

# 間接被害の評価手法

- 水害は、建物資産、道路等の公共土木施設等への物理的な被害(直接被害)の他、生産活動の障害(営業停止損失)等間接被害をもたらす。
- 間接被害のうち、便益としては、営業停止損失といった現段階で統計的に推計可能な項目を算定している一方、他地域の生産活動等にも影響を及ぼすことなども踏まえた評価する手法は実装されていない。
- こうした中、各種経済モデル※1を用いて自然災害がもたらす経済被害について定量的な分析・研究が進捗。
- 間接被害の定量的な推計方法等について検討

※1

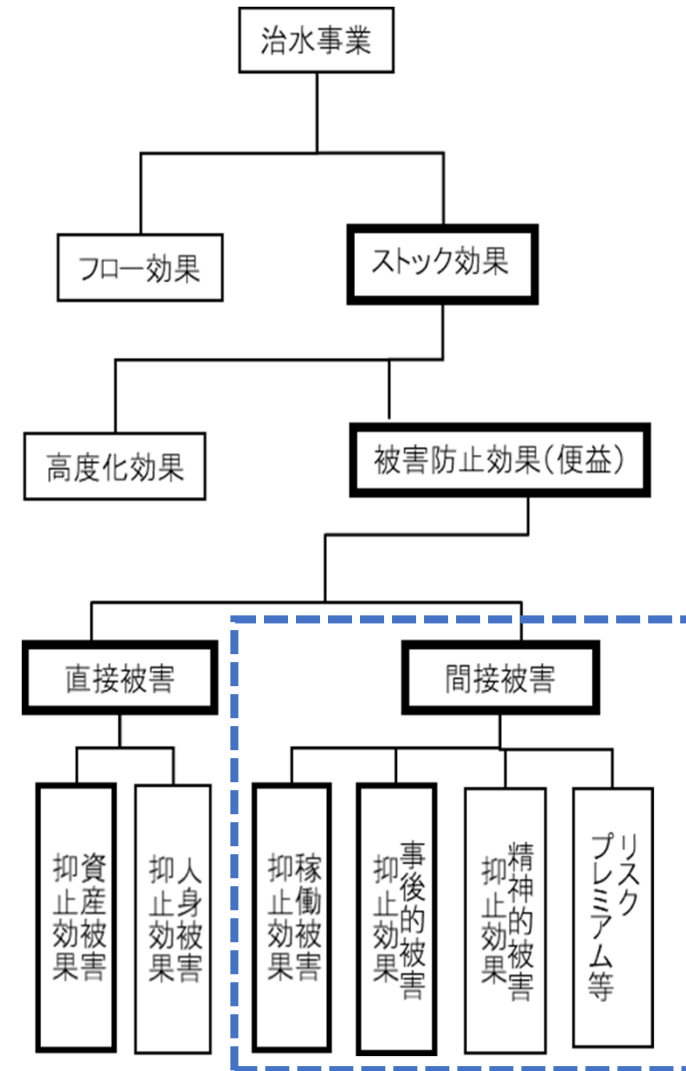
- 土木学会土木計画学研究委員会, 国土強靱化定量的脆弱性評価委員会: 国土強靱化定量的脆弱性評価委員会 検討報告書, 令和5年3月 (SCGEモデルを用いた災害経済被害の推計)
- 橋本龍一郎, 須藤直: 水害被害の実態経済・金融仲介部門への波及: DSGEモデルを用いたシミュレーション分析, 日本銀行ワーキングペーパーシリーズ, No.22-J-6, 2022年3月 等

## 「治水経済調査マニュアル(案)」と「水害の被害指標分析の手引」の違い **MILIT**

- **治水経済調査マニュアル【マニュアル】**  
貨幣換算が可能な項目を被害軽減額として算出  
治水事業の効果の一部の計上に留まる
- **水害の被害指標分析の手引【手引】**  
貨幣換算の困難さ、便益の重複計上といった課題があり、便益の計上を行っていない評価項目のうち、重要かつ定量化が可能な項目の推計手法を記載

# 用語の定義

- 治水経済調査マニュアル上の間接被害に関連する項目を主に議論



- **課題** (黒: 現在手法、青: 今年度～、橙: 来年度～)

	直接被害	間接被害	被害形状に関連する課題
家計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・復旧時に家屋が瞬間で平常時の価格で回復すると仮定(家屋、家庭用品等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・浸水世帯の清掃等の事後活動に関する便益は考慮(応急対策)</li> <li>・復旧期間中の仮住まい、労働や余暇活動などの阻害</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・復旧時の価格の考慮</li> </ul>
企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・復旧費用が瞬間で平常時の価格で回復すると仮定(事業所資産等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1次的な経済波及被害として営業停止被害は考慮(復旧時間を考慮)</li> <li>・サプライチェーンへの影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・復旧時の価格の考慮</li> <li>・非線形性的な被害特性</li> <li>・セクター別の被害の違い</li> </ul>
被災自治体	<ul style="list-style-type: none"> <li>・公共施設への影響は率計上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>税収の減少</b></li> </ul>	

- **手法**

DSGE(動学的な評価), SCGE(空間的な評価), 計量経済的な手法

## 間接被害と便益算定の関係(例)

- 家計

- 直接被害:家屋や家庭用品等(瞬時に回復する仮定)
- 間接被害:応急対策費用
- 災害直後に家屋の再調達を行うことは困難であり、被災家計は平時の活動が実施できないこと(例:賃貸生活、労働や余暇への影響)が想定されるが、関連した便益は未計上

- 企業

- 直接被害:事業所建物や在庫資産等(瞬時に回復する仮定)
- 間接被害、営業停止損失
- 災害直後に生産活動を行うことは困難であり、被災企業は取引先への製品を納入できないことによる生産の停滞の影響(サプライチェーン)が想定されるが、関連した便益は未計上

- 論点例
  - 課題の設定
  - 定量分析するためのデータ収集・分析手法
  - 間接被害から便益への変換
- 今後の予定
  - 11月
    - 間接被害の調査方法を議論
  - 2月～
    - アンケート・ヒアリング等の実施結果
    - モデル分析手法の検討

【参考】現在のマニュアル・手引に記載されてる評価手法



# 現在の評価手法: 営業停止被害の算定方法

- 営業停止損失は、付加価値額に浸水深に応じた営業停止・停滞日数を乗じて算定

$$\text{営業停止被害額} = \text{付加価値額} (\text{従業者数} \times \text{付加価値額/日} \cdot \text{人}) \times (\text{営業の停止日数} + \text{営業の停滞日数} / 2)$$

## 1. 付加価値額の算出

$$\text{付加価値額} = \text{従業者数} \times \text{付加価値額/日} \cdot \text{人}$$

従業者数 : 統計情報等を基に作成されたメッシュデータを使用

付加価値額/日・人: 「治水経済調査マニュアル(案)各種資産評価単価及びデフレーター」に記載

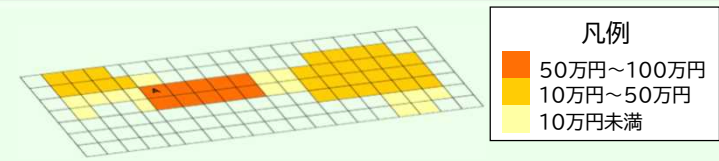


図: 付加価値額 メッシュ(例: 製造業)

## 2-1. 浸水深の算出

氾濫シミュレーションを用いて浸水深を算出

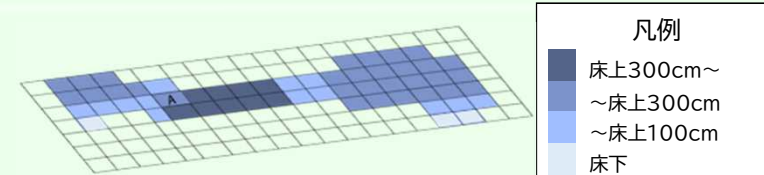


図: 浸水深 メッシュ

## 2-2. 営業停止・停滞日数の設定

算出した浸水深等に応じて営業停止・停滞日数を設定

営業停止・停滞日数: 平成5年以降の水害の被害調査を基に設定

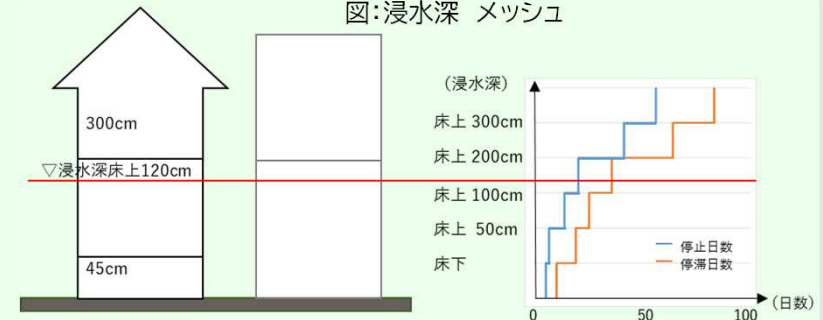


図: 浸水深に応じた営業停止・停滞日数

## 3. 営業停止被害額: 付加価値額 × 営業停止・停滞日数

メッシュAの営業停止被害額 =  $\sum$ メッシュAの各産業の営業停止被害額

(例): メッシュAの製造業の営業停止被害額 =  $20(\text{人}) \times 32,210(\text{円/人}) \times (20.0 + 35.6 / 2)(\text{日}) = \text{約 } 24(\text{百万円})$

## 4. 氾濫ブロック全体の営業停止被害額

氾濫ブロック全体の営業停止被害額 =  $\sum$ 各メッシュの各産業の営業停止被害額 (氾濫ブロック内のメッシュごとの各産業の営業停止被害額の合計)

# 現在の評価手法:大原ら(2021)新たなデータの知見

- 平成30年7月豪雨、広島県・岡山県内の事業所等を対象としたアンケート調査
- 本社、支社・支店、生産拠点等が同時に被災している事業所が多数あった、間接被害のみでも多くの事業所が営業停止しており、断水、物流の途絶、道路の途絶等の影響が大きかった
- 直接被害有りの事業所は、概ね紫色の線の上下にプロットされているが、一方で、営業停止日数が半年以上に及ぶ事例も見られた

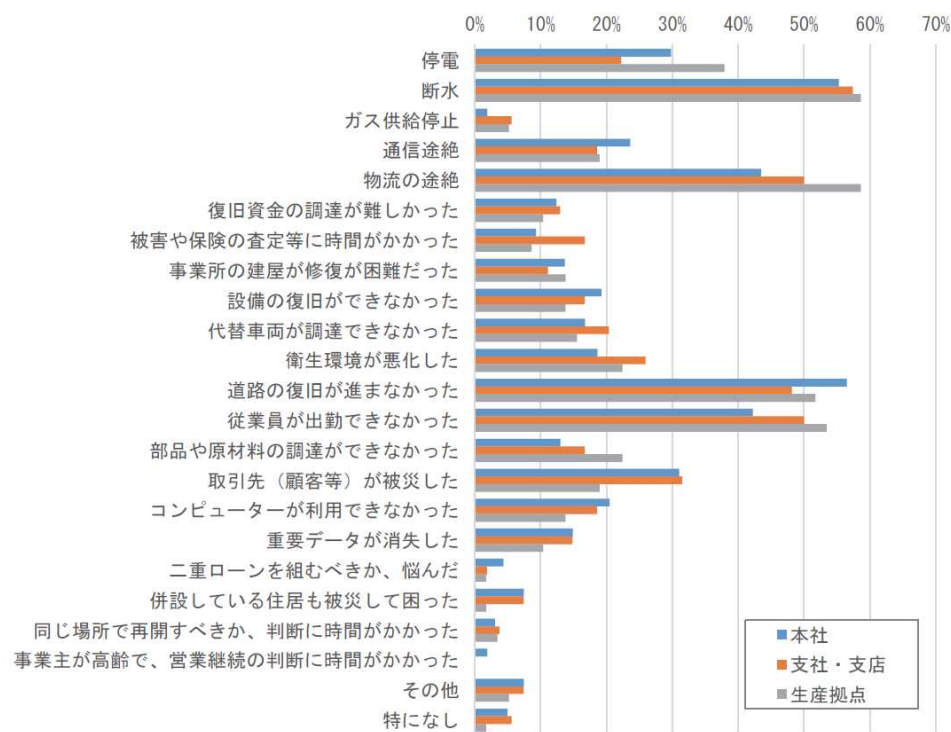


図-1 営業の継続や再開の妨げになった要因(複数回答可)

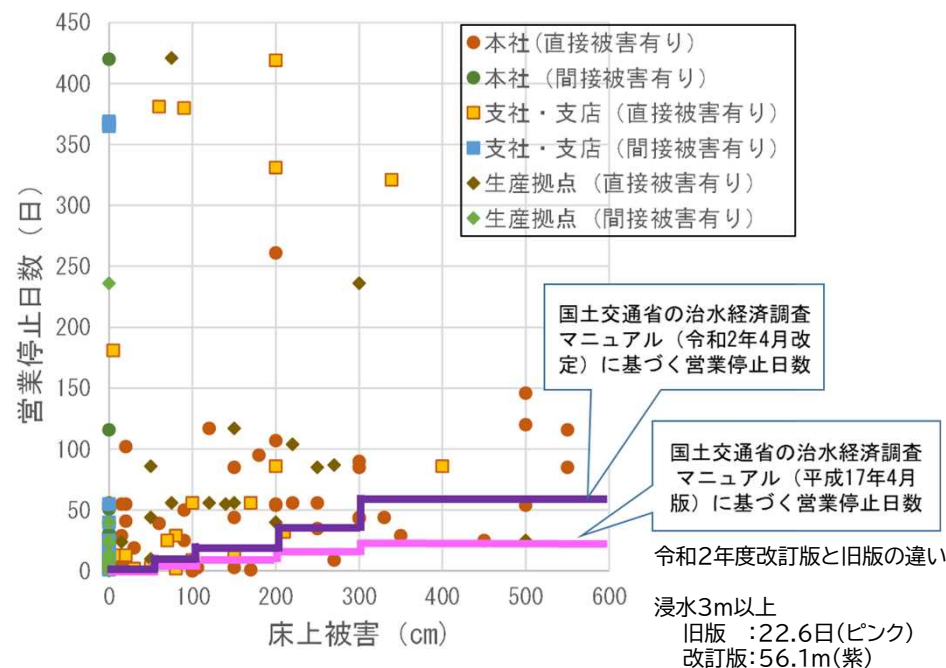


図-2 床上被害の高さと営業停止日数の関係  
 ※論文に治水経済マニュアルの平成17年4月版の線を加筆

# 大原ら(2022)

- 平成30年7月豪雨、広島県・岡山県内の事業所等を対象としたアンケート調査を元に、被災状況に応じた本社、支社・支店、生産拠点の営業再開や生産活動の回復の推移を分析
- 直接被害有りの場合、80%営業再開には約1-2か月、間接被害のみの場合、約3-5日。直接被害有りの場合、間接被害のみの場合よりも、売上額等の回復が遅いことを確認
- 治水経済調査マニュアルでは、浸水深300cm以上の場合、営業停止日数56.1日、停滞日数83.2日としているが、実際にはより長期的に水害による影響を受けている可能性がある。

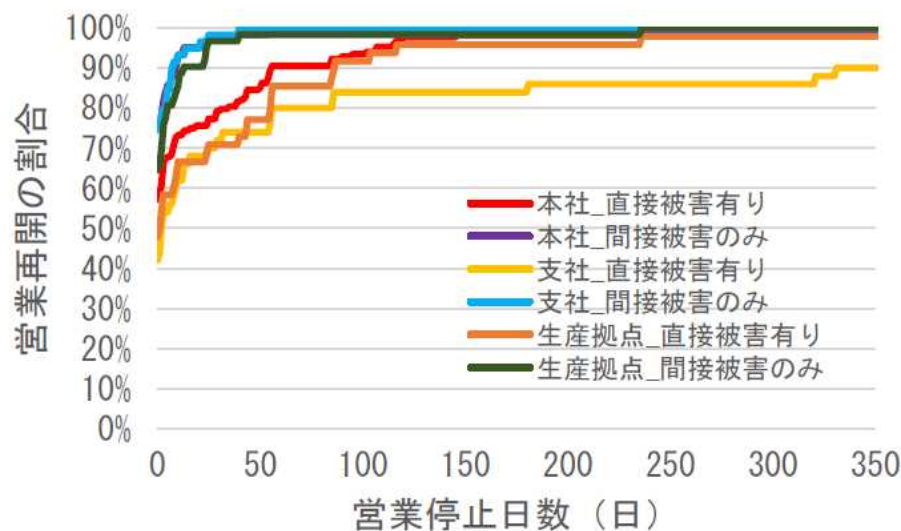


図-1 本社、支社・支店、生産拠点の被害状況別営業再開曲線

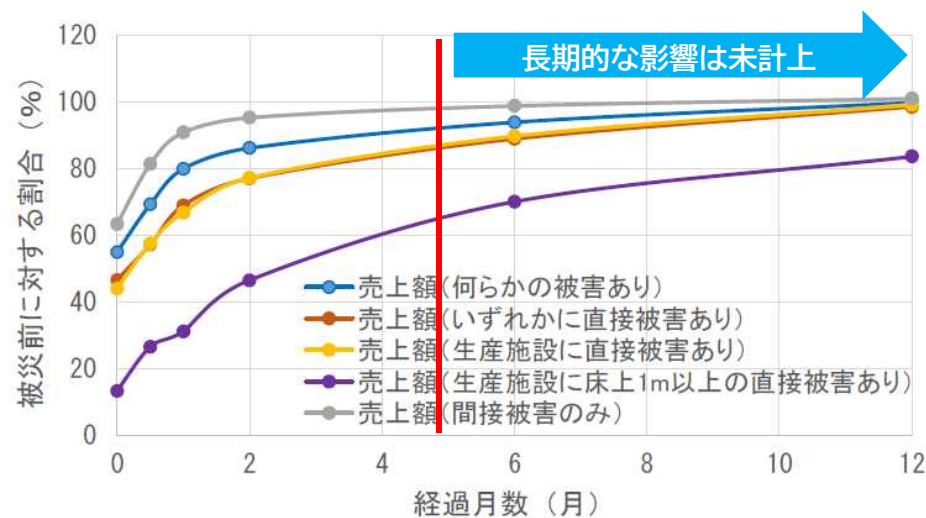
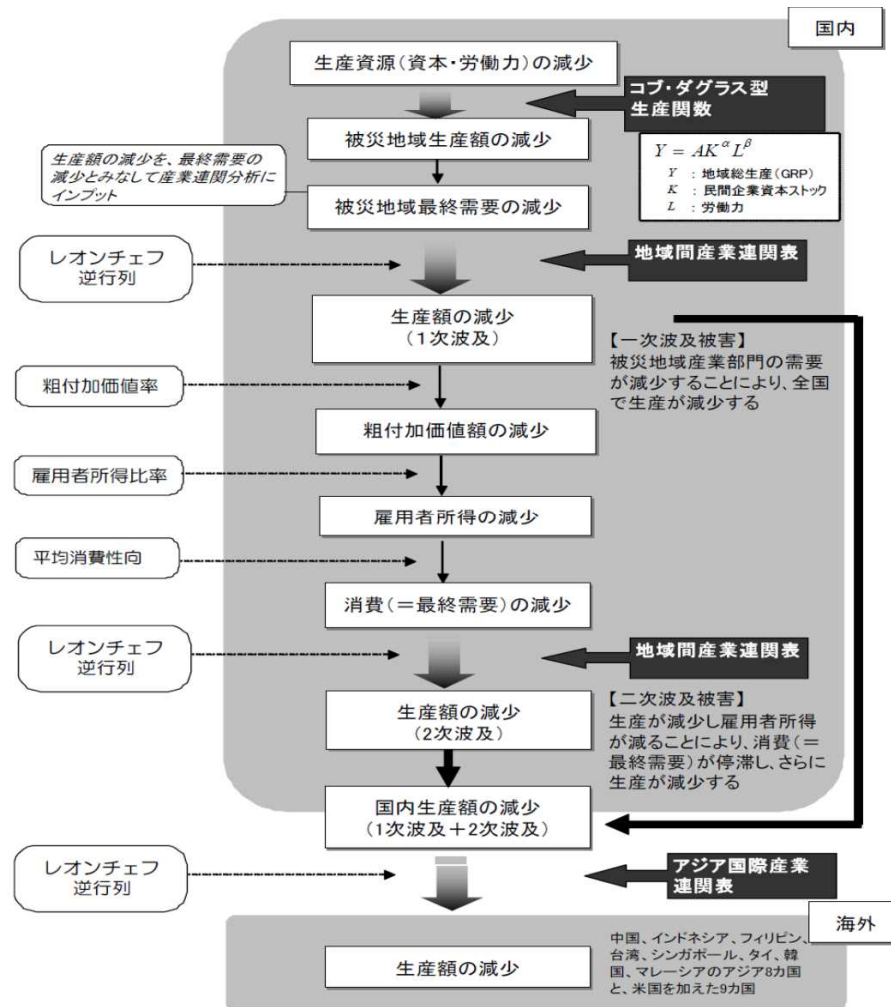


図-2 被害状況に応じた売上額の回復状況(売上回復曲線)

# 現在の評価手法:産業連関分析(手引)

- 水害による被災地内外への経済的な波及被害を、産業連関分析によって推計
- 実務者にとって具体的な計算手法に馴染みがなく、実装は進んでいない。



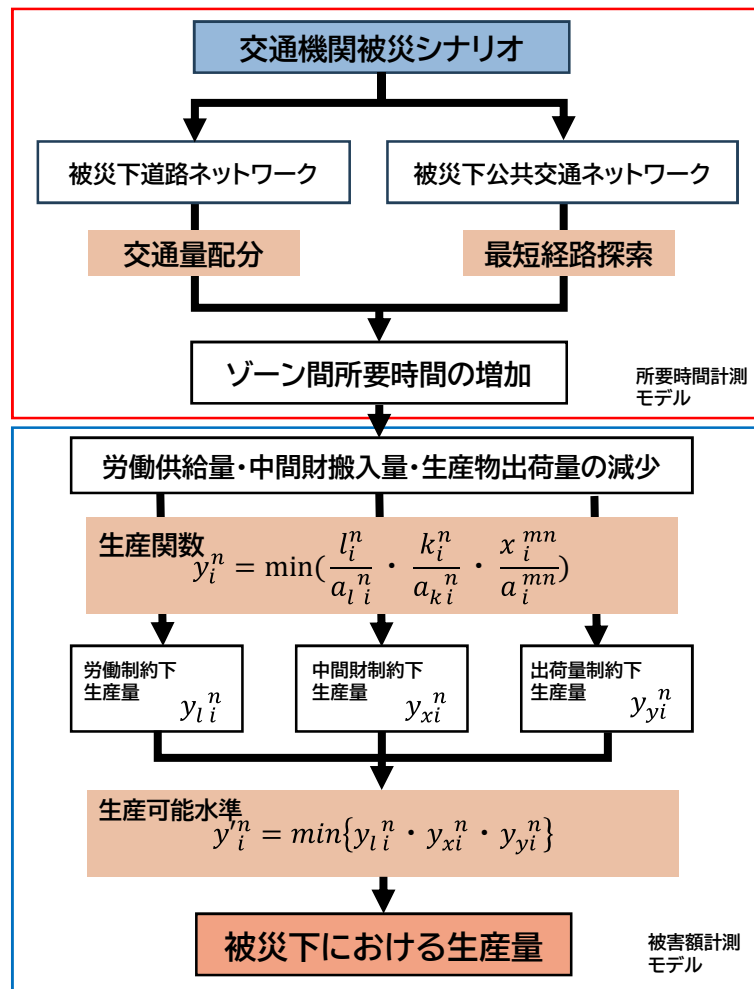
**推計手法**

- 地域レベルあるいは県レベルでの**生産関数**  $Y=A \cdot L^\alpha \cdot K^\beta$ を導出し、被災地域の生産設備の損傷による生産額の低下を把握する。
- 水害による**被災地域の生産額の減少を、最終需要の減少**という負のインプットとして捉え、被災地域内及び他地域の生産額の減少へと波及することをアウトプットとして捉える**産業連関分析**による推計を行う。

(計算手法の例)中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」において、「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定手法」として用いられた計算フロー

【参考】マニュアル等に記載されていない手法

- 生産関数は、生産量と生産要素の関係性を示すものであり、パラメタ係数を推定することにより、生産要素の減少が企業の算出量にどのように影響を与えるか等の分析が可能
- 小池ほか(2017)では、生産関数を用いて、「交通インフラ」の復旧施策や強靱化策に着眼した検討を実施



### 【前提条件】

- 南海トラフ地震。
- 発災直後の短期的な状況を想定。
- 経済主体は企業と家計。
- 交通手段は自動車と鉄道。
- 企業、家計ともに目的地・交通手段は変えない。発生量および経路選択のみ変更。
- 企業の生産行動は、レオンチェフ型により、労働供給量、中間財搬入量、生産物出荷量の3つの要素量に従って最終的な生産を決定。
- 労働供給量、中間財搬入量、生産物出荷量は所要時間の増加分に反応して減少。

図-1 モデルの全体構造

# 生産関数アプローチ(一般均衡を考慮せず企業の生産に着目)

- 中京都市圏を対象に、南海トラフ地震の津波による浸水域において、水位が0.01m以上と想定されている区域に対応する道路及び鉄道路線を使用不可と仮定し、それにより、地域間所要時間が増加し、労働供給量、中間財搬入量、生産物出荷量は所要時間の増加分に反応して減少する等、インフラ施設損壊による経済影響分析を実施

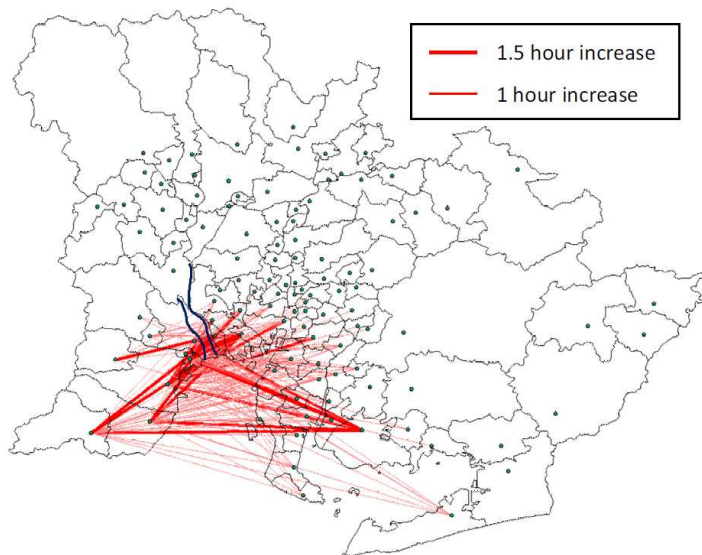


図-1 地域間所要時間の増加

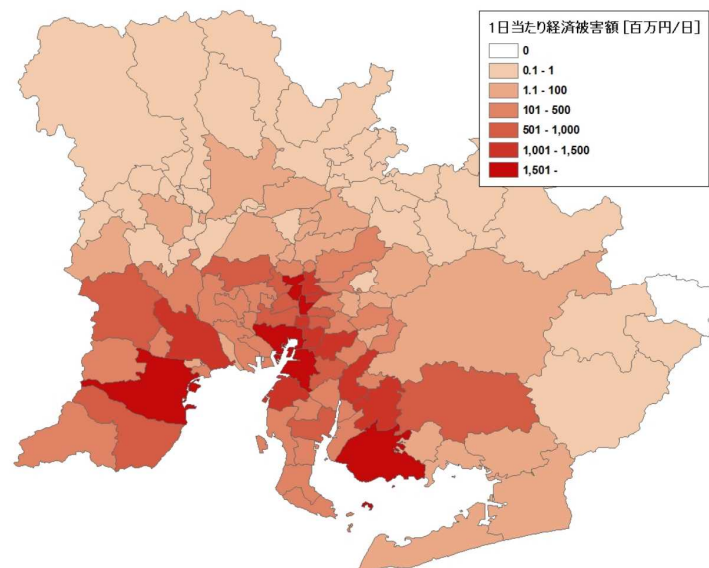


図-2 地域別一日当たり総経済被害額

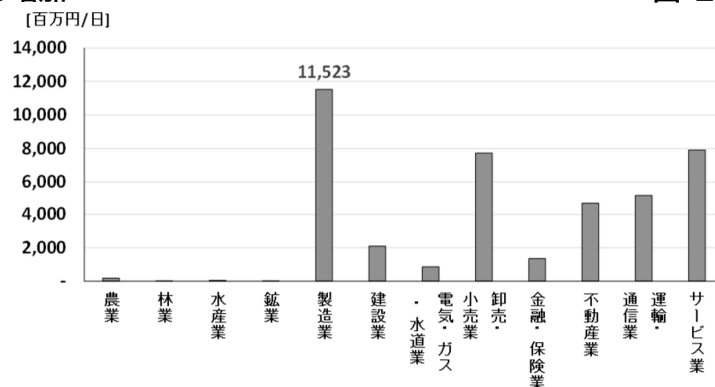


図-3 産業別一日当たり総経済被害額

# DSGE(動学的確率的一般均衡)モデル

- DSGE(Dynamic Stochastic General Equilibrium 動学的確率的一般均衡)モデルとは、RBCモデル及びニューケインジアンモデルを合わせたモデルで、政策分析(財政金融政策の効果の分析)等で使用
- 橋本・須藤(2022)では、水害発生が、わが国の実体経済や金融仲介活動に与える二次的な効果(間接効果)の定量評価を実施

※白井ほか(2023)では、公的資本ストック等の被害率が地域ごとに異なることを用いて分析を実施することで、地域も分析できるように拡張

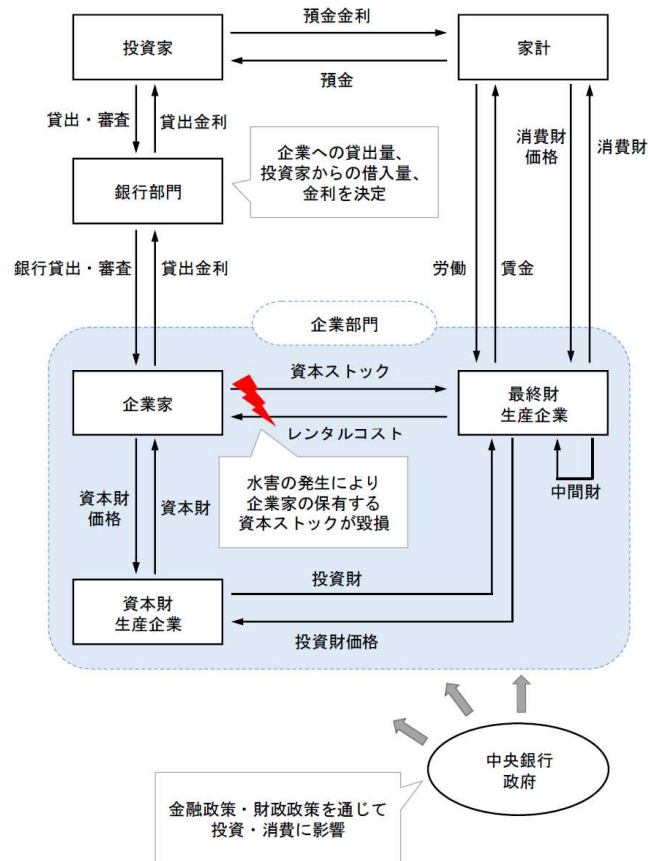


図-1 モデルの概要

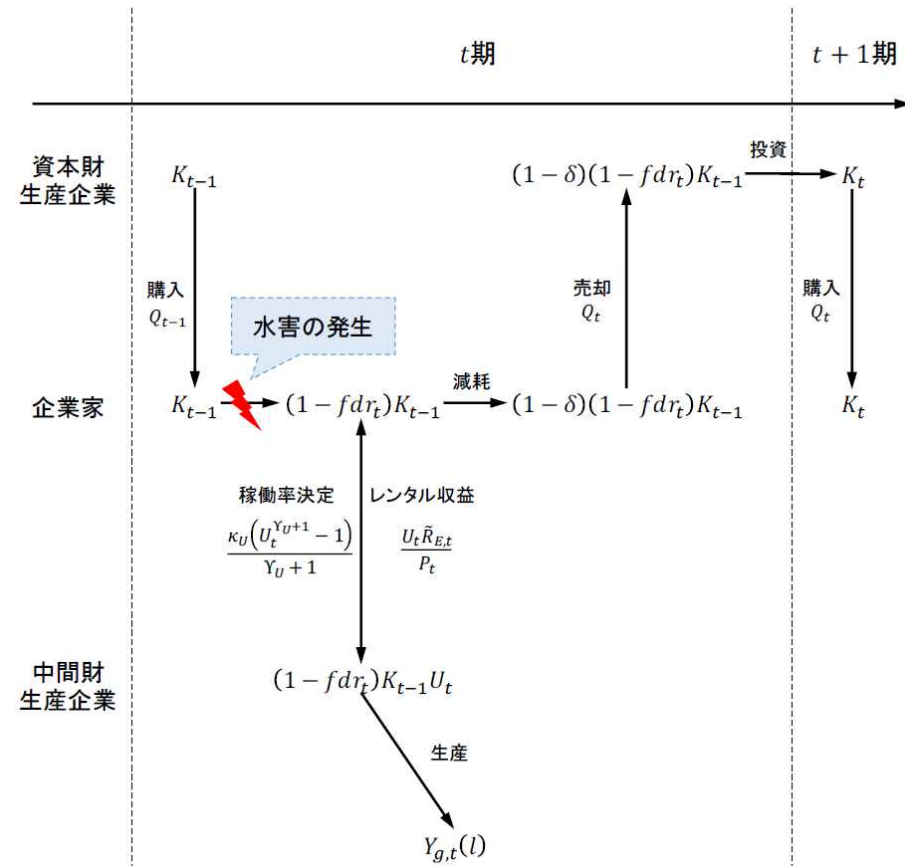


図-2 資本ストックの変遷図



# DSGE(動学的確率的一般均衡)モデル

- 橋本・須藤(2022)では、令和元年東日本台風と同規模の水害発生に係るショックが、外生的な資本ストック投入量の減少や、TFP低下に伴う内生的な生産要素の減少を通じて、GDPに対して有意に下押しの影響を与えることを確認

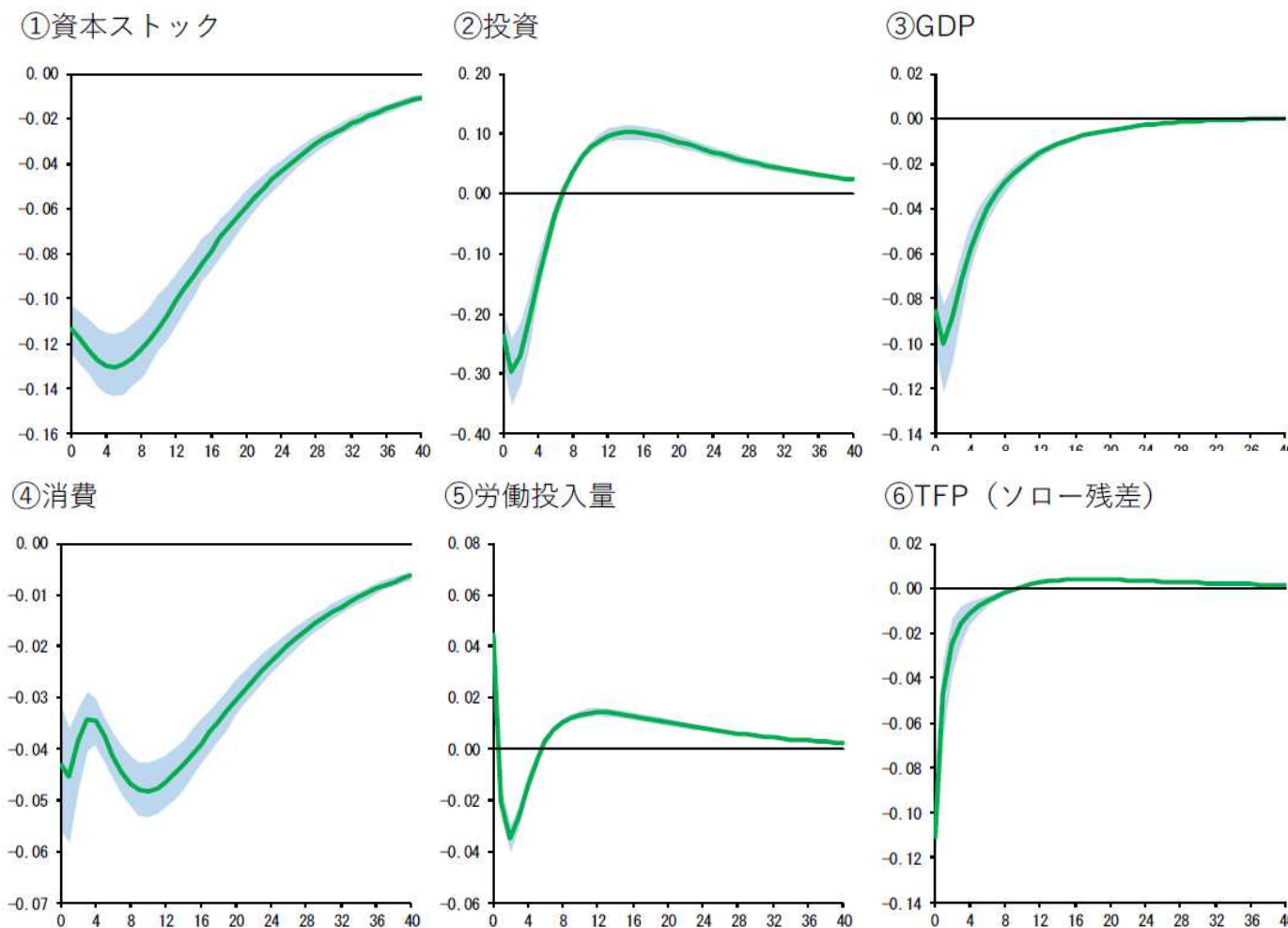
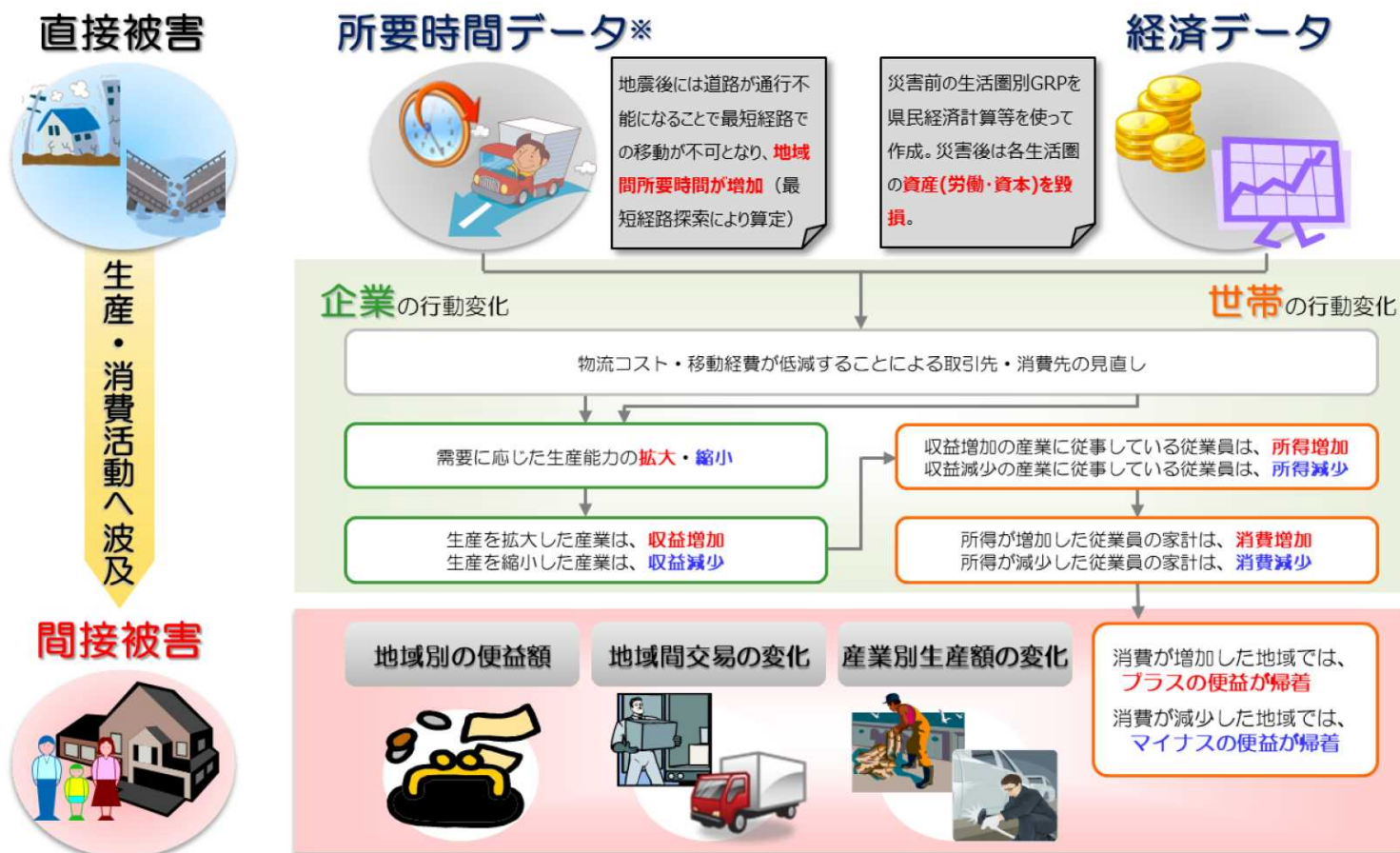


図-1 水害ショックに対するインパルス応答関数

# SCGE(空間的応用一般均衡)モデル

- SCGE(Spatial Computable General Equilibrium 空間的応用一般均衡)モデルとは、複数の地域を前提に、複雑に相互依存する経済主体の間を連鎖的に波及するプロジェクトの経済効果について、どの地域の、どの経済主体にどれだけの効果が帰着するのかを把握するための分析手法



※河川の被害シミュレーションの場合は考慮しない

図-1 経済被害額の算定手法:SCGEモデル

# SCGE(空間的応用一般均衡)モデル

- 国土強靱化定量的脆弱性評価委員会 検討報告書では、SCGE(空間的応用一般均衡)モデルの RAEM Light (ラーム・ライト)を用いて、経済被害額を算定
- 荒川流域の浸水世帯数(国土交通省水管理・国土保全局提供)をSCGEモデルのインプットデータに使用することで単年度(被害直後からの1年間)の経済被害額を算定
- 単年度の経済被害額にリカバリーカーブを考慮することで、長期の経済被害額を算定

## (例) 現況・想定最大ケース

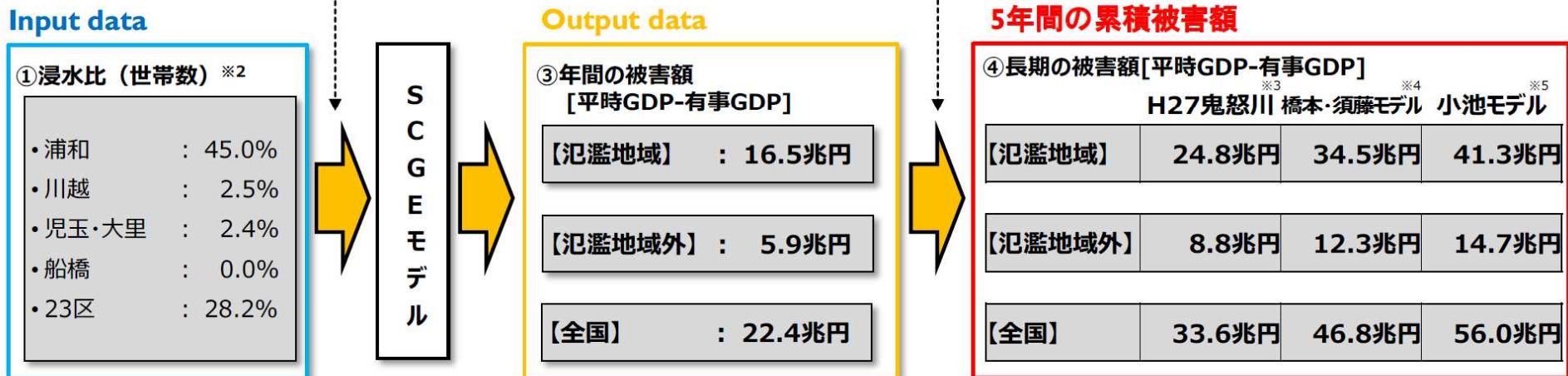
**河川氾濫により毀損分を減じた付加価値をinput**  
(例.浦和生活圏の場合のinput data)

平時の付加価値 → 100万円 → SCGEモデルにinput  
 有事の付加価値 → 55万円※1 → SCGEモデルにinput

※1: 100万円×(100%-45%)

**3手法でのリカバリーカーブを使用して長期被害額をそれぞれ推定**  
(長期被害額の推定方法 (例. SCGEモデルでの年間被害額が2兆円の場合))

①1年目の被害額 → 2兆円をリカバリーカーブの**1年目の月別被害率より按分(合計は2兆円)**  
 ②2年目以降の被害額 → ①の12ヶ月目被害額に、リカバリーカーブの**被害率の対前月比(t13/t12, t14/t13…)**を乗じていき、2年目以降の各月の被害額を算定



※2: 河川局提供データ

※3 平成29年度 土木学会会長特別委員会「レジリエンスの確保に関する技術検討委員会」:『国難』をもちきり巨大災害対策についての技術検討報告書

※4 橋本龍一郎, 須藤直: 水害被害の実態経済・金融仲介部門への波及:DSGEモデルを用いたシミュレーション分析, 日本銀行ワーキングペーパーシリーズ, No.22-J-6, 2022年3月.

※5 山崎雅人, 清水智, 小池淳司: 応用一般均衡モデルを用いた大規模水害の経済被害推計, 第66回土木計画学研究会発表会・講演集

図-1 水害の経済被害の算定のフロー