

(2) 脳を創る ー成長の要因とは何かー

理 化 学 研 究 所
脳科学総合研究センター
脳型デバイス・ブレインウェイグループ
グループ・ディレクター 松 本 元

要 旨

我々が成長する為の要因は、目標を設定し、その達成に向かって自己努力することである。その為のエネルギーが愛であり、従って愛は人が成長する為の原動力と言える。ここでは、目標（夢）設定と愛が何故成長の要因であるかを、脳科学の立場から説明し、我々が成長する為の生き方を模索する。

序

人が喜んだり悲しんだり、話したり聴いたり、行動したりを主として司るのは身体の中の脳である。脳以外の体の器官を他人の臓器と代替することは考え得るが、脳を置き換えることは自己を失うことになる。即ち、脳は人格そのものと言っても過言ではないだろう。私達が精神的、人格的に成長するということは脳が成長することであり、その表現として脳の神経回路の構造とそこでの活動が変化することである。脳は1000億の神経細胞が互いに結合することで構造を作り、そこでの活動によって脳としての特有な働きを行なうので、脳の働きが変わることが成長することに直結する。

成長とは、従って、変わることがまず基本である。ニーバー（神学者、米国）は、最も神の祈りに適わしい祈りとは次の様に祈ることであると述べている：“神様、変えられる事に対してはそれを変えてゆく勇気を、変えられない事に対してはそれを受け入れてゆく従順さを、そして、それが変えられることなのか変えられないことなのかを見極めてゆく洞察力を、わたしに与えてください”。学習とは成長する為の手法であり、脳の神経回路の構造とそこでの活動を変える為の戦略である。学習の戦略は脳が35億年という進化の過程の中で脳が獲得し、生得的に備わっている。我々の最近の研究によって、脳の構造とそこでの活動に変化（学習）が起こるのは、脳から出力が得られた時である1)ということが明らかになった。即ち、学習は出力依存性であり、脳が入力した事柄（入力情報）について“こんな意味である”（認知出力）とか“言葉や行動として出力を表現する”（言動出力）などの出力をした時、初めて学習効果（脳の神経回路の構築とそこでの活動の変化が生じること）が起こるのである。逆に、脳が入力を得ても何ら出力を出さない時は、学習効果が生ぜず脳は学習しないので成長しない。

脳は、学習によってあらかじめ神経回路を作る。その後、脳が入力情報を得るとそれ以前に獲得した神経回路の中から最も適当と思うものを選択し、その入力した神経回路を活性化することで出力を得る。出力を得ると学習効果が生じ、脳の神経回路が変化することでより高次の情報を扱えるように成長する。言い換えると、脳は学習によってあらかじめ答えを創る。答えは神経回路の構築と、そこでの活動として表

現される。脳への入力情報は、答えを検索する為に用いられ、脳が入力情報から答えを選択し出力することが必要（出力する価値がある）と判断されると出力する。出力すると学習効果が生じるので、答が書き変わり脳はより高度な情報が扱える様に成長する。例えば、AさんがBさんに話をしているとしよう。Aさんの言葉はBさんの脳に聴覚器官を通して入力される。この時Aさんの言葉はBさんの脳の言語野から答えを引き出す為の検索情報として用いられ、Bさんの脳からの出力としての言葉の意味は全てBさんがそれ以前に学習で作った答の中のどれかが選択され出力される。従って、AさんがAさんの言葉で伝えようとした意味とBさんがAさんの言葉でBさんの脳から出力する意味が最初から一致するという事はまずあり得ない。AさんとBさんのそれ以前の学習経験が一致しないからである。人がお互いに判り合う為には、会話を続け、学習経験を共有する作業が必要とされる。

1. 成長の要因－その1. 目標の設定

脳が答を書き変えて成長するのは脳が出力する時であるので、脳が出力し易い状態に導く（コントロールする）要因が成長の要因となる。脳の活性が高まった状態では脳は出力し易い状態であるので、脳活性が何によって制御されるのかが成長の要因となる。脳活性が高い時の心理状態を意欲が高い（脳が自発的に出力を出そうとしている）状態といえるので、脳は意欲が作るということができる。

脳の活性は脳が目標を設定する時高まり、その目標達成の為の脳が創られる。逆に目標がないと脳の活性は上がらない。例えば、朝起きられない人は、朝起きてこうしたいという一日の目標が自発的に設定できない人、あるいは設定できない状況に置かれている人である。朝起きることに意義が見つけられず認知的出力が得られない時、脳活性が上がらず（意欲がなく）起きられないのである。この様な時にあっても起きるという向きに行動出力すれば脳が活性化し起きられるのである。即ち、起きられない人が起きるコツは、ふとんから抜けだし、起きる方向への行動に一步踏み出す事である。

何故目標設定することが脳の活性を高めるかは、脳が仮説立証型で答の検索を行なう事に依っている1.2)為である。脳は、入力情報の粗い意味を短時間で把握する為の古皮質と、緻密な認知、運動、言語処理の為の新皮質から構成される二重構造となっている（図1）。古皮質で入力情報の粗い意味とそれに基づく価値の判定がなされ、入力情報に対する第一次仮説が新皮質連合野に設定される。入力情報はより時間を要するが緻密に分析される様、新皮質の各領野で逐一処理されるが、あらかじめ認知分析される方向が古皮質から仮説として示されて初めて認知処理が行なえる。即ち、脳は認知分析する目標がまず設定され、その論理の裏づけを与えるように認知情報系が働く。目標が設定されていないと脳の新皮質は情報処理を進めるべき方向が定まらないのでフリーラン状態に陥ってしまう。脳が情報処理すべき目標を必要とするのは、朝起きられない人の例の様に日常の認知、言動に関する物だけに限らず、人生の遠大な目標についても同様である。青年期に特有の悩みは人生の目標が設定できない為である。思春期から脱して自我に目覚め、自分としての歩む方向に踏み出したいと強く望む青春期においては、いまだ自分がどの方向に進べきかの人生の目標がすぐには設定できず、このため脳はいわばフリーラン状態に陥り悩むのである。人生の目標が設定されるまでこの状態は基本的に持続する。目標が設定された時初めて成人期に至った、といえるだろう。

2. 成長の要因－その2. 愛は成長の原動力

脳は目標を設定し、その目標の達成に向けて認知、言動系が活性化することで、この目標に関する情報

処理の脳回路を形成する。しかし、目標を設定し、この達成に向けて脳が情報処理に一步踏み出すと、脳の中にその為の回路がまだ備わっていない時、答が見つからず情報処理を行なえない事を発見する（挫折する）。目標の中で、達成したいが達成が極めて困難であると思われるものを夢と呼ぶ。夢は脳が達成したい目標であるが、達成の為の脳回路がまだ形成されていないので、目標達成が容易にできそうに思えないものである。従って、夢の実現は、夢を達成するための脳回路創成と等価である。このことは日常の所作全般についても同じである。我々は成るべく楽して生きたい、と願うのと同じである。現在の脳で済ませられる事の中だけで生きてゆくので、確かに楽ではあるが、この事は成長を放棄したことでもある。仕事をするということは、仕事をする為の脳回路の形成と共に、自分がしたい仕事を行なえるようになることである。しかし、仕事に最初立ち向かう時は、この仕事を達成したいという目標が先行して、仕事をする為の脳回路が未完成なまま仕事に立ち向かうことになるので、最初は仕事ができず苦しいのである。即ち、目標を設定し、この達成に一步踏み出したとたん挫折するのである。成長するには、従って、必ず苦しみが伴う。「若い時の苦労は買ってでもしろ」と言われる所以である。

脳が自分の中から答を見つけられず出力できない状態にある時、さらに脳活性を上げて答のない、あるいは見つからない状態からでも、とにかく何らかの出力を得る事で前進できる。この様な状態にあっても、さらに持続的に脳活性を高め、意欲を持ち続ける為のエネルギーは何であろうか。入力情報に関する粗い意味付けに基づいて、扁桃体ではこの入力情報に関する価値判定が行なわれる（図2）。扁桃体で入力情報の第一次価値判定によって価値ありとされると脳活性が高まり、それと同時に脊髄や自律神経を通して筋などの身体系へ行動出力される。この第一次価値判定は、粗いが早いという情動系と呼ばれ、入力情報を視床までの粗い意味把握（直感）に基づいて自分にとって好ましいものなのか好ましくないものなのかを判断することになる。例えば、夜、野外のコンサートの会場にいて「A何か細くて長いものがゴソゴソと動いた様な気がしたとしよう。この直感を基に我々はすぐ恐い（自分にとって好ましくない）と情動判断する。この結果は脊髄や自律神経に出力され、身体が硬直したり血圧が上昇して心臓がドキドキし発汗する。しかし、これらの入力情報は同時に新皮質に送られ、これより時間を経て緻密な認知分析が行なわれ、その結果ごそごそと動いた細長いものは誰かが何かで動かしてしまった電気のコードであってヘビではないのだと判り、この結果が再び扁桃体に戻され第二次価値判定に送られ「なーんだ、そんな事だったのか」とホッとする。この様な時に既に行動出力された汗の事を“冷や汗”というのである。何故脳がこの様な二重構造であるかという一般的な説明は、脳が進化の過程で古皮質（動物脳）をある程度完成させ、その上更に新皮質を組み上げて階層構造化したという発生・分化的視点からのものと、動物脳によるすばやい状況判断と価値判定に基づいて、人を含めた動物が危機回避や予測行動などに対応するという生理学的視点からの理由付けが行なわれている。これらはいづれも納得できる説明であろう。事実、体育会系の人の脳には、古皮質をより学習させ、直感判断に基づく素早い価値判断によって敏捷で次の事態に柔軟に早く対応できる様に成長する。野球で成長を収めた長嶋茂雄選手の脳はこの型であろう。

脳のこの二重構造によって、更に脳の情報の扱い方の特徴が際立たされている。その第一については、脳が仮説立証型として情報検索を行なう際の目標設定の為の構造としての古皮質の重要性を前章で指摘した。ここでは更に古皮質での情動判断によって、モノアミン系の拡散性伝達物質（ドーパミン、ノルアドレナリンなど）の放出制御の結果、脳活性の制御が行なわれることが近年ますます明らかになってきた3)。入力情報についての情動判定の結果、入力情報が好ましいとなると脳活性は上がる。この時、いまだ新皮質でこの情報に関する認知・言動の処理が行なわれているので、これらの神経回路が出力を出しやす

くなり学習効果が高まっていく。即ち、脳は自ら価値があると認めた情報についての脳回路を作るのである。「好きこそものの上手なれ」といわれる由縁である。自分が好きと思った事柄に対しては、脳は自発的にその事柄を達成する為の回路を作ってゆくのである。例えば、この事を達成したいという目標を設定したとしよう。その目標の達成の方向に一步踏み出した途端、その事ができない自分を見いだし挫折する。そこで、この様な苦しい状態にあってもその目標を達成しようとする事が（本音から）好きであり、この好きという状態が達成できないという苦しい状態の中にあっても達成しようという意欲を持続していくことができればこの目標を達成する為の脳回路は必ず出来上がる、という事である。しかもプロになる為の脳の作り方はこの方法に依るのが最も完成度が高く効率が良いということである。創造的と呼ばれる仕事の所産もこの様な方法による結果であろう。

しかし、仕事そのものを本音から好きであると思え、その達成を願っての行動に踏み出すことで引き起こす自分の内と外からの圧力に対し平然と対応して貫き通せることは普通できないだろう。そこで、目標達成の為の脳活性の高まりが持続的に継続できる様に、仕事に付随して報酬を付加するのである。報酬は脳の外及び内の両側から仕事に付加させることができる。脳の外側から仕事として付加するものは、金、名誉、地位などである。これらが仕事に付加されると、仕事そのものは好きでなくても、仕事に価値を見いだし持続的に行なえる力となるのである。これに対し、脳の内側から仕事に付加するものは知恵である。ある目標を設定し、この目標の達成の為の手法を採択し実行したが目標を達成できない、というのが上で述べた様に普通の事として起こる。そこでこれを失敗と見なすか、このことによって達成の手法と目標設定のステップについて前進したと見なすかは知恵である。後者の為にはその為の知恵が必要とされるからである。しかし失敗と見なしてこの挑戦の価値を低く評価したのでは脳活性が下がり、目標達成への持続的エネルギーとならない。知恵によって挑戦したことに対し肯定的で前向きな評価を持つことが、この挑戦を足場として次のステップに向かう力となる。即ち、肯定的で前向きな評価はほめることである。ほめることは事柄に対する新しい価値付けを行なうことであり、知恵の必要とする作業である。

3. 価値の設定

脳活性の特徴は価値判断によって決定するので、脳の価値形成が学習によってどの様に行なわれるかを考えよう。価値形成の初期基準は、欲求として遺伝的に（生得的に）備わっている。脳は欲求を充足する方向に向けて行動出力する。この事が脳の発生から初期分化への（平たく契うと受精から誕生し幼児期までの）段階での成長要因である。欲求には生理欲求と関係欲求の2つがある。前者には物質やエネルギーを取り入れ、出すことで身体を維持・発展させたいという欲求であり、後者は他者と関係したいという欲求である。関係欲求は物質やエネルギー以外の事柄（情報）に対して開放系である生物が、情報を取り入れ、出す系として自己発展する為に進化の過程で欲求という基準にまとめ、獲得したものであると思われる。コンラッド・ローレンツはハイイロガンの行動観察を通して対象刷り込み（object imprinting）を詳しく研究した。これは卵から発生したヒナ鳥が最初に見たものとの関係の中で生きることの観察実験である。即ち、最初に見たものを親と見なすことが生得的に備わっているのである。人は胎生であるので発生から初期分化までの10月10日間を母親の体内で過ごし、母親との関係を強化することを初期価値として獲得して誕生する。

生まれたばかりの赤ちゃんはおっぱいに吸い付くなどの生理欲求と共に、お母さんとのコミュニケーションを求めて関係欲求の充足を得て、脳活性が上がり、これらの情報を更に詳しく認知、運動出力、言語

処理することのできる大脳新皮質を形成する。これらは、人の赤ちゃんがおっぱいを飲む時の様相に如実に反映される。人の赤ちゃんがおっぱいを飲む時、生理欲求が充足されるまで一気に飲み続けるのではなく、ある程度飲むとそこで休み、お母さんとの関係を全身で得るように語りかけ、微笑み、愛撫などで安心を得ると再び飲むことを始める。生まれ立ての赤ちゃんに、生理欲求は充足するが関係欲求を断つようにして育てると脳の発育が遅れることが知られている。極端な場合には死んでしまうのである。それは生理欲求が満足されているので、脳は充足されない関係欲求の充足によって活性調整をうけるのにもかかわらず、関係欲求が不充足なので脳活性が上がらず脳が働かず、従って免疫活性も低下（脳と免疫は極めて密接に関連している）する。この為、バクテリア・ウイルス等による外因性疾患に対し、いわば無防備となり死に至ることにもなり得る。現代が心の時代であるといわれるのは、生理的欲求がいわば容易に充足される社会環境と密接に関係する。脳は欲求の充足に向けて行動出力していることで、脳活性が上がり、成長する。従って、幸福とは何かを脳の立場から捉えると次の様にいえる：幸福とは、その人の置かれている位置ではなく、そこから向かうべきベクトルの傾きの大きさで決まるものである。

愛は、関係欲求を初期基準にして、学習を通して獲得した価値表現である。愛は愛されること（関係を人からプラスに強化してもらうこと）と愛すること（プラスの関係を人に行なうこと）から成立するとすると、愛の価値表現を持つ為には、成育期に人から愛されることの十分な経験が必ず必要とされる。愛されたという経験を学習して、脳に愛の価値表現の内部世界が形成される。この結果、この内部世界の価値を充足する方向に行動規範を作るので、自分も他人も愛することができる。愛は、人との関係性を最も重要な価値とすることであるので、人の行為でなく、その存在そのものを最も価値のあるものとして受け入れることになる。この為に自己犠牲を伴う事もあり得るのである。人が行為によって関係性の評価を受けると、結果が人より優先することになり、結果を創り出す人を大切にしないことになる。人の存在を受け入れ、人の成長を第一にすることで、人は輝いて生きることができるのである。愛は脳を創る根本的エネルギーである。

結 び

“脳を創る”とは成長することであり、成長の要因とは何か、を述べた。どのような方向に成長するかは各人の人生目標の設定と深く関連する。そして、これを決定するのはその人の価値観である。即ち、生きるとは、各人の価値観を確立（自己実現）することであろう。そして、豊かな社会とは人それぞれの異質の価値観を認め尊重して生きることができる社会といえよう。