

個体の記憶と組織の記憶

— 個体における記憶のメカニズムの組織マネジメントへの含意 —

杉 浦 正 和 *

枝 川 義 邦 **

Individual Memory and Organizational Memory

— Implications of Individual Memory Mechanism to Organizational Management —

Masakazu Sugiura

Yoshikuni Edagawa

Abstract

The purpose of this article is to obtain interdisciplinary implications about organizational memory from individual memory research in the natural sciences such as neuroscience and social science and management theories. The concept of “memory” is analyzed in comparison with mind, learning and memoir/ memorandum/ memorial followed by summaries of categories of memories as defined in studies of memory in natural science. Also the managerial efforts of two Japanese companies to strengthen organizational memory are introduced. Then the concept of organizational knowledge is clarified after reviews of literature about social knowledge and collective knowledge. Finally, the mechanism of individual memory is summarized to clarify potential applications to practical management in business affairs.

要 約

本稿の目的は、個体レベルの記憶のメカニズムの解明が組織における記憶に対してもたらす学際的インプリケーションを得ることである。はじめに、記憶の概念について様々な角度から整理を行った上で、個体の記憶についての概念を整理する。次いで、集合的記憶及び組織的記憶についての社会科学的研究を整理すると共に、組織的記憶強化が経営課題となっている2つの最近の事例を紹介する。既に「記憶」についての研究が進んでいる自然科学分野での研究成果をもとに、そのメカニズムについて考察することで、社会科学的な組織マネジメントに対する実践的応用の可能性を探る。

* 早稲田大学大学院商学研究科 教授

** 早稲田大学先端科学・健康医療融合研究機構 准教授

はじめに

1990年代に端を発した「学習する組織 (learning organization¹⁾)」に関する研究が進み、実務への応用も定着してきた。「組織」において「知識²⁾」や「学習」が鍵となる、という考察は、個々人の持つ「知識」が組織のレベルにおいても集合的にも創造・維持・展開され得ること、また個人のレベルのみならず組織のレベルでも「学習」は行われるという大前提から出発している。

野中郁次郎ら (1996) は、新たな知識は暗黙知と形式知が個人と組織の間で、共同化 (Socialization) / 表出化 (Externalization) / 連結化 (Combination) / 内面化 (Internalization) がスパイラルに繰り返されることによって創造されるとする SECI モデルによって「知識移転」のプロセスを説明した。また、日本の企業では2007年から始まった団塊の世代の大量退職を契機として、退職者個人から企業組織に対する「知識伝承」がいよいよ喫緊の課題となっている。知識が「移転」されたり「伝承」されたりするためには、まず組織レベルであれ個体レベルであれ、知識が「記憶」されていることが前提となる。

本稿の目的は、「知識」や「学習」から、「記憶」を切り出して焦点を当て分析を試みることで、知識社会・知識経営あるいは学習する組織等に対する考察を深耕しようとすることである。金子邦彦 (2003) は、細胞生物学と複雑系の観点から生命の成り立ちについて述べた著書の最後に、「そこで扱った理論的な考えをヒト集団に適用して、社会の発展過程の研究に結び付けられるかも知れない」としている³⁾。本稿では、個体の記憶に関する脳科学領域からの自然科学的アプローチを踏まえ、社会および組織などの集合的記憶に関する社会科学的アプローチとの融合を行うことで、組織マネジメントに対するインプリケーションを得ることを目的とする。

本稿は、脳科学を専門とする枝川と人材・組織マネジメントを専門とする杉浦が、それぞれの知見を持ち寄ることで、記憶について自然科学と社会科学の双方からアプローチし双方の理解を確認することで今後の発展的共同研究の基礎としようとするものである。

本稿は、5節から構成されている。第1節においては、記憶を「メモリー・リメンバリング・マインド」「記憶・学習」「記憶・記録・記念」それぞれの対比において定義した。第2節においては、個体レベルにおける「記憶」に焦点を絞り、その種類とメカニズムについて、脳科学・認知科学の知見を概観する。第3節においては、脳科学の視点より、記憶の本体と可塑性についての知見を整理し、組織論に対する応用的見地からのインプリケーションをまとめた。第4節においては、組織レベルにおける「記憶」に焦点を絞り、「社会的記憶」「集合的記憶」「組織的記憶」についての先行研究について記述した。第5節において組織マネジメントへの応用の観点から、企業の記憶を確立するために行われているオフサイトでのリーダーによるアーカイブ化の実例について報告する。

1. 用語の定義

本節においては、本稿で取り上げる記憶の性質について論を進めるにあたり、用語の定義を行う。最初に、memory と remembering を mind との差異と近接性において理解し、次に、learning との関連において捉える。最後に、記憶と記録・記念との関係を整理する。

1.1 記憶をあらわす3つの言葉：メモリー・リメンバリング・マインド

日本語の「記憶」に相当する英語は、「メモリー (memory)」であり、脳における記憶の作用を表すと同時に、一般的に記憶・追想・回想を意味する。メモリーはまた「記憶力」の意味であると同時に、コンピュータの分野で使われることにより、情報蓄積装置の意味での使われるようになった⁴。この意味での初めての用例は1946年とされる⁵。そのため、メモリーという言葉は現代では知識の蓄積のニュアンスで使われることが多くなった。

心理学者のバートレット (Bartlett, F.C. 1932)、社会学者のミツタル (Misztal, B.A. 2003) など、記憶の研究に際し remembering の用語を使用している⁶。

しかし、これらの言葉の生成の歴史をたどってみると、memory も remembering も用語としては、元来 mind そのものに近かったことには注意を要する (図1)。

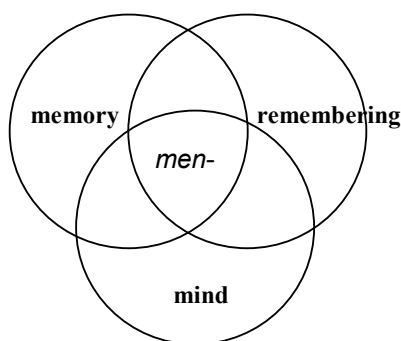


図1 メモリー・マインド・リメンバリングの関係

メモリー (memory) という言葉が英語として使われ出したのは13世紀半ばからで、ラテン語の *memoria* から派生している。更に辿ると、ムネーモシュネ (Mnemosyne) はギリシア神話に登場する記憶の女神である⁷ (呉茂一 1956)。もともと *men-* は「考える」ことを意味し、そこから *memor* は *mindful* (心を配っている・忘れないでいる) な状態であるとされた。それが転じて現在の「記憶」の意味となった。

リメンバリング (remembering) は、同じく *memor* を語源とする語に *re-* がついた言葉であり、「memory として mind に留めさせる・留める」作用である。

マインド (mind) も、メモリーやリメンバリングと同じく *men-* から派生しており、この言葉のもっとも古い意味は memory そのものである。例えば、*bear in mind/keep in mind* (心に留め、覚えている) や *time out of mind* (人の記憶にないほどはるか昔) といった現代英語の中に「記憶」の意味合いが残っている。“Never mind.” は、直訳すれば「気になることを覚えなくていい」という意味である。「思い出させる」を意味するリマインド (remind) も mind に「再び」を意味する接頭語 *re-* がついたものであることは説明を要しまい。

以上、memory、remembering、mind は、少しずつ守備範囲違うものの、いずれも *men-* を共通の語根として持つ言葉なのである。一方、記憶を消失することを *amnesia* という。*a-* は否定の接頭語であり、*mnesia* はムネーモシュネの語根がより直接的に残っており、memory を意味する語根である⁸。*generalized amnesia* (全般性健忘) は一般に記憶喪失といわれ、名前を含めて全生活史についての記憶が消失し、すべての自分に関連することが全く思い出せない稀な症状であるが、「マインド」を失うことが、個人としての継続性を喪失することを意味することを示唆している。

1.2 記憶と学習

次に、「記憶」(memory)と「学習」(learning)の区別を明確にしたい。「記憶」と「学習」は、「記憶と学習」のように並列的に扱われることも多いが、本稿においては厳密に区別する。特に個体の記憶の場合、時間軸に沿った「記憶」と「学習」との区別が可能となる(図2)。

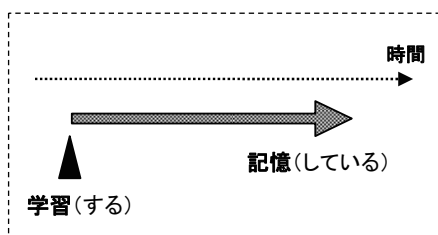


図2 「記憶」と「学習」の時間軸における関係

「学習」とは、環境への適応を目的として、外部からの刺激に基づき自身を変化させることを本質とする。すなわち、環境から入力される何らかの刺激を引き金として、異なる性質を獲得す一方、「記憶」とは、学習により変化の痕跡として刻まれたコンテンツを、ある時間の経過後にも保持している状態をさす。すなわち、「記憶」の本質とは「変化の保存」であるといえる。

これらを時間軸に沿って配置すると、「学習」により生じた変化を保存した結果が「記憶」であり、「学習」と「記憶」は厳密に異なるイベントを表した用語であることがわかる。このことは、日本語で表現した場合に、「学習」に対しては「学習する」という瞬間動詞が充てられるのに対して、「記憶」については「記憶している」という継続動詞で表される⁹。このことから、学習というイベントにより生じた変化を記憶という継続性を含んだ現象によって保存するという時間経過であることが分かる。なお、自己に属する情報のみをもとにして閉じた系において自身にフィードバックをかける場合であっても、保持している情報の源泉は過去に外界から受け入れたものであるはずなので、上の定義には反しない。

1.3 記憶・記録・記念

組織や社会での記憶を形成するためには、個体のもつ記憶情報を、少なくとも一部は組織の構成員間で共有する必要がある。そのためには、外部記憶に頼ることになり、そのための装置や手段が必須のものとなる。すなわち、個体のもつ暗黙知としての記憶情報は、一度その個体の外に持ち出された場合には、形式知としての「記録」(場合によってはフォーマルな塔や碑などの「記念」物)という用語で呼ばれることになる。

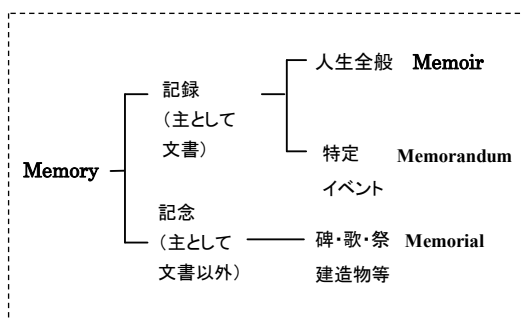


図3 記憶・記録・記念の関係

暗黙知としての記憶と、それを形式知化した記録あるいは記念は、互いに密接な関係にあることは、ラテン語の *memoria* が「メモリー (memory)」だけでなく、「メモワール (memoir)」「メモランダム (memorandum)」「メモリアル (memorial)」などの語源となっていることから伺える。そして、これらの言葉が漢字によって標記される際にもいづれも「記」という文字を共有することは示唆深い。

メモワールは、「書かれた記録」であるが、回顧録・体験記・自叙伝・伝記など人生全般にかかわる場面での使われ方が多い。メモランダムも、同じく「書かれた記録」であるが、覚書・備忘録などより現実的な場面で多く使われる。メモリアルは、「記念する」(＝記憶する)行為を表すと同時に、それ自体、記念碑・記念塔・記念館などのものや記念祭といったイベントをあわらす。メモワール・メモランダム・メモリアルのいずれも組織として明示的に記憶を共有するためのものであることが重要である (図3)。

2. 自然科学における個体の記憶

2.1 個体における記憶の研究の歴史

「個体の記憶」に関する研究は、歴史的には主に哲学や心理学という人文科学分野で繰り広げられてきた。これは、個体のもつ記憶システムについての考察が、現在の自然科学の芽が出るよりかなり以前、古くアリストテレス (Aristotle) の時代よりなされてきたことから理解できる。

紀元前4世紀にアリストテレスは、記憶を「心の痕跡」と呼んだ。とくに、記憶とは柔らかなロウソクに印をつけるようにして感情が心に刻む痕跡のことであると述べている。19世紀になると、ドイツの心理学者エビングハウス (Ebbinghaus, H.) が、高次の精神活動である記憶を実際に実験による測定で評価するという実験主義的な土壌を作った。また、同時代のドイツの心理学者ミュラー (Müller, G. E.) は、さらに研究手法を発展させることで、現在に続く記憶研究の先駆けとなった。一方、イギリスの心理学者バートレット (Bartlett, F. C.) は、エビングハウスの方法に異論を唱え、独自の方法論を提唱した。とくに記憶のモデルとして、エビングハウスの唱えるような時間経過にともなって記憶が失われていくという消極的な性質のものではなく、各人の知識構造や属する文化的背景によって積極的に変化するものであるという新しいモデルを掲げ、認知心理学の枠組みを作り上げた。

しかし脳における情報処理のメカニズムが明らかになるに連れ、記憶に関する研究が脳科学研究の主要な領域となった。それに伴い、自然科学分野における記憶研究は医学・生理学分野が主戦場となりながらも、工学や情報科学などの研究領域をも含めた広範な分野での研究対象となってきた。

2.2 個体における記憶の分類とメカニズム

個体の記憶を分類する場合、処理過程に従った分類、時間経過に沿った分類、およびその内容による分類が可能である。

記憶は、脳内での処理過程に従って3つのステージへの分類がなされている (表1)。

表1 処理過程に沿った記憶の分類

処理過程	
獲得 (acquisition)	外部環境から入力された情報を脳内に取り込む段階
保持 (retention)	入力された情報を脳内に保存する段階
想起 (retrieval)	脳内に保存される記憶情報から必要な情報を取り出し思い起こす段階

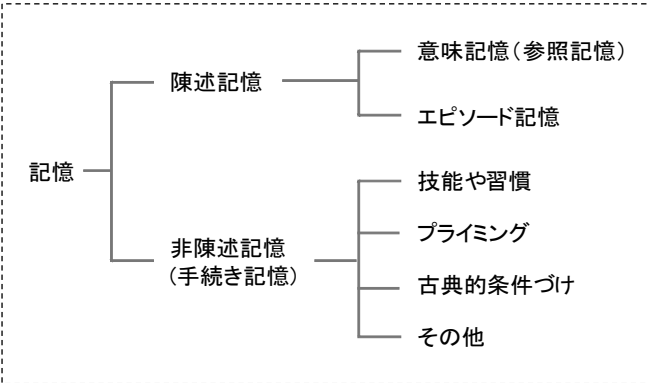
上記の3つの段階は、それぞれの過程で寄与するメカニズムなどが異なると想定されている。

記憶の分類を時間軸に沿って行った場合、マッガウ（McGaugh, J. L., 2000）は、獲得した外界の情報は脳内の保持時間により、短期記憶・長期記憶・長期持続性記憶の3つに分類した。ここで、短期記憶には、とくに感覚記憶と呼ばれるものも含まれる。

それぞれの記憶を、より保持時間の長い記憶に変換するためには、その記憶を保持している間に何度も想起することが有効である。この過程で、短期記憶は長期記憶に、また長期記憶は長期持続性記憶に変換されていく。

長期記憶が忘却される様子は、意味の無いスペリングの記憶・再生率による、エビングハウス（Ebbinghaus, H.）の忘却曲線（Forgetting Curve）と呼ばれる曲線で表されることが多い。縦軸に記憶再生率、横軸に時間をとると、右下がり、下に凸の曲線となる。記憶情報の却の原因については、減衰説と干渉説がある。減衰説とは、時間の経過とともに記憶が失われていくものであり、干渉説とは、特定の記憶が他の記憶と干渉を起こすことによって失われていくというものである。

一般に「記憶」と呼んだ場合には、上の分類における長期記憶が最もイメージされやすいものであろう。長期記憶は、その性質によっていくつかの種類に分別される。米国の心理学者スクワイヤ（Squire, L. R., 2004）は、これらの記憶情報を図のような形に分類した（図4）。それぞれの大方の性質を表2にまとめる。



(Squire (2004) より改変)

図4 長期記憶の分類

表2 時間軸に沿った記憶の分類

種 類		説 明
短期記憶 (short-term memory; STM)		数秒から数時間までの保持時間のもの。記憶容量には限界があり 7±2 チャンク程度とされる。
	感覚記憶 (sensory memory)	短期記憶のうち外部から入力された全ての情報をごく短時間だけ保存するための記憶。五感を通して外部から受け入れた情報の痕跡を脳に残そうとする機能。
長期記憶 (long-term memory; LTM)		短期記憶以降の、およそ数ヶ月までの長期間保持される記憶。長期記憶は、さらに性質により細分化されている（図4、表3）。
長期持続性記憶 (long-lasting memory)		数ヶ月から数年、場合によっては一生涯にわたり脳内に留まる記憶。

表3 長期記憶の分類と内容

長期記憶の分類項目	内 容
宣言記憶（陳述記憶） (declarative memory)	記憶内容を言語化できる場合。言葉で表現できる記憶。
意味記憶 (semantic memory)	宣言記憶のうち、モノの名称などの記号的意味などに代表される、所謂「知識」。言葉の意味や世界のあり方。心理学者キリアン（Quillian, M.）が提唱（1968年）。
エピソード記憶 (episodic memory)	宣言記憶の内、ものごとに纏わる個人的体験やイベントを一連の文脈を含んだ物語（エピソード）に対する記憶。人間らしさを作る特徴であるとされる。心理学者タルヴィング（Tulving, E.）が提唱（1972年）。
非宣言記憶（非陳述記憶） (nondeclarative memory)	言語化できない場合。技能や習慣のような手続き記憶、古典的条件づけのような性質のもの。宣言記憶とは明らかに性質の異なる記憶として位置づけられ、関与する脳部位が異なるという報告もなされている。

年号や地名、人名などに関する「知識」に対して、自伝的記憶（autobiographical memory）は、自分の生涯を振り返ったときに想起される、自分自身に起こった事柄に関する記憶である。自伝的記憶は、エピソード記憶のうち、個人的な経験に関するものと位置づけることもできる。近年このタイプの記憶に多大な関心が向けられるようになった背景には、自伝的記憶が自己概念や価値感などに大きく関わっているからである。集合的に理解されたときには、（企業等の）組織に関する自己概念や価値観に応用することも可能である。

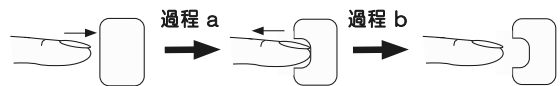
自伝的記憶における特徴として、過去のエピソードを思い出すときに、それ自体の内容よりは、その体験を持ったときの「感情」のほうが強く想起されがちなことが挙げられる。「感情」が、鮮明な記憶の形成や保持に重要な役割を果たすことも知られている。自伝的記憶は強い感情を伴う個人的な意味伴うことから、セルフ・アイデンティティと密接に関わっている。

3. 記憶の本体と可塑性

3.1 可塑性―「変化」の「保存」

個体の記憶、とくに動物の記憶をモデル化する場合には、情報の保存を目的とした神経回路での変化が必要となる。これを「可塑性（plasticity）」¹⁰と呼ぶ。日本語で可塑性とは「外力を取り去っても歪（ひずみ）が残り、変形する性質（広辞苑）」と定義される。英語で「プラスチック（plastic）」は、現代では「可塑性のある物質」である「合成樹脂」を指すことが多いが、元来この言葉は「自由な形に成型できる」という意味の形容詞である¹¹。従って、plasticity が持つ本来の意味は、「変化に対して形状を変えることができる一方で、変化後の形状が保持される」ことであり、その本質は「変化の保存」である。図5に

可塑性がある場合



可塑性がない場合

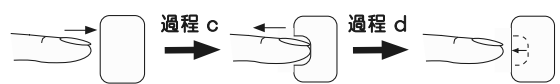


図5 可塑性の概念

あるように、例えばある物質を指で押す場面を想定してみたい¹²。可塑性がある物質の場合には、外力を加えている過程（過程 a）で生じた「変化（物質のくぼみ）」が外力を取り去る過程（過程 b）の後にも保存されるのであるが、可塑性がない場合には、これら一連の過程（過程 c の後の過程 d）を経ても変化を保存せず元の形状に戻る。すなわち「可塑性」とは、「外界からの刺激（外力）により生じた変化を自身に取り込み維持すること」と換言できようか。「外部からの変化」というダイナミズムに対する柔軟性と、「内部での保存」という保守性が同居しているところにこの言葉の一番の特徴と経営への示唆があるといえる。「変化」と「保存」の関係は、これまでの議論における「学習」と「記憶」との関係に見られるスキームと同様である。つまり、学習という瞬間的な刺激への応答による変化を持続的に保存する状態を記憶と呼んだので、可塑性こそが記憶の本質であると考えることが可能となる。実験室において展開される脳科学の研究分野においても、脳の可塑性が記憶を生み出すと考えられている。

「記憶の本体とは何であるか」— 科学はこの古くからある問いに答えを与えようと試みてきた。特に、個体レベルでの記憶に関しては、1960年代くらいまでは、DNA の構造が明らかにされたことに端を発して分子遺伝学が飛躍的に発展し始めたという時代背景もあり、物質論的に「ひとつの記憶にはひとつの特定物質が関わる」という仮説が展開され、いくつかの分子が記憶物質の候補として挙げられていた。現在では、このような分子仮説ともいうべき、あるひとつの特定分子に記憶の痕跡を求めることは支持されておらず、記憶は神経細胞同士の接合部であるシナプス（synapse）と呼ばれる構造体における「特異的かつ持続的な変化」によって維持されるという説が信じられている。まさしくこれが可塑性そのものをあらわしており、実際に、シナプス部の可塑的な変化が記憶を形作る理論を基にして、現在の脳科学分野での記憶研究が進められている。

現在ではシナプスとは「神経細胞の接続部」と定義されており、「現代用語」の代表格のように思われている。しかし、synapsis という言葉は古代ギリシャの時代からある。syn- はあわせるということ、haptein は結ぶこと（「ファスナー」の語源）であるから、シナプスは直訳すると「合わせ・結ぶ」ことであるということも可能である。

シナプスは神経細胞同士の情報伝達場であり、その場における情報伝達様式の持続的な変化が、「記憶」という実体のつかみづらい現象を支えている。記憶がシナプス結合の存在をベースとしてはじめて可能となるという事実により、個体の記憶と組織的記憶との類似性を再認することが可能となろう。「シナプス結合」が興味深いのは、実際には、その構造体の「間隙」が重要な役割を演じていることにある。神経細胞同士が形づくるその間隙を、それぞれ固有の情報を持つ化学物質が受け渡しされることで、シナプスではそれぞれの神経細胞がもつデジタル的な情報を基にしてアナログ的な情報を伝達することが可能となる。すなわち、ひとつひとつの神経細胞がもつ要素情報には「0 か 1 か」のような単純な情報しか含まれないことが多いのであるが、シナプス部もしくはその付近での情報伝達を調節する様々な要因の関与により、「0 と 1 の間」を埋めた連続的な情報形成が可能となる。神経細胞のひとつひとつは実際には「考える」ことは出来ないが、それらの相当数が集まりお互いにシナプスで繋がることにより「men-（考えること：memory の語根）」が始まるともいえよう。

3.2 記憶の定着 — 固定と編集

前項で、「変化の保存」が「記憶」の本質であると述べた。しかし、動物などの個体が覚醒している状態では、常に外部環境から自身の五感を通じた何らかの情報入力があり、これら溢れかえる情報の全てが記憶されるわけではないことは明らかである。記憶されるためには単に情報を受容するのみではなく、「定着」の過程が不可欠となる。それでは、膨大な情報の中から、どのようにして必要な情報を選択的に見つけ出し、「記憶」として定着させているのであろうか。

個体レベルにおいて記憶を定着させるためには、ある時間は外部からの情報入力を遮断する必要があるとされる。その手段として重要と考えられているのが睡眠である。動物における睡眠の生理学的意義は未だに不明な点が多い。しかし、記憶への関与に焦点を絞った場合、睡眠には「記憶の固定」および「記憶の編集」作用があるとされている。

外界からの刺激は記憶として脳内に蓄えられるのであるが、それが固定化され、後に想起可能とならなければ、「記憶」した情報を活用することはできない。意味のある情報として蓄積する過程が「編集」である。ところで、睡眠とは外部からの情報入力がある程度遮断した状態に身を置くことと換言できる。そのような状態において自身の体験した記憶情報を再構築しながら編集作業をすることで、新しく取り込んだ情報を記憶として固定化・定着化させるのである。

脳内で編集された記憶情報の編集には、選択・合理化・エピソード化などが含まれる。選択は、ノイズを多く含む外部からのクルードな記憶情報から選別を行うことである。合理化過程の中には、内部矛盾に対して認知的不協和 (cognitive dissonance) を避けようとする心理的機能を含むというフェスティンガー (Festinger, L. 1957) の説をもとにすると、自らのストーリーに沿って自らの状態が正当化されるように、考え方自体を変えていくことになる。自身に都合の良いことばかりを選んで記憶する「選択的記憶」も合理化に含まれる。エピソード化は、イベントや認知的事実時間に時間軸を取り込み、ひとつの逸話化していくことである。

このことは、新しい記憶を形成する際には、他の新しい情報がノイズとなり、これらが入力することで記憶すべき情報との干渉作用が生まれ、記憶定着に対して抑制効果をもつことを示している。

3.3 記憶の定着 — リンクによる固定化の過程

新しい記憶を形成する際には、既に内在する記憶情報とのリンクを張ることが新たな記憶情報を脳内に根づかせるためには有用となる。すなわち、より多くの記憶情報があれば、より容易に新しい情報を取り込むことが可能となるのである。

しかし、組織の記憶を鑑みた場合、過去の情報とのリンクを張るためには既存の情報が合理的に整理されている必要がある。アーカイブ化されていない情報は、組織の記憶情報が膨大になるにつれ検索が困難となり、存在意義が低下する。そればかりか、その情報を維持するために費やすコストが大きくなったり他の情報へのアクセスを妨げたりする可能性が高くなったりすることから、むしろノイズとなり得ると考えることができる。このことは、個体の記憶においても、合理的に編集されていない記憶情報はその情報自体がノイズとなり、他の記憶情報への干渉を生じることとも相関している。

記憶をより強く定着させるためには、繰り返し想起することが有効である。これは組織的記憶において、重要な経験や知識が組織内で語り継がれていく様に類似している。しかし個体の記憶に関する最近の研究では、実は想起を繰り返すことは記憶の不安定化に繋がるという説が報告された。これは、既存の「想起した情報を再記憶することが記憶の定着に有用」という理論とは一見矛盾する。しかし、組織的記憶についても、語り継がれる際に新しい情報が含まれたり情報が不正確に伝達されたりすることがありうることを考えると、個体レベルでも組織レベルでも、記憶を正確に残していくためには、既存の情報をアーカイブ化し記録として残していく姿勢が必要になるといえる。つまり、情報が他者へ伝達される際に、必ず正確な情報を伝える作業が行われるという状態が望ましいことになる。このような意味では、個体の記憶についても、想起後に再記憶する際に、外部からノイズ情報を与えずに必ず既存の情報を反復するようにすれば、既存の記憶情報をより強固に定着させることができるといえる。しかし、個体の記憶の脆弱性は内部に不変なる記録装置を持たないところにあり、ある記憶情報の想起の際に、内在する他の記憶情報がノイズとなりうるところにある。この点では、個体の結びつきを基盤とした組織的記憶のように、記憶情報を記録するための確実な外部記憶装置を設けることができる場合とは異なるといえるのではないか。

4. 社会科学における「社会的記憶」・「集合的記憶」・「組織的記憶」

「組織記憶 (organizational memory)」は「集合記憶 (collective memory)」のひとつの様態であり、それは、社会の継続性についての示唆を含む「社会的記憶 (social memory)」に繋がる概念である。本節では、概念形成の歴史に添う形で、「社会的記憶」「集合的記憶」「組織的記憶」の順で先行研究と概念整理を行う。

4.1 社会的記憶

「社会的記憶」の概念を暗示したのは、デュルケーム (Durkheim, É.) である。デュルケーム (1895) は、社会的事実 (social facts) は、個人の心理や行動に還元されるものではなく、それ自身をひとつの实在として捉られるものであるとする立場を示すことで、社会学を他の学問とは異なる独自の対象 (=社会) を扱う独立した経験科学としての学問として確立した。デュルケームの中心概念のひとつは「集合意識」(collective conscience) である。デュルケームの主張は、「個人」の意識が集まって「社会」を動かしているのではなく、個人の意識からは独立した「社会」の集合意識が「個人」を動かしていることであった。社会的記憶という概念が成立するためには、社会を実体として見、意識が個人を超えた集合的レベルで存在するとするこの接近法が基本とならなければならない。

どのような社会においても、過去がアイデンティティーをもたらし、社会が成立するためには、過去から継続しているという感覚が必要である。そのような文脈において、例えば宗教的儀式 (religious rites) は、社会が社会たる cohesion (結束・結合・凝集性¹³) を確立する方法であり、それによってオーガニックな solidarity (連帯・固体性・全体性¹⁴) が保たれる。すなわち、過去から現在へと繋がる社会的記憶は、社会が社会を自律的に創る (autopoiesis) ことに不可欠である。

デュルケームは、集合的記憶の概念を直接的に使用したわけではなかったが、そのアプローチは、社会が継続的自己認識を集合的に保つこと、換言すれば「社会的記憶」を持つことが、社会が社会たり得ることの基本的要件のひとつであることについての示唆を含んでいた。このことは、「定義」の節で示した、固体の継続性と記憶の関係からとも符号する。オートポエティックな自己再生を「生命」のひとつ要素と仮定すれば、社会的記憶は、社会が「自己」を維持し再生する、すなわち実体としての生命を持つためのひとつの重要な要素であると言えるだろう。

4.2 集合的記憶

「集合的記憶」は、個人の記憶の概念をもとに、アルヴァックス (Halbwachs, M.) によって創られた言葉である。アルヴァックス (1950) は、その遺稿 (“La mémoire collective”) の中で、人間の記憶の多くは集合的なものであるとしている。集合記憶は、社会的相互作用を基にして構築され (constructed)、共有され、維持される。

荻野昌弘 (2001) は、社会的記憶は交換論にも通じると指摘し、社会的な記憶のあり方を分析することが社会そのもののしくみを捉えることにつながるとしている。社会は死者たちが生者に残した記憶によって編成されているため、社会的記憶は「生者と死者の間で行われる交換」であるとする考え方である。

アルヴァックスは不遇の死を遂げたため、集合的記憶論は十分に展開されないままに終わった。その後、この課題は「組織的記憶」の形で組織論の中に引き継がれ、枝分かれをしていくこととなる。

4.3 組織的記憶

特に、経営学における実務的応用を考えると、「組織」のレベルで集合的記憶を考えることは有用である。組織的記憶は、組織が、情報や知識の獲得・維持・想起に使用することができる技術である。組織においては、その構成メンバーは常に入れ替わっていく。人事マネジメントの用語では、退職率はターンオーバー比率 (turnover rate) であり、その逆数がリテンション比率 (retention rate) であるが、退職率が低い組織であっても40年経過すれば組織のメンバーはほぼ全員入れ替えとなってしまう。数年でメンバーの過半が入れ替わる組織も珍しくない。それにも関わらず、過去についての組織の記憶は明文化されたルール・ガイダンス・マニュアルとして、あるいは明文化されない不文律や慣習・慣行、そして日常的な仕事の仕方 (ルーティーン) として蓄積され、その継続性がその組織独自のスタイルを形成する。

塩沢由典 (1997) は、組織図は、指揮・命令と復命・報告の公式な伝達経路を示しているにすぎず、法的関係を確定する際など特別な場合には意味をもつが、企業は日々動いていることを考慮に入れると、企業は社員が会社の仕事として日々行っていることの全体であると考え、日常的にどのように運営されているかの観点から見る必要があるとする。そして、企業の複雑性、社員個々人の視野・合理性・働きかけの限界を考慮に入れると、人々は基本的には状況の繰り返しに基づいた定型的判断とプログラムに従った行動を行っており、経済と同様に企業も「慣行の束」であるとする。

ここで、熟練や熟達は「からだで覚える¹⁵⁾」ことであり、個人の記憶の分類の中では非宣言記憶(nondeclarative memory) (表3)となる。これが「慣行の束」となると組織的記憶として蓄積されていくと考えられる。そして、組織記憶があることで、ウィリアムソン(Williamson, O.)が示した「取引コスト」(transaction cost)を削減することも可能となる。

一方、組織的記憶には限界があり、時には逆機能する。組織的記憶が強すぎると、習慣的な決定が頻発し、アージリス(Argyris, C.)の言う「シングル・ループ学習」(single-loop learning)につながる。塩沢(1997)は、成功経験は自信と積極性につながるとともに、狭い経験に固執する原因にもなりかねないとしている。換言すれば、組織は柔軟性を失い、却って「組織の学習」が困難になり、環境変化に対する自己変革力を失うといえる。

組織的記憶を持つことは、組織における共通の記憶を形成することである。コミュニケーション(communication)の語源が「common にする(共有する)こと」であることを考えると、組織的記憶は伝達相手に誤解の生じない正確なコミュニケーションのための基礎であるともいえる。また、それにより組織の構成員がもつ「暗黙知」が、他者へ伝達可能な「形式知」へと転換されることが可能となる。個体の記憶において、暗黙知に相当する技能や習慣と形式知にあたる意味記憶やエピソード記憶とは、性質が大きく異なるので、暗黙知から形式知への記憶情報の転換は、実は容易なことではない。このことは、個体レベルから組織レベルへ論を膨らませた場合においても明白である。

個体がもつ記憶情報の中で「組織的記憶」に類似した性質をもつのは、エピソード記憶であると考えられる。エピソード記憶は、前後の文脈の中で意味をもつ記憶情報であり時間軸に沿ったイベントこそが意味をもつという点で、組織が集合的に持つ記憶情報との相関性が高い。エピソード記憶は、例えば認知症のように積極的に記憶情報が失われるケースにおいて最も喪失しやすい記憶情報である。この事実を組織マネジメントに应用すると、組織的記憶が組織再編の際に、はじめに排除されがちな性質をもつことにも相通じるといえる。

一方で、そのモノ自体がもつ情報についての意味記憶は、このようなケースでも失われにくい。これは組織においても、意味記憶のような記憶情報に相当するリソースであれば、組織が改新された後でも流用しやすいという点からも相関性が高いと考えることができる。

5. 組織マネジメントへの応用

5.1 記憶の研究の整理からの組織マネジメントへの含意

記憶はマインドそのものと同根である。記憶喪失が起こると自己の継続性が失われるのは、個人レベルでも組織レベルでも同様である。メモリーは、生命体であれ集合体であれ、自己認知の継続性およびアイデンティティーと同義であるか、少なくともその基盤であるといえることができる。組織にとって「記憶」は、個としての同一性を継続するために必要不可欠である。

「学習したことを記憶する」流れは、視点を個体レベルから組織レベルに移しても同様である。人間同士で構成される組織を鑑みても、時々刻々と変化を続ける実社会に対して常に最適の解を出すべく「組織学習」により外部環境への適応を図ったという経験の積み重ねが、「組織の記憶」として蓄積される

ことになると思えることが可能である。

「記憶」の概念は、記憶情報の内容自体とそれを記録する手段との強い結びつきを含んでいた。文書などの記録は、ある集団から他の集団へ、あるいはある世代から次の世代へと伝達にすることを常に想定してきたといえる¹⁶。組織において、個体のもつ記憶情報を共有し、記録あるいは記念の形で残していくことは、暗黙知を形式知化することでもあり、マネジメントの重要な機能のひとつである。

このことは、構成員が集まり「集合的記憶」「組織的記憶」が形成される過程における「シナプス結合」の重要性を示唆している。組織において、記憶とは、個体同士のコミュニケーションという、「個々の要素を繋ぎとめる部分に生じる変化の保存」として捉えることが可能であることを示唆している。

組織的記憶は、社史などのフォーマルな物語としてまとめらえると共に、重要な経験や知識は、組織の中で物語として再構成され、語り継がれることで強固な「組織的記憶」となる。そして、時には「神話」が生まれ、それが企業を含む組織の同一性（identity）の源となり、また独自の文化を創りだすと考えられる。

5.2 組織マネジメントへの応用

個人のレベルにおいては、記憶情報の編集作業中には、さらに多くの雑多な情報の入力を防ぐことが有効であることを述べた。記憶定着のためには、他の情報の入力を遮断して行うことが有効であるとの脳科学からの知見は、コレクティブなレベルにおいて「組織の記憶」を高めるためにも、他の情報を遮断することが有効ではないかということを示唆している。これは、敢えて業務の現場から組織構成員を引き離して行う「オフサイト・トレーニング」が該当する。

また個人における記憶においては、既に内在する記憶情報とのリンクを張ることが効果的であることが理解されたことにより、組織マネジメントにおいても、新たな記憶情報を組織内に根づかせるためには、既存の情報をアーカイブ化し、形式知として外部化することの有用性を改めて示唆している。

従来多く企業において、「社史編纂室」は最も将来を嘱望される人材が集められるとは言いにくく「閑職」の典型のように言われる場合もあった。それに対し、「記憶」が自己同一性の元であり、組織マネジメントにとっては極めて重要であることから、組織記憶の定着を期間を限定してオフサイトで集中的に行うことは、むしろ将来のリーダー候補に求められる経営上有効なのではないかとの仮説を持つに至った。このような活動を、ここでは「リーダー層によるオフサイトでのアーカイブ化」と呼ぶ。

5.3 リーダー層によるオフサイトでのアーカイブ化の実践事例

組織の歴史についての記憶定着を行うアーカイブ化が組織マネジメントにとって重要であること、それは日常の情報を遮断したオフサイトで行うことが効果的であること、そしてそれはリーダー層を中心に行うことが有効である。このことを10社の企業経営者およびリーダー層と話し合った結果、ほぼ全社から前向きな回答を得、少なくとも経営者およびリーダー層の認知上はポジティブに評価されているとの仮説を得た。その仮説を具体的に検証すべく、上記のうち食品と電気を代表する2社に対して、実際にリーダー層を集めてオフサイトでアーカイブ化を行う活動を提案し仮説検証実験ともいえる活動を行った。

事例１ カゴメ株式会社

企業概要	東証１部上場の製造業（食品）。従業員数は単独で約1,500人、連結で約2,000人、売上高約2000億円規模（2007年３月末）である。
調査期間	2008年２月22日・23日の２日間 それぞれ午前９時から午後５時
調査対象	若手従業員（全部署から20名）
背景および内容	同社においては、1990年代に若手の採用を抑制してきたことから、年齢構成がややいびつとなっている。50歳を超える世代は、創業者に直接接してきたが、20歳代の社員は、創業者の時代についての知識を必ずしも有していない。同社においてトップ・プライオリティーに掲げられる経営上の課題は、将来を担うリーダーの早期発見と育成である。各部門から、将来を囑望される若手従業員が集められ、グループ討議をオフサイトで行った。代表取締役社長を筆頭にトップマネジメントの参加も得た。合計約20時間にわたる討議の結果、将来を担うためには過去についての歴史の認識が不十分であり、同社の戦略策定においては、まず歴史を検証し、次を担う世代の間で共有することが必要であると結論づけられた。ミーティングの最後に行った意見集約では、ほぼ全員がこのような活動が企業にとっては必要不可欠であるという認識を示した。

事例２ 松下電器産業株式会社

企業概要	東証１部上場の製造業（電器）。従業員数は単独で約５万人、連結で約30万人、売上高約５兆円規模（2007年３月末）である。
調査期間	2007年12月７日・８日の２日間 それぞれ午前９時から午後５時
調査対象	同社の特定事業部門の世界各国における総責任者（アメリカ・欧州・アジアなど各国全地域から20名。）
背景および内容	同社においては、特定分野の商品に関してアメリカで技術的シーズが開花し、ビジネスとして大きく成長した部門が存在する。そのビジネスに関しては、松下電器本体からは独立したストーリーでビジネスが展開してきた。その組織に対して「松下イズム」と経営理念をより浸透させることを目的として、日本における経営者トレーニングが開催された。経営理念に関する理解を深める活動を行うと同時に、同社自身のケーススタディーをもとに討議し、経営理念の共有化を図った。また、新たな試みとして、同部門自身のストーリーを、「参加者全員による『ケース』の分担執筆」の形で書き上げた。そのことにより、参加者からは同社の「歴史」を共有化できたとの評価を得ることができた。

これらの仮説検証的活動の結果から、組織の記憶を「企業としての歴史の認識」に求め、それを次世代のリーダー候補（事例１）、現時点での各国のリーダー（事例２）の間で共有化し、そこからそれぞれの企業独自のコア・コンピテンシーを発見しようとする試みが少なくとも始まっていること、そしてそれが「組織の記憶」を高めて組織の効果を高める上で有効であることをトップマネジメントとリーダー層の双方が強く認識していることが確認された。

６．まとめと展望

個体であれ組織であれ、「生きている」ことと「持続」は近似する概念である。個人にとっても組織にとっても、「持続」こそが自己同一性の源泉となり、それであって初めて持続性のある競合優位

(sustainable competitive advantage) となり得ると筆者らは考える。そして、「持続」を理解するための鍵となるのが「記憶」である。

経営学においては、1990年代に「学習する組織 (Learning Organization)」についての研究が進んだことは前述したが、同じ時期に自然科学分野における脳の研究が飛躍的に進んだ。かつて、神経科学 (neuroscience) において接近されていた領域は、生きている人の脳の機能を画像化できるようになったため、記憶や学習、または考えを巡らせる等の様々な行動を取る際に脳のどこが働くのかを知ることが可能となってきた。さらに、これらの機能性が失われた際にどの部分が変化するのも分かるようになってきた。このような研究は、ブレインマッピング (Human Brain Mapping) または、ブレインイメージング (Human Brain Imaging) と呼ばれる手法を用いており、脳科学分野の研究を今日の形に発展させるために大きな原動力となってきた。

これらは、歴史的には、「脳の形をみる」ための装置として、レントゲン (Röntgen, W. C.) が X 線画像化装置を開発した。これがよく知られるレントゲン写真である。その後、ハンスフィールド (Hounsfield, G.) によって身体の断面が見られる X 線 CT 装置が発明された。さらに、X 線 CT 装置¹⁷ が X 線を利用するのに対して、磁気を利用した断層画像撮影装置 MRI¹⁸ が開発された。これらの画像化装置は、さらに発展し、PET¹⁹ や fMRI²⁰ といった「脳の働きをみる」ためのポテンシャルを持つまでになったことを受け、「こころ」や「感情」の問題も最先端のサイエンスによって真剣に取り扱われるようになってきた (石川・渡辺、2004)。そして、「記憶」とは何であるかを考えるとき、memory と remembering と mind は語源が同一である、ということが改めて想起される。現在の経営学はライフサイエンスの助けを借りて多くの含意と示唆を得ることができるのではないかの展望が成されていることから、両分野で頻用する用語の起原が同一であることは含意に満ちているのではないか。

「学習する組織」の本質とは、組織が自主的な学習 (learning) により持続的な変化対応力を身につけることによって、持続性のある競合優位を持つことにある。このことは、「学習して記憶する組織」であることが「継続する競争優位性」のひとつの原動力となり得ることを示している。そのためには、まず経営体としての組織においても、学習により生じた「変化の保存」を行うことが必須となろうか。

「細胞と個体」と「個体と組織」の関係については、単なるメタファーやアナロジー以上のものを適用するためには慎重さを要する。しかし、今後多くの局面を対象として考察を深めることによって、このようなフレームワークを構築していくことも可能となろう。

そのためには、まず「記憶」の個別の機能やプロセスについて個人レベルと組織レベルの双方における考察をより深化させることが必須である。そして、企業トレーニングなどの機会を通じて更なる仮説検証を行い、マネジメント上の応用を念頭に置きつつ、「個体の記憶」と「組織の記憶」およびそれらの相互作用に関する実証的研究を継続することが有用であると考ええる。

本稿は、早稲田大学が文部科学省振興調整費の支援を受けてスタートした先端科学・健康医療融合研究機構 (略称: ASMeW) の活動のひとつの成果とも位置づけられる。同機構は、意思決定機能を機構長 (早稲田大学総長) へ一元化しつつ、本学の自然科学および社会科学・人文科学の諸領域および既存の学部学科専攻の枠を超えた拠点として設置されている。すなわち、その主要な眼目のひとつは「文理

融合」にあった。

ASMeW は5年間の助走期間を経て、2009年4月より新たな発展的段階に入る。本稿は、「記憶」という両分野におけるキーワードに対して、自然科学・社会科学双方からのアプローチを行ったうえで、組織マネジメントに関するインプリケーションを得ようとする試みである。すなわち、本研究のひとつの目的は、同機構が本来目指したコンソリデーションを共同研究の活動を通して小規模ながらも実践しようとするのであった。これは「組織的」目的と換言することも可能である。

本稿のもうひとつの目的は、より「個人的」なものである。脳科学と経営学という異なる領域を専門とする二人が、本機構で出会い、互いに触発しあい、それぞれの経験と知識と融合しようとする試みを行ったこと自体を「記憶」すべく「記録」し「記念」したいとの願いである。それがどのような意味を持つかについては、本稿における議論がそのまま適用できるであろう。お世話になった皆様に心からの感謝の意を表して本稿を締めくくりたい。

<参考文献>

- Bartlett, F.C. (1932). *Remembering: A Study in Experimental and Social Psychology*. Cambridge Univ. Press.
(『想起の心理学』(宇津木保、辻正三 訳) 誠信書房)
- ベルグソン、アンリ、(1966)『ベルグソン全集〈第4〉創造的進化』(松浪信三郎+高橋允昭 訳) 白水社
- Croasdell, D. T. (2001) "Learning organizations: its role in organizational memory and learning", *Information Systems Management*, 18 (1), 1-4.
- Durkheim, E. (1895/1964), *The Rules of Sociological Method*, Free Press (『社会学的方法の規準』(宮島喬訳) 岩波文庫)
- ドラッカー、P.F. (1969)『断絶の時代—知識社会の構想—』(林雄二郎 訳) ダイアモンド社
- 枝川義邦 (1999)「情報伝達の可塑的変化」、『生活工学研究』1, 56-61.
- 枝川義邦 (2002)「記憶への入り口」、『生活工学研究』4, 144-149.
- Festinger, L. (1957) *A Theory of Cognitive Dissonance*, Stanford University Press. (『認知的不協和の理論 社会心理学序説』(末永俊郎 訳) 誠信書房)
- Halbwachs, M. (1992). *On Collective Memory (Heritage of Sociology)*. Coser, Lewis A. Edition, The University of Chicago Press.
- アルヴァックス、モリス (1989)『集合的記憶』(小関藤一郎 訳) 行路社
- 石川幹人、渡辺恒夫 (2004)『入門・マインドサイエンスの思想—心の科学をめぐる現代哲学の論争』 新曜社
- 金子邦彦 (2003)『生命とは何か—複雑系生命論序説』 東京大学出版会
- 呉 茂一 (1956)『ギリシャ神話 上巻・下巻』 新潮社
- 塩沢由典 (1997)『複雑系経済学入門』 生産性出版
- 荻野昌弘 (2001)「1920-50年代のフランス社会学」『社会学史研究』23
<http://www.soc.nii.ac.jp/jashs/s2000/2000ogino.html>
- 田所作太郎 (1995)『抗痴呆薬の探求』 星和書店 松澤大樹 (2003)『目で見える脳とこころ』 NHK 出版
- McGaugh, J.L. (2000). "Memory—a Century of Consolidation" *Science*, 287, 248-251.
- Misztal B.A. (2003). "Durkheim on Collective Memory." *Journal of Classical Sociology*, 3 (2), 123-143.
- Misztal B.A. (2003) *Theories of Social Remembering*. Maidenhead: Open University
- 野中郁次郎、竹内弘高 (1996)『知識創造企業』、梅本勝博 訳、東洋経済新報社
- Peigneux, P. et. al. (2004). "Are spatial memories strengthened in the human hippocampus during slow wave sleep?" *Neuron*, 44, 535-545.
- Senge, P.M. (1990) *The Fifth Discipline: the Art and Practice of the Learning Organization*, Doubleday
- Schacter, D. L. (2001) *How the Mind Forgets and Remembers: The Seven Sins of Memory*, Houghton Mifflin Co.
- Squire, L.R. (2004). "Memory system of the brain: A brief history and current perspective." *Neurobiology of Learning and Memory*, 82, 171-177.

- 杉浦正和 (2007) 『組織・人材マネジメントを理解するためのキーワード125』 東京図書出版会
- 辻岡勝美 (2002) 「X 線 CT 装置の歴史—過去、現在、そして未来—」 『日本放射線技術学会雑誌』 58 (1)、67-71
- Tulving, E., Donaldson, W. (1972) *Organization of memory*. Academic Press.
- Walsh, J., Ungson, R. (1991). “Organizational memory. Academy of Management.” *The Academy of Management Review*, 16 (1), 57-91.
- Wexler, M. (2002). “Organizational memory and intellectual capital.” *Journal of Intellectual Capital*, 3 (4), 393-4

注記：

- 1 組織が自主的に学習 (learning) を行い、持続的な変化対応力を身につけることによって、持続性のある競合優位を持つこと。センゲ (Senge, P. M.) の “The Fifth Discipline” 等によって広まった。
- 2 1960年代後半にドラッカー (Drucker, P. F.) が「知識社会」(knowledge society) のフレームワークを提示して以来、新しい社会が知識を基盤としたものになるであろうとの見方が優勢になった。現在ではその潮流は確固たるものとなっている。その後、1990年代に野中郁次郎らは「知識創造」(knowledge creation) の概念を展開した。SECI モデルに代表される知識経営論あるいはナレッジ・マネジメント論は、経営学の分野における潮流となった。
- 3 金子邦彦 (2003) は、また「内部状態をもった要素の相互作用による分化、ダイナミクスからのルールの形成、少数成分の支配、遍歴現象と再帰の状態の形成、といった問題が、細胞生物学だけの問題でなく、認知過程、さらにはヒトと社会のダイナミクス (歴史) にも関係するのではないかと読み取るであろうと述べている。
- 4 メモリーとは「コンピュータ内でデータやプログラムを記憶する装置。広義にはハードディスクやフロッピーディスクなどの外部記憶装置(補助記憶装置)も含むが、単に「メモリ」と言った場合は、CPU (中央処理装置) が直接読み書きできる RAM や ROM などの半導体記憶装置のことを意味する場合がほとんどである」とされる (『IT 用語辞典 e-Words』 <http://e-words.jp/w/E383A1E383A2E383AA.html>)。
- 5 1946年、イギリスのウィリアムス (Williams, F.) とキルバーン (Kilburn, T.) は、CRT をメモリとして使用し、1 ビットのメモリとして動作させることに成功した。同年アメリカのモークリー (Mauchly, J. W.) とエックハート (Eckert J. P.) は真空管を使った世界で最初の電子計算機 ENIAC を完成した。
- 6 パートレットの著書においては remembering は「想起」と訳される。
- 7 ムネーモシュネは、ゼウスの妻、9 人のミューズの母である。Musa (ムーサ) の複数形は Musai (ムーサイ) で、その英語読みが Muse (ミューズ) となる。Musa (ムーサ) の複数形は Musai (ムーサイ) で、その英語読みが Muse (ミューズ) であり、music の元である。「集合的記憶」の最終章は「記憶と音楽」であるが、ギリシャ神話を背景にすると、「母と娘たち」という意味となる。
- 8 同じ語根を持つ promnesia は、既視感 (déjà vu) の科学的正式名称である。
- 9 金田一春彦は動詞を状態動詞、継続動詞、瞬間動詞、第四種の動詞の 4 つに分類した。
- 10 「プラスチック (plastic)」は、「可塑性がある」「自由な形にできる」といった形容詞のほか、「可塑性のある物質」である「合成樹脂」を指すようになった。「樹脂」は松脂など樹脂から取れる脂 (ヤニ) を指し、「合成樹脂」は、「天然樹脂」と対比される。1907年にバークランド (Baekeland L. H.) がフェノール (石炭酸) とホルマリンによって開発した世界初の合成樹脂「バークライト」が、天然樹脂の松脂似ていたため、プラスチック全般に「合成樹脂」の名前が使用されるようになった。主に、石炭や石油を原料として作られ、可塑性のため、金型などによる成形が容易であるため、大量生産の原材料として適している。
- 11 ラテン語の plasticus、更に遡ってギリシャ語の plastikos (いずれも型に流し込んで作り得る) に由来する。
- 12 可塑性がある場合：物体に外力を加えて変形させる (過程 a)。その後、加えていた外力を取り除いても (過程 b)、過程 a で生じた変化は外力のない状態でも保存されている。この場合は、物体は可塑的变化を受けたといい、この物体は可塑性を持っていたことになる。
可塑性がない場合：同様に、外力を加えて変形させる (過程 c)。その後、外力を取り除く (過程 d) と、外力を加える前の状態に戻ってしまい、受けた変化を保存していない。この場合、この物体は可塑性を持っていなかったことになる。
- 13 coherence は、「共に」をあらわす接頭語 com- に、“stick” を意味するラテン語 *hære* があわさった名詞 *cohærens* を語源とする。
- 14 ここで、一方、solidarity は、“whole” をあらわすギリシャ語の *sol-* と関係し、“firm, whole, entire” を意味するラテン語の *solidus* からきている。
- 15 「からだで覚える」ものも含めて、記憶は脳で作られる。

- 16 「ヒエラルキー」は、それ自体「組織」をあらわす言葉でもあるが、もともとは当時の文字であるヒエログラフを扱う神官に由来する。文字と官職と組織は元々一体であった。
- 17 多くの画像を重ね合わせるにより断層像を構成するので、膨大なデータ量の処理にコンピュータを用いる。このことから、Computed Tomography の頭文字を取って「CT」となった。現在、空間分解能が0.5ミリメートル程度のものが市販されている。
- 18 Magnetic Resonance Imaging の略。人体はほとんどが水素、炭素、酸素でできており、特に水素原子核は磁気を帯びている。MRIはこの原理を利用して、人体内の水素原子核の磁性を画像化するものである。
- 19 Positron Emission Tomography の略で、ポジトロン、つまり陽電子を用いる画像化装置である。陽電子とは、電子の反粒子と呼ばれるもので、質量が同じで他の物理量が全て反対の量をもつとされる粒子である。陽電子は、電子と出会くと、エネルギーを放出してそれ以外の全ての物理量を消滅させる。このエネルギーをガンマ線（放射線）として検出するのがPET 装置である。これにより、細胞のエネルギー代謝に必要なブドウ糖を指標にして、脳の神経活動をモニタリングすることが可能となる。
- 20 functional Magnetic Resonance Imaging の略。MRI が静止画像の撮影に利用するのに対し、処理速度を向上させ、脳活動などの機能的（functional）な面をモニタリングにする為に開発された。PET などとは異なり、体内に放射性物質や造影剤等を注入することなく神経活動の画像化が可能となる等の利点がある。