8. LVSquare を用いた東日本大震災における災害情報発信

LVSquare : Broadcast of Disaster Information after Tohoku Region Pacific Coast Earthquake via Internet

小川紀一郎*・池田 辰也*・織田 和夫*
武藤 良樹*・大鋸 朋生*・中澤 明寛*

*Kiichiro OGAWA, Tatsuya IKEDA, Kazuo ODA
Yoshiki MUTO, Tomoo OOGA and Akihiro NAKAZAWA*

概要：東日本大震災において、アジア航測では災害翌日から航空機等によりデータ収集と解析を行うとともに、特設ホームページおよび併設の情報共有プラットフォーム“LVSquare”を用いて災害情報の発信を行ってきた。LVSquare は画像を地理空間と関連付けて配信する方法として有効であると同時に、災害前および災害後のデータを追加することにより災害とその復旧を記録するアーカイブとしての役割を果たす。本論文では LVSquare による災害情報発信を中心に当社の震災時の取り組みについて報告する。

1. はじめに

空間情報としての画像情報は特別な加工を経ずに活用できるため、災害直後の撮影とデータ提供を速やかに行うことは航空写真カメラを保有する会社の果たすべき重要な社会的役割である。従来は紙媒体で配布していたデータも現在ではデジタル化され、インターネット等を通じて流通しやすいものになった。

施策を実施する政府や自治体関係者が航空写真等の災害情報に迅速にアクセスできることを図る一方で、一般のユーザがこれらの情報から得られるよう便宜を図ることも重要である。特に災害直後は居住する住民はもとよりその親族や関係者にも現地の状況が分からないことが多く、手掛かりとなる空間情報へのアクセシビリティを高めることの意義は大きい。

空間情報としての画像情報は一般のユーザにもわかりやすい災害情報である一方、データ容量が大きくなりがちで、無秩序に蓄積するとかえってアクセシビリティが阻害されることが問題である。また斜め空中写真は災害に対する多くの情報を得る貴重なデータソースであるが、いつどこで撮影したかということを整理して提供しないと実際に必要な場所の画像があるのかどうか分からないことが多い。

また画像情報は地理空間の時間的一断面を効率的に

記録するが、情報が記号化されていないために実際にそこがどのような場所なのか（もしくはどのような場所だったのか）ということを単独では読み取りにくい。そのため地図や過去の同じ場所の画像情報と比較することが災害情報を読み取る上で不可欠である。

東日本大震災において、アジア航測では震災翌日から災害情報収集とホームページによる災害情報発信を行った。その中で様々な画像情報を効果的に管理し、提示する新しい試みとして、画像情報の閲覧に特化した情報共有プラットフォーム“LVSquare”を活用した。

LVSquare は工事管理などにおいて現地写真を通じて工事進捗状況を関係者内で共有することを支援するツールとして開発された(武藤他2010)。位置や時刻情報と共に画像を継続的に登録することができるので、単にデータを閲覧するだけでなく、復興・復旧の過程を記録する意味においても LVSquare を利用する価値は高い。

本論文では震災直後から行った災害初動時において行った航空機センサデータやリモートセンシングデータの収集について述べた後、LVSquare による災害情報発信を中心に当社の震災時の取り組みについて報告する。

2. 災害時初動時の航空機によるデータ収集

2011年3月11日14時46分の震災発生後、直ちに社内に災害対策本部が設置され、緊急撮影本部が組織された。災害時協定に基づく緊急撮影の打診の後、午後9

*アジア航測株式会社

「写真測量とリモートセンシング」VOL. 50, NO. 4, 2011

時からの緊急撮影本部会議において撮影航空機・撮影機材の調整・撮影地区・人員配置計画調整が議論され、深夜中に撮影計画指示、翌日より津波被害のあった宮城県並びに岩手県からの要請による宮城県・岩手県の海岸線地区、ダム堰堤の決壊があった福島県須賀川市藤沼ダム、長野県北部地震による斜面災害の起こった長野県栄村等の撮影を行った。撮影にあたってはスポットチャーター機を合わせて9機体制で撮影に臨ん

図1 斜め空中写真の例（岩手県陸前高田市）

図2 斜め空中写真の例（宮城県南三陸町志津川）

図3 空中写真の例（福島県須賀川市藤沼ダム）

図4 斜め空中写真の例（長野県栄村北信地区）

図5 IKONOS 衛星画像を用いた津波による湛水域と到達域解析結果（相馬市・南相馬市）
（©GeoEye, JSI, 解析：アジア航測株式会社）

だ。災害翌日以降に撮影した空中写真の例を図1～図4に示す。また表1に災害発生から一カ月目までに行った空中撮影と計測の集計結果を示す。

空撮画像の他3月・4月・6月・7月には全周囲カメラを用いて被災地の地上撮影を行っており、これまでの全周囲画像の撮影総延長距離は600kmを超える。特に石巻市近辺は継続的・集中的に撮影を行っている。

高精度地上レーザ計測車両（GeoMasterNeo）による道路沿線の地上レーザデータの取得も一部取得しており、同時に全周囲映像の撮影も行っている。

表1 災害発生から一カ月目までの撮影・計測

観測手法	実施回数	撮影・計測数量
斜め空中写真	14	1,000枚
垂直空中写真 (フィルムカメラ)	2	230枚 (700km ²)
垂直写真撮影 (デジタルカメラ)	12	6,000枚 (7,500km ²)
航空機レーザ計測 (精密標高測定)	69	2500km ²

3. リモートセンシングによる情報収集

災害情報の収集においては、航空機撮影だけではなく、衛星等によるリモートセンシングデータを積極的に利用した。衛星は災害時の航空機利用制限の影響を受けることなく定期的に撮影が行われており、都道府県レベルの広域データが必要な場合は有利である。

リモートセンシングデータでは一般の航空写真カメラでは得られない波長帯のデータを用いて解析を行うことにより、表2に示すような災害情報を分析することができる。

表2 リモートセンシングセンサによる災害情報分析の利用分野

利用	マルチスペクトルセンサ		合成開口レーダ (SAR)	LiDAR+カメラ	
	中分解能衛星	航空機 高分解能衛星		航空機	地上
浸水域	○	○	◎		
建物倒壊		◎	○	○	
道路被害		○		○ 寸断	◎ 段差・クラック
液状化		◎			
海岸林被害	○	◎	○	○	
瓦礫の堆積		○		○	○
斜面崩壊	○	○		◎

図6 様々なプラットフォームによるデータ取得と解析

リモートセンシングデータの解析事例として IKONOS 画像による津波浸水・湛水域解析結果を図 5 に示す。また図 6 に、今回の震災で行った解析を時系列的に整理して図示する。なお、現在以下の解析事例がアジア航測株式会社の特設ホームページより閲覧可能である（アジア航測2011）。

- ・ IKONOS 衛星画像を用いた津波による被害状況抽出（福島県 相馬市・南相馬市）
- ・ 陸域観測技術衛星「だいち」（ALOS）搭載のマルチスペクトルセンサ（AVNIR-2）による広域の被害状況把握
- ・ 航空機搭載型 SAR（ATSAR）による被害調査
- ・ ALOS/PALSAR 画像による東北地方太平洋沖地震における被害範囲の推定

4. LVSquare による災害情報発信

4.1 LVSquare の概要

収集・解析された公開可能な空間情報については、アジア航測株式会社の特設ホームページに掲載するとともに、情報共有プラットフォーム LVSquare を用いた情報発信を行った（アジア航測2011）。

LVSquare は簡単なマウス操作により全周囲映像、航空写真、携帯写真、設計図面等の位置情報が連動し時空間情報が把握できる、クラウド GIS を応用した情報共有プラットフォームである。LVSquare は、プロジェクトごとに限定されたユーザに対してのみ登録された画像コンテンツにアクセスできるよう制御するが、現在公開中の一般向けサイト（アジア航測2011）からはユーザ登録することなく Guest ログインによって誰でも災害情報にアクセスできるようになっている。LVSquare のログイン画面を図 7 に示す。

図 8 に LVSquare の画像コンテンツ閲覧画面の例を示す。画面の右側はコンテンツの表示領域になっている。ユーザは登録されたコンテンツをコンテンツ一覧から選び、それをコンテンツ表示領域にドラッグアンドドロップすることにより表示することができる。コンテンツ表示領域は最大 3 分割して異なるコンテンツを表示することが可能で、複数のコンテンツを表示すると中心位置がコンテンツの位置に合わせて連動する。これにより複数のコンテンツ（例えば震災前のオルソフォトと震災後のオルソフォト）の比較表示を簡単に行うことができる。

画面の左側はユーザ間のコミュニケーションを推進

図 7 LVSquare のログイン画面

する会議室機能である。コメント記入する際にユーザが閲覧している画像の状態（場所や配置）を記録するし、他のユーザによって表示状況を復元することができる。すなわちユーザは同じシーン（見ているコンテンツ・位置・時間・画面割）を共有することができる。また専門家がコメントを記入することによって映像に対してのコンサルティング情報を発信する。

LVSquare は、画像に位置と時間を関連付けて管理する時空間画像コンテンツサーバを中心として構成されている（池田他2010, 図 9）。時空間画像コンテンツサーバには、スナップ写真等や斜め空中写真などの位置情報付写真を登録できるほか、地上を経路に沿って連続的に撮影した全周囲画像、および四隅が緯度経度と関連付けられた画像（オルソフォト等）を登録できるようになっており、それぞれのコンテンツについて SaaS による表示モジュールおよび検索・各種選択・情報取得の API が提供される。

時空間画像コンテンツサーバ利用に当たっては、画像の登録および閲覧時に認証を行うことにより、不正なアクセスや権限のない閲覧を防止している。利用者は SaaS による表示モジュールや API を用いて様々なシステムのマッシュアップが可能である。図 8 に示す LVSquare はこれらの表示用モジュールを利用した専用の ASP サイトである。

LVSquare にデータを継続的に登録することにより、今後の復興の歴史をアーカイブ化するプラットフォームとして発展させることが可能である。

図8 LVSquare の閲覧画面例（左側はコメントの記入例）

図9 時空間画像コンテンツサーバと LVSquare

4.2 LVSquare によるデータ閲覧事例

4.2.1 全周囲画像の表示

LVSquare の大きな特長は全周囲画像を登録・閲覧できることである。LVSquare では、正距円筒図法で作成された全周囲画像を用いて任意の方向・視野の画像を再現する（図10）。

図10 正距円筒図法によるパノラマ画像（上）と任意視野画像（東松島市・野蒜小学校）

車両等から連続的に撮影された場合は、地図やオルソフォト上に撮影軌跡が表示される。この軌跡の任意の場所をクリックすると、対応する位置の全周囲画像を簡単に表示することができる（図11）。

図11 連続撮影された全周囲映像とその軌跡（女川町）

図12 全周囲映像と空撮画像（Google Map）の比較

図13 震災前後の比較（北上川河口）
震災前：水土里オルソ（2008年撮影）
震災後：国土地理院オルソ（2011年3月撮影）

図14 震災前後の比較（富士川水門付近）
震災前：水土里オルソ（2008年撮影）
震災後：国土地理院オルソ（2011年3月撮影）

図15 震災前後の比較（藤沼ダム）
震災前：Google マップ
震災後：アジア航測撮影（2011年3月）

図16 震災前後の比較（藤沼ダム下流域）
震災前：Google マップ
震災後：アジア航測撮影（2011年3月）

図17 震災前後の比較（石巻市内）
右上：全周囲画像（2011年3月27日撮影）
左上：全周囲画像（2011年4月13日撮影）
下：国土地理院オルソ（2011年3月撮影）

図18 震災前後の比較（仙台空港付近）
右上：全周囲画像（2011年3月27日撮影）
左上：全周囲画像（2011年6月18日撮影）
下：国土地理院オルソ（2011年3月撮影）

図19 旧版地形図とオルソフォトの比較（女川町）
右：国土地理院オルソ（2011年3月撮影）

図20 住宅地図のオーバーレイ
背景画像：国土地理院オルソ（2011年3月撮影）
住宅地図：ゼンリン

4.2.2 地上画像と空撮画像の比較

空撮画像は多くの情報を閲覧者に提供するが、建物や家屋の被災状況については上面からの情報からしか得られないため、実際の状況が分からない場合がある。

このような場合、地上撮影された全周囲映像と組み合わせることで、被災状況をより正確に把握することができる。図12に示す例では、Google Map内の中央付近の建物についてオルソフォトからでは被災状況は判読できないが、地上から撮影した全周囲映像だと建物内部まで津波によって大きく破壊されていることが判読できる。

4.2.3 複数時期の画像の比較

オルソフォトについては、震災前と震災後のデータの両方を登録することにより、災害状況の判読を容易に行うことができる。Google マップの背景画像が震災前になっている地域については、震災前のデータを登録しなくても比較を行うことができる。

図13と図14は北上川河口付近の被災前と被災後のオルソフォトの比較例である。図13ではもともにあった集落が無くなってしまっている状況や、水田地帯が被災後地盤沈下によって水没してしまっている様子が判読できる。また、図14では北上川に沿って流れる富士川の水門の破壊状況が判読できる。

図15と図16は福島県須賀川市の藤沼ダム決壊による被災状況である。藤沼ダム(高さ17.5m)は3月11日の地震直後に決壊し、泥水がダム下流約3kmの長沼知久付近まで達した(図16)。図15からは堰堤が完全に破壊され、水がすべて流れ出していることが判読できる。

全周囲映像で同じ箇所を異なる時期に撮影した場合も、同様に LVSquare の表示領域内で比較が可能である。図17は石巻市内の様子である。3月27日にはまだ路上に打ち上げられていた船が4月13日には撤去されていることが分かる。

図18は仙台空港の状況である。3月27日にはまだ周辺の瓦礫が残っているが、6月18日の撮影では瓦礫が完全に撤去されていることが分かる(空港は4月13日から運航が再開された)。

4.2.4 画像と図面の比較

LVSquare は、位置情報の付与された画像であればオルソフォトと同様に扱うことが可能である。図19は女川町付近の大正2年測量5万分の1地形図と被災後のオルソフォトを比較したものである。これより女川

町の海岸沿いの多くが比較的新しい埋立地であることが容易に判読できる。

4.2.5 住宅地図のとの比較

今回 LVSquare の新しい機能として、オルソフォトへの現在住宅地図のオーバーレイを開発した。具体的には外部の住宅地図 API を利用して表示域の地図をラスター化し、オルソフォトにオーバーレイしている。詳細な住宅地図を用いれば、罹災証明発行業務等の支援情報として利用することが期待できる(図20)。

5. おわりに

LVSquare は復旧・復興のアーカイブとすべく現在も全周囲画像やスナップ写真を中心に被災地情報の収集と登録を継続する予定である。全周囲画像などの地上画像を公開するに当たっては、プライバシーの保護に配慮し、顔・ナンバープレート・表札などのぼかしをあらかじめ行うことが必要である。

非常時に備えるため当社では、ゴールデンウィーク中や年末年始休暇期間中などの撮影・計測業務連絡には緊急連絡網を利用して訓練を行い、それと合わせて計画立案技術の向上を目指した定期的なトレーニングと勉強会を行っていた。災害時において迅速にデータ収集を行うためには、リスク管理マニュアル等を整備し、普段から緊急時に備えた準備を行っておくことが肝要である。

参考文献

- 武藤良樹, 小川紀一郎, 池田辰也, 織田和夫, 吉村方男, 高野秀樹, 2010. Image Based Communication Tool を用いたリアルタイム工事状況把握, 土木学会第65回年次学術講演会論文集, pp.839-840.
- 池田辰也, 織田和夫, 小川紀一郎, 武藤良樹, 2010. 時空間画像コンテンツサーバと情報共有プラットフォームへの応用, GITA-JAPAN 第21回コンファレンス地理空間情報技術論文集, pp.32-37.
- アジア航測, 2011. 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震 | 防災関連情報 | アジア航測株式会社. <http://www.ajiko.co.jp/bousai/touhoku2011/touhoku.htm> (accessed 31 July 2011)