

大規模災害等における非常時情報通信システムに対する 社会的・制度的課題と提案

猪俣 敦夫[†], 多田 浩之[‡], 能瀬 与志雄[‡], 熊平 美香^{††}, 大野 浩之^{‡‡}
独立行政法人 科学技術振興機構[†], みずほ情報総研株式会社[‡]
財団法人クマヒラセキュリティ財団^{††}, 国立大学法人 金沢大学^{‡‡}

概要 本論文では、非常時情報通信の在り方を検討するため、国民保護計画における住民避難誘導を想定し、災害救援通信を実現するリアルタイム非常時情報通信パイロットシステムを試作した結果を報告する。さらに、現場・運用者の側面から研究成果の社会への還元と普及啓発を目的として「情報通信・危機管理連続講演」を2カ年に亘って開催した結果を述べ、外部の有識者や一般市民からの意見を聴取することにより、例えば行政による公助のみならず市民自身や民間による自助、共助の重要性などを指摘し、国内外の災害対策の現状を調査・分析し、国家的な危機管理機関、国家重要通信システム、緊急事態管理のフレームワーク、災害救援通信に関する学際的研究・標準化などが急務であることを、技術面、現場・運用者、制度面からの提言としてまとめる。

Proposal and suggestion of the social and institutional subject for the emergency information system in a large-scale disaster

Atsuo Inomata[†], Hiroyuki Tada[‡], Yoshio Nose[‡], Mika Kumahira^{††}, Hiroyuki Ohno^{‡‡}
Japan Science and Technology Agency[†], Mizuho Information & Research Institute, Inc.[‡]
Kumahira security foundation^{††}, Kanazawa University^{‡‡}

Abstract In such a serious condition on such a large-scale disaster, both citizen and government need many kinds of communication methods for their interaction and notifying their existence, and an announcement of the disaster and other information based on the national government. In this our life, there are many existing internet technologies those are not brand-new at all. This means anyone can use and apply easily, so it is important thing for us to help our life or lives. In this paper, we propose and suggest the social and institutional subject for the emergency information system in a large-scale disaster from technically, points of view from operator or manager, and institutionally.

1. はじめに

大規模災害等の非常時には一般市民による救援要請や相互間の伝言・安否確認、自治体や中央省庁による災害情報の収集と周知など様々な通信が必要になるが、従来型の音声電話では障

害や輻輳により利用できなくなる問題がある。そこで、インターネットで培われ急速に進展している新しい情報通信技術の活用した非常時情報通信システムの実現とそれを有効に利用するための社会的・制度的課題の解決が望まれる。

2. 技術面からの提言

非常時情報通信システムの在り方を検討するに際に注意すべき点は、技術革新の速さである。大規模災害に対して人々が直接被る被害は、家屋の倒壊、連絡途絶、食糧や水の枯渇など、数100年前と比べても大きく変わらない点が少なくないが、そのような事態に際して適用可能な技術は大きく変化している。1995年に発生した阪神淡路大地震と今を比較しても、わずか12年前の地震であるのに利用可能な技術は大きく様変わりしている。携帯電話やインターネット上に展開されているサービスの大半は、当時はまだ十分に普及していなかった技術である。例えば1995年にはWWWは存在したが、検索エンジンは存在していなかったように、これから新たな非常時情報通信システムを設計するとしたらブログやSNSやインターネット電話等の技術は、災害時には重要な通信媒体として利用されることになるかもしれない。

2. 1 安否情報登録検索システム

大規模災害等の被災者の安否情報を登録検索するシステムである安否情報登録検索システムは、行政が関与しない、あるいは行政が運用する、いずれの場合も想定可能である。特に、災害発生時には被災地の自治体には多くの問い合わせが電話等で行われ、限られた数の行政職員が他に遂行する必要がある緊急業務があるにも関わらず、電話対応に追われ苦慮したという報告が多く見られる。そのため、安否情報登録システムを始めとして、誰もが利用可能な非常時情報通信システム整備しておく必要性は引続き高いと考えられる

2. 2 非常時情報通信研究開発システム(EIS-RDS)の設計と実装

そこで、非常時情報通信手段の有効性につい

て評価することを目的に開発した非常時情報通信 Research and Developing System(以降EIS-RDS)について述べる。既に、我々は大規模災害時等の緊急時における通信の特徴が以下に示す4タイプに分類できることを指摘している[1][2][3][4]。

1. C to C

IAA(I Am Alive)システム、電気通信事業者による災害用伝言ダイヤルや災害用伝言板

2. C to G

電話による119番、110番

3. G to C

市町村が防災情報を収集し、また住民に対して防災情報を周知するためのネットワークである市町村防災行政無線

4. G to G

内閣府により運用・管理された中央防災無線、消防庁により運用・管理された消防防災無線、各都道府県により運用・管理された都道府県防災行政無線

各機関が密接に連携した環境に対して、上述した非常時情報通信システムを適用するには、あらかじめ関係機関ごとに実施したネゴシエーション、あるいはシームレスな相互接続が実現出来るように接続検証試験などが必要である。しかし、これらがスムーズに稼働し、正常に動作させるための明確な手続きやドキュメント等は今のところ存在していない。当然、大規模災害発生時には各機関が密接に連携した形で迅速に非常時情報通信システム(EIS)が提供されることが理想ではあるが、EISはWebサーバのようにインターネット上に固定的に設置され、サーバが固有に独立してサービスを提供する一般的なシステムとは大きく異なり、緊急的に立ち上げられることが多い。民間と政府・応急対応機関双方が常日頃から動作検証や訓練を行い、運用等から様々な経験を活かした実稼動インフ

ラを構築し、そのインフラにおいて必要なサービス（アプリケーション）をいかに迅速に展開できるかを、上述した4タイプにおける機関ごとの役割を明確にしておくことは重要である。そこで、実際のCとGにおける非常時情報通信システムに焦点を当て、その実稼働ネットワークインフラを考慮した上でのテストベッドを実現するためにEIS-RDSを設計し、そのプロトタイプを構築した。本プロトタイプは4ノードで構成され、例えば、大規模災害発生時には緊急的にノードを容易に増設できるなどの対応が柔軟にできるように、ノードの構成情報を他のノードに分散配置するように実現している。例えば、被災地においては非常時情報通信を確保するためのシステムやハードウェア等を迅速に設置し、最終的な稼働までを行うことは困難であることが多い。本プロトタイプを図1に示す。



図1 EIS-RDS プロトタイプシステム

2.3 リアルタイム非常時情報通信パイロットシステム

日本では、2004年に「武力攻撃事態等における国民の保護のための措置に関する法律」（「国民保護法」）が制定された。現在、市町村を含む自治体等は、この法律に基づき、国民保護措置を行う実施体制や住民の避難や救援に関する事項等を規定する「国民保護計画」を策定している。「国民保護計画」の枠組みにおいては、市町

村は、テロ・武力攻撃が起きた場合にファーストリスポンダとして応急対応に当たる他、主体的に住民避難措置を実施する役割を担っている。

市町村は、実効性のある住民避難誘導の手段を検討する必要性を強く認識しており、特にNBC（核・生物・化学）テロの場合には、被害が急激に拡大する可能性があり、迅速かつ効果的に住民の避難誘導を行うことが極めて重要になる。この実行に重要な鍵を握るのがTDR（災害救援通信）である。TDRは、事態の進展予測が困難であり、非常に危険な環境下で迅速な応急対応が求められるNBCテロ災害等において非常に重要な役割を持つ。こうした緊急事態において迅速かつ効果的な住民避難誘導を行うには、災害対策本部における情報収集・状況分析・意思決定に資するマルチメディア情報の統合的な編集・管理、災害対策本部と被災現場で展開するファーストリスポンダ間でのリアルタイムの双方向通信が求められる。さらには、マルチメディア情報を高速で配信・閲覧できる環境も必要になる。我々は、これらの事項をTDRの基本要件として位置づけ、市町村が担う実効性のある住民避難誘導を支援するためのTDRの基本要件を以下にまとめた。

- ・ 大規模スタジアムでの化学テロの発生およびテロ発生後の応急対応と住民避難誘導シナリオの想定
- ・ 災害対策本部とファーストリスポンダ（避難誘導員を含む）（小型携帯情報端末を所持）間での時系列の交信アクション・シナリオと交信画面の検討
- ・ 迅速かつ効果的な情報の編集・統合・表示を可能とし、避難誘導等の意思決定に資する「緊急時情報統合型マネジメント環境」（災害対策本部で運用されることを想定）の開発と「リアルタイム非常時情報通信パイロットシステム」の構築

- ・ 上記システム上での、当該テロ発生への応急対応と避難誘導措置に関する、災害対策本部とファーストリスポンダ間の交信を模倣した非常時情報通信の実施

2. 4 今後利用可能になる技術の活用

非常時情報通信を普及するにあたっては、発展途上の最先端の技術より、多少なりとも「枯れた」技術、すなわち低コストで安定性が確認出来ている技術が重要になる。前述したアプローチはいずれもそのような方向性を維持しており、それぞれを構成する要素技術は、数年前に萌芽したものである。現時点で、研究途上あるいは広く普及するに至っていない技術は、安定性や運用コストの面で現在の EIS には導入しにくい可能性も考えられる。そこで、前述してきた理由をもとに、今後 EIS に取り込まれる技術として考えられるものを以下にあげる。

- ・ 次世代 IP（例えば IPv6）を用い、多数の情報通信機器を連携させる技術
- ・ 現在の IP ネットワーク上で、低帯域で高品質の映像や音声を流通させる技術
- ・ 強度の高い暗号や強固な認証基盤を小型で処理能力の低い情報通信機器で実現するプライバシー保護技術
- ・ 耐タンパ性にすぐれた個人情報格納技術

3. 現場・運用者からの提言

前章にて述べた技術面からの提言の社会への普及・啓発を目的として「情報通信・危機管理連続講演 2007」として金沢大学主催の一般市民向けの公開講座として公開講座を実施した。その連続講演における受講生となった金沢市民は危機管理・情報通信に関わる講義に対して様々な反応をしているが、これは 2007 年 3 月に発生した能登半島地震という危機に遭遇した地域における石川県民の危機管理・情報通信へのケー

スタディとしての意味があると考えられる。さらに自治体の近年の大規模災害に対する情報通信面での反応の例も合わせて紹介し、最後に全体を受けた提言をまとめる。

3. 1 連続講演

「情報通信・危機管理連続講演」は全 7 回、各講演は金沢大学サテライトプラザで行われた。各分野で著名な専門家が講師を担当して行った。受講者であるが、特に資格や事前知識等は問わず、市民向け講座という形で実施した。参加者は、金沢大学の教職員、学生、石川県内の情報通信関係の企業・自治体の職員であった。今後、連続講演で開催された講義が電子教材化され、金沢に在住する以外の方もインターネットから利用できるように調整が進められている。

3. 2 運用者の状況-近年の大規模災害における自治体の経験

近年、中越沖地震など大規模災害が頻発しているが、被災地の自治体は非常時情報通信に関する様々な経験や取り組みが行われている。

◎能登半島地震

2007 年 3 月 25 日に発生した能登半島地震は死者 1 名、重軽傷者 338 名、全壊家屋 683、半壊 1,729、一部損壊 26,907 と大きな被害をもたらした。特に、近年大規模な地震に見舞われていなかった地域であるため、大きな驚きをもって迎えられた。最も被害の大きかった輪島市門前町地区では、有線放送電話が初期の情報伝達手段として最も有効だったとのことである。有線放送電話とは、農協や市町村などにより設置される地域内固定電話兼放送設備で、一斉同報放送を戶外スピーカーや電話機で行えるものであり、1957 年に全国で正式に運用が始まり 1960 年代にそのピークを迎えた言わば情報通信の世界では古参媒体であるが、古い故に地域への浸透度が高かったため有効に機能した。電柱の倒

壊が少なかったという幸運な面もあるが、非常時情報通信の要件としてユーザへの日常的な浸透度の高さが重要であるということが改めて明確になった。さらに、門前町地区では無線 LAN によるインターネットアクセスポイントであるホットスポットが被災地に臨時に設置され、医療従事者の詰め所になった門前コミュニティセンターでは症例検索等が円滑に行えるなどの効果があったとのことである。このようなアドホックな情報通信基盤も被災地では有効であることが明らかになった。

◎新潟県中越沖地震

2007年7月16日に発生した新潟県中越沖地震は死者14名、重軽傷者2,315名と中越地区に再び大きな被害をもたらした。情報通信の側面からは新潟県中越地震の経験が活かされた事項もみられる。最も被害の大きかった柏崎市ではWebサーバを市役所庁舎内ではなく耐震設計のデータセンターに設置していたため、被災後も問題なく稼働させることができた。しかし、市役所のWebサーバへのアクセスが集中したことにより一時的サーバがダウンする事態に陥ったが、テキスト中心の軽いページに切り替えたことにより素早く復旧できたとのことである。一方、災害時のメール配信サービスの登録ユーザに対して15分～1時間ごとに情報を配信したところ、電池の消耗につながることや他の連絡の妨げになるなどクレームが来たため、翌日には発信を中止したということもあった。このように、情報通信の面でも中越地震の教訓が活かされた一方、課題が多いことも明らかになった。

3.3 現場・運用者からの提言

大規模災害などの非常時には災害対応を期待される自治体の業務も錯綜する。例えば、住民からの安否問い合わせが殺到し、それに人的資源が割かれたために、同時並行的に処理しなけ

ればならない様々な業務が阻害される可能性が高い。このような中で、地域全体ができるだけ早く被害を把握し必要なアクションを取り復旧を図るためには、行政の力（公助）だけに頼ることは困難かつ不適切であり、自助、共助、公助のそれぞれの力を様々な領域で展開することが望まれる。

一方、能登半島のような大規模災害に遭遇した地域では、市民の非常時情報通信への関心が高まっており、このような共助のシステムの構築・活性化につなげていくことが重要である。そのためには「非常時に完璧が保障されるシステムはありえない」との大前提の下で、共助のシステムを公助のシステムとの補完的関係を明確にし、通常時には行政がその後押しをすることが考えられる。具体的には共助のシステムの特長や限界を明確にしつつ、行政との連携強化や普及支援、システム自体の強化の支援を行うこと等があげられる。実際、行政が運営する大規模な安否確認システムである総務省消防庁の国民保護法に基づく「安否情報の収集・提供システム」においても、既存の安否確認システムに置き換わるものではなく補完するものとして位置づけられている。そして、このようなシステムは体験・体感することが重要であり、住民防災訓練などに限らず情報教育など行政あらゆる場面において体験できる場を提供していくことが求められる。

自治体内部における非常時情報通信の運用に関しては、2004年の新潟県中越地震の際には新潟県庁内の災害対策本部の中で、「情報発信・共有」の組織的位置づけが明確になされておらず、「広報班」の下に緊急避難的に位置づけられた。しかし、非常時の行政にとっては混乱する情報を整理・共有・発信することは最も基本となることであり、災害対策本部の中核部に近いところで統括的かつ機動的に運用することが重要で

ある。すなわち、通常時のCIO(情報化統括責任者)のような存在が非常時に必要である。

4. 制度面からの提言

最近、国内外で地震やハリケーン等による大規模な自然災害が頻発している。国内では、首都圏大地震、東海・南海・東南海地震などの震災の発生が懸念されている。また、9.11事件以降も、ロンドン同時テロ事件など大都市を狙った国際テロが発生しており、国内でも懸念され始めている。それ以外にも高病原性鳥インフルエンザの世界的流行の懸念や地球温暖化による気候変動や異常気象の影響により、地球規模で壊滅的な災害の発生が加速することが予想されており、もはや地球レベルでの危機管理政策を検討する状況にあると言っても過言ではない。

危機管理の本質は、「市民、組織、社会等に危害をもたらすいかなる脅威や不測の事態が起ころうとも、人的・物的・社会的被害を最小限に抑制するために迅速かつ適切に対応すること」である。そして、危機管理において特に問題となるのが、危機管理体制(応急対応を含む)と非常時情報通信であり、これは2005年夏に米国で起きたハリケーン・カトリーナ災害時に大きくクローズアップされた。当該災害は、被災面積23万km²(英国とほぼ同等の面積)、被災家屋30万戸、死者1,500人以上、被害総額1,500億ドルなど壊滅的な被害をもたらした。この大きな要因は、FEMA(連邦危機管理庁)を中心とした連邦政府の応急対応が遅れたことにあるとされているが、連邦・州・地方の応急対応機関が災害の規模に圧倒され、被災地域を中心とした情報通信インフラの壊滅とそれに伴う米国政府の初期の応急対応活動の破綻が被害の拡大を招いたことは言うまでもない。米国は、世界で最も先進的な危機管理国家であり、これまでFEMAを中心として危機管理体制及び国家通信システム

(National Communications System: NCS)を中心とする国家重要通信の仕組みを構築してきたが、9.11事件やハリケーン災害等の壊滅的被害の経験は、政策面においても米国の危機管理・非常時情報通信の改善に反映されつつある。また、9.11事件を契機として、EUでも米国と協調して、非常時情報通信に関する研究開発や標準化に関する検討が盛んになりつつある。このため、我が国の危機管理・非常時情報通信に関する制度の在り方を考える上で、米国の危機管理体制と欧米の政策が非常に参考になる。

国	政府機関	責任・役割
米 国	国土安全保障 (DHS)	・ DHS は米国土におけるあらゆる災害(自然、人工災害)に対する危機管理計画立案・対策の責任を負う(特にテロ)
	連邦危機管理 (FEMA)	・ FEMA は、DHS の管轄下で、あらゆる災害に対して、連邦政府としての応急・復旧対応活動を調整する役割を持つ
日 本	内閣官房 (安全保障・危機管理) 内閣府(防災)	・ 発災時の対処の局面にあつては、内閣官房の主導の下で中央防災会議を開催する等、内閣官房と内閣府(非常災害対策本部等)が一体となって事態への対処(総合調整)を行う ・ 平常時における災害予防等防災に関する総合的な計画については、内閣府は内閣官房の示す基本的考え方・方針等を踏まえ、中央防災会議を開催する等して基本的考え方・方針等を具体化し、防災基本計画等の策定等を総合的に実施する

表1 米国と日本の危機管理に関する政府機関

そこで欧米の例を参考にしつつ、危機管理・非常時情報通信の観点から制度面での提言をまとめる。なお、危機管理・非常時情報通信に関する政策のフレームワークは、国家レベルと地域・現場レベル(自治体・応急対応機関)に焦点を

置く)で異なるため、以下の2つの視点でその在り方について検討する。

- ・ 国家レベル：国家的危機管理のフレームワークと国家重要通信システム
- ・ 地域・現場レベル：応急対応機関の連携に基づく緊急事態管理のフレームワークと非常時情報通信

4. 1 国家的危機管理のフレームワークと国家重要通信システム

(1) 国家的な危機管理機関の必要性

① 国家的危機管理機能の一元化

東海・南海・東南海地震などのように、非常に大規模かつ広域被害が予想される壊滅的な災害の場合には、災害の規模により被災地域における数多くの自治体の応急対応活動が圧倒され、国に対して多方面からの救援要請が殺到することが十分予想される。このような事態においては、被災情報の収集、初動・応急対応の意思決定（特に救援・救助支援資源の割り当てや救援物資の搬送）等をトップダウンで迅速に行うことが必要になるため、国家の危機管理機能を一元化し、FEMAに相当する国としての応急対応活動を統合的に管理する独立の機関を中心とした危機管理体制を備えておくことも必要である。

② オールハザード対応の危機管理政策

日本では、「国民保護法」が制定され、国・自治体で国民保護計画が策定されている。国民保護計画では、防災計画と国民保護計画間で、緊急時通報・連絡、応急・救援活動のための資源等について関連性を持たせることが求められているが、オールハザード対応の危機管理体制や計画が定められているわけではなく、現時点において国・地方自治体・NGO等間の連携体制が十分確立されているとは言えない。なお、総合科学技術会議において、大規模自然災害、NBCテロ、新興・再興感染症等の危機をオールハザ

ードで捉え、社会や個人の安全確保に資する科学技術の目標・推進方針が策定されているが、今後オールハザード対応の危機管理政策、各方面間の連携・協調体制等について検討されていくものと考えられる。これを具体化していくには、FEMAに相当するオールハザード対応の危機管理を統合的に行う使命を持つ機関が必要になると考えられる。

(2) 国家重要通信システムの必要性

日本でも、緊急呼を中心とした災害時における政府の重要通信確保の仕組みや災害・テロが起きた場合の重要インフラ防護に関する研究、重要インフラ防護演習等も実施されているが、国内には、米国のように緊急時において政府重要機能に対する適正な通信支援を行う使命を持つNCS(国家通信システム)やNCC(国家通信調整センター)に相当する仕組みが存在していない。しかし、東海地震などのように、非常に大規模かつ広域の被害が予想される災害の場合には、多数の重要インフラが損傷し被災地での情報通信インフラが機能喪失することも十分想定される。このような事態に対応するためには、国としての危機管理機能の一元化の枠組みで、NCS/NCCに相当する国家的な組織・仕組みを検討していくことが必要とである。

4. 2 応急対応機関の連携に基づく緊急事態管理のフレームワークと非常時情報通信

(1) 緊急事態管理のフレームワークの必要性

米国では、あらゆる緊急事態に対してあらゆるレベル(連邦・州・地方政府、NGO等)が効果的かつ効率的に協働して対応することが出来るように国家的な緊急事態管理の標準フレームワークとしてICS(非常時指揮システム)を軸としたNIMS(国家非常時管理システム)が制度化されている。一方、国内では、異なる応急対応機関同士の連携・協働による緊急事態管理に関す

る標準的なフレームワークが確立されているわけではない。しかし、東海・南海・東南海地震のように、非常に大規模かつ広域被害が予想される場合には、多数の異なる応急対応機関や政府関連機関の迅速かつ効果的な連携・協働が求められる。このような事態においては、複数の関連機関間での救援・救助資源の割り当てや優先順位付けに関する問題等が生じることも十分想定される。このため、今後はNIMSのような緊急事態管理に当たる省庁、自治体、応急対応機関、公共機関、NGO 間で連携・協調して緊急事態管理を行うための標準フレームワークを整備していくことが重要になると考えられる。

(2) TDR (災害救援通信) に関する学際的研究・標準化の検討の必要性

TDR の整備・向上に関する問題は、9.11 事件以降、欧米の国際的な電気通信標準化団体を中心として広範囲に議論され、一層重要視されている。これらの標準化団体は、応急対応機関用のユビキタス・アドホック無線ネットワークやブロードバンド・アプリケーションに焦点を置いた非常時情報通信の機能要件や技術の標準化の開発を共同で進めている。また、欧米では、応急対応機関の ICS に基づき被災地に関する情報を迅速かつ効果的に収集・分析・共有できる能力を格段に向上させることを目的として、先進的なユビキタス・アドホック無線ネットワーク等の展開に焦点を置いた産学連携による R&D が実施されている。

国内でも近年の大規模災害の経験から、緊急事態に関する迅速かつ正確な状況把握や効果的な情報収集・分析・共有・伝達に関する問題に目を向けられ始めているが TDR に関する統合化した学際的研究や ICS を踏まえた TDR システム・アプリケーションの開発・標準化の検討等が具体的に進められているわけではない。現在、国内では、多様な分野(IT、社会科学、組織行動

学、危機管理等)の連携による先進的な TDR 研究開発及び TDR の相互運用性や標準化に関する研究開発を推進していくことが一層重要になる。このため、国として危機管理・非常時情報通信分野における国際貢献及び国際市場への展開を見据えて統合的な TDR 研究開発政策を検討していくことが必要であると考えられる。

5. まとめ

本論文では、技術的側面から非常時情報通信の在り方を検討するため、非常時情報通信システムを試作した結果を報告し、国内外の災害対策の現状を調査・分析し、国家的な危機管理機関、国家重要通信システム、緊急事態管理のフレームワーク、災害救援通信に関する学際的研究・標準化などが急務であることを技術的、現場・運用者、制度的からの提言をまとめた。

謝辞 本研究は、独立行政法人科学技術振興機構社会技術研究開発センター「情報と社会」計画型研究プログラム「高度情報化社会の解明と解決」の研究として行われたものである。

参考文献

- [1]大野浩之, 猪俣敦夫 他, “政府・民間連携を考慮した非常時情報通信システムの設計と実装”, 情報処理学会 DICOM2007-5D-1, 2007.
- [2]多田浩之, 能瀬与志雄, 小澤益夫, 日下部幸, 熊平美香, 猪俣敦夫, 大野浩之, “国民保護計画における住民避難誘導を想定したリアルタイム非常時情報通信パイロットシステム”, 情報処理学会 DICOM2007-4D-1, 2007.
- [3]多田浩之, 大野浩之, 猪俣敦夫 他, “非常時情報通信・危機管理における ICS と TDR”, 日本自治体危機管理学会研究ノート, 2008.
- [4]社会技術研究開発センター, “情報と社会研究開発領域「高度情報社会の脆弱性の解明と解決」成果報告書, (独)科学技術振興機構.