

神経教育学 (Neuroeducation)

——認知神経科学と教育の“ゆるやかな”関係——

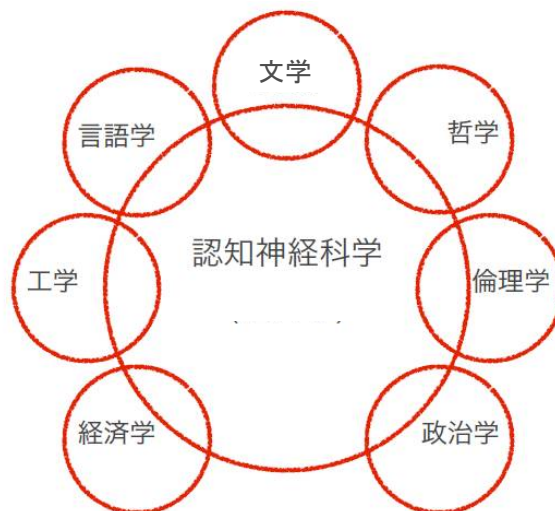
有路 憲一

キーワード：神経教育学 認知神経科学 教育 神経神話

1. 認知神経科学と教育の接点

認知神経科学 (Cognitive Neuroscience) は、認知の神経基盤・神経機構の解明を究極の目的とした学術領域であるが、それ自体非常に多様な学術分野を統合する総合領域の色合いがある。脳の機能分子を明らかにする分子生物学や、神経細胞の機能を明らかにする神経科学・神経生物学研究も視野に入れ、認知という心的機能を巡っては心理学をも包含する。このように認知神経科学自体、複合的な学術領域である。

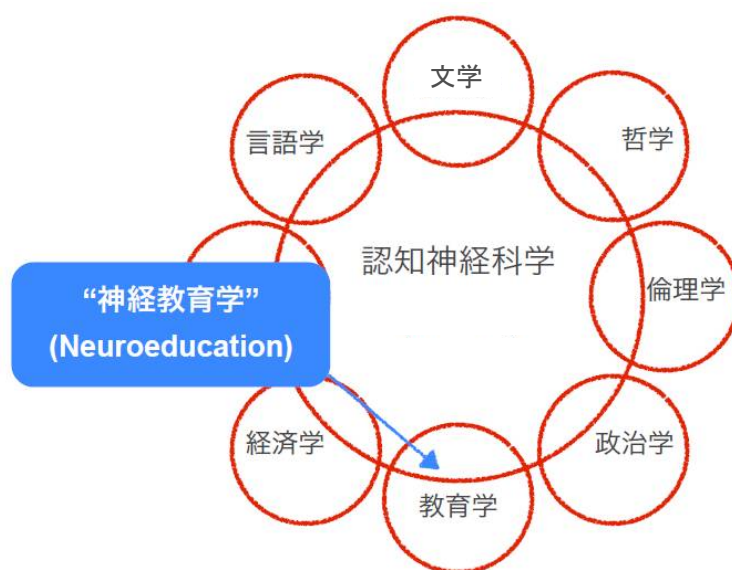
そしてこの大所帯の認知神経科学は、その大所帯の性質故に、枝葉を伸ばす様に、多種多様の学術分野とも横の繋がりを持つ。下図に見る様に、近年、他分野・他領域とこの認知神経科学との連携が盛んである。



この連携領域「認知神経科学プラス〇〇学」は、認知神経科学に“近い”学術分野との連帯・連携・統合・融合のみならず、一昔前なら認知神経科学の要素など入り込む隙間もなくまたその発想もなかった様な学術分野との連帯・連携・統合・融合も見られる。そこには、ヒトの行動を生み出す根源は脳であり、ヒトの知的活動は脳の働きの結果であるという前提を掲げ、ヒトの行動に関わる学問全てに認知神経科学の要素

を入れるという発想がある。例えば、経済活動というヒトの行動を認知神経科学からのアプローチにより、より深く探求しようとする「神経経済学 (Neuroeconomics) 」や、人の倫理的判断や理性の根源を神経レベルにて解明する「神経倫理学 (Neuroscience of Ethics) 」¹、更には、人間そのものの謎を認知神経科学からの新しいアプローチにより、人間観に対して新たな扉を開く人文社会科学との連携も起こりつつある。

この様に認知神経科学を中心に、様々な分野・領域と連携する動きは活発化している。そして、他の連携分野－経済学(神経経済学)、工学(神経工学)、言語学(神経言語学)、倫理学(神経倫理学)－に比して、まだそれほど認知されていないものの、いずれ大きな動きになるであろう連携分野に、「教育」がある。学習とは、外からの刺激により神経回路網が密になっていくことであり、そして教育とは、その外からの刺激を適切にコントロールすることで、その神経回路網を狙った“形”になるよう導くことである。つまり、学習や教育も脳が関与するヒトの行動であるので、よりよい学習方略や教示を構築するために認知神経科学からのアプローチを試みたり、認知神経科学からの知見を実際の教育に用いようというものである。この認知神経科学と教育との連携領域は、「神経教育学 (Neuroeducation; Educational Neuroscience) 」と呼ばれる(Battro, Fischer & Lena 2008)。²



2. 盛んになりつつある神経教育学

21世紀は「脳の世紀」と謳われ、日本でも1997年に、「脳科学の時代」と名付けられた国家プロジェクト(脳の機能を探る「脳を知る」・脳の病気の克服を目指す「脳を守る」・脳型コンピューターの開発を目指す「脳を創る」の3領域)が立ち上げられ、2003年より脳の発達の解明とその教育的応用を目的とする第4の領域「脳を育む」が開始されている。教育担当省庁である文部科学省も2002年より「脳科学と教育」の検討会を作り、認知神経科学の教育への応用に強い関心を寄せている。

これら「脳を育む」や「脳科学と教育」が取り組むべき研究項目として掲げているものは、下記の様なものである。

・教育の役割に応えるための研究(一部抜粋) (「脳科学と教育」)

- ① 注意力、意欲の増進や動機付け、創造性の涵養に関する融合的研究
- ② 教育課程・教育方法などの開発のための知識の集積に関する融合的研究
- ③ 生涯学習の推進と高齢期における脳機能の低下への対応に関する研究
- ④ 脳機能障害の解明と脳機能に障害のある人々の社会参加を目指す教育・療育の推進に関する研究

・「脳を育む」領域 (平成 19 年度 脳科学研究の推進に関する懇談会より)

少子化時代を迎え、すべての子どもを健康に育みたいという点から、発生、発達やその障害に関する脳科学への期待が高まっている。例えば、脳の正常な発生や機能発達のメカニズム、さらには自閉症などの発達障害のメカニズムの解明は、子どもの脳を健康に育み、また、発達障害を予防あるいは治療するために必要である。

このような観点に立ち、「脳を育む」領域では、中枢神経系の発生と機能発達の制御メカニズムを明らかにし、さらにはアスペルガー症候群、自閉症や学習障害(Learning Disabilities, LD)などの発達障害の原因を解明して、その予防や治療法の開発を目指す。

これまで得られた成果の発展と新しい方向性を目指して下記の項目が挙げられる。

- ① 近年明らかになってきた成体脳におけるニューロン新生の制御機構とその意義を明らかにする。
- ② 神経発生の制御メカニズムを解明すると共に、この知見を生かして中枢神経系の内在的な再生の仕組みを明らかにする。
- ③ 神経発生過程におけるエピジェネティックな調節機構、蛋白質がコードされていない RNA などを介した転写後レベルでの遺伝子発現調節機構を解明する。
- ④ 情動系や報酬系、更には価値判断、企画行動などの高次脳機能発生・発達メカニズム及び外界からの入力による変化、感受性期(臨界期)の有無、その変化のメカニズムを解明する。
- ⑤ 自閉症やアスペルガー症候群のような発生・発達障害の分子遺伝学的な解析と脳機能イメージングによる解析を統合した研究を推進し、その治療法開発の基礎とする。
- ⑥ 言語などヒトに特有な高次脳機能制御メカニズムの発生・発達過程と感受性期(臨界期)、及びそのメカニズムを解明する。
- ⑦ 学習におけるシナプスの可塑性の意義を分子レベルからシステムや行動レベルまで統一的に明らかにする。

これら「脳を育む」や「脳科学と教育」が掲げている目的や方向性を見るに、これら「教育」の対象となるのは、高齢化社会、多様な子供たちへの対応という社会的要請を受けて、「高齢者への教育」や「特別支援教育」(例えば、特別支援が必要か否かを判断する早期の判断材料として認知神経科学的な証拠を使う一子供たちの脳を観察し、発達が不十分であれば、それを判断証拠とし特別支援教育を与える)に関わるものが目立つ。この点は、神経教育学を考える際に非常に重要な点であり、「教育」の対象

となる対象者は一様ではない。従って、神経教育学自体が既に複合領域であり、厳密には、「発達障害者への神経教育学」「高齢者の脳機能低下に対応する神経教育学」「健常児への神経教育学」という様相を持つ。

3. 『脳に基づいた教育 (Brain-based Education)』から『証拠に基づいた教育 (Evidence-based Education)』

上述した様に、神経教育学の名の下実践されているものは、発達障害や高齢者などの脳機能の“不全”を、認知神経科学の手法を活用し、教育(療育)しようとするものが多く、実現性も高い。

- ① 原因が特定しきれなかった障害の原因解明、そして原因解明により指導法の確立
- ② 重症心身障害者の機能評価—行動には現れない身体機能や脳機能を評価できる
- ③ 脳機能の計測、脳画像等を指標(Neural Marker)とすることにより、障害や発達の遅れの早期発見
- ④ 生涯学習の推進と高齢期における脳機能の低下への対応に関する研究
- ⑤ 脳機能障害の解明と脳機能に障害のある人々の社会参加を目指す教育・療育の推進に関する研究

では、所謂一般的な意味での教育—つまり、健常な子供たちを対象にした教育—に対する認知神経科学的アプローチの実像はどのようになっているのであろうか？この様な神経教育学は実践されていないということではなく、むしろここ数年急速な広がりを見せている。従来の教育プログラムは脳の学習メカニズムに則していないために様々な問題を引き起こしているという反省に立ち、認知神経科学から得られた原則に基づく教育戦略を実施しようとする。これらは、『脳に基づいた教育 (Brain-based Education)』と呼ばれるものであり、例えば、「右脳型 (ビジュアル誘導脳) ・左脳型 (言語誘導脳)」の教育というものがある。それは、脳の機能局在論から、ヒトの右の脳は映像イメージを形成し、左の脳は言語や論理的思考の中枢ということ信じ、子供たちが右脳型か左脳型かをテスト等々により判別した後に、右脳型の子供たちには右脳型を促すような教育を行い、左脳型の子供たちには左脳型の教育を施すというものである。

他にも、物的な報酬を与えてしまうと、子供たちの難解な問題に対処する能力は低下し、創造性に欠けたリスクの低い行動を助長することになるので、教師や保護者は子供たちに物的な報酬を与えるのではなく、子供たち自ら学習目標を設定させ、達成度を評価させることを重視すべきであるという(Jensen 2008)。「脳トレーニング (通称脳トレ)」を教育の現場に持ち込み、そして積極的に利用するのも、『脳に基づいた教育』の一例である。

今現在の神経教育学に於いては、この様な『脳に基づいた教育』が盛んである。しかしながら、神経教育学は、決して『脳に基づいた教育』であってはならない。この『脳に基づいた教育』は、認知神経科学の知見を“誤って”解釈し、その誤った解釈を教育に応用・援用してしまう、科学的証拠や根拠に乏しい認知神経科学“風”なも

のであることが多い。例えば、「右脳型・左脳型」教育については、右脳型・左脳型ということに確固たる認知神経科学的な証拠はない。人間の認知機能は単純に右脳と左脳に二分されない(飽くまでも左右の優性の度合いである)というのが、認知神経科学の“常識”であり、況してや脳の左右差と教育効果の関係など何も分かっていない。他にも、例えば漢字や単語を覚えるときに目で見て覚えるタイプを視覚型(visual type)―記憶するときに図や表など「絵」を活用―、声で復唱し覚えるタイプを聴覚型(audio type)―言葉遊びを得意とし声に出しながら文字を読む、字を書く―、手で書いて覚えるタイプを運動型(kinetic type)―手を動かして書いたり、体全体を使ったりと身体で覚える―とする。視覚型は「V」というバッジをつけ、聴覚型は「A」というバッジをつけ、そして運動型は「K」というバッジをつけて、その型(視覚型、聴覚型、運動型)に対応した教育を施すということも実施されている。この記憶の方略の区分は、恰も認知神経科学的な装いを醸し出しているものの、確固たる証拠はない。

昨今隆盛の早期教育についても同様である。早期教育は、『脳に基づいた教育』風を装っているが、認知神経科学から早期教育を支持する証拠はない(詳しくは Arij 2008)。

社会からの教育への期待も大きく、同時に認知神経科学が広く一般の人にまで知れ渡り、かつ認知神経科学への盲目的な信頼から、認知神経科学と教育の連携・融合の実践として行われているものは、認知神経科学“風”な怪しいものが目に付く。教育が、認知神経科学からの証拠を欲したときに、歩を並べるかの様に認知神経科学自体の知見が蓄積されてきたため、教育にも認知神経科学からの証拠が“手軽に”利用されるようになっている。そのため、『脳に基づいた教育』―認知神経科学“風”な教育―が多いのであろう。

この盛んになりつつある神経教育学を実のあるものにするためには、今こそ慎重に考慮し注意すべきことがある。それは、教育が利用する認知神経科学の「科学的証拠」についてである。医学の世界では、以前は、医師の個人的な経験に基づいた治療も行われることがあったが、そのことが決して最善・最良の結果を導くとは言えないことから、「証拠に基づいた医療 (Evidence-based Medicine)」が推進されている。これは、患者一人一人の治療過程に於いて、現在入手可能な最強の証拠を良心的、明示的に、かつ賢明に応用することという考えが背後にある。神経教育学も同様に、認知神経科学と教育が有機的に連携そして融合するためには、認知神経科学からの証拠をきっちり踏まえた『証拠に基づいた教育 (Evidence-based Education)』こそが肝要であり、それが唯一の融合の仕方である。認知神経科学風な『脳に基づいた教育』―“脳っぽい”ことを安易に利用した教育になってはならない。

証拠に基づいた教育

(Evidence-based Education)

脳科学からの裏付けがある・脳科学の証拠をきっちり踏まえた『証拠に基づいた教育(Evidence-based Education)』

脳に基づいた教育

(Brain-based Education)

脳科学の知見を(誤って)教育に応用したり、根拠のない脳科学風な『脳に基づいた教育(Brain-based Education)』

4. 神経神話について

神経教育学にあって、認知神経科学風な『脳に基づいた教育』であってはならない。認知神経科学風であることが明瞭であるものはいずれ衰退するであろうが、科学的証拠が求められる『証拠に基づいた教育』に於いては、その科学的証拠の“有無”ではなく、その“質”が問題になる。つまり、『証拠に基づいた教育』にあっては、「証拠」さえあれば良いわけでない。『証拠に基づいた教育』に於ける「証拠」というものは、磐石でない困る。しかしながら、科学的証拠の衣を纏った似非科学的な証拠もあり、峻別は困難なものもある。社会に通説している科学的証拠であっても、実は認知神経科学から見ると正確さを欠いているものもあれば、中には間違い、悪質なものさえある。

この似非科学的な証拠については、近年、経済協力開発機構(OECD)が「神経神話(Neuromyth)」という名の下警告しており、認知神経科学と教育の融合を試みるものにとっては必須である。OECDによる報告書『*Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science*』(2007年)では、認知神経科学の発展が教育学で新たな成果を生み出す可能性を述べつつも、“Dispelling Neuromyths(神経神話の一掃)”(第1編第6章)と題し一つの章を当て、教育に於ける神経神話の問題を論じている。これら神経神話には、下述のものがある。

Neuromyth 1

There is no time to lose as everything important about the brain is decided by the age of three.

「生後3歳までに脳の基礎的な能力は決定する。」

Neuromyth 2

There are critical periods when certain matters *must* be taught and learnt.

「学習には定められた適切な期間(臨界期)があり、それを逃してはいけない。」

Neuromyth 3

We only use 10% of our brain anyway.
「脳の10%しか使っていない。」

Neuromyth 4

I'm a 'left-brain', she's a 'right-brain' person.
「右脳と左脳は異なる働きを持ち、どちらが優位かにより“右脳型”と“左脳型”に分かれる。」

Neuromyth 5

Men and boys just have different brains from women and girls.
「男性の脳と女性の脳は異なる。」

Neuromyth 6

A young child's brain can only manage to learn one language at a time.
「子供は1度に1つの言語しか獲得できない。」

Neuromyth 7

Improve your memory!
「記憶力は様々なトレーニングによって改善できる。」

Neuromyth 8

Learn while you sleep!
「睡眠学習には効果がある。」

『証拠に基づいた教育』では、これら神経神話として挙げられているものは、科学的証拠にはならない。つまり、これら神経神話を利用している教育案や学習方法は、真の意味での認知神経科学を教育に取り入れたものとは言えないのである。

5. 認知神経科学と教育のゆるやかな関係

認知神経科学と教育の融合に際して、『証拠に基づいた教育』をという動きも盛んになりつつある(Goswami 2004, 2006; Stern 2005; Pickering & Howard-Jones 2007; Willingham 2009; Willingham & Lloyd 2007; Mason 2009; Petitto & Dunbar in press; Davis 2004; Bruer 1997, 1998)。International Mind, Brain, and Education Society (IMBES)という学際組織や、*Mind, Brain, and Education* という新しい学術誌も創刊されている。

そのような盛り上がりはあるものの、現時点で、認知神経科学が教育への活用として比較的期待できるのは、第二節でも概観した様に、認知神経科学からの証拠を特別支援教育や高齢者の機能不全の改善に活用することである。

- ① 原因が特定しきれなかった障害の原因解明、そして原因解明により指導法の確立
- ② 重症心身障害者の機能評価—行動には現れない身体機能や脳機能を評価できる
- ③ 脳機能の計測、脳画像等を指標(Neural Marker)とすることにより、障害や発達の遅れの早期発見

例えば、視力は正常で一つ一つの文字は正確に知覚できるにも関わらず、文字で書かれた文章を読むことが困難である読字障害(ディスレクシア)は、(言語理解は正常であるものの)読字能力の遅れが顕著で読み書きの習得に困難を伴うことから、教育現場でも問題となっている。効果的な指導による改善が求められてはいるものの、そもそも読字障害の根本原因がはっきりしないと、効果的な指導による改善は困難を極める。これまで、読字障害の原因としては、二つ示唆されており、一つは文字を音に変換する音韻処理に問題がある「音韻説」と、もう一つは文字を視覚化する時の視覚系の異常であるという「視覚説」がある。この二つの原因説に対して、認知神経科学からの新たな証拠として、fMRIによる読字障害者の脳画像がある。fMRIで読字障害者が文字を読もうとしている時の脳を撮像すると、角回や縁上回の活動が弱いことが分かった(Eden *et al.* 2004; Paulesu *et al.* 2001)。この角回や縁上回は、文字を音に変換する機能を司っていると考えられており、これらの部位の活動が弱いということは、「音韻説」が有力となりえる。つまり、読字障害者の困難の原因は、視覚異常ではなく、文字を音にすることであるといえる。このような、これまでは原因が特定しきれなかった障害の原因に対して、認知神経科学からの証拠が有益になることもある(上の①の具体例)。原因が特定されれば、角回や縁上回をより使うトレーニング法の開発などに繋げることも可能であろう。

これら①②③のような、療育に関わる神経教育学は、具体的な活躍が描け、効果が期待できそうであるものの、“通常”の教育への認知神経科学からの即効的な貢献は多くを期待するのはまだ早い(もちろん、萌芽的ではあるが、可能性はあるにはある。例えば、複数の学習方法の効果の差異や有無を、認知神経科学の知見を基に判断する(Stern 2005; Ariji 2009))。

記憶に関する研究は歴史も古く、認知神経科学の領域においても記憶に関する知見は集積されており、それらを教育方法に敷衍するという試みもある。しかし、記憶に関する認知神経科学の研究事例は数多くあるものの、学校教育での教育方法や学習方略を後押しする具体的提案はまだない。神経細胞を繰り返し刺激し、記憶の長期増強をもたらすよう学習しましょうというように学習が単純化する恐れがあり、非常に薄いものになってしまうだろう。特定の認知神経科学的な知見を敷衍して、或る教育方法を安易に推奨することは危険である。

特別支援教育への脳画像等の指標(Neural Marker)の利用—発達の遅れの早期発見(Goswami 2004)—を踏まえ、子供たちへの Neural Marker の活用という動きもある。学習効果や学習到達を、脳画像により判定する。認知神経科学なら子供たちの学習の定

着を、客観的な尺度で捉えることができるという認知神経科学への教育からの期待が背後にある。例えば、第二言語の熟達者は母語と第二言語の脳活動部位が相同であることを示した研究事例を基に、第二言語使用時の脳活動を撮像し、語学の学習効果や学習到達を“判定”しようということが考えられる。

しかし、脳機能や脳の変化を測定し、教育が効果あるかどうかを判定するような認知神経科学の介入は、“お節介”である。学習効果の評価の対象とされるべきことは、実際の“行動”であり、その“成績”である。学習の目的は、行動としてのパフォーマンスを良くすることである。例えば外国語学習に於いて、ネイティブレベルに到達した時に、脳がどの様に活動しているかは重要ではない。外から計測できるパフォーマンスとしてよくできているかどうか、その人にとっての熟達を意味し、脳の働きの様相が英語母語話者のそれと同様か否か、同様の脳部位を使用しているか否かは本質的ではない。つまり、教育効果や成果の測定に、脳の変化は関係ないのである。

種々の脳機能発達の臨界期(感受性期)が明らかになれば、適切な教育カリキュラムや教育時期などに関する指針を与え、科学的証拠に基づいた新しい教育理論の構築が可能になると考える向きもあるが、「行動の臨界期」と「脳の臨界期」は区別すべきものである。「行動の臨界期」とは、脳は全く関係せず、何歳頃までに学習を始めれば学習が身につくかという行動のタイムリミットのことである。脳がどう変化したかは関係ない。

過度に認知神経科学の証拠を重視すると、発達について既に長い歴史を持つ発達心理学や認知心理学の知見が軽視される危険性もある(Bruer 1999)。現時点では、残念ながら、学習の脳機能や神経レベルでのメカニズム等々が解明されたとは言えず、その研究は緒に就いたばかりである。従って、今の認知神経科学から教育への有意義な貢献を期待すべき時ではない。科学的見地から新しく教育を見直すのであれば、認知神経科学よりも、発達心理学や認知心理学の知見をまずは見るべきであろう。認知神経科学を妄信すると、これら発達心理学や認知心理学の知見を有効に活用する機会を見失いかねない。

認知神経科学風の『脳に基づいた教育』は避け、確固たる証拠に基づきしっかりとした『証拠に基づいた教育』は、理想に比べその実行は容易ではない。『証拠に基づいた教育』で認知神経科学ができることは現時点では僅かであろう。認知神経科学の知見を教育に持ち込むのには、まだまだ注意が必要であり、時期尚早である。まだまだ教育に有意義に応用できるような認知神経科学の証拠は少ない。認知神経科学からは脳にはこのような特徴があるという提示程度に留めておくべきで、教育への積極的な提案にはまだ早い。“educate”とは、元々“e-(外に)-duc(導く)”であり、個々人が備えている能力を外に育み導き出すことである。このように人が持っているものをどう育むか—どう外に出すか—は、認知神経科学が口を出すべきことではなく、飽くまでも教育の範疇である。つまり、教育の目的は科学の範疇にはない。教育の方法は、科学的に検証できたとしても、教育の目的は科学的には決められない。このようなことを冷静に捉えたうえで、認知神経科学と教育の連携は探られるべきである。闇雲に、異分野連携の流れを受けて、認知神経科学と教育が連携するべきでない。理想の追求

は結構であるが、まずは連携のための足元を固めることが先決である。今は、具体的なすぐに効果が期待できるような即効性のあるものはできない。現時点は、認知神経科学と教育は、ゆるやかな繋がりこそが健全である。連携とは確かに魅力的に映るであろうが、真の意味で融合するにはそれ相応の努力が必要であろう。今の潮流ではヒトに関わる領域にて近い分野同士の連携はあるものの、況してや認知神経科学と教育学という隣接領域でもない縁遠いもの同士の連携は容易ではない。

そして、このゆるやかな繋がり、つまりは認知神経科学と教育の連携の“土台”の構築には、今は何をすべきかを簡潔に指摘し本論を終えたいと思う。

① 理科離れが叫ばれる昨今、科学リテラシーの涵養が急務である。特に、認知神経科学の証拠を援用する側となる教育者たちの科学リテラシーマインドの養成が必要であろう。

- (1) 脳科学的に証拠・根拠のある研究に基づいたものか？
- (2) 実際の学習成果を踏まえた研究か？
- (3) 明確な仮説を厳密に検証した研究か？または、記述的科学の色が濃い研究なのか？
- (4) 脳科学的データから学習への影響を結論づける一連の理由は説得力があるか？
- (5) 標本はどのような母集団を代表しているのか？そして、どのような母集団に対して研究結果は当てはまるのか？

② 教育側の科学リテラシーの一方で、お題目だけの連携ではなく有意義な連携であるためには、認知神経科学と教育との橋渡し役(コミュニケーター)が必要である。科学リテラシーを養成しても、教育学にしてみれば、認知神経科学は遠いものであろう。いくらリテラシー力があっても、教育側のみで認知神経科学の証拠を持つてくるのは危険である。認知神経科学の証拠を教育に渡す人が、認知神経科学の側に必要である。

③ 上の②にも関連するが、認知神経科学の知見をそのまま教育に持ち込むのではなく、認知神経科学の知見を教育の文脈で捉えることが必要であろう。つまり、認知神経科学の証拠を活用するのは認知神経科学側ではなく、教育側である。認知神経科学の知見を教育が使えるように、認知神経科学の証拠を教育の“言葉”で解釈する解釈理論が必要である。異分野同士が連携・融合する時は、その両者の間に1枚入れると良い。認知神経科学を専門とするが教育に関心が高い人と、教育を専門とするが認知神経科学にも関心が高い人が、自分の専門を離れてお互いに意見交換をする場が必要である。

教育学はややもすると経験則に頼りがちになるが、人間を探ってきた認知神経科学は、人間はどのように「学習」を行うのか、その様相を明らかにしてきた。一方、教育は、実地に於いてどのような「学習方法」がより効果的か、その具体的な教育方法を知っている。このように、両分野とも融合する道はある。有機的な連携のためには、土台を固めた後に、『証拠に基づいた教育』を、認知神経科学者と教育学者双方の協力の下、作り上げていく。これこそが、認知神経科学と教育の融合である。

注

¹ 「神経倫理学」という訳語は、2つの別個の学術分野に当てられている。本稿では、“倫理についての神経科学的考察(Neuroscience of Ethics)”を意味しているが、“神経科学研究の発展に纏わる倫理的問題や道徳的価値を問う(Ethics of Neuroscience; Neuroethics)”分野を意味することも多い。

² “Neuroeducation”又は“Educational Neuroscience”に対する日本語訳はまだ固定されてはいないが、本稿では「神経教育学」と呼ぶ。また、“Neuroeducation”は、脳機能障害を抱えた人々のリハビリテーションを指すこともあるが、本稿では、学習や教育への認知神経科学的アプローチに限定する。

参考文献

1. Ariji, K. 2008. 「早期教育の落とし穴－認知神経科学的見地より」 *Journal of Humanities and Social Sciences* 2, 2-17.
2. Ariji, K. 2009. 「認知神経科学から教育への冒険的試み－体感と語学」 *Journal of Humanities and Social Sciences* 3, 184-191.
3. Battro, A. M., Fischer, K. W. & Lena, P. J. 2008. *The Educated Brain: Essays in Neuroeducation*. Cambridge University Press.
4. Bruer, J. T. 1997. Education and the brain: A bridge too far. *Educational Researcher* 26, 4-16.
5. Bruer, J. T. 1998. The brain and child development: Time for some critical thinking. *Public Health Reports* 113, 388-397.
6. Bruer, J. T. 1999. *The Myth of the First Three Years: A New Understanding of Early Brain Development and Lifelong Learning*. Free Press.
7. Davis, A. 2004. The credentials of brain-based learning. *Journal of Philosophy of Education* 38, 21-35.
8. Eden, G. F., Jones, K. M., Cappell, K., Gareau, L., Wood, F. B., Zeffiro T. A., Dietz, N, Agnew, J. A. & Flowers, D. L. 2004. Neural changes following remediation in adult developmental dyslexia. *Neuron* 44, 411-422.
9. Goswami, U. 2004. Neuroscience and education. *British Journal of Educational Psychology* 74, 1-14.
10. Goswami, U. 2006. Neuroscience and education: From research to practice? *Nature Reviews Neuroscience* 7, 406-413.
11. Jensen, E. 2008. *Brain-based Learning*. Corwin Press.
12. Mason, L. 2009. Bridging neuroscience and education: A two-way path is possible. *Cortex* 45, 548-549.
13. OECD 2007. *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science*. OECD Publishing.
14. Paulesu, E., Démonet, J. F., Fazio, F., McCrory, E., Chanoine, V., Brunswick, N., Cappa, S. F., Cossu, G., Habib, M., Frith C. D. & Frith, U. 2001. Dyslexia: Cultural diversity and biological unity. *Science* 291, 2165-2167.
15. Petitto, L-A. & Dunbar, K. in press. New findings from educational neuroscience on bilingual brains, scientific brains, and the educated mind. In K. Fischer & T. Katzir (eds.), *Building Usable Knowledge in Mind, Brain, and Education*. Cambridge University Press.
16. Pickering, S. J. & Howard-Jones, P. 2007. Educators' views on the role of neuroscience in education: Findings from a study of UK and international perspectives. *Mind, Brain and Education* 1, 109-113.
17. Stern, E. 2005. Pedagogy meets neuroscience. *Science* 310, 745.
18. Willingham, D. T. 2009. Three problems in the marriage of neuroscience and education. *Cortex* 45, 544-545.
19. Willingham, D. T. & Lloyd, J. W. 2007. How educational theories can use neuroscience data. *Mind, Brain, and Education* 1, 140-149.

(信州大学 全学教育機構 准教授)

2011年1月18日受理 2011年2月20日採録決定