

非連続型テキストのレイアウトが読解過程に与える影響

中 村 光 伴（熊本学園大学社会福祉学部准教授）

岸 学（東京学芸大学名誉教授・特命教授）

赤 城 慎 弥（私立成立学園高等学校教諭）

Effects of Layout Types when Reading and Comprehending Documents with Non-continuous Texts

Mitsutomo NAKAMURA, Manabu KISHI, Shinya AKAGI

本研究は非連続型テキストを含む文書（高校世界史教科書）を異なるレイアウト（図表主体と文章主体）で提示した場合、読み手の読解過程やその内容理解へどのように影響するのかについて検討した。大学生 32 名を対象に、その読解時の眼球運動と内容理解を測定した。その結果、図表から先に読み始める者は本文を読み終えるまでにより長く非連続型テキストを参照していた。また、図表主体レイアウトの文書を読解する際には、文書の読み始め直後および読み終えるまでに、文章主体レイアウトよりも長い時間、図表を参照していた。よって、図表直後に対応した文章を配置することで、非連続型テキストに注目させる読み方を誘導できることが示唆された。

キーワード：文章理解、非連続型テキスト、読解過程、レイアウト、眼球運動

1. 目的

非連続型テキスト（non-continuous text）とは、図・グラフ、表・マトリックス、ダイアグラム、地図、記入用書式など、文章以外の形式で書かれた情報である（国立教育政策研究所, 2004）。PISA（The Program for International Student Assessment）の読解力問題でその読み取りと活用が出題されたことにより、注目されるようになった。

この非連続型テキストを含む文書を我々はどうのように理解しているのだろうか。教育・認知心理学では、文章理解における非連続型テキスト（主に図表）の効果研究により、図表を付することによって説明文の内容理解が促進することが明らかとなっている（たとえば、Mayer, 1989；Verdi, 1997；岩槻, 2003 など）。この図表提示により内容理解が促進される

理由として、Larkin & Simon (1987) は図表として空間配置された情報の検索効率性の良さを指摘している。

文章は言語情報のみで構成されるが、図表には非言語情報を含むこともあり、その表現形式は大きく異なっている。それだけではなく、記憶に関する処理過程においても、ワーキングメモリでも言語性ワーキングメモリと視空間性ワーキングメモリに分類されるように、その処理様式も異なる (Baddeley & Hitch, 1974)。さらに、文書紙面ごとに文章と非連続型テキストのレイアウトも大きく異なっており、私たちは文書読解時には異なるレイアウトで配置された文章と非連続型テキストの双方から適切な情報を取捨選択し、それらを統合することにより内容理解を行っている。しかし、文章と非連続型テキストの情報を統合させながら読解する能力については、PISA で出題されて以降、さまざまな学力調査などの読解力に関する問題で出題されているにもかかわらず、その読解過程については明らかにされていない。

文章と図表を統合させながら読む活動について注目した研究に、深谷・大河内・秋田 (2000) がある。深谷ほか (2000) は大学生に歴史教科書を読解させたところ、その読み方は個人によって異なっており、本文と図表などの欄外情報とを関連付けて読む者は少なかったと報告している。しかし、本文中に対応する欄外情報への注意喚起の信号を挿入することによって、読み手は読解時に本文と欄外情報を関連付けることができ、内容理解が促進されることを明らかにしている。また、Verdi (1997) は文章よりも先に図を学習することにより学習が促進されることを明らかにしており、この理由を文章よりも処理効率の良い図をイメージ化して保持して使用することによって、ワーキングメモリを節約したためとしている。

これまでの文章理解研究の多くは、文書読解後、全体の内容理解に関するテストを実施し、その結果から内容理解について検討しているが、読解時の読解過程 (文章と図表のどの部分をどこからどのように読んでいるのか) について検討している研究は少ない。読解力育成の観点から考えると、文章と図表から構成された文書の読解時の読解過程についても注目する必要があるだろう。深谷ほか (2000) のように読解過程を実験後に尋ね、その読解過程を推察している研究もあるが、それらは協力者の記憶についての事後報告となる上に、読解時のセルフモニタリングに関する能力にも個人差があると考えられるため、読解過程に関する正確な情報とはなっていない可能性が指摘される。

そこで、中村・岸 (2009) は、言語報告によらない文書読解過程を探るため、読解時の眼球運動を指標とし、読解中の活動について検討した。この研究では、大学生に中学歴史教科書を読解させ、読解中の眼球運動を測定した。読解時に参照した本文部分と非連続型テキスト部分の注視時間を集計し、本文注視時間割合が高い群と低い群とに分け、比較したところ、本文注視時間割合の低い群の内容理解得点が高かった。しかし、先行知識量に差はなく、本文と非連続型テキストのレイアウトの記憶にも差がなかったことを考え合わせると、本文を見る時間が短い者の方が文書の内容を把握していたといえる。また、本文に明示されていない非連続型テキストであっても、読解時には両者の情報を統合した読みを行っていることも確認できた。

さらに、岸・中村・相澤 (2011) では、読解時の眼球運動の結果から、文章と非連続型テキストを参照する読み方 (どこから先に読み始めるか) に注目し、内容理解へ与える影響に

について検討している。その結果から、読み方には、はじめに非連続型テキストを参照してから本文読解を開始する図表先行型と非連続型テキストは参照せずに本文読解を開始する本文先行型が存在しており、読解時に図表先行型の読み方を協力者に教示することによって、内容理解が促進されることが明らかとなった。

しかし、これらの中村ら（2009）や岸ほか（2011）の研究では、中学歴史教科書の紙面をそのまま使用しており、どれもレイアウトが一定であった。教科書に用いられるイラストや図の効果に関する研究は古くから行われているが、教科書紙面でのイラストなどの非連続型テキストのレイアウトが与える影響に関する研究は少ない。周村（2009）は、大学教科書内のイラストが学習に及ぼす効果について検討している。その中で、教科書イラストの配置デザインに関する調査を行った結果、教科書内に含むイラストには適量があり、配置デザインとしてもイラストと文章の両方を用いた説明がなされているものが好まれることが分かった。しかし、そのレイアウトが読解過程や内容理解にどのように影響するのかは検討されていない。近年教育現場では電子黒板や電子教科書が普及しており、教師が自由に紙面レイアウトを変更することが可能である。では、レイアウトを変化させても、これまでの研究で得られた結果は再現されるのだろうか。

そこで本研究では、異なるレイアウトの文書読解時の眼球運動を測定し、レイアウトの違いおよび読み方の違いが、読解過程や内容理解にどのように影響するのかにについて検討する。

2. 方法

2. 1. 実験協力者

眼球を撮影するカメラが眼球内の瞳孔を正確に認識する必要があるため、裸眼またはソフトコンタクトレンズ使用時に視力が良好である大学生 32 名とした。実験協力者 1 人に対し、実験者 1 人が実験を行った。なお、実験室内はブラインドを締め切り外光が入らないようにし、蛍光灯の光の下で実験を行った。

2. 2. 提示刺激

協力者の元来の読み方を測定する刺激として、岸ほか（2011）で用いた刺激と同じ、中学校歴史教科書の 1 単元（『南北朝の動乱と東アジアの変動』東京書籍「新編 新しい社会歴史」）を用いた。また、実験刺激として高等学校世界史教科書から 2 内容（『第一次世界大戦とロシア革命』（以下、第一次世界大戦）、『世界恐慌とファシズム』（以下、世界恐慌）、ともに東京書籍「新編 世界史 B」）を用いた。なお、それぞれの内容について、図表の直後に対応する文章を配置した（以下、図表主体）と本文の右側に全ての図表を配置した（以下、本文主体）の 2 種類のレイアウトの刺激を作成した（図 1、図 2；世界恐慌のパターンのみ掲載）。使用した刺激は 2 内容（第一次世界大戦、世界恐慌）× 2 レイアウト（図表主体、本文主体）の 4 刺激である。

5 世界恐慌とファシズム



↑ニューヨーク市のウォール街、暗黒の木曜日

世界恐慌のはじまり

1920年代後半には西ヨーロッパ諸国の工業生産は回復し、植民地でも産業が発達したうえに、ソ連経済も発展し、世界の工業生産は大きくのびた。しかし、日本やヨーロッパの多くの国では貧富の差が大きいため、労働者や農民の購買力はそれほどのびず、生産過剰の傾向が高まっていた。1929年10月、ニューヨークの株式取引所で株価の大暴落がおきると、これがきっかけとなって、アメリカ国内では破産や倒産が続出し、また失業者も増大し、商業や貿易も不振に陥った。当時のアメリカは資本主義世界の中心であり、大恐慌は他の国々の経済に深刻な影響を及ぼし、たちまち**世界恐慌**が始まった。



←ローズヴェルト 大恐慌の対策として、ニュー・ディール政策をすすめた。

ニュー・ディール政策とブロック経済

アメリカでは、1933年、大統領に就任した**フランクリン・ローズヴェルト**が**ニュー・ディール**とよばれる景気対策をとった。



↑移住農民の母と子

これは、農業調整法と全国産業復興法によって農業と工業の生産を調整して価格の安定をはかったり、テネシー川流域を開発する巨大な公共事業により失業者を救済することによって、国民の購買力を高めようとするものであった。またイギリス、フランスは、深刻な経済危機打開のため輸入品に高関税をかけた。植民地や自国の勢力下にある諸国を**ブロック経済**にくみこむなど、排他的な市場をつくる政策をとった。イギリスは1932年カナダのオタワで**イギリス連邦経済会議**をひらいて他国からの輸入を制限するスターリング・ブロックを組織し、フランスも広大な植民地を利用してフラン・ブロックをつくった。



↑スターリン 一国社会主義をとなえたスターリンは、5カ年計画を1928年から開始し、農業の集団化と重工業建設をすすめた。



↑コルホーズ(集団農場)の食事風景

スターリン体制下のソ連

ロシアでは革命後の内戦もおさまり、経済の復興がすすめられた。1921年ソヴィエト政府は戦時共産主義にかわって新経済政策(ネップ)を

をはじめ、国民にある程度の自由な経済活動を認めた。その結果、1920年代の半ばには生産力が大戦前の水準にまで回復した。また、1922年にはソヴィエト社会主義共和国連邦(ソ連)と称するようになった。

1924年にレーニンが死去したあとに、**スターリン**は政敵を追放して権力を握り、28年には一国社会主義にたつて**第一次5カ年計画**をはじめ、社会主義経済の建設をすすめた。世界恐慌の影響が少なかったソ連は急速に工業化し、1930年代には工業生産で世界二位の地位に達した。しかし、この政策は農業や国民生活を犠牲にして重工業の発展を優先するものであり、このかたよりは、後にソ連の社会に危機をもたらすことになった。スターリンは、1936年になるとスターリン憲法を制定して独裁体制を確立した。

図1 図表主体レイアウトによる提示刺激（世界恐慌）

5 世界恐慌とファシズム

世界恐慌のはじまり

1920年代後半には西ヨーロッパ諸国の工業生産は回復し、植民地でも産業が発達したうえに、ソ連経済も発展

し、世界の工業生産は大きくのびた。しかし、日本やヨーロッパの多くの国では貧富の差が大きいため、労働者や農民の購買力はそれほどのびず、生産過剰の傾向が高まっていた。1929年10月、ニューヨークの株式取引所で株価の大暴落がおきると、これがきっかけとなって、アメリカ国内では破産や倒産が続出し、また失業者も増大し、商業や貿易も不振に陥った。

当時のアメリカは資本主義世界の中心であり、大恐慌は他の国々の経済に深刻な影響を及ぼし、たちまち**世界恐慌**が始まった。

ニュー・ディール政策とブロック経済

アメリカでは、1933年、大統領に就任した**フランクリン・ローズヴェルト**が**ニュー・ディール**とよばれる景気対策をとった。

これは、農業調整法と全国産業復興法によって農業と工業の生産を調整して価格の安定をはかったり、テネシー川流域を開発する巨大な公共事業により失業者を救済することによって、国民の購買力を高めようとするものであった。

またイギリス、フランスは、深刻な経済危機打開のため輸入品に高関税をかけた。植民地や自国の勢力下にある諸国を**ブロック経済**にくみこむなど、排他的な市場をつくる政策をとった。イギリスは1932年カナダのオタワで**イギリス連邦経済会議**をひらいて他国からの輸入を制限するスターリング・ブロックを組織し、フランスも広大な植民地を利用してフラン・ブロックをつくった。

スターリン体制下のソ連

ロシアでは革命後の内戦もおさまり、経済の復興がすすめられた。1921年ソヴィエト政府は戦時共産主義にかわって新経済政策(ネップ)を

をはじめ、国民にある程度の自由な経済活動を認めた。その結果、1920年代の半ばには生産力が大戦前の水準にまで回復した。また、1922年にはソヴィエト社会主義共和国連邦(ソ連)と称するようになった。

1924年にレーニンが死去したあとに、**スターリン**は政敵を追放して権力を握り、28年には一国社会主義にたつて**第一次5カ年計画**をはじめ、社会主義経済の建設をすすめた。世界恐慌の影響が少なかったソ連は急速に工業化し、1930年代には工業生産で世界二位の地位に達した。しかし、この政策は農業や国民生活を犠牲にして重工業の発展を優先するものであり、このかたよりは、後にソ連の社会に危機をもたらすことになった。スターリンは、1936年になるとスターリン憲法を制定して独裁体制を確立した。



↑ニューヨーク市のウォール街、暗黒の木曜日



↑ローズヴェルト 大恐慌の対策として、ニュー・ディール政策をすすめた。



↑移住農民の母と子



↑スターリン 一国社会主義をとなえたスターリンは、5カ年計画を1928年から開始し、農業の集団化と重工業建設をすすめた。



↑コルホーズ(集団農場)の食事風景

図2 本文主体レイアウトによる提示刺激（世界恐慌）

2. 3. 眼球運動測定機器

協力者がコンピュータのモニタ上（22 インチ）に提示された刺激を読解する際の眼球運動を測定するため、アイトラッキング・非接触視線入力装置 QG-PLUS（株式会社ディテクト）を使用した。眼球運動測定データは専用解析ソフトウェア QG-PLUS Ver.2.6.5 を用いて分析した。なお、画面上の各領域の注視時間は、エリア解析機能を用いた。

2. 4. 理解度測定課題

提示刺激ごとに内容理解テスト課題とレイアウト再現課題の2種類を実施した。内容理解テスト課題は提示刺激の内容理解の程度を測定する問題 10 問で構成されている（正答 2 点、部分点 1 点、誤答 0 点で採点、10 問×2 点で 20 点満点）。レイアウト再現課題は、提示刺激内での非連続型テキストの配置を再現させる課題 5 問で構成されている（正答 1 点、誤答 0 点で採点、5 点満点）。

2. 5. 手続き

まず、元来の読み方（読み始めに図表を見てから本文を読み始める「図表先行型」と図表を見ずに本文から読み始める「本文先行型」）を測定するため、読み方測定刺激の読解時の眼球運動を測定した。その後、実験刺激の読解と眼球運動の測定を行い、内容理解テスト課題とレイアウト再現課題を実施した。実験刺激の内容は2種類あるため、この過程を2回繰り返した。なお、提示順序による効果を考慮し、カウンターバランスをとり提示した。また、刺激読解時に時間的制限は設けず、協力者の申し出により読解課題を終了した。

2. 6. 実験要因

実験刺激要因はレイアウト要因（図表主体・本文主体）である。個人特性要因は、読み方要因（図表先行型・本文先行型）である。

2. 7. 従属変数

眼球運動データと理解度測定課題の得点を従属変数とした。眼球運動データからは、開始後5秒間の図表注視時間割合（以下、①5秒間）、本文を読み終えた時間（以下、②総時間）、最後まで読み終える間の図表注視時間割合（以下、③最後まで）を算出した。図表注視時間割合は、図表注視時間をそのシーンの眼球運動検出時間で除したものである。算出式は「図表注視時間割合」＝「図表注視時間」÷「シーンの眼球運動検出時間」である。これは、シーンの実時間で（開始後5秒間と本文を読み終えた時間）で除すると眼球運動の検出時間が短い（検出率が低い）協力者ほど図表注視時間割合が小さくなってしまうためである。①5秒間については、専用解析ソフトウェアで読み始め5秒間のシーンを抽出し、そのシーンでのエリア解析を行い、図表注視時間を算出した。エリア解析を行う際の領域分類の例を図3に示す。また、②総時間と③最後まで、において、「本文を読み終えた」という基準は、本文最後の行付近（最後3行程度）から垂直方向に3行以上か別領域に跳躍運動（サッケード）が起きたときとした。

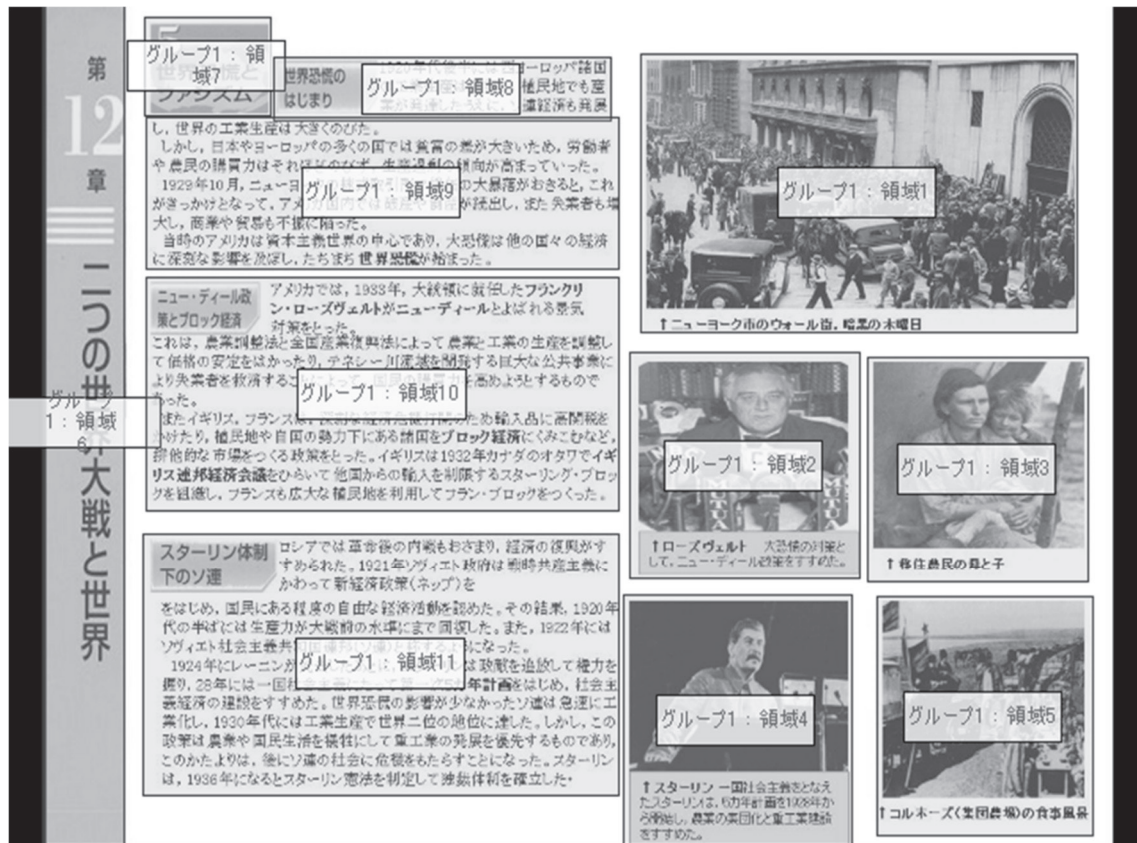


図3 領域分類の例 (提示刺激: 世界恐慌)

3. 結果

3.1. レイアウトと読み方の違いによる内容理解への影響

レイアウトの違いと読み方の違いによる内容理解への影響を検討するため、岸ほか(2011)にしたがい、読み方測定刺激の眼球運動結果による群分けを行った。本文を読む前に図表を参照する図表先行型が17名、図表ではなくまず本文を参照した本文先行型が15名であった。刺激内容別に各群の内容理解テスト課題とレイアウト再現課題の得点を表1と表2に示す。これらの結果について、刺激の内容別に2要因分散分析をおこなったところ、いずれにおいても主効果はみられなかった。

表1 各理解度測定課題結果 (第一次世界大戦)

第一次世界大戦とロシア革命			内容理解テスト(点)		レイアウト再現課題(点)	
レイアウト	読み方		Mean	SD	Mean	SD
図表主体	図表先行型	(N=9)	13.11	4.49	4.00	1.23
	本文先行型	(N=7)	14.71	2.87	3.86	1.07
本文主体	図表先行型	(N=8)	13.25	4.53	3.38	1.51
	本文先行型	(N=8)	14.50	4.87	3.63	1.19

表 2 各理解度測定課題結果（世界恐慌）

世界恐慌とファシズム

レイアウト	読み方		内容理解テスト(点)		レイアウト再現課題(点)	
			Mean	SD	Mean	SD
図表主体	図表先行型	(N=8)	12.38	2.26	4.50	0.93
	本文先行型	(N=8)	13.13	3.83	4.50	0.93
本文主体	図表先行型	(N=9)	11.22	4.71	4.44	1.13
	本文先行型	(N=7)	12.29	4.15	3.86	1.46

3. 2. レイアウトと読み方の違いによる読解過程への影響

レイアウトの違いと読み方の違いによる読解過程への影響を検討するため、刺激内容別の各群の眼球運動データ（①5秒間、②総時間、③最後まで；表3、表4）を集計し、2要因分散分析をおこなった。その結果、両内容ともに①5秒間と③最後までにおいて、レイアウト要因で主効果がみられ、図表主体刺激にて読解時に図表をより長い時間、参照していた（第一次世界大戦：① $F(1,28)=9.03$, $MSe=5538.38$, $p<01$ ；③ $F(1,28)=18.30$, $MSe=1770.27$, $p<01$ ；世界恐慌：① $F(1,28)=7.12$, $MSe=1309.20$, $p<05$ ；③ $F(1,28)=32.94$, $MSe=747.00$, $p<01$ ）。また、世界恐慌において、③最後までで読み方要因に主効果がみられ、図表先行型の方が図表をより長い時間、参照していた($F(1,28)=4.72$, $MSe=107.11$, $p<05$ ；図4)。

表 3 眼球運動データ（第一次世界大戦）

第一次世界大戦とロシア革命

レイアウト	読みパターン	①5秒間(%)		②総時間(秒)		③最後まで(%)	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
図表主体	図表先行型 (N=9)	54.44	32.39	191.07	58.65	16.23	11.29
	本文先行型 (N=7)	29.00	22.08	197.81	41.08	23.29	12.54
本文主体	図表先行型 (N=8)	17.88	27.11	157.89	57.26	5.13	8.79
	本文先行型 (N=8)	12.50	11.46	142.64	66.74	4.63	5.40

表 4 眼球運動データ（世界恐慌）

世界恐慌とファシズム

レイアウト	読みパターン	①5秒間(%)		②総時間(秒)		③最後まで(%)	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
図表主体	図表先行型 (N=8)	19.38	11.20	164.74	53.11	15.38	6.93
	本文先行型 (N=8)	23.38	18.53	175.52	55.33	10.25	5.01
本文主体	図表先行型 (N=9)	9.78	14.92	195.46	58.53	4.22	3.49
	本文先行型 (N=7)	7.29	3.68	207.85	69.63	2.00	2.08

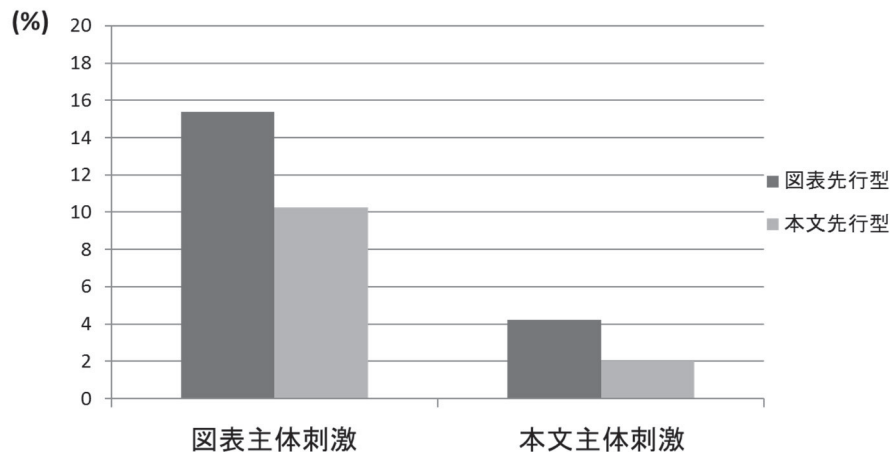


図4 眼球運動データ（世界恐慌：③最後まで）

4. 考察

非連続型テキストを含む文書のレイアウトが読解過程と内容理解へ与える影響について検討したが、内容理解への影響はみられなかった。しかし、読解過程については、「世界恐慌」の内容において、岸ほか（2011）と同様、図表先行型の方が本文先行型に比べ、本文を読み終えるまでにより長い時間、図表を参照していることが明らかとなった。ただし、2刺激共通でその効果が表れたわけではない。両刺激とも非連続型テキストの枚数はともに5枚であった。しかし、「第一次世界大戦」では5枚中2枚が、社会科資料として参照経験豊富であろう地図であったことが原因として考えられる。今後は、枚数だけでなく、非連続型テキストの形式、内容についても統制する必要がある。

しかし、読み方に関わらず、読み手は図表が主体にレイアウトされている文書を読解する際の方が、本文主体のレイアウトの文書よりも文書の読み始めだけでなく、読み終えるまでにより長い時間、図表を参照していた。これは、図表とそれに対応する本文とをできるだけ近くに配置したレイアウトの効果であるだろう。また、この図表主体のレイアウトは、深谷ほか（2000）の示した「本文中に対応する欄外情報への注意喚起の信号を挿入することによって、読み手は本文と欄外情報に対応させながら読む」とことと類似した読解過程を喚起したとも考えられる。ゆえに、非連続型テキストを含む文書では、図表の直後に対応する文章を配置することにより、図表に注目させる読み方を誘導させることができると示唆される。

ただし、岸ほか（2011）と異なり、図表に注目させる読解をさせることで内容理解が促進されるという結果は得られなかった。今後、読み方の教示と同様の効果を持つレイアウトについても検討する必要があるだろう。

なお、今回、教科書に掲載された文章と図表をそのまま用いてレイアウトのみを操作したため、文章内容と図表の形式の関連性については検討を行っていない。また、図表の存在が必ず理解を促進するわけではなく、文章と図表の関係性により促進の程度は異なり、場合によってはわかりにくくなるとの指摘もある（岩槻，2003）。今後、文章との関連を考慮した図表の選択、表現方法の工夫についても更に検討していく必要があるだろう。

参考文献

- Baddeley A. D., & Hitch, G. J. (1974) Working memory. In G. Bower (Ed.) *Psychology of learning and motivation* Vol. 8. New York : Academic Press. 47-90
- 深谷優子・大河内祐子・秋田喜代美 (2000) 関連する情報への注意喚起の信号が歴史教科書の読み方に及ぼす影響. *読書科学*, 44(4) : 125-129
- 岩槻恵子 (2003) 知識獲得としての文章理解. 風間書房.
- 岸 学・中村光伴・相澤はるか (2011) 非連続型テキストを含む説明文の読解を促進するには？－眼球運動測定による検討－. *東京学芸大学紀要 総合教育科学系 I*, 62 : 177-188
- 国立教育政策研究所 (監訳) (2004) PISA2003 年調査 評価の枠組み ぎょうせい
- Larkin, J.H. and Simon, H.A. (1987) Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 11 : 65-100
- Mayer, R.E. (1989) Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text. *Journal of Educational Psychology*, 81 : 240-246
- 中村光伴・岸 学 (2009) 非連続型テキストを含む文章の読解過程 －眼球運動を指標として－. 熊本学園大学論集「総合科学」, 15(2) : 23-37
- 大河内祐子・深谷優子・秋田喜代美 (2001) 信号が歴史教科書の記憶と理解に与える効果－本文と欄外情報を関連づける信号の挿入－. *心理学研究*, 72 : 227-233
- 周村諭里 (2009) 大学の教科書におけるイラスト利用の効果に関する研究. 尚美学園大学総合政策研究紀要, 18 : 117-132
- Verdi, M.P., Johnson, J.T., Stock, W.A., Kulhavy, R.W. and Witman- Ahern, p. (1997) Organized spatial displays and texts: Effects of presentation order and display type on learning outcomes. *The Journal of Experimental Education*, 65(4) : 303-317