

第5章

長期運用可能な無人火山観測装置の開発と噴煙観測システムの提案

谷島諒丞⁽¹⁾

山内元貴⁽²⁾

大丸拓郎⁽²⁾

大塚 光⁽¹⁾

齊藤雅典⁽³⁾

松本恵子⁽³⁾

柳田泰宏⁽⁴⁾

(1) 東北大学工学研究科 博士課程後期1年

(2) 東北大学工学研究科 博士課程後期2年

(3) 東北大学理学研究科 博士課程後期2年

(4) 東北大学理学研究科 博士課程後期1年

要約

日本は、環太平洋火山帯に属し、110もの活火山を有している。活火山が噴火すると、様々な火山現象が発生し、大きな災害を引き起こすため、日本はこれまでに多くの被害を受けてきた。この火山災害による被害を軽減するためには、火山の観測が非常に重要である。そこで、本自主企画活動では、「火山活動が活発な時期でも、無人で運搬・設置でき、無人で長期間にわたって観測を続けられる簡易的な火山観測装置の開発」と「噴火の際、簡便かつ臨機応変に観測網を展開できる観測装置に実装可能で、小規模な噴火にも対応できる火山活動度推定手法の構築とそれを用いた噴煙観測システムの提案」を行うこととし、平成25年度から活動を進めてきた。

無人火山観測装置の開発では、昨年度から開発を進めてきた独立電源型観測装置を完成させた。また、今年度は、新たに、積雪や凍結への対策を施した外部電源型観測装置も開発した。さらに、これらの観測装置のフィールド試験を仙台管区气象台および蔵王ロープウェイ株式会社の協力を得て、蔵王火山にて実施し、その有用性と課題を確認した。

噴煙観測システムの提案では、無人火山観測装置搭載のカメラを想定した火山噴火検知アルゴリズムを開発した。検知の手法は、動的閾値決定法を用いた。これは、写真の色や輝度に関する統計的な情報から、動的に閾値を最適化して、噴煙を判別する手法である。今年度は、気象庁の火山監視システムの既存の写真データを用いた実証実験を行い、その結果、2015年9月14日の阿蘇山の火山噴火の開始時期を検知することに成功し、また噴煙の上昇過程の追跡結果も目視による結果と概ね整合的な成果が得られた。この解析に要する時間もおおよそ1秒であるため、準リアルタイムの解析システムの構築が可能である。

今後は、無人火山観測装置と噴煙観測システムの統合を目指す。

1. はじめに

1. 1 背景

日本は、環太平洋火山帯に属し、110もの活火山を有している。活火山が噴火すると、噴石、火砕流、融雪型火山泥流、溶岩流、降灰、火山ガス等の様々な火山現象が発生し、大きな災害を引き起こす。このため、日本はこれまでに多くの被害を受けてきた。記憶に新しいものでは、2014年9月27日に長野県と岐阜県の県境に位置する御嶽山が噴火し、死者58名、行方不明者5名が出る戦後最悪の火山災害となった。また、2015年5月29日には、鹿児島県の口永良部島の新岳が爆発的噴火を起こし、火砕流が海岸まで到達して、全島民が島外へ避難した。

このような火山災害による被害を軽減するためには、火山の観測が非常に重要である。日本にある110の活火山のうち、「火山防災のために監視・観測体制の充実等が必要な火山」として火山噴火予知連絡会によって選定された47火山については、地震計、傾斜計、空振計、GPS観測装置、遠望カメラ等の火山観測設備が整備され、気象庁本庁及び札幌・仙台・福岡の各管区气象台に設置された「火山監視・情報センター」が、火山活動を24時間体制で常時観測している。しかし、噴火に伴って発生する噴石や火砕流等によって火山観測施設が損傷した場合、火山観測施設を十分に整備できていない場合、想定外の場所で噴火が発生した場合には、火山活動を観測できない恐れがある。このような場合、火山観測施設を修理・交換あるいは新たに設置する必要があるが、火山活動が活発になると、火口の周囲数kmに立入制限区域が設定されるため、人がそれらの作業を行うことは困難である。このため、火山活動が活発な時期でも、無人で運搬・設置でき、無人で長期間にわたって観測を続けられる簡易的な火山観測装置が必要である。

また、火山災害による被害の軽減を考えると、単に観測するだけでなく、観測で得られたデータを解析し、火山の活動度を推定して、周辺地域の住民に危険を知らせることも必要である。従来の火山活動の状況把握の手法としては、気象レーダーのエコーを調べる手法が挙げられ、1991年のフィリピンのピナツボ火山の噴火のような大規模な噴火の場合には、この手法が有効であった。しかし、この手法の小規模な噴火への応用は、現在研究段階である。また、この手法は、気象レーダーを使用するため、噴火に応じて観測網を広げることが困難である。このため、噴火の際、簡便かつ臨機応変に観測網を展開できる観測装置に実装可能で、小規模な噴火にも対応できる火山活動度推定手法が必要である。

1. 2 昨年度までの成果

このような背景のもとで、我々は平成25年度から長期運用可能な無人火山観測装置の開発に取り組み、平成26年度からは噴煙観測システムの開発にも着手してきた。

1. 2. 1 平成25年度の活動

平成25年度の活動は、2013年11月20日の東京都小笠原諸島西之島における噴火を契機として、西之島を対象とした無人火山観測装置の開発を実施した。図-1に開発した観測装置を示す。西之島には電源や通信インフラが存在しないため、太陽電池パネルによるバッテリーの充電システムや衛星通信機器を搭載した。装置のサイズは縦1800mm、横1280mm、高さ1000mmで、総重量は160kgとなっており、軽トラックや有人ヘリコプタで運搬できる。観測機器としては、カメラ、空振計、気象センサを搭載した。この観測装置の運用試験は、東北大学工学部機械系1号館の屋上と浅間山の麓で実施した。学内での実験では、安定して動作したものの、浅間山での実験では、システムが不安定で、数日で動作が停止した。

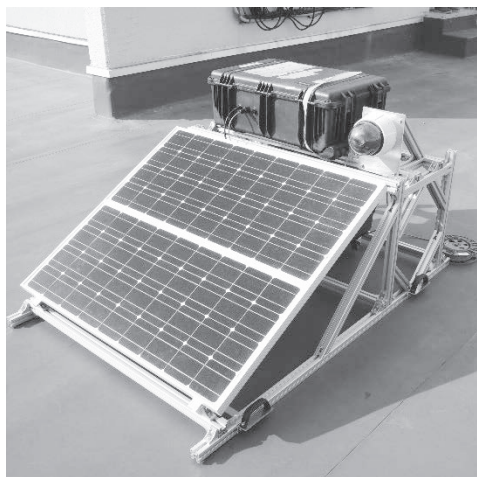


図-1 平成 25 年度の観測装置の外観
(谷島撮影, 2014/3/10)



図-2 平成 26 年度の観測装置の外観 (山内撮影, 2015/2/12)

1. 2. 2 平成 26 年度の活動

平成 26 年度の活動では、無人火山観測装置の開発と噴煙観測システムの提案の 2 つを行った。

無人火山観測装置の開発では、前年度開発した観測装置が無人ヘリコプタでは運搬できないこと、太陽電池パネルを使用しているため降灰や積雪によって運用期間が大幅に短くなる恐れがあることを考慮して、無人ヘリコプタで運搬可能で、火山噴出物や雪によって 1 m ほど埋没した場合でも運用可能な浅層埋設対応型火山観測装置を開発した。図-2 に開発した浅層埋設対応型火山観測装置を示す。この観測装置は、発電装置を持たず、搭載したバッテリーのみで 1~2 か月間観測を行うことができる。装置のサイズは縦 660 mm、横 470 mm、高さ 850 mm で、総重量は搭載するバッテリーによるが最大で 11 kg となっており、無人ヘリコプタでの運搬が可能である。観測機器はカメラのみで、最上部のアクリルドームに収められている。この観測装置では、前年度は行わなかった熱解析も行い、外気温と機器温度の関係

を明らかにし、さまざまな対策も検討した。また、観測装置が収集した観測データを迅速かつ正確に送信するために、インターネット回線を活用したモニタリングシステムも開発した。

噴煙観測システムの提案では、観測装置が取得した画像データから火山活動度を自動的に推定するアルゴリズムを構築し、降灰被害が予想される場合に周辺地域の住民へ警報を発令するシステムを提案することを目指し、平成 26 年度は、噴煙の有無を判別するアルゴリズムを開発した。このアルゴリズムは、光学理論を用いたものである。このアルゴリズムを噴煙検知に用いるための準備として、雲の検知を試みることにし、検知アルゴリズムの検証実験を行った。その結果、雲が厚くても薄くても、それらの判別に成功し、この検知アルゴリズムが有用であることが確認できた。

なお、平成 26 年度は、無人火山観測装置の運用試験、噴煙観測システムによる噴煙の検知に関する検証、無人火山観測装置と噴煙観測システムの統合などは実施できなかった。

1. 3 目的

本自主企画活動は、最終的には、無人ヘリコプタで任意の地点へ設置できる簡易的な火山観測装置を開発することと、観測装置が取得した画像データから火山活動度を自動的に推定するアルゴリズムを構築して降灰被害が予想される場合に周辺地域の住民へ警報を発令するシステムを提案することを目的としている。

今年度は、1. 2 で述べた昨年度までの成果を踏まえ、特に下記の 2 点を目的とした。

- ① 火山観測装置と噴煙観測システムをそれぞれ完成させ、統合する
- ② フィールド試験を活火山地域で実施し、火山やそこで稼働する観測装置を実際に調査して、火山災害に対する安全安心を考える

1. 4 活動方針

本自主企画活動は、火山観測装置の開発を行う「装置開発班」と、装置を利用した噴煙観測システムの提案を行う「情報解析班」の2班に分かれて活動を行う。なお、最終的には、成果の統合を目指す。両班は、適宜連絡を取り合って作業を進め、必要に応じて全体ミーティングを行い、情報を共有する。また、活火山でのフィールド試験は、班に係わらず、可能な限り全員で実施する。

1. 5 メンバー及び担当

【装置開発班】

| | | |
|------|-----------|--------------|
| 谷島諒丞 | 工学研究科 DC1 | 全体取りまとめ、筐体設計 |
| 山内元貴 | 工学研究科 DC2 | 制御設計 |
| 大丸拓郎 | 工学研究科 DC2 | 熱設計 |
| 大塚光 | 工学研究科 DC1 | Web システムデザイン |

【情報解析班】

| | | |
|------|-----------|------------|
| 齊藤雅典 | 理学研究科 DC2 | 応用アルゴリズム開発 |
| 松本恵子 | 理学研究科 DC2 | 火山観測応用デザイン |
| 柳田泰宏 | 理学研究科 DC1 | 火山観測応用デザイン |

【アドバイザー教員】

| | | |
|------|--------------|------|
| 久利美和 | 災害科学国際研究所 | 講師 |
| 海野徳仁 | 理学研究科地球物理学専攻 | 特任教授 |

2. 平成 27 年度の活動内容

5 月にミーティングを行い、昨年度の活動では達成できなかった部分もあることから、今年度も自主企画活動として継続申請することを決定した。6 月に申請書を提出し、平成 27 年の自主企画活動として採択された。表-1 に平成 27 年度の活動記録を示す。

無人火山観測装置の開発は、主に、昨年度実施できなかった火山環境での運用試験を目指していた。8 月に仙台管区気象台において昨年度までの成果および観測装置の紹介を行い、その後、仙台管区気象台が企画していた観測装置の運用試験と共同して本観測装置の運用試験を実施する提案をいただき、この試験を冬期間に蔵王ロープウェイ地蔵山頂駅で行うことが 11 月に正式決定した。この運用試験のために、昨年度開発した独立電源型観測装置の改良を行った。また、設置場所は電源が使えるため、新たに、積雪や凍結への対策を施した外部電源型観測装置の開発にも着手した。これらの観測装置の開発は、11 月に完了した。12 月には、蔵王ロープウェイ地蔵山頂駅に観測装置を設置し、運用試験を開始した。詳細については 3 節で述べる。

噴煙観測システムの提案は、まず、無人火山観測装置搭載のカメラを想定した火山噴火検知アルゴリズムの開発を進めた。6 月から開発を進め、9 月 14 日に熊本県の阿蘇山が噴火したため、この噴火に関する気象庁の観測データをアルゴリズムの評価に利用した。詳細については 4 節で述べる。

表-1 平成 27 年度の活動記録（出典 筆者ら作成）

| 年 | 月 | 内容 | |
|------|------|---------------------------------|------------------------------------|
| 2015 | 5 | ミーティング | |
| | 6 | 申請書の作成及び提出 | |
| | 8 | 仙台管区気象台での成果報告および観測装置の紹介／運用試験の提案 | |
| | 9 | 外部電源型観測装置の仕様決定 | |
| | 10 | 仙台管区気象台との打ち合わせ ミーティング | |
| | | 独立電源型観測装置の改良 | |
| | 11 | ミーティング 独立電源型観測装置の動作試験 | |
| | | 外部電源型観測装置の組み立てと動作試験 | |
| | 12 | 蔵王での観測装置の設置および運用試験の開始 | |
| | 2016 | 1 | 報告書の作成及び予備提出 蔵王に設置した観測装置のメンテナンス |
| | | 2 | 報告書の提出 |
| | | 3 | 蔵王に設置した観測装置のメンテナンス（予定） |
| | | | |

3. 装置開発

3. 1 背景・目的

火山災害による被害を軽減するためには、火山の状況把握が重要であるが、活動中の火山に人が近づくことは非常に危険である。そこで、本自主企画では、無人ヘリコプタで、人が噴火場所に近づくことなく、任意の地点へ設置できる簡易的な無人火山観測装置が有用であると考え、その開発を進めてきた。

今年度は、昨年度から開発を進めている独立電源型観測装置（従来の浅層埋設対応型火山観測装置：後述の外部電源型観測装置と対応させるため今年度から名称を変更した）を完成させること、新たに AC 電源を利用した異なるコンセプトの外部電源型観測装置も開発すること、実際の火山環境でこれらのフィールド試験を実施し、その有用性を確認すること、を目的とする。

フィールド試験は当初、浅間山を想定していたが、2015年6月16日に浅間山で小規模噴火が発生したため、安全を考え、浅間山でのフィールド試験の実施は断念した。代わりに、仙台管区気象台の協力を得て、蔵王でフィールド試験を実施することとなった。

試験場所の変更を受けて、当初の計画に含まれていた無人ヘリコプタでデータの回収を行う観測装置の開発は中止し、代わりに、蔵王の試験場所には AC 電源が供給されているため、新たに、外部電源型観測装置の開発を今年度の目的に加えた。

3. 2 独立電源型観測装置の改良

3. 2. 1 筐体

昨年度開発した独立電源型観測装置の筐体は、図-2に示すように、バッテリーと制御回路が入ったペリカンケース、カメラが入ったアクリルドーム、それらをつなぐアルミフレームから構成されている。これ

は、無人ヘリコプタで運搬することと雪が積もることを想定した仕様である。しかし、今年度の蔵王山での越冬試験では、仙台管区気象台が設置するフレームに観測装置を取り付けるため、昨年度開発したアルミフレームは使用しないこととし、ペリカンケースとアクリルドームを別々にフレームに取り付けることとした。

また、設置場所は積雪や樹氷等がある厳しい環境であるため、そのような環境の中でも観測を継続できるように、アクリルドームに何らかの対策を施す必要があった。しかし、独立電源型観測装置はバッテリー駆動で電源容量が限られているため、ヒータやワイパ等の電源を必要とする装置は観測期間を短くしてしまう。そこで、電源を必要とする装置と比べると積雪・凍結防止効果は低くなってしまいが、市販のコーティング剤をアクリルドームに塗布することとした。今回は、プレクサス社のプラスチック専用コーティング剤のプレクサスを使用した。

3. 2. 2 電源

【バッテリー個数の変更】

昨年度に開発した観測装置は、動作温度範囲が広く、軽量かつ高い電流容量を有する1次電池の塩化チオニール電池(FieldPro 製 LB1240)を利用した。しかし、後述する低温評価を行った結果、このバッテリーは、低温環境下での放電能力が著しく低下するため、本観測装置を駆動することができないことが判明した。そこで、装置に搭載するバッテリーについて、デバイスの消費電流に応じて、塩化チオニール電池とリチウムイオン電池(IDX 製 DU0-150)を組み合わせることにした。具体的には、消費電力の比較的大きいPCや通信機などのデバイスはリチウムイオン電池で駆動させ、観測用のカメラのみを塩化チオニール電池で駆動させる。図-3に装置の電源構成を、表-2に各バッテリーの諸元を示す。

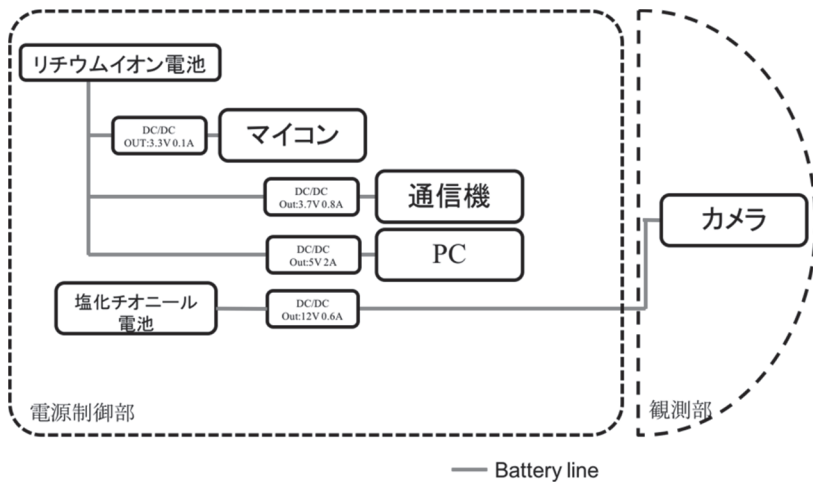


図-3 電源構成（出典 筆者ら作成）

表-2 バッテリ諸元（出典 筆者ら作成）

| | 塩化チオニール電池 LB1240 | リチウムイオン電池 IDX DUO-150 |
|----------|---------------------|--------------------------|
| 公称電圧 | 12 V | 14.8 V |
| 電流容量 | 40 Ah | 9.8 Ah |
| 容量 | 480 Wh | 146 Wh |
| 動作温度範囲 | -50~80 °C | -20~50 °C |
| 寸法 WxHxL | 80x160x90 mm | 97x146x59 mm |
| 質量 | 約 1 kg | 約 1 kg |

【電力収支】

バッテリーの個数を決定するため、選定した機器が必要とする電力量を計算した。計算結果を表-3 に示す。

本装置を 1 ヶ月間運用するために必要な電力量は、合計で 331.2 Wh となった。この数値は、変圧時のロスについては考慮しているものの、低温環境下でのバッテリーの放電効率の低下については考慮していない。そのため、電力量はある程度の余裕を持たせることとした。今回は、リチウムイオン電池を 3 組、塩化チオニール電池を 2 組搭載することとした。リチウムイオン電池には通信機、マイコン、PC を接続し、塩化チオニール電池にはカメラを接続する。このとき、装置の運用可能日数は 1.6 ヶ月程度である。

3. 2. 3 動作試験

【試験内容】

開発した装置の低温耐性を確認するため、家庭用冷凍庫内での運用試験を行った。図-4 に試験の様子を示す。

装置のすべての電子機器(マイコン、電源回路、PC、カメラ)を冷凍庫内に設置し、各機器が十分に低温になった状態で電源を投入し、2 分ごとに撮影および情報伝送を行った。実験は、リチウムイオン電

表-3 消費電力 (出典 筆者ら作成)

| 名称 | 消費電力 [W] | 1 日の起動 時間[h] | 電力量/日 [Wh] | 電力量/月 [Wh] |
|------|-------------|-----------------|---------------|---------------|
| 通信機 | 3.00 | 0.8 | 2.40 | 72.0 |
| カメラ | 4.80 | 0.4 | 1.96 | 57.6 |
| マイコン | 0.18 | 24.0 | 4.32 | 129.6 |
| PC | 3.00 | 0.8 | 2.40 | 72.0 |

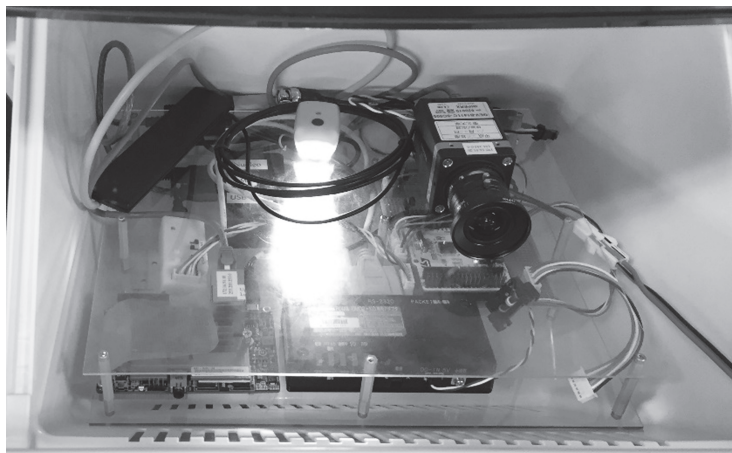


図-4 家庭用冷凍庫内での運用試験

池 1 組を用いて、2015 年 11 月 25 日から 27 日まで行った。このときの観測回数は合計 720 回であり、1 ヶ月の観測に相当する回数である。試験に使用した冷凍庫内の温度は、 -10°C である。

【試験結果】

本装置は、冷凍庫に投入後、低温環境下でも問題なく設定した動作を行った。各状態におけるバッテリーの電圧を表-4 に示す。なお、表に記載された番号はそれぞれ、①冷凍庫に投入前の室内温度における電圧、②冷凍庫に投入して十分に低温になった後、試験開始前の電圧、③試験終了直後の電圧、④試験終了後、室内に 48 時間放置後の電圧、を示す。

表-4 バッテリー電圧の変化（出典 筆者ら作成）

| 試験前 | | 試験後 | |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| ① (20°C) | ② (-10°C) | ③ (-10°C) | ④ (20°C) |
| 16.10 V | 15.00 V | 13.67 V | 14.43 V |

3. 3 外部電源型観測装置の開発

3. 3. 1 装置のコンセプト

今年度の蔵王での運用試験の試験場所には、AC 電源が供給されている。そこで、独立電源型観測装置とは別に、この AC 電源を利用した異なるコンセプトの外部電源型観測装置も開発することとした。

独立電源型観測装置は、3. 2. 1 で述べたように、電源容量の関係で積雪や凍結への十分な対策ができていない。そこで、外部電源型観測装置では、この積雪や凍結への対策に焦点を当てた。ここでは、「雪を払い続けていれば、雪も積もらないし、凍結もしないのではないか」という考えに基づいて、カメラの前方に付着する雪を払い落とし続けるワイパを搭載した観測装置を開発し、蔵王で試験することとした。ヒータを使う積雪・凍結防止対策については、仙台管区气象台が試験するので、2つの手法を比較検討することとした。

具体的には、自動車のワイパのようなワイパ機構を新たに取り付けると装置が複雑化し、さらに、電力も余計に消費してしまうため、首振り機能を有するカメラにワイパブレードを取り付け、カメラが首を振ると、カメラの前の雪が払われ、ワイパと同じ働きをするような観測装置を開発する。

3. 3. 2 構成要素の検討

上述したコンセプトに基づき、構成要素を検討する。主に必要なものは、カメラ、首振り機能を有するカメラハウジング、通信機および通信機や電源を格納するためのキャビネット、ワイパブレードである。これらのうち、電子機器においては、使用可能温度や防水性能が重要となる。カメラおよびカメラハウジングには、高い防水防塵性をもちつつ、外殻が回転動作可能である PTZ カメラ (Axis 製 Q6115-E) を採用した。通信機には、低温耐性に優れた 3G モバイルルータ (サン電子製 RX210) を採用し、この通信機を防水防塵キャビネット (Axis 製 T98A18-VE) に格納する。これらの機器の諸元を表-5 に示す。ワイパブ

レードは、キャビネットに取り付け、PTZ カメラ本体が首振り動作をすることにより、カメラのドーム部に付着した雪を払い、凍結の増大を防ぐ。詳細については、3. 3. 3で述べる。

3. 3. 3 ワイパブレードの設計・製作

積雪や凍結への対策の要となるワイパブレードは、Axis 社製 PTZ カメラのオプションには存在しないため、本企画で開発した。

開発したワイパブレードは、図-5 に示すように、PTZ カメラの回転軸から根元までの球面に沿った、観測の邪魔になりにくい形状にした。ワイパブレードの素材は、厚さ 2 mm のポリカーボネート板であるが、その表面に布粘着テープを貼っている。これは、仙台管区気象台との打ち合わせの中で、「布粘着テープを使ってふさいだ蔵王・刈田嶺神社の社務所の窓だけが樹氷化しなかった」との情報を得たため、ワイパブレードの着雪や凍結を防ぐ効果を期待したものである。また、ワイパブレードは、強度や雪払いの確実性を考慮し、2 枚取り付けた。全体としては、図-6 に示すように、PTZ カメラのキャビネットの蓋からアルミフレームを伸ばし、その先の両側にワイパブレードを取り付けた構成となっている。

表-5 デバイス諸元（出典 筆者ら作成）

| | PTZ カメラ | 通信機 | キャビネット |
|----------|----------|----------|----------|
| 使用可能温度範囲 | -50～50 ℃ | -20～40 ℃ | -40～75 ℃ |
| 使用電力 | 最大 60 W | 5 W | - |
| 防水防塵性能 | IP66 | - | IP66 |

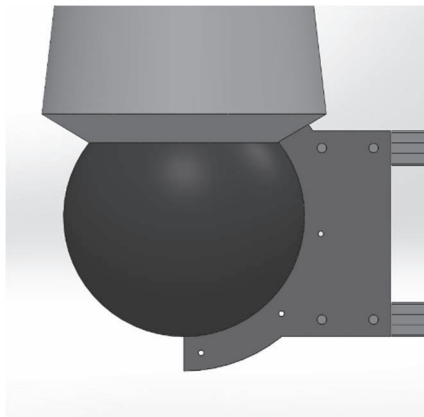


図-5 ワイパブレードの形状

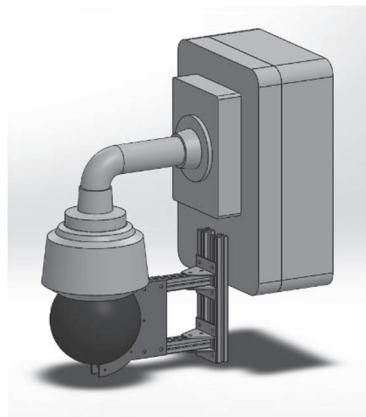


図-6 ワイパブレードの
取り付け状態

3. 3. 4 システム構成

選定した要素を組み合わせ、観測装置を構築した。図-7 に装置のシステム構成、図-8 に装置外観を示す。本装置の動作シーケンスを以下に述べる。

- ① 電源投入
- ② 通信機が携帯回線に接続し、外部に設置したサーバに IP アドレスを通知
- ③ 首振り動作
- ④ 画像を取得
- ⑤ ③, ④を定期的に繰り返す

通信機は、電源投入後に自動的に携帯回線に接続し、また、切断時には再接続するように設定した。この通信機を介して、カメラへ接続し、カメラの設定変更や動画画像の取得を行う。

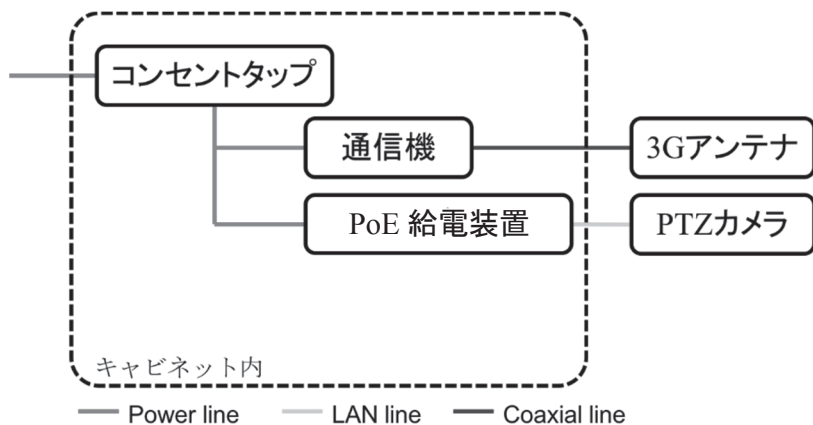


図-7 外部電源型観測装置のシステム構成（出典 筆者ら作成）



図-8 外部電源型観測装置の外観（山内撮影，2015/12/3）

3. 4 観測装置の熱解析

装置開発の重要なファクターの一つとして熱設計がある。熱設計とは装置を構成する各機器を所定の動作温度範囲に収めるように設計を行うことである。本企画では蔵王山頂付近の夏から冬にかけての天候・気温の激しい変化に対しても長期間、安定に動作する堅牢なシステムを構築することが求められる。そこで、装置開発のフェーズの一つとして設計段階での熱解析を行い、筐体設計にフィードバックすることにした。具体的な検討事項は以下の三点である。

- ① 低温環境における各機器の最低動作温度からの逸脱を防ぐ
- ② 高温環境における各機器の最高動作温度からの逸脱を防ぐ
- ③ 以上の二項目を満足するための熱設計案を考察する

昨年度までに独立電源型の熱解析モデルの構築および定常解析は完了しているため、本報告書では独立電源型の最悪高温ケースと最悪低温ケースの非定常解析、外部電源型の熱解析モデルの構築および定常解析、非定常解析の結果を報告する。

本研究ではC&R社のThermal Desktopを用いて熱解析モデルを構築した。Thermal DesktopはCADをベースとした熱解析モデル構築用のソフトウェアであり、伝熱現象に関わる支配方程式は3D CADモデルに基づいて連立方程式として解かれる。図-9 から図-13 に熱解析モデルを解くために作成した3D CADのモデルを示す。モデルは装置および筐体内部のCADモデルに基づき、伝熱現象を十分に捉えられる範囲で単純化して作成した。また、表-6 および表-7 に各デバイスを構成する各機器の熱特性および作動温度範囲を示す。作動温度範囲で特徴的なのは、独立電源型においてはCPU、通信モジュール、バッテリーの温度範囲が他の機器と比べて狭いこと、外部電源型ではPoE給電装置の最低許容温度が10℃と高くなっていることであり、これらの機器が温度範囲におさまるかを注意してみていく必要がある。

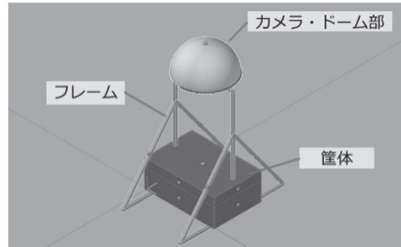


図-9 独立電源型 熱数学モデル 全体 (出典 筆者ら作成)

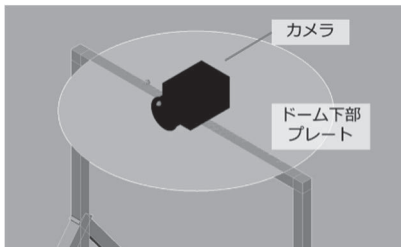


図-10 独立電源型 熱数学モデル カメラ・ドーム部 (出典 筆者ら作成)

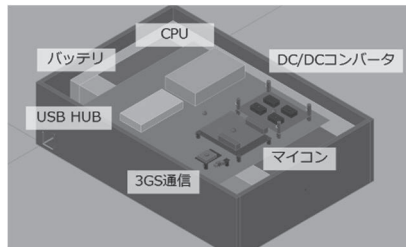


図-11 独立電源型 熱数学モデル内部機器レイアウト (出典 筆者ら作成)

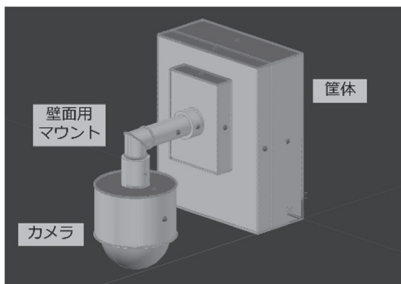


図-12 外部電源型 熱数学モデル 全体 (出典 筆者ら作成)

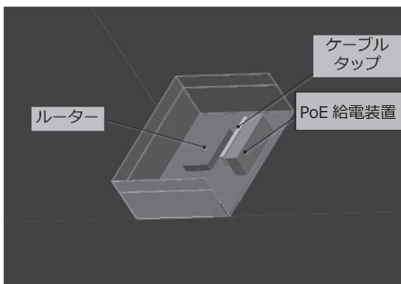


図-13 外部電源型 熱数学モデル 内部機器レイアウト (出典 筆者ら作成)

表-6 独立電源型 搭載機器の熱特性及び許容温度範囲（出典 筆者ら作成）

| 機器名 | 主な材質 | 発熱量 [W] | 作動温度 範囲 [°C] |
|---------------|----------|------------|-----------------|
| カメラ | アルミ | 5.38 | -45 to 85 |
| CPU | アルミ | 0 or 1.25 | -20 to 45 |
| USB HUB | プラスチック | - | - |
| DC/DC コンバータ 1 | アルミ | 1.32 | -40 to 85 |
| DC/DC コンバータ 2 | アルミ | 0.0025 | -40 to 85 |
| マイコン | アルミ | 0.125 | -40 to 85 |
| 3GS 通信モジュール | アルミ | 2.5 | -20 to 45 |
| バッテリー | バッテリー電解質 | 0.2 | -20 to 50 |
| 筐体 | ポリプロピレン | - | - |
| 断熱材 | 硬質ウレタン | - | - |
| フレーム | アルミ | - | - |
| ドーム | プラスチック | - | - |

表-7 外部電源型 搭載機器の熱特性及び許容温度範囲（出典 筆者ら作成）

| 機器名 | 主な材質 | 発熱量 [W] | 作動温度 範囲 [°C] |
|----------|----------|------------|-----------------|
| カメラ | アルミ | 2 | -40 to 50 |
| ルーター | アルミ | 2 | -20 to 60 |
| PoE 給電装置 | プラスチック | 0.5 | 10 to 45 |
| ケーブルタップ | プラスチック | 0.2 | - |
| 筐体 | ポリカーボネート | - | - |
| 壁面用マウント | スチール | - | - |

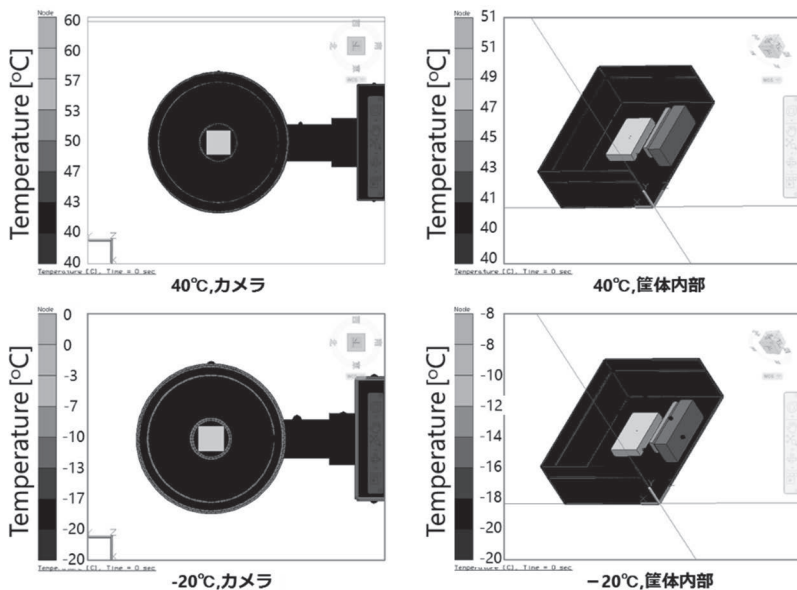


図-14 外部電源型 定常解析結果（出典 筆者ら作成）

まず、外部電源型の定常解析について説明する。計算条件としては火口周辺の外気温が1年を通して約40℃から-20℃まで変化することを考慮して、最悪高温ケースの40℃と最悪低温ケースの-20℃における定常状態を計算した。解析結果を図-14に示す。これらの結果ではどちらのケースでも筐体がほぼ外気温と等しくなっており、発熱をもつ内部機器およびカメラの温度がそれと比較して高くなっていることがわかる。各機器の温度に注目してみると、高温ケースである40℃でカメラの温度が作動温度上限である50℃を超えていること、低温ケースである-20℃でPoE給電装置の温度が作動温度下限である10℃を下回っていることがわかる。しかし、それら以外の各ケースにおける温度は作動温度範囲に収まっており、概ね熱的な要求を満足できている。

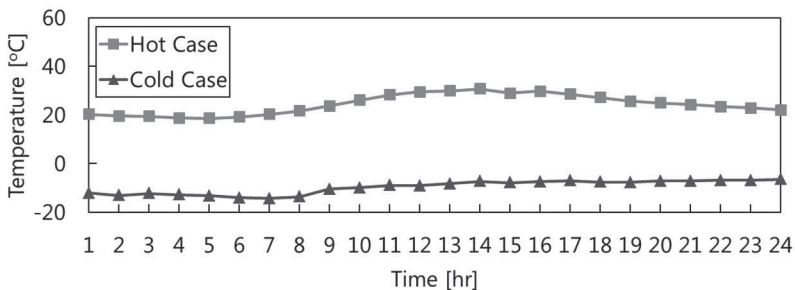


図-15 最悪高温ケース・低温ケースの温度プロフィール
(出典 筆者ら作成)

次に、非定常解析の手法および解析結果について述べる。非定常解析も定常解析と同様、最悪高温ケースと最悪低温ケースに関して行った。これらの2つのケースの設定は過去10年間の山形市内の最高気温および最低気温を記録した日の温度データを参考にして、山形市内と蔵王お釜付近の温度差を考慮することで決定した。最高気温を記録したのは2007年8月14日14時(36.4℃)、最低気温を記録したのは2006年1月13日19時(-8.7℃)である。山形市内と蔵王お釜付近の温度差はフィールド試験日の設置時刻(2015年12月2日15時)に実測しており、お釜付近の気温が3.2℃、その時の山形市内の気温が8.8℃であったため5.6℃とした。それらから決定される最悪高温ケース(HOT CASE)と最悪低温ケース(COLD CASE)のプロファイルを図-15に示した。

これらの気温変化に基づいた独立電源型観測装置の非定常解析の結果を図-16から図-19に示した。図からわかるように、HOT CASE、COLD CASEのどちらでも各機器の温度が外気温に対しておおよそ同じ温度差を保ったまま変化している。これは内部機器の発熱量が小さいことに加えて、外気温の変化が緩やかであるために、熱的な平衡状態を保ちつつ変化しているものと考えられる。また、この際の許容温度範囲(黒線)に対する機器の動作温度(赤枠内)を図-17、図-19にそ

れぞれ示した。HOT CASE においては通信モジュールの温度が高くなっており、許容温度範囲上限近くまで上昇しているが許容温度範囲には収まっている。また、COLD CASE ではバッテリーの温度が低温化して、 -20°C 近くになってはいるが許容条件を満たしており、独立電源型は過去 10 年間の最高気温および最低気温の温度環境においても十分に耐えうる設計となっていることが分かった。

次に、外部電源型観測装置の非定常解析の結果を図-20 から図-23 に示す。これらの結果で独立電源型観測装置と異なることは、DC/DC コンバータ 1 のような高温化する機器が存在せず、全体の温度差が 20°C 以内に収まっていることである。また、独立電源型の結果と同様に外気温とほぼ一定の温度差を保ったまま時間変化をしているが、図-20 の 15 時ころのプロファイルに見られるように、外部にむき出しになっているカメラが他の機器と比べると外気温変化を受けやすく、温度変化しやすいことが分かる。図-21 に示すように、HOT CASE ではカメラの温度が、気温が高いために十分に放熱できず高温化している。また、図-23 に示すように、COLD CASE では PoE 給電装置の温度が許容温度下限近くまで低温化していることが分かった。外気温が低下する冬の時期に注意して運用する必要がある。しかし、いずれの結果でも各機器は許容温度範囲を満たしており、外部電源型観測装置も想定される最悪の熱環境においても安定して動作すると考えられる。

以上の結果より、本デバイスの設計は熱的にロバストであり、長期間の運用に耐えうると評価された。

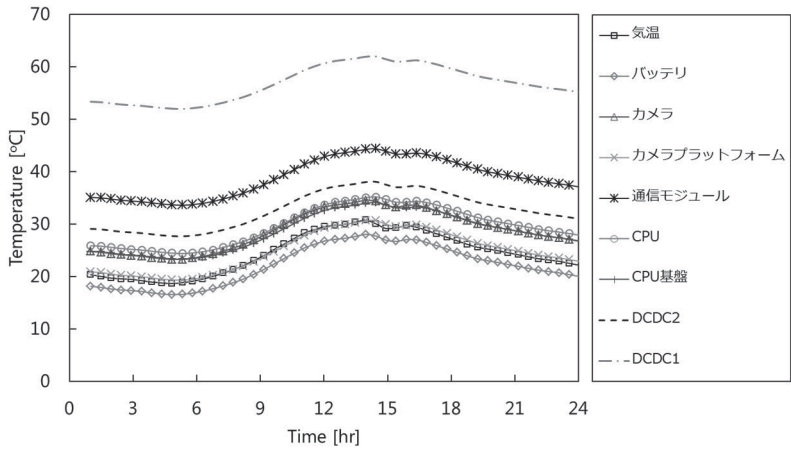


図-16 独立電源型 非定常解析温度履歴 HOT CASE (出典 筆者ら作成)

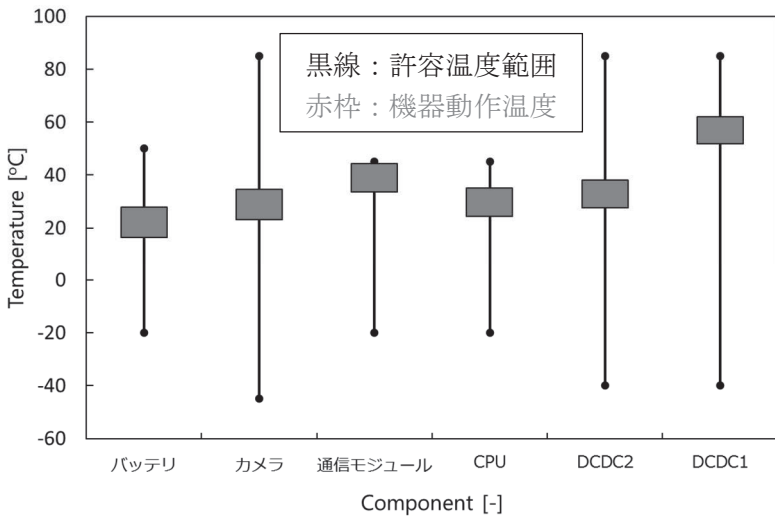


図-17 独立電源型 非定常解析作動温度範囲 HOT CASE (出典 筆者ら作成)

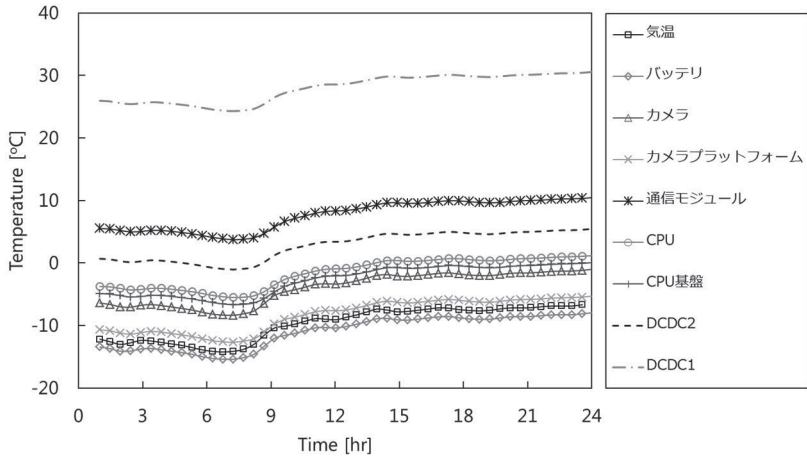


図-18 独立電源型 非定常解析温度履歴 COLD CASE (出典 筆者ら作成)

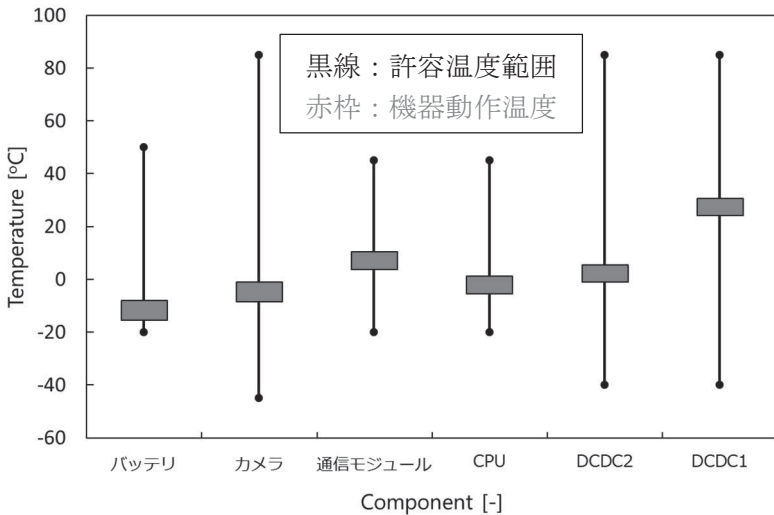


図-19 独立電源型 非定常解析作動温度範囲 COLD CASE (出典 筆者ら作成)

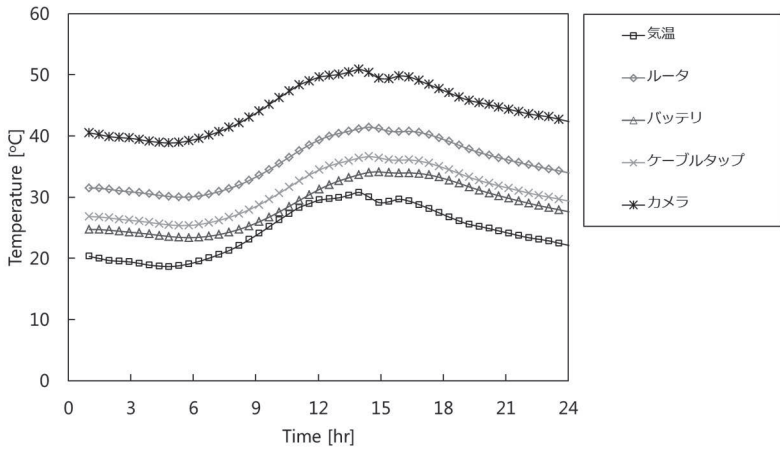


図-20 外部電源型 非定常解析温度履歴 HOT CASE (出典 筆者ら作成)

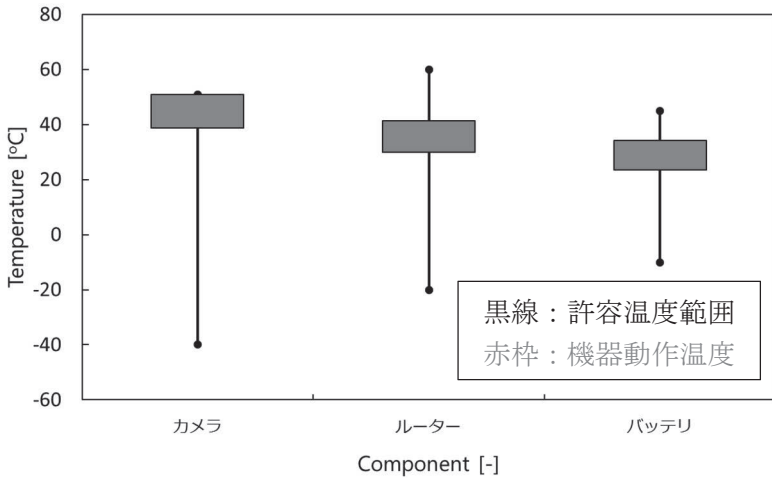


図-21 外部電源型 非定常解析作動温度範囲 HOT CASE (出典 筆者ら作成)

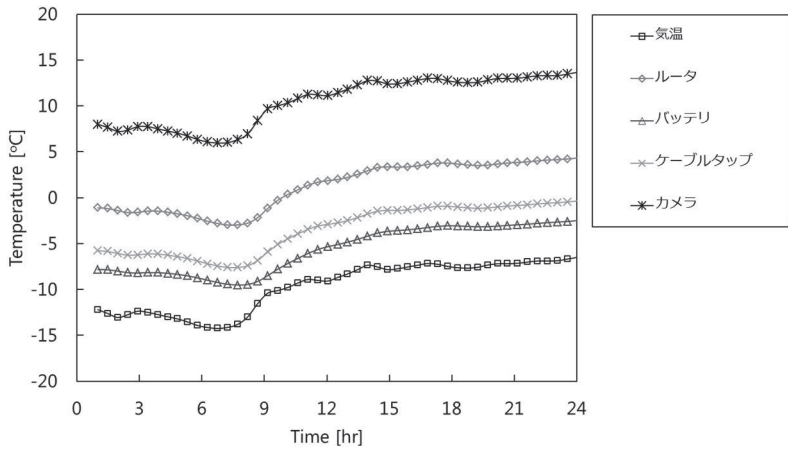


図-22 外部電源型 非定常解析温度履歴 COLD CASE (出典 筆者ら作成)

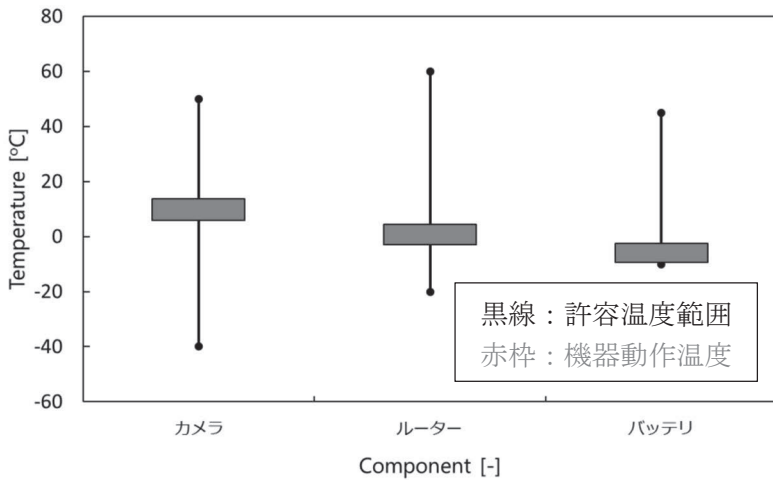


図-23 外部電源型 非定常解析作動温度範囲 COLD CASE (出典 筆者ら作成)

3. 5 ウェブシステムの開発

本章では、インターネット回線を活用したモニタリングシステムの概要と開発状況について述べる。

3. 5. 1 ウェブシステムの目的

災害情報の共有は、システムを運用する上で重要な要素であり、迅速性と正確性が求められる。本グループで開発した装置による観測情報を広く共有するために、インターネット回線を利用し、web ページ上で情報公開を行う。インターネット上で直ちに観測データを発信することで、火山災害発生時における正確な情報を迅速かつ広範囲に伝達する事が可能となる。本年度は、蔵王山に設置した観測装置の機能テストを兼ね、12 月上旬より観測システムと WEB システムの運用を開始した。この稼働試験により、本システムの改善すべき点の洗い出しと運用実績を蓄積し、システムの信頼性を向上させる。

3. 5. 2 ウェブシステムの概要

近年のスマートフォン等の情報端末の普及に伴い、ブラウザを搭載した機器からインターネットを介して web ページにアクセスすることで、通信可能圏内において、広く迅速に情報を共有することができるようになった。われわれが開発したウェブシステムは、観測装置、通信用の携帯回線、東北大学内に設置したサーバ、web ページにアクセスするユーザの端末により構成される。観測装置から送信されたデータは東北大学内に設置されたサーバに蓄積され、web ページとして情報を開示する。図-24 にウェブシステムの概略を示す。

観測装置は、取得したセンサーデータとカメラの画像を一定間隔でサーバへと送信し続けている。サーバは、これらのデータを管理し、web ページに表示可能な状態にして観測データの蓄積を継続するとともに、ユーザのアクセスごとに web ページの内容を更新して最新の情報を提供する。図-25 に、情報公開用 web ページのトップページの画像を示す。



図-24 ウェブシステムの概略 (出典 筆者ら作成)



図-25 Web ページのトップ画面 (出典 筆者ら作成)



図-26 バッテリー電圧の変化 (2015年12月2日から2016年1月5日まで : 出典 筆者ら作成)

3. 5. 3 情報公開用 web ページの仕様

本 web ページは、html、php、JavaScript、CSS の各種ウェブページ用言語を交えて記述されており、ユーザに対してインタラクティブな情報へのアクセス性を提供している。主な機能として、トップページにおける概要説明、各装置の最新画像データの提示、各装置の過去の観測データの検索とアクセスの提供、各装置の詳細説明、装置の運用上の各種できごとの紹介、関係機関へのリンクを提供している。

【バッテリー残量監視機能】

今回の独立電源型観測装置にはバッテリー電圧センサが搭載されており、5分おきに電圧データがデータサーバに送信されてくる。この情報を、google 社の提供する API を用いて、視覚的にわかりやすく表示できるようにした。12月2日から1月5日までのバッテリー電圧の時間変化の画面を図-26に示す。



図-27 履歴画像検索画面（出典 筆者ら作成）

【過去履歴の照会機能】

二つの観測装置の画像は、1日に数百枚(独立電源型：30分毎に1回の撮影，1枚/回 1392x1040 pixels の静止画で 1 MByte，外部電源型：5分毎に1回の撮影，7枚/回の fullHD 静止画で 178 MByte)蓄積されていく。ユーザが必要とするデータに，用途に応じて素早くアクセスできるよう，長期間の蓄積データを表示するページを設置し，さらに検索機能を実装した。図-27 に履歴画像の検索画面を示す。

【各種装置の解説ページ】

観測データの提供とともに，観測装置の仕様と観測データを正しく理解してもらうことが非常に重要である。本ページでは，装置の概要と設置状況についても説明し，一般ユーザのアクセスにも対応している。図-28 に解説ページの例を示す。

【サイトマップ】

図-29 に本ページのサイトマップを示す。

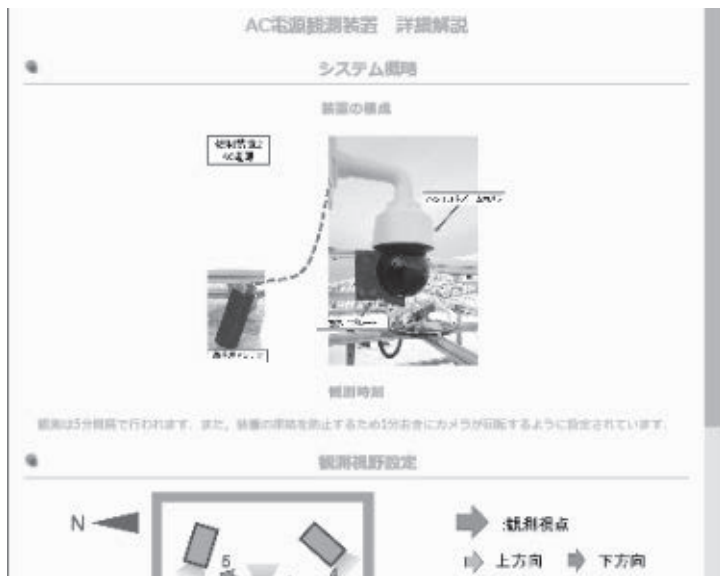


図-28 解説ページ例（出典 筆者ら作成）

Site Map



図-29 サイトマップ（出典 筆者ら作成）

3. 5. 4 ウェブシステムに関する成果と改善すべき点

これまでの成果と改善すべき点は、以下の3点にまとめられる。

- ① 2015年12月2日から2016年1月6日現在まで、0℃以下の低温環境で、30日以上稼働とデータの提供を実現している
- ② 大量のアクセスに対応するためには、サーバ側でデータの並べ替えやデータセットの解析結果をあらかじめ用意し、サーバの負荷を減らす工夫が必要である
- ③ 定常的にアクセスしてもらうことで本ページのインターフェイスに慣れてもらう工夫が必要である

3. 6 蔵王におけるフィールド試験

3. 6. 1 試験環境

本自主企画で開発した観測装置の耐候試験を、仙台管区气象台および蔵王ロープウェイ株式会社の協力を得て、蔵王火山で実施した。試験は、蔵王ロープウェイ地蔵山頂駅にて行っている。地蔵山頂駅は、図-30に示すように、蔵王ロープウェイの終点で、三宝荒神山と地蔵山の間位置し、標高は1661mである。冬季は気温が氷点下で悪天候の日が続き、樹氷も形成される厳しい環境である。観測装置を設置した2015年12月初旬にはすでに図-31のような状態になっていた。

3. 6. 2 観測装置の設置状態

観測装置は、地蔵山頂駅屋上にある展望台のデッキの外に設置した。設置作業は、12月2日から3日にかけて行った。観測装置は、図-32に示すような状態で設置されている。土台となるフレームは、仙台管区气象台が屋上に設置したもので、その一部に本自主企画の観測装置を取り付けた。独立電源型観測装置はフレームの中心に設置した。カメラが入ったアクリルドームは、フレームの最上部、床から

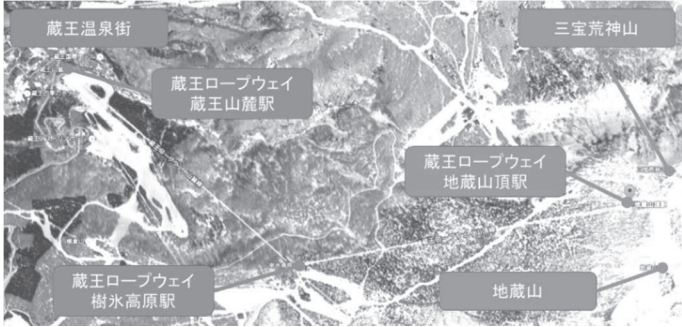


図-30 観測装置の設置場所

(地図 : DigitalGlobe, 地図データ : Google, ZENRIN)



図-31 地蔵山頂駅周辺の様子 (谷島撮影, 2015/12/2)

1130 mm の高さの位置に、バッテリーと制御回路が入ったペリカンケースはフレームの最下部、床から 170 mm の高さの位置にそれぞれ固定されており、防水コネクタ付ケーブルで接続されている。外部電源型観測装置は、フレームの端に立てた直径 114.3 mm のポールに、専用のポールマウントを用いて固定した。カメラの位置は、床から約 1200 mm の高さとした。どちらの観測装置も、凍結の影響をできる限り低減し、長期間観測を続けるために、カメラの向きが樹氷の成長方向とは逆になるように、東に向けて設置した。また、それぞれの通信用アンテナは、プラスチックケースに入れ、フレームとポールに固定した。プラスチックケースは、3.3.3 で述べたワイパブレードと同様に、着雪や凍結を防ぐ効果を期待し、表面に布粘着テープを貼った。

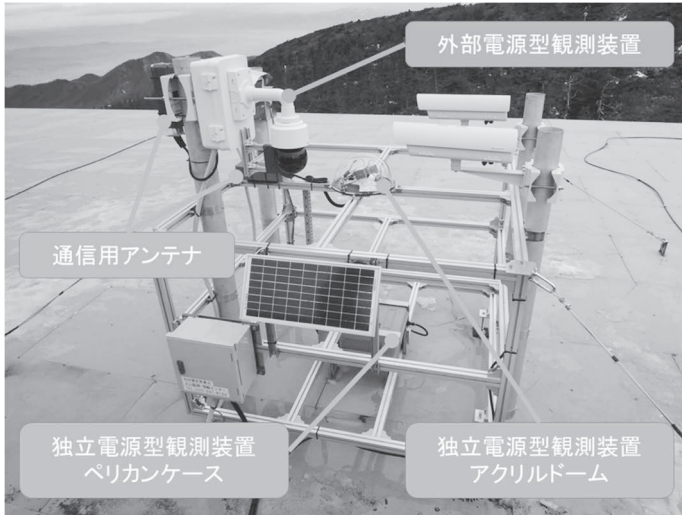


図-32 観測装置の設置状態（谷島撮影，2015/12/3）

3. 6. 3 試験結果・現状

【独立電源型観測装置】

2015年12月2日から観測を開始し、2016年1月7日19時まで画像や環境情報を伝送し続けることができた。装備したバッテリー容量から推定した観測期間は48日間であったものの、実際の観測期間は36日間であった。想定よりも短くなった原因として、下記の2点が考えられる。

- ① 低温環境であったため、バッテリーの性能が想定以上に低下した
- ② 天候等により携帯電話回線の電波状況が悪い状態では、観測した情報を伝送するために要する時間が長くなる。最悪の場合は、通信が切断されると所定のシャットダウン時間（起動から3分）の間、装置はPCと通信機が起動したまま待機して、消費電力が想定以上に増加する



図-33 独立電源型観測装置が撮影した画像

これまでに装置が撮影した画像の一部を図-33 に示す。設置後、問題なく画像およびバッテリー電圧等の情報を伝送していたが、設置3日目（2015年12月4日）には、装置観測部のドーム表面が凍りつき、外界の画像情報を得ることができなかった（図-33 右上）。その後の天候により表面の氷が溶け、外界の情報を取得できることはあるものの（図-33 左下）、設置した環境では、基本的にはすぐにドーム表面が凍結することがわかった（図-33 右下）。

装置から伝送されたバッテリー電圧の時間変化を図-34 に示す。観測開始時の電圧は、16 V程度であり、1か月経過時の電圧は、約13.5 Vであった。これらから、1日当たりの電圧降下量を計算すると、0.083 V/dayとなる。搭載したリチウムイオン電池の特性として、電圧が13 Vを下回ると急激に電圧降下が発生し、12 Vで給電を停止することから、近日中に装置が停止すると予想される。

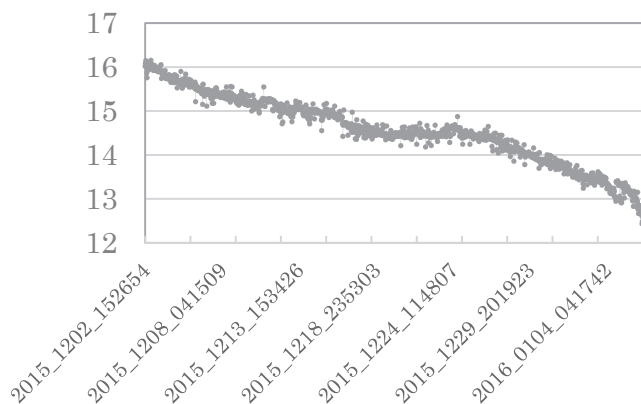


図-34 バッテリ電圧の変化（出典 筆者ら作成）

【外部電源型観測装置】

2015年12月3日から観測を開始し、12月3日および12月16日に、カメラの首振り動作を行うことが出来なくなった。両日ともに、首振り機構部分が凍結したことが原因と考えられる。

本装置では、カメラの撮影ポイントを事前に複数箇所指定しておき、一定時間ごとに撮影する。撮影した画像の例を図-35に示す。

初期動作設定では、首振り動作、写真撮影といったカメラの全ての動作コマンドを東北大学内部にあるサーバから送信した。コマンドは5分間ごとに送信していた。この設定では、12月3日20時頃に首振り動作が行えなくなり、12月7日12時頃に首振り機能が回復した。

5分間隔での首振り動作では、待機時に稼働部が凍結する恐れがあったため、首振りコマンドのみを1分間隔で送信するように変更した。しかし、12月16日に、再び首振り動作を行うことが出来なくなった。これは、該当日に2時間ほど、天候不良が原因と思われる通信ができない時間があったため、その間は首振り動作ができなかった可能性が考えられる。

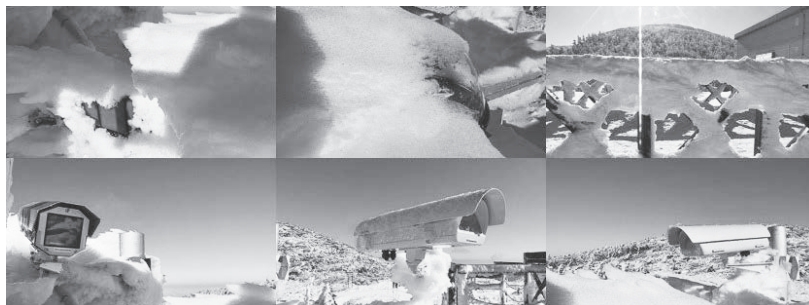


図-35 外部電源型が取得した画像（2015/12/25）



図-36 観測された外部電源型観測装置の画像

以上を踏まえて、動作設定を以下のように変更した。

首振り動作： カメラ内部の時計を基準にして、1 分ごとに自動で行う。これにより、外部との通信が不要になり、通信不可の状態でも首を振り続ける。

画像取得： 5 分後ごとに東北大学内のサーバからコマンドを送信し、画像を取得する。

上記の設定に変更した後、2015 年 12 月 18 日から 2016 年 1 月 12 日現在まで継続して観測を行っている。これまでに装置が撮影した画像の一部を図-36 に示す。

4. 噴煙観測システムの提案

4. 1 背景と開発の目的

火山噴火は人命・財産や社会システムに甚大な被害をもたらす可能性がある。しかし、現時点では噴火の開始予測に確立した手法がない上に、噴火後の噴火推移予測も困難である。火山噴火による被害を低減するためには、噴火前後における常時かつ継続的な監視が必要である。

現在日本にある 110 の活火山のうち 47 火山については、気象庁によって、地震計による振動観測、GPS などによる地殻変動観測、及び高感度カメラ等の動画監視による常時観測が行われている。火山の噴火活動は、これらの観測データを総合的に評価して判断される。しかし、このような常時観測網は、各種機器の整備と 24 時間態勢での監視が必要で、さらに、噴火が起こる前に予め設置しておく必要がある。

ところが、2014 年の御嶽山の水蒸気噴火のように、常時観測対象となっていなかった活火山でも突然噴火が発生する可能性が示された。噴火活動中は立ち入り規制が敷かれるため新たな観測点を設置することは困難である。

このような問題を解決するために、本企画では、「簡便かつ臨機応変に観測網を展開できる火山観測装置」に実装可能な観測手法かつ、それ単体で噴火活動度を判定できるシステムを提案する。具体的には、無人火山観測装置搭載のカメラで画像を取得し、その画像データから初期噴火と噴煙の面積を推定し、それを基に噴火活動度を定義し、自動的に判断できるシステムを提案する。本年度は、実際に起こった阿蘇山の噴火（2015 年 9 月）を事例として解析システムの性能評価と噴煙警報システムへの応用を議論することを目的とする。

4. 2 解析手法

入力データは噴煙画像（一般的な画像データ形式; JPEG）である。画像から取り出したデジタル値 (R,G,B) に対して可視域の天空光スペクトル情報の導出手法、及び雲・晴天判別を行う手法を噴煙検知に応用して初期噴火の検出と噴煙域検知手法を開発した。詳しくは参考文献を参照されたい。以下、簡単に手法の説明を行う。

4. 2. 1 噴煙初期検知

天空の撮影画像ファイル（JPEG 形式）から取り出した RGB 値から、一般的に JPEG 画像で想定されている sRGB 色空間に従った感度特性を考慮することで、輝度を示す Intensity Index (II)、散乱の波長依存性を示す Small Particle Index (SPI)、Molecular Index (MI) を推定することができる (Saito et al., 2016)。これに RGB を加えた 6 つのパラメータから、そのときの天空を晴天・雲域・噴煙域に分類することができる。晴天域は B と MI の値が大きくなり、II の値が小さくなる。雲域では R、G と II の値が大きくなり、MI と SPI の値が小さくなる (Saito and Iwabuchi, submitted to JTECH)。そして噴煙域では、雲域と同じだが SPI の値が大きくなり、II の値が小さくなるため、閾値をベースとした判別が可能になった。ただし、雲域のうち 5%ほどは噴煙域との誤判別がある。これは噴煙識別には適当ではないため、上記のアルゴリズムは初期噴火の検出にのみ使用する。定常的に噴煙を出している火山にも対応させるために、噴煙域の時間微分値を閾値として、初期噴火の検出を行う。

$$s = dA/dt \quad (\text{式 1})$$

where A is area of volcanic ash, t is time, and s is slope parameter.

スロープパラメータ s は噴煙検知の誤判別で噴火が発生していない場合でもある程度のふらつきがあるため、噴煙の閾値としてふらつきによる s の変動を考慮して、 $\log_{10}s = 0.5$ とした。

4. 2. 2 噴煙域検知

初期噴火が検知された場合、動的閾値判別法を用いて噴煙域を検知する。これは、噴火発生時の天候に左右されずに（誤判別を防ぐ）噴煙を検知するために、その都度閾値を最適化する手法である。

まず、s パラメータを導出した際に、 $t=0$ と $t=1$ で噴煙域と判定された pixel を除く $t=1$ における噴煙域の 6 つのパラメータ (R,G,B,II,SPI,MI) の平均と分散を求める。これは、定常的に誤判別されている pixel を排除するためであり、該当 pixel のほとんどは、噴煙域に該当していることが確認された。次に、6 つのパラメータの平均値から標準偏差の 1.5σ に該当する領域を噴煙域とする。このようにして、毎回の噴煙の状態に応じて閾値を最適化できる。

4. 3 解析結果 (2015 年 9 月阿蘇山噴火を事例として)

2015 年 9 月 14 日に阿蘇山が噴火し、気象庁は噴火警報レベルを 3 に引き上げた。図-37 (左) は気象庁提供の噴煙画像である。阿蘇山は、気象庁発表では 9 時 43 分に発生した噴火に伴い火山性微動を発生しているが、画像では噴火以前から定常的に水蒸気主体の噴煙が上がっている。2 分毎に撮影された画像をみると、9 時 46 分時点で噴煙の量が増大し、噴煙の色も灰色に変わったことから、噴火様式が変化したことが推測できる（「初期噴火」と定義する）。また、9 時 48 分時点では黒煙を上げ、噴火規模が増大し、火砕流が発生したことが見て取れる。

図-37 (右) は本解析システムの結果である。定常的に噴煙を上げている状態 (9 時 44 分時点まで) では、初期噴火を検知せず、噴火活動は平穏である青色を示している。一方、9 時 46 分では初期噴火を検知し、噴煙に該当する部分を赤色、それ以外に該当する部分を白色で示している。解析に要する計算時間は 1 秒程度である。したがって、準リアルタイム解析が可能であり、噴火規模が増大した 9 時 48 分時点までに初期噴火を検知する可能性が高いことが示された。

一方、噴火からある程度時間が経った場合では、噴煙が空全体を覆い、sパラメータが閾値を下回るためこの手法は適さなくなる（10時00分以降）。よって、本手法は噴煙の初期検知のみに適していると考えられる。

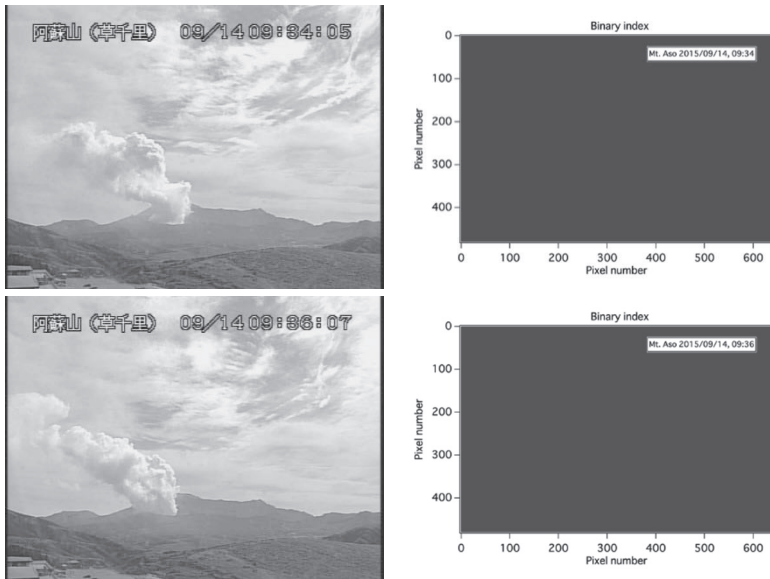


図-37 阿蘇山における気象庁の噴煙画像（左）と、本解析システムで得られた結果（右）

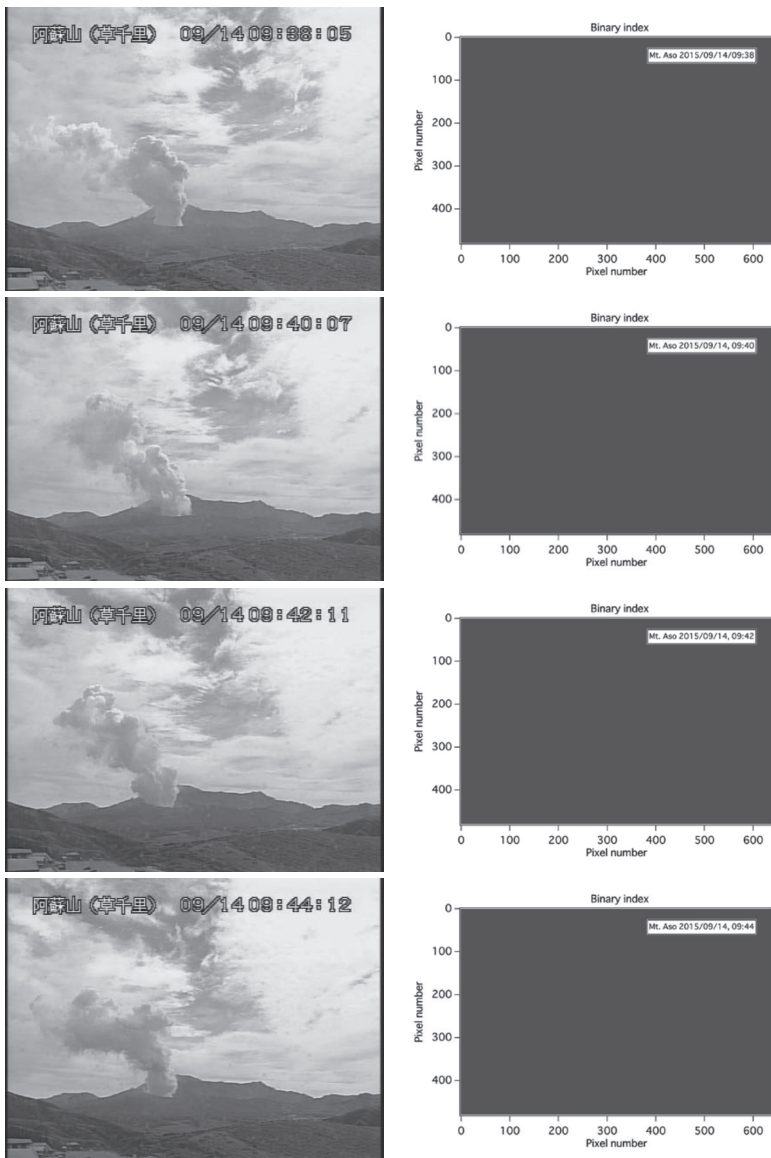


図-37 (つづき) 阿蘇山における気象庁の噴煙画像(左)と、本解析システムで得られた結果(右)

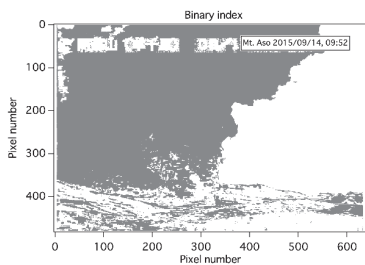
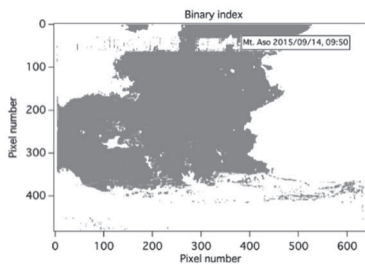
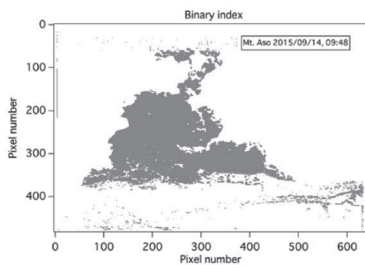
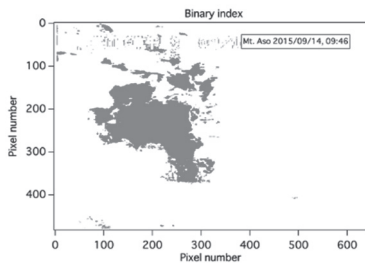
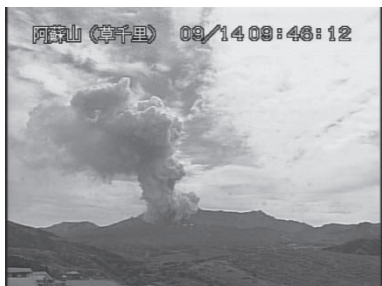


図-37 (つづき) 阿蘇山における気象庁の噴煙画像 (左) と、本解析システムで得られた結果 (右)

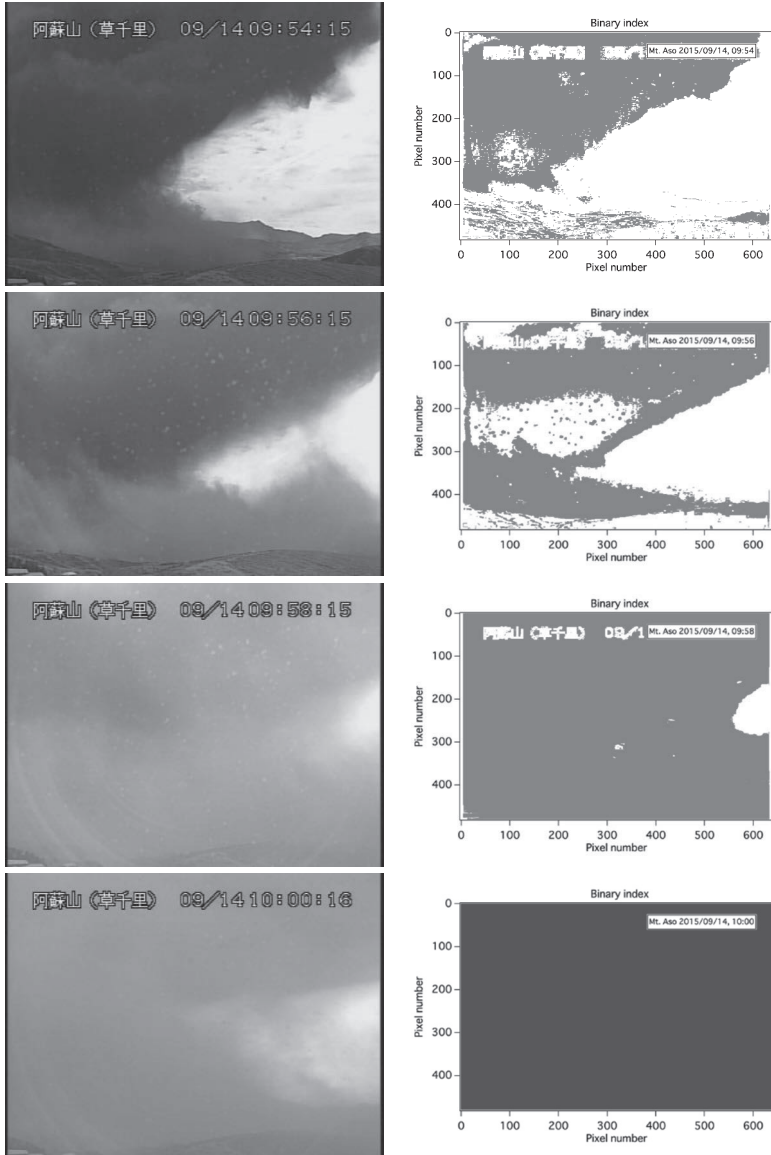


図-37 (つづき) 阿蘇山における気象庁の噴煙画像(左)と、本解析システムで得られた結果(右)

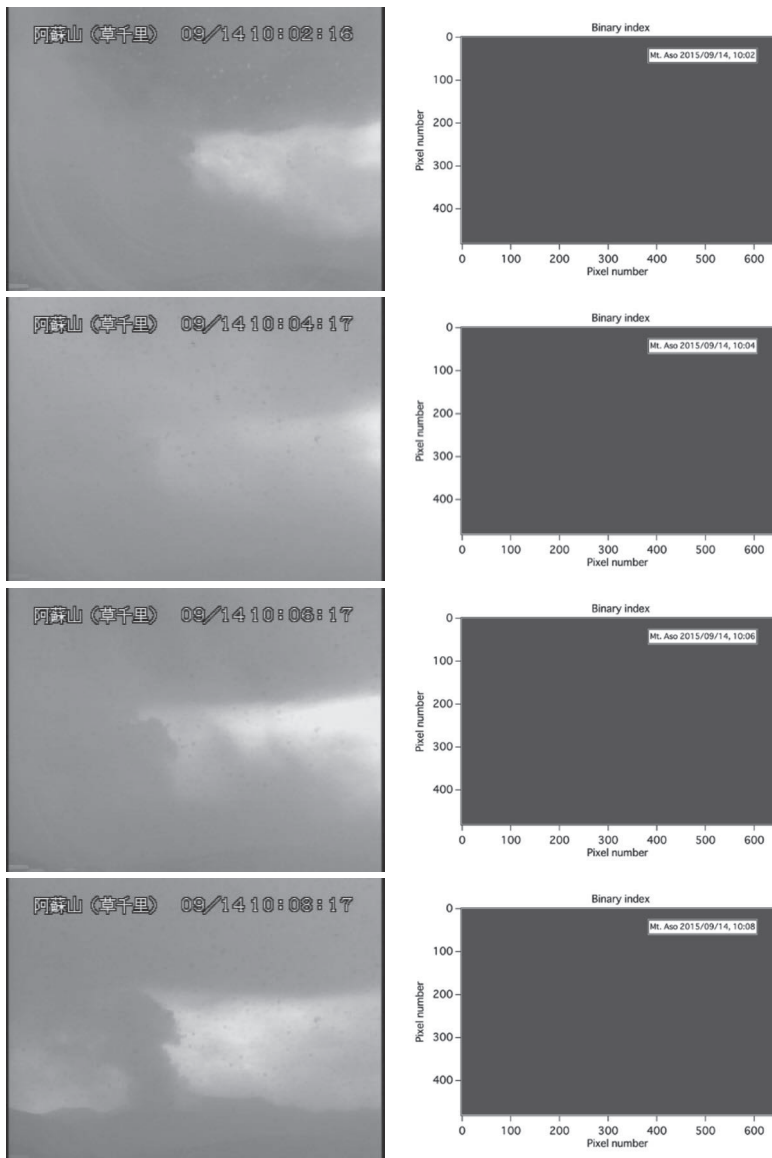


図-37 (つづき) 阿蘇山における気象庁の噴煙画像(左)と、本解析システムで得られた結果(右)

4. 4 今後の展望と噴煙警報システムの提案

本解析システムは一般に用いられる画像形式（JPEG 形式）に対応しているため、気象庁の画像システムをはじめとしたほとんどの火山画像システムに適応可能である。また、初期噴火の際の噴煙面積から噴煙の規模をある程度見積もることが可能であれば、噴火活動度を定義して一般市民に知らせる噴煙警報システムの構築も可能となる。さらに、このシステムを応用して、噴煙の上昇と流下の判定ができるようになれば、人的被害の危険性の高い火砕流の即時検知も可能となる。その結果、初期噴火の段階で迅速に避難を促すことができ、火山災害における人的被害の軽減に大いに貢献するであろう。

もちろん、より高精度なカメラや一般的な画像形式に変換される前のいわゆる生データ（RAW データ）はより多くの情報量を持っていることが示されており（Saito and Iwabuchi, submitted to JTECH）、噴煙検知の精度も向上する可能性が高い。既存のシステムを使用しつつ、用途に応じてシステムの再考を産学官が連携して実施する必要があるだろう。

本解析システムの検証は阿蘇山噴火のひとつの事例にとどまっているため、今後はより多くの事例を用いて検証を行い、そのフィードバックをシステムの改良に取り入れて、実用化を目指していく。

5. おわりに

5. 1 まとめ

今年度の活動は、班ごとの活動が中心であった。無人火山観測装置と噴煙観測システムの統合には至らなかったものの、それぞれは完成形に近づき、大きな成果を得ることができた。

無人火山観測装置の開発では、昨年度から開発を進めてきた独立電源型観測装置やモニタリング・情報発信用のウェブシステムを完成させ、新たに、積雪・凍結対策のワイパを備えた外部電源型観測装置も開発した。これらの観測装置のフィールド試験を蔵王にて実施し、その有用性を確認した。また、蔵王での観測装置の設置作業を通し、厳しい環境の中でも確実に火山を観測できる装置やシステムが、火山防災を考える上で必要不可欠であることを再認識した。

噴煙観測システムの提案では、無人火山観測装置搭載のカメラを想定した火山噴火検知アルゴリズムの開発を行った。このアルゴリズムによる画像解析の結果、解析時間約1秒の準リアルタイム解析が可能となり、火山噴火の始まりを高精度で検知することに成功した。

5. 2 今後の展望

無人火山観測装置と噴煙観測システムは、それぞれいくつかの改良は必要であるものの、ほぼ完成形になったと考えられる。従って、今後の目標は、無人火山観測装置と噴煙観測システムの統合である。基本的には、無人火山観測装置の観測データを蓄積しているサーバあるいはそこにアクセスできるPCに噴煙観測システムを実装し、観測データを逐次解析して、その解析結果をウェブシステムに掲載することで、所期の目的を達成することが可能となる。

謝辞

観測装置のフィールド試験を行うにあたり、仙台管区气象台、蔵王ロープウェイ株式会社の皆さまには、多くのご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

1. Saito, M., H. Iwabuchi, and I. Murata, Estimation of spectral distribution of sky radiance using a commercial digital camera, *Appl. Opt.*, **55(2)**, 415-424, (2016).
2. Saito M., and H. Iwabuchi, Cloud discrimination from sky images using a clear sky index, *J. Atmos. Ocean. Tech.*, in revision.

第6章

デザインを用いた安全行動・心理的安心の誘発

水木敏幸⁽¹⁾

小林龍一⁽²⁾

和田久佳⁽³⁾

石橋信治⁽⁴⁾

今野大輔⁽⁵⁾

蘇 亮⁽⁶⁾

賈 晨⁽⁷⁾

施 均⁽⁴⁾

倪 嘉荅⁽⁴⁾

(1) 東北大学理学研究科 博士課程後期2年

(2) 東北大学工学研究科 博士課程後期2年

(3) 東北大学工学研究科 博士課程前期2年

(4) 東北大学工学研究科 博士課程前期1年

(5) 東北大学工学研究科 博士課程後期1年

(6) 東北大学文学研究科 博士課程前期2年

(7) 東北大学文学研究科 博士課程前期1年

近年、様々な分野において異分野融合の必要性が高まり、その中においてデザインは大きな役割を果たすことが期待されている。本企画ではデザインを芸術的な概念ではなく、「意味の記号化」を行うものとして扱っている。急速な変化の中で複雑化が進む社会において、意味を記号化することにより、言語を介さず製作者の意図や感覚を瞬間的に伝達するデザインの役割を無視することはできない。また、安全・安心分野における災害現場等の瞬時の判断が必要とされる事態においては、「どのように正確な情報を素早く伝えるか」が非常に大きな課題となっており、その中におけるデザインの重要性は高い。

本企画の最終的な目的は、デザインを用いて安全・安心へ以下の方策で貢献することである。一つ目は、災害時の避難行動等において適切な行動を誘起するような“安全デザイン”の構築である。二つ目は、日常時に安全を意識しつつ必要以上にストレスを感じない“安心デザイン”を見出すことである。本報告書に記載する平成 27 年度の活動では、“空間デザインの変更と、それにより生じ得る人の行動変化”の観測を主な活動とした。観測対象はリーディング談話室におけるリーディング大学院生である。観察にはタイムラプスカメラを用い、デザイン変更が観察対象者に与える心理的变化を調査するため、アンケート調査も併せて行った。

タイムラプスカメラを用いた観測により、空間デザインは、少なくともリーディング談話室内においては、利用者の設備利用箇所を変動させ得ることを確認できた。また、観察と併せて行ったアンケート調査は、観察により得られた結果を検証するだけでなく、利用者の空間デザイン変化により生じる印象の変化を調査することを可能にした。本活動を通じて得られた知見は、今後のデザインによる安全・安心への一助となるものである。

1. イントロダクション

1. 1 活動背景

本グローバル安全学トップリーダー育成プログラムでは、本プログラムのホームページ上に掲載している図1からもわかるように¹⁾安心・安全分野におけるトップリーダーの育成を目的としている。

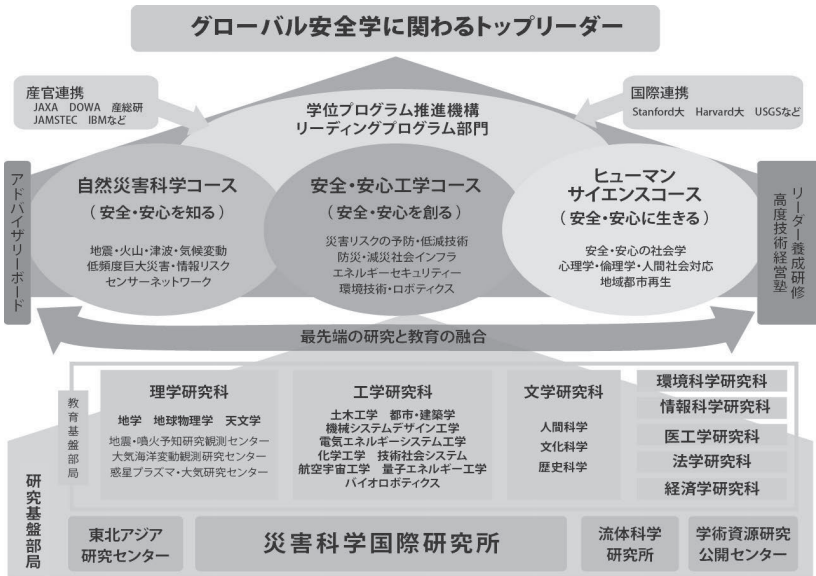


図1：グローバル安全学における目的の概念図

一方、安全および安心の定義は曖昧であり社会において様々な解釈が存在するため、以下に本報告書で安全、および安心について議論する際のそれぞれの定義について述べる。「安全・安心な社会の構築に資する科学技術政策に関する懇談会」報告書²⁾においては、安全を「人とその共同体への損傷、ならびに人、組織、公共の所有物に損害がないと客観的に判断されること」と定義しており、またこの定義は社会

における認識と大まかに一致していると考えられる。一方で同報告書において「安心については、個個人の主観的な判断に大きく依存するものである。当懇談会では安心について、人が知識・経験を通じて予測している状況と大きく異なる状況にならないと信じていること、自分が予想していないことは起きないと信じ何かあったとしても受容できると信じていること、といった見方が挙げられた」とあるように安全と比較して安心の定義は難しく、安心という用語がある程度の幅を持った解釈のもと用いられていることがわかる。そこで本自主企画グループでは同報告書を参考に安心しているという状態を「自分が関わるリスクについて適切に理解し、またそれが受容できると感じている状態」とした。また目指すべき安心としては同報告書内における「人々が完全に安心する状態ではなく、安全についてよく理解し、いざというときの心構えを忘れず、それが保たれている状態こそ、安心が実現しているといえる」という提言が適切であると考えられる。以降、本報告書においては基本的にこれらの定義において安全および安心を論ずるものとする。

安全・安心分野においては社会的や技術的、科学的、精神的など様々な側面から安全・安心の実現へ向けた取り組みがなされているが、その中でも最近より注目されるようになったキーワードとしてデザインがある。安全・安心を実現するための取り組みにおいて、ライフデザイン、地域デザイン、コミュニティデザインといったデザインという単語を含む用語が頻繁に用いられるようになってきており、それは即ちデザインが安全・安心に関する問題の解決に対して有効に働くと期待されていることを表している。このことから、デザインというキーワードの重要性は今後更に増していくと考えられる。

そこで本自主企画活動ではデザインについて着目し、デザインを通して可能な安全・安心な社会構築への貢献について検討することを目的としている。一方でデザインという言葉の意味は非常に曖昧かつ多岐にわたっており、このことがデザインに関する概念について明確に言語化し意味を厳密に共有することを極めて困難にし、ひいてはデザ

インを理解することやまた学術的な文法を用いて議論することを困難にしている。

そこで本節では本活動でデザインという言葉を使用する際のデザインの意味、および安全・安心という分野においてデザインが果たしうる役割について可能な限り詳細に述べ、そこから本自主企画グループが果たしうる役割、および本活動で設定すべき目的についてより詳細に述べるものとする。

1. 2 デザインの意味

デザインという言葉は例えば辞書³⁾では 1)造形作品を意匠すること。2)図案や模様を考案すること。3)目的をもって具体的に立案することと示されている。社会においてデザインという言葉が使用される際、アート（芸術）と混同して認識され、主に 1)や 2)の意味で使用されることが多いように見受けられる。一方、工学分野では 3)の意味で使用されることが多い。本自主活動では、3)に近い意味でデザインという言葉を使用している。さらに具体的には、我々はデザインを主に視覚的・体験的な意匠をもって「概念の記号化」を行う行為、もしくはその成果物を意味する概念として捉えている⁴⁾。例えば言語というのもひとつの概念の記号化であり、伝えたい概念を言語という記号に変換し相手に伝達する手段である。その例に倣い別の例を挙げると、例えば図 1 に示す公衆トイレにおいて男子トイレと女子トイレを区別するためのマーク⁵⁾は「男子トイレと女子トイレの区別」という伝えたい意味を、人を模したマークへ記号化し、伝達しようとする「デザイン」であると言える。



図2：公衆トイレのマーク

つまりデザインというものはある側面において言語と同様コミュニケーション手段として分類されるものである。しかしながらデザインの手法や役割は非常に多岐にわたっており、またその性質、特徴、効果も言語によるコミュニケーションとは大きく異なる。次項ではそのデザインの性質について簡単に述べる。

1. 3 デザインの特徴

我々の意図するところにおけるデザインは言語によるコミュニケーションと比較して以下の特徴を有していると考えられる。

- 1) 瞬間的な理解が可能である
- 2) 思考を通さず直観的に気分、感情に影響を与える
- 3) 言語化しづらい概念を伝達することが可能である
- 4) 言語、文化によらず共有できる部分を有する
- 5) 理解に言語能力・思考を必要としない

また、言語において伝達する意味の設計は論理の構成によって行われるが、デザイン一般において伝達する意味を設計するためには心理学や認知心理学、文化や時代考証などの知識に基づき伝達対象について検討することが必要となる。そのため非常に多様な事象を考慮する必要があり、またその意図に対する伝達手段の適解が環境や時間によ

って異なるであろうことからその導出は極めて困難なものとなる。しかし、それらが有効にはたらいた際には、非常に高くかつこれまで得ることのできなかつた効果を得ることができると考えられる。本プログラムが対象とする安全・安心の分野は人の生活様式や感情に大きく関わる分野であり、物理的な解決策の限界が感じられている分野であることから、デザインが非常に有効な解決策となりうることが考えられる。

本活動においては上記にあげた特徴のなかでも、言語を通さず瞬間的に意味を伝達できる点、および思考を通さず直観的に気分、感情に影響する点について注目し、その効果の利用を目指すこととした。本グループにおいて想定するデザインの具体的な役割については次項で述べる。

1. 4 デザインに期待する役割

本グループにおいては、デザインを利用する場として、災害発生後の避難施設や、その後の仮設住宅や集団移転後の住居環境に関する場に注目している。

従来、こういった環境の整備においては緊急の場であることもあり設備における客観的・機能的な面、つまり「安全」面の整備に時間や資源が注がれ、避難者の主観的・精神的な面、つまり「安心」面の整備はおろそかにされがちであった。しかし、今回の東日本大震災においては、避難施設において避難者がストレスから体調を崩す、仮設住宅や集団移転先が孤立する人が増加するなど精神面でのケアの必要性が明らかになった。

特に避難施設を利用する状況は基本的に緊急の事態であると考えられるため、図3の実際の避難所の写真⁶⁾で見られるように十分なスペースやプライバシーの確保が難しいことをはじめとして普段の住環境とはかけ離れた中での生活を強いられることになる。これは機能面での負担になることはもちろんのこと、不安の大幅な増長を招き精神的負担が非常に大きくなることが考えられる。



図3：東日本大震災の避難所の様子

避難者の負担を軽減するためにはいかに安心してもらうかが重要であり、そこにおいてデザインは有益にはたらきうると考えられる。一方でそのような意図をどのようにデザイン、および適用し、またその効果を評価するかについては前述の通り体系立てられたプロセスがなく、試行錯誤を繰り返しながら進めているのが現状である。

1. 5 本活動の目的と報告書の構成

本活動における最終目標は避難所や仮設住宅、集団移転先でどのように安心して創造するかという課題に対してデザインを用いて有益な提案をすることである。そのため本年度の活動ではデザインがどのように人の感覚や行動に影響を与えるかについてグループ内での議論や聞き取り調査、談話室の観測などを通して検討し、グループメンバーの理解を高めるとともに、デザイン提案の基礎となる調査方法・内容を確認することを目的としている。より具体的には、リーディング

談話室内の空間デザインを変更することにより生じる、“談話室設備利用頻度”と“談話室に対して感じる(感じていた)印象”の変化を、室内に設置したタイムラプスカメラの映像と学生に対するアンケートにより調査し、デザインの重要性を確認する。また、それらを用いた安全・安心への貢献を検討する。

以下に本報告書の構成を示す。2節では本企画の一年間の活動の進捗記録、3節では本年度の活動の方法、4節ではタイムラプスカメラによる観測結果・アンケート調査結果を示す。5節ではそれぞれの活動結果から示唆されるものについて議論し、6節で平成27年度の活動結果の結論、今後の展望について述べる。

2. 活動記録

ー第1回

平成27年7月3日(金)16:00~18:00

議題：活動予定、役割分担、経費の使用計画

出席者：水木、今野、和田、石橋、シジュン、ニジャリン、ソリョウ

内容：今後の活動予定を相談し、必要な役職の設定と担当者の決定を行った。また経費の使用金額と用途についても話し合った。

- 全体まとめ・進行：◎水木
- 空間レイアウト変更班：◎今野、石橋（議事録兼）、ニジャリン
- アンケート調査班：◎和田、ソリョウ、カシン
- 動画・画像管理班：◎水木
- 先行研究・学外活動調査班：◎シジュン、ニジャリン、小林
(◎は班長を意味する)

ー第2回

平成27年7月31日(金)16:00~18:30

議題：アンケートの内容、レイアウト変更について、カメラ設置について

出席者：水木、小林、和田、石橋、杉安助教（アドバイザー）

内容：各班の今後の方針について話し合った。

- アンケートは1枚にまとめ、日本語版と英語版を製作することを決定した。
- 空間レイアウト班は現状の問題点と改善方法を議論した。
- 画像処理版はカメラの設置位置と事前連絡を行うことを決めた。

ー第3回

平成27年8月11日(火)16:00~18:00

議題：画像処理のテスト結果について

出席者：水木、今野、小林、石橋、杉安助教（アドバイザー）

内容：各班の結果報告および先行研究をベースに勉強会を実施した。

- 画像処理については撮影間隔・角度ともに問題ないことが報告された。
- 空間レイアウトは変更のコンセプトを議論し、次回までに第1案を用意することが決定された。
- アンケート班からはA3で1枚にまとめたことと9月前半にアンケートを実施することが報告された。
- 先行研究班からは物の材質・色・感覚によって人の心理や行動に影響があることについて説明があった。

ー第4回

平成27年9月18日(金)16:00~18:00

議題：アンケートの集計結果、空間レイアウト第1案、画像処理について

出席者：水木、今野、ソリョウ、ニジャリン、石橋、杉安助教（アドバイザー）

内容：

- アンケート班からアンケート結果が報告された。1 集団が利用していると他の利用者が使いにくいという不満点が抽出された。
- レイアウト班からはレイアウト第 1 案の草案が説明された。ミーティングスペースを分割することで複数のミーティングがしやすくなるような変更が提案された。詳細を議論し、案を決定した。
- 画像処理班からは人が写っていない画像を取り除くプログラムを作成中であることが報告された。

－第 5 回

平成 27 年 10 月 20 日(火)16:00～18:00

議題：画像処理結果について、第 2 回アンケートについて、空間レイアウト第 2 案について、経費の利用方法

出席者：水木、和田、ソリョウ、カシン、シジュン、石橋、杉安助教（アドバイザー）

内容：

- 画像処理版から画像解析の結果が報告された。ミーティングとしての利用が主であった。
- アンケート班から第 2 回のアンケート調査について説明があった。詳細について全体で議論し内容を確定した。
- 空間レイアウト班はレイアウト第 2 案の検討を行うことを決定した。
- 経費の使用用途について、全体で議論した。

－第 6 回

平成 27 年 11 月 11 日(水)16:00～18:00

議題：空間レイアウト第 2 案について、経費の利用方法

出席者：水木、和田、小林、今野、石橋、杉安助教（アドバイザー）

内容：

- 空間レイアウト第 2 案について、変更にあたり問題があったため再度全体で会議を実施した。その結果、大モニタの位置によりミーティングの実施場所に変化があるかを見る方向性になった。
- 経費の使用用途についてより具体的に議論を行った。結果他大学（主に京都、同志社）のラーニングコモンズスペースを見学に行くことを決めた。

－第 7 回

平成 27 年 11 月 20 日(金)18:00～

議題：京都出張について

出席者：水木、和田、ソリョウ、カシン、シジュン、ニジャリン

内容：京都への出張についてより具体的な検討を行った。

－第 8 回

平成 27 年 12 月 21 日(月)16:00～

議題：報告書について

出席者：水木、今野、和田、カシン、ソリョウ、杉安助教（アドバイザー）

内容：1 月に提出する報告書について各自の役割分担を決めた。基本的にはこの企画で各々が主として努めてきた役割に準じる形になった。

3. 活動方法

3. 1 空間デザイン変更

設備配置等、空間デザインの変化が利用者にどのような影響を及ぼすか明らかにするために、リーディング談話室内の設備を対象としたレイアウト変更を行った。レイアウト変更は計2回行い、初期状態を「デザインパターンA」、1回目の変更後の状態を「デザインパターンB」、2回目の変更後の状態を「デザインパターンC」と定義した。各デザインパターンの設備配置を、図4-A, B, Cに示す。また、各設備の写真を図5-A, B, C, Dに示す。設備のレイアウト変更は、それぞれ平成27年の10月1日、11月6日に行い、その後2-3週間、利用者の行動把握のためにタイムラプスカメラによる撮影を行った。撮影期間中に利用者による配置変更があった場合には、利用者の行動の一つとして捉え、レイアウトを戻すことはしなかった。

第1回のレイアウト変更(デザインパターンA→B)の変更意図としては、「談話室の利便性の向上」と「生じ得る変化の度合いを見積もる事」を念頭に置き、現状の談話室の問題点を提起し、その解決を目的とした。問題点の詳細については5節において後述する。

第2回のレイアウト変更(デザインパターンB→C)の変更意図としては、「設備配置が利用者の行動に及ぼす影響」を明らかにすることを目的として、第1回レイアウト変更時の観察データから見られた利用者の行動の偏りの存在を検証するための配置とした。詳細については、5節で述べる。

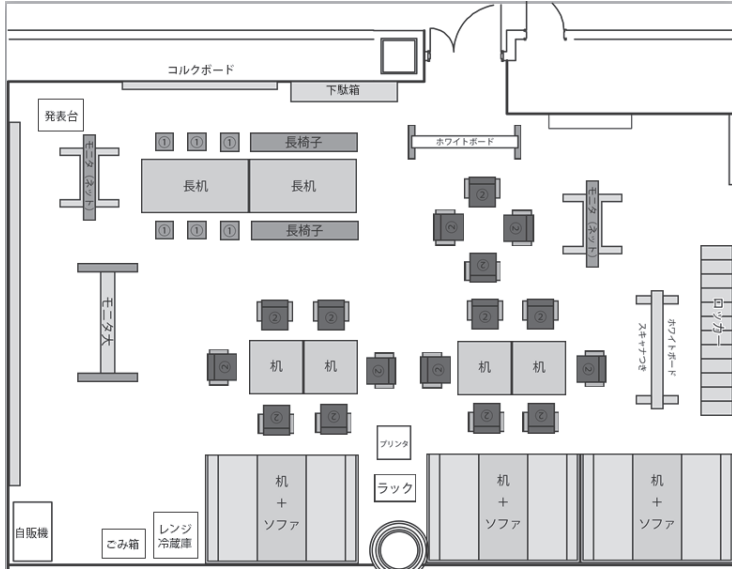


図 4-A: デザインパターン A

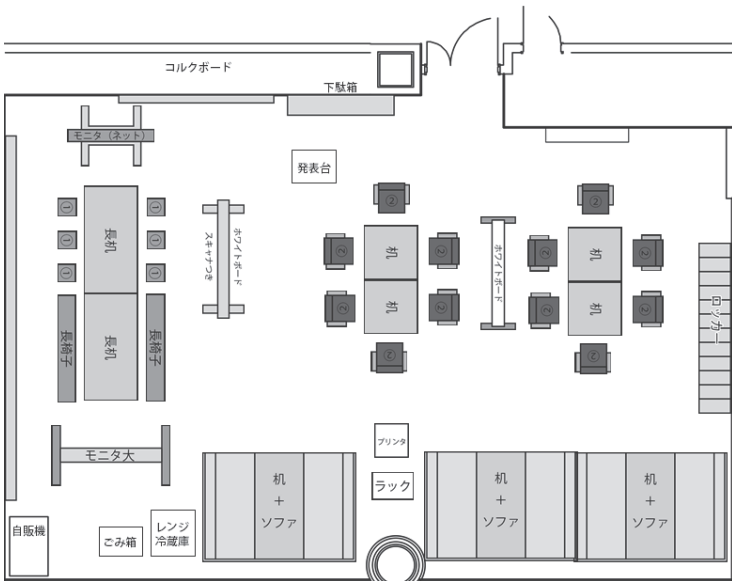


図 4-B: デザインパターン B

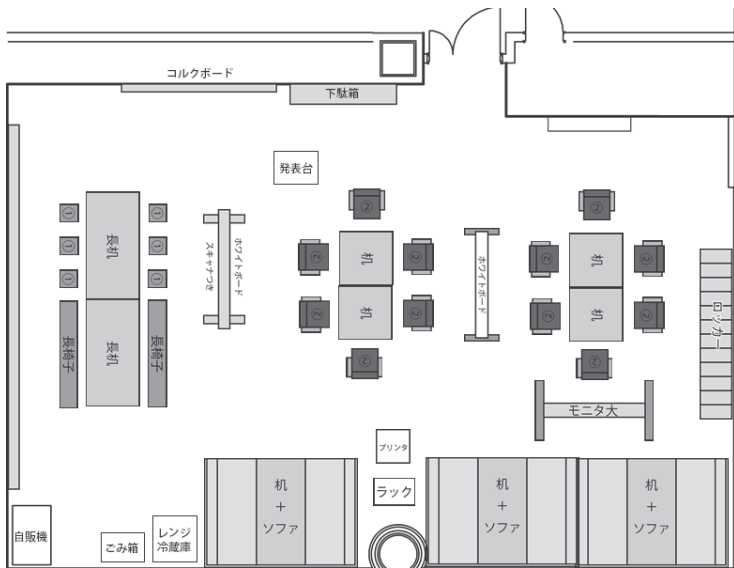


図 4-C : デザインパターン C



図5-A : モニタ(大)



図5-B : モニタ(ネット)



図 5-C : ホワイトボード



図 5-D : ホワイトボード(スキャナ付)

3. 2 観察データ

観察にはBrinno社の“タイムラプスカメラ TLC200Pro”を使用した。当装置の主な仕様および撮影条件を表2に示す。リーディング談話室入り口左手の配電盤上部にカメラを設置し、1分間隔で空間デザイン変更毎に2-3週間の間撮影を行った。また、これらの撮影の際にはあらかじめ談話室利用者にメール、または定例全体会議を利用して口頭で許可を得た。

表2：装置仕様および撮影条件

| | |
|----------|------------|
| 画素数 | 1.3 MPixel |
| 焦点距離 | F = 3.0 mm |
| F 値 | 2.0 |
| レンズ (対角) | 112 度 |
| 撮影間隔 | 1 分 |

TLC200Pro は撮影した画像をつなげて.avi 形式でファイルを出力する。Avi2jpg⁷⁾のようなフリーソフトを用いて取得した動画を画像に分割可能であるが、動画の状態でも十分に情報を取得することが可能であるため、画像を分割せずに動画の状態のまま下記情報の抽出を行った。

動画からは談話室利用者の利用場所・人数を抽出し、エクセルシートに記録した。談話室を①テーブル A、②テーブル B、③ボックス席 A、④ボックス席 B、⑤ボックス席 B、⑥長机、⑦その他、の計7箇所に分割した。また利用目的は記録者の主観に依存することが推測されたため、記録する際に①ミーティング、②自主学习、③休憩（ランチ等も含む）、④雑用の4つに大別した。

3. 3 アンケート

空間デザインの変化がその空間を利用する人間の主観的な認識に与える影響を調べるため、アンケート調査を行った。アンケートはレイアウト変更前と変更後、9月3日から9月10日までと11月9日から11月12日までの期間で合わせて2回実施した。それぞれのアンケートの目的と設問の特徴について説明する。また本リーディングプログラムには外国籍の学生が多く在籍しているため、アンケートは日本語および英語で作成した。

1回目のアンケートは空間デザインの変化が利用者に対してどのような認識や印象の変化を与えるかについて調査・検討するための事前調査を目的として行った。ある空間を利用する人の主観的な認識や印象の変化を追跡して評価・検討するためには、空間のデザインを変化させる前の情報として事前に利用者に関する基礎的な情報、および利用者が現在どのような認識・印象を抱いているかについて情報を得る必要があると考えられるため、アンケートを付録に示すように設計した。

利用者に関する基礎的な情報としては、匿名性を保つために個人の特定を避けるために名前などの項目を設けない一方、利用背景に関する情報をより多く得るため比較的多くの質問項目を設けた。具体的には男女間の利用者の差を調べるために性別、学年により研究の忙しさが異なり利用状況に差がみられる可能性があるため学年、リーディング大学院への入学年度によりリーディング大学院の授業内容が異なり利用状況に差がみられると考え入学年度、談話室からの距離と利用状況には相関があると考え所在キャンパスの場所、同様に移動手段を使用者の情報として収集した。利用状況についての設問では、認知度、利用目的、人数、頻度、時間、場所について調査した。

また、個人が現状として抱えている印象・認識について情報を得るため、満足度や不満に関する質問項目を設けた。各質問においては事前調査の段階でより広い情報について検討していくために自由記述欄を比較的多く設けるものとした。具体的には談話室設備に関する満

足度への5段階評価、設備に対する不満の理由、設備への希望、改善点などについて、それぞれ自由記述を含めた質問項目を設けた。

最後に2回目のアンケートの目的および特徴について説明する。2回目のアンケートにおいては空間デザインが利用者の印象・認識に与えた変化を観察することを目的としている。そのため1回目と同様の質問項目を設け変化の追跡を計画している一方、アンケート項目を減少させることでよりひとつひとつの項目への記述量が増えることを期待し、効果的な調査結果が見込めない項目に関しては削除した。例として、1回目のアンケートにおいて設けていた所属するキャンパスの所在地を問う質問に関しては、回答結果を利用頻度と比較することでその利用状況について検討する予定であったが、質問をキャンパスから談話室までの所要時間を問うものに変えることで利用状況との比較をより詳細に行うこととした。

また、1回目のアンケート結果で使用目的にミーティングと答えた院生が多かった。リーディング大学院生は自主企画に参加している学生が多いため、ミーティングとは自主企画を指しているのではないかと考え2回目のアンケートにおいては自主企画の参加度合に関する質問を設置した。他には今後の談話室の利用目的についての質問を設けた。2回目のアンケートも同様に付録に示す。

なお、それぞれのアンケートにおいて利用場所を尋ねる項目では、直感的に記述できるよう、空間全体の配置図の上に利用状況に応じて記号を配置する形式をとった。詳しくは付録の実際のアンケートを参照されたい。アンケートはグローバル安全学トップリーダー育成プログラム所属のリーディング大学院生を対象とし、メーリングリストを用いて全員に配布した。更に回収率を高めるために、メール未回答者には直接手渡しで配布した。

4. 結果

4. 1 観察データ

各空間デザイン時における利用場所・利用人数を図6に示す。尚、ここでは各デザインパターンを前節と同様に定義している。各デザインパターンの映像データ取得期間は次の通りである。

- デザインパターンA（平成27年8月18日-9月3日取得）
- デザインパターンB（平成27年10月1日-10月20日取得）
- デザインパターンC（平成27年11月6日-12月2日取得）

談話室は空間デザインに依らず、少人数による利用が“頻度としては最も多い”という結果が得られた。一方で、使用箇所は空間デザインに大きく依存する結果が得られた。

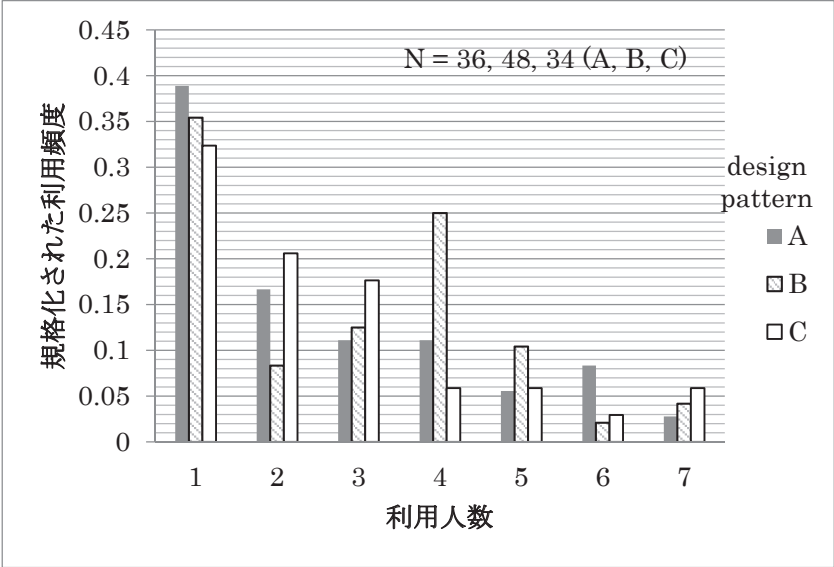


図 6-A : ビデオから取得した談話室利用人数分布

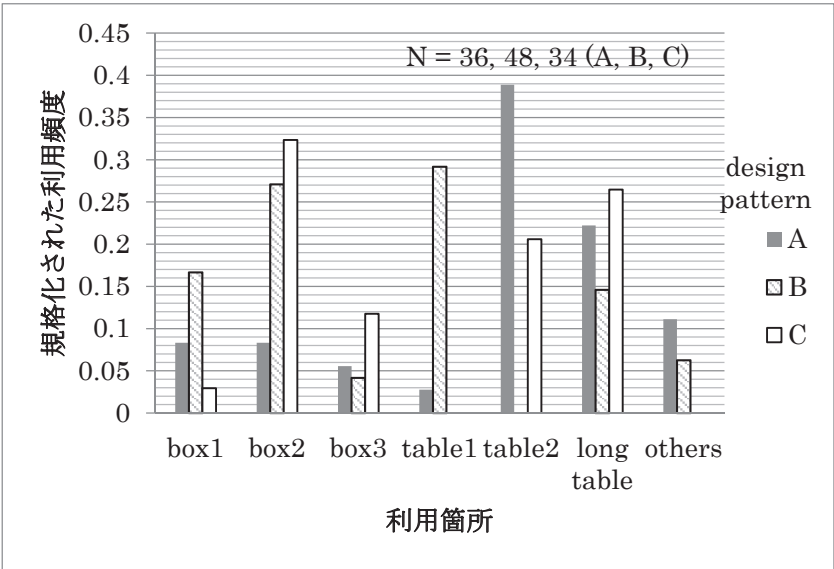


図 6-B : ビデオから取得した談話室設備の使用頻度分布

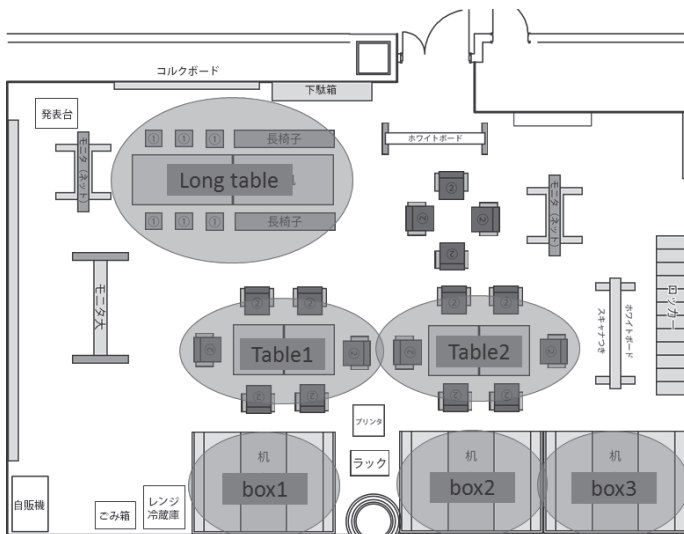


図7-A：設備配置とビデオ撮影による利用者調査の対応
(デザインパターンA)

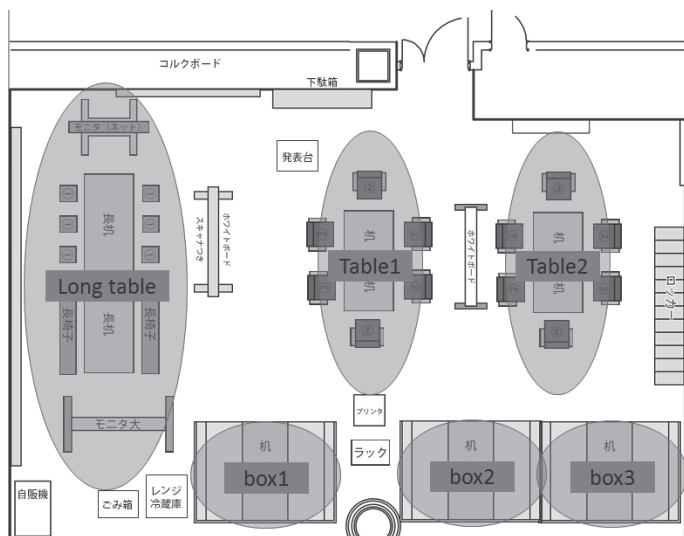


図7-B：設備配置とビデオ撮影による利用者調査の対応
(デザインパターンBおよびC)

4. 2 アンケート

本自主企画では、平成 27 年に「デザインを用いた安全行動・心理的安心の誘発—リーディング大学院談話室の使用状況についてアンケート調査—」(Independent Design Project Design a Plan to Induce the Behavioral and Psychological Reassurance - A questionnaire survey about the utilize of conversation room of Leading Program-) を 2 回実施した。

実施の対象となる学生は、東北大学リーディング大学院グローバス安全学トップリーダー育成プログラムに在籍している 1 期生から 3 期生までの大学院生で、調査表を配布した。外国人学生に対して、英語版の調査表を配布した。調査の第 1 回目は 31 人、第 2 回目は 58 人から有効回答を得ることができた。

アンケート調査のデータについて、その概要を以下の図 8 に示す。

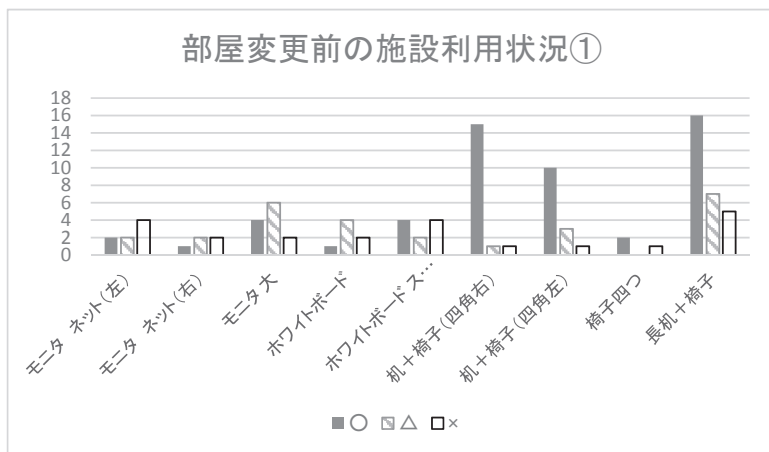


図 8-A: 部屋変更前の施設利用状況

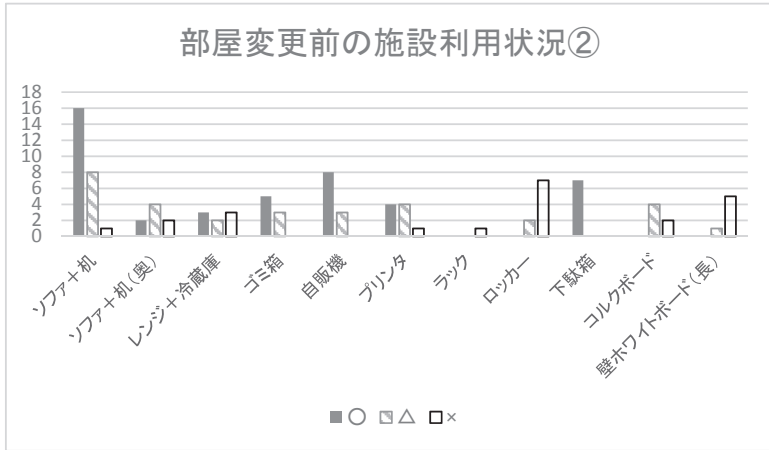


図 8-B： 部屋変更前の施設利用状況

続いて、第2回目のアンケートは前回の回答に応じて、リーディング大学院の談話室の設備の位置を変更し、調査の内容も改善して実施した。その解答の概要を図9にまとめて示す。

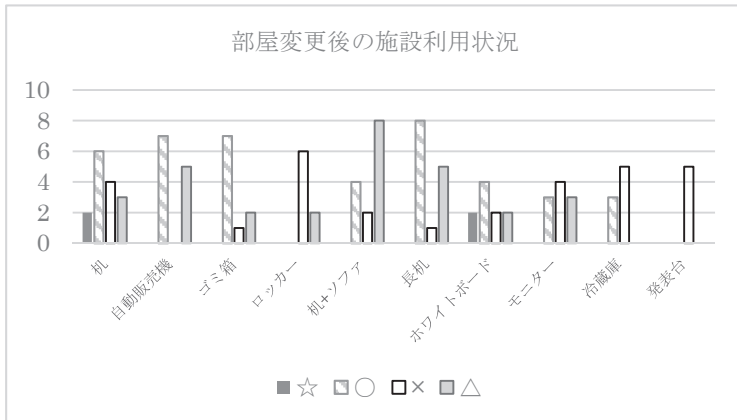


図 9： 部屋変更後の施設利用状況

また、二つの調査の比較をより明確に表現するために、各設備の使用頻度をレイアウト変更前後の談話室の空間配置図上でまとめて図10に示す。

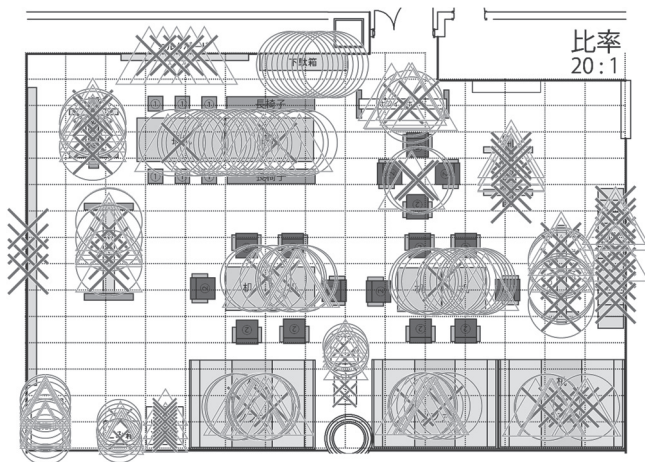


図10-A：第1回目の調査結果

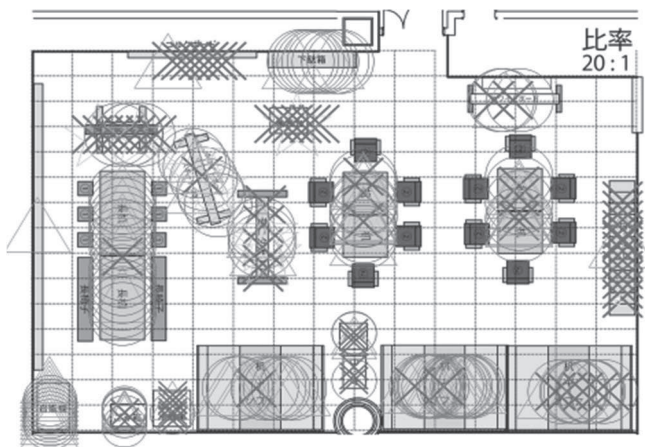


図10-B：第2回目の調査結果

5. 議論

5. 1 空間デザイン変更により生じた影響

5. 1. 1 第1回レイアウト変更(デザインパターン A→B)

【概要】

第1回のレイアウト変更(デザインパターン A→B)の変更意図としては、「談話室の利便性の向上」を念頭に置き、現状の談話室の問題点を提起し、その解決を目的とした。現状の談話室の問題点としては、本企画内の議論および、第1回アンケート調査の結果から以下のように抽出した。

(1)仕切りが無い

⇒オープンスペースであるために、先にミーティングが行われている場合、新しく入室してきた人が活動をしづらい。机等が置かれるミーティングエリアは仕切りのない単一空間となっている為に、複数のグループが同時に利用しづらい。

(2)無駄なスペースが多い

⇒モニターやホワイトボードの配置によって、デッドスペースが出来ており、特に壁のホワイトボードは全く使われていない状況となっている。

(3)魅力的な付加価値が少ない

⇒スペースが大きい割に、本棚やリラクスペース等の「談話」でできるような要素が少ない。

以上の問題点から、第1回レイアウト変更においては、現状の設備配置を変更するだけで上記問題解決に寄与できると考えられる、(1)・

(2)の問題に着目した。

デザインパターン A から B への主な変更内容としては、「無駄なスペースの排除」と「空間の分割」である。

「無駄なスペースの排除」としては、壁際に寄っているホワイトボードやモニタ等の設備配置を談話室中央に移動し、壁面・壁面付近の空間の利用がし易いようにすると共に、ホワイトボードやモニタを空間の仕切りとして利用した。

「空間の分割」としては、グループミーティングの際に利用率の高い「長机(long table)」を談話室端に寄せ、プレゼンテーション表示用として利用率の高い「モニタ大」・「ホワイトボード(スキャナ付)」を仕切りに用いて独立したミーティングスペースを設け、談話スペースとの分割を行った。

【結果の考察】

ビデオ撮影・アンケート調査結果から第2回レイアウト変更により生じた影響を調査した。結果として、利用人数や頻度に大きな変化は見られなかったが、利用者の満足度に関しては変化が見られた。

第2回アンケート調査の結果から、第1回レイアウト変更後の談話室内の環境について、「ミーティングスペースが区切られたことで、空間にメリハリが生まれた」・「ミーティングスペースを他のグループが使っていても、仕切られているので気にならなくなった」といった意見が多く見られた。この結果は、第1回レイアウト変更での目的としていた「空間の分割による遮蔽性の向上」が達成されたものと考えられる。その一方で、「コモンスペースとしての機能の低下」や「空間が仕切られることで狭く感じるようになった」といったネガティブな指摘も少数ながらあった。

以上の結果から、利用用途に応じて空間を仕切ることは、室内のプライバシー性能向上、多グループの同時利用の増加をもたらす可能性が示唆された。しかし、コモンスペースとしての本来の目的から若干外れることや、仕切りによる閉塞感など、改善すべき点もいくつか見られた。

5. 1. 2 第2回レイアウト変更(デザインパターンB→C)

【概要】

第2回のレイアウト変更(デザインパターンB→C)の変更意図としては、「設備配置が利用者の行動に及ぼす影響」を明らかにすることを目的として、第1回レイアウト変更時の観察データから見られた利用者の行動起点の存在を検証する。

第1回レイアウト変更においては、図6-Bに見られるように、利用者の利用場所の偏りに若干の変化が現れた。特に、Table 1、Table 2の間での変化が顕著である。一方でLong Tableの利用率が平均的に高いことも特徴的である。また、場所以外にも設備の利用にも差が見られた。例えば、デザインパターンA、B時に撮影したビデオ映像から、特によく利用されていると見受けられる設備として、モニタ(大)が挙げられた。その一方でモニタ(大)が近くにあるlong tableの利用率も併せて高くなっていた。この利用率の高さが、「場所(居心地)」によるものなのか、「機能」によるものなのかは定かではない。このような、人の行動の起点が「場所」によるものなのか、「機能」によるものなのかという議論は、様々な空間レイアウトを考える際に非常に重要な点である。そこで、第2回レイアウト変更においては、場所ごとの利用率の差の理由、つまり利用者がそこを利用しようと思う要因について調査するべく、設備のみの配置変更を行った。

上述したように、デザインパターンA、B時においては、モニタ(大)の利用率が高かった。そこで、モニタ(大)をデザインパターンBで利用率の低かったTable 2の場所に配置した。また、long table 近くに設置されていたモニタ(ネット)については撤去し、long table エリアにおけるプレゼンテーション機能を無くした。これら2つの設備変更により、人の行動の起点について比較調査を行った。

【結果の考察】

ビデオ撮影調査結果から第2回レイアウト変更により生じた影響を調査した。結果として、第1回レイアウト変更と同様に図6-Aに

示す利用人数や頻度に大きな変化は見られなかった。しかし、図 6-B に示す利用者の利用場所については大きな変化が見られた。

デザインパターン B の際には、Table 1 の利用率が高く、Table 2 の利用率が低かった。しかし、デザインパターン C においては、図 6-B にもあるように Table 2 の利用率が高く、Table 1 の利用率が低いという、デザインパターン B とは全く逆の結果となった。その要因としては、第 2 回レイアウト変更の際にモニタ (大) を Table 2 付近に設置したことが考えられ、「機能」が人の行動の起点となっている可能性が示唆された。一方で、プレゼンテーションを行う場所としての機能を排除した long table についても、これまで同様に平均的に高い利用率であった。この要因としては、long table や壁面ホワイトボードの「機能」に起因して利用率が高かったものとも考えられるが、人の動きが少ない部屋の端であるという「場所 (居心地)」が要因とも考えられる。この点については、今後のアンケート調査やさらなる配置変更によって明らかにしていきたい。

以上の結果から、人の行動は「機能」に強く影響される可能性が示唆された。その一方で、第 1 回レイアウト変更時のアンケート結果からも見られたように、遮蔽性といった「場所 (居心地)」を求める意見も多くあったことから、「場所」も「機能」と同様に人の行動起因となるという結果が見られた。

5. 2 アンケート調査から得られる傾向

今回の企画は、2 回のアンケート調査を行った。それぞれのアンケートには、「空間デザイン」についてリーディング大学院生の回答を求めた。これから、このデータに基づく 2 回アンケートの変化や傾向について詳しく述べる。なお、解答データは付録にまとめてある。

まずは、使用目的について明らかに変化が起こった。第 1 回目の調査では、使用目的を「雑談」、「ミーティング」、「食事」、「休憩」、「自主学习」と 4 つに分類して調査を行った。回収した答えを見ると、「ミーティング」のほう (21 回答) がより多く選択されることが分かった。

それに対して、1回目のアンケートから意見をまとめた部屋空間を再びデザインした2回目のアンケート調査結果では、「談話室でミーティングを開催した」と答えた人が一番多かった。しかも、前回より増えた(29回答)。この結果では、談話室はミーティングに相応しい場所と言えるのだろう。もう一つの使用目的の変化は、「休憩」や「自主学习」などの利用者が増加したことである。部屋の空間デザインが変化した後、グループだけではなく、談話室を利用する個人が増えていた。

次は利用の頻度である。第1回目のアンケート結果では、利用者の回答では「1ヶ月1回利用する」と答えた人(13回答)が多かった。そして部屋空間デザイン後の2回目のアンケート調査結果では、「1ヶ月1回」と答える人(16回答)がまだ多いが、「1ヶ月2~3回」と答える人(12回答)は前回の「1ヶ月数回」と答えた人(2回答)より大きく上昇した。また、「1ヶ月4回以上」と回答した人(10人)は少数と言えない。

そして、「自主企画の参加頻度」についての回答者の選択である。1回目の調査に関連質問がないため、比較はできない。しかし、単なる「1ヶ月1回」(12回答)や「1ヶ月2~3回」(13回答)から見ると、リーディング大学院生が自主企画に活用していることが分かった。そして、ミーティング・作業・打ち合わせなどを行う必要がある時、談話室をよく使うのではないか。

最後に設備の利用状況について、図10-Aと図10-Bを合わせて見ると、ソファ以外の壁寄りの設備の利用率は低い。それに対して、長机の利用率が高い。しかし、モニタはあまり利用されない。四角机が移動される前には利用されていたが、移動後、すこし利用率が減ったように見えた。

以上はデータから得られる傾向である。これは本リーディング大学院生から得られたものであるため、ある程度本リーディング大学院生の選好や談話室についての考えを反映している。

6. 結論と展望

本企画の最終的な目的は、デザインを用いて安全・安心へ以下の二つの方策で貢献することである。一つ目は、災害時の避難行動等において適切な行動を誘導するような“安全デザイン”の構築である。二つ目は、日常時に安全を意識しつつ必要以上にストレスを感じない“安心デザイン”を見出すことである。本報告書に記載する平成 27 年度の活動では、“空間デザインの変更と、それにより生じ得る人の行動変化”の観測を主な活動とした。観測対象はリーディング談話室におけるリーディング大学院生である。観察にはタイムラプスカメラを用いた。また、デザイン変更が観察対象者に与える心理的变化を調査するため、アンケート調査も併せて行った。

タイムラプスカメラを用いた観測により、少なくともリーディング談話室内においては、空間デザインは利用者の設備利用箇所を変動させ得ることを確認できた。これは空間デザインにより人を誘導できることを示唆しており、避難中の避難経路、避難所における設備を適切に設定することにより、安全行動を誘導し得るだろう。また、観察と併せて行ったアンケート調査は、観察により得られた結果を検証するだけでなく、利用者の空間デザイン変化により生じる印象の変化を調査することを可能にした。本活動のアンケート調査により得られた図 8-A, B には、部屋の入り口から遠ざかるほど利用頻度が増加する傾向を見ることができる。これは、第 1 回のアンケート時に得られたコメントにある“プライバシー”を重用視した結果と考えられる。空間デザインは、避難所等の限られた空間でも設備設定箇所を適切に行う事により、プライバシーを保持し、よりリラックスした普段に近い生活を送ることを可能とするだろう。本活動を通じて得られた知見は、今後のデザインによる安全・安心への貢献の一助となるだろう。

参考文献

- 1) 「グローバル安全学トップリーダー育成プログラム」, <http://g-safety.tohoku.ac.jp/>, 最終閲覧 2016.02.03
- 2) 「安全・安心な社会の構築に資する科学技術政策に関する懇談会」報告書, http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/anzen/houkoku/04042302.htm, 最終閲覧 2016.02.03
- 3) 「goo 辞書, デザイン」, <http://dictionary.goo.ne.jp/jn/151326/meaning/m0u/>, 最終閲覧 2016.02.03
- 4) 「概念化と記号化 ; 児玉徳美」, <http://www.ritsumei.ac.jp/acd/cg/lt/rb/610/610PDF/kodama.pdf>, 最終閲覧 2016.02.03
- 5) 「標識の男性は青で女性は赤である理由」, <http://plaza.rakuten.co.jp/hotstuff1976/diary/200905140000/>, 最終閲覧 2016.02.03
- 6) 「避難所での劣悪な環境が、災害関連死を引き起こす、弱者の保護が肝心」, <http://blogs.yahoo.co.jp/shgmmr/62660088.html>, 最終閲覧 2016.02.03
- 7) 「AVI2JPG 配布ページ」, <http://www.gigafree.net/media/conv/avi2jpg.html>, 最終閲覧 2016.02.03

1 回目のアンケート内容と結果

デザイン自主企画：

デザインを用いた安全行動・心理的安心の誘発

—リーディング大学院談話室の使用状況についてアンケート調査—

私たちデザイン自主企画では活動の一部としてリーディング大学院の談話室のデザインをより使いやすく改善するような企画を進めております。まず手始めに普段から使用されておりますリーディング大学院生の皆様の談話室の使用状況について調査をしたくアンケートを作成させていただきました。ご協力どうぞよろしくお願いいたします。

メンバー ○水木 敏幸
小林 龍一
今野 大輔
和田 久佳
蘇 亮
石橋 信治
賈 晨
施 均
倪 嘉菁

ーリーディング大学院談話室の使用状況についてアンケート調査ー

1 基本情報：あてはまるものに印をつけて選択するか、記入して答えてください

性別：

男 80.6%

女 19.4%

学年：

M1 22.6%

M2 29.0%

D1 35.5%

D2 12.9%

入学年度：

一期生 25.8%

二期生 41.9%

三期生 32.3%

主な所在場所：

片平キャンパス 3.2%

川内キャンパス 6.6%

青葉山キャンパス 90.3%

北青葉山キャンパス 25.8%

新青葉山キャンパス 9.7%

主な移動手段（複数回答可）：

徒歩 41.9%

自転車 19.4%

原付 35.5%

バイク 3.2%

車 25.8%

バス 16.1%

2 リーディング大学院の談話室の使用状況：あてはまる所に印をつけて答えてください

2.1 リーディング大学院の談話室の存在を知っていますか？

知っている 96.8%

あまり知らない 3.2%

2.2 リーディング大学院の談話室をどのような目的で利用しますか？（複数選択可）

ミーティング 96.8%

自習 9.7%

雑談 12.9%

食事 3.2%

休憩 22.6%

ーリーディング大学院談話室の使用状況についてアンケート調査ー

- 3 リーディング大学院の談話室の満足度：あてはまるものに印をつけるか、記入して答えてください
- 3.1 あなたのリーディング大学院談話室の設備に対する満足度
- 大いに満足 25.8%
- 満足 64.5%
- 改善できる 9.7%
- 3.1.1 大変満足以外を答えた方はその理由を印で記入してください（複数選択可）
- 場所が不便 51.6%
- 設備が不十分 3.2%
- 設備の配置が不適切 3.2%
- その他
- 設備が多すぎる
- 行く必要がない
- 講義室・C-Lab 研修室の声が気になる
- 向上の余地があるが、必要性を感じていない
- 狭すぎ
- 3.1.2 リーディング大学院の談話室にあるといいものを自由に記述してください
(例) 観葉植物、本棚、ハンガーラック、ケトル

- ・カレンダー
- ・ケトル
- ・発表スペース
- ・観葉植物は絶対にいらぬ（虫がわく、手入れが面倒で絶対に枯れる）
- ・コピー機
- ・日誌、各学生の研究紹介
- ・ケトル、スキャナー
- ・本棚、本
- ・予約表
- ・座布団（ミーティング前の待機スペースやテーブルのない自由なディスカッションに向くかと。）、可動式パーテーション（ミーティングの仕切りになる）
- ・ハンガーラック
- ・パーテーションまたは観葉植物など視線を遮るもの
- ・水道
- ・パブリックビューイングできるようなテレビ
- ・本棚、雑誌など
- ・ハンガーラック

ーリーディング大学院談話室の使用状況についてアンケート調査ー

3.2 その他談話室に対する不満を自由にお書きください

- ・移動式ホワイトボードはもっとあって良いと思う。奥の壁（自動販売機横）にあるホワイトボードは使いづらい。
- ・大型モニタのリモコンの起き場所が決まっていない
- ・特になし
- ・設備が多い結果、部屋が狭くなっている。いい機能を持っているのに、つかえていないのではないかと思う設備がある（電子化できるホワイトボードなど。ほかのグループは使っているのかもしれないが）
- ・自動販売機の、ルーレットの音がうるさい。
- ・ **It is necessary to equip more study and communication feature for students to stay there**
- ・談話室の使用に際し、特段、不満に感じることはない。
- ・自身の研究室から少々遠いと感じる程度。
- ・仕方のないことですが、自分のキャンパスからは少し遠いです。
- また、備品の管理が少し適当かな、と思う時があります。特にPCやコード類はしまう場所を決めたほうがいい気がします。
- ・場所が普段生活している場所から遠く、あまり頻繁に使用できない
- ・講義室と談話室の仕切りが簡単なものであるため、談話室での話し声が講義室に聞こえてしまうこと。
- ・現状では、各テーブルの独立性が低く、椅子に座ると他のテーブルの人と視線が交差する。オープンな雰囲気である一方で、込み入った打ち合わせの際は集中しづらい。そこで、ちょっとしたパーティションや観葉植物、ラックなどを用いて、テーブルごとの独立性を（少しだけ）高めると、より話しやすくなるのではないか。
- ・リーディング大学院の学生が自由に使用できる点が良い。
- ・ **It is necessary to equip more study and communication features for students to stay there**
- ・特にないです
- ・あまり利用しないので特にありません
- ・物が多いので、狭いという印象がすごく強いから、もうちょっと整理した方がいい
- ・講義室からの音が聞こえやすい

—リーディング大学院談話室の使用状況についてアンケート調査—

4 以下の質問に自由に答えてください

4.1 談話室の悪い点・良い点

- ・良い点：誰でも予約なしに会議室などに使用できる。冷蔵庫、自動販売機が存在する
 - 悪い点?：私にとって必要になる機会がほとんどない。
- (意見：飲み会などあれば行くと思います。)
- ・良い点：自販機がある。ソファがある。椅子がふかふかしている。きれいな。
 - 悪い点：仕方がないのだが、カードキーがめんどくさい*
 - ・土足で入れるゾーンが少ないため、入口が混雑しやすいし、スリッパにはい変えるときに一度マットに靴下で乗らないといけない。
 - ・それぞれの研究室から遠い
自分一人で来る理由がない
 - ・メカに弱い人には結構しんどい
最新の設備が揃っている
 - ・企画の打ち合わせに自由に使える設備が整っていていい。ほかのグループとかがぶらない限り快適に使える（ほとんど使ったことはない）、パソコンを使って会議するのに適している（wifi やモニターがある）
 - ・おおよそ、ミーティングに必要な機材・環境が整っている。
 - ・気軽に使用できる
 - ・自販機音がうるさい、人数が多いと声聞き取りづらくなる（周囲と混合して）
 - ・上の不満を除けば、それなりの設備はそろっており、特に不満はない
 - ・特にない。大満足。
 - ・良い点：たまにソファで寝られる。静かなので作業するにも良い
 - 悪い点：誰かいると目的なく入るのが許されないような気がしてしまう。
 - ・自販機があって便利
 - ・良い点（自動販売機がある・あまり混雑していない）
 - 悪い点（教室と仕切りをはさんでつづいているので、授業中に話し声が気になることがある）
 - ・良い点：設備が充実している。
 - 悪い点：9階にあるため、利用しづらい。
 - ・9Fが遠い
 - ・学生が許可をとらなくても自由に利用できること
 - ・良い点、静か、場所が広い
 - 悪い点、ものが多すぎ、狭い、乱雑
 - ・講義室からの音が聞こえやすい
 - ・いつでも使える
 - ・土足厳禁

ーリーディング大学院談話室の使用状況についてアンケート調査ー

4.2 談話室に対する希望

- ・指紋 or 顔認証式の入り口の導入（むりか）
- ・C-lab 研修室と室内でつながってれば良かったのにとすることがたまにある。
- ・いちいち外に出てカードキーをとりださないといけない。掲示板がどの程度役に立っているのか知りたい。
- ・これ以上複雑にしないでほしい（もっとシンプルだいたいと思う）
- ・上記の機材(ミーティングに必要な機材)を所望する。
- ・リーディングの目的でないミーティングにも使いたい
- ・床の有効利用をしたい。せっかく土足禁止でマットレスなので、より有効な活用ができる。
- ・クッション性のある椅子を増やしてほしい
- ・あまり利用しない人でも気軽に利用できるようにしてほしいです
- ・物を調整しましょう
- ・講義室と談話室の間に良い屏を設置

アンケートは以上です。ご協力ありがとうございました。

2回目のアンケート内容と結果

デザイン自主企画：

デザインを用いた安全行動・心理的安心の誘発

—リーディング大学院談話室の使用状況についてアンケート調査—

私たちデザイン自主企画では活動の一部として空間レイアウトに関する企画を進めております。前回のアンケートからリーディング大学院談話室のレイアウトを変更させていただきました。つきましては皆様から変更した談話室のレイアウトについて感想をいただきたくアンケートを作成させていただきました。ご協力どうぞよろしくお願いいたします。

メンバー ○水木 敏幸
小林 龍一
今野 大輔
和田 久佳
蘇 亮
石橋 信治
賈 晨
施 均
倪 嘉荅

ーリーディング大学院談話室の使用状況についてアンケート調査ー

1 基本情報：あてはまるものに印をつけて選択するか、記入して答えてください

1.1 入学年度：

| | |
|-----|-------|
| 一期生 | 22.5% |
| 二期生 | 32.5% |
| 三期生 | 45.0% |

1.2 研究室からの所要時間：

| | |
|-----|-------|
| ～5分 | 12.5% |
| 10分 | 52.5% |
| 15分 | 20.0% |
| 20分 | 2.5% |
| 30分 | 10.0% |

1.3 現在自主企画に積極的に参加していますか？

| | |
|--------|-------|
| 不参加 | 27.5% |
| 月に一回程度 | 30.0% |
| 月に2～3回 | 32.5% |
| 月に4回以上 | 10.0% |

ここ一か月間のリーディング大学院談話室について以下の質問に答えてください

2 リーディング大学院の談話室の使用状況：あてはまる所に印をつけて答えてください

2.1 リーディング大学院の談話室をどのような目的で利用しますか？（複数選択可）

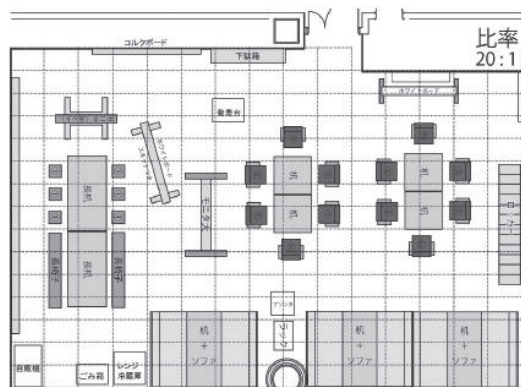
| | |
|--------|-------|
| ミーティング | 72.5% |
| 自習 | 12.5% |
| 授業のついて | 25.0% |
| ものを取りに | 25.0% |
| その他： | |
| 資料準備 | 2.5% |
| 休憩 | 2.5% |

2.2 リーディング大学院の談話室をどのくらいの頻度で利用していますか？

| | |
|---------|-------|
| 利用していない | 2.5% |
| 月に一回程度 | 40.0% |
| 月に2～3回 | 30.0% |
| 月に4回以上 | 25.0% |

—リーディング大学院談話室の使用状況についてアンケート調査—

- 2.3 談話室とその設備について：よく使用する場所や設備に○を、たまに使用する場所や設備に△を、全く使用しない場所や設備に×をつけてください
更に、移動したい設備、実際に移動した設備に☆をつけてください



- 3 9月下旬にリーディング大学院談話室のレイアウトを変更しました
談話室のレイアウトが変わったことについて、あなたの意見を書いてください

- ・変化後、きれいしかも広くなった。これからもっと使いたい
- ・以前に比べてきれいになりました
- ・スペースを分けた後、作業に対する効率がよくなる
- ・新しい部屋の空間感が好きです
- ・前よりは少し使いやすくなった印象
- ・複数のグループが同時利用しやすくなった
- ・現在の長机が白板の前にある配置は議論の際に使用しやすくとでも良いです
- ・モニターをパーティションのように使用して空間を分けたことでより使いやすくなりました。ミーティングは多くても10人以下で行うことが多いので、以前の使い方はミーティングをする際、空間を少人数の1グループが占有して空間の無駄が多かったことに気づきました。2つ以上のグループが談話室を使う場合には、afterのように空間を分けたほうが空間の使用として高利用率と感じました。ただ空間を分けたこ

リーディング大学院談話室の使用状況についてアンケート調査一

とで時計が見づらくなったので追加してほしいです。

・以前は机のレイアウトと、その他設備(ホワイトボードとか)のレイアウトがマッチしていなかったので使いづらかったのですが、レイアウトが変わったことで使いやすくなりました！

・ミーティングスペースと談話スペースで見た目が明確に分かれていてよかったと思う

・魅力的な配置換えなので、授業を待つ間やミーティング以外にも、友達と話すことにも談話室を使用した

・壁のホワイトボードが非常に使いやすくなった。その他の印象としてはあまり変化無いが、上記のことを評価している

・元々は全体として窮屈な印象があったが、写真手前側の机の配置が変わり、机同士の間隔が広がったことで、窮屈な印象が薄くなった。これにより、奥のソファ席にも行きやすくなったと思われる

・以前に比べモニターとホワイトボードが中央にあることで部屋が狭くなったように感じる。・奥のスペースを使っている人達が別部屋にいるような感じがする・ロッカー前を通って奥の机+ソファへの移動はしやすくなった

・奥が広がった

・右手奥がモニター等で囲まれた為、閉鎖的な印象を受けた。ただし周囲とある程度距離を開けた場合や集中したい場合(打ち合わせ)等には良いかもしれない。

・狭くなると感じる

・後ろが狭い

・前より狭く感じた

・ホワイトボードの場所は変、使いづらい、新しい位置から移動すると狭くなる

・長い机の処になぜモニターとホワイトボードで籠るのが分からない

・レイアウトが変わっても以前に比べて特に違和感がなかったので、使いやすくなっているのかなと思いました

・気づかなかった

・特に気にならなかった

・観察される変化を見えない

・言われないと気づきませんでした

・小さい机がほしい

・時計がほしい

・お菓子置いていけば完璧

・食べる機能の自販機があればいいです

・自販機にアクセスしづらい

・発表台の場所は微妙

ーリーディング大学院談話室の使用状況についてアンケート調査ー



Before

After

3.1 レイアウトが変更されましたが、リーディング大学院の談話室を今後どのような目的で利用しようと思いますか？（複数選択可）

| | |
|--------|-------|
| ミーティング | 67.5% |
| 自習 | 20.0% |
| 授業のついで | 35.0% |
| ものを取りに | 27.5% |
| その他 | |
| 資料準備 | 2.5% |
| 休憩 | 2.5% |

アンケートは以上です。ご協力ありがとうございました。

第7章

Morning English Meeting to be a Global Safety Leader

渡部花奈子⁽¹⁾

久松 明史⁽²⁾

長谷川 翔⁽³⁾

和田 久佳⁽¹⁾

Liu Diyi⁽¹⁾

大柳 良介⁽⁴⁾

小桧山朝華⁽³⁾

齊藤 雅典⁽⁵⁾

- | | |
|-----------------|----------|
| (1) 東北大学工学研究科 | 博士課程前期2年 |
| (2) 東北大学工学研究科 | 博士課程後期1年 |
| (3) 東北大学工学研究科 | 博士課程後期2年 |
| (4) 東北大学環境科学研究科 | 博士課程後期2年 |
| (5) 東北大学理学研究科 | 博士課程後期2年 |

要約

本企画では、「Global」、「Safety」、そして「Leader」の3つの能力に着目し、グローバル安全学トップリーダー人材の育成を目的とした様々な活動を行った。本自主企画活動は、平日朝の1時間を利用して行い、勉強会やグループワークなど、上記3項目に関連する活動を全て英語で行った。

「Global」の項目では、英語での基礎的なコミュニケーション能力の向上のため、Vocabulary、Grammar、Pronunciation、Voice Volume、Talking Speedに焦点を当て、グループでのディスカッションやスピーチ等の活動を行った。また、「Safety」では、日本のみならず海外における防災の知識を深めるため、仙台防災枠組“Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030”の翻訳作業を行った。他にも、リーディング大学院内の自主企画活動である「小・中学生と留学生を対象とする総合的防災学習の新教材の開発とアンケートによる効果測定」と共同で活動を行い、防災・減災に関する知識を深めた。さらに、「Leader」としての能力、責任感を育成するため、全ての自主企画活動では、Facilitator制度を設けた。その日の活動のリーダーとなるFacilitatorをメンバーが持ち回りで担当することで、英語でのリーダーシップ能力の向上も図った。

1. 活動概要

1. 1 企画背景

グローバル安全学トップリーダー育成プログラムでは、自然災害を中心とした様々なリスクに対して、安全安心を「知る」、「創る」、そして安全安心に「生きる」ことに貢献できるグローバル安全学トップリーダー人材を育成することを目的としている。

我々はこの目的の達成のために「Global」、「Safety」、そして「Leader」について、以下の要素に注目した。まず、「Global」であるためには、世界で二番目に使用人口が多く、54 か国（21 億人）が公用語または準公用語等としている英語（文部科学省、オンライン）を用いたコミュニケーション能力を高めることである。また、「Global Safety」を考えるために、俯瞰的に世界の安全に対する傾向を知ること。そして、「Leader」としての能力を高めるために、グループでの活動を通じた成功・失敗の経験を得ることである。

1. 2 企画目的

本企画では、平日の朝の時間を活用した英語での様々なグループ活動を通して、参加メンバーの「英語コミュニケーション能力」と「国際防災を知り、整理する能力」そして、「リーダー経験を通じたリーダーシップ能力」の向上を目的とする。

1. 3 企画の特色

平日朝 7:30 から 8:30 の時間を活用し、継続的に英語学習を行うことで、一か月に 20 時間以上の学習時間を確保することが可能である。

英語コミュニケーション能力の向上を目的とした様々な活動を通して、グローバル安全学の研究とリーダーシップ能力の向上を図る。

また、参加メンバーは様々な学問を専攻しており、異分野交流が可能である。さらに、留学生が参加しているため、国際交流が可能である。

1. 4 本報告書の構成

本報告書では、本企画の今年度の活動内容について報告する。

まず、報告内容を「Global」、「Safety」、「Leader」の3節に分類し、各能力の向上のために行った活動を詳細に述べる。

2. Global : 英語コミュニケーション能力

活動するにあたり、まずグループメンバー内で英語コミュニケーション能力の向上という目標達成のために必要な要素が何なのかを話し合って決めた。議論の結果、英語を話す力を重点的に伸ばすためには Vocabulary, Grammar, Pronunciation, Voice Volume, Talking Speed の5つの力を伸ばしておく必要があると考えた。そこで、本自主企画活動では上記5つの力を向上させるための様々な活動を行った。以下に、その詳細を示す。

2. 1 フリートーク

瞬間的に英文を作り、アウトプットできる力をつけるために、ほぼ毎回の活動内でフリートークを行った。

まず、英語で円滑に会話するためには、話し手は上記に挙げた5つの要素について最低限の能力が必要である。日常的に、様々な話題について自由に会話することで、各項目のレベルアップが可能であると考えた。更にフリートークでは話し手と聞き手に分かれるため、相手の話した英語の Grammar や Pronunciation についてその正誤を指摘することができ、グループ内で互いにコミュニケーション能力の向上が期待できる。

次に手順について記述する。フリートークは多くの場合、質問と返答の繰り返しによって構成される。まず、メンバーの誰かに質問をし、質問をされたメンバーは話し手になって話をする。聞き手は場合によっては相槌を挟む。議題については固定せず、その質問に対して瞬間

的に返答する力の向上を目指した。

フリートークを行ってみてのグループメンバーのコメントを以下に示す。

久松：

リアルタイムで文章を考える必要があるため、文章を読んだり、英語を聞いたりするよりも頭を活発にすることが出来た。そのため何かの活動を行う前にフリートークを行うと、効率が上がったという実感がある。

和田：

フリートークを続けることで、お互いのことについてよく知ることが出来、今後の活動を円滑に進めることが出来たと感じる。一方で、ある程度の基礎的な英語力を持ってないと間違った文法や発音が直らないままフリートークを行うことになってしまう。定期的に発音と文法を勉強し、確認し合いながら会話する必要がある。

上記のように総合的な英語コミュニケーション能力の向上を目的としてフリートークを行った。結果として活動前のウォーミングアップにフリートークが適していることが分かった。定期的な発音と文法の勉強と組み合わせることでより効果的であると考えられる。

2. 2 発音

英語の発音の向上を目的として教材『英語の発音が正しくなる本』（ナツメ社、2008年）を用いて発音練習を行った。大きく分けて、リスニング、シャドウイング、音節ごとの発音について学習した。

1つ目として、実際に英語を話す前に英語を聞いて発音の違いを理解するためにリスニングを行った。日本人が聞き分けにくい単語を聞き各単語の音の違いを耳で覚えて発音の練習をした。具体的には電子辞書やインターネットのリスニング専用サイトを用いて“low”と

“row”と“law”と“raw”や“very”と“berry”などの単語を聞き分けた。

2つ目に、単語ではなく会話の発音を向上させるために、シャドウイングを行った。シャドウイングの手順を説明する。シャドウイングではまず、英語の音声を通して聞く。次に一文ずつ流し、流れた英文の発音を真似て繰り返す。そして通して流した音声に被せる様に音声を真似る。更にスクリプトを見て読まれた英文を確認した上で、最後にまた流した音声に被せる様に音声を真似る。シャドウイングを行うことで文全体のつながりを意識した発音を練習することが出来た。

3つ目に“a”や“th”など、一つ一つの音の出し方を学ぶために音節ごとの発音について学習した。英語には日本語などの言語に無い音があるため、その音の出し方について、舌の位置や口の形、のどの振るわせ方を学んだ。これにより、各単語の発音の仕方について理解を深めることが出来た。

上記のように英語の発音の向上を目的としてリスニング、シャドウイング、音節ごとの発音について学習した。結果として単語の違い、文章内の単語のつながり方、その音の発音の仕方を学ぶことが出来た。今回は特に順番を考えずに発音の勉強をしたが、未知の音節は発音が困難であるため、音節ごとの発音について学習してからリスニング、シャドウイングの順に学習した方が効率的であったと考えられる。

2. 3 シンプルQ&A

ボイスボリュームの改善と英語に対する脳の活性化を目的とし、英語での単純な質疑応答を行なった。本活動の手順について以下に記載する。

1. 参加者がそれぞれ部屋の壁際に移動し、可能な限り相互の距離をあける。
2. 参加者の中から1人出題者を決め、選出された出題者は質問内容を考える。この時の質問内容は非常に簡単なもの（例え

ば、今日の朝は何を食べたのか、昨日の夜は何時に寝たのか等) とする。

3. 出題者はその質問に回答して欲しい回答者を指差しながら、参加者全員に聞こえるよう、大きな声で出題する。この時、出題者が選出する回答者は、出題者の対角の位置にいる者から選出するのが好ましい。
4. 選出された回答者は同様に大きな声でその質問に回答する。
5. 他の参加者はその質問内容に何らかのコメントがあれば、大きな声で発言する。
6. 回答とコメントの終了後、その回答者は出題者となり、次の出題内容を考える。
7. 手順3に戻り、以後、手順3から5を繰り返す。

本活動には2つの特徴がある。一つ目は、参加メンバーそれぞれの間に大きな距離が空けられていることである。距離が離れている分、自身の言葉を相手に伝えるためには、必然的に大きな声を発する必要がある。これによって、距離に応じたボイスボリュームの訓練およびその修得が望める。手順3において、出題者が自身の対角の位置に存在する者を回答者として選ぶことを推奨しているのは、可能な限り距離を取り、大きな声で会話を行うためである。

二つ目は、短く簡単な質疑応答を繰り返すことである。これによって、参加者の英語能力に差がある場合でも、全員一律に活動に参加することが出来る。加えて、簡単ながら英語でのコミュニケーションを行うため、英語に対する脳の活性化が望める。

本活動は主に1時間の英語学習の内、序盤の10から15分を用いて行われ、残りの時間は他のグループ活動を行った。本活動を行ってみてのグループメンバーのコメントを以下に示す。

齊藤：

英語で会話するときに、文法の正誤に捕らわれてしまい声の大きさを

意識できない場合があるが、本活動を通し、大きな声で英語を話す意識が強くなった。また、本活動は当初の目的であったボイスボリュームの改善と英語に対する脳の活性化に十分な効果があると考える。

2. 4 表現・フレーズの学習

ボキャブラリーを増やすことを目的として、様々な英語の表現・フレーズの学習を行った。本企画ではこれらの学習のために、以下の活動を行った。

- a) まず事前に様々な英語表現（例えば意見を求める疑問分
“What’s your opinion of … ?” や、それに対する回答文
“In my opinion, …” 等）が書かれた資料と議題の書かれた紙を複数枚用意する。次に3から4名のグループに分かれ、議題の書かれた紙を一枚選択し、その議題について議論を行う。この時、前述した資料を参考にし、書かれた表現を使用しながら議論をすすめる。
- b) いくつかのフレーズとその使用例が書かれた資料を用意する。参加者同士でフレーズと使用例を声に出して読み上げた後、それらフレーズを用いた文章を作成し、お互いにその文章の共有と確認を行う。

a)の活動により、日常会話や議論の場で必ず必要となる英語表現を学ぶことが出来る。加えて、何らかの議論を行うことにより、英語表現の実践的経験の場となる。これにより、効率的な英語表現の学習が行える。b)では、英語表現に膨らみをもたせるフレーズの学習を行う。ただ読み上げ知識として頭に入れるだけでなく、自身で文を構築することで表現方法を学び、お互いに作成した文の共有を行うことで様々な使用例を学習することが出来る。

2. 5 短文の英語訳

正しい英語文法を習得することを目的として、短文の英語翻訳を行った。本活動の活動内容を下記に記す。

1. 教材『表現のための実践ロイヤル英文法』(旺文社、2011年)から短い英文を複数抜粋し、その英文と日本語訳を記した資料を用意する。
2. 3から4名のグループを作成し、その中の一名を出題者として選出する。
3. 出題者は上記の資料の中から1つの日本語訳を選出し、読み上げる。
4. それぞれのグループメンバーはその日本語訳に適する英文を1分以内に手元のホワイトボードに書き上げる。
5. 書き上げた英文をそれぞれ共有し、文に誤りがあればそれぞれ指摘する。
6. 英文の共有が終わった後、出題者は上記資料から正解の英文を明示する。
7. 正解の英文と各々作成した文を見比べ、それぞれ誤りを正す。
8. 以後、出題者を変更し、手順3から7を繰り返す。

本活動の特徴として、正確な文法を学べることが挙げられる。事前に準備している資料には正確な英文と日本語訳が記載されているため、自身の英文の誤りを発見・自覚しやすい。また、単純に翻訳するだけでなく、他者の英文と自身の英文の比較やお互いに指摘しあうことで、別の表現方法を学ぶことも望める。

本活動では上記のように1分間の制限時間を設けたため、活動時間内に多くの日本語文の翻訳が行え、円滑な活動ができたと考えられる。結果として、自身の苦手とする文法や表現を発見することができ、本活動の目的であった英語文法能力の向上に十分効果があったと考えられる。

2. 6 英語でのスピーチ

自身の英語能力を把握するため、英語でのスピーチを行った（図1 および図2 参照）。グループ内での話し合いの結果、Vocabulary、Grammar、Pronunciation、Voice volume、Talking speedの向上を把握するためには、客観的な評価が必要であるという結論に至った。そこで、複数の聴衆の前でスピーチを行うことで自分自身では把握しきれない上記5つの項目の成長および課題を見出し次に活かすことを目的とした。

本活動では1名の発表者と複数名の聴衆に分かれ、聴衆は発表者の発表内容について、上記5つの観点で、0から100%で評価を行う。以下、本活動の活動内容を記載する。

1. 参加者は事前にスピーチのテーマとなる何らかの画像・写真を用意する。
2. 用意された画像・写真の中から一枚をランダムに選出し、発表者はそれについてのスピーチを3分間行う。
3. スピーチ終了後、11分間の質疑応答を行う。
4. 質疑応答終了後、聴衆は発表者の発表内容について、スコアシートにスコアを記入する。
5. 次の発表者を選出し、以後手順2から4を繰り返す。

本活動で記入したスコアシートは全スピーチ終了後、集計され各々に配布される。これによって、自身の英語能力の客観的評価が明確にわかり、自身の得意とする部分や改善すべき部分を把握することができる。英語スピーチを行ってみたいのメンバーのコメントを以下に示す。

長谷川：

本活動では、自身が持つ5項目の力の把握が目的であったが、始めてみる写真に対するスピーチ内容を迅速に決定しなければならなかったため、英文構成力の把握にも繋がったと思う。



図1 英語スピーチの内容（久松作成）



図2 英語スピーチの様子（渡部撮影、2015年4月28日）

3. Safety : 国際防災を知り、整理する能力

国内のみならず、海外の防災に関する知識を深めるため、英語で記載された資料の翻訳を行った。

3. 1 仙台防災枠組

国連の国際防災戦略(ISDR)で打ち出された政策を選定し、第3回国連防災世界会議(2015年3月14日、宮城県仙台市)の成果として採択された“Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030”の翻訳作業を行った。この資料は、第2回国連防災世界会議(2005年、兵庫県)の成果文書である“Hyogo Framework for Action”の後継枠組である。今後15年の、国際社会の防災に対する行動指針が記載されている。

文書を読む手法として、まず文書内の専門用語(英単語・英熟語)を各メンバーで分担し、意味を調べた。続いて、専門用語を別の英語で意味を置き換える作業を行い、その共有を行った(図3)。また、文書資料内のパラグラフの担当を振り分け、制限時間を設けて各メンバーで読解した。その後、各担当部分のパラグラフの要約を各自で行った。要約にあたっては、図や英文などを用いてホワイトボード内に要約内容を記した。図4に要約内容の例を示す。さらに、メンバー間で要約内容の共有を行った。共有には各メンバーが要約内容を記載したホワイトボードを用いて、他メンバーに対して英語による説明を行った(図5)。

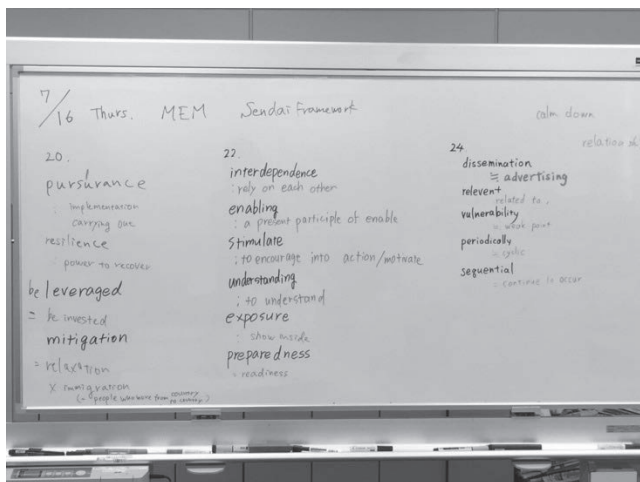


図3 文書内における専門用語の調査と共有
(小椋山撮影、2015年7月16日)

本活動を行ってみたいのメンバーのコメントを以下に示す。

小椋山：

自分の専門ではない分野のテクニカルタームを別の英語で置き換えることで、大幅な語彙力向上を実感した。また、英文資料を限られた時間内で読み、それを要約する力を向上させることができた。英語力の向上のみならず、防災に対する国際社会の行動指針を知り、理解することに繋がったと思う。

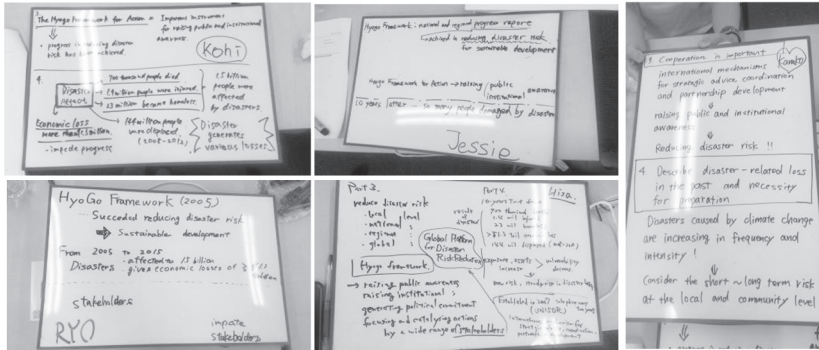


図4 要約内容の例 (久松撮影、2015年6月10日)

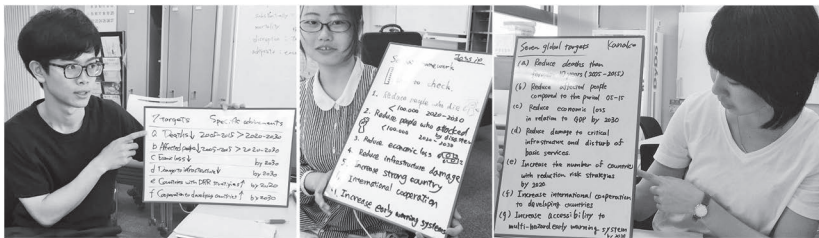


図5 要約内容の共有の様子 (齊藤撮影、2015年7月3日)

3. 2 「減災アクションカードゲーム」の英語化

リーディング大学院内の自主企画活動である「小・中学生と留学生を対象とする総合的防災学習の新教材の開発とアンケートによる効果測定」と共同で活動を行った。活動の目的は「減災アクションカードゲーム～地震・津波編～」のマニュアルの英語化と日本における地震・津波災害の位置付けや避難の方法の整理である。

自主企画活動「小・中学生と留学生を対象とする総合的防災学習の新教材の開発とアンケートによる効果測定」では、防災教育の教材を開発しており、様々なイベントで実践している。「減災アクションカードゲーム～地震・津波編～」は当初、小・中学生を対象に開発されたが、2014年度の活動の中で、飛翔型科学者の卵に参加していた高校生とともに留学生を対象とした問題を英語で作成し、実践した（2014年度報告書参照）。その結果、減災アクションカードゲームが日本へ来る留学生への防災教育にも有効であることが示された。そのため、同企画では減災アクションカードゲームが小・中学生に加えて留学生を対象とした教材になるように改善し、実践方法をマニュアル化している（報告書3章参照）。その作業の一部として、「減災アクションカードゲーム～地震・津波編～」のマニュアルを英語化し、日本における地震・津波災害の位置付けや避難の方法の整理を議論した。

議論の結果、地震・津波や台風などのその他の災害は発生メカニズムや災害発生までのプロセスが異なることが明らかとなった。特に、災害発生の予測の可否に大きな相違があるため、災害発生時のとっさの判断に注目した減災アクションカードゲームに適した問題と適さない問題があるという結論に至った。

例えば、地震はいつ・どこで発生するか予測できないため、発生後の一時避難行動が重要であるのに対し、土砂災害や雪崩は大雨や大雪の後に斜面などで発生することが予測されるため、そもそも危険な場所に近づかないことが可能である。そのため、土砂災害や雪崩に関する問題は減災アクションカードゲームには不向きである。しかしながら、雨が止んだ数日後に土砂災害が発生する可能性もあるという知識

などは重要な情報である（徳島地方気象台、<http://www.jma-net.go.jp/tokushima/topics/kako/dosha3/dosha3.htm>）。

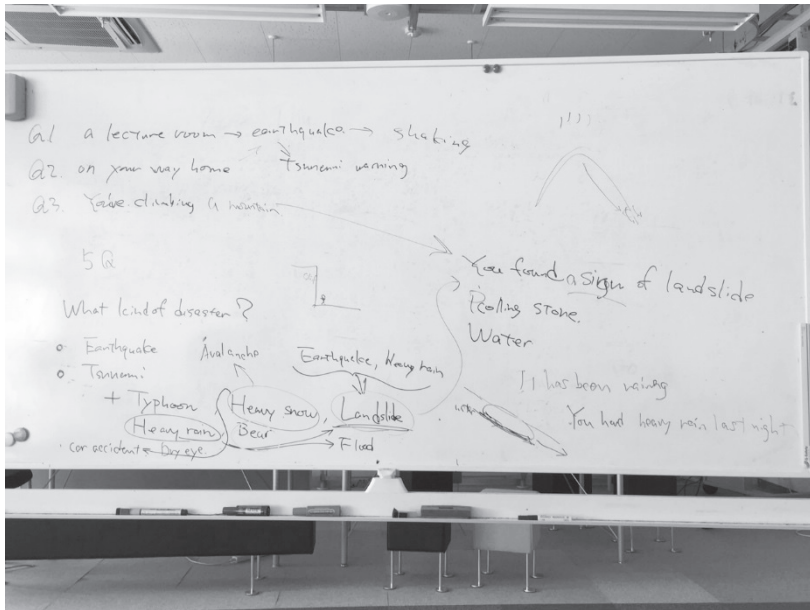


図6 議論の様子（渡部撮影、2015年10月27日）

4. Leader : リーダーシップ能力

4.1 Facilitator 制度

週ごとに Facilitator を持ちまわりで担当し、活動内で取り上げるトピックや学習内容を決定した。さらに、ミーティングの進行を行うことで、組織内において英語でリーダーシップを発揮できる力の向上を目指した。以下に実際にメンバーによって Facilitate されて決定された学習内容を挙げる。

6月第2週の Facilitator を担当した大柳は、本を使用した対話式

Lecture を行った。『数学版 これを英語で言えますか？（ブルーバックス社）』使用し、数式の具体例を示しながら講義を行った。この講義で扱った数式は基本的な四則計算、乗数を含んだ数式だけではなく、微分積分や極限、対数の式までに至る。また、各メンバーが好きな数式を挙げ、その数式を英語で読み上げ、その数式の実用性について英語で説明する、ということも行った。これにより、数式を英語で読み上げる能力だけではなく、Science の知見を広めることができた。また、英語力の向上にむけて活動するような環境を作ることに繋がった。以下に、本制度を行ってみたいのメンバーのコメントを示す。

大柳：

本制度により、メンバーは各々リーダーシップを発揮しメンバーを先導することができたと感じる。また、毎回の活動に対し責任感を持って取り組むことができたのではないかと感じる。

4. 2 英語での活動記録 (Proceedings)

日々の活動記録は、Proceedings として記録されている。Proceedings は、日替わりで選出されたメンバー1人が記入した。以下に Proceedings の一例を示す (図7)。

Proceedings は、その日の活動を明確に記録し次の活動に活かすため Date、Participants・Absence、Theme、Content で構成されている。Theme は Facilitator によって決められたものである。Content には、その日の活動を簡潔に記入した。また、Proceedings は全メンバーと共有し、文法の間違い等がある場合はメンバー内で教えあった。

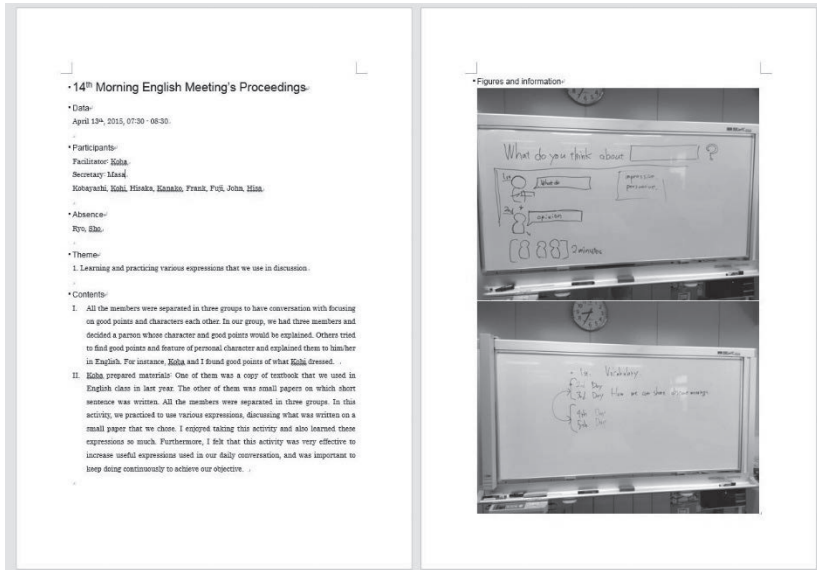


図7 Proceeding の例(齊藤作成、2015年4月13日)

5. まとめ

本報告書では、本企画の概要を述べた後、1年間を通して行った自主企画活動の内容を詳細に述べた。

英語に触れる機会は、自らが動き、作っていかない限りは生まれにくい。本活動では、朝の時間を有効に活用することで英語を学習する機会を日常的に設けることができた。また、仲間と共に活動することで、楽しみながら英語や国際防災について学ぶことができた。さらに、勉強会の内容設定から、運営まで全て学生だけで行うことで、メンバーのリーダー性および自主性が向上したと考えられる。

今後も、1年間を通して行った活動を活かし、メンバー全員が「Global Safety Leader」としてより一層成長していきたい。

謝辞

本自主企画活動を行うにあたって、専任教員の松崎先生には留学生を含めるようにと御助言をしていただき、本活動をより充実したものにいただきました。一同、心より感謝申し上げます。

また、減災アクションカードゲームスタッフ一同および専任教員の久利先生には、本自主企画活動の企画の一環で協力していただきましたことを、深く感謝申し上げます。

第8章

応急仮設住宅における管理・運営体制の多様性の考察と最適体制の提案

中安 祐太⁽¹⁾

栗田 陽子⁽²⁾

小長谷智哉⁽³⁾

渡部花奈子⁽⁴⁾

菊池 遼⁽⁵⁾

永井 千晶⁽⁶⁾

安西 瞳⁽⁷⁾

- (1) 東北大学環境科学研究科 博士課程後期1年
- (2) 東北大学文学研究科 博士課程前期1年
- (3) 東北大学理学研究科 博士課程前期1年
- (4) 東北大学工学研究科 博士課程前期2年
- (5) 東北大学経済学研究科 博士課程後期1年
- (6) 広島大学総合科学部 4年
- (7) 東北大学工学研究科 博士課程前期1年

東日本大震災発生後、住居が損壊した被災者の多くは被災自治体ごとに建設された応急仮設住宅に移住した。一方で、応急仮設住宅の入居方針や見守り体制は、基本的に各自治体に一任されたために、自治体ごとに住民へのサポート環境に差異が見受けられた。我々は、各自治体における応急仮設住宅の管理・運営体制を具体的に調査した上で、なぜ差異が生まれたのかを考察し、未来の大規模災害を見据えた応急仮設住宅の最適な管理・運営体制を提案したいと考えた。

本自主企画活動では、宮城県沿岸部 6 自治体の職員や、管理・運営に関わる団体へのインタビュー調査を行い、入居方針や入居後の住民へのサポートなどについて伺った。

調査の結果、入居方針に差異が生まれたのは、もとの地域でのソーシャル・キャピタルの形成度合いが異なること、および災害規模の大きさが異なることに起因していることが判明した。また、入居後のサポートに差異が生まれたのは、サポート方法に規定がなく、災害下という非常時において、自治体が人手や人脈等を考慮した上で、最適と考うる対策を取ったことに起因していた。これらの結果を基に、応急仮設住宅における最適な管理・運営体制の提案を行った。

本調査に加えて、本活動メンバーに広島大学ボランティアサークル「OPERATION つながり」に所属しているメンバーが含まれていることから、広島土砂災害の現地見学および情報の共有会も行った。

1. 企画の概要

1. 1 はじめに

阪神・淡路大震災の教訓から「被災前に住んでいた地域」→「避難所」→「応急仮設住宅」→「災害／復興公営住宅」に移り住む各過程で、コミュニティが分断される危険性が指摘された櫻井・伊藤(2013)¹⁾。

東日本大震災では、応急仮設住宅の管理・運営体制は自治体ごとに一任されており、いわゆる「コミュニティ入居」が、全ての応急仮設住宅で実装されているのかと思われたが、実際にはコミュニティ入居の方針をとっていない自治体が数多く存在することが確認された。また、入居後の住民の見守り体制が自治体ごとに大きく異なっていることも判明した。我々は、この自治体ごとの応急仮設住宅の管理・運営体制の差異に大きな関心を抱いた。

応急仮設住宅に関してこれまでも先行研究で様々な問題が報告されてきたが、応急仮設住宅の管理・運営体制の違いに着目した調査はほとんど行われていないのが現状である。応急仮設住宅の管理・運営体制は、住民が受けるストレスや自立に大きく影響を与えるため、管理・運営体制の最適化が、住民の生活の質の向上に大きく貢献することが予想される。

日本では今後、東海・東南海・南海地震という大規模な地震・津波が発生することが想定されており、東日本大震災のような、大量の応急仮設住宅を建設する可能性がある。その際、東日本大震災の教訓が応急仮設住宅の管理・運営に活かされる必要があるだろう。

1. 2 企画の目的

東北大学グローバル安全学トップリーダー育成プログラムでは、社会基盤や産業基盤の長期的な復興に対応し、安心安全な社会に貢献できるようなリーダーの育成を目指している。

この考えは、2015年3月に仙台市で行われた第3回国連防災世界

会議で採択された「仙台防災枠組み」の趣旨とも合致する。この採択では、「よりよい復興 (Build Back Better)」の必要性が説かれている。よりよい復興のためには、社会基盤の整備も含めた事前の災害対応によって災害リスクを減らすことが必要である。

我々はこの考えの下、よりよい応急仮設住宅の管理・運営体制により孤独死を減少させるためには、事前に、自治体ごとに最適な応急仮設住宅の管理・運営マニュアルが必要であると感じた。その際、東日本大震災の知見や教訓は必須であると考えられる。

以上のことから、本自主企画活動では、東日本大震災における応急仮設住宅の管理・運営体制の自治体ごとの差異を明らかにし、なぜコミュニティ入居が行われなかったのか、なぜ見守り体制が異なったかの2点について考察することで、未来の災害時に建設される応急仮設住宅での最適な管理・運営法を提案することを目的とする。その点において、我々は安心・安全な社会の構築に貢献する。

さらに、広島大学のボランティアサークル「OPERATION つながり」と情報共有を行うことによって、広島土砂災害およびネパール地震の現状と対策について把握することも目的とする。

2. 活動概要

2. 1 活動内容

企画メンバーは各々の復興支援活動経験はあったが、本企画を遂行する上で必要となる学術的な専門知識を持っているメンバーが菊池だけであったため、まずは社会学や社会調査の知識について理解するところから始めた。その後、インタビュー調査を行い、その調査内容について日本災害復興学会で発表した。

本年度は、全体ミーティングを13回、インタビュー調査を3回行い、昨年度の調査内容と併せて、宮城県自治体の応急仮設住宅の管理・運営体制についてまとめた。報告書を記載している2月現在、論文を執筆中である。

その活動とは別に、広島大学の「OPERATION つながり」に所属しているメンバーと共に、2014年に大規模な土砂災害を経験した地区に出向き現地調査を、広島大学で東日本大震災、広島土砂災害およびネパール地震について情報共有会を行った。

2. 2 活動記録

2. 2. 1 活動スケジュール予定

5月から9月までの間、月に2回を目標として、文献の読み合わせ、調査内容の共有、および次回の予定調整を主としたミーティングを実施した。

6・8月に集中的に各自治体へのインタビュー調査を行った。

8月の中旬からは日本災害復興学会での発表に備え、予稿の作成・提出を行った。

9月の26、27日に専修大学で調査した成果について学会発表を行った。

10-12月は論文を執筆するために必要であれば適宜、ミーティングおよび勉強会を行った。

11 月以降は論文を執筆するための期間とし、今年度終了までに国内学会誌に投稿を行う予定である。

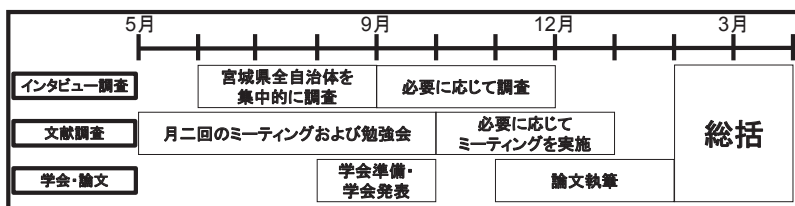


図-1 活動スケジュール

2. 2. 2 ミーティング日程

- 第1回会議** 5/12 20-22 時 顔合わせ、申請書内容の確認
- 第2回会議** 5/21 20-22 時 申請書内容の最終確認、調査スケジュール・場所の決定、文献の読み合わせ
- 第3回会議** 5/28 20-22 時 今後の方針、調査概要書および質問項目の確認
- 第4回会議** 6/21 19-20 時 インタビュー調査日程の決定、消耗品の購入リストの作成
- 第5回会議** 7/9 20-21 時 石巻市役所でのインタビュー調査の打ち合わせ、学会発表タイトルの相談、次回のインタビュー調査日程の相談
- 第6回会議** 7/12 19-20 時 石巻市役所でのインタビュー調査のまとめ、次回のインタビュー調査日程の相談
- 第7回会議** 8/24 20-22 時 調査結果のまとめと共有、本調査の学術的な位置づけ、学会用ポスター作成のためのコンテンツ確認
- 第8回会議** 8/25 20-22 時 本調査の学術的な位置づけ、学会用ポスター作成のためのコンテンツ確認
- 第9回会議** 8/26 20-22 時 論文執筆のスケジュール相談、学会用ポスター作成のためのコンテンツ確認
- 第10回会議** 9/2 20-22 時 学会用ポスターのフレームワーク決め
- 第11回会議** 9/11 20-22 時 学会用ポスターのフレームワーク決め、

作成箇所の役割分担

第12回会議 10/7 19-20時 論文用の市町村ごとの調査結果項目の執筆の役割の決定

第13回会議 11/10 18-19時 広島土砂災害現場の見学および情報共有会の概要を共有

2. 2. 3 その他活動日程

■ 日本災害復興学会

日程: 9月26-27日

会場: 専修大学神田キャンパス

■ インタビュー調査

石巻市役所: 7月10日

石巻市社会福祉協議会: 7月27日

岩沼市役所: 8月5日

■ 広島巡検および情報共有会

日程: 11月28-29日

場所: 広島市安佐南地区、広島大学東広島キャンパス

2. 3 調査方法

宮城県の6自治体を対象とし、以下に記した質問に回答してもらう半構造化インタビューを実施した。主に応急仮設住宅への入居方針と見守り体制について、それぞれの事例を比較する。

問1. 震災発生から避難所・応急仮設・公営住宅に移るまでの自治体の対応について教えてください。

狙い) 自治体としてどのような方針・タイムスケジュールを設定したか、大枠の把握

問 2. 応急仮設住宅の入居方針についてお聞かせください。

狙い) 募集要項、時期、入居のグループ構成、条件、年齢層、地域、地域性等の条件、過去の資料を参考にしたか(コミュニティ入居が良いという知見を知っていたかどうか)、応急仮設住宅の管理マニュアルがあったかどうか(ソフト面での準備体制は十分であったか)

問 3. 貴自治体が応急仮設住宅の管理・運営を行う上で最も意識した住民のニーズを教えてください。また、そのニーズに対してどのような対応をされましたか。

狙い) ニーズを達成するために、運営法を模索した可能性の探索

問 4. 貴自治体では応急仮設住宅でどのような管理・運営体制のもとでサポートを行っていたか教えてください。

狙い) 応急仮設住宅には行政の他に、社会福祉協議会、民間団体、NPO 団体、保健士、行政からの委託先(見守り事業等)、臨時職員等がどのように関わった体制だったか(組織間ネットワーク、どのような役割が存在しているのか、住民のニーズにどのような形で応えていったのか)、行政のキャパシティ(行政の人員が足りていたのか)、管理する上で中心となっていた人物や団体の把握

問 5. 問 4 の質問に対し、なぜ、外部に委託する必要があったのですか。なぜ、臨時職員を雇ったのですか。

問 6. 応急仮設住宅でどのように自治会が整備されていたかを教えてください。

狙い) 自治会の体制、それらによる長所・短所、自治会長の性格・権威・能力の把握

問 7. ボランティアの協力状況(人数等)を教えてください。

狙い) 地区によりボランティアが入りやすい要因が何かあったの

か

問8. 入居者からそれらの管理・運営体制についてどのような意見が聞かれましたか。不満が出た場合にはどのような対応をしましたか。

例) 支援が届きづらい、自立が遅れた、会長が変わると大変など

2. 4 事例対象の選定

本調査は仙台市宮城野区・若林区・太白区ならびに隣接する多賀城市において、応急仮設住宅の管理・運営体制の形態、特に見守り体制の差異に着目したところから始まった。

以上の4自治体にインタビュー調査を行った結果、「被災前地域でのソーシャル・キャピタルの度合いが、仮設住宅でのコミュニティ入居の実装に強く影響する」という仮説が見つかったため、より仮説を明確化するために、石巻市と岩沼市も調査対象に加えることにした。ソーシャル・キャピタルとは、OECD(2001)²⁾によると、「規範や価値観を共有し、お互いを理解しているような人々で構成されたネットワークで、集団内部または集団間の協力関係の増進に寄与するもの」として定義される。

石巻市は平成の大合併で広域合併した市であり、半島部(ソーシャル・キャピタル:強)と中心部(ソーシャル・キャピタル:弱)で明確にソーシャル・キャピタルの度合いに違いがみられること、岩沼市は中尾(2014)³⁾で示されたように被災した地域がソーシャル・キャピタルの極めて強かった地域であったことが理由である。

宮城県の自治体に限ったのは、宮城県北部はリアス式海岸で漁業集落や海に面したまちが大きな被害を受けたこと、宮城県中部では都市部が被害を受けたこと、宮城県南部では農業地帯を中心とした平地が被害を受けたことと、それぞれの沿岸部で地域性が異なることから比較しやすいと考えたためである。

その他、仙台市太白区と仙台市宮城野区の一部で見守り事業を委託されている一般社団法人パーソナルサポートセンター(以下、PSC)、

石巻市で見守り事業をしていた石巻社会福祉協議会にも、見守り体制に関する考察を深めるため補足的にインタビュー調査を行った。

表-1 調査対象の応急仮設住宅の団地数と整備戸数

| 自治体 | 団地数 | 整備戸数 |
|---------|-----|-------|
| 仙台市若林区 | 9 | 696 |
| 仙台市宮城野区 | 8 | 576 |
| 仙台市太白区 | 2 | 251 |
| 多賀城市 | 6 | 910 |
| 石巻市 | 131 | 7,297 |
| 岩沼市 | 3 | 384 |

(宮城県の HP を参考に筆者作成)

なお、今回の調査に際して民間借上の見なし仮設住宅については調査の対象外とし、プレハブ仮設住宅のみを事例対象を調査している。

3. 調査結果

3. 1 仙台市若林区

基本的にもとの町内会を維持する形で入居を進めたが、戸数の多い応急仮設住宅団地では複数の町内会が混在する形で入居が行われた。そのような団地では誰を自治会長にするのか、もとの町内会同士で集団を形成してしまいがちになるなどの問題が起こった。

仙台市若林区の地域性として、被災した多くの世帯は農家を営んでおり、地域としての結びつきも強かった。

仙台市若林区では応急仮設住宅の管理・運営体制はどこかに業務委託するのではなく、行政が責任を持って実施するという基本方針をとった。仙台市の管理職級にあった 60 歳以上の再任用された職員 4 人と、1 年の任期付き臨時職員を複数人雇用して各応急仮設住宅団地に派遣し、見守り体制を敷いた。

3. 2 仙台市宮城野区

震災後、仙台市宮城野区の職員が各避難所を回り、被災した各町内会長に応急仮設住宅への入居希望を聞いて回った。応急仮設住宅団地建設予定地に建てられる戸数と希望入居世帯数を鑑みて、もとの町内会を維持する形でコミュニティ入居を行った。仙台市宮城野区の被災した地域は昔ながらの近所付き合いがある地域でもあった。

しかし、宮城野区に建設されたうち 2 つの応急仮設住宅団地については、様々な場所で被災した人々が入居したところもあった。

仙台市宮城野区でも仙台市の管理職級にあった 60 歳以上の再任用された職員 4 名がおり、応急仮設住宅の管理・運営の職を担った。

コミュニティ入居ができた応急仮設住宅団地では、見守り事業や行政の生活支援、支援団体の受け入れを行うことはほぼなく、独自の自治を行っていた。その他、コミュニティ入居をしていない 2 団地については PSC が見守り業務を担った。

3. 3 仙台市太白区

仙台市太白区にあるあすと長町仮設住宅では全国でもいち早く 4 月末から入居を開始したが、孤立防止の観点から当初は 10 世帯でのグループ入居を条件とした。しかし、条件が厳しかったために、入居者が集まらず、5 世帯に条件を引き下げ、最終的には希望制で入居することが可能となった。

仙台市太白区は、海岸に面した自治体でないことから、気仙沼市、南三陸町、石巻市、南相馬市など、遠方からの自治体から入居者を受け入れていた。仙台市太白区で被災した人が入居しているわけでもなく、様々な地域から入居する応急仮設住宅団地であったため、コミュニティ入居なども難しい状況にあった。

応急仮設住宅のリーダーとなる自治会長を選出する際にも、町内会長のようなリーダーの経験があった人が少なかったため、最終的に自治会長が決まったのは 2011 年 8 月と遅い時期であった。

見回り事業は PSC に業務委託された。PSC は社会福祉士の資格を持つ職員が、緊急雇用制度を活用して雇用したスタッフをトレーニングし、2011 年 6 月 1 日から見守り事業を開始した。PSC の見守り事業の特徴はコミュニティ支援を行わず、ひとつひとつの住宅を平等に見回すことに特化した点である。こうして平等に抜け漏れのない見守りを行っていた。

仙台市若林区と仙台市宮城野区において再任用された管理職級にあった 60 歳以上の職員も、仙台市太白区が直接的に津波被災を受けていない地域ということもあってか、1 人のみの任用となっていた。

3. 4 多賀城市

多賀城市では避難所で暮らす高齢者や障がい者を優先的に入居させ、その他の人々はすべて抽選制で入居させた。多賀城市の場合には被災の程度も家々でまちまちであり、1 階部分のみが浸水した家などは自力再建したところもあり、被災した地域の人々の多くが応急仮設

住宅に入居したわけではなかった。さらに、多賀城市は昔から居住していた人と、新興住宅に住む人が混在していたために、地域の結びつきが強くなかった。それらの要因もあり、コミュニティ入居はなされなかった。

多賀城市の見守り事業は民間業者である株式会社共立メンテナンス(以下、共立メンテナンス)に委託された。共立メンテナンスは多賀城市に隣接する東松島市でも業務委託を受けていた実績があり、2011年4月にはすでに業務委託を副市長によって決定された。見守り事業を業務委託した理由は、多賀城市と多賀城市社会福祉協議会のみでは、応急仮設住宅の見守り業務を担うのに人員が不足していたためである。

共立メンテナンスでは緊急雇用制度によって職員を雇用し、応急仮設住宅団地の集会所の一室を間借りして見守り事業をしている。この職員に対する満足度については永松他(2014)にて以下のように論じられている。

近い距離で支援をしているからこそ住民と仲良くできたが、同時に震災前は自力で解決していたような問題を共立メンテナンスの職員に頼ってしまい、依存してしまう傾向があった。また、多賀城市では業務委託をする利点のひとつとして住民のクレームのはげ口が増えることを挙げており、はげ口が増えることで、住民の不満が一点に集中せず、住民にとっても味方となってくれる立場の主体が増えたことが良かったとしている。

3. 5 石巻市

石巻市は今回の東日本大震災で最も被害の大きかった自治体のひとつであり、同時に平成の大合併で1市6町が広域合併したところでもある。

石巻市東部沿岸部はリアス式海岸となっており、点々と少数の世帯で構成される漁村集落が被災したケースが多かった。そのため、少数の世帯でコミュニティ入居することができた。

しかし、石巻市南部の旧石巻市地区では、被災した世帯も人数も多かった。被災地域は港町であったため、漁業関係者や工場従事者、三次産業に就く人々など、様々な職種で働く人々が混在しており、そもそもコミュニティが醸成されにくい地域であった。

石巻市では当初、応急仮設住宅に設置された談話室や集会所の使用について、市の許可が必要であったが、自治会が作られ始めると鍵の管理等は住民に委ねるようになるなど、柔軟な対応も行っていった。

石巻市において、見守り業務などソフト面の管理は基本的に石巻市社会福祉協議会が担った。石巻市社会福祉協議会でも緊急雇用制度で人員を雇用し、トレーニングした後に応急仮設住宅で生活支援員(2013年までの名称は訪問支援員)として見守り業務を実施した。基本的に緊急雇用制度は地元の雇用を促進するものなので、自身も被災者である人が支援員となった。そのような境遇であったため、見守りの最中に「あなたはお金をもらってこういう仕事をできていいわね」などと住民から愚痴をこぼされることもあった。

ボランティアについて、2011年頃は石巻市社会福祉協議会で各応急仮設住宅団地の自治会長に紹介してコーディネートもしていたが、次第にボランティア団体は自治会長と連絡をとって直接ボランティアに入るようになっていった。

3. 6 岩沼市

岩沼市の職員は震災以前より孤立死・孤独死の問題が念頭にあり、コミュニティ入居する方針を早々と決めた。職員が避難所に通いながら、応急仮設住宅への入居希望世帯数を把握し、建設される応急仮設住宅への入居を調整していった。

岩沼市で被災した地域は農業地帯であり、中尾(2014)で示されているようにソーシャル・キャピタルの強い地域であったことから、住民の自立も早かった地域である。

岩沼市には青年海外協力隊のOB・OGで構成される公益社団法人青年海外協力協会(Japan Overseas Cooperative Association, 以下、

JOCA)がボランティアで訪れていたこともあり、応急仮設住宅での業務が委託された。2015年8月現在でもJOCAの職員が応急仮設住宅に24時間住み込みで見守りを行っている。

表-2 各自治体の入居方針と見守り体制一覧

| 自治体 | 入居方針 | 見守り体制 |
|-------------|---|--|
| 仙台市 若林区 | もとの町内会が維持されるような形で入居。しかし、一部戸数が多い仮設団地に関しては複数の町内会が混在して入居。 | 若林区で直接雇用した臨時職員。 |
| 仙台市 宮城野区 | 建設された応急仮設住宅団地の戸数に合わせて、もとの町内会が維持されるような形でコミュニティ入居。 | コミュニティ入居がなされた団地では住民が相互の見守り。一部、コミュニティ入居がなされなかった2団地では一般社団法人パーソナルサポートセンターに業務委託。 |
| 仙台市 太白区 | 当初は10世帯や5世帯でのグループ入居であったが、人が集まらなかったために途中から希望制で入居。 | 一般社団法人パーソナルサポートセンターに業務委託。 |
| 多賀城市 | コミュニティ入居は実施されず、高齢者や障がい者の方から優先的に仮設住宅に入居。その後は抽選制で入居。 | 民間業者である共立メンテナンスに業務委託。 |
| 石巻市 | 被害の大きかった石巻市南部では被災者・被災戸数が多かったため抽選制で入居。石巻市東部で集落すべてが被害を受けた地域では集落ごとのコミュニティ入居。 | 石巻市社会福祉協議会。 |
| 岩沼市 | 岩沼市の応急仮設住宅は近い距離に集中させて建設されており、そのなかでも、もとの行政区が維持される形でコミュニティ入居。 | 青年海外協力隊のOB・OGで構成されるJOCA。 |

4. 考察

4. 1 ソーシャル・キャピタルの強さとコミュニティ入居の相関

2.4で提示した仮説の通り、仙台市宮城野区や岩沼市のようにソーシャル・キャピタルが強く、町内会などの活動が活発であった地域は、応急仮設住宅においてもコミュニティ入居が実現され、震災からの復興も早いことが今回の調査で明らかになった。特に、宮城野区のように全く、外部団体を交えずに自立が行えるのは、住民同士が知り合いであるからこそである。したがって、今後の災害においても、もとの地域でのソーシャル・キャピタルが強かった地域についてはコミュニティ入居を実装した方がいいだろう。一方で、石巻市中心部に見られるようなもともとソーシャル・キャピタルの弱い地域については、コミュニティ入居を住民から強く要請しない場合も出てくると思われるが、少なくとも全く見ず知らずのコミュニティで生活するのは非常に困難であろう。

ソーシャル・キャピタルが強い地域の特徴は、昔ながらの町内会文化が残っていることや、3世代同居などの家族構成が見られることである。しかし、様々な職種の人々の混住、昔から住む人、新興住宅に住む人の混在、および町内会文化の衰退で、コミュニティが希薄化していることは明白であり、都市化が進んだ地域で大災害が起こった際のコミュニティ入居は今後行われなくなるかもしれない。

4. 2 被害の規模・広域合併とコミュニティ入居

被害の規模によって各自治体の入居方針は異なっていた。仙台市宮城野区や岩沼市のように自治体職員が直接避難所に赴き、住民の意向を聞き出せるのは理想的であるが、これは被害の規模が他の自治体と比較して、大きくなかったからこそできたのかもしれない。

一方で、中心部が大きな被害を受けた石巻市では、被害状況の把握

や応急仮設住宅用の土地の確保だけでも困難な作業であり、仮にもともとのソーシャル・キャピタルが強かったとしても、コミュニティ入居は難しかったと予想される。実際、表1に示したように石巻市が管理・運営しなければならない応急仮設住宅の数は他の自治体と比べても格段の差がある。

室崎・幸田〔編〕(2013)で、市町村合併による防災力の空洞化が訴えられている通り、石巻市では市役所職員が旧石巻市地区の他に海岸部の地区についても、対応を行う必要があったため、緊急時の対応に影響が出たことも推測される。

石巻市のように中心部が海岸に面しており、広域合併を行った自治体では、震災前から住民間の結びつきを強くし、ソーシャル・キャピタルを強固なものにするとともに、予め応急仮設住宅用の土地の確保や移転場所の決定、および災害時の適切な人員確保を行うための制度作りが重要になるであろう。

4. 3 見守り事業

見守り事業は、仙台市宮城野区の一つの仮設住宅を除き、基本的に業務委託を受けて自治体以外の団体が実施していたことが特徴的である。PSC(仙台市宮城野区・太白区)、共立メンテナンス(多賀城市)、石巻市社会福祉協議会(石巻市)はそれぞれ緊急雇用制度で人員を確保し、研修等を経て見守りを行っていた。仙台市若林区も緊急雇用制度であるので、福祉に関して素人の人々が業務にあたったことも特徴である。この苦労は石巻市の事例からも計り知れないものがあると予想される。見守りの業務に慣れない間は、住民が抱えるストレスとも重なって、トラブルが起きてしまうことはしばしばであったという。

また、見守りの形態に関して、住民と密接に関わり見守りをする方法(仙台市若林区、多賀城市など)と、PSCのように距離を置きつつ満遍なく見守りをする方法(仙台市太白区など)が見受けられた。表-3に示したようにそれぞれでメリットとデメリットがある。要約していえば、なるべくニーズに応じてサポートを行っていくのか、生活支援は

最低限だけ行い自立を促していくかの違いである。各自治体によって住民の置かれている状況は異なるため、様々な点を考慮して見守りの方針も決めるべきだろう。また、震災発生からの経過時間と共に徐々に自立を促せるような支援の方法に変えていく必要もあるだろう。

一方、住民の自立が早いのは理想的であるが、見守り業務はおろか、支援団体すら受け入れなかった応急仮設住宅団地もあった。これによって、自立は早まったものの外部からの力を復興からのまちづくり等に活かせなくなってしまった可能性は排除できない。また、移住直後に全く生活支援が無い状況での生活は非常に苦しいと予想される。外部からの力を柔軟に受け入れる体制があっても良かったと思われる。

以上のことから、災害時にはおいて緊急雇用や臨時雇用によって仮設住宅の見守り事業を行った方が良いと考えられる。その際、生活支援と自立の促進の2つを天秤にかけて、支援のレベルを考える必要があるだろう。また、東日本大震災においてはこの見守り業務に関して規定が無く、雇用形態が自治体ごとに異なった。今後は、災害後の応急仮設住宅での見守り業務を想定し、自治体ごとに事前に災害時の対応マニュアル及び緊急雇用者の教育法を定めておく必要があるだろう。

表-3 見守りの形態ごとのメリットとデメリット

| | 密接な見守り | PSC 型の見守り |
|---|---------------------|---------------------|
| + | 住民の要望にこまめに応えることができる | 住民の自立を早める |
| - | 住民が依存して自立を遅らせてしまう | 住民の要望にあまり応えることができない |

4. 4 応急仮設住宅における最適な管理・運営体制

本調査結果から、応急仮設住宅の最適な管理・運営体制を実現するためには、入居方針および見守り事業の2点に関しての最適化が必要である。

まず、入居方針に関しては抽選入居ではなく、コミュニティ入居を行った方が良い。これは、阪神大震災の教訓から孤独死を防ぐ効果があるとともに、本調査結果から明らかなように住民間での交流を促進することによって自立が早まる効果が期待できるからである。

次に、見守り業務に関してはどのような雇用形態であれ行う必要があると考えられる。その際に、生活支援と自立の促進の2つを天秤にかけてバランスよく支援を行うことで、住民のより良い生活が保証されるであろう。

さらに、この雇用形態に関しては災害時に決めるのではなく、事前に各自治体で決めておくことによって、混乱なく支援者が支援に取り組むことが可能になるだろう。

5. 日本災害復興学会における発表のまとめ

5. 1 ポスター発表の概要

日本災害復興学会では、石巻市の応急仮設住宅の入居方針に絞り発表を行った。ソーシャル・キャピタルの弱い中心部(旧石巻市)とソーシャル・キャピタルの強い半島部が1つの自治体内に混在しており、それぞれの入居方針が抽選制とコミュニティ入居制に明確に分かれており、対比がしやすかったことが一番の理由である。また、中心部が甚大な被害を受けていること、広域合併により石巻市、河北町、雄勝町、河南町、桃生町、牡鹿町、北上町の1市6町が合併したことにより、ソーシャル・キャピタル以外の要因の考察も可能であると考えた。

石巻市は、宮城県の北東に位置しており、2005年には、石巻市、河北町、雄勝町、河南町、桃生町、牡鹿町、北上町の1市6町が合併した。対等合併であったため、旧石巻市に本庁が置かれ、旧町役場が支庁として行政機能を請負っている。

東日本大震災では、死者3,277名、行方不明者428名(2015年7月現在)と被災市町村のなかでも最も被害の大きかった地域のひとつである。

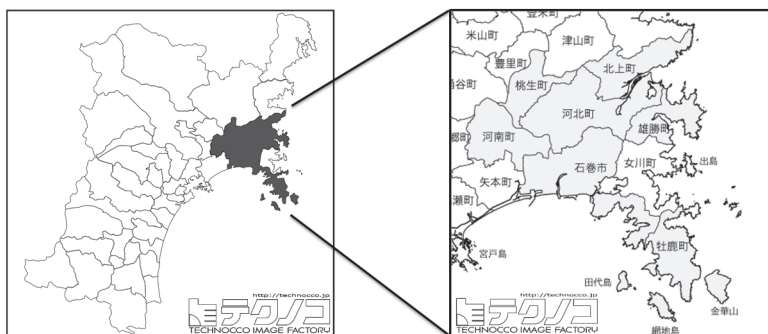


図-2 石巻市の地図

5. 2 分析手法と結果

Eiken & Molitor(1985-86)はヒューマンサービスにおける資源活用について「資源の適切さ」「要求の適切さ」「過程の適切さ」「目標の達成」「直接的、短期的な影響」「間接的、長期的な影響」以上の6つの項目で評価できるとしている。

この枠組みを用いて表-4に示す通り石巻市の抽選制入居の中心部(旧石巻市)とコミュニティ入居の半島部とで、どのように資源活用に差異があったのかについて考察した。なお、この理論を用いるのは、各自治体や地域によって発生した応急仮設住宅の管理・運営体制の多様性の泉源を探ることが目的であり、自治体の対応に優劣をつけるものではない。

中心部と半島部で決定的に違うのが、要求と目標の項目である。中心部では、被害規模が大きかったため、応急仮設住宅の土地の確保や具体的な入居者の把握が難しく、公平性の原理もあって、コミュニティ入居を実施するのは難しいと判断された。これは、行政職員の人員確保が難しかったことも要因として挙げられ、十分な人数や災害前に明確な対応策が練られていれば、対応は変わったものと考えられる。また、もともとソーシャル・キャピタルが弱い地域であり、住民から強い要請が無かったことも行政の決定に影響していると推測される。

一方で、半島部では被災者は少数であり入居者の把握や土地の確保が容易に行えたことから、スムーズにコミュニティ入居に移行することができた。また、もともとソーシャル・キャピタルが強い地域であったため、住民同士がコミュニティ入居を求めた背景もある。

表-4 分析枠組みによる中心部と半島部での違い

| | 中心部 | 半島部 |
|------------|----------|--------------|
| 資源 | 自治体職員、土地 | 自治体職員、土地 |
| 要求 | 大勢の被災者 | 比較的少数の被災者 |
| 過程 | 抽選制入居 | コミュニティ入居 |
| 目標 | 早期の避難所解消 | もとのコミュニティを維持 |
| 直接的・短期的な影響 | 速やかな入居 | 避難先での中長期生活 |
| 間接的・長期的な影響 | 住民の孤立 | 住民同士の相互扶助 |

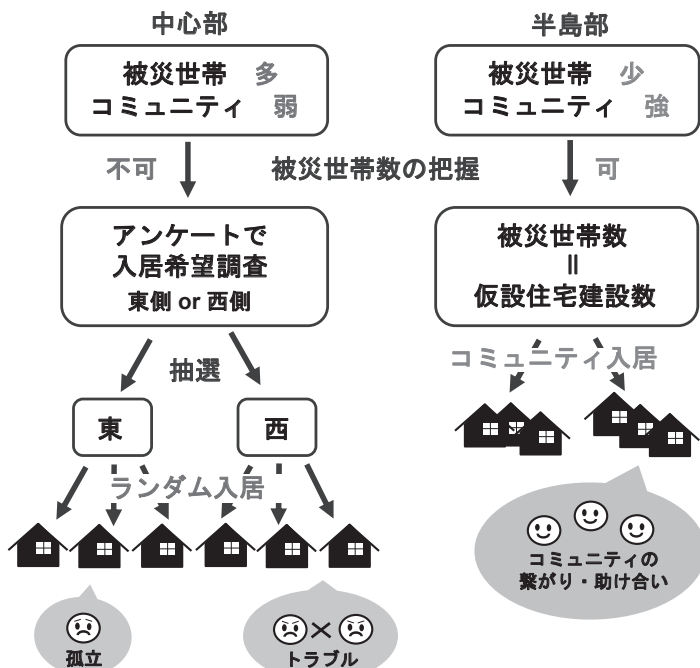


図-3 石巻市の応急仮設住宅への入居の流れ

5. 3 まとめ

石巻市の応急仮設住宅について、管理・運営体制を考察する上で最も重要な要素であるコミュニティ入居が施行されなかった原因について検証を行った。その結果、石巻市においては半島部ではコミュニティ入居が施行された一方で、旧石巻市である中心部ではコミュニティ入居が施行されなかったことが判明した。これは、都市部はもともとコミュニティが醸成されにくい地域であったこと、および災害の規模が大きかったため、自治体が抽選により入居先を決定してしまったことが要因である。今後は半島部の調査を充実させ、更なる考察を進めるとともに、管理・運営体制の多様性についても考察を進めていく。



図-4 発表したメンバー 2015/9/27 中安撮影

6. 広島巡検のまとめ

6. 1 概要

2014年8月20日、局所的な豪雨に伴い広島県広島市安佐北区、安佐南区で土石流が発生し、死者74名、建物全壊174戸、半壊187戸の被害をもたらす災害となった。本巡検の初日には当災害の被災地区である安佐北区可部地区を視察し、災害当時を知る被災地区住民の方から話を伺った。2日目には広島大学学生ボランティア団体「OPERATION つながり」の学生と“東日本大震災・広島土砂災害・ネパール地震情報共有会”と題した交流会を行った。

6. 2 実施内容

6. 2. 1 スケジュール

日時：2015年11月28日(土)～29日(日)

調査場所：広島土砂災害被災地区

情報共有会実施場所：広島大学東広島キャンパス

参加学生：

- ・東北大学 G-safety 3名(中安、小長谷、安西)
- ・広島大学 OPERATION つながり 28日4名、29日6名
- ・他の広島大学の学生：5名

スケジュール

11月28日(土) 土砂災害被災地区の調査

12:30 広島駅前集合

14:00 土砂災害被災地区へ到着

巡検および住民の方々との座談会

17:00 西条へ向けて出発

19:00 交流会

11月29日(日) 広島大学で情報共有会

10:00 OPERATION つながりの活動紹介と広島土砂災害の
現状について

10:40 リーディング大学院の取り組みについて
(中安+安西+小長谷で20分)

11:00 質疑応答

11:10 休憩

11:20 東日本大震災後の東北の状況について(中安)

11:50 グループワーク「2016年度以降の東北の復興事業費
6.5兆円をどのように使用していく
べきか」

13:00 終了

6. 2. 2 1日目

平成26年8月に発生した広島土砂災害の被災地区である広島市安佐北区可部地区を視察した。視察には被災地区の住民であり災害時にボランティアとして活躍された新木氏に同行していただいた。視察は主に①土石流の発生した箇所、②新規の砂防ダムを建設している箇所、③土石流の被害を受けた家屋や畑等について安全に注意した上で行った。また、新木氏には当時の様子や土砂災害からの復旧過程、現在行っている減災・防災に関する活動などについての話を伺った。



図-5 土砂崩れした場所(花こう岩) 2015/11/28 中安撮影

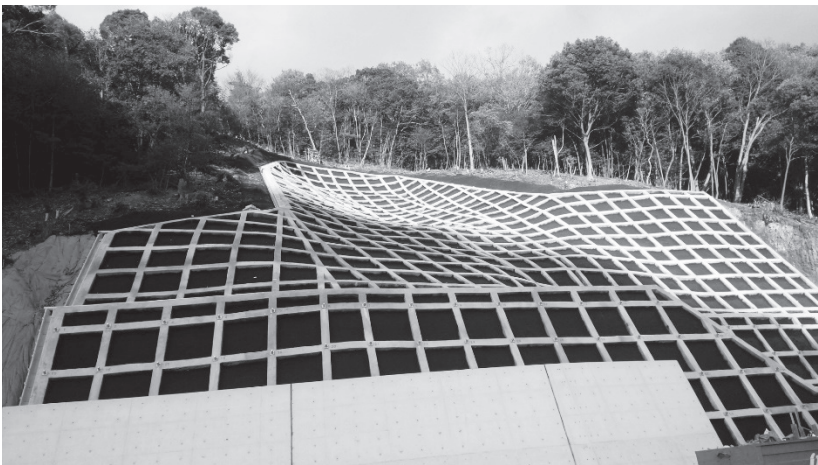


図-6 修復された土砂災害現場 2015/11/28 中安撮影
(頂上で水路をカメラによりリアルタイムでモニタリングしている)

6. 2. 3 2日目

広島大学学生ボランティア団体「OPERATION つながり」の学生と”東日本大震災・広島土砂災害・ネパール地震情報共有会”と題した交流会を行った。当団体は学生ボランティアとして広島土砂災害における復旧作業に早期から取り組み、現在に至るまで被災地住民の支援を続けている団体である。

東北大学の学生からは東日本大震災及び復興支援活動の概要説明や、防災・減災につながる活動の一例として「減災アクションカードゲーム」の紹介を行った。

OPERATION つながりの学生からは広島土砂災害の概要及びOPERATION つながりが行ってきた復旧支援活動に関して主に①災害発生直後、②災害発生数ヶ月後～現在、に分けて詳細に紹介して頂いた。加えて2015年夏に行ったネパール地震の現地視察の結果を紹介していただいた。

6. 3 主な結果・考察

6. 3. 1 土砂災害現地視察

砂防ダムを設置されていない箇所でも土石流が発生しており、大きな被害が出ていた。同様の災害が他地域で起こる可能性を考えると、土石流の発生可能性の細かな調査および土石流への新たな対策が必要であると考えられる。なお視察箇所では崖の補強工事や砂防ダムの建設が進んでいた(2015年11月現在)。



図-7 砂防ダムの建設現場 2015/11/28 中安撮影

6. 3. 2 新木氏による減災・防災に関する活動についてのお話

新木氏から減災・防災への「モノのインターネット(Internet of Things, IoT)」を導入する考えについて伺った。これは木や岩などに互いに情報伝達可能な IC チップを埋め込み、地面の移動等の情報から即座に災害の可能性を検知し、地域住民に情報を伝達するという方法であり、これの導入が実現すれば減災・防災に一定の成果を期待できるものである。



図-8 新木氏による説明 2015/11/28 中安撮影

6. 3. 3 広島大学の学生ボランティア団体「OPERATION つながり」との交流会

東北大学、広島大学の学生それぞれにとって有意義な意見交換および情報共有を行うことができた。特に「減災アクションカードゲーム」については広島大学の学生に非常に興味を持っていただいた。今後、詳細を改めて説明する予定であり「OPERATION つながり」でも「減災アクションカードゲーム」が活用されることが期待される。



図-9 交流会に参加したメンバー 2015/11/29 永井撮影

7. まとめ

本自主企画活動では、宮城県沿岸部6自治体の職員や、管理・運営に関わる団体へのインタビュー調査を行い、入居方針や入居後の住民へのサポートなどについて伺った。その上で、なぜ自治体間でそれらの体制について差異が生まれたのかを考察し、未来の応急仮設住宅運営における最適な管理・運営体制の提案を行った。

調査の結果、入居方針に差異が生まれたのは、もとの地域でのソーシャル・キャピタルの形成度合いが異なること、および災害規模の大きさが異なることに起因していることが判明した。また、入居後のサポートに差異が生まれたのは、サポート方法に規定がなく、災害下という非常時において、自治体が人手や人脈等を考慮した上で、最適と考える対策を取ったことに起因していた。

本調査結果から、応急仮設住宅の最適な管理・運営体制を実現するためには、入居方針に関しては抽選入居ではなく、コミュニティ入居を行い、見守り業務に関しては、雇用形態を災害時に決めるのではなく、事前に自治体ごとに決めた上で実施し、生活支援と自立の促進の2つを天秤にかけてバランスよく支援を行うことで、住民のより良い生活が保証されるであろう。

将来、同規模の自然災害が多く地域で起こると予想されている。全国の各自治体が地域コミュニティの現状や想定される被災規模から、応急仮設住宅の管理・運営体制を決定する参考にしていただければ幸いである。現在、論文執筆中であり、年度内の投稿を目指す。

謝辞

本調査に際してインタビュー調査を受け入れてくださった、各自治体の担当課の皆様、一般社団法人パーソナルサポートセンターと石巻社会福祉協議会の担当の方に感謝申し上げます。

また、広島大学 OPERATION つながりの皆様、土砂災害現場を説

明して下さった新木様には深く御礼申し上げます。

本調査は日本 NPO 学会震災特別プロジェクトおよび東北大学リーディング大学院グローバル安全学トップリーダー育成プログラムの助成を受けています。担当教員の松本先生にも多大なアドバイスを頂いたことに感謝いたします。

参考文献

- 1) 櫻井常矢・伊藤亜都子(2013): 震災復興をめぐるコミュニティ形成とその課題, 地域政策研究第 15 巻, 第 3 号, pp.41-65.
- 2) 宮川公男・大守隆編 (2004): ソーシャル・キャピタル—現代経済社会のガバナンスの基礎, 東洋経済新報社, pp.78.
- 3) 中尾公一(2014): 東日本大震災からの復興過程におけるソーシャル・キャピタルの相互作用: 岩沼市の事例から, 地域活性研究 Vol.5, pp.317-326.
- 4) 永松伸吾・元吉忠寛・金子信也・岡田夏美(2014): 被災者による被災者支援業務の評価と課題～多賀城市仮設住宅支援業務を例として～, 地域安全学論文集 No.24, pp.1-8.
- 5) 室崎益輝・幸田雅治 [編] (2013): 市町村合併による防災力空洞化, ミネルヴァ書房.