

# 東京電力福島第一原子力発電所 1号機PCV内部調査により確認された コンクリートに関する事象の検討

大阪大学 大学院工学研究科  
東京電力福島第一原子力発電所事故調査チーム  
「1F-2050」



大阪大学工学部/大学院工学研究科  
School/Graduate School of Engineering,  
Osaka University

大阪大学 大学院工学研究科  
附属フューチャーイノベーションセンター  
インキュベーション部門 社会課題解決型グループ  
<http://www.cfi.eng.osaka-u.ac.jp/arena/incubation/1F-2050/>

# 背景

## 注目している事象

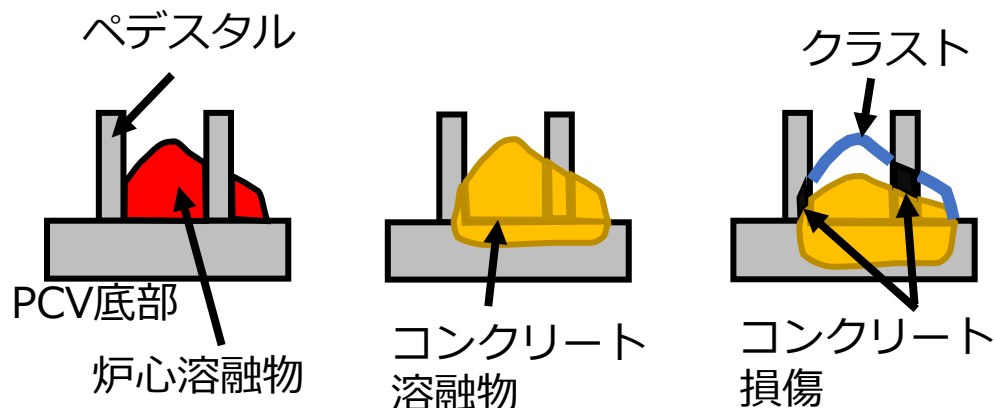
- 1号機ペデスタル開口部で確認されたコンクリート部の破損
- ペデスタル外側のPCV底部に確認されたテーブル状堆積物



## 大阪大学グループは2つのシナリオを提案、検証試験を実施

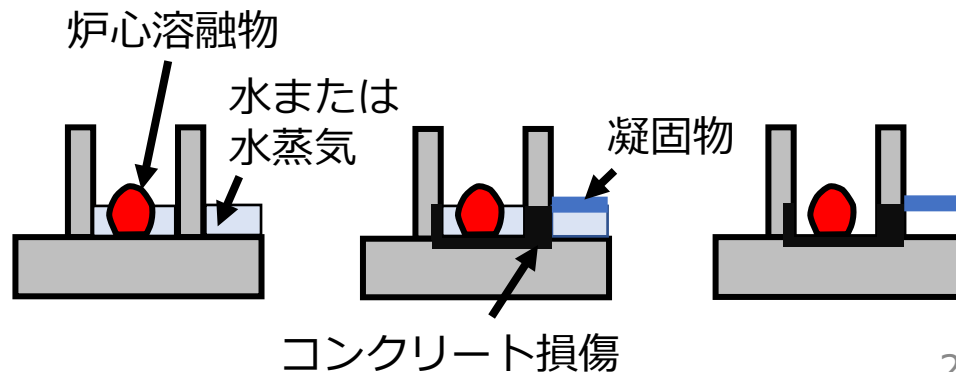
### (1) コンクリートの高温での溶融シナリオ

- 炉心溶融物がコンクリートを昇温
- コンクリートが溶融
- クラストの形成

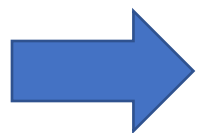
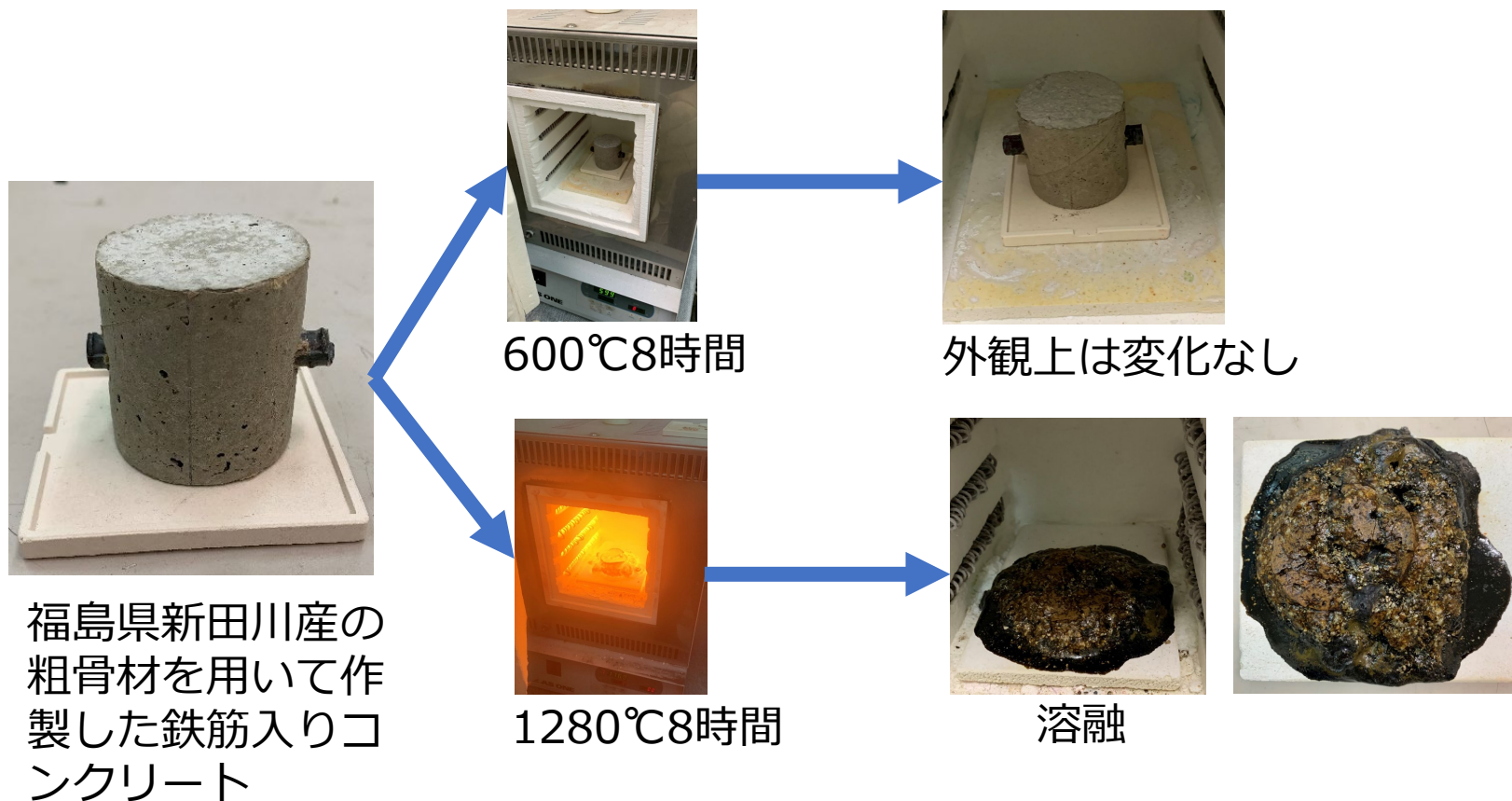


### (2) コンクリートの水への溶解シナリオ

- 炉心溶融物が高温の水、又は水蒸気を発生
- コンクリートが水へ溶解、高粘度の液相が生成
- 水の脱離により多孔質な物質が生成

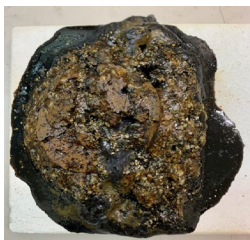


# 新田川産粗骨材を用いて作製したコンクリートの加熱溶融試験（第32回会合において報告）



1. 溶融したコンクリートの分析（SEM/EDX組成分析）
2. 600°Cで長時間保持する試験の実施
3. 粗骨材の分析（偏光顕微鏡観察）

# 1. 溶融したコンクリートの分析



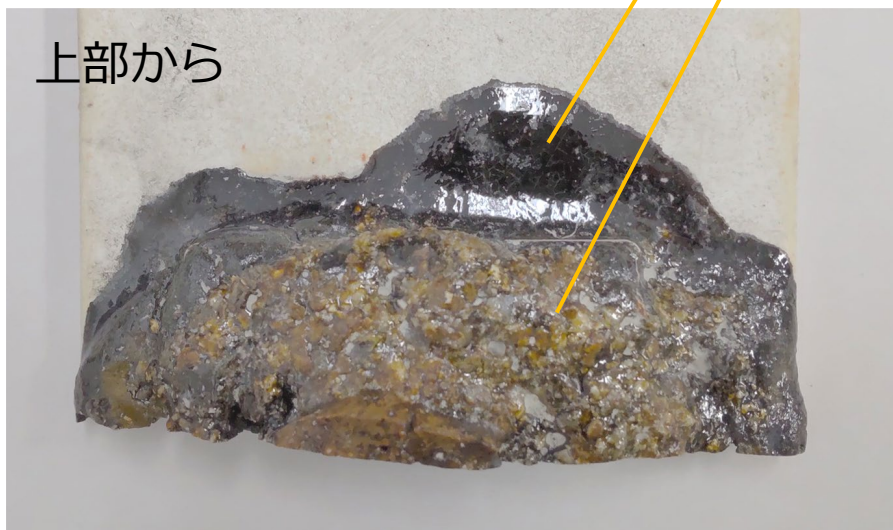
溶融したコンクリートを切断

①溶融箇所（黒色）

②溶け残り箇所

二箇所をSEM/EDX観察

上部から



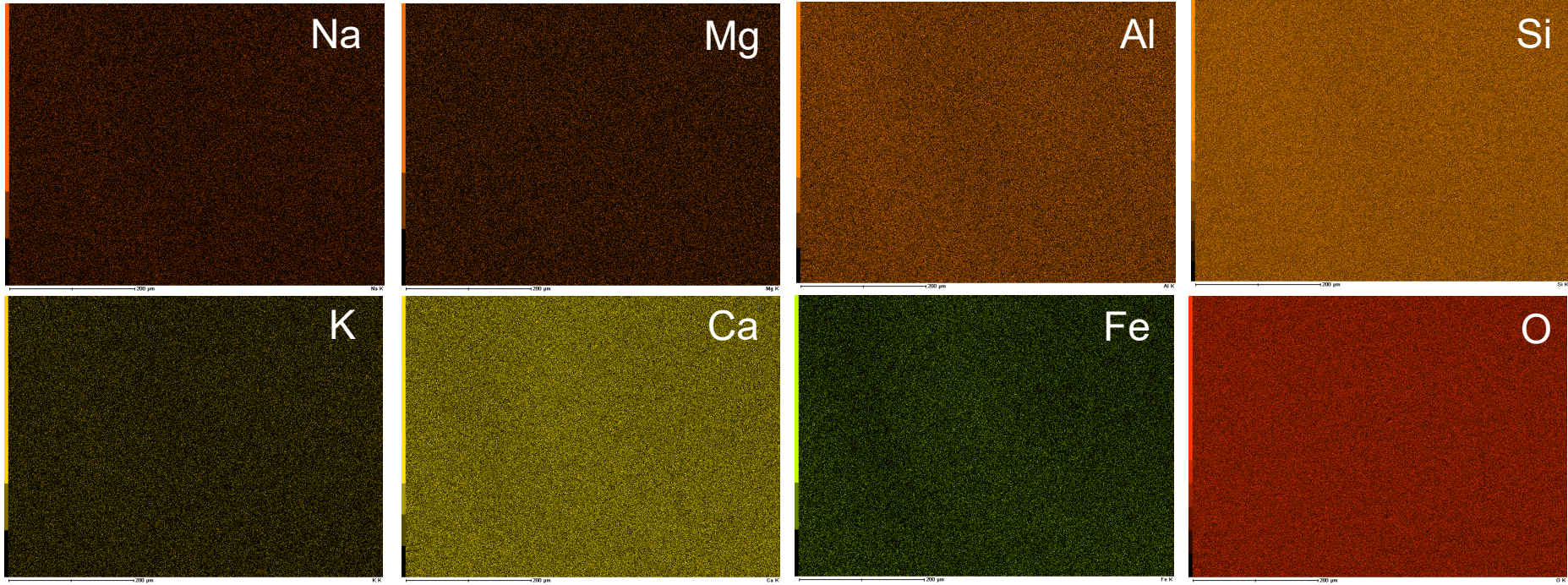
断面



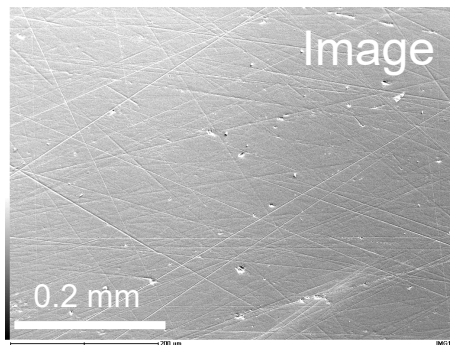
切断した溶融コンクリートの外観



# 熔融したコンクリート試験片のSEM/EDX分析



## ① 溶融箇所 (黒色)



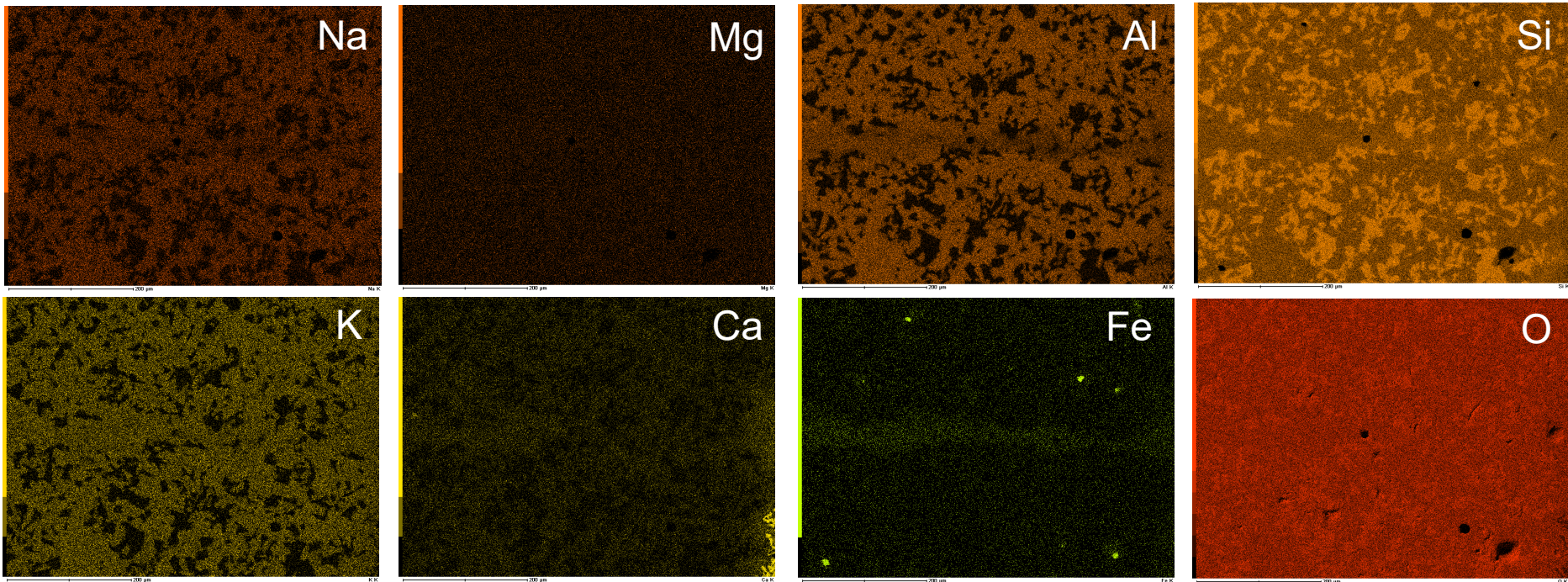
	全体
Na	2.5
Mg	2.6
Al	8.4
Si	58.5
K	1.2
Ca	21.8
Fe	5.0

(at%)

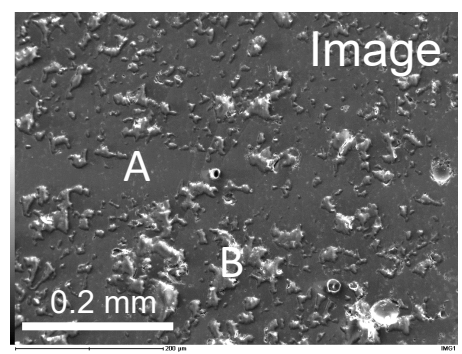
- 均質、光沢あり
- 多くの元素を含み、溶け残り箇所と比較して、Ca、Fe、Mgが多い



# 熔融したコンクリート試験片のSEM/EDX分析



## ② 溶け残り箇所

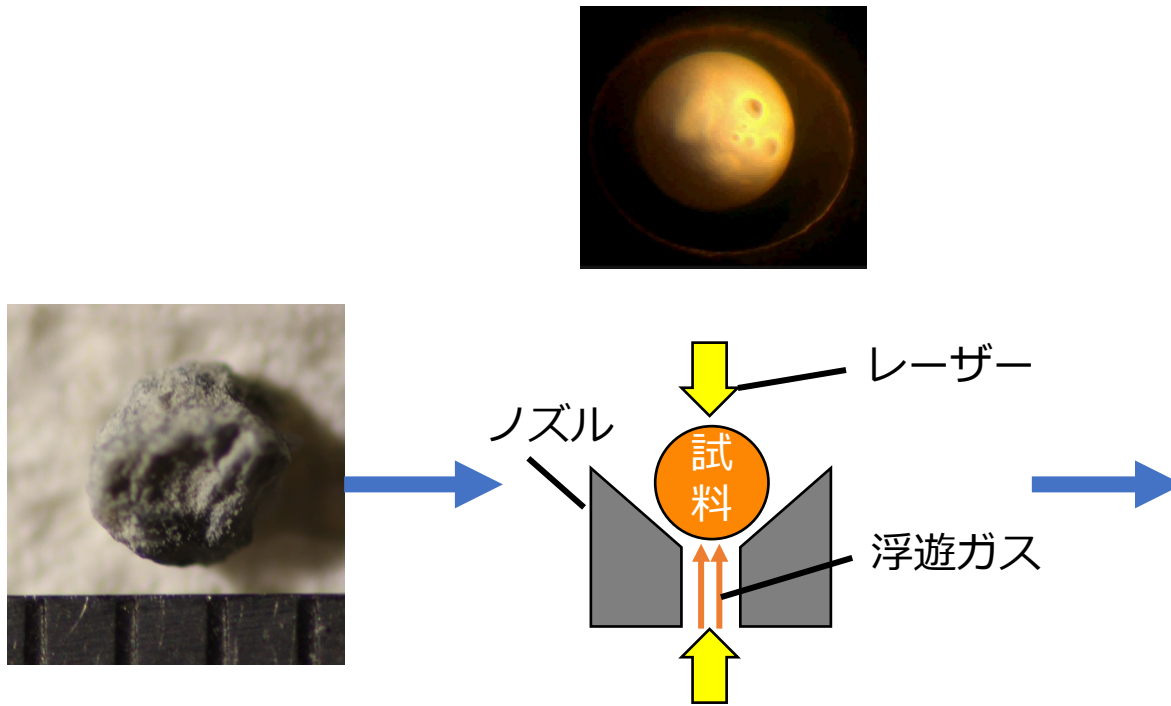


	A多Si	B少Si
Na	-	6.2
Mg	-	-
Al	0.6	12.3
Si	99.1	75.6
K	0.1	4.4
Ca	0.1	1.5
Fe	-	-

(at%)

- 不均質、碎石と思われる
- 石英 (SiO<sub>2</sub>) が見られる
- Fe、Mg (、Ca) をほとんど含まない

# 粗骨材の溶融試験



福島県新田川産  
の粗骨材

ガス浮遊溶融法によ  
り完全に溶融

溶融後の粗骨材の  
外観

- 粗骨材をガス浮遊溶融法により溶融
- 溶融後の粗骨材は光沢のある黒色ガラス状



## 2. 600℃で8日間保持する加熱試験



福島県新田川産の粗骨材を用いて作製した鉄筋入りコンクリート



600℃8時間



- 外観上は変化なし

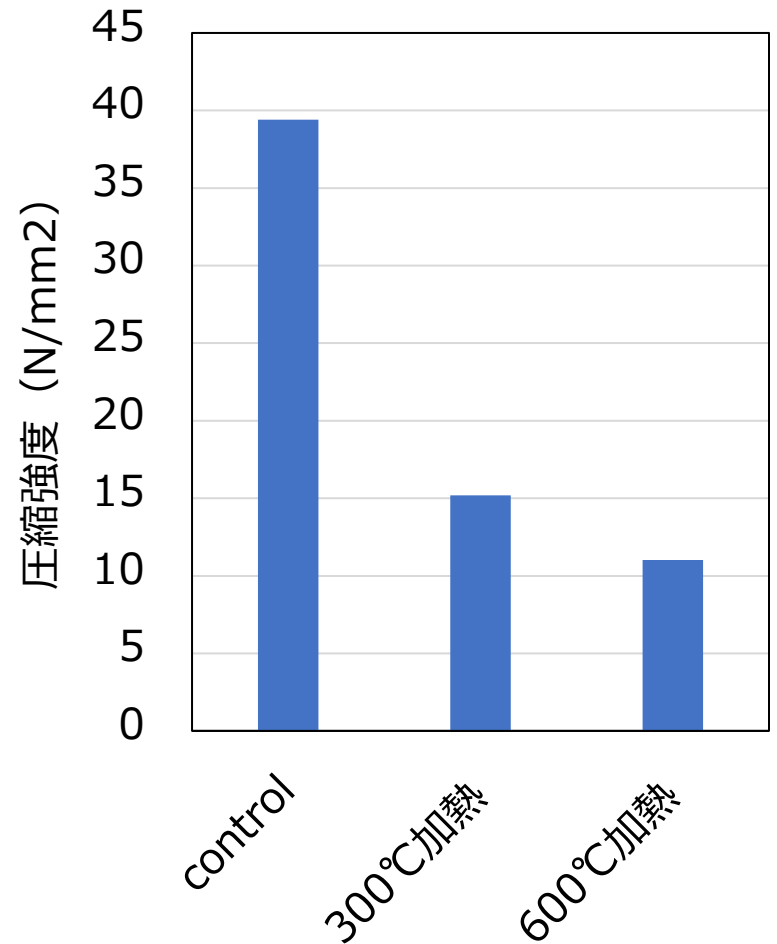
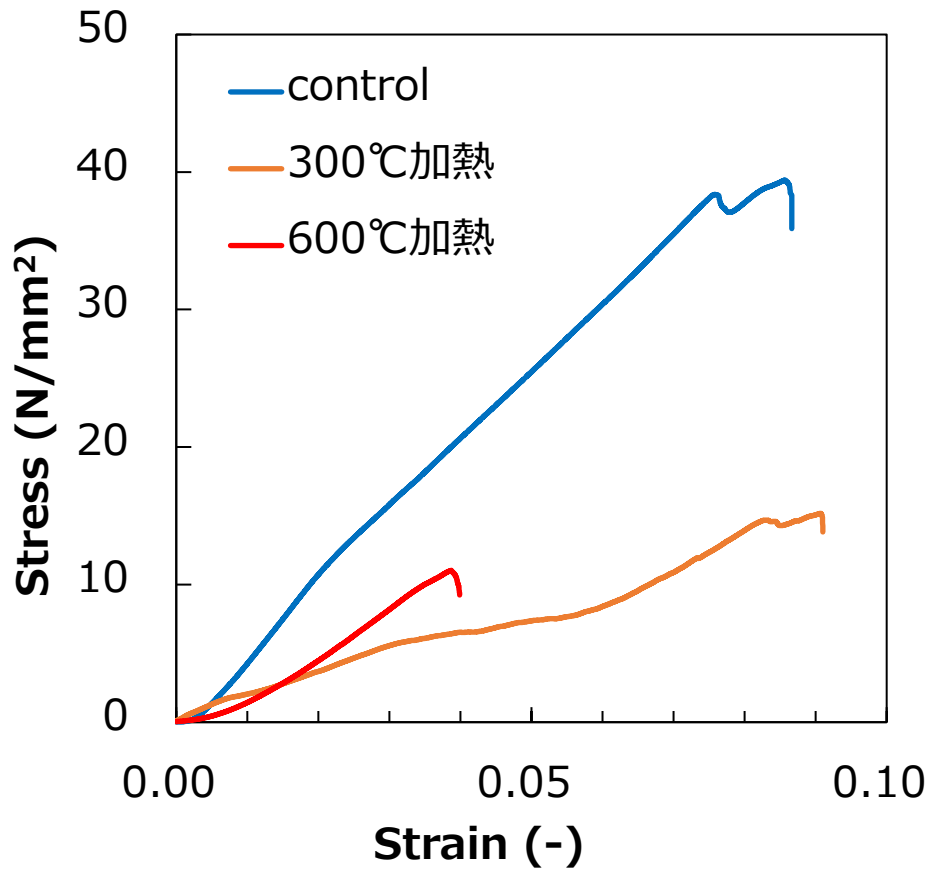
600℃8日間



- 表面にひび
- 脆くなっていた
- 純粋及び海水に漬ける試験を実施中

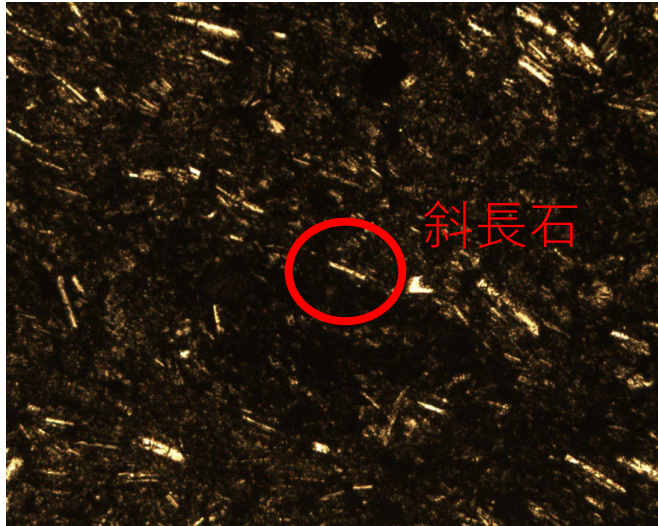


# コンクリートの圧縮試験



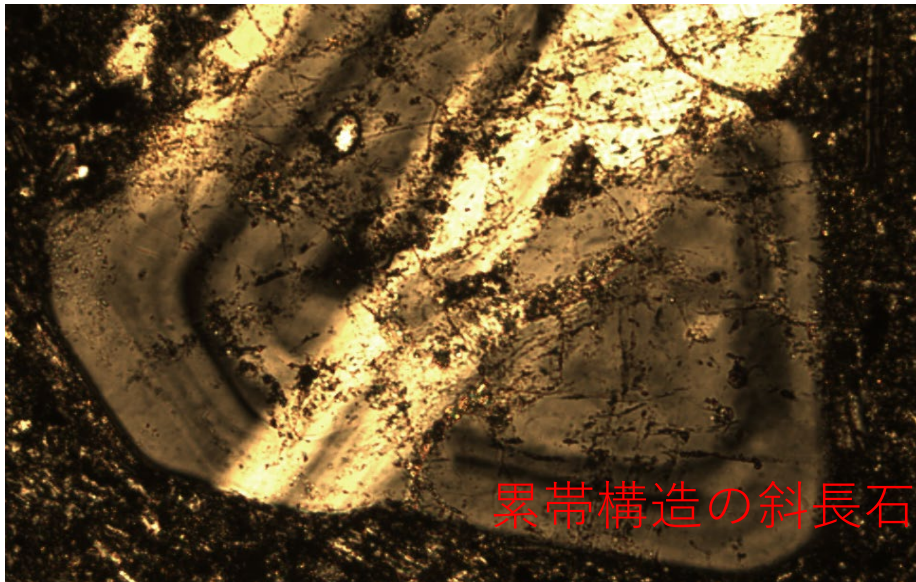
- 加熱試験後のコンクリートの圧縮試験を実施
- 強度は保持温度とともに急激に減少し、600°Cで1/3以下となった

### 3.新田川産粗骨材切片の偏光顕微鏡観察

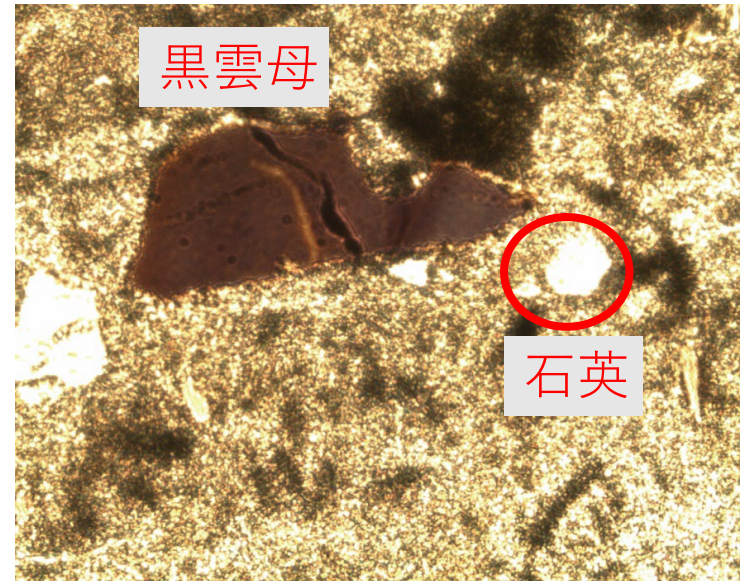


100 μm

- 全体の80%がアモルファス、20%が石英や斜長石の斑状組織を持つ→急冷された火山岩の特徴
- 黒いアモルファス内に短冊状や累帯構造の斜長石や石英、黒雲母が存在
- 含有鉱物より安山岩の可能性
- Siはアモルファスと結晶として存在する



100 μm



100 μm

# まとめ

**概要** 大阪大学の研究グループ「1F-2050」では、1号機のコンクリートの破損と堆積物生成に関して2つのシナリオを提案し、検証試験を実施している。今回は検証試験の進捗を報告した。

## 1. 溶融したコンクリートの分析

- 溶融したコンクリートを切断し、断面を観察したところ、溶融したと思われる箇所と溶け残り箇所の2つの領域に分けられることが分かった。
- SEM/EDXにより微細構造と元素分布を調べたところ、溶融したと思われる箇所は均質で溶け残り箇所と比較して、Ca、Fe、Mgが多かった。
- 溶け残り箇所は不均質であり、石英 ( $\text{SiO}_2$ ) とと思われる相が見られたが、一方でFe、Mg (、Ca) は殆ど含んでいなかった。

## 2. 600℃で8日間保持する加熱試験

- 8日間保持したコンクリートはひびが入り、強度は1/3以下になっていた。

## 3. 新田川産粗骨材切片の偏光顕微鏡観察

- 全体の80%がアモルファス、20%が石英や斜長石の斑状組織を持つ。

**提言** コンクリートが熱により溶融した場合、黒色ガラス質の物質が形成されると思われる。この存在が確認されていない現状では、(1) コンクリートの高温での溶融シナリオの可能性は低いと考えている。炉内調査では、コンクリート破損箇所と健全な個所の境界に黒色ガラス質の物質が存在するかを確認していただきたい。コンクリート破損の原因としては、600℃程度の温度にさらされて脆くなることで機械的に破壊した可能性もあると考えている。

大阪大学1F-2050は、コンクリートと海水、水及び水蒸気との反応試験を実施予定。11/11