

Zimmer, H. D., & Fischer, B. (2020). Visual working memory of Chinese characters and expertise: The expert's memory advantage is based on long-term knowledge of visual word forms. *frontiers in Psychology*, doi: 10.3389/fpsyg.2020.00516

報告日：2020/5/18

報告者：西村 友佳

研究背景

漢字に馴染みのない人の漢字の視覚性ワーキングメモリ (VWM) 成績は、中国語の読み書きができる (=漢字に熟達している) 人よりも悪い (Yu et al., 1985; Zhang and Simon, 1985; Hue and Erickson, 1988; Sun et al., 2011)。このような、経験によって形成された長期記憶 (知識など) の VWM 成績への貢献は、文字だけでなくオブジェクトや顔でも生じることが知られている (e.g., Curby and Gauthier, 2007)。しかし、そのメカニズムについては現在も論争中である (親近性の高い刺激はチャンキングが上手くできるとか、記憶表象の中での比較がしやすいとか、符号化に影響するとか様々な説がある)。

目的

本研究の目的は VWM において熟達した刺激の優位性が生じるメカニズムを明らかにすることである。漢字の形に関する知識があることで、簡易な符号化で構造的に高いレベルの表象が形成されると考えられる。

方法

実験参加者

ネイティブ中国語話者と中国語に関する知識が全くないドイツ人が参加した。実験 4 は中国人のみ、実験 5 はドイツ人のみが参加した。

実験刺激

漢字 (中国語で使用されるもの) と色を使用した。実験 2 では、幾何学図形も使用した (Table 2)。また、実験 4 では無意味漢字を呈示する必要があったため、既存の部首を組み合わせることで実在しない漢字を作成した。

手続き

標準的なマスクなしの変化検出課題が実施された。

実験 1 変化のパターン (漢字: 漢字が変わった、漢字の色が変わった、両方が変わった) を操作した。記憶刺激の呈示時間は 500 ms であった。

実験 2 漢字の変化のパターンとして、フォントが加わった。また、漢字だけでなく幾何学図形も使用し、形、パターン、色が操作された。記憶刺激の呈示時間は 500 ms であった。

実験 3 漢字そのものの変化に注目するか、フォントの変化に注目するか、両方に注目するかをブロックの始めに教示した。記憶刺激の呈示時間は 500 ms であった。

実験 4 漢字の視覚的、意味的な類似性を操作した (Figure 6)。記憶刺激の呈示時間は 200 ms であった。

実験 5 ドイツ人に視覚的な漢字の知識 (形と読み) を覚えてもらった。学習した漢字と新規の漢字を用いて変化検出課題を行った。また、その際 fMRI による神経活動の測定を行った (注意のコントロールを行う頭頂内溝と符号化のコントロールを行う紡錘状皮質に着目)。神経活動の分析には保持時間 (ブランクのとき) のものを使用した。記憶刺激の呈示時間は 1000 ms であった。

結果

実験 1・2 漢字そのものが変化した場合、中国語話者の方が

ドイツ人よりも成績がよかったが、文字の色が変わったといった大きな変化は同じように検出することができた。漢字を知らないからといって、全く符号化できていないわけではないことが明らかとなった (実験 1, Figure 1)。また、中国語話者が特別に詳細な情報を知覚するスキルが高い訳ではないことが明らかとなった (実験 2, Figure 2)。

実験 3 漢字そのものの記憶成績は中国語話者の方が高かったが、フォントの記憶成績は中国語話者もドイツ人も悪かった (ドイツ人は漢字かフォントかで差なし, Figure 5)。そのため、漢字の形式を抽象的な表象として記憶している (低次元詳細情報の表象を高めていない) と考えられる。

実験 4 意味的によく似ているが異なる刺激の検出力は低下しなかったが、視覚的によく似ているが異なる刺激の検出力は低下した (Figure 7)。そのため、中国人は漢字を視覚的に表象していると考えられる。

実験 5 学習した漢字の VWM 成績 (容量) は、新規漢字よりも良かった。また、学習した漢字に対する神経活動は、新規漢字よりも小さかった。学習した漢字は少ない情報処理で記憶できると考えられる (省エネ)。

考察

以上から、中国語話者は中国語を知らない人よりも VWM 容量が大きく、漢字を視覚的な表象として VWM に保持していることがわかった。このような VWM における熟達した刺激の優位性は、長期記憶の中に一般的な形 (テンプレート) を持っていることで素早く刺激を同定できるから生じると考えられる。そのため、知覚時に細かいところまで符号化しなくてもその刺激が何であるかがわかるのであろう。また、長期記憶表象が利用できることで、小さな違いであっても検出できるようになると考えられる。

展望

今回の実験では、神経活動の結果を元に親近性の優位性が符号化 (記憶の処理プロセスの間) に現れることを示唆している。しかし、これだけではタイムコースの変化が符号化の効果なのか、保持の効果なのか、あるいは両方なのかが区別できない。これについて検討するには、実験的に操作して調べなければならない。

また、今回は 2 つの領域の神経活動しか分析していないが、WM は様々な領域のネットワークによって実現される (Zimmer, 2008)。そのため、この点は本研究の限界点であると言える。

感想

この研究は親近性が符号化 (迅速な刺激の同定) に影響していることを示す研究の例である。親近性の操作方法として今回の実験のように文字を使う研究は多い (漢字 vs. アルファベットなど)。この研究では符号化に重きを置いているが、実験 5 で学習した漢字の VWM 容量が大きいために、容量にも親近性のアドバンテージがある可能性は残っていると思う。1 時点だけでなく、複数の呈示時間条件を設けた実験をやってみてほしい。

图表

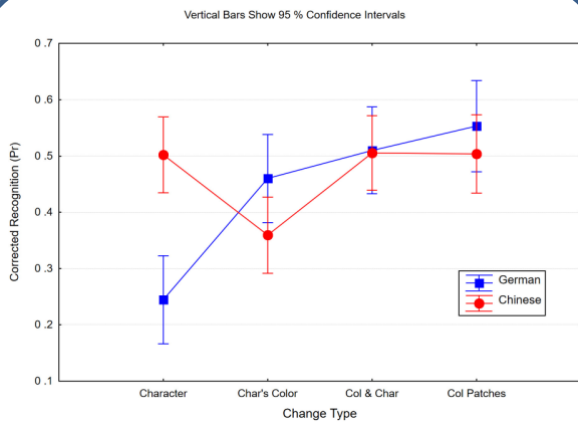


FIGURE 1 | Pr scores of Chinese and German participants in the four different change conditions of Experiment 1. When characters were studied, either the probe character's identity (character), its color (Char's Color) was changed, or both features (Col and Char) were changed. In the fourth condition, color patches were studied and one of the colors was changed (Col Patches). Within subject confidence intervals are in both groups ± 0.05 .

Semantic			Visual		
Reference	High	Low	Reference	High	Low
看	视	高	唤	焕	逝
Watch	Watch	High	Call	Shining	Elapse
常	恒	基	板	版	培
Usually	Usually	Basic	Board	Edition	Cultivate
孤	独	洗	喝	渴	涛
Loneliness	Loneliness	Wash	Drink	Thirsty	Welle

FIGURE 6 | Examples of the study-test variation in Experiment 4. Three examples (rows) of each item type are shown together with its foils that were presented in a change trial. The three columns show the studied item (reference), and foils with a high or low similarity (on the left for the semantic character set and on the right for the visual character set). The English translations were not shown in the experiment. The full material is presented in the **supplementary**.

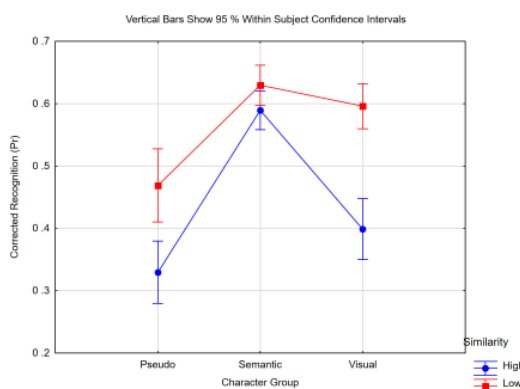


FIGURE 7 | Pr scores of Chinese native speakers for detecting changes in the three different character groups (Pseudo, Semantic, Visual) and the two distractor similarity levels (high, low). "Low" means no feature overlap, "high" means overlap of visual features in the pseudo and visual group, and shared semantic meaning in the semantic group. Confidence intervals are based on within subject variance following Morey (2008).

Table 2. Illustration of the stimulus material in Experiment 2.

像	豹	覆	喉	慎	孰	蛋	蹄
blue	green	red	purple	teal	lime	maroon	cyan
0	255	157	44	76	240	255	179
0	244	221	183	17	107	0	28
255	0	39	190	96	38	0	144
喉	喉	喉	喉	喉	喉	喉	喉

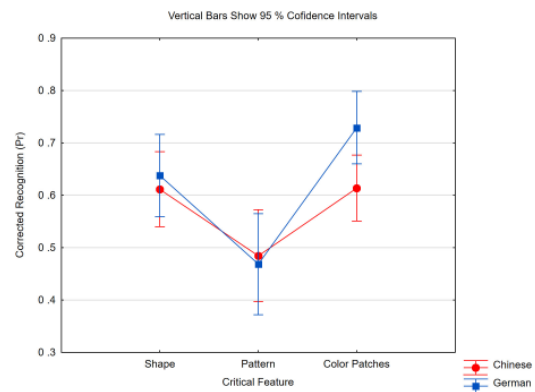


FIGURE 2 | Pr scores of Chinese and German participants in the three change conditions of Experiment 2 if geometric material was studied. Either one figure's outline (Shape) or its inner pattern (Pattern) was changed or color patches were studied and one of the colors was changed (Color Patches). Within subject confidence interval is ± 0.05 in the Chinese group and ± 0.06 in the German group.

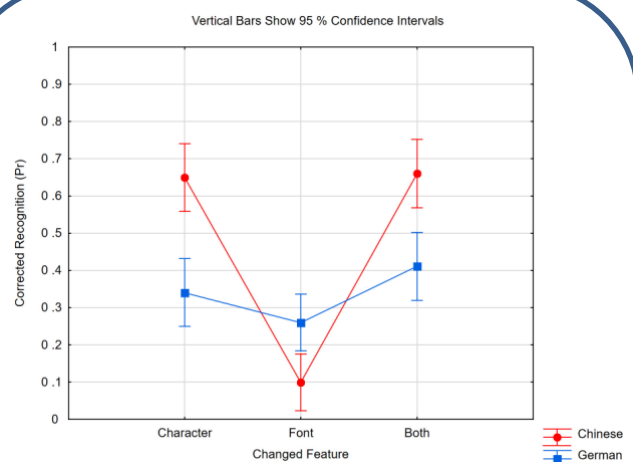


FIGURE 5 | Pr scores of Chinese and German participants in Experiment 3. Participants spotted both features (character and font) and the probe character changed either its identity (Character), font (Font), or both features (Both). The within subject confidence interval is ± 0.06 for the German participants and ± 0.07 for Chinese participants.