

## 避難所としての鹿児島大学第二体育館の空間評価 —レイアウトに基づく定員設定と混み具合の考察—

岩船 昌起<sup>1</sup>

キーワード：避難所、定員、身体的距離、新型コロナウイルス感染症、鹿児島大学

### 要旨

【はじめに】災害時の避難所では、COVID-19対策を考慮した定員（収容可能人員）設定の根拠や、避難所の混雑具合の定義が曖昧な場合が多い。本研究では避難所レイアウトに基づき、避難者の空間的配置を検討し、身体的距離を確保できる①定員、②定員の簡易的算出方法、③避難所の混み具合等を考察する。【方法】鹿児島市指定避難所である鹿児島大学第二体育館について、設計図から間取図を作成し、鹿児島県「避難所管理運営マニュアル～新型コロナウイルス感染症対策指針～（第3版）」に基づき、施設内で個人専有区画を設定できる場所で一人当たり4 m<sup>2</sup>、通路幅1 mを基準に定員を見積もった。また、心理的距離も考慮した簡易シミュレーションで、収容人数の増加に伴う「入所者が入る個人占有区画間の距離（≒身体的距離）」の最短値の変化について空間的に検討した。【結果】①鹿児島大学第二体育館の定員は、鹿児島市「収容可能人数（コロナ対応）」515人であったが、スフィア・プロジェクト提示の国際基準よりゆとりを持たせた「個人占有区画を一人当たり4 m<sup>2</sup>、通路幅1 m」の基準で大ホールと卓球場で設定すると140人となる。また、大便器数8基で、1便器当たり10～20人の使用では、定員80～160人が妥当である。一方、定員を超える場合も想定したレイアウト変更案として、個人占有区画を一人当たり2 m<sup>2</sup>、通路幅1 mの基準とすると、第二体育館では210人の定員となる。②他施設のデータも加えて、個人占有区画設定可能場所の面積とそこで設けられる定員の関係を求めた。一人当たり4 m<sup>2</sup>、通路幅1 mの基準での定員は、個人専有区画設定場所の面積（m<sup>2</sup>）に約0.1を乗じた値となる。③収容人数の増加に伴う「入所者が入る個人占有区画間の距離（≒身体的距離）」の最短値の変化についての簡易シミュレーション結果では、定員の約50%超で個人占有区画間距離の最短値が1 mとなる。この場合、区画の中での入所者の位置によっては身体的距離2 mを維持できない可能性がある。【考察】①本研究が示したレイアウトに基づく定員140人と便器数に基づく定員80～160人とでは大きな齟齬がなく、140人定員でストレスが少ない避難生活が可能と考えられる。ただし、女性が多い場合等には、簡易トイレ設置、隣接施設のトイレ開放等が必要である。また、個人占有区画一人当たり2 m<sup>2</sup>、通路幅1 mの基準が身体的距離1 mを確保できるレイアウトであり、定員210人より入所者を増やす必要がある場合には、調整空間等に個人占有区画を設ける必要がある。このレイアウトについても、避難所管理者では準備しておくべきであろう。なお、限られた1例ではあるが、鹿児島市「収容可能人数（コロナ対応）」は、避難所運営の実態に即さない人数であることが示された。定員設定の基準を明示し、全施設の定員を検証するべきである。②ある空間に小さな一定枠の空間を当てはめていく場合、「ある空間」の面積と「一定枠の空間」の個数とに、強い相関関係が生じる。一人当たり4 m<sup>2</sup>、通路幅1 mの基準での定員が個人専有区画設定場所の面積（m<sup>2</sup>）に約0.1を乗じた値となることは、避難所定員の簡易的設定方法の一つとして応用できる。③収容人数の増加に伴う「入所者が入る個人占有区画間の距離（≒身体的距離）」の最短値の変化に注目すると、定員の約50%超が感染対策上で意味ある空間的状态となることが分かる。避難所の混雑の基準については、管理上の基準を提示している場合が多いが、このような感染症対策にかかわる空間分析を考慮するべきであろう。【おわりに】本研

<sup>1</sup> 鹿児島大学総合教育機構共通教育センター 教授

究では避難所レイアウトに基づき、空間的人員配置を検討し、身体的距離を確保できる①定員、②定員の簡易的算出方法、③避難所の混み具合等を考察した。本研究で提示した考え方は、本学の避難所運営マニュアルの基礎資料として活用可能であり、他施設についても応用できる。

## 本文

### I はじめに

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次評価報告書によれば、地球温暖化で台風（熱帯低気圧）の勢力が増し（環境省 HP）、低標高地域での高潮等による自然災害の激化が世界的に懸念されている。例えば、2013年台風30号（HAIYAN）は、中心気圧895ヘクトパスカル、最大瞬間風速90 m/sに達したスーパー台風（「猛烈な台風」）であり、死者・行方不明者6,986名等、フィリピンに多大な被害を与えている。南西諸島・南九州では、2013年台風30号と同等規模の台風がここ数年に襲来する可能性は低いと思われるが、これに準じた規模の「猛烈な台風」の接近・上陸については想定しておく必要があるだろう。

一方、2020年以降、新型コロナウイルス感染症（以下、COVID-19）対策が災害対応にも求められている。内閣府は、2020（令和2）年4月1日および4月7日付けで「分散避難」「要配慮者対応」「感染防止対応」「感染者発生時対応」等をキーワードに「避難所における新型コロナウイルス感染症への対応」を通知し、2021（令和3）年5月13日付け「取り組み事例集」「Q&A」を発出した。2021年12月初旬現在、感染者数が極めて少ない状態が全国的に続いているが、海外で蔓延しつつあるオミクロン株への警戒感が強まっている。さらなる新型株を含めた COVID-19対策強化が今後数年続くものと思われ、災害に備えた既存の計画等の見直しが必要な状況にある。

災害時の新型コロナウイルス感染症対策が注目された事例として、2020年9月6～7日に鹿児島県に強い影響を及ぼした台風10号の接近が挙げられる。台風10号は、当初、中心気圧915ヘクトパスカルの「猛烈な台風」まで発達すると予想されたが、中心気圧925ヘクトパスカル程度の「非常に強い台風」にとどまった。この時、鹿児島県市町村では、接近・上陸に備えて、低標高域居住者等への避難指示・勧告が発表され、避難者を受け入れる避難所開設等の対応がなされた。

令和2年台風10号避難所対応アンケートで「満員になった避難所の有無」では、鹿児島県内16自治体が「有」、27自治体「無」と回答した（南日本新聞）。各市町への聞き取り調査によると（岩船 2021a；2021b）、例えば、台風の進路に近い喜界町では、町人口6,606人<sup>2</sup>中973人（町人口14.7%）が避難所に入所し、少なくとも3施設で定員を超過して受け入れた。また、鹿児島市では、市人口598,481人<sup>3</sup>中4,854人（市人口0.8%）が避難所に入所し、205施設中13施設で定員超過が生じたという。

都市部を中心に土砂災害警戒区域や洪水浸水想定区域等の災害危険区域が住宅地として開発されて住家の建設が続いているという背景があるものの、鹿児島市では人口の1%未満の避難者数でも市指定避難所のいくつかで定員超過が生じた事実が確認できる<sup>4</sup>。これは、71名が死者・行

<sup>2</sup> 喜界町の人口は、2020年10月1日現在。

<sup>3</sup> 鹿児島市の人口は、2020年10月1日現在。

<sup>4</sup> 鹿児島市「新型コロナウイルス感染症等に対応した避難所運営マニュアル（令和3年6月）」には「本市においては、平成5年以来、大規模な災害は発生していないことから、『指定避難所』としての開設はありません」と記述されている（鹿児島市 2021）。しかし、「鹿児島市地域防災計画 本編（令和3年3月23日修正）」には、避難所の開設が「市長の避難指示等実施要領」に避難指示と連動して行われることが記述されており（鹿児島市防災会議、2021、P61）、鹿児島市ではこれまでも避難指示等が何度か発表され、かつ避難所の開設も報道されている。また、鹿児島市危機管理課「令和元年6月末からの大雨に係る災害対応の検証と改善について（令和元年12月）」では「指定避難所・福祉避難所の運営に関するアンケート」が実施されていること（鹿児島市危機管理課 2019）等からも、「新型コロナウイルス感染症等に対応した避難所運営マニュアル（令和3年6月）」の記述は、鹿児島市全体の認識と異なっている。一般的な定義に従っても「避難所」は公共施設等を活用して避難者が一時的に生活できる拠り所であり、「避難場所」は火災や津波等による危害からまず逃れるための安全な場所であることから、避難所開設が間に合わない場合にもその施設周辺に避難してもらうために「指定避難所（兼 指定避難場所）」としたものと考えられる。

方不明者となった平成5年8月豪雨等、生活域が破壊される自然災害が発生すれば、より多くの避難者が避難所に押し寄せ、少なくとも数日以上に及ぶ避難生活が続くことを考えると、極めて深刻な状況と判断できる。「避難者のすべてを受け入れる」ことは、避難所運営での基本であるが、発災時の避難者数を想定して全避難所の定員（収容可能人数）総数との収支を考慮しない無計画な避難所運営を続けていけば、COVID-19クラスター（感染者集団）発生による死亡者が出現するだけでなく、災害関連死による犠牲者を生み出してしまふ恐れが極めて高い。

そもそも、各自治体の避難所定員の基準（居住条件）が異なり、人道的生活を営める人数以上で定員を定めていた自治体も少なくなかったであろう。また、1つの自治体内でも基準が不明確で曖昧であり、一定の基準での定員設定ができていない場合が多い（岩船2021b；2021c）。

本年8月11日改訂の鹿児島県「避難所管理運営マニュアルモデル～新型コロナウイルス感染症対策指針～【第3版】」では、避難所運営の基本となる定員（収容可能人数）について「レイアウト等に係る参考編」で整理された。定員は、避難者1人当たりの個人占有区画の面積と関連する。災害時等の人道的支援の国際基準を示した「スフィア・ハンドブック」では、居住スペースの基本指標として、調理、入浴、衛生等の空間を除いて1人あたりの（個人占有区画の）面積として最低3.5 m<sup>2</sup>が必要とされている（Sphere Association 2018, 2019）。第3版では、1人あたり4 m<sup>2</sup>と通路幅1 mを設けて、国際基準を上回り、COVID-19対策上必要な身体的距離2 mを十分に確保できるレイアウトを推奨した。また、施設のトイレ数との関連も考慮して、定員を検討することも推奨した。一般的な学校体育館ではトイレ大が5基未満であることが多く、避難者100人以上であれば、1基当たり20人以上となり、朝には順番待ちで大変辛い状況となることが容易に想定できる。

ところで、ある1つの避難所に避難者が集中してしまう理由として、次が挙げられる。まず、避難所への移動は避難者の意思に任されており、その時々任意で避難所を選択できる場合が多いこと。また、河川沿いの開発地等、洪水浸水想定区域（災害危険区域）にも該当するような新興住宅地には、学校や公民館等の公的な施設が少ないために、人口密度の割には、指定避難所が少ない場合が多いことである。前者にかかわり災害時の避難所定員超過を未然に防ぐために、避難所の「空き」「混雑」「満員」等の混み具合を知らせるサービスが自治体や民間団体で行われている。この場合、運営にかかわる目安として、定員に基づく百分率等で便宜的に表されており、COVID-19対策上の意味合い等が検討されていない。

本研究では、上記の課題にかかわり、鹿児島市指定避難所である鹿児島大学第二体育館について、間取り図から避難所レイアウトを検討し、①定員の算定を試みる。また、②他避難所の空間分析に基づき算定した定員数も交えて、定員の簡易的算出方法を検討する。そして、③入所者の空間的配置進行のシミュレーションを行い、身体的距離の分析から避難所の混み具合を考察する。

## II 調査対象と調査方法

### 1. 鹿児島大学第二体育館の概要

鹿児島大学第二体育館は、郡元キャンパスに位置する。床総面積2,461 m<sup>2</sup>（1階床総面積1,230 m<sup>2</sup>、1階床総面積1,231 m<sup>2</sup>）であり、大ホール、卓球場、トレーニング室等からなる（図1）。また、トイレ（大便器男3基、女5基）、シャワー室、更衣室が男女別にある。鹿児島大学共通教育科目「体育実技」や部・サークル活動等で活用されている。昭和54（1979）年建築であるものの、十分な耐震強度を有しており、これまでに大規模な補強工事等が行われていない。

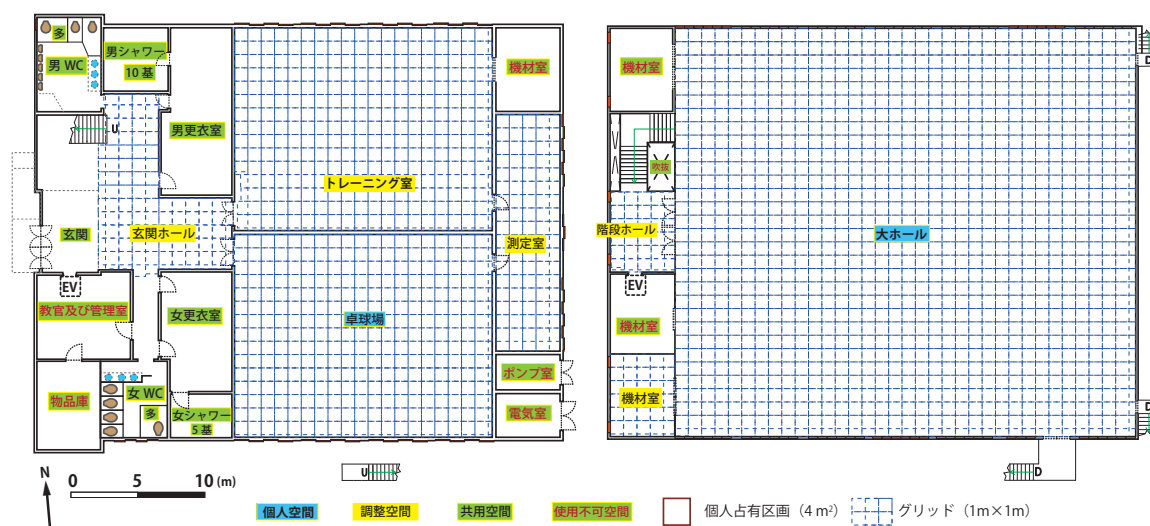
第二体育館は、鹿児島市指定避難所（兼 指定緊急避難場所）<sup>5</sup>に指定されている（鹿児島市 HP

<sup>5</sup>「鹿児島市地域防災計画 本編（令和3年3月23日修正）」P68には、「地域別の指定避難所は【資料編資料第36及び第37】のとおり」とあり、「※鹿児島市指定避難所一覧【資料編資料第36・P81】」「※鹿児島市指定緊急避難場所一覧【資料編資料第37・P87】」と記されている（鹿児島市防災会議、2021）。「指定避難場所」も、広義の「指定避難所」に含めていることが分かる。前述の注4での指摘も含めて、誤解がないように用語の定義の再整理が必要であろう。



／指定緊急避難場所一覧)。「避難場所の開設順」が「第二開設」であり、「第一開設の避難場所のみでは、避難者を収容しきれない場合などに開設する」こととなっている。また、鹿児島市HPでは、鹿児島大学第二体育館にかかわる付随情報として、住所「鹿児島市郡元1丁目21-24」、備考「(標高) 3 m」が、避難にかかわる「注意事項」とともに掲載されている(鹿児島市HP／(避難所)鹿児島大学(第2体育館))。

また、鹿児島市から2020年12月に提供を受けた「鹿児島市台風10号避難者数集計」によれば、「収容可能人員(コロナ対応)」は、515人である。



※「個人空間」「調整空間」「共用空間」「使用不可空間」については、第二体育館職員からの情報に基づき判断した。本図では、「個人専有区画」を設定していない。「グリッド(1 m × 1 m)」は、個人専有区画を設ける便宜上、筆者が描画した。

図1 鹿児島大学第二体育館平面図

## 2. 調査方法

### ①レイアウトに基づく定員設定

避難所では、一般に、避難者一人一人に割り当てられる「個人占有区画」を設定できる「個人空間」、発熱者等の分離・隔離等の状況変化に応じて利活用形態を変えることができる「調整空間」、入所者が共同で利活用するトイレや更衣室等の「共用空間」、施設管理等のために使用できないポンプ室や電気室等の「使用不可空間」に分けることができる。このような、避難者受け入れ時の鹿児島大学第二体育館の使用状況については、本学第二体育館職員からの簡易的な聞き取りに基づき判断する。

一方、鹿児島大学第二体育館についての設計図の提供を本学より受け、避難所としての空間利用を考察できる精度で、Adobe Illustrator を用いて間取り図を作成する。この図の縮尺に応じて、個人空間等にグリッド(1 m × 1 m 相当)を設けて、個人占有区画を設ける際の目安とする。そして、鹿児島県「避難所運営管理マニュアルモデル～新型コロナウイルス感染症対策指針～(第3版)／レイアウト等に係る参考編」に基づき、個人占有区画一人当たり4 m<sup>2</sup>、通路幅1 mとする基準、および個人占有区画一人当たり2 m<sup>2</sup>、通路幅1 mとする基準で、定員数の算出を行う。

なお、避難所定員を超過して避難者が押し寄せた場合や家族単位で入所する場合を考慮して、個人占有区画の面積等を変更する方法についても検討する。

### ②避難所定員設定方法の検討

鹿児島大学第二体育館等、指定避難所となる5施設の間取り図から避難所レイアウト案を作成し

て、個人空間と認められた10室に、通路幅1 mで一人当たり4 m<sup>2</sup>の個人占有区画を設ける基準等でレイアウトし、定員を見積もる。それらと床面積との関係から、簡易的な避難所定員設定方法を検討する。

### ③避難所の混み具合にかかわるシミュレーション

避難所の混み具合に応じて、COVID-19対策の一つの指標である身体的距離を十分に保てない恐れがある。そこで、心理的距離も考慮して、個人占有区画に入所者が順に入る簡易的シミュレーションを行い、想定される避難所での混み具合に応じて身体的距離が短縮する状況を検討する。

なお、シミュレーションの詳細については、図の掲載箇所との関係から、後述の調査結果で説明する。

## III 調査結果

### 1. レイアウトに基づく定員

鹿児島大学第二体育館職員への聞き取りから、ここ数年間での避難所開設では、個人占有区画を設けるところ（個人空間）を大ホールと卓球場の2室としており、トレーニング室や測定室等については「トレーニング器機があり危険であることから開放していない（調整空間）」という（図2）。また、聞き取り結果に基づく、男女別のトイレ、シャワー室、更衣室等については「共用空間」であり、運営管理資料等がある教官及び管理室、電気室、ポンプ室等が「使用不可空間」と認識される。

そこで、第二体育館で大ホールと卓球場に、一人当たり4 m<sup>2</sup>、通路幅1 mとする基準で個人占有区画を設けると、大ホール（約1,054 m<sup>2</sup>）で110人、卓球場（約285 m<sup>2</sup>）で30人となり、合計140人が鹿児島大学第二体育館の定員となることが分かった（図2）。

一方、第二体育館には、大便器が計8基（女5基、男3基）<sup>6</sup>ある。スフィア・ハンドブック2018年版の基準等を参考に（Sphere Association 2018, 2019）、便器1基当たり10～20人が使用すると想定した場合、定員80～160人が妥当である。



図2 第二体育館定員140人（個人占有区画4 m<sup>2</sup>、通路幅1 m）

個人占有区画一人当たり2 m<sup>2</sup>、通路幅1 mとする基準では、大ホールで165人（図3）、卓球場

<sup>6</sup> 男女それぞれに多目的トイレ1基ずつを含む。

で45人となり、計210人が第二体育館の定員となる。この基準で設定された定員より多くの避難者を、大ホールおよび／あるいは卓球場で受け入れる場合には、基本的に通路なしで隣接する区画が生じることとなる。

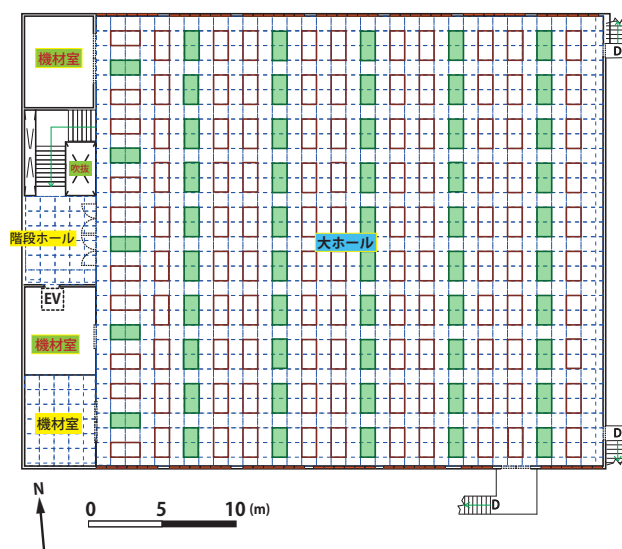


図3 第二体育館大ホールのみで定員165人（個人占有区画 $2\text{ m}^2$ 、通路幅1 m）

なお、個人占有区画一人当たり $4\text{ m}^2$ 、通路幅1 m から、個人占有区画一人当たり $2\text{ m}^2$ 、通路幅1 m にレイアウト変更する場合、あるいは家族世帯2人か3人に変更する場合について、図示する（図4）。通路幅1 m を保持すれば、他の区画に影響を与えずに、個人占有区画一人当たり $4\text{ m}^2$ の2区画が $2\text{ m}^2$ では3区画に変更可能である。また、並列で区画を隣接させて家族世帯区画（2人）を設ける場合、個人占有区画5区画（5人分）が家族世帯区画（2人分）3区画（6人分）となる。また、乳児を含む家族3人を想定して $9\text{ m}^2$ の家族世帯区画をつくるとすると、個人占有区画16区画（16人分）が家族世帯区画（3人）9区画（27人）となる。成人の家族3人以上の場合には、より大きな区画を設ける必要がある。

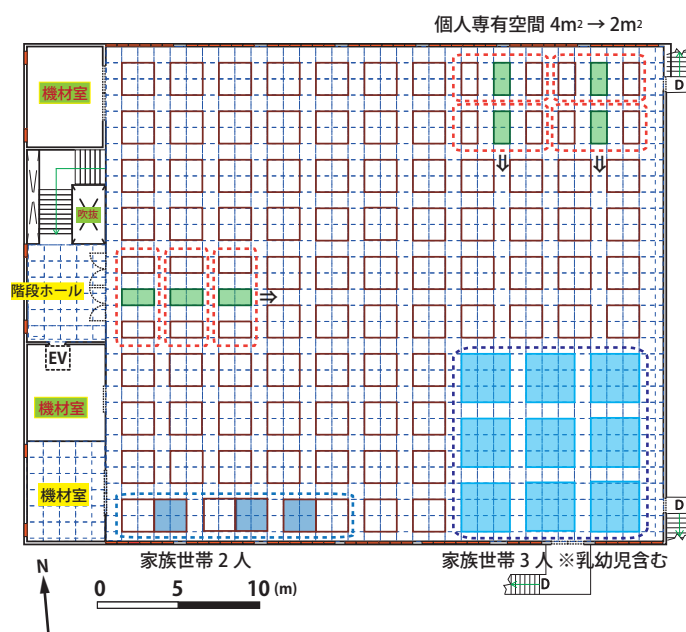


図4 第二体育館で個人占有区画のレイアウト変更例

## 2. 避難所定員と個人空間の床面積との関係

他施設での見積もりも加えた定員と個人空間の床面積との関係は、下の図5の通りである。「通路幅1 m」（個人占有区画一人当たり4 m<sup>2</sup>、通路幅1 m）では、両者に強い相関関係（ $y = 0.0974x + 3.04$ ,  $R^2 = 0.98$ ）が認められる。「通路幅2 m」は、個人占有区画一人当たり4 m<sup>2</sup>、通路幅2 mで、与論町で実際に設けられたレイアウトに基づくものである（表1）。また、「家族混在」も、与論町でのデータであり、通路幅2 mでのものである。1区画（9 m<sup>2</sup>）当たり家族2人以上の家族世帯区画15区画と個人占有区画26区画を設け、「56人 + a」の収容を想定している。

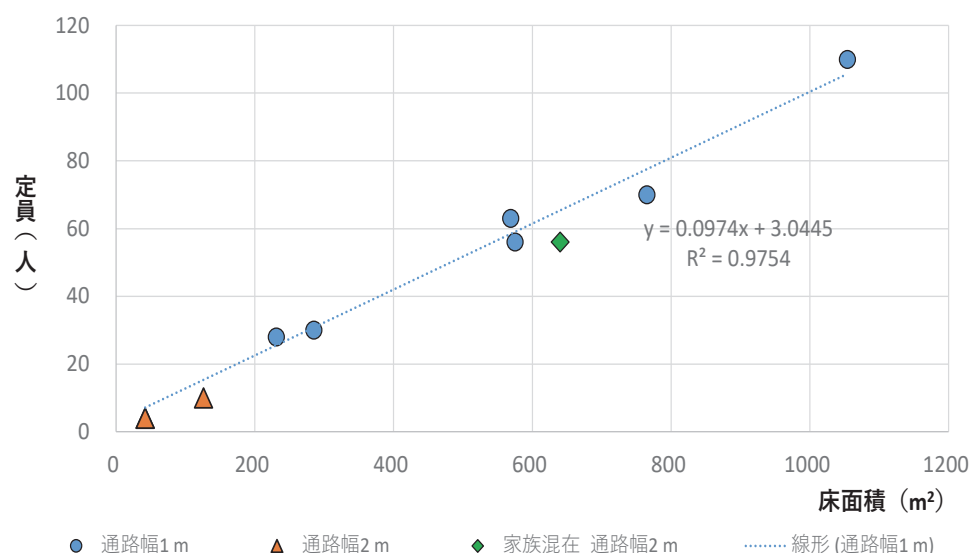


図5 避難所定員と個人空間の床面積との関係

表1 使用データ一覧（避難所定員と個人空間の床面積との関係）

施設	床面積 (m <sup>2</sup> )	通路幅1 m(人)	通路幅2 m(人)	家族混在*(人)
鹿大第二体育館大ホール	1054	110		
鹿大第二体育館卓球場	285	30		
一般的学校体育館	575	56		
山田町大浦漁村センター体育室	569	63		
山田町大浦漁村センター36畳和室	231	28		
枕崎市立枕崎小学校屋内運動場	765	70		
与論防災センターA	42		4	
与論防災センターB	42		4	
与論防災センターC	126		10	
与論防災センターD	640			56

\*「家族混在」では、家族占有区画(約9 m<sup>2</sup>)15世帯30人分と個人専用区画(4 m<sup>2</sup>)26人分が設定。通路幅2m。

## 3. 避難所の混み具合にかかわるシミュレーション結果

個人占有区画に入所者が順に入る簡易的にシミュレーションについては、心理的距離を考慮して入所者が自由選択で入る場合（図6）と身体的距離の最短値が可能な限り最大となり続けるように管理者に指定された区画に入る場合（図7）との両方を想定する。シミュレーションについて理解を深めてもらうために、後者の場合について区画に入る順番を数字で示し、7番目までの区画間での最短距離を矢印で示す（図8）。自由選択で入る場合と指定される場合との両方につ

いて、収容人数と区画間での最短距離との関係は、図9の通りである。

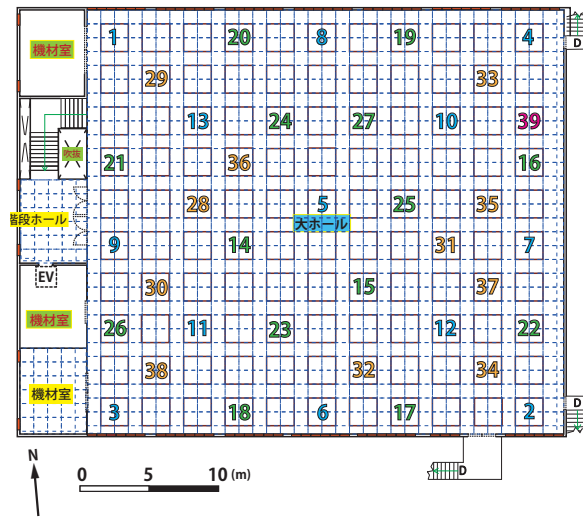


図6 入所者が自由に入る場合

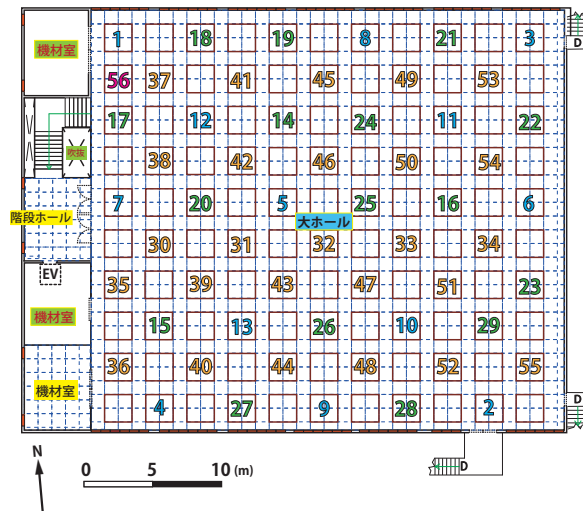


図7 管理者の指定で入る場合

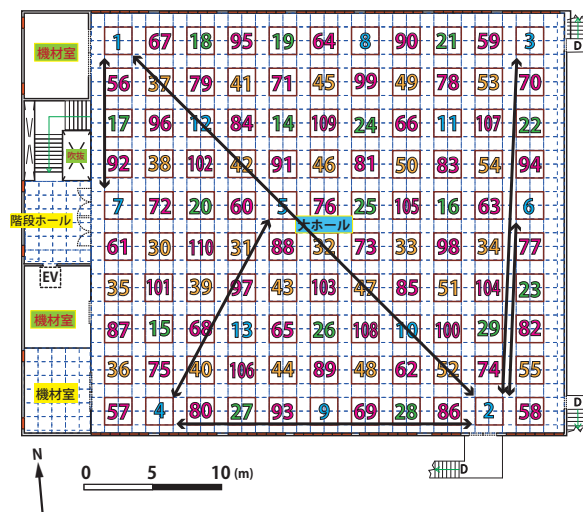


図8 シミュレーションでの区画入所の順番の事例（管理者が指定）



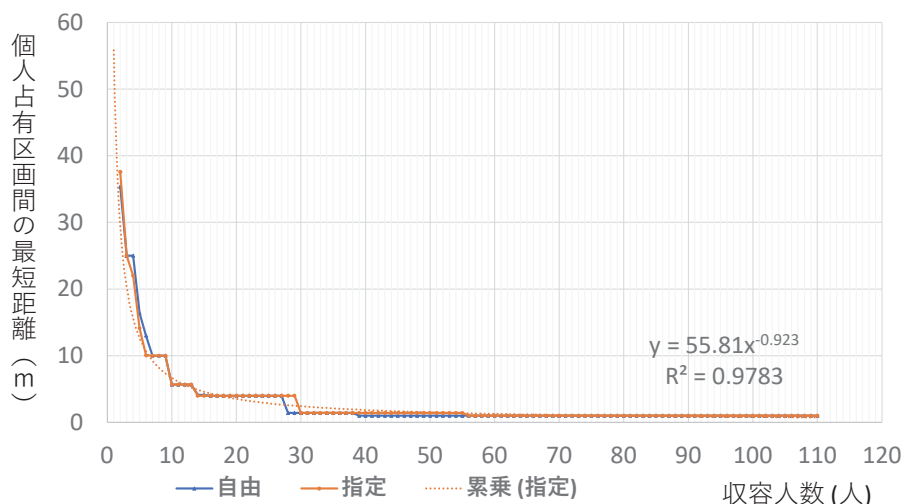


図9 収容人数と個人占有区画間の最短距離との関係

#### IV 考察

##### 1. レイアウトに基づく定員

災害時等の人道的支援の国際基準を示したスフィア・ハンドブックでは、居住スペースの基本指標として、調理、入浴、衛生等の空間を除いて1人あたりの（個人占有区画の）面積として最低3.5 m<sup>2</sup>が必要とされている。本研究において避難所の定員を設定するに当たり、基準とした「個人占有区画一人当たり4 m<sup>2</sup>、通路幅1 m」については、鹿児島県「避難所管理運営マニュアル～新型コロナウイルス感染症対策指針～（第3版）」にも提示されているものである。そして、上記の国際基準を上回り、COVID-19対策上必要な身体的距離2 mを論理的に確保できるレイアウトづくりを可能としている。

本研究が示したレイアウトに基づく定員140人と便器数に基づく定員80～160人とでは大きな齟齬がなく、140人定員でストレスが少ない避難生活が可能と考えられる（図2）。ただし、女性が多い場合等には、簡易トイレ設置、隣接施設のトイレ開放等が必要である。

一方、個人占有区画一人当たり2 m<sup>2</sup>、通路幅1 mの基準が身体的距離1 m以上を確保できるレイアウトであり（図3）、この基準による定員は210人である。ただし、国際基準の一人当たり3.5 m<sup>2</sup>を確保できていない状態となることから、一人当たり4 m<sup>2</sup>での定員140人を超えそうな状態から、可能な限り、別施設を開放するべきであろう。これができない場合、調整空間等に個人占有区画を設け、増員分を計算して簡易トイレも設置する等が検討されるべきである。家族世帯区画が多い場合には、定員210人を若干超えても大ホールと卓球場でのレイアウト変更で区画間の距離1 mを確保できるが（図4）、簡易トイレを設置する場所の確保を考えると、定員210人を超えた収容人数では、かなり劣悪な生活環境が出現するものと思われる。また、この基準を超えた人数を大ホールと卓球場で受け入れる場合には、通路を経ずに隣接する区画が生じる。面積2 m<sup>2</sup>の個人占有区画が通路なしで隣接する場合、身体的距離1 mを保てない場合が出現し、マスクをしていない場合で15分以上の接触があると「濃厚接触」とみなされることから、COVID-19対応の避難所としては、避けたいレイアウトである。

限られた1例ではあるが、鹿児島大第二体育館についての鹿児島市「収容可能人数（コロナ対応）」515人は、スフィアハンドブック2018年版が示す国際基準（Sphere Association 2018, 2019）、鹿児島県「避難所管理運営マニュアル～新型コロナウイルス感染症対策指針～（第3版）」が示す基準のいずれも遵守できていない。また「コロナ対応」とされているものの、レイアウト

から確認された身体的距離1 mを維持できる基準（個人占有区画2 m<sup>2</sup>、通路幅1 m）での210人を大幅に上回っており、マスク非着用の場合に「濃厚接触」が容易に生じる状態にある。

鹿児島大学第二体育館の総床面積2,461 m<sup>2</sup>を一人当たり個人占有面積4 m<sup>2</sup>で除した値が615.25である。また、定員515人に個人占有面積一人当たり4 m<sup>2</sup>を乗じると、2,060 m<sup>2</sup>となる。これは、卓球場の面積約285 m<sup>2</sup>より少し広い401 m<sup>2</sup>を除いたすべての空間に個人占有区画一人当たり4 m<sup>2</sup>で人びとが隣り合って通路なく入る状態に近く、トイレやシャワー室等の共用空間やポンプ室等の使用不可空間にも入ることを意味する。これでは、個人占有区画からの移動の際に他者の個人占有区画を通過するしかなく、入所者が踏んだり／踏まれたり、転倒したり／転倒させたりする可能性が生じる。通路幅50 cmを各個人占有区画の周囲に捻出すると、個人占有区画の面積が一人当たり2.25 m<sup>2</sup>と減少し、縦横1.5 mの広さで、大人の平均的な身長が収まらない。人道的な配慮に全く欠けた定員設定であることが確認できる。生活域が破壊される災害が生じた場合、発災直後の混乱した数日で災害関連死あるいはこれに準じた死が発生する恐れが高い生活環境が出現し、かつ新型コロナウイルス感染症対策を講じる上で身体的距離を十分に確保できない状態となるだろう。

かつての担当者からの引継がれたものであろうが、鹿児島大学第二体育館の定員のみが劣悪な生活環境を許容したものであるとは考え難い。鹿児島市に限られることでなく、自治体の指定避難所の定員については、施設管理者と協議の上で基準（居住空間条件）を設定あるいは再確認する必要がある。そして、その結果については、避難者の生活にかかわる有用な情報であることから、自治体の責務としてしっかりと情報公開するべきである<sup>7</sup>。

## 2. 避難所定員と個人空間の床面積との関係

「個人占有区画一人当たり4 m<sup>2</sup>、通路幅1 m」の基準では、鹿児島大学第二体育館大ホール（約1,054 m<sup>2</sup>）で110人、卓球場（約285 m<sup>2</sup>）で30人が定員である（図2）。他5施設10パターン（表1）で見積もった定員と個人空間（個人占有区画設置場所）の床面積との関係は、図5の通りである。「個人占有区画一人当たり4 m<sup>2</sup>、通路幅1 m」での基準については、定員と床面積との間に強い相関関係（ $y = 0.097x + 3.04$ ,  $R^2 = 0.98$ ）が認められる。

ある面積の中に一定の面積を一様のパターンで区画付けるものであり、強い相関関係が認められることは妥当な結果と考えられる。これに基づくと、個人占有区画一人当たり4 m<sup>2</sup>、通路幅1 mでの定員を簡易的に求めるには、区画を設ける個人空間の床面積に0.1を乗じればよいことが分かる。

2017（平成29）年9月大幅改定の鹿児島県「避難所管理運営マニュアルモデル」、2020（令和2）年6月改定の鹿児島県「避難所管理運営マニュアルモデル～新型コロナウイルス感染症対策指針～（第2版）」等では、避難所レイアウト案の作成を推奨して、その例を図解してきた。しかしながら、自治体の避難所運営マニュアル等でレイアウト案を取り入れてきた例は少なく<sup>8</sup>、避難者の生活空間が避難所運営マニュアルで具体的に考慮されていない場合が多かった。

上記の「個人占有区画一人当たり4 m<sup>2</sup>、通路幅1 m」での定員を簡易的に求めるには、区画を設ける個人空間の床面積に0.1を乗じること（図5）については、2021（令和2）年8月改定の鹿児島県「避難所管理運営マニュアルモデル～新型コロナウイルス感染症対策指針～（第3版）／レイアウト等に係る参考編」で、定員を簡易的に定める方法の根拠ともなっている。総床面積を個

<sup>7</sup> 鹿児島市については、桜島大噴火全島避難（レベル5）時の桜島住民避難所や、市指定避難所のレイアウトおよびこれに応じた定員再設定の必要性を、鹿児島県「避難所管理運営マニュアルモデル」が改定された平成29年度以降、桜島桜峰校区コミュニティ協議会防災研修会住民ワークショップ（2018年11月29日実施）での資料提供や鹿児島市セーフコミュニティ防災・災害対策委員会での発言等を通じて、担当課等に直接打診してきた。

<sup>8</sup> 瀬戸内町等のわずかな自治体に限られている。

人占有区画一人当たりの面積で除して、通路幅を考慮せずに定員を求めている自治体では、まず、これを用いた再検討が必要である<sup>9</sup>。

### 3. 避難所の混み具合にかかわるシミュレーション結果

個人占有区画に入所者が順に入る簡易的シミュレーションについては、入所者が心理的距離を可能な限り大きく取り自由選択で入る場合（図6）と管理者が身体的距離の最短値が可能な限り最大となり続けるように区画を指定する場合（図7）との両方を想定し、図9の通り、収容人数と個人占有区画間の距離の最短値との関係を得た。

個人占有区画間距離の最短値は、収容人数の増加とともに急激に減じて定員10%程度で6 m弱となり、その後に緩やかに減じて定員30%程度で4 mから1.41 mとなり、定員50%程度で1 mとなり定員100%に達する（図9）<sup>10</sup>。

区画間距離が1.41 mとなった場合、正方形の区画の対角線の延長上に互いの区画が存在することとなる。また、区画間距離1 mの場合、通路を隔てて隣接する区画同士的位置関係を意味する。区画内の入所者が中心部分に位置していると仮定すると、区画間距離1.41 mでは身体的距離4.23 m程度、区画間距離1 mでは身体的距離3 m程度となるが、それぞれの区画内での位置によって、身体的距離がそれぞれの区画間距離とほぼ同等となる場合も想定できる。

従って、区画間距離の最短距離（≒身体的距離）に注目すれば、定員30%および50%で、相対的に感染リスクが若干高まるとみなすことができる<sup>11</sup>。特に定員50%を目安に、常時マスク着用や会話を控える等、別途感染対策の強化開始が必要となろう。

いずれにしても、避難所の混み具合の指標については、今後、空間分析に基づく感染対策上意味ある数値も考慮することが望ましい。

### 4. 鹿児島市・鹿児島県等での自然災害対応へのかかわり

土砂災害危険区域や洪水浸水危険区域等の災害危険区域がハザードマップで明示されており、これに基づけば、この災害危険区域に住む方々が避難者となる可能性が高いことが分かる。自治体では、ハザードマップから災害時の避難者数を想定すると、指定避難所全ての定員総数との比較から、理論上、指定避難所に入れない避難者の人数が分かるので、指定避難所を増やす、親戚・知人宅やホテル等への分散避難を促進する等、別の手段を講じるべきである。「災害時には全ての避難者を受け入れる」ことは、発災時の基本中の基本であるが、定員を示さないことは、災害時の避難所での劣悪な環境を許容し、災害関連死の可能性を容認していることと変わらない。入所者一人に十分な広さの個人占有区画を確保することは、個人の人權を尊重することでもある。

災害時の避難所では、開設当初から、避難者全員が避難生活をストレス少なく送れる場所の確保を考慮すべきである<sup>12</sup>。避難者個人の意思による分散避難が促進されるためにも避難所の

<sup>9</sup> あるいは、より多くの避難者を収容したい場合には、「個人占有区画一人当たり2 m<sup>2</sup>、通路幅1 m」の基準での検討でも可能であろう。その場合、区画を設ける個人空間の床面積におおよそ0.15を乗じると、簡易的な定員を求めることができる。

<sup>10</sup> 例えば、管理者が避難者の区画を指定する場合、収容人数と個人占有区画間の最短値との両者の関係は、負の指数での累乗関数 ( $y = 55.81x^{-0.92}$ ,  $R^2 = 0.98$ ) に近似する。

<sup>11</sup> 本稿では分析していないが、区画間距離の最短距離が1 mとなった個人占有区画が定員50%以降徐々に増えることから、換気量ともかかわり、感染リスクが高まる定員に対する割合があるかもしれない。

<sup>12</sup> 鹿児島市「鹿児島市 新型コロナウイルス感染症等に対応した避難所運営マニュアル（令和3年6月）」では、短時間での滞在となる受付で、テープなどで印をつけて身体的距離の確保を図る重要性を図示しているものの、その後の「居住スペースの確保」で「主に長期間避難生活を行う場合」として、予防的避難や発災直後での1日程度滞在時の対応を曖昧にしている。鹿児島市では、「鹿児島市避難所運営マニュアル—本編—」とともに、避難所レイアウトや定員にかかわる改定を早期に実施するべきである。



定員と、その場合での個人占有区画の面積や通路幅等の居住空間条件を提示するべきである。避難者一人一人のプライベート空間に配慮し、避難所定員とその居住空間を明示することは、LGBTQ's も含めた男女共同参画的な観点も考慮できる避難生活環境の提供につながる。

2011年東日本大震災、2015年口永良部島噴火にかかわる災害、2016年熊本地震災害等の被災地および避難所を実際に体験・視察した。劣悪な避難所環境になる根本的原因が、発生する避難者数と避難所等での収容人数との収支の見誤りである。災害危険区域である危険な場所での宅地建設が安全性をほぼ検討しないまま進められているという、改善し難い課題が背景としてあるが、避難所一つ一つの定員を、人道的な観点での居住空間条件で設定し、県内自治体全てで算定することが、大災害時の広域避難においても必ず役に立つ。

大正噴火クラスの桜島大噴火が発生すれば、卓越風方向の大隅半島の自治体住民約10万人が他地域に避難する可能性が高い。これに備えた避難計画について、県レベルでの事前の対応・調整が必要である。避難者の個人占有区画等の個人空間（居住スペース）に必要な面積は、本研究での「避難所定員と個人空間の床面積との関係」に基づけば、避難者数10万人に10を乗じた約100万平方メートルとなる。これは、一般的な学校体育館の定員を50人と設定すると<sup>13</sup>、2000施設程度に相当する。各市町村の全避難所での定員総数が提示されていれば、まずは避難所に定員分入所してもらい、不足分については、研修施設や民間宿泊施設等の利用を検討できる。避難者にストレスが少ない避難生活を送ってもらうためには、県内の施設だけでは足りず、宮崎県や熊本県に避難先を求める必要があるかもしれない。桜島大噴火については、近い未来に必ず起きる自然現象であり、風向きに応じていくつかの避難計画が策定可能である。ただ逃げるだけでなく、逃げた先での避難者の生活空間についてもしっかりと事前準備し、災害関連死による死者を出さないように備える必要がある。

## V おわりに

本研究では、鹿児島市指定避難所である鹿児島大学第二体育館について、間取り図から避難所レイアウトを検討し、①定員140人（「個人占有区画一人当たり4 m<sup>2</sup>、通路幅1 m」基準）であることが分かった。また、②「個人占有区画一人当たり4 m<sup>2</sup>、通路幅1 m」の基準で、他施設で定員を簡易的に求めるには、区画を設ける個人空間の床面積に0.1を乗じればよいことが明らかとなった。そして、③入所者の空間的配置進行のシミュレーションを行い、身体的距離の分析から定員30%と50%で相対的に感染リスクが高まることが示唆された。

本研究での空間的な分析は、各避難所の避難所運営マニュアルの基礎資料作成に参考になるものであり、かつ業務継続計画（BCP）の作成も含めた業務継続マネジメント（BCM）にもかかわる。避難所入所者一人一人に十分な広さの個人占有区画を確保することは、個人の人権を尊重することでもある。これは、COVID-19等の感染リスクを減じるだけでなく、LGBTQ's も含めた男女共同参画的な観点も考慮した避難生活環境の提供にもつながる。本学第二体育館での事例であるが、避難所となる施設のすべてでは、本稿のような空間的な検討が行われるべきである。

また、今後の避難者対応については、ハザードマップから分かる想定避難者数と、指定避難所全ての定員総数との収支から、親戚・知人宅やホテル等への分散避難も含めて計画的に実施していく必要がある<sup>14</sup>。そのためにも、個々の避難所の定員をレイアウト案に基づいて設定することは、極めて重要なプロセスである。特に鹿児島県では、桜島大噴火災害が今後想定されており、

<sup>13</sup> 表1に基づけば、56人である。一般的な学校体育館では、大便器の数が4基以下である場合が多いことから、50人とした。

<sup>14</sup> この事例として、宇検村と鹿児島大学では、「猛烈な」台風高潮時の全住民個々の避難計画を策定中である（鹿児島大学 HP / 宇検村・鹿児島大学 防災シンポジウムを開催、岩船 2022）。



10万人規模で避難者が生じる恐れがある。避難者に人道的な避難生活環境を提供するためにも、各自治体では、地道な算定が急がれる。

## 謝辞

本稿の執筆に関連して、次の方々にお世話になった。資料については、各自治体担当課にご提供頂いた。鹿児島大学第二体育館の避難所としての活用状況については、本学共通教育課総務係臨時用務員（第二体育館）の池ノ上勇三氏にご教示いただいた。英文要旨の執筆に関しては、本学総合教育機構共通教育センター准教授の Monica HAMCIUC 先生にご確認頂いた。図表の作成については、本学男女共同参画研究支援員制度を通じて、川越日香里氏にご助力頂いた。また、『総合教育機構紀要』編集委員会には、執筆に際してご配慮を頂いた。以上の方々にお礼を申し上げます。

本研究は、科研費基盤研究(C)（一般）「避難行動のパーソナル・スケールでの時空間情報の整理と防災教育教材の開発」（課題番号：18K01146）の一部である。

## 参考文献

- ・岩船昌起 2016. 『被災者支援のくらしづくり・まちづくり—仮設住宅で健康に生きる』. 古今書院, p126.
- ・岩船昌起 2021a. 新型コロナ下における自然災害への備え—大規模化する災害へ対処するために. 生活協同組合研究, 540, 11-18.
- ・岩船昌起 2021b. 鹿児島県市町村避難所での2020年台風10号時運営と新型コロナウイルス感染症対策. 日本地理学会発表要旨集.  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/ajg/2021s/0/2021s\\_61/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/ajg/2021s/0/2021s_61/_article/-char/ja/) (2022年1月14日確認)
- ・岩船昌起 2021c. 新型コロナウイルス感染症対策を考慮した避難所定員（収容可能人数）の算出方法. 日本地理学会発表要旨集.  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/ajg/2021a/0/2021a\\_87/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/ajg/2021a/0/2021a_87/_article/-char/ja/) (2022年1月14日確認)
- ・岩船昌起 2021d. 避難所の「空き」「混雑」「満員」の検討—COVID-19対策上の定員を考慮して. 第49回日本救急医学会総会・学術集会／シンポジウム11 [禍難を乗り越えて] 東日本大震災から10年—救急医の避難生活サポートのあり方とは.  
<https://site2.convention.co.jp/jaam49/program/> (2022年1月26日確認)
- ・岩船昌起 2022. 奄美大島宇検村における台風高潮時の避難対象の検討—全住民避難計画の基礎資料—. 2022年度春季大会日本地理学会発表要旨集（予定）
- ・鹿児島大学 HP / 宇検村・鹿児島大学 防災シンポジウムを開催.  
<https://www.kagoshima-u.ac.jp/topics/2022/01/post-1867.html> (2022年1月26日確認)
- ・鹿児島県 2017. 『避難所管理運営マニュアルモデル』鹿児島県.  
<http://www.pref.kagoshima.jp/aj01/hinanjounai.html> (2022年1月14日確認)
- ・鹿児島市 2018. 『鹿児島市避難所運営マニュアル—本編—』鹿児島市.  
<https://www.city.kagoshima.lg.jp/kenkofukushi/fukushi/chi-fukushi/hinanjo-manyuaru.html>
- ・鹿児島市 2021. 『鹿児島市 新型コロナウイルス感染症等に対応した避難所運営マニュアル（令和3年6月）』鹿児島市.

- [https://www.city.kagoshima.lg.jp/kenkofukushi/fukushi/chi-fukushi/documents/sinngatakoron\\_airusukanssenssyou.pdf](https://www.city.kagoshima.lg.jp/kenkofukushi/fukushi/chi-fukushi/documents/sinngatakoron_airusukanssenssyou.pdf) (2022年1月14日確認)
- ・鹿児島市 HP / 指定緊急避難場所一覧.  
<https://www.city.kagoshima.lg.jp/kikikanri/kurashi/bosai/bosai/hinanjo/documents/01hinan-basyo.pdf> (2022年1月14日確認)
  - ・鹿児島市 HP / (避難所) 鹿児島大学 (第2体育館).  
<http://www.city.kagoshima.lg.jp/kikikanri/shisetsu/bosai/241.html> (2022年1月14日確認)
  - ・鹿児島市防災会議 2021「鹿児島市地域防災計画 本編 (令和3年3月23日 修正)」  
[http://www.city.kagoshima.lg.jp/kikikanri/kurashi/bosai/bosai/bosai/documents/000honpen\\_1.pdf](http://www.city.kagoshima.lg.jp/kikikanri/kurashi/bosai/bosai/bosai/documents/000honpen_1.pdf) (2022年1月26日確認)
  - ・鹿児島市 危機管理課 2019「令和元年6月末からの大雨に係る災害対応の検証と改善について (令和元年12月)」  
<http://www.city.kagoshima.lg.jp/kikikanri/kurashi/bosai/bosai/bosai/documents/kensyoutokaizen.pdf> (2022年1月26日確認)
  - ・環境省 HP / 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第6次評価報告書 第1作業部会報告書 (自然科学的根拠) 政策決定者向け要約 (SPM) の概要 (ヘッドライン・ステートメント).  
<http://www.env.go.jp/press/109850/116628.pdf> (2022年1月14日確認)
  - ・南日本新聞 / 台風10号避難所対応アンケート (2020年10月5日付朝刊、1面・社会2面).
  - ・内閣府 (防災担当) 2016a. 『避難所運営ガイドライン (概要)』内閣府.  
[http://www.bousai.go.jp/taisaku/hinanjo/pdf/1605hinanjo\\_guideline.pdf](http://www.bousai.go.jp/taisaku/hinanjo/pdf/1605hinanjo_guideline.pdf) (2022年1月14日確認)
  - ・Sphere Association 2018. The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response, fourth edition. Geneva, Switzerland.  
<https://www.spherestandards.org/handbook> (2022年1月14日確認)
  - ・Sphere Association 2019『スフィア・ハンドブックー人道憲章と人道支援における最低基準 2018 (日本語版)』支援の質とアカウンタビリティ向上ネットワーク (JQAN)  
<https://www.city.kagoshima.lg.jp/kikikanri/kurashi/bosai/bosai/hinanjo/documents/01hinan-basyo.pdf> (2022年1月14日確認)

Spatial Evaluation of Kagoshima University Second Gymnasium as an Evacuation Center  
— Consideration of capacity setting and congestion situation based on layout —

IWAFUNE Masaki

Keywords: evacuation center, capacity, physical distancing, COVID-19, Kagoshima university

Abstract

[Introduction] At municipality-designated evacuation centers for disasters, the standards for setting the capacity in consideration of COVID-19 measures and the definition of the congestion level are often ambiguous. In this study, we will discuss spatial placement of evacuees based on the layout of evacuation centers, and consider (1) capacity, (2) simple calculation method of capacity, and (3) congestion of evacuation centers that can secure physical distance.

[Method] In Kagoshima University's Second Gymnasium, which is a designated evacuation center by Kagoshima City, the capacity was estimated based on 4 m<sup>2</sup> per person and 1 m of passage width in a place where private occupied compartments can be set on the layout in the facility, in accordance with the Kagoshima Prefecture "Evacuation Center Management and Operation Manual — Guidelines for Countermeasures against COVID-19 — (3rd Edition)". In addition, in a simple simulation that also considered the psychological distance, the change in the shortest value of the "distance between privately occupied compartments where residents enter (≠ physical distance) " was spatially examined as the number of people accommodated increased.

[Results] (1) The capacity of the Kagoshima University's Second Gymnasium was 515 people according to the COVID-19-adjusted standard of Kagoshima City. But it is estimated 140 people is a better number for the large hall and the table tennis court where space is available to set individual compartments, by the criteria of "one individual compartment of 4 m<sup>2</sup> per person, with a passage width 1 m" which is more space than the international standard presented by the Sphere Handbook 2018. In addition, when considering 10 to 20 people will be using one toilet, the number of toilets in the Second Gymnasium is 8, so the capacity of 80 to 160 is appropriate. A second layout change plan that assumes the capacity will be exceeded, with the standard of one individual compartment of 2 m<sup>2</sup> per person and a passage width of 1 m, calculates the capacity of the Second Gymnasium at 210 people. (2) By considering data of other facilities, the relationship between the area that can be occupied by individual compartments and the capacity set-up can be obtained. The capacity based on the standard of 4 m<sup>2</sup> per person and 1 m of passage width is the value obtained by multiplying the area (m<sup>2</sup>) of the individual compartment setting area by about 0.1. (3) According to the simple simulation results of the change in the shortest value of "distance between individual compartments (≠ physical distance) " due to the increase in the number of people accommodated, the shortest value of the distance between individual compartments is 1 m when more than about 50 % of the capacity is achieved. In this case, it may not be possible to maintain a physical distance of 2 m depending on the position of the residents in the compartment.

[Discussion] (1) There is no big discrepancy between the capacity of 140 people based on the

layout and the capacity of 80 to 160 people based on the number of toilets shown in this study. It is thus considered that evacuation life with less stress is possible with a capacity of about 140 people. However, depending on the case, for example when there are many women, it may be necessary to install simple toilets or open access to toilets in an adjacent facility. The layout of the standard of  $2 \text{ m}^2$  per person and 1 m of passage width can secure a physical distance of 1 m. If it is necessary to increase the number of residents above the capacity of 210 people, individual compartments should be provided in the adjustment space, etc. The evacuation center manager should be prepared for this layout as well. Although this is a limited example, the COVID-19-adjusted standard of Kagoshima City in the Gymnasium is not in line with the actual situation of evacuation center management. Criteria for capacity setting should be clearly stated, and the capacity of all facilities should be verified in Kagoshima City. (2) When applying a small fixed frame space to a certain space, there is a strong correlation between the area of "the certain space" and the number of "fixed frame spaces". Therefore, the fact that the capacity based on the standard of one individual compartment  $4 \text{ m}^2$  per person and 1 m of passage width is the value obtained by multiplying the area ( $\text{m}^2$ ) of the private space setting area by about 0.1 is the basis for the simple calculation method for the capacity of evacuation centers. (3) Focusing on the change in the shortest value of the "distance between individual compartments ( $\cong$  physical distance)" due to the increase in the number of evacuees accommodated, more than 50 % of the capacity is a meaningful spatial state for infection control. Management criteria are often presented as criteria for congestion in evacuation centers, but spatial analysis related to infectious disease control should also be considered.

[Conclusion] In this study, based on the evacuation center layout, spatial placement of evacuees was examined, and (1) capacity, (2) simple calculation method of capacity, and (3) congestion of the evacuation center were considered. This research can be used as a basic resource for evacuation center management manuals of other facilities too.