

リスク情報専門誌

2014
AUTUMN

ISSN 0910-4208

一般社団法人 日本損害保険協会

そんぽ
予防時報

vol. 259

●古代日本の災害リスク

【吉野正敏】

●太陽光発電設備の防火安全対策

【大宮喜文】

●IPCC第5次評価報告書

—影響・適応・脆弱性—について

【原澤英夫】

●交通事故統計について

【西田 泰】

●品質管理再考

—附属書SLの意味するもの—

【中條武志】

●工学システムの社会安全目標

【野口和彦】



防災基礎講座

P8

太陽光発電設備の防火安全対策

大宮 喜文 東京理科大学理工学部建築学科 教授

建築物への太陽光発電設備の設置が進んでいる。太陽光発電設備は、太陽光を受ける太陽電池モジュールやそれを繋ぐ配線などで構成されるが、設置方法によっては建築物の消防活動に対する障害も危惧される。

これまでに、残火処理中に消防隊員が感電するケースも報告され

ており、太陽光発電設備を設置した建築物の防火安全性や、消防隊の消防活動中の危険防止対策の検討が必要である。

そこで、東京消防庁の平成25年度「太陽光発電設備に係る防火安全対策検討部会」において検討された結果を参考に、太陽光発電設備の防火安全対策などについて紹介する。

論考①

P12

IPCC第5次評価報告書 —影響・適応・脆弱性— について

原澤 英夫 独立行政法人国立環境研究所 理事

2014年4月、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第38回総会及び第2作業部会第10回会合が横浜で開催された。今回承認された第2作業部会の第5次評価報告書(AR5)は、気候変動の影響・適応・脆弱性を取り扱うもので、第1作業部会AR5につづく2番目の報告書である。次いで、第3作業部会AR5の審議も承認され、それらの統合報告書も10月に開催される第40回総会で承認され、すぐに公表されることから、第20回気候変動枠組条約締約国会議

(COP20)の議論に大いに影響を与えることは確かである。

IPCCの第5次評価報告書は、東日本大震災後に薄れつつあった人々の地球温暖化に対する関心呼び戻すとともに、今行動が必要であることをあらためて訴えかけている。今後必要になる自治体、企業、地域住民などの多様な主体の関与や役割分担を考え、行動するために、AR5についてその内容を整理する。

論考②

P18

交通事故統計について

西田 泰 公益財団法人交通事故総合分析センター研究部 特別研究員兼研究第一課長

我が国の交通事故統計データでは、1件の交通事故に対して100を超える項目が収集されている。それらの項目を組み合わせることで、交通事故の要因や対策に関するヒントを得ることができる。また、他の統計データと組み合わせることで、さらに多くの知見を与えてくれる。

今回は、そのような観点から交通事故統計について筆者が感じてきたことをもとに、「24時間死者と30日死者」、「事故件数、死者数及び死傷者数」、「交通事故の規模・量に関わる要因」、「交通事故情勢の推移」、「人口の高齢化」などの切り口から交通事故統計について紹介する。

このページでは、今号に掲載している記事の概要をご紹介します。本誌は201号以降のバックナンバーを含め、当協会ホームページ(※)でご覧いただけます。

ホームページからは、予防時報へのご意見・ご感想もお寄せいただけますので、ぜひご利用ください。
※<http://www.sonpo.or.jp/archive/publish/bousai/0004.html>

バックナンバーをご覧になる方のために、記事のタイトル・執筆者名等を整理した早見表を掲載しました。
※http://www.sonpo.or.jp/archive/publish/bousai/jiho/naiyo/theme_01.html

論考③ ————— P24

品質管理再考 — 附属書SLの意味するもの —

中條 武志 中央大学理工学部経営システム工学科 教授

1980年代の後半、製品・サービスの取引のグローバル化を背景に、品質管理に関する国際規格ISO9001が制定された。さらに、その考え方・方法は、品質管理の分野だけに留まらず、環境マネジメント、情報セキュリティ、食品安全、エネルギーマネジメント、道路交通安全、労働衛生など多くの分野に応用されている。
ところが、これら認証された組織が重大な事故・トラブルを起

し、顧客や社会の信頼感を脅かすことがしばしば起きている。

本稿では、多くのMS (Management System) 認証の元になっているQMS認証を例に取り上げ、附属書SLによる複数のMS規格の要求事項の共通化、ISO9001の要求事項の改定など、MS認証の信頼感を高めるために行われている活動について概括し、今後目指すべき方向について論じる。

論考④ ————— P30

工学システムの社会安全目標

野口 和彦 横浜国立大学 環境情報研究院 教授 / 本誌編集委員

工学システムは、高度化するにつれてその安全の確保が社会の重要な要求となってきた。そして、工学システムの安全に関わる多くの研究開発がなされ、社会的には、安全規制に関する検討も進み、工学システムの開発・運用に関する安全性は向上してきた。

しかし、その検討は、これまでの再発防止という経験に基づく対応に加え、経験の無い事故をも防ぐ未然防止策を向上させることが重要となってきた。

日本学術会議において、第20期から「工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会」が設置され、工学システムの安全についての議論が進められた。そして、安全目標をさらに深く検討するため、第22期から分科会内に「安全目標のガイドライン検討小委員会」が設置され、安全目標の考え方が検討された。

本稿では、その小委員会で検討され分科会で承認された工学システムの社会安全目標の内容を紹介する。

その他の主な記事

●防災言 ————— P5

住宅火災の死者低減に向けて

村上 研一 (東京消防庁 予防部長 / 本誌編集委員)

●ずいひつ ————— P6

古代日本の災害リスク

吉野 正敏 (筑波大学 名誉教授)

●絵図解説 ————— P38

1858年飛越地震

伊藤 和明 (防災情報機構NPO法人 会長)

/ 立山カルデラ砂防博物館 アドバイザー)

●災害メモ ————— P39

広島市で土砂崩れ

8月20日未明に、広島市安佐北区、安佐南区において複数箇所です砂崩れが発生し、死者54人、行方不明者28人、負傷者43人の人的被害の他、家屋の被害は、全壊19棟、半壊37棟、一部破損47棟、床上浸水69棟、床下浸水178棟となった（8月25日現在）。

安佐北区可部東六丁目の住宅崩壊現場では、住民の避難誘導中の消防職員が、土砂の再崩落に巻き込まれ死亡した。

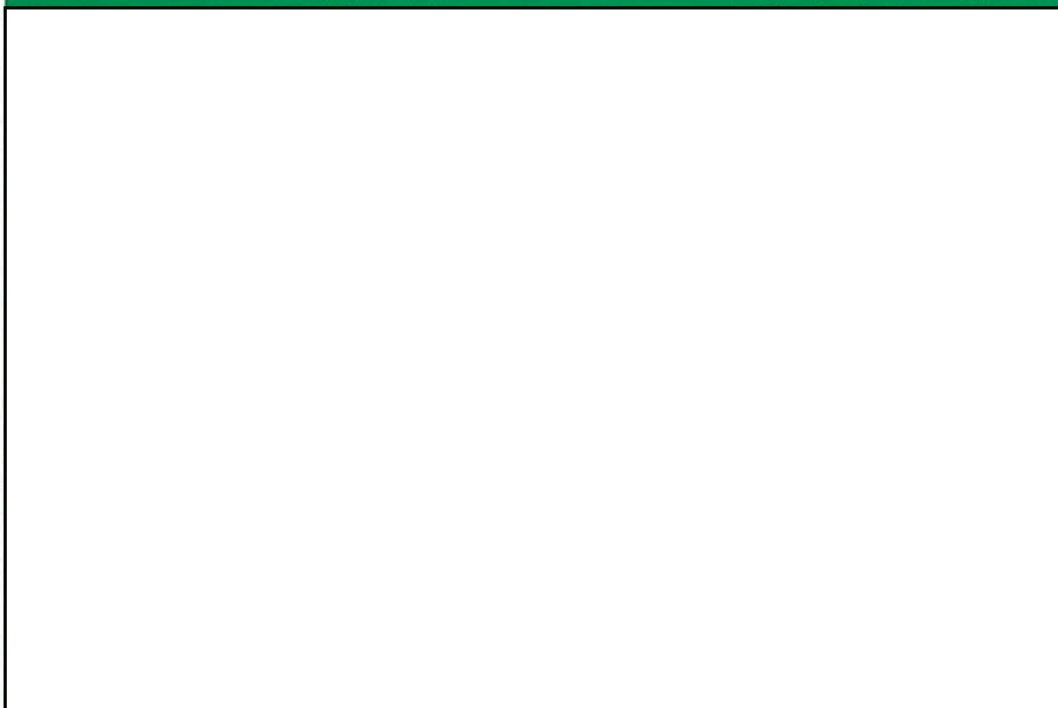
気象庁によると、前線が日本付近に停滞し、日本付近への暖かく非常に湿った空気の流れ込みが継続した影響で、19日夜から20日明け方にかけて、広島県広島市を中心に猛烈な雨となり、1時間降水量、3時間降水量、24時間降水量の値が観測史上1位の値を更新した。なお、7月30日から発生した豪雨について、「平成26年8月豪雨」と命名した。

写真は、大雨による土砂崩れで、泥で埋まる市街地。



台湾高雄市でガス爆発

8月1日0時頃、台湾の高雄市中心部に位置する市街地で、2～3kmにわたる広範囲の複数個所で爆発が起き、25人が死亡、267人が負傷した（8月1日現在）。



前夜からガス漏れの通報があったため、消防局などが対応に当たっていたが、現場道路の地下にはプラスチック原料となる可燃性のプロピレンガスのパイプラインが通っており、高雄市環境保護局は事故原因をパイプラインからのプロピレンの流出によるものと発表した。

写真は大規模ガス爆発の高雄市の様子。

住宅火災の死者低減に向けて



東京消防庁管内の住宅火災による死者は住宅用火災警報器の普及などに伴い、低減傾向にはあるものの、毎年80人前後の方が亡くなっており、その6割以上が高齢者という状況である。

住宅火災統計がある1997年以降のデータで死者が発生した出火原因をみると、たばこが毎年1位であり、2位以下は年により順位が変わるものの、合計では1位たばこ、2位ストーブ、3位コンロとなる。

出火原因別死者発生率（死者数／火災件数）は死者が発生しやすい出火原因を如実に表しており、たばこ7.7%、ストーブ7.1%が高いのに対し、コンロ1.4%、放火1.3%であり、死者を低減するには、たばこやストーブの対策が重要なことが分かる。また、コンロやストーブが原因の火災では、死者のうち高齢者の占める割合が高く、高齢者死者低減にはその対策も重要である。

東京消防庁では過去5年（2008年から2012年）の死者が発生した住宅火災を詳細に分析しており、その結果から傾向と対策を考えてみる。

「たばこ」を原因とする火災では80%が男性で、73%が出火時一人であり、着火物の50%が布団類である。一人暮らしの男性が寝具上で喫煙していた状況が伺え、対象を絞った広報や防災寝具の普及が対策として効果的と考えられる。

「ストーブ」では、82%が高齢者で衣類、布団等への着火が70%、種別では67%が電気ストーブとなっており、衣類などに火がついた高齢者が逃げられていない状況が伺え、高齢者への安全使用の徹底や、電気ストーブの安全対策の検討が必要である。

「コンロ」の火災といえば、揚げ物をしている途中に目を離し出火するイメージがあるが、経過をみると放置して燃えたのは2割弱にすぎず、半数以上が周りの可燃物への接炎などである。興味深いのは、それぞれ2割強を占める電気コンロとカセットコンロで、多くが居室で使われており、高齢者の比率が高いことである。高齢者がこたつや座卓上でコンロを使用し、周りの物に火がついた可能性が伺え、コンロを移動して使用する際の安全対策の徹底が望まれる。

このように火災の死者低減には、火災データの分析が重要であり、今後、正確性を高め、関係する機関や地域の方々の協力を得て、より具体的な対策に取り組んでいきたい。

防災言

むらかみ けんいち
村上 研一

東京消防庁 予防部長／本誌編集委員

古代日本の災害リスク

筑波大学 名誉教授
よしの まさとし
吉野 正敏

伊勢と出雲

伊勢神宮と出雲大社を対比した論考が、歴史学・神話学・宗教学などの立場から最近活発に発表されている。伊勢神宮も出雲大社も、日本人の心の“ふるさと”でもあり、深層に潜む基盤に関わるものであることは間違いない。また、それぞれを中心にして、独立した歴史・文化を形成し、地域的な経済的発展もしてきた。このようなことは、日本では小学校以来教えられている。

しかし、災害科学の立場からの発言は、これまで聞いたことがないので、少し述べておきたい。『伊勢は日出る国であり、日本の昼を司る国である。出雲は日沈む国であり、日本の夜を司る国である』という捉え方は神話時代からあった。神話構成の一つの妙であったかも知れない。

私はここで、『出雲と伊勢における異常気象発生 の非並行性』の効果をまず指摘したい。すなわち、梅雨・台風・春夏の干ばつ・冬の季節風などによる災害は出雲でも、伊勢でも発生するが、同じ年に発生することは、現在の気候学・気象学の知識からいって、古代においてもほとんどありえない。

律令国家の中心としての大和政権にとって、自然災害のリスクは小さいほうがもちろんよい。上記の梅雨前線活動や台風来襲時の豪雨・洪水・浸水・斜面崩壊・土石流などによる災害、強い日照り・干ばつによる農業生産の悪化、冬の強く冷たい季節風による海上交通の阻害などが、地域の農・林・水産の生

業に大きな被害をもたらした。また、住んでいる家々を破壊し、交通を遮断して集落を孤立させ、さらに悪環境・非衛生を助長して人びとの生活そのものを脅かした。

出雲と伊勢が同じ年に同時にこのような災害に会うか否かは大きな問題である。その発生 の年々変動の非並行性が、両方の国の経済活動にかかわる大和の中央政権の基盤の年々変動を小さくさせる。これが権力維持のリスクにプラスの効果をもたらした第1のファクターであったと私は考える。

日本の気候を地域区分する研究は幾つかあるが、そのどれをみても、日本はまず太平洋側の気候地域と日本海側の気候地域に大区分される。四季の到来とその特徴、台風や梅雨の季節とその内容、冬の降雪や積雪の強弱や期間など、この二つの気候地域の気候内容は対象的で大きな差がある。そして重要なことは、伊勢と出雲はそれぞれの気候地域の代表的な気候をもつ地点である。これは日本列島の気候による災害リスクを最もよい代表地点で捉えていたことになる。これが第2のファクターである。

そして第3に重要なファクターは、大和(奈良盆地)の位置である。大和は出雲と伊勢の中間で両者から最も近い地点にある。しかし、どちらの気候地域にも属さず、影響もほとんどない。この面からみれば最良の位置にある。

以上の三つのファクターからみて、出雲と伊勢は大和政権のリスク軽減にとって最

良の国々であった。気候条件からみて、気候災害リスクを軽減する考え方が古代からあったと私は言いたい。その証拠、いわば伊勢のリスク・アセスメントを行った証拠は次のとおりである。

伊勢の皇大神宮（内宮）は、三種の神器の一つ、八咫鏡（やたのかがみ）を祀っている。垂仁天皇のとき、よい宮地を求めて天照大神（あまてらすおおみかみ）と皇女倭姫命（やまとひめのみこと）は各地を廻り、伊勢に到達したとき、天照大神は『この国に居たいと思う』と告げ伊勢の五十鈴川の上流を選んだ。

今日の言葉でいえば、移転先選定のため、環境アセスメントを入念に行ったことになる。そのアセスメント・グループは大和を出て、今日の名古屋付近から伊勢湾岸地方を南下して伊勢に至るまで、各地でアセスメントを行った結果、伊勢を選んだ。こうして伊勢に鎮座し、伊勢土着の神である猿田彦（さるたひこ）大神を吸収した。この猿田彦は南方文化の象徴であるともいわれ、朝鮮半島の東岸から海流に乗ってやってきた出雲文化の源とは明らかに別系統である。また、出雲と大和の気候災害リスクの差を知っていたから、大和と伊勢の気候災害リスクの差も想定し、判定基準に考慮しえたのではなかろうか。猿田彦は南方からやってきてこの地方を治める国神（地の神）になっていたが、これを吸収することは地元との関係確立にも好都合であったと思われる。要するに、中央政府からやってきたアセスメント・グループを、その地域の長が案内し、わが勢力範囲の土地にプロジェクトを招致することに成功したという図版の原型である。「日本書記」や「風土記」

に伊勢神宮はよくでてくる。“これが書かれた時代、すでに上記の3ファクターを持つ気候災害リスクの捉え方が、識者の間に確立していた”と私には思える。

風神・雷神

風神・雷神の屏風絵・像を日本人はことのほか受け入れる。いま、美術史的由来や価値を述べる紙面の余裕はないが、災害リスクから考えてみたい。

これまでの研究結果では、神話時代の風神・雷神はそれぞれ特性が異なり、司る現象が異なる。日本人の心象として出てくる順位、いいかえればインパクトが強い方、災害リスクの高い方は風神すなわち風で、雷神すなわち雷は2位である。しかし今では、1対または1組となっているが、神話時代には風神と雷神は個々に独立していた。もちろん風神像にヨーロッパあるいはインドの影響はなかった。

平安時代になって風神像と雷神像は日本に1対となって中国からやってきた。風神像は地中海地方を起源とし、雷神像はインドガンダーラを起源とし、仏教彫刻に取り入れられ中国に入ったものである。これが日本に仏教とともに朝鮮半島を経由して伝わった。

神話時代・古代以来、風神・雷神は日本人の心の中の像であって、仏教伝来以降の現実的あるいは可視的な像の形成に必ずしも繋がらなかった。したがって、江戸時代以降、昨今の日本において完成した風神・雷神は、風や雷のリスクと無関係である。

太陽光発電設備の 防火安全対策

おおみや よしふみ
大宮 喜文 東京理科大学理工学部建築学科 教授

1. はじめに

地球環境の観点から温暖化などの課題の解決に向け、種々の対策とともに、エネルギー利用に対しても検討が行われている。中でも、太陽光、太陽熱、風力、水力、バイオマスなどの再生可能エネルギーは注目され、国内で調達できる安定供給可能なエネルギーとして、国レベルでの普及策も実施されている。そのような社会的動向も後押しし、建築物への太陽光発電設備の設置が進んでいる(図1)。

太陽光発電設備は、太陽光を受ける太陽電池モジュールやそれを繋ぐ配線などで構成されるが、それらの設置方法は多様であり、設置方法によっては建築物の消防活動に対する障害も危惧される。これまでに、残火処理中に消防隊員が感電するケースも報告されており、太陽光発電設備を設置した建築物の防火安全性や、消防隊の消防活動中の危険防止対策の検討が必要である。本稿では、東京消防庁の平成25年度「太陽光発電設備に係る防火安全対策検

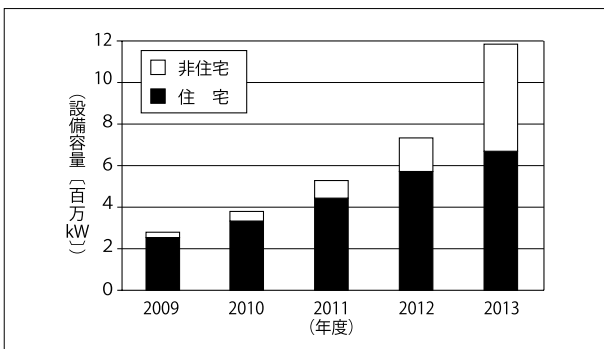


図1 国内における太陽光発電導入設備容量

討部会」において検討された結果を参考に、太陽光発電設備の防火安全対策などについて紹介する¹⁾。

2. 太陽光発電設備の構成と防火安全上の課題

太陽光発電設備は、建築物に設置される場合、太陽電池モジュール、接続箱、パワーコンディショナー、配線などで構成される(図2)。

太陽電池モジュール(以降「PVモジュール」と呼ぶ)は、複数の太陽電池セルで構成され、太陽の光エネルギーを電気に変換する装置である。PVモジュールを構成する太陽電池の素材には、シリコン系(結晶系、薄膜系)や化合物半導体系(CIS系)が普及している。PVモジュールの表面材には耐候性が高い材料を使用し、太陽電池セルは、樹脂製接着材などで

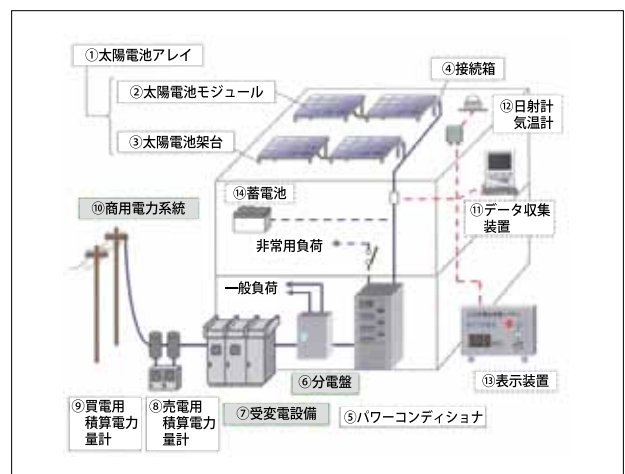


図2 太陽光発電設備の構成²⁾

固定化されている。現在、PV モジュールの建築物への設置方法は、屋根置き型、壁設置型など多種多様であるため、PV モジュールが延焼媒体となる可能性や消防活動への障害などが危惧される。

パワーコンディショナーは、PV モジュールで発生した直流電力を交流電力に変換する役割を担っている。接続箱は、PV モジュールからの複数の配線をまとめ、パワーコンディショナーに接続するためのユニットである。消防活動時に、建築物の交流電力を止めても、PV モジュールからパワーコンディショナーまでの部分の直流電力は、太陽光が PV モジュールにあたっている間発生するため、その部分で感電する危険性がある（後述図8）。

3. 太陽光発電設備の火災事例

太陽光発電設備に関する火災の事例として、接続箱、パワーコンディショナーからの出火が報告されている。東京消防庁管内における出火原因として、パワーコンディショナー内の配線接続部の接触過熱、パワーコンディショナー内に雨漏りの雨水が入り基盤上でトラッキング、施工中の誤配線により発生した短絡による出火などの例が見られる。

4. 太陽光発電設備の火災実験

これまで PV モジュールからの出火事例は少なく、火災危険は比較的小さいとされている。しかし、PV モジュールには微量の可燃物が含まれているため、他所からの火災により強い加熱を受けた場合、PV モジュールが延焼媒体となる可能性は否定できない。そこで、東京消防庁「太陽光発電設備に係る防火安全対策検討部会」では、PV モジュールの裏面を加熱した場合の燃焼性状の検証実験を実施し、その防火安全性を検討した。実験の主な検証項目は以下の通りである。

- ① 他所で火災が生じた場合に、PV モジュールが延焼媒体となる危険性
- ② PV モジュール自身の燃焼が、周囲の設備へ与える影響

(1) 実験装置

PV モジュールの自己燃焼性状および延焼拡大性状を検証するため、図3の装置を設定した（写真1）。火源は都市ガスを燃料としたガスバーナーとし、PV モジュールの裏面中心部に炎があたる構成となっている。PV モジュールの設置角度は、東京都内で最も発電効率が高いとされる 33° とした。

(2) 測定項目

PV モジュールの燃焼温度、周囲への熱的影響等について、熱電対、熱流束計、IR カメラ等を使用して測定を行った。

(3) 火源

以下3種類の火炎を想定した（図4）。

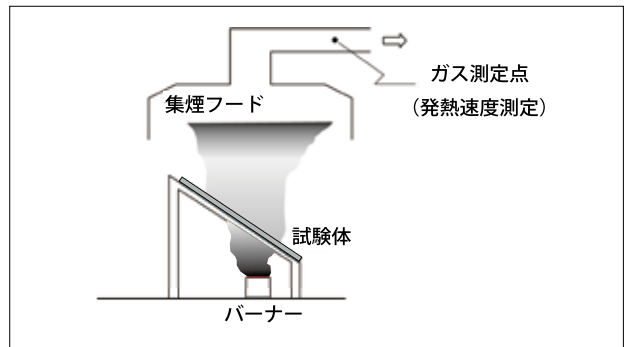


図3 実験装置の概要



写真1 実験装置（左：正面、右：側面）

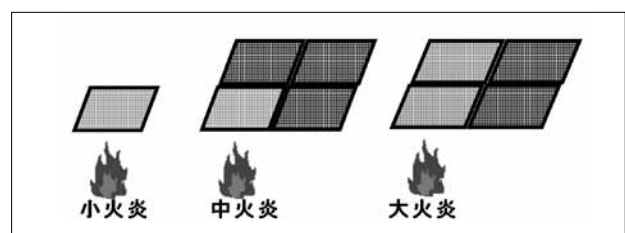


図4 想定した火炎

- (ア) 小火炎：点検整備中に持ち込まれる可燃物、くずかご程度の可燃物の燃焼を想定。平均火炎高さ（伸縮する火炎の平均的な高さ）がちょうど PV モジュール裏面程度となる（加熱出力 75kW）。
- (イ) 中火炎：屋上に設置される小規模な設備の燃焼を想定（空調室外機など）。PV モジュール1枚に火炎が行きわたる（加熱出力 150kW）。
- (ウ) 大火炎：屋上塔屋など、建物内で火災が生じ、開口部からの噴出火炎などが接炎する状況を想定。PV モジュール2枚に火炎が行きわたる（加熱出力 220kW）。

(4) PV モジュールの選定

PV モジュールの選定条件は、以下のとおりである。

- (ア) 屋上（陸屋根）設置タイプ。なお、屋根建材型は、検証の対象外とした。
- (イ) JIS C 8992-2（日本工業規格）に基づく火災試験（又は同等の性能試験）に適合。
- (ウ) 市場に流通している一般的な構造（結晶系、薄膜系、CIS 系）の製品。試験体は、「結晶系」から5種類、「薄膜系」から2種類、「CIS 系」から2種類の計9種類を選定した。なお、選定にあたっては、市場に流通する多くの種類を包含するよう考慮した。

(5) 実験結果

PV モジュールは、小火炎ではほとんど燃えることはなく、中火炎および大火炎では火炎があたる部分は燃焼するが、それ以上に延焼することはなかった

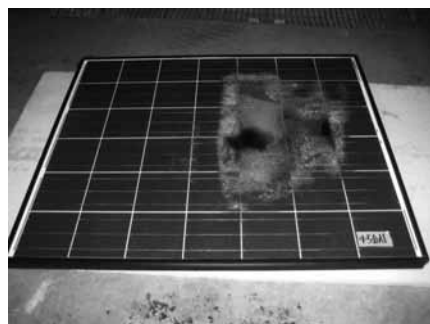


写真2 加熱後の PV モジュールの表面の状況

(写真2)。また、燃焼している PV モジュールから後、側方いずれも 1m 離隔をとった位置で測定した熱流束は、最大で 1.5kW/m²程度で、この値は木材の着火条件（約 10kW/m²）に至らない。また、ゴムや合成樹脂の変形や溶融等の影響を与える程でもない。すなわち、本実験の結果から以下の知見が得られた。

- (ア) 屋上設備等から延焼した PV モジュールの火炎および熱等が、隣接する他の PV モジュールを延焼させる可能性は低い
- (イ) PV モジュール自体が燃焼する際に発生する火炎および熱等が、1m先の可燃物（屋上設備を構成する部材であるゴム、合成樹脂等）に重大な熱的影響（発火、溶融）を与える可能性は低い

5. 消防活動の安全対策

消防活動の安全対策として、PV モジュールの設置

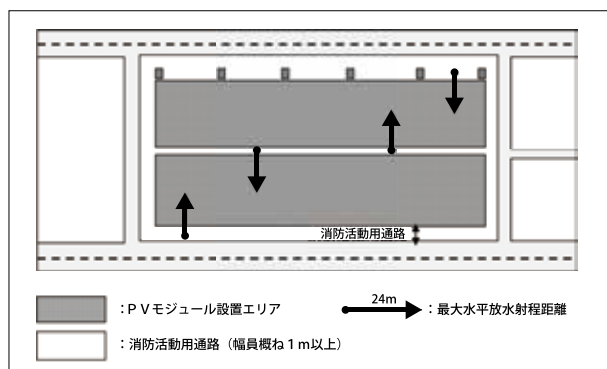


図5 消防活動用通路の配置例 (PV モジュール設置面積 300 m²以上)

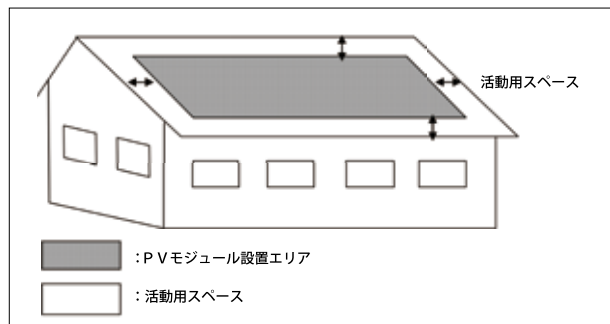


図6 活動用スペースの配置例 (PV モジュール設置面積 300 m²未満)

方法、消防活動時の感電防止などを検討する必要がある。

(1) PV モジュールの設置方法について

屋根や屋上に設置された PV モジュール上での活動は、滑りや感電の危険性があるため、消防隊員が使用する放水器具の性能などを考慮した活動用の通路などの確保を検討する必要がある(図5、図6)。また、消防隊員が活用する屋外階段や非常用進入口などの付近に消防活動の障害となるような PV モジュールの設置などにも配慮が必要である(図7)。

(2) 消防活動時の感電防止について

PV モジュールからパワーコンディショナーまでの部分は、消防隊員が消火のために破壊器具などを使用し、その部分で感電する危険を未然に防ぐ検討が必要である(図8)。そのための対策として、表示マークを太陽光発電設備を設置している建築物に表示する

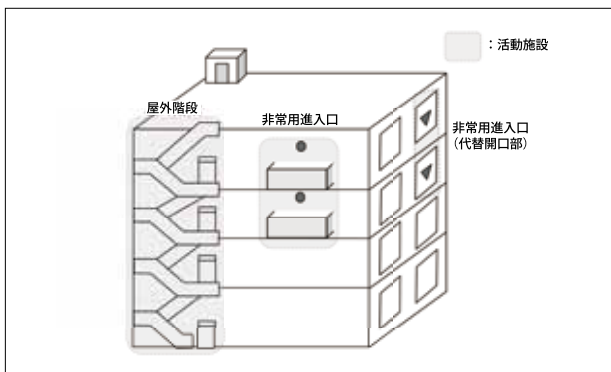


図7 活動施設周囲の設置抑制箇所

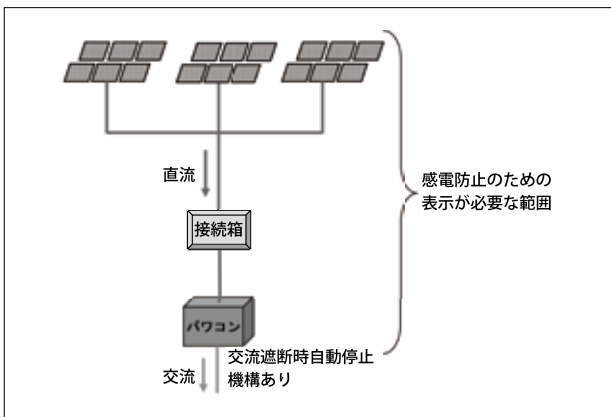


図8 感電防止のための表示が必要な範囲

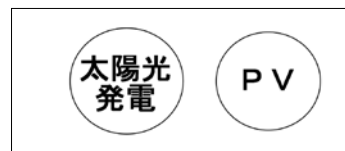


図9 表示の文字例(配線等への表示(貼付型))

ことや配線の色を変えるなど、視覚的な表示による方法が期待できる(図9)。

6. 鎮火後の出火防止対策

太陽光発電設備が焼損等した場合、鎮火後に、再び、発電を開始することにより出火する可能性があるとともに、接触による感電の危険性もある。出火を防止するためには、応急的な対策として PV モジュールの発電を停止するために遮光性シート等を使用し、受光面を覆うなどの対応がある。さらに、そのような事態を未然に防ぐためには、太陽光発電設備に精通した電気主任技術者などの専門技術者による迅速な対応が必要である。また、出火を防止するシステムを太陽光発電設備に取り入れるなど、ハード面での対応も今後検討の余地がある。

7. おわりに

今後、再生可能エネルギーを有効に活用していく必要があり、そのために、太陽光発電設備の役割は大きい。大規模な建築物だけではなく、戸建ての住宅への太陽光発電設備の普及も増加するであろう。一方で、太陽光発電設備に起因した出火や火災時の感電事故などの報告がある。太陽光発電に関する技術開発を進める過程で、安全対策を後回しにすることなく留意しながら、太陽光発電設備を社会へ普及させていくことが、これからの安全・安心で豊かな社会を創造する上で不可欠である。

【参考文献】

- 1) 東京消防庁、太陽光発電設備に係る防火安全対策検討部会報告書、H26年3月
- 2) 一般社団法人太陽光発電協会”太陽光発電システム手引書”

IPCC 第5次評価報告書

— 影響・適応・脆弱性 — について

はらさわ ひでお
原澤 英夫

独立行政法人国立環境研究所 理事

1. 日本ではじめて IPCC 総会を開催

2014年4月25日から29日にかけて気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第38回総会及び第2作業部会第10回会合が横浜で開催された。日本はIPCC設立当初から、国をあげてIPCCの活動を支援してきたが、今回の総会は日本ではじめて開催された総会である。

今回承認された第2作業部会の第5次評価報告書（AR5）は、気候変動の影響・適応・脆弱性を取り扱うもので、2013年9月に承認された第1作業部会AR5（気候変動の科学的根拠）につづく2番目の報告書である。次いで、4月7日から第3作業部会AR5の審議が第39回総会（ベルリン）で行われ、承認された。以上の3部作をもってAR5の主要な検討は完了し、各報告を総合的にとりまとめる統合報告書を残すのみとなった。統合報告書は10月に開催される第40回総会で承認され、すぐに公表されることから、3部作とあわせて、今年開催される第20回気候変動枠組条約締約国会議（COP20、ペルー）の議論に大いに影響を与えることは確かである。

IPCCは1988年に国連環境計画（UNEP）と世界気象機関（WMO）によって設立され、世界の科学者が評価報告書を作成し、その報告書の政策決定者向け要約（SPM: Summary for Policymakers）を各国の政策担当者などから構成される総会で審

議・承認し公表する。科学者と政策担当者が協力して気候変動の科学的知見をとりまとめることから、COPで扱う国際的な温暖化対策のみでなく、各国の温暖化対策を進めるための科学的根拠として重要視されている。1990年に第1次評価報告書が公表されて以来、おおよそ5～6年ごとに報告書を作成、公表してきた。今回は前回から7年を経ての久しぶりの評価報告書となっている。表1は、各評価報告書の発表年と主要な結論である人為的温暖化に関する科学的知見を合わせて示したものである。当初は、「恐れ」であった人為的温暖化が、回を重ねるごとに信頼性が高くなり、AR5では、温暖化には疑う余地がないこと、そして20世紀以降の温暖化の主要な要因は、人為起源の温室効果ガスの増加による（95%以上）と断定している。

2. IPCC AR5の新たな知見

(1) IPCC 第1作業部会AR5の概要

まず、2013年9月に公表された第1作業部会AR5の新たな知見について示す。温暖化の影響・適応・脆弱性の予測や評価においては将来の温暖化予測データなどが基礎的な情報として重要である。温暖化が起きても気温上昇が低いのであれば、これだけ大騒ぎする必要はないが、第1作業部会の結果からはすでに温暖化が進行しており、

表1 IPCC 評価報告書の経緯

| 年 | 評価報告書 | 温暖化の科学的知見 |
|---------|--------------------|--|
| 1988 | IPCC 設立 (WMO、UNEP) | |
| 1990 | 第1次評価報告書 (FAR) | 人為起源の温室効果ガスは気候変化を生じさせる恐れがある。 |
| 1992 | 第1次評価報告書補足報告書 | |
| 1995 | 第2次評価報告書 (SAR) | 識別可能な人為的影響が全球の気候に表れている。 |
| 2001 | 第3次評価報告書 (TAR) | 過去50年に観測された温暖化の大部分は、温室効果ガス濃度の増加によるものだった可能性が高い (66%以上)。 |
| 2007 | 第4次評価報告書 (AR4) | 温暖化に疑う余地がない。20世紀半ば以降の温暖化のほとんどは、人為起源の温室効果ガス濃度の増加による可能性が非常に高い (90%以上)。 |
| 2013～14 | 第5次評価報告書 (AR5) | 温暖化に疑う余地がない。20世紀半ば以降の温暖化の主要な要因は、人間の影響の可能性が極めて高い (95%以上)。 |

このまま対策なしでいくと4℃を超える気温上昇（2100年時点）の可能性もあることが指摘されている。第1作業部会AR5の概要を表2に示した（IPCC、2013／文部科学省ほか、2013）。

地球温暖化の将来予測では、将来どんな世界になるか、人口、経済成長（GDPなど）やエネルギー利用などを想定する必要がある。それを排出シナリオと呼んでいる。前回までのIPCC報告書では、SRES排出シナリオが利用された。このSRES排出シナリオは2001年に公表されて、その後温暖化予測や影響評価、対策の検討に使われてきたが、前提となる国際的条件などが変わってきたことから、IPCC関係者が新しい排出シナリオの作成にとりかかった。結果としてRCPシナリオ（Representative Concentration Pathways 代表的濃度経路シナリオ）が作成された。SRES排出シナリオ（Special Report on Emission Scenarios）は将来社会の想定をうけて温室効果ガス排出量を求め、気候モデルによる将来気候を予測する方式であったが、影響・適応の研究に活用できるまでには時間を要した。このため、新しいRCPシナリオは、時間差を縮めることも考慮して、2100年時点の放射強制力（地球温暖化を引き起こす効果）をまず設定し、気候モデルの計算が先行して実施できるように工夫し、RCP2.6～8.5の4つのシナリオが作成された。30以上の気候モデルによる将来気温の予測結果は第5期結合モデル相互比較計画（CMIP5）という国際的な気候モデル比較プロジェクトのデータベースに蓄積されていることから、影響・適応研究で気候予測データの利用が容易になった。

RCP2.6は「低位安定化シナリオ」（2100年までにピークを迎えその後減少する）、RCP8.5は「高位参照シナリオ」（2100年以降も放射強制力の上昇

が続く）、これらの間に位置して2100年以降に安定化するRCP4.5、6.0はそれぞれ「中位安定化シナリオ」、「高位安定化シナリオ」と呼ばれている。表3は、RCPシナリオに基づき予測された気温と海面上昇の予測値である。

（2）IPCC第2作業部会AR5の概要

2014年3月に公表された第2作業部会AR5は、地球温暖化のもたらす影響・適応・脆弱性を取り扱う。第3次評価報告書（2001）から、対象範囲は一貫しているが、回を追うごとに、広範囲の内容を扱うとともに、第1、第2作業部会の所掌範囲がオーバーラップしてきている。報告書の特徴を以前の報告書と比較しつつ以下に示す。

①気温上昇の起点

将来の気温上昇量をもとに、影響予測や評価を行う。気温の測定開始年がいつも問題になる。総会においてもその起点をどこに置くかが議論になったようである。結局、工業化前は1850～1900年、現状は1986～2005年をとることになった。従来は工業化前を1750年としてきたが、信頼できるデータの有無も考慮して1850年～となった。どちらを起点にするか、統一されてはいないことから、現状からの予測値を、工業化前からに換算する場合は、0.61℃を足すことになっている。SPMのいくつかの図（たとえば図1）では、工業化前からの気温上昇量、現在からの気温上昇量の2つを温度計の形で示すなど、工夫している。

②不確実性

2007年に公表された前回の第4次評価報告書（AR4）では、各作業部会によって不確実性の取り扱いが異なっていた。今回は3つの作業部会で共通化した不確実性の表記、すなわち「可能性」と

表2 IPCC第1作業部会AR5の概要

- 20世紀半ば以降の世界平均気温上昇は、人為起源の要因による可能性が極めて高い（95%以上）。
- 温室効果ガス濃度、世界平均気温・海面水位は20世紀に急激に上昇した。また、海水の温度が上昇しており、酸性化が進行している。
 - ・陸氷（グリーンランドなど）は減少傾向、北極海の氷は激減。
 - ・海面は1901～2010年で19cm上昇。
 - ・大気中の二酸化炭素濃度は、現在、過去80万年間での最高値。
- 温度上昇の予測は、RCP4.5のシナリオによれば2100年で、現時点から1.1～2.6℃（1.8℃）、RCP8.5：2.6～4.8℃（3.7℃）（表3参照）。予測される気温に幅があるのは、多くの気候モデルの予測結果が考慮され、不確実性の幅が示されているためである。
- 陸域の強い降水現象の回数は、減少している地域よりも増加している地域の方が多い可能性が高い。
- 1870年以降の積算CO₂排出量と、1861～1880年からの温度上昇は、ほぼ直線関係にある（気温上昇上限から累積排出上限が決まる）。

「確信度」について統一された。詳しくは IPCC 報告書に譲るが、第 2 作業部会では、相当論文など情報が多い場合は、「可能性」を付しているが、大半が確信度による表記になっている。この場合も、確信度の大小で総括的に示される場合と、文献の数と専門家の判断を組み合わせで記載している場合がある。SPM では、余り確信度の低い事柄は載せない傾向にあるが、まだ文献などが少ないものの、現象や影響として重要な場合は、そうした表記もなされている。

「可能性」は、「はっきり定義できる事象が起こった、あるいは将来起こることについての確率的評価を表す」、一方「確信度」は、「モデル、解析あるいはある意見の正しさについての、専門家の判断にもとづく不確実性の程度を表す」と定義されている(図 2、3)。

③ 温暖化の影響が世界各地で顕在化

温暖化が進んでおり、世界各地で温暖化の影響が表れている。特に世界各国で、熱波、洪水、干ばつ、台風・ハリケーンなどの異常気象 (IPCC では極端現象と呼んでいる) が頻発し、また発生規

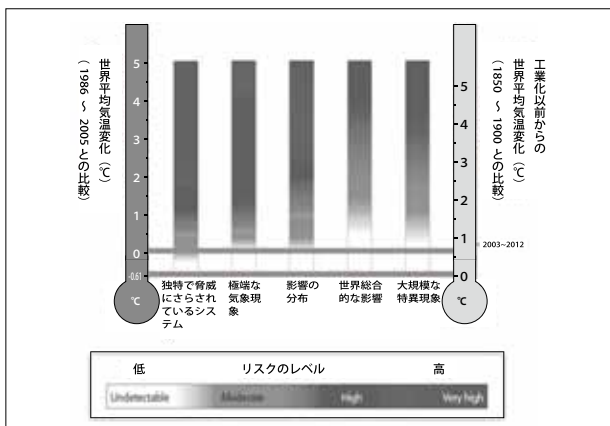


図 1 5つの懸念理由 (IPCC、2014)

| 可能性 | 用語 | 発生する可能性 |
|--------|-----------|----------|
| 可能性が高い | ほぼ確実 | 99%~100% |
| | 可能性が極めて高い | 95%~100% |
| | 可能性が非常に高い | 90%~100% |
| | 可能性が高い | 66%~100% |
| | どちらかと言えば | 50%~100% |
| | どちらも同程度 | 33%~66% |
| | 可能性が低い | 0%~33% |
| | 可能性が非常に低い | 0%~10% |
| | 可能性が極めて低い | 0%~5% |
| | ほぼありえない | 0%~1% |

図 2 可能性の定義

表 3 RCP シナリオに基づく予測結果 (IPCC、2013)

| | シナリオ | 2046-2065 平均 (範囲) | 2081-2100 平均 (範囲) |
|------------------------|--------|----------------------|----------------------|
| 全球平均 地表面 気温 (°C) | RCP2.6 | 1.0 (0.4-1.6) | 1.0 (0.3-1.7) |
| | RCP4.5 | 1.4 (0.9-2.0) | 1.8 (1.1-2.6) |
| | RCP6.0 | 1.3 (0.8-1.8) | 2.2 (1.4-3.1) |
| | RCP8.5 | 2.0 (1.4-2.6) | 3.7 (2.6-4.8) |
| 全球平均 海面水位 (m) | RCP2.6 | 0.24 (0.17-0.32) | 0.40 (0.26-0.55) |
| | RCP4.5 | 0.26 (0.19-0.33) | 0.47 (0.32-0.63) |
| | RCP6.0 | 0.25 (0.18-0.32) | 0.48 (0.33-0.63) |
| | RCP8.5 | 0.30 (0.22-0.38) | 0.63 (0.45-0.82) |

模が大きくなっている。第 2 作業部会 AR4 でも、すでに温暖化の影響が表れており、「すべての大陸と海洋の自然生態系に影響がでている。社会にも影響が表れている」として、影響が報告されている地点を地図上に表現した図が作成されていた。日本については 1 点のみであるが、その当時からこれまで、日本でも多くの影響事例が報告されている (文部科学省・気象庁・環境省、2013)。

第 2 作業部会 AR5 では、「ここ数十年、気候変動の影響が全大陸と海洋について、自然生態系及び人間社会に重大な影響を与えている」と断定した。具体的に挙げられている分野は、以下のとおりである。

- 1) 水文システム変化による水量や水質面など水資源への影響
- 2) 陸域、淡水、海洋生物の生息域の変化
- 3) 農作物への負の影響 (減産など)

そして極端現象による影響については、熱波、洪水、干ばつ、台風 (ハリケーン)、山火事など、極端現象による影響も確信度に差はあるが、気候変動との関連を指摘している。

④ 現在進められている適応

温暖化対策としては、温暖化の原因物質である CO₂ などの温室効果ガスの削減策 (緩和策) が中心

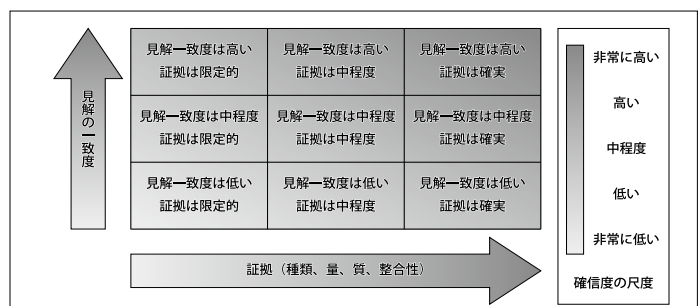


図 3 確信度の定義

であったが、温暖化の影響が各地で顕在化するにおよび、こうした影響に備える対策（適応策）について諸外国で検討が進んでいる。たとえば英国では、適応に関する法制化がなされ、影響評価と適応計画の策定が5年おきに検討される仕組みをすでに導入している。今回の報告書では、適応に4章をあてており、将来の気温上昇による影響を低減するための適応策の重要性を指摘している。前回は、いくつかの事例紹介にとどまっていたが、今回はより体系的な適応策がすでに実施されていることが特徴的である。例えば、アジアでは、早期警戒システム、統合的水資源管理、アグロフォレストリ（混農林業）、マングローブの植林などである。前回は、氷河湖の水門、モルディブの防潮堤、カナダのコンフェデレーション橋などが事例として紹介されていた。

⑤温暖化のもたらす将来リスク

分野と地域が影響評価のユニットであるが、さらに確信度の高い複数の分野を将来リスクの高い分野として指摘している。具体的には、以下の8つである。

- 1) 海面上昇、沿岸における高潮被害
- 2) 大都市部の洪水による被害
- 3) 極端現象のインフラ施設、ライフラインへの影響
- 4) 熱波の都市住民、屋外労働者の死亡や健康影響
- 5) 食料供給・食料システムへの影響（とくに貧しい人々）
- 6) 水資源不足・農業生産減少による農生活への影響
- 7) 海洋・沿岸生態系への影響と漁業などへの波及
- 8) 陸域・内水生態系への影響と人々の生計への波及

海面上昇による沿岸地域の影響に加え、2013年フィリピンに上陸した台風30号（ハイエン）のように強風や高潮の影響が加わると沿岸域に住む人々に多大な影響を与える。従来は、海面上昇の直接的な影響が中心であったが、今回は他の現象と重なることによる被害の拡大、とくに沿岸域に住む人々への影響が拡大すると予測している。また都市においては、複合的な影響を被ることも明らかにされた。熱波や洪水、さらに豪雨などによるインフラなどの機能停止が及ぼす影響は、都市化により人口も増大していることから、拡大することに

なる。こうした都市における影響としてとりまとめたのも前回なかった点である。一方、農村部では、水資源不足が農業生産の減少を引き起こし、あらゆる面で脆弱な農村住民の生活・生計や所得損失という形で影響を及ぼすなど、水資源、食料などの分野毎の影響が複合して、そうした影響に脆弱な人々に重大な影響をもたらすことを指摘している。また温暖化の穀物生産への直接影響に加えて、間接影響とも呼ぶべき食料安全保障もとりあげているが、途上国の問題にとどまらず、日本のような食料の大半を外国に依存する先進国でも影響は大きい。

⑥5つの懸念理由（5 reasons of concerns）

各分野・各地域の影響予測や評価結果を総合的に見る工夫が「5つの懸念理由」である。この表示方法は第3次評価報告書の時に導入され、影響を表わす総括的な図として位置づけられたものである。AR4でも同様な図が作成されたが、総会での議論の結果、SPMから削除された。技術要約には記載されているが、SPMに載るか載らないかは、大きなメッセージの違いとなる。

5つの懸念理由の概要は以下のとおりである（図1）。

- 1) 独特で脅威に曝されているシステム（生態系や文化等）
- 2) 極端な気象現象による気候変動関連リスク
- 3) 影響の分布
- 4) 世界の総合的な影響
- 5) 大規模な特異現象

各項目で、1、2、3℃の気温上昇量に応じて、影響の特徴が記載されている。ここで、前述のように気温上昇の起点は、工業化前と現在からの2つを表示している点は留意すべきである。AR4では、1～2℃では好悪の両影響、3℃以上では、負の影響が卓越という判断であるが、今回は、どの温度帯でも悪影響が卓越していることが図から見てとれる。

⑦地域の影響

世界を10地域に分けて、各地域の現状、将来予測を今回は文章と表でまとめている。例えば、アジアについては表4のように影響及び適応が示されている。AR4以降の科学的知見が増加していること、影響が既に顕在化し、限定的であるが、適応策も検討されていることがわかる。

⑧重要性を増す適応策

影響評価においては、予測される影響を低減するための適応策が重要な役割を果たすことがIPCC報告書では一貫して提示されてきた。しかし、現在

顕在化している影響や将来の影響予測を考慮すると、研究でとりあげた影響が実際生じていること、さらに影響は予想以上に重大かつ深刻であることが指摘しうる。今回 IPCC は気候変動をリスクとしてとらえ、そのリスクを如何に制御するかという視点で、適応策を単独ではなく、他の現在実施されている対策とも比較考量しながら進めることの原則（一般に主流化と呼ばれている）を提示している。効果的な適応のための原則として以下の点が挙げられる（文部科学省ほか、2014）。

- 適応は、地域や背景が特有であるため、全ての状況にわたって適切なリスク低減のアプローチは存在しない。
- 限定的だが、世界全体の適応ニーズと適応資金にはギャップがある。世界全体の適応に要する費用を算定する研究には、データや手法、適応範囲が不十分という特徴があり、更なる研究の向上が必要である。

この点については、当初 SPM 原稿に世界全体で必要な費用が数値で掲載されていた（～1000億ドル/年）。しかし総会では、より多額の費用負担を求めたい途上国と、費用額を記載することより言質を取られるのを恐れた先進国が対立し、結局数字の根拠がまだ不十分という記載で落ち着いたようである。いずれにしろ、適応策の実施には、国際的にも緩和策に匹敵する費用がかかるという指摘

もあることから、今後の研究に期待したい。なお、温暖化の影響には、人命の損失や価値ある生態系の損失など、経済的に評価が困難なコストが含まれていないことに留意する必要がある。

⑨食料安全保障への影響

今回の報告書では、漁獲生産をもたらす海洋生態系への影響や、農業影響がもたらす食料安全保障の問題を積極的にとりあげていることも特徴である。食料の不足や不安定な供給は、紛争や人々の移動（難民）を引き起こすなど、現在途上国が抱えている開発途上の問題、人口増加、貧困問題、食料供給、治安維持などの社会問題と温暖化影響が複合的に、社会、経済、人々の生活に影響するなど、一步踏み込んだ分析と結果が掲載されている。

この点は、途上国だけの問題ではない。例えば、日本でも、バンコクの洪水により日系企業工場が操業停止になり、部品材料や製品のサプライチェーンの断絶による影響がクローズアップされた。1994年に日本ではコメの生産量が70%に低下し、緊急にタイからコメを輸入したことは記憶にあたらしい。日本のように経済的に豊かな先進国であっても、穀物の生産、輸出国が温暖化の影響を被れば、自国の食料をまず確保するために穀物の輸出禁止などの措置をとるなど、穀物市場の国際的な輸出入などが混乱し、その結果、日本など自給率の低い国々は深刻な影響を被る可能性も無いとは言えない。

影響研究はこの10年大に進んだが、分野毎の影響評価や地域ごとの影響評価が中心であった。今後は、影響を受けた分野や地域が、グローバルマーケットや活動を通じて、どう間接的に影響するかなどの視点の研究も影響・適応の研究の一環として重要になってきた。

表4 アジアの影響と適応 (IPCC、2014)

| 主要なリスク | 適応の課題と展望 |
|--|--|
| 増大する河川、沿岸、都市域の洪水はインフラ、生計、居住地に広範囲な被害をもたらす（中位の確信度） | <ul style="list-style-type: none"> • 構造物などハード対策や構造物によらないソフト対策、効果的な土地利用計画、選択的な再配置による曝露の低減 • ライフラインのインフラやサービスの脆弱性減少（例：水、エネルギー、廃棄物管理、食料、バイオマス、交通、地域生態系、通信） • モニタリング、早期警戒システムの構築、曝露地域を確認する方法、脆弱な地域や家庭の支援、生計の多様化 • 経済的多様化 |
| 暑熱に関連した死亡リスクの増加（高い確信度） | <ul style="list-style-type: none"> • 暑熱健康警報システム • ヒートアイランドを減少させる都市計画、建物環境の改善、サステイナブルシティの開発 • 野外労働者の暑熱ストレスを避ける新たな就業方法 |
| 干ばつによる水不足、食料不足のリスク増大による栄養不良（高い確信度） | <ul style="list-style-type: none"> • 早期警報システムや地域の対処戦略を含む災害対応 • 適応型／総合型水資源管理 • 水資源インフラ、貯水池の開発 • 水再利用を含む水源の多様化 • より効率的な水利用（例：改良型農作業、灌漑管理、レジリエントな農業） |

表5 日本における温暖化の影響に関する報告書

| | |
|-------|---|
| 1997年 | 環境庁：地球温暖化の日本への影響1996 (単行本) 地球温暖化と日本—自然・人への影響予測、古今書院(1997) |
| 2001年 | 環境省：地球温暖化の日本への影響2001 (単行本) 地球温暖化と日本—自然・人への影響予測 第3次報告、古今書院(2003) |
| 2003年 | 総合科学技術会議：地球温暖化研究イニシャティブ・気候変動分野報告書、地球温暖化研究の最前線—環境の世紀の知と技術 2002—、財務省印刷局 |
| 2006年 | 総合科学技術会議：地球温暖化研究イニシャティブ・気候変動研究分野第二次報告書地球温暖化はどこまで解明されたか 日本の科学者の貢献と今後の展望、丸善 |
| 2009年 | 文部科学省・気象庁・環境省：温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」 |
| 2013年 | 文部科学省・気象庁・環境省：気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」(2012年度版) |

3. 日本における影響と適応

IPCC 評価報告書は分厚く、内容、文献も豊富な科学的知見を集大成したものであるが、世界を対象としているので、我が国に関する影響・適応・脆弱性の表記は比較的限定される。そこで、かなり前から、温暖化

の日本への影響に関するとりまとめが実施されてきた。表5は、これまでの温暖化の日本への影響をとりまとめた報告書を年次ごとに示したものである。我が国においても温暖化の影響評価は早い段階から着手しており、その成果は IPCC 評価報告書、特別報告書に引用され、貢献してきた。早くは、環境庁の地球温暖化問題検討委員会で影響評価報告書がまとめられた。その後定期的に環境省の検討会や総合科学技術会議が組織した温暖化イニシャティブなどで、報告書としてまとめられてきた。こうした温暖化の日本への影響についての知見は、IPCC など国際的な活動への知見になるとともに、来年夏頃とりまとめられる予定の国の適応計画などの基礎的知見となることから、定期的にとりまとめが必要である。

4. さいごに

IPCC の第5次評価報告書はあくまでも気候変動の最新の科学的知見を集大成したものであり、内容は極めて科学的、客観的であるが、3つの報告書を横につなぐ大きなメッセージは、人為的温暖化の科学的根拠がゆるぎないものになり、すでに温暖化の影響が世界各地で顕在化しており、途上国・先進国の差はなく、社会、経済、人々の生活や活動に影響を及ぼしていることが明確となったことである。また、最新の将来予測では、今後温室効果ガスの削減対策が本格的にとられなければ、21世紀末には4℃を超える気温上昇の可能性も否定できない。早急に緩和策を進めることが肝要であるが、すでに温暖化の影響が深刻化し、極端現

象となって表れ始めていることを考えると、どうしても残る影響については今から適応策を講じることが必要である。

すでに主要国は影響評価を前提とした国レベルの適応計画をつくり、着々と顕在化しつつある影響や将来予測される影響への対応を進めている。日本は2015年夏までに国の適応計画を策定すべく、中央環境審議会地球環境部会に設置された小委員会で議論を重ねている。緩和策はグローバルであるが、一方適応策は、極めてローカルな対策であり、その検討にあたっては自治体、企業や地域住民など多様な主体の関与や役割分担が必要になる。IPCC の第5次評価報告書は、東日本大震災後に薄れつつあった人々の地球温暖化に対する関心呼び戻すとともに、今行動が必要であることをあらためて訴えかけている。

【参考文献】

- IPCC (2013) Climate Change 2014: Scientific Basis, Summary for Policymakers. WGI AR5 Report, Sep. 2013.
- IPCC (2014) Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Summary for Policymakers. WGII AR5 Report, 31 March 2014.
- 文部科学省ほか(2013) 気候変動に関する政府間パネル(IPCC) 第5次評価報告書 第1作業部会報告書の公表について。
- 文部科学省ほか(2014) 気候変動に関する政府間パネル(IPCC) 第5次評価報告書 第2作業部会報告書(影響・適応・脆弱性)の公表について。
- 文部科学省・気象庁・環境省(2013) 気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」(2012年度版)。

交通事故統計について

にしだ やすし
西田 泰

公益財団法人交通事故総合分析センター研究部 特別研究員兼研究第一課長

1. はじめに

新聞やテレビ等で「児童の列に車、7人死傷」といった、悲惨な交通事故が報道されることは多いが、交通事故統計という言葉から皆さんはどんなことを連想するであろうか。ここでは、交通事故統計から何が分かるかを簡単に紹介してみる。

なお、交通事故に関するデータは様々な機関が収集しているが、本稿では、警察庁が収集した我が国の交通事故統計データと、OECD（経済協力開発機構）の内部委員会「国際道路交通事故データベース」（以下、IRTAD）が収集した主要 OECD 加盟国の交通事故及び道路交通に関するデータを使用する。

2. 交通事故死者の定義

交通事故統計として紹介されるデータの中には、事故件数や死者数、負傷者数等がある。さらに、これらの指標は様々な項目で分類されることもある。その際に必要となるのが、対象となるデータや項目の定義である。

交通事故による死者についても、定義によって対象とする範囲が異なり、集計された結果が想定したものとは異なることがある。交通事故とは何か、死亡とは何かを明確にしないと、収集されたデータが示す状況を正しく理解することはできない。警察庁の交通事故統計では、交通事故と死者を以下のように定義している。

交通事故：道路交通法第2条第1項第1号に規定する道路において、車両等及び列車の交通によ

ておこされた事故で、人の死亡又は負傷を伴うもの（人身事故）並びに物損事故（図1の注参照）。
死者：交通事故によって発生から24時間以内に亡くなった人。24時間死者ということもある。

24時間死者に対して、諸外国では交通事故の発生から30日以内に亡くなった人（以下、30日死者）を統計対象とすることが多く、IRTADが公表している交通事故死者数も30日死者を対象としたものである。このため、IRTADが編集している我が国のデータも30日死者となっており、国内で公表されている数値とは異なっている。

3. 24時間死者と30日死者

24時間死者と30日死者のどちらが交通事故情勢の指標として適切かは、利用目的に依存する。24

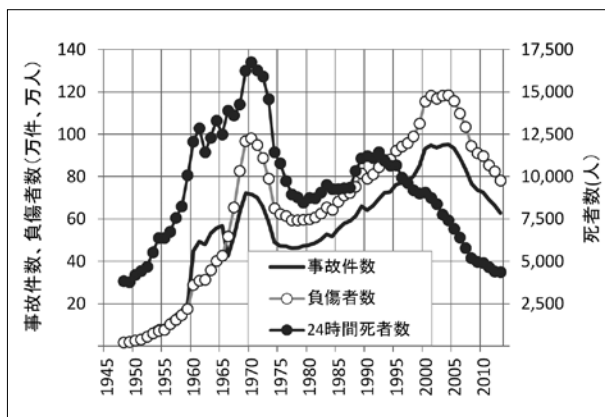


図1 交通事故件数、負傷者数及び24時間死者数の推移
注1：1959年までは、軽微な被害事故（8日未満の負傷、2万円以下の物的損害）は含まない。
注2：1965年までの件数は、物損事故を含む。
注3：1971年までは、沖縄県を含まない。

時間死者は事故発生後24時間で死亡の確認ができるため、対策の検討や実施がすみやかに行える。特に、交通指導・取締り、あるいは広報・啓発等の人を対象とした対策を行う場合には有効な指標となる。我が国が24時間死者数を使っていることには、このような背景がある。一方、30日死者は確認までに時間がかかるが、事故発生後2日や3日あるいは10日で死亡したものを統計上負傷として扱うことに対する不自然さを解消し、交通事故による被害状況を把握するという点では適切と考えられる。

なお、我が国の厚生労働省では、人口動態統計の中で当該年に死亡した者のうち死因が交通事故（警察庁の定義と若干異なる）によるもの（事故発生後1年を超えて死亡した者及び後遺症により死亡した者を除く）を集計している。事故から長期間が経過すると交通事故と死亡との関連性を判定することが難しくなるため、即応的事故防止対策や中期的交通事故対策の検討・実施には不向きと考えられる。

4. 24時間死者数と30日死者数の比

24時間死者は30日死者に含まれるので、24時間死者数に対する30日死者数の比（以下、30日死者数比）は1より大きくなる。しかし、その値は一定ではなく、交通事故被害者の年齢や事故に遭った時の道路利用状態（自動車や自転車に乗車中、歩行中等。以下、状態）によって異なる。

図2は、年齢別に我が国の30日死者数比を示したものである。子

供で高く、2009～2013年の10～15歳では1.3倍以上となっている。また、40歳代後半から徐々に高くなる傾向もみられる。表1は30日死者数比を年齢層別・状態別・自体防護（シートベルト又はヘルメット着用状況）別に示したものである。頭部と路面等との衝突で損傷状況が複雑になるためか、年齢層に関わらず自転車乗用中の比は他の状態に比べて高い。そして、10～15歳では、自転車乗用中に交通事故に遭う割合が高いことや子供の救命救急処置の難しさが、30日死者数比を高くしていると考えられる。

24時間死者を対象とした警察統計では負傷者として計上されているが、24時間経過後30日以内に

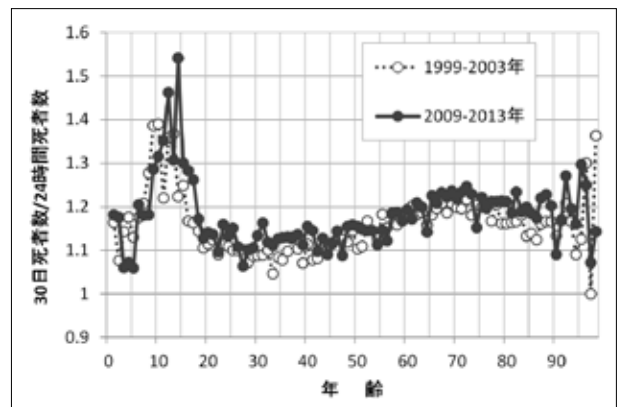


図2 年齢別30日死者数比（30日死者数/24時間死者数）（1999～2003年、2009～2013年）

| | 自動車乗車中 | | | 二輪車乗車中 | | | 自転車乗用中 | | | 歩行中 | その他 | 全状態 |
|--------|-----------------|------|-------------|--------|------|-------------|--------|------|-------------|------|------|------|
| | シートベルト・チャイルドシート | | | ヘルメット | | | ヘルメット | | | | | |
| | 着用 | 非着用 | 計 (不明含む) | 着用 | 非着用 | 計 (不明含む) | 着用 | 非着用 | 計 (不明含む) | | | |
| 6歳以下 | 1.36 | 1.09 | 1.20 | | | | | 1.10 | 1.06 | 1.10 | | 1.14 |
| 7～9歳 | 1.20 | | 1.11 | | | | | 1.31 | 1.30 | 1.19 | | 1.20 |
| 10～15歳 | 1.13 | 1.22 | 1.18 | | 1.10 | 1.37 | 1.22 | 1.52 | 1.44 | 1.31 | | 1.38 |
| 16～19歳 | 1.13 | 1.06 | 1.08 | 1.17 | 1.36 | 1.19 | | 1.57 | 1.58 | 1.36 | | 1.20 |
| 20～44歳 | 1.08 | 1.07 | 1.08 | 1.12 | 1.11 | 1.12 | 1.07 | 1.38 | 1.35 | 1.16 | | 1.12 |
| 45～54歳 | 1.08 | 1.04 | 1.07 | 1.14 | 1.20 | 1.15 | | 1.38 | 1.38 | 1.14 | | 1.14 |
| 55～64歳 | 1.11 | 1.06 | 1.10 | 1.16 | | 1.16 | | 1.35 | 1.37 | 1.18 | 1.09 | 1.17 |
| 65～74歳 | 1.19 | 1.09 | 1.16 | 1.25 | 1.36 | 1.25 | 2.18 | 1.38 | 1.39 | 1.18 | 1.00 | 1.22 |
| 75～84歳 | 1.18 | 1.11 | 1.16 | 1.24 | 1.18 | 1.24 | | 1.35 | 1.35 | 1.18 | 1.12 | 1.21 |
| 85歳以上 | 1.31 | 1.20 | 1.28 | 1.22 | | 1.23 | | 1.33 | 1.35 | 1.13 | | 1.19 |
| 合計 | 1.14 | 1.08 | 1.12 | 1.16 | 1.26 | 1.17 | 1.47 | 1.37 | 1.37 | 1.17 | 1.07 | 1.18 |

表1 年齢層別・状態別・自体防護別30日死者数比（2009～2013年）

注：24時間死者数が10以上のものについて計算。年齢層区分は図1を参考に設定。（単位：％）

死亡した者の内訳をみると、10～15歳では自転車乗用中のヘルメット非着用者の割合が24時間死者よりも高い。死傷者のヘルメット着用状況から10～15歳のヘルメット着用率は他の年齢層に比べると高いと考えられるが、そんな中で非着用であるために、避けられた死亡を回避することができなかった者がいると思うと残念である。

5. 事故件数、死者数及び死傷者数

交通事故情勢の指標としてよく使われるものは、図1に示す事故件数、死者数及び負傷者数（あるいは死者数を加えた死傷者数）である。

集計対象変更（図2の注参照）のために推移が不規則なところもあるが、1966年から1980年頃までの推移は、3つの指標ともほぼ同じで1970年まで増加し、その後は減少している。つまり、どの指標をみても、1970年までは交通事故情勢は悪化していたが、その後改善に転じたと判断できる。しかし、1990年以降の推移をみると、事故件数と負傷者数は2000年まで増加し、2005年以降減少と、ほぼ同じように変化しているものの、死者数はそれよりも早い1992年以降減少に転じている。一時期、死者数は減少するが負傷者数は増加するという状況が続いた。そして、最近では3指標とも減少傾向にあり、交通事故情勢は改善していると考えられる。

指標によりその推移に違いが現れる理由を考えてみよう。集計対象が人身事故となった1966年以降では、1件の事故で複数の死傷者が発生することがあるので、死傷者数は事故件数よりも多くなる。

その比は1970年の1.39をピークに低下しはじめ、1980年代後半からほぼ一定のレベルとなり、2013年には1.25となっている。つまり、事故件数と死傷者数の推移は、ほぼ同じように推移しているので、どちらの指標を使っても同じように道路交通事故情勢を把握できる。

次に、死傷者数と死者数の関係について考えてみよう。図3は、死傷者数に占める死者数の割合（%：以下、致死率）の推移を示したものである。1968年頃まで急激に減少し、その後1990年頃までは徐々に減少、そして1990年以降再び減少率が大きくなり、2008年頃からはほぼ一定の値となっている。致死率が一定である期間はどちらか一方の指標で交通事故情勢を把握することができるが、変

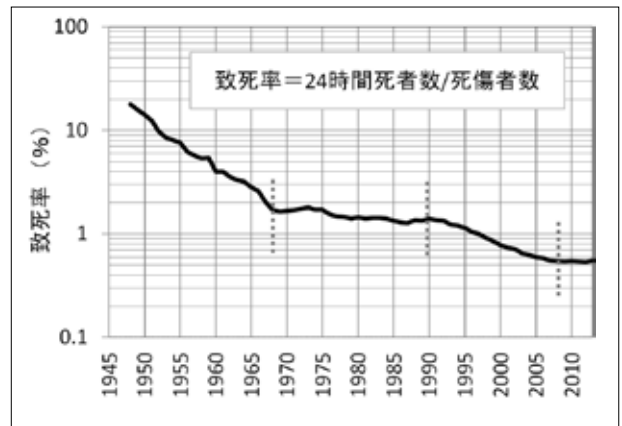


図3 致死率の推移

| | 自動車乗車中 シートベルト・チャイルドシート | | | 二輪車乗車中 ヘルメット | | | 自転車乗用中 ヘルメット | | | 歩行中 | その他 | 全状態 |
|--------|---------------------------|------|-------------|-----------------|-------|-------------|-----------------|------|-------------|-------|-------|------|
| | 着用 | 非着用 | 計 (不明含む) | 着用 | 非着用 | 計 (不明含む) | 着用 | 非着用 | 計 (不明含む) | | | |
| 6歳以下 | 0.11 | 0.66 | 0.20 | | | | | 0.12 | 0.16 | 0.68 | | 0.30 |
| 7-9歳 | 0.07 | | 0.09 | | | | | 0.17 | 0.16 | 0.37 | | 0.20 |
| 10-15歳 | 0.06 | 0.19 | 0.09 | 1.74 | 2.11 | 2.10 | 0.12 | 0.13 | 0.13 | 0.26 | | 0.15 |
| 16-19歳 | 0.19 | 1.88 | 0.47 | 0.66 | 2.76 | 0.73 | | 0.15 | 0.15 | 0.75 | | 0.43 |
| 20~44歳 | 0.07 | 1.84 | 0.16 | 0.66 | 1.57 | 0.67 | 0.21 | 0.19 | 0.20 | 0.97 | | 0.27 |
| 45~54歳 | 0.12 | 2.45 | 0.21 | 0.99 | 3.22 | 1.02 | 0.27 | 0.46 | 0.44 | 1.65 | | 0.41 |
| 55~64歳 | 0.21 | 3.15 | 0.34 | 0.95 | 3.02 | 0.97 | 0.49 | 0.89 | 0.87 | 2.95 | 2.20 | 0.68 |
| 65~74歳 | 0.44 | 4.17 | 0.69 | 1.32 | 6.44 | 1.36 | 0.97 | 1.46 | 1.44 | 4.44 | 2.99 | 1.39 |
| 75~84歳 | 1.26 | 6.26 | 1.95 | 2.80 | 11.24 | 2.88 | 1.04 | 2.84 | 2.78 | 7.65 | 10.39 | 3.54 |
| 85歳以上 | 2.93 | 5.58 | 3.59 | 5.80 | | 6.12 | 5.95 | 5.49 | 5.46 | 12.03 | | 7.12 |
| 合計 | 0.18 | 2.32 | 0.31 | 0.88 | 2.90 | 0.90 | 0.26 | 0.65 | 0.62 | 2.90 | 1.66 | 0.64 |

表2 年齢層別・状態別・自体防護別致死率（30日死者に対するもの）（2009～2013年）
注：24時間死者数が10以上のものについて計算。年齢層区分は図2を参考に設定。（単位：%）

化している期間は死者数と死傷者数の推移傾向は同じではなく、一つの指標で交通事故情勢を把握することは難しい。

致死率は死者を伴う事故の割合が低い軽微な事故が多くなれば小さくなり、逆に、死者を伴う事故の割合が高くなると大きくなる。軽微な事故は、当事者が死亡し難い事故であり、車両相互事故の追突、自動車乗員のみが関与した事故等が挙げられる。一方、当事者が死亡し易い事故には、歩行者や自転車乗員、あるいは衝撃耐性が弱い高齢者が関与した事故等が挙げられる。表2に示す年齢層別・状態別・自体防護別の致死率から、高齢者や歩行中の致死率が高くなっていることが分かる。

6. 交通事故の規模・量に関わる要因

警察庁は毎年都道府県別の交通事故死者数を公表している。死者数の多い上位10県（いわゆるワースト10）は毎年ほぼ決まっているが、死者数の多い県が必ずしも死亡事故の起こりやすい危険な県ではない。死者数が多い県には、それなりの理由がある。人口が多く、車が多ければ、交通量が多くなり道路上での錯綜の機会が多くなるので交通事故（ここでは、人身交通事故、以下、同じ）も多くなる。そして、交通事故が多くなれば、死者数も多くなると考えられる。

図4と図5は、都道府県別に人口あるいは車両保有台数と死者数の関係を示したものである。一般的には、人口あるいは車両保有台数が多い県ほど死者数が多い。このため、都道府県別や国別に交通事故情勢を比較する際には、人口や車両保有台数の規模を考慮して、人口や車両保有台数当りの死者数が使われることが多い。交通安全白書でも、我が国と諸外国の交通事故情勢の比較では、人口10万人当たり死者数（24時間死者ではなく30日死者）が使われている。

図4や図5から、死者数と人口および車両保有

台数には比例関係があると想定することができる。

$$\text{死者数（事故件数）} = \text{母数} \times \text{事故率}$$

母数：事故件数や死者数の規模に関わる量的指標（例えば、人口や車両保有台数）

事故率：母数当りの死者数（事故件数）

（図4、5に示す直線の傾き）

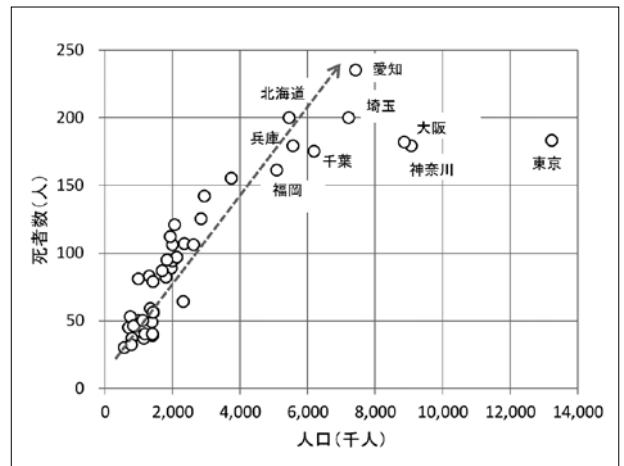


図4 都道府県単位の人口と交通事故死者数（24時間）の相関関係（2012年）

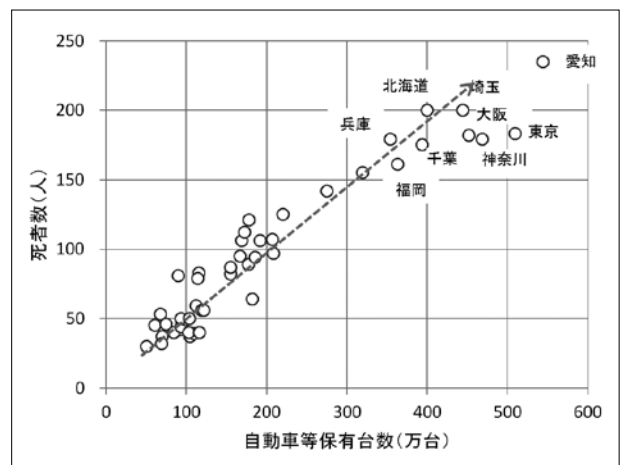


図5 都道府県単位の自動車等（原付含む）保有台数と交通事故死者数（24時間）の相関関係（2012年）

7. 交通事故情勢の推移：母数と事故率

死者数が多い県（国）には、それなりの理由があると言ったが、死者数が少ない県（国）にも、それなりの理由がある。特に、母数（人口や車両保有台数）が少ないというだけではなく、道路以外の交通機関の整備状況や交通事故対策の効果を反映した事故率の低下に着目することも必要である。

自動車が普及し道路交通が活発になることで交通事故が増加すると、多くの国では交通事故対策を実施する。その結果交通事故は減少するが、事故防止対策のほとんどは事故率を下げるための対策である。

図2には、1970年以降も人口や車両保有台数が増加し続けたにも関わらず、我が国の交通事故死者数がしばらく減少した状況が示されている。OECD加盟国から6か国を選び（特徴的推移のあるものを選択）、1970年以降の30日死者数の推移を示した図6にも、同じような傾向が示されている。欧米の主要国では、1970年以前から自動車の普及が進んだ一方で様々な交通事故対策が実施され、1970年時点では既に死者数は減少傾向にあった。一方、自動車の普及が米国、フランス、英国そして日本よりも遅れたスペイン（△）や韓国（○）では、死者数は1990年前後まで増加し、その後減少に転じた。

図7と図8は日本を含む6か国の人口10万人

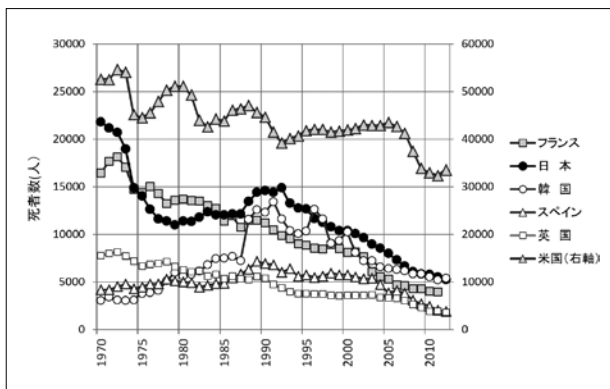


図6 国別30日死者数の推移

当り死者数（30日死者）及び車両（原付を除く）1万台当たり死者数（30日死者）の推移を示したものである。交通事故死者数の変化に比べ人口の変化が小さいこともあり、人口10万人当り死者数の推移は図6に示される死者数の推移とほぼ同じような傾向である。一方、車両保有台数の変化は死者数の変化に比べて大きく、車両（原付を除く）1万台当たり死者数は1970年時点の韓国やスペインでも減少傾向を示している。

8. 人口の高齢化

人口の変動は、車両保有台数の変動に比べて小

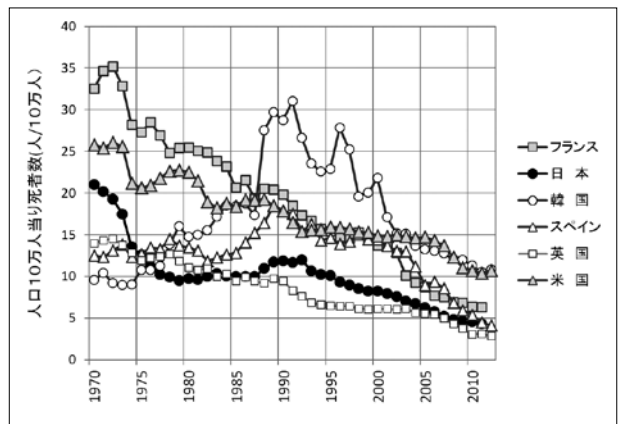


図7 国別人口10万人当り死者数の推移

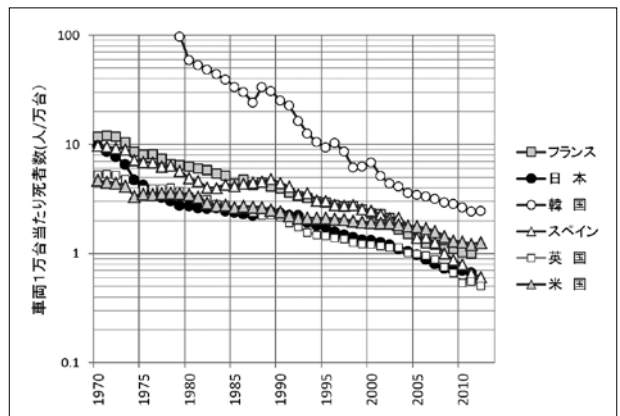


図8 国別車両（原付を除く）保有台数1万台当り死者数の推移

さいので、交通事故情勢への影響も車両保有台数よりも小さいと述べた。しかし、高齢者に限ると、人口の交通事故情勢への影響は大きい。

日本の交通事故死者数の半数を65歳以上の高齢者が占めていることは広く知られているが、6か国の中で人口の高齢化率（全人口に占める65歳以上人口の割合）が最も低い韓国では、高齢者の死者数はフランス、スペイン、英国に比べると多い。

図9は、6か国の65歳以上の高齢者の人口の推移を示したものである。韓国（○）の高齢者人口は6か国の中では最も低いレベルにあるが、その増加率は6か国の中で最も高い。図10は、6か国の65歳以上の高齢者の10万人当りの死者数（以下、死者率）の推移を示したものである。6か国とも

死者率は減少傾向にあるが、高齢者人口が最も少ない韓国が最も高いレベルである。この理由には、他の5か国に比べ交通安全対策の実施レベルが低いことや、交通事故被害者に占める歩行者の割合が高いこと（2012年：日本47.1%、韓国51.4%）が考えられる。

図7だけでなく図9や図10を描くことで、韓国の高齢者事故の問題点がより明確になる。交通事故統計データは、人口や車両保有台数等のデータとともに利用することで、交通事故情勢の的確な把握に寄与する。

9. おわりに

我が国の交通事故統計データでは1件の交通事故に対して100を超える項目が収集されている。それらの項目を組み合わせて集計することで、交通事故の要因や対策に関するヒントを得ることができる。

そのような観点からの分析に興味を持つ人には、警察庁がホームページで公表している交通事故に関する資料¹⁾や、交通事故総合分析センターが公表している資料²⁾が有効である。

交通事故統計データは、他の統計データと組み合わせることで、さらに多くの知見を与えてくれる。今回は、そのような観点から交通事故統計について筆者が感じてきたことを紹介した。

交通事故を、悲惨なものとして捉えるだけでなく、交通事故統計を通してクルマ社会との関わりの中で客観的にみることも、交通安全意識の高揚や交通事故防止に必要なことと考える。

参考資料

- 1) 平成25年中の交通事故発生状況 警察庁 HP
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001117549>
- 2) 交通統計、交通事故統計年表 各年版 公益財団法人交通事故総合分析センター
<http://www.itarda.or.jp/>

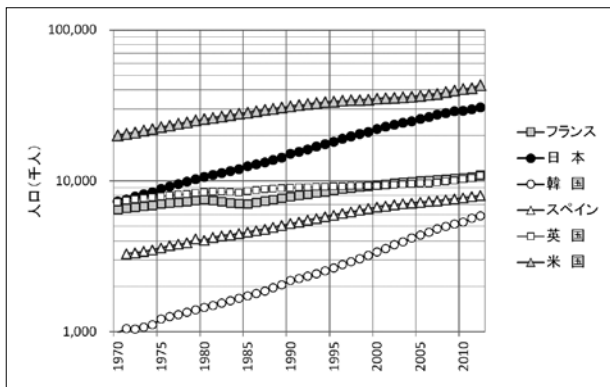


図9 国別高齢者（65歳以上）人口の推移

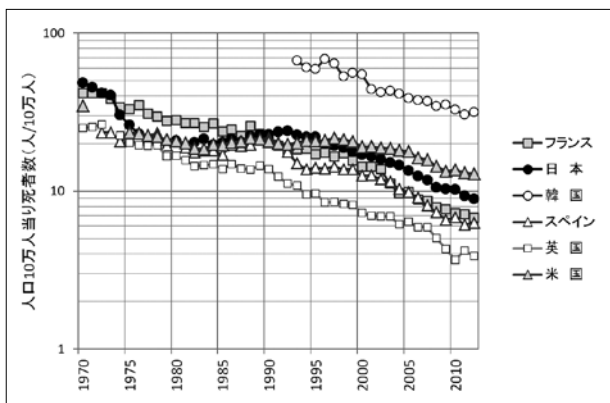


図10 国別 高齢者（65歳以上）の人口10万人当り死者数の推移

品質管理再考

— 附属書SLの意味するもの —

なかじょう たけし
中條 武志

中央大学理工学部経営システム工学科 教授

1. はじめに

世界的な品質賞であるデミング賞の定義¹⁾によれば、総合的品質管理 (TQM: Total Quality Management) とは、「顧客の満足する品質を備えた品物やサービスを適時に適切な価格で提供できるように、全組織を効果的・効率的に運営し、組織目的の達成に貢献する体系的活動」である。

組織の存在意義は、提供する製品・サービスを購入・利用してくれる顧客がいることで生じる。このため、組織にとって、顧客のニーズ (要望) を満たすこと、独自のシーズ (技術) を獲得・活用することで他組織よりも安いコストを実現することが最も重要であり、これによって適正な利益を確保し、製品・サービスを継続的に提供できる。しかし、ニーズやシーズは時と共に変わっていく。品質管理は、これらの変化に俊敏に追従できる組織体質をつくる方法論であり、多くの組織がこれに取り組み、成果をあげてきた²⁾。

このような中、1980年代の後半、製品・サービスの取引のグローバル化を背景に品質管理に関する国際規格 ISO9001³⁾ が制定された。また、これに基づく QMS (Quality Management System) 認証制度が設けられた。認証された組織の数は、既に全世界で100万組織を超えている。さらに、その考え方・方法は、品質管理の分野だけに留まらず、環境マネジメント、情報セキュリティ、食品安全、エネルギーマネジメント、道路交通安全、労働衛生など多くの分野に応用されている。

ところが、これら認証された組織が重大な事

故・トラブルを起こし、顧客や社会の信頼感を脅かすことがしばしば起きている⁴⁾。これは、マネジメントに真摯に取り組むかわりに、形のみを整えて認証を得ようとする組織がいるからであり、それらの組織を認証する認証機関が存在するからである。

本稿では、多くの MS (Management System) 認証の元になっている QMS 認証を例に取り上げ、附属書 SL による複数の MS 規格の要求事項の共通化、ISO 9001の要求事項の改定など、MS 認証の信頼感を高めるために行われている活動について概括し、今後目指すべき方向について論じる。

2. QMS 認証制度と事故・トラブル

適合性認証とは、製品・サービス、プロセス、マネジメントシステムなどが要求事項に合致しているかどうか評価し、合致している場合にはそのことの証明を与える行為であり、適合性認証制度とは、その手続き・運営に関する独自の規則を持つ制度である⁵⁾。

適合性認証制度の導入により、次の3つが期待できる。

①外観だけでは製品・サービスの良し悪しを判断できない場合に、生産・提供のプロセスや組織のマネジメントを含め、製品・サービスが定められた要求事項に合っているかどうかを評価し、合っている場合にはそのことを示すマーク等を表示することで、顧客が安心して購入・利用できるようにする。

②取引の範囲が広がるにつれて、個々の取引ごとに評価を行っていたのでは煩雑となる。統一的に定められた要求事項に合っているかどうかを中立の第三者が評価し、個々の取引ではその結果を信用し、追加要求事項のみの評価を行うようにすれば、大幅な効率アップとなる。

③認証制度による評価結果が優秀な組織であることの証として社会に認められるようになれば、組織が製品・サービスやプロセスの改善、マネジメントのレベルアップに取り組む強い動機付けとなる。

QMS 認証制度は、組織の QMS が ISO 9001 の要求事項に合っているかどうかを評価する制度である。製品・サービスの品質（ニーズを満たす程度）は QMS だけで決まるものではないが、適切な QMS を運用している組織は現在の製品・サービスと同等のレベルのものを継続的に提供できると期待できる。このため、現在の製品・サービスやその生産・提供プロセスが満足すべきものであることを確認しさえすれば、今後も安心して当該の組織から製品・サービスを購入・利用し続けることができる。

一方、QMS 認証された組織が起こした事故・トラブルの原因を調べてみると、大きく次の4つに大別できる⁶⁾。

①技術の不足

顧客のニーズを満たす製品・サービスを経済的に提供するためには、そのためのプロセスを確立する必要がある。組織は、従来の経験を通じてプロセスと製品・サービスとの因果関係やプロセスをコントロールする方法に関する技術を蓄積し、これを活用してプロセスを運営している。このため、従来経験したことのない領域に無理に挑戦すると、様々な事故・トラブルを起こすことになる。本来は、自組織の持っている技術と当該の製品・サービスに必要な技術と比較し、ギャップが大きい場合には当該の製品・サービスを扱わない判断をしたり、不足している技術を外部から獲得する努力をしたりす

る必要があるが、このような判断・努力が適切に行われていない場合がある。

②人に起因する標準からの逸脱

高い技術を持っていて効果的・効率的なプロセスが確立できていても、その通り行えなければ事故・トラブルが発生する。このため、組織は、守るべきルールを標準として定め、必要な知識・技能の教育・訓練を行っているが、新人や応援者の知識・技能が不足している、「まあ大丈夫だろう」と意図的に標準を守らない、うっかり間違える等により、標準からの逸脱が散発的に起こる。

③不十分な調達先の管理

上記①、②のような状況は、組織の内部だけの話ではない。組織は製品・サービスを生産・提供するために必要な部品・材料、設備、情報、役務などの多くを調達先に依存している。このため、調達先において技術の不足や人に起因する標準からの逸脱が適切に防止できていないと、事故・トラブルが発生する。製品・サービスが単純な場合には、受け入れ時に検査を厳重に行えばよいが、製品・サービスが複雑になるにつれて源流での管理が強く求められるようになる。

④トップマネジメントと現場との乖離

①～③で述べた問題を防ぐ難しさは、各当事者がそのような視点から自分の仕事を見直さない限り問題の存在に気がつかないという点である。トップマネジメント（社長、事業部長など）が組織の利益を追求し（これ自体は悪いことではない）、担当者はトップの指示に従おうとする。結果として、担当者が抱えている問題がトップに伝わらず、大きな事故・トラブルが発生して初めてその存在に気付く。このようなことを防ぐには、現場の問題がトップに確実に伝わるようにすればよいが、伝わらないのでトップが関心を持たない。このため、現場の取り組みが問題からずれたところで行われるようになり、ますます問題が顕在化しなくなるという悪循環が生まれる。

QMS 認証が、顧客や社会にとって信頼感のあるものになるためには、認証のための審査の中で、組織が①～④に対してどのように取り組んでいるかを評価し、不十分な点を指摘しなければならない。しかし、要求事項の不完全さ・曖昧さ、審査員の力量不足によって十分な審査が行われないことが、事故・トラブルの発生につながり、QMS 認証に対する信頼感を低下させている。

3. 附属書 SL と ISO9001改訂

前章で述べたような認識を踏まえ、これまでも、QMS 認証に対する信頼感を向上させるための様々な取り組みが行われてきた。これらは、大きく、要求事項である ISO9001 の改訂と、QMS 認証制度における審査員の力量管理の強化に分けられる。ここでは前者に絞って詳しく見ていく。

ISO9001 が ISO/TC16 (国際標準化機構、品質管理及び品質保証専門委員会) によって最初に制定されたのは 1987 年である。その後も、定期的に改訂が行われてきた。1994 年の改訂では、トップによる品質方針の設定やマネジメントレビューに関する要求事項が強化された。また、デザインレビューなど、設計の検証・妥当性確認を明確に求めるようになった。さらに、発生した問題の再発を防ぐ是正処置に加え、潜在的な問題に対する事前の予防処置を要求するようになった。また、2000 年の改訂では、1996 年に制定された環境マネジメントの要求事項 ISO14001 の影響もあって、PDCA サイクル (計画、実施、チェック、処置) による継続的改善を行うことを求めるようになった。また、これを有効に機能させるために、組織や関連部門において品質に関する具体的な目標を定め、結果のパフォーマンスを測定・監視することを求めるようになった。さらに、顧客との関係に関する要求や人などの経営資源に関する要求が拡大・強化された。2008 年の改訂では、新たな要

求事項の追加は行わなかったが、要求事項の意図を明確にし、誤用を防ぐための改訂が行われた。

現在は、2015 年の改訂に向けて検討が行われている最中である。その中で着目されているのが ISO/IEC 専門業務用指針の附属書 SL⁷⁾ である。附属書 SL とは、ISO/TMB (技術管理評議会) において、2006 年から 2011 年にかけて様々な MS 規格の整合性をどのようにはかっていくかが検討され、合同技術調整グループ (Joint Technical Coordination Group) によって ISO/IEC 専門業務用指針の附属書として定められたものである (SL は附属書の通し番号を示す識別子)。

附属書 SL では、新たに MS 規格を制定・改定する場合に守るべき指針が定められている。また、その付録の Appendix 3 には、

- ①共通の上位構造 (High Level Structure)
- ②共通のテキスト (要求事項)
- ③共通の用語及び定義

が与えられている。

図 1 に①の共通の上位構造を示す。また、図 2 に②の共通のテキストの例を示す。③の共通の用語及び定義については、「組織」「利害関係者」「要求事項」「マネジメントシステム」「リスク」「プロセス」「パフォーマンス」「継続的改善」などの約 20 用語の定義が与えられている。なお、図中「XX」には品質、環境、情報セキュリティ、食品安全、などが入る。

上位構造は変更できないことになっている。また、共通のテキスト、共通の用語及び定義は削除できない。ただし、分野固有の要求事項を追加することはできる。また、例外的な事情によって、分野固有の MS 規格に、上位構造、共通のテキスト、共通の用語及び定義のいずれかが適用できない場合には、その根拠を TMB に通知し、TMB が確認することになっている。

分野固有の要求事項を追加する場合には、上位構造、共通のテキスト、共通の用語及び定義の整

合に影響せず、それらの意図と矛盾せず、かつ、それらの意図を弱めてはならない。具体的には、追加の箇条（第2階層以降の細分箇条）を共通テキストの箇条の前またはその後に挿入し、それに従って箇条番号の振り直しを行う。あるいは、共通のテキストや用語及び定義に、新たなビュレット（・（中点）のこと）、分野固有の説明テキスト（例えば、注記、例）の追加、分野固有の新たな段落、既存の要求事項を補強するテキストを追加する。原

- | |
|----------------------------|
| 1. 適用範囲 |
| 2. 引用規格 |
| 3. 用語及び定義 |
| 4. 組織の状況 |
| 4.1 組織及びその状況の理解 |
| 4.2 利害関係者のニーズ及び期待の理解 |
| 4.3 XX マネジメントシステムの適用範囲の決定 |
| 4.4 XX マネジメントシステム |
| 5. リーダーシップ |
| 5.1 リーダーシップ及びコミットメント |
| 5.2 方針 |
| 5.3 組織の役割、責任及び権限 |
| 6. 計画 |
| 6.1 リスク及び機会への取り組み |
| 6.2 XX 目標及びそれを達成するための計画の策定 |
| 7. 支援 |
| 7.1 資源 |
| 7.2 力量 |
| 7.3 認識 |
| 7.4 コミュニケーション |
| 7.5 文書化された情報 |
| 8. 運用 |
| 8.1 運用の計画及び管理 |
| 9. パフォーマンス評価 |
| 9.1 監視、測定、分析及び評価 |
| 9.2 内部監査 |
| 9.3 マネジメントレビュー |
| 10. 改善 |
| 10.1 不適合及び是正処置 |
| 10.2 継続的改善 |

図1 共通の上位構造

案作成プロセスの最初の時点から、分野固有テキストと共通テキストとを色分け等で区別することが求められている。

附属書 SL の直接の目的は、様々な MS 規格の要求事項の共通化である。マネジメントシステムについて言えば、品質、環境、情報セキュリティ、食品安全などの目的が異なっても組織として取り組まなければならないことは共通する部分が多い。したがって、複数の MS 規格やその認証に取り組む組織にとっては、要求事項が共通化されれば大幅な効率化がはかれる。

他方、附属書 SL のもう一つのねらいは、要求事項の明確化・強化である。合同技術調整グループの中心メンバーであった故 Jim Pyle 氏（英国）は、ISO9001の制定・改訂に当初よりかかわってきた人

- | |
|--|
| 5.1 リーダーシップ及びコミットメント |
| トップマネジメントは、次に示す事項によって、XX マネジメントシステムに関するリーダーシップ及びコミットメントを実証しなければならない。 |
| • XX 方針及び XX 目標を確立し、それらが組織の戦略的な方向性と両立することを確実にする。 |
| • 組織の事業プロセスへの XX マネジメントシステム要求事項の統合を確実にする。 |
| • XX マネジメントシステムに必要な資源が利用可能であることを確実にする。 |
| • 有効な XX マネジメント及び XX マネジメントシステム要求事項への適合の重要性を伝達する。 |
| • XX マネジメントシステムがその意図した成果を達成することを確実にする。 |
| • XX マネジメントシステムの有効性に寄与するよう人々を指揮し、支援する。 |
| • 継続的改善を促進する。 |
| • その他の関連する管理層がその責任の領域においてリーダーシップを実証するよう、管理層の役割を支援する。 |
| 注記 この規格で“事業”という場合、それは、組織の存在の目的の中核となる活動という広義の意味で解釈され得る。 |

図2 共通のテキストの例（箇条5.1）

物であり、現行のMS規格やMS認証の限界について十分認識していた。このため、附属書SLは、現行のMS規格の共通部分をまとめただけに留まっておらず、より踏み込んだ要求がなされている。

最も大きな変更点は、箇条4.1および4.2で組織の状況（事業環境や組織の実態など）を踏まえた上で、箇条5.1でトップに事業（組織の存在目的の中核となる活動）とマネジメントシステムとの統合を求めている点である。これは、トップが関心を持たなくなることで、マネジメントシステムが形骸化し、目的とする品質、環境、情報セキュリティ、食品安全などに関してトップと現場との乖離が起こることを防ぐねらいがある。

もう一つの変更点は、箇条6.1で組織の状況を踏まえてリスクおよび機会を明らかにし、これに対する取り組みをマネジメントシステムと統合することを求めている点である。ここで言う「リスク (risks)」とは、不確かさの影響である。例えば、事業環境の変化、設備の故障、人に起因する標準からの逸脱など、起こるか起こらないかが不確定な事象がマネジメントシステムに与える影響である。他方、「機会 (opportunities)」とは、組織が置かれている現状があるべき姿から乖離しており、今がそれを改善する良い時期・折であることを指す。例えば、設備が老朽化しており、性能の良い設備に置き換える良い時期・折、不況のために仕事が少なく、人の教育訓練に力を入れる良い時期・折、法的規制が強化され、従来のマネジメントのやり方を見直す良い時期・折などである。この変更は、マネジメントシステム全般に対して予防処置の考え方を適用することを求めたものと捉えることもできる。なお、この結果、箇条10の「改善」から予防処置の要求事項が除かれている。

第三の変更点は、箇条9およびその他の箇条で、「XXマネジメントシステムの有効性」と別に「XXパフォーマンス」という用語を使用していることである。この意図は、マネジメントシステムの目的が、

本来は製品・サービスの品質、環境影響、情報セキュリティ、食品安全などの結果を確保するためのものであるにもかかわらず、その評価が十分行われていないことに対応することである。例えば、QMSで言えば、製品・サービスの品質が良くなっているかどうか、製品・サービスの品質に関する目標が達成されているかどうかを評価することを求めている。その上で、満足すべき結果が得られていない場合には、QMSの変更を含め、その改善を行うことが必要となる。

以上は附属書SLとして要求事項が明確化・強化された点であり、ISO 9001の2015年改訂の中では、QMS固有の要求事項についての明確化・強化も検討されている。検討されている主な点は次の3つである。これらは、2章で述べた、QMS認証組織が引き起こしている事故・トラブルの原因①～③と対応している。

- ① QMS およびそのプロセスの運用、並びに製品・サービスの適合性及び顧客満足を確実にするために必要な技術を明らかにすること、ニーズおよび状況の変化に取り組む際に、自組織の技術水準を考慮に入れ、必要な追加の技術を入手する方法またはそれらにアクセスする方法を明らかにすることを求める。
- ② 製品・サービスの生産・提供プロセスにおいて、意図的な不順守や意図的でないエラーなど、人に起因する標準からの逸脱を防止する取り組みを要求する。
- ③ 外部委託と購買を区分した上で、要求事項を満たす組織の能力に与える潜在的な影響を考慮し、管理の方式と程度を定めることを要求する。

4. 品質管理および QMS 認証制度への影響

3章で解説した附属書SLやISO 9001の2015年改訂は、QMS認証を取得している、あるいは取得

しようとしている組織の品質管理にどのような影響を与えるであろうか。

事業とQMSを統合するということは、言い換えれば、品質を事業戦略の重要な柱の一つにすることである。また、リスクや機会への取り組みとQMSを統合するということは、未然防止に積極的に取り組むということである。ただし、ここで言う未然防止は、一度も経験したことがない事故・トラブルを防ぐことではない。過去の事故・トラブルを横断的に見ると、何らかの共通性があることに気づく場合が少なくない。この時、この共通性をうまく活用すれば類似の製品・サービスやプロセスにおける事故・トラブルを予測できる。このような予測に基づいて、事故・トラブルが起きる前に対策するのが未然防止である。その上で、結果の品質パフォーマンスを評価し、未然防止できていないところがあれば、QMSの見直しを含めて改善を行うことになる。さらに、技術の管理、調達先の管理、生産・提供プロセスにおける人に起因する標準からの逸脱の防止などについては特別の配慮が求められる。

これらは、品質管理に積極的に取り組んでいる組織にとって、現在の経営環境では当然のことであるが、QMS認証に形式的に取り組んできた組織にとっては、大きな変更を迫られることになる。

QMS認証を行っている機関にとっても、事業戦略と品質との関わりを評価すること、未然防止の取り組みやその見直しを評価すること、技術の管理、生産・提供プロセスにおける人に起因する標準からの逸脱の防止などを評価することが必要になるわけであり、審査の方法および審査員の力量に関する大幅な見直しが必要となる。

以上のように考えると、附属書SLやISO 9001の2015年改訂の影響は小さくない。認証を取得している、あるいは取得しようとしている組織にとっても、認証機関にとっても、どのような態度で臨むのか真摯に検討することが必要である。

5. おわりに

附属書SLにしても、ISO 9001の2015年改訂版にしても、すべてのMS規格は自然言語で書かれており、その要求の解釈にある程度の曖昧さが残るのはやむを得ない。このため、本稿で述べたようなMS認証制度の信頼感を向上させる取り組みも、解釈を少し変えるとその価値が大幅に変わってしまう。

例えば、もし、一部の認証機関が附属書SLやISO9001の2015年改訂版の意図を理解せず、要求事項を表面的に満たしている組織を認証すれば、QMS認証に形式的に取り組んできたために変更を迫られている組織に魅力的な解決策を提示することになり、それらの組織の大半がこのような認証機関へ乗り換えることになる。結果として、QMS認証に対する社会の信頼感がさらに低下し、真摯に取り組んでいる組織や認証機関の努力が無駄になることになる。

附属書SLや各SM規格の改訂を機に、より良い方向に社会を持って行くために何をなすべきかについての議論を活発に行い、あるべき方向に一步でも近づくような努力を関係者全員が行っていくことが必要であろう。

【参考文献】

- 1) デミング賞委員会 (2014) : 「デミング賞のしおり」、日本科学技術連盟。
- 2) デミング賞委員会 (2013) : 「2013年度デミング賞大賞・デミング賞受賞報告講演要旨」、日本科学技術連盟。
- 3) 久保真 (2012) : “日本における認証の実態”、 「ISO 9001ワークショップ要旨集」、品質マネジメントシステム規格国内委員会。
- 4) ISO 9001 (2008) : 「品質マネジメントシステム—要求事項」。
- 5) 中條武志 (2010) : 「ISO 9000の知識」、日本経済新聞社。
- 6) MS認証サービスの価値の見える化に関する研究会 (2009) : 「MS認証サービスの価値の見える化に関する研究会報告書」、経済産業省産業技術環境局認証課。
- 7) ISO/IEC (2012) : 「ISO/IEC 専門業務用指針」。

工学システムの 社会安全目標

のぐち かずひこ
野口 和彦

横浜国立大学 環境情報研究院 教授／本誌編集委員

1. はじめに

工学システムは、その時々の方が求める最適な価値を提供してきたが、工学システムが高度化するにつれて、その安全の確保が社会の重要な要求となってきた。そして、工学システムの持つ負の影響をもたらすリスクやリスクの顕在化を抑制するために、工学システムの安全に関わる多くの研究開発がなされ、社会的には、安全規制に関する検討も進み、工学システムの開発・運用に関する安全性は向上してきた。

しかし、工学システムが高度になるにつれ、安全の向上に関する検討は、再発防止という経験に基づく対応に加え、経験の無い事故をも防ぐ未然防止策を向上させることが重要となってきた。これまで、工学システムの開発・運用における主たる検証対象であった規制は、社会・生産活動の多様性の中で必要条件として提示され、またその性格上被害の発生が明らかになったことに対して重点的に検討・作成されることが多かった。

日本学術会議において、第20期から「工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会」（以下「分科会」と記す。）が設置され、工学システムの安全についての議論が進められた。そして、安全目標をさらに深く検討するため、第22期から分科会内に「安全目標のガイドライン検討小委員会」（筆者も参加：以下「小委員会」と記す。）が設置され、広く工学システムの各分野を比較しつつ、安全目標の考え方が検討された。

本稿は、小委員会で検討され分科会で承認された工学システムの社会安全目標の内容を紹介するものである。

2. 小委員会における検討の流れ

小委員会での検討においては、まず安全の概念の議論から開始した。次に、安全目標の考え方・要件を議論し、その内容について検討を進めた。

小委員会での検討フローを図1に示す。

- 工学システムは、その規模・種類等によって検討すべき安全の対象が異なっている。工学システムの安全目標は、その工学システムの特徴を踏まえ検討することが必要となる。
- 小委員会では、複数の工学システムにおける

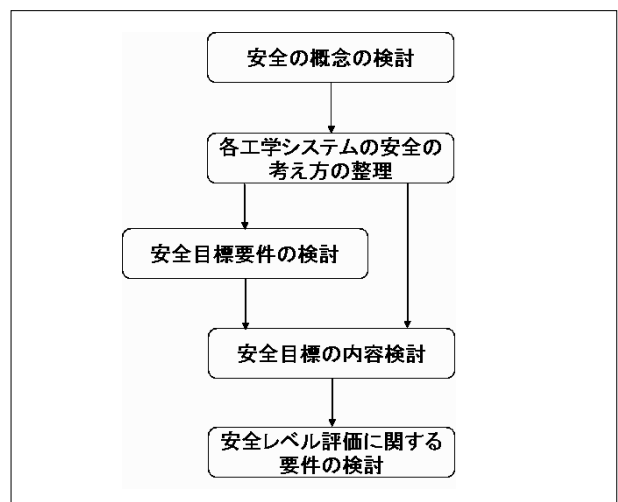


図1 安全目標のガイドライン検討小委員会の検討フロー

安全の考え方と対象としている事象を整理した(表1)。また、本報告では、工学システムがもたらす安全問題として各分野に共通して重要な労働安全分野に関しても、検討を行っている。この検討結果は、安全目標を検討する際の参考とするとともに、日本学術会議の報告書の参考文献となっている。

3. 検討された安全目標の要件

現代社会においては、安全を考える際の対象は人的影響にとどまらず、社会的影響も考慮することが重要となってきている。本安全目標は、工学システムが社会生活の豊かさに寄与するため、工学システムの開発者、運用者のそれぞれが、工学システムの持つリスクに対して、規制の範囲にとどまらずその安全性を追求していくことを支援するガイドラインとして作成された。

本検討における安全の概念は、「受容出来ないリスクがないこと：ISO/IEC Guide 51の定義」を採用したが、安全の定義に「受容出来ない」という主観

表1 検討した工学システムと主な安全検討の対象

| 検討対象工学システム | 主な安全検討の対象 |
|-------------------------|-----------------------|
| 原子力システム | 環境影響 人的影響 エネルギーへの影響 |
| (化学) プラントシステム | 地域環境 人的影響 経済的影響 |
| 情報システム | 社会的影響 産業的影響 企業被害 個人情報 |
| 交通システム (輸送体 OR システム) | 利用者の安全 社会的影響 経済的影響 |
| 物流システム | 環境影響 経済的影響 |
| 製品・製造物 | 人的影響 環境影響 |
| 産業機械 | 人的影響 機能喪失・誤作動 |
| 土木・建築物 | 人的影響 社会安全 |

が入っていることからわかるように、どのような状況を安全と判断するかは、社会状況によって変化するものである。したがって、工学システムが担保すべき安全目標も、その社会が要求する安全を担保することが大前提であるが、その条件を満足した上でどこまで安全であるべきかということは、他のリスクとの兼ね合いの中で決定されるものとなる。工学システムは、その時代の科学技術水準の最善を尽くし種々の安全対策をとっても、それが社会に与える負の影響のリスクをゼロにすることはできない。あるリスク対策をとっても別のリスクを派生させるということもある。そのため、工学システムにおける安全目標は、科学的合理性に基づき決定することが必要となる。

検討された安全目標は、「安全目標は時代と共に変化するという認識に立ち、理想的な社会状況を目指した理念的なものではなく、現代社会において実現が可能なものとする」を前提とした。

本目標の設定においては、経験した事故の再発防止はもちろんのこととして、未然防止の考え方を重視しており、人命に加え、社会リスクの最適化の観点も考慮に入れている。

さらに、安全目標は、人命に加え、社会リスクの観点も考慮に入れて対象のシステムの稼働・不稼働がもたらす人・社会・環境への多様なリスクを勘案して決定するとしている。

そして、製造者、運用者と利用者の責任をバランスよく考えることも、前提とした。

また、安全目標としての要件は、以下のように定めた。

- ①安全目標は、社会制度・科学技術の変化・進歩を考慮に入れるものであり、単なる現状追認であってはならず、達成可能なものでなくてはならない
- ②安全目標は、対象・被害形態・影響の大きさ、選択肢の有無等によっても社会や技術の状況によって変化する

- ③安全目標の作成プロセスは、科学的根拠に立脚できるものでなくてはならず透明性・合理性が必要である
- ④安全目標は、供給者・管理者として、施策に反映できるものであり、各自の施策に反映できるものである
- ⑤安全目標は、将来の制度改定、技術開発、意識改革に繋がるものであり、一市民の立場でも、有意義でなくてはならない

4. 安全目標の内容

工学システムにおける安全は、科学的合理性に基づき決定するべきであり、安全目標としてリスクの考え方を採用することが有効である。ただし、1回の事故で多数の被害が発生するまれな事故と少ない被害が数多く発生する事故とに対する対応や社会の許容度は同じではないため、安全目標は、事故による被害の種類、甚大さと発生確率の大きさに従って、それぞれの目標を設定すべきである。

さらに、産業分野によっては、安全目標をリスク値等の数値目標ではなく、設備要件や組織の運営要件として定める場合もある。

また、この社会の実現目標としての安全目標の他に、技術開発の視点による目標としては、常に高い目標（ビジョン）をもち、社会が要求する安全の達成に挑戦することが重要である。

そのため、安全目標の判断基準には、最低限満足すべきもの（目標値としては達成出来ない場合は許容されない基準値（A））と満足すれば無条件で許容できるもの（更なる改善を必要としない基準値（B））の二種類を設定し、この二つの基準の間にある安全に関するリスクは、他のリスクとの関係を勘案し、その対応を定めることになる。

安全目標は、対象システム等やリスクの特徴を反映したものであり、人命に加え、社会リスクの最適化の観点も考慮に入れて対象のシステムの稼

働・不稼働がもたらす人・社会・環境に影響を与える多様なリスク（ポジティブ、ネガティブな双方の可能性）を勘案して決定することが望ましい。

（1）人命を対象とした目標

人命を対象とした目標といっても、すべての状況を同一目標で考えられるわけではない。

その事故が、多くの人に関するものか、不特定な個人に関するものかによって、目標の考え方は異なるからである。さらに、1回の事故が影響を与える人数によっても、安全目標の設定の仕方は異なる。

影響が不特定の個人に与える工学システムに関する個人の死亡リスクの安全目標として提案するのは以下のとおりである。

①無条件で許容できる基準値（B）

そのシステムの事故による個人の生涯死亡リスクを 10^{-5} ／生涯～ 10^{-6} ／生涯以下であるものを当面の目標とする。

基準値（B）を検討するにあたり、1986年に出された米国政府の安全目標政策声明を参考にした。そこには、「原子力発電所近くの公衆の受ける原子炉事故による個人リスク及び公衆のリスクはいずれも原子力発電所以外の他の事故によるリスクの0.1%を超えないこと」という数値的提案がある。私たちが通常さらされているリスクの0.1%の増加は、ほぼ無条件に受け入れられるであろうという考えである。この数値基準はIAEA（国際原子力機関）等国際的にも踏襲されて、現在でもそれをベースにした議論となっている

②これ以上のリスクが存在するシステムは許容されない基準値（A）

少なくとも 10^{-3} ／年～ 10^{-4} ／年にすることが望ましい。

基準値(A)も基準値(B)と同様に0.1%の基準を考慮して検討したが、この基準レベルを採用している例として、船舶の安全に関してより合理的なルール制定方法としてリスク評価の考え方に基づいた

FSA (Formal Safety Assessment) で定められている乗務員と乗客のALARP (as low as reasonably practicable) 領域の上限基準である 10^{-3} /年と 10^{-4} /年がある。

一般的に工学システムのリスクは、ゼロにはならないが、工学システムにおいて、対象となるシステムの使用を止めても、そのことによるリスクが発生しない場合は、ゼロリスクの達成が可能である。特定の工学システムのリスクをゼロとする場合として、ある工学システムの使用を止めることにより失われる便益が社会的に許容できるものであれば、社会は使用停止の判断をする場合もある。

代替システムを導入する場合は、当然ながら代替システム導入の場合のリスクとシステムを停止した場合のリスクを比較して判断することとなる。

さらに、ここでは死亡リスクをとりあげたが、障害の重度等に応じた目標も別に定める必要がある。

また、安全目標とリスクを比較する工学システムの単位は、対象とする工学システムや安全目標の対象とする事故によっても異なる。例えば、化学プラント等の施設を主体とした工学システムは、1事業所単位で考えるものであるが、自動車の交通システムのように、社会において多くの輸送体がシステムとして機能しているものや情報システムのようにネットワークとして考慮すべきものは、そのシステムの特徴を踏まえて判断するものとする。

(2) 社会的リスクに対する目標

ここでは社会基盤への影響の大きなリスク(例：巨大施設の過酷事故や情報システムの大規模な社会的影響等)を対象として安全目標を考える。またこの目標の対象には、1回の事故の影響が限定的でも、その発生頻度が多大になることにより、社会に大きな影響をもたらす工学システムの事故等も含む。社会的な影響(人的な影響も含む)が大きくなる工学システムに関しては、事故対策による事故の発生確率の低減と事故が発生した際の

被害軽減対策により、被害を一定のレベル以下にすることが必要となる。事故が発生した際の被害軽減対策の実効性が検証できない場合は、事故の発生自体を目標以内に抑えることが必要となる。

① 経済的影響が大きいリスクに対する安全目標の考え方

事故が大きな影響をもたらす場合で、1回の事故の影響が甚大な場合は、リスクはなるべく取りたくないという考えから、より厳しい発生確率を設定すべきである。また、事故発生頻度が多い場合は、利便性との関係で国民の合意を得ることが望ましい。そして、そのシステムや製品の存在をなくすことが社会的に大きな影響をもたらす場合は、得られる環境の範囲でその工学システムが提供する機能の全体リスク最適化の視点で判断することになる。

② 環境的影響が大きいリスクに対する安全目標基準値 (A) の考え方

ア. 回復可能な場合

回復が可能であっても、環境に大きな影響を与える事故は、社会に大きな影響を及ぼすため、人命に関する基準値 (A) と同等以上の厳しい要件が必要となるため、 10^{-4} / (年・事業所) を提案する。

イ. 回復不可能な場合 (30年以内に回復できない場合は、次の世代に影響を残すため、回復不可能とみなす)

この基準値としては、原子力発電所の新設炉の炉心損傷頻度CDF (Core Damage Frequency) に関する目標値である 10^{-6} / 年の考え方も参考として、 10^{-6} / (年・事業所) を提案する。この事象に関しては、発生確率の低下だけでなく、事故が発生した場合の人身への影響の緩和策も検討する必要がある。

③ 物理的被害の規模の大きいリスクに対する安全目標の考え方

原因となるハザードの除去が別の大きなリスクを含まない場合は、ハザードの除去を目標とすべき

である。ここでいう別の大きなリスクとは、ハザードの除去や代替手段が、社会や生活に対して大きな影響をもたらすリスクである。

技術的・経済的に事前の対応が可能な事象に関しては、被害の拡大を防ぐために必要な対策を実施することが必要である。この対策には、敷地外に影響を及ぼさないことといった影響の限定化も含まれるが、影響の限定化に対しては、その実効性があることを検証する必要がある。

ハザードや対象システム・物質・プロセス等の排除が、別の大きなリスクを伴う場合は、対象システム等の排除が不可能であるため、対策により対応せざるを得ないので、可能性のあるリスクを総合的に評価し、社会・生活にとって最適な対策を講じることが望ましい。最適な対策とは、科学的合理性に基づき、社会の合意により決定されるものであり、具体的には、対策を実施するまたは実施しないことによる多様な視点からのリスクを明らかにして、判断を行うことになる。リスクは、その影響の種類が異なるため、数値的に一意にその最適性が定まるものではなく、その時点での社会の価値観やニーズを反映して定めることになる。

5. 工学システム安全に対する要求事項

提案した安全目標を有効に活用し、工学システムを製造・運営する者が目標を達成するためには、開発時においてその安全に関する検討範囲（影響の種類、原因の範囲等）、その目標とするレベル（安全目標）を明らかにして、運営時にはその安全レベルを最新の情報の下に検証した状況を公開することが必要である。

リスクの許容に関する判定を行う場合は、対象の製品・プロセスから恩恵を受けないステークホルダーのリスクにも注意する必要がある。そして、リスクの低減対策は、その対策効果を明らかにする必要があり、技術の可能性、対策の費用対効果

を勘案して行うが、壊滅的な被害をもたらす影響を避けることは、経済的合理性に優先することに留意する必要がある。

リスクの算定結果が、評価に耐える品質レベルになれば、評価に使用してはならない。対象となる工学システムの現状リスクの算定に際しては、以下のことを踏まえることが望ましい。

- ・経験した災害・事故・トラブルに限定することなく、可能性を洗い出すように努める。
- ・安全性評価にとどまらず、どこまでいけば危険かという危険性を評価し限界を見極める。
- ・対象とする製品・システムに関しては、製造から廃棄までのリスクを総合的に評価する。
- ・設備・部材・製品の故障・経年劣化を反映する。
- ・ヒューマンファクターを考慮する。
- ・ソフトウェアリスクを考慮する。
- ・変更管理によるリスクを考慮する。
- ・不確定性の高いパラメータは、その設定の考え方について明らかにする（原則として、希望的観測にもとづきリスクを小さく評価しないように注意すること）。
- ・最新の知識や環境の変化を反映する。
- ・自然災害等との複合事象も想定する。
- ・非定常作業時のリスク評価も行う。
- ・事故拡大防止対策の失敗確率を考慮する。
- ・影響の大きさに関しては、人身への影響、物理的被害の影響のほか、環境（生態系、動物）・社会・地域・生活・組織等への影響も評価する。
- ・使用する情報の公開性・検証性を確保する。
- ・リスク論的目標設定を行うのは、対象システム等の現状リスクが検証できる範囲に限るものとする。

6. 工学システムの安全を担保するために必要な役割分担

工学システムに関する安全に関与した許認可に

関しては、以下の役割分担が望ましい。

(1) 行政（国）の役割

対象システムの稼働・不稼働の決定は、社会的にその責任をとることができる主体が行う。

企業が主体となって判断を行う工学システムに関しては、国等は社会安全の視点から望まれるレベルをガイドラインとして示し、そのガイドラインを参考にして企業が判断をすることが望ましい。

一方、国が主体となるような社会的に大きな影響を持つ対象に対しては、行政は、対象とする工学システムの受容について、多様な視点からそのリスクを明らかにして、稼働・不稼働の根拠を明示することが必要である。

社会に重要な影響を持つシステムに責任を持つ国（政治・行政）等は、先見性を持って国際的な動向と国民の価値観に配慮してガイドラインを作成し、稼働・不稼働を決定する。

(2) 事業者・専門家の役割

事業者・専門家は、最新の知識・技術を用いて、現状リスクを把握・報告する責務を持つ。

(3) 市民の役割

市民は、科学技術のシステム・製品を安全活用し豊かな社会生活を行うに際して、理解すべき科学技術のリスクに関して関心を持ち、その受容の在り方に関して常に考えておくことが求められる。

ただし、科学技術の多様さ複雑さを鑑みた場合、全ての工学システムに対して、市民の一人ひとりが理解を深くすることの困難さがあることも事実である。したがって、事業者・専門家・国等は、市民が判断するための情報をできる限り提供するとともに、市民からその判断が信頼される状況を作る必要がある。

7. おわりに

これまで、安全目標を設定すると言えば、リスクを 10^{-6} /年以下にするといった数値目標を設定することと考えられることが多かったが、今回作成した工学システムの安全目標は、安全目標の位置づけとその設定の考え方をまとめたものになっている。これは、社会に存在する工学システムには様々なものがあり、一意的な数値目標を設定することが難しいことと同時に、具体的な数値目標はその時代によって変化することが背景にある。

したがって、この検討においては、工学システム（プロセス、製品も含む）に関する規制・研究開発・設計製造・運営を行う者が、実施すべき施策・活動を検討する際に、他の事業・システムの状況も参考にしつつ現状の事業・システムの状況とここで提案した安全目標を比較することによって、その乖離や課題を認識できるように、安全を考えるような基準の考え方を提案している。

工学システムの安全目標の検討は、単に安全レベルをどのように定めるかということだけではなく、人間社会における科学技術の推進の仕方を考えるために必要な事でもある。老子に、「天下に忌諱（きぎ）多くして民いよいよ貧し、民に利器多くして国家ますます昏し」という言葉がある。忌諱とは、規制や禁止事項のことであり、規制が多い社会は、民の活動を阻害すると言っているのである。また、利器とは便利なものという意味であり、市民が便利なものを使いすぎると国家が危うくなると言っているのである。

我々が、どのような社会を構築するのかということは、社会を豊かにしてきた工学システムをどのように活用し、コントロールしていくかにかかっている。

<参考文献>

- 1) 「工学システムに対する社会の安全目標」 日学術会議 総合工学委員会 工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会（平成26年9月発行）

CONTENTS

防災言

住宅火災の死者低減に向けて 5
 村上 研一（東京消防庁 予防部長／本誌編集委員）

ずいひつ

古代日本の災害リスク 6
 吉野 正敏（筑波大学 名誉教授）

防災基礎講座

太陽光発電設備の防火安全対策 8
 大宮 喜文（東京理科大学理工学部建築学科 教授）

論考

IPCC 第5次評価報告書－影響・適応・脆弱性－について...12
 原澤 英夫（独立行政法人国立環境研究所 理事）

交通事故統計について 18
 西田 泰（公益財団法人交通事故総合分析センター研究部 特別研究員兼研究第一課長）

品質管理再考－附属書SLの意味するもの－ 24
 中條 武志（中央大学理工学部経営システム工学科 教授）

工学システムの社会安全目標 30
 野口 和彦（横浜国立大学 環境情報研究院 教授／本誌編集委員）

絵図解説

災害絵図「立山大鳶山抜けの図」 37
 （富山県立図書館所蔵）

1858年飛越地震 38
 伊藤 和明（防災情報機構 NPO 法人 会長／立山カルデラ砂防博物館 アドバイザー）

災害メモ 39

編集委員

隈本 邦彦 江戸川大学教授
 篠原 誠治 東京海上日動火災保険(株)
 土橋 律 東京大学教授
 野口 和彦 横浜国立大学教授
 長谷川俊明 弁護士
 平山 立志 あいおいニッセイ同和損害保険(株)
 藤谷徳之助 一般財団法人日本気象協会顧問
 松浦 常夫 実践女子大学教授
 間々田弘紀 損害保険ジャパン日本興亜(株)
 村上 研一 東京消防庁予防部長
 山崎 文雄 千葉大学教授

編集後記

住宅火災での死者の6割は高齢者が占め、また、死者が発生した出火原因の第1位は、毎年「たばこ」だそうです。喫煙率が下がり続けている中、高齢者のたばこ離れは進んでいないのでしょうか。一方で、交通事故の死者も高齢者の割合が高い状況が続いています。超高齢社会ともいわれる中、火災や交通事故から高齢者をいかに守るかが、損保業界としても重要な課題と認識しています。

今夏は水害、土砂災害など西日本を中心に多発し、大きな被害が出ました。防災、減災の取り組みの必要性がますます大きくなります。ぼうさい探検隊で作ったマップが、いざというときの避難マップとして役立つことを願っています。 （鈴木ふ）

予防時報 創刊1950年(昭和25年)

©259号 2014年10月1日発行
 発行所 一般社団法人日本損害保険協会
 編集人・発行人 生活サービス部長 五味正夫
 東京都千代田区神田淡路町2-9
 〒101-8335 TEL(03)3255-1294

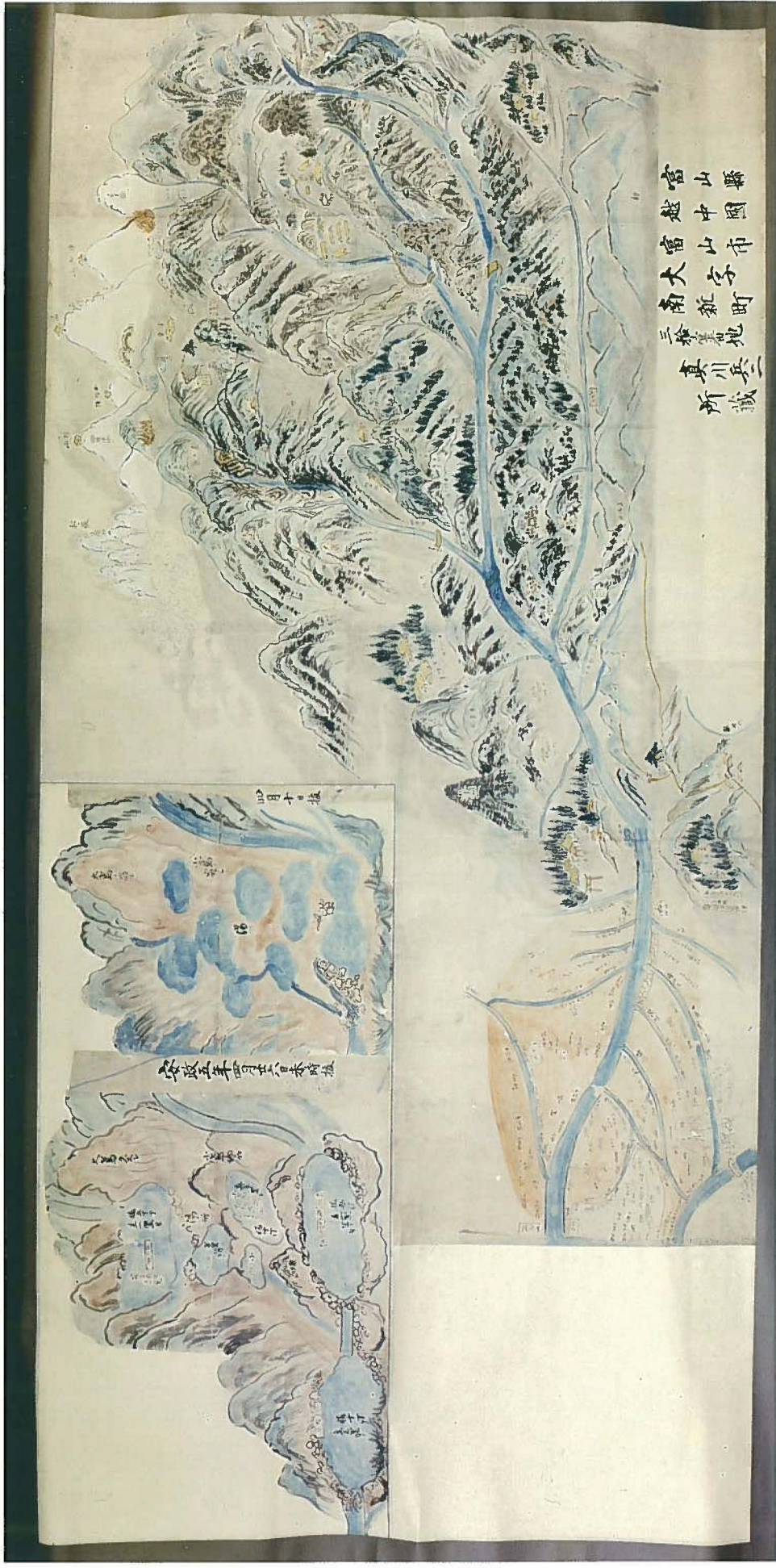
©本文記事・写真は許可無く複製、配布することを禁じます。

FAXまたは電子メールで、ご意見・ご要望をお寄せ下さい。

FAX:03-3255-1236 e-mail:ansui@sonpo.or.jp

当協会のホームページからもお送りいただけます。
<http://www.sonpo.or.jp/archive/publish/bousai/0001.html>

制作＝株式会社阪本企画室



「立山大鷲山抜けの図」(富山県立図書館 所蔵)



現在の立山カルデラ (菊川 茂氏 提供)

1858年4月9日(安政5年2月26日)に発生した「飛越地震」は、Aクラスの活断層(1,000年に1回位の活動度)である跡津川断層の活動によるものであり、その規模は、従来M7.0~7.1(理科年表など)とされていたが、近年、被害分布などをもとに再検討が進められた結果、M7.3~7.6だったと推定されている。

激震に見舞われた城下町の富山では、多数の家屋が倒壊し、飛騨では、神通川の上流部にあたる宮川や高原川流域の村々の被害が甚大であった。

山岳地帯を走る活断層の活動による地震だったため、山崩れが多発した結果、崩壊した土砂が川をせき止めて天然ダムを生じたり、主要な道路が寸断されるなど、厳しい山地災害の様相を呈した。

これら山崩れのなかでも、ひととき規模が大きく、飛越地震の名を後世に伝える要因となったのは、立山連峰の大鷲山と小鷲山の大崩壊であった。ほぼ南北に伸びる尾根の西斜面、現在は立山カルデラと呼ばれている巨大な凹地形の底に向かって、山体の一部が崩落したので、通称“鷲崩れ”といわれている。

カルデラの斜面から流れだす大小の川の水は、集まって湯川となり、西進する湯川は、やがて南からくる真川と合流して常願寺川となり、富山平野を潤している。つまり立山カルデラは、常願寺川の源流部にあたるのである。

大鷲・小鷲の崩壊によって発生した岩屑なだれは、中腹にあった立山温泉を呑みこみ、カルデラ内の湯川から常願寺川を流下して堆積した。

岩屑なだれが高速で流下したとき、無数の岩石がぶつかりあって火花を発し、その光によって、川筋が明るく見えるほどだったという。

湯川の上流部では、水流がせき止められ、多くの天然ダムを生じた。また、湯川の谷を流下した土砂は、真川との合流点に達し、真川の谷を逆流して堆積し、天然ダムを形成した。堆積した土砂の厚さは

100mをこえたという。

そこへ、地震から2週間を経た4月23日(3月10日)、信濃大町付近を震源とするM5.7の地震が発生し、その衝撃によって真川のせき止め部が決壊、大量の土砂や流木をまじえた土石流が下流の村々を襲った。

さらに、大地震から2か月後の6月7日(4月26日)、湯川筋の天然ダムが決壊して、大規模な土石流と洪水流が発生、常願寺川の扇状地に氾濫して、堤防を破壊したうえ、大洪水となって富山平野を洗いつくし、無数の民家を押し流した。この2回目の洪水は、1回目のときよりも規模が大きく、水位は2mほど高かったという。

この大規模土砂災害を契機に、常願寺川はすっかり暴れ川に変身してしまった。豪雨に見舞われるたびに、水害や土砂災害が頻発するようになったのである。しかも災害は、年を追うごとに激化して、明治時代の1871年から1912年までの42年間に、40回の洪水が発生している。

こうした災害の繰り返しから、上流部で土砂を抑えないかぎり、常願寺川の治水は成り立たないことが認識され、1906年に富山県が砂防工事に着手、1926年には国の直轄事業として引き継がれ、現在に至っている。こうして、常願寺川上流域は、日本の砂防事業発祥の地となったのである。

飛越地震については、多くの古文書や絵図が残されているが、この「立山大鷲山抜図」は、その代表的なもので、大鷲崩れに関する災害絵図のうち、最も雄大な図であろう。

この絵図には、2回にわたる“水抜け”時に、湯川筋に湛水した複数の天然ダムが描かれている。

なお、右上の図に「四月十日抜」とあるのは、“三月十日”の誤記であることを付け加えておく。

伊藤 和明(防災情報機構NPO法人 会長/立山カルデラ砂防博物館 アドバイザー)

2014年4月・5月・6月

★火災

- 4・15 群馬県桐生市の黒川ダム近くで山林火災。栃木県足利市側にも拡がり40世帯90人に避難勧告。約400ha焼失。
- 4・18 岩手県宮古市で、完成間近だった宮古漁協の鉄骨一部2階建て冷蔵庫棟延べ床面積2,200㎡が全焼。
- 4・25 富山県氷見市の機械部品メーカー工場の鉄を溶かす精錬センターで爆発。溶けた鉄が噴き出す。1人死亡、4人負傷。
- 4・25 愛知県瀬戸市の産業廃棄物中間処理業の油圧プレス機付近で爆発、火災。軽量鉄骨平屋工場約1,100㎡が骨組みを残して吹き飛ばす。1人死亡。
- 4・29 島根県大田市の半導体基板材料研磨工場、アルコール昇温作業中に出火し工場約1,630㎡全焼。1人負傷。
- 5・13 東京都町田市の金属加工工場、工作機械の整備を終え電源を入れたところ、火花がマグネシウムに引火し爆発。放水できず消火に38時間。1人死亡、7人負傷。
- 6・2 青森県平川市の鉄筋コンクリート一部2階建て事務所兼自動車整備工場約1,500㎡全焼。1人負傷。

★陸上交通

- 4・21 広島県世羅町の国道184号交差点(信号のない三差路)で、乗用車と対向のトラックが衝突。3人死亡、2人負傷。
- 5・11 鳥取県伯耆町の国道181号で、軽自動車同士が正面衝突。3人死亡。
- 6・5 神奈川県横浜市中区の首都高湾岸線下り三溪園入口付近で、7人乗りワゴン車がトラックに追突。3人死亡、4人負傷。
- 6・7 埼玉県さいたま市岩槻区の国道122号で、軽乗用車が対向車線にはみ出し大型トラックと衝突。4人死亡傷。
- 6・18 北海道旭川市の国道12号線の丁字路交差点で、右折のRV車と直進の乗用車が衝突し、信号待ちの自転車が巻き添え。3人死亡、1人負傷。
- 6・21 鹿児島県指宿市のJR指宿枕崎線薩摩今和泉一見駅間で、線路沿いの崖が大雨で崩れ流入した土砂に観光特急「指宿のたまて箱」(2両編成)が乗り上げ脱線。15人負傷。

★海上

- 6・7 北海道岩内沖で、強風の中、4人乗りのプレジャーボートがエンジントラブルの上、漂流、浸水。救助要請後、転覆。救命胴衣は着用も、4人死亡。

★自然

- 5・4 新潟県上越市柿崎区で、海岸の波打ち際で遊んでいた子供3人が波にさらわれ、助けようとした大人も溺れる。5人死亡。
- 5・5 伊豆大島付近で地震。M6.0、地震の深さ162km。東京都千代田区で震度5弱など。17人負傷。
- 6・24 首都圏などで、雷を伴った激しい雨。道路冠水、落雷、停電。東京都三鷹市と調布市で大粒のひょうが降り、道路などに10cm以上積もる。2人負傷。

★その他

- 5・27 埼玉県北本市の日帰り温泉施設で、客3人がレジオネラ菌に感染。1人死亡、2人負傷。
- 5・27 島根県出雲市の中国電力直江変電所で、電気設備会社社員が電線などの点検中に感電。送電が止まり、出雲市の一部と雲南市ほぼ全域で停電。1人死亡。
- 6・14 埼玉県さいたま市大宮区のビルで、エレベーター内の古い塗料を剥がす作業をしていた男性2人死亡。
- 6・29 北海道登別市の病院で、硫黄泉の源泉をためるタンク内で、お湯の不純物を取り除く作業中に職員が転落した模様。硫化水素が検出される。2人死亡。

★海外

- 4・3 ソロモン諸島で、数日前からの豪雨の影響で首都ホニアラを流れるマタニカウ川が氾濫。洪水により約4万9,000人が家を失う。63人死亡・行方不明。
- 4・7 中国・雲南省の炭鉱で、26人が作業中、爆発による出水が発生。22人死亡、4人負傷。
- 4・13 メキシコ・ベラクルスの高速道路で、故障のため路肩に停車中のトラックに大型バスが突っ込み炎上。36人死亡、4人負傷。

- 4・15 トーゴ共和国で、定員56人のバスが大型トラックに正面衝突。トラックのヘッドライトの一つが消えていたためバイクと誤認。48人死亡、15人負傷。
- 4・16 韓国・全羅南道の珍島沖で、仁川から済州島に向かって476人乗り韓国の5階建て旅客船「セウォル号」が座礁し沈没。過積載で急旋回時バランス崩す。304人死亡・行方不明。
- 4・20 パキスタン・シンドで、バスがトレーラーを追い越そうとして衝突。42人死亡。
- 4・22 コンゴ民主共和国・カタンガで、スピード超過の列車がカーブで脱線。63人死亡、80人負傷。
- 4・25 コンゴ民主共和国・キクウィトで、音楽フェスティバル開幕直前にスタジアムの電源が切れて停電し、場内の観客が出口に殺到。入ってくる観客とぶつかって大混乱。30人死亡。
- 5・2 アフガニスタン・バダクシャンで、大雨が原因とみられる大規模な地滑り。200世帯以上が土砂に埋まる。675人死亡・行方不明。
- 5・13 トルコ・マニサの炭鉱で、爆発、火災。301人死亡、80人負傷。
- 5・13 北朝鮮・平壤で、建設中の23階建て集合住宅が崩壊。地上4階部分までが完工していたが、完成前にすでに入居しており、推定で400人超が死亡。
- 5・15 パルカン半島北西部で、記録的な集中豪雨、洪水。13万世帯以上停電、3万人以上避難。62人死亡・行方不明。
- 5・18 コロンビア・フンダシオンで、教会の行事が終わって帰る途中、子供たちの乗ったバスから突然出火し、爆発。32人死亡、18人負傷。
- 5・26 インド・ウッタルプラデシュ州で、駅に停車していた貨物列車に急行列車が衝突し、客車6両が脱線。40人死亡、100人負傷。
- 6・3 中国・四川省の炭鉱で、ガス爆発。22人死亡・行方不明、2人負傷。
- 6・6 アフガニスタン・バグランで、鉄砲水が発生し、家屋800棟以上損壊。農業用地も壊滅的被害。144人死亡。
- 6・28 インド・タミルナドゥで、建設工事の中の11階建てビルが崩壊。61人死亡、27人負傷。

*早稲田大学理工学総合センター内 特定非営利活動法人 災害情報センター (TEL.03-5286-1681) の「災害情報」を参考に編集しました。

ホームページ <http://www.adic.waseda.ac.jp/>

