

Title	多様な音環境による心理的影響と作業パフォーマンスへの影響の関連性
Author(s)	柴田, 有紀奈
Citation	
Issue Date	2023-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/18260
Rights	
Description	Supervisor: 西本 一志, 先端科学技術研究科, 修士(知識科学)

修士論文

多様な音環境による心理的影響と作業パフォーマンスへの影響の関連性

柴田有紀奈

主指導教員 西本 一志

北陸先端科学技術大学院大学
先端科学技術研究科
(知識科学)

令和5年3月

Abstract

Relationship between psychological effects of various sound environments and their effects on work performance.

With the recent diversification of work environments such as remote work and workcations, an era has arrived in which it is possible and necessary for each worker to tune their work environment to a work-friendly environment that is suitable for them (and only for them). It has been pointed out that productivity changes depending on the sound environment in the workplace, and the comfort of the sound environment is emphasized as an environment that is easy to work in. In recent years, applications that play pleasant environmental sounds are gaining popularity. However, it is not clear whether the sound environment selected based on individual preferences is the same as the “favorable sound environment in the workplace” that leads to improved productivity. Therefore, in this thesis, I evaluated and measured the psychological effects of various sound environments and verified the relationship between them and work performance. As a result, it was confirmed that the tendency of comfort (relaxation) and comfort (cheerfulness) to improve productivity (number of problems) can be derived by grouping according to the feeling when listening to the sound. In addition, from the correlation between the measurement results and the interview results, it was confirmed that whether an individual's preference leads to an improvement in productivity depends on the characteristics of the person's feelings.

目次

第 1 章 はじめに	1
1.1 背景	1
1.2 目的	3
1.3 論文の構成	3
第 2 章 関連研究	4
2.1 音と快適性に関する研究	4
2.2 音と生産性に関する研究	5
第 3 章 実験手法	6
3.1 被験者と実験環境	6
3.2 生産性の実験方法	7
3.3 実験で使用する音源	9
3.4 快適性の実験方法	11
第 4 章 実験結果	13
4.1 生産性の実験結果	13
4.2 快適性の実験結果	15

第 5 章 分析手法・結果	23
5.1 19 名の被験者の全体的な生産性と快適性の相関	23
5.2 快適性に基づくグループ化による生産性の相関.....	26
5.2.1 負相関グループの分析結果	29
5.2.2 無相関グループの分析結果	32
5.2.3 正相関グループの分析結果	35
5.2.4 測定結果とインタビュー結果の相関	38
第 6 章 考察	40
第 7 章 結論	43
第 8 章 今後の課題.....	44
8.1 精度の高い個人の特徴抽出	44
8.2 システム化への展望.....	45
謝辞	47
参考文献.....	48
付録	51
実験用音源作成機器	51
実験用音要素 URL	52
実験時利用いた主観印象評価のアンケート用紙	53

1 名ずつの生産性と快適性の相関（AIC）	54
3 グループの生産性と快適性の相関（バブルチャート）	61

図目次

図 3.1：実験環境.....	7
図 3.2：実験用アプリケーション画面例	8
図 4.1：ある 1 名の被験者による生産性（問題数）の推移	14
図 4.2：ある 1 名の被験者による生産性（正解率）の推移	14
図 5.1：19 名の生産性（問題数）と快適性（リラックス）の相関.....	24
図 5.2：19 名の生産性（問題数）と快適性（陽気）の相関	24
図 5.3：19 名の生産性（正解率）と快適性（リラックス）の相関.....	25
図 5.4：19 名の生産性（正解率）と快適性（陽気）の相関	25
図 5.5：負相関グループのある 1 名の散布図と回帰直線（4 人目）	27
図 5.6：無相関グループのある 1 名の散布図と回帰直線（15 人目）	28
図 5.7：正相関グループのある 1 名の散布図と回帰直線（12 人目）	28
図 5.8:負相関グループにおける 11 種類の各音における快適性と生産性(問題数) との関係性	31
図 5.9:無相関グループにおける 11 種類の各音における快適性と生産性(問題数) との関係性	34

図 5.10：正相関グループにおける 11 種類の各音における快適性と生産性 (問題数) との関係性	37
図 8.1：リモートワークでの活用イメージ	46
図 8.2：モビリティでの活用イメージ	46

表目次

表 3.1 : 11 種類の音	9
表 3.2 : 音源の種類	10
表 3.3 : 主観評価実験の項目	12
表 4.1 : 因子分析結果.....	15
表 4.2 : 19 人の因子分析により得られた因子得点.....	16
表 5.1 : 19 名のグループの内訳	27
表 5.2 : 生産性（問題数）と快適性の重回帰分析 負相関グループ	29
表 5.3 : 生産性（正解率）と快適性の重回帰分析 負相関グループ	29
表 5.4 : 生産性（問題数）と快適性の重回帰分析 無相関グループ	32
表 5.5 : 生産性（正解率）と快適性の重回帰分析 無相関グループ	32
表 5.6 : 生産性（問題数）と快適性の重回帰分析 正相関グループ	35
表 5.7 : 生産性（正解率）と快適性の重回帰分析 正相関グループ	35
表 5.8 : 測定結果とインタビュー結果の相関	38

第1章 はじめに

1.1 背景

ライフワークバランスが盛んに見直され、子育てや介護をしながらの勤務、副業や兼業など、多様な働き方が注目されてきている[1]。さらに昨今では、新型コロナウイルス（COVID-19）が世界的に流行し、その感染拡大への新たな対策が求められている。こうした社会環境の下、リモートによる在宅ワークが増加[2]し、状況に合わせてオフィスでも在宅でも働けるハイブリッドな仕事環境が求められるようになってきた[3]。また、ワーケーションなど今まで仕事をする場所として考えられなかった場所で仕事をすることも望まれている[4]。このような仕事環境の多様化と個別化に伴い、各ワーカーがそれぞれの仕事環境を自分（だけ）に適した仕事のしやすい環境にチューニングすることが可能かつ必要な時代が到来している。

仕事のしやすい環境の実現にあたっては、音環境の設定が重要な役割を果たす。2015年にアメリカで発行された新たなワークプレイス空間の設計基準である“WELL building Standard”は、ワーカーの健康に重点を置き、空気・水・食物・光・フィットネス・快適性・こころの7つのコンセプトで構成された内容となっている[5]。このうち「快適性」の評価では音に関する項目が半数以上を占

めている。このことから、適切な音環境の確保が重視されていることがわかると清塚らは指摘している[6].

また、biz Hits が仕事に集中できない理由を男女 442 人に調査したところ、「音が気になる」ことが指摘されていた[7]. この調査では、「工事」や「怒鳴り声」などの騒音と呼べるものから、「キーボードを叩く音」「貧乏ゆすりの音」などの仕事場にありがちな雑音などが気になる音としてとり上げられていた。それとは反対に、心地よい音として、雨音や波音、鳥の鳴き声、カフェや雑踏などの「環境音」を流すアプリが近年、人気を集めている。このような心地良い音を“作業用 BGM”として流すことで、無音の環境にいる時よりも集中力がアップし、作業がはかどりやすくなる効果を実感する人が多いことが指摘されている[8].

このように、仕事場における音環境を適切なものに設定することが必要であり、そのための支援手段が求められる。好ましい音環境には個人の嗜好による違いがあるため、各個人が自分に合うものを発見するべきである[9]. しかし、個人の嗜好に基づいて選んだ音環境が、業務の生産性向上に繋がる「仕事場における好ましい音環境」と同一かどうかは定かではない。実際、大好きな音楽を聴きながらでは仕事や勉強に手がつかないという経験をした人は多いであろう。

1.2 目的

そこで本論文では，特にリモートワーク環境を想定した好ましい音環境を設定するための支援手段の実現に向けた基礎的な検討として，多様な音環境が人に与える心理的な影響と作業パフォーマンスとを評価計測し，両者の関連性を検証した．

1.3 論文の構成

本論文の構成を以下に述べる．

第 1 章では，本研究の研究背景と目的について述べた．第 2 章では関連研究を述べる．第 3 章では，実験手法について述べ，第 4 章で実験結果を述べる．第 5 章では分析結果について述べる．第 6 章では分析結果を考察し，第 7 章では本研究の結論を述べ，第 8 章で今後の課題について述べる．

第2章 関連研究

先行研究では、音と快適性に関する研究や、音と生産性に関する研究は多岐にわたって行われている。

2.1 音と快適性に関する研究

例えば清塚らは、従来オフィスの音環境が音の大きさや妨害感といった不快感から評価されることが多いことや、ワークプレイスの在り方やワーカーの価値観が変化していることより新たな視点での音環境評価の手法を提案している[6]。島井らは、131種類10秒間の環境音を実験室内で聴かせ、その音の快適感の評価（快適－不快）と音圧の関係を検討した[10]。不快な音は音圧が高くなるにつれて不快に感じるが、快い音でも音圧が高くなるにつれて評価がやや下がる傾向がみられた。さらに認知の確信度によっても評価の違いがでてきたことから、音の快適感と音圧の関係は単純ではないことを導き出した。

また、音と印象評価の研究としては、藪木らの年代間で環境音に対する印象が違う結果となる研究[11]や、松本らの音への慣れが音に対する印象の差異に影響するかどうかの研究[12]がある。

2.2 音と生産性に関する研究

音に対する生産性の影響を評価するにあたり，辻村らは教室内音環境と学習効率の関係に着目し，学習効率に及ぼす環境音の影響を定量的に評価した．この研究では，学習時の教室を想定した 3 種類の音環境条件を無響室内に再現し，それぞれの条件下において被験者に 3 種類の課題を課し，その正答率，主観評価，脳波の測定が行われている[13]．阿部らは，どのような種類の作業において BPM の高さで作業の速さが変わるのか，また作業効率にどのように影響するのかを明らかにする研究を行った[14]．佐伯らは，短期記憶といった精神作業時に外部から種々の音圧レベル値を持つ有意義又は無意味騒音が侵入してきた場合，その騒音が作業への影響の研究を行った[15]．

しかし，従来の研究では，特定の音がどのように生産性に影響を及ぼすかを調査しているものがほとんどであり，音が及ぼす心理的影響と生産性を関連付けている研究例は少ない．本研究では，音の心理的影響と生産性との関連性について調査検証する．

第3章 実験手法

この実験では、作業中に多様な音を被験者に提示し、その心理的影響を SD 法によって評価して数値化するとともに、作業のパフォーマンスを評価して、両者の相関を調査する。

以下では、心理的影響のことを快適性、作業パフォーマンスのことを生産性と記述する。

3.1 被験者と実験環境

実験には著者らが所属する大学院の 20 代学生 20 名を被験者として採用した。ただし、実験の実施方法が不適切である被験者が 1 名いたため、有効被験者は 19 名（男性 16 名・女性 3 名）であった。実験は、他者が誰もいない部屋で 1 名ずつ行った。実験を行った部屋の様子を図 3.1 に示す。



図 3.1：実験環境

3.2 生産性の実験方法

実験では、被験者に作業として実験用アプリケーション上で計算問題を解いてもらった。図 3.2 に、実験用アプリケーションの画面例を示す。このアプリケーションには、2桁×1桁の掛け算が1つずつ表示される。被験者は、提示される問題を暗算で解き、解答をキーボードから入力し、Enter キーを押して解答を確定する。すると、次の計算問題が表示される。提示される問題の難易度は、全て同程度である。実験開始に先立ち、被験者には10分間の練習時間を与えた。この練習時間は、被験者に暗算やアプリケーションの操作に慣れてもらい、実験本番での作業速度を安定させるために設けた。

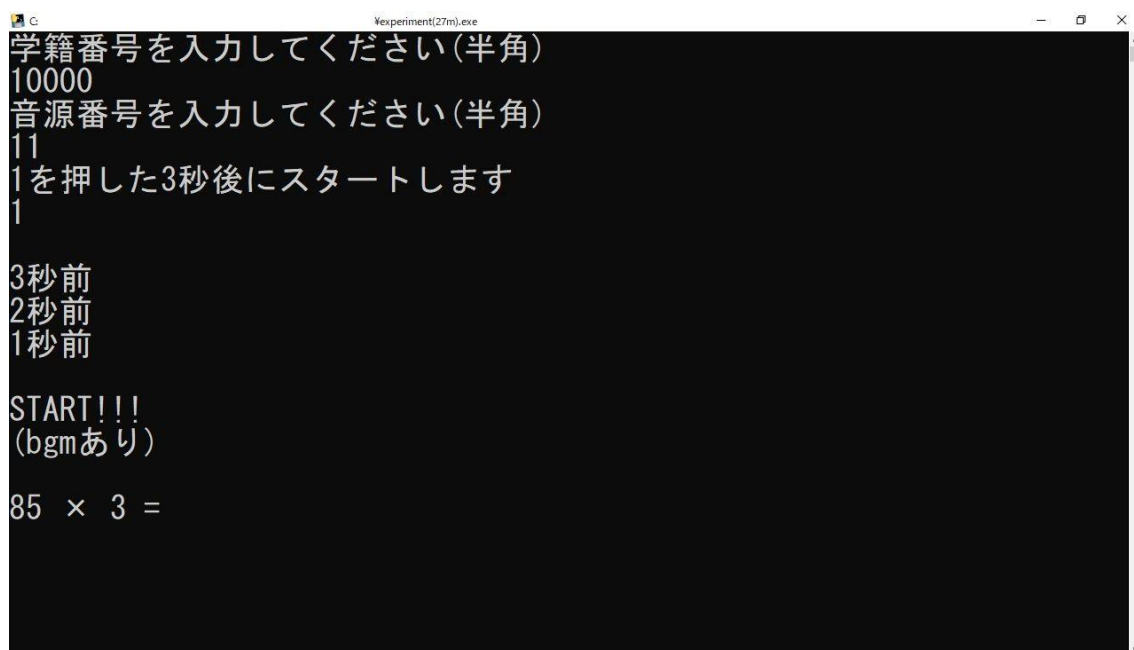


図 3.2：実験用アプリケーション画面例

10 分間の練習終了後，本番の実験を開始した．本番の実験では，被験者にヘッドホンを装着してもらい，ヘッドホンから後述する様々な音を流した．被験者にはその音を聞きながら実験用アプリケーション上で計算問題を解いてもらった．実験は 27 分間実施した．27 分間の内，各被験者の作業パフォーマンスの基準値を得るために，最初の 3 分間と最後の 2 分間は無音状態にした．それ以外の 22 分間には，ヘッドホンから 11 種類の音を 2 分ずつ流した．順序効果を回避するために，流す音の順番を入れ替えた 10 パターンの音源を用意した．

なお，最初の 3 分間の無音状態の内，始めの 1 分間はヘッドホンを装着した状態での計算に慣れるための時間としたので，以下に示す実験結果には算入しない．

3.3 実験で使用する音源

選択した 11 種類の音を表 3.1 に示す。用意した 11 種類の音は、リモートワーク環境でありうる多様な音が混ざったものとした。快適であろう音と不快であろう音の双方から加えるように注意し、自宅以外のリモートワークの場所[16]やワーケーションで訪れる場所[17]でよく耳にする音 9 種類に 2 つの追加音を加えて、計 11 種類の音を選択した。2 つの追加音は、楽しい雰囲気を醸し出す曲が作業中に流れた場合の影響を測るために採り入れた、「可愛くほのぼの BGM」、「陽気なトロピカル BGM」の 2 つである。

表 3.1 : 11 種類の音

音番号	音要素の題名	略称
1	オフィス	オフィス
2	鳥のさえずりと焚火のパチパチ	鳥と焚火
3	都会の喧騒	都会喧噪
4	可愛くほのぼの BGM	ほのぼの
5	川のせせらぎ	せせらぎ
6	赤ちゃんの泣き声と台所	赤子と厨
7	ピアノ	ピアノ
8	時計のアラーム	アラーム
9	カフェの雑音とジャズ BGM	喫茶と曲
10	陽気なトロピカル BGM	南国の曲
11	波とジャズ BGM	波と曲

11 種類の音には、全てフリー素材の音源を利用した。11 種類の音の入手先は付録にて示す。また、それらの音を並べ替えて作った 10 パターンの音源を表 3.2

に示す。表 3.2 中、使用した音の名称は表 3.1 に併記した略称で示している。

表 3.2：音源の種類

音源 番号	1 番 目	2 番 目	3 番 目	4 番 目	5 番 目	6 番 目	7 番 目	8 番 目	9 番 目	10 番目	11 番目
11	オフ イス	鳥と 焚火	都会 喧騒	ほの ぼの	せせ らぎ	赤子 と厨	ピア ノ	アラ ーム	喫茶 と曲	南国 の曲	波と 曲
21	オフ イス	ピア ノ	都会 喧騒	ほの ぼの	赤子 と厨	せせ らぎ	鳥と 焚火	喫茶 と曲	波と 曲	アラ ーム	南国 の曲
31	オフ イス	ピア ノ	波と 曲	アラ ーム	せせ らぎ	都会 喧騒	ほの ぼの	赤子 と厨	南国 の曲	鳥と 焚火	喫茶 と曲
41	オフ イス	鳥と 焚火	せせ らぎ	赤子 と厨	波と 曲	ピア ノ	喫茶 と曲	都会 喧騒	南国 の曲	アラ ーム	ほの ぼの
51	オフ イス	せせ らぎ	ほの ぼの	アラ ーム	喫茶 と曲	鳥と 焚火	都会 喧騒	南国 の曲	赤子 と厨	波と 曲	ピア ノ
61	オフ イス	喫茶 と曲	都会 喧騒	波と 曲	せせ らぎ	赤子 と厨	南国 の曲	鳥と 焚火	アラ ーム	ピア ノ	ほの ぼの
71	オフ イス	ほの ぼの	波と 曲	都会 喧騒	ピア ノ	南国 の曲	赤子 と厨	喫茶 と曲	アラ ーム	鳥と 焚火	せせ らぎ
81	オフ イス	南国 の曲	喫茶 と曲	せせ らぎ	都会 喧騒	ピア ノ	アラ ーム	ほの ぼの	鳥と 焚火	赤子 と厨	波と 曲
91	オフ イス	ほの ぼの	ピア ノ	都会 喧騒	波と 曲	アラ ーム	せせ らぎ	赤子 と厨	喫茶 と曲	鳥と 焚火	南国 の曲
101	オフ イス	波と 曲	南国 の曲	喫茶 と曲	アラ ーム	ピア ノ	赤子 と厨	せせ らぎ	ほの ぼの	都会 喧騒	鳥と 焚火

なお全てのパターンで、最初の無音の次に流す音は「オフィス」の音に固定した。これは、無音と同様、オフィスでの作業パフォーマンスもひとつの比較基準となると考えたためである。

また、実験用音源作成時に使用した機器は付録にて示す。

3.4 快適性の実験方法

27 分間の作業が終了したのち，快適性の印象評価の調査を行った．被験者にもう一度個々の音を聞いてもらいながら，音の快適性に対する印象を SD 法により評価してもらった．SD 法評価で採用した形容詞対を表 3.3 に示す．これらの形容詞対は，先行研究[6]を参考にして選出し，さらに「楽しくなる－楽しくならない」，「明るい－暗い」の 2 対を追加して，計 16 項目とした．被験者には，音から受けた印象が各形容詞対のどちらの形容詞により近いかを，7 段階で評価してもらった．そのほか，個々の音の特徴と，その音を聞いた際の印象や気持ちについての自由記述でのアンケート調査を行った．

表 3.3：主観評価実験の項目

No.	項目名
1	快適でない - 快適
2	イライラする - イライラしない
3	うるさい - 静か
4	心地良くない - 心地良い
5	自然を感じない - 自然を感じる
6	集中できない - 集中できる
7	リフレッシュできない - リフレッシュできる
8	気を使う - 気を使わない
9	話しにくい - 話しやすい
10	煩わしい - 煩わしくない
11	にぎやかでない - にぎやか
12	気になる - 気にならない
13	不安 - 安心
14	落ち着かない - 落ち着く
15	楽しくならない - 楽しくなる
16	暗い - 明るい

第4章 実験結果

4.1 生産性の実験結果

ある 1 名の被験者が解答した問題数（誤答した問題の数も含む．これを以下では「生産性（問題数）」と呼ぶ）の測定結果例を図 4.1 に示す．図 4.1 は，横軸が実験開始からの経過時間（min），縦軸が解いた問題数（問）を表す．グラフの赤い実線は，最初と最後の無音時のパフォーマンスを繋いだものであり，疲労によるパフォーマンスの基礎的な変化を示した．しかしながら図 4.1 に示す例のように，人によっては最後の無音部分の方が，生産性が高くなる場合もあり，正しく疲労を評価できないことが明らかになった．そのため，今回は経時的な生産性の変化を考慮せず，得られた生産性の値をそのまま使用することとした．オレンジ色の点線は，解答した問題の累計数である．また，図 4.1 の結果とは別の被験者による正答数の割合（これを以下では「生産性（正解率）」と呼ぶ）の測定結果例を図 4.2 に示す．横軸が時間（min），縦軸が正解率（%）を表す．先ほどと同様に疲労を考慮した赤い直線も記載してあるが，上記と同じ理由で今回は考慮しないこととする．全ての被験者のこれらのデータを出した．1 人 1 人から得られたこれらのデータを集計することにより，生産性と快適性の相関分析をしていく．

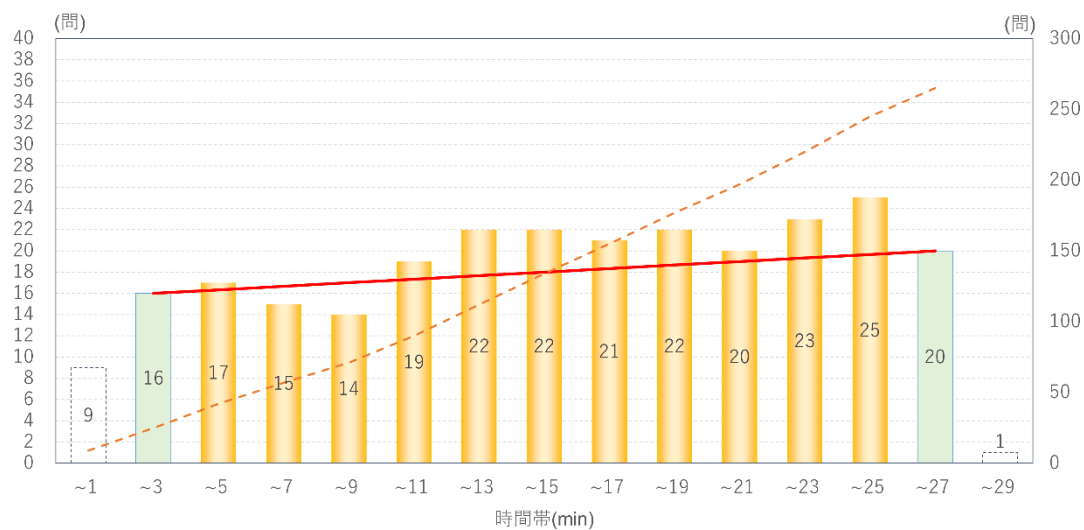


図 4.1：ある 1 名の被験者による生産性（問題数）の推移

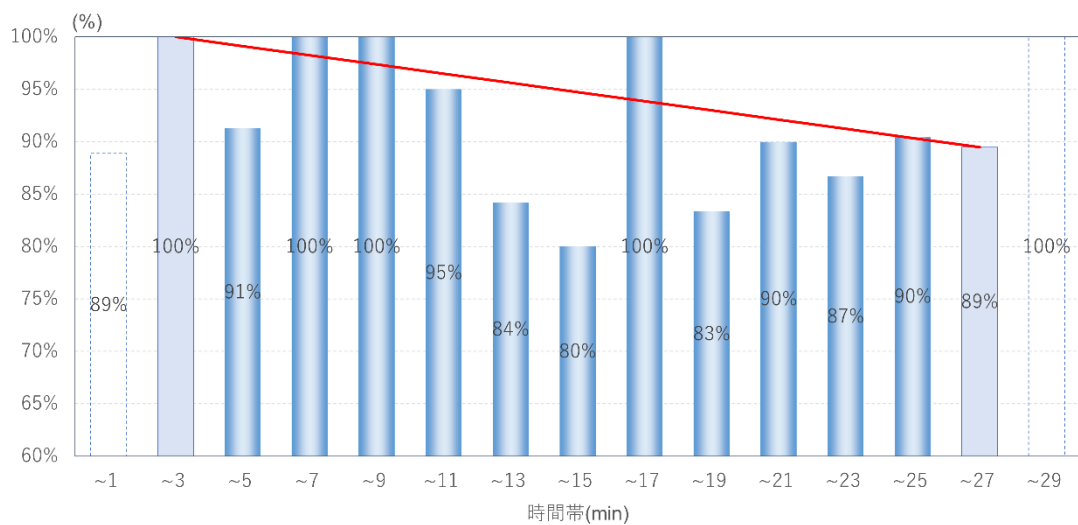


図 4.2：ある 1 名の被験者による生産性（正解率）の推移

4.2 快適性の実験結果

SD 法を用いた印象評価により得られたデータを-3~3 の印象評価値として扱い、本データ群（11 音×16 語×19 名）を用いて因子分析（主因子法，バリマックス回転）を行った。しかし、「気を使う―気を使わない」項目がどの成分もほぼ同じ因子負荷量となっていたため除外し、もう 1 度因子分析を行った結果、因子数は 2 となった。表 4.1 に因子分析の結果を示す。表中の太字で示す数値は、0.40 以上の絶対値で 2 因子中最も高い因子負荷量を示す。第 1 成分と第 2

表 4.1：因子分析結果

評価用語	I	II
落ち着く	0.946	0.024
心地良い	0.923	0.193
静か	0.922	-0.063
快適	0.915	0.188
集中できる	0.895	0.072
煩わしくない	0.890	0.073
リフレッシュできる	0.883	0.139
イライラしない	0.848	0.210
安心	0.845	0.255
気にならない	0.838	0.192
自然を感じる	0.598	-0.041
明るい	-0.083	0.812
楽しくなる	0.392	0.728
にぎやか	-0.529	0.552
話しやすい	0.232	0.462
因子寄与率[%]	58.650	13.083
累積寄与率[%]	58.650	71.732

成分の累積寄与率は 71%であり，SD 法の評価形容詞対の 7 割程度を説明できた．

表 4.1 より，因子 I は「落ち着く」，「心地良い」，「静か」，「快適」といったホッと一息つくような穏やかさや安堵感を占める項目が高い値を示したため，「リラックス」因子と名付けた．因子 II は「明るい」，「楽しくなる」といった高揚感のある項目が高い値を示したため，「陽気」因子と名付けた．

また，因子分析より得られた，因子 I と因子 II のそれぞれの因子得点を快適性の得点とする．因子得点は因子ごとに，19 名の 11 音それぞれの因子得点の平均が 0 となり，標準偏差が 1 になっているものである[18]．各被験者における，因子 I と因子 II の因子得点を表 4.2 に示す．

表 4.2：19 人の因子分析により得られた因子得点

被験者	音要素	因子 I	因子 II
1 人目	1.オフィス	-0.35028	-0.20199
	2.鳥と焚火	1.21758	-0.14017
	3.都会喧騒	-1.09748	0.41422
	4.ほのぼの	-0.42414	1.69569
	5.せせらぎ	1.61354	-1.0956
	6.赤子と厨	-1.10413	-1.65859
	7.ピアノ	0.99041	-0.20636
	8.アラーム	-1.26072	-1.45139
	9.喫茶と曲	0.9558	-0.73145
	10.南国の曲	-0.44537	2.04062
	11.波と曲	1.3619	-0.63278

2 人目	1.オフィス	-0.45615	-0.87841
	2.鳥と焚火	0.89301	-0.94649
	3.都会喧騒	-1.32019	-1.14796
	4.ほのぼの	0.26211	2.37245
	5.せせらぎ	1.58848	-0.95377
	6.赤子と厨	-1.11712	-0.35225
	7.ピアノ	1.56474	-1.71855
	8.アラーム	-1.63756	-0.76852
	9.喫茶と曲	1.01053	1.30771
	10.南国の曲	-0.43996	2.31107
	11.波と曲	1.50082	-0.08839
3 人目	1.オフィス	0.59299	0.06372
	2.鳥と焚火	0.50018	0.69005
	3.都会喧騒	-0.16202	1.25549
	4.ほのぼの	-0.15696	1.4453
	5.せせらぎ	1.10353	0.22424
	6.赤子と厨	-0.82918	-1.00705
	7.ピアノ	1.01486	-1.41404
	8.アラーム	-1.19665	-1.20703
	9.喫茶と曲	0.71979	0.59234
	10.南国の曲	0.42373	1.65738
	11.波と曲	0.78481	0.37061
4 人目	1.オフィス	-1.03881	0.3005
	2.鳥と焚火	1.30516	-1.09299
	3.都会喧騒	-1.4462	0.88074
	4.ほのぼの	-0.26481	1.62616
	5.せせらぎ	1.05772	-0.6583
	6.赤子と厨	-0.84903	0.06542
	7.ピアノ	0.78753	-1.25122
	8.アラーム	-1.53011	-1.0545
	9.喫茶と曲	-0.95677	1.2387
	10.南国の曲	-1.13629	1.06584
	11.波と曲	0.87161	-0.70746
	1.オフィス	0.32037	0.20363
	2.鳥と焚火	0.54826	-0.77155

5 人目	3.都会喧騒	-0.13463	1.36971
	4.ほのぼの	-0.15072	0.57447
	5.せせらぎ	1.30635	-0.51754
	6.赤子と厨	-0.43291	0.18092
	7.ピアノ	1.25611	-1.14374
	8.アラーム	-0.49222	-0.65751
	9.喫茶と曲	1.01854	0.75137
	10.南国の曲	0.29646	1.64493
	11.波と曲	1.19345	-0.31583
6 人目	1.オフィス	-0.60121	-0.49379
	2.鳥と焚火	0.68962	-0.09725
	3.都会喧騒	-0.91518	-0.23987
	4.ほのぼの	-0.8298	0.43479
	5.せせらぎ	1.30768	0.02499
	6.赤子と厨	-1.49586	-1.26661
	7.ピアノ	1.00777	-1.18606
	8.アラーム	-1.65259	-0.39042
	9.喫茶と曲	0.74414	-0.51432
	10.南国の曲	-0.48017	1.22379
	11.波と曲	0.95077	-0.42226
7 人目	1.オフィス	-0.58458	0.28816
	2.鳥と焚火	-0.54358	-0.09993
	3.都会喧騒	-0.10588	0.52896
	4.ほのぼの	0.22162	0.92392
	5.せせらぎ	-0.4483	-0.24617
	6.赤子と厨	-1.4268	-1.33813
	7.ピアノ	0.48442	-0.60076
	8.アラーム	-1.58068	-0.65578
	9.喫茶と曲	-0.04612	0.44714
	10.南国の曲	-1.09985	0.61787
	11.波と曲	0.14033	0.00564
	1.オフィス	-0.75228	-0.21457
	2.鳥と焚火	0.07707	-0.42016
	3.都会喧騒	-0.65257	-0.21251
	4.ほのぼの	-0.19565	0.73206

8 人目	5.せせらぎ	0.96969	0.39197
	6.赤子と厨	-0.62402	0.22299
	7.ピアノ	1.23758	0.81295
	8.アラーム	-1.59668	-0.82682
	9.喫茶と曲	0.41762	0.68512
	10.南国の曲	-0.27821	1.06208
	11.波と曲	0.8037	0.12323
9 人目	1.オフィス	-0.61241	-0.26446
	2.鳥と焚火	0.41001	0.30676
	3.都会喧騒	-0.44129	-0.26971
	4.ほのぼの	0.24051	0.529
	5.せせらぎ	1.24288	1.01653
	6.赤子と厨	-1.38828	-2.11319
	7.ピアノ	1.06592	0.50567
	8.アラーム	-1.36369	-2.40009
	9.喫茶と曲	0.76637	0.90489
	10.南国の曲	0.15982	1.07881
	11.波と曲	0.98121	0.14518
10 人目	1.オフィス	-0.88189	0.04085
	2.鳥と焚火	1.27294	0.29193
	3.都会喧騒	-0.47778	1.97854
	4.ほのぼの	0.76785	1.26404
	5.せせらぎ	1.25009	-0.02692
	6.赤子と厨	-1.15077	0.29766
	7.ピアノ	1.36343	-0.43486
	8.アラーム	-1.64337	-0.80568
	9.喫茶と曲	0.81617	1.04499
	10.南国の曲	-0.29004	1.92845
	11.波と曲	1.27589	-0.1933
11 人目	1.オフィス	-0.25453	0.24222
	2.鳥と焚火	1.52182	-0.94124
	3.都会喧騒	-0.73977	0.91905
	4.ほのぼの	-0.82518	1.27648
	5.せせらぎ	0.70518	-0.21732
	6.赤子と厨	-1.30281	-1.15166

	7.ピアノ	1.01356	-1.19861
	8.アラーム	-1.47907	-0.75644
	9.喫茶と曲	0.18826	0.70109
	10.南国の曲	-0.97031	1.3324
	11.波と曲	0.91368	-0.45898
12 人目	1.オフィス	-0.37132	-0.54971
	2.鳥と焚火	1.10679	1.08359
	3.都会喧騒	-0.74869	-0.12084
	4.ほのぼの	0.02032	1.02391
	5.せせらぎ	1.377	1.24683
	6.赤子と厨	-1.55563	-1.20353
	7.ピアノ	0.72299	0.5815
	8.アラーム	-1.28435	-0.96928
	9.喫茶と曲	0.92033	0.89514
	10.南国の曲	-0.63286	0.6909
	11.波と曲	1.32861	0.66895
13 人目	1.オフィス	-0.50156	-0.2736
	2.鳥と焚火	0.8423	-0.86627
	3.都会喧騒	-0.93265	0.31557
	4.ほのぼの	-0.60083	1.4003
	5.せせらぎ	0.93764	-0.58876
	6.赤子と厨	-1.10554	-0.81547
	7.ピアノ	0.55216	-0.88837
	8.アラーム	-1.03006	-1.02708
	9.喫茶と曲	0.33455	0.13094
	10.南国の曲	-0.7911	1.48834
	11.波と曲	0.44402	-0.55147
14 人目	1.オフィス	-0.60729	-0.43722
	2.鳥と焚火	-0.71496	-0.92403
	3.都会喧騒	-1.47736	0.7573
	4.ほのぼの	-0.72211	1.76622
	5.せせらぎ	1.50977	-0.67646
	6.赤子と厨	-1.55362	-1.29682
	7.ピアノ	0.4235	-0.60125
	8.アラーム	-1.64337	-0.80568

	9.喫茶と曲	1.42288	-0.67111
	10.南国の曲	-1.03619	1.38756
	11.波と曲	1.5986	-1.24483
15 人目	1.オフィス	-1.5811	0.33738
	2.鳥と焚火	1.37275	-0.71112
	3.都会喧騒	-1.38469	0.10664
	4.ほのぼの	-0.39277	0.74357
	5.せせらぎ	1.46643	-0.40461
	6.赤子と厨	-1.49007	-0.93505
	7.ピアノ	1.19461	0.39522
	8.アラーム	-1.12638	-0.8444
	9.喫茶と曲	1.16291	0.96268
	10.南国の曲	-0.80689	1.20514
	11.波と曲	1.4502	0.14168
16 人目	1.オフィス	0.23877	-0.53284
	2.鳥と焚火	1.12581	-0.25672
	3.都会喧騒	-0.96723	0.65045
	4.ほのぼの	0.07095	0.63935
	5.せせらぎ	1.33267	-0.24786
	6.赤子と厨	-1.07538	-1.35951
	7.ピアノ	1.03716	-0.53311
	8.アラーム	-1.42818	-1.04613
	9.喫茶と曲	1.42678	-0.34153
	10.南国の曲	-0.87774	1.49514
	11.波と曲	1.18487	-0.10886
17 人目	1.オフィス	0.08552	0.10161
	2.鳥と焚火	0.12205	-0.69632
	3.都会喧騒	-0.00348	-0.2092
	4.ほのぼの	-0.20879	1.01741
	5.せせらぎ	0.81288	0.49591
	6.赤子と厨	-1.13314	-0.62986
	7.ピアノ	1.33708	-0.13657
	8.アラーム	-1.67811	-0.53945
	9.喫茶と曲	0.53359	0.31258
	10.南国の曲	-0.37813	1.8777

	11.波と曲	1.01201	-0.4926
18 人目	1.オフィス	-0.40335	-0.49998
	2.鳥と焚火	0.53021	-0.48211
	3.都会喧騒	-0.45122	0.10366
	4.ほのぼの	-0.67928	0.70314
	5.せせらぎ	1.23027	-0.47763
	6.赤子と厨	-1.43741	-1.27169
	7.ピアノ	0.65085	-0.15355
	8.アラーム	-1.61003	-0.39647
	9.喫茶と曲	0.56779	-0.14854
	10.南国の曲	-1.10823	0.72663
	11.波と曲	0.67628	-0.86487
19 人目	1.オフィス	-0.56379	-0.22037
	2.鳥と焚火	0.52283	-0.75541
	3.都会喧騒	-1.02225	-0.17956
	4.ほのぼの	-0.35902	1.59048
	5.せせらぎ	1.48007	-0.34773
	6.赤子と厨	-0.72488	-1.77481
	7.ピアノ	0.99976	-0.05719
	8.アラーム	-1.07429	-0.42211
	9.喫茶と曲	1.15114	-1.12488
	10.南国の曲	-0.66544	1.32681
	11.波と曲	0.71671	-0.09994

第5章 分析手法・結果

生産性と快適性の相関を検証する。ただ、実験の都合上、被験者数が 19 名と少ないことや、心理分野の傾向分析ということもあり、結果が一意に定まらない可能性がある。そのため、多角的な角度から分析し、検証する。本研究では、大きく 2 つの分析手法を用いて分析した。

5.1 19 名の被験者の全体的な生産性と快適性の相関

全被験者 19 名の 11 個の音の生産性（問題数）と生産性（正解率）、快適性（リラックス）と快適性（陽気）をそれぞれ 4 つの組み合わせで生産性と快適性の相関を散布図に表した。なお、生産性（問題数）については、各被験者について平均が 0、標準偏差が 1 になるように Z スコア化することで、個人間の解いた問題数の差異を吸収している[19]。19 名の生産性（問題数）と快適性（リラックス）の相関を図 5.1 に示す。19 名の生産性（問題数）と快適性（陽気）の相関を図 5.2 に示す。19 名の生産性（正解率）と快適性（リラックス）の相関を図 5.3 に示す。19 名の生産性（正解率）と快適性（陽気）の相関を図 5.4 に示す。各散布図には、回帰直線も算出し、赤線で示している。

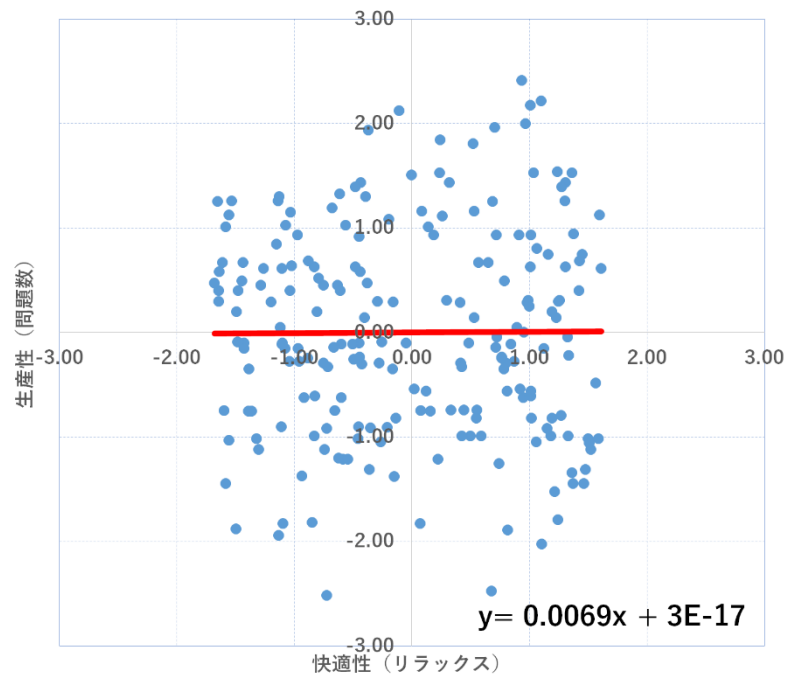


図 5.1 : 19 名の生産性（問題数）と快適性（リラックス）の相関

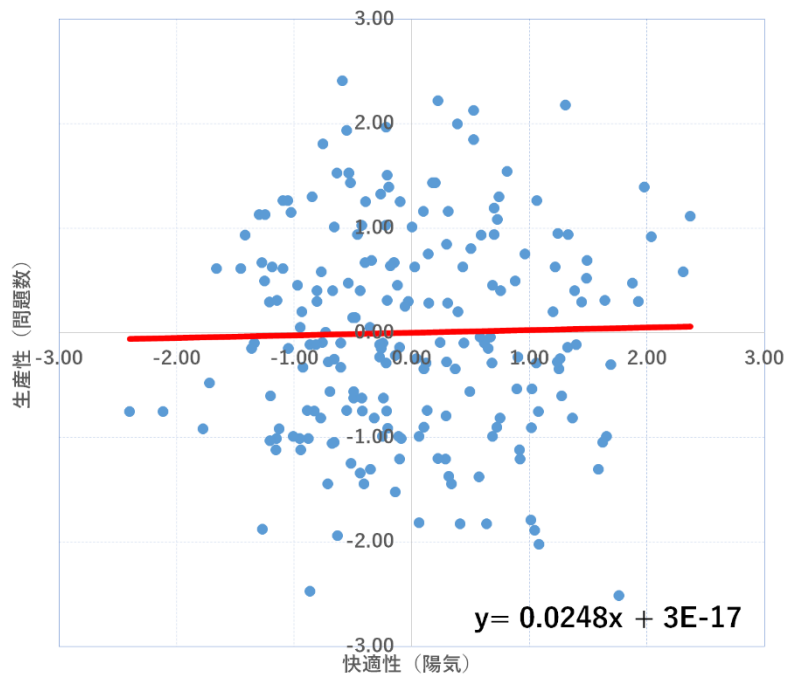


図 5.2 : 19 名の生産性（問題数）と快適性（陽気）の相関

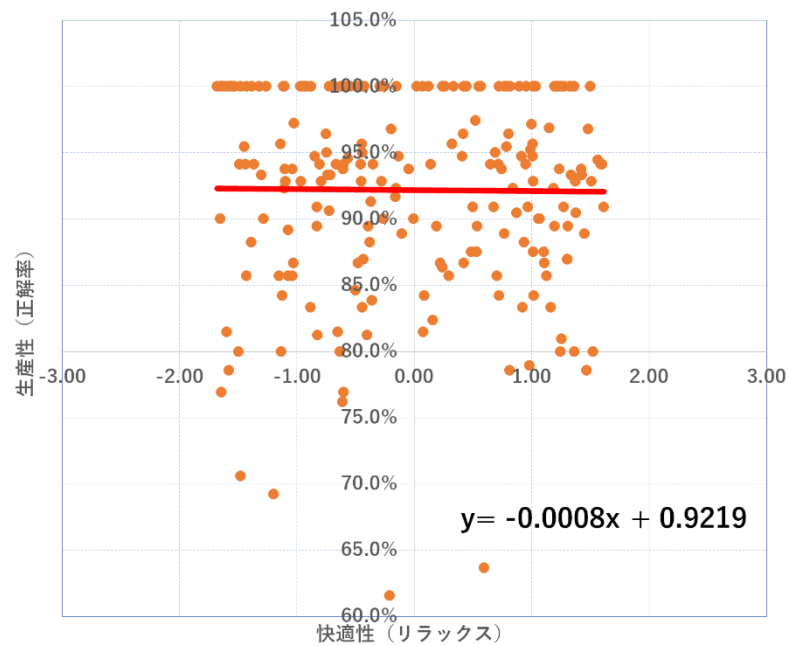


図 5.3 : 19 名の生産性（正解率）と快適性（リラックス）の相関

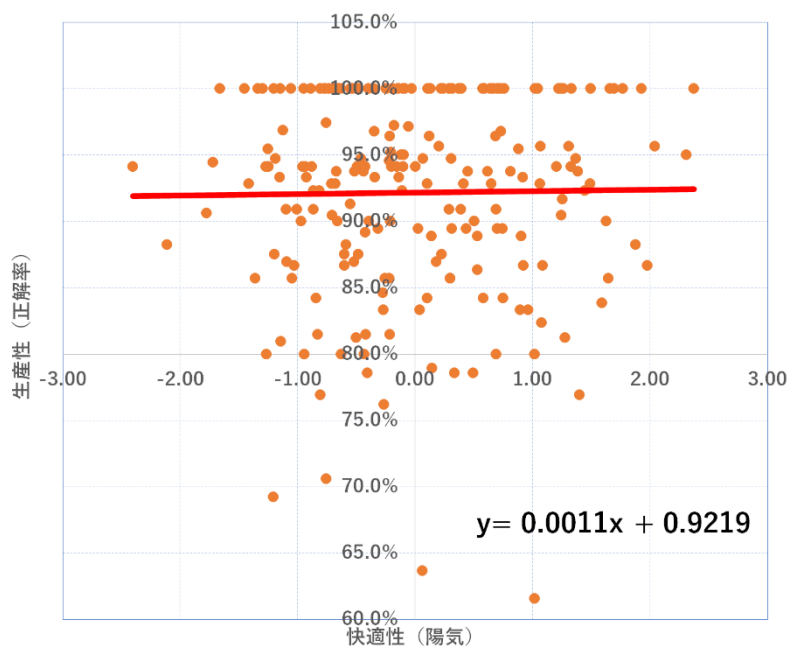


図 5.4 : 19 名の生産性（正解率）と快適性（陽気）の相関

図 5.1～図 5.4 のデータについて、相関係数を求めたところ、いずれについても 0.1 を大きく下回り、相関はないという結果となった。おそらく、同じ音に対してもその感じ方（すなわち心理的影響）は人それぞれ異なるため、万人に共通するような相関関係はそもそも得られないのではないかと思われる。そこで、快適性（リラックス）と快適性（陽気）の感じ方により被験者をグループ化し、そのグループごとに快適性と生産性の相関を分析する。次節から、その分析結果を述べていく。

5.2 快適性に基づくグループ化による生産性の相関

前節では、19 名全員の結果より、生産性と快適性の相関を求めることを試みたが、いずれについても相関は認められなかった。そこで本節では、快適性に基づいて被験者を 3 つのグループに分け、各グループについて快適性を説明変数、生産性を目的変数とした重回帰分析を行う。

まず、被験者 1 名ごとに快適性（リラックス）と快適性（陽気）を散布図に表し、回帰直線を算出する。回帰直線の傾きによって 3 グループに分ける。傾きが負のグループを負相関グループ、傾きが 0 に近い（傾きが $-0.1 \sim 0.1$ ）グループを無相関グループ、傾きが正のグループを正相関グループと呼ぶことにする。19 名をグループ分けした結果を表 5.1 に示す。負相関グループが 7 名、無相関グ

ループが 7 名、正相関グループが 5 名となった。負相関グループのある 1 名の
 散布図と回帰直線を図 5.5、無相関グループのある 1 名の散布図と回帰直線を図
 5.6、正相関グループのある 1 名の散布図と回帰直線を図 5.7 に示す。

表 5.1：19 名のグループの内訳

人数	負相関 グループ	無相関 グループ	正相関 グループ
1	1 人目	2 人目	3 人目
2	4 人目	6 人目	7 人目
3	5 人目	10 人目	8 人目
4	11 人目	15 人目	9 人目
5	13 人目	16 人目	12 人目
6	14 人目	17 人目	
7	19 人目	18 人目	

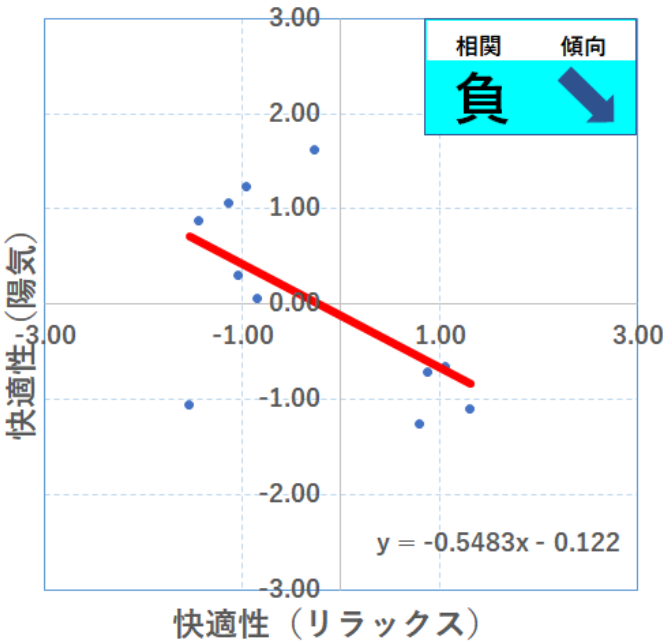


図 5.5：負相関グループのある 1 名の散布図と回帰直線（4 人目）

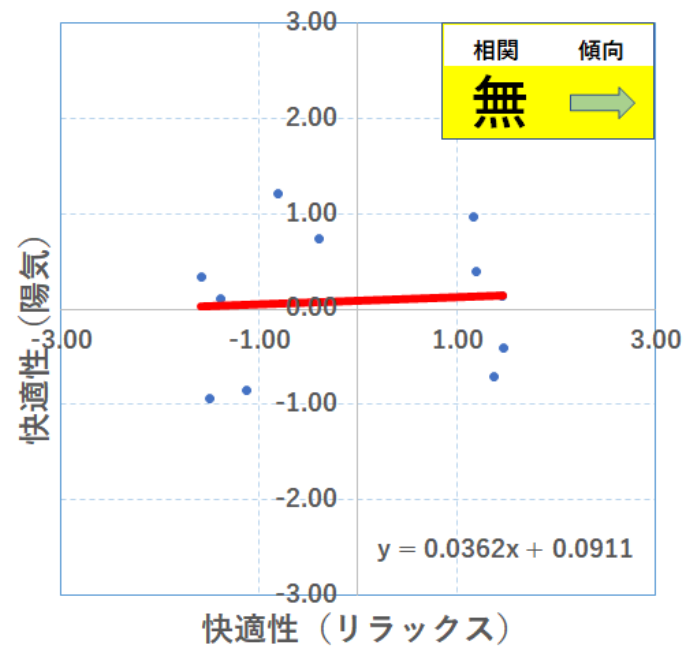


図 5.6：無相関グループのある 1 名の散布図と回帰直線（15 人目）

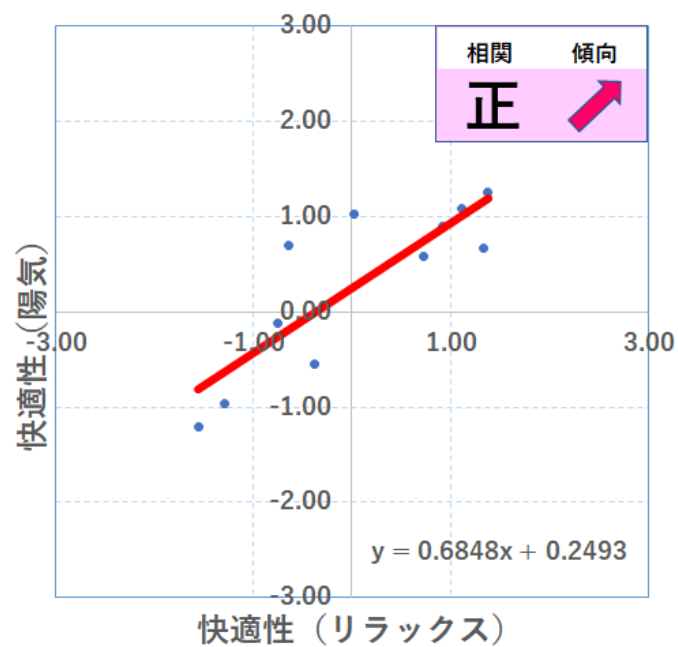


図 5.7：正相関グループのある 1 名の散布図と回帰直線（12 人目）

以上の3グループに分け、各グループ別に生産性と快適性の相関について検証する。

5.2.1 負相関グループの分析結果

グループごとの快適性と生産性の相関を分析する。生産性を目的変数、快適性（リラックス）と快適性（陽気）を説明変数として重回帰分析を行った。生産性（問題数）はZスコア化したものを扱う。以下に生産性（問題数）、生産性（正解率）と快適性の重回帰分析結果を表5.2、表5.3に示す。

表 5.2：生産性（問題数）と快適性の重回帰分析 負相関グループ

	偏回帰係数	標準誤差	t	P-値
切片	-0.0194	0.11502	-0.1683	0.86683
リラックス	-0.0471	0.12139	-0.3883	0.6989
陽気	-0.1972	0.12379	-1.593	0.11543

R^2 （自由度調整済み決定係数）：0.00712

有意 F：0.28616

表 5.3：生産性（正解率）と快適性の重回帰分析 負相関グループ

	偏回帰係数	標準誤差	t	P-値
切片	0.93025	0.00734	126.656	2.9E-88
リラックス	-0.0088	0.00775	-1.138	0.2588
陽気	-0.0041	0.0079	-0.5158	0.60756

R^2 （自由度調整済み決定係数）：-0.0089

有意 F：0.51734

生産性（問題数）と快適性の重回帰分析結果については有意 F 値が 0.28616, 生産性（正解率）と快適性の重回帰分析結果については有意 F が 0.51734 となり, いずれも 0.05 よりかなり大きい結果となったため, この重回帰の結果の妥当性については, あまり信頼できない結果となった. ただし, 生産性（問題数）と快適性の重回帰分析結果における快適性（陽気）の偏回帰係数については $P = 0.11543$ となり, 有意とは言えないものの, 0.1 よりわずかに大きい程度であるため, 弱いながらも有意傾向が認められる可能性がある（この点については, 後でより詳細に検証する）. 快適性（陽気）の偏回帰係数が -0.1972 より, 負相関グループの生産性（問題数）と快適性の相関において, 陽気度が下がるにつれて, 生産性（問題数）が上がる可能性が示唆される. なお, 表 5.3 より, 生産性（正解率）と快適性には相関がないとわかる.

次に重回帰分析の結果に基づき, 負相関グループにおける生産性（問題数）と快適性（リラックス）, 快適性（陽気）の関係をより具体的に検証する. このとき生産性と快適性は, グループ内での平均で算出した値を扱う. 図 5.8 に, 11 種類の各音における快適性と生産性（問題数）との関係性を示す.

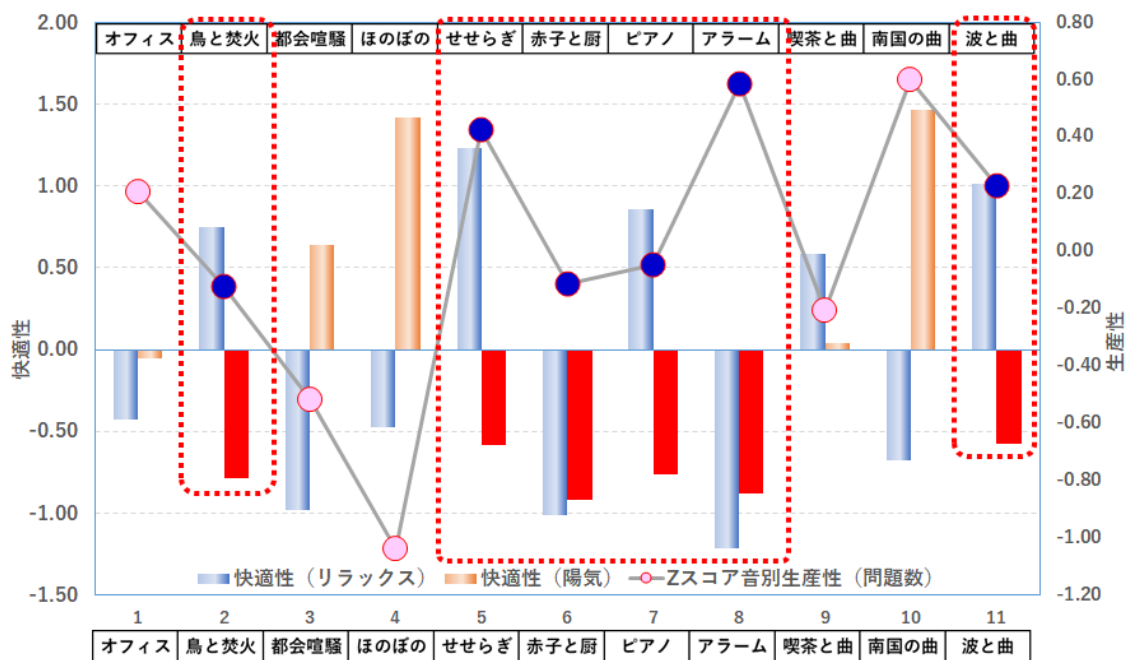


図 5.8：負相関グループにおける 11 種類の各音における快適性と生産性（問題数）との関係性

棒グラフの青色が快適性（リラックス）、赤色が快適性（陽気）で、折れ線グラフが生産性（問題数）を表す。さらに、重回帰分析の結果より、陽気度が負の値である棒グラフに濃い赤色にマークした。濃く赤色にした棒グラフとそのときのリラックス度と生産性（問題数）を赤い点線で囲む。赤線で囲まれた生産性（問題数）は青色の丸にした。赤い点線で囲まれた生産性（問題数）を見ると、全て正の値となっていることから、重回帰分析で算出した、負相関グループにおいて陽気度が低い場合に生産性（問題数）が高い傾向になることが確認された。

5.2.2 無相関グループの分析結果

無相関グループにおける生産性（問題数）、生産性（正解率）と快適性の重回帰分析結果を表 5.4，表 5.5 に示す。

表 5.4：生産性（問題数）と快適性の重回帰分析 無相関グループ

	偏回帰係数	標準誤差	t	P-値
切片	0.00585	0.11201	0.05225	0.95847
リラックス	-0.0742	0.10483	-0.7075	0.48148
陽気	0.29271	0.12651	2.31364	0.02347

R^2 （自由度調整済み決定係数）：0.04815

有意 F：0.06006

表 5.5：生産性（正解率）と快適性の重回帰分析 無相関グループ

	偏回帰係数	標準誤差	t	P-値
切片	0.92481	0.00896	103.233	9.9E-82
リラックス	0.00849	0.00838	1.0125	0.3146
陽気	0.00493	0.01012	0.48769	0.62721

R^2 （自由度調整済み決定係数）：-0.0098

有意 F：0.5339

生産性（問題数）と快適性の重回帰分析結果については有意 F 値が 0.06006 となり，有意傾向が認められた。ただし，生産性（正解率）と快適性の重回帰分析結果については有意 F が 0.5339 となり，0.05 よりかなり大きい結果となったため，この重回帰の結果の妥当性については，あまり信頼できない結果となった。生産性（問題数）と快適性の重回帰分析結果において，快適性（陽気）につ

いては $P = 0.02347 < 0.05$ となり、有意性が確認された（この点についても、後でより詳細に検証する）。快適性（陽気）の偏回帰係数が 0.29271 より、無相関グループの生産性（問題数）と快適性の相関において、陽気度が上がるにつれて、生産性（問題数）が上がる傾向が示された。なお表 5.5 より、生産性（正解率）と快適性は相関がないとわかる。

次に重回帰分析の結果に基づき、無相関グループにおける生産性（問題数）と快適性（リラックス）、快適性（陽気）の関係をより具体的に検証する。このとき生産性と快適性はグループ内での平均で算出した値を扱う。図 5.9 に、11 種類の各音における快適性と生産性（問題数）との関係性を示す。

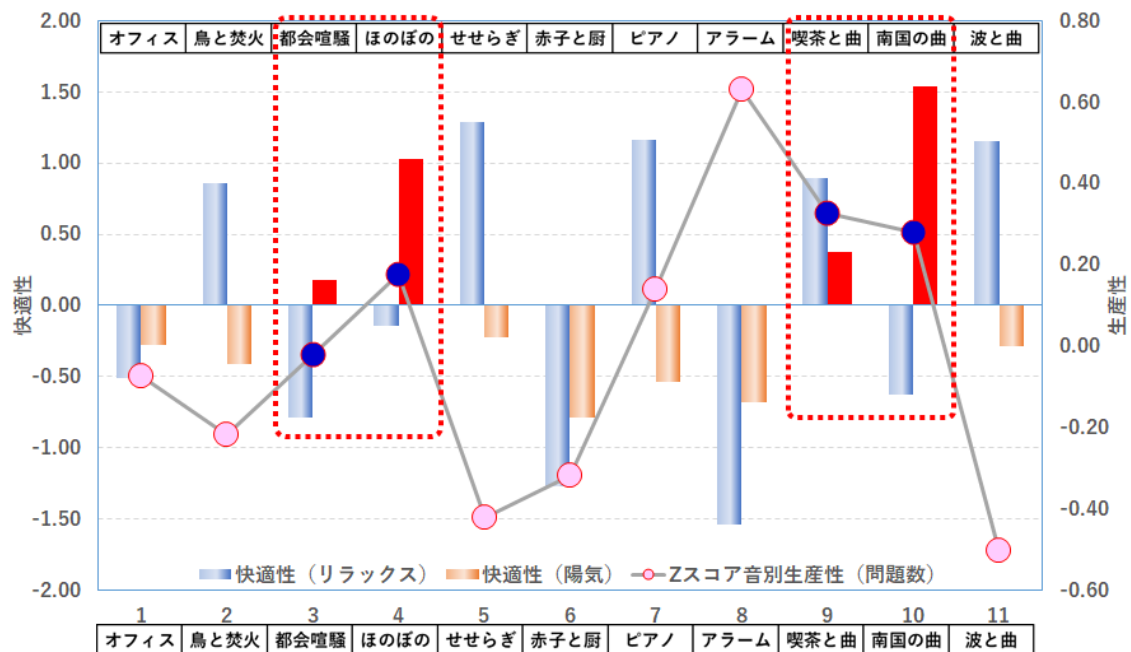


図 5.9：無相関グループにおける 11 種類の各音における快適性と生産性（問題数）との関係性

棒グラフの青色が快適性（リラックス）、赤色が快適性（陽気）で、折れ線グラフが生産性（問題数）を表す。さらに、重回帰分析の結果より、陽気度が正の値である棒グラフに濃い赤色にマークした。濃く赤色にした棒グラフとそのときのリラックス度と生産性（問題数）を赤い点線で囲む。赤い点線で囲まれた生産性（問題数）は青色の丸にした。赤い点線で囲まれた生産性（問題数）を見ると、半分以上の生産性（問題数）が正の値となっていることから、重回帰分析で算出した、無相関グループにおいて陽気度が高い場合に生産性（問題数）が高い傾向になることが確認された。

5.2.3 正相関グループの分析結果

正相関グループにおける生産性（問題数）、生産性（正解率）と快適性の重回帰分析結果を表 5.6，表 5.7 に示す。

表 5.6：生産性（問題数）と快適性の重回帰分析 正相関グループ

	偏回帰係数	標準誤差	t	P-値
切片	0.0277	0.1393	0.19882	0.84318
リラックス	0.27654	0.19876	1.39137	0.17004
陽気	-0.1678	0.19638	-0.8547	0.39665

R^2 （自由度調整済み決定係数）：-0.0012

有意 F：0.38656

表 5.7：生産性（正解率）と快適性の重回帰分析 正相関グループ

	偏回帰係数	標準誤差	t	P-値
切片	0.90228	0.01133	79.6064	5.2E-56
リラックス	-0.0178	0.01617	-1.0984	0.27707
陽気	0.01539	0.01598	0.96301	0.34

R^2 （自由度調整済み決定係数）：-0.0123

有意 F：0.51457

生産性（問題数）と快適性の重回帰分析結果については有意 F 値が 0.38656，生産性（正解率）と快適性の重回帰分析結果については有意 F が 0.51457 となり，いずれも 0.05 よりかなり大きい結果となったため，この重回帰の結果の妥当性については，あまり信頼できない結果となった。ただし，生産性（問題数）と快適性の重回帰分析結果における快適性（リラックス）の偏回帰係数について

は $P = 0.17004$ となり、有意とは言えないものの、0.1 よりやや大きい程度であるため、弱いながらも有意傾向が認められる可能性がある（この点については、後でより詳細に検証する）。快適性（リラックス）の偏回帰係数が 0.27654 より、正相関グループの生産性（問題数）と快適性の相関において、リラックス度が上がるにつれて、生産性（問題数）が上がる可能性が示唆される。なお表 5.7 より、生産性（正解率）と快適性は相関がないとわかる。

重回帰分析の結果に基づき、正相関グループにおける生産性（問題数）と快適性（リラックス）、快適性（陽気）の関係をより具体的に検証する。このとき生産性と快適性はグループ内での平均で算出した値を扱う。図 5.10 に、11 種類の各音における快適性と生産性（問題数）との関係性を示す。

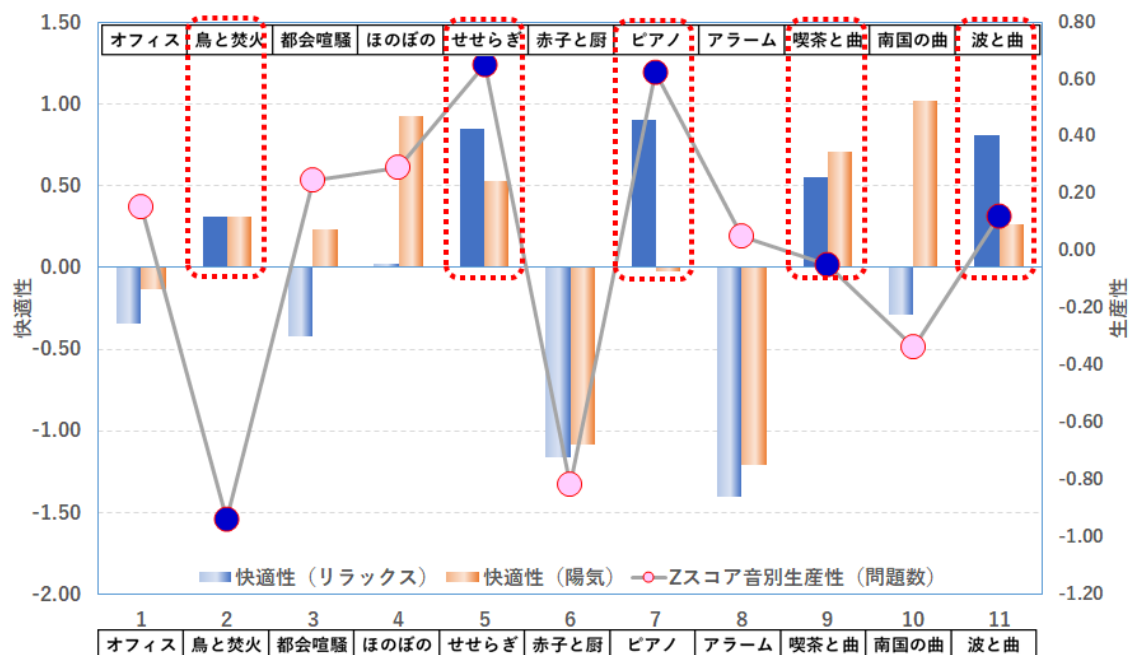


図 5.10：正相関グループにおける 11 種類の各音における快適性と生産性（問題数）との関係性

棒グラフの青色が快適性（リラックス）、赤色が快適性（陽気）で、折れ線グラフが生産性（問題数）を表す。さらに、重回帰分析の結果より、リラックス度が正の値である棒グラフに濃い青色にマークした。濃く青色にした棒グラフとそのときの陽気度と生産性（問題数）を赤い点線で囲む。赤い点線で囲まれた生産性（問題数）は青色の丸にした。赤い点線で囲まれた生産性（問題数）を見ると、半分以上の生産性（問題数）が正の値となっていることから、重回帰分析で算出した、正相関グループにおいてリラックス度が高い場合に生産性（問題数）が高い傾向になることが確認された。

5.2.4 測定結果とインタビュー結果の相関

被験者が実験後の自身の生産性に関する結果を知らない状態でのインタビューで、「快適だと思った音」、「不快だと思った音」、「作業しやすいと思った音」、「作業しにくいと思った音」を1つずつ挙げてもらった。そこで、グループごとに、本人の思っていた結果と実際の測定結果が、どれくらい関連があるかを分析する。測定結果は実際の仕事としたときに、「進捗」と考えられる生産性（問題数）のみの結果と比較した。表 5.8 に測定結果とインタビュー結果の相関を示す。

表 5.8：測定結果とインタビュー結果の相関

Positive Negative 良 悪 ← ● ○ ・ ・ ▲ × →		負相関グループ（回帰 直線傾き = 負）			無相関グループ（回帰 直線傾き = 0）			正相関グループ（回帰 直線傾き = 正）		
音 No.	音名称	測定 結果	インタビュー 結果		測定 結果	インタビュー 結果		測定 結果	インタビュー 結果	
		問題 数	快適・ 不快	作業 性	問題 数	快適・ 不快	作業 性	問題 数	快適・ 不快	作業 性
1	オフィス						○			
2	鳥と焚火		○	○		○	○	×		
3	都会喧騒	▲								○
4	ほのぼの	×								
5	せせらぎ		◎	◎	▲	◎	◎	◎	◎	
6	赤子と厨		▲	×		▲	×	▲	×	×
7	ピアノ					○		○	◎	○
8	アラーム	○	×	▲	◎	×	▲		▲	▲
9	喫茶と曲		○		○		○			○
10	南国の曲	◎								
11	波と曲				×	○			○	◎

表の◎、○、×、▲は、各列で1番目に良い結果、2番目に良い結果、1番目に悪い結果、2番目に悪い結果を表している。問題数の列は、グループごとにZスコア化した問題数の平均を算出して表記している。インタビュー結果の列は、グループごとに回答してもらった音の合計で順位付けした結果を表記している。また、赤い矢印はインタビュー結果から見て、測定結果が反対になっているもの（このとき、◎と○は同じもの、▲と×は同じものとする）を表す。青い矢印はインタビュー結果から見て、測定結果が同じものになっているもの（このとき、◎と○は同じもの、▲と×は同じものとする）を表す。表 5.8 より、負相関グループは赤矢印のみ、正相関グループは青矢印のみ、無相関グループは赤と青の両方がある、という結果となった。このことから、正相関グループの人たちは、自分の主観的判断通りの効果を得られる可能性もある。しかし、無相関グループの人たちは「作業性が高そう」と思う音環境はむしろ作業性を下げる危険性があり、負相関グループは「作業性が低そう」と思う音環境は作業性を上げる結果となったことから自分の主観的判断とは逆の効果を生む可能性がある。この点については、後でより詳細に考察する。

以上により、各々が感じた快適性や作業のしやすさなどの主観的な印象が、実際の生産性と必ずしも一致しているわけではないことが確認できた。

第6章 考察

前節にて、重回帰分析と、11種類の各音における快適性と生産性（問題数）との関係性を分析することによって、各グループの生産性と快適性の相関傾向が確認できた。生産性（問題数）を向上させるには、負相関グループは陽気度が下がるほど生産性が向上する傾向、無相関グループは陽気度が上がるほど生産性が向上する傾向、正相関グループはリラックス度が上がるほど生産性が向上する傾向が見られた。

負相関グループは快適性の回帰直線の傾きが負だったので、特別に不快な音以外はリラックス度と陽気度がトレードオフになった感じ取り方をしたグループだった。図 5.8 より、負相関グループの人たちの陽気度が低く感じる音の特徴は、自然音や静かめの音楽、不快音が挙げられた。節 5.2.4 のインタビュー結果の負相関グループの人たちは、快適性と作業性が高く感じる音環境として自然音を挙げ、快適性と作業性が低く感じる音環境として不快音を挙げている。負相関グループの人たちは、「作業性が低そう」と思う音環境の場合とは逆に、快適性と作業性が高いと感じる音環境については、自分の主観的判断通りの効果を得られる可能性があると考えられる。

無相関グループは、音を聞いたときの感じ方がばらばらだったため、回帰直線

の傾きがほぼ 0 に近いグループだった。そのため、図 5.9 より、他の 2 グループの快適性は $-1.5 \sim 1.5$ の振れ幅に対し、無相関グループは $-1.5 \sim 1.5$ を超えている結果となり、振れ幅が大きいということでより様々な感じ方をしていることがわかる。また、図 5.9 より、無相関グループの人たちの陽気度が高く感じる音は、人がざわざわしている環境音と楽しげな雰囲気音楽であった。節 5.2.4 のインタビュー結果の測定結果では、無相関グループは快適性と作業性が高く感じる音環境として自然音と人がざわざわしている音環境を挙げ、快適性と作業性が低く感じる音環境として不快音を挙げている。作業性が高く感じられるものでも陽気度が高く感じる音環境においては自分の主観的判断通りの効果を得られる可能性あるが、それ以外は自分の主観的判断とは逆の効果を生む可能性があると考えられる。

正相関グループは、図 5.10 からわかるように、リラックス度と陽気度のトレードオフがほぼ無く、音を聞いたときに快適か不快かがはっきりしたグループである。節 5.2.4 の測定結果とインタビュー結果の相関では、唯一感じた結果の半分が測定結果と同じだった。図 5.10 より、他グループと比べ、ほぼ全ての音をリラックス度や陽気度が共に高く感じた結果だったことがわかる。つまり、正相関グループの人は作業時に音を聞きながら作業をすることを不快に思わないタイプだと考えられる。苦手な音さえ避けることができれば、音環境構築によ

って最も生産性を上げやすいグループであることが考えられる。図 5.14 より、正相関グループの人たちのリラックス度が高く感じる音の特徴として、自然音と静かめの音楽とカフェの雑音が挙げられた。節 5.2.4 のインタビュー結果の測定結果では、正相関グループは快適性と作業性が高く感じる音環境として自然音と静かめの音楽の音環境を挙げ、快適性と作業性が低く感じる音環境として不快音を挙げている。正相関グループの人たちは、ほぼ自分の主観的判断通りの効果を得られる可能性が高いと考えられる。

以上より、仮説である個人の嗜好が生産性の向上に繋がるかは、その人の感じ方の特徴によって違うことが確認できた。今後は、自分の感じ方の特徴をより詳細に導くことで傾向を細かく分析し、生産性を上げるためのシステム化への応用に繋がると考えられる。

第7章 結論

本研究では、特にリモートワーク環境を想定した好ましい音環境を設定するための支援手段の実現に向けた基礎的な検討として、多様な音環境が人に与える心理的な影響と作業パフォーマンスとを評価計測し、両者の関連性を検証した。

その結果、現段階では、音を聴いたときの感じ方でグループ化して、生産性（問題数）が向上する快適性（リラックス）と快適性（陽気）の傾向を導けることを確認できた。音を聴いたときにリラックス度と陽気度の感じ方がトレードオフのグループは陽気度が低いときに生産性が向上した。音の聴こえ方が多様なグループは、陽気度が高いときに生産性が向上した。音の聴こえ方が快適か不快かはっきりするグループは、リラックス度が高いときに生産性が向上した。他グループに比べ、音の聴こえ方がリラックス度も陽気度も高かったため、苦手な音を上手く除くことができれば、音環境構築により最も生産性を向上させることができるグループだと示唆された。

また、測定結果とインタビュー結果の相関から、個人の嗜好が生産性の向上に繋がるかは、その人の感じ方の特徴によって違うことが確認できた。

第8章 今後の課題

8.1 精度の高い個人の特徴抽出

本稿では、多様な音環境が人に与える心理的な影響と作業パフォーマンスとを評価計測し、両者の関連性を検証した。その結果、個人の音を聴いたときの感じ方の特徴で生産性が上がる音環境の傾向を導き出せた。しかし、あくまで傾向であり、個人個人の求める音環境にできるシステムへの応用化には至らない。本研究ではアンケート調査など個人の主観で答えるものが多かったが、主観が必ずしも正しいとは限らないことは今回の結果からもわかった。そのため、今後やるべきことは、人間の無意識的な反応による個人の特徴抽出であると考えられる。例えば、生理的反応がその1つと言える。中村らは、照明刺激環境における高次感性であるくつろぎ感がどのような心理尺度から構成されているか、更にはどのような生理指標で客観的に説明できるかを検討した[20]。生理計測では脳波や心電、皮膚電位水準を実施し、脳波による生理指標が客観的に説明できると示唆している。このように生理指標を心理的計測と結び付けることでより客観的に、より個人の特徴を導く精度を高くすることを目指す。

8.2 システム化への展望

本研究より、今後は自分の感じ方の特徴をより詳細に導くことで傾向を細かく分析し、生産性を上げるためのシステム化への応用に繋がると考えられる。

具体的には、AI を用いて自動 баланサーを構築して、様々な音の環境を創るサービスに応用することが考えられる。ここでいう自動 баланサーとは、その場の実在する音や人の好み、性格に合った音を解析し、自動的に音のバランスを取り、快適感や緊張感など聴覚に作用する音場を再現するものである。音のエフェクトや音圧、不要な音を取り除いて必要な音を付加し、より個人の求める音環境を再現できることを期待する。そして、個人が自分の求める音環境を手軽に再現できる時代がくることが展望である。本研究はそのための基礎的研究として、個人の心理的影響と作業パフォーマンスの関連性を検証した。このサービスの使いどころは多岐に渡ると考えられる。例えば、リモートワークやモビリティなどが挙げられる。リモートワークでの活用イメージを図 8.1 に示す。モビリティでの活用イメージを図 8.2 に示す。この 2 つの活用例で重要になってくるのは、不要な音を取り除き、必要な音を付加することである。こうすることで、より快適な音環境になってくるのではないだろうか。



図 8.1：リモートワークでの活用イメージ



図 8.2：モビリティでの活用イメージ

謝辞

本研究を進めるにあたり興味深い助言やご指導をいただきました，西本一志教授，高島健太郎講師には心より感謝申し上げます．ここに深謝の意を表します．

また，研究室の皆様には，ゼミや交流時に貴重な意見を頂き，感謝いたします．

最後に，被験者の皆様にはご多用な中，実験でのご協力にお時間を頂きました．ここに深謝の意を表します．

参考文献

- [1] 働き方改革会議決定, 2017, 「働き方改革実行計画 (概要)」,
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000190676.html>, (参照 2022-12-11).
- [2] 総務省, 2009, 「令和 3 年版 情報通信白書 | テレワークの実施状況」,
https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/hakusyo/chihou/r03data/index.html, (参照 2022-12-11).
- [3] WeWork, 2021, 「2 人に 1 人がオフィスとテレワークを組み合わせるハイブリッドワーク希望 [調査リリース]」,
<https://weworkjpn.com/news/news29/>, (参照 2021-12-14).
- [4] ビズクロ, 2022, 「ワーケーションは普及するのか? 現状の課題と今後の普及率の変化について」, <https://bizx.chatwork.com/telework/worcation-problem/>, (参照 2022-09-02).
- [5] Green Building Japan, 2017, 「WELL Building Standard 日本語版」,
https://www.gbj.or.jp/well_japanese20170821/, (参照 2022-07-03).
- [6] 清塚裕喜子, 辻村壮平, 石塚崇, 2021, 「ワークプレイスにおける音環境の快適性評価を対象としたキャプション評価法に準じた印象評価手法の検討」, 『日本建築学会環境系論文集』, 86(780), pp. 131-139.
- [7] Biz Hits, 2022, 「仕事に集中できない理由と対処法ランキング! 集中するためのコツも解説【男女 500 人アンケート調査】」,
<https://bizhits.co.jp/media/archives/9868>, (参照 2022-12-12).
- [8] オトナンサー, 2016, 「波音や雨音などの“環境音”が「作業効率上がる」「雑音は必要」と人気、効果はある?」, <https://otonanswer.jp/post/13632/>, (参照 2022-12-12).
- [9] 株式会社 FRS (フォーバル・リアルストレート), 2022, 「人と働く環境をつ

なげる「音」のちから」, <https://www.realstraight.co.jp/column/081/>, (参照 2022-12-12).

- [10] 島井哲志, 田中正敏, 1993, 「環境音の快-不快評価と音圧の関係」, 『日本音響学会誌』, 49(4), pp. 243-252.
- [11] 藪木智子, 宮内大輝, 宮川雅充, 青野正二, 高木興一, 2001, 「環境音に対する印象の年代間での比較」, 『騒音制御』, 25(2), pp. 101-109.
- [12] 松本じゅん子, 多賀谷昭, 野坂俊弥, 北山秋雄, 2012, 「地域の音に対する印象評価ー文化と慣れの影響ー」, 『長野県看護大学紀要』, 14, pp. 51-59.
- [13] 辻村壮平, 上野佳奈子, 2010, 「教室内音環境が学習効率に及ぼす影響」, 『日本建築学会環境系論文集』, 75(653), pp. 561-568.
- [14] 阿部麻美, 新垣紀子, 2010, 「BGM のテンポの違いが作業効率に与える影響」, 『日本認知科学大会発表論文集』, 27, pp. 3-47.
- [15] 佐伯徹郎, 藤井健生, 山口静馬, 加藤裕一, 2003, 「短期記憶作業時における騒音の影響 : うるささの心理的印象と作業成績」, 『日本音響学会誌』, 59(4), pp. 209-214.
- [16] PR TIMES, 2020, 「リモートワークの実施率は 6 割超。内 4 割の家にリモートワーク専用のスペースがなく、リモートワークの最頻空間はリビング・ダイニング」, <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000056.000016981.html>, (参照 2022-12-12).
- [17] やまところ.jp, 2021, 「ワーケーション経験者 1000 人の実態調査、実施率 6.6%にとどまる。隠れワーケーターは 4 割超」, https://yamatogokoro.jp/inbound_data/42997/#:~:text=%E3%81%BE%E3%81%9A%E3%80%81%E5%85%A8%E4%BD%93%E3%81%AE7%E4%B8%87,%E3%81%AF6.6%EF%BC%85%E3%81%A0%E3%81%A3%E3%81%9F%E3%80%82, (参照 2022-12-12).

- [18] IBM Documentation, 2022, 「因子分析の因子得点」,
<https://www.ibm.com/docs/ja/spss-statistics/saas?topic=analysis-factor-scores>, (参
照 2023-01-04).
- [19] kotodori, 2022, 「アンケート結果の Z スコアを「数学を使わずエクセル
で」出す～平均とのズレを分析～」, [https://kotodori.jp/user-
research/survey/get-z-score-in-excel/](https://kotodori.jp/user-research/survey/get-z-score-in-excel/), (参照 2022-12-30).
- [20] 中村透, 上垣百合子, 藤原ゆり, 奥谷晃久, 山本松樹, 長田典子,
2013, 「照明刺激環境下のくつろぎ感に関する心理生理学的研究」, 『電子
情報通信学会論文誌』, J96-D(6), pp. 1536-1544.
- [21] Logics of blue, 2016, 「モデル選択_理論編」, [https://logics-of-
blue.com/%E3%83%A2%E3%83%87%E3%83%AB%E9%81%B8%E6%8A%9E_%E7%90%86%E8
%AB%96%E7%B7%A8/](https://logics-of-blue.com/%E3%83%A2%E3%83%87%E3%83%AB%E9%81%B8%E6%8A%9E_%E7%90%86%E8%AB%96%E7%B7%A8/), (参照 2023-01-07).
- [22] 統計 WEB, 2017, 「赤池の情報量規準 (AIC) の計算方法」,
<https://bellcurve.jp/statistics/blog/15754.html>, (参照 2023-01-07).

付録

実験用音源作成機器



付録_図 1：実験用音源作成機器

- リニア PCM レコーダー (PCM-D10, 型番：SONY)
- ステレオヘッドホン (MDR-1AM2, 型番：SONY)
- コンパクト・アナログミキサー (MIX5, 型番：MACKIE)

実験用音要素 URL

付録_表 1：実験用音要素 URL

音番号	音要素の題名	URL
1	オフィス	https://sounddictionary.info/ambient-1/
2	鳥と焚火	https://www.youtube.com/watch?v=t3KbQR-0d9o
3	都会喧噪	https://www.youtube.com/watch?v=BB_J4pbXlYI
4	ほのぼの	https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=wdiZwTDQHx0
5	せせらぎ	https://vsq.co.jp/plus/sound/category_sub/nature/page/8/
6	赤子と厨	https://www.youtube.com/watch?v=SDNIDkjUzJE https://sounddictionary.info/ambient-1/
7	ピアノ	https://www.youtube.com/watch?v=7J8b2XVbHdY
8	アラーム	https://vsq.co.jp/plus/sound/category_sub/life-sounds/page/10/
9	喫茶と曲	https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=35TNX72bGOQ&t=593s https://ryu110.com/air/
10	南国の曲	https://www.youtube.com/watch?v=bU-QDHqZPo8
11	波と曲	https://vsq.co.jp/plus/sound/category_sub/sea/ https://ryu110.com/air/

実験時利用いた主観印象評価のアンケート用紙

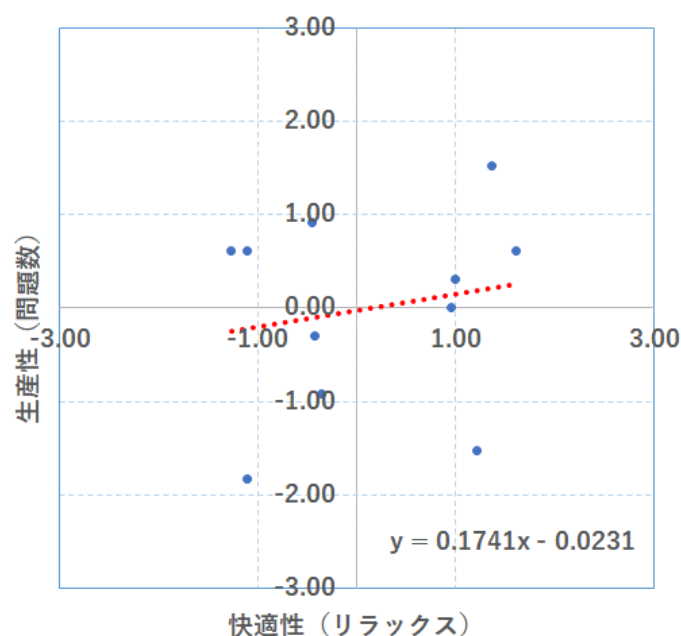
	非常に	やや	どちらでもない	やや	非常に	
快適でない						快適
イライラする						イライラしない
うるさい						静か
心地良くない						心地良い
自然を感じない						自然を感じる
集中できない						集中できる
リフレッシュできない						リフレッシュできる
気を使う						気を使わない
話にくい						話しやすい
煩わしい						煩わしくない
にぎやかでない						にぎやか
気になる						気にならない
不安						安心
落ち着かない						落ち着く
楽しくならない						楽しくなる
暗い						明るい

(例:キーボードを叩く音)	(例:オフィスで周辺から聞こえる/ 高い音/不規則)	(例:落ち着いている)
音の種類	音環境の特徴	印象・気持ち

音要素:	学番:	氏名:	音源番号:
------	-----	-----	-------

1 名ずつの生産性と快適性の相関（AIC）

本節は、検証をしたが、相関が得られなかった結果である。節 5.1 では、19 名全員の結果より、生産性と快適性の散布図を出したが、いずれについても相関は認められなかった。本節では、1 名ずつの生産性と快適性の相関を散布図に表し、回帰曲線を算出する。



付録_図 2：ある 1 名の生産性（問題数）と快適性（リラックス）の 1 次線形の回帰直線（1 人目）

付録_図 2 の結果からは、1 次の線形回帰がこの分布を適切にモデル化しているとは言い難く、何らかの曲線回帰モデルを採用した方が適切であるように思われる。そのため、AIC を活用することにより、グラフのモデル選択を行った。

AIC とは、赤池の情報量基準のことで、モデルの当てはまり度を表す統計量である[21][22]。一般に、値が小さいほど当てはまりが良いとされている。AIC の式は以下の式である。

$$AIC = n \left(\log \left(2\pi \frac{S_e}{n} \right) + 1 \right) + 2(p+2) \quad (1)$$

n はサンプルサイズ, p は説明変数の数, S_e は残差平方和, $\log$ は自然対数である。

本研究では, n を音要素の数 11 として計算する。残差平方和の残差は, 予測値ー観測値である。

付録_表 2：19 名の生産性（問題数）と快適性（リラックス）の AIC の結果

被験者	3 次 AIC	2 次 AIC	1 次 AIC	選定モデル候補
1 人目	40.342	41.292	40.842	3 次多項式モデル
2 人目	71.760	42.750	41.172	1 次多項式モデル
3 人目	30.663	47.970	39.760	3 次多項式モデル
4 人目	34.095	53.344	41.130	3 次多項式モデル
5 人目	40.591	41.218	41.187	3 次多項式モデル
6 人目	40.921	41.166	40.977	3 次多項式モデル
7 人目	37.750	47.452	41.194	3 次多項式モデル
8 人目	32.665	37.138	34.829	3 次多項式モデル
9 人目	37.424	47.252	41.184	3 次多項式モデル
10 人目	38.413	39.579	39.535	3 次多項式モデル
11 人目	34.077	44.447	40.780	3 次多項式モデル
12 人目	34.334	42.359	40.912	3 次多項式モデル
13 人目	33.354	54.116	41.016	3 次多項式モデル
14 人目	38.078	44.305	41.159	3 次多項式モデル

15 人目	35.164	50.581	41.076	3 次多項式モデル
16 人目	41.167	41.268	41.216	3 次多項式モデル
17 人目	38.009	41.988	41.147	3 次多項式モデル
18 人目	40.517	41.575	40.736	3 次多項式モデル
19 人目	35.002	40.768	40.149	3 次多項式モデル

付録_表 3：19 名の生産性（問題数）と快適性（陽気）の AIC の結果

被験者	3 次 AIC	2 次 AIC	1 次 AIC	選定モデル候補
1 人目	28.923	41.549	40.719	3 次多項式モデル
2 人目	30.292	34.147	34.147	3 次多項式モデル
3 人目	39.163	40.938	40.793	3 次多項式モデル
4 人目	32.229	41.732	40.415	3 次多項式モデル
5 人目	40.103	40.959	40.932	3 次多項式モデル
6 人目	37.623	38.910	38.421	3 次多項式モデル
7 人目	40.689	41.852	41.083	3 次多項式モデル
8 人目	35.554	37.987	37.851	3 次多項式モデル
9 人目	31.904	55.494	40.988	3 次多項式モデル
10 人目	36.904	41.353	41.073	3 次多項式モデル
11 人目	34.932	45.073	40.598	3 次多項式モデル
12 人目	33.080	44.776	40.611	3 次多項式モデル
13 人目	37.827	41.977	41.029	3 次多項式モデル
14 人目	25.164	37.482	37.396	3 次多項式モデル
15 人目	35.383	42.421	40.514	3 次多項式モデル
16 人目	34.836	41.199	40.939	3 次多項式モデル
17 人目	33.177	40.845	40.845	3 次多項式モデル
18 人目	39.845	41.153	41.079	3 次多項式モデル
19 人目	37.168	42.926	41.037	3 次多項式モデル

付録_表 4：19名の生産性（正解率）と快適性（リラックス）AICの結果

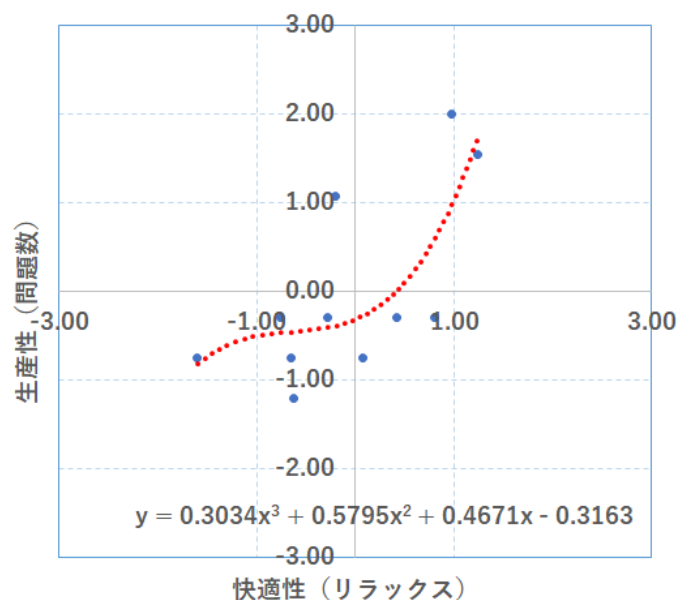
被験者	3次AIC	2次AIC	1次AIC	選定モデル候補
1人目	-37.589	-33.654	-33.789	3次多項式モデル
2人目	-43.307	-39.843	-40.085	3次多項式モデル
3人目	-10.002	-5.109	-7.824	3次多項式モデル
4人目	-32.214	-29.520	-30.151	3次多項式モデル
5人目	-23.980	-22.924	-22.988	3次多項式モデル
6人目	-30.512	-14.299	-24.249	3次多項式モデル
7人目	-35.554	-15.510	-32.164	3次多項式モデル
8人目	-21.353	-18.333	-19.817	3次多項式モデル
9人目	-29.275	-21.069	-21.784	3次多項式モデル
10人目	-24.543	-10.817	-16.627	3次多項式モデル
11人目	-18.435	-7.221	-12.878	3次多項式モデル
12人目	-19.603	-16.623	-18.397	3次多項式モデル
13人目	-24.502	-17.314	-17.421	3次多項式モデル
14人目	-44.637	-28.788	-34.354	3次多項式モデル
15人目	-17.209	-14.987	-16.572	3次多項式モデル
16人目	-27.405	-15.848	-21.814	3次多項式モデル
17人目	-10.810	-4.282	-7.389	3次多項式モデル
18人目	-24.576	-13.480	-21.013	3次多項式モデル
19人目	-33.857	-31.287	-32.124	3次多項式モデル

付録_表 5：19名の生産性（正解率）と快適性（陽気）のAICの結果

被験者	3次AIC	2次AIC	1次AIC	選定モデル候補
1人目	-34.777	-33.702	-33.885	3次多項式モデル
2人目	-41.277	-38.372	-38.373	3次多項式モデル
3人目	-10.205	-8.155	-8.558	3次多項式モデル
4人目	-29.359	-26.265	-26.657	3次多項式モデル
5人目	-19.915	-18.084	-18.411	3次多項式モデル

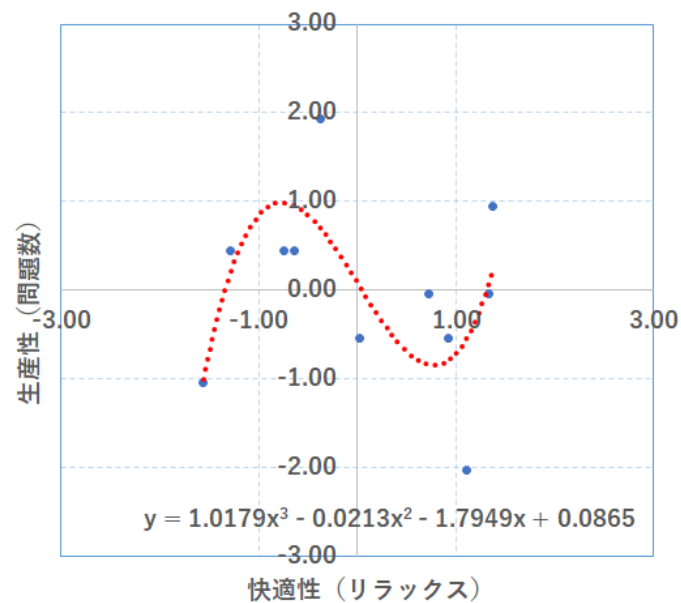
6 人目	-31.301	-25.961	-26.251	3 次多項式モデル
7 人目	-30.649	-23.914	-27.199	3 次多項式モデル
8 人目	-28.278	-20.452	-24.281	3 次多項式モデル
9 人目	-28.717	-17.366	-22.677	3 次多項式モデル
10 人目	-18.490	-14.798	-15.382	3 次多項式モデル
11 人目	-15.482	-14.093	-14.187	3 次多項式モデル
12 人目	-19.613	-17.841	-19.105	3 次多項式モデル
13 人目	-19.316	-16.303	-17.280	3 次多項式モデル
14 人目	-32.626	-29.250	-30.037	3 次多項式モデル
15 人目	-16.669	-16.494	-16.526	3 次多項式モデル
16 人目	-26.391	-23.857	-24.470	3 次多項式モデル
17 人目	-20.646	-10.802	-10.803	3 次多項式モデル
18 人目	-23.854	-21.312	-23.005	3 次多項式モデル
19 人目	-36.456	-28.394	-30.817	3 次多項式モデル

AIC の結果より、生産性（問題数）と快適性（リラックス）の 2 人目以外は全て 3 次の多項式モデルが最適解となることが確認できた。



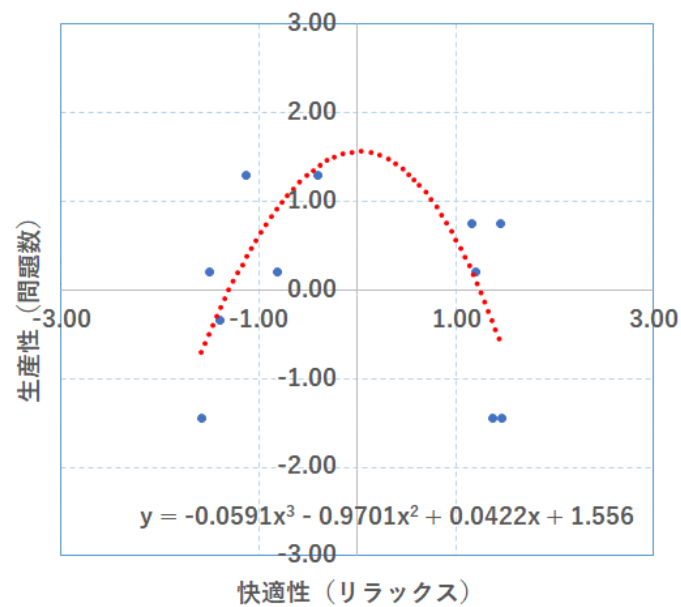
付録_図 3：ある 1 名の生産性（問題数）と快適性（リラックス）の散布図と 3

次の回帰曲線 （8 人目）



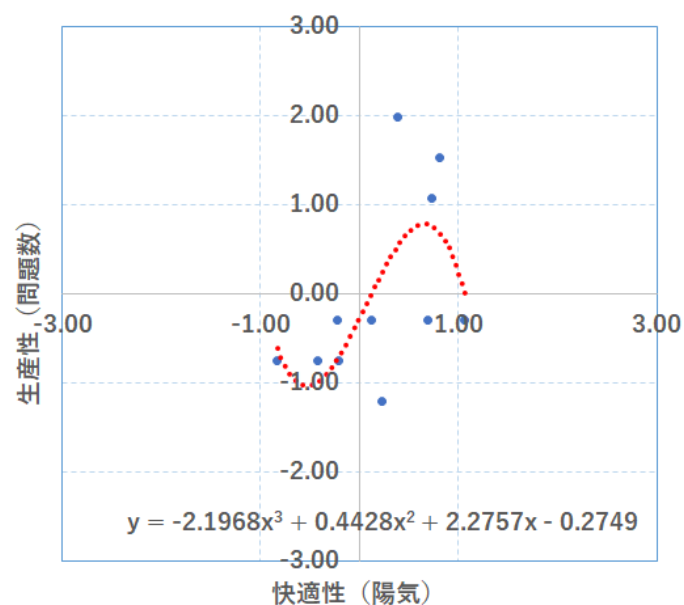
付録_図 4：ある 1 名の生産性（問題数）と快適性（リラックス）の散布図と

3 次の回帰曲線 （12 人目）

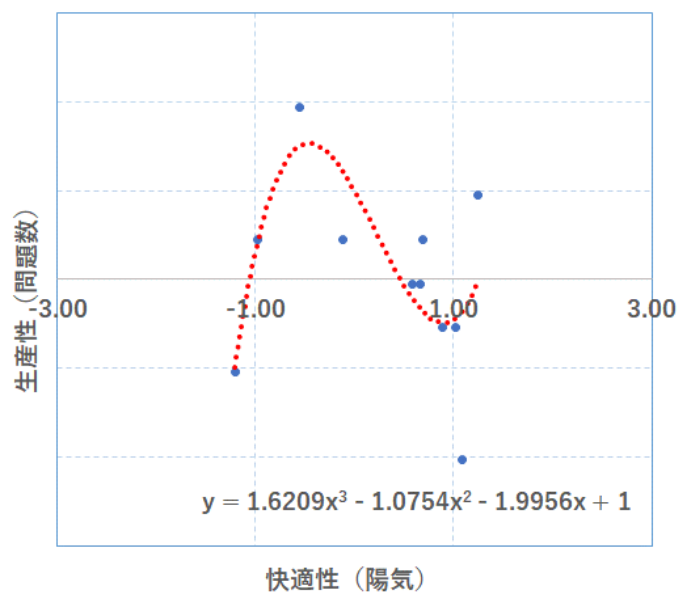


付録_図 5：ある 1 名の生産性（問題数）と快適性（リラックス）の散布図と

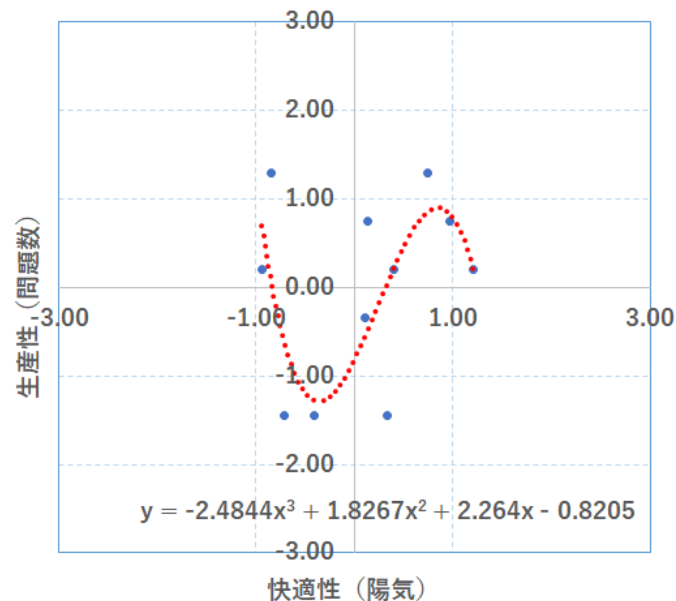
3 次の回帰曲線 （15 人目）



付録_図 6：ある 1 名の生産性（問題数）と快適性（陽気）の散布図と 3 次の
回帰曲線 （8 人目）



付録_図 7：ある 1 名の生産性（問題数）と快適性（陽気）の散布図と 3 次の
回帰曲線 （12 人目）



付録_図 8：ある 1 名の生産性（問題数）と快適性（陽気）の散布図と 3 次の
回帰曲線 （15 人目）

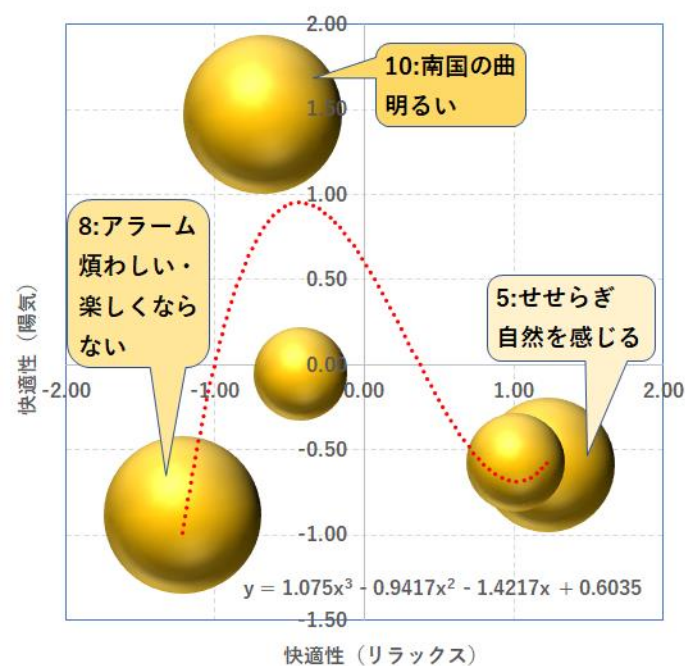
3 グループの生産性と快適性の相関（バブルチャート）

本節は、節 5.2 の複合グラフをバブルチャートで表したものである。生産性と快適性の相関をバブルチャートにて示す。横軸を快適性（リラックス）、縦軸を快適性（陽気）、バブルの大きさを生産性として、3 軸で表す。リラックス度と陽気度と生産性は、グループ内で平均した得点を扱う。バブルに関しては、生産性（問題数）の Z スコア以外はバブルのサイズを調整した。これは、値が近いと差が見えにくいためである。バブルのサイズは、11 音のそれぞれの生産性を、11 音の中で 1 番低いものを引き、累乗させた。本研究では 3 乗したものを扱う。

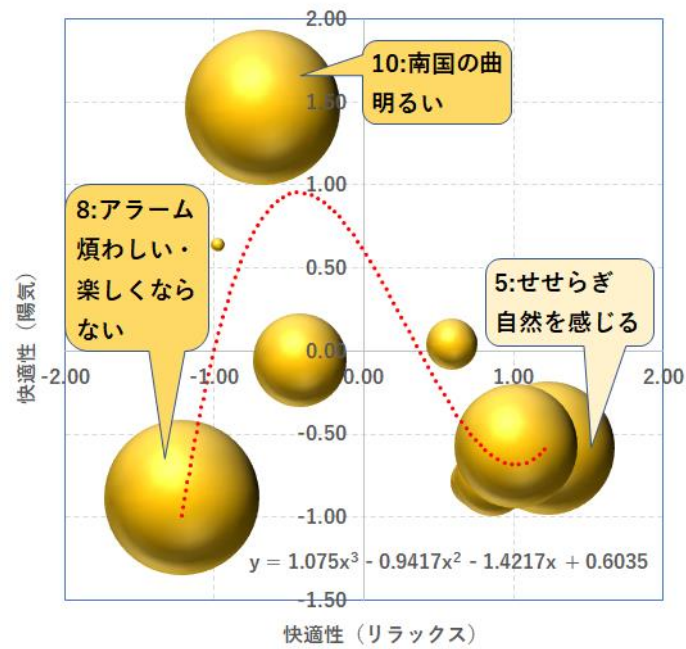
以下にバブルサイズの式を表す.

$$\text{バブルサイズ} = \left(\text{各音} - \text{MIN} \right)^x \quad (2)$$

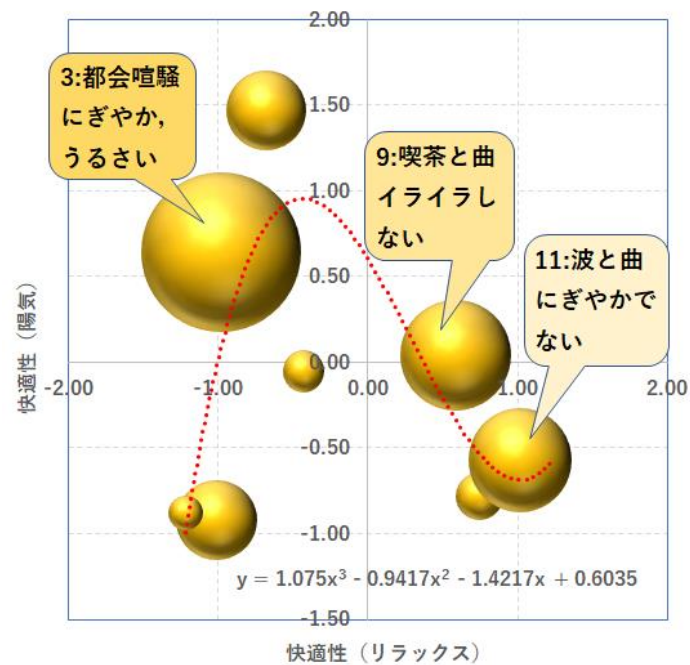
図のコメント表記は, SD 法の形容詞対であり, グループごとに得られたデータである印象評価値-3~3 の平均をして最も高いものをコメントとして採用した. コメントは生産性の高い上位 3 つである.



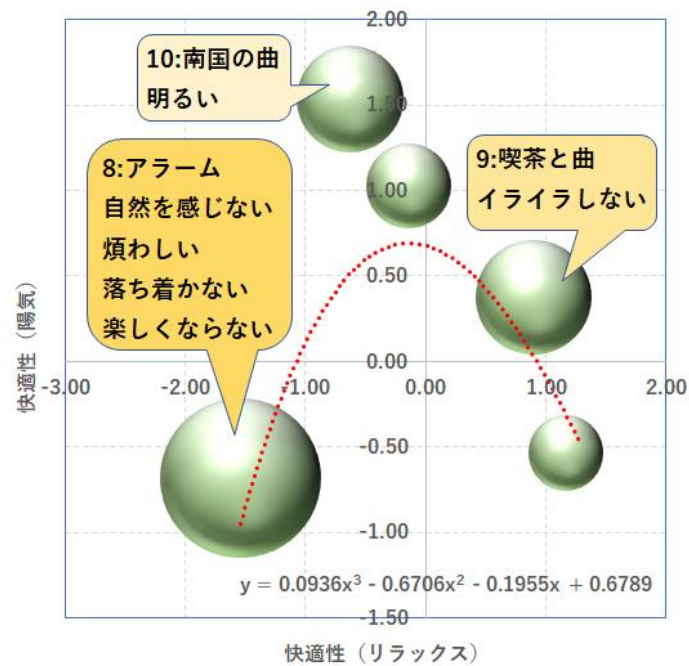
付録_図 9 : 負相関グループの快適性と生産性 (問題数) の散布図と 3 次の
回帰曲線 Z スコア



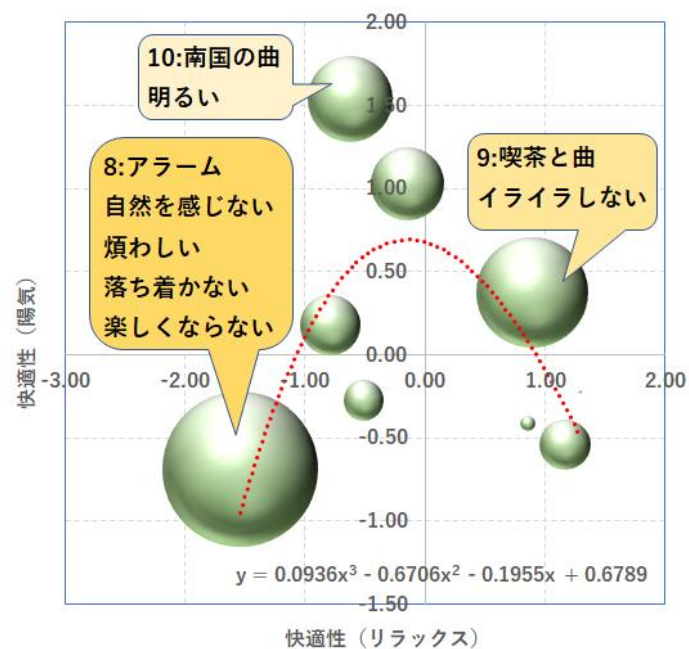
付録_図 10：負相関グループの快適性と生産性（問題数）の散布図と 3 次の回帰曲線



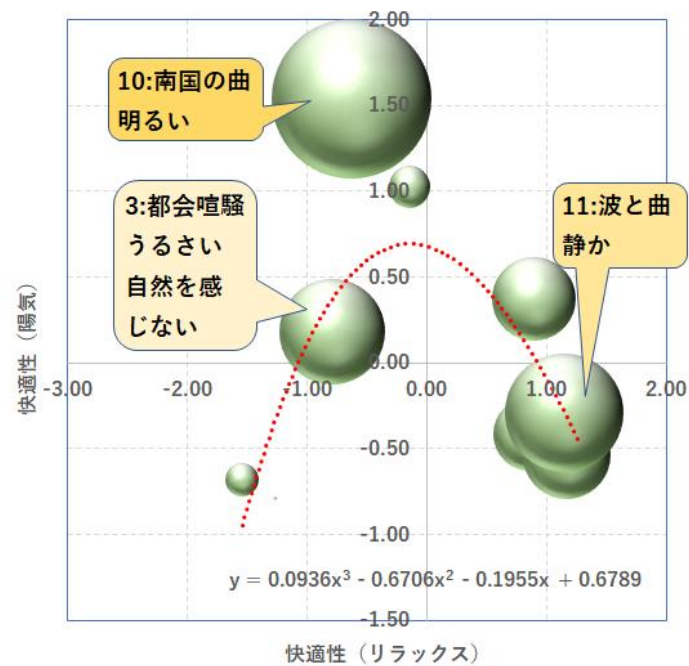
付録_図 11：負相関グループの快適性と生産性（正解率）の散布図と 3 次の回帰曲線



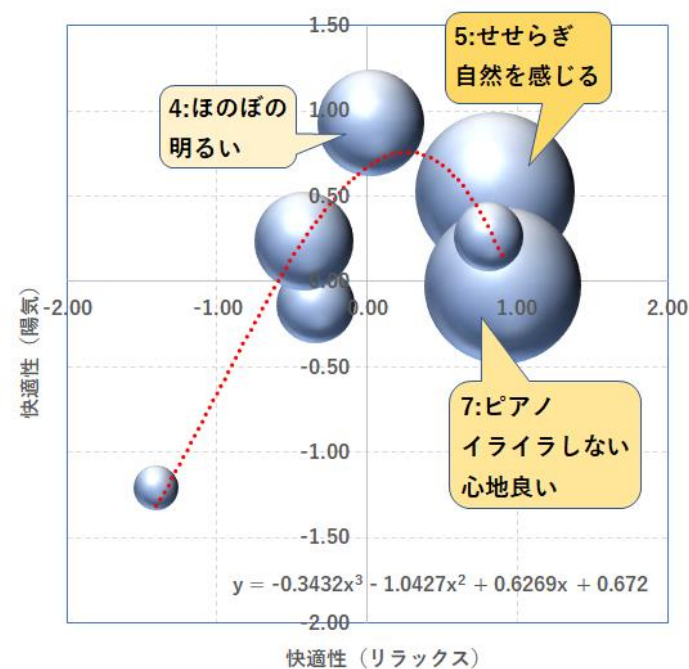
付録_図 12：無相関グループの快適性と生産性（問題数）の散布図と 3 次の
回帰曲線 Z スコア



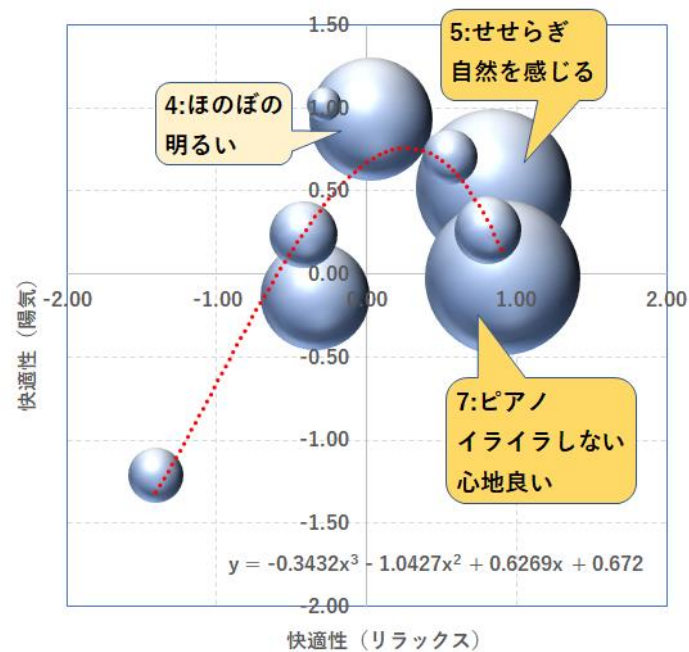
付録_図 13：無相関グループの快適性と生産性（問題数）の散布図と 3 次の
回帰曲線



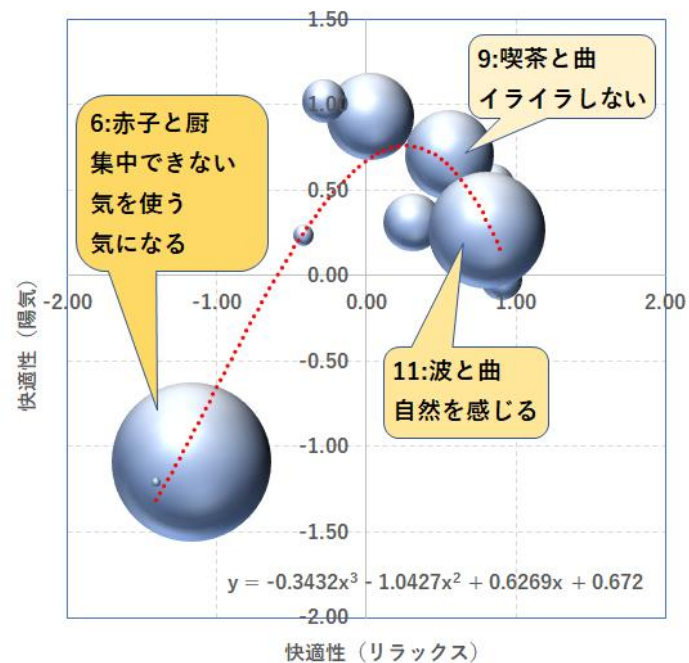
付録_図 14：無相関グループの快適性と生産性（正解率）の散布図と 3 次の
回帰曲線



付録_図 15：正相関グループの快適性と生産性（問題数）の散布図と 3 次の
回帰曲線 Z スコア



付録_図 16：正相関グループの快適性と生産性（問題数）の散布図と 3 次の
回帰曲線



付録_図 17：正相関グループの快適性と生産性（正解率）の散布図と 3 次の
回帰曲線