

■シンポジウム

発達性読み書き障害 — 神経心理学的および認知神経心理学的分析 —

宇 野 彰* 金 子 真 人* 春 原 則 子*
松 田 博 史** 加 藤 元 一 郎*** 笠 原 麻 里****

要旨：発達性読み書き障害について神経心理学的および認知神経心理学的検討を行った。はじめに、読み書き検査を作成し健常児童の基準値を算出した。次に、検査結果に基づいて22名の発達性読み書き障害児を抽出し対象者とした。7～12歳までの男児20名と女児2名である。WISC-III、もしくはWISC-Rでの平均IQは103.0、言語性IQ103.1、動作性IQ102.4であった。パトリック法によるSPECTでは、左側頭頭頂葉領域で右の同部位に比べて10%以上の局所脳血流量の低下が認められた。音韻情報処理過程と視覚情報処理過程に関する検査を実施した結果、双方の処理過程に問題が認められた児童が多かった。以上より、発達性読み書き障害は局所大脳機能低下を背景とする高次神経機能障害であると思われ、音韻情報処理過程の障害だけでなく、少なくとも視覚情報処理過程にも障害を有することが多いと思われた。(失語症研究22(2):130～136, 2002)

Key Words : 発達性読み書き障害, 局所脳血流, 音韻認識能力, 音韻情報処理過程, 視覚情報処理過程
developmental dyslexia, regional cerebral blood flow (rCBF), phonological awareness, phonological information processing, visual information processing

はじめに

発達性読み書き障害は欧米では developmental dyslexia と呼ばれている。ADHD (注意・欠陥多動性障害) や dyspraxia (発達性失行) を伴うことが多いがそれらとは異なる障害である。直訳すると発達性失読だが、実際には読みの障害だけでなく書字の障害を伴うため、ここでは発達性読み書き障害と呼ぶことにする。読みのみに限定された障害としては出現しない点が後天性大脳損傷による失読と異なる点である。この発達性読み書き障害は、アメリカ教育法や文部科学省などの教育界や、WHO やアメリカ精神医学会などの医学界の定義においても実際上の学習障害の中核である。英語圏においては9～10% (Rodgers 1983, Katusic et al. 2001)、ドイツ語圏において約

5% (Landerl et al. 1997)、アラビア語圏において約1%の出現率 (Farrag et al. 1988) といわれており、自閉症よりも高い出現率である。日本ではアンケート調査による報告では1～2%程度の出現率 (国立特殊教育総合研究所 1995, 宇野 1999) と思われるが、発達性読み書き障害を検出するための客観的な検査がまだない。われわれの実際の読み書き検査による客観的調査では、今までの報告よりも高い出現率であった。これら各国での出現率の相違を認知能力や遺伝子レベルの差として考えるか、母国語の構造による違いと考えるか現在までまだ一定の結論は出ていない。

最近では遺伝子レベルにて大きな差が認められないと考えられる EU 各国の発達性読み書き障害児において、PET 研究で大脳賦活部位にて差が認められなかったことから母国語の影響が指摘さ

*国立精神・神経センター 精神保健研究所 〒272-0827 千葉県市川市国府台1-7-3

**国立精神・神経センター 武蔵病院

***慶應義塾大学 精神神経科

****国立精神・神経センター 国府台病院

受稿日 2002年4月8日

2002年6月30日

(131) 45

れはじめてきている (Paulesu et al. 2001)。本報告では、日本語での発達性読み書き障害児の脳機能について神経心理学的に、障害構造について認知神経心理学的に検討する。

I. 方 法

1. 対象

国立精神・神経センター精神保健研究所または国府台病院を受診した右利きで平均年齢 10.2 歳 (7~12 歳) の発達性読み書き障害児 22 名である。男児 20 名、女児 2 名であった。WISC-III や WISC-R の平均言語性 IQ 103.1, 動作性 IQ 102.4, 全 IQ は 103.0 と全般的知能が正常であった。また、言語発達に関しても抽象語彙理解力検査 (春原ら 2002) で -1 SD 以上の得点を示し正常であった。

2. 頭部 MRI

22 名中 17 例に T₁強調画像および T₂強調画像の MRI 撮影を実施した。

3. SPECT

22 名中 14 例に対し、^{99m}Tc-HMPAO もしくは ECD を用い、パトラック法 (Matsuda et al. 1992, 1993) にて局所脳血流量 (rCBF) を測定した。

4. 神経心理学的検査

WISC-III, K-ABC, 抽象語理解力検査, SLTA および音韻情報処理過程と視覚情報処理過程の検査を実施した。音韻情報処理過程の検査は音韻認識 (phonological awareness) 課題, 音韻想起課題, 聴覚記憶課題であり, 音韻認識課題は, (大石 1997) を参考に ① 3 モーラ語 10 語, 4 モーラ語 10 語での語中, 語尾に位置するモーラの抽出課題, 合計 20 語, ② 3 モーラ語 10 語, 4 モーラ語 10 語の復唱と逆唱。音韻想起課題として ① SLTA の呼称 20 課題と ② 1 分間での動物の語の列挙。「あ」, 「か」および「た」ではじまる word-fluency 課題。聴覚記憶課題として AVL T (Rey's Auditory Verbal Learning Test) を使用した。視覚情報処理過程の検査は視覚認知課題と視覚記憶課題であり, 視覚認知課題として MFFT (Matching Familiar Figure Test), 視覚記憶課題として RCFT (Rey の複雑図形課

題: Rey's Complex Figure Test) を用いた。RCFT に関しては, 発達性協調運動障害による得点低下を除外しより視覚的記憶力を抽出するために, 通常得点法に加えて, (直後再生/模写, 30 分後再生/模写) × 100 点の得点方法も採用した。

II. 結 果

1. 頭部 MRI

撮影を実施した 17 例全例に局所性の損傷は認めなかった。

2. SPECT (図 1)

14 名のうち右利きの 9 名について検討すると, rCBF において左大脳半球全体と右大脳半球全体との左右差は認められなかったにもかかわらず, 左側頭葉, 左頭頂葉下部, 症例によっては左後頭葉で右の同部位に比べて 10% 以下の血流量低下を示した。

3. 神経心理学的検査 (図 2, 3)

音韻情報処理過程に関する検査のうち, 健常児群と発達性読み書き障害児群 (DD 群) との間に有意に差が認められた検査項目は, 単語の逆唱での反応時間の長さであり, DD 群が有意 ($p < .01$) に長かった。他の音韻認識課題 3 モーラ語, 4 モーラ語での語中, 語尾に位置するモーラの抽出課題や復唱と逆唱での正答率, SLTA の呼称課題, word-fluency 課題, AVL T などの検査項目では有意な差は認められなかった。一方, 視覚情報処理過程に関する検査では, MFFT や RCFT のうち模写と直後再生には有意な差が認められなかったが, 30 分後の再生に関して健常群に比べて DD 群のほうが有意 ($p < .01$) に低い得点であった。検査成績を個人別にみると, 22 例中 16 例に聴覚情報処理過程, 視覚情報処理過程双方の検査得点に有意な低下が認められた。聴覚情報処理過程に関する得点のみが低下していた症例は 1 例であり, 視覚情報処理過程に関する得点のみが低下していた症例は 5 例であった。

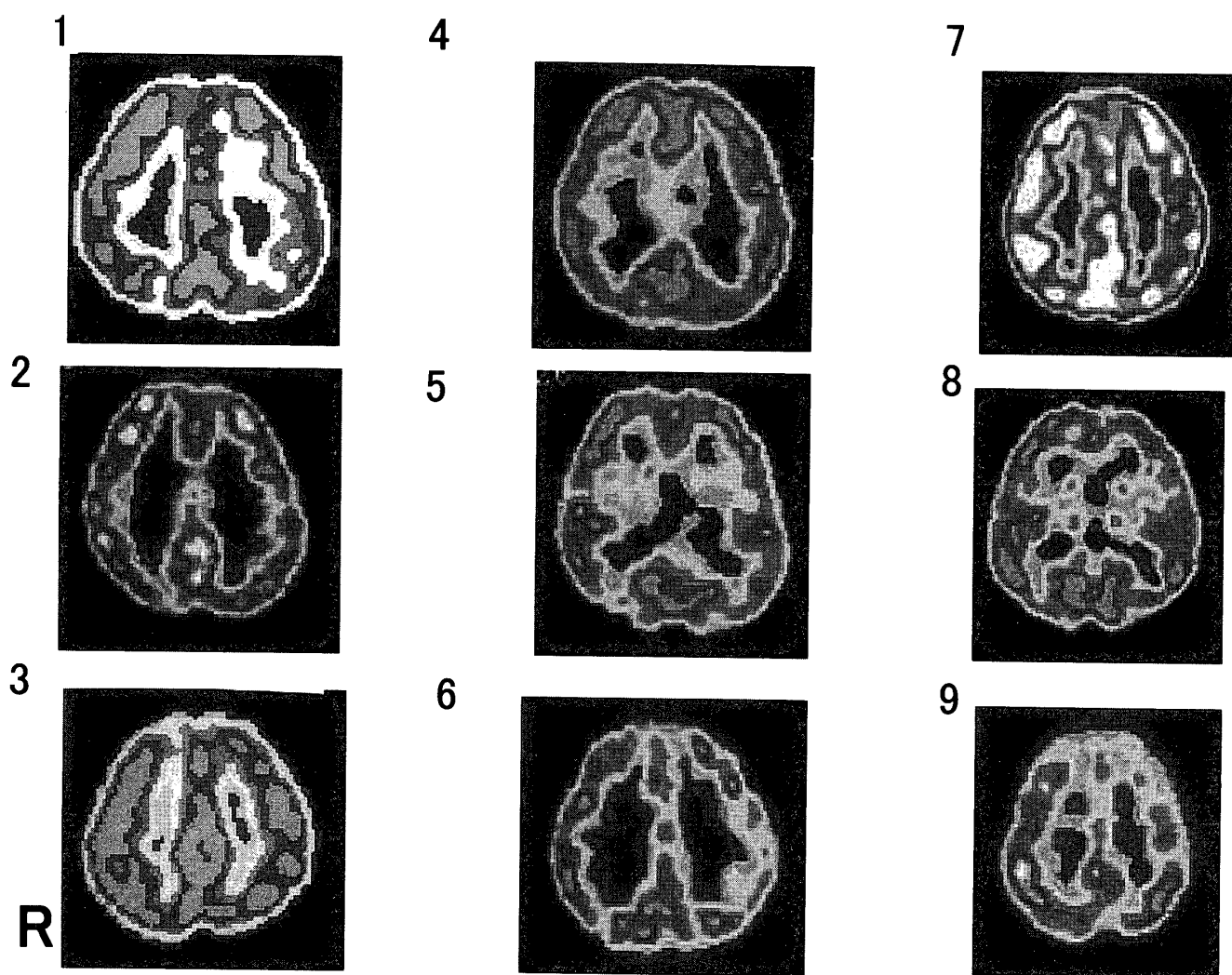


図1 発達性読み書き障害9例のSPECT

症例8と9は左前頭葉も右の同部位に比べて10%以上の血流量が低下している。
全例に共通の血流低下部位は左側頭葉と頭頂葉（下部）であった。

III. 考 察

1. 大脳機能障害部位

発達性読み書き障害の大脳機能障害部位について、海外では成人になった発達性読み書き障害者を対象にPETを用いた研究が盛んである。その報告によれば Rumsey et al. (1992, 1999) は角回を含む領域での機能障害を推定している。本邦ではSPECTによる研究が多く、定性的な報告では小枝 (1992) は、症例によって差があり一定の傾向はなかったと報告している。一方、われわれ (Kaneko et al. 1998, 宇野 1998, 宇野 1999) は発達性読み書き障害例は左の側頭葉、頭頂葉の機能障害部位もしくは左後頭葉の機能障害

であるとの報告をし、後天性大脳損傷例での超皮質性感覚失語に相当すると思われる発達性言語性意味理解障害児の局所脳血流量の研究結果とあわせ、後天性大脳損傷成人例における大脳機能障害部位と機能障害との関係に類似した関係にあると推定している。

本研究では、局所脳血流量の低下部位から発達性読み書き障害例の大脳機能障害部位は左側頭葉と頭頂葉を中心とする部位であると思われる。この結論は現在までに実施した一症例報告における結論と同様であり、群研究においても明確に示されたと思われる。Paulesu et al. (2001) では、発達性読み書き障害の出現頻度は異なるが遺伝子情報としては大きな相違が認められないと思われ

2002 年 6 月 30 日

(133) 47

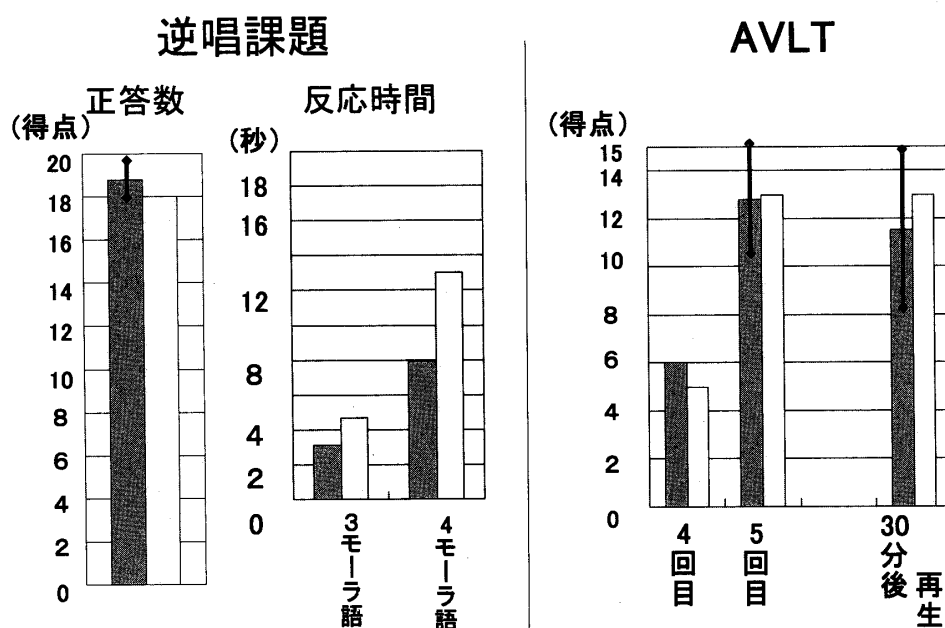


図 2 音韻情報処理過程に関する検査結果

灰色：健常児群，白：発達性読み書き障害群。

4 モーラ単語の逆唱課題の反応時間にてのみ健常群と有意差が認められた。

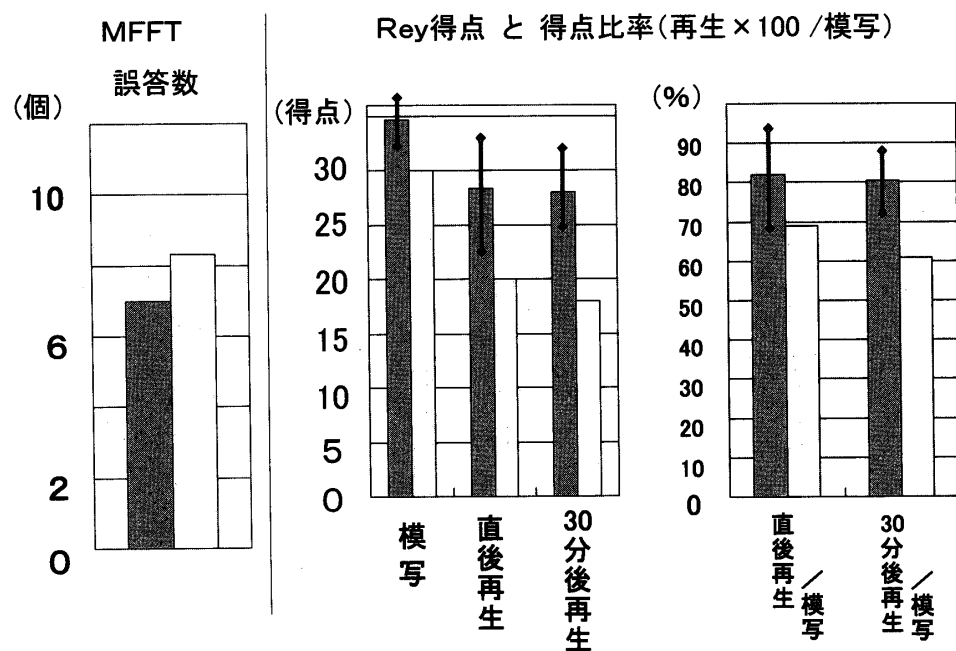


図 3 視覚情報処理過程に関する検査結果

灰色：健常児群，白：発達性読み書き障害群。

Rey の複雑図形の 30 分後再生得点と再生/模写比率の双方において健常群と有意差が認められた。

る EU でのイタリア，フランス，イギリスでの成人になった発達性読み書き障害例について PET 研究を施行し，その結果，大脳機能低下部位は共

通であることを示した。そこで示された大脳機能低下部位と本報告での rCBF 低下部位とは類似した部位であることから，アルファベット語圏だ

けでなく、日本語においても発達性読み書き障害の機能低下部位は共通である可能性が考えられる。

2. 認知神経心理学的な障害構造

英語圏では発達性読み書き障害の障害構造としては音韻処理過程の障害説が有力である。音韻処理障害説の中では音韻の想起障害説が古くから報告されているが、最近では音韻に分解できない、音韻を厳密には認知できていないなどの phonological awareness (音韻認識) 説 (Stuart and Masterson 1992) が有力である。また、音韻想起障害と音韻認識障害とが組み合わさって読み書き障害を生じるとする double deficit hypothesis 説もある。しかし、視覚情報処理過程の障害説もまだ否定されてはいない。近年、背景と刺激とのコントラストや時間に関して重要な役割を持つと考えられている magnocellular 神経細胞が内側膝状体にも外側膝状体にも存在していることから、視覚情報処理過程と音韻情報処理過程双方の障害が関与している可能性についても言及されている (Stein 2001)。

現在まで音韻処理過程や音韻認識能力障害説を唱える報告の多くは、音韻に関する検査のみを実施し、視覚情報処理過程に関する検査を実施していない (Stuart and Masterson 1992, 大石 1997)。一方、視覚情報処理過程の障害説を唱える研究者に関しても同様に音韻情報処理過程に関する検査を実施していない (宇野ら 1995, 1996, 1998, 1999, Kaneko et al. 1998, 金子ら 1997, 1998, 井瀬ら 1999)。このように、今までの報告では、研究の方法論や仮説に問題があるように思える。また、音韻想起障害説を唱える報告では、呼称能力の発達の遅れは音声言語全体の発達遅滞に伴う場合が多いにもかかわらず、音声言語の発達遅滞に伴う発達性読み書き障害児の呼称能力に関して論じたり (石田ら 2002)、症例に音声言語の発達遅滞があるかどうか検討していない。同様に、語音認知障害説で報告している症例に関しても音声言語の発達に遅れがあるかどうかの検討が不十分である。以上のような場合には、症例の選択に問題がある場合があると思われる。

本研究で発達性読み書き障害児が音韻情報処理

過程に関する検査の中で困難を認めた課題は、音韻認識課題での単語の逆唱の反応時間に関してであり、他の単語の復唱や逆唱の正答数、音韻の想起力およびモーラの抽出課題、AVLT での正答率の検査結果では健常群と差が認められなかった。一方、視覚情報処理過程の問題においては、Rey の複雑図形の 30 分後の再生課題にて健常児と有意な差が認められた。以上の結果から発達性読み書き障害群では健常児群に比べて音韻情報処理と視覚情報処理双方の障害が合併している可能性がある。近年では Uno et al. (2000) が双方の障害を有する症例を報告している。しかし、健常児・者の逆唱課題においてはモーラ数が多くなればなるほど、音の記憶だけでなく仮名文字をも想起し視覚情報も活用して課題を遂行することが多い。発達性読み書き障害児は書字も困難であるのでモーラ数の多い逆唱課題でより困難なことが多いということになる。すなわち音韻処理能力を検出する目的の検査であっても結果的に音韻処理過程ではなく仮名の書字能力を測定している可能性がある。本研究では逆唱課題の反応時間にて健常児に比べて有意な遅延が認められたが、仮名書字能力がこの課題に影響している可能性を考慮する必要がある。少なくとも、Rey の複雑図形の 30 分後の再生正答数が有意に低下していたことから視覚情報処理過程には異常があり、結果的に記憶できなくなっていると思われる。

一般に、日本語の仮名文字習得が遅れている児童は通常、家庭では音と仮名 1 文字との一対一対応の練習を実施する。この音と仮名 1 文字を対応させる練習には音韻認識能力は関与しないので、一対一対応の練習後も仮名文字を習得できない場合には音韻情報処理過程以外の障害が合併されていることが予想される。したがって、本研究での 22 名の発達性読み書き障害児は、音韻情報処理過程と視覚情報処理過程の双方に障害を有しているか、少なくとも視覚情報処理過程の障害を有すると思われる。

文 献

- 1) Farrag, A.F., El-Behary, A.A., Kandil, M.R.: Prevalence of Specific Reading Disability in

- Egypt. The Lancet October, 8 : 837-838, 1988.
- 2) Flowers, D., Wood, F.B., Naylor, C.E. : Regional cerebral blood flow correlates of language processes in reading disability. Arch Neurol, 48 : 637-643, 1991.
 - 3) Gross-Glenn, K., Duara, R., Barker, W.W., et al. : Positron emission tomographic studies during serial word-reading by normal and dyslexic adults. J Clin Exp Neuropsychol, 13 : 531-544, 1994.
 - 4) Hagman, J.O., Wood, F., Buchsbaum, M.S., et al. : Cerebral brain metabolism in adult dyslexic subjects assessed with positron emission tomography during performance of an auditory task. Arch Neurol, 49 : 734-739, 1992.
 - 5) 春原則子, 金子真人 : 抽象語理解力検査 (宇野彰, 監). インテルナ出版, 東京, 2002 (印刷中).
 - 6) 井濶知美, 宇野 彰 : かなに比べて漢字に強い読み書き障害を示した一例. 小児の精神と神経, 41(2・3) : 169-173, 2001.
 - 7) 石田宏代, 長畑正道 : 命名困難と言語発達遅滞を伴う読み書き障害の 1 例. 小児の精神と神経, 42(1) : 21-32, 2002.
 - 8) 金子真人, 宇野 彰, 加我牧子, ほか : 仮名漢字双方に読み書きの障害を認めた学習障害児における平仮名 1 文字の読み書き過程. 脳と発達, 29(3) : 249-253, 1997.
 - 9) Kaneko, M., Uno, A., Kaga, M., et al. : Cognitive neuropsychological and regional cerebral blood flow study of developmental dyslexic Japanese child. J Child Neurol, 13 : 457-461, 1998.
 - 10) 金子真人, 宇野 彰, 春原則子, ほか : 仮名と漢字に特異的な読み書き障害を示した学習障害児の仮名書字訓練. 音声言語医学, 39(3) : 274-278, 1998.
 - 11) Katusic, S.K., Colligan, R.C., Barbaresi, W.J., et al. : Incidence of reading disability in a population-based birth cohort, 1976-1982. Mayo Clin Proc Nov, 76(11) : 1081-1092, 2001.
 - 12) 小枝達也 : 神経心理学的にみた学習障害の症例. 小児の精神と神経, 32 : 193-200, 1992.
 - 13) 国立特殊教育総合研究所 : 教科学習に特異な困難を示す児童・生徒の類型化と指導法の研究. 特別研究報告書, 1995.
 - 14) Landerl, K., Wimmer, H.H. & Frith, U. : The impact of orthographic consistency on dyslexia ; A German-English comparison. Cognition, 63 : 315-334, 1997.
 - 15) Matsuda, H., Tsuji, S., Sumiya, H., et al. : A quantitative approach to technetium-99 m hexamethylpropyleneamine oxime. Eur. J. Nucl. Med., 19 : 195-200, 1992.
 - 16) Matsuda, H., Tsuji, S., Shuke, N., et al. : Noninvasive measurement of regional cerebral blood flow using technetium-99 m hexamethylpropyleneamine oxime. Eur. J. Nucl. Med., 20 : 391-401, 1993.
 - 17) 大石敬子 : 読み障害児 3 例における読みの障害機構の検討. LD (学習障害) - 研究と実践 -, 6(1) : 31-43, 1997.
 - 18) Paulesu, E., Frith, U., Snowling, M., et al. : Is developmental dyslexia a disconnection syndrome ? Evidence from PET scanning. Brain, 119 : 143-157, 1996.
 - 19) Paulesu, E., Demonet, J.F., Fazio, F., et al. : Dyslexia ; cultural diversity and biological unity. Science., 291(5511) : 2165-2167, 2001.
 - 20) Rodgers, B. : The identification and prevalence of specific reading retardation. British Journal of Educational Psychology, 53 : 369-373, 1983.
 - 21) Rumsey, J.M., Berman, K.F., Denckla, M.B., et al. : Regional cerebral blood flow in severe developmental dyslexia. Arch Neurol, 44 : 1144-1150, 1987.
 - 22) Rumsey, J.M., Anderson, P., Zemetkin, A.J., et al. : Failure to activate the left temporoparietal cortex in dyslexia ; An oxygen 15 positron emission tomographic study. Arch Neurol, 49 : 527-534, 1992.
 - 23) Rumsey, J.M., Zemetkin, J., Anderson, P., et al. : Functional lesion in developmental dyslexia ; Angular gyral blood flow predicts severity. Brain and Language, 70 : 187-204, 1999.
 - 24) Stein, J. : The magnocellular theory in developmental dyslexia. Dyslexia, 7 : 12-36, 2001.
 - 25) Stuart, M. & Masterson, J. : Patterns of reading and spelling in 10-year-old children related to pre-reading phonological abilities. Journal of Experimental Child Psychology, 54 :

- 168-287, 1992.
- 26) 宇野 彰, 加我牧子, 稲垣真澄: 漢字書字に特異的な障害を示した学習障害の一例-認知心理学的および神経心理学的分析-. 脳と発達, 27(5): 395-400, 1995.
- 27) 宇野 彰, 加我牧子, 稲垣真澄, ほか: 視覚的認知障害を伴い特異的な漢字書字障害を呈した学習障害児の一例. 脳と発達, 28(5): 418-423, 1996.
- 28) 宇野 彰: 特異的漢字書字障害を呈した学習障害児における大脳機能障害部位と新たな訓練方法の開発-局所脳血流の測定および訓練効果研究-. ACCESS, 13(5): 20-23, 1998.
- 29) 宇野 彰, 上林靖子: ADHDを伴い書字障害を呈した学習障害児-書字障害に関する認知神経心理学的検討-. 小児の精神と神経, 38(2): 117-123, 1998.
- 30) 宇野 彰, 金子真人, 春原則子, ほか: 学習障害児の英単語書取における実験的訓練効果研究-視覚法と聴覚法との訓練効果の比較検討-. 音声言語医学, 39(2): 210-214, 1998.
- 31) 宇野 彰: 学習障害の神経心理学的解析-神経心理症状と局所脳血流低下部位との対応-. 脳と発達, 31(3): 237-243, 1999.
- 32) 宇野 彰: 小学生の学習の様子に関する予備的調査研究-東京近郊40万人都市での調査-. 日本LD学会論文集, 1999, pp.96-97.
- 33) Uno, A., Kaneko, M., Haruhara, N., et al.: Disability of phonological and visual information processing in Japanese dyslexic children. International Conference on Spoken Language Processing, 2000(2): 42-45, 2000.

■Abstract

Developmental dyslexia: neuropsychological and cognitive-neuropsychological analysis

Akira Uno* Masato Kaneko* Noriko Haruhara* Hiroshi Matsuda**
Motoichirou Kato*** Mari Kasahara****

We analyzed Japanese developmental dyslexia using neuropsychological and cognitive-neuropsychological methods. First, we prepared the standardized data for normal children on reading and writing tests. Second, we selected 22 developmentally dyslexic children, 20 male and two female, using reading and writing tests. Their average IQ using WISC-III or WISC-R was 102 (VIQ 102, PIQ 101). Regional cerebral blood flow (rCBF) in the left temporo-parietal lobe according to the Patrak method showed greater than 10% rCBF reduction compared with the same area of the right hemisphere. The subjects manifested lower scores in tests of both phonological and visual information processing. As a result, we assume that developmental dyslexia is a higher brain dysfunction, accompanied by disorders in both phonological and visual information processing.

*National Institute of Mental Health, National Center of Neurology and Psychiatry, 1-7-3, Kohnodai, Ichikawa, Chiba 272-0827, Japan

**Division of Radiology, National Center Hospital for Mental, Nervous and Muscular Disorders, National Center of Neurology and Psychiatry

***Department of Neuropsychiatry, Keio University

****Division of Child and Adolescent Psychiatry, Kohnodai Hospital