

Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies

【論文 03】

Social levels and hazard (in) dependence in determining vulnerability

脆弱性決定に拘わる社会階層に対する危険源の依存性

【筆者】

Stefan Schneiderbauer⁽¹⁾ and Daniele Ehrlich⁽²⁾

- (1) Researcher at the Institute for the Protection and Security of the Citizen (IPSC) of the European Commission Joint Research Centre in Ispra, Italy
- (2) Leader of the Information Support for effective and Rapid Action Project at the (IPSC) of the Joint Research Center of the European Commission

【要約】

論文 03: 脆弱性決定に拘わる社会階層に対する危険源の依存性

1971年から1995年の間、自然災害による死亡者数は毎年128,000人を超し、死者の97%と被災者の99%は開発途上国で発生している(Twigg, 2004)。国連は20世紀最後の10年にInternational Decade for Natural Disaster Reduction (IDNDR)として、災害対応の取り組み、危機評価と脆弱性査定方法の開発を取り上げた。

IDNDRの自然災害拡大の議論では社会経済変数を重要視するが、一般的に使われている、危険源、脆弱性、防災力、対処力、などの定義に関してなお議論が継続している(第1章)。災害管理の研究は、災害査定から脆弱性分析に移行しつつあり、脆弱性と対処力決定は危機査定の中で関連が弱いとしている。本章の目的は、「地域脆弱性」と「世界的脆弱性」の間をデータに基づいて埋めることで、自然災害が単に自然事象のみで発生するのではなく、政治、社会、経済、生態事象と強く結びついていることに注目している。

本章は、Joint Research Center of Information Support for Effective Rapid External Action (ISFEREA)プロジェクトの指導による。究極の目標は、「何処の自然災害危機がある場所に何人が住み、何の災害に対し彼らが最も脆弱か」を特定することである。

IDNDRの重要な成果は、危機は三種の要素、危険源、曝露、脆弱性に依存する(Crichton, 1999)と言うものだが、曝露はさて置き、危険源と脆弱性について述べる。危機とは特定危険源に特定期間晒されたことにより発生する、有害な結果の可能性あるいは予想損失と理解されている(UN/ISDR2004)。災害は危険源が引き金となり、危機とは区別される。

危険源は破壊の可能性が在る物理的出来事や人的活動で、殺傷、財産被害、社会経済的崩壊や生態劣化をもたらす可能性を有し、人類、財産、環境に危害を加える可能性が在る。

脆弱性は第1章で議論されたが、内部尺度として、防護の欠如と不安全、或いは危険源の衝撃に対し、予期・対処・抵抗・復帰、の真逆であり、外部尺度は危機や衝撃に対する曝露を含む。

$$R_{ab} = H_{ah} \times E_a \times V_{ah} \quad (1)$$

(*R*: 危機, *H*: 危機源, *E*: 曝露, *V*: 脆弱性, *h*: 危機源タイプ, *a*: 危機源影響区域)

(この式は、地域 *a* に住む人々が、危機源 *h* による危機を表す)

上式において、危機源、曝露、脆弱性、いずれかの要素が 0 であれば、危機は 0 になる。地震を例にとると、発生予想が 0、或いは影響区域の住民が 0、或いは住民が高耐震性住宅に居住している等で脆弱性が 0、ならば危機は無い。

脆弱性は危険源の形態と強度に拠り、危機の決定には危険源の空間分布や危機対象要素の知識が必要だが、危機対象住民のみ考慮すればよい。脆弱性の概念は複雑で代用指標を用いる等近似が重要で、世界食料計画(World Food Program, 2004)は、脆弱性は対象人口で定義すべきとしている。危険源分類を表 1 に示す。

表 1 危険源分類と種類

危険源分類	危険源種類	危険源例
自然	地質	地震、噴火、地滑り、陥没
潜在社会自然	気象	サイクロン、落雷、火災、旱魃、雪崩、雹害、冷害
	海洋	津波、海嵐
	水利	洪水、鉄砲水
	生物	伝染病、胴枯れ、虫害
工業	爆発 有害物質、汚染 構造物倒壊 輸送	
社会/人間	群集	暴動、将棋倒し
	テロ	爆発、射撃、ハイジャック
	政治紛争	戦争、革命、クーデター

Italic: socio-natural events

危険源は原因により、表 1 の様に、自然起因、工業起因、社会起因、と大きく三種に分類されるが、原因が関連し、一種類で規定することは難しい。例えば、地滑りは大雨を引き金として発生するがその強度は森林伐採に依存する。地震は建築・ダムなどインフラを破壊し、それに伴い洪水が発生する。将来多くの危険源が水等の天然資源争奪によって発生する可能性も在る。環境危機源は自然と人間の取り合いが原因で頻度が高くなる要因である。世界的気候変動はその顕著な例で、社会自然(socio-natural)現象と定義されるべきもので、これらは表 1 においてイタリックで

示した。脆弱性は貧困に関係し、最貧困の社会は資源が少なく脆弱性を減少する術も無い。貧困は一般的に収入、商品入手や安寧度に関係するが、脆弱性の概念はより広く、社会・文化を包含し、貧困にあらずんば脆弱にあらず、でもその逆でもない。

社会の開発過程は時に特定社会・文化集団を排斥し、例えば GNP で計測されると、住民の一部が開発遅れ・かつ危険地帯に住み、不利益を蒙っていることが隠蔽されてしまう。開発状況指標として HDI(Human Development Index)や HPI(Human Poverty Index)が世界的に広く用いられているが、国家レベルの脆弱性査定には好いが、世帯、個人等より小さい対象には別個な社会階層の脆弱性を考える必要がある。個人、世帯、行政区域、国家は階層的空間構造・行政区分であり、地域、文化地域はこれら階層に交叉状態となる(図 1)。

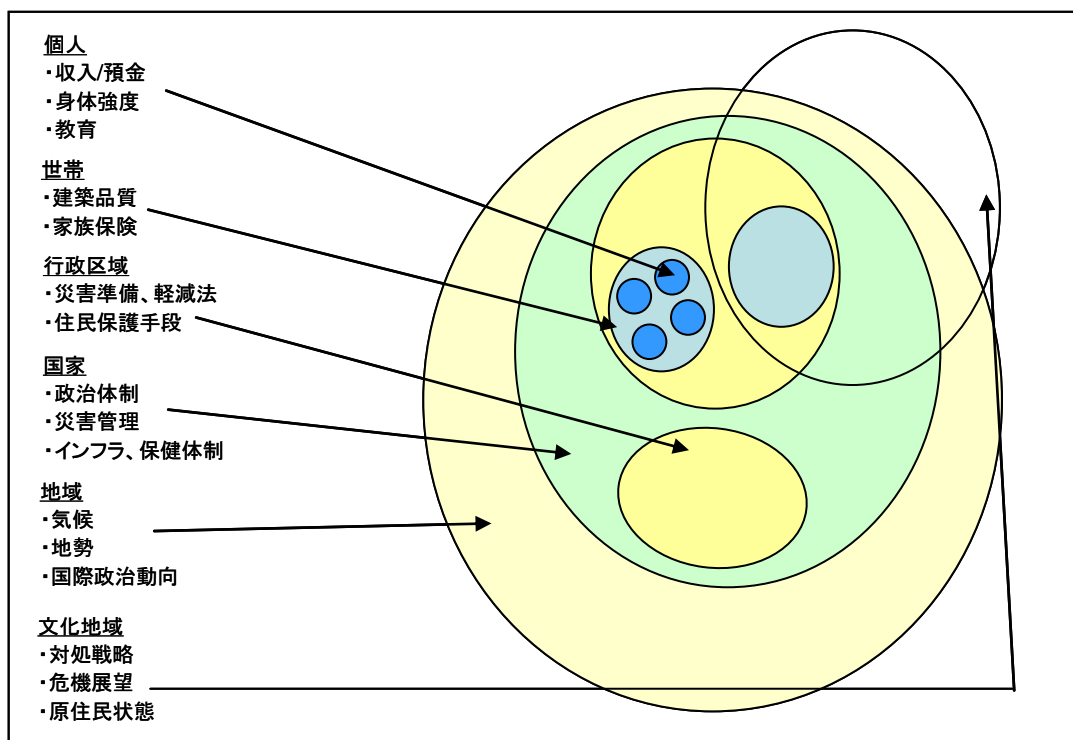


図 1 社会階層と関連脆弱性特徴

特定危険源 h 、対象地域 a 、対象日 d 、における総合脆弱性 $V_{ahd\ tot}$ は、 in 個人、 hs 世帯、 ca 行政区域、 cc 文化地域、 cn 国家、 rg 地域、各脆弱性の合計として以下の様に計算される。

$$V_{ahd\ tot} = f(V_{ahd\ in}, V_{ahd\ hs}, V_{ahd\ ca}, V_{ahd\ cc}, V_{ahd\ cn}, V_{ahd\ rg}) \quad (2)$$

危険源独立変数は自然災害の曝露衝撃に対して個人・グループが立ち向かう強度を表し、一般的には開発程度であり、収入、健康、教育、情報、国家計画等である。

危機源依存変数は、特定危険源に対する脆弱性を表し、主として物理的性質で、建築やダム品質、早魃対策、予防注射人口比率等社会・文化的側面を含む。

脆弱性は危険源独立脆弱性 $V_{ad\ gen}$ と特定危険源 h 依存脆弱性 V_{adh} からなる。

$$V_{adh\ tot} = f(V_{ad\ gen}, V_{adh}) \quad (3)$$

$$V_{ah\ gen} = f(V_{ad\ in\ gen}, V_{ad\ hs\ gen}, V_{ad\ ca\ gen}, V_{ad\ cc\ gen}, V_{ad\ cn\ gen}, V_{ad\ rg\ gen}) \quad (4)$$

$$V_{adh} = f(V_{adh\ in}, V_{adh\ hs}, V_{adh\ ca}, V_{adh\ cc}, V_{adh\ cn}, V_{adh\ rg}) \quad (5)$$

第1章、第2章で述べた如く、脆弱性の定量化に関しては多数の定義があるが、多くの危険源を取り扱った国際的査定(UNDP、第8章、第9章)が試みられた。脆弱性査定の主な問題点はモデルの評価検証を行う外部参照が無い点である。例えば特定地域の人口を見積りモデルの場合は、評価は同一地域の実人口と比較すれば良い。しかし脆弱性モデルの場合定量的評価を行う明白な対象数値が無い。過去の損害記録(UNDP 2005)が代用品として用いられるが、過去の災害データは変動し、比較のため強度を規格化することが難しい。従って世界全体の脆弱性査定は、一般的な代用品を利用し絶対査定ではなく比較査定を行うことしか出来ない。

式(4)、(5)による計測は、夫々の社会階層において、物理的、経済、社会、教育、政治、制度、文化、環境、思想尺度が規定された、一つの特性指標に対応する。夫々の社会階層に対して、脆弱性の危機源独立、危機源依存、両変数を規定した。(表2)、(表3)

指標の選択は、多くの国で有効、測定可能、精度、更新頻度、を基準に実施した。

表2 危険源独立変数と指標

危険源独立変数は自然危機源に対する脆弱性査定に用いられ、開発状況、行政・災害管理効率、武装摩擦関与などを示す。

表2 異なる社会階層における脆弱性を規定する、危険源独立変数と指標

社会階層	変数	指標
個人／世帯	年齢	平均年齢
	収入	一人当たり国民総生産
	健康／障害	栄養失調児童数<5
	教育	予想寿命
	一次産業生計	HIV/AIDS 罹病率
	貯蓄	文盲率
	個人・家族保険	一人当たり生産性(一次産業)
	近所付き合い	一人当たり、携帯電話、テレビ、ラジオ
	情報収集	
行政区域	インフラ/使い勝手	交通インフラ/道路網

	住民保護/早期警報/警報プラン/ 災害管理予算 災害準備 自立度/決定参画・資源利用	地方人口密度 都市化度 腐敗度
国家	規制環境 政府関与武力紛争 人口構成 経済体制 経済依存度 自然災害対応インフラ計画 予知・早期警報システム 緊急対応システムと能力 保険体制	政治体制/国際条約数 紛争強度・数 国内避難民・亡命者数 耕作地比率 男女比 平均年齢 防疫活動・対 GDP 比 外国援助国民総所得比 一次産業 GDP 比 海外から送金 都市人口増加 運輸・通信網 重要指数の欠如数
地域	気候 地域政治安定性	気象記録と長期変化 地域紛争強度と数
文化地域	地域状態 地域関与武力紛争 男女不平等 危機展望と危機対応取り組み 土地戦略(農地、保有期間)	人種差別政策 原住民不利益 原住民文化的制限 域内・域間紛争強度 国民総所得

(1) 個人・世帯

個人・世帯では、人口、社会、経済問題を捉え、年齢、収入、健康、教育が個人の経済的強度に影響する。

(2) 行政区域

行政区域では物理的或いは制度的インフラ変数が優先的で、制度の効率や品質は破損程度のような間接的指数により表される。都会・地方の人口に関する指標は、都市人口密度が高く地方密度が低くて、災害管理制度が高品質という仮説に基づくが、詳しい議論は第 22 章。

(3) 国家

国家は直接・間接的に、広く人々の脆弱性に影響する政策を決定する。災害管理や人民保護への政治的関与欠如は紛争への関与同様、危機発の衝撃に対する準備や防災力を弱体化する。指標は政治形態(民主主義、独裁、軍政)や公約、軍事紛争、国内難民(IDP)

等で、出生率や若年層率など人口構成は国家の開発度を示す間接的指標となる。経済要素は国家の脆弱性と密接に関係し、経済資源、経済活動、防疫活動は脆弱性逡減に、貿易、一次産業比、海外送金、等も国家総生産(GNI)に寄与する。インフラ、災害対応制度も議論が必要である。

(4) 地域

地域変数は物理的或いは社会経済的性格があるが、国家間にまたがり、例えば早魃などの異常気象、国境周辺管理は人々の抵抗力を弱める。

(5) 文化地域

文化地域は共有文化、社会・民族特質で規定され、外部との関係や内部価値観が脆弱性を決定する。文化地域機能のネットワークが被災者を支援するが、一方で運命論が危険源に対する予防策の妨げとなる場合がある。内部変数は、男女平等、危機認知、対処戦略等に注目を要するが、唯一利用可能な指標は、人生期待度・教育・収入差を示す、性解放指数(GDI)である。

表 3 危険源依存変数と指標

一般的に特定か少数の危険源に関して物理的なものであり、指標が空間数値として使われるか、遠隔感知可能かも示した。空間数値とは地域規定情報で、GISにより地図上に表示可能で、遠隔感知とは衛星・航空映像を意味する。

(1) 個人・世帯

住居や日常生活インフラで、建築品質、材料、居住者の健康などが関係しており、間接的には住居品質が都市化速度、例えば急速な都市化は建築品質を劣化させる等、関連がある。居住場所も危険源に対する受容性に影響し、場所により豪雨や地震による土石流、地滑りの危険がある。海拔や地形に依存した危険区域は、地形モデル(DTMs)で特定でき、貧困人民が汚染地帯、過酷気候地域等、高危険区域に住む傾向が在り、同時に疫病脆弱性もある。

(2) 行政区域

環境劣化は第一に行政区域、第二に国家と二段階で進行する。しかし区域、地方、地域における環境劣化を互いに分離することは困難で、土壌劣化、被覆、森林伐採、侵蝕、などは交互に発生し、政治・行政境界で水不足になる。

(3) 国家

環境劣化は国家で発生、領域を拡大して環境に悪影響を及ぼし、洪水や早魃に対する脆弱性をもたらす。予防接種率は疫病脆弱性を表すよい指標であり、法制度に依存する。

(4) 地域

行政区域で述べた土壌劣化、森林伐採、侵蝕等人類起因の環境劣化は、地域を越え全領域に影響する。気候変動を危険源とみなし気候変動による脆弱性に注目する時、我々の危険機能の一部を暴露して危険に晒すことになる。土地利用形態は究極的には人的活動に依存するけれども、初期には土質・気候等物理要因で、環境劣化と共に洪水・早魃・嵐など

に対する脆弱性を決め、土地利用形態はマラリア等疫病脆弱性にも影響する。

(5) 文化地域

文化地域は共有文化、社会・民族特質で規定される。外部との関係や内部価値観が脆弱性を決定する。例えば文化地域機能が強力なネットワークを有して災害犠牲者を支援するが、一方で文化に根差した運命論が自然危険源に対して軽減予防策を取る妨げとなる場合がある。

表 3 異なる社会階層における脆弱性を規定する、危険源依存変数と指標

社会階層	変数	指標	Ea	Vo	Cy	Fl	Dr	Ep	SD	RS
個人/世帯	建築物品質と年数	建築日と耐震構造法律	高	低	低	低	低	低		
		建築主要材料	高	低	低	低	低	低	X	X
		都市成長率	高	低	低	低	低	低	X	X
	建築物大きさ/高さ	階数	高	低	低	低	低	低		X
		世帯数/居住ビル	高	低	低	低	低	低		
	居住場所	地形情報（傾斜度等）	高	低	低	低	低	低	X	X
		高さ（海拔、流域）	低	低	低	低	低	低	X	
	衛生	飲料水入手	高	低	低	低	低	低		
		汚水処理品質	高	低	低	低	低	低		
行政区域	洪水対策	ダム	低	低	低	低	低	低	X	X
		洪水対策法	低	低	低	低	低	低		
	地震対策	耐震構造家屋比率	高	低	低	低	低	低		
		耐震構造建築法	高	低	低	低	低	低		
	地域環境劣化	土壌劣化	低	低	低	低	低	低	X	X
		侵食	低	低	低	低	低	低		X
強制農地利用	土壌、地形、気候、農業対応	低	低	低	低	低	低	X	X	
国家	国家的環境劣化	森林通減率	低	低	低	低	低	低	X	X
	予防接種	予防接種人口	高	低	低	低	低	低		
		予防接種法規制	高	低	低	低	低	低		
地域	気候変動被害	計測可能気候変動	低	低	低	低	低	低	X	
	土地利用	土地被覆	低	低	低	低	低	低	X	X
	救済	傾斜/盛土	低	低	低	低	低	低	X	X
文化地域	旱魃対策	気候変動対応土地利用法（継続的資源利用）	低	低	低	低	低	低		
	性習慣	性病予防習慣	低	低	低	低	低	低		
		避妊	低	低	低	低	低	低		

Ea:地震、Vo:噴火、Cy:サイクロン、Fl:洪水、Dr:旱魃、Ep:伝染病、SD:空間データ、RS:遠隔検知データ

低重要性
 中重要性
 高重要性

制度・文化・観念を表す指標は不十分で、政治・経済・環境尺度を規定する指標数は限定的であり、尺度を定量化する指標は多数在っても精度・有効性は不十分である。脆弱な国家ほどデータ乖離が大きく、データが無いことそれ自体が指標である。一人当たり国民総生産の様に、個人の特性を表しているが実は国家の平均な場合もある。表 3 は多くの指標が空間データ、遠隔感知で収集できることを示したし、特定危険源に影響される領域尺度と最も関連深い変数・指標を有する社会階層の間に僅かな相関があることを示している。即ち地震・噴火・サイクロンの様に地域限定脆弱性が個人・世帯指標変数で規定される。

【要約は、レジリエンス協議会 MVNH チームが担当した】