

未来を創造する次世代の力

東北大学災害復興新生研究機構シンポジウム

廃止措置のための格納容器・建築等信頼性維持と廃棄物処理・処分に関する
基盤研究及び中核人材育成プログラム

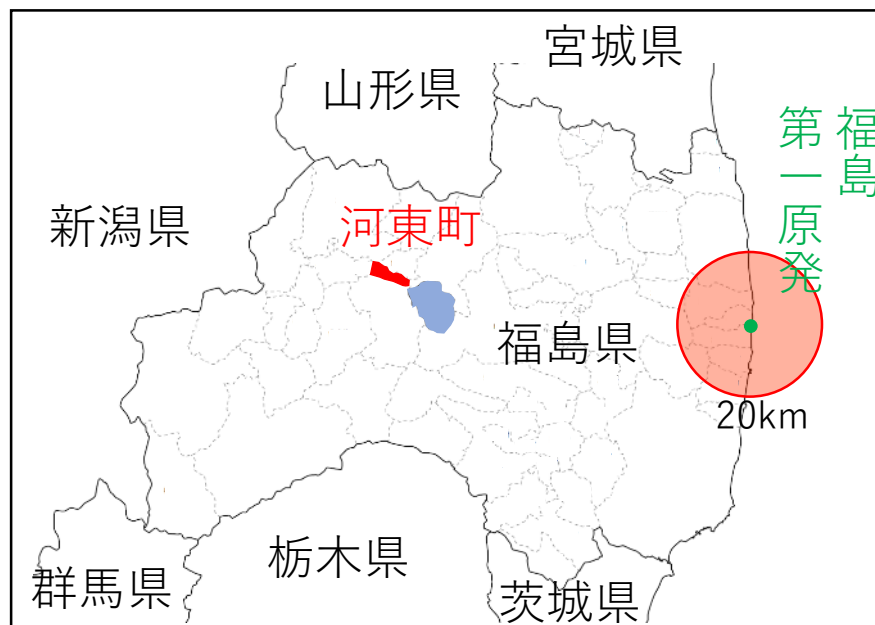
工学研究科 博士課程前期2年
加藤 優志

現在に至るまで

出身:会津若松市河東町

2011年 4月 東北大学 工学部 建築・社会環境工学科 入学

入学直前に東日本大震災を経験→入学が1ヶ月遅れる



2015年 4月 東北大学大学院 工学研究科 博士課程前期2年 進学

自分の研究を通して、福島第一原子力発電所の廃炉に少しでも貢献したいという考え

⇒「廃止措置のための格納容器・建築等信頼性維持と廃棄物処理・処分に関する
基盤研究及び中核人材育成プログラム」 に参加

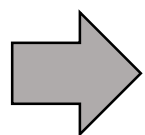
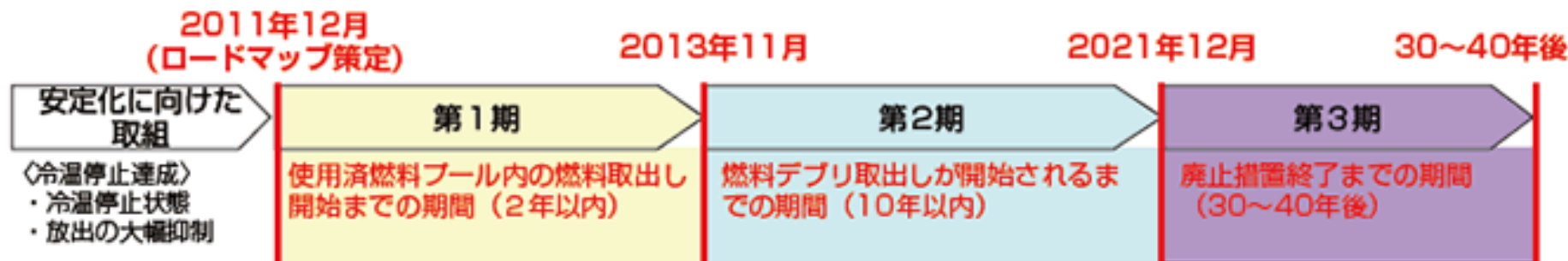
福島第一原子力発電所の廃止措置



震災により、福島第一原子力発電所は深刻な被害を受けた。
→現在、長期的な廃止措置事業が進行中

<http://photo.tepco.co.jp/date/2013/201302-j/130201-01j.htm>3

廃止措置とその課題



廃止措置は約40年の期間が見込まれている
廃止措置には課題も多く、これらの解決が必要

廃止措置の課題

○廃棄物の処理・処分方法

→放射性廃棄物の処理処分場の確保、放射性レベルの規制基準の設定

○原子炉建屋の構造安全性

→廃止措置完了までの外乱に対する原子炉建屋の構造安全性の確保

○燃料デブリの安全な取り出し方法

→高放射性物質の安全、安定な取り出し方法、遠隔操作技術の検討

○建屋からの汚染水の流失低減

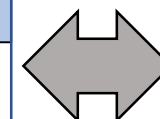
→高放射能を含む地下水の海洋への流失の防止対策の検討

etc.

<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2014html/1-2-1.html>

所属しているプログラム

研究課題 (1) 格納容器・建屋等の健全性・信頼性確保のための基礎・基盤研究	研究課題 (2) 燃料デブリ処理と放射性廃棄物の処分に関する基礎・基盤研究
① 鋼構造物腐食・防食 TG ② コンクリート構造物評価 TG ③ 検査技術開発 TG ④ 補修技術開発 TG ⑤ 遠隔技術 TG	① デブリ性状把握・処理技術 TG ② 放射性廃棄物処分 TG ③ 社会的受容性 TG

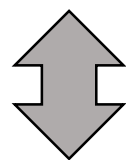


他大学との連携

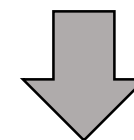
教育カリキュラム 原子炉廃止措置工学プログラム

東 北 大 学

金属材料 研究所	多元物質 科学 研究所	流体科学 研究所	工学研究科						情報科学 研究科
			量子 エネルギー	材料	建築	土木	機械	技術 社会	



情報交換、
研究協力



企業
JAEA、IRID、電中研、東京電力etc

- ✓ 多分野が連携しているプロジェクト
- ✓ 大学では基礎研究に重点

プログラムの活動内容

●施設現地調査

→ JAEA原子力科学研究所(東海村)見学、

東海第二発電所、福島第一・第二原子力発電所

- ・実際の発電所のシステムやスケール感、実環境を直接体感することにより、机上の知識との差を確認
- ・実際の被災地状況と、自分の想像していた状況との差異を痛感
- ・復興へ対する本プログラムの重要性、責任を再確認



福島県浪江町の様子

<https://www.google.co.jp/maps/>



制御棒の真下部分を見学

プログラムの活動内容

●専門家会議

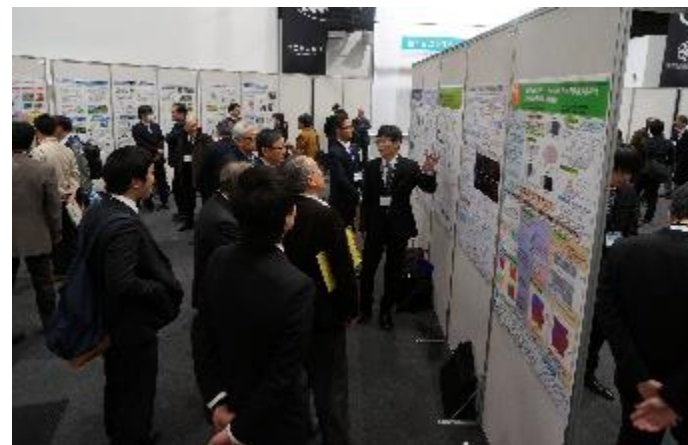
- 各分野の有識者の先生方との意見交換、
企業の方からの廃炉の進捗、1Fの状態に関する情報提供
- ・懸念される事象や、研究対象、課題等を確認

●次世代学生の研究発表の場として

- ・自分の専門分野イニシアティブ廃炉技術カンファレンス
- 人材育成を目標とした以外の研究活動に触れる
- ・これまで機会のなかった他分野の学生、先生方との意見交換



オーラルセッションの様子

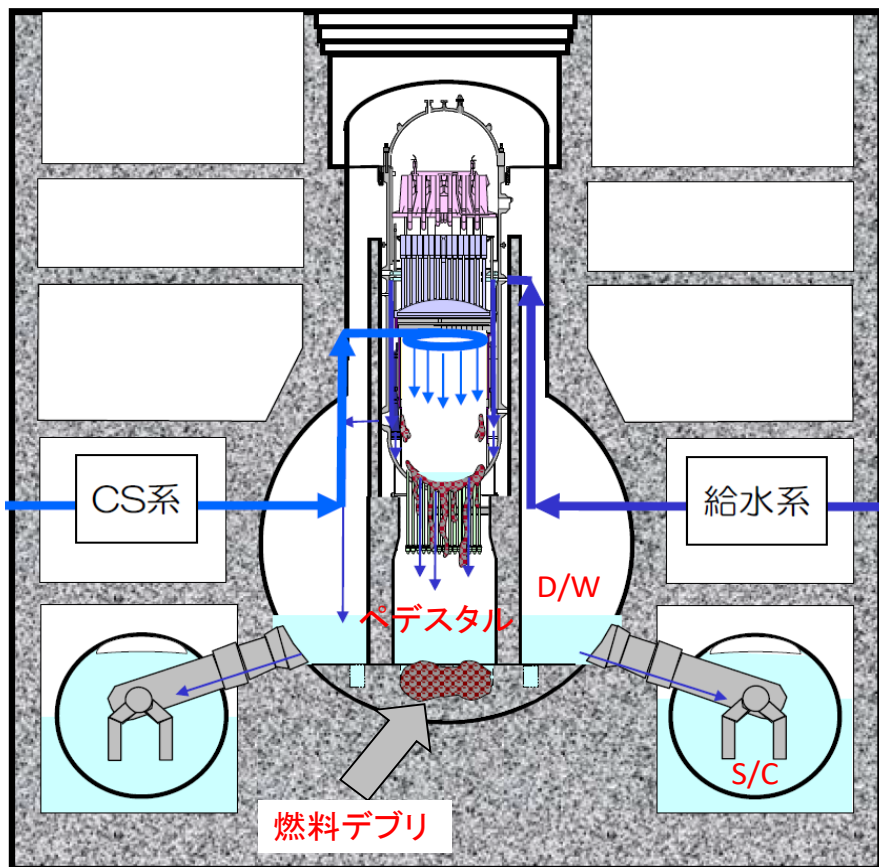


ポスターセッションの様子

研究活動紹介

研究紹介(原子炉建屋の状況整理)

原子炉建屋に作用した荷重・外力の整理



➤ 作用した荷重・外力

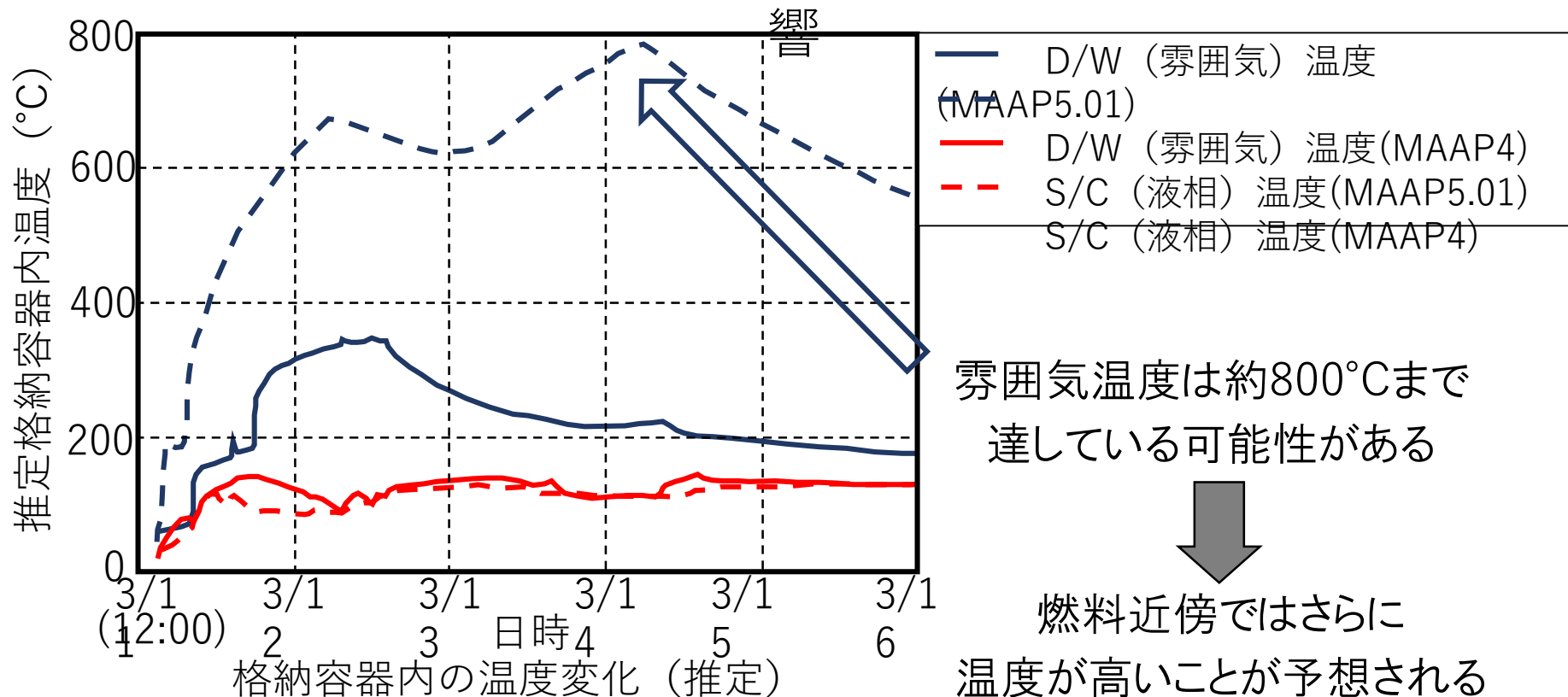
1. 温度変化：炉心溶融による高温，注水による急冷
2. 地震動：本震・余震による影響
3. 爆発：水素爆発による衝撃
4. 放射線：炉心溶融による高放射線
5. 塩分：海水(津波，冷却時)の影響

複合作用

原子炉建屋にはさまざまな荷重が複合的に作用している

研究紹介(建屋に作用した高温の影響)

●福島第一原子力発電所の高温による影響



高温にさらされたコンクリート部材の構造耐力の低下が懸念されている

研究紹介(現在の火害診断方法)

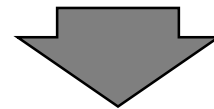
●日本建築学会で規定される一般RC建物の火害診断方法



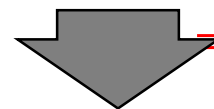
目視およびリバウンドハンマー



コア抜き→直接強度試験



- ✓ 炉心溶融により高線量下 → 直接点検が困難
- ✓ 原子炉建屋は大断面部材 → 部材内部の評価ができない

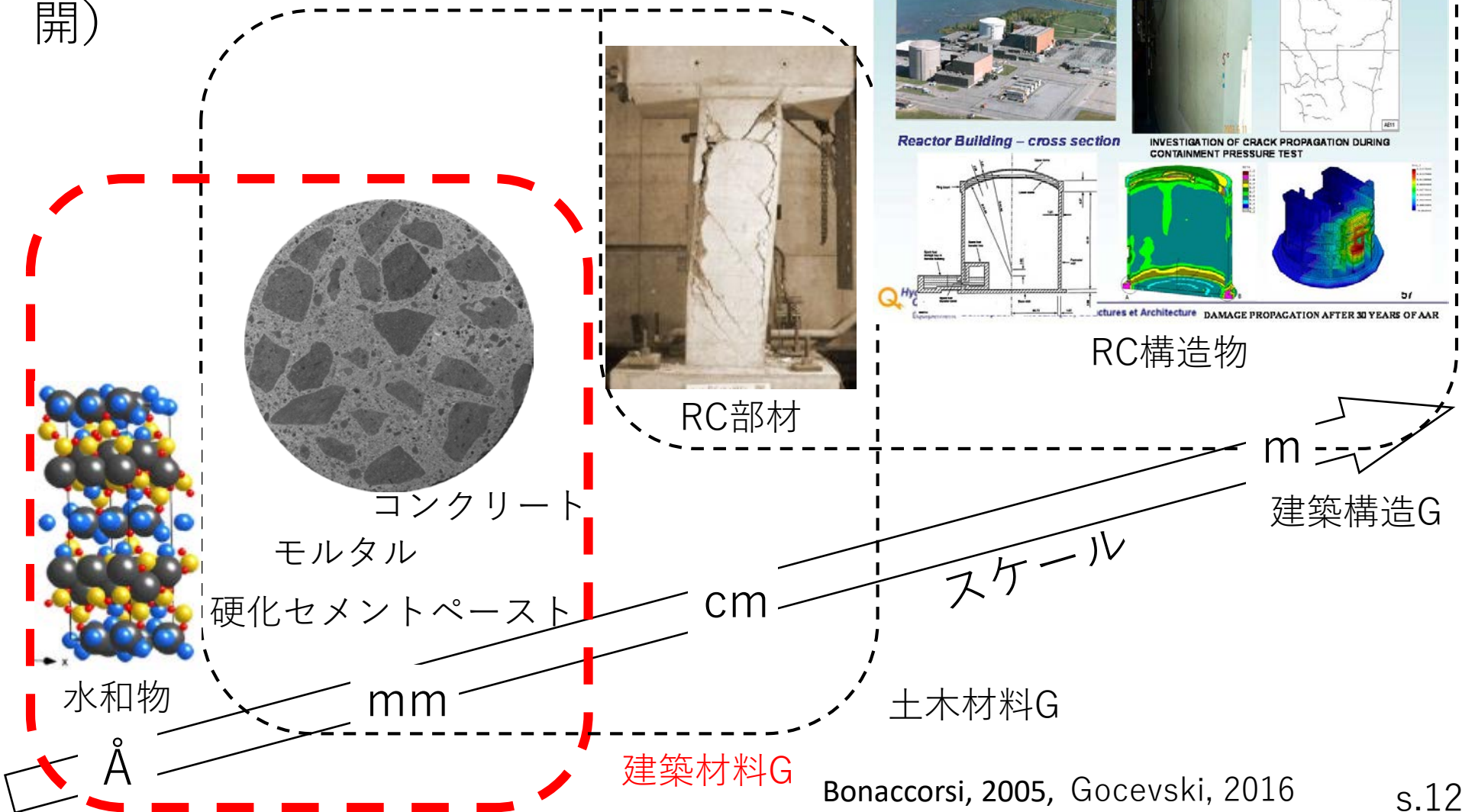


→ 直接試験は有効ではない

構造安全性評価には**強度低下モデルの構築**が必要

研究紹介(構造物評価までの概念図)

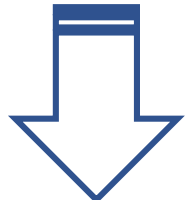
材料物性の変化→構造物の性能
(ミクロ→メゾ→マクロに展開)



研究紹介(強度低下モデルの構築)

高温加熱によるコンクリートの 力学的性質低下の予測モデルの構築

【1】 硬化セメントペーストの収縮予測（水和物の脱水に着目）



- ・ 加熱による硬化セメントペーストの相組成変化から
ex. $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$ ↑ (16.7cm³/mol ↓)

【2】 加熱によりコンクリートに発生するひび割れの推定



- ・ 硬化セメントペーストと岩石の
加熱による収縮+熱膨張の差から内部拘束応力
- ・ 部材内・間の温度分布による外部拘束応力

【3】 コンクリート部材の力学的性質低下を予測

- ・ モルタル・コンクリートのひび割れ
と力学的性質の関係から

研究紹介(強度低下モデルの構築)

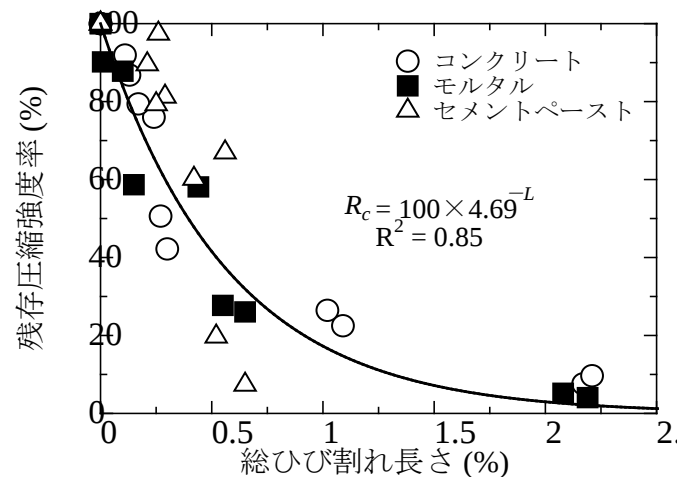
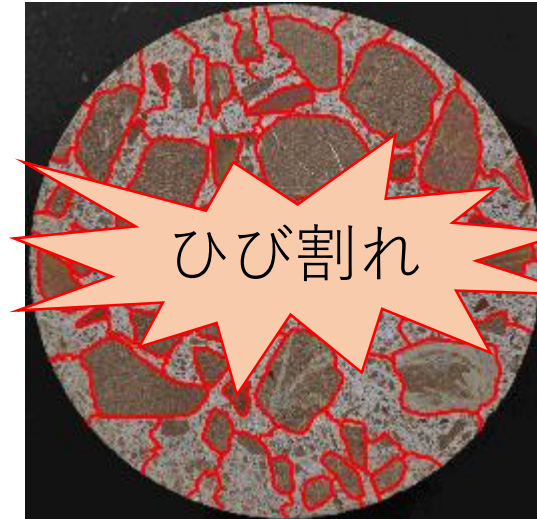
加熱によるセメントペーストの収縮、骨材の熱膨張の体積変化の差異

セメントペースト

・加熱⇒水和物の脱水
による収縮
体積減少

骨材

・加熱⇒熱膨張
体積増加



ひび割れ発生と
力学的性質低下の相関

力学的性質予測モデルの構築

本プログラム、研究活動から得られたこと

○(ミクロ⇄メゾ⇄マクロ)の視点で実験を行うことの重要性

マクロな現象の解明には、(マクロ⇄メゾ⇄ミクロ)とスケール間の関連性を明確にすることが重要 ⇒ 現象の正しい理解

○実環境と、机上の知識との差

被災地の現地調査と、文献やメディアから得ていた情報との相違。

現地を見て、自分の目で今何が必要なのか、何が求められているのかを確認することが、適切な研究、実験を行うために必要。

○他分野の方との研究発表、情報交換

他分野を専門としている方々とコミュニケーションをすることで、モチベーションの向上や、新たな研究テーマの発見につながる。

○廃炉事業は未開拓な領域が多い

廃止措置は未開拓な部分の多い事業であり、新たな課題や発見が生まれる事業であるとポジティブに捉えることもできる。

本事業で得られた成果を、廃止措置のみならず、他事業への応用も考える必要がある。(例えば、私の研究は1Fの構造安全性の評価だけでなく、一般の火害を受けたコンクリート構造物への応用も期待できる)