

早期教育と脳の敏感期に関する心理学的考察 —学校教育と脳(I)—

Psychological study on early education and critical period of brain
—School education and brain(I)—

永 江 誠 司

Seiji NAGAE

学校教育講座

(平成20年9月30日受理)

経済協力開発機構(OECD)の教育研究革新センター(CERI)によって立ち上げられた「学習科学と脳研究」プロジェクトは, 教育及び学習を生物学的観点から捉え直す新たな概念を提示している。すなわち, 「教育とは, 脳の神経回路網を構築するのに必要な外部刺激を制御, 補完する過程である」, そして「学習とは, 環境からの外部刺激によって神経回路網が構築される過程である」とされている(OECD教育研究センター, 2005)。このように考えると, 「何歳の頃に与えられたどのような情報がその子どもの脳にとって有効だったのか」, また「何歳の頃のどの情報がその子どもの知能や人格の形成に最も大きな影響を及ぼしたのか」といった疑問が出てくる。これらの問題に対して, 十分とはいえないまでも現在までに脳科学からある程度の見解が示されつつある。

脳の敏感期

発達の**臨界期** 子どもに対し「いつ」「何を」「どのように」教育するかについては, これまで発達の臨界期という観点から研究が進められてきた。Lorenz(1965)は, 動物の発達初期の経験がその後の発達に決定的な影響を及ぼす刻印づけ, あるいは刷り込みといわれる現象を発見した。例えば, ふ化したガチョウのヒナは最初に出会った動く対象に明確な追従行動を示すようになる。これを刻印づけというが, この現象が生ずるのはヒナがふ化した後, 一定期間内だけである。その期間を過ぎると, もう刻印づけは成立しなくなる。この刻印づけの成立する一定期間のことを臨界期

という。臨界期は, 学習による変化の可能性が大きい時期のことを指しているが, そのことを可塑性が大きいという。

臨界期は, 動物の行動発達についてとくに指摘できるものだが, 人についても出生後の一定期間における経験が, 後の発達に影響を及ぼす可能性を考えることができる。ただ, 人は他の動物に比べると大脳の感覚野に対する連合野の占める割合が大きく学習可能性が高いこと, また神経細胞の成熟も思春期段階までかけて進行していくことなどを考えると, 発達初期の経験によってその後の発達が決定されて変更不可能である確率は動物に比べるとかなり低いのである。人の脳は生涯にわたって変化し適応し続ける可塑的な器官であって, 変化の能力をもたないハードウェアではないと考えられる(レヴィン, 2000)。その意味から, 人の脳の可塑性は脳の基本的性質であるといってよいであろう。そこで, 人の場合は動物の臨界期に代えて敏感期あるいは感受性期という呼び方が一般に用いられている。

脳発達の**敏感期** 脳機能の敏感期を示すものとして, 言語獲得の例がよくあげられる。言語機能は, 右利きの人では左半球のウェルニッケ野とブローカ野を中心に局在している。言語獲得の敏感期に何らかの事情で言語刺激が適切に与えられないと, 言語によって活性化されるはずの脳の領域が働かなくなり, その領域の神経細胞が退化, 死滅してしまうことがある。

レネバーグ(1974)は, 脳損傷児の言語発達研究から言語獲得の敏感期を2歳から12歳の頃まで

としている。例えば、生まれてから2歳までの間に脳に損傷を受けた子どもの場合、そのおよそ半数に言語発達の遅れがみられるが、残りの半数は通常の時期にことばを話し始める。しかも、左半球と右半球に損傷を受けた場合で、この割合は変化しない。このことは、生後2年間には言語機能の左半球への一側化が確立されていないことを示している。

しかし、言語発達が開始されて以降12歳頃までの間に脳に損傷を受けた場合は、左半球の損傷で約85%に言語障害が残るのに対し、右半球の損傷では約45%に残るにすぎない。つまり、損傷の側によって結果が異なっているのである。ここから、言語機能の一側化はこの時期に起こると考えられるのだ。言語機能は、生後2年の間は左右の半球で差異はないが、それ以降12歳頃までの間に分化が進み、左半球に一側化されていく形式で発達の側性化が達成されると考えられる。ただ、左右半球の機能的分化が出現する年齢はもう少し早く5歳頃だとする説もある (Krashen, 1978)。

また、生後2年以内は脳の一側化は確立されおらず、左右半球機能は等質だというレネバークの漸進的側性化説に対し、左右半球機能は誕生時にすでに非対称であり、一側化の程度は一生を通して変わらないという発達不変説が提唱されている。大脳半球機能の一側化について発達の観点から展望した研究によると、これまでのところ発達不変説を支持する研究の多いことが示されている (永江, 1999)。

脳機能の敏感期

視力と敏感期 神経生理学者ヒューベルとウィーゼルは仔ネコの片眼を一時的に遮蔽し、それが視覚野の神経細胞に及ぼす影響について調べている。その結果、遮蔽した方の眼では、ものがよく見えなくなることがわかったのである。これは、遮蔽した眼に反応する視覚野の眼優位コラムという組織が萎縮したためと考えられている。つまり、視覚野の神経細胞が視覚刺激に反応しなくなり、見えなくなってしまったのである。このような現象は、仔ネコの片眼を生後3週から12週の間に遮蔽すると起こるのだが、それ以降に遮蔽した場合は起こらないことも併せてわかっている。つまり、ネコの視覚野の臨界期は生後3週から12週と考えることができるのだ。

人間の両眼視機能の発達にも敏感期のあることがわかっている。幼児や児童の視力検査で、片方の眼の視力は正常なのにもう一方の眼の視力が極

端に悪く、眼鏡等をかけても視力が0.1以下の弱視であるような子どもの病歴を調べた研究がある (栗屋, 1987)。それによると、乳幼児期に片方の眼に病気があり、手術などのために一時的に眼帯をかけていた事実の多いことがわかった。そのために、眼帯をかけていた方の眼の視力が低下してしまったと考えられる。

この研究では、子どもが何歳何か月の時に眼帯をかけたら、その眼が弱視になるかについても報告している。それによると、1歳から1歳半の頃が最も敏感な時期で、その後3歳頃までが両眼視機能が発達する敏感期と考えられている。そのため現在では、この時期に子どもの眼に何らかの異常があっても眼帯をしないようにして治療をするようになっているのである。その結果、子どもの片方の眼が弱視になるようなことは、現在ではほとんどなくなっている。これらは視覚機能に敏感期があることを示す事例だが、その他の感覚機能にも敏感期のあることが併せて考えられる。ただ、敏感期はそれぞれの機能によって異なると考えられており、視覚機能の敏感期がそのまま他の感覚機能にも当てはまるとはいえない。

音楽能力と敏感期 音楽の技能習得にも敏感期があることを示す研究が報告されている。ピアノを小さいときから弾いていた人と弾いていなかった人にピアノの音を聴かせ、その時の聴覚野の活動を調べた研究がある (Pantev, Oostenveld, Engelien, Ross, Roberts, & Hoke, 1988)。その結果、ピアノを小さいときから弾いていた人は、そうでない人に比べると聴覚野の賦活が大きいことが示されている。幼少期からピアノを弾いてきた人は、その経験によりピアノ音に反応する聴覚野の神経細胞が敏感になっていると考えられる。ピアノ音に対する聴覚野の反応は、3歳から6歳頃にピアノを始めた人でより敏感で、その年齢から後で始めた人はピアノを弾かない人と同じ程度にしか聴覚野が反応しないと考えられている。

バイオリンなどの弦楽器を弾くときの左手小指に反応する大脳皮質の体性感覚野の領域を、小指を刺激することによって調べた研究がある (Elbert, Pantev, Wienbruch, Rockstroh, & Taub, 1995)。それによると、その弦楽器を習い始めた年齢が5歳から10歳の人は、体性感覚野における左手小指の情報処理領域が広いのだが、12歳から15歳で始めた人は、その領域があまり広くなっていないことが示されている。12歳より以前にバイオリンを演奏する技能を身につけておくと、バイオリンの音程をとる左手の能力が優れている

ことをこの研究は示している。もちろん、12歳を過ぎてバイオリンを始めた人で技能の上達がみられないというわけではないが、敏感期にその技能を身につけた人に比べると技量に差の出ることが多いのである。このように、楽器音に対する人の聴覚機能の発達や、楽器を演奏するときに働く脳領域の変化には、敏感期のあることが示されているのである。

言語獲得と敏感期 言語獲得に敏感期のあることは、レネバーグが1960年代に提唱していた。脳損傷児の言語発達について研究したレネバーグは、すでに述べたように言語獲得の敏感期を2歳から12歳頃までとしている(レネバーグ, 1974)。この間に適切な言語環境が与えられれば、子どもの母国語獲得は支障なく行われるが、そうでなければその獲得が損なわれるということが起こる。

母国語獲得の敏感期とともに、第二言語獲得の敏感期の有無についても検討が行われている。大人になって外国語の環境に身を置いたとしても、そのことばを自然に獲得できるわけではない。なかでも話すことと聞くこと、さらに文法の獲得には、第二言語を学習する時期、年齢が関係しているとみられている。

第二言語を母国語と同程度に習得できる時期について検討した研究は、それが小学校の低学年の頃にあることを示している(Johnson & Newport, 1989)。この研究では、中国と韓国からアメリカに移住した46人を対象にして、移住してきた時の年齢と英語能力との関係を調べている。その結果、3～7歳でアメリカに移住してきた人は、アメリカで生まれ育った人、つまりネイティブ・スピーカーに比べて文法の獲得で差がみられないことが示されている。ところが、それ以降の年齢の11～15歳頃に移住してきた人は、明らかにネイティブ・スピーカーより文法の獲得が劣り、17歳以降では非常に劣ることが示されたのである。ここから考えると、7歳頃に母国語と第二言語獲得の境を決める敏感期があると推定され、この年齢以前だと第二言語は母国語と同程度、つまりバイリンガルの言語として獲得される可能性があると考えられる。

バイリンガルとして第二言語を獲得した人の脳にはどのような変化が起こっているのだろうか。英語の他に10の言語の内のいずれか1つを母国語とするバイリンガルの人を対象として、脳機能画像研究が行われている(Kim, Relkin, Lee, & Hirsch, 1997)。この研究では、これらの人を幼少期からバイリンガルで育った群と、10歳頃から

第二言語を習得してバイリンガルになった群に分けて、それぞれ前日に経験した出来事を声に出さないように内言で記述しているところをfMRIで脳の賦活を調べている。その結果、第二言語を10歳頃から習得した群では、2つの言語による賦活部位がブローカ領域の中で分離していたのに対し、幼少期からバイリンガルで育った群では、2つの言語による賦活部位がブローカ領域で重なっていることが示されたのである。さらに、2つの群ともに第二言語が母国語と同じように左半球で処理されていることを示しており、バイリンガルになった年齢によって第二言語の処理半球が異なることはないことを示している。

そのことより、この研究では第二言語が習得される年齢によってブローカ領域内での脳の活動に違いがみられることが注目される。幼少期からバイリンガルで育った群で、2つの言語を1つの言語システムによって運用している脳の活動形式がみられるのは興味深い現象である。発達の早い時期に2つの言語を学習した人は、それぞれの言語に同一の言語システムを兼用している可能性があると考えられる。年齢が高くなってくると、この言語構造が第二言語に順応できなくなり、新しい言語を学習するには第二の別の言語システムが必要になるのではないかと考えられる。バイリンガルでは、母国語および第二言語をともにことばとしてとらえる神経回路ができており、母国語脳でも第二言語脳でもない、ことばの脳を使って言語処理を行っていると考えられる。

ただ、その後に行われた脳機能画像研究において、4歳以前に2か国語を習得したバイリンガル群と、10歳以降に2か国語を習得したバイリンガル群で、2つの言語のうちどちらかの文を聞いているときの脳の賦活を調べてみると、2つの言語によって脳の賦活が変わらないことも示されている(Perani, Paulesu, Galles, Dupoux, Dehaene, Bettinardi, Cappa, Fazio, & Mehler, 1998)。2つの群の被験者は、それぞれ2つの言語を同等に使用できたことから、この研究結果は、第二言語の習得時期より第二言語の習得レベルによって、脳の活動に違いがみられる可能性を示していると考えられる。

敏感期の意味 人の脳機能の発達に敏感期といえる時期のあることが示されてきた。敏感期には脳機能が大きく変わり、その時期を過ぎるとそのような変化が起こりにくくなるのは、一体どのような仕組みによっているのだろうか。

これまでの研究から重要な仕組みとして指摘さ

れているのは、敏感期とみられる時期に神経細胞同士の接点にあたるシナプスの数に余裕があるということである。これをシナプスの冗長性という。神経細胞のシナプスは、誕生後からある年齢まで過剰につくられ、その後急激に減少するという特徴をもっている。敏感期には子どもの脳に過剰なシナプスが存在しており、そのことが環境から影響を受けて脳の機能が大きく変わる原因だと考えられているのである。思考や創造性、そして情懷など人間の高次精神機能に深くかかわっている前頭連合野のシナプス数の発達的变化を示した研究によると（Huttenlocher, 1979）、生後5歳頃までシナプス密度は増加し、7歳前後にピークとなり、以後減少することが示されている。だいたい15歳頃に成人のシナプス密度に近くなる。脳の領域にシナプスが過剰にあるときこそ、その領域の脳機能の敏感期にあたり、この時期の経験がその脳機能の強さを決めると考えられるのである。

敏感期に脳機能が大きく変わるもう1つの仕組みとして、シナプス競合の現象が指摘されている。神経細胞同士がつながって神経回路が作られていく。そして、その回路に神経情報が伝達され強化されていく。このとき、より多くの神経情報が伝達され、その刺激を受けたシナプスは拡大していくが、そうでないシナプスは衰弱していく。これをシナプス競合という。

視覚機能獲得の敏感期に、遮蔽されていない目の視力は正常であるのに、遮蔽された目が弱視になってしまうのは、シナプス競合によると考えられる。つまり、敏感期に片方の目を遮蔽し、もう一方の目はそのままにすると、遮蔽されなかった目に対応する視覚野の神経細胞は光に反応する機能を強めていくが、遮蔽された目に対応する神経細胞は光に反応する機能を失って、弱視になってしまうのである。刺激入力の多かったシナプスは拡大し、少なかったシナプスは衰弱してしまう仕組みが、ここに働いているのである。使われなかったことでシナプスの機能が失われるのではなく、使わない状態である間に他のシナプスが使われて活動していると機能の喪失が起ってしまうのである（榊原、2004）。

早期教育と脳の敏感期

人間の発達に敏感期というものがあるのならば、その時期に子どもの生活環境を意図的、計画的、組織的に整え、準備して、有効な刺激を与えれば、大きな教育的効果をあげることが期待できる。敏感期に適切な刺激が子どもに与えられれば、少な

い経験の中でも子どもの脳は効率よく有効な神経回路を作り、より長期にわたってそれを用いることができると考えられる。子どもの脳機能獲得の敏感期は、それぞれの機能により異なっており、一律の時期というわけではないが、多くの機能が発達の早期に敏感期を迎えるのではないかと考えられ、そこから子どもの早期教育に大きな関心が寄せられているのである。

早期教育の根拠 早期教育とは、発達の早い時期に特定の目的に向かって系統的、組織的に学習や訓練を行うこととされている。早期教育は、子どもを学業優秀児に育て上げることを目的とした発達促進的な知的早期教育、音楽やスポーツ、あるいは外国語など子どもの才能を伸ばすことを目的とした才能開発的な早期教育、それに障害をもつ子どもの学習に対処することを目的とした障害児の早期教育の3つに分類される。一般に早期教育といえば、文字の読み書き、外国語や算数/数学などの学習を学校に入る前の幼児期から始めたり、音楽やスポーツなどの才能を将来、仕事や趣味として活用できるように早い時期から始めることなどを指して用いられている。その意味で、発達促進的な知的早期教育と才能開発的な早期教育を併せた意味で使われているといえるだろう。

今世紀に入って進められているわが国の「脳科学と教育」研究プロジェクトにおいて、早期教育は脳科学の観点からも新たな関心が寄せられている課題である。例えば、子どもの英語教育は何歳から始めるのが妥当かという問題も、脳科学に回答が求められているものの1つといえるだろう。「脳科学と教育」研究が早期教育と関係が深いのは、子どもの能力の伸長には経験の影響がきわめて大きい時期すなわち敏感期があると考えていること、また乳幼児期には神経細胞のシナプス数が飛躍的に増えて神経細胞間のつながりが拡大すると考えていること、さらに豊かな環境で育つと貧しい環境で育つより脳が重たく神経細胞間のつながりがより密になると考えていること、などがあげられるからである。つまり、シナプス形成が盛んな敏感期に、子どもに豊かで適切な生活環境が与えられれば、その能力を高い水準に育てあげることができると考えられる。早期教育の3つの根拠のうち、敏感期についてはすでにふれたので、ここではシナプス形成と生育環境について述べてみたい。

シナプス形成 神経細胞が成長すると、シナプスとよばれる神経細胞間の接合部の数が増えてくる。前頭連合野のシナプス数の発達的变化をみる

と、生後5歳頃までシナプス密度は増加し、7歳前後にピークとなり以後減少する経過をとる。つまり、シナプスの刈り込みが起こり、よく使われるシナプスは強化されて残り、使われないシナプスは衰弱して消えていくのである。15歳頃になると成人のシナプス密度に近くなる。成人の大脳皮質には約300億個とみられる神経細胞があるが、各神経細胞には数千から2～3万のシナプスがあると推定されている(ダマシオ, 2000)。シナプス形成は、子どもの発達の重要な指標の1つといえる。

神経細胞は、出生前に細胞分裂を完了しているのだが、過剰に作られているために細胞密度が非常に高く、そのために出生前から出生後にかけて数がどんどん減少するという現象が起こる。およそ半数の神経細胞が、生まれるまでに消失すると推定されている。これをアポトーシス(自然細胞死)という。この現象は、正常に発達する脳では必ず起こるものである。アポトーシスには、過剰に作られた神経細胞を整理することで細胞密度を低くし、残った神経細胞の発達を促進するという働きがある。神経細胞の間引きが行われてはじめて残された細胞の樹状突起の発達がしやすくなり、その結果、シナプスも急速に増えることができる。

このアポトーシスが起こる時期の後半から以降にかけて、シナプスが急速に形成されるようになる。神経細胞は樹状突起を伸ばして神経回路網を広げていくが、それに伴ってシナプス数も大きく増えていく。そして、先に示したように15歳頃になると急速に減少し、成人の密度に近づいていく。シナプス形成は、脳の機能的側面をよりよく反映するものである(津本, 1986)。それは前頭連合野で最も遅く達成されるのだが、それに該当する15歳頃というのは、子どもの精神発達の面で大きな変化の起こる年齢でもある。

大量のアポトーシスとシナプスの急速な増加および減少が、出生から幼児期、さらに思春期にかけて起こるのは、それらが遺伝によってあらかじめ決められているからと考えられている。しかし、この他にも神経細胞やシナプスの適切な結合が環境とふれる中で選択されるからだという説明もされている(澤口, 1999)。つまり、適切で有効な神経細胞とシナプスを選ぶために脳は多量にその候補者を作っておき、身体内外の環境にさらすことによって不適切で無効な神経細胞とシナプスの刈り込みをすると考えるのだ。その結果、適切に結合された神経細胞とシナプスだけが残されるのである。ここに、神経細胞の成長およびシナプス

形成に合わせて、子どもの能力を高める系統的で組織的な学習・訓練を与える早期教育の意味が出てくるといえるのだ。

生育環境と脳 脳を発達させるには、豊かで適切な刺激が子どもに与えられることが必要である。その意味で、子どもの生後の環境は脳の発達に大きな影響を及ぼす。ローゼンツヴァイクは、ラットを使って生後の環境が脳の発達にどのような影響を及ぼすかについて検討している(Rosenzweig, Bennett, & Diamond, 1972)。生まれて間もないラットが、3つの異なる環境条件の下で一定期間(2～3か月)育てられた。1つは、3匹のラットが普通の大きさのケージに入れている標準環境条件である。もう1つは、1匹のラットが小さい大きさのケージに入れている刺激の乏しい環境条件である。最後の1つは、10匹のラットが大きいケージに入れられており、中にはブランコ、ハシゴ、木片などの遊び道具もある刺激の豊かな環境条件である。どのケージも食べ物と水は十分に与えられる。3つのケージは、別々の部屋に置かれる。

3つの環境条件の下で育ったラットの脳重量が比較された。その結果、刺激の豊かな環境条件で育ったラットが、刺激の乏しい環境条件で育ったラットよりも大脳皮質が重いことが示された。中でも、視覚野のある後頭葉皮質の重量差が最も大きく、体性感覚野の差がそれに続いている。これは、豊かな環境の中で目で見たり体で感じとった経験が、直接、脳の視覚野と体性感覚野を活性化して、その領域を発達させたことを意味している。

脳が重くなるということは、神経細胞が成熟し、グリア細胞が増えることを意味している。とくに神経細胞の樹状突起が伸びて枝が増え、シナプスが増加することによって、神経細胞間の絡み合いが非常によく発達したことを示している。したがって、刺激の豊かな環境に育つほど、こうした神経細胞の成熟が促進されるということができる。さらに、標準環境より豊かな環境、例えば遊び道具などが種類多く用意されている環境で育てられたマウスが、これらの知的刺激の乏しい環境で育てられたマウスに比べて神経細胞の数が多くなることも報告されており(Kempermann, Kuhn, & Gage, 1997)、その中で学習や記憶に関係すると海馬の歯状回の神経細胞の数が、豊かな環境と貧しい環境で育った兄弟マウスで約15%違い、豊かな環境で育ったマウスの方で多かったことがわかっている。これらの研究は動物を対象としたものであるが、子どもの育つ環境の豊かさの質的な違

いによって脳の発育が影響を受けることを示唆している。

能動的活動と脳 Held & Hein (1963) は、環境に対する能動的なかわりが動物の脳の発達に影響を及ぼすことを示している。同腹の仔ネコを生まれてからすぐ暗闇の中に入れ、そこで12週間ほど母ネコに育てさせる。歩けるようになった2匹の仔ネコを、1日3時間だけ実験室に入れて過ごさせる。これ以外の時間は、すべて元の暗闇の飼育室にもどす。

実験室は、周囲の壁が縞模様になっている円形の小部屋で中央に支柱がある。支柱からは腕木が伸びていて、その一方の端に1匹の仔ネコがつながれている。こちらの仔ネコは、自分で自由に動き回ることができるようになっている。反対の端にはゴンドラがつり下げられており、そこに別のもう1匹の仔ネコが乗せられている。この仔ネコは自分では動けないが、もう一方の仔ネコが動くことによってそれと全く同じように動くことになる。したがって、この2匹の仔ネコは完全に同じ刺激を見ることになる。移動距離と時間も同じである。ただ、一方は自分が実際に動くことによって刺激を見ることができのに対し、もう一方は刺激を見ることができかどうかは前者のネコ任せである点が異なる。前者は能動的ネコ、後者は受動的ネコといえる。

この条件で数週間飼育した後、2匹の仔ネコの視覚行動がテストされた。その内の1つに視覚的断崖テストがある。仔ネコを一枚の細長い板の上に置く。この板(道)の一方の側は浅い段差となっているが、もう一方の側は深い段差になっている。実際には透明なガラス板が張ってあるので仔ネコは墜落することはないが、深い段差の側は見た目には危険に見える。この道を歩く時、能動的ネコは決して深い段差の側を歩こうとはせず、浅い段差の側の安全な方を歩くのである。ところが、受動的ネコは歩く側に頓着せず、平気で深い段差の側の危険な方に足を踏み出してしまうのである。つまり、視覚的断崖を認知する奥行き知覚の発達の悪いことが示されたのである。他にも飛んできた物をよけるためにまばたきをしないなど、受動的ネコの視覚行動の発達がよくないことがわかったのである。

同じ刺激環境の中にあっても、それを受動的に受け入れるだけでは視覚行動は発達しないことをヘルドの研究は示している。ここでは、奥行き知覚という空間認知能力の発達が悪くなることが示されたわけで、刺激の受動的な知覚だけでは、少

なくとも脳機能の一部の発達が抑制されることがわかったのである。この研究も動物を対象としたものであるが、人間の子どもの発達を考えた時に、その結果はきわめて示唆的である。子どもに豊かな環境を準備し、それを与えるだけでは十分ではなく、子どもが自ら進んで積極的にそれらにかかわろうとしなければ、子どもがそこから学ぶことはきわめて限定されているということである。環境に対して能動的にかかわることが、脳の発達をより促すといえるだろう。以上の研究から、子どもに豊かで適切な環境を準備し、さらにその環境に能動的にかかわらせる経験を発達の早期の段階で行わせるところに早期教育の意味があるといえるだろう。

早期教育の功罪 これまでみてきたように、子どものある種の感覚能力、あるいは音楽や言語能力について、その敏感期に繰り返し適切な学習や訓練を行えば、それらの能力が大きく変化して発達することが示されている。敏感期とみなされる時期に適切な経験をするすることで、合理的、効率的に能力を伸ばすことができるということでは、早期教育の効果あるいは意義があるといえるだろう。早期教育の功の面である。ただ、現時点では子どもの脳機能と敏感期との関係が明らかにされているのは限られた範囲であり、その意味で全ての脳機能に対して早期教育の効果があると明言はできない。しかし、子どものある分野の能力の伸長に対して、早期教育が一定の効果をもつことは指摘できるだろう。

早期教育の効果については、常に慎重な評価をしていかなければならない。シナプス競合として述べたように、特定の機能を使うことによってその脳機能が伸びたとしても、その時に使われなかった機能の脳のシナプスが衰弱してしまうということもあるのである。ある特定の早期教育を行うことで、本来その時期に経験しておくことが必要な機能を使わなかったり、また必要な刺激を遮断してしまっただけでその機能の伸長を阻んでしまうということが起こりうるのである。そのことが、正常な脳の発達を歪め、ひいては健全な能力と人格の発達を阻むことになる危険性があるのである(津本, 2005)。

早期教育の罪の面を示す1つの例に、飛び級によるバーンアウト現象がある。飛び級は、思春期を過ぎた頃から大変な問題になりこそすれ、ほとんど何のメリットもないということで、米国では影をひそめてしまったといわれている(吉田, 1999)。学力が進んでいるからというだけで飛び

級させると、思春期を過ぎた頃から例えば級友たちとの間に精神面でのギャップが出てきて、子どもがあらゆる面で背伸びを強いられ、それがストレスとなって結局神経症などに陥ってしまう、あるいは落ちこぼれてしてしまうといったことが起こってしまうのだ。子どもが成長していく過程で学校の勉強ができるという知力の面の発達は、その子の能力の一部に過ぎない。したがって、現在の米国では体の大きさや性格等を考慮して入学や進級を1年遅くすることはあっても、よほどのことがない限り飛び級はさせないというのが一般的である。その子ども本来の成長のスピードを無視して早熟に仕立て上げられると、他人を認めることができない、クラスの中で常に自分が上位にいないと気がすまない、イライラして気が短いといった特徴が子どもに出てきやすいことが指摘されている(吉田, 1999)。子どもの教育は、その子の成長のスピードを見極め、それに合わせながら遂行していくことが大切であって、早期教育がどの子どもにも、そしてどの能力にも一律に意味をもつかどうかは、今後も慎重に考えていかなければならない。

引用文献

- 栗屋忍 1987 形態覚遮断弱視 日本眼科学会誌, **91**, 519-544.
- ダマシオ, A. R. 田中三彦(訳) 2000 生存する脳—心と脳と身体の神秘 講談社
- Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B., & Taub, E. 1995 Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science*, **270**, 305-307.
- Held, R., & Hein, A. 1963 Movement-produced stimulation in the development of visually guided behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **56**, 872-876.
- Huttenlocher, P.R. 1979 Synaptic density in human frontal cortex: Developmental changes and effects of aging. *Brain Research*, **163**, 196-205.
- Johnson, J. S., & Newport, E. L. 1989 Critical period effects in second language learning: The influence of maturational state on the acquisition of English as a second language. *Cognitive Psychology*, **21**, 60-99.
- Kempermann, G., Kuhn, H. G., & Gage, F. H. 1997 More hippocampal neurons in adult mice living in an enriched environment. *Nature*, **386**, 493-495.
- Kim, K. H. S., Relkin, N. R., Lee, K. M., & Hirsch, J. 1997 Distinct cortical areas associated with native and second languages. *Nature*, **388**, 171-174.
- Krashen, S. 1978 Lateralization language learning and the critical period: Some new evidence. *Language learning*, **23**, 63-74.
- レネバーク, E. H. 佐藤方哉・神尾昭雄(訳) 1974 言語の生物学的基礎 大修館書店
- レヴィン, F. M. 竹友安彦(監修) 2000 心の地図 ミネルヴァ書房
- Lorenz, K. 1965 *Evolution and modification of behavior*. Chicago: University of Chicago Press.
- 永江誠司 1999 脳と認知の心理学—左脳と右脳の世界 ブレーン出版
- OECD教育研究革新センター(編著) 小泉英明(監修) 2005 脳を育む—学習と教育の科学 明石書店
- Pantev, C., Oostenveld, R., Engelien, A., Ross, B., Roberts, L.E., & Hoke, M. 1988 Increased auditory cortical representation in musicians. *Nature*, **392**, 811-814.
- Perani, D., Paulesu, E., Galles, N. S., Dupoux, E., Dehaene, S. Bettinardi, V., Cappa, S. F., Fazio, F., & Mehler, J. 1998 The bilingual brain: Proficiency and age of acquisition of the second language. *Brain*, **121**, 1841-1852.
- Rosenzweig, M. R., Bennett, E. L. & Diamond, M. C. 1972 Brain changes in response to experience. *Scientific American*, **226**, 22-30.
- 榊原洋一 2004 子どもの脳の発達 臨界期・敏感期—早期教育で知能は大きくのびるのか? 講談社
- 澤口俊之 1999 幼児教育と脳 文藝春秋
- 津本忠治 1986 脳と発達—環境と脳の可塑性 朝倉書店
- 津本忠治 2005 早期教育はほんとうに意味があるのだろうか 井原康夫(編) 脳はどこまでわかったか 朝日新聞社, Pp.27-50.
- 吉田真由実 1999 やわらかな脳のつくり方 新潮社

