

国際協働における国土地理院の役割

キーワード：スマトラ島沖地震
コア・コンピテンス
宇宙的規模での技術
「だいち」
生活の質の向上
冷静な頭と熱いハート

国際観測企画官

佐 藤 潤

国際協働における国土地理院の役割

1. スマトラ島沖地震の衝撃

2004年12月26日、スマトラ島北西沖約160km、深さ約30kmを震源としたモーメント・マグニチュード(M_w) 9.0の地震(2004年スマトラ島沖地震。以下「スマトラ島沖地震」と略記。)は、最近隣国のインドネシアのみならず、我が国にとっても、また国際的にも大きな衝撃をもたらした。筆者はこの地震の特徴を以下のように考えている。

- 1) 過去最大級に迫る地震エネルギー
- 2) 津波被害の広域性
- 3) 被災者の国籍の多様性

1) については、表-1を参照願いたい。多くの揺れの成分を考慮して決定され地震の物理的尺度として国際的に広く用いられる M_w で比較すれば、スマトラ島沖地震は、20世紀以降に発生した地震では第4位に相当する。この表中 M_w が9.0以上の巨大地震はこれまで環太平洋で発生していたが、今回この100余年の期間では初めてインド洋で発生したことになる。

表-1 20世紀以降に発生した巨大地震

年月日	緯度 (度)	経度 (度)	地域	マグニ チュード	M_w	死者・ 行方不明者
1905 04 04	N33	E 76	インド	8.6	7.8	約 20,000
1906 01 31	N 1	W 82	エクアドル／コロンビア	8.8	8.8	約 1,000
1910 06 16	S19	E170	バヌアツ	8.6	記載なし	記載なし
1914 11 24	N22	E143	マリアナ諸島	8.7	記載なし	記載なし
1917 05 01	S29	W177	ニュージーランド	8.6	記載なし	記載なし
1917 06 26	S16	W173	トンガ／サモア	8.7	記載なし	記載なし
1938 11 10	N56	W158	米国 (アラスカ)	8.7	8.3	記載なし
1919 12 21	0	E123	インドネシア (スラウェシ)	8.6	記載なし	記載なし
1950 08 15	N28	E 97	中国／インド	8.6	8.6	約 3,300
1952 11 04	N52	E161	ロシア (カムチャツカ)	9.0	9.0	多数
1957 03 09	N51	W176	米国 (アリューシャン)	9.1	9.1	記載なし
1960 05 22	S40	W 75	チリ	9.5	9.5	約 5,700
1964 03 27	N61	W148	米国 (アラスカ)	9.2	9.2	131
1965 02 04	N51	E179	米国 (アリューシャン)	8.7	8.7	記載なし
2004 12 26	N 3	E 96	インドネシア (スマトラ)	8.8	9.0	283,100 以上
<参考>						
1923 09 01	N35	E139	南関東 (関東地震)	7.9	7.9	142,807
1995 01 17	N35	E135	阪神 (兵庫県南部地震)	7.3	6.9	6,436

(「理科年表 平成18年版」より筆者まとめ)

※: マグニチュード8.6以上のもの。「緯度」のNは北緯、Sは南緯。「経度」のEは東経、Wは西経。

2) については、地震動そのものによる建物被害に加え、高さ 30m 以上とも見られる津波がインドネシア、マレーシア、タイ、インド等のインド洋に面した国やスリランカやモルディブ等のインド洋上の国を襲い、これによる被害が著しいものがあつた（例えば、鎌滝・西村，2005）。津波は、遠くソマリアやタンザニアといった数千 km 離れた東アフリカ諸国でも観測された。当時報道されたように、現地では津波に関する知識を有する住民はきわめて限られていたようであり、津波襲来までに多少の時間的余裕がありながら逃げ遅れたケースが多数あつたらしい。10 階建てのビルの高さにも匹敵する津波が高速で陸に接近するのであるから、被災者は常識ではとても考えられない現象に直面したわけである。

なお、1960 年 5 月 22 日に発生したチリ沖地震は表－1 中では最大規模であるが、これも大きな津波を伴い、太平洋で遠く隔てられた我が国でも北海道、三陸、志摩半島、沖縄諸島等で高さ数 m の津波が観測された。この津波により、死者・行方不明者 142 名、家屋の全半壊 3,500 棟以上の被害が生じたなど、スマトラ島沖地震の被害と類似した点もある。我が国では、三陸や和歌山等過去に津波の被害を受けた地域は「稲むらの火」の伝承に見られるように、集落としての災害体験がコミュニティに継承されている例もあり、今回のスマトラ島沖地震の津波被害により、これらの災害文化が再確認されることにもなつた。

最後に 3) であるが、モルディブやタイのプーケット島などに代表されるいくつかの世界的なビーチリゾートを津波は直撃した。時あたかもクリスマスから年末にかかる頃であり、長期休暇で多くの外国人観光客が滞在していた。東南アジアという我が国から比較的近い地だけあつて、日本人観光客も多数犠牲となつたのは記憶に新しい。また、ドイツや北欧から東南アジアへ避寒に訪れたツウリストの数多くが難に遭遇したとも報じられ、被災者の国籍は多数に及んだ。絶対数では当該地域の住民の被害が抜きん出ているのは事実であるが、被災地の広域性、年末という時期的要因のほか、今日世界中に張り巡らされたマスメディアにより、この大災害はかつてないほどにその大きな被害に対する世界的な悲しみの共有と、その後の救援・復旧活動に対する国際的な連帯感を生み出したと言える。

2. 自然災害の特性と人間の取り組み

我が国は世界有数の変動帯に位置することから、地震活動や火山活動がきわめて活発である。また、温帯モンスーンの影響を受け、梅雨や台風が我が国の気候を特徴づけるとともに、しばしば集中豪雨が発生する。国土は山地が 7 割を占め、平野部にも丘陵地が散在することから、多くの都市、例えば横浜、広島、長崎等では斜面を居住地として高度に利用している。このような国土に、世界の十指に入るほどの 1 億人を超える人口を有している。日本に暮らす我々にとっては、これらのことは常識であり、当たり前であるかのような以上の事実をここで改めて確認しておきたい。

このような国土では、古くから自然と人間の関係において災害との戦いは不可欠のものであり、いかなる時代においても時の為政者が治山治水に力を入れたのもまた当然であつた。自然災害は地震や火山噴火、台風という自然現象だけで発生するのではない。そこに人間の生活が営まれていることで災害化する。しばしば混同されるが、例えば自然現象である「兵庫県南部地震」とそれがもたらした災害である「阪神・淡路大震災」はきちんと区別して使用されるべきである。

また、災害は社会システムの弱い部分やいわゆる「弱者」と呼ばれる人々に対して集中的にダメージを与える。これは応用地理学の分野では、すでに 1960 年代から 70 年代にかけて、当時経済の高度成長に伴って頻発した都市の水害を対象に多くの研究者が指摘したことである。我が国では、その後も今日まで様々な災害が頻発している。近年の特に大きな災害を表－2 に掲げたが、阪神・淡路大震

表－2 最近の我が国の主な自然災害（1980年以降）

年	台風・豪雨	地震	火山噴火	豪雪
1980				56豪雪(12月～翌2月) 〈新潟県等〉 (103)
1982	7月豪雨 〈長崎県等〉 (337)			
1983	7月豪雨 〈島根県等〉 (117)	日本海中部地震 〈秋田県等〉 (104)	三宅島 〈東京都〉	
1984		長野県西部地震 〈長野県〉 (29)		
1986			伊豆大島 〈東京都〉	
1990				
1991	台風19号 〈全国〉 (62)		雲仙 〈長崎県〉 (43)	
1993	8月豪雨 〈鹿児島県等〉 (79)	北海道南西沖地震 〈北海道〉 (230)		
1995		兵庫県南部地震 〈兵庫県等〉 (6,436)		
2000			有珠山 〈北海道〉 三宅島 〈東京都〉	
2004	台風23号 〈兵庫県等〉 (99)	新潟県中越地震 〈新潟県〉 (49)		
2005				豪雪(12月～翌2月) 〈新潟県等〉 (151)

(「理科年表 平成18年版」等より筆者まとめ)

※：自然災害をもたらした事象を掲載。〈 〉内は主な被災地。()内は死者・行方不明者数。

災を除けば、この間、犠牲者が500名を超える大災害は見られない。終戦直後から高度経済成長前夜まで毎年のように多発した大水害も発生の確率は低下した。また、火山噴火は地学的にも華々しい現象であり、報道も「絵になるニュース」として注目して取り上げられることも多いが、こと犠牲者に関しては、雲仙普賢岳の火砕流によるもの以外にはここ30年近くは発生していない。これらは水害に関しては、公共投資による治山治水関連施設の着実な設置や総合治水等のハードとソフトを融合させた施策が効果を上げていていると考えられ、また、火山災害については、地域住民の防災意識の向上や有珠山で見られたような火山学者と行政との連携効果等、その要因はいくつも指摘できるだろう。

本稿は、これらの災害対策を論じるものではないが、我が国は古来、そして近年に至ってもなお、自然の営みと人間の暮らしをいかに調和させていくか、行政も生活者自身も考え、実行していく場面が多いと言え、災害に関する一種の文化が形成されていることを指摘しておきたい。そしてこの30

年弱の間でも、死者・行方不明者が6,400名を超える阪神・淡路大震災をはじめ、戦後間もない時期に比べれば少なくなったとはいえ、現在もなお台風が上陸・接近すれば100名ないし300名の命が失われるのが現実である。また、死者こそ生じていないものの、伊豆大島や三宅島であったような1年を超える長期間にわたる全島避難など、生活環境の激変をもたらすような脆弱な国土に生活しているという現実も見据えなければならないのである。

3. 我々に何ができるか

さて、話をスマトラ島沖地震に戻そう。

大災害の常で、発生直後は情報が途絶し、現地の詳細な状況はわからない。地震が発生した12月26日は日曜日にあたり、当日正午のNHK定時ニュースで第一報が報じられた。このニュースの中では、「USGS（米国地質調査所）によると、日本時間午前10時頃（現地時間午前8時頃）、スマトラ島近海でマグニチュード8以上の巨大な地震が発生した。」とだけ伝えられたと筆者は記憶している。震源に近いバンダアチェ（インドネシア）周辺では、少なくともこの時点で建物倒壊等の被害は発生していたはずであるが、直後の報道では何ら言及されていなかった。未曾有の被害の様子が判明したのは数時間を経た後であり、その後は津波の被害がインド洋諸国全域に及んだため、時間の経過とともに犠牲者の数が急増する痛ましい事態となった。

この状況に直ちに反応したのはNGO（非政府組織）であった。「国境なき医師団」等の医師、看護師を中心とした世界各国の様々なNGOがインドネシア、タイ、スリランカ、インド等の被災地に入り、医療活動を行った。また、国連も活動を開始し、例えばUNICEF（国連児童基金、ユニセフ）は保険キットや簡易トイレを被災地に配布したほか、伝染病の予防接種の実施や学校の教材セット（文房具等）の配布に至るまで、広範な援助を初動から数か月以上の長期にわたり、各国の支援も受けて実施した。当然、各国政府も復興のための資金の提供等、国際社会の一員としての役割を果たしている。

ではこのような中、我々測量や地図作成に携わる者にとっては何ができたのだろうか。もちろん、街の復興や社会基盤の再建への第一歩は測量や地図作成による現地の状況の正確な把握であるから、この点で我々の分野が持つ技術が貢献していることは間違いない。が、果たして我々国土地理院という国の一員たる機関に何か積極的にできることはないのだろうか。

これまで我々は、このような災害という非常時には、現地の被害状況の正確な把握と復興のための地理的な基礎資料の提供こそ本務であると考えてきた。事実、阪神・淡路大震災の際は、被災地域の状況（家屋倒壊、焼失、地盤の液状化等）を詳細に地図化した。また、新潟県中越地震に伴う災害に際しては、地すべりや土砂崩壊の発生状況や河道閉塞状況を地図化した。さらに、これらの大地震では、国土地理院が設置した電子基準点データの解析等により、大地の動きを詳しく解析し、地震の発生メカニズムを解き明かす一助となった。これらの活動は、いずれの場合も復旧・復興活動の基礎資料として一定の役割を果たしたものと自負している。

しかし、スマトラ島沖地震のケースは、フィールドが海外であり、直ちに現地に入って調査を行うといった我々の常用する手法が使えないというハンディもあった。そのような状況下で国内に比べて困難であり、手法も限定されたものの、後述する様々な技術を活用して被災状況の地図化を行い、地殻変動の状況も捉えて発表している。

それにしても、このような巨大災害に対して無力感を味わったのは筆者だけではあるまい。また、災害の現場に対して「即効性」があり、アピール度が高いのは、医療、保健、食糧、住居といった人道上的ジャンルである。測量や地図作成に関してはこれらとは異なるジャンルであるといえ、人道的

な観点から人口に膾炙する状況となるのはなかなか容易ではない。我々にはできること、やるべきことを地道に積み重ね続けることこそ進む道と考える。その上で改めて考えねばならないことは、我々のコア・コンピテンス（中核となる能力、わかりやすい言葉で言えば「得意技」）とは何かを常に意識し、この育成と発揮に努めていくことであろう。さらに加えて、巨大災害に対しては1国の1機関のコア・コンピテンスでは必ずしも力及ばないところがあっても、あたかも医療のNGOが示したように国際間の協力・連携により、相乗効果が期待できるのではないだろうか。

自然現象である巨大地震は防ぐことはできないとしても、巨大災害にはしない・させない。困難ではあるがこのような方法を目指し、我々は無力感に打ちひしがれず、新たな歩みを始めなければならない。

4. 国土地理院のコア・コンピテンス

国土地理院のコア・コンピテンスは過去にも論じられたことがある（松村，2004）が、ここでは巨大災害に対処するという目的意識の下で考えてみたい。

現行の国土地理院研究開発五箇年計画（平成16年度～平成20年度）においては、「(1)測量事業・行政施策を支援する研究開発」及び「(3)防災・環境保全に貢献する研究開発」に位置づけられる重点研究開発課題として、表-3の事項が掲げられている。これらは、平成20年度まで重点的に取り組むとしたものであるから、十分にコア・コンピテンスとなりうるものと考えられる。

ここに掲げられたもののうち、国土地理院らしさを備えた技術として、GPS、VLBI、人工衛星画像を挙げたい。これらは国土地理院が近年実用性を意識して技術開発に取り組んできたものである。そして、いずれにも共通する要素は、宇宙的規模での技術という点である。

まずGPSは、周知のとおり元来は米国の軍事技術として開発されたものであったが、国土地理院では1980年代から測地測量への活用を意識した研究を重ねるとともに、地殻活動が活発な我が国の国土の動きをほぼリアルタイムに把握するという野心的な計画の下に、世界に類を見ない稠密な電子基準点網を完成させた。電子基準点の効果が一般に初めて明らかになったのは、1994年10月4日に発生した北海道東方沖地震であった。この地震では北海道東部の根室市などが大きく動いたことが電子基準点のデータ解析により判明し、国土地理院は直ちにこの成果を公表した。この経験が3か月後に発生した兵庫県南部地震でも役立ち、電子基準点のデータ解析により野島断層の動きが示されたことで、GPS及び電子基準点の評価は定着したといえる。

次のVLBI（Very Long Baseline Interferometry：超長基線電波干渉法）とは、数十億光年の距離にあるクエーサーと呼ばれる特殊な星から放射される電波を複数のアンテナで同時に受信し、その到達時刻の差の計測により、地球上の2点間の距離を精密に測定する技術である。数千km間の距離を数mmの精度で測定できるとされるVLBIの目的としては、地球のプレート運動の監視、世界各地（ハワイ、ドイツ等のVLBI設置箇所）と日本の正確な位置関係の把握、地球の自転や姿勢に関する理学的知見の獲得等が挙げられる。これらの分野では、国際間の観測を行うことから、我が国の技術は国際的にも評価は高い。

最後に衛星画像であるが、国土地理院では地形図の修正に1990年代から試験的に活用した実績がある。例えば、フランスのSPOT衛星の画像を参考に北方四島の5万分1地形図の修正を行ったのをはじめ、何種類かの衛星から撮影された画像を地形図作成・修正への活用を意識した実証的な検証を重ねてきた。2000年以降は、地上分解能1m前後の米国等の商用衛星の画像が得られるようになったことから、2万5千分1地形図やさらに大縮尺の地形図の作成・修正の試みを続けている。

表－3 国土地理院研究開発五箇年計画における重点研究開発課題（抄）

（１）測量事業・行政施策を支援する研究開発

①測量手法及び測量成果の標準化

（略）

②位置情報基盤及び空間データ基盤の構築のための研究開発

（略）

③地表面の属性・形状の迅速な把握のための研究開発

- レーザ測量による地形や地物の測定の高精度化・高度化，メートルレベルの精度での干渉 SAR による標高計測の実用化
- 高分解能衛星データ等のデジタル画像による地表面の変化情報抽出の実用化
- センチメートルレベルの精度での干渉 SAR による地殻変動の把握の実用化

（３）防災・環境保全に貢献する研究開発

①自然災害発生メカニズムの解明

- 広域 GPS 観測による日本列島及び周辺域のプレート運動，列島規模のプレート内の構造と変形の解明
- GPS 観測点を活用した活火山及びその周辺での地殻変動リアルタイム監視手法の開発
- 観測データを活用したシミュレーションによる地殻活動の再現・予測の高度化

②リアルタイム災害対応技術の開発

- GPS 観測データ等を活用した発災後 1 時間以内での地殻活動現況の把握に向けた解析手法の高度化
- 衛星画像，レーザスキャナデータ，現地情報等を活用した発災後 24 時間以内での被災状況把握に向けた，災害情報の取得，転送，解析，統合，ウェブ等を介した共有，提供技術の高度化

③地球環境変化の把握と分析

- 験潮，GPS，VLBI，重力測定，水準測量などの測地技術を駆使した精密な海面変動監視技術の確立
- 二酸化炭素吸収・排出量算定手法確立に向けた地球地図作成技術の高度化

また、通常の可視光ではなく、マイクロ波と呼ばれる電波によるレーダー画像の活用についても国土地理院は経験を積んでいる。これは、合成開口レーダー（SAR）と呼ばれるもので、人工衛星から地表へ特定の波長のマイクロ波を照射し、その反射波を解析して地表面の状況を把握するものである。しかも、2 時期の SAR 画像を干渉処理することにより、大地震の前後での地表の動きを可視化して示すことも可能であり、兵庫県南部地震をはじめ、国内外の大地震の際に国土地理院の手により地殻変動が明らかにされ、その事実が公表されてきた。

以上述べた衛星画像の活用事例は、いずれも特定の地域に注目した利用の仕方であるが、本来衛星画像の利点は広域性にある。例えば、一定の面的な状況把握のために衛星画像を活用するという手法は環境調査や資源探査等の分野では歴史が古い。中でも、植生の分布状況や砂漠化の進行状況の把握

といったいわゆる環境モニタリングには、観測の周期性や継続性の観点から衛星画像の利用がなじみやすい。国土地理院では、国土の現況の把握の一環として環境モニタリングを行うとともに、このような技術を活かして世界に貢献するという意識から、十数年前に建設省（当時）と共同で「地球地図」作成を世界に呼びかけた。その結果、国連も認めるところとなり、現在は世界の150を超える国と地域の参加を得た一大プロジェクトとなっている。この「地球地図」作成には衛星画像の活用が鍵となっている。

このように、可視画像、レーダー画像とも10年以上の実績があることから、国土地理院が今最も関心の高い人工衛星が、本年1月、宇宙航空研究開発機構（JAXA）により打ち上げられた陸域観測技術衛星「だいち」（ALOS）である。もともと「だいち」は地球観測を主たる目的とした人工衛星として、JAXAが旧宇宙開発事業団の時代から10年以上の時間をかけて開発を進めてきたものである。衛星により取得されるデータの利用に関しては、「2万5千分1地形図の作成・修正に活用可能」、「災害発生から短時間での現地状況の把握が可能」等の具体的な目標を設定し、国土地理院の要望も入れて衛星の眼に当たるセンサ（カメラ）の設計が行われたという経緯がある。

「だいち」には、(1)PRISM（プリズム）、(2)AVNIR-2（アヴニール・ツー）、(3)PALSAR（パルサー）という3種類のセンサが搭載されている。PRISMは地上分解能2.5mを誇るパンクロの光学センサである。前方・直下・後方の3方向を同時に撮影することにより、地表の高精度な三次元データが取得できるものと期待されている。AVNIR-2はマルチバンドのカラー光学センサである。分解能は10m程度であるが、センサの角度を変えるポインティング機能（首振り機能）を備えており、軌道直下にはない対象物も狙うことが可能である。したがって、撮影機会が増えることになり、災害時の緊急撮影に威力を発揮すると見られる。また、近赤外領域もカバーすることから、植生分布の把握等、環境モニタリングの面でも役立つと考えられている。PALSARは合成開口レーダーのセンサである。前述のように2時期の画像から地殻変動を検出する用途に活躍が予定されている。また、光学センサは大気中に雲があったり夜間であったりすると地表が判読できないのが難点であるが、PALSARは天候や昼夜の如何によらず、いつでも観測が行えるという長所を持つ。

このように、国土地理院の得意分野をますます磨き、宇宙からの眼となる衛星「だいち」には、国土地理院としても期待するところが大きい。現在は校正検証期間との位置づけで、衛星の運行や各センサのシステムチェックを行ういわば試験運用中であるが、この秋からは本格運用が始まるとアナウンスされている。国土地理院とJAXAでは、「だいち」のデータの利用に関する共同研究協定を平成12年度から締結しており、これまではシミュレーション画像等による研究を進めてきたが、いよいよ実際のデータを活用して実証検証を行う番である。「だいち」が国土地理院のコア・コンピテンスを向上させる重要なツールになることが楽しみである。

5. 技術先進国として果たすべきこと

以上、スマトラ島沖地震の話題を中心に、国土地理院のコア・コンピテンスを紹介してきた。前節で触れた技術については、次章以降で各分野の担当者による詳細な解説があるので参考にされたい。

筆者に与えられたテーマは、国土地理院の技術の紹介と国際的な協力についてというものであったが、本稿はこれをやや逸脱して災害論、特にスマトラ島沖地震を巡る記載に多くを費やしすぎた観がある。しかし、災害というのは、日常培った技術を集中的に投入し、活用する場であり、特に技術を武器にする国の機関としては、当然内外から対応を問われることになることから、筆者としては組織の実力が最も試される場面のひとつだとの思いが強い。

また、何度も繰り返すが、世界で30万人近くもの生命が失われた災害として、スマトラ島沖地震は衝撃的である。このような衝撃を体験した我々は、それぞれ得意とする分野で、国際社会に対し何ができるかを折に触れて意識する必要がある。特に国の機関に所属する者にとっては、これを常に意識することは一種の責務のようなものと言えるかもしれない。

例えば、前節で紹介した衛星画像に関連して、国際災害チャーターという枠組みがある（加藤・石田，2005）。これは、災害（自然災害のほか大規模な人災も含む。）発生時に衛星等の利用（例えば、災害地域の衛星画像の撮影リクエスト）を多国間でスムーズに行えるような国際協力協定のようなものである。1999年に欧州で構想がなされ、2005年4月時点でJAXAを含む7つの宇宙機関が参加しているとのことである。

21世紀になってスマトラ島沖地震の他にもインド（2001年1月）、イラン（2003年12月）、パキスタン（2005年10月）等大きな被害を伴う地震は発生している。我々の持つ技術が、このような場で生かせるよう、今年度から「アジア太平洋地域地殻変動監視」という国土地理院の事業が財政当局に認められた。詳細については別稿に譲るが、干渉SAR、VLBI観測、GPS観測の宇宙測地技術を活用し、地殻変動を把握するとともに、取得したデータを各国の防災機関等に提供しようとするものである。これに衛星画像の解析技術等も加えることにより、いささかなりとも国際的な防災活動に貢献したいという意思を表明したい。これらの技術は、防災のみならず、環境問題や途上国への技術援助といった形で、我々なりの形で世界の人々の生活の質の向上に貢献できるものと信じ、この分野ではリーダーシップをとるべく努力する。

藤野(2006)は、研究を「ニーズ型」と「シーズ型」に大別し、究極の真理や革新的技術の探求が主たるシーズ型が研究としては見栄えがするのに対し、土木技術を筆頭に社会に近い部分に位置したニーズ型の研究は、研究の成果や目標の達成度がなかなか表現しづらいことも多いとしている。そして、現在のように複雑化した世の中ではその両者をいかに組み合わせ、全体を統合化するかという能力を持った「指揮者」の存在が欠かせないと述べている。

筆者のイメージする「指揮者」は、研究に対する冷静な頭を持ちながらも、常に社会を広く見詰め、弱者に対しても熱いハートを持っている。国土地理院が「指揮者」になれるか、小さな一歩でも前に踏み出していきたい。

参 考 文 献

- 藤野陽三(2006)：社会の中にいる土木技術者として，月刊建設，06-04，4-5。
鎌滝孝信，西村裕一(2005)：2004年スマトラ島沖地震津波調査報告，地学雑誌，114(1)，78-82。
加藤真理子，石田中(2005)：地球観測衛星データによる災害管理～国際災害チャータ～，写真測量とリモートセンシング，44(2)，30-31。
松村正一(2004)：国土地理院のコア・コンピテンスの強化，第33回国土地理院技術研究発表会予稿集（国土地理院技術資料A・1-No. 292），3-9。