

Pieger, E., Mengelkamp, C., & Bannert, M. (2016). Metacognitive judgments and disfluency—Does disfluency lead to more accurate judgments, better control, and better performance?. *Learning and Instruction*, 44, 31-40.

## 1. イントロダクション

- モニタリングとコントロールは、メタ認知の重要な構成要素
  - 正確なモニタリングは、適切なコントロールとより高いパフォーマンスにつながる(Nelson & Narens, 1990; Boekaerts, 1997; Winne & Hadwin, 1998; Zimmerman, 1990)
- しかしながら、モニタリング・コントロール・パフォーマンスとの間の因果関係についての研究は少ない
  - 過去の先行研究から、これらの関係についてはかなり複雑であることが分かっている
  - Koriat(2012)によれば、学生は、自分の学習をコントロールするためにモニタリングを使用する(=モニタリングベースコントロール)が、一方では、コントロールもモニタリングに影響する(コントロールベースモニタリング)
- モニタリングの精度には2種類がある
  - モニタリングの絶対精度: 学生の学習度合いの判断と実際のパフォーマンスレベルとの間の差
    - ◇ 学習にどれだけ時間を割くかに影響する(学習結果)
  - モニタリングの相対精度: 学生が、さまざまな種類のテキストを読んで得られるパフォーマンスについてどれだけ理解しているか
    - ◇ 学生がどんなテキストを読むのかに影響する(教材判断)
  - パフォーマンスを向上させる学習方法を開発するために、両方のモニタリング精度を向上させ、学習結果と教材判断を検証することが重要
- 実験室環境からの知見を、実際の現場に提供するためには、より意味のある題材が必要
  - 先行研究では、メタ認知を調査する際には、単語のペアが用いられることが多い
  - しかし、学生はテストで良い点を取るためには教科書で勉強しなくてはならない
    - ◇ 教科書のどの部分を再読し、時間をどれくらい割くべきかを判断するために、自分の理解度についてモニタリングしなければならない(メタ理解)。
  - メタ理解の精度はしばしば低いことが分かっている (Glenberg & Epstein, 1987; Glenberg, Wilkinson, & Epstein, 1982)
  - それゆえ、モニタリング精度はどうしたら向上するのかについて研究が行われた。
    - ◇ 多くの研究はモニタリングの相対精度に関する研究だった。学生は異なる種類の文章を区別して知識を理解できないから。
    - ◇ ここ数年では、絶対精度に関する研究が増えていて、多くの学生がテストにおける実際のパフォーマンスよりも高いパフォーマンスを予測する(自信過剰)ことが分かっ

ている。

☆ 過剰な自信を制限し、モニタリングの相対精度を向上させるための方法に、読みづらいフォントを使用することがある(1.1 章で説明)

- 本研究では、より精度の高いモニタリングは十分なコントロールとより高いパフォーマンスにつながることを検証することを目的とし、絶対精度と相対精度を向上させるために非流暢性(disfluency)を用いる
  - メタ理解についても検証する

### 1.1 メタ理解と流暢性研究の関連(Fig. 1)

- 学習度合いの判断は、文章を読んでいる間のメタ認知をベースに行われる。(コントロールベースモニタリング)
  - 文章の処理のしやすさ(流暢性,fluency)は、メタ認知判断に影響する。(Koiat 1997)
  - さらに、流暢性はモニタリングベースコントロールにも関連する(Alter, Oppenheimer, Epley, and Eyre 2007)
- 非流暢性(disfluency)には 2 つの種類がある
  - 知覚的非流暢性: 単語の文字の見やすさ
  - 概念的流暢性: 単語が意味する概念の理解しやすさ。文章理解には必須
- 両者がメタ認知に影響を与えるが、パフォーマンスに影響するのは概念的流暢性のみ
  - 処理には理解が必須なので
- コントロールはモニタリングに影響するだけでなく、モニタリングによって影響を受ける場合もある

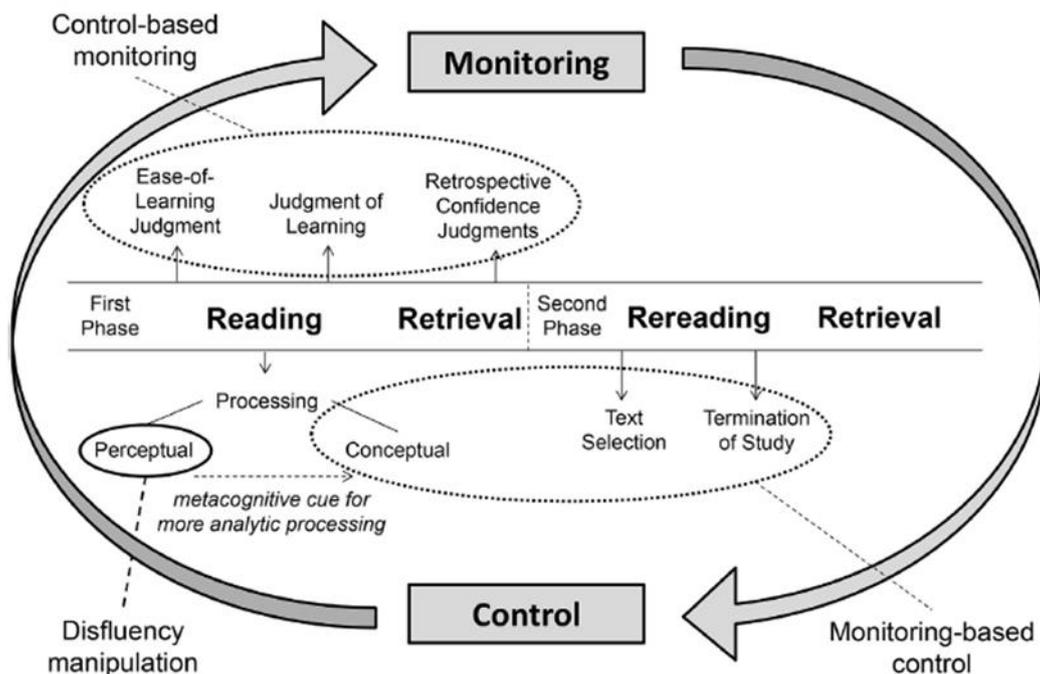


Fig. 1. Integrated model of monitoring, control, and performance.

- 非流暢性は分析的で熟考的な処理を発生させる
  - ◇ 非流暢的な学習素材では、反応時間が長くなる。これは自動的な処理が行われなくなっていることを示している
  - ◇ Alter(2007)は、知覚的非流暢性が分析的思考を引き起こすことを発見
  - ◇ 流暢性が高い文書と比べて流暢性が低い文章のほうが高いパフォーマンスを記録するという実験によって、知覚的非流暢性が概念的思考を促進することが示されている(Diemand-Yauman, Oppenheimer, & Vaughan, 2011)
- 学生は、学習プロセスをモニターするために、幾つかの判断を行う
  - 学習の容易さ判断(Ease of Learning judgement, EOL judgement)
    - ◇ 学習前に行われ、学習プロセスにおいて割くべき時間について影響を与えるので重要
    - ◇ 学習前に行われるので、内容ではなく知覚的非流暢性を手がかりに行われる
  - 学習度合いの判断(Judgement of learning, JOL)
    - ◇ 学生が文章を読み、パフォーマンスの予測を行ったあとに行われる
    - ◇ 概念的流暢性と知覚的非流暢性によって影響を受ける
  - 解答の確信度判断(Retrospective confidence, RC judgement)
    - ◇ さらなる学習をするかどうかを決定する
- まとめ
  - 知覚的非流暢性は、判断とその判断の精度に影響する
  - 知覚的非流暢性は分析的で熟考的な思考を発生させるので、モニタリングの絶対精度と相対精度が向上する
  - この研究では、向上したモニタリング精度がより高度なコントロールにつながり、それがより高いパフォーマンスにつながることを検証する

## 1.2 リサーチクエスチョンと仮説

### 1.2.1 モニタリングに関する仮説

- (a)非流暢性は、EOL 判断・JOL 判断・RC 判断の大きさを低下させる
- (b)非流暢性は、モニタリングの絶対精度・相対精度を向上させる
- (c)非流暢性は、分析的で熟考的な思考を発生させるので、JOL と RC 判断の相対精度を向上させる

### 1.2.2 モニタリングベースコントロールに関する仮説

- 学生は、判断の精度にかかわらず、モニタリングを基準としてコントロールを行う

### 1.2.3 パフォーマンスに関する仮説

- 最終テストでは、より正確にモニタリングすると、より高いパフォーマンスを記録すると予想される。
  - 最初のテストでは、差がないことが予想される

## 2 実験

### 2.1 参加者と実験計画

- 83名の大学生が参加
- 2群にランダムに分ける
  - 流暢性高群(42名, control group)
  - 流暢性低群(41名, experimental group)

### 2.2 学習素材

- 学習素材のフォントで流暢性を操作
  - フォントの変更は、最も多く行われる操作方法
  - 流暢性低群
    - ◇ フォント: *Mistral (Mistral)*
  - 流暢性高群
    - ◇ フォント: *Times New Roman (Times New Roman)*
- 学部生向け教科書から組織心理学に関する文章を課題文として使用
  - 4本
  - 390語～449語

### 2.3 データ収集方法

- 読んでいる時間を記録。マニピュレーションチェックに使用
- 判断は主観評定によって収集(0～100)
  - EOL判断
    - ◇ 「その文章はどれくらい簡単/難しかったか?」(高いほど難しい)
  - JOL判断
    - ◇ 「その文章に関する質問の何パーセントに答えられそうか?」
  - RC判断
    - ◇ 「あなたの答えにどれくらい自信があるか?」(高いほど自信がある)
- パフォーマンス
  - テストによって測定(Appendix A)
  - 4つの文章に対してそれぞれ6問のテスト。一つの質問に4つの文があり、「正解」か「誤り」か答える

#### Appendix A

*Question:*

What is the result of successful personnel marketing?

*Statements:*

- a) winning staff for the company
- b) the staff works on the company in the long term
- c) a high staff turnover
- d) a good fit of applicants for the position

**Fig. A1.** Example of a question with (four) statements. Statements were presented sequentially each on one screen and students made a RC judgment after each statement.

### 2.4 手続き(Fig 2)

- EOL判断
  - 課題文が順番に2秒ずつ提示され、学生はすぐにEOL判断を行う
- Reading

- それぞれの文章を1度だけ読む
- 読解所要時間を記録
- JOL 判断
- Text Selection
  - 「どの文章を再読したいか」を学生に聞き、「なにも再読しない」～「すべて再読したい」まで答える
- Performance test(テスト1回目)
- Second Text Selection
  - テスト後に、再読したい文章をもう一度選択する
- Rereading
  - Reading フェーズと同様に、4つの文章が順番に提示される(Text Selection とは関係なし)
  - それぞれの文章が最大7分間提示されるが、それより早く終わっても良い
  - それぞれの文章を終えると、JOL 判断を計測
- (final)Performance Test(テスト2回目)
  - それぞれの質問ごとに RC 判断を計測

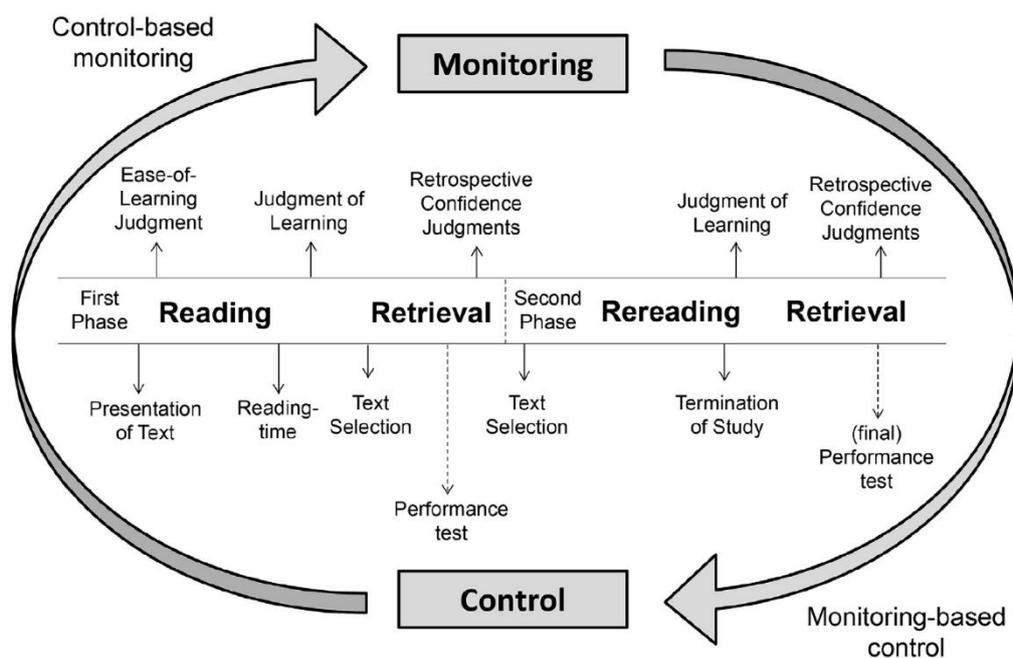


Fig. 2. Procedure of the current study.

### 3 結果

#### 3.1 データの算出方法

- パフォーマンス得点
  - 96文のうち、他の設問と負の相関を示した17文を除外した

- 最初のテストの信頼性係数(クロンバッハの  $\alpha$  係数): $\alpha=.70$
- 最終のテストの信頼性係数: $\alpha=.70$
- 除外を考慮して、0~100 に変換
- 絶対精度
  - パフォーマンス得点－判断の得点
- 相対精度
  - 判断とパフォーマンスとの間の参加者内相関係数(グッドマン＝クラスカルのガンマ)

### 3.2 モニタリング仮説

- 多変量分散分析を行った
  - First phase における変数(解読時間,EOL 判断,JOL,テストのパフォーマンス,RC 判断)との間に有意な差があるのかどうかを調べる
  - $V=.181, F(5,77) = 3.40, p = .008$
  - 変数同士の相関は TableB.1~3。ディスカッションで使用
- t 検定(Table 1)
  - 読解所要時間(Reading-time)について:低流暢性群のほうが長く、流暢性の操作は成功
  - EOL 判断の大きさ:低流暢性群<高流暢性群
  - JOL の大きさ:低流暢性群<高流暢性群
  - RC 判断の大きさ:有意傾向だが低流暢性群<高流暢性群
  - 絶対精度:すべての判断で 低流暢性群<高流暢性群
  - 相対精度:RC 判断で低流暢性>高流暢性だったが、EOL と JOL では有意でなかった
  - パフォーマンス:有意差なし

**Table 1**  
Descriptive statistics (means and standard deviations) and inferential statistics (t-tests between experimental groups) of dependent variables in the first phase of the experiment.

Variables	Fluent group (N = 42)		Disfluent group (N = 41)		t	df	p	d
	M	SD	M	SD				
<b>Control</b>								
Reading-time (minutes) <sup>a</sup>	10.90	2.67	12.58	4.26	-2.14	67	.018	-0.47
<b>Control-based Monitoring</b>								
Judgment magnitude								
EOL <sup>a</sup>	50.68	15.48	41.03	20.60	2.41	74	.009	0.53
JOL	40.35	14.24	32.66	16.94	2.24	81	.014	0.49
RC	49.82	18.81	43.87	16.44	1.53	81	.064	0.34
<b>Absolute accuracy</b>								
EOL	12.31**	24.36	-0.36	27.45	2.23	81	.014	0.49
JOL	2.11	19.76	-8.31**	19.85	2.40	81	.009	0.53
RC	11.77**	18.19	2.96	17.57	2.24	81	.014	0.49
<b>Relative accuracy</b>								
EOL (gamma)	.029	.699	-.029	.591	0.39	74	.349	0.09
JOL (gamma)	.331**	.628	.119	.567	1.60	80	.057	0.35
RC (gamma)	.313**	.184	.395**	.194	-1.99	81	.025	-0.44
<b>Performance</b>								
First test	38.06	16.88	40.91	17.60	-0.75	81	.453	-0.17

Note. One-tailed t-tests, except for performance (two-tailed) because here, no significant difference was expected.

<sup>a</sup> Welch-corrected.

\* Mean differs significantly from zero ( $p < .05$ ). \*\* Mean differs significantly from zero ( $p < .01$ ).

### 3.3 モニタリングベースコントロールに関する仮説

- モニタリングをベースにコントロールが行われていることを示すため、モニタリング(判断)とコン

トロール(文章選択)との参加者内ガンマ相関係数を算出

- 両群がモニタリングに基いてコントロールを行っているかどうかを調べるため、両群間の t 検定を行った(Table2)

**Table 2**

Descriptive statistics (means and standard deviations) and inferential statistics (t-tests between experimental groups) of within-person gamma correlations between monitoring and control-processes.

Variables	Fluent group (N = 42)		Disfluent group (N = 41)		t	df <sup>a</sup>	p	d
	M	SD	M	SD				
<b>First text selection</b>								
EOL	.27*	.77	.07	.90	0.94	59	.350	0.25
JOL	-.10	.82	-.27	.87	0.83	63	.411	0.21
<b>Second text selection</b>								
EOL	.26*	.65	-.04	.71	1.60	52	.117	0.44
JOL	-.16	.83	-.21	.87	0.19	55	.848	0.05
RC	-.03	.74	-.21	.69	0.94	57	.351	0.25
<b>Termination of study</b>								
EOL	.15	.63	-.13	.74	1.69	65	.096	0.41
JOL	-.17*	.56	-.13	.63	-0.32	71	.747	-0.08
RC	-.08	.53	-.02	.55	-0.46	72	.645	-0.11
JOL (second phase)	.05	.59	.04	.73	0.08	67	.938	0.02

Note. Two-tailed t-tests because we expected that students base control on monitoring regardless of judgment accuracy.

<sup>a</sup> For students who selected none or all text-passages for rereading or learned all text-passages for the maximum of 7 min, no gamma correlations can be computed. Thus, these students were excluded from the t-tests, resulting in different dfs.

\* Mean (one-tailed t-test) differs significantly from zero ( $p < .05$ ).

- 群間で有意な相関はなし

### 3.4 パフォーマンスに関する仮説

- パフォーマンステスト(1回目, 2回目)の成績について、混合計画(回数要因(参加者内) × 流暢性要因(参加者間))の分散分析を行い、群間で成績の向上に差が見られるかどうかを確かめた
- 回数要因・流暢性要因の交互作用なし( $F(1,81)=1.73, p=0.192$ )
- 回数要因の主効果あり( $F(1,81), p<.001$ )
  - 両群とも最終テスト(2回目)では有意に高いパフォーマンスを記録した
- 流暢性要因の主効果はなし( $F(1,81)=0.08, p=.775$ )

## ディスカッション

### 4.1 モニタリングに関する仮説

- (a)非流暢性は、EOL判断・JOL判断・RC判断の大きさを低下させる
  - 確認
  - EOL判断は学習の前に行われるので、知覚的非流暢性に基づく
  - RC判断は、文章の概念的な側面からも判断する
- (b)非流暢性は、モニタリングの絶対精度・相対精度を向上させる
  - 確認
    - ◇ 1回目のテストで両群の成績が同じだが、非流暢性群のほうが低い判断の大きさで、自信過剰が抑えられた
  - 別の研究では異なる解釈がされている(Dunlosky et al 2011)
    - ◇ 流暢性高群は、すでに正確な判断ができていて、流暢性低群の自信が低すぎるの

ではないか

- (c)非流暢性は、分析的で熟考的な思考を発生させるので、JOLとRC判断の相対精度を向上させる
  - RC判断においては確認されたが、JOLについては確認できなかった。
    - ◇ RC判断は、テストでの文ごとに計測し、JOLは文章を読んだ直後に計測する。
    - ◇ それゆえ、JOLについては明らかな手がかり(見づらい文字)を使ったのではないか
    - ◇ 先のEOLの測定で低流暢性を経験したので、同じように流暢性で判断したのではないか
  - 非流暢性が熟考的な思考を発生させるという仮説は、読解所要時間からも支持できるのではないか
    - ◇ 低流暢性群のみで、読解時間とパフォーマンスが相関していることから支持できる(Table B2, Table B3)
    - ◇ 低流暢性群では、より読むための時間を割けば割くほど、より高いパフォーマンスを記録した

#### 4.2 モニタリングベースコントロールに関する仮説とパフォーマンスに関する仮説

- 2回目の学習する文章選択では、EOL判断とJOL判断だけでなく、RC判断にも基いて選択するという仮説だったが、学生はコントロールにおいてモニタリングを用いなかった
  - モニタリングとコントロールの関係は複雑。モニタリングには多くの種類があり、それぞれがコントロールに影響するので、どのモニタリング結果を元にコントロールすればよいか分からない
  - 学生のコントロールを計測するために、どの文章を再読したいかを聞く方法以外のより良い方法を使うべき
    - ◇ 眼球運動など
- 最終テストでは、より正確にモニタリングすると、より高いパフォーマンスを記録すると予想される。
  - 成績の向上に両群では差が見られなかった
  - モニタリングとコントロールとの間の関係や相互作用は複雑なので、さらなる研究が必要である

**Table B.1**  
Correlations between dependent variables in the first phase across groups (N = 83)

Variable	1	2	3	4
<b>Control</b>				
1. Reading-time				
<b>Control-based Monitoring</b>				
2. EOL	-.127			
3. JOL	.096	.099		
4. RC	.009	.006	.498**	
<b>Performance</b>				
5. First test	.224*	-.100	.252*	.453**

\*p < .05. \*\*p < .01.

**Table B.2**  
Correlations between dependent variables in the first phase in the fluent group (N = 42)

Variable	1	2	3	4
<b>Control</b>				
1. Reading-time				
<b>Control-based Monitoring</b>				
2. EOL	-.139			
3. JOL	.043	-.077		
4. RC	-.100	-.184	.403**	
<b>Performance</b>				
5. First test	.015	-.164	.205	.485**

\*p < .05. \*\*p < .01.

**Table B.3**  
Correlations between dependent variables in the first phase in the disfluent group (N = 41)

Variable	1	2	3	4
<b>Control</b>				
1. Reading-time				
<b>Control-based Monitoring</b>				
2. EOL	-.039			
3. JOL	.228	.113		
4. RC	.165	.087	.564**	
<b>Performance</b>				
5. First test	.339*	-.021	.347*	.468**

\*p < .05. \*\*p < .01.