

スキル学習のダイナミクスの解明に向けて (1)

鈴木 宏昭

竹葉 千恵

大西 仁

青山学院大学文学部 青山学院大学文学部 メディア教育開発センター
総合研究大学院大学

1 はじめに

本研究では単純なスキルの熟達化の過程を詳細に分析し、この過程を主体の行為の洗練と環境とのダイナミックな関係の構築という観点から特徴づける。

単純なスキルの学習における遂行時間の変化は一般にべき法則に従うことが知られている。しかし、より微視的に分析を行うと、学習過程においてはいくつもの上下のぶれが存在していることが木村の一連の研究によって明らかにされた。木村の分析によれば、このぶれは単なる誤差ではなく、スキル学習メカニズムの解明にとって重要な情報を含んでいるとされる。彼の指摘で特に重要なのは、遂行時間の著しい減少（見晴し台）の前には、いわゆるスランプと呼ばれる状態が存在しているということ、また著しい減少の後にぶり返しと呼べるような停滞が見られることの2点である。

このように木村の研究はスキル学習の過程が従来考えられてきたよりも、はるかに複雑性に富んだダイナミックな過程であることを示している。しかし、彼の研究では取り上げられる指標が行為開始から終了までの遂行時間だけとなっており、微細な変動がどのような下行行為から生み出されているのか、またどのような環境の変化から導かれるのかを明らかにすることが難しい。

我々は、木村の指摘した複雑性は、動作スピードの上昇、疲れなどの運動・生理的な成分、記憶負荷の減少、作業の並列化などによる新規なストラテジーの利用、およびその評価などの認知的な成分、対象物の配置（行為を行いやすいように対象の配置を変えるなど）などに関わる状況的成分が相互に影響を与え合った結果、産み出されるものと考え。これらの成分についての微視的な分析を行い、単純なスキル学習の背後に潜むメカニズムを同定することが、研究の最終目標となる。

2 方法

被験者 大学生(女子)1名が実験に参加した。

課題 7つのレゴブロックを用いて、飛行機状の形をしたモデルを提示し、これと同じものを構成させた。

手続き 被験者は、モデル図形および長いブロック3、中くらいのブロック6、短いブロック6が縦に並べられた机に座り、モデルと同じものをできるだけ早い時間で構成することが求められた。なお、モデルは各部分の色や大きさが異なるが、完全にモデルと同じものを作ることが求められた。開始の合図とともにはじめ、作り終えた後はこれを分解し、適当な位置に戻すよう指示した。15回を1セットとし、1セット終了後に1分間の休憩を入れた。これを続け、おおよそ1時間になったところでその日のセッションを終了とした。1日目の終了時点で、2日目以降の最高記録が前日の最高記録を10%以上短縮した場合には謝礼金が増加することを告げた。3日目の後、被験者の都合で1日休んだ以外は毎日セッションを行い、12日目で終了とした。なお作業の過程はすべてビデオテープにより録画され、後の分析のために用いられた。

3 課題遂行時間の推移

12日間で155セッション、計2325回の試行が行われた。この過程で遂行時間も著しい減少を示した。1セッションごとの最小値見ると、初回セッションでは12.59秒であったのが、最終日には2.83秒となった。また、遂行時間の減少に伴い、1日における試行数も初日の135回が、最終日には210回となった。

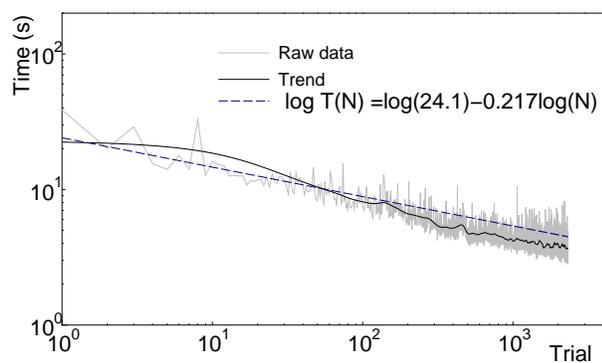
ブロック組立課題の遂行時間の系列を状態空間法を用いて分析した。第 n 試行における遂行時間を t_n としたとき、 t_n は(1)式が示すように3成分に分解されるとした。

$$t_n = TR_n + AR_n + W_n \quad (1)$$

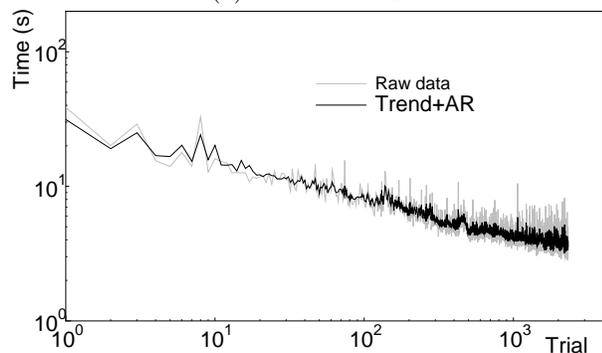
ただし、 TR_n 、 AR_n 、 W_n は、各々第 n 試行における長期的変動傾向(トレンド)成分、短期循環変動成分、観測ノイズである。また、トレンドは滑らかに変動するという制約を(2)式により課した。

$$TR_n = 2TR_{n-1} - TR_{n-2} + V_n \quad (2)$$

図1にベイズ推定により求めた TR_n , AR_n , W_n を示す。トレンド成分 (a) はべき法則モデルとほぼ一致するが、両対数軸にプロットすると、直線ではなく緩やかに波打っている。グラフの左右端が回帰直線に比べ傾きが緩やかになることは、単純な技能学習において多く見られる現象として知られている。しかし、例えば第400~500試行に見られるように、100試行にもおよぶ緩やかな変動が見られ、いわゆるスランプと呼ばれるような、べき法則では説明されない現象がはっきりと見て取れる。



(a) トレンド成分



(b) トレンド成分+短期循環成分

図1: 組立遂行時間の推移

トレンドと短期循環を加えた成分 (b) は、遂行時間の比較的細かな変動の特徴もかなりよく捉えている。短期循環成分は、主に7試行程度の周期の循環成分とさらに短い周期の循環成分からなり、加えて30試行程度の周期の循環成分を持つ変動である。このような変動は、組立動作の微調整のような過程と、組立動作の再組織化や方略変更のような過程が重ねられている可能性を示唆する。これらの特性から、大記録はこれらの変動成分のピークがうまく重なった時に生じることになり、そのために稀にしか生じないと考えられる。また、一旦大記録が生じた後には、いくつかの成分はピークから外れるので、ぶり返しのような停

滞が生じると考えられる。

4 遂行時間の分散の変動

遂行時間が波打っていたので、変動の大小の時間パターンを調べるため、時変分散モデルを用いて、分散の時間変化を求めた。素朴な直観では、遂行時間の分散は最初大きく、試行が進むにつれ、平均値が小さくなるに従って分散も小さくなりそうなものである。ところが、図2に示すように、第500試行前後までは、分散が減少したものの、それ以降は、遂行時間の平均が減少しているにもかかわらず、分散は増大傾向を示している。

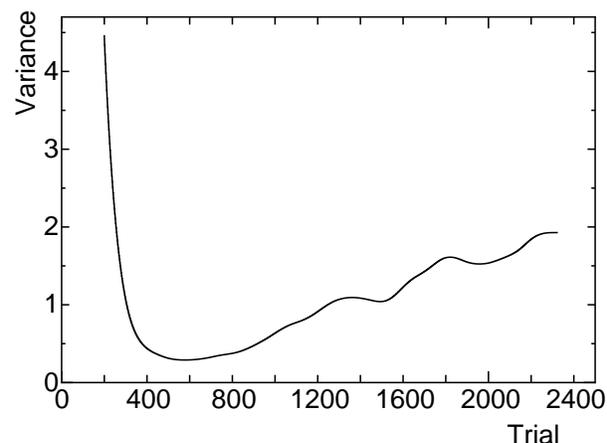


図2: 組立遂行時間の分散の推移

分散が増大傾向を示した理由は明らかではないが、分散の増大傾向は、組立動作が収斂して完全に固定するのではなく、常に変動して多様性を維持していることを示しており、このために1000以上の試行を経た後でも大記録が生じるのではないかと考えられる。

参考文献

- [1] 木村 泉 (1998). 練習の巾乗法則の折紙実験による再検討, 日本認知科学会第15回大会論文集, G-2.
- [2] 木村 泉 (2003). 長期的技能習得データの「見晴らし台」とその意義, 日本認知科学会第20回大会論文集, C-2.
- [3] 藤波 努・山本知幸・阿部真美子 (2004). 身体技能に見られる階層性と「あそび」に関する考察, 人工知能学会第18回全国大会論文集, 3D1-04.