

令和 3 年 5 月 21 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K00205

研究課題名(和文)単眼で視認する拡張現実ディスプレイの実際場面での利用 - 認知過程の解明と有効性検証

研究課題名(英文)Elucidation of cognitive process when using a monocular AR display in real-life situations

研究代表者

篠原 一光 (Shinohara, Kazumitsu)

大阪大学・人間科学研究科・教授

研究者番号：60260642

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的はヘッドアップディスプレイの視覚情報を単眼で視認することの有効性を確認し、その認知過程を解明することであった。当初の仮説は、単眼視認時には視覚情報の選択が比較的早期段階で可能であるため、単眼視認時のほうが注意要求が小さく、効率的に視覚情報を獲得できるというものであった。研究の結果、単眼視認時には両眼視認時に比べてより広い範囲から情報を獲得できることが示された。また、単眼視認時に早期の段階で一方の目への情報入力を選択するということを行われないことが示された。よって、当初の仮説は全面的に支持されるものではなく、また単眼視認が両眼視認より必ずしも優越するとは言えないことが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は両眼で環境の情報を取得しつつ単眼で付加的な視覚情報を視認するという、通常ではあまり行われないがヘッドアップディスプレイ(HUD)のような情報機器の出現に伴って行われるようになった、新しい視覚的行動における認知的処理の特性について、実験的研究に基づく基礎的知見を提出するものである。また単眼で情報を視認することは、HUDだけでなく、今後普及が予想される単眼式ヘッドマウントディスプレイ(HMD)を使用する場合と共通しており、これらのユーザインタフェースとしての有効性や利用性を検討する上で考慮すべき観点を示している点が本研究の社会的意義と言える。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to confirm the effectiveness of monocular viewing of visual information on a head-up display and to elucidate the cognitive processes involved. The initial hypothesis was that monocular viewing requires less attention and allows for more efficient acquisition of visual information, because visual information can be selected at a relatively early stage. The results of the study showed that we can acquire information from a wider range during monocular vision than during binocular vision, and that we do not choose to input information to one eye at an early stage during monocular vision. Thus, the original hypothesis is not fully supported, and monocular vision is not necessarily superior to binocular vision.

研究分野：認知心理学

キーワード：単眼式拡張現実 ヘッドアップディスプレイ 視覚的注意 認知モデル

## 1. 研究開始当初の背景

ICT機器の視覚情報提示機器として、現実空間の中に人工的な映像を重畳して提示するヘッドアップディスプレイ(Head-Up Display: HUD)の利用が急速に広まりつつある。これにより、作業者は視線をそらさずに機器からの情報を視認できるため、いわゆる脇見による危険を減少させると考えられる。一方、現実空間の中に存在する対象の距離とHUDの視覚情報の距離が異なることから、HUDの情報が視認されにくく煩わしいものになったり、また視線そのものは動かさなくても視覚的注意を奥行方向に移動させることが求められる。

このようなHUD利用時の視覚に関する問題を解決する方法として、HUDの映像を単眼で見るという単眼式拡張現実(AR)という手法(以下単眼ARと称する)を考案してきた。先行研究では単眼ARにより、現実空間とHUD映像の距離差の問題や、奥行方向の注意移動を抑制できることが示されてきた。手作業での単眼式HUD 利用時には両眼HUD利用時よりもよい成績が得られたこと等、単眼式HUD のメリットを示す知見が得られつつあった。しかしその有効性の検証はまだ不十分である上、単眼AR利用時にどのような視覚情報処理が行われているのかについては仮説が提示されてはいたが、まだ十分な検証が行われてはいなかった。

## 2. 研究の目的

本研究の当初の目的は以下の2点であった。

- (1)一般的な提示方法である両眼方式でのHUD利用に対して単眼方式のほうが優位であることを確認し、既に提案されていた仮説(図1)に基づき、その優位性の基礎となる認知過程を明らかにする。
- (2)現実場面への単眼ARの実装に向けて、現実性の高い機器を使っての利用性評価を行う。

ただし、研究の進行の中で単眼ARの優位性の高さが当初の予想に反して必ずしも明確でないことが明らかになってきたため、(1)に関する研究に集中することとなった。

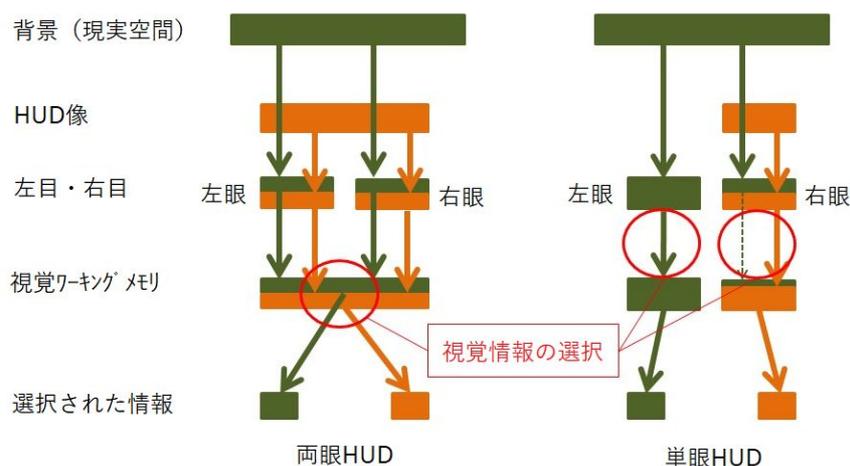


図1 視覚情報の選択段階に注目した仮説的モデル

## 3. 研究の方法

すべての研究では、液晶モニタに提示される視覚刺激に、別の液晶モニタに提示される視覚刺激をハーフミラーにより重畳させる装置を用いてオプティカルシースルー方式のARを想定した状況を模した。さらに偏光フィルタを用いることで重畳させる視覚刺激を両眼または単眼のいずれかで視

認するよう操作を行った（図2）。また実験によっては実験参加者の脳波測定を行い、事象関連電位の分析を行った。

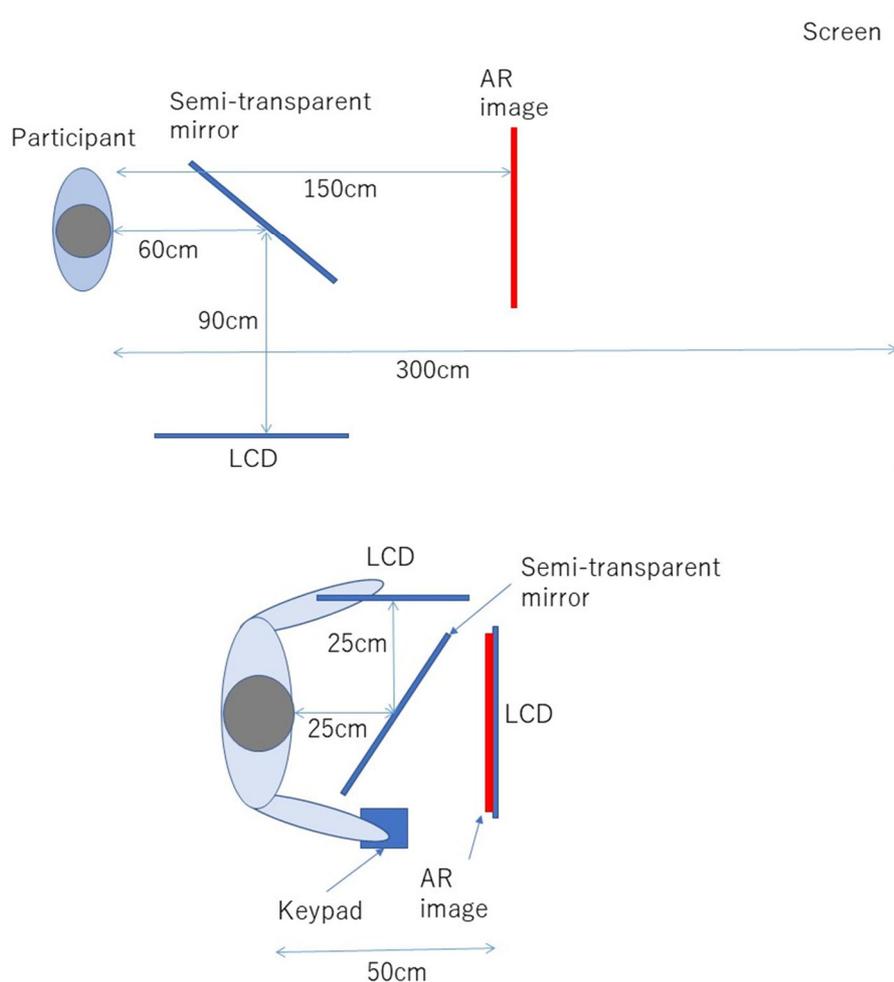


図2 実験装置(上：研究成果 1、下：研究成果 2～4)。参加者正面のスクリーンやLCDに表示される刺激が現実世界（環境）の刺激、ARイメージがHUD像もしくは拡張現実刺激である。

#### 4. 研究成果

1. 両眼または単眼でHUD像を注視し続けている場合、単眼・両眼という観察方法が有効視野の広さにどのような影響を与えるかを検証することを目的とした実験を実施した。中心視課題として文字が連続的に高速で提示されるRSVP課題を用いた。RSVP課題の文字刺激はHUD像として提示され、単眼または両眼で視認した。周辺課題として利き目で見るときに中心刺激の周辺に見えるようにスクリーン上に投影した8個の視覚刺激の輝度変化検出課題を用いた。周辺視野で生じる輝度変化を検出できた場合、その位置は有効視野内にあると解釈できる。実験の結果、有効視野は単眼でHUD像を観察した時の方が両眼で観察した時に比べて有意に広くなり、単眼ARの優位性を示すことが示唆された(Kitamura et al., 2018)。
2. HUD像は現実世界の視覚情報を取得する際の妨害刺激として作用する可能性があるため、変化の見落とし(change blindness)を誘発する可能性がある。そこで、変化見落とし研究によく使用されるフリッカーパラダイム（一部に違いのある2つの映像を交互に繰り返し提示し、違いを発見して報告する）を利用した実験研究を実施し、HUD像を両眼または単眼で観察する場合に変化の見落としが生じるかを検討した。このパラダイムでは映像を切り替える

際に短時間妨害刺激を提示すると、違いを発見することが難しくなるが、同パラダイムを用いた先行研究では単眼のみに妨害刺激を提示すると妨害刺激が提示されない場合と同様に変化の検出が簡単になることが示されている。これは単眼で拡張現実像(AR像)を提示すればその像は必要に応じて無視できることを示唆するが、これがAR像の特性と無関係に生じるかは不明であった。そこで本実験では妨害刺激として、非常に無視しにくいモンドリアン刺激(様々な色・大きさの長方形をランダムに組み合わせた刺激)を用いた。独立変数として、妨害刺激の観察方法(両眼・単眼)、妨害刺激の輝度(高・中・低)を操作した。実験の結果、妨害刺激を両眼で見る方が単眼で見るよりも変化の検出が遅くなった。また単眼、両眼とも妨害刺激の輝度の効果が見られ、妨害刺激の輝度が高い方が変化の検出が遅くなった。また先行研究と同様に妨害刺激を提示しない場合と比較した場合、本実験での単眼条件のほうがより変化の検出が遅くなり、変化の見落としが発生したと解釈される可能性があった。これらの結果から、単眼にAR像が提示される場合、両眼提示よりは無視されやすいものの、それが視覚的に顕著な刺激であれば必ずしも無視されず、その像の心的表象が形成される可能性があると考えられる。(Kitamura et al., 2019; 伝保・篠原, 2020)

3. HUD像の単眼・両眼観察時の視覚情報処理の差異を検討することを目的として、視覚探索課題(複数の視覚刺激の中に予め指示した刺激が含まれるか否かを判断する課題)を用い、HUD像が提示されている目と、HUD像が提示されていない目の入力される視覚情報を選択的に利用できるかを検証する実験を行った。刺激としては、赤色X、赤色T、緑色Tがあり、標的は赤色Tとした。HUD像側と、現実像(背景像)にそれぞれ視覚探索の対象刺激を提示し、それぞれの像での色は一定とした(例えばHUD像の刺激は緑、背景は赤)。実験では、HUD像または背景像のどちらに標的が出るかの手がかりを提示後に、視覚探索刺激を提示した。独立変数として、妨害刺激の観察方法(両眼・単眼)、妨害刺激数(8個、16個)、手がかりが示す標的出現像(HUD像、背景像)、手がかりの妥当性(valid, invalid)とした。実験参加者は標的の有無を判断して反応し、その反応時間と正答率を従属変数とした。背景像に標的が出ると予告した場合、HUD像が単眼提示の場合には実験参加者はHUD像を無視し、HUD像非提示側の目の視覚情報を選択すると予測した。これが可能であれば形だけで標的の有無を判断できるため(特徴探索)、反応時間は刺激個数に影響されないと予想された。一方、HUD像を無視できない場合には、実験参加者は色と形という2つの基準で標的の有無を判断しなければならず(結合探索)、反応時間は刺激の個数が多い方が長くなると予想された。実験の結果、観察方法に関わらず反応時間は刺激数が多い方が長くなった。また手がかりの妥当性の効果は見られなかった。このことから、HUD像が提示されない目の情報を選択しつつもう一方の目からの情報を無視することは難しく、HUD像または背景像のいずれかに選択的に注意を向けることはできなかったことが示唆される。(篠原・桑江・北村, 2019)
4. 視覚的な情報処理の抑制が求められる課題遂行において、HUDに表示される視覚刺激を単眼・両眼観察する際の視覚情報処理の差異を検討することを目的とした実験を実施した。フランクカー課題を用い、視野中心部に左右いずれかを向いた矢羽記号(< >)を、現実世界での刺激として提示した。左右いずれかの方向を向いた矢羽記号を標的とし、その方向の矢羽が提示されたときのみ可能な限り早く正確にキー押しで反応することを求めた。ターゲットと非ターゲットは同数提示され、また、まれにターゲットの周囲に同方向または逆方向の矢羽がフランクカーとしてHUD像(拡張現実刺激)で提示された(e.g., <<<<< または >>>>>)。実験参加者は視野中心部の矢羽だけに注目して反応を選択し、他の矢羽は無視するよう教示された。拡張現実刺激の提示眼(両眼・単眼)および視野周辺部に提示される矢

羽（なし、同方向、逆方向）を要因とした。その結果、行動指標として取得した反応時間の結果からは基本的に両眼条件の方が単眼条件よりターゲットに早く反応できるが、視野周辺部の矢羽が逆方向のときのみ、単眼条件の方が反応は早くなることが示された。また、フロンカー刺激提示に伴って生起する事象関連電位の結果から、両眼条件・単眼条件の両方で同様に矢羽記号の知覚や反応選択が行われていることが示唆される。（Kitamura, Kimura, & Shinohara, submitted）

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kitamura Akihiko, Kinosada Yasunori, Shinohara Kazumitsu	4. 巻 10
2. 論文標題 Monocular Presentation Attenuates Change Blindness During the Use of Augmented Reality	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fpsyg.2019.01688	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Kitamura Akihiko, Kinosada Yasunori, Kimura Takahiko, Shinohara Kazumitsu, Sasaki Takashi, Okumura Haruhiko, Hotta Aira	4. 巻 49
2. 論文標題 55-1: Invited Paper: Superiority of Monocular Augmented Reality when Continuous Viewing is Required	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SID Symposium Digest of Technical Papers	6. 最初と最後の頁 721 ~ 724
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/sdtp.12381	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 1件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 篠原一光, 桑江良周, 北村昭彦
2. 発表標題 拡張現実空間での視覚探索：単眼・両眼提示の比較
3. 学会等名 日本人間工学会第60回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北村昭彦, 篠原一光
2. 発表標題 拡張現実使用時の変化の見落としにおける妨害刺激の特徴の影響 - 両眼・単眼提示の比較 -
3. 学会等名 第17回注意と認知研究会合宿研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kitamura, A., Kinosada, Y., Kimura, T., Shinohara, K., Sasaki, T., Okumura, H., Hotta, A.
2. 発表標題 Superiority of Monocular Augmented Reality when Continuous Viewing is Required
3. 学会等名 Society for Information Display's Display Week 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

拡張現実を利用した視覚情報呈示 <a href="http://acpsy.hus.osaka-u.ac.jp/ar.html">http://acpsy.hus.osaka-u.ac.jp/ar.html</a>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	紀ノ定 保礼  (Kinosada Yasunori)  (00733073)	静岡理工科大学・情報学部・講師    (33803)	
研究分担者	木村 貴彦  (Takahiko Kimura)  (80379221)	関西福祉科学大学・健康福祉学部・教授    (34431)	
研究分担者	北村 昭彦  (Akihiko Kitamura)  (70807817)	成蹊大学・理工学部・助教    (32629)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	木村 司  (Tsukasa Kimura)  (70845594)	大阪大学・産業科学研究所・助教    (14401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関