

特集：東日本大震災特集 放射性物質の健康影響

< 総説 >

原子力事故・災害への対応とリスクコミュニケーション：
リスク管理と事故対応

佐藤元

国立保健医療科学院政策技術評価研究部

Nuclear emergency preparedness and response in Japan:
Risk management and communication regarding nuclear events

Hajime SATO

Department of Health Policy and Technology Assessment, National Institute of Public Health

抄録

原子炉において重大な事故が起きた場合、広範囲に放射性物質が放出され、汚染地域では有害な健康影響が長期にわたって持続する大規模災害を来し得る。また、放射線は不可視であり他の有害物質とは異なる不安を生じ得る。従って、原子力災害ならびに放射線の健康リスクへの不安を払拭するためには、原子力施設・放射性物質の厳格な安全管理に加えて、こうしたリスクを可視化して提示し、人々がリスク管理に信頼を置くことができるよう努めることが重要とされてきた。

本稿は、原子力施設の安全管理、また事故対応に関わる国際社会と日本の基本的な法令・規則、組織、文献および情報源を記載して概説する。また、原子力災害についてのリスクコミュニケーションの原則と課題を述べる。これらは、事故発生時のみでなく平時・事故発生前の安全管理・コミュニケーションを考える上でも重要な事項である。さらに、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋地震に続く福島第一・第二原子力発電所の事故とその対応に関する概略と、今後評価すべき課題を提示する。

キーワード：原子力災害、原子力事故、リスク管理、リスクコミュニケーション、事故対応、安全対策

Abstract

Severe accidents at nuclear plants can result in long-standing and large-scale disasters encompassing wide areas. The public may have special concerns regarding these plants and radiation-related health risks. It has therefore been argued that risk communications efforts, along with rigid safety management of nuclear plants, are imperative to prevent such accidents, mitigate their impacts, and alleviate public concerns. This article introduces a set of laws, acts, codes, and guidelines concerning nuclear safety in Japan. In addition, the preparedness and mitigation plans and programs for dealing with nuclear accidents and possible disasters are also discussed. Furthermore, the ongoing accidents at the Fukushima nuclear power plants following the Great East Japan Earthquake in 2011, and the government response to them are presented. A set of points regarding the management and communications of power plant accidents are discussed.

Keywords: nuclear accident, risk management, risk communication, emergency preparedness, emergency response, Japan

連絡先：佐藤元

〒351-0197 埼玉県和光市南 2-3-6

Minami 2-3-6, Wako, Saitama 351-0197, Japan.

Phone: 048-458-6223 (+81-(0)48-458-6223)

Fax: 048-469-3875 (+81-(0)48-469-3875)

E-mail: hsato-ky@umin.ac.jp

[平成23年8月25日受理]

I. 序

原子力の利用においては、核分裂を制御し放射線の漏出を防止する原子炉の安全性確保、さらに原子炉外での核物質（燃料）の安全な保管や移送が、その黎明期から重要な課題である。原子炉において重大な事故が起きた場合、広範囲に放射性物質が放出され、汚染地域では長期にわたって有害な健康影響が持続し、居住、経済活動も大きく妨げられる大規模災害を来し得る [1]。原子炉・核物質の安全管理が極めて重要とされる所以である。このため、平常（通常運転）時は勿論として、自然災害や人為的な誤操作があっても安全が確保されるように、幾重にも安全手段を講ずる縦深防御（defense-in-depth）が組み入れられ、また運用面においても安全管理が疎かにならないように安全文化（safety culture）の醸成に多くの努力が払われてきた。最近では、テロリズムに対する防御という安全保障の観点からも、原子力施設・核物質の管理は見直されている [2]。

放射線は不可視であり少量曝露では生体に損傷が加えられたことの自覚が不可能であること、有害な影響の現れが遅発性であったり次世代に及び得ることなどにより、人々に他の物質とは異なる不安を生じ得る。そのため、放射線の健康リスクへの不安を払拭するためには、原子力施設・放射性物質の厳格な安全管理に加えて、リスクを可視化して提示し、人々がリスクの管理に信頼を置くことができるよう努めることが重要とされてきた [3]。原子力関連施設の立地選定や建設、また運用には、この潜在的な健康リスクへの懸念から大きな社会的関心が寄せられ政治課題となることも多い。社会の中で原子力という技術をどのように管理して位置付けるか、また安全確保に努める一方で残るリスクをどのように受容するかという困難な課題に応える形で、1970年代後半から「リスクコミュニケーション（risk communication）」の重要性が認識され、その活動が拡充されて来た [4]。

リスクコミュニケーションは「人の健康また環境に対するリスクについての個人・集団・組織間の双方向的な情報（意見）交換の過程」あるいは、「個人、集団、組織間の双方向的な情報交換過程であり、リスク自体の性質に留まらず、リスク管理に関係する法的枠組みや体制、また対応状況に関する情報、人々の不安や意見など、幅広い多様なメッセージを含む」と定義される。リスクに効果的に対処するためには、個人・集団の意志決定・政策決定に必要な正確な知識を供給すること、利害関係者間の信頼関係を醸成すること、争点を解決して合意に至るために利害関係者と十分な対話をもつこと（対話を促進すること）等が重要であり、一般にこれらがリスクコミュニケーションにおける大きな目的とされる [5]。

今回の東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所の事故は、現在も引き続き大きな社会的影響をもたらしている。震災前、震災直後、さらにそれに引き続く現在に至るリスクコミュニケーションについては、今後の評価が俟たれる所である。本稿では、

原子力施設の安全管理、また事故対応に関わる基本的な法令、文献、情報源を記載して紹介する。また、コミュニケーションの実施・評価の原則と課題を述べる。これらは、上記の発電所事故、現在稼働中また休止中の他の原子力施設に関する事故対応、さらに平時・事故発生前のコミュニケーションを考える上でも重要な事項である。

II. 原子力事故・災害の分類

原子力施設の安全管理を目指して、国際連合は国際原子力機関（International Atomic Energy Agency, IAEA）を設置し国際条約を制定している。これらは、原子力関連施設の技術的な安全基準を定めるとともに、国内（各国政府）の原子力規制監督機関、核施設運用者の責任、法制度、施設・設備や運用の監督や事故報告のあり方、国際機関や他国関連機関との協力方法を詳細に定めている [6-8]。

原子力関連施設の事故の程度に関しては、IAEA と経済協力開発機構原子力機関（OECD/NEA）が、国際原子力事象評価尺度（International Nuclear Event Scale, INES）を評価基準として定めている [9,10]。これは、原子炉の縦深防御の破壊・機能不全、原子炉事業所内（on site）での影響、さらに事業所外（off site）への影響の程度と、各々の状況に必要とされる対処に応じて、事故・事象を7段階のレベルに分類する（表1）。縦深防御は、核反応の制御、

表1 Basic structure of the scale, and examples of accidents/incidents

Level	Criteria or safety attributes		
Descriptor	Off-site impact	On-site impact	Defence-in-depth degradation
7 Major accident	Major release: widespread health and environmental effects. Chernobyl (1986)		
6 Serious accident	Significant release: likely to require full implementation of planned counter-measures. Kyshtym (1957)		
5 Accident with off-site risk	Limited release: likely to require partial implementation of planned counter-measures. Windscale (1957)	Severe damage to reactor core/radiological barriers. Three Mile Island (1979)	
4 Accident without significant off-site risk	Minor release: public exposure of the order of prescribed limits. Saint-Laurent (1980), Buenos Aires (1983)	Significant damage to reactor core/radiological barriers/fatal exposure of a worker. Windscale (1973), Ibaraki (1999)	
3 Serious incident	Very small release: public exposure at fraction of prescribed limits	Severe spread of contamination/acute health effects to a worker	Near accident no safety layers remaining. Vandellos (1989)
2 Incident		Significant spread of contamination/over exposure of a worker	Incidents with significant failures in safety provisions. Mihama (1991)
1 Anomaly			Anomaly beyond the authorized operating regime. Tsuruga (1999), Hamaoka (2001), Mihama(2004)
0 Deviation	No	Safety	Significance

放射性物質の冷却、放射性物質の閉じ込め・遮蔽の各プロセスに関わっている（表2）。軽微な事象から重篤な事象の順に、レベル1から3は「異常な事象（incident）」、レベル4から7は「事故（accident）」に分類され、この判断基準には詳細な条件が設定されている（表3）。例えば、全身への法定実効線量の10倍を超える放射線曝露が作業員に生じた場合には最低でもレベル3、この曝露された作業員が数人以上の場合にはレベル4、数十人以上の場合にはレベル5となる。レベル1よりも軽微なものは、安全に関係しない事象（deviations）として、「評価対象外（out of scale）」に分類される。これらは原子力災害を記述する上での基本である。

表2 Defense in depth in design and operation.

Objective	Means of implementation	Treatment within INES	
		For power reactors	For other facilities
Prevention of abnormal operation and failures.	Conservative design and high quality in construction and operation.	Addressed by considering the likelihood of the initiator.	Each well designed system is considered as one or more safety layers.
Control of abnormal operation and detection of failures.	Control, limiting and protection systems, and other surveillance features.	Control and surveillance features are addressed by considering the likelihood of the initiator. Protection systems are included as safety systems and hence addressed by considering the operability of the safety functions.	Considered as one or more safety layers.
Control of accidents within the design basis.	Engineered safety features and accident procedures.	Addressed by considering the operability of the safety functions.	Considered as one or more safety layers.
Control of severe plant conditions, including prevention of accident progression and mitigation of the consequences of severe accidents.	Complementary measures and accident management.	Addressed by considering the operability of the safety functions.	Considered as one or more safety layers.
Mitigation of radiological consequences of significant releases of radioactive materials.	Off-site emergency response.	Not considered as part of defence in depth.	Not considered as part of defence in depth.

表3 INES: for prompt communication of safety significance

Level/Descriptor	Nature of the events
7 Major accident	External release of a large fraction of the radioactive material in a large facility (e.g. the core of a power reactor). Typically involve a mixture of short and long-lived radioactive fission products (in quantities radiologically equivalent to more than tens of thousands of tera-becquerels (tBq) of iodine-131). Would result in the possibility of acute health effects; delayed health effects over a wide area, possibly involving more than one country; long-term environmental consequences.
6 Serious accident	External release of radioactive material (in quantities radiologically equivalent to the order of thousands to tens of thousands of tBq of iodine-131). Likely to result in full implementation of countermeasures covered by local emergency plans to limit serious health effects.
5 Accident with off-site risk	External release of radioactive material (in quantities radiologically equivalent to the order of hundreds to thousands of tBq of iodine-131). Likely to result in partial implementation of countermeasures covered by emergency plans to lessen the likelihood of health effects. Severe damage to the installation. May involve severe damage to a large fraction of the core of a power reactor, a major criticality accident or a major fire or explosion releasing large quantities of radioactivity within the installation.
4 Accident without significant off-site risk	External release of radioactivity resulting in a dose to the critical group of the order of a few milli-sieverts (mSv). The need for off-site protective actions would be generally unlikely except possibly for local food control. Significant damage to the installation. Might include damage leading to major on-site recovery problems such as partial core melt in a power reactor and comparable events at non-reactor installations. Irradiation of one or more workers resulting in an overexposure where a high probability of early death occurs.
3 Serious incident	External release of radioactivity resulting in a dose to the critical group of the order of tenths of mSv. Off-site protective measures may not be needed. On-site events resulting in doses to workers sufficient to cause acute health effects and/or an event resulting in a severe spread of contamination for example a few thousand tBq of activity released in a secondary containment where the material can be returned to a satisfactory storage area. Incidents in which a further failure of safety systems could lead to accident conditions, or a situation in which safety systems would be unable to prevent an accident if certain initiators were to occur.
2 Incident	Incidents with significant failure in safety provisions but with sufficient defence-in-depth remaining to cope with additional failures. An event resulting in a dose to a worker exceeding a statutory annual dose limit and/or an event which leads to the presence of significant quantities of radioactivity in the installation in areas not expected by design and which require corrective action.
1 Anomaly	Anomaly beyond the authorized regime but with significant defence-in-depth remaining. This may be due to equipment failure, human error or procedural inadequacies. Examples include: breaches of technical specifications or transport regulations, incidents without direct safety consequences that reveal inadequacies in the organizational system or safety culture, minor defects in pipe work beyond the expectations of the surveillance program.
0 Deviations (below scale)	Deviations where operational limits and conditions are not exceeded and which are properly managed in accordance with adequate procedures. Examples include: a single random failure in a redundant system discovered during periodic inspections or tests, a planned reactor trip proceeding normally, spurious initiation of protection systems without significant consequences, leakages within the operational limits, minor spreads of contamination within controlled areas without wider implications for safety culture.

IAEA はさらに、事態の緊急度を、「非常事態 (general emergency)」、「事業所の緊急事態 (site area emergency)」、「警戒警報 (alert)」の3段階に分類する [11]。「非常事態」は、炉心の損傷が起きているか予想される場合、あるいは事業所外の放射線レベルが緊急保護対策を要する国際基準を超えるような場合であり、放射性物質・放射線の大規模放出が起り得る事故である。近隣住民は防護行動を求められ、近隣諸国には通知が必要である。スリーマイル島やチェルノブイリにおける事故がこれに相当する。「事業所の緊急事態」は、安全確保策に大きな損傷が生じており、炉心損傷が生ずる一歩手前の段階である。関係機関と市民は防護行動のための準備を求められ、必須の要員以外は事業所からの退避を求められる。「警戒警報」は、安全レベルが低下している事態であり、関係機関が即時的対応態勢を整える必要が生ずる。米国では事業所緊急事態は、数年に1, 2回、また警報警戒は、ハリケーン、洪水などによるものを始め、毎年1, 2回生じている。

原子力施設の事業者は、施設の運転に異常が生じた場合、また放射性物資の外部放出が起こった場合には、行政当局に注意報告 (warning) を行う必要がある。これには、正常でない全ての事柄・事態が対象とされる。IAEA は、可能な限り、客観的に観察可能な指標 (例えば、炉心熱電対温度が700度以上) によって緊急対策が開始されるような態勢整備を求めており、これによれば、原子炉システム、核物質生成物の格納 (容器)、天候、施設の保全・保安、放射線物質の放出・拡散など多岐にわたる異常を指標化して異常事態に備える必要がある。また、施設・設備の改変、実施されている安全対策の変更、査察・評価結果などについても直ちに通報が必要である。施設内外の監督・対策本部には24時間の即応体制が求められる。

国際的にはIAEA早期通報条約 (IAEA Convention on Early Notification) に従う。INES (2008) によれば、すべての国は、レベル2以上あるいは国際社会の関心事となっている核関連事象が生じた場合には、24時間以内に国際社会に通報すること、レベル判断に時間を要する場合でも、暫定レベルを報告すべきことを原則として定めている。

Ⅲ. 原子力事故・災害への対応とコミュニケーションの原則

原子力事故・災害は、社会の幅広い分野に影響を及ぼし得るため、中央・地方政府を含めて予め責任の所在を確定し、指揮系統を整理して先導 (上位) 機関を定めること、また法令を整備しておく必要がある。緊急事態の宣言、市民の安全と公共秩序の維持、事業所内外での緊急事態対策、コミュニケーションや広報、交通・運輸の維持、農業・通商の維持、公衆衛生と環境の保護、放射線防護と監視、天候予測など、多岐にわたって迅速で協調のとれた対応が求められる。

これら政策の決定と実施には、事業所や地域の事態、放出された放射性物質の特徴、環境中の放射性核種の拡散・

蓄積、近隣・遠方の放射能汚染、健康影響、さらには事故対策・防衛行動の利点と欠点などに関する現状把握と予測を継続的に実施する必要がある。これら監視体制は平時から整え、異常事態に即応できるよう準備することが重要であり、前述のように、情報を一元化して整理した上で、これら客観的指標に基づいた対策 (operational intervention levels) が予め計画されている必要がある [12]。

冗長性のある縦深防御の設置にも拘らず安全対策システムが機能不全となる確率やそれによる帰結は、各所で予測されている。この安全対策には、施設へのグリッド電源供給、熱容器・格納容器の多層的な保全、複数系統の給水による蒸気発生器を通じた炉心冷却の継続などが含まれるが、これらの完全な損壊による水蒸気爆発や炉心溶解・炉心滴下を含め、様々な事態の時間的推移が想定され分析結果は公表されている [13]。一般に重大事故の年間発生確率は10のマイナス6乗を超えないことが目標に設定されている。これ以下の発生確率である極めて稀と見なされる事態の予想・評価は、時に「設計 (規格) 外研究 ("beyond design basis" studies)」と称される。安全性に関する確率的な安全性評価 (probabilistic safety assessment, PSA) は、各国で導入されつつあり、常に事故は起り得るものとして備えることの重要性が論じられている [14,15]。

IAEA は、放射線量の予想には大きな不確実性が伴うため、放射線防護手段に関する初期の決定は、観察可能なデータによる簡明な基準 (例、炉心損傷の兆候など) に基づいて行うべきであると推奨している [16]。これに沿ってEUでは、コンピューターによる即自的 (政策) 決定支援プログラム (Real-time On-line Decision Support System, RODOS) の開発と導入を進めている。このシステムは、放射線レベルの現状・予想を示すのみでなく、取り得る対策の利点と欠点、さらにこれらの社会的影響や比較衡量 (分析) を提示するものとなっている。更にEUにおいては、安全性評価および事故対策に関する情報の公開についての明示的な基準 (規則) が設けられ、テロリズム対策など安全保障を妨げない部分についての公開が進められている。

非常事態が起きた場合、IAEA は、(1) 施設から半径3-5km以内 (Precautionary Action Zone, PAZ) の住民は退避もしくは避難所へ移動、また半径25km以内 (Urgent Protective Measure Planning Zone, UPZ) の住民には安定化ヨウ素剤を配布、(2) 放射性物質が放出された場合には迅速な監視を行い、高濃度汚染地域の同定と避難指示を行う、(3) 測定結果により必要な手段が決定されるまでの間、地域で生産される生鮮食料品 (牛乳や野菜など) の摂取を制限する、などからなる基本対策の実施を推奨している。これらの原則に関しては国際的合意があるが、取り得る手段の選択 (事故対策・防護指針の実行は、種々の害を及ぼす以上に利益が得られなければならないとする正当化の価値判断) は、具体的な状況・地域により異なり得る [17,18]。

日本の原子力安全に関する法律体系は、最も上位にある「原子力基本法」の下、IAEAの基準を尊重しながら政府が行う安全規制や事業者の義務等を規定した「核原料物

質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（原子炉等規制法）、「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」、「電気事業法」、「原子力災害対策特別措置法（原災法）」などによって構成される [19]。職業被ばく等に対する線量限度等については、「放射線障害防止の技術的基準に関する法律」に基づき、文部科学省の放射線審議会が国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection, ICRP）の勧告の取り入れを審議し、関係省庁に意見を述べることになっている。さらに自治体によってはこれらと連携する形で、原子力防災計画、被ばく医療活動実施要項などを策定している [20,21]。

行政府では、経済産業省の原子力安全・保安院（保安院）が原子力に関する直接的な規制責任を担っている。内閣府にある原子力安全委員会は、保安院を監視・監査する役割を有しており、内閣総理大臣を通じて経済産業大臣に対して必要な措置を講ずることを勧告できる。放射線障害の防止と放射能水準の把握のための監視・測定は、文部科学省をはじめとする関係省庁が行っている。

原子力災害対応は、災害対策基本法を補完する原災法に基づいて実施される。原子力災害に対して事業者、国と地方公共団体が連携して取り組むこと、原子力緊急事態が発生した場合は内閣総理大臣が原子力緊急事態宣言を発出するとともに避難等の指示をすること、内閣総理大臣を長とする原子力災害対策本部を設置して事態に対応することが定められている。緊急時の環境モニタリングについては、地方自治体が実施し、文部科学省がそれを支援するとされている [22]。

チェルノブイリ原発事故の後、原子力安全委員会は指針「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策としてのアクシデントマネージメントについて」を決定し、事業者の自主的措置（法令要件外）として、事故の拡大防止対策ならびに影響緩和対策の整備を進めるものとした。事業者には、PSAを実施して、これに基づく安全対策を導入整備することが求められた。シビアアクシデントとは、「設計基準事象を大幅に超える事象であって、安全設計の評価上想定された手段では適切な炉心の冷却又は反応度の制御ができない状態」と定義される通常想定外の重大事故を指している。シビアアクシデント対策は複数国で新規設計炉の規制要件となっており、我が国でも検討が進められている [23,24]。

どのような事態においても、良好なコミュニケーションは必須の条件である。メディアや市民に複雑なトピックを伝えるには、平時から良好な双方向的コミュニケーションが取れていることが求められる。原子力の規制監督機関への信頼、さらには安全文化の醸成の礎もこれに依拠している。

コミュニケーションにおいて中心的役割を期待される規制監督機関は、規制する側と規制を受ける側の役割・責任の違いを明確にして、安全に関する状況、さらに安全を確立し維持するための施策について公明な情報提供を行うことが肝要であり、核関連施設・産業を振興するよ

うな活動を行ってはならない。これは、人々の認知、行動の形成や変容を目的として積極的に働きかける能動的（proactive）コミュニケーション、人々の関心や不安、問い合わせに応える形での受動的（reactive）コミュニケーションの双方に適用されるべき重大原則である [25]。

国際社会における原子力関係のコミュニケーションにおいては、IAEAが中心的役割を果たしており、核関連の安全に関わるコミュニケーションの目的として、(1) 核関連技術の情報を提供し不必要な放射線曝露を避けるよう教育することで人々の安全を高める、(2) 社会で人々が有する不安や関心を汲み取りこれに応える、(3) 現行の安全基準とその施行についての情報開示、(4) 核関連技術が適切な安全基準に沿って運用されていることへの信頼の確立、さらに(5) 事実に基づく不偏情報を提示することで政策決定に資することを挙げ、これらを通じて社会に原子力利用の安全文化を醸成することを述べている [26]。安全文化は、知識や能力、意欲や献身、責任の明確化や監視体制など、個人と組織の両面、また社会全体に及ぶ要因として安全管理を支える基礎に位置づけられている。

他方、各国内においては、原子力・核物質利用の規則を定め、運用・査察を行う独立機関である規制監督機関が、中立的でバランスのとれた情報を提供するのに適した組織とされる。その第一義的目的は、市民に事実情報を伝え、また当該組織が原子力利用の安全に責任を有する機関であることを明示することにある。規制監督機関と事業者（被規制機関）とは役割も権限も異なることを踏まえ、原子力産業の振興に偏らず中立的に放射性物質の管理を行う国の機関であるという明確なメッセージを発することが重要である。政府内で複数機関・部署に管轄・権限が分かれる場合には、これらの協力を図る体制が求められるのは言うまでもない。政府組織の内部でよくコミュニケーションが取れていること、外部とのコミュニケーションに際して協調が取れていることに加え、内部と外部のコミュニケーションが互いに補完し合いながらその機能を果たすように留意すべきである。

特定の問題についてコミュニケーションプログラムを作成・実施する場合には、(1) 目的の明確化、(2) 目的に応じた対象の特定、(3) メッセージおよびメディアを選択するための調査、(4) メディアプログラム実施の管理戦略、および(5) 逐次的評価とフィードバックといったステップを経る。上記の事項を踏まえて、非常事態が起こる前に、(1) 事故・事象の特徴、(2) 事故の推移の予測、(3) 関係当局の対応、(4) 行政・関連機関の管轄・責任、(5) 防護対策に関する指示、(6) 定期的で適切な情報提供、などを含んだ報道メッセージのセットを準備しておくことが望ましい。また、マスメディアは放射線の健康影響や防護について日常的に扱っていないので、危機収束という目的とは異なった基準で報道され得ることに十分な注意が必要である。特に、雑多な情報・報道が人々を取り巻いている時、どの情報が確かなもので重要であるかを示すことが求められる [27]。

このためには、対象を十分理解して能動的に双方向のコミュニケーションを確立することが重要である。ここでいうコミュニケーションの対象には、政策決定者（政治家、行政官）、市民（核施設近隣住民、一般市民あるいは特定集団）、原子力関係者（nuclear community）、非政府組織（地域共同体組織、学会、圧力団体、業界組織）を含み、各々の有する関心・心配、知識、経験など心理・行動特性などを踏まえた適切なコミュニケーション活動を要する [25]。マスメディア・ジャーナリストは、彼ら自身がコミュニケーションの対象であると共に、より多数の人々と相互に作用する媒介組織であり、特別な留意が求められる。現場でのメディア関係者の居場所の確保、窓口（担当者）の明確化、定期的な情報提供などは基本的事項である [28]。

リスクへの大きな不安は、人々に畏怖、不安、不信、憎悪、逸脱、絶望や葛藤などの強い感情を引き起こす。リスク評価（機関）への不信、リスクの受忍程度に関する判断の不一致、科学や研究機関一般への不信や敵意、危機的状況におけるパニックや拒否反応、あるいは無気力や無関心、（特定の集団における）学習能力の不足もコミュニケーションの阻害要因となる。リスクに関連した偏見・ステイグマの問題、情報・知識の変化や不確実性の取り扱いにも注意が必要である。これらは全てリスクの管理・コミュニケーションの有効性を左右すると共に、波及効果として二次的社会問題（風評被害など）を引き起こす [29,30]。特に、有害事象が有する憤激要因（outrage factors）は、強い倫理的また感情的色合いを帯び、個人が感情的に行動する傾向を強め、リスクをより過大視させる原因となる [31]。原子力災害・放射線事故はこれらの要素を多く有しており、格段の注意が必要である。

具体的なメッセージの組み立て方法、対象に応じたメディアの選択、双方向性の確保などの原則、その他の重要なポイントなどに関しては、IAEAのハンドブック [26]、NRCおよびCDCのガイドライン [32,33]が詳しい。これらには、危機コミュニケーション（crisis communication）の一般原則に留意することの重要性も繰り返し述べられている。危機的状況は（殆ど）予兆なく起きること、特に端緒においてデータが欠如すること、データは刻々と変化し不完全であり互いに矛盾し得ること、物理的また人的被害が生じ得ること、秩序が失われ混乱しがちであること、平時のコミュニケーションが機能不全になり得ること、「起こる可能性のあることはいつか実際に起こる（Murphy's law）」ことなどを踏まえ、最悪の場合を含め事態の推移を多岐にわたってシュミレートし、可能性のある複数事態への対応を事前に周知すること、さらには訓練・演習を実施するなどの準備が肝要である [34]。農作物への風評被害（抑止）対策なども、この事象に含まれる。

コミュニケーションは経験と訓練に基づく特殊な専門分野であることは常に銘記することが必要である。市民は、健康への影響、被ばく・汚染の程度、放射線量、事故原因、対処行動、飲料水や食料の安全性、安全な退避地域などに関する情報を強く求める [35]。その上で、各自の判断（能

力）が尊重されることを求めていること、そのため正直で透明性の高い情報開示を望んでいることに留意が必要である。安全、信頼、選択権や自由などの基本的価値を尊重していることを示すのも重要である。報道・広報に際しては、平均的な市民の知識レベルに合わせた簡潔な情報を伝えることが重要であり、自然界の放射線源との比較を提示するなどして、放射線リスクについて各自が判断できるような材料を提供するなどの工夫が望ましい [36]。反面、事故対処の最中において、原子力施設が他のエネルギー施設と比較して如何に安全かを繰り返し強調することはあまり有益とはいえない。

米国における原子力・放射線に関するコミュニケーションを重点課題とした活動、事故対応に限らず、核関連施設の利点と欠点を政策決定過程でどのように位置づけるかなど幅広い課題についての議論は、放射線防御・測定委員会（National Council on Radiation Protection and Measurement, NCRP）を始めとした機関で継続して実施されている [37]。近年は、核関連施設へのテロリズム、放射性物質を利用したテロリズム活動への対策とコミュニケーションのあり方が大きな関心事となっている。この場合においても、事業者、政府（規制機関）、市民、地域・利益団体が情報を共有して共通のリスク（評価）認識を持ち、協同して安全（また有害事象への対応）を構築することの重要性が繰り返し論じられている [38]。

IV. 過去の原子力事故・災害からの教訓

米国では1979年3月28日に起きたスリーマイル島（Three Mile Island）の原子力発電所事故の後、連邦議会が原子力規制委員会（US Nuclear Regulatory Commission, NRC）に詳細な事故の報告と事故後の対策改善の評価を求めた。中でも、事故対応計画の実効性、事故対策センターにおける原子炉データの監視に加えて、緊急時コミュニケーションのあり方が重要課題として検討されている。スリーマイル島でのような事故はいつでも起き得るものであることを前提とし、また原子力発電所のような複雑なシステムにおいては生起確率の小さい想定外の重大事故に適切に対応できないとの懸念を踏まえて、何が対策として可能なかが入念に検討された [39]。

まず、事故発生前（平常時）、事故発生直後、事故対応期間、さらにその後の復旧期間の各段階に応じて、原子力関連施設、事故対策本部、NRC、自治体および連邦政府の各部署間で、どのように情報が伝達・共有されたかが評価対象となり、問題点の洗い出しと解決策が検討された [40]。例えば、事業所からNRCまた州政府への第一報では事故が重大なものであり（得）ると通知されなかったことが問題視され、解決策として、事故の通知・報告についての連邦規則（45 FR 55402, 1980）が制定された。さらに、特別な専用電話回線の設置、不断に待機する要員の配備、発電所施設内および近隣の施設外に事故対策本部を設置して綿密な対面情報交換を図ること、時に過多となる情報を効率よく選別処

理することの重要性が指摘され、全米各所の原子力関連施設の状態を示すデータを自動的にNRCに送信し集約する監視システムが整備、さらに事故対策計画および訓練におけるコミュニケーションの重点化が導入された。

Sandman(2006)は、スリーマイル島事故での災害対策・コミュニケーション活動を振り返り7つの教訓を提示している(表4)[41]。これらは、(1)スリーマイル島での事故が重大な事故でなかったことは専門家の意見が一致している。しかし、Babcock and Wilcoxシミュレーションによる事故予測とチェルノブイリ事故の記憶が人々の不安を増大したことを踏まえると、コミュニケーション専門家は事故対策においてより中心的役割を果たすべきであった。(2)最初の数時間から数日間、何が起こっておりどうなるのかを把握している者は存在しなかった。発電所事業者は不安解消を意図して楽観的メッセージを繰り返した。これが後に、人々および州政府・知事が不信感を持つ原因となった。ペンシルバニア州保健局の初期における保守的なメッセージの方が、長期的に見て良い効果をもたらした。(3)技術的正確さを期して公表されない事柄があった場合、人々は(時に信頼性を欠く)他の情報源からそれを知ることとなる。加えて自分たちは危機対応のパートナーとして認められていないと認識する。これらは結果的に不安を増大させる。(4)危機的状况においてメディアは人々の不安を煽らないように報道する傾向がある。しかし事故についての報道量が増加すること自体が、人々の注意を喚起し不安を生む。

表4 Lessons from the Three Mile Island

1. Pay attention to communication	コミュニケーションは重要である
2. Err on the alarming side	リスクを重大視して警告を行う方がよい
3. Don't lie, and don't tell half-truths	事実は全てを正確に伝えることが重要である
4. Expect the media to be over-reassuring	危機においてメディアは過度の安心感を与え得る
5. Keep it simple	説明は単純・簡明にすべきである
6. Pay attention to outrage	事故対応に関する心理的特性に注意
7. Get the word out	原則的に情報は公開して制限しない

(5)政府、規制委員会、事業者は、事故が発生すると(時に正確を期そうと意図して)複雑で技術的な説明を行う。しかし人々は、必ずしも詳細な技術的情報を望んでいない。正確さが意図されていることを人々は感じ取り、それが不安や怒りの遠因となりうる。(6)原子力事故は、多くの憤激要因(outrage factors)で特徴付けられる事象である。不信は恐れを生み、コミュニケーションを困難にする。人々に(対処)行動の選択肢を提示して不安を軽減することが有益である。および(7)危機に直面した多くの組織は、情報(提供)の流れを制限しようとする。広報窓口を一元化することは一つの有効な戦略であり得るが、それは組織内・関係者間での情報共有を困難にすることが多い。またこうした場合、メディアや人々は他の情報源を探し始める。

振り返ってみると、情報を広く正しく公開して、人々に自由に考え話させた方が良い結果を生むことが多い、とする諸点である。

政府・規制機関にとって重要なコミュニケーションの原則は、情報が不十分・不完全であっても、分かっていること(入手情報)とその不確実性、分かっていないこと(不明点)を伝えること、暫定的でも現状と予測(シナリオ)、それら状況への(実施中の、また計画中の)対応を発表することである。特に有害事象の進展の可能性(予測)について臆さず伝えることが、長期的に当該機関の信頼性を維持しパニックを防止するのに有益である。これらは近年、新型インフルエンザへの対策においても繰り返し指摘された諸点である[42]。

ここでいうコミュニケーションは、言語的なものに限らない。例えば、放射線被ばく集団の予防的な医学的監視活動は、実際の身体的影響を捕捉・評価して公衆衛生対策に役立てる(介入により臨床転帰を改善する)という目的以外に、潜在的な健康影響を心配する人々に安心を与える効果があり、これは施策の象徴的(心理的)効果という観点からはコミュニケーションの一部とみなされる[1]。リスク管理においては、作為、不作為また無作為も政策選択であり、大きなメッセージである[43]。

日本では1999年に、株式会社ジェーシーオーの核燃料加工施設内で核燃料加工中にウラン溶液が臨界状態に達し中性子線を浴びた作業員2名が死亡、667名が被曝した事故(INESレベル4)が発生した。これを機に、原子炉等規制法は一部改正、原災法が制定され、また原子力災害対策本部に加えて事故発生施設の立地地域にオフサイトセンターを設けることの有用性が確認された[44,45]。事故は起こる(起こり得る)ものとする前提に立って対策を進めるべきこと[46]、さらに事故発生時の広報・コミュニケーション活動の方針についても反省が加えられ整理された[47,48]。本事故は日本において、原子力災害のみならず(大規模)産業事故への対応・危機管理を再考する契機となった[49]。

原子炉等規制法および原災法によると、事故が初期段階から原災法第10条相当事象(事業所区域の境界付近において放射線量が $5\mu\text{Sv/h}$ を超える)の範囲内では、災害情報の広報は地方自治体の判断によって実施する。事故の重大性が増すにつれて、地域住民や域外の人々・機関に向けてより強力な広報を実施して注意喚起を行い、また問合せに対応する。原災法第15条に相当する事態(原子力事業所の区域の境界付近において放射線量が $500\mu\text{Sv/h}$ を超える)の場合には、オフサイトセンターに国、道府県、原子力事業者などからなる原子力災害合同対策協議会を設置し、ここでの協議を経た後に自治体の事故対策本部から事態の報告と対処を発表する[50]。原子力関連施設を有する地方自治体ではこれらに沿って原子力防災訓練が実施されている[51]。

これまでの原子力災害・事故の経験から、情報と予測、不確実性の共有と公開、さらには政策選択の明示化が重要

であるとの反省がなされたことを踏まえ、欧州原子力共同体 (European Atomic Energy Community, ユーラトム) は、原子力関係施設の災害対策として、前述の RODOS の例に見られるような (政策) 決定支援プログラムを複数作成し運用を開始している。これらは施設内外の多岐にわたるデータを蓄積・公開し、関心・利害の異なる関係者間でのデータ共有を促進するのみならず、各地域の異なる産業セクターへの影響、取り得る政策手段の社会的影響の比較衡量や関係機関・利害集団の関心や反応の予測などを可視化することを意図している。これは国内外においてリスクの評価や政策選択の過程を透明化して、関係者および国際社会の中で共同して災害に対処する姿勢の現れである [52]。

日本では情報収集や分析、共有、対策決定支援を目的として、放射性物質の大気中濃度と被ばく線量の予測を行う文部科学省の「緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム (SPEEDI) [53]」があり、また監視情報に基づいて原子力発電所の状態を評価し事故への進展・推移を予測するものとして経済産業省の「軽水炉における緊急時対策支援システム (ERSS) [54]」などのシステムが稼働中である。

V. 東日本大震災に伴う原子力災害

2011年3月11日14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震 (マグニチュード9) とその後の津波 (宮古市姉吉において最大波高38.9m) により、東海、東通、女川ならびに東京電力の福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所に事故が発生した。地震発生時、各原子炉内には制御棒が挿入されたが、発生46分後に福島第一原発に到達した14m以上の津波は、電源の喪失と設備の破壊をもたらした。その結果、原子炉設備の不十分な冷却により、燃料の損傷及び一連の爆発が生じた。東京電力は16時45分に、同原発1、2号機において非常用炉心冷却装置による注水が不能になったとの判断にて、原災法15条の緊急事態に至ったと政府に報告を行った。その結果、19時03分には原子力緊急事態宣言が出され、内閣総理大臣を本部長とする原子力災害対策本部および原子力災害現地対策本部が設置される事態となった。

放射性物質が放出される事態に至る可能性があるとの判断から、避難区域及び屋内退避区域が設定され、福島第一および第二原子力発電所の事故状況に対応してその内容が順次改定された (例えば、福島第一原発については、3月11日21時23分に半径3km圏内の避難区域と半径3km～10km圏内の屋内退避区域を設定。3月12日18時25分には半径20km圏内を避難区域に、3月15日11時に半径20km～30km圏内を屋内退避区域とした。さらに4月21日には福島第一原子力発電所から半径20km圏内の避難区域は、災害対策基本法に基づく警戒区域に設定され、当該区域への立入が制限された)。

本事故、事故への対応、またその評価については、5月

24日から6月1日にかけてのIAEA調査団による報告 [58] ならびにIAEA「原子力安全に関する閣僚会議」に対する原子力災害対策本部による報告 [56] が詳しい。

東京電力福島原子力発電所においては、原子炉停止機能、原子炉及び格納容器への注水機能、格納容器からの除熱機能と安全機能のサポート機能の4項目が事故重大化の抑止対策として整備されてきた。例えば、原子炉及び格納容器の注水機能については、既設の復水補給水系や消火系から格納容器冷却系や炉心スプレイ系を介して原子炉へ注水できるように配管の接続先を確保し、代替注水設備として活用することが想定されていた [24]。しかし結果的に、これらは十全に機能し得なかった。本報告書中に記載された東京電力の解析によれば、地震発生後約3時間で燃料が露出、その後1時間で炉心損傷が開始。崩壊熱による炉心融解が起こり、地震発生約15時間後には原子炉压力容器の損傷に至ったとされている。

事故の発生時より、内閣官房長官、保安院による記者会見やプレス発表は頻回に行われた (事故直後の3日間には1日平均7回の記者会見、保安院は5月末までに155報のプレス発表、182回の記者会見を実施)。また原子力安全委員会、文部科学省、東京電力も独自に記者会見を実施した。これら会見内容の整合性を高めるため、4月25日以後は、内閣総理大臣補佐官、保安院、東京電力、原子力安全委員会、文部科学省などが参加する事故対策統合本部 (5月9日以後は、政府・東京電力統合対策室) の合同記者会見が実施された。保安院・原子力安全基盤機構、文部科学省・日本原子力研究開発機構/放射線医学総合研究所、日本原子力学会、福島県は、広く情報公開活動を行うと共に、一般相談窓口を設置した。

しかし上記報告書中においても、事故に関するコミュニケーションの問題は繰り返し反省点として述べられている。周辺住民や自治体に対する事故情報の提供不足、放射性物質 (拡散、影響と対応) に関する情報の伝達が十分でなかったこと、正確な事実の公表以外にリスクの見通しが十分示されていなかったことなどの諸点である。原子力災害発生時の原子炉の状態や事故進展予測などを行う緊急時対策支援システム (ERSS) はプラントの情報の不足により機能せず、緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム (SPEEDI) は、放出源情報が得られず十分に機能しなかった。また、様々な仮定に基づく試算結果は存在したが、初期には公表されなかった。これらにより人々の不安が増した可能性があることが指摘された [57]。加えて、東京電力による高濃度汚染水の海洋流出や低濃度放射性滞留水の放出の連絡が国内外で遅れたこととの反省が記載されている。

上記の多くは、(主として海外の) 危機・リスクコミュニケーション専門家、福島原子力発電所事故の発生後間もない時期から指摘していた事項であり、日本のリスクコミュニケーションに関する取り組みが、海外の専門家の目から見て遅れたものであったとする批判は免れない。

一般に、政府機関を始め組織には、楽観的に予想し広報することは進んで行いが、悲観的な悪い予想を公表するこ

とを恐る傾向がある。今回の事故に際しても、この現象が観察されている。不確実性を認めることは当局の事故処理能力に疑念を抱かせるが、組織の情報・事故対応への基本的信頼（感）を増やす効果がある。事態が悪化した時点あるいは後にこれを伝えて人々に不意打ちを与えることになると、事故対応能力と（当局）組織自身への信頼の両者が損なわれる。信頼は事故・危機克服の礎であり、人々を恐れさせることへの不安（fear of fear）によって十分な警告（alarming speculation）を行わない代償は大きい。過去の事例をみても、過度の警告を出して人々を恐れさせる（fear mongering）という批判は甘受し、遡及的に見て予想よりも軽微な有害事象であったと反省を述べる方が望ましいことが多い。この観点からすると、日本の事故対応でみられたコミュニケーションでは、リスクの注意喚起・警告が不十分であったと評価される [58]。

原子力発電所事故の事態推移の見通し（今後の状況）、避難対象地域への帰還の可能性と時期、それらに関する起こりうるシナリオ、特に、低確率であってもより悪い事態（a low-probability but high-magnitude worsening）は何か。牛乳や野菜、あるいはお茶などの食品、さらに水道水の放射線濃度上昇（と乳児の飲用自粛）に関して、事前に（放射線物質の環境への放出、水道・食品の汚染）可能性が予測されていたのならばもっと早くに警告して（水道）水の備蓄を推奨すべきであったし、予測されていなかった（しかし、あり得ない事態ではない）とすれば、事態（予測）が不明であることを述べた上で、やはり（水道）水の備蓄を推奨すべきであった。少なくとも、環境測定が実施されていることを公開して、その結果によりどのような対処が必要となり得るかを説明すべきである。いずれも飲料水の放射能汚染が実際に起こる以前に行うべきコミュニケーションであると議論されている [59]。

また、日本の政府、原子力規制機関、東京電力が、協調したコミュニケーション活動を開始するまでには4日間を要し、事故発生後の重要な3日間における失敗は、政府や東京電力の情報開示・コミュニケーションに対する市民の信頼を大きく損ねたこと [60,61]、さらにこれが人々の不安を増大したと批判されている [62]。政府の指定した避難地域外においても、少なからず避難を開始する人が存在したことは、放射線への恐れのみでなく政府対応への不信が関与しているとの推察もある [63]。

こうした批判は海外の研究者に留まらない。日本原子力学会は、国や東京電力による事故の評価結果、データの情報開示が遅れたことを批判する公式声明を発表した。具体的な問題例として、(1) 事故直後に炉心燃料が溶融し圧力容器下部に落下していた可能性があるとの評価結果は6月6日に公表されていたが、対IAEA報告書では、さらに燃料は格納容器にまで漏れいしている可能性があるとの評価結果が初めて開示された、(2) 事故初期の緊急時モニタリング結果等の未公表データが5月下旬以後に相次いで公表されたが、その公開経緯（遅延理由）と対IAEA報告書の内容の一部とに齟齬があること（特に、現地対策本部な

どがオフサイトセンターに残置したデータの中には、3月12日時点での炉心が損傷し原子炉の閉じ込め機能が不完全という事実を疑わせるテルル132などの測定値が含まれていたが、公表まで2カ月以上かかったことなどが挙げられている [64]。

VI. 結び

国内外には事業用、実験用を含め稼働中の原子力発電所が多数存在している。東日本大震災後の6月初旬、米国中西部ネブラスカのフォート・カルフーン原子力発電所では火災により電源が喪失、核燃料プールの冷却機能が一時停止した。また同月下旬には、大雨・洪水によりミズーリ川の水が同発電所周辺の防水壁を破り原子炉建屋に迫り、クーパー原子力発電所の周辺でも洪水が迫る事態が発生した [65]。日本（福島）の事故と同様の電源喪失や水素爆発が起こり得るのが、現地で大きな関心となった。また欧州各国でも、日本の事故を契機として、原子力発電所の安全、さらには発電所の継続自体に再検討の動きがみられる。しかし何れにせよ、現存する原子力施設の維持・管理に安全対策が必要とされる状況は引き続き存在する。

正確な情報を継続的に伝える唯一の方法は、把握された全てを伝え、これらがどのような不確実性を伴っているかを告げ、継続して情報収集に努めていること、その結果次第ではより強い警告を発する必要が生じ得ることを述べることである。真の危機的状況（クライシス）においてはパニック（人々の非合理的な行動）は希である。災害対処に責任を有する機関への信頼が高く、人々が十分な情報を提供されていれば、人々は合理的にリスクへの対処行動をとるのが一般的である。リスク対処行動が開始された時に社会的混乱が生じるとすれば、それは集団の合理的行動を支える（防災）社会基盤の脆弱性の問題と考えられる。

冒頭で述べたように、日本での原発事故の終息にはまだまだ時間がかかると考えられており予断を許さない状況である。今回の事故の防止・抑止の観点からは、日本のシビアアクシデントへの対策実施は、結果的に遅きに失したとの批判がある [66]。原子力発電所の安全管理、またリスクコミュニケーションは、詳細な反省が加えられるべき課題である。国内の各地域、関連機関、関係者において、原子力という複雑な技術の事故、さらには放射線の健康リスクからの防護を考える上で、本稿で紹介した基本的な事項についての理解と議論が深まることを期待するものである。

参考文献

- [1] ICRP(International Commission on Radiological Protection). Recommendations to the protection of people living in long-term contaminated areas after a nuclear accident or radiation emergency. (ICRP Publication 111). Ann ICRP. 2009; 39 (3): 1-67.
- [2] IAEA(International Atomic Energy Agency). Self-

- assessment of safety culture in nuclear installations: highlights and good practices. (IAEA-TECDOC-1321). Vienna: IAEA; 2002.
- [3] Johnson R. Ionizing radiation exposure: Psychological and mental health aspects. In: Nriagu JO, edited. Encyclopedia of environmental health. Amsterdam: Elsevier Science; 2011. p.288-96.
- [4] Ropeik D. Risk communication: More than facts and feelings. IAEA Bulletin 2006; 50 (1): 58-60.
- [5] 佐藤元, 箱崎幸也, 田中良明, 富尾淳. リスクコミュニケーション (Risk communication) の理論と応用: 健康危機管理への応用と課題. 安全医学. 2007; 4 (1): 38-47.
- [6] IAEA. Intervention criteria in a nuclear or radiation emergency. (Safety series, no.109. Vienna: IAEA; 1994.
- [7] IAEA. General assessment procedures for determining protective actions during a reactor accident. (IAEA-TECDOC-955). Vienna: IAEA; 1997.
- [8] IAEA. Training manual for reactor accident assessment and response, working material. Vienna: IAEA; 1998.
- [9] IAEA. INES: The International Nuclear and Radiological Event Scale, User's manual, 2008 edition. IAEA and OECD/NEA; 2008.
- [10] Nuclear Installation Safety Net. Regulatory control of nuclear power plants: Tutorials. <http://www.iaea.org/ns/tutorials/regcontrol/intro/default.htm> (accessed: 2011-07-10).
- [11] IAEA. Method for the development of emergency response preparedness for nuclear or radiological accidents. (IAEA-TECDOC-953). Vienna: IAEA; 1997.
- [12] IAEA. General procedures for monitoring in a nuclear or radiological emergency. (IAEA-TECDOC-1092). Vienna: IAEA; 1999.
- [13] IAEA. Regulatory control of nuclear power plants. Appendix III: Preparation for the management of severe accidents. <http://www.iaea.org/ns/tutorials/regcontrol/chapters/appendix.pdf> (accessed 2011-07-12).
- [14] HSE(Health and Safety Executive UK). The tolerability of risk from nuclear power stations: Revised. London: HMSO; 1992.
- [15] 文部科学省. 科学技術白書: 平成 15 年版. 東京: 国立印刷局, 2003; p.224.
- [16] NRPB(National Radiological Protection Board). Board statement on emergency reference levels. Documents of the NRPB 1990; 1 (4). Chilton: NRPB.
- [17] FAO, IAEA, ILO, OECD Nuclear Energy Agency, PAHO, and WHO. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources. (Safety series no. 115). Vienna: IAEA; 1996.
- [18] ICRP. Principles for intervention for protection of the public in a radiological emergency. (Publication 63). Ann ICRP. 1993; 22(4).
- [19] 経済産業省原子力安全・保安院原子力防災課. 原子力災害関係の危機管理について. 法律のひろば 2002; 55 (3): 28-35.
- [20] 松江市消防本部警防課. 松江市における原子力災害の取組と国民保護計画に基づいた訓練実施状況. 近代消防. 2010; 48 (4): 56-60.
- [21] 鈴木元. 原子力災害: 健康危機発生時の行政対応 - 医療側からの要望. 公衆衛生. 2006; 70 (3): 192-93.
- [22] 原子力災害対策本部. 原子力安全に関する IAEA 閣僚会議に対する日本国政府の報告書: 東京電力福島原子力発電所の事故について. 東京: 原子力災害対策本部; 2011: 3. <http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/backdrop/20110607001.html> (accessed 2011-07-12).
- [23] Japan Nuclear Energy Safety Organization (JNES). Severe accident and accident management. Tokyo: JNES; 2009. <http://www.ansn-jp.org/jneslibrary/AccidentManagement.pdf> (accessed 2011-07-12).
- [24] 原子力災害対策本部. 原子力安全に関する IAEA 閣僚会議に対する日本国政府の報告書: 東京電力福島原子力発電所の事故について. 東京: 原子力災害対策本部; 2011. IV. p.7-12.
- [25] National Research Council. Improving risk communication. Washington DC: National Academy Press; 1989.
- [26] IAEA. Communications on nuclear, radiation, transport and waste safety: A practical handbook. (IAEA-TECDOC-1076). Vienna: IAEA; 1999.
- [27] 佐藤元, 兼任千恵. 効果的なりスクコミュニケーション: 米原子力規制委員会による外部リスクコミュニケーションのためのガイドライン. 佐藤元, 編集. 新型インフルエンザ: 健康危機管理の理論と実際. 泰野: 東海大学出版会; 2008: p.175-209.
- [28] 中村通子. マスメディアの立場からみた災害・健康危機管理. 石井昇, 奥寺敬, 箱崎幸也, 編集. 災害・健康危機ハンドブック. 東京: 診断と治療社; 2007. p.114-120.
- [29] Flynn J, Slovic P, Kunreuther H. Risk, media, and stigma: Understanding challenges to modern science and technology. London: Earthscan; 2001.
- [30] Gregory RS, Satterfield TA. Beyond perception: The experience of risk and stigma in community contexts. Risk Analysis. 2002; 22 (2): 347-58.
- [31] Sandman PM. Responding to community outrage: Strategies for effective risk communication. Fairfax; VA: American Industrial Association; 1993.
- [32] US Nuclear Regulatory Commission. Effective Risk Communication. The Nuclear Regulatory Commission's

- guidelines for external risk communication (NUREG/BR-0318). Gaithersberg, MD: USNRC; 2004.
- [33] Centers for Disease Control and Prevention. Crisis and Emergency Risk Communication. Atlanta, GA: CDC; 2002.
- [34] Cumbria County Council. Sellafeld Level 3 Off-Site Emergency Exercise OSCAR 9 Summary Report 2010. <http://wcsgg.co.uk/documentstore/Oscar%209%20Summary%20Report.pdf> (accessed: 2011-07-07).
- [35] 茨城県東海村. 東海村住民意識調査報告書. 茨城県東海村, 2000.
- [36] Society for Technical Communication. Understanding risk: Informing decisions in a democratic society. Washington, DC: National Academy Press; 1998.
- [37] NCRP(National Council on Radiation Protection and Measurements. Communication of radiation benefits and risks in decision making: Forty-sixth Annual Meeting Program, March 8-9; 2010. NCRP; 2010.
- [38] Khripunov I. What we need to know and when: Educating the public about nuclear terrorist risks can help raise levels of security. IAEA Bulletin 2006; 48 (1): 39-41.
- [39] Perrow C. Normal accidents: Living with high-risk technologies. Princeton, NJ: Princeton University Press; 1984.
- [40] USNRC(US Nuclear Regulatory Commission), Office of Inspection and Enforcement. Report to Congress on NRC emergency communications. (NUREG-0729). Washington, DC: USNRC; 1980.
- [41] Sandman PM. Tell it like it is. IAEA Bulletin. 2006; 47 (2): 10-13.
- [42] WHO(World Health Organization). WHO outbreak communication guidelines. (WHO/CDS/2005.28). Geneva: WHO; 2005.
- [43] Sato H. Management of health risks from environment and food: Policy and politics of health risk management in five countries-asbestos and BSE. Dordrecht Springer; 2009.
- [44] 末広峰政. 「核原料物質, 核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律の一部を改正する法律」及び「原子力災害対策特別措置法」について. 月刊消防. 2000; 22 (3): 49-53.
- [45] 柳孝. 原子力災害対策特別措置法等について. ジュリスト. 2000; 1172: 66-69.
- [46] 松本太. 原子力災害に備えた危機管理への取り組み: 欧米諸国を訪ねて. 原子力 eye. 2000; 46 (5): 26-31.
- [47] 首藤由紀, 八木絵香, 木村拓郎. 原子力発電施設におけるトラブル・事故・災害時の住民広報のあり方に関する検討. 災害情報. 2004; 2: 82-91.
- [48] 大西輝明. 科学技術のリスクコミュニケーション: クライシスコミュニケーションと危機管理とは. ESI News (電子科学研究所). 2006; 24 (5).
- [49] 加藤直樹. 原子力災害に見る危機管理の問題点とその課題. 大学院研究年報: 総合政策研究科篇. 2002; 5 (2): 43-59.
- [50] 原子力防災法令研究会. 原子力防災対策特別措置法解説. 東京: 大成出版社; 2000.
- [51] 福井県県民生活部消防防災課. 住民参加による原子力防災訓練の実施: 原子力災害対策特別措置法に基づき全国初. 月刊消防. 2000; 22 (6): 62-5.
- [52] European Commission, Directorate-General for Research. Off-site nuclear emergency management and restoration of contaminated environments: SAMEN and MOSES thematic clusters. Luxembourg: Office for Official Publication of the European Communities; 2007.
- [53] 文部科学省原子力安全課原子力防災ネットワーク. 緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム (System for Prediction of Environment Emergency Dose Information, SPEEDI). <http://www.bousai.ne.jp/vis/torikumi/index0301.html> (accessed 2011-07-15).
- [54] 原子力安全基盤機構. 緊急時対策支援システム (Emergency Response Support System, ERSS). <http://www.jnes.go.jp/bousaipage/system/erss-1.htm> (accessed 2011-07-15).
- [55] IAEA. IAEA International fact finding expert mission of the nuclear accident following the Great East Japan Earthquake and Tsunami: Preliminary summary. Geneva: IAEA; 2011.
- [56] 原子力災害対策本部. 原子力安全に関する IAEA 閣僚会議に対する日本国政府の報告書: 東京電力福島原子力発電所の事故について. 東京: 原子力災害対策本部; 2011: p.1-20.
- [57] 原子力災害対策本部. 原子力安全に関する IAEA 閣僚会議に対する日本国政府の報告書: 東京電力福島原子力発電所の事故について. 東京: 原子力災害対策本部. 2011. IX p.1-12.
- [58] Sandman PM. More on Fukushima crisis communication: The failure to speculate. Peter Sandman Guestbook 2011. <http://www.psandman.com/gst2011.htm> (accessed 2011-07-10).
- [59] Donnelly JJ. More Peter Sandman analysis on Japan radiation threat communications. <http://www.jamesjdonnelly.com/2011/03/more-peter-sandman-analysis-on-japan-radiation-threat-communications/> (accessed 2011-07-10).
- [60] Ropeik D. Poor risk communication in Japan is making the risk much worse. Scientific American: Guest Blog 2011 (March 21, 2011). <http://www.scientificamerican.com/blog/post.cfm?id=poor-risk-communication-in-japan-is-2011-03-19> (accessed 2011-07-05).

- [61] Ropeik D. Poor risk communication in Japan makes the fear much worse: The fear of radiation may do more harm than the radiation itself. How Risky Is It, Really? How risky is it, really? Psychology Today: Blog (March 22, 2011). <http://www.psychologytoday.com/blog/how-risky-is-it-really/201103/poor-risk-communication-in-japan-makes-the-fear-much-worse> (accessed 2011-07-05).
- [62] Srivastava M, Sato S. Conflicting information drives anxiety in Japan nuclear crisis. Bloomberg, March 18, 2011. <http://www.bloomberg.com/news/2011-03-17/conflicting-information-drives-anxiety-in-japan-nuclear-crisis.html> (accessed 2011-07-05).
- [63] Fackler M. Radiation fears and distrust push thousands from homes. The New York Times, March 17, 2011. <http://www.nytimes.com/2011/03/18/world/asia/18displaced.html> (accessed 2011-07-10).
- [64] 日本原子力学会. 情報開示姿勢の改善要請に関する声明. プレスリリース (2011年7月4日). <http://www.aesj.or.jp/info/pressrelease/pr20110704.pdf> (accessed 2011-07-10).
- [65] KETV.com. OPPD dispels nuclear meltdown rumors in Ft. Calhoun: Officials- Fukushima event will not happen in Ft. Calhoun. KETV, June 18, 2011. <http://www.ketv.com/missouri-river-flooding-extended-coverage/28281114/detail.html> (accessed 2011-07-12).
- [66] ----. 18年前に電源喪失対策検討 「重大性低い」安全委結論. 朝日新聞 2011年7月13日. <http://www.asahi.com/national/update/0713/TKY201107130644.html> (accessed 2011-07-14).