

仮想空間における虚偽検出

—検査環境の違いによる虚偽反応の違い—

心理学科 20hp232 武田 陽史

(指導教員：長野 祐一郎)

キーワード：虚偽検出, 仮想空間, 自律神経系反応, 自然環境

問題と目的

今日警察が犯罪捜査で行っている隠匿情報検査 (CIT) は、被検査者の虚偽を検出する際に用いられている。しかし、検査結果の生理反応は虚言時によって表れる反応なのかという科学的信頼性の問題や倫理的な観点による問題などが挙げられ議論されている。本研究では科学的信頼性の問題に着目し、交感神経活動を抑制させる仮想空間と交感神経を促進させる仮想空間で虚偽検出を行った場合の虚偽反応の検出結果の違いについて検討する。

方法

実験参加者：大学生 29 名, 平均 21.03 歳 ($SD=1.35$)。窃盗材料：模擬窃盗を行うために、バンブル、ネックレス、ピアス、リング、腕時計をそれぞれ用意した。指標：心理指標は小川ら (2001) の一般感情尺度を、生理指標は、心拍数 (HR)、指先血流量 (BF) を測定した。群配置：自然空間を模した仮想空間で実験を行う自然環境群、薄暗い検査室を模した仮想空間で実験を行う検査室群を設けた。手続き：実験参加者には模擬窃盗として 5 つの貴金属入りの紙袋を 1 つ選ばせ、貴金属を盗ませた。その後、VRゴーグル、計測器を装着させた。盗んだ貴金属の質問 (裁決質問)、盗んでいない貴金属の質問 (非裁決質問)、実験とは関係ない質問 (干渉質問) を裁決・非裁決質問順序を変えながら計 5 試行を行った。干渉質問は試行の初めに尋ねた。実験参加者には「いいえ」と回答させた。分析方法：心理指標では、2 (群：自然環境群, 検査室群) \times 2 (回答期間：実験前, 実験後) の 2 要因混合計画の分散分析を行った。生理指標では、質問開始前 10s、質問開始後 20s の計 30s を 5s ごとに Block で分け、指標ごとに 2 群 \times 2 (質問：裁決質問, 非裁決質問) \times 6 (期間：Block1-6) の 3 要因混合計画の分散分析を行った。

結果

心理指標の結果として、肯定的感情 (PA)、否定的感情 (NA) とともに群間の差は見られず、PA は低下し、NA は上昇した。一方、安静状態 (CA) は群による差が見られ、自然環境群では上昇し、検査室群では低下した。生理指標の結果として、HR は Block1, Block2 において検査室群の方が、HR が有意に高く、その差は時間が経つにつれて消失した。また、検査室群では HR に大きな変化が示されず、自然環境群では期間の後半で HR が大きく上昇したといえた。また、期間の前半では裁決・非裁決質問の間に差はなかったが、Block5 と Block6 においては、非裁決質問の方が、HR が有意に高かった (図 1)。また、裁決質問では HR は大きな変化を示さなかったが、非裁決質問では期間の後半で大きく上昇したといえた。BF は Block4 と Block5 において、有意に低下し、また、期間の後半で裁決質問時の BF が非裁決質問より大きく低下することが示された (図 2)。

考察

本研究から、自然環境群と検査室群の心拍数についての比較実験により、自然環境群はリラックス状態であり、検査室群よりも心拍数が低かったことが示された。自然環境によってストレス反応が抑制されたということは交感神経活動が抑制され、副交感神経活動が促進したということが言える。また、自然環境によって緊張が緩和され、交感神経活動が弱まり、血流があまり低下しない結果となった。しかし、検査を行う環境による虚偽反応の検出について、統計的に明確な有意差は認められなかった。このような周囲の環境が生体反応に与える影響の検討について、まだよく知られてはいない。本研究はそのような効果の検討に VR の利用は大きく役立つ可能性を示したのではないかと考える。

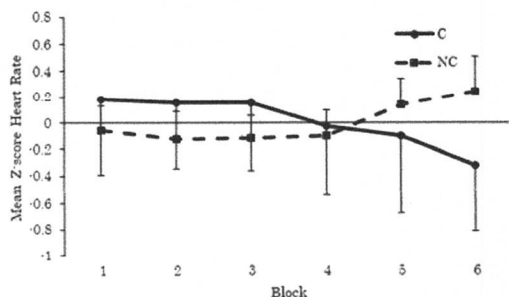


図1 検査室環境におけるHRの裁決・非裁決質問時の変化

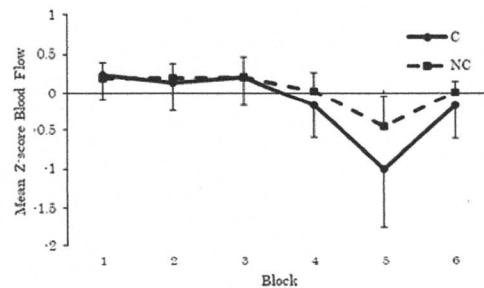


図2 検査室環境におけるBFの裁決・非裁決質問時の変化

仮想空間における虚偽検出
—検査環境の違いによる虚偽反応の違い—

学籍番号 20hp232
氏名 武田 陽史
指導教員 長野 祐一郎

序と目的

{今日の日本の犯罪と犯罪捜査}

ここ数年の日本の犯罪件数は減少傾向にある。刑法犯の認知犯罪件数の総数は平成 15 年以降、年々減少傾向にあり、令和 4 年では、認知犯罪件数の総数が 568,104 件と報告されている。これは戦後最少を更新する件数となっている（警察白書, 2022）。データとして見てみると日本の犯罪件数が減少し、我が国の治安が改善されているように見える。しかし、データ以外の面を見てみると、犯罪に対する認知が改められるだろう。今日の犯罪方法には、特殊詐欺や、サイバー犯罪といった高度な犯罪が浸透してきている。令和 4 年中の特殊詐欺は認知件数だけでも 1 万 7,520 件であり、被害額は 361.4 億円にまで登り、前年度よりも増加している（警察署組織犯罪対策部, 2023）。このようなことからわかるように、以前よりも犯罪捜査が困難なものとなってきている。そのため、見えないうところで犯罪が発生しているということがわかる。これに伴い、日本の犯罪捜査も年々高度なものとなってきている。

{ポリグラフ検査について}

ポリグラフ検査の起源は 19 世紀後半にまで遡る。犯罪人類学の創始者であるイタリアの犯罪学者 Lombroso が、末梢神経系の脈波を使用し研究を行ったことが虚偽検出の始まりとされている（平, 1998）。その後、様々な工夫がなされ、現在では呼吸運動（Res Piration）、心拍数（Heart Rate）、脳波（Brain Waves）、脈波（Pulse Wave）、血流（Blood Flow）、皮膚電位活動（Electrodermal Activity）などの指標から嘘を見破るための研究が行われてきた。嘘の検出率は非常に高く、古い文献でも、83.9%（Ben-Shakhar & Furedy, 1990）、88.2%（Lykken, 1998）など、検出率が報告されている。

また、ポリグラフ検査といってもさまざまな方法が存在する。桐生（2000）はポリグラフ検査の質問方法について、直接的質問法、間接的質問法の 2 つに大きく分類されるとしている。直接的質問法には、対象質問法（Control Question Test：以下 CQT, Reid, 1947）、比較的質問法（Comparison Question Test）、関係—無関係質問法（Relevant Irrelevant Test：以下 RIT, Larson, 1932）がこれにあたる。間接的質問法には、隠匿情報検査（Concealed Information Test：以下 CIT）または、有罪知識質問法（Guilty Knowledge Test: GKT, Lykken, 1959）、緊張最高点質問法（Peak of Tension Test: 以下 POT, Keeler, 1930）、有罪行為検査法（Guilty Action Test: 以下 GAT, Bradley & Warfield, 1984）がこれにあたる。このようにポリグラフ検査にはさまざまな方法が存在するが、犯罪捜査の際に用いられる方法は限られており、日本の犯罪捜査では CIT が用いられている。CIT は裁決質問法という方法によって検査を行っている。高澤・廣田（2004）は裁決質問法について、事件に関する質問（以下、裁決質問）1 問、事件には関係がないが、裁決質問と同じカテゴリーに含まれる質問（以下、非裁決質問）複数問から質問が形成され、これを 1 試行とし、質問順序を変えながら複数回試行を重ね、得られた生体反応から裁決・非裁決質問ごとに平均し、得られたデータから被検査者が犯行に関係しているのかを判断するものであると定義している。例えば、コンビニ強盗で犯人が現金 13 万円を窃盗した場合、容疑の疑いがある被検査者に対し、「13 万円」という事実についての質問を「5 万円」、「30 万円」などの事実ではないが、同じカテゴリーに該当する質問を複数織り交ぜ、裁決・非裁決質問で生体反応を確認し、それぞれ裁決質問において、非裁決質問とは異なる特異的な

反応が生じた場合、被検査者に犯行の記憶が存在し、犯人の疑いがあると判断することができる。逆に裁決・非裁決質問間で反応に異なった特異的な反応が生じなかった場合、被検査者には、犯行についての記憶がなく、犯罪には関係していないと判断することができる。

{ポリグラフ検査への批判}

このようにポリグラフ検査の発展により、犯罪捜査は飛躍的に発展してきた。このこともあり、1950年代後半ではポリグラフ検査の結果が証拠として認められるようになった（中山, 2003；山岡, 2000）。しかし、ポリグラフ検査にはいくつか批判が存在する。渡辺・鈴木（1970）はポリグラフ検査の批判には道義的・倫理的問題、科学的信頼性の問題の2種が存在すると指摘している。道義的・倫理的問題は、被検査者の心身に踏み込むということから、Kaganiec（1956）は、プライバシーの侵害に該当するのではないかと指摘をしている。科学的信頼性には、検査によって得られた生体反応が検査以外の要因が関連しているか判断が難しい問題がある。ポリグラフ検査の結果を統計的に信頼することができるのか、検査者の主観的な判断が含まれているのではないかとこの点がポリグラフ検査の科学的信頼性の問題に該当する。つまり、信頼できる判断基準が存在しないということが問題となっている（渡辺・鈴木, 1970）。

このような問題の他に被検査者が検査中、意図的に体を動かし生体反応を操作してしまうという問題も存在する。このような対策については、被検査者にじっとしてもらうしか方法はないだろう。このような背景から、ポリグラフ検査の結果は事件解決の証拠としては認められていない（財津, 2014）。仮に、道義的・倫理的問題や被検査者の行動を解決できたとしても、科学的信頼性についての問題が解決しなければ、今後ポリグラフ検査による誤った結果から冤罪が起きてしまうことも考えられる。科学的信頼性の問題について、検査を行う環境や検査者など検査とは関係のない要因により、検査中のストレスや緊張感が影響しているのではないかと考えることができる。そのため、被検査者のストレスや緊張感を抑制することで、被検査者は落ち着いた状態で検査を受けることができ、ポリグラフ検査以外の要因がデータに影響することをある程度抑制することができるのではないだろうか。

{環境によるリラックス効果とバーチャルリアリティでの実現}

我々がリラックスする環境として初めに思い当たるのは広々と開放的な自然の状態だろう。本来、我々は自然環境を好む傾向にある。古くから我々は自然に対して美を感じており、風光明媚や山紫水明など、自然を美しいとする意味の言葉が多くある。近年ではグランピングやピクニックなど、自然の中で癒しを求める人も多い。これは生物進化の過程が基盤になっていると考えられる。バイオフィリア（Biophilia）仮説（Wilson, 1984）でも、人間は自然やほかの生命体に対して、つながりを形成するようなメカニズムがあると説明されている。三宅（2006）はバイオフィリアの一例として植物への親密感があげられると示している。かつて人類は自然の中で生活していたのだが、開けた環境で休めば大型動物や捕食者に殺されてしまう確率が高い。しかし、樹木の上で生活することで、このような動物により命を落とす確率が低くなる。これにより自然と接していることは安全であり、安心であるということが遺伝子に組み込まれ、自然環境に対して本能的に安らぎを感じると述べている。さらに、自然は我々の健康面にも大きな好影響を与えていることは、非常に有名な話である。特に、疲労回復促進が期待され、ストレス緩和にも効果的であるということがこれまでの研究で明らかとなっている（芝田, 2013）。さらに、現在は技術が飛躍的に発展し、仮想空間上でリアルな空間を作

り出せるまでとなった。これは自然環境にも当てはまり、バーチャルリアリティ（以下、VR）によって現実に類似した自然空間を味わうことが可能となった。しかし、ここで疑問が浮かぶだろう。作り出された空間にて、ストレス状態、緊張状態が緩和され、副交感神経の働きが促進されるのかというところである。これについて木村・大須賀・岡村・小山（1996）は、痛覚刺激によりストレスを誘発させ、VRによるストレス緩和効果を検討し、VRによる交感神経系から現れる緊張状態の緩和効果に有効であると示している。つまり、仮想空間上でも我々は自己回復やストレス緩和が期待することができることを指しており、高齢者や障害者といった体の不自由な人の自己回復効果が期待されている。

{今回の研究}

自然が私たちにもたらす影響と、その影響が VR でも再現可能であることが理解できる。このことから、自然の影響を利用し、ポリグラフ検査に持ち込むことで検出率が向上するのではないかと考えた。つまり、検査中の被検査者の緊張やストレスといった感情を抑制することで、それによる生体反応が抑制され、事件に関係する質問を行った際に、生体反応を測定しやすく、検出率が向上するのではないかということである。そこで本研究では、副交感神経が促進され、リラックスすることができる環境と、交感神経が促進され、緊張やストレスがかかる環境の 2 つの異なる環境下でポリグラフ検査を行ったとき、虚偽の検出に違いが見られるのかについて検討した。

方 法

実験参加者

大学生 29 名（男性 15 名、女性 14 名）を実験参加者とした。平均年齢は 21.03 歳（ $SD=1.35$ ）であった。そのうちデータに不備が見られた 3 名のデータを分析から除外し、26 名を分析対象者とした。分析対象者を自然環境群、検査室群の 2 群に群分けするにあたって、13 名（男性 7 名、女性 6 名）を自然環境群、13 名（男性 7 名、女性 6 名）を検査室群に分けた。いずれの実験参加者も虚偽検出の実験に参加した経験はなかった。

実験実施期間

実験は 2023 年 6 月から 2023 年 10 月に行った。実験室内にはテーブル、椅子を 2 つ用意し、テーブルにはそれぞれ PC を 1 つずつ配置した。また、実験参加者が実験中に座る椅子の近くには計測器を配置した。シールドルーム内は実験に使用した貴金属が入った紙袋を 5 つ、ショルダーバックを用意した（図 1）。

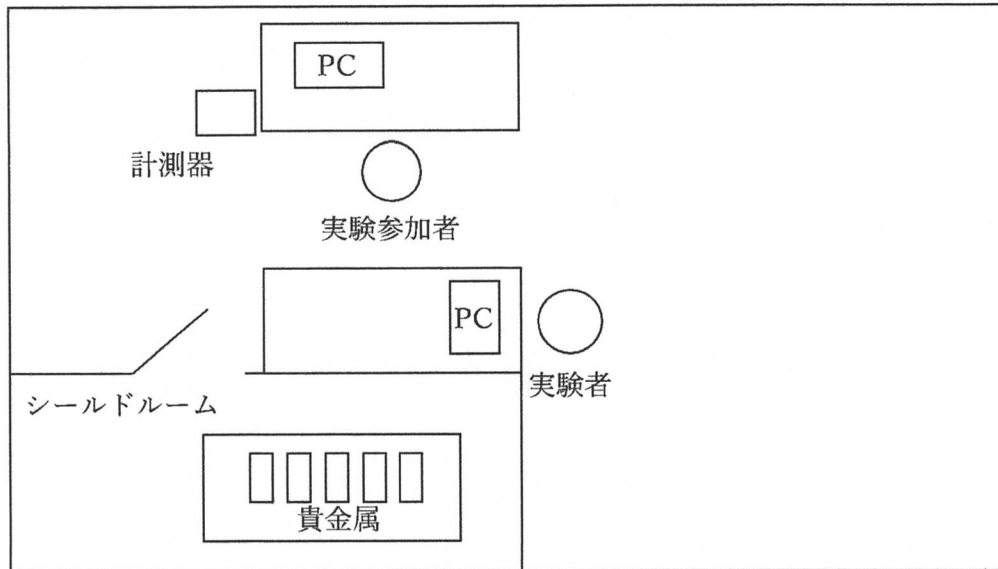


図1 実験室の様子

刺激映像及び呈示

ゲームエンジンソフト Unity2021.3.1f1 を使用し、自然環境、検査室の2つのシーンを作成した(図2)。自然環境のシーンは、夕方の開放的な自然の空間であり、木や池、岩、小さな滝などがあるシーンを作成した。環境音には効果音ラボ ver3.81 の「カラスが鳴く夕方」、「夏の山2」、「滝2」を使用し、リラックス状態を促進させる環境を作成した。検査室のシーンは、薄暗く狭い空間であり、机や検査機器、モニターなどがあるシーンを作成した(図2)。呈示方法では、VRヘッドセット(Meta社製 Meta quest2)を用い、実験参加者の頭部に装着させ、刺激を呈示した。VRヘッドセットはゲーミングPC(ASUS社製 TUF Gaming A15 FA506QM CORE8)に接続し、それぞれのシーンを呈示した。

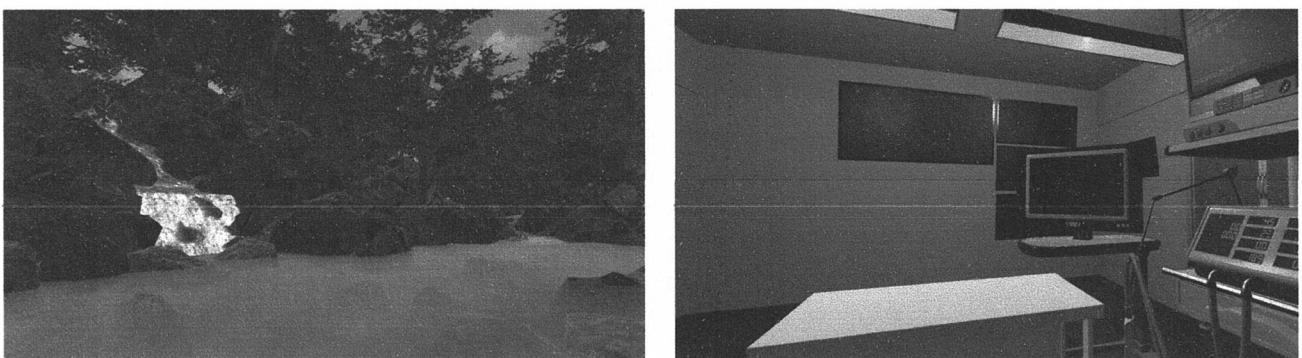


図2 本実験に用いた刺激映像。左から自然環境、検査室

貴金属

模擬窃盗の際に使用する貴金属として、「バングル」、「ネックレス」、「ピアス」、「リング」、「腕時計」の5種類の貴金属を実験に用いた(図3)。5つの貴金属は別々に封筒に入れ、その封筒を紙袋に入れた。また、貴金属の名前がわかるように封筒には貴金属の名前を記入した。

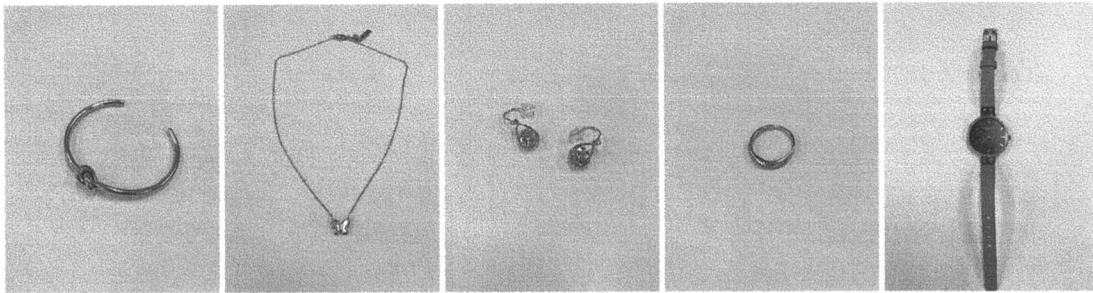


図3 本実験に用いた貴金属

生理指標

心拍数 (Heart Rate: 以下 HR), 指尖血流量 (Blood Flow: 以下 BF) の 2 指標を用いた。

心理指標

実験に使用したゲーム環境によって実験参加者の主観的感情がどのように変化したのかを調べるため, 小川・門地・菊谷・鈴木 (2000) が作成した一般感情尺度を用いた。

使用機器

HR は Polar H10 (ポラール・エレクトロ・ジャパン株式会社製) を使用し, 実験参加者の腹部に装着させ, 計測を行った。BF はレーザードップラー血流計 (OMEGA WAVE 社製, オメガフロー FLO-C1) を使用し, 実験参加者の左手の第 2 指, 腹部に電極を装着し, 計測を行った。レーザードップラー血流計は長野 (2016) の作成した計測器と接続し, Wi-fi によりデータを PC で確認できるようにした。また, 実験参加者がよりシーンに没入してもらうために VR ヘッドセットを使用した。また, VR ヘッドセットに接続するゲーミング PC, 実験中の指尖血流量を確認するために PC を使用した。さらに, 質問のタイミングを記録するために長野 (2016) の作成した計測器を使用した。

手続き

まず, 実験参加者に本実験がどのようなものなのかを説明し, 実験参加者の同意を得てから, 実験参加者の実験前の感情状態を回答してもらうために, Microsoft Forms からフェイスシートとなる名前, 年齢, 生物学的性別を訪ねた後に一般感情尺度に回答してもらった。その後, 実験参加者には模擬窃盗を行ってもらった。模擬窃盗は, 用意した貴金属を模擬的に盗む作業であり, 5 つの貴金属を別々の封筒に入れ, さらにその封筒を紙袋に入れ, シールドルーム内のテーブルに並べた。実験参加者には並べられてある 5 つの紙袋の中から 1 つ選び, 封筒の中にある貴金属を十分に観察させ, 観察後に用意したショルダーバッグの中にしまうように教示した。また, 実験中はバッグを肩にかけた状態で行うようにした。

次に, 実験参加者に Polar H10 を装着させた後, 実験を行うテーブルに座らせ, レーザードップラー血流計の電極, VR ヘッドセットを装着させ実験を行った。実験は実験参加者が模擬窃盗で盗んだ貴金属について尋ねるものであり, 「あなたが盗んだのはネックレスですか」のように質問し, 計 5 回質問を行った。各試行で最初の質問に対して実験参加者の初期反応が大きくなり, 分析に影響が生じないように干渉質問として, 「今朝朝ご飯を食べましたか」, 「昨日はよく眠れましたか」, 「緊張していますか」, 「最近疲れていますか」, 「眠気を感じていますか」の 5 つを各試行の最初に質問をおこなった。干渉質問については, 模擬窃盗で実験参加者が盗んだ貴金属とは全く関係ない質問を行

った。実験参加者は質問に対してすべて「いいえ」と回答するように教示し、実験参加者の返答後 30 秒、間隔を空けてから次の質問を行うようにした。初めに干渉質問を行い、盗んだ貴金属についての質問 5 回を 1 試行とし、計 5 試行行った。質問順序は表 1 のような順序で行った。すべての質問終了後、VR ヘッドセット、計測器を外し、実験中の感情状態を思い出してもらいながらもう一度 Microsoft Forms から一般感情尺度に回答してもらった。

表 1 実験参加者に質問する順序

1試行目					
干渉質問	1 問目	2問目	3 問目	4 問目	5 問目
今朝、...	ネックレス	ピアス	腕時計	バングル	リング
2試行目					
干渉質問	1 問目	2問目	3 問目	4 問目	5 問目
昨日は...	ピアス	バングル	リング	ネックレス	腕時計
3試行目					
干渉質問	1 問目	2問目	3 問目	4 問目	5 問目
緊張し...	リング	ネックレス	バングル	腕時計	ピアス
4試行目					
干渉質問	1 問目	2問目	3 問目	4 問目	5 問目
最近疲...	バングル	腕時計	ピアス	リング	ネックレス
5試行目					
干渉質問	1 問目	2問目	3 問目	4 問目	5 問目
眠気を...	腕時計	リング	ネックレス	ピアス	バングル

また、各試行終了後、実験参加者が実験に疲れないように、1分休憩を設け、次の試行を行うようにした。休憩中は、計測器は外さず、実験参加者の要望で VR ヘッドセットを外せるようにした。すべての質問終了後、実験中の感情状態を測定するために一般感情尺度に回答してもらった (図 4)。さらに、実験参加者が本実験でどの貴金属を盗んだのかを確認するために、Foams の最後に実験中隠し持っていた貴金属を回答させた。

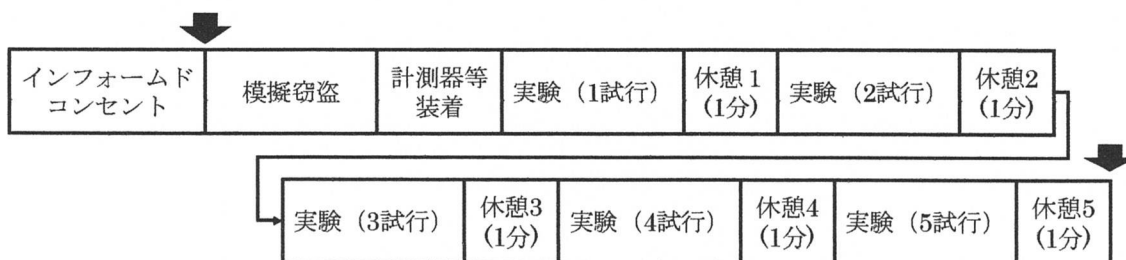


図 4 実験スケジュール。矢印は質問紙に回答したタイミングを示す

分析

心理指標について、各群によって実験前と実験中で、実験参加者の感情状態の変化を検討するために、肯定的感情 (Positive Affect : 以下 PA)、否定的感情 (Negative Affect : 以下 NA)、安静状態 (Calmness Affect : 以下 CA) の 3 尺度ごとに、質問項目の合計値を算出し、2 (群 : 自然環境群, 検査室群) × 2 (回答期間 : 実験前, 実験後) の 2 要因混合計画の分散分析を行った。

生理指標について、各生理指標 (HR, BF) の反応について、1s ごとに生体反応の値を求めた。干渉質問を除いた 5 つの質問のデータについて、試行ごとに標準化を行い、1s ごとの標準得点 (Z-score) を算出した。分析対象は、質問開始前 10s から質問開始後 20s の計 30s とし、LabVIEW2017 を使用し、データを抽出した。実験参加者が模擬窃盗で盗み、実験中隠し持っている貴金属に該当する質問を裁決質問 (Critical)、裁決質問に該当しない貴金属に該当する質問を非裁決質問 (Non-Critical) とした。裁決・非裁決質問時の生体反応の変化の違い及び、裁決・非裁決質問時の全体的な変化傾向を検討するために、計 30s の値を Block1 (1s-5s), Block2 (6s-10s), Block3 (11s-15s), Block4 (16s-20s), Block5 (21s-25s), Block6 (26s-30s) の 6 期間に分け、2 (群 : 自然環境群, 検査室群) × 2 (質問 : 裁決質問, 非裁決質問) × 6 (期間 : Block1-6) の 3 要因混合計画の分散分析を行った。

結果

一般感情尺度の尺度ごとの回答期間にどれほどの変化があったのかを検討するために、群ごとに実験前、実験後で PA, NA, CA ごとの合計値を平均しまとめた (図 5, 図 6, 図 7)。縦軸は尺度の質問項目の合計値、横軸は回答期間、エラーバーは標準偏差を示しており、正の方向のエラーバーが自然環境群 (Nature group)、負の方向のエラーバーが検査室群 (Examination office group) を示している。

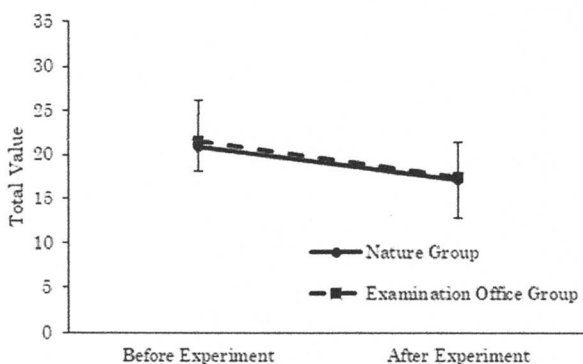


図 5 実験前後の PA 変化

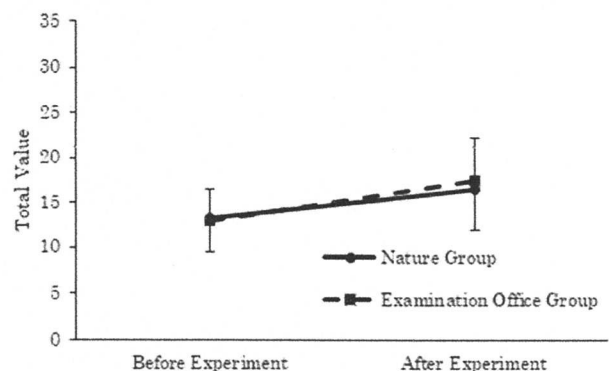


図 6 実験前後の NA 変化

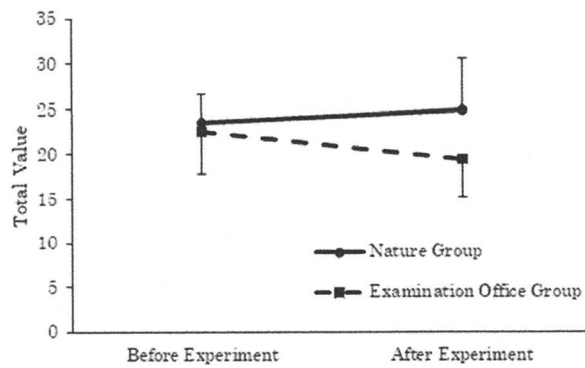


図 7 実験前後の CA

PA については、群間で差がなく、実験前、実験後共に同じような合計得点であり、実験前よりも実験後の方が、肯定的感情得点が低いことが図 5 から見て取れる。このことについて、2 (群：自然環境群，検査室群) × 2 (回答期間：実験前，実験後) の 2 要因混合計画の分散分析を行ったところ、回答期間の主効果において有意な効果があった ($F(1, 24) = 12.86, p < .01$)。しかし、群においての主効果，群×回答期間の交互作用において有意ではなかった (群: $F(1, 24) = 0.09, n.s.$; 群×回答期間 $F(1, 24) = 0.01, n.s.$)。NA についても PA 同様に群間で差がなく、合計得点についても大きな変化は見られず、実験前よりも実験中の方が、否定的感情得点が高いことが図 6 から見て取れる。このことについて、2 (群：自然環境群，検査室群) × 2 (回答期間：実験前，実験後) の 2 要因混合計画の分散分析を行ったところ、回答期間の主効果が有意であった ($F(1, 24) = 14.09, p < .01$)。しかし、群においての主効果，群×回答期間の交互作用においては有意ではなかった (群: $F(1, 24) = 0.03, n.s.$; 群×回答期間 $F(1, 24) = 0.48, n.s.$)。このことから、群による肯定的感情，否定的感情に変化はなく、回答期間によって変化が現れることが示された。

CA については、群間で合計得点に変化を見ることができ、自然環境群は実験中に安静状態得点が下がり、検査室群は実験中に安静状態得点が上がっていることが図 7 から見て取れる。このことについて、2 (群：自然環境群，検査室群) × 2 (回答期間：実験前，実験後) の 2 要因混合計画の分散分析を行ったところ、群において主効果が有意であった ($F(1, 24) = 5.73, p < .05$)。また、群×回答期間の交互作用において有意傾向が表れた ($F(1, 24) = 3.45, p < .10$)。しかし、回答期間の主効果は有意ではなかった ($F(1, 24) = 0.63, n.s.$)。交互作用に有意傾向が認められたため、単純主効果を求めたところ、実験後における群の単純主効果において有意であった ($F(1, 24) = 7.86, p < .01$)。しかし、実験前における群の単純主効果において有意ではなかった ($F(1, 24) = 0.44, n.s.$)。また、検査室群における群の単純主効果において有意傾向が表れた ($F(1, 24) = 3.52, p < .10$)。しかし、自然環境群における回答期間の単純主効果において有意ではなかった ($F(1, 24) = 0.56, n.s.$)。つまり、自然環境群と検査室群で安静状態得点に差が表れることが示された。また、検査室群において実験前から実験後にかけて安静状態得点が低下することも示された。

次に、HR について、群ごとに裁決・非裁決質問の生体反応から得られた標準得点を 5s ごとの 6Block に分け平均値を算出しまとめた (図 8, 図 9)。縦軸は HR の標準得点，横軸は Block，エラーバーは標準偏差を示しており、正の方向のエラーバーが非裁決質問 (Non-Critical : NC)，負の方

向のエラーバーが裁決質問 (Critical : C) を示している。Block1, Block2 は質問前の HR の反応を示しており, Block3-6 は質問開始から 20s 後の HR の反応を示している。

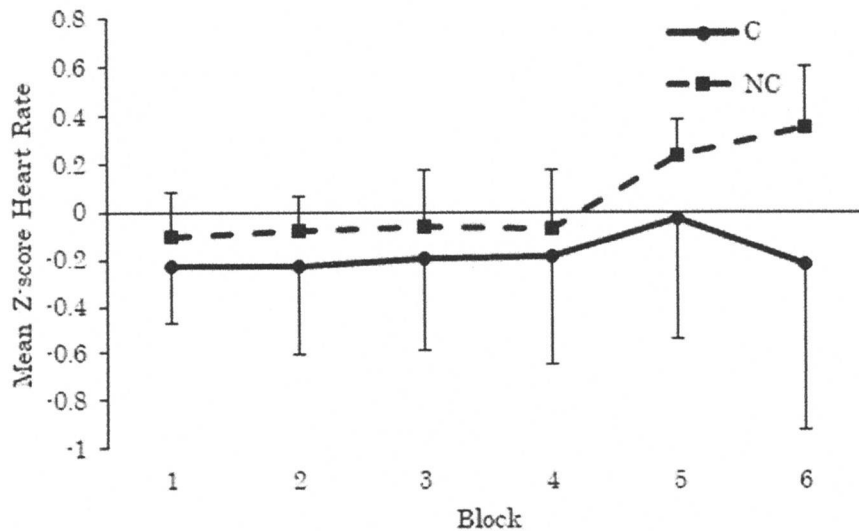


図 8 自然環境における HR の裁決質問と非裁決質問の返答時の変化

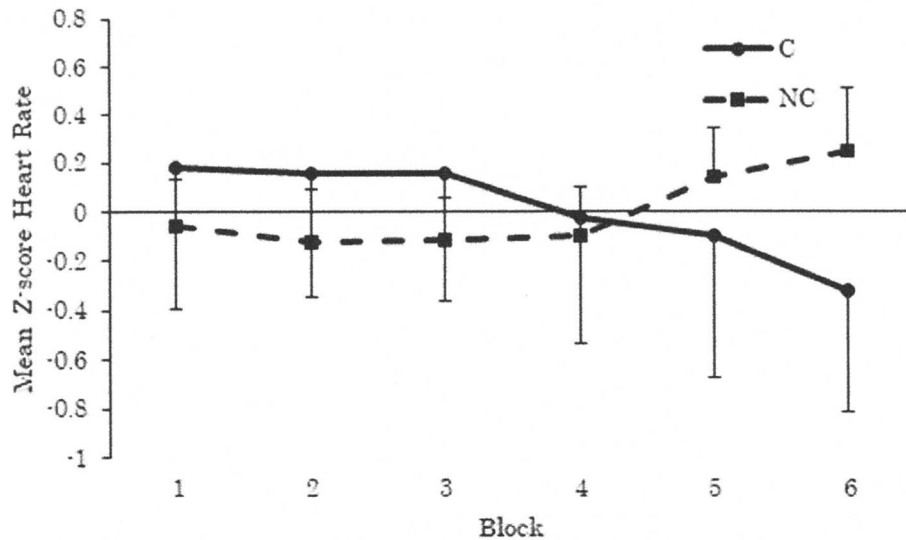


図 9 検査室環境における HR の裁決質問と非裁決質問の返答時の変化

図 8 において, 裁決質問では Block1 から Block4 で大きな変化は見られず, Block4 から block5 にかけて HR が増加し, Block6 で減少しているのが見て取れる。一方, 非裁決質問では裁決質問同様 Block1 から Block4 で HR に大きな変化は見られないが, Block4 から Block6 にかけて HR が増加しているのが見て取れる。図 9 では, 裁決質問では Block1 から Block3 で大きな変化は見られないが, Block3 以降 HR が低下しているのが見て取れる。一方, 非裁決質問では裁決質問同様 Block1 から Block4 で HR に大きな変化は見られないが, Block4 から Block6 にかけて HR が上昇しているのが見て取れる。つまり, 群によって大きな変化はなく, ブロック後半において裁決質問では HR が

上昇し、非裁決質問ではHRが低下することが見て取れる。これについて、HRの標準得点を従属変数として、2（群：自然環境群，検査室群）×2（質問：裁決質問，非裁決質問）×6（期間：Block1-6）の3要因混合計画の分散分析を行ったところ、群×期間の交互作用，質問×期間の交互作用が有意であった（群×期間： $F(5,120)=2.36, p<.05$ ；質問×期間： $F(5,120)=12.40, p<.01$ ）。群の主効果，質問の主効果，期間の主効果，群×質問の交互作用，群×質問×期間の交互作用で有意ではなかった（群： $F(1,24)=1.63, n.s.$ ；質問： $F(1,24)=1.38, n.s.$ ；期間： $F(1,24)=1.72, n.s.$ ；群×質問： $F(1,24)=1.63, n.s.$ ；群×質問×期間： $F(1,24)=1.71, n.s.$ ）。群×期間の交互作用において有意差が認められたため，単純主効果を求めたところ，Block1，Block2における群の単純主効果において有意であった（Block1： $F(1,24)=9.32, p<.01$ ；Block2： $F(1,24)=4.71, p<.05$ ）。しかし，そのほかのBlockにおける群の単純主効果は有意ではなかった（Block3： $F(1,24)=2.67, n.s.$ ；Block4： $F(1,24)=0.42, n.s.$ ；Block5： $F(1,24)=0.49, n.s.$ ；Block6： $F(1,24)=0.69, n.s.$ ）。また，自然環境群における期間の単純主効果において有意であった（ $F(5,120)=3.57, p<.01$ ）。しかし，検査室群における期間の単純主効果において有意ではなかった（ $F(5,120)=0.52, n.s.$ ）。つまり，Block1，Block2において，検査室群の方が自然環境群に比べてHRが有意に高く，その差は時間が経つにつれて消失した。また，検査室群ではHRに大きな変化が示されず，自然環境群では期間の後半でHRが大きく上昇したといえた（図10）。

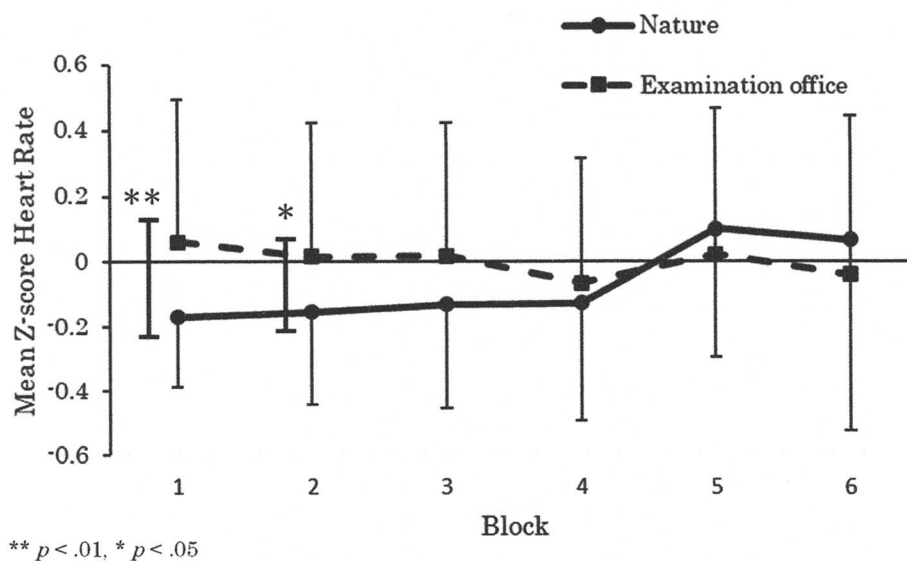


図10 各群における期間ごとのHRの変化

質問×期間の交互作用において有意であったため，単純主効果を求めたところ，Block5，Block6における群の単純主効果において有意であった（Block5： $F(1,24)=4.84, p<.05$ ；Block6： $F(1,24)=19.14, p<.01$ ）。しかし，そのほかのBlockにおける群の単純主効果において有意ではなかった（Block1： $F(1,24)=0.26, n.s.$ ；Block2： $F(1,24)=0.38, n.s.$ ；Block3： $F(1,24)=0.43, n.s.$ ；Block4： $F(1,24)=0.04, n.s.$ ）。また，裁決質問における期間の単純主効果においても有意ではなかった（ $F(5,120)=1.82, n.s.$ ）。これに対し，非裁決質問における期間の単純主効果においては有意であった（ $F(5,120)=19.13, p<.01$ ）。つまり，期間の前半では，裁決質問，非裁決質問の間に差はなかったが，Block5とBlock6において

は、非裁決質問の方が裁決質問に比べて HR が有意に高かった。また、裁決質問では HR は大きな変化を示さなかったが、非裁決質問では期間の後半で大きく上昇したといえる（図 11）。

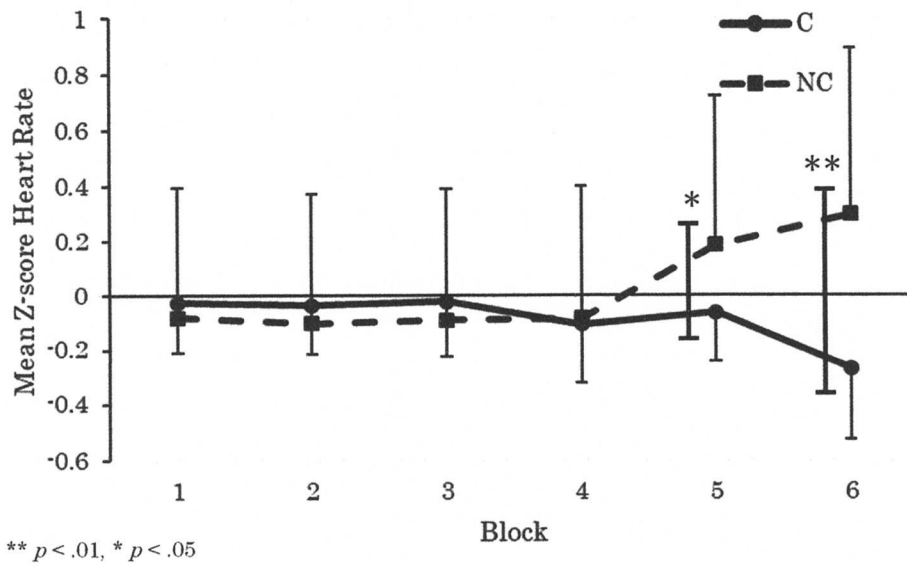


図 11 各質問における期間ごとの HR の変化

次に、BF について、群ごとに裁決・非裁決質問の生体反応から得られた標準得点を 5s ごとの 6Block に分け平均値を算出しまとめた（Figure12, Figure13）。縦軸は BF の標準得点、横軸は期間、エラーバーは標準偏差を示しており、正の方向のエラーバーが非裁決質問、負の方向のエラーバーが裁決質問を示している。Block1, Block2 は質問前の BF の反応を示しており、Block3 以降は質問開始から 20s の BF の反応を示している。

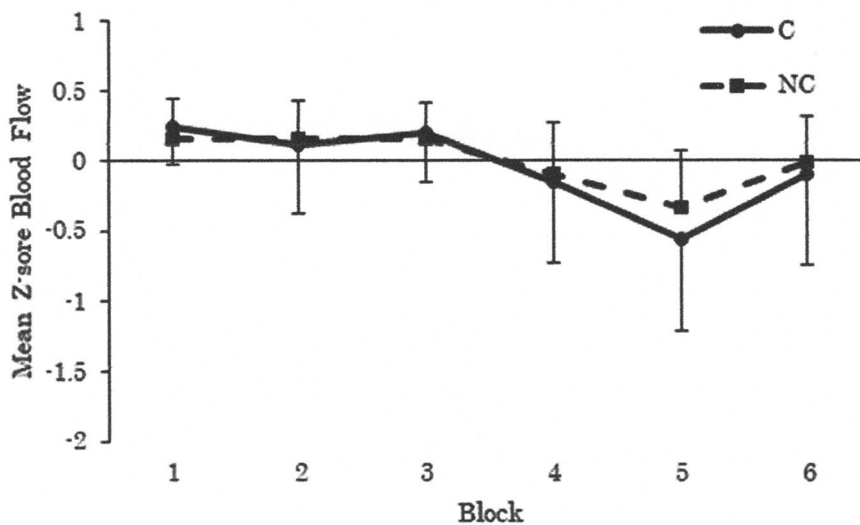


図 12 自然環境における BF の裁決質問と非裁決質問の返答時の変化

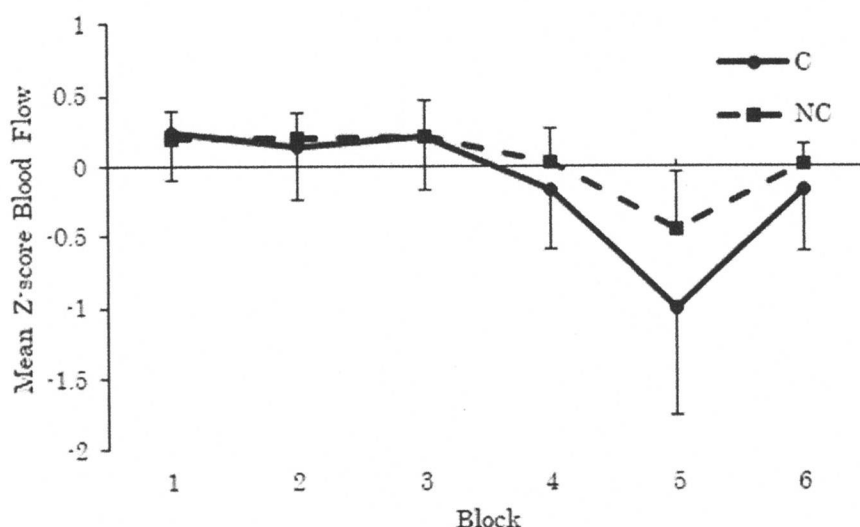


図 13 検査室環境における BF の裁決質問と非裁決質問の返答時の変化

図 12, 図 13 において, HR 同様に Block1 から Block3 で大きな変化は見られず, Block4 以降で BF が減少しているのが見て取れる。また, どちらの群も裁決質問の方が非裁決質問よりも Block4 以降の BF が大きく減少しているのが見て取れ, 検査室群の方が自然環境群よりも裁決質問時の BF が Block4 以降にかけて大きく減少しているのが見て取れる。

これについて, 標準得点を従属変数として, 2 (群: 自然環境群, 検査室群) × 2 (質問: 裁決質問, 非裁決質問) × 6 (期間: Block1-6) の 3 要因混合計画の分散分析を行ったところ, 期間の主効果, 質問×期間の交互作用において有意であった (期間: $F(1,24)=19.01, p<.05$; 質問×期間: $F(1,24)=4.15, p<.01$)。さらに, 質問の主効果においては有意傾向が表れた ($F(1,24)=3.19, p<.10$)。群の主効果, 群×質問の交互作用, 群×期間の交互作用, 群×質問×期間の交互作用において有意ではなかった (群: $F(1,24)=0.93, n.s.$; 群×質問: $F(1,24)=0.93, n.s.$; 群×期間: $F(5,120)=0.83, n.s.$; 群×質問×期間: $F(1,24)=0.55, n.s.$)。

質問×期間の交互作用において有意であったため, 単純主効果を求めたところ, Block5 における質問の単純主効果において有意であった ($F(1,24)=9.86, p<.01$)。また, Block4 における質問の単純主効果において有意傾向が表れた ($F(1,24)=3.28, p<.10$)。しかし, そのほかの期間における質問の単純主効果においては有意ではなかった (Block1: $F(1,24)=0.85, n.s.$; Block2: $F(1,24)=0.20, n.s.$; Block3: $F(5,120)=0.07, n.s.$; Block6: $F(1,24)=2.23, n.s.$)。また, 裁決質問における期間の単純主効果, 非裁決質問における単純主効果についても有意であった (裁決質問: $F(5,130)=16.15, p<.01$; 非裁決質問: $F(5,120)=13.26, p<.01$)。つまり, BF は Block4 と Block5 において, 有意に低下し, また, 期間の後半で裁決質問時の BF が非裁決質問より大きく低下することが示された (図 14)。

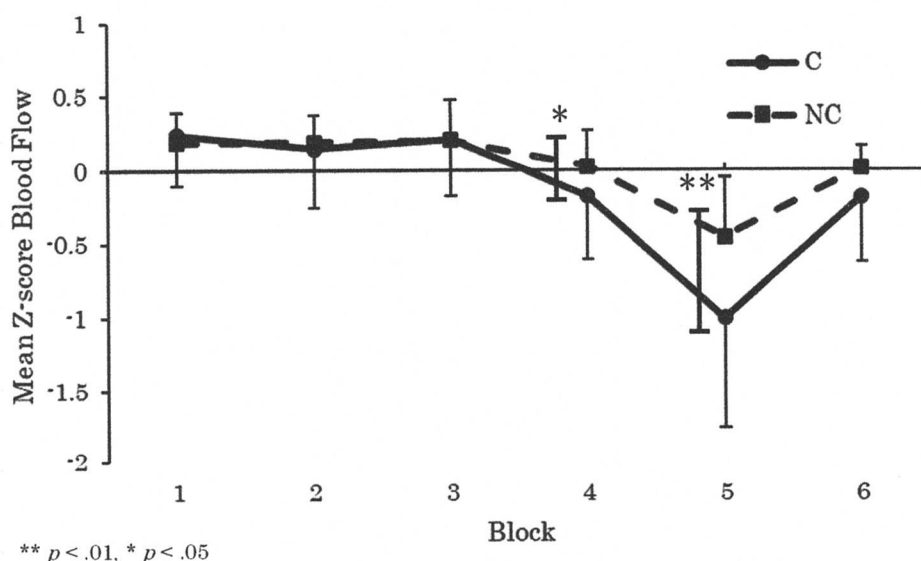


図 14 各質問における期間ごとの BF の変化

考 察

本研究では、副交感神経が促進され、リラックスすることができる環境と、交感神経が促進され、緊張やストレスがかかる環境の 2 つの異なる環境下でポリグラフ検査を行ったとき、虚偽の検出に違いが見られるのかについて検討した。

{仮想空間の心理的効果}

まず、検査環境による虚偽反応の違いを検討する前に、主観的感情における仮想空間の違いによる実験参加者への影響、虚偽反応の検出が示されたかについて検討する。仮想空間の違いによる実験参加者への影響について、心理指標の結果から、群による肯定的感情、否定的感情に差はなく、肯定的感情得点は実験前から実験後にかけて低下し、否定的感情得点は実験前から実験後にかけて低下した。これは模擬窃盗で盗んだ貴金属がばれないよう意識を向けたことが影響したのではないかと考えられる。実験中は盗んだ貴金属をバッグの中に入れ、肩から下げた状態で実験を行ったため、貴金属に意識を向けやすく、このような条件も影響したのではないかと考えられる。一方、安静状態では検査室群が実験後に安静状態得点が低下することが確認された。これは長時間薄暗い仮想空間で実験を行ったためストレスを感じ、安静状態得点が低下したのではないかと考えられる。荊澤・羽生 (2007) は、光の当たり方による感情状態について研究しており、直接光と間接光によって観測する部屋への印象に差があり、直接光の方が観測する部屋へポジティブな感情を持つと述べている。また、佐藤 (1994) は、人間は閉鎖空間において心身が緊張しリラックスが難しくなると報告している。このようなことから検査室群においてリラックスすることが難しく、安静状態得点が実験後に低下したのではないかと考えられる。しかし、自然環境群においては安静状態得点が実験前と実験後で変化がなかった。これは、仮想空間が開放感のある自然環境であったため、ストレスを感じることなく実験が行えていたのではないかと考えられる。芝田 (2016) は自然という言葉からどのようなことを感じたり考えたりするかという研究を行い、「ほっとする」や「癒しを感じる」と回答した人が

多いと述べている。このようなことから、私たちは自然に対してポジティブな印象を抱いており、特に癒しやリラックス効果があると考えられる。このことから、本研究で作成した自然環境、検査室の仮想空間は主観的観点において実験参加者にそれぞれリラックス状態、ストレス状態を与えることができたと考えられる。

{生理指標による虚偽反応の検出}

次に虚偽反応の検出が示されたかについて、生理指標の結果から、HR においても BF においても群に関係なく質問と期間の交互作用が有意であり、HR では反応後半において裁決質問時は HR が低下し、非裁決質問時は上昇する結果となった。虚偽検出における心拍数の反応について小川・敦賀・小林・松田・廣田・鈴木 (2007) の研究では、裁決質問は非裁決質問に比べて心拍の減少が確認され、裁決質問は質問呈示後から心拍が低下する結果となり、非裁決質問は質問呈示から心拍が上昇した後に低下したと報告されており、本研究と類似した結果であった。小川らの先行研究では心拍数のほかにも皮膚電位活動や呼吸運動などのさまざまな指標を計測し、それぞれの指標において虚偽が検出されたと報告されている。さらに、小林・吉本・藤原 (2009) の研究でも裁決質問時において心拍数の減少が報告されている。このことから本研究でも心拍による虚偽反応を適切に検出できたと考えられる。指尖血流量では反応中盤において裁決質問、非裁決質問ともに BF が低下し、裁決質問の方が非裁決質問に比べて大きく低下する結果となった。虚偽検出における指尖血流量の反応について廣田・高澤 (2002) の研究では、裁決質問は非裁決質問に比べて血流量が大きく低下していることが報告されており、本研究と類似した結果であった。廣田らの研究でも虚偽が検出されたことが報告されていることから本研究でも血流量により虚偽反応が検出できていたと考えられる。以上のことから、先行研究同様に本研究でも心拍数、指尖血流量の両結果から虚偽反応を検出可能であったことが認められた。これは環境の効果を検討するための前提条件となる。次に検査環境による虚偽反応の違いについて検討する。

{仮想空間による虚偽反応の違い}

心拍数について、自然環境群の方が検査室群に比べて質問前の HR が有意に低い結果となった。このことから、質問前において自然環境群は、実験参加者がリラックス状態であり、検査室群よりも心拍数が低かったのではないかと考えることができる。これはバイオフィリア仮説に関連していると考えられ、Ulrich (1993) は自然環境と都市環境でのストレス反応を検討しており、自然環境に覆われた空間においてストレス状態からの回復が早い結果であったと報告されている。また、宮崎・李・範鎮・恒次・松永 (2011) は、心拍数は自律神経系の基本的な指標であり、リラックス状態において低下すると示している。自然環境によって私たちはリラックスすることができ、同時に心拍数も低下する。つまり、自然環境によってストレス反応が抑制されたということは交感神経活動が抑制され、副交感神経活動が促進したということが言える。本研究でも自然環境を模した仮想空間を実験刺激として呈示したが、実際の自然環境のように交感神経が抑制され、心拍数の低下につながったのではないかと考えられる。しかし、質問呈示以降の反応では自然環境群と検査室群との間に大きな差は見られなかった。これは、自然環境で交感神経が抑制された状態で窃盗についての質問を行った際に、交感神経活動が急速に促進され、心拍数が増加したのではないかと考えられる。指尖血流量については環境による統計的な違いは現れなかったが、自然環境群の方が検査室群に比べて血流の低下が少ない結果となった。このことについても交感神経活動が影響していると考えられる。交感神経活

動が促進されることによって血管収縮が生じ、血流の流れが悪くなる。一方で副交感神経活動が促進されると血管収縮が生じないため、質問に対する血流変化の減少につながる。今回は自然環境によって緊張が緩和され、交感神経活動が弱まり、血流があまり低下しない結果となったのではないかと考えられる。このような血流低下の度合いについて環境の影響を受けることは検討されていなかったが、本研究の結果から検査室環境で検討することによって裁決質問時の血流低下が明確であった。このことから血流による拒否反応の検出には一般的に用いられる検査室環境が寄与している可能性があると考えられる。

しかし、検査を行う環境による虚偽反応の検出について、統計的に明確な有意差は認められなかった。これについて、小川ら（2007）は覚醒水準の違いによる虚偽反応の検出において弁別的な影響はなく、虚偽を検出できると示している。本研究では外的環境に焦点を当てたが、群による違いは表れず、小川らの研究を裏付ける結果となった。つまり、外的環境が異なる場面においても虚偽反応を検出することができ、環境によって虚偽反応に大きな違いは表れないということが示された。一方で、このような検査を行う際は、周囲の関係がない音が聞こえないような空間が使われるのが一般的であり、ある程度の緊張感が維持されることが適切である可能性も示唆された。このような周囲の環境が生体反応に与える影響の検討については、まだよく知られてはいない。本研究はそのような効果の検討に VR の利用は大きく役立つ可能性を示したのではないかと考える。

引用文献

環境音[1] | 効果音ラボ (soundeffect-lab.info).

Ben-Shakher, G., & Furedy, J. J. (1990) *Theories and Applications in the Detection of Deception*. New York: Springer-Verlag.

Bradley, M. T., & Warfield, J. F. (1984). Innocence, information, and the guilty knowledge test in the detection of deception. *Psychophysiology*, *21*, 683–689.

荊澤 和月・羽生 和紀 (2007) . 窓から差し込む光が感情状態と室空間の評定に与える影響 日本心理学会大会発表論文集, *71*.

廣田 昭久・高澤 則美 (2002) . 精神生理学的虚偽検出における抹消皮膚血流量 生理心理学と精神心理学, *20*, 49-59.

Kaganiec, H.J. 1956 Lie-detector tests and "freedom of the will" in Germany. *Northwestern Univ. Law Rev.*, *51*, 446-460; Condensed in: *J. m. Law, Criminol. & Pol Sci.*, 1957, *47*, 570-574.

Keeler, L. (1930). A method for detecting deception. *American Journal of Police Science*, *1*, 38–52.

警察庁. (2022) . 警察白書. https://hakusyo1.moj.go.jp/jp/69/nfm/n69_2_1_1_1_1.html

警察庁組織犯罪対策部 (2023) . 特殊詐欺の手口と対策. <https://www.npa.go.jp/bureau/criminal/souni/tokusyusagi/teguchi-taisaku.pdf>

桐生 正幸 (2000) . 多様なウソ発見の質問方法 平 伸二・中山 誠・桐生 正幸・足立 浩平 (編) ウソ発見 ―班員と記憶のかけらを探して― p69-81. 北大路書房

木村 真弘・大須賀 美恵子・岡村 仁・小山 博史 (1996) . バーチャルリアリティのストレス緩和応用に向けた基礎的検討 *テレビジョン学会技術報告*, *31*, 89-96.

- 小林 孝寛・吉本 かおり・藤原 修治 (2009) . 実務ポリグラフ検査の現状 生理心理学と精神心理学, 27, 5-15.
- 中山 誠 (2003) . 生理指標を用いた虚偽検出の検討 —実験的研究と犯罪場面における調査— 北大路書房
- 長野 祐一郎 (2016) . 自作計測装置で学ぶ皮膚温バイオフィードバック バイオフィードバック研究, 43, 49-51.
- Lykken, D. T. (1998) A tremor in the blood: Uses and abuses of the lie detector. (2nd Edition). New York: Plenum Press.
- Larson, J. A. (1932). Lying and its detection: A study of deception and deception tests. Chicago: University of Chicago Press. Lykken, D. T. (1959). The GSR Larson, J. A. (1932). Lying and its detection: A study of deception and deception tests. Chicago: University of Chicago Press.
- Lykken, D. T. (1959). The GSR in the detection of guilt. *Journal of Applied Psychology*, 43, 385-388.
- 三宅 晋司 (2006) . 自然心理心理学 —快適と Biophilia— 生理心理学と精神心理学 24, (1), 37 - 47.
- 宮崎 良文・李 宙営・朴 範鎮・恒次 祐子・松永 慶子 (2011) . 自然セラピーの予防医学的效果 日本衛生学雑誌, 66, 651-656.
- 小川 時洋・門地 里絵・菊谷 麻美・鈴木 直人 (2000) . 一般感情尺度の作成 心理学研究, 3, 241-246.
- 小川 時洋・敦賀 麻理子・小林 孝寛・松田 いづみ・廣田 昭久・鈴木 直人 (2007) . 覚醒水準が隠匿情報検査時の生体反応に与える影響 心理学研究, 78, 407-415.
- Reid, J. E. (1947). A revised questioning technique in lie detection tests. *Journal of Criminal Law and Criminology*, 37, 542-547.
- 高澤 則美・廣田 昭久 (2004) . ポリグラフ検査 高取 健彦 (編) 操作のための法科学 第一部 令文社. 171-189.
- 佐藤 仁人 (1994) . 閉鎖空間が人間の生理・心理・行動に及ぼす影響 計測と制御 33, 1028-1031.
- 芝田 征司 (2013) . 自然環境の心理学 —自然への選好と心理的つながり, 自然による回復効果— 環境心理学研究, 1, 38-45.
- 芝田 征司 (2016) . 自然に対する感情反応尺度の作成と近隣緑量による影響の分析 心理学研究, 87, 55-59.
- Ulrich, R. S. (1993). Biophilia, Biophobia, and Natural Landscapes. In S. R. Kellert & E. O. Wilson (Eds.), *The Biophilia Hypothesis*. Washington D.C.: Island Press, pp.73-137.
- 渡辺 尊巳・鈴木 貞夫 (1970) . “ポリグラフ”虚偽検出技術の運用とその動向 犯罪心理学研究, 1, 2, 37-53.
- Wilson, E. O. (1984) . *Biophilia*. Harvard University Press.
- 山岡 一信 (2000) . 公判廷での証拠能力 平伸二・中山誠・桐生正幸・足立浩平 (編著) ウソ発見 —犯人と記憶のかけらを探して— 北大路書房 pp101-109.
- 財津 亘 (2014) . ポリグラフ検査に対する正しい理解の促進に向けて 立命館文学, 636, 1155-1144.