

状況論的学習観に基づく災害情報システムの学習に関する考察

伊勢 正¹・日高 達也¹・磯野 猛¹・臼田 裕一郎¹・矢守 克也²

A Study on Learning of Disaster Information System Based on Situated Learning Theory

Tadashi ISE¹, Tatsuya HIDAHA¹, Takeshi ISONO¹,
Yuichiro USUDA¹ and Katsuya YAMORI²

Abstract

Many disaster information systems do not work well. One of the reasons for this has been found to be lack of opportunities for the operator of the system to use it and become proficient. For the purpose of understanding the learning process of the disaster information system, we conducted a demonstration experiment in Shimanto-cho, Kochi prefecture for about 3 years using the disaster information system developed by the authors. The result of experiment confirmed that the learning for the system is progressing in accordance with the situated learning theory. We found that, for a practically feasible disaster information system, it should fulfil three important requirements of situated learning theory, namely (1) Relationships: which includes the relationship with surrounding environment, (2) the continuation of the local judgment and (3) Visualization from inscription.

キーワード：状況論的学習観, 災害情報システム, 周辺環境, 局所的判断, インスクリプション

Key words: Situated Learning Theory, Disaster Information System, surrounding environment, local judgment, inscription

1. はじめに

1995年に発生した阪神・淡路大震災を契機に、災害情報を円滑に共有することの重要性が再認識

され、これまでに様々な災害情報システムが提案されてきた。しかしながら、伊勢ら¹⁾の調査結果に示されるように、いざという時、つまり実際の

¹ 防災科学技術研究所
National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

² 京都大学防災研究所
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

本論文に対する討議は2020年11月末日まで受け付ける。

災害対応において、災害情報システムが上手く機能しなかったという事例が散見される。

災害情報システムが上手く機能しないことの主たる原因の一つとして、災害時の情報システムであるがゆえに、活用の機会が乏しく、操作者の習熟が進みにくいことが指摘されている。

本論文では、筆者らが研究開発した災害情報システムを約3年間にわたり試験運用し、実際の災害対応での活用を通じて、一定の活用水準に達していると考えられる高知県四万十町を事例として、災害情報システムに対する学習が進む過程について観察し、認知科学の視点から、学習されやすい災害情報システムの要件について考察を行う。

まず、第2章において自治体の災害情報システムに関する既往研究事例を整理したうえで、本論文の位置づけを示し、第3章で本論文の根幹となる状況論的学習観について述べる。第4章では、研究フィールドである四万十町に対して筆者らが提供した災害情報システムの概要を示す。つづく第5章では、四万十町における約3年間にわたる実証実験について記述する。第6章では、実証実験を通じて得られた四万十町職員の発話について、状況論的学習観の視点から検証し、第7章では上記を踏まえた学習されやすい災害情報システムの要件について考察する。

なお、本論文における災害情報システムとは、災害発生時において、庁内において被害状況や対応状況等を共有することを目的にICT(情報通信技術)を活用したシステム全般を指すものとする。

2. 自治体の災害情報システムに関する 既往研究事例

ICTを活用した災害情報システムに関しては、すでに多くの研究成果が示されている。

例えば、角本ら²⁾は、阪神・淡路大震災の直後において、その教訓を踏まえ、都市型巨大災害が発生した際の災害管理システムのあり方およびGIS(地理情報システム)の有効性を示している。鈴木ら³⁾では、実際の災害対応を経験した基礎自治体職員へのインタビュー調査をもとに取り扱う

情報項目と業務フローの分析を行い、災害情報システムを構築した上で、災害対応訓練において有効性を検証している。また、深田ら⁴⁾では、災害情報システムの操作ツールとして、デジタルペンとテーブル型ユーザインタフェースの有効性について訓練を通じて検証している。

実際の災害対応において、試験的に構築した災害情報システムを活用し、その有効性を示した研究事例も存在する。澤田ら⁵⁾は、新潟県中越地震の復旧・復興期において様々な支援機関と連携して情報共有サイトを構築し、アンケート調査により、その有効性を検証している。井ノ口ら⁶⁾や田口ら⁷⁾は、東日本大震災の発生直後から被災地に入り、被災自治体に対して様々な情報を整理して地図情報を提供するという支援を実施し、効果的な情報提供の手法を提案している。

このように、災害情報システムの有効性を論じた研究成果が数多く発表され、伊勢ら¹⁾が示すように多くの都道府県に導入されているにもかかわらず、実際の災害時においては、自治体による自律的な運用がなされず、その機能を発揮できないのが実状である。例えば、伊勢ら⁸⁾や佐藤ら⁹⁾では、平成28年熊本地震の対応において国立研究開発法人防災科学技術研究所がWebGISを用いて様々な災害情報を整理した情報支援活動について報告されているが、こうした活動が評価されること自体が、都道府県の保有する災害情報システムが十分に機能しなかったことを示している。

ICTの進歩に伴い、災害情報システムの機能は向上しているものの、実際の災害対応の現場において活用が進まない原因の一つとして、これまでの研究の多くは、その対象を災害情報システムそのものの機能に限定し、ユーザの視点からの検証に欠けていたものと考えられる。さらに、災害情報システムの機能を検証する手段として、操作訓練で模擬的に体験し、その印象をアンケート調査等で即時的評価するのが一般的であるが、このような検証手法がとられる背景として、中長期的に災害情報システムを理解し使いこなすことは、個々のユーザの問題であり、災害情報システムの機能とは別の課題であると捉えられてきた。

こうしたこれまでの研究事例を踏まえ、本論文では、災害情報システムとユーザの関係性に着目する。つまり、ユーザが災害情報システムを理解し、操作方法を学習し、実際の災害対応を経験しながら、その改善点をユーザ自身が考え、災害情報システムを改善するとともにより深く理解し、さらに改善が進むといった、災害情報システムとユーザの良好な関係性を構築するための要件について考察を行う。

3. 状況論的学習観

本章では、認知や学習が、局所的で即興的な周辺環境との再組織化の繰り返しによって達成されるとする学習観、すなわち、認知科学における状況論的学習観に関して記述する。

3.1 社会的分散型認知論

伝統的に、何かを認知するあるいは何かを学習するという行為は、個人の頭の中の情報処理のプロセスであり、頭の中に新たな知識構造や枠組みといったものが構築されるものとして捉えられてきた。つまり、認知や学習による変化は、主に頭の中で生じることとして考えられてきた。これに対して、認知や学習が行われる環境は、こうした頭の中の認知システムに情報を入力したり、あるいは環境要因として影響を及ぼしたりするものと捉えられ、頭の中の認知システムそのものとは切り離された存在として考えられてきた。

1980年代、認知や学習のシステムに対する問い直しの一つの典型がハッチンス (Hutchins E.) による社会的分散型認知論である。ハッチンスによると、これまでの認知や学習という行為は、暗黙のうちに、情報処理のすべてが情報処理システムの内部で行われると考えられてきたが、実際には、図1に示すように、手や眼だけでなく、計算式、筆記用具、紙、最近ではパソコンなどの様々な道具を用いながら認知や学習が遂行されており、頭の内部ですべてを処理しているわけではない。このように、認知システムは頭の中に留まると考えるのではなく、個人の頭の中を超え、より大きなシステムとして捉え、周辺環境を含めた

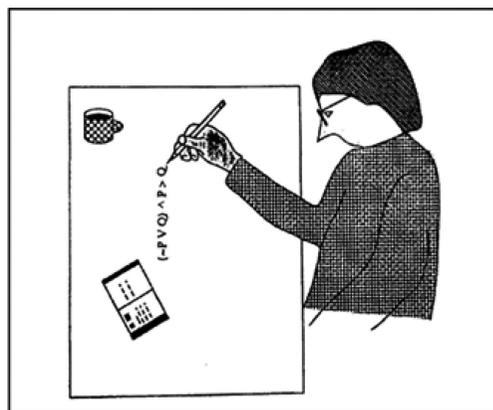


図1 道具を用いる認知システム (Hutchins, 1994) 上野¹⁰⁾より引用

関係性の変化により認知や学習が達成されるというのが、社会的分散型認知論の考え方である。

3.2 状況論的アプローチ

状況論的アプローチは、前節に示した社会的分散型認知論に立脚し、認知や学習が達成される過程、つまり認知や学習へのアプローチに着目する。前節に示した周辺環境を含めた関係性の変化は、あらかじめ準備されている手順に沿って生じるのではなく、即興的、局所的な判断の連続によって、周辺環境を含めた関係性の変化を繰り返しながら、認知や学習が達成されていくと状況論的アプローチは考える。

上野¹⁰⁾は、サッチマン (Suchman L.) らの実施した空港のグランド・オペレーションの研究を引用し、状況論的アプローチを解説している。この研究では、コンプレックス・シートと呼ばれる一種の運航表と、実際に行われたグランド・オペレーションとの関係に着目している。コンプレックス・シートは、ハブ空港において、様々なところから到着し、再び出発する飛行機を追跡するためのシートである (図2参照)。コンプレックス・シートは、ある時点での、飛行機の誘導に関する規範を示すものであるが、実際のオペレーションでは、さらに様々な状況が変化し、コンプレックス・シートを基にして、即興的、局所的な判断によって、飛行機の誘導が決定されていく。

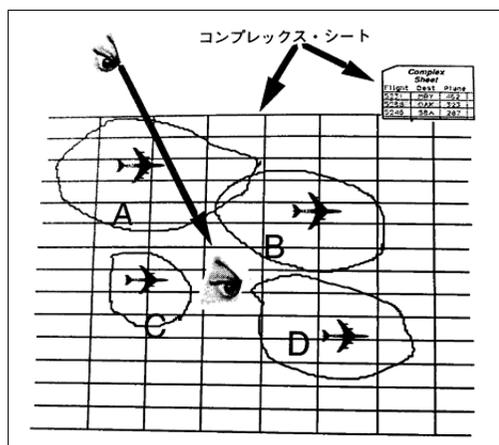


図2 飛行機の状態を追跡するためのコンプレックス・シート 上野¹⁰⁾より引用

このように、ある規範に基づきながらも、即興的、局所的な判断の積み重ねによって、全体像が形成されていく過程を重視した認知論や学習論は、全体として状況論的アプローチと呼ばれている。

3.3 インスクリプション

上野¹⁰⁾では、さらに、前節に示した状況論的アプローチにおいて、即興的、局所的な判断によって認知や学習の再組織化を助けるためのインスクリプションの重要性が示されている。ここでいうインスクリプションとは、現状を可視化するための道具を指すものであり、前節の事例におけるコンプレックス・シートが該当する。インスクリプションは、それぞれの段階における規範を示すとともに、即興的、局所的に次の活動を生み出す道具として機能する。上野¹⁰⁾では、インスクリプションの事例として、上記のコンプレックス・シートのほか、工場における標準作業所、動物の生態を観察する際のグリッド図等を示しているが、こうしたインスクリプションは常に単一であるとは限らない。

図3は、旋盤加工におけるインスクリプションの概念を示しているが、旋盤技術者、管理部門、検査部門の3つの観察者からは、同じ事象であっても観察の視点が異なるために、それぞれの求め

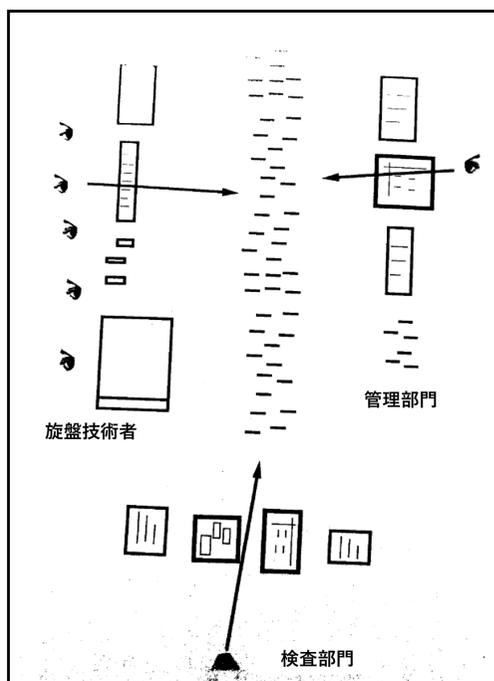


図3 インスクリプションの多様性 上野¹⁰⁾より引用

るインスクリプションは異なっており、インスクリプションは多層的に存在している。

3.4 状況論的学習観のまとめ

上記から、上野¹⁰⁾に示される状況論的学習観のポイントを以下のように整理することができる。

- ▶学習を、個人の頭の中を超えた、より大きなシステムとして捉え、周辺環境を含めた関係性の変化により認知や学習が達成される。
- ▶あらかじめ用意されているプランに基づき実施されるのではなく、即興的、局所的な判断の連続によって学習が積み上げられる。
- ▶現状の規範やその違いがインスクリプションの違いとして可視化され、それをもとに次の学習や活動が生み出される。

本論文では、上記に示した状況論的学習観に基づく学習のポイントを踏まえた上で、第4章に示す災害情報システムを用いて、第5章に示す実証実験におけるインタビュー調査によって得られた被験者の発言をもとに、第6章で四万十町におけ



図4 官民協働危機管理クラウドシステムの基本画面

る本システムに関する学習の進捗について考察を加える。

4. 提供した災害情報システムの特徴

本章では、筆者らが研究開発し、四万十町に提供した災害情報システムについて、その概要と特徴を示す。四万十町に提供した官民協働危機管理クラウドシステム^{補足1)}(以下、「本システム」と呼ぶ)は、国立研究開発法人防災科学技術研究所が研究開発し、オープンソースとして公開しているWebGISをベースとした自治体向けの災害情報システムである。本システムは、災害情報を関係機関あるいは関係部署で円滑に共有することを目的に開発したシステムであるため、WebGISの操作に不慣れなユーザであっても、簡単な操作で、必要な地図情報を得ることができるように配慮されている。

図4に本システムの画面を示す。図4に示すように、主たる部分はWebGISであるが、「2階層のタブ」および「メニューボタン」が配されている。これらはショートカット・キーの機能を有しており、これをクリックすることで、タブやメニューボタン上に示された見出しに対応する地図情報を

表示することができる。つまり、ベースとなるWebGISに格納されている様々な地図情報を、タブやメニューボタンとして配置されているショートカット・キーに、プリセットすることができるシステムである。また地図画面に対応する表形式の画面(表画面)が用意されており、各情報を地図画面と表画面で共有するシステムである。これにより、例えば、避難所に関する情報が見たければ、「避難所」と見出しに示されたタブやメニューボタンをクリックすることで、プリセットされた避難所の地図情報を得ることができる。このように、本システムは、災害対応に必要な情報をタブやメニューボタンにプリセットし、簡単に活用できる画面デザインを提供することで、地図情報の活用を促進しようとするシステムである。

更に、上記に示したタブやメニューボタンについて、本システムは、プログラム変更を伴わずに設定内容を変更するだけで、地図情報のプリセットを変更することができる。つまり、基本画面である地図画面および表画面について、表示する地図情報、および表画面で示す情報を、プログラミングの専門家を介さずに簡易に変更することが可能である。本システムの初期設定は、標準的な災

害情報項目を示した設定（推奨設定、表2参照）の状態であるが、この設定機能により、各ユーザーの特性や好みに応じて、画面デザインを柔軟に変更することができる。

このように画面デザインを柔軟に変更できる機能は、システム開発の視点からは、扱う情報項目や処理手順について、ユーザーの好みに合わせた“アジャイル”な開発を簡便かつ迅速に実施するための工夫と捉えることができる。一般にシステム開発の手法は、ウォーターフォール型とアジャイル型に大別される。ウォーターフォール型開発の場合、あらかじめ全体の機能設計を済ませてから機能開発を行う、計画を重視する開発手法といえる。これに対して、アジャイル型開発においては、開発対象を多数の小さな機能に分割し、プロジェクト関係者の意思疎通を繰り返しながら開発を進めていく。そして、この反復のサイクルを継続して行うことで、ひとつずつ機能を追加的に開発してゆく。基礎自治体の災害対応は、その地域特性やこれまでの対応経験などにより、それぞれ特徴を反映した多様な災害対応が行われていることが知られている¹¹⁾。本システムは、こうした基礎自治体の多様性を円滑に反映できるように、上記に示す、柔軟に画面デザインを変更できる機能を有している。

なお、ここに示した画面デザインを柔軟に変更可能とする機能は、基礎自治体の多様性を反映しやすくすることを目的として開発した機能であり、開発段階においては、第3章で示した状況論的学習観を踏まえた機能として開発したものではない。

5. 四万十町における実証実験

5.1 実証実験の概要

(1) 四万十町の概要

四万十町は、高知県南西部の高岡郡に位置する人口約1万7千（2018年12月31日現在）の町である（図5参照）。南海トラフ巨大地震が発生した場合、町の中心部であり役場（本庁舎）のある窪川地区は、内陸部に位置するため津波被害の恐れはないが、沿岸部である興津地区や志和地区は甚

大な津波被害が想定されている上に、地震動に伴う交通途絶による孤立のリスクを抱えている。また、2006年に当時の高岡郡窪川町と幡多郡大正町および十和村が合併して四万十町が誕生しているため、窪川地区の本庁舎の他に、大正地域振興局、十和地域振興局が役場としての多くの機能を担っており、災害対応時には、これら本庁舎と2つの地域振興局において円滑な情報共有と連携した対応が求められる。

(2) 運用状況推移の概要

四万十町における本システムの実証実験は、2015年6月に始まる。筆者らが研究開発する本システムの概略について、四万十町危機管理課に説明し、同年8月20日に開催された平成27年度第1回高幡広域危機管理検討会^{補足2)}において、本システムを高幡地域の1市4町および高知県須崎地域本部に紹介した。その後、約1年間の準備調整を経て、翌2016年8月22日に開催された平成28年度第2回高幡広域危機管理検討会において、システムを活用した図上訓練を実施し、四万十町に対して、試験的に本システムの貸与を開始した。

当初は、危機管理課の数名のみが本システムに、避難所の開設状況や市民からの被害通報などを入力し、その対応状況の管理および他の部署への情報共有を試みながら、本システムの詳細について理解するとともに、筆者らと協働で、より実



図5 四万十町の位置図（四万十町のホームページより）

践的なシステムへと改修を繰り返している。その後、2016年の台風シーズンに1回、2017年に3回、2018年は7月15日までに2回の実災害への対応に本システム活用し、2018年7月現在、筆者らの操作支援がなくとも、四万十町の職員のみで自律的に本システムを起動し、災害対応に活用することができるまでに至っている。

(3) システム設定変更・改修

第4章で示したように、四万十町に提供した本システムは、設定変更により簡易に画面デザインを変更することが可能である。四万十町における実証実験においては、台風対応への活用とインタビュー調査を繰り返し、システムの設定を変更して、四万十町の求める画面デザインを実現している。さらに、設定変更のみでは対応できない改修、つまりまったく新しい機能の付与についても、イ

ンタビュー調査をもとに機能検討を行い、システム改修を実施している。

(4) インタビュー調査の実施

2015年6月に、筆者らが四万十町危機管理課に対して本システムの概略説明を行って以来、約3年間にわたり、本システムへの改修や設定変更に関する要望を把握するとともに、四万十町の担当職員の意識の変化等を記録することを目的に、継続的にインタビュー調査を実施した。表1に2015年6月から2018年7月までの主なインタビュー調査を示す。

なお、インタビュー調査の音声はボイスレコーダに記録し、後日、第3章に示した状況論的学習観に沿った検証を行った。したがって、インタビュー調査の時点においては、状況論的学習観を踏まえた調査を実施したのではなく、本システム

表1 四万十町における本システムの運用と期分け

実施日	主な内容	期分け：本システムの状況
2015年6月28日	本システムの概略説明および防災科研の研究協定に関する協議	第Ⅰ期 推奨設定そのままの状態で習熟を試みている段階
8月11日	事業継続計画の作成支援に関する協議	
8月20日	平成27年度第1回高幡広域危機管理検討会にて、本システムを紹介	
2016年1月29日	高幡地域(1市4町および高知県地域本部)に対する本システムの説明会	
2月16日	1/29実施の本システムの説明会に関する事後インタビュー調査	
7月12日	8/22予定の操作体験会の事前インタビュー調査	第Ⅱ期 推奨設定をもとに、四万十町の特性を反映したカスタマイズ中の段階
8月22日	平成28年度第2回高幡広域危機管理検討会において本システムを活用した操作体験会を実施	
9月12日	8/22実施の本システムの操作体験会の事後インタビュー調査	
9月19・20日	台風16号対応において本システムを初めて活用	
9月21日	台風16号対応で本システムを活用後のインタビュー調査	
10月6日	本システムの設定変更のためのインタビュー調査	
12月8日	本システムの設定変更後のインタビュー調査	
2017年1月6日	本システムの再設定変更後のインタビュー調査	第Ⅲ期 カスタマイズが完了した段階
9月15-17日	台風18号対応に本システムを活用	
10月22日	台風21号対応に本システムを活用	
10月29日	台風22号対応に本システムを活用	
11月21日	幹部会議訓練において本システムを活用	
11月30日	幹部会議訓練において本システムを活用後のインタビュー調査	
2018年3月20日	本システムの導入効果に関するインタビュー調査	
5月31日	これまでの発話の変化を被験者に示した上での振り返りインタビュー調査	
6月18日	これまでの運用体制の変化に関するインタビュー調査	
7月1日	台風7号対応に本システムを活用	
7月5日	平成30年7月豪雨への対応において本システムを活用	
7月12日	平成30年7月豪雨への対応、これまでの本システムの活用に関するインタビュー調査	

や本システムの活用状況に関して広く意見を聴取した。

(5) 運用推移の期分け

四万十町における本システムの活用をめぐるシステムの設定変更や改修（システムの再編）、システム運用体制の変化（運用体制の再編）などを整理し、状況論的学習観に沿った認知や学習の過程を確認するために、本論文では、システムの設定変更や改修段階に着目して、表1のように3期に分けて整理する。

5.2 システム設定変更・改修および運用状況の推移

本システムを四万十町の特徴に応じたシステムとするために、システム設定変更・改修を実施した。表2に推移を整理し、以下に各期の状況について詳述する。

(1) 第Ⅰ期：推奨設定の状態（2015年6月～2016年7月）

本システムを四万十町に紹介しただけの状態であり、基礎自治体にとって一般的な災害対応業務およびその手順に沿って、4.1に示した「2階層のタブ」と「メニューボタン」を設定した状態である。推奨設定を表3に示す。

第Ⅰ期においては、四万十町としての組織的な運用は始まっていない。

▶ 四万十町には約200か所の避難所があり、地図画面で表示すると、ピクトグラムが重なって見にくい。（第Ⅰ期：2016年2月16日の発話）

▶ 幹部に対しては、タブレットPCによる閲覧を予定しているため、タブレット向けの見やすい画面が必要である。（第Ⅰ期：2016年2月16日

の発話）

という発話が示すように、システムの見た目に
関する問題点の指摘がなされているが、組織的な
運用を行っていないため、災害対応のワークフ
ローを踏まえた実践的な指摘などは得られていな
い。

(2) 第Ⅱ期：カスタマイズ中の状態（2016年8月～2017年3月）

平成28年度 第2回 高幡広域危機管理検討会に
おいて本システムを活用した図上訓練（2016年8
月22日実施）、台風16号対応（2016年9月21日）の
実災害での対応において、本システムの操作を体
験することにより、災害対応のワークフローを踏
まえた実践的な指摘がなされ、四万十町の災害対
応の特徴に応じた設定変更、およびシステム改修
を実施した。表4に四万十町のシステム設定・改
修に関する要望を示す。表4に示した要望事項の
うち、「設定変更で対応できるもの」については
2016年末までに設定変更を終え、「新たな開発を
伴うもの（改修）」については2017年3月末ごろに
実装が完了している。

第Ⅱ期の運用状況を示す事例として、台風16号
対応（2016年9月19・20日）における本システ
ムの活用状況を以下に示す。平成28年の台風16号は、
2016年で初めて西日本広域で大きな影響を与えた
台風であった。台風接近前から台風からの湿った
空気により各地で大雨となり、愛知県岡崎市では
1時間に約100ミリの雨が降り、記録的短時間大
雨情報が発表された。台風は勢力を保持したまま
北上し、鹿児島県大隅半島に上陸当時の中心気圧
は945hPa・中心付近の最大風速は45 m/s で非常
に強い勢力であった。気象庁の記録によると、窪
川（四万十町）の降水量は、19日74.5 mm、20日

表2 第Ⅰ期から第Ⅲ期を通じたシステム設定・改修と運用状況の推移

	システム設定・改修の状況	運用状況
第Ⅰ期	・見た目に関する指摘のみ ・設定は推奨設定のまま（表3）	・操作訓練では使用したが、実際の災害対応では未活用の状況
第Ⅱ期	・推奨設定に対する取捨選択し、情報項目を整理（表4）	・実際の災害対応において試験的に活用を開始（表5）
第Ⅲ期	・カルテ形式の画面（図6）、表画面の階層化（図7）など、新機能を実装	・複数の組織で横断的に活用（表6） ・災害体側本部会議で活用（写真1）

表3 タブとメニューの推奨設定 (第I期)

第1階層タブ	第2階層タブ	メニューボタン
1. 監視・観測	A. 監視・観測情報	①監視・観測情報(一元表示) ②監視カメラ情報 ③テレメータ水位情報 ④テレメータ雨量情報 ⑤ダム放流情報
2. 避難勧告・避難指示	A. 避難勧告・避難指示の発令状況と追加情報	①避難勧告・指示の発令・更新 ②Lアラート(メディア)発信 ③Lアラート(緊急速報メール)発信 ④Facebookによる周知 ⑤twitterによる周知 ⑥対応状況 ⑦対応履歴
3. 被災状況の集約	A. 被災状況の登録	①新規登録 ②登録情報の更新 ③情報提供先などの入力・更新 ④情報一覧(全部) ⑤情報一覧(自ID向けのみ) ⑥対応履歴
4. 救助要請	A. 要救助者への対応	①要救助者の入力・更新 ②救助活動状況の入力・更新 ③対応状況 ④対応履歴
5. 本部設置	A. 体制発令	①体制の発令, 移行, 解除 ②対応状況 ③対応履歴
	B. 庁舎の被災状況	①建物の被災 ②ライフラインの被災と復旧見込 ③代替拠点への移行 ④対応状況 ⑤対応履歴
	C. 職員参集	①参集メールの送信 ②安否確認・参集状況の管理 ③対応状況
6. 避難所開設	A. 避難所(一般)の開設	①開設要請避難所の選択 ②開設要請 ③開設状況の管理 ④避難所の追加登録 ⑤Lアラート(メディア)発信 ⑥Lアラート(緊急速報メール)発信 ⑦Facebookによる周知 ⑧twitterによる周知 ⑨対応状況 ⑩対応履歴
	B. 避難所(一般)の状況把握と物資配給	①避難者数の状況 ②食料の不足状況 ③寝具の不足状況 ④トイレの設置状況 ⑤対応状況 ⑥対応履歴
	C. 福祉避難所の開設	①開設要請避難所の選択 ②開設要請 ③開設状況の管理 ④避難所の追加登録 ⑤対応状況 ⑥対応履歴
	D. 福祉避難所の状況把握と物資配給	①避難者数の状況 ②食料の不足状況 ③寝具の不足状況 ④トイレの設置状況 ⑤対応状況 ⑥対応履歴
7. 道路規制・復旧	A. 広域搬送ルート	①被災箇所への入力・更新 ②被害が予測される重要路線の状況への入力・更新 ③規制区間および迂回ルートへの入力・更新 ④対応状況 ⑤対応履歴
8. 上位機関へ報告	A. 消防4号様式	①人的被害の登録 ②住家被害の登録 ③土木被害の登録 ④ライフライン被害の登録 ⑤保健被害の登録 ⑥農林被害の登録 ⑦民生被害の登録 ⑧文教被害の登録 ⑨4号様式の生成 ⑩4号様式一覧

表4 四万十町のシステム設定・改修に関する要望 (第II期)

	四万十町の要望	
	設定変更で対応できるもの	新たな開発を伴うもの(改修)
1. 監視・観測	・「水門, 陸閘」を追加	—
2. 避難勧告・指示	・閲覧のみの画面は不要	—
3. 被災状況の集約	・選択肢に「対応済み」を追加 ・「7. 道路規制・復旧」も合わせて表示	・1つの地物(この場合, 避難所)の属性情報を一覧できるカルテ形式の画面が必要
4. 救助要請	・不要	—
5. 本部設置	・「職員参集」は不要	—
6. 避難所	・「開設要請」不要 ・閲覧のみの画面は不要	・1つの地物(この場合, 避難所)の属性情報を一覧できるカルテ形式の画面が必要 ・避難所が200か所近くあるために, 表画面において, 地区ごとに避難所をまとめ, 表示/非表示が選択できる機能が必要
7. 道路規制・復旧	・不要(「3. 被災状況の集約」に統合)	—
8. 上位機関へ報告	・現行通り	—
新規追加	・福祉避難所を大項目に繰り上げ(一般避難所と担当部署が異なるため) ・医療救護所タブを追加	—

295.0 mm, 2日間合計で369.5 mm。1時間最大雨量は20日08:25までの1時間に73.0 mmを記録している。

こうした状況に対して、四万十町では、従来型の災害対応を基本としつつ、本システムを試験的に活用している。なお、筆者は、9月20日に高知県庁(高知県高知市)に入り、高知県危機管理部に本システムおよび四万十町の活用状況を紹介した。表5に2016年台風16号対応時における四万十町の本システムの活用状況を示す。

(3) 第Ⅲ期：カスタマイズ完了の状態(2017年4月～2018年7月)

表4に示した四万十町のシステム設定・改修に関する要望のうち、設定により対応できない「新たな開発を伴うもの(改修)」について、第Ⅱ期末(2017年3月末)までに対応を終え、四万十町の特徴を反映するカスタマイズを終えている。

「新たな開発を伴うもの(改修)」として、

- ▶ 1つの地物(この場合、避難所)の属性情報を一覧できるカルテ形式の画面
- ▶ 表画面におけるデータの階層化と表示/非表示機能

が要望されており、それぞれ図6に示す画面、および図7に示す機能を追加した。

2018年12月現在までの四万十町の本システムの習熟状況を示す例として、2018年7月豪雨(西日

本豪雨)時の対応における本システムの活用について以下に示す。

6月29日に発生した台風7号は7月4日までに東シナ海から日本海上に抜けたが、太平洋高気圧の影響で北海道に停滞し、広い範囲で7月の月降水量の平年値を超える豪雨となった。その後、太平洋高気圧の勢力が徐々に弱まったことで、北海道付近にいた梅雨前線が南下した。これにより、西日本の各地で活発な雨雲が形成され、梅雨前線が9日に北上して活動を弱めるまで日本上空に停滞した結果、西日本から東日本にかけて広い範囲で記録的な大雨となった。

平成に入ってから最悪の豪雨災害となったこの災害に対して、四万十町においては、5日10時44分に本システムを起動し、「H30.7.5_梅雨前線による大雨」という仮称で災害対応の記録を開始している。第1回災害対策本部委員会を5日11時40分に開催したことに始まり、対策本部委員会を合計4回開催した。その後、5時35分に土砂災害警戒情報が発表されたことを受け、第1回災害対策本部会を6日6時45分し、対策本部会を合計9回開催している。これら合計13回の議事録は、図8に示すように、すべて本システムに格納、管理されている。

6日7時41分大雨警報が発表されたことをうけ、6日13時に一部の地域に、避難準備・高齢者等避難開始を発表し、該当地域の避難所を開設し

表5 2016年台風16号への対応時における四万十町の本システムの活用状況(第Ⅱ期)

情報項目 (第1階層タブ)	活用状況	備考
1. 監視・観測	活用せず	町独自の観測機を整備後に、活用する予定
2. 本部設置	入力あり	体制変化の推移が分かるように変更の必要あり
3. 避難勧告・避難指示	志和地区の避難勧告を入力あり	地理院地図では細街路が表現されていないことが判明
4. 避難所	入力あり 開設状況を試験的に入力	筆者の説明により、高知県庁からも確認 200か所近く避難所があるため、地区別の表示ができなければ、非常に使いにくいとの指摘あり
5. 福祉避難所	活用せず	—
6. 被災状況の集約	活用せず	入力の方法が分からなかった
7. 医療救護所	活用せず	—
8. 被害集計	活用せず	高知県の現行システムに入力
その他 ・議事録	災害対策本部会議の議事録を登録、共有	筆者の説明により、高知県庁からも四万十町の災害対策本部会議の議事録を確認
組織的運用	活用せず	担当者1名が試験的に入力したのみ

ている。さらに8日5時11分に洪水警報、8日5時50分に四万十町を含む高知県に大雨特別警報が発表され、同日14時50分の大雨警報への移行まで9時間にわたり大雨特別警報が継続された。しかしながら、四万十町においては幸いにも大きな降

水量とはならず、大雨特別警報の継続時間とほぼ一致する8日6時から15時までの9時間で、窪川(四万十町) 59.0 mm を記録している。また、1日の降水量としても、同じく窪川(四万十町)で、7日168.0 mm、1時間最大63.5 mm、8日142.5



図6 カルテ形式の画面(第三期)



図7 表画面における階層化および表示/非表示機能(第三期)

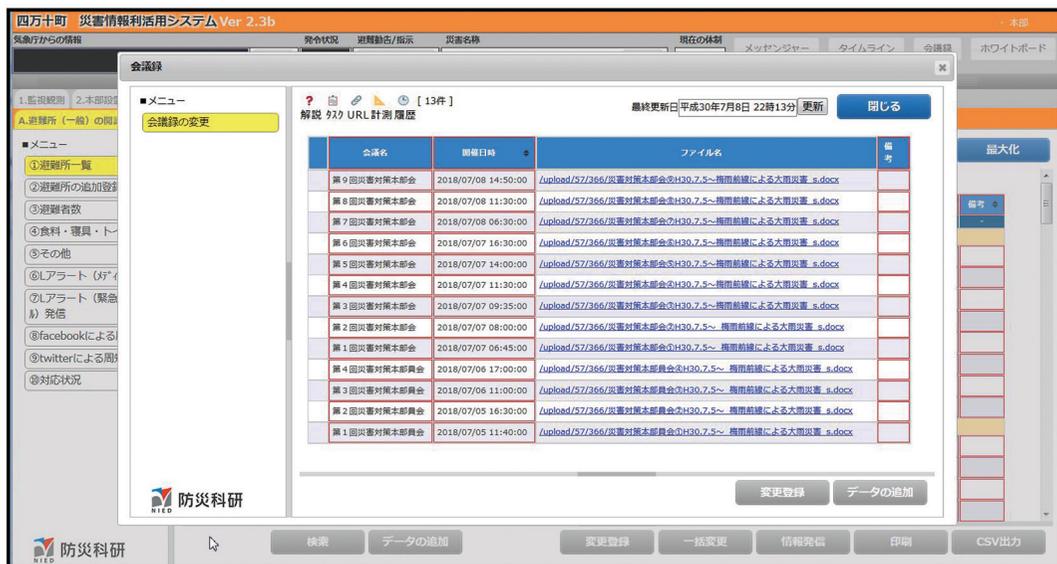


図8 平成30年7月豪雨への対応における四万十町対策本部会等の議事録整理 (第三期)

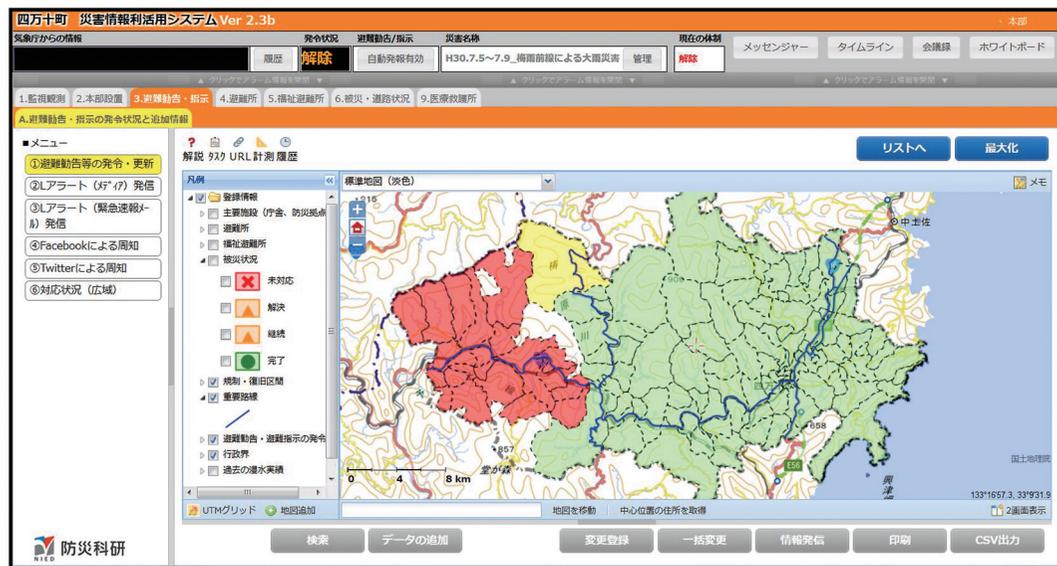


図9 平成30年7月豪雨への対応における避難勧告/指示等の発表状況管理 (地図画面) (黄色部が避難準備・高齢者等避難開始, 赤色部が避難指示) (第三期) (2018年7月8日00:00の状況)

mm, 1時間最大24.5mmを記録するにとどまり, 2日間の合計で310.5mmにとどまったため, 大きな被害が発生するにはいたらなかった。

こうした一連の対応について, 災害対応体制, 避難勧告/指示の発令状況, 避難所の開設状況等について, 本システムを用いて, 役所内の各部署,

表 6 2018年7月豪雨(西日本豪雨)への対応時における四万十町の本システムの活用状況(第Ⅲ期)

情報項目 (第1階層タブ)	活用状況	備考
1. 監視・観測	活用せず	町独自の観測機を整備後に、活用する予定
2. 本部設置	本部設置状況を随時入力	—
3. 避難勧告・避難指示	入力あり	図9参照
4. 避難所	入力あり 開設状況、避難者数を入力	—
5. 福祉避難所	活用せず	運用方法を担当部局と検討中
6. 被災状況の集約	入力なし	本システムを活用して情報を共有すべき通報、被害報告などがなかったために活用せず。
7. 医療救護所	活用せず	隣接自治体と連携した活用検討中
8. 被害集計	活用せず	高知県の現行システムが科導入のため、県のシステムに 入力
その他 ・議事録	災害対策本部委員会、本部会の合計13回の 議事録を格納	図8参照
組織的運用	本庁・危機管理課、および振興局(2か 所)から入力し、情報共有を実施 本庁・総務課など他の部局も入力を実施	振興局も自律的に本システムを活用

さらには庁内に2か所ある支部である振興局の間で、対応状況の共有を行っている。図9に避難勧告/指示等の管理画面、表6に各情報項目に対する本システムの活用状況を示す。

表6や図8、図9が示すように、一部の情報項目について未活用であるが、本システムの提供者である筆者らが介在することなく、四万十町の職員のみで、自律的に本システムを起動し、実際の災害対応に活用することができるまでに、習熟が進んでいることが示されている。

6. 状況論的学習観に基づく考察

第5章に示したように、2015年6月から2018年7月までの約3年間に渡り、筆者らは四万十町に対して本システム提供し、システム改修や再設定を行いながら、四万十町職員の本システムに関する意識の変化について、インタビュー調査により記録を続けてきた。

本章においては、こうした約3年間に及ぶインタビュー調査における四万十町職員の発話をもとに、第3章に示した状況論的学習観のポイント、すなわち、「(1) 周辺環境を含めた関係性」、「(2) 局所的判断の連続」、「(3) インスクリプションによる可視化」の3つの要素に着目して、本システムに対する理解や意識の変化について考察を行

う。

(1) 周辺環境を含めた関係性

本システムの導入検討から3年目に実施したシステムの導入効果に関するインタビュー調査において、以下の主旨の発話を得ている。

- ▶災害対策本部会議において災害対応状況を町長など幹部に示す際に、これまでは会議のための資料をわざわざ作成していたが、本システムによって整理された地図情報を、プロジェクターによって投影し、現状について簡潔に報告ができるようになった。(第Ⅲ期：2018年3月20日の発話)(写真1)
- ▶庁内には、2つの振興局(支所)があり、これまでは、情報共有ツールが無かったために、本庁舎を含めて、3か所で個別に災害対策を実施していたが、本システムにより情報伝達が容易になり、これまで各振興局長が判断していた事項についても、本庁舎を含めた全体としての意思決定ができるようになった。(第Ⅲ期：2018年3月20日の発話)
- ▶これまで災害対応の議事録の管理が、災害毎にバラバラであったが、本システムを活用するようになり、本システムの中でその他の情報とともに一括管理するようになった。(第Ⅲ期：



写真1 災害対策本部員会で本システムの活用（第Ⅲ期）（2018年7月29日、台風12号対応時に撮影）

2018年5月31日の発話)

このように、単に本システム使いこなすだけでなく、本システムの活用を通じて、使う側の運用体制にも変化が生じていることが確認された。

さらに、こうした周辺環境を含めた関係性の変化について、

▶本システムの操作性が向上し、災害対応マニュアルも改訂され、双方が良くなれば、職員全員が本システムを活用できるようになると思う。お互いにすり寄ってこないといけない。ユーザー側の体制や要求が固まっていなければ、システムの改修も進まない。（第Ⅱ期：2016年9月12日の発話）

▶我々の運用体制が追いついていない点もあり、システムを活用するための体制作りについては、まだまだ手探り状況である。（第Ⅲ期：2018年5月31日の発話）

という発話が示すように、当事者である四万十町職員も、システム本体の改修だけでなく、システムを運用する体制側の再編が不可欠であることを認識するに至っている。

(2) 局所的判断の連続

本システムの導入検討開始から1年未満の2016年2月に実施したインタビュー調査においては、

▶四万十町には約200か所の避難所があり、地図画面で表示すると、ピクトグラムが重なって見にくい。（第Ⅰ期：2016年2月16日の発話）

▶幹部に対しては、タブレットPCによる閲覧を予定しているため、タブレット向けの見やすい画面が必要である。（第Ⅰ期：2016年2月16日の発話）
といったシステムの見た目に関する問題点の指摘が中心の発話であった。

これが、2016年8月の本システムを活用した図上訓練、あるいは2016年の台風16号の実災害での活用経験を重ねるに従い、以下のように本システムの具体的な機能改修、具体的な設定変更に関する発話が多くみられるように変化する。

▶水門を閉めたことを入力しようとして、「あれ？ 入れる所、無いや！」と気づいた。（第Ⅱ期：2016年9月21日の発話）

▶これまで南海地震を想定したシステム検討をしてきたために気付かなかったが、台風対応に不可欠な予防措置を管理するタブ（情報項目）がない。例えば、水門の閉鎖作業の状態（開閉管理）を行うタブが用意されていない。（第Ⅱ期：2016年9月21日の発話）

▶避難所の管理においては、情報の更新時刻よりも、実際に開設した実施時刻の方が重要となる。このため、本システムに表記する時刻は、実施時刻を優先すべきである。また実施時刻は、さかのぼって入力する機会が多いので、手入力を入力することを基本とすべきである。（第Ⅱ期：2016年9月21日の発話）

▶住民からの被害に関する通報を、本システムに最初に登録する際の画面は、一覧表に1行追加するのではなく、カルテ上の画面において、わかっている情報のみをとりあえず入力できる画面を基本とするべきである。地図情報を加えるかどうか、重要かどうかなどは、まずカルテ画面で登録してからの次の処理である。（第Ⅱ期：2016年10月6日の発話）

このように、本システムの導入検討段階（第Ⅰ期）においては、見た目に関する直感的な理解に依存する改修要望が主体であったが、図上訓練や実災害への対応への活用を経験することで、災害対応の業務フローや組織体制にシステムをマッチさせるためのより具体的な改修要望が出てくるよ

うに変化しており、四万十町職員の本システムに対する理解が、段階的に深まっていく様子が確認できる。

さらに、こうした職員自身の変化について、

▶去年の台風への対応時に、使いにくいシステムだなあと使いながら使ってみた。使ってみたから本システムを理解できた。これからも、また使ってみたら、改善点が見えてくるかもしれない。(第Ⅱ期：2017年1月6日の発話)

との発話が示すように、こうした改善に関する指摘は、即興的、局所的に改修を繰り返しながら、次の指摘事項につながっていることが示されている。

(3) インスクリプションによる可視化

第4章に示したように、本システムの大きな特徴の一つに、タブとメニューボタンにより、扱う情報項目や作業手順を分かり安く可視化する機能がある。この機能について、表1に示すように、2016年8月22日に平成28年度第2回高幡広域危機管理検討会で図上訓練を実施した後、高幡地区の1市4町および高知県須崎地域本部に対して、情報項目や作業手順を示すタブとメニューボタンのカスタマイズを実施し、各自治体の多様性を取り入れた本システムの設定変更を実施している。この設定変更を通じた各自治体の多様性の詳細については、伊勢ら¹¹⁾を参照願いたい。本論文においては、各自治体の多様性を踏まえ、タブとメニューボタンによって、自らの災害対応を可視化することが可能となり、他の自治体の知見との交換、つまりシステムに対する学習を促進する効果を示す。

2016年8月の図上訓練の後、高幡地域1市4町と高知県須崎地域本部向けのシステムとして、それぞれの多様性を踏まえたカスタマイズを実施後のインタビュー調査において、四万十町職員は、各自治体でタブやメニューボタン(情報項目)の設定が異なることに関して、以下のように発言している。

▶医療救護所に関しては、隣接する中土佐町も関連情報を共有したいと考えていると思う。ただ

し、多くの傷病者の発生が見込まれ送り出す側の中土佐町と、比較的大きな病院があり受け入れる側の四万十町では、タブやメニューボタンの構成、つまり扱いたい情報項目が異なると思う。(第Ⅱ期：2017年1月6日の発話)

▶タブによる可視化によって、議論をすることが可能となる。議事録一つとっても、各機関で取り扱い方が違う。(第Ⅲ期：2018年5月31日の発話)

▶近隣の別の自治体では、消防団を管理するタブや交通状況を把握するためのタブの要望があったようであるが、これは我々とは違う考え方である。(第Ⅲ期：2018年5月31日の発話)

以上は、本システムのタブとメニューボタンが、それぞれの機関の災害対応で重視する情報項目や作業手順を示す規範(モデル)を示していたこと、および、互いの対応行動や組織体制の違いが、タブやメニューボタンの設定の違いとして可視化されていたことを示している。つまり、タブやメニューボタンが、状況論的学習観におけるインスクリプションとして機能し、ユーザのより深いシステムへの理解につながっていることがわかる。

7. 状況論的学習観を踏まえた災害情報システムのあり方

従来の災害情報システムの典型的な考え方として、システムを導入する側(多くの場合、都道府県)が求める情報を一定のルールに従い、各基礎自治体に入力する方式、つまり、いわゆる標準化を基本とする考え方でシステム整備が進められることが一般的であった。もちろん、ICTを活用して効率的に災害情報を共有するためには、標準化は避けては通れない方向性であり、筆者にも標準化の必要性を否定する意図はない。しかしながら、本論文で見てきたように、システムの操作者がシステムをより深く理解し、より積極的に活用しようとする過程は、標準化されたシステムの操作手順を、利用者が単純に覚える過程ではなく、むしろ、自らの特徴を踏まえ、積極的に特徴を反映したシステムへカスタマイズしようとする過程を経て、言いかえれば、状況論的学習観に沿った過程

を経て、システムへの理解が促進されるといえる。つまり、伊勢ら¹⁴⁾が指摘するように、基礎自治体の災害対応は、それぞれの地域特性等を反映して極めて多様であるという現実を踏まえれば、一定の標準化を行いつつも、各基礎自治体がカスタマイズする余地を残し、状況論的学習が促進されるような災害情報システム、すなわち、3.4で整理した、

- ▶ 個人の頭の中を超えた、より大きなシステムとして捉え、周辺環境を含めた関係性の変化により認知や学習が達成される。
- ▶ あらかじめ用意されているプランに基づき実施されるのではなく、即興的、局所的な判断の連続によって学習が積み上げられる。
- ▶ 現状の規範やその違いがインスクリプションの違いとして可視化され、それをもとに次の学習や活動が生み出される。

の3つの要素を許容し得る災害情報システムが有効であるといえる。

8. まとめ

本論文では、第4章で示した災害情報システム(本システム)を、四万十町の特性を反映するカスタマイズを伴いながら、約3年にわたり、本システムの活用が進んでいく状況を、インタビュー調査により観測し、その学習過程が状況論的学習観で説明可能であることを確認した。

四万十町の事例が、すべての基礎自治体に当てはまるとは考えにくいですが、様々な地域特性や事情により多様な災害対応が行われている基礎自治体の実状を踏まえ、災害情報システムに必要な要件を確認することができた。

今後はこうした実践的な取組について、平常時の業務への拡張、都道府県などの他機関への展開を図り、様々な防災関係機関における災害情報システムのあり方について、理解を深めるための研究開発に取り組んでいきたい。

謝辞

本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議のSIP(戦略的イノベーション創造プログ

ラム)「レジリエントな防災・減災機能の強化」(管理法人：JST)によって実施されました。

約3年間にわたり、本システムの実証実験にご協力を賜りました高知県四万十町の中尾博憲 町長、危機管理課 野村和弘 課長(当時)、川上武史 課長をはじめ、四万十町職員の皆様には、この場を借りまして、深く御礼申し上げます。

最後になりましたが、本研究で活用した災害情報システム(名称：官民協働危機管理クラウドシステム)のベースとなるWebGIS(名称：eコミマップ)の開発や社会展開にご協力いただいた株式会社ファルコン代表取締役・古瀬勇一様が、2019年5月3日に他界されました。故人のご尽力なくして、本研究は成立し得ませんでした。哀悼の意を表するとともに、心よりご冥福をお祈り申し上げます。

補足

- 1) 官民協働危機管理クラウドシステム：国立研究開発法人 防災科学技術研究所が、平成23年度より研究開発を行っているWeb-GISを基盤とする災害情報システム。詳細については以下のホームページを参照とする。<http://ecom-plat.jp/k-cloud/>
- 2) 高幡広域危機管理検討会：高知県須崎地域本部が幹事となり、須崎市、津野町、中土佐町、梶原町、四万十町によって構成される高幡地域の危機管理検討会

引用文献

- 1) 伊勢 正・磯野 猛・高橋拓也・臼田裕一郎・藤原広行：全国自治体の防災情報システム整備状況，国立研究開発法人 防災科学技術研究所研究資料第401号，2015.
- 2) 角本 繁・亀田弘行・林 春男：災害管理地理情報システム(GIS)の構想とシステム開発－阪神・淡路大震災の経験を生かして－，地域安全学会論文集(5)，pp.419-423，1995.
- 3) 鈴木猛康・天見正和：地方自治体の災害対応管理システムの開発と災害対応訓練への適用，土木学会地震工学論文集，pp.781-790，2007.
- 4) 深田秀実・小林和恵・佐藤賢二・川名英之・増田智弘：デジタルペンとテーブル型ユーザインタフェースを用いた災害情報管理システムの開

- 発と評価, 日本地震工学会論文集 第12巻, 第3号, pp.1-20, 2012.
- 5) 澤田雅治・八木英夫・林 春男: 震災発生時における関連情報集約とその提供手法に関する研究 - 新潟県中越地震復旧・復興 GIS プロジェクトの取り組みを通じて -, 地域安全学会論文集 (7), pp.97-102, 2005.
- 6) 井ノ口宗成・田村圭子・古屋貴司・木村玲欧・林 春男: 緊急地図作成チームにおける効果的な現場型空間情報マッシュアップの実現に向けた提案 - 平成23年東北地方太平洋沖地震を事例として -, 地域安全学会論文集 (15), pp. 219-229, 2011.
- 7) 田口 仁・李 泰榮・臼田裕一郎: 長坂俊成, 効果的な災害対応を支援する地理情報システムの一提案 - 東北地方太平洋沖地震の被災地情報支援を事例として -, 日本地震工学会論文集 第15巻, 第1号, pp.101-115, 2015.
- 8) 伊勢 正・高橋拓也・池田真幸・臼田裕一郎・藤原広行・矢守克也: 平成28年熊本地震への対応における地図情報支援と活用実態調査結果の概要, 第35回日本自然災害学会学術講演会 講演概要集, pp.69-70, 2016.
- 9) 佐藤良太・花島誠人・臼田裕一郎: 行政機関間における避難所情報の伝達と集約 - 平成28年熊本地震を事例として -, 日本災害情報学会 第18回学会大会予稿集, pp.92-93, 2016.
- 10) 上野直樹: 仕事の中での学習 状況論的アプローチ, 東京大学出版会, 1999.
- 11) 伊勢 正・磯野 猛・臼田裕一郎・藤原広行・矢守克也: 自治体の多様性を踏まえた災害情報システムのあり方に関する考察, 地域安全学会論文集 (30), pp.25-34, 2017.

(投稿受理:平成31年1月20日
訂正稿受理:令和元年11月11日)

要 旨

災害情報システムが上手く機能しないことの主たる原因の一つとして、活用の機会が乏しく、操作者の習熟が進みにくいことが指摘されている。高知県四万十町を実験フィールドとして、災害情報システムの学習プロセスを理解するために、著者らが開発した災害情報システムを用いて、約3年間の実証実験を実施した。その結果、システムに対する学習が状況論的学習観に沿ったものであることが確認された。これにより、状況論的学習観のポイントである「(1) 周辺環境を含めた関係性」「(2) 局所的判断の連続」「(3) インスクリプションによる可視化」が、より効果的に理解され、学習される災害情報システムにとって重要な要素であることが明らかになった。