効果が上がることが期待される。実際、次の段階として、すべての児童に、言葉および視覚情報の両者を用いた学習・発表を行うことを促すための自己チェックを授業で実施することであった。それについては、ここでは紙面の都合で報告を割愛したが、今後、他の機会で報告する予定である。

最後に、前回も述べたように、担任教師の印象として、このような一連の活動を通して、ワーキングメモリの小さい子どもも含めて、これまで挙手率の低かった児童の中に、自分から挙手をして発言しようとするようになったなど、授業に対する参加の姿勢に変化が見られたように思われる。このような点も含めて、検証していくことが、今後の課題である。

### 引用文献

Alloway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment*. London: Psychological Corporation.

- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliott, J. (2009). The cognitive and behavioral characteristics of children with low working memory. *Child Development*, **80**, 606-621.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation Vol.8* (pp.47-90). New York: Academic Press.
- Dehn, M. J. (2008). *Working memory and academic learning: Assessment and intervention*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Gathercole, S. E. & Alloway, T. P. (2008). *Working memory & learning: Practical guide for teachers*. London: SAGE Publications. 湯澤正通・湯澤美紀 (訳) 2009 ワーキングメモリと学習指導 北大路書房
- 蔵永瞳・湯澤正通・水口啓吾・浅川淳司・渡辺大介 (2013). ワーキングメモリの小さい児童の授業態度に関する縦断的検討：授業場面別の授業参加率に着目して 第11回日本ワーキングメモリ学会大会 京都大学
- 宮崎理恵・湯澤正通・蔵永瞳・前田一誠・坂田行平・宮谷真人・中條和光・森田愛子・水口啓吾・浅川淳司 (2014). ワーキングメモリの小さい子どもに対する学習支援—小学校5年による授業の困難場面の話し合いと共有— 広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要, **42**, 237-242.
- Pickering, S. J. (ed.) (2006). *Working memory and education*. Burlington, MA: Academic Press.
- 湯澤美紀・河村暁・湯澤美紀 (2013). ワーキングメモリと特別な支援—1人ひとりの学習のニーズに応える 北大路書房
- 湯澤正通・渡辺大介・水口啓吾・森田愛子・湯澤美紀 (2013). クラスでワーキングメモリの相対的に小さい児童の授業態度と学習支援 発達心理学研究, **24**, 380-390.