

## Dual Processing in Reasoning; Two Systems but One Reasoner

Wim De Neys 2006 Psychological Science 428-433

### Introduction

- 人は論理的思考や判断をする時、様々な誤りに陥りやすい。
- 論理的思考プロセスよりもむしろ、既有信念と直感での判断を基本とする傾向は、多くの古典的思考課題においてパフォーマンスに偏りを見せている(Evans, 2002; Kahneman, Slovic, & Tversky, 1982)。
  
- 思考の二重プロセス理論は、異なる二つの思考システムを断定することによって、人間の“合理的な思考の失敗”を説明している(e.g., Epstein, 1994; Evans, 2003; Evans & Over, 1996; Sloman, 1996; Stanovich & West, 2000)。
- 二重プロセス理論には多くの種類があるが、一般的には以下の2システム。
  - システム1：ヒューリスティックシステム
    - ✧ 既有知識や信念に頼り、問題を解決する傾向がある。
    - ✧ すばやく、無意識的に働くと考えられている。
  - システム2：分析的システム
    - ✧ 論理的基準によって思考判断するとされている。
    - ✧ ゆっくり働き、計算的資源の重い要求であると考えられている。
- ヒューリスティックシステムと分析的システムはしばしば一致して動く。
  - この時、ヒューリスティックシステムは、迅速で簡潔で正しい結論を提供する。
- しかし、大きなヒューリスティックシステムはさらに、より精巧な、分析的プロセスを必要とする状態における思考を偏らせる。
- つまり、2つのシステムは、時々衝突して、異なる反応にきっかけを与える。
  - この場合、分析的システムは、ヒューリスティックシステムによって発生する信念ベースの反応を越える必要がある(Stanovich & West, 2000)。
  
- ヒューリスティックシステムの抑制と分析的システムの計算は、限られたワーキングメモリ (WM) 資源に頼るとされる。
- ⇒信念と論理が対立する場合の正しい分析的思考は、WM スパンの高い個人に特徴づけられるだろう。
  - WM スパンの高い個人：利用できるより多くの資源があり、分析的システムがうまく働きやすく、そして、正しい反応が判断されるだろう。
  
- 二重プロセス構造の典型的支持は三段論法思考における信念バイアスの個人差研究から来る。
- 結論の信憑性を評価することによって三段論法の妥当性を判断する直観的な傾向に、信念バイアスは言及している(Oakhill, Johnson-Laird, & Garnham, 1989)。
- conflict items と呼ばれる三段論法では、結論の論理状態と背景の信念が衝突する。

- ▶ 全ての哺乳類は歩くことができる→クジラは哺乳類である→クジラは歩くことができる  
( $A=B$ ,  $C=A$ ,  $C=B$ )
- ▶ この場合、ヒューリスティック、信念ベースシステムは論理的に誤った反応の引き金になり、正しい反応のためには分析的計算が必要。
- no-conflict items と呼ばれる他の三段論法では、結論の論理状態と結論の信憑性が一致する。
  - ▶ 全ての果物は食べられる→ハンバーガーは食べられる→ハンバーガーは果物である。  
( $A=B$ ,  $C=B$ ,  $C=A$  : 後見の誤謬)
  - ▶ ヒューリスティックシステムは正しい反応のきっかけを与える。
- 二重プロセス構造と一致した研究は、認知(WM)能力の個人差が no-conflict items ではなく、conflict items におけるパフォーマンスを予測することを示す(e.g., Newstead, Handley, Harley, Wright, & Farrelly, 2004; Stanovich & West, 2000)
- ヒューリスティックシステムは無意識的に働くとされている。
  - ▶ ⇒ つまり、限られた実行資源に負担をかけていないはず。
- ヒューリスティック・信念ベースの反応が論理的反応と一致する=ヒューリスティック思考に頼っているため、WM スパンの低い人々でも正答を得ることができるだろう。
- しかし、conflict items では、スパンのより高い人々しか論理的に正しい結論に至るためにヒューリスティック思考を妨げることができない。
- 先行研究から、論理的思考課題が認知資源を必要とすることはすでに示されている(e.g., Kyllonen & Christal, 1990; Stanovich & West, 1998)。
- 信念バイアスの研究では、思考プロセスが信念と論理の対立の有無に頼った異なる認知要求をもつことを支持し、これは二重プロセス理論の仮定と一致する。(Stanovich & West, 2000)
- これらの個人差研究にも関わらず、二重プロセス理論はひどく批判される(e.g., De Neys, in press; Gigerenzer & Regier, 1996; Reyna, Lloyd, & Brainerd, 2003; see also commentaries in Stanovich&West, 2000)
- 重要な批判として、二重プロセス構造が人々の反応のアウトプットに焦点をあて、潜在的な認知プロセスを見ていないという事実と関係している。
- 二重プロセス構造の基本的なプロセスの仮定（ヒューリスティック思考と分析的思考における WM 実行資源との関係）は、あまり実験されていない。
- その上、個人差研究は、思考パフォーマンスにおいて確立した多様性の性質についてはっきりしていない。
  - ▶ パフォーマンスの違いが、思考プロセスの働きの効率によるものか、個人差によるものか

#### 本研究の説明

- 本研究では、二重プロセスの先行研究でされていないプロセスの不十分な点を調査するために第二課題 (secondary task) を取り入れる。

- 被験者はドットパターンを覚えることによって実行資源に負担をかけながら、**conflict** 問題と **no-conflict** 問題のある標準的な三段論法思考課題を行った。
  - **no-conflict** 問題: ヒューリスティック・信念ベースシステムは正しい反応を引き起こすと仮定。
    - ◇ もし、このシステムが無意識に働くならば、負担によって妨げられないはず。
  - **conflict** 問題: 正しい結論を導き出すには、分析的思考が必要であると仮定。
    - ◇ もしこのシステムが実行資源を利用するならば、負担によって妨げられるはず。
- 二重プロセス構造は、被験者が負荷の下にある時、**conflict** 問題における思考パフォーマンスは低下するだろう一方、**no-conflict** 問題における思考パフォーマンスは影響を受けないだろうと予測する。
- また、全ての被験者は **WM** 能力尺度を行った。
- パフォーマンスにおける個人差の解釈は、**no-conflict** 問題では全体的に高パフォーマンスであり、**conflict** 問題では低スパン群よりも高スパン群の方がより良いパフォーマンスを行うと予測される。
- この解釈は、どのように負荷が **conflict items** におけるパフォーマンスに影響しているかを実験することによって知ることができる。
  - もし、高スパン群及び低スパン群の個人が質的に異なった思考システムに頼るならば、負荷効果は 2 群間で異なるだろう。
    - ◇ もし、低スパン群の人々の思考が常に純粋に負荷の無い無意識的なヒューリスティックプロセスを基にしているのならば、第二課題負荷は彼らのパフォーマンスに影響しないはず。
  - 群間の違いが量的であるならば、そして低スパン群の人々が標準状態で分析的思考を行えるならば、彼らの資源に負担をかけることは、彼らのパフォーマンスをより低下させるはず。
- それゆえ、個人差が強い、質的であるという解釈は高スパン群の個人間でのみ負荷の影響を仮定するし、一方で個人差が弱い、量的であるという解釈は両方のスパンで影響を仮定する。
- 仮定: 2 重プロセス構造には、**WM** 資源の異なる関係に特徴づけられるヒューリスティック信念を基にした思考システムと分析的論理を基にした思考システムが存在する

## Experiment

### Method

- 大学生 308 名

### Measure of WM

- The Operation Span task (La Pointe & Engle, 1990) をグループテストとして改編したもの (Gospan) を使用。
- この課題は、関連のない単語リストの記憶を試みている間に、簡単な数学の計算を行う。
- 覚えられた単語数で計測。

### Reasoning Task

- 三段論法思考課題 (Sa, West, & Stanovich, 1999) を主にしたもの。
- 被験者は、8 つの三段論法 (Markovits & Nantel (1989) から選択したもの) を評価する。
  - 論理的な結論が結論の信憑性と対立する問題 4 つ = **conflict items**
  - 結論の信憑性が論理状況と一致する問題 4 つ = **no-conflict items**

- ◇ 前提：全ての果物は食べられる
- ◇ ハンバーガーは食べられる
- ◇ 結論：ハンバーガーは果物である
  1. 結論は前提から論理的に生じている
  2. 結論は前提から論理的に生じていない
- ◇ あなたの結論を反映する番号を選びなさい。

- 指示は、「前提は真実であると見なされる」こと、「結論が前提から論理的に生じる場合のみ、結論は受け入れられる」ことを強調した。

#### Dot Memory Task (Fig.1)

(Bethell-Fox & Shepard, 1988; Miyake, Friedman, Rettinger, Shah, & Hegarty, 2001)

- 古典的な空間保存課題。
- 3×3の基盤に3つもしくは4つのドットが850ms間に表示される。
- 被験者はパターンを覚えて、後で再生するように求められた。
  - 高負荷条件：ドット4つ
  - 低負荷条件：ドット3つ
  - 負荷なし条件：行わない

#### Procedure

- 6~20人グループで調査。
- 3つの負荷条件のうち1つをランダムに割り当てる。
- Gospan課題→小休憩→三段論法思考課題（低負荷条件と高負荷条件のみ、それぞれの問題間にドットパターン課題が表示される）
- ドットパターンについては、正しく答えることが重要であると強調した。

#### Results

##### Reasoning Task

- 被験者をGospan課題の得点を元に高スパン群、中スパン群、低スパン群に分けた
  - この分類は、3つの負荷条件におけるそれぞれのスパン群人数と大体等しい。
- 思考得点（思考課題において論理的に正しい反応をした回数）
  - 3（負荷要因・被験者間）×3（スパン要因・被験者間）×2（衝突要因・被験者内）の分散分析を行った。（Fig.2）
  - 主効果；
    - ◇ 負荷要因： $F(2, 299) = 4.13, prep = .93,$
    - ◇ 衝突要因： $F(1, 299) = 194.53, prep > .99,$
  - 交互作用；
    - ◇ 負荷×衝突： $F(1, 299) = 7.86, prep = .99,$
    - ◇ スパン×衝突： $F(2, 299) = 4.63, prep = .95$
- 二重プロセス構造が予測したように、負荷はno-conflict問題における思考パフォーマンスに影響しなかった（ $F(2, 299) < 1, prep = .31$ ）。

prep 値（再現確率）：Killen(2005)提唱。例えば2群比較の実験研究を行い、グループ間に多少なりとも差異が見られたら、その後の追試において、それと同方向の結果が得られる確率の推定値。（市原, 2008）

- ⇒この結果は、信念と論理が対立しない場面における思考は、無意識的なオペレーションシステムによって影響されるという主張を支持。
- 予測通り、負担は conflict 問題におけるパフォーマンスへ明確に影響した ( $F(2, 299) = 7.64, prep = .99$ )
- 第二課題負担が増えるとパフォーマンスは直線的に低下した ( $F(1, 299) = 15.28, prep > .99$ )
  - ⇒この結果は、信念と論理が対立する場面における思考は、WM の正しい機能を要求するシステムに影響を受けるという主張を支持。
- 個人差の先行研究どおり、スパン要因と衝突要因に有意な交互作用 ( $F(2, 299) = 4.63, prep = .95$ )
  - no-conflict 問題におけるパフォーマンスはスパン要因に関係なく均一に高かった ( $F < 1$ )
  - conflict 問題におけるパフォーマンスでは、より大きな実行資源がよりよいパフォーマンス結果になった。
- スパン要因と負担要因の交互作用はなし ( $F(4, 299) < 1, prep = .09$ )
- 負担×スパン×衝突の交互作用もなし ( $F < 1$ )
- Fig.2 によれば、conflict 問題における思考パフォーマンスは、負担の下、全てのスパン群で低下する。
  - この結果は、思考における個人差の弱い、量的な解釈と一致する。
- ただ低スパン群間で conflict 問題にのみ思考が影響されるという事実は、負担が信念と論理が対立するプロセスを明確に妨げることが示す。
- Fig.2 はさらに、スパンサイズが減少すると負担の影響は増える傾向にあることを示す。
  - 高スパン群：conflict 問題でのパフォーマンス；負担なし条件 > 高負担条件・13%の低下 ( $F(1, 299) = 2.92, prep = .83$ )
  - 中スパン群：conflict 問題でのパフォーマンス；負担なし条件 > 高負担条件・16%の低下 ( $F(1, 299) = 4.78, prep = .91$ )
  - 低スパン群：conflict 問題でのパフォーマンス；負担なし条件 > 高負担条件・22%の低下 ( $F(1, 299) = 8.08, prep = .97$ )
- スパン群間の差は有意ではない ( $F < 1$ ) が、その傾向は群の異なったパフォーマンスの確固たる解釈と一致しない。
- より極端なスパン群（被験者の WM 容量分布の上下 20% ずつ）で分析を行った。
- 低スパン群は高負担条件でパフォーマンスが低下する (23%) ことをより断言した ( $F(1, 129) = 5.71, prep = .93$ )
  - それゆえ、主張に反して、より極端な低スパン群は負担の影響を高める傾向があった。

#### Dot Memory Task

- ドット記憶課題は、課題が正しく実行されたことをほのめかした。
  - 高負担条件／複雑（ドット 4 つ）の平均：3.54 ( $SD = 0.51$ )
  - 低負担条件／単純（ドット 3 つ）の平均：2.84 ( $SD = 0.34$ )
  - 全体として高負担条件で 89%、低負担条件で 94%は正しく再生された

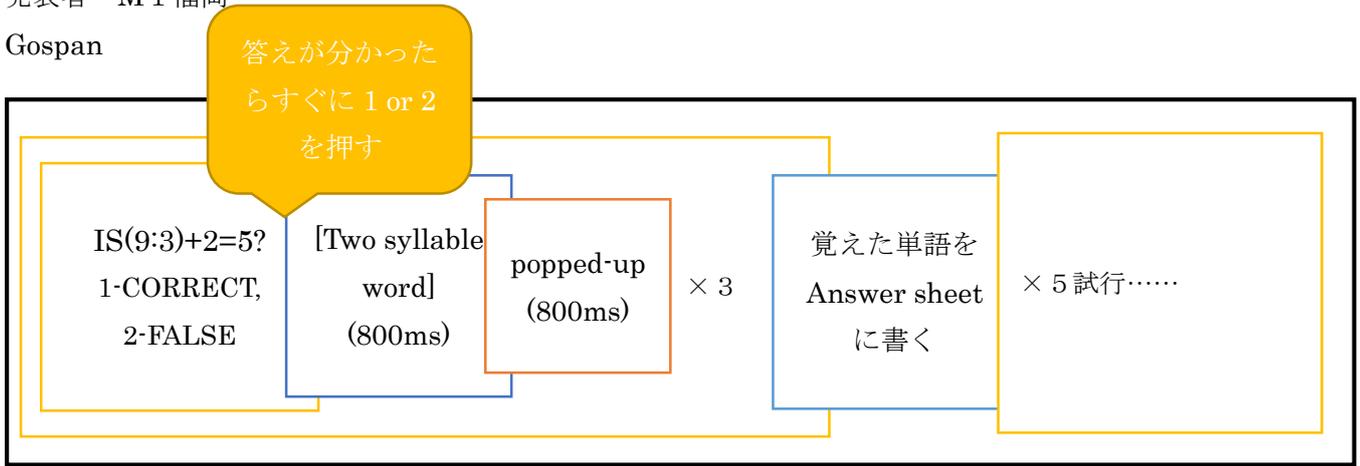
- 2 (ドットの複雑性・被験者間) × 3 (スパン要因・被験者間) × 2 (衝突要因・被験者内) の分散分析を行った。
  - 交互作用；
    - ◇ 複雑性×スパン： $F(2, 212) = 4.78, prep = .95$
- 単純な 3 ドット条件は複雑な 4 ドット条件よりも覚えていた ( $F(1, 212) = 22.56, prep = .99$ )
- 3 ドット条件：全スパン群が平等に十分に覚えていた ( $F < 1$ )
- 4 ドット条件：高スパン群が他の 2 群と比べて多少良く覚えていた ( $F(2, 111) = 5.99, prep = .97$ )
  - 高スパン群 (93%)、中スパン群 (87%)、低スパン群 (87%)
- 他の要因は全て有意ではなかった ( $F_s < 1$ )
- 低スパン群による 4 ドット条件の多少低いパフォーマンスは、他のスパン群より低スパン群にとっての負担が低い結果かもしれないが、低スパン群の高い正答率 (87%) は、思考と再生の間に意図的な交換がないことを示している。

## Discussion

- 本研究では、思考の 2 重プロセス理論を前提とした基本プロセスを証明するための第二課題を取り入れた。
- 基本的主張と一致して、今回の発見は「ヒューリスティックシステムが三段論法問題での正しい反応のきっかけとなる時、第二課題での実行資源の負担は思考パフォーマンスに影響しない」ことを示した。
  - この発見は「ヒューリスティックシステムは無意識的に働く」という主張を支持する。
- しかし、信念からの反応と論理的な結論が対立するとき、思考パフォーマンスは実験的な負荷のもとに低下する。
  - この発見は、分析的働きがヒューリスティック反応を無視し、実行資源を利用した正しい解答を計算する必要があることを断言したとほめかす。
- この研究はそれによって、信念と論理の対立場面での誤った思考が実行資源の限界と関連付けられるだけでなく、実行資源によってすぐ引き起こされることが示された 2 重プロセス領域の相関的な先行研究を完了する。
- 相関的な個人差研究は思考パフォーマンスにおける確立された多様性の原因について明らかにしていない。
- 認知能力の異なる思考者のパフォーマンスの違いは、量的に、または、質的に解釈される。
  - 弱い、量的な解釈：信念と論理の対立する場合、誰もが分析的思考に従い、2 つの思考システムをもつことを必要とする。しかし、分析的働きの要求する性質のため、単純に WM スパンの高い人々は WM スパンの低い人々よりも分析的プロセスを計算しやすい。
  - 強い、質的な解釈：WM スパンの低い人々が分析的システムにアクセスしないことを必要とする。彼らの思考は、WM スパンの高い人々とは対照的に、ヒューリスティックシステムによって仲介される。
- 第二課題の影響に関する今回の発見は、強い、質的な解釈と矛盾する。

- WM スパンの低い人々の思考がヒューリスティックシステムを仲介するなら、付加的な負荷に影響されない。
- しかし、実際は、低スパン群でさえ conflict 問題のパフォーマンスは負荷のもと低下した一方、no-conflict 問題では影響を受けなかった。
- conflict 問題と no-conflict 問題の唯一の違いは、信念ベースの結論の分析的状態に含まれる。
  - もし思考者が論理的妥当性を考慮しないなら、conflict 問題については特に何もないだろうし、それらのプロセスは no-conflict 問題のプロセスと同じぐらい要求しないだろう
- この conflict 問題のパフォーマンスにおける負荷の影響は、低スパン群が信念と論理の対立を発見し、実行資源を配分したことを示した。
  - これは明らかに分析的思考の特質であり、思考構造における確かな個人差の証拠にはならない。
- 今回の発見には、人間の合理性についての議論にとって興味深い影響がある(e.g., Stanovich & West, 2000; Stein, 1996)
- 思考プロセスの質的な個人差に反した今回の事実は、誰もが同じ規範的な標準を厳守するという見方を支持している。
  - もし低スパン群の人々が標準の論理を知らないもしくはそれを守ろうとしなかったならば、conflict items と no-conflict items の解決のための、異なったプロセス要求を行わないだろう。
- 高スパン群がより基準を遵守することができる点で、量的に合理的であると、人は主張するかもしれない。しかし、低スパン群の人々は確かに成功していないかもしれないが、少なくとも同じ基準を厳守しようとすることを、今回の研究では証明している。
- 高スパン群、低スパン群の両方が結論の論理的状態を考慮に入れるという事実は、規範的な標準そのものとして、標準的な論理の妥当性を支持する。
- この妥当性は、合理性において議論の余地のある問題がある：論理に基づく思考がなぜ純粋な信念ベースの思考よりもより合理的もしくは『正しい』のか(e.g., Todd & Gigerenzer, 2000; Oaksford & Chater, 1998)
- 正常な範囲において低スパン群の実行能力は明確になった。
- 今研究は、より特別な人口（幼児や認知機能障害の患者など）においても、思考プロセスの強い、質的な違いの事実は見られるだろうことを主張できる。

Gospan



本研究の流れ

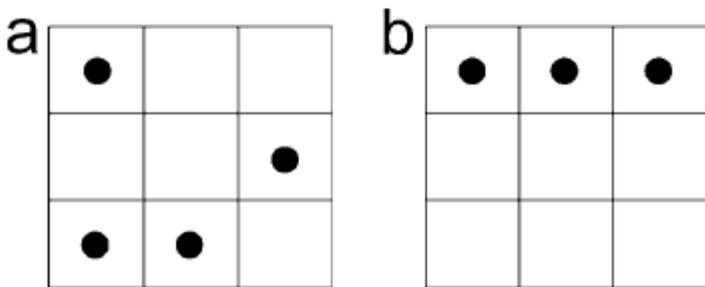
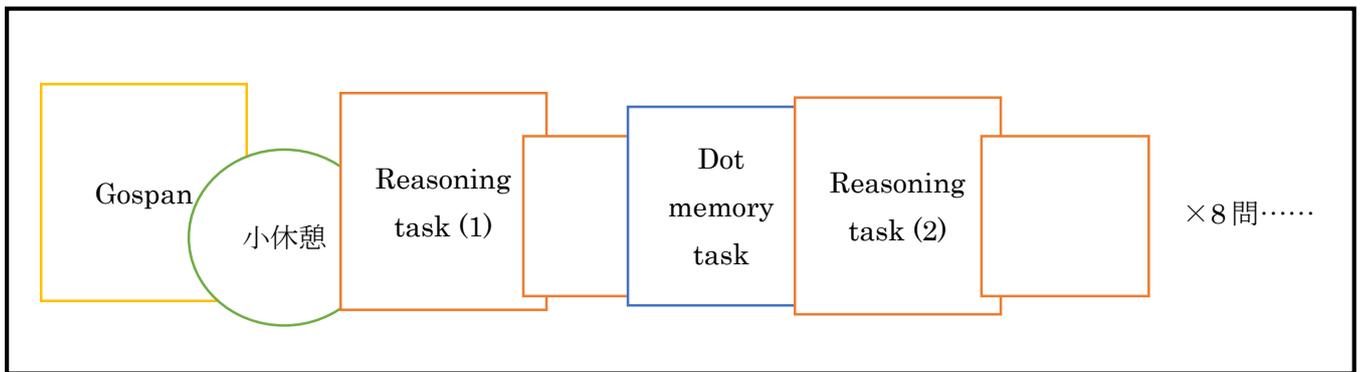


Fig. 1. Examples of the dot patterns in the high-load (a) and low-load (b) conditions.

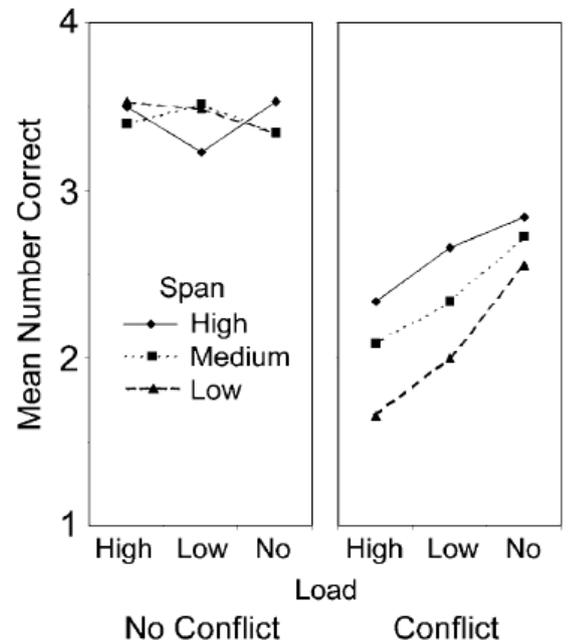


Fig. 2. Reasoning performance of the high-, medium-, and low-span groups as a function of executive load. Results are shown separately for conflict problems, in which the logical validity of the conclusion conflicted with its believability, and no-conflict problems, in which the logical validity and believability of the conclusion were consistent.