

災害・健康危機管理における経済的影響の評価

著者

Lorcan Clarke ダブリン大学トリニティ・カレッジ医学部（ダブリン、アイルランド）、ロンドン政治経済学院保健政策学部（ロンドン、英国）

Michael F. Drummond ヨーク大学 医療経済学センター（ヨーク、英国）

4.7.1 学習目的

本章の学習目的は以下のとおりである。

1. 経済評価 (economic evaluation) と経済的影響の研究 (economic impact studies) が、どのようにして災害・健康危機管理の意思決定の根拠になるかを理解する。
2. 研究者がこうした研究を行う際に利用できる手法を知る。
3. エビデンスの欠落 (evidence gaps) と方法論上の課題 (methodological challenges) を含めた、研究の限界を認識する。

4.7.2 序論

経済評価と経済的影響の研究が重要なのは、政策などに関わる意思決定者 (decision makers) が、競合する支出の優先順位 (competing spending priorities) を管理し、財政予算 (financial budgets) の価値を最大化するのに役立つからである。経済的影響の研究 (economic impact studies) では、過去の事象、または将来起こりうる事象のコスト (costs) と結果 (consequences) を定量化する。経済評価 (economic evaluations) は、プログラムや政策のコストと結果を代替策 (alternative course of action) と比較して評価する構造的な方法 (structured way) である。こうした研究を実施し、成果 (findings) を適用することは、災害・健康危機管理における予防 (prevention)・準備 (preparedness)・対応 (response)・復興 (recovery actions) の各活動の一環ともなる。

本章では、経済評価 (economic evaluations) を紹介する。経済的影響を評価することの価値 (value)、経済評価の実施に関わる主要なコンセプト (key concepts)、災害・健康危機管理の文脈における現在の研究の限界 (current limitations) を概説する。本章で使う「研究者 (researchers)」という用語は、経済的研究を行う個人およびグループを意味する。

4.7

4.7.3 なぜ経済評価と経済的影響の研究を行うのか？

経済学的研究 (economic studies) では、特定の事象や健康問題がもたらす結果 (implications)、および潜在的なリスクの管理活動 (potential risk management actions) を、金銭的リソース (financial) と非金銭的リソース (non-financial resources) の観点から記述し、説明する。この情報は、全体的な支出規模 (size of overall spending) が妥当であるかどうかを判断する (justify) のに役立つ他、健康アウトカムを改善するためにどの政策とプログラムを使用するかをめぐり、具体的なリソース配分の決定 (specific resource allocation decision) の根拠となる (1)。

4.7.4 意思決定に役立つ情報を提供する

災害・健康危機管理に役立つ情報を提供する経済学的研究には、経済評価 (economic evaluations) と経済的影響の研究 (economic impact studies) がある。経済評価 (economic evaluations) では、プログラムや政策のコスト (costs) (リソースの使用 (use of resources)) と結果 (consequences) (効果 (effects)) を、代替策 (alternative course of action) と明確 (explicitly) に比較する (2)。この代替策 (alternative) には他のプログラムや政策を組み込んでも、あるいは単に現在の状況 (current situation) を反映させてもよい。一方、経済的影響の研究 (economic impact studies) では、熱波や感染症の大流行などにおける、特定の介入 (specific intervention)・事象 (events)・健康関連の問題 (health-related issue) に関わる実際の、または潜在的な経済的アウトカム (actual or potential economic outcome) を評価する。経済評価と経済的影響の研究の成果 (findings) は、幅広い経済的・非経済的エビデンスを考慮 (account for) した意思決定ツール (decision making tool) のインプットとなる。意思決定ツールとは、例えば多基準意思決定分析 (multi-criteria decision analysis, MCDA、用語集参照) である。このような場合、MCDA では経済学的研究の成果 (findings) を、予算上の制約 (budget constraints) や公平・公正との関係 (implications for equity and fairness) など追加の意思決定因子 (additional decision-making factors) と組み合わせる (3)。

さまざまなステークホルダーが、経済学的研究から得られた情報を使用することで、過去の事象を評価したり、現在の課題に対処したり、将来のリスクに備えた計画を立案することができる。このようなステークホルダーには、政府機関 (government agencies)、民間企業 (private companies)、市民社会団体 (civil society groups) が含まれる。たとえば経済学的研究の成果 (findings) は、災害・健康危機の予防・準備・対応・復興策の計画と実施に使用されるコスト計算ツール (costing tool) に必要な情報を提供する (4)。経済学的研究は、所得状況や性別、年齢など人々の社会経済的特性 (socioeconomic) あるいは人口動態特性 (demographic characteristics) と関連することがあり、不平等 (inequality) と困窮 (hardship) を記述するのにも役立つ。4.7.5「災害・健康危機の経済的影響を理解する」でこのトピックをさらに詳しく論じる。

経済評価 (economic evaluations) は、どの保健サービス (health services) と医薬 (medicines)、その他の医療技術 (medical technologies) に資金を供給し利用できるようにするかをめぐり、人口レベルの決定 (population-level decisions) を後押しする。経済学的研究は、患者と一般市民 (patients and the public)、納税者と政治家 (tax payers and politicians)、保険会社と医療提供者と医療技術製造者 (insurance providers, healthcare providers, and health technology producers) などのように、異なるステークホルダーの優先事項 (different stakeholder's priorities) の balan

スを取り調整 (balancing and aligning) するための基準点 (reference point) を提供するのに役立つ (5)。ここでの「医療技術 "medical technology"」という用語は、健康問題を解決し生活の質を改善するために開発された装置 (devices)、医薬品 (medicines)、ワクチン (vaccines)、処置 (procedures)、システム (systems) といった形で、系統だった知識とスキルを適用することを意味する (6)。

4.7.5 災害・健康危機の経済的影響を理解する

災害・健康危機は家計 (households)・医療システム (health system)、そして経済全体 (economic as a whole) への経済的影響 (economic impacts) (マクロ経済的影響 macroeconomic impacts) につながる。経済学的研究はこうした影響を記述するのに役立つ。

疾病や外傷は、家族と家計に負担をかける医療コスト (healthcare costs) と収入損失 (income losses) を生じる場合がある。医療サービス (health services) や医薬品 (medicines) に対する出費は、他の家計支出 (other household expenditures) に使える資金を制限したり、場合によっては金融負債 (financial debt) を負って資金を増やす (raising additional funds) 必要につながったりするため、医療コストは、こうした出費を通して直接の経済的影響をもたらす。病気や介護のために働けないこと (inability to work) は、収入損失 (income losses) とそれに伴う財政難 (financial distress) を通じて、間接の経済的影響 (indirect economic impacts) (4.7.7 を参照) を生じる。

医療へのアクセスを保証 (guarantee health access) し、ウェルビーイングを支援 (support wellbeing) する前向きな政策 (proactive policies) は家計とコミュニティへの影響 (impacts) や困窮 (hardships) を軽減するのに役立つ。それらは異なる社会経済 (socioeconomic)・人口動態グループ (demographic groups) の間で不平等に配分 (distributed inequitably) されうるからだ (7-8)。たとえば、2013年にスーパー台風ヨランダ (訳注: 台風ハイエンの現地名) がフィリピンの一部に大きな被害をもたらした際、対応には既存の医療資金供給システム (existing healthcare funding system) の迅速な適応 (rapidly adapting) が含められた。国の健康保険公社 (national insurance agency, PhilHealth) は、保険が当人の医療コストをすでにカバーしているかどうかに関係なく、アクセスを求める被災者全員 (all affected people seeking access) に対して病院サービス (hospital service) を保証した (guaranteed) (9)。これは、必要な医療保険 (health insurance) を持たない人も、追加コスト (additional costs) のために台風関連でさらなる困窮 (hardship) を心配することなく、医療にアクセス (healthcare access) できるという意味だった。

損害 (damage) と混乱 (disruption) は、医療サービスの制限 (restrict healthcare service) をきたす一方、同時に直接・間接の健康影響によって需要の増加 (create increased demand) をきたすこともある (4.7.7 を参照)。インフラの損傷 (damage to infrastructure)、労働力の不足 (constraint workforce capacities)、物理的なサプライチェーンの混乱 (disruption to physical supply-chains) は、医療の利用可能性 (availability) とアクセス可能性 (accessibility) を制限する場合がある (10)。これは、疾病と外傷が治療されず、健康アウトカムの悪化 (worse health outcomes) と長期的な健康関連コストの上昇 (higher long-term health-related costs) につながるという意味にもなる (11-12)。経済学的研究は前向きなリスク管理政策 (proactive risk management policies) を支援することで、医療サービスが制限に適応し、突然の医

4.7

療ニーズ (healthcare requirements) の増加に対応できるようにする (13)。

災害と緊急事態は、政府機関 (government institutions)、民間組織 (private organisations)、経済全体 (overall economy) の機能に混乱 (disrupting the function) を生じさせることでマクロ経済的影響 (macroeconomic impacts) ももたらず。政府機関には難しい公的優先事項への対応 (responses to challenging public priorities) で負荷がかかる (stressed)、一方、民間組織は、生産する材 (goods) とサービス (services) による潜在的な収益 (potential revenues) と、生産に必要な労働力その他の供給 (supplies) を失う。この混乱 (disruption) は、経済生産 (economic output) と人々の全般的な福祉 (general welfare) に対してマイナスの影響をもたらす (negatively impact) (14)。気候変動 (climate change)、自然ハザード (natural hazards)、感染症の流行 (infectious disease outbreak) がもたらすマクロ経済的影響 (macroeconomic impacts) に関する研究のいくつかの例から、次のようなことが判明している。すなわち、東南アジア諸国における気候変動に関連した極端な高温への曝露 (exposure to extreme heat) の増加は、年間の労働可能時間 (feasible annual working hours) を 2030 年までに 15% から 20% 制限 (restrict) する可能性があること (15)、自然ハザードに起因する災害 (disasters due to natural hazards) がウェルビーイングへの影響 (impacts to wellbeing) と経済消費の損失 (losses to economic consumption) につながり、年間の経済損失は 5,200 億米ドルに上ること (16)、深刻な感染症の大流行 (severe pandemic outbreak of infectious disease) に伴って年間の死亡者数が 72 万人に達する場合、世界の経済生産 (global economic output) は 5000 億米ドル減少する可能性があること (2017 年に行われた予測) (17) である。

表 4.7.1 は、意志決定者に役立つ情報を提供し、家計・医療システム・経済全体に及ぶ経済的影響に対処する上で役立つ、経済的影響の研究の例 (sorts of economic impact studies) を示したものである。これらの研究は、経済学的研究の 2 つのエビデンスレビュー (evidence reviews) から得られたもので、2020 年以前に発表された災害・健康危機管理における利用可能な数少ない経済学的エビデンス ((limited) available economic evidence) の例である (18-19)。感染症の流行 (infectious disease outbreaks) (エボラウイルス感染症 (Ebola virus disease)) に焦点を当てた研究が 2 つ、異常気象事象 (extreme weather events) (ハリケーン (hurricanes) と熱波 (heatwaves)) に注目した研究が 4 つである。一部の研究では推定範囲 (range of estimates) が提示されており、研究結果における潜在的な不確かさ (potential uncertainty) を反映している (4.7.10 「経済評価を実施する 10 のステップ」を参照)。

表 4.7.1 経済的影響の研究の例

感染症の流行：西アフリカのエボラウイルス感染症 (Ebola virus disease, EVD) 流行 (2014-2016 年)

Bartschら (20) は各 EVD 患者の症例に関連したコスト (costs associated with individual patient cases of EVD) を見積った。

- 著者らは 2014-2016 年の EVD 流行中にギニア、リベリア、シエラレオネで治療後に生存した個人 (survived) と死亡した個人 (died) に注目した。コストの見積りには、対症療法 (supportive care)、個人用防護具 (personal protective equipment)、医療従事者の賃金 (wages for health workers)、健康に関連した欠勤に伴う生産性の損失 (losses linked to health-related absence from work) を含めた。
- 2014 年 12 月時点における、1 万 7908 件の EVD 症例 (cases of EVD) と 6373 件の死亡 (deaths caused by EVD) に関連するコストをまとめた結果、社会的コストの合計は 8200 万～3 億 5600 万米ドルと見積られた。

Kirigiaら (21) は、EVD による死亡に伴う経済的損失 (economic losses) を見積った。

- 著者らは 2014～2016 年の流行中にギニア、リベリア、マリ、ナイジェリア、シエラレオネで死亡した個人に注目した。医療提供に関連した損失を除き (excluding those related to provision of health care)、予想される経済生産全体の損失 (expected overall losses of economic outputs) に基づいて損失が測定された。
- 2015 年 6 月 28 日時点における、2 万 7543 件の EVD 症例から生じた 1 万 1234 件の死亡に関連するコストをまとめた結果、将来の累積的な経済損失 (cumulative future economic losses) は 1 億 5500 万米ドルを超えると見積られた。

異常気象事象：米国におけるハリケーン

Fonsecaら (11) は、ハリケーンに関連する医療の混乱 (hurricane-related disruption of healthcare) に伴う経済的影響を予測している。

- 著者らは、2005 年 8 月に米国に上陸したハリケーン・カトリーナによる、糖尿病患者への影響 (impact) に注目した。健康アウトカム (health outcome) の推定には、血糖値 (blood sugar)、血圧 (blood pressure)、脂質 (lipids) を含めた。先行研究を活用してこれらの測定値を組み合わせ、平均余命 (life expectancy)、質調整平均余命 (quality-adjusted life expectancy (QALY)、訳注：生活の質で調整した生存年数、用語集参照)、糖尿病関連合併症の将来的なコスト (future costs of diabetes-related complications) を見積った (22)。
- 医療システムの被害 (damage to the health system) による、糖尿病患者の医療サービスと医療用品へのアクセス障害 (disruption) は、被災患者全員の生涯分を合計すると (over the life-times of affected individuals)、5 億 400 万米ドルの追加医療コストにつながる可能性があると予測した。

Zahranら (23) は、ハリケーンに曝露した個人について、メンタルヘルス・レジリエンス (mental health resilience) と関連する経済的影響 (related economic impacts) を評価した。

- 著者らは、2005 年に米国に上陸した 2 つのハリケーン・カトリーナとハリケーン・リタがもたらした集団への影響 (population impacts)、とりわけシングルマザー (single mothers) にとっての影響に注目した。
 - ハリケーン事象を受けて予想される生産性と賃金の低下 (expected declines in productivity and wages) を計算することで、コストが測定された。著者らは、ハリケーン事象を受けて、シングルマザーは一般的な集団に比べてメンタルヘルスの不調日数が 3 倍以上 (three times more poor mental health days)、欠勤日数が 5 倍以上多かったこと (five times more days absent from work) を明らかにした。こうした影響は、被災人口に含まれるシングルマザー全員について、一人あたり 4200 米ドル、合計 1 億 3000 万米ドルの経済損失と関連付けられた。
-

4.7

異常気象事象：オーストラリアと米国の熱波

Toloo ら (24) は、ますます頻発し、激しさを増している熱波 (more common and more intense heatwaves) に伴う医療コストを予測している。

- 著者らは、オーストラリアのブリスベンにおいて、熱波の影響を受けた個人 (individuals impacted by heatwaves) による救急部門の使用 (emergency department use) に注目した。若年層と高齢者層 (younger and older age group) について救急部門の使用を推定し、心血管問題の悪化 (exacerbated cardiovascular issues)、糖尿病 (diabetes)、腎臓疾患 (renal complaints) などの健康問題に関連付けた。2012 年と 2013 年のデータを組み合わせてコストを見積り、2030 年と 2060 年の異常気温の増加予測と合わせて救急外来増加分のコスト (costs of excess emergency department visits) を説明した。
- 予想される熱波により、ブリスベンにおける救急医療のコストは、インフレ比率調整せず (without adjusting for inflation) に 2030 年には 7 万 8000 ~ 26 万豪ドル、2060 年には 21 万 5000 ~ 198 万 5000 豪ドル増加すると予測される。

Lin ら (25) はさまざまな熱波のシナリオに伴う入院関連の医療コスト (costs associated with hospital admissions) を予測している。

- 著者らは、米国ニューヨークにおける呼吸器関連の入院 (respiratory-related hospital admissions) に注目した。気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) によるさまざまなシナリオ予測 (range of scenarios forecast) を用い、1 日あたりの入院コスト推計 (estimates of daily hospitalisation) に、異常高温 (extreme heat) に起因する年間の入院日数の超過 (excess days of hospitalisation per year) を合算した。
- 熱波に関連する年間入院日数 (heatwave-related annual admissions) により、1991 ~ 2004 年には 1 年あたり 64 万米ドルの追加コスト (additional costs) が生じたと推計し、2045 ~ 2065 年には超過コスト (excess costs) が 1 年あたり 550 万 ~ 750 万米ドル、2080 ~ 2099 年には 2600 万 ~ 7600 万米ドルになると見積っている。

4.7.6 経済評価の実施に関わる主要なコンセプト

本セクションでは、経済評価の実施 (conducting economic evaluation) に関わる主要なコンセプトとステップ (key concepts and steps) を紹介し、災害・健康危機管理の文脈で経済評価をどのように実施するか (how to conduct economic evaluation) についてのガイダンスを提示する。焦点は経済評価に置くが、「母集団 (population)」と「経済的アウトカム (economic outcome)」の表題で論じるいくつかのコンセプトは、経済的影響の研究 (economic impact studies) を行う研究者にも関連するものである。この情報は、経済評価の実施と報告に関する定評のあるガイダンス (26-27) に代わる (substitute) というより、それを補完 (complement) するものである。

以下のセクションでは、代替プログラムや代替政策の金銭価値 (value for money of alternative programmes or policies) を比較する経済評価 (economic evaluations) に関わる 3 つの要素 (three elements)、すなわち対象集団 (target population)、経済的アウトカム (economic outcome)、比較手法 (comparison methods) を概説する。他の重要な要素としては、介入 (intervention)、比較対照群 (comparison groups)、アウトカム評価の対象期間 (time horizon for evaluating outcomes) があり、これらについては本書の他の章で論じる。経済評価を実施する研究者にとっての具体的な問題点 (specific concerns) は、本章の 4.7.11 「研究の限界 (research limitation)」で取り上げている。

4.7.7 母集団 (population)

経済評価 (economic evaluation) は、特定の個人の集団 (specific group of individuals)、すなわち研究の対象集団 (study's target population) のアウトカムに注目する。研究者はこの母集団を、規模により、および集団に含まれる人々の社会経済特性 (socioeconomic) や人口動態特性 (demographic characteristics) (所得状況 (income status) や年齢 (age))、集団が受ける介入 (interventions)、集団がカバーする地理的領域 (geographic area) などの因子を使用して、定義することができる。研究者は、集団内の人々における健康危機や災害の直接被災 (directly affected) あるいは間接被災 (indirectly affected) の有無に基づいて集団を定義するかどうかとも検討するべきである。「直接被災者」と「間接被災者」の意味は以下で概説する。

直接被災者 (directly affected)

外傷 (injury) や疾病 (illness) などの健康被害を受けた人、避難 (evacuated)・転居 (displaced)・移転 (relocated) した人、生計 (livelihoods)・経済的 (economic)・物理的 (physical)・社会的 (social)・文化的 (cultural)・環境的資産 (environmental assets) に直接の被害 (direct damage) を受けた人 (28)。直接の健康被害の例には、感染症に直接起因する疾病 (direct illness due to infectious disease) や、創傷 (wound)、鈍器外傷 (blunt force trauma)、火傷 (burns) などの外傷 (injuries) が含まれる (10)。

間接被災者 (indirectly affected)

直接的な影響 (direct effects) 以外、あるいは追加の結果 (consequence) により、長期に渡って被害を受けている人。このような間接被害は経済 (economy)、重要インフラ (critical infrastructures)、基本サービス (basic services)、商業 (commerce)、職場 (work) の混乱 (disruption) や変化 (changes) に起因する場合があります、社会的 (social)、健康的 (health)、心理的な結果 (psychological consequence) も含む (28)。間接的な健康被害の例には、緊急事態後の衛生問題 (post-emergency sanitation issues) による感染症の流行、および医療サービスへのアクセスの混乱 (disrupted access to healthcare services) による治療中断などが含まれる (10)。

4.7.8 視点 (perspective)

研究者はさまざまな手段 (measures) を使用して経費と結果 (costs and consequences) を推定する。こうした手段をまとめる一つの方法は、医療利用 (healthcare use) に焦点を当てた「支払者の視点 (payer perspective, 用語集参照)」を用いることである。もう一つの方法は、幅広い経済的影響 (broader set of economic impacts) を考慮した「社会的視点 (societal perspective)」を用いることである (2) (用語集参照)。どの経済的アウトカムを研究に含めるかについての選択は、分析要件 (analysis requirements) と研究結果を伝えたい対象読者 (intended audience) を踏まえた上で、研究の実施に必要な時間と努力 (time and effort) の量によって左右される。たとえば、支払者の視点 (payer perspective) は医療コストの管理 (managing healthcare costs) に焦点を当てる保険会社 (health insurance company) のニーズを満たすことができる一方、政府機関 (government agency) は健康 (health)、ウェルビーイング (wellbeing)、福祉経済 (economic welfare) に関する幅広い影響を考慮するために社会的視点 (societal perspective) を重要視する可能性がある。研究の視点 (perspective for a study) の選択は、対象コストの範囲 (range of costs to be considered) という観点から論じられることが多いが、対象とする結果 (consequences considered) を考慮

4.7

することもある。

支払者の視点 (payer perspective)

支払者の視点 (payer perspective) は、医療費を含めた医療利用 (health use) のコストとその結果 (costs and consequences) に焦点を当てる。支払者 (payers) には、医療サービスの提供と利用 (provision and receipt of healthcare services) に直接関与するさまざまな関係者 (variety of actors) を含めることができる。主な支払者 (main payers) は、該当する国の医療がどのように組織され、資金提供されているか (organised and financed) にもよるが、通常は政府機関 (government agencies) や医療保険会社 (health insurers) である。

しかし多くの状況では、医療にアクセスし、医療を受けることにより患者と家族にはコストが発生 (incur costs) する。医療コスト (medical costs) とその結果 (consequences) には、治療を受けることに対する支払い (payments for access to care)、医療用品のコスト (medical supply costs)、医療従事者の給与 (salaries for health workers)、健康アウトカムの変化 (change in health outcomes) に関連して将来予想される医療コスト (expected future healthcare costs) などを含めることができる。非医療コストと結果 (non-medical costs and consequences) には、交通費 (spending on transport)、宿泊費 (accommodation)、医療を受ける個人の食費 (food by individual receiving care)、家族が提供する私的な看護 (informal nursing care) を含めることができる。

社会的視点 (societal perspective)

社会的視点 (societal perspective) は、支払者の視点 (payer perspective) で測定されたコストと結果 (costs and consequences) を含み、さらに、健康アウトカム (health outcomes) や医療利用 (healthcare use) のコストと結果 (costs and consequences) に焦点を当てる。社会的コストと結果 (societal costs and consequences) は、例えば、雇用 (employment)、労働生産性 (labour productivity)、物やサービスの消費 (consumption of goods and services) など、医療以外の幅広い社会的関心事 (broader societal concerns other than healthcare) が含まれる。

経済的コストと結果 (economic costs and consequences) は、市場資源または非市場資源の価値 (value of market or non-market resources) に基づいて測定される。市場資源 (market resources) は金銭を払って購入するもので、決まった価格 (defined price) を持っている。これには、医療従事者の賃金 (wages for health workers) と医薬品のコスト (cost of drugs) が含まれる。非市場資源 (non-market resources) は金銭を払って購入するものではなく、決まった価格 (defined price) はない。これには、家庭内労働 (household work)、ボランティアサービス (volunteer services)、寄付された医療用品 (donated medical supplies) が含まれる。研究者が非市場資源に伴う経済的アウトカム (economic outcomes associated with non-market resources) を推定できる一つの方法は、代理値 (proxy measure) を使用するものである。代理値 (proxy) は、類似した物やサービスの価値など、比較的容易に測定でき (readily measurable)、コストと結果の代替推定値 (substitute estimate of costs and consequences) として機能できる変数 (variable) である。

図 4.7.1 医療プログラムの経済評価の構成要素 (2)より再構成)

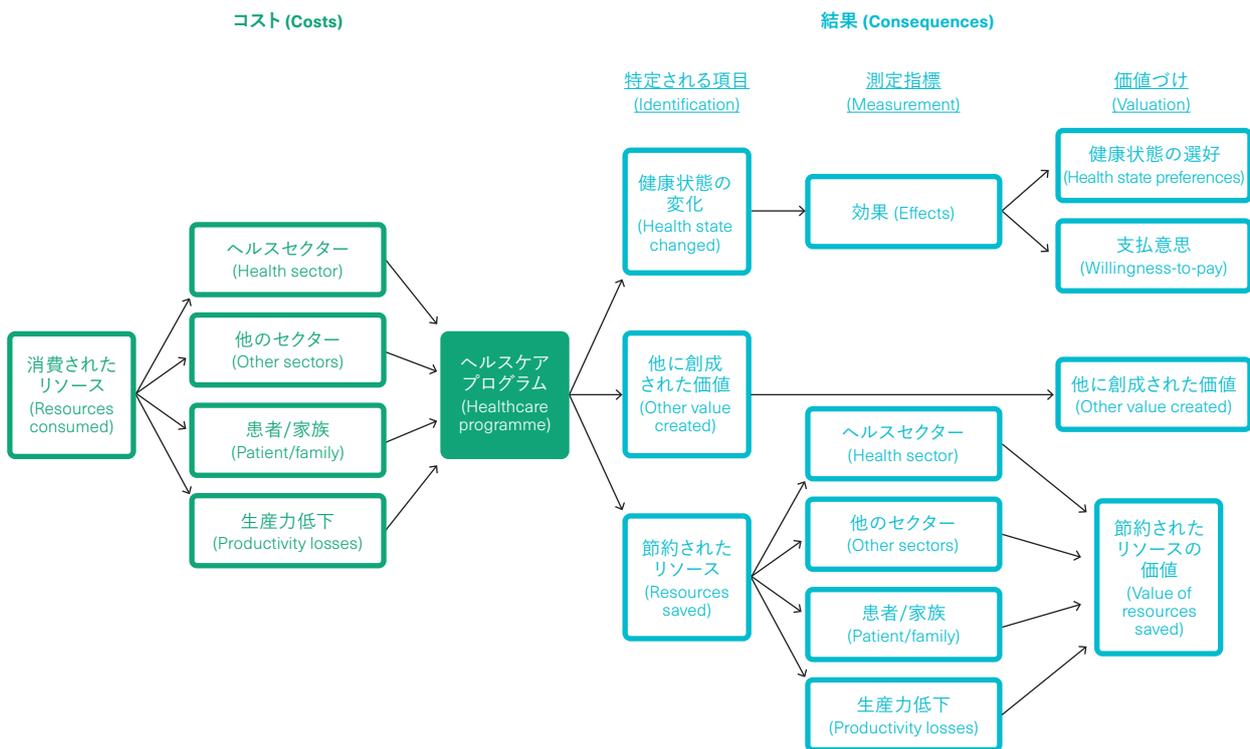


図 4.7.1 は、医療プログラムの経済評価に関わるコストと結果 (costs and consequences) を推定する際の主な道筋 (key pathways) を示したものである。コスト (costs) は、プログラムを実施するためのさまざまなセクター全体のリソース使用 (resource use) を反映し、結果 (consequences) はそれに関連したプログラムの健康とウェルビーイングへの効果 (program's impacts on health and wellbeing) を反映する。たとえば、ワクチン接種プログラムのコスト (costs) には、ワクチン製造 (vaccine manufacture)、医療施設へのワクチン納入 (delivery)、ワクチンサービスを提供する医療従事者 (health workers) が含まれるだろう。このプログラムの結果 (consequences) には、免疫ができて将来の医療コストと労働生産性の損失を防ぐ効果 (immunisation preventing future healthcare costs and losses to labour productivity) が含まれるだろう。

研究者は図中の経路や因子間の相互作用 (pathways and interaction between the nodes) を適用することで、研究の視点 (study perspective) を変化させ、災害・健康危機管理における予防・準備・対応・復興の各活動に焦点を当てることができる。

4.7.9 比較手法

経済的アウトカムを評価 (evaluate economic outcomes) するために、コストと結果 (costs and consequences) に関するデータを組み合わせる確立された手法 (established methods) がある (2)。以下の段落ではそのいくつかを概説する (用語集参照)。経済的アウトカムを評価するための他のアプローチとしては、ここでは詳しく論じないが、拡張費用対効果分析 (extended cost-effectiveness analysis) と社会的厚生関数の使用 (use of social welfare functions) がある (1)。

費用対効果分析 (cost-benefit analysis)

費用対効果分析 (cost-benefit analysis) では、コスト (costs)、プラスの結果 (positive consequences)、マイナスの (negative consequences) を組み合わせて、費用対効

4.7

果率 (cost-benefit ratio) の計算または純便益 (net-benefit) (便益からコストを差し引いたもの (benefits minus costs)) を測定する。コストと便益はどちらも金銭的価値 (monetary terms) で測る。このアプローチでは、相対的経済アウトカムの明確な推定 (clear estimate of relative economic outcome) ができるが、それが可能なのはコストと結果の金銭的価値 (monetary value of costs and consequences) を推定できる場合だけである。

費用結果分析 (cost-consequence analysis)

費用結果分析 (cost-consequence analysis) では、費用とアウトカムをそれぞれ境界明瞭なカテゴリー (discrete categories) に分類して比較する。推定結果 (estimates) を組み合わせて単一の値や比率 (single measure or ratio) を出すわけではない。このアプローチによって、研究の利用者はさまざまなコストと結果 (costs and consequences) の相対的な重要性 (relative importance) を独自に解釈 (make their own interpretation) することができる。

費用効果分析 (cost-effectiveness analysis)

費用効果分析 (cost-effectiveness analysis) では、金銭にて測定した費用 (costs measured in monetary terms) と自然単位で測定したアウトカム (outcomes measured via natural units) を比較する。健康関連のアウトカムのための自然単位 (natural units) としては、たとえばウイルス感染の終了 (end of viral infection) や抑うつ状態の緩和 (alleviation of symptoms of depression) などの臨床評価項目 (clinical endpoints) (2.2 章を参照)、あるいは生存年数の延長 (life-years gained) (治療を受けたことで延びた余命年数) などがある。事例 4.7.1 は、費用効果分析 (cost-effectiveness analysis) を使用して、インフルエンザの流行に備えるための抗ウイルス剤備蓄アプローチ (anti-viral stockpiling approaches) を比較した研究をまとめたものである。

費用最小化分析 (cost-minimisation analysis)

費用最小化分析 (cost-minimisation analysis) では、金銭にて測定したコスト (costs measured in monetary terms) に基づいて介入策 (interventions) を比較する。このアプローチは結果 (consequences) を測定するものではなく、比較する介入が同じ効果 (same effect) を有する場合にのみ有効である。

費用効用分析 (cost-utility analysis)

費用効用分析 (cost-utility analysis) では、金銭にて測定したコスト (costs measured in monetary terms) と、健康に及ぼす利点、すなわち「効用」を指標として測定した結果 (consequences measured via a measure of health gain or 'utility') を比較する。効用の指標 (utility measures) としては以下がある。

- **質調整生存年 (quality-adjusted life-years, QALY)** は、健康関連の生活の質 (health related quality of life, QOL) と組み合わせた余命の指標 (measure of additional life expectancy) である。QALY 年数は、調査 (surveys) や EQ-5D などの尺度 (instruments) を通じて、痛み (pain) や体の動き (mobility) といった因子を考慮し、人々の異なる健康状態の評価 (people's evaluation of being in different health states) を研究することで決まる (2)。
- **障害調整生存年 (disability-adjusted life-years, DALYs)** は、平均余命 (measure of life expectancy) のうち健康問題に伴う死亡や疾病のために失われた生存年数 (years of healthy life lost due to mortality and/or morbidity)

を測るものである。DALY 年数は、さまざまな健康状態 (given health state) での余命と、健康なまま寿命を全うする場合の余命 (healthy life that reaches full life expectancy) (ベンチマーク (benchmark)) との差を反映する。(訳注: QALY と DALY を足すと、健康なまま平均余命を全うする場合に相当する。用語集参照。)

投資利益率分析 (return on investment analysis, ROI、用語集参照)

投資収益率分析 (return on investment analysis) では、プラスの結果 (positive consequences) とコスト (costs) の差異の大きさを計算する。投資収益率は、純結果 (net consequences) (プラスの結果からマイナスの結果を差し引いたもの (positive consequences minus negative consequences)) を計算し、この数字をコストの割合 (proportion of costs) として表現したものである。

一般に、こうした研究では金銭 (monetary terms) で容易に表現できるコストと結果 (costs and consequences) のみを考慮する。事例 4.7.2 では、米国シカゴにおける潜在的なインフルエンザ流行のリソースのコストと節約に注目し、ワクチン介入に対する投資収益率の計算 (return on investment calculation) を説明する。

事例 4.7.1

備蓄アプローチの価値を比較する

Carrasco ら (29) は、10 カ国の高・中所得国 (high- and middle-income countries) を対象に、インフルエンザパンデミックに備えた抗ウイルス薬の備蓄手配を調査 (assess arrangements for stockpiling antiviral medicines) する経済評価 (economic evaluation) を実施した。

予防と治療で抗ウイルス薬の投与を受けるのに適格な人々 (eligible populations) について、さまざまな備蓄の規模と影響 (sizes and impacts) が検討された。著者らは、感染症の流行に伴う死亡 (mortality associated with infectious disease outbreak) の推定と、抗ウイルス薬の備蓄コスト (costs of antiviral treatment stockpiles) に注目した。健康リスク (health risks) の推定には、30 年間にわたる感染症流行からの疾病 (morbidity) と死亡 (mortality) の予測と、季節性、効果的なワクチン開発を含む因子が考慮された。経済的アウトカム (economic outcomes) には治療コスト (treatment costs) と欠勤 (absenteeism) を含めた。

著者らは、(高・中所得国のなかで) 所得のより高い国 (higher-income countries) における備蓄は予想されるコストの回避 (potential avoidance of expected costs) につながる可能性が高い一方、所得がより低い国 (lower-income countries) における備蓄は死亡の回避 (potential avoidance of mortality) につながる可能性が高いと推定した。結果からは、米国は将来の潜在コストを 220 億米ドル回避 (avert) できるかもしれないこと、また、インドネシアで備蓄状況を改善すれば予想される死亡者数を 900 万人以上減らせる可能性があることが示された。

4.7

事例 4.7.2

公衆衛生の緊急事態 (public health emergencies) に備える

Dorratoltaj ら (30) は、疫病流行期におけるワクチン接種の優先順位 (vaccination priorities) と経済的アウトカム (economic outcome) を理解するために経済評価 (economic evaluation) を実施した。インフルエンザの中程度の流行 (moderate)、大流行 (strong)、壊滅的大流行 (catastrophic outbreaks) の期間それぞれにおいて、ワクチンを使用した場合 (vaccine use) と、ワクチン介入のない (no vaccine intervention) ベースケースシナリオ (base case scenario) を対比、検討した。著者らは、米国シカゴの住人を対象とし、年齢と健康リスクレベルに基づく集団のさまざまなサブグループ全体に対して影響 (impacts across different population subgroups) を調べた。インフルエンザのような病気に伴って予想される健康影響 (expected health impacts) を、他の研究から得られている医療コスト (healthcare costs) および生産性コスト (productivity costs) に関連付けることで、経済的アウトカムを推定した (31)。

分析には費用対効果 (cost-benefit) と投資収益率 (return on investment, ROI) の手法が含まれた。19 歳未満の高リスク集団 (high-risk people under 19 years of age) は、インフルエンザの壊滅的大流行のシナリオ (catastrophic influenza pandemic scenario) で投資収益率が最も高く (highest ROI)、ワクチン接種に投資される 1 米ドルにつき 249.16 米ドルが節約された。同じシナリオで投資収益率が最も低かった (lowest ROI) のは、20 ～ 64 歳の高リスクではない集団 (non-high risk people aged between 20 and 64 years) で、ワクチン接種に投資される 1 米ドルにつき 5.64 米ドルが節約された。すべての流行シナリオ (all pandemic scenario) で、20 ～ 64 歳の高リスク集団の純便益 (net-benefit) が最高だった。

比較手法 (comparison method) を特定し、実施した後、感度分析 (sensitivity analysis) をすることで、経済的研究が帰着する不確かさ (uncertainty) を説明することができる。感度分析 (sensitivity analysis) は、経済評価におけるコストと結果への入力値の変化 (changes to the inputs informing costs and consequences) に基づき、結果に現れる差異 (variation in results) を測る。変化 (changes) には、入力値の変動 (varying the value of the input) (実施コスト (implementation cost) や集団特性 (population characteristics) など) や、対象期間 (time horizon) (コストと結果 (costs and consequences) を推定する対象となる月数や年数) など研究の他の特性が含まれる。

感度分析 (sensitivity analysis) によって表示された結果の相違は、入力値の分散 (variance in their input values) が経済評価 (economic evaluation) の結果にどう影響するかを意思決定者が理解するのに役立つと共に、研究者が入力データ (input data) (介入効果 (intervention effectiveness) やコスト (costs)) における不確かさ (uncertainty) を減らすのに役立つ。研究者は、異なる統計モデルの結果を比較することによって、コストと結果 (costs and consequences) の推定に対する異なるアプローチがその結果にどう影響するかを理解することもできる。

4.7.10 経済評価を実施する 10 のステップ

経済評価を実施 (conducting an economic evaluation) するプロセスは 10 段階のステップとして設定できる。これらのステップは、経済評価の内容を判断する指針となる問いを基にまとめられた。以下で各ステップを概説する (2)。

これらのステップは、本書の 3.5 章「リサーチクエスションの決定」など、他の箇所にある研究デザインに関するガイダンスを補完 (complement) するものである。これらは、経済評価を実施するための、定評あるその他の提言書 (published, well-established recommendation) と合わせて考慮するとよい (2, 32-36)。

ステップ 1: 以下のリサーチクエスションを定める (3.5 章も参照)。

- 含まれる集団 (population involved) はどの集団か。
- 適切な対象期間 (appropriate time horizon) において、比較対象となる一連の行動 (compared courses of action) のコストと結果 (costs and consequences) の概観を説明できるか。
- 分析の視点 (analytic perspective) と意思決定の文脈 (context of decision making) を定義できるか。

ステップ 2: 介入を記述 (describe interventions) し、集団のサブグループに固有の介入 (specific interventions for population subgroups) など、考慮しなかったものを特定 (identify any that were not considered) する (3.3 章も参照)。

ステップ 3: 介入や政策の有効性 (effectiveness) を確立 (establish) する。データが統合 (synthesised) された方法と、一次データの信頼性 (reliability of primary data) に影響する可能性のある因子に留意する。利用できる一次データがない場合、研究者はシステマティックレビューやメタ解析など関連するエビデンスをまとめたもの (evidence synthesis) を活用して、有効性の推定 (estimates of effectiveness) に必要な情報を得ることもできる (2.6 章も参照)。

ステップ 4: それぞれの代替介入や代替政策 (alternative intervention or policy) について関連するコストと結果 (costs and consequences) を記述する。

ステップ 5: コストと結果 (costs and consequences) に関連する入力値 (relevant inputs) を適切かつ比較可能な単位 (appropriate and comparable units) を用いて測定する。含まれる測定値 (included measures) とその情報源 (information sources) の正当性を説明 (justify) する。

ステップ 6: コストと結果 (costs and consequences) の価値 (values) を推定する。こうした値の情報源 (source of values) と、それが市場価値 (market values) (特定の薬剤のコスト (specified drug costs) など) なのか、非市場価値 (non-market values) (無償労働 (unpaid work) など) なのか、を記録する。値が調整されている場合は、医療を提供する側の実際の経費 (costs that healthcare providers actually incur) と売上 (amount they charge) との差を用いることが多い。

ステップ 7: 時間の経過に伴う価値の変動 (changing value over time) を考慮してコストと結果 (costs and consequences) の推定値を調整する。これは割引 (discounting) とも言う。割引 (discounting) には、今すぐに生じるコストや結果 (immediate one) と比べて将来のコストや結果の価値を低く (lower value of on a future cost) 設定する個々の調整が含まれる。例としては現在の健康上の便益 (health

4.7

benefit today) と対比した 5 年後に得られる便益 (one obtained five years in the future) などである。推奨される割引率 (recommended discount rates) は国や組織によって異なる。まず、経時的な平均価格の変化率であるインフレ率 (inflation) に合わせるのもよいだろう。

ステップ 8: 定評ある解析手法 (established analysis methods) を用いて推定値を組み合わせる (combining the estimates) で、異なる介入のコストと結果 (costs and consequences) を比較する。その例として、費用効果分析 (cost-effectiveness analysis) に使用される増分費用対効果比 (incremental cost-effectiveness ratio) や、費用対効果分析 (cost-benefit analysis) に使用される純便益 (net benefit) がある。

ステップ 9: 以下によって、コストと結果の推定値 (estimates of costs and consequences) の不確かさ (uncertainty) を記述する。

- 集団レベルの推定値 (population level estimates) における統計的分散 (statistical variance) を解析する (入手可能であれば)。
- 異なるサブグループ間 (different population subgroups) の結果における不均質性を説明 (accounting for heterogeneity) する (該当する場合)。
- コストと結果 (costs and consequences) の測定の入力値を変えること (altering the values of inputs) が、研究成果全体 (overall study findings) に及ぼす効果を評価する (感度分析を通して (via sensitivity analysis)) 。

ステップ 10: 結果を記述 (describe results) し、以下を議論 (discuss) する。

- 結論の基準を全体の指標 (overall index) (米ドル単位での値 (value in US dollars) など) やコスト結果比率 (cost-consequence-ratio) (費用効果率 (cost-effective ratio) など) に置くこと。
- 研究の手法および知見と、同様の研究 (comparable studies) の手法および知見との差異。
- 他の状況と集団に対して結果を一般化 (generalisability) できるかどうか。
- 公平性との関係 (equity implications) など、意思決定に影響する重要な因子。
- 予算への影響 (budgetary impacts) など、より広範なリソースの影響 (wider resource implications)。
- 将来の調査の必要性 (need for future research) など、研究結果における不確かさ (uncertainty) の意味あい。

4.7.11 研究の限界

エビデンスギャップ (evidence gaps) と方法論上の困難さ (methodological challenges) は、災害・健康危機管理における経済的影響 (evaluations of economic impact in Health EDRM) の評価の普及と使用 (prevalence and use) にとって制約となってきた。

感染症流行に対する備え (infectious disease outbreak preparedness) と異常気象事象の影響 (impacts of extreme weather events) に関する研究のレビューによって、経済的エビデンスのいくつかのギャップ (several gaps in economic evidence) が特定された (18, 37–38)。こうしたギャップには、経済評価を組み込んだ研究 (studies that incorporate economic evaluations) の欠如 (ほとんどは経済的影響の研究 (economic impact studies))、経済的アウトカムに対する社会的視点 (societal perspective) を使用した研究の欠如、あるいは低・中所得国 (low- and middle-income countries) を対象とした研究の欠如が含まれる。エビデンスギャップに対処すること (addressing evidence gap) は重要であり、とりわけ南アジアの高温 (heat stress in South Asia) などハザードリスクの増加で最も悪影響を被ると予想される集団について重要となる (39)。

多くの場合、研究者は異なる手法 (different methods) を使用したり、自らのニーズに合わせて手法を改良 (adapt methods) したりする。このため、他の研究者が、ある研究成果を類似した別の研究と比較することが困難になることもある。しかし、研究者の視点 (researchers perspective) からすれば、(さまざまな経済的研究の比較可能性を確保 (ensure comparability) するために) 標準化されたアプローチを忠実に実行すること (adhering to standardised approaches) と、(データの利用可能性 (availability of data)、研究目的 (research aims)、リソースの制約 (resource limitations) による) 制約に適応すること (adapting to constraints) のバランスを取るのには難しい場合がある。

方法論上の困難性 (methodological challenges) には、アウトカムの原因を介入に求めること (attributing outcomes to interventions)、アウトカムの経済的価値を測定すること (measuring the economic value of outcomes)、アウトカムに対する選好の経時的な変化 (how preferences for outcomes vary over time) を考慮することが含まれる。災害・健康危機管理のこうした課題に対処するには、同様の方法論的な困難さ (similar methodological challenges) をもつ公衆衛生活動の経済学的研究 (economic studies of public health activities)、あるいは自然環境介入の経済学的研究 (natural environment interventions) などが利用できるかもしれない (40–42)。

- **アウトカムの原因を求める (attributing outcomes) :** 災害・健康危機管理 (Health EDRM) においてランダム化試験 (randomised trial) (4.1 章と 4.3 章を参照) を使用して介入に関連するアウトカム (outcomes associated with interventions) を測定するのは現実的 (feasible) ではない場合も多い。このために、頑健な経済評価 (robust economic evaluation) を実施することがますます難しくなる。しかし、十分なデータが収集できる場合、研究者は介入を受けるかどうかの自然発生的な差異 (natural variation in people's exposure to interventions) を使用することで、準実験的研究 (quasi-experimental research) (4.5 章を参照) を行えるかもしれない。
- **経済的アウトカム (economic outcomes) を測定する :** 健康アウトカムと非健康アウトカムに対するさまざまなステークホルダーの好み (different stakehold-

4.7

ers' preferences for health and non-health outcomes) を測定し、経済的アウトカムの複合的な測定値 (combined measure of economic outcomes) を生成するのは難しい。こうしたアウトカムに対する集団の選好 (population preferences) は、時間を経て変化 (change over time) することもあり、それを考慮する必要がある。将来の研究では、近年行われているような幅広いウェルビーイングを考慮するため QALY アプローチを適用する取り組み (recent efforts to adapt the QALY approach to better account for broader wellbeing) など、既存の評価基準の範囲を拡大すること (expand the scope of existing measures) も考えられる (43)。

- **時間分散 (time variance)** : 対象とする健康危機や災害の起こりうる頻度 (potential frequency of given health emergency or disaster) を踏まえ、災害・健康危機管理における経済学的研究に割引率をどう適用するか (how to apply discount rates) を検討することが重要である。割引率 (discount rates) は、現在のアウトカムと将来のアウトカムに対するステークホルダーの選好の相違 (difference in stakeholder preferences)、不確かさ (uncertainty)、金銭の時間的価値 (time value of money) を考慮し、介入の予想される価値を適切に割り引く (discount expected value of an intervention appropriately) ものである。推奨される対象期間 (recommended time horizons) と割引率 (discount rates) は、特定の文脈と用途に合わせて利用できる (available in specific contexts and uses) が、使用に最も適した値 (most appropriate value to use) については依然として議論 (persistent debate) がある (44–45)。

4.7.12 結論

研究者は、経済評価 (economic evaluations) と経済的影響の研究 (economic impact studies) によって、災害・健康危機管理の根拠となる政策とプログラムに含まれるコストと結果 (costs and consequences) を特定し、説明する。実務者 (practitioners) と政策立案者 (policy makers) は、こうした研究から得られたエビデンスを用いて、特定の問題 (specific issues) や幅広い戦略立案 (broader strategic planning) に関する意思決定の指針とすることができる。

研究者が、経済学的研究の現在のエビデンス基盤 (evidence base) を統合 (synthesise) し改良 (improve) するには、定評ある手法とコンセプトを利用することができる。ただし、この分野で研究を拡大するにあたっては困難さ (challenges) もある。

とはいえ、経済学的研究が知識のギャップを埋め (fill knowledge gaps)、意志決定者の継続的なニーズに応える (address the ongoing needs of decision makers) 機会はある。研究者とステークホルダーはこうした機会を利用して、過去・現在・未来の災害・健康危機の経済的側面 (economic aspects) を評価し、それに対処する取り組みを強化するよう提唱 (advocate) できる (46)。

4.7.13 キーメッセージ

- 災害・健康危機管理における経済的影響を評価すること (**evaluating economic impacts**) は、予防・準備・対応・復興の各活動に必要な情報を提供すると共に、その改善にも役立つ (**inform and improve**)。
- 経済評価 (**economic evaluations**) と経済的影響の研究 (**economic impact studies**) は、介入と事象の影響 (**impacts of interventions and events**) を評価するための方法として確立されている。研究者は、既存の専門家コミュニティが構築した (**built by existing communities of expertise**)、標準化された手法と知識 (**standardised methods and knowledge**) を活用することができる。
- 現在の研究ギャップ (**research gaps**) から考えられることは、研究者が災害・健康危機管理の文脈において経済的アウトカム調査方法の具体的なガイダンスを策定 (**develop specific guidance on how to examine economic outcomes**) するよい機会であり、また、経済評価 (**economic evaluations**) を組み込んだ研究、経済的アウトカムに対して社会的視点 (**societal perspective**) を用いた研究、低・中所得国 (**low- and middle-income countries**) で設定・実施 (**set**) される研究を推進する機会であり、どれも災害・健康危機管理の実践を改善する有益で有効な情報を提供できる可能性があるということである。

4.7.14 関連文献

Drummond M, Sculpher MJ, Claxton K, Stoddart GL, Torrance GW. Methods for the economic evaluation of healthcare programmes. Oxford, UK: Oxford University Press. 2015.

Sculpher M, Revill P, Ochalek JM, Claxton K. How much health for the money? Using cost-effectiveness analysis to support benefits plan decisions. in Glassman A, Giedion U, Smith PC, editors. What's In, What's Out: Designing Benefits for Universal Health Coverage. Washington DC: Centre for Global Development. 2017.

Madhav N, Oppenheim B, Gallivan M, Mulembakani P, Rubin E, Wolfe N. Pandemics: Risks, Impacts and Mitigation. In: Jamison DT, Gelband H, Horton S, Jha P, Laxminarayan R, Mock CN, Nugent R, editors. Disease Control Priorities (third edition). Washington DC: World Bank. 2017.

Peters DH, Hanssen O, Gutierrez J, Abrahams A, Nyenswah T. Financing Common Goods for Health: Core Government Functions in Health Emergency and Disaster Risk Management. Health Systems & Reform. 2019; 5(4):307–321.

Clarke L, Le Masson V. Shocks, stresses and universal health coverage: pathways to address resilience and health. ODI Working Paper 526. 2017.

4.7

4.7.15 参考文献

1. Lauer JA, Morten A, Bertram M. Cost-Effectiveness Analysis. In Norheim OF, Emanuel EJ, Millum J, editors. *Global Health Priority-Setting: Beyond Cost-Effectiveness*. Oxford, UK: Oxford University Press. 2020.

2. Drummond M, Sculpher MJ, Claxton K, Stoddart GL, Torrance GW. *Methods for the economic evaluation of healthcare programmes*. Oxford, UK: Oxford University Press. 2015.

3. Baltussen R, Niessen L. Priority setting of health interventions: The need for multi-criteria decision analysis. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*. 2006. 4: 14.

4. WHO Expert Group Consultation on Health Systems for Health Security - Meeting Report (6-7 March 2019). WHO. 2019. <https://extranet.who.int/sph/docs/file/3559> (accessed 1 March 2020).

5. Timmins N, Rawlins M, Appleby J. *A Terrible Beauty: A Short History of NICE - The National Institute for Health and Care Excellence*. *F1000Research* 2016; 6: 915.

6. WHA60.29 - Health technologies. WHO. 2007 https://www.who.int/medical_devices/resolution_wha60_29-en1.pdf (accessed 1 March 2020).

7. Zahran S, Tavani D, Weiler S. Daily Variation in Natural Disaster Casualties: Information Flows, Safety, and Opportunity Costs in Tornado Versus Hurricane Strikes. *Risk Analysis*; 2013; 33(7): 1265–80.

8. Pagliacci F, Russo M. Socioeconomic effects of an earthquake: does spatial heterogeneity matter? *Regional Studies*; 2019; 53(4): 490–502.

9. PhilHealth. PhilHealth to pay for hospitalization of 'Yolanda' Survivors (December 4, 2013). 2013. https://www.philhealth.gov.ph/news/2013/hospitalization_yolandasurvivor.html (accessed 1 March 2020).

10. Clarke L, Le Masson V. Shocks, stresses and universal health coverage: pathways to address resilience and health. ODI Working Paper 526. 2017

11. Fonseca VA, Smith H, Kuhadiya N, Leger SM, Yau CL, Reynolds K, et al. Impact of a Natural Disaster on Diabetes: Exacerbation of disparities and long-term consequences. *Diabetes Care*. 2009; 32(9): 1632–8.

12. De Alwis D, Noy I. The cost of being under the weather: Droughts, floods, and health care costs in Sri Lanka. *Asian Development Review*. 2017; 36(2): 185-214.

13. Clarke L. Predicting and preparing: Innovating for health-system resilience to extreme weather events. *Oasis Loss Modelling Framework*. 2018.

14. Strulik H, Trimborn T. Natural Disasters and Macroeconomic Performance. *Environmental and Resource Economics*. 2019; 72(4): 1069–98.

15. Kjellstrom T. Impact of Climate Conditions on Occupational Health and Related Economic Losses: A New Feature of Global and Urban Health in the Context of Climate Change. *Asia Pacific Journal of Public Health*. 2015; 28 (2 suppl): 28S-37S.

16. Hallegatte S, Vogt-Schilb A, Bangalore M, Rozenberg J. *Unbreakable: Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disasters*. Climate Change and Development. World Bank. 2017.

17. Fan VY, Jamison DT, Summers LH. Pandemic risk: how large are the expected losses? *Bulletin of the World Health Organization*. 2018; 96(2):129–34.

18. Schmitt LHM, Graham HM, White PCL. Economic Evaluations of the Health Impacts of Weather-Related Extreme Events: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*: 2016; 13(11): 1105.

19. Huber, C, Finelli, L and Stevens, W. The Economic and Social Burden of the 2014 Ebola Outbreak in West Africa. *The Journal of Infectious Diseases*. 2018: (suppl 5): S698–S704.

20. Bartsch SM, Gorham K, Lee BY. The cost of an Ebola case. *Pathogens and Global Health*. 2015: 109(1):4–9.

21. Kirigia JM, Masiye F, Kirigia DG, Akweongo P. Indirect costs associated with deaths from the Ebola virus disease in West Africa. *Infectious Diseases of Poverty*. 2015: 4(1): 45.

22. Palmer AJ, Roze S, Valentine WJ, Minshallb ME, Hayes C, Oglesby A, et al. Impact of Changes in HbA1c, Lipids and Blood Pressure on Long-term Outcomes in Type 2 Diabetes Patients: An Analysis Using the CORE Diabetes Model. *Current Medical Research and Opinion*. 2004: 20(suppl 1): S53–8.

23. Zahran S, Peek LA, Snodgrass JG, Weiler S, Hempel L. Economics of Disaster Risk, Social Vulnerability, and Mental Health Resilience. *Risk Analysis*. 2011: 31(7): 1107–19.

24. Toloo G (Sam), Hu W, FitzGerald G, Aitken P, Tong S. Projecting excess emergency department visits and associated costs in Brisbane, Australia, under population growth and climate change scenarios. *Scientific Reports*. 2015: 5: 12860.

25. Lin S, Hsu W-H, Van Zutphen AR, Saha S, Lubber G, Hwang S-A. Excessive Heat and Respiratory Hospitalizations in New York State: Estimating Current and Future Public Health Burden Related to Climate Change. *Environmental Health Perspectives*. 2012: 120(11): 1571–7.

26. Husereau D, Drummond M, Petrou S, Carswell C, Moher D, Greenberg D, et al. Consolidated Health Economic Evaluation Reporting Standards (CHEERS) statement. *European Journal of Health Economics: HEPAC: Health Economics in Prevention and Care*. 2013. 14(3): 367–72.

4.7

27. Sculpher M, Revill P, Ochalek JM, Claxton K. How much health for the money? Using cost-effectiveness analysis to support benefits plan decisions. In Glassman A, Giedion U, Smith PC, editors. *What's In, What's Out: Designing Benefits for Universal Health Coverage*. Washington DC: Centre for Global Development. 2017.

28. United Nations General Assembly. Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction. 2017. <https://www.undrr.org/publication/report-open-ended-intergovernmental-expert-working-group-indicators-and-terminology> (accessed 1 March 2020).

29. Carrasco LR, Lee VJ, Chen MI, Matchar DB, Thompson JP, Cook AR. Strategies for antiviral stockpiling for future influenza pandemics: a global epidemic-economic perspective. *Journal of the Royal Society, Interface*. 2011; 8(62):1307–13.

30. Dorraoltaj N, Marathe A, Lewis BL, Swarup S, Eubank SG, Abbas KM. Epidemiological and economic impact of pandemic influenza in Chicago: Priorities for vaccine interventions. *PLOS Computational Biology*. 2017; 13(6):e1005521.

31. Carias C, Reed C, Kim IK, Foppa IM, Biggerstaff M, Meltzer MI, et al. Net Costs Due to Seasonal Influenza Vaccination — United States, 2005–2009. *PLOS ONE*. 2015; 10(7):e0132922.

32. Tan-Torres Edejer T, Baltussen R, Adam T, Hutubessy R, Acharya A, Evans DB, et al, editors. 2003. *Making Choices in Health: WHO Guide to Cost-Effectiveness Analysis*. Geneva, Switzerland: WHO. 2003.

33. Weatherly H, Drummond M, Claxton K, Cookson R, Ferguson B, Godfrey C, et al. Methods for assessing the cost-effectiveness of public health interventions: Key challenges and recommendations. *Health Policy*; 2009; 93(2): 85-92.

34. Husereau D, Drummond M, Petrou S, Carswell C, Moher D, Greenberg D, et al. Consolidated Health Economic Evaluation Reporting Standards (CHEERS): Explanation and Elaboration: A Report of the ISPOR Health Economic Evaluation Publication Guidelines Good Reporting Practices Task Force. *Value in Health*. 2013; 16(2): 231–50.

35. Wilkinson T, Sculpher MJ, Claxton K, Revill P, Briggs A, Cairns JA, et al. The International Decision Support Initiative Reference Case for Economic Evaluation: An Aid to Thought. *Value in Health* 2016; 19(8): 921–8.

36. Robinson LA, Hammitt JK, Jamison DT, Walker DG. Conducting Benefit-Cost Analysis in Low- and Middle-Income Countries: Introduction to the Special Issue. *Journal of Benefit-Cost Analysis*. 2019; 10(S1): 1–14.

37. Ott JJ, Klein Breteler J, Tam JS, Hutubessy RCW, Jit M, de Boer MR. Influenza vaccines in low and middle income countries. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*. 2013; 9(7): 1500–11.

38. Pasquini-Descomps H, Brender N, Maradan D. Value for Money in H1N1 Influenza: A Systematic Review of the Cost-Effectiveness of Pandemic Interventions. *Value in Health*. 2017; 20(6): 819–27.

39. Im E-S, Pal JS, Eltahir EAB. Deadly heat waves projected in the densely populated agricultural regions of South Asia. *Science Advances*. 2017; 3(8): e1603322.

40. The Economics of Immunization Policies. WHO. 2014. https://www.who.int/immunization/programmes_systems/financing/analyses/1_economics_of_immunization_policies.pdf (accessed 1 March 2020).

41. Bojke L, Schmitt L, Lomas J, Richardson G and Weatherly H. Economic Evaluation of Environmental Interventions: Reflections on Methodological Challenges and Developments. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018; 15(11): E2459.

42. Watson SI, Sahota H, Taylor CA, Chen Y-F, Lilford RJ. Cost-effectiveness of health care service delivery interventions in low and middle income countries: a systematic review. *Global Health Research and Policy*. 2018; 3(1): 17.

43. Garrison LP, Neumann PJ, Willke RJ, Basu A, Danzon PM, Doshi JA, et al. A Health Economics Approach to US Value Assessment Frameworks - Summary and Recommendations of the ISPOR Special Task Force Report [7]. *Value in Health*. 2018; 21(2): 161–5.

44. Dietz S. A long-run target for climate policy: the Stern Review and its critics. Grantham Research Institute on climate Change and the Environment/ Department of Geography and Environment, London School of Economics and Political Science, London. 2008.

45. Haacker M, Hallett TB, Atun R. On discount rates for economic evaluations in global health. *Health Policy and Planning*. 2019; 35(1):107-114.

46. Clarke L. An introduction to economic studies, health emergencies and COVID-19, *Journal of Evidence Based Medicine*. 2020; 13: 161-167.
