

効果的な災害対応を目指した状況認識の統一のための可視化スキル-内閣府・東北地方太平洋沖地震緊急地図作成班での実践活動を通して-

古屋 貴司¹・木村玲欧²・井ノ口宗成³・田村圭子⁴・林春男⁵

¹横浜国立大学 安心・安全の科学研究教育センター 特任教員（講師）

（〒240-8501 横浜市保土ケ谷区常盤台 79-5）

²兵庫県立大学 環境人間学部 准教授

（〒670-0092 兵庫県姫路市新在家本町 1-1-12）

³新潟大学災害・復興科学研究所 助教

（〒950-2181 新潟市西区五十嵐二の町 8050）

⁴新潟大学危機管理本部 危機管理室 教授

（〒950-2181 新潟市西区五十嵐二の町 8050）

⁵京都大学 防災研究所 教授

（〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄）

和文要約

2011 年 3 月 11 日午後に発生した東北地方太平洋沖地震は、M9.0 の巨大地震であり、複数の都県が同時被災した超広域災害となった。この未曾有の災害に対して、国レベルでの状況認識の統一を図るために東北地方太平洋沖地震応急地図作成チームが産官学で結成され、災害発生翌日から内閣府防災担当の特別会議室で約 1 か月半の活動を展開した。そこでは、非常に多くの組織・個人が交代で関わる中で、一定の質を担保した地図を作成することが求められた。

本研究は内閣府 EMT の活動を地図作成の事例として、実際にその現場でユーザーニーズに基づいて作成された地図がどのように可視化されたのかを、可視化に直接かかわる機能面と、間接的に関わる処理要素の観点からの分析を踏まえて、国レベルの対応現場で必要とされる可視化スキルについて一般化の提案を行った。

キーワード：状況認識の統一、広域災害対応、緊急地図作成班、東北地方太平洋沖地震、地理情報システム（GIS）

1. はじめに

（1）背景

2011 年 3 月 11 日午後に発生した東北地方太平洋沖地震は、M9.0 の巨大地震であり、複数の都県が同時被災した超広域災害となった。このように複数の都県が同時被災する災害は、東海・東南海・南海地震の同時発生災害が 21 世紀前半になって想定されるようになったものの、十分な対策が構築できているとは言い難い。災害対応に関わる公的機関・民間組織の数はこれまでに類を見ないほど多数にのぼることが予想され、これまでの都道府県を中心とした対応を国が支援する体制ではなく、官民挙

げて全国規模での組織間連携が不可欠になる。こうした組織間の連携を確実にし、効果的な災害対応を進めるためには、関係する人びとが状況認識を統一することが不可欠であることが、これまでの災害の教訓から明らかとなっている。（Donald W.Wash 2005）、（近藤ら 2006：pp.183-190）、（近藤ら 2007：pp.253-260）

例えば、浦川ら（2008：pp.531-541）のように 2007 年 7 月 16 日に発生した新潟県中越沖地震の際には、産官学民連携支援チームで新潟県庁と柏崎市に地図作成センター（EMC=Emergency Mapping Center）が立ち上がり、災害対策本部等に入る様々な内容・形式の情報を、災害対応

業務の展開速度に対応しながら迅速に電子地図化し、被災地の効果的な災害対応の実現と早期復興に貢献している。

今回の地震でも、全国規模での状況認識の統一を可能にするために、志を同じくする者が集い「東北地方太平洋沖地震緊急地図作成チーム (EMT=Emergency Mapping Team)」を結成している。(井ノ口ら 2011 : pp.219-229) 本論文における国レベルでの状況認識の統一とは、我が国の防災行政を中心的に司る内閣府防災担当や緊急災害対策本部要員等、災害対応に従事する主要人物が、直面している主要課題を明らかにし、課題解決へ向けた方針の決定を行うべく、各班で収集・集約した最新の情報を共有することである。

(2) 目的と手法

効果的に状況認識の統一を図るためには、朴ら (2004 : pp.95-102) のように平常時から存在する地物に対して事前に作成すべき空間レイヤをマトリクスで整理することや、浦川ら (2011 : pp.99-109) のように、地図を作成するために事前に情報の流れを整理し、作成すべき主題図を見極めておくことは重要であるが、成果物としての可視化プロセスの観点までは言及していない。一方、内閣府 EMT での活動を通じ、地図で一元的に可視化するための元となるデータセットの有り方と作成過程については木村ら (2011 : pp.333-342) で報告されている。しかしながら、今後も首都直下地震や東海・東南海・南海地震など全国規模での災害対応の必要性が高まるなかで、今回初となった国レベルでの緊急地図作成チームの活動のように多数の組織から地図作成にかかわる人材が参集する状況下で、迅速かつ効果的に地図作成を行うに当たっては、どのような地図作成能力を持った人材が必要とされるのかも明らかにする必要がある。

そこで、本研究では、内閣府 EMC で作成された地図の作成過程を踏まえ、応急対応期における国レベルでの状況認識の統一の実現に必要な質を担保した地図のあり方を解明するために、地図を作成するうえでどのような可視化スキルを確保しておくべきかを明らかにすることを目的とする。

手法としては、内閣府 EMT を検証の場として、ユーザーニーズに基づいて行った GIS による地図化の過程において、どのような GIS 機能が用いられたかを抽出し、それらをどのように適用したのかを可視化スキルとして整理・考察することで、その一般化の提案を行う。

本研究において可視化スキルとは、単に GIS (地理情報システム) の基本機能を意味するのではなく、それらの機能をユーザーニーズに応じて適用する能力のことを意味する。地図化の機能を知っているだけではなく、その適用の仕方に創意工夫をしなければ真の有用性は生まれないものであり、それらを災害現場での経験から導き出すことが本論文の価値があると位置づける。

2. 災害対応現場で必要とされた地図と解析・表現機能

東北地方太平洋沖地震緊急地図作成チームでは、プロジェクトマネージャーをトップとして、明確な役割分担がなされたことが井ノ口ら (2011 : pp.219-229) により報告されている。具体的には、「情報の収集と蓄積」、「情報の集約・分析」、「情報の地図化」以外の機能として、「受付・相談」、「リエゾン機能」を担うチームの存在が示されており、最前線の緊急災害対策本部とは別に設けられた内閣府事務局の隣へ EMT の活動場所として EMC を設置し、単に依頼を受ける形で地図作成を行ったのではなく、職員と議論を重ねる中で、新しいニーズをも生み出し地図化を行ったことが述べられている。

本章では、災害対応現場で生じたユーザーニーズの概要を示したうえで、主題マップを作成する際に利用された GIS の標準機能を整理し、分析・評価を行う。

(1) ユーザーニーズの概要

東北地方太平洋沖地震の初動対応では、被害の範囲が広域であることだけではなく、津波や液状化に加えて、福島原子力発電所の事故など複合災害であることが特徴である。ゆえに、国としては、状況の全体像を把握することが非常に困難な状況下で、多角的な視点から災害事象を捉える必要があった。

例えば、EMT 活動開始翌日には国土交通省から住宅供給計画の策定のために必要となる地図として、被害建物数を推計したいという依頼があり、原発避難勧告・指示エリア内の建物分布状況や低標高地域における建物分布状況などが地図化され始めた。発災 10 日後ぐらいには内閣府防災担当から、輸送可能性を検討したいという依頼があり、それまで作成してきた避難所マップに空港、港湾、物資集積所なども重ね合わせて地図が作成され、本府の自衛隊輸送班からも輸送拠点の地図作成依頼とデータ提供を受けるようになった。このように現状把握から対応計画をより意識したマップの作成がこの頃始まった。そして、発災後 2 週目になると、内閣府防災担当からは衛星電話の手配の必要性を知りたいという依頼があり、携帯電話の基地復旧状況と避難所の位置関係を示す地図が作成された。また、生活再建本部の二次避難所からは幹部会議資料として使いたいという依頼があり、水道復旧率と避難所の位置関係を示す地図を作製した。これらのように、日々更新していた避難所のデータは他の情報と組み合わせることによって、財務局理財課など各省各班からも作成依頼や相談が寄せられるようになった。4 月に入ると、内閣府の総括担当・予防担当から災害救助法や生活再建支援法に適用された市町村の分布状況を確認したいという依頼があり、それらの適用市町村を示した地図が作成され、航空写真から判読した津波浸水予想図とも重ね合わせて利用された。また、4 月最終週には厚労省から病院の被害状況と分布を確認したいとの依頼があり、データの入手と調整を行い始め、EMT がクロージング後に作成を行った。

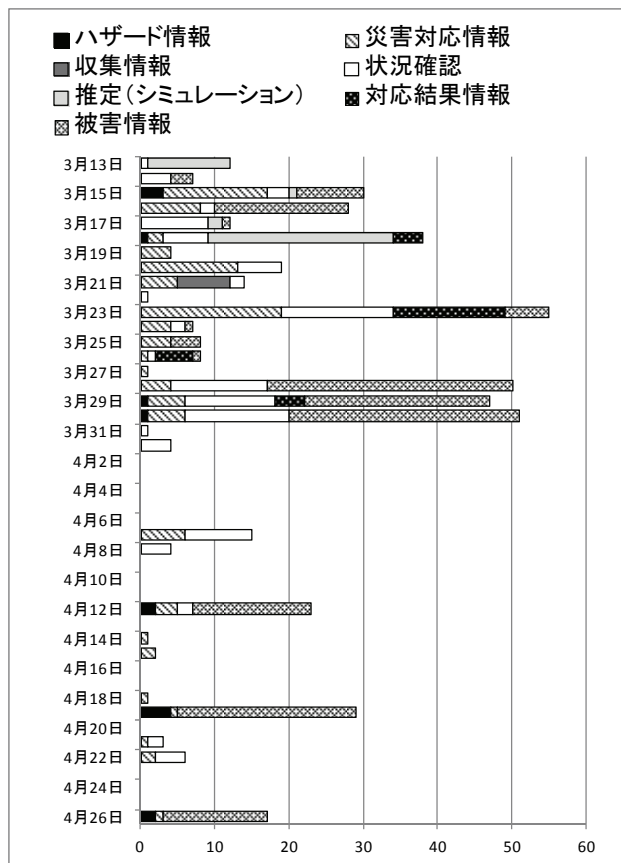


図-1 主題別の地図作成ログ (枚数)

実際にいつごろどのような地図がどのくらい作成されたのかを示すために、井ノ口ら (2011 : pp.219-229) による地図の位置づけ毎の分類を用いて作成したものを図-1に示す。最初に2週間に集中して各種ニーズに応じるための地図作成がされていることが分かる。その後は、更新方法が確立され、作成にあまり手間がかからない地図は、定期更新として EMT のバックヤードでまとめて作成されるようになった。被害取り纏め報に基づく被害情報地図や輸送拠点・避難所位置関係図などが継続して作成されていた。

(2) 主題マップ作成に利用された GIS の標準機能

前項で示したように、EMT で作成された地図は、災害対応担当者と密に連絡を取りながら状況の変化に合わせて可視化の調整を行い、そのニーズに合致したアウトプットとして提供されてきた。また、そのような取り組み方針のもとで、各省庁から継続的にニーズを頂いたという実態から、本研究で扱っている地図データは解析対象として一定の有用性が担保されていると考える。

次に、ユーザーニーズを具現化するにあたり、作成された主題図でどのような GIS 機能が用いられたのかについて、その実態を整理し、分析・評価を行う。

EMT で利用した情報源は、主に関係省庁や被災自治体が公開している情報であり、それらをもとに GIS で扱いやすいデータセットになるよう様々な困難を乗り越えて電子化・再整理がなされた。(木村ら 2011 : pp.333-342)

本研究では、そのデータセットとして準備がなされた以降の工程に着眼し、EMT が発行した PDF および GIS の作業ファイルの一つ一つを確認し、分析を行った。具体的には、可視化へ直接的に関わる機能として、「空間データ処理」、「シンボル表現」、「付与情報」に加えて、間接的に関わる「空間データ加工の程度」、「シリーズ化」の観点から整理を行った。各観点の詳細な機能・処理要素は以下の通りである。

a) 空間データ処理

「バッファ作成」: 影響範囲を同定するために、空間データセットから同心円を描く機能。

「空間検索」: A と B が重なる部分、A に完全に含まれる B など、空間的な関係に基づき選択する機能。

「ジオコーディング」: 住所情報などに基づいて得られた XY 座標を用いて、点データセットを作成する機能。

「ポリゴン集計」: 空間検索と似ているが、入力となるポリゴンデータセットに被選択結果の値を自動的に集計して統合する機能。

「属性結合」: 既存の図形情報の属性情報に対して、別の表形式の情報を、結合キー (同じ値を持った列同士) を介して統合する機能。

b) シンボル表現

「等級色シンボル」: 属性値に準じて、色の濃淡 (連続変化) を用いてグラデーション表現する機能

「等級シンボル」: 属性値に応じてシンボルのサイズを変化させる機能。

「チャートシンボル」: 属性テーブルの複数のフィールド (=列) に格納された数値から、棒グラフや円グラフなどで表現する機能。

「個別値シンボル」: 特定のフィールドに対して、属性値毎に固有となるよう分類したうえで配色を行う機能。

「ラベリング」: 属性テーブルに格納されている文字・数値情報を地図上へテキスト化する機能。テーブルに含まれない文字列も組み合わせることが可能。

c) 付与情報

「集計表」: 本研究では、GIS の機能に限らず、属性テーブルやその元となるエクセルデータを集計した結果を表で現したものと定義し、数で整理。

「グラフ」: 本研究では、GIS の機能に限らず、属性テーブルで現したものと定義し、数で整理。

「補足図表」: 本研究では、GIS の機能に限らず、属性テーブルやその元となるエクセルデータを集計せずにそのまま用いた図表と定義し、数で整理。

「メタ情報」: 本研究では、地図作成者名 (今回は EMT) やアイデンティティとなるロゴ、そして問い合わせ先を明らかにする情報郡と定義し、有無で整理。

「概観図」: データ全体もしくは部分の内、どの一部を表示しているかを別窓で表示する機能を有無で整理。

「拡大図」: メインの地図の縮尺では判読しにくい部分を別窓で表示する機能を数で整理。

表-1 可視化における機能的要素の適用状況（主題カテゴリ毎）と評価得点

主題	地図枚数	空間データセット数	空間データセット数平均	可視化に直接的に関わる機能														間接的に関わる処理要素							
				空間データ処理				シンボル表現				付与情報 ※						空間データ加工の程度					シース化 ※		
				パッファ作成	空間検索	ジオコーディング	ポリゴン集計	属性結合	等級色シンボル	等級シンボル	チャートシンボル	個別値シンボル	ラベリング	集計表	グラフ	補足図表	メタ情報	概観図	拡大図	完全自作	既製品加工	既製品直接利用	自作・加工再利用	同時点範囲違い	同範囲時点違い
ライフライン	88	295	3.4	3%	-	6%	-	37%	25%	7%	9%	1%	60%	94%	164%	1%	100%	100%	40%	12%	39%	49%	10%	14%	82%
環境放射能調査結果	63	189	3.0	-	-	33%	-	33%	-	-	-	33%	67%	-	-	100%	100%	-	100%	1%	-	33%	66%	-	100%
負傷者	40	148	3.7	-	-	-	-	54%	4%	-	23%	-	27%	100%	-	-	100%	45%	45%	-	54%	46%	42%	70%	70%
行方不明	38	178	4.7	-	-	-	-	61%	-	-	21%	-	21%	100%	-	-	100%	55%	-	-	61%	39%	36%	84%	100%
避難所	34	233	6.9	12%	2%	25%	2%	0%	16%	-	-	21%	50%	38%	-	9%	91%	97%	32%	38%	23%	39%	45%	-	74%
低標高値の建物棟数	33	112	3.4	-	1%	5%	-	-	8%	-	-	22%	55%	3%	-	-	3%	100%	-	5%	29%	66%	29%	97%	-
孤立者	31	156	5.0	-	-	20%	-	-	-	20%	-	20%	20%	42%	-	42%	100%	100%	-	40%	-	60%	23%	74%	100%
物資調達・輸送輸送	29	259	8.9	2%	-	34%	-	0%	3%	-	0%	4%	21%	3%	3%	7%	93%	97%	7%	50%	25%	33%	44%	69%	-
応援	25	93	4.0	13%	-	15%	-	25%	15%	-	6%	9%	40%	84%	4%	8%	92%	60%	64%	34%	25%	41%	34%	48%	56%
建物被害	24	100	4.2	-	-	-	-	24%	1%	-	21%	-	25%	88%	-	-	96%	13%	50%	-	56%	44%	17%	13%	46%
救助法・支援法	18	54	3.0	-	-	-	-	33%	-	-	-	-	31%	94%	-	-	100%	-	-	-	41%	59%	-	11%	56%
白地図	18	68	3.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79%	78%	-	-	78%	-	-	-	51%	49%	-	94%	-
火災発生	13	53	4.1	-	-	-	-	62%	-	-	25%	-	25%	100%	-	-	100%	-	38%	-	62%	38%	17%	15%	85%
人口・世帯数	10	25	2.5	-	-	4%	-	28%	40%	-	-	-	52%	100%	-	-	20%	90%	-	4%	36%	60%	-	-	70%
原発避難指示	8	72	9.0	32%	26%	28%	1%	1%	7%	-	-	11%	65%	63%	-	-	25%	75%	-	60%	8%	32%	58%	75%	-
トレンドリーダー	7	14	2.0	-	-	50%	14%	-	14%	50%	-	50%	50%	-	-	-	100%	-	-	50%	14%	50%	-	-	100%
要援護者受入れ可能	7	10	1.4	-	-	-	-	70%	70%	-	-	-	70%	14%	-	-	100%	-	-	-	70%	30%	-	-	-
原発棟数	5	27	5.4	52%	59%	19%	33%	-	-	-	-	-	37%	80%	-	-	20%	20%	-	63%	-	37%	44%	40%	-
東電計画停電	5	21	4.2	-	-	71%	-	24%	-	-	-	24%	-	60%	-	-	100%	-	-	-	38%	62%	-	-	100%
衛星写真	2	8	4.0	38%	-	-	-	-	-	-	-	-	63%	-	-	-	-	100%	-	50%	-	50%	50%	100%	-
長期避難	1	3	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67%	-	-	-	100%	100%	-	-	-	100%	-	-	-
最大値	88	295	9.0	52%	71%	50%	33%	70%	70%	50%	25%	50%	79%	100%	164%	100%	100%	100%	100%	63%	70%	100%	66%	100%	100%
最小値	1	3	1.4	2%	1%	4%	1%	0%	1%	7%	0%	1%	20%	3%	3%	1%	3%	13%	7%	1%	8%	30%	10%	11%	46%
全体平均	24	101	4.3	22%	32%	22%	13%	32%	19%	26%	15%	20%	46%	67%	57%	28%	81%	75%	47%	34%	40%	48%	37%	57%	80%
評価得点				1.5	1.6	2.4	0.5	4.5	2	0.8	1.1	2	9.2	11.4	1.71	1.67	16.2	10.5	3.76	4.1	6.3	10.2	5.2	8.04	10.4

d) 空間データ加工の程度

「完全自作」:1 から空間データを作成した空間データセットと定義し、数で定義。

「既製品加工」:既存のデータに何らかの加工した空間データセットと定義。

「既製品直接利用」:既存のデータをそのまま利用した空間データセットと定義し、数で定義。

「自作・加工再利用」:一度作成・可能したデータを追加の加工を加えずに再利用した空間データセットと定義。

e) シリーズ化

「同時点範囲違い」:同じ時点のデータセットを用いて、異なる複数の範囲で作成したマップと定義し、有無で整理。

「同範囲時点違い」:既存のマップと同じ範囲であるが、異なる時点のデータセットを用いたマップと定義し、有無で整理。

上述の機能・処理要素を用いて整理した結果を表-1に示す。表の縦方向には作成された主題図の枚数で降順に並べられている。a)、b)、d) に関してはそれぞれの機能を適用した空間データセット数を、作成した主題図で使われている空間データセット数の合計で除することによって、また c)、e) に関してはそれぞれの機能を適用した空間データセット数を、作成した主題図の枚数で除することによって、その適用頻度の傾向を求めた。何も適用されていない場合には該当外として「-」記号を記した。

更に、どの GIS 機能・処理要素がより多く用いられているかを明らかにするために各適用割合について 1% = 0.01 点と換算し、その合計を評価得点として求めた。

「空間データ処理」のグループで最も多く使われたの

は属性結合機能であり、2 番目に多く使われたのはジオコーディング機能であった。ほとんど使われなかったのはポリゴン集計機能であった。これは、今回のように複数の自治体にまたぐ広域災害への対応においては、面データの属性データとして集計すべき詳細な被集計ポイントデータが応急対応の早期には入ってこないことが影響していると考えられる。または、国の機関へ送られてくる情報の多くが既に地方自治体によって行政界のように大きな単位で集約されたものであり、属性結合で対応出来たり、空間検索によって必要な値を確認した後に補足表を作成するというプロセスを取ったりすることで要件を満たせたことが影響しているものと考ええる。

「シンボル表現」のグループで最も多く使われたのはラベリング機能であり、2 番目に多く使われたのは個別値シンボル機能および等級色シンボル機能であった。ほとんど使われなかったのは等級シンボル機能であった。

「付与情報」のグループで最も多く使われたのはメタ情報であり、2 番目に多く使われたのは集計表と概況図であった。全体としてはほとんど使われなかったが、個別の主題図でみると、ライフラインに関しては、そのほとんどで複数のグラフが利用されていたことが読み取れる。また、補足図表に関しても、環境放射能調査結果や孤立者のマップで相対的に多用されたことが分かる。

「空間データ加工の程度」のグループでは、既製品をそのまま利用する場合が最も多く、これは共通の基盤図として採用していた商用データの利便性が高かったことが原因であると考えられる。それ以外は同程度であったものの、全体では 3 割以上の空間データセットは完全に自作する必要があったことが全体平均から伺える。

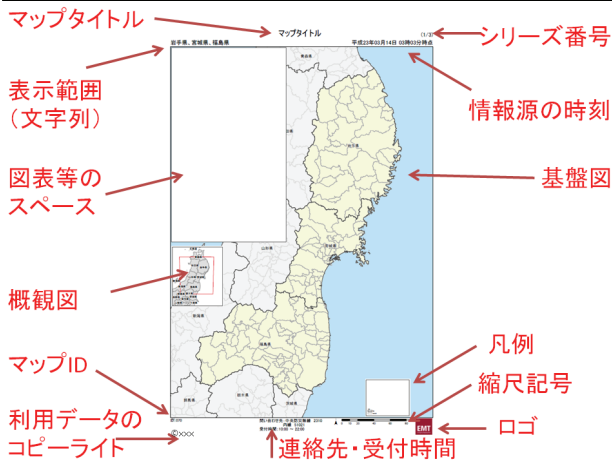


図-2 共通テンプレートの構成

「シリーズ化」の全体傾向は、同時点範囲違いが 57%、同範囲時点違いが 80%とともに高い割合を示している。これは、紙地図という限られた紙面で被災地全体の状況を可視化するためには複数に分けざるを得なかったという、本震災の特徴である広域性が影響しているものと考えられる。また、被害の状況や対応の状況の変化を継続的に共有する必要性の現れであると考えられる。

3. 質を担保した地図作成に求められる可視化スキル

前章では、EMT で必要とされた地図を作成する際に適用された機能や処理要素の面から分析を行った。使われたほとんどの機能が昨今の汎用的な GIS に標準的に備わっているものであったが、効果的な災害対応を目指した状況認識の統一のためには、それらの機能をユーザーニーズに基づいて適切に用いる技能、すなわち可視化スキルを明確化し共有しておくことが今後の災害対応においても不可欠となる。

そこで、本章では、第 2 章で挙げた GIS 機能が具体的にユーザーニーズとどういう観点からマッチングが図られ、地図として可視化されたかについて、EMT 活動全般に共通的な工夫と主題図ごとの工夫の 2 点から整理し、その技能的要素の考察から状況認識の統一のための可視化スキルを明らかにしていく。

(1) 共通的可視化スキル

国レベルの災害対応において、迅速性・正確性は常に求められていた。地図の生産性を高めて、これらに応えられるよう共通テンプレートが必要となり、その要件定義を行ったうえで、マップテンプレートが実装された。必要となった要素は図-2 に示すとおりである。マップタイトル、縮尺記号、凡例のような、一般的な地図に必要なものに加えて、様々な工夫がなされた。

まず、今回の被害が岩手・宮城・福島を東北 3 県を中心として広域に広がっていることから、主題図の背景には、予めラベリング設定を施した都道府県界・市区町村界が用意され、ラベルのオン・オフだけで切り替えることができるように準備がなされた。基盤図以外でも可視化で共通的に重要な点としては、全ての情報が埋もれず

Color Images Used in this Standard

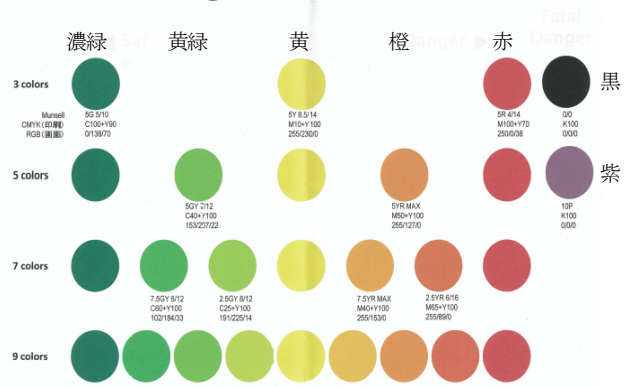


図-3 ISO カラーチャート

に見えることであった。この際に、東北 3 県以外の都道府県のシンボルは淡灰色で表現され、地図を見たときにどこに焦点を当てるのかをはっきりさせる必要があった。

そして、特定の地域へズームアップした際に、どの範囲を表示しているかを示さない限りは、よほど土地勘がなければ認識することが不可能であることから、表示範囲は文字列および概観図の両方が必要となった。

さらに、情報源の確証性を担保するために、いつの時点での情報を可視化したのか、どこから提供されたデータに基づいて可視化されたのかを示すことも不可欠であった。

サービス・運用面では、EMT が活動している部屋の内線番号や受付時間を示すことによって、深夜などに急な依頼があった際にも顧客満足度を下げない工夫や、既に作成した地図を見たユーザーからの要望にも迅速に応えるために、地図にユニークな ID を振っておくことで、それを指し示すことが出来るような設えとした。併せて地図作成者間では GIS を格納するディレクトリ構成にもルールを設け、データの保存場所等を他の地図作成者が不在の際にも ID を頼りに作成済みのデータを問題なく探し当て作業を継続できるように整備を行った。

なお、今回 EMT 活動で利用された GIS は共通的に参画者が日頃の業務や研究において利用していた同一のソフトウェアであった。数多くの空間解析・空間処理機能を提供し、外部データのインポート等の運用サポートツール等も充実していたが、共通で利用する基盤図は参画企業から全国シームレスに整備されたデータ集を提供いただいたこともあり、データ変換を行うことなく入手後直ちに利用することが可能であったものの、使用データに応じたコピーライトの表示には注意を払わなくてはならなかった。

また、シンボルの配色に関する共通事項としては、安全度や危険度の程度を表現する場合に、ISO のカラーチャートに準拠した色使いが積極的に採用されたことが挙げられる。地図で見た際の心理的な効果を考慮して定められたこの基準は、濃緑から赤までの多段階色を基本としているが、塗り分ける段階数に応じてその中間色が定

義されているとともに、特に重篤な状態には紫色や黒色を適用することになっていた。このルールと意図が参画者の中で共有化されるまでやや時間を要したため、実際幾つかのマップは一旦作成した後に、これに沿うよう配色を変える手間が生じた。

(2) 主題図に応じた可視化スキル

次に前章で抽出された機能や要素が実際可視化を行う際にどのように適用されたのか、施された工夫や、その際の課題等について技能的側面から整理を行う。なお、筆者らは EMT を現場とした事例研究として実際に地図作成やデータ整理に携わることで災害対応に加わっていた。そのため、残念ながら全て網羅的に論述することはできないが、筆者がメモを残した時点で、可視化の際にどのようなニーズにどのように対応したのか、代表例を前章で用いた可視化へ直接的に関わる 3 つの機能グループから紹介し、最後に全体にわたって各可視化スキルを示す。

a) 位置関係・距離感の可視化

位置や距離の関係を把握するためには、比較したい空間データセットを地図上で重畳させることで、感覚的には把握できる。しかし、状況認識の統一を目指す際には、主観に寄らず、客観的な位置関係を他者と共有する必要がある。GIS のバッファ作成はこれを解決する方法として最も有力な機能の一つである。

今回 EMT では 7 種類の主題図においてバッファが作成されているが、そのほとんどは原子力発電所を円の中心として作成した避難指示エリアや屋内退避エリアを表現するものであった。それら以外の例としては唯一、輸送拠点からの距離関係を示す空間データセットが作成された。当時、自衛隊支援班から頂いた依頼は、「現在利用可能な輸送拠点をリストアップしたので、通行可能な道路や避難所と重ね合わせて欲しい」というものであった。この依頼に限らず、常に地図化に必要な細かい指示がユーザーから提供される訳ではなかった。そのような場合は、当日の EMT 参画者間で議論し、作成方法やシンボル表現について話し合っただけであった。図-4 の左部分が示すように、ドラフトとしては基盤図に道路とラベルを施した輸送拠点および避難所を重ね合わせたものであった。しかし、他の課の防災担当職員らも交えて相談をするなかで、10km 間隔での多重バッファを作成して重ね合わせるという発想に至り、その重なり具合を勘案して最大距離を 40km とする空間データセットを作成し、輪郭線のみに配色を施したものが出来上がった。(図-4 中央) その後、更に判読性を考慮して、距離分類に応じた等級色シンボルで表現するように意見が固まり、これがその後の定期配信にも利用し続けるようになった。(図-4 右) この過程が示すように、ユーザーニーズを汲みつつも付加価値のある地図の提供が求められるため、関係者とコミュニケーションを取りながら、受け身に留まらず柔軟な発想が必要である。

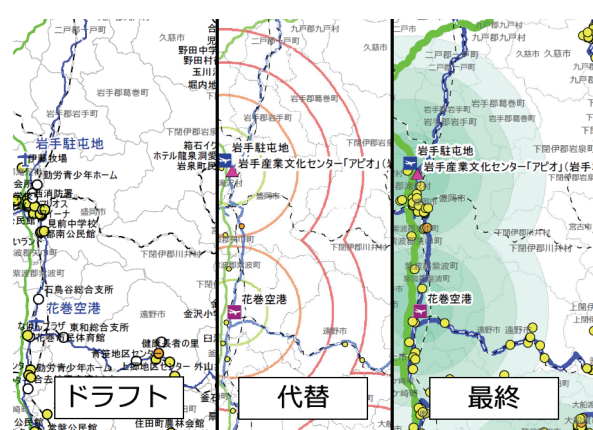


図-4 バッファの適用例

b) 属性内訳の可視化

被災地への物資搬入状況について状況認識の統一を図るために、物資の搬入先の位置情報を特定し、物資の種別ごとに搬入件数を把握することが求められた。これらの情報は表形式の文字情報としては存在していたが、地図を用いて可視化することにより、一覧表では把握できなかった搬入場所が明示され、搬入状況を件数と種別の両面から俯瞰することが出来た。この時用いられていた代表的な GIS の機能は、チャートシンボル機能であった。

搬入場所の名称から経緯度情報を調査し、正確な位置へ点データとして生成された。それらの搬入場所に対して、全 14 品目にも及ぶ物資の内訳を表現するために、パイチャート (=円グラフ) を採用し、搬入件数の合計値に基づいて円の大きさが変化するように設定された。他の搬入先で描いた円グラフと重なってしまわないように、円グラフに引き出し線を用いて、隠れない位置へ自動的に移動させるよう設定がされた。(図-5) また、搬入先の分布状況が全体の分布に対して非常に密になっている仙台市や福島市の中心部を示す際には、拡大図を配置し、全ての範囲において状況が一覧できる地図として作成された。このようにして、一覧性を担保する地図が、GIS の標準機能による細かい調整によって複雑なシンボル表現をも実現することで、他の時系列で内訳が変化する情報の可視化においても採用できる形で作成された。

c) 集計表による可視化

EMT では FAX や印刷物などの紙データから整理・電子化したうえで GIS により図形情報として可視化を行っていた。しかしながら、集約される前の詳細なデータを地図上でも表示しておきたいという要望は少なくともなかった。EMT で作成された地図のうち、約 3 分の 1 の主題図においてほとんどの地図に集計表が加えられていたが、そのほぼ全てが主となる空間データセットが示す情報自体を集計して表現している場合であった。共通のマップテンプレートに図表用のスペースは確保されていたものの、表示範囲を変更した場合に、他の地図要素を障害しない場所を探し当て、またそこへ可読性を確保した文字サイズで集計表全体を表すことには苦勞を伴った。(図

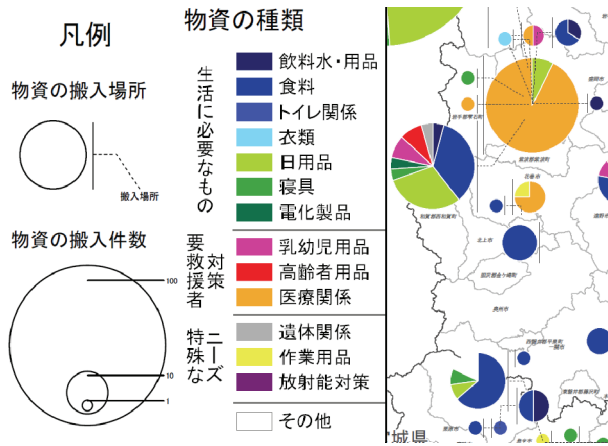


図-5 パイチャートの適用例

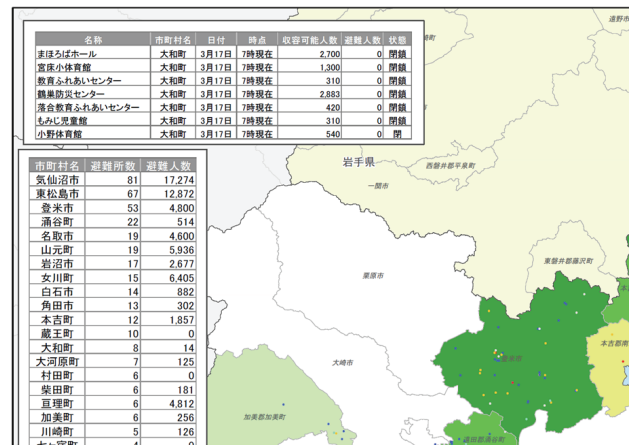


図-6 集計表の適用例

可視化に直接的に関わる機能	空間データ処理	全般共通	迅速に結果が出せるよう、適切な空間データ処理機能を選択し、実行できること 座標系や投影法に一定のルールを定めておくこと
	バッファ作成		距離感や位置関係を意図に応じたバッファ半径を定めることができること
可視化に直接的に関わる機能	空間検索		適切な空間選択方法を用いて条件検索を行い、必要な情報を簡便に取得できること
	ジオコーディング		必要とされる解析空間単位に応じて表現できるよう住所データの整理ができること
可視化に直接的に関わる機能	ポリゴン集計		必要となる集計単位を見極め、そのデータセットを用意できること
	属性結合		結合キーとなるデータの型を確認し、必要に応じてデータの型を変換できること フィールド名の使用文字制限など利用アプリケーションの仕様を理解しておくこと
可視化に直接的に関わる機能	シンボル表現	全般共通	適切な表現方法を選択できること 必要な情報を全てを判読しやすく表現できること 他のレイヤーと重ね合わせることを前提に色やサイズを調整すること
	シンボル表現	等級色シンボル	論理的に閾値の設定ができること 同一空間データセット内で、それを構成する各要素の描画順序を変更できること
可視化に直接的に関わる機能	シンボル表現	等級シンボル	論理的に閾値の設定ができること
	シンボル表現	チャートシンボル	意図に応じて適切なチャート表現を選択できること 重なりを回避して位置を調整できること 配置状況に応じて、引き出し線を添えることができること
可視化に直接的に関わる機能	シンボル表現	個別値シンボル	一般的な地図記号ではなく、シンブルかつ適切なシンボル形状を選択できること
	シンボル表現	ラベリング	意図に応じて陰影やハローなどの文字列装飾を適用できること シンボルや他のラベルとの重なりを回避することができること 配置状況に応じて、引き出し線を添えることができること ラベルテキストをアノテーションに変換し、表示位置の微調整を行うことができること

表-2 可視化スキルまとめ

-6) 集計の単位としても、都道府県レベルまたは市区町村なのか、ユーザーからのニーズを汲んで目的に応じた提供することが必要である。

最後に、以上を踏まえ、国レベルの対応現場で求められた地図の作成に必要な技能を一般化して表-2にまとめ、効果的な災害対応を目指した状況認識の統一のための可視化スキルとして提案する。

4. おわりに

(1) 本研究のまとめ

本研究では、我が国の防災行政を中心的に司る内閣府防災担当や緊急災害対策本部要員等、災害対応に従事す

る主要人物が必要とする状況認識の統一を図るための情報処理手順として、GISを活用して空間的に情報を統合した地図を作成するにあたり、機能面と技能面の両方の視点から、必要とされた可視化スキルについて、分析・整理を行った。GIS機能や処理要素の適用頻度に基づく評価分析の結果、主題の違いによる適用傾向を把握することができた。また、技能面も含めて、今後の災害対応における状況認識の統一にも有効となりうる可視化スキルについて、一般化し提案を行った。

(2) 今後の展望

本研究で取り扱った機能や可視化スキルは、実際に内閣府 EMT の活動期間中に必要とされたものであり、これ

ら以外は必要ないというわけではないが、GIS の処理機能自体で考えると、ユーザーニーズに基づいて迅速かつ効果的に地図作成を行う際に利用されたのは、汎用 GIS が備える機能のうち極わずかであり、さほど高度なものではなかったと言える。すなわち、今回提案した GIS の機能とユーザーニーズを結びつけて意思決定支援を具現化するための可視化スキルを標準形としてセットで活用していけば、これから起こりうる広域災害の EMT 活動において重要なことは、必ずしも DMAT (Disaster Medical Assistance Team: 災害派遣医療チーム) のようにその分野のスペシャリスト集団を揃えることではなく、チームとして機能することの担保を目指すことに優先度がある。そのような体制構築を検討する際にも、災害ボランティアの受け入れのように、その人の可視化スキルも加味したアサインメント管理を行うことが大事となる。

また、物理的に EMC へ参集して地図作成を行うことが難しい場合においても、バックヤード部隊の存在は大きい。WEB を介して参画できるようなサービス設計を構築しておくことが望まれる。昨今は緊急時の情報共有における GIS の活用は、クラウド技術の発展とともにその形態を変化させており、EMT が作成したような地理空間情報およびその集合体である地図・そして解析ツールは「所有する」から「利用する」時代に進化していくことが期待されている。その際にも、GIS の機能とユーザーニーズを結びつけて意思決定の支援を具現化するための可視化スキルは必要不可欠なノウハウである。

このようなノウハウは、災害対応の主体となる組織の規模や役割、応急対応・復旧・復興といった災害フェーズの違いによっても様々であろうが、今回のような整理手法に基づいて、それらを明らかとしていけば、徐々に経験が蓄積されて未来へとつながっていくものであり、むしろ蓄積していかなければならない物である。物理的な場所としての内閣府 EMC はクロージングしているものの、産官学が連携して現在も引き続き地図作成活動を行っている。今後も継続的に詳細な分析を行っていきたい。

謝辞: 本研究は、①文部科学省 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト「3. 広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究(研究代表者:林春男 京都大学)」、②JST さきがけ「情報と環境」領域「迅速な災害対応のための空間を用いた情報統合技術の確立(研究代表者:井ノ口宗成)」、③ 科研費若手研究(B)(#22710161)「GIS を用いた生活再建過程における支援資源の推定モデルの構築(研究代表者:井ノ口宗成)」、ならびに④文部科学省 特別教育研究経費(大学の特性を生かした多様な学術研究機能の充実)「社会インフラの脆弱性診断・回生技術確立と総合公共システム管理への展開(研究代表 藤江幸一 横浜国立大学)」によるものである。

本研究を進めるにあたり、緊急地図作成チームの活動

環境を提供くださった内閣府防災担当の皆様方、様々な現場のニーズを教授くださった各省庁の皆様方、緊急地図作成チームの活動を支援くださった研究者の皆様方や企業の皆様方、本研究を進める上で協力して頂いた全ての方々に心より深く御礼申し上げます。

参考文献

- Donald W.Wash (2005), *National Incident Management System Principles and Practice*, Jones and Bartlett Publishers
- 近藤民代・越山健治・林春男・福留邦洋・河田恵昭 (2006), 新潟県中越地震における県災害対策本部のマネジメントと状況認識の統一に関する研究—「モック表による管理」の視点からの分析—, 地域安全学会論文報告集, No.8, pp.183-190.
- 近藤民代・永松伸吾 (2007), 米国の地方政府における Incident Command System の適用実態—ハリケーン・カトリナ災害に着目して—, 地域安全学会論文集, No.9, pp.253-260.
- 井ノ口宗成・田村圭子・古屋貴司・木村玲欧・林春男 (2011), 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, No.15, pp.219-229.
- 木村玲欧・古屋貴司・井ノ口宗成・田村圭子・林春男 (2011), 広域災害時における公的機関の被害・災害対応データの現状と課題—東北地方太平洋沖地震での避難所避難者データを事例として—, 地域安全学会論文集, No.15, pp.333-342.
- 浦川豪・林春男・藤春兼久・田村圭子・坂井宏子 (2008), 2007 年新潟県中越沖地震発生後の新潟県災害対策本部における状況認識の統一, 地域安全学会論文報告集, No.10, pp.531-541.
- 京都大学防災研究所巨大災害研究センター・新潟大学災害復興科学センター・GK Kyoto (2009), *Emergency Mapping Center REPORT 新潟県中越沖地震震災対応における地図作成班の活動*.
- 井ノ口宗成・林春男・田村圭子・吉富望 (2008), 被災者基本台帳に基づいた一元的な被災者生活再建支援の実現—2007 年新潟県中越沖地震災害における“柏崎市被災者生活再建支援台帳システム”の構築—, 地域安全学会論文報告集, No.10, pp.553-564.
- 朴英眞・佐土原聡 (2004), 緊急対応 GIS のための空間データマトリックスの提案—横浜市保土ヶ谷区のケーススタディーによる有用性の検討—, 地域安全学会論文集, No.6, pp.95-102.
- 浦川豪・林春男・大村径 (2011), 災害対策本部における状況認識統一のための主題図作成支援ツールの開発, 地域安全学会論文集, No.14, pp.99-109, 電子ジャーナル.

(2011.09.30 受付)

Visualization Skill for Common Operational Picture Aimed for the Effective Disaster Response - Via Practical Activities in Tohoku District Pacific Ocean Earthquake Emergency Mapping Team in Cabinet Office

Takashi FURUYA¹ • Reo KIMURA² • Munenari INOUCHI³ • Keiko TAMURA⁴ •
Haruo HAYASHI⁵

¹Center for Risk Management and Safety Sciences, Yokohama National University
(〒240-8501 79-5 Tokiwadai Hodogaya-ku Yokohama, Japan)

²School of Human Science and Environment, University of Hyogo
(〒670-0092 1-1-12 Shinzaikohoncho, Himeji, Hyogo, Japan)

³Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University
(〒950-2181 8050 Ninomachi, Igarashi, Nishi-ku, Niigata, Japan)

⁴Niigata University Headquarters for Risk Management Risk Management Office
(〒950-2181 8050 Ninomachi, Igarashi, Nishi-ku, Niigata, Japan)

⁵Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University
(〒611-0011 Gokasho, Uji, Kyoto, Japan)

ABSTRACT

In 11th March 2011, a magnitude 9.0 earthquake occurred at 14:46 JST (05:46 UTC). This was the largest earthquake ever recorded to hit Japan in its history and one of the biggest in the world until now. The earthquake triggered a tsunami that hit coastal areas of Japan.

In response to this unprecedented disaster, the industry-government-academic group was formed as Emergency Mapping Team (EMT) and Emergency Mapping Center (EMC) was established, in order to standardize the situational awareness at the national level. From the day after the disaster, EMC carried out their activities for one and a half months in a special meeting room for Disaster Management at Cabinet Office.

The purpose of this research is to determine the kind of GIS skill that is needed to prepare uniform quality maps in EMC at National government level, with the involvement of numerous organizations and individuals.

In this research, considering the activity of EMT as an example of mapping, the maps prepared based on the user needs were analyzed. The Analysis was done on the basis of functional side directly related with visualization and processing elements which were indirectly involved. On the basis of this analysis, generalizations visualization skills needed for the country level responses were proposed.

Keywords : *Common Operational Picture, Large-scale Seismic Disaster Response, Emergency Mapping Center, the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, Geographic Information System (GIS)*