

Foreword

Natural Disasters Science — *Moment of Opportunity*

Graduate School of Engineering, Kyoto University

SCAWTHORN Charles

Natural disaster science today is at an unprecedented point in its development — depending on how we respond to the current opportunities, natural disaster science can make great advances in reducing losses due to natural disasters, or can fail its potential. A number of factors have combined to create this moment of opportunity, including:

- The unprecedented 2004 Indian Ocean tsunami, with its tragic human loss and outpouring of international support, followed with a year by the 2005 Kashmir earthquake, with again tragic human losses in Pakistan and India. These two events focused the world's attention on the enormous vulnerability of developing regions to natural disasters.
- Hurricane Katrina in 2005 and its equally unprecedented loss of New Orleans, followed by the struggles of the US agencies to respond to the needs of affected citizens.
- The 2004 Niigata Chuetsu, and the most recent 2007 Niigata Chuetsu Oki earthquakes in Japan — while the human toll in both events was relatively modest, and Japanese agencies responded excellently, the economic losses are quite large and exposed the vulnerabilities of modern technologies that are key to Japan's economy and public image. The derailed Shinkansen in 2004 was extremely fortunate in having no injuries, but showed the potential should a similar event strike the Tokai line between Tokyo and Osaka. The damage and what appears will be a prolonged shutdown of the world's largest nuclear power plant, at Kashiwazaki, not only raises very serious questions for Japan's energy policy, but imperils Tokyo Electric's financial future, and the Japanese economy.
- These three events — Katrina and the two relatively routine but hugely expensive Japanese earthquakes show the enormous economic vulnerability of developed regions to natural disasters.
- In response to this economic vulnerability, the global financial community is developing increasingly sophisticated financial approaches to deal with the economic impacts of major natural disasters. *Catastrophe bonds, swaps and sidecars* are some of the emerging instruments being created to help multinational companies and even national

governments dampen the fiscal impacts of major disasters.

- Concurrently and relatively independently, the international community has moved climate change effects and adaptation to a very high priority on the global agenda. While the first steps toward mitigating climate change were perhaps taken with the 1997 Kyoto Protocol, the 2006 *Stern Review on the Economics of Climate Change* has brought this problem much greater attention. Since many of the more dramatic impacts of climate change may be manifested in the form of more severe flooding, tropical cyclones and other natural disasters, the natural disasters and climate change communities are finding mutual interests and are indeed converging in many ways. This trend is likely to accelerate in the near future.

As a result of these various events and trends, natural disaster science has become a key topic for both developing and developed nations. As with the Kyoto Protocol addressing climate change, Japan has been the site of a major international initiative to address natural hazards — the *Hyogo Framework for Action: building the resilience of nations and communities to disasters*, or HFA, promulgated in Kobe in 2005 on the tenth anniversary of the 1995 Hyogo-ken Nanbu earthquake. HFA has since permeated the development community (ie, UN agencies, World Bank, Asian Development Bank, individual national aid agencies such as JICA, ECHO etc) and now provides a framework for developing and developed nations to work on reducing natural hazards losses. Specifically, HFA's planned outcome by 2015 is the *substantial reduction of disaster losses, in lives and in the social, economic and environmental assets of communities and countries*, by achieving the following strategic goals:

- (a) *The more effective integration of disaster risk considerations into sustainable development policies, planning and programming at all levels, with a special emphasis on disaster prevention, mitigation, preparedness and vulnerability reduction;*
- (b) *The development and strengthening of institutions, mechanisms and capacities at all levels, in particular at the community level, that can systematically contribute to building resilience to hazards;*
- (c) *The systematic incorporation of risk reduction approaches into the design and implementation of emergency preparedness, response and recovery programs in the reconstruction of affected communities.*

In order to achieve these goals, the risk of natural hazards must be clearly understood and effectively communicated. Risk is the uncertainty of loss — being uncertain, it is difficult to communicate. Research¹ has shown that most people, and particularly non-technical people, don't understand probabilities as well as they understand frequencies — that is, the same numbers translated into tangible terms. Rather than saying there is an annual probability of

¹ Gigenenzer, G. (2002). *Calculated Risks – How to Know When Numbers Deceive You*, Simon & Schuster, New York.

0.002 of an earthquake that will result in a \$100 billion loss, people much more readily understand earthquakes cost the equivalent of \$200 million every year, but that this debt will accumulate for hundreds of years, only to be called all at once. Stating the risk in these terms would allow decision-makers to evaluate the earthquake risk, and its cost of mitigation, against other risks, such as the number of persons killed (and the cost) in traffic accidents, or the victims of crime. A mayor or other decision maker is helped by the perspective that an earthquake may be equivalent to five hundred years of traffic accidents, or crime, but all occurring the same morning.

To communicate risks we must of course first be able to quantify them. While the methods of risk analysis are generally well-known, the actual practice of risk analysis varies widely. A new trend in risk analysis that has recently emerged is termed *Open Risk Analysis* and encourages wider dissemination of risk analysis tools in the form of open source software. A new organization, the *Alliance for Global Open Risk Analysis* (AGORA, www.risk-agma.org) has been formed to promote open risk analysis, and is gaining wide acceptance. When the risk is known, and understood, then comes the time for action. In the case of natural hazards, action has many dimensions—it means

- Planning for and changing land uses, so that we don't build on earthquake faults or in flood zones,
- Funding major programs to build and improve public works — raising levees and sea walls, strengthening homes, schools, hospitals, bridges, power plants and pipelines,
- Developing the infrastructure for warning, for typhoons, tsunamis and volcanoes,
- Developing the capability to respond rapidly when all else fails, to rescue trapped people, shelter the homeless and assist communities to rebuild as quickly as possible,
- Planning for and having the economic resources to do all of the above.

The support and backing of nations and international organizations is now behind natural hazards risk reduction, and the resources are available to start the job. This support and resources are available because the recognition has emerged that they are needed, that natural hazard losses and the exacerbating effects of climate change are unacceptable, and that their reduction warrants a broad international effort.

What is needed is for natural disaster science to meet this challenge, by:

- Developing user-friendly tools for risk analysis, that include consideration of sea level rise and the other effects of climate change,
- Making these risk analysis tools available to people everywhere,
- Showing how to communicate the results of risk analysis in ways that people can understand and accept,
- Creating instruments and mechanisms that foster the protection of human lives and property —that is, that both saves lives and brings economic losses down to tolerable levels

The moment has come, and this is the agenda for natural disaster science.

自然災害科学 —今こそが難題に立ち向かう時機

京都大学工学研究科

チャールズ・スコーション

今日の自然災害科学は、その発展の歴史においてかつてない段階にある。私たちが現在の災害にどのように対応するかによって、自然災害による被害を軽減する上で自然災害科学が大幅な発展を遂げるか、あるいはその将来性を見限ることになるのかが決まる。この重要な段階は以下のような多くの要因から構成されている。

- 未曾有の大災害だった2004年のインド洋津波は、痛ましい人命損失の一方で、世界中から多くの支援が寄せられた。しかしその1年後の2005年、カシミール地震によりパキスタンとインドで再び多くの人命が失われた。この2つの災害は、開発途上にある地域が自然災害に対してきわめて脆弱であるという点で、世界の注目を集めた。
- ハリケーン「カトリーナ」が2005年に発生し、ニューオーリンズが空前の被害を受けたことにより、アメリカのさまざまな機関が被災者の要求に応えようと奮闘した。
- 2004年新潟県中越地震、そして最近の2007年新潟県中越沖地震における人的被害は甚大なものではなく、日本の関連機関が適切に対応した。しかし、経済的損失は非常に大きく、日本経済や日本のイメージにとって重要な役割を果たしている先端技術に脆弱性があることが露呈した。新潟県中越地震の際の上越新幹線の脱線では、幸いけが人は出なかったが、東京～大阪間の東海道新幹線でも同じような事故が発生する危険性が指摘されることとなった。こうした被害や、新潟県中越沖地震による被害で世界最大級の柏崎原子力発電所が長期間にわたって停止状態に追い込まれたことは、日本のエネルギー政策に深刻な問題を投げかけただけでなく、東京電力の今後の財務状況や日本経済を危険にさらす可能性もある。
- これら3つの出来事、すなわちカトリーナおよび大きな犠牲を伴った近年の2つの日本の地震により、先進国も自然災害に対して極めて大きな経済的脆弱性を有することが明らかになった。
- この経済的脆弱性を受けて、世界の金融界は、巨大自然災害の経済的な打撃に対処するためのよりすぐれた資金対策を検討している。災害債権、スワップ、サイドカーなどは、大災害の経済的打撃により疲弊した多国籍企業あるいは政府さえをも助ける目的で新しく作られた方策の一つである。

- 国際社会では、一斉にそして比較的独立した形で、気候変動の影響や気候変動への適応を地球規模の最優先課題としている。気候変動を軽減するための第一歩がおそらく1997年の京都議定書であったが、2006年に発表された「スターン報告書:気候変動の経済学」では、この問題にさらに強い警鐘を鳴らしている。気候変動の多くの劇的影響が、大規模洪水や熱帯低気圧などの自然災害として現れるため、自然災害に関係する組織と気候変動に関わる組織の関心事項が一致し、さまざまな形で両方の組織が一体化してきている。この傾向は近い将来さらに加速すると思われる。

これらのさまざまな出来事や動向の結果、自然災害科学は開発途上国と先進国の両方にとって重要な課題となった。京都議定書が気候変動の問題を提起したように、日本は自然災害への取り組みに関し国際的に主導する立場にある。1995年の兵庫県南部地震から10年が過ぎた2005年、「兵庫行動枠組 (HFA) : 災害に強い国・コミュニティの構築」が採択された。それ以後 HFA は開発組織 (国連機関, 世界銀行, アジア開発銀行, あるいは JICA や ECHO などの国の支援組織) に浸透し、現在では自然災害被害を軽減するための枠組みを開発途上国や先進国に提供している。具体的には HFA は、以下の戦略的目標を達成することで、災害による人的被害や国やコミュニティの社会、経済、環境における資産に対する被害を2015年までに大幅に低減することを計画している。

- (a) 災害リスクの検討内容をより効果的に持続可能な開発政策に取り入れ、災害の回避や軽減、災害に対する備え、脆弱性の低減などを特に重視した上であらゆるレベルで立案、策定する。
- (b) あらゆるレベル、とくに災害復興に組織的に寄与できるコミュニティレベルの制度、仕組み、能力を開発、強化する。
- (c) リスク軽減策を系統的に設計に取り入れ、被害を受けたコミュニティの復興において、緊急時の備え、対応、再生などのプログラムを実行する。

これらの目標を達成するには、自然災害のリスクを明確に把握し、効果的なコミュニケーションを図らねばならない。リスクとは、損失の不確実性である。不確実なままではコミュニケーションは難しい。ある研究¹によれば、ほとんどの人、とくに非技術系の人々は、頻度 (frequency) は理解するものの確率 (probability) はあまり理解していない。これらは同じ数値を別の形で表現したものである。1千億ドルの損害を与える地震が確率0.002で年に一度発生するという表現よりは、地震のコストは毎年2億ドル相当であるが、この負債が何百年も積み重なり、あるとき一度に支払いを求められる、と表現したほうが人ははるかに理解しやすい。リスクをこうした言葉で表現することにより、意思決定者は地震のリスクを評価し、交通事故の死亡者数 (あるいはコスト) や犯罪被害者数などの他のリスクと比較して、リスク軽減のコストを見積もることができる。自治体の首長やその

¹ Gigenenzer, G. (2002). *Calculated Risks - How to Know When Numbers Deceive You*, Simon & Schuster, New York.

ほかの意思決定者は、500年分の交通事故や犯罪がある朝一度に発生するようなものが地震であるという見方をすることで、理解の助けとなるのである。

もちろんリスクコミュニケーションのためには、まずそれを定量化できなければならない。リスク解析の方法は一般的にはよく知られているが、リスク解析の実施は、実際には多岐にわたる。最近登場したリスク解析の新しい傾向はオープンリスク解析と呼ばれるもので、オープンソースソフトウェアのような形式で、リスク解析ツールをより広範囲に普及させている。そしてオープンリスク解析の普及を目的とした新しい組織「グローバルオープンリスク解析連合 (AGORA, www.risk-agma.org)」が作られ、広く受け入れられている。

リスクが認知され、理解されると、次は行動の段階になる。自然災害の場合、行動は多岐にわたる。すなわち、

- 土地活用の立案や変更を行い、地震断層や洪水地域に建物を建てないようにする。
- 公的施設の建築や改善のための主要計画に資金供給する。たとえば堤防や防波堤を作り、家、学校、病院、橋、発電所、パイプラインを強化する。
- 台風、津波、火山に関する警報を発するためのインフラ整備を行う。
- 以上が役に立たなかった場合、閉じ込められた人の救出、家を失った人の保護、コミュニティの再建支援をできるだけ早く行うため、すばやい対応能力を準備しておく。
- 上記のすべてを行う上での経済資源を計画し、作り出す。

現在、自然災害のリスク軽減に対して国や国際機関から支援や援助が行われており、その作業を開始するための経済資源もある。こうした支援や資源が得られるようになったのは、それらが必要であり、自然災害による損失や気候変動が深刻化する影響が社会にとって受け入れられるものではなく、その軽減のためには世界中の努力が求められているということが認知されるようになったからである。

ここで必要なのは、自然災害科学が以下のようにしてこの難題に立ち向かうということである。

- リスク解析のためのユーザーフレンドリーなツールを開発する。これには海面上昇などの気候変動の影響を考慮して取り入れる。
- すべての人がこのリスク解析ツールを手に入れることができるようにする。
- 人が理解し、受け入れることができるような形でリスク解析の結果を伝達する方法を示す。
- 人命や財産の保護を進めるための手立てや仕組み、すなわち人命を救助することと経済損失を許容レベルにまで下げることの両方を行う手立てや仕組みを作り出す。

以上が自然災害科学の課題であり、今こそがその課題に立ち向かう重要な時機である。