

平成25・26年度

総合防災対策研究プロジェクト 報 告 書

首都大学東京

目 次

まちづくりとガバナンスユニット

はじめに ー問題の所在ー	3
1. 東京都で想定する復興ガバナンス	4
2. 想定外のリスクは何か ー日野市・荒川区アンケート調査結果よりー	12
3. 復興と大学、研究者・専門家のガバナンスはどうあるべきか	19
4. 総括と考察	24

地域防災のあり方ユニット

1. 研究目的	29
2. 研究成果	29
3. 研究実施体制	31
4. 研究成果の社会還元	31
5. 今後の研究課題（当ユニットの2015年度以降の研究展開予定）	32

社会的弱者保護のあり方ユニット

1. 要約	77
2. 調査	78
3. 聞き取り	79
4. 時系列問題点の整理	82

エネルギーユニット

はじめに	101
1. 研究の位置づけ	101
2. 研究成果	102
3. 研究のまとめ	124

環境衛生ユニット

はじめに	127
1. 震災廃棄物の発生量及び仮置場の受入可能量	128
2. 線形計画法による輸送計画モデルの構築	131
3. 隣接自治体との連携を考慮した輸送計画	133
4. 仮置場優先度から考えた応急仮設住宅の候補地選定	137
5. おわりに	140

住空間ユニット

1. 背景と目的	153
2. 業務系（オフィスビル等）におけるインナーサッシの適用効果	154
3. 多摩地域の集合住宅における温熱環境実態と災害時への対策	160

情報通信ユニット

1. 研究概要	171
2. 通信手段に関する研究	174
3. データベースに関する研究	177
4. 他のユニットの応用事例に関する研究開発	178
5. まとめ	185

QOLユニット

はじめに	189
1. 防災クラウドと地域住民の支援拠点の開発	189
2. 防災コミュニティ支援システムのニーズ調査と評価	195
3. コミュニティ形成のモデル化と支援システムー可動型キッチンモジュールー	199
4. コミュニティ形成のモデル化と支援システムーモビリティ支援用カートー	204
5. おわりに	204
6. 発表文献	205

まちづくりとガバナンスユニット

テーマ

首都直下型大地震発生・復興時の
ガバナンスについての災前設計の検討
—東日本大震災・福島第一原発事故の課題をふまえて—

人文科学研究科社会行動学専攻社会学教室	山	下	祐	介	准教授
社会科学部法学政治学専攻	奥		真	美	教授
社会科学部法学政治学専攻	白	石		賢	教授
都市環境科学研究科都市システム科学域	饗	庭		伸	准教授
都市環境科学研究科都市システム科学域	山	本	薫	子	准教授
都市環境科学研究科都市システム科学域	小	口	優	子	客員研究員

はじめに ー問題の所在ー

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、関東から東北地方にかけて生じた長大な津波とともに、東京電力福島第一原発事故をも誘発し、まれに見る大災害となった。その際のキーワードが「想定外」である。東京都ではこの先、首都直下型地震が南海トラフ地震とも連動するとの予測もあり、東日本大震災で経験した「想定外」を、いかに今後、都が経験しうる大規模災害時の態勢づくりに組み込むかが問われている。このユニットでは、東日本大震災の経験をふまえながら、大規模災害時のまちづくりガバナンスのあり方について検討を行った。その際、留意したのは次の点である。

第一に、災害は長期的な時間の流れの中でとらえなければならない。「防災」はあくまで、災害が生じたときのための準備であり、それも人命を中心にできるだけ被害（の拡大）を防ぐことに主眼が置かれる。他方で「復興」は、災後のまちづくりに関心が注がれる。これらは一つの流れの中にあるが、これまではバラバラに取り組まれてきた。しかもそこに様々な「想定外」が加わるのである。現実の災害過程は複雑で何が起きるか分からない。想定した時間が想定したとおりに流れる補償はない。すでにこうした想定外をふまえた時間の流れを見据えて「減災」や「事前復興」が提起されてきたが、ここではその過程全体を「まちづくりガバナンス」という総体のうちにとらえて分析し、さらにはいかににより良いガバナンスを構築すべきかを問うことを試みた。

第二に、ここには多様な住民が関わることになる。東日本大震災で露呈した問題の一つに、長期広域避難の問題がある。原発事故は15万人を超える避難者を発生させたが、津波被災地においても復興の遅延が人びとに長期避難を余儀なくさせている。今回の避難は、自治体による仮設住宅の供給のみならず、被災地外の既存の住宅を活用した借り上げ方式が採用されたことでひとまずは事なきを得ている。とはいえ借り上げ方式は避難を広域化させ、帰るに帰れない事態を生み出してもいる。そもそもすでに居住地の頻繁な移動、職住分離による通勤の状態化、さらには二箇所他複数地域居住の実態があった中で、現住地（住民票に登録された住所）を前提にした防災・復興まちづくりには様々な矛盾が生じている。ここでは多様な住民による、多様な災害対応の可能性を前提に、とくに避難行動の多様性の問題を取り上げて分析を試みた。想定外は災害因だけでなく、それに対する人びとの反応にも起きうるという問題意識である。

第三に、こうした様々な想定外をまちづくりガバナンスに組み込むには、想定外の発生を前提とした社会システムの構築が不可欠である。なかでも何かが生じた際の、知のフィードバック機構をいかに構築するかが重要であり、具体的にはそれをここでは「大学の役割」として検討した。そして東日本大震災は、この大学・科学・専門家の活用という点でも重要な経験となったものである。

以上のような問題認識から、本ユニットでは次の3つの問題を検討した。第一に、東日本大震災から見える東京都の課題についての整理である。ここではとくに都行政の課題を、東日本大震災の被災地（大船渡市）の状況から整理した。第二に、首都直下地震等の大災害が生じた際の長期避難の問題に関する住民アンケート調査（荒川区、日野市）による検討である。そして第三に、大規模災害時の大学の役割について、東日本大震災の際の対応に関する大学調査と、今後の首都大学東京の関わり方についてのヒヤリングを試みた。これら3つの調査研究は、災害・復興とまちづくりガバナンスを考える上での包括的な項目ではないが、これらの結果から、いわば点を結ぶ形で東京都の大規模災害時のまちづくりガバナンスについて考察を試みた。

1. 東京都で想定する復興ガバナンス

1-1. 震災復興マニュアル 復興プロセス編

本稿では首都直下地震が発生した際に、東京都でどのような復興ガバナンスを想定しているか、東京都が定めた「震災復興マニュアル 復興プロセス編」の記述に沿ってまとめている。

阪神淡路大震災（1995年）を受けて東京都は都市復興マニュアル（1997年）と生活復興マニュアル（1998年）の2つのマニュアルを定め、災害が発生した後の復興の考え方や手順をまとめている。2003年に、この二つを統合して定めたものが「震災復興マニュアル 復興プロセス編」と「同 復興施策編」である。前者は都民向けに復興の全体像を提示するもので、そこに示された「地域協働復興」が、東京都が想定する復興ガバナンスである。東京都の震災マニュアルを踏まえて各区や市町村でもマニュアルの作成が進んでいる。

1) 5つの視点と5つの方針

「震災復興マニュアル 復興プロセス編」では、基本目標を『協働と連帯による「安全・安心なまち」「にぎわいのある首都東京」の再建』とし、その下に、以下の5つの視点と、5つの方針を定めている。

■ 5つの視点

- (1) 自助・共助に基づく住民主体の復興と公助による支援
- (2) 被災者の状況に応じた多様な復興プロセスへの対応
- (3) 本格復興までの暫定的な生活の場の確保
- (4) 平常時からの地域づくり活動
- (5) 「震災復興グランドデザイン」に基づく都市復興と総合的な地域づくり

■ 5つの方針

- 方針1 地域復興の課題、将来の市街地像や地域づくりの進め方について、地域の皆さんが速やかに協議を始められるよう支援します。
- 方針2 地域の様々な課題にきめ細かく対応するため、NPOや専門家の支援体制を整備します。
- 方針3 もと住んでいた地域にいち早く戻り、地域の皆さんが、地域の将来像をじっくりと話し合うために、時限的市街地など暫定的な生活の場づくりを応援します。
- 方針4 被災者の状況に応じた、多様な施策を用意し、避難生活期から本格復興までの連続的な復興を推進します。
- 方針5 多様な事業主体や手法により居住を確保します。

2) 地域協働復興の定義

5つの視点と5つの方針のもとで、復興が「①被災者個人による独自復興と行政主導による復興」「②地域力を活かした地域協働復興」に分けて考えられており、後者で「地域協働復興」の考え方が詳しく示されている。

地域協働復興の基本になるのは、「地域復興協議会」と呼ばれる被災地域住民が中心になっ

て立ち上げる組織である。行政は、この地域復興協議会とその活動区域である「協働復興区」の認定を行い、地域の合意を形成し、地域の意志を代表する組織としての位置づけを与える。地域復興協議会については、「町会・自治会、まちづくり協議会のような地域づくり組織や自主防災組織など、平常時の地域活動の状況に応じ様々な団体・組織が中心になる」とされ、「被災住民の概ねを代表する組織」とであるとされている。

「地域復興協議会」は暫定的な生活の場を確保するとともに、ハードな分野のまちづくり計画だけではなく、地域におけるコミュニティ再生計画、福祉振興計画の作成など被災状況と地域特性に応じた様々な活動を行なう。マニュアルでは以下の具体的な活動が示されている（図1-1）。

- ① 地域の課題の解決に向け、地域の実情に応じた復興計画づくりを行う。
- ② 建物の建て方や地域環境保全に関するルールづくりや協定締結の活動を行う。
- ③ 地域の課題にきめ細かく対応するための事業や施設の管理・運営に取り組む。
- ④ 地域の課題に対応するための事業に住民自らがビジネス（コミュニティビジネス）として取り組む。

こうした活動やそこで合意された計画等に対して行政が、ハード・ソフト両面の多様な支援を行なう事によって復興が実現される。

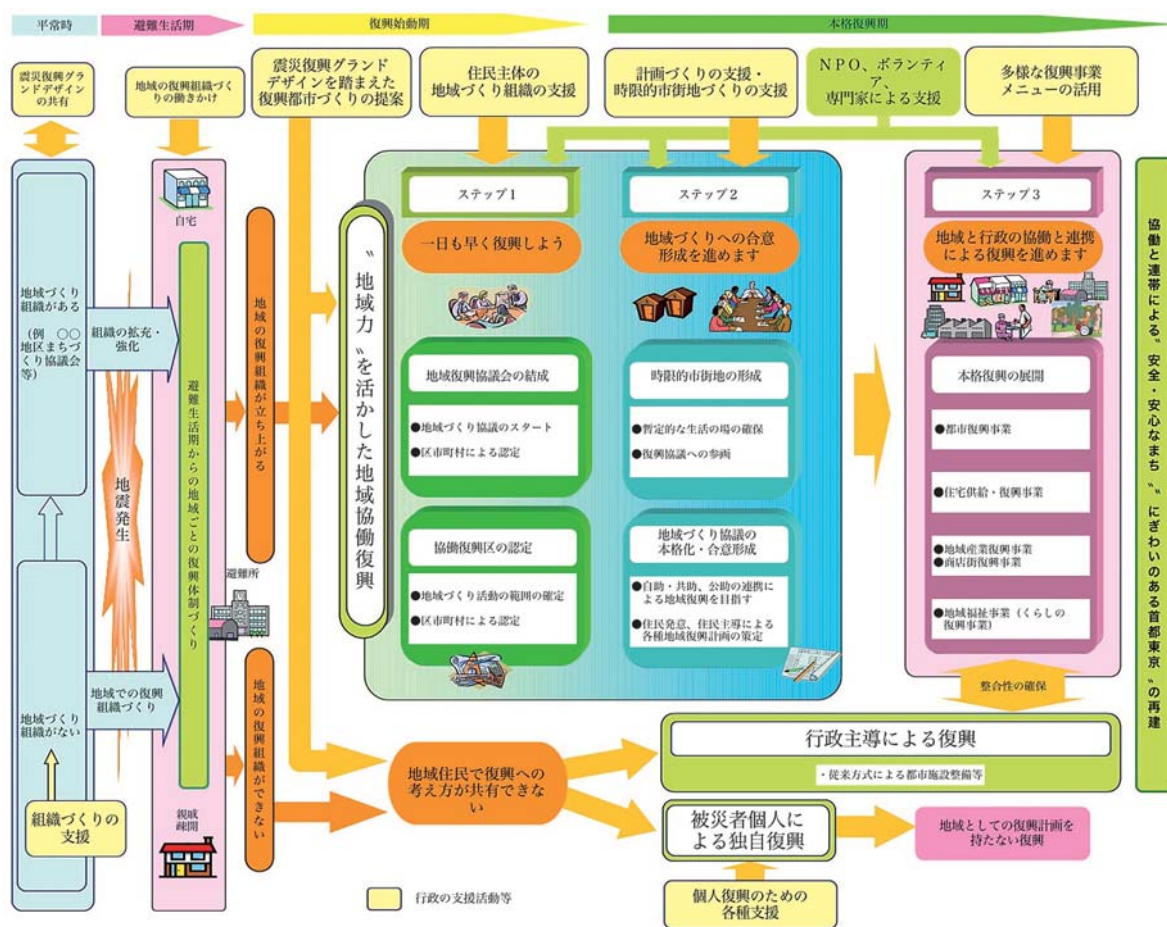


図1-1 地域復興協議会が母体となった復興プロセス
（「震災復興マニュアル 復興プロセス編」p.32より抜粋）

3) 地域協働復興の課題

以上のように、阪神淡路大震災以降、東京都および都内の自治体では、多くの行政資源を割いて地域協働復興の考え方の確立とそのプロモーションにつとめてきた。もちろん、地域コミュニティの実態や、地域コミュニティと基礎自治体の関係は様々であるため、個々には細かな違いはあると考えられるが、地域コミュニティと自治体が協働して復興に取り組むという大きな枠組みは妥当なものであるし、こうした大きな枠組みを災害が起きる前の現段階で地域と自治体で合意さえしておけば、災害後の様々な課題にも臨機応変に対応出来るものと考えられる。

しかし一方で、規模という意味では想定を遥かに超える巨大災害となった東日本大震災(2011年)の経験を踏まえると、東京都で想定する復興ガバナンスには以下の2点の課題が明らかになる。

- ① 地域協働復興は、協働の担い手である地域コミュニティと基礎自治体の双方が存在することによって成立するが、どちらかが、あるいは双方が著しい被害を受けた場合はどう復興するのか
- ② 地域協働復興は、地域が存在することによって成立するが、地域が消失してしまった場合はどう復興するのか

すなわち、「地域・協働・復興」という三つの単語によって構成されている「地域協働復興」の、「地域」ないし「協働」の二つの単語が欠損した場合に、どのような復興ガバナンスが取られ得るか、という課題である。

前者①の課題は、沿岸部の自治体で多く見られた状況であるし、後者②の課題は、福島県の大震災の後に長期避難を余儀なくされた自治体で見られた状況である。

次章以降では、津波被災地である大船渡市でこれらの課題がどのようにあらわれたのかを見ていきたい。

1-2. 津波被災地における復興ガバナンスの実態

1) 岩手県大船渡市の復興ガバナンスの概況

岩手県大船渡市の状況を見る。大船渡市は津波の常襲地であり、明治三陸大津波、昭和三陸大津波のほか、1960年のチリ地震津波でも大きな被害にあった経験のある都市である。チリ地震から50年が経過していたとはいえ、三陸沿岸の中でも最も危機感を持って津波防災に取り組んできた自治体の1つであると言える。

東日本大震災は人口4万人の大船渡市に、死者・行方不明者をあわせて419人の人的被害をもたらした。海沿いの市街地はほぼ壊滅的な被害を受けたが、その一方で、市役所は高台に位置していたことから被害を逃れ、市長や議会、職員までの人的被害は少なかった。この点は、管理職以上の職員や首長に大きな被害が出た大槌町、南三陸町、陸前高田市といった自治体より格段によい状況であったと言える。災害復興局が3月に設立されるなど、復興のガバナンスは他の自治体に比べると、早い段階から立ち上がった。

大船渡市の復興計画は図1-2に示すようなプロセスで策定された。2011年10月に策定されたこの計画は、他の自治体と比較すると短期間で策定され、「地区懇談会」「市民ワークショップ」「こども復興会議」などの充実した参加プロセスをその中に含んでいる。

大船渡市復興計画策定スケジュール

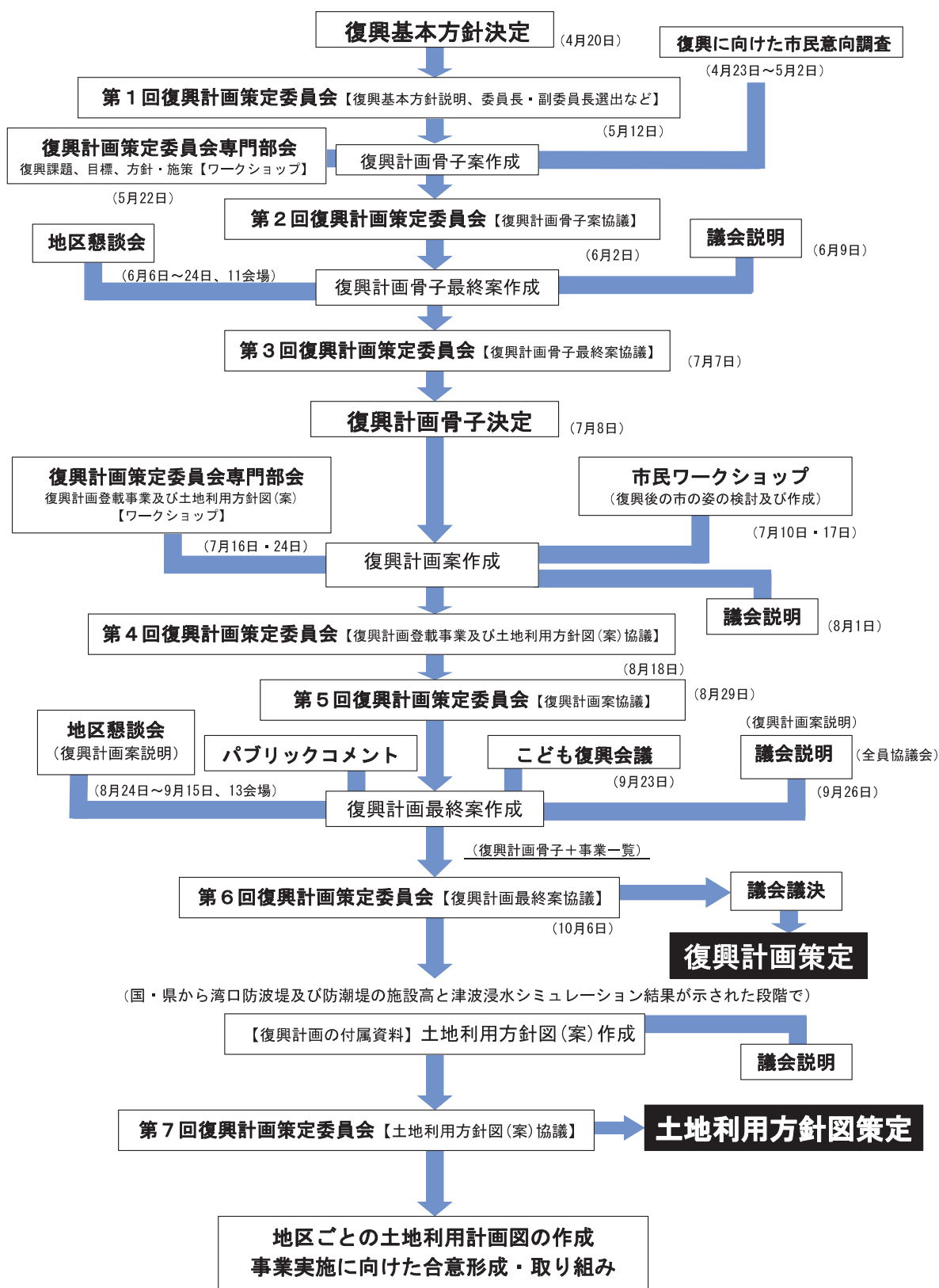


図1-2 大船渡市の復興計画の策定プロセス（大船渡市復興計画より抜粋）

復興計画の策定後は、引き続き「土地利用方針図」が作成された。これは復興計画の付属資料の位置づけである。それまでの復興計画は、どちらかというと全市的な復興方針を定めるものであったが、この土地利用方針図は、被災者にとってみれば、自身の地区の身近な空間がどのように復興していくのか、具体的な場所とともに示された最初の計画図書であると言える。しかし、土地利用方針図は住民や市民、さらには土地を持っている地権者が議論し、合意形成をして描かれた図ではない。図に示されている通り、この図はあくまでも方針であり、この図をもとにして「各地区ごとの土地利用計画図の作成、事業実施に向けた合意形成が取り込まれる」とされた。この土地利用計画図の合意形成を中心に、地区のレベルで「復興ガバナンス」がどのように形成されていったのかをみていく。

2) 復興ガバナンスの実態

被災した地区は全域におよび、ガバナンスの被害が相対的に少なかった大船渡市役所ですら、全ての地区に職員が入り、議論と合意形成を組み立てていくのは不可能であった。そこで大船渡市は、被害が大きく自治組織が大きな被害を受け、かつ市の中心部としての復興が急がれた大船渡町を除き、全ての地区に対して行政職員が地区に入って土地利用計画図の種々の調整や合意形成を積極的には担わず、地区内部の合意形成に委ねるという方針を取った。結果的には、復興推進組織と住民組織が自発的にでき、土地利用計画図の合意が形成されているが、この方針がどのように形成され、地区にどのように伝わり、地区でどのように復興ガバナンスが組み立てられたのか、大船渡市のヒヤリング調査の結果とあわせてみていく。

①災害前からの地区公民館のガバナンス

大船渡市は災害前より、地区公民館とよばれる組織を中心とした地域ガバナンスの仕組みが組み立てられていた。昭和の合併前頃の旧村単位程度のまとまりであり、その下に、町単位・中学校区単位の組織があり、さらにその下にそれぞれの地域公民館があるという組み立てである。しかし、大船渡市は2001年に三陸町と合併をしたところであり、特に旧三陸町のエリアでは地区公民館にはそこまでのガバナンス機能がなく、実態は地区によって様々であった。例えば、ある地区では地区の公民館に話をしただけでは地区の合意をとれるわけではなく、その地区を構成する有力な複数の集落に個別に話をしないと地区の合意が形成されない、ある地区では特定の有力者が地区をまとめているため、その有力者に話をするによって地区の合意がとれる、といった具合に、ガバナンスの実態が異なっており、こうしたことは暗黙の知として行政職員にも、地区住民にも了解されていた。

②復興ガバナンスの選択

そして、土地利用計画図の合意形成にはこの地区公民館を中心としたガバナンスがそのまま選択されることになった。災害復興という非常時ではあるので、こうした地域ガバナンスとは別に、トップダウン型のガバナンスを行なうという選択肢もあったはずだが、なぜこのガバナンスが選択されたのだろうか。市では、最初の基本方針を出す際に避難所等において、「コミュニティ重視か、あるいは、新しいまちをつくりたいか」の意向を問うアンケート調

査を行なっている。非常時であるために対象を特定した厳密な調査ではなく、調査票を避難所等に設置し、記入されたものを回収するという形の調査であった。その結果、ほとんどは「地域コミュニティを大切にしたい」という意向であり、この結果を1つの証左として従前の地区公民館を中心とした地域ガバナンスを復興のガバナンスとする方針が決定された。

③地域へのよびかけ

地区公民館を中心としたガバナンスへの呼びかけはどのように行なわれたのだろうか。行政当局は地区公民館に対して、説明等の要望があれば、どこにでも出向くという方針を明言しており、それを踏まえた様々な「協議の場」が持たれていた。あちこちの組織に呼ばれて出向く形も、地区公民館の役員が市役所に出向いた形もあり、復興計画の策定過程における、「地区懇談会」「市民ワークショップ」「こども復興会議」といった正規の場とは別個のものとして、平行に持たれたものである。この協議の場で復興事業の方法の丁寧な情報提供と意見交換が行なわれ、復興計画やその付属資料として出された「土地利用方針図」は協議の場における情報交換をある程度は踏まえたものであった。なお、当初は情報交換や要望等が行なわれていた協議の場において、地区のアクターが土地利用計画図の具体的な議論に踏み出すきっかけとなったのは、行政が地区のアクターに対して「防災集団移転促進事業の土地を探してほしい」と依頼をしたことにある、とのことだった。こうしたやり取りの中で、行政と地域の役割が徐々に明確化されていったと考えられる。

④復興の検討のスタート

各地区の復興ガバナンスのアクターの状況は異なり、ただ上記のような呼びかけを行なただけで、全ての地区に土地利用計画図作成の動きが生まれたわけではない。既述の通り、行政が全ての地区に対して均等に担当職員を派遣して、土地利用計画図の話し合いをしかける人的な余裕も無く、③の「よびかけ」は、よくも悪くも「求められれば丁寧に応じる」という、行政の受け身の姿勢をあらわすものであった。こうした中、行政は「どこかにモデル地区をつくらなければならない」と考えており、地区の中でも動きのよかったある地区に「先行して動いてほしい」と声をかけている。1つの地区が先行すると、他の地区もそれを順にフォローするのではないかとの考えに基づいている。

⑤地区の動き

これらを受けて、それぞれの地区が土地利用計画づくりやその合意形成に動き始めたが、実際は地区よりも小さな単位の集落レベルで動き出したところもあった。また、外部の支援者がそれぞれの地区や集落に入り込み、支援者の専門的なサポートを受けて復興の検討が行われた。つまり、それぞれの地区、集落で固有のプロセスを辿る事になり、支援者の専門性の種類やレベルも一定していなかったため、その計画や合意形成の質にもばらつきが出るようになった。

ある地区では従前の地区のまとまりがよく機能し、地区公民館で合意形成をはかった計画が行政に出された。また、従前の地区が有力な3つの集落で構成されており、地区の合意形

成がなかなか図れなかったが、復興に取り組んだことをきっかけに地区のまとまりが形成された地区もある。一方で、別の地区では、支援者が行政の意向を十分に理解しないまま地区に支援に入ったことや、地区のまとまりが無かったことにより、他の地区より復興の合意形成が大幅に遅れることとなった。

⑥地区の動きの詳細

ある地区の動きを具体的に示しておく。A地区では2011年7月に復興委員会が設立された。各集落の代表者と各集落の公民館長、漁協の代表、消防団や婦人会等の各種団体の代表がメンバーとなる50名近い組織である。これ以前に情報交換が重ねられており、行政の方針を受けたものであった。事務局は公民館がつとめているが、公民館長はあくまでも事務局の立場であり、復興委員会の委員長は地区で長く漁協の組合長を務めた、人望と影響力のある人物が専任された。

2011年の7月から8月にかけて3回の委員会が開催されて議論が行われ、9月4日に76項目の要望事項を「提言書」にまとめて大船渡市長に提出した。委員会は引き続き大船渡市災害復興局をはじめとする行政の関連部署との懇談会（10～12月に3回開催）や地区の被災者を対象にしたアンケート調査（10月および2月）、地区の被災者と行政との懇談会（1月に2回開催）を重ねて、「提言書」の記載項目を踏まえた13項目の「要望書」を2012年3月9日に市長に提出した。

提言書と要望書を受けて、総合子ども園、消防分遣所等の施設の再建が決定されたほか、2カ所の防災集団移転促進事業と1カ所の公営住宅の検討が進められた。いずれについても、復興委員会は被災者の要望のとりまとめ、地権者の意向の調整、土地の選定を主体的に進め、行政と交渉した。

地区はその後、外部からの都市計画の専門家を支援者に迎え、各集落毎の部会を開催して集落毎の土地利用計画図の案を作成した。その案を「復興まちづくり計画」としてとりまとめ、2013年5月に市長に提言書として手渡した。

⑦合意の受け止め方

住民や支援者から出された要望は、行政が窓口で受け取りを拒否するということではなく、全て必要な情報として受け止めた。一方で「最終的にその地区一本でまとめた」という方針のもと、地区公民館経由で上がってくるもののみを正式な合意として受け止めていた。地区がまとまらず、皆が、違うことを言ってくるというパターンもあったそうだが、その場合は話は聞くが、正式な要望として受け付けない、という姿勢であったようだ。受け止めた要望は、企画調整課が窓口となり、復興に特化したものは復興局で受け、それ以外のいろいろなものが錯綜するような要望は企画調整課で取りまとめ、各担当に対応を指示した。膨大な事業を抱えていたため、迅速に回答を返すことがなかなかできなかったケースもあるようだ。

3) 復興ガバナンスの評価

以上、大船渡市の土地利用計画の合意形成を中心に、その復興ガバナンスを整理してきた。大船渡市のガバナンスは、行政、地区ともに著しい被害を受けた。その中で、行政は東京都の地域協働復興と同じように、地区の復興組織を中心とした復興ガバナンスを選択し、従前に形成の途上であった地区公民館を中心としたガバナンスの仕組みを正当なものとして位置づけた。その一方で、個々の住民や小さな単位で寄せられる要望を丁寧に受け止め、情報提供等も行なっていた。

結果として、地区の復興ガバナンスは段階的に各地区で形成され、合意形成には時間差が生じる事になった。特定の地区に「遅れ」が生じる事になり、個々の住民の満足度にはばらつきがあることが想像される。「迅速に復興しなくてはいけない」という価値観、あるいは「復興は公平であるべきだ」という価値観においては、大船渡市で現実的な選択として展開されたこの復興ガバナンスは不十分なものであろう。一方で、各地区が暗黙のうちに形成してきたガバナンスの形に寄り添い、それぞれの無理のない成長を促進した、という意味では評価出来る点も多いのではないだろうか。

2. 想定外のリスクは何か ー日野市・荒川区アンケート調査結果よりー

2-1. 長期・広域避難によって生じる問題・リスクは何か

1) 荒川区・日野市でのアンケート調査の概要と結果

「まちづくりとガバナンスユニット」では、東京都で災害が発生したと仮定し、都外での長期・広域避難の必要が生じた際の人々の行動、意識について尋ねるアンケート調査を、荒川区、日野市の住民を対象に2014年に実施した（この場合の「長期避難」とは2、3年程度を想定している）。アンケート調査の概要は以下のとおり。

<荒川区>

- ・2014年4月1日～18日実施／メール便で配布・郵送で回収。
- ・送付数 2,078 有効回収数 685（回収率 33.0％）。
- ・荒川区の許可を受け、全地区を対象に住民基本台帳を利用したサンプリングを2015年1月に実施。

<日野市>

- ・2014年5月8日～25日実施／メール便で配布・郵送で回収。
- ・送付数 3,042 有効回収数 1,222（回収率 40.1％）。
- ・日野市の許可を受け、全地区を対象に住民基本台帳を利用したサンプリングを2015年4月に実施。

本アンケート調査結果から確認された主な事項は以下のとおりである。なお、アンケート結果の全体は「まちづくりとガバナンスユニット」ホームページに掲載している。

① 住民の6割が「災害発生直後の避難先」として行政設置の避難所を想定している

荒川区、日野市ともに全体の6割程度が東京都、もしくは区・市が設置する避難所への避難を想定していることがわかった。荒川区、日野市ともに全体の4分の1程度の住民が、自分の実家、配偶者の実家など親戚親族宅を避難先として挙げている。

表2-1 アンケート調査結果（災害発生直後の避難先）

単位：人

	荒川区	日野市
区市・都設置の避難所	398(59%)	746(62%)
親戚親族宅	192(28%)	297(25%)
友人知人宅	11(2%)	17(1%)
ホテル	13(2%)	30(2%)
その他	7(1%)	31(3%)
わからない	55(8%)	89(7%)
	676(100%)	1210(100%)

② 半数の住民が「東京都外で2～3年にわたる避難生活を送ることができる場所の心当たり」がある

「はっきりある」「だいたいある」を合わせると、荒川区、日野市ともに全体のほぼ半数が長期・広域避難の「心当たりがある」と回答した。しかし、「あまりない」「全くない」とも半数近くであった。また、「はっきりある」「だいたいある」と回答された住民の6割以上は自分の実家や親戚宅を避難先として想定している。

表2-2 アンケート調査結果（長期避難が必要となった場合の避難先のあての有無） 単位：人

	荒川区	日野市
はっきりある	119(18%)	221(18%)
だいたいある	214(32%)	351(29%)
あまりない	141(21%)	231(19%)
全くない	198(29%)	409(34%)
	672(100%)	1212(100%)

③ 長期・広域の避難生活を続けていく際の問題点として「仕事・収入確保」、「健康・障がい」、「土地・家屋の維持管理」が重要と考えられている

長期・広域避難の生活上の問題点として、荒川区では7割近く、日野市では6割近くが自分の仕事・収入確保が「とても当てはまる」もしくは「やや当てはまる」と回答している。また、自分の健康・障がいについて、荒川区では5割以上、日野市では4割以上が「とても当てはまる」もしくは「やや当てはまる」と回答している。土地・家屋の維持管理については、荒川区、日野市ともに5割以上が「とても当てはまる」もしくは「やや当てはまる」と回答している。

表2-3 アンケート調査結果（長期の避難生活を続けていく際の問題点） 単位：人

	荒川区			日野市		
	自分の仕事・収入確保	自分の健康・障がい	土地・家屋の維持管理	自分の仕事・収入確保	自分の健康・障がい	土地・家屋の維持管理
とても当てはまる	271(42%)	124(19%)	221(35%)	454(39%)	191(16%)	406(36%)
やや当てはまる	162(25%)	229(35%)	142(22%)	235(20%)	343(30%)	231(20%)
あまり当てはまらない	91(14%)	197(30%)	59(9%)	177(15%)	397(34%)	98(9%)
まったく当てはまらない	129(20%)	111(17%)	213(34%)	299(26%)	235(20%)	390(35%)
	635(100%)	537(100%)	635(100%)	1165(100%)	1166(100%)	1125(100%)

④ 8割の住民が避難終了後にもとの地域に戻るつもりである

「戻る」「恐らく戻る」を合わせると、荒川区、日野市ともにほぼ8割の住民が長期・広域避難終了後にもとの地域に戻ると回答している。

その理由を自由回答で尋ねたところ、「戻る」「恐らく戻る」の理由としては、「自宅、土地等を所有していること」「住み慣れた地域だから、愛着があるから」「周辺に家族親族、友人知人等がいるから」「周辺、都内に就労先があるため」「住みやすい」「生まれ育ったふる

さとだから」などの他に、「他に住むところがないから」という回答もあった。

また、「おそらく戻らないだろう」「絶対に戻らない」の理由としては、「もともと定住するつもりがない」「他の場所でも生活が可能だから」「持ち家ではないため」「避難先での生活への慣れ、定着が生じるだろうから」などが挙げられた。

自由回答の傾向は荒川区、日野市ともに大きな違いはないが、「戻る」「恐らく戻る」の理由として荒川区では「利便性」、日野市では「自然環境の豊かさ」「戸建の自宅を所有している」が挙げられていた。また、「おそらく戻らないだろう」「絶対に戻らない」の理由として荒川区では「荒川等の防災上のリスク」、日野市では「もっと利便性の高いところで暮らしたい」が挙げられていた。

表2-4 アンケート調査結果（長期避難終了後の帰還意思）

単位：人

	荒川区	日野市
戻る	104(16%)	220(19%)
恐らく戻る	410(64%)	727(62%)
恐らく戻らない	119(18%)	216(18%)
戻らない	12(2%)	13(1%)
	645(100%)	1176(100%)

⑤ 長期・広域にわたる避難生活を想定した際の懸念や不安

自由回答で、「長期・広域にわたる避難生活を続けていく際の問題点」を尋ねたところ、荒川区、日野市ともに「自宅等の管理、避難終了後の住まいの問題」「生活全般（食事、健康、衛生面など）」「仕事、収入確保」「健康、医療（障がい、通院等）」「心理面、精神面の負担」「ケアの必要な親族の問題（高齢者等）」「子どもの教育」「避難先の確保」「避難所での生活への不安」などが挙げられた。全体として、長期・広域にわたる避難生活は未知の経験であり予想がつかないが、東日本大震災（2011年3月）後の避難者の置かれた困難や生活の不便さ、復興・生活再建の遅れについて見聞きした経験から、東京での災害発生時の長期・広域避難についても不安を感じている住民が多いことがわかった。荒川区、日野市ともに回答の傾向に大きな違いはなかった。

2) ヒヤリング調査の結果

本ユニットではアンケート調査とは別に、災害発生時の長期・広域避難に関して、都内でも防災リスクが指摘され、また住民による防災の取組みも見られる足立区千住地区で2件のヒヤリング調査を実施した。調査対象者、日時は以下のとおり。

- ・民間施設 作業療法士（2015年1月16日）
- ・足立区地域包括支援センター 保健師（2015年2月20日）

このヒヤリング調査の結果として、以下の項目が確認できた。

① 長期・広域避難についてはまったく想定、取組みがなされていない

大災害が発生した場合、地域を越えた広域的な問題となることは予想できるが、それに対して住民組織、医療機関、行政機関等でも具体的な想定や取組みはなされていない。同様に、避難完了後の住民の帰還についても具体的な想定はできていない。

② 障がい者の避難に関する問題

重度障がい者、車いす利用者など、特に電動器具の利用が必要な障がい者等は、災害発生時の避難が困難となることが予想される。

③ 地域内組織の衰退と要支援者への関わりの希薄化

もともと住民同士のつながりは深い地域だが、それでも近年は要支援者への地域の関わりが希薄化している。また、加入者減少、担い手の高齢化等によって地域内組織が衰退してきている。また、地域の目が届きにくい住民（家族と同居しているなど）の孤立の問題も挙げられる。

④ 災害発生時に即時に効果的に活かせる地域内連携のための行政主導の必要性

災害発生時に医療機関、自治会、町会との連動、地域関係機関が効果的に連携をとるために行政内の横断的な仕組みが必要であるが、まだ十分に確立しているとは言い難い。

3) 長期・広域避難によって生じる問題・リスク

アンケート調査、ヒヤリング調査の結果から、長期・広域避難によって生じる問題・リスクとして以下の3点が挙げられる。

① 災害発生後、長期・広域避難に至るまでに生じる問題・リスク

- ・荒川区、日野市でのアンケート調査では、住民の半数が「災害発生直後の避難先」として行政設置の避難所を想定しているが、東京都内の人口規模ではニーズに対応した避難者収容は困難だと予想される。
- ・荒川区、日野市でのアンケート調査では、住民の半数に「東京都外で2～3年にわたる避難生活を送ることができる場所の心当たり」がないことが明らかとなった。避難所を出た後の行き先、避難生活ができる場所が不明な住民が多いことは、行政が仮設住宅等の住居設備を用意する必要性が生じる可能性がある。しかし、その人数が膨大となれば、支援が十分に行き届かないことも危惧され、中長期的な生活再建の困難が予想される。

② 長期・広域避難が継続するなかで生じる問題・リスク

- ・アンケート調査では、長期・広域避難の間について、特に勤労世代が就労、収入確保への不安、特に高齢世代が健康、医療への不安を抱えていることが明らかになった。医療に加え、避難先でこれまでと同様の高齢者福祉、障がい者福祉が受けられるか、不安を抱えている住民が多いことが自由回答から明らかとなった。

- ・自由回答では、長期・広域避難のなかでの精神的ストレスへの不安、懸念も多く指摘された。同時に、ヒヤリング調査でも「長期・広域避難が住民（特に高齢者）のうつ状態を招きかねない」という懸念が指摘された。
- ・自由回答では、自宅を所有している住民から、避難中の住宅、財産の維持管理、盗難等の不安、懸念が寄せられた。
- ・自由回答では、近居の高齢親族に対して日常的な生活支援を行っている住民から、長期・広域避難が必要となった場合の生活変化について不安、懸念が寄せられた。

③ 長期・広域避難終了後に生じる問題・リスク

- ・アンケートでは、住民の8割が長期・広域避難終了後に避難元地域に帰還する（「戻る」「恐らく戻る」）と回答しているが、自由回答で挙げられた理由を見ると、積極的な意思による帰還（「自宅を所有している」「仕事のため」等）と、他に選択肢がないという消極的な選択としての帰還に分けられる。特に後者の住民については、帰還後に自力で生活再建ができるか、行政等による生活支援が必要となるか、などの課題も想定される。

2-2. どのような問題が起きるか

1) 誰に問題が起きるか

① 災害時に「避難弱者」となりやすい人々、避難先のあてがない人々

長期・広域避難の際に「社会的弱者」となりやすい人々としては、まず、通常、災害時に弱者となりやすい高齢者、障がい者等が挙げられる。次に、平常時には地域で安定した生活を送っているが、社会関係が地域内で完結し、地域の外に親しい親族、知人友人を持たない人々も、長期・広域避難が必要となった際に地域の外に頼る相手がいないという意味で、社会的弱者となりやすいと言えるだろう。

アンケート調査で「避難先のあてがない」と回答した住民についてその属性を見ると、現在の居住地もしくは近隣地域で生まれ育ち、長年にわたってその場所で生活してきた住民、高齢者（60歳代、70歳代）、低所得層の間でそうした回答の傾向が強く出ている。これらの属性は、個人において重複している場合もある（その地域で生まれ育ち、現在は年金等で暮らしている高齢者など）。

一方で、こうした人々は地域に親しい友人、知人を持つ割合も低くはないため、平常時には必ずしも孤立しているわけではない。したがって、これまでの防災計画、地域課題検討の場では「リスク」の対象から外されてきた可能性もある。

対象地区は異なるが、類似したことがヒヤリング調査でも指摘された。ヒヤリング調査では、足立区千住地区について「低所得の単身高齢者が多く住む地域で住民同士のつながりが強い地域であり、住民がお互いに助け合って暮しているので避難でバラバラになると生活が困難になるだろう」という指摘があった。

② アンケートの未回答者について

さらに、これは今回のアンケート調査では明らかにできなかったことだが、このアンケートに回答していない住民のなかに、避難弱者となりうるリスクを抱えた人々が含まれていることが予想される。

今回のアンケート調査は、回収率が3割を越え、郵送での配布回収を行う通常の調査と比べると高い回収率ではあったが、対象者の半数以上は無回答である。特に、外国籍住民からの回答は著しく低かった（挨拶文は英語、中国語、韓国語を作成したが、調査票はふりがな付きの日本語版のみ）。また、住所変更のためアンケートが届かないケースも複数あった。

回答者は、対象者全体よりも現住地および周辺で生まれ育った、ないしは居住年数の長い者の割合が高いこと、自宅の所有率が高いことが予想される。また、一般的に郵送アンケートの回答者は比較的生活が安定した層が中心となることが指摘されている。こうした状況を考慮したとき、今回のようなアンケート調査の手段では回答が得られない住民層が災害発生時に抱えるリスクの掘り起こしも、長期・広域避難の課題を検討する上で必要な要件であることを指摘したい。

2) どのような問題が起きるか、どのような取組みが必要か

まとめると、仮に東京で災害が発生し、2～3年程度にわたって長期・広域避難が必要となった場合、以下のような問題が起きることが懸念される。

① 避難先のあてがない人々に対する行政による支援の問題

アンケート調査でも明らかになったように、長期・広域避難先のあてがない人々が一定の人口規模で生じることが予想される。このため、これらの人々の避難先確保、居住先支援が大きな課題となるだろう。また、現状ではそうしたニーズが莫大となると予想され（アンケート調査では人口の半数）、各自治体で対応できる規模を越える恐れもある。このため、今後の対応策として、長期・広域避難にそなえた自治体間の広域連携の確立、ニーズの事前把握等が求められる。

② 長期・広域避難にともなう社会関係の喪失、孤立の問題

地域内に友人知人を持ち、平常時には安定して地域で生活を営んでいた住民は長期・広域避難によってそれまでの社会関係を喪失し、避難先で孤立する恐れがある。これは、特に、移住先で新しい社会関係を形成しづらい高齢者等に当てはまる問題だが、それ以外の年代にとっても重要な課題である。

③ 長期・広域避難の間の就労支援、教育機会の保障、医療・福祉のニーズへの対応

長期・広域避難に際して、就労先確保、通学など教育機会の確保、医療・福祉ニーズ等について多くの住民が不安に感じていることはアンケートでも明らかになったことである。これらは生活全般に関わる課題であり、さらに医療・福祉は各個人、世帯が置かれている状況によってそれぞれに細かいニーズが発生する課題でもある。

ヒヤリング調査では、災害発生時の地域内での医療・福祉面での取組み体制の確立が未整備であることが指摘されたが、長期・広域避難に備えて、地域外の医療機関等との間で自治体、地域の単位での広域連携を確立することも必要な課題といえるだろう。

さらに、住民の8割が長期・広域避難終了後に帰還の意思を有していることから、住民が避難生活を送っている間、将来的な帰還に備えた行政による支援も必要となるだろう。アンケート調査で、「インフラ等の整備の他に必要な行政の住民支援」について尋ねた項目では、荒川区、日野市ともに「生活再建に関する情報提供」が7割近くを占めた。避難生活の最中に元の自治体から住民に対して定期的に情報提供を行い、住民の状況の把握に務めることは、避難先での住民の孤立を防ぐとともに問題の早期発見にもつながる。そして、そのことは帰還後に安定した生活再建、地域再生を進めることとも大きく関連する。

3. 復興と大学、研究者・専門家のガバナンスはどうあるべきか

3-1. 東日本大震災における各大学の動き

1) ヒヤリング先の概要と主なヒヤリング項目

「まちづくりとガバナンスユニット」では、東日本大震災において、首都大学東京、および、被災地の大学が被災直後から現在まで、復興に向けてどのような取組みをしているのか、東日本大震災における専門家・大学の役割と連携のあり方についてのヒヤリング調査を実施した。

なお、被災地の大学のヒヤリング先は、首都大学東京の同規模の大学を対象としている。ヒヤリング先は以下のとおりである。

表3-1 ヒヤリング先一覧

① 被災地の大学
福島大学：うつくしまふくしま未来支援センター 教員、事業コーディネーター、広報担当ほか (平成26年2月24日(月)実施)
宮城大学：事業部調査研究部長、広報グループリーダーほか(平成26年1月16日(木)実施)
弘前大学：弘前大学震災研究会、地域社会研究科ほか
② 首都大学東京
・分子・応用科学系教員(平成26年8月20日(水))実施) ・建築系教員(平成26年9月15日(月)実施) ・社会学系教員
■主なヒヤリング項目
<被災直後～復興期の動き、直面した課題について> ・大学と被災自治体の関わりの経緯について ・「自治体」と「自治体住民・地域」との関係について ・被災地に関わる現在の活動について など <大学が被災地に関わる際の留意点や大学の果たす役割について> ・被災地に関わる活動における大学の役割について ・首都直下地震における大学の役割について など

2) 各大学のヒヤリング概要

① 被災地の大学

<福島大学>

■被災直後～復興期の動きと直面した課題

- ・まず、大学構内の安全確認。学生の安否確認を実施した。
- ・原発事故発生後、県指定の避難所となる。収容人数の関係で、学生や社会福祉系の教員による自主運営。

- ・5月に大学を再開。「うつくしまふくしま未来支援センター（※）」を設立。各教員の研究テーマを活かした形で地域に入る活動がスタートする。
- ・2012年から双葉8町村と連携協定を結び活動。2013年7月から環境放射能研究所が設立され連携して活動を展開する。
- ・町・村に教員を2名（正・副）配置。日頃から関係を構築している教員はその地域へ配置された。
- ・配置された2名は、専門外の内容について取り組むこともあるため、継続的な担当制は難しい面も出ている。
- ・現在も、福島県内のどの地域に、どの大学（研究者、教員）や団体が関わっているか把握しきれていない。東京など、別のエリアからも大学や団体が入ってきている。
- ・研究のために地域へ入ってきていると被災者に見えてしまうことがある（実際にそのように思わざるを得ないこともある）。

※) 地域の復旧・復興に寄り添う「支援センター」として実践的な活動を展開。4部門(子ども・若者支援部門、復興計画支援部門、環境エネルギー部門、企画・コーディネート部門)から構成されプロジェクトを進めている。

○課題については下線で示す

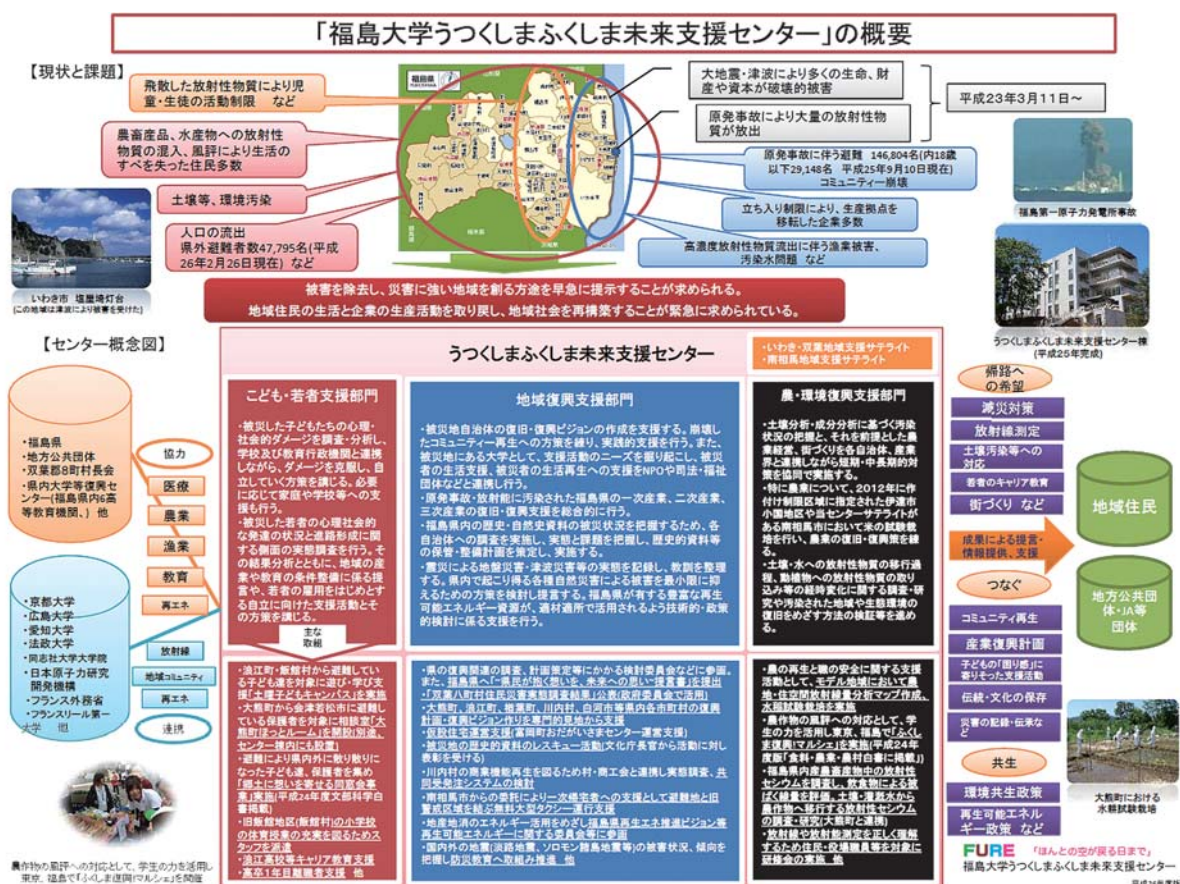


図3-1 福島大学うつくしまふくしま未来支援センター概要
(うつくしまふくしま未来支援センター ホームページより)

<宮城大学>

■被災直後～復興期の動きと直面した課題

- ・まず、学生の安否確認。応急復旧に取り組む。
- ・ライフラインの復旧とともに、情報収集（主に沿岸部の被害状況等を把握）を始める。
- ・震災前（平成22年11月）に南三陸町と連携協定を結んでいたが、協定内容を精査中に大震災が発生してしまった。大震災約1年後（平成24年4月）に、南三陸復興ステーション（※）を設立する。
- ・自治体が地域まで手が回らない時期（被災直後～1年）は、教員や学生が重宝され活躍している。例えば…避難物資の提供、看護学部の避難者対応、事業構想学部の相談業務など。
- ・自治体がイニシアチブを取り始める時期（被災から1年経過した頃）には、地域と自治体との将来像のズレが生じるなどの問題が出てきている。自治体にとって、大学が勝手に動いているように見えてしまうことがあった。大学として、地域の意向を熱心に聴き過ぎて、その自治体との連携や調整が足りなかったこともあった。

※）地域と大学のつなぎ機能強化や知のネットワークを活用した持続的な復興支援を行うべく、文部科学省の「平成23年度大学等における地域復興のためのセンター的機能整備事業」の補助を受けて、旧林蔭小学校に開設し活動をスタートしている。

② 首都大学東京

<首都大学東京 ー分子応用科学系ー>

■被災直後～復興期の動き

- ・福島原発の事故から、放射線モニタリングデータが出てこなかった。八王子市内の空間放射線量が異常な値が出たことから動き出す。
- ・4月から現地へ入る。同時期に文科省から各大学のRI研究室に放射量の測定依頼があった。
- ・6月に測定結果を福島県に報告したが担当部署もわからないような混乱状態で、県としてデータ統括ができない状況であった。
- ・ある地域の自治会から講演依頼の働きかけがある。これを機に、まずは地域との連携を進めることを決める（地域は正しい情報が入手できず不安だった）。

<首都大学東京 ー建築系ー>

■被災直後～復興期の動き

- ・建築系は、発災直後すぐに動くことはできない分野ではあるため、その間、日頃からつながりがある企業へ事業費等の相談をした（行政へ働きかけると時間がかかるため）。
- ・同時に、日頃から付き合いのある大学（教員・研究者）と、現地視察を繰り返す（陸前高田）。陸前高田にした理由は、震災前からある教員がその地域とつながりがあったためである。
- ・地域ー企業ー大学がゆるやかにつながりながら支援がはじまる（当初、行政は関わらず）。

- ・元々、行政－地域との両方の立場でまちづくりを進めることができる研究者が関わっているために、現在も行政との関係が良好である。

＜首都大学東京 ―社会学系―＞

■被災直後～復興期の動き

- ・避難所支援の学生、訪問を通じて、自治体と連携する（震災前からの関係者もあり）。
- ・自治体職員の伝手で広域避難者を紹介。社会学会で呼びかけて研究者のグループ化、各自訪問。
- ・避難者をつなぐネットワークを当事者が組織化（2012年2月～）する。タウンミーティング開催を研究グループで応援。報告書をまとめ、町・議会とともにシンポジウム開催。職員研修など実施。
- ・タウンミーティング結果も参考に、復興計画見直しへ。
- ・社会学系の調査手法が広域避難者を緊急的につなぐ役割を担う。タウンミーティングを通じて問題発掘、当事者の気づき、関係の回復へつなげる。自治体と作った関係に、行政学や放射線関連のプロジェクトを接続することで、原発事故問題の問題性を顕在化（別の科学領域へと関係が派生）。

3) 大学が被災地に関わる際の留意点（ヒヤリングから）

ここでは、「2) 各大学のヒヤリング概要 被災直後～復興期の動きと直面した課題」を踏まえて、今後、大学が被災地に関わる際に留意しておきたい点や事前に取り組んでおきたい内容を整理する。

① フェーズ（被災直後－避難生活－復旧－復興）ごとに継続的かつ総合的に機能する、専門性や関係性の把握をする

- ・日頃から教員（研究者・専門家）の専門性と関わりのある自治体、地域、関係官庁、大学等のヒューマンネットワークを把握しデータベース化しておくことが大切である。同時に関係構築もはかる。

⇒いざという時に教員の動きが把握できるように、教員と事務方職員とのゆるやかなつながりも構築をしておく。

② 大学としての地域貢献倫理、ルールをつくる

- ・東日本大震災は、震災直後にある地域に対し、いくつもの大学（研究者・専門家）や団体に関わり地域に混乱を招いているケースがある。地域からは、「研究のために地域に入ってきた」と思わざるを得ない現実もある。
- ・このことから、事前（平時から）に大学として自治体との協定等を結ぶなどし、日頃から地域に自然と入ることができるよう、関係づくりや信頼関係を構築しておく。
- ・また被災後～復興時期は、自治体と地域の情報量の差は明らかである。大学として地域と関わる際は、自治会からの情報、また、大学として調査した情報・データ等の共有や提供のあり方を決めておく必要はある。

3-2. 基礎自治体と大学のあるべき関係

これまでの調査を踏まえ、被災地への各大学の関わり方をタイプ別に整理する。

表3-2 大学と自治体の関係

1) プラットフォーム型、自治体網羅型（福島大学）
・福島大学のような、都道府県内等の複数の自治体をカバーし、個々への支援活動を束ね、それらの情報等のプラットフォームとしての役割。
2) 自治体集中型（宮城大学）
・宮城大学のように、大学として事前（平常時）からある特定の自治体と連携。
3) ネットワーク型＝首都大（分子応用・建築）
・大学内（外）、地域のヒューマンネットワークを活用し、ある地域と関係を継続的に構築。必要に応じた支援と連携。
4) 学会型＝首都大（社会学）
・教員が学識経験者・各学会等とのネットワークで組織化し、震災前から関係があった自治体の課題整理、支援。

基礎自治体との関係のあり方として、現時点では、①研究者や大学が自治体の「全ての課題」を「継続的に」引き受けることは難しい。ピンチヒッター、仮設的な検討の場づくりしか出来ないことを相互で理解した上で関わっていかなくてはならない。また、被災後、これまで関わり合いがなかった②混乱している自治体と大学との関係を作ることには無理が多い。但し、コミュニティの状況は様々であることから、うまく関係を作れる可能性はあるだろう。さらには、③コミュニティがしっかりまとまっていると、大学や研究者は動きやすく、継続的な関係を作れる。このことから、上記1)、2)、4) もいずれ3) に収斂していく可能性はある。

4. 総括と考察

以上を踏まえ、首都大学東京、コミュニティ、自治体のあり方について、それぞれ以下のよう
に総括しうる。

4-1. 首都大学東京の役割

首都直下地震が発生し、東京都内が被害を受けたとして、そこで1つの大学が①プラットフォーム型、自治体網羅型の役割を果たすことは、都内に立地する大学が多いため、非現実であろう。そのため、②自治体集中型として、特定の1～2の自治体と事前から連携しておくという役割を果たし得るだろう。しかし、宮城大学の教訓を見る限り、特定の自治体の「全ての課題」を研究者や大学が「継続的に」引き受けることは出来ず、もちろん災害の規模によるが、大学が復興を主導する役割を果たすのは、自治体行政が復活してくる1年程度の期間であることを、事前に大学や自治体で共有しておくことが重要である。

個々の研究者が個々の自治体やコミュニティをパートナーとして、支援や研究を組み立てる③ネットワーク型の動きは、発災当初からあってよく、たとえ学内の連携が十分に取れていないような動きであっても、個々の教員の動きは妨げるべきではない。また、②自治体集中型でスタートしたとしても、いずれ③ネットワーク型に発展していくものと考えられる。ここの研究者の意見やスタンスのばらつきは当然に想定され、重要な事はそのばらつきの度合いを理解しておくことである。また、最低限の「大学としての調査・研究・支援倫理」は必要であろう。自治体の側は、自治体内で突出したり、先鋭化したようなコミュニティについては、研究者に任せるという判断をしてもよいだろう。

また、④学会型については、研究者のそれぞれの学会におけるポジションに依存するため、事前の備えは難しいが、研究者が学会のハブとなりうることを理解し、そうなった場合の学会機能代替等を大学が担うということもありうるだろう。

4-2. コミュニティの役割

長期避難を伴わないような「想定内」の災害であれば、コミュニティがしっかりとあることが、早期の復興、支援の有効活用につながる。しかし、災害の規模が大きいと、コミュニティにばらつきがあるため、時間差は必ず生じる。「●年以内に補助金を終了する」というような時限性を設けない方がよいだろう。

一方で、「想定外」の災害であれば、よいコミュニティであればあるほど「遠くに行く」といった大きな判断を形成できない可能性がある。事前にコミュニティがしっかりと機能していることが重要であることは論を待たないが、こうしたジレンマがあることを理解しておく必要がある。

4-3. 自治体の役割

災害前には、コミュニティのガバナンスの型を作って共有しておくことが重要である。東京都では「地域協働復興」の枠組みを提示しており、この点は高く評価出来る。ただし、10年後、20年後にこの枠組みの合意が持続されているかは分からないため、ガバナンスを定期的に刷新することにも意味があるだろう。

また、災害弱者が想定される地域では、災害前に定期的にコミュニティの調査を行い、長期避難等の弱者像を把握しておくことが有効である。

災害後の支援者や大学との関係は、時間のフェーズの中で変化することが明らかになった。適切にガバナンスが遷移出来るように、ガバナンスの形を時限を切って見直していくことが必要であろう。

また、想定外の災害であれば、コミュニティの型を捨て、型にとらわれないガバナンスを組み立てることも必要である。

4-4. 考察

「想定外」は、災害因だけでなく、災害後の避難行動や、専門家研究者の行動にも表れる。それどころか、復興の主軸を担う自治体や自治体職員の対応にも現れ、さらに言えばよかれと考へて投じた政策や事業が、予想外の結果をもたらすことさえある。それは災害の規模が大きくなればなるほどそうなる。また加えて社会の構成が複雑化するほど、予測のつかないものになる。東京都がこれから迎える災害は、そうした複雑な想定外を多様に孕むものになる可能性が高い。

想定外は想定しえない。しかし、想定外の可能性は事前の調査で予測することはでき、かつ事後においてもフィードバック態勢を整えておくことで、できる限り速やかにその負の影響を縮減することができる。想定外は想定しえないが、想定外に備えることはできる。

そのためにも、上に述べた①大学、専門家の活用の仕方やネットワーク形成を事前に構築すること、その型を想定し、いかなるものにしておくべきか検討することが早急に求められる。なかでもその核となる首都大の役割は大きなものである。

また、②事前のネットワーク構築や都民の行動調査、啓蒙にとって、調査研究は不可欠であり、より多様な領域を組み込んだ災害時のコミュニティ調査の開発が望まれる。ここで行ったアンケート調査はその一例である。ここにも首都大の果たすべき役割がある。

③都の防災対策は、都にできることとしてはすでにかなり高度な領域にまで達している。とはいえ実際の災害には都民が関わり、かつ常に想定外が生じる可能性がある以上、全てを想定の中に押しとどめることはできない。しかも他方で、復旧・復興を見据えた、広域避難や多様な方面への影響評価をふまえた中長期時間軸の災害対応行政は未整理・未開発である。そのための態勢づくりを進める必要がある。

要するにここで指摘しうることは、大規模災害を見据えたまちづくりガバナンスを高度化するためには、より多くの変数を組み込んだシミュレーションとネットワークづくりが不可欠であり、そのための機構を都庁に取り付けることを検討する必要があるということである。その機構の軸の一つに首都大学東京を据えることができるかどうかは、今後のシミュレーションとネットワークづくり如何による。

地域防災のあり方ユニット

テーマ

郊外都市における
自然災害レジリエンシー力向上手法の開発

都市環境科学研究科都市システム科学域 市 古 太 郎 准教授
都市環境科学研究科建築学域 讃 岐 亮 助 教

1. 研究目的

(1) 郊外都市における事前復興プランニング技術の構築

東京都は2000年代に入って、大地震前から復興に備える「事前復興対策」を展開している。現在、大火被害が想定される区部での取り組みが先行し、市部での取り組みはこれからという段階にある。その中でも八王子市では、2006年から「地域協働復興訓練」を実施してきた。これまでの取り組みをふまえ、八王子市を対象に郊外都市における事前復興プランニング技術を構築する。すでに2012年度に市役所と首都大で作業部会を設置し、復興対応条件についての検討を進めている。

(2) 多様な主体による地域防災力UP手法の構築

大災害後、ご近所同士の支え合い、町会・自治会を中心とした地域組織による直後対応がなされる。わが国では「自主防災組織」の結成と活動が展開されてきたが、その「質」すなわち事前準備の方法論については、検討の余地が多々ある。本研究では、自然特性および地域社会特性でさまざまな面をもつ町田市を主な対象に、多様な主体による地域防災力UP手法を構築する。すでに当研究チームでは2008年から町田市の防災リーダー講習会の企画提案と運営支援に従事してきたが、今回は具体のモデル地区を設定し、地域の資源に立脚した「地域防災力」向上のための方法論を開発する。

2. 研究成果

サブ研究Ⅰ：東北の復興まちづくり支援（東京の事前復興まちづくりへのフィードバックを企図して）

- ・野田村復興まちづくりシャレットワークショップ（2013年度に第3回、2014年度に第4回）
- ・仮設住宅におけるコミュニティ東松島ひまわりコミュニティ（2013年度）
- ・気仙沼階上住まい再建支援一杉の下防集協議会、長磯浜防集協議会（2012年～）
- ・雄勝町水浜集落の集落再建調査（2014年度～）

【研究発表業績】

- ・Taro ICHIKO (2014) An action research of community-based housing recovery from the big TUNAMI disaster in Kesenuma, Japan, 3rd ICUDR, Oral session, Boulder, USA, September28–October 1, 2014
- ・市古太郎, 河村信治, 野沢康 (2015) 岩手県野田村復興まちづくりシャレットワークショップ, 東日本大震災合同調査報告 都市計画編, pp.106–113, 2015/1月
- ・日本建築学会復興まちづくり展：気仙沼階上杉の下集落における住まい再建支援（2014年3月）

- Taro ICHIKO (2013) What can planners do for post-disaster recovery? accompany- with approach as a context of Japanese planning realm, ISCP2013, Special Session, Sendai
- 高橋進吾, 市古太郎 (2014) 防災集団移転事業における住まい手主体の宅地造成デザインプロセス：気仙沼市階上杉の下集落でのアクションリサーチ, 2014年度日本建築学会大会（近畿）学術講演会・建築デザイン発表会

サブ研究Ⅱ：大都市郊外地域におけるレジリエント・コミュニティの計画手法

- 調布市男女共同参画センター, 男女協働参画の視点からの防災対策WS (2014年9月～)
- 南大沢上柚木地区, 宮上地区でのお母さんががんばりますProject (2013年10月～)
- 八王子市の事前復興対策の支援（震災復興マニュアル策定支援と職員復興図上訓練）
- 町田市役所事前復興対策ワーキング (2013年度)

【研究発表業績】

- 舩添知事との防災専門家意見聴取会 (2014/6/12)
- 東京連合防火協会, 雑誌『防災』連載執筆「レジリエントなコミュニティをつくる」
→第1回 (2014/10月) 「寄り添うプランニング」と次への津波災害への備え—気仙沼階上地区の住まいと集落の再建支援—
→第2回 (2014/12月) 東京の事前復興まちづくりの系譜と成果
→第3回 (2015/2月) 集合住宅における自宅生活継続ワークショップ
→第4回 (2015/4月) 地域組織による災害避難所運営を考える—2007年中越沖地震比角地区を事例に—
- TokyoFMでの「未来授業—事前復興まちづくり—」番組制作協力 (2014年2月)

サブ研究Ⅲ：東日本大震災の経験を踏まえた新しい防災訓練手法の開発（バージョンアップ）

- MALCA（マンションライフ継続支援協会）と共同による災害時マンション生活継続WS (2014年度～)
- 災害要支援者支援に関するリーダー研修（東京消防庁とのコラボ）(2013年度～)
- 高校宿泊防災訓練向け避難所イメージ防災授業手法の開発（都立永山高校とのコラボ）(2012,3年)
- 町田市防災リーダー講習会（町田市役所, 齋藤塾, 工学院大学村上研究室とのコラボ）(2010年～)

【研究発表業績】

- 「中高層分譲集合住宅での『自宅生活継続に備える』ワークショップ手法の開発, 地域安全学会論文集No.21, pp.71-79 (2013年11月)
- 地域安全学会学術大会発表会「できますゼッケンを用いた避難所運営イメージトレーニング」, pp.145-146 (2013年5月)

3. 研究実施体制

市古 太郎 (研究代表者)	首都大学東京 都市環境科学研究科 都市システム科学域	・ 研究総括
讃岐 亮 (共同研究者)	首都大学東京 都市環境科学研究科 建築学域	・ 八王子市における事前復興対策
吉川 仁 (研究協力者)	防災アンド都市づくり計画室 代表	・ 八王子市における事前復興対策
北島 繁昭 (研究協力者)	首都圏総合計画研究所 執行役員	・ 八王子市における事前復興対策
塩谷 貴教 (研究協力者)	地域計画連合 取締役 (当時)	・ 災害時要支援者の事前対応策の検討
竹原 育美 (研究協力者)	地域計画連合 副主任研究員	・ 災害時要支援者の事前対応策の検討
田口 香子 (研究協力者)	地域計画連合 副主任研究員	・ 男女共同参画の視点からの防災対策

4. 研究成果の社会還元

※研究成果は国交省や東京都、23区の委員会やワーキングでも適宜発信（学識委員の立場から）

- ・ 国土交通省都市局：東日本大震災による津波被害からの復興まちづくり検証委員会（2014年度～）
- ・ 国土交通省都市局：『防災公園計画・設計ガイドライン』改訂検討委員会（2014年度）
- ・ 東京都 震災復興検討会議（2014年度～）
- ・ 東京都 備蓄消費に係る検討会（2014年度）
- ・ 東京都都市整備局 防災都市づくり推進計画策定委員会（2014年度～）
- ・ 東京都都市整備局 避難場所調査検討委員会（2010年度～）
- ・ 東京都都市整備局 震災対策としての事前復興のあり方に関するアドバイザリー会議（2013, 14年度）
- ・ 東京都大島町 台風26号水害復興計画策定委員会 委員（2013－14年度）
- ・ 町田市都市計画審議会（2012年度～）
- ・ 東京都都市づくり公社：東京都市区長期派遣職員の報告会コーディネート（2014年2月）

5. 今後の研究課題（当ユニットの2015年度以降の研究展開予定）

（1）三陸復興支援関係

- ・野田村復興まちづくりシャレットワークショップ第5回（8月）
- ・気仙沼階上長磯浜防災集団移転勉強会 第5回（5/17）
- ・気仙沼階上内田杉の下防災集団移転勉強会 第22回（5/31）

（2）レジリエント・コミュニティの計画手法

- ・八王子市上柚木地区 上柚木らしい防災を考えるWS
- ・調布市男女共同参画センター，男女協働参画の視点からの防災対策WS（継続）
- ・豊島区南長崎地区 震災復興まちづくり訓練（2015年度）
- ・葛飾区 生活産業復興マニュアル策定ワーキング（2015年度）

（3）新たな防災訓練手法の開発とバージョンアップ

- ・東京都都市整備局 都市復興図上訓練：復興問題トレーニング（継続）
- ・町田市防災リーダー講習会（継続）
- ・八王子市職員都市復興図上訓練（継続）

地域防災のあり方ユニット

郊外都市における自然災害レジリエンシー力向上手法の開発

サブ研究Ⅰ：東北の復興まちづくり支援（東京の事前復興まちづくりへのフィードバックを企図して）

- （1）市古太郎（2014）「寄り添うプランニング」と次への津波災害への備え ―気仙沼階上地区の住まいと集落の再建支援―，防災10月号，東京連合防火協会，2014/10月
- （2）市古太郎，河村信治，野沢康（2015）岩手県野田村復興まちづくりシャレットワークショップ，東日本大震災合同調査報告 都市計画編，pp.106-113，2015/1月

地域防災のあり方ユニット

郊外都市における自然災害レジリエンシー力向上手法の開発

サブ研究Ⅱ：大都市郊外地域におけるレジリエント・コミュニティの計画手法

- (1) 市古太郎「大災害時，社会を速やかにしなやかに回復させる事前復興論」TMU-beyond 2015 vol.2 掲載
- (2) 舩添知事との防災専門家意見聴取会（2014/6/12）準備メモ
- (3) TokyoFM「未来授業 一事前復興まちづくりー」番組制作協力（2014年2月）
- (4) 市古太郎（2014）東京の事前復興まちづくりの系譜と成果，防災12月号，東京連合防火協会，2014/12月

地域防災のあり方ユニット

郊外都市における自然災害レジリエンシー力向上手法の開発

サブ研究Ⅱ：東日本大震災の経験を踏まえた新しい防災訓練手法の開発（バージョンアップ）

- (1) 「中高層分譲集合住宅での『自宅生活継続に備える』ワークショップ手法の開発，地域安全学会論文集No.21，pp.71-79（2013年11月）
- (2) 地域安全学会学術大会発表会「できますゼッケンを用いた避難所運営イメージトレーニング」，pp.145-146（2013年5月）
- (3) 町田市防災リーダー講習会報告パンフレット（2013年度，2014年度）

新連載

レジリエントなコミュニティをつくる

「寄り添うプランニング」と次への津波災害への備え —気仙沼階上地区の住まいと集落の再建支援—

首都大学東京 市古太郎

1 連載開始にあたって

本号より「レジリエントなコミュニティをつくる」を担当させていただくことになった市古です。私は学部卒業後の大学院進学1年目、阪神・淡路大震災に遭遇しました。「都市をつくる、都市を計画する」ことを学んでいた私にとって、一瞬のうちに美しい神戸のまちが、そして地域社会が困窮の状態に置かれてしまったことに計り知れない衝撃を受けました。そして生活が元に戻るまでに大変な努力が積み重ねられ、多くの資源が費やされている現場にたずさわる中で、自然災害と都市、言い換えれば自然現象として避けることのできない自然災害に対して、都市空間をどう計画していけばよいのか、さらに個人・家族・地域といった単位でどんな備えをしていけばよいのか、考えるようになりました。現在は首都大学東京で「都市防災・復興計画研究室」を担当しています。東北復興は現在、研究室の中心フィールドですが、これまでに中越地震、中越沖地震といった国内災害、および台湾集集地震、トルコマルマラ地震、インド洋大津波といった海外の災害復興研究に携わり、復興の現場で得た知見を東京の防災まちづくりにフィードバックする、ことを研究室の基本軸としてきました。

本連載では東京のさまざまなコミュニティで取り組まれている地域防災の取り組みを「レジリエンシー」という視点から紹介していきたいと思います。ここでいう「レジリエンシー」とは「すみやかに、しなやかに回復する能力」という意味です。レジリエンシーという用語、そもそもは生

態学分野から提案されました。とりわけ2000年代に気候変動に関する学際的研究が進展する中で、「取り返しのつかない気候変動の閾値はどこにあるか」というアプローチからレジリエンシー概念が派生していきました。温室効果ガス排出という外力に対して、地球環境システムはそれを平衡状態に保とうとする力を持っています。そのメカニズムを解明すると同時に、取り返しのつかない事態に陥る限界値およびその後の変容シナリオの解明、という研究視座から「レジリエンシー」は重要な学術的キーワードになってきました。生態学に始まり、災害研究でも中心概念になるに至った「レジリエンシー論」の系譜については、また稿をあらためて述べてみたいと思います。

第1回目となる今回は、東日本大震災の津波被災からの生活と住まいの再建を取り上げます。なぜ東京の事前期の防災がメインの連載で事後の東北から始めるのか、それは災害現象、およびその後の生活回復の営みの中にこそ、事前期の防災の視野を広げる示唆がたくさんあるからです。阪神・淡路大震災後、復旧復興支援に従事することと平行して「阪神・淡路からいかに学ぶか」首都圏の市民組織、行政、専門家それぞれが考え、地域としての初動対応、学校避難所の開設と運営、地区防災のあり方、などについて取り組みが積み重ねられてきました。それゆえ、今回の東日本大震災においても、その復旧復興の現場から何を学ぶか、わが国の防災に関わる人間にとって、重要な問いになっています。たとえ首都直下地震とは異なる津波災害というハザードの相違はあったと

しても「すみやかに、しなやかに回復するコミュニティとは？」という問いからは多くの学びがあると考えています。

2 発災前の階上杉の下集落と大津波被害

今回紹介するのは、気仙沼湾の湾口に位置する階上杉の下集落です。杉の下は半農半漁の集落で、集落名を冠する杉の下漁港があり、ワカメ、カキ、ホタテの養殖が盛んでした。また農作物としてイチゴ、ひとめぼれ、茶まめの栽培でも有名でした。そして農業、漁業に加えて海水浴場お伊勢浜、潮吹き岩で有名な岩井崎といった観光資源に恵まれ、杉の下集落でも2軒の民宿旅館が営まれていました。

東日本大震災では湾口に位置していたこともあり、太平洋からの18mを超える津波と内湾から反射した津波に襲われ、住民約300名のうち93名が津波により命を落としました。死亡率は30%と大変な被害率で、全85世帯中、52世帯で家族に犠牲者を出しています。また全ての住家が流出または全壊被害を受けています。

発災1年後の2012年3月、杉の下集落の合同慰霊祭が行われました。集落の自治会を解散したことも報告され、元の集落での再建を断念する雰囲気になっていました。



階上杉の下集落の位置と津波被害範囲

3 「元の集落近くにもどりたい」集落再建への想い

防災 10月号

研究室メンバーで杉の下集落に通い始めたのは、震災から1年を迎えようとしていた2012年2月でした。すでに階上地域には「NPO法人シェア国際保健協力市民の会」が地元の保健師、看護師、ケースワーカーらと「NPO法人生活再建支援プロジェクトK」を2011年8月に設立していました。トレーラーハウスを活用した活動拠点を国道45号線沿いに設置し、階上地区に6カ所ある仮設住宅と「見なし仮設」居住者への健康相談活動を展開していました。プロジェクトKには建築・まちづくりの専門家はいなかったため、Kのメンバーといっしょに、杉の下集落リーダーと話をする場に加わったのです。2011年12月に気仙沼市は震災復興計画を策定し、2012年1月には地域別に住宅再建支援策に関する説明会が開催され、仮設住宅で年を越し、本格的な住まいと生活再建へ少しずつ気落ちが切り替わってきた時期が2012年2月のことでした。



杉の下集落での住まい再建支援体制

それは「できるだけ元の杉の下集落に近いところで、みんなでもどって生活を再建したい」という相談でした。この相談内容は「津波で被災した土地の近くにもどる」という意味で印象的だっただけでなく、集落再建という意味でも大きい意味

をもっていました。と言うのも実は2012年2月の段階で、杉の下集落を含む階上地域では、70戸規模の防災集団移転事業の計画が市内でもトップを切って進んでいたのです。杉の下集落から直線距離で約2km、階上地区のいくつかの集落がまとまって新しいコミュニティをつくる、という計画でした。相談者を含む数世帯もこの防集事業に参加していました。つまり先行する防集事業とは別に、より元の集落に近い場所に、という相談であり、先行する防集事業のリーダーとの「あつれき」も予想されたのです。そういった面の意見交換と相手先への相談段取りも打ち合わせた上で、2012年7月に「杉の下近辺にもどる会」という住民グループを結成し、新たな防災集団移転事業による住まい再建に取り組むことになりました。家族を、自宅を失ったにも関わらず、元の集落の近くで生活を再建したい、という強い主体意識に突き動かされたように思います。

4 防災集団移転事業協議会としての活動

2012年7月に始まった「杉の下近辺にもどる会」の勉強会は、1～2ヶ月に1回のペースで開催され、2014年11月に第20回を予定しています。そこでの検討経緯をまとめれば次のようになります。

2012年8月～12月：「みんなの住まい」としての基本方針づくり



勉強会にて移転先の土地探し

2013年1月～3月：再建したい「いえ」の生活イメージづくり



模型を使ったデザインワーク

2013年4月～6月：地形と周辺環境を読み「みんなの住まい」としての宅地造成プランニング



住民による高台造成案の検討

2013年7月～9月：防集造成基本案づくり



移転予定地でロープを張って大きさ体験

2013年10月～12月：「住まいづくり」の勉強会



住まい再建コラージュワーク

2014年1月～6月「自分とこの住まい」プランニング

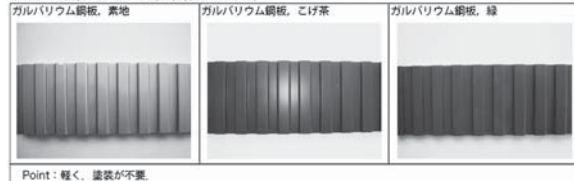


模型を用いた再建住宅の検討

2014年7月～現在：造成工事着手とローコスト化に向けた検討

第15回勉強会：家づくりの材料をさわって考えた。

1. 主に外壁材になるもの（屋根材としても可）



Point：軽く、塗装が不要。

2. 床材になるもの



オススメ、強度があり継太が必要

建材見本を用いた部材共同購入の検討

私自身、専門家チームとして勉強会の進行と運営に従事してきました。その経験から、勉強会の

持ち方として意識したのは次の点です。

- ①とことん地域へ寄りそうこと、地域の意志決定を尊重すること（専門家としての意見を押しつけない）。
- ②国、宮城県、気仙沼市の動きや情報を編集し、杉の下の住まいと生活再建に影響してくる内容を明確に伝える。合わせて適宜、地元メンバーと一緒に市役所に相談にいき、市役所との連携関係づくりを支援する。
- ③地形模型、住宅模型といった平常時の建築まちづくりで用いられる編集デザインの手法を活用し、地域メンバー1人1人の生活像を「見える化」する。
- ④地域メンバーの意向に基づいて、司法書士や造成工事の専門家に力を借り、再建住宅の完工まで支援する。

5 集落をつないでいくということ

「杉の下近辺にもどる会」の参加5世帯のうち、2世帯では3. 1 1の発災時に自宅に居た妻を亡くされています。最愛の家族を亡くした自宅近くで生活再建することを選択し、そしてお盆とお正月を中心にいつでも気仙沼の外で働いている家族がもどってきても受け入れられる「家」の再建に取り組んでいます。

津波により家族を亡くしたメンバーが、元の自宅敷地の見える場所に戻りたい、というその「土地への想い」はどこからくるのでしょうか。「漁師は海に近いところに住まない」とや「自分の田んぼと栽培ハウスがあるから」といった「なりわい」との関係が直截的な理由として語られるのですが、もう少し深い意味があるような気がしてなりません。住宅移転予定地の大地に立つと「ヤマーオカーヒラバーハマーウミベ」から精気をもらうような感覚を、「豊穡の大地」という印象を感じさせます。その「場所」の魅力に私自身、惹きつけられているような気がします。

一方で「次の大津波」に対しての「万全の備え」

も開始されています。発災後に結成された「階上地区まちづくり協議会」は2014年3月に「階上地区復興まちづくり計画」を地域主導で策定しています。「官民一体となって地域総合防災計画をつくっていく」ことを掲げ、「自治会単位で防災計画、ハザードマップを作成する。世帯ごとの防災カルテの作成を基本とし、第一避難所を設定する」といった地域の自主性、当事者性に基づくアクションが提案されています。また2014年度には気仙沼市の地域防災計画見直しに伴い、市内で先陣を切って「津波避難計画」の検討が進められています。

6 東北復興の「いま、ここ」からの学び

杉の下集落の住まい再建はまだ中途段階ですが「災害からの回復力のあるコミュニティ」という視点から3点指摘しておきたいと思います。

第1に改めて命を守ることの重さについてです。メンバーとのふとした会話から、「家族が無事だったら」という、住まいや財産を失うこととは比べようのない命の重さを感じます。また生きている家族も「何かしてあげられたのでは」という感情（サバイバーズ・ギルト）を背負っています。多重防災で命を守る、という防災の絶対的基点をまず指摘しておきたいと思います。

第2にへこたれず、しなやかに、立ち向かう姿勢と「みんなで」という地域帰属意識の高さです。再建に向けたしなやかで力強い取り組みは、今回の多くの復興の現場でみられる光景だと思います。長期的に気仙沼に関わることで感じることは、「みんなでこの場所を守り、育ててきた」という帰属意識と同時に、その関係性は閉じた上下の関係性だけでなく、フラットな関係性も有しているという点です。閉じているようで開いている、そんな人間関係の懐の深さを感じます。

第3に外からの専門家の知恵をうまく借りる、という点です。2点目の「しなやかな帰属意識」にも関連して地域の立場を理解し支援できる専門

家を見定め、ある意味がまん強く活用してくれているなあ、と感じます。主体性を有した上での受援力の高さ、と言えるかもしれません。またわたしたち支援側も、意見を押しつけるのではなく、引き出すことを大切にするゆえに信頼関係を築けてきたのでは、と思っています。

多重防災で命を守る、しなやかな帰属意識、「外」の専門家の知恵を借りる、の3点は、東京の防災にもフィードバックできる内容でありましょう。次号以降の東京の現場を紹介していくにあたっても、参照していくことにしたいと思います。

◆市古太郎（いちこ・たろう）

首都大学東京、都市環境科学研究科 准教授。
研究テーマは、自然災害からの復興、そして東京の『事前復興まちづくり』。

2.1 岩手県野田村復興まちづくりシャレットワークショップ-地元の方と一緒に復興を考える行為の可能性- (Student charrette-workshops in Noda-village)

2.1.1 野田村復興まちづくりシャレットワークショップが企図したこと (The aims of charrette-workshops)

東日本大震災の津波被災地は広域にわたり、避難生活・復旧・復興の進行も、そして支援のカタチも様ではない。本稿はその多様な特殊解の一つとして、岩手県野田村で震災以降、4年間にわたり開催している「野田村復興まちづくりシャレットワークショップ (以下、野田村復興 CWS)」の経緯と意義を報告する。

筆者らは野田村に近い八戸と東京のメンバーで構成し、震災直後から避難生活期の緊急支援、復旧期の片付けボランティア、仮住まい期の交流活動などに取り組んできた^①。野田村を含む岩手県北部地域は、首都圏からの支援や直接交流には時間距離というハンディがあり、復旧復興が遅れるのではないかという懸念を感じた時期もあった。しかし被災規模が相対的には小さかったこと (人的被害は小さいといえるものではないが、宮古市以南の沿岸自治体、たとえば陸前高田市、気仙沼市、石巻市、といった自治体に比べてという意味で) も幸いし、住宅の高台移転等の災害復興計画は比較的順調に進んでいるように見える。

「順調に」という意味は、被災が相対的にみて小規模だったことに加え、すでに報告されているように^②、村民のすみやかでしなやかな危機対応力が発揮されたことにも起因している。要約すれば、3月28日に村内行方不明者がゼロとなり捜索活動が完了、4月17日には村の合同慰霊祭を開催、4月8日に応急仮設住宅が建設着工、5月14日に入居開始、そしてピーク時で村内8箇所、298人が避難生活した避難所を7月3日には閉所し、すまいを失った世帯は仮住まい先での生活に移行している。これら仮住まい期までの推移は、岩手県沿岸部の他の津波被災自治体と比べて早い (たとえば、野田村から近いまちとして市街地が大きく被災した宮古市では、避難所閉所は8月10日である)。また4月中旬に野田村中学校の避難所を訪れた際、食事室となった場所の自主ルールづくりと自主的な避難所運営は他地域と比べても印象的であったし、その後のヒアリングの中で、避難所となった「えぼし荘」で震災当日に後から乳幼児のいる世帯が避難してきた際、住民同士で部屋の交代もなされたことを聞いた。すなわち他の被災地域でも見られた光景だが、助け合って避難生活をおくるための関係性が培われてい

たのである。

一方で「復興」は「応急対応」から「復旧」へというやり方の延長では難しいことも事実である。つまりそこには、東日本大震災前から野田村を含む北東北地域が直面していた「地域衰退」問題があり、この問題に対する持続可能な地域づくり、という挑戦に重なってくる。人口減少を与条件とした災害復興においては、道路や宅地といった都市基盤の再整備をすれば、予定調和的に人が集まり、加えて新しい流入人口が入ってくるというこれまでのわが国の都市復興シナリオは通用しない。そしてこの図式が最もシビアに現れているのは福島原発被災地の復興であり、たとえば飯館村では復興計画の素案づくりにおいて「めざすのは『村の復興』ではなく、村に帰れない村民も含めた『村民一人ひとりの復興』という認識が共有されたという^③。各セクターがパラレルに取り組むのではなく、対等でスマートなコミュニケーションを通してお互いに関係づけながらゆるやかな復興主体を形成していくことが求められよう。西山節の「関係を創造するという営みのなかに、復興は存在している」という指摘^④はその意味で当を得ている。

野田村復興 CWS は、野田村村民の復興ニーズに直接的に基づくものではなく (正式な支援依頼や契約行為に基づくものではない)、相互対話と共同体験を通じて、新たな関係性、言い換えれば石田頼房が都市計画の対象について、『もの』ではなく『こと』^⑤と述べたように「こと」としての様々なプログラムの提案を通して、「計画主体」を形成していくことを企図している。

次節以降で経緯を報告するが、それは「外部からの勝手連的な提案活動」でありつつも、一方で筆者の一人である八戸在住の河村は月2回のペースで野田村を訪問し地域の想いに基づいたきめ細かい交流支援活動を継続している、という両面を有している。特殊解かもしれないが、東日本大震災後に多様に展開しつつある「寄り添うプランニング」^⑥の1つの可能性と考えられよう。

2.1.2 野田村の津波被害と応急対応 (Damage and Emergency response in Noda-village)

岩手県野田村は、人口4,632人、1,576世帯 (2010年国勢調査) で東日本大震災の大津波により大きく被災した市街地の中で、最も北に位置する。三陸リアス地域の中ではめずらしく、長い砂浜の続く十府ヶ浦と水田を中心とした平地が沿岸部に広がり、南から国道45号線を北上してきた際、視界が大きく開け、三八上北地域への玄関口にふさわしい自然景観を有している。他の三陸北部地域と同様、1960年チリ津波で被災し、その後T.P.10mの防潮堤が建設されたが、図2.1.1に示すように、東日本大震災ではこの防潮堤を越え、野田村役場もあるまちの中

心部まで津波が到達した。今回の津波による被害は死者37名、行方不明者0名、全壊308棟、大規模半壊+半壊168棟である。避難所は最大で8箇所、298人、災害応急仮設住宅は、5箇所、213戸建設された。

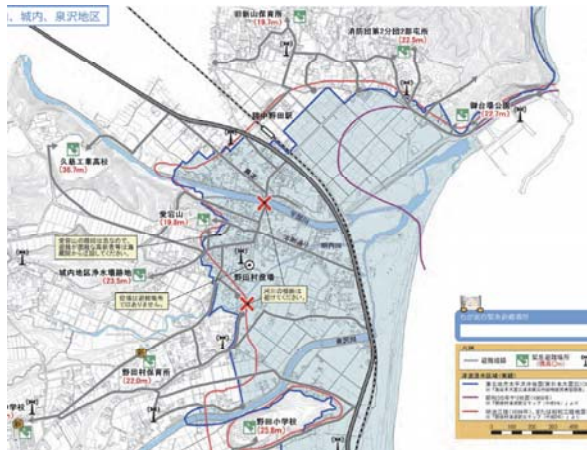


図 2.1.1 野田村の津波浸水区域と地域概要，出典：野田村津波防災 MAP (Damaged area in Noda village)

2.1.3 復興支援プラットフォームとしてのチーム北リアス (The Team Kita-rias as Recovery Support Platform)

(1) チーム北リアスの設立経緯

発災後、野田村へは被災地に近い都市である八戸と弘前から、いくつものボランティアグループが緊急支援に入った。そして3月末に関西から災害支援の専門家・研究者チームが弘前と八戸メンバーと合同で野田村に入り、これら三地域共同で野田村との信頼関係を形成し、その後の「チーム・オール弘前」や「八戸高専ボランティアバス」といった長期的なボランティア派遣活動に展開していった。4月中旬には発災以前から八戸チームと「顔の見える関係」にあった東京のまちづくり関係の大学研究室が現地に入り、メールや電話等で復興期を含む支援活動の検討がなされていった。

これら八戸、弘前、関西、東京の各チームの「被災地に余計な面倒をかけない」ことを当面の主眼とした支援活動の総合調整と「きめ細かく被災者に寄り添う」長期的な復興支援を意図して2011年の6月に「チーム北リアス」が発足し、野田村に現地事務所が開設された(7)。震災発生後、各種学協会では、だれがどこの被災地でどんな活動をしているのかが共有され、相互協力や連携にも結びついているケースもある。しかしチーム北リアスの場合、多分野の専門家たちが緊密に協働していく「復興プラットフォーム」として機能している点が特長となっている。

(2) チーム北リアスの活動

チーム北リアスは野田村の中ではひとつのまとまった大きなボランティア団体としてみなされてはいるが、活動理念と原則を逸脱しない限り、個々のプロジェクト内容についてはプロジェクト担当者の責任において任意性を尊重し全体を組織的に体系づけることにはなっていない。そして弘前、関西、八戸、東京の各チームの被災地へのアプローチは先の専門性の違いとはまた別の意味で補完し合っているように思われる。たとえば八戸チームの一員として、チーム北リアスとしての連携がなければ野田村での支援活動はこれほど継続していないか、継続していてももっと限定的になったかと思われる。被災地に近い立場でも、遠くから来てくれる人たちに刺激され、エンパワーされるところは大きかった。

2.1.4 野田村復興 CWS の実施プロセスと体制 (The Process and Implementation of CWS)

野田村復興 CWS は、チーム北リアスの建築・まちづくり系研究者による復興支援活動としてスタートした。具体の村民組織とのパートナーシップは、復興 CWS を企図した発災3ヶ月の2011年6月時点では弱かったが、前述した応急対応期の支援と村民との交流を通して、きつと有効な復興支援につながりうるし、先を見越したプログラムを考える場があってもよいのではないかと、チーム北リアス内での議論を通してゆるやかな合意が得られ、進めていくことになった。

表 2.1.1 は3回の野田村復興 CWS の全体目標を、表 2.1.2 は3回の野田村復興 CWS の実施プロセスを整理したものである。

表 2.1.1 野田村復興 CWS の全体目標 (Goals of CWS)

第1回 (2011/7月)	先を見越して復興空間像を考えてみよう
第2回 (2012/8月)	復興計画と復興プロジェクトのEnriching
第3回 (2013/8月)	体験から語る「野田村らしさ」と復興計画のフォローアップ

発災から4ヶ月後に開催された第1回 CWS では、この時点で村の復興計画策定は第1回復興計画策定委員会が6/23に開催されつつも素案公表などはされていなかった。仮設住宅での仮住まいが落ち着きをみせ、ガレキ撤去作業が続く中、ボランティア活動やチーム北リアス発足を通して関係性を築いてきた野田村住民メンバーと住民目線で復興に向き合うきっかけになれば、という意識で実施された。なお野田村では全4回にわたって復興計画策定委員会が開催され、2011年11月7日に野田村復興計画を策定している。その内容は、他の津波被災地域の復興計画と同様、防潮堤整備や防災集団移転といっ

表 2.1.2 3 年間の CWS の実施プロセス

	2011 年度 第 1 回 CWS	2012 年度 第 2 回 CWS	2013 年度 第 3 回 CWS
準備	4/10 被害調査 6/30 2011 年度第 1 回野田村 CWS ゼミ 7/12 第 2 回野田村 CWS ゼミ	5/9-10 野田村のなりわい再建聞き取り調査 5/17-19 なりわい再建調査 & CWS 企画会議 6/6 2012 年度第 1 回野田村 CWS ゼミ (その後、5 回準備ゼミを開催) 8/10-11 CWS 事前打合せ	4/24 スタッフ Meeting 5/12 聞き取り調査 7/30 2013 年度第 1 回野田村 CWS ゼミ (事前説明会)
CWS 当日 行程	1 日目 (7/27) 18:00 スタッフ事前 Meeting(2h)	1 日目 (8/18) 12:00 全体ガイダンス (1h) 13:00 フィールドワーク (3h) (村の青年グループから話を聞く) 16:00 全体プレゼン I (1h) 20:00 エスキース (4h)	1 日目 (8/11) 13:00 全体ガイダンス (1h) 13:00 フィールドワーク (2h) 15:00 「ライトアップニッポン」ディスプレイ (3h) 19:00 全体 Meeting(1h)
	2 日目 (7/28) 08:00 八戸集合 10:00 野田村到着・全体ガイダンス (0.5h) 10:30 フィールドツアー (3h) (村のリーダーのガイドで) 14:00 全体プレゼン I (2h) 21:00 エスキース (4h)	2 日目 (8/19) 10:00 グループ作業 (4h) 14:00 全体プレゼン (1h) (中間成果共有会) 16:00 グループ作業 (3h) 19:00 のだめしバーベ Q(2h) 22:00 エスキース (4h)	2 日目 (8/12) 農業体験 (しいたけ栽培, 花卉栽培, きゅうり収穫) 漁業体験 (ホタテ収穫, 定置網漁ワラサ) 木工工房体験 19:00 全体 Meeting(1h)
	3 日目 (7/29) 09:00 作業進捗確認 (0.5h) 09:30 グループ作業 (4h) 15:00 提案発表 & 意見交換会 (2.5h) 19:00 懇親会 (2h??)	3 日目 (8/20) 09:00 グループ作業 (4h) 13:00 提案発表会 (1.5h) 14:30 村長も交えての意見交換会 (1.5h) 20:00 懇親会 (2h??)	3 日目 (8/13) (2 日目に引き続き農業・漁業・木工の体験) 15:00 体験まとめ作業 (2h) 19:00 全体 Meeting と懇親会 (2h??)
			4 日目 (8/14) 09:30 体験発表会とまとめ (2h) 13:00 解散
最終 報告会	未実施	11/27 フォロー UP 講評会 2013/3 役場・商工会青年部へ報告	11/27 フォロー UP 講評会 2014/2 野田村にて最終報告会 役場へ報告と意見交換

た復興事業方針を概略的に図示したものであり、事業区域や具体の整備内容は、その後の復興交付金申請の段階で示されていくことになる。具体の生活像を描いてみよう、という点が、2012 年度の第 2 回復興 CWS への補助線となっていた。

第 1 回復興 CWS 終了後、野田村の公的組織・民間組織とチーム北リアスの協働関係も広がっていく。たとえば 2011 年 10 月、野田村役場から七五三イベントをきっかけに各種の復興イベント共同開催の相談が持ち込まれ、また 2011 年 11 月に村内の応急仮設住宅地の集会所にて、仮設住宅自治会とチーム北リアス共催で交流会が開催され、その後、月一回のペースで継続している。そして 2012 年 1 月からは野田村商工会青年部、野田村青年会（野田村の任意の青年団体（40 歳くらいまで）で役場職員が多い）という野田村の次世代を担う組織とチーム北リアスの間で「復興まちづくり勉強会」が開始され、この勉強会が第 2 回以降の復興 CWS 現地カウンターパートになった。

発災 2 年目に開催された第 2 回復興 CWS では、野田村漁協、農協、森林組合、仮設住宅地自治会、野田中学校といった村内組織へ発災までの活動と復興課題について聞き取りを実施した上で、野田村商工会青年部と野田青年会との復興まちづくり勉強会を通して検討テーマと当日プログラムを企画していった。また首都大学東京と工学院大学のメンバーは 6 回の事前合同ゼミを実施して当日に臨んだ。

復興 CWS 全 3 回の提案内容の考察は次節で触れることとしたい。

第 2 回復興 CWS では(a)高台住宅地、(b)被災中心市街地再生、(c)堤防公園、(d)居住地変化に合わせたモビリティ、(e)津波避難計画、(f)なりわい再建、の 6 つのテーマでの提案がなされ、11/27 のフォロー UP 講評会を経て 2013 年 3 月に町役場へ提出された。

一方で 2 回の CWS を振り返って、次のような課題も明らかとなった。

- ①復興 CWS チームに求められていることは、自己完結型でプランを提案するというより、村の若手といっしょになって真剣にいろいろと一緒に考える、という場の提供ではないか。
- ②わかりやすい、陳腐化しない、リアリティのあるメッセージ（や表現）が求められている。
- ③これからの野田村の担い手と一緒に考える。10 年スパンでの若手のまち育てという視点で。
- ④外からの提案を「きっかけ」に、野田村のこれからを自由に語る場（ただし語った成果はアウトプットする）がもっと野田村にあってもよさそうだ。
- ⑤商工会青年部と野田村青年会を中心に、10 年後、20 年後の野田村を考えるためには、復興 CWS のプログラムそのものをいっしょに考えることが大事。すなわち 2011 年と 2012 年の実施を通じた野田村側のカウンターパートの広がりを母体に、復興を考えていくプログラムづくりが検討されている。

これらの結果を踏まえ、2013 年は野田村住民と目線を合わせ「なりわい」体験を中心におき、その体験から復

興計画をフォローアップしていく方針とした。これは目標として次の2点に整理される。

①体験から語ろう野田村らしさ

大学メンバーが数日間の漁業、農業、工房での仕事を手伝い(体験させてもらい)、生業と生活再建の視点から、野田村の復興について考えてみる。

②野田村のくらしのスケッチと復興計画フォローアップ

8月に実施する体験成果を、建築やまちづくりの視点でスケッチや図面でわかりやすく、リアリティのある「絵」にまとめる(そういった支援がないため、デザインがつめきれないまますすんでしまっている復興事業もある)。

表2.1.2に示すように第3回復興CWSでは8月の合宿時「体験のまとめと提案の頭出し」でクロージングとし、大学に持ち帰って復興提案書づくりをおこなった。2012年の第2回復興CWSでは8月合宿時に野田村に関する様々な情報を元に、復興まちづくり提案のドラフトを持ち込んだのに対し、第3回復興CWSでは8月の合宿「後」を重点作業フェーズとした。「体験から語る」というアプローチである。そして11/8にフォローUP講評会で提案をブラッシュアップし、翌年2014年2月に野田村現地で体験でお世話になった住民の方々への報告会を開催した。

図2.1.2は野田村復興CWSに関する実施体制の変化、すなわち「復興まちづくり主体」の広がりを示したものである。第1回に比べて2012年の第2回では野田村役場を中心に、商工会や社会福祉協議会といった野田村の公的組織や民間組織との連携が強化された体制となっていた。

2.1.5 野田村復興CWSで出された提案と考察

(Proposals from CWS)

図2.1.3は2011年度から3回の野田村復興CWSでの提案内容を地図上にプロットしたものである。また表2.1.3はフィジカルな復興まちづくり提案に重点をおいた2011年度第1回CWSと2012年度第2回CWSの提案概要である。

2012年度は2011年度と比べて前述したように全6回の事前ゼミナールの実施、作業のベースとなる1/2500地形図(復興基図)や野田村役場の一連の復興計画と復興事業の資料が使えたこともあり、テーマの深みと広がりがうかがえる。すなわち村の示した復興計画およびその後の復興事業方針に対して、それを読み込んだ上で、結果として次の3つの視点で提案にまとめられている。

①生活シーンのシナリオとして整理してみること

移転先住宅地に対する住戸内外の空間利用シーンの提示や本町通りの歩行者優先型商店街の空間イメージなど
②事業区域外側や野田村全体の空間構造からみた事業の

位置づけ

移転住宅地と中心市街地を結ぶ移動交通手段の確保策や本町通りと既存商店街との空間構造上の関係性など。

③空間利活用プログラム、

新設される避難路や避難場所を用いた集落対抗駅伝といった楽しい防災訓練プログラム、復興祈念公園の実験型農園の自主管理など。

2012年8月の第2回復興CWS発表会では小田村長から、次のようなコメントをいただいた。

- ・外からの目は大事と改めて思った。生活している視点からは気づかない点もあった。
- ・311当日は「助けあうコミュニティ」が機能したが、高齢化に伴い「次」にも機能するか、心配な面はある。
- ・避難のための非日常の空間を日常的に意識づけておくことは大事。
- ・「子どもの遊ぶ場所が少ない」は感じていること。
- ・「大鳥居を中心とした4つの軸」というとらえ方に同感。
- ・高台住宅で提案された「縁側」、そういえば昔はどの家にもついていたね。

なお復興CWSのスタッフは当初の村の震災復興計画策定委員会にはメンバーには入っていなかったが、その後2012年9月に「野田村復興むらづくり計画」策定に向けた第1回委員会が開催された際には委員に委嘱された。この「復興むらづくり計画」は「復興計画の発展・充実版」として「むらづくり全体のマスタープラン」という位置づけがなされている。2回の復興CWSの成果はこの計画策定に向けて提案がなされ、2013年4月に野田村復興まちづくり計画が策定されている。

次に2013年度復興CWSの体験内容と提案概要が表2.1.5である。深夜未明から始まる定置網漁の体験、生花の出荷から露天販売体験、何度も繰り返し作業が必要となった畑のガレキ除去作業など「本物」の体験に参加学生メンバーも魅了され、その後、個人として自発的に野田村を訪問する学生も出てきた。

表 2.1.3 2011 年度と 2012 年度の CWS 復興まちづくり提案の概要

CWS2011		CWS2012	
中心市街地 G1 2つの拠点を つなぐ	観光拠点「道の駅のだ」と村の 自治拠点「町役場周辺」を歩ける 軸線に。 ・愛宕神社の大鳥居から広がる 2 つの軸線をシンボルに。 ・街路樹や植栽ポットなどの手入れを住民自前で	高台住宅地 G 内と外とつな がる高台	(1) 住宅団地内の広場と共用施設の配置プラン ・南側からのアクセス部に広場と施設を配置 (2) 住戸コモンの提案 ・共同で利用する花壇や菜園を介した絆づくり (3) 住宅団地入り口部に「まちの駅」 ・サロン「あづび」のような立ち寄り場
中心市街地 G2 海に向かって 伸びるメイン ストリート	市と共にあるまち ・大鳥居から海に向かって伸びる メインストリート ・祭りや市の空間→語り場	中心市街地 G 村の顔の再興 本町通りの再 整備	(1) 大鳥居を中心とした 4 つの軸線という空間構成 ・海—愛宕神社×役場—陸中野田駅 (2) 本町通りにおける歩行者視線からのデザイン ・お祭りのにぎわいを平時時にも。 (3) 共同作業、共同創作の場 ・「もっきり」のできる本町通り
中心市街地 G3 ふれ違い参道	人が戻ってきたくなるまち ・参道を軸に高齢者と子ども達が つながる。 ・高齢者サービス、幼児保育 支援施設を整備	堤防公園 G つむぎ・つな ぐ空間	(1) 公園予定区域を区分し機能と利用プログラムを 個々にデザインしていく。 ・追悼祈念／メモリアルパーク／親水公園／共同 農地／フラワーパーク (2) 子供が遊びたい空間を村民参加でつくる ・祈りの場としてのメモリアルパーク
下安家 G 水と生きる 下安家	うみ・かわと共に生きてきた下 安家 ・三陸有数のサケ孵化漁業、水門 や防潮堤は漁業再建との整合を。 ・漁業、安家川、リアス線鉄橋と いった資源を活かした観光業の可 能性	モビリティ G 歩行者ネット ワークの提案	(1) コミュニティバスと有償ボランティアバスのハイ ブリッドシステム。 ・有償ボランティアバスは①中心部 - 町内各地、 ②地域福祉施設循環の 2 つのルート (2) 町民自らがモビリティ事業に参加 ・市民事業型でのモビリティ確保
		津波避難 G 愛される避難 場所	(1) 避難の空間を日常生活の空間に埋め込んでいく。 ・公園利用やフェンス除去、案内表示オブジェ (2) 集落対抗避難場所駅伝 ・イベントと防災訓練をミックスさせる
		なりわい再建 G 野田村の憧れ ライフ のんちゃんとホ タちゃんの物語	(1) ものがたり復興 ・将来の生活像をわかりやすく提示したい (2) 住農漁商が融合した新たな産直 ・女性中心に農と海の産物活用した食材を販売 (3) 野田村らしいライフスタイルの体験 ・若者の担い手の育成の場として

表 2.1.4 2013 年度 CWS の復興提案概要

班名	8 月合宿時の体験内容	提案要旨
漁業班 漁師と共に創る体験プ ログラム	・定置網漁の体験。 ・野田港での荷揚げ手伝い ・ホタテ貝の付着物落とし ・番屋での朝ご飯	・漁師さんの居場所 & 外との交流拠点としての番屋 ・漁業体験と民泊プログラムの連携 ・料理を通じた外の関係づくり
農業 A 班 つながりつながる - 生 業の安定を目指して -	・生花の出荷作業 ・久慈に生花を売りに行く ・きゅうりの出荷作業 ・生姜、おにぎり、くるみの産直市場への出荷作業	・販売フェーズにおける農家の連携（生産面はそのまま） ・無理ない地産地消（小中学校での給食食材に）
農業 B 班 「新しい公共」のカタチ	・きゅうりの出荷作業 ・大豆畑の除草 ・もちつき ・水田の農業散布	・外からの就農支援 +1 週間程度のグリーンツーリズム の両者のニーズを満たす受け入れシステム ・応急仮設住宅を受け入れ施設に転用。
農業 C 班 一歩先の復興村づくり を目指して	・畑のガレキ拾い ・草むしり、土普請 ・畑の除草作業。	・耕作放棄地再生と若手担い手受入れの支援 ・ほうれん草カフェ
木工工房班 歩みだす村	・ソーラーパネル手入れ ・のんちゃんストラップ制作 ・工房の庭木の手入れ	・歩きたくなる村へのセルフビルド (ベンチ、デッキ等たたずむスペースを村民自ら作る)

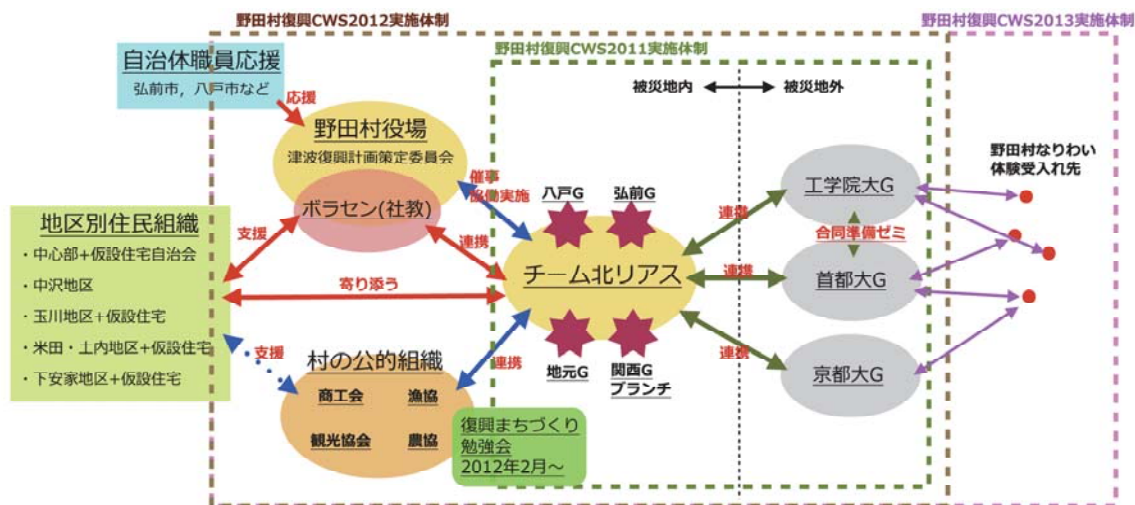


図 2.1.2 野田村復興まちづくり CWS の実行体制の推移

体験を基にした提案については、2014年2月に野田村で開催した第3回野田村復興CWS最終報告会において体験受入先の村民メンバーから、

「ここまで考えてくれた」

「3回くらい来ると名前を覚える」

といったねぎらいに加えて、

「農業はずっと続けなければならない『なりわい』ではない。人生において何年か本気で従事してそれだけの対価のあるもの」

『うれしい』反面、何をやらせたら『モノ』になるのかな、と考えた」 「納得いくものが作れた、という気持ちにはなかなかならないものよ」

『もの好きだからやっている』と終わらせないよう、
 広げていく手伝いをして欲しい

といった本音が飛び交い、また

『交流』はキーワード、そこから「なりわい」にどう結びつけていくか」

「自分の家には泊められないけど安く 1 週間くらい滞在できる施設があるといいなあ」

といった復興まちづくりの具体テーマが飛び出し、提案を「する側」と「受ける側」で共有が図られた。

2.1.6 復興支援の方法論としてのシャレットワークシ ヨップの可能性 (Discussion of CWS as long-term recovery support methodology)

野田村復興 CWS は、前半で述べた「寄り添う」という八戸・弘前チームのスタンスと野田村における復興の

ステークホルダー、すなわち再建に取り組む住民、野田村役場、漁協や商工会といった各種なりわい組織との関係性のコンテキストの中で実現した「特殊解」である。しかしそれを「特殊解」とだけ終わらせるのではなく、復興まちづくりにおける方法論的可能性について述べておきたい。

(1) 「提案すること」の意味

シャレットワークショップの最大の特徴は、外の視点から内の自然・文化・人的資源に立脚した「提案」をおこなうという行為にあらう。そして提案には「提案の受け手」が不可欠であり、提案を「する側」と「受ける側」との関係づくりが問われることになる。野田村ではチーム北リアスという「寄り添う」アプローチでの継続的な信頼関係醸成があったからこそ、シャレットワークショップの実施と継続が可能であったと言ってよい。そして結果的に野田村の示した公的な復興計画に対して、直截的なカウンタープランになるのではなく、村民にとっての意味を読み解き解釈を示すこと、その上で追加のアイディアを「織り重ねる」ことで、復興まちづくりをより多様に、住民に身近なものにしていく成果につながっているように思われる。

(2)復興に向けた関係性をつくる

図 2.1.2 で示したように、復興 CWS の実施体制は、第 1 回、第 2 回、第 3 回と回を重ねるごとにつながりが広がっている。たとえば、第 2 回 CWS の事前準備の中で開始された商工会青年部との「復興まちづくり勉強会」は復興に向けた若手村民の一つの軸となっている。また第 2 回 CWS 中間発表会での村長からのコメント、第 3

回 CWS 最終報告会でのなりわい体験で受入れていただいた村民メンバーとは、意見交換と復興ニーズの共有が図られるなど、その関係性の質にも深まりがあった。継続的な支援活動と、短期的なシャレットワークショップを組み合わせることは、復興に向けた主体づくりの方法論として位置づけることもできよう。

(3) 学生の学びの場、教育の場

本文中ではあまり強調しなかったが、参加した学生の達成感には大きなものがある。高等教育機関にとって、また問題解決志向の学問である、まちづくり学および防災復興学において、学生が研究室プロジェクトの下働きとしてだけでなく、主体的に学ぶ機会が得られることは、平常時以上に関係性づくりに慎重さが求められる災害復興の現場において、シャレットワークショップという手法がもつ大きな可能性と考えられよう。

なお野田村復興 CWS は、本稿執筆の発災 4 年目も第 4 回を開催する予定である。いずれ稿を改めて追補考察したい。

<参考引用文献>

- (1) 河村信治 (2014) 「野田村におけるチーム北リアス活動報告(3)」
- (2) 野澤康, 市古太郎, 河村信治 (2012) 「被災地における計画主体を組み立てる―野田村復興まちづくりシャレットワークショップの活動をとおして―」, 都市計画 No.299, pp.14-17
- (3) 千葉悦子, 松野光伸 (2012) 『飯舘村は負けない―土と人の未来のために―』, 岩波新書, p.215
- (4) 内山節 (2012) 『ローカリズム原論―新しい共同体をデザインする―』, 農文協, p.167
- (5) 石田頼房 (1995) 『都市計画と都市生活』自治体研究社, p.8
- (6) 市古太郎 (2013) 『『寄りそう』プランニングと豊穡の大地―気仙沼階上 K 集落の住まいと生活再建支援から―』, NPO 西山文庫, 2013 年春号ニュースレター
- (7) Motohiko Nagata (2012). A 'soft' volunteerism in super-extensive disaster: Case of Noda. Rajib Shaw and Yukiko Takeuchi (eds.) East Japan Earthquake and Tsunami: Evacuation, Communication, Education and Volunteerism. Research Publishing Services, Chap.12, pp.239-253

謝辞

野田村復興まちづくりシャレットワークショップ (2011-2013) の運営スタッフは、筆者ら (市古太郎, 河村信治, 野澤康) の他に、北原啓司, 李永俊, 飯考行, 山口恵子 (以上, 弘前大学), 永田素彦 (京都大学), 渥

美公秀 (大阪大学), 馬渡龍 (八戸高専), 玉川英則, 川原晋 (以上, 首都大学東京), 柳瀬有志 (アルテップ) からの協力があった。また学生参加者は次の通りである。

【首都大学東京】長谷川庄司, 小川美由紀, 田中祐士, 田中里奈, 大島和之, 前田晴香, 水上小紀子, 平野有良, 大久保智, 角谷学, 岡智史, 大石裕貴, 薩其日拉図, 鳥海活哉, 竹下倫平, 黒澤佑太, 岩阪英将, 高橋進吾, 江間諒輔

【工学院大学】平野悦子, 岩田暁, 酒井勇人, 池田洋輔, 仁藤秀俊, 高橋司, 山下純哉, 山田真哉, 山崎信幸, 大高佑貴, 大平裕貴, 笠原彩香, 伊豆拓也, 田鎖潤一郎, 山崎徹也

【弘前大学】村上早紀子, 三上真史, 谷本佳樹, 小山内由希, 田村亜希, 熊谷哲治, 田上晃央, 後藤有伸, 李澤雪江, 中岫春花, 齊藤美紀, 藤田雄大, 加賀昌春, 吉田康平, 佐藤敬介, 秋田谷駿吾, 日野沢由香, 鈴木将平

【京都大学】真鍋崇志, 川畑朱里, 中野苑香, インナ・テルジ, 小島三季, 三宅達良

【八戸高専】渡部萌, 粒来雄貴, 小笠原聡志, 奥谷貴, 小比類巻久恭, 有馬秀, 大坂元気, 小船茉理奈, 助川未紀, 西塚真子, 工藤葉月, 池田瞳, 尾崎美咲, 北村美希, 外山李沙, 谷口舞, 中村恵, 泉拓也, 川島萌人, 下机洋輔, 小倉優大, 猪股希美, 亀田夢葉, 赤坂志保, 木村萌, 中村美美, 井上未至, 西塚萌, 木村萌, 水梨子将也, 直町和樹, 高田亜美, 川守田美樹, 栗澤佳穂

【大阪大学】塩田朋陽

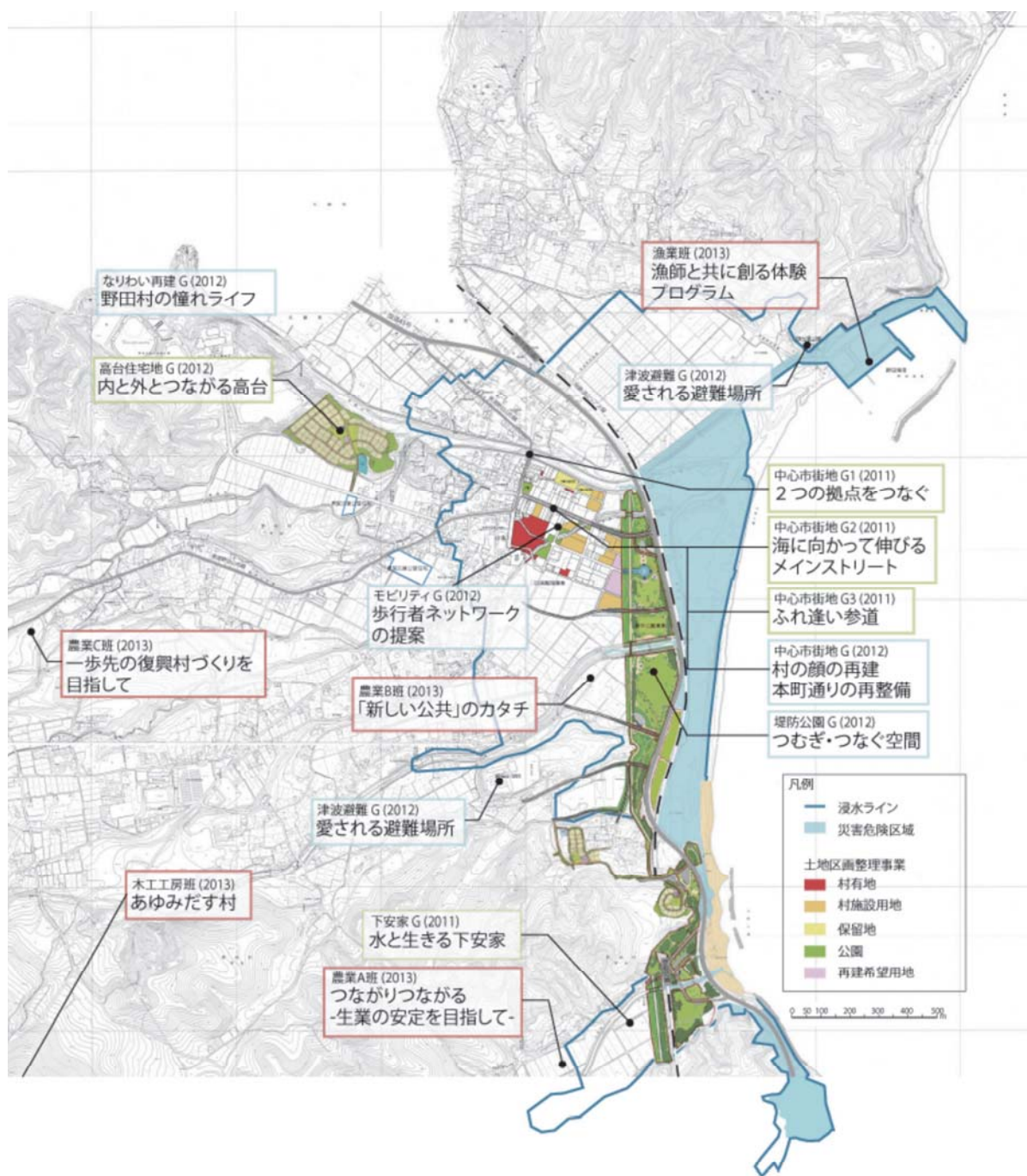


図 2.1.3 野田村復興まちづくり CWS 第 1 回～第 3 回までの提案テーマと提案箇所

地域防災のあり方ユニット

郊外都市における自然災害レジリエンシー力向上手法の開発

サブ研究Ⅱ：大都市郊外地域におけるレジリエント・コミュニティの計画手法

(1)市古太郎「大災害時，社会を速やかにしなやかに回復させる事前復興論」TMU-beyond2015 vol.2
掲載

(2)舩添知事との防災専門家意見聴取会（2014/6/12）準備メモ

(3)TokyoFM「未来授業-事前復興まちづくり-」番組制作協力（2014年2月）

(4)市古太郎（2014）東京の事前復興まちづくりの系譜と成果，防災 12 月号，東京連合防火協会，
2014/12 月

大災害時、社会を速やかに しなやかに回復させる事前復興論

地域防災力を高め、災害から速やかに回復する
「レジリエント」なコミュニティづくりを支援

「事前復興論」で、総合的な防災対策を構築する

「事前復興論」とは災害に対し、速やかに、しなやかに社会を回復させていく方法論です。1995年の阪神・淡路大震災において「事前防災」だけで被害ゼロにすることは不可能であり、事前対策を軸としつつも、ある程度の被害を許容し、事前対策、直後対応、長期的な復旧復興準備をトータルに進めていく「減災」という考えが生まれました。私の大学院時代の専門は都市計画学ですが、発災前と発災後を別々にプランニングするのはなく、事前の防災まちづくり、発災後の避難生活、仮住まい、そして住まいと地域の再建を事前・事後トータルな「プランニング問題」として組み立てていく、という都市計画学上のブレークスルーが事前復興論です。

事前復興論は6つの取り組みで構成されています。①倒壊や火災といった直接被害だけでなく、生活や住まいが元に戻るまでのプロセスとして「災害像」を想定する、②避難生活や仮住まい期の再建過程で大事となる「つながりづくりのプロセス」をデザインする、③復旧復興プロセスをあらかじめ地域・行政・専門家で共有し、関連条例や災害復興マニュアルを策定する、④復興まちづくり計画を事前に描く、⑤「復興まちづくり訓練（ワークショップ）」の成果を日常的な地域防災活動に取り込む（年次防災訓練への組み込みなど）、⑥地域・行政・専門家のネットワークを築く、です。

また現在、研究室では東日本における生活・なりわい・集落の再建調査に取り組んでいます。ここで得られた成果は、阪神・淡路大震災からの復旧復興からの「学び」として構築されていた事前復興論を大きくバージョンアップさせることに結実しつつあります。

地域の対応力を評価するレジリエンス・インデックス

災害研究には、大きく3つのアプローチがあります。地震動や津波など自然現象を対象とした理学的アプローチ、揺れや火災に強い構造物を設計するための耐震工学的アプローチ、そして私たちが取り組んでいるプランニングにつながる社会科学のアプローチです。私たちは「レジリエント」というキーワード

があり、大きく3つのアプローチがあります。地震動や津波など自然現象を対象とした理学的アプローチ、揺れや火災に強い構造物を設計するための耐震工学的アプローチ、そして私たちが取り組んでいるプランニングにつながる社会科学のアプローチです。私たちは「レジリエント」というキーワード



「プーシエーターワークショップ」など、実際のレジリエントなコミュニティづくりのお手伝いを進めています。

今後の展望として、東日本大震災における生活と集落の再建を「回復力」および「地域防災力の再構築」として考察すること、そして東京を中心に事前復興論のさらなるバージョンアップを図っていきたいと思っています。例えば集合住宅における生活継続問題や、郊外自治体における生活再建を主軸とした事前復興対策の体系化などです。また東京都は40年以上にわたって建物倒壊と火災、避難の視点から「地域危険度」を公表していますが、これをさらに地域の対応力といった視点から指標化できないか、という視点で研究を進めています。いわば「レジリエンス・インデックス」をつくることを意味します。そしてそれは、首都直下地震に対し、トータルに被害を軽減する防災研究の1つの柱になると考えています。



市古 太郎 (いちこ たろう)
首都大学東京大学院 都市環境科学研究科
都市システム科学域 准教授

東京都 新たな防災対策に向けた舩添知事との意見交換会へのメモ

2014/6/10 市古太郎（首都大学東京）

1. 事前復興の体系的な展開

- ・ 阪神・淡路大震災以降の東京都における事前復興まちづくりの展開.
- ・ 1998年の東京都「都市復興マニュアル」の策定と提案.
- ・ その主な成果
 - (a)回復力（レジリエンシー）をつける（東京都「地域協働復興」と40地区で実施されてきた復興まちづくり訓練）
 - (b)時限的市街地論の展開
 - (c)都・市・区の復興関連条例，震災復興マニュアル
 - (d)地域防災訓練へのフィードバック
- ・ 16年経過して，東京都としての大幅なバージョンアップを.

cf.レジリエントなコミュニティをつくる＝事前復興まちづくり（TokyoFM 未来授業2014年3月）

cf.八王子市での事前復興対策の展開

2. 東北復興への多様な視線と支援の継続

- ・ 三陸被災地では4年目に入って高台移転住宅地（防集事業）で住宅再建が本格化しつつある.
- ・ 低地（浸水区域）の再利用まで含めれば10年はかかる.
- ・ 行政，民間企業，市民(NPG/NGO)それぞれのセクターの利点を活かした多様な支援の継続.
- ・ 支援内容の共有と東京都の防災対策にフィードバック

cf.東京都都市づくり公社の「まちづくり研修会」（2014/2/3）

cf.建築家・まちづくり・地域保健の専門家による気仙沼市階上杉の下地区における住まいと集落の再建支援

3. 主体的に防災に取り組む都民の育成

- ・ 防災へのニーズは広がっている.
- ・ 311前は「働きかけてもノッてこなかった」組織や集団からの相談と協働.
- ・ 都立高校，幼児保育施設，企業などの組織での新しい防災訓練と災害時マニュアルのバージョンアップ

cf.多摩ニュータウンの分譲集合住宅における「災害時生活継続計画ワークショップ」

cf.できますゼッケン（都立永山高校宿泊防災訓練WS，立川JCでの研修）

未来授業～明日の日本人たちへ

市古太郎氏 ～事前復興まちづくり リジリエント（しなやかで回復力のある）なコミュニティをつくる

2014年04月18日

今回の講師は、首都大学東京准教授の市古太郎さん。災害復興論と都市防災計画が専門で、2004年の中越地震や2007年の中越沖地震、また1999年のトルコマルマラ地震、2004年のインド洋大津波といった国内外の自然災害について「人々は、地域はいかに再生していくか」ということをフィールドワークを元に明らかにすると同時に、復興現場で得た知見を元に、東京の防災まちづくりや地域で防災力を高める方法を実践提案しています。

いつか必ず来るといわれている大地震に備え、私たちはなにをすべきなのか？ 市古さんに伺いました。

事前復興とは

「事前復興」とは、たとえ大災害に直面しても、へこたれるのではなく、災害に立ち向かい、すみやかにしなやかに回復していく社会をつくるという考え方です。1995年の阪神・淡路大震災を契機として展開してきました。阪神・淡路大震災では

「減災」ということが防災対策の柱として提案されました。減災とは「災」を「減じる」こと。すなわち被害をゼロに抑え込むことは不可能であり、被害が出ることを前提に、ある程度の被害は許容して、事前予防、直後対応、そして長期的な復旧復興という災害過程の3つのフェーズでトータルに防災対策をすすめていこうという考え方です。この防災対策の3つのフェーズにおける3段階目、「復旧復興」について、主として「まちづくり」の視点で事前から取り組んでみよう、というアイディアで「事前復興まちづくり」が展開していきました。

現在、阪神のまちは大きく復興を遂げました。その一方、阪神・淡路大震災における都市復興に関して、少なくとも2つの反省点があります。1点目は応急仮設住宅の問題です。用地問題から、被害が集中した既成市街地に十分な数の仮設住宅を供給することはできず、西神ニュータウン、六甲山のさらに奥、六甲アイランド、シビルポートアイランドといった埋立地など、住み慣れた街から遠く離れた場所に仮設住宅が供給されました。その結果、地域の商店街で買い物をし、地場の工場や事業所で生計を立てていた方々の生活再建が困難になりました。極端な例として「孤独死」といった



問題が発生したわけです。したがって、被害が生じてでもできるだけ地域にとどまって、支障はあるけれども、地域で生活を継続しながら生活とまちを再建していく方法が模索されることになりました。

2点目に、これは東日本大震災とは対照的ですが、復興都市計画の策定過程、「決め方」の問題です。阪神・淡路大震災の後、神戸市や西宮市など被害が集中した自治体は「市街地大火に強いまち、災害を繰り返さないまちをつくろう」という提案を発災から2週間でおこないました。道路を拡幅し、燃えない・壊れない建物をできるだけ建てていこうという都市計画の視点からは理にかなった提案でした。しかし地域との合意形成をすすめていく上で深刻な対立に陥りました。神戸市や西宮市で都市復興の基本構想を公表した発災2週間後の段階で、多くの人が小中学校などの公的避難所で着の身着のままの生活をしていて、避難所生活からいつ抜け出せるのか、仮設住宅の入居見込みが全く立たない状況でした。「今日あすの生活に見通しが持てず不安を抱えているのに、住み慣れたまちを大改造するプランをいま出されても順番が違うのではないか、いまの生活をどうするのか、そっちが先じゃないのか」、当時のリーダーの中には、「驚きや戸惑いを通り越して怒りが渦巻いていた」と話をされる方もいます。市役所が示す復興構想と被災した地域住民の生活再建ニーズが対立してしまったわけです。

震災復興まちづくり訓練

2014年3月時点で、東京の49の基礎自治体中13区1市の14自治体で、地域住民、行政、専門家が一緒になってワークショップ形式で事前復興まちづくりを組み立てるための「震災復興まちづくり訓練」がすすめられています。

震災復興まちづくり訓練は発災後の避難所生活から仮住まいへの移行、そしてまちの復興について考える連続4回程度のワークショップ・プログラムです。

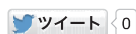
このワークショップの第1段階として、住まいや生活が元にもどるまでの長期的な「災害想像力」を高めるワークショップがあります。現在、公的な被害想定においても、直接的被害、すなわち死傷者数、全壊・半壊家屋数、避難生活者数の想定にとどまっています。しかし東日本大震災で東京でも経験したとおり、大災害後の生活支障は長期的に続きます。1回目のワークショップは地域住民が行政職員、建築士や中小企業診断士、弁護士といった復興を支援する職能をもった専門家と一緒に、住んでいる「まち」を歩きます。地震による被害がどこに集中する可能性があるか、救出救助や避難介助は可能か、という点に加えて、事前復興のワークショップでは、地震後の生活とまちの再建プロセスにおいて活かせる資源を確認していきます。井戸のまわりはどうなっているか、仮設トイレが置けるスペースはないか、などです。また寺社や街路樹などまちの再建においても残したい、活かしたい資源についても確認していきます。

2回目のワークショップは、発災1～6ヶ月後、避難所から仮設住宅に移る段階での問題を想定し、「地域の中に、仮設住宅をどれくらい設置可能か」の検討もおこないます。この際、ただ単純に家を失った方の仮の住まいを検討するだけでなく、自宅で避難生活をおくる方、地域全体で復旧復興に取り組んでいくための「まちの復興拠点」を検討します。先ほど述べたように、阪神における仮設住宅の問題点は、元々の土地を遠く離れ、広い土地に大量の仮設住宅を供給してしまったことにあります。東京都は「時限的市街地」という提案をしています。無理に疎開を強いられることなく、地域にとどまりながらまちを再建していこうという考え方で

第3回、第4回のワークショップでは、復興まちづくり計画案を検討します。発災後6ヶ月～2年のステージです。災害を繰り返さない、従前のまちの良さを継続できるような「まちづくり」の計画はいかにあるべきか、3回目くらいになると参加者も打ち解けてきて、いろいろな意見が出され、その意見を編集して計画案にまとめていきます。

ワークショップをやって終わりではありません。「その後」の取り組みに結びつけることが大事です。毎年実施されている地域防災訓練の中に、ワークショップで検討した内容を組み込

んでいくことが大事です。たとえば練馬区貫井地区では、「時限的市街地」を地域住民みんなで共有するために竹で実寸シェルターをつくって、町会に入っていない人にも体験をしてもらいました。毎年の防災訓練の中に復旧復興を対象とした取り組みを入れていくこと。それが目標だと思います。



◀ 山本雅之氏 ～これからの地域医療のあり方とは？ 東北メディカル・メガバンク機構が目指すもの

下村正嗣氏 ～生物をまねて、サステナブルな価値を創造する「バイオメティクス」の可能性 ▶

LINK会員限定

2014年07月03日

WISDOM会員様特別企画 ～NEC軽井沢72ゴルフトーナメント観戦券プレゼント～



いつもWISDOMをご利用いただきましてありがとうございます。日頃ご愛顧いただいているWISDOM会員の皆さまに、感謝の意をこめて、プレゼントをご用意させていただきました。『NEC軽井沢72ゴルフトーナメントの観戦券』や『サイン入 ...

応募締め切りまであと1日

詳細へ ▶

【市古太郎（いちこ・たろう）】
首都大学東京、都市環境科学研究科 准教授。
研究テーマは、災害復興論と都市防災計画。

この記事の評価

現在の総合評価
(7人の評価)

★4.5

あなたの評価



決定

リジリエントなコミュニティをつくる (第2回)

東京の事前復興まちづくりの系譜と成果

首都大学東京

市古太郎

1 事前復興まちづくりとは

今回は阪神・淡路大震災を契機に開始された「事前復興まちづくり」の経緯と意義を述べたいと思います。東京ではこの20年近く、行政・地域住民・専門家の協働の取り組みとして展開しています。実は筆者の研究室でも主要な教育・研究プロジェクトになっています。

「阪神・淡路大震災を契機に」と述べましたが、「事前復興」とは、たとえ大災害に直面しても、へこたれることなく、災害に立ち向かい、すみやかにしなやかに回復していく社会をつくるという考え方です。実はこの定義、本連載のタイトルである「リジリエントなコミュニティをつくる」と同じ意味を持っています。前号でも触れましたが、リジリエントとは「すみやかに、しなやかに回復する能力」という意味でしたね。

1995年の阪神・淡路大震災後、「減災」が災害対策の柱となっていきました。減災とは「災」を「減じる」こと、すなわち被害をゼロに抑え込むことは不可能であり、被害が出ることを前提に、ある程度の被害は許容して事前予防、直後対応、そして長期的な復旧復興という災害過程の3つのフェーズでトータルに防災対策をすすめていこうという考え方です。この防災対策の3つのフェーズにおける3段階目、「復旧復興」について、主として「まちづくり」の視点で「事前」から取り組んでみよう、というアイディアで「事前復興まちづくり」が展開していきました。

2 阪神復興まちづくりからの学び

現在、阪神のまちは大きく復興を遂げました。その一方発災から6ヶ月くらいまでの復興初期の問題として少なくとも2つの反省点があり

ます。第1に応急仮設住宅の問題です。被害が集中した既成市街地に十分な仮設住宅用地を確保できず、西神ニュータウン、六甲山地の奥、六甲アイランド、シビルポートアイランドといった埋立地など、住み慣れた街から遠く離れた場所に大半の仮設住宅が供給されました。その結果、地域の商店街で買い物をし、地場の工場や事業所で生計を立てていた方々の生活再建が困難になりました。極端な例として「孤独死」といった問題が発生したわけです。したがって被害が生じてでもできるだけ地域にとどまって、支障はあるけれども、地域で生活を継続しながらまちを再建していく方法論が模索されることになりました。

2点目に都市復興計画の策定過程、言い換えれば「決め方」の問題です。神戸市や西宮市など被害が集中した自治体は「市街地大火に強いまち、震災被害を繰り返さないまちをつくろう」という提案を発災から2週間でおこないました。道路を拡幅し、燃えない・壊れない建物をできるだけ建てていこうという都市計画の視点からは理に適った提案でした。しかし地域との合意形成をすすめていく上で深刻な対立に陥りました。神戸市や西宮市で都市の復興基本構想を公表した発災2週間後の段階は多くの人が小中学校などの公的避難所で着の身着のままの生活をしていて、避難所生活からいつ抜け出せるのか、仮設住宅の入居見込みすら全く立たない状況でした。「今日あすの生活に見通しが持てず不安を抱えているのに、住み慣れたまちを大改造するプランをいま出されても順番が違うのではないのか、いまの生活をどうするのか、そっちが先じゃないのか」当時のリーダーの中には、「驚きや戸惑いを通り越して怒りが渦

巻いていた」と話をされる方もいます。市役所が示す復興構想と被災した地域住民の生活再建ニーズが対立してしまったわけです。

このような反省点から「長期間を要する大災害後の生活再建、なりわい回復、まちの復興に対して、すみやかにしなやかに着手するための手順（プランニング・プロセス）づくりや仮住まい空間の確保、主体形成に取り組み、事前防災の多重化を進めていく」という提案がなされていったのです。

3 阪神以後：東京における展開経緯

事前復興の取り組みが本格化する契機となったのが、東京都による一連の施策提案です。すなわち 1997 年に「予め都市復興の手順をまとめておく」意図を持って「東京都都市復興マニュアル」が策定され、翌年から市区自治体職員を対象とした「都市復興図上訓練」が開始されます。その後、2001 年に 1971 年に策定された「震災予防条例」が「震災対策条例」に改正となり、この中で「事前復興対策」が条例記載されました。そして 2003 年には「東京都震災復興グランドビジョン」が策定され、また初期の復興マニュアルは「行政からの働きかけ」という視点が大きく、地域住民や専門家と連携した、言い換えれば「共助」のプログラムが弱かったのですが、「地域協働復興」というコンセプトを軸に都市復興マニュアルが大改訂され、このマニュアル改訂を受け、すでに世田谷区や北区といった先行自治体もありましたが、地区レベル、言い換えれば「まちづくり」としての事前復興が展開していきました。

4 震災復興まちづくり訓練

「リジリエントなコミュニティをつくる」ことをめざす事前復興まちづくりの中心的な取り組みが、地域住民、行政、専門家が協働で取り組む「震災復興まちづくり訓練」です。2014 年 3 月時点で、東京の 49 の基礎自治体中 13 区 1 市の 14 自治体、40 地区で実施されています。

図 1 は震災復興まちづくり訓練の標準的なテーマ構成です。大地震発生からの時系列に沿って、

発災から 6 ヶ月くらいまで、避難所生活から仮住まいへ、そしてまちの復興について組み立てる連続 4 回程度のワークショップになっています。



図 1 震災復興まちづくり訓練の標準プログラム

第 1 回目は住まいや生活が元にもどるまでの長期的な「災害想像力」を高め、参加者で共有することに主眼を置きます。ライフラインやサプライチェーン途絶により、大災害後の生活支障は長期間続きます。こういった長期的な生活や都市機能の麻痺を「間接被害」と呼びますが、第 1 回ワークショップでは地域住民、行政職員、建築士や中小企業診断士、弁護士といった専門家で一緒にまちを歩き、震災被害はどこにどう集中し救出救助と避難介助は可能か、といった直後対応に加え、避難生活やまちの再建に活用できる資源を探します。給水拠点をどこに設けるか、仮設トイレが置けるスペースはないか、仮設住宅の用地は、などです。また寺社や街路樹などまちの再建において大事に活かしたい資源について参加者で共有する内容になっています。

第 2 回ワークショップでは、発災 1 ～ 3 ヶ月後「仮住まい」期の問題を軸に「地域のオープンスペースに仮設住宅をどれくらい供給可能か」、「避難所から復興を組み立てていくにあたりどのような葛藤が生じるか」といった点を検討します。この際「仮住まい」問題は、住家被災世帯だけの問題ではなく、第 1 回で共有した長期的な生活支障期を「在宅避難生活」として乗り越えていくための問題系としてワークショップを実施していきます。先ほど述べたように、阪神で供給された応急仮設住宅は被災市街地から遠く、まちを離れて仮住まい生活を送ることになりました。これに対し東京都は「震災復興マニュアル」で無理な疎開を強いることなく、地域にとどまりながらまち

を再建していく「時限的市街地」を提案しました。第2回訓練はこの時限的市街地を地域で具体的に組み立ててみよう、というプログラムです。

第3回目は初回に共有した被害シナリオに対する復興まちづくり計画を検討します。発災1ヶ月から6ヶ月後のステージです。災害を繰り返さない、従前のまちの良さを継続できるような「まちづくり」の計画はいかにあるべきか、3回目くらいになると参加者も打ち解けてきて、いろいろな意見が出され、その意見を編集して計画案にまとめていきます。

そして第4回目はこれまでの成果と第3回で行政から提案された復興まちづくり計画（たたき台）修正版を基に、地域における復興課題（その主な項目としては、住まい再建、まちの復興プラン、高齢者の生活再建が挙げられます）についてワークショップの1手法である「ワールドカフェ」を用いるなどして意見を集め、訓練成果としてとりまとめていきます。

5 事前復興まちづくりの6つの成果

前節では復興まちづくり訓練のプログラムを紹介しましたが、復興訓練によって得られる成果として次の6つを指摘することができます。

成果1：長期的な災害想像力を培う

第1回プログラムのところで述べましたが、避難生活、仮住まいそして本格的な住まいやまちの再建といった、長期的な災害想像力を地域の空間的、社会的特性に即して培い、共有がなされます。そして初回の成果は次回以降の被害シナリオに反映され、また復興を考えるための資源カタログとして活用されていきます。災害像を深く洞察し関係組織で共有する、これはオーソドックスに見えますが、事前復興まちづくりの中で大変重要で、丁寧に実施されるべき取り組みです。ここをしっかりと取り組むことにより、「何が万全かつ身の丈に合った対策か」合理的に組み立てていくことができます。また災害像を深めることによって「不安が増大した」という結果になったことは、

当研究室が支援した事例では直面したことはありません。

成果2：大地震後の時限的・長期的復興課題の明確化

住んでいるまちが大地震に直面した際、住まい、生活、まちなど、どのような復興課題が生じるか、加えて「時限的市街地」というすみやかに、しなやかに生活の回復を図っていくための手立てが訓練を通して導き出されていきます。たとえば図2は豊島区雑司ヶ谷地区で時限的市街地を1/100模型で検討した結果です。行政任せにしてしまうと東日本の被災地でも見られるように「長屋形式」になってしまいがちですが、同じ戸数での仮設住宅地のデザインには、工夫の余地があります。そしてこういった発想は発災後の切迫した中で生み出すことは難しく、事前に検討しておくことで実現していく提案だと言えます。



図2 雑司ヶ谷地区での時限的市街地デザイン WS

成果3：避難生活以降の復興の体制と手順をつくる

成果1と2からの帰結として、復興まちづくり訓練では、地域住民、行政、専門家が協働で復興に取り組む体制と手順案が作成されます。たとえば図3は豊島区池袋本町における「復興まちづくりの手順（たたき台案）」です。学校避難所での単位町会メンバーによる復興に関する準備会合を起点に、子育てサークルやPTAなど地域内の様々なグループと連携して「復興まちづくり協

議会」を結成し、復興に取り組んでいく手順が示されています。

訓練参加者自身の復旧復興期の役割意識づくりにも帰結していますし、行政サイドでこの提案を基に震災復興マニュアルが作成されたり、マニュアルの検証と改訂につながっています。

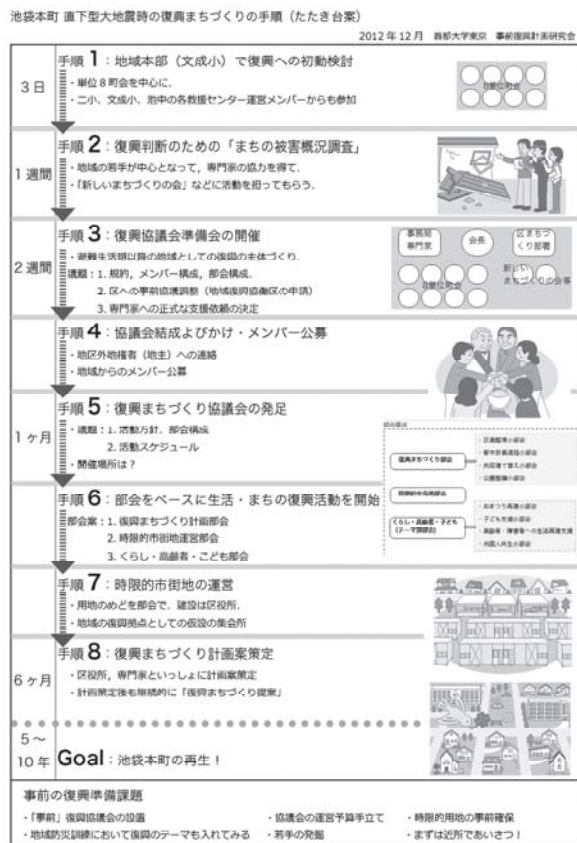


図3 池袋本町地区復興まちづくりの手順

成果4: 復興まちづくり計画の事前検討

「事前復興まちづくり」ですので、当初の問題意識であった「まちづくり」に関するプランが訓練を通して作成されます。阪神復興まちづくりの反省点として触れたように、大地震後、いくら合理的なプランであっても、すみやかに、しなやかに復興をすすめる上では不十分な面が出てきます。生活回復期の手立てとしての時限的市街地、地域として主体的に復興を進めていくための「復興まちづくりの手順」と合わせて「プラン」が作成されることで、「いざ、という際のたたき台」と

と参加した地域メンバーにその有用性が理解されることが多いように思います。

成果5: 地域防災活動と防災まちづくりへ組み込む

復興まちづくり訓練で提案された時限的市街地などの具体アイディア、復興資源としての公園やオープンスペースの認知といった成果を訓練参加者以外にも広げていくため地域の防災訓練に組み込んだり、また道路拡幅など事前の防災まちづくりにつなげていく事例も見られます。たとえば図4は練馬区貫井地区で実施された「在宅避難生活乗り切りのためのバンブーシェルター体験」です。寝泊まりをする空間としてではなく、物資や情報を入手したり、ちょっとお茶を飲んで避難生活のストレスを少しでも和らげる場、としての社会実験が行われました。大地震への備えの多重化が図られている一例と言えます。

成果6: 専門家とのネットワークをつくる

復興まちづくり訓練には、弁護士、建築士、不動産鑑定士、中小企業診断士など復興に関わる多様な専門家が参加し、被災した際の借地借家関係や生活再建支援メニューなど専門的な応答を行い、いざという際の関係性づくりにつながっています。専門家や大学研究室とのネットワークづくりも復興まちづくり訓練の大きな成果となっています。



図4 練馬区貫井地区バンブーシェルター Project

6 東日本大震災後の新たな展開へ

大地震の影響が直後だけでなく長期にわたって続くことは、東日本大震災において東京で暮らす人々も体感した事柄でした。今回紹介したように、事前復興まちづくりは「長期間を要する生活・なりわい・まちの再建を事前から備えておこう」という取り組みであり、東日本大震災以前の事前復興の方法論をベースに、築年数の浅い分譲マンションでの生活継続問題など、これまでは対象としづかった側面にも広がっています。次号以降、この新たな取り組みについて紹介していきたいと思います。

参考文献

- (1) 市古太郎, 讃岐亮, 吉川仁, 中林一樹 (2013) 中高層分譲集合住宅での「自宅生活継続に備える」ワークショップ手法の開発, 地域安全学会論文集 No.21, pp.71-79
- (2) 市古太郎, 吉川仁, 中林一樹 (2012) 2000 年代に展開した「震災復興まちづくり訓練」の実施特性と訓練効果の考察—ポスト東日本大震災期の事前復興対策を考えるための基礎的検証—, 日本都市計画学会学術研究論文集 47, pp.215-226
- (3) 市古太郎 (2009) 「震災復興まちづくり模擬訓練」, 日本建築学会叢書『大震災に備えるシリーズ2 復興まちづくり』, 丸善, pp.207-244

地域防災のあり方ユニット

郊外都市における自然災害レジリエンシー力向上手法の開発

サブ研究Ⅱ：東日本大震災の経験を踏まえた新しい防災訓練手法の開発（バージョンアップ）

- (1)「中高層分譲集合住宅での『自宅生活継続に備える』ワークショップ手法の開発，地域安全学会論文集 No.21， pp.71-79（2013 年 11 月）
- (2)地域安全学会学術大会発表会「できますゼッケンを用いた避難所運営イメージトレーニング」， pp.145-146（2013 年 5 月）
- (3)町田市防災リーダー講習会報告パンフレット（2013 年度，2014 年度）

中高層分譲集合住宅での「自宅生活継続に備える」

ワークショップ手法の開発

Development of a Community Workshop Program for Post-disaster Life-continuity for Condominium Dwellers

市古太郎¹, 讃岐亮², 中林一樹³, 吉川仁⁴

Taro ICHIKO¹, Ryo SANUKI², Itsuki NAKABAYASHI³ and Jin YOSHIKAWA⁴

¹ 首都大学東京 都市環境科学研究科 都市システム科学域
Division of Urban System Science, Tokyo Metropolitan University

² 首都大学東京 都市環境科学研究科 建築学域
Division of Architecture, Tokyo Metropolitan University

³ 明治大学大学院政治経済学研究科
Meiji University

⁴ 防災アンド都市づくり計画室

Condominium dwellers have some special agenda for post-disaster restore. It's more troublesome for refugee life caused of lifeline stopping than detached dwellers. There are some early projects in Tokyo about community workshops for post-disaster recovery. So we researched impacts of The great east Japan Earthquake in Tama New town. And a community workshop for post-disaster life-continuity were developed and evaluated. Finally, needs and programs about community workshops for post-disaster life-continuity for condominium dwellers were discussed.

Keywords: Pre-disaster planning for post-disaster recovery, Life recovery, The great east Japan earthquake, Drills for disaster mitigation

1. 研究の位置づけと目的

瀬渡・杉山¹⁾²⁾が阪神・淡路大震災で被災した中高層分譲集合住宅の生活困難と復旧再建に関する課題を報告したように、中高層分譲集合住宅は、大地震後の生活支障期対応と建物補修再建をめぐって、戸建て住宅とは異なる課題を抱えている。すなわち「被災後直ちに避難しなかった世帯も、水道・ガスの停止による生活困難のために数日後から避難を開始した世帯もかなりある」こと、言い換えれば建物構造上の被害が軽微であっても、「生活の不便」により避難した世帯が多いこと、また復旧にあたっては「建て替え／補修をめぐっての合意形成と経費負担が問題点の中心にあり」、これら入居世帯相互の支援や建て替え／補修をめぐっての合意形成に際して、管理組合の対応力によって差が生じたことが明らかとされている。

このうち、被災した中高層分譲集合住宅の補修・建て替え再建方策については、近年の研究として浅見ら³⁾の研究がある。その一方、生活困難に伴う避難生活問題、言い換えれば生活支障期における集合住宅での生活継続対策については、東京都中央区における取り組み⁴⁾などがあるものの、その担い手組織となる集合住宅管理組合を主体に、直後対応からライフライン停止、サプライチェーン途絶といった生活支障期の生活継続に備えるための方法論的研究はあまり見られない。しかし東日本大震災で地震動による建物被害が軽微であった首都圏の中高層分譲集合住宅の多くで、計画停電やサプライチェーン途絶を経験した結果、生活継続に備える方法論に関す

るニーズは高まっていると思われる。

そこで本研究では、中高層分譲集合住宅の管理組合を主体に、大震災後の自宅生活継続に事前から取り組む方法論を開発し、その開発経緯と得られた成果を事例として報告し、その意義と今後の展開を考察するものである。

2. 今回開発した事例の位置づけと研究方法

ここでは中高層分譲集合住宅管理組合を主体とした自宅生活継続への事前からの取り組みについて、町会・自治会組織と比証して整理した上で、今回対象とした中高層分譲集合住宅の特徴と研究方法について述べる。

(1) 分譲集合住宅管理組合を主体とする防災対策の特徴

福井⁴⁾が指摘するように、区分所有集合住宅の管理組合は、集合住宅という不動産価値を維持保全する利益共同体としての側面と、集合住宅単位で構成される子ども会活動に見られるような生活共同体としての側面をもつ。一方、こういった一定の区域に居住する世帯で構成される組織として町会・自治会があり、その多くは単一でもしくは複数合同で自主防災組織を構成している。ここで都市社会学の視点から玉野⁵⁾は、都市部の町会・自治会がもつ固有役割として「生活協力」と「共同防衛」を論じたが、「生活協力」とは福井のさす「生活共同体」に重なるものであり、また集合住宅における防犯対策としての監視カメラ設置から想起されるように、集合住宅管理組合には、玉野のいう「共同防衛」の役割も担っている場合が少なくないと推定される。

つまり集合住宅管理組合は、「利益共同体」という都市部の町会・自治会は殆ど有しない点を第一義役割としつつ、生活共同体としての側面に加えて、町会・自治会で主構成される近隣の地域防災活動組織との関係性を条件として、防災活動の役割を担うことが期待されている。

以上の整理を踏まえて本研究では、「自宅生活継続に備える」ワークショップ手法（以下適宜、自宅生活継続WS）の開発にあたり、第4章で具体的に述べるが、これまで町会・自治会を主対象に、大地震後の復旧復興期への備えとして取り組まれてきた「事前復興まちづくり」の方法論⁽²⁾を適宜参照することとした。

(2) 本研究でのステークホルダー

集合住宅管理組合が果たす災害時の役割は、先に述べたように周辺の地域組織が担う役割に大きく影響される。そして本研究での「自宅生活継続に備える」ワークショップ手法の開発と実施に際しては、3つの主体、すなわち、①集合住宅管理組合、②行政、③専門家が関与している。以下、本研究の特徴と限界を規定するこれらの組織の特徴について触れておきたい。

①集合住宅管理組合：B地区三団地協議会

本研究で対象とした集合住宅管理組合は、多摩ニュータウンB地区の3つの集合住宅管理組合で構成される「B地区三団地協議会」である。多摩ニュータウンB地区は、私鉄線の駅と歩行者専用デッキでつながり、駅から徒歩15分ほどに位置する。B地区には町会・自治会はなく、この三団地協議会が、子ども会活動や高齢者の親睦活動などを実施している。全765戸、人口2,226人（2011年7月住民基本台帳）である。住棟は3階から11階建て全22棟からなり、いずれも建物完工は1991年から1992年である。

図1は周辺図であるが、周辺からの延焼リスクは低く、築年数の点からみてもライフライン停止とサプライチェーン途絶に伴う生活困難期対策の検討という本研究の目的に合致する対象であると考えられる。

②行政：八王子市役所

第2の主体としては地元行政である八王子市役所である。八王子市は今回の一連の取り組みの主催者であり、今回のワークショップは2005年度から開始された「事前都市復興対策」の一環としての位置づけがなされている⁽³⁾。

③専門家：首都大学東京事前復興計画研究会

第3に支援専門家としての首都大学東京事前復興計画研究会がある。いくつかの自治体で事前復興まちづくりに従事してきた経緯があり、大学教員・学生に加えて民間プランナーもメンバーとして加わっている。

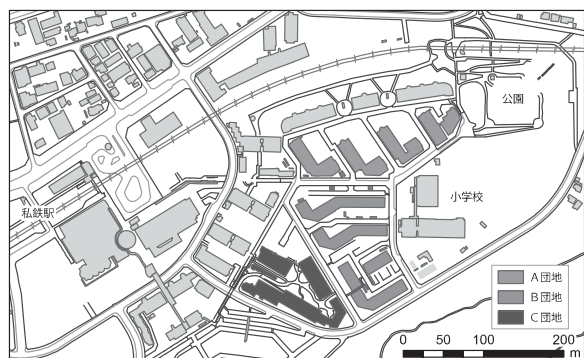


図1 多摩ニュータウンB地区の概要図

自宅生活継続WSは、企画運営の役割を担う事務局を行政と専門家で構成し、事務局と三団地協議会との企画会議で具体のプログラムを決定、実施した。

(3) 研究方法

以下、本研究は次の2つの調査に基づいて論述をすすめる。第1に東日本大震災後に実施した対象集合住宅での全世帯アンケート票調査である（第3章）。ワークショップは参加人数も限られるため、三団地協議会からの相談依頼もあり、東日本大震災の直接・間接の影響と大地震時の自宅生活継続の課題について調査項目化したものである。

第2に発災直後の対応に加え、ライフライン停止に伴う生活支障期への備えに取り組む「自宅生活継続に備える」ワークショップ手法の構築と実施である（第4章）。

3. 対象集合住宅での東日本大震災の影響と自宅生活継続の課題

東日本大震災の影響と自宅生活継続の課題を把握するため表1に示す項目を設問とし、全世帯アンケート調査を実施した。調査は2011年8月初旬に全戸配布した。9月上旬に集合住宅の階段とエレベーターホール掲示板に回答の再度のお願いをした。最終的に配布数は716通、回収数223通（回収率は31.1%）であった。

表1 アンケート調査票の項目

- (1)3.11の揺れによる家具等の被害状況（表5）
- (2)3.11後の生活支障（表5）
- (3)3.11時の家族の帰宅支障（表6）
- (4)家庭での防災対策（3.11前後での変化）（表8）
- (5)管理組合の防災対策として備えるべき地震ハザード水準（図4）
- (6)ライフライン停止時の自宅生活継続の見込み（図5）
- (7)自宅以外での避難生活場所の見込み
- (8)大地震時の不安と感じている項目と防災対策テーマとしての重要度（表9）
- (9)地域活動への参加状況（表3）
- (10)年次防災訓練への参加状況（表4）
- (11)世帯構成（図2）

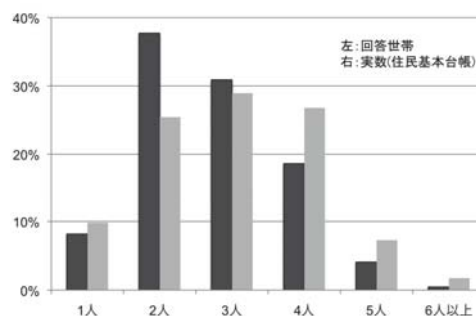


図2 世帯人数

表2 要援護者候補世帯

家族構成	回答世帯数	割合
移動に介添えが必要な家族がいる世帯	16	7.3%
3歳以下の乳幼児のいる世帯	11	5.0%

表 3 地域活動への参加状況

活動名称	回答数	割合
1. 学童保育所や PTA (秋葉会) の活動	54	24.2%
2. 集合住宅管理組合 理事会関係の活動 (親睦委員会など)	140	62.8%
3. 子どものスポーツクラブ (サッカーや野球など)	25	11.2%
4. スポーツや農園など団地内の自主的な活動	22	9.9%
5. 老人クラブ活動や「憩いの談話室」への参加 (主に高齢者の親睦の場)	16	7.2%

表 4 防災訓練参加状況

活動名称	回答数	割合
1. ほぼ毎年参加していた。	37	16.6%
2. 時々参加していた。	82	36.8%
3. 参加したことがあるがここ数年は参加していない。	71	31.8%
4. 参加したことはない。	30	13.5%

人数分布は概ね共通している。また表 2 は 3 歳以下の乳幼児、および避難移動時に介添えの必要な家族のいる世帯数である。先述した阪神調査でも「若年の家族や高齢者が同居する家族が多く避難した」という結果がでているが、3 歳未満の子どものいる世帯は 5.0%，介添えの必要な家族のいる世帯は 7.7% であった。

表 3 は地域活動への参加状況を尋ねた結果である。主に「子育て」で介在されたコミュニティであることがうかがえる。なお、三団地協議会として「お祭り」は開催していないとのことであった。そして表 4 は管理組合が主催する防災訓練への参加状況である。「ほぼ毎年」が 16.6% で「時々参加」の 36.8%，「参加したことはあるがここ数年は参加できていない」31.8% を合わせて、参加経験者は 85% に達していた。また複数自由意見として「ここ数年は参加できていない」世帯から「防災訓練のマンネリ化」を指摘する意見もあった。要援護者に対する避難支援計画づくりなど、管理組合としてマンネリ化を乗り越えて、新規に取り組むべき課題は少なくなく、防災の専門性をもった外部支援のニッチをうかがうことができる。

表 5 東日本大震災に伴う支障や影響の有無

支障や影響の設問項目	支障や影響「有」の回答数	割合
1) テレビの転倒や落下	10	4.5%
2) 食器棚の転倒もしくは食器の落下や破損	61	27.4%
3) タンスの転倒	2	0.9%
4) 本棚の転倒	12	5.4%
5) 同居家族間で数時間以上、連絡が取れなかった	119	53.4%
6) 学校や保育園が休校となり困った	10	4.5%
7) 高齢者福祉施設が休業となり困った	1	0.4%
8) 商品がお店から消え不自由した	157	70.4%
9) ボランティアや寄付をした	151	67.7%

(1) 多摩ニュータウン B 地区の居住世帯特性

図 2 は、回答世帯の同居家族人数を集計し、住民基本台帳と比較した結果である。回答世帯と住基台帳の世帯

(2) 東日本大震災の被害と影響

表 5 は東日本大震災に伴う被害と影響を尋ねた結果である。直接被害としてのタンスおよび本棚の転倒は、それぞれ 0.9% と 5.4% と低水準で、食器の破損で 27.4% となっている。また「同居家族間で連絡が取れなくなった」世帯は 53.4%，翌日以降、サプライチェーン途絶の影響で「商品がお店から消えて不自由した」への回答は 70.4% にのぼった。逆に「学校や保育園休園」や「高齢福祉施設の閉所」を困ったと回答した世帯は、4.5% お

表 6 帰宅支障者（発災時外出者）の当日帰宅状況

	勤め人	高校・大学	小中学校	主婦・主夫	無職	小計
(職業別人数)	255 人	39 人	46 人	46 人	22 人	408 人
(通勤通学時間の平均)	57.2 分	54.6 分	15.4 分	—	—	—
(通勤通学時の鉄道 (京王線) 利用比率)	72.8%	94.9%	15.2%	—	—	—
1) 他所に泊まることなく帰宅できた	182(71.4%)	19(48.7%)	45(97.8%)	41(89.1%)	20(90.9%)	307(75.2%)
2) 自宅に帰らず職場・学校に泊まった	64(25.1%)	13(33.3%)	1(2.2%)	1(2.2%)	0(0%)	79(19.4%)
3) 帰宅途中であきらめ行政等の解放施設に	2(0.8%)	5(12.8%)	0(0%)	2(4.4%)	1(4.5%)	10(2.5%)
4) 友人・知人宅に泊まった	5(2.0%)	2(5.1%)	0(0%)	2(4.4%)	1(4.5%)	10(2.5%)
5) ホテル等に泊まった	2(0.8%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	2(0.5%)
【当日帰宅不能人数】	73 人	20 人	1 人	5 人	2 人	101 人
【当日帰宅不能率】	28.6%	51.3%	2.2%	10.9%	9.1%	24.8%

有効回答のみ

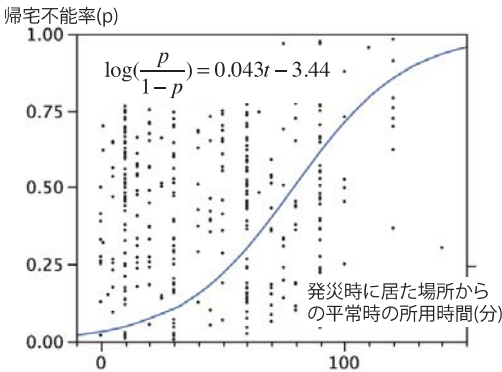
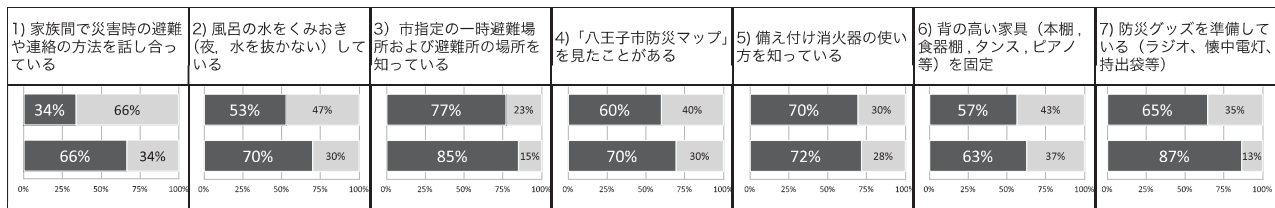


表 7 世帯ベースでの当日帰宅不能状況

	有	無
当日帰宅できなかった家族の有無	79 世帯 35.4%	144 世帯 64.6%

表8 家庭における災害への備えの東日本大震災を契機とした変化（上段：東日本大震災前，下段：後）



よび0.4%と低水準に留まった。加えて被災地ボランティアや寄附をしたという回答は67.7%にのぼっている。

次に当日の帰宅支障について見てみよう。調査票に家族全員の発災当日の帰宅行動を記入してもらい、全体で612人分のデータが得られた。その中で194人（31.7%）は自宅に、また旅行や出張で当日帰宅する必要のなかった方が10名いた。結果として408人が発災時に外出していた。この408人の当日の帰宅行動結果を集計したものが表6である。

発災当日は深夜になってB地区の主要な鉄道手段である京王線が運転再開したが、外出者408人のうち当日帰宅できなかった「帰宅不能」な方は101人、24.8%であり、職業別に見ると高校・大学生で51.3%と高く、勤め人は高校・大学生と通勤時間の平均は長いが帰宅不能率は28.6%と積極的な帰宅行動をとったことがうかがえる。小中学生は帰宅不能率は2.2%と低く、一方で主婦（夫）で外出していた方のうち10.9%は帰宅不能になっていた。また図3は408人の帰宅可否を発災時に居た場所への平常所要時間でロジスチック回帰した結果である。回帰式は有意であり、先行研究と同じく時間距離が長いほど帰宅不能率が上昇する傾向にあった。なお居住人口に占める帰宅不能者の割合16.5%（101人／612人）は、八王子市における東京都（2006）の地震被害想定多摩直下地震（M7.3）での帰宅困難者率17.7%に迫る値となっており⁽⁴⁾、対象とした地域において、想定されている直下型地震シナリオの1つに近い近い現象が、東日本大震災の際に生じていたことがうかがえる。

さらに今回の調査データを世帯単位で集計してみると表6に示すとおり、当日帰宅不能となった家族がいた世帯が35.4%に達していたこと、表5で「同居家族間で数時間以上、連絡が取れなくなった」世帯が53.4%であった状況を踏まえて、このデータを元にした自宅生活継続WSの企画会議において「管理組合として発災当日、もっと対応できる点があったのではないかと、現在管理組合が保有している防災マニュアルを改訂できないか」という指摘が出され、WS検討事項の1つの柱となった。

(3) 自宅生活継続に関する対策ニーズ

表8は家庭における災害への備えを東日本大震災前後で尋ねた結果である。「家族間で災害時の避難や連絡の方法を話しあっておく」は34%から66%へ、「風呂の水をくみ置きしておく」は53%から70%へと対策実施世帯が増加している。一方で「背の高い家具の固定」は57%から63%と6%の増加に留まり、37%の家庭で家具固定が不十分なままとなっていた。

次に表9はこれまでの年次防災訓練で取り組んできた内容に加えて、今後、集合住宅管理組合として取り組むべき防災対策の重要度を四段階でたずねた結果である。水とトイレ対策についてのニーズが高く、情報入手や家族安否確認といった、主に家族としての取り組み内容について、重要と認識している世帯は相対的にみて低く

表9 管理組合として取り組むべき防災活動項目

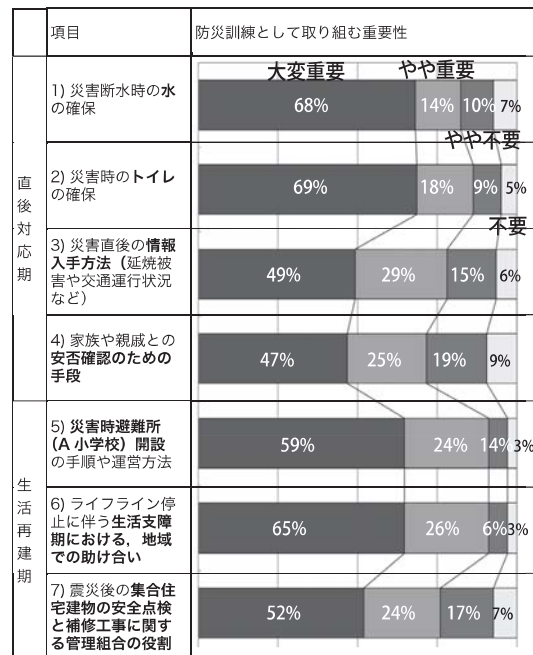


図4 管理組合の防災対策として備えるべき地震ハザード水準

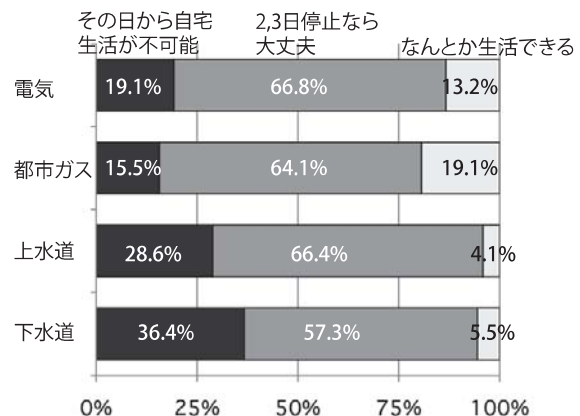


図5 ライフライン停止時の自宅生活継続の見込み

なっている。そして「学校避難所の開設運営」や「ライフライン停止に伴う地域での助け合い」について、管理組合として取り組みが重要と認識している世帯が少なくないことがうかがえる。従来の防災訓練に加えて、自宅生活継続に向けた事前からの備えに対するニーズをうかがうことができよう。

次に図4は「大地震への対策として、お住まいの集合住宅の被災をどの程度まで想定しておくべきか」と尋ねた結果である。1)は全壊から大規模半壊、2)と3)は半壊から一部損壊レベルを、4)は一部損壊レベルを想定している。対象集合住宅は1991年の完工であり、また維持管理面からも全く老朽化には至っていないが、大地震への備えとして、半壊レベルの被災を想定して検討しておくべきと感じている世帯が半数(50.4%)に達していることがわかる。

さらに図5は電気、ガス、上下水道が供給停止となった際の自宅生活継続見込みを尋ねた結果である。上下水道が停止時に自宅生活不能と考える世帯が、電気、ガス停止よりも高くなっている。またいずれのライフラインでも「2,3日は生活できる」と考えている世帯が半数に達している。発災当日から2,3日の間に集合住宅としての自宅生活継続の条件を整えられるか(もしくはライフラインが暫定復旧するか)が、1つのポイントになってくると考えることができよう。ただし今回の設問は3択であったため、企業BCPのように、どれくらいの期間までなら自宅生活可能か、については今後さらに検討の余地がある。

4.「自宅生活継続に備える」ワークショップ手法の構築と実施

2章で説明したステークホルダーのうち、地元市役所から三団地協議会への働きかけに基づいて自宅生活継続WSの実施が決まった。その後、専門家としての首都大学チームと市役所で構成する事務局で企画案を作成し、三団地協議会も交えた企画会議を経て、WSプログラムを構築した。今回開発した自宅生活継続WSの目標は、①初動対応の検証、②生活支障期の備えに取り組む(自宅生活継続のためのプログラムを検討する)、③住家の点検と修理プログラム検討、におき、WSプログラムを表10のように組み立てた。表には3つの目的に関する各回の重点度を【初動】【生活】【建築】として示した。表中の◎○△は各回のWSにおける重点化の度合いを表し、◎は深掘りするテーマに、○は広く情報共有と意見出しを行うテーマ、△は参加者の問題意識と質問に応じて対応、という水準を意味している。次に各回の実施プログラムを報告する。

(1) 第1回：防災復興まち点検

WS第1回は「まちを点検し大地震後の課題を共有する」をテーマに、八人ほどのグループに分かれて住棟敷地と小学校備蓄を点検した。東日本大震災による被災箇所も確認され、被害は住棟間のエキスパンション・ジョイントといった非構造部材であったこと、低層階よりも上層階で被害が大きいなど、当時の揺れの様相を思い起こす場になった。また敷地内空地の位置と規模を確認し、給水タンクや仮設トイレ、情報ボードなどの設置可能性について検討を行い、地図にとりまとめた。加えてA小学校では、防災備蓄状況を確認し、体育館で横になってみる体験も行った。

表10 B地区での自宅生活継続に備えるWSプログラム

テーマ・日時・参加人数	構築実施した内容	初動	生活	建築
第1回： 防災復興まち点検 2011/10/10 57名	・グループに分かれて ①管理組合としての防災備蓄 ②東日本大震災の影響 ③住棟敷地 ④A小学校の防災備蓄、を点検。 ・点検成果を地図化。 ・生活支障期の課題をグループ討議。	○	○	△
第2回：阪神での 建替え再建から学ぶ 2011/10/23 42名	・阪神で集合住宅の建て替え再建を中心メンバーとして担った渦森団地の住民リーダーから話を聞く。	△	△	◎
第3回：大地震後の 生活復旧シナリオ づくり 2011/11/20 57名	・以下の4つのテーマを分担して 大地震後の対応シナリオを作成 ①自宅生活継続(3個班) ②建物修理再建(1個班) ③学校避難所運営(1個班) ④高齢者・家庭防災対策(1個班)	○	◎	○

(2) 第2回：阪神分譲マンション建て替え再建から学ぶ

第2回WSでは、阪神・淡路大震災時に集合住宅に全壊被害が生じ、建て替え再建に中心メンバーとして活動した住民リーダーを講師に、建て替え再建にかかる勉強会を開催した⁽⁵⁾。発災直後の安否確認、避難生活対応、住宅再建に向けた体制づくり、決議を中心とした意志決定プロセスなど、建て替え再建にいたる一連の経緯と取り組みを、実際に経験された住民リーダーが報告することで、集合住宅管理組合が取り組むべき内容や課題について意見交換を通して理解を深めた。

(3) 第3回：大地震後の生活復旧シナリオをつくる

WS第1回の大地震時に使える空間資源、第2回で学んだ発災からの管理組合理事の活動を踏まえて、第3回では「大地震後の生活復旧シナリオをつくる」をテーマにワークショップ・プログラムを作成した。生活復旧シナリオのテーマとして、①生活支障期の対応、②学校避難所との連携と運営支援、③大規模修理/建て替え再建プロセス、④高齢者・障害者・乳幼児世帯へのケアの4つを設定し、グループ別に作業をおこなった。

第3回WSの中心となったのは①生活支障期への対応であり、ここに全6グループのうち3つのグループを充てた。また②の学校避難所連携は市役所の避難所運営マニュアルをベースに、③大規模修理/建て替え再建プロセスは第2回の知見を踏まえた各管理組合の対応についてグループ討議したものである。また④の災害弱者へのケアは先行研究にもある直後対応とその事前準備をグループ討議した内容であり、本研究の意義としても、①が中心主題であり、この手法について報告したい。

(4)「自宅生活継続カレンダーゲーム」の開発と実施過程

開発した「自宅生活継続カレンダーゲーム」に関して、①開発目的、②使用物、③プレイヤー役割、④内容とす



図6 災害時自宅生活継続カレンダーゲームの結果（赤色の時間軸は筆者が加筆）

表11 直後対応カードの内容リスト

- ・身の安全確保を確保する。
- ・落ち着いて火の元の確認をする。
- ・窓やドアを開け出口を確保する。
- ・火気使用設備・器具等の破損状況を確認する。
- ・住戸から戸外へ避難するときは各戸の分電盤の遮断、ガス元栓の開鎖を行う。
- ・初期消火や救出・救護を行う。
- ・正確な情報を得る。
- ・団地内での震災時応急活動は防災会組織とも連携し周辺住民と協力しこれを行う。

表12 自宅生活継続対応カードの内容リスト

- ・避難所・広域避難所へ避難する。
- ・管理組合理事を中心に管理事務所に集まる。
- ・ご近所の安否確認をする。
- ・避難行動支援をする。
- ・各団地の周辺の被害調査をする。
- ・在宅避難の体制づくりをする。
- ・対策本部が活動を開始する。
- ・在宅で避難生活をする。
- ・団地の建物の被害状況調査をする。
- ・建物修理再建検討組織を設置する。
- ・日常生活への復帰へ移行する。
- ・震災対策本部の解散をする

すめ方、について述べる。なお目的に照らして「震災復興まちづくり訓練」で開発された「復興問題トレーニング」手法⁸⁾を適宜参照した。すなわち、ファシリテーターがプレイヤーに対し、発災からの時系列に沿ってグループクエストを投げかけ、最終的に発災から復興までの大まかな見取り図と対応組織が直面する課題を共有するという側面である。

①開発目的

大地震発生からライフライン復旧に伴う生活水準回復までのプロセスを共有し、管理組合の対応シナリオをまとめること。

②主な使用物

被害想定：東京都の被害想定に準じる（第1回WSで用いたもの）

各集合住宅管理組合の防災マニュアル

活動カード：東京消防庁の「地震その時10のポイント」を元にした「直後対応カード」（表11）と、東京都中央区の高層住宅防災対策の資料を元に「自宅生活継続対応カード」を用意した（表12）

③プレイヤー役割

集合住宅管理組合理事の役割で発言する。すなわち対応シナリオの全体像をグループ（1グループ8人程度で構成）として検討し、各プロセスごとの集合住宅管理組合としての活動アイデアを出す。

④内容とすめ方

手順1：カレンダーのスタートとゴールを確認。今回は発災からライフライン復旧による集合住宅避難生活本部の解散。

手順2：「活動カード」の理解と取捨選択、その後「活動カード」を時間軸に沿って仮レイアウトし、カレンダー素案を作成。

手順3：カレンダー深掘りのためのグループ議論

GQ1：現在、管理組合で作成している「防災マニュアル」では、どう対処することになっているのでしょうか？

GQ2：避難所に避難する方はどんな方でしょうか？

GQ3：ご近所の安否確認はどのような体制と手順で？

GQ4：震災に伴う生活困難として具体的にどんな点が考えられますか、また居住者同士で対処した方がよさそうと思われる内容は？

特にGQ1はワークショップ成果をマニュアルへフィードバックさせるという意味で重要であり、適宜参照しながらグループ作業を実施した。

(5)「自宅生活継続カレンダーゲーム」の成果

図6はワークショップ参加者である3つの集合住宅管理組合理事がそれぞれ取り組んだ「自宅生活継続カレンダーゲーム」の成果に、赤色で発災からの時間経過を加筆したものである。ここから次の4点をカレンダーゲームの成果として指摘できる。

①時間経過とワーク内容の関係をみると、A集合住宅は発災翌日から1週間、1～2ヶ月にわたる生活復旧のフェーズをカバーしているのに対し、B集合住宅では発災から数時間のフェーズを集中して検討し、C集合住宅では「事前の備え」について意見が集約されていることがうかがえる

②平日昼間に発災し、防災部会担当理事が参集できない際にどうするか、B集合住宅では「日中不在の理事が多いので、管理組合とは別に集まれる住民メンバーで防災班を組織しておく」というアイデアが出されている。

③管理組合としての安否確認は3つの集合住宅で取り組む方針が示されているが、C集合住宅の成果に「階段委員を中心に」というアイデアがあり、集合住宅内のサブ近隣のまとまりが、安否確認に取り組み上で有効かつ適切であると位置づけられている。

④それぞれの集合住宅管理組合ごとに取り組むだけでな

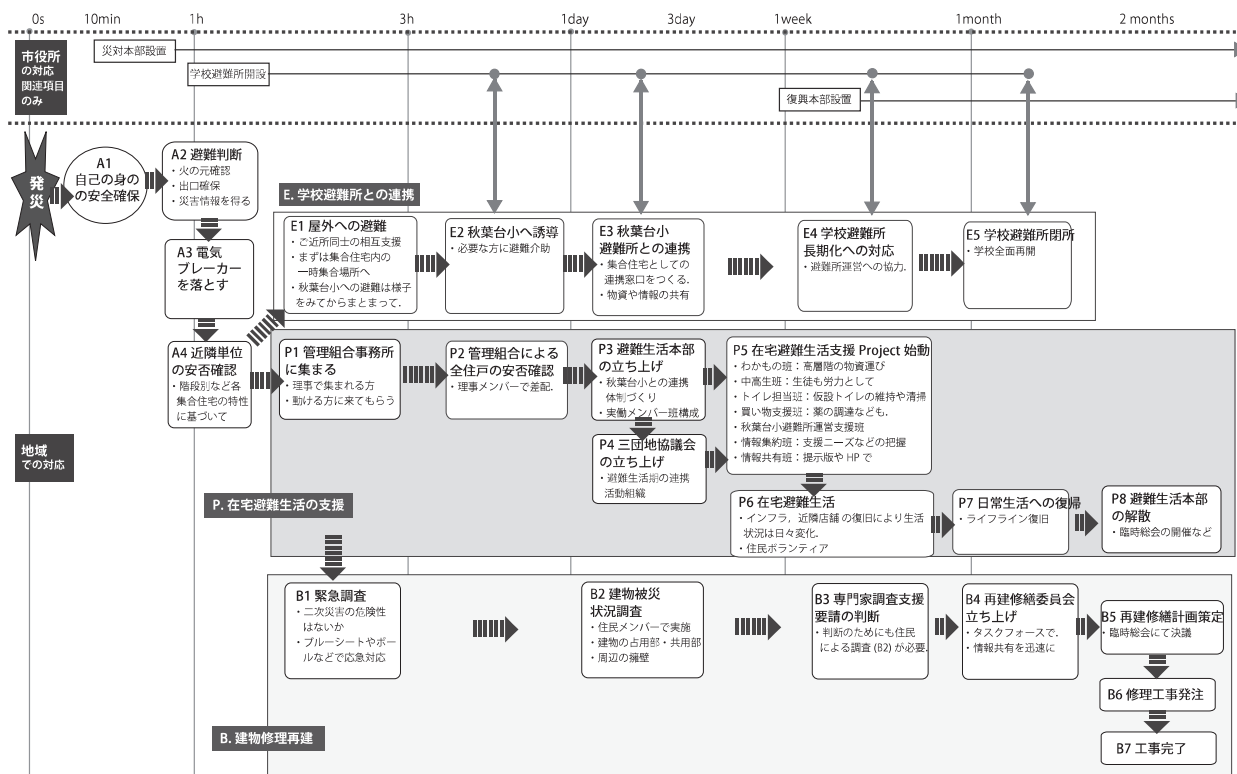


図7 集合住宅管理組合を主体とした生活支障期の対応シナリオ（自宅生活継続WSに基づくドラフト案）

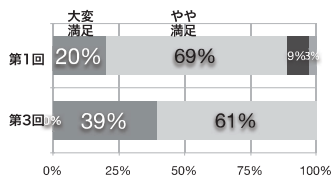


図8 訓練参加者の満足度

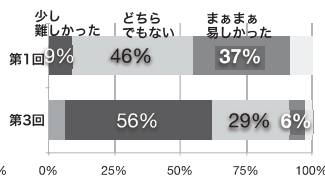


図9 訓練の主観的難易度

く、三団地協議会として取り組む項目も出されている。たとえば、B集合住宅班での集合住宅に隣接する擁壁や駅へ続くペデストリアンデッキなど3つの集合住宅住民が共有で利用する施設の被害概況調査や、A集合住宅班でのA小学校での避難所運営支援といった項目である。

各々の集合住宅管理組合が抱える震災対策に対する問題意識に応じて、「自宅生活継続カレンダーゲーム」の成果が得られていることがうかがえる。

5. 自宅生活継続 WS の直接成果と考察

(1) 災害時生活支障への対応シナリオ（ドラフト案）の作成

図7は市役所と大学で構成するワークショップ事務局で、第3回WSでの「生活継続カレンダーゲーム」の成果を基に、第1回および第2回WS成果も踏まえて、集合住宅管理組合による「生活支障期の対応シナリオ」として再編集したものである。すなわちこの図は、自宅生活継続を主テーマとした全3回のワークショップ成果でもあり、次の3点を指摘しておきたい。

第1に、①学校避難所との連携、②在宅避難生活の支援、③建物再建修理を3つの柱とする、生活支障期の集合住宅管理組合の対応活動のシナリオ案が得られたこと。

第2に、初動対応（図中のA1～A4）については管理組合の防災マニュアルに記載されていた事項であり、既存の防災マニュアルを確認した上で、その延長線上に位置づけられるべき活動アイディアが編集されたこと。具体的には、対象集合住宅における既存の防災マニュアルは、図中E2の「A小学校への避難誘導」および「P2管理組合による全住戸の安否確認」で完了していたが、これに接続延長される対応シナリオが導きだされたこと。

第3に生活支障期に自宅生活を継続する上での共助活動のさまざまなアイディアが、平常時の管理組合活動と関連づけられて編集されたこと。具体的には(a)わかもの班：物資運びが必要になる、高層階の世帯への運搬。(b)秋葉台小避難所運営支援班：秋葉台小の避難所運営ボランティアを出す。管理組合との窓口。(c)情報集約班：支援ニーズや家族疎開状況などの把握。(d)情報共有班：掲示板での掲示やホームページによる情報共有。といったアイディアが出され、情報共有班について「各管理組合で、月一回発行している広報誌が、災害時にも重要なメディアになるのでは」といった活動方法に関する意見や「近隣店舗の営業再開情報など、三団地協議会として共有した方がよい情報もありそう」といった近隣の管理組合が連携することのメリットについての言及がなされた。

(2) 自宅生活継続 WS 参加者の満足度評価

図8は第1回と第3回ワークショップ参加者に満足度を、図9は内容の難易度をそれぞれ4段階で尋ねた結果である。第1回の防災復興まち点検では「大変満足」の

割合は20%に対し、第3回の震災対応シナリオ検討では39%に上昇している。その一方で主観的難易度は第1回で「難しかった」+「少し難しかった」を合わせて9%であるのに対し、第3回時は62%に上昇している。つまり難易度の上昇に対して、満足度が下がることはなく、逆に満足感、ないし手応え感を、ワークショップ参加者は感じていたことがわかる。

6. 得られた知見と課題

本研究は多摩ニュータウンに立地する中高層分譲集合住宅の管理組合を対象に、大地震時のライフライン停止とサプライチェーン途絶により、集合住宅居住者が直面する生活困難に備えるための、「自宅生活継続に備える」ワークショップ手法を開発・実施しWS成果を考察してきた。本研究で得られた知見と課題は次の3点にまとめられる。

第1に集合住宅管理組合が果たす災害時役割の可能性についてである。第2章で先行研究をレビューし、集合住宅管理組合は利益共同体をその第一義的役割としつつも、地域防災の主体に関する条件に応じて、事前からの備えを含む地域防災の主体となる可能性を有していることを整理した。そして対象として選定した中高層分譲集合住宅では、3.11後の鉄道運休に伴う帰宅支障、発電力低下に伴う計画停電、サプライチェーン途絶といった影響を体験し、第3章のアンケート調査に示したように65%の世帯で直後対応に加え生活支障期における対策に事前から取り組むことの重要性が認識されていたことがわかった。そして第4章では集合住宅管理組合理事を参加メンバーとした「自宅生活継続に備える」ワークショップを地元行政および専門家の企画準備により実施し、集合住宅管理組合が大災害後の生活支障期において、生活支援の主体となる可能性をとる成果が得られた。

すなわち第2の知見として開発した自宅生活継続WSは、集合住宅管理組合で作成している「管理組合防災マニュアル」の検証とバージョンアップにリンクできるという点である。今回対象とした3つの集合住宅管理組合のいずれも、防災マニュアルは「近隣小中学校への避難誘導」で完結していた。今回の自宅生活継続WSを通して、首都直下地震を想定し、発災からもう少し先のフェーズまで検討しておくことの意義が多く管理組合理事メンバーに認知され、ワークショップ成果として図7の「生活支障期の対応シナリオ（ドラフト案）」が作成編集された。一方で防災マニュアルへ追補しておくことや年次防災訓練での振り返りなど、全3回のワークショップ後のフォローも含めた方法論を組み立てていく点は、残された課題として指摘しておきたい。

第3に地元行政の役割についてである。自宅生活継続WSを通して、その取り組みの多くは集合住宅居住者自ら発意し行動する内容となっており、「公助」の面は従来の地域防災計画の枠を大きく超える点が含まれていない。しかし、自宅での避難生活の可能性を広げることは、公的避難所への避難者数を低減し、よりスマートな生活再建に資する面があると考えられる。今回のようなワークショップを立案し実施していくことは集合住宅管理組合だけではハードルが高く、自宅生活継続WSの企画実施に関する直接・間接支援を含めて、公的対策として拡充させていく意義と余地があると言えよう。

（原稿受付 2013.05.24）

（登載決定 2013.MM.DD）

謝辞

B地区での事前復興訓練実施にあたっては、三団地協議会のみなさんの熱心な参加とご示唆をいただきました。また八王子市役所からは訓練実施にかかる各機関との調整や運営に多大なるご協力をいただきました。訓練の企画実施においては、村上大和氏（三菱総研）、小口優子氏（まち処計画室）および首都大学東京大学院都市システム科学域の大学院生の協力をいただきました。心から謝意を表します。

補注

(1)中央区で展開している高層住宅に対する防災対策については、下記のHPを参照（2013年8月20日確認）。

<http://www.city.chuo.lg.jp/kurasi/saigai/bosai/bousai/index.html>

(2)事前復興まちづくりについて、市古ら(3)は2011年度までの東京の事前復興まちづくりの全体像を分析しているが、基礎自治体スケールにおける事前復興まちづくりの方法論は次の5点からなる。

- ①長期スパンでの災害想像力をつける。地域特性に応じて個別具体的に考える。
 - ②想像力を共有し、自分がどう行動するか、地域として組織としてどう行動するか「対応シナリオ」をつくる。
 - ③対応シナリオに基づいて「しくみやルール」をつくる。
 - ④想定される復旧復興課題を解決するための方針図を作り、編集しておく。
 - ⑤復興まちづくり訓練の成果を、防災まちづくりと地域防災活動に反映させる（大地震への備えを多重化する）。
- (3)八王子市では2005年度から2011年度までに5地区で「地域協働復興訓練」を実施している。この5地区は宅地造成市街地、中心市街地、スプロール市街地、中山間エリア、そして今回のニュータウンエリアであり、東京区部での低層密集市街地での取り組みに留まらない展開を見せている。なお
- (4)東京都が2012年4月に公表した「地震被害想定調査」では、帰宅困難者について区市自治体別には一般公開されていない。
- (5)講師として参考文献(7)の著者をお呼びし、話題提供がなされた。

参考文献

- 1) 瀬渡章子、杉山茂一：中高層集合住宅の被災実態と居住者の生活困難：阪神・淡路大震災が提起した中高層集合住宅の諸課題(第1報)、日本建築学会計画系論文集、巻号：(500)、pp.95-102、1997
- 2) 杉山茂一、瀬渡章子：中高層集合住宅の復旧と建築計画上の問題：阪神・淡路大震災が提起した中高層集合住宅の諸課題(第2報)、日本建築学会計画系論文集、巻号：(506)、pp.39-44、1998
- 3) 浅見泰司、福井秀夫、山口幹幸編著：マンション建て替え、日本評論社、2012
- 4) 福井秀夫：マンションの建て替え・管理の法的隘路、浅見泰司ら『マンション建て替え』日本評論社、pp.33-68、2012
- 5) 玉野和志：町内会-なぜ全戸加入が原則なのか-、吉田民人編『社会学の理論でとく現代のしくみ』新曜社、1991年
- 6) 市古太郎、吉川仁、中林一樹：2000年代に展開した「震災復興まちづくり訓練」の実施特性と訓練効果の考察—ポスト東日本大震災期の事前復興対策を考えるための基礎的検証—、日本都市計画学会学術研究論文集47、pp.215-226、2012
- 7) 村上佳史：マンション建替え奮闘記、岩波書店、2006
- 8) 市古太郎：震災復興まちづくり訓練、日本建築学会叢書『大震災に備えるシリーズ2 復興まちづくり』、丸善、pp.207-244、2009

「できますゼッケン」を用いた避難所運営イメージトレーニング A report of disaster drills focusing on shelter activities for vigorous groups after 3.11

○市古太郎¹、田嶋麻美²、塩谷貴教²

Taro ICHIKO¹, Asami TAJIMA² and Takanori ENYA²

¹ 首都大学東京 都市システム科学域 Division of Architecture and Urban Studies, Tokyo Metropolitan University

² 株式会社 地域計画連合 Regional Planning International Co., Ltd.

This paper reported disaster drills focusing on shelter activities adopting a piece of capacity plate. Two case studies were reported; a citizen group of young lifelong learning and high school. They were both more vigorous for disaster prevention than before the East Japan Earthquake.

A piece of capacity plate make a important role in disaster drills. And we discussed advantage to adopting it.

Keywords: Voluntary disaster prevention organizations, disaster drills, shelter activities, learning methods

1. 新たな防災訓練ニーズに応えられているか？

東日本大震災を契機として、これまで必ずしも相対的にみて震災への取り組みが活発でなかった集団や組織でも、ボトムアップ、トップダウン両面から震災への取り組みが広がっている。そういった震災への取り組みニーズに応える方法論を、これまでの実践的および学術的蓄積を踏まえつつ、新しく開発していく余地がある。災害から学ぶということは、それぞれの集団や組織において、自助・共助・公助をどう組み立てておくか、という方法論を構築していくことも意味しよう。

本稿では、東日本大震災後に震災への活動に取り組んだ市民グループとトップダウン型で宿泊防災訓練が実施されることになった都立高校を事例に、「できますゼッケン」を用いた避難所運営イメージトレーニングを試行したので報告したい。

2. できますゼッケンとは¹⁾

本稿で用いた「できますゼッケン」とは神戸市デザイン都市推進室が製作したツールで、図1に示すように災害避難所において「ボランティアの力を最大限活用し、被災者同士の助け合い行動を生むために『自分ができること』の宣言を促すツール」である。これまでのところ、防災訓練において本格的に活用されたことはなく、防災訓練ツールとしての効果も未知数であった。使い方はシンプルで、①医療・介護、②ことば、③専門技能、④生活支援の4分野（4色）のゼッケンに名前と自分のできることを記入し身につけるものである。

3. 事例Ⅰ：東京にしがわ大学減災 WS

「東京にしがわ大学」は「多摩地域をフィールドに、街をキャンパスに見立て、誰もが参加できるユニークな学びの場を通じて、興味でつながる新しいコミュニティを支援し、自分らしく過ごせる時間を大切にすネットワーク」であるという。2009年8月に設立され、2010年は10回、2011年は29回、2012年は34回の多様な分野の授業が実施されている。

防災に関する授業は、2011年4月の「ワールドカフェ：

コミュニティについて考える～なぜ災害時には互いに助け合う共同体が立ち上がるのか～」および本稿の事例である2012年3月の「東京にしがわ減災ワークショップ～あれから1年。ゆるやかにつながる地域コミュニティにできること～」の2回である。事務局との数回の相談を経て、表1のようなプログラムを実施した。

4. 事例Ⅱ：都立永山高校での宿泊訓練時の WS

東日本大震災当日、都立高校では宿泊した生徒が少なかったこと、幹線道路沿いの都立高校で「帰宅支援ステーション」が開設されたこと等を踏まえ、2012年度より全ての都立高校で宿泊防災訓練に取り組むことになった²⁾。校舎内からの避難訓練は毎年実施していたものの、宿泊防災訓練の内容を充実させるために、各都立高校は消防署や自衛隊といった外部組織や専門家の力を借りながら、生徒の災害対応力向上を図る取り組みをおこなっている。

そういった都立高校と外部組織との連携の一事例として、筆者らの首都大チームは、多摩市にある都立永山高校にて宿泊訓練を合わせて全3回の防災授業を2012年度に実施した。1回目は災害現象に関する講義、2回目は災害対応力に関するグループワークを経て、3回目の防災授業として表1に示すプログラムを、非常食による夕食後の時間帯で実施した。



図1 できますゼッケンの概要 (HPより¹⁾)

表1 「できますゼッケン」避難所 WS の実施概要

	にしがわ大学 減災ワークショップ	都立永山高校宿泊訓練時の避難所ワークショップ
実施日時	2012年3月10日 14時～16時半 (150分)	2012年10月10日 19時～20時 (60分)
参加者 主な属性	一般市民26名 NPOのWebとメールで募集 1グループ7人程度で構成。	1学年生徒約100名 (学年全生徒のうち承諾した生徒) 1グループ10人程度で構成。
WSプログラム	Step1: 全体ガイダンス 【10分】 Step2: できますゼッケンと311ふり返しシート記入 【10分】 Step3: 講師プレゼン：共助のデザインを考える 【15分】 Step4: できますゼッケンで自己紹介 【20分】 ・1人1分で自己紹介も兼ねて会場全体で発表。 Step5: GW1：3.11をふり返る 【30分】 ①自助の行動、②巨大地震に対して不安に思うこと、 ③被災地への行動 Step6: GW2：活動する市民がつくり出す新しい防災力の可能性 【30分】 A班：ぼうさいカフェ：地域における減災に向けたアイデアを集めよう。 B班：ボランティア本舗：東日本の津波被災地に対して、何が必要か、何ができるか。 C班：つながり問屋：ゆるやかなつながりを促進するためのアイデアを集めよう。 Step7: 全体発表 【30分】	Step1: あいさつ等 【05分】 Step2: 前回の振り返りと全体ガイダンス 【20分】 1) 第2回防災学習のふりかえり・各班2分づつ。 2) 避難所のイメージ(映像)と進め方の説明 Step3: グループワーク 【30分】 1) できますゼッケンを各自で記入 2) グループ内(クラスごと)アイデア共有 3) ファシからコメントと発表準備 Step4: クラス毎に壇上で写真撮影 【20分】 Step5: クロージング 【10分】 ・首都大スタッフから一言づつコメント
ゼッケン記載 内容 主なもの	・サッカーのコーチ ・英語 ・ボランティアコーディネート ・お話を聴きます ・ミーティングまとめ役 ・荷物運搬 ・イラスト ・高齢者介護 ・力仕事 ・裁縫 ・ストレッチ	・トイレ掃除◎ ・洗濯◎ ・子どもの世話◎ ・マッサージ◎ ・応急処置、手当て◎ ・力仕事◎ ・ダンス◎ ・料理 ・フィリピン語、中国語 ・大工仕事 ・歌をうたう ・話し相手になります ・裁縫



図2 にしがわ大減災 WS でのゼッケン利用の様子

5. 比較考察

(1) プログラム比較

にしがわ大では150分WSの自己紹介パートとして実施された。「自分たちにできること」を考えていくWSにおいて、その導入にかかる「予習」になった。一方の永山高校では、60分WSのメインとして活用された。生徒達は大学メンバーからの助言や生徒同士の会話を通してゼッケンを作成していった。

(2) 参加者の様子

参加者の実践の様子は対照的であった。にしがわ大WSは社会人メンバーであり、当初、自分のスキルを書き込もうという参加者が多かったが、「自分の仕事は本当に避難所で役に立つのだろうか」という問いにつながり、そこから東日本大震災での避難所の様子を想像しゼッケン記入に進んでいた。つまりゼッケン作成を通して、災害想像力を作動させるワークにつながっていた。

永山高校では初動反応はにぶいグループもあった。しかし「自分は将来看護師になりたい。ボランティアでケガの手当の経験もある。避難所でも手当ができると思う」また「自分は大工になる。大工仕事で役に立てそう」といった将来の仕事モデルが明確な生徒が口火を切り、大



図3 都立永山高校宿泊防災訓練でのゼッケン利用の様子

学進学後の仕事像が明確でない生徒の顔つきも変わってきた。そして「自分は明確にできることはないけれど、トイレ掃除はしっかりやりたい」といった発表がなされた。ゼッケンづくりを通して、自分が社会にどう貢献するのか、考えることにつながったと言えるだろう。

6. 結論と今後の課題

本稿は災害避難所現場での活用を想定して作成された「できますゼッケン」を事前防災の場で活用した事例を報告し考察した。どちらの事例でも、避難所生活を想像し、自分にできることを考えてみること、およびWSの雰囲気づくりという点で効果的であった。特に永山高校の事例では、災害時にできることを考えることは、高校生として日々つきつけられる「将来どんな仕事をするか、仕事を通してどう社会に貢献するか」という問いにつながってくる点は興味深い知見と思われる。

参考文献

- 1) デザイン都市・神戸推進会議「できますゼッケン」、<http://issueplusdesign.jp/dekimasu/>
- 2) 東京都教育庁指導部「全ての都立高等学校等で実施する一泊二日の宿泊防災訓練について」, 2012年4月

【全体講評】

ワーク実施後には、第1回講習会で講演いただいた相原中村町内会自主防災隊の長田氏と、第2回講習会の全体進行を担当してくださった危機管理勉強会 齋藤塾の齋藤氏より、講評をいただきました。



【長田氏】今日のワークで、皆さんは「日常」を求める傾向にあったと思いますが、避難施設では我慢が必要だし、ルールが必要だと考えています。

地域のリーダーが、事前に「避難施設に行くのは「避難勧告が出た時」「火災で家が焼けた時」「家が倒壊した時」「家に住むことが危険な時」だけで、避難施設は快適ではないよ」ということを伝えておくと、避難施設の運営も上手く行き、復興に繋がるのではないかと思います。



【齋藤氏の講評】避難施設の連絡会では、リーダーである皆さん自身が、地元で声を出すことが重要です。今日学んだ事を、周辺の自治会にフィードバックして、避難施設の運営をどうするかについて、一緒に考えて欲しいと思っています。

また事前のルール作りが大事なので、災害が起こる前に決められることは決めておく必要があります。ただし災害が起きる場所、規模はわかりませんので、柔軟な対応が必要です。

普段できないことは、災害時にもできません。朝の挨拶もできないリーダーが、災害時に指揮しようと思ってもできませんので、日頃から声掛け等をしておくことが大事です。

参加者の感想

- ・震災はいつくるかわからないので、普段から準備をしなければならぬと思いました。
- ・防災組織づくりと日常訓練の必要性がわかりました。
- ・粘り強い活動で、防災リーダーへの信頼を定着させることが重要だと思いました。
- ・避難施設は物資配給や情報発信の場所であり、連絡会が重要になると認識しました。
- ・事前に決定すべき事は決め、自治会メンバーに徹底しておく必要性を再確認しました。
- ・事前のマニュアル作りについて、大切さと共に、多くの問題点（決めておく事）がある事を知りました。
- ・現在、避難施設連絡会を通して運営委員会を組成し、基本ルールを見直していく所だったので、とても有意義な時間でした。
- ・実際に体験することで、座学では得られない、現実に近い状況を経験することができました。
- ・防災リーダーとしての自覚を学びました。

多数のご参加ありがとうございました。
今後も、市民の皆様へ防災に関する情報のご提供や講習会の開催などを進めてまいります。
是非、ご参加ください。

〈問合せ先〉 町田市市民部防災安全課
〒194-8520 町田市森野2丁目2番22号
電話：042-722-3111（代表）

2013年度 町田市自主防災組織リーダー講習会 ～自主防災組織リーダーの養成に向けて～ 町田市市民部防災安全課

2013年度の自主防災組織リーダー講習会は、計72名の方を対象として2回の講習会を実施いたしました。この講習会は、町田市新5ヶ年計画（2012年度～）で重点事業プランとして取り組んでいるもので、2012年度からの5ヶ年で累計400人の講習修了者を目指し開催しているものです。

今年度の講習会では、第1回を座学での学習、第2回を実動訓練とし、両方の講習会に参加していただくことで、より総合的に災害時に役立つ内容を身に付けてもらえるようにしました。

第1回講習会

日時：2013年11月23日（土）10:00-12:00
場所：町田市役所 災害対策本部室

【テーマ】災害時に必要となる防災リーダー像

- ◆開会の挨拶
- ◆講演
- ◆パネルディスカッション、質疑応答
- ◆閉会の挨拶



第2回講習会

日時：2013年12月8日（日）午前の部、午後の部
場所：市立町田第一小学校

【テーマ】災害時における防災リーダーの実動訓練

- ◆被害想定の説明
- ◆グループワーク
- ◆感想発表・質疑応答
- ◆防災講習会総評
- ◆認定証授与・閉会の挨拶



第1回：災害時に必要となる防災リーダー像

座学での講習会では、以下のタイトルで3名の方に講演していただきました。

- 【1】町田市の自主防災組織の活動特性と連携ニーズに関する調査(2010年調査)
首都大学東京：市古 太郎 氏
- 【2】町田の市民連携と災害支援～市民が創る地域協働～
まちだから元気を！プロジェクト市民会議：清原 理 氏
- 【3】自主防災リーダーから、自主防災組織メンバーへの情報発信について
相原中村町内会自主防災隊 長田 博 氏

【市古 太郎 氏】

2009年から関わっている町田市の地域防災の取り組みについて、首都大学東京としての調査結果などを報告いただきました。

- ・市内285の自主防災組織で、要援護者安否確認訓練や学校避難所宿泊訓練など、工夫を凝らした防災訓練に取り組まれている。
- ・更なる防災力アップのため「地域内の福祉施設」との連携ニーズが高まっている。

【清原 理 氏】

町田市民として行っている東日本大震災の支援活動について、お話しいただきました。

- ・行政の支援とは違い、市民活動では、「支援をしたい人のやりたこと」と「現地のニーズ」を合わせることが大事。
- ・孤立する前に、顔が近づける関係性を作っておく、作っていくことが重要。

【長田 博 氏】

これまでの活動から、地域を引っ張っていく防災リーダーに役立つ情報をお話しいただきました。

- ・最も力を入れたのは「意識の向上」。防災便りの発行、月例会、防災訓練、防災勉強会等を実施。
- ・回覧板に入れる防災便りは「黄色い紙」とルールづけ、見てもらえ工夫をしている。

その後、防災安全担当部長を加えて、『「公助」「共助」「自助」の役割』と題したパネルディスカッションを行い、それぞれの立場での災害時の役割について意見交換を行いました。



第2回：災害時における防災リーダーの実働訓練

災害時の避難施設として指定されている市立町田第一小学校を会場とし、班に分かれて訓練を実施しました。訓練では、避難施設の配置計画を検討（ワーク1）した後、避難施設で発生する問題について模擬避難施設運営会議（ワーク2）を行いました。

終了後には、参加者全員で各班でどのような議論が行われたかを共有し、質疑応答にて議論を深めました。

【ワーク1】避難施設配置計画

避難施設配置計画では、「町田第一小学校 避難施設開設・運営マニュアル」と町田第一小学校の平面図を利用し、以下のようなワークを行いました。

- ①場所の再検討（決められた場所の問題はないか？）
 - ②必要なのに場所が決まっていないものはないか
- 避難施設開設運営マニュアルには、「避難施設運営会議スペース・給水・炊き出し・情報連絡場所・トイレ設置場所・同行避難ペット管理場所」などがあらかじめ決められています。今回の検討の結果、場所を変えたほうがよいと話し合った班もありました。
- また場所は決まっていますが、使用する機材が近くにないかたりすることがあり、「学校との事前調整が大事だ」という意見も出てきました。

【参加者の意見】

- ・トイレは体育館に近いところが良い。投光機を準備して、周辺を明るくすると良いだろう。
- ・病人用（風邪やインフルエンザ等）の部屋も必要だろう。
- ・炊き出し場所の近くに、配膳台を置く場所も必要。

【ワーク2】模擬避難施設運営会議

模擬避難施設運営会議では、避難施設で発生する問題（特にトイレ、子ども、高齢者について）にどう対処していくか、参加メンバーが避難施設運営委員会として検討し、対処方法を決めました。

【問題】周辺は断水している。トイレの使用マナーが悪く、常に掃除が必要な状況。仮設トイレ4基は、男女別に2基ずつしたが、常に長蛇の列ができ、高齢者等も長時間並んでいる。

【検討内容】

- ・清掃頻度はどれ位が適切か。清掃のための水はどうするか。
- ・トイレを男女別に分ける必要はあるか。

【決定された対処方法】

- ・自主防災組織毎に、当番制でトイレ掃除を行う。
- ・トイレの割り当てを、男性1基・女性2基とし、ユニバーサルトイレ1基を共用と変更する。



各ワークの内容

防災倉庫

体育館の裏手に設置された防災倉庫には、たくさんのおもちゃが備蓄してあります。運び出すのはなかなかの重労働でした。



発電機・投光器の
組立て・稼働訓練

避難生活のための
マット・間仕切り体験



体育館

体育館をどう活用したらいいか？
マットや間仕切りを使って、
避難者の配置を考えました。

図書室



模擬避難施設運営会議
と課題整理



避難施設運営会議を模擬体験し、
どんな課題があるか話しました。

第一小学校

避難施設配置計画作り



避難施設を円滑に運営するために
は、事前にどんなことを決めてお
いた方がいいか、話し合いました。

校庭

避難施設に準備してあ
る調理器具を使って、
非常食や暖かいお茶を
準備しました。



非常食カフェ

簡易トイレの組み立て訓練



簡易トイレ
は、どこに
置くのがい
い？みんな
で考え、
組み立てて
配置しまし
た。

発電機を使って投光器を点灯。
どこで何に使うか、考えました。



専門家による講評 危機管理勉強会 斎藤 氏
今回の目標は「グループ毎に1つのテーマを考えてもらう」こと、「いろんな町内会・自治会の方が、同じテーマで話し合う」ことでした。それぞれのワークをすることで、『1人では何もできないから、町内会・グループ単位で対策しなくてはならない』ということに、気づいて頂けたのではないかと思います。
皆さんは、地域に帰ったらリーダーとしてみんなに声をかけ、それぞれの町内会・自治会で今日の体験を話して下さい。また、小中学校と一緒に同じ様な体験をして、地域の中で安心して住める町を作っていく下さい。

多数のご参加ありがとうございました。
今後も、市民の皆様へ防災に関する情報のご提供や講習会の開催などを進めてまいります。是非、ご参加ください。

〈問い合わせ先〉町田市市民部防災安全課
〒194-8520 町田市森野2丁目2番22号
電話：042-722-3111（代表）

2012年度 町田市自主防災組織リーダー講習会
～自主防災組織リーダーの養成に向けて～
町田市市民部防災安全課

2013年
1月27日

2013年1月27日(日)、今年度2回目の自主防災組織リーダー講習会を町田市立町田第一小学校で開催しました。この防災講習会は、町田市新5ヵ年計画(2012年度～)で重点事業プランとして取り組んでいるもので、2012年度からの5ヵ年で、累計400人の講習修了者を目指し開催しているものです。

今回の講習会は、災害時に避難施設となる小学校を舞台に実施。自主防災組織が中心となり1つ選んで参加していただく予定です。各ワークには、防災の専門家がファシリテータ(進行役)として参加し、共通ワークの学校施設点検を行った後、それぞれの選択ワークを体験してもらいました。



【共通ワーク】学校施設点検（学校内ツアー）
避難施設として利用する学校は、どんな造りになっているか？実際に小学校内を歩いて、点検しました。



防災倉庫に備えてある機材を使うワークでは、機材をどこに設置するかを参加者が考え、協力して防災倉庫から機材を運び出し、組み立て・片付けまでを行いました。考えるだけでなく、身体を使って体験することで、より実践的な講習会にすることができました。また、参加者から寄せられた疑問や質問には、適宜、町田市防災安全課や防災の専門家が回答し、町田市が進めている防災に関する取り組みなどもお話ししました。

今回受講された43名の方には、防災安全担当部長より修了証をお渡ししました。参加者の皆さんの自主防災組織リーダーとしての活躍を期待しております。町田市では、来年度も自主防災組織リーダー講習会を開催していきます。たくさんの方の参加をお待ちしています。

参加者の声

- ・防災対策は、事前にどうするか真剣に考えておかないと役に立たない事が実感できました。町内会における防災活動につなげたいです。(60代 男性)
- ・どのワークも大切なので、全部に参加したかったです。(50代 女性)
- ・避難施設での間仕切りをする際の問題点がわかり、非常によい講習でした。(70代 男性)
- ・発電機で電気がつくまで、いろいろな想定外のことが起きましたが、それも頭に入れておかなければいけないことがわかりました。チームワークも大事です。(50代 男性)
- ・避難施設運営には相当の事前準備が必要なので、自治会協議が必要ですね。(70代 男性)
- ・日常の機械チェックも必要だということが分かったので、この経験を自治会に反映させたいです。(50代 男性)
- ・実技での講習は大いに役立つと思います。更に拡大しての実施を願います。(70代 男性)
- ・非常に有意義なので、多くの経験者（特に若い人）を育てて欲しいです。(60代 男性)
- ・同じ目的をもちった人が集まったの訓練は、地域では経験できないものでした。(記載なし)
- ・自身の考えと違った意見が出て、大いに勉強になりました。(70代)

市古先生による講習会のまとめ

- ・東日本震災を受けて、地域の防災に対する意識は非常に高い状態です。その意識を生かすためには、今回の講習で利用したようなツールが必要だと思っています。
- ・自主防災組織のマニュアルに、今日のグループワークのような訓練ツールを盛り込む必要があると感じました。

大木先生による講習会のまとめ

- ・町田市民の高識の高さに驚きました。日曜日の朝から、地域の防災のために足を運んで下さるのは、すごいことだと思います。
- ・保健委員や育児サークルといった地域の他のグループも、防災に関しては気にしているはずなので、地域での呼びかけを増やして、お互いに連絡を取り合うことが大切です。

ファシリテータ（進行役）の主な感想

- ・グループワークでは問題にならなかったことも、実際の避難所運営ではパニックになるかもしれないといった一歩踏み込んだ議論まで行うことができました。
- ・避難所が解消してからの地域再建や、その中での地域の役割についてまで話すことができました。

参加者の声（講演会）

- ・私達ができる支援としてどんな事があるのか、考えられました。（40代 女性）
- ・地域において、町内会の役割の重要性を改めて認識しました。（60代 男性）
- ・現地に行かなくてもできる支援活動を自分なりに考えていきたいです。（50代 女性）
- ・3.11を機会に震災に対する意識が高くなり、勉強になりました。（60代 男性）
- ・講演会の度に、何かひとつ心に残るものがあります。（70代以上 男性）

参加者の声（講習会）

- ・災害発生時を想定して、実際に避難所運営をしてみる事で、イメージを具体化することが出来て良かったです。（30代以下 男性）
- ・災害に備えて、日頃から地域の様々なグループや自治会が集まって話し合うことが大事なことで、改めて気づきました。（30代以下 女性）
- ・地域で避難所開設連絡会を開催する予定ですが、具体的に何を想定して議論していかなければならぬかを理解することができました。（50代 男性）
- ・いろいろな自主防災隊の人達の考えが聞けて良かったです。（60代 男性）
- ・今までにない検討や討議が出来ました。（70代 男性）

多数のご参加ありがとうございました。
今後も、市民の皆様へ防災に関する情報のご提供、講習会の開催などを進めてまいります。是非、ご参加ください。

〈問い合わせ先〉
〒194-8620 町田市中町1丁目20番23号
町田市民部防災安全課
電話：042-722-3111（代表）

2011年度 町田市防災講演会・講習会 ～自主防災組織防災リーダーの養成に向けて～ 町田市民部防災安全課

町田市では、2012年1月22日(日)に、まちだ中央公民館において「防災講演会・講習会」を開催しました。

この「防災講演会・講習会」は、自主防災組織の方を対象に、地震災害に関する情報を提供するとともに、自主防災組織防災リーダーを養成することを目的としています。

午前の部は防災の専門家による防災講演会が行われ、午後の部では参加者と専門家を交えて、災害時の自主防災組織の役割の一つである「避難所開設・運営」に焦点を当てたグループワークによる講習会が行われました。

防災講演会（午前の部 10:00～11:30）

今回の防災講演会では、杏林大学保健学部看護学科地域看護学研究室教授の大木幸子先生と工学院大学建築学部まちづくり学科准教授の村上正浩先生の2名の講師をお招きし、東日本震災の被災地支援について、それぞれの立場から、貴重なお話をいただきました。



今回もたくさんの方にご参加いただきました。



情報保障として、手話通訳と要約筆記を行いました。



講演後は市古先生(首都大学東京)も交え質疑応答が行われました。

講演1 理工系大学の特色をいかした被災地支援活動を通じて

工学院大学建築学部まちづくり学科准教授 村上正浩先生

村上先生の講演では、理工系大学の学生が持つ多様な専門性をいかして行った、被災地支援活動の様子を紹介していただきました。

- ①避難所の環境改善の支援：段ボール等の身近な資材を使って避難所の固仕切りや下駄箱を作成
- ②体験型の理科教室を通じた子どもへの支援：万華鏡・うちわ作りなど
- ③あなたの思いでまもり隊プロジェクト：津波により、汚れてしまった写真を修復



学生たちが大学で学んでいる知識が被災地支援に役立ったことや、支援を通じて学生自身も問題解決能力や協調性・コミュニケーション力の向上といった大きなものを得ることができたことについて話されると、会場のあちこちでうなずく姿が見られました。

講演2 気仙沼市での保健福祉支援活動～地域看護の視点から～

杏林大学保健学研究科教授 大木幸子先生



大木先生の講演では、国際保健NGOの立場での保健師としての活動から以下のような話題をご紹介いただきました。

- ①被災者への訪問活動の中で聞いた体験談
- ②その中から浮かび上がった被災時に地域が直面する課題
- ③課題解決のために必要な中長期のコミュニティ支援について

直後の課題としては医(医療)・食(食事)・暖(寒さ対策)といった命に関わる大きな課題となり、中長期の課題としては要介護者への生活支援活動の中で「心のケアを行っていく仕組み」をどう作っていくかが大きな課題となっていました。

「被災者の方々は、様々な喪失を体験し、なお地震や津波で被災した風景の中で暮らし続けることで悲嘆・無力感・対象のない怒りを感じている」というお話もあり、これは参加者の新しい気づきとなったようです。

防災講習会（午後の部 13:30～16:00）

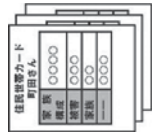
防災講習会では、首都大学東京の市古先生のご指導のもと、参加者の皆様に6つのグループに分かれていただき、グループワークを行いました。各グループには、防災の専門家がファシリテーター(進行役)として参加し、町田市の震災被害想定を基に、地震が起きた際に自主防災組織として直面する課題に取り組みました。

また各グループには町田市防災安全課の職員も参加し、町田市の現在の取り組みなどもお話ししました。



STEP1

避難者想定ワーク



ある地域の小学校をモデルに、地震が発生した場合、自宅の被害状況・周辺の被害状況についても考慮しながら「避難所に行くか／行かないか」を想定しました。「避難所に行きたくても行けない人」や「行く必要はないが役に立つならば行く人」もいるという意見がでました。また、避難所の部屋割りについて検討したグループもありました。

STEP2

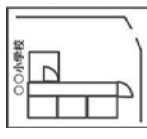
避難所開設・運営手順検討ワーク



『町田市避難所開設・運営マニュアル(共通版)』を確認しながら、避難所を開設・運営するための対応手順を確認してもらいました。それぞれの避難所は、周辺の複数の自主防災組織で運営するため、緊急時に備えて、事前に関係者が集まって手順や役割を決めておいた方がよいという意見が出ました。

STEP3

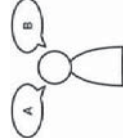
学校避難所機能配置ワーク



『町田市避難所運営マニュアル(共通版)』で事前に決めてある「各活動場所及び資機材等の配置」を、学校の敷地図面を用いて確認しました。マニュアルで決められていても、それぞれの学校の現状に合わせて、更に検討した方がよいことや、事前に関係者で決めておくべきことがあることがわかりました。

STEP4

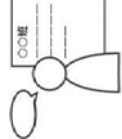
学校避難所運営ワーク



避難所を運営していく上で起きる問題について、ゲーム形式で考えました。グループ内でもいろいろな意見が出たため、このような問題について事前に関係者で話し合っていくことで、実際の避難所運営がスムーズに行くのではないかとこの意見が出ました。正解がなく、各避難所の状況を考え判断すべき問題がたくさんあることが確認できました。

STEP5

ワークのふりかえり



ワークのふりかえりとして、グループ内で意見交換をしました。「自主防災組織が中心となって避難所運営をやっていく上での問題の大きさを認識することが出来た」や「所属する自主防災組織でこのような事前ワークをしたい」という感想が出ました。また、災害時要援護者や自治会未加入の方への対応は、みなさんの共通問題となっているようです。

社会的弱者保護のあり方ユニット

テーマ

高齢者・障がい児などの災害弱者に対する、被災後の安全な避難から現状回復に至るまでの、各経過フェイズにおける必要な援助の在り方に関する研究

人間健康科学研究科理学療法科学域

人間健康科学研究科作業療法科学域

新田 収 教授

橋本 美芽 准教授

1. 要約

障害者、要介護高齢者、慢性疾患患者に関する問題点。

A. 災害に対する準備

- 避難経路、避難方法の確認が十分行われていない。
- 体調変化への準備が十分でない。
- 福祉避難所としての高齢者福祉施設等の災害時対応。
 - ① 発災時、連絡手段、情報収集に不安がある。
 - ② 職員確保に不安がある。
(職員も被災者となるため、職員は自身の家族対応と、入所者対応を迫られる。)
 - ③ 遠隔地(被災地外)に職員支援等可能な関連施設が必要。

B. 発災時

- 震災直後、救急対応病院などに多くの要介護高齢者、慢性疾患患者が避難する事態が予想される。この時緊急医療機能を圧迫しかねない。

C. 緊急避難所

- 避難所生活では、一般の被災者とは別のケアが必要であり、ある程度分離して収容する必要がある。もし分離しないとかえって一般被災者への対応が混乱する可能性がある。
- 被災以前から日常的に関わる、支援センター、サービスステーションなどが被災時もケア継続することが望ましい。
- 体調を崩すものが多く、健康維持が問題。

D. 復旧までの過程

- 復旧までの期間が長引くと、以前の生活への回復が困難となる。

E. 全般的な災害時の論点

- 公共機関の充実を図るか、民間機能の利用、組織化を図るか。
- 情報に関しする問題
 - a. 被災時も情報手段確保
 - b. 混乱した情報の中から有用な情報を選択する方法
 - c. 情報が途絶えたとき、どのように行動するか指針を示すことが必要
- マニュアル
 - a. さらにマニュアルの充実を図るべき
 - b. マニュアルでは対応できない想定外の事態が起きた場合、どのように行動するか指針を示すことが必要
- 一時避難所の管理をだれが行うかで状況がかなり異なる。
自治会、施設管理者、地方自治体職員

2. 調査

1) 郵送調査

①郵送調査1：在宅生活を送る障害者における災害対応

全国123か所の自立生活センターに依頼し、調査に協力を得られたセンター利用者に対して調査票配布し、郵送にて回収した。現在調査実行中だが、協力が得られた施設は26施設(20.3%)。121件の分析を行った。

調査内容

- ・災害に対する準備状況
- ・避難所に対する不安
- ・仮設住宅に対する不安

②郵送調査2：高齢者施設における災害時対応

東京都内高齢者福祉施設に対し、郵送調査を行った。407か所の特別養護老人ホーム、老人保健施設、軽費老人ホーム等に対し調査票を郵送し、回答は89件(21.9%)だった。

調査内容

- ・発災時の対応
- ・発災時の連絡方法
- ・発災時地域住民への対応
- ・発災時職員確保方法

2) アンケート調査

対象者

- ・荒川区在住高齢者
 - ・福島県緊急仮設在住高齢者
- 回答数110件

調査内容

- ・災害に対する準備状況
 - ・避難所に対する不安
 - ・仮設住宅に対する不安
 - ・健康度
- 腰痛、肩こり、関節痛

3) 調査結果概要

①災害に対する備えについて

- ・特に準備状況が不十分と思われる項目を以下に示す

- a. 避難経路の確認（一時避難所までの経路を確認している者34%）
- b. 移動方法の準備（車いす等の用意を練習もしている者15%）
- c. 体調変化への準備（対応役など準備している者38%）
- d. 疾患情報の準備（処方内容など用意している者31%）

②被災時の不安について

- ・特に不安が大きい項目を以下示す
 - a. 介護者の負担が大きくなることが不安59%
 - b. 避難所で連絡が取れなくなることの不安56%
 - c. プライバシー確保が不安65%
 - d. トイレが使いにくいのではないかと不安62%
 - e. トイレの広さが不安67%
 - f. 家族などの安否確認が取れるか不安70%
 - g. 職員が確保できるか不安53%
 - h. 経済的な不安54%
 - i. 慢性疾患への継続的ケア確保が不安53%
 - j. 情報不足が不安61%
 - k. 就労準備が不安50%
 - l. 通院などのための交通手段確保が不安71%
 - m. 仮設住宅で保護者の負担が大きくなることが不安56%
 - n. 生活のリズム維持が不安50%
 - o. 仮設受託生活でストレスがたまることが不安59%

3. 聞き取り

1) 聞き取り概要

1－1. 福島県郡山市富岡町郡山南応急仮設住宅

第1回：2013年5月6日

第2回：2013年6月26日

第3回：2013年7月7日

第4回：2013年8月21日

1－2. 岩手県花巻市起業化支援センター

第1回：2013年8月8日

1－3. 岩手県 釜石・大槌地域産業育成センター

第1回：2013年8月8日

1－4．宮城県仙台市内

第1回：2013年8月23日

第2回：2014年12月4日（仙台つどいの家）

1－5．宮城県石巻市内

第1回：2013年8月23日

第2回：2013年12月13日

第3回：2014年12月3日

1－6．宮城県石巻市石巻赤十字病院

第1回：2013年10月7日

1－7．宮城県宮城郡七ヶ浜町 老人福祉センター はまかぜ

第1回：2013年10月8日

1－8．兵庫県西宮市社会福祉協議会 地域活動センター 青葉園

第1回：2013年11月11日

2) 調査結果概要

①震災直後の対応

- ・緊急時受け入れ病院の対応：石巻赤十字病院
 - a. 想定外の被害で緊急時指定病院が被災、被災者への対応が取れなかった。
 - b. 被災が軽度であった総合病院が対応にあたったが、①当病院にヘリポートがあったこと、②自衛隊駐屯地に隣接していたこと、③日常的に地域住民と関わり合いが強かった、ことなどから大きな役割を果たした。
 - c. 病院へ多くの被災者が来院トリアージをマニュアル通り行った。トリアージでは①黒（死亡群）、赤カテゴリーⅠ（最優先治療群）、黄カテゴリーⅡ（待機的治療群）、緑カテゴリーⅢ（保留群）に分類する。ところが多くくの要介護高齢者、慢性疾患患者が来院。緊急病院としての機能を圧迫することとなった。
 - d. 要介護高齢者は順次高齢者施設等対応可能施設へ移送、慢性疾患患者（呼吸器疾患、腎疾患）に対する対応施設を緊急仮設するなどの対応をとった。
- ・マニュアルでは対応できない状況
 - a. マニュアルでは対応できない想定外の状況となった。これに対しマニュアルに従おうとしたための被害拡大があった。
 - b. マニュアルで対処できない時の考え方の訓練が必要であった。
- ・情報の問題
 - a. 被災当時情報が少なく非常に不安だった。
 - b. 様々な情報が錯綜し不安をあおった。

- ・障害者支援施設との関係：西宮市社会福祉協議会 地域活動センター 青葉園
 - a. 被災以前から地域の支援センターが障害者の日常生活を支えていた。このため被災時障害者の状況を詳細に把握しており、安全に避難することができた。
 - b. 支援センター職員も同地域に暮らしていたため緊急の対応が可能だった。

②一時避難所の対応

- ・障害者への対応：宮城郡七ヶ浜町 老人福祉センター はまかせ
西宮市社会福祉協議会 地域活動センター 青葉園
石巻赤十字病院
花巻市起業化支援センター
 - a. 当時の施設長の判断で、障害者をトイレの近くの部屋に収容し、一般の被災者と分けることでスムーズな避難所運営ができた。
 - b. 避難所の管理は避難所ごとに異なり、他の避難所では障害者が孤立し、困難を訴えることもあった。
 - c. 普段から通所している施設が避難所となったので障害者の適応が容易だった。
 - d. 障害者は急激な環境変化に適応できず、体調を崩すものが多かった。
 - e. 入浴に関し、自衛隊の大型入浴サービス、銭湯の解放サービスなどあったが、重度の障害者はこれを利用できず、知人の自宅を頼った。
 - f. 障害者の保護者は避難所生活で周囲に非常に気を使い大きなストレスとなった。
 - g. 拠点病院が近隣の避難所へ医療スタッフを派遣し、被災者の健康状態管理を行った。
 - h. 避難所ごとに運営方針が異なっていた。自治体に運営が任されたために、被災者間に不満が生まれることがあった。
 - i. 自宅にとどまった障害者のケアが立ち遅れることがあった。
 - j. 障害者によっては短時間の電源喪失が生命維持に直結するため、不安が大きかった。実際に一定時間手動で呼吸器を稼働させるような事態も起こった。

③仮設住宅生活

- ・長期化に伴う問題点：郡山市富岡町郡山南応急仮設住宅
花巻市起業化支援センター
 - a. 長期化する仮設住宅生活で健康状態が悪化した。
 - b. モチベーションが低下した。
 - c. 避難所が置かれた地域のより状況が異なり、①都心部では余暇時間に行う適当な活動がなく、遊技場に入り浸るケースも見られた。②郊外の仮設では余暇周辺地域で簡易的な農作業を行うなどし、活動性維持化できたケースもあった。
 - d. 長期化に伴い仮設住宅から若年層が他県へ移動、仮設住宅の高齢化が目立つ。
 - e. 漁業補償などにより仕事復帰に対するモチベーションが低下した。
 - f. NPOなどによる就業提供が一時的なもので、継続的な就労となっていない。

④復旧の問題

- ：花巻市起業化支援センター
- 釜石・大槌地域産業育成センター
- ・現地復帰のための問題点
 - a. 被災地へ復帰するタイミングが遅れると、状況が変化し復帰が困難となる。
 - b. さまざまな支援政策が複雑で、個人で申請することが困難である。
 - c. 避難所、仮設住宅が元の所在位置から遠方であると復帰作業が困難である。

4. 時系列問題点の整理

1) 日常の備え

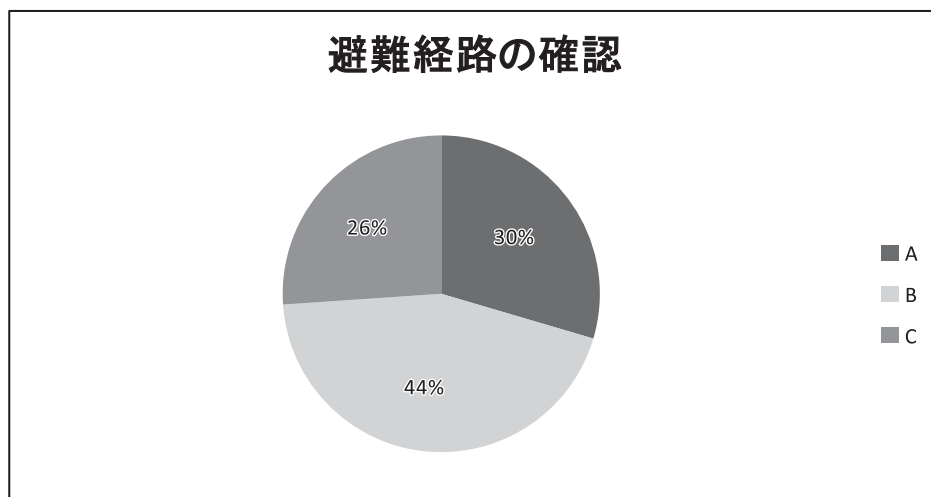
①個人の対応

地域在住の高齢者および障害者に対して郵送調査を行った。

以下に結果を抜粋する。

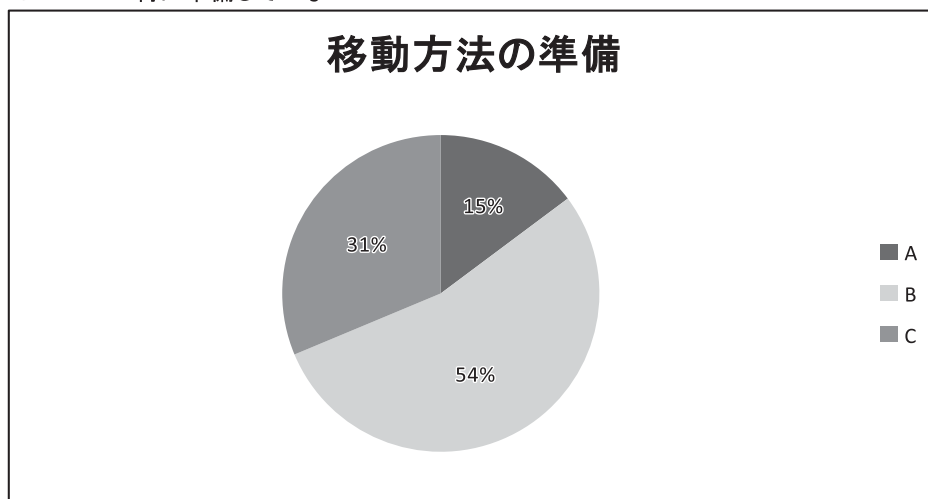
1-1 避難経路についてあらかじめ確認していますか

- A 34 居室から屋外へ出る方法、避難経路、一時避難所の場所まで細かく確認している。
- B 51 居室から屋外へ出る方法だけは考えている
- C 30 特に考えていない



1-2 移動方法について準備していますか

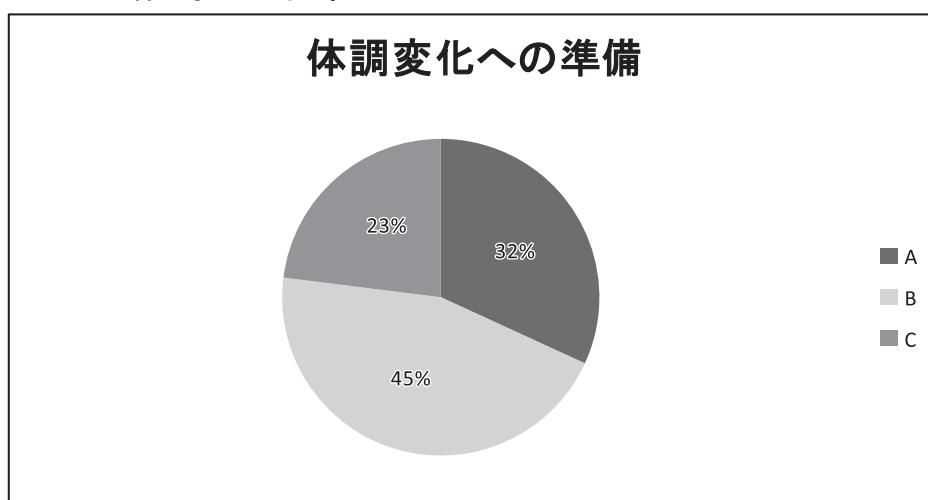
- A 17 車いすなど緊急の移動手段を用意し、時々練習もしている。
B 62 車いすなど緊急の移動手段を用意しているが、練習はしていない。
C 36 特に準備していない



発災時の避難経路について、「特に考えていない」が26%、「居室から屋外へ出る方法だけ考えている」が44%であった。また移動法に関しては、「緊急の移動手段を用意し、練習もしている」は15%にとどまっていた。高齢者、障害者の場合、発災時一時避難所へ移動が困難となることが予想される。単独で移動困難となる可能性も高い。しかし、準備状況としては、屋外へ出るまでの手段に留まるケースが多く、不十分と考えられた。

1-3 体調変化に関し準備していますか

- A 36 日常服用の薬剤、体調変化時の対応薬品など体調変化を予測して準備している。
B 51 日常服用の薬剤だけ用意している。
C 26 特に考えていない。

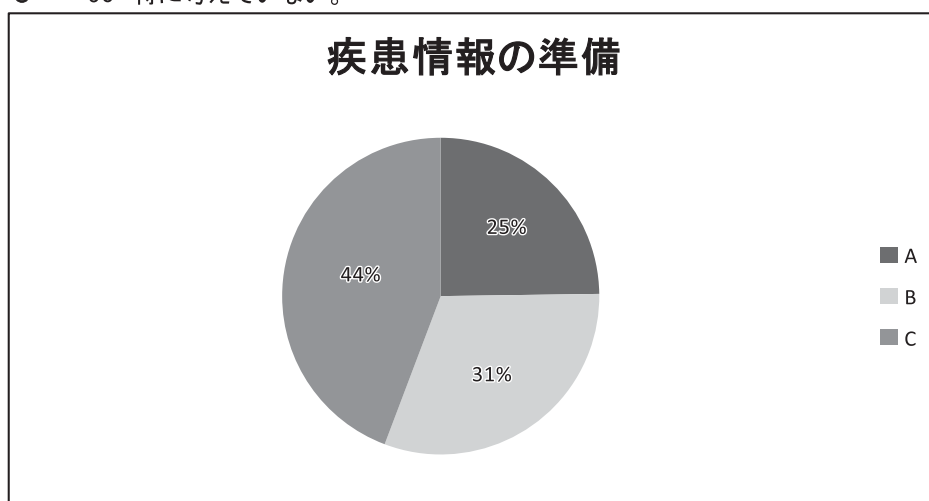


また、体調変化に対する準備としては、「日常服用の薬剤、体調変化時の対応薬品など体調変化を予測して準備している」との回答は32%にとどまっていた。高齢者、障害者では慢性疾患を持つものが多く、環境変化で容易に体調変化する。日常的に服用している薬を用意しているとの回答は45%あったが、さらに体調を崩すことを想定した準備が必要と思われる。

また疾患情報に関して、「特に考えていない」は44%であった。慢性疾患がある場合発災後の時期に、通常通りの診療、服薬管理が困難となる可能性が高い。東日本大震災発災時、石巻赤十字病院では、多くの慢性疾患患者が来院し、災害時の救急医療を圧迫する事態となった。また常服薬を求め、高齢者が詰めかける事態となった。この時交通機関は分断されており、非常な困難と、時間をかけ来院した高齢者は、通常より多くの薬を処方してくれるように希望するものが多かった。このため、薬剤在庫が危機的状態に追い込まれている。このことを考えると、慢性疾患をかかえる高齢者や障害者は日常から、薬の準備が必要と考える。また、発災時は主治医と連絡が途絶える可能性も高い。このことを前提として、自己の疾患情報を日常持ち歩くような準備も必要と考える。

2-1 疾患情報について準備していますか

- A 28 病歴・処方内容などのメモを常に持ち歩いている。
- B 35 主治医の連絡先を常に持ち歩いている。
- C 50 特に考えていない。



②施設、福祉避難所の対応

東京都内高齢者福祉施設に対し、郵送調査を行った。本調査の目的は高齢者施設が発災時、高齢者、障害者に対してどのような対応が可能か検討することが目的であった。

聞き取り調査などから、災害時の高齢者、障害者の対応について、専門的な知識、経験が必要であることが示されている。このことをふまえ、高齢者施設は、発災時、高齢者・障害者対応が期待される。しかし、現実に入居者以外の地域住民に対し、施設が対応可能することには困難な場合が予想される。

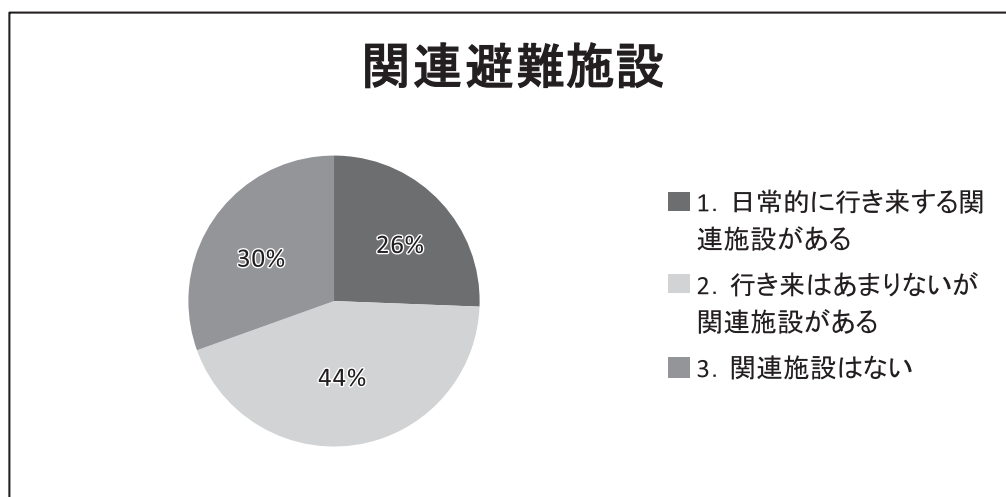
宮城県仙台市の障害者通所施設では、東日本大震災発災時、施設利用者への対応とともに、施設職員確保という問題に直面している。聞き取り調査によれば、発災時本来通所施設であっ

たが、施設利用の障害者が帰宅することができず、一時避難所として施設を利用する事態となった。この時最も問題だったのは、対応する施設職員の確保であったとのことである。施設職員もまた被災者であり、自宅に家族を残して、出勤していた状態であり、家族との連絡が取れず、大きな不安の中で利用者対応を迫られる状態となった。その後、各地からボランティアは集まり、施設運営を支援することとなった。しかし、障害者対応は、専門的知識と経験を必要とする部分が大きく、ボランティアがすぐに実働できない実情もあった。

障害者の対応に関しては、このような事情から、災害時のボランティア支援に関しても、専門的知識と経験を持つ者が求められる。仙台市の施設ではその後、被災地外であり、日常から連絡を取り合っていた障害者通所施設から、職員の支援を受けることで、施設利用者の対応を行った。このことから、これら専門施設は災害時交互に支援可能な施設を持つことが災害時人員確保の解決策となると考えられる。なお支援施設は近接せず、遠方であるほうが良い。

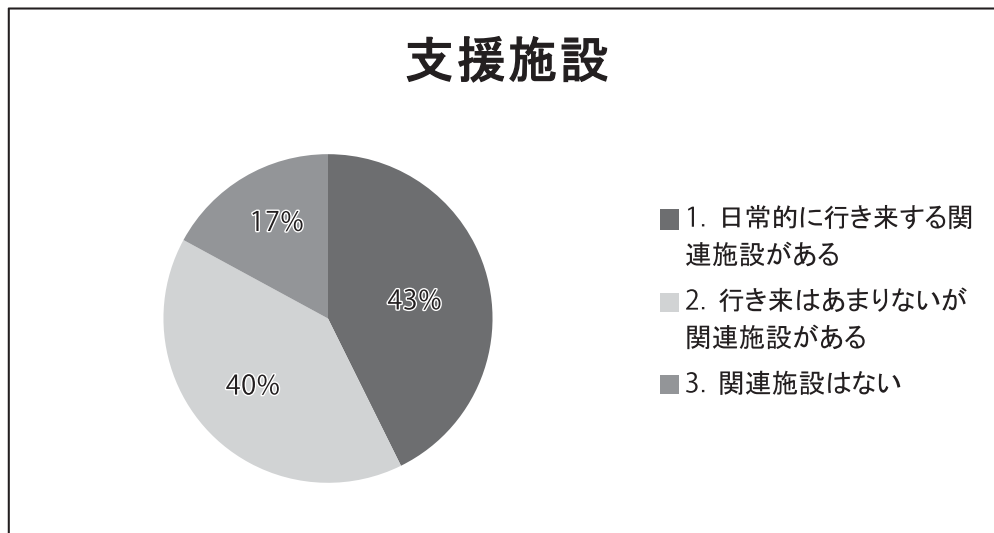
避難施設

1. 日常的に行き来する関連施設がある	21
2. 行き来はあまりないが関連施設がある	36
3. 関連施設はない	25



支援施設

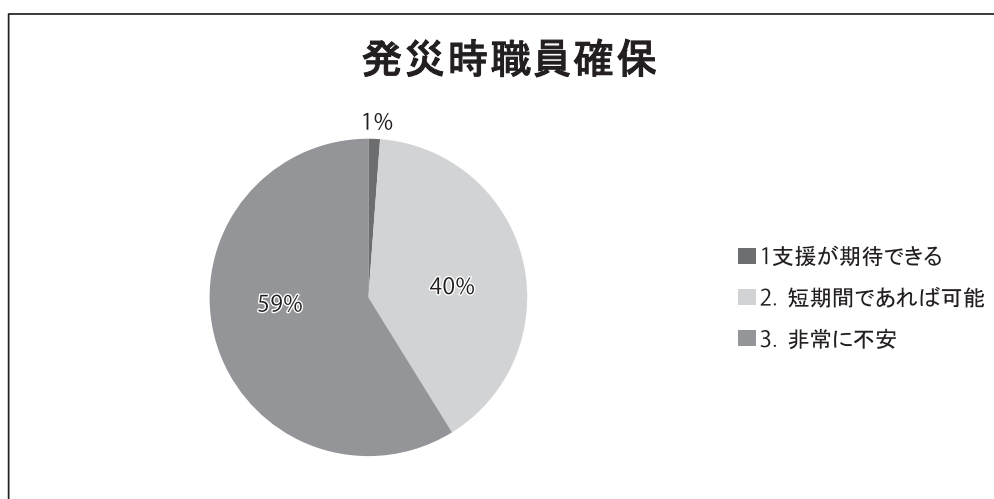
- | | |
|----------------------|----|
| 1. 日常的に行き来する関連施設がある | 35 |
| 2. 行き来はあまりないが関連施設がある | 33 |
| 3. 関連施設はない | 14 |



東京都内高齢者施設に対し郵送調査した結果、「日常に行き来している関連施設がある」は26%にとどまっていた。またこれらの関連し施設も同一地域にある場合が多く、発災時人的支援が可能か疑問が残る。

発災時職員確保

- | | |
|--------------|----|
| 1. 支援が期待できる | 1 |
| 2. 短期間であれば可能 | 34 |
| 3. 非常に不安 | 50 |



発災時の職員確保に関する質問では、「支援が期待できる」と回答した施設は1%であり、59%は非常に不安と回答した。

高齢者福祉施設、あるいは障害者通所施設は、日常的に高齢者、障害者に対応しており、職員は専門的な知識と経験を有している。このことから、発災時は利用者はもちろん、地域在住高齢者や障害者の対応に、役割を果たすことが期待されている。事実発災時「福祉避難所」として指定されている施設も少なくない。しかし現実には、発災時職員確保に大きな不安を感じている。発災時の職員確保には、支援施設からの人員受け入れが必要と考えられる。しかし、日常的に行き来するなど、発災時を予想し、人員支援の準備が十分行われている状況とはなっていない様子がうかがえる。

2) 発災時の問題

①医療機関の対応

発災時に予想される問題点について整理する。聞き取り調査を行った宮城県石巻市石巻赤十字病院に発災時起こった問題点を振り返る。

聞き取り調査において問題点とされた事柄は以下の点であった。

- a. 想定外の被害で緊急時指定病院が被災、被災者への対応が取れなかった。
- b. 被災が軽度であった総合病院が対応にあたったが、①当病院にヘリポートがあったこと、②自衛隊駐屯地に隣接していたこと、③日常的に地域住民と関わり合いが強かった、ことなどから大きな役割を果たした。
- c. 病院へ多くの被災者が来院トリアージをマニュアル通り行った。トリアージでは、黒（死亡群）、赤カテゴリーⅠ（最優先治療群）、黄カテゴリーⅡ（待機的治疗群）、緑[カテゴリーⅢ（保留群）に分類した。ところが多くの要介護高齢者・慢性疾患患者が来院、緊急病院としての機能を圧迫することとなった（後述）。
- d. 要介護高齢者は順次高齢者施設等対応可能施設へ移送、慢性疾患患者（呼吸器疾患、腎疾患）に対する対応施設を緊急仮設するなどの対応をとった。

石巻赤十字病院は、本来緊急時指定病院ではなかった。ところが本来の指定病院が想定外の大災害のために、機能不全となり、急遽緊急対応にあたることとなった。その後赤十字病院は、この地域で災害対応に大きな役割を果たした。特に当院がヘリポートを備えていたこと、自衛隊駐屯地に隣接していたことが、緊急時対応に大きなメリットとなった。

ところで、発災当初、この地域で機能を保つ大病院が当院のみであったため、予期しなかった問題点に直面した。

緊急病院ではこうした大災害時、効率的に被災者に対応する目的で、トリアージを行う。トリアージでは、一度に押し寄せる被災者に対し、医療的対応の緊急度により、以下の4カテゴリーに分類するものである。

(トリアージの4カテゴリー)

- 黒（死亡群）
- 赤カテゴリーⅠ（最優先治療群）
- 黄カテゴリーⅡ（待機的治療群）
- 緑カテゴリーⅢ（保留群）

多数の患者が押し寄せる



3月13日 待合ホールの緑エリア(共同通信社提供)

0 : 黒
I : 赤
II : 黄色
III : 緑

これは、トリアージカードであり、患者ごとにどのカテゴリーにあたるか判断し、これを衣類等に装着する。

赤十字病院は、マニュアル通り、トリアージの準備を行い、被災者を迎え入れた。ところが、発災時病院に非常に多くの高齢者、障害者、慢性疾患患者が来院した。高齢者の多くは要介護であったが、自力歩行可能なものがほとんどであった。慢性疾患は、慢性呼吸器疾患、人工透析患者などであった。マニュアル通りトリアージを行うとすると、こうした高齢者、障害者、慢性疾患患者のほとんどは、災害のために受傷したものではなく、歩行可能なのでカテゴリーⅢに分類された。

こういった方々は、住居が被災するなどし、日常生活の継続が困難となったために、一次的な救済を求め来院したものだったが、トリアージ分類でカテゴリーⅢは、保留であり緊急性が低いので、一旦帰宅していただくマニュアルとなっていた。緊急病院の使命として受傷者への対応が優先されるが、多くのカテゴリーⅢの患者を、帰宅させることができず、本来の緊急医療任務を圧迫することとなった。その後、要介護高齢者は順次高齢者施設等の対応可能施設へ移送した。また慢性疾患患者（呼吸器疾患、腎疾患）に対する対応施設を緊急仮設するなどの対応をとった。

大規模災害時には、同様の事態が緊急病院で起こることが予想される。このことから、マニュアルの一次対応の見直しが必要かもしれない。トリアージ分類のうち、カテゴリーⅢを

さらに細分化し、要介護高齢者、障害者、慢性疾患患者に対する対応を準備することが有効と考えられる。

また、災害時の高齢者、障害者の一時避難所として「福祉避難所」が指定されている。東京都では、福祉避難所の指定は完了している。ただし、地域住民にとって、福祉避難所に対する知識が乏しく、発災時に効率的に避難できるか疑問がのこる。また慢性疾患に対する、支援体制を準備しておくことも重要と考える。

②個人の対応

以下は、宮城県石巻市で行った聞き取り調査の一部である。

○聞き取り調査記録：宮城県石巻市

重症心身障害児の母：

結局、ベッドに寝ていて、地震の後停電したので人工呼吸器が使えませんでしたし、そうしているうちに津波が来て。その方は下のお子さんも障害児なのです。同じ障害児でも上のお兄ちゃんとはちょっと違う。重症ではないのですが、他動性の知恵おくれというのでしょうかね。ですから偶然ベッドが浮いていたのですね。その浮いたベッドの上に下の子供とお母さんが乗って、本当に死んでいくのをただ見ていくしかなかったと。体も大きいですし、二階建てだとしても二階にはとても連れて上がれませんよね。今回の震災で、やはり、平屋だったものですから、二階にあげることもできず。ベッドごとあげるというのも無理な話ですしね。呼吸器で管も付けていますしね。電気が切れて使えなくなれば命が失われるというのは当然なことで。

重症心身障害児の母：

発災時病院を目指しますけれども、結局トリアージというのがありますよね。結局命にかかわりはないからある程度の応急処置はしてくださるが、家に帰ってくださいと言われる。他の重症心身障害児も一度ヘリコプターで運ばれたのですが、水分補給したらまた戻されたのです。まあ、重症の方が優先ということで。しょうがないのかなと思うのですが。その後、知恵おくれの方の会があるのですが、そこでは障心会という障害者のデイサービスとかをやっているところがあるのですが、そこでひとり亡くなりました。津波が原因ではなくて、津波でショックを起こして、パニック状態になって発作を起こしたのです。もう常々発作を起こしがちのお子さんではあったのですが。苦勞して病院に連れて行くと、病室はないのでロビーで点滴を受けて連れて帰ってくださいと言われ、しょうがなく連れて帰ってきて。そこの看護師さんがいますので見ていてくださって、そうしたらお母さんが津波の中を泳いできた。ずぶぬれになって到着して。その施設では「お母さんたちみんなで迎えに来ないのだろう」と。こっちの方の情報が全然入ってこなかったそうです。そうしているうちにそういうお母さん達から情報が入って、これは大変だということになって。

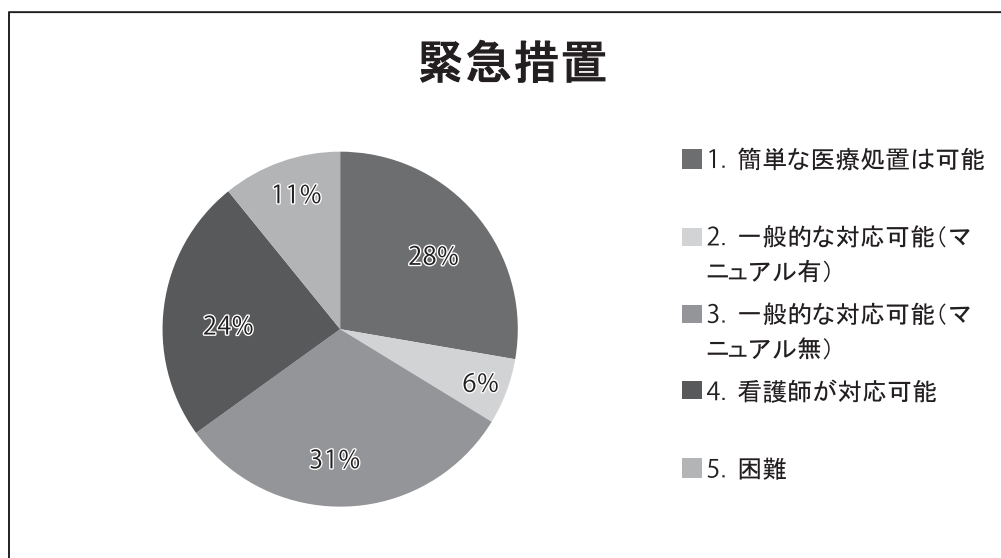
聞き取り調査対象者は重症な障害を持つ障害者の母親である。お子さんは常時人工呼吸器を必要としており、発災の状況が生々しく語られている。母の発言からも、発災時病院へ向かったものの、緊急性が低いという判断で、帰宅、あるいは待機となった状況がうかがえる。

高齢者、障害者、慢性疾患患者では常に災害時を予想し、発災時対応を準備する必要がある。どのように避難するのか。この時支援を要請できる人はいるか。そしてどこへ避難するかについて把握しておく必要がある。

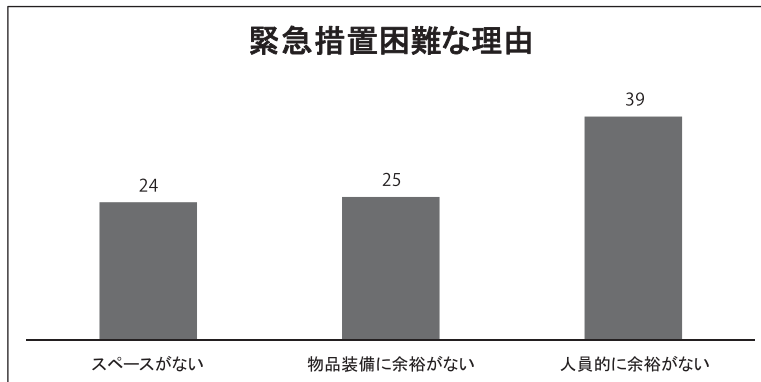
③高齢者福祉施設の対応

緊急措置

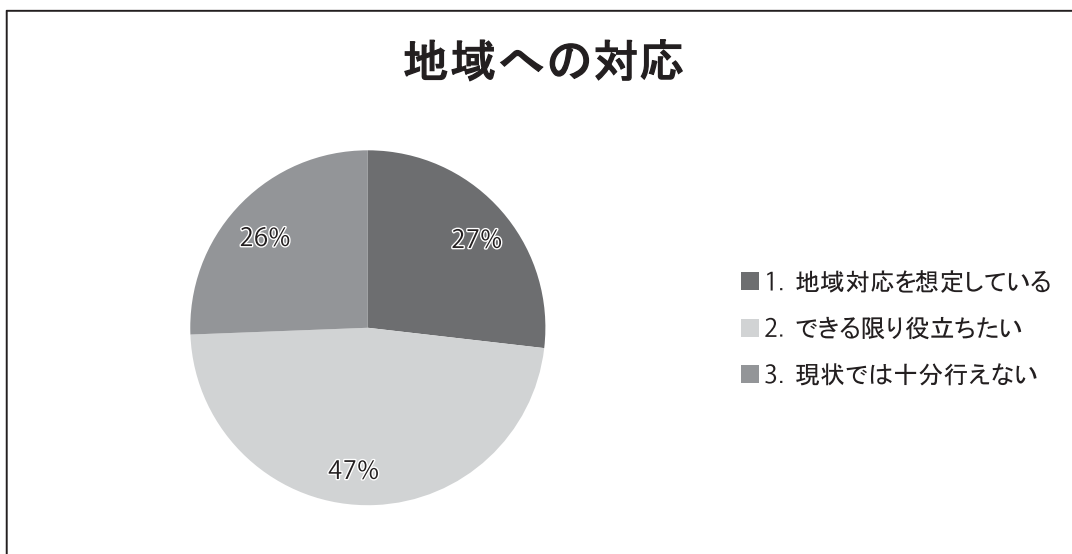
1. 簡単な医療処置は可能	23
2. 一般的な対応可能(マニュアル有)	5
3. 一般的な対応可能(マニュアル無)	26
4. 看護師が対応可能	20
5. 困難	9



緊急措置困難理由	
スペースがない	24
物品装備に余裕がない	25
人員の余裕がない	39

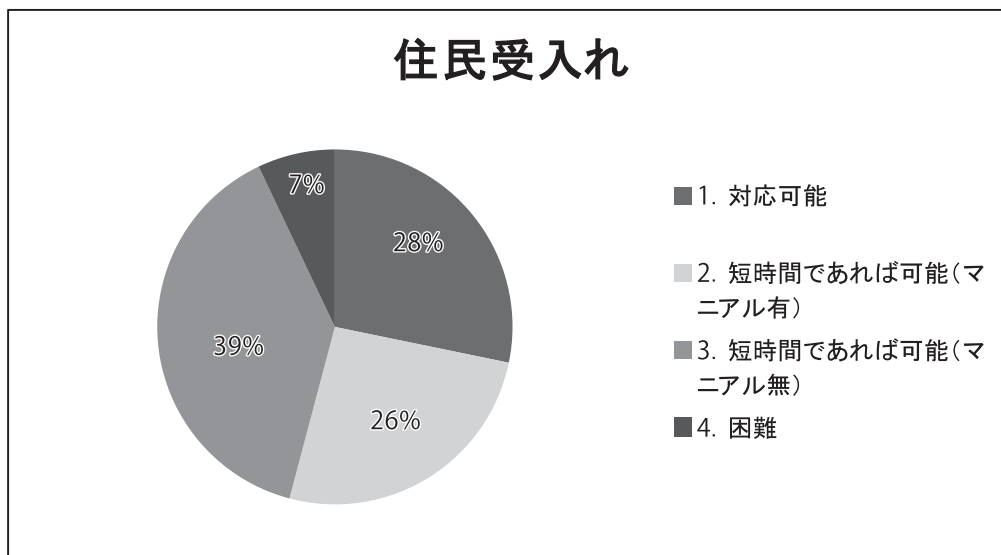


地域への対応	
1. 地域対応を想定している	22
2. できる限り役立ちたい	39
3. 現状では十分行えない	21



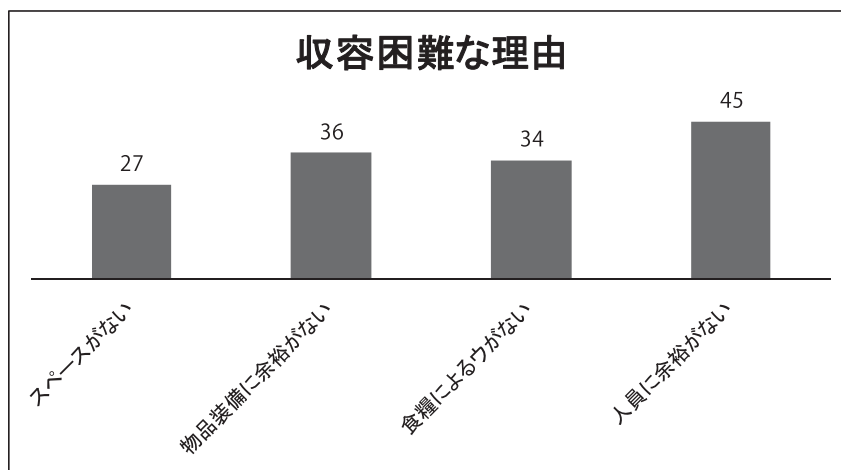
住民受入れ

1. 対応可能	24
2. 短時間であれば可能(マニュアル有)	22
3. 短時間であれば可能(マニュアル無)	33
4. 困難	6



困難な理由1

スペースがない	27
物品装備に余裕がない	36
食糧によるウがない	34
人員に余裕がない	45



図に示したのは、東京都内高齢者施設を対象とした郵送調査結果である。まず簡単な医療措置が可能であると回答した施設は28%であり、マニュアルの用意がある施設は6%にとどまった。対応が困難な理由としては、「人員的余裕がない」が多かった。

高齢者施設ではその専門性を生かし、災害時には福祉避難所としての役割が期待されてい

る。福祉避難所の役割としては、施設利用者のとどまらず、地域在住高齢者、障害者への対応が期待される。この点について、「地域への対応を考えている」27%、「できれば役立ちたい」47%であったが、26%は「対応できない」との回答であった。住民の受け入れは「対応可能」が28%、「短期間であれば可能」が65%であった。施設は地域への対応を念頭に入れていることがうかがえる。しかし短期間の収容のみ可能で施設が多く、発災から一定期間避難所として機能することは困難な場合が多いと考えられる。また収容困難な理由としては「人員に余裕がない」という回答が最も多かった。

以下に示すのは、仙台市障害者通所施設職員に対する聞き取り調査内容である。発災当日の緊迫した状況がうかがえる。ここで問題とされているのは、発災後、避難所として施設利用者を一次受け入れる対応をとったが、ここで「職員確保が非常に困難であった」という事実である。職員もまた被災者であり、自らの家族への不安を抱えながら、施設利用者への対応をしなくてはならなかった。その後、各地からボランティアが支援に集まったが、障害者に対する専門的知識、経験がないボランティアは容易に活動できなかった。最終的には、日常から行き来があった、遠方の、被災地域外施設の職員に支援を要請することで、避難所を運営した。

○聞き取り調査記録：仙台市通所施設

職員：職員の中にも、家が流されたとか、親戚が亡くなったとか。だから公共の学校の施設は5月まで開かなかった。私たちは3月末から動いたのに。

保育園も受け取ってくれないでしょ。職員たちが困っちゃって。結局ホテルに、ひとり親のお母さんとか、流されたお母さんとかが、子供と一緒に避難して来ている。そうすると職員が対応しないわけにはいけない。でも職員にも子供がいる。そうすると職員も子供を連れてくるから、一時期50人ほどいた。20家族。だからホテルは大変でした。

それでその支援にきてくれるのはありがたいんですが、宿にして貸していただきってなるわけですね。それで支援で炊き出しもそうですし。うちを拠点にして、泊まるとこないからって、プレイルームに貸すと、だれか職員が管理者にしないといけないので、子供がいる人は、頼めないとなると、一部に負担がすごくかかってしまう。

3) 避難所生活

① 避難所の問題

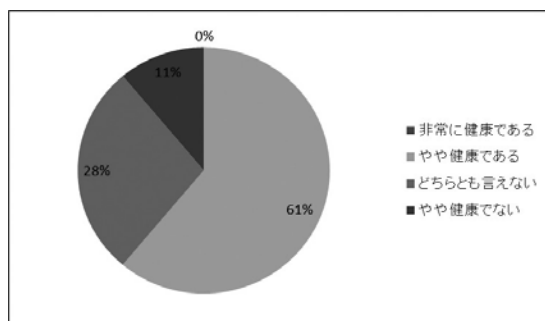
東日本大震災では、長期間仮設住宅生活を余儀なくされる状況が生じている。特に福島県では、原子力発電所事故のために、現在も仮設住宅での生活を余儀なくされている被災者が多い。こうした長期間の仮設住宅生活は、被災者の健康度低下が懸念されている。今回この点について、特に高齢者に焦点を当て、福島県内仮設住宅在住者の健康度、および疼痛の有無に関して調査を行った。

なお対照群として、東京都荒川区在住の高齢者に対し同様のアンケート調査を行った。

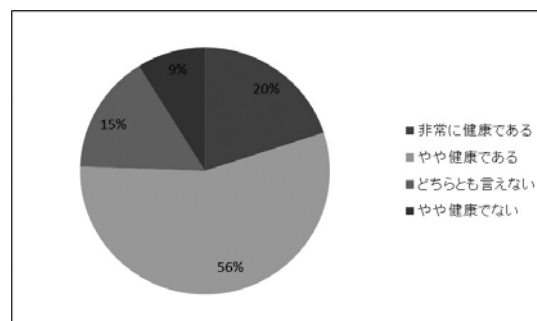
○東日本大震災後の仮設住宅生活に伴う高齢者の健康度変化アンケート調査

・自覚的健康度

福島県仮設住宅在住



東京都荒川区在住



【目的】

平成23年3月11日に発生した東日本大震災では、東北地方の地域に大きな被害をもたらした。特に福島では福島第一原子力発電所事故のために、居住地域を遠く離れ、仮設住宅生活を強いられる住民が多い。彼らは自宅復帰のめどがつかないまま、仮設住宅での生活が3年目を迎えようとしている。我々は2013年4月より福島県郡山市に開設された「福島県郡山市富岡町郡山南応急仮設住宅」において健康度に関する調査を行った。特に高齢者に着目し、東京都荒川区在住の高齢者と健康度の比較研究を行った。

【方法】

対象者は仮設群19名：平均年齢75.6（SD8.2）、荒川群45名：平均年齢71.7（SD2.0）でありt検定の結果年齢に有意差はなかった。性別では仮設群では女性11，男性8，荒川群では女性24，男性21であり χ^2 検定（chi square analysis）の結果有意差はなかった。

健康度は調査用紙によるアンケート調査とし、「1．非常に健康である」から「5．非常に健康でない」の5段階に回答を求めた。

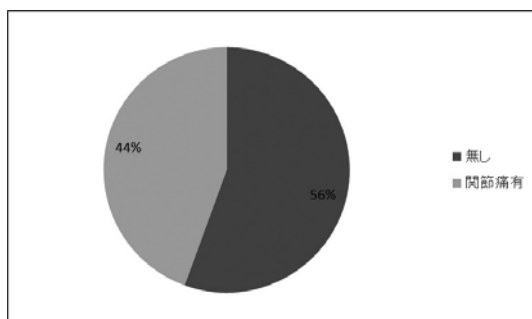
【結果と考察】

仮設群では「1．非常に健康である」「2．やや健康である」を合わせて61.1%、「3．どちらともいえない」「4．やや健康でない」を合わせると38.9%であった。これに対し荒川群では「1．非常に健康である」「2．やや健康である」75.6%、「3．どちらともいえない」「4．やや健康でない」24.5%であった。 χ^2 検定の結果有意差があり、仮設群で健康度が低下していることが示唆された。本研究は首都大学東京倫理審査委員会の承認を得た。

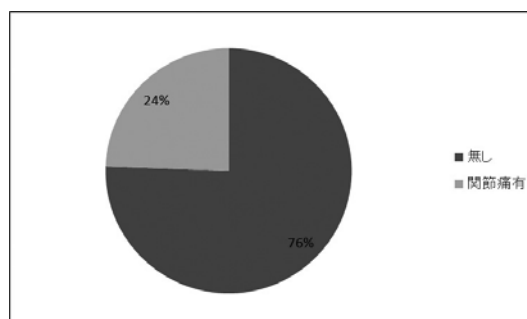
○東日本大震災後の仮設住宅生活に伴う高齢者の疼痛発生率アンケート調査

・関節痛の有無

福島仮設住宅在住

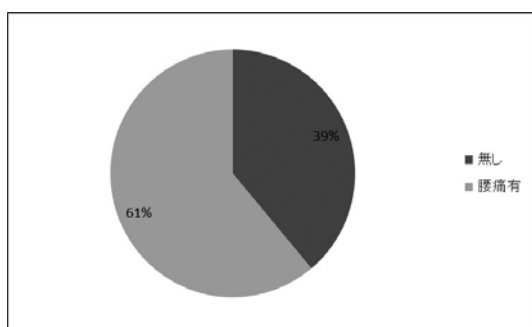


東京都荒川区在住

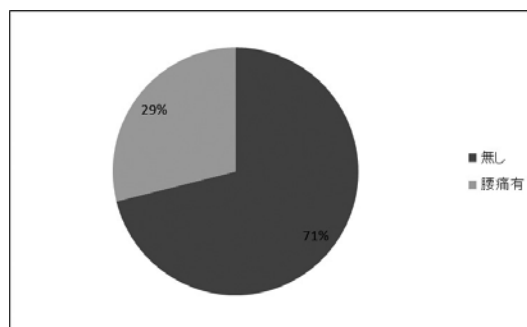


・腰痛の有無

福島仮設住宅在住



東京都荒川区在住



【目的】

東日本大震災後の仮設住宅生活に伴う高齢者の健康度変化アンケート調査と同じ。

【方法】

対象者は東日本大震災後の仮設住宅生活に伴う高齢者の健康度変化アンケート調査と同じである。

アンケート調査により、腰の痛みと関節痛の有無について回答を得た。統計解析は被災地群と非被災地群で疼痛発生頻度に差があるか χ^2 によって分析した。

【結果】

関節の疼痛に関しては、被災地群では「有」が44%、「無」が56%に対し、非被災地群では、「有」が24%、「無」が76%であり、有意に被災地で発生率が高かった。

腰の疼痛に関しては、被災地群では「有」が61%、「無」が39%に対し、非被災地群では「有」が29%、「無」が71%であり、有意に被災地で発生率が高かった。

本研究は首都大学東京倫理審査委員会の承認を得た。

【考察】

東日本大震災はこれまで経験したことのない広範な地域に大きな被害をもたらした。発生以来3年を経過しているが、被災者の生活に大きな改善が見られない。特に福島原子力発電所事故のために避難している被災者は、自由に元の居住地に帰ることができない。また避難所生活がいつまで続くのか見通しが立たない。こうした状況から健康状態の悪化が見られる。明らかな診断がない者でも、疼痛を訴える者が多く、分析の結果、非被災地高齢者に比較して疼痛発生率が高いことが示された。この原因には継続する精神的なストレスが存在すると思われる。

大規模震災では、発災後一定期間仮設住宅居住を余儀なくされる場合も予想される。しかし、仮設住宅での生活は居住者に大きな負担を課すものである。こうした負担は、身体的、精神的な症状として現れる可能性が高い。高齢者、障害者、慢性疾患患者ではこの傾向が顕著である。福島の仮設住宅の例でみると、現在なお仮設住宅に居住されている被災者は高齢者が多いことも現実である。若年者は、仮設住宅の長期化から、すでに県外へ移動した方が多い。高齢では、積極的に県外へ出て、新たな生活を始めようとするモチベーションが低いことも要因となっている。福島の仮設住宅生活は、①以前の居住地から遠く離れて生活している、②帰宅のめどが全く立たない、といった事情もありストレスは計り知れないものとなっている。

今後、大規模災害により仮設住宅生活を計画せざる得ない場合であっても、可能なかぎり、仮設住宅の期間を短縮する方法の検討が必要である。

エネルギーユニット

テーマ

レジリエントエネルギーシステムにおける
パワエレと情報装置の在り方に関する研究

スマートかつレジリエントなエネルギーシス
テムに関する調査研究

理工学研究科電気電子工学専攻 清水 敏 久 教 授

理工学研究科電気電子工学専攻 安 田 恵一郎 教 授

はじめに

本研究は、大規模災害時において電源インフラが回復するまでの間について、応急的な電気エネルギー供給の在り方に就いて検討を行った。災害時の応急的な電気エネルギー供給設備は極めて重要であるが、平常時の生活意識との乖離が大きいことも事実であることを踏まえて考察を行った。その結果、平常時には利用価値を持ちつつ、災害時にも効果的に活用できる電気エネルギー装置という概念で、技術開発を行った。第一に、平常時には効率的に発電し、災害時にも利用価値の高いACモジュール方式の太陽光発電システムと超長寿命インバータの開発を行った。第二に、携帯用小形電源装置の多様性を考慮して、最近注目される水素吸蔵合金を利用した燃料電池電源装置の調査を行った。

上記の研究結果は大規模災害時に必要となる電気エネルギー供給のためのコンポーネントとして優れた特長を持つことが明らかとなったが、これらを社会システムの中でどのように設置誘導して行くかについてが、今後の検討課題である。

1. 研究の位置づけ

1.1 既存プロジェクトの分析

災害時の電力供給に関する特徴的な研究を調査を行った。一つの特長ある研究例として、総務省、経済産業省および環境省が担当省庁として実施した自立・分散型エネルギーシステム導入モデルの研究がある。そのプロジェクトの一つに、大規模災害時に太陽光発電などの自然エネルギー発電で得た電力を、電気自動車を活用して避難所等に供給するシステムがある。大規模停電が発生した場合、停電が解消されるまでの3～7日間の電力を確保することを目的として、人命救助や被災者支援を迅速に行おうとする試みである。具体的には、大規模災害が発生した場合、被災を逃れた被災近隣地域の健全な太陽光発電装置によって電力を発電し、そのエネルギーを一般の電気自動車あるいはハイブリッド自動車に搭載されている蓄電池に充電する。そして、充電が完了した自動車を被災地まで運転し、被災地の電力供給に供するものである。電気自動車に蓄積できる電力エネルギー量は数キロワットアワー程度なので、被災地全域の電力需要を賄うことは出来ないが、避難所照明や携帯電話の充電等には十分に活用できる可能性がある。この方法の特長は平常時に使用している太陽光発電装置や電気自動車を効果的に使用する事により、被災時に対応するための特別は設備費用を極力抑制できる。

一方、この方式の課題は、被災地への電力供給可能性が道路状況に強く依存してしまうことである。阪神淡路大震災や東日本大震災などの大規模震災においても、幹線道路の渋滞が甚だしく、物資輸送に重大な支障を来しており、道路輸送への確実性を如何に確保するかが課題である。また、一般の太陽光発電装置の普及と長期寿命・信頼性、ランニングコストの低減などが課題となる。

他の構想としては、山間部などの災害時に孤立しやすい地域において、多様な自然エネル

ギーを導入して集合住宅や重要な共用施設の電力を確保するものである。この構想においても、太陽光発電などの新エネルギー発電装置の普及が不可欠であるが、これを実現するには、平常時の利用価値の明確化により導入インセンティブを高めるための仕組みが不可欠である。

1.2 本研究プロジェクトの課題設定

調査結果を踏まえると、大規模災害直後の応急的電力供給の重要性と、電源装置に求められる要件が明らかになった。すなわち、1) 太陽光発電などの自然エネルギーを用いた電源装置で、単体の電力容量はそれほど大容量である必要はない。2) 平時の利用価値が高く、設置費用捻出のインセンティブがあり、災害の状況に応じてフレキシブルに対応可能である。3) 設置コストとランニングコストの最小化のため、長寿命、メンテナンスフリーであること。

これらを踏まえて、本研究では次の2項目の研究課題を設定した。

研究課題1：災害時電力供給装置の研究

正常時の利用価値が高く、20年以上の装置寿命を持ち、災害時の柔軟な利用対応が可能な太陽光発電システムとインバータ装置の開発を行う。

研究課題2：可搬形分散電源の研究

今後急速な普及が期待される水素エネルギーを応用した可搬形の非常用電源に着目し、水素吸蔵合金、小型燃料電池、長寿命インバータ装置で構成される可搬形電源の定期用可能性を研究する。

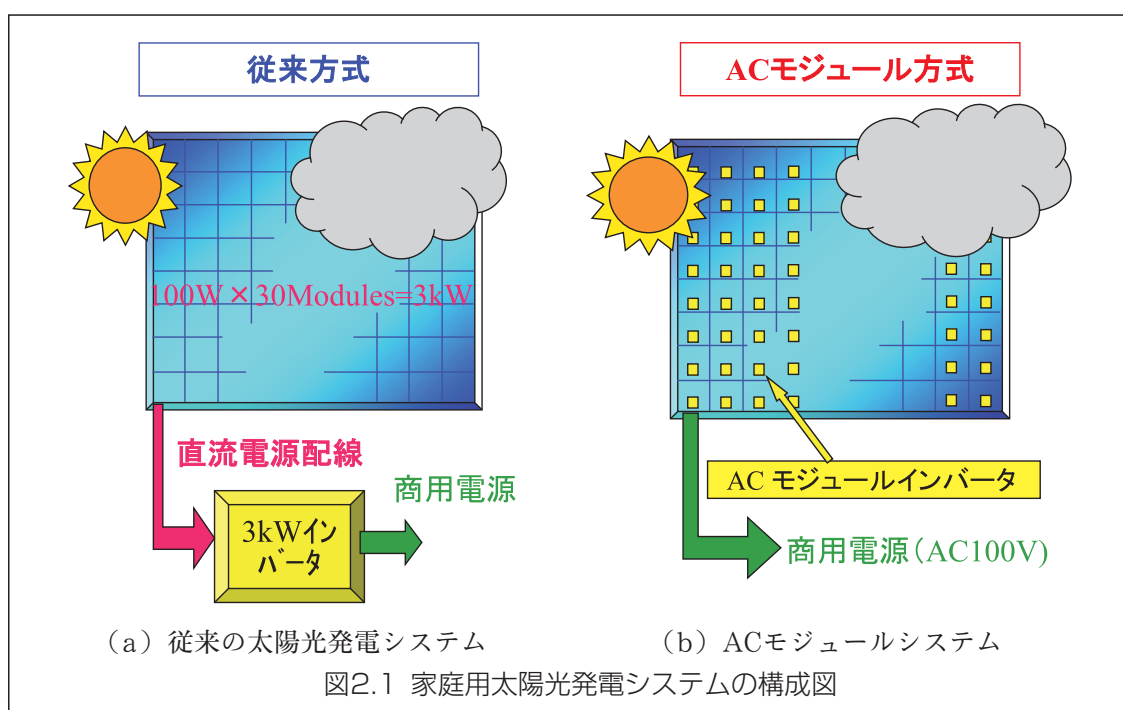
2. 研究成果

2.1 長寿命マイクロインバータを用いた太陽光発電システム

図2.1は従来の家庭用太陽光発電システムの構成図である。図2.1(a)は従来の太陽光発電システムの構成であり、複数個の太陽電池モジュールの出力を直接に接続して直流高電圧を作り、これを直流電源配線を経由してインバータ装置に接続し、一台のインバータ装置で交流電力に変換して家庭用交流電力として使用する。また、インバータの交流出力は電力会社の電力系統に接続され、太陽光発電の発電電力が負荷電力に対して不足する場合には電力会社の電力が自動的に供給されるように動作する。このシステム構成は、多数の太陽電池モジュールの日射量が均等な場合を想定している。すなわち、例えば近接する建物の陰などが一部の太陽電池モジュールを覆った場合（これを「部分陰」と呼ぶ）を想定していない。我々は、多数の太陽電池モジュールの一部に部分陰が生じて太陽電池モジュールの発電電力が不均一になると、直流電源配線端で得られる発電電力が大幅に低下する現象を世界に先駆けて明らかにし、これを回避する手法を開発してきた。その中の一つが、図2.1(b)に示すACモジュール方式である。ACモジュール方式は、各太陽電池モジュール毎にインバータ装置を設置することにより、部分陰が生じてシステム全体の大幅な発電電力の低下を抑制

できるメリットがある。さらに、ACモジュール方式は、災害時の非常用電源システムとして大きなメリットがあることを見出した。すなわち、1) 大規模災害時に太陽光発電システムを設置した建物に被害が出た場合、個々のACモジュールを取り外すことにより個別の太陽光発電装置として使用することが出来る。2) 一部の太陽電池が破損した場合、従来のシステムでは太陽電池モジュールの直流出力配線が外部に露出しているため、破損太陽電池の出力配線が短絡して火災事故を引き起こすことが過去の阪神淡路大震災で問題になったが、ACモジュール方式では、直流出力配線が露出しないので、火災事故の可能性を極めて低くすることが出来る。

本研究ではACモジュール方式の太陽光発電システムを平常時は発電効率の高い自然エネルギー電源システムとして、被災時には緊急電源として活用することに着目した。



ACモジュールシステムを災害時の緊急電源として使用出来るようにするためには、平常時には特別な保守を行わずとも長期間の運転が行えることに加えて、何時発生するか分からない災害時にも確実かつ安全に運転が行える必要がある。そのためにはインバータ装置の長寿命化が最大の課題となる。家電品のような一般の電子機器は多くの電子部品を使用するためその製品寿命は10年程度が上限である。それでも問題にならないのは、家電製品の改廃周期が比較的短いため、寿命故障に至る前に買い換えが行われているためである。

一方、産業用のインバータ装置は、太陽光発電装置も含めて、定期的な保守点検を行って寿命に至った不良部品の交換を行うため、30年近い装置寿命を保つことが出来ている。しかし、家庭用の太陽光発電装置では、経費的な制約により、定期保守点検は行われなない場合が一般的であるため、無保守の状態20年以上の装置寿命を確保することが困難であると思われる。

そこで、本研究では何時起こるか分からない災害時でも安全に動作できるように、20年以上の長期寿命を維持できるACモジュールインバータを開発することとした。

2.2 長寿命マイクロインバータの開発

一般に単相系統連系インバータは、瞬時出力電力の脈動により直流入力電圧に脈動が生じ、出力電流波形のひずみや最大電力点追従制御（MPPT）に悪影響を及ぼすなどの問題が発生する。直流入力電圧の脈動低減法として現在市販されているインバータの多くは大容量の電解コンデンサを直流入力側に接続し、入力電圧脈動を低減している。しかし、電解コンデンサは高温動作に伴う特性劣化がありインバータの長寿命化への大きな障害となっている。電解コンデンサを用いずに長寿命のフィルムコンデンサを適用することも考えられるが、電解コンデンサと同容量のフィルムコンデンサは20倍以上の体積となるため、装置の小型軽量化や低コスト化を考えると実用的ではない。長寿命・小型な回路を実現することを目的として、大容量のコンデンサの代わりに小容量フィルムコンデンサを用いた電力変換回路に置き換える研究が行われている。本研究ではこの方式をアクティブパワーデカップリング方式（APD方式）と呼ぶ。APD方式はパワーデカップリング回路に脈動電力成分を充放電することによって、コンデンサ容量を低減することが可能である。ただし、新たに追加するAPD回路の電力損失の影響でインバータの電力変換効率が低下するという課題を抱えている。

そこで、本研究では、インバータの電力変換効率の低下を極力抑制しつつ、高性能なAPD機能を実現する手法について研究を行った。

2.2.1 パワーデカップリング方式の検討

単相系統連系インバータの瞬時出力電力について検討する。系統電圧 v_{AC} に正弦波で力率1の出力電流 i_{AC} を供給すると v_{AC} 、 i_{AC} はそれぞれ以下の式で表される。

$$v_{AC} = \sqrt{2}V_{AC} \sin \omega t \quad (2.1)$$

$$i_{AC} = \sqrt{2}I_{AC} \sin \omega t \quad (2.2)$$

但し、 V_{AC} は出力電圧実効値、 I_{AC} は出力電流実効値、 ω は系統の角周波数である。単相系統連系インバータの瞬時出力電力 p_{out} はこれらの積であるので（2.3）式のように表される。

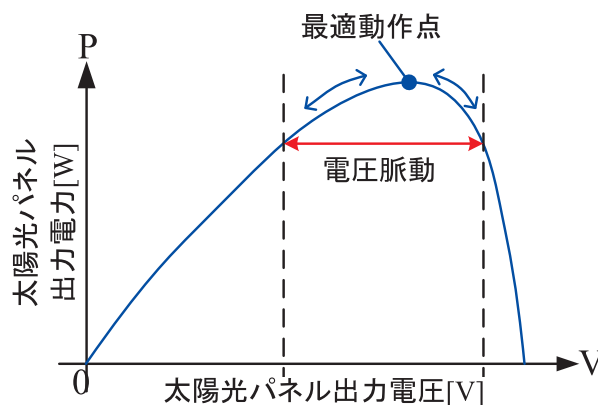


図2.2 太陽光パネル出力特性

$$p_{\text{out}} = V_{\text{AC}}I_{\text{AC}} - V_{\text{AC}}I_{\text{AC}} \cos 2\omega t \quad (2.3)$$

(2.3) 式から明らかなように単相インバータの瞬時出力電力は商用周波数の2倍の周波数の電力脈動を生じる。また太陽光パネルからの瞬時入力電力は瞬時出力電力に依存して変動するので、瞬時入力電力も同様に商用周波数の2倍の周波数で変動する。

図2.2に太陽光パネルの出力特性を示す。太陽光パネルは出力電力が最大となる最適動作点（MPP：Maximum Power Point）が存在する。しかし太陽光パネルが単相系統連系インバータに接続された場合、太陽光パネルから単相インバータに入力される電力が変動するため、最適動作点で発電することが出来ず、最大電力点追従（MPPT; Maximum Power Point Tracking）制御への悪影響や、出力電流の歪みが生じる問題が発生する。そのため、太陽光発電用単相インバータは入力電力の脈動を低減する必要がある、その手法として従来方式の大容量電解コンデンサ方式と提案手法であるアクティブパワージェカップリング方式（APD方式）について述べる。

図2.3に大容量コンデンサ方式の概略図を示す。大容量の電解コンデンサを直流入力に接続することで入力電圧の脈動を低減可能であり、現在市販されている太陽光発電用インバータの多くは、容易に入力電圧脈動低減可能なこの方式を採用している。

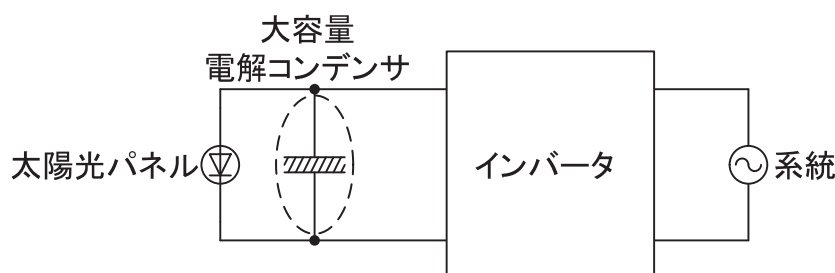


図2.3 PPD方式の電力フロー

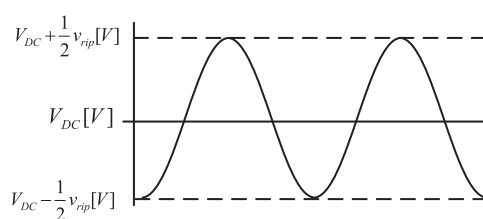


図2.4 入力電圧脈動概略図

次に、大容量コンデンサ方式において電圧脈動低減に必要なコンデンサ容量の計算を行う。入力電圧脈動を低減するために補償すべき電力量 W_X は脈動電力の半周期について積分すればよいので(2.4) 式のように表される。

$$\begin{aligned} W_X &= \int_{-\frac{T}{8}}^{\frac{T}{8}} p_{\text{out}} dt = \int_{-\frac{T}{8}}^{\frac{T}{8}} V_{\text{AC}}I_{\text{AC}}(1 - \cos 2\omega t) dt \\ &= \frac{V_{\text{AC}}I_{\text{AC}}}{\omega} \end{aligned} \quad (2.4)$$

また、大容量コンデンサ方式において、入力電圧脈動概略図は入力電圧平均値を V_{DC} 、脈動電圧を v_{rip} とすると図2.3のように表すことができる。図2.3より直流入力部のコンデンサが吸収するエネルギーは式(2.5)のように求めることができる。

$$\frac{1}{2}C \left\{ \left(V_{DC} + \frac{1}{2}v_{rip} \right)^2 - \left(V_{DC} - \frac{1}{2}v_{rip} \right)^2 \right\} = CV_{DC}v_{rip} \quad (2.5)$$

以上から、式(2.4)、(2.5)が等しいとすると、静電容量 C が求められる。

$$C = \frac{V_{AC}I_{AC}}{\omega V_{DC}v_{rip}} [F] \quad (2.6)$$

(2.6)式より入力電力脈動低減に必要な実際に静電容量の計算を行う。入力電圧 $V_{DC}=200$ V、定格出力を500Wとすると、 $V_{AC}=100$ V、 $I_{AC}=5$ A、 $f=50$ Hzとなる。また、 v_{rip} は入力電圧の3%以内とし、静電容量を求めると $C \approx 1300 \mu F$ となる。以上より入力電力脈動低減には大容量のキャパシタンスを持つコンデンサが必要となることが分かる。

次に2種類のコンデンサを寿命の点から比較する。高温高湿環境下での使用の可否や寿命について詳細を吟味する必要がある。まずフィルムコンデンサは、通常設定されている定格範囲内であれば磨耗故障に至らず、寿命という概念も基本的には無い。一方、電解コンデンサの寿命は20000時間であり、周囲温度が10℃上昇する毎に寿命が半減するというアレニウスの特性を有している。特に太陽光発電システム用のインバータは屋外に設置され、高温化での動作が要求される。このため電解コンデンサは、装置全体の信頼性・寿命を著しく低下させるため、インバータの構成素子として好ましくない。以上から、大容量コンデンサ方式は、特別な制御が必要なく、容易にパワーデカップリングが実現可能であり、損失はほぼ生じないというメリットはある。しかし、コンデンサの特性を考慮すると、装置の小型・長寿命化を共に満足するためには問題があることが分かる。

次に本研究で開発してアクティブパワーデカップリング方式(APD)について説明する。図2.5にAPD方式の概略図を示す。APD方式は直流入力にコンデンサを接続するのとは別にエネルギーの充放電を行うパワーデカップリング回路を接続することによって入力電圧脈動を低減する。また、パワーデカップリング回路の制御は瞬時入力電力と瞬時出力電力との大小関係によって、モードI($p_{in} > p_{out}$)とモードII($p_{in} < p_{out}$)の動作を分け、エネルギーの充放電を行う。本稿で提案するパワーデカップリング回路は小容量のフィルムコンデンサと昇圧チョッパ回路、追加のスイッチによって構成されており、半導体スイッチ素子のON, OFFによってコンデンサにエネルギーの充放電を行う。このコンデンサをデカップリングコンデンサと呼ぶ。

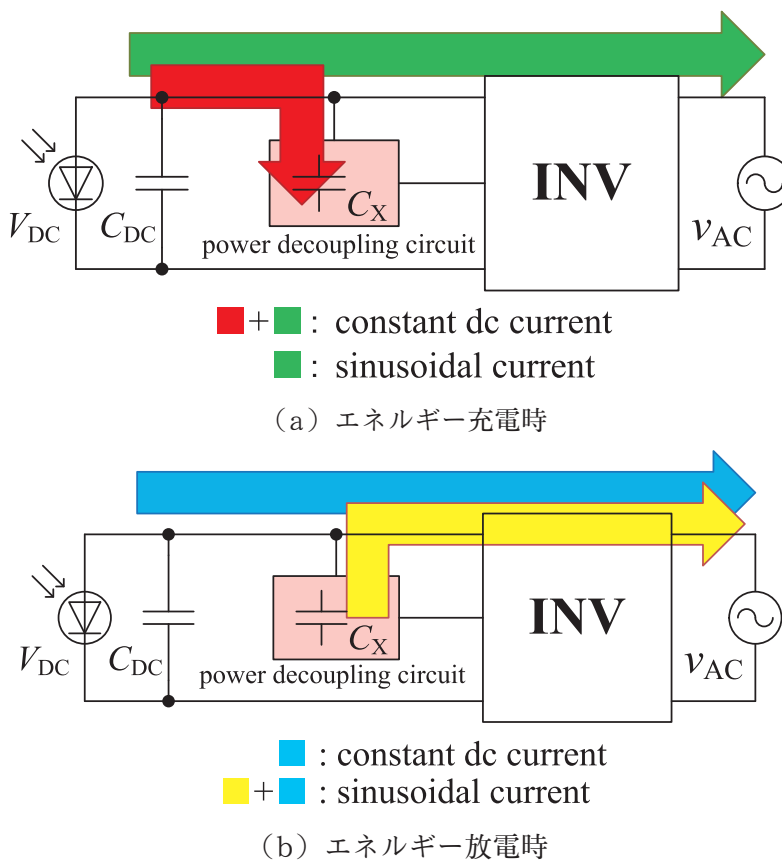


図2.5 APD方式の電力フロー

次にデカップリングコンデンサに必要な静電容量 C_x を求める。APD方式においてデカップリングコンデンサ電圧 v_x は電源電圧と独立しているので電圧リプルを大きくすることが可能である。また、コンデンサの瞬時電力 p_c は式(2.7)のように表せる。

$$p_c = C_x v_x \frac{dv_x}{dt} \quad (2.7)$$

式(2.7)より、大容量コンデンサ方式に比べ静電容量 C_x を小さくした場合においても、デカップリングコンデンサ電圧 v_x 、あるいはリプル電圧 dv_x/dt を大きくすることによりコンデンサに大きなエネルギーが蓄積可能となる。このため、APD方式はデカップリングコンデンサのキャパシタンスを大幅に低減できる。また、デカップリングコンデンサに脈動電力を蓄積させているため、直流入力コンデンのコンデンサ容量は小容量で実装可能である。

パワーデカップリング回路方式ではデカップリングコンデンサが脈動電力を授受することから、式(2.7)に示したデカップリングコンデンサの瞬時電力 p_c と式(2.3)の右辺第2項が等しくなるように制御する。

$$C_x v_x \frac{dv_x}{dt} = V_{AC} I_{AC} \cos 2\omega t \quad (2.8)$$

式(2.8)よりデカップリングコンデンサ電圧 v_x について解くと式(2.9)が得られる。

$$v_X = \frac{V_{AC}I_{AC}}{\omega C_X} \sin 2\omega t + V_X^2 \quad (2.9)$$

そして、本方式のパワーデカップリング回路は昇圧チョッパで構成しているため、デカップリングコンデンサ電圧 v_X の最小値は直流入力電圧 V_{DC} より大きくなければならない。つまり、系統周波数の1周期間でデカップリングコンデンサの平均電圧を V_X が式 (2.10) を満足しなければならない。

$$v_{X\text{Min}} = \sqrt{-\frac{V_{AC}I_{AC}}{\omega C_X} + V_X^2} \geq V_{DC}$$

$$V_X \geq \sqrt{\frac{V_{AC}I_{AC}}{\omega C_X} + V_{DC}^2} \quad (2.10)$$

式 (2.10) は V_X と C_X の関係を示している。例として、入力電圧平均値 $V_{DC} = 200\text{V}$ 、出力電力 500W とした時の関係を図2.6に示す。動作点は破線の上に存在することになる。

図2.6から、 V_X を大きくすることで C_X を小さく出来ることが分かる。動作点を選択する場合、 V_X を大きく設定すると、 C_X の小容量化の他に、同じ電力を供給する場合には、回路内に流れる電流が減少するためパワーデカップリング用半導体素子の導通損が低減し変換効率が増加する。しかし、トランス1次側に使用する半導体素子の電圧定格が増加してしまうため、これらのバランスを考慮しなければならない。本研究では図2.6に示した動作点でパワーデカップリングを行うため、APD方式のデカップリングコンデンサは $50\mu\text{F}$ を用いる。

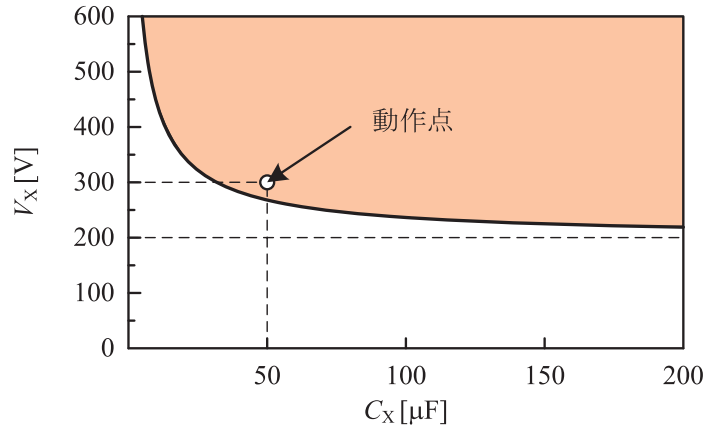


図2.6 デカップリングコンデンサ電圧 V_X と容量 C_X の関係

以上から、APD方式を適用するとインバータに使用するコンデンサ容量を小さくすることができると分かる。しかし、APD方式は回路を用いるため、インバータの変換効率がPPD方式よりも低下してしまう。また、式 (2.7) から分かるように、 v_X の平均電圧の制御が必要となる。APD方式による脈動低減には、 v_X の平均電圧制御などの制御系の開発が重要である。

2.2.2 アクティブパワージェカップリング方式インバータの開発

図2.7に本研究で開発したパワージェカップリング回路構成を示す。本稿で提案するパワージェカップリング回路はフォワード型のコンバータに昇圧チョッパと放電用の追加のスイッチを接続した構成となっている。また、各モードにおける回路動作を図2.8に示す。パワージェカップリング回路にエネルギーの充電を行う期間をモードI($p_{in} > p_{out}$)とし、エネルギーの放電を行う期間をモードII($p_{in} < p_{out}$)とする。瞬時出力電力の変動に応じて各モードを切り替えることによって常に太陽光パネルからの入力電力を一定に保ち、出力電流を正弦波に保つことが可能である。以下にモード毎の詳細動作について示す。

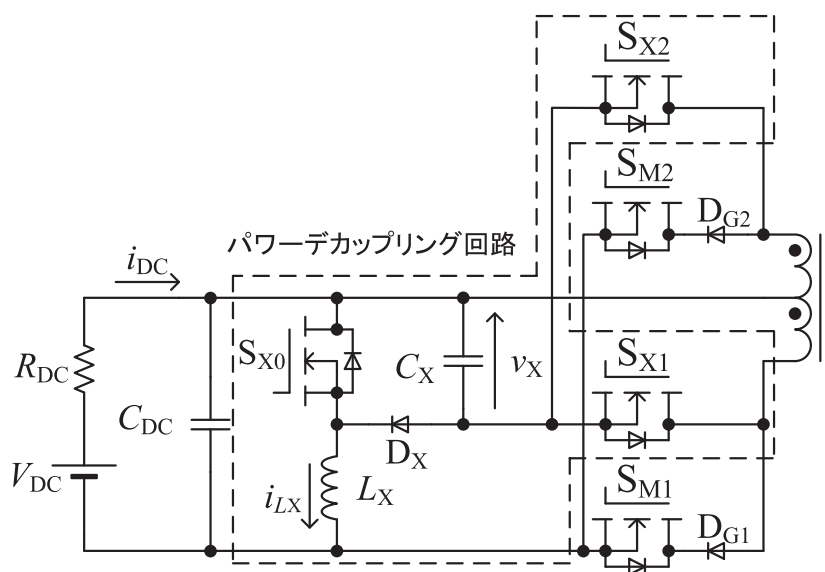


図2.7 パワージェカップリング回路構成

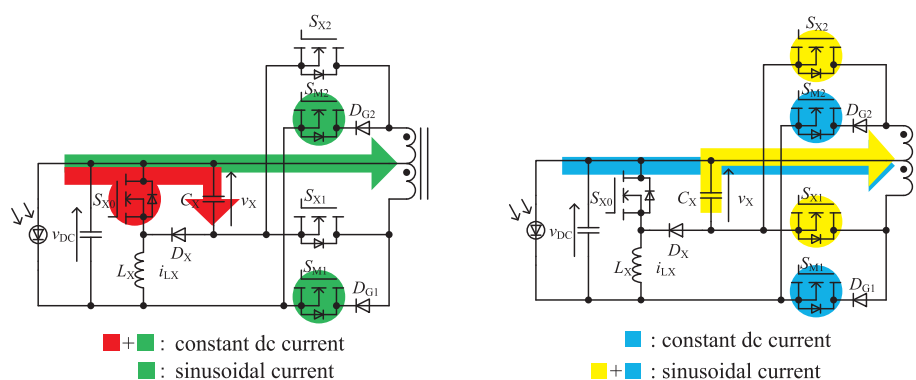


図2.8 APD方式のスイッチング動作と電力フロー

モード I

この区間ではメインスイッチ S_{M1} 、 S_{M2} からは正弦波出力電流を送り、パワージェカップリング回路には S_{X0} を動作させることによってパワージェカップリング回路にエネルギーの充電を行う。また、追加スイッチ S_{X1} 、 S_{X2} は動作しない。メインスイッチの S_{M1} 、 S_{M2} の制御は

正弦波の変調信号と比較することで正弦波出力電流を供給可能である。また、パワーデカップリング回路に充電すべきエネルギーは(2.3)式の右辺第二項であり、脈動電力成分を推定し充電を行う。パワーデカップリング回路に精度よく脈動電力を充電することで直流入力から常に一定の電力を供給することが可能であり、パワーデカップリング回路の制御は重要である。

モードⅡ

この区間ではメインスイッチ S_{M1} 、 S_{M2} からは一定の電力を送り、追加スイッチ S_{X1} 、 S_{X2} からは不足分の電力を供給する。またこの区間ではスイッチ素子 S_{X0} は動作しない。

この区間では直流入力からは一定の電力を供給しているとすると出力電力が不足し、正弦波出力電流を得ることが出来ない。入力電力分は、 S_{M1} または S_{M2} を通り、入力側から出力側へエネルギーを送る。直流入力から一定の電力を供給するためには制御方式を検討する必要がある。不足電力は、モードⅠでデカップリングコンデンサに蓄積した電力から供給し、出力電力の脈動成分を供給することで正弦波出力電流を得ることが出来る。

図2.9は上記の動作原理に基づいて試作したAPD方式インバータの外観写真である。写真左端の黒いコンデンサ(Electrolytic Cap.)が従来のPPD方式で使用する電解コンデンサである。これに対して、上部正面の灰色の部品がAPD方式に使用したフィルムコンデンサを用いたパワーデカップリングコンデンサ(Power Decoupling Cap.)であり、外形寸法は大幅に小型化されていることが明らかである。勿論、コンデンサそのものの長寿命化も期待できる。

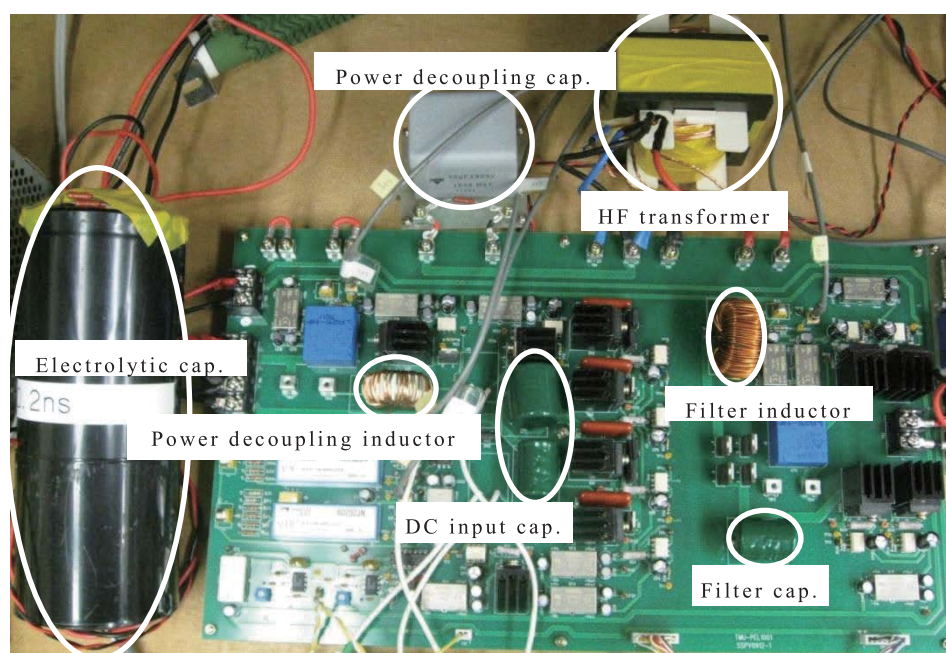


図2.9 APD方式インバータの試作機外観

2.2.3 制御システムの開発

図2.10に主回路と制御回路の関係を示す。パワーデカップリング回路のチョップスイッチの S_{X0} と追加スイッチの S_{X1} , S_{X2} , メインスイッチの S_{M1} , S_{M2} , 2次側単相インバータスイッチの S_{AC1} から S_{AC4} の駆動信号を制御回路で生成する。図2.10のように実験では制御部分に、DSPとアナログ制御回路を用いる。

本システムでは、インバータの駆動時に、前章で示した電流検出回路と電圧検出回路を用いて、 v_{DC} , i_{LX} , v_X , v_{AC} および i_{AC} を検出し、DSPに取り込み、演算を行う。その後アナログ制御回路を用いて変調を行い、駆動信号を生成する。さらにフォトカプラなどのドライブ回路で増幅し、各スイッチを動作させる。DSPのサンプリング点の関係から、フィードバック制御を行った後、PWM変調はDSP内ではなく、アナログ制御回路とファンクションジェネレータを用いた。

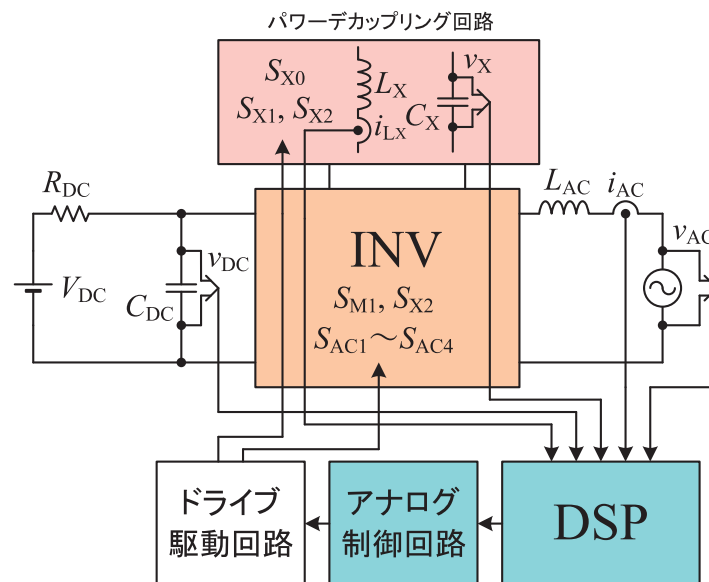


図2.10 主回路と制御回路の関係

図2.11に制御ブロックを示す。本稿で提案する制御ブロックは、位相同期回路（PLL：phase locked loop）、電力制御、電流制御、パワーデカップリング制御から構成されている。PLLでは、Liu氏らが提案した類似位相器を用いて系統電圧最大値 v_d と系統の位相 θ の演算を行う。また、電流制御では検出した出力電流 i_{AC} に対して回転座標変換を行い直流量にする。その後電力制御によって求めた電流指令値と比較し、制御を行う。dq変換によって正弦波状に変化する出力電流を直流量として扱うことが出来るので、精度よく制御が可能である。パワーデカップリング回路の制御では脈動電力を推定し、インダクタ電流 i_{LX} のフィードバック制御とデカップリングコンデンサ電圧 v_X のフィードバック制御を組み合わせることで制御を行う。

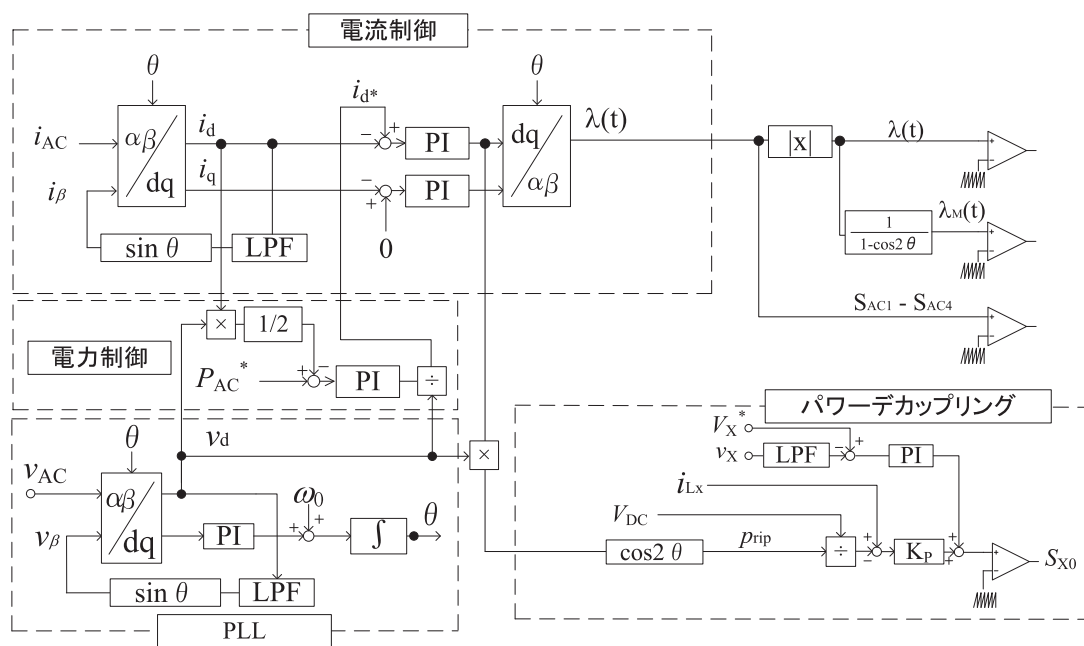


図2.11 制御回路ブロック

本制御で用いた回転座標変換の概念について説明する。まず系統電圧を静止座標系のベクトル図で表すと図2.12のように、時間関数で表すと図2.13で表される。静止座標系の実軸を α 軸、虚軸を β 軸とし、系統電圧 v_{ac} の α 軸成分を v_{α} 、 β 軸成分を v_{β} とする。一般的に実軸量 v_{α} は測定により得ることが可能であり、虚軸量 v_{β} は仮想的な電圧値であるので得ることが出来ない。しかし系統電圧 v_{ac} を静止座標上に表す場合、系統電圧の α 軸量 v_{α} だけでなく図2.14に示すような v_{α} に対して90度位相進みで同振幅の v_{β} が必要である。 v_{β} の推定には擬似位相器を用いており、後ほど説明をする。

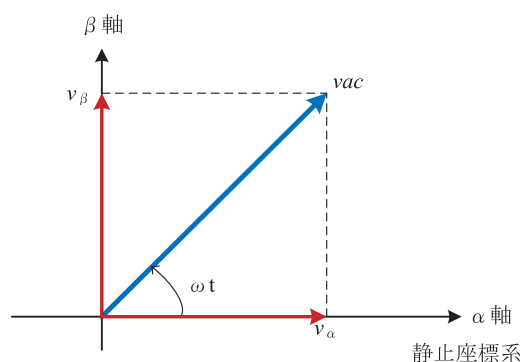


図2.12 静止座標上における系統電圧ベクトル

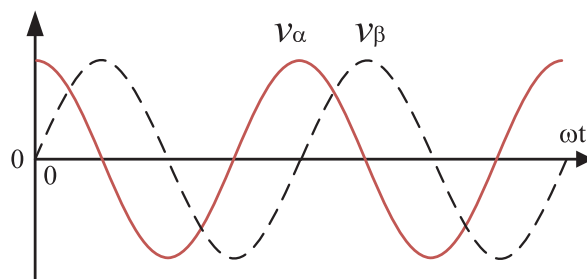


図2.13 系統電圧波形概略図

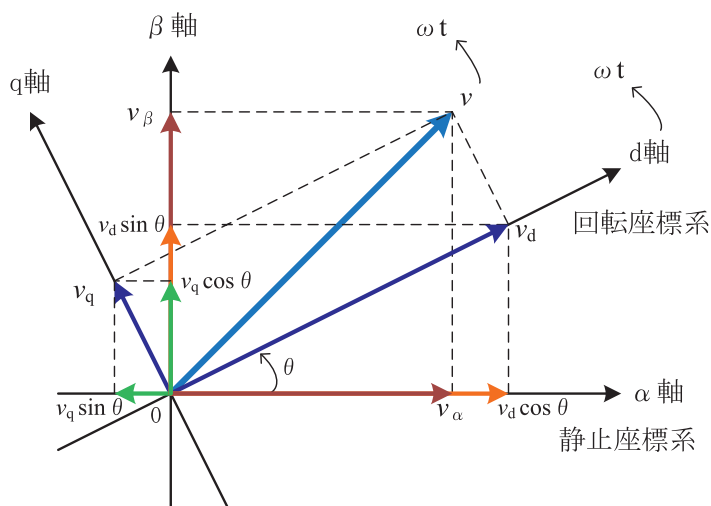


図2.14 出力電圧ベクトルと回転座標系の関係

次に v_α 、 v_β を用いて回転座標変換の式について説明を行う。回転座標系の実軸をd軸、虚軸をq軸し、系統電圧のd軸成分を v_d 、q軸成分を v_q とする、また回転座標軸、系統電圧が同じ角速度で回転していると仮定する。その場合、回転座標系からみた系統電圧値は常に一定となる。つまり回転座標変換を行うことで交流量である v_α と v_β を直流量である v_d 、 v_q にすることができる。式(2.11)に v_α 、 v_β と v_d 、 v_q の関係を示す。 v_d 、 v_q を $\theta = \omega t$ を用いて α 軸、 β 軸成分に分解し、足し合わせることで単相インバータの回転座標変換の式を得ることが出来る。

$$\begin{bmatrix} v_d \\ v_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

また、逆変換の式は次式となる。

$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_d \\ v_q \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

また(4.3)式で表される $[C]$ を変換行列という。

$$[C] = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

単相系統電圧に対して回転座標変換を用いる場合、疑似位相器によって系統電圧 v_{ac} に対して同振幅で90度位相が進んだ v_{β} を推定する必要がある。ここでは類似位相器として三角微分方式と関数方式について述べる。

微分方式

一般的な類似位相器の一つとして微分器があげられる。位相器の入力を v_{α} 、出力を v_{β} とすると、 v_{α} と v_{β} の関係は式 (2.14) で表され、その周波数特性は図2.15となる。

$$v_{\beta} = -\frac{1}{\omega_d} \frac{d}{dt} v_{\alpha} \quad (2.14)$$

ω_d は微分器のゲイン交差角周波数である。微分器の特徴は周波数によらず常に90度位相をずらすことである。しかし、 v_{β} の大きさは周波数が高くなるにつれ大きくなってしまい、 v_{α} の周波数成分が ω_d と一致しているときのみ、 v_{β} は v_{α} と振幅が等しくなる。その為、スイッチング動作などに含まれる高周波成分が増幅されてしまう問題がある。

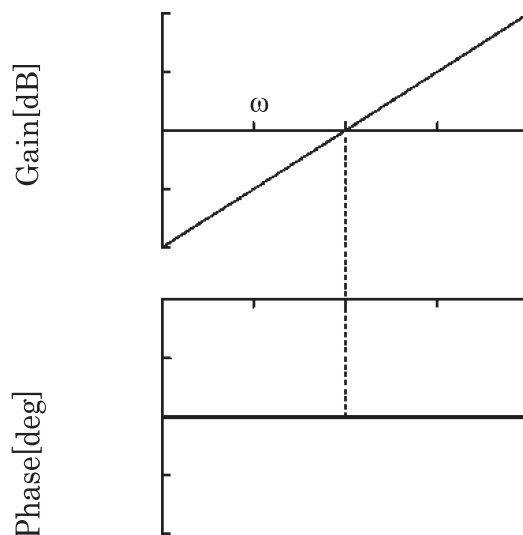


図2.15 微分器周波数特性

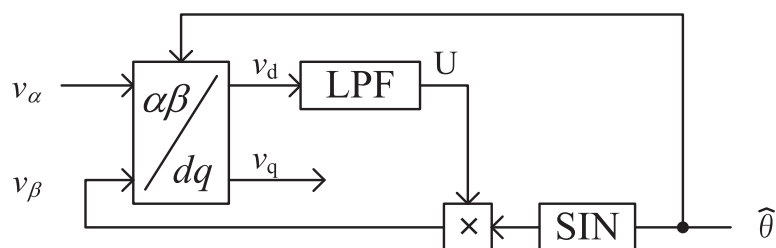


図2.16 三角関数を用いた類似位相器

三角関数方式

類似位相器に微分を用いる場合、周波数の変化により v_α と v_β の振幅が違う値を持ち正確な回転座標変換ができなくなる。

そこで本研究では、Liu氏らが提案した三角関数の類似位相器を用いる。図2.16に三角関数を用いた類似位相器を示す。 v_α の振幅に対し、 $\sin \theta$ を掛け合わせたものを v_β とする。 v_α と v_β の関係は式 (2.15) で表され、常に振幅が同じ値にすることができる。

$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U \cos \theta \\ U \sin \theta \end{bmatrix} \quad (2.15)$$

位相同期回路 (PLL)

系統連系をする場合、系統電圧の位相を検出する必要がある。また、回転座標変換においても系統電圧位相 θ を用いているので、精度よく回転座標変換を演算する上で精度の良い系統電圧位相を得ることは必要不可欠である。そこで、Liu氏らが提案した三角関数を用いたPLLについて述べる。図2.17に三角関数を用いたPLLを示す。この方式において v_α は系統電圧、 ω_0 は50Hzとする。系統電圧に対して90度位相進みの v_β は先ほど述べた三角関数方式を用いる。図2.17はPLLの概略図を示す。まず図2.18 (a) は系統電圧検出値 v_α を静止座標上で表した場合のベクトル図である。図2.18 (b) では v_β に初期値を与えた場合の各ベクトル図であり、 v_β に値を代入することで v_{ac} の位相状態を知ることが出来る。図2.18 (c) は v_{ac} についてdq変換を行った場合のベクトル図である。回転座標のd軸、q軸成分はそれぞれ v_d 、 v_q であり、回転座標変換の公式 (2.11) を用いて求める。ここで先ほど擬似位相器として用いた三角関数方式の $v_\beta = v_d \sin \theta$ を代入することにより、図2.18 (d) のようなベクトル図を描くことが出来る。図2.18 (c) に比べ図 (d) の系統電圧値は回転座標軸に近づいていることがわかる。PLL制御では (c)、(d) を繰り返すことにより定常状態においては図2.19のようなベクトル図となる。図2.19より系統電圧最大値は v_d と系統の位相 θ を検出可能である。

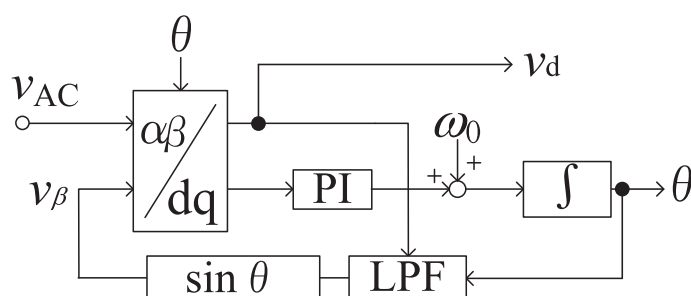


図2.17 三角関数を用いたPLL制御ブロック図

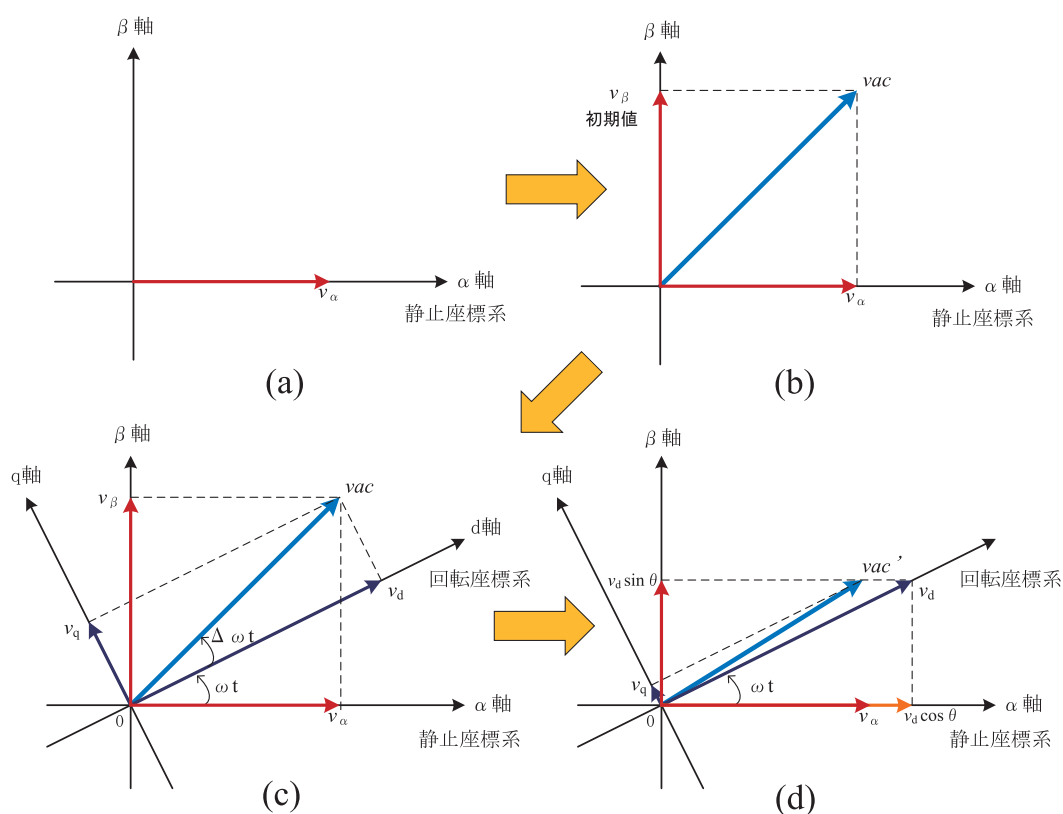


図2.18 PLL概略図

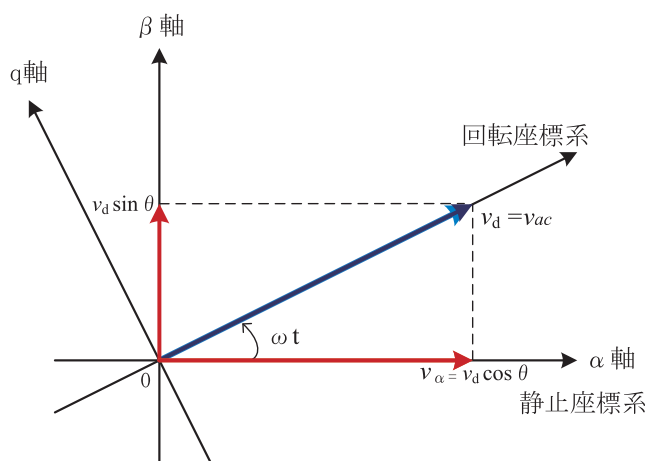


図2.19 PLL制御定常状態における系統電圧ベクトル図

回転座標上での出力電流制御

一般的に静止座標上で電流フィードバック制御を行う場合、出力電流値は正弦波状に変化するため追従制御となり、出力電流ピーク値と位相に誤差が発生する。そこで図2.20に電流制御ブロック図を示す。電流制御ではまず、出力電流を検出し回転座標変換を行う。その後、直流量の指令値とそれぞれ比較しPI制御を行う。出力電流に対して回転座標変換を行い制御した場合、出力電流の基本波成分を直流量として取り出すことが出来るので、定常状態において精度よく制御することが可能である。また、出力電流の回転座標変換においても

同様に三角関数の類似位相器を用いる。その後（2.12）式で示した逆変換の公式を用いて変調信号を生成する。

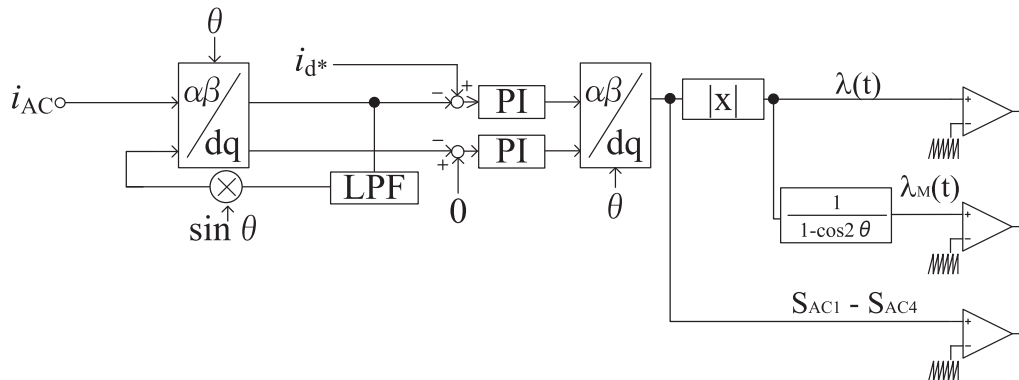


図2.20 出力電流制御ブロック図

パワーデカップリング回路部の制御

図2.21にパワーデカップリング回路の制御ブロック図を示す。パワーデカップリング回路スイッチ素子 S_{X0} を制御することによりエネルギーを充電し、エネルギー放電時にはスイッチ素子 S_{X0} は停止させる。まずパワーデカップリング回路に充放電すべきエネルギーについて求める。パワーデカップリング回路に充電すべきエネルギーは（2.3）式で与えられる瞬時出力電力の脈動成分 p_{rip} であるので式（2.16）で表される。

$$p_{rip} = -V_{AC} I_{AC} \cos 2\omega t \quad (2.16)$$

但し、 V_{AC} は出力電圧実効値、 I_{AC} は出力電流実効値、 ω は系統の角周波数である。また回転座標変換によって求めた諸量から（2.16）式は（2.17）式で表すことが出来る。

$$p_{rip} = -\frac{1}{2} v_d i_d \cos 2\omega t \quad (2.17)$$

以上によって求めた脈動電力量から（2.18）で与えられるパワーデカップリング回路のインダクタ電流の指令値 i_{LX}^* と検出値であるインダクタ電流 i_{LX} を比較しフィードバック制御を行うことでパワーデカップリング回路に脈動電力の充電を行う。

$$i_{LX}^* = -\frac{1}{2V_{DC}} v_d i_d \cos 2\omega t \quad (2.18)$$

パワーデカップリング回路の制御には脈動電力の充電を行うインダクタ電流 i_{LX} に加えて、デカップリングコンデンサ電圧 v_X の平均電圧の制御も行う必要がある。インダクタ電流制御のみではコンデンサに充放電する電力のみの制御であり、電圧値が定まらない。そこでコンデンサ電圧を検出しLPFを通すことにより、平均値を求める。その後コンデンサ電圧平均値300Vと比較することにより制御を行う。インダクタ電流制御とコンデンサ電圧平均電圧制御によって求めた変調信号を足し合わせ、キャリアと比較したものをスイッチ素子 S_{X0} のゲート信号に入力し、制御を行う。

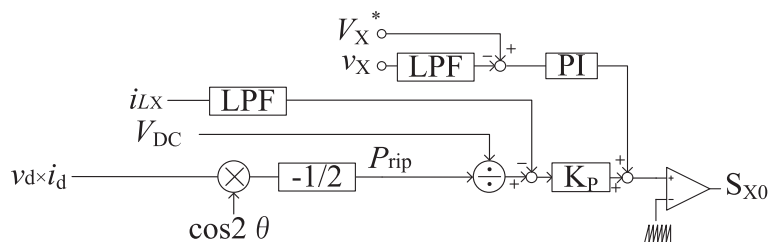


図2.21 パワーデカップリング回路の制御ブロック

変調方式

図2.4で示したように、モード I ($p_{in} > p_{out}$) ではインバータは系統に正弦波電流を送り、パワーデカップリング回路には脈動電力を充電することで入力電流を一定にする。

この場合インバータは正弦波比較のPWM変調を行うことで正弦波出力電流を出力可能であり、充電電力は図2.21に示した制御によってスイッチ素子 S_{X0} を制御することで実現可能である。しかし、モード II ($p_{in} < p_{out}$) の区間においては電源からは一定の入力電流を送り、パワーデカップリング回路からは脈動電力を送る必要があり、これらの要件を満たす制御を行う必要がある。

入力電流制御における変調方式

図2.22に単相インバータにおいてPWM変調を行った場合の、出力電流と変調信号、スイッチング毎の入力電流波形を示す。また変調信号 $\lambda(t)$ は系統電圧実効値 V_{AC} と入力電圧 V_{DC} より(2.19)式で表すことが出来る。

$$\lambda(t) = \frac{\sqrt{2}V_{AC} \sin \theta}{V_{DC}} \quad (2.19)$$

また、この時の入力電流波形は(2.20)式で表すことが出来る。

$$i_{dc} = \frac{V_{AC} * I_{AC}}{V_{DC}} (1 - \cos 2\theta) \quad (2.20)$$

ここで、 I_{AC} は系統電流実効値である。(2.20)式から明らかなように、正弦波比較のPWM変調方式では入力電流が商用周波数の2倍の周波数で脈動することがわかる。

図2.23に提案変調方式の各波形を示す。ここで出力電流波形はPWM変調方式と同様に正弦波であると仮定した場合、変調信号と入力電流は比例関係にある。(2.20)式の入力電流の理論式において $1 - \cos 2\theta$ の成分をより除くことで一定の入力電流を得ることが出来る。したがって、入力電流を一定とするための変調信号とその時の入力電流はそれぞれ(2.21)、(2.22)式で与えられる。

$$\lambda_M(t) = \frac{\lambda(t)}{1 - \cos 2\theta} = \frac{\sqrt{2}V_{AC} \sin \theta}{V_{DC}(1 - \cos 2\theta)} \quad (2.21)$$

$$i_{dc} = \frac{V_{AC} * I_{AC}}{V_{DC}} \quad (2.22)$$

以上より、Mode II においては変調信号 λ_M をキャリアと比較し、メインスイッチ S_{M1} , S_{M2} のゲート信号とすることで一定の入力電流が得られる。

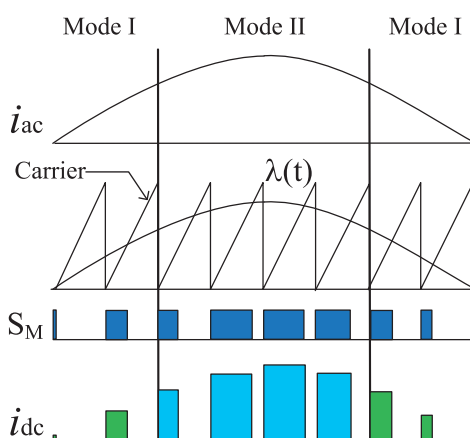


図2.22 PWM変調方式におけるゲート信号と入力電流波形

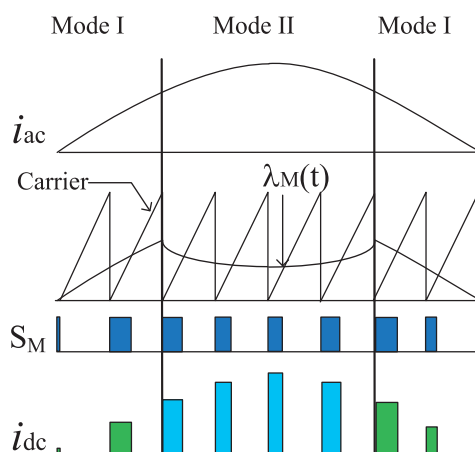


図2.23 提案変調方式におけるゲート信号と入力電流波形

パワーデカップリング制御の変調方式

パワーデカップリング回路の変調方式について説明する。モードII ($p_{in} > p_{out}$) においてパワーデカップリング回路からエネルギーを放電する際、入力電圧 V_{DC} とデカップリングコンデンサ電圧 v_x が異なるので、変調信号を補正する必要がある。図2.24に正弦波比較のPWM変調の場合の(2.21)式で与えられる変調信号 $\lambda(t)$ 、スイッチ素子のゲート信号、インバータ出力電圧を示す。通常の単相インバータにおいては直流電源からのみエネルギーを行うためインバータ出力電圧の最大値は V_{DC} である。図2.25にパワーデカップリング時に提案する変調信号とスイッチ素子のゲート信号、インバータ出力電圧の波形をそれぞれ示す。先ほど示したようにメインスイッチ S_{M1} , S_{M2} には電源から一定の電力を供給するために変調信号 $\lambda_M(t)$ によって生成したゲート信号を入力する。残りの電力はデカップリングコンデンサから供給するが、変調信号 $\lambda(t)$ と比較し生成したゲート信号を追加のスイッチ S_{X1} , S_{X2} に入力した場合、デカップリングコンデンサ電圧 v_x は入力電圧 V_{DC} よりも大きいため過

剰な電力を供給してしまう。そこで変調信号 $\lambda(t)$ によって生成された信号をデカップリングコンデンサ電圧 v_x と入力電圧 V_{DC} の比率だけ短くすることでこの問題を解決することが可能である。また提案する変調信号を $\lambda_x(t)$ とすると以下の式で表すことが出来る。

$$\lambda_x(t) = (\lambda(t) - \lambda_M(t)) \times \frac{V_{DC}}{v_x} + \lambda_M(t) \quad (2.23)$$

これによって生成したゲートパルスを追加スイッチに入力することで正弦波出力電流を得ることが出来る。

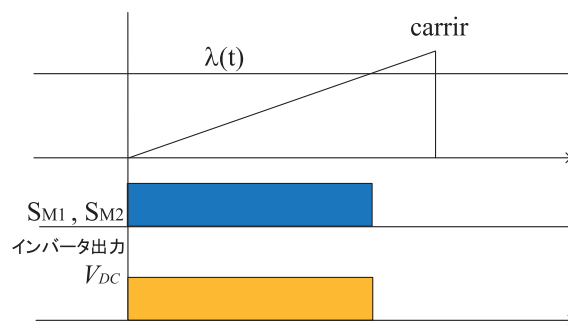


図2.24 PWM変調方式におけるゲート信号とインバータ出力電圧

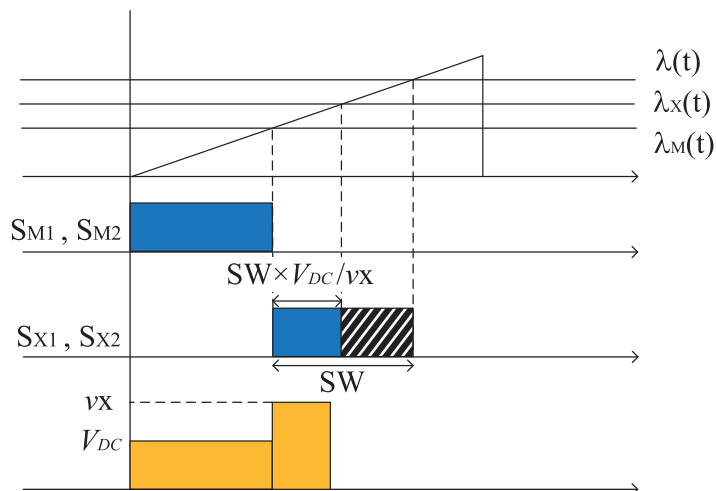


図2.25 PWM変調方式におけるゲート信号とインバータ出力電圧

2.2.4 動作確認と性能評価

開発したインバータの動作確認を行うためにパワーエレクトロニクス回路シミュレータP SIMを用いた。シミュレーションでは入力電力脈動の比較として、APD方式、大容量コンデンサ方式、およびパワーデカップリング無し時(NPD方式)において比較を行う。図2.26にシミュレーション時の回路構成を示す。また、シミュレーション条件として入力電圧 $V_{DC} = 190V$ 、系統電圧 $v_{ac} = 100V$ 、出力電力 $p_{out} = 500W$ である。

シミュレーション回路に示すように入力電圧 v_{DC} 、パワーデカップリング回路のインダクタ電流 i_{LX} 、デカップリングコンデンサ電圧 v_x 、系統電圧 v_{AC} および系統電流 i_{AC} を検出し

ている。検出した各信号はPSIMのC blockによって制御を行い、各スイッチにゲート信号を送る。また、大容量電解コンデンサ方式において直流入力に接続するコンデンサは $C_{DC}=2200\mu\text{F}$ 、NPD方式においては $C_{DC}=22\mu\text{F}$ とし、変調信号である S_{chpo} 、 S_{const} 、 S_{xx} 、 V_{xx} 、およびmodeを全て0としてシミュレーションを行う。APD方式に用いるコンデンサは $C_{DC}=22\mu\text{F}$ 、 $C_X=50\mu\text{F}$ である。

図2.27にAPD方式、大容量電解コンデンサ方式それぞれのシミュレーション結果を示す。上から系統電圧 v_{AC} 、出力電流 i_{AC} 、入力電流 i_{DC} 、およびデカップリングコンデンサ電圧 v_X である。まずNPD方式においては瞬時出力電力の脈動により入力電圧、入力電流が大きく変動していることが確認出来る。大容量電解コンデンサ方式では大容量コンデンサを直流入力に接続することにより入力電圧脈動が低減されている。APD方式においてはデカップリングコンデンサにエネルギーを吸収することにより入力電圧、入力電流の脈動が低減していることが確認できる。またAPD方式においても正弦波出力電流を得ることが出来ており、制御方式の妥当性が確認できる。

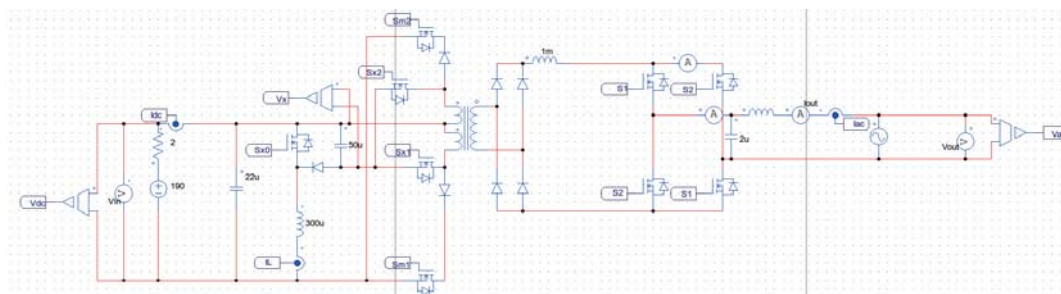
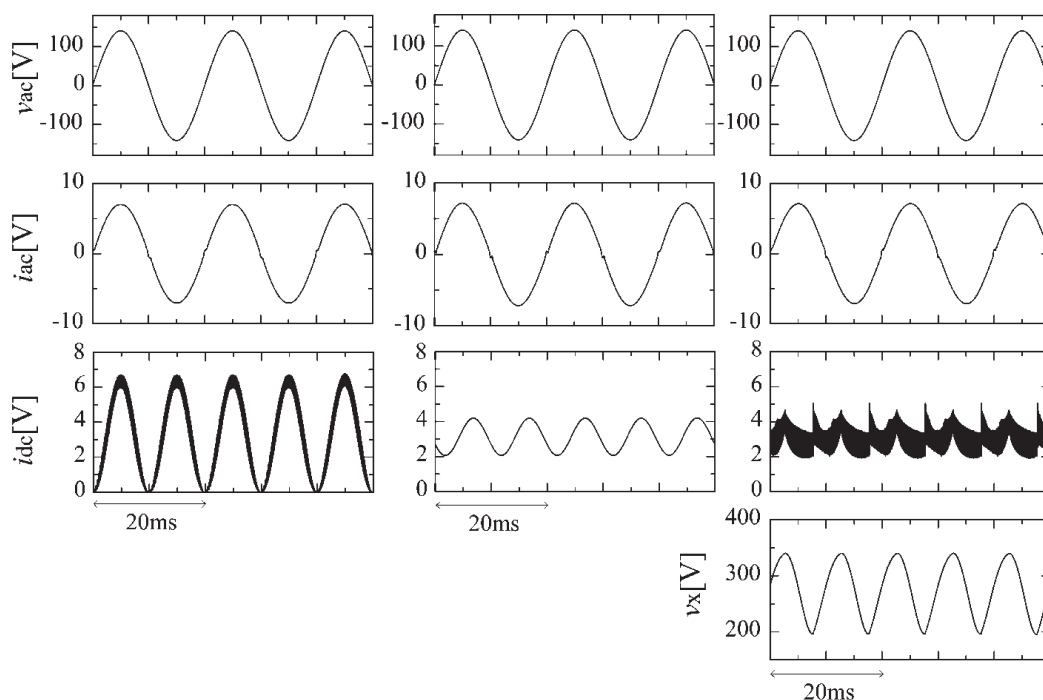


図2.26 シミュレーション回路図



(a) NPD方式

(b) 大容量コンデンサ方式

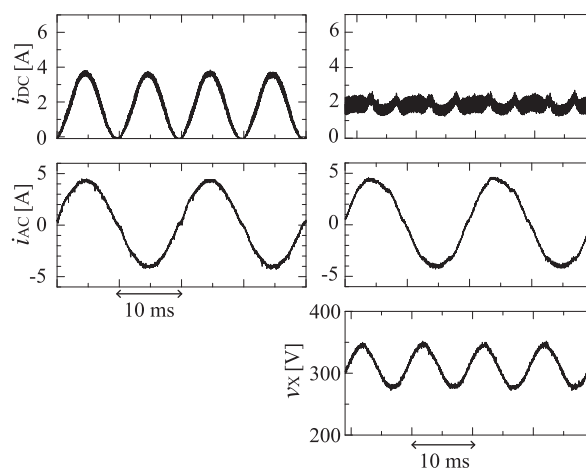
(c) APD方式

図2.27 シミュレーション波形

シミュレーションと同様の条件で、APD方式、PPD方式の2つの方式で実験を行った。APD方式に用いるコンデンサは $C_{DC}=22\mu\text{F}$ 、 $C_X=50\mu\text{F}$ とし、PPD方式に用いるコンデンサは $C_{DC}=2200\mu\text{F}$ とした。

図2.28にAPD方式、NPD方式の実験波形を示す。上から出力電圧 v_{ac} 、出力電流 i_{ac} である。

図2.29にAPD方式とNPD方式のインバータの電力変換効率の測定結果を示す。APD方式はパワーデカップリング回路の電力損失が若干発生しているためNPD方式と比較して効率が若干低下しているが、その低下割合は僅かに1ポイントに抑制できている。従来のAPD方式では数ポイントの効率低下が生じているのと比較すると、効率低下が十分に抑制できていることが認められる。



(a) 大容量コンデンサ方式 (b) APD方式

図2.28 実験結果

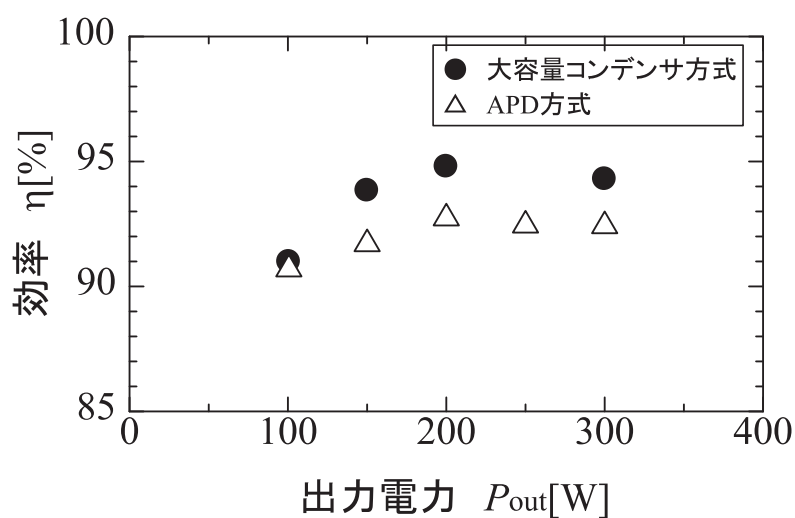


図2.29 電力変換効率

2.3 可搬形分散電源の研究

大規模災害時にはスマートフォンなどの携帯型情報端末を利用した情報伝達手段は極めて重要になるものと思われる。しかし、災害時の頻繁な通信によって蓄電池の消耗が激しくなるが、搭載される蓄電池容量は平常時の使用条件に基づいて設計されているため、使用不能に至る可能性がある。災害発生直後には電力系統からの給電が期待できないため、可搬形の小型電源システムを装備し、このような充電需要に備えることが極めて重要になる。現在でも太陽電池を利用した可搬形電源は多数発売されているが、夜間の充電には適さない。蓄電池を搭載する方策も考えられるが、蓄電池蓄電容量に比べて重量と外形寸法が大きいため、緊急時の利用には十分とは言い難い。また、小型のエンジン発電機も多数発売されているが、燃料供給の面で不安がある。このような問題を解決するには、エネルギー蓄積密度の大きな新たなデバイスの開拓が重要である。2014年のエネルギー戦略に於いて、水素エネルギーの活用についての研究が加速していることに着目し、本研究では水素吸蔵合金を用いた水素エネルギー形小型発電装置に着目し、最近開発された可搬形電源装置の調査研究を行った。今回調査した装置は、水素吸蔵合金を用いた低圧水素ボンベと低温で動作可能な固体高分子形燃料電池を用いて発電し、これをインバータ装置で安定な電力供給を行うものである。

図2.30に小型可搬電源の外観を示す。電源装置は小型アタッシュケースに収納されており、その外形寸法は410mm（幅）×280mm（高さ）×145（厚み）であり、重量は約10kgである。



図2.30 可搬形燃料電池形電源の外観

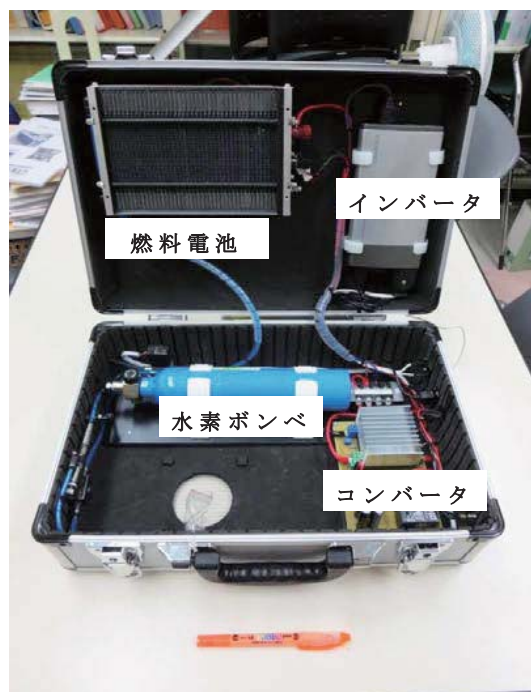


図2.31 電源装置の内部構造

図2.31はその内部構造である。内部には水素吸蔵合金を収納した水素ボンベ、DMFC形燃料電池、交流出力用インバータ、および直流出力形コンバータなどが収納されている。水

素ボンベは最大250NL（電気エネルギー換算で500Wh）を蓄積できる。燃料電池は出力電圧30V/出力電力200W（最大）の能力を持つ。インバータは出力電圧AC100V/出力電力240Wに加えて出力電圧DC5VのUSBポートを備えており、200W程度の小型家電機器の駆動、およびスマートフォンなどの携帯端末の充電が可能である。また、コンバータは直流12V/出力電力200Wの能力を持ち、ノートパソコンや電子機器への電力供給が可能である。

さらに太陽電池を電源とする電気分解装置を用いて水素ボンベに水素を充填することも出来る。

装置の信頼性と寿命については十分な検証が行えていない。燃料電池の寿命、水素吸蔵合金の繰り返し性能、インバータとコンバータの長期動作寿命等について、今後継続的に検証を行う必要がある。

3. 研究のまとめ

大規模災害直後の電気エネルギー供給の在り方について、太陽光発電装置を応用した電源装置とその長寿命化技術、および大規模災害時の必要となる可搬形電源装置の多様な展開について研究を行った。

多くの家庭に普及しつつある太陽光発電装置の技術を応用して、平常時の自然エネルギーによる電力給電と非常時の緊急用太陽光発電装置を両立する新しい太陽光発電用インバータを開発し、その可能性を示した。

また、多様な可搬形電源が発売される中で、災害時に有効な可搬形電源の可能性の検討を行い、最近注目を集める水素吸蔵合金を燃料電池を利用した可搬形電源の評価を行った。

今後は、災害対応の観点から、開発装置の普及促進について経済的観点からのシナリオを検討すると共に、残された技術課題の解決を推進する予定である。

環境衛生ユニット

テーマ

震災後の「都市機能の早期回復」を目的に
した緊急対応に関する提言

—「廃棄物処理」及び「水道」に着目した調査研究と
有効な応急策の検討—

都市環境科学研究科都市基盤環境学域	荒井康裕	准教授
都市環境科学研究科都市基盤環境学域	石倉智樹	准教授
都市環境科学研究科都市基盤環境学域	上野敦	准教授

はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、我が国に甚大な被害をもたらした。その際に発生した震災廃棄物の量は膨大であり、これを早期に処理することが被災地の復興において重要な課題となっている。東日本大震災では岩手、宮城及び福島の前3県での被害の深刻さが目立ち、発生したがいきの量は平成26年2月末時点で、岩手県：約574万トン、宮城県：約1877万トン、福島県：約349万トン、3県合計で約2800万トンとなっている¹⁾。

近い将来、首都圏で大規模地震が発生すると予測され、被害は東日本大震災を超え、未曾有の大震災となる可能性がある（別資料の震災イメージ参照）。その際に発生する震災廃棄物も膨大な量にのぼることは確実である。実際に廃棄物処理を行うに当たり、まず発生した震災廃棄物を一時的な保管を目的とした仮置場への輸送（一次輸送）が必要である。

一般に、廃棄物の処理は原則として市区町村単位で行うものである。しかし、膨大な廃棄物量に対し、単独での処理が難しい状況であるとき、隣接自治体との連携による効率的な輸送を行う必要がある²⁾。また、緊急時においては、発生した震災廃棄物の輸送はできる限り近い仮置場への輸送が望ましいが、廃棄物の発生状況やオープンスペースの立地条件等の違いから、公園や運動場によっては過度な集積も起こり得る。

震災時に発生する膨大な震災廃棄物の問題解決には、事前の対策を十分整備しておくことが有用となる。そこで本研究では、震災廃棄物の一次輸送に着目し、効率的な輸送計画の提案を最適化手法の適用により試み、防災計画や震災廃棄物計画の策定に有用な知見を得ることを目的とする。

以下、1.では、首都直下型地震が発生した際に生じる震災廃棄物量を町丁目毎に推定し、リサイクル・適正処理等の観点より、発生した震災廃棄物をコンクリートがらや木くず等の5品目に分類する。また、仮置場の候補地となる公園や運動場に関して、適切な処理に必要ながいき組成別の集積・保管スペースを求めた上で、各公園等での受入可能重量を定量化する。2.では、震災廃棄物の発生ノードから仮置場となる公園や運動場までの輸送ton・kmを最小化することを目的に、線形計画法を用いた輸送計画モデルの構築を行う。また、仮置場における受入可能量の制約条件に着目した2つのアプローチについて論じる。3.では、提案した輸送計画モデルを用い、境界の異なる輸送ケースを比較することで効率的な輸送計画に求められる条件を見出す。4.では、制約条件の一つである仮置場の受入可能量の制限を解除することで、最近隣への輸送を優先的に行った際の各仮置場の集積状況を把握する。

1. 震災廃棄物の発生量及び仮置場の受入可能量

(1) 町丁目別の震災廃棄物量の推定

本研究において想定する建物被害は「ゆれ」及び「火災」の2つによるものとし、両者に由来する廃棄物量を内閣府発表の算定式³⁾を用いて推定する。ゆれにおける被害に関しては「全壊棟数」と「半壊棟数」を、火災による建物被害は「焼失棟数」を各々扱う。被害棟数及び震災廃棄物の発生量は町丁目別に推定を行うものとし、以下に被害棟数の推定手順を記す。

全壊棟数及び半壊棟数の算定は、構造（木造／非木造）及び築年数（旧／中／新）別の建物棟数に全壊率及び全半壊率を乗じることで行う。本分析の全壊率及び全半壊率は、東京都防災会議発表の資料⁴⁾に記載されたデータを用いる。半壊棟数の推定は、全壊棟数のダブルカウントを防ぐために、全半壊棟数から全壊棟数を減ずることで半壊棟数としている。

焼失による建物被害は、まず出火要因別の出火率に町丁目別に建物棟数を乗じることで全出火数を推定する³⁾。地震時に発生する全出火の内、家人、隣人、自主防災組織等の初期消火による消防活動において消されずに残った火災を残火災として評価し、残火災の発生した地域を焼失の対象とする。焼失棟数の推定に際しては、焼失対象地区の不燃領域率に基づき最終的に想定される焼失棟数とする。不燃領域率とは全面積に対する空地・中高層非木造の敷地面積の比である。焼失棟数は焼失対象地区における木造建物数及び低層非木造建物数に焼失率を乗じたものである。

つぎに、算定した被害棟数に基づき、がれき組成別の推定を行った。がれきの組成はコンクリートがら、木くず、金属くず、その他（可燃）、その他（不燃）の5品目とする。がれきの組成に関しては東京都環境局発表⁵⁾の表－1を参考にし、推定した各棟数に対応する組成比を乗じて震災廃棄物量の発生量を推定する。

表－1 被害建物別のがれき組成比[%]

	コンクリートがら	木くず	金属くず	その他(可燃)	その他(不燃)
木造	47.5%	20.4%	1.4%	3.8%	26.9%
非木造	85.1%	0.5%	7.0%	0.9%	6.4%
焼失	58.9%	5.1%	1.7%	1.0%	33.4%

(2) がれき組成を考慮した仮置場の受入可能重量の算定

仮置場における受入可能な重量の決定に際して、まず発生した震災廃棄物を集積させる面積がどのくらい必要になるのかを把握する⁶⁾。例えば、コンクリートがらのような比重の大きい廃棄物と、木くずのような比重が小さい廃棄物とでは、同じ廃棄物重量でも、必要となる仮置場面積は異なる。このように、震災廃棄物量に応じた組成別の仮置場面積に差異が生じることから、本研究では区ごとに仮置場面積の組成別の割合を調整した。算定例として、A区全体で発生した震災廃棄物重量を組成別に面積に変換した結果、コンクリートがら：60

％、木くず：20％、金属くず：5％、その他（可燃）：5％、その他（不燃）：10％であった場合、仮置場の候補となる公園・運動場の組成別スペースを上記の割合で配分することにする。この配分作業を全ての区で各々適用して組成別の仮置場面積を決定した後、これらの配分面積から再度重量に変換したデータを以降のモデル分析におけるパラメータ（各仮置場の受入可能量に関する制約条件）として与える。

（3）都内6地域別の試算結果と考察

地震による最大の被害像を把握するため、本研究で検討する地震ケースは「東京湾北部地震」に選定した。この地震は首都直下型地震であり、想定されるマグニチュードは7.3となっている。東京湾北部地震は切迫性の高いと考えられる地震であり、区部の約7割で震度6強を観測し、甚大な被害が想定される⁴⁾。本研究では被害が多く生ずると想定される東京都23区を対象に、地震の発生時期及び時刻を火器器具の利用が最も多いと考えられる冬の18時に設定した。

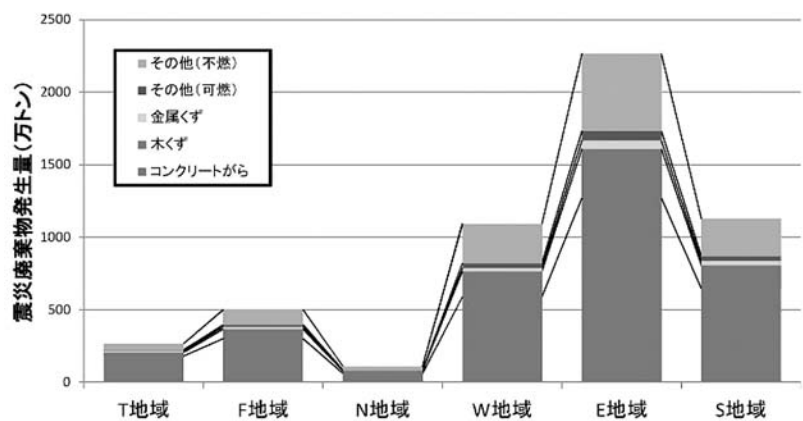
ここで、東京都23区を都心地域（以下、T地域と呼ぶ）、副都心地域（F地域）、城北地域、（N地域）、城西地域（W地域）、城東地域（E地域）、城南地域（S地域）の6つの地域に分割する⁷⁾。6地域の分割した図を図－1に示す。これらの6地域に関して、組成別の震災廃棄物量及び仮置場の受入可能量の算定を行う。仮置場の候補となるオープンスペースは、東京都23区内にある公園や運動場を対象とするが、住民の安全及び公衆衛生の確保の観点から、本研究では1ha以上有しているものを条件とする。ただし、100ha以上の公園は仮設処理場（破碎及び焼却処理を備えた二次仮置場）の建設候補地⁸⁾として確保する必要性を考慮し、本分析の対象からは除外している。

がれき組成を考慮した地域別の震災廃棄物発生量の算定結果を図－2に示す。全地域を通じてコンクリートがらが多く発生し、東京湾北部地震の震源に最も近いE地域で多くの震災廃棄物量が発生する結果となった。

また、震災廃棄物量を「1.0」にした際の、地域別の受入可能量の比率を表－2に示す。E地域とS地域では震災廃棄物発生量に対して受入可能量の比率が1.0を下回り、一次仮置場の受入可能な重量を超過する結果となった。これに対し、N地域の値は3.18となり、この地域では震災廃棄物の集積に関して十分に余裕のある地域であることが明らかになった。



図－1 東京都の地域区分



図－2 品目別の震災廃棄物発生量

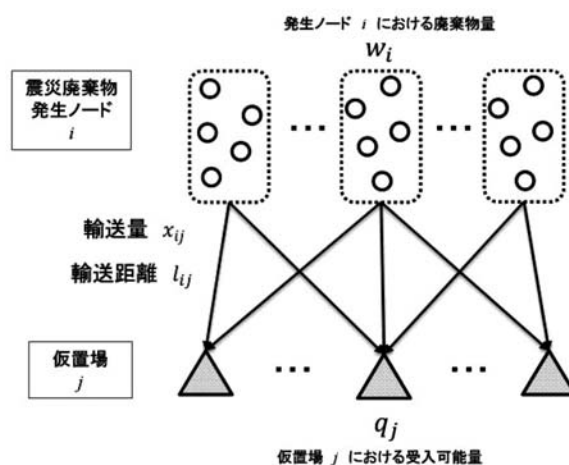
表－2 仮置場の候補数及び震災廃棄物発生量に対する受入重量の比率

	仮置場の候補数	受入比率
T地域	16	1.61
F地域	24	1.03
N地域	25	3.18
W地域	47	1.29
E地域	71	0.98
S地域	34	0.88

2. 線形計画法による輸送計画モデルの構築

(1) 輸送モデルと定式化

町丁目単位で発生した震災廃棄物を一次集積所となる仮置場へ効率的に輸送することを目的に、本章では輸送ネットワークモデルの構築と線形計画法（LP：Linear Programming）による定式化を行う。まず、震災廃棄物の発生ノードから仮置場までの輸送のモデルを図－3に示す。ここで i ：震災廃棄物の発生ノード、 j ：仮置場、 x_{ij} ：発生ノード i から仮置場 j までの輸送量（ton）、 l_{ij} ：発生ノード i から仮置場 j までの距離（km）、 w_i ：発生ノード i で発生した震災廃棄物量、 q_j ：仮置場 j の受入可能量（ton）とする。



図－3 震災廃棄物の発生ノードから仮置場までの輸送モデル

仮置場の受入可能量に関する制約条件を満たしながら、輸送量に輸送距離を乗じた指標、すなわち輸送ton・kmを最小にする数理計画問題を考えると、構築したモデルは以下のような定式化によって表現することができる。

$$\text{【目的関数】} \quad \text{minimize} \quad \sum_i \sum_j x_{ij} l_{ij} \quad \dots\dots (1)$$

$$\text{【制約条件】} \quad \sum_j x_{ij} = w_i \quad \dots\dots (2)$$

$$\sum_i x_{ij} \leq q_j \quad \dots\dots (3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \dots\dots (4)$$

(2) 仮置場の受入可能量の制約有無に着目した2つのアプローチ

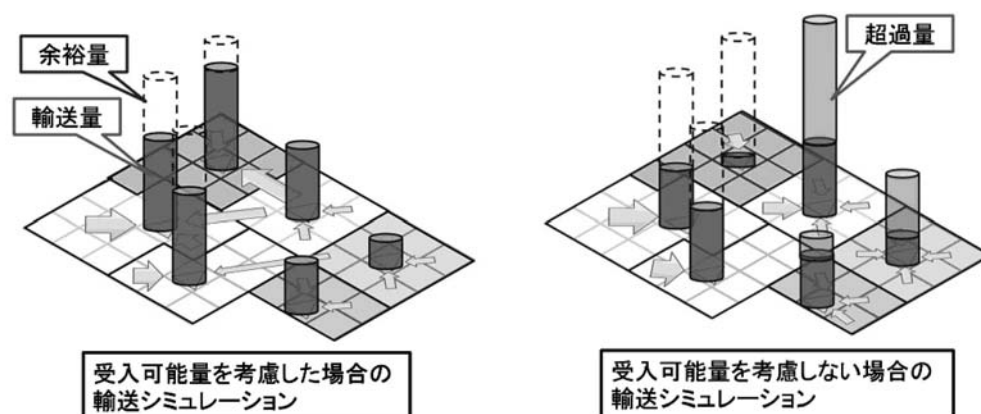
本論文で扱う輸送計画モデルに関して、類似した特徴を有するものが既往の研究^{9)、10)}に多数あるため、モデル自体の新規性を強くアピールすることはできない。しかし、こうした従来モデルであっても、仮置場の受入可能量に関する制約（式（3））がある場合とない場合（図－4参照）を統括的に扱うことで、震災廃棄物の輸送計画に関する有用な知見が得られ

ると考え、次の2つのアプローチを本分析のオリジナリティと位置付けたい。

第一に、受入可能量の制約を遵守したシミュレーション（同図左側を参照）により、隣接自治体と連携することの必要性を浮き彫りにするとともに、その連携による効果の定量化や連携関係の可視化に貢献する。具体的には、仮置場の候補となる公園や運動場には当然、物理的な許容量が存在するため、防災計画や震災廃棄物計画を策定する市区町村では、震災廃棄物を集積させるスペースの確保が十分かどうか把握し、用地確保が困難な場合には隣接する自治体と事前協定を結ぶ等の対応が求められる。自治体同士が連携を図ることで震災復興の効率性をどれくらい向上できるのか、また連携の必要性がどの地区に生じるのか等、より具体的に示すことにより、自治体単独の枠を超えた広域連携を構想する積極的な動機付けになり得る。

第一のアプローチは「行政」の視点に立った内容と言える。一方、「市民」の視点で考えると、受入可能量の制約は緊急時に機能するとは限らず、むしろ近隣の仮置場への運搬が優先するといった、いわば混沌とした状況が予想される。そこで第二のアプローチとして、受入可能量の制約を解除した場合の計算（同図の右側）により、緊急時における過度な集積が懸念される仮置場の把握と同時に、受入可能量が十分にあるにも関わらず、余裕量が発生する仮置場の特定化も試みる。特に後者の仮置場が特定できれば、それらを応急仮設住宅の設置に適したオープンスペースと判断できるため、震災時における公園や運動場の使用目的を合理的に決定すべき「行政」への支援にも寄与する。

以降の3.では第一のアプローチ（受入可能量の制約を考慮した計算）を、4.では第二のアプローチ（受入可能量の制約を解除した計算）を前述のモデルを通じて検討し、より多角的に輸送計画を論じることとする。



図ー4 受入可能量の制約有無による輸送計画の比較イメージ

3. 隣接自治体との連携を考慮した輸送計画

本章では、2.で述べた「第一のアプローチ」、すなわち受入可能量を考慮した場合の計算を行い、隣接自治体が連携することによる輸送効率の向上を定量化すると共に、連携関係の可視化方法についても考案して行く。以下では、①地域毎の「個別輸送」と②地域全体を1つにした「統合輸送」の2つのケースを設定し、両者を比較する。なお、対象とする地域はT地域、F地域、N地域及びE地域の4地域であり、震災廃棄物の発生量が受入可能量を超過したE地域及びS地域を対象外とした。

式(2)から式(4)の制約条件の下、式(1)の目的関数を最小にする最適化問題を解くと、図-5のような結果が得られた。なお、ここに示す輸送ton・kmは、本研究で対象とする5品目の計算結果を合計した数値である。「一丁目」、「二丁目」といった各丁目は1つの町として集約し、輸送距離は2点間の直線距離とした。個別輸送に関して、T地域は296.8万ton・km、F地域は1026.6万ton・km、N地域は92.0万ton・km、W地域は2152.3万ton・kmとなった。震災廃棄物が多く発生し、広範な地域であるW地域が最もton・kmが多く計算された。また、比較的地域の面積として広いものの、N地域のton・kmの値は最も低い値となった。これは、N地域は震災廃棄物の発生が少なく、N地域に属する区が十分な公園数を有しているため、大部分の輸送が近隣の公園で収まり、効率性の高い輸送が行われたことが考えられる。T地域、F地域、N地域及びW地域各々の個別輸送の合算値は3567.7万ton・kmである。それに対し、統合輸送を行った場合は3106.5万ton・kmとなり、個別輸送の輸送効率性に比べ、約12.9%の減少が示された。

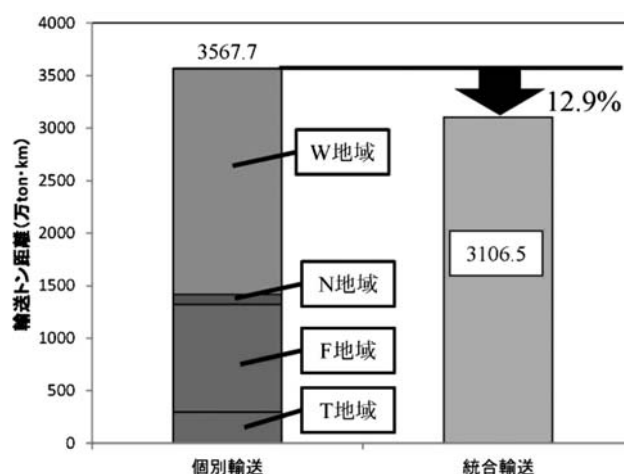


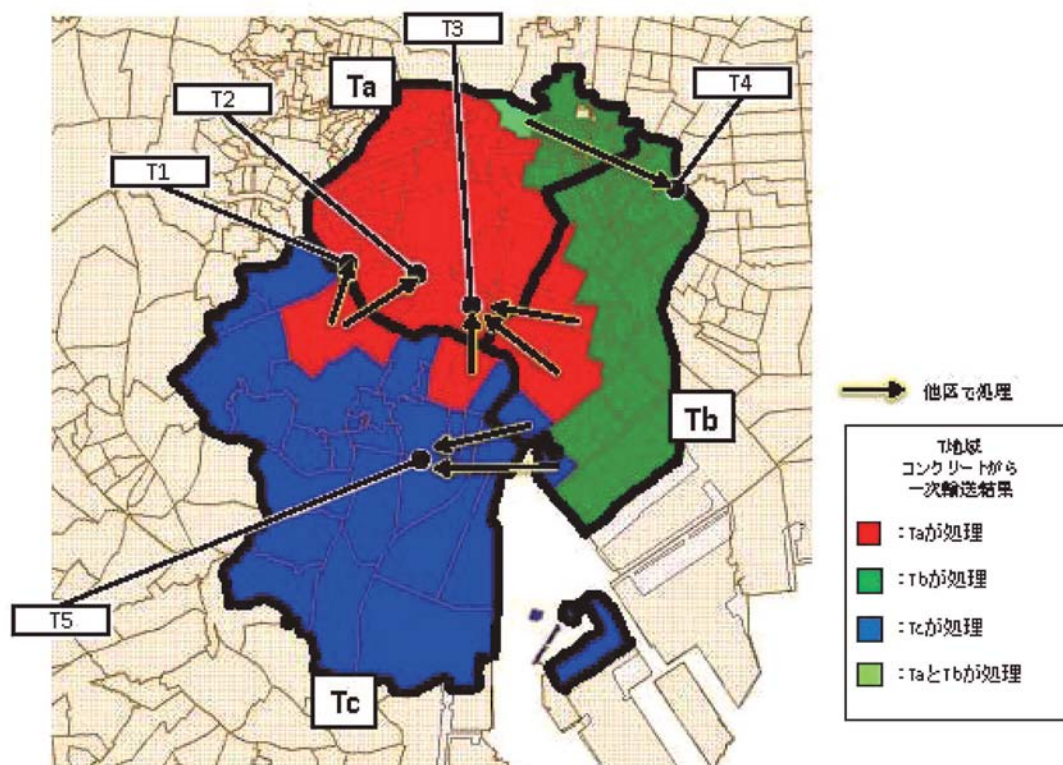
図-5 輸送効率性の比較

T地域に関して、個別輸送の結果を図-6に示す。廃棄物を受け入れる地域を色別に表示している。図-6はコンクリートがらにおける輸送結果であるが、他の5品目においても同様の傾向が見られた為、代表して掲載する。T地域の輸送結果を見ると、Ta区がTb区及びTc区の一部の地域を負担している。またTb区はTa区の一部の地域を負担しており、Ta区とTb区との間に相互支援の関係が見られる。効率的な輸送を行うためには図-6のように他区との連携を

積極的に行う必要があることが示された。

ここで、区間および地域間での輸送について着目し、これを支援マトリクスとして表現する。表－３は個別輸送を行った際の支援関係であり、表－４は統合輸送を行った際の支援関係である。表中の丸印は縦列の区が横行の区を支援したことを示す。表－３及び表－４はいずれもコンクリートからの輸送結果であるが、前述と同様に他の品目については割愛する。表－３に着目すると、T地域で見られた他区との連携はいずれの地域においても積極的に行われていることが示された。表－４でも他区との輸送が積極的に行われているが、地域内処理の原則を無くし、隣接する区への輸送が許容された分、表－３よりも他区との連携が多く行われており、特に他地域への輸送が積極的である。こうした他地域への輸送が輸送効率性の向上に寄与したと考えられる。

以上の結果より、震災廃棄物発生地点から仮置場への輸送は他区及び地域を超えた広域的な輸送を行うことでより効率的な輸送が行うことができることが明らかになった。



図－６ T地域単独での輸送結果

表ー3 輸送支援マトリクス（その1：各地域で個別輸送）

支援される区

		T地域			F地域				N地域		W地域			
		Ta	Tb	Tc	Fa	Fb	Fc	Fd	Na	Nb	Wa	Wb	Wc	Wd
T地域	Ta		○	○										
	Tb	○												
	Tc		○											
F地域	Fa					○	○	○						
	Fb							○						
	Fc				○									
	Fd													
N地域	Na									○				
	Nb													
W地域	Wa											○		
	Wb												○	
	Wc										○	○		
	Wd											○	○	

支援する区

a が b を
支援する
(受け入れる)

隣接する区

表ー４ 輸送支援マトリクス（その２：地域全体で統合輸送）

支援される区

		T地域			F地域				N地域		W地域			
		Ta	Tb	Tc	Fa	Fb	Fc	Fd	Na	Nb	Wa	Wb	Wc	Wd
T地域	Ta		○	○	○	○								
	Tb	○				○								
	Tc		○		○		○							
F地域	Fa			○			○	○				○		
	Fb				○			○						
	Fc				○						○	○	○	
	Fd				○									
N地域	Na					○		○		○				
	Nb						○							○
W地域	Wa												○	
	Wb													
	Wc										○	○		○
	Wd											○		

b

↑

○

a →

a が b を
支援する
(受け入れる)

隣接する区

4. 仮置場優先度から考えた応急仮設住宅の候補地選定

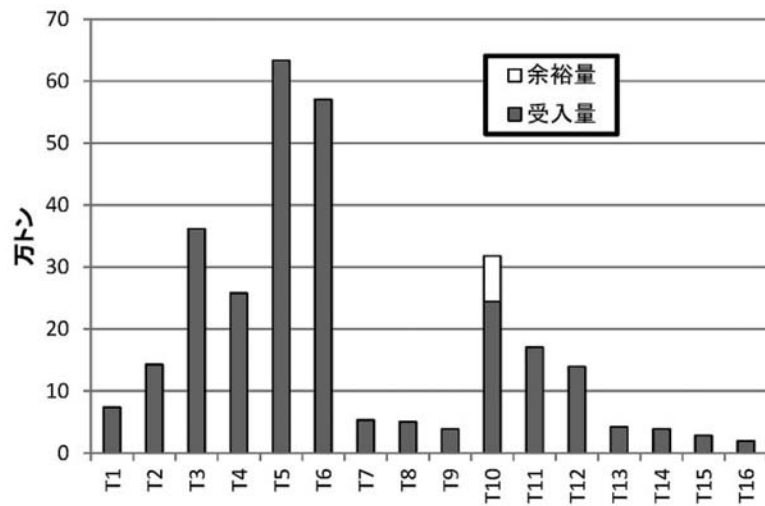
震災発生後に廃棄物の処理と同様に重要視されているのが、応急仮設住宅の設置である。首都直下型地震が発生した際、多くの家屋が倒壊し、応急仮設住宅の確保が必要不可欠となる。応急仮設住宅の建設候補地は、廃棄物の仮置場と同様に公園等のオープンスペースである。したがって、廃棄物の集積拠点に適さないような公園・運動場があれば、これを応急仮設住宅の建設地として使用することが適切と言える。そこで本章では前述の「第二のアプローチ」に関して、モデルの制約条件である仮置場の受入可能な重量 q_j を十分に大きな値に設定することで、過度の集積が懸念される仮置場と、応急仮設住宅の建設候補地として使用すべき仮置場の選定を同時に検討する。

以降では、23区全体で統合輸送を行った際のT地域における各公園の輸送状況を取り上げて説明する。図－7は受入制限の有無による各公園の集積状況を比較したものである。また、T地域における廃棄物量と公園の位置関係を図－8に示す。同図には、各仮置場の本来の受入重量も併せて示す。図－7及び図－8はいずれもコンクリートがらの輸送結果であるが、前章と同様に他の品目については割愛する。

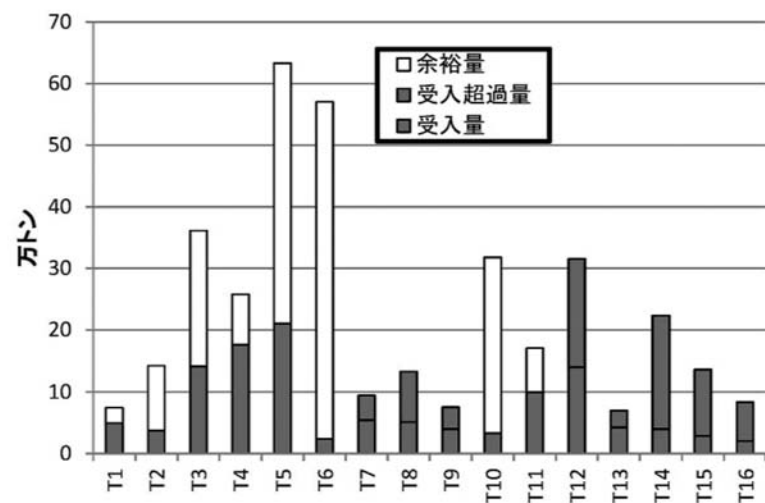
北部のTa区は比較的規模の大きい仮置場を有しているが、震災廃棄物量としては多く発生せず、仮置場にかなり余裕が生まれる結果となった。それに対し、南部のTc区は震災廃棄物量が多いが、仮置場の許容量が小さい公園が多く、最近隣への輸送を優先すると受入許容量を超過する公園が多く発生する結果となった。他の地域においても受け入れの超過する仮置場が存在し、特に超過するような仮置場は周辺地域の廃棄物の発生量が多い。一方、容量は大きいものの、周辺地域の廃棄物発生量が少なく、あまり集積が集中しない仮置場もあり、集積状況に差異が見られる。余裕がある仮置場のT6公園に着目すると、廃棄物の集積拠点としての重要度が低いことが示され、仮置場以外の用途に使用することが望ましい。

以上より、制約条件の一つであった仮置場の受入上限を解除し、最近隣の仮置場への優先的な輸送を想定した場合、どの仮置場で受入可能量とのミスマッチが生じ、過度の集積の発生が懸念されるのかが明らかになった。同時に、受入可能量が大きいにも関わらず、廃棄物の集積が少ない仮置場が存在することが明らかとなり、そのような仮置場は廃棄物処理の拠点としてではなく、応急仮設住宅の建設地等に適していると判断された。

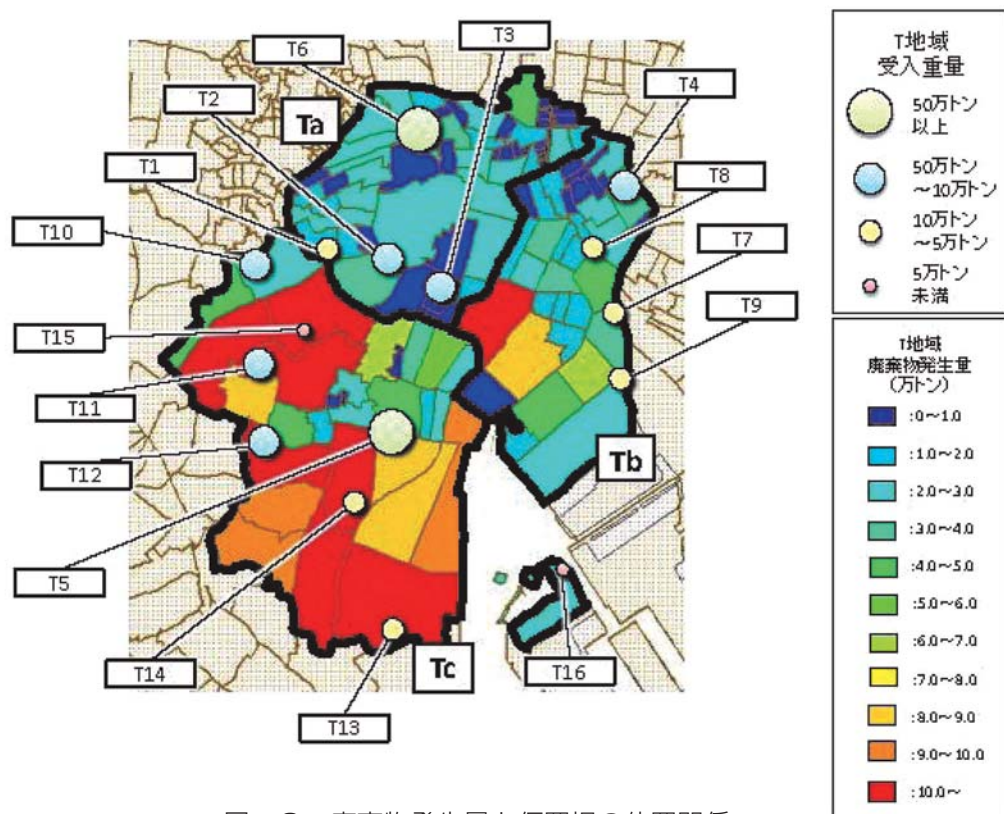
受入制限あり



受入制限無し



図ー７ 受入制限の有無による震災廃棄物の集積状況の比較



図－8 廃棄物発生量と仮置場の位置関係

5. おわりに

本研究では、震災廃棄物の発生ノードから仮置場への輸送計画モデルを構築し、仮置場の受入可能量に関する制約条件に着目したモデル分析を2つの側面から行った。以下に、本研究で得られた主要な成果を述べる。

- 1) 東京湾北部地震における東京都23区で発生する震災廃棄物量を町丁目毎に推定し、コンクリートがら、木くず、金属くず、その他（可燃）、その他（不燃）の5品目に分類した。また、仮置場の候補となる公園・運動場について、がれき組成別の仮置場面積を求めた上で、各仮置場での受入可能な震災廃棄物重量を定量化した。その結果、地域によって仮置場に余裕がある地域とそうでない地域があることが明らかになった。
- 2) 線形計画法に基づいて輸送 $\text{ton}\cdot\text{km}$ が最小となるような輸送計画モデルの構築を行った。また、この輸送計画モデルのオリジナリティを2つの適用方法から考えることとし、①仮置場の受入可能量を遵守した時に生じる自治体相互の依存関係、②仮置場の制約を解除した計算によって、過度な集積が懸念される仮置場（逆に、余裕が生じて応急仮設住宅としての利用が妥当とされるオープンスペース）を同一モデルによって明確化するといった、多角的なアプローチを本研究の特長と位置付けた。
- 3) 地域毎で輸送を行う「個別輸送」と、地域を統合して広域的に輸送を行う「統合輸送」の2つのケースを比較すると、統合輸送における $\text{ton}\cdot\text{km}$ は個別輸送に比べ、約12.9%の削減が期待できることが試算された。一次輸送を行う際には隣接する自治体と連携した広域的な輸送が重要であり、震災がれきの合理的な処理の前提条件となり得ることが示された。
- 4) 震災時の逼迫性を考慮し、最も近い仮置場への輸送を認めた時の各仮置場の集積状況について、受入制限を解除した計算により検討した。その結果、各地域において受入可能量を超過した集積が行われる仮置場と、受入可能量が十分にあるにも関わらず余裕量が発生する仮置場が存在した。特に後者に関しては、応急仮設住宅の建設候補地としての活用方法を提案することに貢献した。

今後の課題として震災時の道路状況を考慮した輸送モデルの構築や、様々な地震被害状況に対応した輸送計画の検討が挙げられ、より現実に沿った計画の提案が求められる。

謝辞：本研究は首都大学東京「総合防災対策研究プロジェクト」の研究費の助成を受けて行ったことを付記します。

※ 本報告書の内容は、土木学会論文集G（環境）[環境システム研究論文集、2015]に投稿中である。

【参考文献】

- 1) 環境省：災害廃棄物等処理の進捗状況（3 県沿岸市町村），p.1, 2014.
- 2) 池田有斗，荒井康裕，小泉明：震災廃棄物の仮置き場に関する必要面積と利用可能面積の比較分析，第68回土木学会年次学術講演会講演概要集，VII-098-VII-099,2013.
- 3) 内閣府：首都直下地震に係る被害想定手法について，pp. 1 -10,2005.
- 4) 東京都防災会議：首都直下地震等による東京の被害想定報告書，pp. 1 -179,2012.
- 5) 東京都環境局：東京都震災がれき処理マニュアル，pp.8-9,2012.
- 6) 千葉市環境局：千葉市震災廃棄物処理計画，pp.10-16,2011.
- 7) 東京都産業労働局：東京の産業と雇用就業2008，p.72,2008.
- 8) 宮城県環境生活部：宮城県の災害廃棄物処理について，p.16,2012.
- 9) 古市徹，長谷川誠，管しのぶ，橋詰博樹，小林康彦：災害廃棄物収集運搬システムの開発におけるモデル化とシミュレーション，廃棄物学会論文誌,第 9 巻第2/3号，pp.69-78,1998.
- 10) 荒井康裕，梅沢元太，稲貝とよの，小泉明，蛭江美孝：し尿の広域的システムに関する減災を目的とした処理計画の最適化,土木学会論文集G（環境），Vol.70, No.6（環境システム研究論文集 第42巻），II_393-401,2014.

震災後の「都市機能の早期回復」を目的にした
緊急対応に関する提言

震災廃棄物の 輸送・処理に着目した研究報告

環境衛生ユニット
荒井 康裕

1

出典



「M8」 高嶋哲夫 著

スライド中の文章は
この作品の本文を抜粋した
ものである。

写真のイメージ図は
阪神・淡路大震災発生時に
撮影されたもの等を使用した。

都市圏における 大規模地震発生時イメージ

「M8」(高嶋哲夫著)

東京消防庁・消防ヘリコプター操縦席での場面より

眼下に広がる東京に、いく筋もの黒い煙が見え始めた。
始め細かった黒い筋は太さを増して、空に立ち上る
黒い竜巻のようにさらに数を増やし広がっていく。

東京タワー、高層ビル群、高速道路・・・
ある瞬間を境にして、それらを取り巻く空気はまったく
別のものになった。そして一瞬止まった時間は異なるもの
となって動き始めている

「東京直下型地震だ。
ついに起こった」

火 災

数時間のうちに火事の煙は数倍に増えている。
その中の何本かは一緒になり
炎の絨毯の様な広がりを見せている。





**オレンジ色の突起はうねりながら立ち上がり
巨大な炎の渦巻きとなって
地上から上空へと駆け上がった。**

**火事の煙はすでに都内の五分之一を覆い
それはますます広がっていく。**





二時間の消火活動にもかかわらず
炎は広がるばかりだ。
火事の炎が不気味に辺りを焦がしていく。

建 物 倒 壊

**古い木造住宅の殆どが倒壊し、
割れた瓦と土壁の山となっている。**



**一階部分は完全につぶれ
二階部分は傾いて半分の高さに**

**ビルの並びは数棟おきに
櫛の歯が欠けたように瓦礫になっている。**



**前方には倒壊した10階建てのビルが
幅10メートルはある道路をふさいでいる。
まるでマッチ箱を倒したようだ。**





町の景色はまったく変わっていた。
住宅地は焼け野原に黒くすすけたビルが
いくつか残っているだけだ。自分の住んで
いる町内ということすらわからない。

「3.11」のキーワード

「津波」と

「（原発事故による）」

放射性物質汚染」

「首都直下型地震」のキーワード

「コンクリートがら」と

「木密地域の大規模火災」

住空間ユニット

テーマ

災害時を考慮した自立型建築・都市の研究
～災害時にも生存可能な集合住宅へ～

都市環境科学研究科建築学域	一ノ瀬	雅之	准教授
都市環境科学研究科建築学域	須永	修通	教授
都市環境科学研究科建築学域	角田	誠	教授

1. 背景と目的

都市生活の基盤をなすインフラ、建築物の量・質的な整備状況を満たし成熟化社会を迎える中、既存建築ストックをどのように活用していくかが焦点になっている。また、経済的な先行きが不透明になる中、実用性・合理性を有する提案が社会的に求められる状況となってきた。このようなコンテキストで防災対策を考えたとき、新しいモノを作るという視点ではなく、既存建築を活用し、かつ平常時においてもメリットを有する防災対策を考えていくことが肝要である。

住空間ユニットでは上記のような概念に基づき、建築の分野で大別される、住宅系および業務系（オフィス等）それぞれにおける実態や、レトロフィット（既存建物への追加施工）、普及性という点を重視した調査ならびに研究を行った。

2. 業務系（オフィスビル等）におけるインナーサッシの適用効果

2-1. 研究背景と目的

東京都市部には大量のオフィス建築ストックが存在し、昼間の就労人口は900万人近くになるといわれている。先の東関東大震災で問題が露呈したように、災害初期時における避難待機空間としてオフィス建築を活用することが求められるものの、対応は十分とはいえない。人間の生命を守る構造的対応（耐震・耐火）にとどまらず、災害避難時において心身の健康を維持する環境的対応（住環境・エネルギー）について、もっと重要視するべきである。都市部に立つオフィスビルの消費エネルギーのうち、空調システムが約半分を占めており、このことが平時における居住環境形成の前提となっているが、災害時においてエネルギー供給がない状況で、許容可能な室内環境を形成することも考えなければならない。

そこで、空調エネルギーや室内熱環境形成の主要な要素である、建築ファサード（外皮）の対策について検討することとした。具体的には、レトロフィット対応が可能なインナーサッシ窓に着目し、その効果を検証することとした。市販されているインナーサッシ窓を本学の研究室に仮設して、居住環境への効果を直接的に比較することで、明快に評価することをもくろんだ。また、熱負荷シミュレーションによる居住環境、平常時エネルギー消費量への効果検討も行った。

2-2. 実験概要

測定は本学南大沢キャンパス 9 号館733室と732室で行った。図 1 に示す732室は既存の単板ガラス窓の仕様、図 2 に示す733室は既存単板ガラス窓にインナーサッシが設置した仕様となっている。測定は2014年12月26日（金）から2015年1月14日（水）まで行った。表 1 に室内の測定項目、図 3 に測定対象室の平面・断面図を測定位置とともにそれぞれ示す。なお、年末年始を除いて常時732室には 2 人、733室には 6 人程度在室していた。また、暖房の設定温度は22℃とした。1 / 7（水）からは在室時は常時空調を運転した状況で測定を行った。

表 1 測定項目

測定項目	周期	測定点・備考
放射温度	1分	平面4点(室中央・窓付近) 高さ1100mm
空気温度	1分	平面4点(室中央・窓付近) 高さ100mm、1100mm、 1600mm 計20点
表面温度	1分	蛍光灯2点 天井・床4点 ガラス・サッシ6点
日射量	1分	2点(窓付近)
熱流量	1分	床・天井4点 壁面6点 ガラス・サッシ4点

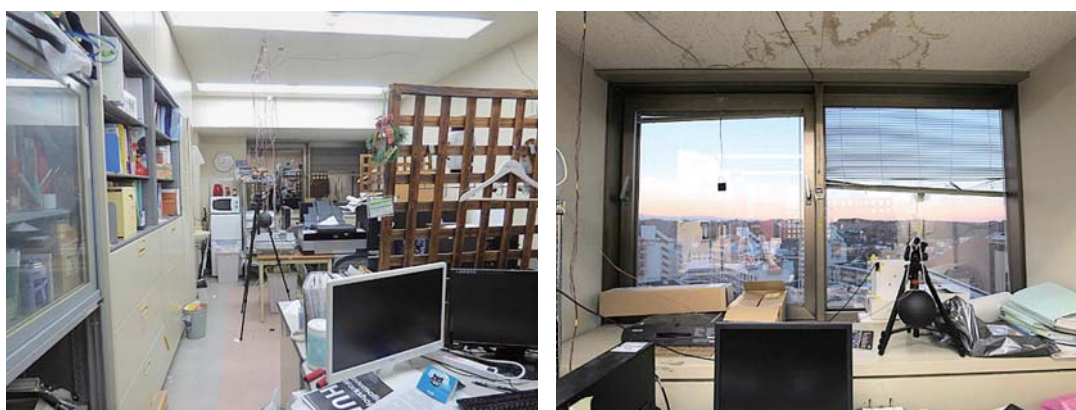


図1 南大沢9号館732室（既存窓）



図2 南大沢9号館733室（インナーサッシ改修窓）

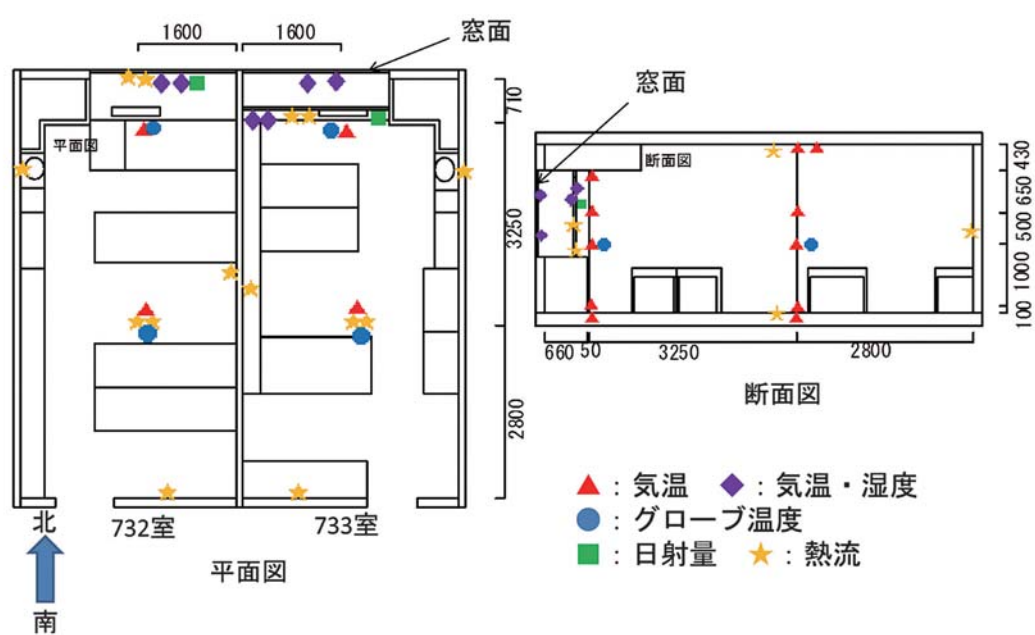


図3 測定対象室の平面・断面図

2-3. 実験結果

図4に、空調時における、インナーサッシ有無による、体感温度の時刻変動を比較した結果を示す。インナーサッシによって、窓から離れた室中央付近では2K程度、窓近傍では5K程度も体感温度に生じている。

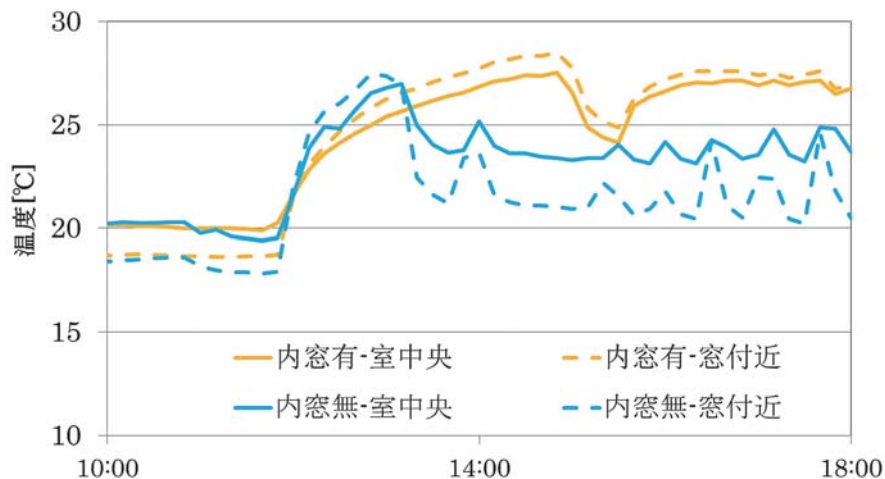


図4 インナーサッシ有無による体感温度変動の比較（2015年1月8日 空調有り）

また、インナーサッシ有無による室内上下温度分布を比較した図5によると、インナーサッシを設置することによって床面近傍の温度が上昇し、空調時においては最大で5K程度上昇することがわかる。

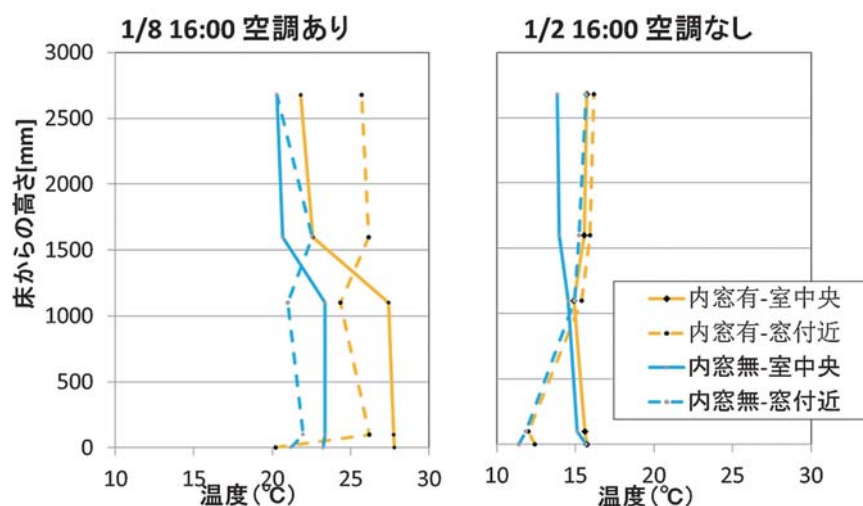


図5 インナーサッシ有無による上下温度分布の比較

空調時における1日の熱収支を比較した図6によると、図中左側の窓面から屋外への熱損失がインナーサッシを設置することによって、7割ほど低減し、室内環境形成ならびにエネルギー消費を抑制していることがわかる。

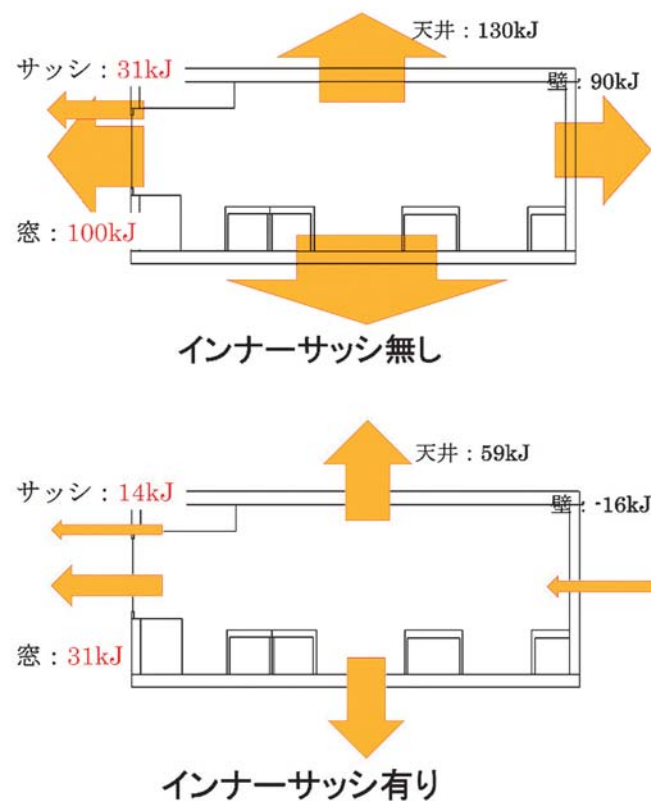


図6 インナーサッシ有無による1日熱収支の比較（2015年1月8日 空調有り）

また、災害時を想定して、年末年始の不在期間における室内温度の推移を比較した結果を図7に示す。左側の図にみられるように、開始状態が同様の状態とならなかったため、右側に示すように数値計算によっても比較を行った。その結果、空調が停止状態となってから7K程度の室温の差が生じることがわかった。インナーサッシ窓が、避難時における居住環境の向上に大きく寄与することが明らかとなった。

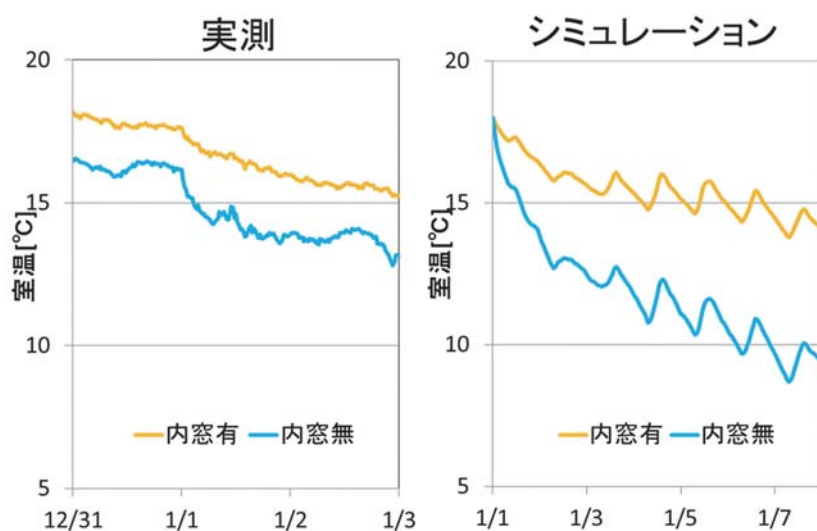


図7 災害時想定の室温推移（2014年12月31日~2015年1月2日 空調無し）

また、室内環境の形成状況を詳細に比較するため、流体シミュレーションを実施した結果を図8に示す。境界条件は実測データに基づいて設定した。その結果、上下温度分布の実測値比較においても見られたように、室内とくに窓近傍におけるコールドドラフトの影響が明らかである。インナーサッシの空気層内部で冷熱流を食い止めている様子がわかる。

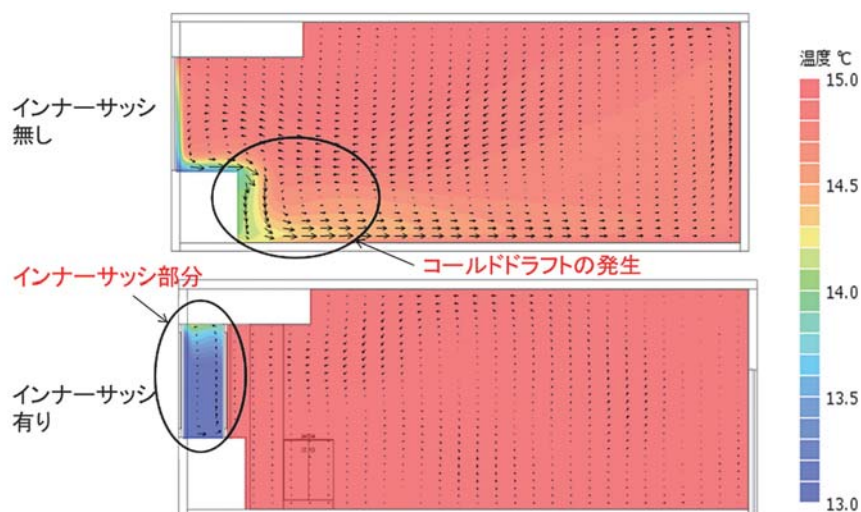


図8 インナーサッシ有無による室内気温・気流状況の比較（流体シミュレーション）

最後に、平時における年間の空調エネルギー消費量について、異なる既存窓仕様およびインナーサッシ設置による比較を行った結果を図9に示す。単板ガラス・複層ガラスいずれにおいても、インナーサッシを設置することによって実験で示されたように冬期暖房時への効果が顕著に見られるものの、夏期冷房時に対してはエネルギー消費量の増大となってしまう。これは、近年のOA化された建物内部で日中に蓄積された内部発熱が、窓の断熱性能が向上したために夜間に放熱されにくくなったことが主要因として考えられる。そこで、インナーサッシ窓を可動式にして夜間は放熱するような運用とすることによって、冷房エネルギーの増大を回避することが可能となり、年間を通した省エネルギー効果を見いだすことができる。

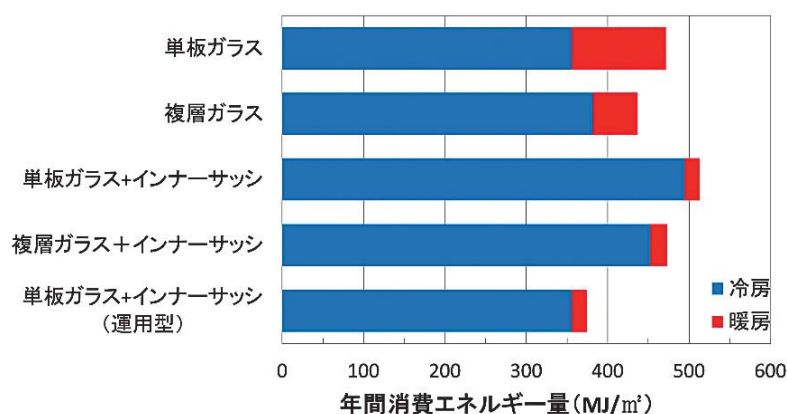


図9 インナーサッシ有無による年間空調エネルギー消費量の比較（熱負荷計算）

2-4. インナーサッシ導入効果まとめ

建築ファサードのレトロフィット防災対策の一つとして、インナーサッシ窓の適用の効果を検証した。その結果、災害時だけでなく平常時における居住環境を向上し、エネルギー消費を大幅に抑制することが可能であることが示された。費用対効果を鑑みて、防災対策の有効な手段の一つといえる。

3. 多摩地域の集合住宅における温熱環境実態と災害時への対策

3-1. 研究背景と目的

2004年の中越沖地震の際に、筆者らは新潟県柏崎市の仮設住宅の温熱環境・結露調査などを行った。これらの仮設住宅の問題点を解決することも重要であるが、防災対策としては、何よりも「避難者を出さない」ことが最も重要かつ効果的な対策であると考えている。一方、地球環境問題からエネルギー自立型建築・都市への早急な移行が求められているが、太陽光発電、雨水利用などの創エネルギーシステムを持つ自立型建築は災害時にも自立できる可能性が高く、防災の観点からもその早期普及が求められる。

ここで、災害後に自宅で過ごすための条件を考えると、建物が壊れていないことが必須であるが、ライフラインが途絶えた状態で真冬、真夏に生存できる温熱環境にあることも重要である。自立型建築では、創エネルギーとともに「徹底した省エネルギー」が不可欠である。そのためには、断熱性などの建築自体の環境性能を高くすることが必要であり、それ故、エネルギーが途絶えた状態でも人間が生存できる環境を維持できる可能性が高い。

本学が位置する多摩ニュータウン（以下「多摩NT」）では、NPO法人を中心にエネルギー自立型都市を構築しようとする動きがあり、現在、公共施設や既存集合住宅の屋根を利用した太陽光発電事業が進められている。また、多摩NTには多くの集合住宅があり、それらはRC造で壊れにくく、低層のことが多い。

そこで、多摩NTの集合住宅における室内温熱環境実態調査（夏季と冬季にライフラインが切断された場合に生活出来るかを含めて）を行い、その実態を明らかにするとともに、「災害時に何日程度生活出来るか」「避難所に行かないために必要なもの」に関するアンケート調査を行った。一方、ライフラインが途絶えた後の夏季の熱中症対策の一つとして、自然通風を促進する窓の性能評価実験（1面外気の部屋でも通風効果を得られる窓）を行い、その効果についても検討した。

3-2. 多摩ニュータウンの集合住宅における室内温熱環境実態

まず、図10に、文献調査によるUR都市機構による多摩NTにおける集合住宅壁面の断熱性能実態を示す。南側の壁が無断熱である住戸が4割を占めており、大きな問題を抱えていることがわかる。

そこで、この多摩NTの集合住宅を対象に、断熱改修の有無による違いを含めて、夏季と冬季における室内温熱環境の実測調査および、室内温熱環境などに対するアンケート調査を行った。表2に、調査対象住宅の概要を示す。

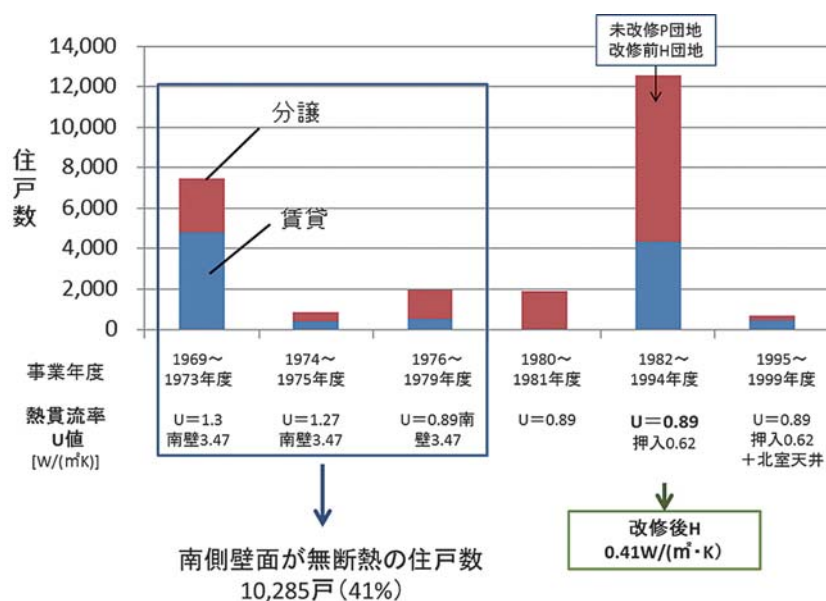


図10 集合住宅の壁面の断熱性能（UR都市機構）
※分譲住宅の断熱仕様を、賃貸住宅と同仕様とみなしている。

表2 調査対象住宅の概要

	断熱改修済み H団地	未改修 P団地
構造	R C造	R C造
戸数	集合住宅146戸、タウンハウス26戸	集合住宅199戸、タウンハウス61戸
竣工時期	1986年3月	1985年3月
建設主体	UR都市機構	UR都市機構
屋上断熱	押出法ポリスチレンフォーム 30mm (既存)	押出法ポリスチレンフォーム 30mm
	+押出法ポリスチレンフォーム 50mm (2002年付加)	
壁断熱	押出法ポリスチレンフォーム 25mm (既存、内断熱)	押出法ポリスチレンフォーム 25mm (内断熱)
	+ビーズ法ポリスチレンフォーム50mm (2010年付加、外断熱)	
床下断熱	断熱性床下地材 65mm (既存)	断熱性床下地材 65mm
	+発泡硬質ウレタン吹付 50mm (2010年付加、床スラブ下)	
窓ガラス	単板ガラス 6mm	単板ガラス 6mm
	→ Low-ε 真空ガラス 12.2mm (2010年取替え)	
北面外観		

図11に、断熱改修を実施・未実施の集合住宅において同時期に撮影した赤外線熱画像の比較結果を示す。改修後の方が未改修P団地より温度が低く、住戸内の熱が外部に逃げにくくなっていることが明らかである。

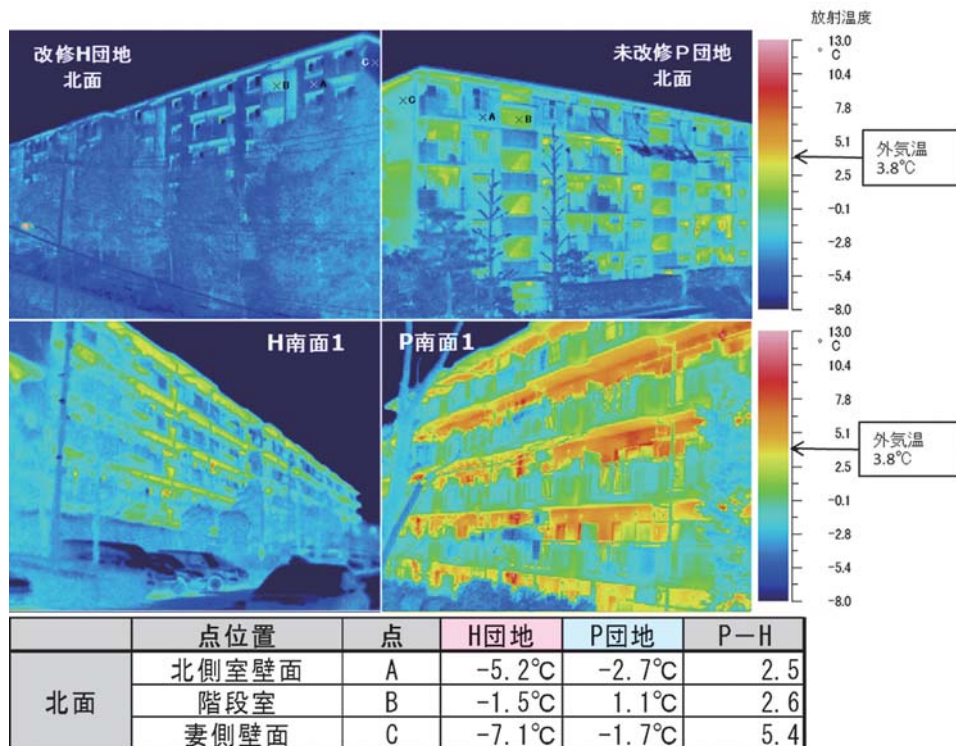


図11 集合住宅外表面熱画像測定

上：改修済 下：未改修（2014年1月11日 22：00～22：40）

図12に、1月の最寒期1週間の居間の平均室温と変動幅を示す。平均室温が、改修済み・未改修とも13～18°C程度と低く、変動幅も小さい住戸が多い。暖房をあまり使用していないと思われる。この理由の一つとして、図13に示すように、着衣量が多いことが挙げられる。着衣量は一般的に0.9～1.0cloという値であるが、この調査対象住宅では1.15clo程度となって

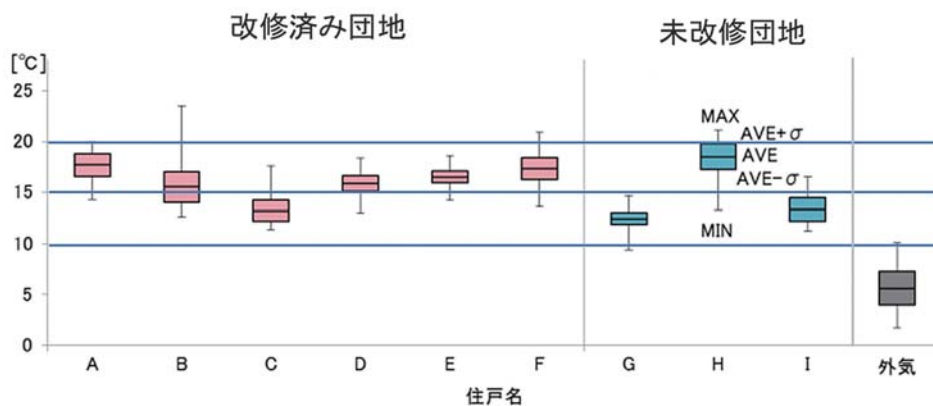


図12 1月の最寒期1週間の居間の平均室温と変動幅

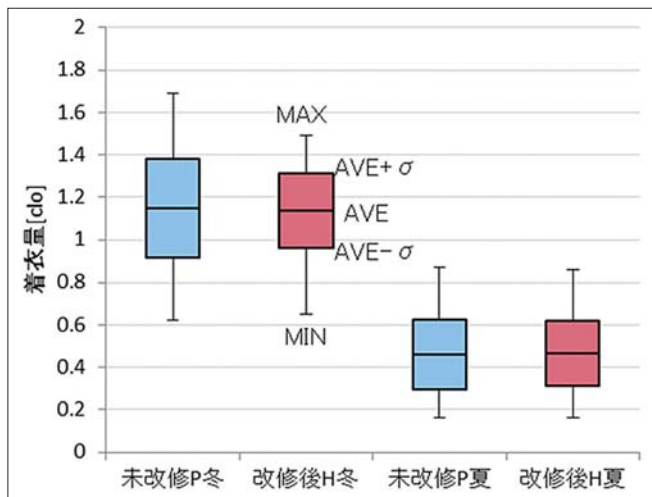


図13 着衣量の平均値と変動幅



図14 冬季の着衣の例

いる。これは、図14のような中綿入りの絆纏やダウンを着用している程度であり、このような厚着をして暖房を使用しないで過ごしている様子がうかがわれる。

そこで、「冬季に災害が起こった場合、暖房がない状態でどれほどの期間お住まいの住戸で生活できると思いますか。」というアンケートを行った。図15に、その結果を示す。これを見ると、多摩NTのコンクリート造集合住宅では60%以上の住戸で4日以上暖房なしで過ごせると考えられるが、一方で、電力を必要としない暖房器具などを準備した方が良いと言える。

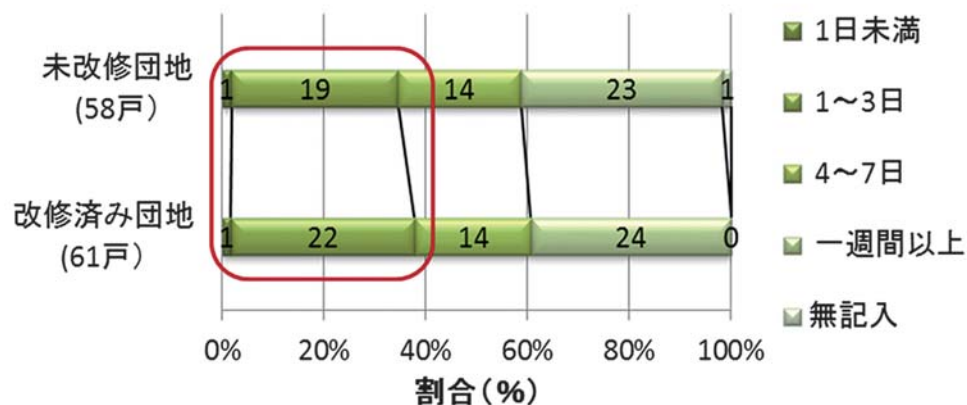


図15 冬季に災害が起こった場合の無暖房での生活可能期間についてのアンケート結果

次に、夏季の調査結果として、図16に改修済み住戸A,Bおよび未改修住戸C,Dの居間について、夏季の時系列温湿度データに基づいて熱中症リスクを評価した結果を示す。改修済みA,Bおよび未改修Cは冷房使用頻度が低く嚴重警戒域が多い一方、未改修Dは冷房使用頻度が高く、温湿度は比較的強く分布している。また、改修済みA,Bは湿度が高く、室温30℃以上で危険域が発生している。一方、未改修C,Dは外気温が低い時間帯でも窓開けは行われていない。

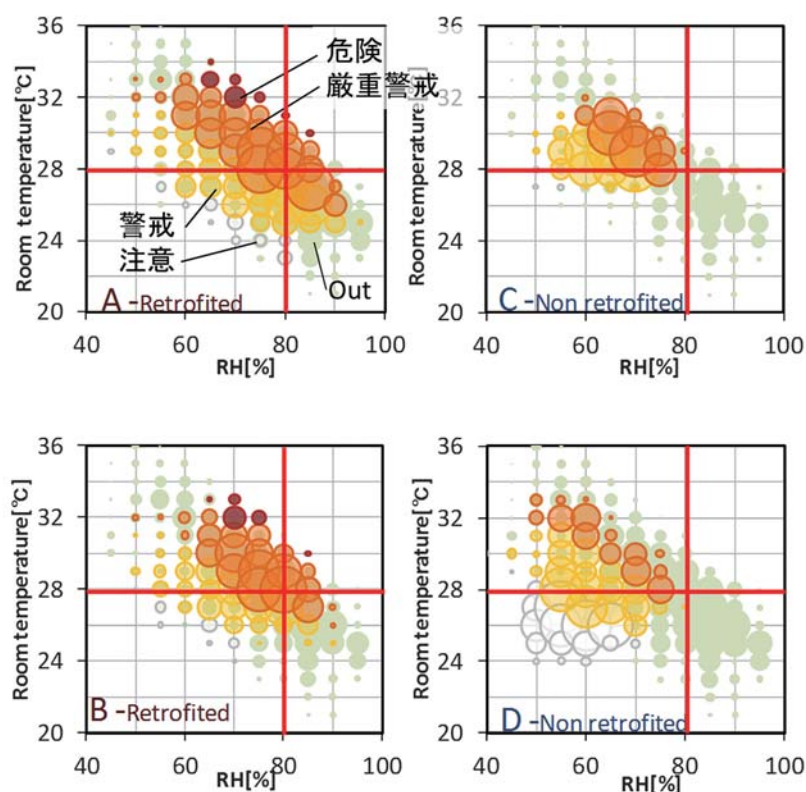


図16 夏季における熱中症リスクの評価

図17は、中間階中央住戸居間における室内温湿度、熱中症危険度の代表日における時刻推移を示したものである。この結果から、夕方夜間の湿度上昇に伴う熱中症危険度の上昇傾向が見られること、熱中症予防には適切な冷房が必要であることが示されている。ただし、9割の住戸で通風が良好であることから、通風の効果検討が必要であるといえる。

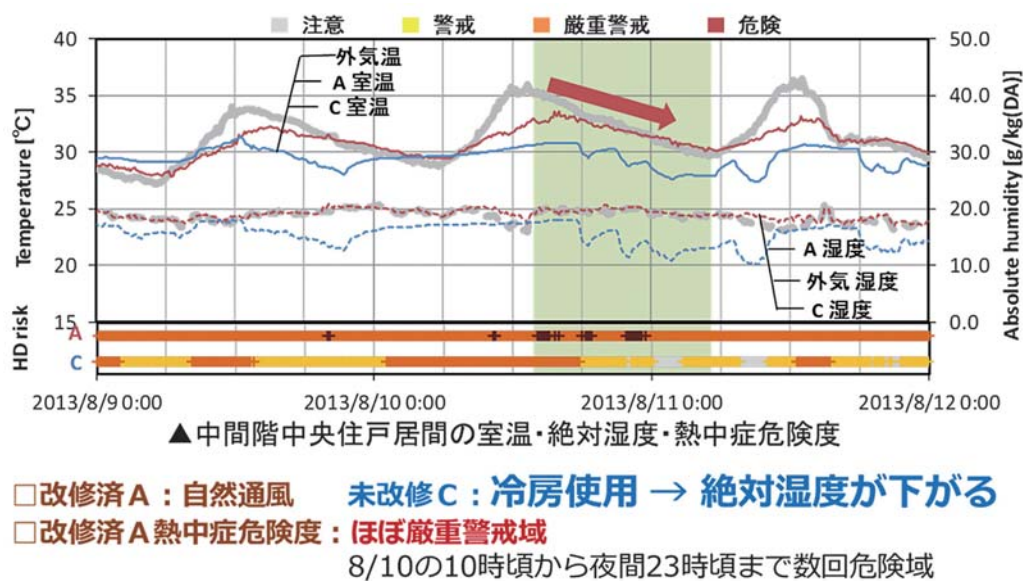


図17 中間階中央住戸居間の室温・絶対湿度・熱中症危険度

ここで、一週間の冷房使用日数について質問した結果である図18をみると、4割を占める住戸が『ほぼ使用していない・1～2日程度』であった。これらの住戸では熱中症発生の危険性が高いと考えられる。

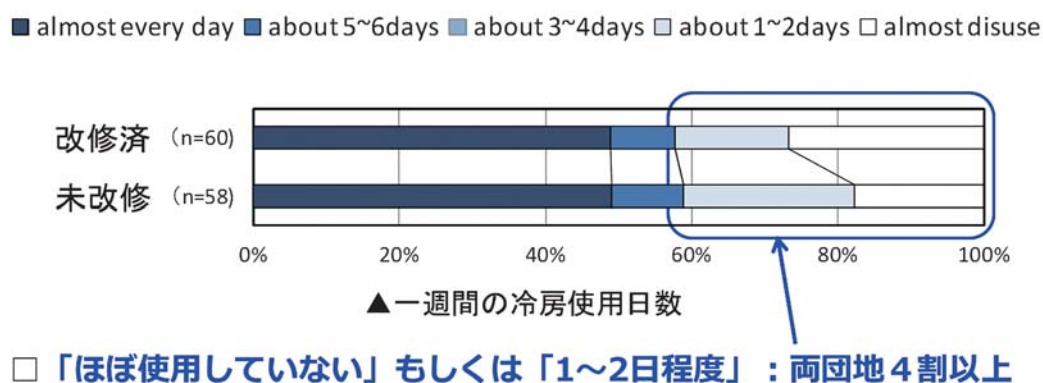


図18 一週間の冷房使用日数についてのアンケート結果

3-3. 縦型上下外開き窓の検証

前節でも示されたように、自然換気は、無冷房時に電力消費量削減や、近年増加している室内での熱中症発生を防ぐために有効とされている。しかし、片側にしか開口がない部屋においては、通風を図るのが困難である。そこで、風を誘引しやすい窓を使うことが一つの手法として考えられる。そこで本研究では、従来の引違い窓と、風を誘引しやすい縦型上下外開き窓を用いて比較実験を行い、中間期の温熱環境と夏季の熱中症危険性について検討した。図19に、本研究で用いた外開き窓の概要を示す。壁に平行に流れる風を上部のウィンドキャッチャーで捉えて給気し室内では壁沿いに部屋の奥まで空気が流れることを意図している。また、下部の開口で室内空気を誘引することで片側開口で給排気が可能になっている。

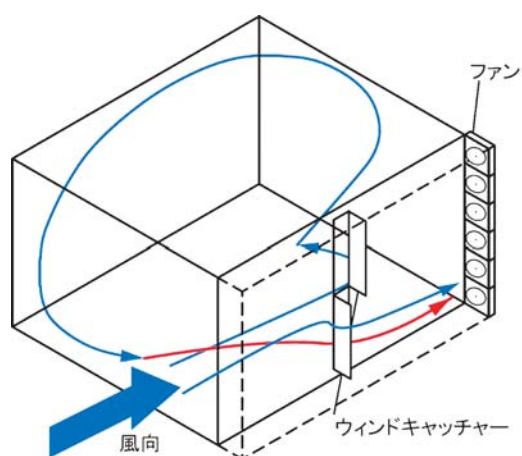


図19 縦型上下外開き窓の概念図



図20 実験装置

図20に示す人工気候室内の実験装置において、1) 初期条件として平均室内温度が35℃になるまで加熱、2) その後窓を開け、3) 風洞に風を発生させて180分間測定を行った

図21に、外開き窓と引違い窓の風速2m/sの場合の比較結果を示す。40分までは外開き窓の外気との温度差が大きい、それ以降は小さくなっている。この結果から、引違い窓の温度差換気を考慮すると、外開き窓は開口面積が約8倍ある引違い窓と同等の換気性能を持つといえる。また、縦型外開き窓は、室内外温度差がなくても風があれば通風効果を生むことができる。

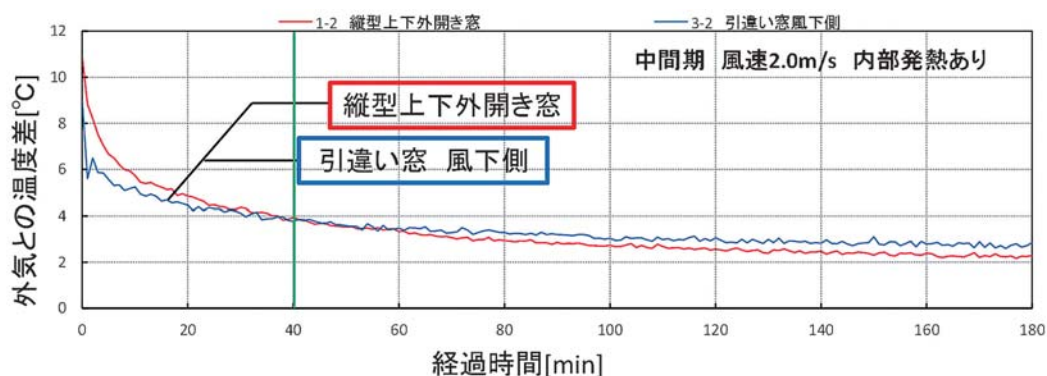


図21 縦型上下外開き窓と引き違い窓の室内外温度差の比較

図22に示す室内温度分布により、空気の流れを検討した。上が外開き窓の結果である。下の引違い窓は下部の開口付近が特に温度が低く、そこから奥まで温度が下がっている。しかし室左側には流れていない。また、上下温度差をみると外開き窓は上下温度差が小さくなっている。

以上より、縦型上下外開き窓によって、1面開口の部屋でも通風効果を得ることができると言える。

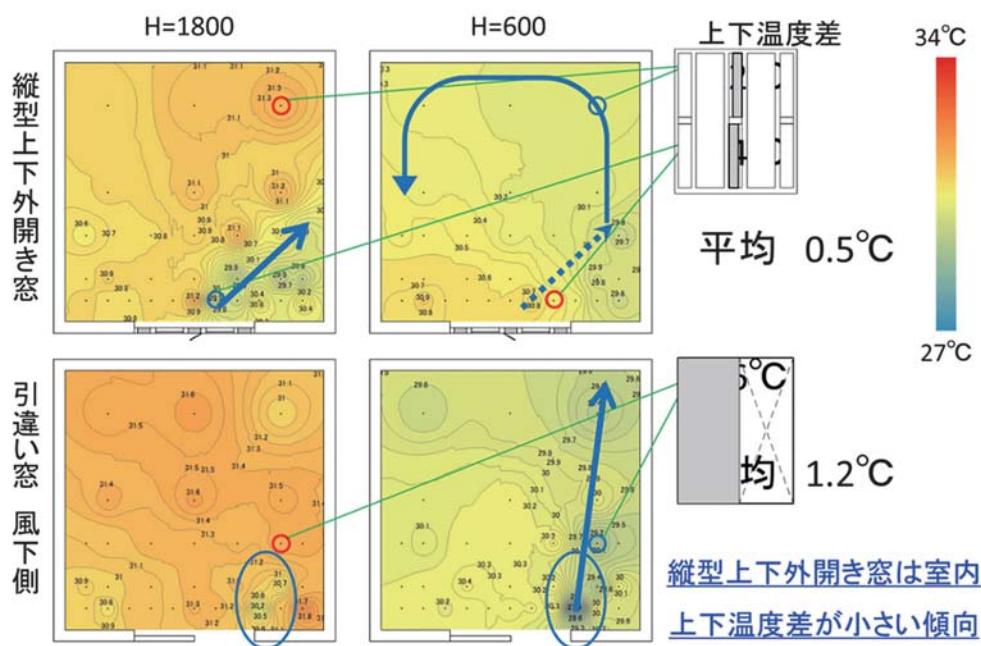


図22 室内温度分布による空気の流れの可視化

3-4. 避難所に行かないために必要なもの

多くの避難者を出さないという観点から、多摩NTをエネルギー自立型都市に変換することを目標とし、既存集合住宅を対象に、現状の環境的な建物性能の把握と断熱改修効果について検討した。また、「災害後自宅で過ごす」という視点からアンケート調査を行った。「災害時、避難所に行かずにお住まいの住戸で生活するためには何が必要だと思いますか？」という問いにたいする回答を表3に示す。水、食料およびラジオ、携帯電話・スマホ、電池、懐中電灯等は当然として、自炊するという意識からカセットコンロとガスボンベ、また、トイレ・簡易トイレという回答が多い。電気関係で、太陽光発電、発電機、充電器という回答がある。

表3 災害時に自宅で過ごすために必要なもの

必要なもの	改修済み 団地 (61戸)	未改修 団地 (58戸)
水関連		
水	7	14
飲み水	19	24
雑用水	9	3
生活用水	4	4
衛生関連		
トイレ	14	12
簡易トイレ	18	13
トイレ用ペーパー	9	5
ビニール袋、ごみ袋	8	3
ティッシュ、ウェットティッシュ	7	7
薬、救急セット	17	13
衣類、下着	8	12

必要なもの	改修済み 団地 (61戸)	未改修 団地 (58戸)
食事関連		
カセットコンロ	28	24
ガスボンベ	11	16
食料	45	40
非常食	3	8
ご飯	3	0
米	3	5
パン	4	0
缶詰	5	6
レトルト食品	5	2
カップ麺、袋麺	6	4
お菓子	4	5
ラップ	6	2
紙食器	5	0

必要なもの	改修済み 団地 (61戸)	未改修 団地 (58戸)
明かり関連		
懐中電灯、ライト、ランプ	33	22
ろうそく	10	8
マッチ、ライター	8	3
電気関連		
太陽光発電	2	0
発電機	2	1
充電器	3	3
電池	15	13
太陽光の充電電池	1	1
情報・通信関連		
情報	4	3
ラジオ	30	27
携帯電話、スマホ	13	17

必要なもの	改修済み 団地 (61戸)	未改修 団地 (58戸)
防寒関連		
カイロ	6	6
暖房(石油ストーブ)	5	4
布団、毛布	9	8
防寒具	3	4
防寒シート、アルミシート	3	2
寝袋	3	1
インフラ関連		
水道	3	1
電気	8	7
ガス	11	19
燃料(灯油、ガソリン)	2	3

これらの調査結果を踏まえると、災害時に避難所に行かず自宅で過ごすために必要なこととして、以下が挙げられる。

- a) 食料、飲料水は、避難所などで配給を受けられるようにする（制度を準備する）必要がある。
- b) 雨水利用設備を設け、日常から使用する。
- c) 太陽光発電を屋上に設置し、非常時には夜間の照明およびラジオ・携帯程度の電源は確保する。
- d) 団地内・住棟ごとに使えるトイレがある。
- e) 住戸ごとに備蓄を行うことが重要であるが、その中に暖房に使える器具等を含めておく。

3-5. 集合住宅での対策のまとめ

- 冬季：多摩NTの集合住宅では、暖房をほとんど使用しない住戸もあり、平均室温が13～18℃と低い、着衣量は平均約1.15cloと厚着であった。
- 冬季：多摩NTの集合住宅の60%以上で4日以上暖房なしで過ごせるという回答があったが、電力を必要としない暖房器具などを準備した方が良いと考えられる。
- 夏季：冷房をあまり使用しない住戸が4割程度あり、室内温湿度から熱中症の危険度が高い。熱中症対策には除湿が有効であり、改修済・未改修住戸ともに、冷房の適切な使用が必要と考えられた。
- 縦型上下外開き窓によって、1面開口の部屋でも通風効果を得ることができる。
- 避難所に行かないで過ごすために必要なものについてのアンケート結果を示し、「避難所に行かない人も配給を受けられるようにする制度を確立する」必要があることなどを述べた。

情報通信ユニット

テーマ

WANが使えない状況下で、無線LAN（WiFiなど）、無線PAN（Bluetoothなど）を用いた情報収集・参照・支援システムの構築

システムデザイン研究科知能機械システム学域

久保田 直行 教授

システムデザイン研究科情報通信システム学域

高 間 康 史 教授

1. 研究概要

大規模災害が発生した場合、迅速な情報収集、精度の高い情報分析、効率の良い情報発信などが要求される。また、ソーシャルネットワーキングサービスが活用されるようになり、より多くの情報をコミュニティ内で容易に共有することができるようになった。しかしながら、都市直下型地震などの大規模災害時には、その直接的な被害だけでなく、基地局の損壊やアクセス集中などの原因により、平時において使用可能であったWAN（Wide Area Network）が使用不能になることが想定される。WANの使用が不能あるいは困難になることにより、平時であれば容易であった避難場所への誘導や知人の安否確認が困難となり、二次災害が発生する恐れがある。このような背景のもと、情報通信ユニットでは、大都市における大規模災害時を想定した情報システムの構造や情報支援のあり方について検討するとともに、他のユニットが必要とする情報通信技術に関する研究開発を行うことを目的とする。具体的には、主に（1）通信手段に関する研究、（2）データベースに関する研究、（3）他のユニットの応用事例に関する研究開発を行う。

通信手段に関する研究では、基地局の損壊やアクセス集中のため携帯電話が使えない状況下において無線LAN（WiFiなど）や無線PAN（Bluetoothなど）を用いたすれ違い通信による、局所的な情報収集や情報発信に関する研究を行う。また、情報の新規性や重要性などを考慮した効率の良い情報の送受信に関する研究を行う。

データベースに関する研究では、すれ違い通信などにより収集された地域情報を用いた災害状況マップや被災者集計システムなどを例に災害情報用データベースの仕様に関する検討を行うとともに、LOD（Linked Open Data）に基づく公開データの活用方法や、収集したデータの再利用可能な形式での公開方法に関する研究を行う。

他のユニットの応用事例に関する研究開発では「QOLユニット」や「社会的弱者保護のあり方ユニット」などと連携し、すれ違い通信による平常時・災害時における地域ローカルネットワークに関する研究開発、防災コミュニティ形成やビッグデータ活用クラウドシステムに関する研究を行う。また、「環境衛生ユニット」と連携し、災害廃棄物の収集運搬などに関する「がれき処理」を支援するためのシステム開発を行う。

図1に情報通信ユニットが行った研究開発内容について「公助・自助」および「近距離通信・遠距離通信」の別における分布を示す。この図に示すように通信手段に関する研究として429MHz帯域通信を用いた緊急時情報発信システム、NFCタグを用いたタンジブルユーザインタフェースを開発した。また、データベースに関する研究では拡張現実（AR）を用いた避難誘導システムを開発した。さらに、他ユニットとの連携に関してQOLユニットと連携し、ボランティアマッチングシステム、ボランティア団体間役割分担システム、すれ違い通信を用いた情報発信・共有・収集システムを開発し、環境衛生ユニットと連携し廃棄物運搬のための情報支援システムの開発を行った。

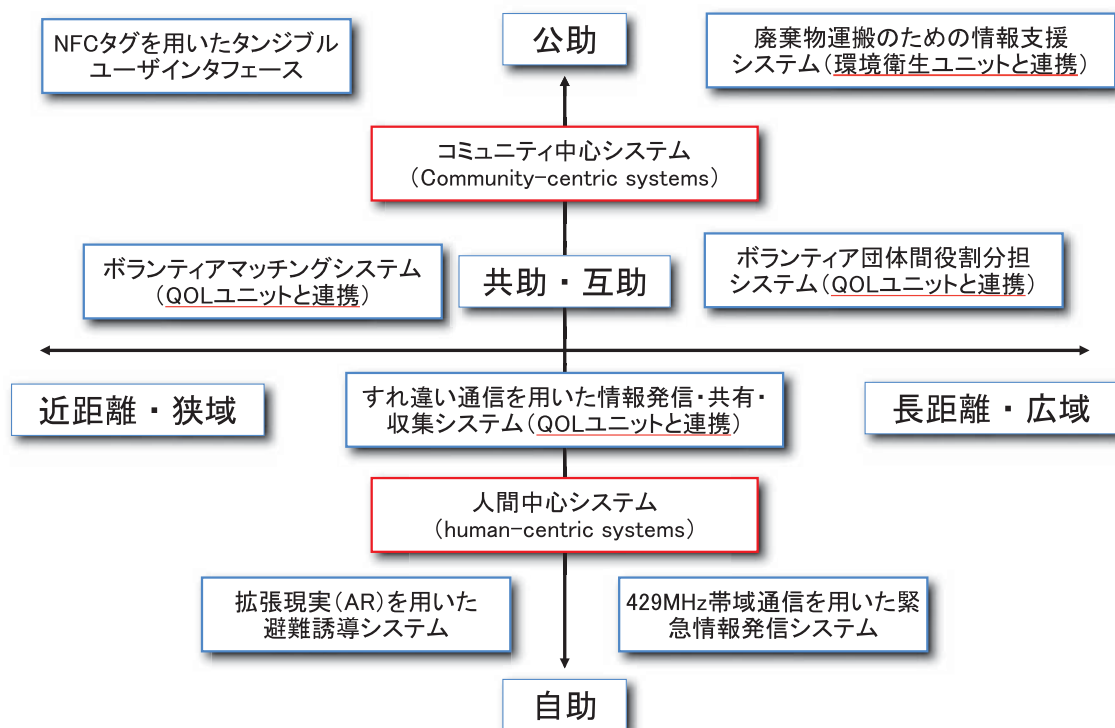


図1 情報通信ユニットの開発内容

これらの技術の開発において本ユニットでは図2、図3に示すように平常時に使用しているスマートデバイスの機能を災害時において自助・共助・公助に使用可能とすることで、予測が困難な大規模自然災害発生時においても、開発技術による支援を可能とする。例えば自助においては、平常時には買い物や散歩の案内を行うARを用いたナビゲーションシステムを災害時においては避難誘導技術に適用する。また、公助においても平常時の買い物支援システムなどで日々の生活で必要とする物品を把握することで、災害時において避難所スタッフに依頼しにくい物品について情報伝達を可能とする。このように、災害時および平常時に同様のシステムを用いることにより、突然の災害時においても情報支援システムの操作を可能とすることを狙いとする。ここでスマートデバイスはライフハブ（Life Hub）の役割を発揮することで、図4に示すように「人間・空間・情報」をつなぐ支援を行う。



図2 災害時情報支援の例（自助）



図3 災害時情報支援の例（公助）

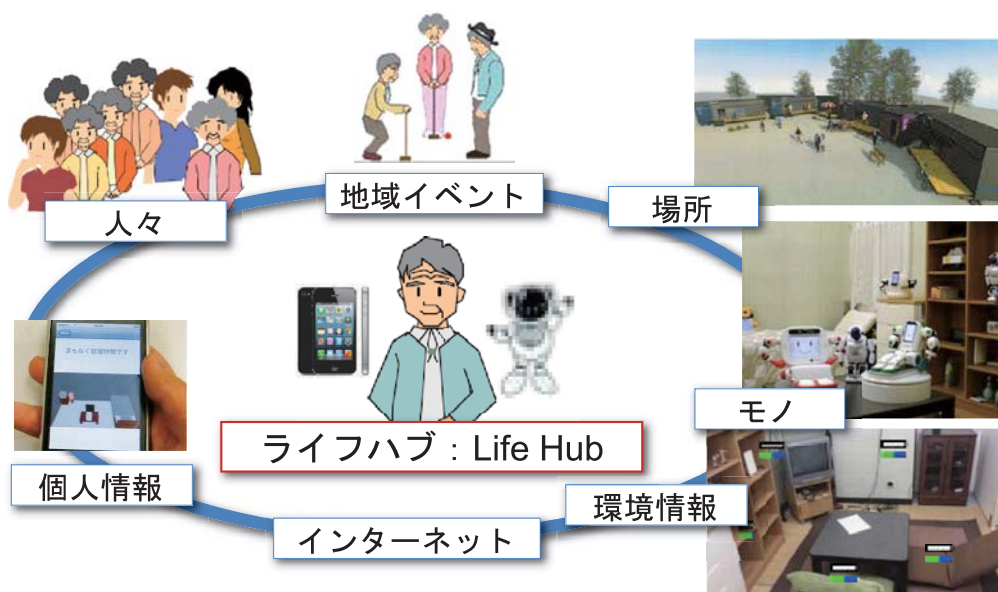


図4 Life Hub

2. 通信手段に関する研究

2.1 429MHz帯域通信を用いた緊急情報発信システム

WANの使用が困難になった際に無線PAN（Personal Area Network）を使用することにより「すれ違い通信ネットワーク」を構築することにより情報の送受信が可能となる。情報通信ユニットでは、スマートフォンに搭載されているBluetoothを使用した2.4GHz帯域での情報伝達技術を開発し、複数台のスマートフォンを経由することで、より遠方への情報伝達を可能とした。しかし、Wi-Fiや、Bluetooth、ZigBeeなど、さまざまな規格の通信が2.4GHz帯域を利用しているため、衝突などによる通信速度の低下が発生し、また雨やビルなどの遮蔽物により、その到達範囲は狭いといった問題点があった。そこで、本研究ユニットではより低周波であり電波の到達性に優れた429MHz帯域の通信とBluetooth通信を併用した情報伝達システムの構築を行う。

スマートフォンと429MHz帯域通信のブリッジとして図5（a）に示すようなスマートフォン取り付け型の装置（NZ-E00-3702）を使用する。この装置を使用した場合の通信速度は7200bps、送信レベルは10mWである。また、平常時では図5（b）に示す通信ユニットにより活動量の計測などのライフログを取ることで、日常的に機器を身につけている勧業を構築する。

これら429MHz帯域通信の到達性を調査するためにビルなどの遮蔽物が存在する場所（日野キャンパス敷地内）および開けた場所（河川）での通信実験を行った。学内の実験では図6に示すように10m、20m、30mおよび40mの距離で受信信号強度（RSSI）の測定を行った。その結果、図7に示すように40mを過ぎた（50m）地点でデータを受信することができなくなった。これは無線センサ（送信側）の周りに建物などの障害物が多くなったことが原因の一つであると考えられる。



(a) Bluetoothブリッジ



(b) 形態ユニット

図5 429MHz帯域通信ユニット



図6 学内の計測地点

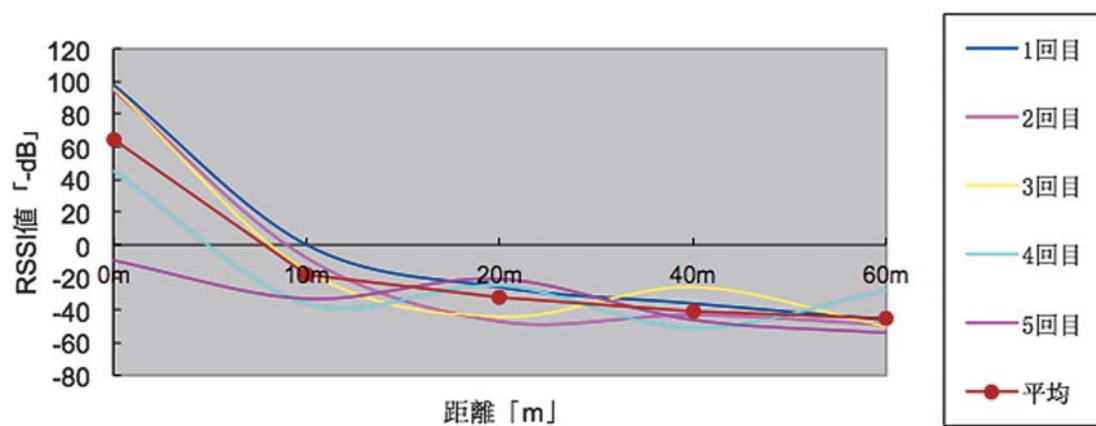


図7 学内での通信評価実験結果

また、図8に示す河川敷において計測を行った。この際通信ユニット同士は約920m離して設置した。その結果、平均RSSI値は平均で -50.6dB であり見通しの良い場所ならば920mの距離でも通信が行えることを確認できた。

このように429MHz帯域通信ユニットとBluetooth通信を併用することにより、近距離でのすれ違い通信による情報集約をBluetooth通信（2.4GHz）で遠方との情報伝達を429MHz帯域の通信で行うことが可能であることを示した。



図8 河川敷での計測実験（出典：Google Map）

2.2 NFCタグを用いたタンジブルユーザインタフェース

NFC（Near Field Communication）は近距離無線通信技術の一種であり、10m程度の通信距離しか持たないが、「かざす」だけで情報伝達が行える通信技術である。この技術は交通系ICカードなどの領域で一般的に使用されており、国際標準規格として採用されている。本研究ユニットではNFC通信の可能なNFCタグを利用し、情報を直感的に操作可能な情報整理支援ツールの構築を行う。ここでは、情報に物理的表現を与えることで直接的な操作を可能とし、従来の端末依存の入力インタフェースとは異なり、多人数で同時に処理を行うことが可能なタンジブルユーザインタフェースを使用することで、大規模災害時における避難所での救難物資リストの作成システムの開発を行った。このシステムでは、図9に示すようにNFCタグにスマートフォンをかざすことで情報の読取りが行え、その情報をタッチ操作により直感的に操作可能であり、入力された情報は電子データであるため紙への印刷が不要で、サーバへの集約や他者のとの共有が容易であるといった利点がある。

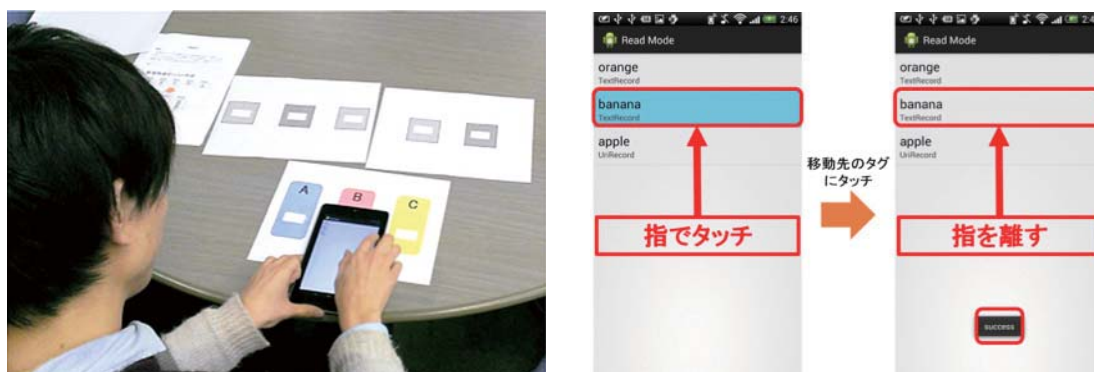


図9 NFCタグを用いた情報整理支援ツール

3. データベースに関する研究

3.1 拡張現実（AR）を用いた避難誘導システム

大規模災害は何時発生するかの予想が困難であり、例えば外出中に大規模災害に見舞われる危険がある。そのような状況下では、近隣の避難所の位置が把握できていないことも多く、被災者の円滑な避難が遅れてしまう可能性がある。近年はスマートフォンの普及により、その場で近隣避難所を検索することも可能であるが、災害発生直後は通信状況が復旧していないことも有る。また、単なる平面の地図情報だけでは土地勘の無い場所で迷ってしまい、危険な地帯を通過してしまう危険性もある。そのような状況に対処するため本研究ユニットではスマートフォンのカメラ機能とあらかじめ内部データベースに記憶した避難所位置、GPSを用いた現在位置推定技術を用いることで、図10に示すように視界上に避難所位置をARマーカとして表示するシステムを開発した。このシステムは避難所を表示することで避難誘導（自助）を行う機能とともに、同システムで発信可能な救難信号を受信し、救難隊員が所持しているスマートフォンに要救助者の位置を示すARマーカを表示することも可能である（公助）。



図10 避難誘導システムインタフェース

4. 他のユニットの応用事例に関する研究開発

4.1 すれ違い通信を用いた情報発信・共有・収集システム(QOLユニットと連携)

避難所の生活では必要な物資を担当者に通知し配給してもらうことがある。しかしながら、特に女性の避難所生活者において下着や生理用品などといった物品を担当者に伝えることに心理的な抵抗があるといった問題点がある。特に、地元の避難所では知人が配給担当者であることも珍しくなく、より大きな心理的抵抗を感じる場合があると言われている。

そこで、本研究ユニットでは図11に示すようなスマートフォン端末で入力した必要物資情報をすれちがい通信により避難所に設置されているロボットへ伝達を行う。この際、入力された情報は他者に知られることはなくロボットが避難所単位で必要物資を集約し配給担当者およびWANを介して自治体などに物資の発注を行う。これにより、必要な物資を最小限の心理的抵抗で要求でき、避難所生活者のQOLの向上が見込まれる。

本システムはQOLユニットとの連携によって開発され、平成27年2月7日に福島県南相馬市にて社会実験を行った。その際、スマートフォン端末での情報入力後、ロボットが入力内容を確認するまでにかかった時間は多くて3分42秒と十分に実用レベルで動作していることが確認できた。



図11 情報発信アプリケーション画面例

4.2 ボランティアマッチングシステム（QOLユニットと連携）

大規模災害発生時には例えば瓦礫の処理や避難所での救難物資の仕分けなど、国や地方自治体の職員だけでは対応しきれない規模の業務が発生する。そのような状況において、善意によって協力を行うボランティアの活動はもはや復興に欠かせないものとなってきた。先の東日本大震災の場合では、発生後の初期段階においては、被災家屋のがれき除去や清掃、泥出し、救難物資の仕分け作業、イベント補助、草刈り等の力仕事を中心としたボランティア活動が行われた。その後は仮設住宅やみなし仮設での生活支援として買物支援、調理支援、安否確認、孤立防止やイベントの実施補助などの活動が中心に行われている。これらのボランティアへ活動は直接被災地で割り振られるのではなく、ボランティア団体を通じて参加することが一般的である。しかしながら、現地の宿泊場所や募集人数の兼ね合いから、これら活動への適性が低いボランティアの参加は被災地での活動の作業効率の低下を招き、また、ボランティア参加者の意欲も低下してしまう可能性がある。そのため、ボランティア希望者は募集されているボランティア要件と各自のスキルの一致具合を事前に調査する必要がある。しかし、災害発生直後には多くの募集が行われ、また、迅速な支援が求められることから、このような調査を行うことは希望者の負担となってしまう。

そのため、情報通信ユニットでは、QOLユニットと連携し、WEB上のデータベースを用いたマッチングシステムを開発した、これにより、ボランティア希望者がより適性のあるボランティア活動に従事することを可能にする。ボランティアマッチングシステムの概要を図12に示す。このシステムでは、まずボランティア希望者は自身のスキルや参加希望の業務内容、連絡先などの個人情報をサーバに登録を行う。このサーバに保管されたデータからスキル情報のみ公開サーバであるLODサーバに登録を行う。これによりボランティア団体や募集者はボランティア希望者の個人情報などを閲覧することは出来ず、匿名性を保ったままボランティアマッチングが行えるシステムとなっている。ボランティア募集者はマッチングシステムに募集人数や業務内容、必要とされるスキル情報を通達することでマッチングを行い、ボランティア希望者へメールにて通知を行うことができる。

本研究ユニットでは、このシステムのプロトタイプモデルを開発し、マルチエージェントシステムを用いたシミュレーションを行った。これにより、マッチング効率（募集充足率）を高めるために必要な情報の検証を行った。エージェントモデルの違いによるマッチング効率の違いを表1に示す。表1より、募集案内送付件数の考慮、ボランティア参加人数の考慮を行ったマッチングの有効性が確認された。

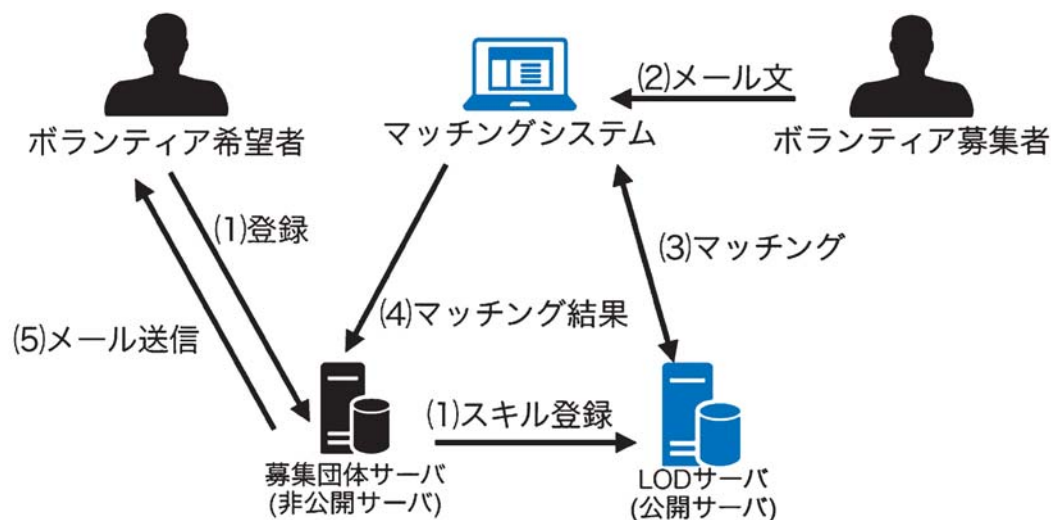


図12 ボランティアマッチングシステム

表1 マルチエージェントシミュレーション結果

エージェントモデル	ボランティア充足率 平均（標準偏差）
自身の希望のみに基づき選択	1.696 (2.181)
80%のユーザが送付状況を考慮して選択	1.663 (0.204)
全員が送付状況を考慮して選択	0.889 (0.076)

4.3 ボランティア団体間役割分担システム（QOLユニットと連携）

大規模災害発生時のボランティア活動はボランティア希望者がどの活動を行うか、だけでなく、どの団体がどの作業を行うかの役割分担も重要となる。例えば、複数の団体が同一の避難所において支援活動を行う自体が発生することにより、人員の飽和や作業効率の低下、さらには作業者が不足する地域が発生することが想像される。このような自体を防止することにより、効率的な支援や復興を行うことが可能となる。しかしながら、特に災害発生直後においては迅速な支援が求められていることより、実際に対面しながらボランティア団体間で意見の調整を行うことは困難である。

そこで、本研究ユニットでは、QOLユニットと連携しボランティア団体間でのディスカッションおよび役割分担をスムーズに実施するために、図13に示すようなキーワードベースでの可視化システムを開発した。この可視化システムでは地区とその地区において必要とされている活動およびその募集人数が線で結ばれており、さらにその活動に必要なスキルがつながれている。ボランティア団体はこれらの情報をもとに団体に所属しているボランティアをスキルに振り分けていくことで円滑な役割分担を行うことを狙いとしている。この図において、（A）の物資配布では団体2と団体4から10名ずつ人員が配置されており、また、（B）の瓦礫除去については団体2より20名、団体3より10名の人員が配置されている。このよう

に、このシステムを使用することにより、ある地域の活動をひとつの団体に任せるだけでなく、不足人員を複数の団体と連携し、地区の必要としているボランティアを配置することが可能となる。

本システムの有効性を確認するため、擬似ディスカッションによる実験を行った。実験では「役割：人数」を表すキーワードを追加しながら議論を行い、最終的な合意の形成を目指した。その結果、ホワイトボードを用いた議論と比較し、本可視化システムの有効性が確認できた。

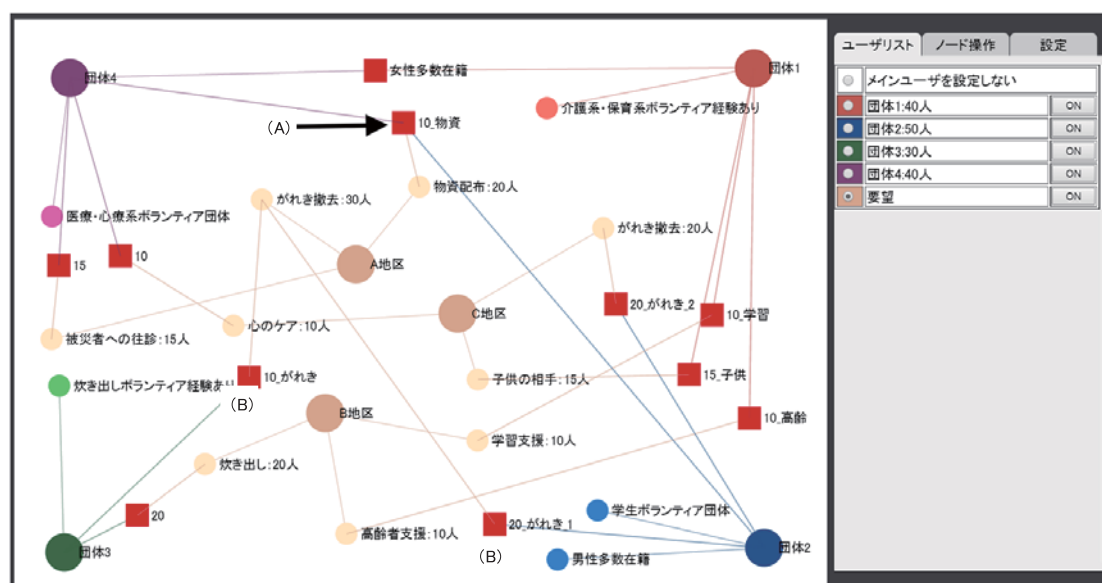


図13 ボランティア団体間役割分担システム

4.4 廃棄物運搬のための情報支援システム（環境衛生ユニットと連携）

2011年3月、東日本大震災により被災地は甚大な被害を受けた。津波や地震で壊された家屋や家財道具はがれきとなり、町が一時機能しなくなった地域さえ見受けられた。木くずやコンクリート塊、金属くずなど、一般にがれきと呼ばれるものは災害廃棄物とも呼ばれる。多くの家屋が倒壊し被害が広範囲になると、当然、災害廃棄物の発生量も増加する。復興には被災地で発生した災害廃棄物を取り除き、処理施設へ輸送することは必要不可欠であるが、これには多くの時間を要するため、適切な処理を行うことが重要となる。本来、災害廃棄物の処理責任は、発生した市町村に生じるものの、仮置き場や輸送経路の確保、地方自治体間の連携など課題は多く残っている。更に、大量の災害廃棄物の処理は多くの費用が必要とされるために、被災した自治体のみで処理を行うことは困難であり、国や地方全体で取り組む必要があるものとされている。被災地の早期復興を目指すためには、迅速に災害廃棄物の処理行程をこなさなければならない。また、震災の被害により道路が寸断され、通行不可になる事態も予想される。先の震災では、道路網にも大きな被害を受け、通行止めや片側通行、通行車両の制限などの規制が行われた。この規制によって仮置き場や処理施設への輸送に苦労することとなったとの報告がある。首都圏においても震災発生時には第一次、第二次と代

表的な路線のうち必要な路線が緊急交通路として指定され、緊急自動車と災害対策基本法に基づく標章を提示した車両専用の経路となる。阪神淡路大震災の時の災害廃棄物輸送では、厳しい交通規制が行われた路線においても輸送車両の通行が許可されたため、円滑に復興が行われた。しかし、この規制はあくまでも応急対策を目的とするものであり、被災状況に応じて警察、消防、自衛隊以外の車両の通行許可の内容が異なる可能性も考えられる。規制対象となる幅員の広い路線以外も考慮に入れた輸送経路を検討することも重要になる。

そこで本研究ユニットでは、ロボットの経路探索プログラムに使用されている動的計画法を用いた輸送経路探索を行うシステムを開発した。このシステムではまず、図14に示すような廃棄物処理場、第一および第二仮置き場、交差点をノードとして持ち、それぞれのノード間の距離および移動時間を持つ有向グラフを作成する。この有向グラフを用いて動的計画法の一種であるワーシャルフロイド法（Warshall-Floyd Algorithm）を用いて経路の探索を行った。

実験では、災害発生直後における主要幹線道路の渋滞や道路の破損による通行止めなどを設定し、東京都23区南部の世田谷区、大田区周辺の5つの区の範囲を使用し経路探索を行った。この際、経路としては必ず廃棄物発生地点→第一仮置き場→第二仮置き場→廃棄物処理場の順で移動するものとした。また、図15に示すように、運転者の負担を考慮し、運転時間または運転経路長を優先し経路の探索を行った結果、適切な経路が選択されてことを確認した。また、図16に示すように通行止めが発生した場合においても正しく経路を選択することが可能であった。また、図17に示すこれらの経路探索結果を表示する廃棄物運搬情報シミュレータの開発を行った。

さらに、災害発生後に使用する経路探索だけではなく、災害発生前の廃棄計画を支援するため東京都23区内の焼却処理場や破碎処理場の所在地と名称データをデータベースより参照し可視化するアプリケーションや東京都で震災が起こった際に発生する東京都23区内の災害廃棄物量の推定データを表示する可視化システムについて開発を行った。図18および図19にそれぞれ処理場分布アプリおよび廃棄物可視化システムの例を示す。廃棄物可視化システムでは地図上の円の大きさが廃棄物の量を示し、さらにその円をタップすることで廃棄物の内訳を表示することが可能なシステムになっている。

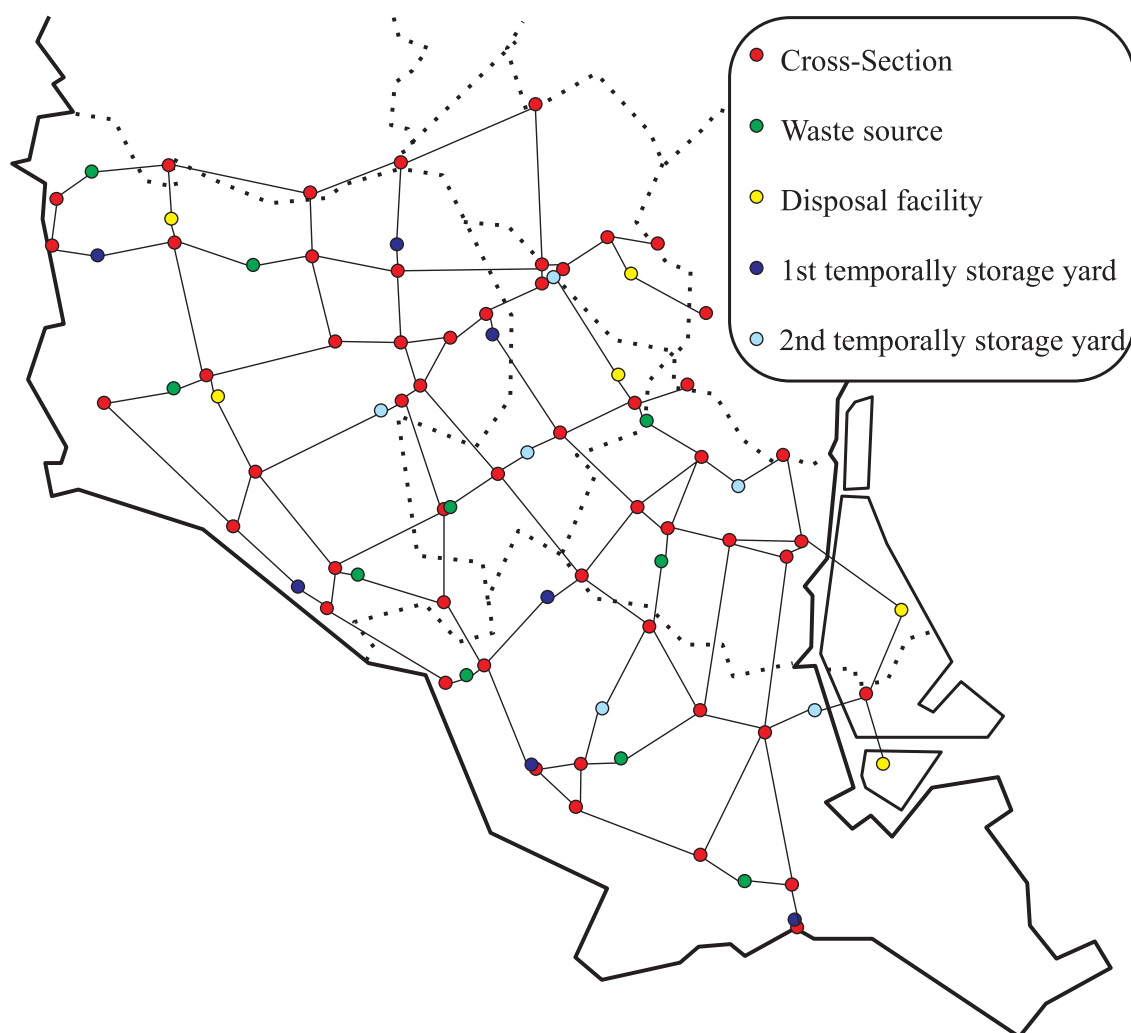


図14 有向グラフ

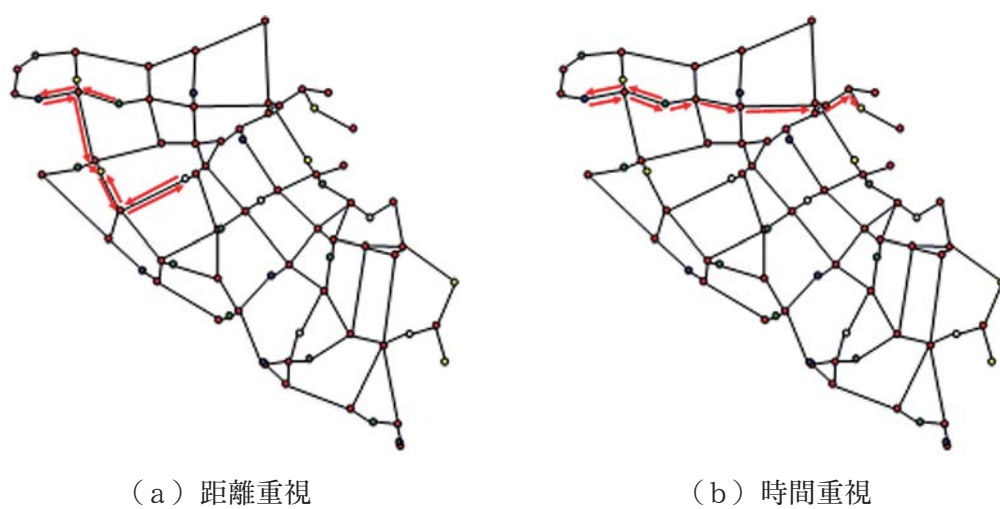


図15 経路探索結果

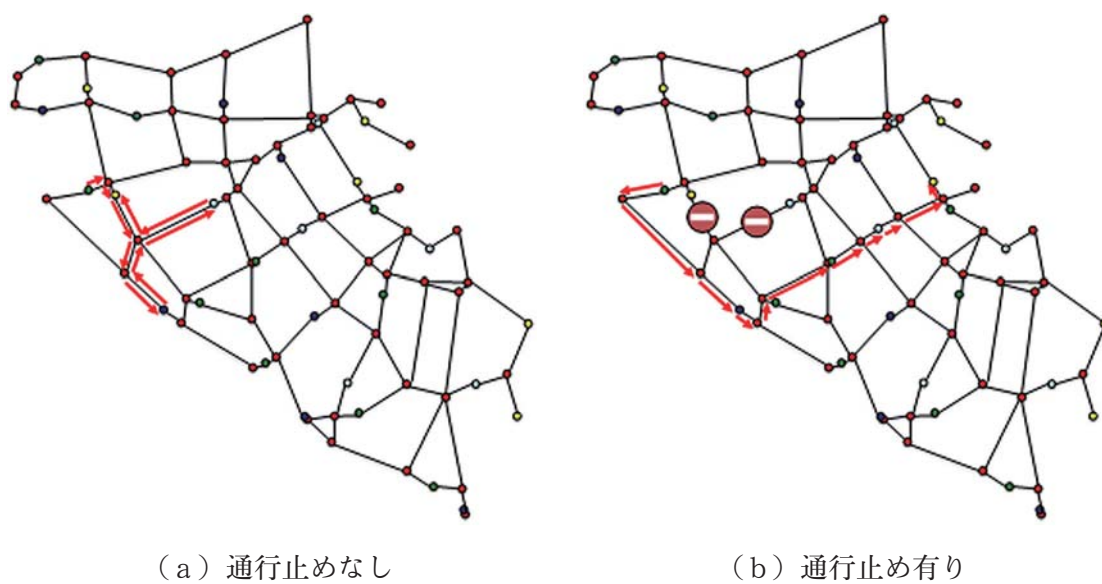


図16 経路探索結果（通行止め）

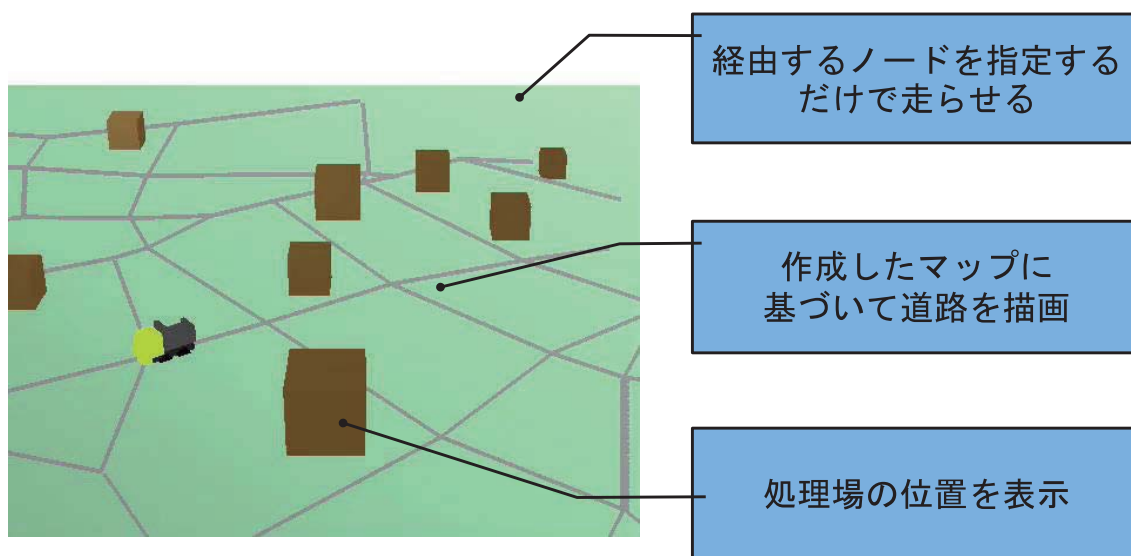


図17 廃棄物運搬情報シミュレータ



図18 処理場分布可視化アプリ

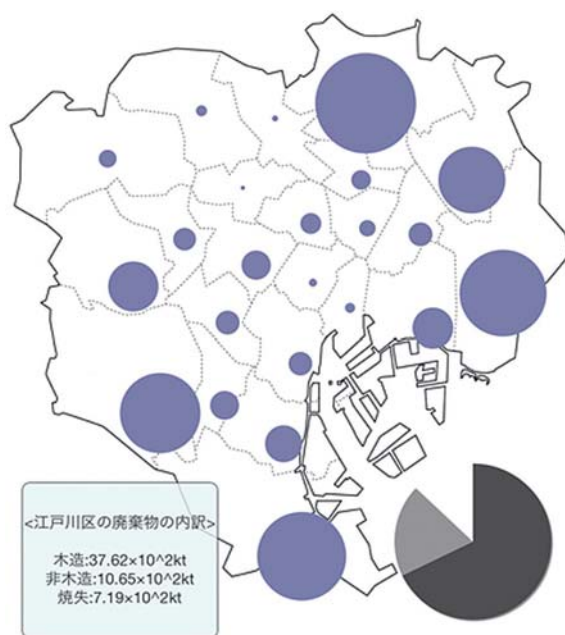


図19 廃棄物量可視化システム

5. まとめ

情報通信ユニットでは、大都市における大規模災害時を想定した情報システムの構造や情報支援のあり方について検討するとともに、他のユニットが必要とする情報通信技術に関する研究開発を行うことを目的とし、(1) 通信手段に関する研究、(2) データベースに関する研究、(3) 他のユニットの応用事例に関する研究開発を行った。災害時の自助・共助・公助の観点より429MHz帯域通信を用いた緊急情報発信システム、NFCタグを用いたタンジブルユーザインタフェース、ARを用いた避難誘導システム、すれ違い通信を用いた情報発信・共有・収集システム、ボランティアマッチングシステム、ボランティア団体間役割分担システム、および廃棄物運搬のための情報支援システムの開発を行った。これらのシステムにおいて主にスマートフォンを始めとしたスマートデバイスを使用することにより、大規模災害時における情報と人、場所をつなぐライフハブを構築する技術について提案した。

今後の課題として、大規模災害発生時に開発したシステムがスムーズに使用可能となるよう、平常時におけるシステムの活用性の検討および地方自治体・地域コミュニティ・地域企業が連携して災害復興に取り組む仕組みの確立などがあげられる。

QOLユニット

テーマ

防災対応を考慮したレジリエンス・コミュニティ
支援QOLユニットの研究

システムデザイン研究科情報通信システム学域	山	口	亨	教 授
システムデザイン研究科知能機械システム学域	和	田	一 義	准教授
システムデザイン研究科情報通信システム学域	下	川	原 英 理	助 教
システムデザイン研究科インダストリアルアート学域	山	下	敏 男	教 授
システムデザイン研究科インダストリアルアート学域	金		石 振	准教授
システムデザイン研究科インダストリアルアート学域	藤	原	敬 介	准教授
システムデザイン研究科インダストリアルアート学域	土	屋	真	助 教

はじめに

首都直下型の地震への対応が叫ばれるなか、災害時の生活だけに焦点を当ててではなく、図1に示すように日常生活からの防災意識と防災システムの活用が重要であると我々は考えている。そこで本ユニットでは、以下の3点を大きな目標とし、研究を進めてきた。

- 防災クラウドと地域住民の支援拠点の開発
- 防災コミュニティ支援システムのニーズ調査と評価
- コミュニティ形成のモデル化と支援システム

いつ起こるかもわからない、大規模災害に向けて人同士のつながりを意識し、強固なものとするための支援システムの開発を進めた。人同士の直接的なつながりを対象としたすれ違い通信をはじめ、人々が集まるための拠点となる空間の提案、その空間の活用など、様々な視点からQOL支援のためのシステムを提案する。

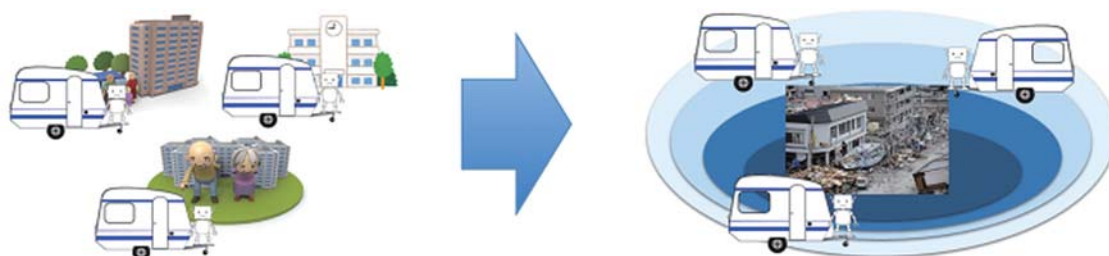


図1 日常生活からの防災と災害時の活用

1. 防災クラウドと地域住民の支援拠点の開発

(ア) すれ違い通信による共起共助マッチング

災害時発生時は通常のネットワーク（プロバイダ契約によるものなど）は一時的に使用できなくなることが想定される。災害時にまず必要とされる情報としては、安否情報や周辺の情報など限定的なものと考えられる。ネットワークが復旧するまでの間、地域の住民間でのすれ違い通信の利用を情報通信ユニットと連携し実施した。

このすれ違い通信は災害時のネットワーク障害を見越して開発されたものであるが、平常時においても、局所的な情報交換のツールとしての有効利用できる。そこで、QOLユニットでは平常時の利用の一つとして、個々人の興味関心や身体機能などをキーワードとしてマッチングする共起共助マッチングシステムの開発を行った。アンケートからの情報や、ロボットとの対話などから得られた情報に基づいたマッチング結果の、ユーザへの情報提示手段として、Bluetoothを用いたすれ違い通信を利用した。今回開発したシステムはすれ違い通信で同じカテゴリに対して好きであるユーザが検出された場合、ユーザネームとカテゴリを表示し、バーチャルロボットが手を挙げて合図をする。また違うカテゴリに対して好きであるユーザが検出された場合、ユーザネームとカテゴリを表示し、バーチャルロボットの色が変わる。

(イ) 健康維持支援システム

① 背景

近年、運動不足による肥満や筋力低下などの健康問題が起こっている。厚生労働省の平成24年国民健康・栄養調査より、20代以上の運動習慣のある者の割合は、平成15年から24年にかけて、男性は36.1%、女性28.2%と僅かながら年々増えてきている。しかし、性・年代別に見てみると、女性では減少が見られる。そのため、運動支援に関する様々な研究が行われている。このような背景から、様々な運動関連のアプリケーションやツールが開発・販売されている。しかし「センサを付け忘れる」、「データ同期の手間」、「ユーザのモチベーション低下」などの理由により、運動の継続が難しいことが問題となっている。そこで、「センサの取り付け無しにユーザの活動状態を観察できる距離センサの利用」、「データ同期の自動化」、「ロボットの励まし」といった心理状態や活動状態に基づいたインタラクティブに運動を支援する個人向けのシステム開発を進めている。

防災の観点からみると、日常から地域の住民らが顔を合わせ、互助の関係を築くことが、災害時の復旧や復興に重要である。地域の中心的な場所にコミュニティセンターの役割として、日常的な地域住民の憩いの場であると同時に、災害時の避難施設がある。災害時に安全な場所に移動させて利用することを念頭に、3章に示すようなトレーラハウスを、コミュニティセンターとして活用することを検討している。このコミュニティセンターの役割のひとつである、憩いの場という点を強化するために、運動支援システムを活用したいと考えている。コミュニケーションツールとして運動を通して近所の人と交友を深めつつ、健康の維持を目指すことができれば、互助の関係のきっかけになるのではと考えている。もし災害が発生したときにも、互いが顔見知りであり、かつ身体能力も理解していると、助け合いの関係作りに役立つであろう。

② 運動支援システム概要

運動支援システムは、図4に示すように運動ゲームシステム、サーバ、ロボットの3つのシステムから構成されている。運動ゲームは、KinectカメラとKinectから得られたデータを解析するPC、ゲームを投影するプロジェクタおよびスクリーンで構成されている。Kinectで人の動きを認識し、特定の動きとゲームコマンドを紐付けすることで、身体を動かしながらゲームを行う。ゲームはプロジェクタによってスクリーンに表示されている。サーバは、ユーザ情報の登録・管理を行っている。ユーザの情報として、運動履歴が保存されており履歴の検索や、履歴に基づく推薦が可能である。ロボットは、頭部にAndroidタブレットを装着されている。その端末を操作して、ユーザIDの登録や運動の選択、運動中の声掛けを行う。

まず、トレーラハウスに来た人をKinectカメラが認識すると、「こんにちは」、「運動しませんか」など、コンシェルジュロボットが利用者に声をかける。

次に初めて運動を行う場合、コンシェルジュロボットの顔であるAndroidタブレットを操作し、ユーザに個人IDを登録してもらう。次回以降はその登録したIDを検索して、履歴からお勧めの運動を推奨する。このID管理にはNFCを用いた簡略化を行っている。

利用者が端末で行う運動を決定し、ゲームを始める。大きく動いたり長く運動したりすると、「すごい！」や「がんばって、もう少し」など発話する。ゲームが終わると「おつかれさまでした」、「またね」など発話する。その後サーバ側に、どの運動ゲームをしたか、どのくらいの時間運動したのか、などデータを保存する。

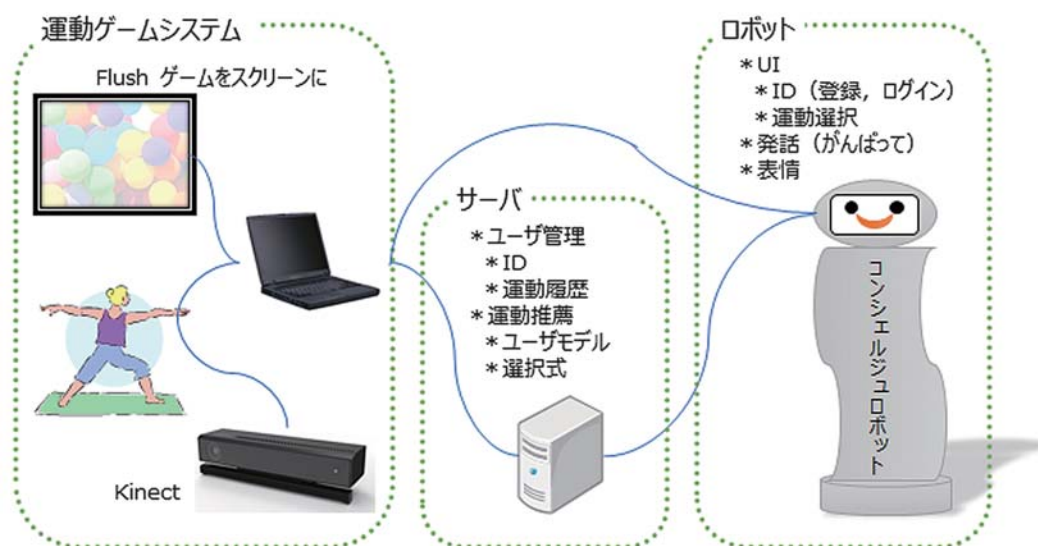


図4 運動支援システムの構成

カメラは、これまでの研究ではMicrosoft社が開発したKinect for Windowsセンサを使用していた。今回は、新型のKinect for Windows v2センサを使用した。このカメラは、Kinect v2の赤外線センサから視野内に存在する人物の全身の各関節の座標データを取得する。関節は頭・首・背骨の中心・両肩の中心・両肘・両手首・両手（手のひら・親指・指先）・腰・両尻・両膝・両足首・両足、の全25か所である。

主な変更点は、取得できる関節の数が増えたこと、そして肩の中心と首の関節が分かれたことである。Kinect v2はv1と比べ、両手の関節が細かく取得できるようになった。これにより、手の開閉が認識できるようになった。また、手をグーの形にすると、赤色の円で囲われる。チョキの場合青色の円、パーの場合緑色の円で囲われる。

各関節の座標データは100ミリ秒周期で取得する。関節の座標が取得できることで、座標の移動からユーザの動きを分析できる。たとえば、右手の座標は頭の座標以上であれば、右手を挙げていると判断できる。

身体の動きをパソコンの各キーに対応させコマンド化するために、予備実験を行った。10パターンのコマンドを作成するため、22歳の男女3名に協力してもらい、10パターンの動きの各関節座標や変化量を記録した。図5は上半身を倒したときの各関節の座標である。縦軸が、頭X軸、左肩X軸、左足X軸、右肩X軸、右足X軸の各座標であり、横軸が時間となっている。

図5に示すように、右肩と右足、左肩と左足がほぼ同じ位置にあり、その間に頭があるとまっすぐ立っている状態となる。右足よりも頭や右肩が右に出ていると、上半身を右へ倒し

ている状態となる。逆に左足よりも頭や左肩が左に出ていると、上半身を左へ倒している状態となる。また足はあまり動いていなく、頭はよく動いているといった各関節の変化量から、上半身が動いているということになる。

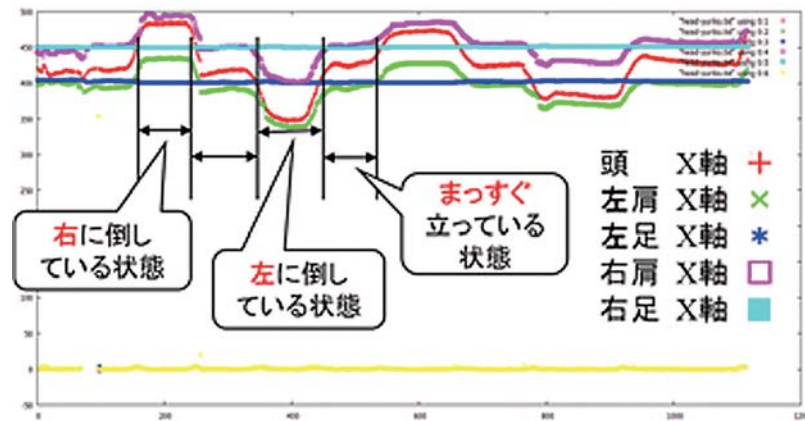


図5 時系列データからの身体動作パターンの抽出

③ 実験と結果

予備実験を元に身体動作のパターンをコマンド化し、動作が正しく認識されるか、動作認識実験を行った。21歳から24歳までの男性4名、女性6名の計10名に協力してもらった。実験には運動ゲームであるジャンプやその場でジョギングなどの6つのゲームを用いた。

動作の認識率はおおむね80%以上であり、いちばん認識率が高い動作は「右足の腿をあげる」動作であった。逆に認識率のいちばん低いものは、「その場でジョギング」をする動作であった。500回中244回が正しく認識され、認識率は48.8%であった。認識率としては低い、ゲームに必要なクリック数よりもジョギングをする（足を動かす）回数が多く、あまり正しく認識されなくともゲーム上問題はなかった。

図6は、実際に上半身を左右に曲げる運動ゲームをしている様子である。このゲームは、キャラクタ（プレイヤー）を操作して、川上から流れてくる丸太を飛び移っていくゲームである。どれだけ多くの丸太を飛び移ったかでスコアが決まる。丸太の無いほうへ飛んだり、飛び移るのが遅れて滝に落ちてしまったりするとゲームオーバーとなる。飛び移る回数が増えていくと、丸太が流れてくる速度が速くなる。このゲームには、操作するコマンドが2つあるので、動作パターンを2つ用意した。



図6 上半身を左右に曲げる運動

④ 社会実験

2015年2月7日に福島県南相馬市で、2015年3月14日に東京都八王子市において、運動支援システムの体験会を実施した（図7）。幅広い年齢層の方に体験して頂いた。最初はキャラクター操作のタイミングと身体動作のタイミングがつかめずすぐにゲームが終了してしまう姿が見られたが、周囲の人々と笑い合いながら、何度か挑戦するうちにコツをつかむ様子が伺えた。今回は体験会のため、2種類のゲームに限定して実施したが、今後ユーザの体調や身体機能などに合わせた、ゲームの推薦なども検討する必要がある。



図7 体験会の風景

（ウ）テレプレゼンス

避難生活を送る上で、地理的な要因や設備などの理由から、家族や親族ら離れて暮らさなければならなかった状況は容易に想像できる。また、避難生活を送るにあたって、医師とまではいかないまでも、看護師や介護士、ケアスタッフや社会福祉士など、専門家に相談したことがらは多くあるが、そういった専門家がすべての避難場所にいるとは考えにくい。そこで、テレプレゼンス機能を搭載したロボットの導入を検討した。社会実験では、開発したテ

レプレゼンスロボットを用いてコールセンターと仮設住宅（個人宅）との通信および仮設住宅と集会場との通信を実施した（図8）。実験後、被験者から「相手の顔を見て話すのは、相手がどのような人かわかるので良い」「ロボットの大きさもちょうど良く、丸くて可愛いと感じた。話をするのにちょうど良い」「血圧や脈拍、体温測定や助け（救急車）を呼ぶ機能が欲しい」といった意見を頂いた。



図8 実験風景

2. 防災コミュニティ支援システムのニーズ調査と評価

（ア）従来の仮設住宅の問題点

東日本大震災以降、東京都が首都直下地震の被害想定を見直すなど、首都直下地震にどう備えるかという議論が活発化している。仮設住宅に数年間住み続ける過程で第一に生じる問題は断熱性能と遮音性能である。これは日本プレハブ協会の仕様があくまで“仮設”住宅を前提としているため遮音や断熱といった住宅性能は高くはないといった理由が挙げられる。これらは住民が避難生活で感じるストレスの要因となっている。

第二に、コミュニティスペースの欠落である。これまでの仮設住宅団地は、基本的に平な土地に仮設住宅のみが作られた。そのため、仮設住宅団地のコミュニティのハブになるような集会所などの空間がなかったため、孤立化する被災者が多数現れた。

第三の問題としては、応急仮設住宅の役割が終了した時点で大量の廃棄物が出ることである。

（イ）MOBIPOの開発

提案する移動拠点の機能を考える上で、図9のような震災ダイアグラムを作成し、拠点の用途について議論した。その結果、首都圏という人口に対して平地面積が小さいという特徴から「2階建て展開機能」と「可搬性」、住居や店舗に対応できる「オープンデッキ」、その拠点の内容（住居、喫茶・コンビニ、病院など）を示す「色分け」を機能付けした。最終的にトレーラハウスをベースとした移動型災害支援施設を開発するにあたり、“移動可能”を最大限利用した以下の3つのコンセプトを掲げた。

- （1）土地の有効利用のために運搬時は1階建て、設置時は2階建てとする。
- （2）インフィルは防災倉庫、食堂、住居、シャワー、トイレ機能を持つようにカスタマイ

ズ可能にする。

(3) 集合したときに複合的な機能を発揮できるような接続システムを持つ。

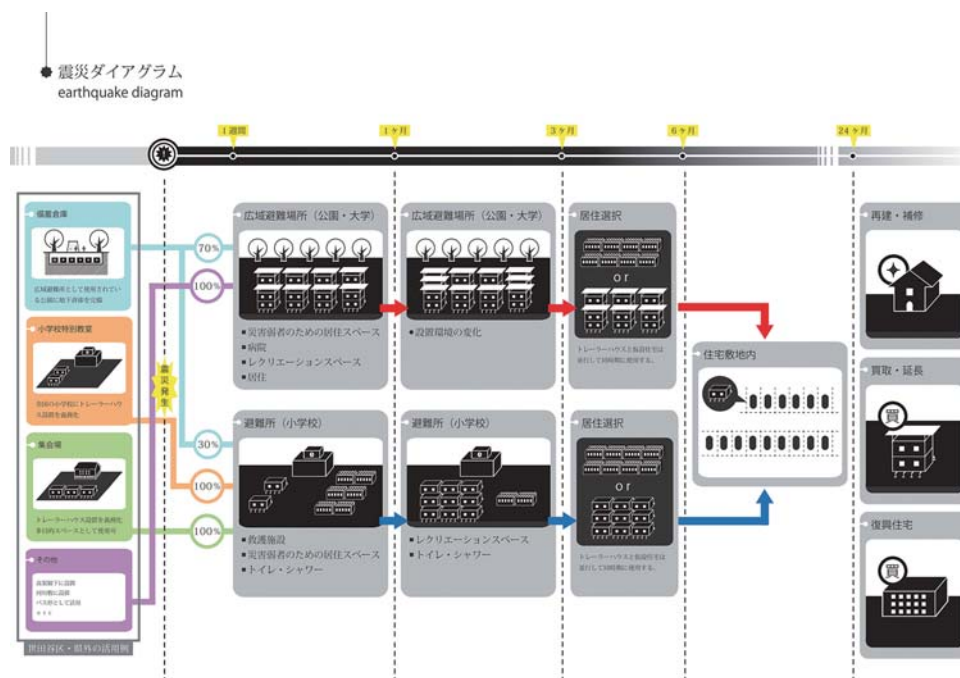


図9 震災ダイアグラム

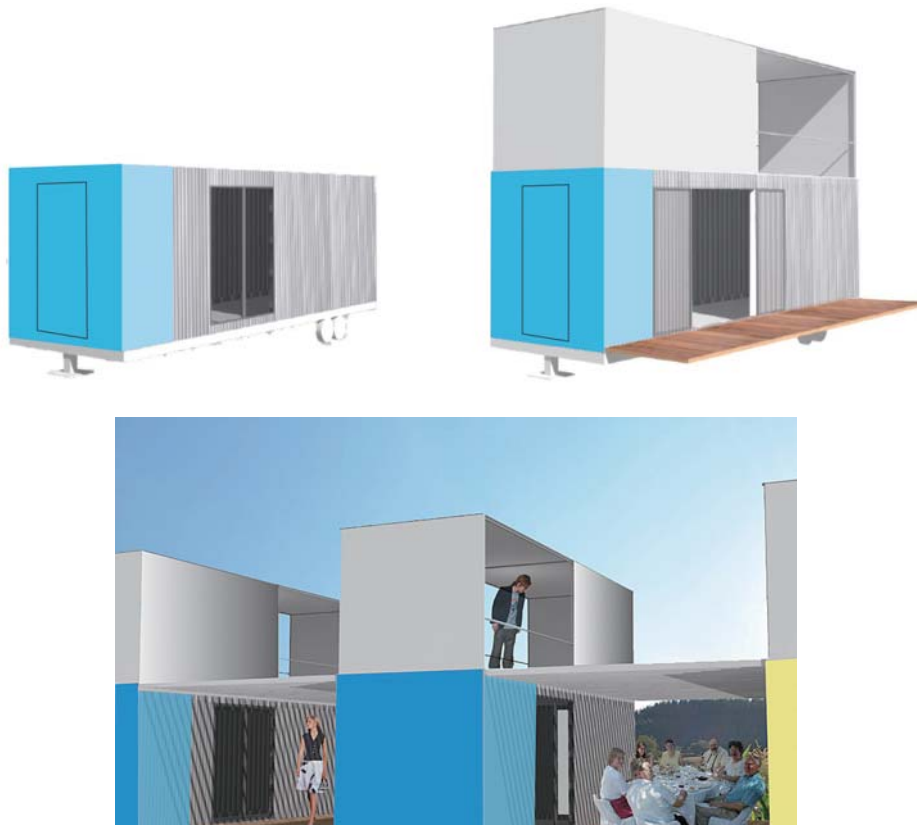


図10 移動可能型災害支援のコンセプト；移動時は1階建て、居住時には2階建てとして利用する。さらに複数を組み合わせ集合として複合的な利用を可能にする。

このコンセプトの基、MOBIPOを開発した。MOBIPOはMobility Portの略称で、ポートというのはパソコン用語であると同時に港という意味で使う事もあり、どこかでだれかに繋がるという意味と移動可能であることを含めて名付けた。

MOBIPOは設置時に2階建てに展開可能なトレーラハウスである。首都直下地震を想定しており、狭い場所を有効に利用するために、輸送時は1階建て、設置時は2階に展開可能な構造になっている（図11）。大きさは、平面寸法が2.5m×8m、高さが2階収納時で地面から3.8mである。この大きさは日本の道路交通法で許可なしに牽引できる範囲の大きさである。また、MOBIPOは2.で示した従来型の震災支援システムの問題点を解決するための特徴をすべて持っている。1階部分は2×4構造としており、壁には100mmのグラスウールが断熱材として使用されている。また、使用されているガラスも二重ガラスを用いており、中間層にはアルゴンガスが封入してある断熱性の高いものである。（詳細は付録の設計仕様を参照のこと）

MOBIPOは、住宅としてカスタマイズできる他、集会所のように広い部屋として一体的に使用する事も可能である。さらにこの他には、防災倉庫としても利用可能である。1階は地域の集会スペースや更衣室などに使い、2階に防災グッズを備蓄する。そして地震発生後は防災グッズを近隣住民に配布し、その後の空間を情報発信拠点や応急救護施設、コミュニティスペースなどに利用できる。そのため、パソコンやテレビや12vエアコンを1週間程度動かせる容量の充電池も必要となる。この他に食堂ユニット、シャワーユニット、トイレユニットなどとして利用することを想定している。これらは単体でも利用可能であり、集合して多様な機能を発揮することも可能である（図12）。



図11 MOBIPO



図12 MOBIPO複数台によるコミュニティ構成

(ウ) 今後の課題

プロトタイプ制作にあたっては、第一段階としてスケルトンをいかに実現するかに主眼を置いた。MOBIPOの最大の特徴は以下の2点である。

- (1) 移動時は一階建てで設置時は二階建てとなること。
- (2) 集合させた時に連結可能で、より大きな空間として利用できること。

今回プロトタイプを制作するにあたり、まずは(1)の二階建てへの拡張機能を優先して設計を行った。平面寸法は2500×8000で、地面から折り畳んだ屋根までの高さは3750である。二階に展開した時の高さは地面から5500にもなる。一階部分の構造は、遮音性と断熱性を考慮し、2×4構造を採用した。断熱材にはグラスウール100mmを使用している。またガラスにもアルゴンガス入りペアガラスを使用し、断熱サッシを採用した。

設計当初は二階部分も2×4構造を採用する予定であったが重量とコストの関係で簡易な鉄骨構造とテント膜を用いることにした。今後の課題としては、二階部分の断熱性の向上と軽量化をどう両立させるかにかかっている。紙管やアルミなどの軽量の構造素材、スタイロフォームなどの軽量であるが高い断熱性能をもつ材料を用いれば、二階部分の軽量化を断熱性能の両立を果たせると考えている。

また集合した時にどのように空間を横に連結させるなど、MOBIPOの拡張性に関する研究も深めなくてはならない。またインフィルに関しても住居ユニットや食堂ユニット、トイレユニット、シャワーユニットをどのように実現させるかも検討課題である。このようなソリューションを一つ一つ確立していけばイノヴェイティブな産業を創発できるばかりでなく、災害対応に関する世界に誇れるソリューションの創発につながると考えている。

3. コミュニティ形成のモデル化と支援システム ー可動型キッチンモジュールー

(ア) 狭小空間の有効活用に向けて

現在、東京都のような大都市では、高齢者の人口が増加し続けている。世帯別では、特に単身高齢世帯が増加している。これらのことから、将来的には都心部の公団住宅での単身高齢世帯の居住増加が予想されており、こうした世帯に向けた既存住宅の改修工事が進められている。主な改修の内容は、段差の解消、手すりの取り付け、風呂場やトイレのスペースの拡大等である。これらは、日常生活動作（ADL）の自立を長く維持し、また、将来的に介護しやすい環境を作ることを目的としている。しかし、過密した都心部では、1部屋の床面積が25平米程度の公団住宅も存在する。こうした狭い部屋では、風呂場やトイレの改修を優先した結果、キッチンやダイニングが狭小空間化する問題が起こっている。キッチンにおいては、調理するためのスペースが狭く、調理器具・電化製品も使用する上で不便な配置となっているため、調理しづらいという問題がある。ダイニングにおいては、テーブルを常時設置しておくことが難しく、食事を取る空間をすぐに作り出すことができないという問題がある。

こうした狭小空間における問題に対し、知的可変空間Smart Variable Spaceといった「空間を可変させることで空間利用の効率化を目指す研究」が行われている。これまでの研究では、可変性を持たせ、空間を効率的に利用することで、上記問題点を解決するロボットモジュールの検討、プロトタイプの開発を行った。また、開発したプロトタイプを用いた動作実験により、キッチン、ダイニングにおける問題点を解決できることを確認した。しかし、手動の機構を用いたため、高齢者の負担となることや、調理空間を有効的に拡張できていないこと、木製のため、キッチンでの作業に不適であること等が問題点として挙げられた。そこで、今回の開発では、これらの問題点をふまえ、元の空間を高齢者に負担をかけずに調理しやすい空間、食事を取りやすい空間へと変化させるロボットモジュールーキッチンワゴンモジュールを開発することを目的とする。

(イ) 想定環境とコンセプト

モジュールを開発するにあたり、対象者は1人暮らしの高齢者で、現状は「自立歩行可能」、将来的には「介助」、もしくは「車いす使用」となりうる人とした。想定空間は、床面積25平米程度の改修工事済みの公団住宅で、段差、障害物はなく、キッチン、ダイニング（リビング）が狭小空間化している部屋とした。モジュールのコンセプトは以下の3点とした。

- (1) 既存の狭小キッチン空間を同じ広さのまま、調理スペースの拡張、必要機器のキッチンへの集約を行うことで調理しやすい空間へと変化させる機能を持つ
- (2) テーブルを常時設置できない空間に対し、必要時にテーブルとなることで、食事を取る空間へと変化させる機能を持つ
- (3) 上記の操作を簡単に行うことができる操作性を持つ

(ウ) キッチンワゴンモジュールの開発

開発したキッチンワゴンモジュールの外観を図13、主な仕様を表1、搭載機能・機構を図14に示す。キッチンに対しては、モジュール天板にIHクッキングヒーターを埋め込み、小型ジャッキによる電動昇降機構を用い、キッチンと同じ高さでL字型に接続することで作業導線を考慮した拡張を行う。電動昇降機構は油圧シリンダーと高出力のモーターを組み合わせることによって、収納スペースに物を搭載した状態（最大100Kg）での昇降が可能となっている。また、モジュール内部に電化製品等の調理機器・器具を搭載できる収納スペースを確保し、キッチン周りに必要な機能を集約する。これらにより、元の狭小キッチン空間を調理しやすい空間へと変化させる（図15）。

ダイニングに対しては、モジュール側面にサーボモーターを用いた電動展開テーブルを搭載し、展開させることでモジュールを食事用のテーブルとして利用することができる。不必要時は、キッチンにモジュールを格納することで、普段の空間を圧迫することなく、食事を取る空間を作り出すことができる（図15）。

空間内の移動に関しては、搬送ロボットを利用するため、搬送ロボットを搭載するスペースを確保している。モジュールに搭載された測域センサと連携し、自動移動を行う（図15）。



図13 キッチンモジュールの外観

表1 キッチンモジュールの仕様

通常時	W750×D630×H750 [mm]
上昇時	W750×D630×H850 [mm]
展開時	W1350×D630×H750 [mm]
作業スペース	W713×D630 [mm]
収納スペース	W584×D630×H271 [mm]
自重	50 [kg]
素材	アルミハニカム
電源	展開：16Vモバイルバッテリー × 2 昇降：12V LiFePO4バッテリー × 2



図14 キッチンモジュールの搭載機能

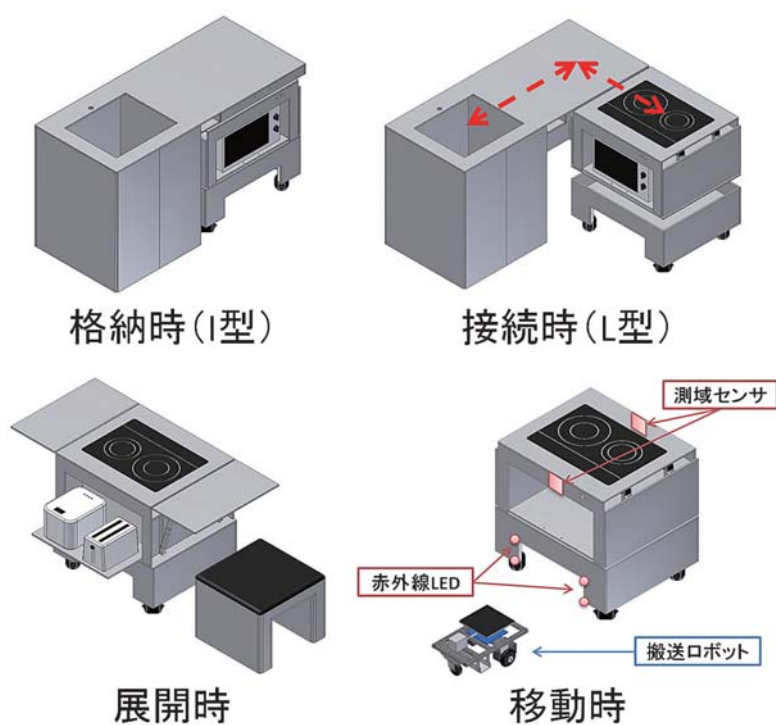


図15 キッチンモジュールの形態

(エ) 搬送ロボット

キッチンモジュールの自律移動を可能にするための搬送ロボットのプロトタイプを開発した。この搬送ロボット（図16）は、モジュールの下に入り込み、ジャッキによって上部に搭載されたゴム板を持ち上げ、モジュールの底に密着させそこに生じる摩擦力を利用し目的の位置まで搬送する（図17）。

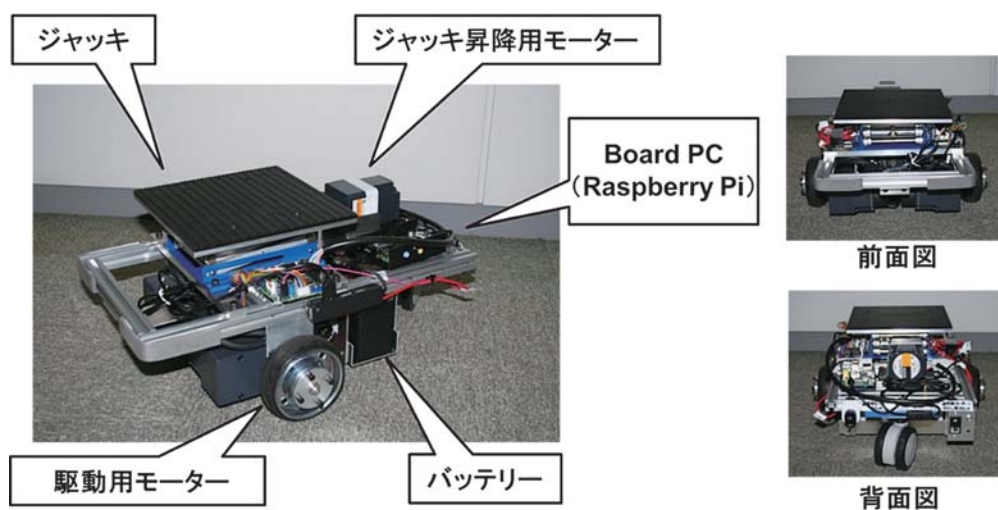


図16 搬送用ロボットプロトタイプ

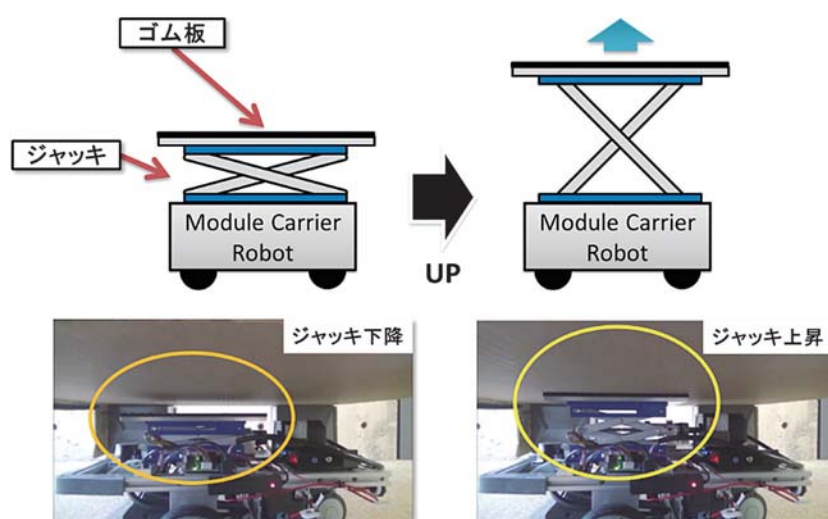


図17 搬送用ロボットとモジュールとの連携

(オ) トレーラハウス内での実験

先に述べたトレーラハウスの1階を利用し、キッチンモジュールの有効性を検証した。トレーラハウスの床面積は20平方メートルであり、想定環境よりもさらに小さい床面積である。トレーラハウス内にキッチンモジュールに対応したシンク+作業スペースを設置し、図15の格納時から接続時、さらに展開時への移動を行った。図18にダイニングテーブルとして利用した動き、図19にキッチンとして利用した動きを示す。狭い空間を有効に活用できることが示されている。

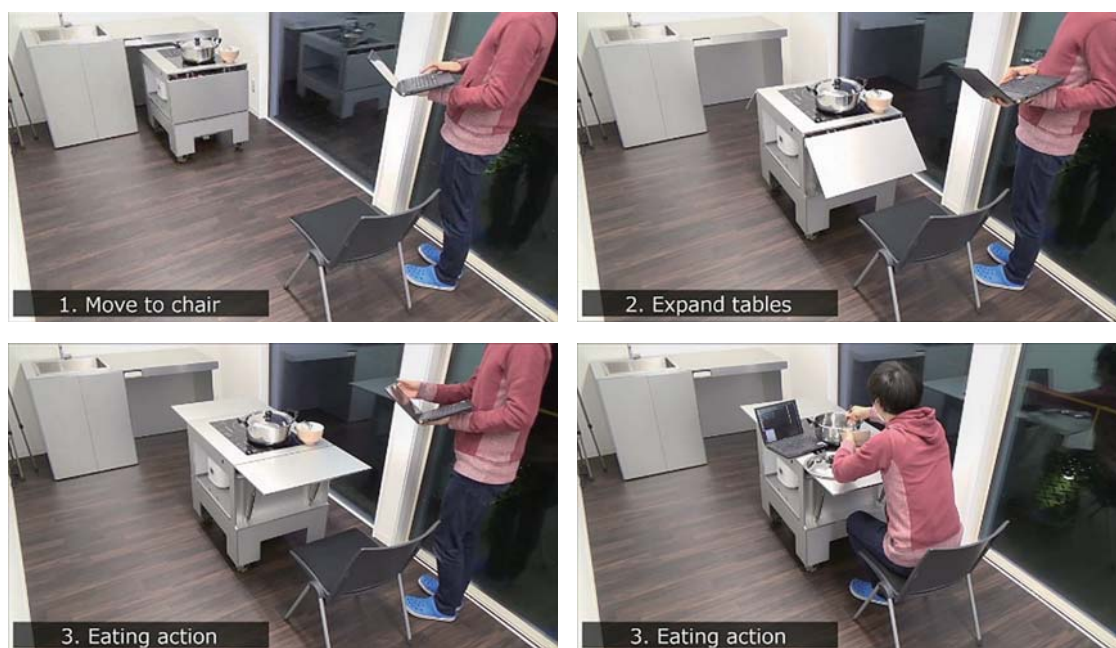


図18 トレーラハウス内での実験風景ーダイニングテーブル



図19 トレーラハウス内での実験風景ーキッチン

4. コミュニティ形成のモデル化と支援システム ーモビリティ支援用カート

発災直後は家屋の倒壊による瓦礫や土砂崩れなどによって道路の通行妨げが想定され、車による移動は幹線道路を除き期待できない。そこで自宅から仮設住宅や防災拠点などへの移動手段が必要となる。しかし、災害時のための専用移動手段は購入負担もさることながら、実際に使用する時に使い方がわからない、バッテリーが切れているなどのトラブルを生む危険性がある。そこで、日常利用を想定した、電動カートをベースとしたモビリティ支援用カート（図20）の開発を行った。

2015年3月14日に東京都八王子市で行われた体験会では、様々な人に試乗頂き、坂道の多い地域で有効だと思う、住宅地などの狭い道でも安心して乗ることができそうだ、といった意見を頂いた。現在、災害時を想定し、複数台での“かるがも走行”などによる安全迅速な避難誘導への利用を検討している。



図20 モビリティ支援用カート Choica

5. おわりに

平常時からの地域住民の連携にフォーカスした支援拠点を目指し、情報通信分野と連携したすれ違い通信によるマッチングシステムの開発を行った。さらに、防災と災害時の両面からトレーラハウスをベースとした、移動型コミュニティ施設MOBIPOの開発した。MOBIPOの開発においては、文部科学省平成26年度大学等シーズ・ニーズ創出強化支援事業COIビジョン対話プログラムとも連携し進めてきた。また、コミュニティ施設内の利用活性と平常時の地域住民の連携強化のため、身体動作を用いた健康維持支援システムを開発した。また、コミュニティ

施設のような狭小スペースを有効活用するための可動型キッチンモジュールを開発した。また、住まいとコミュニティ施設を結ぶ新しい交通手段の一つとして、モビリティ支援用カートCholicaを開発した。

これらの研究により、家庭からコミュニティへの地理的な結びつきと、近隣住民の連携といったレジリエンス・コミュニティ支援に、日常のQOLと災害時QOLの両面からアプローチした形となる。

以上の成果は、災害対応ロボット産業集積支援事業における南相馬実証実験や南陽台実証実験とも連携し、さらには、コミュニティセントリックシステム研究センターの設立へのつながっている。また、東京都立産業技術研究センターや芝浦工業大学、産業技術総合研究所と連携し、ベイエリアにおけるおもてなしロボットの研究開発へもつながっている。今後さらなるソーシャルロボティクス研究へとつなげていきたい。

6. 発表文献

- [1] Kazuyoshi Wada, Takayoshi Tanaka, Yusuke Suganuma, Mime Hashimoto, and Toshihiko Suzuki, Kitchen Extension Robot Module for Elderly Housing, Proc. 2013 10th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence, pp.378-382, 2013
- [2] Kazuyoshi Wada, Kouichi Nakagawa, Takayoshi Tanaka, Mime Hashimoto, and Toshihiko Suzuki, Concept of Module Carrier Robot for Smart Variable Space, Proc. 10th France-Japan Congress, 8th Europe-Asia Congress on Mechatronics, pp.19-22, 2014
- [3] 田中昂義, 和田一義, 菅沼勇介, 橋本美芽, 鈴木敏彦, 高齢者住宅を対象としたキッチン拡張モジュールの提案ー第1報コンセプトの提案ー, 日本機械学会 ロボディクス・メカトロニクス講演会2013講演論文集, 1A1-M08,2013
- [4] 中川紘一, 和田一義, 田中昂義, 橋本美芽, 鈴木敏彦, 空間構成モジュール搬送ロボットの検討, 日本機械学会 ロボディクス・メカトロニクス講演会2014講演論文集, 1P2-I02,2014.5
- [5] 田中昂義, 和田一義, 中川紘一, 橋本美芽, 鈴木敏彦, 狭小住宅を対象としたキッチンワゴンモジュールの検討, 第15回 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演論文集, pp.2226-2227, 2014.12
- [6] 「復旧・復興期」にフォーカスした産学公連携プロジェクトを推進, 週刊ダイヤモンド, 2015年02月21日号
- [7] 土屋真, 木下仁瑞佳, 山下敏男, 金石振, 藤原敬介, MOBIPO (移動式空間) を利用した震災支援あり方に関する研究ー首都直下型地震を想定したケーススタディーを通してー, 日本災害復興学会2014年度学会大会, 2014

総合防災対策研究プロジェクト報告書

発 行 公立大学法人 首都大学東京
東京都八王子市南大沢一丁目 1 番地

登録番号（27）47



リサイクル適性[®](A)
この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。