

# ISO2394 に基づく統計的人命価値の算出 及び津波避難施設への国別適正投資水準の比較 ～スマトラ島沖地震を例として～

佐藤尚次\* 中川碧\*\*

## Nation-oriented Estimation of VSL and Appropriate Life-saving Investment on Tsunami Evacuation Buildings using ISO2394 Concept —On Examples of Sumatra-Andaman Earthquake Tsunami—

by

Naotsugu SATO and Midori NAKAGAWA \*\*

In ISO2394(ver.2015) “Optimization and criterion on life safety” is introduced in Annex G. Social Willingness To Pay(SWTP) for VSL (Value of Statistical Life) is evaluated based on LQI (Life Quality Index) here. Rational life safety level can be controlled due to some economical parameters oriented with LQI. This paper presents an example of SWTP values of some Asian countries where Tsunami inundation were observed at 2004 Sumatra-Andaman Earthquake using ISO2394 formulae and actual WHO datum. Sufficient number and optimum allocation of Tsunami Evacuation Buildings are proposed, and satisfaction levels under recent SWTP of each country are shown simultaneously.

**Key words:** ISO2394(ver.2015), life safety, LQI, SWTP, Sumatra-Andaman Earthquake, Tsunami Evacuation Building(TEB)

### 1 緒 言

2015年に改定されたISO2394・付属書G「人命安全に関する最適化と規範」という項には、LQIに関する記載が加わっている<sup>1)</sup>。LQIとは、Life Quality Indexの略であり、この付属書では、国民一人当たりの国内総生産や余暇時間、生活の質の指標指数によって表す考え方が示されている。国の経済条件と人命安全に対する考え方はつじつまが合っているべきであり、国の豊かさにより最適な選択は異なったものになりうるということが、この付属書の「提案」である。このことを直接的に解釈すれば、大災害時を想定したときにも、防災にかけることのできるコストすなわち社会的支払意思額は、国の経済力によって左右され、人の命の価値すなわち統計的人命価値は国ごとに異なるということになる。

この考え方は、人命価値に普遍性を見出し、経済格差を国家間の援助で補おうとする方向性とは真逆であり、各国の自己責任、自力救済を含意したものといえる。これ自体にも議論のあるところとは思われるが、実際にこの考え方を適用したときに、経済力によりどれだけ各国の防災対策の水準は違ってきうるのかを、試算してみることには十分な価値があると思われる。これを具体的な数値で示すことを本研究の目的とする。

本研究では、2004年に発生したスマトラ島沖地震に伴う津波被害を念頭に置いて、経済力が直接反映されるハ

ード的防災対策である、津波避難ビル（Tsunami Evacuation Buildings, TEB）の建設を例に挙げて検討を進める。スマトラ島沖地震は一度の津波被害で13か国に被害を及ぼしたため、いくつかの国においてリスク低減計画を比較するための共通のベースとして扱うのに適切と考え、選定した。なおこの地震に対する津波避難ビルの配置計画は、ハワイ大学の先行研究<sup>2)</sup>を参考にした。

詳細は後述するが、同地震津波は、被害は甚大であるものの、事象としては極めて稀なものであって、一人の人間が直面する様々な人命リスク（疾病、交通事故、産業安全、犯罪など多様なものが考えられる）の中で比較するならば、「死亡原因となって期待余命を短縮する」要因としては、必ずしも大きな位置を占めるものとはいえない。この事実を、人命リスク低減率というパラメータを小さく設定することで、端的に計算に反映させることが出来る。その結果、人命を守るためのハード対策すなわち津波避難ビル建設に対する支払意思額の国別格差には、顕著かつわかりやすい特徴が現れてくる。以下順を追って記述していく。これに対し、実際に建設するために必要な建設コストを算出し、各被災国の経済状況で実際にどれだけの人口が救われるかを検討し、比較する。

+ 原稿受理 2019年4月19日 Received

\* 中央大学理工学部都市環境学科 〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27 Dept. of Civil & Environmental Eng., Chuo Univ., 1-13-27, Shiba, Minatou-ku, Tokyo

\*\* 日本工営（株）（研究当時 中央大学理工学部） Nippon Koei co., Ltd. ( Chuo Univ, at study)

## 2 スマトラ島沖地震概要

2004年12月26日、インドネシア西部時間午前7時58分（日本時間9時58分）スマトラ島で発生。震源深さ10km、マグニチュード9.3。スンダ海峡に位置し、インド・オーストラリアプレートとユーラシアプレート間の海溝型地震。この地震に伴い、アマンダン・ニコバル諸島近海からスマトラ島北西部近海にかけて、直線距離で約1500kmの帯状の海域にわたる、海底深さ約4000mの場所で、津波が発生し、平均時速約700kmで伝播したとみられる。津波が到達した国は13カ国に及び、一番被害が大きかったのはインドネシア、ついでスリランカ、インド、タイ、モルディブ、マレーシアと続く。死者・行方不明者数は把握できる限りで、23万3千人にのぼる。

今回分析の対象地域を、死者が発生した4地域に選定した。一番被害が大きかったインドネシアに加え、インド、タイ、マレーシアである。まず、インドネシアでは、アチェ州の州都バンダ・アチェのムラクサを取上げた。スマトラ島沖地震に伴う津波被害が一番大きかったところである。ここはスマトラ島の最北端に位置し、バンダ・アチェでは13万人の死者行方不明者が発生した。インドでは、地震発生から8時間程度で到達したと推測されることから、内陸側に逃げる時間は十分であり、単純にこのケースに限れば、津波避難ビル建設は津波防災対策としては有効でない。しかし、この地域は高潮被害が多く、津波避難ビル建設は、津波被害のみならず高潮被害対策にも有効である。今回の結果を別のハザードに拡張する、次の可能性も含む形で、比較対象地域として選定する。タイでは、実際の津波浸水域に対して解析を行う。マレーシアは、地震発生から1時間後に津波が到達し、先行研究より津波浸水域のデータが得られたため、それを用いて解析を行う。

## 3 ISO2394における社会的支払意思額

ISO2394では、あるリスク削減活動が行われるときの一人の命を救うために投資されるべき社会的支払意思額（Social Willingness To Pay）を次式（1）のSWTPで与えている。

$$SWTP = g/q \cdot (dea)/ea \approx g/q \cdot C_x dm = G_x dm \quad (1)$$

ここに

- $g$  : 国民一人当たりのGDP,
- $ea$  : 平均寿命を割り引いた年齢,
- $q$  : 消費に使用できる資金と健康寿命とのトレードオフに関する尺度,
- $m$  : 死亡率.

ここで $q$ は直訳すると、「消費に使用できる資金と健康寿命とのトレードオフに関する尺度」となるのだが、要は「寿命の中のどれほどの部分を使って、どれほどの資金を集めるか」というパラメータであり、

$$q = w / ((1-w)\beta) \quad (2)$$

- $w$  : 経済活動に割り振られる時間の比,
- $\beta$  : コブーダグラス型の弾力性の定数.

で表される<sup>3)</sup>。

$w$ は労働時間を余暇時間で割ったものである。また、 $\beta$ は発展途上国では0.6、先進国では0.7でとされており、本研究の対象国では0.65を採用したが、比較のために日本を考えると時のみ0.7とした。

$w$ が小さいほど労働時間以外の生活時間の余裕度が高い。近年の我が国の「働き方改革」の目標尺度にも近いといえる。(2)式の通り $w$ が小さいほど $q$ も小さくなる。概ね $q$ は、0.12以下であれば生活の質は高いと言え0.26を超えると、生活の質は低いと判断されるようである。

(1)式の第1項を以下の計算に用いるが、この式が示すところは、「可処分所得尺度である一人当たりGDPが大きい場合」と、「それを生産する経済活動時間が少ない、質のいい生活を送っている場合」に対して、死亡率の減少対策に対する社会的支払意思額の値が大きくなるということである。

また、上式の中にある $(dea)/ea$ は、平均余命の変化を表しており、以下の式により算出できる<sup>4)</sup>。

$$\begin{aligned} dea/ea &\approx \Delta \cdot (d/d\Delta \int \sigma^{au} \exp(-\int \sigma^{au} [\mu(\tau) + \Delta] d\tau) da) |_{\Delta=0} \\ &\quad / (\int \sigma^{au} l(a) da) \\ &= \Delta \cdot (\int \sigma^{au} a l(a) da) / (\int \sigma^{au} l(a) da) \quad (3) \end{aligned}$$

$\mu(\tau)$  :  $\tau$ 歳の時の死亡率,

$\Delta$  : 人命リスク低減率,

$au$  : 生命表における最大の年齢,

$l(a)$  : 生存時間関数、生まれてから後、ある年齢 $a$ 歳における生き残る割合を意味し、

$$l(a) = (S(0, a)) / (e(0)) \quad (4)$$

$S(0, a)$  : 0歳から $a$ 歳までの生存確率,

$e(0)$  : 割引なしでの0歳のときの平均余命、  
で与えられる。

(3)式、ないしこれから求められる(1)式の結果は、人命リスク低減率 $\Delta$ に比例しており、この $\Delta$ をどのように仮定するかが、本研究の計算結果に直結する。この仮定には慎重を期するべきところではあるが、以下のようにやや大胆な立論を行った「スマトラ島沖地震と同様のマグニチュード9クラスの地震である、東日本大震災の再現期間は概ね1000年程度と推定される」「津波の発生が浸水地の人命すべてを失わせるわけではない。助かる確率は五分五分であると考えよう」これらの理由から、避難ビルが皆無の場合と、完備（被災地住民全員が津波到達までに避難を終えられるだけのビルを建設）の差となる $\Delta$ として、1/2000を採用することとした。 $au$ はWHOの生命表に基づき85歳までとした。この $\Delta$ の仮定の仕方については、様々な議論が可能であると思われるし、それが著者の希望するところでもある。計算結果を示した後の、結言において、少し触れてみたい。

## 4 各国におけるSWTP

前章における生存時間関数 $l(a)$ を、WHOの統計データの死亡率を用いて逆算した。男女別のデータであったた

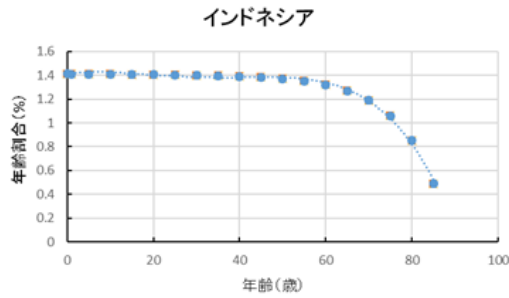


Fig.1 Age-based population rate in Indonesia

め、平均を用いた。計算のもととなった年齢別人口割合のデータのプロットを、代表してインドネシアのものについて Fig.1 に示す。

なお、0 歳時平均余命は、WHO の生命表よりインドネシアにおいて男性 67.3 歳、女性が 71.4 歳、インドにおいて男性 67.4 歳、女性 70.3 歳、マレーシアにおいて男性 73.2 歳、女性が 77.6 歳、タイにおいて男性 71.8 歳、女性が 79.3 歳である。

このプロットに対して、文献 4) に記載された手順を参考に、4 次の多項式を近似式に用い、各国の生存時間関数  $l(a)$  を求めた。

インドネシアでは、

$$l(a) = -10^{-7}a^4 + 10^{-5}a^3 - 0.0005a^2 + 0.0053a + 1.41$$

以下、インド、マレーシア、タイではそれぞれ、

$$l(a) = -8 \cdot 10^{-8}a^4 + 8 \cdot 10^{-6}a^3 - 0.0003a^2 + 0.0027a + 1.3994$$

$$l(a) = -9 \cdot 10^{-8}a^4 + 10^{-5}a^3 - 0.00054a^2 + 0.0046a + 1.3181$$

$$l(a) = -7 \cdot 10^{-8}a^4 + 8 \cdot 10^{-6}a^3 - 0.0003a^2 + 0.0035a + 1.3129$$

$$(5-1 \sim 5-4)$$

となった。

生活の質パラメータ  $q$  は、インドネシア、インドおよびタイについては WHO 資料で計算されたものが得られたが、マレーシアに関しては、独自に計算した。労働時間は平均労働時間とし、人生 80 年のうち 50 年間、1 年の 52 週間のうち 48 週間、1 週間のうち 44 時間働いた時として算出した。算出されたパラメータを Table 1 に示す。

なお、この表には比較のために日本の数値も載せた。上記の仮定（残業なし）から、マレーシアの  $q$  値はやや楽観的ではあるかも知れないが、日本の場合（ $\beta = 0.7$

Table 1 SWTP for each country

	GDP (\$/人/年)	生活の質 $q$	SWTP (\$/人)	割り引いた値 (\$/人)
インドネシア	3,570	0.26	200.33	182
インド	1,706	0.13	251.03	228
マレーシア	9,508	0.10	1900.89	1728
タイ	5,911	0.29	413.41	376
日本	38,968	0.14	5453.81	5,244

としている) は労働時間の長さが多少反映されている可能性が高い。

次にこれらの数字から、(1) 式で求めた SWTP の算出結果も Table 1 に示す。ここで、国民一人当たり GDP は、「世界の統計」より引用した 2017 年度のものである。、SWTP を多年度にわたる投資効果に対して評価するときには、将来価値を現在価値換算するために割引率を用いなければならない。上側の 4 カ意味でも途上国では、発生確率の小さい災害に対して、国には 10% が適用され、日本は 4% が適用される。その大きな初期投資で長期にわたって対処しようという施策は条件が不利である。比較のためにこの割引率で割り引いた、一年後の SWTP の値も示した。

以上の算出結果よりわかることを述べてみる。インドネシアとインドにおいて、一人当たり GDP はインドネシアの方が高いが、生活の質は労働時間の短いインドの方が良いという評価になっているため、最終的な支払意思額はインドの方が高くなっている。またマレーシアと日本は、一人当たり GDP が高く、生活の質も良いため、最終的な支払意思額は相当に高くなっている。インドネシアとタイにおいて、生活の質はそこまで大きな違いはないが、一人当たり GDP がタイの方が高いため、最終的な支払意思額にはこの差が反映されることなどがわかる。

## 5 GIS による各地の浸水域評価と避難ビル計画

ハワイ大学の研究<sup>2)</sup>では、スマトラ島沖地震において一番被害の大きかったインドネシアのバンダアチェの浸水域を対象に、GIS を用いて、全人口を救うために最低限必要な、津波避難ビル TEB の位置と数の決定を行っている。本研究では、選定したこれ以外の 3 地域を対象に、同様の解析を実行して、各地域の最適な津波避難ビルの数と位置を決定する。マレーシアのペナンの浸水域は文献 5) を、タイのプーケットにおいては、RIMES (Regional Integrated Multi-Hazard Early Warning System for Africa and Asia) のホームページを参考にし、インドのチェンナイにおいては全域が高潮被害の対象地域であったため、そのままこの解析でも対象地域とした。

本研究では、使用ソフトである Arc GIS 搭載の、エクステンション機能であるネットワーク分析の到達圏解析を用いた。到達圏解析とは、道路データに基づいて、あるポイントからの到達圏を表示できる機能である。

解析手順を Fig.2 に示す。本研究では道路の交通規則および優先順位は設けず、歩行速度を高齢者の 0.75m/s とし、津波避難ビルからの到達圏を 5 分、17 分、22 分とした。

使用したデータは行政区画データ、道路のラインデータおよび建物のポリゴンデータであり、これらはフリーソフトである DIVA-GIS と Open Street Map のサイトからダウンロードして情報を得た。座標系はインドネシアのバンダアチェが WGS 84 / UTM zone 46N、マレーシアの

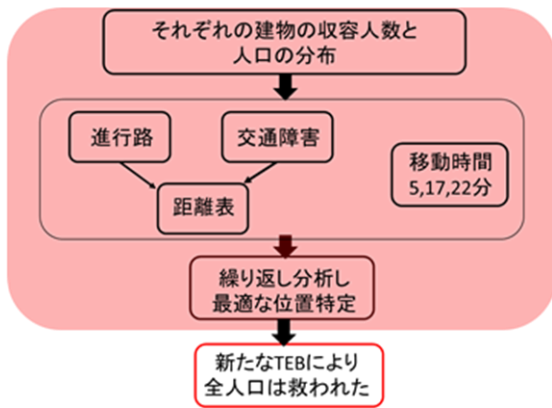


Fig.2 Flow of analysis

ペナンが WGS 84 / UTM zone 47N, インドのチェンナイが WGS 84 / UTM zone 44N, タイのプーケットが WGS 84 / UTM zone 47N であった。

それぞれの建物の収容人数と人口分布は、建物のポリゴンデータから、構造物の重心となるポイントデータを作成し、そこに浸水域の全人口を建物の数で割った数値を与えることで収容人数とし、全構造物に一樣に人口が分布されるようにした。一棟あたりの収容人数は、インド 15.95 人, タイ 22.98 人, マレーシア 23.45 人となったのに対し、人口が拡散しているインドネシアは 1.85 人となったため、ここでも投資効率の悪さが際立つこととなった。インド、タイおよびマレーシアにおいて、一棟あたりの人口が通常より多くなっているのは、家屋が Fig.3 のような長屋になっており、データ上ではこれをひとつのポリゴンデータと認識してしまっているためであると考えられる。つまり解析上は、この長屋に収容されている人数が同時に避難するという解釈になる。



Fig.3 Housing at Malaysia (from Google maps)

以下では、全人口が到達圏によりカバーされるような津波避難ビルのポイントデータを設定し、その収容人数が現実的になるような位置と数を決定した。

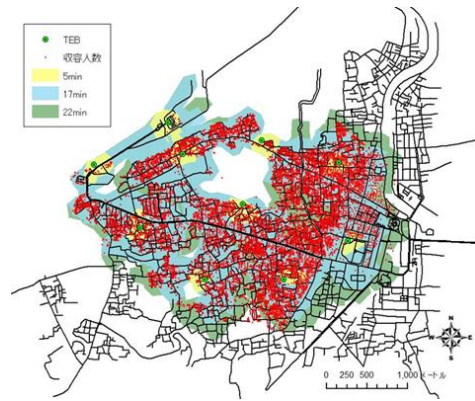


Fig.4.1 Tsunami inundation and TEB allocation (Indonesia)

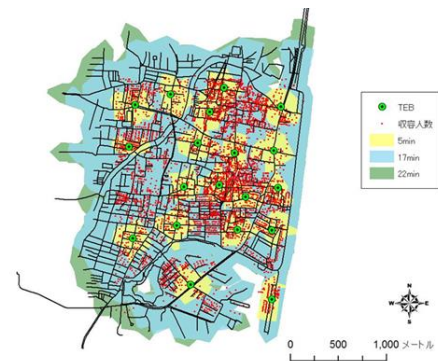


Fig.4.2 Tsunami inundation and TEB allocation (India case)

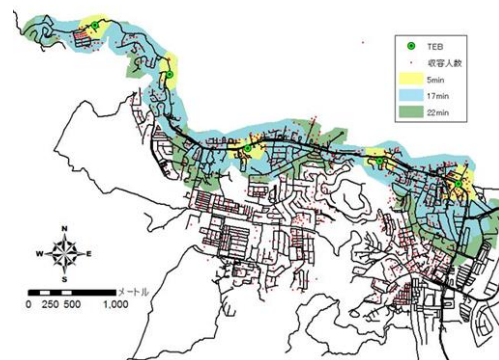


Fig.4.3 Tsunami inundation and TEB allocation (Malaysia)

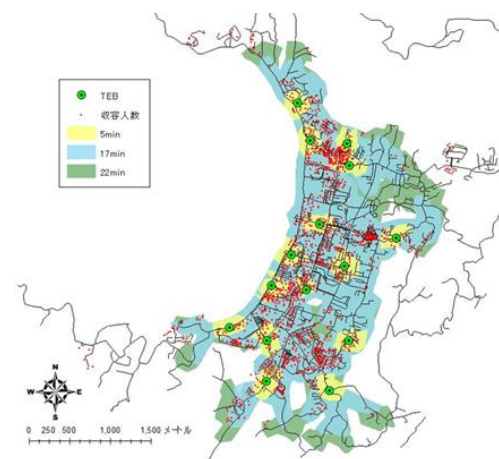


Fig.4.4 Tsunami inundation and TEB allocation (Thailand)

赤い点が収容人数、緑の二重丸が津波避難ビルの位置、到達圏がそれぞれ、黄色が5分、青が17分、緑が22分となっている。

インドネシアのバンダアチェ市ムラクサでは、必要な津波避難ビルの数は12棟である。インドのタミルナドゥ州チェンナイでは19棟であり、マレーシアのペナン州タンジュンブングでは5棟、タイのプーケット県カトラー郡では15棟となっている。

実際に津波避難ビルの建設にかかるコストを推定するためには、各国の建設コストの実情を調査する必要がある。津波避難ビルの建設コストの直接的な情報は得られなかったが、各国におけるエアコンが完備されていないオフィスビルの建設コスト単価は調査できたので、これを採用した。結果（\$/m<sup>2</sup>）はインドネシアで440、インドで289、マレーシアで340、タイで517であった。

各津波避難ビルの収容すべき人数が分かった時点で、文献6)を参考にしつつ、収容基準を乗じることで、必要な延べ床面積を算出した。

## 6 SWTPに基づく各国の適正投資水準解

Table 2 以下に各国の津波避難ビルの収容人数および必要なコスト、それに対してSWTPに応じて実際に支払うことのできるコストを示す。また比較のために、地域の住民がすべて「日本人であった場合」の結果も算出した。ビル建設については、すべての地域で、一個一個の津波避難ビルに対して前章の手順でコスト算出を行っているが、ここでは紙幅の関係で、前述した各国の全戸数のコストの合計のみを示す。

SWTPとして示したのは、式(1)から導かれる一人あたりの金額に、収容人数を乗じたものである。

インドネシアでは、12棟の津波避難ビルを建設することで、浸水域における約5万人すべての人口を救うことができ、それを建設するのに必要なコストは約2千万ドルほどである。一方でインドネシア人が支払うことのできる（経済指標に対して適正な）コストは、約135万ドルにとどまり、これは必要な建設コストの6.4%にしか達していない。単純にこれを解釈すれば、現状の経済力に照らしたときに、稀にしか生じない津波への備えは十分可能ではなく、発生してしまった場合の生存率は6.4%に留まると推定されるということである。

一方で、この地域の住民がすべて日本人（あるいは

現地の人が、今の日本人と同レベルの1人当たりGDP、生活の質になったとしたら、と考えてもよい）ならば、1000年に一度と推測されるこの地震・津波に対しても、TEB経費の満額を超え、184%の支出余力があるということになる。

Table 2にはこの支出余力の数字をそのまま生存率というコラムに記載しており、100%を越える数字が書かれていることに違和感を与えるかも知れないが、100%を下回った場合の意味合いを重視して、あえてこの表記を用いている。本質的にはSWTPは「生命安全便益」であって、生存率は費用便益比の逆数の意味である。

インドの場合は、19棟のビルで5万人余すべての人口を救え、必要なコストは約5千万ドルほどである。しかし現状では、必要な建設コストの23.9%にしか賄えない。しかしながら、前述のようにこれはあくまで稀に起きる津波のみをハザードとして考えた結果である。津波避難ビルが高潮からの避難にも役立てられる可能性は高いし、高潮の発生確率は比較にならないほど大きい。死亡率の低減パラメータ $\lambda$ は、ハザードの発生確率に比例し、SWTPもこれに比例すると考えてよいから、こちらを理由に建設が正当化される可能性は、十分に検討に値する。

マレーシアでは、必要戸数が5棟に留まることもあり、津波避難ビルを建設して、浸水域における約2.5万人すべての人口を救うことが、現状でもできることが見て取れる。

タイの場合は、15棟の津波避難ビルを建設することで、浸水域における約4万人すべての人口を救うことができ、それを建設するのに必要なコストは約2千300万ドルほどである。ただし現状での充足率は22%程度である。

## 7 結 言

2015年版ISO2394・付属書Gに示された考え方を、そのままの形で展開して、インド洋、スマトラ沖各国のSWTPの算出、比較、津波避難ビルの建設に材を求めて、充足率の議論を行った。

注意をすべきであるのは、ISO2394の本文はnormative、すなわち国際標準として「守るべき」事項であるのに対し、付属書の位置づけはinformative、すなわち「こういう考え方もある」という、あくまでも参考程度である。とはいえ、ISOのJIS化作業などに伴って、こうした内容が独り歩きして、過剰な反応を引き起こさない

Table 2 Cost in need vs. payable

Country	TEBs	Capacity	Total Floor Area (m <sup>2</sup> )	Cost to Construct (\$)	SWTP(\$)		Percentage of Alive(%)	
					Each Country	Japanese	Each Country	Japanese
Indonesia	12	14,600	48,200	21,200,000	1,350,000	39,000,000	6.40	184.30
India	19	53,600	176,900	511,000,000	12,200,000	281,000,000	23.90	549.90
Malaysia	5	7,820	25,800	8,780,000	13,500,000	41,000,000	153.90	467.10
Thailand	15	36,500	120,000	23,900,000	5,270,000	73,500,000	22.00	307.40



も限らない面もある。付属書の趣旨をよく理解して、ひとつの問題提起として冷静に議論することが肝要と考える次第である。

緒言に述べたように、ISO2394の考え方は、国家間の助け合いで経済格差を補いつつ、巨大災害に立ち向かおうとする方向性とは距離を置いた、あくまで現状の経済力に応じた自己責任、自力救済を含意したものである。6章の結果にみられるように、津波避難ビルというハードウェアの建設に防災の多くを委ね、それを各国が自力で賄おうとしようとすると、その達成度にはそれぞれ大きな隔たりがあることになる。

次の段階の議論のために、この結果は、いかようにも利用しよう。「だから援助が必要なのだ」でも「各国の将来の経済発展の目標の、ひとつの指標」でも「災害情報の教育や避難訓練など、ハードに頼らない防災対策の拡充の重要性」でも、いずれの方向性にも説得力がある。

次に、6章の結論に至る、様々な（本文中では「やや大胆な立論」とした）仮定について述べてみたい。いただいた査読のご意見でも指摘されたところである。

(3)式で説明した $\Delta$ が1/2000というのは、極端に小さすぎる値であるかも知れない。SWTPは単純にこの数値に比例するので、津波避難ビルの投資便益が、人命リスク低減便益以外にも期待できるとか、津波発生時の条件付き死亡率が半々以上であるとか、より小規模ながら発生頻度の大きい津波ハザードも評価に入れれば $\Delta$ はもっと大きくなり、投資に前向きになれるはずだ、といった議論も可能であろう。次の課題として期待したい。インドのケースで高波への効果に言及したのは、このためである。

割引率が過大ではないかというご指摘もあった。同様のことは著者も感じている。先進国で4%、途上国で10%といった数字は、あくまでも経済装置としての社会インフラ投資などの査定基準であって、環境問題や防災問題のような、未来の市民のための投資にはそぐわないという考え方もある。とはいえ、投資対象が経済装置であろうが死亡リスク低減装置であろうが、何らかの借入金で建設が賄われる以上、最低限金利相当分以上の割引率を設定することは避けられない。このあたりのことでご教示をいただくと幸いである。

一方で、経費サイドについては、純粋に津波避難ビルの建設費のみをコストとして計上した。土地収用費は考えていないし、建設されたビルの維持管理や警備など、付随的に生じるコストも計上していない。こうした要素を積み上げていかないと正しい議論をしたことにはならない。著者らの力量の範囲を越えることであったが、次の課題として挙げておきたい。

6章の結論では、対象とした国々と比較して、日本で

は十分に投資余力ありということであったが、議論をそこで終える気はなく、我が国の問題についても考えるべきことのヒントは少なくない。

今回の検討は、ISO2394の記述にしたがって、国（の平均値）ベースの比較論議になっているが、これを細分化して、一国の中の地域間比較に応用していくことも可能である。インドネシアを例に挙げているが、同国の国土全域が津波の危険にさらされている訳ではなく、したがって(3)式で説明した $\Delta$ が1/2000というのは、「震源地に近い海岸に居住する国民」に限定した数字、ということになる。他方で、一人あたりGDPや平均余命も、国の平均値ではなく、地域に即した数字が利用可能ならそれでもいいはずである。津波の危険にさらされる海岸付近の住民は、同時に国内の貴重な観光地で、平均より多くのGDP貢献をしている人たちである可能性があつて、一人当たりのSWTPも大きいかも知れない。

翻つて、少子高齢化、過疎の進む日本で考えたときに、例えば平野部と山間部の違い、寒冷地や豪雪地の特殊事情など、地域の特性を反映した議論をするのが当然に思える半面、それではSWTPが地域ごとに異なつてよいのか、という、我々が慣れ親しんできた感覚とは容易に相容れない問いにも答えを準備しなければならなくなるであろう。

以上のように、ISO2394の提起した問題は、目標安全性水準という、我々が長らく答えを求めつつも、容易に結論が出せないでいる課題に、新たな議論の種を示しているものである。

#### 参考文献

- 1) ISO, ISO2394, 構造物の信頼性に関する一般原則 第4版, 2015.
- 2) University of Hawaii at Manoa : Tsunami evacuation buildings and evacuation planning in Banda Aceh, Indonesia, 2014.
- 3) M.D. Pandey, : LQI for the estimation of societal willingness-to-pay for safety, 2003
- 4) M.H. Faber and E.A. Virguez Rodriguez : , Supporting Decisions on Global Health and Life Safety Investments, 11th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering, ICASP11. 01-04 August 2011.
- 5) H. L.Koh, S.Y.Teh, K.Lee and W.K.Tan : Assessing potential impact of tsunami on Penang Island via TUNA-RP simulation, MATEMATIKA, Vol. 32, No.2, pp.141-151, 2016
- 6) Langdon &. Seah : Spon's Asia Pacific Construction Costs Handbook, 2015.