

# 「日本社会の安全保障と科学技術」

## 関連資料



独立行政法人  
**科学技術振興機構**  
Japan Science and Technology Agency

## 「日本社会の安全保障と科学技術」関連資料 目次

### 広聴事例集

1、大震災と科学者（技術者）の倫理（エートス）	阿部 博之	1.
2、災害時の医療のあるべき姿とは	山本 雄士	7.
3、東日本大震災とエネルギー安全保障問題	十市 勉	14.
4、食糧安全保障と日本農業の課題	柴田 明夫	24.
5、新幹線の地震対策	宮下 直人	35.
6、容易ではない感染症の克服	倉田 毅	44.
7、国家的危機における非常時情報通信の課題と今後の研究開発の方向性	多田 浩之	61.
8、資源リスクと対応	原田 幸明	71.
9、サイバーセキュリティー	名和 利男	86.
10、地震防災	土岐 憲三	90.
米国の取り組み		102.
シンポジウムでのアンケートまとめ		109.

## 広聴事例集

## 大震災と科学者（技術者）の倫理（エートス）

聞き取り日：平成23年6月8日

東北大学 元総長 総合科学技術会議 前議員 JST 顧問  
阿部 博之（あべ・ひろゆき）



東京都生まれ、宮城県仙台第二高校卒。1959年東北大学工学部卒、日本電気株式会社入社（62年まで）。67年東北大学大学院工学研究科機械工学専攻博士課程修了、工学博士。77年東北大学工学部教授、93年東北大学工学部長・工学研究科長、96年東北大学総長、2002年東北大学名誉教授。03年1月・07年1月、総合科学技術会議議員。07年1月科学技術振興機構顧問、10年1月同機構知的財産戦略センター長。専門は機械工学、材料力学、固体力学。

## “想定外”とは、安全設計の意識がないこと

今回は『大震災と科学者（技術者）の倫理（エートス）』という、少し大きい題目にさせていただきました。ここで言う「技術者」は、例えば安全設計とか健全性保持とかでリーダーシップを取っているような高等教育を受けた、アメリカでいう「エンジニア」のつもりで書いてあります。以下「科学者」というときには、この「技術者」も含めることにさせていただきますので、ご了承ください。

## 科学者の責任

さて、東京電力福島第一原子力発電所の事故は、地元だけでなく、世界に大きな衝撃を与えました。いろいろな人が「責任云々・・・」を言い始めておりますが、当然、事業者の東京電力に責任がありますし、これまで推進してきた歴代の内閣を含めた政府、関連府省の担当者、さらには原子力委員会や原子力安全委員会などの方々の責任についても、言われ出しています。

私が強く感じていることは、技術者も含めた「科学者の責任」についてです。とくに「倫理感の希薄化」ということを今日は、お話しさせていただきます。

まず、どういうことかと言うと、東京電力や原子力安全・保安院、さらに政府の担当者、閣僚の方の発言というのは、自分だけで何かを言っているわけではなくて、科学者である専門家にいろいろな意見を聞き、それを参考にして発言をされているわけです。しかし「これだけの事故が起きる前に、科学者（集団）としてきちんとした説明をしていたのかどうか」ということが、まず冒頭に浮かぶわけです。

ところが最近の新聞に、浜岡原子力発電所（静岡県）の運転中止は「菅総理大臣総理が専門家などに相談しないで決めた」ということが載っていました。私は「それは間違いではないか」と思いますが、もし仮にそういうことであれば、非常に由々しきことです。少なくとも間接的には専門家の意見を聞いているとは思いますが、この際、日本における「科学アドバイザーの政策決定に対する役割」を考え直す必要があるのではないのでしょうか。

「科学者の責任」としては、大学の原子力工学を含め、いろいろなところが批判の対象になっています。私は大学の機械工学科で材料力学を仕事にしていたのですが、原子力や原発を研究の対象にしたことはありません。しかし、原発には原子力工学の卒業生だけではなく機械、電気、材料、建設など、いろいろな人が入っています。例えば電力会社には、私の講義を聞いて、原子力担当の役員をされている人もいました。日立や東芝、三菱重工に入った人にも多分、私の授業を受けた人が複数いるかと思えます。ですから、私の責任もこの中に含まれます。

### 「みんな甘かった」

「超巨大地震」というのは、マグニチュード9.0を超える規模の地震を言うそうですが、なぜその対策ができなかったのか。一言でいえば「みんな甘かった」。では、なぜ甘かったのか。

ちょっと復習いたしますと、福島第一原子力発電所とよく比較されるものに東北電力の女川原子力発電所（宮城県）、日本原子力発電の東海第二原子力発電所（茨城県）があります。大きい津波の可能性や電源喪失の恐れは、実は内外から指摘されていて、東京電力も含めて3社とも認識しているわけです。社長さんが認識していたかどうかわかりませんが、少なくともきちんとしたエンジニアはみんな認識していたに違いありません。

しかし大震災による結果には、ずいぶん差が出ました。東海第二では、津波の予想が甘いということで、防波堤のかさ上げ工事をしていました。報道によると、工事が終わった所は被害がなく、工事途中のかさ上げができていない所では被害があったといえます。また女川のほうは、津波の予想値以上の高い場所に建設していたので、ある程度の余裕を持っていました。そのため女川も大きい被害はなかったのです。しかし、女川と東海第二が十分で、福島第一は不十分ということではありません。3社とも不十分でしたが、ものすごく明暗が分かれてしまいました。

### 安全設計に“想定外”はない

これがどうして起きたのか。まずは、科学者の「責任感」と「説得力」についてです。

原子力発電所の原子炉圧力容器の安全設計や健全性の確保などについては、緊急炉心冷却装置や非常用電源などの機器を含めて、世界的にも長年検討が行われてきました。最近、「想定外」ということがよく出てきます。しかし、地震や津波の予測には“想定外”はありますが、安全設計に“想定外”はあってはいけないのです。例えば100の力がかかるときに、100を超えたら壊れるように設計することは、特殊な場合を除いてありません。必ずオーバーローディング（過負荷）を考慮し、さらに不確定に予期せぬ条件がいろいろと加わることを考えて、1以上のかかなり大きな数字を「安全率」として用意します。それを基に設計するわけですが、安全率が小さいと危険で、大きいと安全だというのではなく、不確定な部分をどれだけ把握しているか——わかりやすく言えば「想定外のことをいかに考慮するか」というのが安全設計なのです。ですから「想定外だから壊れた」というのでは、「まったく安全設計の知識がない」ということになります。

そういう状況を踏まえた上でお話ししますと、安全設計については、実は、先ほどの3社（福島第一原発、女川原発、東海第二原発）には結果として差がありました。企業によってどうして濃淡が出てきたのか、関心のあるところです。

### 原発事故の背景にある“科学技術意識”

ここに『日本人の法意識』（川島武宜、1967年、岩波新書）があります。川島さんは東大の民法の有名な先生で、大変面白いことが書いてあります。

日本には、西欧の法体系が明治時代に入ってきました。当時の日本人の社会通念、生活心情といったものとは著しく異なっているにもかかわらず西欧の法体系を入れたのです。それは、江戸幕府から引き継いだ欧米との不平等条約を乗り越えるために、「日本は西欧のスタンダードで、ちゃんとした法体系をつくっています」ということを示す必要があったからだそうです。

ところが実際は、かなり日本人の意識が違っていました。法律で黑白をつけること、きちんと守ることを、日本人の社会は必ずしも好まない場合がある。そのために共同体が気まづくなったり、人間関係が悪くなったりするよりは、「和を重視する」ということがしばしばあるわけです。そうした中で、西欧の法体系を日本にどうやって根づかせていくか。現在でも依然としてそうしたギャップがあることを、わかりやすく書いてあります。

これを読んで思ったのは、日本人科学者の科学技術意識あるいは安全意識が、今回の大きい事故に到達した基本的背景にあるのではないかと、ということです。特にトップとか経営者が、短期的な成果やコスト、選択と集中を重要視すれば、部下である技術者（グループ）が巨額の費用を要するような防波堤のかさ上げを提案することは非常に難しい。そうした中で、どうしたらいいのか。大きな問題です。

### あり得ない「100%の安全」

では、日本型のやり方が全部悪いかというと、必ずしもそうとは言えません。日本では、企業で言えば、社員の中には、東京電力にも優秀な学生が多数入社していると思いますが、選抜されて上級管理職になり、さらに役員になるという段階を経ていきます。このことは新入社員に目標を与えることにもなり、企業の活力に結びつき

ます。しかしその中で、多額の費用を要する事項について、安全性に対する基本的な原理原則を上司に主張していくことは、非常に難しいことです。とくにいつ発生するかわからない自然現象に対しては、容易ではありません。日本の場合は総合職を重視する傾向があり、「専門性」ということには甘くなっています。エンジニアが専門性をきちんと踏まえた上で、どうやって安全性の議論ができる空気をつくっていくのか。企業、組織によって濃淡はありますが、大きな課題ではないかと思えます。

特に、原子力に対して「100%の安全」ということが、なぜ出てきたのか。原発反対の人たちが厳しく「これでも安全ではない」「ここが危険だ」などと追及していくと、政府も電力会社もメーカーも、だんだん「100%の安全」というところに引きずり込まれてしまったのかも知れません。

ところが「100%の安全」はあり得ません。とくに工学の世界ではないのです。しかし「100%安全」に近づく努力は大切です。原発建設から何十年もたっているわけですから、この間の設備の経年劣化やそれに対する技術の進歩、あるいは過去の津波に関するデータなどといった新しい知識や技術を踏まえて、企業も政府も「100%の安全」に近づく努力をしなければならなかったのです。自分たちで「100%安全だ」と思ってしまうと、そういう努力は必要ないですよ。大変危険なことです。

専門性に関する倫理観、安全率に対する考え方などは、大学を卒業してから今でも、皆さんは持っているし、覚えてもいるはずですが、しかし、それを実行できていないところに、日本の科学者、技術者および集団の課題があるのではないかと。それをどう克服していくのか。企業で言うなら、役員会で「安全性をどうすれば100%により近づけられるか」という問題を、施設の経年変化のデータなどを見ながら喧々囂々（けんけんごうごう）議論する雰囲気があれば、方針決定を下す社長さんの発言も変わってくるのではないかと思えます。

### 科学者コミュニティからの発言

「科学者コミュニティへの期待」について。吉川弘之先生（JST 研究戦略開発センター長、元東京大学総長）も『福島原子力発電所事故の対応における科学者の役割』という文書を発表されています（4月28日）。それと重複するところが結構ありますが、視点が少し違いますので、お話しさせていただきます。

原子力発電所は現在、世界に400基以上（注：436基、日本原子力産業協会・2011年1月現在）あります。これを今、急にゼロにすることはあり得ません。仮に「ゼロにすべきだ」という意見があってもです。福島原発事故のショックで、日本だけでなく世界中で「原発をどうしたらいいか」といった議論が出始めているわけですが、その際の「原発を存続させる場合の条件」についても科学的な説明が求められています。政府や東京電力の言うことは報道されていますが、「では、科学的判断はどのようなのですか」というのが、一般市民や被災住民の聞きたいことだと思います。放射線量の許容値についても「政府はこう言っているが、本当はどのようなのですか」と。

ところが、これにも日本の科学者コミュニティはなかなか発言しません。これは個人の発言というよりも科学者コミュニティとしての日本学術会議、あるいは各学会などの見解のことで、現時点での統一見解を発することが重要です。3年後、5年後には今あるデータの質や量に違いが出てきて、見解の内容も違ってくる可能性はありますが、かといって、いつまでも待つてはいられません。大変難しいことですが、統一見解に向けての努力が少なくとも必要です。

### 「アカウンタビリティ」と「レスポンスビリティ」

哲学者の今道友信先生（注：1922年生まれ。東京大学名誉教授。科学技術社会における「生圏倫理学（エコエティカ）」を提唱する）は「accountability（アカウンタビリティ）」と「responsibility（レスポンスビリティ）」ということを述べておられます。これらは、ともに「責任」の意味ですが、「アカウンタビリティ」というのは、今までに起きたことに対する「説明責任」のことです。ところが、これには未来志向のニュアンスが入っていないのだそうです。未来志向が入っているのは「レスポンスビリティ」です。この両方の「責任」について、科学者コミュニティが発言していく必要があると思えます。

また科学者コミュニティには、世界に対する「説得力」も必要です。これは「説明」でもいいのですが、これまでの政府、事業関係者（研究者）などによるコミットメントとは別の、独立したメンバーによる調査・検証がないと、世界は必ずしも信用してくれません。さらに、外国のアカデミーとの協働も重要です。わからないこと、つまり事故に対する世界の科学者の共通理解、共通認識をつくっていかなければならない責任が日本にあります。その中では、原発事故に対する科学者の責任を明確にすることです。日本学術会議などのコミュニティは、もこうした視点に立ち、努力をしていくことが期待されているのです。

## 「復興のためには、焼け太りが必要だ」

### 風評被害×政府の保証

今回の東日本大震災では、私自身が被災民の一人として、本当に大勢のボランティアの人たちにお世話になりました。まずは、お礼を申し上げます。

私の家は、宮城県沖地震（1978年6月12日）の後に、鉄骨で頑丈な、ぶっ壊れないような家をつくったので、大きい被害はありませんでした。しかし建っていた岩盤に亀裂が入り、水道とか都市ガスが、近所の他の人たちもやられてしまいました。電気は5日ほどで復旧しましたが、水が通るまでには随分と日数がかかりました。その間、全国のいろいろな地方の人たちが来て、給水をしてくださいました。給水所にいるボランティアのユニフォームを見ると、〇〇県〇〇市から来たことがわかります。私はそのたびに、ただお礼を申し上げるだけでは物足りないと思い、「おたくの市はこういう特徴や歴史があって有名なところですね」と、限られた知識でそういう話をするのです。すると、向こうの方も「仙台でそういう話を聞いてよかった」と喜んでくれます。本当にたくさんの人が来て水道の復旧も都市ガスの復旧もやっていただき、ものすごくありがたいと思いました。しかし、阪神淡路大震災の復興の教訓が生かされているかどうかについては、「あまり生かされていない」とも言われています。

原発事故による風評被害については、「福島から離れていれば農水産物は安全だ」というのでは解決になりません。「福島と名前は似ているけれども、福島から離れた都市ですから、うちの県の農産物は安全です」ということを、テレビで言っている人がいますが、それはよくありません、それでは「条件つき」での安全ということになってしまいます。

「どこまでが安全で、どこまでが安全でないか」の問題となると、心配な人たちは、例えば留学生の親戚などは「日本には行かない方がいいよ」と言います。それでも戻ってきた留学生はたくさんいるわけですが……。そういう風評被害、福島県産に対しては政府を含めた「客観的な保証」が必要条件だと思います。「福島産のものはみんな安全だ」と世界に認めてもらえれば、もう「日本中どここの産物も安全だ」となるわけです。

### 復興をてこに

大震災からの復興については、経済の活性化が非常に重要です。震災前の日本経済は、短期的には少しよくなりましたが、全体としては、世界で見るとあまり魅力的な状況ではなかったようです。そうした中で、とにかく復興しようということですから、現地の意気込みをできるだけ尊重して、早期に投資していただきたい。ただし、現地の言うままでよいかというと、必ずしもそうではありません。現地にもいろいろ悩みがあり、現在のことへの希望と、将来への方向を示してほしいという希望とが同時に存在し、両方ともうまく行っていないところが結構あります。ですから、長期的視点で有効でないとみられる場合は、行政の責任で変更を求めることも必要です。これだけの未曾有の大災害ですから、日本政府がどう対応したのかは、歴史的評価の対象になります。その評価に耐えるものにするために、たとえ現地を説得してでも、行政の責任で変更を求めるべき点もあるはずです。

復興に際して大きいのは、海外は「日本がどう変わるのか」を見ているということです。あるいは変わるのか、変わらないのか……。このままでは日本が魅力的な投資市場ではないと思っている国がたくさんあります。日本が今の延長上でない未来を描き、社会改革をすること。これが復興の大きい視点であり、復興をてことして日本の活性化を図ることだと思います。

### まずは「建物の整備」

復興の対象は多岐にわたりますが、私の経験は限られていますので、大学を中心にお話しすることをお許し下さい。

今回の大震災により、東北大学の外国人研究者や大学院の留学生などは一時帰国しましたが、今では、ほとんどが戻ってきています。一方、これから東北大学に留学予定の学部学生とか、仙台市を知らない人の場合は、来ることを躊躇するなどの影響があると思われます。日本は「地震列島、津波、原発の危険のある国だ」と見られています。そうした国の大学で勉強するよりは、「そうでない国を選んだほうがいい」となるわけです。日本の研究教育機関にとっては、これだけの災害を乗り越えて、ちゃんとした世界水準の教育、研究ができることを示すことが重要です。それが復興の1つの基準だと思います。

「世界水準の教育、人事、社会システムを構築する」ためには、まず、「超巨大地震に対応できる建物の整備」

が必要となります。

今回の大震災では、同じ宮城県内でも東北大学以外の大学では被害が比較的小さくて済みました。東北大学の被害が大きかった理由は2つあります。1つは理学部、工学部、薬学部がある「青葉山キャンパス」で、昭和40年代の中頃までに建てた比較的高層の8階以上の建物が駄目でした。これは宮城県沖地震（1978年）後に、耐震の専門家から「今度大きい地震が起きたら倒れますよ」と言われ、わかっていたことなのですが、結局は「いつ来るかわからないものに、大きな予算を出すのは難しい」ということだったのでしょう。

ところが、数年前に全国的に耐震補強したために建物は倒れませんでした。しかし高い建物では、人が入れなくなった建物も複数あります。5階以下の建物は大きい被害はなかったようです。高い建物でも、ここ数年以内につくったものはほとんど問題ありません。とくに制震などの手当をした建物は10階以上でも問題ないようです。制震、免震にはお金が多少かかりますが、きちんとした建物をつくることが重要です。西日本地域でも、東海・東南海・南海地震が連動した宝永地震（1707年）の例もあるので、引き続き整備、展開していく必要があると思います。

なお、仙台市には最近つくられた高層ビルがいくつかありますが、被害があったという話は聞いておりません。卑近な例ですが、私の次男が仙台市内の十何階建てかのマンションの9階に入っています。免震建築ということで、自宅ではコップ一つ壊れなかったといえます。私の家は平屋建てで建物は壊れませんでした。中はめちゃくちゃです。「お父さんとは違う」と威張られましたが、私の子どものような安サラリーマンが買えるマンションでさえ、超巨大地震が来てめちゃくちゃしています。今の建築基準、建築技術は相当なものです。

東北大学の被害額770億円のうち、大ざっぱに言えば、半分弱が設備です。半分強が建物。これは東北大学調べです。このように被害が大きくなったもう1つの理由は、東北大学が相当高度な研究設備を持っていたからだとも考えられます。東北大学が研究で低迷していたら、被害はごく少なかったのではないかと。

### 復興プランの早期決定と予算化を

いずれにしても今後の復興においては、日本という地震列島の中で、世界に通用する世界水準の教育、研究ができるようにするために、大学の教育システムや人事システム、それを取り巻く社会システム、あるいは大学そのものを改革すべきではないかと思えます。さらに、東北大学を中心とした「地域再生のネットワーク化」を、各大学の自立性を大切にしながら進めて行くことです。なぜならば、被害の状況も地域の特性も、同じ東北、東日本内でも異なるからです。

とくに「復興プランの早期決定と予算化」ということが非常に重要となります。復興プランを早期に決定しないと、みなそれぞれに、自分でできることからやっけてしまいます。できることからやっけていい場合もありますが、長期プランと矛盾することが出てきて、それこそ無駄になります。

それから、復興にはお金がものすごくかかりますが、それをどうするか。文部科学省や財務省、あるいは政治の世界で考えていただくしかないのですが、何らかの借金をする必要があると思います。これは国が借金をするだけで済むのか、大学が借金をしなければいけないのか、いろいろ考えはあるかと思いますが、とにかく早期に方向性を出すことです。借金を返すのは長い年月がかかっても、復興は早くやらないといけません。これを世界が見ているわけです。

### 「安全」も削減対象？

そのときに「なぜ（国立）大学、なぜ科学技術に予算をたくさんつけるのか」と、必ず批判の対象になります。日本は財政が極端に悪化していることから、これまで財務省や政府は、聖域を設けず、少しずつ予算を削減してきました。しかし、本当にそれでいいのかどうか。予算にどうメリハリをつけるのか。第3期（平成18～22年度）科学技術基本計画をつくるときに、小泉首相は「あらゆる予算は削減するが、科学技術は例外的に伸ばす」とおっしゃいました。ところがその後5カ月ぐらいで小泉首相はおやめになり、それが引き継がれていないのは残念です。仮に聖域を設けないにしても、「安全」までも削減の対象にすることは非常に問題があります。私が総合科学技術会議の議員時代にもそういうことがあり、実際に事故が起きています。

もう1つ難しいのは「なぜ、そんなにお金をつぎ込まなければならないのか」という批判に対してです。私が東北大学の学部長のときに、同じようなことがありました。そのときに、阪神・淡路大震災（1995年1月17日）が起きました。その少し前に青森県八戸市で津波が起きて、相当の災害がありました（94年12月28日：三陸はるか沖地震〈M7.6〉、最大余震：翌年1月7日〈M7.2〉）。ところが国は八戸市を特別扱いせず、阪神・淡路大震災を特別扱いにしてお金をつぎ込もうとしたので、「おかしいじゃないか」という声が学部長会議で出

てきました。

### 復興には「焼け太り」が必要だ

当時の東北大学総長は「それは間違っている。大災害が起きたときには、不平等は当たり前だ。もちろん八戸市復興の予算措置のために動くのはいいが、阪神淡路と平等でなければならないと考えてはいけない。大火事の際に『焼け太り』という言葉があるが、焼け太りをしないと復興は起きない。復興のためには、焼け太りが必要なのだ」と、議長席からお話しになったのです。そこでみんなが納得し、東北大学は政府の方針に協力することになりました。確かに「平等からは何も復興は生まれません」と思います。「どう上手にやるか」です。

この講演の企画テーマは「日本の安全・安心と科学技術」です。実は、2003年に私が総合科学技術会議の議員になったときに、これから取り上げるべきテーマを論議することになり、私が「科学技術と安全保障」のテーマを持ち出しました。

アメリカでは、国家安全保障の中に科学技術と高等教育が入っているのです。原発なども当然含まれ、もちろん経済競争力も含まれているわけです。日本はそういう感覚が微弱で、「安全保障というのは自衛隊と警察ぐらいで、科学技術は関係ない」と思っている人がたくさんいました。何とか勉強会を開催し、「安全保障に対する意識改革をしよう」ということになりました。

### “技術者” 評価のアナロジー

これは蛇足です。BC200年ごろの中国、群雄割拠していて統一国家ではない時代です。魏の殿様(文侯)が「扁鵲(へんじゃく)」という有名なお医者さんを招待した、そのときの話です。扁鵲は伝説上の人で、3人兄弟の一番下。兄2人はいずれも名医なのですが、世の中には必ずしも知られていません。もちろんこの殿様も知らないの、「どうなんだ」と質問したのです。

扁鵲が答えるには、「自分の一番上の兄さんが一番名医であって、自分は一番駄目だ」と言うのです。『長兄の病を見るや、その神を見る』という文は、核心の部分ですね。さらに『いまだ形跡あらざるに、早くこれを除くことによってその名、家の外にすら聞こゆることなし』というのは、会社で言えば、事業部の中では評価されているが、全社的には知られていないのだと。さらに『中兄、病を治すに毫毛に入りて(細かいところに行って)その根本を癒す。ゆえにその名は聞こゆるども、一地方をいでず』とは、自分の会社の中では有名だけれども、それ以上ではない、ということ。

扁鵲、自身は『自分のごときは、血脈を掘り、毒薬を投じ、肌膚の間にそうて、これを治することをもって、処方華々しく、名前も諸侯に及ぶまで聞こえるなり』。要するに自分は、死にそうな大きなできもののできた人を、外科手術でそれを取り除いて一命を救ったりする。非常に華々しい医者で、それで自分は有名なのだが、本当は一番上の兄貴が一番優れ、自分にはできないことだという。長兄の『早くこれを除く』というのは、予防医学とはちょっと違うようです。多分、患者さんから見ても「お医者さんの力で治った」とは思わないのかもしれない。

この話を「安全」ということから考えてみます。90年代に入ってちょうどバブルがはじけて、各企業が売り上げや利益に神経質になっていたころ、「安全」を仕事としているエンジニアは、大体があまりいい目を見ていません。というのは、福島原発もそうですが、こういう事故が起きれば会社としても莫大な損害になるわけですが、何も起きなければ「何も(仕事を)していないかのごとく」見えるわけです。ですから、企業の安全設計や健全性評価をしているエンジニアを、どう評価してやるのか。難しい問題ですが、ぜひ考えてほしいと思います。

## 災害時の医療のあるべき姿とは

聞き取り日：平成23年5月17日

独立行政法人科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター フェロー  
山本 雄士（やまもと・ゆうじ）



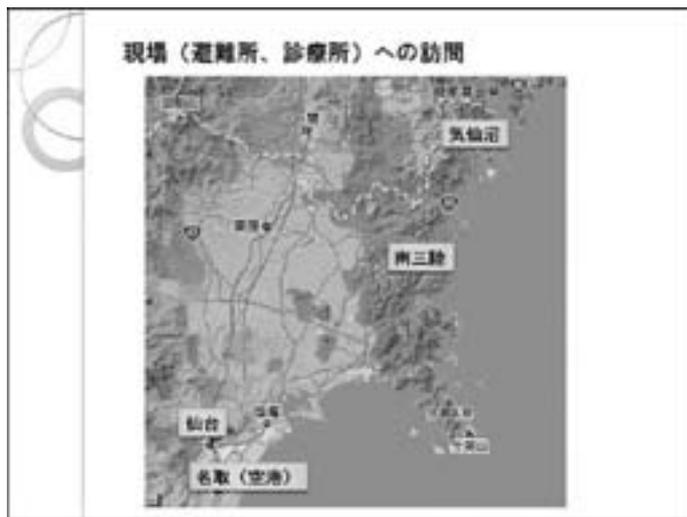
1974年札幌市生まれ、札幌南高校卒。99年東京大学医学部医学科卒。2005年から米国ハーバードビジネススクールに留学し、経営学修士（MBA）を取得。07年から現職。

### 「蓄えておく」だけでは駄目

#### 仙台空港職員らにもストレス障害

私は元々が医師で、救急医療や循環器（心臓）の内科医としてドクターヘリにも搭乗し、八丈島や大島などの患者さんの入院搬送などを行った経験もあります。3月11日の東日本大震災では、4月16、17日に被災地（宮城県仙台市、名取市、気仙沼市、南三陸町）を訪問し、医療状況などを調査してきました。最初に私が入った名取市の仙台空港にも、みなさんご存じの通り、津波が押し寄せました。空港施設の一部が遺体安置所になったことから、並べられた遺体を見た職員の中には急性ストレス障害の方も結構いらっしやると伺いました。

宮城県東沿岸の気仙沼市や南三陸町には、仙台市からいったん内陸側に北上し、岩手県一関市から入りました。仙台市からJRや車で石巻市まで行き、そこから北上するといったルートは不通になっていたからです。他の災害医療チームも、ほとんどが一関市で連泊しながら三陸沿岸の市町村に通うという支援パターンだったようです。



#### 早く届けるロジスティックスを

大規模災害では人や物、情報が量的、空間的さらには時間的に突然と無くなります。日本ではすぐに、「それでは備蓄しておこう」という話になりますが、実際に被災地に行くとそういうことではありませんでした。被災後1-2週間ほどで自動車道がある程度修復され、支援物資などの搬送ラインの確保は結構進みましたが、2カ月近くたって被災地からは「あれが足りない。これが足りない」といった声が出てくる。「どうしてだろう」と現地に行ってみると、例えば南三陸町の体育館「ベイサイドマリーナ」には物資がたくさん積まれていました。おむつやカップ麺、さらには生鮮食品などもありました。

つまり、大規模災害といっても全国のどこかには物資があります。従って、重要なのはためておくこと以上に、これらをかき集めて必要とところに「迅速に持っていくこと」が本質だろうと思います。医療についても、例えば「大きな病院を造り直して、そこに地域住民分の医薬品や食料を置いたらいいのでは」といった発想はすぐに出てきますが、今回のように巨大地震、巨大津波では病院ごとやられたりするので、被災する可能性のあるところに物資を蓄えておくことが必ずしも十分な対策ではありません。やはり、被災地に早く物資を届けるようなロジスティックスを組むことの方が大事だと思います。

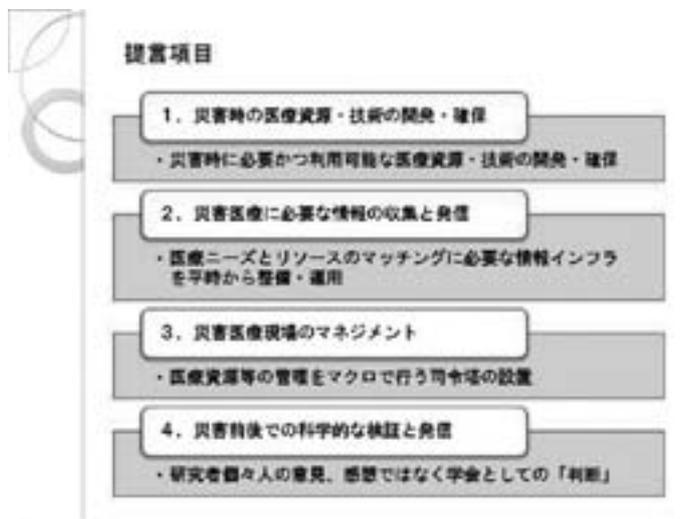
## 重要な「災害医療現場のマネジメント」

今回の震災を踏まえて、私たち（科学技術振興機構 研究開発戦略センター「ライフサイエンス・臨床医学ユニット」）が提言をまとめました。

1 番目は「災害時の医療資源・技術の開発・確保」です。これは、すでにある医療資源や技術をきちんと有効活用すべきだという意味です。2 番目は「災害医療に必要な情報の収集と発信」です。

3 番目の「災害医療現場のマネジメント」、これが実は大事です。先ほどもお話ししたように、災害時には物をたくさん蓄えておくだけでは駄目で、国全体として物を必要に応じて動かせるようにすること、それ自体がマネジメントです。しかも動的な意味での「マネジメント」です。つまり、いろいろな所に人を配置しました、物を送りました——では、全く意味がないことを後でまたお話しします。

4 番目が「災害前後での科学的な検証と発信」です。これについては、被災地の診療所などに行って聞いた話で、「健康調査」と称して物資、つまり医薬品が不足している状況で実験的な調査をしようとする研究者がいたということでした。今回の震災を契機とする科学研究のあり方というものを、当然私たちも考えなければならないと思います。



## フェーズで変わる医療ニーズ

次に、災害が起きたときの医療プロセスについて簡単にお話しします。

医療プロセスは、大災害が起きてからの時間によってフェーズを区切るのが通常で、そのフェーズごとに医療ニーズも変わってきます。災害直後から1・2日は、重大な骨折や創傷、打撲などの外傷、火傷などといった、“時間との勝負”の人たちへの対応が求められます。それが一段落すると今度は透析などの生命維持のための医療機器が定期的に使えないでいる人たちへの対応が災害後1週間以内に起きてきます。

災害後1・2週間には、情報が何とか入るようになり、生活もようやく落ち着きはじめますが、そうすると今度は高血圧や糖尿病などの薬を普段から飲んでいる人たちが、薬を求めて来るようになります。また、その間の栄養状態が悪かったり、避難所生活が長引いてくると、お子さんや高齢者の方は感染症を起こしたりします。それらも落ち着くと、次に出てくるのが、震災を思い出して眠れないといった急性ストレス障害や、さらにはPTSD（心的外傷後ストレス障害）のために、ちょっとした余震の揺れでも過剰に反応してしまうなどのメンタル面での症状です。

これらに対し、どこが治療を提供するのか。当然、最初は現地でするしかありません。その後、徐々に道路が整備され、人が投入されていくと、「より高度な医療機関に搬送しましょう」あるいは「より高度な医療機関から現場に人を送りましょう」というオペレーションになってきます。

## 欲しかった“自転車ドクター部隊”

### 第1フェーズは短期決戦

これらの4フェーズ（災害直後・災害後急性期・災害後亜急性期・災害後中長期）を、さらに細かくブレークダウンします。

まずは第1フェーズ（災害直後）ですが、ここで重要な考え方として「3T」という言葉があります。これはトリアージ（Triage; 選別）、トリートメント（Treatment; 応急処置）、トランスポート（Transportation; 搬送）を意味します。このうちトリアージについては、例えば災害現場に10人の患者さんがいた場合に、私たち医療チームは「どの人から順に治療処置をしようか」と、まずは10人を4色のタグで優先順位付けします。すでに亡くなっている人は「黒」、比較的元気な人は「緑」として、いずれもすぐには処置しません。一刻も早

く処置すべき人は「赤」、早期に処置すべき人は「黄」です。そうした選別をトリアージと言います。

今回の震災では、地震の後に巨大津波が来たために多くの方が溺死していました。そうすると、トリアージをしても黒か緑がほとんどで、赤と黄色があまりない状況だったと伺いました。そのため、「DMAT (Disaster Medical Assistance Team)」と呼ばれる災害医療チームの活躍の場がそんなに多くなかったのではないとも言われています。その一方、「地域によっては、そうしたチームがもう少し早く入れればよかったのではないか」という反省点もあると聞いています。

3Tの内容から分かるように、この第1フェーズは短期決戦の場です。しかも、災害現場の資源に頼らざるを得ないフェーズです。今回の震災で幸いにして診療所の建物が残った地域では、現場の人材や備蓄に頼ることができましたが、石巻市のある地域では、2つしかない診療所が津波に流されて、医師も建物も医療物資もない状況となってしまいました。この地域では、4月半ばになっても地域の人が医療を受けられずにいると聞いています。

また、このフェーズでは「超法規的な対応」も必要になると考えられます。例えば、医療行為というのは医師、あるいは医師の指示で看護師などの専門職のみがやっていいと法律で決められていますが、これだけの大規模な震災となると、そんなことは言っていただけません。また、AED（自動体外式除細動器）のように、だれでも使える応急処置の器具を開発して設置し、使用方法などの普及を図ることも大事だと思います。

### “自転車ドクター部隊”

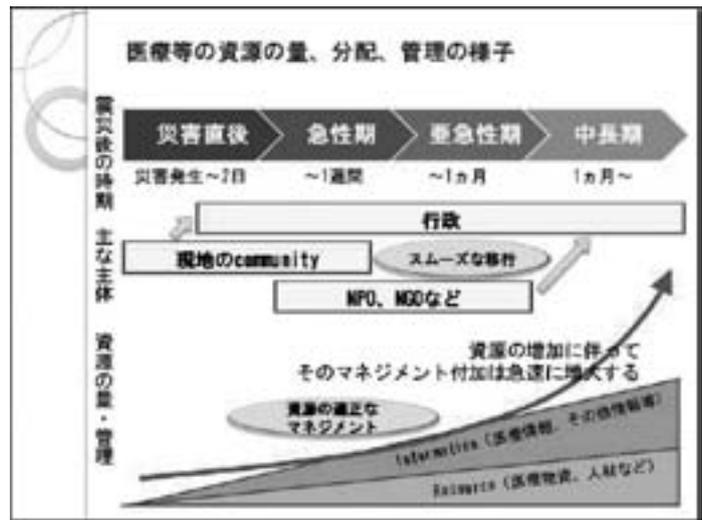
次に第2のフェーズ（災害後急性期）です。災害が起きて2日目ぐらいから、外からのチームや医薬品などが現地入りし始め、一方で患者数も増えてきます。ところが、被災した道路が整備されないうちは、一般の救急車やレスキュー隊、大型重機などが入れずに、被災地に医療を届けられない事態も起きます。そこで、課題の1つとして挙げたのが「緊急時用のモバイルユニットの開発」です。日本の場合はようやく最近になって「ドクターカー」という、医師や看護師、薬などを自動車に乗せて運ぶ仕組みができつつありますが、例えばドイツでは「ドクターバイク」というのがあって、医師がオートバイに乗って現場に向かいます。今回の震災では、個人的には“自転車ドクター部隊”みたいなものがあればよかったかなと思うのですが、そういう緊急時のモバイルユニット、単純に電動自転車でも普通の自転車でもいいのです。それに医療装備やGPS、通信手段などを取り付けたものを作っておけば、どこにでも行けるわけです。今回私は軽自動車でも被災地に入りましたが、三陸町では救急車では通るのが無理な、山間の細い峠道を迂回ルートとして通りました。被災地でも対応できる移動手段を想定、確保しておけば、もっと大量に医療物資などを早期から輸送できたのではないのでしょうか。

### 医療物資の管理者が必要

次の第3フェーズ（災害後亜急性期）である災害後1週間～1カ月は、実はものすごく混乱する時期です。なぜかというと、外部からの支援物資の供給が非常に増える時期だからです。このフェーズでは、先ほどお話した体育館の例のように、届いた支援物資の「分配」が重要になってきます。ところが、どれだけの物が入って、どれだけの物が出ているのかといった在庫管理を担う人がいないのが現状でした。例えば、被災地に医師や看護師、薬剤師などの専門職スタッフが来ても、薬剤庫の管理をするスタッフがいなかったりする。ある避難所ではその地域の薬品在庫を一手に預かっていましたが、どの薬がどれだけあるのか、すべてを把握していないうちに「自分は医師です」という人がやって来て、薬を持っていく——というような、現場では非常に危険な対応が行われていた状況なのです。つまり、管理が追いつかない状況です。

従って、この1週間～1カ月ぐらいが震災対応のその後（中長期）の管理という意味では非常に重要な立ち上げフェーズとなります。

また、1カ月ぐらいすると、医療従事者の緊張も解けてだんだん疲れてくるので、労働環境の整備も大事にな



ります。さらに、災害医療チームや派遣のボランティアが現地から徐々に引き揚げるのもこの時期ですが、ある日突然に「明日から本職に戻ります」と支援側に言われても現地でも対応に苦慮してしまいます。そこで「撤退戦を見据えた地域医療との連携、引き継ぎ体制」も課題となります。この「撤退戦」は、例えば「戦場医療」などにたけている医療チームはすごく上手です。「現地の医療でイニシアチブを取るべきなのは誰なのか」「リーダーシップを取らなければならないのは、自分たちではなく、地域の人たちなのだ」ということを、最初からよく分かってやっているからです。

### “思考停止”の行政官

災害から1カ月以上が過ぎ、ちょうど今ごろの第4フェーズ（災害後中長期）になると、根深い問題の一つが不眠、心的外傷後ストレス障害（PTSD）などを対象としたメンタルケアです。しかし、メンタルケアについてはどうするのがよいのか、実は分かっていない部分もあります。例えば阪神・淡路大震災でも、子どものメンタルケアでは「地震のことも積極的に話して、思い出しつつ消化させましょう」という人もいれば、「それはやめた方がいい」という人もいて、対応策がきちんと周知されていなかったと言われています。

一方、この時期になると、医療資源については大体が備わりつつあるので、多くの場合はその「適正配分を検討する」レベルになっています。病院の再建や再建場所、どのくらいの医薬品、医療機器を備蓄するかなどを検討するフェーズにも入ってきます。だんだんと行政側も機能してきますので、最初は町内会といったコミュニティレベルで肩を寄せ合っていた避難生活も市町村レベルのかたまりとなり、さらに大きな枠組みでの動きができてきます。ですが、現場としてはまたここで、もう一回混乱があります。特に、行政側の主導が始まると、「あれはできません」とか「これをしてください」という「ルールありき」の指示が出るので、「しゃくし定規に判断できる状況ではないんです」と現場は混乱してしまうのです。

実際に、こんな話を耳にしました。ある避難所の管理をする行政官が、支援物資の数が避難者の人数分に足りないからといって、すべて断っているというのです。その理由は「避難所の中で取り合っけんかになると大変だから」だそうです。例えば、200人の避難民がいるところに100枚の毛布を届けようとする、「それは要らない」と断られてしまう。「では、最初に高齢者や乳幼児に配ってはどうでしょうか」と提案しても、「行政官としては平等が大事だから、それは駄目です」と言われたというのです。つまり、思考停止になっているわけです。

これは個別事例なので全部がそうとは言いませんが、そういった「ルールありき」で、「それにのっとって動くのが是だ」という人が震災対応に入ってくると、現場はもう一回混乱しますし、それが1カ月程度たった今ごろのフェーズなのです。

### “肝っ玉母さん”の存在

話をまとめますと、災害直後から中長期にかけては、医療物資や医療情報はどんどん増え、それに併せて「資源の適正なマネジメント」の付加も指数関数的に増大します。大体2週間ぐらいの時点で手が回らなくなり始めたとも聞きましたが、その「適正なマネジメント」を誰が、どの権限でやるのかが問題なわけです。実際には、これがものすごく機能している避難所もありました。例えば、肝っ玉お母さんみたいな方が“地域のおかみさん”として避難所を仕切っているところは、見てすぐ分かるほど統率が取れています。おかみさんは女性たちを集めて掃除をさせたり、炊き出しをやらせたりしています。男性たちは、布団をしまうなどの仕事はしますが、後は仕事がないので、外でぶらぶらしているだけでしたが…。そういう生活のリズムや役割ができていた避難所では、体調が悪くなる方はほとんどいません。その一方、強いリーダーのいない避難所に行ってみると、みんなが思い思いに寝そべっていたりします。家族ごとの区画もそれぞれ自分のファミリーサイズに合わせて決めるので、互いに違ったりしています。部屋の使い方も、避難所の真ん中に通路があって壁際にみんなが寝ていたり、そうではなくて、真ん中にみんなが寄り集まり、それを囲むように外側に通路がある所もあります。部屋の真ん中でみんなが寄り集まって寝ていると、インフルエンザなどの感染症が起きた場合に、流行、拡大する危険が高いのですが、そういうノウハウや知恵を持っている人がいないのか、持っても言えないのか、見過ごされています。

### 被災地コミュニティへの理解

また、私が訪れた避難所は学校に併設され、学校に簡易診療所があったのですが、その時期は学校が授業を再開するために診療所がどんどん追い出されてしまっていました。もともと、診療所の場所を確保するのも大変で、学校を使うには教育委員会や学校長がうんと言わないと駄目だそうです。それが、子どもたちの授業のために出て行ってくれと言われると、出て行かざるを得ないと困っている診療所も4月の段階で幾つかあったのです。

一方、彼ら医療支援の側も、そのコミュニティの医療レベルを知らずに来てしまうと困ることが起きます。例えば、被災地の医療レベルというのは、東京のような大都市レベルから比べると低いところもたくさんあります。それを知らず、それほど薬も物資もないのに、例えばおばあちゃんの床ずれを大幅に切開して消毒して閉じようとする。そんなことに果敢にトライしてしまうのですが、切ったはいいものの、閉じるものがなくて困ってしまふ。そんなことが実際にあったそうです。

また、NPOやNGOなどによる医療支援チームが被災地支援に慣れていない場合には、地元から「自分たちの医療はすごく困っている。あなた方は助けに来てくれたのだから、あれもこれもお願い」と言われてしまい、結局先程お話しした、地元への移行である「撤退戦」ができなくなってしまうという話も聞きました。それ以外にも、DMATが全国から数百くらい被災地に集まりましたが、中には仙台市に着いた時点でどこに行っていないのか分からず、現地で解散して各自がボランティアに参加した例もあったと聞きました。一方で、戦場医療に携わった経験のあるチームは「どこに行つて、何をしなければならぬか」を分かち合っており、現地の人をリーダーに立てて運営する方が後々よいことも知っているの、機動的に動けたようです。

## 『現場力』とリーダーシップ

### 医療支援での注意点、問題点

被災地の支援における注意点、問題点をまとめました。

1つは、被災してから時間を追ってニーズが変わる「日変わりニーズ」への対応です。特に医療についていえば、被災直後は外科医による骨折や切り傷の治療が必要となりますが、被災後一週間もたたずにそうしたニーズは姿を変えていきます。実際、被災一カ月後に訪れた避難所併設の診療所では、縫合糸や針が余る一方で、点滴剤や高血圧の薬などはまだまだ足りない状況でした。こうした変化への対応は、大都市に比べてへき地になるほど（あるいは町の診療所が医師ごと流されてしまったようなところ）スピードが遅くなります。たとえば、患者さんが透析を受けられずにいる状況は、大都市では3日程度で解消されても、地方の場合は1週間も2週間もかかってしまうのです。これを解消するには、まずは各地域にどういった医療ニーズがあるのかを外から把握する、あるいは地元から情報発信してもらって共有する必要性があったのですが、今回の場合はそうした情報のやり取りは皆無に近かったようです。それは、そうしたやり取りを担う必要性が事前に想定されておらず、人材が準備されていないことが原因だと考えています。

もう1つは物資はあるけれども「使わない・使えない」という問題です。物資を送る側には送ったままでその活用を想定していないという問題がありますが、現場側にも在庫管理や活用を担うことのできるスタッフがいないという問題があります。先ほどの南三陸町でも、多くの食料品などが集まっているもののその活用の仕方についてはなかなか決まらないのだ、という意見を耳にしました。物資は送れど使われぬ、こうした状況が起きる原因として、先の問題点と重なりますが、現地でのニーズを把握していないこと、そしてそれに加えて、手元にある資源を把握していない、ないし活用方法を検討できていないことが大きいのではないだろうかと考えています。これも事前の準備や人材配置にかかわっています。

3つ目のポイントは「現地コミュニティと支援元との連携」です。支援する側の目的は、現地の復旧、復興と、そこに在る方々の支援です。従って、当然現地の状況に関する情報のやり取りや役割分担、連携・関係の仕組みをつくらぬと無意味です。知らないが故にせつかくの親切心が相手にとって大きな負担になってしまうということが、特に日本では被災側と支援側の双方で起きやすいのではと感じています。それを踏まえると、コミュニケーションをいかに密に築けるような体制を整えるかが、被災地支援の最重要課題と言っても過言ではないと思います。そのためにも、現地と支援元の双方にコミュニケーションを担い、まとめるリーダー役とそれを囲むチームが必要です。そうしたチームによる連携の成否が、被災地での生活の質に大きく影響すると思います。

### 医療ニーズとサプライのマッチングシステムを

上記の課題を医療現場を見てきた経験をもとに考え直してみます。例えば、医療物資が調達できたとしても、どこに患者さんがいるのかという情報がない限り必要な医療物資を必要な場所に届けることができません。どこにどんな患者さんがいるのか、という情報は実はカルテ情報がカギになるのですが、その活用が日本ではできていません。

現在の日本の仕組み上では、医療機関が自分のところの顧客情報であるカルテを保持しています。そして、それらが医療機関をまたいで共有、統合されることはありません。もし、患者さんが2つの病院に通っていたと

すると、その診療情報は病院別にバラバラに保存されており、自分の病院以外にかかった場合の診療情報を病院側が知ることはまずないのです。そうなると、今回のような震災で病院が流され、カルテが無くなってしまうと、他に保存している場所がないために、患者さんがどんな薬を飲み、どんな治療を受けていたのかといった情報が失われ、結局は患者さん個人の記憶に頼るしかなくなってしまいます。ですが、私の経験からして、患者さんが個人の細かい診療情報を逐一覚え、理解しているわけがありません。従って、仮に医療機関が復旧しても、一から検査などをやり直すという事態になるのです。

本来の医療情報のあるべき姿というのは、かかった医療機関にかかわらず、患者さん個人ごとに情報が統合され、かつ安全に保存され、必要に応じて専門職が参照できることであり、そのためのインフラ作りが必要です。しかし、それを実現しようとする「巨大データベース」を作り、そこに医療情報を集めようという「箱もの行政」が好むストック型の発想にどうしてもなるわけです。巨大なデータセンターと大がかりな重たいシステムを築こうという発想です。ところが、今やIT業界のはやりは分散処理です。データセンターを一カ所に置くのではなく、「クラウド」といったシステムに預けて共有すれば、負荷も少なく、情報処理も速くなる。そうすれば、唯一のデータセンターが津波に持っていかれることもなくなります。そうした発想での仕組みづくりを推進しなくてはなりません。

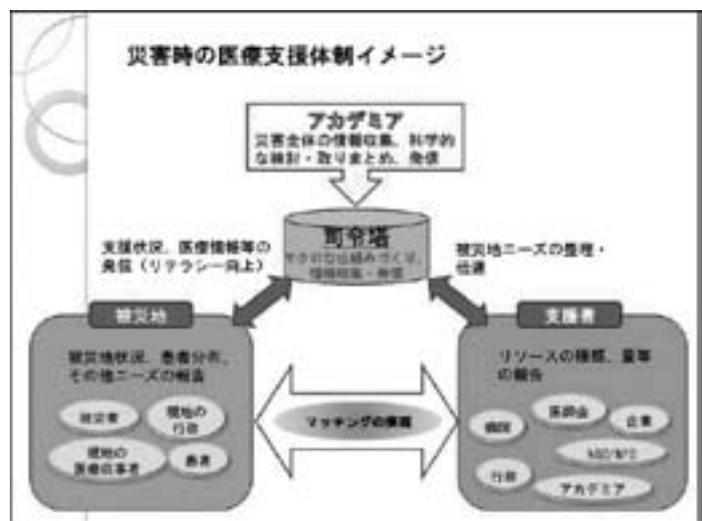
患者さん側の情報が統合されたとして、別の課題は医療機関に関する情報の共有です。被災地の医療では、医療機関に行ってみないと混雑状況も、自分を診てくれる専門医がいるのかどうかも分からない状況です。透析患者さんはどこで透析が受けられるのか、うつ病の患者さんはどこで薬がもらえるのかなどの情報を得るにも、そうした情報の集まる場がない。こうした「医療機関ごとの対応能力（対応できる患者数、対応可能な疾病など）」がリアルタイムで把握され、その情報が公開されていることが本来のあるべき姿ですが、まだ日本では実現していません。災害時に限らず、平時においてもできていないのです。そのために、例えば救急隊員が患者さんを今どこに連れて行けばすぐに受け入れ可能かがリアルタイムで分からないので、何度も電話をしても断られたりするわけです。

### 求められる「現場力」とリーダーシップ

課題をまとめると、▽日変わりニーズに対応しなければならない、▽支援物資の量もさることながら、それを活用する仕組みが必要である、▽現場と支援元がチームとなって連携し、機能的に動く必要がある、▽医療のニーズやサプライに関するリアルタイムな情報を集める。——ということです。

これらとは別の注意点もあります。これらの課題を解決する仕組みを検討し、築き上げれば、ある程度の効果があるでしょう。ただ、どんな良い仕組みが築けても、有事の際には個々人の「現場力」が最終的に大きな成功要因になります。例えば、仕組みはあれども誰も現場でリーダーシップが取れない、あるいはチームビルディングができないとなると、せっかく事前に仕組みやルールをつくっていても運用できず現実の問題に対処できないとか、実際の情報戦にまったく弱いとか、ロジスティクスはあるのに孤立してしまうとかいったことが容易に起きてしまいます。逆に、仕組みによる準備や支援がなくても、あるいは失われても、「現場力」だけで困難な状況を乗り越えられた例はいくらでもあります。被災地での問題点の多くは、支援する側・される側の「現場力の乏しさ」というものに端を発していたのではないかと思われる事例が多々あったように思います。

「現場力」をつけ、発揮するためにはリーダーシップを訓練しておくことが重要だと思います。リーダーとは「目標や方針の決定ができること」「決めたことを、みんなにきちんと分かりやすく伝えられること」「やると言ったら、本当にやること」——こうした目標や方針の決定・周知・実施がリーダーの条件であり、リーダーシップの基本です。これらは経験や学習によって身につけられるものですから、日常からそうしたことへの意識を持つ、あるいは訓練の機会を設けることも必



要だと思えます。

### 情報の活用がすべて

まとめとして、私たちの4項目の提言をもう一度、見ていただきます。先ほど前の話とまた違い、研究開発の視点です。それぞれの項目について、3つから4つの研究課題があります。まず1番目（災害時の医療資源・技術の開発・確保）における、「国内外からの医療資源等の緊急導入」についてです。被災現場では、医療関係者がみんなで資源を融通しなければなりません。そういう状況で何も知らずに例えば「そうした融通は薬事法違反です」という紋切り型の話になると、現場対応が遅れます。すべてなし崩しというわけにはいきませんが、超法規的な措置として医療資源の緊急導入、流用に対して柔軟な対応をできるような体制を整備してほしいと思います。現場力を妨げないということです。また、「災害時の環境下で使用可能な医薬品・ワクチン等」についても日ごろから開発しておくこと、あるいはワクチンを作れる状況にしておくことは大事なことです。

2番目の項目（災害医療に必要な情報の収集と発信）については、「情報の活用がすべて」と言っているほど重要です。関連情報の把握や発信、共有のシステムづくりの研究、技術開発、仕組みの整備を緊急に行うべきです。もちろん、そうして情報共有の仕組みができたとしても、資源を集約して、采配するリーダーあるいは司令塔が必要となるのは先に話したとおりです。

3番目の項目（災害医療現場のマネジメント）では、情報の一元管理や指示体制のルールを整備して、責任の所在を明確にすること、「縦割りによる複数の司令塔を廃止する」ことです。「縦割りによる複数の」とわざわざ書いたのは、今回の震災では支援集団ごとにおおの司令塔とルールがあって、結局、そうした縦割りの溝に落ちたのが現地の被災者となってしまっていた事例がみられたからです。また、医療資源の提供に関しては、地元と政府機関との関連、協力体制も必要です。地域特性を踏まえた上での医療体制の再構築、グランドデザインも大事になってきます。

そのほか、被災地への支援には従来の「衣・食・住」に代わり、最近では「医・職・住・育」への早期支援体制が求められています。

### 原発事故の科学的検証

4番目の項目（災害前後での科学的な検証と発信）にも関連するので、ひとこと言っておきたいのは、今回の震災ではアカデミア、つまり学会の存在感があまりにも薄かったということです。例えば、メディアでは大学教授や有識者と言われる方などがおのおの自説を展開し、一定の見解を得ないままに国民を惑わせたように思います。学会や専門集団としての見解や提言を科学的見地に基づいて周知、広報した例はあってもごく少数だったと思います。米国の場合は科学技術の補佐官や広報官が必ず国民やコミュニティに提言します。しかもフェイスブックやツイッターなどあらゆる方法を使って、情報発信をするわけです。そうすることでコミュニティのリテラシーは向上し、情報のマッチングも動くようになり、知恵が増すことで「現場力」も鍛えられていくと思うのですが、なかなか日本ではうまくいっていません。今回の震災で、それが明るみになったのではないのでしょうか。科学技術振興機構（JST）としてもこういう事態に「どういうスタンスを取るのか、発言すべし」とアカデミアに進言したり、あるいは質問したりすることが大事な役割ではないかと思えます。

また、今回の震災では不幸にも原発事故によって低線量放射線が広がる事態となっています。こういう状況を対象とした調査研究は多くはなく、そうした情報のなさや検証の弱さも今回の混乱につながっています。従って、科学的検証によって今回の震災での教訓をできるだけ多く得るとともに、それを活用することで目の前の被災者、そして将来の資産とするような取り組みをJSTとしても推進してほしいと考えています。

## 東日本大震災とエネルギー安全保障問題

聞き取り日：平成 23 年 6 月 17 日

財団法人日本エネルギー経済研究所 顧問

十市 勉（といち・つとむ）



大阪生まれ。大阪府立大手前高校卒。1973 年東京大学理学系大学院地球物理コース博士課程修了（理学博士）、日本エネルギー経済研究所研究員。米国マサチューセッツ工科大学（MIT）エネルギー研究所客員研究員、日本エネルギー経済研究所総合研究部長、同理事・総合研究部長、同常務理事、常務理事・首席研究員を経て 2006 年専務理事（最高知識責任者）・首席研究員。2011 年 6 月から現職。

### エネルギー政策への教訓

私が日本エネルギー経済研究所に入ったのは、1973 年 10 月の第一次オイルショックの直前です。大学院ではオーロラの研究をしており、全然違う世界に入ってから今年で 38 年になります。今月末には 65 歳の定年となり、来週からは顧問ということで自由にやれる身分になりますが、今のこうしたタイミングでのエネルギー問題が、私がエネルギーの研究をやってきた中でも最大の、一番難しい時期だなと感じています。

さて、日本のエネルギーの長期的な供給構造の変化について振り返ってみたいと思います。皆さんご存じの通り、過去に石油が太平洋戦争の 1 つのきっかけ、すなわち、アメリカの対日石油禁輸というものが 1 つの契機になりました。戦後の経済復興では、鉄鋼や石炭産業を中心に建て直しを図り、1950 年代には中東で大規模な油田が発見されて、その安い石油で 1960 年代の高度成長を遂げました。

それが大きな壁にぶつかったのが 73 年の第一次石油ショック、それから 79 年の第二次石油ショックです。この第一次石油ショックが起きたときは、日本のエネルギーに占める石油のウエートは 8 割近くありました。二度の石油ショックを契機に、急激なエネルギー供給源の転換が行われました。石油の安定供給対策や、代替エネルギー開発に国を挙げて取り組むことになり、天然ガスや原子力などの推進、再生可能エネルギーのサンシャイン計画も 74 年にスタートしました。石炭火力も 1980 年代に、国内炭ではなくて海外の安い石炭を輸入して発電に使うなど、いろんな意味で大きな転換が起きたのが 1970 年代から 80 年代です。

この石油ショック後は、結果的に石油価格が安い時代が続き、80 年代は円高もありました。そこで、日本の経済・産業を強くするための規制緩和、電力の自由化が 80 年代から 90 年代に行われました。そうした中で、90 年代には地球温暖化問題が大きな課題になり、97 年に京都で開かれた第三回気候変動枠組条約締約国会議（「京都議定書」を採択）では、地球温暖化対策、気候変動対策をどうするかということが大きなイシュー（issue：論点）になりました。そして、今回の福島第一原発事故といったように、それぞれに大きな節目がありました。

よく「エネルギー政策は何が一番の目標か」についての議論がありますが、それは時代時代、あるいは時代の流れによってプライオリティが変わります。日本の場合はエネルギー自給率が 4% と極めて低いことから、「エネルギーの安定供給」が一貫して日本のエネルギー政策のベースにあるのですが、需給が安定化してくると、エネルギーの安定供給はあまり大きなイシューではなくなった時代もあります。最近では、地球温暖化問題のほう重要なイシューになっています。そういう大きな流れの中で、今回の原発事故を位置づけてみる必要があるのではないのでしょうか。

これまでは「エネルギーの安定供給・安全保障」と「経済の成長」、「気候変動・温暖化への対応」をバランスよく進めていくことでしたが、今回の事故によって、プラス安全性の問題、原子力の事故や自然災害に強い「強靱なエネルギーの需給システム」をどうつくるかということが新しい課題として提起されております。そういう意味では、3E（経済・環境・エネルギー）プラス「セーフティ」の問題が、より重要なイシューになってきたと言えます。

## エネルギーの安全保障

「エネルギー安全保障」について、エネルギー業界では「国民生活や経済・社会活動、国防等に必要な量のエネルギーを、アフォーダブル（受容可能）な、つまり支払い可能な価格で確保できること」と定義しております。幾らでも高くてもよいならば、エネルギーの資源はいくらでも手に入るわけですが、それによって経済が大きな打撃を受けるとなると、あまり意味がない。必要な量のエネルギーをアフォーダブルな価格で確保できることが、エネルギーのセキュリティ、あるいはエネルギーが安全に確保された状態ということになります。

エネルギー安全保障の構成要素として、供給側について言えば、日本は、化石燃料以外はウランも含めてほぼ全量輸入ですから、海外の資源を確保し、それを輸送するリスクをどう考えるか。そして国内でのリスク、今回の地震・津波などはむしろ国内で起きたリスクになるわけです。特に石油については、中東ペルシャ湾のホルムズ海峡の通行問題とか、あるいは、マラッカ海峡の通行をどうするかとか、そういう国防上の問題、シーレーンの問題とも関係して、エネルギー安全保障の問題が議論されています。

需要側としては、限られた資源をいかに効率的に使うかが、エネルギー安全保障の向上にとって重要な要素となります。

エネルギーの安全保障を向上させるには、エネルギー自給率を上げるもののほかに、海外で石油やガス、ウラン等々を日本の企業のみずから投資して開発し、それを日本に持ってくるのが重要です。単に輸入するだけでなく、開発から輸入までのある程度の権益を持つことです。国としても、そうした資源外交をサポートする必要があります。リスクへの対応としては、様々なリスクをいかに分散化するか、実際に何かのリスクが起きたときに、どう吸収するか、あるいは、それに対する備えをどうするか、こうした考え方が基本原則です。

## 安全保障の7つの評価指標

エネルギーの安全保障がどこまで満たされているか、その充実度を評価する7つの指標を、当研究所が今年1月に発表しました。

指標①は「1次エネルギーの自給率」です。1次エネルギーには原子力も含み、原子力は準国産という位置づけです。それから指標②「エネルギー源の分散度」。石油や石炭、天然ガス、再生可能エネルギー、こういうものをいかに分散するかということです。同じように指標③「エネルギー輸入相手国の分散度」。そして指標④「原油輸送のチョークポイント依存度」。水上航路でチョークポイントと言われる海峡など、襲撃されやすいところをいかに避けて輸送するかの問題です。日本の場合はほとんどのエネルギーを外から持ってくるので、エネルギーの安全保障を議論するときの中心課題となっていました。国内の問題

としては指標⑤「電力供給信頼度」です。いわゆる電力供給の予備率。これは、今まさに原子力発電がストップして、この夏は相当大変だと言われています。予備率が電力会社によってはマイナスと予想され、節電が大きな課題になっています。予備率をどの程度に保つのか、それが大きいほど安全な状態と言えます。それから、エネルギーの効率利用という意味での指標⑥「エネルギー消費のGDP原単位」です。エネルギー消費量当りのGDPを大きくすれば、それだけ効率的ということになります。さらに、危機対応としての指標⑦「陸上石油備蓄日数」です。日本の場合、国家備蓄は民間と合わせて輸入量の160日～170日分ぐらいの備蓄を持っています。これは第一次石油ショック、第二次石油ショックで手痛い打撃を受けた結果、相当のお金を投入して国家備蓄をしました。ところが今まで、一度も国家備蓄を放出していません。そういう意味では三十数年間持っているだけで、無駄と言えば無駄ですけれども、持っていることによって、中東で大きな事変が起きたときにも慌てないで対応できました。セキュリティというのは一種の保険と同じですから、「保険をかけたけれども、何もなければ本当にハッピーだ」という考えがある一方で、「無駄じゃないか」という議論もあります。こうした指標で、エネルギーの安全保障について、いろいろと議論をしているわけです。

IEE JAPAN エネルギー安全保障充実度の評価指標	
①	1次エネルギー自給率(原子力を含む)
②	エネルギー源の分散度
③	エネルギー輸入相手国の分散度
④	原油輸送のチョークポイント依存度
⑤	電力供給信頼度(電力供給予備率)
⑥	エネルギー消費のGDP原単位
⑦	陸上石油備蓄日数

出所) 日本エネルギー経済研究所、「主要国のエネルギー安全保障政策の定量的評価」2011年1月

## 「外なる危機」と「内なる危機」

次に、日本を取り巻く「エネルギー危機」の要因について。まずは「外なる危機」です。これについては、これまでの日本のエネルギー政策の中心課題でした。日本は海外からエネルギー資源を輸入しており、海外からの供給途絶が起きる可能性が高い、それにどう備えるかということを経済的なコンセプトに、政策が組み立てられてきたからです。この「外なる危機」も最近では、中国が猛烈な勢いで経済発展し、エネルギーや鉱物資源などのあらゆる資源、食料なども含めて、需給は完全に中国の影響を受けています。その一方、昨今の中東、北アフリカでは民主化運動が高まり、政治的な状態が非常に不安定化しています。現在は小康状態にありますが、中東の政治情勢が安定化しなければ、当然またエネルギーの供給不安にもつながっていきます。そうした中で、原油などの資源価格は高騰し、投機マネーの影響を受けるなどして、1バレル＝100ドルという高いオイル水準にあります。これは、中国などの新興国の成長というのがベースにあるので、そう簡単にはおさまらないと思っています。

次の「内なる危機」については、4、5年以上前から私は、国内でのエネルギーの安定供給の議論の中で、エネルギー安全保障を考えるべきだと言っておりました。今回はとくに大震災および福島第一原発の事故が起き、福島第一はまだ安定化していないなど、日本のエネルギーは非常に危機的な状況にあります。それにプラスして浜岡原発が全基停止され、さらに定期検査の終わった原発も再稼働できずにいることから、電力不足は東日本から日本全体に広がりつつあり、この夏は大変です。

電力に供給不安があれば、当然、企業は国内に投資をしません。もともとが高いと言われる日本の電気料金ですが、今後さらに上がる要素はたくさんあります。今、原発が止まっている分を、石油、天然ガスなどの化石燃料でどんどん焼き増ししています。それによるコストアップがあるし、福島第一原発事故の損害賠償の問題もあります。再生可能エネルギーは残念ながらまだコストが高いし、固定価格買い取り制によって、その分電気料金へサーチャージ転嫁されます。いろんな意味で、電気料金は下がる要因よりも上がる要因のほうが多いので、日本国内の産業の空洞化がさらに加速することは避けられません。これをいかにスローダウンさせるかが大事となります。

## 世界の原発状況

世界の原子力発電については、2011年1月現在で、世界30カ国で436基、約4億kWが運転中ですが、その後、日本（54基、4885万kW）は減り、ドイツ（17基、2152万kW）も一部ストップしているため、減っています。さらに日本の新增設14基の建設という計画も、非常に難しくなっています。

一方、中国には現在13基、1085万kWの原発が稼働中であり、計画53基のうち28基が建設中です。2015年には4000万kW、2020年には7000万～8000万kWに増やす計画を進めています。今回の福島第一原発の事故を受けて、中国政府が安全対策等に慎重になり、計画がスローダウンする可能性はありますが、あつとやう間に日本を追い抜くのは時間の問題です。第一位はアメリカ（104基、1億524万kW）、第2位がフランス（58基、6588万kW）、第3位が日本という現状で、第4位のロシア（28基、2419万kW）もさらに24基（2547万kW）という大規模な建設計画を持ち、韓国（20基、1772万kW）も8基（960万kW）の建設を計画しています。

## エネルギー政策へ4つの教訓

では、今回の東日本大震災で、東北エリアにある東京電力、東北電力の火力発電所、原子力発電所がどのような影響を受けたのか。一番北にあるのが青森県の東北電力・東通原子力発電所、これは定期検査中でしたが、もちろん止まったままです。それから八戸火力、宮城県の水川原発、仙台のガス火力、福島第一、第二原発、茨城県東海村の東海第2原発など。このエリアには原子力発電所が15基ありますが、これが全部止まっています。

火力発電は、福島県広野の石炭火力1号などで一部、復旧し始めています。東京電力



の火力発電所は、東京湾岸に密集しています。一部は地震で止まりましたが、比較的短期間で復旧し、原子力発電所が動かない分、火力をフル操業して夏場を乗り切ろうと、準備をしているところです。

今回の大震災とエネルギー政策への教訓として、4点ぐらいに整理しました。

第一は「大規模集中型エネルギー供給システムの弱点」が露呈したことです。日本は国土の3分の2が山で覆われ、比較的フラットなところは少ない。そうした場所に一億二千数百万の人間が住んでいることから、土地の制約が結構大きい。そのため、発電所用地の取得は容易ではなく、取得できた用地に集中的に発電所をつくることとなります。それは大規模施設での大容量送電が可能な効率性のよいシステムですが、それが図らずも、今回の大震災で相当大きな打撃を受けました。東京湾岸でも直下型地震が起きる可能性が指摘されていることから、こうした“大規模集中型”のリスクを改めて考える必要があるのではないのでしょうか。

第二は「原子力発電の“安全神話”の崩壊」です。日本の場合は「原子力は絶対安全」ということでスタートしました。しかしアメリカやヨーロッパでは「人間がつくった技術だから、必ず事故やトラブルが起きるリスクがある」というのが出発点です。そのリスクを「受け入れ可能なところまで、いかに小さくできるか」という考えなので、「万が一、最悪のことが起きたら、どう対応するか」といったことも、比較的容易に受け入れられる素地があったのではないかと。

この違いは、日本には「広島・長崎の核アレルギー」がベースにあることと、関係していると思います。あくまでも私の仮説ですが、そうした核アレルギーがあるために、電力側も「原子力は絶対安全」「大事故も100%起きない」などと言って地元の人たちを説得し、原発の立地を進めてきました。その結果、事故対応マニュアルも一応はあったようですが、本当は「最悪の事態までの対応を考えていなかったのではないかと」と、今回の（原発事故の）一連の事態を見ていて感じます。

そういう意味では安全規制自体の問題、体制の問題もありますし、リスク管理に対する考え方も不備でした。実際に、シビアアクシデント（過酷事故）が起きたときの危機対応も不十分でした。事故や避難などの訓練はしていましたが、本気でそこまで考えていたかどうか疑問です。

第三は「加速する電力化社会と脆弱な送電網」についてです。エネルギーを電力の形で使う形態がどんどん増えている中で、「日本の送電ネットワークは非常に脆弱である」との議論がなされています。ヨーロッパやアメリカの送電ネットワークは網の目のように張りめぐらされているシステムですが、日本の場合は「楕円形」といって、北から各電力会社間の送電系統をつなぎ、互いに電力をやり取りしています。そして電源周波数も50Hzと60Hzに分かれているなど、ものすごく脆弱な基盤にあります。「高品質の電気を安定的に供給すること」は、これからの国際競争、国家存立をも左右する大変重要な課題です。

第四は「バランスの取れたエネルギー政策の重要性」です。エネルギー政策の目標は、「エネルギーの安定供給」がベースにあります。これに経済性や、CO<sub>2</sub>の少ない低炭素性、安全性、自然災害への強靱性といったことが加わります。こうした多様な政策目標をどう実現するか。このうちの1つ2つを無視するならば、かなり選択肢は増えるのですが、日本の取り得る選択肢は、ヨーロッパとかアメリカなどに比べて非常に限られた、狭いパスを行かなければなりません。今回の原発事故によってさらに、そうした難しさが増しております。

## 短期・中期・長期で考える電力需給

### 今後の電力需給問題

「今後の電力需給を巡る問題」については、「今夏に向けた短期」「来夏から2～3年間の中期」それから「長期的な問題」と分けて考えるべきです。今は、いろんな立場の人がいろんな意見をドラスティックに言っておられます。これだけの震災だけに大事なことです。議論を整理しないと、一般の人はほとんど分からない状況になりかねません。

「短期」という意味は、「今夏をどうするか」ということです。短期的な電力の供給力は非常に限定的で、再生可能エネルギーとかガスの火力発電をつくるにしても、これは限定的です。むしろ電力を使う需要サイドで、相当思い切った対応をとるしかありません。「計画停電」は最後の手段であり、絶対に停電させないことが大事です。

震災後の電力事情は、東日本だけでなく日本全体が大変厳しい状況にあります。電気の融通もほとんど期待できず、とくに浜岡原発の停止以降、事態は悪化しています。この夏を節電でどこまで乗り切れるかは、夏の暑さがどれほど厳しいのかという「お天道頼み」、あるいは神頼み的な話にならざるを得ません。

原子力発電所が震災によって停止し、定期検査後の再開もできないまま、さらに新たに定検停止となっていくと、来年5月末には日本の原発54基が全部止まるので、状況はいつそう悪くなる可能性があります。「来夏か

ら2～3年間の中期」に向けては、現在の取り組みが大事となります。企業は先行きの電力需給や電力コストの見通しによって、設備投資など、国内投資を決めます。非常事態にある日本で、自分たちの企業がどう生き残るのか、国内雇用をどう確保していくのかといった思いを、経営者の方々は持っておられます。だからといって、国内に投資をしても夏場に停電があったり、電力の価格が何十%も上がったりすれば、企業として生き残れないかもしれない。そうしたときに国益と企業益の乖離が起き、企業としては生き残りを優先せざるを得ない局面が生じてくる。こうしたことは考えておくべきであり、電力の需給逼迫に対する懸念をいかに小さくするかが大事となります。さらに、電力の需要側ではピーク負荷を抑制する取り組み、供給側ではできるだけ供給力を拡大するような取り組みをしないといけません。

「長期的な問題」とは「新しい状況下での、あるいは10年先、20年先でのエネルギー政策や電気事業政策をどうするか」の問題です。原子力発電あるいは代替エネルギーにどこまで依存するのか、今後の電気事業体制つまり発電・送電部門の分離についても、今のように供給側もどうなるか分からないときに、発電事業と送電事業を分離してどうなるのかといった、いろいろな問題と一緒に議論されています。これらをきちんと整理しないと、混乱を重ねる可能性もあります。地球温暖化対策についても、日本が主体的に取り組まざるを得ないグローバルな、長期的な問題です。

### 日本の原発状況

先ほども申し上げましたが、日本には原子力発電所が54基あり、東北エリアで今15基止まっています。さらに、その他の原発も13カ月ごとに定期検査があるので、どんどん止まっていきます。すでに定期検査が終わった原発もかなりありますが、それも知事さんのゴーサインが出ないということで動いておりません。法律的には、原子力安全・保安院が定期検査の終わった段階でそれを審査して、オーケーを出せば動かせるのですが、電気事業者は地元の知事さんといわゆる「原子力安全協定」という法的根拠のない“Gentleman's Agreement”を結んでいて、知事さんがオーケーと言わないと動かさないことになっております。

浜岡原発については菅首相が、30年以内に東海地震が起きる確率が高いということで、法的根拠のない形で、行政命令に近い要請をして止めました。その他の原発についても、定期検査が終わったところは「動かしてよい」との根拠が示されていないので、各知事さんはゴーサインが出せず、どんどん止まっている状況です。浜岡原発の停止理由を説明するときに、ほかの原発については「こういう安全基準の条件を満たせば当面は安全だということを国が保証する」ということを同時に言うのが、政治家として、国のリーダーの本来やるべきことだと思います。止めることだけ言って後は知らないというのでは、極めて無責任ですよ。



### 原発停止で増える火力燃料費

2011年6月7日の「新成長戦略実現会議」で経済産業大臣が提出した資料「今夏の電力需給状況」には、原発の停止でどれだけ需給が逼迫するかが書いてあります。東日本だけではなく、中部電力や西日本の関西、北陸、中国、四国、九州の各電力会社も厳しい。中国電力は原発依存が低いので、火力で何とか対応できる比較的余裕がありますが、他の4社は大変です。最近では関西電力も15%の自主的な節電を呼びかけています。九州、四国、北陸の各電力会社も今のままでは、そうなる可能性があり、電力需給の逼迫という状況はこの夏、全国的に広がりそうです。

同じ政府資料によりますと、原発が定検後も稼働できない状況が続いて来年5月に全部が止まり、その分を火力で代替するとなると、今年度だけで1.4兆円の燃料コストが増加します。さらに、その後もすべてが停止すると、1年間で3兆円超の燃料コスト増になるといいます。これについては、私たち（財）日本エネルギー経済研究所でも試算しています。原発全基が止まった場合、火力で焼き増して発電しないと行かないので、石油や液

化天然ガス、石炭などの輸入量が増えます。その増加分の燃料費は2012年度の1年間で3.5兆円ぐらいと見込まれます。

さらに、これが電気料金にどう跳ね返ってくるのかを計算しました。日本の販売電力量は1兆kWh弱で、割算するとkWhあたり3.5円ぐらいです。増加燃料費3.5兆円を1兆kWhで割ると、kW/hあたり約3.5円。家庭用電力で計算してみると、1家庭280kWh/月ですから952円～980円と、だいたい1,000円ぐらいですね。これをとらえて、マスメディアは「1,000円電気代を負担すれば原子力は要らないのだ」とミスリーディングというか、一面的な報道をしてしまいました。実は、産業分の電力を含めると、それでは済みません。業務用電力（特別高圧供給、高圧供給など）の料金はkWh当たり平均12円ぐらいです。火力による増加燃料費分がkWhあたり3.5円となると、それだけで業務用電力は約30%値上がりするので、それぞれの家庭が月に1,000円で済むという話ではないのです。しかも、こうしたことは「短期」の話であり、これからもし原子力を全部やめたら、それに替わる発電所をつくらなければなりません。火力発電所をつくる、再生可能エネルギーをどんどんつくる、それに資本コストもかかるとなると、さらに電気料金に上乗せされます。まだ正確に計算されていませんが、こういった産業に、どれほど波及するのかを考えていった場合、おそらく、おそろしい世界になると思います。そのぐらい深刻な問題として考える必要があります。

### 来夏から3年後に向けた取り組み

来夏から3年後の問題です。電力の需要側では、節電に貢献する省エネ機器としてLED照明も随分効率がよくなっています。これも私たちの研究所の試算ですが、日本にある蛍光灯や白熱灯を全部LEDに替えたら、日本の消費電力量の9%ぐらい（約922億kWh）節電できます。取り替え費用も15兆7000億円かければできる計算です。これから10年、20年で半分を替えるにしても4%節電できるポテンシャルはあるので、これを広げていくことも大事です。

また太陽光発電もピークシフトには、もちろん大きな役割を果たします。蓄電池も、その技術が安いコストで汎用できれば、再生可能エネルギーの弱点が大きく改善され、電力の需給システムが革命的に変わる可能性もあります。電力需給を調整できるスマートメーターの普及にも、いっそう取り組んでいくことです。

「電気料金でのインセンティブ」については、エコノミストの間でも、価格のメカニズムで電力需要もすべて調整されるような議論が多い。「価格メカニズムの役割」は分かっていますが、「価格を変えれば全部マーケットで調整されて、問題が解決する」という意見が多いことに、私は違和感を覚えます。もちろん、電力需要のピーク時に電気料金を上げて需要を抑えることや、ピーク時対応の電源のインセンティブを補うために、価格メカニズムを使う必要があるし、有用だと思いますが、あくまでもそれは“**One of them**”であり、それだけでは解決しません。いろんな技術の開発も含めて、その中で価格インセンティブも併せてやっていくことではないでしょうか。

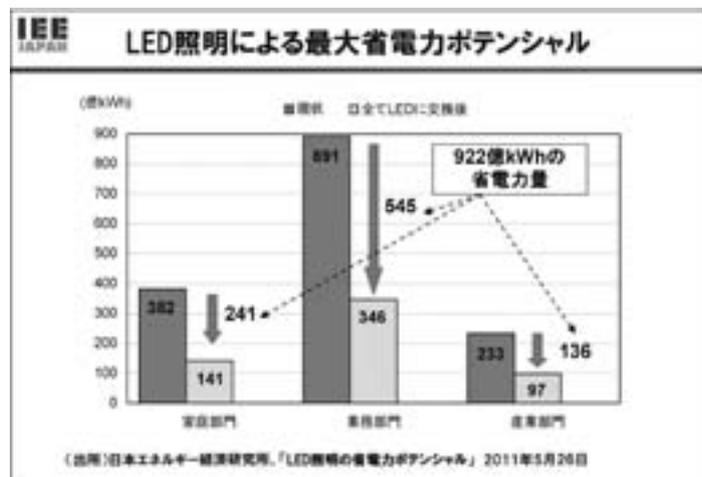
電力の供給サイドとしては、被災した火力発電所の復旧、既設の原発の安全対策や安全性基準の強化などを図ることです。また、短期間で容量の増加が期待されるガス火力発電の増設、自家発電設備の容量拡大や増設も行われつつあります。

### 高まる省エネ・新エネへの期待

省エネルギーについては震災の前から、いろいろな新しい技術やコンセプトの開発が、将来の低炭素社会に向けて取り組まれています。太陽光発電や家庭用燃料電池、LED照明、次世代自動車などの分散型のエネルギーをうまくネットワークにつないで、全体のバランスを取りつつ、いかに大規模集中型や分散型のシステムを共存させていくのか。そうした方向で、スマートグリッドをはじめとする、未来型エネルギー社会の形成が検討されています。

### LED照明による最大省電力ポテンシャル

先ほども触れましたが、LED照明でどれ



だけ省電力ができるか、その試算を私たちの研究所が5月26日に発表しました。蛍光灯や白熱灯のすべてをLED照明に替えた場合、家庭部門で240億kWh、業務部門で545億kWh、産業部門で136億kWhの合計で922億kWhの省電力量が得られます。相当に大きな節電のポテンシャルがあるということです。

## 脱原発と再生可能エネルギー

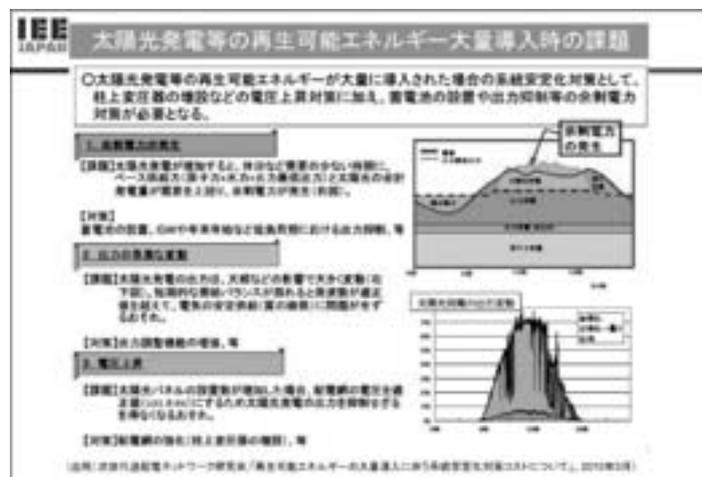
### 太陽光発電等の再生可能エネルギー大量導入時の課題

再生可能エネルギーの一番の問題は「不安定な電源だ」ということです。太陽光にしる風力にしる、非常に出力の変動が激しいので、その変動を吸収していくか大事です。特に、電圧や周波数の安定性が要求される半導体産業や高度加工産業では、電気の質の問題も問われることにもなります。

また太陽光発電では、これまで発電した電気を一方的に下流に流すだけだったシステムが、今度は末端の各家庭に1,000万個とか2,000万個ともいわれる多数のソーラー発電機がぶら下がり、従来とは完全に違うシステムになります。例えば、今実験をしています、ある地域で100個とか200個の太陽光パネルを取り付けて発電し、使用電力が余ったときに、逆送電して電気を売っています。その場合には当然、電圧が高くなるわけです。それをコントロールするには、柱上変圧器の増設や蓄電池を使うなどの対策もありますが、信頼のおける、コスト的にも十分導入可能な、電圧や周波数を安定化させ得る技術を開発しなければなりません。

発電設備の電力需要に対する運用の仕方をみると、原子力発電や流れ込み式水力発電、さらに建造費の安い石炭火力発電は、常に一定の出力で安定的に電力を供給する「ベースロード用」として使われています。天然ガスによる火力発電は、通常時は電力需要に合わせた出力で運用する「ミドル用」、および需要のピーク時には最大出力で運用する「ピーク用」として使われています。石油火力発電は完全に「ピーク用」としての使われ方です。ところが震災後は原子力発電がかなり減り、ガス火力発電なども短期的にはベースロード用に使わざるを得ない状況です。今後、太陽光発電や風力発電が加われば昼間の供給力となり、お正月やお盆休みなどの電力需要が少ない時には、ベースロードに食い込むほどの供給力になることも考えられるので、発電システムの全体として、効率的な運用を図ることが必要となります。

さらに「揚水発電」があります。原子力発電で夜間の余裕のある電力を使って池の水をポンプアップし、昼間の需要時にそれを落として発電するもので、蓄電の役割を果たしています。東京電力だけでも1,000万kWに近い設備があり、今は緊急事態なのでその6割、約600万kWを供給量としてカウントしています。普通は供給量にカウントしません。揚水発電は約30%のロスが出るからです。しかし今回の状況は、揚水発電が使えなければ「15%」節電ではなく、「25%」節電くらいにしないと追いつかない事態となったので、カウントに入れたという経緯があります。



### 長期的な取り組みに向けた検討課題

長期的な取り組みでは、福島第一原発事故の原因究明が最大の課題です。「どうい理由で」「何が起きて」「どんな問題があったのか」などを検証するために、政府の「事故調査・検証委員会」（畑村洋太郎委員長）が取り組んでいます。また、様々な費用負担の問題についても政府案が出され、議論し出すと、さらに多くの問題が出てくるといった状況です。アメリカには「プライス・アンダーソン法」という原賠補償法（原子力損害賠償補償法）があり、原子力業者がお金を出し合う相互扶助システムによって、事故時にはそれで充当します。これまでに全部で100億ドルぐらい積み立て、それを超える部分については、国が議会の承認を得て補償するというスキーム（枠組み）です。日本の場合には原子力事業者に無限の賠償責任が課され、国による賠償措置額は通常の商業規模の原子炉の場合、1事業所あたり1,200億円となっています。異常に巨大な天変地変や戦争などが起きたときは免除の規定がありますが、今回はそれに当たらないということで、政府は補償のスキームを出しています。

長期的な電源構成のあり方も検討課題です。原子力にどこまで依存していくのか、あるいは、脱原子力でもう要らないのか。こうした意見は、5月初めの浜岡原発の停止から変わりました。4月末ごろまでは、朝日新聞などの世論調査をみても、原発の運転については「現状程度は維持すべきだ」という意見が5割以上ありました。ところが浜岡原発が停止され、福島第一原発についてのいろいろな問題、メルトダウンなどのネガティブな情報が後からどんどん出てきて、「原子力は非常に危険だ」という報道が毎日なされました。原子力に対する懸念が高まることは避けられません。現に、放射能による食料や水の汚染問題で一般の方が線量計を持つ事態にもなっているわけですから、科学的な議論よりも何よりも、とにかく「原子力は危ない」という空気が社会全体を支配している状況です。そういう中で「長期の問題」、10年、20年先を見越してどうするかという冷静な議論は、今の時点ではなかなかできそうもありません。少なくとも福島が安定化しない限り、さらに、それまで時間がかかるとい意味でも極めて難しいと思います。

地球温暖化対策についても、「鳩山イニシアティブ」で2020年までに二酸化炭素排出量の25%削減を目指していますが、これは大震災によってますます難しくなりました。唯一の可能性は、日本経済がさらに低迷してマイナス成長を続けることだとも言われています。

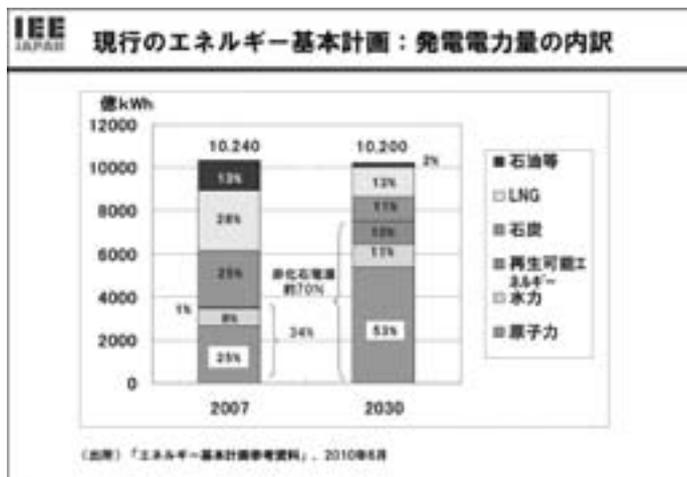
「広域的なインフラ形成」も検討課題です。日本全体のエネルギー・電力の安定供給のためには、送電線のネットワーク、天然ガスのパイプラインの整備は大変重要です。アメリカやヨーロッパでは、とくに天然ガスはクリーンな燃料であり、分散型エネルギーのバックアップとしても一番使いやすいということで、十分なインフラ整備が進んでいます。ところが、日本では遅れている——これは、日米欧での発電量構成の違いによく表れています。

資源の賦存状況やエネルギーのバランスは日本、ヨーロッパ、アメリカなどの国によって違います。2008年のデータですが、アメリカでは発電量の半分(49%)を石炭、さらにガス21%、原子力19%、あとは水力、再生可能エネルギーです。EU全体では原子力が3割弱(28%)を占め、石炭が同じく28%、天然ガスが24%、水力が10%と続きます。水力はスウェーデンなどの北欧でかなり発電量です。再生可能エネルギーは、ドイツで十数%を占めますが、EU全体では7%です。このうち原子力については、福島第一原発事故後、ドイツが17基の原発を2022年までに停止し、スイスも5基の原発を段階的に停止することを決めたほか、イタリアも国民投票の結果、原発再開を断念しました。これらは脱原発を決めた国ですが、そうでない国もあります。フランスもその1つで、58基もの圧倒的な多さの原発をもっています。

日本の発電量構成は、それほど極端に、世界のバランスからかけ離れているわけではなく、それぞれのエネルギーの長所短所をうまく使っています。2008年のデータでは、前年7月の新潟県中越沖地震で東京電力・柏崎刈羽原発が停止し、その分、石油やガスをたくさん使ったので、比率も石油13%、ガス26%と高まりました。原子力のシェアは27%と低下して、EUに近くなりました。

昨年閣議決定した日本の「エネルギー基本計画」では、自主エネルギー比率を38%から70%程度に増やすこと、原子力や太陽光、風力、地熱などの再生可能エネルギー由来の「ゼロエミッション電源」を34%から70%程度にすること、家庭部門のCO<sub>2</sub>を半減させること——これらによって、2030年にはCO<sub>2</sub>を90年比30%削減しようというのが目標です。その実現のために、総合的な取り組みとして掲げたのが「資源国との戦略的関係の強化」「レアメタルの自給率の向上」です。また、エネルギー供給の面では再生可能エネルギーの拡大、原子力の推進、IGCC(石炭ガス化複合発電)やCCS(CO<sub>2</sub>回収・貯留)の推進、エネルギー需要の面では「ゼロエミッション・ビルディング」や「ゼロエミッション・ハウス」、LEDなどの高効率照明、次世代自動車の普及などの取り組みを掲げました。スマートグリッドやスマートコミュニティの推進により、新たなエネルギー社会を実現させることも目標達成のための取り組みです。これらをどのようなスピード、どのような政策手法で実現するのが課題となります。

現行のエネルギー基本計画によれば、太陽光発電は2007年に192万kW、2010年は300万kWを超えています。これを2030年に5,300万kWを目指しています。風力発電は2007年の167万kWに対して1,000万



kWに、地熱発電は2007年の52万kWの3倍近くの165万kWに、原子力発電については14基以上を新增設して、2007年の4950万kWから2030年には6800万kWにする計画です。再生可能エネルギーについての一番の問題は経済性と稼働率です。太陽光発電は年間平均が約1,100時間、12%の稼働率です。風力発電の稼働率は、日本でのいいところでは二十数パーセント、25%というところもありますが、ヨーロッパとくにデンマークでは風力発電の稼働率が40%もあります。実際に見てきましたが、安定した風が吹いています。稼働率が2倍になれば経済性は半分になるほどの、インパクトがあるとされています。

原子力発電の稼働率については、2008年が60.7%です。これを2030年には90%に上げようと想定しています。それにより2030年には総発電量の53%を原子力でまかない、11%を水力、10%を再生可能エネルギー（水力を除く）でまかなう計画です。菅首相が5月のG8サミットで表明した「再生可能エネルギーを2020年代の早い時期に20%に」というのは、エネルギー基本計画の2030年目標を前倒しすることなのです。ほかの石炭やLNGは減らしていこうという、現実には省エネルギー政策ですね。ところが、この図をあるところで見せたら「日本は省エネルギーをやらないのか」と質問されました。実は、この図のベースに「オール電化」というか、家庭や業務用で使っている化石エネルギーをすべて電気に変換するような、例えば、ヒートポンプを増やしていくなどの方法や考え方が結構入っています。1次エネルギーの電力化を進め、さらに原子力や再生可能エネルギーの利用を7割程度に高めていけば、CO<sub>2</sub>の排出量は減らすことができる——というロジックです。その省エネ政策を早く実施していくことが、大きな課題です。

### 技術としての原子力発電の役割評価

技術として原子力発電をどう評価するか。これは私が38年前にエネルギーの研究を始めてから今でも、さらにこれからも、世界中のエネルギー政策の1つの大きな論争点です。地球環境については、グリーンピース・インターナショナルの共同創設者で環境学者のパトリック・ムーアが温暖化問題にどう対処するかが注目され、その結果には大きなインパクトがありました。彼は核廃絶の立場から原発の開発・利用に30年間反対してきましたが、「原子力は気候変動の大惨事から地球を救うエネルギー源の1つだ」と転身し、原発の必要性を訴えました。これは今回の福島第一原発事故の前、2005年4月の米国上院の委員会でのことです。

それから英国の環境学者でガイア論の父、ジェームズ・ラブロックは「原発を排除し、再生可能エネルギーで、人類が必要とする電力供給は非現実的だ」「温暖化は一度起こると制御不能となる。原子力は困難だが制御は可能だ」と語っています。本当に原子力は人間の力で制御できるのかどうか、議論の分かれるところですが、彼は環境学的な立場から原子力の必要性、役割を評価したのです。

歴史的に重大な原発事故の原因としては、1979年のスリーマイル島原発事故はヒューマンエラーが起因となりました。86年のチェルノブイリ原発事故は、プルトニウムをつくるための、技術的に不安定な欠陥原子炉でした。今回の福島第一原発事故は、地震や津波の自然災害によるものとは言え、全電源喪失が原因となって起きました。

「失敗学」の権威、東京大学名誉教授の畑村洋太郎さんが5月30日付けの日本経済新聞「経済教室」に『「最悪時」前提に設計見直し 原発事故に学ぶ』を書いています。技術の成熟化には失敗経験が不可避で、どんな産業分野でも十分な失敗経験を積むには200年かかるという。例えばボイラーの技術につて、米機械学会は1942年に危険度を引き下げた。産業革命以降、ボイラーの爆発で1万人以上の命が失われた。ボイラーが出現して200年がたって、ようやく手に負えるようになったのだ。その一方で、原発は始まってから60年しかたっていない。この間、スリーマイル島事故やチェルノブイリ事故、今回の福島第一原発の事故というように、失敗経験を積んでいるが、まだまだ未熟だ。自然や原子力を完全に制御できると考えてはいけぬ。原発にどんな未経験の部分があるのかを考えることが大切だ、と述べています。

今回の原発事故を機に、原子力の問題が核の問題と連動してきています。大江健三郎さんが3.11の翌週、フランスの『ル・モンド』紙で「核の炎を経験した日本人は核エネルギーを産業効率の観点で考えるべきではない。広島兵器を基に、成長の手段を追求すべきではない」と。村上春樹さんも「福島第一原発の事故は、日本にとって二度目の大きな核の被害だが、今回、自らの手で過ちを冒した。我が国民は原発を拒否する」と発言されています。もはや、技術だけの問題ではなくなっています。

そういう中で、文芸評論家の吉本隆明さんは違います。毎日新聞に出ていたのですが、彼は「動物にない、人間だけの特性は、前へ前へと発達すること、技術や頭脳は高度になることはあっても元に戻って退歩することはありません。原発をやめてしまえば、新たな核技術もその成果も、何もかもなくなってしまう。今のところ事故を防ぐ技術を発達させるしかない」と述べています。

前の2人の文学者の発言は、原発を否定しています。核技術は受け入れられないという感性の側面が強い世界ですね。その反面、技術者たちは、科学技術を進歩させてきた人間の本能、あるいはDNAとして、原発はストップさせられないと思っているのではないのでしょうか。私もオーロラの研究をやっていた科学者の端くれとして、吉本隆明さんの意見のほうに納得できるような気がします。

## 食糧安全保障と日本農業の課題

聞き取り日：平成 23 年 6 月 30 日  
株式会社資源・食糧問題研究所 代表  
柴田 明夫（しばた・あきお）



1951 年、栃木県生まれ。1969 年、宇都宮東高校卒業。1976 年東京大学農学部卒業、丸紅入社。鉄鋼営業部門、調査部門などを経て、2001 年 4 月丸紅経済研究所主席研究員、06 年 4 月同研究所所長、10 年 4 月同研究所代表、11 年 9 月より現職。

### 逼迫する世界の穀物需給

#### 日本経済の「萃点（すいてん）」

本日のお話のポイントは、日本の農業は海外と国内の両方で資源の供給制約問題に直面しているということです。特に 3 月 11 日の東日本大震災があってから、まず国内では、東日本を中心に長期的な電力不足懸念に直面しています。海外に目を転じますと、食糧に限らずエネルギーや金属資源など、あらゆる資源価格の騰勢がとまらない状況です。この価格の騰勢は、ともすれば投機マネーによる「一時的なマネーゲーム」あるいは「一過性の現象」などとマスコミ的にはとらえられています。私はそうではなく、資源の均衡点価格の変化、すなわち過去 30 年の価格帯といったものが、もう 1 つ上の段階にずれ上がる、そうした変化が始まっていると見ています。

背景には中国やインドなどの新興国の猛烈な需要の拡大に伴って資源の枯渇問題が起き、その結果、日本経済あるいは日本の農業も、海外・国内両面からの新たな資源の供給制約に直面しているということがあります。

日本の対応としては次の 3 点を同時に進めることが重要です。1 つは、資源の供給制約が強まり世界中で争奪戦が始まっているわけですから、日本は官民挙げて資源の安定供給を図ることです。これは商社の役割です。2 番目は、資源の枯渇問題や強まる地球温暖化の傾向に対して、できるだけ資源を使わず、効率的利用を内外で進めること。代替材料や代替エネルギーの開発もそうです。これらは科学技術の分野ですね。もう 1 つは、農業などの国内資源のフル活用を図るべきだと思っています。

ここに、一見、訳のわからない絵があります。南方熊楠（みなかた・くまぐす、1867～1941 年）という世界的な民俗学者で、粘菌の研究などでも有名ですが、彼の本の中に『萃（すい）点の話』というのが出てまいります。私なりに解釈すると、図でイ、ロ、ハ、ニ、ホ、へ、トというのは、例えば日本の抱えたさまざまな問題点を示します。地方経済の疲弊とか格差の問題とか、あるいは環境とか医療・介護・年金問題など将来的な社会不安とか、これらさまざまな問題点の絡み合ったところが「萃点（すいてん）」です。この萃点を見つけて解きほぐすことによって、抱えている日本の経済・社会問題を解決する糸口がつかめるということです。そこで改めて「日本経済の萃点とは何か」と考えた場合、私はそれは農業・農村ではないかと思っております。世界の資源・食糧問題を考えた場合、日本の農業・農村を「もう一度しっかりと見直していくときが来たな」と考えています。

**◇本日のポイント**

1. 3月11日の東日本大震災は、原発事故とも重なり、国内に長期的な電力不足懸念をもたらしている
2. 一方、海外では資源価格の騰勢が止まらない  
→投機マネーによる一過性の上昇ではなく、「均衡点価格の変化」である。
3. 日本経済は海外・国内両面から資源の供給制約問題に直面
4. 日本の対応
  - 1) 資源の安定供給を図る
  - 2) 資源の効率的利用を内外で進める
  - 3) 国内資源のフル活用を図る

**農業、林業、水産業、水資源**  
 (日本の「萃点」としての地域資源を見直せ)

## 穀物急反騰の背景

海外の経済・マーケットから日本国内を見てみると、まず世界経済では、リーマンショックが2008年9月15日に起こりました。その直後、「つるべ落とし」のように世界経済が大きく落ち込み、戦後初めてのマイナス成長になりました。これは「百年に一度の危機だ」という認識で、各国政府がなりふり構わず財政・金融政策を打ち出したので、幸い世界的な大恐慌に至りませんでした。そのため、世界経済は昨年（2010年）が5%成長、今年と来年が4%台半ばの成長と予想されるなど、景気的には回復してきています。

もう1つの世界的な傾向は、パワーシフトがより鮮明になったことです。成長の源泉が先進国から新興国、特に中国に移ってきている。経済もアメリカの一極化から多極化構造へと変わってきて、もはや「グループ・オブ・セブン（先進7カ国）」あるいは先進8カ国で物事が解決できなくなってしまった。G20とか、参加国が広がってくると、それぞれが国益を追求するという勝手な動きになって、結局、グローバルな 이슈（課題）としての資源の枯渇問題や地球温暖化問題の解決が困難になり、もはや「Gゼロだ」とも言われています。本来、この資源の枯渇問題は、国際的な資源の管理体制ができればよかったです、それができなくなると、期待されるのは技術革新によって資源の効率的利用とか、できるだけ使わないとかの技術開発によるところが大きくなります。

経済構造のパワーシフトについては、90年代までは、人口8億人弱の先進国が世界経済を牽引し、資源もほぼ独占して使っていました。ただし、それらの先進国は70年代のオイルショックを契機に成熟化したので、経済が成長しても毎年、新たな資源の需要が喚起されるわけではありませんでした。そのため、先進国の景気変動に応じて資源の需給が変化し、資源価格もあるレンジの中で循環的な変動を繰り返していたというのが90年代までの姿です。

しかし2000年代に入り、いわゆる「BRICs現象」としてブラジル、ロシア、インド、チャイナ（中国）という、人口が合わせて約30億人にもなる大国が新たに工業化してきたことで、資源の需要が毎年新たに喚起される状況になりました。

結局、リーマンショック以降の世界経済では、3つの潮流がより鮮明になりました。景気が予想以上に拡大してきている。パワーシフトが進む。その影響が資源の市場に、より先鋭的に現れるようになった。その現れ方も単なる価格の上昇ではなく、価格のステージが一段上がるような「均衡点価格の変化」として現れるようになったのです。

「均衡点価格の変化」という点では、現在は、70年代と同じようなことが起きていますが、違いは2つあります。1つは資源の枯渇問題、もう1つは地球温暖化の問題です。これら2つの危機が不可逆的な流れとして進みだしたということです。はたして「資源は枯渇しているのか」。私が申し上げている「資源」とは、いわゆる「濃縮されて経済的な場所に大量に存在する自然物」のことですが、こうした「優良な資源」「生産コストが安い資源」は発見し尽くされています。拡大する資源需要に対応しようとすれば、「濃縮されていない資源」としてのバイオ燃料、あるいは「経済的な場所にない資源」としての深海油田など、いわゆる「質の悪い、生産コストの高い資源」まで総動員しないと間に合わなくなっているのです。

では「いつまで価格が上がるのか」、「どこまで上がるのか」と、よく聞かれます。現在の動きは「つなぎ」というか移行の期間であり、いずれあるところに行くと落ち着きます。その移行期間と価格水準は、おそらく今後の中国の経済成長の中身と、成熟化するまで、時間軸でいうと2020年ぐらいまでは、こうした上昇傾向が続くと思います。

## 穀物価格の変動

この資源価格の上昇は、食糧についても同様です。シカゴ商品取引所における大豆、小麦、トウモロコシの価格の動きを見ると、2008年のときにこれらは歴史的な高値をつけました。その後、リーマンショックもあって急落しましたが、下がったその位置は、過去の価格と比べても、10年に一度の干ばつで大相場が出たときの高値と同レベルにとどまるなど、マーケットは一段と高値不安定になっています。それが、昨年の後半から一段と価格の騰勢が強まり、今年に入ると穀物の価格、中でもトウモロコシの価格は2008年の高値をすでに抜いている状況です。

きっかけは、ロシアの干ばつです。この干ばつによって、ロシアだけでなく、カザフやウクライナといった世界の小麦生産の15%を占め、世界の小麦輸出量では3割近くを占める地域が減産に追い込まれ、ロシアは輸出を禁止した。これら3国の小麦は主に北アフリカや中東諸国に輸出されている。それがストップしたわけです。そうした中で、チュニジアでは「ジャスミン革命」が起き、エジプトではムバラク政権が転覆するなど、北アフ

リカや中東などで民主化運動が高まる事態となっています。小麦の輸入が止まると、こうした諸国はアメリカから買ったことで、アメリカの小麦価格が暴騰する格好となりました。小麦が上がるとトウモロコシ、大豆も連動して上がりました。南半球で生産が増えれば、これら北半球の減産分はある程度補えるはずですが、去年は南米・アルゼンチンの干ばつとか、オーストラリア西部の干ばつ、東部の大洪水などもあって、投機マネーが一段と入ってくる状況となりました。この間、中国は大豆を昨年11月時点で5,700万トンを、今年はすでに5,800万トンを輸入しています。トウモロコシも100万トンを超える輸入国に変わってきています。ロシアの小麦生産は昨年ドンと落ちて、今年はやや回復し、昨年比500万トンの増加が見込まれますが、輸出量は一昨年のレベルまでは回復していません。



### 「世界の食糧需給」の視点

海外の食糧市場でも、資源市場と同様に「均衡点価格の変化」が起きています。背景には世界的な食糧需給の逼迫傾向があり、さらに、その後ろ側にあるのが中国の影響です。食糧の供給サイドにも制約があります。食糧の生産量は〔耕地面積×単収〕で計算されますが、その耕地面積、単収ともに制約条件が強まっているのです。見逃せないのは、世界の食糧の供給構造です。現在、地球上で大量に商業生産されている作物は、コーヒーや砂糖、野菜・果物なども全部含めて150種類ぐらいあり、約44億トンの生産数量になります。そのうちコメ、小麦、トウモロコシ、大豆の生産量が22億トンを超えているので、世界の食糧供給の半分以上が、この特定の4種類の作物に依存しているという構図です。それだけに、これらの作物の生産性が高いということになりますが、逆に、植物あるいは「生物の多様性」の面から見ると、「かなり脆弱化しているのではないかと捉えられています。「多様な植物の世界ほど、環境変化に打たれ強い」と考えられているからです。

こうした情勢の中で、バイオエタノールの生産がアメリカにおいては増加しています。これからの世界の食糧市場では、3つの性格の争奪戦が始まると思われます。1つ目は国家間の奪い合い、2つ目はエネルギー市場との奪い合い、それから3つ目は、水と土地をめぐる農業分野と工業分野の、産業間の奪い合いです。工業化が進めば、次に都市化がやってきます。水については農業用水と工業用水とで奪い合っていたところに、都市生活用水の需要が急速に増加することになります。土についても同様であり、食糧も有限資源化の傾向が強まってきていることになります。

90年代までの資源の問題は、いわゆる「枯渇性の資源」「希少性の資源」がますます希少になってきたという問題でした。しかし、21世紀に入ってから資源の問題は、従来の「枯渇性の資源」に加えて、それほど希少性に問題のなかった水や温暖な気候、多様な生物といったものまでも、新たに「希少性の性格」を帯びてきていることに心配点があります。

### 長期的に見た穀物価格

「穀物および原油価格の推移」のグラフ（IMF資料）を見ると、横軸のある年代に穀物（小麦、トウモロコシ）および原油の「均衡点価格」のレベルが、新たな高いレベルに移っていることがわかります。タイ米の輸出価格（トあたり）についても、2000年代初めまでは200ドル台でしたが、2008年に1,000ドルを超え、その後反落しましたが、500～600ドルのところまで下げ止まり、高い価格レベルにステージが変わりました。

2008年はそれほど上がらなかった農産物もありますが、今年はあらゆる農産物の価格が上昇しています。FAO（国連食糧農業機関）による食料価格指数（2002～04年＝100）でも、今年1月に230.0を突破して過去最高になり、コーヒー、砂糖も最高レベルにきています。綿花についても、以前は1ポンドあたり50円ぐらいでしたが、今年になって一時、220円の高値を付けました。現在は若干下がりましたが、それでも150円ぐらいです。これは、綿花に対する需要の拡大が1つの要因となっています。

## 逼迫化する穀物需給

穀物価格が上昇するのは、生産に問題があったからではありません。実際に、世界の穀物生産は年々増えており、今年から来年にかけては史上最高を更新するような大增産が見込まれる中でも、価格は上昇傾向にあります。

問題は在庫率の低下にあります。これまで世界的には消費が一途に拡大し、2000年代の前半には、この消費拡大に生産が追いつけず、世界の在庫を取り崩すといった構図になっていました。2007年の年末には、期末在庫率（年間消費量に対する在庫の比率）が16%台まで落ち、瞬間的に、1973年の世界的な食糧危機騒動のレベル（期末在庫率15.3%）を下回りました。供給の逼迫感から穀物価格が上がり、レーショニング（rationing）によって農家、生産者の増産意欲もわいて大增産となりましたが、その一方で消費も伸びたことから、結局、在庫が積み上がらない状況になってしまいました。ちなみに、レーショニングとは、価格が上がれば生産が増え、消費が抑制されて需給が均衡し、価格が元に戻るといった動きを指します。

楽観派が指摘する通り、現在は22億トンの穀物生産量があります。これを人口70億人で割ると、1人あたり年間310kgぐらいになります。これに野菜、果物を加えれば、必要な1日のカロリー数2,000kcalは摂取でき、飢えの心配はないはずで、ところが地球上から飢えがなくなるのは、「分配が問題だ」と言うわけです。実は、この22億トンの生産量の4割以上は、いわゆる家畜のえさで、人間がすべての穀物を直接食べているわけではありません。現在の期末在庫率についても18%台と、FAOが掲げる適正在庫率（年間消費量の2か月分に当たる17～18%）をやや上回っていることから、食糧が不足している地域に「いくらでも回せるはずだ」と考えたくもなりますが、実は、世界の在庫の3分の1は中国で在庫されているのです。特にトウモロコシとコムは、世界の半分近くが中国の在庫です。中国の在庫分を除くと、例えば現在、需要が急速に拡大しているトウモロコシは10%しか残らないので、やはり価格を押し上げることとなります。

旺盛な消費に生産が追いつかない構造になっている理由の一つは、40年間で2倍になるというペースでの世界人口の増加です。供給サイドについて見ても、世界の耕地面積は過去50年間、7億㊦のところまで頭打ちになっています。専ら単収を引き上げることで穀物の生産量を増やしてきましたが、単収の伸びも鈍化してきている状態です。

これに対して「耕地面積にはいくらでも開発の余地が随分ある」との見方もあります。しかし、過去50年間、耕地面積が7億㊦で安定してきたというのは、ただ何もしないで定常状態にあるのではなく、これまででもどんどん農地開発を進める一方で、森林破壊や砂漠化などによって、農地の改廃も進むといった、足し算・引き算の結果によるものですから、耕地面積を飛躍的に増やすことは、机上の計算では可能でも、実際には難しいと思います。

「単収の引き上げ」についても、「アフリカなどで窒素肥料を倍与えれば、幾らでも単収は伸びる」と楽観派は言いますが、窒素やリン酸、カリウムなどの肥料の値段も今、倍ぐらいになって、肥料コストが高くなっています。さらに、灌漑（かんがい）の整備コストも上がっているということです。「コストが上がる」とは、生産者にとっては悩ましいことですが、価格が上がらないと開発意欲がわかないし、価格が上がると飢餓人口が増えてしまう。そうしたジレンマを、どう解決していくべきなのか。

## 「不足」前提の農政へ

### 中国の成長とリスク

世界の食糧需要の拡大の中心は中国です。中国は1978年に改革開放路線へと転換して以来、実質経済成長率が年平均10%で成長を続け、昨年は10.4%と、日本を抜いてGDP世界第2位となりました。しかし中国は、人口で割ると、1人あたりのGDPは4,300ドルほどなので、1万ドルの先進国入りを目指すには、まだまだ先の長い話です。

今年3月の全国人民代表大会では、2011年から2015年までの第12次5カ年計画で年平均7%の経済成長を目標に掲げていますが、実際は9%前後の成長になるかと思えます。しかし、9%の成長ということは、10年たたずに経済の規模が倍になり、資源の需要、食糧の需要も倍のペースで進むことになるので、この中国の影響が非常に大きいと見ています。

### 中国の膨らむ胃袋

先ほどの人口増加に加えて、世界では食肉の需要も増えています。中国では1人あたりの食肉（豚肉・鶏肉・牛肉・羊肉）の消費量は1990年に20kg、2009年は50kgに増えています。日本人の消費量は45kgぐらいです

が、実は、日本は精肉ベースでの45 kgです。中国の50 kgというのは枝肉ベースで、骨付きの重量なので、これに0.6掛けして精肉ベースに直すと、消費量は30 kgぐらい。まだまだ伸びる可能性があります。ちなみに台湾は70 kg、アメリカは120 kgぐらい食べています。各国が「アメリカ並みに」とはいかなくても、食肉の需要というのは、まだまだ伸びる余地が大きいわけです。

世界の食肉の消費量は80年代の末に1億5,000万ト、先進国がそのうちの1億トでした。2000年代初めには2億5,000万トで、先進国は相変わらずの1億トということで、新興国で伸びていることがわかります。畜産物（牛肉・豚肉・鶏肉・鶏卵）1 kgの生産に必要な穀物の量（トウモロコシ換算）は平均すると7 kg、つまり7倍の重量のえさが必要だということになります。2000年代に入って急速に穀物の消費が伸びてきている背景には、この食肉の需要、つまりは飼料需要の増加があるのです。

### 中国の在庫率

あらゆる民族、国家を問わず、食生活は大きく4つのパターンを経て変化していきます。そのパターンは、主食として雑穀やイモ類などの色が付いたものを食べている時代から、コメ、小麦などの白い穀物に移る「白色革命」の段階、それらの主食が減って肉や卵、水産物、植物油などの副食の比率が増える段階、次に、副食のうち動物性タンパク食品が増える段階、そして、レトルト食品や外食が増加し、伝統食品の高級化、グルメ化といった食生活全体が多様化していく段階を踏みます。けれども、中国では90年代に、この肉の消費が増えてきました。今や都市部ではレトルト食品とか、「绿色食品」という「安全・安心な食品」の需要が増えてきている状況です。

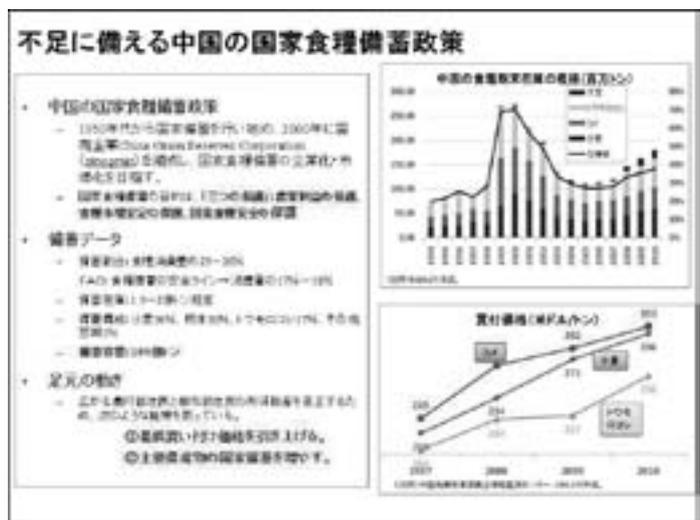
食生活の向上に伴い、中国の穀物の生産、自給はどうなっているのか。コメ・小麦・トウモロコシ・大豆の4つの主要作物のうち、人間の主食となるコメ、小麦は完全自給を果たそうとしています。トウモロコシについては、生産量と貿易量の間をみると、これまで何とか自給しようと1億6,000万トまで生産を増やしてきました。しかし、ついに自給できなくなって、2009年から輸入を始めました。大豆については、国内生産は1,500万トぐらいであきらめ、拡大する需要に対しては輸入で賄おうという構図です。2010年の輸入量は5,800万トぐらいで、世界の大豆貿易の6割が中国という状況です。

中国の食糧安全保障というのは「転ばぬ先の杖」を5年先、10年先の不足に備えて突いている状況です。備蓄を厚くし、国内生産も増やしていますが、そのために買い上げ価格を引き上げています。毎年、コメ、小麦、トウモロコシ、大豆、綿花、ナタネの6大作物について買い上げ価格を10%、20%という具合に引き上げてきているのです。日本はコメの備蓄が100万ト、1.4カ月分ですが、中国は備蓄在庫が2億トに近づこうとしています。そのために容量が3億ト近い設備をつくり、備蓄を増やしてきています。

こうした中で、アメリカの近年のトウモロコシと大豆の在庫率は5%前後まで下がってきています。特にトウモロコシの在庫率の低下の背景には、エタノール生産の急増があり、指数関数的にその生産量は伸びてきています。

世界の穀物のマーケットが非常に不安定になっている背景にも、アメリカの食糧戦略が関与しています。アメリカは80年代までは在庫を厚くし、「世界のパンかご」として世界の安定的な食糧供給のためのバッファーになっていました。東西冷戦が華やかにし頃は、途上国の共産化、ソ連化を防ぐためにアメリカが食糧援助という形で関与していましたが、冷戦が終焉するとともに「低在庫戦略」を取り出しました。その影響が、ここにきて現れ始めているのです。

ところで、世界の食糧供給の半分以上がコメ、小麦、トウモロコシ、イモ類、大豆に依存しています。最初からこれらの作物のウエートが高かったわけではなくて、数千種類あるといわれている作物がある中で、これらが



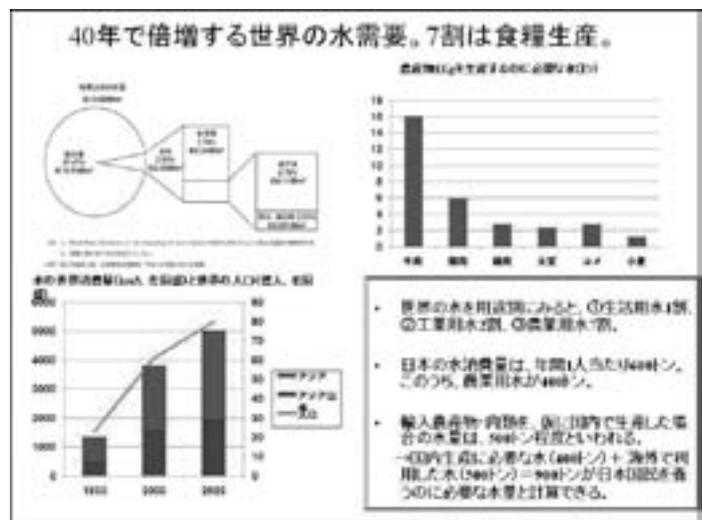
最終的に作物間競争を勝ち残ったということです。高い単収、栽培のしやすさ、味覚の良さ、消費の容易さ、加工性、貯蔵性などの面から、これらの作物が優れていたということです。しかし、あまりにもこれらに供給が絞られてきた結果、かえって食糧の供給構造が脆弱化しているのではないかと思います。

### GMO への期待

遺伝子組み換え技術を導入すれば、生産量が飛躍的に拡大するという見方もあります。実際に 96 年が“GMO 元年”と言われて、綿花、大豆等の作付けが始まります。近年は、世界の穀物の生産、耕地面積の 2 割近くが遺伝子組み換え作物 (GMO ; Genetically Modified Organisms) になっており、アメリカではすでに 9 割前後が遺伝子組み換えの大豆、トウモロコシになっています。しかし、これが食糧問題の救世主になるかという点、GMO 元年から 10 年ちょっとしか経っておらず、その評価もまだ定まっていないのではないかと、という気がします。

### 水の争奪戦

それから、水の問題も 21 世紀に入り、出てきました。世界の水の消費の 7 割は、食糧の生産に使われています。しかし、工業化、都市化が進んでくると、工業用水、都市生活用水の需要が急増し、水の争奪戦になりつつあります。地域的には、世界の降水量の 36% が中東を含めたアジアですが、人口も 6 割がアジアに集中していることから、水不足の問題はアジアにおいてより先鋭的に現れるともみられています。



### 「離れる農業」

食料問題には、農業問題と食糧問題があります。農業問題は先進国の問題で、生産力が高いために需要以上に供給が増え、価格が下がるので、いかに農家の価格を守り、今後の農業を保護していくかという問題です。一方の食糧問題は開発途上国の問題で、食糧の需要が増えて供給が足りないという問題です。世界の傾向を眺めると、経済がグローバル化する中で、食糧問題がこれからの農業問題を包括してしまうのではないかと、という気がしています。

こうした海外の動向に対して、日本の消費者はこれまで“3つの安定”を享受してきました。安い「価格」で、最高級の「品質」を、幾らでも市場から「供給(調達)」できるという構図です。しかし「価格」は、すでに均衡点が変わってきています。「品質」については、これまでは高品質のものが手に入ったので、食の安全・安心の問題いわゆる「フードセーフティ」の問題はクリアできました。「供給」については、これまで購買力が大きかったがゆえに、いくらでも市場から調達でき、食料安全保障の問題もクリアでき、「離れる農業」の供給構図になりました。

「離れる農業」というのは、どんどん海外から輸入するようになって、3つの面から離れてきたことを指します。1つは、距離が離れる。輸入先が遠距離化したこと。2つ目は、食品の保存技術が発達して、口に入るまでの時間的にも離れる。さらに、輸入食品も現地で1次加工、2次加工して入ってきますので、付加価値の面でも離れるという格好になりました。そうすると、口に入るまでの離れる農業の中身がブラックボックス化してくるわけです。昔であれば、その地で生産されてその地で食べる「地産地消型」だったものが、互いにどんどん離れ、間にいろいろな流通業者とか食品加工業者、小売業者などが入ってきて中身がわからなくなってくる。要は、食品産業の全体をフードシステムとして見ないと、よくつかめなくなってしまうということです。

ブラックボックス化してくるなか、農薬メタミドホスの混入事件や偽装表示問題など、いろいろな食品問題が出てきて消費者の安全・安心に関する疑心暗鬼が強まった。そこで食品メーカーは、安全性を確認するためのト

レーサビリティや HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point)、原産地表示などが要求され、生産管理のコストがかかってしまうこととなります。しかしデフレ下でコストアップ分を製品価格に転嫁ができない。そうした中で新たな不祥事も生じてしまう。

「離れる農業」でこうした問題が起きると、日本の国内の農業を見直そうという動きも出てきます。地産地消や全国での直売所ブームなどは、2007年から08年にかけて非常に盛んになりましたが、いわゆる「大きな流通」に対して「小さな流通」への見直し、「離れる農業」から「くつつく農業」への見直しです。

そういう意味では2008年は、海外の相場の上昇と、国内では家庭の食卓のいろいろな食料品の値上がり、さらに国内農業の見直しの動きと、3つが連動しましたが、同年9月のリーマンショックの後、その辺の危機感が薄れていたところに、また価格が上がってきています。今年4月には一斉に小麦から砂糖、コーヒー、トウモロコシ、大豆などの値上がりが始まり、もう一度、国内の農業を見直す動きが出てきています。

### 減少する農業人口

改めて日本の農業をみてみると、2010年2月に出た5年に一度の「農業センサス」では、基本的に、全体的な衰退傾向が止まっています。農業経営体数も05年の2009経営体から10年には1676経営体に16.6%も減少し、農業就業人口も1990年の482万人からさらに減少して2010年には260万人と、ついに200万人台になりました。年々高齢化している農業就業人口の平均年齢も、昨年は66歳になりました。稲作農家では、平均年齢が76歳です。昭和1けた生まれが中心ですね。みんなが後期高齢者に入り、稲作を止めたがっている。就業者数もずっと減る一方です。

しかし見方によっては、こう言う農業経済学者もいます。「当たり前だろう。経済が成長すれば自ずと農業のウェイトは下がる。これは衰退ではなくて、農業が近代化している証拠で、これは健全なのだ」と。確かに一般的にはその通りです。しかし、日本の場合、90年代前半から現在までの20年弱、経済はほとんど成長していません。そうした過程での農業センサスの数字ですから、私はこれを衰退していると見るわけです。私は、特に稲作農業に関しては、行き過ぎて、下がり過ぎてしまっているのではないかという気がしています。

専業別農家数でも、専業農家は05年の44万3000戸（構成比22.6%）から10年には45万2000戸（同27.7%）にやや増えています。第一種兼業農家は30万8000戸（同15.7%）から22万6000戸（同13.8%）に減少しているの、あまりいいことではありません。全国の耕作放棄地面積も、1980年の13万 $\text{ha}$ から漸増し、2010年はついに40万 $\text{ha}$ にまで増えました。

### 「過剰」から「不足」へ

世界の食糧情勢を見るならば、もはや日本は「過剰」から「不足」を前提にした農政に切りかえるべきだと思います。実は、日本の農業構図には、「過剰」と「不足」が併存しているという特徴があります。「過剰」とはコメの過剰です。日本では、かつて70年代までは年間約1,200万 $\text{t}$ のコメを作っていましたが、80年代からずっと消費量が減る一方です。その過剰分をなくそうとコメの生産を減らした結果、2010年は800万 $\text{t}$ の生産量となってしまいました。しかし、この「過剰」の後ろ側には、「不足」の問題があります。「不足」というのは、日本は過去30年にわたり、3,000万 $\text{t}$ 近い穀物を海外から恒常的に輸入しているという構図です。トウモロコシが1,600万 $\text{t}$ 、小麦が500万 $\text{t}$ 、大豆が400万 $\text{t}$ 弱、その他を入れて3,000万 $\text{t}$ 近く。これは、実は「不足」なのです。「不足」といっても、今までは安い価格で最高級の品質のものを幾らでも輸入できたので、あまり「不足」とは思われずに、「過剰だ」という部分だけが強調されて見えていたのです。

しかし世界情勢を見ると、いわゆる「不足」の問題はこれから否応なく現れてくると思われます。一刻も早く、国内の農業資源をフル活用するという方向で、農業生産を見直すべきです。特に、水田のフル活用で、コメを大増産することです。しかし「増産すれば、たちどころに余って、値段がまた1俵1万円を割ってしまうのではないか」というのが農水省や農業団体の見方ですが、逆に、日本の農業にそのぐらいの「復元力」、あるいは、生産調整をやめて大増産に切りかえた場合に一気に生産量が増えるような「展開力」があれば問題ないのですが、そうした力はすでに失われているのではないかと心配されます。現在は、水田260万 $\text{ha}$ のうちの4割、約100万 $\text{ha}$ が生産調整の対象になっています。1 $\text{ha}$ あたり5 $\text{t}$ のコメがとれるとみると、500万 $\text{t}$ のコメを生産調整し、価格を支えていることとなります。「これをやめれば、たちどころに増産されて、また過剰米が出てしまう」との心配についても、果たして「たちどころに増産されるか」どうか、私にはクエスチョンマークです。「生産調整をやめなさい」といっても、働き手、作り手がいない。毛細血管のように張り巡らされた農業用水についても、水利管理区の予算が事業仕分けで6割方が削られてしまいました。「コンクリートから人へ」という言葉の下で

削られ、今はメンテナンスするだけでやっとの状態です。地域の農村も疲弊してしまい、森林などは誰も手をつけない。こんな状況ですから、日本の稲作に「復元力」はないと思われれます。こうした中で、TPP（環太平洋戦略的経済連携協定）の問題が出てきたわけです。

## 水や森林資源のフル活用を

### TPP 参加と農業資源のフル活用

私は、TPP（環太平洋戦略的経済連携協定）については、「参加することを“危機バネ”に、国内の農業資源のフル活用をすべきである」と考えてきましたが、なぜか反対が多いので

す。この間、自民党に呼ばれて農業政策について話をしたときも、TPPの“T”と言った瞬間に「ダメだ」となり、その後TPPの話題については言い方を変えるようにしています。参加しようが参加を阻止しようが、要するに、今まで30年間、日本農業への危機意識を共有しながらも、実は何もやってこなかったということなのです。

『80年代農政の基本方向』という報告書が、1980年に農政審議会によって出されています。全中（全国農業協同組合中央会）も82年に、同様な報告書を出しています。当時から、日本農業の危機感を共有し、農業の高齢化問題、アメリカからの農産物自由化の圧力問題、さらにソ連のアフガン侵攻に対するアメリカの禁輸措置の問題など、こうした様々な問題に耐えられる国内農業を持つことの重要性では認識が一致していました。「耐えられる農業」というのは、単に農地が維持され、耕地があればよいというのではなく、人（優秀な農業者）や水資源、森林資源など、食糧の生産力と密接に結びついた地域資源が丸ごと保全されている農業のことです。これらを保全し、水田をフル活用することで、コメの輸出に活路を開こうとしたわけですが、そう言いつつも、何もできてなかったのが現状です。それだけに、今さら「TPP参加で日本の農業は壊滅する」といった話もないだろうにと、思うわけですが……。

### TPP とコメへの影響

農水省によると、TPPに参加すれば「コメはコシヒカリを除いて壊滅する」ということですが、果たして、世界で日本にジャポニカ米を供給できる国はあるのでしょうか。

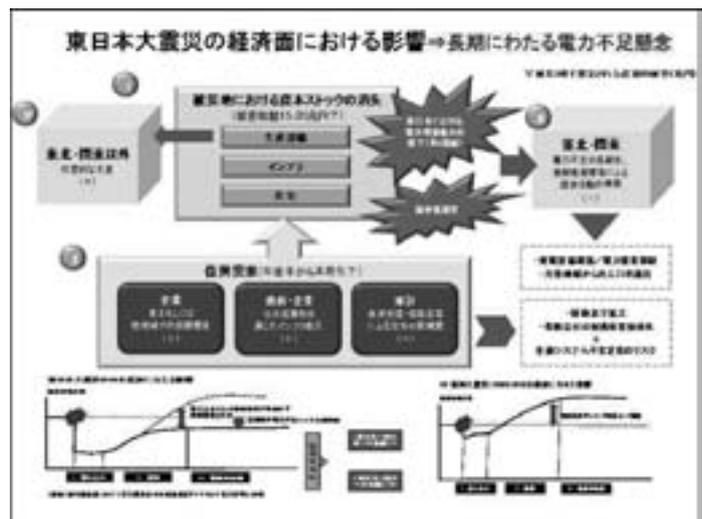
改めてみてみますと、オーストラリアは干ばつ傾向のために、かつて150万トンを生産し輸出していたコメは、もう壊滅的な状態になっています。2006年、07年には1万8,000トンまで生産量が減り、今、回復したといっても10万トンあるか、ないかのレベルで、とても輸出はできません。

アメリカは、700万トンほどコメをつくっています。うち300万トンほど輸出していますが、これは中南米、カリブ海諸国にインディカ米を輸出しているのです。ジャポニカ米は、ほとんど輸出できていません。しかし農水省は「たちどころに400万トンのジャポニカ米が日本向けに輸出される」と言いますが、まあ、そんなことはないでしょう。

中国は1億4,000万トンのコメをつくっています。その3割の4,000万トンぐらいがジャポニカ米です。三江平原では1ヘクタールあたりの収量が10トンから13トンも獲れる「スーパーハイブリッドライス」がつくられていますが、味は「推して知るべし」で、とても競争力はないということです。むしろ、日本のコメのほうが中国へ輸出の可能性が高い。すでに、秋田の「JA秋田おぼこ」では、オーストラリアやアメリカ、ヨーロッパにも、150トンほどコメを輸出しています。

乳製品についても、農水省によれば、TPP参加で壊滅的なダメージを受けるといいます。要は「何もしなければ壊滅的になる」ということなのですが、実は、TPPに参加しなくても、10年後には、すべて壊滅的になってしまうのが日本の農業なのです。

ただし、TPPには、農業だけに限らず、日本の経済構造を変えるほどのいろいろな分野が入っているため、慎重になるに越したことはないのですが、農業団体はもう大反対です。これは、農業生産法人要件の緩和で企業が参入できるようにしたり、農地の売買を自由化したり、農協の独占事業となっていた加工・流通を民間に開放



しなさいという話ですから、農協は黙っていません。さらに、農業委員会の廃止、新農業地域金融の規制緩和も入ります。農業の金融については、昔は個別の零細農家には銀行が金を貸してくれず、農協がその役割を果たしていたのですが、そうした構図も今は変わってきたということです。

### 東日本大震災の経済的影響

大震災により、被災地では企業の生産設備、それから道路や港湾、鉄道などのインフラ、さらに住宅などの資本ストックが失われました。これらに対して、設備投資の増加、公共事業の増加、住宅の着工などという格好で、復興需要が今年後半に現れ、GDPを押し上げるという構図が描かれていますが、ここに来て、原発事故による電力供給不足の問題や、放射線被害に伴う風評被害という輸出への影響が出てきました。

「東日本は電力が長期的に不足する」と思いきや、積水化学など一部の企業は早々と生産拠点や本社を関西に移しました。関西の原発の運転が承認されないと、今度は、企業は海外にシフトします。電力不足で海外に出る動きと、サプライチェーンが寸断され、リスク回避のために海外に拠点を一部移すような動きが出始めています。

心配なのは、復興需要が出ると予想しているところに、電力不足問題によって復興需要が出ないまま、一部海外生産シフトなどが進み、震災前の経済レベルの手前で定常状態に入ってしまうことです。阪神大震災のときは、経済レベルがドンと落ちて、電力問題はありませんでしたから、復興需要がそのまま現れてGDPを押し上げたという構図でしたので、今回とは違います。

### 大震災後の政策方針

これまでお話ししてきたように、震災前までは、「過剰」と「不足」が併存するのが日本の農業でした。世界の食糧は有限資源化し、価格・品質・供給の安定が脅かされる時代となったならば、「不足」を前提に、日本の農業を水田フル活用という格好で切りかえるべきだ。その際には、TPP参加を「危機パネ」にして、輸出に活路を開く——こんなことを考えていたわけですが、大震災の結果、このシナリオは、長期的には変わりありませんが、短期的にはそうもいけなくなりました。鮮明になったのは、食糧というのは単なる商品ではなく、足りなくなればパニックを起こす「政治財」だということで、食糧の安全保障が再認識されました。

さらに今回の震災によって、一次産業に依って立つ東日本の経済の構図、国際競争力の強化を目指す西日本の経済の構図が随分変わった形になるかもしれません。人々の価値観、ライフスタイルが変わり、この対照的な経済は、いわゆる「成長」なのか「安定」なのかということです。「成長」を目指して、相変わらず民主党は「新成長戦略」をもう一度、見直すとか、やっていますが、東日本は「安定」に基盤を置かざるを得ない。その「安定」も、電力不足、エネルギーの供給制約の中で「安定」を目指すとなると、やはり農村・農業を中心とした一次産業に基盤を持った経済になるのではないのでしょうか。幸い、失われた“地域のきずな”も確認できたし、ここでの生活も一次産業をベースにした形になると思われま。

その場合も、単に昔の農村共同体に戻るのではなく、農業を「太陽エネルギー産業」として見直し、バイオ燃料や水資源、土壌浄化、植物工場など、いろいろな方法があると思います。

### 津波で失われた農地

今回の大津波により、千葉県以北の太平洋沿岸部では、推定2万3,600㌦の農地が被害を受けました。全国460万㌦の農地面積からみるとわずかに0.5%ですが、岩手、宮城、福島、茨城各県のコメの生産、農業生産でも全国の約15%です。それに青森、栃木、千葉各県を加えると、全国生産の2割以上を占める農業地帯です。津波被害に加えて、放射能汚染による影響も非常に大きいわけです。放射能汚染による風評被害を防ぐためには、具体的なデータをもとに出荷基準を明確に示すこと、その上で、消費者が国内の農産物をしっかり食べることが、



海外へのアピールにもなると思います。

津波で「失われた農地」にも集中投資し、エタノールの生産や、「エコタウン」（2世代・3世代住宅、太陽光発電、小型水力発電などを複合利用）の建設、およびそれに関連する雇用創出、水や森林などの地域資源のフル活用を図ることで、その水も森林も、住宅復興に当たっては国内の材料、国産材をすべて使うべきだと思うのです。岩手、宮城、福島、茨城の4県だけでも大きな需要となります。

### コメの100万トンの備蓄

コメについても、先ほど申し上げたように、年々消費量が減ってきています。93年の冷夏のときにパニックがあり、2003年にもちょっとした冷夏があって、このときもパニックになりました。農水省は、800万トンのコメ需要に対して800万トン以上の生産があり、さらに100万トンの備蓄があるので大丈夫だといいますが、例えばうちの女房などは、コメが品薄のときにスーパーにコメがあったりすると、玄米を1袋10kgを余分に買ってきってしまう。消費者とはそういうもので、月10kgのコメを食べる4人家族が10kg買いためすると、全体のコメ需要はたちまち普段の1.5倍、1,200万トンぐらいになり、コメが足りずにパニックになります。

### 未活用の木材資源

世界の木材資源は多伐採によって足りなくなり、資源の枯渇の問題が出てきています。日本国内の木材資源についても、「伐採しない」「使わない」という問題があります。日本の国土面積の3分の2は森林で、海外から見ればうらやましい限りですが、戦後の住宅難を解消するために大造林を行い、今や4割が成長スピードの速いスギやヒノキの人工林になっています。ところがそれが、手入れをしていないために、もう滅茶苦茶になっているのです。

毎年、森林は太るわけで、木の蓄積量（木材体積）は2000年が40億立方メートル、それが現在は50億立方メートルほどになっています。立木換算で毎年1億立方メートルずつ太っている計算です。一方、日本の木材需要（2009年）は丸太換算で6,500万立方メートル弱、立木換算（歩止まり60%）で約1億立方メートルに相当します。木材需要は国内の住宅木材が主で、国産材で十分賄える計算ですが、国産材の生産量はこの10年間で1,800万立方メートル程度に止まり、あとは輸入しています。ところが輸入先の諸国でも、過伐採による森林資源の枯渇問題が出てきて、木材の輸出を制限する動きも強まりました。中国では1998年に揚子江の大洪水が起き、その原因が上流部の森林伐採にあるということで、天然林の伐採を原則禁止し、木材の輸入を自由化しました。そうした環境の変化によって、日本の海外材の輸入量は2000年の約8200万立方メートルから、09年には約4600万立方メートルに半減しています。日本も、いち早く国産材を使うようにすべきなのです。

### “太陽エネルギー産業”として

福島第一原発の事故をきっかけに、将来の日本のエネルギー供給源として、太陽光発電など、太陽エネルギーを利用する動きがあります。考えてみれば、日本の農業というのは、昔からの“太陽エネルギー産業”です。農地はソーラーパネル、農産物は太陽エネルギーを最も効率よく濃縮・固定化した自然の装置——といったところでしょうか。農村・農業を基盤にした社会こそが、目指す「低酸素社会」です。ソーラーパネルをベースにしたエコ住宅を建設し、さらに2世代・3世代住宅を建てて、家族や仲間内による在宅介護の充実を図るなど、農村・農業を中心に地域社会を見直していくことです。

### 水資源のフル活用を

日本の年平均降水量は約1700mmで、およそ170cmの背丈分です。これに国土面積（37万8000平方km）を掛けたものが日本全体の水資源量（約6500億立方メートル）となりますが、そのうち2300億立方メートルが蒸発し、残り4200億立方メートルが水資源賦存量（理論上、人間が最大限利用可能な水量）となります。ところが使っているのは、わずかに850億立方メートル。その7割が農業用水としての利用です。海外では水資源賦存量の半分ぐらいを利用しています。日本は「雨が降れば、洪水になる前に、速やかに海に流れてほしい」という思想で来ており、森林もスギやヒノキなどの保水力のない森林になっているので、なかなか水は利用されていません。

ところが日本が3,000万トンの穀物を輸入する場合には、穀物1トンあたり収穫までに約2,000トンの水を使うので、600億トンの水を輸入することにも相当します。世界の水が足りず、食糧も足りなくなるときに、日本は国土資源をフル活用せずに海外から持って来るといえるのでは、倫理面で非難される可能性が高くなります。

日本の水資源の活用法には、災害時の緊急支援としてだけでなく、普段からの渇水支援として国内外に供給・

輸出することが考えられます。高知の四万十川とか、日本海サイドでも水の豊かなものがあります。特定港からの輸送方法についても、タンカーのバラスト水として、あるいはダブルハル化（二重底化）された空隙に水を積んで輸送することや、特別な水バッグを用意して運ぶことなどが考えられます。

### 農業の多面的機能

農業・農村には多面的機能があります。国土保全や水源の涵養、自然環境の保全といったものから良好な自然環境の形成、文化の伝承、農業体験などの保健休養の側面、あるいは地域社会の維持活性化の役割、そして食糧安全保障のための機能です。そうすると、単に「農産物の自由化」といっても、簡単にはいかないことがよくわかります。それを理解するには、水田のフル生産、フル活用をすることです。フル活用に農政の舵を切り替えることによって初めて、何がボトルネックになっているのか、人が足りないのか、水が足りないのか、農村社会がいけないのか、この辺がよりはっきりしてくるのではないかと。

リーマンショックの後で、銀行の「ストレステスト」がしばしば行われています。経済環境の変化に対して、この銀行は果たして耐えられるのかというテストです。日本の農業も、そのストレステストをやってみればいいと思うのです。果たしてどのぐらいの「復元力」が備わっているのか。案外、何ら復元力はなく、いざというときの「食料の安全保障」が問題化してくるかも知れません。

### 「萃点（すいてん）」としての農業・農村

農業にはあらゆる技術、土壌学、化学、気象学、機械工学、電子技術、土木工学、情報工学、動植物学、経済学、農学、経営学、遺伝子工学などが関係しています。これに「農村社会学も入れてくれ」と言われているのですが、さらに、いろいろな技術の入る余地が非常に大きい分野でもあります。私たちの研究所も、いろいろなデータを集めて経済を分析し、事実認識や問題意識を共有しますが、大体がそこでとどまるケースがほとんどです。そのため、そうした事実認識の上で「どうすべきなのか」という価値判断をできるだけ行うようにしています。日本の農業・農村についても「これからどうすべきなのか」。さらにまた、問われているようです。

## 新幹線の地震対策

聞き取り日：平成23年7月6日

東日本旅客鉄道株式会社 常務取締役 鉄道事業本部 副本部長  
宮下 直人（みやした・なおと）



東京都生まれ、東京都立西高校卒。1977年東京大学工学部卒、79年日本国有鉄道入社、96年東日本旅客鉄道（株）新潟支社運輸部長、2006年鉄道事業本部運輸車両部担当部長、08年執行役員鉄道事業本部安全対策部長、10年から現職。

### 危ないと思ったら列車を止める！

#### 安全へのスタンス

本日は「安全対策」「事故防止」の視点でまとめました。まず、当社の安全に対するスタンスをお話したいと思います。

1988年（昭和63年）に「東中野事故」（※注）がありました。お客様1名と運転士が1名亡くなった、民営化（87年）直後の事故です。この事故で当社は「安全を最重要課題にしよう」と心に決めた、ある意味で、我々の“安全の原点”となる事故です。

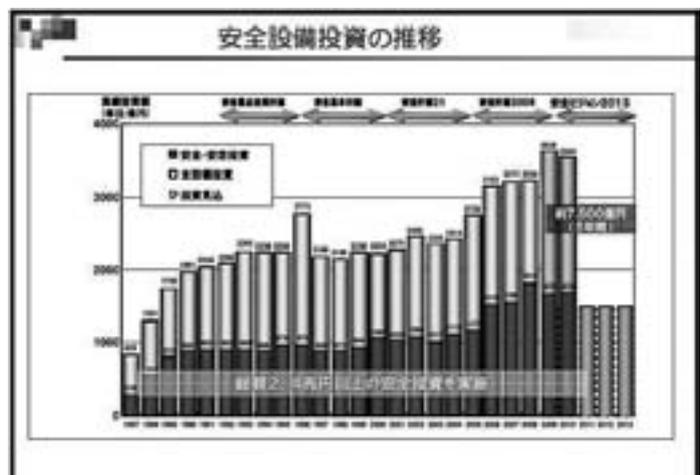
（※注）1988年（昭和63年）12月5日午前9時37分ごろ、JR中央緩行線・東中野駅構内で、下り本線に停車していた西船橋発中野行の電車（10両編成）に、千葉発中野行の電車（10両編成）が追突。2電車の乗客約340人のうち、追突した電車の運転士と乗客の2人が死亡、116人が負傷した。

それ以降は、例えば、当社が進めている長期経営構想『グループ経営ビジョン2020－挑む－』（2008年3月策定）の中でも先ず一番に安全の追求を置き、さらに『ゆるがぬ決意－「究極の安全」をめざして－』を定めて、今、取り組んでいるところです。

それに加えて、安全については5カ年計画方式でやろうと、「東中野事故」の翌年度から『安全重点設備投資計画』『安全基本計画』『安全計画21』『安全計画2008』を進めて、現在、5期目となる『安全ビジョン2013』に2009（平成21）年度から組んでいます。

「安全」には、もちろん気合だけではなく、お金もかけています。当社の民営化以降の設備投資額の推移をみると、安全にかかわる投資は全体（最近では年間約3500億円）の4割ぐらい。最近では年額1,500億円を超えるぐらいの額をかけています。

どんなことをやっているのか。まずは「列車衝突脱線防止」です。これは「ATS-P」という、速度パターン（PはパターンのP）で速度制御するタイプのATS（自動列車停止装置：Automatic Train Stop）を首都圏に張り巡らせています。踏切事故防止対策としては障害物検知装置の設置や視認性を向上させた遮断機の設置などに取り組み、運行管理ではコンピューターでコントロールする列車運行管理システムに形を変えてきました。ホームでの安全のためには、転落検知マットや非常停止ボタンなど、様々なデバイスを設置し、また防災対策として新幹線や在来線の高架橋の耐震補強、路線の降雨防災強化工事などに



取り組んできました。

その結果、「鉄道運転事故」として、事業者が国土交通省に報告しなければならない事故の件数は、民営化した87年には378件ありましたが、この約20年間で漸減して昨年度は144件になりました。例えば、「踏切障害事故」については、踏切に進入した自動車を検知して、接近する列車を赤信号で止める「障害物検知装置」の設置が進んだことから、大きく減ってきました。最も避けるべき列車事故（脱線や衝突、火災の事故）は、発生は少ないものの、まだゼロにはなっていません。なかなか減らないのが「鉄道人身傷害事故」といって、駅や踏切などで人が列車にぶつかり怪我をしたり亡くなったりする事故です。現在、山手線の駅にホームドアをつける工事を進めています、それもこの対策の一つです。こうした様々な形で事故防止に努め、事故ゼロを目指して取り組んでいるところです。

### 『安全ビジョン2013』の2本柱

『安全ビジョン2013』には「新たな視点」として2つの柱を立てています。1つは「安全に関する人材育成・体制の充実」です。いわゆる“団塊の世代”が大量退職期を過ぎようとする中、ベテランから若手にどのように技術をつないでいくかが問題です。安全についても同じで、そのためにしっかりやっというこで「安全文化の創造」「安全マネジメント体制の再構築」を対策に掲げました。

2番目は「想定されるリスク評価による事故の未然防止」です。これはJR西日本の福知山線事故において「予見性」について議論されていますが、鉄道事業者として資金と人的能力に限りがある中で、先ほどお話しした多種多様な事故に対して、どのように対応してゆくのか、という考え方は非常に重要となります。私どもとしては独自の方法で想定されるリスクを評価し、優先順位をしっかりとつけたうえで、事故を未然に防止していこうという方針です。

### “Better late than never”

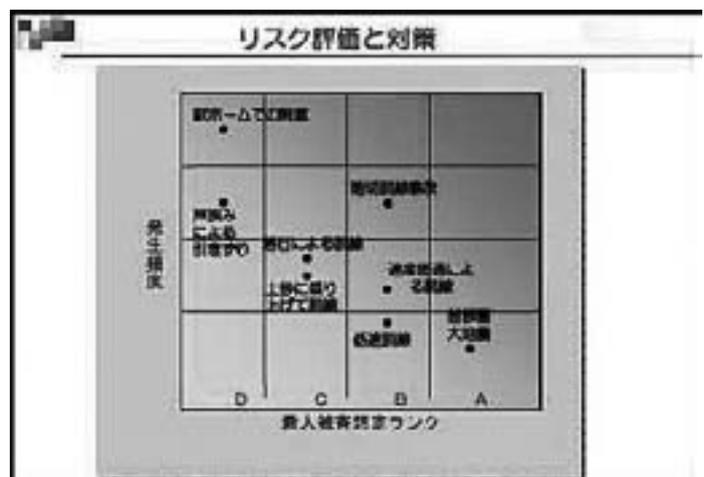
「安全文化の創造」として、ビジョンの中で取り組んでいる一つの目玉があります。オーストラリアのカンタス航空の“Better late than never”という格言があります。“late”は空港に遅れて着くこと、“never”は墜落して着かないことです。「無理に飛行して着かないよりは、たとえ遅れてもゴメンナサイですめば、着いたほうがまだ」という、安全の世界では結構有名な言葉です。

鉄道にも、航空と同じ輸送会社として、まったく同じ価値観があります。私どもは「危ないと思ったら列車を止める！」をグループ全体の行動規範として、ビジョンの中に掲げています。従事員は、列車の遅れを気にする余り「安全のためにこれをやると列車が遅れるぞ」と、ジレンマに陥る場合があります。無理して運行を続けて大事故につながるおそれもあるので、無理したときにお客様の命、社員の命にかかわるのであれば、もうそこは「列車を止めろ」「止めていいよ」と宣言しているのです。

例えば、遅れている列車が駅に着きました。車掌がドアを閉めました。ところが、お客様の傘が50cmほどドアから出ています。ドアにもセンサーがついていますが、センサーをクリアしてしまう場合もあります。それを見た車掌は「非常ブレーキを引くと、さらに列車が遅れてしまう。引かないと、ホームの他のお客様にけがをさせてしまうかもしれない」とジレンマに陥ります。しかし、その時は「躊躇なく非常ブレーキを引け」と指導しています。「JRはよく止まる」とお叱りを受ける場合がありますが、逆に言いますと、こういうことをしっかりやって、命を守ることを大事にしている場合もございます。朝、夕の通勤電車などが「停止無線を受けました」と、しばらく止まる場合があります。危険を周りの電車に知らせる防護無線によるものなので、そういう場合も「こういうことなのか」と、ご容赦いただければと思います。

### リスク評価と対策

鉄道にはさまざまな事故があります。赤信号なのに間違えて進行し、ぶつかってしまった例や突風で電車が脱線してしまったJR羽



越線の事故（2005年12月25日）、車両火災でディーゼルカーが燃えてしまった事故、信号工事中に間違った線路に電車を引き入れて脱線した事故、さらに新潟県中越地震（2004年10月23日、M6.8、震源の深さ13kmの直下型地震）による上越新幹線の脱線事故などです。

数多（あまた）ある事故の類（たぐい）から、どのように優先順位をつけて対策を講じていくのかを議論し、図のようなリスク評価、ポートフォリオをつくりました。縦軸が発生頻度で、横軸が被害想定ランクです。例えば、駅ホームでの触車というのは、被害想定ランクとしては一番低いDですが、発生頻度は高い。「首都圏大地震」は、発生頻度は50年に1回あるかないかくらいの低さですが、もし起きたら被害の桁数が非常に大きいので、被害想定ランクは最大のAです。ランクAからDの間にも、踏切脱線事故や福知山線のような速度超過の事故などがあり、さまざまな事故のデータをもとに評価して、図の右上から対角の左下に向けて優先順位をつけました。つまり安全対策としては、首都圏大地震と同じように踏切脱線事故についても、駅ホームの触車についても同様に取り組むことを決め、始めています。

## 地震対策の3方針

### 鉄道と地震の歴史

地震の話に入ります。鉄道には、地震による大きなダメージが、1995年1月の阪神淡路大震災までは余りありませんでした。関東大震災（1923年9月1日、M7.8）がそれまでの一番大きな被害でした。関東大震災の当時、東海道本線は今の御殿場線を回っていました。写真は御殿場線あたりの被害状況です。東京から向かって平塚駅の手前、馬入川（相模川）の鉄橋もひどい状況です。また、この根府川駅付近では大規模な地滑り、土砂崩壊があって、列車がホームごと海まで押し流されました。お客様も百数名が亡くなり、当時の機関車は今でも近くの海岸の50m先に沈んでいます。それから、これは新潟地震（1964年6月16日、M7.5）です。起こったときはたまたまほとんどの列車が駅に止まっていたタイミングでした。唯一の被害は、新潟駅で入れ換えをやっていたディーゼルカーが、上の橋が落ちてきて潰されたという例で、けが人等はありませんでした。これは十勝沖地震（1968年5月16日、M7.9）の被害で、ローカル線の貨物列車が脱線しました。

そして阪神淡路大震災（1995年1月17日）。皆さんも覚えていらっしゃると思いますが、これは相当ひどい被害でした。ただ、地震の発生が午前5時45分ということで、電車がたくさん走り出す前だったので、大きな被害にはなりません。それでも、山陽本線では客車が脱線しています。阪神間では高架橋が落ち、とくに山陽新幹線でも高架橋がこういう形で落ちましたので、これがある意味で、私どもの耐震補強の議論のきっかけになりました。

この大震災を受けて、社内に「震災対策プロジェクトチーム」を置きました。震災対策における、安全確保のための、幾つかの考え方をまとめました。

1つは、高架橋などの構造物に大きな被害が起きないようにすることです。それから、地震発生時にいち早く列車を止めること。さらに、安全が確保されるまでは運転再開をしないことです。とくに運転の再開については、今回の東日本大震災で首都圏でもありましたが、「安全を確認するまで列車を動かすな」ということです。地震だと地盤が緩んでレールも曲がり、脱線につながる恐れがあります。構造物についても、損傷があると列車の重みがかかり、そのまま落ちてしまうことがあるので、点検をしっかりと運転再開ができないと決めていきます。そして何よりも、お客様などの救助、救命活動を第一とすること、これは当たり前のことです。

### 新潟県中越地震

2004年10月23日午後5時56分に新潟県中越地震（M6.8）が起きました。この写真は、脱線した上越新幹線「とき325号」の最後部の車両で、これだけ傾いています。時速200kmで脱線しましたが、幸い、乗客・乗務員ら計154人に死傷者はゼロという奇跡的な事故でした。この脱線事故が、新幹線あるいは鉄道の耐震性能をどう引き上げていくかといった非常に大きな議論、対策のきっかけになりました。

この地震の規模はマグニチュード6.8と、そんなに大きくはありませんでした。関東大震災はM7.8ですから、その30分の1の大きさです。最大加速度は、上越新幹線の関連施設では新川口変電所で846ガルを記録したのが最大です。

### 生きた阪神淡路大震災での教訓

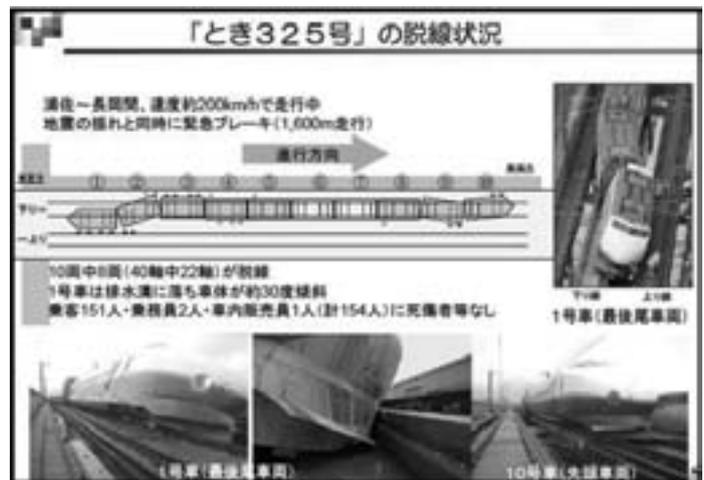
「とき325号」の脱線状況については、10両編成のうち8両、軸数では全40軸中22軸が脱線しました。と

くに最後尾車両（1号車）は線路脇の排水溝に落ち、車体が30度ほど傾いてしまいました。どのような走行状態だったのか。「とき325号」は地震発生時に、浦佐～長岡間を時速200kmで走行中でした。トンネルから出たところで地震の激しい上下動を受けました。ここで脱線し、緊急ブレーキをかけながら1.6km走って止まりました。普通なら、止まるまで3～4km走りますが、脱線して抵抗が大きくなったので1.6kmで止まったという状況です。

この際、「とき325号」がトンネルを出て間もなく最初の強い揺れを受けた地点の直下の高架橋（十日町高架橋）の柱20本が、鋼板巻きにより耐震補強されていたことも幸いしました。付近では、液状化現象でマンホールが浮き上がるなど、震源地にも近く、震度6の相当強い揺れでした。

この補強は、1995年の阪神淡路大震災で応援に行き、被害にあった高架橋柱を見た弊社の技術者が「うちにも同じような柱があるぞ」と耐震補強の必要性を実感したわけですが、当時はまだ民営化して10年足らずで、設備投資を減価償却の範囲内で行うという厳しい時代でした。それでも、管内3カ所だけ、高架橋をそれぞれ20本ずつの柱の耐震補強をやらせてもらえることになりました。この時の十日町高架橋がまさにその1カ所でした。他は熊谷（埼玉県）と蔵王（宮城県）の2カ所でした。なぜここだったのか、実はここに巨大な活断層が通っているからです。

阪神淡路大震災のときのように落ちていたら、と思うと背筋が凍りますが、耐震補強がしてあったので、無事「とき325号」は走り抜けることが出来たと思っております。



### 「とき325号」の脱線のメカニズム

「とき325号」がどのようなメカニズムで脱線したのか、国の航空・鉄道事故調査委員会（現、運輸安全委員会）も入りましたが、私どもも「上越新幹線脱線調査専門委員会」を設けて分析いたしました。結論として、「ロッキング脱線」と推定されました。

揺れ方がロッキングチェアに似ているので「ロッキング脱線」というネーミングです。その仕組みは——地震の発生時には地震動でレールが移動し、車両も揺れて傾きます。車輪の内側には「フランジ」という脱輪防止のための“つば”があるのですが、車両が傾くとこのフランジがレールから浮いた状態となります。そのまま次の逆向きの地震動が来ると、フランジが戻らないうちにレールが動くことになり、車輪が揺り落とされ、脱線してしまうのです。これをJR総研が実際に新幹線の台車を使い、本物に近い状態で再現実験をして証明しました。

脱線はそうした仕組みで起こり、先頭車両の先頭軸が最初に脱線しました。その最初の脱線が次々と、レールを倒していくことに結びついてしまいました。どういうことかという、レールをバネで止めている締結装置を車輪が次々と踏みつぶしていったために、「スラブ」というコンクリートの板に止めていたレールが全部はずれ、パタッと倒れてしまったのです。そのため、後ろの車両はレールから落ちた状態のまま走り続けることになり、脱線する車両が増えました。さらにレールをつないでいる「継ぎ目板」についても、止めていたボルトの引っ張りに車輪が次々とぶつかって、飛んでしまい、継ぎ目板も取れてしまいました。その結果、レール間隔が広がって倒れ、そこに後ろの車両が落ちて、さらに脱線が広がったと推測されま



す。

しかし、この時は高速で脱線したのにもかかわらず、車両は高架橋下に落ちませんでした。なぜかというところ、脱輪後に、車軸を支えている台車部品と車輪とが、左右のレールそれぞれをうまく挟み込んだからです。先頭車両ではさらに「スノープラウ」という雪よけの部品がレールを噛んで、要するに“ガイド”の役割となって、結局はソフトランディングができました。「脱線したが大きく逸脱せず、転覆もしなかった」という経験とそれをもたらした構造が、新たな対策のヒントになりました。

この中越地震では、魚沼トンネルや妙見トンネルでの内壁の一部が崩壊する被害がありました。鉄板を巻くなどの補強をしていなかった高架橋では柱に亀裂が入り、川にかかる橋梁でも太い丸い橋脚にクラックが入ったりしました。

### 決まった3つの方針

こうした経験を経て、新幹線や在来線の地震対策として3つの方針が決まりました。1つは壊れないように、構造物の耐震補強をしっかりとやること。まさに「とき325号」が地震発生時に走行していた高架橋が耐震補強されており、被害を免れたことの教訓です。2つ目が、列車の緊急停止の仕組みづくりです。これは「地震を早く検知して止めよう」という世界で例のない技術ですが、それをリファイン（refine：改良）していこうということです。3つ目が、万が一、列車が脱線しても、逸脱させないことです。中越地震で得られた知見をヒントに、列車を逸脱させない工夫はないものか、勉強していくことにしたのです。

## 耐震補強と早期検知システム

### 土木構造物（高架橋、トンネル等）の耐震補強

弊社の新幹線は比較的新しく、高架橋構造とトンネルが大部分になっています。高架橋の柱が地震で傷む場合のタイプは2つあります。「せん断破壊先行型」は、およそ45度の角度でせん断力が加わり、折れ落ちてしまうという壊れ方のタイプです。もう一つは「曲げ破壊先行型」といって、柱の先端部や根本部分など、モーメントが一番強いところにしわ寄せがいて、クラックや割れが生じるタイプです。どっちが怖いかと言うと、圧倒的に前者のほうが怖いのです。後者は高架橋の全体は歪みますが、線路自体がそんなに大きく変形することにはなりません。高架橋の破壊タイプを柱の太さや鉄筋の数、コンクリート圧縮強度などから計算して、この柱はせん断破壊先行型か曲げ破壊先行型かを調べ、せん断破壊先行型のものを最優先で耐震補強しようと決めました。

耐震補強の進捗状況は、新幹線については、せん断破壊先行型のはすべて補強しようということで、2007年度までに18,500本の高架橋柱のすべてに鉄板を巻いて補強し、相当な地震が来ても崩落しない強度にしました。今回の東日本大震災では東北新幹線の補強した高架橋柱は1本も折れませんでした。在来線については、地震の確率が高いと言われる南関東エリア、仙台エリアで2008年度までに12,600本の柱のすべてで巻き終わりました。曲げ破壊先行型に対する補強については、南関東エリア、仙台エリアの新幹線、在来線ともに、まだやっている最中だったので、今回の東日本大震災でも一部に被害が出ています。

耐震補強といっても現実には、高架橋柱の周りにすでに店舗や事務所などができているところもあって、事務所を撤去しないと工事ができない場合や構造的に鉄板を巻けず、サンドイッチにしてボルトで閉め込むような工法を取る場合もあります。高架橋以外の土木構造物に対しても、例えば駅舎については、古い時代に建ったものほど耐震性能が弱いので鉄骨ブレース（筋交い）を入れたり、高架橋の下に駅舎がある場合は柱に鉄板を巻いたりして工事を進めています。駅舎については186棟が補強の対象で、今は146棟まで終わっています。

### 早期地震検知システム ※図⑥

次に、列車を早く止める仕組み、新幹線の「早期地震検知システム」についてです。どういうことかと言うと、とくに今回のような海洋型地震の場合は、なるべく早く地震のP波（初期微動、縦波）を海岸地震計でキャッチし、その電気信号を地震のS波（主要動波）が到達する前に変電所に飛ばして、新幹線への送電を切り、非常ブレーキをかけるというのがこのシステムです。在来線は違いますが、新幹線では電気を落とせば非常ブレーキがかかる仕組みになっています。

さらに地震計は海岸だけでなく、当然、新幹線の沿線にもかなりの数を置いています。JR東日本の管内では、海岸地震計が太平洋側に9個、日本海側に7個を置いてあり、沿線地震計は東北新幹線区で50個、上越新幹線区で22個、長野新幹線区では9個を置いています。この沿線地震計については、さらに改良を加えた点があり

ます。

以前は、沿線地震計はそれぞれ独立して担当区間だけ電気を止めていました。今はP波検知により、震源やマグニチュード、強さから、これだけのエリアが運転中止となるぞと警報範囲を想定し、その範囲への送電を一斉に止めるようなシステムに変えています。例えば内陸部の盛岡での地震を検知して、仙台付近にいる新幹線を早めに止めることも可能です。これを私どもは「地震計ネットワーク化」と言っています。

それから、さらに少しでも早く列車を止める改良にも取り組んでいます。先ほどの「早期地震検知システム」では、海岸地震計で地震波を検知して、電気信号を飛ばし、新幹線への送電を止めて、非常ブレーキをかけさせるわけですが、地震発生から列車停止までにはタイムラグがあります。そのタイムラグを少しでも減らそうと、海岸地震計のマグニチュードを推定する時間を1秒短縮したほか、車両が非常ブレーキを動作させるまでのシステムも、直にブレーキをかける仕組みに変えて1秒縮めたことで、はかない努力ではありますが、以前よりは2秒短縮できています。新幹線は1秒間に70m以上走りますから、2秒で140mは稼げることになります。

在来線の早期地震検知システムでは、非常ブレーキは運転手がマニュアル操作で掛けますが、それまでに地震発生を運転士に知らせる仕組みを作っています。このシステムには新幹線の沿線地震計、海岸地震計の情報も取り入れ、さらに、気象庁からの緊急地震速報のデータも取っています。それらを受信するサーバーが、先に基準値に到達したほうの情報をトリガーとして、緊急停止が必要な区間を推定し、列車無線を使って「止まれ、止まれ、地震です」という自動音声で運転士に伝えて、緊急停止を指示します。

さらに、首都圏と仙台圏では「防護無線一斉発報機能」といって、運転台でピーピー、ピーピーという音を鳴らして、エリア内の列車に一斉に緊急停止を知らせる無線システムを加えて整備しています。首都圏では東京タワー他2箇所にそのアンテナを持っていて、圏内全域で一斉に列車が止めることができます。以上が、列車の緊急停止の仕組みの概要です。

さらに、首都圏と仙台圏では「防護無線一斉発報機能」といって、運転台でピーピー、ピーピーという音を鳴らして、エリア内の列車に一斉に緊急停止を知らせる無線システムを加えて整備しています。首都圏では東京タワー他2箇所にそのアンテナを持っていて、圏内全域で一斉に列車が止めることができます。以上が、列車の緊急停止の仕組みの概要です。

## 脱線しても逸脱を防ぐ

次に、万が一、車両が脱線しても、逸脱させずに、被害を最小限にする取り組みです。先ほどもお話ししたとおり、新潟県中越地震では脱線した「とき325号」の台車部品が車輪のガイドになり、逸脱を免れたことがヒントになりました。台車の下にある車軸の軸端の外側にL型部品を取り付け、これを「L型車両ガイド」として、脱線した場合、レールをここにくわえ込み、車両を逸脱させないようにする仕組みです。これは2008年度に全ての新幹線車両に取り付けが終わりまりましたので、乗るときに見ただけだと、こういった角（つの）があるのが分かります。

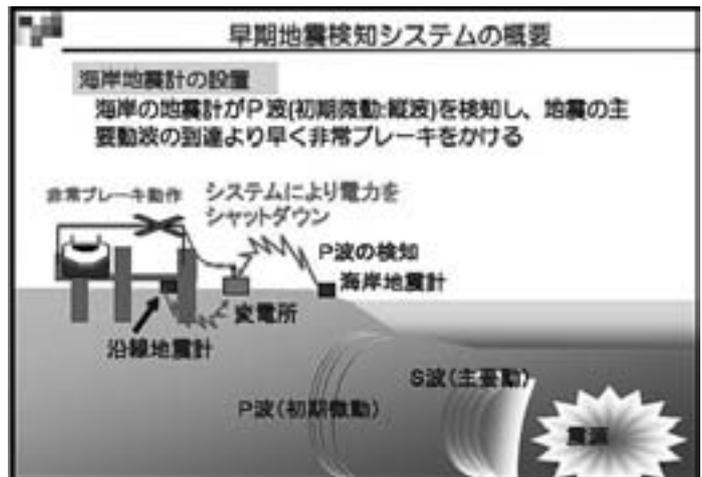
新潟県中越地震では、新幹線の脱線した車輪がレールの留め金（レール締結装置）を次々と踏みつぶし、壊してしまいレールが転倒したために編成の後半の車両が脱線してしまいました。その対策として「レール転倒防止装置」を開発しました。留め金が破損しても、レールの転倒や大幅な横方向へのずれを防ぎます。レールが転倒しないので、仮に車輪が脱線しても車両のL型車両ガイドがレールをくわえながら進むことで、車両も大幅に横方向に逸脱することはありません。

レールとレールの「継ぎ目」部分についても、新潟県中越地震では脱線した車輪がボルトを飛ばして継ぎ目が外れてしまいましたが、ボルトの頭が隠れるように継ぎ目板につばを付けるなどして、脱線した車輪がぶつからないよう、継ぎ目板の厚みや形などの構造を変えました。

## 津波対策が新たな課題に

### 4.4km走行した「はやて27号」

3月11日に東日本大震災が起こりました。地震（東北地方太平洋沖地震）の本震は14時46分に起きました。



マグニチュードは9。それから1時間もたたないうちに、マグニチュード7.5、7.3、7.4の余震が続いて起きるといふすごい地震でした。

新幹線には早期地震検知システムが全線にわたり整備してあり、海岸または沿線に設置した地震計で一定以上の地震波を検知し、その主動揺波が到達するよりも早くブレーキを掛ける仕組みになっています。

今回、東北新幹線への地震波の伝わり方をみますと、まず、金華山にある海岸地震計が地震波をいち早く検知し、東北新幹線の新白石から新北上までの区間の電源を落としました。新幹線電車は電源が落ちると非常ブレーキが掛かります。

そのとき、東北新幹線の東京～新青森間では、高速走行中の13本を含めて、上下33本の列車が運行中でした。高速走行中のものには時速270kmとか260kmとか、時速200数十kmの列車が多数ありました。

震源地のすぐそばの仙台～古川間で、時速271.3kmで走っていた「はやて27号」の場合をみると、金華山の海岸地震計が「電源を落とせ」という指示を出した時点から約3秒後に、非常ブレーキがかかりました。ブレーキがかかってから約10秒後に、列車の運転中止基準（18カイン：地震動による最大速度〈カイン〉が時速18cm）を超える揺れが到達しました。この時点で、時速は240～250km/hに低下。さらに列車は、どんどん減速し、最も大きい揺れが到達したのがブレーキ開始から約70秒後、時速約100km/hまで落ちたところでした。それから、約30秒後に「はやて27号」は停止しました。地震発生から実際に停止するまでに、4,400m走っています。

このように、早期地震検知システムによっても、列車が完全に停止してから地震が来るわけではありません。しかし減速によって運動エネルギーは速度の二乗に比例してどんどん減っていくので、私どもとしては、少しでも早く止めることに力を入れていきたいと思っています。

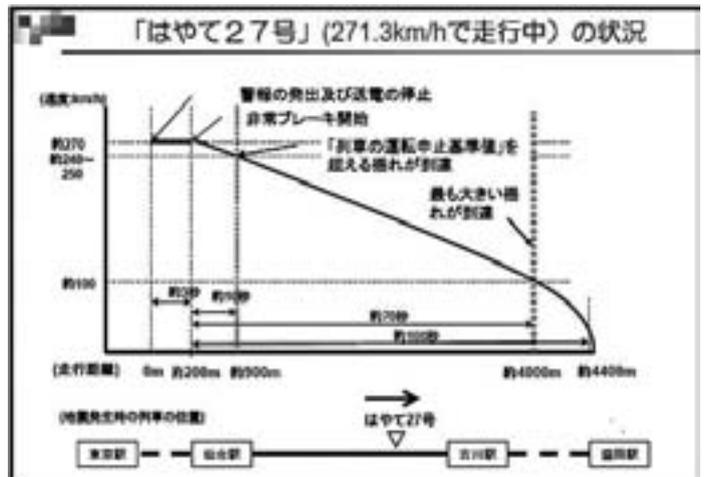
今回の地震で、東北新幹線では1本だけ脱線した列車があります。幸い高速走行中ではなく、定期メンテナンス後の試運転で、仙台駅に入る時速約70kmのときに、地震発生による非常ブレーキがかかりました。高架橋の上でかなり強い揺れに見舞われ、10両編成の4号車の台車2軸が、停止直前に脱線しました。L型車両ガイドがしっかりレールをくわえ込み、脱線して走ったのはわずか3.5mほどと軽微でしたが、起きてはいけな脱線が起きたわけなので、どういうメカニズムだったのか現在、解析しています。

**耐震補強の柱は被害ゼロだった**

地上設備にもいろいろな被害が出ました。仙台駅の新幹線ホームの天井がほとんど落ちましたが、幸い、お客様などのけが人はゼロでした。上り、下りの列車が出た後で、下り列車から降りたお客様が全員、ホームからの階段の下に降りたところに地震が起きました。福島～一ノ関間では、架線を吊っていた柱が曲がったり折れたりしました。仙台～古川間では高架橋柱や橋脚の損傷がありました。

東北新幹線の全体の被害状況では、今回の本震・余震により、架線柱の折損・傾斜・ひび割れは約810カ所で起きました。架線の断線も全体で約670カ所、高架橋の柱などの損傷も約120カ所で起きました。

では、その高架橋柱のうち、鉄板を巻いて耐震補強をした柱はどうだったのか。「せん断破壊先行型」に対する耐震補強を終えていた1万2500本に被害はなく、橋が落ちて新幹線が脱線することは避けられました。次に「曲げ破壊先行型」に対する耐震補強は、現在施工途中で、未補強の柱の一部にクラックが入るなどの被害が出

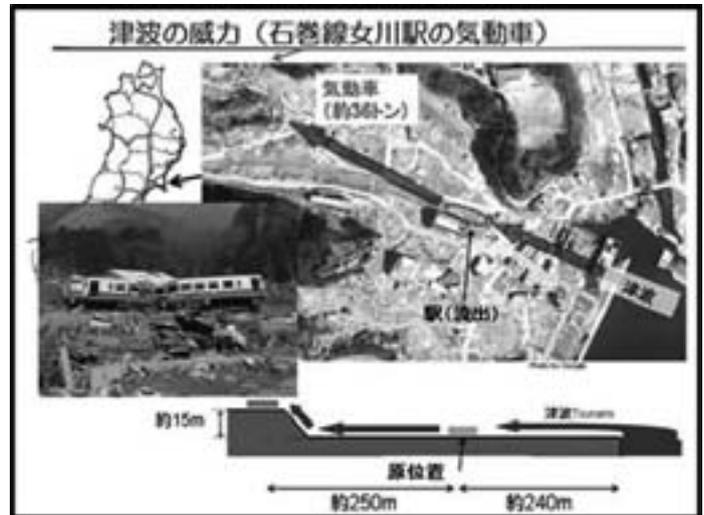


ました。未補強の柱について、しっかりやって行かなければなりません。

### 在来線の津波被害

以上が東北新幹線と地震についてのことで、今回の大震災では津波による被害が甚大でした。在来線の津波被害についてもお話しします。

今回の大地震では、JR 東日本の全社で 27 本の列車が駅間に停車しました。そのすべてでお客様の避難誘導を実施しました。その避難後に、5 本の列車が津波に流されました。とくに被害が大きかったのが次の 4 本の列車です。まずは福島県新地町の常磐線・新地駅の例で、この駅に止まっていた 4 両編成の電車が津波に飲まれ、引き裂かれた状態で流されました。宮城県の気仙沼線では、海岸の傍の築堤に線路があり、津波で列車が築堤から落とされてしまいました。宮城県の石巻



線・女川駅では駅舎が流され、止まっていた気動車（ディーゼルカー、重さ約 36 トン）は、津波によって 250m も陸側に押し流され、さらに高さ 15m の丘の上の墓地に乗ってしまいました。宮城県東松島市野蒜（のびる）の仙石線でも、列車が波にさらわれました。非常に幸いなことに、いずれの列車も無線による指令指示もしくは乗務員の判断等でお客様を避難誘導し、津波が襲来したときには車内には誰も残っていない状態でした。

ところが、さきほどの新地駅では、避難誘導後に乗務員が車両を監視しに戻ったのです。情報が途絶え、まさか、あんなにすごい津波が来るとも思っていなかったため、とにかく車両が大事だと。そして戻ったら、すごい波が来たので、乗務員ら 3 人は駅構内の跨線橋の上に登り、一晩この上で明かして助かりました。避難誘導も含めて、非常に教訓になった事例です。

### 津波に備えた訓練

私どもの沿岸部を持っている支社では、日ごろから津波に備えて訓練をやっていました。今回の地震の避難誘導でも、北は秋田エリアから南は千葉のエリアまでの 27 列車を止めて、お客様に降りていただき、高台に避難いただいています。津波が来ることを想定した区間を決めているので、そこでの乗務員には、先ず逃げようという判断もあったと思います。そうしたマニュアルを準備し、年 1 回は訓練を行うなどの実績もありました。万一の事態に備えて日ごろから備えておくことがすごく大事だと、身にしみてわかりました。

ただし、列車を降りてから、避難場所に行くかどうかはお客様の判断です。自宅が傍なのでそちらに向かわれたという方もいたようです。

私どもには社員教育と言いますか、安全綱領として、国鉄時代から唱和しているものがあります。その 1 つが「疑わしいときは、最も安全と認められるみちを採らなければならない」というものです。つまり、自ら考えて行動すること。このあたりのことを、今回はうまくやってくれたのかなと思っております。

### 津波対策の見直し

それから、単にマニュアルを準備するだけではなく、地道な環境整備も行っていました。岩手県・山田線の小さな無人駅（波板海岸駅）の待合室には、近くの避難所を示した絵入りの地図を設けたり、道路に面した駅の柱にも「こちらが避難場所」という矢印をつけたりと、地元の自治体と一緒にやっています。この駅だけではなく、総合的に三陸沿岸周辺は津波エリアとして取り組んでいましたし、仙石線の野蒜駅にもこういった地図を掲げています。こうしたことを地元としっかりやっていくことは、私どもにとっても大事なことです。

ただし今回の大震災によって、これまでの津波対策の見直しが必要です。自治体がつくったハザードマップには、津波が達する恐れがある区域が示してありますが、今回、宮城県や福島県の平野部の海岸で津波が入ったところは、ほとんどがハザードマップをはるかに超えていたのです。これから、特に平野部での津波対策をどうしていくのか、私どもとしても議論しなければなりません。

### 「究極の安全」を目指して

以上をまとめますと、JR 東日本としての地震に対する安全上の課題は、まずは、構造物の耐震補強をさらに推進することです。それから、列車の緊急停止の仕組みの改良。これは「少しでも早く止める」という余地がまだあるか、見極めつつ進めたいと考えています。次に、列車の逸脱防止の充実。そして、津波対応の見直しです。さらに、脱線のメカニズムについても、しっかり解明していきたいと思えます。

最後に、私どもの『グループ経営ビジョン 2020』や『安全ビジョン 2013』の中に「究極の安全」という言葉があります。「安全に完全はない」として、JR 東日本会長の大塚陸毅（おおつか・むつたけ）が「究極の安全を目指せ」と言っています。「人間のやるべきことを全てやれ。あとは神のみぞ知る」という意味での「究極の安全」。その言葉をご紹介して終わりたいと思えます。

## 容易ではない感染症の克服

聞き取り日：平成 23 年 7 月 22 日  
国際医療福祉大学塩谷病院 教授  
倉田 毅（くらた・たけし）



1940 年長野県生まれ。1959 年松本深志高校卒、66 年信州大学医学部卒。71 年信州大学大学院修了（医学博士）、国立予防衛生研究所病理部研究員、東京大学医科学研究所病理学研究部助手、助教授。85 年国立感染症研究所病理部長、99 年同研究所副所長、2004 年国立感染症研究所所長。06 年富山県衛生研究所所長などを経て、11 年から現職。

### 新興感染症と再興感染症

#### 安全・安心に対する科学技術

私は、ヒトがウイルスに感染したときに、どのように組織が壊されて、どのように命がなくなっていくのかを、ずっと研究してきました。つまり、病気になったヒトや動物の病理材料をじかに調べてきたのです。

標題にある通り、「感染症の克服」は容易ではありません。人類の歴史は、人類が発生して以来、感染症との闘いであり、非常に困難を極めて現在に至っています。「安全」については、ある程度は数値化できますが、「安心」は個々人の心の問題であって、押し量ることは極めて難しいものです。では、そうした中で、「科学技術は何をなし得るのか?」。科学技術といっても、 $1 + 1 = 2$  といったコンピューターの論理は通用せず、感染症というヒトの泥臭いことが絡まってくるので、そう簡単にはいきません。今日のお話の背景として、私が何をやっていたのかを、まず、お話ししましょう。

#### 感染症との関わり

大学院時代は、東大医科研でインフルエンザ、日本脳炎、ヘルペスウイルス疾患の感染病理について勉強していました。大学院を終えてすぐに、天然痘にかかりました。インドやバングラデシュで展開されていた、WHO の「天然痘根絶計画」に参加したのです。アフリカでのラッサ熱の調査も、アメリカの疾病予防管理センター（CDC）のチームと一緒にやりました。さらに米アトランタの CDC 本部に出入りして、いわゆるウイルス性出血熱（ラッサ熱やエボラ出血熱、クリミア・コンゴ出血熱、腎症候性出血熱など）の、一般的に「怖い」と言われる感染症の研究を、バイオセーフティ・レベルの一番高い高度安全実験室（BSL-4）にて、日本と行き来しながら 1995 年まで続けてきました。

一方では、サルボックス症の研究もアフリカ・ザイールで行いました。サルボックスは、自然界では野ネズミがウイルスをもっています。ネズミからサル、サルからヒトにも感染し、重症になると天然痘と同じような状態を引き起こします。そのほか、日本にいるときは日本脳炎やエイズ、ヘルペスウイルス、インフルエンザ H3N2 などの病理学的研究を行ってきました。

また、インフルエンザの皮下接種ワクチンが効かないことに疑問を持ち、1987 年に感染病理と免疫の面からの研究を開始し、近いうちに臨床試験に入るところまで来ました。

「バイオセーフティ」についても、私が“言い出しっぺ”となって日本で 10 年前に学会をつくり、永年責任者も務めてきました。そこでは病原体を取り扱う実験室での安全性の確保や、病院を含めた施設内での病原体の動く範囲も調査し、安全な輸送方法の確立などについても携わってきました。

ワクチン関係では、WHO の「生物製剤の標準化専門委員会」委員を 8 年間務めています。日本ワクチン学会の設立にも、同好の士と共に関与しました。さらに国立感染症研究所の「病原体等安全管理規定」の作成に取り組む機会もあって、WHO のバイオセーフティ委員会のメンバーを 9 年間務めています。

### 新興・再興感染症の由来

感染症はヒトや動物の病気であり、単純ではありません。感染症については「新興」感染症、「再興」感染症という言葉が頻繁に使われていますが、これは1992年末に、米国政府が米国科学アカデミーと一緒に出した感染症に対する警告“Emerging & Re-Emerging Infectious Diseases”に由来します。その“Emerging”“Re-Emerging”の日本語訳が「新興」「再興」となっているわけです。

その後、米国厚生省やWHOは予算・組織・人・施設等の面で、膨大な資金を感染症対策に投じております。しかし、我が国の流れは逆で、感染症対策への方針は強化されたものの、実際は組織・人・予算の面で削減に次ぐ削減が行われました。国家公務員の一律定員削減方針により、感染症への対応者（大学等での研究者を含む）も激減傾向にあり、問題は逆に増え続けています。

### 毎年登場する新興感染症

「新興感染症」については、過去30年余りの間に毎年1個ぐらいずつ新しいものが出てきています。ウイルス性疾患としては、例えばエボラなどのウイルス性出血熱やウイルス性肝炎（A・B・C・E型肝炎）、HIVなどのヒトレトロウイルス等があります。ほかには、オオコウモリが媒体となるマレーシアのニパウイルスや、2003年の春に突然発生して秋に終息したSARS、ウイルス性の下痢症、繰り返し出現するインフルエンザ、高病原性鳥インフルエンザなどがあります。

このほか、細菌や寄生虫疾患では15種ぐらいあります。細菌での一番の問題は薬剤耐性菌の出現で、これに対抗する解決法は今のところありません。とくに大事なのは多剤耐性の結核の出現で、アフリカを中心に、医療が届かないところで広がっています。ブドウ球菌や腸球菌などにも耐性菌が出てきています。ヘリコバクター・ピロリについては、胃潰瘍や胃がんの発生に関係していることがわかり、発見者2人が2005年にノーベル生理学賞を受賞しました。寄生虫ではクリプトスポリジウムやサイクロスポーラがヒトの免疫状態の悪いときに感染して、命を奪う原因になっています。

### 拡大する再興感染症

ウイルスによる「再興感染症」の主たるものは狂犬病です。ワクチンがありますが、宿主域が非常に拡大し、毎年5万人以上の死者を出しています。それから、デング熱及びデング出血熱もどんどん広がりつつあり、日本にも海外での感染者が毎年多数戻ってきています。例えばシンガポールでは、デング熱の感染者がどんどん増えています。雨水を側溝に流して暗渠にしたため、そこに蚊の増える場所ができてしまったのです。そこから蚊が出ないようにしない限り、デング熱を避けることはできない状況です。

黄熱病にもよいワクチンがありますが、全世界の人に接種するだけの経済的な余裕がないことから、依然として大事な問題となっています。

ウエストナイル熱は、1999年に北米大陸でも発生し、問題になっています。もともと1937年にアフリカ・ウガンダの端（西ナイル）で発生し、ナイル川の上流から下って東欧まで広がっていました。それが次第に東へ移り、今はインド亜大陸まで来ています。日本脳炎の発症地とちょうど交叉しています。

原虫による再興感染症では、マラリアですね。依然として年間500万人ぐらいの感染者が出て、300万人余りの方が亡くなっています。これも大きな疾患といえます。

細菌では結核ですね。その拡大にはヒトの行動形態の変化、例えば旅行や交易などが影響しています。

### 日本の法的取り組み

これらの新興・再興感染症に対して、厚生労働省は明治33年（1900年）以来の伝染病予防法を改正し、「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律」を平成11年（1999年）4月から施行しました。その中では、医学的根拠に沿った患者の取り扱いと、感染症のサーベイランスに基づいた対策を求めています。その後この法律（感染症法）は、SARS（重症急性呼吸器症候群）の問題が大きくなった際に、動物由来感染症に関する対策や検疫所等との連携、積極的なサーベイランスの強化を求めて、平成15年（2003年）に再改正されました。さらに平成18年（2006年）には、テロの未然防止のために病原体の安全管理を強化しようと再々改正され、翌年6月から施行されています。それとともに結核予防法は廃止され、この感染症法に統合されました。

### 近年の感染症の特徴

2009年4月に認知された豚由来の新しいインフルエンザ・A型H1N1によるパンデミック。これは最初、メ

キシコが発生地として悪者にされましたが、真実は全く違っています。米国では2005年12月からカリフォルニア州でスワインフル（swine flu、豚インフルエンザ）感染者が出ていましたが、公表していませんでした。ところが、世界各国やWHOが今回のパンデミックの問題を取り上げた途端に、2009年5月7日のThe New England Journal of Medicine 電子版で明らかにしたのです。

これはつまり、米カリフォルニアで発生したスワインフルが、どんどん南下して広がり、ついにはメキシコとの国境を越えて行っただけの話です。メキシコの医療体制は欧米や日本に比べて弱いので、そこで感染者が拡大してしまいました。たまたまそこで変異が起きたのかどうかは知りませんが、それでメキシコは悪者にされました。そもそも、米国が5年も前から分かっていたことを公表しなかったことに原因があったのです。

今や感染症は、地球上のどこかで発生しても、人や物の移動速度を考えると瞬時に世界中に広がってしまいます。例えば感染力の強いインフルエンザは、大体24時間あれば世界中へ広がり得ます。もはや感染症については、哲学的な問題や政治的対応も含めて、“One World – One Health – One Medicine”という考え方をしなければなりません。

また、感染症には国境がないことも重大です。国境は人間のつくったものであり、昆虫や鳥、コウモリなどは空を飛んで病原体を世界各地に運び、そこでまた新しい感染症を引き起こします。ですから日本で1つの感染症を克服しても、他の国からまた誰かが持って入れば、再び広がります。世界から本当に根絶されない限り、感染症に終わりの日はないのです。

### 感染症への科学的対応

こうした感染症に対する科学的対応は、徹底した患者の病原体診断を基本にした「サーベイランス（調査・監視）」や「診断」「治療薬剤の開発」「予防に役立つワクチンの開発」、そして「新しい重要・重篤感染症への対応」です。

「サーベイランス」には、患者の発生数だけでなく、実験室できちんと病原体が採れて、遺伝子が分析され、発症原因として特定されるまでを含みます。こうしたサーベイランスは国立感染症研究所ではなく、全国77カ所にある地方衛生研究所が担当しています。

「診断」については、古典的方法に加えて遺伝子検出が行われていますが、遺伝子検出が意味を持つ場合と、古典的な方法でも十分な場合があります。「治療薬剤の開発」では、薬剤耐性菌をどうやってクリアするのか、新しい技術を投入していく必要があります。

「予防ワクチンの開発」については、日本は外国に負けていると言われていますが、そんなことはありません。ワクチン開発では、どれだけの患者が出るか、それに対するコストベネフィット（かけた費用と得られる利益の比較）によって必要性が判断されています。しかし、医療アクセス（医療の受けやすさ）の悪いところではコストベネフィットによる判断は意味がありますが、日本のように医療アクセスのよい国では、患者が1人ほどしか出ないのに、ワクチンの副反応によって何人も死ぬような事態が果たして許されるのかどうか、問題となるわけです。予防ワクチンの開発は、ワクチンが求められる疾患に関しては徹底的にやるべきであり、コストベネフィットだけの論理で判断すべきではないと思います。

「新しい重要・重篤感染症への対応」について。特にインフルエンザの専門家は、新型の登場を度々予測しますが、今まで当たった例はありません。インフルエンザとは違いますが2003年のSARS（重症急性呼吸器症候群）だって、誰一人、このウイルスを予測した人はいません。1997年の高病原性鳥インフルエンザ（H5N1）も突然、香港で発生しました。これも、世界中に網張っているインフルエンザの先生方で誰一人予測していた人がいませんでした。2009年の豚由来のインフルエンザ（H1N1）もまた、しかりです。アフリカでは至る所で出血熱が起きていますが、これも「今度はどこで発生するか」と予測できた人はいないのです。

挙げたら切りがありませんが、いわゆる専門家の、特に分子生物学者の予測が当たったことは「全くない」と言っても過言ではありません。地震と同じで、新しい感染症の突然の発生は、現在では予知不可能です。それにもかかわらず、1997年に香港で鳥インフルエンザ（H5N1）のヒトへの初感染があったときも、パンデミックが起きるかさえ分からないのに、厚生労働省が「専門家」と称する方々の後押しで「ワクチンが必要だ」と言い、さらに言論やメディアに影響力のある人が「H5N1のプレパンデミックワクチンが必要だ」と主張しました。しかし、それから14年もたちますよね。

「パンデミックが起きるぞ」という脅しだけでは駄目で、どんな感染症が発生しても、迅速に対応できる準備が必須です。感染症の発生で犠牲者ゼロというのは不可能ですが、その犠牲者の1例から事象をしっかりと把握し、ワクチンの作り方や薬剤の使い方などを研究することはできます。ところが、日本のあちこちに対応でき

る力があり、準備にハード面、ソフト面のものを少し加えればいくらかでも可能なのに、事前には誰もやろうとしないのです。

抗インフルエンザ薬「タミフル」については数年前に、この薬により「子どもたちが精神異常をきたす」として、一部の自称“専門家”の方々の大キャンペーン（薬反対）がありました。今回の豚インフルエンザで、以前とは比較にならない数の患者に投与されましたが、全く問題はありませんでした。

## 天然痘・ポリオ・はしか

### 克服できた感染症（天然痘）

それではこれまで、世界はどうやって重症・重篤な感染症に対応してきたのか。天然痘について話します。

天然痘は紀元前1万年くらいに、アフリカか東南アジアの農村地帯に出現したと言われていますが、定かではありません。20世紀だけでも、世界で2～3億人が天然痘により犠牲になったと推定されています。そして1977年10月26日にソマリアの19歳の男性患者が最後に治癒され、人類の戦いは終わりました。67年から天然痘根絶計画に取り組んでいたWHOは、80年5月の総会で根絶宣言を行いました。次はポリオを対象として、WHOは89年から根絶計画をスタートさせましたが、現在のところ根絶の見込みはわかりません。ポリオの次の対象としてはしかが順番待ちで、各国が減らす努力をしています。

これらの感染症が根絶の対象になったのは、いずれもウイルスですが、蚊やダニなどといった中間宿主がなく、ヒトからヒトにしか感染しないこと。さらに、優れたワクチンがあることも最大のポイントです。これらの後、根絶できるウイルスやバクテリアの候補は、今のところありません。

### 米口保有の天然痘ウイルス

天然痘は根絶されましたが、各国が保管していた天然痘ウイルス（Variola virus）は1980～81年にかけて、共産圏の国々からは旧ソ連のモスクワへ、自由主義国からは米アトランタの疾病予防管理センター（CDC）に送付、保管されました。天然痘の疾患が根絶されたことにより、WHOでは「保管されているウイルスを破棄するか、しないか」の会議がおおよそ2年ごとに開催されていますが、未だに解決されていません。

米国では2001年に炭疽菌によるテロがありました。次なる問題は天然痘だと、米国政府は指摘しています。なぜなら、モスクワに保管されていたバリオラウイルスはその後、ノボシビルスクの南のコルツオポにある軍の施設（VECTOR 研）に移されました。160株のウイルスうち13株が再び培養分離され、いろいろな実験が行われているとの疑念が起きました。米国はロシアの約束違反を批判しました。米国も保管している460株から45株を分離し、バリオラウイルスの塩基配列の全シーケンスを決めました。米ロがそれぞれに得たシーケンス情報を公開し、ウイルスを破棄しようということだったのですが、依然として情報は公開されていません。2011年の現在も、破棄されてはいません。

みんなが天然痘を恐れているのは、実は、89年に旧ソ連が崩壊したときに、保管に関わっていた人のうちの数人が行方不明になったと、言われているからです。テロなどに使用されて、そのウイルスの遺伝子情報を分析すれば、どこに保管されていた株が分かってしまいます。そのために「モスクワはシーケンスの公表を拒んでいるのでは」とも言われています。天然痘のウイルスは、マイナス20度以下で保管していれば、ほとんど半永久的に生きているのですから。

### 天然痘の診断

しばしばわが国の学者が新聞などで「天然痘は実験室診断ができない」と言いますが、それは彼ら自身がただ無知なだけです。今ある診断方法は、40年以上前からわが国でも使われているものです。ウイルス粒子や抗原の検出は、電子顕微鏡や免疫蛍光法等によって30分で可能です。ウイルスの分離も卵を利用することで簡単にできます。

ウイルス遺伝子の検出についても、ホルマリンに固定した卵の漿膜から遺伝子を引き抜き、PCR法で確認する方法を、感染研が2002年に確立しました。米国では2001年の9・11テロ以降、天然痘ウイルス45株の遺伝子配列情報を一切出さないことにしましたが、感染研の方法により、ホルマリン固定材料から得ることができました。

## ワクチンの開発

ワクチン開発は非常に重要です。臨床医とくに小児科の医師は「日本が遅れている」と言いますが、これは外資系企業の宣伝に乗っているのではないかと思います。日本には「千葉県血清研究所」にいた橋爪壮先生が創られた「LC16m8」という細胞培養による天然痘のワクチンがあります。これは現在でも世界で最も優れたワクチンです。まず、副反応が少ないので死亡者が出ることは、まずありません。それから免疫を付与する力(immunity)がとても強いのです。このワクチンは千葉県血清研究所が2002年に閉鎖後、「化血研(化学及血清療法研究所)」(熊本市)に製造所が移され、米国がテストしていますが、「今まで開発されたものでは一番よい」とのことです。数年前に感染研の小島らは、このワクチン株には中和活性を誘導すると考えられていた「5BR」部分の遺伝子が培養過程で欠落していることを明らかにしましたが、免疫原性の点からは、有効性が確認されています。

米国にもバクスター社製のワクチンがありますが、28歳以下の7万人の兵隊に接種したところ死者が出たり、脳炎が発症したり、1,000人あたり1人に重篤な全身感染等の症状が起きたりしています。しかし米国は「1,000人に999人が助かれればよい、1,000人に1人の犠牲が出てやむを得ない」ということで、このワクチンをストックしています。日本でそんなことを言ったら大変な騒ぎです。幸い「LC16m8」はそのようなワクチンではありませんし、免疫原性の点からまったく問題はなりません。その他の国もいろいろなワクチンを作っていますが、質的には昔使われたものと、まったく変わりがありません。つまり、子牛の背の皮膚に接種して、病変部からウイルスを回収するものです。

## 克服されつつある感染症(ポリオ)

1989年にWHOからポリオ根絶計画が提唱されて以来、一生懸命取り組んでいますが、未だインド亜大陸やアフガニスタン、パキスタン、アフリカのナイジェリアなどで野生株ポリオウイルス(強毒型)の伝播が続いています。内戦や混乱の状態が続いている国や地域では、根絶はなかなか難しい状況です。日本においては、流行地からの輸入ポリオウイルスによる麻痺症例が出ない限り、とくに問題はないのですが、世界においてはまだまだ問題があります。

日本では現在、生ワクチンをシロップと一緒に飲む経口式(OPV)をやめて、注射タイプの不活化ワクチン(IPV)にすべきだという話があります。もはや市場に出る段階にまで来ています。IPVになれば、副反応として軽度の麻痺が出ることも、ポリオ様の症状が出ることもなくなるからです。

※(編集部注)ポリオワクチンには、生ワクチンと不活化ワクチンの2種類があります。生ワクチンは現在日本で接種しているもので、セービン株の血清3型(I型、II型、III型)のポリオウイルスの病原性を弱めたものを、経口投与します。不活化ワクチンは3タイプのポリオ強毒株ウイルスを増殖精製し、ホルマリンで不活化させたものを注射します。

## 下水から検出されるワクチン由来のウイルス

ポリオウイルスは、飲み物や食べ物と一緒に口から入ると、腸管で増えて病気を起こします。ウイルスの大きさは20ナノメートル(1nmは100万分の1mm)と非常に小さく、腸管の粘膜で増えた後はリンパ管を伝わって、脊髄の「前角」にある運動神経細胞を襲い、麻痺症状を発生させます。また、腸管で増殖したポリオウイルスは便とともに体外に排泄され、新たな感染源ともなります。

ポリオウイルスは、生ワクチンの集団接種後に、下水の中からも検出されます。富山県では2006年4月から毎月、ある下水処理場に流入する下水を調査しています。同県では乳幼児へのポリオワクチン集団接種を春期(4-5月)、秋期(9-10月)に行っていますが、ポリオウイルスの検出時期は、その集団接種の2~3カ月後に限られました。下水から分離されたポリオウイルスは、遺伝子解析の結果、すべてがI型、II型、III型のワクチン株で、野生型ポリオウイルスの侵入の可能性は低いと考えられました。

こうしたワクチン由来のポリオウイルスをなくすためにも、不活化ワクチンの使用が勧められています。ただし、生ウイルスの経口投与の場合と不活化ウイルスの皮下接種とでは、体内で関与する免疫機構は大きく異なるので、もし野生株が侵入したときに問題がないかどうかは、今は不明です。

## 日本産の不活化ワクチン

日本の経口ポリオ生ワクチンは、I~III型ウイルスの弱毒セービン株から作ったものです。不活化ワクチンについても、海外のものはI型はMahoney株、II型はMEF1株、III型はSaukett株といずれも高病原性株を使っているのに対し、日本で開発された不活化ワクチンは初めてセービン株を用いたもので、その高いワクチン効果

とともに、世界のどこでも、通常の実験施設であれば製造が可能であることが大きな利点ともいえます。外国で製造使用されている不活化ワクチンはすべて野生株由来で、根絶後は、その扱い・保管には高度安全実験施設（BSL-4）でしか培養してはならないことが WHO で数年前に決められています。

### 海外で恐れられる日本の「はしか」

日本を除く世界先進諸国では、地域ごとにはしか征圧がほとんど終わり、恐れているのは日本のはしか対策です。厚生労働省の用務で外国の検疫所を訪問したときに、その職員などに「若い日本人旅行者が入ってくると、はしかが国内で発生してしまうから、外国への旅行を止めてほしい」と言われることがあります。米国でもカナダ、台湾でもそうでした。

米国というのは、お金があるので、すぐに余計なことをやる国です。アトランタやヒューストンの空港では、飛行機 1 機分の人数（約 350 人）を全員収容できる部屋をつくり、そこで検疫や入国審査を行えるようにしました。飛行機で到着した乗客をいきなりその部屋へ収容するわけです。「何のために」と聞いたら、「日本のはしか感染が怖い。日本から持ち込まれることがあり得るので、それを防ぐためにここで徹底的に検査し、はしかに感染していない人しか入国させないようにしている」といいます。しょうがないですね。

### インフルエンザ

「インフルエンザ」はヒトの病気の名前です。「鳥インフルエンザ」は鳥のインフルエンザのことで、鳥の病気の名前です。日本の厚生労働省は「鳥インフルエンザ」をヒトの病気に入れていますが、世界的にはそういうことはありません。インフルエンザウイルスには A 型、B 型、C 型の 3 種類があります。A 型ウイルスの表面には「血球凝集素 (HA)」と「ノイラミニダーゼ (NA)」という 2 種類の糖タンパク質があります。さらに HA には 1～16 種類の亜型、NA には 1～9 種類の亜型があるので、この組み合わせによって H1N1 や H3N2 など、A 型ウイルスには 144 種類の亜型が存在します。B 型や C 型ウイルスには亜型ありません。

### 渡り鳥の調査

総合科学技術会議による農水、文科、厚労、環境各省横断的な「科学技術連携施策群」（新興・再興感染症）の取り組みの中で、渡り鳥が運ぶウイルスの調査として、鳥に発信器を付けて世界中に飛ばしました。日本の各所から飛ばすと、翌年、同じところに帰ってきます。10 羽飛ばして 2 羽でも戻ってくれば、そのグループは同じところから帰ってきたと言えます。その鳥の糞からウイルスを分離して、遺伝子を解析し、病原体ゲノムのデータベースに蓄積していこうというものです。

面白いことに、宮崎県で放した鳥も秋田県で放した鳥も北の方へ飛んでいきます。北上して朝鮮半島や中国北東部の方に飛んで行くもの、樺太からさらにカムチャッカ半島へ飛んでいくもの、あるいは、モンゴルを越えてもっと北まで行ってしまふものもあります。これらの渡り鳥は、また春になると、日本の飛び立ったところへ帰って来るわけです。

### パンデミックの定義

WHO による「パンデミック」の定義は、南北半球の 2 カ国以上において連続的に流行・拡大が起きていることを問題にした言葉であって、感染者の数は 5 万人だろうと 50 人だろうと関係ありません。

また、パンデミックというとすぐに 1918 年の「スペインかぜ」の写真を例に出しますが、あの時代の医療を行っているところは、今はどこにもありません。ところが、パンデミックとなると米国もそうだし日本のインフルエンザの研究者も、野戦場みたいな、どこかの体育館で毛布だけの簡単なベッドの上に患者が寝かされていて、医療も何もないようなことが起こると思っているのです。開発途上国は別として、今は日本にもそんなところはないにもかかわらず、インフルエンザの研究者たちが盛んに「こうなる」とテレビや新聞、雑誌などで話したり、書いたりするので、かなりの悪影響を与えています。まさに「無知の極み」です。

### インフルエンザごときで、なぜ騒ぐ！？

#### 日本で少なかった犠牲者

20 世紀からのインフルエンザのパンデミックは「スペインかぜ」（H1N1）が 1918 年、「アジアかぜ」（H2N2）が 57 年、それから 68 年の「香港かぜ」（H3N2）、77 年の「ソ連かぜ」（H1N1）、そして 2009 年に発生した今

回の新しいインフルエンザ「カリフォルニアかぜ」(AH1N1pdm/カリフォルニア/2009-2010)です。

今回の新しいインフルエンザによる被害を話すと、皆さんが驚かれます。亡くなった人の数は日本では198名、そのうち典型的なインフルエンザの肺炎は4名だけでした。人口が日本の約2.4倍という米国では死亡者16,701名、そのうち小児の死亡者は317名です。日本での小児の死亡例は37例でした。この米国の死亡者16,701名のうちインフルエンザ肺炎の症例は450名以上と、日本に比べてかなり多い数です。インフルエンザ肺炎による死亡者の代表的な病理標本を米国CDCで見せてもらい、確信を得たのですが、今回の日本での198例というのは異様な少なさなのです。これについては「けいゆう病院」(横浜市)の菅谷憲夫博士によってWHOの会議で公表され、世界の国々から驚かれています。

### 優れる日本の医療体制

この「日米の差はなぜか」ということが大事です。日本の医療は24時間体制で、お金のない人であっても、来院すればすぐ診て調べてくれますが、米国では医療保険に加入していない人が40%近くもいて、日本のように気軽にいつでも診てくれることはあり得ません。英国の場合は家庭医制になっていますので、もっと悲惨です。例えば身体に不調をきたしても、自分がかかる家庭医を経なければ感染症の病院に行くこともできないし、もちろん感染症の薬ももらえません。家庭医が固定されているうえに、1日当たりの診療する患者数が決まっていますから、鼻水が出る、熱が出る、のどが痛い、咳が出るといっても「予約が必要ですから3日後の午後3時に来てください」といった話になります。

日本でそうしたことが報道されたら、医療も厚生労働省も袋だたきにされ、それが県立病院ならば県知事まで謝る事態になってしまいます。日本では「いつでも、だれでも、どこでも診療拒否はしない」ということが、国としての感染拡大の抑制になっているのです。

にもかかわらず、ある政治家や一部の専門家などは、欧米先進国の対応に比べて「日本の医療はなっていない」と言う。さきほどもお話ししたように、「カリフォルニアかぜ」による犠牲者は日本が米国よりもかなり少ない。日本の犠牲者198名には心筋梗塞や脳出血も含まれているので、直接、インフルエンザによって死亡した人はこれよりもかなり少なくなります。ところが米国の場合は全部トレースしているので、すべてがインフルエンザによる犠牲者の数字です。このことは、米国の医療アクセスが悪いことが証明されているようなものです。ところが一部の日本の“有識者”と自称する方々は、米国や英国などの先進国に比べて「日本は劣る、なっていない」というのです。ある政府系の会議で、私は怒りました。日本の医療をバカにしているし、日本の医療の第一線にいる病院など方々が24時間体制で大変な努力を重ねていることを、本当にわかっていない。メディアも「わが国の対応に問題があった」と追い打ちをかけます。結果が欧米に比べて素晴らしかったにもかかわらず、その正しい評価は全くしていないのです。何百万の犠牲者が出ると報じた方々は、パンデミックが終わっても、わが国の医療対応に正当な評価をしてはいません。

### インフルエンザの診断と治療

インフルエンザの診断は、迅速診断キットの登場によって今では簡単にできます。外来患者の鼻汁を検査用スライドに塗って少し置けば、すぐに結果が出ます。陽性と判断されれば、その場で抗ウイルス薬が投与され、みんな2、3日で治ってしまいます。

陽性となった検体(鼻汁)から今度は地方衛生研究所でウイルスを分離し、遺伝子検査によってウイルスの亜型を同定します。これを全国77の地方衛生研究所が行うので、国内で発生している正確なインフルエンザの型や亜型はすべてつかめています。なのに、こうした24時間を通しての努力を、メディアはまったく理解していない。国立感染症研究所では全国の集計結果を発表していますが、ウイルス検査をしているわけではありません。

### 平安時代から記載されている“インフルエンザ”

インフルエンザウイルスはどうやって広がるのか。くしゃみをする、つばきの粒の大きなもの(飛沫)は1m以内に落ちていきますが、さらに小さな2~8 $\mu$ m径の「エアロゾル」は、その先まで、空中をフワフワと浮遊しています。ですから、喀痰が飛び散って目の前で浴びれば当然ウイルスに感染しますし、風向きや空気の温度、湿度、換気状態などによってはエアロゾル感染をしてしまいます。

インフルエンザのことを、日本語では「流行性感冒」とも言います。これに類する初めての記述が平安時代の862年(貞観4年)にあります(『三代実録』)。その後の古文書の記述によると、「流行性感冒」は秋口から春まで毎年繰り返されていること。これは、今のインフルエンザと同じですね。さらに、時々大流行を起こすこと。

まさにパンデミックです。また、この病気は老若男女、職業、貴賤を問わずに誰にでもみられること。とくに青年期の若者に多く、その理由は、若い世代での交流が頻繁であることなど。まったく、今と同じですね。何も今回（09年）の新しいインフルエンザに特異的な傾向があるわけではないのです。

ところが、新聞やテレビなどでは“専門家”と称する人が「今回のウイルスの特徴は……」と語り、まさに“世界が終わるか”のように騒ぎます。私に言わせれば「千年以上も遅い」のです。インフルエンザについては、歴史的にも日本には記録があり、それが戦前の内務省から戦後の厚生省、厚生労働省に引き継がれて残っています。実は、スペインかぜ（1918年）の30年前にも、東京でインフルエンザの流行が起きています（「お染風」：1890（明治23）～91（同24）年）。このときの記録も詳しく残されていて、特定感染者数が13万人、その10%が死亡したと言われます。まさにパンデミックですね。薬も何もない時代ですから、死亡者も多い。しかし、今は薬もありますから、何も大騒ぎすることはないのですが、どうして騒ぐのか、私にはよくわからない。“専門家”も政治家もメディアも、もっと謙虚に歴史に学ぶ必要があるのではないのでしょうか。

### “経鼻”効果

口や鼻から入ったインフルエンザウイルスは、気管から気管支、肺の中へ侵入し、その上気道で一般的に増えます。粘膜にウイルスがくっつき、ワクチンによって「IgA」抗体が分泌されていると、IgAが反応して感染が防げます。このことは、私たちが動物実験を87年から開始し、あらゆる条件を検討して行った実験結果の英文論文をすでに120本出しており、世界の研究者たちも認めてくれています。

さらに今年1月からの研究では、IgA抗体はヒトの鼻にワクチンを投与することでも分泌されることがわかり、そのIgA抗体によって、生きたウイルスの感染をブロックできる確信もヒトで実験的に得られました（長谷川、田村ら、投稿中）。ウイルスはIgA抗体によって中和され、活性を失うことまで証明されているので、いよいよ自信をもって治験に進む段階に来たのかなと、思っています。

### 各リスクへの対応

今回の「カリフォルニアかぜ」では、インフルエンザウイルスの感染によって重症化や致死に至るリスク要因がいくつか挙げられ、日本でも大騒ぎしました。

「肥満の人」や「肥満と心臓あるいは肺に疾患ある人」。「喘息の人（とくに子ども）」については、富山県では医師が喘息の人を全部把握し、小児科医には「何かあったらこの病院に行くかを、親たちに指示するように」と県が指導していたので、死亡した人は1例もいませんでした。中には病院に行くのが遅れて重症化したケースもありましたが、完全に回復しています。そのほか「気管支拡張症の人」や「肺気腫のお年寄り」、日本では「妊婦」は全然感染していません。さらに「乳幼児」も突然死のリスク因子でしたが、これも今回のインフルエンザではまったくありませんでした。こうした高齢者を含めた方々を医師は把握し、きちんとした対応を取っていたので、非常に少ない犠牲者で済んだのです。

### 「スペインかぜ」との相違

今回の「カリフォルニアかぜ」について、インフルエンザ研究の特に基礎系の先生方は、1918年のスペインかぜと一緒に、多くの人が死亡するようなことを言いました。当時と現在とでは医療対応が比較にはならないし、90年前の医療や社会状況で現在を律することは、きわめて作爲的だとも思います。

1918年とは何が違うのか。まずは「検査」です。あっという間に抗原の診断ができ、さらにウイルスの遺伝子の亜型同定までは2～3時間で可能です。それから「抗インフルエンザウイルス剤」も今では5種類もあります。「抗生物質」についても、インフルエンザの症状が長引くと細菌性肺炎を起こすので、日本では大抵、インフルエンザの薬と同時に抗生物質を投与します。これも、すごい効果を発揮し、犠牲者はきわめて少なくて済みました。もう一つは「ワクチン」です。これは感染予防には役立ちませんが、肺の奥までウイルスが入ってきたときには、ワクチンによるIgGが闘い、死ぬような事態にはなりません。

それから「患者対応」。昔と今とでは病院の施設がまるで違いますし、スペインかぜのときのように、患者をどこかの体育館に並べて、薬もなければ医者もいないといった状態は、第一次世界大戦の時代のことです。そして「情報」についても、インターネットなどから今では、どこでも世界の情報が瞬時に入る状況になっています。

もう1つ大事なことは、抗インフルエンザウイルス剤としては「タミフル」「リレンザ」「ラピアクタ」「イナビル」、それに、もうすぐ発売になると言われる、富山化学工業の「T-705」（一般名「ファビピラビル」）の5種類がありますが、これらを自由に医師が使える国は、世界では日本だけです。アメリカやイギリスなど、どの

国の、どの医療機関の、どの医師もが5種類すべてを自由に使える状況にはないのです。

こうしたことを無視して「スペインかぜ」を比喩とするのは国民に不安感を与え、事態を悪く大げさに言うだけの、ただの無知でしかありません。

### 質が違う国産・外国産ワクチン

インフルエンザワクチンは、経鼻接種しないと感染防御の役に立ちません。これは実験動物のサルでも多数の実験を行い、明らかにされています。もちろん現行の皮下接種ワクチンが役立たないというのではなく、これはこれで重症化を防ぐことはできます。

インフルエンザワクチンといっても、外国のものと日本のものとは、まったく質が違います。日本のワクチン「HA ワクチン」(スプリット・ワクチン)は、血球凝集素 (Ha) の分子だけを取り出してワクチンにしています。外国のものは、ウイルス粒子をぐちゃぐちゃにして壊した、ウイルスの病原因子がすべて入っているワクチン(全粒子をデタージェント〈detergent〉で壊しただけのワクチン)です。余計なものがたくさん入っているので、皮下接種の結果、腕が腫れるなどの副反応が出てきます。H5N1(鳥インフルエンザウイルス)ワクチンの場合は、テストの段階で、10日間も寝込んでしまった健康男性がいるともいわれます。インフルエンザごときのワクチンで寝込んでしまっては、話にはなりません。

外国のワクチンは、日本のものとは「似て非なるもの」です。それを知らずに「ワクチンなら何でもいから」と輸入を推進された方がいて、1300億円もかけて、全く使えない「泥水ワクチン」(注:ある承認会議での座長の発言)も登場しました。すでに廃棄されたはずですが、そうしたわけで、いかなるワクチンも品質問題は非常に重要です。

### 「経鼻ワクチン」の利点

私どもが「良し」として研究してきたのは、鼻の中にシュッと噴霧するだけの経鼻接種タイプのワクチンです。利点の一つは感染自体を阻止できること、さらに流行株がワクチン株とある程度一致しない場合にも「交叉防御能(cross-protection)」があること、そして流行株の予測が不可能な新しく登場してくるインフルエンザウイルスにも対処できることです。

例えば今の皮下接種のワクチンは、同じH3N2でも香港、東京、カリフォルニアで流行したものなど、少しの違いで効果がなくなってしまいます。しかし、経鼻接種の場合は、同じ亜型なら全部カバーできることが実験的にもはっきりしているのです。予測不能な新しいインフルエンザにも対応できるのです。

このようなことから経鼻接種ワクチンは、必要ならば本格的な流行が始まる前の「プレパンデミック・ワクチン」、あるいは次の流行までの「インターパンデミック・ワクチン」としての活用も期待できます。ただしそれには、ヒトで安全に使えるためのアジュバンド(免疫増強剤/免疫賦活剤)が必要となります。

### 「経鼻ワクチン」の効果

経鼻接種ワクチンによる、鼻粘膜でのウイルス量を調べました。サルやマウスでみると、皮下接種の場合とワクチン接種のない場合は鼻粘膜でのウイルス価は上がりますが、経鼻接種の場合はまったく上がってきません。このことは経鼻接種でウイルスが見つからない、つまり感染していないことになります。動物を使った感染後の生存率の実験では、ワクチン接種のない場合には9日後あたりから低下して、12日後にはゼロになりましたが、ワクチンを接種した場合は、皮下接種でも経鼻接種でも18日後の生存率は100%と、いずれも死にませんでした。これらのことから、経鼻接種がワクチンの新しい投与方法として注目されています。

## さまざまな「人獣共通感染症」

### 病原体の保有動物の検索も重要に

A型のインフルエンザウイルスは、いろいろ違った動物に病気を起こします。鳥の持つウイルスが豚に行き、ヒトからのウイルスも豚に入ってリアソータント(reassortant; 遺伝子の再集合、組み換え)を起こし、それがまたヒトに感染する。豚インフルエンザは、そういう中で起きたものです。

これらはインフルエンザでの話ですが、現在の感染症における一番の問題は「人獣共通感染症(zoonosis)」です。感染症についての法律用語では「動物由来感染症」という言葉が使われますが、これも同じことです。

人獣共通感染症は、本来は脊椎動物とヒトの間で行き来する感染症のことでしたが、今は蚊やダニなど全部含めて「獣」にひっくるめています。この法律（感染症法）については、はじめにもお話ししましたが、SARS（重症急性呼吸器症候群）が発生した2003年の秋に、動物由来感染症の対策強化がされ、獣医師などの責務を明確にしています。

人獣共通感染症に対しては、自然界における病原体の保有動物の検索も、非常に重要な領域になりつつあります。とくにコウモリは、エボラウイルスやマールブルグウイルス、狂犬病ウイルスなどを運んでいる可能性があり、それを示す証拠も少しずつ挙がっていますが、まだ結論は出ていません。例えばタイなどで、コウモリの糞が溜まっているような洞窟の中で、直接コウモリに接触しないようにして、犬を駕籠の中に入れておいたら、狂犬病にかかってしまったのです。何百万羽というコウモリを片っ端から調べることはできませんが、狂犬病ウイルスを持つコウモリがいたことはわかります。

野ネズミは幾つかの病原体を持っていて、それがヒトの中に紛れて、流行を起こすことがあります。主な疾患として、腎症候群出血熱やハンタウイルス肺症候群、ボリビア出血熱、レプトスピラ症（leptospirosis）などが挙げられます。SARS（重症急性呼吸器症候群）もハクビシン由来でした。BSE（牛海綿状脳症）の問題は、家畜伝染病の「スクレイピー（伝達性海綿状脳症）」にかかった羊から毛やマトンを取り去り、不要となった材料を細かく砕いて牛の餌に入れたところ、ミルクのカルシウム量が上がって、「これはいいぞ」とどんどんやるうちに、牛が病気になってしまったものです。その牛肉をヒトが食べたら、今度はヒトもBSE様の病気になってしまいました。イギリスでは今までに百数十人が亡くなっています。「バリエント（異型）クロイツフェルト・ヤコブ病（vCJD）」という病気です。

ほかにも、クリミア・コンゴ出血熱ウイルスを媒介するマダニとか、ラッサ熱ウイルスを媒介する「マストミス」という齧歯類（ネズミやリスの仲間）。ウエストナイル熱ウイルスは蚊が媒介となって家畜に感染し、ばたばたと米国で死にました。オオコウモリはニパウイルスの感染病原体を持ち、これが豚に感染して肺炎を起こします。その豚の飛沫や鼻汁などを浴びたヒトは、今度は脳炎を起こします（マレーシア、1998年）。

### 蚊が媒介する感染症

蚊が媒介する感染症には、デング熱やデング出血熱、ウエストナイル熱、日本脳炎、黄熱、マラリアなどがあります。この中で、日本脳炎と黄熱にはワクチンがあって、日本人がこれらの病気の流行している国へ行く際にはワクチン接種を義務づけられています。ほかの病気に関しては薬もありません。

マラリアは抗マラリア剤をうまく使えば、刺されても発症しないで済みますが、蚊の根絶は不可能です。「蚊帳の中に入るのはヒトか蚊か」という話になりますが、これは非常に大きな問題で、マラリアによって毎年250万人から300万人の方が亡くなっています。日本国内で1例死者が出たという話とはまったく次元の違う規模ですから、日本から東南アジアやアフリカ、中南米へ行く人は、マラリアには絶対に気をつけなければいけません。

これらの感染症には、蚊を撲滅するのはほとんど不可能だけに、ワクチンで対応するしかなく、いかによいワクチンを作るかが肝要です。日本脳炎にはいいものが出ていますが、ウエストナイル熱は問題です。この感染症は米国にありますし、アフリカ北部から中近東を含めた東欧、さらにインド亜大陸まで広がって来ています。こういう地域で蚊に刺されると、ウエストナイル熱にかかる可能性もありますから、よいワクチンを開発することです。

デング熱の感染者も大変な数になっており、ワクチン開発に30年も奮闘しておられる方もいますが、いまだ有効なものはありません。デング熱ウイルスには1～4型があり、どの型のウイルスに感染したか、どの型の順番で再感染したかによって症状が異なってきます。罹患した亜型の順番によっては、すぐく年を取ったようになり、「一気に10歳ずつ老けていくことも起こる」と言われています。

これらの感染症を媒介する蚊に対しては、WHOが1960年代の初めに、要らなくなった殺虫剤（DDT）や農薬（BHC）を集めて、セイロン（現スリランカ）南部で根絶作戦を行ったことがあります。確かに蚊は一時的に減り、何十万人といたマラリア患者が二百何十人にまで落ちたので「もう大丈夫だ」と思いましたが、その2年後に薬剤耐性のマラリアが増えてしまい、60年代半ばから現在までどんどん増える一方です。このように、蚊の撲滅はほとんど困難です。やはり自分で身を守るために、ワクチンを開発しなければならないのです。

### アジアでは狂犬病に注意

狂犬病も世界の大きな問題です。狂犬病は世界のほとんどの国に存在し、とくにアジア、アフリカに多く、今

では日本や英国、オーストラリア、ニュージーランドなどの島国にはありません。かつて日本でも患者の国内発生がありましたが、1957年以降はなく、70年にネパールで野犬にかまれた人が日本に帰国後発症して死亡した輸入例、2006年にもフィリピンで犬にかまれた帰国者の死亡例（2例）があります。

狂犬病による感染者（死亡者）数は12年前には世界で約3万5000人、そのうち3万人がインドでした。今や世界での死亡者は5万5000人にのぼり、うち15歳以下が30～50%を占めます。アジアでの感染者数は3万3000人で、うちインドの感染者は3万人と、12年前と変わっておりません。残りの3000人が中国です。12年前には中国での感染者数の報告はゼロでしたが、狂犬病のワクチン接種がほとんど行われないうまま、食用犬やペットとして飼われる犬が増え、野犬も急増するなど、とくに都市部での狂犬病の患者が増えています。中国を旅行される際は、十分に気をつけないと大変なことになります。

狂犬病による死亡例の90%をアジアが占め、犬による咬傷がほとんどです。アメリカ大陸では必ずしも犬ではなく、牛やアライグマが原因です。世界的にはほかにネコやコウモリ、キツネ、スカンク、コヨーテなどからも感染します。狂犬病にはよいワクチンがありますが、犬などへのワクチン接種対策は、その国がやらない限りは不可能なのです。

### ウイルス性出血熱

ウイルス性出血熱はヒトからヒトへ感染が伝播しますので、発生すると世界中が大騒ぎします。発症初期の症状は重症インフルエンザと似ていますので、区別が付きにくいという問題があります。主にサハラ砂漠以南の地域に偏在するウイルスが原因です。

アフリカ各地で、ウイルス性出血熱の流行がみられます。このうちエボラ出血熱やマールブルグ出血熱は、発生後すみやかに終息しますが、ラッサ熱はナイジェリアやシエラレオーネあたりに常在している病気です。これはマストミスが自然宿主で、マストミスが子どものときに病気になる、そのままウイルスをずっと持っています。ラッサ熱の伝播については、米国のチームが、シエラレオーネにある人口1,500人ぐらいの村10カ所で、1976～86年にかけて調査を行っています。家屋毎に番号を付けて、その家屋の人数と感染者数を記録するとともに、全ての家屋にトラップをかけてマストミスを捕獲しました。マストミスは住み着いた家から他の家へ移ることがありませんから、ウイルスを持っているマストミスが捕まった家からだけ感染者が出ていることが分かりました。もちろん、ヒトとヒトとの接触で感染者になることもあります。

エボラ出血熱により、コンゴ（旧ザイール）のヤンブク病院では、1976年に318人が発症し、280人（88%）が亡くなりました。感染経路はヒトとヒト、注射器によるものなどの接触感染が8割を占めます。エアコンなどのない状況ですから、部屋から部屋にうつるような空気伝播はありませんでした。

### BSL4の研究施設

ウイルスや細菌などの感染性病原体を扱う研究施設には、いろいろな厳しい制限があります。まず、扱う病原体について、WHOはその病原性（病気の重篤度、感染性など）、さらにワクチンや治療法の有無、公衆衛生上の重要性などを考慮して、BSL（Biosafety Level；生物学的安全性レベル）を1から4まで分類し、それに伴う施設の基準（指針）を定めています。しかし、個々の病原体のリスクなどは地域の環境に左右されるため、病原体のBSLのレベル分類は、各国が独自に決めています。日本の場合は国立感染症研究所が「国立感染症研究所病原体等安全管理規定」において病原体のリストを作製し、それに沿って各学会や研究所などが定めています。

同規定によると、一般的なワクチンなど、ヒトに無害な病原体を扱う場合はレベルが一番低いBSL1、インフルエンザやはしか、食中毒菌などを扱うのが次のレベル2（BSL2）、狂犬病や結核菌、鳥インフルエンザなどがレベル3（BSL3）となります。そして天然痘やエボラ出血熱、ラッサ熱、マールブルグ出血熱、ラッサ熱、クリミア・コンゴ出血熱などがBSL4の扱いに入ります。これらの最もリスクの高い病原体はレベル4で扱うことが、世界の基本ルールになっており、米国のCDCやNIH、欧州（EU）、オーストラリアも同じ分類をしています。

### 最も条件の厳しいP4施設

病原体を扱う施設についても、実験者が感染せず、施設の外部にも漏れ出さないようにするために、「物理的な封じ込め（Physical Containment）」の国際基準が設けられています。それにもP1からP4までのレベルがあり、BSL4の病原体を扱う施設が、もっとも安全管理条件の厳しい「P4施設」となります。

P4施設には、実験者が宇宙服のような完全防護服を着て作業する「宇宙服式（スーツ）ラボ」と、グローブボッ

クスで手袋をはめて作業をする「グローブボックス式ラボ」があります。P4施設はアメリカには10カ所、さらにフランス、ドイツ、スウェーデン、カナダ、南アフリカ、ロシアなどの計44カ所にあります。日本にも感染研（武蔵村山市）に1施設がありますが、本来の目的のためには、まだ動かしたことはありません。

1997年からの10年間に、英国や米国、ドイツ、オランダ、ロシアなどで計13件の感染症の発生がありました。クリミア・コンゴ出血熱やラッサ熱など、ほとんどがアフリカなどの他国で感染したものです。日本では「1類感染症」(※)の疑いで、感染研に26件の検査依頼がありましたが、すべてが陰性でした。

※1類感染症：日本の「感染症法」上の分類（1～5類）のうち、感染力が強く、重篤で危険性が極めて高い感染症のグループ【エボラ出血熱、クリミア・コンゴ出血熱、天然痘、南米出血熱（南米大陸におけるウイルス性出血熱の総称）、ペスト、マールブルグ出血熱、ラッサ熱】。なお、同法による分類（2006年）には、世界のバイオセーフティ上の病原体の分類とは、いくつかの点で違いがあります。

## 「国の責任」と「自己責任」

### すべてが厚生労働省の責任か

もう1つ、新聞をにぎわしている食品由来の感染症の問題があります。O-157やO-111などの「腸管出血性大腸菌」の感染問題について、日本では「厚生労働省が無責任だ」と批判されていますが、それは違います。大体が「牛肉や豚肉を生で食べてよい」とは誰も言っていないし、厚生労働省の書類にも一言も書いていません。そもそも生で食べるの方がおかしく、「加熱して食べなさい」とどこでも推奨されているのですが、日本人は「生で食べることがグルメだ。食の楽しみ方だ」とまったく勘違いしています。ヒトはライオンやヒョウではないことを知るべきなのです。

この感染問題はドイツやアメリカにも飛び火していますが、これら欧米での問題は、食べ物を洗わないことによります。どんなにいいホテルでも、ハウレンソウなどの野菜は何でも洗わず、ちぎって出してくるので、それがどこで汚染されたのか分からない。食べてじゃりじゃりするの、幾らでもある話です。

日本ではさすがに、ハウレンソウを生のままちぎって出すようなお店はないと思いますが、「生で食べるのが新しいことだ」と思っている。それが間違いの元であり、野菜を洗わずに生で食べる人ほど感染症について何も知らない。現在も、生肉を食べて中毒を起こす例は、次々と発生しています。これはただの無知としか、言いようがありませんね。

### 米国ではすべて「自己責任」

食品由来の感染症については、米国でもO-157の問題が1982年からあり、米国政府もO-157の情報を出力しております。米CDCは「加熱して食べないと、こうした症状が出ます。これだけの汚染があり、昨年はこれだけ患者が出ました」などと、ホームページでもすべて情報を出しています。そうした情報があるのに、加熱しないで食べた場合は、あとは国民の個人の責任となります。CDCには様々な国の様々な感染症情報がすべて集まっていますが、その情報にないことで米国人が外国のどこかの森で病気になり、しかも本当にCDCも知らなかった場合にだけ、米国厚生省が補償することになっています。つまり情報を出したら、あとは国民の「自己責任」ですから、「あれを食べるな、こうして食べよ」と言うのは余計なことなのです。

先日(今年5月)行ったワシントンで、面白い話を聞きました。「市内で売られている食品の安全性を全部チェックせよ」と主張するグループがいて、それに対して「余計なお世話だ」「何を食べるか、どういう状況で食べるかは個人の責任。食品の検査には反対だ」との意見が出されました。州政府は、検査に使われる税金額も提示したらしいのですが、結局「個人が自らの判断で選べばいい」「病気になるのは自分の責任だ」と、検査はしないことになったそうです。

日本人も賢くなるべきです。自分の責任で選び、食べるものですからね。しかしそもそも、豚肉や鶏肉をどうして生で食べるのでしょうか。いずれもキャンピロバクターの巣であり、中毒を起こしますよ。それは分かっているし、どこにでも書いてあることなのですが、そうして患者が出た場合でも、メディアが悪いのは「自己責任です」と絶対書かず、厚生労働省に「全検査せよ」と主張します。全検査しなくても、小指の先ほどの小さな細切れの肉でも、O-157の菌が10粒ついていれば、数十秒で1回ずつ増えるので、あっという間に1万個になってしまいます。そうしたことも、きちんと情報として出さないといけません。

### 「加熱が望ましい」は“生でもいい”？

最近話題になった牛肉の「ユッケ」ですが、あの量をどうして 280 円で食べられるのか。片や厚さ 1 cm ほどのステーキが 2000 円もするのにですよ。霜降り肉をいくら切っても、テレビの映像のようにはなりません。メディアは「厚生労働省の問題だ」と言いますが、そのように出されている肉を見抜けないメディアこそが、報道責任の回避、あるいは完全に無責任です。そもそも「牛肉を生で食べてよい」との情報は、世界のどの機関も出していませんし、日本の厚生労働省も書いてはいないのです。

また、O-175 の集団感染が 1990 年に埼玉県内の幼稚園で発生したとき、同県は「加熱して食べなければならぬ」と一般向けに広報しましたが、他の都道府県では「加熱が望ましい」との表現でした。日本人は「望ましい」と言われれば、「生でもいいのだろう」と読んでしまうのです。国民の健康を、国が全て守ることはできません。自分で判断し責任を取ることが大事です。

### B 型肝炎の“医学的”究明

B 型肝炎ウイルスの感染問題で、全てが集団予防接種に原因があると、国が結論を出しました。確かに予防接種が原因だと究明された被害者もいるようですが、原因不明で肝炎に罹られた方もたくさんおられます。患者さんの救済に関しては、B 型肝炎だけでなく C 型肝炎、あるいは腎疾患の患者さんに対しても、福祉の面から充実させていくべきだと思います。しかし、B 型肝炎ウイルスの世界での広がり方をみると、原因が予防接種だけということはあり得ません。血液や体液、唾液などで感染が拡大するからです。医学的に究明されないままに結論を出すことは、医学あるいは科学の問題をおろそかにすることにもなります。福祉政策で患者を救うことと医学的究明は、全く別の次元のことであることを忘れてはいけません。

### エイズ対策は「若者教育」で

日本での HIV 感染者が激増しています。年間の新規 HIV 感染者は 10 年前（2000 年＝462 人）に比べて、今では 1000 人以上（2010 年＝1075 人）です。エイズの発症についても、かつてはこの問題が起き始めた 1985 年ごろから 10 年間は、HIV 感染者の中からエイズ発症者が出ていましたが、今では突然のエイズの症状で発見される人がたくさん出てきました（2010 年の新規エイズ患者数 469 人）。日本における年間の HIV 感染者の母数（潜在的な感染者数）は、把握されている数の 10 倍はあるだろうといわれています。累積となると大変な数になりますが、それについては全く警告が出されていないのです。

男性感染者の場合、感染原因は異性間の性的接触が 20% 弱、同性間の性的接触が 70% を占めており、とくに 15 歳から 24 歳の年齢層では 2010 年だけでも 100 人近く増えています。予防できるのに、若者たちに知識がないのです。どうして国は若者たちに率直に教えることがないのでしょうか。

エイズ問題の対策について「もっと教育の中で取り組むべきではないか」と私は、6 年前に厚労省や文科省の関係課長らと話をしました。その後間もなく、ある新聞記事（2005 年 7 月）が出て、驚きました。中教審の専門部会が「高校生以下の性行為は不適切である。安易に具体的な避妊法を指導すべきではない」との見解をまとめたのです。その背景には 10 代、20 代といった若年性の STD（Sexually Transmitted Diseases；性行為感染症）の問題もあって、それが急速に拡大し、深刻化しています。HIV 感染症の問題を、単なる避妊具の話と一緒にしてしまうという恐るべき判断力には、次の句はとて出てきません。

米国ではエイズ対策として、ワクチン開発に 10 数年にわたり毎年 3,000 億円を投資してきましたが、いいものができずに見直しとなりました。エイズは、ウイルス（HIV）感染後に自然治癒することのない病気です。それだけに、ワクチンの対応は難しいのです。では、米国はその後どうするのか。京都での会議でお会いした、米国エイズ対策委員会の委員長だったハースさん（ミネソタ大学教授）に聞いてみました。すると「ジャスト・エデュケーション。もはや若者への徹底した教育以外に予防法はない。感染者が増える事態は社会の問題であり、政治の問題だよ」と言われ、わが国の教育対応の無策ぶりに、私はがっかりしました。

世界のエイズ感染者は 5000 万人に達しようとしており、とくにアフリカと中国がものすごい勢いで増えています。その他の国々は、先進諸国も含めて減少してきています。日本も先進諸国の一つであり、当然、減少してよいはずですが、今述べたように激増の一途なのです。

1 名のインフルエンザ患者の死亡記事が新聞のトップを飾る間に、一方では大変な事態が進んでいることを、もっと厳しく受け止める必要があります。このことをある新聞社の方に話したら、「今さらエイズには新鮮味がないのです」と片付けられてしまいました。

## ワクチンの重要性と問題点

### ワクチンの開発と評価

これまで紹介してきた感染症には、ワクチンが有効な場合もあるし、なかなか難しい場合もあります。しかし今後も、新しい優れたワクチンを開発していくことは重要であり、ワクチンの新しい評価方法を確立していくことも大事です。

ワクチン開発について「病原体を動物に接種して、IgG抗体が上がればワクチンになる」という方法や考え方は、もう50年前の仕事です。今後は、そのような簡単な方法だけではうまくいかないし、感染を防御するのにも役立ちません。そのためには病原体の分子生物学的な解析だけでなく、感染症のことをよく知り、どう役立てるべきかを分析することも必要です。さらに、できたワクチンが本当に効くかどうかの評価方法についても、品質管理の面から工夫されるべきではないでしょうか。

### 安全性とリスク

「危険 (Danger)」の反対は「安全 (Safe)」ではありません。この2つの間をつなぐ、幅の広い「リスク (Risk)」という考え方が用いられるようになってきました。「危険がある」といっても「本当に危険なもの」と「リスクが高いもの」とがあり、2つの意味は全然違います。「危険」の領域に入ったら、死ぬか、障害を受けるかの可能性があり、「危険」はそういう形で目に見えて分かりますが、「安全を保証する」といった場合は、なかなか見えないところがあります。つまり「どこまでやったら安全なのか」と。例えば、生の牛肉を2000人に食べさせてみて、何も発生しなければ安全なのかどうか。難しいですね。「安全を保証する」なら、この場合は「必ず加熱し、生で食べないこと」というだけの話になります。

昔は「危険性がある、ない」とか使われていましたが、今は使いません。現在は「安全性が高い、低い」あるいは「リスクが大きい、小さい」という言い方をします。

### ワクチンの品質管理

厳密な品質管理なしに外国製ワクチンの「地滑りの導入」を図ろうと、日本の臨床医が主張していますが、「外国製品が優れている」というのは大きな間違いです。

世界であらゆるワクチンを評価できるのは、EMEA（欧州医薬品庁：EU27カ国+オブザーバー3カ国）とFDA（アメリカ食品医薬品局）、日本のPMDA（独立行政法人・医薬品医療機器総合機構）だけです。EMEAとFDAは独自のルールで品質を管理し、わが国は薬事法に基づいて行っていますが、やり方がみんな違います。

欧米は合理主義的に、例えばワクチンを1万人に接種して「1人、2人の犠牲者が出るのはやむを得ない」という考え方であり、日本は「犠牲者を防ぐためにはどれだけ、どうしたらいいか」と品質の追求をします。今問題になっているヒブ（Hib：インフルエンザ菌b型）ワクチンについても、「100万人中の一定の犠牲者は仕方がない」というのが欧米の論理です。日本で、もし誰かが「2～3人は仕方ないよ」と言ったら、「とんでもない。そんなワクチンをなぜ接種するのだ」と大変なことになります。これは要するに、ワクチンの「コストベネフィット（費用対効果）」について、感染者がたくさんいる所と、ほとんどいない所とでは、まったく違うのです。

### “安全性”への考え方の違い

何がどう違うのか。例えば、ジフテリア・破傷風・百日咳の三種混合「DTaPワクチン」について、マウスやウサギにワクチンを筋肉注射した後の病理標本を作り、外国製と日本製とを比べました。マウスのフットパッド（足底部）やウサギの背面に投与した外国製のは壊死巣が残り、アンパンみみたいなしこりができましたが、日本製では細胞浸潤があって、しばらくして消えてしまいました。

日本では乳幼児への「DTaPワクチン」は通常、上腕に接種します。欧米では大人が3人がかり抑えつけて大腿部の筋肉に接種するのですが、しこりが残って、足の動きが不自由になったりします。しかし動いたり運動したりするうちに筋肉の中のしこりを感じなくなり、2、3年後にはなくなってしまう。でも親は驚きますよね。しかし、欧米の医師らは「大したことありませんよ、そのうち治ります」と言うだけで、終わってしまうのです。日本で起きれば、訴訟を起こされますね。

天然痘ワクチンについても「1000人に1人の犠牲があっても仕方がない。999人が救われるなら、それを接種する」というのが“アメリカ方式”です。そうした意味では、日本は非常に品質のよいものを確保することに、大変な努力をしています。国民の安心に対する要求や感情の問題は、日本と欧米とでは全く違うのです。

### 細菌性髄膜炎に対するワクチン接種

日本での細菌性髄膜炎の患者報告数（2009年1月～11年2月感染症発生動向調査、死者は除く）をみると、毎月30～50人の患者が発生しています。このうちインフルエンザ菌、肺炎球菌によるものは各1～10人ほど、残りは、これら以外の起原菌（不明）によるものです。これらの患者のうち重症化したのは1、2例です。ところが細菌性髄膜炎に対するヒブ（Hib）ワクチンと小児用肺炎球菌ワクチンを接種した乳幼児が150万人で、この3、4カ月間に9人死亡しております。元々の病気でわずか1、2人しか重症化していないのに、ワクチンでこれだけの死亡数があるのは、いかがなものでしょうか。原因は“突然死”や“紛れ込み症例”との結論ですが、おかしな話で、意味がまったくわかりません。「もう一度、徹底的に調べるべきだ」と、私は主張しているのですが…。

### 多種同時接種ワクチンの問題

一度に複数の抗原に対応するワクチンを接種することが増えていますが、実は、薬事法では1つ1つ、単体のワクチンでしか安全性を承認していません。多種のワクチンを同時に接種することは、「医師が特に必要と認めた場合」以外は、認められていないのです。ところが「それぞれに安全だから、数種類のワクチンを一緒に接種しても何も起きませんよ」と、小児科学会は気楽に薦めており、これが間違いの元なのです。

WHOのガイドラインには、1つ1つすべてが安全だという承認を受けていても、多数同時に接種するときには、必ず考え得る動物実験とヒトでのテストをきちんとクリアせよと記されていますが、日本ではやっていません。にもかかわらず、「同時接種」は諸外国では一般に行われている医療行為だとして、日本小児科学会は今年1月、ワクチンの同時接種を推奨する「考え方」を発表しました。

「DTaP」ワクチンの場合には別ですが、細菌性髄膜炎に対するヒブワクチンや小児用肺炎球菌ワクチンといった、細菌のワクチンどうしの場合には、菌体成分のアジュバント（免疫の増強）作用でいろいろな副反応が起き得るのです。こうしたことが、しっかりと検証されていないことも、ワクチンの大きな問題点です。これについては、PMDAにおられた堀内善信博士が数年前から論じており、ヒスタミンの異常反応が生じることについては、英国のNIBSC（The National Institute for Biological Standards and Control、国立生物学的標準及びコントロール研究所）も検証しています。

## 国民の生命を守るために

### バイオテロ

「バイオテロ」とは、ウイルスや細菌および細菌が産生する毒素、寄生虫や原虫などを用いて、人を殺傷する、動物を殺傷する、穀物あるいは植物を汚染させて間接的に人や動物を殺傷する行為のことです。

その迅速な検査のために、163種類の病原体を3時間で同定できる「Multi virus real-time PCR」という装置を感染研の片野晴隆博士らが開発し、全国の地方衛生研究所にも配備しています。これだけ緻密なものは世界に例はないのですが、お金がかかります。1サンプルあたり約3万円。全部ひっくるめたらそれなりの金額となりますが、テロによる犠牲者が出ることを考えれば安いものです。

「B/Cテロ」という言葉は、バイオテロ（B）とケミカルテロ（C）を意味します。ケミカルテロで代表的なものは、オウムが起こしたサリン事件が該当します。他に核テロ（N）もありますが、滅多に起こりません。ケミカルテロの場合はバイオテロと違って、その場で患者が発生して終息するので、被害がどんどん拡大していきません。しかし、バイオテロの場合は、患者が発生してから次々と感染していくには少し時間がかかるので、テロの犯人が出国していたり、患者もどこで感染してきたのか分からないといったことが起こります。

米国では2001年の炭疽菌テロを境に、それまでの「バイオセーフティ」の考え方から「セキュリティ」を強化する方向に流れが変わりました。「危険な物を送ったらテロと見なす」と言われるまでに、強化されたのです。

歴史的には、世界中で卑劣なバイオテロが起きています。15世紀には、南米では天然痘ウイルスで汚染された衣類を相手方に送ることが行われました。16世紀には英国が、米大陸でのインディアン戦争（1754～67年）のときに、やはり天然痘ウイルスに汚染された毛布をインディアンに送りました。1900年代になってからも多数あります。ドイツ軍が炭疽菌に感染した牛を、発症する時期をみはからって米国などの敵国にプレゼントし、実際にそれで死者が出たことなど。よくもこんなに悪いことを考えつく人間がいるものだと、とにかくあきれ返ります。

米国はバイオテロ対応として1998年に病原体などの危険度ランク付けや、輸送および扱いの許認可体制を整

備し、2003年に法制化しました（Select Agent List）。日本も病原体などを1～4種に分類し、所持を禁止するもの、所持するために厚生労働大臣の許可や届け出が必要なものなどを定めています。

### 炭疽菌テロ

東京都江東区亀戸で1993年6、7月、オウム真理教が教団総本部の屋上から炭疽菌を散布した事件が起きました。日本の検査機関は炭疽菌を培養したという証拠を見つけられなかったのですが、米国の機関で建物を洗浄した水を検査したところ、米国で牛対策用に使用していた炭疽菌のワクチン株に一致する遺伝子を見つけました。

米国での炭疽菌事件（2001年9、10月に炭疽菌が封入された容器がテレビ局や出版社、上院議員などに送られ、炭疽菌の感染で5人が炭疽症を発症して死亡、17人が負傷した事件）では、米国政府は当初、イラク政府の所持する炭素菌兵器（スターン株）ではないかと疑っていました。しかし、炭疽菌を粉にするには高度な技術が必要で、米国陸軍か米国農務省しか行っていませんでした。米国農務省では、針葉樹の木に巣食う虫を殺す為に、人間には害のない棹菌を粉にして散布していました。つまり、農務省の森林対策関係の職員か、その研究所の職員か、陸軍にいた職員からしか外に出せないことが分かってきました。

その後のDNA検索の結果、米国陸軍が炭疽菌を粉にしたときのものが、英国陸軍の研究所に送られ、再度米国に戻された株があり、アイバンス博士だけが培養をしていたことが分かりました。しかし、容疑者の博士は自殺しており、動機や真相までは分かりませんが、全ては米国陸軍に起因する事件だったのです。

米国が偉いのは、この炭疽菌事件が発生した後に、米国中の大学や研究機関から検査体制への協力者を募集して、約200カ所の施設に設備品、試薬、人件費を供与し、協力体制を確立したことです。

また、米国は病原体の遺伝子解析を徹底的に行った上で、ワクチンあるいは薬剤開発を進めると同時に、診断技術の開発も始めました。ただしテロ対応の病原体を扱えるのは米国籍を有する者だけに限り、米国籍以外の者はすべてその研究部門を去らねばならないという決まりを作り、徹底させています。

そのルールによって教授が退職し、他の研究員も誰もいなくなり閉鎖された大学研究室もあります。その約2年後に、他所からまったく関係のない先生が着任しました。ちょうど研究室に査察が入り、誰も開けたことのない冷凍庫にペスト菌が入っているのが見つかりました。管理責任者のその教授は逮捕され、3カ月間拘束されました。その教授は何も関係ないことが分かり解放されましたが、罰金2,000ドルを払われました。米国ではルールを破ったら非常にうるさいのです。米国は何でも徹底的に行うところは面白いのですが…。

### 感染症を押さえ込むために

「感染症の根絶」というのは、これまでも説明したとおり非常に困難です。そこで、感染症による被害を最小限に押さえ込むにはどうするか。科学技術を使うところは幾らでもあります。

一番の取り組みは、実験室をベースとした感染症のサーベイランス。次に、応用研究です。さらに、対応基盤の継続的な整備と強化、つまりインフラ整備ですね。そして、国内外においての、感染症の予防と制圧です。

これらを具体的に推進するために必要となるのは、わが国で最も欠けていることですが、まずは、(1) 応用力のある優れた若手研究者や若手医師、そして関連領域の技術者の養成が必須です。「若者はできるだけ早く修羅場へ連れて行って育てよ」というのが私の持論で、CDC（米国疾病予防管理センター）のやり方そのものです。しかし歩留まりは大体30%ぐらい。連れて行けばみんなが育つかというと、途中で「嫌だよ」とやめる人もいます。次に(2) 研究環境（実験室）や病院などの施設・設備といった基盤整備が求められます。

開発途上国で感染症の研究を実施する目的は、相手国の感染症診断能力を先進国並に引き上げること。そうすれば、感染症に関する様々情報が必要なレベルで取れるようになります。もう1つは、感染症の予防ワクチンや治療法の解決に役立てることにあります。

### 先進国の取り組み

米国は、南北アメリカおよび発展途上国の感染症への全面的対応をしています。CDCの職員数はこれまで約1万人でしたが、インフルエンザへの対応もあって現在では臨時職員を含めて1万5,000人に増やしています。わが国でこれに類する職員は約340人です。

EUのうち、フランスは世界30カ所にパスツール研究所をつくっています。アフリカではすべてに病院機能をつけて、患者を診て、そこで病原体をとり、必要ならワクチンをつくることまで現地で行っています。英国や

ドイツ、オランダなどは、かつての植民地国あるいは重要感染症発源地に、長期的プロジェクトとして研究者・医師を派遣しています。

### 「日本国」としての対応を

日本では、JICAの結核・HIVプロジェクトが定常的に進んでいます。ほかに、文部科学省・理化学研究所の「新興・再興感染症研究拠点形成プログラム」、JST-JICAの感染症プロジェクトも進められています。感染研もアジア各国の研究所と提携し、アジア各地区で分離された病原体遺伝子の情報が即時に入るシステムづくりに取り組んでいます。

しかし、これらの文部科学省のプログラムに応募できるのは研究が主体の大学だけなので、感染症対策への視点はどうしても乏しく、対策の中心である厚生労働省は、これらの枠組みから完全に外されている状況なのです。

外国に対して「これは厚生労働省、これは文部科学省」と言っても、理解してもらえません。長年の外国の友人から「どうして日本政府は一つじゃないのか」とよく言われます。全部一緒に「日本政府の…」という格好で対応すべきです。感染症への国際的対応は結局、国と国とでやるべきことであり、「相手国民および自国民を感染症から守る」という前提で考えていくべきなのです。

### 必要な人脈とネットワーク

新興・再興感染症に対する危機管理としては、基盤研究をしっかりと充実させて、診断法の確立をサーベイランスに役立て、そして、ワクチンや薬剤の開発を志すべきです。その上で相手国の人たちを守ろうとすることは、そこにいる日本人、あるいはそこに旅する日本人を守ることにもつながります。

そうすると「世界は一つ」という考え方ですね。今や24時間かからないで世界を一周できる時代ですから、いつ、何が入って来るかわからない。そのためには、これまでとは違った意味での水際対策が大切であり、それ以前に、「何が起きているのか」といった情報が周辺国から入って来るのが重要です。必要なのは人と人との関係、電話一本で情報を入手できるような人脈やネットワークです。

「情報はWHOなどの国際機関から」と言う厚労省の人がいましたが、国際機関というのはその国が同意しなければ、他国に情報を流しません。例えばタイで何か起きて、タイ政府がいいと言わない限り、WHOが知っていても公開することはできないのです。そうしたことで、国際機関の情報というのは1週間や10日間も遅くなります。日本国民を守るためには、どうしてもわが国は独自のネットワークで情報を取る、取れることが必要となるのです。

### 備えあれば憂いなし

危機管理には「備えあれば憂いなし」の考え方に立つべきです。「備え」が役立つことがあるし、“想定外”のことが起きて、すべて役に立たないこともあります。さらに、まったく何も起きないこともあります。だからといって「無駄だ」と“経済原理主義者”が言うのは大きな間違いです。「備え」から発生する余力は、国民の生命の「安全保障」にもなるからです。

もう1つは「人材の育成」です。現場にいる人が辞めたらプロジェクトもなくなってしまうような、砂場に鉛筆を立てるようなやり方はいけません。「百年を慮（おもんばか）る者は、人を育てよ」ということ。今、人を育てることをしなければ、10年後、20年後はないと思います。

## 国家的危機における非常時情報通信の課題と今後の研究開発の方向性

聞き取り日：平成 23 年 8 月 11 日

みずほ情報総研株式会社 環境・資源エネルギー部 シニアマネージャー  
多田 浩之（ただ・ひろゆき）



大阪府生まれ、大阪府立三国ヶ丘高校卒。1982年ワシントン大学工学部宇宙航空工学科卒、84年カリフォルニア大学ロサンゼルス校（UCLA）大学院工学研究科修士課程修了（力学・制御学専攻）、富士総合研究所（現みずほ情報総研）入社。専門は危機管理、非常時情報通信および原子力防災・リスク解析。中央防災会議「災害教訓の継承に関する専門調査会」小委員会・分科会委員（2003-05年度）、文部科学省社会人学び直しニーズ対応教育推進プログラム、慶應義塾大学「地域情報化人材の育成研修委員会」委員（2007-09年度）、「非常時における地域の安全・安心確保のためのε-ARKデバイスを核とした情報通信環境の研究開発」研究運営委員会委員（2009年8月-11年3月）。

### “国の存亡”を念頭にした危機管理

#### はじめに

私は、原子力安全解析および原子力防災の分野での業務をおよそ20年間行ってきました。私の考える「危機管理」のコンセプトあるいは本質というものは、原子力安全解析および原子力防災での業務経験に基づいています。その後、8年間程度、危機管理、非常時情報通信といった分野で仕事をしてきました。

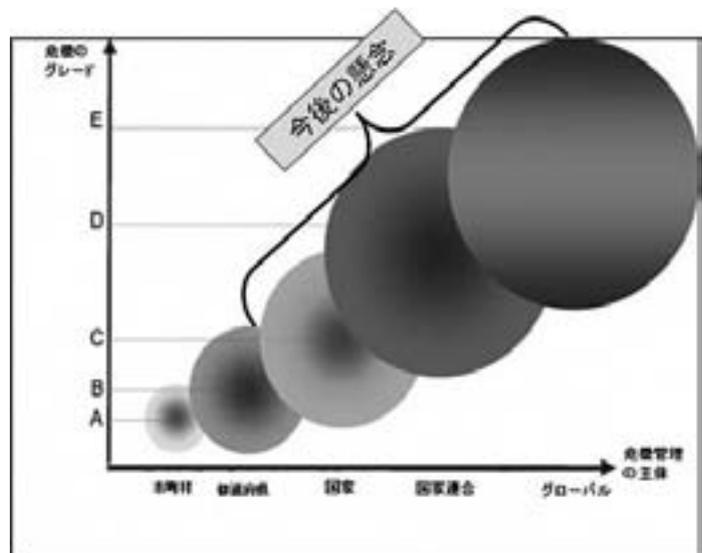
今回、まず説明させていただきたいのは「危機」と「危機管理」の定義です。そして、東日本大震災によって引き起こされた危機が、数ある危機の中で、「どのような位置づけにあるのか」ということについてです。

とくに今回のような国家的な危機が起きたときの危機管理においては、「非常時情報通信が生命線である」ことが改めて認識されました。そこで、「非常時情報通信」とは何か？抱えている課題は何か？といったことを説明いたします。

「非常時情報通信」は、非常に狭い分野であると捉えられがちなのですが、実は、非常に大きな領域にまたがっている分野です。欧米では「非常時情報通信」分野で、包括的なR&D（研究開発）が行われているのですが、それらのR&Dがどのような思想および発想のもとに行われているのか、R&Dの背景についても説明いたします。最後は、国家的危機に対応するためのR&Dの構想について、私なりの考えや思いを提言として述べさせていただきます。

#### 危機と危機管理

「危機」とは、英語のクライシス（crisis）の訳です。軍事・国家安全保障分野から出てきた概念とされています。簡単にいうと、「通常的手段や方策により対処することが困難な不測の緊急事態」を意味します。その中で「危機管理」という言葉が生まれたのですが、もともとはケネディ政権下で起きた有名な「キューバ危機」がきっかけ



けだったと言われています。

「危機管理」には狭義と広義の2つの意味があります。狭義的には、危機発生時における被害を最小化するための「応急対応活動」、英語ではレスポンス（response）という言い方をします。広義的には「防災」における、「平常時の予防・準備」「警戒期」「緊急時（危機発生時）」「復旧期」「復興期」の各フェーズに対応する活動、これを広義の危機管理と言っております。

危機管理の本質は「市民、組織、社会等に危害をもたらすようないかなる脅威や不測の事態が起こっても、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」です。

### 「起きたらどうするか」が危機管理

危機管理で一番考えなければいけないことは「最悪の事態を想定しておくこと」です。日本のこれまでの原子力行政もそうなのですが、事故が起きないようにすることに焦点を置き、「事故は起きない」という想定の下で対策を立てるのは「危機管理ではない」と私は思っています。「起きたらどうするか」と考えるのが危機管理です。そのところが非常に誤解されています。

もう1つ、危機管理に関して考えておかなければならないことがあります。危機管理の考え方は、基本的には戦場で考える防御の考え方と同様です。ただし戦場の場合には兵士の犠牲は織り込み済みです。戦闘である程度の犠牲者が出ることは仕方がない。ところが災害の場合は、最初からある程度の一般市民の犠牲を許容した危機管理を認めることは非常に受け入れ難い面があります。それだけに、予期していなかった危機が発生した場合には、できる限り犠牲者が出ないように、柔軟性を持って、迅速にかつ適切に応急対応し、危機を収束させる体制と能力が問われることとなります。これは、日本の危機管理において、今後真剣に考えなければならぬ点だと思います。

### 最近の危機の傾向

世界的に、最近の危機の特徴として次のような点を挙げる事ができると思います。

自然災害に関しては、地震、津波、ハリケーン等による災害が大規模化・広域化し、被害状況が過酷化する傾向にあります。また、地球温暖化に伴う異常気象やそれに起因する突発的な災害が多発しています。感染症に関しては、鳥・豚インフルエンザ等の感染症が流行し、人への爆発的な感染が懸念されています。テロに関しては、絶えず都市を狙った国際テロや同時多発テロが起きており、それにより数多くの一般市民が生命を落としています。また、ソマリアの海賊問題も国際的に重大な危機として捉えられています。このように、世界的にも災害・危機の大規模化、広域化及び過酷化が懸念されているのです。

### 東日本大震災は“複合災害”

また、今後、対応を考えていかなければならない危機として、複合災害があります。複合災害とは、たとえば、同種あるいは異種の複数災害が同時的に発生、あるいは時間差を持って発生し、より大きな被害をもたらす災害を意味します。

東日本大震災というのは「複合災害」です。まず大規模な地震が起きて大きな災害をもたらしました。次に地震に伴って大規模な津波が起きて壊滅的な災害をもたらしました。さらに、その津波が原因となって、原子力発電所の炉心溶融事故を引きこし、放射能放出事故をもたらしました。ということで、東日本大震災は、自然災害（地震・津波災害）と人工災害（原子力災害）からなる壊滅的な複合災害として特徴付けられるのです。世界でこのような大規模かつ広域の複合災害が起きたのは、おそらく日本が最初ではないでしょうか。

なお、今後予想されている東海・東南海・南海地震は“3連発の巨大地震”として懸念され、しかも30年以内に80%以上の確率で起きるとも言われています。これらの地震が発生した場合の複合災害も懸念されるわけで、これへの対処も現実的に考えなければならぬ事態になっていると思います。

### グローバル化する危機

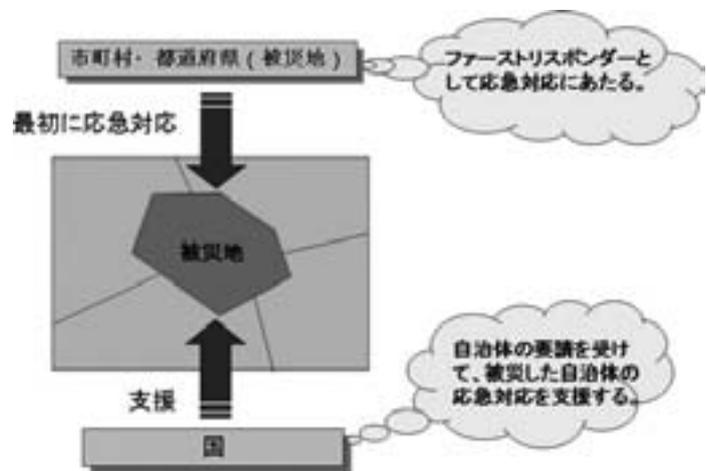
危機管理を行う際に考えなければならぬのは、危機の大きさと重大さによって、対応する危機管理の主体が異なってくることです。これまでの災害というのは、どちらかというとし町村、都道府県など、自治体（複数）を中心として対応できた災害が多かったのですが、東日本大震災のような自治体のみでは対応しきれない壊滅的な場合は、国あるいは「国家連合」といった、より大きな組織体に対応しなければなりません。

最近では、国家的あるいは国家連合的な対応が必要なグローバルな危機、例えば、気候変動に伴う海面上昇といっ

た問題に取り組まなければならない傾向にあります。また、気候変動により引き起こされる地球規模の災害、たとえば、砂漠化の拡大や水源の減少、これらに起因する食料不足問題も複合災害として懸念しなければなりません。これらの危機は直接的に多くの人の命を奪うことがなくても、人類全体にボディブローのように効いてきます。

### 「公助」の考え方

地震などの災害が起きたときに最初に対応するのは、被災地の市町村及び都道府県です。アメリカでは、災害時に最初に対応する機関を「ファーストリスポンダー」と呼びます。そのファーストリスポンダーとしての市町村や都道府県が対応できない事態になると、自治体が国に支援を要望し、これを受けて、国が被災地の自治体の応急対応を支援します。こうした行政による応急対応が「公助」という考え方の基本になります。



### 危機管理の視点

これまでの危機への備えは、防災・危機管理計画やBCP（事業継続計画、Business Continuity Plane）の策定に焦点が置かれていました。しかしそれらは壊滅的な災害や複合災害をあまり想定せず、どちらかという、単一の自治体や事業者で十分応急対応が可能な災害を想定したものでした。

しかし、壊滅的災害、広域災害になると地方自治体や国の「公助」も限界があるということで、地域ベースでの「自助」「共助」の取り組みが求められています。それが、国内における危機管理の基本的な考え方になっています。

なお、最近では減災の観点から、災害発生後の当局（国・都道府県・市町村）の実効性のある初動・応急対応の必要性について幅広く検討されてきています。この一環として、とくに非常時における情報通信の研究が重要視されています。

### 緊急時の情報通信の視点

これまで、アメリカの9・11同時多発テロ事件やこれまでの大規模災害や壊滅的災害の教訓から、「非常時情報通信」が危機管理の生命線であることが認識されてきました。

日本には、全国瞬時警報システム（J-ALERT：人工衛星を經由して津波警報や緊急地震速報、弾道ミサイル攻撃情報などを、地方公共団体や関係機関を介して住民に伝達するシステム）や、初動・応急対応としての中央防災無線や地方自治体の防災行政無線、安否確認のための災害用伝言ダイヤルや災害用伝言板など、いろいろ個別に整備・展開されてきましたが、国内では、危機管理における非常時情報通信のあり方について包括的に研究開発されているわけではありません。欧米では、危機発生前から発生後を通して、「危機管関係機関（国、自治体、コミュニティ、住民等）間で効果的に非常時通信を行うことが仕組みやインフラはどうあるべきか」を命題として研究開発が行われており、その点が日本とは異なります。

重要なことは、地上系通信インフラが破壊された場合への備えをいかに考えるかということです。日本では、こうした地上系通信インフラの壊滅を想定した場合の危機管理と非常時情報通信のあり方について真剣に考えていませんでした。欧米では、「国の存亡」に係わる事態を危機として想定し、それに対する現実的な危機管理を考えています。これは戦後の日米安全保障体制によるものだと思いますが、とにかく日本には「国の存亡」に関する意識があまりない。危機管理というのは本来、最悪のシナリオ（国が滅びるかもしれないということ）を念頭において備えるものであり、その日本の意識を変えていくべきだと思うのです。

## 非常時情報の「見える化」を

### 非常時情報通信の種類

「非常時情報通信」は、情報通信に関する国際的な標準化団体によって、ETS（Emergency

Telecommunication Service) と呼称されています。

ETS は情報の受発信と危機管理プレーヤーとの関係によって、次の4つに分類されます。政府・応急対応機関同士の通信「G to G」、政府・応急対応機関から地域・住民への通信「G to C」、住民から政府・応急対応機関への通信「C to G」、住民同士の通信「C to C」です。ここで、G は Government (政府)、C は Citizen (市民) の略です。

この中で、欧米では、「G to G」を、公助に関わる通信の一環として、「災害救援通信 (Telecommunication for Disaster Relief ; TDR) と呼んでおります。

「G to G」の非常時情報通信の役割は、国・自治体による被災状況把握、あるいは消防・警察・緊急医療機関などのファーストリスポンダーによる被災地の救援・救助活動のための通信を意味します。それに使用される通信システムの例としては、防災行政無線や総合防災情報システムなどがあります。「G to C」の非常時情報通信の役割は、災害対策や防災訓練などに関する住民への事前の情報提供や実際に災害が起きたときの警報や避難指示などの情報伝達です。それに使用される通信システムの例としては、市町村防災行政無線や自治体からの緊急時同報メールです。なお、東日本大震災では、「G to C」の通信手段として twitter が有効であることが明らかになりました。「C to G」は、110 番や 119 番を含めた緊急時における地域住民から当局への情報提供などを意味し、住民が携帯メールから災害目撃情報を写真で防災・危機管理機関に送ることができる自治体もあります。「C to C」は、一般にいう安否確認のための通信を意味します。自分の家族や親戚の安否確認を取るために災害時伝言ダイヤルや災害用伝言版、twitter といった情報通信システムが利用されています。

非常時情報通信をこうした4つの領域に整理し、それぞれの枠組みの中でどのように R&D を行っていくのか、また、それら4つの領域に対してどのように統合的な R&D を行っていくのかと言った視点が、日本にはあまりないように感じられます。

### 非常時情報通信「G to G」「G to C」の課題

「G to G」「G to C」は、ともに公助のための通信です。「G to G」の場合は救援・救助活動に資する情報通信、「G to C」の場合は住民への情報伝達に資する情報通信であり、それらが減災の鍵を握ります。救援・救助活動については、被災状況を迅速に把握し、意思決定を効果的に実行し、初動・応急対応活動を協動的に行うことが重要で、「G to G」においては、これらに資する情報通信の技術・環境の整備が必要になってきます。

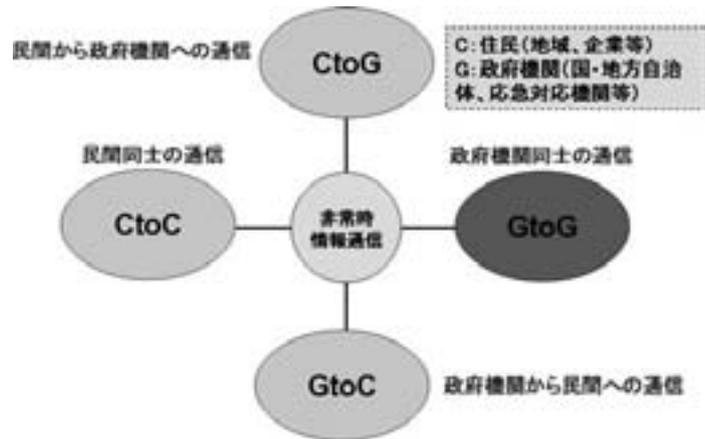
そのために私が研究しているのが、ビジュアルな情報を使って、災害対策本部で緊急事態の状況や救援・救助エリア等に関する情報を「見える化」し、Web 上で災害対策本部と被災現場の応急対応機関間でそのような情報をリアルタイムで共有し、相互に連絡・報告できるシステムです。単に音声だけで伝えるのではなく、デジタルマップ・衛星写真上に各種の必要なビジュアルな情報を迅速に編集・見える化し、無線通信環境下でも、現場の応急対応機関が、災害対策本部から伝達される、デジタルマップ・衛星写真画面上のビジュアルな情報を迅速にかつ効果的に閲覧できるようなシステム・環境に関する研究が必要であると考えています。

また、非常時には、異なる応急対応機関間での「無線通信システムの相互運用性」が問われてきます。東日本大震災では、米軍が救援活動「ともだち作戦」を展開しましたが、日本の無線システムと米軍の無線システムの周波数帯が違うため、必ずしも、日本の応急対応機関間との通信がスムーズではなかったようです。無線通信の方法についても、事前に検討しておく必要があったのです。

「G to C」に関しては、当たり前のことですが、災害が起きたときには、国や自治体から、被災地域・住民に対して、迅速、的確かつタイムリーな情報伝達を行うことが大事です。国内では、こうした技術・環境の整備に力を入れて研究を行っています。

### 非常時情報通信「C to C」「C to G」の課題

災害時の安否確認の手段としては、災害伝言ダイヤルや災害用伝言板、twitter などがあります。しかし、こ



れらは地上系の通信網が生きている場合はいいのですが、被災地域の情報通信インフラが壊滅したらどうするのかといった問題があります。

そうした中、被災地域で一部の情報通信インフラが損傷・利用不可能な場合でも、住民が平常時に使用している携帯電話等を使用して、アドホックの無線 LAN アクセスポイントを確立することにより情報通信手段を確保するための研究開発が大学などで行われています。これに関して、公開の実証実験等も行われて、大きな成功を収めています。なお、技術的には、携帯電話に衛星電話への切り替え機能をもたせることもできるようですが、被災現場での携帯電話の電源の確保等、解決すべき課題が多いようです。

「C to G」の場合も同様に、地域の情報通信インフラが損傷した場合にも住民が情報発信できる手段が必要です。

### 東日本大震災で見た課題

東日本大震災でも非常時情報通信の課題が見えてきました。ハリケーン・カトリーナ災害の場合と同様の、壊滅的災害に起因する「G to G」の非常時情報通信の課題です。

それはまず、津波により、被災地の情報通信インフラが壊滅した際に、被災地の衛星通信インフラ機能が失われ、政府と被災地間の衛星通信機能を迅速に確立できなかったという問題です。これは日本が、衛星通信をベースとした非常時情報通信を考えていなかったことによります。「地上通信インフラが駄目になったらこうする」と決めておけばよかったのかも知れませんが、最初から最悪のシナリオを考えていなかったのです。「地上の情報通信インフラが壊滅した場合」の衛星通信へのスムーズな切り替えや衛星通信をベースとした非常時情報通信のあり方を考えなければならぬと思います。

さらに、政府の応急対応の遅れも問題です。これは、被災地の情報通信インフラが壊滅したことのほか、日本の政府に、迅速な被害状況の把握と応急対応の意思決定支援に資するための「状況の見える化と関係機関での情報共有、及び状況認識の統一（Common Operation Picture；COP）」に関する仕組みがなかったことが要因の一つであったと考えています。

日本には、「災害が起きて、今何が起きているのか。どういう対策を施さなければいけないのか。」といったことを、関係省庁、応急対応機関等間で、あらゆる手段を使ってでも情報を収集し、迅速に緊急事態の全体像を把握・共有し、それに基づいて迅速にかつ効果的に意思決定する仕組みがないのです。可能な限り迅速に緊急事態の全体像を把握し、それを皆で共有し、その場で「どうするか」を判断し、意思決定する仕組みがないと、巨大災害に対する応急対応は遅れます。政府における「情報を共有する仕組み」や「状況の見える化の仕組み」の機能がどうしても必要になります。

### 放射線防護対策の問題

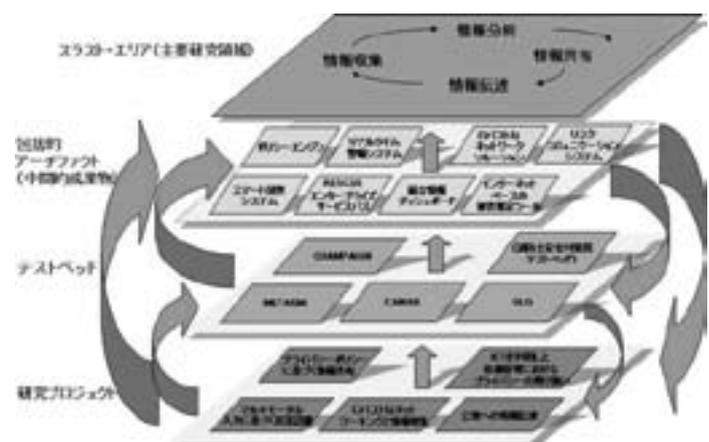
もう一つ、東日本大震災で大きな問題になったのは放射線防護対策です。「G to C」の非常時情報通信として、政府から住民への避難などの指示や情報伝達の的確性が疑問視されています。例えば、地図上での「SPEEDI（スピーディ：緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム）」による予測シミュレーションがありました。これも、各方面から入ってくるデータや各種シミュレーションなどを、被災地域のデジタルマップ・衛星写真上に統合して表示することによって、放射線防護対策の意思決定に資する「情報の見える化」ができるわけです。そうした柔軟性のある仕組みがなかったために、被災住民や関係機関に的確な、タイムリーな情報提供ができませんでした。

政府の応急対応としてだけでなく、災害が起きたあとの意思決定や防護対策に役立つ仕組みづくりが大事だと思います。

## 米国の非常時情報通信システム

### 海外に学ぶ危機管理と非常時情報通信

これまで、東日本大震災を含む国内における危機管理と非常時情報通信に関するトピックスや課題についてお話ししました。では、海外の状況はどうでしょうか。今回はとくに米国での2つの事例を紹介します。1つは



「RESCUE (Responding to Crises and Unexpected Events)」という「予測できない事象や危機に対する応急対応」のプロジェクトについてです。もう1つは「DMI (Disaster Management Initiative)」という、米国のサンフランシスコ湾周辺地域を対象とした「災害管理構想」です。さらに参考情報として、私達が開発した「REISAC」という非常時情報通信システムについて、お話しいたします。

### 大規模森林火災がきっかけの「RESCUE」

「RESCUE」は、緊急時においてファーストリスポンダーが情報の収集・管理・活用を図り、効果的に公衆への情報伝達が行うことができる、そうした能力を高めるためのプロジェクトです。このプロジェクトができた背景には、2003年の南カリフォルニアの大規模森林火災で、被災状況（住民、交通手段、情報インフラなどの状況）や応急対応資源（利用可能な医療施設や救助・公安部隊など）に関しての情報収集・分析・共有・伝達の問題がクローズアップされたことがあります。その中で、被災現場でファーストリスポンダーが利用できる情報の正確さやタイムリー性、さらに信頼性のレベルなどといったものが、応急対応に関する意思決定の質に大きく影響することが明らかになったのです。そのことがきっかけで「RESCUE」プロジェクトが生まれたとされています。

### あくまでもアカデミック研究で

「RESCUE」プロジェクトは、UCSD（カリフォルニア大学サンディエゴ校）にある「Calit2」（California Institute Telecommunication and Information Technology）という電気情報通信に関する研究機関が中心となって推進されてきました（2009年頃まで）。その後、UCI（カリフォルニア大学アーバイン校）にある「CERT」（Center of Emergency Response Technologies）という危機管理、非常時情報通信等に関する専門の研究機関が、「RESCUE」プロジェクトを引き継いだ研究を行っています。

「RESCUE」プロジェクトには、13以上の大学・研究機関・関連プロジェクト及び17以上の企業が参画しました。特徴的なのは、プロジェクトの成果のユーザーであるファーストリスポンダーとしての地方政府や連邦の危機管理機関、地方政府の消防や警察などが参加していることです。そうしたファーストリスポンダーや地域住民の参加のもとに、危機管理訓練の場などで、プロジェクトで開発されたシステムの実験や検証が行われました。

「RESCUE」プロジェクトの最大のスポンサーは、国防総省や国土安全保障省ではなく、NSF（アメリカ国立科学財団）であり、アカデミックな研究の枠組みで、「RESCUE」プロジェクトが進められてきた点が特徴的だと思っています。NSFから約1,250万ドル（日本円で当時、約10億円強）の予算を獲得しています。その他にもいろいろなスポンサーが入っており、かなり大きなプロジェクトです。

「RESCUE」プロジェクトにはかなり多くの企業が入り、お金を払っているので、最近では、企業を中心に商用化に結びつける方向で研究をしているようです。したがって、最近ではプロジェクトの具体的な成果が公表されているわけではありません。

### R&Dの特徴

「RESCUE」プロジェクトにおけるR&Dのアプローチの特徴は、コンピュータ科学者、工学者、社会学者、防災科学者などによる学際的な研究であり、革新的な技術を探求することです。

さらに特徴的なのが「テストベッド」（実際の運用環境を念頭に置いた試験台となるシステムや施設）です。危機管理で使用するシステムは、実際に現場に適用して、検証できるような環境が必要です。そのために、大学キャンパスや市内に「テストベッド」が構築、実装され、州内の市や郡の危機管理局や消防の協力により、危機の状況に関する把握や関係機関間での情報共有等に関する評価等が行われています。

テストベッドは、単に実験的な研究として利用されるのではなく、開発する技術が現場で利用できるものにするを目的として、現実的なフィードバックが得られるようにする必要があります。そのために、テストベッド環境内に、GPSを含む、モニタリングを行うための各種センサーやデバイスをプラグインして、リアルタイムの情報を収集し、シミュレーション等の情報を組み合わせ、状況を「見える化」して、現実的にかつ具体的に分析を行うことができるように設計されているのも特徴です。

「RESCUE」プロジェクトでは、さらに、プロジェクトで開発されたプロトタイプおよび初期のプロダクトをシステム・インテグレーションの場に投入して、3～5年先を見た大規模市場に展開することも目的としています。そうした意味からも、いろいろな企業が数多く参加しているのです。

## 研究のフィードバック

私は、UCSD（カリフォルニア大学サンディエゴ校）にある「Calit2」に2回訪問しました。大学では、教授や学生たちが横断的な研究を行っており、いろいろな研究チームに参加しています。「RESCUE」プロジェクトのようなプロジェクト全体を考えた構想力は大変すばらしく、非常に参考になると思いました。

「RESCUE」プロジェクトにおける研究プログラムの構成についてですが、「主要研究領域」は何かというと、先ほど申し上げたようにカリフォルニア州の大規模森林火災で起きた問題、つまり情報の収集・分析・共有・伝達の問題です。それに対する課題を明らかにして、研究プログラムの全体が構成されているわけです。研究プログラムの全体の最下位のレイヤ（層）で、個別の研究プロジェクトが組み込まれています。それらの研究プロジェクトの成果（プロトタイプ）のシステム・インテグレーション及び将来の市場を見据えた実験の場となるのがテストベッドです。

そうした研究プロジェクトやテストベッド研究によって「アーチファクト（artifact）」、いわゆる、価値のある「中間的な成果物」が生み出されます。狙いとする「中間的な成果物」のは、研究成果の初期のユーザーあるいは試験者として参加するファーストリスポンダーの意思を踏まえて選定されます。これも、「RESCUE」プロジェクトの1つの大きな特徴であると思います。

## DMI（Disaster Management Initiative；災害管理構想）

「DMI」の目的は、複数の地方・州政府などにまたがるオールハザードの災害を対象として、オープンかつ相互運用が可能な次世代技術ソリューションを開発することにあります。

「DMI」の背景にあるのは、今後想定されるサンフランシスコ周辺の大規模地震です。もしサンフランシスコ周辺で大規模な地震が発生した場合には、サンフランシスコ湾エリアを中心とした複数の市・郡政府およびカリフォルニア州政府が、協調して応急対応や復旧活動を行うことが求められます。そうした危機感があるので、大規模地震に対する効果的な危機管理を行うためのソリューションを検討していかなければならない。そこで、さまざまな関係機関や個人が協働できる仕組みを作ろうと、立ち上げられたのが「DMI」です。

DMIを立ち上げたのは、カーネギーメロン大学シリコンバレー校（CMU-SV）です。参画機関の中心になっているのが「協働型科学応用研究センター（Center for Collaboration Science and Application）」です。この機関は、「NASA エームズ研究センター」「CMU-SV」および「ロッキード・マーチン社」の3者のコラボレーションにより設立されました。

さらにDMIには、地元の通信ネットワークや無線通信などの企業によるNPO団体「Wireless Communication Alliance；WCA」、NASA エームズ研究センターや地域のリーダーグループなどが参画しています。

DMIの資金はカーネギーメロン大学の資金が中心になっていると考えられますが、NASA エームズ研究センターやカリフォルニア危機管理局が、研究に必要な設備や機材を提供しているようです。

## より新しい技術を

DMIのR&Dは、比較的新しく、2009年からスタートしています。R&Dのアプローチは単純で、「より新しい技術を使うことが、より良い災害の予測、管理、復旧につながる」という考え方に基づいています。具体的には、スマートフォンやモバイルデバイス、高速ユビキタス通信、ソーシャルメディア、無線センサーネットワーク、クラウドソーシング、協調型の情報通信環境などの技術を融合的に活用することで、緊急時において、個々の市民、コミュニティ・グループ、応急対応機関等を一体化し、効果的な応急対応能力を得ることができるという考え方です。

このDMI自体が、こうした考え方や技術に関する研究、開発、評価および普及のための「センター・オブ・エクセレンス」になっています。DMIの中で、危機管理や人道支援等の分野の専門性あるいは資源を組み合わせた公式のプログラムや非公式のコンソーシアムを設立して、研究者や実務者、開発者、ボランティアなどが技術開発・評価を行いつつ、地域コミュニティがアウトリーチ活動やワークショップに関与することを可能にする、という狙いもあります。

## DMIの活動とプロジェクト

DMIには3つの活動領域があります。まずは「コミュニティの関与」です。サンフランシスコ湾エリアには数多くの市や郡などの地方政府や市民団体がおり、コミュニティレベルで危機管理活動に参画する必要があります。

す。2つ目は「危機管理に関するソリューション及び政策の開発」を行うことであり、3つ目は「危機管理に関する技術研究・プロトタイプ開発」を行うことです。DMIでは、これらの3つの活動を並行して行うことにより、より動的かつ分散型の応急対応を行うことを可能にする先進的なICT（情報通信技術）の採用を推進することができるかとされています。

## グローバルレベルでの「人間の安全保障」

### リアルタイム緊急時情報統合・共有・配信システム「REISAC」

次に、非常時情報通信に関連して、私が研究開発として取り組んだ「リアルタイム緊急時情報統合・共有・配信システム（REISAC：Real Time Emergency Information Integration, Sharing And Communication System）」について説明します。

「REISAC」は、科学技術振興機構（JST）社会技術研究開発センターによる「情報と社会」研究開発領域・計画型研究開発「高度情報社会の脆弱性の解明と解決」における、「非常時情報通信システムワーキンググループ」（リーダー：大野浩之・金沢大学教授）の研究の一環として開発したものです（※）。

※「REISAC」の開発に当たっては、共同研究者であるオーアイシー株式会社の小澤益夫氏にご協力頂きました。

そもそも、私としては、同時多発テロのように、現場が非常に混乱するような中での緊急の応急対応を必要とするような災害が起きた際に、各方面から収集した情報（デジタル写真、モニタリングデータ、位置情報等を含む）をもとに、マップ・航空写真上で被災状況を「見える化」し、そのような情報を関係機関間で迅速に共有することで、応急対応についてビジュアルに意思決定を支援することができるようなシステム（防災・危機管理の見える化システム）の必要性を考えていました。これを具体的にイメージしてみようと考えたのが、「REISAC」に関する研究開発の始まりでした。

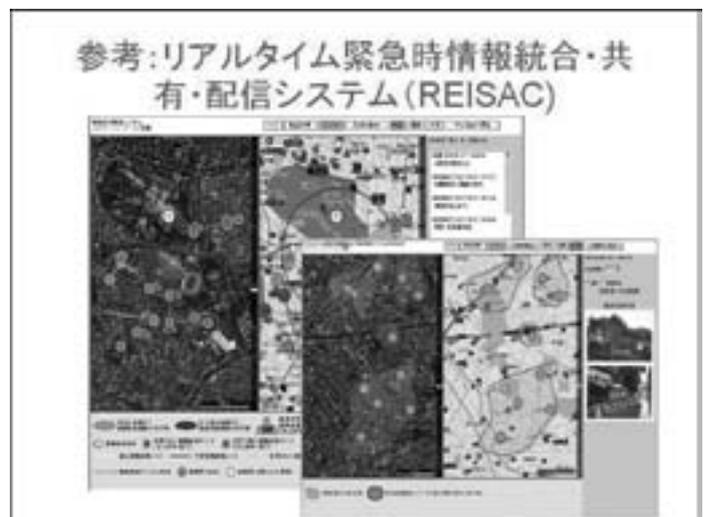
「REISAC」は、Webクライアント・サーバー型の情報編集・共有・配信環境であり、デジタルマップ・航空写真上で各種情報を迅速に統合編集し、それらをインターネット上で配信することにより、関係機関間でそれらの情報を準リアルタイムで共有することができます。インターネット上で、ギガ相当の画像情報を高速配信することができ、デジタルマップや航空写真などの高精度画像上での高速スクローニングやズームイン・アウトすることもできます。この意味で「REISAC」は、関係機関が「インターネット上で、同期あるいは非同期で、事態の状況把握、情報共有・確認、意思決定、指示、連絡などを行うことを支援する環境」と言うこともできます。

### 非常時情報通信システムとしての「REISAC」の特徴

「REISAC」の機能上の特徴は、①災害対策本部において、状況把握や応急対応の意思決定のために収集した各種のビジュアルな情報を迅速に統合編集する、②災害対策本部から現場で応急対応に当たるファーストリスポンダーに対して、航空写真・デジタルマップ画面上に統合編集した各種のビジュアルな情報をインターネット上で高速配信する、③災害対策本部と現場間で、双方向通信等によって配信された情報をリアルタイムで共有するといった点にあります。

「REISAC」の大きなポイントの1つは、デジタルマップ・航空写真および被災地の状況や応急対応等の意思決定プロセスに関する編集されたすべての情報が、REISAC情報編集・統合化管理クライアントを通してREISACサーバー上に集積されることです。

たとえば、現地災害対策本部でREISAC情報編集・統合化管理クライアントが利用できる場合には、当該クライアントを使って、デジタルマップや航空写真上で被災現場の応急対応機関等から送られてくる被災関連情報（デジタル写真、文書、GPSを含むセンシ



グデータ等) や関連するシミュレーション図を編集することができます。大型ディスプレイ上にそれらの統合情報を映し出すことで、現地災害対策本部のメンバーが、マップや航空写真上での位置情報と関連付けながら、被災地の状況や救援・救助活動の状況を把握することができます。被災地から遠隔にある省庁、都道府県、市町村等の危機管理機関及び消防や警察などの応急対応機関は、インターネット上でそれらの情報をリアルタイムで共有することによって、被災現場の状況を把握し、相互に意思決定に関する情報のやり取りを行うことができます。

### 防災・危機管理演習ツールとしての「REISAC」の利用

「REISAC」は、Web サーバー上に、編集された情報がリアルタイムで保存されるため、編集・保存情報の履歴をすべて再生することができます。したがって、REISAC を使った防災・危機管理演習（図上訓練、実地演習等）においては、演習後に、関係機関間での情報共有、意思決定、情報伝達（報告、連絡等）等の演習の状況を時刻暦で確認できるという利点があります。このため、「REISAC」を危機管理演習のツールとして活用できるのでないかと考えています。

こうした「見える化」によって、特に、広域の壊滅的な災害や事故などが起きた場合の被災状況の把握、初動や応急対応に関する意思決定等を効果的に行うことができるのではないかと、思っています。

### 国家的危機に対する R&D 構想

こうしたことを踏まえて、「国家的危機に対する R&D 構想」を私なりにまとめてきました。最初は「グローバルレベルでのパラダイムシフトの加速」についてです。私としては、あらゆる面でこれまでの哲学・常識・手法が通用しなくなっている、つまり、国際的にも想定外の事態が起きていると思っています。

まず挙げられるのは、現状の国際金融・経済制度が破綻しているということです。米国の赤字財政危機に伴い、米大統領が「デフォルト（国家債務不履行）宣言」に踏み切るのではないかと取り沙汰されていますが、これこそが本当の危機だと思うのです。国際的な政治状況としては、エジプトやリビアなど、アラブ諸国における市民革命の連鎖があります。独裁国での民主主義への希求が高まっています。

また、世界的にも壊滅的な自然災害が多発しています。気候変動に伴い、各地で異常気象が起これ、水不足や飢饉も蔓延しています。実際、大きな自然災害に見舞われたアフリカ、東南アジア等の現地で人道的な活動に奮闘されている国連や NGO の日本人の方から、「日本として、自然災害に苦しんでいる国に対して防災面での技術支援ができないのか」という声が寄せられています。また、福島第一原発事故の影響も、日本国内だけにとどまりません。国際的にも高い評価を受けていた原子力先進国である日本で、炉心溶融および放射性物質の放出を伴うシビアアクシデントが発生したことにより、国際的にも原子力発電政策に大きな影響を及ぼしています。このように、今まで想定できなかった「事態」が起きており、国際的にもそのような危機に対する対応が迫られているのです。

### グローバルレベルでの「人間の安全保障」

これらの問題すべてが、世界の「人間の安全保障」問題にかかわっています。将来にわたって自国のみが生き残れるというシナリオはありません。もはや、グローバルレベルで「人間の安全保障」問題に取り組まない限り、日本の「安全保障」はないと考えます。

私としては、日本が主張すべきことの1つとして、グローバルレベルの「人間の安全保障」への対応を挙げたいと思います。そのために必要なのは、国際的に「人間の安全保障」に関する「COP（Common Operational Picture：現状の認識の統一）を行うことです。「人間の安全保障」問題に関して、「今何が問題なのか、何が起きているのか」「どういった対応をしているのか」「どのように関与しているのか」といったことを認識するには、やはり「見える化」することが重要であると思います。これを可能にするためのグローバルレベルの「協働型プログラム」、そうしたものを開発していく必要があります。

### グローバルレベルの「協働型プログラム」

このイニシアティブを日本が取ることですが、では具体的に、どう解決していくのか。「人間の安全保障」としての応急対応と防護対策を明らかにし、その効果を検証するための「グローバル・テストベッド」を構築していく必要があるのではないかと、思っています。

「グローバル・テストベッド」は、シナリオ作成・分析、予測シミュレーション、相互コミュニケーション、ネットワークキング、データベース、モニタリング、情報の配信等の機能やツールから構成されるイメージを持ってい

ます。これらの中で、科学技術研究の面で、最も重要な位置を占めるのが「シナリオ作成・分析」と「予測シミュレーション」であると考えています。危機管理の観点から、「最悪のシナリオ」を想定しておくことが重要です。シナリオはいくらあっても良いと思います。

それらのシナリオを基に、危機等の影響に関する予測シミュレーションを行うことが必要になります。その予測シミュレーションを基に危機に対する防護対策を考えることで、関係する国や機関間での「相互コミュニケーション」のあり方や方法を考えることができます。グローバル・テストベッド」には、これらの検討を現実的に行うために、ネットワーキング、データベース、モニタリング、情報配信などの技術やツールが組み込まれる必要があります。

今後、「人間の安全保障」問題の解決に資する国際協働型の「グローバル・テストベッド」に関する研究と併せて、社会科学政策問題の「見える化」に関する研究開発の展開を考えていく必要があるのではないかと思います。

## 資源リスクと対応

聞き取り日：平成 23 年 8 月 22 日

独立行政法人物質・材料研究機構 元素戦略材料センター 元素戦略統括グループ長  
原田 幸明（はらだ・こうめい）



1951 年長崎県壱岐生まれ。1969 年壱岐高校卒業。1974 年東大工学部卒、1979 年同大学院博士課程（金属工学）修了（工学博士）。1980 年科学技術庁金属材料技術研究所研究員。2001 年（独）物質・材料研究機構エコマテリアル研究センター長。2005 年材料ラボ長。2011 年から現職。

### 工業素材は“日本の活力源”

#### “ピークメタル”は起きるのか

今日は「資源」についての技術的なことよりも、その背景や皆さんが錯覚しそうな点にポイントを置いてお話ししましょう。

金属資源に関して「ピークメタルが起きているのではないかと」質問されます。かつて「世界の石油産出量は頂点（ピーク）を迎えた後で減産に転じ、石油価格が高騰する」といった「ピークオイル（peak oil）」論がありました。最近と言う人もなく、その論は少し外れているのかなという気がします。では、メタルはどうでしょう。

世界の鉄鋼生産量の推移を見ると、日本は 2000 年の約 300M トンから 2010 年の約 700M トンまで伸びています。その一方で中国は、約 200M トンから約 600M トンへと着実に伸ばしています。中国のすごい勢いに対して、日本はリーマンショック（2008 年）の影響があり、さらに今回の東日本大震災もあるなど、ある意味では不安定な領域に入っているのかなという気がします。今はもう少しデータを整理しないと何とも言えません。

そうした中で、典型的に表れているのは金属の価格です。「レアメタル（マイナーメタル）」類はリーマンショックのときにパッと落ちて、その後、少しずつ戻ってくる傾向にあります。「フェロアロイ（合金鉄）」類はリーマンショックのときと同水準かそれを超えるものも出てきています。鉄やアルミニウム、銅、鉛、亜鉛、スズ、ニッケルなどの「コモンメタル（メジャーメタルあるいはベースメタル）」類も一時期がくんと落ちたわけですが、ほぼ復調傾向です。さらに金や白金、白金パラジウム、ロジウムなども復調し、リーマンショックによる下落分は完全に取り戻しているような状態です。日本もちょうどリーマンショックの起きる前に資源問題に注目し、今後の元素戦略の手を打ったわけですが、リーマンショックから復調しつつある現在は、そうした戦略構造はむしろ強化されるべき方向にあることを押さえる必要があります。

#### レアアースの高騰

さらに大変な事態として、近年急速にレアアース（希土類元素）の価格が跳ね上がっているのです。横軸に時間（年月）と縦軸に価格を置いてグラフ化すると、価格推移の折れ線が、近年は縦軸と同化するように跳ね上がって描かれています。ですから今は、本当にレアアースが買えない状態、企業大手も買い付けができないほどに、レアアース問題は深刻化しております。

#### 日本の輸出シェアのトップは「工業素材」

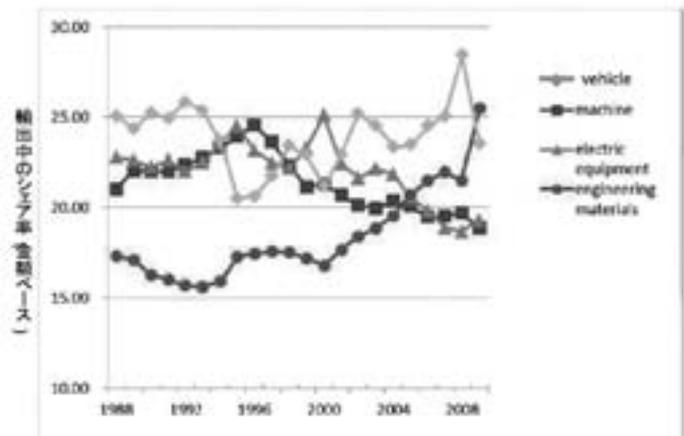
こうした問題がなぜ日本に重要なのか、別の観点から見てみましょう。日本の輸出における品目別シェア率（金額ベース）では、かつて 1992 年ごろまでは「自動車（vehicle）」が 25%前後を占め、その後、20～25%の間を上下して、2008 年には一時 30%近くになりましたが、同年のリーマンショックにより再び 25%以下となっています。「機械（machine）」と「電子製品（electric equipment）」はバブル期（80 年代終盤～90 年代初期）と相まって、96 年ごろまでに 25%ほどに拡大してきましたが、その後縮小に転じ、20%以下にまで落ち込んで

います。その反面、90年代から着実にシェアを広げ、リーマンショック後に自動車も抜いて25%以上を占めるまでになったのが「工業素材 (engineering materials)」です。工業素材には鉄鋼や非鉄金属、化学製品、プラスチックなどが含まれます。これらの素材産業は今や、日本の国際競争力を支える産業であり“日本の活力源”ともなっているのです。

### 素材を海外で製品化する形態へ

それとは逆に「機械」と「電子製品」のシェアが減ってきているのは、要するに、海外に生産がシフトしているからです。日本で素材を製造し、海外に回して製品化するという流れができつつあるわけです。

一時期、日本のほとんどの産業が中国に出て行くようなことが言われました。その時に何が起きたかという、例えばカメラ業界では「製造ノウハウや技術者などが中国に奪われて、日本にはほとんど何も残らなくなるのでは」といった危機感が生まれました。その中で出てきたのが、レンズは日本で作り、中国でそれを組み立てるという方法です。そのように、基本素材は日本国内で作る、海外で組み立てるというやり方が定着してきたのです。しかしこれは、単に「素材を世界中にまいている」というだけではなく、「日本での構造を世界中に持ち出す形」で“ものづくり”の形ができつつあることの表れです。そうした形は、これまでは鉄鋼が中心でしたが、近年は化学製品や付加価値の高い半導体ターゲットといったものが増えていっているところに、今の特徴があります。



### 重要な日本の役割

では日本の、世界における位置づけはどうなっているのか。「素材系」(鉄鋼やプラスチック、銅、アルミニウム、その他の工業材料など)と「資源系」(ニッケルや金、白金、亜鉛など)の輸出入について、日本と海外の主な国とで比較してみましょう。

2008年での金額ベースの統計ですが、輸出品のうち素材系・資源系の割合が一番大きいのはロシアで、とくにニッケル、鉄鋼、アルミニウム、銅の大量輸出国です。2番目が日本で、鉄鋼やプラスチック、銅、その他の工業材料などの素材系が中心の輸出国です。次のカナダはニッケル、アルミニウム、ドイツは主にプラスチックを輸出しています。輸入で見ると、イタリア、米国に次ぐ3位が日本です。イタリアと米国は鉄鋼、銅、ニッケル、亜鉛などを主に輸入していますが、日本の輸入品はニッケル、アルミニウム、白金などの資源系が中心です。つまり日本は「資源を輸入して素材を輸出する」といった、国際的にもマテリアルフローの重要な役割を果たしていると言えます。

### 日本の産業構造

次に品目ごとに、各国の輸出(あるいは輸入)におけるシェア率の年変化をグラフにして見ていくと、各国の産業構造の変化も分かります。例えば「機械」品目について、中国では94年は輸入ばかりしていましたが、2000年に輸出入が均衡になり、06年には輸出の高い位置に来ています。トルコは輸入の高い位置からほとんど変わっていません。日本は94年には輸出の高い位置に「機械」がありましたが、その後シェア率は下がり、06年には中国と同じ位置になるような「機械」産業の構造になっています。そうした意味から言うと、「機械」産業の構造は日本だけに特化したものではなく、どの国も国内需要と輸出のバランスを取っていけば実現できる構造です。「鉄鋼」についても、今は輸出でのシェア率が低くても、輸出志向の“ものづくり”に転化すれば、そのような構造に近づいていきます。近年はいろいろな国々が発展をみせており、特に中国やチェコ、トルコに輸出型への傾向が見られ、グラフ上でも1つの範囲に集まる様子が分かります。しかし日本はそれらとは若干違う位置にあり、日本の経済構造において、素材は特殊な位置付けにあるようです。

### 「素材」は“SOZAI”

東日本大震災では、東北地方からの工業素材の供給停止が、世界の工業製品の生産停止に直結するといったサ

サプライチェーンの問題がクローズアップされました。世界への素材の供給量は、例えば「グリーンフィルター」(注: ガラス中に分散した光吸収物質により、透過波長を制御する光学素子) は D 社でほとんどを占めています。それから電子基板用の銅の薄板「導電電解銅箔銅」は H 社と M 社で 70%、液晶パネルや有機 EL パネルなどの透明電極用材料の「ITO (酸化インジウムスズ) ターゲット」は X 社と M 社で 70%、「シリコンウエハ」は A 社と B 社で 25% を世界に供給しているわけです。

そういう意味からすると例えば、よく「液晶ディスプレイの生産が韓国に抜かれた」などと言われますが、製品のカギになる「ITO ターゲット」は全部日本から供給されて、韓国で製品が作られています。その場合に出る大量のスクラップをまた日本に戻して、日本でリサイクルしているわけです。日本の立場から言うならば、液晶ディスプレイを「韓国に作らせている」というような構造ですね。

その「ITO ターゲット」が、日本からの供給が今回の震災で停止し海外での製品生産もストップした典型例の 1 つです。ほかにアップル社の「iPad2」も、本当は 3 月 14 日に発売予定だったのですが、やはり震災の影響でフラッシュメモリーや DRAM ディスプレイ、電子コンパス、システムバッテリーなどが間に合わないということで、結局、1 カ月以上遅れて販売になりました。日本の東北で起きたことにより、世界の素材のサプライチェーンがかなりのダメージを受けたことで、改めて、日本が世界中に素材を提供している国であることが認識されたのです。

今や素材のサプライチェーンの根幹に日本の位置づけがあるわけですから、「素材」という言葉も「SOZAI」とローマ字で書いてもよいのではないかと。英語の「マテリアル (material: 素材、材料)」はそもそもが、紙に対しての言葉であり、あまりふさわしい言葉ではないので、「工業素材 (engineering material)」のことを「SOZAI」と言ったらどうかと思うのですが。

### レアアースの流れ

「レアアース (希土類元素)」の一番の輸出国は中国ですが、2 番はどこか知っていますか。いろいろな製品に使われているものを含めると、2 番目の輸出国は実は日本なのです。金額ベースでは、リーマンショックの直前には中国を追い抜くのではないかとされたほどです。とくに「セリア (セリウム)」は、中国から安いものを買ってきて、日本でガラス研磨剤用として高付加価値をつけてタイに売ります。タイの工場では研磨をして、そのガラスや特殊ガラスなどを輸入するといった流れになっているわけです。

### 日本は流れの“中心”

こうした流れの中にある日本の位置づけや世界の状況について、確認しておきたいのは「工業素材 (SOZAI) は“日本の活力源”である」ということです。要するに、世界に最も通用している日本製品は工業素材であり、日本の輸出シェアの 25% 超を占めています。さらに日本は工業素材の輸入額では世界第 3 位、輸出額では第 2 位、総合では第 1 位という、世界のマテリアルフローの中心国となっています。さらに、そうした日本型の輸出構造をもつ国が、とくに機械、電子機器分野で増加しています。東・南・北欧のほか中部ユーラシア諸国の動きも注目されます。それに中国ですね。しかし、こうした国々にも工業素材を回しているのは、やはり日本なのです。

### 変化してきた“流れ”

初めに日本が“ものを回す”ことをやりました。いわゆる「資源のグローバリゼーション」というものを、先ず日本の鉄鋼産業が 1960 年代から 70 年代にやりだし、それに合わせたのが素材産業なのです。どういうものかという、かつては鉱山近くで鉄鋼産業が盛んになり、ドイツのルール地方などの工業地域つくられました。それらは資源の産出地近くに発達した「資源立地型」の工業地域でしたが、それを全部ぶっ壊したのが日本の鉄鋼業なのです。日本の鉄鋼業が鉄鉱石の輸入港に製鉄所を作って生産するなど、世界中のいいものを消費地に近いところを集めて大量生産していく構造をつくったのです。そうした素材の流れが今なお残り、日本がその中心にいるわけですが、その流れも大分変わろうとしています。

世界各国間での「鉄」の流れをみると、1990 年代の輸出入の中心は日本、米国、ドイツのいわゆる“三極構造”でした。それが今はどういうふうになっているのか。2007 年の構造では、日中韓が輸出入の定率関係になっています。さらにヨーロッパではドイツのほかにベルギー、フランス、イタリアへと拡散しています。さらにフィンランドやオーストリア、クロアチア、ロシアからの流れもできてきました。工業素材を消費国に集め、さらに他国にばらまくような構造の変化が起きようとしているのです。

## 中国は“世界の工場”

注目されるのが中国の動きです。中国は、日本のスクラップを輸入していろいろな製品の生産に充てているとも言われますが、実は今、スクラップを一番輸入しているのはトルコなのです。とくに米国からの輸入が多い。スクラップから作るのは建築用の「棒鋼 (iron rods)」で、これがトルコから主にAE (アラブ首長国連邦) に輸出されているのです。これはちょうどリーマンショックのあった2008年の統計ですから、その後どう変化しているかも知れませんが、少なくともリーマンショック直前まではそうした流れでした。

棒鋼を輸出している国はトルコのほかにドイツ、中国があります。中国は集めたスクラップから棒鋼を作り、それを輸出しているのです。中国は「急速に発展している上海市などでどんどんビルを建てており、そうした国内需要のために鉄鋼素材を集め、そのために日本の資源も中国に流れているのだ」と思われていますが、そうではなく、中国はあくまでも売るため、輸出するために資源を集めているのです。その結果、資源のリサイクルの世界で何が起きているのかというと、棒鋼を作るだけなら安い廃鉄材を買えばいいわけですが、あまり高く売ることはできません。そこで中国は金属の資源としては高級なアルミニウム、とくに自動車のアルミホイールから先に購入し、それを再加工して、世界中に売ろうとしているのです。まさに“世界の工場”としての動きですね。

実は先日、中国の「天津エコシティ」(注：天津市郊外の約30万平方kmの塩田跡にシンガポール政府と共同開発し、2020年までに35万人が住むという環境配慮型の大規模都市モデル)を見できました。もうすごいですよ。風車がたくさんあるのですが、まったく動いていない。彼らは「それでいい」と言います。そこに住むためにエコシティをつくっているのではなく、シンガポールやアラブ首長国連邦などの国に見せて、街を売るためにつくっているのだと。だから「風車は動かなくてもいい。向こうでは動くのだ」という発想なのです。

世界の資源の流れについても、そうした中国的な“世界の工場”の考え方による動きと、これまでの日本型のグローバルな資源の動きがぶつかり、せめぎ合っているのが現状だと言えます。

## レアアースの偏在は「環境制約」が要因

### 自動車は「走るレアメタル」

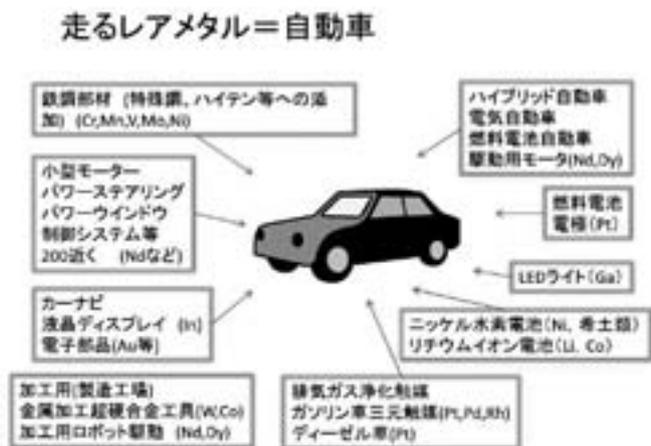
そうした中で、レアメタルの問題も重要です。とくに「高付加価値のものを国内に持ち込み、海外に回していく」という経済構造をつくった日本の“サプライチェーンの要”としての位置づけが、このまま続くかどうかは問われており、その場合に重要になるのが、海外から日本に入ってくるレアメタルです。

工業製品のかなりの部分が、レアメタルに依存しています。例えば、自動車は「走るレアメタル」と言われるように、各パーツや部品、あるいは製造機器にはレアメタルが使われています。電気自動車や燃料電池自動車の駆動用モーターにはネオジウム (Nd) やディスプロシウム (Dy)、その燃料電池の電極には白金 (Pt)、リチウムイオン電池にはもち

ろんリチウム (Li)、ニッケル水素電池にはニッケル (Ni) や希土類、排ガス浄化触媒としてガソリン車三元触媒では白金 (Pt) やパラジウム (Pd) カーナビの液晶ディスプレイにはインジウム (In)、電子部品には金 (Au)、さらに製造工場での金属加工の超硬合金工具にはタングステン (W) やコバルト (Co)、加工用ロボット駆動部にもネオジウム (Nd) やディスプロシウム (Dy) などが使われています。

忘れやすいのが鉄鋼部材です。自動車の車体を作る特殊鋼やハイテン (High Tensile Strength Steel Sheets、高張力鋼：引っ張り強度の高い鋼板。車体の3~5割を占める)の製造にはクロム (Cr) やマンガン (Mn)、バナジウム (V)、モリブデン (Mo)、ニッケル (Ni) などが添加されています。これらのレアメタルの使用量は、ほかのレアメタルより2けたも上なのです。ですからよく、レアメタルの備蓄に関して「クロムやマンガン、モリブデンなどは意味がない」とか批判する人がいますが、決してそうではなく、非常に意味のあることなのです。

これらのレアメタルのうち、ニオブ (Nb) はブラジルで世界の90%ぐらいを生産しています。ブラジルは政



治的に安定なのであまり皆さんは騒ぎませんが、僕はちょっとリスクが大きいような気がしています。というのは昨年、ブラジルのニオブ鉱山を見てきました。それまで日本に輸出していたのが、今は韓国釜山に輸出しているのです。ニオブは自動車産業にとって大変重要な材料ですが、資源の供給側もどこの国と組むのがよいのか、少しずつシフト感を持ってきています。単に「資源（レアメタル）がなくなる」ということだけでなく、世界中の流れの中で資源国が何を考えているのかについても、見ておかなければいけないと思うのです。

ブラジルについてももう少し言うならば、ニオブの輸出は量的に韓国や中国のほうにシフトしているということです。中国はいまだに建築鋼材用に輸入していますが、韓国は自動車鋼板用としてニオブの仕入れを強めており、ブラジルもそちらに興味を持っています。日本に売るのはニオブの酸化物です、レンズ用の。

### レアメタルに欧米も動き出した！？

レアメタルについては日本が先進的に対策を打ってきましたが、ヨーロッパや米国も昨年あたりから動き出しています。米国はエネルギー省が「キーマテリアル」という言葉で、EUも「クリティカルマテリアル」という言い方でリチウムやコバルト、ガリウム、テルル、インジウム、イットリウム、さらにレアアース類などを戦略的要素にリストアップし、どのように供給を確保するかといったことを議論しています。

ただ残念なのは、我々と同じフェーズで技術的解決を図ろうというコラボレーションはまだスタートしていません。先日米国エネルギー省で開かれた日米のレアアース会議に出ましたが、彼らは「レアアースのネオジムなどが供給されないと、日本はいいモーターやいい磁石が作れなくて困るだろう。我々は悪い磁石でいいモーターを作るのだ」という言い方をしています。これには2つの意味があります。1つは、磁石製作に関わるフェライトアートが悪い磁石をいろいろと設計の面で工夫してモーターにすること。もう1つは、日本以外ののそこそこの磁石でモーターを作るということです。逆に言うと、こうした素材づくりに関しては「日本と競争しても勝てないよ」という意識を持っているのだとも言えるわけです。

ところで、なぜ「レアメタル」と言うのか。実は、日本でしか通用しない英語ですが、最近中国が使い出したのでようやく国際的になってきました。本当は英語では「マイナーメタル」と言います。要するに、世界的に安定した市場を持っているものが「メジャーメタル」で、そうではないのが「マイナーメタル」です。でも「マイナー」ではちょっと寂しいよ、何せ日本はそれで生きているわけだからと。それで「レア」という言葉を見つけ出したのです。そういう意味で言うと、レアメタルというのは「産出量が少なく、あちこちに偏在していて、扱いにくく、価格がものすごく変動している」という、まさに定義そのものですね。

### レアメタルは「産業のビタミン」

1kgのレアメタルがなくなると、どのくらいの製品が影響を受けるのか。コバルト1kgがなくなるとデジカメ20万台、ノートPC3700台が影響を受けます。タンタル1kgだとデジカメ3600台にノートPC430台、ガリウム1kgではLED260万個、ノートPC10万台にも影響が及びます。これとは逆に、製品のレアメタルをリサイクルしようとすると、これだけ集めないと1kgにならないので大変です。

だから、レアメタルに関しては、一般的なコモンメタルとは違った発想で扱うことが重要になります。現に日本でのレアメタル産業というのはたった3.3兆円の市場規模です

が、それが9兆円規模の電子材料産業を支え、さらにそれが電子デバイス産業（47兆円）、そして70兆円規模の自動車産業や22兆円規模のパソコン産業、14兆円規模の携帯電話産業などを支えているわけです。このようにレアメタルはハイテク機器に微量かつ広範に使われており、供給が途絶えると産業界に大きな変調や影響を与えてしまいます。そうした意味から、レアメタルのことを「産業のビタミン」と、我々の関係業界では呼んでいます。



### 資源の“持続可能性”

「人類経済の持続可能性」や「地球環境の持続可能性」などと同様に、資源に関しても“持続可能性”の問題があります。その観点でレアメタルについて見ると、位置づけがよくわかってきます。何のことかと言うと、レアメタルを製造するために、どのぐらいの量の資源を必要とするかということ。たとえば、1 kgのリチウムを製造するには460 kgのウエスト（waste、廃棄物）が出て、44 kgのCO<sub>2</sub>が出ます。ほかの金属と比較すると、鉄1 kgの製造ではウエストは0.4 kg、CO<sub>2</sub>は0.9 kgしか出ません。ところがガリウムでは1 kg製造するのに7500 kgものウエストが出て、25 kgのCO<sub>2</sub>が出ます。これをもっと大量に掘るとなると、さらに大変な量になりますね。

米国のあるデータによると、今までに地球上で掘った鉄の量はペンタゴン1,500個分、それに伴って掘った土の量は富士山2個分になります。金はどうかというと、今までに掘り出して精製した金の量は、実はオリンピックプール1.5杯分しかありません。それに伴い掘った土の量は、富士山1個分です。白金は精製した量は25mプール1杯分もありますが、掘った土の量は富士山の8合目以上に相当します。我々はレアメタルを使っているところでしか見ませんが、資源の国のほうでは、これだけの土を掘っているわけです。チリの例では、銅1 kg精製するのに鉱石は約300 kg掘り出され、土の量は（この場合は白土が少ないので）約400 kgになります。実際にはそのぐらいの土を掘っているわけで、レアメタルというのは、使っているものはレアでも、地球環境には大きな負荷となっています。地球環境をどうするかと言う場合には、資源も合わせて考えていくことがポイントになるのです。

### レアメタルの“環境背後霊”

このように、金属を採掘するために関わっている物質の総量を表したのがTMR（Total Materials Requirements；関与物質総量）で、金属の単位重量あたりのTMR量が「TMR係数」となります。TMRを環境分野では“Ecological rucksacks”と言いますが、環境上のリュックサック、レアメタルの背後にある“環境背後霊”みたいなものでしょうか。それで計算すると、1 kgの鉄を得るには約8 kgの土を掘っています。インジウムだと1200 kg、タンタルは7000 kg、ゲルマニウムは32000 kg、白金は53万kg、金だと約百万kg。それだけの環境負荷を背負っているということなのです。後でも述べますが、このTMRをもとに「資源の持続的可能性」を考えていこうという動きが、国際的に出てきています。

ちなみに、鉱山ですり鉢状に掘っているのは、土を運びやすくするためです。掘れば掘っただけ土の量は増えるので、掘った土を別のところに移したりします。またそこでも環境負荷が出てきます。10年前に行ったオーストラリアの鉱山では、土を掘り返して出てきた鉄分のために覆土が赤くなっていましたが、今では、全部緑になっています。国が植物を植えたわけですが、こうした環境修復コストはどかが持つべきなのか大きな議論になっており、「採掘はいいが、精錬はさせない」という話も出ています。環境コストが資源の値段に上乗せされることもあるわけですから、レアメタルの“環境背後霊”をきちんと見定めて、資源国とコミュニケーションを取っていくことが重要です。

### 中国独占の原因は「環境コスト」

中国南部の「イオン吸着鉱」（※）では、ディスプロシウムやテルビウムなどの重希土類が産出します。この鉱床は中国にしか分布していないので、これらの重希土類は中国一国に偏在することになります。ところが中国では山肌を削って採掘し、かなり乱獲に近い状態です。このため中国政府が資源保護政策を打ち出し、レアアースの輸出を規制しているのも、名目上は「乱獲を抑えるため」との言い方をしています。

※「イオン吸着鉱」（イオン吸着型鉱床）は、希土類元素に富む花崗岩類から流れ出した重希土元素が、深層風化でできた粘土鉱物層に吸着し、濃集した鉱床のこと。ほかの軽希土元素は吸着せずに流出する。

中国がレアアース生産をほぼ独占しているのは、基本的には「環境コスト」の問題です。レアアースは本来どこにでもあるもので、採掘するときに「環境に対するコストはどれだけか」ということが一番の問題となります。鉱石からの溶媒抽出法のフロー図を見るとわかりますが、溶媒抽出をどのくらいパスを回さないといけないのか。例えば1個の鉱石から100回ぐらいパスを回しているわけで、かなりの溶媒量にもなります。それを経済的に賄えるという意味で、アメリカよりも経済コストの勝った中国がレアアース生産を独占しているということなのです。

それからもう1つ。周期表では、希土類元素ランタノイドの下にアクチノイドが位置します。ということは、希土類元素の鉱山にはアクチノイド系の放射性元素のトリウムやウランも一緒に存在しているので、それらの処

理も問題です。その処理コストも中国が賄えているので、独占する形になっているわけです。おそらく、きちんと処理が行われているとは思いますが。

なお、オーストラリアでは昔、金、ウラン鉱山で痛い目に遭っているだけに、それらの放射性元素を出す精錬は認めておりません。鉱石を掘った後は「外国でやってくれ」ということになっているのです。オーストラリアも資源問題から、今では開発にも力を入れていますが、そうした精錬の問題がネックになっているようです。

このように、「レアアースの生産には偏在性がある」とみなさん勘違いしていますが、基本的には「環境制約」が大きな要因なのであって、この点を見ておかないと大変なことになります。

## 世界支配をねらう中国の資源戦略

### 資源問題への国際的な取り組み

世界的に見ても鉄や銅、金などの金属類の利用量に対する TMR（関与物質総量）がかなり大きなものとなっていることから、世界中で資源問題についてのディスカッションが行われています。UNEP（国連環境計画）の中にも「資源パネル」（Resource Panel : International Panel for Sustainable Resource Management）というのがあり、ドイツの外務大臣だったワイゼッカー氏をボスに今年3月、ディスカッションをしてみました。ここでも、地球環境を考えるならば、全体の資源消費量を減らすというより、その“環境背後霊”である TMR に着目して対策を練っていこうという動きになっています。

### 2050年にはゼロに

それぞれの金属資源の世界的な消費総量が年々どのように推移しているのか、あるいは TMR がどれだけ累積していくのかといったきちんとしたデータは、世界では私どもの物質・材料研究機構とドイツのブッパタール研究所のものしかないのですが、その累積 TMR のデータをもとに世界を予想すると、これまで年間約 560 万トンの伸びで推移しているので、2050年には累積で約 2 兆トンの土を掘ることになります。さらに、資源の埋蔵量と消費速度との関係式から計算すると、資源の耐用年数というものが 1980年にはあと 120年あったのが、2000年にはあと 80年になって、2050年にはゼロになってしまうことが予想されます。

そのために、世界的な資源消費をどのように減らしていくべきなのかといった議論も始まっています。日本については、1人当たりの GDP（国内総生産）との関係でいろいろとシミュレーションしてみると、“環境背後霊”を含めた現在の資源消費量（TRM）を8分の1にすることを目標にしなければいけないのかな、といった議論をしています。

### 資源の偏在

「資源の偏在」について考えてみましょう。資源（鉱石）ごとに生産国を見ていくと、ほとんどの資源が上位3国によって70%以上が生産されています。例えばバナジウムは中国、南アフリカ、ロシアだけで生産量の98%を占め、モリブデンは中国、米国、チリだけで80%を占めます。インジウムは中国、韓国、日本で74%。一国独占として典型的なのは、レアアースの97%を中国が生産しています。ニオブの92%をブラジル、白金の79%を南アフリカが生産しています。

### 注目されるリチウムイオン電池

“経済の持続可能性”の面から注目されているのはリチウムイオン電池です。材料の値段がそのまま製品の値段に反映されているからです。例えば、生産の加工コストが全体の値段の35%、セパレーターが8%、電解液が6%、負極が6%、正極が23%と、これだけ各材料コストが占める製品はなかなかありません。とくに正極に必要なコバルト、リチウムが大変注目されるわけです。リチウムの一番の生産国はチリ（2009年生産量の41%）です。次いでオーストラリア（同24%）も伸びてきていますし、中国（同13%）も開発に力を入れています。

チリはリチウムの埋蔵量も豊富ですが、実は、塩湖から取れるカリウム、肥料のカリの副産物として生産しているのです。あくまでもメインは肥料の生産。ではリチウムイオン電池の需要が急激に伸びたときに、チリはそれを受けるかどうかの問題があるわけです。その一方で、ボリビアが「リチウムイオン電池のために生産してもよい」との姿勢を見せてきました。ボリビアは、膨大なリチウムの埋蔵量を持つ塩湖「ウユニ湖」をかかえています。ところがボリビアの要求は「我々はリチウムは売らない。リチウムイオン電池を売りたいのだ」として、「リ

チウムイオン電池工場を我々の国に立地したところに優先的にリチウムを供給する」というのです。リチウムイオン電池はリチウムがあればできるものではないので、日本の場合は「それでは乗れない」と断ったようです。

### 流通ルートが見えないコバルト

リチウムイオン電池の正極材料のコバルトは、コンゴが全体の40%を生産しています。マテリアルフローとしての問題は、国内の政治問題も絡み、まともに貿易ができていないことです。一番の消費国は日本ですから、本当だったらコンゴから日本に輸入されてもよいはずですが、日本にはフィンランドから来ています。そのフィンランドにもコンゴから流れている量はかなり少ない状況です。これはなぜかという、アンダーグラウンドの動きがあるようなのです。マネー・ロンダリングの可能性もあり、そのために「コバルトが危ない、危ない」と資源投機筋では言われているようです。表の経済ではとらえられない動きですね。

コンゴには、ほかに2つの危ない要素があります。1つはコンゴに、インドと中国の労働者が流れ込み、中国人が中心になってマネジメントをしています。最後に資本を出すのが中国になろうとしているのです。もう1つは、中国もコバルトを生産していますが、そこに3国からコバルトが流れ込んでいます。一番の量はキューバ、次が北朝鮮、3番目がコンゴです。網渡り的にコバルトが動いているわけで、リスクが非常に大きいと言えます。技術の問題というよりも、完全に政治的な問題ですね。

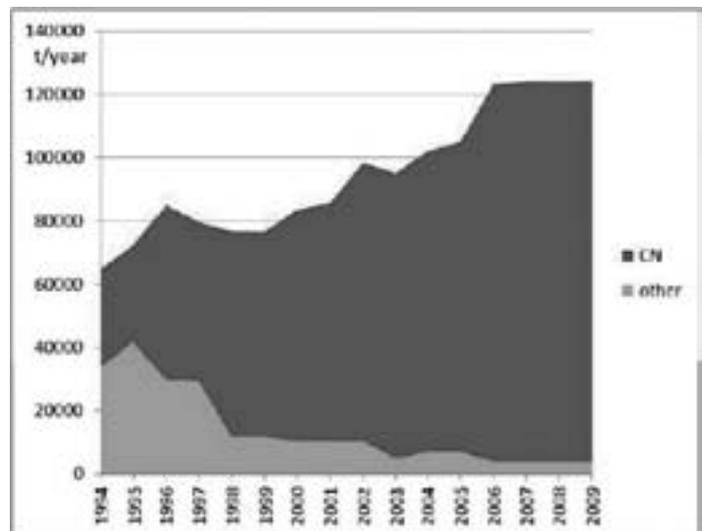
実は、コバルトもニッケルの副産物なのです。ニッケルと一緒に世界中で掘ることはできますが、ニッケルとコバルトを分離するマイプロセスがないのです。だから今はコバルトだけを採れる鉱山を探しています。その結果どんどん対象が限られて、コンゴになったわけです。日本企業がニューギニアでコバルトの採掘を可能にしたというニュースもありましたが、ニッケル自体を全部溶かして溶液にしないと行かないので、コストとしてペイできるかどうか。もう少しコバルトの需要が増えないと、いつまでも、コンゴにあるコバルト単独の鉱山に依存することになってしまいます。ニッケルは鉄の友達ですから、岩になったときに分離するのが難しいのです。しかし、ニッケルを含むラテライト（紅土）から精錬できる技術ができれば、考え方も変わるかもしれません。しかしこれまで40～50年もみんなが一生涯命取り組んでいます、何せコストがかかるようです。

### 中国の“レアアース戦略”

レアアースの場合は、世界の30%の埋蔵量しかない中国が、全体の97%を生産しています。中国と世界のレアアースの生産のグラフを見ると、中国の生産が1994年の年間約65000トンから急速に伸びてきていることがわかります。ところが特徴的なのは、2006年以降は年間の生産量が12万トンを少し超えたところでフラットのまま推移していることです。これはレアアースの生産が、完全に中国のコントロール下に入っていることを示しています。これは中国とのレアアースの問題が、尖閣列島の問題に起因したかのように印象づけられていますが、それは大きな間違いです。

中国側のレアアースの生産コントロールは、ある意味で当然というか、昔から読めていた話なのです。今までにも、中国が世界の81%を生産するタングステン、82%を生産するマグネシウムもそうでした。とくにマグネシウムは90年代初めまでは日本でも生産されていましたが、94年に宇部興産が最後に撤退してから、全量を輸入に頼ることになりました。生産を中止した契機は、中国産の安価供給にあります。中国ではマグネシウムを、「レトルト法」といって、ステンレスのパイプの中で一方を暖め、一方を凝縮させることで精製しています。パイプの中の熱源は汚くてもいいので、中国は汚くて安い石炭を熱源とする、小規模なマグネシウム工場を200も300もつくりました。そこでマグネシウムをどんどん生産し、世界の価格を落としていきます。それによって海外でのマグネシウム生産をストップさせ、その後、価格調整を始めていったのです。

この経済手法が、レアアースにも同じように使われようとしています。要するに、レアアースを安い手法で生



産し、資源を乱獲させて価格を落としておいて、それで今度は「環境規制」ということで生産調整をする。価格を調整した後に、自国が勝ったら、とたんに生産量が伸びるわけです。レアアースの問題は、尖閣列島云々というのではなく、中国の基本的な資源戦略の中にあることを見ておかなければならないのです。あくまでも彼らは“世界の工場”という観点のもとで、いろいろな資源を集めて戦略的に活用しようとしているのです。

### 中国の次のねらいはシリコン？

中国がねらう次なる資源は、鉄、シリコンです。それらは他国の生産が落ちる一方で、中国の生産だけが伸びているような、いわゆる、中国がほかの国の資源を“食い出している”ことでわかります。とくに中国が、シリコンの価格調整に入る可能性があると思われるので、今から様子を見ておく必要があります。例えばタングステンは、2008年に中国の生産がガクンと落ちました。これはリーマンショックによる影響ですが、他国の生産量はほとんど変化していません。すでに2分の1ぐらい落ちるはずなのに、変化がみられてないということは、逆に、完全に中国のコントロール下にあることを示すもので、このような形で、中国によって資源が動かされていく可能性があるのです。

### 「日本の地動説」からの脱却を

これまで指摘してきた中国の資源生産の伸びというのは、世界全体を見てのことです。今後の中国の動向を注視すべきだと言っても、日本と中国との関係だけで絶対見ないでほしいのです。こうした見方を「日本の地動説」と私は呼んでいるのですが、地球は日本を中心に回り、中国は自国の発展のために邪魔をしているのだという見方ですね。現実にはむしろ、中国が世界を回そうとしています。世界的には資源を持たない国のほうがはるかに多いですから、そのような国々とのどのように連携しながら資源の有効利用を図っていくべきなのか、要するに「一国の経済の持続可能性ではなく、それぞれの国々の経済の持続可能性を世界的にどう保証していくのか」を考えなければなりません。

## 資源問題を激化させる「80%の人々」

### 資源はなくならない！？

“人類経済の持続可能性”としては「資源がなくなるかどうか」が問題ですが、はっきり言って資源はなくなりません。

資源の「埋蔵量」をタンク内の水量に例えて、底面積が「年間消費量」、高さが「耐用年数」を表す図があります。しかし、これほどいい加減な図はありません。大体のレベルを知っておく分にはいいのですが、耐用年数が「何年だ」と言ってもなくなるはずがないのです。その理由の1つは、年間消費量が変わり、それに伴い埋蔵量も変化するからです。埋蔵量というのは「掘ればお金になるが、今は掘らない量」です。資源の存在量は一応「埋蔵量ベース」で示されますが、埋蔵量は値段が上がれば増えるのです。

典型的なのは石油の埋蔵量です。埋蔵量が世界で1番の国はサウジアラビア、2番目はカナダです。二番目のカナダは5年前には埋蔵量などほとんどなかった。それが原油価格の上昇であの質が悪いといわれたオイルシェールが価格的に成り立つようになったわけです。そうしたら一気に埋蔵量として大きく量が増えたのです。そうしたことがあって、埋蔵量は資源がなくなったら増えるので、そう心配することはないのです。レアアースについても同様な図を描くと、年間124キロトンの消費量に対して99メガトンの埋蔵量があります。しかし同じような意味から、どこかで新たな鉱床が見つかったというニュースがあっても、単純には喜ばないほうがいいと思います。

### 耐用年数は“自転車操業の厳しさ”

「耐用年数」は、資源の消費速度とストック量（埋蔵量）の関係から算出したものです。いわゆる“自転車操業の厳しさ”を比較しているだけであり、いつストックがなくなり倒れるかを示すわけではないと思ってください。金の耐用年数は1962年には20年ありましたが、71年には11年、2000年には18年というように“ふらふら運転”がうまかったのです。ところが鉄の耐用年数は1962年には464年でしたが、71年には240年、2000年には121年、2011年の現在では100年を切りました。今までとは違う体系に入ってきているので、備えなければならないのですが、みなさんはあまり危機感を持っていないようです。

### 資源の枯渇のシナリオ

資源が枯渇すると、どうなるのか。鉱山の「資源の枯渇」を判断する手がかりとして、よく用いられている「ラスキー（Lusky）の式」があります。経験的に得られた関係式で、鉱石の品位のパーセンテージが低くなるほど、掘り出す鉱量（累積鉱石量）は増えてきます。得られる金属量は、鉱量に品位のパーセンテージを掛けたものとなるため、極大値をもつグラフになります。そうすると、品位の薄い鉱山であってもとどンドン掘っていけば金属量は増えて行きますが、極大値を過ぎてしまうと「あれっ、おれたちは土ばかり掘っている」という話になり、この段階で鉱山は閉山となります。これがどの鉱山でも全体的に起きるのが「資源の枯渇」なのです。要するに、掘って、掘って、さらに掘るための設備投資がバカらしくなる、そういう構造になったときに枯渇が起きるといえることです。

現実はずっと単純に「枯渇」が起きます。まず、資源が希薄化してくるので、生産性が低下してきます。すると基礎価格が上昇し、特にレアメタル類は、投機・占有化によって価格の不安定化が起きます。問題としてはここで、定常供給への不安が増大してくるわけです。そうすると受け入れ側、いわゆる資源を使っている会社の側では定量供給のリスクを考えて、代替あるいはラインの変更に入ります。この段階で資源が使われなくなると、価格は下がり、供給側も投資をストップするなど、あとは廃鉱に追い込まれていくだけです。こうした「資源の枯渇」のシナリオが考えられるのです。

レアメタルについても、枯渇があつて、そこで使われなくなるのではなく、使う側が「枯渇を決める」ということです。その意味からすると、代替技術は「資源を枯渇させるための技術だ」とも言えるわけです。典型例が日本の石炭です。使用する側が石油に切り替えたわけです。だから、あくまでも「資源の側からなくなる」という意味での「枯渇」はないということです。

### 「80%の人々」の豊かさへの追求

こうした資源問題の激化には、2つの要因があります。1つは、世界の人口の80%の人たちが豊かを目指すことによる資源需要の拡大です。例えば中国は、どういうことをやっているか。実はエチオピアが今、人口の8割に携帯電話を持たせようという国家プロジェクトを進めています。そのためにはアンテナや基地局などのインフラ整備が必要であり、それを中国が一手に引き受けているのです。中国には「80%の人々の豊かさ」への強い意識があるわけで、中国版新幹線を売ろうと海外でいろいろ動いているのもそのためです。ところが、日本はまだ、そうしたことを意識していない。そのことが大きな差にもなっているのです。だから「80%の人々」が動き出すことを意識しておかないと、これから先の資源需要も読めてこないことになります。

もう1つは、エコイノベーションや情報技術などの新テクノロジーにおいて、新たな資源需要が生じていることです。これが急激に伸びているので、今後の展開はなかなか予測できないのですが、1つ注意しないといけないのは、これとあわせて「80%の人々」の資源も必要になるということです。例えば新テクノロジーとして、太陽電池を屋外に設置するときに、何製の容器に入れて設置するのか。紫外線の問題もあるから、まさか太陽電池をプラスチックに入れることはしません。そうすると、日本ではやはりステンレス製ということになります。これがインドとかの国になると、おそらく亜鉛メッキ鋼板でしょう。急速にそれら関連の資源需要が増えてくるわけです。亜鉛や銅などは、新テクノロジーにおける要注意部分であり、最初の資源的な危機もこの辺りから起きてくる可能性があるのです。

### 2050年までの需要量予想

「80%の人々」の資源需要として、鉄と銅、白金についての2050年までの年間消費量の推移を予想すると、いずれも中国やインドの需要が伸びてきます。埋蔵量との関係では、現在は比較的豊富な鉄でさえも、2050年ごろには現有埋蔵量をほぼ消費してしまいます。銅は2030年ごろには現有埋蔵量を突破し、2050年ごろには埋蔵量ベース（注：経済的に採掘が困難なものを含めて、現時点で確認されている資源量）さえも消費量が超えてしまうような勢いです。これは大変だということで、対策が考えられていますが、ほとんど採り尽くされているので、かなり厳しくなることが予想されます。また、枯渇にはほど遠いとされている白金も、米国のほかに日本での消費も伸びてくるので、2050年ごろまでには現有埋蔵量を超過し、埋蔵量ベースぐらいいまで行くだろうと予想されています。

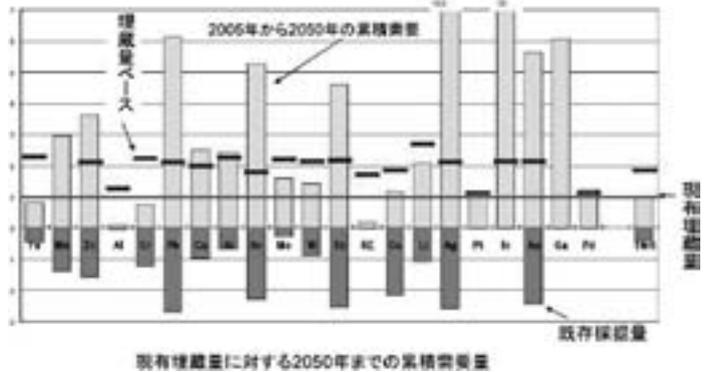
ちなみに、日本で白金を一番使っているのはガラス産業です。ガラス産業ではブラウン管用ガラスや光学用レンズ、液晶用カバーガラスなどの製造で、溶解用つぼ容器の表面に白金を薄く引いて使っています。高品位ガラスでは極端に不純物を嫌うので、容器との接触部分でコンタミ（異物混入）が起きないように白金を用いてい

るわけで、白金はガラス産業ではなくてはならない存在なのです。

その他の金属を含めて、2050年までにどんなものが危ないか調べてみると、かなりの金属が現有埋蔵量の何倍もの量が必要となります。とくに2050年には現有埋蔵量をほぼ使い切るのは鉄、モリブデン、タングステン、コバルト、白金、パラジウム。現有埋蔵量の倍以上の消費量となるのはニッケル、マンガン、リチウム、インジウム、ガリウム。埋蔵量ベースをも超えてしまうのは銅、鉛、亜鉛、金、銀、スズなどです。

2050年には現有埋蔵量の数倍の金属資源が必要になる。

2050年に現有埋蔵量をほぼ使い切るもの:	Fe, Mo, W, Co, Pt, Pd
2050年までに現有埋蔵量の倍以上の使用量となるもの:	Ni, Mn, Li, In, Ga
2050年までに埋蔵量ベースをも超えるもの:	Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Sn



### 資源制約の4タイプ

こうした資源の危機的な状況は、資源の採掘に関するいろいろな制約があるために生じています。そうした「資源制約」には大きく4つの要素があります。

まずは「量的な要素」。今の技術で掘り出せる絶対量に、限界が見えてきたということです。亜鉛や銅、金ですね。これらは今後、量的にかなり厳しい状態になってくると、価格の不安定さが現れてくる可能性があります。次に「地政学的要素」というのがあって、1、2カ国に資源が偏在している白金やニオブ、ディスプロシウム、リチウム、コバルトなどが、その国の事情（地政学的な要素）によって生産が左右されます。

さらに「製造技術的要素（エネルギー要素）」。これは電力価格などに依存するものでチタンやアルミニウム、マグネシウム、シリコンなどです。これらの危機はまだ現れていませんが、先ほども言ったように、中国がマグネシウムを抑える動きによって、シリコンが今後どうなるのか。それから、エネルギー消費型資源なのに、珍しいことに日本が一番生産しているチタン。今後も維持できるか、大きな技術的問題になってきます。ほかの金属については日本が手放しているだけに、このチタン技術がかなりのキーテクノロジーになる可能性があります。そして「環境要素」。廃水や廃鉱石などの環境コストの増大による、資源の制約です。レアアースの希土類などがその典型的です。

### 数年しのぐ代替技術を

さらに資源制約に関係する“プラスワンの要素”が、供給速度の問題です。これはリチウムなど、副産物の金属がそうです。実は、レアメタルのほとんどが副産物で、リチウムはカリウム、モリブデンは銅、インジウムは亜鉛の副産物です。

逆に考えれば、レアメタルなど副産物系の金属に関しては、数年しのげればいいのです。数年しのぐ技術を持っていれば、何も“100%代替”を意識する必要はありません。適当に数年しのげるだけの代替技術を確保していくことです。リサイクルの場合も同様に“100%リサイクル”を目指す必要はありません。そのときに資源の供給がおかしくなったり価格が変動したり、あるいは投機の対象とされたときなどに、自分たちの手持分だけの資源のリサイクル技術を確保しているかどうか問われるわけです。とくに投機によって翻弄されることに対しては、きちんとリスク管理を設計しておかなければなりません。レアメタルなどの副産物系の金属については、そういう見方が必要であり、金や銀、銅などの場合とは違うことを頭に置いておいてください。

### 未利用の資源は多い

資源問題は「神（自然）が与えたもうたものと我々の使い方が違うところに起因する」というのが私の原則論的な考え方です。そもそも資源（元素）は地球の地殻に普遍的に存在しているものです。しかし市場規模によって、利用されている資源の種類や量にアンバランスがあります。まだまだ利用されていない資源もあるわけで、長い目で見れば改善できる余地があるのではないかと。今の我々の使い方が下手なだけであって、さらに未利用の資源を探し出し、うまくバランスを取ることができれば資源問題は解決すると思っています。

そこで、“持続可能な資源・エネルギー”の究極の答えは何か。エネルギーに関しては“父たる太陽エネルギー”の利用です。資源に関しては“母なる大地”あるいは土壌物質（Si、Ca、Al、Fe、Oなど）といった、普遍的

にあるものをうまく使い切っていくことです。これはすぐ実現できるわけではありませんが、これらをベースにした技術開発を長期的な視野に置いておく必要があると思います。

### 資源利用で重要な4つの実践

資源問題への対応として、供給側は「未開発の地域から・未利用資源から・既採掘の残滓（ざんし）から資源を探す」ということをやっています。

資源を使う側として重要なのは、まずは素材として「使わなくてすむものは使わない」ことです。さらに、使うならば「徹底して使う」ことです。これは資源のリユースにも対応することですが、徹底して品質管理や製品管理を行い、次に回せるようにしていくことです。

そして「何度でも使う」こと。この考え方で割と抜けているのが「信頼性」の問題です。要するに、部品としての寿命は長い、製品全体としては寿命が短いというケースがたくさんあります。例えばLED（発光ダイオード）は一生懸命になって寿命を長くしていますが、製品としてあれほど長い寿命を使いませぬよね、エコ商品としても。それでも“長寿命”をうたうのは、製品を「使わせる」のが答えだからです。というのはLED単体に関しては寿命が長くて、その周りの照明の器具に関してはさらに変えることができるわけです。資源の使い方についても同様で、「信頼性」を確保してまた使っていける技術的な基準を確立すること、そのコミュニケーションの仕方も考えていくことが重要です。

そして「よりありふれたものを使う」こと。とくに代替技術では、これまでのようなニーズに対する受身的な代替ではなく、よりありふれたものを資源化して活用していけるような未来型の代替技術へと変わっていく必要があると思っています。

### 代替技術の3基盤

代替技術には3つの基盤ができています。1つが、材料の原子1個のレベルまでも見られる「解析技術」です。さらに、コンピューターを使って物質の創生や製造方法の最適化を目指す「計算材料技術」。これは、クラスターレベルから物質レベルに近いところまで第一原理計算（注：量子力学や統計力学を用いて、電子状態を計算・予測する）ができるまで来ています。もう1つが、原子レベルでの加工を可能にする「ファブリケーション技術」ですね。これら3つの基盤技術をうまく使うならば、機能の代替も実現できるのではないかと。そうした技術を今から、資源問題への一歩先のところで準備しておくことが必要です。そのために、電子構造計算のためのデータベースなどをそろえて、研究者や技術者が代替物質の基礎設計に利用できる情報プラットフォームをつくっておく必要があるのではないかと、今がそういう時期ではないかと思っています。

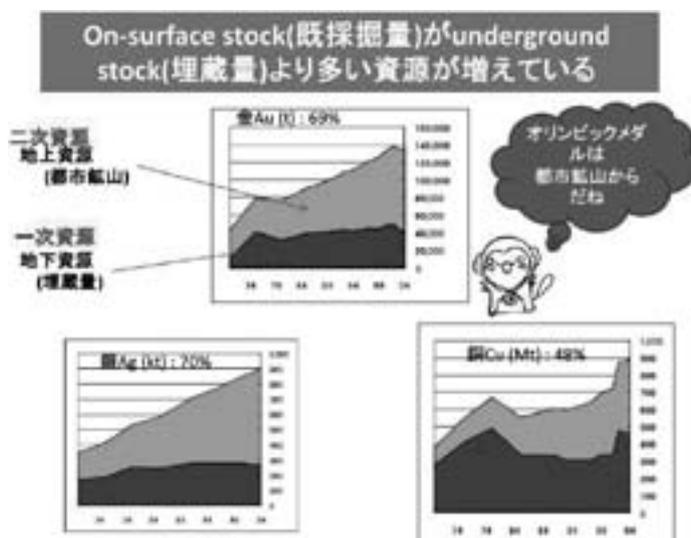
## 次なる時代へ「WAの技術」を

### リサイクルを阻む4つの「壁」

資源のリサイクルについても、時代とともにかなりフェーズが変わってきました。今までは「資源に何らかの価値があるから使おう」ということでしたが、現在は、既利用資源量が地下資源量を上回る状態になっています。すでに地下資源を探すのが困難になっている状況の中で、今まで使っていた資源はどこにあるのかというと、消費者、消費地にあるわけです。要するに、「資源の偏在」と「消費の偏在」が一致しているということです。日本に資源があるということです。

この資源をうまく使っていくことが重要になりますが、リサイクルを難しくしている4つの「壁」（「分散の壁」「廃棄物の壁」「コストの壁」「時代の壁」）があります。

「分散の壁」というのは、製品の1つ1つ



には少量の資源しかありません。しかもそれらは、消費者の手元に分散しているということです。前にも言いましたが、これは逆に1kgの資源を集めるのに、どれだけの製品を集めなければならないのか、ということになります。

「廃棄物の壁」は、製品の中の必要な資源よりも、廃棄物の量の方が多いという問題です。例えば、金は鉱石の中に4ppmしか入っていませんが、携帯電話には0.5%入っています。金属はこれだけなのに、ほかはすべて廃棄物なのです。

「コストの壁」については、リサイクルをやっている人でもよく分からないでいます。実は、リサイクルの方法には2通りあって、1つは、廃棄物にスクラップと高品位材料を混ぜて希釈することで素材として再生させる“希釈型”のリサイクルです。鉄やアルミ、プラスチック、ガラス、紙などで使用されている方法です。もう1つは、廃棄物などから必要なものを高純度に抽出し、高品位再生材料として再生させる“抽出型”のリサイクルです。レアメタルや貴金属などで使用されます。

みなさんはリサイクルというと、抽出型しか頭に思い浮かべませんが、実際にやっているのは希釈型がほとんどです。抽出型で取り出す金属はわずかな量であり、残りの廃棄物の処理コストもかかります。ましてや抽出するのはレアメタル類ですから、金額は低いのです。1台の携帯電話にある金属は100円程度ですから、生半可なところでは経済的には成り立ちません。ましてや抽出コストも最適化されていないので、さらにいろいろと経費がかかることとなります。

「時代の壁」というのは、まだモノづくりがリサイクルを組み込む段階に至っていないという時代的限界です。これまでの手間やコストのかかった後付け方式の20世紀型リサイクルを改めて、製品から容易に資源を分離できるような易解体設計や、高品位品位の再生金属を高付加価値生産に利用できるようなシステムが求められているということです。

### 日本で根付かないリサイクル産業

もう1つ言っておきますと、リサイクルには「資源の再利用」という“goods”の側面と、「廃棄物の処理を減らそう」という“bads”の側面があります。前者が経済産業省、後者が環境省の視点です。今の日本のリサイクル法は環境省側の視点でつくられているので、廃棄物は悪いものだから、ため込んでおくことができません。

製品に含まれるレアメタルは少量だから「ためておけばいい」とも言われますが、ためておくと環境行政の法律体系に入ってしまうので、早く処分するしかありません。そういう問題もあって、リサイクルがなかなか難しくなっているのです。そうした状況だけに、今やっているリサイクルも単に、レアメタルを切って溶かしているだけです。日本にあるリサイクル会社約400社のうち、抽出までをやっているのは11社ぐらいです。むしろ、海外に流れているほうが多い状態であり、日本国内では産業としては根づいていないのです。

### リサイクル問題の本質

産業として根づかないリサイクル、これが日本のリサイクル問題の本質です。要するに「リサイクルを一番欲しがっているのはだれか」ということです。

現在のリサイクルの構造は、世界中から資源を集めて、ハイテク製造業がハイテク製品にして、それを自治体が一生懸命回収する。さらにそれをリサイクル屋が解体して取り出し、金属に戻して、最終的に金属のインゴットにしています。そういう循環があるわけですが、一番金属資源を欲しがっているのはハイテク製造業です。本当はそうしたハイテク製造業が必要とするリサイクルを組まなければいけないのですが、今のところ、それができていないわけでは、むしろ、資源が製造メーカーから出て、再び戻ってくるようなリサイクル、しかも資源が汎用製品としてではなく、高品位の素材として回ってくるようなリサイクルが必要なのです。

例えばコバルトの場合は、リチウムイオン電池からリサイクルして、インゴットにしています。コバルトをインゴットにして、超硬工具の製造に使うわけです。値段的にも安いわけですね。ところが、我々はリチウムイオン電池にするコバルトを欲しがっているわけで、そちらに回すリサイクルをつくらなければいけない。ところが今、どこが主にリサイクルをしているかというと金属屋さんなのです。それが大きな間違いであって、リチウムを高純度抽出し、化学リサイクル製品として回していくような新しいプロセスが必要です。あるいは必ずしも循環しないまでも、一時的な“サプライリスク”を支えるために、自分たちの市場からリチウムを回していけるような技術を持つことが必要ではないかと思うのです。

## レアアースのリサイクル

金属資源のうちでもベースメタルやレアメタルに比べて、とくにレアアース（希土類）磁石のリサイクルは大変難しいのです。何しろ、磁石にするときに酸素がちょっと入っただけでもだめになるほどです。では、どのようにリサイクルするのか。ディスプレイやネオジウムなどを、それぞれインゴットにしてもほとんど意味がありません。新しい抽出技術だけではなく、酸素濃度の高い粉末スクラップ原料からでも利用できる焼結技術の開発、さらにリサイクルの処理中に特性を劣化させないような組成設計技術、磁石のリユースを目指した易解体技術などの開発をうまく進めていけるように、技術体系を全部整理し直すことも必要ではないでしょうか。

## 「消費者にものを与えない」

資源のリサイクルにも究極の答えがあります。「消費者にものを与えない」ということです。どういうことかと言うと、基本的には製品はメーカーから消費者に回しているわけですが、最終的には消費者にものを与えず、サービスだけを提供するというシステムです。

成功した有名な例が「レンズ付きフィルム」いわゆる「使い捨てカメラ」です。これは、消費者自身はフィルムを使い切ってカメラごと現像プリント屋さんに預けます。カメラのほうは分解されて回収されているわけです。資源のリサイクルとして考えた場合、実は、その後の商品にもものすごいチャンスがあったので。それは何かというと携帯電話です。携帯電話はそれに近いような形で一時期売られていましたよね。でも最近は、それも結局やめてしまいました。

太陽電池をやっている人たちにも、私が「次は太陽電池だよ。システムとしてきちんと売って、メンテも全部含めてやるべきだ」と話したら、「そんなことを言ったら中国に勝てませんよ」と言われてしまいました。ところが昨年、一番売り上げた太陽電池企業は「ファーストソーラー」でした。ファーストソーラーが太陽電池に使っているのはテルル化カドミウムです。太陽電池を設置して、使用中から最後のリサイクルまで全部面倒を見ているのです。まさにサービス・アイテムのやり方ですね。「あなた方は電力を使ってくださればいいのです」ということなのです。そうしたやり方が、中国の企業を抜いてトップを行っているわけです。

おそらく、最終的にはそういうシステムができていく。そうした資源のリサイクルシステムをつくった企業が勝ち抜いていくのではないかと思います。

## 世界に示す「WAの技術」

東日本大震災や福島原発事故、さらにエネルギー問題によって、日本はいろいろな制約を受けることになりました。資源あるいは工業素材の問題では、中国を主な相手とする「世界の工場」をめぐる争い、これまでは「安くてそこそこのものを早くほしい」という世界の需要にどう応えるかが日本の課題でした。しかし大震災が起きて、日本からの素材供給が停止するなど、リスク管理上の問題から、世界の需要も「ここだけのもの」から「どこでも手に入るもの」へと変化しました。これは日本の企業にとっても、重要なポイントになります。

「世界の工場」をめぐる争いについては、もはや「つき合う必要はないよ」というのが私の結論です。世界の8割の人たちの需要にこたえて「安く、早く」売りつけようとしている中国の「工場」が、おそらく今後10年間は支配的になると思います。しかし、そうしたときにクオリティ問題など、いろいろな問題が出てきます。そうしたときに「安心できるシステム」や「サステナブルなシステム」などが必要とされる時代が、必ずやって来ると思います。そういうものを準備する「ものづくり」を、日本が今からやっていく必要があるのです。

今のこういう時期でも、すでにマイクロガスタービンによる分散型の発電技術や、六本木ヒルズ一帯でのコジェネレーション・システム、LEDを活用した照明設備などがすでに実現しています。さらにレアアースを活用して、モーターとインバーターとを組み合わせた「スマート・システム」にサステナビリティを持たせるような製品を作り、中国が「安く、そこそこのもの」を世界にばらまいた後に、世界に販売していくような方向性をもって、今からそうした技術を準備しておくことが重要ではないでしょうか。

世界的な物流チェーンの転換が始まろうとしている中で、今の日本が持っているようなサービスやシステムを組み込んだ新しい技術システムや、その流れをつくっていくことも必要です。これはある意味では「顔が見える技術」を見つけるチャンスかもしれません。「どういう材料をどういうふうに使っていったか」をきちんと見ていくような、一連のサービスと材料技術とが一体化したものをつくっていくのです。そうなれば「日本の製品、システムが欲しいから日本に資源を回せ」となるかもしれません。そこまでしないと、資源問題には対応できなくなるのではないかと思います。

そこで、私が強調するのは「国際的な視点」です。日本が「ものづくりジャパン」を意識して力を合わせなが

ら、新しい「世界の工場」の流れの中に日本型の生産システム、物質利用システムをつくっていくこと。そのために、みんなが知恵を出し合う必要があるのではないか。

私が考えたのは「和のサービス」であり、日本が世界に示す「WAの技術」です。「WA」という文字にはサプライチェーンの「輪」、調和の「和」、循環の「輪」、日本国内の「和」もかけています。そうした方向性を日本全体で共有しながら、日本には「素材技術があるよ」「ものづくりの技術もあるよ」といった大きな絵を描くことが今必要なのではないかと、思っています。

## サイバーセキュリティ

聞き取り日：平成 23 年 9 月 13 日

株式会社サイバーディフェンス研究所 情報分析部部長 上級分析官  
名和 利男（なわ としお）



.....  
1991 年 防衛庁 海上自衛隊 第 1 護衛艦隊 護衛艦さわゆき 電測員、1994 年 同庁 航空自衛隊 防空指揮群 通信隊 信務暗号通信員、1999 年 US Air Force Noncommissioned Officer Academy 同庁 航空自衛隊 第 3 航空団司令部 日米連絡調整室、2001 年 同庁 航空自衛隊総隊 プログラム管理隊 プログラム幹部、2006 年 有限責任中間法人 JPCERT/CC 早期警戒グループリーダ、2009 年 株式会社サイバーディフェンス研究所 上級分析官、特定非営利活動法人デジタル・フォレンジック研究会 理事  
.....

### 最近の動き

最近のサイバー空間における事象（サイバー攻撃等）の急激な変化に伴い、欧米の主要国は、サイバー空間における脅威を安全保障上の課題として取り扱うようになってきている。国家レベルのサイバー戦略や専門機関の設立などが進められており、適切な脅威認識、それに相応した施策、そして官官、官民、軍民、民民の連携作りが活発化している。また、それぞれのサイバー戦略において、「優位性の確保」や「国際連携或いは友好国との強いパートナーシップ」の必要性が強く謳われている中で、米国との同盟関係にある日本が、サイバー空間における事象を安全保障上の課題として対応していく場合には、どうしても米国と歩調を合わせていかなければならない状況下にあると考えられる。

現在、米国国防省におけるサイバー脅威対処の専門部隊であるサイバーコマンドは千人以上規模となっていると言われている。これに対して、日本防衛省では、平成 23 年度防衛予算に「サイバー防護専門部隊の新編に向けた準備対応の整備」として「サイバー空間防衛隊（仮称）の平成 24 年度末の新編に向けた準備要員の確保」と示されているにしかすぎない。この日米間の大きなギャップは、日米それぞれで確認されているサイバー脅威やその被害の違いによるものと考えられるが、昨今のスマートフォンにみられるような情報通信技術の加速度的なグローバル化の流れの中では、日米間のサイバー脅威及び被害のギャップは、すぐに埋まってしまうと考えるべきである。したがって、近い将来発生する可能性のある重大なサイバー脅威に対して、早期に対処可能な体制や能力を持つことが極めて重要である。しかしながら、現在の日本国内のサイバー脅威に対する認識及びその対策可能な体制や能力は、他の主要国から比較すると低い状況であると言わざるをえない。

### 取り組みが後れた日本

日本のサイバーセキュリティ対策は、残念ながら、主要国の中で遅れている部類に入る。日本におけるサイバー空間が、セキュリティ対策が必要ないほど安心安全な状況下であるならばそれでもよいが、そもそも国境や分野間の境界を設置することが難しいのがサイバー空間であるため、議論に入る前にこの前提は崩れてしまう。

先日、米国連邦組織に様々なアドバイスをしている CSIS 戦略問題研究所の上級研究員のジェイムス・ルイス（James Lewis）氏が来日し、1 時間半ほど講演をした。それによると、米国のサイバーセキュリティ対策は遅れており、しかも「ヘタである」と何度も繰り返した。英国でもそうだが、サイバーセキュリティについては、これまで国家が直接関与してこなかったためだったとしている。

インターネットは、基本的に国家が関わらない、自由な発想で利用することができる場として発展してきた。歴史を辿ると、元々は、旧ソ連からミサイル攻撃を受けても米国の指揮命令系統が働くように設計されたネットワークシステムが、現在のインターネットの原型であり、民間に解放されてからは、電話、ファックスの既存の通信手段の追加的なものとして使われ始めた。インターネットの重要なコンセプトである「自由な情報流通」の恩恵を受けた多くのユーザーが、知の共有や創意工夫を繰り返しながら、利便性の向上を追求していった。結果、

ビジネスや業務活動に不可欠なインフラとなった。また、その裏で情報通信技術の高度化や複雑化が進み、想定外の事象に対する技術的対処を難しくさせていくことになっていった。

数年前から急激にサイバー脅威が高まってきている。情報通信技術の革新とその利用による社会と産業の変化、特にデジタル化とインターネットの驚異的な発展と普及が、サイバー脅威を比例的に高めている節も垣間見られる。

国内の政府機関は、その構造上、これらの急激な脅威の変化に対する対応準備が大幅に後れている。情報セキュリティ関連の担当となった行政事務従事者が、急ごしらえで勉強し政策を立案及び執行しなければならないのが実情であり、複雑多岐に渡るサイバー空間に関する現状課題を把握して政策立案及び執行するまでには、どうしても1～2年程度はかかる。その間に大きな技術的変化があるため、政策ができた頃には実情に合わない部分が発生し、期待された政策効果が十分に発揮されない可能性が出てくる。

米国では、以前から推進されていたサイバー脅威対処が、「科学技術重視の姿勢」をとるオバマ大統領の元で、より積極的に図られるようになった。

日本は、首相が頻繁に変わり、半年に1回の頻度で開催される情報セキュリティ政策会議の議長の内閣官房長官の顔ぶれが毎回違ううえ、歴代の議長の発言はサイバー脅威に関心を持っているとはいいたいものだった。日本は、個人情報保護法の全面施行された2005年頃から情報セキュリティ対策が積極的に推進されたが、その後の脅威の変化に適切に追随することが出来なかったように見える。むしろASEAN諸国のほうが、政府機関を一枚岩的に見える情報セキュリティ政策をとっているような印象を受けることが多い。

主要国にはサイバー空間の事象に対処するサート（CERT、Computer Emergency Response Team）という組織がある。国によっては任意団体のところや、国家機関が資金援助しているところもある。米国はUS-CERT、日本はJPCERT/CC、韓国はKrCERT/CCというようにほとんどの主要国に存在している。私は2年前まではJPCERT/CCに3年間所属し、国際関係を含む早期警戒関連のプロジェクトを担当させていただいたが、国を超えたサイバー攻撃対処に一番必要なのは、緊密な連携とそれを可能にする互いの強い信頼関係であった。

日本では、最近のサイバー脅威対処に必要なレベルの国内及び国外との緊密な連携ができているとは言い難い。だから私はレクをさせていただき議員や政府関係者の方々に対し、日本が今のまま最近のサイバー脅威を直視することになく、旧来の情報セキュリティ対策の路線を推進させていけば、近い将来に発生するサイバー攻撃に適切に対処していくことが非常に厳しくなり、重大な損害を発生させることになるかと断言させていただいている。

私自身はサイバーセキュリティーの研究者ではなく運用者だと説明している。サイバー脅威が起こったら、まず可能な限りの事実解明に協力しながら、解決に向けた連携活動に積極的に関与していく。被害者の困難な状況や痛みを共有させていただきことも多々ある。しかし、直接的な経験をすればするほど、現在発生している事象の本質的なところを自分自身の目で確認することができ、現実的な対応策を見出すことができる。また、サイバー攻撃は、直接的（デジタル的）にはコンピューターが仕掛けているものではあるが、その意図的なところはアナログな人間が仕掛けている。このことを見逃してはいけない。

このような状況を素直に見つめながら、国及び民間が一枚岩となるようなサイバー空間における事象の対処の仕組みづくりを急がなければならない。

### 訓練につぐ訓練が必要

欧米のそれぞれの有識者や専門家は、日本よりかなり進んだところにいる。

米国でもロボットが動かなかった事例がここ10年間、沢山あったようだ。ハリケーン・カトリーナでFEMAが動き出すのに3日も4日もかかったという。机上で作った政策やルール、フレームワークが実際には動かないという失敗が、何度も様々なところで起きていた。しかし不都合ならすぐに改善する仕組みが米国の組織にはある。そのために常に訓練を実施している。

私は7年前まで航空自衛隊に13年間所属していた。その間、数年ほど、日米共同使用航空作戦基地において部隊行動にかかる日米連絡調整の任務の中で、日米双方の作戦にかかる行動に関与させていただいた。その経験の中で、期待されるミッションを確実に達成するためには、その数十倍の訓練や演習を行うことが何よりも必要不可欠であることを学ばせていただいた。訓練につぐ訓練を繰り返して初めて当初設計したフレームワーク通りに動けるようになる。

対処する相手（攻撃者）が人間であればさおさら、訓練の時間を増やさなければならない。警察や海上保安庁も、任務遂行のために必ず訓練を実施する。訓練は決められたことだけを行うものだが、演習は能力向上を図る

ものである。

米国では、これまで様々なサイバー演習を実施している。1997年の「エリジブレーション」や2003年の「ライブワイヤー」が有名であるが、2006年の「サイバーストーム1」では連邦政府、州政府、インフラ事業者、法執行機関、情報機関らが参加した大規模なものであった。私は、2008年の「サイバーストーム2」には内閣官房、防衛省、警察庁と私の4人でオブザーバー参加させていただいた。

この「サイバーストーム1」は能力向上ではなく、机上で作られたフレームワーク（体制）やルールがきちんと動くかどうかの検証であった。「サイバーストーム2」ではそれぞれの主体の役割と責任が果たせるかどうかをみた。昨年「サイバーストーム3」では、本当に効率的なのかどうか、情報の流れに沿って無駄が無いのか、もっと肉薄した対応ができるのではないかとといった能力アップ的な面も実施した。これはシナリオや評価を変えることによって実施できる。

### 千数百もある演習例題

演習のシナリオは極めてシンプルだ。様々なステークホルダーに対してインジェクト（例題）を提供する。

「あなたのところにこのようなメールが来ました。あなたはどのようなレスポンスを行うか」という簡単なインジェクトから始まる。

そこでアクター（関係者の1人）が実行する。この実行をするために必要な情報をインプット（入力）とし、アクターによる実行の結果をアウトプット（出力）とみなす。きちんとアウトプットがあれば、それが他のインジェクトのインプットになる。もし、アウトプットがエラーなら、コントロールセンターが、適切なアウトプットにすり替え、他のインジェクトのインプットにする。それぞれの主体が設計通りに、期待通りに動くかどうか、1個ずつ確認するものだ。それを必ず評価するチェック項目がある。地道なやり取りと、じっくり観察することを何度も繰り返す。

サイバーストーム2において、このようなインジェクトの数は1,800近く作成された。参加者は数千人くらいで、5日間で実施するから延べ数万人近くになるかもしれない。昨年（2010年）行われたサイバーストーム3には、日本も初めて参加した。

正確には日本国として参加したのではなく、日本人もメンバになっている国際的なコミュニティ IWWN (International Watch and Warning Network) が、昨年（2010年）の「サイバーストーム3」に参加したという形であった。

日本では、電力分野では電力中央研究所がサイバーテロ演習を、電気通信事業者（ISP、Internet Service Provider）間ではテレコム・アイザック推進会議（Telecom-ISAC Japan）が中心となりサイバー攻撃対処演習を、それぞれ毎年行っている。

内閣官房情報セキュリティセンター（NISC）は、2005年に政府が内閣官房に設置した組織。前身は内閣官房情報セキュリティ対策推進室。NISCには5つのチームがあり、「情報セキュリティ政策に関する立案をする基本戦略策定チーム」、「国際連携の窓口機能を担当する国際戦略チーム」、「政府機関の情報セキュリティ対策を推進する総合対策促進チーム」、「脆弱性情報や事案情報などの取り扱う事案対処支援チーム」、「重要インフラ行動計画に基づく関連連携を担当する重要インフラ対策チーム」に、官民一体となって取り組んでいる。

このようなNISCは、2006年から、分野横断的演習として国内のインフラ業者を電力、通信、鉄道、ガスなど10のセクターにわけ、経済産業省、総務省など政府関連組織とともに官民連携のサイバー演習を毎年行っている。

ただ、国内のサイバー演習のシナリオを眺めると、海外に比べ、対象とする範囲が限定的であったり、リアリティに欠けるところがある。実際に大規模なサイバー攻撃が発生した場合に想定される利害関係者がすべて揃った形でのサイバー演習は、国内ではまだ実施されていない。

### 日本にも国土安全保障省のような対応組織を

サイバー攻撃の多くは、通常の業務プロセスの想定外のところで発生する特性を持つ。これを適切に対応するためには、組織間の境界をなくした緊密な連携対処が必要となる。しかし、日本は、縦割り行政という言葉で表されるように、不条理な役割分担や各省庁の過剰な管轄意識による非効率さが問題視されるほど、通常の業務プロセスでも組織間の境界にかかる課題がため、サイバー攻撃という想定外の事態には常に弱い体質を持っていると言っても過言ではない。

最近のサイバー攻撃者は、明確な意図を持ち、目的達成のために様々な攻撃手段で、継続的な攻撃を仕掛けて

くる。そして、彼らは、密な連携をするコミュニティで活動している。これに対処する側は、攻撃者に優位に立つべく、組織や分野の境界をなくした緊密な連携が必要となる。そして、その緊密な連携には、互いの信頼関係が極めて重要となる。つまり、官民が信頼関係を持ち、一枚岩の結束で緊密な連携を作ることが、これからのサイバー攻撃対処の仕組みづくりの最初のプロセスとなる。

## 『地震防災』

聞き取り日：平成 23 年 8 月 19 日

立命館大学教授、歴史都市防災研究センター長  
土岐 憲三（とき・けんぞう）



.....  
1938 年、香川県生まれ。1957 年、愛媛県立新居浜西高校卒業。1961 年、京都大学工学部土木工学科卒、1966 年京都大学大学院工学研究科博士課程修了。同年京都大学工学部助教授、1976 年同教授。1996 年東京大学客員教授。1997 年京都大学工学研究科長兼工学部長、総長補佐を経て 2002 年 4 月から現職。2003 年から立命館大学教授 歴史都市防災研究センター長。2004 年から総長顧問。2001 年から内閣府中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」座長など。地震防災ならびに文化財防災への貢献により、平成 18 年 9 月、小泉純一郎内閣総理大臣による表彰。  
.....

## ◇ “想定外” を超える人智が大切

## ●地震よりも大きかった津波被害

本日は 2 つのテーマでお話しします。前半は地震の話、後半は文化財の防災についてです。

3 月 11 日の大地震は「2011 年東北地方太平洋沖地震」が気象庁による正式の名称です。その地震の結果起きた災害として「東日本大震災」という名前で呼ばれていますが、私は「大震災」というよりも「大津波」と言った方がいいかと思っています。なぜかという、今回の災害では 5 月のデータで、約 2 万人の死者・行方不明者がいます（注：10 月 20 日現在、死者 15826 人・行方不明者 3810 人）が、その 93% は津波による犠牲です。地震による直接的な死者は 7%、約 1400 人だとすると、阪神・淡路大震災（1995 年、死者 6434 人・行方不明 3 人、M7.3）の約 4 分の 1 です。今回の地震の方がサイズは大きく、エリアも非常に広いわけですが、地震そのものによる人命喪失は 4 分の 1 程度でした。地震そのものによる被害の起こり方はどこも似たようなものですから、今回の地震による被害は総じてマグニチュードの割には軽微であったと言えます。

今回の地震では、東京もよく揺れました。「揺れること」と「壊れること」は決定的に違います。私のような根っからの“防災屋”からすれば「揺れたっていいじゃないか」と思います。「建物が壊れて、人命が失われること」が大きな問題であり、一番のポイントですから、揺れることをそうやかましく言わなくてもいいじゃないかと日ごろ思っています。そういう意味で、今回の地震は、マグニチュード（M9.0）がかつてないほど大規模で、さらに広大な範囲が揺れましたが、地震そのものによる被害は「津波に比べれば大したことがなかった」と言えると思います。

## ●想定値を超えたときの知恵

今回の大地震や津波被害の報道の中で「想定外」という言葉をよく耳にされたと思います。この「想定外」というのは「想定値を超えた被害や災害、事象が起きた」ということですが、「想定値」というのは超えることもあるのです。目標を定めなければ何もできないから、とりあえず想定値を定めておく。そして、想定値を大きくしておけば安全度は高まるが、そうすると施策や施設に膨大なお金がかかるので、社会的合意が得られません。想定値は、社会的合意が得られるであろうという目標値でしかない、つまり「間違いなくそれを超える事象が起こり得る」ということです。

例えば、国などが想定値を設けるときに「想定値を超えたときはこうしなさい」とは言わない。「想定値はここまで」「これが想定値です」と示すだけです。だからと言って、「そこまでやっておけばいいのだ」と防災や災害の関係者が考えてはいけません。国が想定値を際限なく大きくするわけにいかないから、どこかで止めているのであって、「それを超える可能性があること」を知った上で、実際に「想定値を超える事態が起きたときにどうするか」を、知恵で補っておかなければならないのです。

しかし想定値を超える事態と言われても、いったい何が想定されていたのか。だれが想定していたのかは一般の人々にはわかりません。内閣府の中央防災会議には、いろいろな専門調査会が平成13年度からできました。それまでは、防災や災害の問題は建設省外局の国土庁で扱っていましたが、平成12年の省庁再編成で、内閣府に防災関連を扱う「中央防災会議」と「総合科学技術会議」「経済財政諮問会議」「男女共同参画会議」ができました。その中央防災会議の専門調査会の1つが「東南海、南海地震等に関する専門調査会」であり、私はその座長を7年半務めました。

一方、中央防災会議の「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」が、千島海溝の択捉島や色丹島付近の断層が動いたときに、どこがどう揺れるかも想定してきました。さらに、日本海溝で起きる地震の1つとして宮城県沖の地震も想定していました。日本海溝での地震では、青森県沖の「三陸沖北部」から岩手県沖の「三陸沖中部」、さらに「宮城県沖（陸側、海側）」などの震源域を考え、それらの断層の大きさからマグニチュードを検討しています。宮城県沖の地震については単独での発生だけでなく、それぞれの隣接する東西の震源域と一緒に断層が動く色々なケースを考え、マグニチュードも一番大きなものは8.2の想定でした。ところが今回の「東北地方太平洋沖地震」では、三陸沖中部から福島、茨城沖に至る南北に長さ約500km、幅約200kmという、とんでもない範囲で断層が動いてしまったのです。

だから「調査会の想定値を超えた」のは正直な話ですが、しかし、これを責めるわけにはいかないと思います。だれかが想定しなくてはいけないのですから。しかも、それなりに想定した理由がちゃんとあったわけです。その想定が「間違いだった」と論証できる人がいれば責めてもいいと思いますが、それをできる人はまずいないと思いますので、「あれは想定外だったと言っている、けしからん」と言うのは間違いです。想定値を見て「その範囲内で安全にしておけばいい」と開き直ったような、それだけしか考えなかった人がダメなのです。「想定値を超えたときの知恵がなかったことが問題を起こした」と言い切れると思います。

### ●加速度での議論は間違い

今回の地震では、断層が400kmも500kmも動きましたが、何をもってそう言えるのか。地震学の常識ですが、本震に続く余震の震源をプロットしていくと全体の震源域、本震で動いた断層の範囲が分かります。すなわち、余震は本震を起こした断層で起きるのです。そして、震源域は東側が浅く、西側に行くに従ってだんだん深くなっています。太平洋プレートが東側から西側に潜り込んでいっているわけですが、震源域はほとんど陸地には届いていません。だから、今回の地震、あるいは断層の破壊はほとんどが海側だけで起こった現象です。

地震学の人たちは、これまで想定した震源域を越えたことを「想定外でした」と言います。私は「そんなことを言っているのか」と思いましたが、よく考えてみたら、彼らを責めるわけにはいかない。でも、災害に関わる研究者や行政関係者は「想定外」を安易に使ってはいけないと思います。想定を超える事象があることを認識した上で、その場合に対処すべきだからです。

地震の災害では、震度6弱を超えたら人命の被害が出ます。それより震度の小さいところでは、人命の被害は非常に運の悪い人、特にあまり丈夫でない建物や場所に住んでいた場合に出ることがあります。今回の地震でも、かなり揺れた範囲、よく揺れたけど人命の被害が出なかった範囲があります。全体では地震そのものによる人命の被害は1500人弱とみられますから、よく揺れた割には少なかった。これは阪神・淡路大震災のときのような密度の高い地域でなかったのが幸いしています。

地震による被害では、加速度もよく議論の対象になります。今回の地震での最大水平加速度は、宮城県栗原市での2933ガル、3Gほどでした。地球上にいる私たちが常に受けている重力加速度は980ガルで、これが1Gです。3Gというのはその3倍です。栗原市では左右の方向、すなわち水平動が3Gでした。私の体重は80キロですから、瞬間的に240キロの力でぐんと押されたわけですが、それくらいでは被害が起りません。なぜなら、そうした力がかかった時間は0.1秒あるかないかの短い時間ですから、何ら問題は起りません。それが1秒間も240キロの力で押されたら、私は立ってられないでしょう。その辺のことは地震工学の話になりますのでやめますが、加速度で議論するのは間違いであるということ。3Gはとんでもなく大きな加速度ですが、それでも大した被害にはならないということです。

### ●震災は震源からの距離が問題

東日本で大地震が起り、改めて、西日本で問題になっているのが「南海トラフ」の地震です。しかし、西日本に影響を及ぼすような、南海トラフの地震による被害想定はもう終えています。私が座長を務めた「東南海、南海地震等に関する専門調査会」でやってきたのです。ところが、それを「見直せ」「見直すべきではないか」

という声が出ています。それらの主張が本当に正しいのか。マスメディアは中身をよく知らないまま“杓子定規”にものを言っており、それは非常に危険なことです。そこでこれを見直すべきかどうか、私なりの考えをお伝えします。

南海トラフの「トラフ」とは谷、海溝のことです。日本海溝のように、どうして「南海海溝」といわないのか不思議ですが。さて、この南海トラフを地図上で見ると、静岡県駿河湾から中部電力・浜岡原発のある御前崎沖を通り、紀伊半島沖、四国沖、九州沖へと西南方向に向かうにしたいが、人の住んでいる所とは離れていきます。南海トラフの地震というのは、南海トラフに沿って想定される地震のことで、東から東海地震、東南海地震、そして四国沖の南海地震のことを言います。このうち東海地震の想定震源域は内陸に食い込んでおり、東南海地震も人の住んでいる地域に近い。南海地震の想定震源域は、四国からもかなり離れていることが分かります。

要するに東海地震、東南海地震、南海地震というのは、東北地方太平洋地震とはわけが違うのです。物事の表面しか見ない人は、東日本大震災ではマグニチュード9.0の地震が襲ったが、地震そのものによる被害は大したことがなかった。「南海トラフの地震も、仮にマグニチュードが9.0でも日本の耐震性能は高いから、大したことにはないのではないか」と国の公的な立場の人も言っていますが、それは間違いです。

なぜかという、地震の被害というのは距離の関数なのです。大ざっぱに言いますと、震源からの距離の大体2〜3乗に逆比例します。距離が倍になると、被害は5分の1ぐらいですね。東日本大震災を起こした日本海溝での地震の場合は、震源域が陸地に達しておらず、東北地方の直下地震ではなかった。南海トラフの地震も全体としては、陸からは似たような距離にあります。ところが一番東の東海地震の場合は、想定震源域が陸地の中に入っており、震源からの距離はほとんどない、いわば直下地震です。

地震の被害を考える場合には、えてしてこの距離の問題を忘れがちです。例えば、択捉島や色丹島などでマグニチュード8クラスの大地震が起きると、死者数は2,3人などと報道されます。その一方、イランでマグニチュード7クラスの地震が起きた場合には、死者数が2万5000人などと報道されますね。すると日本人の多くは「日本は地震対策が大変進んでいるのだな」と思ってしまいます。距離の効果を抜かしているのですよ。特に新聞やテレビなどのマスメディアの人たちは、震源からの距離のことを抜かして、地震の規模と被害との話をポーント繋いでしまう。これは危険な情報の伝え方です。

## ●「災害予測」の作成プロセス

それでは皆さんが「見直すべきだ」と言っている南海トラフの地震による「災害予測」が、どうやって作られたのかをお話します。

結論として得られたのは1枚の災害予測図です。どうやって選んだのか。基本となったのは1707年の「宝永の地震」のときの震度図です。これに加えて「安政の地震」(1854年)や「昭和の地震」(1946年)など、計5回の地震の震度も加えて検討しましたが、結果的に見ると「宝永の地震」の震度図に良く似ています。宝永の地震の震度図は、東京大学地震研究所の宇佐美龍夫氏らの先達が古文書に基づいて残してくださったものです。これに加えて、昭和の地震、安政の地震などの震度図を5枚重ね合わせて、各地の包絡震度の分布から全体としての震度図を描きました。

次に、こうした震度図になるには、どこに断層を置いたら説明がつくのか、さらに断層のどこに「アスペリティ」(asperity:エネルギーがたくさんたまっている断層の固着域)を置けば震度図を再現できるのかを検討しました。アスペリティというのは断層面上に散らばっていますが、集めれば全体のおよそ4分の1ぐらいの面積で、普段は固着しているこの断層上の区域がずれ動いて地震が起こればと考えられています。

しかし、こうして描かれた予測図は唯一のソリューション(単一解)ではありません。関係するパラメータの組み合わせを変え、こうした図を何枚も作ってあります。その中から、地震断層の解析などの経験や知識、見識のある人々が集まって検討し、選定の判断をしているのです。さらにそうしたアスペリティから考えて、時間とともに地震動がどこでどのように伝わり、地表面ではどのような揺れとなるのか、かなりの精度で非線形の挙動も含めてコンピューターで検討します。それにより断層の動きの1つのパターンで1つの結果が得られます。

この「1つのパターン」というのは、実は、アスペリティの置き場所や断層が壊れ始める場所(震源)によって、全体の断層が動く様子も変わってきます。アスペリティの分布は何通りもあるし、震源の決め手も今のところないので、震源やアスペリティの組み合わせによって何通りもの答えが出てきます。そうした幾つかのパターンの中から1つを選び、予測図として公表しているのです。

では、どうやって1つを選ぶのか。災害予測のためには想定値を決めなければいけません。何らかの基準、規範が必要となるわけですが、例えば大阪で上町断層が動いたときの予測図はパターンを組み合わせを変えること

で、何十枚も得られています。そこから1枚を選ぶ評価の基準として大阪の震度の平均値を取る方法もありますが、それでは被害程度が軽過ぎます。結論として、震度の平均値に標準偏差1シグマ( $\sigma$ )分を足したものを基準として、何十枚もの予測図の中から1枚を選んだのです。

ところが、この予測図を中央防災会議あるいは国の名前で出しますと、これが唯一の解とされてしまいます。世の中一般では、そうした選定までのプロセスは一切抜きにして、被害予測が「大きい、小さい」といった議論を始めます。東日本大震災後に「見直すべし」と言っている人たちも、どのようにして作られたかをほとんどご存じないのです。せめて防災の問題や工学の問題に直接かかわる人には、こうしたプロセスをわきまえておいてほしいものです。

### ●津波の想定

私どもの「東南海、南海地震等に関する専門調査会」は東海、東南海、南海の3つの地震が発生した場合のマグニチュードは8.7と想定しました。東日本大震災での地震はマグニチュード9.0でした。そうすると、南海トラフの地震についても、間違いなく世の中の大勢としてマグニチュード9.0の地震を想定しなければならず、少なくともマスメディアは黙らないでしょう。それに従順な日本国民もみな9.0を期待していると思うので、結論はそうなるものと思います。

しかし結論だけ平仄(ひょうそく)を合わせてみても何の意味もありません。先ほど「平均値プラス標準偏差1シグマ」で線引きすることをお話しましたが、出てきた何十枚もの予測図を一枚一枚めくっていったらマグニチュード9の地震もあるのです。マグニチュード9の地震が欲しいのなら、それを出したら作業はお仕舞いです。あるいはプラス1シグマの基準を「プラス1.5シグマ」にしても大きな地震は楽に想定できます。逆に小さいものにも幾らでもできます。だから今行われている議論は中身を承知している人から見れば「極めて形式的な議論でしかない」と断ぜざるを得ないのです。

この問題は津波にしても同じです。南海トラフの地震による津波は海中の陸側の岩板がはね上がることで発生します。そこで、震源域の断層が陸側に押し込む長さもいろいろと変えて、発生する津波の高さや広がりなどを計算します。こうして想定したシミュレーションによると、南海トラフで起きる津波は3分、4分経過すれば四国に押し寄せ、そして20分足らずの間に土佐湾では非常に高くなります。その時はまだ瀬戸内海に入っていないませんが、その後、紀淡海峡を越え、さらに鳴門海峡を越えて瀬戸内海に入ります。西側の豊後水道からも入ってきます。これが発生後1時間余りですね。静岡県駿河湾の方にも津波は達しています。押し寄せる津波の高さも土佐湾では12mに達しています。東日本大震災では原発のある海岸には想定の数倍の十何mの津波が来たなどと大騒ぎしていますが、南海トラフでは初めから10mを超えるような大津波も想定しています。東日本大震災が起きてからの後追いでなく、もう7、8年も前にやっていたことです。

## ◇ “西日本” 大震災に備えて

### ●南海トラフの“3連動地震”

南海トラフでの地震を考えた場合に、東海地震と東南海地震、南海地震の「3連動」という言葉が使われるようになってきました。この3つの地震が連動した場合には、断層の延長距離は600kmに達しています。東日本大震災の地震では震源域の長さが150km程度の地震しか考えていなかったのが、長さ400～500kmにわたる大地震が起きて驚いたわけです。南海トラフでは最初から3連動の地震による、震源域の長さが600kmにおよぶ地震を考えているのです。

だから東日本大震災では想定よりも大きな地震が起こったからといって、形式的に「南海トラフでも想定を大きくするべし」というのは、私に言わせれば全くのナンセンスです。初めから長さ600kmの震源域を考え、10mを超える津波も想定しているのです。ちゃんと中央防災会議のホームページにも、これらの予測図は出ています。

しかしそれでも「見直すべし」となったら、瀬戸内海での現在の津波の予想は高さ1mですので、せいぜい倍の2mまででしょうか。では高さ2mの津波で大阪湾は絶対大丈夫かということ、そうはいかないですね。あの辺は高さ2mでも防波堤が地震によって壊れます。しかも地震が先に来るから水門が閉まらないことなどが起こり、付近は浸水被害に見舞われてしまいます。ですから予想値をちょっと変えるだけで、新たな対策が必要になってくるということなのです。

さらに地震の規模を示すマグニチュードについても、想定値を9にしないと皆さん気がおさまらないらしい。

私は、M8.7でもM9でもたいして変わらんとおもうのですが、では形式的にM9にするには「3連動地震」に同じ南海トラフの「日向灘の地震」＝宮崎県沖の日向灘の断層（震源域）＝を加えた「4連動地震」を考えればM9になるでしょう。しかし「4連動地震」はだれも言ってこなかったし、西暦800年ごろからの日本の地震来歴を調べてみても起こっていません。それ以前にもなかったのかどうかは私には分かりません。あったかもしれないのなら今後に起きる可能性もあるわけですから、「4連動地震」による被害を想定することに私は反対する気はありません。でも、M9にするために「日向灘の地震」を加えることは非常に形式的な話であり、「3連動地震」の想定でも言ったように、平均値プラス1シグマを「1.5シグマ」にすることで楽にそんなものは超えてしまいます。

しかしそうした判断の基準をだれも議論し直そうとしていません。表面的に数字だけで合わせるやり方で、本当に世の中はそれでいいのでしょうか。「科学に基づいて判断する人間は、表面的な事だけにとらわれてはいけぬ」と申し上げているのですが、なかなか理解してもらえないのです。

### ●厄介な地震の“一休み”

今日ここで皆さんに、ぜひ一緒にお考えいただきたい問題があります。「3連動地震」が連動しなかった場合の“一休み”の問題です。

私たちが「災害予測」のターゲットにした「宝永の地震」（1707年）は、東海地震と東南海地震、南海地震の3つが連動した地震でした。「3連動」というのは、3つの震源域の断層が同時に動くわけではなく、どこからか破壊が始まってそれが毎秒3kmほどの速さで断層の割れが伝わり、結果的に3つの地震が動いたということです。実はそれが一番ありがたい。一番困るのは「安政の地震」（1854年）のように、東海・東南海地震が起きてから32時間ほど休んで南海地震が起こったようなケースです。「昭和の地震」（1944年、1946年）は東南海地震の後、2年と14日ほど休んでから南海地震が起こりましたが、これも連動しなかった地震です。こうした“一休み”が今度起こったら、どうしたらいいのでしょうか。

安政年間のころは32時間休んでも何ということはありませんでした。ただ、今ひょっとして安政の地震と同じように東海・東南海が起これ、そこで止まってしまったら、いつ南海地震が起こるのか分かりません。その間、東名高速もJR東海も止まっている、トヨタ自動車も操業をやめている。そういうときに「さあ、業務を再開しよう」「東海道新幹線の復旧作業を始めよう」などと誰が言えるのですか。いつ次の地震が起こるのか分からないのですよ。この地震の“一休み”が32時間程度であることが前もって分かっていたらいいのですが、それが2日間、2週間、2カ月間などの可能性もあります。

とにかく、連動地震にならないで、いったん休まれると一番困るわけです。日本中の社会・経済界、すべての人々が一緒になって考えないといけない。

地震学の人や政治家だけに責任を負わせてはいけません。「では皆さん、どう考えますか」と私が問いかけてもだれも答えません。「答えがないのは逃げているからだ」と私はあえて喧嘩をするつもりで言うのですが、間違はなくそうした事態は起こり得るわけです。「30年、40年後は現役でないから考えなくてもいい」というのは無責任であって、とくに防災にかかわる現職の人たちはそんなことを言うてはいけません。

ですから私は一般の人々に言うのです。「宝永の地震のように3連発が起こることを、神や仏に祈りましょう」と。私自身は全くそういうことをしない、神頼みを信じない人間ですが、今度の地震だけは一緒に起きてほしいのです。南海トラフの地震は逃れられないのですから、国全体のことを考えれば3連動が最も有り難いことなのです。

### ●東南海地震域の観測システム

こうしたことを何度言ってもだれも相手にしませんでした。さすがわが国です。動き始めています。東南海・南海地震の想定震源域にある紀伊半島・熊野灘・土佐湾の沖の海底に、地震計を何百台も並べて観測を始めて

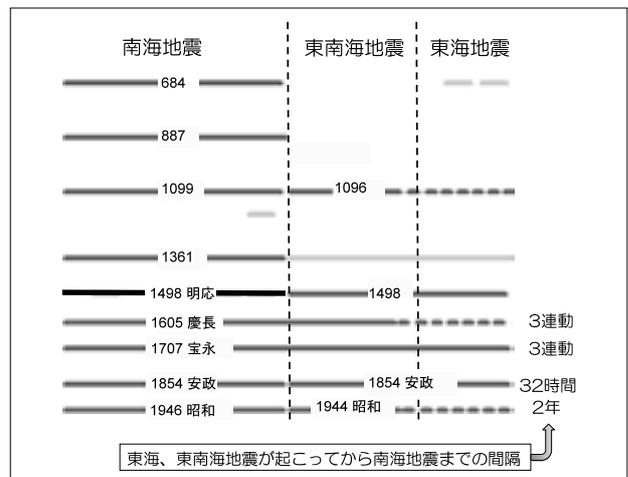


図-1 三連動にならない場合の問題

います（※）。もちろんこれには津波の観測も含まれています。そうした地震計による記録を見れば、地震の連動が止まったときに「次なるものがいつ動くか」が分かるかもしれない。こういう仕事を始めるのは、やはり国以外にはないし、大変いいことです。

※「海底ケーブルネットワーク型観測システム「地震・津波観測監視システム（DONET）」。約100km四方の海域に20カ所の観測所（地震計や水圧計）を設け、観測データをリアルタイムで収集・配信する。海洋研究開発機構（JAMSTEC）が2006年から整備し、2011年8月26日から防災科学技術研究所、気象庁にデータ提供を始めた」

この地震の「一休み」が、私の何よりも気がかりなことです。答えは出ないにしても起こる可能性があるわけですから、早くから備えておかないとなりません。地震が起きて“一休み”したら、企業の社長さんにしろ、現場の工場長さんにしろ、大変です。あるいはJR東海の責任者にしても「復旧工事へ行ってこい」と言えますか。言えませんよね。

1986年11月の伊豆大島（三原山）の噴火で1万人ほどの島民が本土に避難しましたが、約1カ月後に帰島するときに問題となりましたね。火山学者は「島にお帰りください、安全ですよ」とは言えません。かといって都知事に火山学の知見があるわけではないので、なかなか安全宣言も出せない。住民1万人の火山島ですらそうしたことが起こったのです。ましてや東海道沿線の何千万人がいる地域、日本の経済・流通の動脈となるような地域となれば大混乱が起ります。唯一助かるのは地震の3連動のときだけです。三連動で起れば、その後の百年ほどは安んじておれるのです。

### ●内陸地震の確率表示は安心情報になる

ここからは内陸の活断層の話です。活断層は日本の内陸部では中部の山岳地帯や近畿地方に集まっています。関東平野にもありますが堆積層が厚いから見えていないだけであって、油断することはできません。

内陸の地震のことにになると発生確率の話が出てきますが、これは間違っていると思います。例えば「全体確率」は海溝地震と内陸地震の確率を足し算していますが、内陸地震の確率は海溝地震確率よりは遥かに小さいので、分けて考えるべきです。そうでないと、内陸地震の影響がかすんでしまうのです。

確率の議論をしてよいのは、南海トラフでの巨大地震の発生確率です。なぜなら1000年前のことなら記録的に怪しげでも、500年前からのことならば、信頼して良いでしょうし、歴史書を見ると南海トラフでは5回の巨大地震が起っています。ざっと見て100年に1回の割合です。確率論には「経験的確率と理論的確率が一致する」という「大数（たいすう；ラージナンバー）の法則」があって、本当は、たくさんの事象をトライアル・アンド・エラーでやり、確率のモデルをはっきりさせた上で議論をしなければならぬのですが、そこまで言わなくても、地震が5回起って、それが100年に1回ぐらいなら、大ざっぱな確率の議論はしてもよいと思うのです。

ところが内陸の活断層による地震は、海溝地震とは発生の年単位が1けた違って1000年単位です。過去に起こっていても、1万年にせいぜい1回、2回の程度で、3回も起こっている内陸の地震はほとんどないと思います。あったとしても1万年に3回、つまり3000年に1回の割合ですから、これから先の100年間の狭い期間に発生する確率はきわめて小さくなります。なぜ国として内陸の地震についてこんな議論をするのか。単なる「安心情報」でしかないのです。しかも「100年」とは言わずに、「今後30年、50年の発生確率は…」と、さらに狭い幅での確率のことを言います。そうしたことを確率モデルの検証もしないままに、確率で言うのは、そもそも間違っているのです。

内陸の地震の確率をめぐるまずい例を紹介しましょう。大阪のど真ん中を走っている「上町断層帯」での地震発生の確率が「今後30年以内に2～3%」との数値が、文科省・地震調査研究推進本部から発表になりました。それに関連して京都市の災害に関する委員会、ある局長さんが「京都には一番怖い“花折（はなおれ）断層帯」がありますが、花折断層帯（の発生確率）もそんなもんでっしゃろうか」と、私に質問されました。私は「花折断層帯の数値の正確なことはわかりませんが遠からず発表され、それは上町断層帯と似たような数値でしょう」と答えました。すると、その局長さんは言いました。「それはよかった。30年で3%、それは何もせんでもええっちゃうことすね」と。

それはそうですよ。30年間で3%と言われたら10年で1%、ほな「100日で何ぼや」となり、「何もしなくてもいい」と考えるに決まっています。「明日の雨の確率10%」で傘持って出る人はまずいませんよね。50%、30%ならまだしも、10%で傘持っていくような人間は面白くないですな、あまり友達になりたくない。それと同じことですよ。

つまり「安心情報」でしかないのです。大金をかけてやった 100 余りの活断層調査は大変立派な成果で、後世への贈り物です。この成果に基づいて内陸地震の活動予測をしているのです。その経費の領収書代わりに財務省に差し出したのが「安心情報」ですか。さらに口の悪い言い方をすると、大金を使って国民に還元したのが「地震の確率マップ」であり、それで国民の目を惑わすのはおかしいことです。一方、日本という 1 つの国家でありながら、内閣府は「地震が起こればこんなに危険だから、対処してください」と言っている。確率 1.0 の話ですよ。その一方で、別の組織が「安心情報」を届けている。国家として無責任であり、おかしいと思うのです。

ある時、内閣府の人が、過去 10 年間に地震が起こった地点をプロットしたら、すべて発生確率の低い所で地震が起きているという図を見せにきました。地震の確率マップが「いかにいい加減か」を言いたいのでしょうが、それも本当は駄目な議論です。マップでは 1000 年、2000 年に一回の地震を対象としているのに、それが「過去 10 年間に起こっていない」と非難するのはいかながなものと。とにかく、内陸の地震を確率で扱うのは危ないのです。

### ●東南海・南海地震に先行する内陸地震

つぎに、海溝地震と内陸地震の関係を調べると、多くの内陸地震が起こってから 30、40 年後に次の東南海・南海地震が起こっています。すなわち、内陸の地震が先立つことを、よく理解しておいていただきたいのです。1946 年の南海地震の後に起こった内陸の地震は 1948 年の福井地震だけで、あとは全部先立って起こっています。

ということは、次の東南海・南海地震は過去の発生間隔からすると今から 30、40 年後に発生することが予想されるので、内陸地震が起こるのは来年かもしれないし、あるいは 10 年後かもしれません。とにかくもう時間がないということです。それをいくら申し上げても、嫌なことだからだれも考えようとしません。ほとんどの日本人が静穏期に育ってきたので、「内陸の地震なんて知らないし、大したことはないだろう」と思っているようですが、そうではありません。これは自然にかかわる歴史的事象であり、それを謙虚に学ばなければなりません。そうした危機感のなさを私は嘆いているわけで、急がなくちゃいけません。

大規模災害は地域と時間を限定しての自然と

社会との戦争です。その戦争とは、国家の危機のことです。わが国は 1945 年に、戦争放棄を世界に宣言しました。これは大変立派なことでしたが、それと同時に国家としての危機管理もやめてしまいました。だから 1995 年の阪神・淡路大震災が発生したときに、当時の総理が「わしゃ、どうすればええんかのう」と動かず、昼までテレビを見ていたと伝えられています。要するに国家としての危機管理がなかったのです。そこで、わが国も大急ぎで危機管理を考え始め、今では国民の目につかないところで粛々とやっています。

問題は冒頭で申し上げた「想定を超えたときの対処」にあります。これが出来るか否かが専門家としての資質であり、分かれ目です。いろいろな種類の事態に対処するためには、ある人は責任ある立場に立たなければいけないし、常時とは違うルールが適用されなければいけない。それには内閣総理大臣や社長が最適かと言うと、決してそうではなく、むしろ周囲の判断のできる最もすぐれた人が常日ごろの職制とは違ったルールでもって行わなければなりません。しかもできるだけ「船頭多くして何とやら」にならないように、極力一元化を図っていくことです。

例えば、9.11 のアメリカ同時多発テロ事件のときがそうでした。ルドルフ・ジュリアーニ・ニューヨーク市長が、事件対応の指揮官となりました。大統領でも、FEMA（連邦緊急事態管理庁）の長官でも、ニューヨーク州知事でもありません。市長さんが最もふさわしいということで、すべて彼のところに全権を集中したわけです。

そうした事態が起こってからやったのではいけません。ニューヨークは事後対応でしたが、日本ではこれから南海トラフでの地震が間違いなく起こり、それから逃げられないのだから、今からそれぞれの組織、国家なら国家のレベル、企業なら企業のレベルで考えておかなければいけません。これを先にやるべきことだと思います。

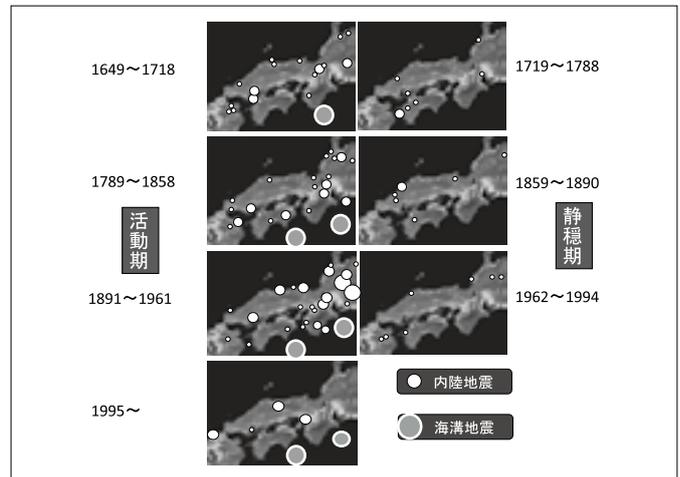


図-2 関西では海溝地震の前に内陸地震が起きる

### ●ハード対応には限界も

基本的に人間は自然に勝てるわけがありません。これを謙虚に認めなくてはしょうがありません。だからハードで押さえ込むような、例えば福島原発で津波が高さ6.5mの防波堤を越えたから、あるいは高さ十数mの津波が来たからといって、防波堤をどんどん高くして10mにしても全て防げるわけがない。どこかで堤防が壊れ、そこからどんどん水が入ってくるわけですから同じことです。だからハードで全面的に押さえ込むというのは間違いであり、自然の方が強いのに決まっています。人間は想定値を超えたときにどうするのか、それぞれの知恵でもって対処しなければならないのです。

例えば福島原子力発電所では地震が来て第一原発は放射能の問題が起こったが、第二原発は起こらなかった。なぜ第二原発では同じことが起こらなかったのか。防波堤を越えて津波がやって来たときの安全対応、まさに想定を超えたときのために、緊急の発電機やその燃料といったものを安全な高い所に上げたり、建家で囲ったりしていました。まさに知恵でやっていたわけです。ところが第一原発は、6.5mという想定があったので、そこまで守ればいいと、それ以上のことはしていなかった。想定値までの対応で止まっていたのです。第二原発はそれを超えたときのことを考えて、お金をかけて堤防を高くするといったことなしに知恵でもって対応していたのです。知恵を働かせることがこれからやるべき最も大事なことでと思っています。

## ◇文化遺産は灰になったら戻らない

### ●文化財防災のはじまり

文化遺産は次世代の人々に遺すべきものであり、自分たちのものではありません。自分たちの時代が先人から貰ったものだというのが間違いです。この文化遺産の防災対策については、非常に僭越な言い方ですが、私が阪神・淡路大震災（1995年）をきっかけに始めました。今では、多くの人が「文化遺産防災」の意義を認めてくれており、さらに昨年からは「明日の京都 文化遺産プラットフォーム」事業を新たに、ワンステップ進んだものとして始めました。文化遺産の防災の何が問題なのか、何をしてきたか、将来のために何をするのか、などについてお話し致します。

実は、「防災の問題」と「文化財の問題」というのは、お互いに関係のない別世界の話だったのです。私たち防災関係の人間が「文化財」と聞いても、あんなところに近寄ったらやばい、敬して遠ざかり、近寄らないでおこうという思いでした。一方の文化財関係の人たちも「防災」「災害」について、あんなことは運が悪かった。たまたま起こったのだから（防災なんて）要らないわ。台風で宮島が水についた、室生寺の五重塔に大木が倒れかかったといっても、たまたま起こったことなんだから、まあ、ええじゃないかと、個別の話で終わっていたのです。

しかし、私は神戸の地震火災を見て京都の文化財の多さを考えたとき、これは違うぞと感じ、それなら私が「防災と文化財の間にある“死の谷”を埋めてやろう。あるいは埋めることは難しいなら、せめて橋をかけてやろう」と思い始めたのです。

きっかけは阪神・淡路大震災の地震後の火災でした。あの日は昼からテレビ局につかまって、ヘリコプターで現地に行って、スタジオに帰ってきて放送して、また現地に行くということを、1日半も繰り返していました。そして、地震による火災の何と怖いことよ、と思っていたのですが、当時はまだ文化財への意識はありませんでした。国宝というのが一切焼けなかったのです。なぜか？ それは被災地域に国宝がなかったからです。なかったら焼けるわけがありません。姫路城はもっと西の方だし、立派なお寺もずっと西の方です。

ところが、そのとき京都で何が起こっていたのかと言うと、仁和寺と醍醐寺という極めて由緒あるお寺で、地下のパイプなどの消防施設が壊れてしまったのです。50km以上も離れた神戸の地震で壊れたということは、京都の近いところで起こったら全壊です。立派なお寺やお宮さんほど古くからこうした対策をしておりますが、その頃には耐震工学は存在していないし、地震のときは土地も地中も一緒に動くのだから、地震のことなんかは考えなくて良いだろうと、地下パイプに土管すら使っているのです。

「寺社の地震対策は不十分である、これではあかん、ほっとけんぞ」と思ったと同時に、京都は、東西12～3km、南北14～5kmしかないのに、そこに国宝や国指定の重要文化財などが密集していることに気が付きました。ここで神戸の地震と同じようなことがあったら、みな丸焼けになってしまいます。これを災害の専門家として黙っているわけにはいかない。気が付きながら黙っているのは逃げているのと一緒ですから、格好よくいえば「防災屋の責務」として、文化遺産の防災問題に手を付けたわけです。

### ●危機に直面する京都の文化遺産

問題は何かというと、京都盆地では、昔はそうした文化遺産の周辺に人家なんてなかったのですが、今では完全に取り囲まれています。昔はお寺さんが自分のところから火が出なければ安全だったのですが、今やお寺さんから火が出なくても、外から火事がやってきます。すなわち、延焼です。その違いがたった100年の間に起ったのです。

しかし、何故、京都が問題なのか。日本の国宝建造物の分布をみると、8割が近畿の2府4県にあるのです。80%というのは、まさに寡占状態です。ところが、その2府4県に文化庁の出先機関はゼロです。国土交通省や経産省、農林水産省などは、それぞれに極めて多数の出先機関をもっていますが、文化庁はゼロなのです。さらに国家予算に占める文化に関する費用は、日本は0.13%、フランスは8.6%です。この数字は、国民一人一人が痛みを伴いながらも文化を大事にする心をどれだけ持っているかを示しており、フランスと日本はこれだけ違うのです。これで「日本は文化国家だ」なんて、よく言えたものです。

さらに、建造物や彫刻、絵画、工芸、考古遺物など含めた国宝の数を都道府県別にみると、御三家は京都府、奈良県、東京都です。このうち国宝建造物は、東京都では東村山市にある「正福寺地藏堂」が唯一でしたが、2年前（2009年）に「旧東宮御所（迎賓館赤坂離宮）」が新しく指定されて2件となりました。奈良県の場合は62件、京都府は48件もあります。要するに「文化財の防災」問題としては、人口に対して国宝建造物の少ない東京都では博物館や美術館に収蔵されているのでむしろ安全なのです。奈良も県内各所に散らばっていて比較的安全と言えますが、京都だけは高密度に集積していて、とても危険な状態なのです。

どれだけ高密度か。京都にある国宝と国指定の重要文化財の数は、人口1000人に対して1.35の割合です。いわば密度です。これは他の政令指定都市に比べると、「文化財の密度」が12～13倍にもなります。政令都市ではないが文化財の多い奈良市でも、この密度は京都の4分の1ほどでしかありません。これが京都の特異性と重要性を示すもので、私が文化遺産の問題では常に京都の話をするのもそのためです。

では、京都はどれだけ危険なのか。京都盆地の市街地の様子を見てみると、今や、隅から隅へと、べったり人が住んでいます。人が住めないところ以外はすべて人が住んでいます。ところが僅か120年ほど前、京都人の両親や祖父母の時代には、二条城より西側は全部田んぼでした。今の観光客が京都に来て最初に目にする国宝「東寺（教王護国寺）の五重塔」の周囲も田んぼでしたが、今やもう完全に人家に取り囲まれています。

120年前には、外から火が来る延焼火災の心配はなかったのが、今やどこから火が出ても必ず巻き込まれてしまうような状況です。しかし、この危険性をだれも気がつかない、京都の人も。いくら話をしても「さよか」と言って聞く耳を持たないのです。今、多くの文化財が残っているのはすべて、延焼火災のない地域にあるから残ったのです。



図-3 京都の都市構造は120年で激変した

### ●京都市街の変遷と建造物の被災史

もう少し歴史的に見てみましょう。実は京都盆地の市街地の変遷と歴史的建造物の被災の歴史の関連がビジュアルに理解できるようにと、年代に従って市街地図を次々と表示していく動画ソフトを作りました。

ちょっと余談ですが、これが特許になったのです。大学の研究の一環としてやったものだし、私も取ろうと思ったわけではないのですが、ある情報処理関係の教授が「特許もんですよ」と勧めるから、弁理士に相談してみたら「3次元のGIS（地理情報システム）に時間軸を組み込んだ4次元の世界である」とか、うまいこと書類を作って、それが今年2月に特許になったのです。もう70歳を超えた人間がですよ。だから、若い人には「何やってるんだ」と檄（げき）を飛ばしているのです。

このソフトで見るとよく分かるのですが、例えば「仁和寺」は西暦888年ごろに建立され、室町時代の「応仁の乱」（1467～1477年）による大火災で焼失し、その後約160年間放っておかれて再建され、現在に至って

ることが分かります。人々が住んでいる地域も西暦 800 年頃にはこの図示の範囲でしたが、時代を経るに従って東や北へと移っています。比較的安全な高台の場所へ移り住んでいるのです。ところが戦国時代になると、京都からみんなが逃げ出しました。皆さんは平安時代から次第に人が増えて今の市街地へと広がったと思っているかもしれませんが、120 年前までは平安京の東半分とその北半分にしか人々は住んでいませんでした。それが最近の 100 年程の間に爆発的に人が住み始めたのです。人が住み始めると京都盆地の周辺部に在るお寺さんにも火を運んできます。京都盆地内の寺社が火災で焼けた時期を赤で着色すると、1470 年前後から赤色になる寺社が急に増えるのがわかります。これは「応仁の乱」によるもので、その頃から京都では大量に文化遺産を失っているのです。それと明治維新の「廃仏毀釈（はいぶつきしゃく）」ですね。これは火災ではなく政治的混乱による破壊です。国家の宗教は神道だとして、後から入った仏教は「ぶつつぶせ」とばかりに、お寺さんを打ち壊したり領地を取り上げたりしました。京都では、この「応仁の乱」と「廃仏毀釈」の 2 回の出来事でたくさんの文化遺産が失われました。

京都の文化遺産、国宝や国指定の重要文化財などは、皆さんは元から今のような姿で存在していたものと思っ

ているらしいのですが、実は京都のものはほとんどが焼けた歴史を持っているのです。「法隆寺」はできてから十何年か経ってから焼けて、それから 1300 年ほど焼けていません。しかし、京都の東寺の五重塔は 5 回も焼けて、現存する塔は 1644 年に再建されたものを徳川家光が寄進しているのです。それから「内裏（御所）」も 20 回焼けています。「相国寺」も 20 回、「清水寺」も土砂崩れと合わせて 20 回ぐらいの自然災害を被っています。ほとんどのものがつぶれては造り替え、焼けては造り替えしているのです。

## ◇「やらずぶったくり」では恥ずかしい

### ●住民側からの文化遺産防災

阪神・淡路大震災をきっかけに、私は「文化遺産防災」の取り組みを始めました。官民学のうち、最初に始まったのは民からです。1997 年 10 月に「地震火災から文化財を守る協議会」を作りました。会長は先だって亡くなられた小松左京さん、副会長には瀬戸内寂聴さんと大震災当時に神戸大学長だった新野幸次郎さんにお願ひしました。さらに 2001 年 8 月に NPO 法人「災害から文化財を守る会」を設立し、防災シンポやフォーラムを開催する中で、冷泉家のご当主やお寺の管長、哲学者、小説家の杉本苑子さんや平岩弓枝さん、さらには映画監督の篠田正浩さんや滋賀県知事の嘉田由紀子さんなどといった多くの方々から基調講演として大変いい話をいただいております。学術の分野でも、立命館大学が国と予算を折半して、2003 年 7 月に「歴史都市防災研究センター」を設立し、私がセンター長として歴史都市の文化遺産を守るための様々な防災研究を行っています。

国にも積極的に働きかけたおかげで、2003 年 6 月には内閣府に「災害から文化遺産と地域をまもる検討委員会」が発足しました。国も文化遺産の防災の重要性を認識し、翌年まとめられた報告書の別紙には、防災基本計画などにおける文化遺産の防災対策の位置づけを強化し、関係省庁が各地での事業支援を行っていくべきことなどが明記されました。これを受けて国土交通省も、公園の地下に貯水槽を作ってもよいと制度を改めました。それ以前は、公園を維持管理するための必要最小限の水以外、蓄えることはできなかったのです。さらに 2008 年 4 月には内閣府や国土交通省、消防庁、文化庁による「重要文化財建造物の総合防災対策検討会」が設けられ、文化財の総合的な防災対策を促進するための方向性がまとめられました。

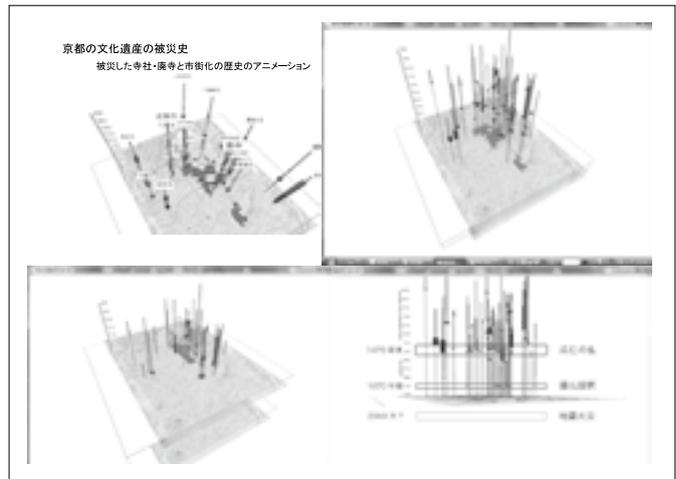


図-4 歴史的建造物の被災史  
-市街化と文化遺産の消亡のアニメーション

こうした私たちの活動には、陰ながら、地元の京都市が骨を折ってくれました。というのは、「災害から文化遺産と地域をまもる検討委員会」が発足後、地震後の火災から歴史的建造物を守るためのケーススタディの1つとして、京都市東山区の清水寺、産寧坂周辺から高台寺、八坂神社周辺にかけての地域で耐震型防火水槽を地下に作り、配水管を整備する事業が2006年度から5カ年計画で進められました。そもそもこの計画は、私たちのNPO法人「災害から文化財を守る会」と地元住民とが互いに膝を突き合わせて練ってきたもので、京都市に提示したところ、すんなりと受け入れてくれました。実際には京都市が陰で支えていましたけど。さらに京都市が国に予算陳情を行い、市と国の文化遺産防災対策事業として認められたのです。しかも5カ年の事業費約10億円のうち国が負担したのは初年度だけで、あとはすべて京都市が出しました。

申し上げたいのは、以前の事業ならば「国が自治体にしてあげた」と「自治体が住民にしてあげる」という流れでしたが、この場合は「地元住民やNPO法人が自治体を動かす」てから「自治体が国を動かす」という逆転の流れが実際に起こったことです。さらに、私たちのNPO法人のやっていることが「国の行政行為の末端の仕事だ」として、近畿地方整備局が資金援助してくれました。その金額の多寡ではなく、国が私たちの活動の面倒を見てくれたことが大きなことです。何しろ、コピー代すら自分たちの財布から出している状況に、国が「助けてやろう」というのですから。こうした新しい循環あるいは意識の改革が、この国で現実に起こっているのです。

### ●清水寺から八坂神社間の防災水利システム

この事業では、耐震型防火水槽1基が高台寺公園の地下に作られました。貯水量は1500トン。学校にある25mプール4、5杯分の水が公園の地下にたまっています。何十年に1回の地震だけで利用するのはもったいないので、通常の火災が起きたときに消防車が使えない消火栓も作ってあります。さらに地域住民が道路の打ち水や自分のところの庭でも利用できるようにと、手押しポンプも設けてあります。

この耐震型防火水槽の設置のために、高台寺の近くの京都市の防災公園に続いて清水寺が敷地の提供を申し出てくれました。その防火水槽の水は清水寺からは低いところにあるので、清水寺自身は使えないのですが、「それでもいいよ」とのことでした。清水寺に作られた防火水槽は付近一帯では一番高いところにあります。そこからの送水は重力に任せる自然流下です。ポンプを使うにしても電気が来なければいけないし、自家発電だってシャフトが少しでも曲がったら使えません。だから非常時には重力による自然流下が一番信用できる、プリミティブなものほど信用度が高いのです。延長約2kmにおよぶ配水管についても地震に強いポリエチレンパイプを使っています。ですから、清水寺から八坂神社に至る区間で火災が起こっても「守ってご覧にいれましょう」と、今では私たちも自信をもって言うことができます。この地域にある「八坂の塔」として知られる五重の塔では、すでにこのシステムの水で下から塔の上に向かって噴水のように水のカーテンで包むテストも行われました。

最後に、私たちが昨年10月に始めた「明日の京都 文化遺産プラットフォーム」についてお話しします。目的としたのは①古都京都の文化遺産を毀損することなく後世に継承すること②文化遺産に現代的な課題に応え得る価値を見出し、未来に向けてその存在意義を高めていくこと③百年先を見据え、新たに未来の文化遺産を創造すること、などです。そのために、5つの領域（文化遺産の保全と継承、文化遺産を災害から護り育てる、文化遺産に関する教育・研究と人材育成、京都の伝統文化の保存と活用、新たな文化遺産の創造）で様々な事業を展開してまいります。こうした趣旨に賛同していただける方であれば、府市民やボランティア、企業、観光客など、すべての方々に参加をオープンにしています。

### ●やらずぶったくりの日本人

こうしたことを始めた理由は、実はいつも考えていたことですが、京都の人に限らず現代の日本人は先人たちから文化遺産をもらっているが、将来の人のためには何もしていないのではないかという疑問があったからです。人から貰って人に与えない人間というのは、やらずぶったくりと言って、一番嫌な人間、絶対に友達にはしたくない人間です。私に言わせれば、現代の京都人、日本人はやらずぶったくりです。今から100年先、200年先の日本人から、21世紀の京都人、日本人は自分たちのことしか考えなかったのだと言われたら、恥ずかしくないですか。

例えば「平安神宮」は、1895年（明治28年）3月に平安建都1100年を記念して開かれた「内国勲業博覧会」の目玉、いわゆるパビリオンの1つとして、平安京建都（794年）当時の大内裏を一部縮小復元したものです。1000年以上の歴史ある「葵祭」（5月）、祇園祭（7月）とともに「京都三大祭」に数えられる「時代祭」（10月）も、その平安建都1100年記念で行われた行列であり、それを三大祭に入れているのです。いわば100年前の人々からもらっている祭りですね。

あるいは「琵琶湖疏水」にしても、100年前の人が作ってくれたから京都150万人の飲み水がこれで賄われているのです。100年前からの近代化遺産のおかげですね。まさに100年前の人たちが単なるアイデアではなく、現実的にこうしたことをやっていたのです。また、本願寺水道では京都市東山区蹴上から東本願寺までの区間で、土管ではなく鉄管をフランスから輸入してまで消防システムを作っているのです。今みたいに長さが6mもある鉄管ではなく、長さが60～70cmほどの短い鉄管を何千個とつないでいるのですよ。そうした後世に残るような事業は先頃、私たちが清水寺から八坂神社に至る防災事業を行うまで、やられて来なかったのです。実に100年間もです。

### ●明日の京都 文化遺産プラットフォーム

それで、我慢しかねて、いろんな講演の際に「将来の人たちに恥ずかしくないですか」と言い、かつ「将来のために何かを始めましょう」と言い続けていたら、京都で最も近づきにくい存在であると思いついていた京都仏教会から「自分たちも一緒にやりましょう」と申し出てくださったのです。そこで決心して、「文化遺産プラットフォーム」を2010年10月に結成して、会長にはユネスコ事務局長を10年間務められた松浦晃一郎さんに就いていただきました。その理事会のメンバーは京都の府知事や市長をはじめ、京都仏教界や神社庁、企業、社会奉仕団体、文化財関係団体、大学学長など各界を代表する方々です。京都在住ではありませんが、元々京都人である歌舞伎役者で人間国宝（重要無形文化財保持者）の坂田藤十郎さんもメンバーです。

こういう人々が集まって「世界遺産を考えよう」「大学人の役割は何か」「社会との連携や貢献は」などを論議し、さらに防災問題を含めた「文化遺産の危機管理」、文化遺産を若い30代、40代の人たちに自分たちの問題として考えてもらう「若人の会」など、6つの部会をつくりました。事業計画としては大規模なものは、まだある種の思いつきの段階ですが、フォーラムやシンポジウムは始まっています。

ここからは私の思いですが、例えば「京都盆地の100年計画」として「琵琶湖から新しく第三疎水を引いて来よう、そうでないと京都は丸焼けになるよ」などと言いついたら、今ならばきっと「何やお前は、気がふれたんと違うか」と言われますね。だけど、先ほど申し上げたように、100年前に琵琶湖疏水を実現した人がいるからこそ、京都市民150万人が助かっているのですよ。「笑い者にされるのを恐れてはダメなのだ」と私は思い、いろいろとウソみたいな話をしているのです。

こんなこともありました。平安建都1200年際では将来に遺すべき事業が見られないが、客観的にはどのように見られているかと思いついて、インターネットのウィキペディアで検索すると、平安建都1200年の記念事業として「JR京都駅の改修」「京都市営地下鉄東西線・二条駅～醍醐駅間の開業」（ともに1997年）と、書かれていました。でも、これらは自分たちの利便性の追求じゃないですか。100年前の人がやったのは平安神宮、時代祭といった人間の精神活動にかかわることでした。ところが、100年間のうちに京都の人、そして日本人は、精神活動にかかわることを忘れ去っているのです。これが恥ずかしくないことでしょうか。当時の京都市長にもある会合で直接申し上げました。「1200年祭をなさっているが、後世のために何か残しているのでしょうか」と。

### ●「羅城門」の復元を皆の手で

もう一つのアイデアは、1200年前にできた「羅生門」の復元です。でも、あまりにも分かりやす過ぎて、私たちの取り組み（文化遺産プラットフォーム）は「羅城門を復元するのが目的か」と矮小化されても困るので、公にはまだ言っていません。もう少しいろいろな事業が進んできたときにと考えているのです。その代わり「50年、100年かかってもいいから、後世の人々のために我々が今種をまこう」と言っているのです。奈良の平城京は、250億円をかけて今復元してもらっていますが（※）、やはり1300年祭のために国につくってもらっているのです。非難しているのではないですよ。しかし京都の場合は、将来の人々のために100円、1000円と集めながら、自分たちの手で羅城門を復元させたいのです。スペイン・バルセロナにある建造中の教会「サグラダ・ファミリア」のように、完成まで何年かかってもいいじゃないかと。

※文化庁の「特別史跡平城宮跡保存整備基本構想」に基づき、平城京遺跡の整備や建造物の復元が進められている。費用は全額国費負担。第一次大極殿（2010年竣工）・朱雀門（1998年竣工）・宮内省、東院庭園地区の復元が完了している。

そして羅城門が復元されたなら、京都に来た人にはまず、ここから入ってもらいます。京都の町が1200年前にできたことを頭に入れてもらい、金閣寺へ行く人がいれば「金閣寺は600年前、京都の歴史の真ん中ごろにできました」と説明するなど、時代感覚や歴史を意識しながら観光してもらおうのです。そのために、建設中でも羅城門の中央の一つの扉だけは開けておいて下さいねと、そんなことを今考えています。

## 米国の取り組み

### 米国国土安全保障省（U.S. Department of Homeland Security）に関する概要

独立行政法人科学技術振興機構  
広報ポータル部ポータル・広報戦略担当  
加藤 裕二

#### I はじめに

科学技術振興機構（JST）は、研究開発の現場（各研究機関や研究者）と政策立案者（文部科学省）の間にあって、両者を橋わたししている特徴を活かし、現場や社会から科学技術の問題を広く聴き、その情報をシンポジウムやインターネットなどで発信し、政策へ提言する「広聴活動」を行っている。

近年、事故や災害、感染症の拡大、食の安全への懸念、資源・エネルギーの逼迫などに関わる問題が多く発生しており、それらへの対策もなされてきた。しかし、2011年3月11日に発生した東日本大震災と原子力発電所の事故は、従来の対策のあり方や公的機関の機能、社会の安全に対する科学技術の貢献などについて、再考を迫るものとなった。

こうした事情を踏まえ JST では、平成 23 年度の広聴活動のテーマを「日本の安全と科学技術」と設定し、国家的危機に備えた国の役割、科学技術が寄与すべき（または寄与できる）課題や重要分野、社会と科学技術を繋ぐシステムなどについて、各分野の専門家の考え方や意見を聴取してきた。

この活動の一環として、先進的な米国の実情を取材した。本報告書は、筆者が米国国土安全保障省の職員らから聴取した情報をもとに、2012年2月時点で当該機関が公開している資料などを参考にまとめたものである。

#### II 米国国土安全保障省（U.S. Department of Homeland Security : DHS）について

米国国土安全保障省（以下、DHS）は連邦政府機関として、2002年11月に設立された。米国の領土と国民をテロ攻撃から守り、人為的な事故や自然災害に対応する責任を担っている。国防総省（U.S. Department of Defense）が海外での軍事行動を担当するのに対して、DHS は米国内や国境周辺を活動範囲としており、次の5つを基本的使命に掲げている<sup>\*1</sup>。

1. テロの防止とセキュリティ強化
2. 国境の安全管理
3. 米国移民法の執行と管理
4. サイバー空間（コンピュータ・ネットワークが作り出す仮想空間）の安全防護
5. 災害からの回復力確保

##### ●設立の経過

2001年9月11日に発生した同時多発テロによって、ジョージ W・ブッシュ大統領はテロや将来の攻撃に対応するため、10月8日に”国土安全保障”の包括的な国家戦略の取り組みを調整する「国土安全保障局（Office of Homeland Security : OHS）」をホワイトハウスに設け、ペンシルベニア州知事だったトム・リッジ氏を最初の局長として任命した<sup>\*2</sup>。2002年11月に「国土安全保障法（the Homeland Security Act）」案が米国上院本会議で可決され、大統領署名により成立した。この法に基づいて、OHS は省に格上げされ、DHS が同年11月25日に設立された。DHS の下には米国の安全保障に携わる 22 の部門が統合され、翌 2003 年 3 月 1 日から DHS としての本格的活動が開始された<sup>\*3</sup>。

その後 DHS は、竜巻や山林火災、ハリケーン（2005年の「カトリーナ」、2008年の「アイク」、2011年の「アイリーン」）などの自然災害に対応し、これらの経験を踏まえてたびたび組織の役割や体制が見直しされている。

##### ●「大統領政策指令 8 号」

DHS による国の安全保障に関わる取り組みは次政権にも引き継がれている。オバマ大統領は 2011 年 3 月 30

日に「大統領政策指令 8 号 (Presidential Policy Directive 8:PPD-8)」を発令し、災害 (テロリズム、サイバー攻撃、感染症の大流行、壊滅的な自然災害) に対する、強靱な国家を目指し、その為に行うべきことを示している。

PPD-8 には、政府機関だけでなく、地方自治体、民間・非営利機関、市民の全てが責任を分担し、テロや自然災害などに対する準備策を効率的かつ効果的に強化するための「国家準備目標 (National Preparedness Goal)」を作り、PPD-8 の発令後から DHS が何時までに何をしなければいけないかを明示している。具体的な項目を次に示す<sup>\*4</sup>。

- ・ 60 日以内に、「国家準備目標」を達成するための実施計画を大統領に提出し、担当部署の責任や行程表を決めること
- ・ 180 日以内に、DHS 長官は「国家準備目標」を大統領に提出すること
- ・ 240 日以内に、DHS 長官は「国家準備システム (National Preparedness System)」を構築し、内容を大統領に報告すること
- ・ 1 年以内に、DHS 長官は「国家準備目標」に基づいた進捗状況を大統領に報告すること
- ・ DHS 長官は政府予算の確保が間に合う時期までに、進捗状況を毎年報告すること

オバマ大統領の PPD-8 に基づき、DHS は 2011 年 9 月に「国家準備目標」の第 1 版を提出した。「予防 (Prevention)」「防備 (Protection)」「軽減 (Mitigation)」「対応 (Response)」「復興 (Recovery)」の 5 つを「国家準備目標」を達成するための任務としている<sup>\*5</sup>。これらの任務とは、以下の通りである。

予防 (Prevention)	テロの行為や脅威を予防、回避または阻止する
防備 (Protection)	大きな脅威や危険から市民、居住者、訪問者や資産を守り、国を繁栄させる
軽減 (Mitigation)	将来に発生する災害の影響を少なくし、生命や財産の損失を軽減する
対応 (Response)	救命対応を迅速に行い、財産や生活環境を守り、壊滅的な災害直後における人々の基本的ニーズを満たす
復興 (Recovery)	基幹設備、住宅、経済の復旧及び活性化を適切かつ重点的に行い、壊滅的な災害によって影響を受ける健康や文化、歴史や環境などの社会の骨組みを復興する

### ● DHS の体制

2010 年 2 月 3 日時点における DHS の組織図を図 1 に示す<sup>\*6</sup>。全ての部署名に対応する日本語訳は定まっていないが、本文において使用した日英対訳語は付録に示す。

DHS の設立によって 22 の連邦政府機関が再編され、運営の効率化が図られている (表 1)。<sup>\*7</sup>

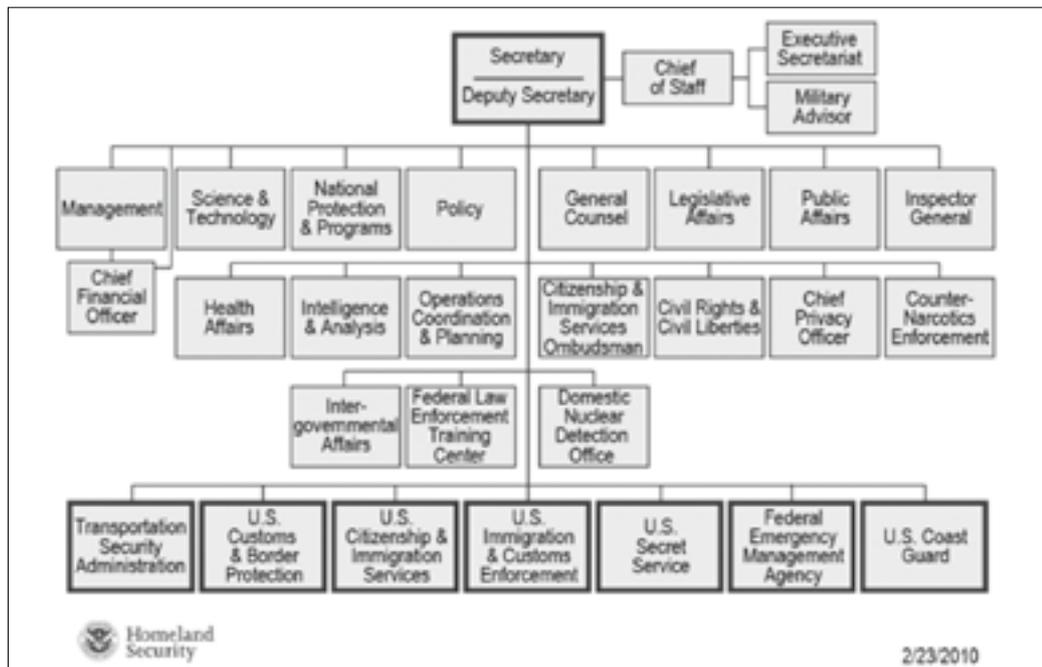


図 1 : DHS の組織図

表 1 : DHS に一元化された機関

	再編前の組織名 (所属省庁)	再編後 (DHS 内の名称)
1	税関局 (財務省)	・税関及び国境警備局 ・入国管理及び関税執行局
2	移民帰化局 (司法省)	・税関及び国境警備局 ・入国管理及び関税執行局 ・市民権及び移民局
3	連邦防護局	・国家防護プログラム局
4	運輸保安庁 (運輸省)	・運輸保安庁
5	連邦法執行訓練センター (財務省)	・連邦法執行訓練センター
6	動植物保険検査局の一部 (農務省)	・税関・国境警備局
7	国内対策室 (司法省)	・連邦緊急事態管理庁
8	連邦緊急事態管理庁 (連邦緊急事態管理庁)	・連邦緊急事態管理庁
9	戦略的備蓄及び災害医療システム (保険社会福祉省)	・2004年7月に保険社会福祉省に復帰
10	原子力事故対応チーム (エネルギー省)	・連邦緊急事態管理庁
11	国内緊急事態支援チーム (司法省)	・連邦緊急事態管理庁
12	国内準備対策室 (連邦捜査局)	・連邦緊急事態管理庁
13	CBRN 攻撃対策プログラム (エネルギー省)	・科学技術局
14	環境計測研究所 (エネルギー省)	・科学技術局
15	国立生物兵器防衛分析センター (国防総省)	・科学技術局
16	プラムアイランド動物検疫センター (農務省)	・科学技術局
17	連邦コンピューター事故対応センター (連邦調達局)	・国家防護プログラム局
18	国家通信システム (国防総省)	・国家防護プログラム局
19	国家社会基盤防護センター (連邦捜査局)	・オペレーション調整計画局 ・国家防護プログラム局
20	エネルギー安全保障プログラム (エネルギー省)	・国家防護プログラム局
21	沿岸警備隊 (運輸省)	・沿岸管理局
22	シークレットサービス (シークレットサービス)	・シークレットサービス

注：2002年の国土安全保障法によって設置された「国境及び運輸安全保障局」「緊急事態準備対応局」「情報分析及び社会基盤防護局」の業務は、2005年の再編までに廃止され他の機関に移管された。

### ● DHS の予算

DHS の 2012 年度（2011 年 10 月 1 日～2012 年 9 月 30 日）の総予算は 569 億 8345 万ドルで、80 円／1US ドル換算で、約 4.56 兆円に相当する。各部署の予算で最も大きいのは「税関及び国境警備局（USCBP）」の 118 億 4568 万ドルで総予算の 21%を占めている。次いで「沿岸管理局（USCG）」の 103 億 3855 万ドル（総予算の 18%）、補助金プログラム予算を含めた「連邦緊急事態管理庁（FEMA）」の 100 億 6310 万ドル（同 18%）、さらに「運輸保安庁（TSA）」の 81 億 1526 万ドル（同 14%）、「科学技術局」は 11 億 7643 万ドル（同 2%、約 941 億円）となっている<sup>※8</sup>。

## III DHS 職員からのヒアリング結果

### ◆ 大規模災害が発生した場合、最新の技術を現場に投入する仕組みや、それを担う機関があるか？

- ・DHS の科学技術局が情報収集の役割を担っており、災害の種類に応じて利用可能な機器や設備などのデータベースを用意している。それらの機器を実際に現場に投入するか、しないかの判断は「連邦緊急事態管理庁（Federal Emergency Management Agency : FEMA）」が行う。科学技術局は、FEMA からの求めに応じて情報の提供や助言を行う役割を担っている。
- ・科学技術部門では、例えば災害警報システムを作る場合、そのシステムがどのように機能するかという研究も行っている。ある地域でスマートフォンを利用した警報システムを構築しようとしたら、その地域の何割がスマートフォンを活用しているかなどの調査も行う。

### ◆ DHS の科学技術部門はどのようにして、大学や民間企業などと協力し、防災や災害の軽減に役立つ最新の科学技術の情報をデータベース化しているか？

- ・DHS は、大学や民間企業が参画している研究拠点（Center of Excellence: COE）を全米の 12 カ所に設け、災害対応に関する技術開発を連携して行っている。それらの連携を通じて最新技術の情報が得られるようになっていく。

### ◆ 災害対応時の指揮命令は、どのような仕組みになっているか？

- ・災害が発生した際には、まずは発生地域の現場、次に州政府、最後に連邦政府が対応する仕組み（National Incident Management System）が整っている。
- ・また、災害の規模や種類によって軽重はあるが、基本的に統合調整グループ（Unified Coordination Group : UCG）が設けられ、その下位に実働セクション、計画セクション、後方支援セクション、財政セクションが作られる。災害時における指揮命令システムも明確にされており、全ての情報が UCG に集められ、UCG を通じて指揮命令が出され、混乱が生じないようにしている。
- ・「大統領政策指令第 8 号（Presidential Policy Directive : PPD-8）」では、大規模災害が発生した際は官民が一体となって対応にあたるように指示されており、機関間や連邦・州・地方政府間におけるセクショナルリズム的な問題はみられない。連邦政府は指揮命令を出すのではなく、効率的な災害対応が行えるようにコーディネートする役割を担っている。
- ・災害を想定した練習を行うことが大切で、災害の発生時には指揮命令を待つまでもなく、自主的かつ迅速に行動できるように準備をしておくことが必要だ。DHC では災害のさまざまな種類や状況、規模などを仮定した訓練プログラムを実施しており、訓練には AT&T（電話会社）や HomeDepo（DIY の会社）などの民間機関も参加している。訓練を通じて問題点を明らかにし、実際の災害時対応にフィードバックすることが大切だ。

**◆ 大規模災害が発生した際、DHS はどのような役割を果たすのか？**

- ・ DHS は国内での災害に限られるが、「The National Response Framework (NRF)」<sup>※9</sup>によって対応の仕方や、対処行程が示されている。
- ・ 多くの災害は当該地域で対処されるが、連邦政府からの支援を要する場合は、州知事が要請する。しかし、DHS は大規模化しそうな災害や、急激な脅威を引き起こす可能性のある災害については、初期段階から自らの評価・判断によって対処できる権限も有している。
- ・ 連邦政府が担うべき緊急支援の内容は 15 項目あり、項目ごとに対応機関や部署が定められている。例えば、輸送・運輸に関することであれば「運輸省」、大規模対応・緊急支援・住宅供給に関することであれば「連邦緊急事態管理庁 (FEMA)」がコーディネーターとなる。
- ・ 被災現場の要求に応じて、必要な資金を迅速に調達できる仕組みもある。例えば、現場の消防署から電話で「何々の為に 1 億ドルが必要だから、資金を調達してほしい」との要請を受けた場合でも、FEMA の担当者が即チェックを切れる「災害時対応用の資金 (Mission Assignment)」が確保されている。この資金の特徴は、事後に書類手続きを行ってもよいという点にある。これは、ハリケーン・カトリーナ災害の経験を踏まえ、現場がより迅速な行動ができるようにと改善されたものだ。

**◆ DHS において、責任者や職員などの人事異動にともなう問題はあるか？**

- ・ そもそも米国には、日本の政府機関などに見られる定期的な人事ローテーションの仕組みはない。DHS でも責任者や職員が他部署に異動することがあっても、経験や専門性が考慮されており、全く経験のない人が新たに任用されることはない。
- ・ 新任者がその部署で求められる経験や能力に満たない場合は、研修や訓練を受ける必要があり、FEMA がそのために種々のトレーニングプログラムを設けている。(今回面会した女性職員も DHS の科学技術局の上級職に配属されたばかりだが、FEMA のいくつかのプログラムに参加しているとのこと)

**◆ 危機管理・対応時において、DHS が専門家を招集する仕組みはあるか？**

- ・ 災害対応の訓練や研修を受けた人など、これまでの経歴が分かる人材データがあり、災害対応時にはそのデータを利用して適材適所に人材を登用できる。公的機関に携わっていない人や地方の職員であっても、招集・任用できることになっている。

**◆ 公的資金を投入し研究開発された機器などが実用化されず、製品化されない場合はあるのか？その場合、機器開発などへの企業のインセンティブが低くならないか？**

- ・ 難しい問題であり、米国でも同様の課題を抱えている。地域の消防署などの機関が、政府の資金を利用して災害対策用に機器を整備できる制度があり、それによって購入した機器が実際に使用されなくても問題にはならない。技術移転については、8～24 か月以内の実用化を目指す支援プログラムもある。
- ・ 最新技術の情報流通には政府が仲介するというより、民間機関が介在している。例えば民間の会社が地域の消防署などに売り込みに行ったり、民間の会社が開催する展示会に公的機関も参加して、自ら情報を収集している。
- ・ 開発された機器などについては、州政府が購入する制度もあるが、これまで利用されたことはない。

## IV 米国の災害対応から学ぶべき主なポイント

1. 常なる改善	度重なる大規模な自然災害に対応して組織の見直しや体制の立て直しがされ、災害に対して強靱な国家を目指している。
2. 強い指導力	大統領の指示により、政府機関や自治体だけでなく、民間・非営利機関、市民の全てが責任を分担している。
3. 手引き書と訓練	災害時における各機関や責任者の役割や権限は明文化されている。その上で、防災の経験を積んだ専門職を常時確保し、FEMA が常に研修や訓練を行っている。
4. 人材・設備の把握	研修や研修を受けた人材のデータベースを完備し、災害時にはその人材を招集、任用できる。利用可能な最新の防災技術や機器、設備のデータベースを整備している。
6. 指揮命令	災害発生時には情報を収集し、総合的判断を行う部署が作られ、指揮命令に混乱を生じさせない仕組みになっている。
7. 柔軟性	被災現場で緊急に必要な資金は、FEMA が即決、調達できる。災害発生現場の機関が対応できないような災害は、自治体からの要請がなくても、連邦政府が直接動ける仕組みになっている。
8. 技術の普及	最新技術の情報や流通は、民間が中心になって防災機関に売り込み、普及を図っている。

### 参考文献など

- ※ 1 : 「The Core Missions」  
<http://www.dhs.gov/xabout/our-mission.shtm>
- ※ 2 : 「National Strategy for Homeland Security」  
Office of Homeland Security, July 2002
- ※ 3 : 「Creation of the Department of Homeland Security」  
[http://www.dhs.gov/xabout/history/gc\\_1297963906741.shtm](http://www.dhs.gov/xabout/history/gc_1297963906741.shtm)
- ※ 4 : 「Presidential Policy Directive/PPD-8」  
The White House, Washington, March 30, 2011
- ※ 5 : 「National Preparedness Goal」  
Department of Homeland Security, First Edition, September 2011
- ※ 6 : 「Organizational Chart」  
[http://www.dhs.gov/xabout/structure/editorial\\_0644.shtm](http://www.dhs.gov/xabout/structure/editorial_0644.shtm)
- ※ 7 : 「Who Became Part of the Department?」  
[http://www.dhs.gov/xabout/history/editorial\\_0133.shtm](http://www.dhs.gov/xabout/history/editorial_0133.shtm)
- ※ 8 : 「FY 2012 Budget-in-Brief」  
<http://www.dhs.gov/xabout/budget/dhs-budget.shtm>
- ※ 9 : 「National Response Framework」  
Department of Homeland Security, January 2008

### 付録：組織名などの日英訳語一覧（五十音順）

#### あ行

- 移民帰化局：Immigration and Naturalization Service (INS)
- 運輸省：Department of Transportation
- 運輸保安庁：Transportation Security Administration (TSA)
- エネルギー安全保障プログラム：Energy Security and Assurance Program
- エネルギー省：Department of Energy (DOE)
- 沿岸警備隊／沿岸警備局：U.S. Coast Guard (USCG)
- オペレーション調整計画局：Operations Coordination and Planning Directorate

**か行**

科学技術局：Science & Technology Directorate  
環境計測研究所：Environmental Measurements Laboratory  
緊急事態準備対応局：Emergency Preparedness and Response  
原子力事故対応チーム：Nuclear Incident Response Team  
国内緊急事態支援チーム：Domestic Emergency Support Teams  
国内準備対策室：National Domestic Preparedness Office  
国家社会基盤防護センター：National Infrastructure Protection Center (NIPC)  
国家通信システム：National Communications System (NCS)  
国家防護プログラム局：National Protection and Programs Directorate  
国境及び運輸安全保障局：Border and Transportation Security (BTS)  
国防総省：Department of Defense (DOD)  
国内対策室：Office for Domestic Preparedness (ODP)  
国立生物兵器防衛分析センター：National BW Defense Analysis Center

**さ行**

財務省：Department of Treasury  
司法省：Department of Justice (DOJ)  
シークレットサービス：U.S. Secret Service (USSS)  
CBRN 攻撃対策プログラム：CBRN Countermeasures Programs  
市民権及び移民局：U.S. Citizenship and Immigration Services (USCIS)  
情報分析及び社会基盤防護局：Information Analysis and Infrastructure Protection  
税関及び国境警備局：U.S. Customs and Border Protection (USCBP)  
税関局：U.S. Customs Service (USCS)  
戦略的備蓄及び災害医療システム：Strategic National Stockpile and the National Disaster Medical System

**た行**

動植物保険検査局：Animal and Plant Health Inspection Service

**な行**

入国管理及び関税執行局：U.S. Immigration and Customs Enforcement (USICE)  
農務省：Department of Agriculture (USDA)

**は行**

プラムアイランド動物検疫センター：Plum Island Animal Disease Center  
保険社会福祉省：Department of Health and Human Services (DHHS)

**ら行**

連邦緊急事態管理庁：Federal Emergency Management Agency (FEMA)  
連邦コンピューター事故対応センター：Federal Computer Incident Response Center  
連邦捜査局：Federal Bureau of Investigation (FBI)  
連邦調達局：General Services Administration (GSA)  
連邦法執行訓練センター：Federal Law Enforcement Training Center (FLET)  
連邦防護局：Federal Protective Service (FPS)

以上

# シンポジウムでのアンケートまとめ

## JSTシンポジウム 社会の安全保障と科学技術

### 特別講演

#### アメリカにおける社会の安全保障と科学技術

全米科学技術振興協会(AAAS)科学技術安全保障政策センター(CSTP)上級顧問  
ノーマン・ニューライター / Norman P. Neureiter



### 基調講演

#### 社会の安全保障と国・自治体の役割 ～東日本大震災の経験を踏まえて～

野村総合研究所顧問 元総務大臣 元岩手県知事  
増田 寛也



### パネルディスカッション

#### 様々な危機から社会の安全を実現するために

##### パネリスト

岩田 孝仁 (静岡県危機管理部 危機報道監)

柴田 明夫 (株式会社資源・食糧問題研究所 代表)

名和 利男 (株式会社サイバーディフェンス研究所 上席分析官)

倉田 毅 (国際医療福祉大学 教授)

多田 浩之 (みずほ情報総研株式会社 シニアマネージャー)

原田 幸明 (物質・材料研究機構 元素戦略統括グループ長)

##### コメンテーター

阿部 博之 (総合科学技術会議 前議員 / JST顧問)

##### モデレーター

古川 雅士 (JST広報ポータル部 / JST-PO)

※敬称略、50音順



# 2011 12.8 THU

会 期 : 2011年12月8日(木) 13:00~17:30  
主 催 : 独立行政法人科学技術振興機構(JST)  
会 場 : コクヨホール  
所 在 地 : 〒108-8710 東京都港区港南1-8-35  
定 員 : 305名  
参 加 費 : 無料(事前登録制)  
U R L : <http://www.event-info.com/jst-symposium/>  
※日英同時通訳付

 独立行政法人  
科学技術振興機構

JSTシンポジウムの提言案

日本社会への提言案

1. 国の存立や国民の健康などに関わるリスクを一元的に管理する機能を持つべきである
2. 突発的な危機に対して直ちに一元に対応する仕組みを整備すべきである
3. リスク管理や危機時の合理的な意志決定に科学技術的知識が不可欠であることを再認識すべきである
4. リスク管理や危機対応が、科学技術政策上の重要課題であることを再認識すべきである
5. 科学技術者や科学技術コミュニティのあり方を再点検すべきである

1 「リスクを一元管理する機能」について

リスク認識機能

- ◆ 国として認識すべきリスクの抽出
  - ・海外のリスクが日本に波及することも含めて
  - ・科学技術コミュニティとの連携
- ◆ リスク認識の共有
  - ・政府内、自治体、国民、産業界、ライブライン担当者

リスク管理機能

- ◆ リスク管理政策の立案
  - ・リスク管理ポートフォリオ、資源配分
  - ・リスク管理政策のPDCA、政策評価
- ◆ 政策実施の総指揮

危機対応の準備

- ◆ 体制の検討、必要な法整備、必要な情報の整備
- ◆ 自助、共助、公助の役割分担
- ◆ 危機対応策のストレステスト、平時からの訓練
- ◆ リスク対応人材の養成

2 「一元に対応する仕組み」について

- ・外部からの雑音を排除した一元的命令系統の速やかな確立
- ・情報収集システムの確立と情報の共有
  - ・政府、都道府県、自治体、地元住民、NPO、消防、警察、自衛隊
- ・支援部隊やボランティアなどの受け入れ・指揮
- ・国民に対する正確でタイムリーな情報発信
- ・必要な人材や専門家、資材などの調達とそのため予算権限
- ・危機の原因究明と再発防止策の立案

3 「合理的な意志決定に科学技術的知識が不可欠」について

- ・科学技術コミュニティと政治・行政の間で、リスク管理や危機対応に科学技術的知識が不可欠であるとの認識を再確認すべきである
- ・リスク管理政策などに専門家の科学技術知識を取り入れる仕組みを整備すべきである
- ・リスク管理政策などは科学技術コミュニティと連携し、専門知識の所在や重要な技術の所在を常に把握しておく仕組みを整備すべきである

4 「リスク管理や危機対応が科学技術政策上の重要課題」について

- ・第4期科学技術基本計画は「課題解決のため科学技術」に焦点をあてた。リスク管理や危機対応を、その重要課題として明確に位置づけるべきである
- ・リスク管理などの科学技術は社会に適用して初めて意味があることを、再認識すべきである
- ・リスクなどに関わる科学技術的知識を国や自治体、社会と共有することの重要性を、再認識すべきである
- ・失敗や災害から学び、その課題を研究開発にフィードバックすることが重要である
- ・未知の危機に対応するには「知の多様性」が必要であり、多様な研究者による多様な研究が欠かせないことを再認識すべきである
- ・リスク管理などにおける学術会議や学会の役割を再検討すべきである

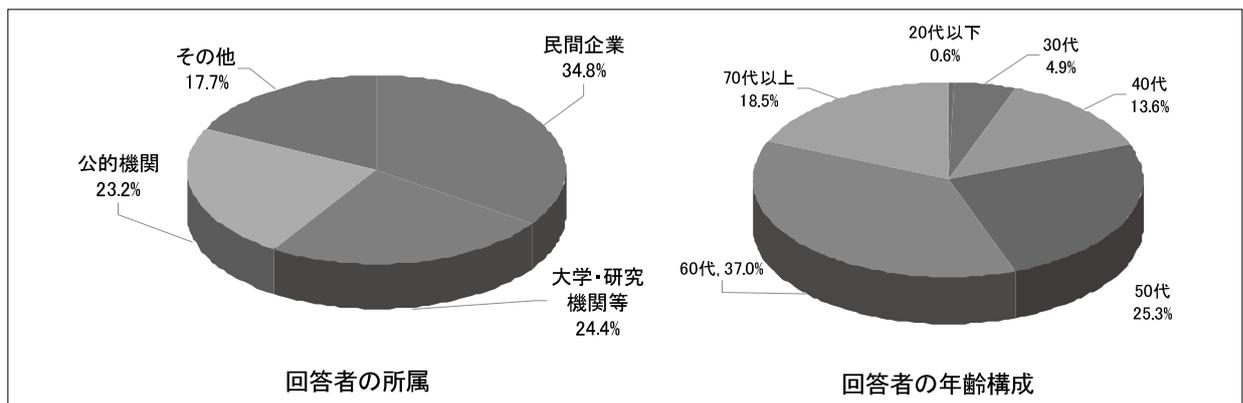
5 「科学技術者や科学技術コミュニティのあり方」について

- ・技術者や科学技術に携わる組織の倫理を重視すべきである
- ・科学的判断と政治的決断を峻別し、科学技術に携わる人や組織は科学技術的判断に専心すべきである
- ・論文だけを研究者評価の指標とせず、リスク対応などの実務も評価対象とすべきである
- ・危機時対応の技術は、ユーザである人や組織の特性との調和を重視すべきである
- ・消防、警察、自衛隊などとのネットワーク構築が必要である
- ・リスク管理などに関して海外アカデミーとの協力が必要である
- ・リスク管理などの地域に根ざした活動を支える拠点を地方大学に整備すべきである
- ・科学的知識や技術に対する過信を厳に戒めるべきである

## JST シンポジウムでの意見～来場者アンケートのまとめ

◆ JST シンポジウム「社会の安全保障と科学技術」  
12月8日（木）13：00～17：30 コクヨホール  
来場者 257人 アンケート回収 164人（回収率 64%）

〈回答者構成〉



## 提言（案）に対する意見

### ◇提言（案）について

- ・国として正しい認識を持ち、検討を深めることは大変重要だ。全体として賛同する。
- ・提言案5の「あり方を再点検すべきである」という表現ではなく、「あり方をこうすべきである」と具体的な内容がなければ役に立たない。
- ・国家は国民の生命、財産を守るためにある。提言案での問題点は原則性（知性）と柔軟性（行動）を分けるべきだ。実際の現場では、理屈やマニュアル通りには行かない。
- ・プレイヤー（アカデミア、産業界（メーカー、サービス業）、行政（国・地方）、市民…）ごとに、果たすべき役割を明確化した方が分かりやすい。
- ・提言内容は「短期の課題」と「中長期の課題」に分けるべきであり、「中長期の課題」を実現するために「短期的にどのようなアクションが必要になるか」を明確にすべきだ。
- ・スローガンとしての「安全・安心」を具体的なアクションプランに展開すること。市民にわかりやすく、正確に情報を伝達する仕組みの再構築を。
- ・現状を前提にした上で、具体的に「何ができるか」を考える必要がある。
- ・国の行政の方向性が全く見えない。“知財立国”は全く絵に描いた餅である。「提言（独立行政法人等）＝行政」の連携をさらに密にする必要性を感じる。
- ・結論はその通りだが、「いつまでに」（スケジュール）が欠けている。責任の明確化も必要だ。
- ・「自分の命は自分で守る」意識が国民一人一人にないと、科学技術に頼りすぎる“弱い日本社会”になる。
- ・JSTのような科学技術関連を主業務とする機関が、今回のテーマを議論するのでは範囲が狭すぎる。社会科学（政治、軍事、哲学などを含む）が主体となる必要がある。

### ◇リスク（危険）とクライシス（危機）について

- ・リスク対応はボーダーレスで行うべきだ。食、医、IT、素材などの、グローバルの動きとして欲しい。「主」が倒れた時に「副」がすぐ動ける仕組みが良いのでは。
- ・平時における「リスク管理の一元化」は、日本人の特性である「お上に委ねる」意識を助長しかねない。
- ・平常時・非常時に分けて、ヒエラルキー各段階での「為政者の権限と義務（責任）」を明示することだ。「指示待ち」は危機においてはありえない。
- ・日本の歴史文化に根差した提言にしないと実現は難しい。
- ・クライシス時に対応するのは Science よりも Technology だ。そのための専門家の育成、組織、制度設計が

必要だ。

- ・「顕在するリスク」「潜在する（見えない）リスク」はますます多様化する。多様なリスクには多様な手段、対策が必要だが、フィロソフィーは一本化する必要がある。
- ・「安全・安心」という言葉が油断を生み、危機感を希薄化する。リスク、危機を共有することが大切だ。
- ・①リスクにはいろいろと種類があり、非日常的なものでないことを前提にすべきだ。②日本の社会全体でリスクへの関心が希薄だ。③リスクとクライシスによって、対応（重要性、緊急性）が異なるべきだ。
- ・「突発的危機」と「長期的危機」（地球、人類など）に分けて考える必要がある。「長期的危機」は一元管理でなく、戦略そのもの（使命感）だ。危機をプラスに転じさせるのが政策である。

#### ◇組織・システムについて

- ・縦割りによる個別分離対応が中心であり、横断的な総括対応があまりにも遅れている。意識、方法論の両面からの改革が必要だ。
- ・行政機関において、社会の仕組みに合わない現状の摘出や対策、試案の提出して欲しい。
- ・縦割り、個別的ではなく、システムの取り組みが重要だ。
- ・独立した国家機関部局をつくるべきだ。日本は全般的に国防を含めた安全保障や、科学技術の利用体制が極めて弱い。大学の国防アレルギーを直すことも重要だ。防衛省内に大学関係者をメンバーに含む委員会を常設してはどうか。
- ・「分担」「代替」「交替」を組み込んだ“冗長性”のあるシステムが必要だ。一見「無駄」なことも、別の角度から見れば「有意性」に変わる。
- ・「現場」を反映するシステムとリーダーシップが求められる。
- ・国の在り方を、これまでの「老化」「体力の保全」の状況から、未来への「若さ」「変化」「向上」に方針を切り替える必要がある。
- ・「非常時モード」対応の超法規的体制づくりが急務だ。
- ・科学からみた、効果的な組織のあり方を考えて欲しい。
- ・実行力のある人間を発見し、権限を発揮できる単純明瞭な仕組みが必要だ。
- ・現場の専門家・経験者を優遇するシステムが必要だ。
- ・解決すべき課題の優先順位を決め、科学技術の学際的チームに実行権限を持たせて、超法規的に決定する。その予算措置をバックアップすること。
- ・緊急時における「公助」の政策シミュレーションが必要だ。
- ・科学技術情報の共有と、正しい情報の循環を促進するシステム（ハブ）を構築すべきだ。産業（社会）のイノベーションにおける“非平常性”についても、すべて同様な課題を共有していると思う。
- ・危機管理の専門家集団（組織）が必要だ。対象とするものによって、その集団（組織）は違ってくるだろう。
- ・米国のように強い枠組みと具体的な動きが早急に必要だ。

#### ◇科学技術システム、コミュニティについて

- ・日本の科学技術の研究のあり方、研究費の出し方などは、今のようであってはならない。もっと公的であるべきであり、特定の人達がいつも得をするようであってはならない。
- ・現在の日本国民は政府や科学者を信用していない。「どうやって信用・信頼を取り戻すか」を提言に含めなければ、結局は無意味だ。
- ・国民が真に信頼できる研究者、技術者などの専門家の位置付け、役割について明確に示して欲しい。政治や行政との関わりについてもふれて欲しい。
- ・国防（政策）と科学技術、国家基礎技術の指定を明確化すべきだ。
- ・科学技術自身が「焼け太り」になってはダメだ。今もらっているお金を有効に使うことから始めるべきだ。
- ・自然災害が「数千年に1回以下」の発生確率であっても、つねに被害を最小限に抑える方策が取られなければならない。発生頻度ごとの多段階の条件を設定するには、根本的な科学技術研究の取り組み方について、論議を高める必要がある。
- ・「社会の安全」については、これまで政治の比重が大き過ぎた。これからは科学技術との関係をいっそう認識すべきであり、科学技術関連により多くの投資も必要だ。
- ・科学者が水平的連携を取り、速やかに“対策組織”を立ち上げる日常訓練が必要だ。

- ・危機に対応する“科学の野戦病院”や“臨床の分かる科学者”を作っていくことが重要だ。
- ・“日本国防省”の科学技術をサポートするJSTのプログラムが必要だ。
- ・政治家に対する“科学技術の勉強会”を設けるのがよい。松下政経塾ならぬ“松下科技塾”をJSTがリードしてはどうか。
- ・科学技術サイドが「政治的判断に一切踏み込まない」のは、責任回避でないか。「応用できてナンボ」と考えるなら、政治的判断の一端に責任を持ってこそ、世の役に立つ科学技術になると思う。
- ・高齢者や障害者とその家族、女性、子供などの「弱者」をターゲットに、科学技術の果たす役割を認識することが重要だ。これまでの科学技術は“圧倒的多数”を対象に効率性を考え、取り組んできた。これからは「いかに個別的、きめ細かに対応できるか」が課題だ。
- ・我が国では、政策決定に必ずしも適切な専門家（科学者）が関与していない。その点を改善しなければ、有事に迅速な対応ができない。
- ・提言案5の「科学者は科学に専念すべきだ」の項目に違和感がある。科学的結論とそれに基づく判断の、両方を明確に区別して表明することが必要ではないか。
- ・「何のため、誰のための研究（科学）か」。専門家“ムラ”からの脱皮が大事であり、専門家が発言力を持つる社会をつくるのが課題だ。

#### ◇「一元的管理」について

- ・「一元的管理」はどこまで「一元化」か。「原子力のリスク管理」を一元化し、「津波のリスク」も一元化していたとしても、今回の震災のように、それらが複合的に起きた場合には、一元化できていなかったことが分かる。原子力や地震、疾病、経済、サイバーなどのすべてを理解し、問題が複合する場合も含めてリスクを管理できるような個人や組織は作れないと思う。
- ・「一元的管理」は管理の根本を間違えると“ドミノ倒し”的に失敗する（「SPEEDI」の非公表はその典型例）。一元的管理には反対だが、情報の共有は大切だ。
- ・「一元的」の言葉によって、間違いが生ずるのではないか。むしろ「多樣的」「多元化」の中で、現場主義も含めて、どのように管理していくかが大切だ。人材育成が最大のポイントになる。

#### ◇情報発信の仕組みについて

- ・政治家が（パフォーマンスとして）国民に説明するのではなく、科学者コミュニティが直接説明する仕組みを考えるべきだ。
- ・このような提言が一般国民に理解されるように伝達する必要がある。そのためにはマスコミに正しく伝わり、報道されるよう、まずはマスコミに情報発信することが重要だ。
- ・行政の情報提供（情報開示）は進んだが、普段から分かりやすい表現で一般国民に提示すべきだ。今のままでは「行政的な情報独占」だ。
- ・パネルディスカッションで示された「社会の危機」を、国民に繰り返し周知させることが必要だ。“知らされていない”状況が多すぎるように思う。
- ・「インフォームド・コンセント」の先は「インフォームド・チョイス（選択）」の実現だ。非常時に“不都合隠し”がないように、日常からのコミュニケーションが必要だ。
- ・①国民すべての科学・技術リテラシーを徹底的に向上させる。②サイエンスコミュニケーター（有資格者）を、全マスコミに生きた形で配置する。
- ・リスクはオープンにすることが第一、対策はその次だ。情報の統制はもちろん不可である。

#### ◇教育・育成について

- ・「不安をあおること」と「リスクを語ること」の分離が必要だ。そのために“リスク・リテラシー”を確立することが重要だ。
- ・「危機管理」は今後さらに重要になるので、初期教育から実施していくべきだ。企業、組織、社会単位でのリスクマネジメント教育と対応を実践していく必要がある。
- ・日本人はリスク認識が低いため、“安全・安心神話”を思い込んでしまう。今回の大震災による危機感が薄れる前に、リスクを認識する仕組みづくりが重要だ。
- ・社会が科学技術について考えることが重要だ。“楽しく考える仕組み”をつくる手助けが必要だ。

- ・科学技術の重要性を正しく認識できる人材育成が重要だ。「教育」面からの提言内容を含めてはどうか。
- ・国を富ますことや守ること、安全・安心に対して、文科系経営者が発想する「経済原則を優先させる従来路線」を変更すべきだ。

## 最も興味を持った内容

### ①ノーマン・ニューライター氏の特別講演について

- ・DHS（米国国土安全保障省）について、わが国も大いに参考にすべきだ。
- ・米国の組織立った、素早い取り組みから学ぶものは大きい。米国は様々な危機にたえず接しており、その対応の素早さはすごい。
- ・「resilience（回復力）」の言葉に可能性を感じた。いかに日本社会に組み込むかの視点の必要だ。
- ・危機対応の経験とその総合性に先進性を感じる。「管理」のレベルにとどまる日本と比べ、彼らのマネジメント力は脅威に思える。
- ・危機は人災そのものであることを、彼は示した。重大な危機は人災、福島原発事故も人災、津波に対処できなかったのも人災だ。
- ・メキシコ湾の原油流出事故（2010年）で、5人の科学者が専門家としての役割を果たしたことを、高く評価していたのが印象的だった。

### ②増田寛也氏の基調講演について

- ・緊急時の「超法規的対応の重視」に感銘した。
- ・今回の大震災における復旧スピードの遅さが気になっていた。その要因を分かりやすく話され、ある程度理解できた。
- ・「非常時と平時の切り分け」は参考になった。
- ・“中央の視点”が役立たなかったのが今回の大震災の教訓だ。岩手県での経験の話は重要だった。
- ・国政・県政の経験をもち、何よりも現場を熟知している彼が「大きな組織を動かす必要性」を訴えたことは良かった。
- ・被災地の現状と国レベルの動きが興味深かった。
- ・役人は超法規的な行動が「肌に合わない。気持ち悪く感じる」というのは面白い。だからこそ、緊急時モードの体制や仕組みが必要となるのだ。

### ③パネルディスカッションについて

- ・多くの分野からの具体的な話が良かった。
- ・サイバー攻撃など、国民がもっと現状を認識する必要がある。
- ・興味深い、踏み込んだ議論だった。さらに具体的な科学技術政策や研究の方向性について意見交換できれば良かった。
- ・いずれも有効な提案だった。啓蒙的内容が多く、「目から鱗」も幾つかあった。
- ・危機の多面性が改めて示され、緊張を強いられた。教育を含めて、公的機関は問題の重要性を大々的にPRしていく必要がある。
- ・「安全保障」が含む分野の広さを改めて知った。特に原発事故を受けて、食糧の安全性や食糧資源の安全確保、資源・エネルギー問題は人間が生きる上で不可欠であるにもかかわらず、科学技術プロジェクトの重点分野がそれらへの対策に沿ったものなのか、考えさせられた。
- ・危機管理はある程度の体験をしないと育成できない。海外で体験させるのも方法だ。
- ・危機対応の人材育成として「厳しい修羅場で育てよ」の意見には大賛成だ。
- ・危機対応に能力ある人材の発掘や育成にも科学の役割がある。
- ・現状の分析はよく理解できたが、対応策についての検討が全体的に少ない。しかしこれは政治の役割だ。

## 社会の安全の実現のため、科学技術に求められること

### ◇社会との関わり

- ・自然科学、技術だけでなく、社会科学の視点を持った取り組みが必要だ。
- ・通常と同レベル以上に、危機状況に対応できる様々な科学技術の貢献が必要不可欠だ。
- ・理系としての科学技術だけでなく、人文社会的な知見との連携もふまえた「人類知の活用」が必要だ。
- ・発達した科学技術、大規模化した科学こそが危機をもたらしている。科学のあり方を根本から見直す必要がある。
- ・個々の対象を有機的につなぐシステムティックな連携構築を一元的に示すことが重要だ。
- ・岩田氏の言う「命を助ける科学技術であれ」に集約される。有事に対応できる仕組みを整備することに科学技術の果たす役割は大きい。複雑・高度すぎて、それを扱える人がごく一部に限られては意味がない。分かりやすく、手の届きやすい「サービス」につなげることが大切だ。
- ・科学技術は万能ではない。しかし国民が等しく無関心であってはならない。科学・技術者の提言を尊重する社会であってほしい。
- ・日本は「知的な力」で生きる以外にはない。科学技術において、セキュリティ基盤をつくる役割も大きい。
- ・人的ネットワークの構築が重要だ。
- ・科学技術の成果もさることながら、基本的なものの考え方や、日ごろの研究で培われたクリティカル・シンキング（批判的思考）、論理的思考などが大いに役に立つはずだ。

### ◇情報発信について

- ・専門家は常に（平常時から）一般国民に分かる表現で、自分の専門領域と社会との関わりを説明することが必要だ。そうでないと非常時に発言できない。
- ・科学技術界が、社会へ発信する努力不足を真剣に考えるべきだ。
- ・科学者の正しい統一見解を早く、発表すべきだ。今回の原発・放射能の影響に関する情報の不統一さはひどすぎる。「正しく恐がり、正しい対策をとること」ができない。提言案も漠然としすぎて、そんな悠長なことを言っている場合ではない。
- ・一般の人やマスコミが専門知識なしに判断することが、いろいろな不便を招いている。
- ・メディアが編集しない、専門家が生の声で発信すべきだ。
- ・論理的なデータにもとづいた、説得のある（システムティックな）対応を、一般に広めることが重要だ。
- ・情報の「共有」と「制限」の基準が厳しい。情報量の多さと整理の簡潔化のバランスが大事だ。
- ・利益（社会の安全）を受けべき国民の「どの部分に、どのように、何を伝えるか」が大切だ。

### ◇科学技術のマネジメントについて

- ・科学技術はリスクを見える化し、リスクを抑制し、危険への対策を講じるために必要なツールだ。どの様にマネジメントするかが重要だ。
- ・科学技術を統制して一元的に適用する仕組みが必要だ。
- ・「科学技術」のハード面と、「どう行動すべきか」のソフト面を組み合わせることが重要だ。
- ・社会の安全の実現のために、科学技術は様々な対応やツールを提供してくれる。ただし、「安全への脅威」となりうることにも留意が必要だ。プラス・マイナス両面での見極めが重要だ。
- ・科学者（チーム）が役割（予知、未然防止）を果たせる環境整備と、果たしているか国民目線で検証する場を作ることが必要だ。
- ・大切なのは「どういう技術を創造していくか」という理念だ。
- ・どんな種類の安全保障でも、議論の基にはきちんとした数字が必要だ。そうした数字に基づく議論ができるようにするのが、科学技術の役割の1つだ。
- ・科学技術には常に「明」「暗」がある。過度な過信は禁物であり、着実な前進を望みたい。

### ◇政策との関わりについて

- ・科学技術はきわめて重要だが「政策」とリンクしなければ意味がない。だから「政策」をどうするのかも同時に議論して欲しい。また、「科学技術政策」の表現も「危機対応政策」や「安全保障政策」などと鮮明化

した方がよい。

- ・ たて割り行政への対応として「マトリクス行政」が必要だ。
- ・ 政治・行政が的確な施策を打ち出し、実行すべきだ。いくら優れた科学技術があっても、効果を発揮できない。
- ・ 国家的統一的なコンセプトから、「いつまでに、何が必要か」を明確にする枠組みが必要だ。それによって科学技術も何をすべきかを明確にすべきだ。
- ・ 公助、共助のあり方を支える法制度にも、科学技術の知見をより多く導入すべきだ。
- ・ 科学技術を人間性、道徳性をもって人民のため、社会安全のために実現するように、政府を動かすキッカケとしてもらいたい。
- ・ 科学技術も政治も「経済」の中に位置付け、地球サイズでの発言力をデザインにすべきではないのか。「経済」とは生活持続力である。
- ・ 地球規模の安全保障は、科学技術なしにはありえない。日本がその先駆的役割を果たすべきだ。

## その他コメント

- ・ 技術が専門分化する中で、技術を俯瞰的に捉えて解決策を提案できるエンジニアを育てていくことが重要だ。
- ・ 今後のシンポには自衛隊、警察、消防からの参加者も含めるべきだ。
- ・ 科学技術の立場から「何が出来ていなかったのか」、自ら反省することから始めるべきだ。
- ・ 科学者（各分野の専門家）は危機が起きる前に予知予測して、速やかに分かりやすく論理的に、国民や政府にメッセージを出すことが大切だ。それが真の科学者（専門家）だ。発生した後の対応・処置は、科学者が主導しなくても、アドバイザーで充分だと思う。
- ・ 科学者は先見性をもっている。危機を未然に防止することが科学者の使命であり、これができれば実際に発生しても被害は軽微になりうる。

独立行政法人科学技術振興機構 広報ポータル部

〒102-8666

東京都千代田区四番町 5 番地 3 サイエンスプラザ

電 話 03-5214-8404

ファックス 03-5214-8432

<http://www.jst.go.jp/>

許可無く複写 / 複製することを禁じます。  
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。