

論文

子どもの大脳性視覚障害と教育実践的支援における諸課題

大庭重治*・池田吉史*・八島 猛*・葉石光 一**

視覚障害が生じる背景には、眼球から後頭葉の1次視覚野に至る情報伝達経路における視路障害と、大脳皮質内の主として認知機能に関わる高次な情報処理過程における障害がある。後者の脳機能に関連した視覚障害は、言語機能や運動機能の障害と重複する場合が多い。また、発達期にある子どもでは、発達由来の視覚機能の獲得と共に、脳の可塑性による機能回復の可能性も高く、その障害像は複雑な様相を呈する。そこで、本研究では、視覚情報処理システムと関連させて視覚障害の様相を概観するとともに、大脳皮質の損傷に伴って観察される子どもの視覚障害の状態像を整理することにより、今後の教育実践における検討課題を探った。

キー・ワード：大脳性視覚障害, 背側経路, 腹側経路, 教育実践的支援

1. はじめに

2014年1月にわが国において障害者権利条約が批准された。この条約の第1条目的の中で、「障害者」という言葉の説明がなされている。その記述と国際生活機能分類ICF(WHO, 2001)の考え方を参考にすると、「視覚障害者」とは、「制限された視覚情報を利用する必要性、あるいは視覚以外の情報源を利用する必要性が認められる状況が長期的に継続しているにもかかわらず、その必要性に応じた環境が準備されず、他の者との平等を基礎として社会に完全かつ効果的に参加することを妨げ得るものを有する者」と理解することができる。

このような視覚障害の状況が発生する背景には、まず眼球から1次視覚野に至る視覚情報伝達経路の発達異常や生後の損傷がある。その中には、眼球における多様な眼疾患や伝達経路に影響を与える外傷や脳疾患が含まれ、視力や視野をはじめとする様々な視機能の障害が観察される。また、1次視覚野を出た情報は、大脳皮質において他の感覚情報と統合され、発話や動作を含む高次な活動に活用される。しかしながら、人間の高次な活動の基礎となる視覚情報処理過程の障害に関する研究はまだ未熟な段階に留まっている。特に、発達期にある子どもの障害像とその予後に関するデータの蓄積は極めて不十分であり(Lam, Lovett, & Dutton, 2010), 教育的実践における支援の手がかりが不足している。

そこで、本論では、まず視覚情報処理システムを概観し、そのシステムと関連する視覚障害の様相を整理するとともに、特に大脳皮質における処理段階に観察される子どもの視覚障害の状態像を合わせて整理し、大脳性視覚障害(Cerebral Visual Impairment: CVI)児に対する今後の教育実践的支援における課題を探る。

2. 視覚系と視覚機能

眼球に取り込まれた視覚刺激は、網膜上の視細胞において

信号変換された後、双極細胞(第1ニューロン)、神経節細胞(第2ニューロン)を経て外側膝状体に達する。その後、視放線(第3ニューロン)を経て、大脳皮質後頭葉鳥距溝周囲にある1次視覚野(V1, ブロードマンの17野)に到達する。このような眼球から1次視覚野に至る視覚情報の伝達経路は視路と呼ばれている(所・吉田・谷原, 2009)。

また、1次視覚野を出た情報は、Fig.1に示すように、視覚前野を経て頭頂葉後部皮質に向かう背側経路(dorsal pathway)と、視覚前野を経て下部側頭葉皮質に向かう腹側経路(ventral pathway)に分かれる。アカゲザルを被験体とした研究により、前者の背側経路は空間的位置情報を処理する空間視機能を担い、腹側経路は対象の形態認知に関する情報を処理する対象視機能を担っていることがまず明らかにされた(Ungerleider & Mishkin, 1982)。また、Goodale, Meenan, Bühlhoff, Nicolle, Murphy, and Racicot(1994)は、脳の損傷領域が異なる2症例の対象の形態弁別と手による対象把握の様子を比較し、背側経路は熟練行為の遂行に必要な視覚性制御を担うのに対し、腹側経路は対象の形態認知機能を担っていることを明らかにした。

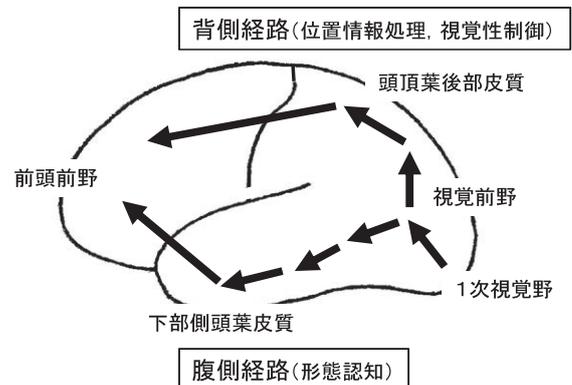


Fig.1 大脳皮質における2つの視覚系 (八木, 2006を元に作成)

* 上越教育大学大学院学校教育研究科

** 埼玉大学教育学部

その後、背側経路は後頭葉から頭頂葉を介し、前頭葉にまで至る経路の存在が示された。このような経路の存在により、視覚情報は他の感覚情報と統合され、視空間の中から注意を払うべき対象の選択に利用される。また、その対象に対して視線を向け、操作に必要な指の形を形成しつつ物に手を伸ばすという行動に関与する。一方、側頭葉に向かう腹側経路は、蓄積された記憶と統合され、顔や物の形などの視覚認知、空間移動におけるナビゲーション、学習内容に関わる視覚的記憶を可能にしている (Dutton & Jacobson, 2001)。現在では、これらふたつの経路において、さらに1次視覚野から前頭前野に至る経路の存在が示唆されている (八木, 2006)。これにより、視覚情報は前頭前野におけるワーキングメモリ機能にも関与することができると考えられる。

このように、視覚機能は視覚系と呼ばれる一連の情報処理システムから成り立っているため、そのシステムのどこかに不都合が生じると関連する処理が適切に行われなくなり、様々な障害状況が生み出されることになる。たとえば、網膜上の位置と視覚野の位置は厳密に対応しているため、1次視覚野までの経路の一部に障害が生じると、その部位によって特徴的な視野欠損が生じる (真島, 1991; 所ら, 2009)。また、1次視覚野から背側経路や腹側経路を介して伝達された情報は連合野においてより高度な処理がなされ、視覚情報の内容理解とともに、発話や動作の実行を保障するための基礎情報として利用されるため、大脳皮質に影響を与える脳損傷によりその情報伝達が断たれた場合には、行為のレベルにおける困難さが顕在化することになる。

Jan and Groenvelde (1993) は、視覚障害の診断の際の手がかりを提示するために、長期にわたる視覚障害児の観察結果に基づいて、視路障害とCVIにみられるそれぞれの特徴の違いを列挙した。その一覧をTable 1に示す。これらの比較からも明らかのように、同じ視覚障害であっても両者の特徴は大きく異なっている。特に、CVIの場合には、眼科検査所見には問題が見られず、しかも外見上は視覚障害としての特徴をみてとれないことから、眼科領域だけではその診断が困難な場合がある。このため、子どもにおけるCVIの状態像の解明は現在まだその途上にあると言われている (Lam, et al. 2010)。そこで、従来の文献を手がかりにして、発達期にあるCVIの原因を整理するとともに、背側経路や腹側経路における脳損傷に伴う障害像を確認し、各経路に関連する機能状態の評価方法やその発達を促す支援課題に関する手がかりを探ることとする。

3. 子どものCVIとその予後

子どもにおけるCVIの割合は、約1,800名の視覚障害児を対象としたGroenvelde, Jan, and Leader (1990) の研究によると約6.8%であると言われている。しかしながら、Grönqvist, Flodmark, Tornqvist, Edlund, and Hellström (2001) の視覚障害児45名を対象としたその後の詳細な研究では、視路障害だけを観察した視覚障害児は26%であり、それ以外の視覚障害児では、大脳に形態学的あるいは機能的な何らかの異常がみられたと報告している。すなわち、診断技術の向上により、次第にCVIの存在が浮き彫りにされてきた可能性がある。

CVIの原因として、Groenvelde, et al. (1990) は、仮死 (46%) が最も多く、次いで発達の欠陥 (16%)、外傷 (11%)、中枢神経系の感染 (10%)、シャント手術の失敗 (6%) などあげている。また、Huo, Burden, Hoyt, and Good (1999) は、原因として周産期低酸素症 (22.4%)、脳血管障害 (14.1%)、髄膜炎/脳炎 (12.4%)、後天性低酸素症 (10.0%)、水頭症 (9.4%)、未熟児 (7.7%)、頭蓋内嚢胞 (5.3%)、頭部外傷 (4.1%)、発作 (4.1%)、先天性小頭症 (2.9%)、脳腫瘍 (2.4%)、子宮内薬物暴露 (1.8%) を指摘した。

このように、CVIの主な原因として低酸素症や頭部外傷があるが、それと並んで脳血管障害が比較的大きな割合を占めている。脳血管障害は一般に脳卒中とも呼ばれ、その代表的な疾患として、脳出血、脳梗塞、くも膜下出血などがある。子どもの脳血管疾患では、脳出血と脳梗塞が多い (Menkes, 1995)。その傾向には時期的特徴がみられる。新生児期では頭蓋内出血が大部分を占め、乳幼児期では脳梗塞が多くなり、さらに学童期以降になると再び頭蓋内出血が増加する傾向がある (今泉・大澤, 2001)。ただし、小児の脳血管障害そのものは13.0人/10万人/年と言われており (Santos, Sarnet, & Roach, 2006)、その頻度は必ずしも多いわけではない。

子どもの脳出血の主な原因は、先天性血管奇形、血管病変、外傷、血液疾患、凝固異常などであり、また、脳梗塞の主な原因は、血液疾患、先天性凝固亢進状態、後天性凝固亢進状態、代謝異常、血管炎、全身性血管疾患、血管病変、血管攣縮、外傷、先天性心疾患、後天性心疾患、外傷などである (山中, 2008)。その原因は極めて多様であるが、小児の場合には原因が不明であることも多く (今泉・大澤, 2001; 西口・飯地・志田・樋口・安原・坂上・森本・高橋, 2003)、小児の脳血管障害は成人の障害とは様相が異なっている。脳梗塞の予後は、基礎疾患と閉塞部位により大きく左右され、心臓疾患、血管形成

Table 1 視路障害と大脳性視覚障害に観察される特徴の違い (Jan & Groenvelde, 1993)

特徴	視路障害	大脳性視覚障害
眼科検査所見	通常は異常	正常
視機能	一定	大きく変動
視覚的注意のスパン	通常は正常	著しく短い
持続性の眼振	先天及び早期発症者にあり	なし
不十分な協調眼球運動	先天及び早期発症者に問題あり	通常は正常
水平方向への急速な頭の揺れ	時々あり	なし
衝動的な光凝視	まれ	一般的
光感受性	眼球の障害による	1/3にあり
目押し行動	特に先天性網膜障害	なし
接近視	一般的、拡大視のため	一般的、拡大視や読み分け困難の軽減のため
色彩知覚	眼球の障害による	保存
外見	視覚障害があるようにみえる	視覚障害があるようにはみえない
周辺視野障害	時々	ほぼ常時
他の神経学的障害	かなり一般的	ほぼ常時

異常、代謝異常などの基礎疾患があるもの、梗塞の繰り返しによる多巣性のもの、新生児仮死によるものは予後が不良であると言われている（今泉・大澤, 2001）。

しかしながら、小児の脳血管障害の特徴として、側副血行（血液循環を維持するために新たに形成される血管の迂回路）の形成可能性が優れていることや、脳血管障害が片側性の場合には、反対側の脳が代償的に働き、良好な予後を示すことがあることが指摘されている（今泉・大澤, 2001）。たとえば、大脳動脈に関連する脳梗塞では、両眼における同側の視野の半分が欠損する同名半盲が観察されることが知られている（山本・武山・田中・河西・井出・神保, 1987；今泉・大澤, 2001；西口ら, 2003など）。ところが、7歳児に当初観察された左上1/4同名半盲が約1年後には軽減していた事例（翁長・仲宗根・宮城・久田, 1999）や、12歳時の右同名半盲が半月後には右上1/4盲に改善された事例（西口ら, 2003）が報告されており、小児においては脳の可塑性による視機能の回復が期待できる。

このように、子どもにおいて観察される背側経路や腹側経路における機能障害の様相は成人のそれとは異なる可能性が示されている。そこで、子どもを対象とした研究成果に基づき、CVIに関連して観察される障害の状況を次に概観する。

4. 子どものCVIと障害状況

子どもでは、腹側経路の障害に比べて背側経路の障害が多い傾向にあると言われており（Dutton, 2009）、またその背側経路の障害の原因としては、脳室周囲白質軟化症（PVL）に伴う障害が多いとされている（Jacobson & Dutton, 2000；Fazzi, Bova, Uggetti, Signorini, Bianchi, Maraucci, Zoppello, & Lanzi, 2004）。

ただし、いずれにしても大脳における脳血管障害等に伴い、背側経路や腹側経路に関連する視覚機能に様々な障害が発生することは明らかである。このようなCVIの状況については、Duttonらの一連の研究が多様な側面から指摘している（Dutton & Jacobson, 2001；Dutton, 2003；Dutton, 2009；Lam, et al., 2010）。これらの研究では、Table 2に示したような各経路の障害に伴って予想される困難な状況とその具体的な生活場面

が示されている。

背側経路の損傷は、同時的な知覚処理、3次元空間における運動、運動の知覚に困難をもたらすため、複雑な視覚背景から特定の情報を抽出できなくなったり、視覚情報に基づく正確な運動ができなくなったり、動きのある対象の把握ができなくなったりする。一方、腹側経路の損傷は、相貌認知、表情を表す言葉の理解、形の理解、色名の呼称、読み、空間定位、視覚的記憶などに困難をもたらすと言われている。これらの困難は、子どもの日常生活のあらゆる側面に表れるため、支援者は具体的にどのような場面においてその困難な状況が生じやすいかを知っておく必要がある。CVIでは高次な視覚認知機能が障害されるため、学習が困難な状況が生じた場合には、単に視路障害だけに注目することがないように支援者は配慮しなければならない。

また、CVI児では、他の神経学的な障害を伴うことが多いことも知られている。Groenvelde, et al. (1990) は、123名のCVI児のうちの122名（99.2%）に何らかの神経学的障害を観察し、しかもその大多数の子どもが重複障害児であったことを報告している。具体的には、知的障害、脳性まひ、てんかん、水頭症、難聴が、この順番で多く観察された。Huo, et al. (1999) も170名のCVI児のうちの128名（75.3%）に神経学的障害があったことを報告している。その内容は、発作、脳性まひが多く、それ以外に難聴、第7脳神経（顔面神経）まひ、発達退行などであった。さらに、これらの障害のうち、脳性まひが合わせて観察される場合には、コミュニケーションや運動領域における問題により視覚認知的な問題が見落とされる可能性があることから（Dutton & Jacobson, 2001）、学習支援においては高次認知機能の状態把握に対する配慮が特に必要となる。

5. 子どものCVIに対する教育実践的支援

子どもでは背側経路に関連する障害は腹側経路に関連する障害よりも頻繁に観察され、しかも、通常腹側経路の障害は背側経路の障害に付随して観察される（Dutton, 2009）。また、背側経路の障害状況は、視力や視野の状態や、脳性まひに関連する運動障害の程度とも関連して形成される。このため、子ども

Table 2 背側経路または腹側経路の障害に伴って予想される困難な状況とその場面（Dutton, 2003を元に作成、一部省略）

背側経路の障害に伴う困難	腹側経路の障害に伴う困難
<ul style="list-style-type: none"> ・同時的な知覚処理 離れた所にある対象を指さされても、それを見つけない。 人混みの中から、特定の人物（母親）などを見つけ出せない。 混雑したお店で買い物ができない。 多くの玩具が入ったおもちゃ箱から特定の玩具を取り出せない。 チームで行うスポーツに参加できない。 ・3次元空間における運動 床に落ちている物を踏んでしまう。 凹凸した地面を歩くことが難しい。 縁石に合わせて的確に足を出せない。 カーペットと床の境目に戸惑う。 階段の昇降に戸惑う。 物を掴む際に距離の目測を誤る。 ・運動の知覚 動きが激しい映画やテレビを見ることができない。 動いている物を見ることができない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・相貌認知 知っている人でも、話し始めるまで誰か分からない。 知らない人を知っている人だと思ってしまう。 ・表情を表す言葉の理解 笑顔と困惑の違いを説明できない。 ・形の理解 車を色では区別できても、形では区別できない。 ・色名の呼称 色のマッチングはできても、色名を言えない。 ・読み 読みの学習ができない。 ・空間定位 すぐに迷子になる。 ・視覚的な記憶 写し書きができない。

のCVIに対する教育実践的な支援内容を策定する際には、視路の機能状態と高次な認知機能の状態に対する総合的な配慮が求められる。

Dutton (2009) は、具体的な生活場面を取りあげ、障害状況に応じた支援のアウトラインを示している。その概要をTable 3に示す。背側経路の障害では、背景にある刺激が認知における妨害情報となりやすいため、できる限りそれらの妨害刺激を排除するための配慮が必要となる。それは、読みを必要とする学習場面を始め、日常の生活場面や外出した際の屋外の空間においても同様である。その配慮を実現するためには、視覚的に静かな環境や開放的な空間を準備し、個別的に対応することが求められる (Dutton, 2003)。また、3次元空間において運動をコントロールする際にも同様の配慮が必要となる。手を伸ばして物を掴んだり、安全な歩行を行うためには、触情報を利用したり、補助具を使用したりすることが必要であり、そのためのトレーニングの機会が準備されなければならない。一方、腹側経路の障害では、顔を見た時の人の弁別や表情の読み取りが困難になるため、他者とのコミュニケーションに支障を来す可能性がある。特に子どもの場合には、学習場面において多くの子どもたちに接したり、異なる支援者と共に行動したりする必要性が高いため、活動を共にする際にCVI児が不安を抱くことがないように、かかわりを持つ人間が適宜補足的な情報を提供することが必要である。なお、背側経路と腹側経路の障害が重複して観察される場合が多いことや、他の神経学的な障害を伴うことが多いこと、また認知機能の発達のな変化の可能性などなどを考慮すれば、個々の子どもの配慮内容を常に見直すことも必要である。

6. おわりに

本論の目的は、子どものCVIに関する従来の知見を概観し、今後の教育実践において検討が期待される諸課題を探ることであった。

特別支援教育の流れの中で、視覚障害児の教育支援におけるニーズを把握するためには、まず学習に関連する個々の発達特性をできる限り詳細に把握する必要がある。しかしながら、視

覚障害児の中でもCVIに関する研究はまだ歴史が浅く (Lam, et al., 2010)、それは小児神経学の領域のみならず、特別支援教育の領域においても同様である。その大きな理由のひとつは、CVIが大腦皮質の連合野が関与する高次心理機能の障害と関連しており、障害像が極めて複雑なためである。教育実践においては、CVIに関わる背側経路及び腹側経路の機能状態を、PASSモデル (Das, Naglieri, & Kirby, 1994) に代表されるような情報処理モデルと関連させながら把握していく必要がある。また、CVIでは言語や運動などの障害が重複するケースが多く (Groenvelde, et al., 1990; Huo, et al., 1999)、発達の全体像を理解するためには、多面的な診断、評価が必要となる。特に、発達段階に応じてその状態像の変化を把握するためには、発達理論に基づく体系的な評価課題の策定が期待される。特に、低年齢の子どもや知的障害を伴う子どもにも対応可能な日常生活における視覚処理機能を評価できる方法の開発が求められている (Boot, Pel, van der Steen, & Evenhuis, 2010)。そのような評価方法の確立は、今後のCVI児の効果的な支援方法を策定していくためには欠かすことのできない検討課題である。

また、CVI児に関わる支援者は、CVIは視路障害とは異なり、時間に伴う機能の変化が期待できることにも注意を払わなくてはならない。眼球から1次視覚野に至る視路障害では、視力や視野を中心とした視機能の大きな改善は期待できない。しかしながら、6年あまりに渡って96名という多くのCVI児の視機能の状態を追跡したHuo, et al. (1999) の研究において、60.4%の子どもに認知機能も含めた視機能レベルの向上が観察されたことが報告されているように、CVIでは脳の発達や可塑性に基づく機能の変化を期待することができる。このことは、CVI児の学習過程においては、常に視機能の状態変化を考慮した支援プログラムの策定が必要であることを示している。ただし、6年間に渡ってCVI事例を追跡したLam, et al. (2010) の研究では、CVIの主要な原因のひとつである脳室周囲白質軟化症の場合には、皮質の広範囲に影響が及ぶ可能性が高いこととも関連して、1次視覚野損傷児に比べて視機能の改善が得られにくいという指摘もなされており、CVIの原因を明確に把握しておくことは重要である。

Table 3 背側経路または腹側経路の障害に応じた支援のアウトライン (Dutton, 2009を元に作成、一部省略)

背側経路障害の場合	腹側経路障害の場合
<ul style="list-style-type: none"> 複雑な視覚環境に関連する配慮内容 <ul style="list-style-type: none"> 無地のベッドカバーや絨毯を使用する。 玩具は一列に並べて混在させない。 服は仕切を着けて混在させない。 離れた物を見る時には、接近視を可能にし、背景は単純にしておく。 また、カメラの画面を一緒に活用する。 人混みの中で人を探さなければならない時は、明るい色の服を着て、手を振ったり言葉をかけてもらったりする。 混雑した場所で迷子になった時のために、ランドマークの探し方や思い出し方を学ぶ。 混雑した場所での対応として、パーティーには早く着くようにしたり、買い物は混雑した時間を避ける。 文章の読み取り場面では、文字は拡大して字間をあける。周りにある文字を覆う。遠視矯正用の眼鏡を装着する。ルーペを使用する。 視覚による運動コントロールに関連する配慮内容 <ul style="list-style-type: none"> 物を掴む場合には、別の方の手で触って誘導する。 遠くまで手を伸ばして、かき寄せる。 凸凹した地面を歩く時には、おもちゃのベビーカーを使用したり、伴者の服を掴ませる。 2つのことを同時に行う際の配慮内容 <ul style="list-style-type: none"> 歩いている時は、会話を控える。 行動時に気が散らないように、静粛を保ち、活動を限定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 認知に関連する配慮内容 <ul style="list-style-type: none"> 周りの人は自分の名前を告げたり、誰かが分かりやすい服を着る。 気持ちを言葉で伝える。 物を手で触って理解するための練習をする。 空間の移動 <ul style="list-style-type: none"> ドアを色で区別する。 床に足跡を付けて、辿れるようにする。 屋外では、経路を歌や詩で表現する。

以上のように、CVI児に対する教育実践は、数値では簡単に表すことのできないQOLの改善をもたらす可能性を秘めている (Lam, et al., 2010)。CVIの状態像は多様であるものの、CVI児の視覚システムに関与する脳の可塑性が長期に渡って保障されていることは明らかであり、また、早期からの発達支援の効果は明白である (Sonksen, Petrie, & Drew, 1991)。CVI児の学習にとって決定的に重要なことは、生活する環境、そしてそこでの経験であり、学習や脳の可塑性を促すために、誰と、いかなる経験を積み重ねるかである (Bavelier, Green, & Dye, 2009)。

付 記

本研究の一部は平成26年度日本学術振興会科学研究費 (基盤研究 (B), 課題番号25285259, 研究代表者葉石光一) の助成を受けた。

文 献

- Bavelier, D., Green, C.S., & Dye, M., (2009) Exercising your brain: Training-related brain plasticity. In: M.S. Gazzaniga (Ed.) *The cognitive neurosciences. 4th ed.* MIT Press: MA, pp.153-164.
- Boot, F.H., Pel, J.J.M. van der Steen, J. & Evenhuis, H.M. (2010) Cerebral visual impairment: Which perceptive visual dysfunctions can be expected in children with brain damage? A systematic review. *Research in Developmental Disabilities*, 31, 1149-1159.
- Das, J.P., Naglieri, J.A., & Kirby, J.R. (1994) *Assessment of Cognitive Processes: The PASS Theory of Intelligence.* Allyn and Bacon : MA.
- Dutton, G.N. (2003) Cognitive vision, its disorders and differential diagnosis in adults and children: Knowing where and what things are. *Eye*, 17, 289-304.
- Dutton, G.N. (2009) 'Dorsal stream dysfunction' and 'dorsal stream dysfunction plus': A potential classification for perceptual visual impairment in the context of cerebral visual impairment? *Developmental Medicine & Child Neurology*, 51, 168-172.
- Dutton, G.N., & Jacobson, L.K. (2001) Cerebral visual impairment in children. *Seminars in Neonatology*, 6, 477-485.
- Fazzi, E., Bova, S.M., Uggetti, C., Signorini, S.G., Bianchi, P. E., Maraucci, I., Zoppello, M., & Lanzi, G. (2004) Visual-perceptual impairment in children with periventricular leukomalacia. *Brain & Development*, 26, 506-512.
- Goodale, M.A., Meenan, J.P., Bühlhoff, H.H., Nicolle, D.A., Murphy, K.J., & Racicot, C. I. (1994) Separate neural pathways for the visual analysis of object shape in perception and prehension. *Current Biology*, 4, 604-610.
- Groenvelde, M., Jan, J.E., & Leader, P. (1990) Observations on the habilitation of children with cortical visual impairment. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 84, 11-15.
- Grönqvist, S., Flodmark, O., Tornqvist, K., Edlund, G., & Hellström, A. (2001) Association between visual impairment and functional and morphological cerebral abnormalities in full-term children. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*, 79, 140-146.
- Huo, R.H., Burden, S.K., Hoyt, C.S., & Good, W.V. (1999) Chronic cortical visual impairment in children: Aetiology, prognosis, and associated neurological deficits. *British Journal of Ophthalmology*, 83, 670-675.
- 今泉友一・大澤真木子 (2001) 小児にみられる脳卒中とは。 *からだの科学*, 216, 87-92.
- Jacobson, L.K., & Dutton, G.N. (2000) Periventricular leukomalacia: An Important cause of visual and ocular motility dysfunction in children. *Survey of Ophthalmology*, 45, 1-13.
- Jan, J.E. & Groenvelde, M. (1993) Visual behaviors and adaptations associated with cortical and ocular impairment in children. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 87, 101-105.
- Lam, F.C., Lovett, F., & Dutton, G.N. (2010) Cerebral visual impairment in children: A longitudinal case study of functional outcomes beyond the visual acuities. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 104, 625-635.
- 真島英信 (1991) 生理学 改訂4版. 金芳堂.
- Menkes, J.H. (1995) Cerebrovascular Disorders. In: *Textbook of Child Neurology.* Williams & Wilkins: MD, pp.702-724.
- 西口将之・飯地理・志田泰明・樋口万緑・安原肇・坂上哲也・森本広之・高橋俊夫 (2003) 同名半盲, 純粋失読を呈した小児脳梗塞の1例. *小児科*, 44, 2009-2013.
- 翁長晃・仲宗根一彦・宮城裕之・久田均 (1999) 左小脳, 右大脳後頭葉に梗塞像と同名半盲を呈した片頭痛関連脳梗塞の6歳男児例. *小児科臨床*, 52, 1037-1042.
- Santos, C.C., Sarnet, H.B., & Roach, E.S. (2006) Cerebrovascular Disorders. In: J.H. Menkes, H.B. Sarnet, & B.L. Maria (Eds.) *Child Neurology.* LWW: MD.
- Sonksen, P.M., Petrie, A., & Drew, K.J. (1991) Promotion of visual development of severely visually impaired babies: Evaluation of a developmentally based programme. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 33, 320-335.
- 所敬・吉田晃敏・谷原秀信 (編) 2009 現代の眼科学 改訂第11版. 金原出版.
- Ungerleider, L. G., & Mishkin, M. (1982) Two cortical visual systems. In: D. J. Ingle, M. A. Goodale, & R. J. W. Mansfield (Eds.) *Analysis of Visual Behavior.* MIT Press: MA, pp.549-586.
- WHO (2001) *International Classification of Functioning, Disability and Health: ICF.* Geneva.
- 八木文雄 (2006) 神経心理学. 放送大学教育振興会.
- 山本昌昭・武山英美・田中典子・河西徹・井出光信・神保実 (1987) 小児脳梗塞症の4例. *小児の脳神経*, 12, 271-278.
- 山中康成 (2008) 脳出血・脳梗塞. 加我牧子・稲垣真澄 (編) 小児神経学. 診断と治療社, pp.292-300.