

## 変化の見落としと研究の展開と今後<sup>1</sup>

立教大学大学院現代心理学研究科, 立教大学アミューズメント・リサーチセンター 村越琢磨

立教大学現代心理学部, 立教大学アミューズメント・リサーチセンター 長田佳久

### Change blindness: Phenomena and future

Takuma Murakoshi (Graduate School of Contemporary Psychology, Rikkyo University; Rikkyo Amusement Research Centre), and  
Yoshihisa Osada (College of Contemporary Psychology, Rikkyo University; Rikkyo Amusement Research Centre)

People often fail to notice large changes to visual scenes, a phenomenon now known as change blindness (Simons & Ambinder, 2005). This change blindness study contributes to our understanding of the integration of information across scene over time, in particular from the points of view of visual memory, object perception and attention, including consciousness and awareness. We review key studies in order to reveal the most likely mechanisms for this phenomenon and suggest useful methods to investigate it further. We believe that such research can contribute to our understanding of conscious experience and what we "see" in real life.

**Key words :** change blindness, change detection, scene perception

変化の見落とし (change blindness) とは通常容易に気づくような大きな変化を見つけることに失敗してしまう現象で、過去10年以上にわたりこの現象は我々の注意や知覚、意識に対する理解に寄与してきた (Simons & Rensink, 2005)。Change blindnessは“変化の見落とし”または“変化盲”と訳される。本稿では変化の見落としと訳す。

もし誰かと会話している時に一瞬にしてその相手が他の人と入れ替わったとしたら、人はその変化に気づくだろうか。おそらくほとんどの人がそのような変化に気づくと答えるだろう。Simons & Levin (1998) はこのような事態を実験的に調べた。まず実験協力者Aが歩行者に道を尋ね、その歩行者が実験協力者Aに道を教えている最中に、

ドアのような大きな板を持った2人組みが実験協力者Aと歩行者の間を通り過ぎる。この板が実験協力者Aと歩行者を遮っている間に実験協力者Aが実験協力者Bと入れ替わる。すると歩行者はさっきまで自分が道を教えていた人物が他の人物に変わったことに気づかずにそのまま道を教え続ける。会話の相手は視覚的に認知することは可能な対象であるが、その対象の変化を見落としてしまうのである。この現象は「見ているのに観ていない」というような状況をよく表しており、我々の意識的な知覚経験を調べていくうえで大変興味深い現象である。

変化検出課題の実験的証拠は1950年代初期には文献に見られるが、変化の見落としへの関心が押し寄せたのは1990年代半ばである。この1990年代半ば以降の変化の見落とし研究はより現実世界に近い文脈における変化検出の失敗を記述し、多く

<sup>1</sup> 本研究は、文部科学省オープン・リサーチ・センター整備事業 (平成17年度～平成21年度) による私学助成を得て行われた。

の研究者の関心を集めた (Simon & Ambinder, 2005)。それまでの変化検出を用いた研究が線画やドットなどの画像を用いていたのに対し、ここ10年来の研究では実際の自然な環境の画像などを用いて大きな変化の見落としを明らかにしたことで、多くの驚きを与え関心を集めてきた。

### 変化とは何か

変化の見落としを考える際にまず変化とは何かを定義しておく必要がある。Rensink (2002) は変化検出のレビューの中で変化とは何かを定義している。彼の定義によれば、一般的に変化とは時間経過を伴う何らかの変遷 (transformation) や変容 (modification) を指し、より厳密に言えば、変化とは時間経過を伴う明確で強固な構造の変遷であると述べている。この変化の定義に関して彼は変化と運動 (motion)、動的な変化 (dynamic change) と完全な変化 (completed change)、変化と差異 (difference) を区別している。運動は位置に関するものだが、変化は構造に関するものである。動的な変化は変遷それ自体の知覚であるのに対し、完全な変化はある時点における構造の変化の知覚を指す。変化が時間経過を伴う単一構造の変遷であるのに対して、差異は2つの構造の特性間の類似の欠如 (lack of similarity in the properties of two structure) である。変化が時間的な変遷を含むのに対し、差異には変遷の概念が含まれない。このような変化を検出するには変化そのものの検出 (detection proper)、位置判断 (localization)、変化の同定 (identification) が存在する (Rensink, 2002)。変化そのものの検出とは提示された画像に変化が含まれていたかどうかを観察者に報告させる課題である。位置判断は変化の生じた位置を報告させる。変化の同定は変化した項目の同定 (どの項目が変化したか) または変化の同定 (どのような変化をしたか) を観察者に求める。

これらの定義に従い知覚経験が異なったり、その知覚を成立させるメカニズムが異なったりするという証拠は現在のところ示されていないが、変化を実験的に操作する場合にはこれらの定義を確

認しておくことが有効と思われる。

### 変化検出課題

変化の見落としを調べるためには観察者が変化を検出した場合にそれが変化検出システムの働きによるものなのか、あるいは運動検出システムの働きによるものなのかを見極める必要がある。運動印象を伴うような変化は運動検出システムにより運動が検出され、その結果として観察者が変化を検出したと判断するからである。前述のように運動と変化は異なるものであるため、運動の検出は変化の検出と区別されるべきである。このような理由から運動検出システムによる運動の検出と変化の検出を分離する課題が数多く考案され変化の見落とし研究で用いられてきた。それらの実験パラダイムは変化がどのようなイベントに随伴するかで分類される。横澤・大谷 (2003) は変化の見落としパラダイムを詳細に分類している。彼らはそれらをサックード法、瞬き法、フリッカー法、スブラッシュ法、漸次法、カット法、遮蔽法に分類した。

サックード法はサックードが生じている間に画像の変化を生じさせる方法である。Grimes (1996) は観察者のサックードが生じている間に提示されている画像の中のビルが高くなったり、ベンチに座っている2人の男性の頭部が入れ替わるなどの変化を生じさせ観察者がその変化を見落とすことを確認した。Henderson & Hollingworth (1999) はサックードが生じている間にオブジェクトの消失・回転という変化を生じさせ変化の見落としが生じるかを調べた。その結果、サックードの間の変化に対して変化の見落としが確認され、サックードの前後に変化する対象に対して凝視が行われている場合には変化検出率が良くなった。

瞬き法は観察者が瞬きをした時に画像を変化させる方法である。O'Regan, Deubel, Clark, & Rensink (2000) はこの方法により変化の見落としを調べた。中心的興味を持つ対象と周辺の興味を持つ対象両方で変化の見落としが生じ、観察者がある対象を凝視している場合でも変化の見落としが生じた。サックード法と同様に、見ている

(凝視している)のに観ていない(意識的な変化知覚が生じない)ということを示した。

フリッカー法はオリジナルな画像とそれに変化を加えた画像の間に時間的なギャップ (inter-stimulus interval; ISI; 刺激間隔) を設け、その間に変化を生じさせる。このギャップの間には通常はブランク画面を挿入するが、パターンマスクを提示する場合もある。この変化の見落とし研究で用いられた最も卓越した課題は Rensink, O'Regan, & Clark (1997) によって発展された。Rensink et al. (1997) はオリジナルな画像Aと変化を加えた画像A'を用意し、それらを80msのブランクを挟んでAAA'A'の順に提示した。画像は観察者が変化を見つけるまで繰り返し提示した。このように変化が検出されるまで繰り返し提示する方法 (continual alternation method) は反応時間を測定するのに有用で、画像を1回だけ交代させる方法 (one-shot method) は正答率を求めるのに有効な手段である (Cole & Liversedge, 2006)。Rensink et al. (1997) は繰り返し提示のフリッカー法を用いて、対象の出現と消失、色の変化、位置の変化に対する検出までの画像の繰り返し回数を測定した。その結果、観察者は変化を見つけるまでに非常に長い時間がかかり、変化の見落としの生起が確認された。ブランクを挟まない条件では平均1.4回の繰り返し (0.9秒) で変化が検出されたが、ブランクを挟んだ条件では変化の検出までに中心的興味を持つ対象で平均7.3回 (4.7秒)、周縁的興味を持つ対象では17.1回の繰り返し (10.9秒) が必要であった。画像によっては80回の繰り返し (50秒) が必要なものもあった。画像の提示時間を長くしたり画像の提示順序をAA'AA'などに変更したりしてもこの傾向は変わらなかった。

スプラッシュ法は妨害刺激の短時間提示と同時に変化を生じさせる方法である。O'Regan, Rensink, & Clark (1999) は画像を提示している最中に数個の小さな高輝度図形 (小さな白黒テクスチャーの長方形や楕円) を画像の上に短時間提示した。これは車のウィンドウガラスに泥はね (mudsplashes) が生じたように見える。そしてこ

の泥はねと同時に画像に変化を生じさせると変化の見落としが観察された。Rensink, O'Regan, & Clark (2000) もこのような方法を用いて変化の見落としの生起を確認している。泥はねを用いた条件ではブランクを用いた条件よりも変化の検出が速かったものの、ブランクや泥はねなどを用いない条件に比べはるかに長い検出時間が必要であった。この泥はねは画像の変化位置に重ならないように提示されており、変化それ自体が完全にマスクされていなくても変化の見落としが生じ、先に提示された画像がマスクされたために変化が見落とされるという主張を退けることになる。

遮蔽法は変化する項目が短時間遮蔽されている間に変化が生じる方法である。冒頭のSimon & Levin (1998) はこの方法を用いた代表的な研究である。彼らの実験では変化する項目である道を尋ねる人がドアによって遮蔽されている間に、他の人物と入れ替わり変化した。その結果、観察者は遮蔽された項目の変化に気づかずに変化の見落としが生じた。Flombaum & Scholl (2006) は遮蔽物体の背後を対象が通過するように見えるディスプレイを用いて、対象が遮蔽物体の背後を通過する前後で対象の色が変化をしたかどうかを観察者に求めた。これは対象が実際に遮蔽されているわけではないが遮蔽されているように知覚され、遮蔽法に分類するのが適当であろう。遮蔽法を用いて変化する対象が遮蔽されている場合と遮蔽されていない場合を比べると、変化する項目が遮蔽されている場合には遮蔽されていない場合よりも変化検出はより困難になるが、スプラッシュ法の箇所で述べたように変化項目がマスクされることによって変化の見落としが生じることを意味しているわけではない。

カット法は動画に含まれる項目があるカメラ位置からのカットから別のカメラ位置からのカットに切り替わる間に変化する方法である。Levin & Simons (1997) が用いた動画では、ある人物が机の前に座っているところへ電話のベルが聞こえてきて、その人物が立ち上がりドアに向かって進んで行く。ここでカットが切り替わり廊下を見通

すカメラ位置の映像となる。そしてこのショットでは人物がドアから電話に向かって歩き電話を受ける。この動画では中心的興味を持つ対象は一人の人物であるが、カットの切り替わりにおいて前のショットと後のショットで人物が他の人物に変わっていても観察者はその変化を見落とした。

漸次法は元の画像と変化した画像への移行をごくゆっくりとさせる方法で、何秒間もかけて変化が生じるような方法である。画像が他の画像へと推移しているとは気づかれないような速さで推移させる必要がある。逆に言えば画像の推移を速めて動画のように知覚されるようにするならば変化が見落とされることは少なくなる。Simon, Francorneri, & Reimer (2000) は144枚にわたって少しずつ変化する画像セットを用意した。そしてこの画像セットを12秒間 (12 frames/s) かけて観察者に提示した。その結果、ブランクを挟んで提示した場合と同様に変化の見落としが観察された。この方法ではブランクや妨害刺激といったものが提示されることがないにも関わらず変化の検出は大変困難となり、変化前の画像と変化後の画像の間のブランクが変化の情報をマスクするために変化の見落としが生じるわけではないことを示唆している。Hollingworth & Henderson (2004) はこの漸次法とフリッカー法を組み合わせたような手続きを用いて変化の見落としを確認している。

#### なぜ見落とされるのか

人が視覚場面の大変大きな変化を見落としてしまうという変化の見落としのデモンストレーションは、その劇的な見落としにより多くの人々を驚かせ興味を持たせた。変化の見落としは何故生じ、それはどのようなメカニズムによって引き起こされるのであろうか。この問に対し多くの研究がなされてきたが、未だ明らかにされてはいない。しかし近年の様々な実験の結果、変化の見落としを生じさせるメカニズムについてある程度のことがわかってきた。

**変化の見落としと表象の記憶** 変化検出の初期の研究は視知覚と記憶に関する研究である (Simons & Rensink, 2005)。視覚短期記憶におい

て変化する前の表象が失われているために何が変わったかわからず、結果として変化を見落としてしまうのだろうか。このような観点から変化の見落としを考えてみると、眼球運動中のアクティブな知覚抑制であるサッケード抑制や眼球運動による網膜でのブラーによって変化情報がマスクされてしまい変化を見落とすと説明できる (Rensink et al., 1997)。しかしながら、観察者がある対象の変化の変化に気づかなかった場合でも、その後の記憶テストにおいて観察者は前に注意した対象を再認することができ (Hollingworth, & Henderson, 2002)、変化検出に失敗した場合でも変化前の対象と変化後の対象両方をチャンスレベル以上に再認できる (Mitroff, Simons, & Levin, 2004) ことから、変化前の表象が失われるために変化の見落としが生じるわけではなさそうである。

**変化の見落としとオブジェクト** 表象が失われることによって変化の見落としが生じないのであれば、表象が保たれていても、それが変化検出に利用可能なオブジェクトとして保存されていないために変化検出に用いることができないのであろうか。Luck & Vogel (1997) は観察者に色の変化を検出させた場合、方位の変化を検出させた場合、両方の変化を検出させた場合の変化の検出率を比較した。その結果、どの条件でも変化の検出率に違いはみられず、セットサイズを操作しても全ての条件で成績に違いはなかった。このことから彼らは視覚ワーキングメモリでは、単一の特徴が保持されているのではなく、それらの特徴が統合されたオブジェクトとしての情報が保持されていると主張した。Cole & Liversedge (2006) は新しく出現するオブジェクトと拡大するオブジェクト、縮小するオブジェクトを用いて変化検出率を調べた。その結果新しく出現したオブジェクトでは変化の見落としが生じにくいことを発見した。これは新しいオブジェクトの出現が注意を優先的に惹きつけるためと考えられた。Hollingworth & Henderson (2004) も新しいオブジェクトの出現が変化の検出に重要な役割を果たしていることを示している。しかしながら新しいオブジェクトで



あっても、輝度変化を伴わないと注意を惹きつけない (Franconeri, Hollingworth, & Simons, 2005) という研究もある。オブジェクトとは何かという問題とともに、どのような特徴 (あるいはそれらを統合した) 情報が変化検出に重要な役割を果たしているかにはさらなる研究が望まれる。

**比較検索の失敗** 変化を検出するには変化の前後の表象を比較し、どこにどのような変化が生じたかを検証する必要がある。そして表象がしっかりと保たれていても変化を見落としてしまうということになれば、変化の前後の表象の比較・検索処理の失敗により変化の見落としが生じるという可能性が浮かぶ。Hollingworth (2003) はオブジェクト情報は詳細かつ正確に記憶されていると主張している。そして変化前と変化後のディスプレイの検索・比較箇所を限定的にした場合には変化検出率が良くなることから、変化の見落としは変化前と変化後の情報の検索や比較の処理が阻害されるために生じると結論した。Simons & Ambinder (2005) もまた、多くの変化の見落とし研究が表象の保存を示唆していることから、変化の見落としは変化前のシーンの表象の失敗ではなく、比較処理の失敗によって生じるのであろうと述べている。もし表象の比較・検索処理の失敗により変化の見落としが生じるならば、その比較・検索処理のメカニズムはどのようなものか、そしてなぜそれらの処理がうまく働かないのかが今後の研究課題になる。

**変化の見落としと注意** 変化の見落とし研究は記憶、オブジェクト認知、注意の観点から研究されてきた。現在までの変化の見落とし研究の流れではおおそ、変化検出には注意が必要である (Simons & Rensink, 2005) と考えられている。しかしながら注意や視線が向けられていても見落としは生じる。それは変化検出に注意は必要であるが注意が向けられていれば十分ということではないということを示している。

Simons & Ambinder (2005) は変化の見落としの論文はいくつかの発見に収められるとした。第1に変化の見落としは注意が変化信号からそら

された場合にはいつでも生じる。第2に、シーンの中心的興味を持つ対象の変化や視覚的に目立つような対象の変化は他の変化より速く検出される。なぜなら観察者は重要な対象に注意をフォーカスさせるからである。第3に、変化検出にはおそらく注意が必要で注意されない対象の変化は気づかれない。第4に、変化する対象への注意は変化検出に対して必ずしも十分ではなく、観察者が明らかに注意している動画の中心的興味を持つ役者や現実世界での会話相手の変化を観察者は頻繁に検出できない。これは変化の前後に観察者が変化特徴をエンコードしそれらを比較することが変化検出には必要だということを示唆している。これは変化の見落としが「見ているのに観ていない」という現象を示しているように、「注意しているのに注意していない」ということを示しているのかもしれない。ある視覚場面には様々な要素が含まれているように、あるオブジェクトにも様々な特徴が統合されている。とすれば、注意を向ける対象もそれだけ様々なものがあり、その注意の向け方も変わってくるだろう。変化に沿った文脈への適切な注意の向け方などの研究が必要になってくるかもしれない。

## 変化の見落とし研究の今後

変化の見落とし現象はその見落としの大きさによって人々の興味をひきつけてきたが、その研究の今後の可能性も大変大きいものである。より自然な知覚経験の場面において現象が観察されることや、「みえなかった」ものを研究対象にすることで意識的な知覚経験を考察可能にしたことがその可能性を大きくしている。

### 見落としとされた変化の情報の統合

変化の見落としは時間経過を伴うシーン知覚の統合過程に関する研究である (Simons & Levin, 1997; Simons & Rensink, 2005)。変化の検出がされなかったということは、変化した対象が変化した前と変化した後で同一のものとして統合され知覚されていることを意味する。変化とは時間経過を伴う構造の変遷 (Rensink, 2002) であるので、

変化した対象に構造の変遷が生じていないと知覚されていることを意味する。別の言い方をすれば物理的に構造の変遷が生じているがそれを同一の構造と知覚しているということになる。異なる構造を同一の構造として知覚するためには両者の違いをなくし同一の構造として統合する過程が必要となる。我々の網膜像は時間を伴って絶えず変化しているのにも関わらず、我々は通常、安定した恒常的な世界を知覚することができる。その安定した恒常的な知覚世界を構成するためには絶えず変化している網膜像の中で同一性を保持しなければならない。これは変化しているものを変化していないように知覚することである。変化がないということの検出は大変困難である (Rensink, 2002) にもかかわらず、なぜこのような情報の統合が円滑に行われているかの問題はほとんど明らかにされていない。

#### 能動的注意と受動的注意との関わり

常に変化している情報を統合しているなかで変化を検出するには、恒常性を打ち破るような、あるいは恒常性を保てないような情報 (変化情報) の入力や検出が必要となってくる。恒常性を保つような処理で統合される情報とは異なる次元の情報が必要となるのかもしれない。あるいは統合しきれないほどの量的な変化かもしれない。そのような恒常性からの逸脱は文脈や観察者の期待によって大きく変化するものと、我々の感覚器官や知覚処理過程に特有なものが考えられる。前者の場合にはそれは観察者の意図、つまり能動的注意に依存するところが大きいだろうことが予想される。能動的注意を向けられた位置での知覚は促進されその促進率は観察者の期待の大きさに比例し (Posner, 1980)、また能動的注意をある特徴に向けた場合にはその他の特徴を持つ刺激の知覚は抑制される (Most, Simons, Scholl, Jimenez, Clifford, & Chabris, 2001) が示されている。能動的注意によって変化として捉えられる次元が決定されたり、変化として捉えられる量が異なってくことは大いに考えられる。一方感覚器官や知覚処理過程に特有な変化の検出は能動的注意によって質

的に変化されることはないかもしれない。視覚領域の初期段階では刺激特性ごとに並列的処理がなされており、注意の統合過程においてもそのようなプリミティブな刺激特徴が並列処理された後に統合されると考えられている (特徴統合理論: Treisman & Gelade, 1980)。そしてこのような感覚器官や知覚処理過程に特有な変化の検出は能動的注意よりはむしろ受動的注意の影響を受けることが予想される。能動的注意と受動的注意は独立して働くものではなく相互作用を持ち刺激の抑制を行い顕著性を高めており (Yantis, 2005)、両者を完全に独立して考えることはできないが、この2つの注意と変化の見落とし現象に関してはさらなる研究が必要である。

#### 意識的な知覚体験と無意識的な知覚処理

変化の見落としは意識的な変化の知覚とその変化が見落とされた場合の無意識的な統合処理を扱っており、意識とは何かという問題を考える上で大きな可能性を持つ研究分野である。我々は自分が視覚場面の大きな変化を見落とすということを見落とす。自分は変化を見落とすことなく変化検出を正しく行えると過大評価する傾向にある。このようなメタ認知のエラーは変化の見落としの見落とし (change blindness blindness) と呼ばれる (Levin, Momen, & Drivdahl, 2000)。自分が変化を検出できる確率 (Levin et al., 2000) や変化を見つけるまでの時間 (Scholl, Simons, & Levin, 2004) を評価させた場合、実際の成績よりも過大な評価をする。これは我々が普段いかに変化を見落としていることを意識していないかを示唆している。しかし、我々には無意識に変化を検出しているという主張もある。そのような研究に対して、Mitroff, Simons, & Franconeri (2002) は潜在的な変化検出を仮定しなくても説明はできることを示し、現在のところ潜在的な変化検出を示唆するような研究はみられない。近年 Rensink (2004) は観察者の中には変化を確実に“みる”ことなしに変化を“感じる”ことができるものがある、そのようなメカニズムをマインドサイト (mindsight) と呼んだ。それに対して Simons,

Nevarez, & Boot (2005) はマインドサイトのメカニズムはより簡単な説明によって述べることができる主張した。それは変化を“みた”と判断する基準の違いにより、変化を“感じて”から変化を“みた”と判断するまでに、時間がかかる観察者がいるというものである。従ってマインドサイトというメカニズムを仮定する必要はないと論じている。

## 変化の見落とし研究の応用

変化の見落とし研究は制御されたディスプレイから現実世界での相互作用まで多くの刺激バリエーションを用いる (Simons & Rensink, 2005) ことから、その応用的な研究に対する期待が持たれる。例えば、歩行者や他の車両の飛びだしなどに気づく必要がある、自動車や電車の運転場面での危険予測・回避などに変化の見落としのメカニズムの解明が役にたつであろう。また、多くの同じものの中から異なるものをみつける必要のある、工場などでの製品検査・不良品の発見などでも通常の視覚場面とは変化しているものをみつけることがその手助けとなる。駅や空港などの人が多く集まる場所を監視カメラでモニターしたり、巡回する場合に、普段とは違う場所に、違うもの (例えば不審物や不審車両) がないかを探する場合なども同様の理由から応用が期待される場面である。原発などでの建物や装置のひび割れ・破損の早期発見、計器の異常な数値表示への気づきは、以前の状態と現在の状態を比較しその変化を検出する過程である。レーダーやモニター監視場面においては、いち早く変化情報を捉え危険な情報を発見することが求められる。我々は何を“変化”として捉えるか。また、どのように注意をコントロールすることによって、そのような変化をより迅速に捉えることができるか。どのような環境が変化を見つけやすい環境であるのかを明らかにすることで、上記のような変化場面において、必要とされる変化を正確かつ迅速に検出することができるだろう。

変化の見落とし研究に用いられてきた現象や研究方法はより広範囲な研究分野への有用なツール

ともなり得るだろう。そして最近ではそのような研究も見られるようになってきた。Jiang, Chun, & Olson (2004) は変化の見落とし現象を用いた知覚群化の効果を調べるツールを提案し、Flombaum & Scholl (2006) は変化検出パラダイムを用いてトンネル効果における同一オブジェクト効果 (表象が同一オブジェクトとして維持されていると変化検出率が良くなる効果) を検証した。Beck, Levin, & Angelone (2007) は変化の見落としの見落とし現象を用いて観察者の意図の効果などを調べている。Tager-Flusberg, Plesa-Skwerer, Schofield, Verbalis, & Simons (2007) はウィリアムズ症候群の人が視覚場面のどのような側面に注意を向けているかなどを測定した。

変化の見落としについてはまだ明らかになっていないことも多いが、今後さらに研究が進めば、それはダイナミックなシーンの知覚や事象の知覚についてのメカニズムの解明に大きな手助けとなるだろう。もちろん注意やオブジェクト認知の研究にも重要な貢献をしていくであろう。また、知識やパーソナリティ、期待などの個人差、加齢や文化差、練習の効果や熟練度などといったものを測定する指標作りにも変化の見落とし現象が寄与できることは大きいと思われる。

## 引用文献

- Beck, M. R., Levin, D. T., & Angelone, B. (2007). Change blindness blindness: Beliefs about the roles of intention and scene complexity in change detection. *Consciousness and Cognition*, **16**, 31-51.
- Cole, G. F., & Livensedge, S. P. (2006). Change blindness and the primacy of object appearance. *Psychonomic Bulletin & Review*, **13**, 588-593.
- Flombaum, J. I., & Scholl, B. J. (2006). A temporal same-object advantage in the tunnel effect: Facilitated change detection for persisting objects. *Journal of Experimental Psychology: Human*

- Perception and Performance*, **32**, 840-853.
- Franconeri, S. L., Hollingworth, A., & Simons, D. J. (2005). Do new objects capture attention? *Psychological Science*, **16**, 275-281.
- Grimes, J. (1996). On the failure to detect changes in scenes across saccades. In K. Akins (Ed.), *Vancouver studies in cognitive science: 5 Perception*. NY: Oxford University Press. pp.89-109.
- Henderson, J. M., & Hollingworth, A. (1999). The role of fixation position in detecting scene changes across saccades. *Psychological Science*, **10**, 438-443.
- Hollingworth, A. (2003). Failure of retrieval and comparison constrain change detection in natural scenes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **29**, 388-403.
- Hollingworth, A., & Henderson, J. M. (2002). Accurate visual memory for previously attended object in natural scenes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **28**, 113-136.
- Hollingworth, A., & Henderson, J. M. (2004). Sustained change blindness to incremental scene rotation: A dissociation between explicit change detection and visual memory. *Perception & Psychophysics*, **66**, 800-807.
- Jiang, Y., Chun, M. M., & Olson, I. R. (2004). Perceptual grouping in change detection. *Perception & Psychophysics*, **66**, 446-453.
- Levin, D. T., Momen, N., & Drivdahl, S. B. (2000). Change blindness blindness: The metacognitive error of overestimating change-detection ability. *Visual Cognition*, **7**, 397-412.
- Levin, D. T., & Simons, D. J. (1997). Failure to detect changes to attended objects in motion pictures. *Psychonomic Bulletin & Review*, **4**, 501-506.
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, **390**, 279-281.
- Mitroff, S. R., Simons, D. S., & Franconeri, S. L. (2002). The siren song of implicit change detection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **28**, 798-815.
- Mitroff, S. R., Simons, D. S., & Levin, S. T. (2004). Nothing compares 2 views: Change blindness can occur despite preserved access to the changed information. *Perception & Psychophysics*, **66**, 1268-1281.
- Most, S. B., Simons, D. J., Scholl, B. J., Jimenez, R., Clifford, E., & Chabris, C. F. (2001). How not to be seen: The contribution of similarity and selective ignoring to sustained inattention blindness. *Psychological Science*, **12**, 9-17.
- O'Regan, J. K., Deubel, H., Clark, J. J., & Rensink, R. A. (2000). Picture change during blinks: Looking without seeing and seeing without looking. *Visual Cognition*, **7**, 191-211.
- O'Regan, J. K., Rensink, R. A., & Clark, J. J. (1999). Change-blindness as a result of 'mudspalshes'. *Nature*, **398**, 34.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **32**, 3-25.
- Rensink, R. A. (2002). Change detection. *Annual Review of Psychology*, **53**, 245-277.
- Rensink, R. A. (2004). Visual sensing without seeing. *Psychological Science*, **15**, 27-32.
- Rensink, R. A., O'Regan, J. K., & Clark, J. J. (1997). To see or not to see: The need for attention to perceive change in scenes. *Psychological Science*, **8**, 368-373.
- Rensink, R. A., O'Regan, J. K., & Clark, J. J. (2000). On the failure to detect change in scene across brief interruptions. *Visual Cognition*, **7**, 127-145.
- Scholl, B. J., Simons, D. J., & Levin, D. T. (2004). 'Change blindness' blindness: An implicit measure of a metacognitive error. In D. T. Levin (Ed.), *Thinking about seeing: Visual metacognition in adults and children*. Cambridge, MA: MIT Press. pp.145-163.

- Simons, D. J., & Ambinder, M. (2005). Change blindness: Theory and consequences. *Current Directions in Psychological Science*, **14**, 44-48.
- Simons, D. J., Franconeri, S. L., & Reimer, R. L. (2000). Change blindness in the absence of a visual disruption. *Perception*, **29**, 1143-1154.
- Simons, D. J., & Levin, D. T. (1997). Change blindness. *Trends in Cognitive Sciences*, **1**, 261-267.
- Simons, D. J., & Levin, D. T. (1998). Failure to detect changes to people during a real-world interaction. *Psychonomic Bulletin and Review*, **5**, 644-649.
- Simons, D. J., Nevarez, G., & Boot, W. R. (2005). Visual sensing is seeing: Why "mindsight," in hindsight, is blind. *Psychological Science*, **16**, 520-524.
- Simons, D. J., & Rensink, R. A. (2005). Change blindness: Past, present, and future. *Trends in Cognitive Sciences*, **9**, 16-20.
- Tager-Flusberg, H., Plesa-Skwerer, D., Schofield, C., Verbalis, A., & Simons, D. J. (2007). Change detection as a tool for assessing attentional deployment in atypical populations: The case of Williams syndrome. *Cognition, Brain, & Behavior*, **11**, 491-506.
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, **12**, 97-136.
- Yantis, S. (2005). How visual salience wins the battle for awareness. *Nature Neuroscience*, **8**, 975-977.
- 横澤一彦・大谷智子 (2003). 見落とし現象における表象と注意 —非注意による見落としと変化の見落とし— 心理学評論, **46**, 482-500.
- (Yokosawa, K., & Ohtani, T. (2003). Representation and attention in blindness phenomena: Current approaches to inattention blindness and change blindness. *Japanese Psychological Review*, **46**, 482-500.)