

A quantitative analysis about bathing problem in the disaster  
and discussions about an efficient bathing support project

災害時における入浴問題の定量的把握

ならびに効果的な入浴支援事業に関する論考

by

Natsuki Kitagawa

北川 夏樹

A Doctor Thesis

博士論文

Submitted to  
the Graduate School of Engineering, Nagoya University  
on January 24, 2022

Thesis Supervisor: Toshiyuki Yamamoto 山本俊行

Professor of Engineering

## 論文要旨

かねてより大きな災害が発生するたびに、自宅で入浴のできない「入浴困難者」が発生し、被災地における問題の一つとなってきた。浴室や大量の湯を必要とする入浴行為を、家屋やライフラインが損壊した状況下で行うことは難しく、入浴問題は長きにわたって被災者を悩ませる。そんな中、臨時の入浴所を設けて被災者に入浴サービスを提供する「入浴支援」が官民様々な主体により行われ、被災者に衛生状態の維持と癒しをもたらしてきた。具体的な事例としては、地域内に存在する公的な保養施設や民間の入浴施設による支援、自衛隊による支援などが挙げられる。

しかしながら、これらの支援事業にも限界があり、すべての入浴困難者に十分な入浴サービスを提供できなかった事例も少なくない。入浴支援事業がなされた過去の災害事例を調査する中で、著者が認識した事業の課題は以下の三つである。

1. 大規模災害発生時には入浴困難者の発生が多数見込まれるが、その発生数について定量的に予測した事例が乏しい。
2. 地域内の支援提供能力についても未知数であり、実現可能な支援の規模に関する知見が乏しい。
3. 入浴支援能力が不足する場合には支援所の増設が必要となるが、その費用対効果（資金をかけて増設するだけの価値が、入浴にあるか）についての知見が乏しい。

本研究は上記の課題を念頭に置き、より多くの被災者が入浴支援を受けられるための環境づくりに資する知見を得ることを目的とするものである。

本論文は全6章で構成されている。第1章では本研究の背景と目的、ならびに次章以降の構成について説明した。

第2章では上記の3つの課題認識のもと、災害時入浴問題に関連する既往文献のレビューを行い、本研究における検証事項について明確化した。

第3章では上記課題のうち1つ目について検証を行い、入浴支援の需要について把握を試みた。様々な自治体で試算・公表されている地震発生時の被害予測結果のうち、家屋損壊と断水に関するデータを用いて入浴困難者数を概算するモデルを考案、南海トラフ巨大地震での被害が想定される基礎自治体に適用することで入浴困難者の地域内での分布を概観した。

第4章では2つ目の課題について検証を行った。入浴支援の供給に関して、過去の災害で入浴支援事業を経験した基礎自治体へのヒアリングを踏まえて入浴支援所となりうる施設を想定し、地域内で可能となる入浴支援量を推計するシミュレーションを実施した。さらに、入浴支援の担い手としての役割が期待される民間入浴施設（公衆浴場や宿泊施設）にヒアリングを実施し、彼らが支援に参画する際の懸念事項について意見を集約した。加

えてその改善策についても検討しながら、地域内の入浴支援供給能力の向上に資する知見を得ることを目指した。

第5章では3つ目の課題に関する検証として、入浴支援の実施によって被災者にもたらされる便益と、入浴支援所の開設に要する費用との比較を行った。便益の算出には、様々な事業評価に用いられる仮想評価法（contingent valuation method）を用いた。入浴支援所開設の費用については、公表資料を中心に見積りを試みた。

第6章では本研究の成果を総括するとともに、今後の展望について示した。本研究を通して鮮明になったのは、事前の計画的な備えによって被災地の入浴問題が改善できる可能性である。この章では「入浴支援計画」を策定する上での1つの手がかりとして、第4章で構築した入浴支援の実現量の推計手法を活用した、支援能力の向上策について提案する。本研究の知見がよりよい入浴支援事業につながり、将来発生するであろう入浴困難者の手助けとなれば幸甚である。

## Acknowledgements

本研究を進め、本論文を執筆するにあたり、多くの方のご支援を賜りました。この場を借りて心より御礼申し上げます。

名古屋大学未来材料・システム研究所の山本俊行教授には、本研究の着想から調査・分析、对外発表に至るまで、多大なるご指導を賜りました。深く御礼申し上げます。

また、名古屋大学の加藤博和教授、戸田祐嗣教授、三輪富生准教授、兵庫県立大学の阪本真由美教授には、本研究に対して多様な観点から有益なご助言を数多くいただきました。ここに感謝の意を示します。

名古屋大学減災連携研究センターの先生方、研究員の皆様には、それぞれの視点から本研究に対して貴重なご意見を賜りました。皆様のサポートに深く感謝申し上げます。

本稿の骨子となる災害時入浴支援に関する調査に快く協力していただいた、関係者の皆様方には深く感謝申し上げます。

名古屋大学への出向をお認めいただき、また本研究の議論にも加わっていただいた東邦ガス株式会社の上司や同僚、その他関係者の皆様にも厚く御礼申し上げます。

最後に、社会人博士課程への進学を受け入れ、大学での活動を温かく支えてくれた家族に、心より感謝します。

## Contents

Chapter 1	1
1.1 研究の背景：入浴困難による，被災地生活の質的低下	1
1.1.1 公衆衛生と生活の質	1
1.1.2 日常的活動と生活の質	2
1.1.3 既往災害における入浴困難問題の発生	2
1.2 研究の目的	3
1.2.1 課題 1：入浴困難者発生 of 定量的予測	3
1.2.2 課題 2：地域内の支援提供能力の把握	3
1.2.3 課題 3：入浴支援事業のもつ「社会的意義」の定量化	4
1.3 本論文の構成	4
Chapter 2	6
2.1 課題 1 の関連文献と，本研究における検証項目	6
2.1.1 上水道の被災による，断水に関する文献	6
2.1.2 応急給水事業の実施目標	6
2.1.3 課題 1 に関する検証項目	8
2.2 課題 2 の関連文献と，本研究における検証項目	8
2.2.1 平成 28 年熊本地震での入浴支援事例	8
2.2.2 入浴支援従事者へのヒアリング	10
2.2.3 地域内施設の災害時利用に関する検討事例	10
2.2.4 課題 2 に関する検証項目	10
2.3 課題 3 の関連文献と，本研究における検証項目	11
2.3.1 入浴が制限されることの「耐え難さ」に関する文献	11
2.3.2 課題 3 に関する検証項目	12
Chapter 3	14
3.1 入浴困難者の実態把握のための調査	14
3.1.1 調査の概要	14
3.1.2 自宅での入浴可否	14
3.1.3 応急的な入浴の可否	14
3.1.4 入浴支援事業の利用状況	16
3.2 入浴困難者数の発生予測式の検討	18
3.3 実地域における入浴困難者の発生予測	19
3.3.1 対象地域の設定	19
3.3.2 入浴困難者の発生分布想定	20
3.4 必要な入浴支援所数の推定	22
3.4.1 入浴支援の水準設定	22

3.4.2 数理最適化問題の定式化	23
3.4.3 求解結果	26
3.4.4 求解結果の妥当性の検証	28
3.4.5 到着条件を変更しての計算	29
3.4.6 入浴支援所の移設に関する考察	31
3.4.7 入浴支援所の多様な開設に関する考察	31
3.5 第3章のまとめ	32
Chapter 4	33
4.1 公的施設の活用可能性：長野市での入浴支援事例	33
4.2 民間施設の活用可能性：生活衛生同業組合の調査	33
4.2.1 公衆浴場業生活衛生同業組合について	34
4.2.1.1 組織体制と自治体との連携協定	34
4.2.1.2 浴場組合の災害時の動きについて	35
4.2.2 旅館ホテル生活衛生同業組合について	36
4.2.2.1 組織体制と自治体との連携協定	36
4.2.2.2 旅館組合の災害時の動きについて	37
4.3 入浴困難者の受け入れシミュレーション	38
4.3.1 入浴支援所候補施設の設定	38
4.3.2 シミュレーションの対象とする災害	38
4.3.3 アルゴリズムの構築	39
4.3.4 シミュレーションツールの製作	41
4.3.5 シミュレーションの結果	41
4.4 ヒアリング調査：民間施設の支援参画における課題	44
4.4.1 ヒアリングで抽出された課題意識	45
4.4.1.1 建物・設備、インフラ・ライフラインに関する課題	45
4.4.1.2 マンパワーに関する課題	45
4.4.1.3 自治体との連携に関する課題	45
4.4.2 課題改善のための公的サポートに関する考察	46
4.4.2.1 一般公衆浴場（銭湯）成り立ちと公益性について	46
4.4.2.2 民間入浴施設の支援参画を促す公的サポートについて	46
4.5 第4章のまとめ	47
Chapter 5	48
5.1 防災・減災事業への公的サポートの妥当性	48
5.2 事業評価手法の探索	48
5.2.1 表明選好法について	49
5.2.2 顕示選好法について	50

5.2.3 便益評価手法の選定	50
5.2.3.1 仮想評価法の概要と、防災分野への適用	50
5.2.3.2 コンジョイント分析の概要と、防災分野への適用	51
5.2.3.3 本研究で設定する仮想的シナリオと、評価手法の決定	51
5.3 CVM 調査の設計	51
5.3.1 調査対象者の選定	51
5.3.2 提示する仮想シナリオの設定	52
5.3.3 支払い手段の設定	52
5.3.4 災害発生の不確実性の考慮	53
5.3.5 回答方式の設定	53
5.3.6 抵抗解答の排除	53
5.4 CVM 調査の実施	54
5.5 結果の分析	57
5.5.1 WTP 推定の流れと推定結果	57
5.5.2 災害の不確実性を考慮した WTP の補正	58
5.5.2.1 不確実性を考慮した便益評価尺度	59
5.5.2.2 期待余剰の算出	59
5.5.3 個人属性による影響の検証	60
5.6 分析結果の考察	60
5.6.1 入浴支援の“事業価値”の概算	62
5.6.2 入浴支援事業に要する費用の比較	62
5.6.2.1 既存支援拠点の運用費用との比較	62
5.6.2.2 支援拠点整備のための費用との比較	63
5.7 第5章のまとめ	65
5.7.1 調査設計における課題	65
5.7.2 さらに検証の必要性	66
Chapter 6	67
6.1 本研究における成果	67
6.2 本研究における成果の活用可能性	68
6.2.1 入浴需要の事前予測と、支援方針の決定	68
6.2.2 入浴支援に係る官民連携の円滑化	68
6.2.3 入浴支援計画策定に向けた、法整備への活用	70
References	71
Appendix 1	77
Appendix 2	80

## List of Figures

Figure 3.1 内陸部における避難者数の推計式（内閣府[22]をもとに作成）	18
Figure 3.2 指定避難所エリア毎の入浴困難者数算出フロー	21
Figure 3.3 入浴支援所に求める最低限の水準の設定	22
Figure 3.4 小区域のイメージ	26
Figure 3.5 必要入浴拠点の分布（7日目，支援グレード1）	27
Figure 3.6 必要入浴拠点の分布（14日目，支援グレード2-A，2-B）	27
Figure 3.7 必要入浴拠点の分布（30日目，支援グレード3）	28
Figure 4.1 公衆浴場業生活衛生同業組合の組織体制	34
Figure 4.2 旅館ホテル生活衛生同業組合の組織体制	36
Figure 4.3 選定ツールの画面イメージ（計算前）	42
Figure 4.4 選定ツールの計算結果イメージ	42
Figure 4.5 選定ツールによる計算結果画面	43
Figure 5.1 アンケート調査画面（仮想的シナリオの説明，前半部分）	55
Figure 5.2 アンケート調査画面（仮想的シナリオの説明，後半部分）	56
Figure 5.3 アンケート調査画面（抵抗回答判別用の質問）	56
Figure 6.1 選定ツールを用いた，入浴支援体制の拡充検討フロー案	69
Figure 6.2 選定ツールを活用した，官民の入浴支援主体による連携体制イメージ	69



## List of Tables

Table 2.1 上水道被害の様相（日本水道協会 地震等緊急時対応特別調査委員会応援体制検討 小委員会報告書[9]をもとに作成）-----	7
Table 2.2 愛知県内市町村における応急給水の目標設定と、想定される水用途-----	8
Table 2.3 熊本地震発生から 1 週間経過時点の状況-----	9
Table 2.4 各活動の復旧までの我慢の限度（参考文献[18]をもとに作成）-----	11
Table 3.1 アンケート調査の概要-----	15
Table 3.2 自宅入浴ができた人の割合-----	15
Table 3.3 自宅で入浴ができなかった理由-----	15
Table 3.4 自宅入浴の代わりに行ったこと-----	16
Table 3.5 仮設入浴所・入浴施設への移動時間-----	17
Table 3.6 仮設入浴所・入浴施設での待ち時間-----	17
Table 3.7 仮設入浴所・入浴施設での受援頻度-----	17
Table 3.8 仮設入浴所・入浴施設に関する情報の入手方法-----	18
Table 3.9 名古屋市中核都市の震度階別被災面積（参考文献[25]をもとに作成）----	20
Table 3.10 入浴困難者数で分類した、指定避難所の度数分布-----	21
Table 3.11 岡崎市全体で発生する入浴困難者数の推移-----	22
Table 3.12 入浴支援水準の段階的向上-----	23
Table 3.13 入浴支援所の必要数（時点、支援グレード別）-----	27
Table 3.14 平成 28 年熊本地震における「支援所 1 箇所当たりの利用者数」-----	29
Table 3.15 岡崎市における「支援所 1 箇所当たりの利用者数」-----	29
Table 3.16 入浴支援所の設置状況の場合分け-----	31
Table 3.17 稼働水準で分類した入浴拠点の度数分布-----	32
Table 4.1 浴場組合に関する災害時協定とその内容-----	35
Table 4.2 旅館組合に関する災害時協定とその内容-----	37
Table 4.3 シミュレーションの対象施設-----	38
Table 4.4 長野市におけるシミュレーション結果のまとめ-----	43
Table 4.5 民間施設の災害時支援に関するヒアリングの概要-----	44
Table 5.1 利用価値、非利用価値の分類-----	49
Table 5.2 調査概要-----	54
Table 5.3 負担金額の提示パターンと、回答結果-----	57

Table 5.4 フルモデル分析の結果-----	61
Table 5.5 入浴拠点整備の規模と概算費用-----	64
Table 5.6 必要な資機材や対策とその概算費用-----	64

# Chapter 1

## 序論

### 1.1 研究の背景：入浴困難による、被災地生活の質的低下

巨大災害は家屋やライフラインを破壊することで、人々の日々の暮らしをも破壊する。人は暮らしの中で様々な活動を行い生活の質を保っているが、これらが不可能となる、あるいは制限されることによるストレスは、被災者の心身を蝕む大きな要因となりうる。

そして、その後に考えられる最も破局的なシナリオの1つは、近年の災害事例で特に顕在化している「災害関連死」である。復興庁[1]は東日本大震災における震災関連死の死者数が多い市町村、ならびに原発事故による避難指示が出された市町村で発生した震災関連死（1,263件）について、その原因と考えられる要素について分析を行っている。複数要因を抽出しての分析では、「岩手県及び宮城県」で38.8%（205件/529件）、「福島県」で59.0%（433件/734件）で「避難所における生活の肉体・精神的疲労」が原因として考えられている。今後の災害発生時にこうした死を少しでも減らすためには、避難生活の質、それを構成する活動を維持するための支援が、きわめて重要である。

本研究では被災者の生活の質を低下させる一つの要因として、自宅で入浴ができない「入浴困難問題」を取り上げる。そして入浴困難に陥った人々のための入浴環境を整える「入浴支援事業」をより効果的に実施するための知見を得るため、種々の検証を行う。以下、1.1.1および1.1.2では、入浴が我々の生活の質にどのように関わっているのかを「公衆衛生」、「日常的活動」の2つの観点から紐解く。

#### 1.1.1 公衆衛生と生活の質

被災者の生活の質を維持するためには、どのような支援が必要だろうか。その1つのヒントとして、人道支援NGOと赤十字・赤新月運動によって始められたプロジェクト「スフィア（Sphere）」を参照することができる（以降ではスフィアの説明に際し、日本語版スフィアハンドブック2018[2]を参照する）。スフィアでは災害や紛争の被害にあった人々を対象に、彼らが持つ「尊厳ある生活を営む権利」、「そのための保護と支援を受ける権利」について明文化した「人道憲章」が掲げられている。そして、これらの権利保護のために必要な4つの要素として「給水、衛生及び衛生促進（WASH）」、「食料安全保障と栄養」、「避難所および避難先の居住地」、「保険医療」を掲げ、それぞれを維持するための「最低限の」支援水準を定めている。スフィアの基準については内閣府の避難所運営ガイドライン[3]でも触れられ、「『避難所の質の向上』を考えると、参考にすべき国際基準」と述べられている。

スフィアハンドブックの「給水、衛生及び衛生促進（WASH）」の章では、入浴支援につ

いても言及されている。この章では災害や紛争の影響を受けた人々が不衛生な影響に置かれることで様々な疾病にかかりやすくなることに触れ、彼らの衛生状態を保つための支援が基準化されている。その中で給水場やトイレ、洗濯場等とともに入浴施設について言及されており、「世帯で個別に入浴ができない場合、安全で、プライバシーと尊厳を保つ形の男女別入浴施設を提供すること」と記載されている。このことから、入浴支援事業は被災地の衛生環境を維持するために必要な支援の1つとみなされていることがわかる。

### 1.1.2 日常的活動と生活の質

他方、心理学の分野でも、生活の質について評価する指標が数多く提案されてきている。中でもよく用いられる「幸福感」に関する研究では、人々が日常的に行っている活動が幸福感に大きく影響することが示唆されている。例えばLyubomirsky et al[4]では、人の幸福感のうちおよそ4割が、日常のうちに意図的にしている活動によって規定される可能性が示唆されている。

入浴という活動を生活を構成する要素の1つとして捉えたと、その不活性化が人々の暮らしの質を大きく毀損するという構図を想像できる。実際、入浴は日本人にとってかけがえのない活動であり、東京ガスの調査[5]によれば約8割の人が、風呂に入ることが好きだと感じている。また同調査では、日本人の持つ入浴への多様な価値観についても明らかになっている。「入浴の目的」に関する質問では、「汚れを落とす」、「においを取る」といった衛生面の目的に加えて、「心身のリフレッシュ」や「リラックス」等の癒しの効果、「自分だけの時間を持つ」、「家族とのコミュニケーション」といった浴室での過ごし方に関する回答が見られた。こうした目的の多様化は、入浴が替えのきかない特別な活動であることを暗示している。仮に入浴できない人に濡れタオルや制汗スプレー等の物品が毎日供給され、身体の衛生状態が保たれたとしても、その他の目的が果たされていないという点において、真に入浴の代替にはなり得ないものと考えられる。

### 1.1.3 既往災害における入浴困難問題の発生

一方で言うまでもないが、入浴のためには「浴室」と「大量の湯」が必要となる。災害によって家屋が損壊すれば自宅の風呂は使用できなくなるし、家屋が無事であっても上水道の損壊によって長期の減断水が発生し、十分な水量が得られなくなることは想像に難くない。さらには湯沸かしのための燃料が得られないことも懸念される。

災害時の入浴困難問題は、既往の災害でたびたび発生している（なお、本研究で「入浴困難」および「入浴困難者」という言葉を用いる場合、「自宅での入浴ができないこと」および「自宅での入浴ができなくなってしまった者」を示す）。川崎ら[6]は1995年兵庫県南部地震での上水道機能停止による生活支障を調査し、水不足による入浴困難の問題が発生していたことを示している。特に発災後2週間が経過してからは入浴のニーズが高まり、銭湯に行ったり自衛隊の支援を受けたりしていたという。2011年の東日本大震災に関しては

内閣府による避難者へのヒアリング調査[7]から、その窮状を伺うことができる。当該調査では避難所生活を送る 870 名に生活上の困り事を尋ねているが、47%の避難者が「シャワーや入浴があまり出来ない」と回答している。このヒアリング調査は震災から4か月経過した 2011 年 7 月に実施されたものであり、被災者が長期間に渡って入浴困難状態にある可能性を示す結果と考えられる。2016 年の熊本地震でも多くの入浴困難者が発生していることが、著者らの調査で明らかになっている（これについては第 3 章で後述する）。

そして、入浴が困難となった被災者に対して様々な形での入浴支援事業が実施されてきた。公的な入浴施設の活用や自衛隊の仮設入浴所といった「公助」に加え、銭湯をはじめとした地元の民間施設による支援も盛んに行われてきた。しかしながら、こうした支援を踏まえてもなお、多数の入浴困難者が発生している状況である。

## 1.2 研究の目的

入浴支援の供給が不足していた原因の一つに、支援能力を高めるための「計画」が不在だったことが考えられる。本稿では入浴支援事業における関係者対応の実例として、平成 28 年熊本地震と令和元年東日本台風（台風 19 号）を紐解いて紹介する（第 4 章）が、いずれも支援事業についての検討が発災後に行われている。入浴支援事業に必要な事前の備えが不足した状態で被災すれば、迅速な応急対応を以てしても実現する支援量には限界があると言えよう。本節では入浴支援をより多くの人に行き渡らせ、入浴不足を改善するための「入浴支援計画」を地域毎に策定することを提唱する。

その上で、「入浴支援計画」策定における課題として、以下 3 点を挙げる。そしてこれらの課題を改善し、被災地生活の質的な維持に貢献するような知見を得ることを、本研究の目的とする。

### 1.2.1 課題 1：入浴困難者発生の定量的予測

1 つ目の課題は、入浴支援の「需要予測」が事前になされていないことである。防災に限った話ではないが、社会問題を計画的に改善するためには、その実態を正しく認識する必要があることは言うまでもない。防災分野においても、人的・物的な様々な「被害予測」や「シミュレーション」がなされ、予測されるダメージを軽減するための対策が講じられている。そんな中、災害に伴う入浴困難問題の規模について定量的に予測した事例はほとんどない。

### 1.2.2 課題 2：地域内の支援提供能力の把握

2 つ目の課題は、地域内の入浴支援能力の把握である。本研究では官民の入浴施設を活用した場合に実現する入浴支援量（1 日あたりの支援することが可能な人数）の推計を試みる。この値を入浴困難者の発生数と比較することではじめて、支援の需給バランスが明らかとなり、不足に応じて支援の拡充を検討することが可能になる。

しかしながら、既往の入浴支援事業は災害発生後に応急的に実施されたものが大半である。地域内に入浴支援所となりうる施設の事前把握や、そうした施設を活用した場合に実現する支援量を試算した例は、筆者の知る限りない。

### 1.2.3 課題3：入浴支援事業のもつ「社会的意義」の定量化

3つ目の課題は、入浴支援事業を行うことの「社会的意義」について定量評価することである。入浴支援事業の拡充を検討するということは、公的資金投入の検討を伴うことを意味する。公的入浴施設の増設や自衛隊の支援設備の拡充する場合はもとより、民間入浴施設の支援参画を増やす場合でも、営業補償金の支払い等で公的資金を支出することが考えられるためである。

そして、上記のように入浴支援事業が「公共事業」的な性質を帯びると、公的資金の投入が妥当であるか、いわゆる費用対効果の議論が発生するであろう。しかしながら、「災害時に入浴できることによる効果（便益）」を定量評価することは難しい。ましてや先述の通り、日本人は入浴という活動に多様な目的を見出している。入浴の効果について精緻に評価するためには、こうした多様性を含める必要もあるものと考えられる。

## 1.3 本論文の構成

本論文は以下のように構成される。

第2章では既往文献の整理を行う。前節で挙げた3つの課題に対し、関連する研究や災害記録等を紐解きながら、本研究で検証すべき項目についてより明確にする。なお、第3章以降でも検証手法などの具体的事項を中心に既往文献の整理を行うことを補足する。

第3章では課題1について検証した。まずは入浴困難問題の実事例について調査すべく、平成28年熊本地震の被災者を対象としたアンケートを実施した。その後、入浴困難問題の主要因である「家屋損壊」と「断水」を説明変数とし、地域内で発生する入浴困難者数の推計式を考案した。続いて、愛知県岡崎市を対象に当該式を活用し、南海トラフ巨大地震の発生時に市内に発生する入浴困難者の分布を作成するとともに、先述のアンケートの結果から設定した「入浴支援時に許容する移動時間」と「待ち時間」を考慮しながら、必要となる入浴支援所の箇所数を試算した。

第4章では課題2に関する検証を行った。まずは入浴支援能力増大の鍵を握る民間入浴施設（公衆浴場、宿泊施設）に着目し、各者における災害発生時の動きのイメージや、自治体との連携協定の締結状況について整理した。続いて、令和元年東日本台風で官民の入浴支援が実施された長野県長野市を対象とし、現実的に入浴支援への参画が可能な入浴施設を洗い出し、これらが支援に参画した場合に実現する支援能力を算定した。加えて、地域内に分布する入浴困難者の移動可能範囲を考慮した数理最適化問題を求解することで、実際に実現する支援量について試算した。

さらに、入浴支援の担い手としての期待がかかる民間施設を対象に、彼らが支援に加わ

る際に障壁となる懸念事項についてヒアリングを行った。その上で、それぞれの事項を解決するために必要な、公的なサポートの可能性について議論した。ここで得られた知見は、地域内入浴支援の能力と実効性を向上させるような計画作りのための一助となると考えられる。

第5章では課題3に関して、自然環境の持つ価値や様々な事業の評価に用いられる仮想評価法（contingent valuation method）を活用し、アンケート調査を実施した。ここで得られた被験者の主観に基づいた回答から、入浴支援事業の金額評価を試みた。他方で、公開資料等を参考に入浴支援施設の開設コストについて類推し、この事業価値と比較することで、入浴支援事業の費用対効果分析を試行した。

第6章では本研究の総括と、今後の課題について記載する。先述の通り、入浴問題に対応するためには地域毎の入浴を巡る環境を正確に把握し、計画的な改善を講じることが不可欠である。ここでは本研究で得られた成果の活用可能性について述べ、具体的な利活用のアイデア等について記載し、結びの言葉とする。

## Chapter 2

### 災害時入浴問題に関する既往文献の整理

本章では先述の課題 1 ～ 3 に関連する文献を整理することで、既往研究の“到達点”について概観する。そして残存する検証事項を明確化し、本研究における具体的な検証項目として見据える。

#### 2.1 課題 1 の関連文献と、本研究における検証項目

課題 1 は、災害時にどれだけの入浴支援が必要となるか、事前に予測されていないことであった。一方で過去の災害事例を紐解くと、自宅の入浴に不可欠な上水道が寸断される様子が明らかとなり、発生した入浴問題の規模について大まかにイメージすることができる。

##### 2.1.1 上水道の被災による、断水に関する文献

内閣府の被害予測[8]では、南海トラフ巨大地震の発生時に発生する断水人口（全国で約 2,570 万人～約 3,440 万人）を試算するとともに、各時系列における「被害の様相」について Table 2.1（日本水道協会[9]が作成した表をもとに作成）の通り想定している。

特に被害の大きい東海 3 県や四国に着目すると、発災直後～1 週間の間は大半の世帯が断水状態となることが想定される。その後、管路の復旧が進んで 1 ヶ月後には多くの世帯で供給が再開となるが、それでも 1 割以上の需要家は断水状態が継続している。これに加え、家屋が損壊した世帯や津波浸水地域が、長期にわたり入浴困難状態に陥ることが伺える。

断水状況に陥った被災者の水使用状況について調査した事例として、山田ら[10]が挙げられる。この研究では兵庫県南部地震の発生後の期間を 3 つに分け、目的別の平均水使用量を調査した。入浴用水を含む生活用水の利用量は発災直後の「混乱期」で 2L/人・日（全使用量の約 13%）であり、その後の「緊急救援期」で 4L/人・日（全使用量の約 17%）、「安定救援期」で 7L/人・日（全使用量の約 22%）であった。生活用水として使用できる水量はごく僅かであり、入浴に十分な環境になかったことが伺える。

##### 2.1.2 応急給水事業の実施目標

水道事業体は被災した浄水場や管路の修繕を行う傍ら、断水世帯に向けた応急給水を実施し、被災者のサポートをすることになっている。運搬給水車の運用や応急給水栓の開放がその主な例である。



Table 2.1 上水道被害の様相（日本水道協会 地震等緊急時対応特別調査委員会応援体制検討  
小委員会報告書[9]をもとに作成）

時系列	主な状況
地震直後	<ul style="list-style-type: none"> <li>・揺れの強い地域や津波浸水地域を中心に、水道施設の被災や運転停止による断水が発生。</li> <li>・東海地方（静岡・愛知・三重）で約 6～8 割，近畿地方（和歌山・大阪・兵庫）で約 4～6 割，中国地方（岡山・広島・山口）で約 2～5 割，四国地方で約 7～9 割，九州地方（大分，宮崎）で約 9 割の需要家が断水。</li> <li>・避難所等では備蓄水によって飲用水は確保されるものの，給水運搬車による支援は限定的。</li> </ul>
1 日後	<ul style="list-style-type: none"> <li>・停電地域では非常用発電機の燃料が切れる浄水場が発生，その影響で東海地方や四国地方では断水する需要家が増加する。</li> <li>・管路被害等の復旧は限定的。</li> <li>・被災浄水場の復旧はなされない。</li> </ul>
3 日後	<ul style="list-style-type: none"> <li>・管路復旧は殆ど進展しない。</li> <li>・東海地方で約 5～6 割，近畿地方で約 1～3 割，中国地方で約 1～3 割，四国地方で約 5～8 割，九州地方で約 4～5 割の需要家が依然断水している。</li> <li>・停電により運転停止した浄水場は，非常用発電機の燃料を確保して運転が再開される。</li> </ul>
1 週間後	<ul style="list-style-type: none"> <li>・管路復旧が進み，断水が解消されていく。</li> <li>・東海地方で約 4～5 割，近畿地方で約 1～2 割，中国地方で最大約 2 割，四国地方で約 4～7 割，九州地方で約 3～4 割の需要家が依然断水している。</li> </ul>
1 か月後	<ul style="list-style-type: none"> <li>・管路復旧は概ね完了。</li> <li>・被害の大きい浄水場を除いて，殆どの浄水場が運転可能。</li> <li>・東海地方で約 1～2 割，近畿地方で数%，中国地方で数%，四国地方で約 1～3 割，九州地方で約 1 割の需要家が依然断水している。</li> </ul>

水道事業体毎に応急給水の手段や開始時期，水量等に関する達成目標が設定されているため，それを参照することで被災市民の水環境について想像することができる。Table 2.2 は愛知県の地域防災計画[11]に記載されている，県内市町村の実施する応急給水の目標水量に，同水量で可能となると考えられる水用途を関連文献[6],[12]を参照して付記したものである。

これによると，入浴に必要な水量（浴槽の大きさにも依存するが，ここでは 200L と仮定する）が得られるようになるのは少なくとも 22 日目以降ということになり，家屋に損壊がない世帯においても長期間の入浴困難が危惧される。さらに，応急的な水源となるため需

Table 2.2 愛知県内市町村における応急給水の目標設定と、想定される水用途

地震発生からの日数	目標水量	主な給水方法	可能となる水用途の例
地震発生～3日まで	3L/人・日	耐震性貯水槽，タンク車	飲料等
4日～10日	20L/人・日	配水幹線等からの仮設給水栓	飲料，洗面等
11日～21日	100L/人・日	同上	飲料，洗面，トイレ，炊事等
22日～28日	被災前給水量 (約250L/人・日)	仮配管からの各給水共用栓	被災前と同じ

※愛知県地域防災計画[11]に記載の水量，給水方法に，文献[6],[12]を参考に可能となる水用途を想定し付記。

要家が自ら水を運搬する必要があること，通常の給湯器等で湯を沸かすこともできないことが入浴上のネックとなる。

### 2.1.3 課題 1 に関する検証項目

南海トラフ巨大地震における上水道の被害予測や応急給水の目標水量等を考慮しても，被災者が早期に自宅で入浴できるようになることは考え難い．十分な入浴支援事業を行うための備えを推進する必要があると考えるが，その達成目標を定めるためにはやはり，入浴困難者がどれだけ発生するか，入浴支援所を地域に何箇所開設する必要があるかといった具体的な予測が不可欠である。

本研究では入浴困難者の「発生数」と「必要な支援施設数」をキーワードに，実際の自治体における定量的な「入浴困難予測」を試みる。

## 2.2 課題 2 の関連文献と，本研究における検証項目

課題 2 は，地域内で実現可能となる入浴支援量の把握であった．この手掛かりとしては，既往の災害で実施された入浴支援事業に関する各種の記録がある．本節ではこれらを紐解きながら，本研究における検証項目について明らかにする。

### 2.2.1 平成 28 年熊本地震での入浴支援事例

地震発生当時の自衛隊の報告や新聞記事から，入浴支援所の開設状況について知ることができる．Table 2.3 に，地震の発生（4 月 16 日の“本震”）から 1 週間後時点での各市町村における避難者数と断水戸数，入浴支援所の開設数について取りまとめる。

地震発生から 1 週間時点で，官民合わせて 47 箇所で入浴支援が実施されていたことが確認できる．入浴支援所となった地域内施設は銭湯や宿泊施設など多様であり，様々な施設が支援所として活用できる可能性が伺える．一方で特に民間施設においては，経営者自身も被災者となることが考えられ，すべての施設を入浴支援所の候補として見込むことの是非が問われる。

また Table 2.3 を見ると，宇土市や八代市等，対象者を多く抱えながら支援場所が開設されなかった地域も目立つ．各市町村内における入浴困難者の詳細な分布は明らかにされて

Table 2.3 熊本地震発生から1週間経過時点の状況

市町村区名	被害状況[13]		入浴支援場所数	
	避難者数	断水戸数	民間[14]	自衛隊[15]
熊本市	42,264	1,000	4	有
宇土市	1,209	8,800		
宇城市	4,937	11,215		有
御船町	2,043	3,030		
嘉島町	2,070	0		有
益城町	7,328	10,000		有
甲佐町	360	277		有
山都町	151	247	1	
菊池市	546	0		
合志市	1,214	0		
大津町	2,427	144※1		有
菊陽町	1,385			有
玉名市	67	0	5	
和水町	0	0	2	
南関町	0	0	1	
長洲町	0	0	1	
山鹿市	43	0	1	
阿蘇市	5,452	3,500	2	有
小国町	119	0		
南阿蘇村	1,168	1,461		有
西原村	1,502	2,500		有
八代市	3,466	0		
氷川町	230	0		
上天草市	13	0	14	
他9市町村	234	0		
合計	78,228	約42,200※2	31	16※3

※1 大津菊陽水道企業団の管轄で計144戸が断水していた。

※2 参考文献では、断水戸数の合計は概数で表記されている。

※3 自衛隊の支援箇所数は「10市町村で16箇所」と発表されており、市町村毎の箇所数は不明。

いないが、移動できる範囲内に入浴支援所が存在しないために入浴困難に陥った被災者がいたことも十分想像しうる。入浴困難者を効果的に解消するためには、支援所の数や能力を増強するだけでなく、入浴需要の分布を考慮した開設場所を検討することも重要であろう。

### 2.2.2 入浴支援従事者へのヒアリング

原岡ら[16]は東日本大震災以降の震災・風水害で、入浴支援に従事した者を対象としたインタビューで当時の状況について聞き取りをしており、入浴支援における様々な困り事を抽出している。当該のインタビュー対象のうち、特に民間施設においてはそのほとんどが平常時からの支援準備をしておらず、施設復旧や資機材の確保、来客対応や水質検査などに苦闘しながら入浴支援を行っていたことが分かっている。原岡らはこれに対し、関係事業者や団体などの外部支援を受けることや、事前に事業継続計画（BCP）を策定し、場当たり的な対応を防ぐことを薦めている。

さらに原岡らは、個々の施設レベルでバラバラに入浴支援を実施するのではなく、地域や同業者組合といった間柄で協力体制を構築し、外部からのサポートも受けながら支援を行うことの重要性に言及している。実際に平成 28 年熊本地震では、公衆浴場等の民間施設が「生活衛生同業組合」と呼ばれる組織単位で支援を行っている。

### 2.2.3 地域内施設の災害時利用に関する検討事例

過去の入浴支援事例を見ても、地域内に存在する既存施設を入浴支援所に転用する事例が多くみられる。

地域内施設の転用に関する研究事例としては、避難所としての活用に関するものが見られる。佐々木ら[17]は地域内の寺院に着目し、避難所としての活用可能性を探っている。自治体に対し実施したアンケート結果では、約 1 割の自治体が寺院を避難所に指定しているほか、3 割弱の自治体は何らかの形で寺院との連携・協力体制を構築済、あるいは検討中であった。特に周辺に避難所となる公的施設のない地域で、寺院の活用が期待されている。

入浴支援として活用する施設を検討する際にも、公設保養所等の施設が存在しない「空白地域」における民間施設と連携協定を締結する等の備えが検討されることが有効と考えられる。

### 2.2.4 課題 2 に関する検証項目

実現可能な入浴支援量を把握するための手順として、まずは「①地域内で入浴支援に従事できる可能性の高い施設を洗い出し」、次に「②それらの施設を活用した場合の入浴困難者の受け入れをシミュレーションする」ことが考えられる。

本研究では入浴支援用施設の洗い出しに関して、まずは既往の入浴支援事例を紐解いて、

支援実績のある施設を抽出した。続いて、民間入浴施設の多くが加盟する「生活衛生同業組合」に着目し、当該組織の成り立ちや災害時に予想される対応について調査することを通じて、組合加盟施設が入浴支援事業に加わることができるかを判断することとした。

入浴困難者の受け入れシミュレーションでは、過去に入浴支援事業を行った実績のある長野県長野市を対象とし、同市で発生する入浴困難者の分布を考慮しながら、洗い出した施設を活用した上で可能となる支援量について試算した。

さらに本研究では生活衛生同業組合へ対し、民間入浴施設が支援に参画する際の困り事や、それを改善するために必要な外部からのサポートについてヒアリングを行うことで、地域内の入浴支援体制を計画的に拡充するための知見を得ることとした。

## 2.3 課題3の関連文献と、本研究における検証項目

課題3は、入浴支援事業を行うことの「社会的意義」について定量評価し、入浴支援所の開設コストと比較可能にすることである。

ここでは入浴という行為がきわめて日常的なものであることを鑑み、「入浴できることの価値」を「入浴できないことで失われる価値」に置き換えて取り扱いたい。その上で、入浴できないことによる不利益について調査・検証を行った、以下の3つの文献を紹介する。

### 2.3.1 入浴が制限されることの「耐え難さ」に関する文献

日常的活動が制限された環境下での生活がどのようなものであるか、被災経験者に対する調査から探索したものを整理する。

藤原ら[18]は1993年1月の釧路沖地震を経験した土木学会員を対象とした調査の中で、「ライフライン系の被害を受けた場合の、日常活動の我慢の限度」について質問している（Table 2.4）。入浴は3日目から大半の人が、7日経過時点ではほとんどの人が我慢の限界に至っていることが伺える。

また佐藤ら[19]では東日本大震災でライフラインの途絶を経験した岩手県・宮城県の人

Table 2.4 各活動の復旧までの我慢の限度（参考文献[18]をもとに作成）

	釧路						十勝					
	1日	2日	3日	7日	14日	15日～	1日	2日	3日	7日	14日	15日～
食事	57%	79%	92%	98%	99%	100%	66%	82%	94%	99%	100%	100%
用便	75%	88%	95%	98%	98%	100%	81%	91%	96%	98%	99%	100%
入浴	12%	26%	62%	91%	95%	100%	14%	38%	74%	96%	98%	100%
洗面	34%	52%	75%	94%	96%	100%	39%	60%	85%	97%	99%	100%
掃除洗濯	15%	23%	59%	94%	97%	100%	16%	35%	68%	95%	99%	100%

数値は、当該日までに我慢の限度を迎えた人の割合（累積％）

々へのアンケートを通じて、電子機器が使えない、水を使った活動ができないことで生じる生活支障の程度を検証している。特に後者では、断水時に制限を受ける日常活動として「トイレ、炊事、洗顔・はみがき、食器洗い・入浴・洗濯」を挙げ、「耐久困難率（各活動ができないことで耐えられなくなる世帯の割合）」という概念を用いて生活支障度を定量化している。「入浴」に目を向けると、経過時間と耐久困難率の組み合わせは「24 時間：25%，48 時間：50%，72 時間：75%，96 時間：80%強（耐久困難率は、著者がグラフから目視で判読した）」であった。

前節の応急給水に関する例示では、入浴に必要な水量が供給可能になるのは発災後 22 日以降であった。これに対して上記の結果は、それよりもはるかに早い段階で入浴出来ないことに耐え難い状況を迎えていることを示している。個々の自宅での入浴が早期に望めないことを考えると、入浴支援事業で各地に支援所を設け、集団で利用することが一層重要となるであろう。

### 2.3.2 災害発生時の生活支障度の定量評価に関する文献

塩野ら[20]はライフラインの途絶による生活支障度（影響度）を、5つの生活活動（調理・用便・洗面・入浴・洗濯）の質的な低下度を説明変数として、下式のように定義している。

$$\text{影響度} = \sum_i \{c_i \times \text{低下度}_i \times \text{生活活動の低下が続いた期間}_i\}$$

（補足）

添え字 $i$ ：生活活動の種類を示す。「1: 調理, 2: 用便, 3: 洗面, 4: 入浴, 5: 洗濯」。

低下度 $i$ ：各生活活動がどれだけ制約されたか（普段のレベルからの隔たり）を示す指標。

制約の程度に応じ、「0 点：影響なし」から「10 点：まったくできない」までの 11 段階で評価。

係数 $c_i$ ：生活活動の重要さを示す重み付け係数。

この研究では重み付け係数 $c_i$ に同じ値（1.0）を与えているが、実際には重要度に差異が生じることや住民の「体感」に依存すること、時間経過とともに変化することにも言及している。

### 2.3.2 課題 3 に関する検証項目

以上のように、入浴を含む生活活動に支障が生じることの影響について、様々な形で評価が試みられている。一方で先述したような、我々が入浴に認める多種多様な価値を盛り込むことは難しく、入浴できないことの悪影響が「過小評価」されてしまう可能性も否定できない。

これに対し本研究では、個人毎の主観的な評価を反映した、入浴支援の事業評価を試み

る．そうすることで災害時の入浴支援所での入浴という限定的な状況ではあるものの，入浴に対する多様な価値観を含んだ評価が可能となると期待できる．

## Chapter 3

### 入浴困難者の発生と、入浴支援の需要予測

#### 3.1 入浴困難者の実態把握のための調査

2.1.3 で先述した通り、課題 1 に関する検証を行い、入浴困難者の「発生数」と「必要な支援施設数」を予測する手法を考案する。

本章ではまず、既往の災害で実際にどれだけの入浴困難者が発生していたかや、入浴支援を受けた人の割合、その環境（待ち時間等）について調査し、その後の検討に用いることとした。本節ではこの調査について説明する。

##### 3.1.1 調査の概要

著者らは平成 28 年熊本地震の経験者に対し、当時の入浴環境について尋ねるアンケート結果を行った。調査の概要を Table 3.1 に示す。

##### 3.1.2 自宅での入浴可否

はじめに回答者のスクリーニングを行う目的で、発災前と同様に自宅入浴ができたかどうか質問した（Table 3.2. バスタブ入浴・シャワー浴を問わない）。発災直後で 6 割弱の人が入浴困難となり、その後徐々に回復していることがわかる。

続いて、各時点で入浴ができなかったと回答した者から無作為に抽出し、本調査に移行した（調査票の文言を含む調査の詳しい内容や、本稿の本文で紹介しなかったその他の質問について、本稿末尾の Appendix 1 に掲載する）。本調査ではまず、入浴ができなかった理由について尋ねた（Table 3.3）。発災直後はライフラインの不通により多くの入浴困難者が生じたこと、時間経過とともにライフラインが復旧していくと、家屋の損壊による入浴困難者の割合が高くなっていったことが見て取れる。

##### 3.1.3 応急的な入浴の可否

入浴ができなかった理由（Table 3.3）を回答した被験者に対し、自宅入浴の代わりに行ったことについて質問した（Table 3.4. ただし、入浴できなかった期間がそれぞれ違うため、各期間の回答者人数の合計は Table 3.3 と異なる）。5つの選択肢を用意したが、そのうちの「避難所の仮設入浴所」は自衛隊による公助、「営業している入浴施設」は民間施設の入浴客受け入れをイメージして設定している。これら 2つの区分を、官民による入浴支援事業とみなすと、発災直後～7日目の時点だと約 3 割の者が支援を受けたという結果となった。



Table 3.1 アンケート調査の概要

アンケート種別	WEBアンケート
実施期間	2018年6月8日～2018年6月25日
回答者の条件とサンプル数	<p>&lt; 事前調査を含む回答者 &gt;</p> <p>熊本地震の"本震"（2016年4月16日）の発生時、熊本県内に居住していた者</p> <p>計2,987名（男性1,287名、女性1,700名）</p> <p>&lt; 本調査の回答者 &gt;</p> <p>上記のうち、自宅で入浴できなかった経験のある者</p> <p>計414名（男性191名、女性223名）</p>

Table 3.2 自宅入浴ができた人の割合(n=2987)

	できた	できなかった	その他※
発災直後～7日目 (4月16日～4月22日)	1,155人 (38.7%)	1,745人 (58.4%)	87人 (2.9%)
8日目～14日目 (4月23日～4月29日)	1,703人 (57.0%)	1,157人 (38.7%)	127人 (4.3%)
15日目～21日目 (4月30日～5月6日)	2,252人 (75.4%)	602人 (20.2%)	133人 (4.4%)
22日目～28日目 (5月7日～5月13日)	2,546人 (85.2%)	322人 (10.8%)	119人 (3.9%)

※覚えていない、自宅に風呂が無かった等

Table 3.3 自宅で入浴ができなかった理由(n=414)

	家屋の損壊	水道や ガスの不通	その他※
発災直後～7日目 (4月16日～4月22日)	41人 (10.5%)	336人 (85.7%)	15人 (3.8%)
8日目～14日目 (4月23日～4月29日)	35人 (12.7%)	231人 (84.0%)	9人 (3.3%)
15日目～21日目 (4月30日～5月6日)	31人 (22.1%)	100人 (71.4%)	9人 (6.4%)
22日目～28日目 (5月7日～5月13日)	25人 (33.3%)	47人 (62.7%)	3人 (4.0%)

※余震が怖くて風呂を沸かす気になれなかった等

Table 3.4 自宅入浴の代わりに行ったこと

	避難所の 仮設入浴所	営業している 入浴施設	知人宅等で 風呂を借りた	入浴せず 体を拭く等	その他※
発災直後～ 7日目	3.0%	26.2%	26.2%	41.6%	3.0%
8日目～ 14日目	5.3%	37.9%	31.2%	22.3%	3.2%
15日目～ 21日目	11.0%	41.1%	26.7%	18.5%	2.7%
22日目～ 28日目	9.9%	49.4%	24.7%	13.6%	2.5%

※職場のシャワーを利用した等

その他の選択肢を見てみると、「知人宅等で風呂を借りた」者が26.2%（発災直後～7日目時点）であり、地域内共助とも呼ぶべき助け合いが機能していたことがわかる。その一方で、「入浴せず体を拭く等」で凌いだ者が4割強（同時点）であり、応急的な入浴もしなかった（できなかった）被災者が多数存在していたことが明らかとなった。本調査の標本が母集団（熊本県民全体）を代表していると仮定した場合、平成28年4月の熊本県の人口（約178万人[21]）にTable 3.2の「入浴できなかった（発災直後～7日目時点：58.4%）」とTable 3.4の「入浴せず体を拭く等（同時点：41.6%）」を乗じ、約43万人の人が同時点で（応急的措置も含め）入浴できなかったと試算できる。

### 3.1.4 入浴支援事業の利用状況

官民の入浴支援を受けたという回答者（Table 3.4で「避難所の仮設入浴所」もしくは「営業している入浴施設」を選択した者）に対して、Table 3.5～Table 3.8の質問を行った。

入浴支援所への移動に関する質問（Table 3.5）では、半数程度が支援所に至るまで30分以上の移動を要したことがわかった（さらには、8割以上が自家用車を用いての移動であった）。また、入浴支援所での待ち時間に関する質問（Table 3.6）では、2割程度の人が入浴支援サービスを受けるまでに1時間以上の順番待ちを経験しており、入浴するまでの肉体的負担も少なくなかったことが伺える。

入浴の頻度に関する質問（Table 3.7）の回答結果から、入浴支援を受援した人も毎日入浴できたとは限らず、およそ2日に一回の頻度で支援を受けていたことがわかる。入浴支援所に関する情報源（Table 3.8）としては、他人からの伝聞、インターネットの順に多かった。一方、情報のないまま入浴支援の実施場所に行き、現地で入浴できることを知った人も1割前後見られ、入浴支援事業に関する正確な情報が被災地に不足していたことも伺える。

Table 3.5 仮設入浴所・入浴施設への移動時間

	0～30分未満	30～60分未満	60～90分未満	90分以上
発災直後～ 7日目	48.7%	32.5%	14.5%	4.3%
8日目～ 14日目	50.8%	32.8%	12.3%	4.1%
15日目～ 21日目	53.9%	34.2%	7.9%	3.9%
22日目～ 28日目	47.9%	41.7%	8.3%	2.1%

Table 3.6 仮設入浴所・入浴施設での待ち時間

	0～30分未満	30～60分未満	60～90分未満	90分以上
発災直後～ 7日目	47.0%	30.8%	10.3%	12.0%
8日目～ 14日目	49.1%	31.1%	10.7%	9.0%
15日目～ 21日目	55.3%	26.3%	13.2%	5.2%
22日目～ 28日目	52.1%	27.1%	12.5%	8.4%

Table 3.7 仮設入浴所・入浴施設での受援頻度

	毎日	2～3日に1回	4～5日に1回	6～7日に1回	期待値
発災直後～ 7日目	23.1%	59.0%	10.3%	7.7%	2.0日 に1回
8日目～ 14日目	21.3%	62.3%	10.7%	5.7%	2.0日 に1回
15日目～ 21日目	25.0%	53.9%	15.8%	5.3%	2.0日 に1回
22日目～ 28日目	37.5%	45.8%	14.6%	2.1%	1.7日 に1回

Table 3.8 仮設入浴所・入浴施設に関する情報の入手方法

	新聞	インターネット	避難所の情報版等	人に聞いた	入浴施設への問合せ	無情報※1	その他※2
発災直後～7日目	6.8%	24.8%	6.8%	35.0%	7.7%	15.4%	3.40%
8日目～14日目	6.6%	24.6%	13.1%	36.9%	7.4%	9.8%	1.60%
15日目～21日目	5.3%	26.3%	14.5%	34.2%	7.9%	11.8%	0.0%
22日目～28日目	2.1%	25.0%	18.8%	35.4%	6.3%	12.5%	0.0%

※1当該施設へ行き、初めて入浴できることを知った。 ※2ラジオ等

### 3.2. 入浴困難者数の発生予測式の検討

前節の調査では、入浴困難者の発生要因のほとんどが「家屋の損壊」もしくは「水道やガスの不通」であること、後者についてはライフラインの復旧とともに急速に解消していく一方で前者は解消ペースが鈍いという特徴が示された。これを受けて本研究では、自治体毎に公表される一般的な被害予測データのうち、「家屋被害数（全壊棟数，半壊棟数）」および「断水人口」を用いて、地域内で発生する入浴困難者数を予測する式を考案することとした。

家屋被害と断水を説明変数とする考え方自体は、避難者を推定するときの考え方と共通している。内閣府[22]は、南海トラフ巨大地震の発生時を想定した避難者数の推定式を公開している（Figure 3.1. ただし、内陸部で津波浸水地域外の場合）。同式の第一項では家屋倒壊に起因する避難者数が、第二項では断水に起因する避難者数が算出されている。また後者には「断水時生活困窮度」という概念が導入され、時間経過とともに断水状況に耐

**避難者の全数 = (全壊棟数 + 0.13 × 半壊棟数) × 1棟当たり平均人員  
+ 断水人口(※1) × 断水時生活困窮度(※2)**

※1 自宅建物被害による避難者を除いた、断水世帯人員を示す。

※2 自宅建物は大きな損傷をしていないものの、断水状態が継続することで自宅で生活が続けることが困難となる世帯の割合。災害発生後、日数が経つとともに割合が大きくなる。

参考文献[22]では下記の通り、断水時生活困窮度の目安を示している。  
(当日・1日後) 0.0, (1週間後) 0.25, (1か月後) 0.9

**阪神・淡路大震災の実績、南海トラフ巨大地震の甚大性・広域性を考慮し、避難所避難者と避難所外避難者の割合を以下のように想定（避難所外避難者：避難所内避難者）。**

**(当日・1日後) 60:40, (1週間後) 50:50, (1か月後) 30:70**

Figure 3.1 内陸部における避難者数の推計式（内閣府[22]をもとに作成）

えられなくなって避難所に行ったりそのほかの場所で避難生活を送る（避難所外避難）人が増加することが表現されている。

本研究ではこの式を以下の前提のもとに加工し、入浴困難者の推定式として取り扱う。

＜前提 1＞上水道が復旧するまでの期間、全壊・半壊した家屋に至る道路上の水道本管は必ず途絶している。

＜前提 2＞入浴を考慮した場合、断水時生活困窮度は 100%である。

＜前提 3＞発災後 1 ヶ月に満たない期間では、避難所以外の避難先も断水したままである。

自治体等から公表される一般的な断水人口（道路上の水道管路の被害件数から、断水人口を見積っている）の値には、「家屋が損壊し、かつ断水も発生している人口」が含まれると考えられる。そこで、Figure 3.1 の第一項と第二項で、重複した人数を見積もらないように、＜前提 1＞を設定する。＜前提 2＞は、断水している世帯の住民は全員入浴困難者としてみなされることを意味する。＜前提 3＞は、南海トラフ巨大地震による広域な上水道被害を考慮した前提条件である。もし避難者が上水道の復旧している家に避難すれば入浴できる可能性があるが、避難先もまた入浴困難に陥っており、熊本地震の際に見られた地域内共助が機能しない悲観的状况を想定した。一方で、地震発生後 1 ヶ月（30 日目）以降は断水が概ね解消し、家屋に大きな損壊がない人は自宅で入浴でき、避難所外避難者（全避難者の 3 割とする）も避難先等で風呂を借りることができるようになることを想定した。

これらの前提を置いた場合、入浴困難者の想定式は以下のように設定される（式(1)、式(2)とする）。

（上水道未復旧の期間）：入浴困難者数＝（家屋被害も含めた）全断水人口 …式(1)

（上水道の復旧後：地震発生後 30 日目以降を目安とする）

入浴困難者数＝（全壊棟数＋0.13×半壊棟数）×1 棟当たり平均人員×0.3 …式(2)

### 3.3. 実地域における入浴困難者の発生予測

#### 3.3.1 対象地域の設定

式(1)、式(2)を活用して、実際の地域でどれだけの入浴困難者が発生するか、その分布を含めて推計する。ここではケーススタディの舞台として、愛知県岡崎市を取り上げる。岡崎市は愛知県内の中核市の 1 つで、38 万 5 千人の人口を有する（平成 29 年時点[23]）。同市では、平成 27 年 3 月に「南海トラフ地震被害予測調査報告書」[24]をとりまとめている。これによると、南海トラフ巨大地震（過去地震最大モデル）の発生時、同市の全体が震度 5 強以上の強い揺れに見舞われ、西側の都市部では震度 6 強（一部地域で震度 7）を観測するとされ、多くの建物被害やライフライン被害が想定されている。愛知県の報告書[25]では県内の基礎自治体毎の震度階面積（5 地震参考モデル）についてまとめられているが、本研究ではそれをもとに単位面積当たりの平均震度を算出した。Table 3.9 に名古屋市および 4 つの中核都市の各値についてまとめる。

Table 3.9 名古屋市および中核都市の震度階別被災面積（参考文献[25]をもとに作成）

	合計面積 (km <sup>2</sup> )	震度階面積 (km <sup>2</sup> )					最小震度	最大震度	平均震度※
		5弱	5強	6弱	6強	7			
名古屋市	327	52	261	14	0	0	5.1	6.3	5.19
豊橋市	261	0	15	155	91	0	5.5	6.5	5.90
<b>岡崎市</b>	387	0	171	195	21	0	5.4	6.5	<b>5.56</b>
豊田市	918	0	701	217	0	0	5.1	6.0	5.37
一宮市	114	0	105	9	0	0	5.1	5.7	5.29

※本研究で独自に算出.

同資料内で抜粋されている気象庁の震度階級表を参考に、「5弱=4.75」,「5強=5.25」,  
「6弱=5.75」,「6強=6.25」,「7=6.5」とした場合の,単位面積当たりの震度を計算した.

岡崎市の平均震度は 5.56 であり, 5 自治体中 2 番目であった. Table 3.9 の面積は居住不可能地域を含むものであり, 自治体間の平均震度を単純に比較することはできないが, 岡崎市における震害の大きさは他の自治体と大きく乖離せず, 岡崎市を対象とした入浴困難予測の結果は他の都市でも参考になり得るものと判断した.

岡崎市での上水道被害については小学校区単位での推計を行っており, 市内で発生する断水人口(式(1))で推定する入浴困難者数)の分布を大まかに把握することができ, 入浴困難者の推計に適したデータが得られると考えた. 今回は同報告書内で公開されている建物被害率と, 小学校区別の断水人口(ともに過去地震最大モデル, 冬・夕発災時)を参照して入浴困難者数の推定式に用いた.

なお本研究では,「災害発生から 7 日目以降」に入浴支援を実施することを想定している. これは被災地の交通インフラの復旧状況を根拠としている. 国土交通省資料[26]では被災地で想定される復旧状況について「フェーズ 1 (人命救助): 発災後~72 時間程度」,「フェーズ 2 (緊急物資輸送): 72 時間~1 週間程度」,「フェーズ 3 (一般車両通行): 1 週間以降」としており, 一定規模の入浴支援はフェーズ 3 以降に可能となることを想定した次第である.

### 3.3.2 入浴困難者の発生分布想定

ケーススタディでは物資支援等と同様に, 入浴支援も避難所やその近傍で実施することが被災者の負担を軽減するものと考え, 入浴拠点を岡崎市内の指定避難所に開設することを想定した. 岡崎市には, 計 70 の指定避難所がある. ここでは市内で発生する入浴困難者数を指定避難所に対応する地域毎に算出し, 市内の発生分布について想定する (Figure 3.2 にその手順を示す).

岡崎市では, 入浴困難者数の算出に必要な断水人口等のデータを「小学校区」毎に公表している. 一方で, 同市の指定避難所は「中学校区」と紐づいているため,「小学校区」を「中学校区」に統合する必要がある.「手順(ア)」では, 発災から 30 日に満たない期間

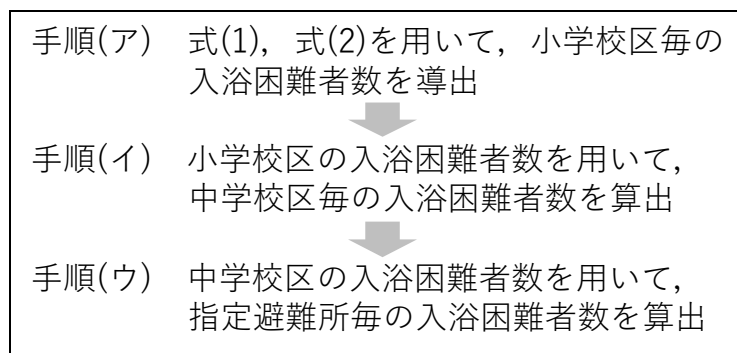


Figure 3.2 指定避難所エリア毎の入浴困難者数算出フロー

(発災後 7 日目時点, 14 日目時点を対象とする) は上水道が完全に復旧していないと想定し, 式(1)に基づき小学校区毎の断水人口を入浴困難者数とする. 発災から 30 日目以降

(発災後 30 日目時点を対象とする) は, 建物被害のある世帯のみ入浴困難者であると考え, 小学校区毎の世帯数の数値と岡崎市全体での建物被害率, 一世帯当たりの人員を用いて, 式(2)に基づいて入浴困難者数を算出する. 「手順(イ)」では, 岡崎市立中学校の通学区域 (令和元年 7 月時点) [27]を参照して小学校区の入浴困難者数を中学校区に配分する

(例えば A 小学校と B 小学校の児童が C 中学校に進学する場合, A の校区と B の校区の入浴困難者数を加算して C 中学校区の入浴困難者数とする. D 小学校から E 中学校と F 中学校に分かれて進学する場合, D 小学校区の入浴困難者数の 1/2 をそれぞれ E 中学校区と F 中学校区の入浴困難者数とする). 「手順(ウ)」も「手順(イ)」と同様に, 中学校区と関連付けされている指定避難所 (令和元年 7 月時点) [28]毎に入浴困難者数を配分する.

以上の手順を経て, 避難所毎の入浴困難者数を想定した. Table 3.10 に, 発災後 7 日, 14 日, 30 日目時点での「入浴困難者数の大きさで分類した, 指定避難所の度数分布」を示す.

また, すべての避難所の入浴困難者数を合計し, 岡崎市全体で発生する入浴困難者数を算出した (Table 3.11).

Table 3.10 入浴困難者数で分類した, 指定避難所の度数分布

エリア内に入浴困難者が,	発災後経過日数		
	7日目時点	14日目時点	30日目時点
500人以下の指定避難所数	37箇所	50箇所	70箇所
501人～1,000人の指定避難所数	13箇所	3箇所	0箇所
1,001人～1,500人の指定避難所数	2箇所	17箇所	0箇所
1,501人～2,000人の指定避難所数	1箇所	0箇所	0箇所
2,001人以上の指定避難所数	17箇所	0箇所	0箇所

Table 3.11 岡崎市全体で発生する入浴困難者数の推移

発災後経過日数		
7日目時点	14日目時点	30日目時点
55,963人	28,000人	4,903人

### 3.4. 必要な入浴支援所数の推定

#### 3.4.1 入浴支援の水準設定

前節で想定した岡崎市内の入浴困難者の分布に対し、必要となる入浴支援所の数について推定する。この際、入浴困難者1人に対し、どれだけの支援を最低限実施するか、その水準を設定する必要がある。本研究では3.1のアンケート結果等を参考に、入浴支援の水準を表す指標について Figure 3.3 の通り想定し、最低限度の目標値とする。

また、被災地では発災から時間が経過するにつれ、ライフラインの復旧に伴う自宅への帰還、仮設住宅への転居が進み、入浴困難者数が減少して支援体制に余力が生じる。一方で、残留している入浴困難者の疲労やストレスの蓄積を考慮して、支援水準の向上を検討する必要もあるだろう。そこで、段階的に支援水準を向上させることを企図して「待ち時間」、「入浴支援の受援頻度」の目標値をそれぞれ高水準にしたパターンも設定した。

以上を踏まえた、本ケーススタディで考慮する支援水準のイメージを Table3.12 に記載する。発災後間もない段階では、最低限の実施水準である「グレード1」を実施することを基本とし、入浴困難者が減少してきた段階で「グレード2（2種類を想定）」、「グレード3」と実施水準を上げることが検討する。

#### (1) 入浴支援所までの移動

災害時にモビリティが制限されることを考慮し、「徒歩30分圏内(2.4km)で入浴支援所にアクセスできる」ことを目標とする。

#### (2) 入浴の順番待ち時間

熊本地震体験者へのアンケート調査では、8割程度の人々が「60分以内の待ち時間で入浴支援を受けることができた」と回答していることから、「待ち時間は60分以内」を目標とする。

#### (3) 支援を受ける頻度

同アンケートでは8割程度の人々が、「3日に1回以上の頻度で入浴支援を受けた」と回答していることから、「1日で入浴困難者数の1/3以上に対し、入浴支援を行うことができる」ことを目標とする。

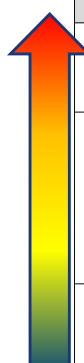
#### (4) 入浴支援所のサービス供給能力

自衛隊の入浴支援設備を参考とした。自衛隊へのヒアリングを踏まえ、1,200人/日（1時間当たり120人が入浴可能、1日10時間の稼働とした場合）と設定した。

Figure 3.3 入浴支援所に求める最低限の水準の設定



Table 3.12 入浴支援水準の段階的向上



支援グレード	対象とする入浴困難者数	拠点での待ち時間
3	実施時点での入浴困難者の総数 (全員が毎日、支援を受けられる)	40分以内
2	A 実施時点での入浴困難者総数の1/2 (2日に1回は、支援を受けられる)	60分以内
	B 実施時点での入浴困難者総数の1/3 (3日に1回は、支援を受けられる)	40分以内
1	実施時点での入浴困難者総数の1/3 (3日に1回は、支援を受けられる)	60分以内

(共通条件) ・拠点への移動は徒歩30分 (2.4km) まで  
 ・120名/時間 入浴可能. 1日10時間開設.

### 3.4.2 数理最適化問題の定式化

地域内に分布するサービス需要に対し、それを供給する施設の最適な配置を検討する試みは施設配置問題と呼ばれ、種々の数理的な手法が開発されてきた。その代表的なものとして  $p$ -メディアン問題および  $p$ -センター問題が挙げられる。これらの手法はともに地域内で需要家が供給地点まで移動する際の総移動距離（あるいは所要時間）の総和を最小化することを目的として条件が設定される。一方、 $p$ -メディアン問題が純粋に総移動距離（所要時間）の最小化を図るのに対して、 $p$ -センター問題は個別需要家の移動距離（所要時間）の最大値の最小化を図る（最も長距離となる移動を最短化する）という違いがある。

既往の研究でも、個別需要家の移動距離（所要時間）を考慮する設けるかどうかで手法の検討や制約条件の調整がなされている。平常時の施設利用を検討した事例[29]では、需要家が広範囲の移動ができることを想定して移動距離に上限を設けない  $p$ -メディアン問題での施設配置検討を行っている。一方で今回想定するような災害発生時の移動の場合、交通インフラの被災等の影響で際限なく遠くの施設に行くことは現実的でない。竹内ら[30]は地震津波発生時の避難場所の選定を試みる際に  $p$ -メディアン問題を用いているが、避難者が歩いて避難できる距離には限界があるとして、解析対象地域から既設避難所への距離が避難可能なものであるかを別途確認しており、 $p$ -センター問題と同様に個別需要家の移動距離を念頭に置いているといえる。

本研究で考慮する入浴困難地域のシナリオにおいても、入浴困難者の移動能力に制限が生じることが十分に考えられる。そこで本研究では前節で設定した支援水準を制約条件に盛り込んだ  $p$ -センター問題を定式化し、入浴支援所の配置問題を求解することとした。

先述の通り一般的な  $p$ -センター問題では、「利用者から最も近い施設への距離の最大値」を最小化するような施設配置を目的としている。しかし本研究では、移動時間に制約

条件を与えつつ、施設に到着してからの最大待ち時間を最小化するような入浴拠点の配置を検討する。

### <p-センター問題の定式化>

#### (集合の定義)

$Hinanjo = \{1, 2, 3, \dots, 70\}$  : 避難所エリアの集合

#### (パラメータの定義)

$walktime(i, j)$ ,  $i \in Hinanjo$ ,  $j \in Hinanjo$  : エリア  $i$  からエリア  $j$  への徒歩移動の所要時間 (避難所間の道のりから算出)。

$population(i)$  : 避難所  $i$  のエリアに居る、1 日の入浴支援の対象となる入浴困難者の人数 (支援グレードによる対象人数の違いは、Table3.11 を参照)。

$capacity(j)$  : 避難所  $j$  のエリアに入浴拠点を配置した場合の、1 時間当たりの入浴可能人数 (ここでは 120 人)。

#### (目的関数)

Minimize.  $\max(waittime(j))$  : 後述の  $waittime(j)$  の最大値を最小にする。

#### (変数の定義)

$x_{ij}$  : 避難所  $i$  のエリアに居る入浴困難者が避難所  $j$  の入浴支援所を利用する場合 1 を、そうでない場合 0 をとる変数。

$visitor(j)$  : 避難所  $j$  の入浴支援所に訪れる 1 日当たりの人数。

ここで、

$$visitor(j) = \sum_{i=1}^{70} x_{ij} \times population(i)$$

$waittime(j)$  : 避難所  $j$  の入浴支援所を利用する入浴困難者がサービスを受けるために要する待ち時間の最大値 (分)。

ここで、

$$waittime(j) = visitor(j) / 10 \div capacity(j) \times 60 \quad \cdots (a)$$

※上記では、入浴支援の列に一度に並ぶ人数のピークを  $visitor(j)$  (避難所  $j$  へ来る 1 日当たりの人数) の 10 分の 1 までと仮定し、それ以上は一度に並ばないこととする。実際にこうした状況を作り出すためには、入浴困難者各個への入浴時間の割り当てや整理券の配布、避難所内の休憩所設置など、行列に並ぶ人数を抑制する仕組みが必要である。こうした来客人数の統制策を講じずに、自由な到着 (ポアソン到着) を想定する場合のシミュレーションについては、別途考察にて述べる。

$triptime(i)$  : 避難所  $i$  のエリアに居る入浴困難者が入浴支援を受けるために要する移動時間.

ここで,

$$triptime(i) = \sum_{j=1}^{70} x_{ij} \times walktime(i, j)$$

(制約条件)

$visitor(j) \leq 1,200$  ... (b) : 一つの入浴拠点に入浴に来る人数は 1 日 1,200 人まで.

$waittime(j) \leq 60$  : 待ち時間は60分以内 (支援グレード1の場合).

$triptime(i) \leq 30$  : 移動所要時間は30分以内.

$$\sum_{i=1}^{70} \sum_{j=1}^{70} x_{ij} = k$$

:  $k$  箇所の避難所に入浴支援所を設置する.

※制約条件を満たす中で最小の  $k$  が, 最低限必要な入浴支援所数を表す.  $k$  の値を変化させながら求解を試み, 制約条件を満たすような最小の  $k$  値を探索する.

$$\sum_{j=1}^{70} x_{ij} = 1$$

: 避難所  $i$  の入浴困難者が利用する支援所は 1 つに限定.

※一つの避難所エリアに属する入浴困難者は皆同一の支援所を利用すると仮定する. 実際には, 入浴施設の空き具合に応じて複数施設へ移動が分散するものと考えられる. しかしそのような場合の想定はシミュレーションを複雑化し, 組合せ爆発により求解が困難となるため, 上記の制約条件を設けている.

$x_{ij} \leq x_{jj}$  : 支援所のない避難所エリアへは行かない. ( $x_{jj}$  が 0 のとき,  $x_{ij}$  も必ず 0 となる.)

#### 補足 1 : 使用アルゴリズムとソルバーについて

定式化した p-センター問題は, 変数  $x_{ij}$  を含む 0-1 整数計画問題である. 同問題を求解可能な数理計画ソルバーとして, NTT データ数理システム (株) の Numerical Optimizer を使用した. Numerical Optimizer には分枝限定法のアルゴリズムが実装されており, 0-1 整数計画問題の厳密解を効率的に求めることが可能である.

#### 補足 2 : 小区域分割による組み合わせ数の抑制について

上記で定式化した問題は 70 箇所の指定避難所エリアのうち  $k$  箇所を選択し, 入浴支援所

を開設することを試みるが、組み合わせ爆発により一度に求解することは困難である。そこで今回は制約条件の「移動所要時間は 30 分以内」を満たす指定避難所群を含む小区域（Figure 3.4 のイメージ）に分割し、それぞれの区域毎に求解することとした。

ただし、最も大きい小区域には指定避難所エリアが 40 箇所存在し、なおも組み合わせ爆発により求解ができなかったため、さらに 20 箇所ずつに分割して 2 つの小区域としている。そのため、当該区域に限り、厳密解ではなく局所的な最適解を求める形になっている。

小区域は全部で 23 となった。それぞれで求解した結果明らかとなった入浴支援所の必要数を合計して、岡崎市全体で必要な入浴拠点の数とする。

### 3.4.3 求解結果

Table3.12 で設定した支援水準をもとに、前節で定式化した p-センター問題の求解結果を Table3.13 に示す。さらに、入浴支援所を開設する指定避難所の分布図を Figure 3.5～Figure 3.7 として掲載する。

必要支援所数が最大となるケース（発災後 7 日目時点，グレード 1）では岡崎市内だけで 40 箇所もの支援所が必要との結果となった。2 章で紹介した平成 28 年熊本地震の事例では、熊本県内の計 47 箇所（Table 2.3 参照）で入浴支援が実施されたことに触れたが、それに近い数が必要という結果となった。一因として、市の東部の山間地域では指定避難所間の距離が長く、それぞれに入浴支援所を開設する必要があったことが考えられる。

なお、Table 3.13 表中で「解なし」となっているものは、実行可能解が無かった（すべての避難所エリアに入浴拠点を開設としても、支援量が不足している）ことを意味する。

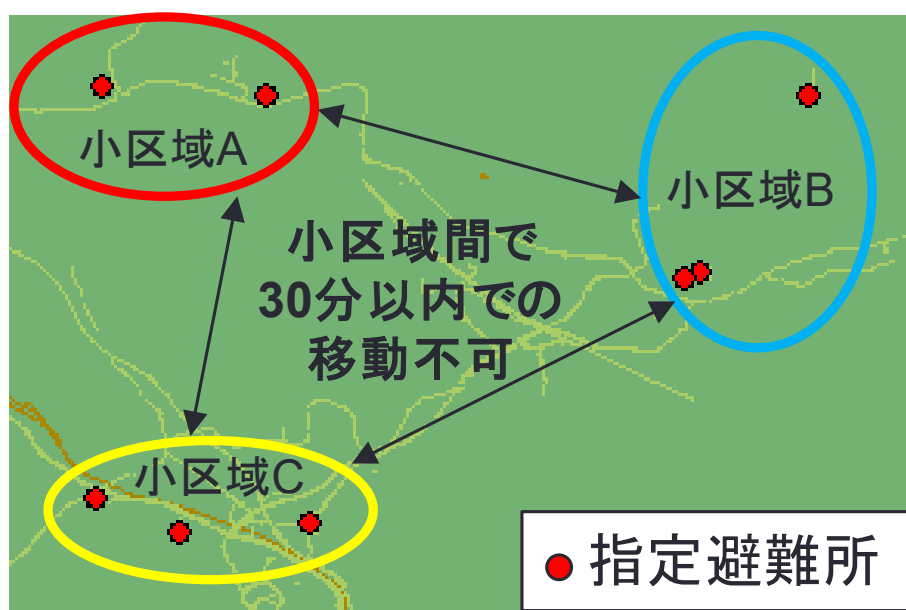
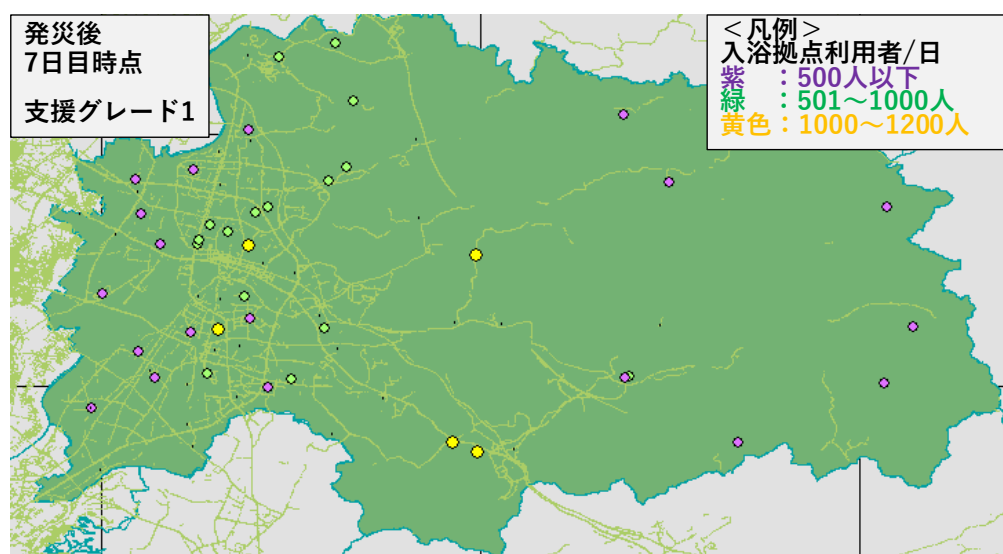


Figure 3.4 小区域のイメージ（背景地図には基盤地図情報（2018 年 1 月版）を用いた）

Table 3.13 入浴支援所の必要数（時点，支援グレード別）

支援 グレード	発災後経過日数		
	7日目時点	14日目時点	30日目時点
3	解なし	解なし	29箇所
2-A, B	解なし	35箇所	28箇所
1	40箇所	30箇所	28箇所



必要入浴拠点の分布（7日目，支援グレード1．背景地図には基盤地図情報（2018年1月版）を用いた）

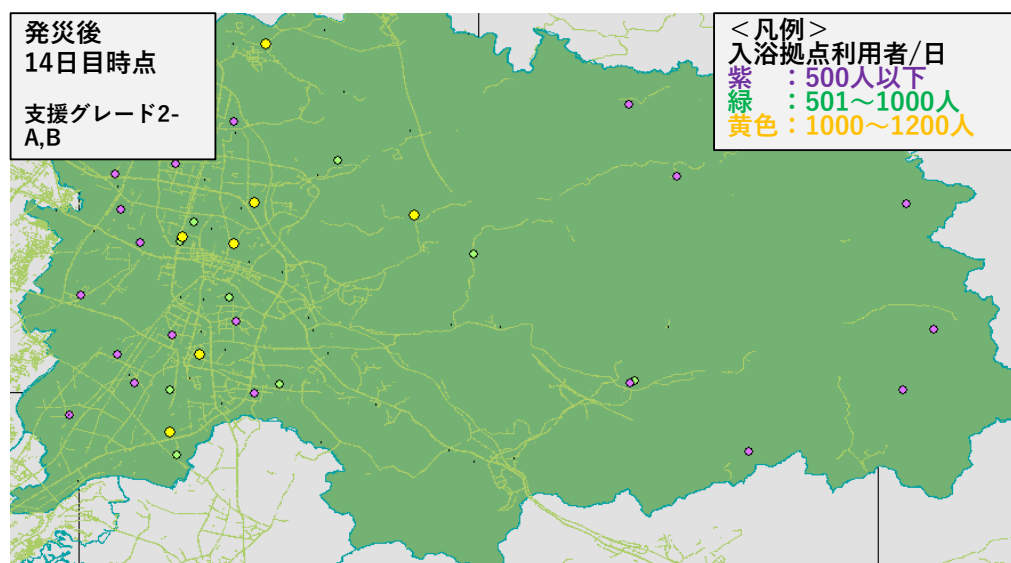


Figure 3.6 必要入浴拠点の分布（14 日目，支援グレード 2-A，2-B．背景地図には基盤地図情報（2018 年 1 月版）を用いた）

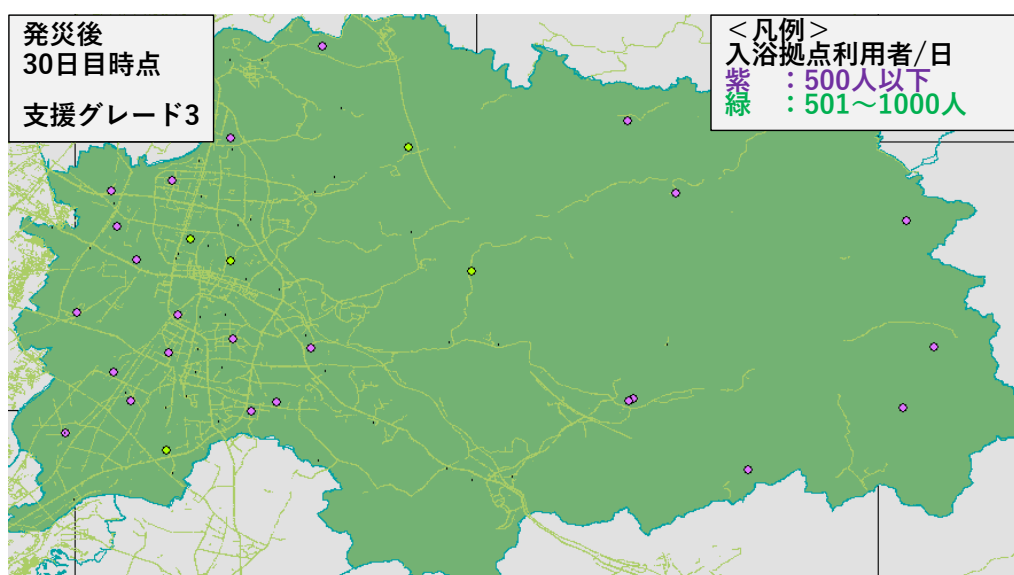


Figure 3.7 必要入浴拠点の分布（30 日目，支援グレード 3. 背景地図には基盤地図情報（2018 年 1 月版）を用いた）

#### 求解結果の妥当性の検証

推定した入浴支援所の必要数（Table 3.13）の妥当性について検証するため，熊本地震における入浴支援利用者数を想定した上で，熊本県で開設された入浴支援所数の実績値との比較を試みる．

Table 3.14 に，熊本地震における各値の推定についてまとめる．地震発生後各時点での断水人口や避難者数を入浴できなかった人口にとらえ，3.1 のアンケート調査で得た「自衛隊・入浴施設での入浴支援を受けた人の割合」，「1 日に入浴支援を受けた回数の期待値」を乗じて「1 日に入浴支援を受援した人数の想定値」を算出した．これを各時点で開設されていた入浴支援所数で除して「支援所 1 箇所あたりの利用者数」を算出した．

同様に，岡崎市での「支援所 1 箇所あたりの利用者数」の算出について，Table 3.15 にまとめる．両者を比較すると，発災後 7 日目時点および 14 日目時点では岡崎市の値が熊本地震時の値を上回った．これは，今回検討で行った入浴拠点の最適配置により，少ない入浴支援数で多くの入浴困難者を受け入れられるようになっているためとも考えられる．一方，30 日目時点では熊本地震のケースの方が効率的な支援を行っていることになる．この一因としては，岡崎市東部の山間地域において，他の区域へ 30 分以内に移動のできない少数の人口に対して支援拠点を開設していることが考えられる．

いずれのケースでも，今回推定した入浴拠点の必要数は過去の入浴支援と比較して大きく乖離してはならず，岡崎市市内に 30～40 箇所程度の入浴拠点が必要との試算は一定の妥当性を有すると考えられる．

Table3.14 平成 28 年熊本地震における「支援所 1 箇所当たりの利用者数」

	発災後経過日数		
	7日目時点	14日目時点	30日目時点
(1)入浴不可人口の推定値	46,000戸 ⇒約120,000人※1	16,000戸 ⇒約40,000人※1	約10,000人※2
(2)入浴支援の受援者数※3	約18,000人	約8,500人	約3,500人
(3)入浴拠点数（自衛隊）※4	16箇所	24箇所	5箇所
(4)入浴拠点数（銭湯等）※5	31箇所	17箇所	10箇所
(5)1拠点当りの受援者数※6	383人/箇所・日	207人/箇所・日	233人/箇所・日

※1：能島[31]の断水戸数のグラフから読み取った概数に、熊本県の1世帯当たり  
人数[21]を乗じて算出。

※2：防災白書[32]の避難所避難者数推移グラフから読み取った概数。

※3：(1)の人数に、入浴支援を受援した人の割合（Table3.4）と受援回数の期待値  
（Table3.7）を乗じて算出。

ただし30日目時点では、アンケートの「22日目～28日目」の値を使用。

※4：防衛省・自衛隊の災害派遣報告[15],[33],[34]による。

※5：熊本日新聞の生活情報ページ[14],[35],[36]に掲載記載の施設数。

※6：(2)÷((3)+(4))の値。

Table3.15 岡崎市における「支援所 1 箇所当たりの利用者数」

	発災後経過日数		
	7日目時点※1	14日目時点※1	30日目時点※1
(1)入浴困難者数の推定値	55,963人	28,000人	4,903人
(2)入浴支援の利用者数※2	18,654人	14,000人	4,903人
(3)入浴支援所の必要数	40箇所	35箇所	29箇所
(4)1箇所当たりの利用者数※3	466人/箇所・日	400人/箇所・日	169人/箇所・日

※1：7日目は支援グレード1，14日目はグレード2，30日目はグレード3の場合。

※2：(1)の値に，7日目は1/3，14日目は1/2，30日目は1を乗じた値。 ※3：(2)÷(3)の値。

### 3.4.5 到着条件を変更しての計算

3.4.2 で説明した定式化では，入浴支援所へのピーク時における来客人数に上限を定め，一日の需要の10分の1を超える到着が無いように統制された状態を前提とした。本節ではこうした統制機能がなく，入浴困難者が自由に入浴拠点に訪れる場合について検討する。

#### （待ち行列理論に基づいた平均到着率の導出）

入浴支援所への到着はポアソン到着，入浴時間は指数分布にそれぞれ従い，一度に入浴

できる人数を 20 人とする、この入浴拠点における待ち行列はケンドールの記法を用いて  $M/M/20$  モデルと表すことができる。

複数の窓口が存在する場合の待ち行列モデルである  $M/M/s$  モデルにおいて、待ち時間が  $t$  以内となる確率は以下の式で表される[37]。

$$P(W \leq t) = 1 - C(c, a)e^{-(c-a)\mu t}$$

ここで、

$$C(c, a) = \frac{a^c}{c!} \times \frac{c}{c-a} \times \pi_0,$$

$$\pi_0 = \left[ \sum_{j=0}^{c-1} \frac{a^j}{j!} + \frac{a^c}{c!} \times \frac{c}{c-a} \right]^{-1}$$

上記に、 $c$  (窓口数) = 20,  $a = \lambda$  (平均来客数) /  $\mu$  (窓口 1 つ当りの平均サービス率) =  $\lambda/6$ ,  $t=1$  とし、 $P(W \leq 1)$  が 95% 以上となる最大の  $\lambda$  を探索すると、 $\lambda = 117$  人/時間であった。

以上より、待ち時間がおおよそ 1 時間以内となる、ピーク時における平均来客者数は 117 人/時間と導出された。

#### (一般的な入浴時間帯の考慮)

日常的な入浴時間帯の傾向に関する既往の調査[5]では、回答者の 5 割強～6 割弱が「20～23 時台」の 4 時間の中で入浴している。入浴支援所への来客のピーク時を、4 時間で一日の需要の 6 割 (本論で想定している入浴支援所の営業時間は 10 時間であるため、営業時間外の需要者はその他の時間帯に流入することとなるが、それを考慮して 6 割とする。) と考え、これを平準化すると 1 時間当たりの来客は 1 日の需要の 15% と考慮できる。

先述の通り、入浴支援所への到着にポアソン到着を仮定した場合のピーク時における平均来客者数は 117 人/時間であった。これが 1 日の需要の 15% に相当するならば、自由な来客を許した場合の 1 日に受け入れ可能な最大人数は  $117/0.15=780$  人と推計できる。

#### (制約条件式の変更と求解)

上記の議論を踏まえて 3.4.2 の定式化に変更を加える。「変数の定義」における(a)式、「制約条件」における(b)式が、下記の(a')式、(b')式のように変更となる。

$$waittime(j) = visitor(j) \times 0.15 \div capacity(j) \times 60 \quad \cdots (a')$$

$$visitor(j) \leq 780 \quad \cdots (b')$$

新たな条件下で定式化された施設配置問題の求解を試みたが、一部の小区域において実行可能解が無い結果となった。入浴支援所一箇所当りのサービス能力が不足しており、需要を充足するためには 1 つの入浴支援所に対し浴場を複数設置する等、能力の増強策を講じる必要がある。



### 3.4.6 入浴支援所の移設に関する考察

ここまでの議論では入浴支援所の開設数（および、開設に必要な資機材の数）を最小化することを目的とし、時間経過に伴って支援所を移設することを厭わなかった。しかしながら、災害時で様々な人的リソースにも限りがある中、ある避難所の入浴所を解体して別の避難所に移送することは平常時以上の困難を伴う。実効性のある入浴支援計画の策定のためには、最適配置により移設が何回必要となるかについても把握しておくことが肝要である。

Table 3.13 の通り、「支援グレード 1」に必要な入浴所は時系列で「40 箇所（7 日目）→30 箇所（14 日目）→28 箇所（30 日目）」と推移している。本項では「支援グレード 1」を維持した場合に発生する拠点の移設回数について考察する。

避難所に入浴支援所がある状態を「○」、無い状態を「×」と表現した場合、ある避難所区域における入浴拠点の設置状況の場合分けは Table 3.16 の通りである。このうち、「パターン(イ)と(キ)」、「パターン(エ)と(オ)」のような場合の組み合わせは同時点に「○」が重複せず、1つの入浴支援所を転用することで賄うことができる。

同一の小区域内にこのような避難所区域の組み合わせが存在する場合を「入浴拠点の移設が発生するケース」とみなすと、3.4.3 の推定結果では計 4 回の移設が発生する。

### 3.4.7 入浴支援所の多様な開設に関する考察

災害発生時に、自衛隊のような大規模な入浴支援所を多数開設するのは決して容易なことではない。一方で、岡崎市で必要な入浴所の 1 日当たりの受援者数を入浴サービスの可能数（1,200 人/日）で除した「稼働率」（Table 3.17）を見ると、25%以下の入浴拠点も多く、小規模な入浴所を設置するだけでも事足りることがわかる（もちろん、大規模な入浴所が設置できれば、発災後早い段階から、皆が毎日入浴できるようになる）。

小規模の入浴所の設置であれば、支援の実施方法は多様になる。第 4 章で整理する民間

Table 3.16 入浴支援所の設置状況の場合分け

パターン	入浴拠点の有無			※○が重複しないパターン
	7日目	14日目	30日目	
(ア)	○	○	○	-
(イ)	○	○	×	(キ)
(ウ)	○	×	○	(カ)
(エ)	×	○	○	(オ)
(オ)	○	×	×	(エ), (カ), (キ)
(カ)	×	○	×	(ウ), (オ), (キ)
(キ)	×	×	○	(イ), (オ), (カ)
(ク)	×	×	×	-

Table3.17 稼働水準で分類した入浴拠点の度数分布

稼働率（1日の受援者/最大 入浴可能人数：1200人）が	発災後経過日数		
	7日目時点 (計40箇所)	14日目時点 (計35箇所)	30日目時点 (計29箇所)
25%以下の入浴拠点数	19箇所	19箇所	22箇所
26%～50%の入浴拠点数	0箇所	3箇所	7箇所
51%～75%の入浴拠点数	14箇所	6箇所	0箇所
76%～100%の入浴拠点数	7箇所	7箇所	0箇所

入浴施設の活用はもとより、応急的な形で入浴所を設営することも有効と考えられる。例えば、貯水タンクを有する学校やビルに対し、給水車による水運搬支援、ガス事業者によるプロパンガスボンベの運搬が行われれば、水・ガスが不通の状態でも風呂や温水シャワーを使用することができる。自治体がこれらの事業者と災害時の支援協定を締結するという施策も一考の余地があると考ええる。

また、本ケーススタディでは徒歩 30 分（2.4km）圏外の移動ができない前提で推定を行ったが、被災地の交通網が復旧すれば遠方の入浴拠点へ行くことも可能になるだろう。熊本地震では自治体が入浴施設へ向かうシャトルバスを運行して入浴困難者を輸送した事例があるが、こうしたモビリティ面の支援もまた、入浴支援の一つの形といえる。

### 第3章のまとめ

本章では入浴困難者の発生数について推計する式を考案するとともに、地域内に分布する入浴困難者に対応するために必要な支援所の開設数を試算し、被災地の入浴需要について可視化した。

入浴困難者が多数発生する、もしくは広範囲に分散することで、必要な支援所の数は増え、事前の備えを含めた計画的な入浴支援事業がより一層求められることだろう。

本章で得られた知見を踏まえながら、次章では入浴サービス供給側の観点から、より効果的な入浴支援事業について模索していく。

## Chapter 4

### 被災地の入浴支援主体と、サービス提供能力

2.2.4 で述べた通り、本章では長野県長野市を対象としたケーススタディを通じ、「地域内で入浴支援に従事できる可能性のある施設の洗い出し」、「それらの施設を活用した場合の入浴困難者の受け入れシミュレーション」を行い、地域内の入浴支援提供能力について検証する。さらに、民間入浴施設へのヒアリングを通じて、民間が支援に参画する際の懸念事項等について明らかにする。

#### 4.1 公的施設の活用可能性：長野市での入浴支援事例

長野市をケーススタディ対象とした理由は、近年の災害で入浴支援事業の実績があるためである。同市では2019年の令和元年東日本台風（台風19号）に浸水による大きな被害が発生し、避難住民に対して官民の入浴支援が施された経緯がある。著者らは先行研究[38]にて、当時の対応を主導した職員にヒアリングを行い、避難者数の推移や入浴支援所の開設等、当時の詳細な情報を入手している。

長野市では2019年10月13日未明に千曲川流域で浸水による大きな被害が発生し、市内避難所には13日に6,100名余、翌14日には1,200名余の避難者が身を寄せ、以降は700名前後の住民がしばらくの間避難生活を送った。長野市では入浴支援の必要性を認識し、10月15日から入浴支援の検討を開始し、検討チーム（通称：お風呂チーム）の設置、支援所とする施設の決定を経て、翌16日から無料入浴支援を開始している。入浴施設としては、迅速な支援開始を目指すために長野市が管理する公的施設（民間委任も含む）が選定されたが、自主的に支援を行っていた民間施設が後に加わっている。これらの施設を活用した無料入浴支援は12月20日まで継続され、合計8,550人が利用した。また、同時期に自衛隊によって実施された入浴支援（10月19日から11月30日）では計12,365人が支援を受けている。

当該のヒアリングでは、同市において入浴支援に活用された実際の施設について情報を得ることができた。本章で試みる入浴支援用施設の「洗い出し」では、実際に支援に活用できることの一定の根拠が必要であるが、上記の支援実績はそれを裏付けるといってよいだろう。本研究では当該事例に加え、次節で洗い出しを行う民間施設を活用した支援をも考慮しながら、入浴困難者の受け入れシミュレーションを実施していく。

#### 4.2 民間施設の活用可能性：生活衛生同業組合の調査

前節で述べた令和元年東日本台風ではいち早く入浴支援を開始するため、また被災地域が局所的であったこともあり、主として公的施設を活用した入浴支援が実施された。一方、

より広域に入浴困難者が発生した場合、必要となる支援所数は増え、入浴困難者の分布を網羅した形での開設が必要となることが想像される。この際、地域のあちこちに分布する民間施設（公衆浴場、宿泊施設）は近隣で発生した入浴需要の受け皿となり得、既往の災害でも支援に加わった事例がある。

しかしながら、入浴機能のある民間施設のすべてを、入浴支援所の候補として取り扱うというのは暴論であろう。ここでは既往の災害事例で主体的に行政と連携し、入浴支援に参画した「生活衛生同業組合」とその加盟施設に焦点を当てる。

生活衛生同業組合は、「生活衛生関係営業の運営の適正化及び振興に関する法律」により組織が許可されている団体である。生活衛生関係営業とは公衆衛生の見地から国民の日常生活にきわめて深い関係のある 18 の業種であり、この中に「公衆浴場法に規定する浴場業」ならびに「旅館業法に規定する旅館業」が含まれ、前者に関連して「公衆浴場業生活衛生同業組合」が、後者に関連して「旅館ホテル生活衛生同業組合」がある。本節では彼らの組織体制や災害時の動きについて調査した上で、長野市でのシミュレーションの対象とする施設を洗い出すこととする。

#### 4.2.1 公衆浴場業生活衛生同業組合について

##### 4.2.1.1 組織体制と自治体との連携協定

公衆浴場業生活衛生同業組合（以下、浴場組合）は、加盟する公衆浴場に対する保険衛生上の指導や利用促進等のサポート事業を行う。厚生労働大臣認可法人である全国公衆浴場業生活衛生同業組合連合会（全浴連）の傘下に、全国 39 都道府県の浴場組合が存在している[39]。Figure4.1 に、全浴連ならびに都道府県の浴場組合、個々の公衆浴場（いわゆる銭湯）の関係を示す。

浴場組合が有する防災上の側面として、自治体との災害時協定がある。いくつかの都道府県が各浴場組合と協定を締結し、地域の公衆浴場に被災者支援を要請する仕組みができている。本研究ではこうした都道府県の地域防災計画[40]～[46]を参照し、公衆浴場に求められる役割について整理した。その結果を Table4.1 にまとめるが、先述の入浴支援の他にも、井戸水や残り湯を活用した飲料水・生活用水の提供、避難所や支援物資置き場といっ

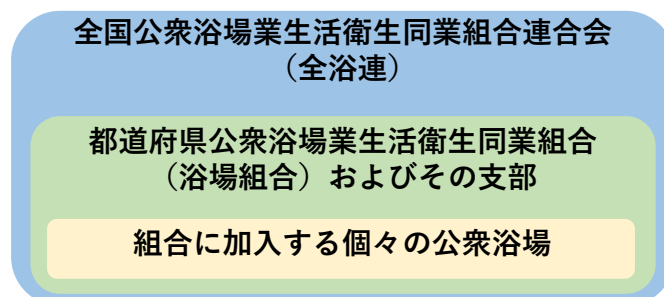


Figure 4.1 公衆浴場業生活衛生同業組合の組織体制

Table4.1 浴場組合に関する災害時協定とその内容

公衆浴場が担う役割	協定締結先の自治体例
入浴サービスの提供	東京都，愛知県，長野県，新潟県，滋賀県，愛媛県
避難所としての施設開放	東京都
飲料水・生活水の提供	東京都，長野県，三重県，滋賀県，愛媛県
帰宅困難者への情報の提供	東京都，長野県，三重県
生活支援物資の置き場提供	愛媛県

※令和2年時点に公表されている地域防災計画[40]～[46]を調査し，浴場組合との協定について掲載のあるものを抽出した。

た場所の提供，帰宅困難者に対する支援などが求められていることがわかる。

#### 浴場組合の災害時の動きについて

ここでは全浴連，都道府県浴場組合，個々の公衆浴場の階層に分け，災害発生時のそれぞれの動きについて整理する。

##### （全浴連の災害時対応）

著者らは発災直後の対応について全浴連にヒアリングを行った。全浴連は，被災地域の浴場組合をバックアップすることで現地の公衆浴場の支援を行っている。

発災時対応の一つは加盟浴場の被災状況の把握である。既往の災害事例では各浴場組合が調査した個々の浴場の状況を取りまとめ，厚生労働省へ報告を行っている。二つ目の対応として，被災地域の浴場組合への情報提供がある。入浴支援の実施に向けた実際の協議は被災地域の浴場組合と自治体との間で進められるが，全浴連にも厚生労働省から入浴支援の要請がなされる他，入浴支援が災害救助法に基づく支援措置対象となった旨の情報がもたらされ，各情報を浴場組合に伝達することがある。

##### （都道府県浴場組合および，加盟浴場の災害時対応）

被災地域の浴場組合や，その加盟浴場の対応について想像するにあたって，平成28年熊本地震発生時の事例[47]を参考にすることができる。

地震発生直後，熊本県浴場組合は加盟浴場の被災状況，営業を再開できるかについて情報収集を行っている。熊本地震の“前震”である4月14日の段階ではいずれの浴場にも大きな被害がなかったが，同16日の“本震”後は複数の浴場が大きな被害を受け，休業を余儀なくされている。

加盟浴場への連絡とともに，入浴支援の実施に向けた自治体との連携も早期に開始され

ている。同 15 日昼には全浴連から「被災者支援活動を行う場合は国の災害救助費の対象となる」との連絡を受け、浴場組合は厚生労働省、熊本県との 3 者協議を行っている。その後、災害救助法による入浴費用の補填が決定し、熊本県から浴場組合へ正式に「被災者無料入浴支援」が要請された。浴場組合は各浴場に連絡して入浴支援への協力を依頼したところ、全浴場が快諾し、地震発生翌日の 15 日から順次入浴支援が行われた。入浴支援の実施中は浴場組合や熊本県の HP 等で、入浴できる施設の情報発信がなされた。

被災地では家屋の損壊やライフラインの途絶により多くの被災者が浴場に殺到し、多い時で一日に 1,000 人以上が訪れるケースもあったという。普段の来客数をはるかに超える人数の誘導や、無料入浴支援に伴う所定の記録用紙への記入等、多大な労力を要する中で営業だったことが伺える。

上記の事例では熊本県と公衆浴場の協力で、きわめて早期に支援が実現したと言える。しかし浴場組合の記録では制度の理解等に時間を要したことにも触れられ、平常時から県の担当者と災害救助について話し合っておく必要があるとの意見が記載されている。熊本県では地震の後、災害発生時に円滑な無料入浴支援を実施するためのマニュアル[48]を整備した。この中では県や基礎自治体、浴場組合等の受け持つ役割や連携体制について明確にし、組織間のやり取りがフロー化されている。

## 4.2.2 旅館ホテル生活衛生同業組合について

### 4.2.2.1 組織体制と自治体との連携協定

旅館ホテル生活衛生同業組合（以下、旅館組合）も浴場組合と同様に、全国組織である全国旅館ホテル生活衛生同業組合連合会（全旅連）の傘下に 47 都道府県の旅館組合があり、約 16,000 軒の旅館・ホテルが加盟している（令和 3 年 11 月現在）。Figure4.2 に、全旅連ならびに都道府県の旅館組合、個々の宿泊施設の関係を示す。

旅館組合もまた、自治体との間で災害時協定を締結している事例が多くみられる。各都道府県の地域防災計画[49]～[59]に記載のある協定を参照し、宿泊施設に求められる役割について Table4.2 にまとめる。

宿泊施設に求められる役割として最も多く見られたのは被災者への宿泊の提供である。

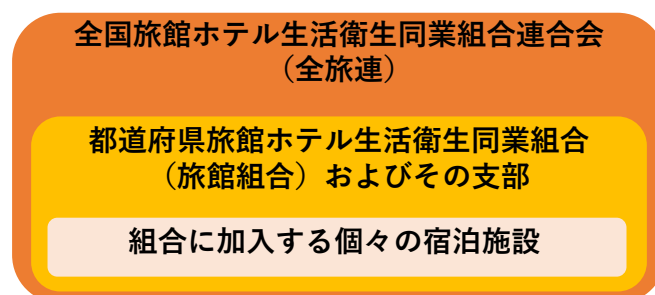


Figure 4.2 旅館ホテル生活衛生同業組合の組織体制

Table4.2 旅館組合に関する災害時協定とその内容

ホテル・旅館が担う役割	協定締結先の自治体例
被災者への宿泊の提供	東京都、北海道、新潟県、福井県、長野県、山梨県、和歌山県、岡山県、香川県、徳島県、愛媛県、高知県、福岡県、長崎県、熊本県
入浴サービスの提供	東京都、愛知県、新潟県、福井県、長野県、山梨県、滋賀県、香川県、福岡県、長崎県
災害対応要員への宿泊の提供	東京都、福井県
帰宅困難者への物資や情報の提供	東京都、新潟県、長野県、三重県
被災施設への生活物資提供や 支援職員の派遣	北海道

※令和2年時点に公表されている地域防災計画[49]～[59]を調査し、旅館組合との協定について掲載のあるものを抽出した。

※浴場組合との協定(Table4.1)と出典が同じものについて、参考文献番号を付記しない。

特に高齢者や乳幼児等の要配慮者を対象としたものが目立ったほか、警察や応急危険度判定員といった被災地での活動要員に対する宿泊提供を謳うものもあった。Table4.2 では協定内の文言で入浴について明記していた自治体について「入浴サービスの提供」に分類している。しかし一般に入浴は宿泊時に提供されるサービスの一部であることから、「被災者への宿泊の提供」、「災害対応要員に対する宿泊の提供」に分類された自治体の協定も入浴支援について包含しているとみなすことができよう。その他、帰宅困難者への支援や被災した施設への物的・人的な支援について謳われているものもあった。

#### 4.2.2.2 旅館組合の災害時の動きについて

ここでは全旅連、都道府県旅館組合、個々の宿泊施設の階層に分け、災害発生時のそれぞれの動きについて整理する。

##### (全旅連の災害時対応)

全旅連の災害時対応について、東日本大震災が発生した際の活動記録[60]を参考にすることができる。

被災者受け入れに係る実際の調整業務は各地の旅館組合により行われたが、県を跨いだ受け入れが多かったこともあり、全旅連は関係省庁と各旅館組合をつなぎ大規模な受入体制の構築に尽力した。また全旅連では組合員の事業継続上の窮状を関係各所に訴え、改善に向けた働きかけも行った。宿泊施設による借入金の当面の返済猶予と金利の減免、被災

施設に対する復興費用の無担保・無保証融資などがその一例である。

#### （都道府県旅行組合および、宿泊施設の災害時対応）

被災地の旅館組合や個々の宿泊施設の災害時の動きについては、平成 28 年熊本地震後に整備された対応マニュアル[61]を参考に概観する。

旅館組合県からの協力要請を受け、加盟宿泊施設での受け入れが可能かどうか情報の集約を行い、県に返答する。県は基礎自治体に支援事業の実施を通知するとともに、各宿泊施設の情報を提供する。その後は基礎自治体と宿泊施設との間で調整がなされ、避難者の受け入れがなされる。宿泊料金は旅館組合が一括して県に請求・受領し、各宿泊施設に支払うこととなっている。

### 4.3 入浴困難者の受け入れシミュレーション

#### 4.3.1 入浴支援所候補施設の設定

前節では生活衛生同業組合に属する民間入浴施設について説明し、自治体との災害時協定の内容についても整理した。長野県に目を移すと、浴場組合との協定（Table4.1）、旅館組合との協定（Table4.2）がともに結ばれており、加盟施設は災害時の被害状況等を鑑みつつ支援を検討するものと考えられる。本研究では長野市内における各組合の加盟施設について、入浴支援者の受け入れシミュレーションの候補施設として取り扱うこととした。

以上の議論、および参考文献[62]を参照しながら、本研究で選定したシミュレーション対象施設について Table4.3 にまとめる。

#### 4.3.2 シミュレーションの対象とする災害

シミュレーションでは、長野市内で強い揺れが予測される、「糸魚川ー静岡構造線断層帯の地震（全体ケース）」を想定する。長野市は市内を 32 の地区に分割した上で「地区別防災カルテ[63]」を作成、当該地震で発生する被害予測値を公表しているが、本研究ではこの値を加工して用いることとする。このカルテでは、地震発生から 1 日後、2 日後、1 週間後、1 か月後における避難者数が予測されている（避難所外避難者も含んだ値である

Table4.3 シミュレーションの対象施設

区分		施設数	選定理由
公的施設	浴場施設	19	令和元年東日本台風で支援実績のある施設、および参考文献[62]を参照しながら選定。 ※台風の後で公的→民間に移管した施設を除外。
	宿泊施設	1	
民間施設	浴場組合加盟施設	1	長野県浴場組合へのヒアリングによる。
	旅館組合加盟施設	75	令和元年10月における加盟施設。
	その他の施設	6	令和元年東日本台風で支援実績のある施設。 ※台風の後で公的→民間に移管した施設を追加。



)。このうち「1週間後」の数値を採用し、地区内の指定避難所の収容人数で按分して、避難所毎の避難者数として取り扱った。

#### 4.3.3 アルゴリズムの構築

本シミュレーションでは長野市で地震発生に伴う入浴困難者が発生したことを想定し、市内の入浴施設（公的施設、民間施設）を活用してどれだけの人に入浴を提供できるかを推計する。シミュレーションのアルゴリズムは、概ね前章の 3.4.2 で定式化したものと同様であるが、制約条件等に若干の違いがあるため、以降で改めて説明する。

##### （集合の定義）

$Hinanjo = \{1, 2, 3, \dots, i, \dots, n\}$  : 指定避難所の集合

$bath = \{1, 2, 3, \dots, j, \dots, m\}$  : 入浴施設の集合

##### 補足 1 : 計算区域の区分けについて

3.4.2 と同様、本シミュレーションでは指定避難所（スタート地点）と入浴施設（ゴール地点）との最適な組み合わせについて求解を試みる。しかし長野市の場合、計 249 の指定避難所、100 を超える入浴施設が存在し、組み合わせ爆発により厳密解を求解することは困難である。そこで今回は長野市を全 24 の中学校区に分割し、区域毎に求解を試みた。

なお、分割した中学校区のうち、小規模な避難所や旅館が多数分布する「戸隠中学校」校区では依然として組み合わせ爆発が発生する可能性があった。については組み合わせ数を制限するため、戸隠地区の定員 10 名以下の指定避難所をスタート地点としない（4.3.2 で述べた避難者数の按分の対象としない）こととした。また、複数の入浴施設をグループ化し、その内分点を仮想のゴール地点と定めた。

##### （パラメータの定義）

$distance(i, j)$  : 指定避難所  $i$  と入浴施設  $j$  との距離（3.4.2 と違い、ここでは地点間の直線距離を利用した）

$population(i)$  : 指定避難所  $i$  に居る避難者人口

$bathsize(j)$  : 入浴施設  $j$  で、一度に入浴ができる人数

##### 補足 2 : 公衆浴場の $bathsize(j)$ の設定について

各施設の HP や紹介サイトに掲載されている、浴場の写真や館内図、浴室数や浴室面積等の数値を根拠とし、著者の判断で数値を設定している。そのため、施設の経営者が想定する入浴可能な人数との間に差異が生じうることを補足する。著者が数値を判断した際の考え方を以下に記載する。

- (1) 写真や館内図により浴槽の大きさが確認・想定できる施設は「浴槽面積がおおよそ  $1\text{ m}^2$  につき 1 人」を  $bathsize(j)$  とした。
- (2) 浴槽の大きさがわからない施設のうち、市営の「老人憩の家」については入浴支援への

活用が不明であるため、今回は入浴支援施設の候補から除外した。

- (3)浴槽の大きさがわからない施設のうち、令和元年東日本台風での支援実績のある2件の大型公衆浴場については、他の大型施設と同じ程度の浴槽を有すると仮定し、 $bathsize(j)$ として同一の値を設定した。

#### 補足3：宿泊施設の $bathsize(j)$ の設定について

宿泊施設には「客室毎の浴室」と「共同浴場」、あるいはそのどちらかを有するものがあった。前者については、1部屋につき1人を「一度に入浴することのできる人数」とした。後者については公衆浴場の場合と同様、浴槽の面積を参考に「一度に入浴することのできる人数」を設定した。

宿泊施設を入浴支援拠点として活用する場合、もともとの宿泊客がいることに留意しなければならない。本研究では国内の宿泊施設全体の稼働率が6割強[64]であることを踏まえ、災害時に4割の客室が空いていることを想定した。その上で、入浴サービス提供能力については、公衆浴場の場合と同様に判断した「一度に入浴することのできる人数」の4割の数値を  $bathsize(j)$  とした。

#### (目的関数)

$$\text{Maximize. } \sum_{j=1}^m visitor(j)$$

：後述の  $visitor(j)$  の総和を最大化する。

#### (変数の定義)

$visitor(j)$ ：入浴施設  $j$  に訪れる1日当たりの入浴客の人数。

ここで、

$$visitor(j) = \sum_{i=1}^n x_{ij} \times population(i)$$

$x_{ij}$ ：指定避難所  $i$  に居る避難者が入浴施設  $j$  を利用する場合1、そうでない場合0をとる変数。

$capacity(j)$ ：入浴施設  $j$  で1日に受け入れることのできる入浴客の人数。

今回は各施設での入浴支援は1日8時間、入浴客は30分で次の客と交代するという条件とし、下式より  $capacity(j)$  を算出した。

$$capacity(j) = bathsize(j) \times 2 \times 8$$

#### (制約条件)

$$visitor(j) \leq capacity(j)$$

：入浴施設  $j$  への来客数は受け入れ可能人数以下。

$$distance(i, j) \leq 2400 \text{ あるいは } distance(i, j) \leq 5000$$

：避難者の移動距離は2,400m、あるいは5,000mまで。

※避難者が入浴のために移動できる距離の上限を2種類想定した。2,400mは徒歩、5,000mは被災地の渋滞環境での、車の運転をイメージして設定した。

#### 補足4：移動可能距離の上限について

3.4.2と同様に、避難者の移動時間が30分以内になるように考慮した。

徒歩の場合、一般的に用いられる徒歩の速度（80m/min）を用いて、2,400mとした。自動車の場合、災害時の旅行速度については推定が難しいため、平常時のデータを参照した。長野市内の一般道における混雑時旅行速度は20km/h程度（DID地区：商業地域17.8km/h、非商業地域20.3km/h）[65]であることから、これに加えて災害による道路の寸断や交通規制で交通容量が半分程度になると仮定し、災害時旅行速度を10km/hと想定した。30分の移動時間を加味して、最大移動距離を5,000mとした。

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1$$

※3.4.2と同様に、一つの避難所エリアに属する入浴困難者は皆同一の支援所を利用すると仮定する。

#### 4.3.4 シミュレーションツールの製作

前項で説明した条件下で避難所と入浴施設の最適な組み合わせを選定するツール（以降、選定ツール）を、WEB-GIS上に構築した。

選定ツールの地図上には長野市内の指定避難所の位置情報が、4.3.2で述べた避難者数とともに登録されている。同様に、4.3.1で述べた入浴施設が、1日あたりの受け入れ可能人数（4.3.3で設定した $capacity(j)$ ）とともに登録されている（Figure4.3にイメージ図を掲載する）。

選定ツールの計算結果のイメージを、Figure4.4に示す。図示した通り、避難所から入浴施設までの矢印が避難者の移動を示し、移動先の入浴施設で入浴サービスが提供されることを表す。

#### 4.3.5 シミュレーションの結果

選定ツールを用いて、長野市全体でシミュレーションを実施した結果をTable4.4に、Figure4.5にシミュレーション結果画面（公的施設と民間施設を活用し、移動可能距離の上限を5,000mとした場合）を掲載する。



Figure 4.3 選定ツールの画面イメージ（計算前）



Figure 4.4 選定ツールの計算結果イメージ

Table4.4 長野市におけるシミュレーション結果のまとめ

地震発生から1週間後 (入浴困難者48,970人)	入浴支援可能人数		受入可能人数 (capacity)の 総和※3
	移動距離上限 2,400m※1	移動距離上限 5,000m※2	
公的施設のみ	2,870人	4,445人	8,304人
公的施設 + 民間施設	11,423人	13,128人	33,821人

※1：徒歩移動を想定 ※2：車移動（混雑状況）を想定

※3：対象施設の「1日に受け入れることのできる入浴客数」の総和。

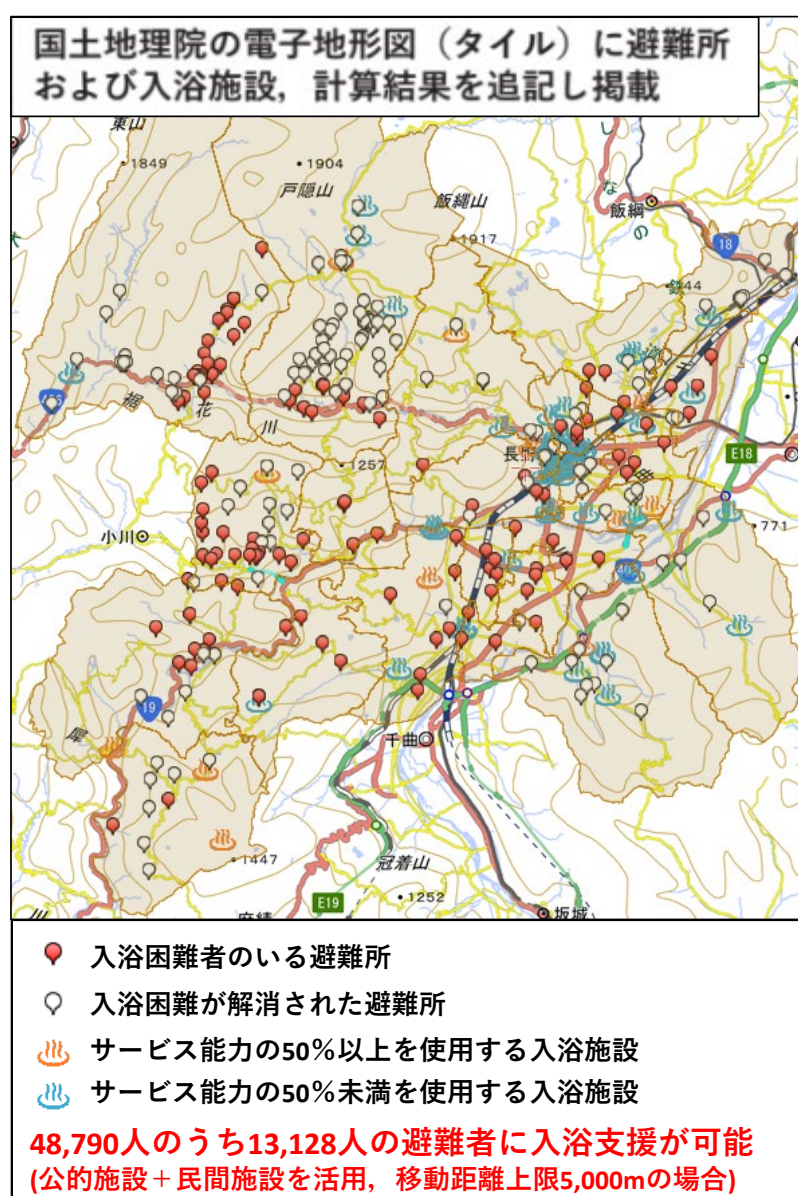


Figure4.5 選定ツールによる計算結果画面（見やすさのため、矢印アイコンを消している）

地震発生後 1 週間時点で長野市内にて想定される避難者が 48,970 人であるのに対して、最も制約条件の厳しいケースである「公的施設のみ利用，移動距離上限 2,400m」では 1 日に入浴できる人数が 2,870 人であった。これは要支援者の約 6%にあたる。これに対し，民間施設を活用した場合の受け入れ可能人数は 11,423 人で，およそ 4 倍の支援量が実現するという結果となった。さらに，移動距離上限を緩和して 5,000m とした場合の受け入れ可能人数は 13,128 人となり，要支援者の約 27%が 1 日に入浴できる計算となる。

こうした結果は，入浴支援事業の担い手を増やすために平常時から民間施設の活用について議論しておくことや，バス運行などの移動支援で被災者のモビリティを向上させることの効果の大きさを示唆するものと考えられる。また選定ツールを使う利点として，Figure4.5 のように支援が行き届いている地域と不足地域が視覚化されるというメリットがある。支援不足の地域に自衛隊等の，移動式の入浴支援を誘致することで，より網羅的な支援が実現することとなるだろう。

#### 4.4 ヒアリング調査：民間施設の支援参画における課題

前節でのシミュレーション結果は，浴場組合・旅館組合に加盟している民間施設，過去災害で支援実績がある民間施設の活用が可能であることを前提とした，いわば潜在的支援能力を十分活用した上で実現するものであった（無論，これまで支援実績がなく，組合にも加盟していない施設も新たな支援者となり得，潜在的支援能力が増大する可能性があることを補足する）。一方で自らも被災者となる中，民間施設が入浴支援に参画するには様々な困難を伴うことも考える。自治体が民間施設の活用を見込んだ入浴支援事業を計画するのであれば，彼らの抱える支援参画に向けた課題を共有し，解決のためのサポートを実施することは地域の潜在的支援能力を高めることに他ならない。

以上の考えから，本研究では長野県の生活衛生同業組合（長野県公衆浴場業生活衛生同業組合，長野県旅館ホテル組合会）に対してヒアリング調査を行い，公衆浴場ならびに宿泊施設が入浴支援に参画する際の課題について意見を伺った（ヒアリングの概要を Table4.5 に示す）。

Table4.5 民間施設の災害時支援に関するヒアリングの概要

ヒアリング日	令和2年12月1日
調査対象	長野県公衆浴場業生活衛生同業組合 長野県旅館ホテル組合会
主な質問項目	・大地震の発生時に営業の妨げとなる要因 ・その他，災害が起きたときに心配に思うこと



#### 4.4.1 ヒアリングで抽出された課題意識

##### 4.4.1.1 建物・設備、インフラ・ライフラインに関する課題

加盟施設の中には古くから営業しているものも多く、入浴施設のハード的な環境を不安視する意見が挙がった。今回、施設毎の構造や耐震性について詳細に調査していないが、昭和 56 年 5 月以前に建築確認された「旧耐震基準」の建物については個別の地震対策が必要な可能性がある。

また、装置産業とも称される各施設では、入浴に関わる設備に関する問題意識も聞かれた。施設の形態によっても異なるが、湯を沸かすボイラや釜、配水管、ポンプや濾過装置、貯水・燃料タンクや煙突等様々な設備を有している。災害発生時にはこれらの破損や、停電による使用不能に陥ることが危惧されている。また、それぞれの設備を修理する業者は限られ、災害後に早期に修繕できるかは不透明だという。平常時から徐々に地震対策を進めていくことが必要であるが、費用の面から更新が難しい施設もあるという。

入浴に欠かせない水源について心配する声も聞かれた。上水道を使って営業している施設では当然、減断水による営業支障が見込まれる。地下水や温泉を水源としている施設では発災時にも一定の水量を確保できるが、地震による水脈の変化を不安視する意見や停電で設備が使えなくなるとの意見があった。また、長野県は豪雪地帯ということもあり、道路の損壊や積雪によって入浴施設にアクセスできなくなることを心配する意見もあった。

##### 4.4.1.2 マンパワーに関する課題

長野県浴場組合の話では、加盟する多くの施設（銭湯）が家族経営であり、経営者らが負傷した場合は営業継続が困難である上、対応可能な被災者の人数にも限界があるとのことであった。旅館組合でも従業員の問題を認識しており、安否確認や必要な人員の確保などに課題を持つ施設は少なくないようであった。

##### 4.4.1.3 自治体との連携に関する課題

協定を結んでいる自治体との連携強化や、内容の具体化を希望する意見も見られた。長野県を含む多くの都道府県が入浴支援に関する連携協定を結んでいる（Table4.1 および Table4.2 を参照）が、協定書には民間施設に要請したい内容が記載されているのみで、発災時のコミュニケーションの在り方やそのタイミング等について明確化されていない事例は多くみられる。熊本県[48],[61]のように、入浴支援や被災者受入事業を実施する際に必要な業務分担や平常時の備えについて、明確なマニュアルを策定している例はまれである。災害時には相互連絡が取りにくくなることも考慮して、役割分担や組織間のやり取りについて日頃から議論、共有しておくことが、支援の実効性を高めるために重要だと考えられている。

また、支援に要する費用負担について、民間側の負担になってしまつては困ると危惧する意見があった。平成 28 年熊本地震の事例のように、入浴支援に参画した施設に営業補償

金が支払われたケースは多いが、補償金が出るということが明示されていない場合、支援参画に躊躇してしまうことが懸念される。こうした行政による費用補償について協定上に明記し、迷いなく支援に参画できるよう配慮してほしいとのことであった。

#### 4.4.2 課題改善のための公的サポートに関する考察

前項で抽出した課題には、民間施設の経営者によって改善が図られるべきものもある一方で、個々の施設や民間の立場からの努力が難しいものも多いと考える。そこで本項では行政側からのサポートや、官民双方の協力のもと改善がなされるべき課題を挙げ、具体的な方策について提言する。

その前にまず、入浴支援施設に公的なサポート（以降の提言には、公的な資金や人的リソースの投入を伴うものも含まれる）を行うことの是非について論じておく必要があるだろう。本研究では代表的な入浴施設である一般公衆浴場（いわゆる銭湯）の成り立ちに触れながら、公的なサポートの妥当性について説明を試みる。

##### 4.4.2.1 一般公衆浴場（銭湯）成り立ちと公益性について

銭湯の大きな特徴として、物価統制令（昭和 21 年勅令第 118 号）により入浴料金の上限額が定められていることが挙げられる。この勅令の第一条には「本令ハ終戦後ノ事態ニ対処シ物価ノ安定ヲ確保シ以テ社会経済秩序ヲ維持シ国民生活ノ安定ヲ図ルヲ目的トス」とある。戦後、国民が安定的な生活を送る上で、入浴はコメ等の物品と並ぶ「必需品」であり、入浴を安価に提供する銭湯はきわめて公益性の大きい施設であったと解釈できる。銭湯の入浴料金は、現在物価統制令の対象となっている唯一の品目である。

その後の家庭用風呂の普及とともに、銭湯の数は減少していく。しかし国はその公益性を鑑みて、「公衆浴場の確保のための特別措置に関する法律」を平成 20 年に施行している。この法律では公衆浴場が現代においても、住民の生活に欠かせない施設であることを認め、その確保（維持）に必要な公的な助成や措置を講ずることを定めている。こうした経緯からも、我が国の公衆浴場は公益に資する「インフラ」に近い役割を担ってきたと言えよう。そして災害時には、その公益性が殊更大きなものとなることも明らかである。

上記を勘案すれば、公衆浴場をはじめとした各種の入浴支援施設に対し、その他の防災インフラと同様に公的なサポートがなされることには一定の妥当性があると主張することもできよう。ただし、民間所有の施設であること、平常時には収益性があることを考慮する必要があるため、サポートの水準については十分な議論が必要であることも補足しておく。

##### 4.4.2.2 民間入浴施設の支援参画を促す公的サポートについて

4.4.1 で先述したヒアリングでは、「建物・設備、インフラ・ライフライン」、「マンパワー」、「自治体との連携」という 3 種類の課題が浮き彫りになった。以降ではそれぞれの課



題に対する公的なサポートについて、筆者の考えを述べる。

「建物・設備、インフラ・ライフライン」のうち建物と設備は民間の資産であるが、その公益性を鑑みれば、強靱化や改修のための資金面でのサポートの余地があると考えられる。こうした支援の事例として、東京都の公衆浴場の耐震化促進事業[66]を挙げることができる。

各種のインフラ・ライフライン、特に上水道に関しては民間側で根本的な改善を図ることが難しく、水道事業体による配慮が必要となる。近年では病院や防災拠点等を「重要給水施設」と定め、当該施設に至る管路の耐震化を優先的に実施する考え方が提唱されている[67]。仮に立地や収容人数、周辺の入浴困難状況を鑑みて重要な入浴施設があった場合、他の重要施設を勘案しながら、しかるべき優先順位のもとで管路の耐震化が検討されることが望ましい。災害発生後の管路復旧についても同様に、効果的な支援が行える入浴施設への早期の供給再開が検討されるべきであろう。また、「効果的な支援が行える入浴施設」を見出す際に、本章で述べた選定ツールの活用可能性があることも補足しておく。

「マンパワー」の不足に関しては、既往の入浴支援事例でも明らかになっている。平成28年熊本地震では1日に百人から千人超の入浴客が訪れ、不眠不休で営業を続けた銭湯の例も記録されている[47]。個々の浴場に対応人員を配置するといったサポートは現実的ではないだろうが、入浴支援所情報の広報やバス輸送、自衛隊支援などを通じ、特定の施設に入浴客が集中することを防ぐための方策について官民で考える余地があるのではないだろうか。

「自治体との連携」についても同様の提言となるが、平常時から入浴支援事業の協働者として、連携に関する具体的な事項について議論をしておくことが求められる。加えて、費用負担の在り方について平常時から取り決めておくことは、民間施設が迷いなく支援を行う上で重要であると考えられる。

#### 4.5 第4章のまとめ

本章では実際の自治体を対象としたケーススタディを通じて、入浴支援の供給能力について論じた。広域に多数の入浴困難者が発生した場合、多くの箇所に入浴支援所を開設する必要が生じる。より多くの支援を実施するために民間入浴施設の活用を検討することが有益であり、自治体には民間施設が円滑に支援に参画できるような関係性づくりを主導することが求められる。

また本章では、民間施設の抱える支援参画上の課題について整理し、その改善策の一つとして公的なサポートについても言及した。公的サポートの妥当性については4.4.2.1で論じた通りだが、実際に公的支援を検討する際には「どの程度の資金や資源を投入することが妥当か」についての知見を得ることが望ましい。そこで次章では、入浴支援事業がもたらす社会的な便益について定量評価を試みるとともに、支援所の開設に必要な費用との比較を行い、上記のような知見を得ることを目指す。

## Chapter 5

### 入浴支援事業の社会的意義

#### 5.1 防災・減災事業への公的サポートの妥当性

第3章では岡崎市内で必要となる入浴支援所について試算した。算出された「最大時、市内で40箇所」という結果は、平成28年熊本地震で熊本県内にて開設された入浴支援所の総数（47箇所）に迫る数と言える。南海トラフ巨大地震で多数の自治体が同時に被災すれば、自衛隊のような外部からの支援は分散して実施せざるを得ず、大半の支援所は地域独自で開設する必要があるだろう。

第4章では長野市内に存在する官民の入浴施設について洗い出し、実現する支援量を推計した。同市内には民間の入浴施設が多数分布し、入浴支援所として活用することで多くを入浴サービスが提供できる可能性がある。しかしながら、こうした入浴支援が十分でない地域も存在し、こうした地域では支援所の新設や既存施設の増強等が必要となる。さらに民間施設には4.4で整理したような経営上の懸念がある。多くのものは入浴施設独自の改善が難しく、公的なサポートが必要な状況である。

実際に、これまでに様々な防災・減災事業が、公的なサポートを受けて実現している。4.4.2.2で示した東京都の公衆浴場の耐震化促進事業[66]はその一例であり、他にも福祉避難所の機能維持に必要な資機材や倉庫の整備への助成（e.g.香美市[68]）、自主防災組織の活動に必要な資金や物品を支給する制度（e.g.稲沢市[69]）など、その対象は多種多様である。これらの事業の実施に公的な助成がなされているのは、これらによって災害発生時に発現する「便益」が評価されたからにほかならない。

防災・減災事業のもたらす災害時の便益に関する定量的な評価の事例として、上下水道の耐震化事業を挙げることができる。厚生労働省のマニュアル[70]では平常時の便益（ex. 平常時の水道管破損事故の軽減）に加えて災害時に得られる便益（ex. 地震被害の軽減）をそれぞれ金額化し、その合計金額を事業の実施費用と比較しながら、実施が判断されている。

入浴支援事業に対して上記のような公益性が十分に認められるのであれば、入浴支援拠点の強靱化や新設は「入浴インフラの整備」として、公的なサポートも受けながら着実に推進されるべきであろう。本章では入浴支援事業によって市民にもたらされる「入浴支援を受けられる環境」の価値について定量評価し、実際の整備費用と対比させることで、事業の「費用対効果」を分析する。

#### 5.2 事業評価手法の探索

先述の通り、人々は多様な目的のために入浴を行っており、各目的がもたらす効用の大

きさもまた、人それぞれに異なる。入浴支援事業の評価にこうした多様な価値を包含するためには、人々の主観的な評価に基づく事業評価を行うことが必要である。

市場でやり取りされないものの価値や、受益者の主観に基づく便益を評価する方法として、環境経済学等の分野で用いられる表明選好法と顕示選好法がある。本節ではこれらの考え方について概説しながら、入浴支援事業の評価に用いる手法を探索する。

### 5.2.1 表明選好法について

表明選好法はアンケート調査を用いて仮想的な市場を創り出し、人々の非市場材に対する選好を直接的に明らかにする方法である[71]。既往の事例では自然環境に関する活用が多く、地球温暖化の防止施策に対する評価[72]等が行われている。

この方法では、当該環境を直接利用すること等で享受できる「利用価値」だけでなく、直接利用しなくても発生する「非利用価値」をも評価できるという特徴がある（これらの価値について、既往文献[73]を参考に細分化したものを Table5.1 に示す）。今回取り扱う入浴支援事業では、「入浴困難に陥った本人が入浴サービスを受けられるようになる（直接利用価値）」の他にも、「他の被災者も同様に支援を受けられる（利他的価値）」、あるいは「自分の代で入浴施設が整備されることで、将来世代が被災した時に利用することができる（遺産価値）」といった非利用価値が少なからず評価の対象となるものと考えられる。

表明選好法では仮想的な市場を「シナリオ」として被験者に提示した上で質問を行うため、シナリオ次第で様々な環境の価値を題材にすることができ、大きな利点と言える。後述の顕示選好法と比較して回答値のバイアスが大きくなることが懸念されているが、シナリオの設定や質問の仕方を工夫することで、バイアスを小さくできることも知られている。

Table5.1 利用価値、非利用価値の分類

価値の種類		概要とその例
利用価値	直接利用価値	自分が入浴支援を直接利用することによって得られる価値
	間接利用価値	間接的に利用することによって得られる価値 ex. 他者が入浴支援を受けることで、避難所内の衛生状態が保たれる。
	オプション価値※	直接・間接利用価値について、（本人が）将来利用できるということから得られる価値。
非利用価値	存在価値	存在するという事実そのものに対する価値
	遺産価値	将来世代に自然資本を残すということに対する価値 ex. 一度用意した入浴支援のための資機材を、次の災害発生時にも活用できる。
	利他的価値	現世代における他の人々が価値を受けることに対する価値

※本調査の性質上、算出する事業便益にオプション価値は含まれてないことを補足する。

### 5.2.2 顕示選好法について

顕示選好法は人々の経済活動から得られる情報を手掛かりに環境の価値を評価する間接的な評価手法である[71]。この方法では表明選好法のように非利用価値を評価することはできないが、人々の活動履歴を活用するため回答時のバイアスを少なくすることができる。とされ、平常時に利用するレクリエーションサイトの価値評価等に適用されることが一般的である[74]。

しかしながら、顕示選好法の実施には評価の目的に応じた適切なデータが必要であり、その点が本研究における同法の採用を困難なものとしている。代表的な手法であるゾーントラベルコスト法では、評価対象となる施設（あるいは、その競合施設）への旅行費用（交通費、時間費用等）が等しい区域毎に、施設への来訪頻度に関する調査を行い、当該施設の需要関数を推定する。同手法は旅行費用が大きくなるほど対象施設への来訪頻度が小さくなる性質を利用しているが、それは利用者が旅行費用に関する十分な情報を有していることが前提条件であろう。一方で過去の災害事例では、入浴困難に陥った人々が入浴支援の実施場所に関する確たる情報を持たず、他者からの伝聞に頼ったり探索的に支援場所にたどり着いたケースも一定数存在した（第3章、Table 3.8を参照）。このようなケースと事前に支援場所を知っていたケースとでは、その旅行費用は違ったものになりかねない。また、災害による道路の寸断により入浴に行きたくても行けなかった場合も十分に考えられ、こうした人々と、入浴支援に魅力を感じずに来訪しなかった人々とを明確に区別することは難しいと考えられる。

### 5.2.3 便益評価手法の選定

先述の通り、表明選好法では幅広い環境を対象とした評価が可能である一方、顕示選好法を使用する際には「受益者が利用施設についての情報を有している」のような平常時同様の仮定が必要であり、災害発生時のシナリオを考える場合に必ずしも適切とは言えない。したがって本研究では表明選好法を用いることとする。以下では表明選好法の具体的な手法のうち、代表的な2つ（仮想評価法ならびにコンジョイント分析）について概観し、今回の調査に用いる手法を選定する。

#### 5.2.3.1 仮想評価法の概要と、防災分野への適用

仮想評価法（contingent valuation method, 以下 CVM）とはその名の通り、仮想のシナリオ（環境変化を記述した仮想的な説明内容）を回答者に提示し、変化前あるいは変化後の環境の評価を依頼する手法である。CVMでは対象となる環境を金額評価することで定量化することが可能であり、その指標として支払意思額（Willingness to Pay, 以下 WTP）や受入補償額（Willingness to Accept, 以下 WTA）が用いられる。WTPは「環境が改善する（あるいは、悪化を防ぐ）ためにお金を支払う場合、回答者が支払っても良いと考える金額」、WTAは「補償金を受け取って環境の悪化を受け入れる場合、受け入れてもよいと考

える金額」を意味する。CVMでは提示するシナリオ次第で、非利用価値を含むあらゆる価値を評価できるとされる[75]。

CVMは防災関連事業の評価にも用いられている。横地ら[76]は災害発生時にも活躍する救急医療用ヘリコプターの運航事業に対し、市民がどの程度の価値を見出しているか検証すべく、CVMを用いてWTPを算出している。

#### 5.2.3.2 コンジョイント分析の概要と、防災分野への適用

コンジョイント分析も回答者に環境変化に関するシナリオを提示する点では同じであるが、環境変化に伴って特定の要素が変化することを想定し、複数のプロファイルを提示する点に特徴がある。防災分野への適応事例を例にとると、内田ら[77]は災害発生時に火災の延焼防止や救援・物資流通の拠点などの機能を担う「防災公園」整備事業に対する市民の評価を検証している。ここでは「樹木などの植樹」、「災害応急対策施設」、「救援活動施設」、「復旧・復興の拠点整備」の4つの整備案を提示して、それぞれの有無の組み合わせと事業に必要な税負担をセットにした7種のプロファイルを作成し、回答者にとって望ましい順位をつけるよう依頼している。回答データを分析することで、4要素のうちどれに大きな価値が見出されていたか検証がなされている。

#### 5.2.3.3 本研究で設定する仮想的シナリオと、評価手法の決定

本研究で表明選好等を用いる場合、回答者に提示するシナリオは「入浴支援事業の実施により、災害時にも入浴支援を受けることが保証される」というものである。ここまではCVM、コンジョイント分析ともに共通だが、コンジョイント分析の実施に必要なプロファイルの作成に難航することが予想された。なぜなら先述の通り、人は入浴に様々な目的を持っており、それらをすべてプロファイルに包含するのは困難であるためである。

そこで本研究では、「大規模災害発生時でも、入浴支援が受けられる環境」の価値について包括的に評価するための手法として、CVMを採用することとした。

### 5.3 CVM 調査の設計

先述の通り、CVMでは質問方法などにより回答値にバイアスが生じ、評価の精度を低下させる恐れがあるため、シナリオの設定や質問の仕方を工夫する必要がある。本研究では国土交通省[78]の適用指針（以下、「国交省指針」とする）、ならびに関連図書[75]を参照しながら調査票の作成を行った。本節では、調査票の作成に際し特に注意・工夫した点について記載する。

#### 5.3.1 調査対象者の選定

国交省指針では、仮想評価法で取り扱う事業（今回の場合、入浴支援事業）が効果を及ぼす範囲を予測し、アンケート調査の対象者の範囲もそれに合わせることを望ましいとし

ている（その一方で、事業効果の対象となる範囲を正確に把握することの困難性にも触れている）。

本調査のケースでも、将来的な事業の対象者（利用価値と非利用価値の両方を享受する）と非対象者（非利用価値のみを享受する）を前もって区分することは困難を極める。

そこで代替策として、過去の巨大地震で入浴困難に陥った人の割合（第3章の Table 3.2 に示した通り、平成28年熊本地震発生直後における入浴困難者割合は58.4%であった）を参考に、半数程度の人は何らかの形での入浴支援を必要とすることを想定した。その上で、調査対象者の募集では、近年大きな災害に見舞われた9都道府県（北海道、岩手県、宮城県、福島県、新潟県、大阪府、兵庫県、岡山県、熊本県）を対象に、過去の災害により「3日以上自宅で入浴（シャワー浴含む）ができなかった」経験がある者とならない者とおおよそ半数ずつとなるようにサンプリングし、WTPについて尋ねることとした。

### 5.3.2 提示する仮想シナリオの設定

回答者に提示する仮想シナリオでは、その前半で過去の災害時に入浴困難問題が発生してきたことを、後半では回答者自らが費用を支払うことで入浴支援が実施されることを示す。なお、費用は一人当たりの金額について尋ねる。

回答者はWTPの表明に際し、「費用を支払わなければ、どれくらいの期間入浴ができなくなるのか」について思案すると考えられるが、本調査ではその目安を示さず、回答者の想像に任せることとしている。これは、自宅入浴ができない期間は回答者の居住地域や住環境によって大きく異なり、具体的な数値を提示することは回答時にバイアスを生じさせると考えたためである。

### 5.3.3 支払い手段の設定

入浴支援が公共事業として実施されることを考えると、事業に必要な財源は、実際には主に税金で賄われるものと考えられる。しかし国交省指針では、調査票のシナリオで提示する支払い手段（名目）によって回答値にバイアスが生じる可能性があるため、各手段の特徴を勘案し設定することが望ましいとされている。支払い手段として主要なものとして「追加税」、「負担金」、「利用料金」の3つが挙げられている。

このうち「追加税」について、税金は県税、市税のようにある区域に居住する住民から一様に徴収されるものという印象を与える可能性がある。例えば被験者の町内は隣接する町内と比較して災害リスクが小さいと考えられる場合、自らは入浴支援を受ける必要がないが隣町では支援の需要があるという場合が考えられる。このような場合は「他者のためだけの」入浴支援所に対する費用を表明することにもなり得、WTPを低く表明する可能性も考えられる。今回の調査は「入浴支援を受けられるようになることの直接的な利用価値」を評価するものであるため、このような回答によって支払い意思額にバイアスが生じることが適切でないと判断した。

「利用料金」を採用した場合、回答者は既存の入浴施設（例えば、銭湯）における一般的な利用料金を参考にし、回答することが考えられる。一方で、今回 WTP を調査したい事業は「(もともと入浴支援機能のない地域を含め) 入浴支援に必要な施設や体制を整える」ことであり、これには「①既存の入浴施設の営業継続」に加え、「②新たに入浴支援場所を開設する」ことも含まれる。WTP を利用料金として質問すると、上記の②に対する評価や、非利用価値に関する評価が十分になされないことが懸念された。以上のことを勘案し、今回調査では追加税よりも支払いへの抵抗感が小さく、既存の料金への感覚に左右されることが少ないと考えられる「負担金」を用いて WTP を年額で測定することとした。

#### 5.3.4 災害発生の不確実性の考慮

言うまでもなく災害の発生は不確実であり、今回のような災害の発生に伴い実施される事業では、その便益が発現するまでの期間にばらつきが生じるのは言うまでもない。仮に回答者が近い将来に災害が起こらないという感覚を持つ場合、長年にわたり負担金を支払うことに備えて WTP を過少評価したり、引っ越しの可能性があるため負担金を支払わないと答えるかもしれない。こうした入浴支援事業の価値自体と関係のない要素が WTP に影響することを予防するため、本調査では「負担金は年度の初めに支払い、その年度内に災害が発生しなかった場合は返還される」という仮想のルールを作り、回答者に提示することとした。

上記のルールの下で回答された WTP は、災害による入浴困難が 1 年以内に確実に発生するという前提での「条件付き WTP」であるため、算出された WTP を補正する必要がある。WTP の補正については、5.5.2 で後述する。

#### 5.3.5 回答方式の設定

回答方式（WTP の回答を行う方法）にも様々なものがある。国交省指針では提示した金額に対して支払い意思の有無を回答させる二項選択方式が、他の方式と比べて回答値の信憑性が高いと推奨されている。本調査では二項選択方式の中でも、二段階二項選択方式を採用した。二段階二項選択方式では金額提示と賛否の確認を二度繰り返すことで、判断のために必要な情報（「事業そのものへの賛否」ではなく、「負担金額への賛否」を尋ねる目的の質問であること）を補い、回答時のバイアス発生を抑制すると指摘されている[79]。

#### 5.3.6 抵抗解答の排除

抵抗回答とは、調査票で提示される仮想的シナリオのうち、事業そのものとは関係のない部分（ex. WTP の徴収方法など）に抵抗を感じることで表明される反対意見である。抵抗解答は事業に対する支払い意思額を表明していない回答であり、支払い意思額を推定する際には適切に排除する必要がある。

本調査では国交省指針で例示されている「抵抗解答を判別するための設問」を参考に、負担金の支払いを拒否する理由を尋ねる設問を作成、金額提示に二度とも反対した回答者に回答を依頼することとした。

#### 5.4 CVM 調査の実施

上記を経て作成した調査票を用いて、インターネットモニターを対象としたアンケート調査を実施した。調査の概要について Table5.2 に記載する。また、実際の調査画面（回答者に提示した画面のイメージについて Figure5.1～Figure5.3 に、負担金として提示した金額（7つのパターンを用意し、ランダムに提示した）と各パターンの回答結果については Table5.3 を参照されたい。

Table5.2 調査概要

<b>期間</b>	2019年4月5日～2019年4月8日
<b>形式</b>	WEBアンケート
<b>対象者</b>	<p>北海道、岩手県、宮城県、福島県、新潟県、大阪府、兵庫県、岡山県、熊本県に在住の成人、計728名※1 ※2.</p> <p>※1災害によって3日以上自宅で入浴（シャワー浴を含む）ができなかった経験がある361名、同様の経験のない367名からなる.</p> <p>※2 回答データの分析では、抵抗解答を除く、525名の回答データを対象とした.</p>



大規模災害が発生すると、水道や電力、ガスといったライフラインが途絶し、復旧するまでの間は普段のように利用することができなくなります。また、家屋が損壊し、安全に住めなくなる可能性もあります。

こうした状況の中で、被災地で問題となるものの一つに、入浴があります。これからあなたがお住まいの地域で災害が発生し、家屋が損壊して避難所生活を余儀なくされたり、ライフラインの途絶により水やお湯が出なくなったりすることで、あなた自身やご家族も自由に入浴ができなくなるかもしれません。

過去の災害時では、主に自衛隊によって避難所に仮設入浴所が設置されたり、地元の入浴施設（銭湯など）が臨時で営業を続け、入浴が困難な人々に無償でサービスを提供したりしてきました。



自衛隊による入浴支援



熊本地震発生時、入浴支援を求め銭湯を訪れた人々  
出典：全国公衆浴場業生活衛生同業組合連合会

Figure 5.1 アンケート調査画面（仮想的シナリオの説明，前半部分）

実際には、これらの事業の一部は主に税金によって実施されていますが、ここでは事業の重要性を金額に置き換えて評価するために、仮に事業が税金ではなく、各世帯から負担金を集めて行われるような仕組みがあったとしたら、という状況を想像してください。



もし各世帯が一人あたり年 **金額①** の負担金を払えば、災害発生時に、近隣の避難所に写真のような仮設入浴所が設置される場合、あなたはこの事業に賛成ですか。

※1 事業に反対し、負担金を支払わない場合は、仮設入浴所の設置や入浴施設(銭湯など)の臨時営業がなく、公的な入浴支援が一切ないものと仮定します。

※2 負担金を一度支払えば、避難所が解消して仮設入浴所が撤去されるまで、無料で入浴できるものとします。

仮設入浴所は混雑する可能性はあっても、行列待ちをすれば必ず入浴できるものとします。(大混雑等により、支援が途中で打ち切られることはありません。)

※3 負担金は年度の初めに支払っていただき、その年度に災害が起こらなかった場合(仮設入浴所を設置しなかった場合)返還されるものとします。

※4 これはあくまでも事業の重要性を評価するためのこのアンケート上での仮定であり、実際にこのような仕組みが考えられているわけではありません。

では、負担金が一人あたり年 **金額②※** になった場合、賛成ですか。

※金額①に賛成の場合はより高い金額、反対の場合はより低い金額が提示される。

Figure 5.2 アンケート調査画面（仮想的シナリオの説明，後半部分）

反対の理由は何ですか。最もあてはまるものをひとつお答えください。

- ・事業が行われる方が良いと思うが、一人あたり年▲▲円（二度目の提示額）を支払う価値はないと思うから
- ・たとえ負担金がなくても、この事業を行わない方が良いと思うから
- ・世帯から負担金を集めるという仕組みに反対だから⇒抵抗解答とみなす
- ・これだけの情報では判断できない⇒抵抗解答とみなす
- ・その他（自由記述）⇒内容に応じて判断する

Figure 5.3 アンケート調査画面（抵抗回答判別用の質問）

Table5.3 負担金額の提示パターンと、回答結果

提示 パターン	一度目 提示額	二度目の提示金額		回答結果（一度目/二度目）				
		一度目提示額に 賛成	一度目提示額に 反対	賛成 /賛成	賛成 /反対	反対 /賛成	反対 /反対※	抵抗解答
1	500円	1,000円	100円	38	39	15	2	9
2	1,000円	3,000円	500円	21	43	2	5	17
3	3,000円	6,000円	1,000円	18	42	10	3	21
4	6,000円	10,000円	3,000円	27	38	9	16	30
5	10,000円	20,000円	6,000円	14	47	3	13	41
6	20,000円	50,000円	10,000円	10	40	4	9	49
7	50,000円	100,000円	20,000円	6	32	2	17	36

※抵抗解答を除く

## 5.5 結果の分析

### 推定の流れと推定結果

本節では、CVM 調査票への回答結果（Table5.3）を用いた分析について説明する。本研究では WTP の推定にあたり、栗山の「Excel でできる CVM 第 4.0 版」[80]を使用した。以下、推定の流れについて、栗山[81]を参照しながら記載する（栗山[81]は以前のバージョン(3.2 版)について述べたものであるが、4.0 版はこのマイナーチェンジ版であり、基本的な推定の仕組みについては当該報告書を参照する）。

賛成・反対の回答結果を十分なサンプル数回収できていれば、横軸に「提示金額」、縦軸に「その金額を提示した時の賛成率」をとったグラフ（以下、賛成率曲線と呼称する）は右肩下がりの曲線を描くと考えられる。本調査では、賛成率曲線が対数ロジスティック分布に従うと仮定する（なお、今回用いた「Excel でできる CVM 第 4.0 版」ではその他の賛成率曲線をその他のモデルで仮定することもできるが、対数尤度に大きな差異はなく、適合度の違いは小さいと判断した）。

二段階二項選択方式で収集した回答データから WTP を推定する場合、Haneman, et al[82]のモデルが適用される（当該モデルによる分析方法については、吉田ら[79]の解説を参照しながら説明する）。その分析方法は以下の通りである。

回答者  $i$  に提示されるはじめの提示額を  $T_i$ 、 $T_i$  に対して「賛成」と回答した場合に提示される二度目の金額を  $T_{ui}$ 、「反対」と回答した場合に提示される二度目の金額を  $T_{di}$  とする。ただし、 $(T_{di} < T < T_{ui})$  である。

二度の提示金額への賛否を表明した回答データは「賛成/賛成：yy」、「賛成/反対：yn」、「反対/賛成：ny」、「反対/反対：nn」の 4 種類となる。ある回答者がそれぞれの回答をする確率を  $P_{yy}$ 、 $P_{yn}$ 、 $P_{ny}$ 、 $P_{nn}$  とすると下記のような関係式が得られる。

$$P_{yy}(T_i, T_{ui}) = \Pr\{T_i < T_{ui} \leq WTP_i\} = 1 - G(T_{ui}; \beta X_i)$$

$$P^{yn}(T_i, T_{ui}) = \Pr\{T_i \leq WTP_i < T_{ui}\} = G(T_{ui}; \beta X_i) - G(T_i; \beta X_i)$$

$$P^{ny}(T_i, T_{di}) = \Pr\{T_{di} \leq WTP_i < T_i\} = G(T_i; \beta X_i) - G(T_{di}; \beta X_i)$$

$$P^{nn}(T_i, T_{di}) = \Pr\{WTP_i < T_{di} < T_i\} = G(T_{di}; \beta X_i)$$

上記において、 $G(\cdot)$ は任意の分布関数、 $X_i$  は回答者  $i$  の個人属性、 $\beta$ はパラメータである。

ここで、はじめの提示額  $T_i$ に対して「賛成」と回答した場合に 1、「反対」と回答した場合に 0 となる変数  $If_i$ 、二度目の提示額  $T_u$ 、 $T_d$ に対して「賛成」と回答した場合に 1、「反対」と回答した場合に 0 となる変数  $Is_i$ を定義する。このとき、対数尤度関数は、次のように表現される。

$$\begin{aligned} \ln L &= \sum \{If_i Is_i \ln P^{yy}(T_i, T_{ui}) + If_i(1 - Is_i) \ln P^{yn}(T_i, T_{ui}) \\ &\quad + (1 - If_i) Is_i \ln P^{ny}(T_i, T_{di}) + (1 - If_i)(1 - Is_i) \ln P^{nn}(T_i, T_{di})\} \\ &= \sum \left[ If_i Is_i \ln \left\{ 1 - G(T_{ui}; \beta X_i) \right\} + If_i(1 - Is_i) \ln \left\{ G(T_{ui}; \beta X_i) - G(T_i; \beta X_i) \right\} \right. \\ &\quad \left. + (1 - If_i) Is_i \ln \left\{ G(T_i; \beta X_i) - G(T_{di}; \beta X_i) \right\} + (1 - If_i)(1 - Is_i) \ln \left\{ G(T_{di}; \beta X_i) \right\} \right] \end{aligned}$$

本分析では、 $G(\cdot)$ に対数ロジスティック分布を仮定し、最尤推定法によってパラメータを推計する。提示金額への賛成確率を  $P$ 、 $\alpha_0$ 、 $\alpha_1$  をパラメータとして推定を行うと、以下のロジットモデルが得られる。

$$P = \left\{ 1 + \exp \left( -\alpha_0 - \alpha_1 \cdot \ln T_i - \beta X_i \right) \right\}^{-1}$$

この式を  $T$  について無限大まで積分することで、 $WTP$  の平均値が得られる。また、 $P=0.5$ とした場合の  $T$  が  $WTP$  の中央値となる。

上記の分析方法により  $WTP$  を算出したところ、中央値は 7,334 円、平均値は 20,292 円となった（別途出力された、負担金額毎の「賛成率」の予測曲線のグラフを、本稿末尾の Appendix 2 に掲載する）。ただし本分析では積分計算の際、最大の提示金額である 100,000 円で裾切を行った。そのため、算出された平均値は厳密な値ではないが、「当該金額以上の価値がある」という目安値として取り扱うことを補足する。

### 5.5.2 災害の不確実性を考慮した WTP の補正

5.3.4 で述べた通り、前項で推定した  $WTP$  は「災害による入浴困難が確実に発生するという前提での  $WTP$ 」である。以下では、災害発生の不確実性を考慮した  $WTP$  の補正について述べる。

#### 5.5.2.1 不確実性を考慮した便益評価尺度

コルスタッド[83]は不確実な事象への行動でもたらされる便益について、期待余剰とオプション価格（option price）の2つの考え方を説明している。前者は、災害で入浴困難状態が生じる状態（状態 L）と生じない状態（状態 S）のそれぞれの発生確率と、入浴支援拠点によってもたらされる便益の積を足し合わせたものをいう。後者は、状態 L と状態 S のどちらが実現したとしても、入浴支援拠点の存在を保証するために、回答者はどれだけ前払いする意思があるかを表した尺度である。また、オプション価格と期待余剰の差はオプション価値（option value）と呼ばれる。

不確実性下での便益評価指標について整理した中畠[84]は、いくつかの言説を紹介しながらオプション価格と期待余剰の使用場面について述べている。例えば堤防建設のような災害発生前に行う防災事業に関しては、直接的な被害軽減効果に加えて住民の平常時の不安軽減効果（リスクプレミアム）も発生するとし、これらを包含した評価方法としてオプション価格を用いることが適切としている。

一方で、実際の事業評価では多くの場合で期待余剰が用いられてきた。国土交通省の技術指針[85]では上記の不安軽減効果について計測実績が少ないことから、計測手法の精度向上が進められるまでの間は期待余剰を防災事業の便益とすることが記されている。

繰り返しになるが、今回の調査では災害が発生しない場合に負担金が返還されるという仮定のルールを設けることで、「1年以内に入浴困難が確実に発生するという前提」における WTP の回答を促した。これは、オプション価格が包含する「いつ災害が起こるかわからないという不安の軽減」を十分に評価したものとは言い難い。そこで本研究では、調査で得られた WTP を用いて期待余剰を算出し、入浴支援事業がもたらす便益とみなすことが適切と判断した。

#### 5.5.2.2 期待余剰の算出

期待余剰 ES は状態 L の発生確率  $\pi_L$  と、状態 L および状態 S のときに入浴支援事業のもたらす便益  $U_L$ ,  $U_S$  を用いて以下の式のように表される。

$$ES = \pi_L U_L + (1 - \pi_L) U_S$$

ここで、 $U_L$  は推定した WTP 値、 $U_S$  は 0 と考えると以下の式となり、推定 WTP 値は入浴困難の発生確率によって、不確実性を考慮した値に補正できることがわかる。

$$ES = \pi_L WTP$$

続いて、災害の発生確率の  $\pi L$  の考え方について説明する。防災インフラの設置効果を議論する際には、当該インフラの供用期間内に何回災害が発生するか（期間内の発生率）を発生確率として用いることが一般的である（ex. 参考文献[70]）。

それでは、入浴困難が生じるほどの大規模災害が入浴拠点の供用中（仮に、30年とする）に発生する確率はどれほどだろうか。地域毎の災害リスクの大きさに依存することは言うまでもないが、例えば南海トラフ巨大地震が今後30年以内に発生する確率は70～80%と言われている[86]。また気象庁[87]による確率降水量の試算では、愛知県岡崎市における50年確率降水量（24時間）は257mmで、これは同市に大きな被害をもたらした平成20年8月末豪雨における24時間降水量[88]に相当する。50年確率であることを考慮すると、今後30年間で同様の降水がもたらされる確率はおよそ60%と推計される（当然ながら、回答者の家屋やライフラインの強靱性等、入浴困難に関わる要素は他にも多数ある。ここでの議論はWTP値の補正の例として挙げたものであることを補足する）。

以上を考慮すると、岡崎市内における入浴支援事業の期待余剰は、南海トラフ巨大地震の場合で推定WTP値の7割5分の値（中央値が5,501（円/人）、平均値が15,219（円/人））、豪雨災害の場合で推定WTP値の6割の値（中央値が4,400（円/人）、平均値が12,175（円/人））と考えることができよう。

### 5.5.3 個人属性による影響の検証

続いて「Excel でできる CVM 第 4.0 版」の「フルモデル分析」機能を用いて、対数線形ロジットモデルの推定結果から回答者の個人属性の影響力について確認した。その結果をTable5.4に示すが、回答者の年収のみが統計的に有意にWTPを増大させる要因と示唆された。本調査では「自宅で入浴ができなかった経験の有無」がWTPの影響要因となりうることを予測していたが、今回の分析では有意な影響は見られなかった。この一因としては、サンプルを回収する地域を近年で大きな災害に見舞われた都道府県に限定したことが考えられる。当該都道府県の在住で入浴できなかった経験が「ない」と回答した者でも、周囲の人間が入浴できなくなり、入浴支援を受けた経験を見聞きすることで自らが入浴支援を受けるイメージが明確になり、WTPに影響が生じた可能性がある。この点については今後、比較的災害が少ない地域でも調査を行うことで、追加検証したい。

### 5.6 分析結果の考察

本節では前節で推定したWTPを用いて、入浴支援事業の価値の大きさについて複数の考察を行う。過去に行われた入浴支援事業でもたらされた便益について推計するとともに、今後の災害に備えた入浴支援拠点の整備について、当該事業の費用対効果分析を試みる。この際、前者については、実際に行われた支援事業への評価として推定WTP値を用いて考察する。一方、後者については災害発生の不確実性を考慮して期待余剰を用いた分析を行う。

Table5.4 フルモデル分析の結果

WTPに影響を与える要因（フルモデル分析）			
変数名	備考	係数	p値
定数項		8.4444	0.000 *
提示額の対数値		-0.9705	0.000 *
性別	女性を0, 男性を1とするダミー変数	0.0158	0.922
入浴困難経験	過去に災害で3日間以上, 自宅で入浴できなかった経験がない人を0, ある人を1とするダミー変数	-0.0001	1.000
結婚	結婚していない人を0, 結婚している人を1とするダミー変数	-0.1640	0.358
世帯税込年収	年収のカテゴリに応じ代表値を割当て 100万円未満⇒50 100万円以上200万円未満⇒150 200万円以上300万円未満⇒250 300万円以上400万円未満⇒350 400万円以上500万円未満⇒450 500万円以上600万円未満⇒550 600万円以上700万円未満⇒650 700万円以上800万円未満⇒750 800万円以上900万円未満⇒850 900万円以上1,000万円未満：950 1,000万円以上1,200万円未満⇒1,100 1,200万円以上1,500万円未満⇒1,350 1,500万円以上2,000万円未満⇒1,750 2,000万円以上⇒2,500	0.0005	0.027 *

\*は統計的有意な影響が認められた項目を示す.

なお以降の考察では, WTP 推定値や期待余剰値として基本的に平均値を用いた場合を論じるが, 中央値を使用することが有意義と考えられる検証については, 中央値を用いた結果も併記する.

補足：WTP の平均値と中央値について

国交省指針では, WTP の代表値として平均値を用いることを推奨している. 特に便益を



集計するという観点からは、支払い意思額の平均値（裾切り等の処理を行い、ばらつきを抑えることが望ましい）に受益者数を乗じるのが理論整合的とされる。

一方で、WTP 中央値は、「半分の回答者が支払いに賛成する金額」と解釈でき、平均値と比べても一律に徴収することが現実的な金額であるといえる。そのため当該金額と、本来、一律の金額が徴収されるべき金額とを比較することは有意義と考えられる。

#### 5.6.1 入浴支援の“事業価値”の概算

入浴支援事業のもたらす便益に当該事業の対象者数を乗じることで、事業のもたらす総便益の大きさを類推することができる。もっとも、入浴支援の非利用価値を考慮すると、事業の直接の対象者以外も便益を享受するものと考えられる。しかしながら本研究での調査の性質上、WTP 回答値を利用価値と非利用価値とで分離することは困難である。そのため、ここでは実際に入浴支援の対象となった者のみを受益者として取り扱う。この金額はいわば、社会が入浴支援事業に認めた価値の総和であり、この金額の範囲で十分な入浴支援が行われるのであれば、有意義な事業であるといっていよう。

上記の考えに基づき、熊本地震の事例で行われた入浴支援事業の価値を換算する。熊本地震の発生時、県民の 58.4%が自宅で入浴することができず、さらにそのうち 29.2%が自衛隊の支援および地元の公衆浴場を利用したことが分かっている（第3章、Table 3.2 および Table 3.4 参照）。これらの割合と当時の熊本県の人口から、およそ 30.4 万人もの人々がいずれかの入浴支援を受援したと概算できる。この人数に WTP 平均値（20,292 円）を乗じると、入浴支援事業のもたらした便益はおよそ 61 億円以上と算出される。

#### 5.6.2 入浴支援事業に要する費用の比較

前節での概算結果から、入浴支援事業が人々にとって（多額の資金を集めてでも行われるべき）意義深いものと評価されていることが窺い知れる。ここからは入浴支援事業を行う際に要する費用として「既存支援拠点の運用費用（フロー）」と「支援拠点整備費用（ストック）」の二つを想定し、WTP や期待余剰との対比を試みる。

##### 5.6.2.1 既存支援拠点の運用費用との比較

熊本地震の事例では県の支援要請に対し、地元の入浴施設や宿泊施設、計 52 施設で無料の入浴支援が実施され、延べ 32 万人が利用した[47]。そして、これらの施設に対して災害救助法に基づいた営業補償が行われ、1.3 億円が支払われている（金額は、熊本県へのヒアリングによる）。これらの数値から、営業ができた施設における「支援 1 回分」の補償金額は、約 406 円と見積もることができる（なお、熊本県内の一般公衆浴場での利用料金統制額は 400 円（令和 3 年 11 月現在）であり、上記の金額とほぼ同額といえる。）。

本調査で回答された WTP を、入浴支援を受ける際の「負担金」と捉えたと、その平均値は「入浴支援約 50 回分」、中央値の場合は「約 18 回分」に匹敵する金額とみなすことが



できる。入浴支援のための施設が地域内に整っていることが前提だが、中央値の金額を一様に徴収した場合でも2～3週間分の入浴を確保することができる結果となった。

#### 5.6.2.2 支援拠点整備のための費用との比較

被災地域内に十分な入浴支援体制を整備するためには、新たな支援拠点の開設や既存施設の防災対策といった諸施策が必要となる。本研究ではいくつかの施策に必要な費用の目安について公表資料を参考に類推し、事業のもたらす総便益との比較を試みる。以降では、第3章でケーススタディを行った、愛知県岡崎市を対象に論を進める。

岡崎市でのケーススタディでは、南海トラフ巨大地震の発生後7日目の時点で市内に56,000人もの入浴支援対象者が発生すると試算結果を得た。この対象者に対して入浴支援事業がもたらす総便益は、対象者の人数に5.5.2.2で算出した期待余剰の平均値（15,219円）を乗じた約8.5億円と想定することができる。

また、5.5.2.2では、岡崎市における50年確率降水量（24時間）は、「平成20年8月末豪雨」で記録された雨量に匹敵することを述べた。この豪雨災害では岡崎市内の全域、約38万人が避難勧告の対象となった[89]が、発令が未明であった[90]こともあり避難した住民はほとんどいなかった。そのため同等の豪雨災害が再び発生した際の避難者数について予測することが難しいが、仮に1割の3.8万人が避難して入浴支援を受ける場合を想定すると、その便益は期待余剰の平均値（12,175円）を加味して約4.6億円と推計できる。上記の2つの災害に対する便益を加算すると約13.1億円となるが、この総便益は、入浴支援事業に必要な費用に対し妥当なものであろうか。

続いて、支援拠点整備に必要な費用を類推する。本稿ではTable5.5のように、支援拠点となりうる銭湯等の施設があるかどうか、また地域内の入浴需要家数の大小に応じて、「大規模」「中～大規模」「中規模」「小規模」の4種類の支援所整備を想定した。その上でTable5.6のように、整備内容毎に必要な資機材調達や防災対策をイメージした上で、その費用の目安についてまとめた。

#### 補足：入浴支援所の整備費用について

Table5.6で想定した入浴支援所の整備費用は、あくまで推定WTPと比較し、その規模感を考察するための大まかなものである。実際の整備には支援所を運用するための物的・人的資源、民間施設への営業補償、資機材のメンテナンス等に関する費用が発生するが、Table5.6にはそうした費用は含まれていない。

入浴支援所開設のための「大規模」な整備で約2,200万円、「中規模」で約650万円という費用が必要となるものと設定した。なお、既存の入浴施設を活用する場合として銭湯の耐震化を例示したが、個々の銭湯の構造や目標とする耐震性能の水準により、対策費用が左右される。入浴支援整備事業の範疇で全ての対策を実施することは困難かもしれない

Table5.5 入浴拠点整備の規模と概算費用

整備規模	既存入浴施設	入浴需要家	具体的な整備の一例	必要な資機材や対策	大まかな整備費用
大	活用できない	多い	・自衛隊の入浴支援で使用される設備を配備 ・給水運搬車の導入.	Table5.6の①+②	2,190万円
中～大	活用できる	多い	・入浴施設（銭湯）の建物の強靱化. ※上水道の復旧後、事業用水が調達可能とし、給水のための整備は不要と想定.	Table5.6の③	個別検討が必要
中	活用できない	少ない	・入浴施設以外の施設（ex.公民館、社会福祉施設）の建物を耐震化し、その浴室を利用. ※上水道の復旧後、事業用水が調達可能とし、給水のための整備は不要と想定.	Table5.6の④+⑤	650万円
小	活用できる	少ない	入浴支援拠点到に転用する施設の状況等に応じ、適宜整備が必要となる場合がある.	適宜	少額
<p>&lt;各語が示す状況のイメージ&gt;</p> <p>■既存入浴施設の活用可否</p> <p>「活用できない」⇒入浴支援所となりうる銭湯や諸設備が存在せず、はじめから支援所を立ち上げる必要がある場合.</p> <p>「活用できる」⇒地元銭湯等の施設に防災対策を実施することで、入浴支援所として活用可能である場合.</p> <p>■入浴需要家の規模</p> <p>「多い」⇒300～1,000名/日程度の入浴支援が必要. 既存入浴施設レベルの収容人数と、40m<sup>3</sup>/日程度の貯水能力が必要. 1,000名以上の支援対象者がいる場合、複数回の整備（資機材確保）が必要となる.</p> <p>「少ない」⇒入浴支援の必要量が300名/日未満であり、既存入浴施設より小規模な浴場と最大20m<sup>3</sup>/日の貯水能力が必要.</p>					

Table5.6 必要な資機材や対策とその概算費用

整備規模	資機材や対策	費用の目安	備考	根拠
大	①野外入浴セット2型1器	1,190万円	浴槽、ボイラー、発電機、揚水ポンプ、貯水タンク、シャワースタンド等の一式.	参考文献[91]
	②給水運搬車 1台	1,000万円	入浴支援拠点到に上水道が通じていない場合を想定.	参考文献[92]
中～大	③銭湯建屋の耐震化	個別検討を要す	必要な対策の水準によって費用が左右される.（ex. 著者らの調査では、屋根の軽量化工事が約350万円、筋交い補強工事が400万円で施工された事例がある.）	設計事務所へのヒアリング
中	④貯水槽 20m <sup>3</sup> 分	500万円	厚生労働省の試算では、2m <sup>3</sup> /日の運搬給水を行う際に必要な配水タンクを50万円/基と価格設定している.	参考文献[93]
	⑤一般建屋の耐震化	150万円	転用施設の構造によって耐震化費用は異なるが、本研究では一般木造家屋の耐震化に必要な、標準的な費用を参照した.	参考文献[94]

が、屋根の軽量化や建屋の筋交い補強等の対策を施すことで、銭湯経営者に対する一定の支援が可能となると考えられる。

第3章でのケーススタディでは、入浴支援所に転用できる施設が岡崎市内にどれだけあるかについて調査をしていない。したがって各規模の拠点整備をそれぞれどの程度行う必要があるかは不明であるが、仮に市内に活用できる施設が皆無で、全ての入浴困難者を「大規模」な整備で賄う（2,200万円で1,000人の入浴を確保する）とした場合、56回分の整備（「入浴支援セット2型」56基および、給水運搬車56台）を要し、約12.3億円の費用が必要となる。これは事業のもたらす総便益の想定額を下回ることから、岡崎市における拠点整備事業はその費用に見合った便益を生み出すと評価できる。また、今回算出した総便益に加えて入浴支援を利用しない市民が享受する「非利用価値」が存在することから、これを含めた総便益はより大きな値となりうることも補足しておく。

また先述の通り、今回の検証では入浴支援に従事する人の人件費や資機材のランニングコストなどを細かく考慮していないが、入浴支援の財源が支援に必要な一切の費用を大きく上回る場合、支援事業の一部を民間事業者に委託して行うことも一考の価値がある。

## 5.7 第5章のまとめ

本章では冒頭で述べた通り、入浴支援事業に必要な支援所の整備に公的なサポートを施す場合、それが費用対効果の観点から認められるか、またどれだけのサポートが妥当かについて知見を得ることを目指した。その結果、入浴支援を受けられることによる便益が支援所の整備費用を上回り、公的なサポートを投入することの一定の妥当性を示唆する結果が得られた。第3章、第4章で構築した手法を用いながら効果的な開設地点を選定し、現地の既存施設の整備や新規の開設を検討することで、公的リソースの投入効果が一層高まるものと期待できる。

一方で、今回の調査設計を行う中ではいくつかの課題が残った。また別に、新たに発展的な検証を行う可能性についても伺うことができた。についてはこれらを次回以降の調査、検証に反映すべき事項として、以下に示す。

### 5.7.1 調査設計における課題

CVMを用いる利点の1つに「非利用価値」の評価があった。例えば今回の場合、「自分達の負担で入浴拠点が整備されることで、次世代の人々もそれを活用できる」というような遺産価値についても評価を期待した。しかし提示したシナリオではそれを思わせるような説明がなかったため、遺産価値について想起し、WTP表明の参考にした回答者は限定的であったと想像される。提示する仮想シナリオに改善の余地があるだろう。

2つ目の課題は負担金の仕組みについてである。今回は「入浴支援を受けられること」への純粋な価値について評価するために負担金による支払意思を確認したが、実際の公共事業の多くは税金を財源とする。その場合は5.3.3でも述べた通り、自身は入浴支援を受け

る必要がない（「非利用価値」のみを享受する）が、費用を負担する市民が発生することが想像される。こうした市民の存在を考慮した調査とすることも、今後の課題と言える。具体的には実際の地域を対象として入浴困難者とそうでない市民の比率を想定し、前者には今回と同様のシナリオを、後者には「自分たちは入浴困難にならず、非利用価値のみを享受する」ことを明確にしたシナリオを提示し、WTPを回答させることが有効であろう。3つ目の課題は、オプション価格の考慮である。5.5.2.1では事業便益の算出手法として期待余剰とオプション価格の2つについて紹介したが、事前に入浴支援所となる施設を整備することによる平常時の不安軽減効果（リスクプレミアム）を包含したオプション価格の算出を試みることも有意義であろう。今回はCVMの提示シナリオの都合上、期待余剰を用いたが、オプション価格の算出に適した形の提示シナリオを考案することも重要である。

#### 5.7.2 さらに検証の必要性

今回推定したWTPの中央値と平均値では、3倍近い乖離が見られた。回答値のばらつきを示唆する結果といえそうだが、その理由について明らかにする必要がある。その一因として考えられるのは、人々が持っている入浴への様々な価値観である。人々が入浴活動のもたらす様々な効果のうち、どの要素により大きな価値を見出し、WTPを回答しているかについて検証することは、今後の課題である。こうしたWTPへの“影響要因”について探ることは、入浴支援自体の効用を高めることや、入浴ができない時点での代替行動を模索する上で有益な知見を提供するものと考えられる。そのためにも、コンジョイント分析を用いた影響力の検証や、リラックスや安心感といった心身への好影響の定量評価等、多角的な検証を行っていくことが肝要である。

また、今回設定したシナリオの条件を変化させた形での調査を行うことも課題である。今回の調査では「（待ち時間こそあるが）全員が毎日入浴できる」というシナリオを提示したが、実際には3章で設定したように受援頻度を下げて支援を行う場合も考えうる。例えば「3日に1回は入浴支援が受けられる」規模の入浴支援所を実現するための支払意思額などについても明らかにすることは、入浴支援事業の実施水準について幅広く検討する際に有用となるだろう。

もうひとつは、例えば災害時の食事の確保等、生活維持のための他の要素との価値の比較である。表明選好法では回答者に予算制約を意識させることが難しいが、代金の支払いに馴染みのある要素と同時に支払い意思を尋ねることで、両者を比較しながらの回答が可能となり、結果的に回答者自身の予算を考慮に入れた支払い意思が表明されることも考えられる。

以上について知見を得ることで、より実態に即したWTPを推定することが可能となるものと考えられる。

## Chapter 6

### 結論

#### 6.1 本研究における成果

かねてより大きな災害が発生する度に、家屋の損壊やライフラインの途絶に伴う「入浴困難問題」が発生し、避難者の生活質の低下を招いてきた。被災者支援の現場では官民の入浴施設や自衛隊等による入浴支援が実施されてきたものの、これらの多くは災害発生後に検討・実施された応急的なものであり、実現可能な支援能力が限定的であったことは否めない。

十分な入浴支援体制を構築するために平時からの備えは不可欠であるが、入浴支援のための備えが計画的に進められている事例は乏しい。本研究ではその理由を以下の3つの課題に見出した。

課題1：入浴困難者の発生が定量的に予測されておらず、支援の需要が明らかでない

課題2：地域内の入浴支援施設の分布や能力について明らかでなく、支援の供給量が明らかでない

課題3：入浴支援事業の社会的意義が定量評価されておらず、公的リソースを投じての備えについて議論できない

本研究ではこれらの課題に関して、実際の基礎自治体を対象とした検証を行い、中長期的な「入浴支援計画」の策定に資する知見を得ることを目指した。

第3章では平成28年熊本地震の経験者に対するアンケート調査により、入浴困難の発生や支援の状況について把握した。その上で、家屋損壊と断水を説明変数とした入浴困難者数の発生予測式、および数理最適化手法を用いた入浴支援所の必要数量の見積もり手法を考案した。

第4章では既往の入浴支援事例や官民の災害時協定を手掛かりに、地域内で入浴支援に活用できる施設を見出した。その上で第3章の数理最適化手法を用いた、入浴需要（指定避難所）と供給地点（入浴施設）のマッチングを行い、地域内で実現可能な入浴支援能力を推計した。さらに民間入浴施設を対象としたヒアリングを通じ、彼らが支援に参画する際の課題と、その改善策について論じた。

第5章では仮想評価法を用いて、入浴支援事業のもたらす便益について金額評価した。他方、入浴支援所の整備に係る費用について概算し、両者を比較することで入浴支援事業の費用便益分析を実施した。結果、入浴支援所の整備は費用に見合った便益を被災地にも

たらずことが示唆され、公的リソースを投入して入浴支援に備えることの意義深さを確認することができた。

## 6.2 本研究における成果の活用可能性

本稿にてその必要性を主張してきた中長期的な「入浴支援計画」の構築に対する、本研究で得られた成果の活用可能性について、具体的なアイデアを述べる。

### 6.2.1 入浴需要の事前予測と、支援方針の決定

第3章で得られた成果により、入浴困難者の発生数と分布についての予測をすることが可能となった。入浴支援事業を実施する自治体が地域内の入浴施設について網羅しておくことで、第4章のような受け入れシミュレーションを実施でき、入浴支援所を開設すべき地点や、入浴支援の不足するエリアについて把握することも可能となった。

入浴支援が不足するエリアに対しては何らかの形で支援の拡充を図るべきであるが、その方策について検討する際にも、本研究での知見を役立てることが可能と考える。4.3.5でも言及した通り、第4章で論じた受け入れシミュレーションではエリア毎の充足状況を視覚的に概観することができる。「支援不足エリア」に加えて「支援余剰エリア」の状況や、各エリアの距離感覚について把握し、「自衛隊支援の誘致」、「支援余剰エリアへの移動支援」、「新たな支援所の開設」等について総合的に検討することが肝要であろう。またこれらの施策で必要となる公的資金の支出について、第5章で論じたような「発生便益」との比較することでその妥当性が鮮明になることが期待できる。

入浴困難者の発生分布やシミュレーション結果は自治体のみならず、民間入浴施設にも公開し、来る災害時の入浴問題について互いに把握することも、両者の連携強化や（協定等を結んでいない）新たな民間入浴施設の支援参画を促進する上で効果的と考える。

以上を踏まえた検討の手順のイメージを、Figure6.1のようにフロー化した。実際の検討においては、自治体の実情に合わせて適宜変更した上で活用いただくことを推奨したい。

### 6.2.2 入浴支援に係る官民連携の円滑化

第4章で示した受け入れシミュレーションは平常時のみならず、災害発生時の業務支援においても利活用の余地があると考えられる。

熊本県の入浴支援マニュアルでは入浴支援時の民間事業者の動きとともに、都道府県ならびに基礎自治体の動きについても概観できる。都道府県は生活衛生同業組合との協定に基づいた協力要請や広報等、俯瞰的に支援に関わる一方、基礎自治体は個々の入浴施設と協力しながら地域内支援を調整する。組織間の連携には官民それぞれの主体が持つ、地点毎の情報（被災状況や入浴支援への参加可否等）を共有することが求められる。

そこで、本研究で構築した「選定ツール」を支援関係者の間に開放し、各自が持つ情報やそれを用いたシミュレーション結果をリアルタイムで共有する仕組みを提案したい。筆者がイメージする、組織間の連携体制を Figure6.2 に図示する。

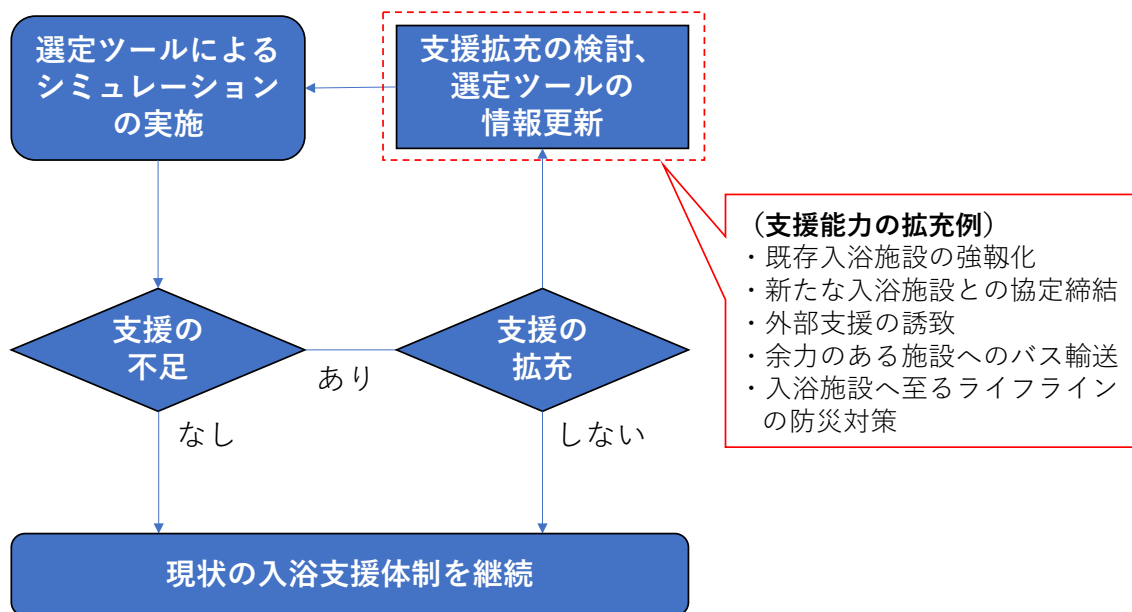


Figure 6.1 選定ツールを用いた、入浴支援体制の拡充検討フロー案

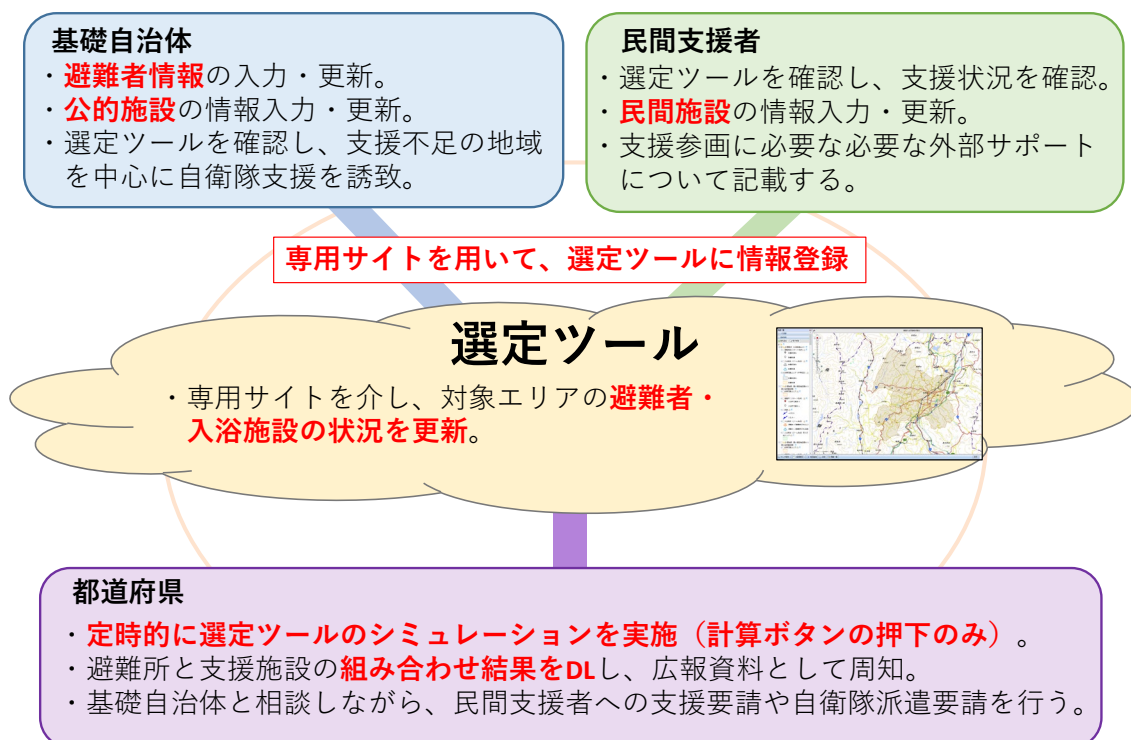


Figure 6.2 選定ツールを活用した、官民の入浴支援主体による連携体制イメージ

Figure6.2 では指定避難所と公的入浴施設を管轄する基礎自治体，民間入浴施設を経営する経営者，選定ツールの操作やシミュレーション結果に基づく支援要請・広報を司る都道府県の3者を想定したが，実際の役割については当事者間の協議で決められるべきであることは言うまでもない．最も肝心な点は当事者の間で平常時を含めたコミュニケーションがなされることであり，選定ツールがその1つのきっかけになれば幸甚である．

### 6.2.3 入浴支援計画策定に向けた，法整備への活用

災害時に政府が行うべき（国庫負担となる）支援については災害救助法に定められており，支援のための計画づくりの必要性についても記載されている．同法の第四条では対象となる支援が10種類規定されているが，入浴支援については明示されていない．入浴支援については災害発生後に「弾力運用[95]」をする形で対象となり，国庫負担となるケースはあるものの，支援に関する中長期的な実施計画が策定される例は少ない．

本研究で実施した検証は入浴困難者の発生や支援の需給等について定量的に明らかにするとともに，CVMを用いて入浴支援事業がもたらす便益の大きさについても示した．

今後，入浴困難問題への対応についてより広く認知され，入浴支援能力の向上が計画的に図られることを祈念して，結びの言葉とする．



## References

- [1] 復興庁：東日本大震災における震災関連死に関する報告，2012.
- [2] Sphere Association：スフィアハンドブック：人道憲章と人道支援における最低基準 2018 年日本語版，第 4 版，東京，日本，2019 <https://jqan.info/documents/>（令和 4 年 1 月 16 日閲覧）
- [3] 内閣府：避難所運営ガイドライン，2016.
- [4] Lyubomirsky, S., Sheldon, K. M. and Schkade, D.: Pursuing Happiness: The Architecture of Sustainable Change, Review of General Psychology, Vol. 9, pp.111-131, 2005.
- [5] 東京ガス株式会社 都市生活研究所：現代人の入浴事情 2015，都市生活レポート，2015.
- [6] 川崎順子，長橋純男：地震時の上水道機能停止による生活支障の定量評価に関する研究，日本建築学会構造系論文集，第 503 号，pp.45-52，1998.
- [7] 内閣府：平成 23 年東日本大震災における避難行動等に関する面接調査（住民）単純集計結果，<http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chousakai/tohokukyokun/7/index.html>（令和 3 年 11 月 17 日閲覧）.
- [8] 内閣府：南海トラフ巨大地震の被害想定について（第二次報告）～施設等の被害～【被害の様相】，2013.
- [9] 日本水道協会：地震等緊急時対応特別調査委員会 応援体制検討小委員会 報告書，2017.
- [10] 山田淳，森田敦子，橋本将明：震災復旧過程における水利用行動の実態と危機管理の方策，環境システム研究，Vol.23，1995.
- [11] 愛知県防災会議：愛知県地域防災計画―地震・津波災害対策計画―（令和 3 年 7 月修正），2021.
- [12] 厚生労働省：水道の耐震化計画等策定指針，2015.
- [13] 熊本県ホームページ：熊本地震に係る被害情報等について（第 18 報），[https://www.pref.kumamoto.jp/kiji\\_15459.html](https://www.pref.kumamoto.jp/kiji_15459.html)（令和 2 年 8 月 17 日閲覧）.
- [14] 熊本日日新聞，2016 年 4 月 22 日版.
- [15] 防衛省：平成 28 年熊本地震に係る災害派遣について（17 時 00 分現在），2016 年 4 月 23 日，<https://www.mod.go.jp/j/press/news/2016/04/23b.html>，（令和元年 7 月 4 日閲覧）.
- [16] 原岡智子，池田真幸，早坂信哉，尾島俊之：日本における災害被災地での入浴支援に関する研究，日本健康開発雑誌，第 41 号，pp.33-43，2020.
- [17] 佐々木健，斎藤直也，勝又英明：緊急避難場所・避難所の指定の実態と広域災害時の寺院利用の可能性に関する研究，日本建築学会計画系論文集，第 83 巻，第 747 号，pp.877-884，2018.

- [18] 藤原悌三, 亀田弘行, 林春男, 岩井哲, 北原昭男, 野島暢呂: 1993 年釧路沖地震による都市施設被害と生活支障アンケート調査報告, 日本建築学会構造系論文集, No.464, 81-90, 1994.
- [19] 佐藤真吾, 村尾修: 東日本大震災の経験に基づく生活支障の定量的評価, 地域安全学会論文集, No.33, pp.43-51, 2018.
- [20] 塩野計司, 朱牟田善治: ユーティリティの震害による住民の生活支障—調査・予測の方法と簡単な応用例—, 自然災害科学 Vol.13, No.2, pp.193-203, 1994.
- [21] 熊本県ホームページ: 平成 28 年 熊本県の人口と世帯数,  
<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/20/1111.html>, (令和 3 年 11 月 11 日閲覧).
- [22] 内閣府: 南海トラフ巨大地震の被害想定項目及び手法の概要～ライフライン被害, 交通施設被害, 被害額など～, 2013.
- [23] 愛知県: あいちの人口 [年報], 2017.12.25.
- [24] 岡崎市: 南海トラフ地震被害予測調査報告書, 2015.3.
- [25] 愛知県: 平成 23 年度～25 年度 愛知県東海地震, ・東南海地震・南海地震等 被害予測調査報告書, 2014.
- [26] 国土交通省: 第 57 回基本政策部会 災害時の通行可能な道路の確保と情報の取扱,  
[https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/road01\\_sg\\_000322.html](https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/road01_sg_000322.html) (令和 4 年 1 月 16 日閲覧)
- [27] 岡崎市ホームページ: 岡崎市立中学校の通学区域表,  
[https://www.city.okazaki.lg.jp/1300/1304/1328/p022661\\_d/fil/201806chugakkou.pdf](https://www.city.okazaki.lg.jp/1300/1304/1328/p022661_d/fil/201806chugakkou.pdf) (2019 年 7 月 4 日閲覧)
- [28] 岡崎市ホームページ: 指定緊急避難場所・指定避難所等一覧,  
<https://www.city.okazaki.lg.jp/1100/1113/1177/p001687.html> (2019 年 7 月 4 日閲覧)
- [29] 佐無田啓, 内山洋司, 岡島敬一: 茨城県におけるバイオエネルギー生産と輸送の最適化分析, エネルギー・資源学会論文誌, Vol.32, No.2, pp.16-23, 2011.
- [30] 竹内光生, 近藤光男: 地震津波発生時の避難場所の選定に関する研究—須崎市を事例として—, 土木計画学研究・論文集, Vol.19, No.2, pp.297-304, 2002.
- [31] 能島暢呂: 熊本地震における供給系ライフラインの被害と復旧～震災から得られた教訓と残された課題～, 消防防災の科学, No. 127, pp.30-34, 2017.
- [32] 内閣府ホームページ: 平成 29 年度版 防災白書, 2017. [http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h29/hon-bun/0b\\_1s\\_01\\_01.html](http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h29/hon-bun/0b_1s_01_01.html) (2019 年 6 月 28 日閲覧)・
- [33] 防衛省: 平成 28 年熊本地震に係る災害派遣について (17 時 00 分現在), 2016 年 4 月 23 日, <https://www.mod.go.jp/j/press/news/2016/04/30a.html>, (令和元年 7 月 4 日閲覧).
- [34] 防衛省: 平成 28 年熊本地震に係る災害派遣について (17 時 00 分現在), 2016 年 4 月 30 日, <https://www.mod.go.jp/j/press/news/2016/05/16a.html>, (令和元年 7 月 4 日閲覧).
- [35] 熊本日日新聞, 2016 年 4 月 29 日版.
- [36] 熊本日日新聞, 2016 年 5 月 15 日版.

- [37] 塩田茂雄，河西憲一，豊泉洋，会田雅樹：待ち行列理論の基礎と応用，共立出版，2014.
- [38] 吉森和城，北川夏樹：災害時の地方公共団体における入浴支援に関する調査－令和元年東日本台風（台風第 19 号）における長野市の支援事例－，防災科学技術研究所主要災害調査，No. 58，2021.
- [39] 全浴連ホームページ，<http://www.1010.or.jp/zenyoku/list.html>（令和 3 年 11 月 14 日閲覧）.
- [40] 東京都防災会議：東京都地域防災計画 震災編（令和元年修正）[別冊②協定等]，<https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/taisaku/torikumi/1000061/1000903/1000359.html>（令和 2 年 3 月 5 日閲覧）
- [41] 愛知県防災会議：愛知県地域防災計画付属資料（令和元年修正），<https://www.pref.aichi.jp/bousai/boukei/list-fuzoku.htm>（令和 2 年 3 月 5 日閲覧）
- [42] 長野県防災会議：長野県地域防災計画 資料編 平成 30 年度修正（平成 31 年 1 月），<https://www.pref.nagano.lg.jp/bosai/kurashi/shobo/kekaku/bousaieikaku.html>（令和 2 年 3 月 5 日閲覧）
- [43] 新潟県防災会議：新潟県地域防災計画（資料編） 平成 30 年度修正，<https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/bosaieikaku/1356904623400.html>（令和 2 年 3 月 5 日閲覧）
- [44] 滋賀県防災会議：滋賀県地域防災計画（災害時応援協定編）（平成 31 年 3 月），<https://www.pref.shiga.lg.jp/ippan/bousai/sougo/12559.html>（令和 2 年 3 月 5 日閲覧）
- [45] 愛媛県防災会議：愛媛県地域防災計画（資料編），<https://www.pref.ehime.jp/bosai/bosaieikaku/shiryohen.html>（令和 2 年 3 月 5 日閲覧）
- [46] 三重県防災会議：三重県地域防災計画添付資料【第 4 部関係法令・要綱・要領・協定・覚書等編】平成 28 年 3 月修正，<http://www.pref.mie.lg.jp/D1BOUSAI/84692007858.htm>（令和 2 年 3 月 6 日閲覧）
- [47] 平成 28 年熊本地震 被災者入浴支援活動記録，全国公衆浴場業生活衛生同業組合連合会
- [48] 熊本県薬務衛生課：災害による被災者のための入浴支援マニュアル，[https://www.pref.kumamoto.jp/kiji\\_21581.html](https://www.pref.kumamoto.jp/kiji_21581.html)(令和 2 年 8 月 1 日閲覧)
- [49] 北海道防災会議：北海道地域防災計画（資料編），<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/bsb/bousaieikakusiryohen.htm>(令和 2 年 7 月 31 日閲覧)
- [50] 福井県防災会議：福井県地域防災計画（資料編），<https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kikitaieikaku/kikitaieikaku/chiikibousai-shiryohu.html>(令和 2 年 7 月 31 日閲覧)
- [51] 山梨県防災会議：山梨県地域防災計画 資料編I，

- <https://www.pref.yamanashi.jp/bousai/87161376853.html>(令和2年7月31日閲覧)
- [52] 和歌山県防災会議：和歌山県地域防災計画 資料編（令和元年度修正），  
<https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/011400/d00153903.html>(令和2年8月1日閲覧)
- [53] 岡山県ホームページ：岡山県地域防災計画（資料編），  
<https://www.pref.okayama.jp/page/545966.html>(令和2年8月1日閲覧)
- [54] 香川県ホームページ：香川県地域防災計画 参考資料，  
[https://www.pref.kagawa.lg.jp/content/dir8/dir8\\_1/dir8\\_1\\_3/wyn85j190214191136.shtml](https://www.pref.kagawa.lg.jp/content/dir8/dir8_1/dir8_1_3/wyn85j190214191136.shtml)(令和2年8月1日閲覧)
- [55] 徳島県防災会議：徳島県地域防災計画（資料編），  
<https://anshin.pref.tokushima.jp/docs/2020012000018/>(令和2年8月1日閲覧)
- [56] 高知県ホームページ：高知県地域防災計画 附属資料 第1部，  
<https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/010101/tiikibousaikaikaku.html>(令和2年8月1日閲覧)
- [57] 福岡県ホームページ：福岡県地域防災計画資料編，  
<https://www.pref.fukuoka.lg.jp/gyosei-shiryō/tiikibousai-siryō201908.html>(令和2年8月1日閲覧)
- [58] 長崎県ホームページ：「災害時における宿泊施設等の提供に関する協定」締結式の実施について，  
<https://www.pref.nagasaki.jp/press-contents/441717/>(令和2年8月1日閲覧)
- [59] 熊本県防災会議：熊本県地域防災計画（資料編），  
[http://cyber.pref.kumamoto.jp/bousai/Content/asp/topics/topics\\_detail.asp?PageID=6&PageType=past&id=1210](http://cyber.pref.kumamoto.jp/bousai/Content/asp/topics/topics_detail.asp?PageID=6&PageType=past&id=1210)(令和2年8月1日閲覧)
- [60] 「命をつなぐ“おもてなし”」編集委員会：命をつなぐ「おもてなし」旅館・ホテルの役割と挑戦，全国旅館ホテル生活衛生同業組合連合会
- [61] 熊本県薬務衛生課：宿泊施設提供事業マニュアル，  
[https://www.pref.kumamoto.jp/kiji\\_21577.html](https://www.pref.kumamoto.jp/kiji_21577.html)(令和2年8月1日閲覧)
- [62] 長野市社会福祉協議会 老人福祉専門分科会：平成28年度第二回資料，  
<https://www.city.nagano.nagano.jp/soshiki/kourei/152089.html>(令和2年8月1日閲覧)
- [63] 長野市ホームページ：地区別防災カルテ，  
<https://www.city.nagano.nagano.jp/soshiki/kikibousai/133472.html>(令和2年8月1日閲覧)
- [64] 観光庁：宿泊旅行統計調査（平成30年・年間値（速報値）），  
[https://www.mlit.go.jp/kankocho/news02\\_000377.html](https://www.mlit.go.jp/kankocho/news02_000377.html)(令和2年8月1日閲覧)
- [65] 国土交通省ホームページ：平成27年度 全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査集計表，  
<https://www.mlit.go.jp/road/census/h27/index.html>(令和2年12月13日閲覧)
- [66] 東京くらし WEB ホームページ，公衆浴場耐震化促進支援事業及びクリーンエネルギー化等推進事業補助，  
<https://www.shouhiseikatu.metro.tokyo.jp/chousa/yokujyo/hojyokin/taikuri.html>(令和2年8月1日閲覧)

- [67] 厚生労働省医薬・生活衛生局 生活衛生・食品安全部水道課：重要給水施設管路の耐震化計画策定の手引き，  
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000166062.html>(令和2年8月1日閲覧)
- [68] 香美市福祉避難所指定促進等事業費補助金交付要綱，平成29年6月9日告示第88号，[https://www1.g-reiki.net/kami/reiki\\_honbun/r255RG00001127.html](https://www1.g-reiki.net/kami/reiki_honbun/r255RG00001127.html)，(令和元年12月13日閲覧)
- [69] 稲沢市ホームページ，自主防災組織設置推進補助制度，  
[http://www.city.inazawa.aichi.jp/kurashi\\_tettetsuz/bousai/saigaishinsei/1000878.html](http://www.city.inazawa.aichi.jp/kurashi_tettetsuz/bousai/saigaishinsei/1000878.html)，(令和2年5月9日閲覧)
- [70] 厚生労働省：水道事業の費用対効果分析マニュアル 第IV編 算定事例，2017.
- [71] 柘植隆宏，栗山浩一，三谷羊平：環境評価の最新テクニック，勁草書房，2011.
- [72] 岩倉成志，石田東生，林山泰久，根橋輝，堀健一：複数の CV サーベイに基づく地球温暖化の社会的費用原単位の試算—運輸部門における費用便益分析への適用を念頭に—，運輸政策研究，Vol.2，No.4，pp.2-11，2000.
- [73] 遠香尚史：自然資本による価値の経済的評価における動向と課題，季刊 政策・経営研究 2014 Vol.3，pp.51-64，2014.
- [74] 林山泰久，野原克仁：滞在時間を考慮したレクリエーションサイトの便益評価—顕示選好法による環境評価理論—，環境システム研究論文集，Vol.36，2008.
- [75] 栗山浩一，柘植隆宏，庄子康：初心者のための環境評価入門，勁草書房，2013.
- [76] 横地将文，寺下貴美，小笠原克彦：仮想評価法を用いた3地域におけるドクターヘリの存続に対する支払意思額の比較，日本医療・病院管理学会誌 Vol.51，No.1，pp.41-52，2014.
- [77] 内田倫彦，湯沢昭，塚田伸也：表明選好法による都市基幹公園の防災機能の便益評価に関する検討，都市計画論文集 Vol.50，No.3，pp.409-415，2015
- [78] 国土交通省：仮想的市場評価法（CVM）適用の指針，2009.
- [79] 吉田謙太郎，江川章，木下順子：二段階二項選択 CVM による都市近郊農地の環境便益評価，農業経済研究 第69巻，第1号，pp.43-51，1997.
- [80] 栗山浩一：Excel でできる CVM Version4.0，<http://kkuri.eco.coocan.jp/>，(令和元年12月13日閲覧)
- [81] 栗山浩一：Excel でできる CVM 第3.2版，  
<http://kkuri.eco.coocan.jp/research/workingpaper/WP1101CVM32.pdf>，2011. (令和元年12月13日閲覧)
- [82] Haneman, M. et al：Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation., American Journal of Agricultural Economics 73, pp.1255-1263，1991.
- [83] C・D・コルスタッド著，細江守紀，藤田敏之監訳：環境経済学入門，有斐閣，2001.

- [84] 中畠一憲：不確実性下における防災関連事業の費用便益分析，環境経済・政策研究，Vol.6，No.2，pp.59-62，2013.
- [85] 国土交通省：公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編），2009.
- [86] 地震調査研究推進本部事務局ホームページ，  
[https://www.jishin.go.jp/regional\\_seismicity/rs\\_kaiko/k\\_nankai/](https://www.jishin.go.jp/regional_seismicity/rs_kaiko/k_nankai/)，（令和2年5月19日閲覧）
- [87] 気象庁ホームページ，確率降水量 地点別一覧表（アメダス）東海，  
[https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/riskmap/rtpd/listRTPD\\_tb\\_212.html](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/riskmap/rtpd/listRTPD_tb_212.html)，（令和2年8月18日閲覧）
- [88] 気象庁：災害時気象速報 平成20年8月末豪雨  
[https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/saigaiji/saigaiji\\_2008.html](https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/saigaiji/saigaiji_2008.html)，（令和2年8月11日閲覧）
- [89] 内閣府：平成20年8月末豪雨による被害情報等について（平成21年5月29日18時00分現在），<http://www.bousai.go.jp/updates/080828ooame/080828-ooame.html>，令和2年8月6日閲覧）
- [90] 東海愛知新聞，2008年8月30日版
- [91] 官報（号外政府調達第34号），2017.
- [92] 厚生労働省医薬・生活衛生局：人口減少地域における料金収入を踏まえた多様な給水方法の検討に関する調査，2017.
- [93] 厚生労働省医薬・生活衛生局：人口減少地域における多様な給水方法の検討に関する調査，2018.
- [94] 芳賀勇治・横田康弘：木造住宅における耐震改修の費用，建築防災 No.389，pp.2-8，2010.
- [95] 厚生労働省ホームページ：東日本大震災関連情報，災害救助・生活支援，  
[https://www.mhlw.go.jp/shinsai\\_jouhou/saigaikyuujo.html](https://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/saigaikyuujo.html)（令和4年1月16日閲覧）

## Appendix 1

### H28 熊本地震体験者へのアンケート 本調査の質問と回答結果

※事前の質問項目で「2016 年 4 月 16 日時点で熊本県に在住だった者」、「平成 28 年熊本地震（本震）の当時に自宅入浴（バスタブ入浴・シャワー浴問わず）ができなかった経験のあるもの」をスクリーニングし、その後無作為抽出した回答者に以下の質問を行った。

Q1	熊本地震の発生後、以下の期間にご自宅で入浴ができなかった理由をお答えください。 単一回答	全体	自宅が損壊してお風呂が使用できなかったから	自宅に目立った被害はなかったが、水道やガスが使えなかったから	その他
		度数	%		
1	発生直後～7日目 (4月16日～4月22日)	392	10.5	85.7	3.8
2	8日目～14日目 (4月23日～4月29日)	275	12.7	84	3.3
3	15日目～21日目 (4月30日～5月6日)	140	22.1	71.4	6.4
4	22日目～28日目 (5月7日～5月13日)	75	33.3	62.7	4

Q2	ご自宅で入浴ができない代わりに、どのようなことを行いましたか。 この期間で最も多かったと思うものを選んでください。 単一回答	全体	避難所等に仮設された入浴所（自衛隊の入浴支援等）を利用した	営業している入浴施設（銭湯・温泉など）を利用した	親戚や知人宅のお風呂を借り、入浴した	入浴をせず、体を拭いたりした	その他
		度数					
1	発生直後～7日目 (4月16日～4月22日)	401	12	105	105	167	12
2	8日目～14日目 (4月23日～4月29日)	282	15	107	88	63	9
3	15日目～21日目 (4月30日～5月6日)	146	16	60	39	27	4
4	22日目～28日目 (5月7日～5月13日)	81	8	40	20	11	2

Q3	利用した仮設入浴所や入浴施設までの主な移動手段は何でしたか。この期間で最も頻度の高かった移動手段を選んでください。 単一回答	全体	徒歩	自転車	自家用車	バス	電車	その他
		度数						
1	発生直後～7日目 (4月16日～4月22日)	117	10	7	98	1	0	1
2	8日目～14日目 (4月23日～4月29日)	122	10	6	105	1	0	0
3	15日目～21日目 (4月30日～5月6日)	76	9	5	61	1	0	0
4	22日目～28日目 (5月7日～5月13日)	48	7	0	41	0	0	0

Q4	地震発生後のお住まい※から、利用した仮設入浴所や入浴施設までの移動は片道で何分くらいかかりましたか。 前問でお答えの交通手段での、この期間で最も頻度の高かった移動時間を選んでください。 ※ご自宅で生活を続けられた方はご自宅から、避難所や親戚宅等に避難された方は、避難先からの移動時間をお答えください。 単一回答	全体	0分～15分未満	15分～30分未満	30分～1時間未満	1時間～1時間30分未満	1時間30分～2時間未満	2時間以上
		度数						
1	発生直後～7日目 (4月16日～4月22日)	117	22	35	38	17	4	1
2	8日目～14日目 (4月23日～4月29日)	122	22	40	40	15	5	0
3	15日目～21日目 (4月30日～5月6日)	76	15	26	26	6	2	1
4	22日目～28日目 (5月7日～5月13日)	48	11	12	20	4	0	1

※本稿の本文では、いくつかの時間項目を統合して掲載している。(Table 3.5)

Q5	利用した仮設入浴所や入浴施設では、入浴するまでの順番待ち時間はどれくらいありましたか。この期間で最も頻度の高かった待ち時間を選んでください。 単一回答	全体	0分～15分未満	15分～30分未満	30分～1時間未満	1時間～1時間30分未満	1時間30分～2時間未満	2時間～3時間未満	3時間以上
		度数							
1	発生直後～7日目 (4月16日～4月22日)	117	40	15	36	12	7	6	1
2	8日目～14日目 (4月23日～4月29日)	122	38	22	38	13	4	5	2
3	15日目～21日目 (4月30日～5月6日)	76	25	17	20	10	1	1	2
4	22日目～28日目 (5月7日～5月13日)	48	17	8	13	6	1	3	0

※本稿の本文では、いくつかの時間項目を統合して掲載している。(Table 3.6)

Q6	利用した仮設入浴所や入浴施設に関する情報(そこへ行けば、入浴サービスが受けられるという情報)を、どうやって入手しましたか。最も近いものを選んでください。 単一回答	全体	新聞で見た	インターネットで見た	避難所の情報板等で見た	人から聞いた	入浴施設に問い合わせた	直接その施設まで行ってはじめて、サービスが受けられることが分かった	その他
		度数							
1	発生直後～7日目 (4月16日～4月22日)	117	8	29	8	41	9	18	4
2	8日目～14日目 (4月23日～4月29日)	122	8	29	16	44	9	12	4
3	15日目～21日目 (4月30日～5月6日)	76	4	20	11	26	6	9	0
4	22日目～28日目 (5月7日～5月13日)	48	1	12	9	17	3	6	0

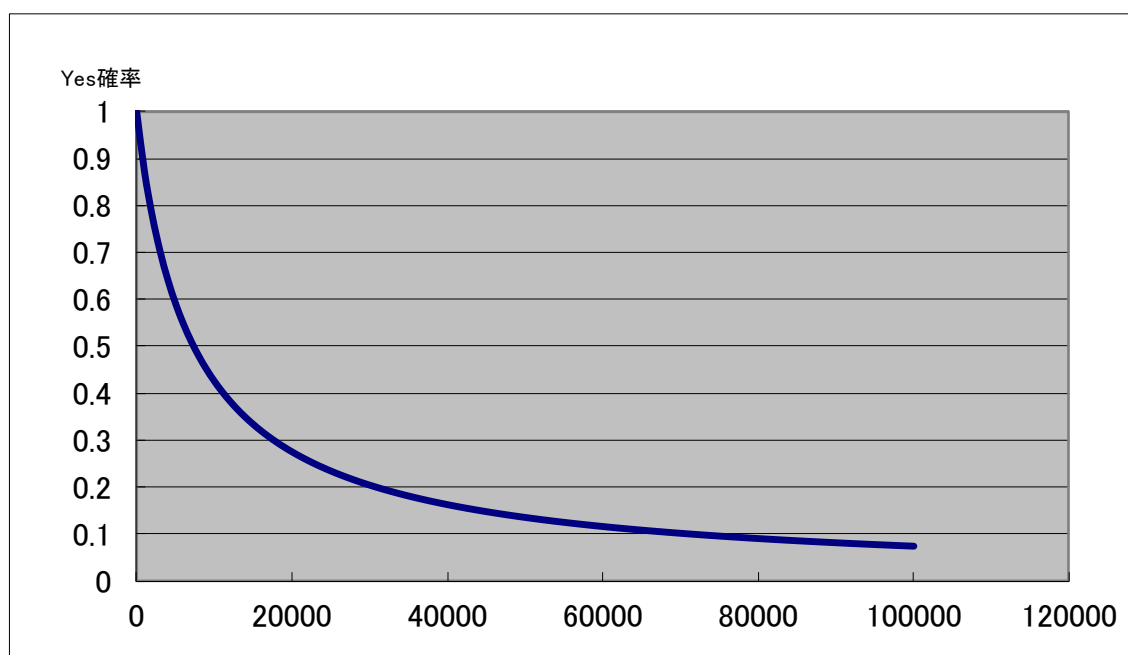


Q7	仮設入浴所や入浴施設の利用頻度は、どのくらいでしたか。最も近いものをお答えください。  単一回答	全体	毎日入浴しに行った	2～3日に1回、入浴しに行った	4～5日に1回、入浴しに行った	6～7日に1回、入浴しに行った
		度数				
1	発生直後～7日目 (4月16日～4月22日)	117	27	69	12	9
2	8日目～14日目 (4月23日～4月29日)	122	26	76	13	7
3	15日目～21日目 (4月30日～5月6日)	76	19	41	12	4
4	22日目～28日目 (5月7日～5月13日)	48	18	22	7	1

## Appendix 2

### 負担金額毎の「賛成率曲線」

※WTP の推定では，最大提示額(10 万円)で裾切りを行っている．



栗山[80]「ExcelでできるCVM 第4.0版」を用いて出力．