

## ポスト3.11における社会基盤施設の地震安全の論理構築 ～「想定外」に真摯に向き合うために～

### 地震安全の論理 基本的フレームワーク

本田利器  
東京大学

#### 東北地方太平洋沖地震, その後

- レベル2を超える非常に大きい地震の有する不確実性(いわゆる「想定外」)への対応が求められる
  - しかし, 安全性は, 一般に利便性や経済性とトレードオフの関係にある
  - 現在の日本において, 地震安全にどのように投資していくのかは課題
  
- 東北地方太平洋沖地震の事例を見ると, 「想定外」を声高に叫ばずとも適切な対応が可能であったと考えられる事例も少なくない.
  - 技術者には, 冷静な判断が求められている

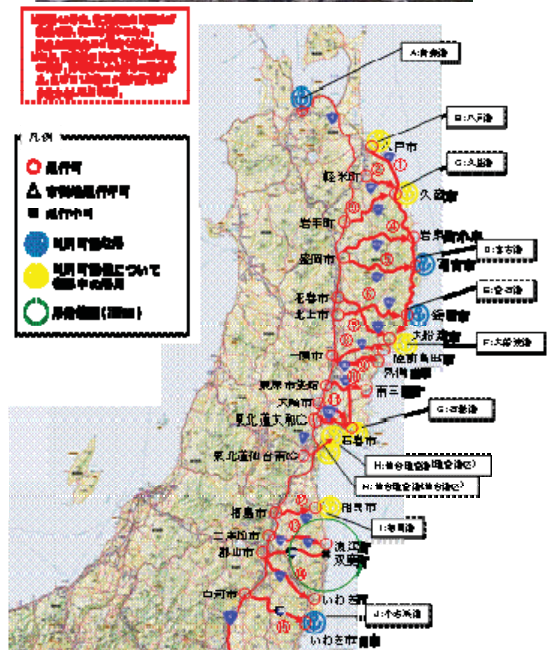
# 「櫛の歯」にみるインフラストラクチャの姿

- 道路, 道路橋等も多数被災
  - 部材レベルでの被災は多数
    - ✓ 東北地方整備局1500橋のうち半数以上に
    - ✓ 支承, 落橋防止装置, 等
- ただし, 一部を除いて被害は比較的軽微
  - 迅速な応急復旧が可能なレベル



- 復興支援で活躍した「くしの歯」作戦
  - 落橋等の致命的な被害が生じなかった
  - 16ルート of 道路啓開に集中した
  - 災害協力協定に基づき地元建設業等の協力が得られた

国総研・土研 報告会資料より



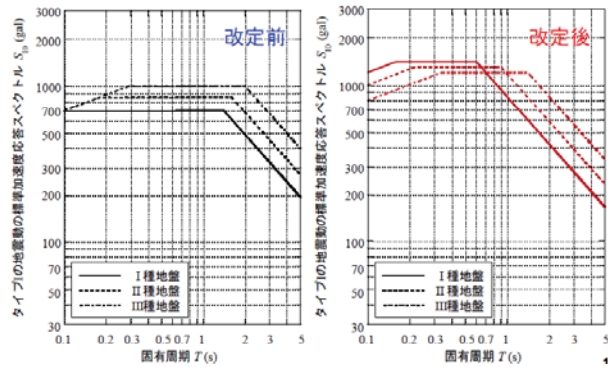
# 「想定外」に真摯に向き合う

- 地震学・工学の科学的知見を活かす
  - 翻弄されるのではなく, それらを利用し, 設計・施工技術の進歩を活用し, 安全を合理的に実現していく
- 社会的環境の考慮
  - 社会のレジリエンスとの連携
  - 「経済合理性」「既存不適格」等の制約も
  - 非専門家の考えも尊重しつつ, 専門家の暗黙知までを幅広く活用できる制度的な枠組み
- それでもすべての「想定外」に対応できるわけではない
  - 魔法でも建前でもなく, 地道で着実な方法こそが必要

# 構造設計指針類の改訂

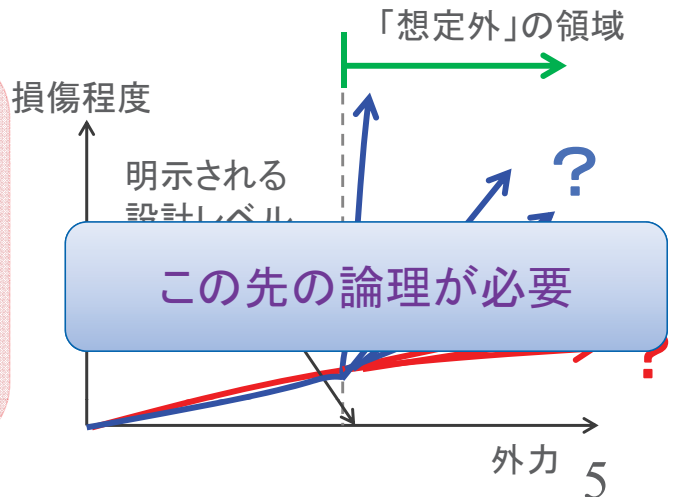
## □ 道路橋示方書・鉄道標準仕様書等の改訂

- 設計震度(設計で用いる外力の大きさ)の引き上げ
- 継続時間の考慮
- 液状化判定法の検証 等



## + (プラス)

- 設計の想定を超えた場合の性能
- 設計レベル(「想定」)を超えた場合の挙動は、予測不能.
- そのような外力に対する“配慮”を求める
  - ✓ **ただし、具体的な規定はみられない**



# 問 社会基盤施設の“地震安全性”とは何か

- **耐震性能は、技術的判断によって評価すべき側面がある**
  - 数理物理学的な知見に加え、被災事例に基づく経験的な知見や、地盤条件などのデータの信頼性やその影響程度など幅広い観点からの判断
  - 専門家や非専門家等の判断に依拠する部分もある
- **力学的挙動以外の幅広い要素が影響する**
  - 維持管理体制, 情報の収集・管理・公表等, 幅広い要素が, 地震安全性に, 直接的または間接的に影響する
- **これらの要素を考慮する必要性**
  - 影響程度の評価は, 恣意的になる危険性も有する

# 社会基盤施設の“地震安全性”

## □ 1)ハードウェア:静的な性能

- 耐震強度などの物理的な構造物の性能
- 適切に設計・施工・維持されていること

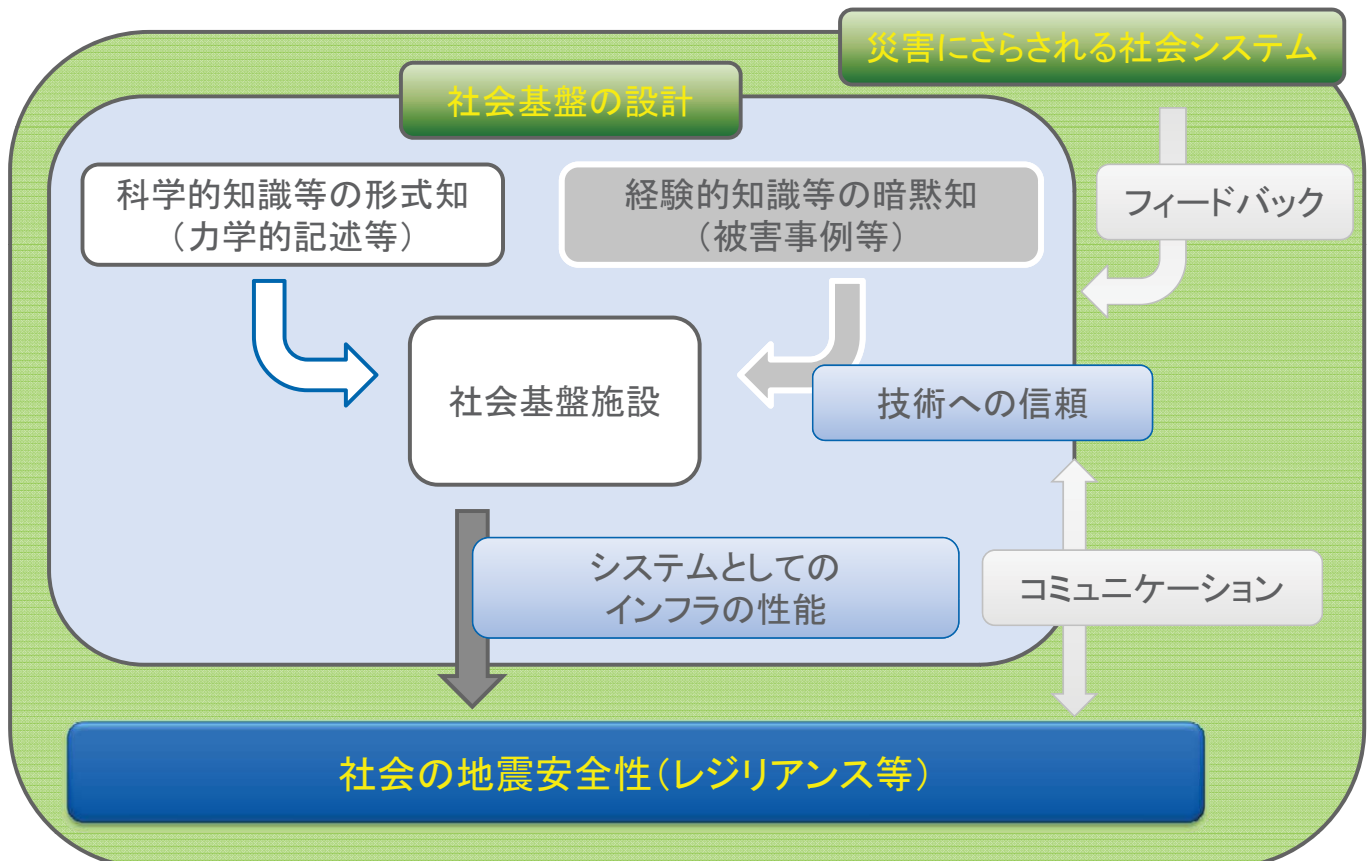
## □ 2)ソフトウェア:動的な性能

- 設計思想や制度等の帰結として、社会との相互作用により実現される地震時の安全性
- 構造物の物理的性能の(不)確実性や信頼性、機能等が把握されていること

## □ 両者を含めた“地震安全性”へ

- そのための基礎理論, 社会との整合性, 評価法, 等

7



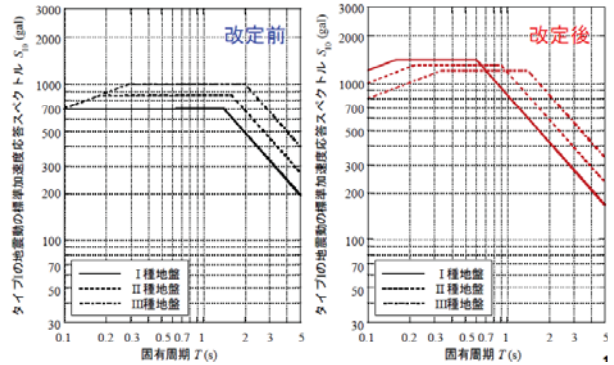
8



# 構造設計指針類の改訂

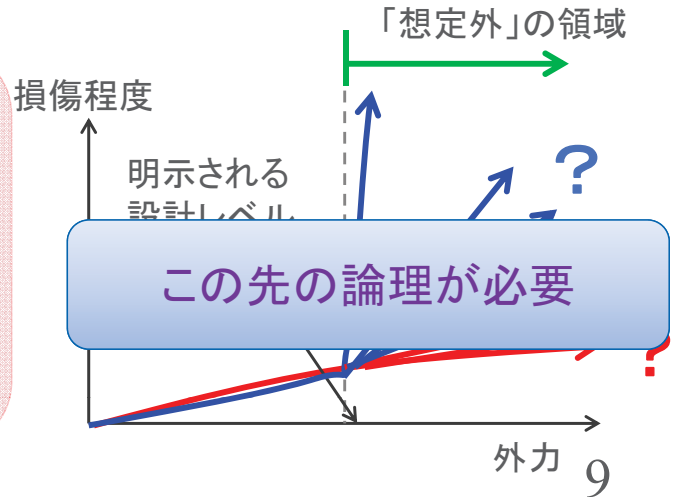
## □ 道路橋示方書・鉄道標準仕様書等の改訂

- 設計震度(設計で用いる外力の大きさ)の引き上げ
- 継続時間の考慮
- 液状化判定法の検証 等



## + (プラス)

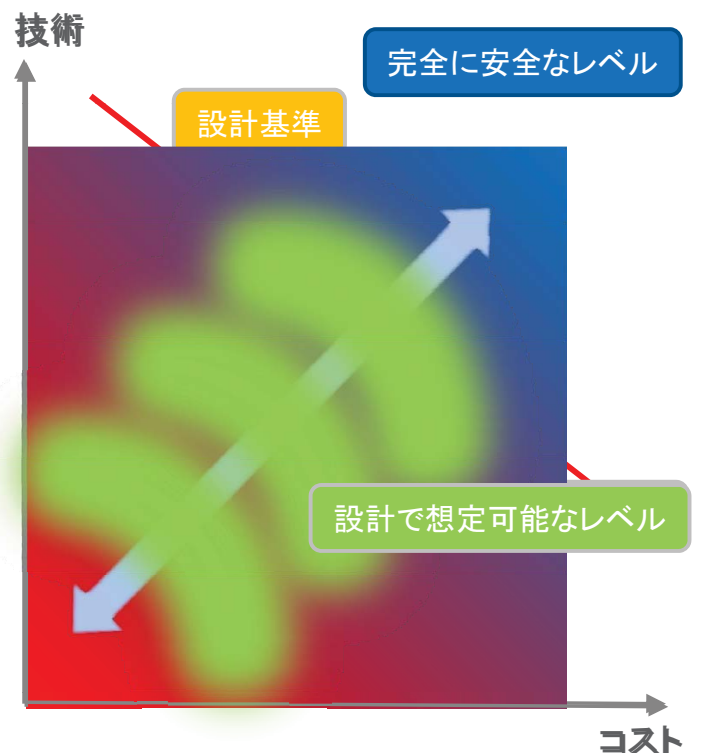
- 設計の想定を超えた場合の性能
- 設計レベル(「想定」)を超えた場合の挙動は、予測不能.
- そのような外力に対する“配慮”を求める
  - ✓ **ただし、具体的な規定はみられない**



# 基礎理論の試み

## 「想定外」を考える

- 「絶対安全」の実現は不可能
- **+ (プラス)**を考えると、不確実な要素の影響の大きさが顕著
- 不確実さを前提にした理論構築が必要



# 基礎理論の試み

## 耐震設計: 情報論的アプローチ

- 損傷の支配的なメカニズムを表現した指標での評価
  - 振動モードによる影響, 損傷の蓄積による影響, 等のコンセプトに基づいて考慮
  - 十分な設計条件になっていない可能性

- 実事象の集合の, 設計で考慮できる空間への写像による判断

構造系への影響の大小は設計では考慮できていない可能性

青い射影部分の「大きさ」(情報量)で評価する

