

岐阜県生コンクリート工業組合 第20回技術研究発表会  
**レジリエントなインフラの構築に向けたアイデア**  
 -コンクリート工学分野を中心に-  
 2020.6.25 / ウェブセミナー / 六郷恵哲 (岐阜大学)

1. 自己紹介
2. 新技術の実装経験
3. 感染拡大で変わる社会
4. コンクリート分野の新技術
5. 次世代建設材料関連技術

目的

✓ 災害に強くしなやかなインフラを造るためのアイデアについて一緒に考える



1. 自己紹介: これまでに取り組んだ研究

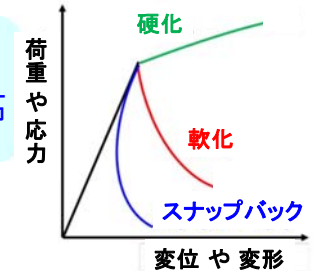
周りの人の研究のし易さ

海外交流  
の影響大

ローザンヌ  
工科大学  
出張 1986

イリノイ大学  
留学 1978

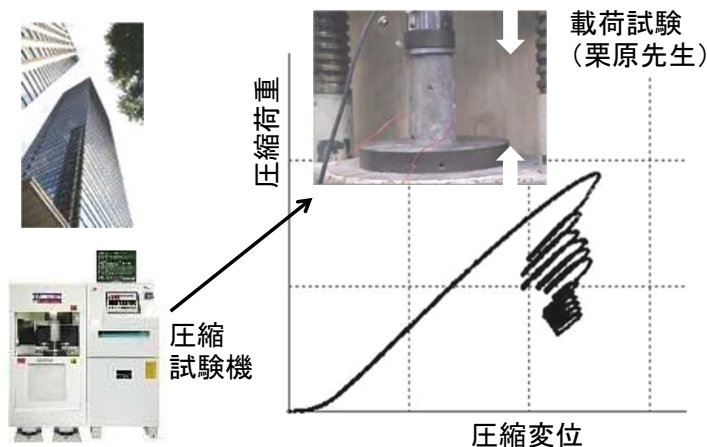
- 2000年～2016年  
ひずみ硬化型繊維補強コンクリート(高靱性モルタル)の実装
- 1985年～2000年  
引張軟化曲線の計測と利用
- 1973年～1985年  
コンクリートの荷重変位曲線の計測とスナップバック現象の制御



自分の興味

<壊れ方(破壊と靱性)に関する研究>  
 破壊現象を エネルギー変換過程として捉える

1-2 20年後に役立った スナップバック制御の研究



➢ 小柳、六郷、内田:コンクリートの破壊現象の安定性とその計測(コンクリート工学1982(6))

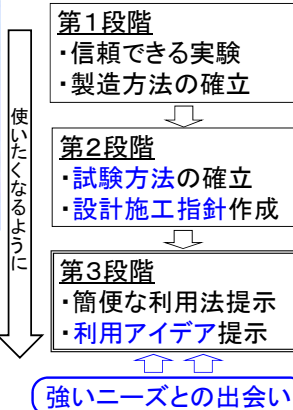
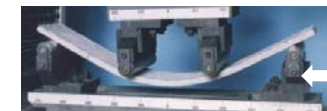
強調したい点

<1. 自己紹介>

- 研究の種類
  - 課題解決を目的とした「応用研究」
  - 興味にもとづく「基礎研究」、等
- スナップバック制御のような「基礎研究」の場合、何年か後に役立つこともある

## 2. 高靱性モルタル(HPFRC)の実装経験

土木学会の設計施工指針(案)



- ひび割れ幅が小さいことは、活用された
- 引張抵抗力や破壊性状は、活用されていない

5

## 2-2 SIPの地域実装経験／橋梁点検ロボット技術

ロボット技術による事前調査(岐阜大)



近接目視点検(コンサルタント)



6

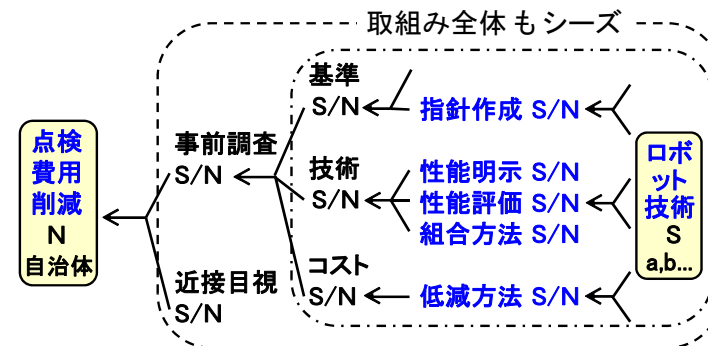
## 動画：各務原大橋の定期点検へのロボット技術の活用



7

## 2-3 SIPの地域実装経験／シーズとニーズを繋ぐ

➢ 各務原大橋の定期点検へのロボット技術の活用の取組み



N: ニーズ/課題、 S: シーズ/課題解決のための技術や取組み

➢ 取組み内容を、人に伝えるために、図と言葉で表現した

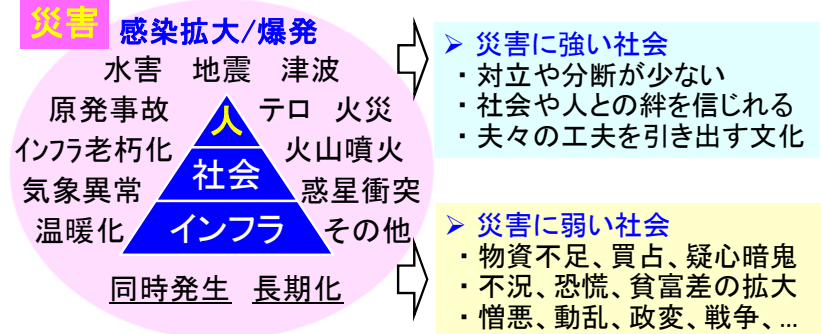
8

強調したい点

<2. 新技術の実装経験>

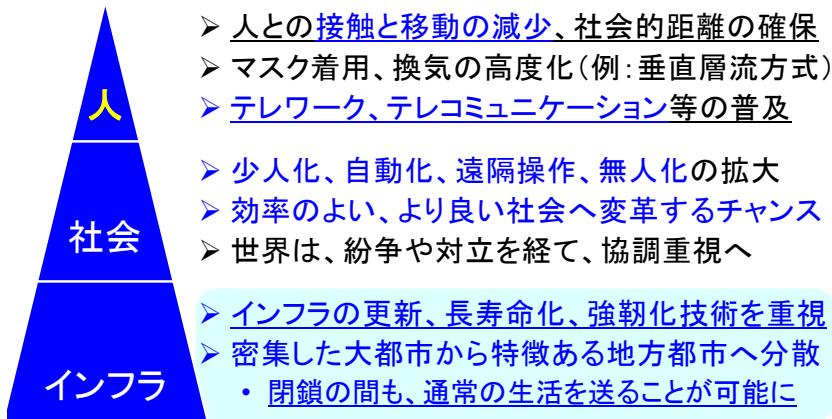
- 新技術の活用(実装)を促す方法
  - ・ 必要な性能の明確化
  - ・ 性能の評価方法の確立
  - ・ それらを含む技術指針の作成、等
- 各務原大橋の定期点検へのロボット技術の活用では、ニーズとシーズを繋ぐ活動が有効
- ニーズとシーズを繋ぐ取組みを、ツリー(樹木)形式で表すと、分かりやすくなる

3. 感染拡大を含む災害とその影響



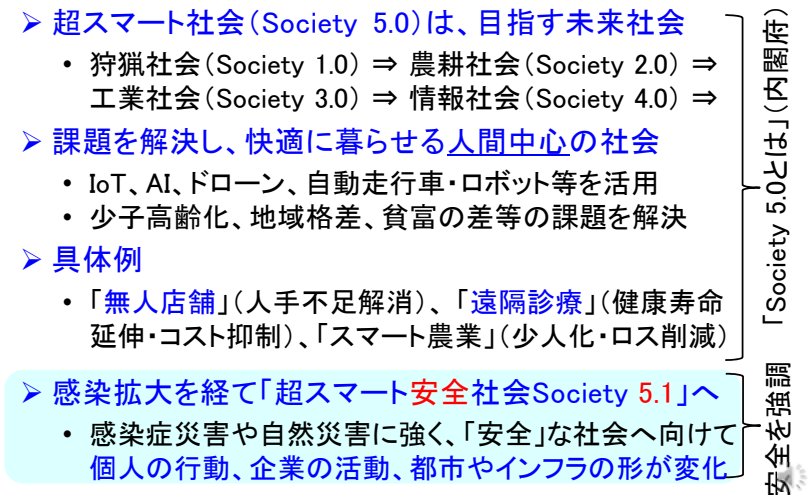
- 信頼できるリーダーに任すことと、各自の創意工夫が大切
- 感染症にも強い「社会、インフラ、材料」に関する研究が盛んに

3-2 感染拡大/爆発(パンデミック)で変わる社会



- 人との接触と移動の減少、社会的距離の確保
- マスク着用、換気の高度化(例:垂直層流方式)
- テレワーク、テレコミュニケーション等の普及
- 少人化、自動化、遠隔操作、無人化の拡大
- 効率のよい、より良い社会へ変革するチャンス
- 世界は、紛争や対立を経て、協調重視へ
- インフラの更新、長寿命化、強靱化技術を重視
- 密集した大都市から特徴ある地方都市へ分散
  - ・ 閉鎖の間も、通常の生活を送ることが可能に

3-3 「超スマート安全社会 Society 5.1」へ



- 超スマート社会(Society 5.0)は、目指す未来社会
  - ・ 狩猟社会(Society 1.0) ⇒ 農耕社会(Society 2.0) ⇒ 工業社会(Society 3.0) ⇒ 情報社会(Society 4.0) ⇒
- 課題を解決し、快適に暮らせる人間中心の社会
  - ・ IoT、AI、ドローン、自動走行車・ロボット等を活用
  - ・ 少子高齢化、地域格差、貧富の差等の課題を解決
- 具体例
  - ・ 「無人店舗」(人手不足解消)、「遠隔診療」(健康寿命延伸・コスト抑制)、「スマート農業」(少人化・ロス削減)
- 感染拡大を経て「超スマート安全社会 Society 5.1」へ
  - ・ 感染症災害や自然災害に強く、「安全」な社会へ向けて個人の行動、企業の活動、都市やインフラの形が変化

「Society 5.0とは」(内閣府)  
安全を強調

強調したい点

<3. 感染拡大で変わる社会>

- 感染拡大を含む災害に対して強い社会
  - ・ 分断が少ない
  - ・ 人との絆を信じていることができる
  - ・ 各自の工夫が盛ん
- 感染拡大を経て、人との接触を減らした少人化、遠隔操作の技術が拡大
- 密集した大都市から地方都市への分散加速

4. コンクリート分野で期待されるイノベーション技術 (JCI)



➢ 「イメージアップ広報戦略検討委員会の活動報告」(コンクリート工学2018.10)より

4-2 合理化が期待される生コンJISの項目例 (JCI)

	第一段階: 試験器の軽量化		第二段階: 品質管理 の合理化	第三段階: 仕様規定から性能規定 へ
	実行可能	要検討		
対象となる項目例	強度試験型枠	スランプコン	工程管理、特に毎日の強度試験廃止	製造から打ち込みまでの時間制限
必要な技術やシステム	・ 不要: 消費者安全側の試験結果となるから	・ コーン変形によるスランプ値への影響 → 試験結果の割引/割増	・ 仕様材料を含めた全バッチ自動記録と情報公開のシステム	・ メーカー: 経時変化の小さい化学混和剤開発 ・ 各工場: 材料、製造、運搬において経時変化の小さいトータルシステム

➢ 「イメージアップ広報戦略検討委員会の活動報告」(コンクリート工学2018.10)より

4-3 コンクリート分野の新技术の多くは ニーズ解決型

ニーズ	新技术
建材需要が増大	・ ポルトランドセメント製造技術
引張に強く	・ 鉄筋による補強技術
凍害に強く	・ AE剤の技術
圧縮強度を大きく	・ 高性能AE減水剤の技術
大量安定供給	・ 生コンクリート技術
作業の迅速化	・ ポンプ施工技術
ポンプ閉塞の解消	・ 材料不分離技術(増粘剤等)
施工の合理化	・ PCa製品技術

➢ 化学混和剤の貢献が大



#### 4-4 より良い「設計体系」は 新技術を推進

「限界状態設計法」	<ul style="list-style-type: none"> <li>RC部材のせん断耐力、数値解析、破壊力学(引張軟化挙動)等、耐荷力や破壊挙動に関する研究が進んだ。</li> </ul>
「性能設計法」 (性能規定型設計, 性能照査型設計)	<ul style="list-style-type: none"> <li>要求性能や性能確認方法の明確化が進展。</li> <li>上位ニーズを満たす下位シーズの組合せの自由度が増すことの理解が進んだ。</li> <li>性能発注等、広い分野へ影響が及んだ。</li> </ul>
次は? 例えば「人間中心設計法」	<ul style="list-style-type: none"> <li>健康、穏やかさ、精神的な充実、感動、楽しさ、喜び、生活し易さ等を重視した技術が進む。定量化の技術も進む。</li> </ul>

➢ 本来、「デザイン」は、課題を解決するための組合せ方を示すこと

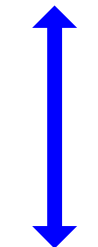
#### 強調したい点

#### < 4. コンクリート分野の新技術 >

- コンクリート工学分野で期待されるイノベーション技術に関するJCI委員会報告が有用
- 例えば「人間中心設計」といった新しい設計体系を導入すると新技術開発が加速される
- 生コン分野の仕事や技術で、確実性を高めつつ、少人化を進めることを提案してはどうか

#### 5. 次世代の建設材料に関連して重要となる技術

ニーズ  
解決



従来に  
無い価値創造

- 長寿命化技術
- 強靱化技術
- 遠隔技術
- 少人化技術

#### 具体例

- ✓ 高耐久構造物建設技術
- ✓ 長持ちする補修補強技術
- ✓ 構造物の軽量化技術
- ✓ 例えば、堤防強化技術  
現在の堤防のまま固化
- ✓ 例えば、地中都市建設技術
- ✓ インフラ遠隔点検診断技術
- ✓ 施工ロボット技術
- ✓ 解体ロボット技術
- ✓ 例えば、3Dプリンティング技術  
それに適した材料開発
- ✓ 例えば、充填膜構造技術

#### 5-2 3Dプリンティング技術の例

➢ 組合す材料をセメントコンクリート以外にも広げると自由度が増す



3Dプリンティング技術に関するネット上の各種情報より

### 5-3 充填膜構造技術(オリジナル)のイメージ

- 空気膜内部に樹脂やモルタルを充填
- 施工速度が大きく、機密性が向上
- トンネルライニング、水中トンネル等へ



画像検索: Inflatable balloon structure 等

ヒント: イスラーのシェル

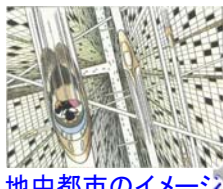
#### 強調したい点

#### <5. 次世代建設材料関連技術>

- 今後、重要性が増すと思われる技術の例
  - 堤防強化技術等の強靱化技術
  - 3Dプリンティング技術や充填膜構造技術とした少人化技術
- 空気膜内部の必要なところに樹脂やモルタルを注入する充填膜構造技術は、以前、RCシェル構造に関心があったので発想した

### 6. まとめ

- 過去 ➤ コンクリート新技術の多くは、ニーズ(課題)解決型  
➤ 設計体系の更新は、新技術開発に効果的
- 現在 ➤ 感染拡大で社会が変わり、各自の創意工夫が大切に  
➤ インフラの更新、長寿命化、強靱化の技術を重視
- 将来 ➤ 夢のある未来志向型の技術開発と、実装支援が大切  
➤ 社会システムが変革し、少人化、自動化が一層拡大し、3Dプリンティング技術をはじめ様々な技術が実用化



地中都市のイメージ

#### <次ページからは補足>

- ウェブセミナーの受講方法
- レポート提出のお願い
- アイデアを出すために大切なこと
- 内容の可視化

## <ウェブセミナーの受講方法>

下記 A、B のうち、都合のよい方法で、受講してください。受講方法は、申込者へ事務局よりお知らせします。

### 受講方法 A / リアルタイム(同時配信)型

- 6/25の14時30分から、ウェブ会議アプリZoomミーティングを用いてリアルタイムで、「パワーポイント資料」を使用した講演を聴いてください。
- その後、講演者、受講者の間で質疑を行ってください。

### 受講方法 B / オンデマンド型

- 期間中(6/25~28)の都合の良い時に、You Tube にアップする「パワーポイント資料の動画」を見て受講してください。念のためHP(<http://me-unit.net/>)にも資料を掲載します。
- 質問があれば、メール(六郷宛:rk@gifu-u.ac.jp)で尋ねてください(翌日までに何らかの回答を予定)。

25

## <レポート提出のお願い>

レポート提出先 / 申込先: gjiyutu@gifukouso.or.jp 締切: 6月末日

### 課題 1:

- 講義内容に関する感想を記述してください(約50~200字)。

### 課題 2: <この部分のレポートを省略して構いません>

- 次の課題3の主な内容を可視化した資料(例えば「ツリー」、「表」、「見出し付文章」等)を作成してください。

### 課題 3: <ここがメインです>

- コンクリート技術に関連して、解決したいと強く思う「課題(ニーズ)」と、そのための「目標」を挙げ、目標解決の「策やアイデア」を記述してください(600字程度)。

講義の効果や内容の改善に関する研究のため、受講者から情報を集めています。ご協力いただける方は、課題1~3について、レポートを提出していただませんか(書式自由)。レポート内容の活用にあたっては、個人が特定されないように留意します。ご協力をお願いします。

26

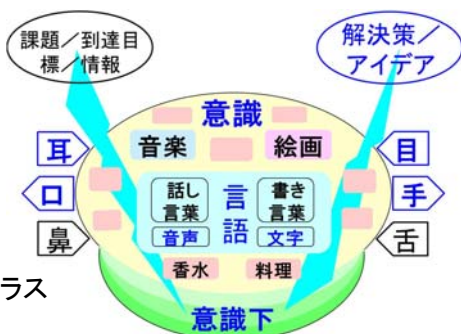
## 7. 参考: アイデアを出すために大切なこと

### <一般的な留意点>

- 解決したいと強く思う
- 場数を踏む
- 気軽にやってみる
- 視点を広げる
- 捉われぬ
- 多様な人と繋がる
- 批判でなくアイデアをプラス

### <特に強調したい点>

- 意識下(無意識)に、よく働いていただく/感謝

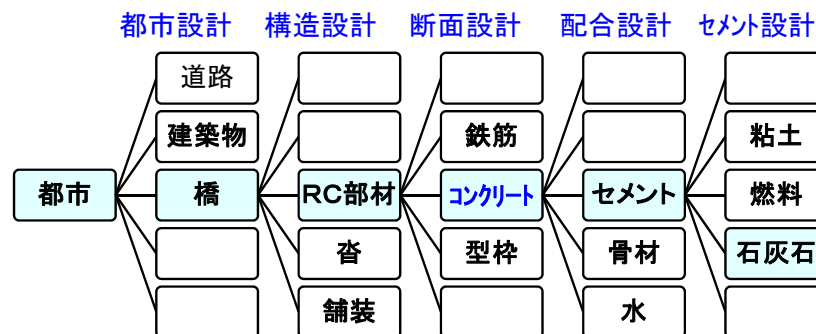


脳の「意識」はコンピュータの「モニター」、「意識下」は「CPU」

意識に関する参考書 / 前野隆司: 脳はなぜ「心」を作ったのか (ちくま文庫)

## 7-2 参考: 材料と設計との関係をつリーで可視化

- ロジックツリーとは、思考プロセスを可視化するための手法。
  - 「要素分解ツリー」、「課題解決ツリー」、「原因追求ツリー」等
- 「材料(要素)」をどう「組み合わせるか」が、「デザイン(設計)」

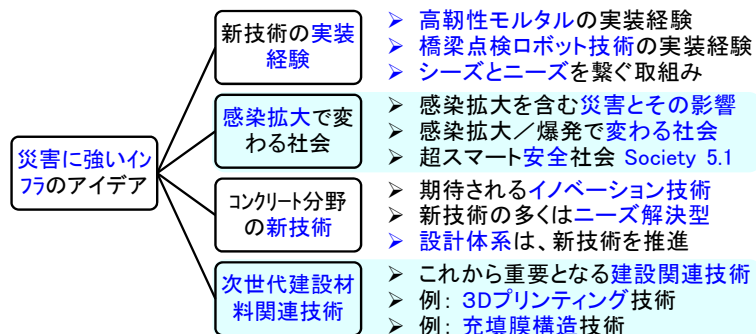


28

## 7-3 参考：内容を可視化

➤ この講演の内容を、「ツリー」、「表」、「文章」で表現し、比較

① 講演テーマ ② 構成する主な項目 ③ 各項目の主な内容



29

講演テーマ	構成する主な項目	各項目の主な内容
災害に強いインフラのアイデア	新技術の実装経験	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 高韌性モルタルの実装経験</li> <li>➤ 橋梁点検ロボット技術の実装経験</li> <li>➤ シーズとニーズを繋ぐ取組み</li> </ul>
	感染拡大で変わる社会	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 感染拡大を含む災害とその影響</li> <li>➤ 感染拡大／爆発で変わる社会</li> <li>➤ 超スマート安全社会 Society 5.1</li> </ul>
	コンクリート分野の新技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 期待されるイノベーション技術</li> <li>➤ 新技術の多くはニーズ解決型</li> <li>➤ 設計体系は、新技術を推進</li> </ul>
	次世代建設材料関連技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ これから重要となる建設関連技術</li> <li>➤ 例：3Dプリンティング技術</li> <li>➤ 例：充填膜構造技術</li> </ul>

講演のテーマは、「災害に強いインフラのアイデア」であり、「新技術の実装経験」、「感染拡大で変わる社会」、「コンクリート分野の新技術」、「次世代建設材料関連技術」の4項目で構成される。最初の項目の内容は、「高韌性モルタルの実装経験」、「橋梁点検ロボット技術の実装経験」、「シーズとニーズを繋ぐ取組み」である。第2項目の内容は、「感染拡大を含む災害とその影響」、「感染拡大／爆発で変わる社会」、「超スマート安全社会 Society 5.1」である。第3番項目の内容は、「期待されるイノベーション技術」、「新技術の多くはニーズ解決型」、「設計体系は、新技術を推進」である。最後の項目の内容は、「期待されるイノベーション技術」、「新技術の多くはニーズ解決型」、「設計体系は、新技術を推進」である。

講演テーマ： 災害に強いインフラのアイデア

- 新技術の実装経験
  - 高韌性モルタルの実装経験
  - 橋梁点検ロボット技術の実装経験
  - シーズとニーズを繋ぐ取組み
- 感染拡大で変わる社会
  - 感染拡大を含む災害とその影響
  - 感染拡大／爆発で変わる社会
  - 超スマート安全社会 Society 5.1
- コンクリート分野の新技術
  - 期待されるイノベーション技術
  - 新技術の多くはニーズ解決型
  - 設計体系は、新技術を推進
- 次世代建設材料関連技術
  - これから重要となる建設関連技術
  - 例：3Dプリンティング技術
  - 例：充填膜構造技術

### <コメント>

- ✓ 「ツリー」や「表」を使うと、内容を理解しやすくなる。PPTのスライドに、適している。
- ✓ 「文章」の場合、見出しや段をうまく工夫すると、理解しやすくなる。自分の作業用メモに、適している。

31

### <最後にコメント>

- アイデアはどうやって生じるのかという、十年來の疑問の答えが、やっと見えてきた
- 大変な時期なのでアイデアを出し、工夫しようとの趣旨で、様々な内容で講演を構成した
- 面白いと思っていただけたところがあれば、幸いである

