



90分で分かる ビジネスパーソンのための認知科学③ 記憶のしくみ

有限会社ログ・インターナショナル代表取締役
東京大学・一橋大学・日本大学講師
羽山 博

hiros-h@rogue.co.jp



はじめに

- まずは、ちょっと考えてみてください
 - みなさんは何かを覚えたいときにどのような工夫をしていますか
 - なぜ、そうするのが効果的だと思いますか



さまざまな方法

- 繰り返す
 - 頭の中でひたすら繰り返す／音読する
 - ひたすら書く
- 覚えやすくする
 - 語呂合わせで覚える
 - イメージする
 - 目に付く場所に貼っておく
- 整理する
 - 図にする
 - ストーリーの中で覚える／理詰めで考える
 - 人に説明する
 - ……などなど



今回の内容

- 今回は記憶のモデルについてお話しします
 - このサプリを飲めば記憶力アップ！といった即効性をあおる話ではありません
 - 円周率を何桁まで覚えるといった記憶術のお話でもありません(効果的に記憶する方法については触れます)

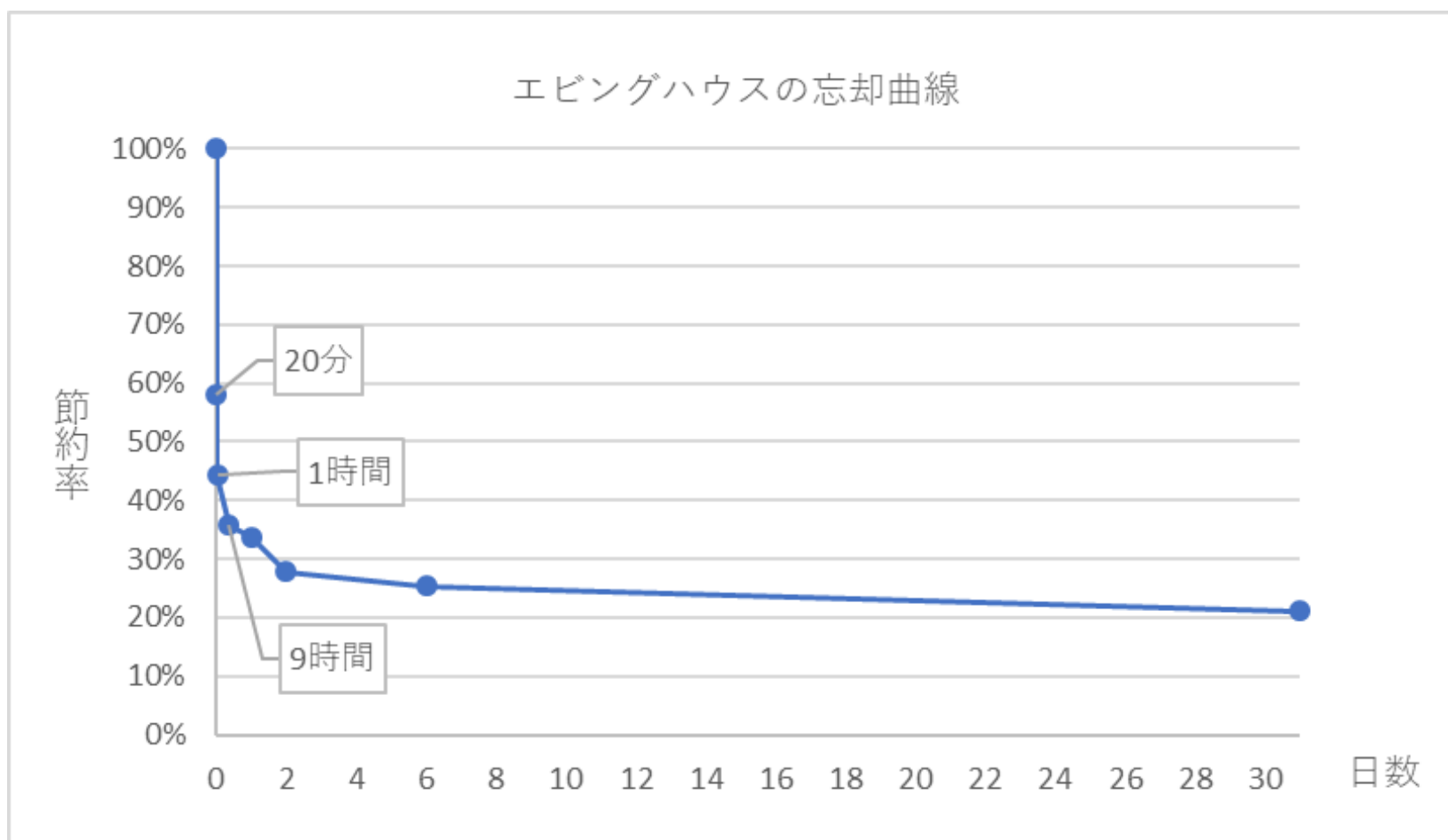
記憶の構造について考える



記憶の古典的研究

■ Ebbinghaus, 1885

■ 忘却曲線：無意味綴りの記憶



節約率：
(原学習 - 再学習) ÷ 原学習

(例1)
原学習に10分かかった
再学習に2分かかった
↓
 $(10 - 2) \div 10 = 0.8$

(例2)
原学習に10分かかった
再学習に6分かかった
↓
 $(10 - 6) \div 10 = 0.4$

→一定のレベルに落ち込む前にもう一度繰り返す必要がある



簡単な実験

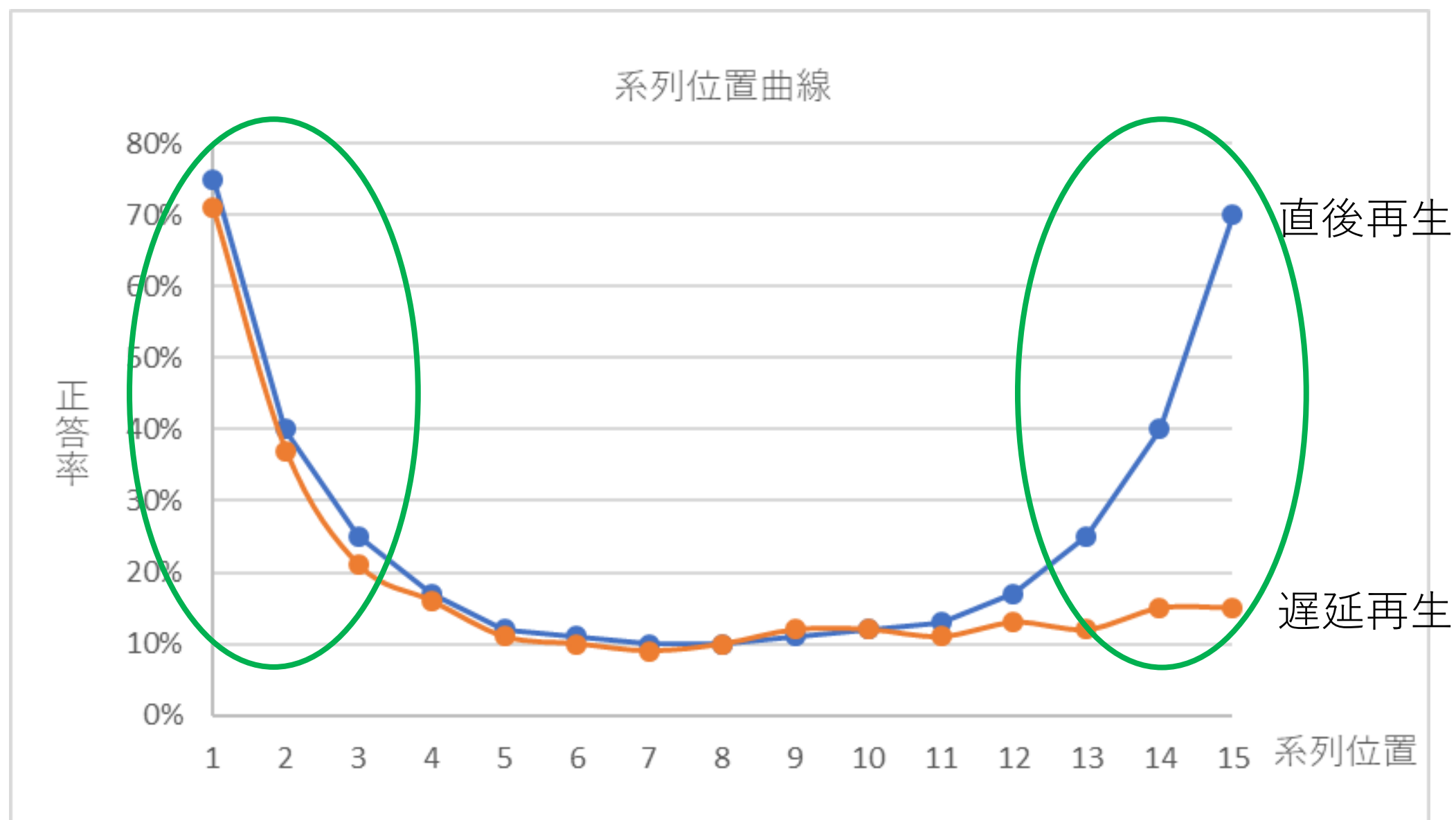
- ランダムな数字を順に記憶し、後で思い出す
(例)

5 2 6 8 1 9 4 2 3 1 8 4 7 5 6

- 直後再生 vs 遅延再生(計算などの課題をやった後で再生)
→ 結果は？



系列位置曲線



- 初頭性効果と親近性効果
 - 遅延再生では親近性効果が消える → なぜ？



二重貯蔵モデル

■ 短期記憶と長期記憶

感覚記憶

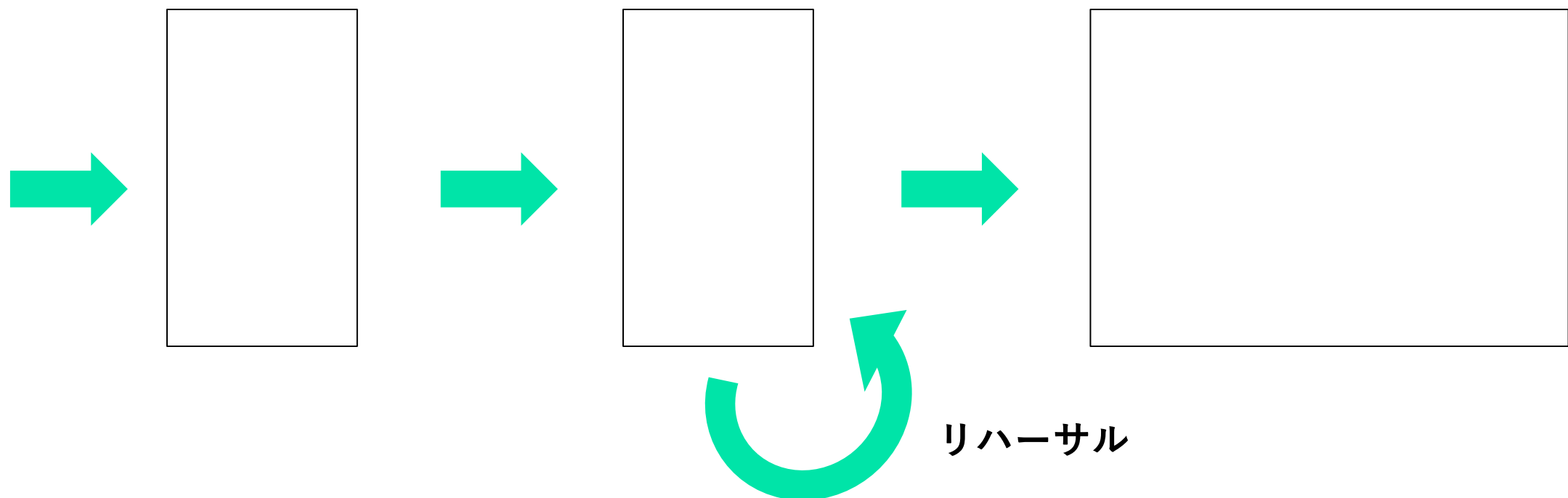
- ・ 容量：大
- ・ 持続時間：
視覚:数100ms程度
聴覚:数秒程度

短期記憶

- ・ 容量：小(7 ± 2)
- ・ 持続時間：数十秒程度

長期記憶

- ・ 容量：大
- ・ 持続時間：半永久



- リハーサルの回数が多いと、長期記憶へ転送される確率が高まる



二重貯蔵モデルで十分か

■ 二重貯蔵モデルで説明できないこと

- 記憶に関して、リハーサルだけでは説明できないことを思い付くまま挙げてみてください



■ モデルの修正が必要

- どのようなモデルが考えられるか
- 修正後のモデルがより説明力が高いことを確かめるには？

※ より説明力が高く、より単純なモデルがいいモデル

(さらには、そのモデルを適用することにより、記憶を効率よく定着させるにはどうすればいいか)



何個覚えられるか

- Miller, 1956 : マジックナンバー 7 ± 2
 - 一時的に記憶できるのはせいぜい 7 ± 2 個程度
 - 実際にはもっと多くの情報を覚えられる
 - **チャンキング**による

(例)

4 1 2 6 3 7 5 1 4 6 4 9 1 9 4

3 5 8 3 1 4 5 9 4 3 7 1 8 9 7

なぜ？ …… の答えは後回しにして、別の実験



処理水準モデル

■ Craik & Watkins, 1973

- 単語のリストから「g」で始まる**最後の**単語を報告するように教示

(例) daughter, oil, rifle, garden, grain, table, football, anchor, giraffe, ...

- リスト提示後、実際には覚えている項目を**すべて**再生するように指示
 - gardenなら単語1個分、grainなら単語3個分リハーサルしている

→リハーサルの回数が多くても再生には影響しない！



処理水準モデル(続き)

■ 処理水準モデル

■ 維持リハーサルと精緻化リハーサル

- 維持リハーサル：短期記憶にとどめておくだけ
- 精緻化リハーサル：積極的に長期記憶に転送しようとする

→ 記憶は機械的なものではなく「主体的」なもの



補足：作動記憶

- Baddeley & Hitch, 1974
 - 短期記憶のような単なるストレージではない
 - ワーキングメモリ
 - 音韻ループ
 - 視空間スケッチパッド
 - エピソードバッファ
 - 中央処理系



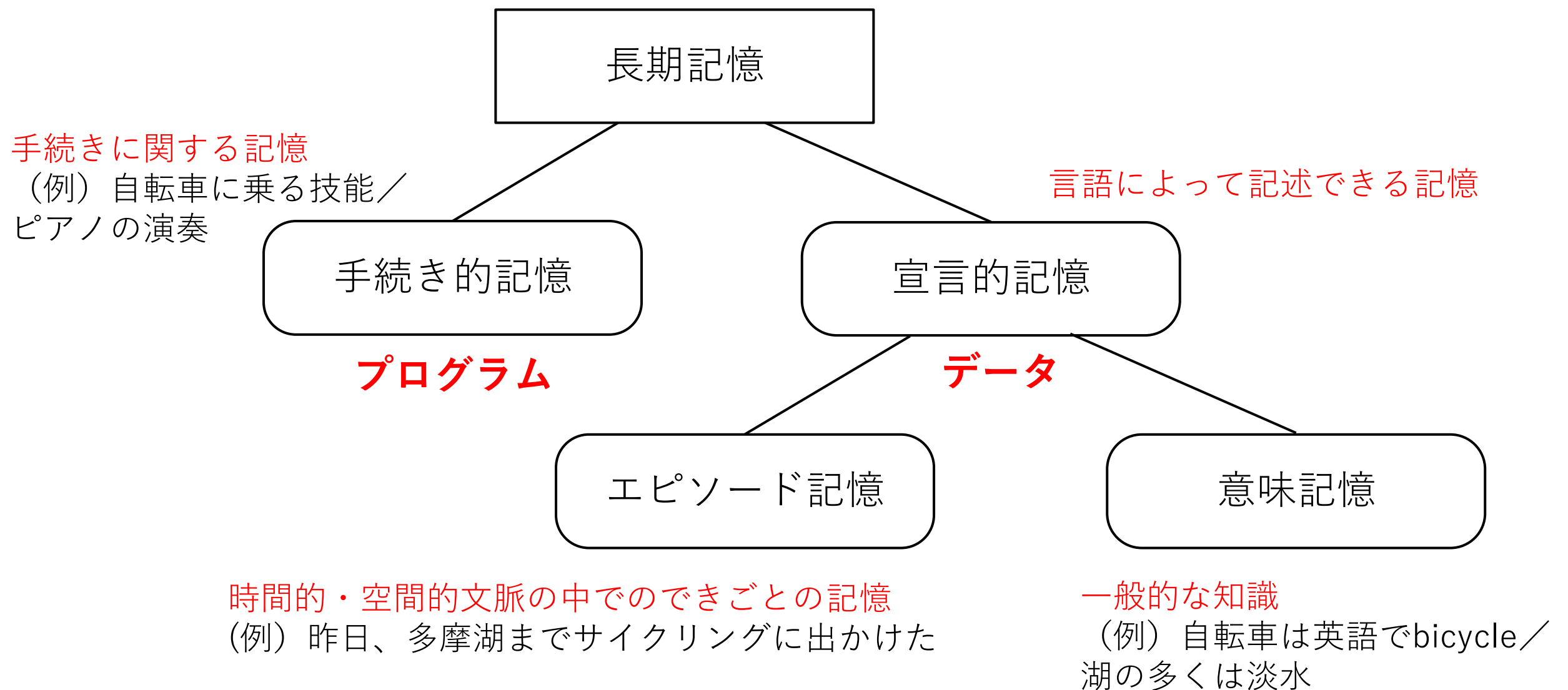
記憶の構造

- 各貯蔵庫はただの「箱」なのか？
- 各貯蔵庫の構造は？(特に長期記憶)
 - どのように情報が蓄えられているのか
 - 英単語や歴史の年号と、自転車の乗り方やピアノの弾き方は同じように記憶されるのか？
 - どのように情報を取り込めば、記憶が定着するか
- 各貯蔵庫をつないでいるのはただの「矢印」なのか？
 - データが流れていくだけなのか



長期記憶の構造

■ Wilhite & Payne, 1992





潜在記憶とプライミング

■ Meyer & Schvaneveldt, 1971

- 対となる単語の語彙判定課題(存在する単語かどうかを判断)

(例) doctor – butter, bread – butterなど

→ 意味的関連のある単語の方が反応が速かった

■ 活性化拡散モデル

- 意味ネットワークの中で活性化が起こる
- 活性化は周囲にも拡散する

→ 長期記憶の(特に意味記憶の)構造を示唆している

記憶の方法について考える
(どう覚えるか)



記憶のプロセス

- どのようにして「覚え」、「思い出す」のか
 - **記銘**：コード化（→定着しやすいように記銘する）
 - **保持**：知識の構造に組み込まれる
 - **再生**：何らかの手がかりが必要

※ 個人的見解(仮説段階、実験等はありません)

- 全く未知のものは記憶しづらい
(例) 多くの日本人にとってのアラビア文字
→これまでに獲得した**知識が利用できる**と記憶しやすい
- 何らかの驚きを伴うものは記憶しやすい
(例) 数字の列の中に突然芸能人の名前
→**情報量**が大きいと記憶しやすい
(これまでの獲得した知識が利用できるが、意外性があり、**知識の構造の組み替え**が起こるようなもの)



記憶の方略

- 手続き的記憶と意味記憶を効果的に高めるためには？

(例)

- ピアノの演奏を上達させるには？
- 英単語を覚えるには？



さまざまな記銘方略

■ 記銘方略

- **リハーサル** (rehearsal) : 既出(いわゆる丸暗記)
- **体制化** (organization) : **情報を整理**して記憶する
- **精緻化** (elaboration) : **情報を付加**して記憶する

記銘方略とは：

- 重要な情報を
- より少ないコストで(短い時間で、努力せず)
- できるだけ長く
……覚える方法

※ちなみに、子供はこれらの方略を知らないことも多い→方略を教えるだけで成績が伸びることもある



どう覚えるか：体制化

■ Bower et al. , 1969

■ 以下の鉱物を記憶するには……

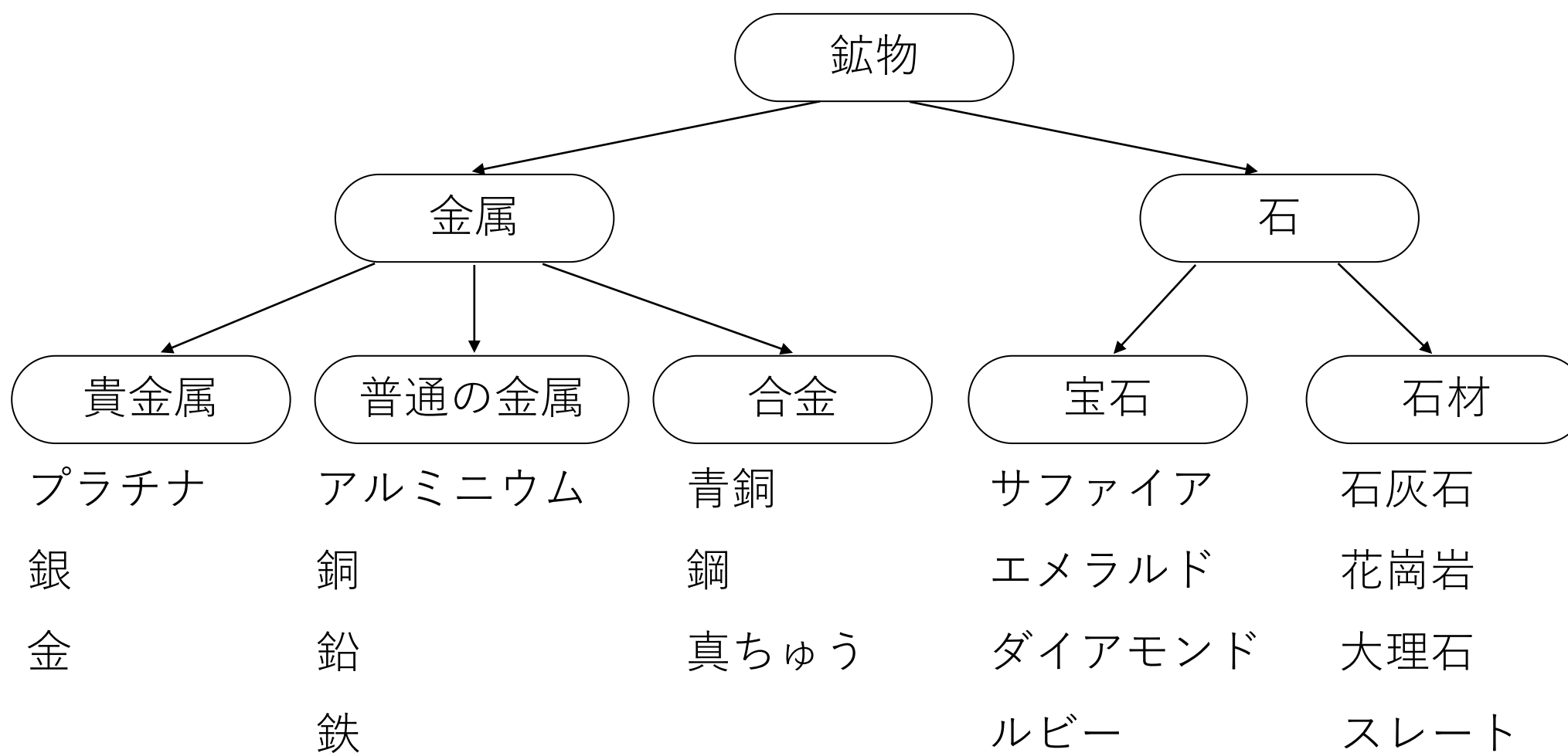
アルミニウム エメラルド サファイア スレート ダイヤ
モンド プラチナ ルビー 鉛 花崗岩 金 銀 鋼 真
ちゅう 青銅 石灰石 大理石 鉄 銅

* スレート：粘板岩のこと



どう覚えるか：体制化

■ 体制化してみる



* 必ずしも科学的に正しくなくてもいい



体制化による記憶(学習)の促進

- Glynn & Di Vesta, 1977

- 鉱物に関する文章を読んで記憶させる

- 階層構造を事前に与える群 vs 与えない群

- 系統的に提示する群 vs ランダムに提示する群

→ 階層構造を事前に与え、文章を系統的に提示した群の成績がよい



どう覚えるか：精緻化

- 精緻化の方法の例
 - 先行オーガナイザー
 - 関連付け
 - 自己生成的
 - (参考) 自己準拠効果
 - その他：イメージ化、要約など



精緻化：先行オーガナイザー

■ Ausubel, 1968

- 学習材料と関連事項に関する一般的・抽象的な内容の文章を事前に与える(先行オーガナイザー)
- 既存の知識を引き出したり、整理したりする働き→新たな学習を促進



精緻化：先行オーガナイザー(続き)

■ 川上・多鹿, 1990

■ 花のつくり

- めしべ・おしべ・花びら・がく
- 花大根、チューリップ、タンポポの花によって教授)

■ オーガナイザー

- 花の各器官は葉から進化した
- 内側から見て、めしべ、おしべ、花びら、がくの順はどんな花でも変わらない

- 保持テスト・転移テスト(異なる花でのテスト)とも、先行オーガナイザーを与えた方が成績がよかった
- 学年が上になるほど成績がよい→抽象的な思考力が必要



参考：具体と抽象

■ 群

- 集合 G の要素 $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ について、演算 $*$ 、 $\bar{}$ を考える。これらが、

$$(1) (\alpha * \beta) * \gamma = \alpha * (\beta * \gamma)$$

$$(2) \alpha * \varepsilon = \varepsilon * \alpha = \alpha$$

$$(3) \alpha * \bar{\alpha} = \bar{\alpha} * \alpha = \varepsilon$$

を満たすとき、これらをひとまとめにした $(G, *, \bar{}, \varepsilon)$ は「群」となる……と言われても

→ 具体例を知らないと、抽象的な内容が理解できない(オーガナイザー：既存の知識を引き出したり、整理したりする働き)



精緻化：関連付け(簡単に)

- Bradshaw & Anderson, 1982
 - 歴史上の人物の特徴を、原因や結果と関連付けて覚える
→ 成績が良くなる

- Stein & Bransford, 1979
 - **自己生成的**精緻化：自ら関連付けを付加する
 - 正しく精緻化できたほうが成績が良い



参考：自己準拠効果

- 自己準拠効果：与えられた情報を自分自身に関連づける
 - 処理が深くなる→記憶の促進
 - 動機付けとも関連

記憶検索の方法について考える
(どう思い出すか)



再生と再認

■ 再生

- 自由再生：手がかりなしに思い出す
- 手がかり再生：カテゴリーなどの手がかりを与えて思い出す

■ 再認

- (実験で提示された単語などの中に)あったかどうかを思い出す

一般に、自由再生 < 手がかり再生 < 再認だが、そうでない場合もある(次のスライド)



符号化特定性原理

■ Tulving, 1983

- 符号化時に付加された情報と手がかりが一致すると検索しやすい
- 付加された情報
 - 記憶した場所や時間など
 - 文字の形や色など
 - 記憶した項目のカテゴリーなど

→ これらの手がかりがうまく使えないと、検索が失敗する

例：Watkins, 1974

SPANI – EL, EXPLO – REなどの「刺激語 – 反応語」を記憶
刺激語による反応語の**手がかり再生** > 反応語の**再認**



参考

■ 虚偽の記憶

- 実際には起こっていないことを、「鮮明に」思い出す(暗示などによりそう思い込んでしまう)：冤罪などの問題にもつながる
- Loftus & Ketcham, 1994などに詳しい

お疲れさまでした
ご質問があればどうぞ





文献

Ausubel, D. P. (1968). Educational psychology. A cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. Psychology of Learning and Motivation, Volume 8, 47-89.

Bower, G. H., Clark, M. C., LESGOLD, A. M., & Winzenz, D. (1969). Hierarchical Retrieval Schemes in Recall of Categorized Word Lists
Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior 8(3):323-343

Bradshaw, G. L., & Anderson, J. R. (1982). Elaborative encoding as an explanation of levels of processing. Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior, 21(2), 165–174.

Craik, F. I., & Watkins, M. J. (1973). The role of rehearsal in short-term memory. Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior, 12(6), 599–607.

Ebbinghaus, H. (1885/1913). Memory: A contribution to experimental psychology. (H. A. Ruger & C. E. Bussenius, Trans.). Teachers College Press.



文献

Glynn, S. M., & Di Vesta, F. J. (1977). Outline and hierarchical organization as aids for study and retrieval. *Journal of Educational Psychology*, 69(2), 89–95.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81–97.

川上昭吾・多賀秀継 (1990). 理科授業における先行オーガナイザの効果 第3報 花のつくりの学習における中学校第3学年生徒の反応, ならびに授業への適用, 愛知教育大学教科教育センター研究報告, 14, 197-202.

Loftus, E., & Ketcham, K. (1994). *The Myth of Repressed Memory: False Memories and Allegations of Sexual Abuse*. St Martins Press. 仲真紀子訳(2000). 抑圧された記憶の神話:偽りの性的虐待の記憶をめぐって. 誠信書房.

Meyer, D. E., & Schvaneveldt, R. W. (1971). Facilitation in recognizing pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operations. *Journal of Experimental Psychology*, 90, 227-234.



文献

Stein, B. S., & Bransford, J. D. (1979). Constraints on effective elaboration: Effects of precision and subject generation. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 18(6), 769–777.

Tulving, E. (1983). *Elements of Episodic Memory*. Oxford University Press. 太田信夫訳(1985). タルヴィングの記憶理論—エピソード記憶の要素. 教育出版.

Watkins, M. J. (1974). When is recall spectacularly higher than recognition? *Journal of Experimental Psychology*, 102(1), 161–163.

Wilhite, S. C, & Payne, D. E. (1992). *Learning and Memory: The Basis of Behavior*. Allyn and Bacon.