

2025年度

摂南大学大学院 理工学研究科 社会開発工学専攻
摂南大学 理工学部 建築学科

修士論文梗概集
卒業論文梗概集



2026年3月

摂南大学 理工学部 建築学科

ごあいさつ

2025年度 修士論文・卒業論文梗概集の刊行によせて

日頃より、摂南大学理工学部建築学科の教育・研究にご理解とご協力を賜り、心より感謝申し上げます。

今年度は、本学および本学科の創設50周年となりました。1975年に工学部建築学科が創設され、2010年に理工学部建築学科となりました。1975年から2009年までに工学部に入学した卒業生は延べで3776名、2010年から2025年までに理工学部に入学者は延べで833名、建築学科の卒業生は計で4599名となりました。

学部4年生または修士2年生の一人ひとりが、これまでに学んできた知識や技術を再構築する集大成として創意に富む卒業論文や修士論文に向き合いました。研究を進めていくときに、従来の価値観では前に進めないことが多々あるなかで、自分なりに工夫した手法や可能性に粘り強く挑戦する姿は、建築学科のスタッフにとって嬉しい限りです。

4年生は、研究の成果を卒業研究発表審査会ならびに第19回卒業研究作品展で発表を行い、その作品展では学外の建築家（本学科卒業の建築家含む）、実務家、研究者をお招きして講評会を開催しました。修士2年生も修士論文公聴会を滞りなく終えることができ、そのすべてが建築学科の貴重な財産と感じております。卒業研究、修士研究にご支援をいただきました皆様に厚く御礼申し上げます。

本梗概集は、理工学部 建築学科の卒業設計ならびに卒業論文のうち、卒業論文を選択した研究から選抜された研究の梗概と、建築学科教員が指導した大学院 理工学研究科 博士前期課程 社会開発工学専攻の修士論文の研究の梗概をまとめて掲載しております。ここに梗概集を刊行できましたことに大きな喜びを感じております。

ご高覧賜りましたら幸甚に存じます。

2026年3月
建築学科長 宮本 征一

建築学科の「同い年」たち

- オール阪神・巨人
1975年4月にコンビ結成
- スーパー戦隊シリーズ
1975年4月に放送開始
- ローソン
1975年6月に1号店を開業
- モンベル
1975年8月に創業
- コミックマーケット
1975年12月に第1回を開催
- マイメロディ
1975年にサンリオが開発
- 徹子の部屋
1976年2月に放送開始

摂南大学開学 工学部 建築学科創設	建築学科一期生 85 名 (女性 1 名 男性 84 名) が 巣立つ (当該年度卒業生数)	85	123	130	111	8号館竣工
-------------------------	---	----	-----	-----	-----	-------

Timeline

昭和 50 年 1975	昭和 51 年 1976	昭和 52 年 1977	昭和 53 年 1978	昭和 54 年 1979	昭和 55 年 1980	昭和 56 年 1981
沖縄国際海洋博覧会 ベトナム戦争終結 Microsoft Corporation 設立	ロッキード事件 Apple Computer Company 設立	気象衛星「ひまわり」打ち上げ	新東京国際空港（現：成田国際空港）開港 日中平和友好条約調印	共通第一次学力試験（共通一次）が開始 SONY が「ウォークマン」を発売	アーケードゲーム「バックマン」発売	神戸ポートアイランド博覧会 スペースシャトル「コロンビア」打ち上げ

108	107	95	108	建築学科創設 20 周年	136	建築学科卒業延人数が二千人を突破	125	106	109	118
-----	-----	----	-----	--------------	-----	------------------	-----	-----	-----	-----

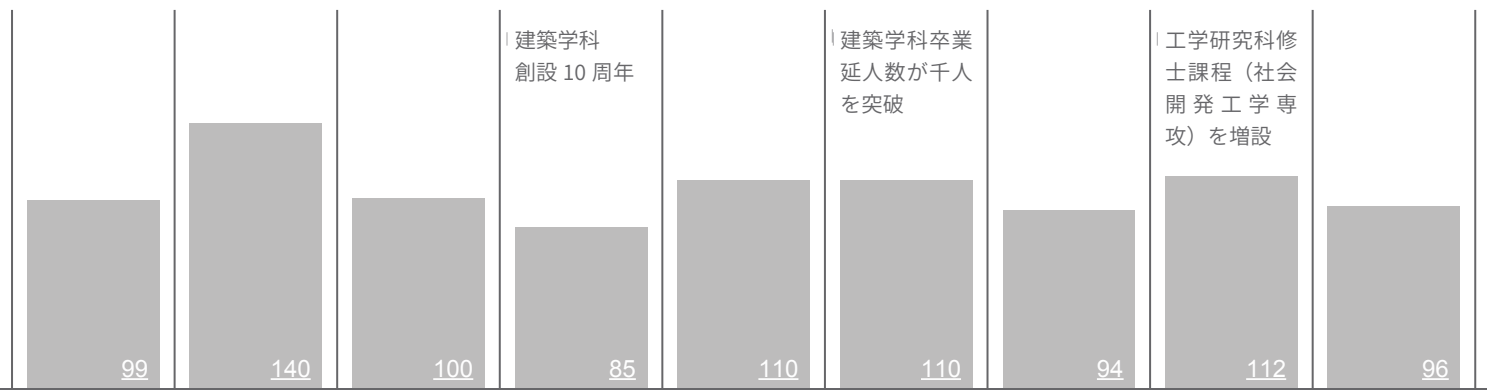
Timeline

平成 3 年 1991	平成 4 年 1992	平成 5 年 1993	平成 6 年 1994	平成 7 年 1995	平成 8 年 1996	平成 9 年 1997	平成 10 年 1998	平成 11 年 1999
湾岸戦争勃発 ソビエト連邦崩壊	PKO 協力法成立 「星のカービィ」発売	Jリーグ開幕 レインボーブリッジ開通 「55 年体制」崩壊 18 歳人口が減少モードに突入	関西国際空港開港 イチロー（オリックスブルーウェーブ）が日本プロ野球史上初の 1 シーズン 200 安打以上（210 安打）	阪神・淡路大震災 地下鉄サリン事件 Microsoft が「Windows95」を発売 Amazon.com がサービスを開始	「名探偵コナン」テレビ放送開始 羽生善治が将棋タイトル 7 冠独占	香港返還	長野オリンピック サッカー日本代表（岡田ジャパン）がワールドカップに初出場 Apple が「iMac」を発売 Google 設立	通貨「ユーロ」が導入

91	理工学部建築学科に改称	124	84	建築総合コースが JABEE 認定	82	建築学科卒業論文梗概集第 1 号を発刊	87	理工学研究科 社会開発工学専攻に改称	57	建築学科創設 40 周年	67	建築学科卒業延人数が四千人を突破 第 1 回建築デザインフォーラムを開催	61	60
----	-------------	-----	----	-------------------	----	---------------------	----	--------------------	----	--------------	----	---	----	----

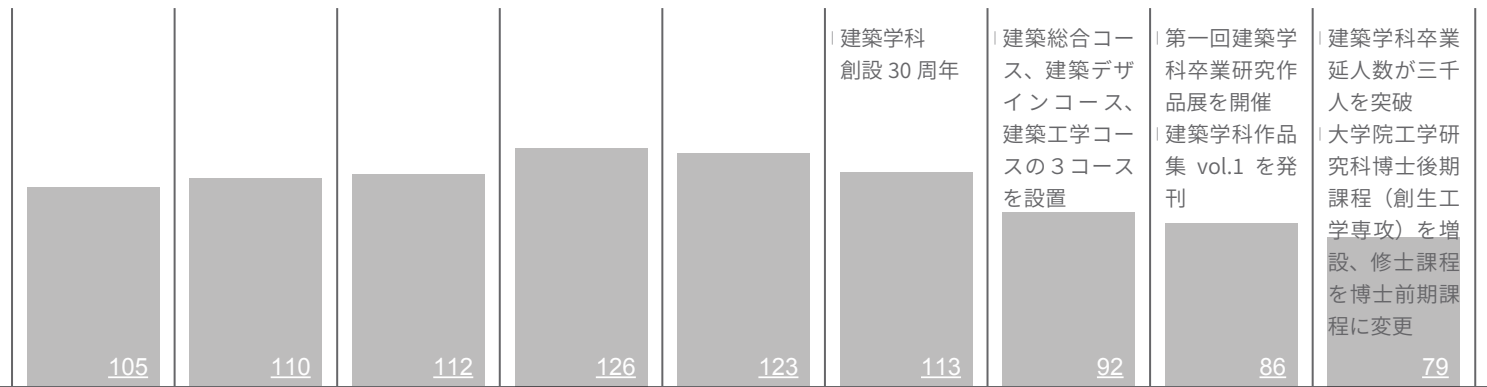
Timeline

平成 21 年 2009	平成 22 年 2010	平成 23 年 2011	平成 24 年 2012	平成 25 年 2013	平成 26 年 2014	平成 27 年 2015	平成 28 年 2016	平成 29 年 2017
新型インフルエンザ流行 民主党政権誕生	小惑星探査機「はやぶさ」が地球に帰還	東日本大震災 サッカー女子日本代表（なでしこジャパン）がワールドカップで優勝	東京スカイツリー開業	富士山が世界文化遺産に認定 「妖怪ウォッチ」シリーズの第 1 作目が発売	「笑っていいとも」終了	新国立競技場「ザハ案」が白紙撤回	熊本地震 通信制高校「N 高等学校」が開校	任天堂が「Nintendo Switch」を発売 トランプ大統領がパリ協定からのアメリカの離脱を発表



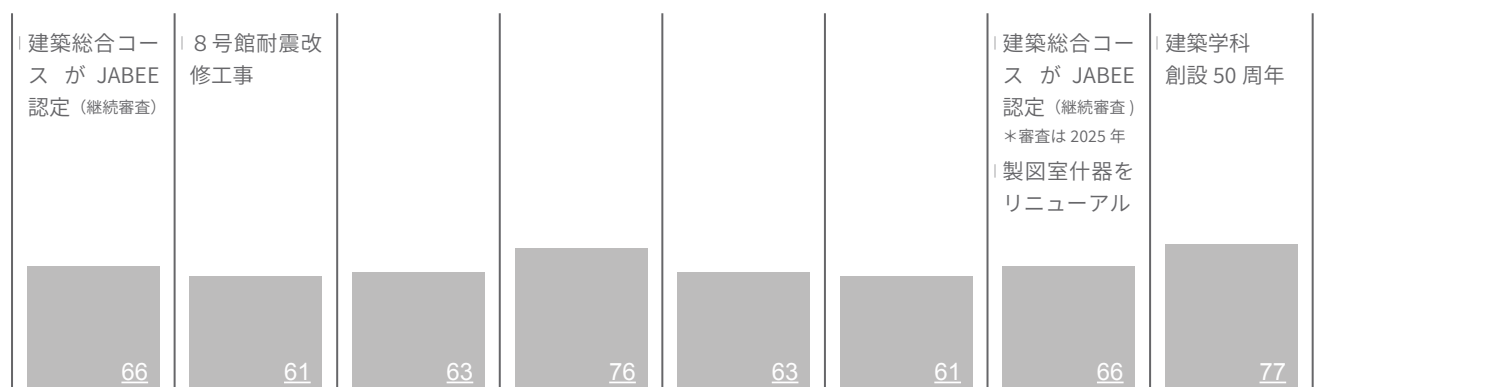
昭和 57 年 1982	昭和 58 年 1983	昭和 59 年 1984	昭和 60 年 1985	昭和 61 年 1986	昭和 62 年 1987	昭和 63 年 1988	平成元年 1989	平成 2 年 1990
------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	---------------------	-----------------------

ホテルニュージャパ ン火災	東京ディズニーラン ド開園 任天堂が「ファミリ ーコンピュータ」を 発売	Apple が 「Macintosh」を 発表	ミノルタが AF 一眼 レフカメラ「α-7000」 を発売 国際科学技術博覧会	チェルノブイリ原子 力発電所事故	国鉄が分割民営化 大韓航空機爆破事件	エニックスが「ドラ ゴンクエスト III そし て伝説へ…」を発売 「東京ドーム」開場 リクルート事件	任天堂が「ゲームボー イ」を発売 天安門事件 ベルリンの壁崩壊	大学入試センター試 験が開始 バブル崩壊
------------------	--	-------------------------------	--	---------------------	-----------------------	---	--	----------------------------



平成 12 年 2000	平成 13 年 2001	平成 14 年 2002	平成 15 年 2003	平成 16 年 2004	平成 17 年 2005	平成 18 年 2006	平成 19 年 2007	平成 20 年 2008
------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

「Play Station2」が 発売	ユニバーサル・スタ ジオ・ジャパンが開 園 東京ディズニーシー がオープン アメリカ同時多発テ ロ事件	サッカーワールド カップ日韓大会開催	新型肺炎「SARS」流 行 ヒトゲノム解読の全 作業が完了	新潟県中越地震 「Facebook」がサー ビス開始 「ニンテンドー DS」、 「Play Station Portable」が発売	「Youtube」がサービ ス開始 愛・地球博 日本道路公団が民営 化	「Twitter」がサービ ス開始 第 1 回 WBC に日本 代表（侍ジャパン） が優勝	初代「iPhone」が発 売	北海道洞爺湖サミッ ト リーマンショック 日本の総人口がピー ク（1 億 2808 万人）
------------------------	---	-----------------------	--	---	---	---	-------------------	---



平成 30 年 2018	令和元年 2019	令和 2 年 2020	令和 3 年 2021	令和 4 年 2022	令和 5 年 2023	令和 6 年 2024	令和 7 年 2025	卒業生延人数 4599 名
------------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------------

スーパー・ブルー・ ブラッドムーン観測 大阪府北部地震 西日本豪雨	ノートルダム寺院大 規模火災 ラグビーワールド カップ日本開催	COVID-19 大流行	大学入学共通テスト が開始 東京オリンピック開 催	ジブリパーク開園	G7 広島サミット	能登半島地震	大阪・関西万博 日本初の女性の内閣 総理大臣が誕生	一内訳一 女性 511 名 男性 4088 名 理工学部 833 名 工学部 3776 名 (2026.3.31 時点)
--	--	--------------	------------------------------------	----------	-----------	--------	---------------------------------	---

建築総合コー
ス が JABEE
認定（継続審査）

8 号館耐震改
修工事

建築総合コー
ス が JABEE
認定（継続審査）
*審査は 2025 年
製図室什器を
リニューアル

建築学科
創設 50 周年

目次

2025年度 修士論文梗概集

居住空間計画研究室（教授 大谷由紀子）

感覚過敏のある学生のための大学内カームダウンユニットの建築的検討 -ストレス緩和環境に着目して-	坂口 尚吾	1
---	-------	---

建築・都市デザイン研究室（准教授 小林健治）

オノマトペ「まったり」による空間評価の試み 大学生を対象としたスケッチ調査と日本語版 PRS による評価の分析	宮添 療海	5
--	-------	---

2025年度 卒業論文梗概集

居住空間計画研究室（教授 大谷由紀子）

勉強に集中できる自習空間に関する研究	岡田 将弥	9
--------------------	-------	---

郊外住宅地における高齢者が歩きたくなる歩行空間要件の抽出 川西市清和台を対象として	瀬戸 虎太郎	13
--	--------	----

市街化調整区域への編入による都市のコンパクト化の可能性と課題に関する研究	棚橋 滉太	17
--------------------------------------	-------	----

都市文化共生デザイン研究室（教授 加嶋章博）

大阪府生野区における飲食店分布からみる多文化共生の実態	中村 美結	21
-----------------------------	-------	----

建築・都市デザイン研究室（准教授 小林健治）

和歌山県・龍神温泉の価値と保存に関する研究 歴史的建築物を核とした持続可能な保存体制の提案	久木 龍飛	25
--	-------	----

建築設計計画学研究室研究室（教授 伊熊昌治）

住宅平面図にみる『和室』の有無・位置関係・床の間・室数・畳数の年代による変化 新建築雑誌（1986~2020）を通して	坂本 彪馬	29
--	-------	----

寝屋川市の低湿地帯における民家から見えてくる 地域景観の価値の再評価 小林 立宜 33

滋賀県の公共ホールにおける地域芸術文化への貢献の可能性について
中・小規模ホールの稼働率・催事・舞台形式の分析から 森山 皓晟 37

人間-温熱環境系研究室 (教授 宮本征一)

背部または腰部への局所冷気流が生理心理反応に与える影響に関する研究 浅井 章汰 41

頸部への接触冷却が生理心理反応に与える影響に関する研究 富谷 隼太 45

背部への局所冷気流または局所等温気流が生理心理反応に及ぼす影響に関する研究 豆井 陸翔 49

顕熱と潜熱の放熱量の違いが生理心理反応に及ぼす影響に関する研究 米満 海玖人 53

建築防災工学研究室 (教授 池内淳子)

鴻ノ池運動公園(奈良市)を対象とした災害時計画案の作成と考察
全国の防災公園への展開 杉本 万波 57

大規模災害を想定した病院の立地特性指標の提案
奈良県内 75 病院を対象として 竹中 幹人 61

倒壊家屋から救出された輪島塗を引き継ぐ方法に関する考察
壊れた輪島塗を用いた企画を通じて 宮崎 咲良 65

京都府内 26 市町村のハザードマップの比較と考察 山口 諒也 69

建築構造安全研究室 (教授 奥田泰雄)

有風環境下における板ガラスの耐衝撃性能に関する研究 岡野 晃佑 73

建材の劣化を考慮した日本版改良藤田スケールの再検討 田口 結 77

超高層中間層免震建物の高さ方向の免震層の最適配置に関する研究 坪井 孝樹 81

鉄筋コンクリート構造研究室 (教授 柳沢 学)

壁板の目地が耐力に与える影響に関する実験的研究 その1 目地の深さを変数とした場合	宮坂 建希	85
スリット入り鉄板を設置した架構のエネルギー吸収性能に関する実験的研究 その1 スリットの高さを変数とした場合	雨面 莉玖	89
シアスパン比が0.5のRC短スパン梁のせん断耐力に関する実験的研究 その1 梁幅を変数とした場合	小笠原 健人	93
フラットプレートのパンチング耐力に関する実験的研究 その1 スラブ筋量を変化させた場合	岡田 七星	97
ハーフPCa床板を用いた床スラブの耐力および変形性能に関する実験的研究 その1 打ち継ぎ面にコッターを用いた場合	兵頭 陸哉	101

2025 年度 修士論文梗概集

感覚過敏のある学生のための大学内カームダウンユニットの建築的検討 - ストレス緩和環境に着目して -

1. はじめに

1-1 研究の背景と目的

大学はすべての学生が学びやすい環境が求められ、受講に際しては合理的配慮が採られる。一方で、音や光などの刺激が高ストレスとなる感覚過敏の学生は約36%存在し¹⁾、退学につながる可能性や、ラーニングコモンズ等の開かれた空間もストレス要因となることはあまり知られていない。このように、感覚特性への理解と環境整備はほとんど進んでいないといえる。

そこで本研究は、感覚過敏を有する学生のストレスを緩和し、大学での就学継続を支援するための休息環境を提案する。具体的には、対象学生のストレスに感じる環境や休息空間に対するニーズを詳細に分析し、得られた知見を基に休息の場として「カームダウンユニット（以下「CDU」と表記）」を設計・製作する。さらに、実証実験を通じてその有効性を客観的に検証することを目的とする。

1-2 研究の流れ

研究の流れを図1に示す(図1)。

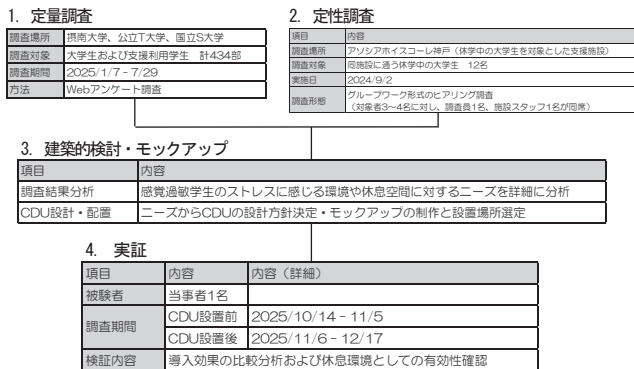


図1 研究フロー

2. アンケート調査

2-1 調査概要

本調査は、感覚過敏の傾向にある学生の特性と大学キャンパス内での休息ニーズの関連を明らかにすることを目的とする。「ストレスとなる環境・空間」から感覚過敏の傾向にある学生をスクリーニングし、「落ち着く姿勢や行動」のニーズを抽出した(表2)。

表2 調査概要

調査内容	4件法	3件法
4件法	ストレスとなる周辺環境、ストレスとなる休息場所、落ち着く姿勢や行動 計36項目内29項目高橋ら ²⁾ 「感覚過敏・鈍麻チェックリスト」および「本人が求める感覚の過敏・鈍麻への理解・支援チェックリスト」より抽出	
3件法		学内のお気に入りの場所

2-2 調査結果

高橋ら²⁾の感覚特性に基づいたチェックリストから学生のスコアを「A群」「B群」「C群」の3群に分類

した(図2)。その中から特に感覚過敏傾向が強い層(C群)の休息ニーズを明らかにするため、「周辺環境におけるストレス要因(8項目)」を説明変数に、「学内において落ち着く姿勢や行動(14項目)」を目的変数にして重回帰分析を行った。結果は以下の通りである。

1). 「無音」が引き起こす不安と対処

一般的にリラックスできるとされる「無音」の状態が、感覚特性群(C群)においては逆効果となる傾向が見られた。静寂をストレス(不安)と感じる学生ほど、「潜り込む」「正座をする」「照明を暗くする」「靴を脱ぐ」といった、身体的な圧迫感や姿勢の制御、視覚情報の遮断を伴う行動をとる。

2). 感覚間の相互作用と多感覚的な防衛

「イヤホンをつける」行動は、「大勢のしゃべり声(聴覚)」だけでなく、「食べ物の匂い(嗅覚)」へのストレスとも強く関連していた。

3). 光過敏への物理的な回避

「蛍光灯が瞬く」ことへのストレスは、「照明を暗くする」だけでなく、「横たわる」行動とも有意に関連していた。光刺激に敏感な学生は、照度を落とすことに加え、姿勢を低くして光源から遠ざかることで、物理的に刺激を低減させようとしている。

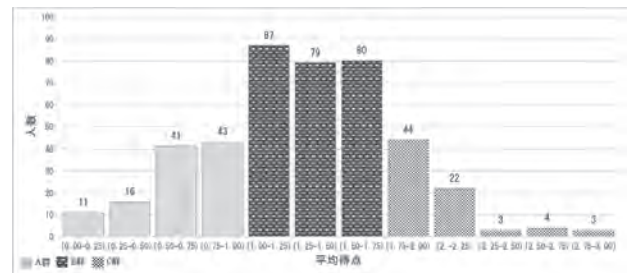


図2 感覚特性に基づく3分類

3. ヒアリング調査

3-1 調査概要

対人関係や環境不適應などの理由で大学を休学中の学生の対象にヒアリング調査を実施した。調査概要は以下のとおりである(表3)。

表3 調査概要

調査内容	・理想とする休息空間の仕様(空間構成、家具、光・音環境、運用形態)
通学していた大学の	・学内における休息時にストレスを感じる環境要因 ・既存の学内施設(保健室、トイレ、講義室、PCブース等)の利用実態と課題

3-2 調査結果

ヒアリング調査の結果を、共通するキーワードごとにカテゴライズして整理した(表4)。他者の視線や静寂への不安が主なストレス要因として挙げられた。対策として、視線を遮断できる囲われた空間、適度なBGM、管理者を介さず利用可能な環境が求められている。

表4 ヒアリング結果

カテゴリ	ストレス要因 (現状の課題)	望む環境・要素 (キーワード)
視線・目われ感	・他者からの視線 (特に後方や死角から) ・大きな共有テーブルでの立ち過ぎ ・休憩中や暇な姿を見られることへの抵抗感 ・パーティションの取っ手による露出感	・ 隠れている空間 ・PCブースのような遠慮な閉塞感 ・ 人の視線を遮るパーティション ・ 全員が一方向を向いて座る (映画館形式) ・ 完全に仕切られた空間
音環境	・静かすぎる環境 (自分の出す音への気兼ね) ・視界が遮られた状態での周囲の物音 (不安感) ・中途半端な仕切りによる音漏れ	・人がいる場所にはBGM ・ 自然の音 (川、鳥、風の音など) ・ BGMなどの適度なノイズ (カフェのような環境)
身体・家具・姿勢	・固定されたイスによる行動の制限 ・狭いイスや白い机 (勉強を遠慮させる仕様) ・3人席の真ん中などの拘束感	・ 調整可能な仕様のイスとテーブル ・ クッションのある専用座席・スペース (床席) ・可動式のイス ・ 大きなクッション があるスペース ・ ひとりで寝れる空間
心理的・運用的制約	・休憩目的でのPCブース使用への罪悪感 ・保護室利用時の「理由説明」や対人接触の負担 ・トイレ利用時の待機音への気兼ね	・ 人を介さずに使える空間 ・ 休憩場所の明確化 (段差などによる境界) ・目的外使用の気兼ねがない専用の居場所 ・ 対人接触 (会話) を必要としない利用システム
光・色・視覚的刺激	・食堂などの強い白色光 (蛍光灯) ・真っ白な壁のみの殺風景な空間 ・光源の均一すぎる明るさ	・ 温かみのある色 (電球色) の照明 ・ 自然光が入る環境 ・明るさが均一でない (陰影のある) 空間 ・ 周りに本棚がある (または本棚の絵の壁紙)

3. CDUの建築的提案

3-1 CDUの設計指針の策定

定量・定性調査の結果、CDUは単なる「箱」のデザインに留まらず、「身体感覚」「外部刺激の遮断」「心理的なアクセスのしやすさ」を統合した、新しい休息環境のあり方を空間的に定義することの重要性が明らかになった。これらの知見を統合し、CDUのモックアップ作成に向けた具体的な設計指針を以下の3点に集約する。

- 1). 既存のボックス型(ワークブース等)との差別化
従来の電話ボックスのような画一的なワークブースではなく、身体への適度な圧迫感や「潜り込む」感覚を得られる、より身体感覚に寄り添った空間を目指す。
- 2). 調査知見に基づくデザイン
調査で得た知見から、ユニットのデザインは従来のような単に視界を遮るだけでなく、低姿勢(横たわる・正座する)や「潜り込む」行動を許容する床座仕様とし、身体が壁やクッションに触れることで安心感を得られる多感覚的なシェルターとしての機能を持たせる。
- 3). 配置と運用の重要性
箱としての性能だけでは十分ではない。周囲の動線や死角を考慮し、他者からの視線(特に後方)を物理的に遮断できる「配置場所」の選定や、保健室のように管理者を介して許可を得る必要がなく、しんどい時に一人で気兼ねなくアクセスできる「運用のアクセシビリティ」が極めて重要である。

3-2 設置場所の選定

設置場所は、被験者が心身不調時に自然と足を運ぶ「安心できるエリア」であり、かつ通行の主動線から外れた視覚・聴覚刺激の少ない場所を選定したA(図3)。三方が壁に囲まれ、ハイサイドライトから自然光が入る環境である。

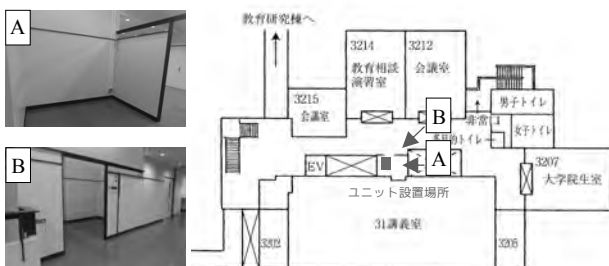


図3 配置場所および周辺情報

3-2 ユニットの具体的な仕様

設計指針に基づいたカムダウンユニットの仕様について以下にまとめる(表5)。外部刺激を遮断する視線制御や調光・吸音機能を備え、潜り込み等の低姿勢を促す床座仕様と柔らかな素材で身体的安心感を創出する。管理者を介さず自律的に利用可能な、心理的アクセスの容易さを備えた仕様とした。

表5 CDU仕様一覧

項目	デザイン・仕様の詳細
主要素材	木材。過剰な刺激を受けにくい、視覚的・触覚的に柔かな環境を構築。
空間構成・寸法	柱芯長手1725mm×短手1025mm狭小空間による心理的安全性と、横臥などの多様な姿勢を許容する寸法。
床材	タイルカーペット。公共空間の中に私的な安息の場を作るため、靴を脱ぐ行動を介在させる。
屋根形状	3/10勾配の片流れ屋根。最高部1787mm、最低部1075mm。家のような形状で、入退室の容易さと包摂感を両立。
壁面(音響)	吸音ボード。外部騒音の遮断と内部の反響音抑制を図る。
換気・採光	がらり(陶壁両面)。空気の鬱滞を防止。照明は設置せず、最小限の自然光を取り入れる。
入口仕様	引き戸(高さ1000mm、有効幅700mm) 省スペースかつ静粛性に優れた仕様。
ファサード(外観)	「実験器具」のような無機質な装い。「サポーター」と思われる心理的負担を避けるため、周囲に正当な利用理由(「実験中」等の表記)を提示。
その他設備	コンセント。電気毛布や個別のランプを使用可能にし、利用者が環境を微調整できる制御性を付与。

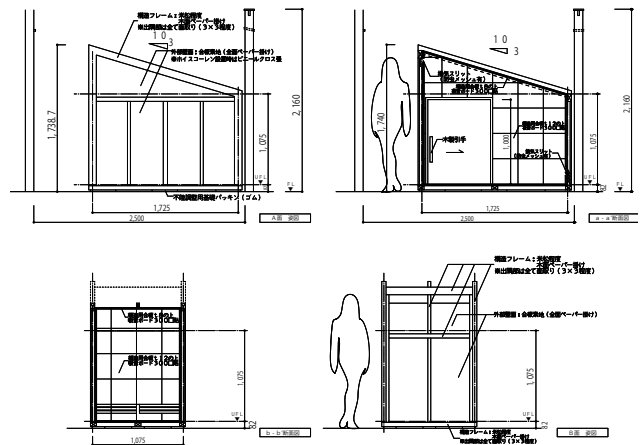


図4 CDU姿図 断面図

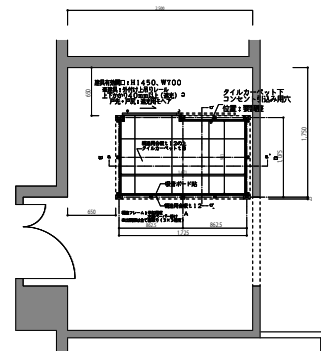


図5 CDU配置図

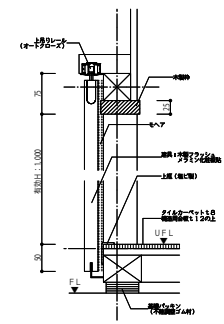


図6 CDU引戸廻り



写真1 CDU背面



写真2 CDU入口

4 生理指標による CDU の有効性検証

4-1 調査概要

本研究では、提案したカムダウンユニット (CDU) の有効性を客観的に評価するため、ウェアラブルデバイスを用いた生理指標計測および主観評価調査を実施した。調査概要は以下に示す (表 6)。

表 6 調査概要

被験者	設置場所	解析方法	計測データ	
公立T大生	公立T大生内	心拍変動解析 (周波数解析・時相領域解析)	・HF (高周波成分) ・RMSSD (心拍間隔の変動) ・LH (自律神経のバランス)	
利用のタイミング	使用機器			
被験者の必要とき	Apple Watch Series 6			
カムダウンユニット		計測タイミング	計測時間/場所	回数
設置前	2025/10/14	正常時(心身不調がない時)	1日1回 10:00-17:00 学校にいる時	32回
	2025/11/5	不調時 心身不調時 回復時	1日複数回 10:00-17:00 学校にいる時	11回
設置後	2025/11/6	正常時(心身不調がない時)	1日1回 10:00-17:00 学校にいる時	27回
	2025/12/17	ユニット 入室 利用 退室	1日複数回 10:00-17:00 ユニット内	10回

4-2 生理指標の定義

本調査において、測定した心電図データの中でも、CDU の利用効果を客観的に評価する上で特に有意義な 3 つの指標を以下に定義する。それぞれの数値の基準は、欧州心臓病学会および北米起搏生理学会 Task Force (1996) のガイドライン³⁾の基準に基づいた標準的な判断水準を用いる。

1). HF (High Frequency : 高周波成分)

副交感神経の活動を反映する指標である。数値が高いと、副交感神経が活発であり、リラックスの状態にある。

表 7 HF の判断基準

数値 (ms ²)	評価	状態の解釈
100 以上	高 (High)	極めてリラックスしており、副交感神経が十分に活性化している。
50 ~ 100	標準 (Normal)	通常の活動、あるいは軽度のリラックス状態。
50 以下	低 (Low)	ストレスや疲労により、リラックスする力(副交感神経)が低下している。

2). RMSSD (Root Mean Square of Successive Differences : 心拍間隔の変動)

HF と同様に副交感神経の活動を反映する指標である。数値が高いと副交感神経が活発になっており、リラックスの状態にある。HF と RMSSD の両方の数値が同様の改善 (上昇) 傾向を示していれば、リラックス効果の確証は極めて強固なものとなる。

表 8 RMSSD の判断基準

数値 (ms)	評価	状態の解釈
50 以上	良好	副交感神経が活発で、心身の回復力が高いリラックス状態。
20 ~ 50	標準	健康的な成人の平均的な活動状態。
20 以下	注意	疲労の蓄積や強いストレスにより、自律神経の調節能力が低下している。

3). LH (LF [Low Frequency]/ HF [High Frequency] : 自律神経のバランス状態)

交感神経活動を反映する LF (Low Frequency) と、副交感神経活動を反映する HF の比率である。数値が低いと自律神経のバランスが取れており、精神的に落ち着いている状態である。

表 9 LH の判断基準

数値 (比率)	評価	状態の解釈
5.0 以上	高ストレス (H+)	強い緊張、興奮、あるいは予期不安により交感神経が過剰に優位。
1.5 ~ 5.0	警戒 (Mid)	やや緊張、あるいは活動的な状態。軽度のストレス。
1.5 以下	安定	自律神経のバランスが良好で、精神的に落ち着いている。

4-3 調査結果

4-3-1 ユニット導入以前の状態分析

設置前の日常生活における「常時」のデータでは、HF の平均は 42.4ms²、全体の 75%が 50ms²以下の「低」域にあり、慢性的にリラックスしにくい状態であった(図 7)。RMSSD も平均 13.5ms、全体約 88%が 20ms 以下の「注意」域に集中し、自律神経の調節能

力が低下していた(図 8)。LH の平均は 5.13 と「高ストレス」域にあり、日常的に緊張状態にある実態が浮き彫りとなった(図 9)。10 段階で評価した主観のストレス度の評価は、平均 4.13 点であった(図 10)。

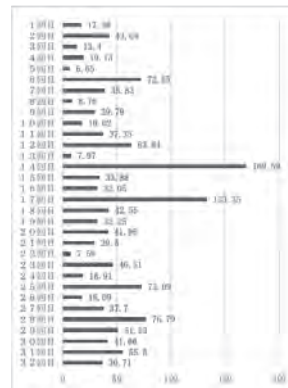


図 7 設置前「常時」HF

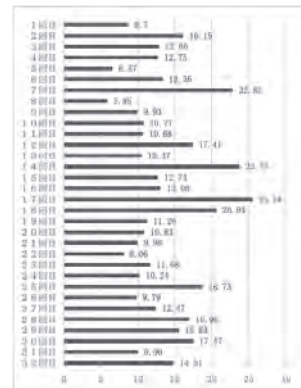


図 8 設置前「常時」RMSSD

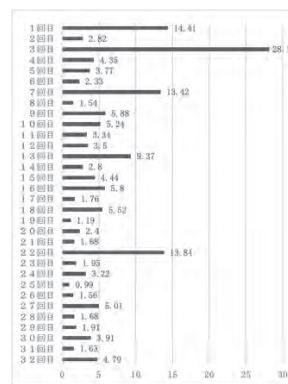


図 9 設置前「常時」LH

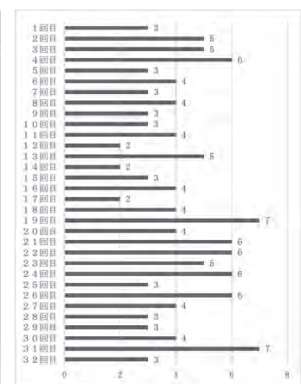


図 10 設置前「常時」主観ストレス評価

4-3-2 ユニット設置後の効果検証

日常生活全体の改善(常時比較) :

設置期間全体における心身不調でない正常時である「常時」の自律神経指標を分析した結果、リラックス指標である HF(42.35ms²→101.39ms²)および RMSSD (13.50ms→16.80ms)は設置前と比較して上昇し、ストレス指標である LH(5.13→4.73)は低下した(図 11)(図 12)(図 13)。特に設置後の長期的推移に着目すると、HF の平均値は前半(1 回~5 回)の 34.40ms²に対し、後半(6 回~10 回)では 77.80ms²と改善している。これは、カムダウンユニットの導入が、単なる一時的な休息に留まらず、日常生活全体の自律神経バランスを底上げし、累積的な安定効果をもたらしたことを示唆している。

入退室時の鎮静効果 :

ユニット利用前後 (入室時と退室時) の生理指標の比較を行ったところ、10 回の計測中、HF で 6 回、RMSSD で 4 回、LH で 1 回の改善が見られた(図 15)(図 16)(図 17)。主観ストレス度については 10 回中 8 回において改善が確認されており、心理的なリラックス効果は顕著であった(図 18)。一方で、主観的には改善を感じていながら、生理的な数値が必ずしも改善しなかった事例も見られた。これについては、利用時のコメントにおいて「バイト」や「授業」など、その後の予定に対する言及が多く見られたことから、退室後の活動予定による心理的な緊張やプレッシャーが、自律神

経の十分な回復を抑制する要因となった可能性が推察される。

4-4 まとめ

感覚過敏のある学生にとって、外部刺激を遮断し自己受容感覚を刺激する身体的安心感を備えた CDU は、大学生活における心身の回復を担保するための有効な建築的手段であることが確認された。CDU 設置後は、利用直後の即時的な鎮静効果に留まらず、日常生活全体の自律神経バランスを底上げする累積的な安定効果をもたらした。特に、リラックス指標である HF の平均値が実験後半にかけて改善した事実は、キャンパス内に「確実な避難場所」が存在すること自体が、学生の心理的・生理的な回復力を高めることに寄与したと考えられる。

5. 結論

5-1 研究の成果

本研究において感覚過敏を抱える学生の休息空間に対するニーズの実態を明らかにした結果、蛍光灯等の視覚的ストレスに対しては机の下への「潜り込み」等の防衛的な休息行動が誘発され、聴覚的ストレスに対してはイヤホン等で個別に対処している実態が判明した。また、休息の質を左右する要因としてユニットは、設置場所の選定とアクセスが極めて重要であることが判明した。これらの知見に基づき、人通りや視線を避けた場所を選定し、回り込んで入室する動線計画を採用した上で、潜り込み等の低姿勢を促す床座仕様と刺激の制御を両立させた CDU を製作した。実証実験における生理指標計測および主観評価の結果、CDU は一過性の休息効果に留まらず、日常生活全体の自律神経バランスを底上げする累積的な安定効果をもたらすことが生理指標から裏付けられた。

5-2 大学という場の特殊性と課題

大学は「顔の知っている他者」に囲まれたコミュニティ性の強い場であり、「休んでいる姿を見られたくない」「サボっていると思われたくない」という心理的障壁が良質な休息を阻害している。現在、講義内の合理的配慮は進んでいるが、講義以外の時間における心理的・生理的ケアは看過されている。物理的な視線制御環境の整備と、感覚過敏という「目に見えない困りごと」への普及啓発を並行することが不可欠である。

5-3 今後の課題と展望

ハード面では、休息の質を維持しつつ可搬性に優れたコンパクトな設計の追求や、夏季における熱環境制御が課題として残された。ソフト面では、利用者のプライバシー確保と大学側の安全管理の両立を図る運用モデルの構築が必要である。今後は、複数名を対象とした定量的調査による予約システム等の最適化、およびキャンパス内の「配置計画」に関する指標の策定が求められる。大学が多様な学生を包摂するためには、刺激を許容する「開かれた場」と、対人心理を考慮して刺激を制御する「閉じられた場」が計画的に併存することが重要である。



図 11 設置後「常時」HF

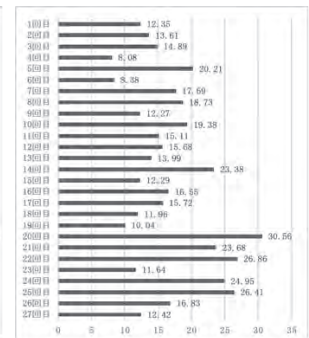


図 12 設置後「常時」RMSSD



図 13 設置後「常時」LH

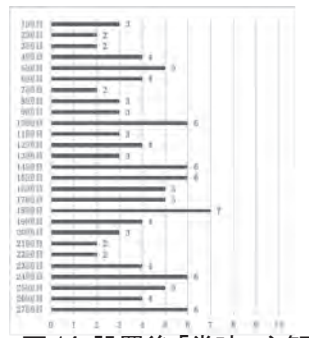


図 14 設置後「常時」主観ストレス評価

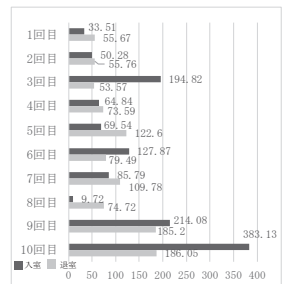


図 15 設置後 HF 推移

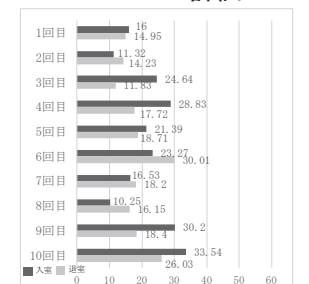


図 16 設置後 RMSSD 推移

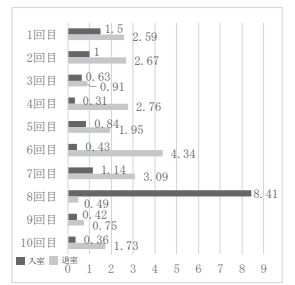


図 17 設置後 LH 推移

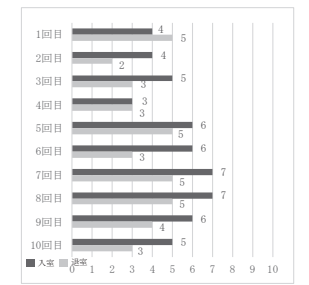


図 18 設置後主観ストレス評価推移

大学でのアンケート調査中には、摂南大学研究倫理委員会の承認を得て実施した。

参考文献

- 1) 町田唯香・橋本創一・李受眞・渡邊真帆・田中里実・歌代萌子：感覚過敏とその支援に関する大学生の認識に関する調査，東京学芸大学教育実践研究，第17集，pp.47-51，2021
- 2) 高橋智・増淵美穂：アスペルガー症候群・高機能自閉症における「感覚過敏・鈍麻」の実態と支援に関する研究—本人へのニーズ調査から—，東京学芸大学紀要総合教育科学系，第59集，pp.287-310，2008.2
- 3) Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology: Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use, Circulation, Vol.93, No.5, pp.1043-1065, 1996

オノマトペ「まったり」による空間評価の試み 大学生を対象としたスケッチ調査と日本語版 PRS による評価の分析

1. 研究背景と目的

近年、「まったり」「がっつり」「もふもふ」などのオノマトペ（擬音語・擬態語）は、感覚や雰囲気といった主観的な体験を豊かに共有する語彙として日常に浸透し、言語学以外の分野においても研究に利用されている^{注1}。オノマトペの一つである「まったり」は「ゆっくり、のんびりする」状態を指し示しつつ、空間・状況に対しても用いられる¹⁾。文化庁「令和5年度国語に関する世論調査」では、「まったりする」という言い方を「使うことがある」とする割合が、2011年の29.0%に対して2023年では52.6%に上昇している²⁾。このように近年では表現としての利用が広がっているが、その具体的な状況は不明瞭だと思われる。

一方で日常生活に伴う課題処理などにより注意資源が消耗し、精神的疲労が生じる。この疲労からの回復を促す環境は「回復環境」と呼ばれ、注意回復理論に基づく評価枠組みであるPRS（Perceived Restorativeness Scale）による評価が用いられてきた³⁾。これを基に、芝田らによって翻訳・作成された日本語版PRSは、自然・都市環境を対象とした評価による検証を通じて妥当性が検討されている⁴⁾。

本研究は、「まったり」している場面を、日常的な休息に関する回復環境と捉え、その評価手法として日本語版PRSを用いる。オノマトペ「まったり」を空間評価が可能な語として位置づけ、スケッチ調査によって大学生が想起する「まったり」している場面の実態を把握するとともに、日本語版PRSを用いて回復環境としての特徴を定量的に検討する。さらに、両調査の結果を統合し、「まったり」している場所の成立条件を抽出する。これらより、大学生が日常生活において「まったり」できる空間の位置づけと創出に向けた示唆を得ることを目的とする。

2. 研究方法

本研究は、はじめに3種類の予備調査を実施した。これを基に、大学生を対象としたスケッチ課題の分析調査と、日本語版PRSを用いたアンケート調査の2回の調査を実施した。これらより大学生の「まったり」している場面の成立条件をまとめ、大学敷地内への具体的な提案を行った。

2-1 予備調査

3種類の予備調査として文献整理、写真評価、意見共有を実施した。これらより「まったり」している場面を分析する観点として場所、同行者、過ごし方を抽出した。また成立に関わる要素として姿勢、視線、囲われ感などを抽出した。これらを踏まえて本調査の設問と分析の枠組みを決定した。

2-2 調査概要

予備調査をもとに2回の調査を実施した（表1）。第一回調査として摂南大学理工学部建築学科3年生の設計演習受講者を対象にしたスケッチ課題より、同意が得られた回答を分析した。一人あたり2場面について、6項目を回答させた。収集した回答は項目ごとに整理し、定量的な内容については集計を行った。自由記述とスケッチについては語句や構成要素の抽出・分類を実施した。

第二回調査として同大学の1年生を対象に日本語版PRSを用いたアンケート調査を実施した^{注2}。回答用紙の前半では、回答者自身の「まったり」している場面について4項目を回答させた。後半では、前半と同一場面を対象に、日本語版PRSの26項目を、0（全くあてはまらない）～10（完全にあてはまる）の11段階で評価させた。収集した回答は標準化による比較、因子分析によって評価構造を検討した。

表1 調査概要

○調査概要	第一回調査	第二回調査
実施期間	2025年4月 10日～24日	2025年10月 9日～23日
配布数	64名（3年生63名 ・4年生1名）	94名 （1年生94名）
提出数	64名（同意59名 ・不同意5名）	19名 （回収率20.2%）
分析対象数	59名（男性39名 ・女性20名）	19名（男性19名 ・女性0名）

○調査項目	第一回調査	第二回調査
スケッチ	○	○
場所名	○	○
屋内外	○	○
同行者	○	○
状況記述	○	
理由記述	○	
日本語版PRS		○

3. 分析

本調査で得られた大学生が「まったり」している場面は、第一回調査で収集した118場面に加え、第二調査で収集した19場面の合計137場面である。これらについて定量的な項目を集計、分類した。

3-1 集計・分類結果

場所の集計・分類結果は以下の通りである(図1)。集計結果の最多は自室を除く自宅であったが、大学構内、公園、カフェなど都市の様々な場所に存在していることが確認できた。またこの結果を大分類7種に整理した。これらは集計結果において「その他」としたものも何れかに分類した。最も多い場所分類はファーストプレイスである「自宅」であったが、「大学」というセカンドプレイスを除いた、その他の空間が全体の56.9%で過半数を占めている。

場所の屋内外では、どちらの空間も存在していることが確認できた(図2)。同行者の有無についての集計結果より、「同行者なし」が46.0%に対して、その他を除く「友人と」、「家族と」の合計である「同行者あり」が48.9%とやや優勢である(図3)。

3-2 クロス集計による分析

また137場面において屋内外、同行者の有無でクロス集計を行い、前述した分類を用いて整理した(図4)。一人では自宅や公共施設空間といった場所が多い。一方で同行者と過ごす場面では、様々な都市内の空間が選ばれている。

3-3 スケッチ・自由記述の分析

「①スケッチ」、「④どんな状況」、「⑤なぜ」の記述から、「まったり」を構成する要素として3種類の傾向が確認できた(図5)。座る、寝転ぶといった「I. 自由な姿勢」。家具や壁、自然物による「II. 囲まれ感」。樹木や植栽といった「III. 自然環境」である。これらは既存の休息における要素として確認できた。

自由記述から、理由について分析した(表2)。「～できる・できた」といった「可能であること」を理由にしているものが全体の60.2%と、多く確認できた。同様に気軽に自由にできるものも確認できた。また、他者の存在について触れているものも多い。因子分析に向けて、要因として「楽しい」を理由とするものはごく少数であることを確認できた。これは後述する因子分析において参考にした。

表2 自由記述の分析

「～できる・できた」の記述	60.2% (71/118)
他者の存在についての記述	44.9% (53/118)
気軽に自由であることの記述	30.5% (36/118)
「楽しい」を理由とする記述	1.6% (2/118)



図1 「まったり」している場所の集計・分類結果

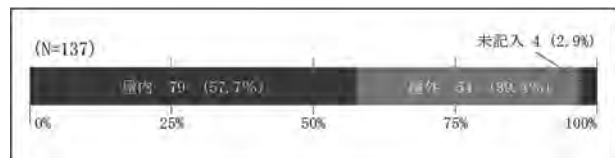


図2 「まったり」している場所の屋内外集計結果

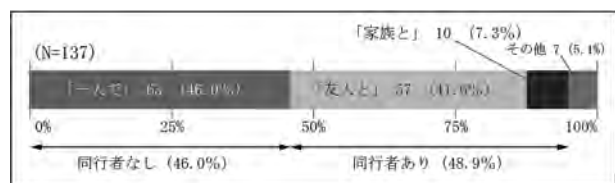


図3 「まったり」している際の同行者の集計結果

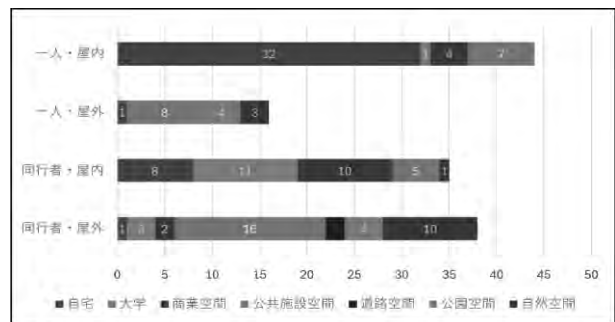


図4 屋内外と同行者の有無による分類

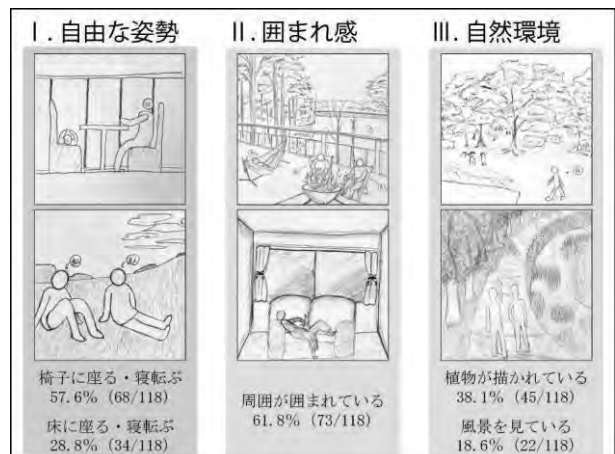


図5 「まったり」している場所のスケッチの分析

4. 日本語版 PRS を用いた空間評価

第二回調査で得られた有効回答 19 件を用いて、既往研究との比較、探索的因子分析^{注3}を実施した。有効回答数が限られていたため、日本語版 PRS における 5 因子と 26 の質問項目より、予備調査や分析を根拠に因子分析では 7 項目を除外し行った (表 3)。既往研究においても因子分析では主要とされていない 3 項目に加え、分析において「楽しい」は主要な理由でないことから 1 項目を除外した。また、自由記述において一度も確認されなかった表現の 3 項目を除外した。これらの除外項目の選択によって因子構造の変化は考えられるため複数の組み合わせで因子分析を行ったが、その一つを示す。

4-1 尺度得点の集計と既往研究との比較

芝田(2011)は、日本語版 PRS による大学生を対象とした日常場面における休息空間の調査を行った⁵⁾。調査結果に対して標準化を行い、抽出された因子を提示している^{注4}。芝田の回復環境についての調査結果に対して、有効回答 19 件を日本語版 PRS が本来想定している 5 因子と「好み」の因子について、項目平均を算出した後に標準化 (Z 得点) した得点を用いて比較した (図 6)。両者の形状は概ね同形であり、芝田が示した回復環境と「まったり」している場面は近い構造を持つ可能性が示唆された。一方で「秩序」の項目では本研究では正の値なのに対して、芝田の研究では負の値であるなど、差異も確認できた。

表 3 日本語版 PRS の質問項目

逃避	[01. 余計な邪魔の入らない場所である]
	[02. ポートできる場所である]
	[03. 日常から解放されたように感じられる]
	[04. 色々と面倒なことから逃れられる]
	[05. やらなくてはいけないことを考えずに済む]
魅了	[06. 魅力的な場所である]
	[07. 興味深い出来事がたくさん起こっている]
	[08. 好奇心をかき立てられる]
	[09. 色々な発見がありそうだ]
まったり	[10. 色々なものに興味を引かれる]
	[11. ものの配置に秩序があってわかりやすい]
	[12. すべての物事が互いに違和感なくなじんでいる]
	[13. どこに何があるのかわかりやすい]
視野	[14. すべてのものに決まった場所があるようだ]
	[15. 広くて見所の多い場所である]
	[16. どこまでも広がっているようだ]
	[17. ささだけで ひとつの世界ができあがっているようだ]
適合	[18. とても広々とした感じがする]
	[19. ここでは気の向かないことをやらなくてもよい]
	[20. 自分の性(しょう)に合った場所である]
	[21. やりたいことがすぐできる場所である]
好み	[22. ここでは道に迷うことはないだろう]
	[23. ここでの活動は楽しいものばかりだ]
	[24. 好きな場所である]
	[25. 今までに行ったことのある どの場所よりもこの場所の方が好きだ]
親密性	[26. 親しみを感じる場所である]

・有効回答数不足のため、以下の理由で因子分析において除外
 ※1 12・14・17 自由記述において確認できなかった要因のため
 ※2 23 要因として「楽しい」は分析より強く一致しないため
 ※3 24・25・26 主要な 5 因子に集中するため

4-2 因子分析

最尤法と Promax 回転法を用いて探索的因子分析を実施した。これは PRS が本来想定している 5 因子は、因子構造として必ずしも安定していないため必要である。因子数は 5 因子とし、因子負荷量の解釈は 0.40 以上を基準とした。因子得点は回帰法で算出して相関分析に用いた。探索的因子分析の結果である因子負荷行列をまとめ (図 7)、質問項目と照らし合わせた結果、「魅了」、「逃避+適合」、「視野」、「面倒からの逃避」、「まったり」の 5 因子を抽出した。この中でも特に「逃避+適合」は、逃避・適合の両者の項目で高い負荷を示した点は特徴的であり、「面倒からの逃避」では「逃避」から独立して表れた。

また各因子間の相関分析より、各因子間の相関関係は弱く、それぞれが独立しながらも共存する傾向が確認できた (図 8)。

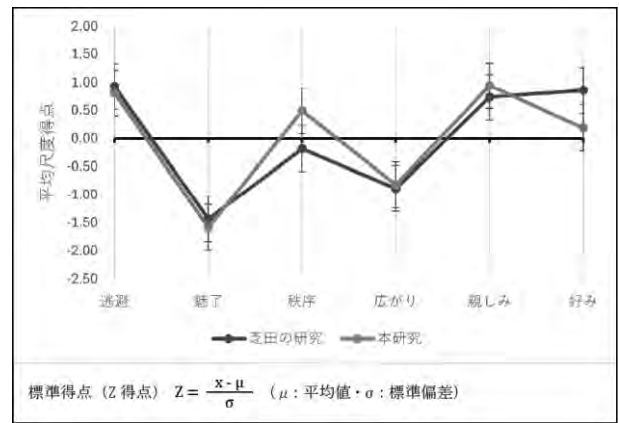


図 6 平均尺度得点の比較

	魅了	逃避+適合	視野	面倒からの逃避	まったり
8	0.360				
10	0.319				
9	0.306				
7	0.776				
11	0.496				0.591
15	0.475		0.634		
6	0.425	0.457			
2		0.496			
3		0.851			
22		0.579			
21		0.613			
20		0.579	0.437		
13		0.541			0.448
4		0.452		0.434	
18			0.942		
3			0.772		
16			0.638		
5				1.093	
19				0.761	

負荷量 0.407 1.004

図 7 因子負荷のヒートマップ

	魅了	逃避+適合	視野	面倒からの逃避	まったり
魅了		-0.087	0.362	0.310	0.309
逃避+適合	-0.087		0.094	0.145	0.083
視野	0.362	0.094		0.327	0.226
面倒からの逃避	0.310	0.145	0.327		0.195
まったり	0.309	0.083	0.226	0.195	

相関係数 0 0.527

図 8 因子間相関のヒートマップ

5. 「まったり」できる空間の成立条件と提案

これまでの調査結果より、大学生の日常生活における「まったり」の成立条件を整理する。それを基に大学構内の屋内外4か所に対して提案を行う。

5-1 「まったり」できる空間の成立条件

「まったり」している空間の成立条件を4つに整理した(図9)。姿勢を自由に選択できる空間であることから「A. 自由な姿勢」と整理した。落ち着いた環境として、周囲からの視線などの刺激量が少なく感じられる空間であることから「B. 刺激量」と整理した。同行者や周囲の人間との関係性についての調整できる空間であることから「C. 他者との関係」と整理した。気楽で自由に利用できる空間であることから「D. 複雑ではない空間」と整理した。

5-2 大学構内への具体的な提案

成立条件より、摂南大学寝屋川キャンパス内の屋内外4か所に対して具体的な提案を行ったものより、2か所への提案を例示する(図10)。

提案02：芝生広場

周囲の動線や視線の影響を受けやすい。植栽やテントなどで囲われを付加し、領域を設定することで、落ち着いて過ごせる条件を整える。

提案04：1号館プレゼンテーションロビー

開放的な空間であり空間としては適している。ここでは空間への提案ではなく、運用情報の明示により、「使ってよい」という感覚をつくる。

6. まとめ

本研究はオノマトペ「まったり」を空間評価が可能な語として位置づけ、大学生が想起する「まったり」している場面について調査した。大学生が「まったり」している場所は自然環境から都市環境まで広がっており、同行者の有無によりその傾向は変化する。既存の回復環境とは重なる面もあるが、気を遣わずに過ごせる点に重心を置いている特徴がある(図11)。「まったり」できる空間は、利用者が状況に応じて過ごし方を選べる、調整可能である環境として成立することを示した。これらより、大学生の日常生活において「まったり」できる空間は自宅から都市空間まで広がる、気軽に利用できる日常空間であるといえる。ここでは自由に利用できると感じられるための工夫が創出に繋がると考える。

本研究では有効回答数が限られていたため、因子構造の妥当性を検証するには追加の検証が必要である。今後の展望として、対象属性の拡大や、指標の精緻化が必要である。また他オノマトペによる検証も重要であると考えられる。

<p>A. 自由な姿勢</p> <p>姿勢の選択肢がある</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空間に余裕を持たせる ・複数の座り方ができる ・覆転がる事に抵抗がない 	<p>B. 刺激量</p> <p>視覚的な刺激量を調整できる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開放的な空間 ・人の視線を遮る ・ストレスを感じない
<p>C. 他者との関係</p> <p>他者との関係を調整できる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・同行者との適度な距離感 ・通行人が気にならない ・他者の存在から場所を選べる 	<p>D. 複雑ではない空間</p> <p>「面倒だ」と感じない空間</p> <ul style="list-style-type: none"> ・慣れ親しんだ場所 ・他者に気を遣わず過ごせる ・利用に不便を感じない

図9 「まったり」できる空間の成立条件



図10 大学構内4か所への具体的な提案の一部

ひとりで		→ 自宅・公共施設・商業空間		
同行者と		→ 公共施設・大学・自然空間		
魅了	逃避+適合	視野	面倒からの逃避	まったり
興味を引かれる場所	気を遣わず自由に行ける場所	見出しがよい場所	面倒くさいと感じない場所	わかりやすい場所

図11 「まったり」している場面の特徴

注釈

- 注1. オノマトペを用いた研究は工学では渡邊・坂本ら(2011)の「オノマトペの音象徴性を利用した触り心地の定量化」や、教育分野では村瀬・寺山(2020)の「身体表現活動におけるオノマトペが幼児に想起させるイメージと動き」などが行われている。
- 注2. 本研究において実施したアンケート調査(第二回調査)は摂南大学研究倫理委員会の承認を得て実施した(2025_理20号)。
- 注3. 探索的因子分析とは因子数、因子構造が不明瞭のまま行う因子分析のことである。
- 注4. 芝田(2011)は大学生の日常的な回復環境・非回復環境の比較において、日本語版PRSの評価得点を標準化した尺度得点を用いた調査結果を報告している。

参考文献

- 1) 小野正弘『擬音語・擬態語4500 日本語オノマトペ辞典』(2007)小学館
- 2) 文化庁国語課「令和5年度国語に関する世論調査[令和6(2024)年3月調査]報告書
- 3) レイチェル・カブラン、スティーブン・カブラン、ロバート・L・ライアン、羽生和紀(監訳)(2009).『自然をデザインする 環境心理学からのアプローチ』誠信書房
- 4) 芝田征司, 畑倫子, 三輪佳子「日本語版 Perceived Restorativeness Scale (PRS) の作成 とその妥当性の検討」人間・環境学会(2008)
- 5) 芝田征司「日常的な文脈における環境の回復特性について」(2011)

2025 年度 卒業論文梗概集

勉強に集中できる自習空間に関する研究

研究のタイプ [論文]

222021 岡田 将弥

指導教員 大谷 由紀子

1. 研究の背景と目的

近年、大学入学共通テストへの移行などの教育制度の変化や ICT 機器の普及により、学習者自身が学習方法や学習場所を主体的に選択することが求められるようになってきている。これに伴い、自宅や図書館だけでなく、学校施設やカフェ、学習塾など多様な空間が学習場所として活用されている。

既往研究では学習場所の知見は蓄積されているが、落ち着いて勉強できる環境条件には十分触れられていない^{1) 2)}。特に光・音・家具・囲まれ感など建築的要素と集中しやすさの関係を横断的に検証した研究は不足している。

そこで本研究では、高校生・大学生を対象としたアンケート調査を実施し、学習空間の選択傾向と環境要素が集中に与える影響を分析することで、「集中しやすい学習空間」の特性を明らかにすることを目的とした。本研究の成果は、学校施設、図書館、カフェ等の空間設計において有用な知見を提供するものである。

2. 研究方法

本研究の対象は、近畿圏に在住または通学する高校生および大学生の 91 名である。高校生は主に学習塾を通じて、大学生は近畿圏の国公立大学から回答を得た。高校生は利用可能な学習環境が学校・塾等に限定されやすい一方、大学生は PC 作業の増加により多様な学習空間を選択できる特性を持つことから、この両者を比較することで集中しやすい学習空間の条件をより明確にできると考えた。

調査は Google フォームによるアンケート形式で実施し、五件法評価・複数選択式の設問、自由記述欄を設けた。質問内容は、学習場所、照明、音環境、家具、囲まれ感などの建築的要素を中心に構成した。なお、本研究における「囲まれ感」とは、家具配置などの要素を除き、主として空間の広さや開放性に基づいて知覚される空間的特性を指す。調査は完全匿名で行い、摂南大学研究倫理委員会の承認を受けている。

3. 結果・考察

3-1 回答者の属性

本研究の調査対象である 91 名の内訳は、高校生 26 名、大学生 65 名である。性別は、男性 53 名、女性 38 名であった。専攻に関しては、大学生については理系 34 名、文系 31 名、高校生については普通科が中心である (表 1)。

表 1 回答者の属性

属性区分 (人)		高校生n=26	大学生n=65	合計n=91
文理	理系	6	34	40
	文系	18	31	50
性別	男性	12	41	53
	女性	14	24	38

3-2 学習場所の選択と学習空間への全体評価

まず、高校生・大学生を対象としたアンケート調査の単純集計結果を示し、学習空間の基本傾向を把握した。最もよく勉強する場所について、大学生では「自分の部屋」が最多で約 45%を占め、「カフェ」や「図書館」など家庭外の利用も多かった。一方、高校生では「学習塾」が約 46%と最も多く、「自分の部屋」も約 42%を占め、利用空間が自宅または塾に限定される傾向がみられた (図 1)。場所の選択理由は両者とも「集中しやすさ」や「落ち着ける環境」が主要因であったが、大学生は「適度な雑音」や「他者の存在」を補助要素として活用する一方、高校生はより「静けさ」や「環境整備」を重視していた。

集中しやすい空間の広さについては、大学生・高校生ともに「個室くらい」が最多で、適度なプライバシーが集中に寄与すると認識されていた (図 2)。一方、大学生は「教室程度」や「公共空間」も一定数支持しており他者の存在を許容する柔軟性がみられたのに対し、高校生は「個室」への支持が特に強く、より囲まれた環境を求める傾向が明確であった。

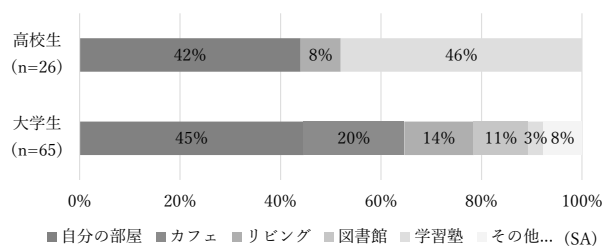


図 1 普段よく勉強する場所

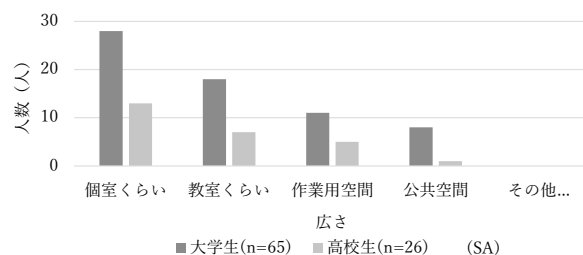


図 2 集中しやすい空間の広さ

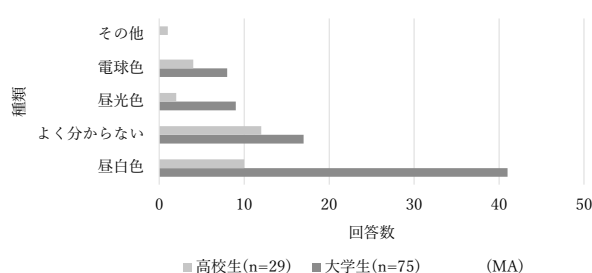


図 3 集中しやすい照明条件

照明については、大学生と高校生で環境への意識に差がみられた（図 3）。大学生では、最も集中しやすい光として「昼白色（白っぽい自然光）」が多く選択されており、視認性や作業効率の観点から光環境を重視していることが示された。また、天井照明に加えてデスクライトを併用する学生が多く、学習内容に応じて最適な視環境を整えようとする姿勢がうかがえる。一方、高校生では「色は気にしない」という回答が最も多く、光環境への意識は大学生に比べて低い傾向がみられた。これは、高校生の学習環境が家庭内や学習塾など、照明条件が既に整備された空間に依存しているため、光を調整する必要性を感じにくい状況が影響していると推察される。ただし、明るさが集中に影響するかという質問では、両者とも半数以上が肯定的に回答していた。以上より、照明は特に大学生において集中維持を支援する重要な補助要因として機能していることが示された。

家具については、大学生・高校生の双方で「机と椅子の高さがちょうどよい」ことが最も重視されており、学習姿勢の安定と身体的負担の軽減が集中維持の基礎条件であるという認識が共通して確認された。特に高校生では、家具の影響を「大きい」と回答した割合が96%と非常に高く、腰痛や疲労など身体的不快が集中を阻害する要因として強く意識されていることが示唆された。一方、大学生も人間工学的な家具への関心は高く、自習室や図書館などで整備された椅子・机を積極的に利用する傾向がみられた。総じて、家具は物理的快適性を確保し、長時間学習を支える最も重要な環境要素の一つであることが明確となった。

音環境に関しては、大学生・高校生ともに「少しだけざわざわした空間」を最も集中しやすい環境として選択しており、適度な環境音が集中状態への導入に有効であるとの認識が共通して確認された。しかし、音楽の活用に対しては明確な差異がみられた。大学生では「音楽を聴くと集中できない」とする否定的評価が45%と高く、言語情報を含む音刺激を避ける傾向が示された（図 4）。一方、高校生では「音楽を聴きながら集中できる」とする肯定的回答が46%を占め、音楽を気分調整や学習開始のリズムづくりに利用する姿勢が強かった。また、集中を妨げる音にも違いがみられ、大学生は「友人の会話」が最多であり、公共空間で学習する機会の多さが反映されていた。対して高校生は「家族の話し声」が最多で、自宅中心の学習環境が阻害要因に直結していると考えられる。これらの結果は、学習場所の違いが音環境の捉え方や対処方法に影響していることを示している。

自由記述「集中できる空間に必要なもの・条件 3 つ」の分析結果をみると、大学生・高校生の双方に共通する要素と、属性による重視点の違いが明確に表れた。

大学生では、「音環境」が最も多く挙げられ、無音や程よい雑音、自然音、音楽など、音を集中補助とし

て柔軟に捉える傾向が強かった（表 2-1）。次いで「家具・作業環境」や「温熱・空気環境」が多く、広い机や疲れにくい椅子、快適な温湿度といった身体的快適性が集中維持の基盤であることが示された。また、「空間構造・囲まれ感」や「心理的・行動的要因」も一定数みられ、視線遮断や安心感、時間管理など、環境と行動を一体として捉える姿勢が特徴的であった。一方、高校生では「家具・作業環境」が最も多く、机や椅子の高さ・座り心地など、直接的な身体負担への関心が際立っていた（表 2-2）。次いで「音環境」が多く、静かすぎない生活音や邪魔にならない音が好まれる傾向がみられた。さらに、「空間構造・囲まれ感」や「照明環境」への言及もあり、個室性や明るさの調整が集中に影響することが示唆された。

以上より、大学生は環境要素を総合的かつ調整可能なものとして捉えるのに対し、高校生は家具や音といった即時的・具体的条件を重視する傾向が確認された。

以上より、単純集計結果からは、学習者が集中できる空間として求める条件には共通点がある一方、年齢や学習行動の自由度の違いにより、環境への意識の範囲や調整方法に差異が生じていることが確認された。

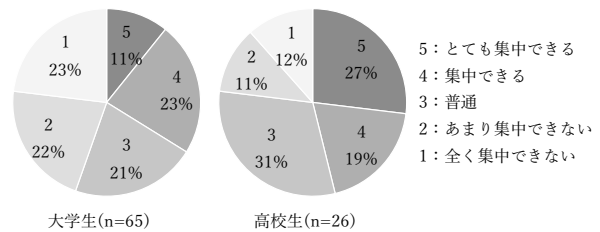


図 4 音楽と集中度の関係

表 2-1 集中できる空間に必要なもの（大学生）

カテゴリ	延べ人数 (人)	主な内容・キーワード例
音環境	34	静か、無音、程よい雑音、自然音、生活音、音楽、イヤホン・耳栓
家具・作業環境	28	広い机、疲れにくい椅子、慎重にあった椅子、安定した机
温熱・空気環境	22	快適な温度、温湿度、空調、換気、空気の清潔さ
空間構造・囲まれ感	18	個室、視線がさえぎられる、人の出入り口が少ない、適度な広さ
心理的・行動的要因	17	誘惑が少ない、時間管理、緊張感、安心感、慣れ、気分転換
その他・補助要素	9	飲み物、時計、植物、香り、体調

表 2-2 集中できる空間に必要なもの（高校生）

カテゴリ	延べ人数 (人)	主な内容・キーワード例
家具・作業環境	14	腰が痛くならない椅子、高さの合う机、広い机、デスクチェア
音環境	11	無音、静かすぎない、生活音、邪魔にならない音、音楽
空間構造・囲まれ感	7	個室、仕切り、周囲が見えにくい、人の気配を感じない
照明環境	6	暗すぎない光、明るすぎない照明、デスクランプ
温熱・空気環境	5	適切な温度、空調、気温
誘惑排除・整理	5	スマホがない、整理された机、時計がない
補助的要素	4	飲み物、お菓子、タイマー、コンセント

3-3 属性別にみた学習空間の特徴

大学生の回答データを対象に、属性に基づいてクロス集計を行い、学習空間選択と集中環境要素との関連を検討した。その結果、学習者属性に応じて「集中しやすい環境条件」が異なることが明らかになった。

まず文理差では、理系学生は自室中心の静穏な環境を好む傾向がみられた（図 5）。特に生活音や他者の視線を避けられる閉鎖的空間を重視し、環境の変動が少ない場所を選択する傾向が強かった。一方、文系学生はカフェや図書館など共有空間の利用が多く、他者の存在や適度な雑音を集中補助として積極的に活用する姿勢が確認された。これらの違いは、学習内容の性質、必要とされる作業形式、学習行動の自由度などが影響していると考えられる。

性別による比較では、男性は「自分の部屋」で学習する割合が圧倒的に高く、静かな個別空間を最も重視していることが明確に示された（図 6）。一方、女性は「カフェ」を中心に、複数の共有空間を使い分ける傾向がみられ、環境を切り替えながら集中を維持しようとする姿勢が特徴的であった。また、女性は明るさや囲まれ感、適度な他者の存在など多面的な条件を総合的に評価しており、学習環境への感受性が高いことが読み取れる。

集中度の違いに着目すると、高集中度では「自分の部屋」で学習する割合が高いが、カフェや図書館といった場所の利用も多かった（図 7）。これらの学習者は照明や家具を自ら整える習慣があり、環境調整行動そのものが集中維持に結びついていると考えられる。一方、低集中度では家庭内での勉強を好む割合が極めて高かった。学習場所の選択と環境制御の可否が、集中度の差に影響していることが示唆される。

以上より、学習空間の選択傾向や集中を支える環境条件は、属性によって大きく異なることが明らかとなった。理系は静穏な個室環境を好む一方、文系は共有空間や適度な雑音を集中補助として取り入れる傾向がみられた。性別では、男性は刺激を排除できる個別空間を重視し、女性は明るさ・囲まれ感・他者の存在など多様な要素を組み合わせ環境を選択していた。また、高集中度は照明や家具を調整するなど自律的に環境を整える姿勢がみられ、低集中度は外的刺激の多い家庭内を選ぶ傾向にあることが特徴として示された。

3-4 集中度別にみた学習空間への評価

集中環境を構成する 5 要因（場所・囲まれ感・照明・家具・音楽）について、五件法評価の平均値を用いたレーダーチャート分析を行い、集中しやすい学習空間の特徴を多角的に明らかにした。その結果、「家具」「囲まれ感」「場所」の 3 項目が最も高い評価を示し、身体的快適性と心理的安全性、そして落ち着ける学習場所の選択が集中の主要因となっていることが確認された（図 8）。特に家具の項目が高く、椅子や机の高さ・安定性といった人間工学的条件が集中維持に強く寄与していることが示唆される。また、囲まれ感が

高評価であったことから、視線や雑音を適度に遮断できる半閉鎖的環境が集中状態の形成に大きく関与していると考えられる。一方、「照明」は中程度の評価にとどまり、一定の影響は認識されつつも他要因ほどの決定力は持たないことが示された。「音楽」は最も低い値を示し、学習者による利用姿勢の差が大きいことが表れた。以上より、集中しやすい学習空間の基盤は、物理的快適性と心理的安全性を備えた総合的な環境づくりにあることが明らかとなった。

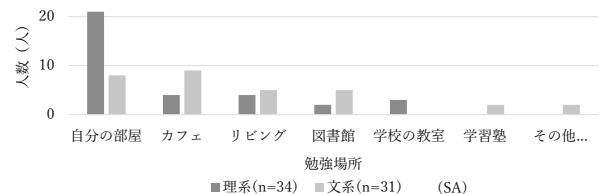


図 5 文理別にみた勉強場所の嗜好

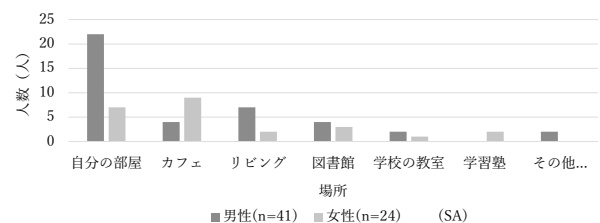


図 6 性別にみた勉強場所の嗜好

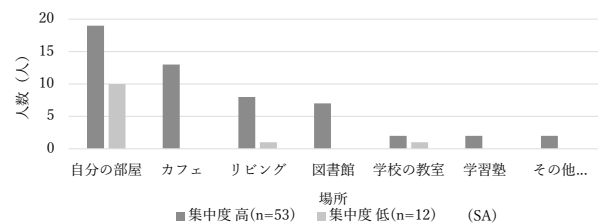


図 7 集中度別にみた勉強場所の嗜好

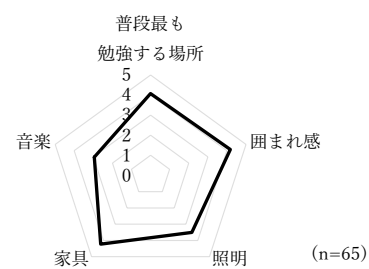


図 8 学習空間における集中環境要素の評価 (全体)

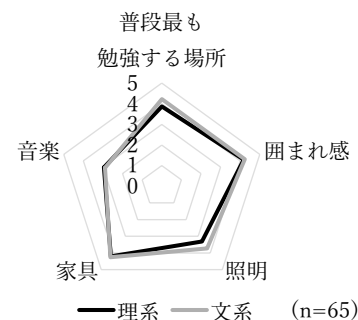


図 9 学習空間における集中環境要素の評価 (文理別)

文理別の比較では、全項目で文系が理系をやや上回り、環境要素をより集中に結びつけて認識していた(図9)。特に「勉強する場所」と「照明」で差が大きく、文系はカフェや教室など多様な空間を活用する一方、理系は自室中心で静穏性を重視する傾向がみられた。照明・家具は両群で高評価を示し、身体的快適性は共通の基盤条件であった。音楽は最も低い評価が文系が高く、集中要因の重視点には文理差が認められた。

家庭内学習者と家庭外学習者の比較から、集中しやすい環境要素の評価には明確な違いが見られた。まず「勉強する場所」では家庭外学習者の評価が高く、図書館やカフェなど意図的に選択した学習空間が集中状態への切り替えを促していると考えられる(図10)。「囲まれ感」も家庭外で高く、完全な閉鎖空間ではなく、他者の気配が適度に存在する半開放的環境が心理的な集中補助として機能している可能性が示された。一方、「照明」は家庭内が高く、デスクライトの使用など光環境を自分で調整できる点が集中のしやすさを支えていると考えられる。「家具」では家庭外の評価が高く、大学施設や図書館に備わる学習用家具が身体的負担を軽減し、長時間学習を可能にしている点が反映されている。「音楽」は家庭内で高く、家庭内学習者が音楽を気分調整や集中導入の手段として取り入れやすい環境にあることが示唆された。総じて、家庭外では空間構造と設備の質が、家庭内では光や音といった調整可能性が集中を支援する要因として機能していると言える。

最後に、学習環境を構成する5要素(場所・囲まれ感・照明・家具・音楽)の関連性を把握するため、大学生・高校生を含む全回答を対象にピアソンの相関分析を行った。その結果、いずれの項目間にも強い相関は見られず、相関係数はいずれも0.20未満にとどまった(表3)。これは、学習者がある環境要素を高く評価したとしても、他の要素の評価が自動的に高まるわけではなく、各要素が比較的独立して集中度に寄与していることを示している。「囲まれ感」も他の要素と明確な関連を持たず、学習者が自身の集中スタイルに応じて選択的に価値づけていることが示唆された。閉鎖的な空間を好む学習者でも、照明や音環境に対する傾向が必ずしも一致するわけではなく、心理的要因として独立した役割を果たしている。一方、「音楽」は最も個人差が大きい項目として位置づけられ、他のすべての要素との相関もきわめて低かった。音楽利用が環境条件ではなく、学習者自身の習慣や感情調整方法に強く依存していることが示唆される。

以上より、学習空間の5要因は互いに強く依存するのではなく、利用者が必要とする要素を個別に取捨選択しながら集中環境を構築していることが明らかとなった。すなわち、学習空間の設計においては、要素を一体的に操作するよりも、各要素を独立して調整可能とする柔軟な構成が重要であると結論づけられる。

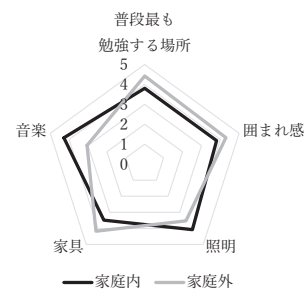


図10 学習空間における集中環境要素の評価(場所別)

表3 集中環境要因間の相関

	場所	囲まれ感	照明	家具	音楽
場所	1	-0.02	0.02	0.08	0.02
囲まれ感	-0.02	1	0.05	0.03	-0.18
照明	0.02	0.05	1	0.18	-0.07
家具	0.08	0.03	0.18	1	-0.05
音楽	0.02	-0.18	-0.07	-0.05	1

4. 結論

本研究では、高校生・大学生を対象としたアンケート調査により、学習空間の選択傾向と、光・音・家具・囲まれ感といった建築的要素との関連を検討した。その結果、学習空間の利用傾向には属性差が顕著であり、高校生は自室や塾などの安定した閉鎖空間を重視する一方、大学生はカフェや図書館を状況に応じて使い分け、自律的に環境調整を行っていた。また、理系は静的環境を、文系は社会的刺激を含む共有空間を選ぶ傾向がみられ、性別でも男性は静かな個別空間、女性は複数要素を組み合わせる型で調整する集中方法が確認された。

さらに、建築的要素と集中度との関係を分析した結果、家具が集中度との関連で最も強い影響を持つことが明らかとなった一方、5つの環境要因間の相関はどれも低く、各要素が相互依存的ではなく独立した軸として評価されていることが確認された。これは、学習者が「家具」「照明」「囲まれ感」「音環境」などを個別に判断しており、特定要素を調整しても他要素には必ずしも影響しないことを示している。

以上より、集中しやすい学習空間には、①身体的快適性、②適度な囲まれ感、③用途に応じた空間選択の柔軟性という共通基盤が必要であり、そのうえで環境要素を独立的に設計・調整できる仕組みが有効であることが示された。本研究の成果は、多様な学習者特性に対応した空間設計の指針として有用である。

参考文献

- 1) リビングダイニングにおける小学生の学習場所に関する調査, 木戸 将人, 松本 吉彦, 松崎 郎人, 黒木 美博, 日本建築学会学術講演梗概集, 2008年9月
- 2) 公共図書館における学生の学習場所の使い分け行動に関する研究, 大島 和也, 伊藤 真太郎, 石橋 健太郎, 中井 孝幸, 日本建築学会東海支部研究報告集, 2020年2月

郊外住宅地における高齢者が歩きたくなる歩行空間要件の抽出 - 川西市清和台を対象として -

研究のタイプ [論文]
222051 瀬戸虎太郎
指導教員 大谷由紀子

1. 研究の背景と目的

日本では高齢化が進み、特に郊外ニュータウンでは高齢者比率が高い。本研究の調査地域である川西市清和台では、高齢化率が約 38.9%¹⁾ に達しており、全国平均(約 29%)²⁾ を大きく上回っている。こうした高齢化に伴い、健康寿命と平均寿命の差が問題となっており、その差は男性で約 9 年、女性で約 12 年とされている。この差を縮小することが一つの課題となっている³⁾。健康寿命を延ばすために効果的とされているのが日常的な運動であり、厚生労働省のガイドラインでは、歩行のような軽度な運動でも継続することで効果が得られるとされている⁴⁾。こうした歩行の継続には「歩きやすさ」だけでなく、「歩きたくなる」と感じる心理的魅力も重要である。既往研究では、郊外住宅地の高齢者の歩行を交通手段や主観評価、市街地環境などの観点から分析してきたが、空間特性と歩行行動・心理的要因を結びつけて捉えた研究は少ない。特に、歩行タイプの違いに着目しつつ、「歩きたくなる」と感じられる空間の要件を明らかにする研究は不足している。

本研究では、兵庫県川西市の山あいに広がる郊外住宅地である清和台地域を対象に、高齢者が「歩きたくなる」歩行空間の要件を歩行タイプ別に明らかにし、清和台を含む同様の郊外型住宅地への応用可能な知見を得ることを目的とする。

2. 研究方法

まず、対象地である川西市清和台の全体の大まかな地形的特徴や土地利用について、地形図や現地踏査により把握する。次に、特徴の異なる 5 地点を選定し、それぞれの空間構成や交通量、自然環境の有無などの物理的特徴を記録する。続いて、選定した 5 地点において定点観察を行った。観察は 2025 年 5 月と 10 月の 2 回実施した。5 月の観察では、各地点の歩行者数や歩行目的、時間帯による変化などの大まかな傾向を把握することを目的とした。一方、10 月の観察では歩行目的の判別に加えて行動観察を行い、立ち止まりや会話などの行動の特徴を記録した。さらに、定点観察を実施した同地点周辺において、高齢者 30 名を対象にインタビューを行った。インタビューでは、歩行頻度、日常的な散歩ルートを選定理由、空間に対する印象などについて質問した。得られた回答から歩行者を 3 つの属性に分類し、各属性の特徴や歩行ルートの傾向などを整理した。これらの結果から、空間条件の違いが高齢者の歩行行動に与える影響を分析することで、歩きたくなる空間の要件を抽出した。

3. 結果・考察

3-1. 清和台の地形的特徴・土地利用の調査

清和台は、兵庫県川西市の郊外に位置する住宅地である。中央には南北に伸びる幹線道路とスーパーやスポーツ施設、医療施設が集まる複合商業施設が存在する。地形的には、南北方向は比較的平坦で(図 3)、幹線道路を境に西側は全体的に緩やかな傾斜が広がり、東側は比較的平坦であるが、一部に急な坂が見られる(図 4)。西側に比べて東側には自然が多く残っているのも特徴である。休憩可能な公園は全体に約 13 か所あり、ベンチや日陰、自然環境が整えられている。こうした地形や施設配置は、高齢者の歩行行動や散歩ルートの選択に影響を与えると思われる。

以上の調査から得た情報をもとに、地形や道路構成、周辺土地利用などの条件が異なる地点を 5 か所選定し、調査地点とした。各調査地点を図 1 に示す。調査地点は①公園前の歩道、②幹線道路沿いの商業施設前、③自然に囲まれた急な坂道、④幹線道路沿いの住宅地前、⑤水路沿いの緩やかな坂道とする。



図 1 清和台全体地図・調査地点

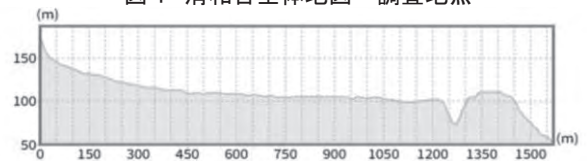


図 2 西→東 断面図

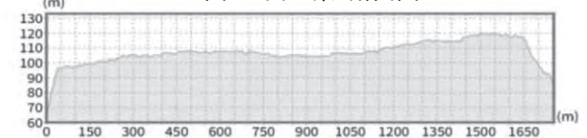


図 3 北→南 断面図

3-2. 5 地点の物理的特徴

表 1 に現地調査の結果を示す。調査対象とした清和台の歩行空間には、周辺環境や設備、利用状況に応じて多様な特徴が見られた。

公園前の歩道は幅員が広く、自然や日陰が確保されており、複数のベンチやトイレ、自動販売機といった休憩場所が整備されている。夕方には子供の利用が多く、人通りも一定数みられることから、住民にとって身近で利用頻度の高い空間であると考えられる。幹線道路沿いの歩道では共通して幅員が広く、路面もフラットで歩行環境自体は良好であるが、交通量が多い点が大きな特徴となっている。商業施設前は人通りが比較的多く、街路樹や休憩設備も整備されており、利便性が高く活気のある環境とみられる。一方で、住宅地前の歩道は花壇など景観的な工夫が施されているが、休憩用の設備がなく、高齢者にとっては滞在性がやや低い空間といえる。これに対して、急な坂道や水路沿いの道は幹線道路沿いと異なる特徴を示した。急な坂道では傾斜が 6 度と大きいものの、周囲を自然に囲まれて日陰が多く、落ち着いた歩行環境が確保されている。ただし人通りや交通量は少なく、利用者は限定的であると推測される。水路沿いの緩やかな道は傾斜が 3 度と歩きやすく、ベンチも設置されている一方で、日陰や緑が乏しく、炎天下では歩行が負担となる可能性がある。

3-3. 5 地点での定点観察

図 4・図 5 は 1 回目と 2 回目の定点観察地点別歩行目的の結果を示している。比較すると全体的な歩行者数は増加しており、特に「散歩」や「公園利用（地点①その他）」といった目的が伸びたことが特徴的だった。買い物やバス停利用のような生活関連の目的は場所によって増減があるものの、全体的な傾向としては季節に左右されにくい目的として安定している。

まず散歩目的の歩行については、ほとんどの地点で人数が増加していた。地点①公園前では 19 人から 21 人、地点⑤水路沿いでは 34 人から 42 人へと増加幅が大きく、特に自然環境や適度な傾斜を含む地点で散歩利用の伸びが目立つ。これは、調査日の平均気温が 5 月 (19.3℃) より 10 月 (23.1℃) のほうが暖かく、屋外で活動しやすい気候条件であったことが影響していると考えられる。さらに公園利用者が 3 人から 7 人へ増加したことも、気温差による屋外活動のやすさが影響したと思われる。

一方、買い物目的は地点②や④で引き続き多く、2 回目では地点②商業施設前で 31 人から 39 人に増加している。これは季節変化というよりも、商業施設の利用が日常的に行われているためといえる。地点④その他（通院目的）についても、人数は減少したが（11 人から 7 人）、こちらも季節による影響は小さいと思われる。

また、幹線道路沿いの地点では、5 月と 10 月で歩行目的の構成に大きな変化は見られず、生活目的が中心

表 1 現地調査結果

項目	①公園前の歩道	②幹線道路沿いの商業施設前	③自然に囲まれた急な坂道	④幹線道路沿いの住宅地前	⑤水路沿いの緩やかな坂道
傾斜	平坦	平坦	6度	平坦	3度
歩道幅	2200mm	2900mm	2200mm	2900mm	2050mm
路面状況	少しガタガタ	フラット	少しガタガタ	フラット	少しガタガタ
自然環境	自然あり・日陰あり	街路樹あり	緑が多い・日陰が多い	街路樹あり・花壇あり	水路あり・緑なし
設備（トイレ・ベンチなど）	ベンチ（複数）・トイレ、自動販売機あり	ベンチあり・施設内にトイレ、自動販売機あり	ベンチあり	なし	ベンチあり
人通り	普通（夕方子供多い）	多い（混雑するほどではない）	少ない	普通	普通
交通量	普通	多い	少ない	多い	ほぼなし



写真 1 ①



写真 2 ②



写真 3 ③



写真 4 ④



写真 5 ⑤

注) ①～⑤は図 1 の調査地点を示す。

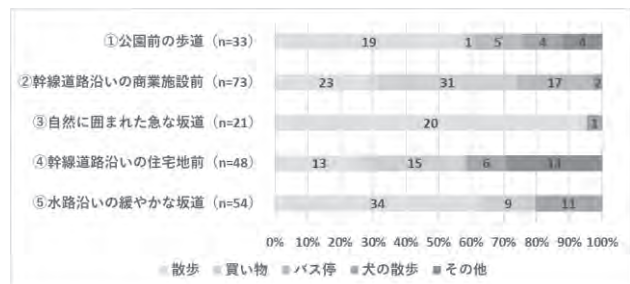


図 4 定点観察地点別歩行目的 (2025年5月・6日間)

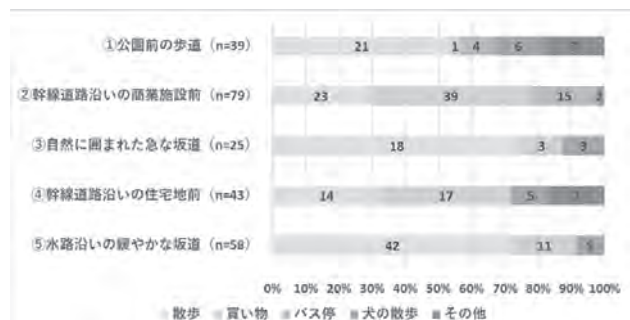


図 5 定点観察地点別歩行目的 (2025年10月・5日間)

である点は変わらない。逆に自然環境や傾斜を伴う地点 (①・③・⑤) では散歩目的が増加しており、生活目的に比べて気候条件の影響を受けやすいことがうかがえる。

図 6 は 2 回目を実施した行動観察の結果である。全体を通して、行動の違いは周囲環境の役割 (余暇・生活など) と歩行空間の快適性に影響されていると考えられる。休憩設備や自然要素を含む公園前では滞留行動が多く、ベンチ利用や会話といったその場に留まる

行動が複数確認された。水路沿いの緩やかな坂道でも、立ち止まりや会話などの滞留行動が確認された。これは、住宅地内にあることから交通量が少ないこと、近所同士の交流が生まれやすいこと、住宅地内の中でも視界が抜けて開放的であることなどが影響していると思われる。これらの地点は歩行者にとって心理的な負担が少なく、景観的な魅力や休憩機能が滞在を促していると考えられる。

一方、住宅地前や急な坂道では、通過が中心で滞留がほとんど見られなかった。坂道は身体的負荷が大きく、住宅地前は風景的な滞在要素が乏しいうえ、どちらも休憩できる場所が不足しているため、立ち止まる理由が少ない環境であると考えられる。

商業施設前では、生活目的による行動が多く、他の地点には見られない「施設の入切り」「バス停利用」といった行動が集中していた。周囲には休憩場所や滞在要素もあるが、行動の大半は買い物や移動に直結しており、地点の性質が歩行者の行動を限定していると考えられる。

3-4. 歩行者へのインタビュー調査

3-4-1. 歩行タイプの分類

歩行者の行動特性を整理するため、歩行目的と歩行頻度を手がかりに歩行者を3つの属性に分類した(表2)。まず、病院・商店などへの移動を目的とする13人を生活行動型とした。これは歩行そのものが目的ではなく、必要な移動として生じる点の特徴であり、距離や頻度のばらつきにかかわらず同一属性に整理した。次に、散歩目的の歩行者を頻度と行動の安定性から不定期型と習慣型に区分した。不定期型は6人で、週1~3回程度の低頻度に加え、頻度が高くてインタビュー調査の中で「気が向いた時だけ歩く」「天候に左右される」など行動の安定性が低い場合もここに含めた。一方、習慣型は11人で、週4~7回の高頻度で歩行が日常的に定着し、利用ルートや時刻がある程度固定されていた。

図7は歩行距離を縦軸、歩行頻度を横軸に示した散布図である。点の色は歩行属性を示している。

習慣型は散布図の右上に集中し、高頻度かつ長距離という継続的に歩くことを生活の一部としている様子が見られた。毎日歩行を行う人の距離はやや抑え気味に見えるものの、全体としては距離・頻度ともに安定したパターンを示しており、歩行が日常的な生活リズムに強く組み込まれていることが明らかになった。一方、生活行動型は左下にまとまって分布した。歩行があくまで必要な移動として発生するため、歩行頻度は高くなく、距離も短い範囲に収まっている。これに対し、不定期型は左上から中央にかけて広がり、頻度は低~中に収まっているものの距離は比較的長いという分布を示した。これらのことから、歩く場合には一定の距離を歩きつつも、歩行の実施が不規則で、行動パターンが固定化していない属性であることが散布図上の散らばりとして見て取れる。

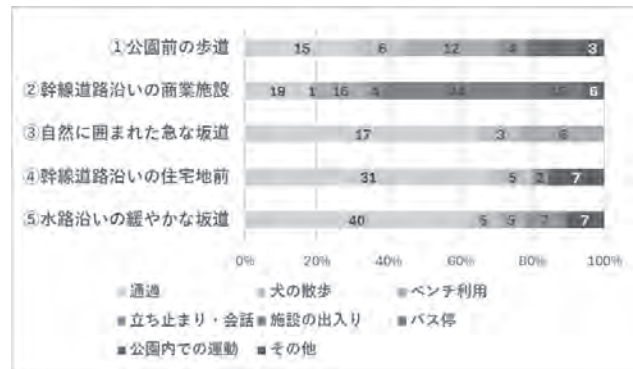


図6 定点観察地点別行動観察 (2025年10月・5日間)

表2 歩行タイプの分類

歩行タイプ	人数	歩行目的	特徴
生活行動型	13人	買い物、病院	低頻度(週数回)・短距離中心・目的地までの最短ルートを選びがち
不定期型	6人	散歩	低~中頻度・比較的長距離を歩く、ルートに一貫性が生まれにくい
習慣型	11人	散歩	高頻度(週4以上)、長距離を継続的に歩く傾向・決まったルートを安定して利用

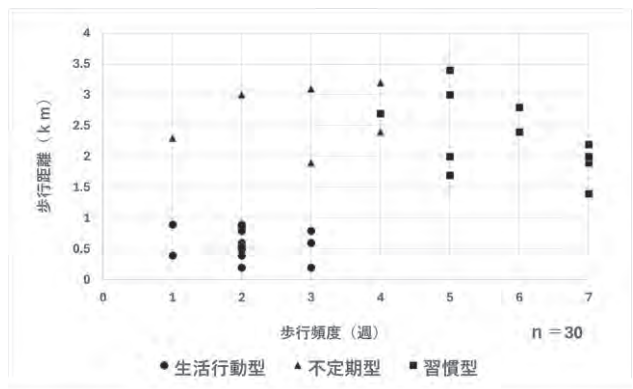


図7 歩行者属性別の距離と頻度の関係

3-4-2. 歩行タイプ別のルート選択とその理由

図8は習慣型の歩行ルートを示している。ルート図では、水路沿い・外周道路・幹線道路などの区間に利用が集中していることがわかる。また、他の属性と比較すると実線箇所(5人以上重複)が多く、ある程度ルートが一貫している点の特徴的である。ルート選択の理由としては、歩行自体の快適性や楽しさを重視する特徴が見られた。「休憩場所がある」が7人で最も多く、ベンチや日陰など休息できる場所が整備されたルートが好まれることが分かった。また、「適度な傾斜がある」が6人、「景観や自然環境が良い」が5人と、水路沿いの緩やかな坂道や木陰のあるルートなど、歩行中の運動効果や自然の存在を感じられる環境が選ばれる傾向がある。自然要素については、花壇などの規模の小さなものでも十分選ばれる理由になることがわかった。安全性や交通量も一定の要素として挙げられるが、移動効率や最短距離はそれほど重視されていない。これらの結果から、習慣型の歩行を促すには、快適に歩ける休憩設備や緑地、適度な傾斜を組み合わせたルートが効果的であると考えられる。一方、休憩ができない道や景色が単調で平坦な道はあまり選ばれない傾向がある。

図 9 は生活行動型の歩行ルートを示している。ルート図では、商業施設と病院がいずれも幹線道路沿いに位置していることから、幹線道路上に利用が集中して線種の違いとして表れている。特に商業施設前の区間は複数の歩行者が共通して利用しており、唯一の実線となって最も通行量の多い区間として示される。ルート選択の理由としては、効率性や安全性がルート選択の主要な要素であることがわかった。「最短ルート」を理由に挙げた人数は 10 人と最も多く、目的地までの移動時間や距離を優先してルートを選んでいる。さらに「歩きやすい」(6 人)や「安全性が高い」(3 人)が選択理由として挙げられ、道幅が広く平坦で歩きやすい道路や、ガードレールや自転車とのすれ違いが容易な安全な道路が好まれることがわかった。反対に、傾斜がある道や休憩場所が多いルートはあまり考慮されていない傾向があり、生活行動型の歩行では効率的な移動を妨げない空間が好まれる可能性がある。これにより、生活行動型の歩行を支えるためには、安全で平坦、かつ最短で目的地に到達できるルートの確保が効果的であると考えられる。

図 10 は不定期型の歩行ルートを示している。ルート図では、外周道路や幹線道路に加えて、団地内や住宅地内の裏通りといった細かな生活道路も利用され、目的や方向に応じて多様な道が選択されている様子が見られる。ルートの重なりは少ないが、部分的には複数人が同じ道を通る区間もあり、通行のしやすさやわかりやすさが選択に影響していることもうかがえる。歩行目的や関心が個々で異なり、ルート選択の理由も多様であった。「休憩場所がある」(5 人)や「自然が



図 8 習慣型の歩行ルート



図 9 生活行動型の歩行ルート



図 10 不定期型の歩行ルート

※線種は歩行ルートの重複

人数を示す。

.....(点線) : 1人

-----(破線) : 2人

----- (一点鎖線) : 3人

====(二重破線) : 4人

——(実線) : 5人以上

ある」(3 人)、「傾斜がある」「寄り道ができる」(各 2 人)など、複数の要素を組み合わせで選択していることが確認できた。また、「ルートとしてわかりやすい」「静かで交通量が少ない」「なんとなく」といった感覚的な理由で選ぶ人も存在することから、不定期型は柔軟で多様な環境に対応できるルートを好む傾向がある。公園や緑道、休憩設備、寄り道可能な店舗などを含むルートは、不定期型の歩行意欲を高める可能性がある。

4. 結論

本研究では、郊外住宅地における高齢者の歩行行動を明らかにし、「歩きたくなる歩行空間」の要素を抽出することを目的として調査を行った。その結果、歩行目的や頻度により、散歩が生活習慣に定着している習慣型、買い物や通院等を目的とした生活行動型、天気等に応じて散歩する不定期型の 3 つの歩行タイプに分かれた。生活行動型は安全性や効率的なルートを重視する傾向、習慣型は歩行距離が長く、傾斜を含むルートを好む傾向、習慣型と不定期型は自然環境や休憩場所を重視する傾向があった。また、自然要素については、小さな花壇や植栽といった身近な自然でも十分に歩行の楽しさや安心感を高めることが確認できた。

交通量の評価は一樣ではなく、多くは静かな環境を好む一方で、完全に無人・無音の道より、適度な雑音や気配があるほうが安心につながる場合もある。歩道の状態では、視覚的に明確な段差よりも、微細な凹凸やひび割れのほうが「気づきにくくつまずきやすい」とされ、現地調査では把握しにくい感覚的な負担がインタビューを通して明らかになった。

以上のことから、郊外住宅地における高齢者が歩きたくなる歩行空間は、安心して歩ける環境、適度な運動負荷となる傾斜、身近に触れられる自然や休憩場所、静かすぎず騒がしすぎない適度な活動の気配といった要素が重なって成立すると言える。これらは大きな変更を伴わずに改善できる点もあり、郊外住宅地の歩行環境づくりに活かせる知見となりうる。今後のまちづくりでは、高齢者の行動や価値観を踏まえ、傾斜や交通量、路面状況といった物理的条件と、自然環境や休憩施設の配置を組み合わせることで、持続的に歩きたくなる環境を形成できると考えられる。

参考文献

- 1) 令和 7 年 地区別年齢人口集計表, 川西市ホームページ
- 2) 令和 7 年版高齢社会白書(全体版), 内閣府, pp. 2-3, 2025 年
- 3) 「健康日本 21 アクション支援システム～健康づくりサポートネット～」, 厚生労働省
- 4) 「健康づくりのための身体活動・運動ガイド 2023」, 厚生労働省
- 5) 「郊外住宅地における高齢者の交通行動と歩行量に関する研究」, 柳原崇男・服部託夢, 土木学会論文集 D3(土木計画学), 2014 年
- 6) 「郊外計画住宅地における高齢者が外出しやすい市街地環境」, 松村優・真鍋陸太郎・村山顕人, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, 2021 年 4 月
- 7) 「郊外ニュータウンに居住する高齢者の歩行継続要因」, 佐藤宏亮・和田朋憲・遊佐敏彦, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, 2018 年

本研究は摂南大学研究倫理委員会の承認を得て実施しています。

市街化調整区域への編入による都市のコンパクト化の可能性と課題に関する研究

研究のタイプ [論文]

222057 棚橋 滉太

指導教員 大谷由紀子

1. 研究の背景と目的

現在、日本全体が人口減少という深刻な課題に直面している。総人口の減少に加え、高齢化の進行や世帯規模の縮小が進む中で、都市においても空き地や空き家の増加が顕在化しており、「都市のスポンジ化」が進行する懸念が高まっている。このような状況は、人口増加を前提として拡張してきた従来の都市構造が、持続可能性の観点から再検討を迫られていることを示している。

また、平成 30 年 7 月の豪雨をはじめとする度重なる豪雨災害による甚大な被害が発生し、多くの人命や財産が失われている。そのため、災害リスクの高い区域における都市的土地利用を抑制するとともに、災害リスクの低い地域への居住を誘導するなど、災害に強い都市構造を形成し、市街地の災害リスクを低下させることが求められる。

こうした課題を背景に、注目されているのが都市機能や人口を一定の拠点へと集約する「コンパクトシティ」の形成である。コンパクトシティの実現に向けては、都市の核となる拠点の設定や、居住誘導区域および都市機能誘導区域の指定など、立地適正化計画に基づく計画的な都市誘導が一般的に進められている。

一方で、都市の拡大抑制を目的として市街化区域の範囲を縮小し、市街化調整区域へと変更する「逆線引き」を通じた都市のコンパクト化の取り組みは、全国的にも事例が少ないのが現状である。今後、人口減少時代における持続可能な都市構造を構築するうえで、逆線引きが有効な手法となり得るかを検討することは、重要な課題の一つといえる。

これまでの逆線引きに関する研究では、逆線引き制度運用に関わる課題に関する研究¹⁾や人口減少時代における都市構造の再編やコンパクト化の一環として逆線引きのプロセスや課題を検討した研究²⁾がある。そこで本研究では、逆線引きを都市のコンパクト化の有効な手法の一つとして位置づけ、その可能性と課題を検討することを目的とする。

2. 研究方法

本研究の方法としては、まず、逆線引きを実施または検討している自治体における取り組みや手法を調査する。次に、逆線引きの目的を整理し、目的ごとに実施・検討区域および対象区域の特性を分析する。さらに、事例調査の結果を踏まえ、逆線引きの目的や対象地区の特徴を整理するとともに、立地適正化計画との整合性を検証し、逆線引きを行う際の評価項目を設定する。最後に、評価項目を設定し、寝屋川市におけるシミュレーションを行い、その結果をもとに考察する。研究フローは以下に示す(図 1)。

調査1. 逆線引きの事例調査

【実施事例】

実施自治体：舞鶴市・北九州市・広島県・埼玉県

方法：行政資料、既往研究

概要：逆線引きを実施した際の手法や基準、目的などを調査する。

【検討中の事例】

検討中自治体：熊本市・新潟県・仙台市

方法：行政資料

概要：逆線引きを検討する目的や対象となる区域を調査する。

調査2. 事例調査からの分析

【分析】

概要：事例調査をまとめ、目的別に用いられる手法を比較する。

調査3. 寝屋川市のシミュレーション

【シミュレーション】

方法：項目を設定し、候補地を選定

概要：項目を設定し、項目にどのくらい当てはまるかで逆線引きの候補地とする。

考察

図 1 研究フロー

3. 結果・考察

3-1 実施事例

(1) 舞鶴市

舞鶴市は東西二極の市街地を有する都市で、人口は 1959 年の約 10 万人をピークに減少が続いている。1959 年に用途地域、1981 年に区域区分を導入し、一定の効果を上げたが、人口減少時代との不適合が課題となっている。長年大きな制度改正をすることなく運用されてきた結果、現行の用途地域と実際の土地利用に乖離が生じ、都市計画見直しにより駅周辺への都市機能誘導と郊外部での逆線引きが進められた³⁾。

国の人口密度基準を参考に 2.77 km^2 の逆線引き面積を算出し、低密度地域の特徴分析と独自基準で候補地を抽出²⁾。地域住民や農事組合との協議を重ね、2020 年以降、複数地区で逆線引きが決定された⁴⁾(図 2)。



図 2 舞鶴市の逆線引き候補地

(2) 北九州市

北九州市は、1963年に門司・小倉・若松・八幡・戸畑の5市が合併して九州初の政令指定都市として誕生し、1974年の分区を経て現在は7行政区で構成されている。人口は1979年の約106.8万人をピークに減少が続き、2005年には100万人を下回った。2025年9月時点の推計人口は約90.0万人である。一方、1965年以降続いていた転出超過は、2024年に社会増がプラス492人となり、60年ぶりに転入超過へ転じた。

北九州市では、2000年代初頭のコンパクトシティ政策の一環と豪雨被害を契機に逆線引きの検討を開始した。候補地は総合指標により斜面住宅地を中心に抽出され、現地調査で安全性や空き家状況を踏まえ再評価を行った⁵⁾(図3)。市は住み替えを強制しない方針や税負担の変化を説明したが、資産価値低下や保証問題をめぐり住民から強い反発が生じた。その結果、市は対象を山林や私有地に限定し、面積を当初案の約74%に縮小する修正案を提示した⁶⁾。



図3 北九州市の逆線引き候補地

(3) 広島県

広島県では、都市計画課が中心となり、13市町と連携しながら、20年後には新たな居住者が見込めず、50年後には無居住化が想定される地域を視野に入れた逆線引きを進めている。その背景には、豪雨災害などによる土砂災害リスクの高まりがあり、市街化区域内の土砂災害特別警戒区域を対象としている。ただし、開発予定地や砂防事業の実施予定地は対象から除外される。候補地は小規模なものが多い一方で、件数は多い傾向にある(図4)。従来の都市計画運用指針が「未市街化地」を主な対象としていたのに対し、今回の取り組みでは「既に市街化が進む特別警戒区域」を含めている点が特徴である。

対象区域は市街化区域内の①外縁部の低・未利用地、②外縁部の建物用地、③内部の区域の3類型に整理され、区域区分の検討・見直しが進められている。特に、先行的な逆線引きとして、開発見込みが高い未利用地(田畑、平面駐車場等)を優先的に対象としている。また、先行的な逆線引きが完了次第で、住宅なども対象とした逆線引きを行う予定である。こうした先行的な逆線引きは、集約型都市構造の実現に向け、市街化区域外縁部への市街地の拡大を抑制し、また低・未利

用地への住宅や店舗などの新築を抑える観点からも効果的であると考えられる⁷⁾。



図4 広島県廿日市市の逆線引き候補地

(4) 埼玉県 (暫定逆線引き)

1970年度の線引き決定後、第1回線引き見直しでは、人口増加に対応するため市街化区域が拡大された。一方、第2回見直しでは、「埼玉方式」と呼ばれる暫定逆線引きが導入された。これは、用途地域の指定を残したまま、一時的に市街化調整区域へ編入し、その後、土地区画整理事業などの実施が確実になった段階で、市街化区域へ再度編入する仕組みである。暫定逆線引きは、無秩序な開発の抑制に寄与したと評価されている。

しかし、人口減少を背景に、2003年の第5回見直しで暫定逆線引き制度は廃止され、2008年には、市街化区域へ再編入するか、市街化調整区域として存続させるかを選択する方式へ移行した。暫定逆線引き地区の解消はこれまでに8回行われているが、現在も暫定逆線引きを継続しているのは所沢市(図5)と朝霞市の2市が確認できる⁸⁾。

暫定逆線引きの運用手順としては、まず埼玉県が未整備地区を抽出し、暫定逆線引き地区として指定した。その後、県内27市町が地区ごとの合意形成を図り、暫定逆線引きの解消方法を選択した。選択肢は、①市街化区域への再編入、②市街化調整区域に存置したうえで用途地域を廃止する方法、③暫定逆線引きの継続の3つである⁹⁾。

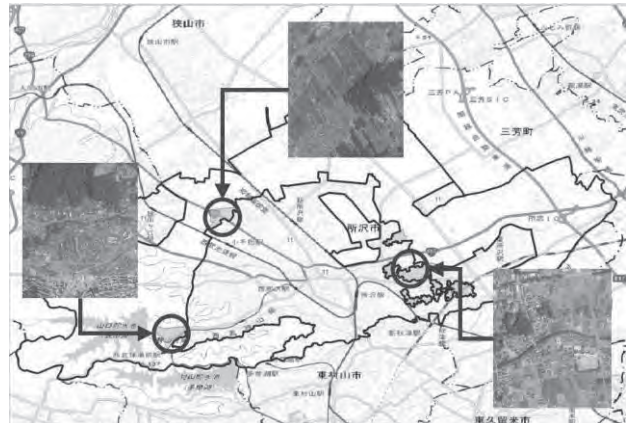


図5 所沢市の暫定逆線引き地区

3-2 検討中の事例

(1) 熊本市

熊本市は九州中央部、熊本県のほぼ中央に位置し、その総面積は約 390 km²である。古来より、阿蘇からの伏流水による地下水が豊富なことや市内にいくつもの川が流れている。

熊本市の総人口は、令和 2 年（2020）の国勢調査で戦後初の減少となっている。こうした時代の変化を踏まえ、多核連携都市の実現を目指し、その対応として、①都市機能誘導区域における都市機能の維持・確保、②居住誘導区域における人口密度の維持、③地域コミュニティの維持活性化、④公共交通ネットワークの充実、⑤防災視点の強化の 5 つの視点から取り組む。

まず、土砂災害リスクが高い区域については、逆線引きの優先的な対象としている。具体的には、市街化区域の縁辺部に位置し、土砂災害特別警戒区域に該当する場所のうち、既存建築物が存在しない区域を抽出し、計画的に市街化調整区域へ再編するものである。これらの区域は将来的に開発が行われる可能性がある一方、安全性の観点から市街化を誘導すべきではないため、先行的に逆線引きを行うことで、危険区域での都市のスプロール化を抑制し、都市の安全性と持続性の向上を図ることを目的としている。

次に、区域の明確化を図るべき区域としては、治水安全性の向上により市街化の継続が可能となった地域を対象としている。具体的には、河川改修が完了した区域を選定し、都市的土地利用の安全性が確保された範囲を市街化区域として適正に位置付けるものである。これにより、治水事業の成果を都市計画に反映させるとともに、災害リスクを踏まえた市街地の再編と土地利用の合理化を図ることを意図している¹⁰⁾。

(2) 新潟県

新潟県は日本海沿岸のほぼ中央に位置し、山々に囲まれた広大な県で、面積は 12,584.10 km²の広さを持つ。

新潟県の地形・地質は、東部・中部・西部の 3 地域で大きく異なっている。このような地質の多様性は、土砂災害リスクや土地利用、さらには農業基盤の形成にまで大きな影響を及ぼしている。

人口は 1997 年の 249 万人をピークに長期的な減少が続いている。人口減少と超高齢社会の進展により、都市のスポンジ化が進行している。こうした状況は、コンパクトな都市づくりを推進する上で大きな課題となっている。

そのため、新潟県では利便性の高い都市構造への再編と持続可能な市街地の形成を目的として、逆線引きを実施するものである。逆線引きの実施にあたっては、都市計画マスタープランや立地適正化計画との整合を図ることを基本方針としている。人口減少下においても快適で住みやすい生活環境を確保するため、県内各都市が掲げる都市像は「コンパクトな都市」を基本理念としている。

また、良好な環境を有する市街地の形成を目指し、

都市全体における農地の保全についても検討している。特に、市街化区域内の土地のうち、当分の間営農が継続されることが確実で、市街化区域に含めることが適当でないと判断される区域については、市街化調整区域への編入を積極的に検討する方針である。

さらに、市街化区域内において災害発生のおそれがある危険な区域についても、市街化調整区域への編入を検討し、災害リスクの低減を図ることとしている¹¹⁾。

(3) 仙台市

仙台市は仙台都市圏の中央部に位置し、市域には河川が流れ、豊かな自然景観を形成している。一方で、都心部には、けやき並木が広がり人口 100 万を超える都市でありながら、都市機能と自然環境が調和した市街地を有している。市域面積は 786.35 km²である。

人口は、増加傾向で推移している。今後の予測としては、全国と比較すれば減少幅は小さいものの、将来的には一定の人口減少が見込まれている。

このような自然環境と都市機能が共存する持続可能な都市を実現するためには、河川や緑地などの豊かな自然環境を将来にわたり保全・継承することが重要である。そのため、都市計画区域内における土地利用の適正化を図る手法として、逆線引きの活用が求められている。

仙台市における逆線引きの手法は、まず初めに線引き見直し方針を策定したうえで、その方針に基づき線引き見直しの候補地区を抽出する。この際、住民や関係者から相談のあった地区についても検討対象とする。次に、抽出した候補地区について評価・調整を行い、その結果を踏まえて仙台市としての見直し案を作成する。作成した案は都市計画審議会での審議を経たのち、宮城県へ申し出を行う¹²⁾。

3-3 実施・検討中の事例のまとめ

逆線引きの目的は、①コンパクトシティの推進、②土砂災害対策の 2 点に大別される。ただし、埼玉県は、例外的に人口増加への対応を目的として実施されたものである。また、候補地の抽出方法は自治体によって異なるが、住民・地権者との合意形成が不可欠であり、最も時間を要する点は共通している（表 1）。

逆線引きを検討する目的として、実施事例で示された 2 つに加え、③自然環境を保全することが挙げられる。対象地区は、計画的な市街地整備の見込みがない区域、災害リスクを抱える区域、自然環境の保全が必要な区域、が選定される傾向にある（表 2）。

一方で想定される課題として、市街化区域内に市街化調整区域が点在する可能性や、立地適正化計画との整合を確保しつつ区域変更を行う必要がある点が指摘される。また、どの自治体においても共通して、住民の理解と合意形成が大きな課題となっている。

3-4 寝屋川市でのシミュレーション

国土地理院の航空写真を用いて、利用状況および周辺環境を把握し、5 つの候補地を選定した。選定にあたっては、事例で用いられている手法を参考とし、評

価値基準を、(1) 人口動態 (2) 人口密度 (3) 土地利用状況 (4) 災害リスク (5) 緑地保全 (6) 立地適正化計画との整合性の6つとした。

選定された候補地は、①仁和寺本町一丁目、②寝屋二丁目、③寝屋南一丁目、④讚良東町、⑤河北西町の5地区である(図6)。

シミュレーションの結果、すべての基準を満たした区域は逆線引きの対象として適切であると判断できる。また、5つの基準に該当した区域については、全ての目的を同時に満たすことは難しいものの、目的を限定すれば逆線引きの妥当性が認められる。

一方で、2つに基準とどまる区域については、人口や土地利用状況などの不適な点が多いことから、逆線引きの優先度と低いと考えられる(表3)。

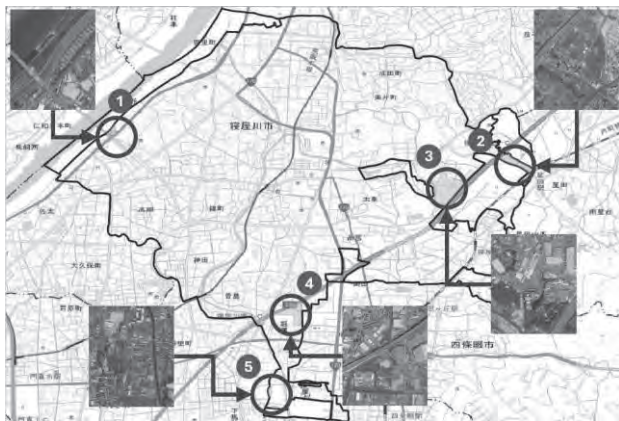


図6 寝屋川市でのシミュレーション
表3 シミュレーション結果

町名	人口動態	人口密度	土地利用状況	災害リスク	緑地保全	立地適正化計画
①仁和寺本町一丁目	○	○	○	◎	×	◎
②寝屋二丁目	△	○	○	○	×	×
③寝屋南一丁目	×	◎	○	△	○	○
④讚良東町	○	◎	○	◎	◎	○
⑤河北西町	×	×	×	◎	×	○

凡例
◎：最適 ○：適合 △：やや適合 ×：不適合

4. 結論

逆線引きの目的は、①人口減少を踏まえた都市のコンパクト化、②災害リスクの低減、③自然環境の保全の3点に大別されることが確認された。候補地の抽出方法は自治体によって異なるものの、住民・地権者との合意形成が不可欠であり、これが最も重要で時間を要する工程である点は共通している。

また、逆線引きは、長期的に効果が現れる施策であるため、短期的には成果が見えにくく、将来効果をどのように説明し共有するかが大きな論点となる。

寝屋川市を対象としたシミュレーションでは、先行事例を踏まえた基準に基づき候補地を抽出した結果、目的に応じた逆線引きが可能であることが示された。以上の検討から、逆線引きは都市のコンパクト化に寄与し得る有効な都市計画手法と評価できる。

しかし、その実施には住民・地権者との合意形成という最大の課題を克服する必要があり、自治体任せにするのではなく、国が候補地選定の基準を明確に示すことが、円滑な合意形成と制度運用の実効性向上につながると考えられる。

参考文献

- 1) 地方都市における近年の逆線引き制度の運用状況と課題に関する研究—2000年以降の適用事例に着目して—, 山口 謙 浅野 純一郎, 日本都市計画学会都市計画論文集 51 巻 1 号, p.118-124, 2016 年 4 月
- 2) コンパクトシティ形成に向けた逆線引き実施のプロセスと課題に関する研究—京都府舞鶴市を対象として—, 吉田 隼人 岡田 有佳, 日本都市計画学会都市計画論文集 57 巻 3 号, p.5-8, 2022 年 10 月
- 3) 舞鶴市都市計画制度 区域区分見直し基準, <https://www.city.maizuru.kyoto.jp/000002715.html>
- 4) 舞鶴市 市街化調整区域 編入検討候補地, <https://www.city.maizuru.kyoto.jp/kurashi/0000002951.html>
- 5) 北九州市 区域区分見直し, <https://www.city.kitakyushu.lg.jp/contents/07900339.html>
- 6) 人口減少・災害リスクに対応した逆線引きの実態と課題—舞鶴市・北九州市・広島県の取り組みの整理と住民意見の分析から—, 永末 圭祐 山崎 潤也 似内 遼一 真鍋 隆太郎 村山 頼人, 日本都市計画学会都市計画論文集 58 巻 3 号, p.1203-1210, 2023 年 10 月
- 7) 広島県 市街化区域内の土砂災害特別警戒区域を市街化調整区域に編入(逆線引き)する取組について, <https://www.pref.hiroshima.lg.jp/ssshiki/105/gyakusenbiki.html>
- 8) 「埼玉方式」における暫定逆線引きのフォローアップと今後の適用に関する研究—暫定状況が継続した所沢市を中心事例として—, 日本都市計画学会都市計画論文集 54 巻 3 号, p.893-900, 2019 年 10 月
- 9) 埼玉県 第214回埼玉県都市計画審議会, <https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/5339/477131.pdf>
- 10) 熊本市 第3回熊本市土地利用方針検討委員会, https://www.city.kumamoto.jp/ki/00349877/5_49877_380474_up_MXCDE82S.pdf
- 11) 新潟県 第224回新潟県都市計画審議会, <https://www.pref.niigata.lg.jp/uploaded/attachment/443133.pdf>
- 12) 仙台市 市街化区域と市街化調整区域の区分(線引き)の見直し案作成に係る仙台市の方針, https://www.city.sendai.jp/kankyochose/shise/security/kokai/fuzoku/fuzokukikan/kankyo/ekyo/documents/r60522_2-1bessi_1.pdf

表1 逆線引きの基準・項目(実施自治体)

自治体名	舞鶴市	北九州市	広島県(13市町)	埼玉県
人口(人)	80,336	939,257	2,596,437	3,866,472
面積(km ²)	342.2	492.5	4005.8	3799.3
目的と背景	人口減少や都市の空洞化によるコンパクトシティ政策の推進。	コンパクトシティ政策の推進 土砂災害による被害の低減。	土砂災害による被害の低減。	人口増加による都市のスプロール化を抑制し、計画的に市街化を実施するため。
候補地抽出方法	4つの指標から選出する。 ①土地利用の可能性、②基盤整備予定、③都市計画上の整合、④将来の人口・産業への影響	安全性・利便性・居住状況からの評価を一次選定、現地調査を二次選定とした。その後、住民の意見をもとに再選出。	土砂災害特別警戒区域であり、既存建築物が存在しない区域を選出。	計画的な市街地整備の見通しが明らかになっていない区域を対象とし、選出。
候補地の特徴	・山裾や谷地の低密住宅地。 ・農地や低未利用地。	山林や斜面地の建物がない区域。	・低未利用地や利用困難な山裾の地区。	用途地域を設けたまま、市街化調整区域並みの規制を設定。

表2 逆線引きの基準・項目(検討中の自治体)

自治体名	仙台市	新潟県	熊本市
検討状況	都市計画審議会での審議段階	方針策定	方針検討審議会での検討段階
背景・目的	・市街地の豊かな自然環境の保全のため。 ・土地ニーズの変化など時代の変化や地区の実情に対応するため。	・計画的な市街地整備の見込みがない地区の無秩序な市街化を防ぐため。 ・災害発生時のリスク低減。	・人口減少を踏まえ、市街化区域は拡大せず、適正な市街地規模を維持するため。 ・土砂災害特別警戒区域の災害被害の低減。
想定される課題	・市街化区域内に市街化調整区域の点在する可能性がある。 ・住民の理解・反発、既存資産への影響。	・立地適正化計画に沿った市街化調整区域への変遷が課題となる。 ・住民の理解・反発、既存資産への影響。	・市街化区域内に市街化調整区域が点在してしまう可能性がある。 ・災害への対策として、逆線引きが最適か。 ・住民の理解・反発、既存資産への影響。
対象地区	・市街地の豊かな自然環境の保全が必要な地区や未利用地。 ・土地利用の誘導や制限に関わる地域地区。	・計画的な市街地整備の見込みのない地区。 ・既成市街地に災害発生時の恐れがある土地が含まれている地区。	・土砂災害特別警戒区域の災害リスクが高い地域。

大阪府生野区における飲食店分布からみる多文化共生の実態

研究のタイプ [論文]

222066 中村美結

指導教員 加嶋章博

1 研究の背景と目的

大阪市生野区は、大阪市の南東部に位置し、面積約 8.38 平方キロメートル、人口 128,581 人（2025 年 8 月 1 日現在）のうち 28,504 人が外国人で、外国人住民比率が 20% を超える日本有数の多文化地域である（図 1）。特に在日コリアンの長期的な定住の歴史は、生野区の文化や商業集積に大きな影響を与え、「コリアンタウン」というイメージを強く持たれる要因となってきた。

しかし近年、生野区の外国人住民構成は急速に変容しつつある。韓国・朝鮮籍住民が依然として最大集団であるものの、近年は減少傾向が続いており、それに代わって中国・ベトナム・ネパールなど新規移住者層が顕著に増加している。

こうした変化は、「在日コリアンの歴史的定住」によって形成されてきた従来の多文化像だけでは説明しきれない、新しい多国籍化の段階へ移行したことを示している。さらに、生野区は住宅地と商業地が混在する都市構造をもつことから、外国人住民の分布は地域ごとに大きな差異をもち、その特徴は飲食店の国籍別分布に強く反映されると考えられる。



図 1 大阪市域図

本研究の目的は以下の3点である。

- 1) 生野区内の飲食店を国籍別に分類し、その分布を可視化すること
- 2) 分布図から抽出される空間的特徴をもとに、生野区の飲食店エリアを類型化すること
- 3) それぞれの類型が成立するに至った歴史的背景、用途地域、店舗密度などを整理し、多文化共生の実態を明らかにすること

2 研究計画

2-1 統計データを用いた人口動態の分析

外国人人口の変化を把握するため、大阪府が公表する国籍別人口データを用いて、生野区における外国人人口の推移を整理した。総人口、外国人人口、主要国籍（韓国・朝鮮、中国、ベトナム、ネパールなど）の増減を年次比較し、どの国籍がどの時期に増加または減少したのかを明らかにした。これにより、生野区における「歴史的定住」と「新規流入」の二つの動きを把握し、飲食店分布の背景となる人口構造の基盤を整理する。

2-2 飲食店の国籍別分類と分布図の作成

生野区の多文化空間を可視化するため、区内の飲食店 695 店舗を対象として、料理の国籍に基づく分類を行った。国土地理院地図を基盤とし、Google マップ等の情報を用いて国籍ごとに色分けしたピンをマッピングする手法を用いた。なお、居酒屋やバーなど国籍色を持たない業態については、日本に分類とする。

さらに、Google マップ等では国籍がわかりにくい店舗や終了しているかもしれない店舗などは現地調査を行う。その上で、エリアごとに集積状況を比較し、多文化共生の地域的特徴を分析する。

2-3 地域別の空間特徴分析（A・B・C 類型化）

作成した飲食店分布図をもとに、店舗密度・国籍構成・用途地域・歴史的背景を総合的に比較し、生野区内の飲食店エリアを3つの類型（A：韓国料理中心型、B：多国籍混在、C：日本料理中心型）に整理した。

各類型については、

- ・店舗国籍の割合
- ・外国人住民の人口動態との関係
- ・歴史的・制度的背景（用途地域など）

を踏まえて分析を行い、類型の成立過程と空間的特徴を考察した。

3 研究結果

3-1 生野区の人口動態

生野区における人口動態の変化を、全体人口、外国人人口、国籍別人口という三つの視点から整理した。

まず、生野区の総人口は平成 23 年以降、減少傾向にあり、その背景には少子高齢化や住宅老朽化に伴う転出など、大阪市全体にみられる一般的な都市問題が影響している。一方で、平成 24 年から平成 25 年にかけて一時的な人口増加がみられたが、これは外国人住民によるものではなく、日本人人口の増加または統計処理上の変動が関係していると考えられる（図 2）。

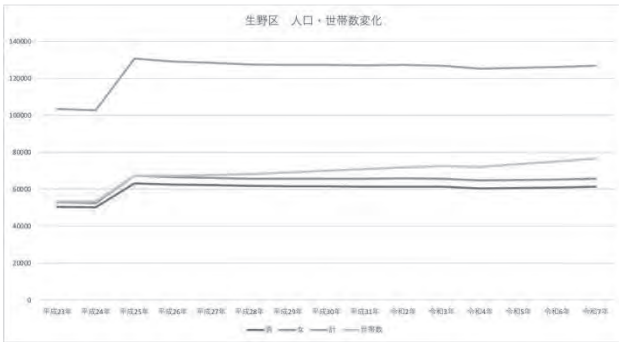


図2 生野区における人口(人)・世帯数変化(世帯)

外国人人口の推移を確認すると、生野区の多文化化を特徴づける二つの動きが明らかになった。

第一に、戦前から戦後にかけて形成された韓国・朝鮮籍住民は、最大の外国人集団として存在感を維持しつつも、近年は高齢化や世代交代により緩やかに減少している。

第二に、中国・ベトナム・ネパールをはじめとするアジア諸国出身の外国人が、特に令和4年以降に急増し、国籍構成が一段と多様化している点である。ネパール籍住民は令和3年以前には少数だったものの、令和4年以降急増し、新たな特徴を形成している。

これらの動きの背景には、歴史的定住と世代交代、1990年入管法改正による移住者層の多様化、コロナ禍と規制緩和による人口変動、比較的安価な住宅事情、駅周辺の立地環境、用途地域の違いなど複数要因が複合的に作用していることが挙げられる。韓国・朝鮮系住民の集住は歴史的経緯の結果であり、中国・ベトナム・ネパールなどの新規国籍層の増加は、都市の労働需要と居住環境の適合性によって促進されている(図3)。

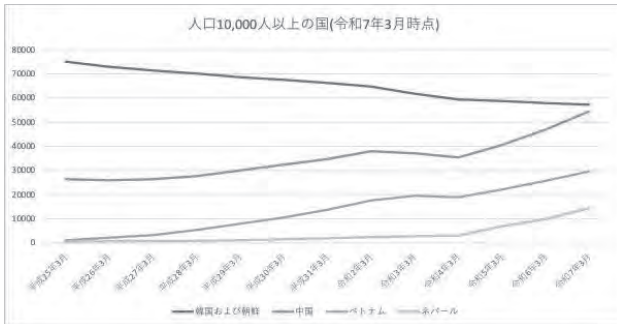


図3 生野区における主要外国人国籍の人口推移(人)

これらの人口構造の変化から、生野区は「歴史的な多文化」と「現代的な多国籍化」が重層的に存在する地域であるといえる。国籍別人口の偏りや増減は生活文化や商業活動として現れ、飲食店分布のエスニック性と密接に関係している。人口動態と国籍構成の変化を踏まえることで、生野区における飲食店の国籍別集積が、どのような歴史的・社会的背景のもとで形成されているかを立体的に理解することが可能となる。

3-2 生野区における飲食店分布の特徴

本研究では、生野区内の飲食店695店舗を対象に、提供料理の国籍にもとづく分類を行った。その結果、日

本料理店が最も多く 493 店(全体の約 71%)を占めることが明らかとなった。次いで韓国料理店が135店(約19%)と高い比率を占めており、生野区における韓国系飲食文化の存在感の強さが確認できる。また、中国料理店は22店(約3%)、ベトナム料理店14店(約2%)、インド・ネパール料理店の合計は16店(約2%)であった(表1)。

表1 対象店舗の国籍別店舗数(件)・構成比(%)

	日本	韓国	中国	ベトナム	アジア	インド	ネパール	タイ	イタリア	フランス	ハラル	合計
店舗数	493	135	22	14	6	13	3	1	6	1	1	695
構成比	70.94	19.42	3.17	2.01	0.86	1.87	0.43	0.14	0.86	0.14	0.14	100.00

飲食店の立地を地域別にみると、鶴橋・桃谷・今里など主要な商業エリアに店舗が集中し、なかでも韓国料理店は御幸通商店街周辺に高密度に集積していた。田島・巽・生野東などの住宅地では、日本料理店の割合が高く、外国料理店は少数にとどまった(図4)。

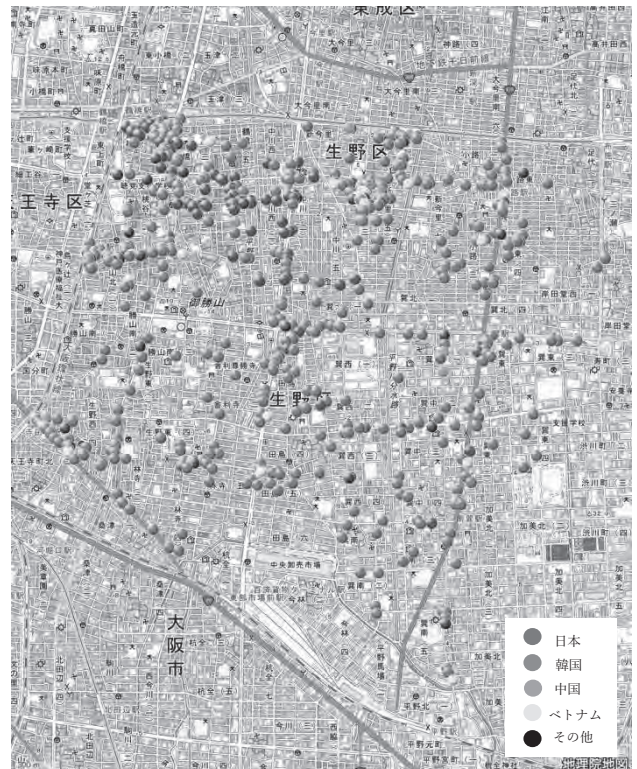


図4 生野区における飲食店の国籍別分布図

4 考察

4-1 歴史的背景からみる考察

図5は、生野区における多文化空間の違いが、歴史的背景の差異によってどのように形成されてきたかを整理したものである。A・B・Cの三類型は、単に「外国人が多い・少ない」という人口的な違いではなく、それぞれが異なる歴史的条件の上に成立していることを示している。

まずA類型は、戦前～戦後から続く在日コリアンの定住と民族商業の蓄積が、現在の高密度な商業集積を生み出している。商業が世代を超えて継承されてきたことで、飲食店が带状に連続する「面としての多文化空間」が形成されている。ここでは、歴史が長いほど

商業基盤が強まり、その強さが空間の濃度として可視化されるという特徴が表れている。

一方B類型は、平成以降の比較的新しい外国人住民の増加が、短期間のうちに飲食店の点在という形で空間化されたものである。歴史的蓄積は弱い、そのぶん国籍や店舗形態が多様で、生活動線に沿ってモザイク状に広がる多文化の姿が見られる。これは、歴史が浅い地域では多文化が“面”ではなく“点”として広がることを示している。

C類型は、昭和以降の宅地化によって形成された住宅地であり、外国人住民が増えても商業基盤が存在しないため、文化が空間として可視化されにくい。ここでは、歴史的背景の弱さが商業の成立を阻み、結果として多文化が外側から見えにくい“潜在的な状態”にとどまっている。



図5 生野区における歴史的背景

4-2 用途地域からみる考察

4.2.1 A類型 (商業地域×高密度)

A類型が高密度な商業集積を形成する理由として、用途地域が商業地域であることが大きく影響している。商業地域は飲食店の立地規制がほとんどなく、用途変更の自由度も高いため、歴史的に形成された店舗が更新され続ける環境が整っている。その結果、A類型は歴史×商業地域という条件が組み合わさり、現在の濃縮した多文化空間が維持されると解釈できる(図6)。

4.2.2 B類型 (住居系・商業系が混在)

B類型では、住居系用途と商業系用途が入り混じる都市構造が多国籍店舗の点在を支えている。住居系用途が多いエリアでは低層住宅が広がり、生活動線上に小規模店舗が成立しやすい。一方、駅周辺や幹線道路沿いには商業系用途が配置されているため、店舗が少しずつ増え、国籍も多様化する。この用途地域の多様性こそが、B類型の持つ「生活に溶け込む多文化」を生み出している(図6)。

4.2.3 C類型 (住居系用途が大部分)

C類型は、用途地域の大部分が第一種・第二種住居地域や工業地域で占められており、商業立地が制度的に制限されている。そのため、外国人住民が増えても飲食店としての可視化が起こりにくく、多文化が空間に現れにくい(図6)。

これは、制度が文化の可視化を抑制する例として位置づけられ、A・B類型との大きな対比となる。

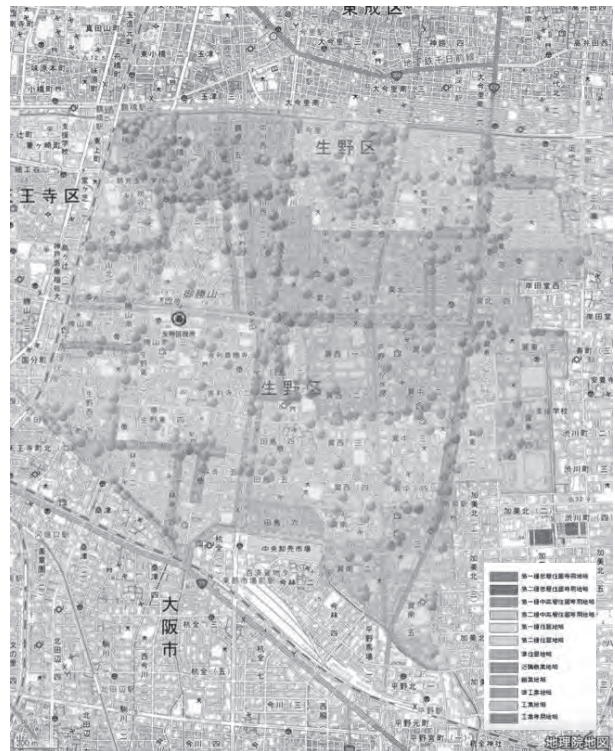


図6 用途地域と飲食店分布の重ね合わせ図

4-3 まとめ

本研究から明らかになったように、生野区の飲食店分布は単なる店舗の国籍構成として現れているのではなく、地域ごとの都市構造によって多文化がどのように見えるかが大きく異なる。つまり、生野区が多文化共生は地域全体に均質に広がるのではなく、商店街・駅周辺・住宅地という異なる空間によって異なる形で表現されている(表2)。

まず、商店街(A類型)は、歴史的に形成されてきた在日コリアンの生活基盤と、商業地域という用途上の自由度の高さが重なり、韓国系飲食店の高密度集積を生み出している。この高密度な集積は、単に店舗が多いだけではなく、文化・用途・人流が重なった“文化の可視化が強い空間”であることを意味する。

一方、駅周辺(B類型)は商店街とは異なる都市的性格を持つ。駅は日常的に多くの人が行き交う場所であり、その周辺に小規模店舗が点々と立地することで、多国籍飲食店が混在する“モザイク状の多文化空間”が形成される。ここでは商店街のように文化がひとか所にまとまっているのではなく、外国人住民の居住や移動のしやすい環境が背景となり、個々の店舗単位で多文化が点状に現れる傾向がある。これは、現代的な移民の流入と都市の構造が結びついて生じる特徴であり、生野区の“新しい多文化”を象徴している。

対照的に、住宅地(C類型)では多文化の可視性が大きく低下する。住居系用途地域が広く指定されていることで飲食店の立地が難しく、また家族世帯が多く自炊中心の生活文化が強いことから、外国料理店が成立しにくい。結果、外国人住民が居住していたとしても、街並みには多文化が表れにくい“見えにくい多文化空間”が形成される。このように住宅地では、住民間の共生関係は存在していても、商業的な形で顕在化しにくいという特徴がある。

三空間の比較から明らかになるのは、多文化共生は

単に外国人がいるかどうかではなく、“どのような都市構造の中に住んでいるか”によって姿が大きく変わるといえる点である。商店街のように文化が強く現れる場合もあれば、駅周辺のように点的に現れる場合もあり、住宅地のように外からは見えにくい形で存在することもある。これは、多文化共生を語る際に「地域全体が多文化化すればよい」という単純な議論ではなく、それぞれの都市空間に応じた“異なる形の共生”があることを示している。

表2 A・B・C類型の比較表

	A類型	B類型	C類型
主な立地	御幸通商店街 (コリアンタウン)	桃谷駅周辺・勝山通・幹線道路沿い	南生野・田島・舍利寺・巽などの住宅地
主要国籍	韓国・朝鮮系	中国・ベトナム・ネパール・インドなど多国籍	ほぼ日本のみ
店舗特徴	韓国料理・焼肉・食材店など“集積型”	ベトナム料理・中華料理・インドカレーなど“点的”	定食・和食・昔ながらの個人商店が中心
歴史的背景	戦前～戦後に在日コリアンが大量に定住→民族商業が継承	1990年入管法改正以降のニューカマーの増加→駅周辺の立地選択	戦後の住宅地整備で商業が入りにくい構造→外国人集住が少ない
社会的要因	コミュニティの強さ、同郷ネットワーク、観光需要の高まり	在学生・技能実習生など若い外国人の生活圏、分散的なネットワーク	高齢化・家族世帯中心、生活文化の固定性が高い
用途地域	商業地域・近隣商業地域	近隣商業・準住居地域	第一種・第二種住居地域・中高層住居専用地域
現在の課題	観光地化による混雑・家賃上昇	入れ替わりの多い店舗、生活基盤の不安定さ	商業の衰退・空き家増加・高齢化

5 結論

本研究は、大阪市生野区を対象に、飲食店の国籍別分布を手がかりとして、多文化共生が地域にどのように表れているかを明らかにすることを目的とした。Google マップ等を用いて695店の飲食店を国籍別に分類し、その分布と地域の都市構造・歴史的背景との関係を分析した結果、以下の点が明らかになった。

(1) 生野区が多文化は、地区ごとに異なる“表れ方”をもつ

まず、飲食店分布の分析から、生野区が多文化は一様ではなく、A類型（商店街）・B類型（駅周辺）・C類型（住宅地）という3つの異なる空間パターンとして現れていることが確認できた。

A類型では、韓国料理店を中心とした店舗が高密度に集積し、歴史的背景に裏付けられた「面としての多文化」が形成されていた。

一方、B類型は多国籍の店舗が点在する“モザイク状の多文化”であり、比較的新しい外国人住民の流入に伴って日常的な多文化が形成されつつあることが示された。

C類型では、多文化が生活空間の中に存在するものの、外部からは見えにくいという特徴がみられた。

(2) 都市構造と歴史が、多文化の“可視性の差”を生み出している

A・B・C類型の違いは、各地区の都市構造と歴史的形成過程と密接に関係していた。

商店街は通行量が多く、店舗用途が集中しやすい構造から、多文化が強く可視化される。一方、駅周辺は複数の交通動線が交差するため、点的な店舗立地が生まれやすい。また、住宅地は住居用途が中心である

ため、飲食店立地は少なく、多文化が外部から捉えにくい。

このように、都市空間の違いが多文化の見え方そのものを規定していることが、地域分析を通して明らかになった。

(3) 本研究の手法は、他地域にも応用可能である

飲食店分布を用いた分析は、誰でもアクセス可能なデータを利用できる点で汎用性が高い。既に多文化的な活動が見られる他都市（例：東京都内の特定エリアや川崎市、四日市市など）に適用することで、生野区とは異なる多文化の現れ方を比較することが可能である。

この手法は、多文化を単に人口として捉えるのではなく、日常の生活文化（食）を通して視覚化できる点に大きな意義がある。

(4) 生野区における多文化共生の今後の方向性

本研究で示したA/B/C類型は、行政・地域団体が施策を考える際に、地域ごとの課題を整理する“枠組み”として活用できる。

商店街では文化資源としての活用、駅周辺では暮らしの情報支援、住宅地では見えにくい多文化へのアプローチなど、それぞれ異なる方向性が必要であることが明らかになった。

このことから、生野区が多文化共生を進めるためには、一律ではなく地区ごとに異なるアプローチを取る必要がある。

(5) 本研究の意義

本研究の意義は、大きく3点に整理できる。

1. 飲食店分布から多文化を可視化する新たな分析手法を提示したこと
2. 生野区が多文化が地区ごとに異なる姿で表れることを明らかにしたこと
3. 都市構造・歴史・住民構成を踏まえた解釈により、多文化共生の理解を深めたこと

これらの成果は、生野区だけでなく、外国人住民が増加する他地域においても多文化共生政策を検討する際の基礎資料として活用できると考えられる。

本研究を通して、生野区における多文化のあり方は単一ではなく、地区の歴史や都市構造と結びつきながら多様な形で表れていることが確認できた。今後、他地域への応用や住民視点での調査などと組み合わせることで、多文化共生の理解はさらに深まると期待される。

参考文献

- 1) 道林加奈子「在日コリアンに係る文献資料の特性と集積地区の社会環境向上の課題に関する考察-1地区を事例として-」大阪工業大学工学部
- 2) 山中進「工場の立地動向からみた大阪府における工業地域の拡大」立正大学地域研究第14巻、第1号、1973年
- 3) 吉田全宏八木寛之「一大阪・生野コリアンタウンの観光化によるニューカマー商店主の増加に注目して」日本観光学会誌第58号、2017年

和歌山県・龍神温泉の価値と保存に関する研究

—歴史的建築物を核とした持続可能な保存体制の提案—

研究のタイプ [論文]
 222031 久木龍飛
 指導教員 小林健治

研究の背景と目的

近年、インバウンドの急激な増加やコロナウイルスの規制緩和などの影響もあり、日本各地の温泉地が人気を博している。そんな中、2025年3月に龍神温泉(和歌山県)を訪れた(写真1)。温泉地周辺は旅館などが建ち並んだ温泉街となっていたが、観光客らしき人がほとんどおらず、温泉には一人もいなかったのが印象的だった。なぜ、これ程までに人が少ないのであろうか。

これまで、温泉街における景観への取り組みに関する研究や温泉地の衰退要因について考察されたものは存在したが、いずれもコロナ以前のものや対象が別の温泉地であった。本研究では、龍神温泉の「歴史的」「文化的」「景観的」価値を(図1)明らかにする。さらにその価値を保存していくにはどのような取り組みが必要なのかを調査を基に考察し、龍神温泉の持続可能な保存体制を提案することを目的とする。

龍神温泉の概要

龍神温泉には、約1300年の歴史や紀州徳川家との深い関係などの歴史的背景があり、現在まで湯治場文化が続いている。コロナウイルスの影響で観光客数が例年の半数ほどにまで減少し観光業は大打撃を受けたが現在はコロナ前の8割ほどまで回復している(図2)。一方、地域住民の高齢化や過疎化、建物の老朽化、人手不足などの問題を抱えている。

研究方法

本研究の研究の流れを図3に示す。

調査1 口コミから見る観光客の需要

調査1では、国内旅行サイト「じゃらん」による龍神温泉の口コミを大きく4つの項目に分類し、さらに細分化することで観光客は何に関心を持ち、印象に残ったのかを調査する。それにより、観光客にとっての龍神温泉の「価値」を探る。

調査2 龍神温泉の歴史的建築物

調査2ではインターネットによる文献・資料調査、また現地での資料調査などによって龍神温泉郷にある龍神温泉と歴史的建築物の歴史や特徴、保存状況からを調査し、保存していく上で障壁となっている課題を探る。

調査3 他の温泉地における建築物の保存活動

調査3では、「アクセス」「観光客数」「宿泊施設数」の面で龍神温泉と類似点を持つ温泉地における建築物の保存活動を既往文献やインターネットによる資料調査を調査し、龍神温泉での応用方法を探る。

考察・提案

以上の調査より、明らかとなった「価値」についてそれを保存していく上で解消すべき課題は何なのか、また龍神温泉をどのような姿で保存するのが最適なのかを考察し、龍神温泉の持続可能な保存体制を提案する。

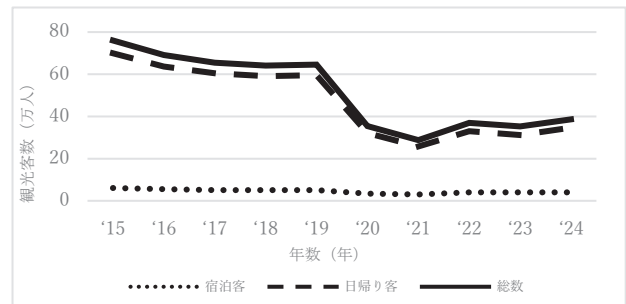


写真1「龍神温泉元湯」(発表者撮影)

露天風呂(写真左側)は客がいなかったため特別に許可をもらい、撮影したものの。写真右側は龍神温泉元湯の外観。

歴史的価値 地域の歴史や文化などを現代まで伝えてくれるもの
文化的価値 地域が育んできた文化を形や機能として現代に伝えているもの
景観的価値 その場所が生み出す雰囲気がどれだけ美しさや独自性を持っているか

図1 本研究での「価値」の定義



「和歌山県観光客動態調査」より

図2 龍神温泉の過去10年の観光客数

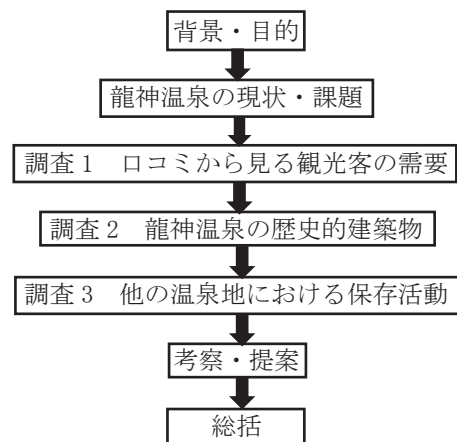


図3 研究フロー図

調査結果

(1) 調査1 ロコミから見る観光客の需要

全国の温泉観光地は時代のニーズに合わせて発展を遂げてきた。近年は高度経済成長時代の団体旅行から、個人旅行といった観光スタイルとなり、温泉そのものに加えて「温泉街の情緒」など温泉地全体での魅力向上が求められている。調査時に閲覧できた龍神温泉に対するロコミ総数は364件であり、その分類結果を表1に示す。結果、「温泉」についてのロコミが約半数を占めていること、「景観」について「人が少なく都会の喧騒を忘れ、自然の中で過ごせる」ことに魅力を感じる人が多いこと、「交通」についてネガティブな意見が多かった。「旅館」のロコミが少なかったのは、そもそも宿泊客でないことと体験できないこと、人が少ないのはアクセスが悪いことが1つの要因となっていることが影響していると考えられる。このことから、人が少ないことと自然や温泉街の景観が合わさることにより、龍神温泉に「景観的価値」が生まれ、必要以上の観光客増加は「景観的価値」を失う可能性がある。よって観光客を誘致する取り組みは最適ではないと考える。

(2) 調査2 龍神温泉の歴史的建築物

観光地における大きな資源の1つとなっているのが歴史的建築物である。伝統的木造建築や旅館建築がその地域の景観と一体となり、観光資源としての価値を高めている。調査2では、龍神温泉のある旧龍神村を対象に歴史的建築物について調査した結果を表2、3に示す。結果、「上御殿⁽²⁾（写真2）」と「下御殿⁽³⁾（写真3）」という歴史的建築物が存在し、この2つは徳川御三家の1つである紀州徳川家と深い関わりがある建物であることが明らかとなった。上御殿と下御殿はともに江戸時代初期、当時藩主であった徳川頼宣が湯治へ訪れるために建てられた宿であり、旅館創建後に藩主より屋号を得た。上御殿は藩主専用の宿として建てられた。客室の1つである「御成りの間」は、徳川公が実際に宿泊した部屋であり、明治時代に一度焼失したものの、翌年再建され、その後は現在までほぼ当時の姿のまま残っている。下御殿は、藩主随行家臣や従者の宿泊所として建てられ、大規模な焼失記録はないものの上御殿に比べて近代的な造りになっており、建築様式・意匠の特徴から明治期～大正前期に建てられ、その後改築を繰り返した建物と考えられている。このことから上御殿・下御殿は龍神温泉という湯治場文化の軸となる歴史や景観を持つ。これは「紀州徳川家との関係性」「文化財指定を受ける現役の温泉宿」などによって「歴史的・文化的価値」があると言える。



写真2「上御殿外観・内観（御成りの間）」

『上御殿の外観（写真左）の特徴として、切妻屋根の木造2階建てで屋根は瓦葺きが主体で、1階部分の木製格子が上品な武家屋敷風の印象を与える。「御成りの間（写真右）」とは、藩主・大名・公家など身分の高い人物が訪れた際に使用していた格式の高い座敷空間であり、書院造を基調とした構成を持つ。』

（出典：「上御殿」しるいか旅行記）

表1 「じゃらん」による龍神温泉についてのロコミ⁽¹⁾

項目	件数 (割合)	細分化 (件数)	ロコミ例
旅館	31件 (8.5%)	おもてなし (12件)	女将さんが自ら率先して、おもてなししてくれた。(男性/70代)
		料理 (13件)	お節料理がとてもきれいでおいしいです。(男性/60代)
		設備 (6件)	公衆トイレがバリアフリーできれいで、驚いた。(女性/40代)
温泉	189件 (51.9%)	泉質 (170件)	龍神のお湯はトロトロという言葉がぴったりです。(女性/50代)
		露天風呂 (19件)	元湯の露天風呂に入ると、一瞬で天国です。(女性/30代)
景観	83件 (22.8%)	雰囲気 (22件)	周りは何もありませんが、その分ゆっくりと癒されます。(男性/60代)
		自然 (40件)	人も少なく、自然が多い良い時間を過ごせました。(女性/20代)
		温泉街 (21件)	日高川沿いに温泉旅館が並び昔の風情を残した温泉街です。(男性/50代)
交通	61件 (16.8%)	アクセス (46件)	アクセスが悪く車がないと行けない場所ですが、一度は行くべき。(女性/30代)
		安全性 (15件)	道は細かったり、カーブが多かったりですが、行く価値あります。(女性/40代)
			道が狭くガードレールがない所もあったので怖かったです。(女性/30代)

じゃらんnet「龍神温泉のクチコミ一覧」より
最終閲覧日2025年10月23日

表2 上御殿の概要

調査項目	内容
建物名	上御殿
建築年	江戸時代初期
様式	木造2階建て、書院造を基調とした和風木造建築
材料	檜、杉、松などの紀州材、瓦葺き
構成	部屋数7、収容人数26人、小学生以下の入館不可
特徴的意匠	屋根は切妻屋根瓦葺き。床の間・違い棚・書院窓などが整い、藩主が滞在した部屋がある。
歴史的背景	紀州徳川家の湯治御殿（藩主専用の湯治宿）
登録文化財	国登録有形文化財指定（平成11年）
保存状況	明治17年（1884年）に大火で焼失。翌年の明治18年（1885年）に再建。再建時も、数寄屋風書院造を踏襲。外観は当初のデザインを比較的良好に維持。文化財指定後は、当時の姿を保ちながら構造・屋根・外壁の修繕が行われた。上御殿で最も格式の高い「御成りの間」では、「上段の間」「格式の高い意匠材」「墨割の構成」が非常に良好に残る。平成期にかけて建物の老朽化と文化財指定に伴い、保存修理・耐震補強を実施。登録有形文化財としての耐震診断や基礎部補強・湿気対策の調査・伝統工法を活かした部分補強などの保存修理や構造調査が断続的に行われている。

表3 下御殿の概要⁽³⁾

調査項目	内容
建物名	下御殿
建築年	江戸時代初期
様式	木造2階建て、旅館型建築
材料	檜、杉、松などの紀州材、瓦葺き
構成	部屋数17、収容人数71人、日帰り入浴可能
特徴的意匠	総檜造。広い廊下、大広間を備える。透かし彫り欄間華やかな装飾。再建後の近代和風建築。
歴史的背景	藩主随行家臣や従者の宿泊所
登録文化財	なし
保存状況	大規模な焼失記録はなし。公的な修繕履歴がないため、正確な改修年などが不明となっている。昭和～平成にかけて増改築された建物で歴史的建築物としての保持しつつも、文化財建築ほどの厳密な保存措置はまだ取られていない。外観の一部（手すり・木製建具）に古い意匠が残っている。木製建具・欄間・障子など旅館としての和風建築は維持されている。廊下の勾配や階段配置など、古い旅館特有の空間性が残っている。



写真3「下御殿外観・内観」

『下御殿外観の特徴は、切妻屋根で外壁は板張り・漆喰などが混在している木造2階建て。増改築を繰り返して、部分ごとに新旧の意匠が混在。しかし、素材や色調、屋根形状を揃えることで、外観の調和を維持している。内装に関しては、現代の改築が繰り返され、文化財的な原型はほぼ残っていない。』

（出典：下御殿公式ホームページ）

保存上の課題(表5)に関しては両建物に共通しているものが多く、柱・梁の腐朽や湿潤環境による老朽化などの構造問題、その維持・修繕費不足、さらに事業継承・後継者不足などの課題が確認された。また資金面に関して上御殿は文化財指定を受けているため専門家による調査や修繕費の補助があるが、下御殿は文化財指定がなく、上御殿より規模が大きいことこれらの課題がより深刻だと言える。大きくまとめると「人手不足」「資金不足」が龍神温泉にとって大きな課題となっていることが考えられる。

(3) 調査3 他の温泉地における保存活動
龍神温泉の歴史的建築物を保存していくために別の温泉地が実際に取り組んでいる建築物の保存活動を取り入れるのも1つの手段である。調査3では龍神温泉と「アクセス」「観光客数」「宿泊施設数」の点で類似点を持っている温泉地を対象とする。「類似点」を持つ温泉地の特徴を表4に示す。

表4 比較対象の類似点とその特徴

類似点	温泉地	内容
アクセス	法師温泉 ⁽⁴⁾ (群馬県)	バス(最寄り駅から) 法師温泉:2本乗り継ぎ、1時間前後 龍神温泉:1時間半 車(最寄りICから) 法師温泉:40~50分 龍神温泉:1時間
観光客数	三朝温泉 ⁽⁵⁾ (鳥取県)	令和6年 三朝温泉:324,831人(例年約30~35万人) 龍神温泉:385,876人(例年約40万人前後)
宿泊施設数	乳頭温泉 ⁽⁶⁾ (秋田県)	旅館の数 乳頭温泉:7軒 龍神温泉:8軒(民宿などを含めると15軒)



写真4 龍神温泉と類似点を持つ温泉地

各温泉地の建築物の保存活動を表6に示す。3つの温泉地とも共通して、「建物の素材・様式・景観」の維持や「人材・資金不足」という龍神温泉と類似した課題が見られた。このことから、立地や温泉地の規模に類似点があると、同じような課題を持っていることが確認できた。また、PR活動やイベント行事などにより、観光客の誘致や増加を促し、資金源とするようなものは少なく、多くは温泉地の規模拡大ではなく現状をどう残していくか、どのように人材を確保していくかなどという“受け身”的な活動であった。

考察

これまでの調査から提案の方向性を考察する。考えられることは、まず調査1より龍神温泉へのアクセスが悪いからこそ、「景観的価値」が維持されていると言える。さらに調査3より観光客誘致や観光地としての規模拡大を目指す取り組みがすくないことから、①アクセス整備やインバウンド誘致など観光客の増加を促す取り組みは不要と考える。次に、調査2より龍神温泉の歴史的建築物には「徳川家との関係性」や「文化財指定を受ける現役宿」「建物と自然が混在する景観美」など多様な「価値」があり、建物を失うことは多くの「

表5 歴史的建築物を保存する上での課題

個別	上御殿	下御殿
	耐震・防災	指定・制度的課題 川沿いに密着した立地
共通	資金不足 後継者・事業継承者不足 専門技術・職人不足 自然環境が要因の木材劣化	

表6 比較温泉地の建築物保存活動

温泉地	建築物保存の取り組み	内容
法師温泉	文化財指定を活かした保存・修復	①梁の補強 1965年に横に2本の梁を追加、その後、縦方向にも補強して建物の構造を強化。 ②伝統材料の維持 杉皮葺きの屋根
	「変わらない風情」の維持	③現代化の最小化 浴室・廊下・客室の現代化を最小限にとどめる。内装・配置などを変えないように管理。 ④利便性よりも本物性 自然・建物・湯の本質的な体験を優先。
	持続可能性	⑤法師温泉の専属大工 法師温泉は常勤に近い形で大工を抱え、日常的な修繕を前中でできる体制をつくっている。 ⑥伝統素材を使い続けることによる持続可能性 木造は適切に手入れし、建物の寿命を延ばす。同じものを使い続け、環境に負荷をかけない建築となる。 ⑦景観・自然環境と共存する設計 周囲の森林を大規模に伐採しない。山・川など地形に合わせた配置を続ける。
三朝温泉	文化財指定による保存・活用	⑧建築的価値 「木屋旅館」は、明治~大正~昭和にかけて増築を繰り返して貴重な木材が多用されている。その木造美を保存・継承しながら観光地として活用している。
	地域体制・組織による保存・活用	⑨守る会 文化財の保存・調査普及啓発を担う。構造・歴史・景観に関する調査を行い、保存計画を立てる。 ⑩活かす会 観光プロモーションを企画したり、コンサートなどの文化イベントを通じて遺産の魅力を発信。 ⑪日本遺産活用推進協議会 保存・活用の両方を調整・促進。毎年度の事業方針・予算案を協議。 ⑫林業集団 建築物の修繕に、地元杉・ヒノキが優先的に使われるルールが形成されている。
	建築様式の維持	⑬外観・構造・伝統的建材 外観・構造をそのままの形で残している。屋根の高さや傾斜、増築による独特のつぎはぎ感を価値として残す。建材は国産材の木材や漆喰、和瓦など。
乳頭温泉	改修時の選択的近代化	⑭鶴の湯(残したもの) 茅葺屋根の本陣建築・木造の湯治棟・茅葺きや黒板壁などの外観・混浴露店の構成など ⑮鶴の湯(近代化したもの) 内部の水回り(トイレ・洗面・厨房)、ボイラーや給湯設備・電気配線、火災検知器などの安全設備・耐震補強
	人材・事業継承・後継者対策	⑯多能工スタッフ 一人が複数の業務を兼任。乳頭温泉では、体系的な指導・伝承システムがある。 ⑰移住者支援制度 移住者に補助金・1ターン人材を温泉旅館が受け入れやすい環境を整備 ⑱観光人材育成 観光接客スキル育成・旅館経営の若手向けセミナー ⑲住み込み寮の整備 ⁽⁶³⁾ 近隣の空き家の借り上げを行い人手不足を緩和
	気候変動・災害対策	⑳雪崩・豪雪対策 雪崩防止柵・階段工・鉄柵、雪崩止めスノーシェットの設置。危険個所のパトロール・査察。 ㉑地域インフラの強化 除雪・道路パトロールによる投機のアクセス確保・豪雪対策本部の運用。 ㉒温泉組合での取り組み 屋根補強・除雪動線確保など雪荷重。非常用電源や非常食・医療器材の備蓄。避難経路・避難場所の明示。危険時は営業停止や入場制限を行う運用ルール。

価値」を失うことになる。よってこの2つの建築物の保存上の課題となっている②「人手不足・資金不足」を解消できる取り組みが必要である。しかし、今回は、「持続可能」な取り組みを提案するため、一時的な解消にはならない。そのために③移住者誘致などで若手世代を増やし、地域の基盤づくりをすることが最終的に「保存」に繋がる。この3点を抑えることで龍神温泉の持続可能な保存体制の実現が可能になると考える。

提案

調査結果による考察を経て今回提案するのが「龍神御殿守（ごてんもり）プログラム」である。このプログラムは「様々な龍神温泉支援者を徳川家との関係からなぞらえた3つの階級に区分し、上御殿・下御殿をはじめとする龍神温泉郷の保存に取り組むメンバーシップ制度」である。

このプログラムによるメリットを表7に示す。

表7 龍神御殿守プログラムのメリット

メリット
幅広い層を階級ごとに区分しているため、自分のレベルに合わせて始めることができ、入会のハードルが低い。
歴史的建築物を保存していくとともに移住者誘致も同時に促せる。
メンバーシップ制度にすることで年会費による資金獲得が可能。

さらに調査3で明らかとなった保存活動いくつか応用し、組み込む（表8）。

表8 調査3より応用した保存活動

応用した仕組み	内容
【人材確保】法師温泉方式「専属大工チーム」	・上御殿・下御殿の専属大工を数人持つことで緊急修理などに即対応できるようにする。
【木材確保】三朝温泉方式「林業集団・木材ストック」	・上御殿・下御殿の修繕は地元の木材を使用することで林業が盛んな龍神村との経済循環を生み出す。
【人手不足解消】乳頭温泉方式「多能工スタッフ育成」	・旅館スタッフが複数の業務を兼務。さらに若手移住者を積極的に育成し、「将軍」クラスを増やす。

さらに龍神御殿守プログラムの階級・役割などの概要を表9に示す。このプログラムは上御殿・下御殿の状態を旅館スタッフ以外の人も管理する立場となるため、「誰かが常に把握している」体制となる。それにより、小さな変化に気づくことができ、簡単な修繕で済み、大規模な修繕を減らせることができる。さらにこのプログラムは研修を受けることで階級昇格制度も作り、持続可能な取り組みにする。そのための人材ステップアップのプロセスを図5に示す。以上が「人手不足・資金不足」を解消するための提案である。

まとめ

本研究では、和歌山県龍神温泉の「価値」を明らかにし、歴史的建築物を軸に持続可能な保存体制を提案することを目的に行った。結果として龍神温泉には図6のような「価値」が確認できた。3つの調査により、「人手不足・資金不足」が課題となっており、それにより、「価値」の継承を困難にしていることも明らかとなった。それらの知見を踏まえ、本研究では「龍神御殿守プログラム」という段階的な人材育成、移住・定住者促進メンバーシップ制度を導入することで図6に示した価値を含む建築物保存体制を構築する可能性を明示した。しかし、本研究は主に文献調査および、事例分析に基づくものであるため、より実践的な保存モデルの検証が求められる。

表9 「龍神御殿守プログラム」の概要

階級	足軽	大名	将軍
年会費	5000円	15000円	50000円
人材	軽作業ボランティアまたは、体験型プログラムとして参加型保存を行う仕組み。 ・観光客 ・宿泊客 ・地域住民	専門的スキルがある人が数週間～数カ月滞在して作業する層。 ・建築系大学院生 ・文化財修復の専門学校 ・国内外の研究者 ・社会人	文化財の日常管理を担うプロまたは半プロ。 ・旅館スタッフ ・地域おこし協力隊 ・長期移住希望者
役割	・庭の草刈り ・外壁のほこり落とし ・木部への天然オイル塗布 ・障子の張替え体験 ・年末大掃除 ・清掃ウォーク	・実測調査 ・修繕補助 ・3Dスキャン ・文化財のデジタルアーカイブ ・保存計画づくり	・日常点検（雨漏り、傾き、湿度、シロアリ） ・簡易修繕（障子・戸の調整、床鳴りの処置） ・見学者・調査者の受付 ・保存記録の作成
特典	・研修費無料 ・参加することに「御点」を付与 ・溜まっている御点に応じて宿泊割引やグッズ付与 ・修理工程のオンライン見学 ・御殿の歴史解説冊子配布	・研修費無料 ・学生インターン照明 ・宿泊年一回無料 ・宿泊会員割引 ・調査費補助 ・地域交流イベント ・現地での見学会 ・屋根・柱など・屋根・柱などの修繕箇所に会員番号を彫刻	・住宅支援 ・研修費無料 ・宿泊年二回無料 ・宿泊会員割引 ・上御殿・下御殿の「準管理資格」を付与 ・副業支援 ・建物の特定部分の名義スポンサー権 ・修繕計画の考案権

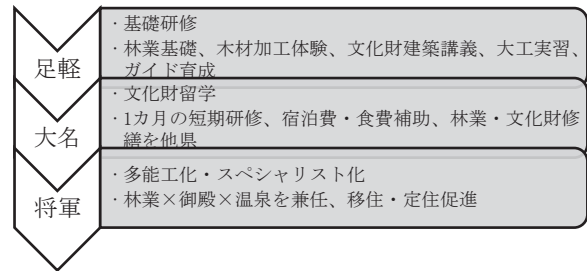


図4 龍神御殿守プログラムの人材ステップアップ

約1300年前に遡る開湯伝説と現在まで続く温泉の湧出と泉質の保存 紀州徳川家との深い関わり・湯治場文化の形成
国の登録有形文化財に指定されている現役旅館上御殿 歴史と地域文化で観光地として地位を確立
龍神村の伝統工芸・地域の祭り
日高川の渓谷・四季折々の景色・自然の静けさ アクセス困難により保たれている自然景観や温泉街 現代化が少ない昔ながらの街並み

図5 本研究で確認された龍神温泉の「価値」

参考資料

- 龍神温泉のクチコミ一覧 - じゃらん net
https://www.jalan.net/kankou/spt_30387cd2110078414/kuchikomi/ (2025年10月20日閲覧)
- ホーム-上御殿
<https://www.kamigoten.jp/> (2025年10月20日閲覧)
- <下御殿> | 旅色
<https://tabihiro.jp/yado/s/100190-tanabe-shimogoten/> (2025年10月20日閲覧)
- 法師温泉長寿館 | 日本文化遺産を守る会
<https://nihon-bunkaisan.org/member/422> (2025年10月21日)
- 文化財建築の魅力 | 木屋旅館【公式】
<https://www.misasa.co.jp/about/cultural/> (2025年10月21日閲覧)
- 鶴の湯温泉 | 日本文化遺産を守る会
<https://nihon-bunkaisan.org/member/442> (2025年10月21日閲覧)

住宅平面図にみる『和室』の有無・位置関係・床の間・室数・畳数の年代による変化 ～新建築雑誌（1986～2020）を通して～

研究のタイプ [論文]
202028 坂本 彪馬
指導教員 伊熊 昌治

研究の背景と目的

日本の住宅における和室は、かつて居間・接客室・就寝室など多様な用途を担う主要空間として位置づけられていた。住宅金融公庫融資の調査¹⁾によれば、昭和62年(1987年)から平成8年(1996年)にかけて和室の設置率は高い水準にあり、新築戸建住宅では和室を持つ住宅が一般的であった。しかし、日本建築士会連合会誌『建築士 2025年5月号 現代の和室と住宅』²⁾では、松村秀一氏が「和室に関するデータは1996年度から驚くほど変わってしまっていた」と述べており、和室がない住宅が半数以上となる状況が指摘されている。

また、(株)住環境研究所による「和室・畳コーナーの採用率、間取りの新トレンド～聞き取り調査実態」(2025年2月14日)³⁾では、セキスイハイムの単世帯・2階建て住宅における和室採用率が2018年度の59%から2022年度には34.6%へと急減したことが報告されており、近年の住宅計画における和室の減少傾向が顕著であることが示されている。また、2016年以降、松村秀一他が活動する「日本建築和室の世界遺産的価値特別調査委員会」⁴⁾では、和室をユネスコ世界遺産に登録しようとする動きが見られ、伝統空間としての価値を再評価する取り組みも進められている。さらに、畳製造業へのヒアリング調査(4件)では、「新規の畳工事の受注が減少している」という共通した声を得られた。需要の低下に加え、フローリング化の進行や後継者不足など、産業側でも和室縮小の影響が顕在化していることが確認された。こうした産業構造の変化は、住宅における和室の減少と密接に関連している可能性がある。

一方、株式会社新建築社『住宅特集』⁵⁾などに掲載される戸建住宅では、和室の位置・広さ・用途に多様な傾向がみられる。こうした事例は設計者の意図や住まい手の生活像を反映するため、一般的な住宅統計とは異なる特徴が現れる可能性がある。そのため、掲載住宅における和室の実際の設置状況や配置パターンを整理することは、現代住宅における和室の位置づけをより立体的に把握する上で有効な手段といえる。

以上のように、国の統計、民間調査、畳産業の現場からのヒアリングなど、多様な情報源から和室の減少が進んでいる現状が把握される。その状況の中で『住宅特集』に掲載される住宅事例を用いて、和室の広さ・位置・室数等の関係を年代的に分析することは、現代住宅における和室の傾向と動向を把握する。

研究方法

本研究では、『住宅特集』に掲載された住宅を分析対象とした。対象とする号は、1986年から2020年までの期間に刊行された住宅特集の2年ごとを掲載事例とし、各号に掲載された畳敷き居室を保有する住宅を収集した。

各掲載住宅について、平面図・誌面解説文・写真などから和室に関する情報を抽出した。本研究においては、床面が畳敷きである部屋を「和室」と定義する事にした。用途にかかわらず、子供部屋・座敷・寝室など、畳が敷かれている居室をすべて和室として取り扱う。

収集項目は、住宅名、掲載年月、所在地、和室の有無、和室の室数、畳数、位置(住戸内の配置)、および延床面積とした。

抽出した情報は、データベース化し、年代別に整理した。以上の方法により、『住宅特集』に掲載された戸建住宅における和室の設置状況を定量的に整理できるようにデータ基盤例(表1)を構築した。

表1 「住宅特集」基本データ基盤例

No.	No.	掲載年	掲載月	住宅名	所在地	面積 (m ²)	室数	和室記載名	畳数	床の間	和室位置タイプ
1	1	1986	2	日光小邸	栃木県	310.39	2	和室	12	○	e

分析項目

(1) 和室(畳敷き)の設置率

1986～2020年の掲載事例を対象に、和室の有無の割合を算出し、和室の採用傾向がどのように変化しているかを年代ごとにグラフ化し、明らかにする。

(2) 床の間の有無

平面図を基本資料としつつ、写真でも確認できる場合は床の間として分類する。和室保有物件の中で年代ごとに床の間の有無についてグラフ化し床の間の残存状況を把握する。

(3) 和室数と広さの変化

各事例の和室数および畳数(4畳未満、4～6畳、6～8畳、8畳以上)を分類し、年代別の規模構成の変化をグラフ化する。これにより、和室の空間規模や位置づけの年代の変化を把握する。

(4) 和室の位置関係(a～i型)

平面図から和室の配置形態を抽出し、9類型に分類する。玄関・廊下・LDK・庭などとの接続関係に基づき、戸建住宅特有の配置傾向を多面的に読み取る。

(5) 室名の変化

誌面に記載される室名を抽出し、呼称と機能の変化を整理する。

以上の分析項目により、住宅特集における和室の特徴を分類し、その変化を整理する。

・結果・考察

1986年～2020年の掲載住宅から和室の保有している物件 n=1296 件について整理した。

(1) 和室（畳敷き）の設置率

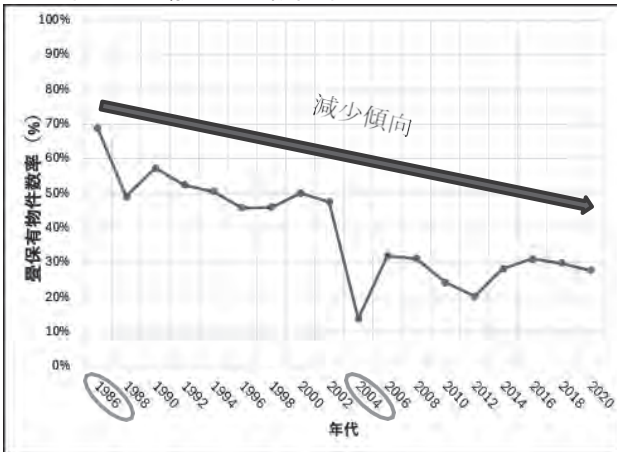


図1 年代ごとの畳保有物件数 (%) n=1296

図1より、1986年時点では掲載住宅のうち約70%が和室を保有していた。その後、1990年代にかけて和室保有率は50～60%の範囲で推移し、緩やかな減少傾向を示した。2000年代以降は減少がより顕著となり、2004年には和室保有率が約14%まで低下した。2000年代後半には一時的に30%前後まで増加するものの、2010年代以降は約20～35%の範囲で推移している。2020年代にかけては再び緩やかに低下し、直近の2020年では約27%となる。以上のように、住宅特集掲載住宅における和室の設置割合は、1980年代後半から現在に至るまで長期的には減少傾向を示している。畳敷き居室の減少が、「住宅特集」に掲載される設計事例においても和室の縮小が進行していることを示す結果となった。

(2) 床の間の有無

1986年～2020年の掲載住宅から床の間を保有している物件 n=333 件について整理した。

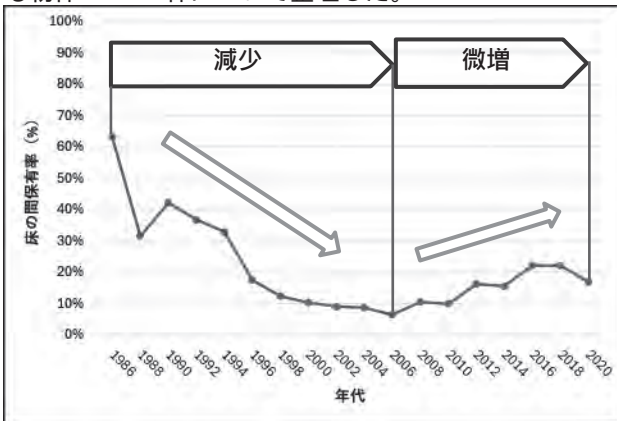


図2 年代ごとの床の間保有率 (%) n=333

図2より、1986年における掲載住宅の床の間保有率は約63%であり、和室を備える住宅のうち、半数以上の事例で床の間が確認される。この時期の掲載住宅では、床の間を備えた和室が一定数存在しており、平

面図や掲載写真を通じて床の間の設置が明確に示されていた。

1980年代後半から1990年前後にかけては、保有率が約40%前後で推移しており、この期間の事例において床の間が一定割合で採用されている状況が継続している。

しかし、1990年代後半に入ると床の間保有率は大きく減少し、1998年には約17%となる。2000年代前半には保有率がさらに低下し、約10%前後の水準で推移している。2004年には約4%と最も低い値が確認され、この年の掲載事例では床の間を備えた和室が少数となっていた。

2000年代後半以降は、床の間保有率は10～20%台で推移し、一定の水準にとどまっているが、1980～1990年代前半にみられた水準には達していない。直近の2020年の掲載事例においても、床の間保有率はなおおむね20%前後で推移しており、床の間の設置以上のように、床の間保有率は1980年代から2020年代にかけて大きく変動しており、特に1990年代後半以降に大きな減少が確認される。

(3) 和室数と広さの変化

1986年～2020年の掲載住宅から和室数の件数 n=1816 件について整理した。

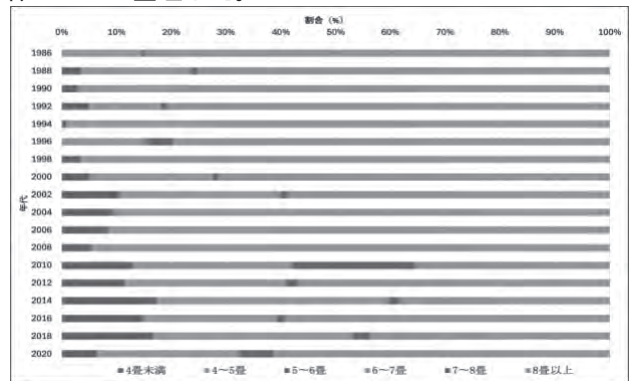


図3 年代ごとの和室広さ分布 (%) n=1816

図3年代ごとの和室広さ分布 (%)より、1980年代後半から1990年代前半にかけては、8畳以上の和室が高い割合を占めており、全体の約30～50%を構成している。この時期は比較的広い和室が主要な位置づけを持っており、掲載住宅においても独立性の高い伝統的な広さの和室が確保されていたことが確認できる。一方で、4畳未満の小規模な和室はほとんどみられず、全体の数%に留まる。

1990年代後半から2000年代にかけては、8畳以上の割合が徐々に低下し、6～7畳や5～6畳の中規模の和室が増加する傾向がみられる。特に2000年代前半では、4～5畳および5～6畳が和室全体の40～50%を占める年代があり、従来よりも小規模な和室が主流となる変化が生じている。

2004年頃には4～5畳の割合が最も高く、小規模化の傾向が顕著に表れる時期となっている。この年代では8畳以上の比率が50%を下回り、和室面積の縮小が進

行したことを示している。2000 年代後半から 2010 年代にかけても、小規模～中規模の和室が中心となる状況が継続する。2010 年代後半以降は、広さの分布が多様化し、複数の区分に分散する傾向が確認される。特に 2014 年以降では、8 畳以上の大規模和室の割合が維持されつつも、5～7 畳の中規模の割合が増加しており、広さ構成の多様化が進んでいる。

2020 年時点では、8 畳以上と 4～5 畳が主要な構成比を占める一方、4 畳未満や 6～7 畳の割合も一定程度存在し、和室の広さのばらつきが最も大きい年代となっている。近年の掲載住宅においては、和室が単一の面積規模に収束することなく、多様な広さで採用されている事が示された。

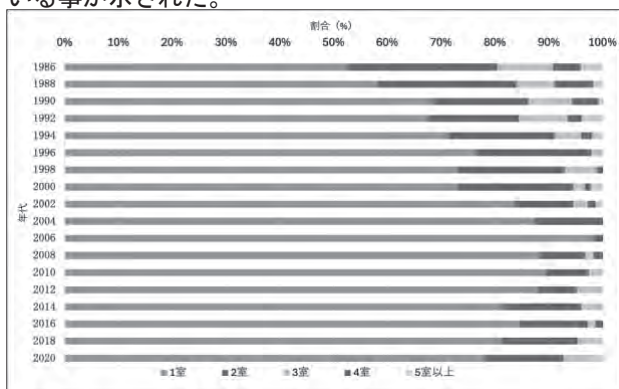


図 4 年代ごとの和室数変化(1986～2020)

図 4 は、和室を 1 室以上保有する住宅に限定した和室数構成比の推移を示している。

1980 年代後半から 1990 年代前半までは 1 室および 2 室の和室を持つ住宅が主要構成を占めていたことがわかる。特に 1990～1996 年頃には、1 室構成が約 50～60%、2 室構成が 20～30%前後を占めていた。

しかし 2000 年代に入ると、2 室以上の和室を持つ住宅は急速に減少し、2010 年代以降は 10%台まで縮小している。

さらに、3 室以上の構成は 2000 年代以前に限定され、2010 年代以降ではほとんど確認されない。これらの変化から、和室の室数は 1980 年代後半～1990 年代前半における複数室構成の時期を経て、2000 年代以降は 1 室構成へ収束し、2010 年代以降は採用そのものが減少する方向へ進んだことが読み取れる。

(4) 和室位置分類

表 2 和室の位置関係分類

タイプ	接続方法	記号	
独立型	一つ間	a	
中心型	和洋続き間型	一方向	b
		双方向	c
		三方向	d
独立型	廊下その他間型	廊下+外	e
		廊下+他の部屋	f
	廊下なし(居室からの接続)	g	
その他	連続型	h	
	離れ	i	

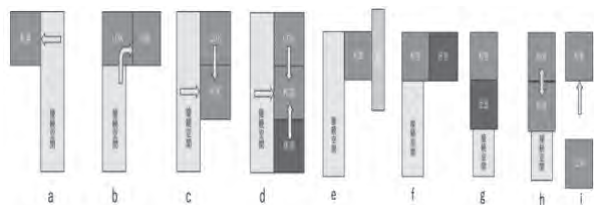


図 5 和室の位置関係分類

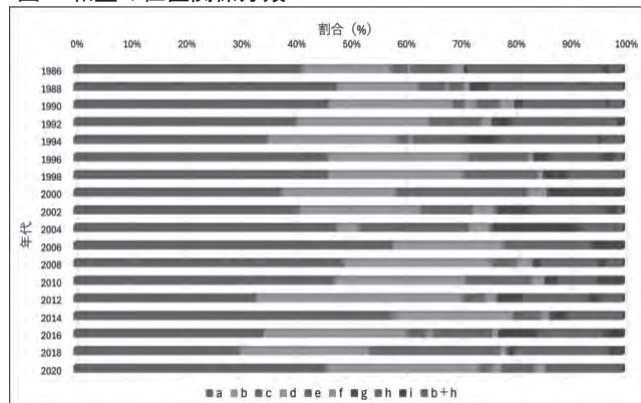


図 6 和室位置分類年代別推移(1986～2020)

和室の位置関係を a～i の分類に基づいて整理し、1986 年から 2020 年までの年代別推移を分析した。

図 6 に示すとおり、調査期間全体を通して a 型(LDK と直接接続しない独立型配置)が最も高い構成比を占めている。特に 1980 年代後半から 2020 年までの 30 年以上の期間において、a 型の構成比には大きな確認される。

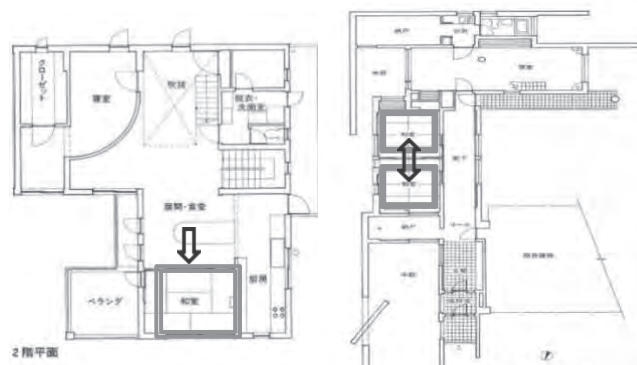


図 7 左 : b 型平面図 右 : h 型 平面図 (『住宅特集』1986 年 2 月号より)

一方で、2000 年代以降の推移に着目すると、和室の位置分類の構成比には顕著な変化が生じている。

図 6 より、b 型(LDK に隣接)の構成比は 2000 年代前半から増加し始め、2010 年代後半には b 型が全体の半数以上を占める年が確認される。この結果は、調査期間後半において LDK と連続した和室配置が多く採用されている状況を示しており、和室が居住空間の中心となる LDK との関係性を重視した配置として選択されていることが読み取れる。

また、複数の和室を連続して配置する h 型については、調査期間後半において 複数室を連続的に確保する配置形式が採用される事例がわずかに減少していることを示している。同時に、2000 年代後半からは e

型・f型・g型など複数室構成や特殊配置形式の事例が増加しており、分類の分散が進行していることが確認される。

この結果は、和室の住宅内における配置位置が、調査期間(1986~2020)を通じて一定性と変化性の双方を持ちながら変遷してきたことを示している。

(5) 室名の変化

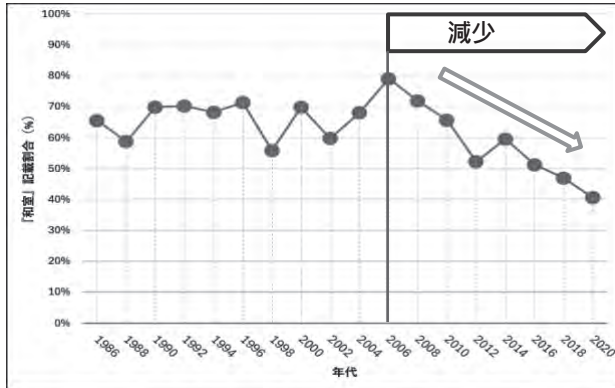


図8 畳敷き居室の『和室』記載名年代変化 n=1816

図8は、住宅特集に掲載された住宅における畳敷き居室物件の中での、畳敷き居室の呼称として「和室」と記載された割合の年代別推移を示したものである。グラフによると、1986年から2020年にかけて、畳敷き居室を「和室」と表記する割合は長期的な減少傾向を示していることが確認できる。

1986年時点では約65%前後の割合で「和室」の表記が用いられていたが、その後1990年代にかけて60~70%台を推移し、2006年には約80%近い割合を示すなど、一定の上昇がみられた。しかし、2008年以降は減少傾向に転じ、2012年には約50%台前半まで低下している。さらに、2014年に一時的な上昇が確認されるものの、それ以降は再び低下を続け、2020年には40%程度にまで減少している。

以上の推移より、調査期間の後半において、畳敷き居室が「和室」という名称で明確に表記される割合が縮小していることが読み取れる。この結果は、畳敷き居室が従来の「和室」としての確固とした独立した空間概念で示されるのではなく、用途や名称が多様化している状況を示す指標となる。実際、近年の掲載住宅では、「畳スペース」「畳コーナー」「小上がり」等の別名称が採用されている事例が確認されており、畳敷き空間の概念が変化していることと年代推移に対応関係が認められる。

・結論

住宅事例の分析では、1986年以降、和室は設置率の低下、面積の縮小、床の間の減少、名称の多様化、LDK連続配置の増加といった変化が確認された。和室の設置率は1986年の約63%から2020年には約27%へ低下し、床の間保有率も1996年以降に急減している。

住宅における和室の縮小には、各時期の居住様式や住宅事情の変化が影響しているとみられる。1986~1992年頃には、比較的規模の大きい住宅事例が複数確

認され、独立型和室が多く採用されていた。床の間保有率も40%前後で推移しており、この時期の掲載事例では床の間を備えた和室が一定数確認される。これらの時期は、結果として1980年代後半から1990年頃の住宅事例と重なっており、和室が独立室(a型)として計画される構成が多くみられた。

1990年代前半以降の掲載事例では、住宅規模の縮小が進んだ例が増加し、和室の構成にも変化が生じている。4~6畳規模の和室が主流となり、LDKに連続して配置される事例が増加した点が特徴として整理される。また、名称についても「和室」表記が減少し、「畳スペース」「畳コーナー」「小上がり」など複数の名称が用いられる事例が確認されるようになった。

2000年代以降は、居住行為の中心がLDKに集約される構成が多くみられ、和室は独立室ではなく補助空間(b型)として扱われるケースが増えている。

住宅における和室の縮小が進む一方で、畳材の利用形態には多様化がみられる。畳店へのヒアリングでは、置き畳や小上がりのほか、畳表や畳縁を用いた生活用品・装飾品など、従来の和室とは異なる形態で畳が取り入れられる例が確認された。これらの製品や空間構成は、和室が室単位で設けられる事例が減少する中でも、畳材が継続して利用されている。

以上の点から、和室の室単位での減少が進む一方で、畳材や畳要素は形式を変えながら、畳を基盤とした空間要素が多様な形態で存続している状況が把握できる。

・おわりに

本研究は『住宅特集』掲載事例を対象として和室の変化を整理したが、雑誌掲載住宅は設計者の意図や施主の価値観が強く反映される傾向にあり、一般住宅全体を代表するサンプルとは言い難い点にある。したがって、公的統計や住宅市場データとの比較を通じて、掲載事例との傾向差をより精緻に検証する必要がある。第二に、平面図からの判定には情報不足や曖昧さが残る事例が一定数存在し、和室の有無や位置分類の判断が困難なケースが見受けられた。

さらに、平面情報のみでは和室の実際の使われ方や住まい手の意識、価値観の変化を十分に捉えることができないため、生活実態調査やヒアリング調査を併用した分析が今後の展望として挙げられる。

参考文献

- 1) 住宅金融公庫『住宅・建築主要データ(戸建)』住宅金融支援機構ウェブサイト
- 2) 日本建築士会連合会(2025)「現代の和室と住宅」『建築士』2025年5月号。
- 3) 株式会社住環境研究所『和室・畳コーナーの採用率、間取りの新トレンド~聞き取り調査実態』2025年2月14日。
- 4) 日本建築和室の世界遺産的価値特別調査委員会『日本建築和室の世界遺産的価値』日本建築学会, 2019,
- 5) 新建築社『住宅特集』1986-2020年
- 6) 松村秀一 服部岑生『和室学』平凡社, 2020

寝屋川市の低湿地帯における民家から見えてくる 地域景観の価値の再評価

研究タイプ [論文]
222038 小林 立宜
指導員 伊熊 昌治

1. 研究の背景

寝屋川市は大阪府北東部・北河内地域の中心に位置し、淀川支流の寝屋川沿いに発展してきた中規模都市である。面積は約 24.70 km²で、古くから水に恵まれ、農業・生活用水を支えるために多数の水路が整備されてきた。市内には幹線・準幹線水路を合わせて 31 本の主要水路が存在し、名称のない小規模水路も含めると、その水路網は地域の景観と生活文化を支える重要な基盤となってきた。

『寝屋川市史』には、地域特有の建築様式として「段蔵」や「ひなだ」が記録されている。段蔵は敷地の一部を一段高く造成して蔵を構える手法、ひなだは敷地の高低差を設け水路の水を活用することを目指し、ともに水環境と共存する生活の中で発展した知恵である。これらの記述は、寝屋川の民家が水環境と密接に結びつき形成されてきたことを示しており、本研究における重要な視点となった。

一方で、高度経済成長期以降の都市化・宅地開発・道路整備の進展により水路の埋め立てや拡幅が進み、民家の敷地構成や周辺景観は大きく変容しつつある。

『寝屋川市史』第 7 巻には 10 地区で 19 軒の民家が記録されているが、近年では取り壊しや敷地再編が相次ぎ、現存数は限られている。

しかし、寝屋川市低湿地帯には明治以前から存在していた九箇荘村地域にも大規模農家や民家が残存しており、いくつかの民家は都市計画道路等による道路幅員拡幅により、敷地の縮小や建築物間際まで道路が迫ってくる事態も散見されるようになってきている。



写真 1 拡幅前民家



写真 2 拡幅後民家

本研究は、『寝屋川市史』に記載された民家の分布と現状を把握し、市史掲載民家を含めて民家周辺の変化を検証することで、民家と水路などの地域景観の価値を再評価することを目的とする。

2. 研究の目的

本研究では『寝屋川市史』に記載された民家と記載されていないが、国登録有形文化財建造物に申請可能築 50 年以上経過していると思われる民家を明治以前から存在していた寝屋川市の低湿地帯の九箇荘村地域から選択し、民家という建築的要素と周辺環境について分類し、地域景観の特徴を抽出し市史に記載された建物を含めて価値の再評価をすることを目的とする。

寝屋川市に淀川左岸と京阪電気鉄道の西側の低湿地帯に位置するかつての九箇荘村周辺の民家を対象に民家という建築物単独でなく、立地地形をはじめ旧道や水路、段蔵、ひなだ、塀、庭木等の周辺環境との関係に着目することとし、道路拡幅や宅地開発などの都市整備計画が民家や周辺景観を変えてきた中で、まだ現存している民家とその周辺環境について明治期あるいはそれ以前の痕跡を残していることを明らかにし、今後の民家と周辺環境と一体的に捉えた歴史的景観の評価軸の一つの指標を見出すことを目的とする。

3. 研究計画

本研究では、文献調査と現地調査を組み合わせた調査を行った。

1) 文献調査においては、『寝屋川市史』や古地図、ゼンリン住宅地図などを活用し、地域の土地利用や集落構造の変化を時系列的に把握した。また、国土地理院の航空写真や旧版地図を参照し、特定の建物がいつ頃から存在していたのか、その存続状況を確認した。これらの資料を用いて、農村的な景観を有していた地域が、都市化の進展によってどのように住宅地や市街地へと変化していったのかを具体的に検討した。

2) 現地調査では、まず『寝屋川市史』第 7 巻に記載されている民家を参照し、その現存状況や跡地利用の実態を把握する。現存する民家については、単独で残されているのか、周辺の旧道や神社仏閣との位置関係にも着目する。さらに、立地地形をはじめ旧道や水路、段蔵、ひなだ、塀、庭木等市史にもみられる地域特有の生活文化や環境との関わりを観察し、民家が置かれてきた地域的文脈を整理する。

現地調査の調査範囲は低湿地帯に位置する地域を対象として、かつて九箇荘村を中心に広がっていたエリアから、現在も形をとどめる民家や、母屋は建て替えられているが段蔵があり、かつて民家があったと思われる建物を取り上げ、その特徴を把握する。内部の建築的調査が困難な民家も多いため、建物自体だけでなく、水路、旧道、長屋門、蔵、ひなだ、段蔵など周辺環境との関係を重視し、低湿地帯特有の地形や生活の痕跡を読み取ることを重視する。

市史に示された評価軸を基礎としながら、現地で確認できる特徴を抽出することで、地域の民家を総合的に捉えるための新たな評価項目を組み立て、再度その評価軸で市史掲載民家の再評価を行うこととする。

さらに、文献調査を行い、地域の特徴を備えた民家に価値づけを行う視点を形成する。文献調査で確認した残存可能性の高い民家については、航空写真と現況図を参照し、地域に受け継がれてきた歴史的景観をよ

り広い視点から把握することとする。

3. 結果・考察

文献調査より、九個荘村を含む周辺の旧村は、いずれも寝屋川流域の低湿地帯に位置しており、集落はこの環境条件のもとで形成されてきた。かつての九個荘村では、低湿地でありながら生活の利便性を確保するため、水路の近くに民家が建ち並び、村内では水路・旧道・神社等が生活や生産を支える重要な要素として機能していた。これらの立地条件は、民家がどの場所に建てられ、どのように集落が発展したのかを読み解く上で不可欠な視点であると考えられる。

一方、戦後の都市化が進む中で、九個荘村をはじめとする旧村の多くは住宅地へと転換し、かつての集落構造は大きく変化した。しかし、九個荘村の一部には現在でも旧家や狭い路地、水路の痕跡が点在しており、低湿地帯においてどのように民家を含めた村の環境・景観が形成されていたのかを示す重要な要素として残されている。



図1 九個荘村とかつての集落と旧道プロット図

はじめに、寝屋川市に残る旧道に着目し、その分布と周辺環境との関係を整理した。旧道周辺では、道路形状や敷地割に近代以前の集落構造が残され、古い民家のが確泊りの状況が確認された。一方で、都市化により旧道が消失した地区も多く、残存状況には地域差が見られた。旧道は民家分布や歴史的景観を読み解く上で重要な基盤であることが明らかとなった。



図2 明治時代旧道 図3 現代にある旧道

現地調査より、「寝屋川市史」では、市内の伝統的民家建築を把握するために34件の民家が候補として挙げられていたが、そのうち19件のみが代表例として掲載されている。なお「寝屋川市史」では、掲載された19件について「本市に存在していた伝統的な民家建築のおよそその傾向を示しえる、とすることは許されよう」⁽¹⁾と記載されている。

市史記載の19件を対象に現地調査・文献調査・住宅地図・航空写真を用いて立地状況および周辺環境の現状を検証した。その結果、5件が消滅し14件が確認できた。

すでに消滅している5件の民家は、跡地が駐車場・更地・宅地へ転用されていたほか、小学校敷地の一部や門として利用されている例も確認された。また、一部では商店や小規模施設へと用途が変更されており、従来の住居機能とは異なる都市空間の一部へ取り込まれたケースも見られた。これらの変化は、宅地造成・道路拡幅といった都市基盤整備が進む中で、伝統的な居住空間が近代的な都市構造へ置き換えられてきた過程を反映していると考えられる。

次に九箇所村を対象として市史未掲載民家の現地調査を行い、古くからあると思われる残存民家を36件抽出した。この36件について、各々の民家について過去の航空写真等にて存続期間の推定を行なった。その結果どの民間も1936年の航空地図に写っており、これらの民家を築50年以上の民家としてピックアップすることとした。(以下これらの民家を「市史未記載民家」と称する)

市史未記載民家について、『寝屋川市史』で用いられている評価軸を参考として評価項目の作成をおこなった。市史における評価軸は

- 1) 建物が「昔から存続しているか」
- 2) 段蔵の有無
- 3) ひなだの有無
- 4) 門の有無
- 5) 長屋門の有無
- 6) 土蔵の有無
- 7) 入母屋造の有無

といった7項目の観点によって構成されている。

これらの評価軸は、単に建物の形式的特徴を示すだけでなく、地域の暮らしや地形条件、水害対策、集落の歴史的発展と深く結びついた指標となっている。本研究でもこの評価軸を基礎としつつ、現地調査で確認できる要素を加味することで、市史に記載されていない民家が地域にどのように残存してきたのかを把握し、その特徴を明確化した。

市史の評価軸に加えて、現地調査から得られた要素を抽出し、6項目を設定した。これにより、市史に記載されていない民家を新たな視点から抽出し、その歴史的価値や空間的特徴を総合的に評価することを可能とした。具体的には、以下のカテゴリーをもとに民家の特徴を分類した。

- 1) 自然堤防上に立地しているか

自然堤防は周囲より高く、かつて水害を回避するう

えで、重要な居住地であったことから、この場所に建つ民家は当時の集落形成の状況を示す指標となる。



図4 自然堤防と旧河川

2) 旧道に接しているか

旧道沿いの民家は、都市化以前の生活動線や集落の展開を反映しており、地域における歴史的空間構造を読み解くうえで重要である。



写真3 旧道と母屋1



写真4 旧道と母屋2

3) 道路から母屋が見えるか

母屋が道路から確認できる民家は、現在の街並みの中に伝統的な景観が残されていることを示し、景観資源としての価値を持つ。



写真5 道路と母屋1



写真6 道路と母屋2

4) 道路から庭や樹木が確認できるか

前庭や庭木が視認できる民家は、かつての敷地構成や生活空間の特徴が保持されている可能性が高く、居住空間の歴史性を把握する手がかりとなる。



写真7 庭がる民家1



写真8 庭がある民家2

5) 水路に面しているか

水路に面する民家は、生活用水・農業用水・舟運など、水路が生活・生産活動と密接に関わっていた地域の特色を示すものである。



写真9 水路がある民家1



写真10 水路がある民家2

6) 氏神の氏子範囲内にあるか

氏子圏は旧村落の社会的範囲を表すため、その内部に位置する民家は地域社会との歴史的連続性を保持している可能性が高い。

これらの項目をもとに各民家を比較することで、市史には記載されていない民家の中から、地域の歴史的風景を支える「残存民家」としての価値を見出し、選定していくこととした。



図5 市史未掲載民家と周辺環境プロット図

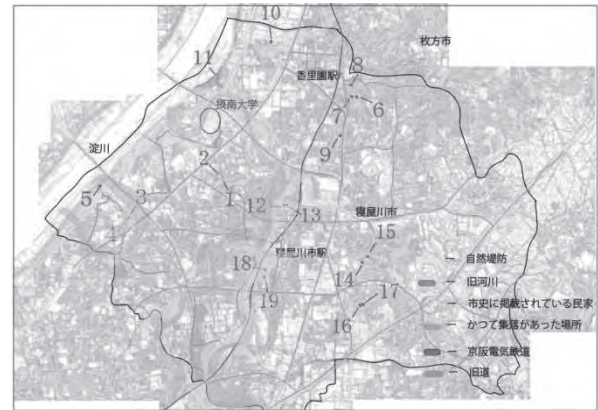


図6 市史掲載民家と周辺環境プロット図

低湿地帯にある市史掲載民家7件中の現存民家5件と市史未掲載民家36件の計41件に、新たな評価軸を当てはめて検討する。今回の分析では、両者がどのような特徴を示すのかを整理するため、以下の表に基づき比較を行う。また、市史に記載されている19件の民家について、既存の評価軸に加え、本研究で新たに設定した6項目（自然堤防・旧道・視認性・庭・水路・氏子範囲）の視点から再評価を行った。

表1 市史の評価軸から見た低湿地帯の民家

	1	2	3	4	5	6	7	8		
(件)	前50年 からある 上	ひなだ が有	門が 有	段 蔵1 段	段 蔵2 段	段 蔵3 段	蔵	長 屋 門	入 母 屋	民 家 数
低湿地帯市史掲載民家	5	1	5	3	0	2	5	4	5	5
市史未掲載民家	36	2	12	10	23	3	30	7	26	36

表2 新たな評価軸から見た低湿地帯の民家

	1	2	3	4	5	6	7
(件)	神 社 有	水 路 有	自 然 堤 防 上	道 路 か ら 視 認 可 な 樹 木	外 か ら 母 屋 が 見 え る	旧 道 に 面 し て	民 家 数
低湿地帯市史掲載民家	5	5	4	5	4	5	5
市史掲載民家	19	8	7	18	15	15	19
市史未掲載民家	36	34	15	32	30	36	36

計 13 個の評価時に当てはめ、各民家がどれだけの評価軸に当てはまっているのかを確認した。

表 7 新、旧評価軸項目を満たす低湿地民家の分類

	市史 未掲載	市史掲 載民家	合計
5項目	1件	0件	1件
6項目	1件	0件	1件
7項目	5件	1件	6件
8項目	9件	0件	9件
9項目	9件	0件	9件
10項目	6件	2件	8件
11項目	3件	2件	5件
12項目	2件	2件	4件
合計	36件	7件	43件

表 8 新、旧の評価軸に基づいた民家の分類

市史未 掲載民家	市史に ある評価軸	新たな 評価軸	合計	市史掲 載民家	市史にある 評価軸	新たな 評価軸	合計
1	3	5	8	1	6	6	12
2	5	5	10	2	6	6	12
3	3	5	8	3	5	5	11
4	4	5	9	4	6	6	12
5	6	6	12	5	3	3	7
6	5	6	11	6	3	3	6
7	3	6	9	7	3	3	7
8	4	6	10	8	4	4	6
9	1	4	5	9	3	3	6
10	3	5	8	10	5	5	10
11	3	4	7	11	5	5	10
12	3	4	7	12	4	4	9
13	4	4	8	13	4	4	8
14	6	6	12	14	5	5	9
15	5	5	10	15	5	5	9
16	5	6	11	16	4	4	8
17	2	5	7	17	4	4	8
18	2	5	7	18	5	5	9
19	4	5	9	19	2	5	7
20	4	5	9				
21	3	5	8				
22	3	6	9				
23	5	5	10				
24	4	4	8				
25	3	4	7				
26	4	6	10				
27	4	5	9				
28	3	5	8				
29	4	5	9				
30	5	5	10				
31	4	6	10				
32	5	6	11				
33	1	5	6				
34	3	5	8				
35	4	5	9				
36	4	4	8				

凡例

一低湿地民家

表 8 の黄色く塗られた部分は評価項目が 8 項目以上の民家を指示している。

表 8 は、新旧それぞれの評価軸に基づいて民家を分類した結果を示したものである。これを見ると、旧来の評価軸で評価されていた民家は、新たな評価軸においても同様に一定の評価を受けているものが多く、評価の傾向には大きな違いは見られない。一方で、新たな評価軸によって、旧評価軸では十分に評価されてこなかった民家にも価値が見出されている点を確認できる。このような評価の視点は、従来の評価軸では十分に扱われてこなかった民家の価値を捉える手がかりとなっており、民家が地域の歴史や生活環境の中で果たしてきた役割を考えるうえで有効であると考えられる。

以上のことから、新たな評価軸は、民家の周辺環境を含めた多角的な評価を可能とする点において、有効だといえる。

九か所村域に残る低湿地の民家では、自然堤防や微高地、水路沿いといった、水害を避けつつ生活の利便性を確保できる立地が選ばれており、かつての土地利用の知恵が反映されていた。また、水路近接の民家では、農業用水・生活用水・舟運として水路を利用していった痕跡が確認され、段蔵を備える民家も複数存在したことから、低湿地環境に適応するための地域特有の建築技術が形成されていたことが分かった。

本調査では、民家と周辺環境要素との関係性については、神社との位置関係については一部で近接が確認されたものの、分布全体として明確な関連性は認められなかった。一方で、水路、旧道、自然堤防との関係は多くの民家に共通して確認され、現在も残存している残存民家のすべてが旧道沿いに立地していた。さらに、自然堤防上に建てられている民家は、確認された 43 件中 21 件を占めており、一定の集中が見られた。これらの結果から、地域の民家立地は、水害への対応や生活動線を考慮した歴史的な環境条件のもとで形成されてきたことがうかがえる。したがって、民家の立地や存続には、神社よりも水路や旧道、自然堤防といった周辺環境要素が強く影響していると考えられる。

以上の検討から、寝屋川市に残る民家・水路・段蔵は、個々の建築的価値を評価する対象であると同時に、自然地形や旧道、水環境と結びついた生活空間の全体像を示す重要な地域資源であるといえる。とりわけ、市史未掲載民家の中には、地域の歴史的景観や生活文化の継承に寄与する重要な事例が数多く含まれており、それらを把握・記録し可視化することは、都市の歴史的連続性を未来に引き継ぐ基盤となる。

以上から、民家に目を向けることは、都市化の中で見えにくくなってしまった、地形・道・水路等と一体となったもう一つの都市の姿を浮かび上がらせることにつながる。現在の町並みの背後に静かに残る“かつての都市”を見える形にしていくことが、民家調査の役割であり、その先に地域の記憶を未来へとつないでいく可能性があるといえる。

参考文献

- 1) 寝屋川市編纂委員会、第三章建築（寺院・神社・民家）寝屋川市史第七巻、寝屋川市、2006 年、p592-p777
- 2) 寝屋川市編纂委員会、第 1 章九個荘地区、寝屋川市史第八巻、寝屋川市、1991 年、p84-p155 国土地理院 (2025) 『地理院地図』国土地理院公式サイト、<https://maps.gsi.go.jp/>
- 3) 寝屋川市編纂委員会、付図、寝屋川市史第六巻、寝屋川市、2006 年
- 4) 寝屋川市編纂委員会、付図、寝屋川市史第七巻、寝屋川市、2006 年
- 5) 国土地理院 (2025) 『地理院地図』国土地理院公式サイト、<https://maps.gsi.go.jp/>

滋賀県の公共ホールにおける地域芸術文化への貢献の可能性について ～中・小規模ホールの稼働率・催事・舞台形式の分析から～

研究のタイプ [論文]

222092 森山 皓晟

指導教員 伊熊 昌治

1. 研究の背景と目的

公共ホールの歴史として、はじめは人が集まる場所の必要性からホールが開館されるようになった。1990年代は公共ホールの最盛期でコンサートホールを中心に全国で1000近くのホールが開館した。その後、2000年代になると、アウトリーチ活動の普及や交流と音楽を結びつけるという意識から公共ホールはコンサートや演劇だけでなく、文化芸術によるプラットフォームとしての役割が求められるようになった。このように、社会や価値観の変化に伴って、国民生活における芸術文化活動が改めて見直されている。こうした活動の拠点となっている公共ホールの有効性を述べる際には、どういった内容でどの程度利用されているかといった視点と、地域住民による積極的な活用がされているかの視点の両方を考えていく必要がある。既往研究をみると、公共ホールの整備¹⁾やホールの利用に関する研究²⁾など公共ホールを取り上げている論文は数多くあるが、稼働率や催事、舞台形式について述べている論文はほとんどない。

そこで本研究では、公共ホールの市民利用と地域文化活動をはじめとした利用実態に着目し、地域と関連させた具体的な取り組みと活用実態を考察することで、中・小規模ホールが地域芸術文化に貢献する可能性を見出すことを研究目的とする。

2. 研究計画

本研究は、滋賀県にある公共ホール48施設と他の地域の公共ホールを調査対象とする。

調査方法としては、第一に、全国公立文化施設名簿³⁾をもとに滋賀県の公共ホールの施設概要を明確化する。第二に、イベントスケジュールの分析からホールの稼働率と利用実態、地域文化活動の実態を明らかにする。稼働率は $[\text{稼働率} = \{\text{稼働日の合計日数} / 365 \text{日} - (\text{休館日} + \text{メンテナンス休館日})\} \times 100]$ で算出する。第三に、滋賀県のホールと他の地域のホールの稼働率や催事の比較や滋賀県における公共ホールの稼働率と舞台形式の関係を考察する。

3. 結果・考察

3-1 滋賀県における公共ホールの分布とその特徴

滋賀県には現在、48の公共ホールが立地しており、各施設の500席毎の席数分布をみると(図1)、1～999席の1000席以下の公共ホールが48施設中40施設と約8割を占めている。また、1～499席のホールは28施設あり、滋賀県においては、中・小規模ホールが最も多く立地している点の特徴として挙げられる。

公共ホールの分布の特徴として、大規模ホールは琵琶湖沿岸部に集中している一方、県北部および東部に

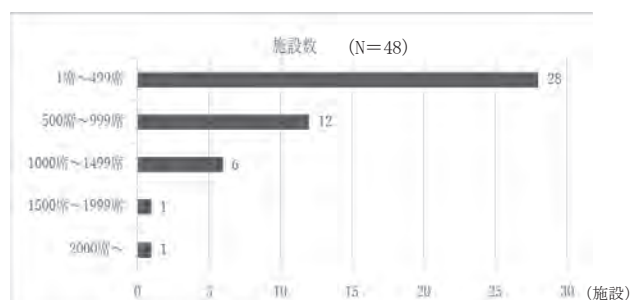


図1 各施設の500席毎の席数分布

は中・小規模ホールが多く分布している。公共ホール数では長浜市が8施設、次に大津市が7施設、甲賀市が5施設と続いている。また、300席規模のホールについても、長浜市が7施設と最多で、次に大津市、甲賀市、彦根市、高島市、米原市が2施設と続いた。

分布状況としては(図2)、山岳地帯には整備されていない市町村がめだつものの、琵琶湖沿いの地域では比較的多く分布するなど地域差がみられる。交通アクセスとして、ホールは比較的、新幹線や電車といった公共交通機関から近い距離に立地されており、来館所のアクセスの問題を考慮して設置されている特徴が見られた。また、車からのアクセスとして、交通ICから約5分の距離に立地されている施設も数多く立地しており、滋賀県には集客圏の広い公共ホールが多く立地していることが明らかになった。

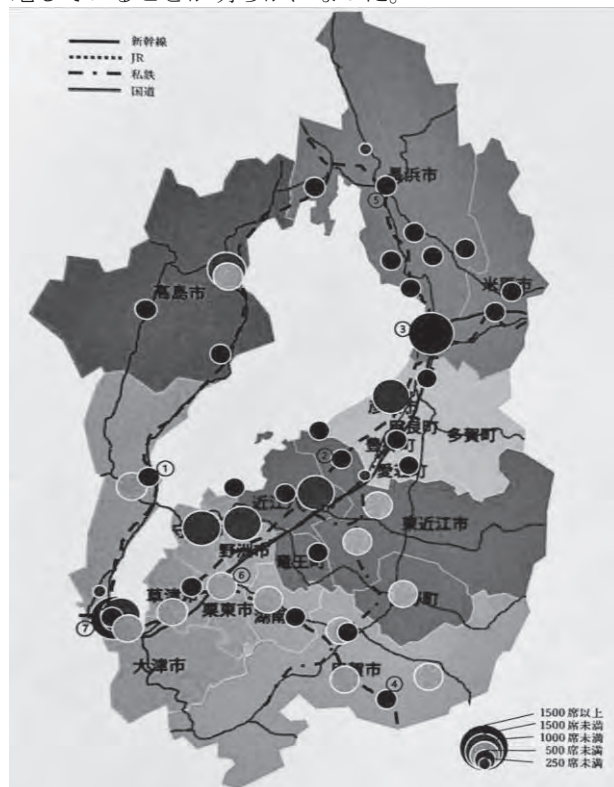


図2 滋賀県における公共ホールの分布

3-2 滋賀県における公共ホール数の推移と特徴

公共ホール数の推移から（図 3）、滋賀県の公共ホールの建築年は、1970 年代半ば以降である。施設数は 1975 年の建設以降年々増加しており、2008 年には県内で 48 施設の公共ホールが建設された。公共ホールの建築年と年間設置数をみると、1988 年に 5 施設、1995 年と 1999 年に 4 施設と比較的多く建設された。「1981～1990 年」「1991～2000 年」建設の施設が 48 施設中 38 施設と約 8 割を占めている。この背景としては、1980 年代からのハコもの行政の運営や 1980 年代後半から 1990 年代初頭のバブル景気といった日本経済の変貌、文化芸術に関する方針による地域文化振興への支援などさまざまな要因が挙げられる。

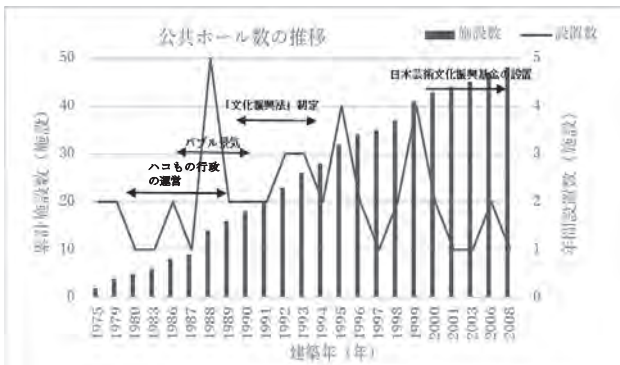


図 3 滋賀県の公共ホール数の推移

3-3 公共ホールの稼働率・催事の結果

1) 稼働率

収容人数と稼働率の関係をみると（図 4）、収容人数が増加するにつれ、稼働率が低下する傾向があった。また、少しの例外はあったものの、収容人数が 0～500 席のホールは 60%～80% の高い値に集中し、500～1500 席のホールは 50% 付近、1500 席～2000 席のホールは 30% 付近に分布し、0～500 人程度のホールの方が稼働率は高くなっていることが確認できる。

近似曲線を見ると、収容人数が多くなるにつれ、曲線は右下がりを示し、稼働率が約 60% から 40% へと低くなる傾向がある。その背景としては、ホールの維持管理費の違いや催物の開催にあたる利用料金や大規模イベント数と小規模イベント数の違いなどが考えられる。また、例外的な稼働率を示すホールに関しては、立地条件やアクセスの悪さ、設備の老朽化などがホールの稼働率に影響していると考えられる。

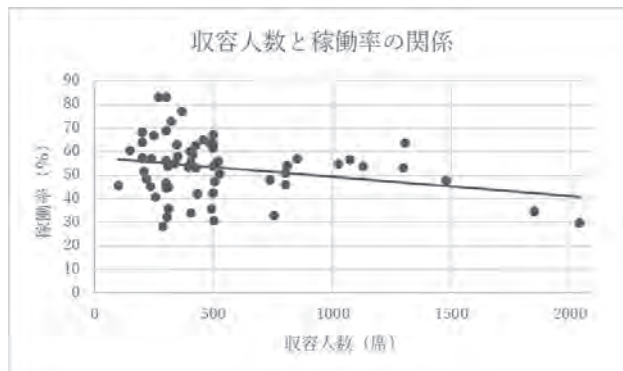


図 4 収容人数と稼働率の関係

2) 催事

滋賀県の公共ホールにおいて、地域文化活動が実施されている数は 48 件中 27 施設であった。内訳としては、「滋賀県芸術文化祭」「やわらぎの里フェスティバル」など規模の大きい催物から「スケッチ展示」「西浅井キラメキコンサート」など規模の小さい催物まで幅広い規模の催事が確認できた。（図 5）をみると、市町村を拠点に活動する合唱団や劇団のコンサートや文化祭・フェスに利用されていることが多く、滋賀県の地域文化活動においては、多くの来場者を見込める催事が中心となっていることがうかがえる。

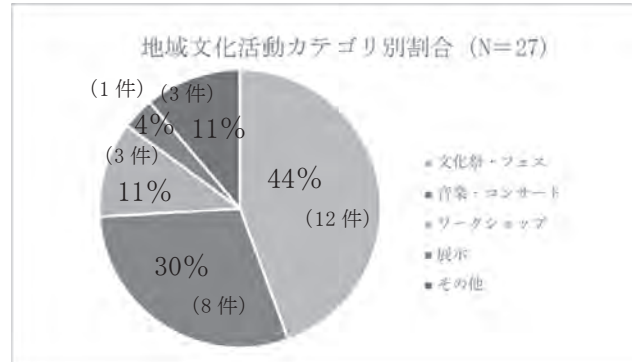


図 5 地域文化活動カテゴリ別割合

4. ヒアリング調査結果

4-1 甲賀市甲南情報交流センターの利用実態と特性

甲南情報交流センターの催物割合（表 1）をみると、主に講座・教室、バレエやダンス練習等にホール（写真 1）が利用されており、甲南太鼓という地元の登録団体による和太鼓文化学習の利用率は 88.3% と全体の約 9 割を占めていることが分かる。甲南太鼓の利用頻度が高い要因として、この施設は甲南太鼓保存会という地域団体の活動拠点となっているためである。

ヒアリング調査から甲南情報交流センターは現在、学芸員を置く予算・制度がなく、貸し館業務が中心となっていることが明らかとなった。甲南太鼓保存会による貸し館利用が多いことは、甲賀市甲南情報交流センターならではの特徴といえる。

表 1 甲南情報交流センターの催物割合

イベント名(一部)	件数 (n=223)	%
甲南太鼓	197	88.3
伏木音楽教室	8	3.6
バレエサークル	7	3.1
夢の学習	6	2.7
D fan Studio	5	2.3



写真 1 甲南情報交流センターのホール

4-2 西宮市プレラホールの利用実態と特性

西宮市プレラホール（写真 2）の利用実態としては、コンサートや演奏会といった音楽イベントを中心に、バレエ、公演、演劇、講演形式の講座など、幅広い催事に利用されている。また、同ホールの稼働率は 73.2%と高い水準を示しており、比較的安定した利用状況にあることが明らかとなった。

その背景には、当施設ならではの地域の各芸術文化団体、教育機関、自治体等との連携を図りながら、催事を実施するという、当施設独自の運営方針が大きく影響していると考えられる。さらに、主催者区分に着目し、滋賀県の公共ホールとの比較をすると、当施設では自主事業の割合が高く、「20 歳のコンサート」という市民が参加する企画を多く推進している点の特徴である。

以上のことから、西宮市プレラホールは、高い稼働率を維持しつつ、自主事業を通じて地域と密接に関わる運営を行っている公共ホールであると位置づけられる。



写真 2 西宮市プレラホール

5. 滋賀県における公共ホールの舞台形式と稼働率

5-1 滋賀県における舞台形式の分析結果

ホール全体の舞台形式の内訳（表 2）をみると、プロセニウム形式が最も多く、全体の約 68%（42 件）を占めている。次いで、平土間形式が約 16%（10 件）、その他の形式が約 11%（7 件）、そして平土間+プロセニウム形式が約 5%（3 件）となった。この結果から、滋賀県のホールではプロセニウム形式が主流であることが分かる。また、この傾向は全国的な水準約 70%（全国公立文化施設名簿³⁾より）と概ね一致していることも明らかになった。

500 人以下のホール（表 3）は、プロセニウム形式が 25 件（約 58%）と全体の過半数を占めていることが明らかとなった。この結果から、500 人以下のホールにおいても舞台と客席を分けたプロセニウム形式が主流であることが確認された。一方で、平土間と平土間+プロセニウム形式を合わせた割合が 2 割程度存在しており、500 人以下のホールでは、「多目的利用」や「可変的な空間利用」を重視していることが示された。

300 人以下のホール（表 4）では、最も多かったのは平土間形式で 9 件（約 50%）、次いでプロセニウム形式が 6 件（約 33%）という結果になった。この結果

から、300 人以下の小規模ホールでは平土間形式が主流であるといえる。以上のことから、300 人以下の小規模ホールは、500 人ホールや大規模ホールと比較して、多目的利用を重視する傾向が強いことが分かる。

図 6 から、滋賀県のホールにおいては、ホールの客席規模が小さくなるにつれて、プロセニウム形式の割合は減少し、平土間形式の割合が増加する傾向が確認できる。この傾向は、小規模ホールが地域住民の文化活動や多目的利用を想定し、柔軟な空間構成を求められていることを反映していると考えられる。

表 2 ホール全体の舞台形式の内訳

座席形態	件数 (N=62)	割合 (%)
平土間	10	16
プロセニウム	42	68
平土間+プロセニウム	3	5
その他	7	11

表 3 500 人以下のホールの舞台形式の内訳

座席形態	件数 (N=43)	割合 (%)
平土間	10	24
プロセニウム	25	58
平土間+プロセニウム	1	2
その他	7	16

表 4 300 人以下のホールの舞台形式の内訳

座席形態	件数 (N=18)	割合 (%)
平土間	9	50
プロセニウム	6	33
平土間+プロセニウム	0	0
その他	3	17

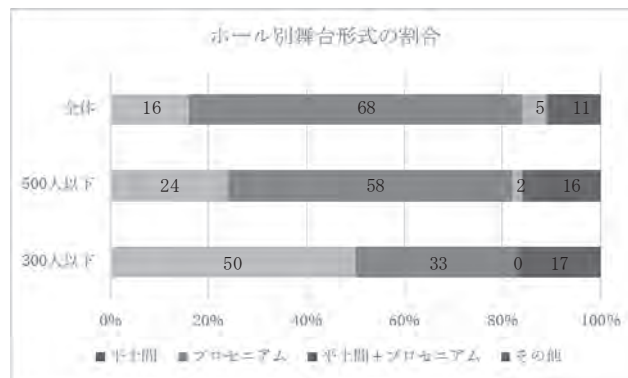


図 6 ホール別舞台形式の割合

5-2 0~550 人以下のホールの稼働率と舞台形式関係

滋賀県における 0~550 人以下のホールの稼働率と収容人数の関係（図 7）について、舞台形式との関係性を分析した結果を以下に示す。

まず、稼働率が近似曲線より高い施設について、舞台形式を分類したところ、プロセニウム形式が 12 施設、平土間形式が 9 施設、その他が 5 施設と続いた。全体の舞台形式の内訳としては、プロセニウム形式が 46%（26 施設中 12 施設）、平土間形式が 35%（26 施設中 9 施設）、その他が 19%（26 施設中 5 施設）という結果になった。

一方、稼働率が近似曲線より低い施設について、舞台形式を分類した結果、プロセニウム形式が 14 施設、

平土間形式が 3 施設、平土間+プロセニウム形式が 1 施設、その他が 2 施設と続いた。全体の舞台形式の内訳をみると、プロセニウム形式が 70% (20 施設中 14 施設)、平土間形式が 15% (20 施設中 3 施設)、その他が 10% (20 施設中 2 施設)、平土間+プロセニウム形式が 5% (20 施設中 1 施設) という結果になった。

以上の結果を比較すると、稼働率が近似曲線より高い施設は平土間形式が多く存在しているのに対し、稼働率が近似曲線より低い施設はプロセニウム形式の割合が高くなっていることが明らかとなった。

このことから、滋賀県の公共ホールにおいては、稼働率の高低と舞台形式には一定の関連性があることが示され、0~550 人以下の公共ホールの稼働率にバラつきが生じている要因の 1 つとして、ホールの舞台形式が利用のしやすさや多目的性に影響を与えていることが明らかになった。

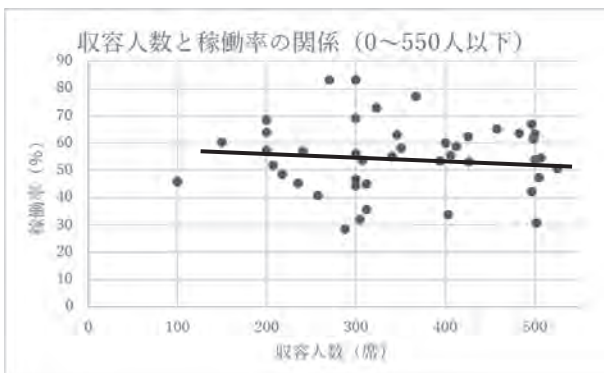


図 7 0~550 人以下のホールの稼働率と収容人数の関係

6. 結論

本研究では、滋賀県に立地する公共ホールを対象として、施設規模、稼働率、催事内容、舞台形式に着目した分析を行い、中・小規模ホールが地域芸術文化に貢献する可能性について考察した。

まず、公共ホールの歴史的変遷と社会的役割の変化を整理し、近年の公共ホールには単なる公演施設としての機能にとどまらず、地域文化活動の拠点としての役割が求められていることを示した。

次に、滋賀県における公共ホールの分布や建設年代の特徴を明らかにし、県内では 1000 席未満の中・小規模ホールが約 8 割を占めていることを確認した。また、稼働率分析の結果から、収容人数が少ないホールほど稼働率が高い傾向が確認され、特に 0~500 席規模のホールが安定した利用状況にあることが明らかになった。さらに、地域に関連した文化活動が多く施設で実施されていることから滋賀県の公共ホールが地域住民による文化活動の拠点として機能している実態が示唆された。

さらに、ヒアリング調査を通じて、運営方針や利用主体の違いがホールの利用実態に与える影響を考察した。その結果、地域住民が参加する自主事業を積極的に展開していることや地域の各芸術文化団体、教育機関、自治体等との連携を図りながら、催事を実施して

いる施設では、高い稼働率が維持されていることが確認できた。

最後に滋賀県の公共ホールにおける舞台形式の分析を行い、全体としては、プロセニウム形式が主流である一方、中・小規模ホールでは平土間形式の割合が高まる傾向が確認された。また、0~550 席規模のホールを対象とした分析から、稼働率が高い施設では平土間形式を有する割合が比較的高いことが明らかとなり、舞台形式と稼働率との間には一定の関連性があることが示唆された。

以上の結果から、滋賀県における中・小規模ホールでは、現在、多くの地域文化活動が実施されており、そういった施設の稼働率をさらに高くすることがホールにおける地域の芸術文化への貢献の可能性であると考えられる。そのためには、現在、ホールの舞台形式が施設規模に関わらず、プロセニウム形式が主流となりつつあるが、多目的利用に対応しやすい平土間形式での空間構成を取り入れること、また、ホールと地域の各芸術文化団体、教育機関、自治体等で連携を図りながら、催事を実施すること、さらに、貸し館の業務だけでなく、市民参加を促す自主事業の運営・企画を行うことが必要であろう。

おわりに

今、滋賀県には現在 1970 年代に建設された施設が複数あり、その多くは築 50 年がたち、守山市のホールを筆頭に改修・建替えの時期にきている。

ヒアリング調査結果から、甲南情報交流センターでは、舞台形式が平土間+プロセニウム形式となっており、ここでは甲南太鼓という地域に根ざした地域文化活動が行われていた。このことから、滋賀県における今後の公共ホールの整備については、コンサートや舞台、公演などの集客を目的とする 1000 席を超えるホールも必要であるが、平土間およびプロセニウムで利用でき、地域に根ざしたイベントが開催できる公共ホールが必要であるのではないかと考える。

ホールの運営に関しては、ヒアリング調査結果から西宮市プレラホールのように、地域の各芸術文化団体、教育機関、商業施設、地域の自治体等と連携をし、地域についての理解を深め、それを市民にフィードバックして地域の芸術文化を牽引することが重要であると考える。

参考文献

- 1) 市町村域における文化ホールの整備に関する研究, 小野田泰明, 松本啓俊, 菅野貴, 日本建築学会計画系論文集, 443 巻 p. 59-69, 1993
- 2) 地域文化団体の日常練習活動とホールの施設利用状況について, 本杉省三, 文化経済学会論文集, 1 号 p. 49-56, 1995
- 3) 社団法人全国公立文化施設協会編 (2010): 「平成 22 年度 全国公立文化施設名簿」社団法人全国公立文化施設協会.

背部または腰部への局所冷気流が生理心理反応に与える影響に関する研究

研究のタイプ [論文]

222002 浅井 章汰

指導教員 宮本 征一

研究の背景と目的

近年、気候変動や地球温暖化の影響により、世界各地で気温上昇が問題になっており、特に都市部ではヒートアイランド現象などが問題となっている。このような厳しい環境下のもとで快適に生活するために冷房機器の使用が不可欠となっている。しかし、室内環境を快適に保つためには多くのエネルギーが必要で、それが地球環境の悪化の一因となっている。よって快適性と環境負荷低減の両立が大きな課題となっている。

このような背景から、空調の使い方を見直し、従来の「空間全体を均一に冷やす」という考え方よりも「タスクアンビエント」と呼ばれる考え方が注目されている。タスクアンビエントとは、居住者が実際にいる場所を重点的に空調する「タスク域」と、室全体の温度環境を緩やかに空調する「アンビエント域」を組み合わせたという考え方である。この空調方法を使用することにより、室内全体を冷やしすぎる必要がなくなるため、従来の空調システムに比べてエネルギー消費を大幅に抑えることが可能であると考えられる。

そこで本研究では、夏季の温熱環境下において、青年男性を対象に、背部および腰部に局所的な冷気流を曝露させる気流実験と温冷覚閾値計を用いて、背部および腰部に冷刺激を与え、冷覚の閾値を測定する冷覚閾値実験をし、部位の違いによる生理心理反応を把握することとした。

研究計画

2025年8月18日から9月20日の期間に気流実験と冷覚閾値を測定する実験を行った。図1に8号館の環境工学実験室に設置してある恒温恒湿室（エスベック製：TBR-3HAOPX）の平面図、断面図および機器の配置を示す。局所気流はスポットクーラー（THANKO製：SCLM25SWH）を用いて発生させた。さらに曝露部位にできる限り均一な気流を曝露させるために、自作した整流板を取り付けた。

表1に実験条件を示す。実験条件は、背部と腰部の2条件とした。背部は頸椎高から15cm下げた位置を曝露させる位置の中心とし、曝露面積を20cm×20cmとした。腰部は腸骨稜から10cm上げた位置を曝露させる位置の中心とし、曝露面積を20cm×20cmとした。

室温を30℃、湿度を50%、平均放射温度は室温と等しくなるようにした。気流速度は曝露位置で1.0m/s程度とし、気流温度は吹き出し口で室温-2.0℃程度とした。また気流温度を設定した条件に保つために実験開始30分後、冷風機を取り換えた。着衣量は0.3clo（Tシャツ・短パン）とし、代謝量は椅座安静状態のため1.0metとした。

環境側の物理量は実験装置の気流吹き出し口におけ

る風温をT型熱電対を用いて10秒毎に測定した。また、設定条件通りの室温、湿度状況であるかを確認するために、通風白金抵抗体乾湿計（CHINO製：R220-30）を用いて床面より60cmの室温・湿度を測定した。これらの測定データは、データロガ（江藤電機製：THERMODAC EF）を用いて収集した。

人体側の生理量はHardy-Dubois7点法（額部、腹部、前腕部、手背部、大腿部、下腿部、足背部）に加えて背部と腰部の計9点の皮膚温・皮膚熱流束を10秒毎に熱流束センサーを用いて測定した。舌下温（体内温）はT型熱電対を用いて測定した。これらの測定データは、（江藤電機製：CADAC3）を用いて収集した。熱流束センサーはサージカルテープを用いて、測定位置に貼った。図2にセンサー貼り付け位置を示す。

心理反応では、申告用紙を用いて、熱的快適感（不快-快適）、全身温冷感（寒い-暑い）の申告を0-100の直線尺度を用いて申告させた。また部位温冷感（寒い-暑い）を、頭部、体幹部前、背部、腰部、上肢部、下肢部の計6点を0-100の直線尺度を用いて申告させた。また気流を感じている場所を○で記入させた。曝露開始から10分おきに曝露60分までの、計7

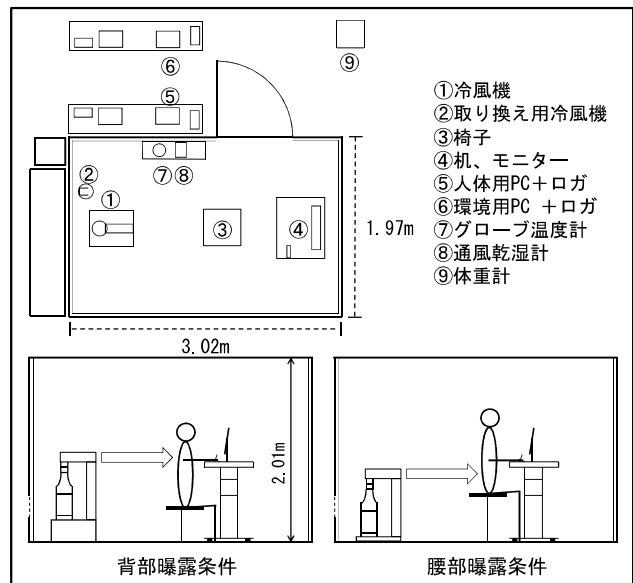


図1 平面図、断面図および機器の配置

表1 実験条件

室温	30℃	
平均放射温度	≒室温	
湿度	50%	
気流	速度	1.0m/s
	温度	28℃
	位置	背部 腰部
着衣量	0.3clo	
代謝量	1.0met	

回の申告をしてもらった。申告のタイミングはインターホンをういて被験者に知らせた。

実験手順を図 3 に示す。被験者実験は、1 回の実験を 60 分とした。被験者には実験室に入室後、体調確認を行い、実験着に着替えてもらい、実験の流れについて説明した。その後熱流束センサーを被験者に貼り付け、体重を測定し、恒温恒湿室に入室させた。入室後、熱流束センサーを接続したのちに、冷気流を曝露させた。また気流温度が設定した条件を保つために実験開始 30 分後、冷風機を取り換えた。

実験終了後、センサーの接続を切り、恒温恒湿室から退室させ、体重を測定し、センサーを取り外した後、実験着から私服に着替えてもらい、実験を終了とした。

またサーカディアンリズムを考慮して、同一被験者は、同一時間帯で実験を行うこととした。

気流実験を行った後、冷覚閾値を測定した。冷覚閾値の測定は、温冷覚閾値計（intercross 製：intercross-231）を用いて、10mm 角のプローブを皮膚温 +1.0°C に設定し、背部と腰部に接触させて、冷刺激を感じた時にスイッチを押すことにより申告してもらうこととした。0.5°C/秒で温度を下降させて、冷刺激を知覚した時にスイッチを押すことにより、冷覚の閾値を背部および腰部の 16 か所ずつ、合計 32 か所測定した。背部は頸椎高から 15cm 下げた位置を中心とし、測定面積を 20cm×20cm とした。腰部は腸骨稜から 10cm 上げた位置を中心とし、曝露面積を 20cm×20cm とした。

表 2 に被験者の身体特性と個人属性を示す。被験者の身長は 167.4~171.1cm の範囲で、体重は 65.4~79.2kg の範囲であり、BMI は 22.7~27.9kg/m² の範囲であった。被験者のうち 2 人が標準体型で、3 人が前肥満であった。また個人属性アンケートは初回の実験日までに性別、年齢、暑がり・寒がりなどの体質について、室温・着衣の好みについて記入させた。

結果・考察

図 4 に被験者毎の背部および腰部の冷覚閾値を示す。冷覚閾値は皮膚温から知覚温度を引いた値を平均した値とした。背部の閾値は -1.6°C ~ -3.8°C の範囲で、腰部の閾値は -2.2°C ~ -6.2°C の範囲であった。被験者 MA、MB、MC、ME は背部の方が腰部よりも冷覚閾値が小さく、背部の方が冷覚に対して敏感だということが分かった。さらに、背部と腰部の冷覚閾値の差が最も大きかったのは被験者 MB であり、その差は 2.9°C だった。また被験者 MD は背部と腰部で冷覚閾値の差がほとんど見られなかった。

図 5 に背部曝露条件における背部、腰部、平均皮膚温 (MST) の曝露開始 5 分前、10 秒前、60 分後の皮膚温を示す。60 分後において被験者 MA は背部の皮膚温は低下したが、他の被験者では背部の皮膚温の低下が見られなかった。

被験者 MA では、曝露開始 5 分前から 10 秒前にかけては背部の皮膚温と MST がともに 0.2°C 上昇した。曝露開始 10 秒前から 60 分後にかけては MST が 0.3°C

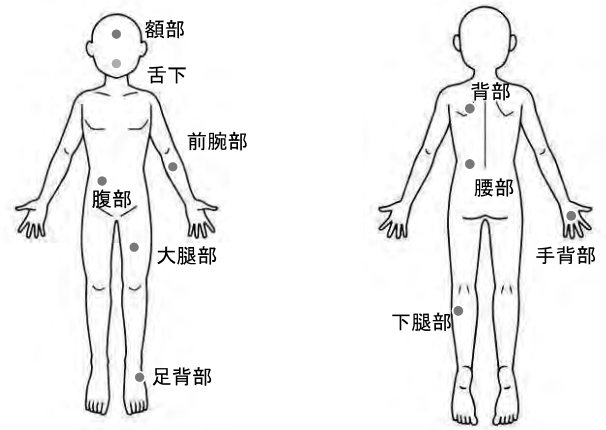


図 2 センサー貼り付け位置

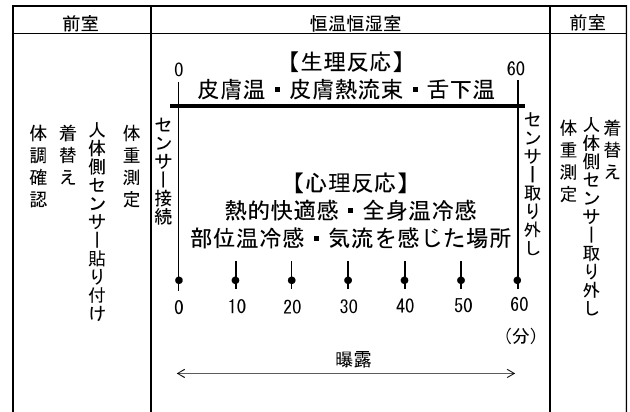


図 3 実験手順

表 2 身体特性および個人属性

被験者	MA	MB	MC	MD	ME	
身長 cm	168.0	169.9	167.4	168.4	171.1	
体重 kg	78.1	65.4	66.7	79.2	75.0	
BMI kg/m ²	27.7	22.7	23.8	27.9	26.6	
年齢	22	22	22	21	22	
体質について	暑がり	①	①	②	②	①
	寒がり	③	③	②	③	③
	冷え性	④	④	④	③	④
	汗かき	①	①	②	②	①
室温の好み	低め	低め	ふつう	やや低め	やや低め	
着衣の好み	薄着	やや薄着	ふつう	やや厚着	ふつう	

①とても〇〇 ②〇〇 ③やや〇〇 ④〇〇ではない

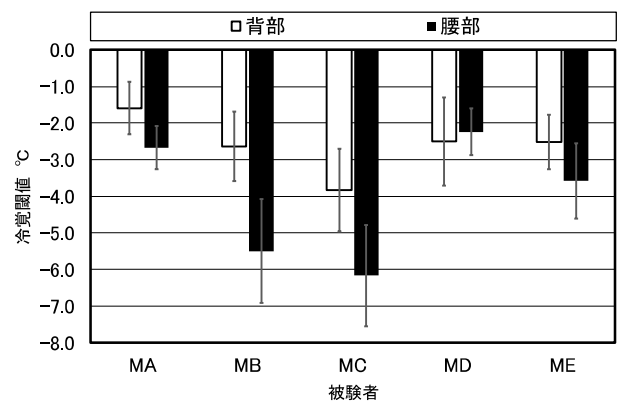


図 4 被験者毎の背部および腰部の冷覚閾値

上昇し、背部の皮膚温は 1.1°C 低下した。

被験者 MB では、曝露開始 5 分前から 10 秒前にかけては背部の皮膚温が 0.3°C 上昇し MST は変化しなかった。曝露開始 10 秒前から 60 分後にかけては背部の皮膚温が 0.1°C 上昇し MST は変化しなかった。これは、背部に風が当たっていたものの途中から熱流束の変動が小さくなっており、実験の途中で衣服と皮膚の間に空気層が生まれ、冷刺激が十分に伝わらなくなったことが原因で背部の皮膚温が上昇してしまったと考えられる。

被験者 MC では、曝露開始 5 分前から 10 秒前にかけては背部の皮膚温と MST がともに 0.1°C 低下した。曝露開始 10 秒前から 60 分後にかけては背部の皮膚温と MST は 0.4°C 低下したものの、途中で背部の皮膚温が上昇した。これは、曝露開始 20 分付近から背部に冷気流が当たらなかったことが原因で、背部の皮膚温が上昇してしまったと考えられる。

被験者 MD では、曝露開始 5 分前から 10 秒前にかけては背部の皮膚温は 0.1°C 上昇し MST は変化しなかった。曝露開始 10 秒前から 60 分後にかけては背部の皮膚温と MST はともに 1.0°C 以上上昇した。これは、実験前に滞在していた前室の室温が低く、被験者の体が冷えたまま実験を行ったことが原因で、背部の皮膚温が上昇してしまったと考えられる。

被験者 ME では、曝露開始 5 分前から 10 秒前にかけては背部の皮膚温では 0.1°C 上昇し MST は 0.2°C 上昇した。曝露開始 10 秒前から 60 分後にかけては背部の皮膚温と MST はともに 1.0°C 以上上昇した。これは、実験前に滞在していた前室の室温が低く、被験者の体が冷えたまま実験を行ったことが原因で、背部の皮膚温が上昇してしまったと考えられる。

図 6 に腰部曝露条件における背部、腰部、MST の曝露開始 5 分前、10 秒前、60 分後の皮膚温を示す。60 分後において、すべての被験者で腰の皮膚温の低下が見られなかった。

被験者 MA では、曝露開始 5 分前から 10 秒前にかけては背部の皮膚温と MST がともに 0.1°C 上昇した。曝露開始 10 秒前から 60 分後にかけては腰部の皮膚温は 0.2°C 上昇し、MST は 0.5°C 上昇した。これは、前室の影響で体が冷えた状態で実験を行ったことが原因で、腰部の皮膚温が上昇してしまったと考えられる。

被験者 MB では、曝露開始 5 分前から 10 秒前にかけては腰部の皮膚温は変化せず、MST は 0.1°C 上昇した。曝露開始 10 秒前から 60 分後にかけては腰部の皮膚温が 0.1°C 上昇し MST は 0.2°C 上昇した。これは、腰部に冷気流が当たらなかったことが原因で、腰部の皮膚温が上昇してしまったと考えられる。

被験者 MC では、曝露開始 5 分前から 10 秒前にかけては腰部の皮膚温と MST がともに 0.1°C 低下した。曝露開始 10 秒前から 60 分後にかけては、MST は 0.1°C 上昇し、腰部の皮膚温は 0.5°C 低下したが、曝露開始 30 分付近から腰部の皮膚温が上昇した。これは

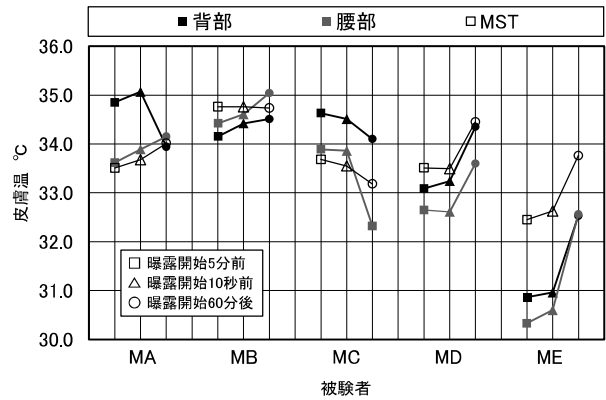


図 5 各部位の曝露開始 5 分前、10 秒前、60 分後の皮膚温 (背部曝露条件)

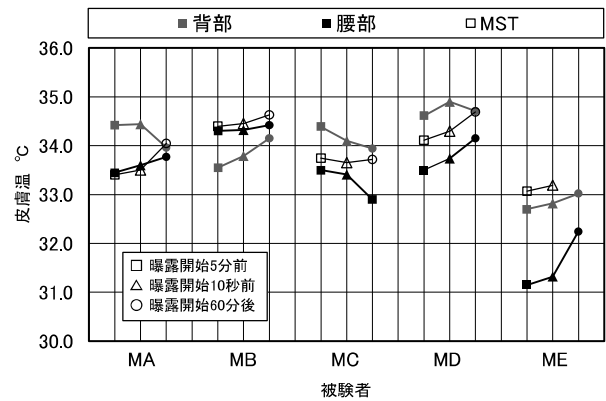


図 6 各部位の曝露開始 5 分前、10 秒前、60 分後の皮膚温 (腰部曝露条件)

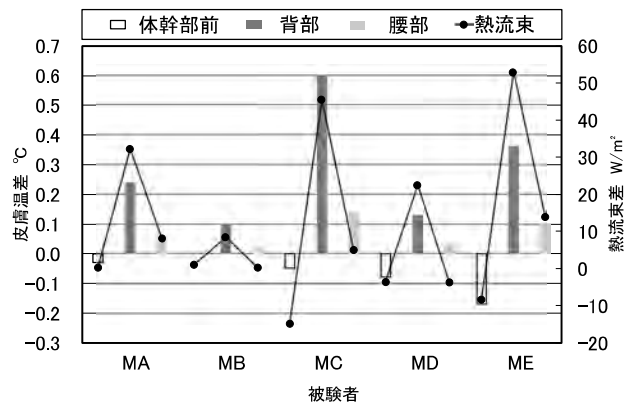


図 7 皮膚温と熱流束における曝露開始 10 秒前と曝露開始 1 分後の差 (背部曝露条件)

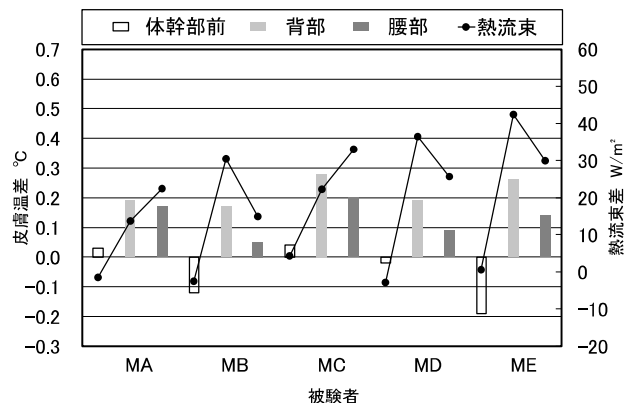


図 8 皮膚温と熱流束における曝露開始 10 秒前と曝露開始 1 分後の差 (腰部曝露条件)

冷風機を入れ替えたタイミングで整流板の位置がずれ、腰に冷気流が当たらなくなったことが原因で、腰部の皮膚温が上昇してしまったと考えられる。

被験者 MD では、曝露開始 5 分前から 10 秒前にかけては腰部の皮膚温と MST がともに 0.2°C 上昇した。曝露開始 10 秒前から 60 分後にかけては腰部の皮膚温と MST がともに 0.4°C 上昇した。これは、実験前に滞在していた前室の室温が低く、被験者の体が冷えたまま実験を行ったことが原因で、腰部の皮膚温が上昇してしまったと考えられる。

被験者 ME では、曝露開始 5 分前から 10 秒前にかけては腰部の皮膚温は 0.2°C 上昇し、MST は 0.1°C 上昇した。曝露開始 10 秒前から 60 分後にかけては腰部の皮膚温は 0.9°C 上昇した。これは、実験前に滞在していた前室の室温が低く、被験者の体が冷えたまま実験を行ったことが原因で、腰部の皮膚温が上昇してしまったと考えられる。また、腰部に冷気流が当たらなかったことが原因で、腰部の皮膚温が上昇してしまったと考えられる。

図 7 に背部に冷気流を曝露した条件においての被験者毎の皮膚温および熱流束における曝露開始 10 秒前と曝露開始 1 分後の差を示す。曝露された背部では、いずれの被験者においても曝露前と比較して熱流束が増加し、皮膚温が低下した。熱流束の増加量は被験者間で 8~53 W/m² の範囲であり、増加量が大きい被験者ほど皮膚温の低下量も大きい傾向がみられた。このことから、皮膚温の低下と熱流束の増加に関係があると考えられる。

図 8 に腰部に冷気流を曝露した条件においての被験者毎の皮膚温および熱流束における曝露開始 10 秒前と曝露開始 1 分後の差を示す。被験者 MA、MC は腰部では曝露前より熱流束が増加し、皮膚温が低下した。熱流束の増加量は腰部では 22~42 W/m² の範囲であった。また被験者 MB、MD、ME は背部に冷気流が当たっていたことが原因で、背部の熱流束が増加してしまったと考えられる。

図 9 に曝露開始 60 分後における条件毎の曝露部位の皮膚温と温冷感の関係を示す。曝露している背部および腰部の温冷感はほとんど中立側を示し、冷刺激が温冷感に影響を及ぼさなかった。これは、与えた冷刺激が弱かったことが原因だと考えられる。さらに、背部曝露条件と腰部曝露条件の間で差はほとんど見られず、部位間での反応の違いを比較することはできなかった。

結論

本研究では、夏季の温熱環境下において、背部および腰部に冷気流を曝露させる気流実験と温冷覚閾値計を用いて、冷覚の閾値を測定する冷覚閾値実験をし、部位の違いによる生理心理反応を把握することとした。

その結果、冷覚閾値の実験では被験者 4 人は背部の方が腰部よりも冷覚閾値が小さく、背部の方が冷覚に対して敏感だということを示した。また気流実験では曝露開始 60 分後では皮膚温が上昇した被験者が

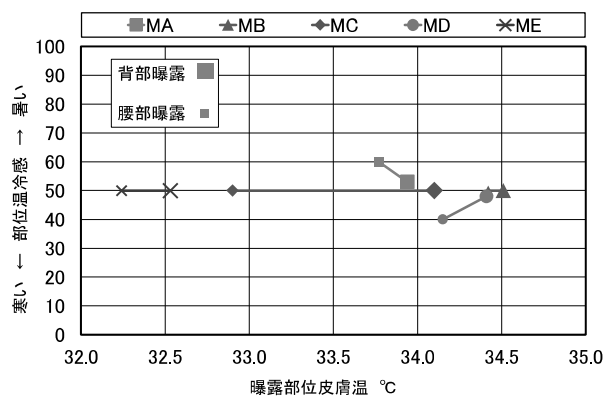


図 9 条件毎の曝露部位の皮膚温と温冷感の関係

見られた。その原因はうまく曝露部位に当てることができなかったことや実験前に滞在していた前室の室温が低く、被験者の体が冷えたまま実験を行ったことが原因で、曝露部位での皮膚温が低下しなかったと考えられる。曝露開始 10 秒前から曝露開始 1 分後の差を見てみると、背部条件では皮膚温の低下と熱流束の増加に関係があると考えられる。曝露部位の皮膚温と温冷感の関係では、冷刺激が弱かったことが原因で、ほとんど温冷感に影響を及ぼさなかったと考えられる。よって実験の目的であった部位の違いによる生理心理反応を見ることができなかった。

おわりに

被験者として参加した摂南大学の学生に感謝の意を表します。本研究は、摂南大学の「人を対象とする研究倫理審査委員会」の審査を受けて承認を得た。

引用・参考文献

- (1)久保博子、磯田憲生、染瀬度子、「夏期におけるスポット冷風の温熱的快適性に及ぼす影響に関する実験的研究」、日本建築学会計画系論文集 1997 年第 492 号 p31-p37
- (2)辻健太、古橋拓也、李明香、峯澤聡司、「住宅での生活行動時におけるエアコン局所気流が人体の生理心理量に及ぼす影響 第一報 夏期の室内長期滞在時と帰宅時の被験者実験及びシミュレーション結果」、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2020 年第 6 巻 p309-312
- (3)宮本征一、井口拓海、「各部位における冷刺激を知覚する温度および不快を知覚する温度に関する研究」、第 43 回人間-生活環境系シンポジウム報告集 2019 年 p55-58
- (4)竹内雄紀、糸井川高穂、村上遥香、「頭部・胴・足への局所気流が人体各部位の温冷感と放熱量に及ぼす影響」、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2019 年第 6 巻 p53-56
- (5)岡本茂、近本智行、李明香、小崎麻莉菜、「個別分散型エアコンを用いたパーソナル空調の検討 (その 13) 局所気流が人体生理反応と温冷感に及ぼす影響」、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2017 年第 3 巻 p93-96

頸部への接触冷却が生理心理反応に与える影響に関する研究

研究のタイプ [論文]

222064 富谷 隼太

指導教員 宮本 征一

研究の背景と目的

近年、夏季の室内環境においては、快適性を確保しつつエネルギー消費を抑制する空調運用が求められている。一般的な空調制御は長時間在室する人を前提として設定されることが多いが、屋外から移動してきた直後の人は、外気温の影響や移動に伴う代謝の上昇により在室者とは異なる温冷感を抱く場合がある。特に暑熱環境下では、入室後もしばらく暑さや発汗が持続する。このような状態は、冷房設定温度を必要以上に低下させる要因ともなり、省エネルギーの観点からも改善すべき課題である。入室直後の温冷感は、屋外で受けた熱負荷や活動量の影響が残るため、室内の設定温度を一定に保つても在室者と同様の快適性が得られにくい。

岩田らは、屋外歩行後に 24°C および 26°C の採涼空間へ 5~20 分滞在させる曝露実験を行い、特に気流併用条件では温熱的不快が短時間で緩和されることを示している¹⁾。また、須藤らは、歩行後にパーソナル空調を使用した実験により、約 5~10 分で温熱的中立に達することを確認し、活動直後の短時間冷却の有効性を報告している²⁾。

これらの研究から、移動直後に生じる強い暑熱感を効率的に緩和するためには、採涼空間や局所冷却による短時間の冷却手法が有効であることが示されている。頸部装着型のクールリングは、電力を必要とせず、一定時間冷たさを持続できることから、手軽な個人冷却手法として広く普及している。しかし、その効果は、融点条件や装着者の状態、屋外から室内への移動過程などの影響を受けると考えられ、実際の使用場面を想定した評価は十分に行われていない。

そこで本研究では、屋外から屋内へ移動してきた直後の学生を対象に、融点の異なる 2 種類のクールリングを用いて、生理心理反応の変化を実測調査により明らかにすることを目的とする。

研究計画

実測調査は、2025 年 7 月 29 日~9 月 30 日の平日にかけて、建築学科の学生を対象に実施した。また、協力者が通学直後に暑さを感じ、クールリングをつけたいと感じた日に参加するものとした。クールリングは融点 18°C・28°C の 2 種類とし、冷蔵庫相当の 5°C で温冷庫に保管しているものとする。

表 1 に参加した協力者の個人属性を示す。協力者には、事前に実測調査当日の説明を行い、個人属性（性別、体質、室温・着衣の好み）および通学時の経路と手段に関するアンケートに記入させた。

環境側の測定は、おんどとり (TR-72Ui) を外気 1 点と 7 つのゼミ室に設置し、10 分間隔で温湿度を記録

した。図 1 におんどとりを設置した場所を示す。

人体側では放射温度計 (AD-5617WP) を用い、協力者自身が頸部皮膚温を 3 回測定し、最も低い値を採用した。また心理申告は、全身の熱的快適感、全身温冷感、発汗感、頸部の熱的快適感、頸部の接触温冷感を 0-100 の直線尺度を用いて申告させた。さらに、協力者に測定日ごとの作業内容と着衣を記入させた。表 2 に示すように着衣量は ISO-9920 に準じて算定した。

図 2 に実測調査の手順を示す。協力者は、通学直後に受付場所である A ゼミ室に入室後、まずクールリング装着前の心理申告および頸部の皮膚温の測定をさせた。クールリングを装着直後に同様の申告・測定をさせ、各自の作業するゼミ室に移動して作業を行いながら、同様の申告および測定を 6 回繰り返し、計 8 回行わせた。

実測調査に際しては、協力者が誤りなく申告・測定を行えるよう、事前に手順書を配布し説明を行った。実測調査当日も申告・測定手順、記入項目、注意事項の確認も行った。

協力者が作業するゼミ室の申告・測定タイミングは、融点 18°C のクールリングでは、着座直後 (0 分)、その後約 1~2 分、10~15 分、20~25 分、30~35 分、冷たさを感じなくなった時点とした。融点 28°C のクールリングでは、着座直後 (0 分)、その後 5~10 分、30~

表 1 個人属性

協力者	性別	暑がり	寒がり	冷え性	汗かき	室温の好み	着衣の好み
AA	男性	③	①	②	②	④	④
AB	男性	③	②	④	③	②	③
AC	男性	④	①	①	③	④	③
AD	男性	②	③	④	③	④	④
AE	男性	②	②	④	③	③	③
AF	男性	④	④	③	④	④	⑤
AG	男性	④	③	④	④	②	③
AH	男性	①	③	③	③	④	⑤
AI	男性	④	③	④	③	④	②
BA	男性	②	③	④	②	④	③
BB	女性	②	①	②	④	②	②
CA	男性	②	②	④	④	④	④
CB	男性	④	③	③	④	②	③
DA	男性	②	②	④	②	③	②
EA	男性	②	④	④	③	⑤	⑤
FA	女性	③	②	③	③	④	③
FB	男性	②	③	②	①	④	④
FC	男性	④	③	②	②	④	⑤
GA	男性	③	③	④	②	④	④
GB	男性	②	④	②	②	⑤	④
GC	女性	②	④	②	②	③	④
GD	男性	③	②	③	③	③	②

体質 ①とても〇〇 ②〇〇 ③やや〇〇 ④〇〇ではない

室温の好み ①高め ②やや高め ③どちらでもない ④やや低め ⑤低め

着衣の好み ①厚着 ②やや厚着 ③どちらでもない ④やや薄着 ⑤薄着

35分、60～65分、90～95分、冷たさを感じなくなった時点とした。

実測調査中は、外気の影響を避けるため、協力者にはゼミ室内で作業をしてもらい、外出はしないよう指示した。

放射温度計の測定精度向上のため、誤差確認の実験で断熱容器に25℃、35℃、45℃の水を16台の放射温度計を用いて測定し、補正した。

結果・考察

表3に、協力者22人のクールリング使用回数、通学手段、作業内容を示す。

以下の考察は、延べ106人の装着前から冷たさが消えた時までの計8回の測定・申告データを用いて分析した。頸部の接触温冷感と頸部の熱的快適感の申告は装着後にさせたため、頸部の心理申告との関係に関しては、装着後からの計7回のデータを用いて、考察することとした。

図3に、頸部の皮膚温差の経時変動を示す。頸部の皮膚温差は、クールリング装着前との差とした。その結果、2つの融点条件ともに、クールリング装着直後には頸部皮膚温の急激な低下がみられ、その後は時間の経過とともに徐々に装着前の皮膚温に近づいた。全協力者において最大で低下した頸部の皮膚温の平均を比較すると、融点18℃条件では-7.2℃、融点28℃条件では-4.6℃となり、融点18℃条件の方が大きく低下したことが分かった。また、融点18℃条件は融点28℃条件より長く頸部の皮膚温の低下が続き、融点28℃条件の方が融点18℃条件より頸部の接触温冷感の冷たさは長時間続くことが分かった。これは、融点18℃クールリングがより低い温度で一定時間維持され、融点28℃クールリングは高い温度で維持され、冷たさは長く感じたと考えられる。しかし、一人の協力者の融点28℃条件は装着直後に皮膚温の上昇がみられてしまった。

図4に、外気温または室温と頸部の皮膚温の関係を示す。装着前は、通学直後で外気の影響を受けているため横軸を外気温とし、装着後は横軸を室温とした。相関係数は、融点18℃条件で0.37、融点28℃条件で0.29となり、2つの融点条件ともに、正の相関がみられ、装着前より装着後の方が頸部の皮膚温は低くなることが分かった。

図5に、頸部の皮膚温差と頸部の接触温冷感の関係を示す。相関係数は、融点18℃条件で0.56、融点28℃条件で0.62となり、2つの融点条件ともに負の相関がみられた。これらのことから、頸部の皮膚温が下がると頸部の接触温冷感は冷たくなることが明らかとなった。2つの融点条件の比較では、融点18℃条件の方が頸部の皮膚温の低下は大きいものの、頸部の接触温冷感には2つの融点条件で明確な差がみられなかったため、融点18℃条件の皮膚温の低下は過剰であり、高い融点である融点28℃条件でも接触冷却は十分であったと考えられる。

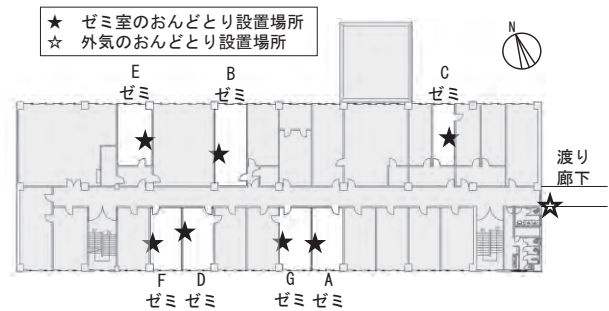


図1 8号館3階の平面図

表2 着衣量リスト (clo) ISO-9920

アンダーウェア(下着)	パンツ0.04 パンティ&ブラ0.04 タンクトップ0.06 Tシャツ(下着)0.10
シャツ/ブラウス	半袖Tシャツ(薄手0.10・普通地0.12) 半袖シャツ0.19 軽量女性長袖ブラウス0.15 半袖セーター0.28 長袖シャツ0.25
ズボン	短パンツ(膝上)0.08 短パンツ(膝下)0.11 長ズボンの薄手0.20 長ズボンの普通地0.25 長ズボンの厚手0.28 スウェットパンツ0.30
ドレス/スカート	薄手スカート(夏用)0.15 軽量半袖ドレス0.29
セーター	袖なし0.22 半袖0.20
ジャケット	夏用軽量ジャケット0.25
付加物	靴下0.02 厚手短靴下0.05 厚手長靴下0.10 ナイロンストッキング0.03 薄底靴0.02 厚底靴0.04 ブーツ0.10 手袋0.05 帽子0.01 サンダル0.02 スリッパ0.03

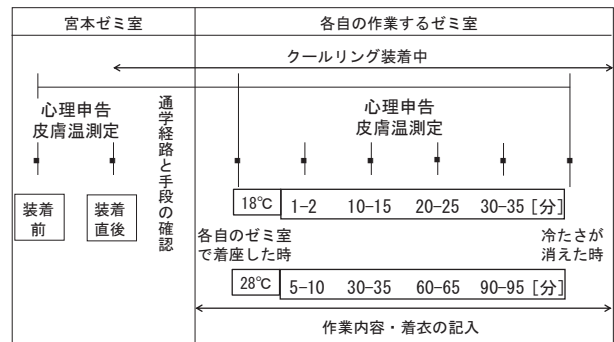


図2 実測調査の手順

表3 協力者のクールリング使用回数と通学手段と作業内容

協力者	融点		直近の通学手段と時間	主な作業内容
	18℃	28℃		
AA	2	2	バス20分	PC作業
AB	3	3	自転車15分	PC作業
AC	6	8	自転車5分	PC作業・勉強
AD	7	7	自転車15分	PC作業・勉強
AE	3	5	自転車15分	PC作業・勉強
AF	4	3	自転車10分	PC作業・雑談
AG	1	1	バス30分	勉強
AH	1	0	バス13分	勉強
AI	2	1	自転車10分	PC作業・スマホ・勉強
BA	1	2	自転車15分	PC作業・勉強
BB	1	1	自転車15分	PC作業・模型製作
CA	1	0	自転車40分	雑談
CB	7	4	自転車15分	PC作業・勉強
DA	3	1	自転車15分	PC作業・勉強・スマホ
EA	1	1	自転車25分	PC作業・食事
FA	1	0	自転車15分	PC作業
FB	4	3	自転車30分	PC作業
FC	2	2	自転車15分	PC作業・模型作業
GA	2	1	自転車15分	PC作業
GB	3	2	バイク20分	PC作業・雑談
GC	1	1	バス15分	勉強・食事・スマホ
GD	1	1	バス25分	PC作業・雑談・スマホ

図6に、頸部の皮膚温差と頸部の熱的快適感の関係を示す。相関係数は、融点18℃条件で0.15、融点28℃条件で0.21となり、2つの融点条件ともに負の相関がみられ、頸部の皮膚温の低下するほど頸部の熱的快適感が快適側を申告した。しかし、相関は弱く、これは一部の協力者で頸部の皮膚温の低下するほど頸部の熱的快適感が不快側を申告したためだと考えられる。2つの融点条件の比較では、融点18℃条件の方が頸部の皮膚温の低下は大きい、頸部の熱的快適感は明確な差がみられなかった。

図7に、頸部の接触温冷感と頸部の熱的快適感の関係を示す。相関係数は、融点18℃条件で0.26、融点28℃条件で0.48となり、2つの融点条件ともに正の相関がみられ、頸部の接触温冷感が冷たいほど頸部の熱的快適感が快適側の申告をした。しかし、融点18℃条件は相関が弱く、これは一部の協力者で頸部の接触温冷感が冷たいほど頸部の熱的快適感が不快側の申告をしたためだと考えられる。

図8に、頸部の接触温冷感と全身温冷感の関係を示す。相関係数は、融点18℃条件で0.40、融点28℃条件で0.48となり、2つの融点条件ともに正の相関がみられ、多くの協力者で装着直後は頸部の接触温冷感が冷たいと申告しているが通学直後のため外気の影響がまだ残っており、全身温冷感が暑い側を申告した。しかし、全身温冷感で暑い側を示すだけではない協力者もあり、協力者を4つに分類した。分類した1つ目は、22名中7名の協力者で2つの融点条件ともに通学直後において全身温冷感が暑い側の申告となった。2つ目は、22名中5名の協力者が、複数回の実測調査を行ってもらった中で2つの融点条件ともに通学直後において寒い側の申告がみられた。3つ目は、22名中5名の協力者が、複数回の実測調査を行ってもらった中、融点18℃条件で、寒い側の申告がみられた。4つ目は、22名中5名の協力者が、複数回の実測調査を行ってもらった中、融点28℃条件で寒い側の申告がみられた。

図9に、全身温冷感と全身の熱的快適感の関係を示す。相関係数は、融点18℃条件で0.68、融点28℃条件で0.55となり、2つの融点条件で負の相関がみられた。これらのことから、全身温冷感が暑い側になると全身の熱的快適感是不快側の申告になることが明らかとなった。2つの融点条件の比較では、明確な差がみられなかった。

図10に、頸部の熱的快適感と全身の熱的快適感の関係を示す。相関係数は、融点18℃条件で0.28、融点28℃条件で0.24となり、2つの融点条件ともに正の相関がみられ、頸部の熱的快適感が快適側になるほど全身の熱的快適感が快適側を申告した。しかし、相関が弱く、これは頸部の熱的快適感が快適側になるほど全身の熱的快適感が不快側になる協力者もみられたためだと考えられる。2つの融点条件の比較では、頸部の熱的快適感と全身の熱的快適感ともに明確な差はみられなかった。

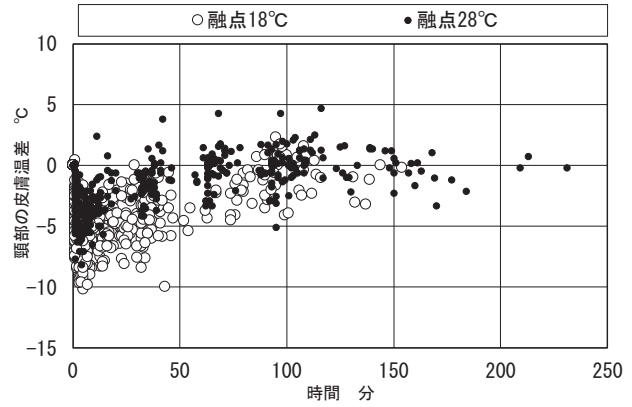


図3 頸部の皮膚温差の経時変動

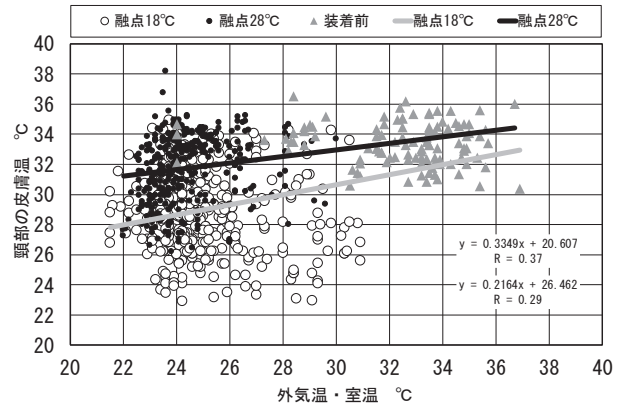


図4 外気温または室温と頸部の皮膚温の関係

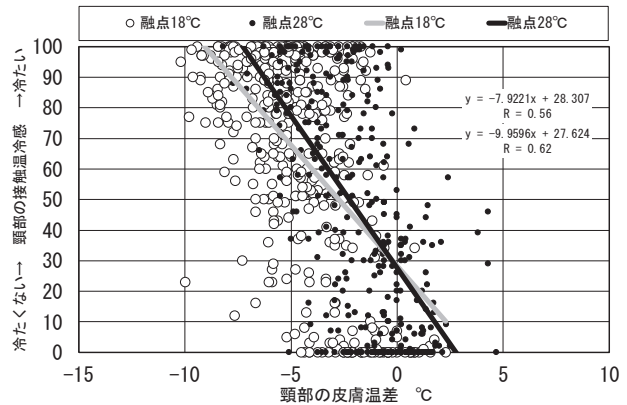


図5 頸部の皮膚温差と頸部の接触温冷感の関係

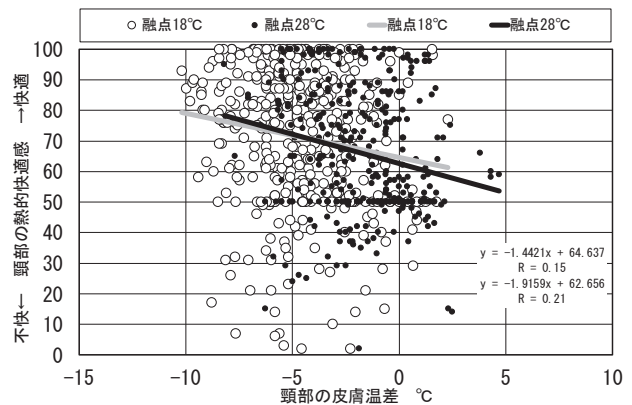


図6 頸部の皮膚温差と頸部の熱的快適感の関係

結論

本研究では、屋外から屋内へ移動してきた直後の学生を対象に、融点の異なる2種類のクールリングを装着することで、局所冷却が生理心理反応に与える影響を明らかにすることを目的に、実測調査を行った。

その結果、頸部の皮膚温は、2つの融点条件ともに装着直後に急激な低下がみられ、融点18℃条件は融点28℃条件よりも低下が大きく、頸部の皮膚温の低下も長く続いた。しかし、頸部の接触温冷感の冷たさは、融点28℃条件の方が長時間続くことが分かった。外気温または室温と頸部の皮膚温の関係では、正の相関がみられ、装着前より装着後の方が頸部の皮膚温は低くなることが分かった。頸部の皮膚温差と頸部の接触温冷感の関係は、頸部の皮膚温が下がると頸部の接触温冷感の冷たくなる傾向がみられたが、2つの融点条件で明確な差はみられなかったため、融点18℃条件の皮膚温の低下は過剰であり、融点28℃条件でも接触冷却は十分であったと考えられる。頸部の皮膚温差と頸部の熱的快適感の関係は、頸部の皮膚温が低下するほど頸部の熱的快適感で快適側を申告する協力者と不快側を申告する協力者がみられた。頸部の接触温冷感と頸部の熱的快適感の関係は、正の相関がみられ、頸部の接触温冷感が冷たいほど頸部の熱的快適感の申告をしたが、相関が弱く一部の協力者で熱的快適感が不快側の申告をする協力者がみられたためだと考えられる。頸部の接触温冷感と全身温冷感の関係は、正の相関がみられ、装着直後は頸部の接触温冷感が冷たいと申告するが、通学直後のため外気の影響が残っており、全身温冷感は暑い側を申告する傾向が多くみられた。しかし、通学直後において、2つの融点条件あるいは片方の条件で寒い側の申告がみられる協力者もいた。全身温冷感と全身の熱的快適感の関係は、全身温冷感が暑い側になると全身の熱的快適感の不快側を申告することが明らかとなった。頸部の熱的快適感と全身の熱的快適感の関係は、頸部の熱的快適感が全身の熱的快適感に影響する協力者とそうでない協力者がみられた。

おわりに

協力者として参加した摂南大学の学生に感謝の意を表します。本研究は、摂南大学の「人を対象とする研究倫理審査委員会」の審査を受けて承認を得た。

参考文献

- 1) 岩田香織、松原祐子、齋藤輝幸、久野覚 「夏期屋外から入室後における採涼空間利用に関する研究：第2報-屋外歩行後の採涼空間利用効果と設計手法の検討」 空気調和・衛生工学会 論文集、2013年38巻200号 p.1-9
- 2) 須藤美音、村上周三、加藤信介、宋斗三 「人間の熱的適応性を考慮したパーソナル空調システムに関する研究：第2報-パーソナル空調による活動変化に伴う熱的不快感緩和時間の検討」 空気調和・衛生工学会 論文集、2006年3巻110号 p.9-16

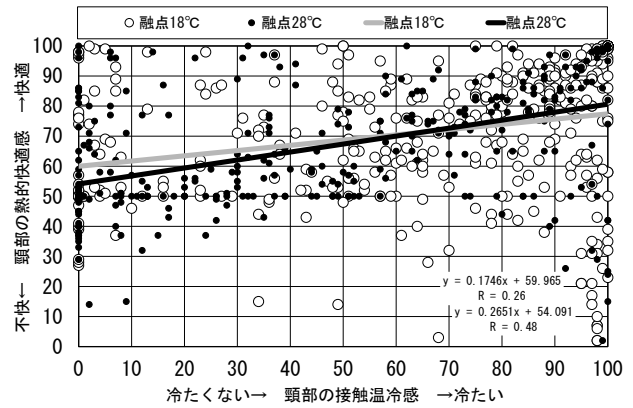


図7 頸部の接触温冷感と頸部の熱的快適感の関係

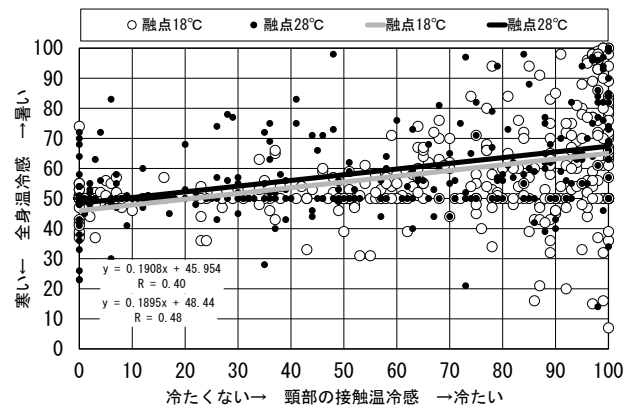


図8 頸部の接触温冷感と全身温冷感の関係

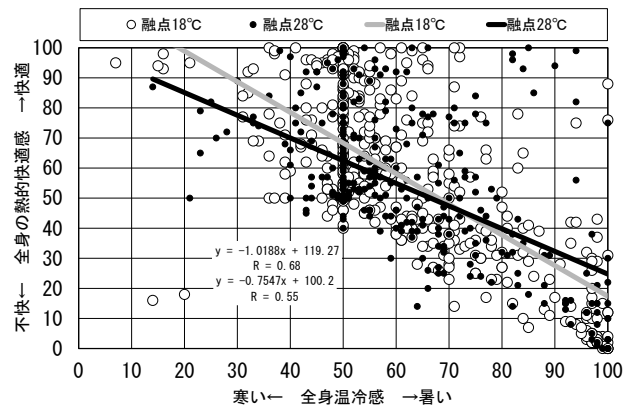


図9 全身温冷感と全身の熱的快適感の関係

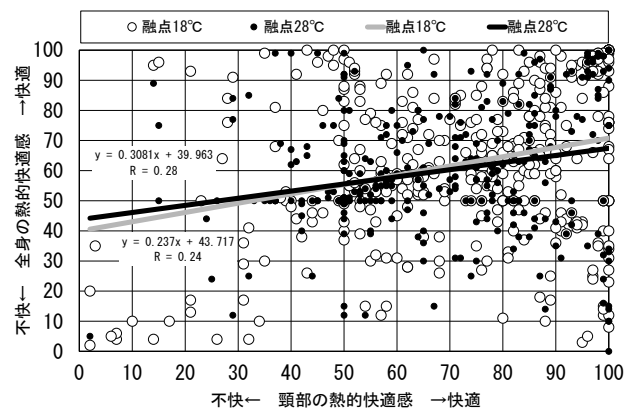


図10 頸部の熱的快適感と全身の熱的快適感の関係

背部への局所冷気流または局所等温気流が生理心理反応に及ぼす影響に関する研究

研究のタイプ [論文]

222087 豆井 陸翔

指導教員 宮本 征一

研究の背景と目的

近年は地球温暖化の影響により夏季の外気温は上昇傾向にある。国内各地で夏の暑さがこれまで以上に顕著になっており、特に日本の夏は高温に加えて高湿度となることが多い。さらに、都市部ではヒートアイランド現象が問題となっている。これは都市内の燃料消費による人工熱の発生や大気汚染の温室効果、都市のコンクリートやアスファルトが郊外の土や草地よりも熱容量が大きく熱を放出することなどによって起き、都市の気温が郊外に比べて高くなる。

このような背景から、家庭やオフィスにおけるエアコンでの冷房の使用時間は年々増加し、冷房の設定温度も低めに設定するケースが多くみられる。その結果、電力需要は年々高まってきていると考えられている。そのため、エネルギー消費量を抑えつつ快適に生活するために冷房の設定温度をできる限り高めに設定し省エネルギー化しながら過ごしていくことが大切である。そこで、本研究では局所気流に着目した。局所的に身体へ気流を曝露することで冷房の設定温度を下げることなく快適に過ごすことができ、結果として冷房負荷を減らすことができると考えられる。

本研究では、青年男性 5 名を対象に居住空間を想定した環境下で局所等温気流・局所冷気流に曝露させる条件と曝露させない条件の比較をする実験をおこない、夏季におけるくつろぐ空間で局所等温気流および局所冷気流が皮膚温や熱流束といった生理反応、部位温冷感や全身温冷感といった心理反応に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

研究計画

2025 年 9 月 8 日～2025 年 9 月 22 日に被験者実験を行った。図 1 に環境工学実験室に設置してある恒温恒湿室（エスペック製：TBR-3HAOPX）の平面図、断面図および機器の配置を示す。天井吹き出し横吸い込みにより温度や湿度を制御している。温熱環境実験を行うにあたり、壁からの放射を遮断するために室内の周囲をカーテンで覆い、床にはタイルカーペットを用いた。局所気流はスポットクーラー（THANKO 製：SCLM25SWH）を用いて発生させた。実験を開始するにあたって、気流の乱れをなくすためにスポットクーラーに取り付ける整流板を作成した。さらに、スポットクーラーの首を曲げずに気流を水平に出すための足を取り付けた。また、曝露位置に高さを合わせるための台を作成した。

表 1 に示すように、条件は室温 28℃無風、室温 30℃無風、室温 30℃等温気流、室温 30℃冷気流とした。平均放射温度は室温と同等、湿度は 50%、局所気流を発生させた条件での気流速度は 1.0m/s、冷気流条

件における吹き出し気流温度を室温-2℃程度、そして座位頸椎高から 15cm 下げた位置を曝露させる位置の中心とし、曝露面積を 20cm×20cm とした。着衣量は 0.3clo(半袖半ズボン)、実験中の姿勢は椅座安静とし、代謝量を 1.0met とした。

図 2 に実験の手順を示す。事前に以下の実験に関する注意事項を被験者に伝えた。実験前日に十分な睡眠をとってもらった。そして、実験前日と当日の暴飲暴食は控えてもらい、実験開始 2 時間前からの食事は控えさせた。飲み物は 1 時間前までは飲んでもよいこととした。また実験前日と当日に体調が万全ではない被験者は実験を行わないようにした。

被験者実験は定常状態の生理心理反応を把握するために 1 回の実験を 60 分間とした。被験者は、まず実験室に入室後、体調の確認を行い、実験についての説明を行った。その後実験着に着替えさせた。そして人体側に熱流束センサーを取り付け、体重測定を行った。その後、恒温恒湿室に入室させ、センサーを接続し測定を開始した。また、冷気流条件の場合はスポッ

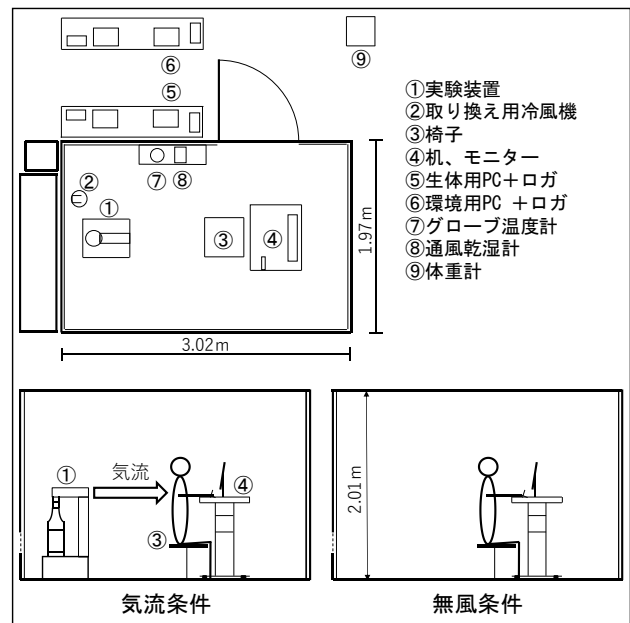


図 1 平面図、断面図および機器の配置

表 1 実験条件

条件	28℃無風	30℃無風	30℃等温気流	30℃冷気流
室温	28℃	30℃		
平均放射温度	≒室温			
湿度	50%			
気流	速度	なし	なし	1.0m/s
	温度	なし	なし	30℃
	位置	なし	なし	28℃
着衣量	0.3clo(半袖半ズボン)			
代謝量	1.0met(椅座安静)			

トクーラーを2台使用し実験の途中で入れ替えることで実験開始直後と実験終了直前での気流の温度差が小さくなるように制御した。曝露開始後、心理反応を60分間、10分おきに7回申告させた。曝露終了後、センサーの接続を解除し、恒温恒湿室から退室させた。そして体重測定を行い、センサーを取り外し、実験着から私服に着替えさせ、実験終了とした。

環境側の物理量は実験装置の気流吹き出し口における風温を0.2mmT型熱電対を用いて10秒毎に計測した。また、設定条件通りの室温・湿度状況であるかを確認するために、通風白金熱抵抗体乾湿計（CHINO製：R220-30）を用いて床面より60cmの室温・湿度を計測した。これらの計測データは、データロガ（江藤電気製：THERMODAC EF）を用いて収集した。

人体側の生理量は熱流束センサー（江藤電気製：TypeS11A）を用いて、Hardy-DuBoisの7点（額部、腹部、前腕部、大腿部、下腿部、足背部）に背部、腰部を加えた計9点の皮膚温・皮膚熱流束を測定した。舌下温（体内温）は0.2mmT型熱電対を用いて10秒毎に計測し、データロガ（江藤電気製：CADAC3）によりデータの収集を行った。熱流束センサーは、透湿性のサージカルテープを用いて被験者の測定部位に貼った。図3にセンサーの測定位置を示す。

心理反応は申告用紙を用いて熱的快適感（不快-快適）、全身温冷感（寒い-暑い）、部位温冷感（寒い-暑い）を0-100の直線尺度で申告させた。部位温冷感については、頭部、体幹部前、体幹部後、上肢部、下肢部の計5点とした。申告タイミングはインターホンをういて被験者に知らせた。

表2に被験者の個人属性および身体特性を示す。被験者の身長は164.8cm~182.9cmの範囲であり、体重は53.4kg~76.8kgの範囲であった。被験者のBMIは17.8~27.4であった。そして3名が標準体型であり、1名が痩せ型であり、1名がやや肥満であった。また個人属性アンケートを行い、初回の実験までに体質（暑がり、寒がり、冷え性、汗かき）、室温の好み、着衣の好みについて記入させた。

結果・考察

28℃無風条件と30℃無風条件において28℃無風条件の方が30℃無風条件よりも暑い側の申告をした被験者がみられてしまったため、以下の考察では30℃無風条件に対して等温気流および冷気流条件が生理心理反応に及ぼした影響を考察する。

図4~8に被験者毎の各条件と部位温冷感の関係を示す。図4に示すように被験者M1では体幹部後の温冷感において、等温気流および冷気流条件で無風条件よりも寒い側の申告がみられた。さらに他の部位でも同様の傾向がみられ、気流を曝露していない他の部位の温冷感にも影響を与えていたと考えられる。図5に示すように被験者M2では体幹部後の温冷感において条件による違いはみられなかった。これは被験者M2

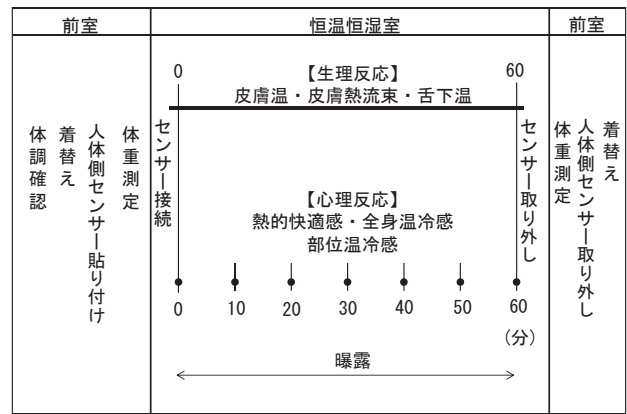


図2 実験の手順

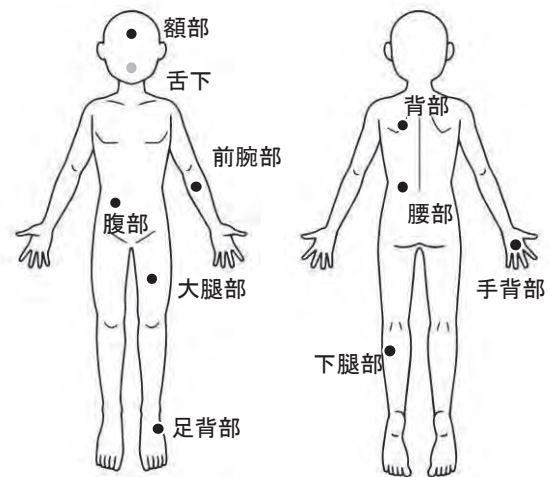


図3 センサーの測定位置

表2 被験者の個人属性および身体特性

被験者	M1	M2	M3	M4	M5	
年齢	21	21	22	21	21	
身長 cm	182.9	167.5	173.0	181.1	164.8	
体重 kg	69.9	76.8	53.4	67.5	63.6	
BMI	20.9	27.4	17.8	20.6	23.5	
体表面積 m ²	1.91	1.86	1.63	1.87	1.70	
体質	暑がり	③	①	③	②	①
	寒がり	③	④	④	③	③
	冷え性	②	④	①	④	③
	汗かき	①	①	④	④	①
室温の好み	やや低め	低め	やや低め	やや低め	やや低め	
着衣の好み	やや薄着	薄着	普通	薄着	やや薄着	

①とても〇〇 ②〇〇 ③やや〇〇 ④〇〇ではない

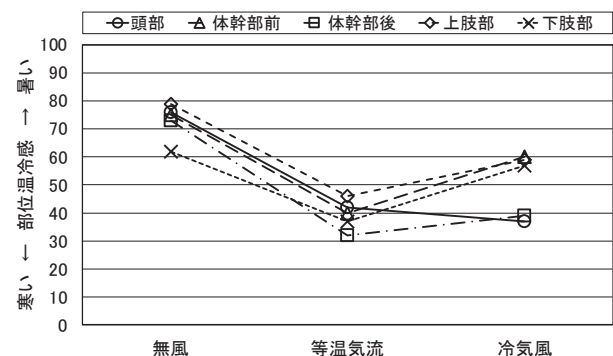


図4 M1条件と部位温冷感の関係

がやや肥満気味であり、気流を感じにくかったことや等温気流および冷気流の刺激が小さいことが原因であると考えられる。図6に示すように被験者M3では体幹部後の温冷感において、無風・等温気流・冷気流条件の順に寒い側の申告がみられたが、等温気流条件と冷気流条件での温冷感の差は見られなかった。これは、2つの条件の刺激の差が小さかったことが原因だと考えられる。図7に示すように被験者M4では体幹部後の温冷感において無風・等温気流・冷気流条件の順に寒い側への申告が見られた。他の部位でも同様の傾向がみられ、気流を曝露していない他の部位の温冷感にも影響を与えていたと考えられる。図8に示すように被験者M5では体幹部後の温冷感において無風・等温気流・冷気流条件の順に寒い側への申告が見られた。さらに等温気流および冷気流条件で無風条件より他の部位の温冷感が寒い側に移行し、気流を曝露していない他の部位の温冷感にも影響を与えていたと考えられる。

図9に各条件と背部の皮膚温の関係を示す。被験者M1、M2、M3、M5において、冷刺激を与えた背部の皮膚温が無風条件よりも等温気流および冷気流条件の方が低くなるのが分かった。そして無風条件と、等温気流および冷気流条件で背部の皮膚温で $0.8^{\circ}\text{C}\sim 1.3^{\circ}\text{C}$ の差が見られた。

図10に各条件と平均皮膚温の関係を示す。平均皮膚温は等温気流および冷気流を曝露させることで低下すると考えられるが今回の実験では等温気流および冷気流の刺激が小さく、気流を曝露させた面積が小さかったため条件による平均皮膚温の違いを見ることができなかった。

図11に背部の皮膚温と体幹部後の温冷感の関係を示す。被験者M1、M3、M5では相関係数が $0.72\sim 0.94$ となり正の相関が見られ、背部の皮膚温が低くなるほど体幹部後の温冷感が寒い側に移行した。被験者M2は正の相関であるが相関係数が 0.22 となり相関が弱く、これは体幹部後の温冷感における申告の幅が小さかったことが原因であると考えられる。M4では相関係数が 0.29 であり、負の相関が見られたのは冷気流条件での背部の皮膚温が無風および等温気流条件と比較すると高かったためであると考えられる。

図12に平均皮膚温と全身温冷感の関係を示す。被験者M2、M3、M5では相関係数が $0.88\sim 0.98$ となり正の相関が見られ、平均皮膚温が低いほど全身温冷感が寒い側に移行した。M1では相関係数が 0.99 であり負の相関が見られ、これは無風条件の平均皮膚温が、等温気流および冷気流条件よりも低かったためであると考えられる。M4では相関係数が 0.98 であり負の相関が見られ、これは無風条件の平均皮膚温が低く、冷気流条件で高かったためであると考えられる。

図13に体幹部後の温冷感と全身温冷感の関係を示す。すべての被験者で相関係数が $0.76\sim 1.00$ となり正の相関が見られ、体幹部後の温冷感が寒い申告になる

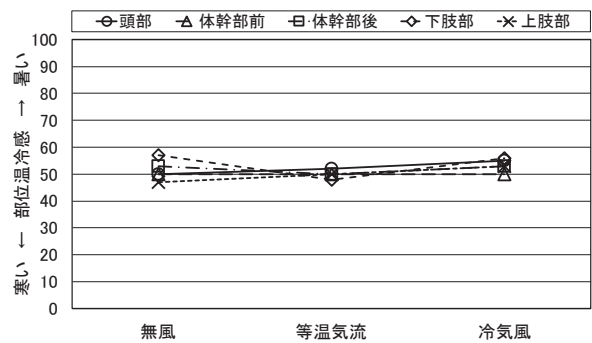


図5 M2条件と部位温冷感の関係

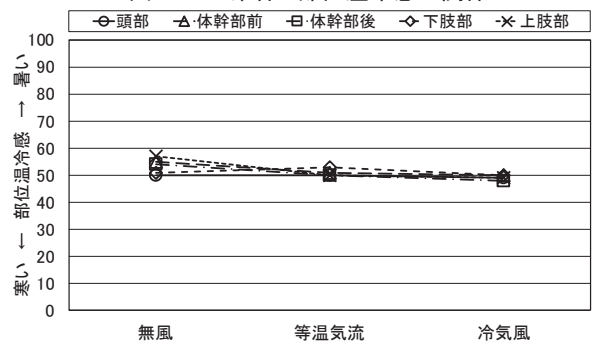


図6 M3条件と部位温冷感の関係

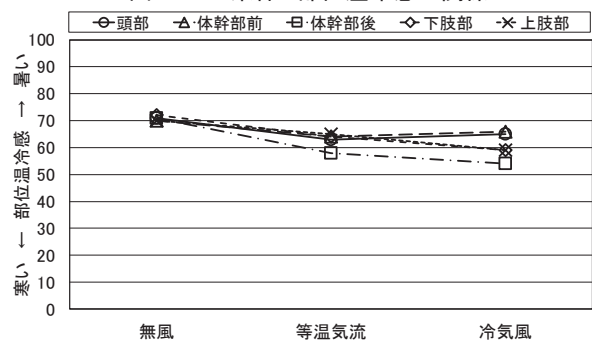


図7 M4条件と部位温冷感の関係

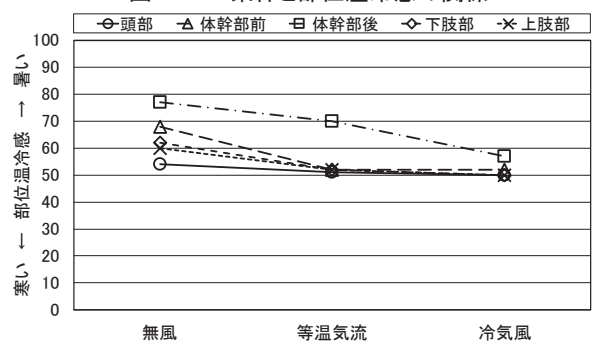


図8 M5条件と部位温冷感の関係

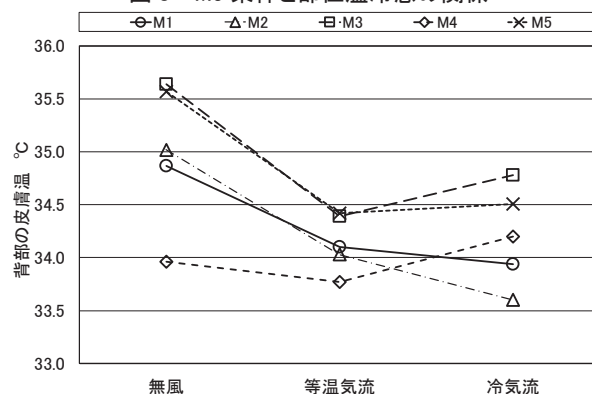


図9 各条件と背部の皮膚温の関係

ほど、全身温冷感も寒い側に移行した。

結論

本研究では夏季の温熱環境下において、局所等温気流・局所冷気流に曝露させる条件と曝露させない条件の比較をする実験を行い、くつろぐ空間で局所気流が皮膚温や皮膚熱流束といった生理反応、そして部位温冷感や全身温冷感といった心理反応に及ぼす影響を把握することとした。

その結果、被験者毎の各条件と部位温冷感の関係では、4名の被験者で等温気流および冷気流を当てることにより温冷感が寒い側に移行することが分かったが1名ではやや肥満であることや、等温および冷気流条件の刺激が小さいことが原因で条件による温冷感の違いを見ることができなかった。そして、背部の皮膚温では無風条件よりも等温気流および冷気流条件の方が低くなることが分かった。平均皮膚温では等温気流および冷気流の刺激が小さく気流を当てた面積が小さかったため条件による違いを見ることができなかった。背部の皮膚温と体幹部後の温冷感の関係では4名の被験者で正の相関が見られたが1名では冷気流条件での皮膚温が高いことが原因で負の相関が見られてしまった。平均皮膚温と全身温冷感の関係では3名の被験者で正の相関が見られ、2名の被験者では無風条件の平均皮膚温が低いことや冷気流条件で平均皮膚温が高いことが原因で負の相関が見られてしまった。そして、体幹部後の温冷感が寒い側に移行すると全身温冷感も寒い側に移行することが分かった。

おわりに

被験者として参加した摂南大学の学生に感謝の意を表します。本研究は、摂南大学の「人を対象とする研究倫理審査委員会」の審査を受けて承認を得た。

参考文献

- (1)久保博子、磯田憲生、梁瀬度子「夏期におけるスポット冷風の温熱的快適性に及ぼす影響に関する実験的研究」『日本建築学会計画系論文集』、1997年2月、pp31~37
- (2)久保博子、磯田憲生「夏期における冷風の温熱的快適性への影響について—家庭用エアコンからの冷風の場合—」『空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集』、1991年10月、pp857~860
- (3)西原直枝、長谷部ヤエ「局所冷刺激に対する人体特性の部位差」『日本正気象学会雑誌』、2003年、pp107~120
- (4)村上遥香、糸井高穂「温熱環境が生理・心理反応および知的生産性に及ぼす影響に関する研究—気流の違いに関する女性被験者実験—」『空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集』、2019年10月、pp9~12
- (5)岡本茂、近本智行、李明香、小崎麻莉奈「個別分散型エアコンを用いたパーソナル空調の検討(その13)局所気流が人体生理反応と温冷感に及ぼす影響」『空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集』、2016年9月、pp93~96

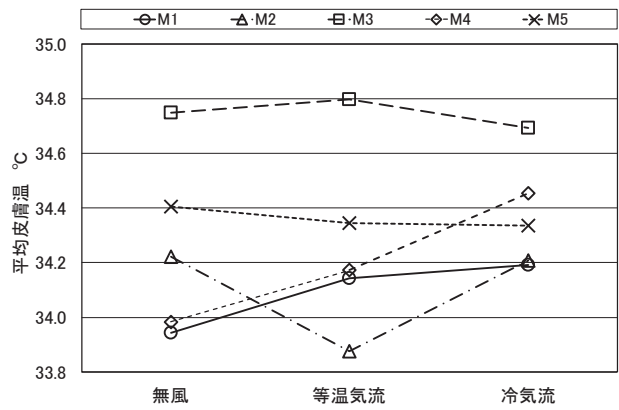


図10 各条件と平均皮膚温の関係

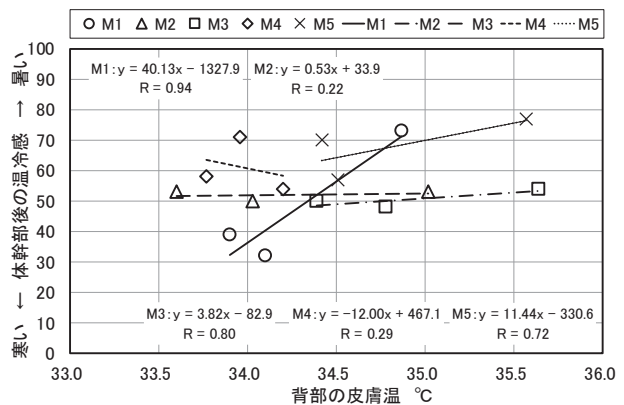


図11 背部の皮膚温と体幹部後の温冷感の関係

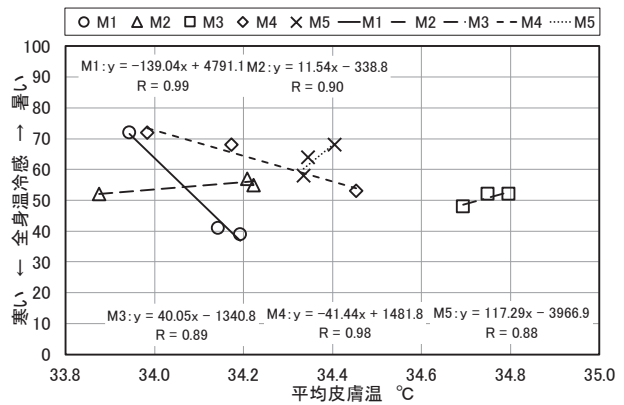


図12 平均皮膚温と全身温冷感の関係

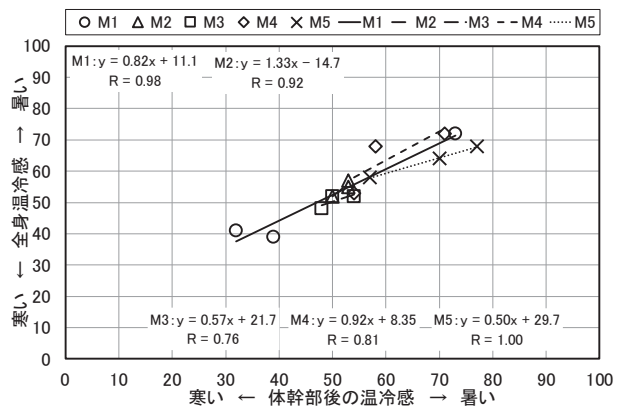


図13 体幹部後の温冷感と全身温冷感の関係

顕熱と潜熱の放熱量の違いが生理心理反応に及ぼす影響に関する研究

研究のタイプ [論文]

222097 米満 海玖人

指導教員 宮本 征一

研究の背景と目的

日本の梅雨から夏季にかけては、外気が高温高湿となり、換気などにより外気の取り込みがあると室内が高温多湿な蒸し暑い環境となる。そのため、冷房を用いて室温と湿度を低く調整することにより、心地よい温熱環境とすることが日常空間において行われている。また、夏季の外気温は年々上昇しており、冷房を使用する際のエネルギー消費の増大が危惧される。そのため、扇風機を併用することによって、気流による涼を得ることができ、比較的エネルギー消費を抑える工夫が一般的になされている。

環境と人体の熱流のバランスは、定常状態で、代謝(M)による産熱が対流(C)、熱放射(R)、蒸発(E)、伝導(Cd)による放熱と等しくなることが、人体の熱平衡式 $M=C+R+E+Cd$ で表される。このうち対流と蒸発による放熱は、対流熱伝達率に依存し、気流の影響を受けることが既知である。また、温度変化を伴う対流と放射による放熱は顕熱、温度変化を伴わない蒸発による放熱は潜熱として表される。

温熱環境の評価指標としては、これまでに数多く議論と提案がなされている。Gagge らの提案した標準新有効温度 (SET*) は、温熱 6 要素 (室温、平均放射温度、湿度、気流、着衣量、代謝量) を考慮して、ひとつの変数で評価することを目的としており、湿度が考慮された温冷感の指標として広く用いられている。深井らは、被験者実験を通して、冬季および夏季における SET* と温熱感覚の関係について検討しており、日本人の中立温感範囲は夏冬ほぼ等しく、SET* でおよそ 22~26℃となる結果を得ている¹⁾。川岸らは、被験者実験を通して、高湿度が心理に与える影響について検討しており、気温 28~29℃の範囲において、高湿度によって暑さを伴わない不快感が発生する可能性があるという結果を得ている²⁾。また熱的中立よりもわずかに暑熱側の条件においての被験者実験を行ったところ、乾湿感、ジメジメ感、ムシムシ感、ベタベタ感が不快感に影響する度合いが小さくないことを示している³⁾。持田らは、高湿度環境では低湿度環境に比べて平均皮膚温は相対的に小さく、濡れ面積率は高湿度環境の方が低湿度環境より相対的に大きくなっており、等しい温冷感を申告した時の平均皮膚温と濡れ面積率は一定の関係を保って変化する傾向があると示している⁴⁾。

本研究では、夏季の居住空間を想定した室内において、湿度および気流の組み合わせ条件が異なる環境下での顕熱と潜熱の放熱量の違いが生理心理反応に及ぼす影響を把握することとした。温熱環境指標である SET* と全身温冷感や乾湿感、熱的快適感との関係を示し、湿度の影響を明らかにすることとした。

研究計画

2025年8月25日から9月4日の期間に、図1に示す環境工学実験室内の恒温恒湿室 (Espec 製: TBR-3HAOPX) において被験者実験を行った。

恒温恒湿室は、天井全面からの吹出しで後方壁面下部より吸込む循環気流の形式である。無感気流条件では、人が知覚しない風速とするために通常の被験者実験で用いている循環気流の風量である 50% で制御して 0.15m/s 以下となるようにした。有感気流条件では、天井前方の 1/3 のみを吹出しとし、単位面積あたりの風量を大きくして、人が知覚する風速を得るために循環気流の風量を 100% で制御した。また、室内の中央部に透明ビニルシートを天井から垂らして被験者の顔への気流を避け、首から足までの範囲が均一な 0.50m/s の気流に曝露されるようにした。有感気流の条件では、音が大きくなるため、有感気流と無感気流の両方の条件において耳栓を着用させた。

表1に実験条件を示す。室温 30℃、平均放射温度 ≡ 室温、着衣量 0.3clo (半袖半ズボン)、代謝量 1.0met (椅座安静) とし、湿度は 30% と 70% の 2 条件、気流は 0.15m/s と 0.50m/s の 2 条件とし、それらを組み合わせた 4 条件で曝露した。SET* を算出すると、30%・0.50m/s 条件は 25.1℃、70%・0.50m/s 条件は 26.6℃、30%・0.15m/s 条件は 27.3℃、70%・0.15m/s 条件は 29.6℃であった。

図2に実験の手順を示す。前室には、各ゼミ室と環境工学実験室内を使用し、実験開始の30分前までに入室させた。実験室に入室後は、体調確認、実験の説明、

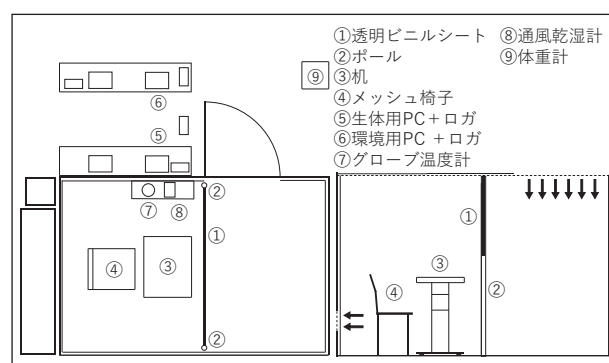


図1 恒温恒湿室の平面図・断面図 (有感気流条件)

表1 実験条件

室温	30℃			
平均放射温度	≡ 室温			
着衣量	0.3clo (半袖半ズボン)			
代謝量	1.0met (椅座安静)			
湿度	30%	70%	30%	70%
気流	0.50m/s	0.50m/s	0.15m/s	0.15m/s
SET*	25.1℃	26.6℃	27.3℃	29.6℃

着替えを行ってもらったこととした。曝露時間は、定常状態の生理心理反応を把握するため 60 分間とした。生理反応は、Hardy-Dubois7 点法を基に図 3 に示す全身 9 点（額部、胸部、腹部、背部、前腕部、手背部、大腿部、下腿部、足背部）において、熱流束センサー（江藤製：TypeS11A）で皮膚温と皮膚熱流束を 10 秒間隔で測定し、平均皮膚温（MST）と平均顕熱流量（MSH）を算出した。また、T 型熱電対で舌下温を測定した。曝露前後に体重を測定し、その減少量から平均潜熱流量（MLH）を算出した（式 1）。心理反応は、熱的快適感、全身温冷感、部位温冷感、乾湿感、発汗感を数値直線尺度で、部位快適感を快適か不快かの 2 段階尺度で、10 分間隔で申告させた。部位温冷感は、各条件での部位温冷感の申告値を Hardy-Dubois7 点法を基にして重みづけし、算出した。表 2 に被験者の青年男性 5 名の個人属性を示す。被験者には実験前に体質（暑がり、寒がり、冷え性、汗かき）、室温の好み、着衣の好みについて回答させた。すべての被験者の BMI は、19.2~23.5 の範囲となり、標準体型であった。

$$MLH = \frac{\Delta w \cdot r}{A_s} \quad \text{式 1}$$

Δw : 体重減少量 g/h

r : 水の蒸発潜熱 W · h/g

A_s : 体表面積 m²

結果・考察

図 4 に SET* と MST の関係を示す。SET* と MST の相関係数は 0.54~0.96 となり、すべての被験者で正の相関がみられた。また被験者 5 名の平均値において、相関係数が 0.95 となり正の相関が高くなった。このことから、SET* が高くなると MST は単調に増加することが分かった。

図 5 に SET* と潜熱流量の関係を示す。被験者 MC では、相関係数が 0.87 となり負の相関が高くなった。被験者 MA、MD、ME では、相関係数が 0.03~0.40 となり負の相関が低くなった。被験者 MB では、相関係数が 0.37 となり正の相関が低くなった。また被験者 5 名の平均値では、相関係数が 0.30 となり負の相関が低くなった。このことから、SET* と潜熱流量の間では相関はなかったが、すべての被験者において、同気流条件下において、低湿度である 30% 条件の方が高湿度である 70% 条件より潜熱流量が多くなることが分かった。

図 6 に MST と部位温冷感、全身温冷感の関係を示す。MST と部位温冷感は、被験者 MC、MD、ME では相関係数が 0.67~0.78 となり正の相関が高くなった。被験者 MA、MB では相関係数が 0.47 となり相関が低くなった。MST と全身温冷感は、被験者 MB、MC、MD では相関係数が 0.64~0.97 となり正の相関が高くなった。被験者 MA では相関係数が 0.87 となり負の相関が高くなった。これは、今回の曝露条件での温冷感の違いが小さかったことによるものと考えられる。被験者 ME では相関係数が 0.11 となり相関が低くなった。これは、全身温冷感の申告値の幅が小さかったことに

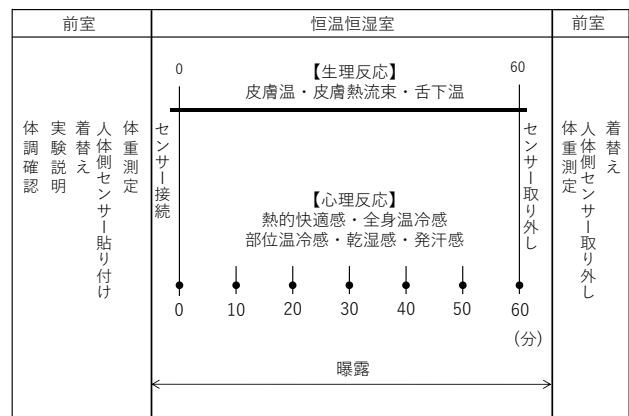


図 2 実験手順

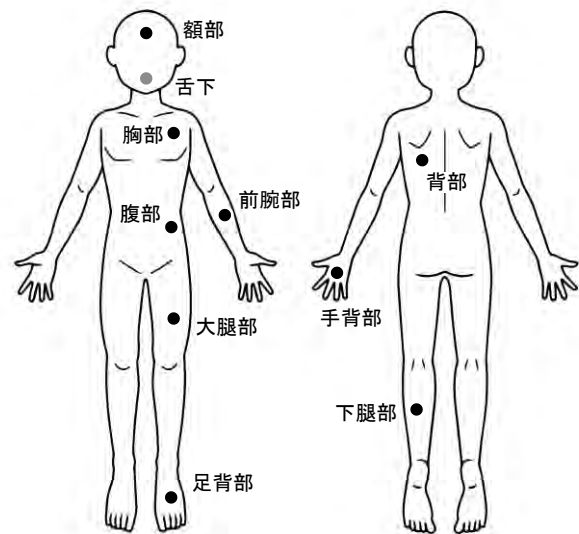


図 3 皮膚温と皮膚熱流束の測定点

表 2 被験者の個人属性

被験者	MA	MB	MC	MD	ME
年齢	21	21	21	21	20
身長 cm	165.1	168.0	174.7	179.8	174.0
体重 kg	52.7	54.2	68.5	76.0	67.4
BMI	19.3	19.2	22.4	23.5	22.3
体表面積 m ²	1.57	1.61	1.83	1.95	1.81
体質	暑がり	②	②	①	①
	寒がり	④	③	③	③
	冷え性	④	②	④	④
	汗かき	③	②	②	①
室温の好み	ふつう	やや低め	ふつう	やや低め	やや低め
着衣の好み	やや薄着	薄着	やや薄着	薄着	薄着

① : とても、② : ~、③ : やや、④ : ~ではない

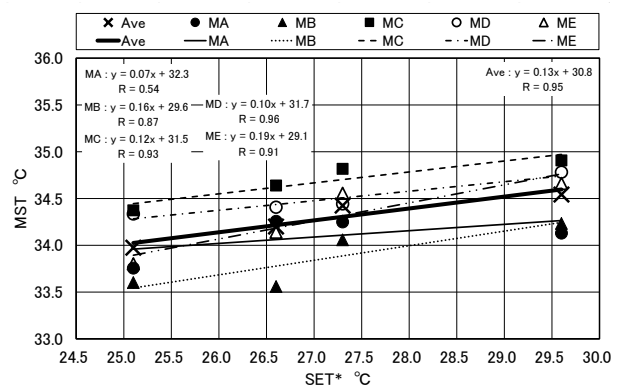


図 4 SET* と MST の関係

よるものであると考えられる。このことから、被験者 4 名において、MST が高くなると全身温冷感は暑い側に移行することが分かった。続いて、全身温冷感と重みづけされた部位温冷感の差に着目する。9 段階温冷感尺度の 1 目盛り分に相当する 12.5、0.5 目盛り分に相当する 6.25 を基準とすると、被験者 MA、MB、MC、ME では 4 条件すべてにおいて 6.25 未満となり、全身温冷感と重みづけされた部位温冷感の間で申告値の相違はないと考えられる。被験者 MD では、SET* が 25.1°C 条件での差が 7.7、27.3°C 条件での差が 12.0 となり、9 段階温冷感尺度の 1 目盛り分には達さないものの、0.5 目盛り分以上の差が見られた。これは、SET* が 25.1°C、27.3°C 条件での足背の部位温冷感が低いことが原因であると考えられ、その部位に注視した寒い側の申告となったことが影響していると考えられる。このことから、全身温冷感と部位温冷感の申告において、相違はないと考えられる。

図 7 に潜熱流量と乾湿感の関係を示す。潜熱流量と乾湿感の相関係数は 0.49~0.91 となり、すべての被験者で負の相関がみられた。このことから、潜熱流量が多くなると乾湿感は乾いた側に移行した。

図 8 に潜熱流量と熱的快適感の関係を示す。被験者 MC、MD、ME では相関係数が 0.50~0.79 となり正の相関がみられた。被験者 MA、MB では相関係数が 0.17、0.34 となり相関が低くなった。このことから、潜熱流量が多くなると熱的快適感は快適側に移行した。

図 9 に SET* と全身温冷感の関係を示す。SET* と全身温冷感、被験者 MB、MC、MD では相関係数が 0.85~0.89 となり正の相関が高くなった。被験者 MA、ME では相関係数が 0.07 と 0.31 となり相関は低くなった。これは、申告値の幅が小さかったことによるものであると考えられる。被験者 5 名の平均値では相関係数が 0.95 となり正の相関が高くなった。これらのことから、SET* が高くなると全身温冷感暑い側に移行した。

図 10 に SET* と乾湿感の関係を示す。すべての被験者で、相関係数が 0.60~0.87 となり正の相関が高くなった。被験者 5 名の平均値では、相関係数が 0.73 となり正の相関が高くなった。しかし、被験者 5 名とも 70% 条件の方が 30% 条件より湿った側となった。被験者 5 名の平均値でも同様に 70% 条件の方が 30% 条件より湿った側となった。

図 11 に SET* と熱的快適感の関係を示す。すべての被験者で、相関係数が 0.52~0.84 となり負の相関がみられた。被験者 5 名の平均値では、相関係数が 0.81 となり負の相関が高くなった。また、被験者 MC では SET* が高くなるほど不快側となったが、被験者 MA、MB、MD、ME では SET* が低い 70%・0.50m/s 条件の方が SET* が高い 30%・0.15m/s 条件より不快側を申告した。被験者 5 名の平均値でも同じく SET* が低い 70%・0.50m/s 条件の方が SET* が高い 30%・0.15m/s 条件より不快側を申告した。

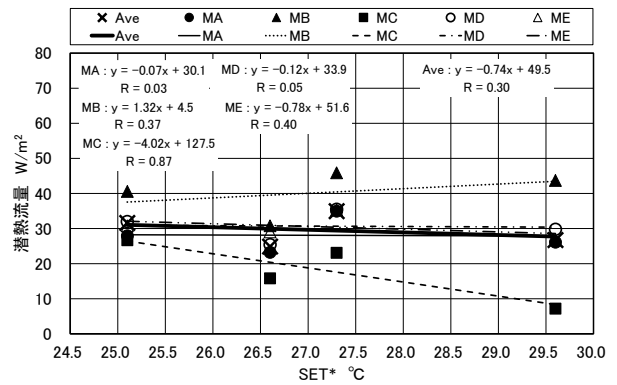


図 5 SET*と潜熱流量の関係

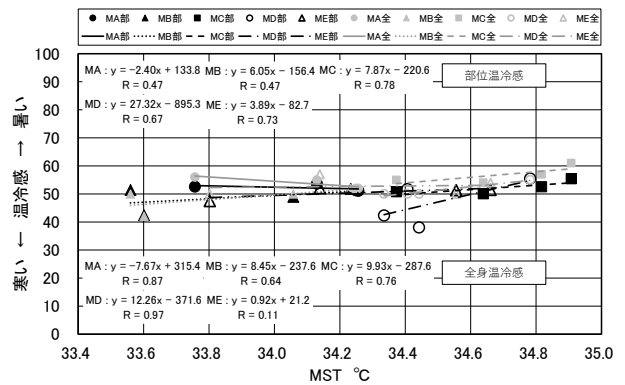


図 6 MSTと部位温冷感・全身温冷感の関係

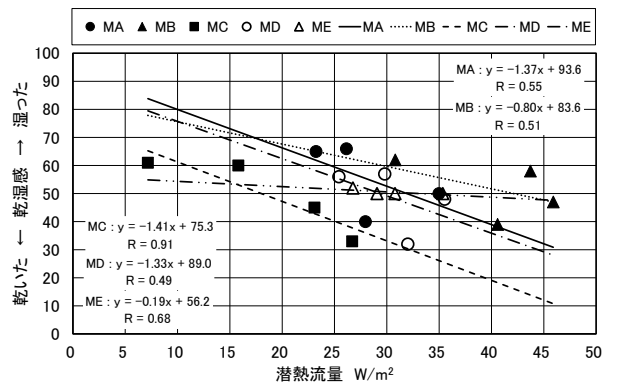


図 7 潜熱流量と乾湿感の関係

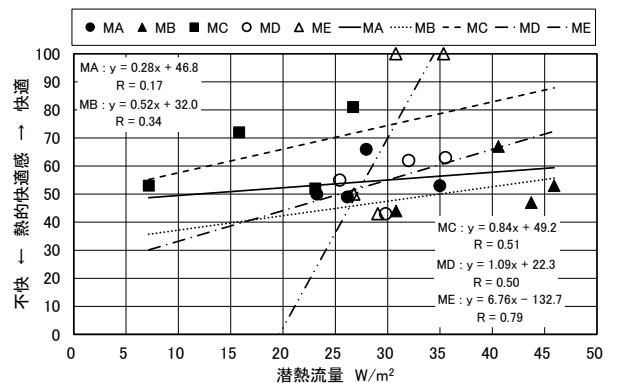


図 8 潜熱流量と熱的快適感の関係

図 12 に被験者 5 名の平均値における SET* と MST、全身温冷感、乾湿感、熱的快適感をまとめて示す。SET* が高くなると MST が上昇し、全身温冷感も暑い側に移行することとなった。また、乾湿感も低湿の 30% 条件のほうが高湿の 70% 条件よりも乾いた側に移行した。熱的快適感も、SET* に関わらず、低湿の 30% 条件のほうが高湿の 70% 条件よりも快適側に移行した。

結論

恒温恒湿室内にて、低湿度条件または高湿度条件と無感気流条件または有感気流条件を組み合わせた 4 条件で青年男性 5 名を被験者とした生理心理反応を測定する実験を行った。その結果、潜熱流量が多くなると乾湿感も乾いた側に移行し、熱的快適感も快適側に移行した。また、MST は SET* が高くなると上昇し、全身温冷感もそれに伴って単調に暑い側に移行することとなった。しかし、熱的快適感も、被験者 4 名において SET* が高くなると不快側に単調に移行するのではなく、低湿度である 30% 条件のほうが高湿度である 70% 条件より快適側に申告することとなった。このことから、暑熱環境下では、SET* が高い条件であっても、乾いたと知覚する環境のほうが快適側に申告することが明らかとなり、熱的快適感には乾湿感が影響を及ぼしていると考えられる。

おわりに

被験者として参加した摂南大学の学生に感謝の意を表します。本研究は、摂南大学の「人を対象とする研究倫理審査委員会」の審査を受けて承認を得た。

参考文献

- 1) 深井一夫、伊藤宏、後藤滋、阿久井哲、斎藤純司 (1993) : 標準新有効温度 (SET*) と日本人の温熱感覚に関する実験的研究 第 2 報-冬季および夏季における温熱感覚の比較、空気調和・衛生工学会論文集、18 巻 51 号、pp.139-147
- 2) 川岸佑衣果、高田暁 (2020) : 高湿度が不快感に及ぼす影響に関する研究、第 44 回人間-生活環境系シンポジウム報告集、pp.59-62
- 3) 川岸佑衣果、高田暁 (2022) : 熱的中立よりわずかに暑熱側の条件における高湿度が不快感に及ぼす影響、日本建築学会環境系論文集、87 巻 792 号、pp.84-93
- 4) 持田徹、嶋倉一實、堅田兼史、佐古井智紀、長野克則 (1999) : 等しい温熱感を申告した時の平均皮膚温とぬれ面積率の関係に関する基礎的研究、空気調和・衛生工学会論文集、24 巻 72 号、pp.107-116
- 5) SET* 委員会 (2005) : SET* 委員会報告書、人間と生活環境、12、pp.75-99
- 6) 日本建築学会 (2014) : 温熱心理・生理測定法基準・同解説、pp.3-42
- 7) 下出雅徳・環境工学教科書研究会 (2020) : 環境工学教科書 (第三版)、株式会社彰国社
- 8) 仙田満ら (2016) : シリーズ地球環境建築・入門編 地球環境のすすめ第二版、株式会社彰国社

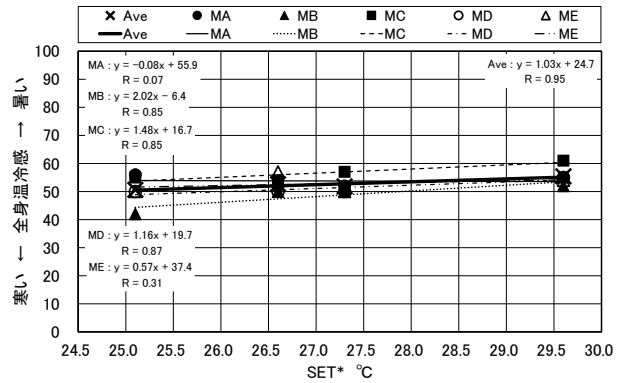


図 9 SET*と全身温冷感の関係

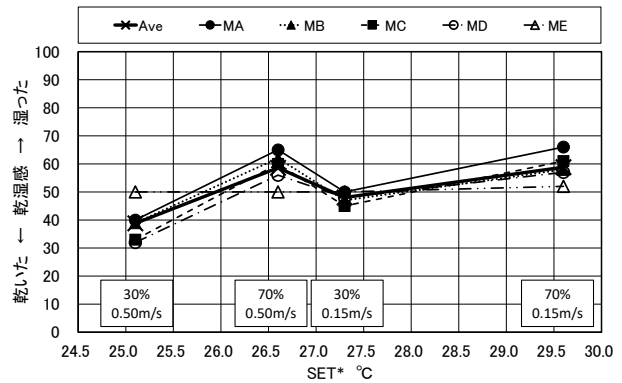


図 10 SET*と乾湿感の関係

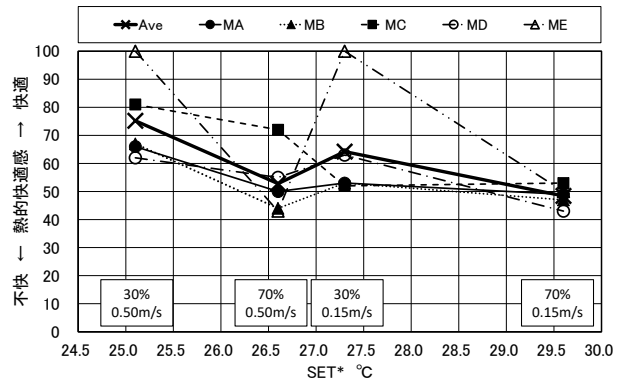


図 11 SET*と熱的快適感の関係

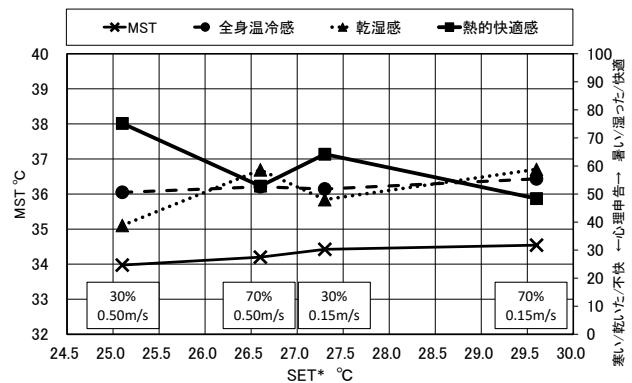


図 12 被験者 5 名の平均値における SET*と MST・心理反応の関係

鴻ノ池運動公園（奈良市）を対象とした災害時計画案の作成と考察 ＝全国の防災公園への展開＝

研究のタイプ [論文]
222049 杉本 万波
指導教員 池内 淳子

研究背景と目的

鴻ノ池運動公園¹⁾とは奈良市が設置したスポーツ公園である(図1)。県道44号線沿いの北西側に野球場、また公園中央には陸上競技場などがある。その他スポーツ施設として中央体育館、中央武道場、補助競技場、投てき練習場、テニスコートおよび多目的広場などがあり、奈良市の日常時および災害時両方の重要な拠点である。しかし鴻ノ池運動公園の災害時計画は具体的ではなく、日常時機能の特徴を生かしきれているか不明である。そこで本研究では、鴻ノ池運動公園と同様の、全国の防災公園の日常時および災害時の機能を調査し、鴻ノ池運動公園の特徴を知る。また、鴻ノ池運動公園の災害時計画を作成し、疑問点について解決策を調査する。解決策を反映した最終案を作成し全国の防災公園への展開を踏まえて考察する。

研究方法

鴻ノ池運動公園の日常時機能を調査する。鴻ノ池運動公園と同様の、全国の防災公園の日常時および災害時の機能を調査し、鴻ノ池運動公園の特徴を知る。また鴻ノ池運動公園の災害時計画を作成し、疑問点について解決策を調査する。解決策を反映した最終案を作成し、全国の防災公園への展開を踏まえて考察する。

結果と考察

図1に鴻ノ池運動公園の施設概要²⁾を示す。入口(図中▲と★)は全部で13カ所あり、ゲートのある入口(図中★)は8カ所であった。入り口には、鍵がかかっている場所や、移動可能なコーンが設置されている場所があった。駐車台数を現地調査したところ、中央駐車場や中央広場は合計453台、中央体育館前は44台であり、公園合体で710台駐車可能であった。

表1に全国の防災公園の抽出概要³⁾を示す。抽出した公園は全部で18カ所であり、そのうち県営は2カ所、市営は16カ所であった。また奈良県内の防災公園は8カ所を挙げる事ができた。公園情報は、各公園や管理行政団体のホームページから取得した。

図2に16公園の面積と対象市町人口について示す。三木総合防災公園(兵庫県)と樫原公苑(奈良県)は県営のため比較対象外とした。図2によると、15ha以上では人口が増加するとともに、面積も大きくなる傾向にあった。鴻ノ池運動公園は面積が27.8haの公園であった。一方、北上総合運動公園(北上市)は人口が少ない割に面積は広く、鳳公園(堺市)は面積が最も小さいが対象人口が80万人と多いことが分かった。

図3に公園の災害時機能(施設別合計)を示す。鴻ノ池運動公園は災害時機能が13個計画されていた。

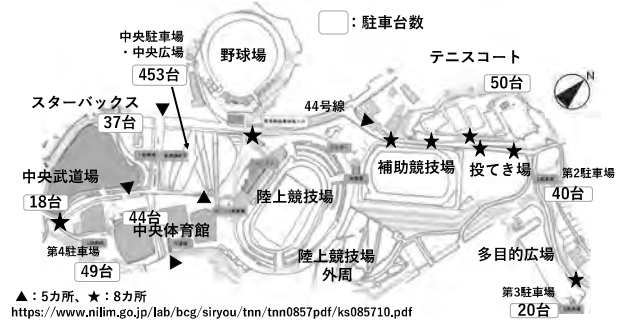


図1 鴻ノ池運動公園の施設概要²⁾より改

表1 全国の防災公園の抽出概要

調査日	2025年6月4日～7月29日
抽出方法	文献1により抽出し各公園や管理行政団体のHPから情報を取得
抽出結果 (18公園)	鴻ノ池運動公園(奈良市)、美濃市運動公園(美濃市)、鳳公園(堺市)、長岡市民防災公園(長岡市)、三木総合防災公園(兵庫県)、樫原公苑(奈良県)、樫原運動公園(樫原市)、曾我川緑地公園(樫原市)、大和郡山市総合公園(郡山市)、上野公園(五條市)、生駒山麓公園(生駒市)、平成榛原子供のもり公園(宇陀市)、など

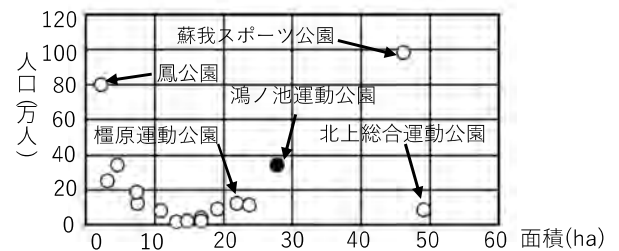


図2 16公園の面積と対象市町人口

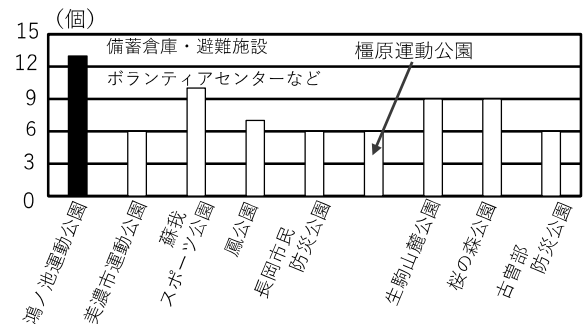


図3 公園の災害時機能(施設別合計)

一方、樫原運動公園は6個のみ計画されていた。これら2つの公園は同じ奈良県内にあり、野球場など日常時機能は同数であった。しかし、災害時機能の数には図3のように倍以上の差があることが分かった。樫原運動公園は、広場に災害時機能の計画がなされていないこと、また屋内建物が少ないことが、災害時機能数が少ない理由である。このように他の公園でも日常時機能数に比べて災害時機能数が少ない例では、同様の理由であった。

図4に災害時施設別合計（18公園合計）を示す。図中の黒は鴻ノ池運動公園であり、白は鴻ノ池運動公園以外の17公園の合計である。一番多い災害時施設は備蓄倉庫であり、15公園で計画されていたが鴻ノ池運動公園にはなかった。避難所①は鴻ノ池運動公園を含め12公園で計画されていた。また避難所②とペット同伴施設は、鴻ノ池運動公園のみ計画されていることがわかった。以上のことから、鴻ノ池運動公園は災害時の計画に具体性が高く、役割も多いことが分かった。

奈良市防災会議²⁾では、「鴻ノ池運動公園の活用方針について」が令和6年に示された（以降、奈良市旧案と呼ぶ）。一方、奈良市は「大規模災害時の鴻ノ池運動公園の活用に関する計画」⁴⁾を令和7年10月に発表した（以降、奈良市新案と呼ぶ）。奈良市新案は、本研究推進中の発表であったため、本研究案で作成する計画案は奈良市旧案に基づきまとめる。一方、最終案は奈良市新案と照合する。

図5に本研究における災害時計画のエリア分けについて示す。奈良市旧案では、野球場は自衛隊活動拠点へ、陸上競技場はボランティアセンターへ、体育館など屋内建物は避難施設へ、災害時に展開される計画であった²⁾。本研究では、公園内を図5に示すようにA～Fの6つのエリアにわけた。また奈良市旧案において災害時計画がなされていない場所をEエリアとした。

図6にAエリアの初期案を示す。日常時は452台駐車できる。一方、奈良市旧案によると、災害時には大型テントが設置され、図内黒線の矢印のように運搬車用動線が計画されている。本研究の初期案としては、大型テント8m×5mを38張配置し、運搬車と避難者の車両が重なり合わないよう点線の矢印を動線とした。一方、駐車台数が何台減るのか、また大型テントに一時保管する支援物資とは具体的に何か、などの疑問点が挙げられた。

図7にBエリアの初期案を示す。日常時は、中央武道場や中央体育館などがあり、111台分の駐車場がある。奈良市旧案によると、災害時計画では建物全てが避難施設となる。本研究の初期案として、駐車場は日常利用111台をそのまま確保し、車の動線は黒線矢印とした。これにより、仮設トイレの設置や、福祉トイレの有無について、また駐車台数は何台減るのか、などの疑問点が挙げられた。また、そもそも鴻ノ池運動公園には、誰が何人避難してくるのか、も疑問点として挙げられた。

表2に鴻ノ池運動公園の想定避難者数を示す。初期案において、避難者数やトイレの設置台数などが疑問点として挙げられた。そこで表2では避難者数を想定した。中央体育館の延床面積は6002.36m²であり、奈良市旧案によると避難者数は5818人と決められていた。よって、1人当たりの避難面積は1.062m²と計算できた。Bエリアの避難施設における避難者数を床面積から算出したところ、合計8365人となった。スフィア基準³⁾では避難者20人に1基のトイレが必要とさ

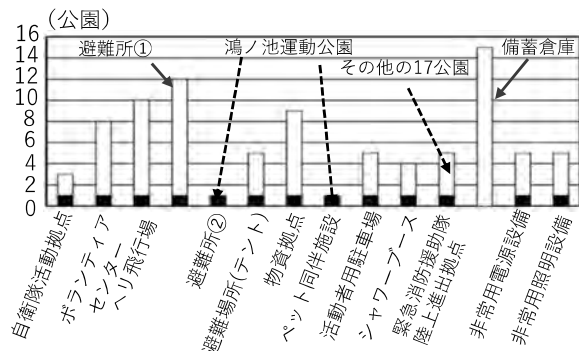


図4 災害時施設別合計（18公園合計）

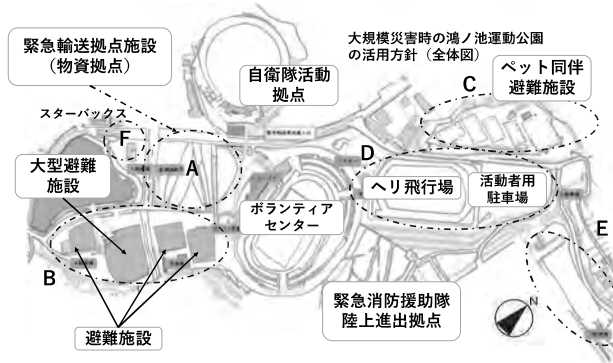


図5 本研究における災害時計画のエリア分け²⁾より改

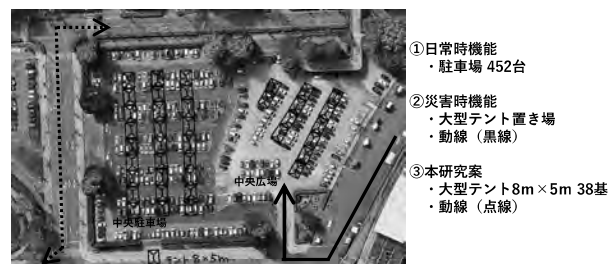


図6 Aエリアの初期案



図7 Bエリアの初期案

表2 鴻ノ池運動公園の想定避難者数

エリア	建物名・建物延床面積	避難者数	トイレ個数
A	中央駐車場	無し	女(217)
B	中央体育館(6002.36m ²)	5818*人	女(97)、福祉(24)
	中央武道場(2451.787m ²)	929人	男(28)、福祉(10)
	中央第2体育館(1273.00m ²)	678人	無し
	中央第2武道場(2007.03m ²)	940人	無し
F	スターバックス	無し	男(76)
合計	「避難者数」8365人、「トイレ個数」女(314)、男(104)、福祉(34)		

*奈良市旧案²⁾より

れており、男女区分は1対3と定めている。避難者数8365人に必要なトイレは女子トイレ314基、男子トイレ104基と算出できた。また同スフィア基準³⁾では福祉トイレの数を避難者250人に1基とされており、福祉トイレは34基必要となった。表2内各エリアのトイレ配置数については後述する。

表3にAエリア最終案と奈良市新案との照合を示す。最終案は図6で示した初期案と同じく物資拠点とした。まず現地調査により、Aエリアは左右の移動が制限されていることが分かった(表3内中央)。また、Bエリアに全てのトイレを配置できないため、Bエリアに近い部分にトイレを配置することとした。その結果、左上がテントエリア、左下がトイレエリア、右が駐車場エリアとなった。テントエリアの大型テントは初期案同様、8.0m×5.0mを3張ずつ並列に配置したところ6張配置できた。トイレについては、安全面を考え女子トイレのみとし表3のように9基ずつまとめて配置すると199基配置できた。駐車場については、動線は黒矢印とし、白線で114台分示した。またテントへの物資運搬車用とトイレくみ取り用動線は、黒点線で示した。奈良市新案におけるAエリアは、物資拠点・搬送場所であり、大型テント4張に水や食料品などを収容すると記載されていた。Aエリアには他にも、本部用テントやゴミ置き場の設置が計画されていた。一方、駐車場の計画や、トイレの計画はなかった。

表4にBエリア最終案と奈良市計画との照合を示す。最終案では、避難者のための福祉トイレ34基と洗面10台を優先的に配置しトイレも設置する、とした。福祉トイレのサイズ⁹⁾は2.0m×2.0mとし、駐車場の白線2台分に2基ずつ設置し1ユニットとした。ユニット間は、車椅子が通れるように約1.0~1.2m確保し、トイレの入口は避難施設側へ向け、洗面はトイレの近くに設置した。次に黒丸エリア内に女子トイレ115基と男子トイレ28基、および洗面13台を配置した。ここで中央第2体育館など(表4内③、④)は、建物前が狭いためトイレを配置しなかった。また初期案(図7)で計画していた建物前の駐車場は、トイレ配置を優先し、建物裏の49台のみとした。奈良市新案におけるBエリアは、中央体育館「一般エリア」の避難人数580人に対し、女子トイレ9基、男子トイレ3基が計画されていた。またBエリアの避難者総数は1340人であり、本研究の想定避難者数(8365人)とは7025人の差があった。さらに、奈良市新案におけるトイレは避難者50人に1基で算出されており、女子トイレ25基と男子トイレ7基が計画されていた。一方、福祉トイレの計画や洗面の計画が無いことも分かった。

表5にCエリア最終案と奈良市計画との照合を示す。Cエリアは初期案も最終案もペット同伴避難施設である。初期案ではテニスコート1面にテント4張を配置し、合計40張とした。テントの大きさは、3.0m×4.4mとし、駐車場は日常利用の50台とした。最終案では、テントの数と大きさは初期案と同じとし、テント1張に5人ずつ合計200人が避難するとした。駐車場はテント40張に合わせて40台とし、残りスペースにトイレを配置した。トイレ台数はスフィア基準⁹⁾に基づき、女子トイレ22基、男子トイレ8基とした。また、洗面は4台とした。奈良市新案におけるCエリアはペット同伴避難施設となる。テントは10張であ

表3 Aエリア最終案と奈良市新案との照合

最終案 <物資拠点>	大型テント 6張(8.0m×5.0m 3張ずつを並列) 駐車場 114台、トイレ 199基(女子)、洗面21台
奈良市新案 <物資搬入・搬送場所>	大型テント 4張(並列に配置)、本部用テント、 ゴミ置き場、駐車場・計画無し、トイレ・計画無し ※大型テント収容物 ①水(2L×6本入り基準)、 ②水(上記、その他形態のもの)、③食料品(消費 期限の短いもの)、④食料品(長いもの)、など

表4 Bエリア最終案と奈良市新案との照合

最終案<避難施設>	①トイレ 115基(女子)、24基(福祉)、洗面 10台 (設置場所 入り口近く) ②トイレ 28基(男子)、10基(福祉)、洗面 3台 (設置場所 入り口近く) ③、④トイレ無し 駐車場 49台
奈良市新案 <避難施設>	①「一般エリア」580人、トイレ 9基(女子)、3基(男子) ②「救護エリア」250人、ゴミ置き場 トイレ 2基(男子)、6基(女子) ③「女子・子供エリア」200人、ゴミ置き場 トイレ 4基(女子) ④「要配慮者」310人、トイレ 2基(男子)、6基(女子)

表5 Cエリア最終案と奈良市新案との照合

初期案 <ペット同伴 避難施設>	ペットと飼い主用テント 3.0m×4.4m(40張) (1家族1張) 駐車場 50台 (車中泊用)
最終案 <ペット同伴 避難施設>	テント 40張(1面に4張 3.0m×4.4m)、(1家族1張) 200人 テント内にペットも入れるものとする トイレ 22基(女子)、8基(男子)、洗面 4台)、駐車場 40台
奈良市新案 <ペット同伴 避難施設>	収容人数 1000人 各コート・エアータント(36m ²) 10張 (エアータント内に飼い主を集め、テント近傍にケージを配置) トイレ 15基(女子)、5基(男子)、ゴミ置き場・物資置き場 同受付・本部室

り、テニスコート1面に1張と推測される。また避難者数は1000人とされており、テント1張に10人ずつ避難することも推測できる。トイレは女子トイレ15基、男子トイレ5基と記載されていた。

表6に D,E,F エリア最終案と奈良市新案との照合を示す。D エリアは、初期案も最終案も活動者用駐車場とした。活動者用駐車場とは、ボランティアセンターや避難施設にきた支援者の車両を駐車するスペースである。D エリアは日常的に駐車場として使用されていないため、駐車用の白線がない。よって、1 台分の駐車スペースを 2.5m×5.0m とし、242 台駐車可能な白線を示した。また最終案では、D エリアにもトイレを 10 基配置した。その結果、駐車台数は 220 台となった。奈良市新案では予備駐車場となっていたが、駐車可能台数や、誰のための駐車場なのかは記載されていなかった。次に E エリアは、初期案も最終案も B エリアの避難者用駐車場とした。1 台分の駐車スペースを 2.5m×5.0m とし、144 台駐車可能な白線で示した。最終案では、駐車台数をできる限り多くするように変更したところ、268 台が駐車可能となった。奈良市新案では、E エリアの計画がないことが分かった。次に F エリアは県道 44 号線沿いであるため、初期案では活動者用駐車場とした。駐車場は日常利用 37 台をそのまま確保した。最終案では、A エリアにも B エリアにも入りきらなかった男子トイレ 76 基を配置した。また、出入りの際の車両動線が交わらないようにしたところ 20 台が駐車可能となった。よってこの 20 台は避難者受付用駐車場とした。奈良市新案は、F エリアの計画もなされていなかった。

本研究では、鴻ノ池運動公園を対象に災害時計画案を作成した。このような計画案を全国の防災公園に展開し作成する際の手法を表7に示す。Step 1 として、図3および図4のような災害時機能を条件として確定する必要がある。また、表2に示したような想定避難者数を算出し、スフィア基準に基づくトイレ個数を決定することも必要である。次に Step 2 として、仮設トイレの設置方法とセキュリティの考え方を整理し、洗面の位置などを検討する必要がある。これらは本研究において検討した事項であり、全国どの防災公園の災害時計画案作成時でも検討が必要である。一方、本研究では、公園内の鍵がかかっている場所を災害時に開ける方法や災害時駐車場への誘導方法、またトイレの衛生面が未検討事項であった。これらについても Step 3 として検討する必要がある。今後は、全国どの防災公園でも、条件を確定し、これら項目を検討することで、より具体的な災害時計画を作成していくことが重要である。

結論

本研究では、鴻ノ池運動公園と同様の、全国の防災公園の日常時および災害時の機能を調査した。その結果、鴻ノ池運動公園にはその他公園にはないペット同伴避難施設が計画されていた。よって鴻ノ池運動公園は災害時の計画に具体性が高く、役割も多いことが分かった。次に鴻ノ池運動公園の災害時計画の初期案を作成した。A エリアには大型テント 38 張を配置し、B エリアは駐車場 111 台と動線を示した。一方、初期案

表6 D, E, F エリア最終案と奈良市新案との照合

D エリア		初期案 <活動者用駐車場> 駐車場 242台 最終案 <活動者用駐車場> 駐車場 220台、トイレ 2基(男子)、8基(女子)、洗面 3台 奈良市新案 <予備駐車場>
E エリア		初期案 <避難者用駐車場> 駐車場 144台 最終案 <避難者用駐車場> 駐車場 268台 奈良市新案 <計画無し>
F エリア		初期案 <活動者用駐車場> 駐車場 37台 最終案 <避難者受付用駐車場> 駐車場 20台、 トイレ 76基(男子) 奈良市新案 <計画無し>

表7 全国の防災公園への展開

Step1	➡	条件を確定
災害時機能の確定、想定避難者数を算出 ⇒スフィア基準に基づくトイレ個数と洗面の個数を決定する		
Step2	➡	検討1 (本研究の検討事項)
仮設トイレの設置方法とセキュリティの考え方、洗面の設置位置など		
Step3	➡	検討2 (本研究の未検討事項)
公園内の鍵がかかっている入口を災害時に開ける方法、災害時駐車場への誘導方法、トイレの衛生面		

において、避難者数やトイレの設置台数などが疑問点として挙げられた。そこで避難施設の床面積から避難者数を想定したところ 8365 人となった。また男女トイレ 418 基、福祉トイレ 34 基が必要であることが分かった。A エリア最終案には大型テント 6 張と女子トイレ 199 基、駐車場 114 台を配置した。C エリアはテント 40 張、男女トイレ 30 基等を配置し、ペット同伴避難施設とした。これら最終案を奈良市最新の災害時計画と照合をしたところ、奈良市新案は避難者数が 7025 人少なく、男女トイレも 396 基少なかった。本研究では、鍵の解錠方法や災害時駐車場への誘導方法等が未検討である。今後は、全国どの防災公園でも、想定避難者数やトイレ個数などの条件を確定し、洗面の設置位置などを検討することで、より具体的な災害時計画を作成していくことが重要である。

参考文献

- 1) 奈良市ホームページ、鴻ノ池運動公園、
<https://www.city.nara.lg.jp/uploaded/attachment/19674.pdf>、閲覧日 2025 年 5 月 27 日
- 2) 奈良市ホームページ、令和 6 年奈良市防災会議
<https://www.city.nara.lg.jp/uploaded/attachment/187243.pdf>、閲覧日 2025 年 5 月 29 日
- 3) 国土技術政策総合研究所、防災公園の設備・活用に関する事例集、
<https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoutn/tnn0857pdf/ks085710.pdf>、閲覧日 2025 年 6 月 4 日
- 4) 奈良市ホームページ、大規模災害時の鴻ノ池運動公園の活用に関する計画、
<https://www.city.nara.lg.jp/uploaded/attachment/202380.pdf>、閲覧日 2025 年 11 月 26 日
- 5) スフィア基準、避難所における トイレの確保・管理ガイドライン、
https://www.bousai.go.jp/taisaku/hinanjo/pdf/2412hinanjo_toilet_guideline.pdf、閲覧日 2025 年 10 月 29 日
- 6) トイレのサイズ、仮設トイレの種類と選び方、
<https://www.mikawa-kainos.com/%E4%BB%AE%E8%A8%AD%E3%83%88%E3%82%A4%E3%83%AC%E3%81%AE%E7%A8%AE%E9%A1%9E%E3%81%A8%E9%81%B8%E3%81%B3%E6%96%B9/>、閲覧日 2025 年 10 月 29 日

大規模災害を想定した病院の立地特性指標の提案 —奈良県内 75 病院を対象として—

研究のタイプ [論文]

222056 竹中 幹人

指導教員 池内 淳子

研究背景と目的

熊本地震で建物が一部損傷した阿蘇立野病院¹⁾は、裏山の土砂崩れの危険性が高くなり、一時閉鎖された。2018年の西日本豪雨では、まび記念病院²⁾の1階が水没する被害も発生した。このように病院の防災力向上には、水害・土砂災害等、立地面の検討も必要である。池内ら³⁾が作成した病院防災力診断指標では、立地面に関して、地震の揺れやすさと津波被害想定を用いて判定されている。しかし立地の脆弱性を示すには、浸水や土砂災害等の指標も必要である。そこで本研究では、奈良県内 75 病院を対象とし、立地特性指標を試作する。結果をランク付けし、病院特性を用いて分析することで、病院の立地特性指標を提案する。

研究方法

既存文献⁴⁾から奈良県の過去の災害について調査する。奈良県内 75 病院の病床数や診療科数など病院特性を調査する。病院が立地している市町のハザードマップから水害・土砂災害のリスクを調査し、立地特性指標を試作する。結果をランク付けし、病院特性を用いて分析することで、病院の立地特性指標を提案する。

結果と考察

図 1 に奈良県の管轄保健所と病院数を示す。図 1 内の地図では、奈良県内保健所の管轄エリアを示した。4つの保健所の対象人口は約 6 万人から約 55 万人であり、人口が最も少ない吉野保健所は奈良県の南半分を占めており、12 市町村を管轄していた。奈良県内 75 病院は 19 市町に立地しており、中和保健所管轄内の病院が 30 と最も多かった。さらに奈良県内の災害拠点病院は 7 病院(約 9%)であり、各保健所管轄内に災害拠点病院が配置されていることがわかった(図 1)。

図 2 に試作した立地特性指標の根拠と構成を示す。

図 2 内の左側には、奈良県地域防災計画の水害・土砂災害等編⁴⁾に記載されていた過去の 64 災害をまとめた。「浸水害」が 25 件で最も多く、「山崖崩れ害」は 17 件で 2 番目であった。図 2 内右側には、本研究で試作した立地特性指標を示す。国土交通省によるハザードマップの種類⁵⁾としては、「洪水浸水区域」「浸水継続時間」「ため池」「土砂災害警戒区域」「液状化」「地震」「津波」「内水」「火山」が挙げられている。図 2 内左側の結果より、「洪水浸水区域」「浸水継続時間」をレーダーチャートの右上、最も目立つ位置に配置した。また「土砂災害警戒区域」は一番下に、「ため池」は右側に配置した。さらに「地震」「液状化」は左側に配置した。奈良県には津波および火山リスクがないため、この 6 項目を選定した。

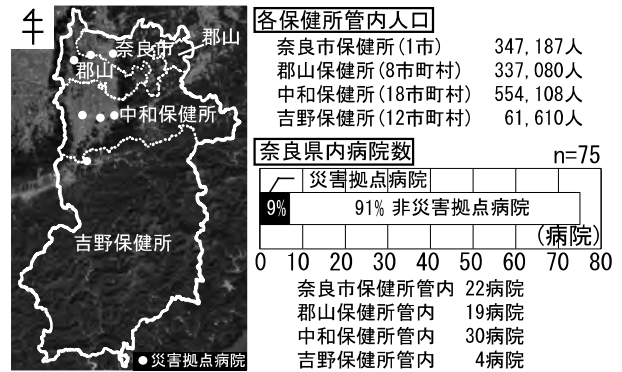


図 1 奈良県の管轄保健所と病院数

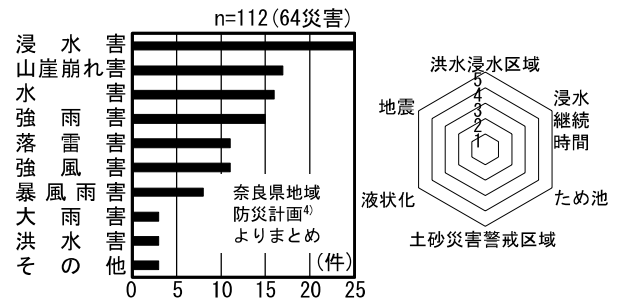


図 2 試作した立地特性指標の根拠と構成

表 1 奈良県内 19 市町のハザードマップ調査結果

	洪水浸水区域	浸水継続時間	ため池	土砂災害警戒区域			液状化	地震
				土石流	がけ崩れ	地すべり		
奈良市	○	※1	○	○	○	○	※4	○
高取町	○	※1	○	○	○	※2	※4	※5
葛城市	○	※1	○	△	△	△	※4	※5
田原本町	○	※1	×	※3	※3	※3	※4	○

※1 奈良県の洪水浸水想定区域図⁶⁾(浸水継続時間)を参照(19市町) ※2 奈良県災害リスク情報システム⁷⁾を参照(5市町) ※3 奈良県災害リスク情報システム⁷⁾を参照(2市町) ※4 奈良県地域防災計画⁴⁾の液状化危険度分布図を参照(19市町) ※5 奈良県地域防災計画⁴⁾の断層別震度分布図を参照(3市町)

表 1 に奈良県内 19 市町のハザードマップ調査結果を示す。図 2 で選定した 6 項目に対して、各市町のハザードマップを調査した。奈良市では「洪水浸水区域」「ため池」「土石流」「がけ崩れ」「地すべり」「地震」が市のハザードマップに記載されていたため、表 1 内の記載を○とした。一方、「浸水継続時間」「液状化」は、県の情報を利用した。高取町では、「浸水継続時間」「地すべり」「液状化」「地震」について県の情報を利用した。葛城市では「土石流」「がけ崩れ」「地すべり」が「警戒区域」としてまとめられていたため、表 1 内の記載を△とした。田原本町では「ため池」のハザードマップがなかったため、表 1 内の記載を×とした。奈良県内病院の立地に関する情報は、県または市町からすべて入手できることがわかった。

表 2 に洪水浸水区域および浸水継続時間の指標を示す。まず「区域外」を 5 点とした。次に表 1 に示した 19 市町のハザードマップを調査したところ、17 市町で 5 つの区分に分かれていた。よって洪水浸水区域を表 2 のように 4 点から 1 点に振り分けた。次に浸水継続時間については、5 点を「区域外、周辺に川なし」とした。また表 1 に示す奈良県の洪水浸水想定区域図を利用し、表 2 のように 4 点から 1 点に振り分けた。

表 3 にため池および土砂災害警戒区域の指標を示す。まず「区域外等」を 5 点とした。次に表 1 の調査結果より、ため池が存在したのは 17 市町であった。16 市町のハザードマップで 5 つの区分に分かれていたため、表 3 のように 4 点から 1 点に振り分けた。土砂災害警戒区域については、まず「土石流」「がけ崩れ(急傾斜地)」「地すべり」について、「区域外」を A、「警戒区域内」を B、および「特別警戒区域内」を C とした。次に A~C を組合せて、表 3 のように 5 点から 2 点に振り分けた。1 点に該当する指標はなし、とした。

図 3 に奈良県内病院の立地特性とランクを示す。表 2 および表 3 以外の 2 項目の内、地震は「震度 7」を 1 点、「震度 5 弱」を 5 点と振り分けた。液状化は表 1 で示した通り、奈良県地域防災計画⁴⁾の液状化危険度分布を利用した。PL 値(液状化危険度)15 以上を 1 点とし、図 3 のように 2 点から 5 点に振り分けた。これらより奈良県内 75 病院の立地特性を算出し、ランク付けした。まず最高ランクの S ランクとは、地震が 2 点、かつ、その他が満点(5 点)とし、「基本型 S」と呼ぶ。次に、「基本型 S から各項目で-1 点のみか？」を確認し、Yes の場合を A ランクとした。例えば 6 項目全てで-1 点となっても、A ランクである。「基本型 S から-1 点のみか？」を確認し No の場合は、「地震以外の 1 項目のみ 3 点以下であるか？」を確認する。Yes の場合を B ランクとした。例えば、ため池が 3 点以下、かつ、他の 2 項目が-1 点であれば、「ため池型 B2」と呼ぶ(図 3)。次に「地震以外の 2 項目のみ 3 点以下か？」を確認し、Yes の場合を C ランクとした。同様に、「地震以外の 3 項目のみ 3 点以下か？」が Yes の場合を D ランクとした。同様に E ランクと F ランクを設定したが、奈良県に該当する病院はなかった。

図 4 に C ランクと D ランクの病院の立地特性を示す。奈良県においては D ランクが最もリスクが高いことになる。図 4(1)左側には、「ため池」「液状化」「地震」が 3 点以下の病院を示した。この病院は、ため池による浸水リスクがあり、液状化危険度も高いことがわかる。また図 4(1)右側には、「洪水浸水区域」「液状化」「地震」が 3 点以下の病院を示した。この病院は震度 7 エリアにあり、液状化危険度が非常に高い。また洪水浸水リスクがあり、浸水した水は比較的早く引く想定である。これらが C ランクである。図 4(2)左側には、「洪水浸水区域」「浸水継続時間」「液状化」「地震」が 3 点以下の病院を示した。この病院は洪水浸水リスクがあり、浸水した水が引くのに少し時間がかかる。

表 2 洪水浸水区域および浸水継続時間の指標

点数	洪水浸水区域	浸水継続時間
5	区域外	区域外、周辺に川なし
4	0.5m未満の区域内	0時間
3	0.5m~3.0m未満の区域内	12時間未満の区域内
2	3.0m~5.0m未満の区域内	12時間~1日未満の区域内
1	5.0m以上の区域内	1日以上の区域内

表 3 ため池および土砂災害警戒区域の指標

点数	ため池	土砂災害警戒区域
5	区域外、周辺にため池なし	全て区域外(例:AAA)
4	0.5m未満の区域内	1つが警戒区域内(例:BAA)
3	0.5m~1.0m未満の区域内	2つ以上が警戒区域内(例:BBA)
2	1.0m~2.0m未満の区域内	特別警戒区域内有(例:C〇〇)
1	2.0m以上の区域内	-

【土砂災害警戒区域の補足】				
	区域外	警戒区域内	特別警戒区域内	各市町村のハザードマップを調査する。A~Cを選択し、上の点数に当てはめる。
土石流	A	B	C	
がけ崩れ(急傾斜地)	A	B	C	
地すべり	A	B	-	

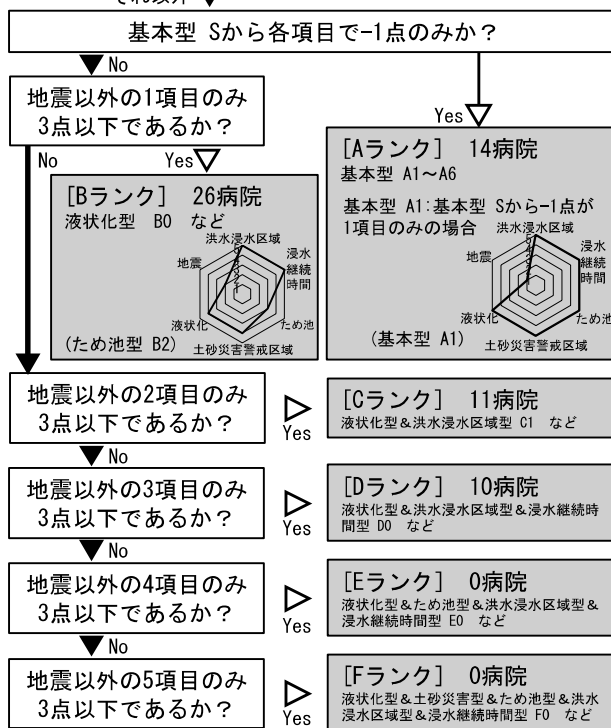
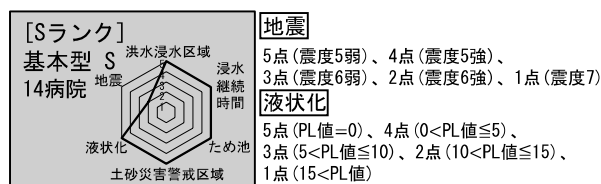


図 3 奈良県内病院の立地特性とランク

さらに液状化危険度も高い。図 4(2)右側には、「洪水浸水区域」「浸水継続時間」「液状化」「地震」が 3 点以下の病院を示した。この病院は震度 7 エリアにあり、液状化危険度も高く、ため池による浸水リスクや、洪水浸水リスクもある。これらが D ランクである。このように本研究で提案した立地特性指標は、病院の立地に関するリスクを一目で理解できる。またランク付けによって、その脆弱性を知ることにも可能であった。

図5に奈良県内75病院のランク割合を示す。奈良県全体ではBランクが35%(26病院)となり、最も多かった。中和保健所はDランクが27%(8病院)で、Cランクを含めると50%弱となり、他の保健所より立地に関するリスクが高いことがわかった。吉野保健所は病院数が少ないが、Sランクはなく、Dランクが1病院あった。郡山保健所は、Sランクが26%(5病院)、Bランクが47%(9病院)であり、Dランクはなかった。

図6に診療科数と病床数の関係を示す。図6は保健所ごとに凡例を変え、Dランクの病院は点線の丸で示した。病床数が最も多い橿原市の災害拠点病院はDランクであり、中和保健所管轄内であった。この病院は、洪水浸水区域が0.5m~3.0m未満で、浸水リスクが高い。また、浸水継続時間が12時間~1日未満で浸水した水がなかなか引かないことが示された。さらに、液状化危険度も高かった(10<PL値≤15)。病院規模が大きいため、病院全体の浸水対策が必要となる。大和高田市の災害拠点病院もDランクであり、中和保健所管轄内である。浸水継続時間は1日以上で、浸水した水は翌日になっても引かない想定である。このことから中和保健所管轄内では、複数の災害拠点病院の浸水リスクが高い状態になっていることに注意が必要である。郡山保健所管轄内(三郷町)の精神系病院はCランクであった。この病院は、土石流特別警戒区域内に立地しており、ため池による浸水が1.0m~2.0m未満と想定されている。この病院は病床数が多く入院患者の安全確保が重要であり、特に土石流およびため池崩壊に対する準備が必要である。

図7に病院間距離と標高の関係を示す。病院間距離とは、75病院と他の病院を結ぶ直線距離の最小値を算出したものである。図6で示した橿原市の災害拠点病院は震度7エリアにあり、200m以内に複数の病院があるが、全てDランクであった。また五條市の病院は病院間距離が7.5kmであり、洪水浸水区域が5.0m以上である。よって自病院で2階程度の浸水対策を行う必要がある。さらに宇陀市の病院は、洪水浸水区域が0.5m~3.0m未満、かつ、浸水継続時間が12時間~1日未満であり、浸水した水がなかなか引かないことがわかった。この病院は病院間距離が6.6km、かつ、標高が305mと高い。よって病院支援時には、航空利用のためのヘリ発着地の確認が必要である。本研究で示した病院間距離(図7)は、診療科などの病院特性を考慮せず算出した。災害拠点病院と精神系病院が隣接しても、災害時に支援し合えるわけではない。病院間距離とは、災害時の病院支援のために重要な値であり、診療科などを考慮する必要がある。

本研究では奈良県を対象とし、立地特性指標を6項目とした。一方、全国の病院に展開するため、「津波」「内水」「高潮」「積雪」「火山」から、「津波」と「積雪」を採用し8項目とした。「内水」「高潮」は病院機能への影響が小さいことから、「火山」は点数の振り分けに詳細検討が必要であることから除いた。

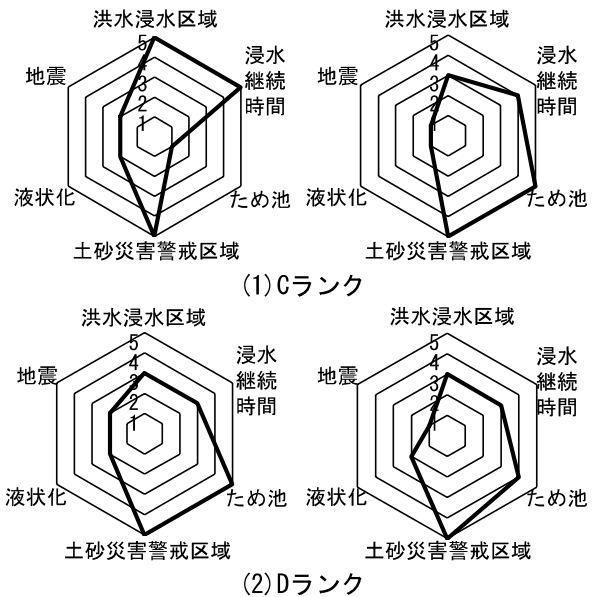


図4 CランクとDランクの病院の立地特性

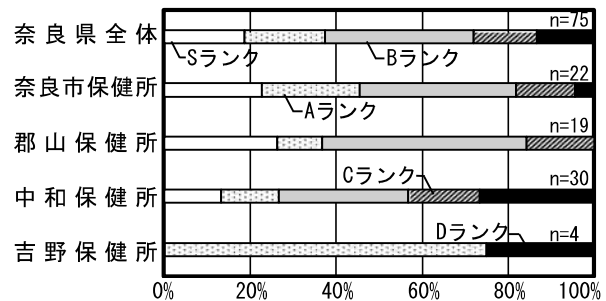


図5 奈良県内75病院のランク割合

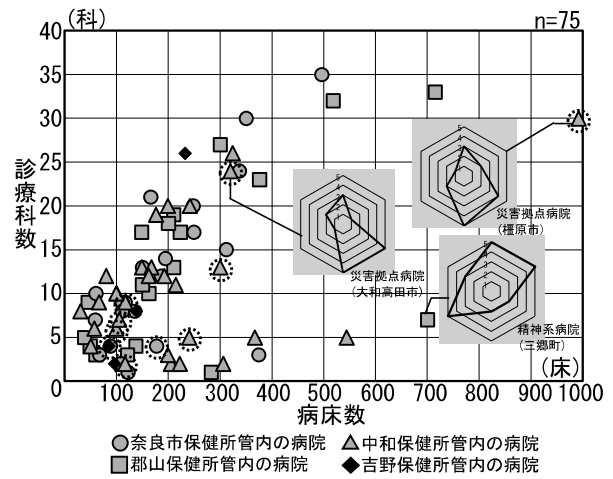


図6 診療科数と病床数の関係

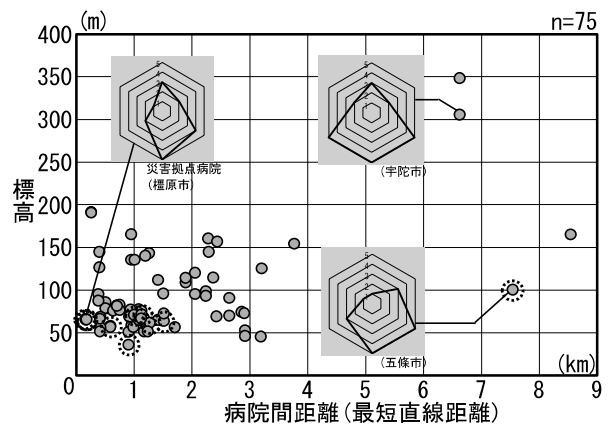


図7 病院間距離と標高の関係

表 4 に積雪および津波の指標を示す。「積雪」は、建築基準法に基づく多雪地域を 2 点および 1 点とし、各地の垂直積雪量⁸⁾を用いて振り分けた。「津波」は、ハザードマップポータルサイト⁵⁾の津波浸水想定区域から、「区域外」を 5 点とし表 4 のように 4 点から 1 点に振り分けた。

図 8 に和歌山市内の災害拠点病院の立地特性を示す。図 8(1)の病院では、「洪水浸水区域」「浸水継続時間」「液状化」「地震」が 3 点以下となり、D ランクに該当した。一方、「津波」は 0.5m 未満であったため、洪水による浸水が 1 日以上引かない事態の方が深刻となることがわかった。よって洪水に対する病院上階への垂直避難準備が必要である。図 8(2)の病院では、「洪水浸水区域」「浸水継続時間」「液状化」「地震」「津波」が 3 点以下となり、E ランクに該当した。この病院は「津波」に対するリスクが高く、津波発生時の垂直避難準備が必要である。このように 8 項目とした立地特性指標を用いることで、和歌山県の病院の立地特性も示すことができた。

表 5 に現立地特性指標の課題を示す。レーダーチャートの 8 項目は全て 5 点満点としたが、点数の重み付けはしていない。特に「土石流」「がけ崩れ」「地すべり」については、警戒区域内か否かで区分したのみである。本来は、各項目による被害がどの程度病院の機能低下に影響するのかについて精査し、項目間の点数に重み付けする必要がある。次に本研究では、奈良県内 19 市町のハザードマップを調査し、マップ内の区分を用いて点数を振り分けた。全国の病院に展開する際に、同様に各都道府県のハザードマップ区分から点数を振り分けるのか、全国統一の点数を決定するのか、について検討が必要である。特に奈良県では、全病院が震度 6 弱以上のエリアに立地していた。他都道府県において、震度 5 強以下のエリアに立地する病院が存在した場合、最高ランクである「基本型 S」についても、再検討する必要がある。

本研究で提案した立地特性指標は、病院の立地に関するリスクを一目で理解でき、ランク付けによって、その脆弱性を知ることが可能であった。また病院間距離を用いることで、各病院への注意喚起も可能であった。一方、本立地特性指標は、災害拠点病院でも、それ以外の病院でも同じ算出方法である。これについては、病院の災害時の役割を踏まえた検討が必要である。今後は、得られた課題を踏まえ、全国の病院の立地特性を明らかにすることで、各病院の事前対策や災害時の病院支援に役立つと考えられる。

結論

本研究では、奈良県内 75 病院を対象とし、立地特性指標を試作した。奈良県は水害と土砂災害が多いため、「洪水浸水区域」「浸水継続時間」「ため池」「土砂災害警戒区域」「液状化」「地震」の 6 項目について、病院が立地する 19 市町のハザードマップから立地特性指標を試作した。奈良県内 75 病院の立地特性は、S ラ

表 4 積雪および津波の指標

点数	積雪(垂直積雪量)	津波
5	10cm未満の地域	区域外
4	10cm~50cm未満の地域	0.5m未満の区域内
3	50cm~100cm未満の地域	0.5m~3.0m未満の区域内
2	100cm~200cm未満の地域	3.0m~5.0m未満の区域内
1	200cm以上の地域	5.0m以上の区域内

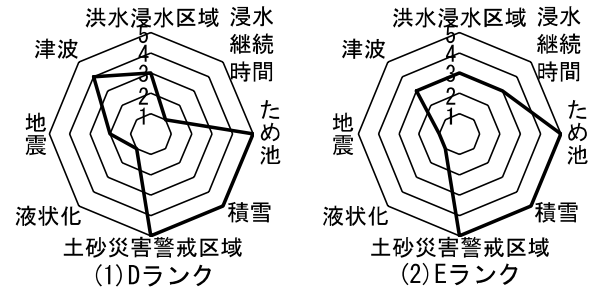


図 8 和歌山市内の災害拠点病院の立地特性

表 5 現立地特性指標の課題

課題	検討事項
・ 8項目の点数の重み付けがない →特に「土砂災害警戒区域」の点数は要検討	各項目のリスクと病院被害の照合
・ 全国統一の点数とするか？	奈良県以外のハザードマップの確認
・ 震度5強以下のエリア内の病院の有無	

ンクから D ランクまで 5 ランクに分けることができた。奈良県では、約 13%の病院が災害リスクの高い D ランクに該当した。特に D ランクの災害拠点病院は、病床数が最も多く、病院全体の浸水対策が必要であった。また C ランクの病院は、病院間距離が 6.6km、かつ、標高が高く、病院支援時、航空利用のためのヘリ発着地の確認が必要であった。全国の病院へ展開するため、立地特性指標に「津波」「積雪」を加えて 8 項目とした。本研究で提案した立地特性指標は、病院の立地に関するリスクを一目で理解でき、ランク付けによって、その脆弱性を知ることが可能であった。また病院間距離を用いることで、各病院への注意喚起も可能であった。一方、本立地特性指標は、災害拠点病院でも、それ以外の病院でも同じ算出方法である。これについては、病院の災害時の役割を踏まえた検討が必要である。今後は、得られた課題を踏まえ、全国の病院の立地特性を明らかにすることで、各病院の事前対策や災害時の病院支援に役立つと考えられる。

参考文献

- 1) テレ朝 NEWS, 熊本地震で被害の救急病院 土砂災害の恐れで閉鎖, https://news.tv-asahi.co.jp/news_society/articles/00074295.html, 2016. 5. 8, 閲覧日 2025. 9. 10
- 2) テレ朝 NEWS, まび記念病院が全面再開 西日本豪雨で 1 階が水没, https://news.tv-asahi.co.jp/news_society/articles/00146642.html, 2019. 2. 1, 閲覧日 2025. 9. 10
- 3) 池内ら, 災害拠点病院を対象とした病院情報管理手法の構築, 地域安全学会論文集, No11, pp. 393-402, 2009, 閲覧日 2025. 9. 10
- 4) 奈良県, 奈良県地域防災計画, <https://www.pref.nara.jp/39847.htm>, 2023, 2, 閲覧日 2025. 9. 10
- 5) 国土交通省, ハザードマップポータルサイト, <https://disaportal.gsi.go.jp>, 2025. 3. 17, 閲覧日 2025. 11. 30
- 6) 奈良県, 洪水浸水想定区域図, <https://www.pref.nara.jp/15310.htm>, 2023. 5. 30, 閲覧日 2025. 9. 10
- 7) 奈良県, 奈良県災害リスク情報システム, <https://www1.nara-saboinfo.jp/doshamap/Top>, 2024. 1. 12, 閲覧日, 2025. 11. 30
- 8) 国土交通省, 別表 1 市町村の区域に応じた垂直積雪量(d), <http://build.lin.gr.jp/pdf/3.pdf>, 2007. 5. 18, 閲覧日 2025. 12. 1

倒壊家屋から救出された輪島塗を引き継ぐ方法に関する考察 —壊れた輪島塗を用いた企画を通じて—

研究のタイプ [論文]
222088 宮崎 咲良
指導教員 池内 淳子

研究背景と目的

輪島塗とは、能登半島で生産される漆器で国の重要無形文化財である。文献¹⁾によると輪島塗は高価で手入れが難しいこと、近年の生活様式の変化により使われなくなってきていたこと、が述べられていた。2024年能登半島地震²⁾により甚大な被害が発生した。倒壊家屋に保管されていた多くの輪島塗は救出されたが、現在では、壊れた輪島塗が修理されることなく災害廃棄物となっている。そこで本研究では、震災後の輪島塗の状況を調査し、壊れた輪島塗を用いた企画案を作成し、実施する。また震災前の輪島塗の使い方について調査し、倒壊家屋から救出された輪島塗を引き継ぐ方法に関して考察する。

研究方法

能登半島地震²⁾の被害について調査する。輪島塗の製作工程について知り、震災後の輪島塗の状況を調査する。また、壊れた輪島塗を用いた企画案を作成し能登と大阪で実施する。その際、輪島塗を含む能登の物産に関するイメージや、震災前の輪島塗の使い方を調査する。以上の結果から、倒壊家屋から救出された輪島塗を引き継ぐ方法に関して考察する。

結果と考察

図1に能登半島地震²⁾の被害概要を示す。能登半島地震²⁾は2024年1月1日16時10分頃に発生し、最大震度7(志賀町)であった。人的被害は死者241人、住家被害は全壊7704棟となった。輪島市では火災被害があり、朝市通りのほとんどの建物が燃えて崩れていた。現地は現実とは思えない状態であった。また能登町では、土砂崩れと地盤沈下の被害があった。

表1に2024年度からの被災地活動を示す。2024年8月には、輪島市のしおやす漆器工房³⁾にて建築学科生9名(当時)が輪島塗について学んだ。輪島塗の製作工程は、①木地(木材をお椀の形に削る)、②髹漆(お椀の縁や高台に布を貼り、地の粉を塗って削る作業を何度も繰り返し、最後に漆を厚く塗る)、③加飾(装飾する)の3つであることが分かった。また、春蘭の里(能登町宮地)⁴⁾で倒壊家屋から救出された輪島塗を洗浄した。同年9月には能登地方で大きな水害が発生し、建築学科生2名(当時)が輪島市町野町で水害の調査を行った。2025年5月には第6回アジア都市減災会議にて輪島塗の製作工程と被災状況について英語でポスター発表⁵⁾した。発表後には「洗浄した輪島塗はどうするのか」との質問が寄せられた。

図2に輪島塗の広まり方(2024年調査)を示す。表1で示したように洗浄した輪島塗はまず、お椀と蓋を

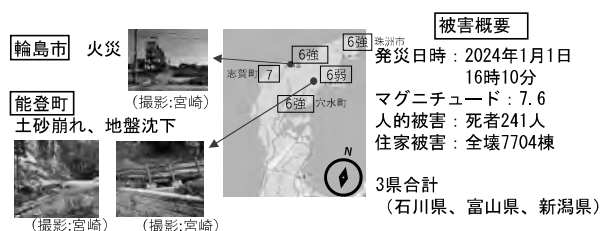


図1 能登半島地震²⁾の被害概要

表1 2024年度からの被災地活動

日程	2024/8/23(金)-27(火)と11/4(月)-5(火)
場所	春蘭の里 ⁴⁾ (石川県能登町宮地)
参加学生	建築学科4年生6名と3年生3名(2024年当時)※8月 建築学科3年生2名(2024年当時)※11月
内容	被災地の訪問、輪島塗を学ぶ、輪島塗の洗浄
日時	2025年5月16日(金) 13:40~14:10
場所	JICA関西(兵庫県神戸市)
内容	第6回アジア都市減災会議にて英語で発表

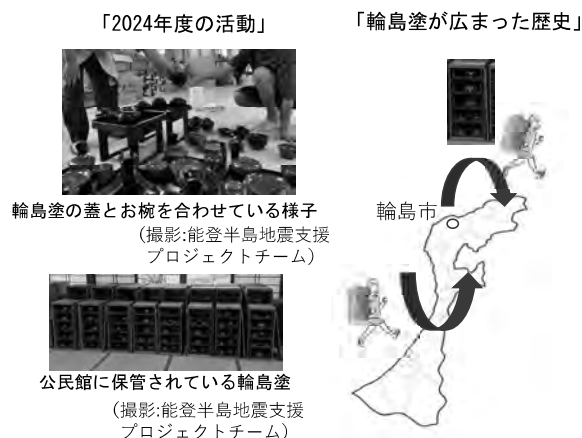


図2 輪島塗の広まり方(2024年度調査)

合わせた(図2内左上写真)。合計275膳の輪島塗のお膳は5膳ずつ専用の木箱に入れ、現在公民館で保管している(図2内左下写真)。今後、農家民宿で使用するとお聞きした。図2内右側に輪島塗が広まった歴史をイラストで示す。これは春蘭の里⁴⁾でお聞きした内容をまとめた。現在では輪島塗の製作と販売は分業制で行われているが、昔は輪島市で製作した輪島塗を、図2右側のイラストのように職人自らが木箱を1箱ずつ背負って能登半島中を売り歩いていたそうである。

能登町では、売りに来た木箱の輪島塗を代々購入してきた。このように、輪島塗は職人から購入者に直接届けられる仕組みで能登半島中に広まったそうである。これら輪島塗は何十年も蔵に保管されていたが、能登半島地震で多くの蔵は被災した。その結果、大量の輪島塗が蔵から出され、廃棄されることになった。

表 2 に壊れた輪島塗を用いた企画案を示す。本研究で使用する輪島塗は、新品ではなく購入後のもの、かつ、壊れていて修復予定のない私物の輪島塗、とした。これは製作・修理をする職人の商売の邪魔にならないようにするためである。また本企画のコンセプトは、「高価な輪島塗に気軽に触れられる機会となるように」とした。案 1 は輪島塗のお椀と蓋を合わせて 1 つのお膳を完成させるゲームである。これは 2024 年度の輪島塗の洗浄活動で 1 つのお膳をそろえることが難しかった事から企画した。案 2 は輪島塗のお椀に水を入れて、次の人が持つお椀にその水を移していくゲームである。これは参加者全員が輪島塗に触れながら楽しめるように企画した。案 3 と案 4 は輪島塗を含む能登と大阪の物産を用いたゲームである。これらお互いの物産を通じて交流ができるように企画した。

表 3 にのと・おおさか交流会の概要を示す。のと・おおさか交流会とは、表 2 の案 2 と案 3 を採用した会の名称である。のと・おおさか交流会 Ver.1 は 2025 年 6 月に春蘭の里⁴⁾で行い能登町在住の 26 名が参加した。ここでは物産に関する認知度や、輪島塗の震災前の使われ方について調査した。同 Ver.2 は 7 月に摂南大学のオープンキャンパスで行った。参加者 24 名のほとんどが高校生であった。同 Ver.3 は 8 月に春蘭の里⁴⁾で行った。参加者は同 Ver.1 にも参加して下さった大人 2 名と子ども 3 名であった。同 Ver.4 は 10 月に京阪百貨店守口店で行った。「京阪百貨店おもしろ情熱プロジェクト」内の 1 企画として実施し、大人 49 名と子ども達が参加した。

図 3 にのと・おおさか交流会 Ver.1 における能登の物産に関する認知度を示す。輪島塗、いしり、いしる、能登の塩および大脇昆布の 5 つの物産について、知っているか否かを質問した。いしりとはスルメイカなどを原料とする魚醬で、いしるも魚醬であるがイカの内蔵などを原料とする。塩は能登の伝統的な揚浜式製塩法で作られ、物産として有名である。大脇昆布は能登町で製作・販売されており、能登町のお土産品である。図 3 によると、輪島塗はほぼ全員が知っているとう回答した。一方、大脇昆布は商品名であったため、能登の方であっても知らないとう回答した人が多かった。

図 4 にのと・おおさか交流会 Ver.1 における能登の物産に関する回答割合を示す。例えば輪島塗であれば、「高価」「丈夫」「美しい」「祝い事」「伝統」「大切」を示し、いしりといしるは「高価」「おいしい」「甘い」「しょっぱい」「味が濃い」を示し、「該当するイメージ全てに○をしてください」とした。その結果、輪島塗に○をされた回答割合は約 37% (46 個) とな

表 2 壊れた輪島塗を用いた企画案

案	タイトル	内容
1	輪島塗お椀合わせ	輪島塗のお椀と蓋を合わせて1つのお膳を完成させるゲーム
2	わじまぬりレー	輪島塗のお椀に水を入れて次の人が持つお椀にその水を移していくゲーム
3	地域物産借り物競走	輪島塗や、能登や大阪の物産使った借り物競走
4	宝探し	輪島塗や、能登や大阪の物産を見つけるゲーム

※使用する輪島塗は地震で被災した物のみとする

表 3 のと・おおさか交流会の概要

Ver.1	日時	2025年6月29日 14:30~17:00
	場所	春蘭の里 ⁴⁾ (石川県能登町宮地)
	参加者	大人17名、子ども9名 (能登町在住)
Ver.2	日時	2025年7月13日 10:00~14:30
	場所	摂南大学 (大阪府寝屋川市)
Ver.3	日時	2025年8月24日 13:30~16:00
	場所	春蘭の里 ⁴⁾ (石川県能登町宮地)
	参加者	大人2名、子ども3名 (能登町在住)
Ver.4	日時	2025年10月4日 10:00~16:00
	場所	京阪百貨店守口店
	参加者	大人49名 (京阪百貨店おもしろ情熱プロジェクト参加者)
	内容	地域物産借り物競走の実施、物産の展示、輪島塗に対するチェック

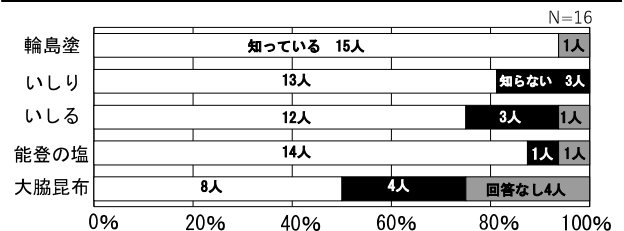


図 3 能登の物産に関する認知度 (Ver.1)

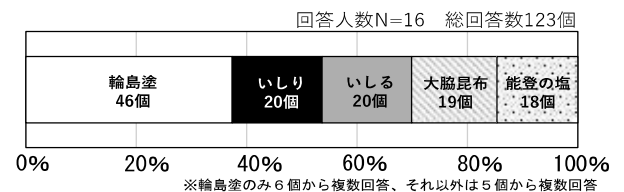


図 4 能登の物産に関する回答割合 (Ver.1)

り、他の 4 つの物産の約 2 倍であった。輪島塗に対して示した言葉の数は他の 4 つの物産より 1 つ多いが、それを考慮しても輪島塗をイメージする言葉の多くに○をされたことが分かった。

図 5 にのと・おおさか交流会 Ver.1 における大阪の物産の認知度を示す。泉州タオル、たこ焼き、551、グリコおよびミヤクミヤクの 5 つの物産について、知っているか否かを質問した。図 5 によると、泉州タオルは知っているとう回答した人が最も少なかった。一方、グリコに関しては知らないとう回答した人はいなかった。

図 6 にのと・おおさか交流会 Ver.1 における大阪の物産に関する回答割合を示す。図 4 と同様に、泉州タオルであれば、「ふわふわ」「高価」「多色」「吸水性が高い」「伝統」を示し、「該当するイメージ全てに○をしてください」とした。5 つの物産の結果には大きな差がなかったが、グリコに○をされた回答割合が約 27% (21 個) と最も多かった。また能登の方は、泉州タオルを初めて触り「触り心地がいい」と話していた。さらにミyakミyakの物産を見て大阪・関西万博の話をしてきた。このようにお互いの物産を通じて交流ができたことが分かった。

図 7 にのと・おおさか交流会 Ver.2 と同 Ver.4 における能登の物産に関する認知度を示す。図 3 と同様の質問を大阪でも行った。図 7 によると、輪島塗の認知度は約 40%であるが、他の 4 つの物産よりはるかに認知度が高いことが分かった。

図 8 に能登の物産に関する回答割合を示す。図 4 と同様の質問を大阪でも行った。その結果、輪島塗に○をされた回答割合は約 30%であり、他の 4 物産の約 2 倍であった。大阪の方は実物の輪島塗を触り、「何も入っていないのに重たい」「美しい」と話していた。

図 9 に輪島塗のイメージに関する回答割合の比較を示す。のと・おおさか交流会 Ver.1 (能登) とのと・おおさか交流会 Ver.2 と同 Ver.4 (大阪) の結果を比較した。図 4 と図 8 においては○の回答割合を比較したが、図 9 では輪島塗をイメージする言葉を比較した。大阪での交流会では、まず、輪島塗の説明が必要であった。そこで実物の輪島塗に触ってもらいながら、高価であること、丈夫であること、伝統があることなどについて説明した。その後、回答してもらったため、大阪の輪島塗に対する回答割合は図 9 のように、「高価」「伝統」「美しい」が高くなったと考えられる。一方、「祝い事」については、事前に「祝い事」の説明をしたにもかかわらず、能登の回答割合の方が高くなった。これは能登半島において、輪島塗が結婚式や地域の祭りで使われてきた歴史があるためと考えられる。

表 4 に輪島塗に関する調査結果を示す。調査は事前に作成した質問シートを用いつつ、のと・おおさか交流会終了後に雑談を交えてお話を伺った。能登の方は輪島塗を久しぶりに触って嬉しそうにされていた。その結果、「多くの人が集まる時や村の祭りで使用していた」「洗浄はお湯で 3 回洗い、拭くため大変」「触っていないが蔵にたくさんある」「農家民宿として使用するが自身は使っていない」「久しぶりに触って文化や新鮮味を感じた」「捨てるよりは別の使い方で使ってほしい」との意見が得られた。このように、輪島塗を使う機会はなくなっていたが、それでも捨てずに蔵に大切に保管されていたことが分かった。一方、大阪では、「輪島塗を使ったことがなく、知らなかった」「製作工程が多いことや高価なことは知っている」などの意見が得られた。また「捨てるなら別の使い方をした方が良いと思う」など、能登と同じ意見が得られた。

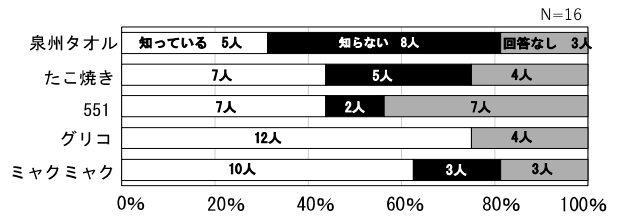


図 5 大阪の物産に関する認知度 (Ver. 1)

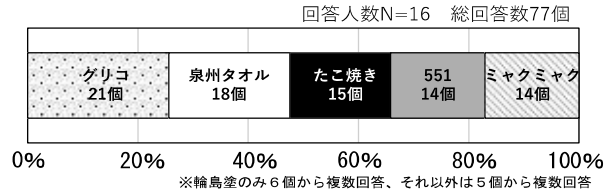


図 6 大阪の物産に関する回答割合 (Ver. 1)

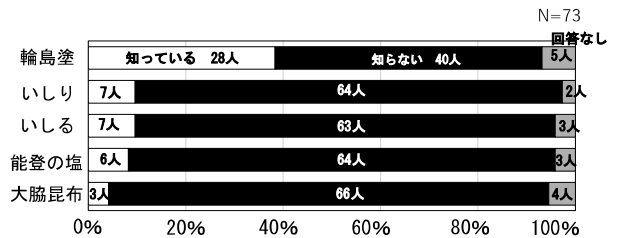


図 7 能登の物産に関する認知度 (Ver. 2, Ver. 4)

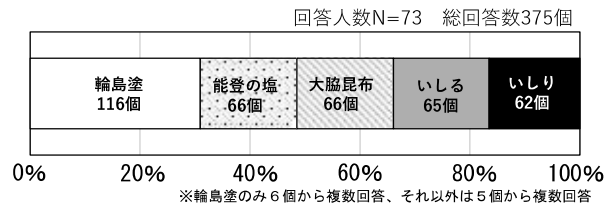


図 8 能登の物産に関する回答割合 (Ver. 2, Ver. 4)

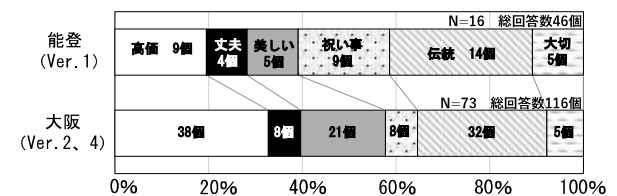


図 9 輪島塗のイメージに関する回答割合の比較

表 4 輪島塗に関する調査結果

能登 (Ver. 1 Ver. 3)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多くの人が集まる時や村の祭りで使用していた ・ 洗浄時お湯で3回洗い、から拭きするため大変 ・ 何十年も触っていないが蔵にたくさんある ・ 農家民宿として使用するが自身は使っていない ・ 久しぶりに触って文化や新鮮味を感じた ・ 捨てるよりは別の使い方で使ってほしい
大阪 (Ver. 2 Ver. 4)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 輪島塗を使ったことがなく、知らなかった ・ 製作工程が多いことや高価なことは知っている ・ 捨てるなら別の使い方をした方が良いと思う

表 5 に輪島塗のお椀以外の使われ方を示す。表 5 内上段には震災前からの使われ方を示した。しおやす漆器工房³⁾では、輪島塗ペンダント⁶⁾を販売していた。また 2025 年の大阪・関西万博においては、直径 1m の輪島塗の大型地球儀「夜の地球 Earth at Night」⁷⁾が展示されていた。製作期間は約 5 年で、震災前から製作されていたことから、日本の優れた伝統工芸品を世

界に広めたかったと考えられる。このように輪島塗は震災前からお椀以外の使われ方が模索され、観光資源としての商品化や展示がなされていた。これはお椀だけではない輪島塗の魅力を伝えようとしていたと考えられる。これらの取り組みは今後も継続するべきであり、輪島塗の存続に期待が持てる。表5内下段には震災後の取り組みを示した。被災した輪島塗を使ったTOGISO「輪島塗ランプシェード」⁸⁾は、輪島塗のお椀の底に穴を開け、電球を通したものである。またのと・おおさか交流会 Ver.4では、壊れた輪島塗のおひつに花を生けた。これらは震災で壊れて大量廃棄されたもの。このような取り組みを今後も続けるかどうかは検討の余地があるが、輪島塗は丈夫で長く使うことができる。よって、多少壊れていても、楽しめるような新しい使い方があるなら、もっと多くの人が提案しても良いのではないかと考えられる。

図10に輪島塗で多くの人が集まる記録を示す。図10(a)内左側には、交流会 Ver.1(能登)のわじまぬりレールの様子を、図10(a)内右側には、同 Ver.4(大阪)の物産の説明の様子を示した。「高価な輪島塗に気軽に触れられるように」をコンセプトとして実施した交流会であったが、能登では、輪島塗に久しぶりに触れて輪島塗の思い出を語る場となった。また大阪では、能登半島地震の被害や輪島塗の歴史について伝えることができたと考えられる。図10(b)に、輪島塗が祭りで使われていた時の再現の様子を示した。この時は洗浄後の輪島塗のコップを使い、能登の方と懇親した。懇親会では非常に楽しくお話ができ、輪島塗を用いることで能登の方とよりつながることができたと感じられた。今後、たとえ祭りの場がなくても、このように、輪島塗は多くの人が集まるきっかけになることができると考えられる。

震災前から輪島塗は使われなくなっており、輪島塗を本来の使い方に残していく事は既に難しかったことが分かった。また、お椀以外の使われ方で輪島塗を残そうとしていたことも理解できた。一方、能登の方は、輪島塗の話をする時や、久しぶりに輪島塗に触った時には非常に嬉しそうにされていた。輪島塗が昔のように使われなくなり、観光資源としてしか残らなくても、能登の方は大切に思っている。以上の事から、まずは今後も、「日本には輪島塗という素晴らしい伝統工芸品がある」を積極的に広めることが重要である。加えて、「輪島塗にもっと気軽に積極的に触れることで、多くの人が集う機会を創出する」との考えを持つことも重要である。これらを通して、将来的にも輪島塗を引き継ぐことができると考えられる。

結論

本研究では、震災後の輪島塗の状況を調査し、壊れた輪島塗を用いた企画案を実施した。「わじまぬりレール」と「地域物産借り物競走」を採用した、のと・おおさか交流会を能登と大阪で2回ずつ行った。能登の

表5 輪島塗のお椀以外の使われ方

震災前	しおやす漆器工房、ペンダントしずく ⁶⁾ 工房オリジナルの輪島塗ペンダント。木製ペンダントに輪島塗を施し、艶を出している。
	EXPO2025、夜の地球 Earth at Night ⁷⁾ 2025年の大阪・関西万博にて展示された輪島塗巨大地球儀。漆黒と金の美しさが特徴。
震災後	TOGISO、輪島塗ランプシェード ⁸⁾ 被災した輪島塗を使用。日々の暮らしの中で輪島塗を身近に感じられる。
	花器(撮影:宮崎) のと・おおさか交流会 Ver.4にて、壊れた輪島塗のおひつに花を生けた。



(a) のと・おおさか交流会



(b) 輪島塗が祭りで使われていた時の再現

図10 輪島塗で多くの人が集まる記録

物産として輪島塗、いしりなどの認知度を調べたところ、輪島塗の認知度は大阪でも約40%となり、他の物産よりはるかに高かった。また輪島塗は、「多くの人が集まる時に使用する」「農家民宿で使用するが自身は使っていない」などの意見が得られた。一方、大阪でも能登でも、「捨てるなら別の使い方をした方がよい」など、同じ意見が得られた。震災前から輪島塗は使われなくなっており、お椀以外の使われ方で輪島塗を残そうとしていたことが理解できた。また能登の方は、輪島塗を使わなくなった今でも大切に思っている。以上の事から、まずは今後も、「日本には輪島塗という素晴らしい伝統工芸品がある」を積極的に広めることが重要である。加えて、「輪島塗をもっと気軽に積極的に触れることで、多くの人が集う機会を創出する」との考えを持つことも重要である。これらを通して、将来的にも輪島塗を引き継ぐことができると考えられる。

参考文献

- 1) B グループ、輪島塗を掘り起こす！金沢大学文化資源学研究所 Kanazawa cultural resource studies,18 号,pp.81-89,2018,閲覧日 2025年5月25日
- 2) 内閣府、能登半島地震,https://www.bousai.go.jp/kohou/kouhou-bousai/r05/109/special_01.html,閲覧日 2025年5月21日
- 3) 塩安漆器工房,https://shioyasu.com/,閲覧日 2025年8月29日
- 4) 春蘭の里,https://shunrannosato.info/,閲覧日 2025年8月31日
- 5) Sakura MIYAZAKI and Jun-ko IKEUCHI, 'Contribution of "Wajima-nuri", an Important intangible Cultural Property, to the Recovery from the Noto Peninsula Earthquake, Proceedings of 6th Asian Conference on Urban Disaster Reduction, pp.224-225, 2025
- 6) しおやす漆器工房、輪島塗ペンダントしずく(大)うるみ呂色,https://Shioyasu.com/products/detail.php?product_id=107,閲覧日 2025年11月19日
- 7) 読売新聞オンライン、万博で展示の輪島塗地球儀,https://www.yomiuri.co.jp/expo2025/20250620-OYOIT50037/,閲覧日 2025年11月19日
- 8) CAMPFIRE、廃棄される輪島塗漆器を活用したランプシェードの商品化にご協力ください!,https://camp-fire.jp/projects/734224/view,閲覧日 2025年11月19日

京都府内 26 市町村のハザードマップの比較と考察

研究のタイプ [論文]

222094 山口 諒也

指導教員 池内 淳子

研究の背景と目的

ハザードマップ¹⁾とは防災情報を地図に表したものである。これは、防災情報を簡単に手に入れる便利なツールである。しかし京都府内でこの内容を理解している人は全体の 1/4 の割合しかない状況²⁾であった。また、田中ら³⁾、石原ら⁴⁾、渡邊ら⁵⁾のハザードマップの研究ではいずれも、統一性を課題として挙げていた。ここで、統一性がなくても共通性はあるか、あるいは独自性が強いかが不明であった。そこで、本研究では、京都府内 26 個の市町村の洪水・水害のハザードマップ及び京都府内 5 個の市町村の津波ハザードマップの凡例を調査し共通性、独自性を考察することとする。

研究方法

京都府内 26 市町村の洪水・水害のハザードマップの凡例を先行研究にある 15 個の直接記載可能な凡例事項に着目して調査する。津波ハザードマップの凡例ではすべての凡例を調査する。また、2 つのハザードマップの共通性を調査することとする。

結果・考察

図 1 に洪水・水害のハザードマップの凡例事項を示す。先行研究で挙げられていた 15 個の凡例事項がいくつの市町村で記載されているかを調査した。縦が凡例事項、横が市町村数である。結果は浸水深と避難所ではすべての市町村、危険箇所は 3 つあり土砂災害は 22 個、交通系は 13 個、水系は 3 個の市町村で、地下街は 1 個、水位観測所は 16 個、雨量観測所は 7 個、要救護者利用施設は 6 個、福祉避難所は 13 個、既往洪水の浸水範囲は 3、洪水到達予想時間は 0、防災・医療機関の施設はともに 8 個、避難方向の矢印は 3 個の市町村で記載されていた。このことより、凡例事項の各項目に対していくつの市町村で記載しているかを把握した。

表 1 に京都府内で使われている「避難するところ」の名称をまとめたものを示す。なお、「避難するところ」とは記載されている避難所の名称のニュアンスが若干異なるのでまとめて呼称するものである。27 個の名称が確認できた。

図 2 に表 1 で複数の市町村で確認できた避難するところを示す。縦が市町村数、横が名称を示している。全部で 13 の名称が確認できた。また、残りの 13 の名称については各市町村が独自に記載した名称とし、これを独自性とする。

表 2 に避難するところの凡例の規定を調査した結果を示す。2024 年 8 月に規定された JIS Z 8210⁶⁾と 2014 年 4 月に発表した国土交通省⁷⁾の 2 つの規定があることを確認した。色は全て緑色であった。JIS の規定には避難所兼緊急避難場所がないことが確認できた。



図 1 洪水・水害の全体の凡例の記載数

表 1 「避難するところ」の名称一覧

指定緊急避難場所	指定避難所
指定緊急避難所兼指定避難所	一時避難所・避難場所
一時避難所	緊急一時避難所
避難所	避難所・給水場所
避難地	避難場所
地区避難所	震災時指定避難所
震災時指定緊急避難場所	広域避難地
広域避難所	広域避難所兼指定避難所
臨時避難所	自治会指定の自主避難所
一次避難所	二次避難所
地区避難所	福祉避難所
車中(泊)避難場所	避難所協力施設
洪水時指定避難所・指定緊急避難場所	土砂災害時指定避難所・指定緊急避難場所
収容避難所	



図 2 複数の市町村で確認した「避難するところ」の記載数

表 2 「避難するところ」の凡例の規定表

	避難所	避難場所	避難所兼緊急避難場所
JIS規定			
国土交通省			

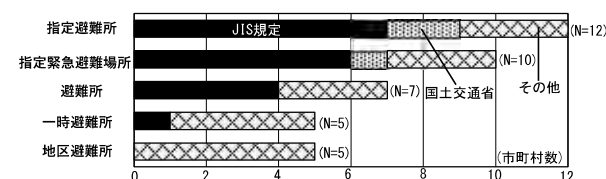


図 3 各「避難するところ」の表現方法の調査結果

図3に各「避難するところ」の表現方法の調査結果を示す。特に記載数が多い指定避難所、指定緊急避難場所、避難所、一時避難所、地区避難所の5つの名称を調査した。縦が名称の種類、横が市町村数を表している。JIS Z 8210⁶⁾に則っている凡例をJIS規定、国土交通省⁷⁾の規定に則っている凡例を国土交通省、則っていない凡例をその他とする。いずれも規定がある名称ではJIS規定、その他、国土交通省、の順であった。JIS規定が多いのは国土交通省より最近になって規定されたからだと考えられる。

図4に浸水深の凡例の調査結果を示す。浸水深には洪水⁸⁾、水害⁹⁾の2つの規定があり、各市町村が想定している災害と規定の色分けが一致しているかを調査した。結果は12の市町村で一致していることが確認できた。なお、6の市町村では想定災害か色分けが判断できないので20の市町村での調査結果となった。

図5に福祉避難所の凡例の表現方法を示す。JIS規定であったのは1つで子供と杖を突いたような人型の凡例を4つ、JIS規定の避難所の人型のところが車椅子に乗った人型の凡例を3つ、その他の凡例を5つの市町村で確認した。このことよりJIS規定のほかに2つの表現方法があると考えられる。

図6に危険箇所(土砂災害系)の凡例の調査結果を示す。洪水・水害のハザードマップとは別に土砂災害のハザードマップを作成している3の市町村を加えた25の市町村を調査した。なお、調査する市町村が26個の市町村ではなく25市町村なのは久御山町では土砂災害の危険性がないと想定されているからである。土砂災害の種類まで明記しているか、土砂災害の警戒区域のみを記載しているかを調査した。結果は災害の種類まで記載しているのが15個の市町村、区域のみは10個の市町村で確認でき、約半分の割合で分かれた。しかし、規定¹⁰⁾では災害の種類まで記載することとあったのでここは、規定に則るほうが望ましいと考えられる。

図7に危険箇所(交通系)の凡例の調査結果を示す。1番多く見られたアンダーパスの凡例を調査した。10の市町村で見られ、一番多い表現方法は道のようなものに対して下から交差するような表現方法が京都市と京都市に隣接している市町村で見られた。これは、規定がないので京都市を参考にしたと考えられる。

表2に水位観測所の凡例一覧を示す。色や配置は異なるが物差しのようなものを水面に差し込んでいる表現方法を12、水を表す表現方法を2、その他表現方法を2の市町村で確認できた。一番多い表現方法は田中らの研究によると工夫された凡例と紹介されていたのでかなり普及してきたのだと考えられる。

表3に雨量観測所の凡例一覧を示す。色や配置は異なるが、傘を用いた表現方法が4、雨粒や水面等の雨を連想させる表現方法が4、これらを混合させた表現方法が1の市町村で確認できた。なお、混合させた表現方法は重複して数えた。

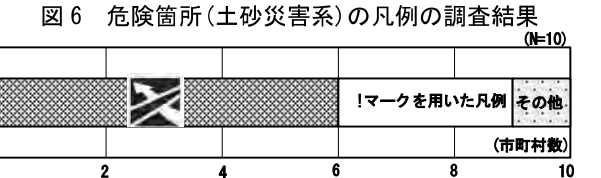
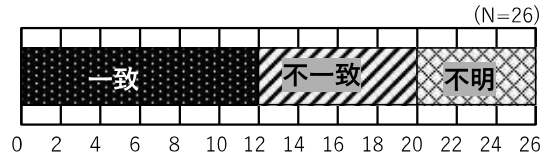


表2 水位観測所の凡例一覧

京田辺市		大山崎町	
城陽市		向日市	
木津川市		京都市	
南山城村		宇治田原町	
久御山町		与謝野町	
京丹波町		福知山市	
京丹後市		長岡京市	
亀岡市		宮津市	

表3 雨量観測所の凡例一覧

木津川市		京丹後市	
南山城村		与謝野町	
向日市		福知山市	
京丹波町			

表4 要配慮者利用施設の凡例の調査結果

城陽市	No.	京丹波町	
木津川市		亀岡市	
向日市		宇治田原町	

表5 医療機関の施設の凡例の一覧

京田辺市		南丹市	
木津川市		京丹波町	
向日市		京丹後市	
八幡市		長岡京市	

表6 浸水継続時間の調査結果

浸水継続時間	福知山市	長岡京市	大山崎町	久御山町	宇治市	宇治田原町	井手町	木津川市	笠置町
~12時間未満									
~24時間未満									
~36時間未満									
~3日未満									
~7日未満									
~2週間未満									
~4週間未満									

表 4 に要配慮者利用施設の凡例の調査結果を示す。福祉避難所でも見られた杖をついているような表現方法が2つ、そのうち1つの市町村は災害によって使い分けるために色を分けていた。子どもと大人が手を繋いでいるような表現方法が2つ、残り2つの市町村では数字や文字を用いた表現方法であった。

表 5 に医療機関の施設の凡例の一覧を示す。色や形異なるが建物の中に十字の表現方法を用いていたのが7つの市町村で、1つの市町村では看護師の顔を用いた表現方法であった。どちらも医療関係を連想させる表現方法であった。

表 6 に浸水継続時間の調査結果を、図 9 に浸水継続時間の規定について示す。規定¹⁾より階級については何時間ごとに区切るのかは規定されていたが色分けは参考例として上から水色、青色、黄色、橙色、赤色、赤紫色、紫色としているのを確認した。これを基に9つの市町村の浸水継続時間の凡例を調査した。縦が時間で下に行くにつれて継続時間が長くなり、横が記載している市町村である。大幅に階級や色分けが異なっていなかった。しかし、全体的に色の濃さや採用している階級などの細かいところが異なっていた。また、大山崎町では36時間未満の階級に黄色を採用していた。宇治市では12時間未満の階級に黄色、24時間未満の階級に薄い桃色、3日未満の階級に赤色を採用していた。宇治田原町では24時間未満の階級に紫色を採用していた。このように、一部地域では規定とは異なる表現方法を用いているのが確認できた。これは、ガイドラインに「適切な区分を数個選択するものとする」としてされていたためである。

表 7 に防災機関の施設の凡例の調査結果を示す。8つの市町村から8種類の施設が確認できた。施設の種類の、災害住用ため池、消防団ポンプ庫、水防倉庫、備蓄倉庫、排水ポンプ場、救助舟の位置、防災器具庫、樋門が確認できた。この中でも複数の市町村で確認できたのは防災重要ため池、水防倉庫、備蓄倉庫、樋門であった。防災重要ため池ではすべての市町村で異なる表現方法であった。水防倉庫ではすべての市町村で形は少し異なるが建物の中に「水」と書かれた表現方法が確認できた。備蓄倉庫及び、樋門では2つの市町村で建物の中に備蓄倉庫とわかるような文字が書かれている表現方法や、門とわかりやすい表現方法であった。残りの市町村では、図形を用いた表現方法であった。このように独自性が強くなったのはガイドラインではこれらの記載事項を推奨と書かれているためだと考えられる。

表 8 に津波ハザードマップの避難するところの名称をまとめた一覧を示す。合計8つの名称が確認できた。その中で、複数の市町村で見られた指定緊急避難場所、津波避難場所、緊急避難場所の合計3つの名称を上段、1つの市町村で見られた津波避難高台、避難所、避難地、一次避難所、二次避難所の合計5つの名称を下段で示した。

階級	(参考) 配色例 (RGB 値)
～ 12 時間	160, 210, 255
12 時間 ～ 24 時間 (1 日間)	0, 65, 255
24 時間 ～ 72 時間 (3 日間)	250, 245, 0
72 時間 ～ 168 時間 (1 週間)	255, 153, 0
168 時間 ～ 336 時間 (2 週間)	255, 40, 0
336 時間 ～ 672 時間 (4 週間)	180, 0, 104
672 時間 ～	96, 0, 96

図 9 浸水継続時間の規定

表 7 防災機関の施設の凡例の調査結果

	精華町	木津川市	大山崎町	向日市	舞鶴市	長岡京市	綾部市	福知山市
防災重点ため池	赤字							
消防団ポンプ庫								
水防倉庫						水		
備蓄倉庫						備		
排水ポンプ場								
救助舟の位置								
防災器具庫						防		
樋門								

表 8 津波ハザードマップの避難するところの名称をまとめた一覧

指定緊急避難場所	津波避難場所	緊急避難場所		
津波避難高台	避難所	避難地	一次避難所	二次避難所

表 9 津波ハザードマップにおける避難するところの凡例の規定の調査結果

津波避難所		
津波避難ビル		

表 10 複数の市町村の津波ハザードマップに記載されている避難するところの凡例の名称とその表現方法の一覧

指定緊急避難場所	津波避難場所	緊急避難場所

(N=5)

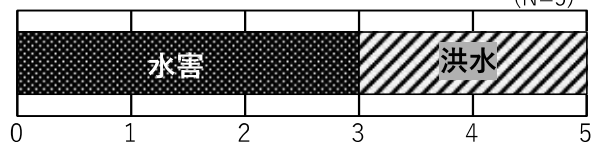


図 8 津波ハザードマップにおける浸水深の凡例の表現方法の調査結果

表 11 複数の市町村で見られた凡例の調査結果

	京丹後市	舞鶴市	宮津市
警察署・交番			
消防署			
ヘリポート			
主要地点(港湾・漁港等)			

(N=5)

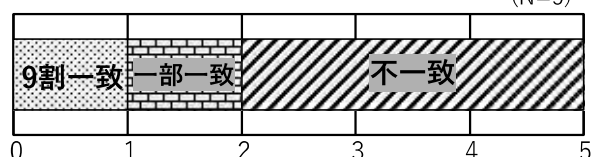


図 9 洪水・水害のハザードマップと津波ハザードマップの凡例の共通性の調査結果

表 9 に津波ハザードマップにおける避難するところの凡例の規定の調査結果を示す。JIS Z 8210 の規定¹²⁾が確認できた。津波避難所と津波避難ビルの 2 つの凡例の規定がされていた。色は全て緑色であった。

表 10 に複数の市町村の津波ハザードマップに記載されている避難するところの凡例の名称とその表現方法の一覧を示す。3 つの名称が確認できた。色は全て緑色であった。指定緊急避難場所では洪水・水害のハザードマップの JIS 規定と国土交通省の規定であった。津波避難場所では 2 つの市町村で津波避難所の規定であった。緊急避難場所では、洪水・水害のハザードマップの JIS 規定と規定外の人型の表現方法であった。

図 8 に津波ハザードマップにおける浸水深の凡例の表現方法の調査結果を示す。基本的な色分けは洪水の浸水深の規定と水害の浸水深の規定の 2 つが見られた。そのうち、3 つの市町村では水害の規定の色分け、2 つの市町村では洪水の色分けであった。しかし、いずれも深さの階級が少し異なっていたり、規定では示されていない色を使っていたりするところが見られた。

表 11 に複数の市町村で見られた凡例の調査結果を示す。警察署・交番、消防署、ヘリポート、主要地点の 4 つの凡例が確認できた。主要地点はどのような津波がいつ来るかを表している凡例である。これは、避難する際にいつまでに避難準備をすればよいのかを知るための重要な指標となるためだと考えられる。また、警察署、消防署、ヘリポートはどの市町村でも常時重要な施設であるため複数の市町村で確認できたと考えられる。

図 9 に洪水・水害のハザードマップと津波ハザードマップの凡例の共通性の調査結果を示す。5 つの市町村の 2 つの災害のハザードマップの記載内容が一致しているかどうかを調査した。この調査では 2 種類のハザードマップの凡例は一致している市町村が多いという仮説を立てて行った。結果は 2 つのハザードマップが 9 割一致しているのは 1 つの市町村、一部が一致しているのが 1 つの市町村、まったく一致していなかったのが 3 つの市町村であった。これより、仮説とは逆の結果を得た。これは、災害によって周知させる情報が異なるためだと考えられる。

図 10 に 2 つのハザードマップの浸水深の想定区域の凡例を比較した結果を示す。3 つの市町村では、色分けがおおむね異なっていなかった。一方で 2 つの市町村では色分けが大きく異なっている所や、階級が大きく異なっていた。このことから、色の表現を連動させている市町村では見る側を混乱させないようにして、連動させていない市町村では洪水は洪水で、津波を水害ととらえて作成しているため水害のほうの色表現になっているのだと考える。

結論

本研究では、京都府内 26 個の市町村の洪水・水害のハザードマップ及び京都府内 5 個の市町村の津波ハザードマップの凡例を調査し共通性、独自性を考察す

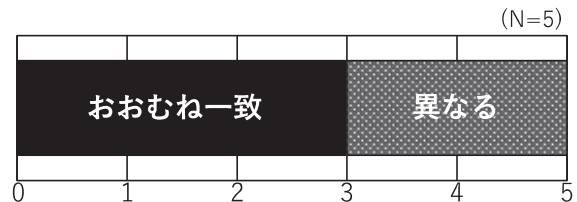


図 10 2 つのハザードマップの浸水深の想定区域の凡例を比較した結果

ることを目的とし調査を進めた。そこで、得た考察を以下に示すこととする。

共通性の考察では、各市町村で使われる名称が多くなれば凡例に共通性を持たせることが防災情報を効率的に伝達できる方法だと考えられる。独自性の考察では各市町村で取り組んでいる防災方法を得ることがあるのでなくす必要性がないと考えられる。このことより、ハザードマップではどこに行っても通用するような共通性と、各市町村が行っている対策や定めたルールを示した独自性を混在させたハザードマップのほうが良いハザードマップになると考えるので、先行研究で挙げられていた統一性というのは必要ではないと考えられる。しかし、本研究では洪水・水害のハザードマップの凡例を 15 個の項目に絞って調査したので、ほかの項目を調査すること、ほかの都道府県のハザードマップの凡例も調査することを今後の課題とし、本研究で得た結論をより明確にしていける必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通省国土地理院、ハザードマップ <https://www.gsi.go.jp/hokkaido/bousai-hazard-hazard.htm> 閲覧日 2025 年 9 月 9 日
- 2) 水防災意識社会再生ビジョン https://www.kkr.mlit.go.jp/yodogawa/activity/comit/vision/nb3uba000002zgn-att/k-siryu3_20210717.pdf 閲覧日 2025 年 9 月 9 日
- 3) 田中ら、洪水ハザードマップにおける情報表現のわかりやすさに関する認知心理学的検討 https://www.jstage.jst.go.jp/article/jasdis/12/0/12_88/pdf-char/ja 閲覧日 2025 年 9 月 9 日
- 4) 石原ら、市町村地震ハザードマップの統一性と整合性に関する研究—京都府下の市町村地震ハザードマップ連結図の作成を通じて— https://www.jstage.jst.go.jp/article/jisss/43/0/43_237/pdf-char/ja 閲覧日 2025 年 9 月 9 日
- 5) 渡邊ら、津波ハザードマップの表記内容の統一性に関する研究—全国の沿岸市町村における不統一の現状と課題— https://www.jstage.jst.go.jp/article/jaczs/30/1/30_17/pdf-char/ja 閲覧日 2025 年 9 月 9 日
- 6) 内閣府 https://www.bousai.go.jp/kyoiku/zukigo/pdf/symbol_01.pdf 閲覧日 2025 年 9 月 9 日
- 7) 国土交通省 <https://www.mlit.go.jp/common/001041122.pdf> 閲覧日 2025 年 9 月 9 日
- 8) 国土交通省、水害ハザードマップの作成方法 https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyoo_keikaku/saigai/tisiki/hazardmap/pdf/suigai_hazardmap_tebiki_2023_3.pdf 閲覧日 2025 年 12 月 10 日
- 9) 国土交通省、洪水ハザードマップの作成方法 https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyoo_keikaku/saigai/tisiki/hazardmap/pdf/hm_kaitei.pdf 閲覧日 2025 年 12 月 10 日
- 10) 国土交通省、土砂災害ハザードマップ https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/sabo/r0210map_sakusei.pdf 閲覧日 2025 年 9 月 9 日
- 11) 国土交通省、浸水想定区域作成マニュアル https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/manual_kouzuisuisui_1710.pdf 閲覧日 2025 年 12 月 10 日
- 12) 一般社団法人日本標識工業会、津波標識ガイドライン <http://www.signs-nsa.jp/pdf/top/tsunami-guidance.pdf> 閲覧日 2025 年 12 月 10 日

1. 研究背景・目的

日本では以前より、台風や竜巻といった強風災害における被害が多数報告されている。被害の一例として構造上安全である建築物でも、飛来物や突風の風圧によって外装材が破損する物的被害、ガラスが割れてその破片が人体を傷つけるなどの人的被害が報告されている¹⁾。このことから、建築物に対する台風や竜巻といった強風災害の対策には建物の構造部材や外装材の耐風性能の検討だけでなく、耐衝撃性能についての検討も重要であると言える。

本研究は JIS R3109「建築用ガラスの暴風時における飛来物衝突試験方法」²⁾（以下、JIS 規格）および 2024 年度に実施した先行研究である無風時における板ガラスを対象とした衝突試験³⁾に基づき、有風時における板ガラスを対象とした衝突実験を行い、高速度カメラと映像解析を用いた板ガラスの飛散挙動および破損状態の調査を行い、板ガラスの耐衝撃性能および飛来物衝突時の風圧力の影響の検討・研究を行う。また、加撃体が板ガラスに与える衝撃力の数値化を行い、FEM 解析を実行し、実際の実験結果と解析によって得られた結果および、無風時下における実験結果との比較も行う。

2. 実験方法

2.1 板ガラス衝突実験概要

板ガラス衝突実験（以下、衝突実験）では JIS 規格（表 1）に基づいた加撃体（写真 1）を試験体である板ガラス（写真 2）に衝突させ、耐衝撃性能の検討を行った。また、加撃体衝突のために加撃体発射装置（写真 3）を使用し、発射圧力の調整により加撃体の衝突速度の制御を行った。

衝突実験ではあらかじめ得られた JIS 規格を満たす発射圧力をもとに試験体である単板ガラスおよび合わせガラスに有風環境下（風速 30m/s）にて加撃体の衝突を行い、試験体の破損状態の調査、先行研究との比較および衝撃力の算出を目的に実施された。

衝突実験では加撃体 B から順に発射をし、試験体である板ガラスが破損・貫通した場合や JIS 規格に規定されている孔（開口）が生じた場合といったように実験の継続が困難になった時点で終了した。



写真 1 加撃体



写真 2 試験体

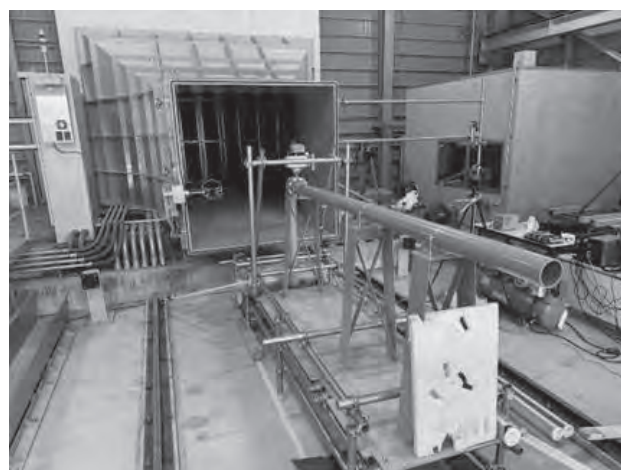


写真 3 加撃体発射装置

表 1 加撃体の仕様（JIS R3109 規定）

種類	質量(kg)	衝突速度(m/s)
B	1.00(±0.1)	15.25(±0.3)
C	2.05(±0.1)	12.19(±0.2)
JD	3.00(±0.1)	15.25(±0.3)
D	4.10(±0.1)	
E		24.38(±0.2)

また、表 2 に試験体の仕様や厚みなどの詳細を、図 1 に衝突実験実施時の概要図を示す。試験台は 2024 年度に実施された無風時における飛来物衝突試験と同一のものを使用した。試験台には加撃体が試験台やその他実験器具を損傷させないよう衝撃を吸収するため後方に鉄板を設置した。

表 2 試験体仕様

試験体	略号
単板ガラス	FL10
合わせガラス	FL5+90mil+FL5
※1mil=0.0254mm FL：フロート板ガラス○mm	

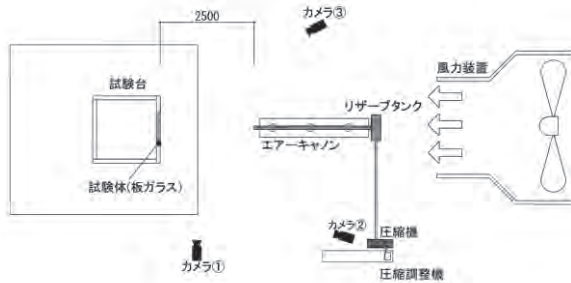


図 1 実験実施時概要図

2.2 FEM 解析概要

FEM 解析では衝突実験で検証することが困難であった加撃体衝突前での状態から加撃体衝突時の変形の状態および、変形量（ひずみ）の分布、試験体両面の最大応力分布、最大せん断力分布の検証を目的として行った。

FEM 解析において衝撃力の入力が必要となるため、加撃体の質量を m (kg)、衝突速度を v (m/s)、加撃体が試験体に接触したフレーム数を t_1 、加撃体が試験体から離れたフレーム数を t_2 として以下の式から導出を行う⁴⁾。

$$\text{衝撃力}[N] = \frac{mv}{\Delta t} = \frac{mv}{\frac{t_2 - t_1}{1000}} = \frac{1000mv}{t_2 - t_1}$$

また、実験実施時の状況を再現するため衝撃力の他に風圧力を作用させた。風圧力を W (N/m²)、風力係数を C_f 、速度圧を q (N/m²) として以下の式から導出を行う。また、 $C_f=1.0$ として導出する。

$$W = C_f \times q [N/m^2]$$

なお、衝突実験において合わせガラスの一部が損傷した状態においても、実験が継続できた場合は JIS 規格の判定に即し、弾性範囲とみなし解析を実行した。

図 2 にモデル化した合わせガラスを示す。

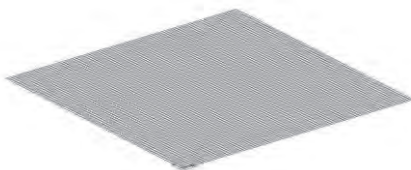


図 2 モデル化した合わせガラス

3. 結果

3.1 板ガラス衝突実験結果

表 3、表 4 に板ガラス衝突実験結果を示す。

表 3 単板ガラス衝突実験結果

種類	質量 (kg)	発射圧力 (kPa)	衝突速度 (m/s)	接触フレーム数	衝撃力 (kN)
B	1.00	25	14.71	—	—

表 4 合わせガラス衝突実験結果

種類	質量 (kg)	発射圧力 (kPa)	衝突速度 (m/s)	接触フレーム数	衝撃力 (kN)
B	1.00	25	15.15	27	0.561
C	2.05	30	11.90	27	0.904
JD	3.00	41	15.15	57	0.797
D	4.10	46	14.29	70	0.837
E	4.10	80	23.81	—	—

また、表 5 に板ガラスの性能評価を、参考として表 6 に 2024 年度に実施された無風時における板ガラス衝突実験結果・性能評価³⁾を示す。

表 5 板ガラス性能評価 (2025 年度実験)

加撃体	B	C	JD	D	E
発射圧力 (kPa)	25	30	41	46	80
単板ガラス (FL10)	×	—	—	—	—
合わせガラス (FL5-90mil-FL5)	○	○	△	△	×

凡例： ○…使用可能 △…損傷あり ×…使用不可

表 6 板ガラス性能評価 (2024 年度実験)

加撃体	B	C	JD	D	E
発射圧力 (kPa)	40	35	50	55	100
単板ガラス (FL5)	×	—	—	—	—
単板ガラス (FL6)	×	—	—	—	—
合わせガラス (FL3-15mil-FL3)	×	—	—	—	—
合わせガラス (FL3-30mil-FL3)	○	○	×	—	—
合わせガラス (FL3-60mil-FL3)	○	○	○	×	—
合わせガラス (FL5-15mil-FL5)	○	×	—	—	—
合わせガラス (FL5-30mil-FL5)	○	○	×	—	—
合わせガラス (FL5-60mil-FL5)	—	○	○	×	—

凡例： ○…使用可能 ×…使用不可

また、表 5 中における凡例については、軽微の損傷は○、実験の継続は可能であるが板ガラスとして使用が困難であり、室内への影響があると考えられると判断した損傷は△、JIS 規格に準ずる孔（開口）が開くなど実験の継続が不可能であると判断した損傷は×として評価を行った。

以下の写真 4~6 に加撃体衝突後の板ガラスの損傷状態を示す。



写真 4 単板ガラス-加撃体 B 衝突後



写真 5 合わせガラス-加撃体 E 衝突後(前面)

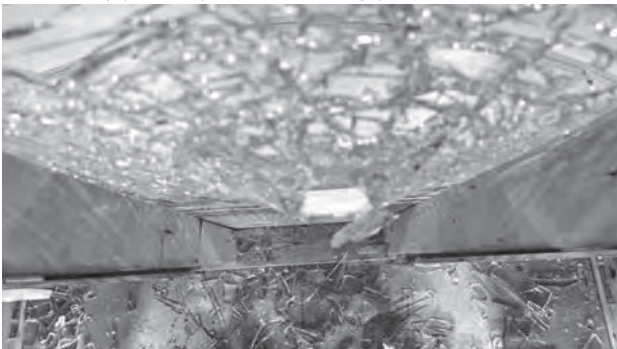


写真 6 合わせガラス-加撃体 E 衝突後(背面)

表 5 に示すように単板ガラスは加撃体 B 衝突後に実験終了となり、合わせガラスは加撃体 E 衝突後に実験終了となった。その際、合わせガラスについては単板ガラスと比較して加撃体衝突ごとに生じるガラスのひび割れが小さく、ひび割れが生じた範囲についても単板ガラスよりも少ない範囲で生じていた。

衝突実験後のガラスの破損状態については単板ガラスと合わせガラスとでは大きく違いが生じた。単板ガラスは加撃体衝突後、加撃体断面積よりも大きな穴が開き大きなガラス片が散乱していた。一方、合わせガラスは加撃体衝突後、加撃体断面積と同等の穴が開き、微小なガラス片が大量に散乱していた。そのため、合

わせガラスが台風などの強風を伴う災害で破損した場合、見落としてしまうほどの小さな破片が生じる可能性があるため、破片の始末については念入りに行う必要があると言える。

3.2 FEM 解析結果

図 3~6 に FEM 解析結果を表 7 に FEM 解析結果における値の最大値を示す。また、FEM 解析結果については加撃体 D 衝突時を示す。なお、単位系は変形量を mm、最大応力分布および最大せん断応力分布を N/mm^2 とする。

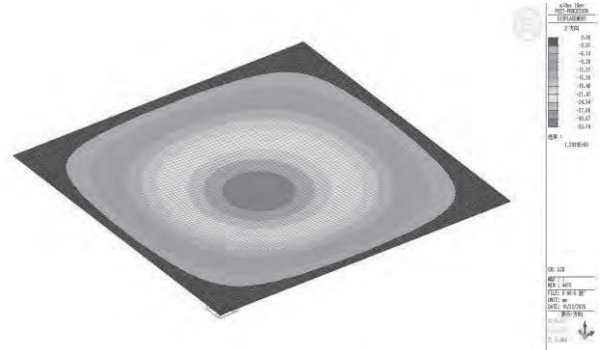


図 3 加撃体 D-変形量

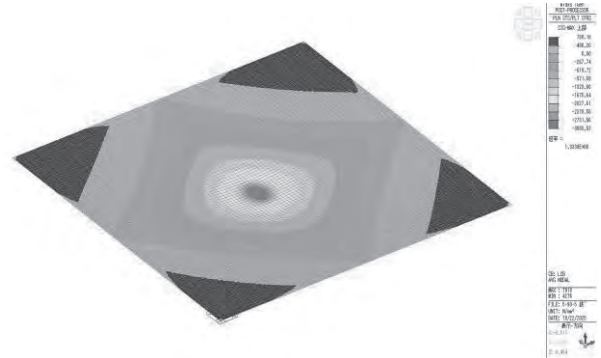


図 4 加撃体 D-前面最大応力分布

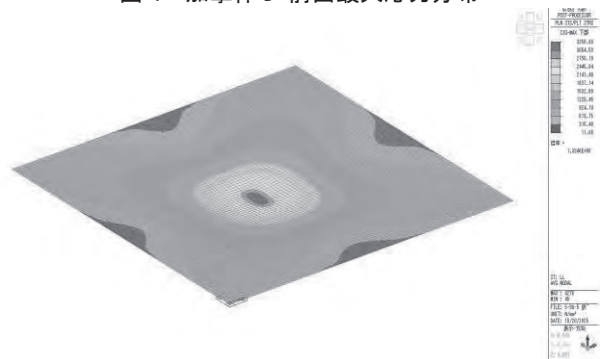


図 5 加撃体 D-背面最大応力分布

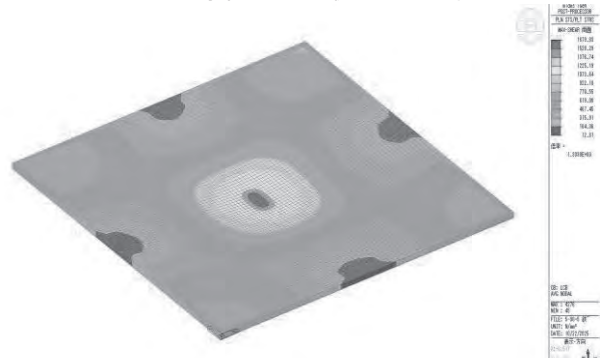


図 6 加撃体 D-最大せん断応力分布

表7 FEM 解析結果最大値

種類	質量 (kg)	変形量 (mm)	前面最大応力分布 (N/mm ²)	背面最大応力分布 (N/mm ²)	最大せん断応力分布 (N/mm ²)
B	1.00	32.3	-2.95×10 ³	3.21×10 ³	1.61×10 ³
C	2.05	32.4	-2.96×10 ³	3.23×10 ³	1.61×10 ³
JD	3.00	33.2	-3.04×10 ³	3.31×10 ³	1.65×10 ³
D	4.10	33.7	-3.09×10 ³	3.36×10 ³	1.68×10 ³

本研究で行った FEM 解析において作用させる風圧力の風圧係数 Cf を 1.0 に設定した。

一般的に建築物や外装材に作用する風圧力は地表面から離れるにつれて速度ベクトルが一定である一様流から境界層流に変化する。風力係数は作用する高さや面によって異なるが、その風力係数は一様流は 1.0、境界層流では 0.8 程度になる⁵⁾。

実際の建築物に作用する風圧力においては建物の形状、風速が一定でないことが大半であるため境界層流が作用することが多いが、板ガラス衝突実験においては地表面からの高さが 1.8m ほどしかないこと、実験時に作用していた風速が一定であったことから本研究においては一様流と見なすことが可能である。そのため、本研究においては風力係数を 1.0 とすることがより適切であるといえる。

4. 考察

4.1 合わせガラスに作用する風圧力

表 8 に合わせガラスに作用する風圧力の FEM 解析結果を示す。

表 8 風圧力 FEM 解析結果

変形量 (mm)	前面最大応力分布 (N/mm ²)	背面最大応力分布 (N/mm ²)	最大せん断応力分布 (N/mm ²)
0.03	-1.42	1.42	0.71

表 8 より、実験に用いた合わせガラスにかかる風圧力は加撃体を与える衝撃力と比べて小さく、風圧力が実験実施時に合わせガラスに作用していた時間を考慮すると風速 30m/s の環境下では合わせガラスの破損・損傷に関わる直接的な要因とはなりにくいと考えられる。

4.2 加撃体衝突時における風圧力の影響

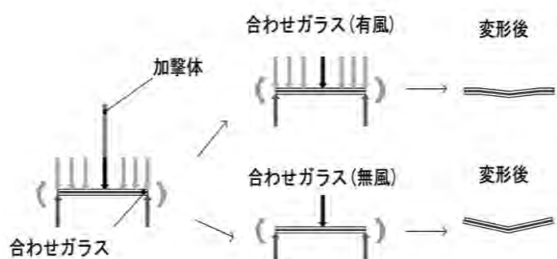


図 7 合わせガラスに作用する荷重および変形

本研究で実施した有風時における板ガラス衝突実験

において合わせガラスの損傷は加撃体接触面である前面よりも先に非接触面である背面に損傷が生じた。一方、2024 年度に実施された無風時における同実験では接触面に先に損傷が生じた。理由としては本実験では風圧力を作用させたことにより、図 7 のように風圧力による等分布荷重が加わったためであると考えられる。

図 7 より、有風時において合わせガラスには加撃体衝撃力だけではなく、風圧力が加わっており、反力と互いに逆方向に作用することによって、板ガラスの変形が生じにくいと考えられる。一方で無風時には風圧力が作用していないため、モーメント力が一方向にのみ作用し変形が有風時に比べ生じやすいと考えられる。

4.1 項では作用時間を考慮した場合の風圧力（風速 30m/s）は合わせガラスの損傷・破損させる直接的な要因になりにくいと考えられるが、加撃体衝突のように他の荷重が作用した場合や合わせガラスの設置方法など他の要因が組み合わさることで損傷・破損形態に影響を与えることが分かった。

5. 結論

実験結果および先行研究³⁾より、板ガラスの耐衝撃性能については中間膜の有無および、中間膜の厚みの大きさに依存し、有風環境下（風速 30m/s）での単板ガラスおよび合わせガラスに対する飛来物衝突時において風圧力は直接的な損傷・破損の要因にはなりにくいものの、損傷・破損形状については影響を与えることが分かった。

これらの研究結果を総合すると、板ガラスの耐衝撃性能について風速 30m/s の環境下においては、有風時と無風時での差はほとんどなく、飛来物の種類や建築物に対する衝撃条件、建材の弾性係数などの材料定数に左右されるが、破損・損傷形状においては風圧力の影響が存在することが明らかとなった。そのため、台風などの強風を伴う災害において板ガラスは飛来物接触面である室外側の補強だけではなく、室内側の補強も行うことで物的被害・人的被害を抑えられることが期待できる。

6. 参考文献

- 1) 日本板硝子 NSG グループ：第 1 回 台風・強風が建築物、開口部に与える被害について 2025 月 11 月 28 日確認 (https://glass-wonderland.jp/column/7838/)
- 2) 日本産業協会：建築用ガラスの暴風時における飛来物衝突試験方法 JIS R3109：2018 2025 年 11 月 28 日確認
- 3) 松尾 勇汰：飛来物衝突による板ガラスの破壊モードおよび飛散挙動に関する研究 摂南大学 2024 年度 卒業研究、65p.
- 4) 日本建築学会：建築物荷重指針・同解説(2015)、p. 593-625
- 5) 亀井勇：風の垂直分布を考慮せる角柱の風圧に関する研究、構造物の耐風性に関する第 1 回シンポジウム論文集、pp. 95-102、1982

建材の劣化を考慮した日本版改良藤田スケールの再検討

研究のタイプ [論文]

222054 田口結

指導教員 奥田泰雄

1. 研究の背景と目的

竜巻は全国どこでも発生する可能性があり、激しい突風で建築物に大きな被害をもたらすことがある。現在の日本では、竜巻等突風の強さの評定には、日本版改良藤田スケールが用いられている。現行の日本版改良藤田スケールでは、建築物の老朽化について触れられてはいるものの、十分に考慮されていない。

そこで本研究では、建材の劣化について3段階に分けて評価し、風速が低くなることを考慮して日本版改良藤田スケールの再検討を行うことを目的としている。

2. 日本版改良藤田スケール

2.1 藤田スケール

日本版改良藤田スケールに関するガイドライン¹⁾によると、藤田は竜巻やダウンバーストなど突風の風速を、建築物等の被害状況から推定する「藤田スケール(Fスケール)」を考案した。世界的に利用されていたFスケールだが、様々な課題があり、改良藤田スケール(EFスケール)が策定された。

2.2 改良藤田スケールの特徴

奥田ら²⁾によると、2007年に米国で発表された改良藤田スケールは、28の被害指標(DI)と5~12段階の被害程度(DOD)を提示し、各被害について、気象学者、風工学者、建築家、気象学と工学の専門家が風速評価を行って、推定風速値と上限・下限風速値を算出した。米国の改良藤田スケールでは、被害の表現から推定される風速と被害指標と被害程度から推定される風速の関係を調べ、改良藤田スケールの各階級での被害程度が可能な限り、藤田スケールと対応するよう風速値を設定している。

日本版改良藤田スケールも米国の改良藤田スケールに倣い、これまでの被害調査結果から被害指標と被害程度を抽出し、各被害の程度について風速の推定を行った。ただし、風速推定では米国の風速評価と異なり、専門家による評価ではなく、建築物や工作物等の耐力や作用風圧力をできる限り工学的に推定し、被害発生風速を等価静的風速(時間的に変動する瞬間風速を一定風速に置き換えて計算したもの)として評価した。具体的には、被害程度が発生するときの最大耐力を構造実験等で評価し、建築物や工作物等に作用する風力も風洞実験結果や建築物荷重指針³⁾等の数値を参照し被害発生風速を求めた。

日本版改良藤田スケールでは、これまでの被害調査などから、多くの被害指標を抽出し、表1にまとめた。この指標から代表的なものを選び、各被害指標について被害程度を示し、風速推定を行う。

表1 JEFスケールの被害指標¹⁾

番号	被害指標 (DI)	番号	被害指標 (DI)
1	木造の住宅又は店舗	17	電柱
2	鉄骨系プレハブ住宅又は店舗	18	地上広告板
3	鉄筋コンクリート造の集合住宅	19	道路交通標識
4	仮設建築物	20	カーポート
5	大規模な庇・独立上屋の屋根	21	塀
6	鉄骨造倉庫	22	木製・樹脂製・アルミフェンス、メッシュフェンス
7	木造の非住家建築物		
8	園芸施設	23	道路の防風・防雷フェンス
9	木造の畜産施設	24	ネット(野球場・ゴルフ場等)
10	物置	25	広葉樹
11	コンテナ	26	針葉樹
12	自動販売機	27	墓石(禿石)
13	軽自動車	28	踏盤
14	普通自動車	29	仮設足場(壁つなぎ材)
15	大型自動車	30	ガントリークレーン
16	鉄道車両	31	船舶

2.3 日本版改良藤田スケールによる評定方法

日本版改良藤田スケールに関するガイドライン¹⁾によると、日本版改良藤田スケールを用いた竜巻等突風の強さの評定は、以下の手順で行う。

- ① 竜巻等突風によりもたらされた各被害について、DI・DODの決定
- ② ①より対応する風速の決定
- ③ ②より複数の推定風速の中で最大の値を、評定風速として決定
- ④ 評定風速からJEFスケールの階級の決定

DI及びDODに対応する被害が無い際には、評定風速は不明となる。ただし、DIが存在しても被害が無い場合などは評定風速が25m/s未満となる可能性がある。

3. 建材の劣化の指標

3.1 老朽化評価の指標

建築物等の耐風性能が老朽化により、低下する場合がある。老朽化した建築物は、既存の建築物と同じ被害を受けたとしても推定風速は低下し、正確な推定風速を求めることは難しいと考えられる。そのため、日本版改良藤田スケールの評価項目に老朽化評価を加えることを目的として、3段階の指標を提案する。対象は瓦、鋼板製屋根、窯業系サイディングとし、A：良好、B：中程度の劣化、C：著しい劣化とする。

評価基準は、被害が出なかった部分の建材での評価、落下・飛散した建材での評価(瓦が割れるなどの作用風圧力に対して抵抗した形跡があるかどうか)を主とする。

表2-1 瓦 老朽化評価

評価	状態
A：良好	落下した瓦に抵抗した跡がある 残った瓦はきれいに並んだままである
B：中程度の劣化	残った瓦が浮いて見える
C：著しい劣化	落下した瓦に抵抗した跡がない 残った瓦がずれている



図 1-1 A：良好な状態の瓦（左図）

図 1-2 B：中程度の劣化状態の瓦（右図）



図 1-3 C：著しい劣化状態の瓦

（建築研究所提供）

図 1-1 は良好な状態であり、被害を受けていない残った瓦はきれいに並んだままである。図 1-2 は中程度の劣化状態であり、被害を受けていない残った瓦に浮きが見られる。図 1-3 は著しい劣化状態であり、残った瓦は浮いたり、ずれたりしている。

表 2-2 鋼板製屋根 老朽化評価

評価	状態
A：良好	被害の出していない部分にサビ、浮きが見られない
B：中程度の劣化	被害の出していない部分にサビが見られる
C：著しい劣化	被害の出していない部分が浮いて見える



図 2-1 A：良好な状態の鋼板製屋根（左図）

図 2-2 B：中程度の劣化状態の鋼板製屋根（右図）



図 2-3 C：著しい劣化状態の鋼板製屋根

（建築研究所提供）

図 2-1 は良好な状態であり、被害の出していない部分にはサビや浮きが見られない。図 2-2 は中程度の劣化

状態であり、被害の出していない部分にサビが見られる。図 2-3 は著しい劣化状態であり、被害の出していない部分にサビや浮きが見られる。

表 2-3 窯業系サイディング 老朽化評価

評価	状態
A：良好	被害の出していない部分にひび割れ、浮きが見られない
B：中程度の劣化	被害の出していない部分にひび割れが見られる
C：著しい劣化	被害の出していない部分のボードが浮いて見える



図 3-1 A：良好な状態のサイディング（左図）

図 3-2 B：中程度の劣化状態のサイディング（右図）



図 3-3 C：著しい劣化状態のサイディング

（建築研究所提供）

図 3-1 は良好な状態であり、被害の出していない部分に色褪せ等は見られない。図 3-2 は中程度の劣化状態であり、被害の出していない部分にひび割れが見られる。図 3-3 は著しい劣化状態であり、被害の出していない部分にボードの浮きが見られる。

3.2 耐力低減係数

建材の劣化による耐力低下は、耐力低減係数 $ka = 1.0, 0.6, 0.3$ を用いて評価した。

耐力低減係数 0.6 は 2 つの釘引き抜き試験^{4) 5)}の結果を基に設定した。1 つ目の試験は万能試験機により釘を振動させた試験の結果である。3 体の引き抜き耐力の平均値を取り、振動回数の増加に伴い引き抜き耐力が低下していることが分かった。新品の状態での引き抜き耐力は約 340N であり、振動回数 100 回では引き抜き耐力が約 200N まで（約 58%）下がること分かった。2 つ目の試験は試験体を水に浸漬、乾燥を繰り返した後、重量と釘の引き抜き耐力を測定した結果である。一度浸漬した後は、重量（含水率）が初期と同程度まで乾燥したとしても、引き抜き耐力は約 70% まで低下することが分かった。これらの試験結果より、耐力低減係数 0.6 を採用した。

耐力低減係数 0.3 は以下の基準に基づき設定した。現行の日本版改良藤田スケールでは、外観上明らかに当該被害箇所の劣化が著しい場合には、代表値ではなく下限値で評価する場合がある。本研究ではこの考えを踏まえて、現在の評価における被害程度 (DOD) よりも 1 つ低い被害程度 (DOD) の下限値と近い値になるように、耐力低減係数 0.3 を採用した。

以上より、耐力低減係数は A:良好な状態では 1.0、B: 中程度の劣化状態では 0.6、C: 著しい劣化状態では 0.3 とした。

4. 被害事例と実験値による推定風速

4.1 被害事例

2012 年 5 月 6 日 茨城県つくば市の竜巻、2013 年 9 月 2 日 埼玉県越谷市の竜巻、2006 年 9 月 17 日 宮崎県延岡市の竜巻、2009 年 10 月 8 日 茨城県土浦市の竜巻、2009 年 7 月 19 日 岡山県美作市の竜巻、2009 年 7 月 27 日 群馬県館林市の竜巻、2025 年 9 月 5 日 静岡県牧之原市の竜巻について、23 の被害事例を文献調査により整理した。表 4 (最終ページ下部) が被害事例をまとめた一覧表である。被害の対象は DI=1 の木造の住宅又は店舗の屋根ふき材・外壁材、DI=2 の鉄骨系プレハブ住宅又は店舗の屋根ふき材・外壁材、DI=5 の大規模な庇・独立上屋の屋根とする。

4.2 許容耐力と推定風速

4.2.1 構造実験値による推定風速

各被害について、新築状態での推定風速を構造実験値⁶⁾から求めた。今回の検討対象は粘土瓦、鋼板製屋根、窯業系サイディングである。

4.2.2 粘土瓦

粘土瓦については、周辺部、隅角部、棟端部よりも一般部に被害が出やすいため、表 3-1、No. 1 の許容耐力 1090N/m²⁶⁾を用いた。推定風速は 42.6m/s である。

表 3-1 木造 2 階建て住宅 瓦

用途種別: 住宅 構造種別: 木造 2 階建 荷重条件: 基準風速V0=36m/s 風圧係数Cp=-1				
No.	使用部位	種別・取付方法	許容耐力 (N/m ²)	計算式 (Vの単位: m/s)
1	2 階屋根一般部	J形防災瓦53A形 千鳥繋結	1090	1090 = 10.6V ² × (-1) V = 42.6
2	2 階屋根一般、周辺、隅角、棟端部	J形防災瓦53A形 全数繋結	2820	2820 = 10.6V ² × (-1) V = 68.6
3	2 階屋根周辺、隅角部	J形万軒瓦53A形 袖部側銅線補強	3850	3850 = 10.6V ² × (-1) V = 80.1
4	2 階屋根棟端部	J形万軒瓦53A形 袖部側銅線補強	3850	3850 = 10.6V ² × (-1) V = 80.1

許容耐力は、愛知県産業技術研究所常滑窯業技術センター三河窯業試験所が発行する試験成績書による。

4.2.3 鋼板製屋根

鋼板製屋根では表 3-2、No. 1 の許容耐力 3520N/m²⁶⁾を用いた。

表 3-2 鉄骨造体育館 鋼板製屋根

用途種別: 体育館 構造種別: 鉄骨造 荷重条件: 基準風速V0=36m/s 風圧係数Cp=-1				
No.	使用部位	種別・取付方法	許容耐力 (N/m ²)	計算式 (Vの単位: m/s)
1	屋根一般、周辺、隅角部	心木なし瓦棒 留付け間隔610mm	3520	3520 = 10.6V ² × (-1) V = 76.6

4.2.4 窯業系サイディング

今回調査した竜巻に被害では木造建築が非常に多いため、表 3-3、No. 3, 4 の許容耐力 3930N/m²⁶⁾を用いた。推定風速は 80.9m/s である。

表 3-3 木造 3 階建て戸建住宅 窯業系サイディング

用途種別: 戸建住宅 構造種別: 木造 3 階建 施工仕様: 金具留工法・横張り 荷重条件: 基準風速V0=44m/s 風圧係数Cp=-1					
No.	使用部位	構成材料	種別・取付間隔	許容耐力 (N/m ²)	計算式 (Vの単位: m/s)
1	外壁一般部	サイディングボード	JIS 5422品 留付間隔50cm	1700	1700 = 10.6V ² × (-1) V = 53.2
2	外壁一般部	留付金具	メッキ鋼板 1枚当り縦棒毎に1	1700	1700 = 10.6V ² × (-1) V = 53.2
3	外壁隅角部	サイディングボード	JIS 5422品 留付間隔50cm	3930	3930 = 10.6V ² × (-1) V = 80.9
4	外壁隅角部	留付金具 +補強ねじ	メッキ鋼板 1枚当り縦棒毎に1 +補強ねじ同数	3930	3930 = 10.6V ² × (-1) V = 80.9

構造実験値は設計用であり、実際に被害が出る風速は計算して求めた推定風速よりも大きくなることが考えられる。また、建材の種類により被害が生じる風速が異なるため、建材ごとに設定した構造実験値⁶⁾より、計算した推定風速に耐力低減係数を乗じることで、老朽化を考慮した風速を求める。

5. 考察

5.1 各建材における推定風速

各建材について、実験値による推定風速、耐力低減係数 1.0、0.6、0.3 をそれぞれ乗じた推定風速を求めると図 4、5 に示す風速となった。図 4 は現行の日本版改良藤田スケールで用いられている推定風速である。現行の日本版改良藤田スケールの値で評価をすると、建材の劣化等について十分に考慮されていないため、過大評価になってしまう可能性が高くなる。そのため図 5 は、過大評価を避けるため、各建材の構造実験値⁶⁾における最小の許容耐力より推定風速を求め、耐力低減係数 1.0、0.6、0.3 を乗じた推定風速である。本研究では、現行の日本版改良藤田スケールの評価に老朽化評価の指標を加えることを目的としているため、図 4 の値を基に再検討を行った。

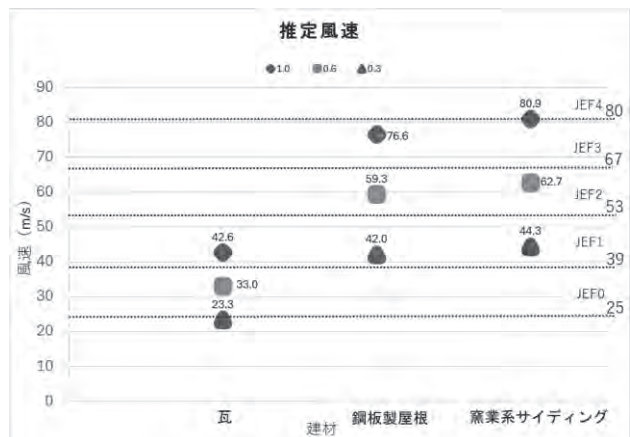


図 4 各建材の現行の JEF スケールにおける推定風速

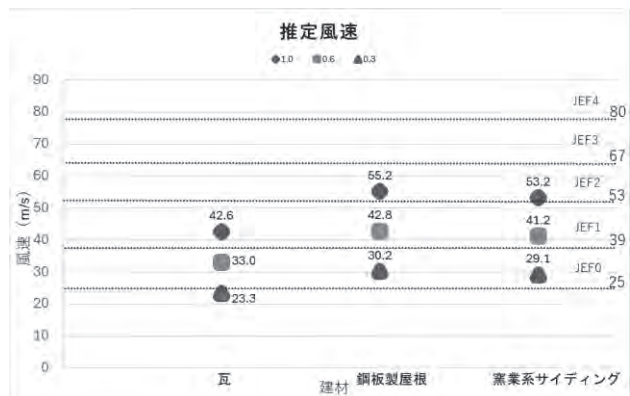


図 5 各建材の最小の許容耐力における推定風速

5.2 良好な状態での被害

良好な状態の場合（図 1-1、2-1、3-1 参照）、建材の劣化による影響は小さいため実験値による推定風速をそのまま用いても過大評価になる可能性は低いと考えられる。良好な状態の建築物では耐力低減係数を 1.0 とし、建材の劣化を考慮しない、実験値による推定風速をそのまま用いることが妥当であると考えた。

5.3 中程度の劣化状態での被害

中程度の劣化状態の場合（図 1-2、2-2、3-2 参照）、良好な状態よりも被害が出やすく、実験値による推定風速をそのまま用いると実際よりも高く評価される可能性がある。そこで、耐力低減係数 0.6 を実験値による推定風速に乗じることで風荷重は 40%低減する。また、風荷重は風速の 2 乗に比例するため、推定風速としては約 22~23%低下する。瓦、鋼板製屋根では現行の日本版改良藤田スケールから求める階級より低い階級となる。現行の日本版改良藤田スケールでは、老朽化が著しい建築物等に関しては評価対象外としている。しかし、中程度の劣化状態の建築物等に関しては評価の基準はなく、建材の劣化が見られたとしても既存の建築物と同様に評価されてしまう。以上より、中程度の劣化状態の建築物では耐力低減係数を 0.6 とし、実験値による推定風速に乗じることで、推定風速を小さくすることが妥当であると考えた。

5.4 著しい劣化状態での被害

著しい劣化状態の場合（図 1-3、2-3、3-3 参照）、固定力が低下し瓦がずれたりパネルが浮いたりする。また、建材そのものの強度が低下している可能性も考えられる。そこで、耐力低減係数 0.3 を実験値による推定風速に乗じることで風荷重は 70%低減する。また、風荷重は風速の 2 乗に比例するため、推定風速としては約 45~46%低下する。著しい劣化状態の被害事例と現行の日本版改良藤田スケールでの評価、実験値による推定風速、被害程度から耐力低減係数 0.3 を設定した。以上より、著しい劣化状態の建築物では耐力低減係数を 0.3 とし、実験値による推定風速に乗じることで、推定風速を小さくすることが妥当であると考えた。

6. 結論

本研究は、建材の劣化について 3 段階に分けて評価し、風速が低くなることを考慮して日本版改良藤田スケールの再検討を行うことを目的として行った。実験値より求めた推定風速を基に、建材の劣化状況に合わせて耐力低減係数（1.0、0.6、0.3）を設定した。その結果、現行の日本版改良藤田スケールでは過大評価される可能性のある被害について、各建材の実験値による推定風速に耐力低減係数を乗じることで、実際の被害風速に近い風速を得ることが可能になった。


7. 今後の研究計画

今後の研究計画としては、専門家でない人でも評価のしやすい老朽化評価指標を策定することが重要である。また、より多くの被害事例について整理し、提案した耐力低減係数の妥当性をより明確にする必要がある。

参考文献

- 1) 気象庁：日本版改良藤田スケールに関するガイドライン、2015 年 12 月
- 2) 奥田泰雄ら：日本版改良藤田スケールの開発、全体概要、日本風工学会誌、Vol. 40、NO. 2 (No. 143)、平成 27 年度年次発表会梗概集、pp. 117-118、2015 年 4 月
- 3) 日本建築学会：建築物荷重指針・同解説、2015 年
- 4) 黄鈺麟・石原沙織：日本建築学会大会学術講演梗概集 野地板の劣化が釘引き抜き耐力に及ぼす影響 その 3 釘の振動の影響、pp. 987-988、2023 年 9 月
- 5) 村上晴香・石原沙織：日本建築学会大会学術講演梗概集 野地板の劣化が釘引き抜き耐力に及ぼす影響 その 1 下葺き材の種類と通気層の有無の影響、pp. 907-908、2022 年 9 月
- 6) 平成 24 年度建築基準整備促進補助事業外装材検討グループ：屋根ふき材等耐風設計構造計算確認表作成マニュアル（案）、平成 24 年度建築基準整備促進事業風圧力、耐風設計等の基準の合理化に関する検討報告書、第 3 章付録 2、2013 年 3 月

表 4 屋根材・外壁材の被害事例

構造種別・材料	被害写真	被害内容	被害指標 (DI)	DODと風速 (m/s)	藤田スケール (階級)	ガイドラインによる推定風速 (m/s)	実験値による推定風速 (m/s)	実験値による推定風速の算定根拠 (算定式 $W=0.6V^2 \times Cp$)	老朽化評価 (5段階)	老朽化を考慮した風速 (m/s)
2012年5月6日 茨城県つくば市 電巻										
瓦		屋根ふき材の脱落・飛散	1 木造の住宅 又は店舗	3 代表値: 45 下限値: 30 上限値: 60	JEF1	39-52	42.6	粘土瓦 許容耐力=1090N/m ² 風圧係数Cp=-1 基準風速Vo=36m/s 算定式 1090=0.6V ² ×(-1)	C	実験値による風速× √低減係数 42.6×√0.3=23.3 (JEF2対象外)
鋼板製屋根		屋根の脱落	5 大規模な庇 独立上家の屋根	5 代表値: 90 下限値: 75 上限値: 100	JEF3	67-80	76.6	鋼板製屋根 許容耐力=3520N/m ² 風圧係数Cp=-1 基準風速Vo=36m/s 算定式 3520=0.6V ² ×(-1)	C	実験値による風速× √低減係数 76.6×√0.3=42.0 (JEF1相当)
鋼板製屋根		屋根の脱落・変形	5 大規模な庇 独立上家の屋根	5 代表値: 90 下限値: 75 上限値: 100	JEF3	67-80	76.6	鋼板製屋根 許容耐力=3520N/m ² 風圧係数Cp=-1 基準風速Vo=36m/s 算定式 3520=0.6V ² ×(-1)	B	実験値による風速× √低減係数 76.6×√0.6=59.3 (JEF2相当)
2013年9月2日 埼玉県越谷市 電巻										
瓦		瓦の脱落	1 木造の住宅 又は店舗	3 代表値: 45 下限値: 30 上限値: 60	JEF2	53-66	42.6	粘土瓦 許容耐力=1090N/m ² 風圧係数Cp=-1 基準風速Vo=36m/s 算定式 1090=0.6V ² ×(-1)	A	実験値による風速× √低減係数 42.6×√1.0=42.6 (JEF1相当)
鋼板製屋根		屋根の飛散	1 木造の住宅 又は店舗	3 代表値: 45 下限値: 30 上限値: 60	JEF2	53-66	76.6	鋼板製屋根 許容耐力=3520N/m ² 、風圧係数Cp=-1 基準風速Vo=36m/s 算定式 3520=0.6V ² ×(-1)	A	実験値による風速× √低減係数 76.6×√1.0=76.6 (JEF3相当)

超高層中間層免震建物の高さ方向の免震層の最適配置に関する研究

研究のタイプ [論文]
 222060 坪井孝樹
 指導教員 奥田泰雄

1. 研究背景と目的

近年、超高層建物の増加に伴い、地震時の安全性の確保と設計自由度の両立を目的として、中間層免震構造の採用が注目されている。

中間層免震建物に関する研究では、中高層建物を対象とした耐震性能評価及び動的設計手法の合理化の提案¹⁾がなされている一方で、超高層中間層免震建物の実例^{2,3)}は限られている。そのため、超高層建物における免震層の設計指針や応答評価に関する知見は少ない。

中高層建物の高さ方向の免震層の位置が建物の応答に与える影響については、周囲地盤との連成効果の影響や免震層下部構造の加速度の応答増大に対する問題^{4,5)}が挙げられる。免震層の位置による応答傾向の把握は行われているものの、設計に活用可能な定量的な指針の提示には至っていない。

また、建物の高さや質量分布によって振動特性が大きく異なることから、免震層の位置による影響を把握するには、対象建物のスケールに応じた検討が不可欠である。

特に、大阪府内においては60m以上の高さを有する超高層建物が470棟あり、半数以上が100m以下の建物である。そして、免震建物は全体の2割を超える棟数となっている⁶⁾。高さが96mの建物を対象とした検討は、社会的に意義がある。

本研究では、高さが96mの超高層中間層免震建物を対象に、高さ方向の免震層の位置が応答に与える影響や傾向を把握し、高さ方向の免震層の最適配置を提案することを目的とする。特に、層間変形角および絶対加速度に着目し、構造的な傾向を整理することで、今後の設計判断に活かせる知見の提供を目指す。

2. 検討方法・検討建物

2.1 検討対象建物概要(検討はX方向のみ)

図1に示す地上25階の鉄骨造(柱はCFT)である。図1(a)は架構平面を示し、図1(b)は架構立面である。

図1(a)より主架構はX方向が8.0[m]の3スパンで、Y方向は8.5[m], 7.0[m], 8.5[m]の3スパンである。

図1(b)より、階高が4mで最高高さが96mである。用途はオフィスであり、1次固有周期は2.26[s]である。

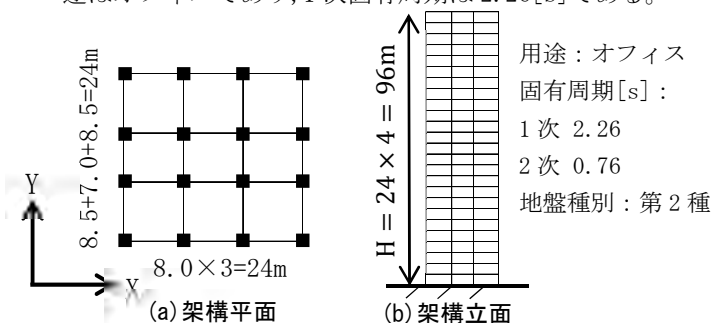


図1 建物概要

2.2 解析対象モデル

多質点系(解析)モデルは立体モデルをP- Δ 効果を考慮する静的解析を行い、層せん断力-層間変形関係より曲げせん断モデルを生成し、解析ソフト(構造システムSNAP)を用いて解析を行う。上部・下部構造に2%の剛性比例型とする。

2.3 検討方法

立体モデルに免震層として免震部材を設ける。免震部材は、高減衰系ゴムとする。これは、ゴム材料自体に高いエネルギー吸収性能を与えた積層ゴムであり、ばね機能と減衰機能を一体化した免震部材である。

各柱の下に1個ずつ配置し、合計16個を配置する。

これ以降、免震層を配置していない建物を非免震、i層免震建物のことをi層とそれぞれ呼ぶこととする。

2.3.1 各層で同じ免震部材を用いた場合

免震部材は、2層(1~2階)の柱の長期軸力が免震部材の長期許容軸力の値を超えないように選定し、免震層の水平剛性は、 2.4×10^3 [kN/m]とした。

免震部材を配置するケースは、2層、4層、8層、12層、16層、20層及び24層の7パターンとした。

2.3.2 各層に最適な免震部材を用いた場合

免震部材は、各層の柱の長期軸力が免震部材の長期許容軸力の値を超えないように選定した。

免震層を配置するケースは、2~16層の15パターンとした。

高さ方向の免震層の最適位置を決定するための設計クライテリアを表1に示す。設計クライテリアの絶対加速度は免震構造設計指針の設計基準⁷⁾を参考に上部構造の絶対加速度の3000 [mm/s²]を設定し、下部構造の絶対加速度は7000 [mm/s²]とした。下部構造の層間変形角は建築基準法の最低基準値の1/200以下となるようにし、上部構造の層間変形角は下部構造の1/2倍の1/400となるように設定した。この基準に従い高さ方向の免震層の最適配置について検討した。

表1 設計クライテリア

	絶対加速度 [mm/s ²]	層間変形角
上部構造	3000	1/400
下部構造	7000	1/200

2.4 検討入力地震動

入力地震動は大地震を想定したレベル2地震動とした。

加速度応答スペクトル(h=0.02)を図2に示す。

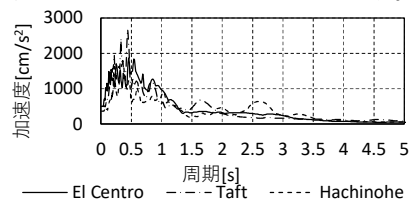


図2 加速度応答スペクトル(h=0.02)

3 各層で同じ免震部材を用いた場合の結果

図3に Taft 波の非免震、2・4・20・24層の比較図を示す。免震層が低層に配置された2層では、上部構造の加速度が顕著に低減しており、免震の効果が建物全体に広く及んでいることが分かる。

一方、20層や24層のように高層に免震層を配置した(2層の軸力と大きく異なる)場合、下部構造の加速度が大きく、免震効果が上部構造に限定されていることが分かる。免震層より下部構造の加速度が大きく、免震効果が上層に限定されていることが分かる。下部構造の最大絶対加速度は大きなばらつきがみられ、現段階では入力地震動の周波数成分、免震部材の適用方法および減衰の未設定など複数の要因が考えられる。

図4に Taft 波の非免震と2・4・8層の層間変形角の比較図を示す。2・4層では上部構造に違いはなかったが、8層の15層よりも上層はやや大きい変形角となってしまっていたため上部構造の全体に免震の効果を行きわたっておらず免震の効果が限定的であることが分かった。

非免震の最大層間変形角が1/166となっており、2と4層は上部・下部構造の最大層間変形角がそれぞれ1/361, 1/476であるため、建築基準法の規定値以下(1/200)であることを確認できた。

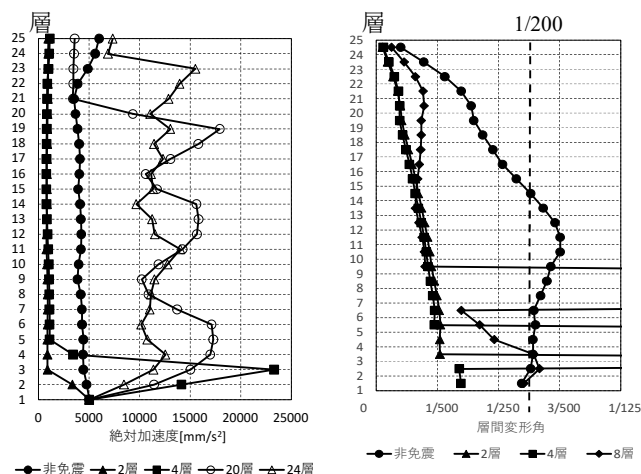


図3 非免震、2・4・20・24層の比較図

図4 非免震と2・4・8層の層間変形角の比較図

4. 設計クライテリアの判定

表1の設計クライテリア以下であったものを波ごとにまとめたものを表2に示し、最悪なケースを表3に示す。(a)はEl Centroを、(b)はTaftを、(c)はHachinoheである。凡例として当てはまるものは○、当てはまらないものは×とする。

表2(a)(b)(c)より、上部構造は9層以外は設計クライテリア以下であることを示せた。しかし、下部構造は表2(a)(b)において免震層の位置が中層では設計クライテリア以上であることが分かった。

表3より、設計クライテリアを満たすことができたものは2・3・4・14・15層の合計4層であることが分かった。

表2 波ごとの判定表

(a) El Centro

	2層	3層	4層	5層	6層	7層	8層	9層	10層	11層	12層	13層	14層	15層	16層
上部構造	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○
下部構造	○	○	×	×	○	○	×	×	×	×	×	×	○	○	○

(b) Taft

	2層	3層	4層	5層	6層	7層	8層	9層	10層	11層	12層	13層	14層	15層	16層
上部構造	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
下部構造	○	○	×	×	×	×	×	○	×	×	×	○	○	○	×

(c) Hachinohe

	2層	3層	4層	5層	6層	7層	8層	9層	10層	11層	12層	13層	14層	15層	16層
上部構造	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
下部構造	○	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表3 総合判定表

	2層	3層	4層	5層	6層	7層	8層	9層	10層	11層	12層	13層	14層	15層	16層
上部構造	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
下部構造	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	×

4.1 高さ方向の免震層の最適配置

設計クライテリアに対する応答の基準値余裕率は基準値余裕率とする。表2(a)(b)(c)と表3に示した判定表で上部・下部構造ともに○であったものを以下では示すこととする。

4.1.1 El Centroの最適配置

図5にEl Centroの基準値余裕率を示す。図5(a)は絶対加速度の比較、図5(b)は層間変形角の比較である。

図5(a)より、中層配置(6,7層)の2~6層では、下部構造の基準値余裕率が低高層よりも最大32%低下していることが読み取れる。下部構造の最大基準値余裕率は2~4層に分布していた。上部構造の基準値余裕率は、3層と6層を除き19層で最大値を示すが、20層以降は上層になるにつれて値が小さくなる傾向がみられた。

全体として2層の基準値余裕率が高く、次いで下部構造の基準値余裕率大きい16層が、2層に次いで絶対加速度に対して最適な配置であると考えた。

図5(b)より、1~6層の範囲で6,7層免震がその他の配置と比べ、下部構造の基準値余裕率が20%以上大きくなっていることが分かった。高層配置(14~16層)では下部構造の基準値余裕率の変化が類似した形状を示すことが読み取れた。19層以降では絶対加速度とは逆に、上部構造の基準値余裕率が上層になるにつれて増加する傾向が確認された。

2層の基準値余裕率が1~20層の範囲で層間変形角の基準値余裕率が50~60%を安定しており、層間変形角に対して最適な配置であると考えた。二番目には、上部構造の基準値余裕率が2層より大きい16層であると考えられる。しかし、下部構造の基準値余裕率が6~13層では低下しているため注意が必要であると考えられる。

同じ配置でも2~6層と19層では絶対加速度と層間変形角で基準値余裕率分布が逆転する箇所があることが分かった。20層以降は絶対加速度の傾向は小さくなるが、層間変形角の傾向が大きくなる。高層での変形角が小さく、絶対加速度は大きい変形を抑えられている動的特性を示唆していると考えられる。

El Centroにおける高さ方向の免震層の最適配置は

総合的にみて2層であると考えた。

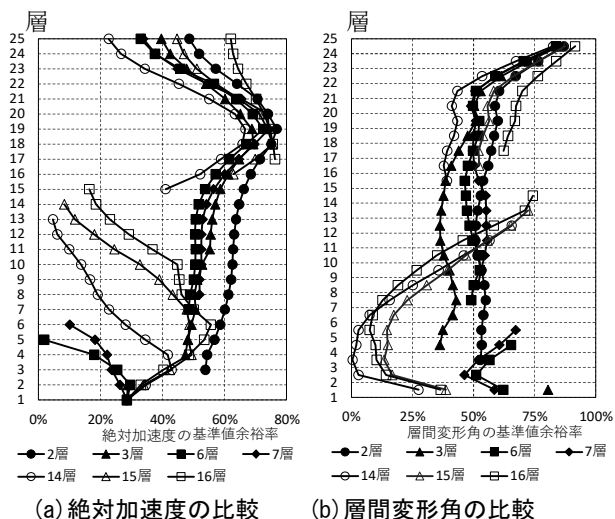


図5 El Centroの基準値余裕率

4.1.2 Taftの最適配置

図6にTaftの基準値余裕率を示す。図6(a)は絶対加速度の比較, 図6(b)は層間変形角の比較である。

図6(a)より, 9層は層ごとの基準値余裕率のばらつきが大きく, 下部構造の基準値余裕率も全体的に小さいため, 不適切な配置と考えた。2層は全層にわたり高い基準値余裕率を維持し, 最適な配置であると考えられる。3層は20層まで高い基準値余裕率を示し, 2層に次いで3層が最適な配置であると考えた。

図6(b)より, 2・3・9層の上部構造の下層はすべての下部構造よりも基準値余裕率が小さいことが分かった。特に2・3層では層ごとのばらつきが大きかった

13層の上部・下部構造ともに21層まで40~60%の範囲で安定しており, 極端に余裕が大きいとは言えないものの安定性が高いことから, 層間変形角において最適に近い配置であると評価した。二番目に最適であるといえるのは2層であると考えた。

Taftにおける高さ方向の免震層の最適配置は総合的にみて2層である結論付けた。

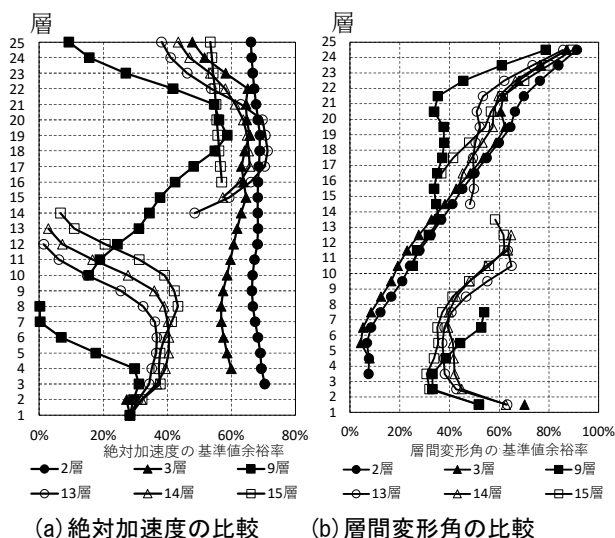


図6 Taftの基準値余裕率

4.1.3 Hachinoheの最適配置

図7にHachinoheの基準値余裕率を示す。図7(a)は4・6層を除く2~10層の絶対加速度の比較, 図7(b)は11~16層の絶対加速度の比較, 図7(c)は4層と6層を除く2~10層の層間変形角の比較, 図7(d)は11~16層の層間変形角の比較である。

図7(a)より, 下部構造は免震層の位置が低いほど基準値余裕率が小さくなる一方, 上部構造は免震層の位置が低いほど基準値余裕率が大きい傾向が確認された。2層は全体の基準値余裕率が大きくばらつきも小さいことから, 4層と6層を除く2~10層の範囲では2層が最適な配置であると考えた。

図7(b)より, 上層ほど基準値余裕率が大きく安定する傾向があるが, 11層では低い値が複数みられ, ばらつきが顕著であることが分かった。上下部構造は免震層の位置が高層になるにつれ基準値余裕率が大きくなること分かった。上部・下部構造ともに最大値を示すことから11~16層の範囲において16層が最適な配置であると考えられる。

図7(a)(b)より, 全体の基準値余裕率が大きく, ばらつきが小さい2層が最適であり, 次いで16層が最適であると考えた。

図7(c)より, 層間変形角に関しては上層で基準値余裕率が大きく, 下層に向かって低下する傾向がみられた。2・5・7層は比較的基準値余裕率が高く安定しているが, 8~11層(特に9・10層)は基準値余裕率が低いことが読み取れた。5層, 7層, 2層の順で最適であると考えた。

図7(d)より, 11層の下部構造は基準値余裕率が高いが, 上部構造では最も低い値を示した。逆に16層は下部構造の基準値余裕率が低い, 上部構造は最も高い値であった。15層の下部構造は16層に次いで基準値余裕率が高く, 上部構造でも16層に次いで余裕があった。11~16層において16層が最適な配置であると考えた。

高さ方向の免震層の最適配置は2層である。

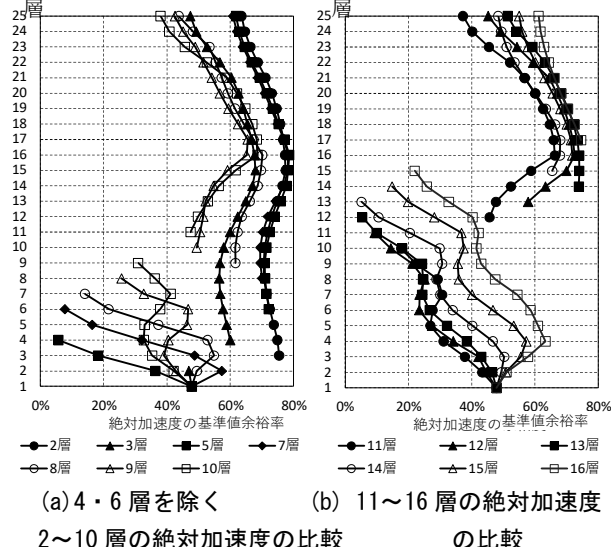


図7 Hachinoheの基準値余裕率

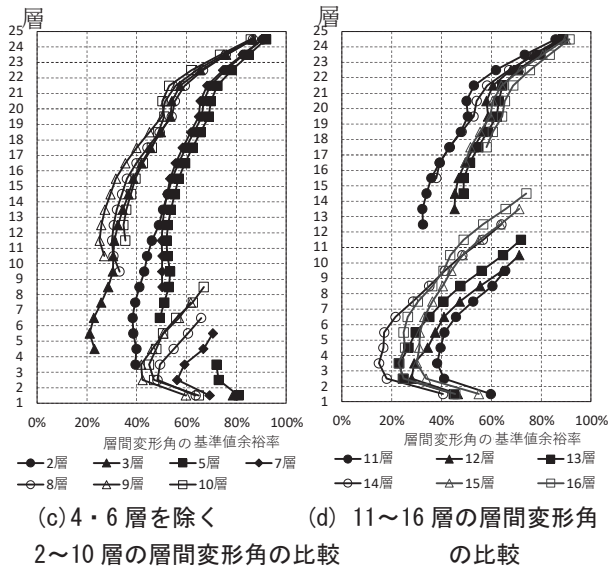


図7 Hachinoheの基準値余裕率

4.1.4 最悪ケース(各波の最小値)の最適配置

図8に最悪ケースの基準値余裕率を示す。図8(a)は絶対加速度の比較, 図8(b)は層間変形角の比較である。

図8(a)より, 上部構造の基準値余裕率は16～22層で最大値を示す一方, 下部構造は全層で基準値余裕率が低く(約27～32%), 下部構造の基準値余裕率が不足していることが分かった。2・3層は概ね高い基準値余裕率を示すが, 14・15層の中層(13～14層)では基準値余裕率が著しく低く, 最悪ケースでの安全性が確保されていない可能性が高いことが明らかになった。

図8(b)より, 2・3層は上層で高い基準値余裕率(60～80%台)を示すが, 下層では急激に低下した。14・15層は中層(10～20層付近)で比較的高い基準値余裕率(40～60%台)を示す箇所が多いものの, 一部の層で極端に低い値(1～10%台)を示す。

全体として上層ほど基準値余裕率が高く, 中層から下層に向かって基準値余裕率が低下する傾向がみられた。上層付近では各層とも80%前後の余裕が得られているが, 中層～下層では大きく低下する。

高さ方向の免震層の最適配置は2層である。

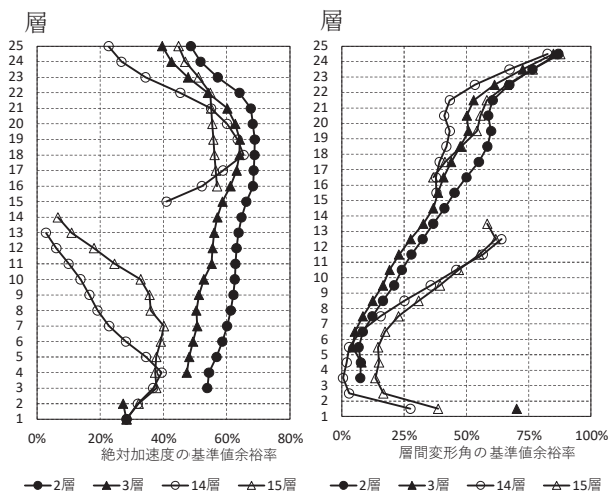


図8 最悪ケースの基準値余裕率

5. 結論

本研究では高さ96m, 地上25階の超高層中間層免震建物を対象に, 高さ方向の免震層の位置が応答に与える影響を系統的に解析し, El Centro・Taft・Hachinoheの3波および各波の最悪ケース(各波の最小値)で最適配置を求めたものである。静的増分解析に基づく多質点系への置換, 時刻歴応答解析および伝達関数解析を通じて, 免震層配置の動的影響を定量的に整理し, 最適配置を決定した。得られた知見を以下に示す。

- (1) 免震部材の選定に軸力を考慮することで免震効果が十分発揮されることが確認され, 軸力の重要な要素であることが明らかになった。しかし, 免震部材の選定に軸力を考慮しなければ免震効果が上部構造に限定され, 下部構造は解析ケースそれぞれで大きなばらつきがみられの変化が見られ, 非免震よりも絶対加速度が大きくなることを確認できた。
- (2) 免震層を2層に配置した場合が最も高い基準値余裕率と安定性を示し, 総合的に最適配置である。
- (3) 絶対加速度と層間変形角の間にはトレードオフが存在し, 同一配置でも余裕率分布が逆転することが確認された。特に最悪ケースでは下部構造の安全余裕が著しく不足しており, 上部構造の安全性のみを根拠にした設計は危険である。2層を基本配置としつつ, 局所的補強や制振装置の導入など下部構造の対策を併用することが必要である。
- (4) 最適配置の二番手候補としては16層が最も有望であるが, これは「補強・局所対策を前提とした上での選択」である。TaftやHachinoheの結果が示すように, 地震波の特性により3・13・5・7層が有利となる場合もあるため, 最終決定は用途要件・波形代表性・コストを踏まえた総合評価で行うべきであると考えられる。

参考文献

- 1) 小林正人, 洪忠憲: 中間層免震構造の地震応答予測と動的設計手法の合理化, 日本建築学会構造系論文集, 第592号, p. 51～57, 2005
- 2) 阿波野昌幸, 吉田聡, 岡田健: 中之島フェスティバルタワーの構造設計, GBRC, Vol136, No4, p. 1～9, 2011
- 3) 小坂橋裕一, 朝川剛, 中溝大機: 六本木三丁目東地区第一種市街地再開発事業 住友不動産六本木グランドタワー, MENSIN, No93, p. 12～16, 2016
- 4) 小林正人, 井澤保一, 洪忠憲: モード連成作用を考慮した中間層免震構造の各部地震応答予測, 日本建築学会構造系論文集, 第572号, p. 73～80, 2003
- 5) 山下忠道, 伊藤真二, 向井洋一, 井上豊: 中間層免震構造物の最大塑性率応答に着目した地震応答特性に関する研究, 構造工学集, B, 第46巻, p. 297～306, 2000
- 6) 林康裕, 村瀬詩織, 杉野未奈: 大阪府域に立地する超高層建物, 日本建築学会技術報告集, 第24巻, 第58号, p. 1075～1078, 2018
- 7) 日本建築学会: 免震構造設計指針, 2013

壁板の目地が耐力に与える影響に関する実験的研究

その1 目地の深さを変数とした場合

研究のタイプ [論文]
212064 宮坂 建希
指導教員 柳沢 学

1. 研究背景

鉄筋コンクリート造の耐震壁は、建物の水平耐力を高め、地震時の変形を抑制するために多用される。しかしながら、耐震壁は地震や荷重の作用によりひび割れが生じやすく、耐力低下や耐久性の低下につながる可能性がある。この問題に対して、コンクリート目地を設けることにより、ひび割れの発生位置を制御し、あらかじめ想定された箇所に誘発的にひび割れを集中させる手法が注目されている。

コンクリートの欠点の一つである乾燥収縮ひび割れが様々なところに入り、見た目も悪く処置も大変である。それを目地にひび割れを集中させ防水処理を行うと、ランダムなひび割れを抑制出来る効果が期待できる。しかし、目地の形状や深さによって、ひび割れの誘発効果や構造性能への影響は大きく変化すると考えられるため、本研究では目地の深さの違いによる壁板への影響を検討する。

既往の研究¹⁾ではひび割れ集中率の高い先端が鋭角に尖った断面の目地、並びに駆体内部に面内せん断力を伝達可能な埋込み目地を設けることで、断面欠損量を低減する新しい目地工法を開発すべく実験検討をおこなっており、内部埋込み目地の幅を断面欠損として扱わないと仮定すれば、断面欠損の低減することができると論じている。

2. 実験計画

2.1 実験目的

本実験ではスタブ(柱・梁)に荷重をかけ、耐震壁の壁板のみの耐力を算定する実験により、トラス機構は無視し水平荷重時に壁板に作用する圧縮ストラットの实を検討する圧縮実験に置き換え、壁板への影響を検討することを目的としている。

2.2 試験体概要

試験体は荷重点のスタブ(柱・梁)部分と耐震壁の壁板部分のみを製作し、90度回転させたものである。RC造耐震壁を模した、柱・梁に囲まれた約1/6スケールの模型試験体である。実験変数は目地の深さとし、試験体は計6体とした。実験変数および目地の概要を表1に示す。

また S30-0, S27-0, S24-0 は目地がない場合の耐力を求めるために用いる。S27-3, S24-6, S21-9 では 3mm、6mm、9mm と目地の深さの違いによる耐力を検討する。その他、スタブ(柱・梁)は 100mm×100mm、壁板は 300mm×300mm、目地の幅は 5mm に統一し、設計基準強度は $F_c=21$ とする。試験体図と断面を図1に示す。目地の有無および変数を図2に示す。

表1 試験体概要

試験体名	S30-0	S27-0	S24-0	S27-3	S24-6	S21-9
目地の幅 (mm)	-			5		
目地部分の壁厚さ (mm)	30	27	24	27	24	21
目地の深さ (mm)	-			3	6	9
予想耐力 (kN)	131	118	105	118	105	92
設計基準強度 (N/mm ²)	21					

※-は目地なしにつき0とする

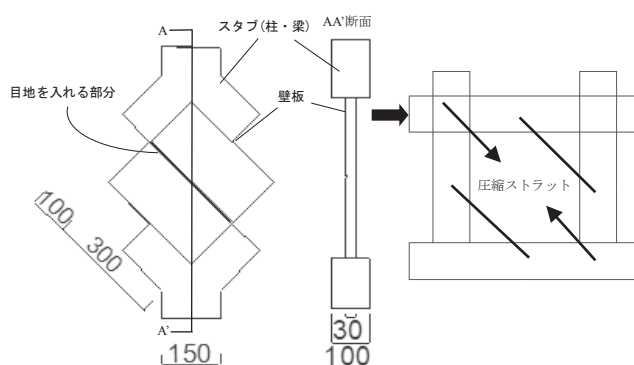


図1 試験体図と圧縮ストラット

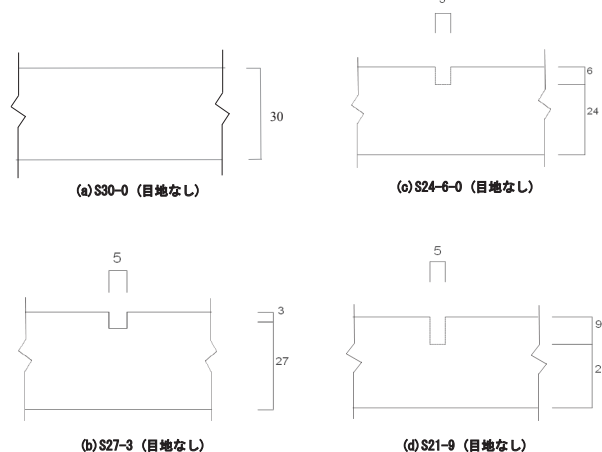


図2 目地の有無および変数

2.4 配筋図およびゲージ位置図

試験体配筋図およびゲージ位置図を図3に示す。スタブ(柱・梁)の主筋は4φ、帯筋は1.5φ、壁筋は3φを使用する。各試験体の配筋はすべて同じである。壁筋3φのピッチは75mmとする。壁筋すべてに柱・梁に定着を行った。柱・梁には主筋4φが6本ずつ入っており、帯筋1.5φのピッチは17mmとする。

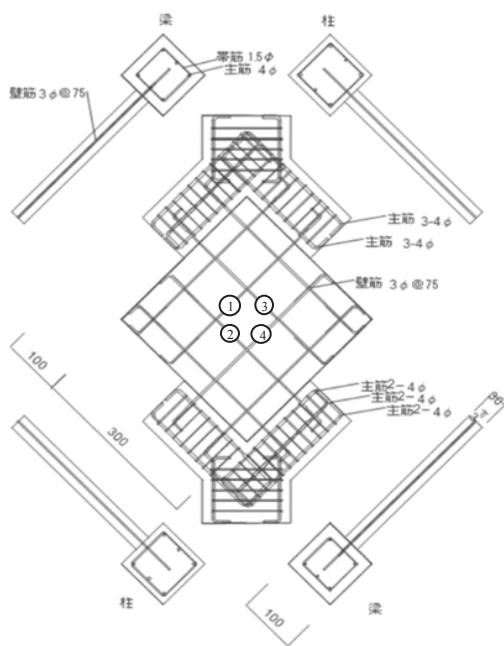


図3 配筋図およびゲージ位置図

2.3 荷重方法および測定方法

本実験において図3で示した壁板の中央に4ヶ所の最も変化が大きいと予測される鉄筋にひずみゲージを設け、スタブ間の中心距離の圧縮変位、ひび割れ発生状況を目視でも調べる。

計画で述べた通り圧縮実験により、アムスラー型加力試験装置にてスタブ(柱・梁)部分に上下からの圧縮力をかける。荷重方法を図4に測定方法を写真1に示す。



写真1 測定方法

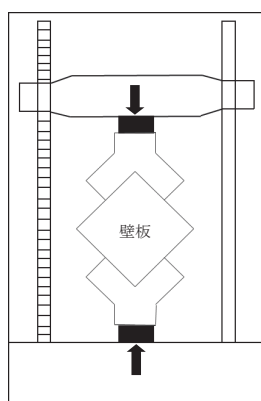


図4 荷重方法

3. 実験結果

3.1 試験体実寸法

本試験体の製作において、脱型時に削れた部分があり、実際に計画した寸法とは誤差がでてくる。そのため、試験体製作後に壁板の厚さ各6ヶ所、目地の幅各3ヶ所実寸を測り、その平均値の寸法を表2に示す。

今後の最大耐力の壁厚および目地の深さ・幅の計算値としてこの実寸法を利用し検討をする。

表2 試験体実寸法

試験体名	S30-0	S27-0	S24-0	S27-3	S24-6	S21-9
壁板厚さ計画(mm)	30	27	24	27	24	21
壁板厚さ平均(mm)	32	28	25.5	27.6	26	23.1
目地幅計画(mm)	-	-	-	5	5	5
目地幅平均(mm)	-	-	-	9.3	10	10.3

S27-3は試験体制作時にスタブ間が湾曲してしまい、正確な数値の検討から除外することをここに示す。

S24-0は脱型時に圧縮ストラット部分に、ひび割れを発生させてしまったことをここに示す。

3.2 材料試験

コンクリートのテストピースの圧縮試験の結果および力学的性質を表3に示す。テストピースの圧縮試験により3体の圧縮強度をとり、その平均値35.6N/mm²を圧縮強度とする。

表3 供試験体および力学的性質

供試験体	体積 (cm ³)	比重 (g/cm ³)	圧縮強度 (N/mm ²)
No.1	1500	2.17	35.3
No.2	1510	2.17	34.4
No.3	1534	2.15	37.1
平均値	1514	2.16	35.6

3φ鉄筋の諸寸法および力学的性質を表4に示す。本試験体は材料試験時に1体計測失敗し、2体での比較対象とする。3φ鉄筋の力学的性質を表4に示す。

表4 3φ鉄筋の力学的性質

供試体	降伏強度(N/mm ²)	引張強度(N/mm ²)	ヤング係数(N/mm ²)
No.1	613	637	2.05×10 ⁵
No.2	604	634	2.05×10 ⁵
平均	609	636	2.05×10 ⁵

※ヤング係数は2.05×10⁵N/mm²とする。

3.3 ひび割れ破壊状況

ひび割れ破壊状況を写真2に示すS30-0では荷重231.5kN時に圧縮ストラット部分への圧縮ひび割れ発生。235.2kN時に圧縮ひび割れ発生。243.4kN時に延長。そして245.8kNで最大荷重を迎え、荷重が下がりはじめ225.3kNの時に圧縮破壊された。

本試験体では目地が入っていないため、圧縮ストラットの部分からの圧縮ひび割れ・圧縮破壊がみられる。

S27-0では174.7kN時に圧縮ストラット部分への圧縮ひび割れ発生。190.3kN時に圧縮ひび割れ発生。200.4kN時に圧縮ひび割れ発生。その後208.9kNに最大荷重となり、荷重が下がりはじめ199.5kNの時に圧縮破壊された。

本試験体でも目地が入っていないため、圧縮ストラットの部分からの圧縮ひび割れ・圧縮破壊がみられる。

S24-0 では本試験体は 3.1 で示した通り実験前に圧縮ストラット部分にひび割れが発生している試験体となっている。184.4kN 時に圧縮ストラット部分への圧縮ひび割れの発生とともに最大荷重となった。その後ひび割れは発生せず 184.0kN に荷重が低下したときにスタブ部分と壁板の間部分から圧縮破壊がみられた。

本試験体でも目地が入っていないため、圧縮ストラットの部分からの圧縮ひび割れ・圧縮破壊がみられる。

S27-3 では 75.5kN 時にスタブ(柱・梁)と壁板の結合部間に曲げひび割れ発生。156.6kN に達したときに圧縮ストラット部分への圧縮ひび割れ発生とともに最大荷重・最終となった。

本試験体は 3.1 で示した通り、製作時に壁板が湾曲したことにより面外からの力により曲げひび割れが発生したことが原因と考えられる。そのため予想耐力よりも 50kN ほど低い結果となった。

S24-6 では一度もひび割れることなく 218.9kN 時に圧縮ストラット部分への圧縮ひび割れ、最大荷重に達した。そして 212.7kN に低下したときに壁板中央部から圧縮破壊され最終となった。

本試験体は実験変数として目地の深さ 6mm を入れていることにより、目地の入っている中心部からの圧縮ひび割れが確認でき、目地が影響を及ぼしているといえる。

S21-9 では 177.3kN 時に目地部分へのひび割れと共に最大荷重となった。その後 176.9kN 時に圧縮ひび割れが発生し、最終となった。

本試験体は目地の深さが 9mm ある試験体であり、目地の部分からのひび割れが確認できることから目地の深さが影響していることがわかる。本実験で唯一の目地からのひび割れ・圧縮破壊をした試験体である。

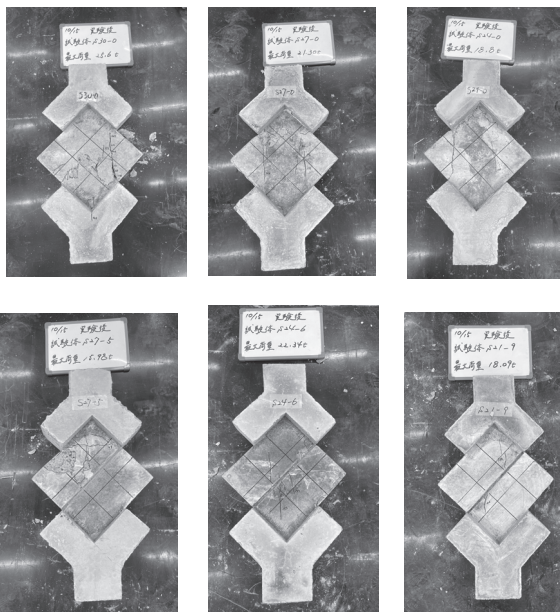


写真 2 ひび割れ破壊状況

3.4 諸荷重一覧

初ひび割れ時と最大の荷重と変位を表 5 に示す。S24-0 の変位がほかの試験体に比べて大きく下回っていることは脱型時の圧縮ストラットへのひび割れの影響と考えられる。S27-3 の初ひび割れ時の荷重および最大荷重が他と比べ低く本来の強度を発することができなかったことは 3.1 で示した通り試験体が湾曲し面外からの力によって壁板とスタブ(柱・梁)との間に曲げひび割れが発生したことが原因である。

S24-6 と S21-9 は目地の深さが変数の試験体により、深さが深くなるにつれ初ひび割れ時および最大荷重時の変位も小さくなっていることがわかる。

表 5 初ひび割れ時と最大荷重の変位

試験体名	初ひび割れ荷重 (kN)	変位 (mm)	最大荷重 (kN)	変位 (mm)
S30-0	231	0.27	245	0.4
S27-0	174	0.31	209	0.43
S24-0	184	0.09	184	0.1
S27-3	75.5	0.25	156	0.4
S24-6	218	0.24	218	0.26
S21-9	177	0.12	177	0.14

3.5 荷重変位関係

各試験体の実験結果の荷重-変位関係のグラフを図 5 に示す。S30-0、S270-0、S21-9 は最大荷重に達するまでになだらかに右肩上がりになり、最大荷重に達しその後圧縮破壊すると S27-0 は荷重、変位ともに急激に減少している。

S24-6、S21-9 は圧縮破壊後変位が負の方向に転じている。圧縮破壊後に湾曲し変位計が伸び切ったことが原因と考えられる。ところが S27-3 は圧縮破壊後正方向に大きく伸びている。圧縮破壊後、変位計の方向に傾いたことが原因と考えられる。

S24-6、S24-0 は最大荷重後すぐ、荷重、変位ともに激減している。これは最大荷重と圧縮破壊が同じタイミングで発生したことによるものである。

全試験体を比較してわかるように S30-0 の目地のない壁厚 300mm の試験体が最も大きい最大荷重を示していることから壁厚の厚さと耐力が関係している。

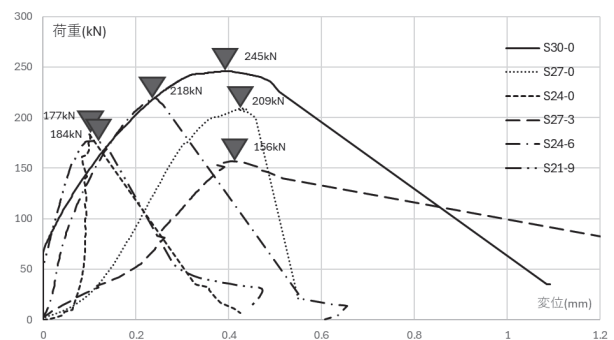


図 5 荷重変位関係

4. 実験結果の検討

4.1 最大耐力の検討

各試験体の最大耐力の計算値と実験値を表 6 に示す。計算値の計算方法は(1)を使用。

各試験体の最大耐力は計算値よりもほとんど大きくなった。S27-3 のみが予想耐力よりも小さくなったことは試験体の壁板がスタブ(柱・梁)の中心間よりも湾曲していたことが原因と考えられる。また S24-0 が計算値より実験値が低くなっている原因として 3.1 で示したとおり、脱型時のひび割れによるものだと考えられるが誤差であり、試験体への大きな影響ではないと断定できる。

S24-0 と S24-6 を比較すると、計算値はほぼ同じ予想耐力になるが実験値では大きく差が出ている。これは目地部分の深さ分壁が厚くなっているため最大耐力が 35kN 強くなっている。また S30-0 と S24-6 では目地部の厚さを合計した壁厚は同じだが、耐力が 27kN も劣っている。これはやはり目地の部分の欠損が影響していることが分かる。

S27-3、S24-6、S21-9 は壁厚に対し 10%、20%、30%と変化する試験体となっている。S27-3 は検討外として考えると、20%から 30%になると、40kN 近く減少していることより、壁厚に対する欠損率は圧縮耐力に比例し、影響を及ぼしていることが分かる。

S24-6 は計算値に対し実験値が 14%も上回った結果を示している。計算値 26mm に対し 29mm の耐力を示していることから、計算値を 3mm 大きくしても荷重に耐えうる実験値となっている。

表 6 最大耐力の実験値と計算値

試験体名	圧縮耐力					
	S30-0	S27-0	S24-0	S27-3	S24-6	S21-9
計算値 (kN)	237	207	185	207	192	171
実験値 (kN)	246	209	184	157	219	177
実験値/計算値	1.04	1.01	0.99	0.76	1.14	1.03

$$P = t \times \ell \times \sigma_B \quad \dots \dots \dots (1)$$

t : 耐震壁の壁板の厚さ

ℓ : 壁板とスタブの結合部間距離

σ_B : コンクリートの圧縮強度



計算値の ℓ は $150\sqrt{2}$ であり、 t は表 2 で示した試験体実寸法を使用し、圧縮強度は材料試験の平均値として 35.6N/mm^2 を使用している。

4.2 目地の有効性の検討

S30-0、S24-0、S24-6、S21-9 のひび割れ傾向図を図 6 に示す。この 4 つの試験体を比較すると、目地がない S30-0 と S24-0 は縦のひび割れが入っており、圧縮ストラットへのひび割れの傾向となっている。それに

対し、S24-6 と S21-9 は中心の目地周辺部分からのひび割れが確認でき、目地周辺の部分へのひび割れ発生につながったといえる。

S21-9 では目地の中心からひび割れが発生した唯一の試験体となった。これは壁厚に対し目地の深さが約 30%を占めていたからと考えられる。やはり壁厚に対し欠損率が大きくなるほど目地への荷重が大きくなり、耐力も低下することで目地にひび割れが集中することがわかる。

以上のひび割れ図と最大耐力をまとめてわかるように、欠損率の大きさによって目地は有効だといえる。

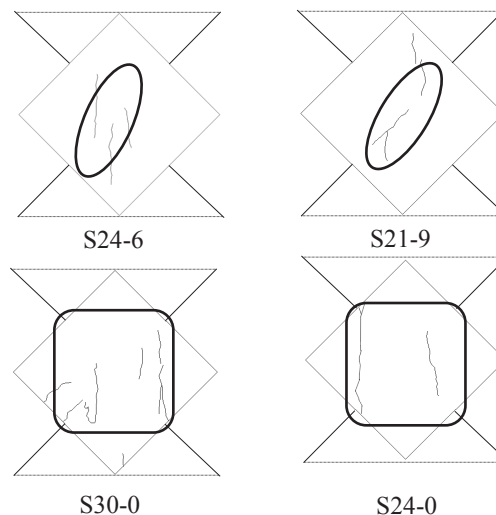


図 6 ひび割れ傾向図

5. 結論

本研究では耐震壁の壁板の目地が耐力に影響するのかを検討する実験により、目地の深さを変数とした試験体 6 体にて圧縮試験を行い目視でも荷重の際のひび割れの有無を確認し、ひび割れの位置・幅・形状の観察する実験により耐力の検討を行う。

本実験で以下の知見を得ることができた。

- 1) 目地の深さによって最大耐力の違いがみられ、深さが大きいほど最大耐力は低くなること。
- 2) 目地の有無によりひび割れの入り方に相違が見られた。特に、目地が深い場合(壁厚に対する目地に割合)は目地に沿うようにひび割れが発生した。目地が浅い場合には、目地がない試験体と近いものとなった。
- 3) 目地と壁厚の比率が 20%の試験体が、計算値よりも実験値が 14%も上回ったことによる壁厚の計算値の余剰分が出てきたことで 3mm 多く壁厚を厚くした試験体と同様の実験結果となったこと。
- 4) 以上のことにより、本実験の範囲において耐震壁の壁板の目地は深いほど耐力に影響し、ひび割れ方も壁板の欠損率の影響が大きい結果となった。

1) 参考文献

閑田徹志、百瀬晴基、鈴木宏一、浅岡茂：コンクリート工学論文集「耐震壁を対象とした新型ひび割れ誘発目地に関する実験的研究」

スリット入り鉄板を設置した架構のエネルギー吸収性能に関する実験的研究

その1 スリットの高さを変数とした場合

研究のタイプ [論文]

222003 雨面莉玖

指導教員 柳沢学

1 はじめに

架構に鉄板を設置することで耐力は高くなるが、同時に剛性が高くなる。そこで、鉄板にスリットを設けることにより、耐力はスリットを設けない時より低くなってしまいが、剛性が低くなり、変形しやすくなることでエネルギー吸収性能が高くなる。従来のエネルギー吸収要素に加え、製造や施工が比較的容易かつ、設計に柔軟性のある「スリット入り鉄板」に注目した。

スリットを入れることで鉄板は局所座屈や塑性化の挙動が制御され、架構全体として望ましい降伏・荷重-変形曲線を得やすくなる。スリット寸法は吸収メカニズムに直接影響を与えるため、設計パラメータとして重要である。しかし、スリットの各寸法が実際のエネルギー吸収性能にどのように寄与するか、特にスリット高さを変数として系統的に評価した実験的データは限定的であり、設計指針や数値モデルの検証が不足している。

以上により、スリット入り鉄板を設置した架構のエネルギー吸収性能について、スリット高さを設計変数として実験的に評価し、その特性を明らかにすることを本研究の目的とする。

2 実験計画

2-1 実験目的

本実験は、鉄板を設置した架構の、鉄板に設けたスリットの高さの違いを変数として、地震時を想定した水平加力実験を行うことで、スリットの高さの違いがエネルギー吸収性能に与える影響を検討することを目的とする。

2-2 試験体概要

試験体一覧を表 1 に、試験体形状、寸法を図 1 に示す。試験体は、鉄板を設置していないもの、厚さ×幅×高さ=1.6×250×250 (mm) の鉄板を設置したもの、その鉄板に 3 本のスリットを入れ、それぞれのスリットの高さが、100 mm、150 mm、200 mmの鉄板を設置したもの、試験体の計 5 体を作成する。鉄板には柱、梁と定着させるために 3φ鉄筋を溶接する。柱、梁は断面それぞれ 60×60 (mm) と b×d=60×80 (mm) の鉄筋コンクリート造としている。

2-3 耐力算定方法

実験は鉄板の曲げ耐力を想定しており、柱梁フレームの耐力は以下の(1)を用いて求め、鉄板耐力は(2)を用いて求めた。試験体全体の耐力は柱梁フレームと鉄板の累加耐力とした。

架構のひび割れ耐力を以下の(3)を用いて求めた。本実験では架構に鉄板を設置しているが鉄板のひび割れを想定していない。

2-4 加力方法、計測方法

試験体は反力梁に PC 鋼棒で固定し、反力フレームに取り付けた水平加力ジャッキを用いて、地震時を想定して繰り返し载荷を行う。加力サイクルは水平荷重 5kN のサイクルを 1 回行い、その後 10kN、15kN を荷重制御で 2 回ずつ正負繰り返し加力を行い、その後、部材角制御で 1/200、1/100、1/50、1/25 それぞれ 2 回ずつ正負繰り返し加力を行った。

計測方法は、危険断面に張り付けたひずみゲージによって降伏状況や柱梁の主筋の降伏を計測した。ゲージの貼り付け位置はすべての試験体で共通とした。水平荷重を加力装置のロードセルにより測定した。

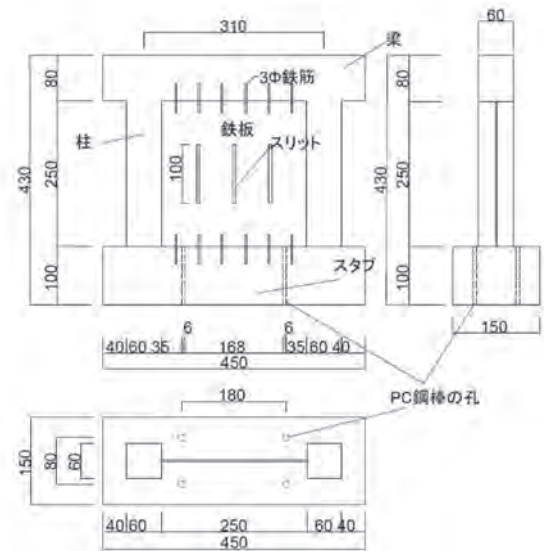


図 1 試験体概要図 (No.2)

表 1 試験体一覧

	鉄板					
	幅 (mm)	高さ (mm)	厚さ (mm)	スリット間隔 (mm)	スリット高さ (mm)	分酒数
No.1	250	250	1.6	62.5	—	—
No.2					100	4
No.3					150	
No.4					200	
No.5	鉄板なし					
共通事項	柱			梁		
	断面 60×60 d=54 主筋 8-4φ 引張鉄筋比 ρ=1.16% せん断補強筋 1.5φ@30 あばら筋比 ρ _w =0.20%			断面 60×80 d=72 主筋 3-4φ 引張鉄筋比 ρ=1.31% せん断補強筋 1.5φ@30 あばら筋比 ρ _w =0.30%		

$$Q_{bu}(\text{柱}) = \frac{2(0.8 \cdot at \cdot \sigma_y \cdot D)}{h} \quad (1)$$

$$\text{鉄板曲げ耐力} = n \cdot \frac{2 \cdot M_p}{h} \quad M_p = \sigma_y \cdot Z_p = 300 \cdot \left(\frac{B \cdot D^2}{4} \right) \quad (2)$$

$$M_c = 0.56\sqrt{\sigma_B} \cdot Ze \quad Ze = \phi \cdot Z \quad \phi = 1 + 3.8 \cdot n \cdot pt$$

$$Q_c = \frac{2(0.56\sqrt{\sigma_B} \cdot Ze)}{h} \quad (3)$$

3 実験結果

3-1 材料試験結果

コンクリート供試体圧縮試験結果、コンクリート圧縮強度は 35.4(N/mm²)。4φ鉄筋引張試験結果、4φ鉄筋の降伏強度は 510(N/mm²)。鉄板の引張試験結果、鉄板の降伏強度は 300(N/mm²)。3φ鉄筋の降伏強度は、参考文献¹⁾からの参考値 412(N/mm²)とする。

コンクリート供試体圧縮試験は設計基準強度を 21N/mm²として 6 体のテストピースを制作して行い、試験体に使用した 4.0φの鉄筋は 4 本、鉄板は 3 本の引張試験をそれぞれ行った。

3-2 荷重—変位関係

下記の図 2 から鉄板を含んでいない試験体 No5 よりも、鉄板を含んでいる試験体の方が、図が縦軸(荷重)方向に広がっている。また、同図から横軸(変位)方向について、試験体によって値の差はあるが、広がり方は一様であることが分かる。

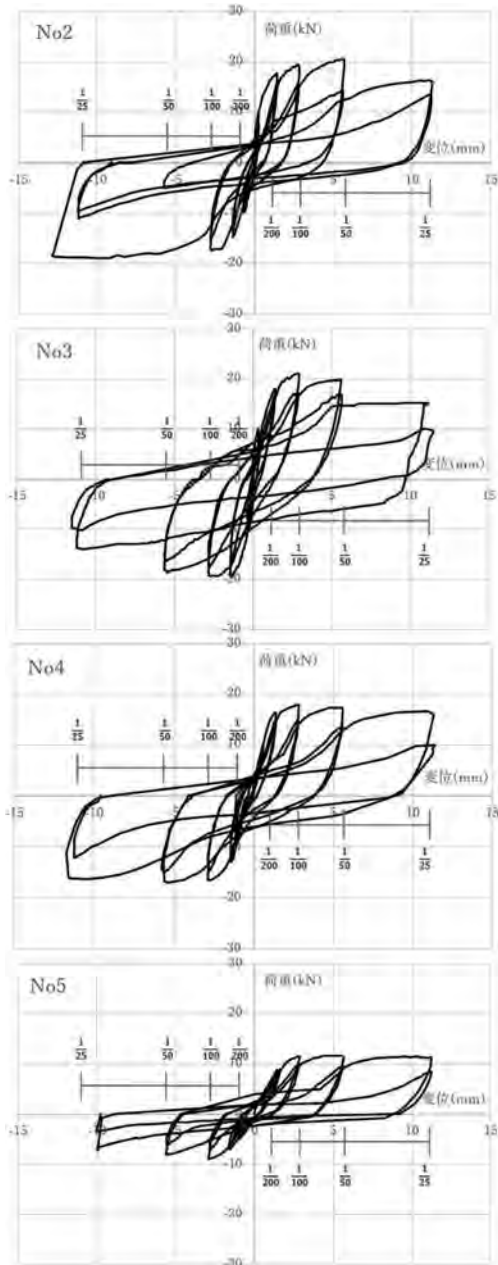


図 2 荷重—変位関係

3-3 荷重—鉄筋ひずみ関係

荷重—鉄筋ひずみ関係は一部例外が見られたが、すべての試験体において柱頭または柱脚が降伏しており、降伏したのは、変位振幅が 1/200~1/100 制御の時であった。

3-4 ひび割れ図

試験体のひび割れ発生状況を、図 4 に示す。ひび割れは柱頭、柱脚と柱梁接合部だけでなく、梁にもひび割れが生じた。他の試験体も、ひび割れ発生の順番は異なるが、柱頭と柱脚にはすべての試験体においてひび割れが発生した。

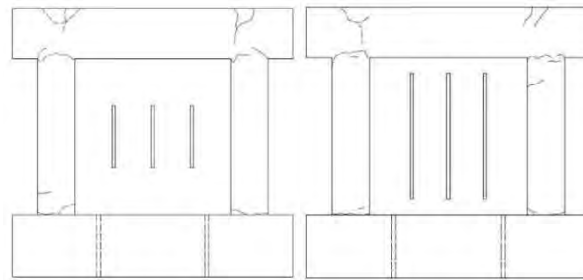


図 3 ひび割れ発生図(左 No2、右 No4)

3-5 諸耐力一覧

各試験体の柱の初ひび割れの発生荷重を表 4 に示す。初ひび割れの荷重は、実験中に目視により初ひび割れの発生を確認したときの荷重を使用した。

また、各試験体の最大耐力を表 5 に示す。同表から最大耐力は鉄板を設置していない No5 よりも他の 4 体の方が高いため鉄板を含むことで最大耐力が上がる事がわかる。

表 4 初ひび割れ発生時の荷重(柱)

試験体名	荷重(kN)	変位(mm)	発生場所
No1	11.5	0.75	右柱脚
No2	9.00	0.17	左柱頭
No3	6.00	0.38	左柱頭
No4	4.66	0.17	左柱脚
No5	3.61	0.48	右柱脚

表 5 最大耐力一覧表

試験体名	荷重(kN)	変位(mm)
No1	27.1	3.22
No2	20.5	5.45
No3	21.1	2.85
No4	17.9	2.84
No5	11.7	5.29

4 実験結果の検討

4-1 曲げひび割れ荷重

各試験体のひび割れ荷重の一覧を表 6 に示す。ひび割れ荷重の実験値は初ひび割れ荷重と同様に、実験中に目視により初ひび割れの発生を確認したときの荷重を使用した。計算の算出式は 2-3 で示した式(3)を使用して算出した。実験値と計算値に差が生じたのは、ひび割れ荷重計算値の算出時に鉄板のひび割れを想定していなかったためと考えられる。

鉄板を設置している全ての試験体において、鉄板にひび割れは発生しなかったが、鉄板を設置することでひび割れ荷重が高くなる事が分かる。また今回の実験の範囲において、鉄板に設けたスリットの高さが高くなるとひび割れ荷重が低くなる事が分かる。

表 6 曲げひび割れ耐力

試験体名	ひび割れ耐力 実験値(kN)	ひび割れ耐力 計算値(kN)	実験値/計算値
No1	11.5	3.00	3.83
No2	9.00	3.10	2.90
No3	6.00	3.12	1.92
No4	4.66	3.00	1.55
No5	3.61	3.22	1.12

4-2 最大耐力

各試験体の最大耐力を表 7 に示す。計算値の算出は 2-3 で示した以下の式①を使用した。実験値と計算値に差が生じたのは、鉄板が面内で曲げ破壊すると仮定した算出式であったが、実験時には鉄板が面外に変形してしまった事と、定着鉄筋が破断してしまったことで想定通りに鉄板が作用せず、計算値と実験値に差が出たと考えられる。

そのため試験体の最大耐力算出時に使用していた鉄板耐力を、定着鉄筋(3φ)の降伏耐力と仮定して算出した最大耐力を、表 8 に示す。その際に使用した算定式②を以下に示す。同式中の d について図 4 に示す。表 7 と表 8 を比較すると表 7 の方が実験値と計算値の比が小さいため、こちらを最大耐力と仮定すると、今回の実験の範囲において、架構に鉄板を設置することで最大耐力が高くなる事が分かるが、鉄板に設けたスリットの高さの違いには明瞭な傾向が見られないことが分かった。

そのため、スリットの高さだけでなく、スリットの間隔も影響していると考え、高さの間隔の比で検討した。その結果、今回の実験の範囲においてスリット高さの間隔の比が 2.40 のスリットを入れた時、最大耐力において最も影響を得られることが分かる。

$$My = 0.8 \cdot at \cdot \sigma_y \cdot D \quad Q_{bu} = \frac{2(0.8 \cdot at \cdot \sigma_y \cdot D)}{b} \dots \textcircled{1}$$

$$My = at \cdot \sigma_y \cdot d_{eff} \quad Q = m \frac{M_1 + M_2 + M_3}{b} \dots \textcircled{2}$$

at=7.07 $\sigma_y=412(N/mm^2)$ $d_1=225$ $d_2=185$ $d_3=145$

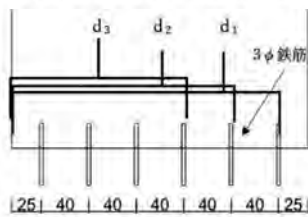


図 4 定着鉄筋と鉄板の淵との距離

表 7 式①を使用した際の各試験体の最大耐力

試験体名	最大耐力 実験値(kN)	最大耐力 計算値(kN)	実験値/計算値
No1	27.1	74.7	0.36
No2	20.5	52.2	0.39
No3	21.1	39.8	0.53
No4	17.9	33.5	0.53
No5	11.7	15.3	0.77

表 8 式②を使用した際の各試験体の最大耐力

試験体名	最大耐力 実験値(kN)	最大耐力 計算値(kN)	実験値/計算値
No1	27.1	28.3	0.96
No2	20.5		0.72
No3	21.1		0.75
No4	17.9		0.63
No5	11.7		0.77

4-3 固有ループおよびループ形状

各試験体の変位制御を行った 2 回目のまとめを図 4 に、各変位制御の変位振幅 2 回目のまとめを図 5 に示す。同図の縦軸は荷重、横軸は変位とした。試験体 No1 は比較データが不足しているため、ここでは比較しないものとする。図 4、5 から変位振幅が大きくなるとループの幅が大きくなる事が分かる。また、すべての試験体において差は見られるが、ループ形状が逆 S 字型からスリップ型や紡錘型に近くなる傾向を持つことが分かる。変位振幅 1/100 まではループ形状に大きな違いがないことが分かる。

このことから今回の実験の範囲では、変位制御 1/100 までは鉄板を設置することによるエネルギー吸収性能に大きな違いはないことが考えられる。また、ループ面積についても同様に、変位振幅が大きくなると、ループ面積も大きくなる。このことから変位振幅が大きくなると、エネルギー吸収性能が高くなる事が考えられる。

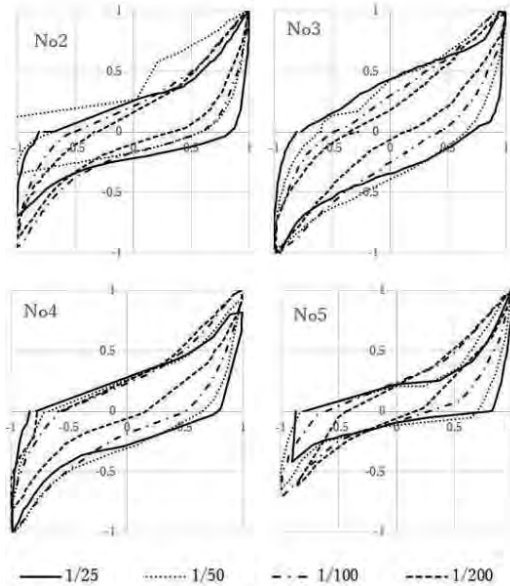


図 5 試験体ごとのまとめ

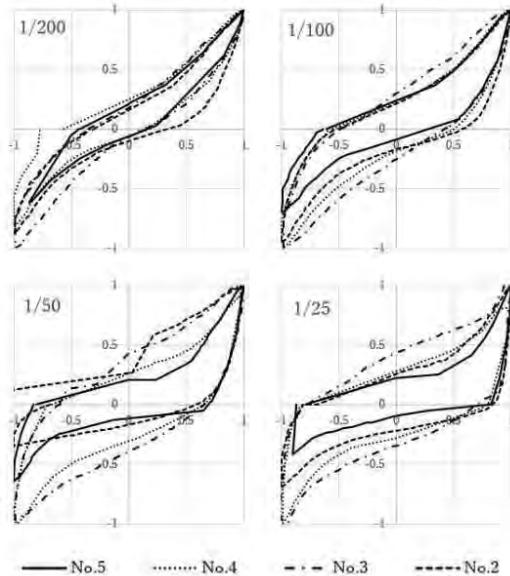


図 6 変位振幅まとめ

4-4 heq. (等価粘性減衰定数)

各試験体の heq. (等価粘性減衰定数)―変位関係を、表 9 ならびに図 7 に示す。試験体 No1 は比較データが不足しているため、ここでは比較しないものとする。heq. は固有ループの面積を求め、数値化したものである。この値が大きいはエネルギー吸収性能が高いと言える。また今回は安定したループ形状である各変位振幅の 2 回目目で比較を行う。

同図より、本実験の最終繰り返し载荷の heq. の値は No3、No4、No2、No5 の順に大きいことが分かるため、鉄板を入れることでエネルギー吸収性能が高くなることが分かる。また、変数としたスリット高さによるエネルギー吸収性能の違いは見られたが、heq の値が No3、No4、No2 の順に大きいことから、今回の実験の範囲においてスリット高さは、エネルギー吸収性能に影響があると言えるが、スリット高さが高くなるとエネルギー吸収性能が高くなるわけではないことが分かる。

以上から、スリットの高さだけでなく、スリットの間隔も影響していると考え、高さの間隔の比で検討した。スリット高さの間隔の比が 2.40 のスリットを入れた時、エネルギー吸収性能において最も影響を得られることが分かる。

表 9 heq (等価粘性減衰定数)―変位関係

	5kN	1kN	1kN	1/200	1/200	1/100	1/100	1/50	1/50	1/25	1/25
No1	21.4	20.2	13.9					16.6	12.5	37.1	26.1
No2	14.4	14.3	7.30	15.6	9.60	18.1	13.8	24.5	27.0	22.1	18.9
No3	37.3	20.4	12.0	15.2	9.76	20.0	16.8	25.0	22.8	31.9	24.0
No4	11.1	9.01	7.96	12.4	10.9	19.1	14.6	23.0	18.1	24.6	20.5
No5	14.6			11.3	9.84	14.5	12.4	20.3	13.9	22.8	15.4

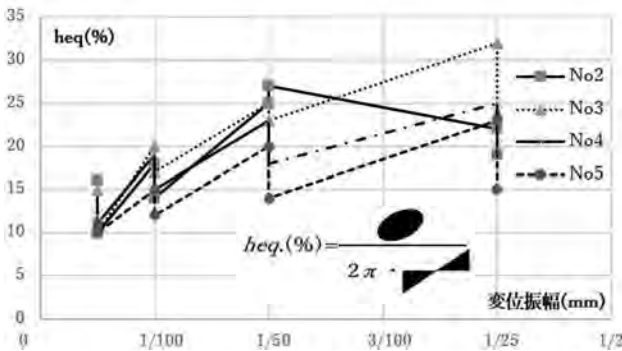


図 7 heq (等価減衰定数)―変位関係

4-5 鉄板に施したスリット高さの影響

今回の実験の範囲では、鉄板に施したスリット高さの違いが、曲げひび割れ耐力に影響を与えており、スリットの高さが高くなるとひび割れ耐力が低くなることが検討される。

高さの間隔の比と最大耐力、高さの間隔の比とエネルギー吸収性能のそれぞれの関係を図 8 に示す。

最大耐力、エネルギー吸収性能については、鉄板に設けたスリットの高さの違いには明瞭な傾向が見られず、スリットの高さだけでなく、スリットの間隔や、高さの間隔の比なども影響を与えることが認められる。

No2、No3、No4 のスリット高さはそれぞれ 100mm、150mm、200mm、間隔はすべて 62.5 であるため、高さの間隔の比はそれぞれ 1.60、2.40、3.20 となる。

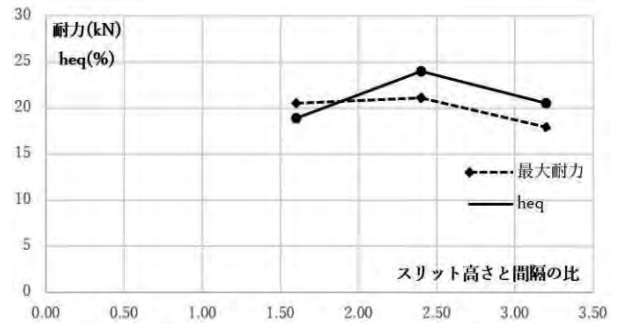


図 8 高さの間隔の比と最大耐力および高さの間隔の比とエネルギー吸収性能

上記の図 8 より今回の実験の範囲においては、スリットの高さの間隔の比を 2.40 にすることで、最大耐力とエネルギー吸収性能がともに最も高い。

5 結論

今回の実験は、鉄板を設置した架構の、鉄板に設けたスリットの高さの違いを変数として、地震時を想定した水平加力実験を行うことで、スリットの高さの違いがエネルギー吸収性能に与える影響を検討することを目的とし、5 体の試験体で実験を行い、今回の実験の範囲では以下の知見を得た。

- 1) 鉄板にひび割れが発生することはなかったが、鉄板を設置することで架構のひび割れ荷重が高くなることが分かった。また、鉄板に設けたスリットの高さが高くなるとひび割れ耐力が低くなることが認められた。
- 2) 鉄板に設けたスリットの高さの違いと最大耐力には明瞭な傾向が見られず、スリットの高さだけでなく、スリットの間隔も影響していると考え、高さの間隔の比で検討したところ、スリット高さの間隔の比が 3.20 の場合、他の比のものに比べて耐力が低く、同比が 1.60 と 2.40 のスリットを入れた場合はそれほど差は見られないが、それが 2.40 の場合が最大耐力がより高くなった。
- 3) 上記 2) の理由と同様に、高さの間隔の比で検討したところ、スリット高さの間隔の比が 1.60 と 3.20 の場合においては、それほど差は見られなかったが、その比が 2.40 の場合に、エネルギー吸収性能が最も高いことが分かった。

このことから、鉄板にスリットを設ける際には、スリット高さだけでなく、スリット高さの間隔の比も考えることが重要であり、今回の実験の範囲においては、スリットの高さの間隔の比を 2.40 にすることで、最大耐力とエネルギー吸収性能について最も高いものとなった。

参考文献

- 1) 前川天良: 2024 年度摂南大学卒業論文「鉄板耐震壁のリブの形状の違いが耐力に与える影響に関する実験的研究」
- 2) 永坂具也、柳沢学: 鉄筋コンクリート構造の基本と部材の設計 2012 年 10 月
- 3) 日本建築学会, 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 2018 年

シアスパン比が0.5のRC短スパン梁のせん断耐力に関する実験的研究 その1 梁幅を変数とした場合

研究のタイプ [論文]
222018 小笠原健人
指導教員 柳沢学

1 はじめに

鉄筋コンクリート (RC) 構造物におけるせん断破壊は脆性的で急激に進行するため、構造安全性の確保において重要な課題である。短スパン梁ではシアスパン比が小さい場合、曲げ破壊よりもせん断破壊が支配的になりやすく、その挙動を把握することが求められている。

既往の研究¹⁾ではシアスパン比やせん断補強筋量に関する検討は多く行われてきたが、シアスパン比が0.5という極めて短い条件での実験データは少なく、さらに梁幅の変化がせん断耐力や破壊形態にどの程度影響するか十分に解明されていないので確かめる。

2 実験計画

2-1 実験目的

本実験の目的は、シアスパン比0.5のRC短スパン梁において、梁幅の変化がせん断耐力および破壊性状に与える影響を明らかにすることである。特に、せん断耐力については実験値と大野・荒川式²⁾、靱性保証型耐震設計指針式²⁾を用いた計算値で比較・検討を行い、その有用性を確認することが目的である。

2-2 試験体概要

本試験では試験体の梁幅を変数とし、それぞれ100, 75, 50とする。試験体は同一のシアスパン比0.5のものを4体ずつ製作した。(試験体5-100-02のスタブが梁部分よりも先に破壊してしまったので試験体5-100-02②を製作した)RC短スパン梁におけるせん断挙動を適切に再現するため、コンクリート設計基準強度を21N/mm²に設定した。こ試験体には丸鋼4φ(SR295)、異形鉄筋D10(SD295)を用いた。計測治具M6ボルト、加力用治具M16ボルトを用いた。また、内のりスパン ℓ 、せい D 、梁幅 b が示す箇所と試験体寸法を表1に示す。

内のりスパンは200mm、シアスパン比は0.5、せん断補強筋比 p_w を0.2%と固定している。これは、過剰な補強によって曲げ破壊が支配的になるのを避け、RC梁のせん断破壊を明確に発生させるためである。せん断破壊の挙動を評価するには、せん断補強筋量を最小限に抑え、コンクリートのせん断強度や寸法効果の影響が顕著に現れる条件とする必要があると考えたためである。そして、試験体配筋図を図1に示す。

2-3 加力方法

加力方法を写真1に示す。スタブにPC鋼棒を用いてS型試験体の荷重ができるようにして確実に最大耐力が確認できるように一方向载荷とした。

表1 試験体の変数および寸法

試験体名	b	D, ℓ	d	Q/MD	F_c	p_w
5-100-0.2	100	200	180	0.5	21	0.2
5-100-02②	100					
5-75-0.2	75					
5-50-0.2	50					

b :梁幅(mm)、 D :せい(mm)、 d :有効せい(mm)、 ℓ :内法スパン(mm)、 Q/MD :シアスパン比、 F_c :コンクリート設計基準強度(N/mm²)、 p_w :せん断補強筋(%)

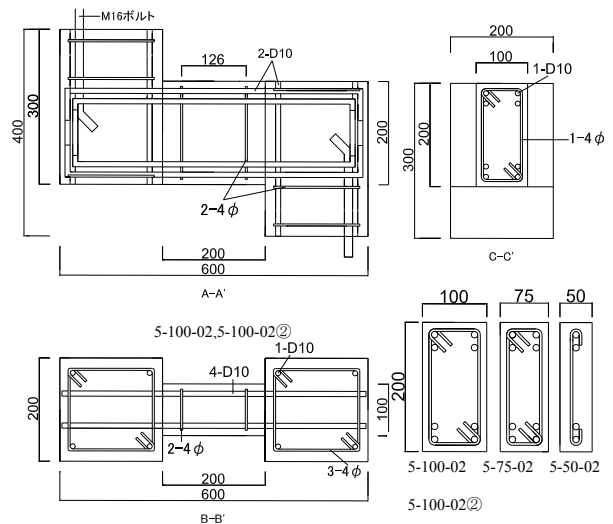


図1 試験体配筋図



写真1 加力方法

2-4 計測方法

計測方法は、アルミアングルを用いて変位計を各試験体のスパンの中心に来るように取り付け鉛直変位を計り、スタブの相対変位とした。また、荷重は装置から直接電圧を送り測定した。計測方法を写真 2 に示す。

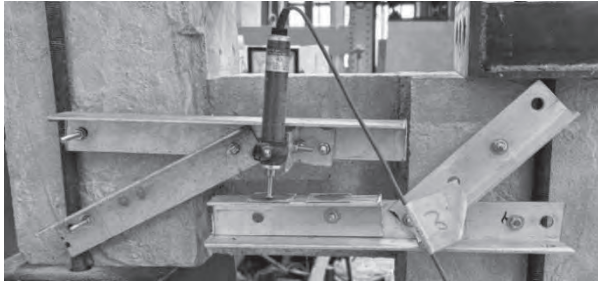


写真 2 計測方法

3 実験結果

3-1 材料試験

3-1-1 コンクリート圧縮試験

試験体 5-100-02, 5-75-02, 5-50-02 に用いたコンクリート圧縮強度は 33.0 N/mm²であった。また、試験体 5-100-02②に用いたコンクリート圧縮強度は 32.1 N/mm²であった。

3-1-2 鉄筋の引張試験

あばら筋として用いた丸鋼 4φの中から無作為に 4 本選び、主筋として用いた異形鉄筋 D10 の中から無作為に 3 本選び、引張試験を行った。そして、4φの降伏応力は 510 N/mm²であった。また D10 の降伏応力は 357 N/mm²であった。

3-2 荷重-変位関係

試験体 5-100-02 は梁部分よりもスタブが先に破壊してしまっているため、試験体 5-100-02 を除いて試験体 5-100-02②, 5-75-02, 5-50-02 をまとめたグラフを図 2 に示す。図 2 から梁幅が大きいくほど最大荷重が大きくなっている。さらに、破壊後の耐力保持能力も向上することが確認できた。そして、梁幅が一番大きい試験体 5-100-02②は最大荷重と破壊後も大きな変位まで耐力を維持した。梁幅が一番小さい試験体 5-50-02 は最大荷重・変形能力ともに最小であった。

3-3 諸耐力一覧

試験体 5-100-02, 5-100-02②, 5-75-02, 5-50-02 の最大荷重、最大荷重時の変位、ひび割れ荷重、ひび割れ荷重時の変位を表 2 に示す。

試験体 5-100-02 梁部分よりも先にスタブが破壊してしまったので最大荷重は梁の破壊の荷重ではない。試験体 5-100-02 を除くと最大荷重は試験体 5-100-02②, 5-75-02, 5-50-02 の順番になっている。

3-4 破壊状況

試験体の破壊状況を写真 3 に示す。破壊状況を示した写真 3 は試験体の最終状態を表している。試験体のひび割れは最初に荷重が落ちた時に生じた。ほとんどの試験体は右上から左下にせん断ひび割れが発生した。その後せん断ひび割れが延長し、ひび割れの数が増え、せん断ひび割れが支配的になった。

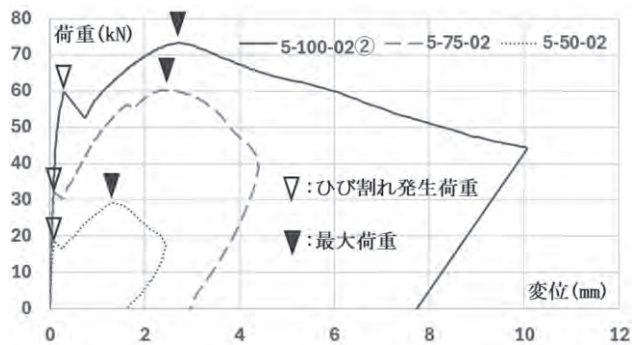


図 2 荷重-変位関係

表 2 諸耐力一覧表

試験体名	p_c	δ_c	p_{max}	$p_{max} \delta$
5-100-02	39.0	0.40	55.0*	1.36
5-100-02②	59.8	0.29	73.2	2.70
5-75-02	33.0	0.30	60.4	2.56
5-50-02	19.5	0.47	29.2	1.31

p_c : ひび割れ荷重, δ_c : ひび割れ荷重の変位, p_{max} : 最大荷重,

$p_{max} \delta$: 最大荷重時の変位、荷重の単位は (kN), 変位の単位は (mm)

* スタブの破壊による荷重である。

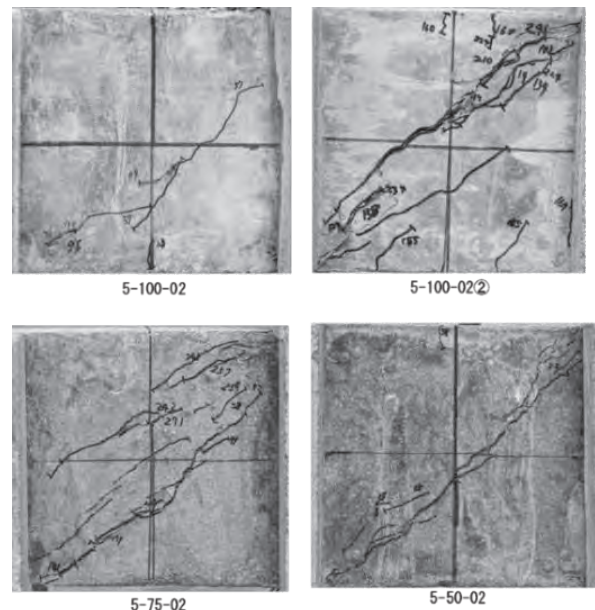


写真 3 破壊状況

4 実験結果の検討・考察

4-1 せん断ひび割れ耐力

せん断ひび割れ耐力を大野・荒川式(1)³⁾と靱性保証型耐震設計指針式(2)³⁾を用いて、求めた計算値と実験値を比較する。

せん断ひび割れ耐力を(1)式、(2)式を用いてせん断ひび割れ耐力を求め、実験値と(1)式、(2)式との比較を表 3, 4 に示す。表 3 から(1)式の計算値に対する実験値の比は 1.30~2.06 の範囲(平均 1.43)であった。表 4 から(2)式の場合の同比は 1.48~2.38 の範囲(平均 1.77)であった。これより、大野・荒川式で求めた計算値のほうが実験値と比較的近くることが分かった。

大野・荒川式³⁾

$$Qcr_o = \left(\frac{0.065k_c(\sigma_B+50)}{\frac{M}{Qd}+1.7} \right) b \cdot j \dots\dots (1)$$

Qcr_o :せん断ひび割れ耐力, k_c : 梁断面の有効性
 b :梁幅, σ_B :コンクリートの圧縮強度,
 M/Qd : (既往研究⁴⁾より $M/(Qd)$ が規準式 $M/(Qd) < 1$
 の時は1とする。), j :応力中心距離

靱性保証型耐震設計指針式³⁾

$$Qcr = \varphi \sqrt{(\sigma_T^2 + \sigma_T \cdot \sigma_0)} \cdot b \cdot D / \kappa \dots\dots (2)$$

Qcr :せん断ひび割れ耐力, φ :耐力係数,
 σ_0 :柱における作用軸応力, D :せい
 σ_T :コンクリートの引張強度, κ :断面の形状係数

表3 せん断ひび割れ耐力の実験値と大野・荒川式の比較

試験体名	実験値	計算値	実/計
5-100-02	39.0	30.0	1.30
5-100-02②	59.8	29.1	2.06
5-75-02	33.0	22.1	1.49
5-50-02	19.5	14.7	1.33

実験値と計算値の単位は(kN)

表4 せん断ひび割れ耐力の実験値と靱性保証型耐震設計指針式の比較

試験体名	実験値	計算値	実/計
5-100-02	39.0	26.4	1.48
5-100-02②	59.8	25.1	2.38
5-75-02	33.0	19.2	1.72
5-50-02	19.5	12.9	1.51

実験値と計算値の単位は(kN)

4-2 曲げ耐力

曲げ耐力を(3)式と(4)式²⁾を用いて、求めた曲げ耐力の計算値とせん断耐力の実験値を比較した結果を表5に示す。表5より曲げ耐力に対するせん断耐力の比は0.35~0.46の範囲(平均0.39)でせん断耐力が曲げ耐力を下回っていることが分かった。このことから、試験体は曲げよりもせん断破壊が支配的であったといえる。

曲げ耐力式²⁾

$$Qbu = \frac{2My}{l} \dots\dots (3) \quad My = 0.9 \cdot at \cdot \sigma_y \cdot d \dots\dots (4)$$

Qbu :曲げ耐力, My :曲げモーメント, l :内法スパン
 at :引張鉄筋の断面積, σ_y :鉄筋の降伏強度

表5 曲げ耐力の実験値と計算値の比較

試験体名	実験値	計算値	実/計
5-100-0.2	55.0*	157.7	0.35
5-100-02②	73.3	159.6	0.46
5-75-02	60.4	160.5	0.38
5-50-02	29.2	79.3	0.37

*スタブの破壊による荷重である。

実験値と計算値の単位は(kN)

4-3 せん断耐力

せん断耐力を大野・荒川式(5)²⁾と靱性保証型耐震設計指針式(6)²⁾を用いて求めた計算値と実験値を比較する。しかし、試験体5-100-02はスタブが破壊してしまつてせん断破壊のデータが無く比較が出来ないのでデータを省いた。

4-3-1 大野・荒川式

大野・荒川式(5)を用いて、 $M/(Qd)$ が試験体の実寸法の場合とRC規準に従い $M/(Qd)=1^4)$ と3体の計算値に対する実験値の比の平均が1.0となるようにみつけた $M/(Qd)=1.35$ で計算した値と実験値を比較した数値を表6に示す。表6から $M/(Qd)$ が実測値のときは試験体5-100-02②, 試験体5-75-02, 試験体5-50-02での計算値に対する実験値の比が0.29~0.54の範囲(平均0.38)となつて実験値と合わないことが認められた。 $M/(Qd)$ が1.0のときは試験体5-100-02②, 試験体5-75-02, 試験体5-50-02の場合の同比が0.65~0.90の範囲(平均0.79)となることが認められた。同比の平均が1.00になる $M/(Qd)$ が1.35のときは試験体5-100-02②, 試験体5-75-02, 試験体5-50-02の場合の同比が0.82~1.13の範囲となつて比較の実験値と近くなることが認められた。試験体5-50-02の同比が1.0を超えるのは $M/(Qd)$ が1.8のときである。

大野・荒川式²⁾

$$Qcr_o = \left\{ \frac{0.115 \times ku \times kp \times (\sigma_B + F_c)}{\frac{M}{Qd} + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_w \times \sigma_{wy}} \right\} b \cdot j \dots\dots (5)$$

Qcr_o :せん断耐力, ku :断面寸法による補正係数
 P_t :引張鉄筋比, kp :引張鉄筋比による補正係数
 p_w :せん断補強筋比, σ_{wy} :せん断補強筋の降伏点

表6 大野・荒川式の実験値と計算値の比較

試験体	実験値	M/(Qd)	計算値	実/計
5-100-02②	73.3	0.57	135.2	0.54
		1.0	88.3	0.83
		1.35	70.4	1.04
5-75-02	60.4	0.57	103.0	0.32
		1.0	67.2	0.90
		1.35	53.5	1.13
5-50-02	29.2	0.58	67.7	0.29
		1.0	44.7	0.65
		1.35	35.6	0.82
		1.8	28.8	1.01

実験値と計算値の単位は(kN), M/Qd の単位は(mm)

4-3-2 靱性保証型耐震設計指針式

靱性保証型耐震設計指針式(6)を用いてせん断耐力を算定するとき、短スパン梁のせん断抵抗ではアーチ機構が卓越するので、靱性保証型耐震設計指針式でトラス機構抵抗分を0として考え、アーチ機構のみの(7)式で算定する。そして、(7)式で計算した値と実験値を

比較した数値を表7に示す。表7から試験体5-100-02②、試験体5-75-02、試験体5-50-02での計算値に対する実験値の比が0.78~1.07の範囲(平均0.95)となって実験値と比較的になることが認められた。

表7より、試験体5-100-02②、5-75-02は計算値に対する実験値の比が1.00を超えたのに対して、試験体5-50-02の同比は0.78である。梁幅とアーチ機構分担分の関係を図3で示す。アーチ機構の分担は梁幅内の主筋で囲まれた範囲になると考えられるが試験体5-50-02はせん断補強筋がシングル配筋となっており、アーチ機構が形成されにくくなっていると考えられる。

靱性保証型耐震設計指針式²⁾

$$V_u = \mu \cdot p_{we} \cdot \sigma_{wy} \cdot b_e \cdot j_e + \left(v \cdot \sigma_B - \frac{5p_{we} \cdot \sigma_{wy}}{\lambda} \right) \frac{b \cdot D}{2} \cdot \tan \theta \dots (6)$$

靱性保証型耐震設計指針式(アーチ機構)²⁾

$$V_a = v \cdot \sigma_B \cdot \frac{b \cdot D}{2} \cdot \tan \theta \dots (7)$$

V_a :アーチ機構による負担せん断耐力

v :コンクリート圧縮強度の有効係数,

σ_B :コンクリートの圧縮強度

b :梁幅, D :せい, $\tan \theta = \frac{\sqrt{D^2 + L^2} - L}{D}$

表7 靱性保証型耐震設計指針式の
実験値と計算値の比較

試験体名	実験値	計算値	実/計
5-100-02②	73.3	72.1	1.02
5-75-02	60.4	56.5	1.07
5-50-02	29.2	37.6	0.78
平均			0.95

実験値と計算値の単位は(kN)

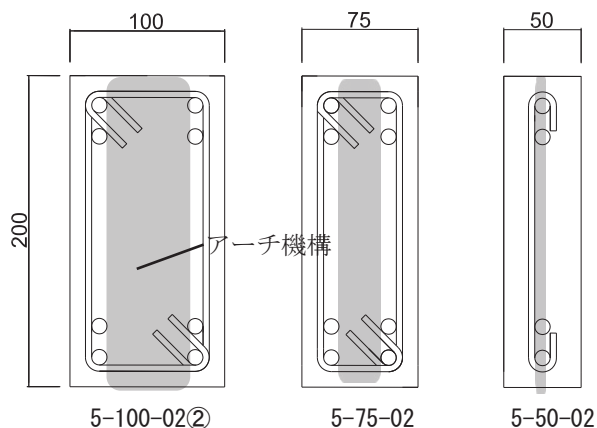


図3 梁幅とアーチ機構分担分の関係

4-4 せん断耐力の考察

前述の4-2, 4-3より、せん断耐力を算定するとき大野・荒川式を用いると、RC規準に従い $M/(Qd)=1$ の場合、試験体5-100-02②、試験体5-75-02、試験体5-

50-02での計算値に対する実験値の比が0.65~0.90の範囲(平均0.79)であった。それに対して靱性保証型耐震設計指針式を用いた場合、試験体5-100-02②、試験体5-75-02、試験体5-50-02での計算値に対する実験値の比が0.78~1.07の範囲(平均0.95)であった。これより実測値を用いて、せん断耐力を算定する場合は靱性保証型耐震設計指針式で求めた計算値のほうが実験値と近くなることが分かった。

5 結論

本研究はシアスパン比(M/QD)が0.5のRC短スパン梁において、梁幅の変化がせん断耐力および破壊状況に与える影響を明らかにすることである。特に、せん断耐力については実験値を、大野・荒川式と靱性保証型耐震設計指針式を用いた計算値で比較・検討を行い、その有用性を確認する目的として実験を行った。その結果、以下の知見を得た。

せん断ひび割れ耐力の実験値を大野・荒川式と靱性保証型耐震設計指針式³⁾で求めた計算値と比較した結果、大野・荒川式で求めた計算値の方が実験値と比較的になることが分かった。

せん断耐力の実験値を大野・荒川式²⁾で求めた計算値と比較した結果、RC規準⁴⁾に従って $M/(Qd)$ を1.0とすると、計算値に対する実験値の比が0.65~0.90の範囲(平均0.79)となり危険側になることが認められた。そこで、実験値に近づくように $M/(Qd)$ を検討すると $M/(Qd)$ が1.35のときに同比が0.82~1.13の範囲(平均1.00)となって比較的实验値と近くなることが認められた。

また靱性保証型耐震設計指針式²⁾を用いた場合、計算値に対する実験値の比が0.78~1.07の範囲(平均0.95)であり、せん断耐力を算定する場合靱性保証型耐震設計指針式で求めた計算値のほうが大野・荒川式のものよりも実験値と近くなることが分かった。

短スパン梁の梁幅を変数として、前述よりシアスパン比が0.5の短スパン梁で p_w が比較的小さい(0.2%)場合には靱性保証型耐震設計指針式のアーチ機構のみで算定する方法が望ましい。

もしくは大野・荒川式を用いるのであれば従来の $M/(Qd)$ ではせん断耐力を過大に評価する可能性があり、設計時には $M/(Qd)$ を適切に設定することを提案する。

参考文献

- 1) 吉武 元太: 2024年度摂南大学卒業論文「シアスパン比がとても小さい部材の耐力に関する実験的研究」
- 2) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 2018
- 3) 永坂具也 柳沢学: 2012年彰国社出版 鉄筋コンクリート構造の基本と部材の設計
- 4) 国土研究開発法人 建築研究所: 2020年版 建築物の構造関係技術基準解説書

フラットプレートのパンチング耐力に関する実験的研究 その1 スラブ筋量を変化させた場合

研究のタイプ [論文]

222020 岡田七星

指導教員 柳沢学

1. はじめに

2025年3月28日に発生したミャンマー地震では、多くの鉄筋コンクリート造建物が倒壊し、その中でもパンチングせん断破壊を起点としたパンケーキクラッシュが多数確認¹⁾された。被害を受けた建物の多くはフラットプレート構造である。フラットプレート構造は、梁型を設けずスラブが直接柱に支持されるため、設計の自由度や施工性に優れる。しかし、柱周囲に局所的に大きなせん断力が作用し、地震時には柱・スラブ接合部で急激かつ脆性的な破壊が生じやすいという弱点を持つ。これまでもフラットプレートのパンチングせん断に関する研究は行われてきたが、スラブ筋量の変化が接合部の耐力に及ぼす影響については十分に明らかにされていないのが現状である。

そこで本研究では、スラブ筋量を変化させたフラットプレート試験体を作製し、柱-スラブ接合部に作用する鉛直荷重に対する挙動を実験的に検討する。スラブ筋量の違いがパンチングせん断耐力に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

2. 実験計画

2.1 実験目的および試験体概要

本実験は、フラットプレート構造において、スラブ筋量を変化させることで、パンチング破壊によるせん断耐力がどのような影響を与えるのかに着目して実験を行った。試験体概要を表1に、試験体配筋詳細図を図1および図2に示す。フラットプレートにおけるスラブ筋の本数は試験体40-0-S、40-0では0本($p_{s1}=0\% < p_{s1}$:スラブ鉄筋比)、試験体40-8-S、40-8では8本($p_{s1}=0.42\%$)、試験体40-16-S、40-16では16本($p_{s1}=0.84\%$)とした。上柱有の試験体ではスラブの上部に柱があるものであり、上柱無し試験体ではスラブの上部に柱がないものとし、上柱の有無も変数とした。柱は、6体共通とし、柱断面120×120mm、柱主筋4-D10($p_g=1.97\%$)、柱せん断補強筋を4φ@50($p_w=0.2\%$)とした。

表1 試験体概要図

試験体	スラブ厚	スラブ厚さの有効せい (mm)	上柱の有無	スラブ筋比
40-0-S	40 mm	上端筋 34 mm 下端筋 30 mm	有	0
40-8-S				0.42
40-16-S				0.84
40-0			無	0
40-8				0.42
40-16				0.84

スラブ厚さの有効せいは平均をとり32mmとした。

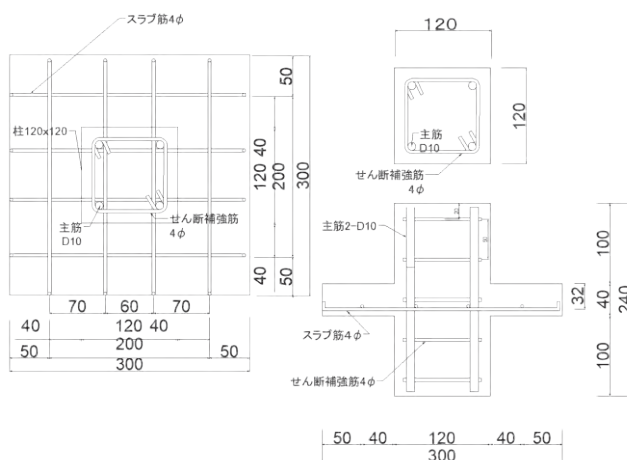


図1 上柱有試験体配筋詳細図

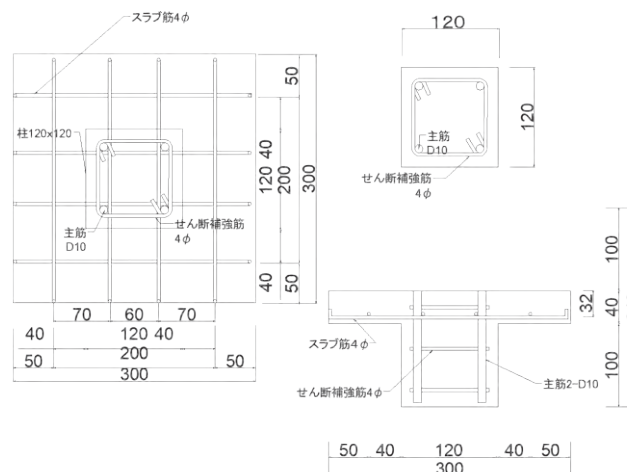


図2 上柱無し試験体配筋詳細図

2.2 荷重方法および計測方法

荷重方法を図3に示す。パンチング破壊をさせるために、スラブを4点荷重できる装置とした。計測方法はスラブ筋の降伏および曲げ・せん断の判定を目的に柱フェイス(柱-スラブ接合部)および柱フェイスからスラブ厚さの有効せい d 離れた場所にひずみゲージを設けた。また、柱周囲における変形挙動を把握するため、荷重点同一方向に変位計を4つ設けた。

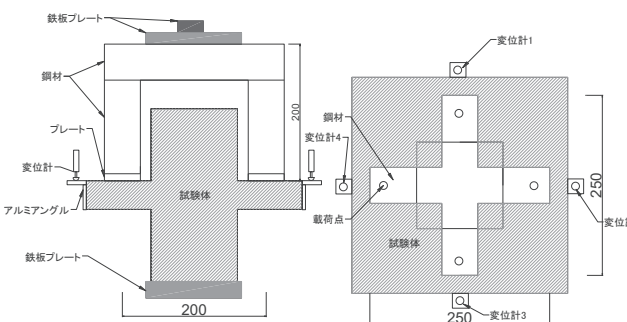


図3 荷重方法

3. 実験結果

3.1 材料試験

3-1-1 コンクリート圧縮試験

コンクリート圧縮試験結果の平均を表2に示す。上柱有り試験体の実験は、2日間かかったため、コンクリートの圧縮試験をはじめに3体、実験終わりに3体と計6体行った。この6体から平均をとり、コンクリートの圧縮強度は36.7N/mm²となった。上柱無し試験体は1日で実験が終わったため3体コンクリートの圧縮試験を行った。この3体から平均をとり、コンクリートの圧縮強度は32.1N/mm²となった。

表2 コンクリート圧縮試験結果の平均

	σ_B (N/mm ²)	ヤング係数×10 ⁴ (N/mm ²)
上柱有試験体	36.7	2.70
上柱無し試験体	32.1	2.71

3-1-2 鉄筋引張試験

4本の引張試験結果の平均を表3に示す。引張試験は鉄筋3本の引張試験を行ったがばらつきがあったため4本実験を行い平均した。降伏時のひずみは降伏強度をヤング係数(2.05×10⁵N/mm²)で除したものである。鉄筋引張試験の平均をとり降伏強度は510 N/mm²、降伏ひずみ度は2490 μ 、引張強度は585 N/mm²となった。

表3 4本の引張試験結果の平均

供試体 4 ϕ	降伏強度 (N/mm ²)	降伏ひずみ度 (μ)	引張強度 (N/mm ²)
平均	510	2490	585

3-2 耐力一覧

各試験体のひび割れ発生荷重およびひび割れ発生時の変位を表4に、各試験体の最大耐力および最大耐力時の変位を表5に示す。変位計1~4は図3で示した位置とする。目視によるひび割れ発生荷重では、40-0-S、40-8-S、40-16-Sは40-8-Sが曲げひび割れの発生が遅く、40-0、40-8、40-16では40-16曲げひび割れの発生が遅くなった。

最大耐力では40-0-S、40-8-S、40-16-Sを比べると、40-8-Sの耐力が2体より大きくなった。40-0、40-8、40-16では40-16の耐力が2体より大きくなり、スラブ筋が増すほど耐力が大きくなることが認められた。

表4 ひび割れ発生荷重およびひび割れ発生時の変位

試験体名	ひび発生荷重(kN)	変位			
		1(mm)	2(mm)	3(mm)	4(mm)
40-0-S	14.9	-0.22	0.37	0.69	0.26
40-8-S	28.3	0.10	3.00	0.18	0.13
40-16-S	10.9	0.05	0.51	0.13	0.13
40-0	22.3	-0.02	0.25	0.16	0.13
40-8	15.5	1.77	0.85	0.21	0.23
40-16	31.0	-0.01	0.04	0.13	0.24

表5 最大耐力および最大耐力時の変位

試験体名	最大耐力(kN)	変位1(mm)	変位2(mm)	変位3(mm)	変位4(mm)
40-0-S	17.3	-0.24	0.44	0.75	0.30
40-8-S	53.6	10.22	22.54	8.33	14.00
40-16-S	45.1	42.53	34.5	27.36	25.93
40-0	22.3	-0.02	0.25	0.16	0.13
40-8	46.2	23.45	24.73	18.45	22.78
40-16	76.2	19.71	24.87	21.74	29.45

3-3 荷重変位関係

上柱有試験体も概ね同様であるため、上柱なし試験体だけを荷重変位関係を図4に示す。同図には、初曲げひび割れ発生荷重(▽)および最大荷重(▼)を示している。これらの図を見てスラブ筋量が0%の試験体は初曲げひび割れ発生と同時に、最大耐力を迎えたのに対して、スラブ筋量が0.42%、0.84%は、初曲げひび割れ発生した後荷重は上昇していた。

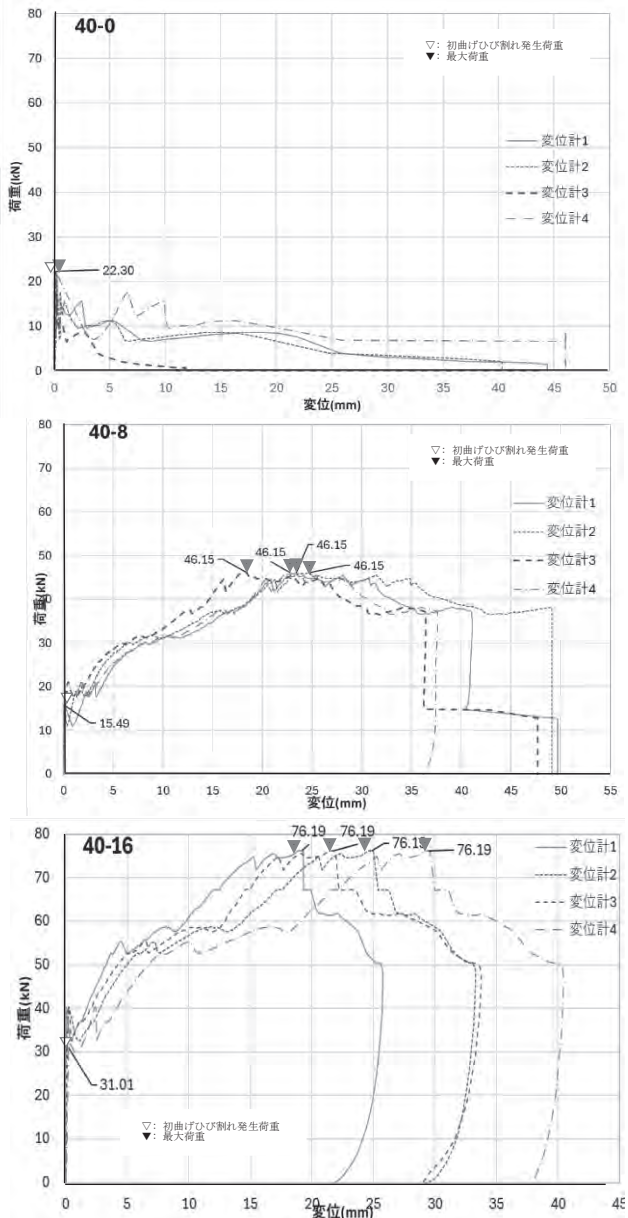


図4 上柱無し試験体の荷重変位関係

3-4 ひび割れ破壊状況

各試験体のひび割れ状況図を図5に示す。同図は最大耐力時のひび割れを示している。

上柱有試験体(40-0-S、40-8-S、40-16-S)は、3体とも初曲げひび割れは柱位置を通して発生し、主に柱四隅からスラブ側面へ向かって進展していたことが確認できた。40-0-Sはスラブ筋を有さないため最大荷重後に急激な崩落挙動を示した。一方、40-8-Sおよび40-16-Sでは鉄筋の効果が働き、荷重低下後も崩壊が緩やかに進行していた。

上柱無し試験体(40-0、40-8、40-16)においても、初曲げひび割れはスラブ下面側の柱位置に対応して発生し、柱形状を反映したひび割れが中央部に生じた後、柱四隅から外周方向へと進展していることが確認できた。40-0はひび割れ量が少なかったのに対し、40-8および40-16では鉄筋量に応じてひび割れが多方向に分散して発生した。

鉄筋の降伏状況は、柱フェイス(柱-スラブ接合部)において鉄筋の降伏が多くみられた。柱フェイスから有効せい d 離れた場所のひずみは、柱フェイスのひずみより小さい値となっていた。

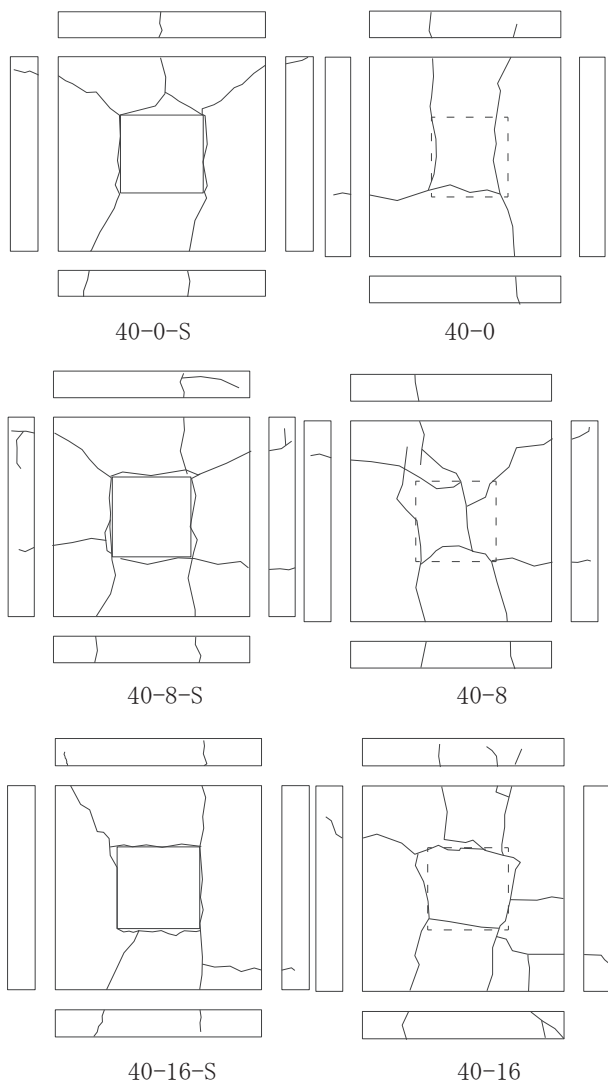


図5 各試験体のひび割れ状況図

4. 実験結果の検討

4-1 初曲げひび割れ発生荷重の検討

各試験体の初曲げひび割れ発生時の実験値と計算値を表6に示す。各試験体について初曲げひび割れ発生荷重の計算値と実験値の比較を行う。計算値としては断面の評価方法を変えた2種類の算出条件を用いた。1つはスラブ全体の幅を有効幅とみなした b_1 ($b=300\text{mm}$) の場合であり、もう1つは柱フェイス幅のみを有効幅とした b_2 ($b=120\text{mm}$) の場合である。これら2種類の断面条件に対して、以下の曲げひび割れ発生モーメント²⁾を用いて計算値を求めた。

$$P = \frac{M_c}{l}$$

$$M_c = 0.56 \sqrt{\sigma_B} \times Z_e \times (1 + 3.5 \times n \times \rho_t)$$

$$\sigma_B = \text{コンクリート強度} \quad Z_e = \text{断面係数} \left(\frac{bd^3}{6} \right)$$

$$n = \text{ヤング係数比} \quad \rho_t = \text{スラブ筋比}$$

実験値は計算値 b_1 ($b=300$) と計算値 b_2 ($b=120$) のほぼ中間に位置するものの、概ね b_1 ($b=300$) の計算値側に近い傾向を示した。これは、初曲げひび割れ発生時にはスラブが柱幅だけでなく柱幅以上に広い範囲で曲げに抵抗し、柱幅を断面として扱った場合よりも、スラブ全幅の断面とした方が実挙動に近かったためと考えられる。

以上より、本実験の初曲げひび割れ発生挙動は、柱フェイス幅のみに基づく評価より、スラブ幅 300 mm を有効幅とした理論値がより適合することが認められる。

表6 初曲げひび割れ発生時の実験値と計算値

試験体名	実験値 (kN)	計算値(kN)	
		b_1 ($b=300\text{mm}$)	b_2 ($b=120\text{mm}$)
40-0-S	14.9	27.1(0.55)	10.8(1.38)
40-8-S	28.6	34.0(0.84)	13.6(2.1)
40-16-S	10.9	40.9(0.27)	16.4(0.66)
40-0	22.3	25.4(0.88)	10.2(2.19)
40-8	15.5	31.8(0.49)	12.7(1.22)
40-16	31.0	38.3(0.81)	15.3(2.03)
実験値/計算値		0.64	1.60

表中()は実験値/計算値を表している。

4-2 最大荷重の検討

各試験体の実験値、ダボ効果を加算した柱フェイス耐力計算値およびパンチング破壊の耐力計算値を表7および表8に示す。柱フェイスせん断耐力計算値は、計算範囲を柱の周長とし、パンチング破壊のせん断耐力計算値は柱面から有効せい d の1/2離れた位置の切断面を計算範囲としている²⁾。なお、表7、表8には柱フェイスのせん断耐力式を柱耐力、パンチング破壊の検討式をパンチング耐力と記している。実験値を下回っている値は太字で記入した。また、スラブ筋量 ρ_t と実験値/計算値の比の関係を図6および図7に示

す。それぞれの計算式は以下の式とする。柱フェイスのせん断耐力検討範囲パンチング破壊のせん断耐力検討範囲はせん断耐力検討範囲のみ違うものとする。

せん断耐力

$$Q_{pa} = 1.5 \times (1.5 \times f_s \times b_o \times j)$$

f_s = コンクリートの許容せん断応力度 (短期)

b_o = せん断耐力検討範囲

j = 応力中心距離 a = 柱幅

柱フェイスのせん断耐力検討範囲

$$b_o = 2(a + a')$$

b_o = せん断耐力検討範囲 a = 柱幅

パンチング破壊のせん断耐力検討範囲

$$b_o = 2(a + a') + \pi + d$$

b_o = せん断耐力検討範囲 a = 柱幅

d = スラブ厚の有効せい

ダボ効果

$$V_d = a \times \sigma_y$$

a = 鉄筋の断面積 σ_y = 鉄筋の降伏強度

表7、表8、図6および図7から、40-8-S、40-16は実験値/計算値の1.03および1.00となり非常に近い結果となり、柱フェイスせん断耐力式の計算値は実験値に概ね近いことが確認できる

一方、パンチング破壊のせん断耐力計算値は、実験値に対して柱フェイスせん断耐力式の計算値と比べて大きくなり、常に危険側の評価となっており、設計における余裕度確保という観点では有効ではないと認められる。

表7 上柱有試験体の実験値と計算値

試験体名	実験値 (kN)	計算値	
		柱耐力 (kN)	パンチング耐力 (kN)
40-0-S	17.3	26.3 (0.66)	31.9 (0.54)
40-8-S	53.6	51.9 (1.03)	57.5 (0.93)
40-16-S	45.1*	77.5 (0.58)	83.1 (0.54)

表中()は実験値/計算値を表している。

*: 試験体の製作過程に不備があった。(コンクリートの充填不足)

表8 上柱無し試験体の実験値と計算値

試験体名	実験値 (kN)	計算値	
		柱耐力 (kN)	パンチング耐力 (kN)
40-0	22.3	24.8 (0.90)	30.0 (0.74)
40-8	46.2	50.4 (0.92)	55.6 (0.83)
40-16	76.2	76.0 (1.00)	81.2 (0.94)

表中()は実験値/計算値を表している。

4-3 スラブ鉄筋量の有効性の検討

スラブ筋量が0%の試験体(40-0-S, 40-0)は、初曲げひび割れの発生時に最大荷重に達した。一方、スラブ筋を配置した試験体(40-8-S, 40-16-S, 40-8, 40-16)は、初曲げひび割れ発生後も荷重が上昇し、変位の増加に対しても耐力を維持する挙動が確認され

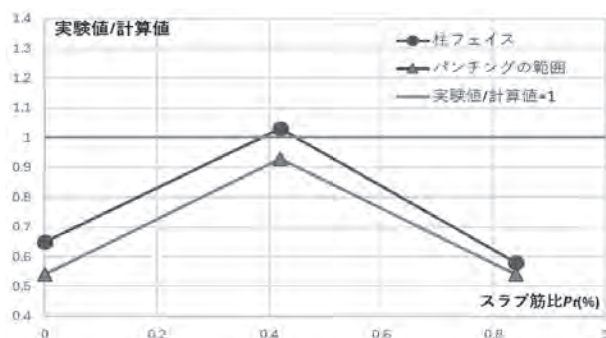


図6 スラブ筋量と実験値/計算値の関係(上柱有)

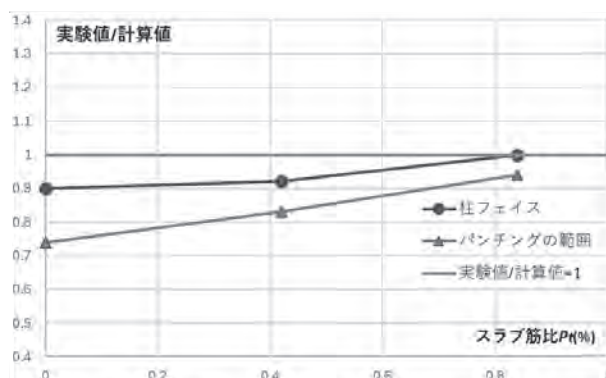


図7 スラブ筋量 ρ_t と実験値/計算値の関係(上柱無し)

た。これは、曲げひび割れ発生後においても、スラブがコンクリートとのかみ合わせにより荷重を伝達するダボ効果が顕著に発現したためと考えられる。

5. 結論

本実験では、スラブ筋量を変数とした、フラットプレートのパンチングせん断耐力を調べる実験を行った。その結果、以下の知見を得ることができた。

- 1) スラブ筋量が増えるほど耐力が上がる事が認められた。
- 2) 初曲げひび割れの発生荷重は、柱フェイス幅までを有効断面とした評価では実挙動を十分に捉えられず、スラブ幅を有効幅として扱った計算値との適合性が高いことが認められた。
- 3) 最大荷重の柱フェイスせん断耐力式を用いた計算値は、最も実挙動に近い評価式であることが認められた。一方、パンチングせん断耐力式は最大荷重の予測指標として危険側となることが認められた。
- 4) せん断耐力の評価において、柱フェイスのせん断耐力式にスラブ筋によるダボ効果 ($a \times \sigma_y$) を累加して評価した。その結果、計算値は実験値により近い値を示し、実際の破壊挙動をより適切に捉える可能性があることから、本式を提案する。

参考文献

- 1) ABC ニュース, パンケーキクラッシュに長周期地震動 死者2000人超のミャンマー大地震が日本人に与える教訓 2025年4月
- 2) 日本建築学会, 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 2018年
- 3) 鈴木紀雄・井上貴之・加藤友康, 鉄筋コンクリート造フラットプレートのパンチング補強 2000年9月

ハーフ PCa 床板を用いた床スラブの耐力および変形性能に関する実験的研究 その1 打ち継ぎ面にコッターを用いた場合

研究のタイプ 論文
222072 兵頭 陸哉
指導教員 柳沢 学

1. はじめに

近年、現場の生産性向上を目的としたさまざまな工法が提案されている。この提案に対し、設計の自由度が高いハーフプレキャストコンクリート（以下、ハーフ PCa と略す）は有効である。ハーフ PCa 床板は PCa 床板上に後打ちコンクリートを打設し、両者が一体となって機能する。この一体性を確保するため、PCa 床板の打設面にコッターを用いるものもあるが、そのせん断強度についての研究は少ないのが実情である¹⁾。

本研究では、ハーフ PCa 床板と後打ちコンクリートの打継部に用いた許容応力耐力時のコッターの位置と個数、終局耐力時のコッターの位置と個数の違いから上下変位やズレの値や荷重変位関係などからコッターの配置の有効性をを比較、検討することを目的とする。

2. パイロット試験

2.1 パイロット試験の目的

既往の実験²⁾ではダボ筋が入っていたことにより、ずれが生じなかったため、コッターの有無による耐力の比較ができなかった。そのことを踏まえ、本実験ではダボ筋を用いないモルタル梁の実験を行った。

2.2 試験体概要

試験体概要を表 1 に、試験体配筋詳細図を図 1 に示す。ダボ筋は用いず、主筋は 2 本の 5Φ、モルタル強度は先打ちモルタルは 55.4N/mm²、後打ちモルタルは 50.5N/mm² のものを用いた。

打ち継ぎ面は平坦かつ滑らかに仕上げる必要があったため、金ごておさえではなく、コンパネの表面をひっくり返し、その上に後打ちモルタルを打設する。

表 1 試験体概要

試験体名	σ_c [N/mm ²]	説明
No. 1		打ち継ぎ面になにもしない
No. 2	先打ち : 55.4	打ち継ぎ面にラップを敷き、グリスを塗り、ラップを重ねた
No. 3	後打ち : 50.5	ハーフ PCa でなく一体打ちのモルタル梁

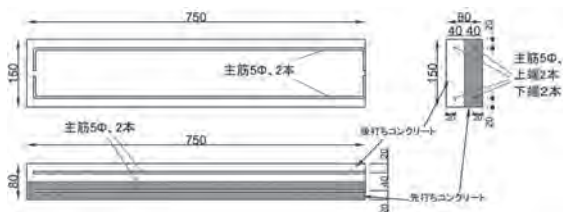


図 1 配筋詳細図

2.3 実験結果

2.3.1 実験経過

No. 1 は途中ですべって、ずれた後一定の耐力で止まった。No. 2 ははじめからすべっていて、一定の耐力で止まった。No. 3 は左右ずれがほとんどなかった。

2.3.2 実験結果一覧

計算値と実験値を表 2 に示す。計算値は既往の梁の曲げモーメントの算定式を用いる。ずれ後耐力の算定では、ずれた後を 2 枚の床板に分けて各モーメントを求めた。ずれ後耐力の算定方法の図を図 2 に示す。



図 2 ずれ後耐力算定方法

	No.1	No.2	No.3
実験値	5.70	5.09	6.97
計算値	6.32	6.23	6.54
ずれ後実験値	5.03	5.09	
ずれ後計算値	4.22	4.31	
実験値/計算値	0.90	0.81	1.07

表 2 パイロット試験結果

2.3.3 荷重-変位関係

荷重-変位関係を図 3 に、荷重-ずれ関係を図 4 に示す。

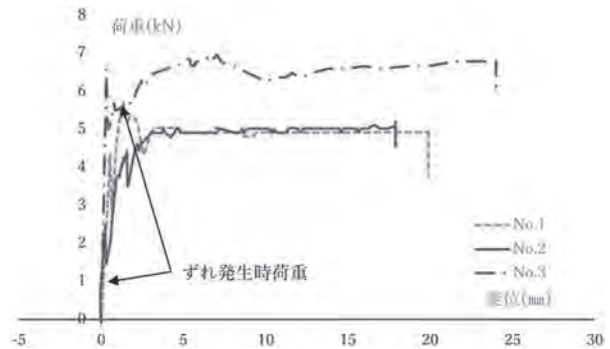


図 3 荷重-変位関係

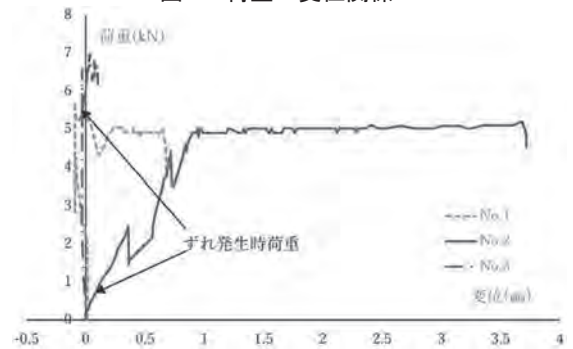


図 4 荷重-ずれ関係

No. 1 の試験体で、ずれ発生耐力が 5.70kN であり、ずれ発生後に耐力がおち、ずれた後耐力が 5.03kN であることが確認できた。このことからコッターがない場合、ずれ発生荷重によりずれが発生し、その後ははじめからずれた試験体と同様の耐力となったことが確認できた。

2.4 まとめ

ダボ筋を設置しない場合、打ち継ぎ面はそのままですべることがわかった。また、No.1 は途中です

べて No.2 のすべり後荷重と等しくなった。

3. 実験計画

3.1 実験目的および試験体概要

本実験は、ハーフ PCa 床板と後打ちコンクリートを用いた床スラブの耐力およびハーフ PCa 床板に施したコッターの有無による打継ぎ部のズレの確認、諸耐力および計算値の比較を行うこととする。

コンクリートは先打ちコンクリートは $\sigma_B=36.1\text{N/mm}^2$ 、後打ちコンクリートは $\sigma_B=34.5\text{N/mm}^2$ 、主筋は 4Φ を 2 本 $\sigma_y=353\text{N/mm}^2$ を用いる。

試験体概要を表 3 に、試験体配筋詳細図を図 5 に示す。試験体 N はコッターなし、試験体 S2 は曲げせん断区間にコッターを 2 個ずつ、試験体 C4 は純曲げ区間にコッターを 4 個、試験体 S3 は曲げせん断区間にコッターを 3 個ずつ、試験体 C6 は純曲げ区間にコッターを 6 個設けた計 5 体の試験体で実験を行う。

コッターの数とコッターの設置位置を変数とした効果を比較するため、床板の形状と配筋を統一している。

打ち継ぎ面は平坦かつ滑らかに仕上げる必要があったため、金ごておさえではなく、先打ちコンクリートを打設した後、コンパネの表面をひっくり返し、その上に後打ちコンクリートを打設する。

表 3 試験体概要

試験体名	$\sigma_B(\text{N/mm}^2)$	コッター位置と個数
N		—
S2	先打ち	曲げせん断区間に 2 個ずつ
C4	= 36.1	純曲げ区間に 4 個
S3	後打ち	曲げせん断区間に 3 個ずつ
C6	= 34.5	純曲げ区間に 6 個

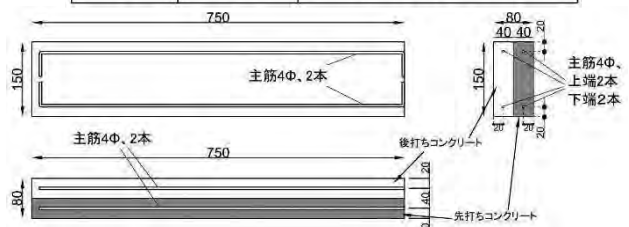


図 5 試験体詳細図

3.2 コッター概要

ハーフ PCa 床板の打ち継ぎ部に用いるコッターの寸法、コッター断面積は同一とし、コッターの角度は 60° で、 h (コッター長さ) / t (コッター深さ) = 5.0 に統一した。コッターは $b/f=20\text{mm}$, $t=4\text{mm}$ とした。既往のコッターの耐力計算の式³⁾(下式の Q_{sc} の式)を用いる。また許容応力時と終局応力時の曲げ耐力からせん断力を求め、せん断力を Q_{sc} で除し、コッター数を算出した。

$$Q_{sc} = 0.10 * F_c * A_{sc}$$

Q_{sc} : コッターのせん断耐力 (N)

F_c : コンクリートの設計基準強度 (N/mm^2)

A_{sc} : 接合部のコッターの鉛直断面積の和 (mm^2)

試験体 S2 のコッター配置図を図 6 に、試験体 C4 のコッター配置図を図 7 に示す。

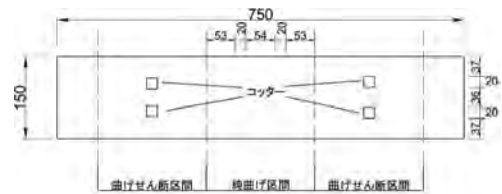


図 6 試験体 S2 のコッター配置図

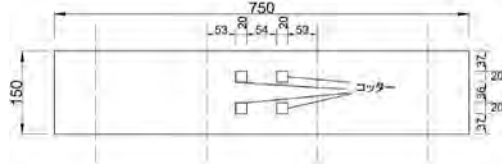


図 7 試験体 C4 のコッター配置図

3.3 荷重方法および計測方法

荷重方法を図 8 に示す。荷重方法は、支持スパン 600mm の試験体に対し、荷重スパンを 200mm に 2 点集中荷重を行い、梁の耐力、変形を調べる。また、ハーフ PCa 床板と後打ちコンクリートのずれを計測するために変位計を両支持点、両荷重点、中央の計 5 つ設ける。鉄筋の伸びについてはモーメントが一番大きくなる荷重点下にひずみゲージを貼付する。ゲージ貼付位置を図 9 に示す。

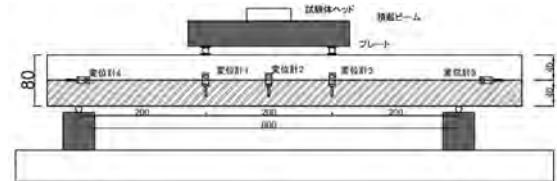


図 8 荷重方法および変位計位置

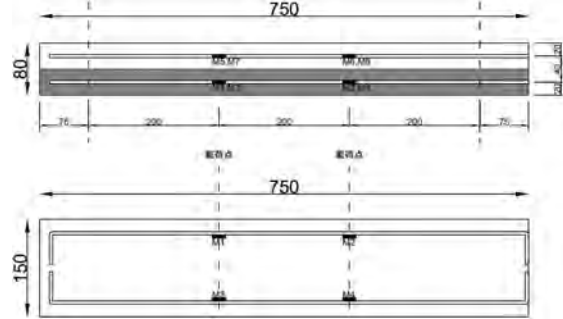


図 9 ゲージ貼付位置図

4. 実験結果

4.1 材料試験

本実験で用いた材料試験の結果を表 4 に示す。また、各試験体はすべて同じ材料を用いている。コンクリート圧縮試験は、先打ちと後打ちそれぞれで、実験前の値と実験後の値の平均値を圧縮強度とした。鉄筋の引張試験では 3 本の平均値を用いて降伏強度、降伏ひずみを求めた。

表 4 材料試験結果

コンクリート				主筋 4Φ	
圧縮強度 (N/mm^2)		ヤング係数 $\times 10^4$ [N/mm^2]		降伏強度 (N/mm^2)	降伏ひずみ (μ)
PCa 部	後打ち部	PCa 部	後打ち部		
36.1	34.5	2.80	2.61	353	1524

4.2 実験経過およびひび割れ図

各試験体の最終ひび割れ図を図 10 に示す。

すべての試験体で2点載荷点の範囲に曲げひび割れが発生し、荷重が一時低下した。その後荷重の増大とともに縦方向にひび割れが発生および延長し、上端鉄筋位置を超え、横方向にひび割れが進み、コンクリートが圧壊したことが認められた。

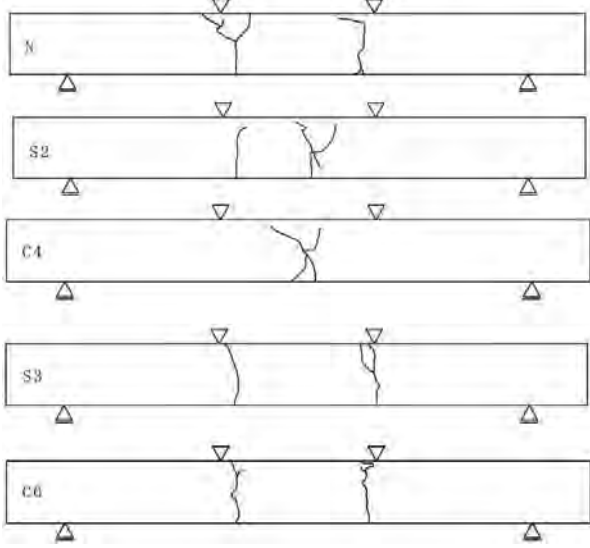


図10 各試験体のひび割れ図

4.3 諸荷重一覧

諸荷重一覧を表5に示す。変位は初ひび割れ発生時、降伏荷重、最大荷重時の変位である。変位は試験体中央部である変位計2(図8に示している)の値を用いた。

初曲げひび割れ発生荷重は、5.29~5.69kNの範囲にあり、平均値は5.49kNであった。試験体ごとの大きな違いはないことが認められた。

下端の降伏荷重は、6.12~7.41kNの範囲にあり、平均値は6.80kNであった。試験体C4とS3の値がほかの試験体と比べて小さくなっていてばらつきがあることが認められた。

最大荷重は10.9~13.0kNの範囲にあり、平均値は11.4kNであった。試験体S2のみほかの試験体より大きい値となっていることが認められた。

すべての試験体に共通することはひび割れが発生し、荷重が一度下がった後、荷重の増大とともに、ひび割れが広がった後、最大耐力に至ったことである。

4.4 荷重—変位関係

試験体N, S2, C4の荷重—変位関係を図11に、試験体S3, C6の荷重—変位関係を図12に示す。変位は試験体中央の変位計2(図8に示した)の値を用いた。

ひび割れ発生時の変位は0.15~1.99mmの範囲にあり、平均値は0.67mmであった。曲げせん断区間にコッターを設けたC4とC6はほかの試験体と比べて大きい値となった。

降伏時の変位は0.28~3.62mmの範囲にあり、平均値は1.63mmであった。試験体S2とC6はほかの試験体と比べて大きい値となった。

最大荷重時の変位は13.8~17.7mmの範囲にあり、平均値は16.04mmであった。試験体NとS2はほかの試験体と比べて小さい値となった。

表5 諸荷重一覧

	P_1		P_2		P_u	
	初曲げひび割れ発生荷重 荷重 (kN)	変位 δ (mm)	降伏荷重 荷重 (kN)	変位 δ (mm)	最大荷重 荷重 (kN)	変位 δ (mm)
N	5.69	0.15	7.01	0.82	11.9	13.8
S2	5.49	0.33	7.41	2.59	13.0	14.7
C4	5.29	0.70	6.18	0.83	10.9	17.6
S3	5.30	0.20	6.12	0.28	11.4	17.7
C6	5.69	1.99	7.28	3.62	11.1	16.4

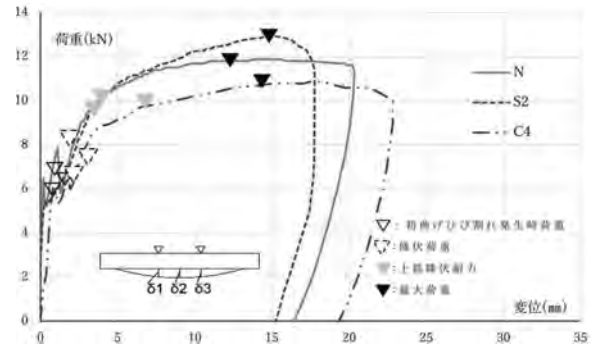


図11 荷重—変位関係(N, S2, C4)

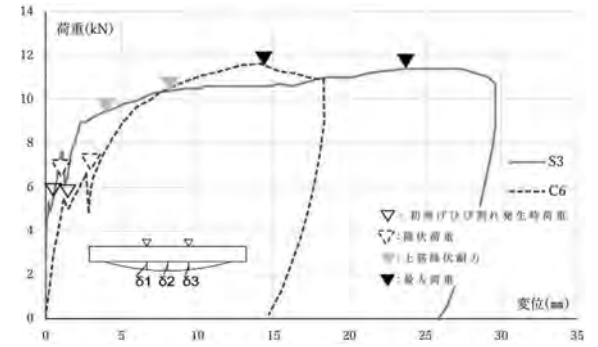


図12 荷重—変位関係(S3, C6)

4.5 荷重—ずれ関係

各試験体の左右最大ずれの値の一覧を表6に示す。値が極めて小さいことから、すべての試験体で大きなずれは確認できなかった。

表6 左右最大ずれの値

	N	S2	C4	S3	C6
ずれの値 (mm)	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01

5. 実験結果の検討

5.1 使用計算式

5.2~5.4の計算式を以下に示す。

• $P = (2 \times M) / \ell_1$ ……式1

• M は M_c , M_y , M_u とする。

• M_c : 曲げひび割れ発生時モーメント

$M_c : 0.56\sqrt{\sigma_B} \times Z_e$ ……式2

$Z_e = Z \times \Phi$

$Z = bD^2/6$

$\Phi = 1 + 3.5n\rho_t$

• M_y : 曲げ降伏時モーメント

$M_y : 0.9 \times a_t \times \sigma_y \times d_1$ ……式3

• M_u : 最大曲げモーメント

$M_u : 0.9 \times a_t \times \sigma_y \times d_1 + 0.9 \times a_c \times \sigma_y \times d_2$ ……式4

d_1 : 試験体上面から下筋鉄筋中央までの距離

d_2 : 試験体上面から上筋鉄筋中央までの距離

5.2 初曲げひび割れ発生時の荷重の検討

初曲げひび割れ発生荷重の実験値、実験値に対する実験値の比を表7に示す。計算式は式1, 2を用いた。

同表より、計算値に対する実験値の比は1.12~1.28の範囲で、平均値は1.17であり、各試験体で大きな差はみられなかった。

表7 初曲げひび割れ発生荷重時の荷重の値一覧

	実験値(kN)	計算値(kN)	実験値/計算値
N	5.69	4.66	1.28
S2	5.49	4.77	1.15
C4	5.29	4.72	1.12
S3	5.30	4.66	1.13
C6	5.69	4.68	1.17
平均	5.49	4.70	1.17

5.3 降伏耐力の検討

下端鉄筋2本が降伏した時点以降を降伏耐力とした。降伏耐力の実験値と計算値、下端降伏耐力の計算値に対する実験値の比を表8に示す。計算式は式1, 3を用いた。同表より、計算値に対する実験値の比は1.03~1.22の範囲で、平均値は1.12であり、各試験体で大きな差はみられなかった。

表8 降伏耐力一覧

	実験値(kN)	計算値(kN)	実験値/計算値
N	7.01	6.05	1.16
S2	7.41	6.07	1.22
C4	6.18	5.82	1.06
S3	6.12	5.91	1.03
C6	7.28	6.39	1.13
平均	6.80	6.05	1.12

5.4 最大耐力の検討

下端鉄筋2本に加えて上端鉄筋2本を加えた主筋4本すべてが降伏した時を上筋降伏耐力とした。

最大耐力の実験値と計算値、上筋降伏耐力の計算値に対する実験値の比を表9に示す。計算式は式1, 3を用いた。

同表より、計算値に対する上筋降伏耐力の比は0.97~1.08の範囲で、平均値は1.01であり、各試験体で大きな差はみられなかった。

同表より、計算値に対する実験値の比は1.08~1.25の範囲で、平均値は1.15であり、各試験体で差はみられなかった。

以上のことから、上筋降伏耐力は高い精度で予想することができ、実験値はさらに15%高い値になることが分かった。

表9 最大耐力実験値および計算値一覧

	計算値(kN)	上筋降伏耐力(kN)	上筋降伏耐力/計算値	最大耐力(kN)	最大耐力/計算値
N	10.0	10.8	1.08	11.9	1.19
S2	10.4	10.2	0.98	13.0	1.25
C4	10.1	9.8	0.97	10.9	1.08
S3	9.9	9.6	0.97	11.4	1.15
C6	10.0	10.6	1.06	11.1	1.11
平均	10.1	10.2	1.01	11.6	1.15

5.5 コッターによるずれの検討

コッターを設置した位置や数に関わらず、すべての試験体でずれは発生しなかった。コッターを設置しなかった打ち継ぎ面に何もしていない試験体Nでもずれは発生しなかった。曲げせん断区間に2個コッターを

設けた試験体S2は非常に小さなずれを示したが、最大耐力などに影響を与えるほどのものではなかった。

以上のことから、コッターの設置位置や数の違いによる検討はできなかった。

5.6 まとめ

各荷重の計算値に対する実験値の比を図13に示す。

各荷重の計算値に対する実験値との比が0.97から1.25程度であったため、計算式を用いることで3~25%の精度で各計算値を求められることが分かった。

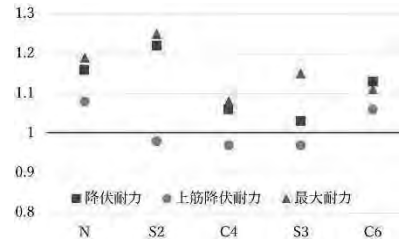


図13 各荷重の計算値に対する実験値の比

6 結論

本実験は、ハーフPCa床板と後打ちコンクリート間の材軸方向にかかる梁の耐力および変形やズレを検討することを目的として行い、以下の知見を得た。

- ① 実験経過は、以下のようであった。初曲げひび割れ発生時荷重は、5.29kN~5.69 kNであった。下端鉄筋の降伏耐力は6.12 kN~7.41 kNであった。上端鉄筋降伏時の耐力は9.6kN~10.8kNであった。最大耐力は10.90 kN~11.88 kNであった。以上の4つの荷重は各試験体で大きな差はなかった。5体とも主筋は上端筋も下端筋もすべて降伏した。すべての試験体で打ち継ぎ面のずれは確認できなかった。
- ② 初曲げひび割れ発生荷重の計算値に対する実験値の比は1.12~1.28の範囲にあり、平均値は1.17であった。既往の計算式で初曲げひび割れ発生荷重は推定できることが認められた。
- ③ 下端の降伏耐力の計算値に対する実験値の比は1.03~1.22の範囲にあり、平均値は1.12であった。既往の計算式で降伏耐力は推定できることが認められた。
- ④ 最大耐力の上端が降伏する場合の計算値に対する実験値の比は1.08~1.25の範囲にあり、平均値は1.15であった。既往の計算式で上端まで降伏する最大耐力を推定できることが認められた。
- ⑤ すべての試験体においてずれによるすべりは確認されなかったためコッターの配置の有効性は検討できなかった。

参考文献

- 1) 金普漢、鈴木計夫、大野義照、鳥居洋：コンクリート合成版のシャーコッターのせん断強度に関する実験的研究 コンクリート工学年次論文報告集, Vol.15, No.2, 1993
- 2) 松下 弘晟：ハーフPCa床板を用いた床スラブの耐力および変形性能に関する実験的研究 2025年
- 3) 日本建築学会：プレキャスト鉄筋コンクリート構造の設計と施工, p175, 9章 (9,20)式, 1986年

2025年度卒業研究題目一覧

卒業論文

- 1 植田 雄司 大阪市中央区・船場地区におけるオフィスビルの公開空地の類型化と評価
- 2 坂本 彪馬 住宅平面図にみる『和室』の有無・位置関係・床の間・室数・畳数の年代による変化 新建築雑誌（1986~2020）を通して
- 3 小林 立宜 寝屋川市の低湿地帯における民家から見えてくる 地域景観の価値の再評価
- 4 森山 皓晟 滋賀県の公共ホールにおける地域芸術文化への貢献の可能性について 中・小規模ホールの稼働率・催事・舞台形式の分析から
- 5 大木 琉斗 風洞実験における低層建築物に作用する風圧について
- 6 伊神信之介 加速度センサーを用いた飛来物の衝撃力測定
- 7 岡野 晃佑 有風環境下における板ガラスの耐衝撃性能に関する研究
- 8 小村 優太 実大強風雨発生装置による物体の飛散に関する研究
- 9 亀崎 尊忠 戸建て住宅模型に作用する突風荷重に関する研究
- 10 田口 結 建材の劣化を考慮した日本版改良藤田スケールの再検討
- 11 坪井 孝樹 超高層中間層免震建物の高さ方向の免震層の最適配置に関する研究
- 12 出合 拓翔 有風環境下における外壁材（サイディング）の耐衝撃性能に関する研究
- 13 中村 美結 大阪府生野区における飲食店分布からみる多文化共生の実態
- 14 前川 光丞 夏季の切妻屋根の付加による日射遮蔽と屋根裏の通風による室内への熱移動の低減に関する研究
- 15 浅井 章汰 背部または腰部への局所冷気流が生理心理反応に与える影響に関する研究
- 16 川島 慶伍 摂南大学寝屋川キャンパスにおけるくつろぎスペースの環境測定と利用実態の分析 その①照度基準と昼光率に基づく光環境の評価
- 17 堀 翔大 摂南大学寝屋川キャンパスにおけるくつろぎスペースの環境測定と利用実態の分析 その②気積と利用人数からみた空気環境の評価
- 17 高見 哲史 摂南大学寝屋川キャンパスにおけるくつろぎスペースの環境測定と利用実態の分析 その③騒音基準と利用人数からみた音環境の評価
- 19 富谷 隼太 頸部への接触冷却が生理心理反応に与える影響に関する研究
- 20 豆井 陸翔 背部への局所冷気流または局所等温気流が生理心理反応に及ぼす影響に関する研究
- 21 米満海玖人 顕熱と潜熱の放熱量の違いが生理心理反応に及ぼす影響に関する研究
- 22 井口 皓帆 生成AIとの協働による建築初期設計プロセスの提案 Stable Diffusion を用いたプロンプトの言語依存性と循環型ワークフローの検証
- 23 上野 真心 2025年日本国際博覧会（大阪・関西万博）におけるメディアが発信する建築の立ち位置について
- 24 久木 龍飛 和歌山県・龍神温泉の価値と保存に関する研究 歴史的建築物を核とした持続可能な保存体制の提案
- 25 堀田 夏輝 都市機能誘導区域における施設数と人口の増減に関する研究 三重県津市を事例として

卒業設計

- 1 村尾 悠月 子供の遊び空間を内包した路地再生の可能性 京都市上京区白銀町
- 2 竹川 大洋 現代社会における生と死の共生 境界をほどく建築の試み
- 3 西口 千尋 地域に寄り添う建築 道としての記憶と未来
- 4 宮下 巧 あわいの建築 新しい市街地再開発の提案
- 5 岡 泰平 疏水を紡ぐ 本の流れとともにたどる物語
- 6 小西 秋仁 対流と滞留の広場 地域へつなく丹波橋駅前空間の再編計画
- 7 小林 大輝 学びの消失を起点としたニュータウンの再生
- 8 土井 萌愛 ひろわれた日常
- 9 中郷 陽咲 でんしゃなき島のせんろみち
- 10 藤原 啓義 空白の再編集 板宿商店街の市場跡の再編集
- 11 増木 俊迪 遊びがつなぎ直すまち 若者と地域の再接続
- 12 石川 翼 農地を“関係の装置”へ
- 13 福田 梨咲 らくだと歩む
- 14 矢口 恵斗 使わない時間のデザイン 雨が暮らす住宅群

-
- 26 岡田 将 弥 勉強に集中できる自習空間に関する研究
 - 27 岡部 太 夢 寝屋川市と大阪市生野区における銭湯の変遷と比較に関する研究
 - 28 岡本紗奈江 ゼミ室内におけるリラックス空間に関する研究
 - 29 小 山 葵 人の利用からみた超高層集合住宅の屋外空間に関する研究 大阪都心3区を対象として
 - 30 瀬戸虎太郎 郊外住宅地における高齢者が歩きたくなる歩行空間要件の抽出 川西市清和台を対象として
 - 31 棚橋 滉 太 市街化調整区域への編入による都市のコンパクト化の可能性と課題に関する研究
 - 32 岩村 省 吾 防災教育・避難訓練の課題抽出と考察について
 - 33 石原 稜 太 加古川市美乃利地区における水路の整理と水害用タイムラインに関する考察
 - 34 小谷 孔 明 災害発生時のペットのための備蓄に関する研究
 - 35 杉本 万 波 鴻ノ池運動公園(奈良市)を対象とした災害時計画案の作成と考察 全国の防災公園への展開
 - 36 竹中 幹 人 大規模災害を想定した病院の立地特性指標の提案 奈良県内75病院を対象として
 - 37 松本 美 空 災害時における拠点建物の安全確認手法に関する研究
 - 38 宮崎 咲 良 倒壊家屋から救出された輪島塗を引き継ぐ方法に関する考察 壊れた輪島塗を用いた企画を通じて
 - 39 山口 諒 也 京都府内26市町村のハザードマップの比較と考察
 - 40 宮坂 建 希 壁板の目地が耐力に与える影響に関する実験的研究 その1目地の深さを変数とした場合
 - 41 柴田 悠 史 壁板の目地が耐力に与える影響に関する実験的研究 その2目地の幅を変数とした場合
 - 42 雨面 莉 玖 スリット入り鉄板を設置した架構のエネルギー吸収性能に関する実験的研究 その1スリットの高さを変数とした場合
 - 43 城内 雅 善 スリット入り鉄板を設置した架構のエネルギー吸収性能に関する実験的研究 その2スリット間隔を変数とした場合
 - 44 小笠原 健 人 シアスパン比が0.5のRC短スパン梁のせん断耐力に関する実験的研究 その1梁幅を変数とした場合
 - 45 橋 野 心 シアスパン比が0.5のRC短スパン梁のせん断耐力に関する実験的研究 その2せん断補強筋比を変数とした場合
 - 46 兵頭 陸 哉 ハーフPCa床板を用いた床スラブの耐力および変形性能に関する実験的研究 その1打ち継ぎ面にコッターを用いた場合
 - 47 久木山 堅 斗 ハーフPCa床板を用いた床スラブの耐力および変形性能に関する実験的研究 その2打継部をほうき目仕上げとした場合
 - 48 岡田 七 星 フラットプレートのパンチング耐力に関する実験的研究 その1スラブ筋量を変化させた場合
 - 49 清水 暁 翔 フラットプレートのパンチング耐力に関する実験的研究 その2スラブ厚さを変化させた場合

-
- 15 高田 蒼 士 地域に根ざしたまちづくり
 - 16 大西 和 尚 奈良・きたまち広場
 - 17 田川 泰 地 斜面に寄り添うランドフォーム建築 ワインと自然が交わる場の提案
 - 17 西 村 凜 未来に広がる繋がる
 - 19 山下 真 緒 地上と地下を繋ぐ都市空間の創出
 - 20 荒木 汀 紗 流れの中で、休む 土佐堀・中之島における短時間滞在空間の提案
 - 21 國澤 晃 一 緑のつながり 桂離宮から読み替える現代のまち
 - 22 児玉 武 士 かける 建築から考えるギャンブルの在り方
 - 23 佐藤 帆 純 連続する帯 境界をゆるめる高架下の居場所
 - 24 田原 成 一 郎 日常の中のスタンド 寝屋川一番街に開かれたスタジアムによる寝屋川の再構築
 - 25 樽井 智 哉 欲動ヲ獲得セヨ。
 - 26 福 井 希 影という余白 都市に生まれる名もなき居場所
 - 27 松浦 菜 奈 共助と共生 暮らしの可視化と窓の共有化
 - 28 吉村 尚 生 まちとり物語 重要伝統的建造物群保存地区に溢れ出す「ぼく・わたしのひみつきち」

2025 年度

摂南大学大学院理工学研究科 社会開発工学専攻

摂南大学理工学部 建築学科

修士論文梗概集／卒業論文梗概集

2026 年 3 月 発行

発行 摂南大学 理工学部 建築学科

寝屋川キャンパス 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8