

The Effects of Readers' Misconceptions on Comprehension of Scientific Text.

Panayiota Kendeou & Paul van den Broek (2005), *Journal of Educational Psychology*, 97(2), 235–245.

1. Introduction

- 学校内外の学びの多くは文章の理解を基盤としている
 - 読み手は先行知識を用いた解釈による文章の記憶表象を構築する
- 文章理解における先行知識の影響は早い段階で明らかにされている
 - しかし、不正確な先行知識の役割は、あまり注目されない
- 本論文の目的は、文章理解の不正確な先行知識の影響を、文章を読んだ後の結果と、読んでいる間のプロセスに焦点を置いて、調査すること

- 文章理解の先行知識の影響を評価するために、オフラインの成果(offline product)とオンラインのプロセス(online processes)の両方を考慮する必要がある(Just & Carpenter, 1980; Kintsch & van Dijk, 1978; Magliano & Graesser, 1991; Pressley, 2000)
 - オフライン：文章の最終的な内的表象についての情報
 - ◇ 読み手の記憶と文章理解
 - オンライン：読んでいる間に行われるプロセスについての情報
- オフラインとオンラインを同時に考慮することは重要
 - 読書中に行われるオンラインプロセスはオフラインプロダクトを導く(e.g., Goldman & Varma, 1995)

- 文章理解における先行知識のオンラインとオフラインの影響を理解するために、人間の先行知識の質と量の両方を考慮する必要がある(Dole, 2000; Kendeou, Rapp, & van den Broek, 2004)
 - 量(quantity)：知識量
 - 質(quality)：知識の正確さ
- 背景知識の質と量は、密接に関係している
 - 領域についてより多くの知識を持つ人は、より正確な知識を持つ
 - しかし、エキスパートでさえ、概念について不正確な考え／誤解(misconceptions)を持つかもしれない(Borges, Horizonte, & Gilbert, 1999; Stocklmayer & Treagust, 1996)
- 誤解が蔓延する事実は、プロセスとプロダクトにおける誤解の影響の調査のために重要

- 最近の研究では、先行知識の質による科学的文章の理解プロセスを検討している
 - 読書中に形成されるプロセスへの誤解の影響はあまり明らかにされていない
 - 本研究では、文章理解におけるオンラインとオフラインの誤解の影響を検討することでこの問題に取り組む
- 実験1では、発話プロトコルを使用
 - 単純な科学的文章を読むときに起きる認知プロセスを調査するため

- 文章記憶は、自由に想起させることで評価した
 - 実験2では、読書時間を測定する方法を使用
 - 実験1において観察された結果を広げるため
 - 両実験において、電流についての文章を使用
2. Experiment 1
- 本実験の目的：
 - 科学的文章理解の認知プロセスにおける誤解の影響を検討すること
 - 誤解が文章の記憶に反映されるかどうか
 - オンラインの影響に関する可能性：
 - ①誤解がプロセスに影響しない
 - ◇ 先行研究と不一致
 - 先行研究は、読み手の知識がオンラインプロセスに影響することを示す
 - ◇ 読み手の誤解がオンラインプロセスに影響する
 - ◇ その影響は、実際のプロセスかプロセスの内容、またはその両方に及ぶ
 - ②誤解の有無によって用いられるプロセスが異なる
 - ③誤解はオンラインプロセスの内容のみに影響する
 - オフラインの影響に関する可能性：
 - ①読み手の記憶は誤解に影響されない
 - ◇ 先行研究と不一致
 - 先行研究は、読み手の誤解が読み手の文章表象に影響することを示す
 - ◇ その影響は、文章の記憶の量（どの程度読み手が思い出せるか）か、記憶の内容（どれぐらい記憶が正確か）、もしくはその両方に及ぶ
 - ②誤解は記憶の量にのみに影響する
 - ◇ 誤解のある読み手は、誤解のない読み手より、文章情報を思い出しにくい
 - ③誤解は記憶の量だけでなく、内容にも影響する
 - ◇ 誤解のある読み手は、誤解のない読み手より、文章情報を思い出しにくく、思い出したものの正確さも低い

2.1. Method

- 参加者：63名（先行知識が不十分だった6名を除外）
 - 女性34名，男性23名；年齢範囲18~28歳
 - ◇ 誤解ありグループ：29名
 - ◇ 誤解なしグループ：28名
- 課題：
 - Prior knowledge tests：科学アンケートとインタビュー
 - ◇ 参加者の先行知識を確認
 - 科学アンケート

- ◇ 電気に関連する10項目のテスト(Huffman & Michlin, 2001)
 - 参加者の多くが電気の性質に関する不正確な知識を持っていた
 - ex.電流は電球で消費される
- ◇ 科学アンケートについての16項目の復習テスト
 - 参加者の誤解と一致する誤った選択肢と正解の選択肢で構成
- インタビュー
 - ◇ 実際の活動と3つの質問で構成
 - 活動：電池、電球、ワイヤーで、電球に明かりをつけること
 - 質問：電流についての読み手に共通した3つの誤解がターゲット
- Reading comprehension test :
 - ◇ 読み取り理解能力を評価する2つのテストを使用(Woodcock, 1991)
 - the Woodcock Passage Comprehension test
 - the Woodcock Reading Vocabulary test
- Texts :
 - ◇ 3つの説明的な文章を使用
 - 5行程度の2つの文章(Millis, Morgan, & Graesser, 1990)と19行程度の文章(Bloomfield, 2001)
 - ◇ 電流と単純な回路についての正しい知識を述べた3つのターゲット文を含む
 - 電流についての共通の3つの誤解に関連
 - ex. 「電流は電球で消費されない」
- 手続き：個別に一時間程度
 - ①インタビューと科学アンケートを実施
 - ②the Woodcock Passage Comprehension testを実施
 - ③2つの練習用文章を提示
 - ◇ 1度に1文ずつPCに提示
 - ◇ 途中で空白が表示され、参加者には以前の文について発話するように指示
 - ④3つ目の文章を読み、空白が表示されたら発話するように指示
 - ◇ 3もしくは4行ごとに、計5回、空白が提示
 - ◇ 3つはターゲット文の後に表示され、2つは統制のために表示
 - ⑤the Woodcock Reading Vocabulary testを実施
 - ⑥文章から思い出せることを全て箇条書きで書き出すように指示
- 得点：
 - Prior knowledge tests :
 - ◇ インタビューと科学アンケートで別々に得点化
 - 正しい解答を1、誤った解答が0
 - ◇ トータルスコアの範囲
 - インタビュー：0～3

- 科学アンケート：4～16
- ◇ 誤解なしグループ：
 - インタビュースコアが3で、科学アンケートスコアが11以上の参加者
 - 電流の概念に関する3つの誤解を持っていなかった
- ◇ 誤解ありグループ：
 - インタビュースコアが0で、科学アンケートスコアが10以下の参加者
 - 電流の概念に関する3つの誤解を全て持っていた
- ◇ インタビュースコアが1もしくは2の参加者データは実験から除外した
- Think-aloud protocols：
 - ◇ 発話プロトコルにおける参加者の反応を、箇条書きで文字に起こす
 - ◇ それぞれの箇条書き項目を2つのコーディング構想で分類
 - 1つ目のコーディング構想(Pritchard, 1990)：
 - 4つのカテゴリで構成され、読書中に行われる異なるプロセスを定義
 - ◇ 理解(understanding)
 - ◇ 不確実性(uncertainty- confusion)
 - ◇ 説明(explanations)：
先行知識か文章情報、もしくはその両方を基にした説明
 - ◇ 言い換え(paraphrases)：
文の意味要点を捉えたコメント
 - ◇ その他：
4つのカテゴリに当てはまらないもの(ex.繰り返しや文章の評価)
 - 2つ目のコーディング構想：
 - 説明の内容のコーディング
 - ◇ 知識ベース説明：文章情報以上の情報からなる反応
 - ◇ テキストベース説明：文章情報のみからなる反応
 - 先行知識の影響を検討するために、知識ベース説明を科学的正確さから正しいものか誤ったものかでコーディング
- Recall protocols：
 - ◇ 箇条書き項目
 - 文章と一致した正しい想起
 - ◇ 2つの追加カテゴリ
 - 科学的に正しい推論(valid)
 - 科学的に誤った推論(invalid)

2.2. Results

- 両グループで読み取り理解得点に差はない($F(1, 55) = 3.36, p > .05$)
- 科学アンケート得点差は有意($F(1, 55) = 73.01, p < .01$)
 - 誤解ありグループ($M = 7.89, SD = 1.67$) < 誤解なしグループ($M = 12.00, SD = 1.94$)

2.2.1. Types of Comprehension Processes : online

- 多変量分散分析(MANOVA)(Table 1)
 - 独立変数：グループ
 - 従属変数：発話の5つのカテゴリ
 - 両グループで、どのカテゴリにおいても有意差はなかった($F(5, 51) = 1.29, p > .05$)

- 説明のサブカテゴリ(知識ベースとテキストベース)を従属変数にして分析)(Table 1)
 - 両グループで、どちらのサブカテゴリにも有意差はなかった($F(2, 54) = 0.11, p > .05$)

- 知識ベース説明の正しいものと誤ったものを従属変数に分析)(Table 1)
 - 両グループ間で有意差が得られた($F(2, 54) = 3.68, p < .05$)
 - ◇ 誤解ありグループは正しい知識ベース説明が少ない($F(1, 55) = 5.49, p < .05$)
 - ◇ 誤解ありグループはより誤った知識ベース説明をするが、有意差はなかった($F(1, 55) = 1.25, p > .05$)

2.2.2. Recall of the Text : offline

- 多変量分散分析(MANOVA) (Table 2)
 - 独立変数：グループ
 - 従属変数：3つのカテゴリ
 - 両グループ間で有意差が得られた($F(3, 53) = 14.08, p < .01$)
 - ◇ 誤解のある読み手は読書後の文章情報を思い出しにくい($F(1, 55) = 24.70, p < .01$)
 - ◇ 誤解のある読み手は誤った推論をより多く行う($F(1, 55) = 23.31, p < .01$)
 - ◇ 誤解のある読み手は正しい推論が少ない($F(1, 55) = 7.38, p < .01$)

2.3. Discussion

- 目的：オンラインプロセスとオフラインプロダクトにおける誤解の影響の調査
- オンラインの結果
 - 誤解の有無に関わらず、読書中同じ種類のプロセスを行った
 - ◇ 誤解の有無に関わらず、理解、不確実性、説明、言い換えを同程度述べた
 - しかし、先行知識が直接関わるテキストの点で、プロセスの内容は異なった
 - ◇ 誤解のある読み手は正しい知識ベース説明が有意に少ない
 - 誤解は、読書中、文章情報を説明する際に影響する
- オフラインの結果
 - 誤解は読み手の文章の記憶表象の質と量の両方に影響した
 - ◇ 誤解のある読み手は文章情報を思い出しづらく、より誤った推論を多く行い、正しい推論は少なかった

- 本実験では、発話プロトコルを使用した
 - オンラインプロセスを調査し、多様な反応を入手するため

- 発話プロトコルの限界
 - 読者が意識している認知プロセスの一部分しか提示しない
 - ◇ 自動的な潜在的なプロセスもあるはず
 - ◇ ex. 先述の文章情報と一致しない文章情報を提示されたとき、意識せず読む速度が遅くなる(Albrecht & O'Brien, 1993; Myers, O'Brien, Albrecht, & Mason, 1994)
 - 発話によって読み手の自然な文章理解プロセスが変えられた可能性
- 実験2では、ターゲット文を読む時間を測定

3. Experiment 2

- 読書時間尺度を使用
 - 文章理解を行っている間の認知プロセスにおける誤解の影響を調査するため
 - ◇ 読書時間尺度は顕在的なプロセスと潜在的なプロセスの両方に反映する
 - ◇ オフライン尺度は実験1と同様
- オンラインの影響に関する可能性：
 - ①誤解が実際のプロセスに影響する
 - ◇ 二つのグループ間で読書時間が異なる
 - ②実験1と同様に、読み手の誤解はプロセスの内容には影響するけれど、実際のプロセスには影響しない
 - ◇ 二つのグループ間で読書時間が異なる
- オフラインの影響に関する可能性：
 - 実験1と同様に、誤解はオフラインの文章表象に影響することを予測
 - ◇ 発話プロトコルが文章表象に影響するプロセスを変えなかったと見なす

3.1. Method

- 参加者：43名(先行知識が不十分だった6名を除外)
 - 女性20名、男性17名；年齢範囲18～26歳
 - ◇ 誤解ありグループ：18名
 - ◇ 誤解無しグループ：19名
- 課題：実験1と同様
- 手続き：実験1とほぼ同様
 - 文章の途中で中断されることはなかった
 - ターゲット文を読む時間と文章全体を読む時間が測定された
- 得点：
 - Prior knowledge tests：実験1と同様
 - Reading times：
 - ◇ 3つのターゲット文を読んでいる時間を計測
 - Recall protocols：実験1と同様

3.2. Results

- 両グループで読み取り理解得点に差はない($F(1, 35) = 2.88, p > .05$)
- 科学アンケート得点差は有意($F(1, 35) = 58.12, p = .01$)
 - 誤解ありグループ($M = 8.11, SD = 2.02$) < 誤解なしグループ($M = 12.53, SD = 1.47$)

3.2.1. Analysis of Reading Times (online)

- 多変量分散分析(MANOVA) (Table 3)
 - 独立変数：グループ
 - 従属変数：3つのターゲット文の読書時間と総読書時間
 - 全てのターゲット文で、グループ間に有意差はなかった($F(3, 33) = 0.33, p > .05$)
 - 総読書時間においても有意差はなかった($F(1, 35) = 0.56, p > .05$)

3.2.2. Analysis of Recall Protocols (offline)

- 多変量分散分析(MANOVA) (Table 4)
 - 独立変数：グループ
 - 従属変数：3つのカテゴリ
 - 両グループ間で有意差が得られた($F(3, 33) = 12.24, p < .01$)
 - ◇ 誤解のある読み手は文章情報を思い出しにくい($F(1, 35) = 7.20, p < .01$)
 - ◇ 誤解のある読み手は誤った推論をより多く行う($F(1, 35) = 14.84, p < .01$)
 - ◇ 誤解のある読み手は正しい推論が少ない($F(1, 35) = 18.75, p < .01$)

3.3. Discussion

- 目的：潜在的なプロセスも含む読書中のオンラインプロセスの調査と実験1のオフラインプロダクトの確認
- オンラインの結果
 - 誤解の有無に関わらず、文章を読む時間は同程度だった
 - ◇ 実験1の結果を支持する
 - ◇ 誤解は読書中の実際のプロセスに影響しない
- オフラインの結果
 - 誤解は文章の記憶に影響する
 - ◇ 実験1と同様
- 実験1と実験2で一貫した結果
 - 発話プロトコルは読み手の文章理解プロセスを変えていなかった

4. General Discussion

- 本研究の目的は、科学的文章の理解における誤解のオンラインとオフラインの影響を調査すること
- オンラインプロセスについて
 - 誤解の有無にかかわらず、同じプロセスを行うが、その内容は異なる
 - ◇ 実験1：両グループは発話している間、各カテゴリを同程度述べ、同等の推論を

行っていたが、誤解のある読み手は、正しい推論をしづらかった

- 誤解がプロセスを変えるわけではない
 - ◇ 実験2：両グループとも読書スピードが異ならなかった
 - 文章の情報と先行知識が一致しないとき、読み手が文章プロセスを変えた証拠にはならない

- オンラインプロセスは最終的な文章の記憶表象に関係する
 - 両実験のオフラインプロダクトは、読み手の誤解が文章記憶の量と質の両方に影響することを示した
 - ◇ 誤解のある読み手は文章情報を思い出しにくく、正確な推論も少ない
 - 二つのグループの読み取り理解能力や、想起の際の推論数が異ならなかったことは、それらの差は先行知識から直接現れていると考えられる

- これらの結果は、誤解が科学的文章の理解に影響することを支持
 - 誤解は知識ベース推論の内容に影響し、正しい説明を少なくする
 - 特に、誤解は読書中の説明的な推論に影響した
 - ◇ 説明的な推論は、読み手の推論構築をしやすくするもの
 - ◇ 結果、読み手の誤解は、質的にも量的にも、文章の記憶を妨害した

- 本研究の結果から、誤解の妨害は、特に知識ベースの推論を生成する読書中に起こることが示された

- 本論文では、読み手の誤解という個人差の一つが、科学的文章の理解において根本的な影響を及ぼすことの証拠を示した
 - ワーキングメモリ容量や文章に対する親密度のような個人差が科学的文章の理解に影響する可能性
 - 領域知識のような個人差が読み手の誤解に影響する可能性
 - 今後、そのような交互作用や相互依存性の調査が重要
 - ◇ 理解プロセスが読み手の特徴や文章の性質によってどのように変化するか

Table 1
Means of the Types of Processes by Misconception and Nonmisconception Groups

Response category	Misconception (<i>N</i> = 29)		Nonmisconception (<i>N</i> = 28)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Uncertainty–confusion	2.07	1.57	1.36	1.47
Explanations	3.31	2.37	3.54	2.96
Text-based	1.24	1.24	1.21	1.25
Knowledge-based	2.07	1.81	2.32	2.00
Valid	0.58*	0.68	1.32*	1.54
Invalid	1.48	1.59	1.00	1.65
Understanding	2.38	1.37	2.89	1.66
Paraphrase	3.62	2.63	3.32	2.01
Other	1.86	1.50	1.54	1.03

Note. Numbers indicate the average frequency for each response category.

* $p < .05$.

Table 2
Mean Recall by Misconception and Nonmisconception Groups

Variable	Misconception (<i>N</i> = 29)		Nonmisconception (<i>N</i> = 28)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Recall score	7.72***	1.84	10.92***	2.91
Invalid inferences	1.48***	1.05	0.39***	0.56
Valid inferences	0.83**	1.10	1.64**	1.16

Note. Numbers indicate the average frequency for each variable.

** $p < .01$. *** $p < .001$.

Table 3
Mean Reading Times of the Target Sentences and Text by Misconception and Nonmisconception Groups

Variable	Misconception (<i>N</i> = 18)		Nonmisconception (<i>N</i> = 19)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Sentence 11	4,471	1,627	4,552	1,648
Sentence 14	3,432	981	3,189	1,281
Sentence 18	3,342	892	3,176	1,016
Total reading time	77,958	19,043	74,321	21,115

Note. Numbers indicate the average time in milliseconds.

Table 4
Mean Recall by Misconception and Nonmisconception Groups

Variable	Misconception (<i>N</i> = 18)		Nonmisconception (<i>N</i> = 19)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Recall score	8.17**	2.54	10.58**	2.89
Invalid inferences	1.83***	1.20	0.53***	0.84
Valid inferences	0.17***	0.38	1.39***	1.11

Note. Numbers indicate the average frequency for each variable.
 ** $p < .01$. *** $p < .001$.