



羅針盤

2015年度 第12号
都立豊多摩高等学校
進路図書部

2015（平成27）年11月18日発行

脳と記憶の仕組みがわかったら、効果的な学習ができるはず！ 今回はそんな話。

内田 樹^{たつる}の本を読んでいたら、池谷裕二^{いけがやゆうじ}が講演で話した実験を紹介していた。池谷は脳科学者である。

スワヒリ語の単語40語を学習して、それから覚えたかどうかテストする、という単純な実験である。ただし、4グループにわけて、それぞれ違うやり方をする。

第1グループはテストをして、一つでも間違いがあれば、また40単語全部を学習し、40単語全部についてテストをする。それを全問正解するまで続ける。いちばん「まじめ」なグループである。

第2グループは、間違いがあれば、間違った単語だけ学習し、40単語全部についてテストをする。

第3グループは、間違いがあれば、40単語全部を学習し、間違った単語についてだけテストをする。

第4グループは、間違いがあれば、間違った単語だけ学習し、間違った単語についてだけテストをする。これがいちばん「手抜き」なグループである。

全問正解に至るまでの時間はこの4グループに有意な差はなかった。まじめにやっても、ずるこくやっても、どの勉強法をしても、結果は同じなのである。

ところが、それから数週間あいだを置いて、もう一度テストをしたら、劇的な差がついた。

（内田樹『街場の読書論』（太田出版、2012）76～7頁）

第1グループの正解率は81%。第4グループの正解率は36%。問題は、第2グループと第3グループである。両者は、やったことがよく似ている。割いた時間も変わらない。にもかかわらず、大きな差がついた。さて、どちらの正解率が高かったか？ 結果は最後に披露。

今回は、脳の学習性と記憶のメカニズムについて学びながら、この実験結果を推測しよう。

脳と記憶のメカニズム

紹介するのは、松本元『愛は脳を活性化する』（岩波書店、1996）である。松本は夭折した脳科学者。脳型コンピューターの開発に従事していた。

松本は、「脳」を「情報処理のアルゴリズム（処理方法。通常のコンピュータではプログラムである）を自動的に獲得するシステム」と定義したうえで、次のように述べている。

脳がアルゴリズムを獲得する際の重要な戦略が、学習性である。脳は、学習によって情報を処理するためのアルゴリズムを獲得し、それを神経回路の構築と、そこでの活動として表現するのである。

脳に新しく入力された情報は、すでに獲得した神経回路を活性化するための、いわばトリガー（引き金）として使われ、これによって脳は出力を行う。そして出力を行うことで学習効果が生じ、アルゴリズムが書き変わるのである。すなわち、脳は学習によって「表引きテーブル」にあらかじめ答を用意しており、入力された情報によって、その用意された答の中から入力情報との関連度が最も高いものを選択し出力する。そして出力することで新たに学習効果を生じ、そのとき用いた答を、必要とあれば修正するのである。

言い変えると、脳は学習によって自らの内部世界を作り、そこにまず答のテーブルを用意する。入力情報は、この答を引き出すための検索情報として用いられる。そして脳からのすべての出力はあらかじめ用意した答の中から選ばれ、言動などの出力となるのである。

ここで、脳からのどんな情報出力も、自らの内部世界にあらかじめ存在するものによることに注意しよう。このことが、脳とコンピュータの大きな違いの一つである。コンピュータでは入力情報がプログラムに従って逐次^{ちくじ}処理され、その処理結果が出力される。脳でも情報が逐次に処理される過程はあるが、それは答の検索のために必要な処理であって、基本的な計算原理はあくまでもあらかじめ用意された答の検索出力なのである。

例えば今この本で述べている内容も、第一次的には、読者の方々の脳の中にある「答」を引き出す検索情報として使われている。皆さんの脳に答がすでにあるなら、多少粗く述べても「なるほど」とわかっただけである。答のない場合には、今読まれた情報（つまり入力情報）が答を作るための作業（学習効果）として作用する。これが、入力情報の二次的効果である。この学習効果によって、「ここで言っていることはこんなことか」と、読者の脳の中で最も関連する答を仮に立てることができ、これによって何らかの出力が得られれば理解が深まるのである。出力することで学習効果が上がるというわけである。

直接に関連づけられる答がないときでも、入力情報が自分にとって重要であると積極的に価値判断をすることによって、また必要に迫られて出力を出さざるを得ないようにすることによって、学習効果を上げ、何らかの答を作り出すことができる。こうして、何らかの出力をすることで学習効果が上がっていき、そのうちに脳の中に新しく答が形成されて、次々の入力情報に対し辻褄^{つじつま}があつて、「わかった」となるのである。

(松本元『愛は脳を活性化する』(岩波科学ライブラリー42) 5～7頁)

出力が学習効果を上げる。入力^{いり}は出力のトリガーになる。大切なのは出力なのである。

気になるのは「忘れる」ということだろう。いくら覚えても、忘れてしまえば元も子もない。

が、記憶は消えるのではなく取り出しにくくなるだけだ、そんな話を聞いたことがないか。

脳は、一度アルゴリズムを長期的な記憶として獲得すると、その獲得したアルゴリズム（記憶）はその後一生涯消去されないと考えられている。すなわち、脳のメモリは消去不能なライト・ワンス型なのである。しかしわれわれは日常的に、記憶が時の経過とともに薄れ、失われていくことを経験している。脳が記憶を一生保持するとすれば、われわれが物を忘れていくのはなぜなのだろうか。

これはメモリの内容が失われるためではなく、何らかの機構によってメモリを呼び出す（活性化する）ための閾値^{いきち}（しきいとなる値）が高くなり、呼び出しにくくなるためであると考えられる。時間のたったメモリが呼び出されるのは、そのメモリが形成された状況に限りなく近い入力情報が得られたときや、何かとてつもない衝動的な事件に遭遇して脳全体の活性が異常に高まったとき、などである。前者では、入力情報に 관련된 特定の記憶が出力されるのに対し、後者では脳全体の活性の上昇度に従って、それによって出力できる記憶が無差別に出力されることになる。

脳という記憶庫を氷山にたとえ、海水面を意識とすると、海水面より上、すなわち意識の上にある部分がワーキングメモリとして日常的な活動に使われている記憶である。一方、海水面以下の意識下の部分、つまり潜在意識下のメモリは脳の大部分を占めており、ここに生まれてから現在まで脳が強い刺激を受けて長期記憶化したメモリが固定され保存されている。しかし、潜在的なメモリは呼び出される閾値が高いというだけで、メモリの内容は緻密なまま保存されている。

(同書12～13頁)

学習の繰り返しは、入力情報を意識のうえにとどめる営みなのである。学習効果を上げるのは、入力よりも出力であった。第2グループと第3グループの違いも、テスト（出力）重視と学習（入力）重視の違いである。最初の問題にもどれば、第2グループの優位が予想できるのである。

実験結果。第2グループの正解率は81%（第1グループと同じ）で、第3グループの正解率は36%（第4グループと同じ）であった。正解は、「第2グループの正解率が高かった」。「間違っただけ学習し、40単語全部についてテストをする」という学習態度が、合脳的で効率的ということになる。

というわけで、合脳的で出力重視の勉強をこころがけよう！ …復習が大事ってことです！