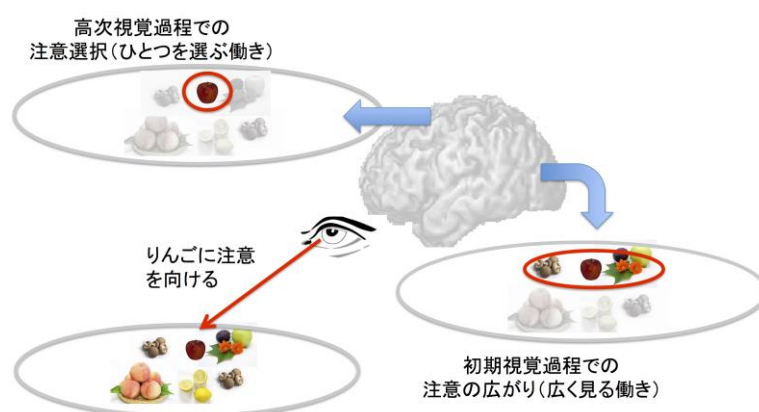


広く見てからひとつを選ぶ注意の働き 階層的な注意機構の発見

【概要】

東北大学電気通信研究所の塩入諭教授の研究グループは、視覚の注意の広がりや脳波によって客観的に計測する手法を開発し、その手法を利用することで注意を向けることがその対象部分の選択であると同時に、注意を向けた対象の周囲における処理の促進であることを明らかにしました。この結果は注意の周りの情報について促進と抑制という、相反する効果が脳内に同時に存在することを示します。つまり注意は複数の異なる機能の組み合わせであって、注意を向けるということはまず広く見てそして必要なものを選ぶことだともいえます。これまでの研究は、注意の効果が注意を向けた位置の周辺へ広がることを示す実験結果と、注意位置の周りには抑制的な効果が生じるとの実験結果が混在し、いずれが正しいのか明らかではありませんでしたが、本研究により、このような二つの結果が混在する理由を説明することに成功しました。



初期視覚過程での注意の広がりや高次視覚過程での注意による選択

【お問い合わせ先】

(研究に関すること)
東北大学電気通信研究所
教授 塩入 諭
TEL: 022-217-5468
FAX: 022-217-5471

(報道に関すること)
東北大学電気通信研究所総務係
TEL: 022-217-5420
FAX: 022-217-5426
E-mail: somu@riec.tohoku.ac.jp

【研究の背景】

外部から与えられる刺激に変化がなくても、注意の向け方によって見ているものがよく見えたりそうでなかったりします。これは脳の中で網膜から与えられた信号を強めたり弱めたりすることで説明できます。注意の研究は外からみることができない脳内の現象をさぐる研究であり、注意の効果をいかに計測しそのメカニズムを理解するかがその目的になります。注意の効果を調べるためには、刺激に対する反応時間を計測するなどの心理計測、脳波や fMRI による脳活動計測があります。前者は実際に見やすいなどの注意効果を確認するために必要ですが、後者は客観的指標として重要です。いずれにおいても注意によって人間の情報処理が大きく変容ことが明らかにされ、その詳細なメカニズムの解明に向けた研究が活発に行われています。特に注意がどのように広がるかは注意機能を考える上で重要です。注意は視線位置に向けられることが多いですが、視線と違って、範囲持っています。顔の中心に視線が向けられたとき、鼻を見ているのか、顔全体をみているのか、あるいは上半身を見ているのかは、どの範囲に注意を向けるかによって決まるといえます。これまでの研究は、注意の効果が注意を向けた位置の周辺へ広がることを示す実験結果と、注意位置の周りには抑制的な効果が生じるとの実験結果が混在し、いずれが正しいのか明らかではありませんでした。

【研究の方法】

本研究では、2 種類の方法で脳波により注意計測を行い、注意の空間的は広がりについて検討しました。ここで利用した脳波は、初期の視覚処理の効果を取り出す定常的視覚誘発脳波 (Steady State Visual Evoked Potential: SSVEP) *1 と高次の処理過程を反映する事象関連脳波 (Event Related Potential: ERP) *2 の 2 つです。図 1 に実験に用いた刺激を示します。図中 8 つの円盤刺激はそれぞれ異なる周波数で明滅し、それぞれの周波数に対応する脳波 (SSVEP) の振幅を計測することから注意効果を測定することができます。注意によって SSVEP 脳波の振幅は大きくなることがわかっていますから、それぞれの位置の SSVEP を計測することで注意の広がりを計測することができます。また、各円盤上の文字は高速に入れ替わり、被験者は注意を向けた位置に決められた文字 (標的刺激) が呈示された場合にボタンを押す課題を行う様に指示されました。標的刺激はすべての位置に呈示されるので、その標的刺激呈示によって誘発された脳波 (ERP) の計測からも注意の効果を計測することができます。

【成果の内容】

図 2 に SSVEP で計測した注意の広がり、ERP で計測した注意の広がりを示します。両者を比較すると大きく異なる性質があることがわかります。SSVEP は、注意を向けた位置を中心に、そこから離れるにしたがって注意の効果が徐々に低下するのに対して、ERP の P3 という成分では注意位置のみで大きな効果をえることができ、その周囲の情報はむしろ抑制されています。ある場所に注意をむけると、その場所の情報を選択して他から区別すると同時に、初期の視覚過程ではその周辺の視覚情報処理を広く促進していることと考えられます。これは、注意を 1 カ所に向けた場合の結果です。図 3 に、2 カ所に注意を向けた場合の SSVEP で計測した注意の広がり、ERP で計測した注意の広がりを示します。SSVEP では注意を向けた位置の間にピークを持ち、そこを中心に両側に広がりますが、ERP では 2 カ所の注意位置のみで顕著な効果を示しその間はほとんど効果がみられません。

SSVEP は視覚処理の初期過程の活動を反映し、ERP はより高次の処理過程の活動を反映することから、これらの結果はある場所に注意をむけると、その場所の情報を選択して他から区別すると同時に、初期の視覚過程ではその周辺の視覚情報処理を広く促進している

ことを示します。

【研究の意義】

本研究の成果は、注意がいかにかの周りに影響するかを計測する手法を開発し、それにより注意の広がり方（空間特性）が、処理レベルによって異なることを明らかにしました。この結果は、注意の機能が単に特定の位置の処理を促進することではなく、広く促進しその後必要な情報を選択する過程であることがわかります。これは注意をひとつの機能として説明するべきではなく、多くの脳の領野でその処理に適した注意効果があるとの考えを支持します。

本研究の成果は、車の運転など同時に複数の複雑な行動や認識が要求される課題遂行の注意過程を考える上で必要となる注意の基本特性を与え、人間の注意行動を推定するモデルの構築に貢献することで、歩きスマホ問題のような新技術に対する将来の社会問題回避に向けた応用的展開が期待できます。また、人間の機能を利用した技術という点では、ロボットや自動運転自動車の制御システムへの注意機能の搭載などにも貢献が期待できます。

【研究助成資金等】

- 科学技術振興機構 CREST（主たる共同研究者：塩入 諭）
- 日本学術振興会 科学研究費補助金 16H01659（研究代表者：塩入 諭）

【掲載論文名】

“Visual attention spreads broadly but selects information locally”

（視覚的注意は広く広がりかつ1カ所の情報を選択する）

Satoshi Shioiri, Hajime Honjyo, Yoshiyuki Kashiwase, Kazumichi Matsumiya and Ichiro Kuriki

Scientific Reports 2016年10月19日（英国時間・電子版）

<参考図>

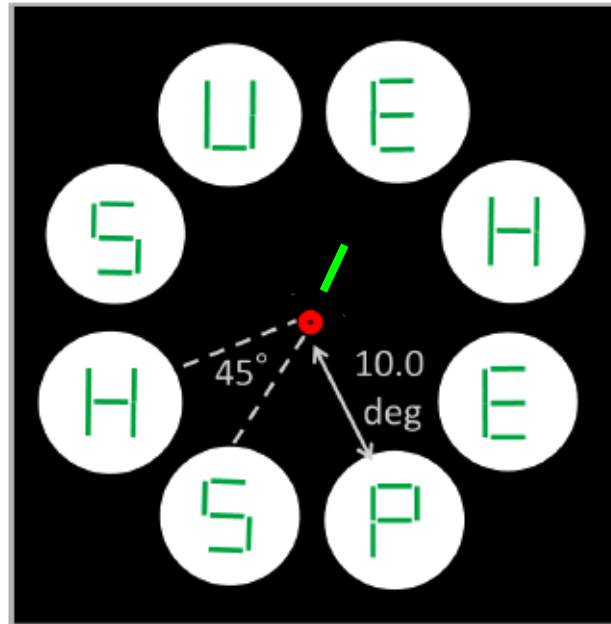


図 1. 実験に用いた視覚刺激. 8つの円盤はそれぞれ 10Hz から 20Hz の間の異なる周波数で明滅し, それぞれの周波数に対応する脳波 (SSVEP) の振幅を計測することから注意効果を測定する。SSVEP 脳波の振幅は注意を向けた場合に大きくなることから, 図中緑の線分で示す位置に注意をむけるとその位置の円盤の周波数の振幅が大きくなると予想される。それに加えて他の円盤に対する SSVEP を計測することで注意の広がりも計測することができる。また各円盤上の文字は高速に入れ替わり, 被験者は注意を向けた位置に決められた文字 (標的刺激) が呈示された場合にボタンを押す課題を行う様に指示された。標的刺激はすべての位置に呈示されるので, その標的刺激呈示によって誘発された脳波 (ERP) の計測からも注意の効果も計測することができる。

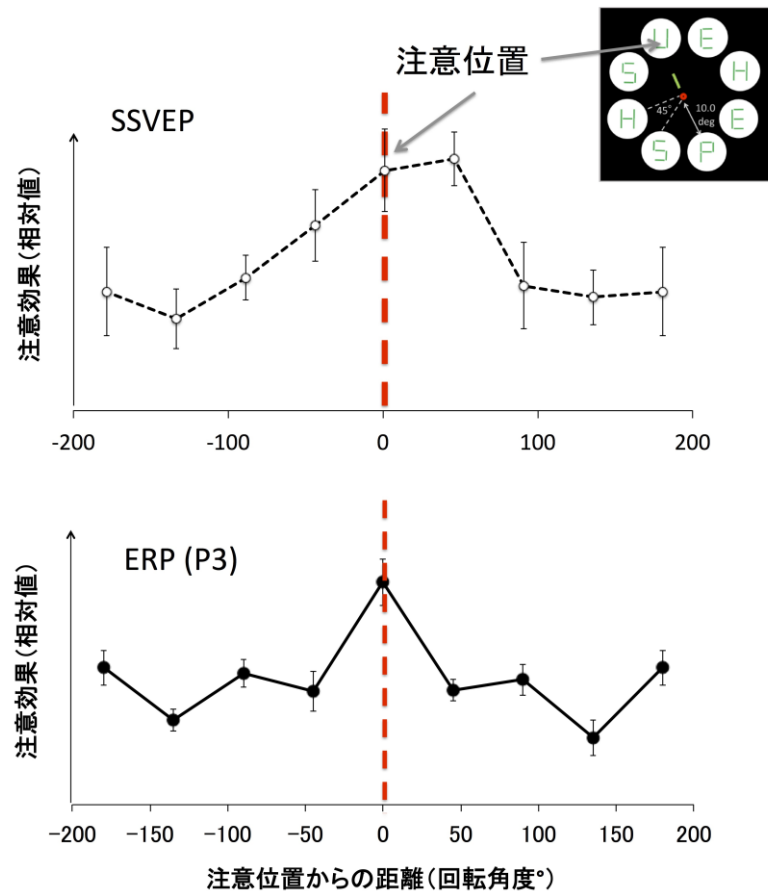


図 2 SSVEP(上)とERP(下)による注意の広がり の計測結果。赤線が注意位置で、SSVEPはその周囲に広がるが、ERP 注意位置で顕著な効果を示す。注意位置が 1 カ所の場合。

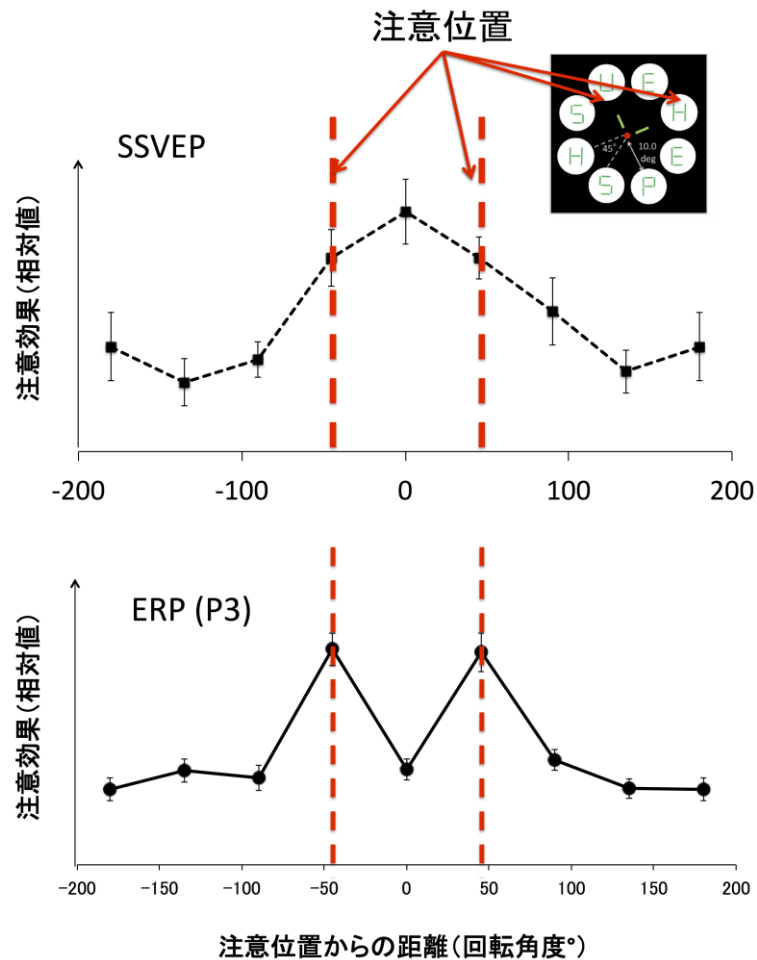


図3. 注意位置が2カ所の場合のSSVEP(上)とERP(下)による注意の広がり計測結果。赤線が注意位置で、SSVEPはその間にピークを持ち、そこを中心に広がるが、ERPは2カ所の注意位置のみで顕著な効果を示す。

【用語説明】

*1) 定常的視覚誘発脳波 (Steady State Visual Evoked Potential: SSVEP)
 連続的に明滅を繰り返す視覚刺激を観察しているときに得られる脳波であり、刺激の明滅の周波数に対応する周波数の脳波が得られる。異なる周波数で明滅する複数の刺激がある場合、それぞれの周波数に着目することでそれぞれの刺激に対する脳波成分を分離することができる。

*2) 事象関連脳波 (Event Related Potential: ERP)
 パルス上に短時間提示される刺激に対する応答で、数百ミリ秒の波として計測され、その間にいくつかの正負のピークが得られる。本研究で利用したP3は300ミリ秒付近に生じるピークである