



認知バイアスを考慮したMR防災訓練システム実現のための 意思決定プロセスに基づくバイアス発生メカニズムの分析

Analysis of bias generation mechanism based on decision making process
for realization of MR disaster prevention training system considering cognitive bias

奥田 竜成¹⁾, 打矢 隆弘¹⁾, 内匠 逸¹⁾

1) 名古屋工業大学 大学院工学研究科 (〒 466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町, r.okuda.963@stn.nitech.ac.jp)

概要: 本研究は MR 防災訓練による認知バイアス軽減を目指し、バイアス発生メカニズムの解明・軽減効果の検証のために、4 段階の実験を進めている。具体的には、1) MR 空間内の認知バイアスの検証, 2) 防災訓練の条件下での認知バイアスの検証, 3) 意思決定プロセスに基づきバイアス発生メカニズムを分析, 4) 認知バイアスを考慮した防災訓練システムを提案し有用性を検証する。今回はバイアス発生メカニズムの分析結果までを示し、MR 空間での認知バイアスの発生、防災訓練条件下での認知バイアス発生、認知バイアスに関する要因について検証・分析を完了した。

キーワード: 認知バイアス, 避難行動, 複合現実, 防災訓練

1. はじめに

令和 5 年版消防白書 [1] によると令和 4 年の発生火災件数は 36,314 件・死者は 1,452 名、その死亡原因の 42% が逃げ遅れであり、約 65% がすぐに避難を開始していない。加藤 [2] は非避難行動の原因として正常化の偏見・経験の逆機能・オオカミ少年効果などを挙げ、これらは認知バイアスによるリスク認知の歪みが影響していると考えしている。本研究では、認知バイアスに着目し、それを軽減するための防災訓練の有効性を検証することを目指す。具体的には、認知バイアスの発生プロセスの解明と防災訓練によるその軽減効果を検証し、最終的には認知バイアスを考慮した防災訓練の実現を通じて減災を目指す。作業療法の分野 [3] では、自分にもバイアスがかかることを自覚し、メタ認知能力を高めることがバイアス軽減に有効とされており、本研究でも同様のアプローチを採用する。

2. 研究方針

2.1 採用デバイス

本研究で使用するデバイスについて説明する。本研究では MR (Mixed Reality) デバイスを採用する。採用理由としては、認知バイアスの再現性の担保が可能な点と防災訓練として実用化を見据えた際に XR 技術を用いた防災訓練は準備の容易さ・安全性の観点でメリットが多く、MR であれば VR に比べて VR 酔いの懸念が軽減され VR を用いた防災訓練と同程度の訓練効果を期待できるためである。

2.2 研究デザイン

本研究では認知バイアスを考慮した防災訓練実現のため 4 つの段階を踏み検証を進める。今回は 3 段階目までの結果を示す。

1. MR 空間内の認知バイアスの検証

2. 防災訓練の条件下での認知バイアスの検証

3. 意思決定プロセスに基づきバイアス発生メカニズムを分析

4. 認知バイアスを考慮した防災訓練システムを提案し有用性を検証

3. 実験システム

実験システムでは擬人化エージェントを MR 空間上に配置し、擬人化エージェントの振る舞いによって被験者へ影響を与える。システムの流れを図 1 に示す。システムは 2 つのモードを有しており、モード A は火災警報器が鳴動した後に擬人化エージェントが避難を促す行動を行い、被験者の避難行動を誘引させる。一方でモード B では火災警報器が鳴動した後に擬人化エージェントが待機を促すような発言を行い、被験者の避難行動を抑制する。この実験システムではモード A では認知バイアスの影響により避難行動を起こしやすくなる効果、モード B では認知バイアスによる認知の歪みにより正常にリスク情報を評価できず避難行動が抑制される効果を期待する。



図 1: システムの流れ

4. MR 空間内の認知バイアスの検証

4.1 実験手順

本実験ではモード A に 10 人、モード B に 9 人の異なる被験者を割り当てる。実験手順は以下のようになっており、被験者には認知バイアスや防災といった内容は一切伝えていない。

1. 被験者に対して実験・デバイスの使用方法を説明
2. 被験者が実験を開始
3. 一定時間経過または部屋を退室時に実験を終了
4. 被験者は実験後アンケートに回答&ヒアリング

4.2 評価指標

評価指標を以下に示す。評価指標は 1 が“待機”，5 が“避難”を示し，a と b が対となり擬人化エージェントの発言前後での避難意思の変化を測る指標となる。

- a. 擬人化エージェントの発言前の避難意思
- b. 擬人化エージェントの発言後の避難意思

4.3 結果・考察

結果を表 1・表 2 に示す。表 1 と表 2 はそれぞれモード A とモード B において被験者の避難意思に有意な変化があるかの検定を行った結果である。それぞれ Wilcoxon の符号付き順位検定を実施したところ、モード A の群においてのみ有意な変化が確認された。しかし、ヒアリングにおいては両モードにおいて擬人化エージェントの言動に影響を受けたということがわかった。ここで、評価指標 a のモード間の差に対して Wilcoxon の順位和検定を実施したところ、表 3 に示すように有意な差が認められた。このことから、いずれのモードにおいても認知バイアスに関係する現象が発生したことが示唆された。また認知バイアス特有の事後評価の影響が本来同一であるべき評価指標 a にまで影響を及ぼしていると考えられる。

5. 防災訓練の条件下での認知バイアスの検証

5.1 実験手順・評価指標

本実験では前項の結果を踏まえ、同様の現象が防災訓練という情報を与えても発生するかを検証する。そのため実験手順に最初に“非シナリオ提示型の防災訓練である”という趣旨の説明を被験者に対して行うことを追加し以下のように実施する。なお、本実験ではモード B のみを使用し、第 1 段階での実験と今回の実験の結果を同じ評価指標で比較する。

1. 被験者に対して非シナリオ提示型の防災訓練と説明
2. 被験者に対して実験・デバイスの使用方法を説明
3. 被験者が実験を開始
4. 一定時間経過または部屋を退室時に実験を終了
5. 被験者は実験後アンケートに回答&ヒアリング

表 1: Wilcoxon の符号付き順位検定 (Mode:A)

	A-a	A-b
中央値	3.00	2.00
Z	-2.37	
p	0.0094	

表 2: Wilcoxon の符号付き順位検定 (Mode:B)

	B-a	B-b
中央値	2.00	1.00
Z	0.548	
p	0.33	

表 3: Wilcoxon の順位和検定

	A-a	B-a
中央値	3.00	2.00
U	19.00	
p	0.028	

5.2 結果・考察

結果を表 4・5・6 に示す。表 4 は本実験における避難意思に有意な変化があったかの検定結果である。また、表 5 と表 6 は第 1 段階での実験結果と本実験の各避難意思に関する評価値に有意な変化があるかを検定した結果である。今回の実験において擬人化エージェントの発言前後の避難意思に関して有意な変化が認められた。また、第 1 段階での実験結果と比較すると擬人化エージェントの発言前の避難意思に関して実験間に有意な差が認められた。このことは、防災訓練という情報を提示したことにより、被験者は訓練ということを意識し避難を行う考えが浮かびやすくなっていったと考えられる。一方で、発言後の避難意思はほぼ同一値になっており、今回の実験でも同様の認知バイアスに関係した現象が発生したと考えられる。このことより、防災訓練システムに認知バイアスを意図的に組み込むことは可能であると考えられる。

6. 意思決定プロセスに基づきバイアス発生メカニズムを分析

2 段階目の実験と同一の実験において意思決定プロセスに基づく評価指標の検証を行った。

6.1 意思決定プロセスに基づく評価指標

Mileti&Peek,L.[4] が人間はリスク情報に対して直接的に反応するのではなく、情報を解釈しながらリスク知覚を形成する存在である点を強調し、リスク情報を受け取った人間が行動を起こすまでの 6 段階のプロセスというものを提唱している。本研究ではこの理論に着目した。以下に 6 段階のプロセスを示す。

表 4: Wilcoxon の符号付き順位検定

	Exp2-a	Exp2-b
中央値	4.00	1.00
Z	-3.30	
p	0.00050	

表 5: Wilcoxon の順位和検定 (評価指標 a)

	Exp1-a	Exp2-a
中央値	2.00	4.00
U	15.50	
p	0.00055	

表 6: Wilcoxon の順位和検定 (評価指標 b)

	Exp1-b	Exp2-b
中央値	1.00	1.00
U	76.00	
p	0.98	

- リスク情報を耳にする段階
- リスク情報を理解する段階
- リスク情報を信用する段階
- リスクが自分に迫っていることを自覚する段階
- リスクに対する対処法を思案する段階
- 行動を起こす段階

これらに基づき火災警報器 (リスク情報 A) と擬人化エージェントの発言 (リスク情報 B) という 2 つのリスク情報それぞれに対して評価指標を用意した。各指標の設問の記号と内容の概略を表 7 に示す。なお、m は 2 つのリスク情報を総合した最終的な意思決定のため共通である。

表 7: 追加評価指標 (7 段階の評定尺度)

リスク情報 A	リスク情報 B	評価する内容
c	h	リスク情報の知覚
d	i	リスク情報の理解
e	j	危険性の自覚
f	k	緊急性の自覚
g	l	対処法の思案
m		最終的な意思決定

※リスク情報 A : 火災警報器

※リスク情報 B : 擬人化エージェントの発言

6.2 結果・考察

6.2.1 群分けを行わない分析

リスクの自覚について火災警報器が鳴ったタイミングと擬人化エージェントの発言後のタイミングで有意な変化が

あるかを調べるために対応する評価指標間の差について検定を行った。その結果を危険性の自覚についての変化については表 8 に、緊急性についての変化は表 9 に、対処法の思案の変化については表 10 に検定結果を示す。

表 8: 危険性の自覚に関する Wilcoxon の符号付き順位検定

	Exp2-e	Exp2-j
中央値	4.00	3.00
Z	-1.87	
p	0.031	

表 9: 緊急性の自覚に関する Wilcoxon の符号付き順位検定

	Exp2-f	Exp2-k
中央値	5.00	3.00
Z	-3.52	
p	0.00022	

表 10: 対処法の思案に関する Wilcoxon の符号付き順位検定

	Exp2-g	Exp2-l
中央値	5.00	3.00
Z	-2.82	
p	0.0024	

意思決定プロセス過程におけるリスク認知の段階において自覚している危険性・緊急性が有意に下がり、避難意思についても下がっていることがわかった。このことよりリスクが自分に迫っていることを自覚する段階から認知バイアスと思われる現象の影響が発生していると考えられる。また、評価指標 m についてのヒストグラム (図 2) について見ると最終的な行動の意図として避難をしようとしていた人数の多い群と避難せず待機しようとしていた人数の少ない群に分かれていることがわかった。そこで 2 群に分け、危険性・緊急性と最終的な避難行動との相関について 2 つの群それぞれの特徴を分析することとした。

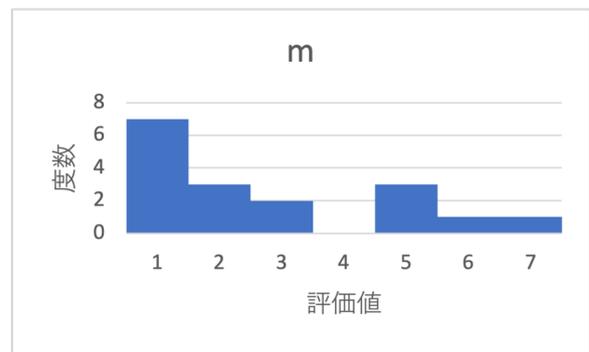


図 2: 評価指標 m のヒストグラム

表 12: 評価指標 e に関する Wilcoxon の順位和検定

	G1-e	G2-e
中央値	3.50	4.00
U	20.00	
p	0.54	

表 13: 評価指標 j に関する Wilcoxon の順位和検定

	G1-j	G2-j
中央値	4.00	6.00
U	18.50	
p	0.42	

表 14: 評価指標 f に関する Wilcoxon の順位和検定

	G1-f	G2-f
中央値	3.00	3.00
U	12.50	
p	0.095	

表 15: 評価指標 k に関する Wilcoxon の順位和検定

	G1-k	G2-k
中央値	2.50	3.00
U	21.00	
p	0.62	

表 16: 評価指標 g に関する Wilcoxon の順位和検定

	G1-g	G2-g
中央値	5.00	6.00
U	13.00	
p	0.13	

表 17: 評価指標 l に関する Wilcoxon の順位和検定

	G1-l	G2-l
中央値	2.00	5.00
U	11.50	
p	0.091	

6.2.2 最終的な意思決定について 3・4 の値を排除し群分けした分析

まず始めに 3 及び 4 を基準に群を分けた分析を行ったが異なる相関を示す結果となった。そのことから 3・4 の評価値は 2 つの群が混在する範囲であると考え、3・4 を排除し分けた群において分析を行うこととしその結果について示す。なお、G1 は最終的に避難意思を示さず行動を起こさなかった群・G2 は最終的に避難意思をもって避難行動を行った群である。

3・4 に該当する項目を排除して群分けした場合の相関係数を表 11 に示す。この結果から擬人化エージェントの発言から感じた緊急性が両群の意思決定と相関を示している。一方で避難を行わなかった G1 は擬人化エージェントから感じた危険性とも相関を持っていた。また、各リスク情報に対する危険性の自覚に関する 2 つの群の評価値の差の検定結果を表 12・13 に示し、緊急性の自覚に関する 2 つの群の評価値の差の検定結果を表 14・15 に示し、対処法の思案に関する 2 つの群の評価値の差の検定結果を表 16・17 に示す。検定の結果として有意な差は認められなかった。このことより、2 群の間に評価値の有意な差がないにも関わらず G1 は危険性を基にしたリスク認知とそれへ対応する意思決定が正常に行えていないと考えられる。

ここまでの結果から、擬人化エージェントの発言が被験者の危険性・緊急性の認識を有意に歪め、低下させることが明らかになった。これにより、被験者は危険性を考慮できない状態に陥ったと考えられる。実験後のヒアリングでは、擬人

化エージェントの発言や行動に追従する意見が見られ、被験者が危険性の評価を他者に委ねてしまったと考えられる。この実験において、危険性を正しく評価できなかった G1 と自ら判断して適切に行動を起こした G2 の 2 群が存在した原因は、「主体性」が影響しているのではないかと考えられる。

表 11: 相関係数

群	従属変数	r	相関
G1	e (リスク情報 A に関する危険性)	0.20	なし
	j (リスク情報 B に関する危険性)	0.69	あり
	f (リスク情報 A に関する緊急性)	-0.22	なし
	k (リスク情報 B に関する緊急性)	0.43	あり
G2	e (リスク情報 A に関する危険性)	0.59	あり
	j (リスク情報 B に関する危険性)	0.15	なし
	f (リスク情報 A に関する緊急性)	0.78	あり
	k (リスク情報 B に関する緊急性)	0.54	あり

7. まとめ

本研究は、認知バイアスを考慮した防災訓練を通じて認知バイアスを軽減し、減災を目指すことを目的としていた。本稿では 4 段階の実験プロセスのうち、現在までに 3 段階目までを完了した結果を示した。まず、1 段階目の実験では、防災訓練に採用された MR デバイス上で認知バイアスが発生するかを検証し、再現可能であることが確認された。次に、2 段階目の実験では、防災訓練の情報が提示された際にも同様の現象が再現可能であることを確認した。3 段階目の実験では、意思決定プロセスに基づく分析を実施した。擬人化エージェントの発言が被験者の危険性・緊急性の認識を低下させ、適切な判断を阻害することが明らかになった。ヒアリングの内容から、これは被験者の内的な要因である「主体性」が関係している可能性があると考えられる。今後、ここまでの知見を踏まえて防災訓練システムの実装を行い有効性を検証する予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP23K11215 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 消防庁, “令和 5 年版 消防白書”, 閲覧日: 2024/5/14.
- [2] 加藤 健, “体内警報システムの機能不全”, 災害情報, 8, p. 42-54, 2010.
- [3] 川合伸幸, “認知バイアス—判断し行動するときの心のクセ—”, 作業療法, 43, 2, pp. 159-163, 2024.
- [4] Milet, D. S., & Peek, L. “The social psychology of public response to warning of a nuclear power plant accident”, Journal of Hazardous Materials, Vol. 75, pp. 181-194, 2000.