

# 「目を離す」ことによる事故の防止を目指した 注意配分理論に基づいたアプローチ

## The approach based on the capacity model to prevent accidents caused by taking one's eyes off

原田 恵<sup>†</sup>, 竹内 亨<sup>†</sup>, 筒井 章博<sup>†</sup>  
Kei Harada, Susumu Takeuchi, Akihiro Tsutsui

<sup>†</sup>NTT未来ねっと研究所  
NTT Network Innovation Laboratories  
harada.kei@lab.ntt.co.jp

### Abstract

Despite of progress in technology, there are many accidents caused by taking one's eyes off such as dementia patients wandering and small children kidnapping. To prevent these "eye's off" accidents, we aim to make the alarm service based on inattentional unawareness and capacity model. For this goal, we examined how change the auditory ability with mental load during dual task at this paper. The result showed the different tendency between two performance indexes, i.e. reaction time and unaware rate, in the middle mental load level condition exceptionally. According to this result, we found the perception filter is changed with mental load level.

**Keywords** — attention, inattentional unawareness, capacity model

### 1. 序論

近年の技術や医療の進歩は目覚ましいが、それでも未だ解決に至っていない社会的な問題がある。幼児の失踪や認知症患者の徘徊による事件や事故もその一つである。国内における子ども（13歳未満）の略取・誘拐は年間100件近く（2014年度）起こっており[1]、米国においては18歳未満の行方不明件数は年間約47万件（2014年度）にもものぼる[2]。さらに、国内において認知症患者が行方不明者として届けられた件数は年間約1万件（2013年）に達し[3]、幼児や認知症患者が事件に巻き込まれることは非常に多い。

これらの問題に共通しているのは、保護者が被保護者から「目を離した」際に発生するという点である。目を離すことを言い換えると、通常は注意を被保護者に向けているが、急な出来事の発生によって注意を被保護者からそらすことだと言える。我々は、この目を離すという現象には注意資源が深く関わっていると考え、注意の選択モデルや容量限界に基づいて上記の問題を解決するというアプローチをとる。

最終的に実現させたいサービスは、保護者が知覚できないくらい被保護者が離れたらアラームを鳴らすというものである。一定距離が空いたらアラームを鳴

らすサービスはGPSやiBeaconなどを用いて実現できるが、保護者が知覚できている場合でもアラームが何度も鳴ることで保護者がアラームに馴化してしまい、本当に危ない時を知らせるアラームを聞き逃してしまう恐れがある。その解決策として、保護者の最低知覚域外に被保護者が出てしまった時のみアラームを鳴らすという方法が挙げられる。このサービスを実現するために、本研究では、最低知覚域の変化要因とされる心的負荷を操作し、最低知覚域の変化の様相を明らかにする。最低知覚域については、聞こえたか聞こえなかったかという2値をとる「聞き逃し率」という指標と、聞こえた場合に反応するまでにどれだけの時間がかかったかという連続的な値を取る「反応時間」という2種類の行動指標を用いて表す。

### 2. 関連研究

#### 2-1. 初期選択モデルと後期選択モデル

カクテルパーティ効果や視覚ナローイング (Visual Field Narrowing: VFN) のように、ある刺激は注意を向けられているかそうでないかによって、同じ強度や時空間にあっても知覚される場合とされない場合がある。これらの現象を説明するモデルは、初期選択モデルと後期選択モデルに分けられる[4]。

初期選択モデルとは、複数の知覚的情報が入力された直後に選択フェーズがあり、選ばれた情報のみが知覚され、他は抑制されるとするモデルである。代表的な理論としては、ある物理的特徴を持つ情報のみを選択するというフィルター理論や、物理的特徴以外に意味的特徴の分析もなされており、フィルターは情報を通さないのではなく弱めるだけとするフィルター減衰理論がある[4]。

後期選択モデルでは、複数の知覚的情報は一旦並列的に受容された後に選択フェーズに移行し、一部が選択されるとしている。代表的な理論としては選択的反

応理論があり、後述する注意の容量限界によって生じる情報処理のボトルネックが情報処理の後期にフィルターとして働くと提唱している[4].

## 2-2. 注意の容量限界

もし注意が無限の資源であれば、複数の情報を同時に処理できることになり、知覚する情報を選択する必要がなくなる。そのため、先述した選択モデルは、注意は有限の資源であるという前提に立っている。これは注意の容量限界と呼ばれている[4]. 有限の注意資源がいつ配分されるかは先述した選択モデルで示されており、どのくらい配分されるかは注意配分理論によって示されている。

注意配分理論では、注意資源の配分が課題の心的負荷によって影響されるとしている。心的負荷とは個人にとっての課題の困難度を指し、学習や慣れの影響を受ける。例えば、サッカーの初心者はドリブルすることに精一杯で味方がどこにいるかまでは頭が回らないが、熟練者はドリブルを学習しきっているため、味方の位置を把握する余裕がある。これは、ドリブルという課題の心的負荷が初心者と熟練者にとっては異なるため、注意資源の配分のされ方も異なることを示す例である。なお、注意資源の配分は意識的にも無意識的にも行われていると言われている。

## 2-3. inattentional unawareness

注意配分理論を踏まえると、保護者と被保護者の距離が同じでも、保護者の心的負荷によっては被保護者を知覚できなくなる可能性がある。基礎研究フェーズにおいても、周囲に注意を十分に配分できない状態では、普段は知覚できる外部刺激を知覚できない現象の存在を支持する研究は多い[5][6][7]。この知覚に関する現象は *inattentional unawareness* と総称されており、気が付かない刺激が視覚刺激の場合は *inattentional blindness*、聴覚刺激の場合は *inattentional deafness* と呼ばれている[5].

2004年にイグノーベル賞を受賞した Simons らの研究では、実験参加者にバスケットボールの動画を見せ、パスの回数を数えるという課題を課した[6]。その動画ではパスをし合っているプレイヤーの間をゴリラの着ぐるみを着た人物がすり抜けていくのだが、課題遂行に多くの注意を費やしている実験参加者はゴリラの着ぐるみの存在に気が付かないという結果が示された。また、オーケストラの音楽を聞かせてティンパニの音を数える課題を課した実験では、楽曲内に不自然なエレキギターを音を割り込ませた。その結果、課題を課さないコントロール群と比較すると、課題を課された群はエレキギターの音に気が付かないことが多か

ったという[5]。これらの研究は、課題とイレギュラーな刺激のモダリティが同じであるが、モダリティを変えた研究もある[7].

日常生活における *inattentional unawareness*、すなわち、被保護者を知覚できなくなる事態を防ぐためには、序論で述べたように、保護者の最低知覚域外に被保護者が出てしまった時にアラームを鳴らすサービスが役にたつ。本研究では、目を離すという現象を再現するため、継続的な主課題と断続的な副課題を同時に課す二重課題法を用いて被験者実験を行った。被保護者が発することが多いと予想されるため、イレギュラーな刺激には足音を模した聴覚刺激を用いた。主課題の難易度を操作することで心的負荷を操作し、最低知覚域の変化の様相を明らかにするという本研究の目標にアプローチする。

## 3. 方法

### 3-1. 課題

主課題として暗算課題、副課題として単純反応課題を設定した二重課題を採用した。暗算課題はPC画面に表示された計算式の答えを筆記で回答する課題で、難易度は項の桁数によって3段階に分けた。単純反応課題は700ms~2500msの間のランダムな時間間隔で提示される聴覚刺激に気付いたらキーを押す課題で、聴覚刺激の強度は6段階に分けた。これら2つの課題を同時に課し、単純反応課題への反応時間と聞き逃し率を測定した(図1)。

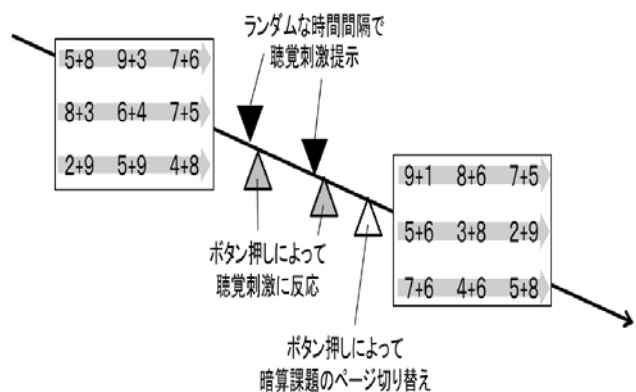


図1. 実験課題

課題は暗算課題の難易度毎にブロックワイズし、各難易度2セットずつ、計6セット行った。行うセットの順番は、実験参加者毎にカウンタバランスを取った。各セットでは、6段階の強度の聴覚刺激をそれぞれ12回ずつ提示し、1セットは72試行であった。

### 3-2. 刺激

暗算課題は13インチのPC画面全体に、難易度Lv.1では1桁同士の2項の加法式を9題、難易度Lv.2では2桁同士の2項の加法式を9題、難易度Lv.3では3桁同士の2項の加法式を6題提示した(図2)。画面内の全ての計算式に回答したらキー押しによって画面を切り替え、暗算を続行するよう教示した。難易度Lv.1では18ページ、難易度Lv.2では6ページ、難易度Lv.3では4ページの問題を解き終わったら1セットが終了するようにした。

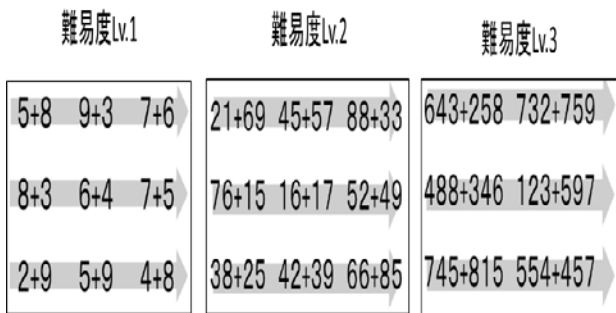


図2. 難易度別の主課題画面

聴覚刺激は被保護者の足音を模すように、事前に足音を測定してから刺激の強度を決定した。生活環境における事前測定において、精密騒音計NL-52(リオン社製)を用いて測定したところ、足音の周波数は約329Hz、音圧は70-73dBであったため、聴覚刺激の周波数も約329Hzとし、音圧は71/71.5/72.5/73/73.5/74dBの6種類を設定した。聴覚刺激の提示時間は500msであった。課題遂行のためにpsychopyというフリーソフトを用いた。

### 3-3. 実験参加者・実験環境

実験参加者は矯正前後のいずれかにおいて健全な聴力・視力を有する健康な男女13名(女性7名, 27.5±2.17歳)であった。実験はNTT武蔵野R&Dセンター内の非シールドルームで行い、実験時間は約30分であった。

## 4. 結果

ここからは、実験参加者13人分の反応時間と聞き逃し率の平均値について述べる。なお、反応時間が3秒以上の試行はエラーとして解析から除外した。

### 4-1. 難易度の主効果：全体

副課題への反応時間と聞き逃し率を主課題の難易度別に解析したところ、難易度の主効果は反応時間においても聞き逃し率においても見られなかった。一方、

t検定(両側, 有意水準5%)を行ったところ、反応時間はLv.1とLv.3のペア( $t(12)=2.646, p<.05$ )とLv.2とLv.3のペア( $t(12)=2.791, p<.05$ )、聞き逃し率はLv.1とLv.2のペア( $t(12)=2.744, p<.05$ )とLv.1とLv.3のペア( $t(12)=3.023, p<.05$ )において難易度の主効果が見られた(図3)。

なお、反応時間と聞き逃し率の相関係数は0.18であった。

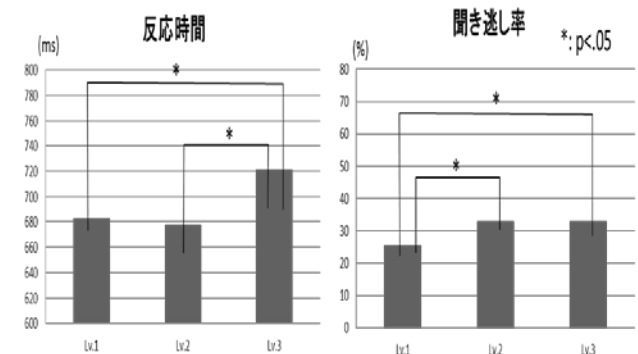


図3. 主課題の難易度による、反応時間と聞き逃し率の変化

### 4-2. 難易度の主効果：刺激強度別

上記の解析を副課題の刺激強度(音圧)別に行ったところ、難易度の主効果は71dB~74dBのどの場合においても、反応時間・聞き逃し率のどちらにも見られなかった(図4)。

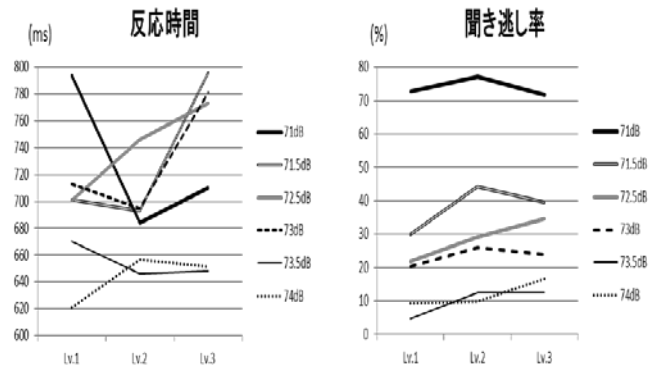


図4. 副課題の刺激強度別にみた、主課題の難易度による反応時間と聞き逃し率の変化

### 4-3. 刺激強度の主効果：全体

副課題への反応時間と聞き逃し率を副課題の刺激強度(音圧)別に解析したところ、反応時間には刺激強度の主効果が見られなかったが、聞き逃し率において主効果が見られた( $F(5,72)=16.547, p<.01$ )。Tukey法による多重比較を行ったところ、5%と1%有意水準において、図5に示すペアに有意差が認められた(図5)。

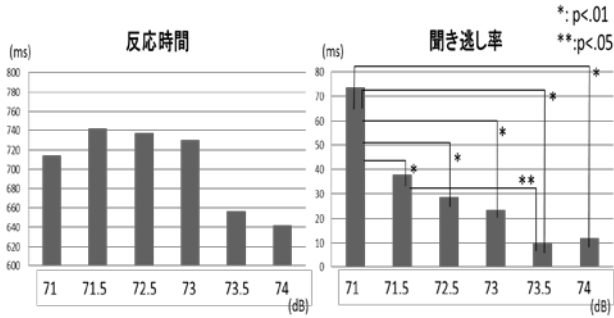


図5. 副課題の刺激強度による、  
反応時間と聞き逃し率の変化

4-4. 刺激強度の主効果：難易度別

上記の解析を主課題の難易度別に行ったところ、反応時間への刺激強度の主効果は Lv.3 において見られた ( $F(5,71)=3.117, p<.05$ ) (図6). Tukey 法による多重比較を行ったところ、有意な差があるペアはなかった。

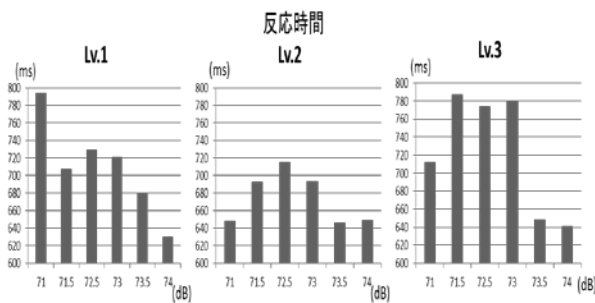


図6. 主課題の難易度別にみた、  
副課題の刺激強度による反応時間の変化

聞き逃し率については、刺激強度の主効果はすべての難易度において見られた (Lv.1 ( $F(5,72)=14.460, p<.01$ ), Lv.2 ( $F(5,72)=16.027, p<.01$ ), Lv.3 ( $F(5,72)=14.363, p<.01$ )). Tukey 法による多重比較を行ったところ、5%と1%有意水準において、図7に示すペアに有意差が認められた (図7).

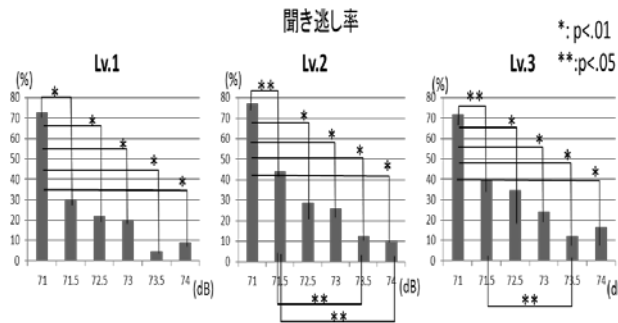


図7. 主課題の難易度別にみた、  
副課題の刺激強度による聞き逃し率の変化

5. 考察

5-1. 難易度と反応時間・聞き逃し率の関係

主課題の難易度の主効果は分散分析においては見られなかったが、t 検定では主効果が見られたペアも存在した. このことは、Lv.1・2・3 の3群間ではパフォーマンスの平均に差があったとは言えないが、特定のペア間ではパフォーマンスの平均に差があったことを示している. そのため、難易度の操作は特定のペア間においては妥当であったと言える.

しかし、図3を見ると、主課題の難易度と反応時間・聞き逃し率は比例関係にないことが考えられる. 反応時間は難易度 Lv.3 時に急激に遅くなり、聞き逃し率は難易度 Lv.1 時の低さが顕著である. ここで注目すべきは、反応時間と聞き逃し率の変化の様相が異なるという結果である.

反応時間が遅くなったり、聞き逃し率が高くなったことは、ともに副課題への注意配分量が少なくなることに起因する. そのため、両者の変化の様相はほぼ共通していると予想されるが、本研究では両者の変化の様相は異なっている. その理由は横軸の中央である難易度 Lv.2 にあると考えられる.

難易度 Lv.2 時は、反応時間は3難易度の中で最も早いのに対し、聞き逃し率は最も高い (図3・4). これは、反応時間のサンプル数は少ないが、それらの値はどれも小さいということである. これに基づくと、反応時間が遅くても反応できた試行は少ないということになり、副課題の聴覚刺激を通すかを定めるフィルターは、速く反応できだけの強い知覚を生む刺激だけを通し、反応はできても遅くなってしまふ刺激は通さなかったと考えられる. そのため、刺激が弱くても知覚してパフォーマンスが比例的に悪くなるフィルター減衰理論とは異なり、高いパフォーマンスが保証される強い刺激のみを知覚するフィルター理論が Lv.2 では適用された可能性がある.

5-2. 刺激強度と反応時間・聞き逃し率の関係

図5より、副課題の刺激強度と反応時間・聞き逃し率も比例関係にないことが分かる. 特に反応時間と刺激強度の間には、規則性がないようにも捉えられる. 一方、反応時間と聞き逃し率はともに 73.5dB と 73dB の間で、反応時間は長くなり、聞き逃し率は高くなっており、値がネガティブな方向にそれぞれ大きく変化している. この 73.5dB と 73dB について t 検定を実施したところ、反応時間においても聞き逃し率においても平均の差は有意であった ( $t(12)=3.754, p<.05, t$

(12)=2.113,  $p < .1$ ).

しかし、dB という単位は相対値であるため 73.5dB は 73dB の 1.059 倍となり、感知できる差はわずかである。さらに、40dB 以上の範囲で聴覚刺激の音圧を増減させても反応時間は変わらないという実験結果もあり [8]、本実験の反応時間において 73.5dB と 73dB の間に差が見られたことは先行研究には反している。この原因としては、生活環境への適用を目指すために非シールドルームで実験を行ったため、環境音が外乱となってしまうことが考えられる。しかし、2 種類の指標において共通してパフォーマンス的にネガティブな差が見られたということは、知覚レベルに関する閾値が 73.5dB と 73dB の間にあると捉えることもできる。

## 6. まとめ

本研究では「目を離す」ことによる事故や事件を防ぐために、保護者の最低知覚域外に被保護者が出てしまった時のみアラームを鳴らすサービスの実現を目指し、心的負荷の増減による最低知覚域の変化の様相について、反応時間と聞き逃し率を判断指標として検討した。

二重課題を課した実験の結果、反応時間と聞き逃し率への心的負荷の主効果は見られなかったが、心的負荷が増加すると反応時間は伸び、聞き逃し率は増加する傾向にあった。反応時間と聞き逃し率はともに注意配分戦略に関わっているにも関わらず、本研究では相関関係が見られなかった。その理由としては、心的負荷が中程度だった条件下においては、負荷が高かったり低かったりする条件とは異なる知覚フィルターが働き、聞き逃し率を抑える代わりに反応時間を早めたためだと考えられる。

今後は、本研究のような、心的負荷によって知覚フィルターが異なるという結果が、マルチタスク環境下でなくても得られるかを観察する必要がある。

## 参考文献

- [1] 警察庁 (2014), “罪種別子供 (13 歳未満の者) の被害件数の推移” Retrieved from <https://www.npa.go.jp/hakusyo/h25/honbun/html/pf221000.html>, (2016 年 5 月 19 日)
- [2] FBI (2014), “NCIC Missing Person and Unidentified Person Statistics for 2014” Retrieved from <https://www.fbi.gov/about-us/cjis/ncic/ncic-missing-person-and-unidentified-person-statistics-for-2014#two> (May 19th, 2016.)

- [3] 厚生労働省 (2014), “行方不明になった認知症高齢者等に関する実態調査結果及び取組について” Retrieved from <http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12301000-Roukenkyo-ku-Soumuka/3-1.pdf> (2016 年 5 月 19 日)
- [4] 安西 祐一郎・荻阪 直行・前田 敏博・彦坂 興秀 (著) (1994), “岩波講座 認知科学 9 注意と意識”, 岩波書店
- [5] Sablina, K., Sabine, S., & Oliver, V. (2009), “Inattentional Deafness Under Dynamic Musical Condition”, *Proceeding of the 7th Triennial Conference of European Society for Cognitive Science of Music*, 246-249
- [6] Daniel, J. S., & Christopher, F. C. (1999), “Gorillas in our midst: sustained inattention blindness for dynamic events”, *Perception*, 28, 1059-1074
- [7] Dana, R., & Nilli, L. (2015), “Load-induced inattentional deafness”, *Atten Percept Psychophys*, 77, 483-492.
- [8] 高岡佳弘 (1990). 聴覚の反応時間測定法に関する研究. 日本耳鼻咽喉科学会会報, 93, 746-755