

運転支援のためのフロントガラス周辺からの情報提示方法

高比良 英朗^{*1} 平山 高嗣^{*1*2} 村瀬 洋^{*1} 下 憲一郎^{*3}

Information Indication Method from Around the Windshield for Driving Support

Hideaki Takahira^{*1}, Takatsugu Hirayama^{*1*2}, Hiroshi Murase^{*1} and Kenichiro Shimo^{*3}

Abstract – We have studied the use of LEDs installed around the windshield as an information presentation method such as alerts to a driver. In this paper, we report on the results of an experiment in which we changed the flashing of the LED with various parameters to analyze whether the driver would notice the LED flashing while gazing at the front of the car.

Keywords : flashing, LED, information presentation, driving

1. はじめに

運転者が安全な運転を遂行するための情報提示方法にはさまざまなものがある。その中で、代表的なものがダッシュボード上の運転席付近に設置されているカーナビゲーションシステム（カーナビ）であり、多くの車輦において採用されている。カーナビでは、ディスプレイへの画像表示と音声で運転者に道路情報や行き先を案内する。しかし、このカーナビの情報提示では、運転者の注意がそのディスプレイに引き寄せられてしまい、前方に対する注意が散漫状態となってしまう。そのため、運転者の前方に対する注意を維持したまま情報提示を行なう方法が検討されている。その代表例として、前方視界上に視覚情報を提示する方法と聴覚情報を提示する方法がある。前方視界上に視覚情報を提示する方法では、ヘッドアップディスプレイ（HUD）に情報提示する研究^[1]やウインドシールドディスプレイに情報提示する研究^{[2],[3]}が行なわれている。聴覚情報を提示する方法では、運転者属性に合わせた周波数の音を鳴らす研究^[4]が行なわれている。

HUDやウインドシールドディスプレイを用いた視界上に情報を映し出す方法では、運転者が前方の視線をあまり動かさずに情報を取得できる利点がある。しかし一方で、前方の景色情報を隠してしまう可能性がある。音を鳴らす方法では、聴覚情報を利用するため、視界を遮ることなく、情報提示できる利点がある。しかし一方で、エンジン音や雨音などの周囲環境音により、音がかき消されてしまう可能性がある。

そこで我々は、これらの研究とは異なる情報提示方法として、人の周辺視に着目し、LEDをフロントガラス周辺領域へ設置する方法を提案する。周囲環境の変化に合わせて、LEDの点滅を変化させることで、運転者に情報提示する方法である。この方法ではフロントガラス周辺領域にLEDを設置しているため、運転者の視界を大きく遮ることやフロントガラスを通して視認できる車輦や歩行者に重複することがない。また、車内にLEDを設置することで、環境音で音がかき消されてしまうような外部環境変化による情報の遮断が発生することもない。このため、運転者の視界を十分に確保しながら、外部環境変化の遮蔽を受けにくい情報提示を可能にする。

車輦にLEDを設置する方法の一例として、自動運転の車輦を対象としたinterACTプロジェクトにおける研究^[5]が挙げられる。この研究では、自動運転の自車輦の走行意図を歩行者や周囲の車輦への外部伝達、自車輦内に座っている人への内部伝達するための手段としてLEDが使用され、双方向のインタラクションの実現を目指している。本論文では、提示する情報への気付きが対象であり、提示する情報の意味の理解されやすさを対象としたinterACTの方法とは違った方法を取る必要があると考える。

本論文では、このフロントガラス周辺領域に設置したLEDに対して周辺視で気付く点滅パラメータを探るため、実験室環境下で、運転時を模擬した状況を再現し、さまざまなLEDの点滅パラメータに対して、どのパラメータが認知しやすいのか検証した結果について報告する。

2. 実験方法

実験室内に運転時を模擬した状況として、ダッシュボード、フロントガラス、Aピラーを机の上に配置し、運転席のコックピットを再現し、車載カメラ映像を視

*1: 名古屋大学 大学院情報学研究所

*2: 人間環境大学 人間環境学部

*3: AGC 株式会社

*1: Graduate School of Informatics, Nagoya University

*2: Faculty of Human Environment, University of Human Environments

*3: AGC Inc.

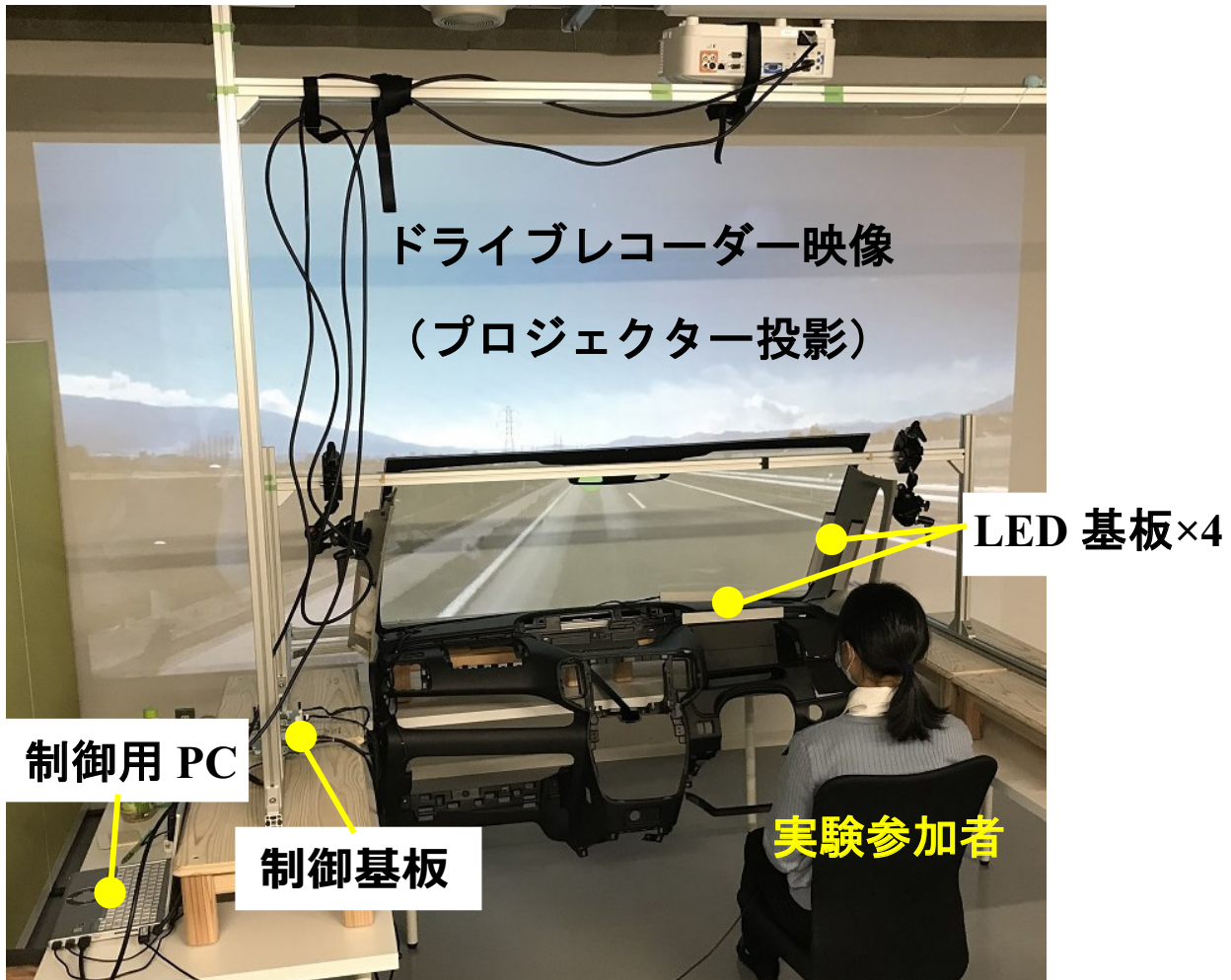


図1 実験設備
Fig.1 Experimental apparatus.

表1 点滅パラメータ
Table 1 Flashing parameters.

種類	パラメータ
輝度レベル	20, 40, 63
周波数	3 Hz, 6 Hz, 10 Hz
色	アンバー, 緑, 白
位置	Aピラー ガラス側, 内装側 ダッシュボード ガラス側, 内装側

聴させた。その配置を図1に示す。実験時の室内の照度は20 Luxであった。

LEDの点滅パラメータを表1に示す。輝度はLEDの制御プログラムで設定可能なレベル値で示しており、周辺視で視認が可能な明るさに設定した。この輝度レベル、周波数、色、位置の組み合わせを複数設定したLEDの点滅を実験参加者に提示する。このLEDの点滅パラメータはプログラム制御により変化させた。

実験参加者に視聴させる車載カメラ映像は、高速道路を走行中のものから、車輦の追い越しや追い抜きがないシーンを抽出し、約5分弱の長さの映像を制作した。その映像例を図2に示す。映像視聴時の注視の目



図2 実験映像
Fig.2 Experimental movie.

安として、画面中央の前方車輦が位置する付近に緑色の中抜き円を配置し、実験中は運転するような状態になるように、緑円の中に視線を向けるように指示した。

点滅するLEDの位置は事前に、Aピラーガラス側か内装側のどちらか、もしくはダッシュボードガラス側か内装側のどちらかが光ると実験参加者に教示した。LEDの点滅パラメータの提示順はランダム、LEDの

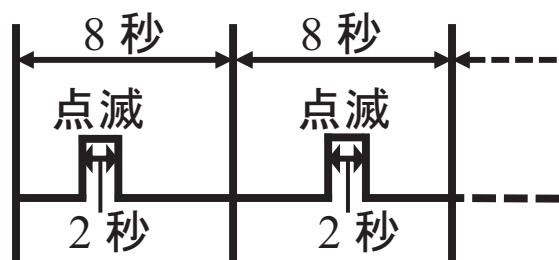


図3 点滅タイミング
Fig.3 Flashing timing.

点滅時間は2秒間として、図3に示すように8秒間のいずれかのタイミングで光るようにプログラミング制御した。この8秒間を27回(3輝度×3周波数×3色)繰り返し、1分間程度の小休憩、次の27回の繰り返しまでを1セットとして、Aピラー、ダッシュボードで各3回、計6セットの実験を行なった。

LEDの点滅に対する気付きの計測にはボタン操作を用いた。実験参加者がLEDの点滅に気付いたと感じた際にボタンを押すように指示した。その際に、LEDや手元のボタンの方へ視線を向けずに映像中の円を注視するように指示した。

実験参加者は、運転に支障のない視力を有する20代から60代の男性14名、女性10名であった。

3. 実験結果

3.1 反応時間

実験参加者がLEDの点滅に反応してボタンを押すまでにかかった時間を反応時間と定義し、その結果を表2に示す。LEDの点滅に気付かずにボタンを押さなかった場合を除いた各パラメータの組み合わせでの平均値を示しており、全体的に0.5~0.6秒付近に分布している。全パラメータの平均値と標準偏差は0.581秒±0.277秒、最小は0.499秒、最大は0.713秒となっており、気付いた際には1秒未満の早いタイミングであることが示された。

3.2 反応率

反応時間では、気付きが生じなかった点滅パラメータについて除外したため、検証ができなかった。そのため、全試行回数のうち、ある秒数以内に反応できたかどうかを検証する指標として反応率を定義する。輝度、周波数、色、位置の各パラメータのどの要素で反応率に違いが出たかを検証するため、それぞれのパラメータごとに0.2~2.0秒以内における反応率をまとめた図を図4~7に示す。あるパラメータのある試行において全く気付かなかった場合も存在するため、この

反応率が1となることはなかった。その結果、0.3秒以内ではほとんど気付かず、0.8秒を超えると約8割、1.0秒を超えると約9割の実験参加者が気付くことができた。

各パラメータごとに見ると、輝度レベルは40、周波数は6 Hz、色はアンバー、位置はAピラーガラス側において、他のパラメータより高い反応率を示す結果となった。この結果から運転時の注意喚起の点滅パラメータとして、これらの値が有効である可能性が考えられる。これらの値が高い反応率を示した理由としては、輝度はある程度の明るさレベルが必要であったこと、周波数はウインカーの毎分60回以上120回以下(1~2 Hz)と比較して高めが明暗に気づきやすかったこと、色はウインカーなどで使われている注意を惹きやすいオレンジ系統の色であったこと、位置は前方の注視位置に近かったことが考えられる。

4. まとめ

運転支援のためのフロントガラス周辺からの情報提示方法として、フロントガラス周辺部の運転席付近のAピラーとダッシュボードにLEDを取り付け、点滅させる方法を提案した。実験室内に運転時の状況を模擬したコックピットと車載カメラ映像を使用し、ドライバ役の実験参加者が実際に運転するように正面を注視している際に、LEDの点滅に気付くかどうかを検証する実験を行なった。LEDをさまざまなパラメータで変化させ、LEDの点滅への反応時間、反応率を計測した結果、輝度レベル40、周波数6 Hz、アンバー色、Aピラーガラス側の位置において早い反応時間かつ高い反応率を示し、これらの値が気づきに有効である可能性が示された。

今後の展望として、今回の実験で対象とした高速道路以外に市街地、田園地帯などを走行しているシーンや雨天、夜間など外部環境が変化した際にも今回の実験で得られたパラメータが気づきに有効かどうか検証していく。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費17H00745, 19K12080の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 中村, 仲谷: ヘッドアップ型情報提示装置を用いた、初心運転者のための合流支援システム, 情報処理学会第74回全国大会, pp.191-192 (2012).
- [2] 中村, 安藤, 川原: ウインドシールドディスプレイによる安全で快適な画像情報呈示, デンソーテクニカルレビュー, Vol.10, No.2, pp.117-123 (2005).
- [3] 森田, 亀田, 北原, 大田: ウインドシールドディスプレイ

表 2 反応時間
Table 2 Reaction times.

	A ピラー_ガラス	A ピラー_内装	ダッシュボード_ガラス	ダッシュボード_内装
白_10Hz_63	0.610	0.589	0.571	0.594
白_6Hz_63	0.590	0.618	0.611	0.653
白_3Hz_63	0.556	0.625	0.528	0.713
白_10Hz_40	0.575	0.558	0.540	0.581
白_6Hz_40	0.544	0.562	0.556	0.535
白_3Hz_40	0.577	0.596	0.582	0.642
白_10Hz_20	0.568	0.620	0.560	0.535
白_6Hz_20	0.545	0.608	0.629	0.640
白_3Hz_20	0.558	0.606	0.597	0.512
緑_10Hz_63	0.570	0.602	0.578	0.577
緑_6Hz_63	0.602	0.566	0.605	0.594
緑_3Hz_63	0.568	0.539	0.536	0.656
緑_10Hz_40	0.609	0.519	0.628	0.559
緑_6Hz_40	0.570	0.550	0.584	0.585
緑_3Hz_40	0.583	0.586	0.580	0.631
緑_10Hz_20	0.572	0.555	0.589	0.570
緑_6Hz_20	0.634	0.549	0.618	0.588
緑_3Hz_20	0.629	0.582	0.577	0.609
アンバー_10Hz_63	0.594	0.594	0.549	0.594
アンバー_6Hz_63	0.499	0.598	0.551	0.582
アンバー_3Hz_63	0.641	0.546	0.589	0.635
アンバー_10Hz_40	0.594	0.538	0.525	0.577
アンバー_6Hz_40	0.510	0.578	0.502	0.565
アンバー_3Hz_40	0.606	0.614	0.626	0.571
アンバー_10Hz_20	0.586	0.622	0.574	0.571
アンバー_6Hz_20	0.556	0.593	0.580	0.598
アンバー_3Hz_20	0.539	0.590	0.547	0.532

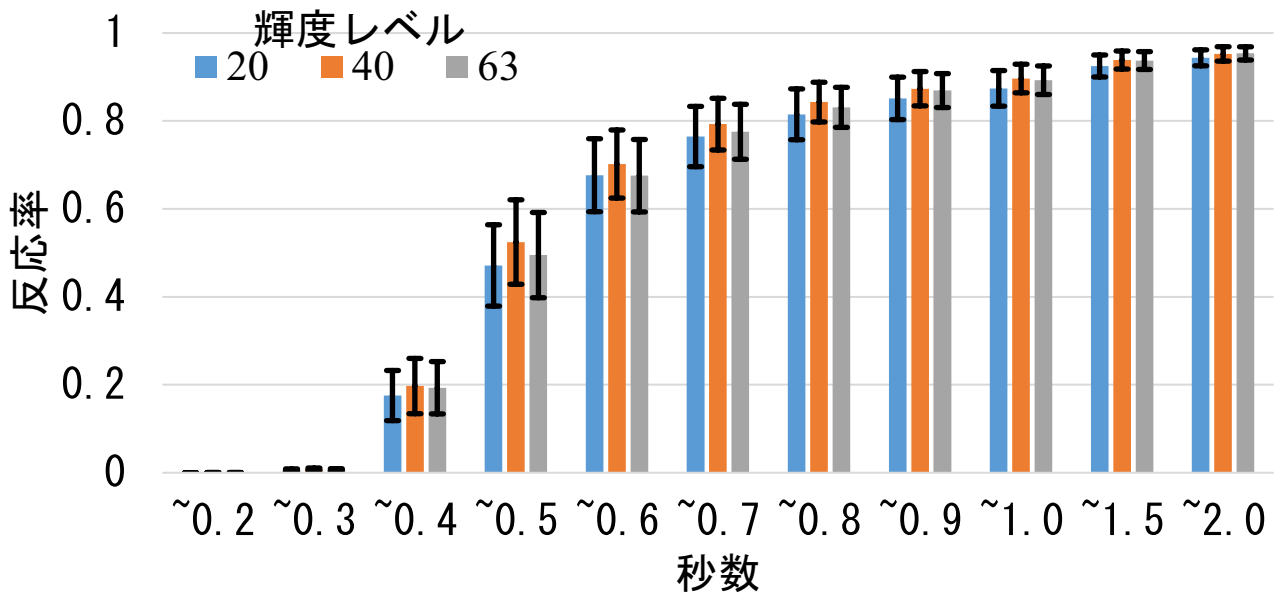


図 4 各輝度における反応率
Fig. 4 Response rate for each luminance.

を用いた交差点における進入車両提示法, 第 18 回日本バーチャルリアリティ学会大会, pp.295-298 (2013).

- [4] 山崎, 福元, 萩, 山本, 山本, 中野: 自動車運転中の高齢者に配慮した聴覚情報提示方法, 映像情報メディア学会誌, **Vol.59**, No.12, pp.1855-1858 (2005).
- [5] Weber, F., Sorokin, L.Y., et al.: Final human-vehicle interaction strategies for the interACT AVs, interACT D.4.2. (2019).

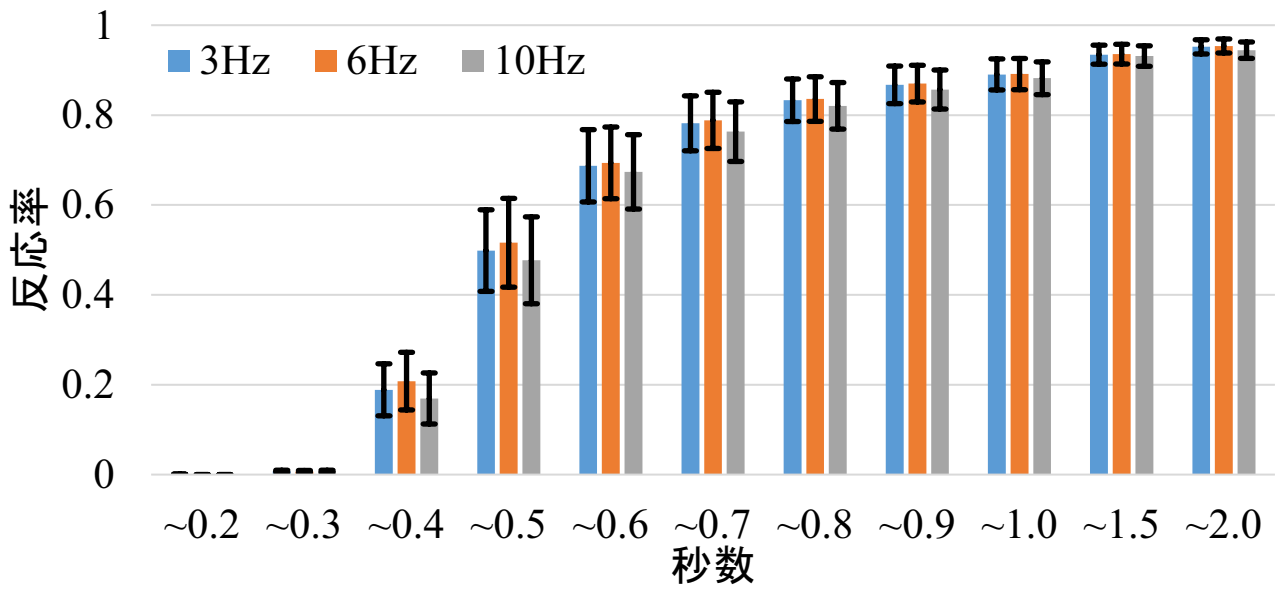


図5 各周波数における反応率
Fig.5 Response rate for each frequency.

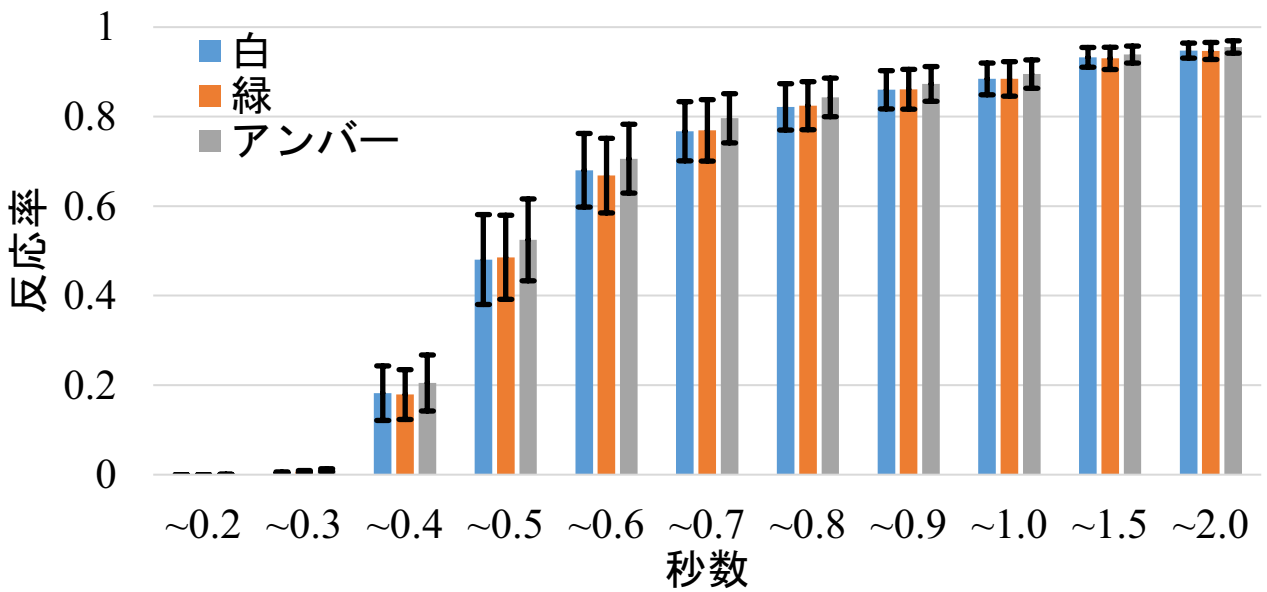


図6 各色における反応率
Fig.6 Response rate for each color.

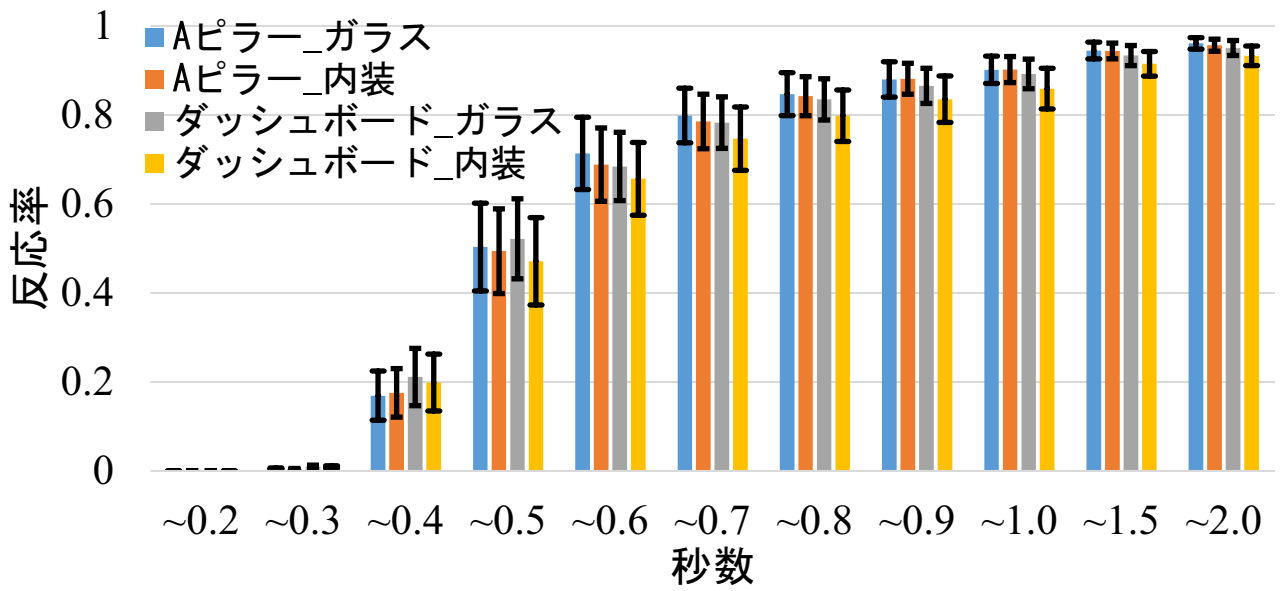


図7 各位置における反応率
 Fig.7 Response rate for each position.