

知的障害の生理・病理的要因とワーキングメモリ

大井 雄平*¹・奥住 秀之*²・國分 充*²

発達障害学分野

(2016年9月13日受理)

1. はじめに

特別支援教育の開始からおよそ10年が経過し、そのさらなる推進が求められている昨今、知的障害児・者に対する理解と支援の重要性はますます高まっている。知的障害とは発達期までに生じる知的機能と適応行動の著明な制約によって特徴づけられる障害と定義されており、多様な領域における認知機能の低下は日常生活に大きな支障をもたらす。そのため、知的障害児・者における認知機能の特徴を明らかにしようと、実験心理学的手法をはじめとする様々な手法を用いてこれまでに多くの接近が試みられてきた。そして近年では、知的障害児・者における中核的な問題の一つとして、ワーキングメモリの脆弱性が指摘され、重要なトピックとして注目されている(Henry, Cornoldi & Mähler, 2010)。

ワーキングメモリとは、認知課題の遂行時に必要となる情報を一時的に保持する記憶の機能のことを指す。ワーキングメモリは課題遂行に必要な情報を保持しつつ、同時に処理を行う機能を担っており、日常生活で欠かすことのできない役割を果たしている。一般に、ワーキングメモリは覚えるべき情報の性質(モダリティ)によって異なる認知構造、神経基盤をもつと考えられており、言語などの聴覚的な情報の保持を担う音韻性ワーキングメモリと、物体の色や形、位置等の視覚的・空間的な情報の保持を担う視空間性ワーキングメモリに分けられる(Baddeley, 2012; Cornoldi & Vecchi, 2003)。

ところで、知的障害の病因は様々であり、知的障害を引き起こす代表的な病理としてダウン症とウィリア

ムズ症が挙げられる。病理学的に言えば、ダウン症は21番染色体が1本過剰なトリソミーによって、ウィリアムズ症は7番染色体(7q11.23)のエラスチン遺伝子をはじめとする遺伝子欠失によって発症するとされている。両者はともに知的障害に関連する遺伝性疾患でありながら、全く異なる身体的特徴(ダウン症、ウィリアムズ症のそれぞれに特有の顔貌など)および認知的特徴(ダウン症の言語能力の弱さ、ウィリアムズ症の視空間認知の弱さなど)をもつことはよく知られる通りである。そうした病理による特徴の違いは、ワーキングメモリの領域でも見出されてきている。他方、知的障害の多くは病因が特定できず、生理的な要因によるものであるとされる。こうしたいわゆる生理型知的障害においても、そのワーキングメモリの特徴について検討されており、ダウン症やウィリアムズ症といった病理型知的障害とはまた異なる特徴を示すことが明らかにされつつある。

知的障害児・者におけるワーキングメモリの特徴に関する理解をさらに深め、そして実際の支援に活かしていくために、これまでに得られた知見を整理しておくことは有用であるだろう。そこで本稿では、生理的・病理的要因に関する観点から知的障害児・者におけるワーキングメモリの特徴を整理することを目的とする。すなわち、生理型知的障害、病理型知的障害としてダウン症とウィリアムズ症という分類に沿って、それぞれにおけるワーキングメモリの特徴を簡単にまとめる。加えて、知的障害児・者のワーキングメモリに関係する重要な調整変数の一つとしてモダリティが挙げられていることから(Lifshitz-Vahav & Vakil, 2014)、生理型知的障害と病理型知的障害における

*1 東京学芸大学 大学院連合学校教育学研究科・日本学術振興会特別研究員

*2 東京学芸大学 特別支援科学講座 発達障害学分野(184-8501 小金井市貫井北町4-1-1)

ワーキングメモリの特徴を音韻性ワーキングメモリと視空間性ワーキングメモリに分けて整理する。なお、ここではワーキングメモリという用語を、機能的には短期記憶である場合も含めて適用することとする。ワーキングメモリと短期記憶の関係については、Aben, Stapert & Blokland (2012) を参照されたい。

2. 生理型知的障害のワーキングメモリ

2. 1 音韻性ワーキングメモリ

生理型知的障害（以下、知的障害とする）児・者における音韻性ワーキングメモリは、知的障害児・者に古くから指摘される言語発達の遅れとも関連する問題であり、これまでに数多くの研究が行われてきた (van der Schuit, Segers, van Balkom & Verhoeven, 2011)。例えば、Henry & Winfield (2010) は、軽度から中等度の知的障害を有する知的障害児35名を対象に、一連のワーキングメモリテストバッテリーを実施した。実験に参加した知的障害児の平均知能指数 (IQ) は57、平均生活年齢 (CA) 12歳6ヶ月、平均精神年齢 (MA) 7歳7ヶ月であった。実施されたテストバッテリーの中で、word span (読み上げられた複数の単語を覚え、順番通りに繰り返す課題)、digit span (読み上げられた複数の数字を覚え、順番通りに繰り返す課題)、picture span (一つずつ呈示される複数の絵を覚え、一覧の中から順番通りに指し示す課題) の3課題が音韻性ワーキングメモリを反映する課題として選択されていた。Henry & Winfield (2010) が示した結果は明快で、知的障害児はいずれの課題においても、MAが一致した定型発達児よりも有意に成績が低かった。このことは、知的障害児ではMAの水準から期待されるよりも、音韻性ワーキングメモリの機能が低下しているということを意味している。

しかしながら、digit spanをはじめとする音韻性ワーキングメモリ課題において、知的障害児・者がMA相当の成績を示す場合も一部では見られる (Conners, Carr & Willis, 1998; Henry & MacLean, 2002; Numminen, Service & Ruoppila, 2002)。Henry & MacLean (2002) ではword spanにおいてMAが一致した定型発達児よりも知的障害児の成績が低かったのに対し、digit spanでは両者の成績は同等であったことを報告しており、音韻性ワーキングメモリの機能低下は必ずしも示されない。

それでも、Henry & Winfield (2010) と同様に、知的障害児が音韻性ワーキングメモリ課題においてMAの水準を下回る成績であることを報告する研究は数多

くあり (e.g. Bayliss, Jarrold, Baddeley & Leigh, 2005; Schuchardt, Gebhardt & Mäehler, 2010)、多くの研究者が知的障害児における音韻性ワーキングメモリの機能低下を認めている (Henry, 2012)。知的障害児における音韻性ワーキングメモリの機能低下に関わる要因の一つとして、知的障害児では構音リハーサルが使用されていないことが指摘されている (Hulme & Mackenzie, 1992; Poloczek, Büttner & Hasselhorn, 2014)。

ところで、上述した研究において用いられた課題では、保持内容を操作する必要がなく、機能的には音韻性短期記憶を評価するものである。ワーキングメモリが果たす機能の核である、情報の保持と操作を求める課題では、知的障害児・者はどのようにふるまうのであろうか。

Russell, Jarrold & Henry (1996) はいわゆるカーナー型自閉症児の対照群として、軽度から中等度の知的障害を有する知的障害児 (平均CA11歳1ヶ月、平均MA6歳10ヶ月) ならびにMAが一致した定型発達児の各22名に counting span (カード上のドットの数を数えながら、その合計数を順番通りに覚えていく課題) を実施した。その結果、知的障害児はMAが一致した定型発達児よりも有意に低い成績を示していた。なお、Russel et al. (1996) では、保持のみを求める音韻性ワーキングメモリ課題でも知的障害児は同様に成績が低下することが報告されている。

一方で、Russel et al. (1996) の結果とは異なり、知的障害児が情報の保持と操作を求める音韻性ワーキングメモリ課題において成績の低下を示さないことを報告した研究も少なくない。Schuchardt et al. (2010) は、backward digit span (読み上げられた複数の数字を覚え、反対の順番で答える課題) および counting span における成績をMAが一致したボーダーライン知的障害児、軽度知的障害児、定型発達児の3群間 (平均MA7歳1ヶ月) で比較している。その結果、backward digit spanと counting spanのいずれにおいても、3群間に有意な差は認められなかった。情報の保持に加えて処理が求められる場合において、知的障害児・者における音韻性ワーキングメモリがMA相当の機能を示すことは他の研究でも報告されている (Conners et al., 1998; Numminen et al., 2002; Henry & Winfield, 2010)。

他の研究を見てみると、Van der Molen, Van Luit, Jongmans & Van der Molen (2009) では、情報の保持のみを求める digit span と nonword span の成績を統制しても、保持と処理を求める listening span と backward digit span において、知的障害児はMAが一致した定型

発達児よりも有意に低い成績を示すことを報告している。したがって、保持に加えて処理が求められる場合の知的障害児・者における音韻性ワーキングメモリの特徴は未だ明らかではないと言えよう。Bayliss et al. (2005) は課題成績に反映される能力の制約が知的障害児と定型発達児では情報の保持と処理に関して異なるという興味深い議論を行っているが、やはり現時点では一定の結論は得られていない。

2. 2 視空間性ワーキングメモリ

知的障害児・者における視空間性ワーキングメモリに関する研究は、音韻性ワーキングメモリと比べると数が少なく、またそれらの間でも一貫した結果が得られていない。しかしながら、視空間性ワーキングメモリは知的障害児・者がMA水準以上の機能を示すことも報告されている領域である。

例えば、先に取り上げたHenry & Winfield (2010) では、視空間性ワーキングメモリ課題である *pattern span* (マス目のパターンを覚え、同じパターンを描く課題) および *spatial span* (一つずつ指し示される複数の位置を覚え、順番通りに指し示す課題) が実施されている。なお、*pattern span* は視空間性ワーキングメモリの中でも視覚性ワーキングメモリを、*spatial span* は空間性ワーキングメモリを評価する課題として考えられることが多い (Della Sala, Gray, Baddeley, Allamano, & Wilson, 1999; see also Pickering, Gathercole, Hall, & Lloyd, 2001)。結果として、知的障害児は両課題において、MAが一致した定型発達児と同等の成績を示していた。同様の結果はSchuchardt et al. (2010) でも得られている。

さらに、Henry & MacLean (2002) はボーダーラインから中等度の知的障害を有する知的障害児53名 (平均IQ 57, 平均CA12歳11ヶ月) を対象に、*pattern span* (一つずつ呈示される無意味パターンを順番通りに覚える課題で、Henry & Winfield, 2010とは異なる) および *spatial span* (Henry & Winfield, 2010とほぼ同様) を実施した。MAが一致した定型発達児と比較した結果、知的障害児は両課題において定型発達児よりも有意に高い成績を示した。このような知的障害児・者におけるMA水準以上の視空間性ワーキングメモリは、他の研究でも小児・成人の別を問わず報告されている (Martin, West, Cull & Adams, 2000; Rosenquist, Connors & Roskos-Ewoldsen, 2003)。

しかしながら、音韻性ワーキングメモリと同様、知的障害児・者における視空間性ワーキングメモリの機能低下を報告した研究も少なからず存在する。例え

ば、Bayliss et al. (2005) は、軽度から重度の知的障害を有する知的障害児50名 (平均IQ 55, 平均CA13歳6ヶ月, 平均MA7歳5ヶ月) を対象にワーキングメモリテストバッテリーを実施している。その中には *Corsi span* (上述の *spatial span* と同様の課題) が含まれており、知的障害児は *Corsi span* においてMAが一致した定型発達児よりも有意に低い成績を示した。同様の知的障害児・者における視空間性ワーキングメモリの機能低下はNumminen et al. (2002) や Van der Molen et al. (2009) でも報告されている。

情報の保持と操作を求める場合においても、知的障害児・者における視空間性ワーキングメモリは検討が行われているが、未だ一定の結論を得るには知見が不足している。これまでに紹介してきたHenry & Winfield (2010) では上述の課題に加えて、*odd one out span* (3つの無意味図形のうち、他と異なる図形を指さしていきながら、後にそれらがあつた位置を指し示す課題) が実施されていた。この課題においても、*pattern span* や *spatial span* と同様、知的障害児はMAが一致した定型発達児と同等の成績を示していた (Henry & MacLean, 2002でも同様)。他方、Russell et al. (1996) において実施された *odd man out span* (*odd one out span* とほぼ同様) では、知的障害児はMAが一致した定型発達児と比較して有意に低い成績を示すことが報告されている。

3. 病理型知的障害のワーキングメモリ

3. 1 音韻性ワーキングメモリ

ダウン症児・者およびウィリアムズ症児・者の音韻性ワーキングメモリに関する研究では、生理型知的障害児・者と比べると一貫した結果が得られているようである。そして、その結果には両者の間で明瞭な違いが見られる。

ダウン症児・者には言語発達の遅れや発話に関する困難がしばしば生じることが知られている。そうした問題との関連の中で、ダウン症児・者における音韻性ワーキングメモリには大きな関心が向けられてきた。一連の研究により、ダウン症児は *digit span* や *word span* をはじめとする音韻性ワーキングメモリ課題において、MAが一致した定型発達児よりも有意に低い成績を示すことが概ね一貫して報告されている (e.g. Hick, Botting & Conti-Ramsden, 2005; Laws, 2002; Pennington, Moon, Edgin, Stedron & Nadel, 2003; except for Vicari, Carlesimo & Caltagirone, 1995)。そして、ダウン症児・者における音韻性ワーキングメモリの機能

低下は、MAが一致した知的障害児・者よりも深刻である (Hulme & Mackenzie, 1992; Numminen, Service, Ahonen & Ruoppila, 2001)。

Vicari, Marotta & Carlesimo (2004) はダウン症児・者における音韻性ワーキングメモリの機能低下について、より詳細な検討を行っている。Vicari et al. (2004) は、青年期にある29名のダウン症者 (平均CA19歳2ヶ月, 平均MA6歳2ヶ月) とMAが一致した定型発達児を対象に word span を実施した。ここでは、word span と合わせて、参加者の構音速度を評価している。これは、参加者が構音リハーサルを使用している場合、構音速度が速いほど word span の成績も高くなるという関係性が観察されると考えられているためである。結果として、ダウン症者は定型発達児よりも word span の成績が有意に低いことが示された。しかしながら、ダウン症者、定型発達児ともに、構音速度と word span の成績の間に有意な相関関係は認められなかった。したがって、ダウン症者における音韻性ワーキングメモリの機能低下は、構音リハーサルに関する差によっては説明されなかった。音韻性ワーキングメモリ課題における刺激の呈示速度を操作してさらなる検討を行った Purser & Jarrold (2005) では、ダウン症児・者における音韻性ワーキングメモリの機能低下は非定型的な記憶減衰が生じていることに起因するのではなく、容量制約の問題であることが示唆されている。

一方、視空間認知能力と比較して言語能力が優位であるウィリアムズ症児・者では、ダウン症児・者に見られるような音韻性ワーキングメモリの機能低下は認められていない。例えば、Jarrold, Baddeley & Hewes (1999) はウィリアムズ症児16名 (平均CA17歳5ヶ月) に対し、digit span を実施している。実験に参加したウィリアムズ症児の非言語性MAは5歳5ヶ月で、比較対象となった知的障害児および定型発達児の非言語性MAと一致していたが、言語性MAはウィリアムズ症児で他群よりも高くなっていた。そこで、言語性MAを統制した上で digit span の成績を比較した結果、ウィリアムズ症児は知的障害児および定型発達児と同等の成績を示すことが明らかとなった。また、Jarrold, Cowan, Hewes & Riby (2004) では、word span においてウィリアムズ症児・者はMAが一致した定型発達児よりも有意に低い成績を示したが、構音速度を統制するとその差は消失した。なお、Robinson, Mervis & Robinson (2003) によると、ウィリアムズ症児では統語理解の能力が音韻性ワーキングメモリと強く関連している。

情報の保持と操作が求められる場合の音韻性ワーキングメモリについては、ダウン症、ウィリアムズ症ともにやはり知見が少なく、一貫した結果も得られていない。しかしながら、ダウン症児・者では音韻性ワーキングメモリ課題における情報の保持と操作にしばしば困難を示すことが指摘されている。例えば、Vicari et al. (1995) では backward digit span を用いて、ダウン症児 (平均CA16歳7ヶ月, 平均MA5歳3ヶ月) とMAが一致した定型発達児を比較している。その結果、ダウン症児は定型発達児よりも有意に低い課題成績を示すことが明らかとなった (同様の結果は Lanfranchi, Cornoldi & Vianello, 2004)。一方で、Pennington et al. (2003) では counting span の成績において、ダウン症児とMAが一致した定型発達児の間で有意な差は認められておらず、異なる結果も報告されている。

一方、ウィリアムズ症児・者を対象に行われた研究としては、Devenny, Krinsky-McHale, Kittler, Flory, Jenkins & Brown (2004) がウィリアムズ症者15名 (平均IQ63, 平均CA48歳3ヶ月) とIQが一致した知的障害者を backward digit span を用いて比較している。その結果、ウィリアムズ症者は知的障害者と同等の課題成績を示すことが明らかとなった。また、Robinson et al. (2003) ではウィリアムズ症児は backward digit span において、統語能力が一致した定型発達児と同等の成績を示している。したがって、ウィリアムズ症児・者では音韻性ワーキングメモリがMA相当に発達している可能性が再度示されたと言えるが、知見が非常に限られているため、一定の結論を得るためには今後のさらなる知見の積み重ねが必要である。

3. 2 視空間性ワーキングメモリ

言語発達や発話に関する問題を呈するダウン症児・者が音韻性ワーキングメモリに機能低下を示したように、視空間認知に困難を呈するウィリアムズ症児・者では視空間性ワーキングメモリの特異的な困難が指摘されている。

Rhodes, Riby, Park, Fraser & Campbell (2010) はウィリアムズ症児・者19名 (平均CA18歳0ヶ月) に対して delayed matching sample task と Corsi span を実施し、それぞれによって視覚性ワーキングメモリと空間性ワーキングメモリ課題を評価している。MAが一致した定型発達児 (平均MA9歳2ヶ月) と比較した結果、ウィリアムズ症児・者はいずれの課題においても定型発達児よりも有意に低い成績を示していた。同様の結果は O'Hearn, Courtney, Street & Landau (2009) でも報

告されており、これらの結果はウィリアムズ症児・者における視空間性ワーキングメモリの機能低下を示すものである。

しかしながら、音韻性ワーキングメモリの項でも取り上げたJarrold et al. (1999) では、ウィリアムズ症児はMAが一致した定型発達児と比べてCorsi spanでは有意に低い成績であったのに対し、pattern span (マス目上に呈示されるカエルの位置を覚える課題)では有意な成績低下を示さなかった。この結果は、pattern spanよりもCorsi spanにおいてウィリアムズ症児と定型発達児との差が明瞭であったことを意味している。したがって、ウィリアムズ症児・者では、視覚性ワーキングメモリよりも特に空間性ワーキングメモリにおいて困難を示しやすい可能性も考えられる。

一方、ウィリアムズ症児・者とは異なり、ダウン症児・者では視空間性ワーキングメモリの困難は指摘されていない。Hick et al. (2005) ではダウン症児12名 (平均CA9歳9ヶ月, 平均MA4歳6ヶ月) に対し、pattern spanを実施している。その結果、ダウン症児はMAが一致した定型発達児よりも若干低い成績であったものの、両者の間で有意な差は認められなかった。また、Jarrold & Baddeley (1997) はダウン症児がCorsi spanにおいて、MAが一致した定型発達児、知的障害児のいずれとも同等の成績を示したことを報告している。同様の結果は他の研究でも一貫して報告されており (e.g. Jarrold et al., 1999; Pennington et al., 2003; Rowe, Lavender & Turk, 2006), よってダウン症児・者における視空間性ワーキングメモリはMA相当に発達していると考えられる。加えてLaws (2002) は、ダウン症児とMAが一致した定型発達児を比較した結果、color memoryに関して両者は同等であった一方で、Corsi spanではダウン症児が有意に高い成績を示したことを報告しており、特に空間性ワーキングメモリはダウン症児・者において比較的良好な領域と言えるかもしれない。

以上に述べてきたように、ウィリアムズ症児・者は視空間性ワーキングメモリの困難を示すのに対し、ダウン症児・者ではそうした特徴は見られない。しかしながら、これに対して興味深い知見が近年報告されている。Carretti, Lanfranchi, De Mori, Mammarella & Vianello (2015) はウィリアムズ症児に対して、記憶すべき位置がすべて同時に呈示される“同時的な”空間性ワーキングメモリ課題と、記憶すべき位置が一つずつ呈示される“継次的な”空間性ワーキングメモリ課題を実施した結果、ウィリアムズ症児は“同時的な”空間性ワーキングメモリ課題ではこれまでの知見

と同様に成績低下を示したのに対し、“継次的な”空間性ワーキングメモリ課題ではMAが一致した定型発達児と同等の成績であった。また、ダウン症児を対象としたCarretti, Lanfranchi & Mammarella (2013) では、ダウン症児が“同時的な”空間性ワーキングメモリ課題では特異的な困難を示すことが報告されている。これらの知見は、病理型および生理型知的障害児・者における視空間性ワーキングメモリの特徴をより詳細に検討していく上で重要な観点を提供している。しかしながら、上述の通り、ウィリアムズ症児は“継次的な”空間性ワーキングメモリ課題とも言えるCorsi spanにおいて成績が低下し (Rhodes et al., 2010), ダウン症児は“同時的な”空間性ワーキングメモリ課題とも言えるpattern spanにおいてMAが一致した定型発達児と変わらない成績を示していることを考慮すると (Hick et al., 2005), 今後の詳細な検討が必要と言えるだろう。

一方、情報の保持と操作が求められる場合の視空間性ワーキングメモリは、音韻性ワーキングメモリと同様、ダウン症とウィリアムズ症のいずれにおいても参照できる知見が限られている。音韻性ワーキングメモリの項で取り上げたVicari et al. (1995) では、backward Corsi spanを用いて空間性ワーキングメモリの評価も行っていた。ダウン症児とMAが一致した定型発達児を比較した結果、ダウン症児はbackward digit spanと同様、backward Corsi spanにおいて定型発達児よりも有意に低い成績を示していた (同様の結果はVicari, Verucci & Carlesimo, 2007)。これらの知見とは異なる結果も報告されており、Pennington et al. (2003) において実施された、既に探索した箱の位置を覚えながら、探索を行う課題 (CANTAB Spatial Working Memory) では、ダウン症児とMAが一致した定型発達児の間に有意な差は認められなかった。

ウィリアムズ症児・者については、ここでもやはり視空間性ワーキングメモリの機能低下を報告している研究がいくつか見られる。Vicari et al. (2007) では、backward Corsi spanにおいて、ウィリアムズ症児が定型発達児よりも有意に低い成績を示すことが明らかになっている。さらに注目すべきは、ウィリアムズ症児のbackward Corsi spanにおける成績は、ダウン症のそれよりもさらに低下していたことである。ウィリアムズ症児・者における同様の結果は、Menghini, Addona, Costanzo & Vicari (2010) やRhodes et al. (2010) において報告されている。

4. おわりに

本稿では、生理的・病理的要因に関する観点に基づき、知的障害児・者におけるワーキングメモリの特徴を概観した。その結果、生理型知的障害、ダウン症、ウィリアムズ症のそれぞれに特有のワーキングメモリの特徴を一定整理することができた。

さらに、生理型知的障害、ダウン症、ウィリアムズ症のワーキングメモリの特徴は、モダリティによっても異なることが明らかとなった。これまでの知見から、生理型知的障害では音韻性ワーキングメモリに困難を示す一方で、視空間性ワーキングメモリは比較的良好である可能性があること、ダウン症とウィリアムズ症では音韻性ワーキングメモリと視空間性ワーキングメモリに関して正反対とも言えるプロフィールを描くことが示唆されている。こうしたモダリティによるワーキングメモリの特徴の違いを理解することは、有効な教育支援を提供するにあたって重要である。例えば、生理型知的障害児への指導場面で、彼らの視空間性ワーキングメモリを活用できるよう、言語的な教示と合わせて視覚的な補助を与えるといった支援がエビデンスに基づいて導出されるだろう。

また本稿では、主たる目的ではなかったが、情報の保持だけではなく、同時に処理が求められる場合におけるワーキングメモリの特徴を短期記憶的な特徴とは分けて整理することも試みた。情報の保持と処理が求められる、すなわち関与する注意制御が大きい場面におけるワーキングメモリの特徴については、知見が不足しており、一定の結論を得ることはできなかった。しかしながら、生理型知的障害、病理型知的障害のいずれにおいても、注意制御が大きくなると、どのモダリティでもワーキングメモリの脆弱性が生じてくる場合が少なからず見られた。実際に、Carretti, Belacchi & Cornoldi (2010) では、課題遂行に求められる注意制御の程度が大きくなるほど、知的障害児では課題成績が低下し、MAが一致した定型発達児との差が大きくなることが報告されている。

今後は、知的障害児・者のワーキングメモリに関する知見をさらに拡充し、実際の支援に結びつけていくことが重要な課題となる。モダリティや注意制御、さらにはCAの影響 (cf. Henry, 2010) などを考慮に入れながら、知的障害児・者におけるワーキングメモリの特徴を検討していくことが有効になるかもしれない。

付記

本稿の執筆にあたり、文部科学省科学研究費補助金 (特別研究員奨励費 課題番号16J03677, 基盤研究 (C) 課題番号26381309) による助成を受けた。

引用文献

- Aben, B., Stapert, S., & Blokland, A. (2012). About the distinction between working memory and short-term memory. *Frontiers in Psychology*, 3, 301.
- Baddeley, A. D. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29.
- Bayliss, D. M., Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Leigh, E. (2005). Differential constraints on the working memory and reading abilities of individuals with learning difficulties and typically developing children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 92, 76-99.
- Carretti, B., Belacchi, C., & Cornoldi, C. (2010). Difficulties in working memory updating in individuals with intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54, 337-345.
- Carretti, B., Lanfranchi, S., De Mori, L., Mammarella, I. C., & Vianello, R. (2015). Exploring spatial working memory performance in individuals with Williams syndrome: The effect of presentation format and configuration. *Research in Developmental Disabilities*, 37, 37-44.
- Carretti, B., Lanfranchi, S., & Mammarella, I. C. (2013). Spatial-simultaneous and spatial-sequential working memory in individuals with Down syndrome: The effect of configuration. *Research in Developmental Disabilities*, 34, 669-675.
- Conners, F. A., Carr, M. D., & Willis, S. (1998). Is the phonological loop responsible for intelligence-related differences in forward digit span? *American Journal on Mental Retardation*, 103, 1-11.
- Cornoldi, C., & Vecchi, T. (2003). *Visuo-spatial Working Memory and Individual Differences*. New York: Psychology Press.
- Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A. D., Allamano, N., & Wilson, L. (1999). Pattern span: A tool for unwinding visuo-spatial memory. *Neuropsychologia*, 37, 1189-1199.
- Devenny, D. A., Krinsky-McHale, S. J., Kittler, P. M., Flory, M., Jenkins, E., & Brown, W. T. (2004). Age-associated memory changes in adults with Williams syndrome. *Developmental Neuropsychology*, 26, 691-706.
- Henry, L. A. (2010). The episodic buffer in children with intellectual disabilities: An exploratory study. *Research in Developmental*

- Disabilities*, 31, 1609–1614.
- Henry, L. A. (2012). *The Development of Working Memory in Children*. London: Sage Publications.
- Henry, L. A., Cornoldi, C., & Mähler, C. (2010). Special issues on ‘working memory and executive functioning in individuals with intellectual disabilities’. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54, 293–294.
- Henry, L. A., & MacLean, M. (2002). Working memory performance in children with and without intellectual disabilities. *American Journal on Mental Retardation*, 107, 421–432.
- Henry, L. A., & Winfield, J. (2010). Working memory and educational achievement in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54, 354–365.
- Hick, R. F., Botting, N., & Conti-Ramsden, G. (2005). Short-term memory and vocabulary development in children with Down syndrome and children with specific language impairment. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47, 532–538.
- Hulme, C., & Mackenzie, S. (1992). *Working Memory and Severe Learning Difficulties*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- Jarrold, C., & Baddeley, A. D. (1997). Short-term memory for verbal and visuospatial information in Down’s syndrome. *Cognitive Neuropsychiatry*, 2, 101–122.
- Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Hewes, A. K. (1999). Genetically dissociated components of working memory: Evidence from Downs and Williams syndrome. *Neuropsychologia*, 37, 637–651.
- Jarrold, C., Cowan, N., Hewes, A. K., & Riby, D. M. (2004). Speech timing and verbal short-term memory: Evidence for contrasting deficits in Down syndrome and Williams syndrome. *Journal of Memory and Language*, 51, 365–380.
- Lanfranchi, S., Cornoldi, C., & Vianello, R. (2004). Verbal and visuospatial working memory deficits in children with Down syndrome. *American Journal on Mental Retardation*, 109, 456–466.
- Laws, G. (2002). Working memory in children and adolescents with Down syndrome: evidence from a colour memory experiment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43, 353–364.
- Lifshitz-Vahav, H., & Vakil, E. (2014). Taxonomy of moderators that govern explicit memory in individuals with intellectual disability: Integrative research review. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 3, 101–119.
- Martin, C., West, J., Cull, C., & Adams, M. (2000). A preliminary study investigating how people with mild intellectual disabilities perform on the Rivermead Behavioural Memory Test. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 13, 186–193.
- Menghini, D., Addona, F., Costanzo, F., & Vicari, S. (2010). Executive functions in individuals with Williams syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54, 418–432.
- Numminen, H., Service, E., Ahonen, T., & Ruoppila, I. (2001). Working memory and everyday cognition in adults with Down’s syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 45, 157–168.
- Numminen, H., Service, E., & Ruoppila, I. (2002). Working memory, intelligence and knowledge base in adult persons with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 23, 105–118.
- O’Hearn, K., Courtney, S., Street, W., & Landau, B. (2009). Working memory impairment in people with Williams syndrome: effects of delay, task and stimuli. *Brain and Cognition*, 69, 495–503.
- Pennington, B. F., Moon, J., Edgin, J., Stedron, J., & Nadel, L. (2003). The neuropsychology of Down syndrome: evidence for hippocampal dysfunction. *Child Development*, 74, 75–93.
- Pickering, S. J., Gathercole, S. E., Hall, M., & Lloyd, S. A. (2001). Development of memory for pattern and path: Further evidence for the fractionation of visuo-spatial memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54A, 397–420.
- Poloczek, S., Büttner, G., & Hasselhorn, M. (2014). Phonological short-term memory impairment and the word length effect in children with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 35, 455–462.
- Purser, H. R., & Jarrold, C. (2005). Impaired verbal short-term memory in Down syndrome reflects a capacity limitation rather than atypically rapid forgetting. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91, 1–23.
- Rhodes, S. M., Riby, D. M., Park, J., Fraser, E., & Campbell, L. E. (2010). Executive neuropsychological functioning in individuals with Williams syndrome. *Neuropsychologia*, 48, 1216–1226.
- Robinson, B. F., Mervis, C. B., & Robinson, B. W. (2003). The roles of verbal short-term memory and working memory in the acquisition of grammar by children with Williams syndrome. *Developmental Neuropsychology*, 23, 13–31.
- Rosenquist, C., Connors, F. A., & Roskos-Ewoldsen, B. (2003). Phonological and visuo-spatial working memory in individuals with intellectual disability. *American Journal on Mental Retardation*, 108, 403–413.
- Rowe, J., Lavender, A., & Turk, V. (2006). Cognitive executive function in Down’s syndrome. *British Journal of Clinical Psychology*, 45, 5–17.
- Russell, J., Jarrold, C., & Henry, L. (1996). Working memory in

- children with autism and with moderate learning difficulties. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 673–686.
- Schuchardt, K., Gebhardt, M., & Mäehler, C. (2010). Working memory functions in children with different degrees of intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54, 346–353.
- Van der Molen, M. J., Van Luit, J. E., Jongmans, M. J., & Van der Molen, M. W. (2009). Memory profiles in children with mild intellectual disabilities: Strengths and weaknesses. *Research in Developmental Disabilities*, 30, 1237–1247.
- van der Schuit, M., Segers, E., van Balkom, H., & Verhoeven, L. (2011). How cognitive factors affect language development in children with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 1884–1894.
- Vicari, S., Carlesimo, A., & Caltagirone, C. (1995). Short-term memory in persons with intellectual disabilities and Down's syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 39, 532–537.
- Vicari, S., Marotta, L., & Carlesimo, G. A. (2004). Verbal short-term memory in Down's syndrome: An articulatory loop deficit? *Journal of Intellectual Disability Research*, 48, 80–92.
- Vicari, S., Verucci, L., & Carlesimo, G. A. (2007). Implicit memory is independent from IQ and age but not from etiology: evidence from Down and Williams syndromes. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51, 932–941.

知的障害の生理・病的要因とワーキングメモリ

Working Memory Function in Individuals with Intellectual Disabilities of Differing Etiology

大井 雄平*¹・奥住 秀之*²・國分 充*²

Yuhei OI, Hideyuki OKUZUMI and Mitsuru KOKUBUN

発達障害学分野

Abstract

This study reviewed research examining working memory function in individuals with intellectual disabilities of differing etiology. Results suggest that individuals with non-specific intellectual disabilities have weak phonological working memory, but strength in visuospatial working memory. Results also suggest that individuals with Down syndrome and those with Williams syndrome have reversed profiles in phonological and visuospatial working memory. Studies examining the ability to process and store information concurrently in individuals with intellectual disabilities is so sparse and inconsistent that it has remained impossible to draw any meaningful conclusion. Further investigation must consider the effects of modality and the degree of controlled attention on working memory in individuals with intellectual disabilities.

Keywords: Down syndrome, Williams syndrome, Cognitive function, Working memory, Short-term memory

Department of Developmental Disabilities, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, Japan

要旨: 本稿では、生理的・病的要因に関する観点から、知的障害児・者におけるワーキングメモリの特徴を概観した。その結果、生理型知的障害では音韻性ワーキングメモリに困難を示す一方で、視空間性ワーキングメモリは比較的良好である可能性があること、ダウン症とウィリアムズ症では音韻性ワーキングメモリと視空間性ワーキングメモリに関して互いに正反対のプロフィールを示すことが示唆された。情報の保持と操作が求められる場面におけるワーキングメモリの特徴に関しては知見が不足しており、一定の結論は得られなかった。今後はモダリティや関与する注意制御の程度を考慮に入れながら、知的障害児・者におけるワーキングメモリの特徴を検討していくことが必要である。

キーワード: ダウン症, ウィリアムズ症, 認知機能, 作動記憶, 短期記憶

*¹ Graduate School of Education, Tokyo Gakugei University / Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science

*² Tokyo Gakugei University (4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo, 184-8501, Japan)