

放射性廃棄物の安全基準の哲学

独立行政法人防災科学技術研究所
地震防災フロンティア研究センター
東原紘道 higashi@edm.bosai.go.jp

1. はじめに

放射性廃棄物に限らず放射性物質全体に関する安全確保の責任は、最終的に国が負う、という政策を前提とする。この責任は、国民に対してのものと、諸外国に対する国際的なものがある。原発の拡散が強力に進行する現状にあっては、我が国のように、これまで厳格な安全保持のメカニズムを形成し志向してきた国々にとっては、その水準を国際規格とすること、つまりはこれから原発を持つであろう国々にも通用させることが死活的に重要である。これらの国々が工業化の水準、経済力、あるいは規制力を伴った国家機能で劣る場合には、その条件整備のための大きな協力を含めた強い意思が先進国に求められている。

言うまでもなく安全基準の哲学には安全の問題が潜んでいる。安全の問題は人間一人一人の生に深く全面的に浸透しているものであって、極度に漠然とした言葉である。このような言葉はえてして論争の種になるもので、個々の議論では強く限定して使うべきである。しかし、一方で、安全問題は究極的に生身の人間の生に根ざすものである以上、個々の場面では限定した切り口で語るとしても、研究者は、たえずこの基本に立ち戻り、自分の問題意識を点検しなければならない。なぜなら、安全に絡む問題の研究者は、専門的知識以外に、むしろそれ以前に、まずは人間としての **perception** や価値観を稼働させなければならないからである。しかしもしそうならここでは哲学ではなく **politics** が問われていることになる。実際、安全基準は徹頭徹尾 **political** なものである。これが本講演の第1主題であると言ってもよい。考えてみれば **philosophy** を **ethics** や **politics** と区分しなかった古代ギリシャは古き佳き時代であったと言える。

以上のような迂論をあえて試みたのは、高レベル廃棄物問題に、近い将来、明快な見通しがつくのは無理であること、ましてや一国での広汎な合意形成は無理であることが予想されるからである。公共投資目標を見定めてまっしぐらというパターンは無理、というか今にして思えばそれは、高度経済成長時代の日本という、世界的にも稀有の特別な期間にのみ成立する特異例と考えられるからである。高レベル廃棄物問題もリスク管理の通則に従い、社会の持続可能性を思考の基礎におき、将来予測の不確実性を踏まえつつ暫定状態の継続を平常事態とする対応の枠組みを開拓しなければならないと考えられるからである。予測が外れるのはやむをえない。外れたら機敏に引き返し軌道を切り替える。損害の発生は避けられないから、その損害を全体でシェアする、そのようなスキームである。

なお、英語の言葉をいくつか直接に使う。これは適当な日本語がないからである。参加する人達の範囲が広い会合では、このやりかたは不親切であり非生産的でもあろう。しかし本会合は論点を砥ぎ出す場と考え、説明の冗長を避けたい。災害問題とりわけ緊急状況での対応(**response**)問題では、日本語に弱点があるという見解は多い。言語は、安全問題対処の根底に存在する大きな問題である¹⁾。

2. 安全基準の基礎となるリスク管理について

筆者は、国の原子力安全行政に、もっぱら安全委員会の専門委員として参加してきた。元々は土木工学の構造力学と都市計画・交通計画を専門にしているが、地震研究所で地震・地殻の問題につき研究したので、耐震設計では、地震の過程から建造物の損傷までのシーケンス全体を追うことができる。また学位取得が長大吊橋の空力弾性(つまり構造振動と空気流れとの連成)であり、派生的に行なった環境問題で流体のシミュレーションで得た経験によって、原発プラントの流体問題や地層処分の地下水シナリオを追いかける。さらに筆者の属するセンターの現行中期計画の研究課題は、病院の防災、災害医療の工学支援、IT化防災技術(時空間GISを基軸とする)であり、安全問題をいろいろな視座から見ている。センターの主な対象は地震災害であるが、関連研究として気候変動による災害(主に洪水と渇水)、感染症とABCテロなども調査している。これらが筆者の問題取り組みの手立てである。

筆者の原子力安全問題との取り組みは1997年からで、高レベル放射性廃棄物の第二次とりまとめに関連する委員会からスタートした。その後、第二次とりまとめの第三者評価を経て、現在、特定放射性廃棄物処分安全調査会に所属している。調査会の設置前後は、放射性廃棄物の安全管理の考え方を探る

べく、関係者の間でいろいろ議論をした。その折のスライドは今なお意味をもっており、ここでも使う。その時期は、1999年のJCO臨界事故および当時の日本の金融問題で噴出していたガバナンス破綻事例が新鮮であった時期であり、これらを素材にリスクマネジメントの、さらに基礎に遡及して論じた²⁾。

重大なことは、日本社会では特異なリスク管理感覚の欠落があることである。これは本来、私たち一人ひとりが自分の行動を省みることができれば認識できる筈であるが、それは現実には困難である。それはこれが、伝統なり社会の慣行などで固められた、一つの文化になっているからである。しかも現実のリスク対応は、役所なり企業といった組織を通じた集団行動になるため、個々人とはがらりと異なった運動法則が形成されているからである。

筆者がこれらのことがらを重視するのは、安全問題の破綻の主因は人間／組織にあると予想しているからである。放射性廃棄物固有の危険より、人間の側の誤りによる危険の蓋然性のほうが遥かに高いと考えているからである。

JCO臨界事故と社会技術の提唱

Natureによる批判

The Japanese government seems unable to set up competent regulatory bodies with sufficient staff and expertise....it must commit funding, manpower, expertise and accountability.

事故調査委員会・委員長見解

- ・関係者は事故の潜在的可能性を予知できない構造をもっていた(権限と責任が不明瞭)
- ・原子力技術の全てを十分に把握していないという不完全さがあった

——→ **社会技術の提唱** 処方箋は示されず

図1 JCO臨界事故の最終総括

日本人はリスクを管理できるか?

一連の不祥事
旧日本軍戦争計画の無能力

懸案事項を先送りする体質
柳沢金融相の述懐
先取りは身を滅ぼす。risk回避
竹内宏氏の瀬戸際政策論

リスク管理は徹底性が不可欠。
事故調査 シミュレーション

リスク管理以前の問題

世を鬧がす罪。組織内の空気

トップの資質を欠く者がトップに
上り詰める内部昇進の法則

忠誠の宛先 個人・職務
・監査役の不機能
・旧海軍・源田実氏の述懐
・斉の崔杼の弑逆と大史

図2, 図3 日本社会に特有の risk averseness/apathy

筆者が強調したもう一つは、情報公開の重視である。ここではこれ以上を論じないが、これは私の原子力の安全の考え方の根幹をなしているものである。

情報公開の潮流

政府の説明責任を基礎とした情報公開法の制定は、日本の行政に变革と言うか革命をもたらすもの
(塩野宏, 学士会報 No.320)

accountability contents
due process
説得力の形成
NGOモニターの価値

原子力学会2000

図4 情報公開法の意義

安全調査会の運用設計

申請を待つて審査するのでは手遅れ
——→ participatory oversight が必要

site-specific 調査はdynamic process
スピードとテンポが生命線
——→ 機動的な調査着手と情報発信

専門家集団の強みを発揮する
volunteerの草の根型追求
zone defense のintegration
非集権型の運営

図5 安全調査会の運用の考え方

3. 防災論からの準備

議論の準備のために、演題を防災の観点から考えることにしよう。防災論は次の3つの要素から成る：

①hazard/disaster 論

②要素技術

③対応と計画

①は災害の発生因の研究から被害予測まで含み、全体として **assessment** に相当する。理工学分野での防災研究の多くは①と②で占められている。この傾向は特に日本で顕著で、外国人からは“日本人の技術至上主義”とか“**assessment only approach**”と揶揄されてきた。しかし防災論の中核は③である。このうち対応 **response** は災害直後の行動の集合であり、計画は災害に備えた準備行動である。①と②は③の一部分にすぎない。③はつまるところ全体像の把握であるから、これなしでは①と②の研究の方向性や意義も見えない。事実、多くの防災研究者が方向性や意義づけで苦勞している。放射性廃棄物の安全問題も同じことで、①と②の論議と比較していかにも③が少ない。

しかし③は非常に広くて困難な問題である。社会あるいは人間集団を取り扱わなければならない、本質的に学際的なテーマであって、ここだけでたくさんの学術パラダイムが存在する。上述した **philosophy・ethics・politics** もここに入ってくる。近年、防災対応のグローバル化に伴い、国際協働の機会が増えているが、そこでは歴史、宗教が当たり前の問題として入ってきている。

③を解くためには、防災の全体像を捉えることが重要である。その目的で、ここでは数理的な枠組みを使ったアプローチを試みよう。災害対応／防災計画を、多数の人間の行動(**operation**)の連鎖から成るプロセスとして理解する。このうち分かりやすいのは、時間との闘いとなる災害時の **responding** である。ある災害が発生したとして、その後の行動をどう組み立てて対応するか、である。ここで個々の関係人は、判断力を行使し、手持ちの資源を活用して乗り切ろうとする。

ここで謂う資源の範囲は非常に広い。マンパワーや機器・資材だけでなく情報、さらにはその人間のもつ知識やノウハウなども入る。当事者は自覚していないかもしれないが、実は交通機関や医療施設などの社会インフラ、社会の慣行やルール、整備された法規なども重要な資源である。防災では可能な資源をなるべく多様に明示的に浮かび上がらせる必要がある。大災害では、社会は持てる総力を活用すべきだからである。これまでの大災害でも、活用すべきなのに使われずに終わった資源は多い。

この行動モデルを数理的に見ると最適制御過程 **optimal control** である。関係者が非常に多数であるため、多数の最適制御過程の連成になり、計算をするのは困難であるが、定性的であっても、災害対応という問題の構造を把握するには有益である。一般に最適制御過程は、①システムを支配する運動方程式ないしは状態方程式、②種々の制約条件(例えば交通容量やマンパワーなどの制約)、③最適化の方向や達成度のものさしを与える評価関数、④制御する者の介入・対応行動の自由度、によって定まる。現実も、当事者がどこまで意識的かは別にして、ほぼこのようになっている。

災害後の対応がこのように定式化されるとして、それでは事前の災害の準備ないし計画はどのように位置づけられるであろうか？ 防災の計画も人間の最適化行動であることは明らかであるが、これはどう扱われるだろうか？

答え：それは②の制約条件を緩和するものである。これらの制約条件は、上の **response** 問題では与件であった。しかし計画段階ではそれが可変となり、選択すべき変量となる。と言うよりこれの合理的な決定が計画論の眼目である。**capacity-building** あるいは **preparedness** という災害準備がこれに相当する。言い換えると、防災計画論は、②の制約を改善することで見込まれる防災上の効果と、そのために要するコストとの比較考量によって、防災のために投入する資源の内容と量を決定する。なお防災準備の改善効果は、改善された制約条件下での最適 **response** の **outcomes** によって算定される。

以上の分析枠組みを実用するには、それなりの経験が必要であるが、事前計画は①hazard/disaster 論と②要素技術から直接誘導することはできないのであって、**response** 問題が介在すること、**response** の巧拙が重大な差異をもたらすことを認識することが重要である。

4. 安全基準と公的審査

筆者は昭和40年代の公害問題に関連して、環境問題の予測分析に従事したが、その際、多発しているトラブルが、肝心の中身より手続きの不適切さに起因する不服や不信がデッドロックを作っていることを見てきた。図6はそのことを主張している。

既に述べた筆者の論点からすれば、放射性廃棄物事業は長い旅であって、調査・選定、建設、運用と続くプロセスである。各ステップ毎に議論がなされ、反対運動もなされる。このような長いプロセスには、前章で見たように、制御の視点からするプログラムが必要である。もちろんわが国の事業でもそうになっている。ただしこのプログラムは多くの機関、関係者、文書として散在している。国民にとって透明性が乏しく、しかもこのことは、当該関係者間ですら情報や考え方の共有の不足ひいては安全確保に不可欠な調整・連携に欠けるのではないかという強い不安を、関係の懇談会委員に与えるものになっている。もちろん外部審査にとっても大きな障壁になっている。実効性のある審査をするには、この不透明性は審査者がまずは自主努力で整理していくしかないが、それにはプロセスとしての理解が有用である。(このようなプロセスの定式化の優れたひながたはおそらく民事の訴訟法体系であろう。これは、現実の争訟問題の法律的コンテンツを捨象し、手続きだけを厳密に指定している。)

安全基準は多様なものがあり、プロセスの節目節目に設定される。プロセスの自覚があって初めて適切な規定を現場に投入することができるし、タイミングを選ぶこともできる。どのような現象を規制対象とし、どのようなパラメータを対象とするかは、基準作成の技術的側面である。急所は押さえつつ、しかも取得可能なデータを使って確実に計算できるものを選ばなければならない。

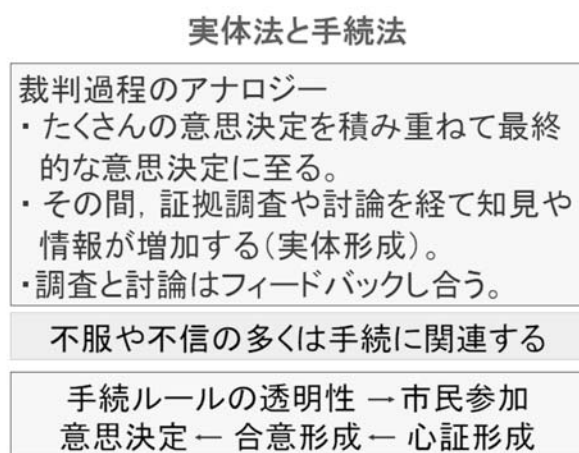


図6 放射性廃棄物事業における手続き要素の大切さ

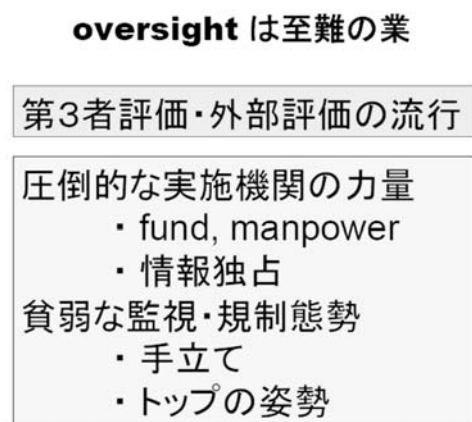


図7 外からの監視の困難さ

米国発と言われる金融危機が進行している。金融デリバティブなどの技術がもてはやされ、Wall Streetの企業トップが15年で600億円以上の報酬を得ていた時代が終わった。一方で住宅バブルを浸透させ、しかもFRB議長によればいずれは軟着陸できる、という不思議なオプティミズムが通用していた時代でもあった。それらがはじけ始めてやっと我々は、現代のグローバルな錬金術について幾許かの真相らしきものが語られるのを耳にしている。

国の監視が及ばなかったことは担当者も含めて誰もが認めている。実態は予想以上に悪かったと。そこで一つの論点は、投機的な私企業の営利活動に対する当局の監視能力の問題である。経済の実態と切り離されて動き回る金融の監視・規制は、最難問と言える。

これに比べると原子力事業の監視は相当に容易な筈であるが、わが国でもこれまで隠蔽・改変のスキャンダルには枚挙に暇がない。一方、国の予算建てを見ていると、監視のための人員は常に不足気味に置かれている(図7参照)。何か不祥事があると何がしかの当面措置が講じられるだけであり、全体に亘って自転車営業の感が強く、これが一国運営の要諦なのかとも考えさせられる。しかし、ここでの問題の本質はそこにはない。予算制約など限定された上位判断の枠があるのは前提としてなお、監視は十分になされているか、について考える必要がある。

優れた安全基準は、強力な審査の実践のポテンシャルがあって初めて意味をもつ。安全基準の議論よりも先行すべきは、強力な審査を遂行できる態勢を構築することであり、その実績を積むことである。これにはもちろん行政組織上の要因が大きい、それだけではない。2005年米国のハリケーンKatrinaの報道では、国の対応の中核となるべきFEMAの派遣幹部は専ら“legality and logistics”に終始したとし、Bush政権の対テロ重視・自然災害軽視政策の結果として肝心のexpertiseが失われていたと論じられている。

わが国でも、原子力関連の監視が不十分である、とはよく言われることである。安全委員会に所属し、調査会で考える立場からしても、軽快で強力な審査の実現は筆者の最大の関心事である。これは調査会

発足時からの関心事であって図8, 9のような発言をしている。

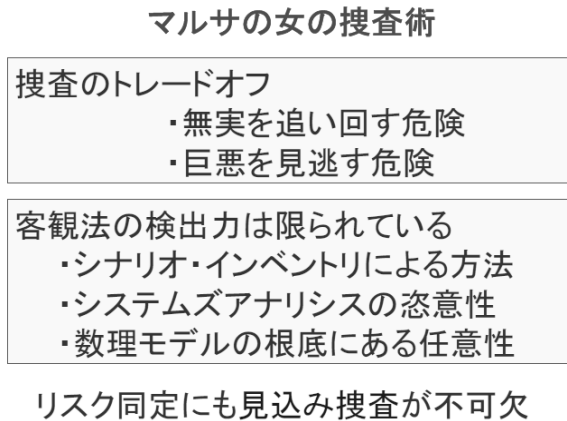


図8 リスク検出に必要な論理跳躍

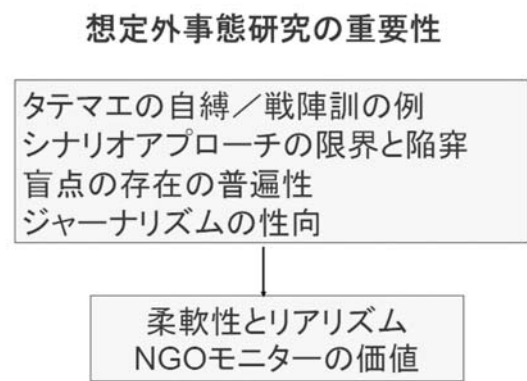


図9 リスク検出に必要な想定外事態研究

6. 原子力施設の安全規制

筆者は、2002年からは炉安審・燃安審に加わり、原子炉施設および核燃料施設の耐震の審査に従事してきた。これらの審査にはこれまで多くの批判が向けられてきたが、最近の耐震審査は進歩しているので、放射性廃棄物の安全行政にも一つの参考になると思われる。しかしその前に、審査の制度の概要を説明しなければならない。これを図10に示す。

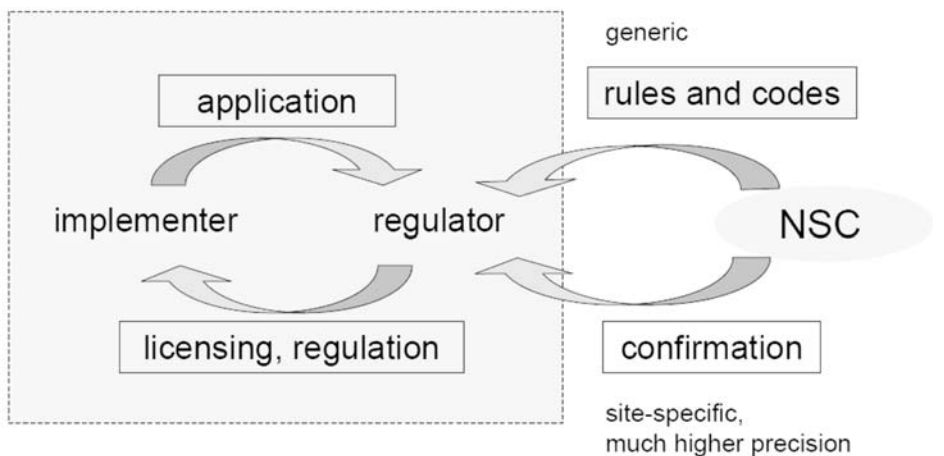


図10 我が国の原子力安全行政

設置、建設・運転の許可・監督は regulator(すなわち経済産業大臣)が行う。このうち設置許可申請に限っては、regulatorは、合格と判定した場合、許可を発行する前に NSC の意見を聴くことが法律で義務付けられている。この場合、NSC は炉安審または燃安審に審査を指示し、そこで編成された審査チームは、行政庁の審査報告書を直接の対象として審査を行う。そしてこの審査結果を参考に NSC が意見を返すことになる。図10によると NSC から2本の矢が出ている。一つは筆者が上流側と呼ぶもので、行政庁の審査および規制の拠り所となる専門的技術的側面の規定を提供する。放射性廃棄物の安全基準もこれに該当する。もう一つが下流側で上述の regulator からの意見照会に対して回答を与えるべく、行政庁の判断を審査する。行政的にはこれで完了するが、実質的なゴーサインになることはない。多くの事案で強い反対者が存在し、行政不服から裁判まで争う権利をもっている。審査の結論だけでなく、その論証の説得性が重要な所以である。

耐震安全審査の新指針が改訂されたことに伴い、審査の負荷が増大した。従来は、計算結果を規定類と照合し適合していることを“確認”すればよかった。しかし、新指針では参照できる数字がなく、規定の精神を正しく実現していることを裏書しなければならなくなった。つまるところ、これで耐震性は十分であり安全である、との判断をしなければならないのである。

上流側活動は耐震設計の場合、世の耐震設計法の一般論に従い、想定する地震動とそれに対する施設の反応の許容限界のペアを指定する。例えば S_d と呼ばれる地震動に対しては損傷を許さないとの限界を与え、 S_s と呼ばれる地震動に対しては指定された軽微な損傷までは認める、などである。想定する地震動は、大きさを指定されるわけではなく、建設予定地の地域特性を反映させて算定する。指針ではその方法の基本が指示されるだけである。この地震動は、基準面と呼ばれる深さで与えられるので、設計に必要な入力には更に計算をしなければならないが、これは炉安審の審査の範囲外になる。(別に、地震動設定が過小に陥る危険を予防するために、静的地震力と呼ばれる全国一律の“念のため規定”がある。)

2007年新潟県中越沖地震で被災した柏崎刈羽発電所では、設計地震動が大幅に過小であったが、それにも関わらず、構造躯体は損傷が認められなかった。設計地震動が過小評価されていた結果、上述の“念のため規定”が機能したと見られるが、詳細は現在検討されている。しかし、柏崎刈羽発電所の躯体無損傷の主役は、躯体自身もつ固有の安全余裕にあったと考えられる。このことは、現在進められている既存の発電用炉のバックチェック結果からも明らかで、想定地震動を大幅増した場合でも構造物は軒並み弾性限度内、となっているからである。検討委員の中には、「これだけ入力が変わっても安全と言うなら、一体これまで何を計算してきたのか」という声も上がったほどである。これはこれから厳密につめるべきことであるが、現行の耐震設計の体系(上述のようにこれは炉安審の審査には含まれない)は、構造躯体に対して非常に大きな安全余裕を賦与している、と見られるのである。

上述のとおり、設置許可申請の審査では設計に用いるべき地震動のみを論じる。それは不確実性の高い世界である。一方、原発の設計体系では大きな安全余裕が用意されているが、それは構造設計においてである(構造設計にも不確実性はある。しかしその規模は地震の不確実性より遥かに小さい)。したがって、構造設計は審査の対象でないにも関わらず、審査チームは、安全を見極めるために、つまり自分のミッションを遂行するために参照しなければならないのである。

図10は本年2月の「安全研究フォーラム2008」でこの現実を説明した図である。この図からは、次の事実が結論される。我が国の原発の審査(炉安審のみならず保安院でも同じ)での、地震動の設定は、安全か危険かではなく、どこまで余裕幅を与えるかの議論である。設計地震動を超過したからと言って、放射能漏出などの危殆が生じるわけではない。しかし軽微な損傷は生じるという建前であるから、炉は停止され、点検と確認で創業が中断されるであろう。つまり許可申請での安全の線引きは、機能限界であり、business continuity にかかるものなのである。

もちろんこれは、図中の安全限界と機能限界の大きな隔たりに負っている。5倍以上10倍近いとも言われるこの余裕の源泉に遡って確認することは、バックチェック審査の最大の仕事の一つである。また柏崎刈羽発電所の調査では、地盤との相互作用に伴う剛構造特有の安全余裕も見えてきている。

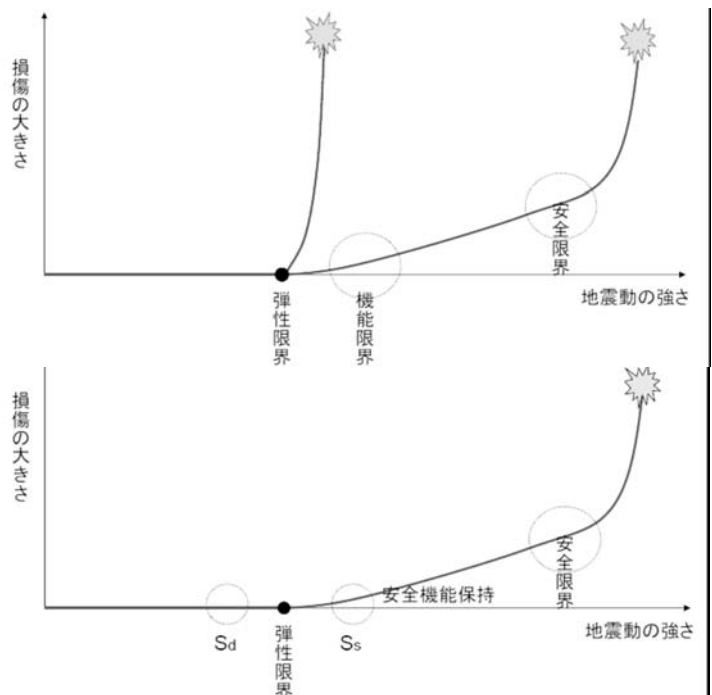


図1.1 二つの限界値

1. 例えば, W. S. チャーチル 第2次世界大戦, 第三部第9章, (邦訳河出文庫版第3巻, 143頁)
2. 東原紘道, リスク管理技法の実装, 原環センタートピックス, No.64, 2003