

論文

超・極早産児及び超・極低出生体重児の実行機能と脳病理

池田吉史*・小林優子*・八島 猛*・葉石光一**・奥住秀之***

共生社会の形成に向けて、子どもの特別な教育的ニーズに応じた適切な指導及び必要な支援を行う特別支援教育の推進が求められている。本稿では、特別な教育的ニーズの潜在的な要因として早産及び低出生体重を取り上げ、超・極早産児及び超・極低出生体重児の教育的ニーズを確認するとともに、学習に重要な役割を果たす心理学的概念の一つである実行機能の特性とその脳病理に関する知見を概観し、学習支援に関する示唆を得ることを目的とした。超・極早産児及び超・極低出生体重児は、白質病変を中心とした脳病理から実行機能の弱さを抱えやすく、それにより学業成績の低下がもたらされる可能性があることが明らかとなった。したがって、超・極早産児及び超・極低出生体重児に対する学習支援の視点の一つとして実行機能に着目することが有効であることが示唆された。

キーワード：自己制御、認知、発達障害、周産期医療、新生児医療

1. 特別な教育的ニーズ

共生社会の形成に向けて、子ども一人一人の特別な教育的ニーズに応じた特別支援教育の推進が求められている。特別な教育的ニーズ (Special Educational Needs) は、1978年に英国で提出されたウォーノック報告 (DES, 1978) で提唱され、1994年のサラマンカ声明 (UNESCO, 1994) を機に国際的な関心を集めるようになった教育学的概念である。特別な教育的ニーズは、従来の障害カテゴリだけでは捉えきれない子どもの教育的ニーズも含めて、すべての子どもの教育的ニーズを法的枠組みに取り込むために、子どもの学習困難と必要とされる特別な教育的支援に基づいて規定されるものである (河合, 2007)。したがって、特別な教育的ニーズは、必ずしも障害だけにに基づくものではなく、言語・文化的な背景や経済的な背景といった環境要因に基づくものも含まれる包括的な概念として考えられている (池田, 2019)。

近年、特別な教育的ニーズの潜在的な要因として、早産及び低出生体重が注目されている。早産及び低出生体重は、それ自体は特別支援教育の明確な対象ではないが、脳性麻痺や知的障害、視覚障害、聴覚障害などの特別支援学校が対象とする障害のリスク要因であるだけでなく、学習障害や注意欠如多動性障害 (ADHD) などの発達障害のリスク要因としても考えられている (田坂, 2019)。そこで本稿では、特別な教育的ニーズの潜在的な要因として早産及び低出生体重を取り上げ、早産児及び低出生体重児の教育的ニーズを確認するとともに、学習に重要な役割を果たす心理学的概念の一つである実行機能の特性とその脳病理に関する知見を概観し、学習支援に関する示唆を得ることを目的とする。

2. 実行機能

実行機能とは、課題解決や目標達成を効率良く行うために、思考・行動・情動を意識的に制御する高次脳機能である (Ardila, 2008)。実行機能は、目標志向的行動に関わる実行機能と社会的行動に関わる実行機能に大きく分類され、それらを支える様々な認知処理を含んでいる (池田, 2013, 2018)。目標志向的行動に関わる実行機能は、目標形成、プランニング、プランの実行、評価と調整という、いわば行動のPDCA (plan-do-check-act) サイクルを支えており、課題に取り組む方略形成であるプランニング (planning)、課題関連情報を保持及び操作する能力であるワーキングメモリ (working memory)、課題無関連情報を抑える能力である抑制 (inhibition)、課題関連情報を切り替える能力であるシフティング (shifting) などの認知処理を主として含んでいる (Best, Miller, & Jones, 2009)。一方で、社会的行動に関わる実行機能は、自己本位で不適切な行動の抑制と自己の欲求を表現する行動の生起との間でバランスをとることを支えており、感情コントロール (emotional control) などの認知処理を主として含んでいる (Ardila, 2008)。これらの実行機能は、ともに課題解決や目標達成のために思考や行動を制御することに関わるため重なりはあるが、そこに情動の制御がどの程度関与するかで区別されている (Peterson & Welsh, 2014)。

実行機能は、学習において重要である。問題解決や目標達成に当たり、慣習化され、自動化された情動・思考・行動の制御が十分に通用する場合には、実行機能は必要とされない。実行機能が必要となるのは、そうした自動化された制御がもはや通用しないときである。人間の行動は刺激によって駆り立てられるが、ある刺激に対して結びつきが既に十分に構築された反応が問題解決や目標達成に際して用を成さず、新たな反応との結びつきを必要とするときに、つまり刺激と反応との間の結びつきを再構築するときに、実行機能が役割を果たすのである。実際に、先行研究では実行機能が文章読解や算数などの学業成

* 上越教育大学大学院学校教育研究科

** 埼玉大学教育学部

*** 東京学芸大学教育学部

績と関連することが報告されている (Best, Miller, & Naglieri, 2011; Gerst, Cirino, Fletcher, & Yoshida, 2017)。したがって、実行機能は、学習という子どもが取り組むべき中核的課題を支える要因の一つであると考えられる。

3. 早産児・低出生体重児の心理・行動特性

低出生体重児とは、出生体重が2,500g未満の子どもである。特に、出生体重が1,500g未満の子どもは極低出生体重児と呼ばれ、1,000g未満の子どもは超低出生体重児と呼ばれる。さらに、出生児は出生体重と関連する在胎週数や在胎週数に応じた身体の大きさによっても分類される。在胎週数の分類では、在胎週数37週以上42週未満の子どもは正期産児と呼ばれ、37週未満の子どもは早産児と呼ばれる。特に、32週未満の子どもは極早産児と呼ばれ、28週未満の子どもは超早産児と呼ばれる。表1は、出生体重、在胎週数及び在胎週数に応じた身体の大きさに基づく分類基準とその名称をまとめたものである。2017年の厚生労働省による人口動態調査では、低出生体重児の出生率は9.4%であり、そのうち極低出生体重児の出生率は0.7%、超低出生体重児の出生率は0.3%であることが示されている (厚生労働省, 2019)。また同調査では、早産児 (在胎週数22週未満を含む) は5.7%であり、そのうち後期早産児は4.4%、極早産児は0.5%、超早産児は0.2%であることが示されている。このように早産児及び低出生体重児の出生率は、近年の周産期医療の進歩や晩婚化に伴う出産年齢の上昇などの社会的背景に基づいて必ずしも低くはない値を示している。

超・極早産児及び超・極低出生体重児は、神経発達上の問題を発症しやすい。例えば、Woodward, Moor, Hood, Champion, Foster-Cohen, Inder, and Austin (2009) は、出産予定日から計算した修正年齢4歳の極早産児62名と超早産児43名を対象として、神経発達領域のアセスメントを実施し、多様な領域における障害リスクが高いことを報告している。まず、脳性麻痺と診断された極早産児の割合は14.5%、超早産児の割合は18.6%であり、極早産児と超早産児を合わせるとその割合は16.2%となり、いずれも正期産児の割合0.9%よりも著しく高いことが示された。次に、知能検査で評価された知的機能の弱さ (正期産児の平均IQ - 1 SD未満の値) を示した極早産児の割合は35.5%、超早産児の割合は32.6%であり、極早産児と超早産児を合わせるとその割合は34.3%となり、いずれも正期産児の割合13.1%よりも著しく高いことが示された。そして、受容言語及び表出言語を含む言語の弱さ (正期産児の平均IQ - 1 SD未満の値) を示した極早産児の割合は30.5%、超早産児の割合は31.7%であり、極早産児と超早産児を合わせるとその割合は31.0%となり、いずれも正期産児の割合15.2%よりも著しく高いことが示された。さらに、行為、情緒、多動・不注意、仲間関係を含む行動面の弱さ (正期産児の90パーセントイル以上の値) を示した極早産児の割合は13.3%、超早産児の割合は37.2%であり、極早産児と超早産児を合わせるとその割合は23.3%となり、いずれも正期産児の割合11.2%よりも著しく高いことが示された。また、複数の領域にまたがって困難を示す極早産児の割合は29%、超早産児の割合は30%であり、いずれも正期産児の割合10%よりも高いことが示されている。このように極早産児や超早産児は、正期産児と比べて運動、知的機能、言語、行動にお

いて弱さを抱えやすいことが指摘されている。

超・極早産児及び超・極低出生体重児は、知的発達の問題を示しやすい。例えば、Brydges, Landes, Reid, Campbell, French, and Anderson (2018) は、メタ分析において、超・極早産児が正期産児よりもIQ及び処理速度の低さを示すことを報告している。さらに、同研究において、超・極早産児におけるIQと処理速度の低さは、4~10歳の低年齢児群だけではなく、11~17歳の高年齢児群においても見られ、小児期において一貫して示されることが報告されている。また、Mangin, Horwood, and Woodward (2017) は、極早産児110名を対象として、4歳から12歳における知的機能の発達の変化について縦断的研究を実施し、4歳、6歳、9歳、12歳のいずれの時点においても、極早産児のIQは正期産児よりも9~12点低いことを報告している。さらに、正期産児のIQと同様に、極早産児のIQは4歳から12歳にかけて変化がないことが示されている。これらの結果は、極早産児の知的機能が年齢とともに向上 (キャッチアップ) するという知見や年齢とともに低下するという知見とは一致しないものであり、極早産児における知的機能が遅れ (delay) ではなく、障害 (deficit) であることを示唆している。

超・極早産児及び超・極低出生体重児は、ADHDのリスクが高い。例えば、Anderson, De Luca, Hutchinson, Spencer-Smith, Roberts, Doyle, and Victorian Infant Collaborative Study Group (2011) は、修正年齢8歳の超早産児及び超低出生体重児201名を対象として、注意やADHDに関する検査バッテリーを実施し、選択的注意や持続的注意などの注意のさまざまな側面で、超早産児及び超低出生体重児は正期産児及び正出生体重児よりも低い成績を示すことを報告している。さらに、ADHD様症状についても、超早産児及び超低出生体重児は正期産児及び正出生体重児よりも不注意スコア、多動性衝動性スコア、総合スコアのいずれも高い値を示すことを報告している。また、Franz, Bolat, Bolat, Matijasevich, Santos, Silveira, Procianny, Rohde, and Moreira-Maia (2018) は、低出生体重児とADHDの関連についてメタ分析を行い、超・極早産児及び超・極低出生体重児は、ADHDの診断を受ける割合が高いこと、そしてADHD様症状を示しやすいことを報告している。

超・極早産児及び超・極低出生体重児は、学習困難のリスクが高い。例えば、Aarnoudse-Moens, Weisglas-Kuperus, van Goudoever, and Oosterlaan (2009) は、極早産児及び極低出生体重児を対象とした学業成績に関する研究のメタ分析において、極早産児及び極低出生体重児が読み (reading) や書き (spelling)、算数 (Mathematics) で低成績を示しやすいことを報告している。また、Hutchinson, De Luca, Doyle, Roberts, Anderson, and Victorian Infant Collaborative Study Group (2013) は、修正年齢8歳の超早産児及び超低出生体重児201名を対象として、読み、書き、算数について評価し、神経感覚障害のある対象児を除いて分析した場合でも、極早産児及び極低出生体重児は、正期産児及び正出生体重児よりも読みや書き、算数で低成績を示すことを報告している。このように、これらの学習面の低成績は、神経感覚障害や全般的な知的発達の遅れが見られない場合でも起こることが示唆されている (Taylor, Espy, & Anderson, 2009)。また、早産児及び低出生

体重児の学習面の困難に関連する認知的要因を探る試みも行われており、処理速度の遅さやワーキングメモリの弱さが読み書きや算数の低成績と関連することが指摘されている (Mulder, Pitchford, & Marlow, 2010)。さらに、近年では、全般的な知的発達の遅れだけでは説明できない早産児及び低出生体重児における学習面の困難の関連要因として、実行機能に対する関心が集まっている。

4. 早産児・低出生体重児の実行機能

超・極早産児及び超・極低出生体重児は実行機能の弱さを示しやすい。例えば、Brydges et al. (2018) は、メタ分析において、4歳から17歳の超・極早産児が正期産児よりも実行機能の弱さを示しやすいことを報告している。そして、van Houdt, Oosterlaan, van Wassenaeer-Leemhuis, van Kaam, and Aarnoudse-Moens (2019) は、メタ分析において、4歳以降の極早産児及び極低出生体重児が正期産児及び正出生体重児よりもワーキングメモリ、抑制、シフティングの領域で弱さを示すことを報告している。さらに、Mulder, Pitchford, Hagger, and Marlow (2009) は、系統的レビューにおいて、ワーキングメモリ、抑制、シフティングの領域における弱さだけでなく、タワー系課題で評価されるプランニングの弱さも報告している。また、Nosarti, Giouroukou, Micali, Rifkin, Morris, and Murray (2007) は、極早産児の実行機能の弱さは、運動障害や全般的な知的機能の障害を統制しても観察されることを報告している。

超・極早産児及び超・極低出生体重児における実行機能の発達の変化が検討されている。知的機能の発達と同様に、実行機能の発達についても年齢とともに向上（キャッチアップ）する可能性や年齢とともに低下する可能性、年齢に伴う変化は示さず一貫した低下を示す可能性が示唆されている。例えば、Everts, Schöne, Mürner-Lavanchy, and Steinlin (2019) は、超・極早産児29名を対象として、ワーキングメモリ、抑制、シフティングの発達の变化について縦断的研究を行い、正期産児と比べて、極早産児において7～12歳と13～16歳の間で抑制とシフティングの著しい向上が見られることを報告しており、極早産児の実行機能が年齢とともにキャッチアップすることが示唆されている。他方で、Stålnacke, Lundequist, Böhm, Forssberg, and Smedler (2019) は、超・極早産児115名を対象として、ワーキングメモリとシフティングの5.5歳と18歳の間における発達の变化について縦断的研究を行い、年齢に伴う変化がなく安定していることを報告している。そして、Brydges et al. (2018) は、メタ分析において、超・極早産児における実行機能の弱さは、4～10歳の低年齢児群だけではなく、11～17歳の高年齢児群においても見られ、小児期において一貫して示されることを報告している。さらに、van Houdt et al. (2019) のメタ分析においても、ワーキングメモリは4歳6ヶ月から14歳10ヶ月の間において、抑制は4歳6ヶ月～11歳2ヶ月において変化がないことが報告されている。このように、多くの研究では、超・極早産児及び超・極低出生体重児の実行機能は遅れではなく、障害であることが示唆されている。

超・極早産児及び超・極低出生体重児における実行機能の弱さに対する関連要因が指摘されている。まず、在胎週数で

ある。在胎週数が少ないほど、超・極早産児の実行機能が弱いことが示されている (Brydges et al., 2018; Mulder et al., 2009; Stålnacke et al., 2019)。次に、性差である。女児よりも男児で実行機能が弱くなりやすいことが報告されている (Stålnacke et al., 2019)。そして、生年である。1991-1992年、1997年、2005年の3年代を比較した研究において、超早産児及び超極低出生体重児の実行機能（ワーキングメモリやプランニング）は1990年代よりも2005年において重症化していることが報告されており、新生児医療の進歩との関連が示唆されている (Burnett, Anderson, Lee, Roberts, Doyle, Cheong, & Victorian Infant Collaborative Study Group, 2018)。一方で、van Houdt et al. (2019) のメタ分析では、ワーキングメモリと抑制は、在胎週数や性差、生年のいずれとも関連しないことが報告されている。このように、超・極早産児及び超・極低出生体重児における実行機能の弱さに対する関連要因の影響は一様ではないことが示唆されている。

5. 早産児・低出生体重児の脳病理

超・極早産児及び超・極低出生体重児は、さまざまな脳病理と関連している。脳発達が急速化及び複雑化する在胎週数20～40週の間には子宮外生活を送る超・極早産児は、同時期に子宮内で過ごす正期産児と比べて脳発達の異常を経験しやすい (Volpe, 2009)。早産児は、胎膜の微生物感染などに基づく炎症に加えて、神経細胞の損傷や死滅をもたらす低酸素症や無酸素症を含む低酸素性虚血のリスクが高いため、びまん性白質病変（ミクログリオーシスやアストログリオーシスといった神経膠症に基づく髄鞘化遅延によって起こる白質容積の減少や側脳室拡大、脳梁の菲薄化、脳回形成の未熟さ）や脳室周囲白質軟化症（periventricular leukomalacia, PVL：細胞死の一つであるネクローシスによって起こる脳室周囲白質の軟化）、脳室内出血（intraventricular hemorrhage, IVH：毒性や炎症、酸化ストレスが原因で生じる側脳室の背外側にある胚芽層における出血）、神経疾患や軸索障害（白質や視床、大脳基底核、大脳皮質、脳幹、小脳の神経細胞や軸索の異常）などの脳損傷を経験しやすい (Josev & Anderson, 2018; Volpe, 2009)。これらの脳病理は、結果として灰白質や白質の構造的・機能的特異性をもたらしていると考えられている。

超・極早産児及び超・極低出生体重児の脳病理と実行機能の弱さとの関連が指摘されている。特に、白質病変が早産児の実行機能障害の有力な原因の一つと考えられている (Josev & Anderson, 2018; Murray, Scratch, Thompson, Inder, Doyle, Anderson, & Anderson, 2014)。例えば、Woodward, Clark, Pritchard, Anderson, and Inder (2011) は、極早産児において新生児期の白質病変の有無と修正年齢4歳時に実施した実行機能課題の成績が関連し、プランニングや抑制、シフティングなどの実行機能課題の成績は、白質病変がない極早産児では正期産児よりも低下しないが、白質病変がある極早産児では低下することを報告している。さらに、ワーキングメモリについても白質異常の有無と実行機能課題成績との関連に関する同様の報告がなされている (Clark & Woodward, 2010)。一方で、極早産児における実行機能成績の低下は処理速度の低下によって媒介されるという報告もなされている (Mulder, Pitchford,

& Marlow, 2011)。処理速度やIQもまた白質病変の有無と関連することが報告されていることや (Mangin et al., 2017; Soria-Pastor, Gimenez, Narberhaus, Falcon, Botet, Bargallo, Mercader, & Junque, 2008), 極早産児における白質以外の領域を含む実行機能の神経回路の異常も報告されていることから (e.g., Ball, Boardman, Aljabar, Pandit, Arichi, Merchant, Rueckert, Edwards, & Counsell, 2013), 極早産児における実行機能の弱さの発生機序に関するさらなる研究が期待されている。

6. おわりに

本稿では、超・極早産児及び超・極低出生体重児は、白質病変を中心とした脳病理から実行機能の低さを抱えやすく、それにより学業成績の低下がもたらされる可能性があることが示唆された。実際に、超・極早産児及び超・極低出生体重児における実行機能の弱さは、運動障害やIQの影響を統制してもなお、学業成績と関連することが報告されている (Aarnoudse-Moens, Weisglas-Kuperus, Duivenvoorden, van Goudoever, & Oosterlaan, 2013)。したがって、超・極早産児及び超・極低出生体重児に対する学習支援の視点の一つとして実行機能に着目することが有効であると考えられる。

超・極早産児及び超・極低出生体重児における発達の個人差の大きさを考慮することも重要である。Woodward et al.(2009)の研究において、運動、知的機能、言語、行動のいずれにおいても困難を示さない超・極早産児が40%もいることが報告されている。さらに、Mangin et al. (2017)の研究において、IQが著しく低い極早産児がいる一方で正期産児と差がない極早産児も少なくないことが報告されている。超・極早産児及び超・極低出生体重児の実行機能の発達には、生物学的な要因だけでなく、社会経済的背景や養育などの社会的要因も関連することが指摘されていることから (Camerota, Willoughby, Cox, Greenberg, & the Family Life Project Investigators, 2015; Mangin et al., 2017), それらの相互作用を含めた複雑な発達の様相を解明することが、超・極早産児及び超・極低出生体重児の特別な教育的ニーズに対応するために重要である。

引用文献

Aarnoudse-Moens, C. S. H., Weisglas-Kuperus, N., Duivenvoorden, H. J., van Goudoever, J. B., & Oosterlaan, J. (2013). Executive function and IQ predict mathematical and attention problems in very preterm children. *PLoS ONE*, 8, e55994.

Aarnoudse-Moens, C. S. H., Weisglas-Kuperus, N., van Goudoever, J. B., & Oosterlaan, J. (2009). Meta-analysis of neurobehavioral outcomes in very preterm and/or very low birth weight children. *Pediatrics*, 124, 717-728.

Anderson, P. J., De Luca, C. R., Hutchinson, E., Spencer-Smith, M. M., Roberts, G., Doyle, L. W., & Victorian Infant Collaborative Study Group. (2011). Attention problems in a representative sample of extremely preterm/extremely low birth weight children. *Developmental Neuropsychology*, 36,

57-73.

Ardila, A. (2008). On the evolutionary origins of executive functions. *Brain and Cognition*, 68, 92-99.

Ball, G., Boardman, J. P., Aljabar, P., Pandit, A., Arichi, T., Merchant, N., Rueckert, D., Edwards, A. D., & Counsell, S. J. (2013). The influence of preterm birth on the developing thalamocortical connectome. *Cortex*, 49, 1711-1721.

Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29, 180-200.

Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21, 327-336.

Brydges, C. R., Landes, J. K., Reid, C. L., Campbell, C., French, N., & Anderson, M. (2018). Cognitive outcomes in children and adolescents born very preterm: A meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 60, 452-468.

Burnett, A. C., Anderson, P. J., Lee, K. J., Roberts, G., Doyle, L. W., Cheong, J. L., & Victorian Infant Collaborative Study Group. (2018). Trends in executive functioning in extremely preterm children across 3 birth eras. *Pediatrics*, 141, e20171958.

Camerota, M., Willoughby, M. T., Cox, M., Greenberg, M. T., & Family Life Project Investigators. (2015). Executive function in low birth weight preschoolers: The moderating effect of parenting. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 43, 1551-1562.

Clark, C. A., & Woodward, L. J. (2010). Neonatal cerebral abnormalities and later verbal and visuospatial working memory abilities of children born very preterm. *Developmental Neuropsychology*, 35, 622-642.

Department of Education and Science (DES). (1978). Special Educational Needs: A Report of the Committee of Enquiry into the Education of Handicapped Children and Young People. London: HMSO.

Everts, R., Schöne, C. G., Mürner-Lavanchy, I., & Steinlin, M. (2019). Development of executive functions from childhood to adolescence in very preterm-born individuals: A longitudinal study. *Early Human Development*, 129, 45-51.

Franz, A. P., Bolat, G. U., Bolat, H., Matijasevich, A., Santos, I. S., Silveira, R. C., Procianny, R. S., Rohde, L. A., & Moreira-Maia, C. R. (2018). Attention-deficit/hyperactivity disorder and very preterm/very low birth weight: A meta-analysis. *Pediatrics*, 141, e20171645.

Gerst, E. H., Cirino, P. T., Fletcher, J. M., & Yoshida, H. (2017). Cognitive and behavioral rating measures of executive function as predictors of academic outcomes in children. *Child Neuropsychology*, 23, 381-407.

Hutchinson, E. A., De Luca, C. R., Doyle, L. W., Roberts, G., Anderson, P. J., & Victorian Infant Collaborative Study

- Group. (2013). School-age outcomes of extremely preterm or extremely low birth weight children. *Pediatrics*, 131, e1053-e1061.
- 池田吉史. (2013). 発達障害及び知的障害と実行機能. *SNEジャーナル*, 19, 21-36.
- 池田吉史. (2018). 知的障害の子どもの自己制御の支援. 森口佑介 (編著), 自己制御の発達と支援. 金子書房, 66-77.
- 池田吉史. (2019). 特別な教育的ニーズのある子どもの実行機能：母国語や貧困等の問題との関連. 上越教育大学特別支援教育実践研究センター紀要, 25, 1-5.
- Josev, E. K., & Anderson, P. J. (2018). Executive dysfunction in very preterm children and associated brain pathology. In S. Wiebe, J. Karbach (Eds.), *Executive Function: Development Across the Life Span* (pp. 217-232). New York: Routledge.
- 河合康. (2007). イギリスにおけるインテグレーション及びインクルージョンをめぐる施策の展開. 上越教育大学研究紀要, 26, 381-397.
- 厚生労働省 (2019) 平成29年人口動態統計.
- Mangin, K. S., Horwood, L. J., & Woodward, L. J. (2017). Cognitive development trajectories of very preterm and typically developing children. *Child Development*, 88, 282-298.
- Mulder, H., Pitchford, N. J., Hagger, M. S., & Marlow, N. (2009). Development of executive function and attention in preterm children: A systematic review. *Developmental Neuropsychology*, 34, 393-421.
- Mulder, H., Pitchford, N. J., & Marlow, N. (2010). Processing speed and working memory underlie academic attainment in very preterm children. *Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition*, 95, F267-F272.
- Mulder, H., Pitchford, N. J., & Marlow, N. (2011). Processing speed mediates executive function difficulties in very preterm children in middle childhood. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17, 445-454.
- Murray, A. L., Scratch, S. E., Thompson, D. K., Inder, T. E., Doyle, L. W., Anderson, J. F., & Anderson, P. J. (2014). Neonatal brain pathology predicts adverse attention and processing speed outcomes in very preterm and/or very low birth weight children. *Neuropsychology*, 28, 552-562.
- Nosarti, C., Giouroukou, E., Micali, N., Rifkin, L., Morris, R. G., & Murray, R. M. (2007). Impaired executive functioning in young adults born very preterm. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13, 571-581.
- Peterson, E., & Welsh, M. C. (2014). The development of hot and cool executive functions in childhood and adolescence: Are we getting warmer?. In J. A. Goldstein, S., Naglieri (Eds.), *Handbook of Executive Functioning* (pp.45-65). New York: Springer.
- 佐藤拓代. (2012). 低出生体重児保健指導マニュアル. <https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kodomo/kodomo_kosodate/boshi-hoken/dl/kenkou-0314c.pdf> (2020年2月1日)
- Soria-Pastor, S., Gimenez, M., Narberhaus, A., Falcon, C., Botet, F., Bargallo, N., Mercader, J. M., & Junque, C. (2008). Patterns of cerebral white matter damage and cognitive impairment in adolescents born very preterm. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 26, 647-654.
- Stålnacke, J., Lundequist, A., Böhm, B., Forssberg, H., & Smedler, A. C. (2019). A longitudinal model of executive function development from birth through adolescence in children born very or extremely preterm. *Child Neuropsychology*, 25, 318-335.
- 田坂裕子. (2019). 極低出生体重児における発達予後に関する諸研究. 立教女学院短期大学紀要, 50, 105-114.
- Taylor, H. G., Espy, K. A., & Anderson, P. J. (2009). Mathematics deficiencies in children with very low birth weight or very preterm birth. *Developmental Disabilities Research Reviews*, 15, 52-59.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (1994). The Salamanca Statement and Framework for Action. Paris: UNESCO.
- van Houdt, C. A., Oosterlaan, J., van Wassenaeer-Leemhuis, A. G., van Kaam, A. H., & Aarnoudse-Moens, C. S. (2019). Executive function deficits in children born preterm or at low birthweight: A meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 61, 1015-1024.
- Volpe, J. J. (2009). Brain injury in premature infants: a complex amalgam of destructive and developmental disturbances. *The Lancet Neurology*, 8, 110-124.
- Woodward, L. J., Clark, C. A., Pritchard, V. E., Anderson, P. J., & Inder, T. E. (2011). Neonatal white matter abnormalities predict global executive function impairment in children born very preterm. *Developmental Neuropsychology*, 36, 22-41.
- Woodward, L. J., Moor, S., Hood, K. M., Champion, P. R., Foster-Cohen, S., Inder, T. E., & Austin, N. C. (2009). Very preterm children show impairments across multiple neurodevelopmental domains by age 4 years. *Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition*, 94, 339-344.

表1 出生児の分類

カテゴリ	基準	名称
出生体重	4000g以上	高出生体重児 high birth weight infant
	2500g以上 4000g未満	正出生体重児 normal birth weight infant
	2500g未満	低出生体重児 low birth weight (LBW) infant
	1500g未満	極低出生体重児 very low birth weight (VLBW) infant
	1000g未満	超低出生体重児 extremely low birth weight (ELBW) infant
在胎週数	42週以上	過期産児 post-term infant
	37週以上 42週未満	正期産児 full-term infant
	37週未満	早産児 preterm infant
	34週以上 37週未満	後期早産児 late preterm infant
	32週未満	極早産児 very preterm infant
	28週未満	超早産児 extremely preterm infant
在胎週数 に応じた 身体の大きさ	身体も体重も 90%タイル以上	large for gestational age (LGA) infant or large for dates (LFD) infant
	身体も体重も 10%タイル以上 90%タイル未満	appropriate for gestational age (AGA) infant or appropriate for dates (AFD) infant
	身体も体重も 10%タイル未満	small for gestational age (SGA) infant or small for dates (SFD) infant

佐藤 (2012) を参考に作成