

F2. 覚えるための学習：記憶の生物学的基盤

本章の目的

私たちが情報を学び、たくわえ、そして呼び起こす能力は私たちの脳の神経細胞回路のなかの“ハード面のつながり”を必要とする。私たちが記憶形成の生物学的メカニズムを理解していくにつれて、健常者の記憶機能の増強と同様に記憶障害の治療の新しい機会に直面している。

本章の目的は以下の通りである。

1. 短記憶と長期記憶の記述
2. 記憶定着の生物学的メカニズムの概説
3. 記憶編成疾患であるアルツハイマー病と関連する倫理問題の考察
4. 人工的な記憶の増強にともなう脳神経倫理関連の考察

F2.1. 思い出すための学習

私たちが新しい情報を学ぶとき、それを取り込んで後日思い出せるということを必ずしも意味しない。学習とは、単に新しい知識の取得を包含しており、一方記憶とは未来のある時に私たちが呼び起こすことのできるよう神経系の中に情報を蓄えておくことである。海馬と呼ばれる私達の脳の一部は学んだ情報を記憶に変換するのに極めて重要な役割を持っている。私たちは記憶をたった数秒から、数年、あるいは生涯ずっと、といった多様な時間長で蓄えておくことができる。すなわち、記憶とはしばしば短期の時間だけ(短期記憶)か、あるいは長期の時間にわたって(長期記憶)保持されるかという分類をされる。

Chapter by Irina Pollard, Ph.D. 福士珠美・佐倉統(訳)

A Cross-Cultural Introduction to Bioethics, Darryl R.J. Macer, Ph.D. (Editor), UNESCO Bangkok Bioethics Education Project 2006
<<http://www.unescobkk.org/index.php?id=3854>>

短期記憶は時に作業記憶とみなされる、なぜならば、その記憶はある問題の各々の段階をにしたがった解を得るために記憶バンクから切り取られてきた情報を用いた一連の知的理由付けの間に使われるからである。例えば、作業記憶はしばしば新しい電話番号をダイヤルするときに用いられる。これを実行するには、典型的には電話帳の番号を見て、その情報を短期記憶か作業記憶の中に蓄えて、(電話帳を見返すことなく)ダイヤルし、そして会話を始めてしまえば便利なことにその電話番号を忘れてしまうだろう。しかし、もしその番号に何度も繰り返しかけていけば、その情報は長期記憶として、より永久的に蓄えられ始める。短記憶と違って、出来事や事実が人間の長期記憶に蓄えられたとき、それらは都合のよいことに永久なので、簡単には忘れ去られはしない。一見情報が忘れさられたようであっても、長期記憶というものはいくつかの手がかりによってたいていの場合呼び起こされるのだ。

興味深いことに、記憶は私たちの知覚、信条、あるいはその出来事の起こった後の特定の状況に関する他者からの示唆を通じて変化する。記憶とは、すなわち、それらが“誤った記憶”として認識されるものとして注意をうけるがゆえに、いつも正しく思い出されるとは限らないのである。科学研究は特定の事件を目撃した人がこの件に関して新しく誤った情報を後に与えられると、彼らの(記憶の)再構成が阻害されうることを示している。特に、誤った情報は、私たちが他者と交流するとき、示唆的な問いかけを受けるとき、脚本を想起しているとき、あるいはある事柄を自分たち自身が経験している場合に置き換えているときに、私たちの記憶を脅かす潜在性を持っている。過去 20 年以上、研究者達は記憶の変化を人が疑う条件に関して沢山のことを学んできた。特に、研究は刻が示唆と想像によって変化しうること、そして時間がオリジナルの記憶の風化を可能にするくらいに積み重ねられたときにより簡単に変化することを示している。

問1. 記憶は壊れやすく、そして時間と共に変わり得る、つまり、人々が正しいと信じている記憶

Chapter by Irina Pollard, Ph.D. 福士珠美・佐倉統(訳)

A Cross-Cultural Introduction to Bioethics, Darryl R.J. Macer, Ph.D. (Editor), UNESCO Bangkok Bioethics Education Project 2006
<<http://www.unescobkk.org/index.php?id=3854>>

とは、実際には本来の事象から変化したもの(誤った記憶)ともなり得る。脳の異なった領域が正しい記憶と間違った記憶の処理に含まれていてその活動は脳機能画像技術を用いて同定され得る。脳機能画像は、程度に応じて阻害された記憶の再構成を適切な証拠とする場合、犯罪に対する証人の供述を支持するために用いられるべきか。

問2. 精神衛生の専門家のなかには、記憶を埋没させたり再確認したりしながら(症状を)回復させる方法の一つとして患者に幼少期の出来事を想起させようとする人がいる。想像とは、誤った記憶が脳に刻み込まれることによるメカニズムをもつゆえ、この形態の“治療的”な介入の倫理的関連事項とはなんだろうか。

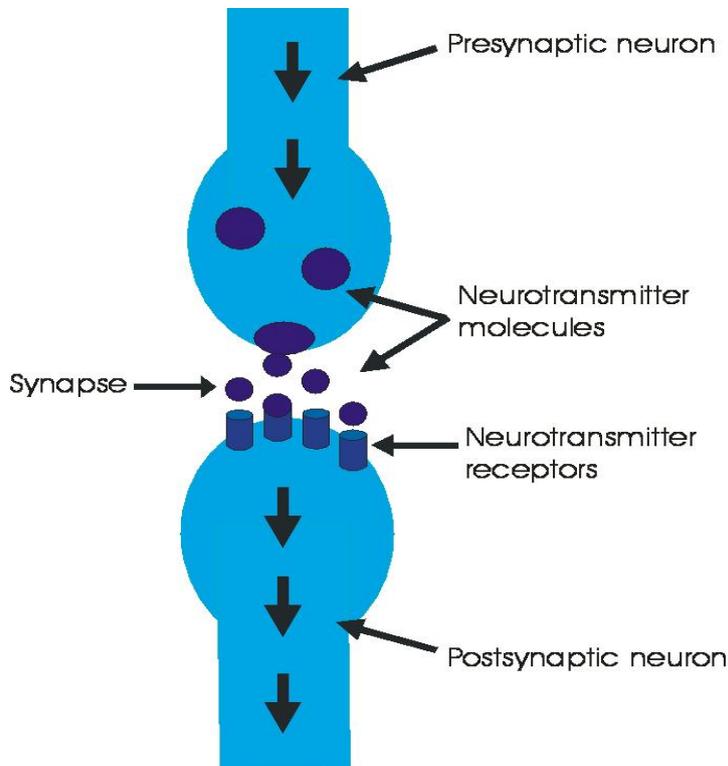
F2.2. 記憶の生成

短期記憶から長期記憶への情報の変換は整理統合として知られる。整理統合の過程において、脳内の(神経)経路は、脳細胞(神経細胞)が情報を互いに伝達できる能力をより効率的にすることで、強化され、また「習得回路」化される。この強化の過程は神経細胞間の空間(シナプス結合)がより効果的に化学的メッセージ(神経伝達物質)を神経細胞に次々と伝えていくことから生じる(図参照)。これらの神経経路は、シナプス結合の強化が脳内に記憶を蓄えることの鍵となると信じられていることから、記憶の経路あるいは記憶回路と呼ばれている。いったん記憶の経路が形作られるとそれらの記憶は、再生したいと、また時には記憶を変化させたい、と思う気持ち(前頭葉)によって、活性化される。

もう一つの記憶の形体は、負の記憶として知られている、神経細胞間の結合強度が積極的に弱められ、脳が情報を無視できる、つまり当人にとって保持する意味がなくなるものである。これは、

私たちの脳が外界からの継続的に新しい感覚情報によって氾濫するため、また、仮に私たちの気持ちがこのような(感覚)情報の全てを覚えておこうとすると、私たちの脳の記憶容量を数分のうちに超えてしまうために生じる。つまり、脳は確固たる経路を強化するだけでなく、他の「使い物にならない情報」を抑制して重要ではない記憶の経路が成立しないようにもことしているのである。

情報は神経細胞から神経細胞へとシナプスと呼ばれる間隙を介して伝達される。神経伝達物質として知られる化学信号が前シナプス側の神経細胞の小胞(シナプス小胞)から放出される。神経伝達物質はシナプス間に渡って拡散し、後シナプス側の細胞膜上の受容器と結合する。シナプスにおける変化は、前シナプス細胞から放出される神経伝達物質の量、あるいは後シナプス細胞膜上に存在する受容器の量の変化によって、この神経伝達物質が神経細胞から神経細胞へと伝達されていく効率を増進したり減退したりする。



Chapter by Irina Pollard, Ph.D. 福士珠美・佐倉統(訳)

A Cross-Cultural Introduction to Bioethics, Darryl R.J. Macer, Ph.D. (Editor), UNESCO Bangkok Bioethics Education Project 2006
 <<http://www.unescobkk.org/index.php?id=3854>>

長期記憶の整理統合を増進する方法として、脳は生来、心の注意を向けるような情報の再生をする傾向を持つ。心によって繰り返し再生される情報の種類というのは感情的要素がその情報に対して備わっているのが典型である。当人にとって重要な価値をもたない情報は概して整理統合されるのに集中的な努力が必要である。言い換えると、私たちが積極的に心を通して情報を循環させなくてはならないのである。この現象には馴染みが深いだらう、例えば、人は友達の前で失態を演じてしまったときの感情的な出来事を比較的思い出しやすいが、一方で、記憶の中に取り込もうと積極的に努力した数式を思い起こすことは難しい。これは、私たちが興奮したり恐怖を感じたりして、コルチゾールのようなホルモンがストレス反応の一部として体内に放出されるような環境において起こるものである。コルチゾールは神経細胞間のシナプス変化を増強することによって整理統合の系を早める神経活性ホルモンである。

身体が感情的に積まれていった記憶の貯蔵を増強する生得的な傾向は、人間を含む多くの動物にとって生き延びるのに重要な価値を持っている。例えば、危険な環境においては、恐れとか怒りといった、恐怖(現場から逃げ出すか戦闘に駆り出されるかいずれにしても)に適切に対応するのに助けるような感情を害して経験するだろう。コルチゾールのレベルを引き上げる身体の「ストレス反応」に即したこれらの感情は、この重要な出来事を覚えやすくし、将来同じような状況に直面したときのより適切な反応を助けてくれる。つまり、感情記憶を蓄えようとする脳の傾向は私たちの生きている環境と渡り合うための能力を増強する適応メカニズムなのだ。この適応の過程は、記憶の貯蔵に含まれるのと同じような依存症における神経処理の重要な結果である(ストレス反応と依存症におけるその役割の考察に関しては章 F3 参照)。

問3. 1999年に研究者たちは記憶課題を通常のマウスよりもはるかに優れてこなすマウスを遺伝子工学によって作り上げた。この技術は高度な精神能力を携えた人間をつくり出すためにヒトに用い

Chapter by Irina Pollard, Ph.D. 福士珠美・佐倉統(訳)

A Cross-Cultural Introduction to Bioethics, Darryl R.J. Macer, Ph.D. (Editor), UNESCO Bangkok Bioethics Education Project 2006
<<http://www.unescobkk.org/index.php?id=3854>>

るべきか？

F2.3. 薄れ行く記憶:アルツハイマー病

年をとるにつれ、たいていは私たちが記憶を保持して思い出す能力は減退し、より多くの老人たちが、記憶処理を含んだ脳の領域—大脳皮質と海馬—の病理変性によって軽度の物忘れを経験する。アルツハイマー病は軽度のもの忘れから始まる記憶障害であるが、しばしば、個人が直面する混乱、妄想、うつ、不休、不眠、食欲減退などを残して重篤な記憶の喪失へと進行する。アルツハイマー病は一般的により高齢の人々に発症するが、場合によっては30代でも発症する。アルツハイマー病の発症確率は年齢と共により一般的になり、アメリカでは65—70歳の間ではほぼ5%に、85歳以上ではほぼ50%に達する。

環境と遺伝の要因はアルツハイマー病を進展させるような感受性に影響を与える。例えば、環境性の毒物はこの疾病の発症を増加させうる。アルツハイマー病を引き起こす最初の遺伝子配列、ダウン症という21番染色体の重複によって引き起こされる疾病の罹患者が中年期まで生き延びた場合にはほぼ間違いなくアルツハイマー病にかかってしまうという観察から見つかった。21番染色体上の遺伝子はアルツハイマー病の初期発現に関わっていることが今は知られており、より最近の研究では第1、14、19番染色体の遺伝子配列のかなりの多様性もこの疾病の進行に関わっていることが示されている。これらの遺伝子のそれぞれが、脳内における正常なアミロイドたんぱくの生成に関与している。多くの人々においてはアミロイドたんぱくが脳機能には悪影響を及ぼさないが、アルツハイマー患者の脳で見つかる種類のもの(はるかに大型のもの)は、そう簡単には分解されずに脳内に蓄積され変性し、究極には神経細胞を破壊していくのだ。

Chapter by Irina Pollard, Ph.D. 福士珠美・佐倉統(訳)

A Cross-Cultural Introduction to Bioethics, Darryl R.J. Macer, Ph.D. (Editor), UNESCO Bangkok Bioethics Education Project 2006
<<http://www.unescobkk.org/index.php?id=3854>>

最近のアルツハイマー病の遺伝子、特にこの疾病の初期発現に関与する遺伝子群の理解は、深刻な倫理的配慮をさし示している。アルツハイマー病の家系を持つ親達は否応無く妊娠の初期段階においてこの疾病に関するスクリーニング検査の機会を持つことになる。しかし、もし結果が陽性なら、彼らの子どもがその生涯の後期に経験するかもしれないことを防ぐために妊娠を終わらせてしまうことを考えるべきなのだろうか？この疾病の治療に向けた研究は常に拡大し、そして将来にはアルツハイマー病と向き合う人々は現在と同じくらいに限られた存在とは明らかに違うような存在としての機会が与えられるだろう。

章 F1 で考察したように、幹細胞研究はパーキンソン病のような神経変性疾患の治療への可能性の存在を提供し、そしてこの研究はまた、周辺の倫理的議論によって限られたものになってしまっているがアルツハイマー病治療への多くなる潜在的な可能性を秘めている。新しく創薬された薬の開発のような他の治療もまたアルツハイマー病へ大いなる展望を持っている。例えば、記憶増強薬はアルツハイマー病患者の脳において、健全な神経細胞の活動を再活性し、患者の記憶力や他の精神機能を改善したりする。言い換えると、他の薬物は、アルツハイマーを引き起こす神経のダメージによって少なくとも一部の責任を負う脳組織におけるアミロイドタンパクの蓄積を予防しうるのだ。

これらの薬物治療に加えて、研究者たちはアルツハイマー病と戦う自らの身体を助ける方法を今も探している。この場合、アルツハイマー病に含まれる遺伝子群の遺伝子スクリーニングは、効果的な予防治療が発展した場合には特に重要になる。変性アミロイドタンパクを過剰生産する遺伝傾向を持つマウスにおける最近の研究は、終末医療と研究のための非常に興味深くあたらしい道筋に狙いを定めた。仮に遺伝的にアルツハイマーの症状が進行する傾向を持つよう作られた若いマウスがアミロイドタンパクを少量投与された場合、それらの免疫系はアミロイドタンパクを破壊し、その代わり免疫性を発展させる。いったん免疫性が獲得されれば、マウスが生きている限りタンパク

を破壊し続け、アルツハイマー病の脳の老化に関連した凝集を防いでいく。

問4. 医療分野の最近の発達は、地球規模で、特に先進国において人々の寿命を延ばしつづけてきた。しかしながら、身体の寿命が延びたとしてもアルツハイマー病のような脳の変性疾患に対する予防や緊急治療については対処できていない。これらの傾向にはどういった倫理的解釈が成り立つか？

問 5. 両親はアルツハイマー病の早期発症に関与する遺伝子をスクリーニングするために遺伝子妊娠検査を行うべきか？陽性が見つかったときにどのような倫理的問題が浮上するか。

問6. 仮に遺伝子スクリーニングを受けてルツハイマー遺伝子に陽性の結果を受け取った場合に、個人にはどのような情報の秘匿性の権利があるのか？健康保険会社は個人がアルツハイマー病を患う高い危険性を持つことを知る権利があるのだろうか？

F2.4. 記憶力増強治療

もし医療が記憶障害を持つ人々の記憶を改善するのなら、健常人々にとっては何ができるのだろうか？先に述べたように、有力な研究は記憶力増強薬の発展に対して指示がだされている。これらの薬は記憶の整理統合に関与するシナプス結合を強化する分子メカニズムを標的としている。この研究が、アルツハイマー病の中で生じるような認知症の治療法発見を目的としているにもかかわらず、特に健常者の物忘れの程度が増加する中高年層正常な記憶力を増強するために開発中の製品があると信じる理由はあるのだ。

Chapter by Irina Pollard, Ph.D. 福士珠美・佐倉統(訳)

A Cross-Cultural Introduction to Bioethics, Darryl R.J. Macer, Ph.D. (Editor), UNESCO Bangkok Bioethics Education Project 2006
<<http://www.unescobkk.org/index.php?id=3854>>

記憶力増強治療の周辺には主に三つの倫理的配慮がある。第一にそして最優先な配慮は安全性である。投薬や処方に関連して副作用や予期せぬ連鎖反応がかかわってくるが、神経科学に基盤を持つ記憶力増強は、その機能がまだ全て解明されてはいない極めて複雑な系に介入する。記憶力増強に伴う危険性の理解が欠けているこの複雑性は多大なる注意の先行を正当化する。これに加えて、市場に薬が出回る前に実施されるべき薬の安全性検査は長期にわたる服用の健康問題、妊娠中に服用した場合の遺伝的変異への影響、あるいは幼児期や胎児期の神経系の発達期の消費の因果関係に、いつでも踏み込んでいとは限らない。

もう一つの倫理問題への配慮は、市場に記憶力増強薬が紹介された場合の社会との関わりである。薬を服用しないことを選択した人も含めた全ての人の命は、広範に記憶力を増強した社会における人命によっていかなる影響をうけるのだろうか？ 高等教育や労働力としての人員の選別を決める試験のような競争的な状況において、スポーツイベントにおける競技力向上薬物のために適用された統制の公平性を求めることになるかもしれない。にもまして、記憶力を増強しない自由は少なくとも記憶力増強薬物を使っている競争が存在する社会においては維持するのが難しいかもしれない。一方で薬を服用したいと望む人においては、価格のような社会の壁に薬の服用を結果的に阻まれる人もでてくるだろう。この不公平は、言い換えると、教育や雇用において低所得者層の人々が既にチョ君面しているような不利益をさらに悪化させ得るのだ。

三つ目の倫理的配慮の型は私たちの価値や自己に対する感覚と関係する。私たちは一般的に自己向上をすばらしい目標と見ているが、それは薬を用いて自分他の能力を増強することを含んでいるだろうか？ 記憶のような性質において私たちの天性の素質を改善することは医療的、社会的災いを招くだけでなく、何を私たちが正常とみなすかという知覚が変わってしまう危険をも促進する。つまり、私たちが以前に正常な記憶とみなして受け入れてきたものが治療に値する病状と見

Chapter by Irina Pollard, Ph.D. 福士珠美・佐倉統(訳)

A Cross-Cultural Introduction to Bioethics, Darryl R.J. Macer, Ph.D. (Editor), UNESCO Bangkok Bioethics Education Project 2006
<<http://www.unescobkk.org/index.php?id=3854>>

なされる時がくるかもしれないのだ。これに加えて、ピルの服用による生産能力の改善が当たり前のことになった場合、私たちは価値や努力することの尊さを過小評価し、定期的にアップグレードできる機械かのように人間の脳のことを思ってしまうかもしれない。このような思想の方向性は多くの宗教や哲学の理想に飛躍する。

さまざまな瞑想技術を定期的実践している仏教の僧侶たちの研究から得られた新しい神経学的証拠は精神修行によって人間の脳の機能は変化させたり改善したりできることを示している。もしそれが本当なら、意識の作用を通して脳が変えられた時に正常な記憶機能を持つ人々は“早く効く”薬物治療によって記憶力を引き上げることが許されるべきだろうか？

問7. 多くの製薬会社が記憶力を向上させるあたらしい科学物質を開発している。記憶力や注意力をよくするために錠剤を服用するのはいい考えだろうか？学校でよい生成期をとりたいという欲望は、特に(副作用が)後の生涯にならないと現れないような場合に遭遇し得る可能性があるいかなる副作用にも勝るのだろうか？どんな倫理問題をこのような薬の開発から取り上げていけるだろうか？