

炭層の燃焼・ガス化により発生する
破壊き裂の評価に関する
基礎的研究

北海道大学大学院工学研究院
岩盤力学研究室
児玉淳一

発表内容

- UCGで発生する石炭内のき裂の特徴
- き裂の発生のメカニズム
- 大規模UCGにおけるき裂の発生の可能性

人工炭層を用いたUCG模型試験



(試験炉内の鋼製タンク)



0.5~1m

(人工炭層に使用した塊炭:美唄層砂子炭鉱より採取)

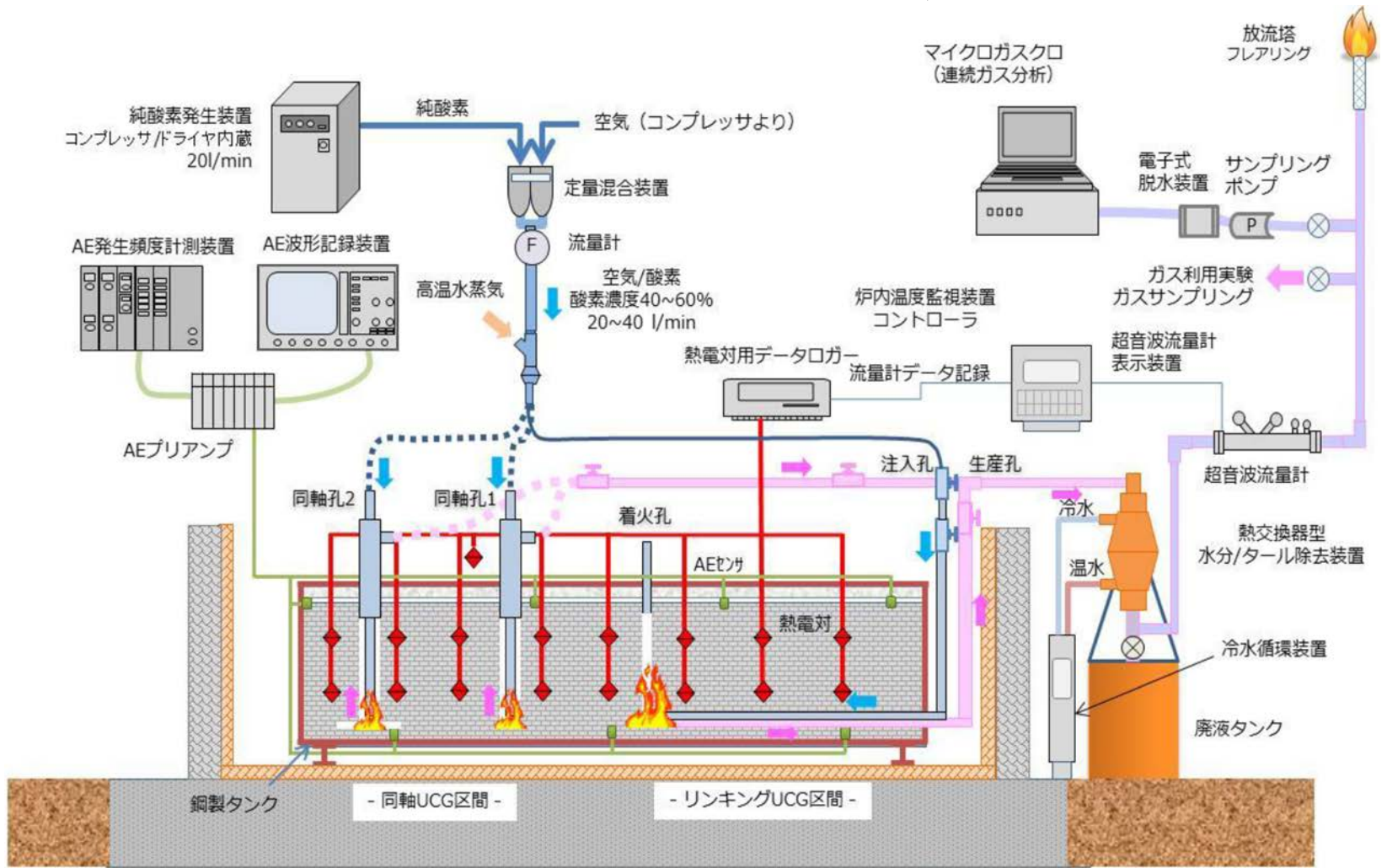


(セメントと粉炭の充填)



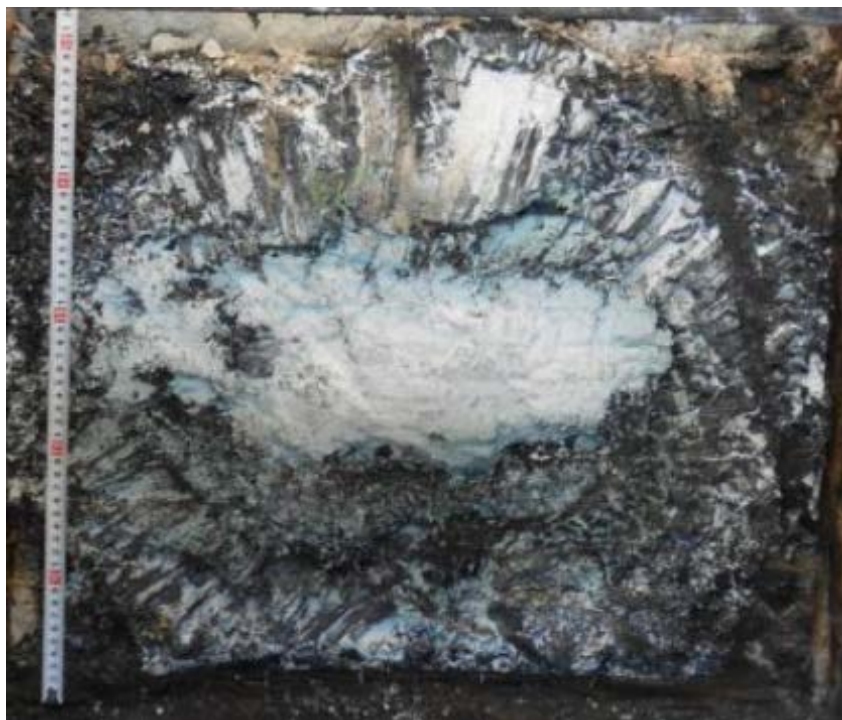
(作成後の人工炭層)

UCGの大型模型実験



- 供給ガスの流量: 10~30L/min
- 酸素濃度: 55~80%

実験後の供試体の断面

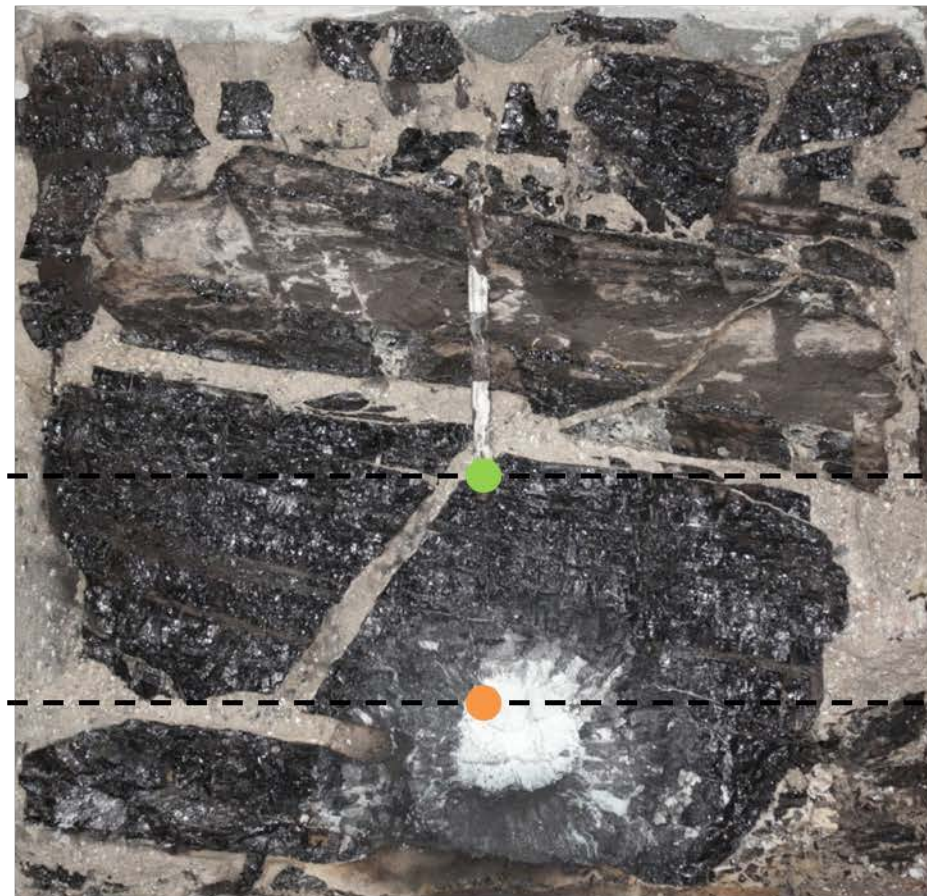
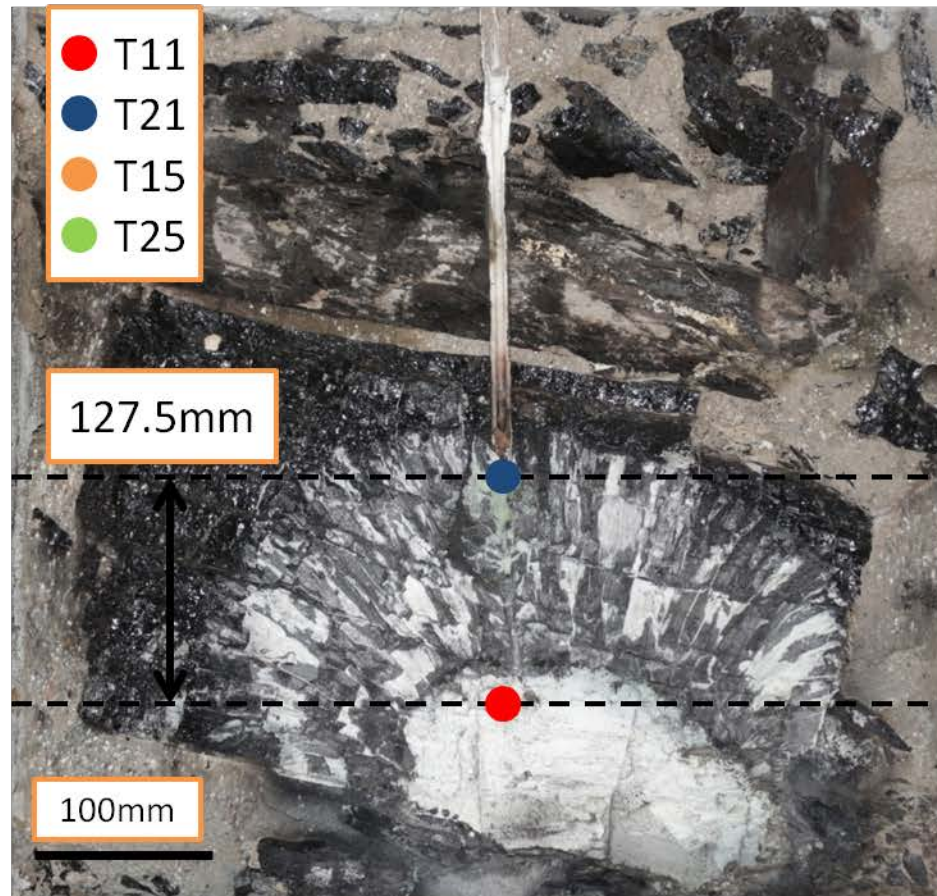


- 燃焼・ガス化終了後に石膏を注入
- 燃焼空洞から放射状にき裂が発生

実験結果:2断面の比較

燃焼・ガス化が活発な断面

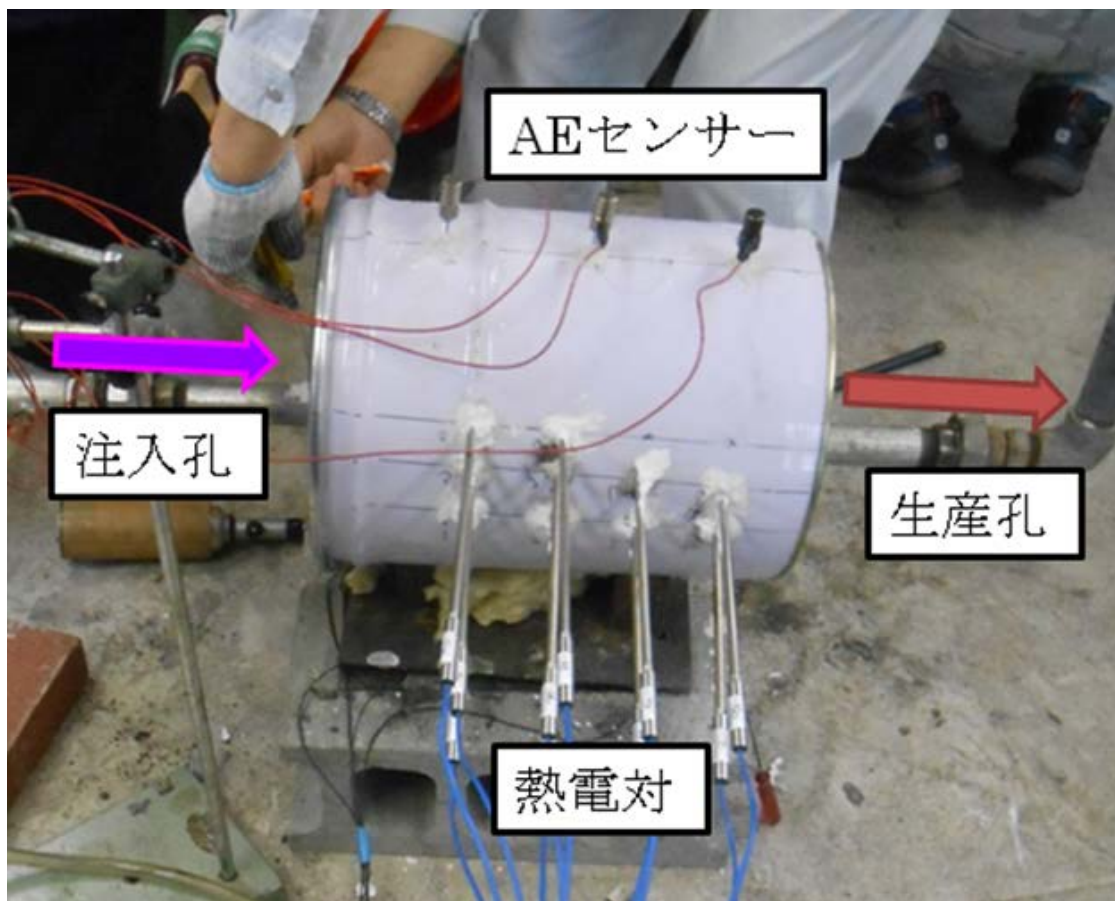
燃焼・ガス化が不活発な断面



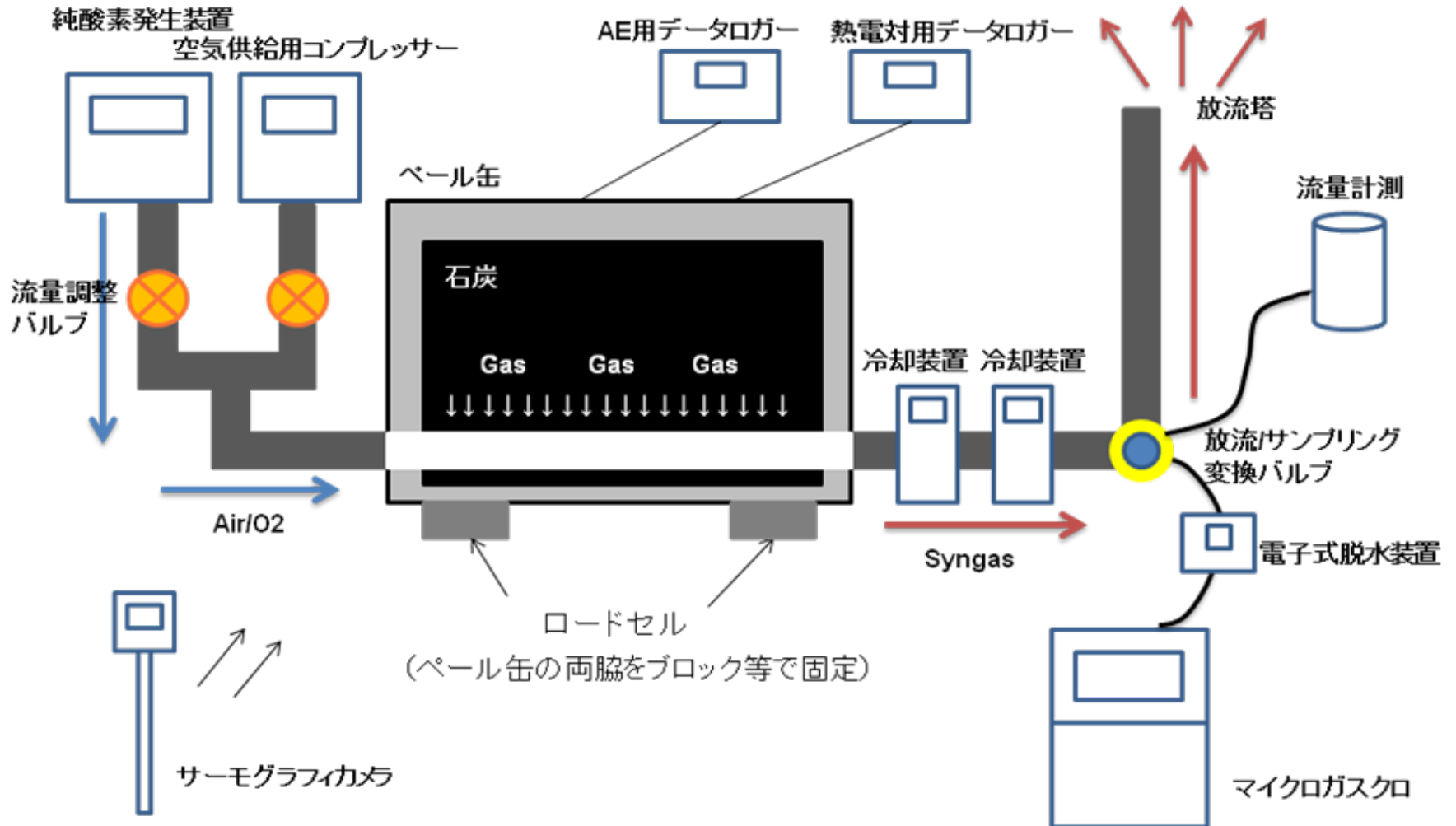
A断面

B断面

ペール缶を用いた小規模UCG模型実験



実験システムの概略

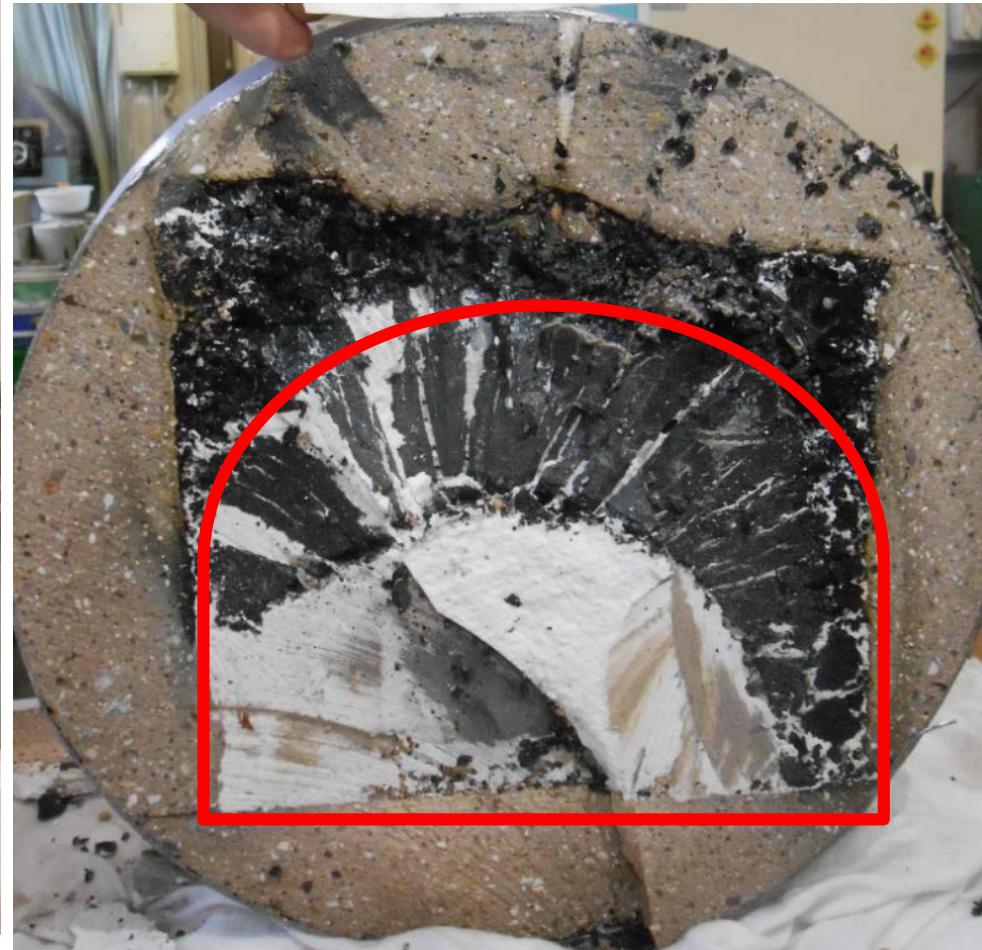


供試体断面の観察

実験1(塊炭)



実験3(粉炭B)



- 燃焼・ガス化終了後に石膏を注入
- 燃焼空洞から放射状にき裂が発生

供試体断面の観察

- 実験1(塊炭)



- 実験3(粉炭B)



発表内容

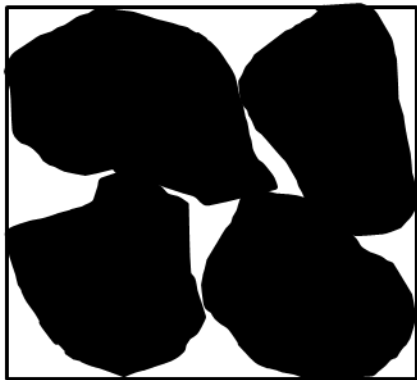
- UCGで発生する石炭内のき裂の特徴
- き裂の発生のメカニズム
- 大規模UCGにおけるき裂の発生の可能性

微粉炭固結のメカニズム

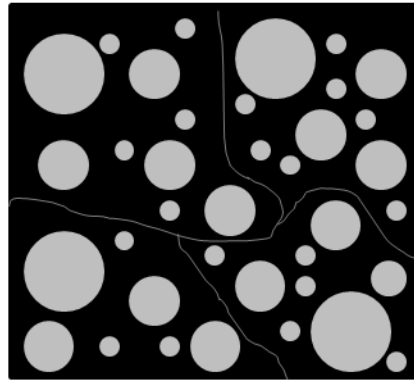
石炭の乾留時に見られる現象

- - 領域Ⅰ：熱膨張領域 (20°C - 430°C)
- - 領域Ⅱ：軟化溶融領域 (430°C - 500°C)
- - 領域Ⅲ：熱収縮領域 (500°C -)

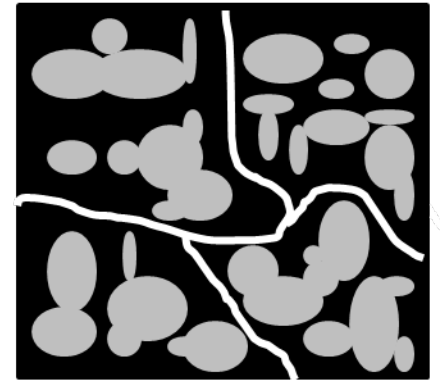
熱分解前



軟化・膨張による接着



再固化・収縮によるき裂

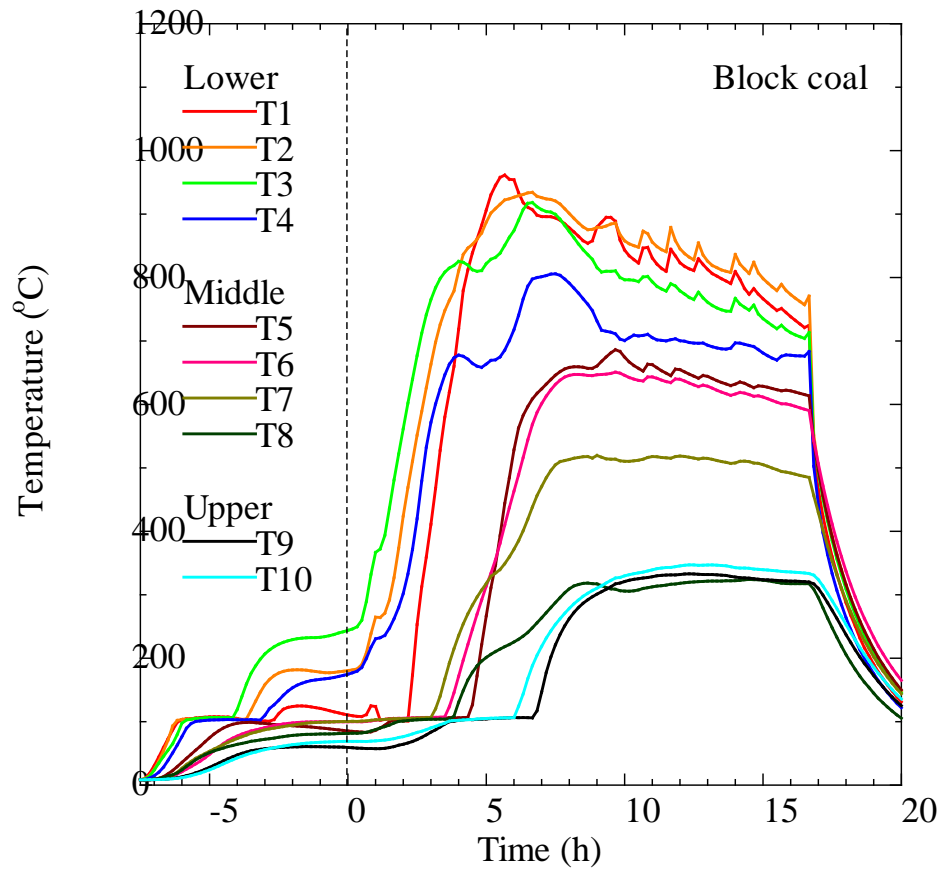


■ 石炭粒子 □ 空隙

● 気泡

高分子の縮重合

模型実験における石炭の温度



- 1000°C近くまで上昇

UCGにおけるき裂の発生の可能性

- UCG模型実験においても温度は500°C以上
- 微粉炭の乾留過程と同様
- 高分子の縮重合による熱収縮によりき裂が発生

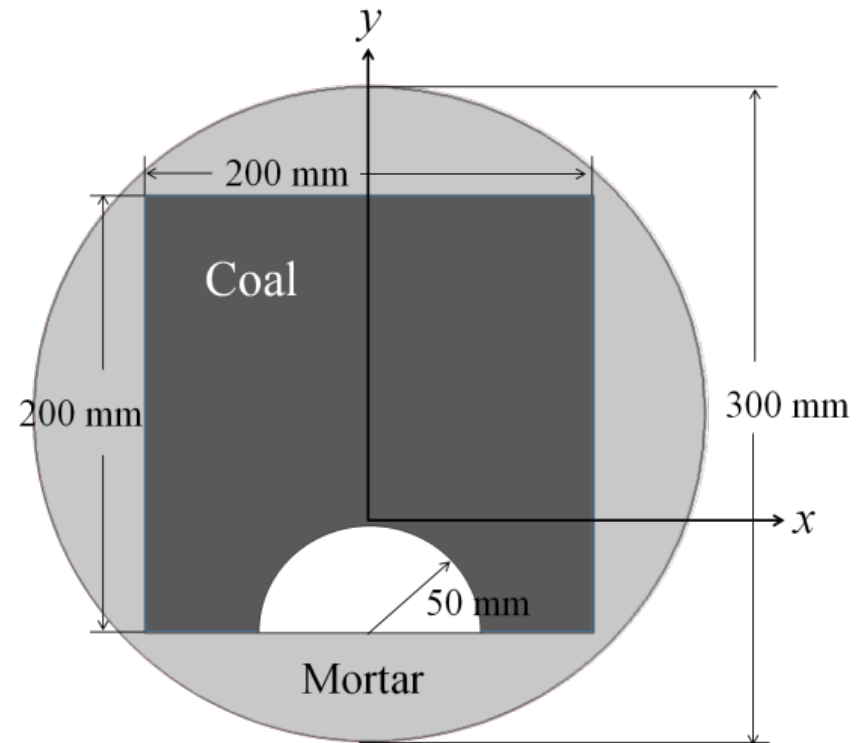
コンピュータシミュレーション

- ペール缶を用いたUCG模型試験を対象
- 500°C付近から体積収縮すると仮定
- 2次元で熱伝導と熱応力の連成解析を実施
- 燃焼空洞周辺の温度と応力状態を推定
- 放射状き裂の形成メカニズムについて考察

解析モデル



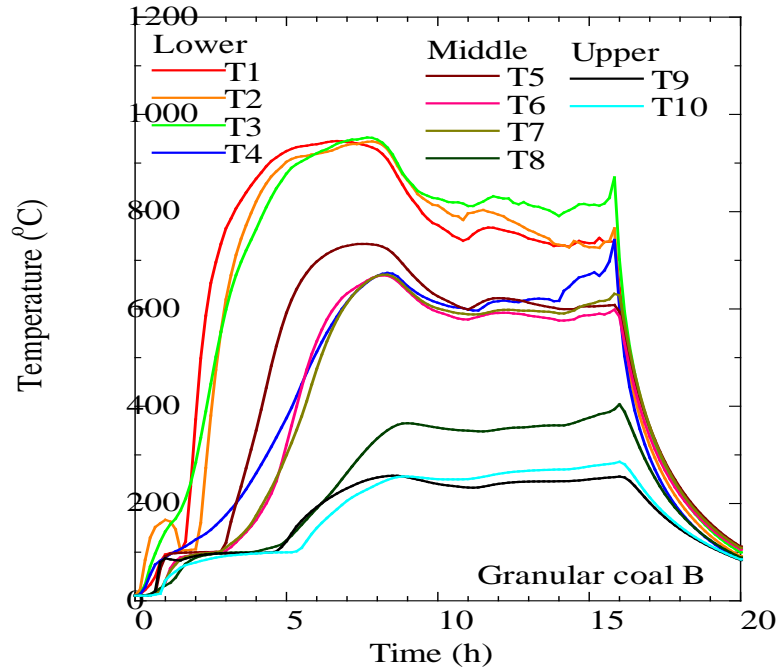
供試体の断面(実験)



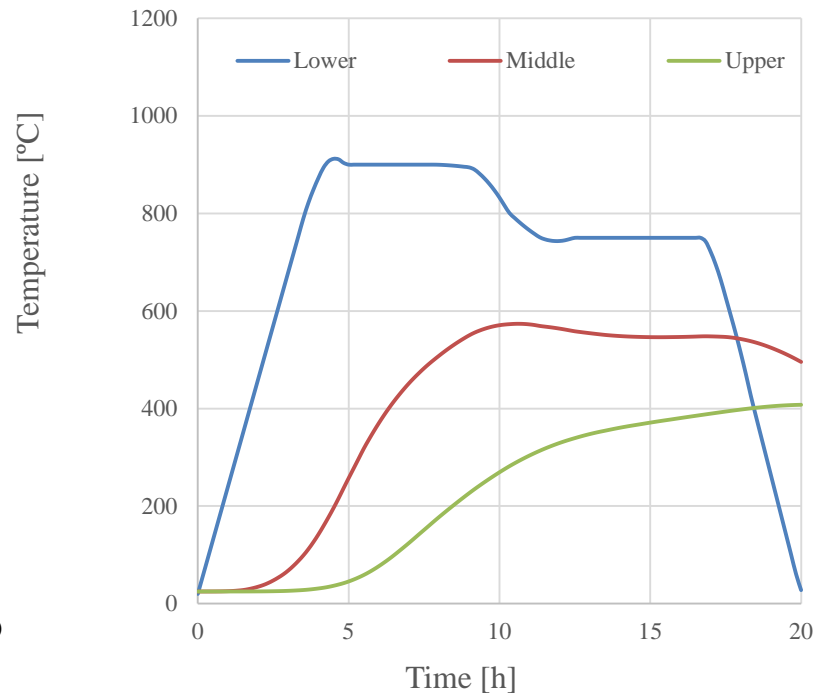
解析モデル

- 石炭と周囲のモルタルをモデル化
- 外周は変位拘束, 断熱境界
- 燃焼空洞表面の温度を変化

燃烧空洞表面と内部の温度



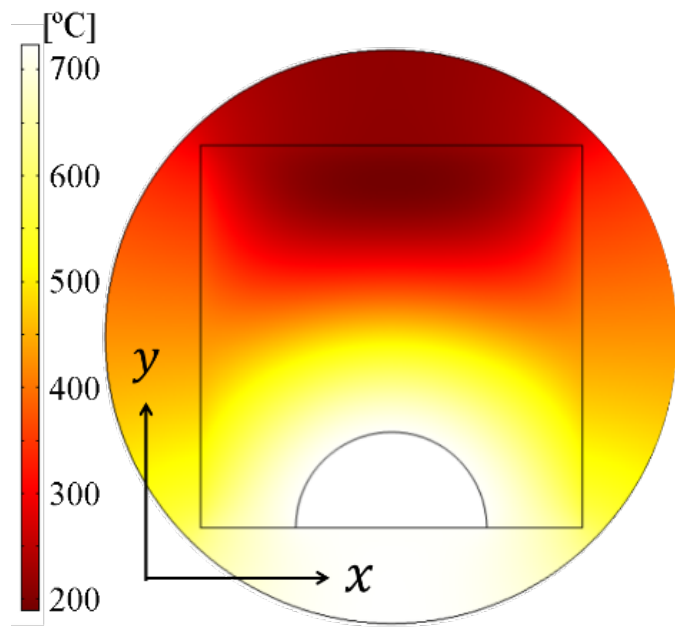
実験結果



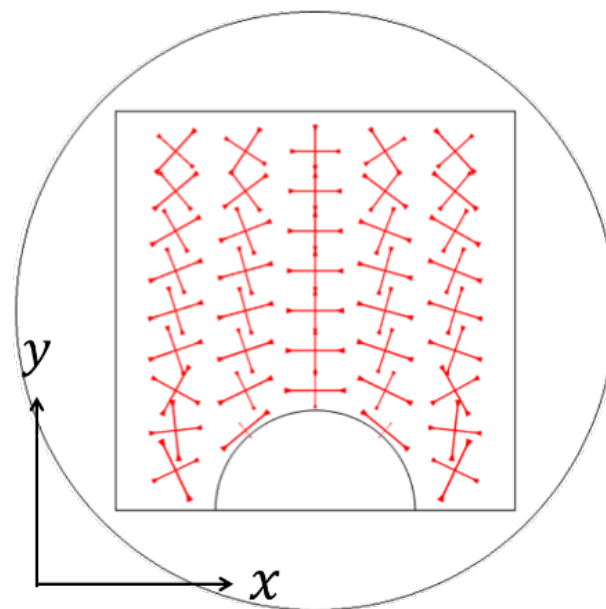
解析結果

- 燃烧・ガス化プロセスの温度変化をおおむね表現

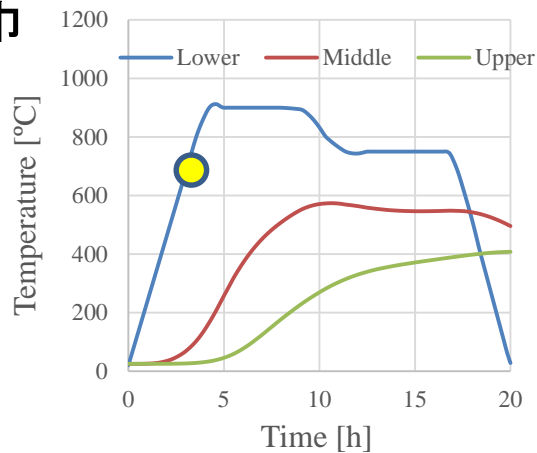
温度と最大主応力の分布（解析A）



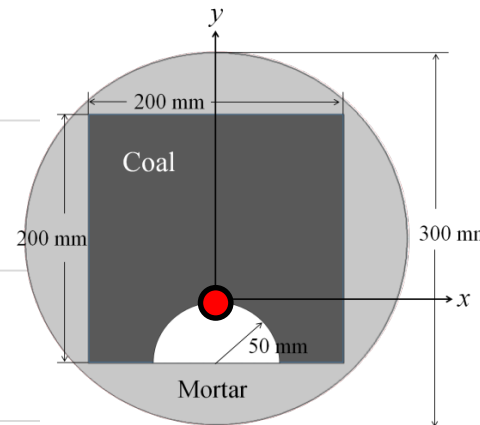
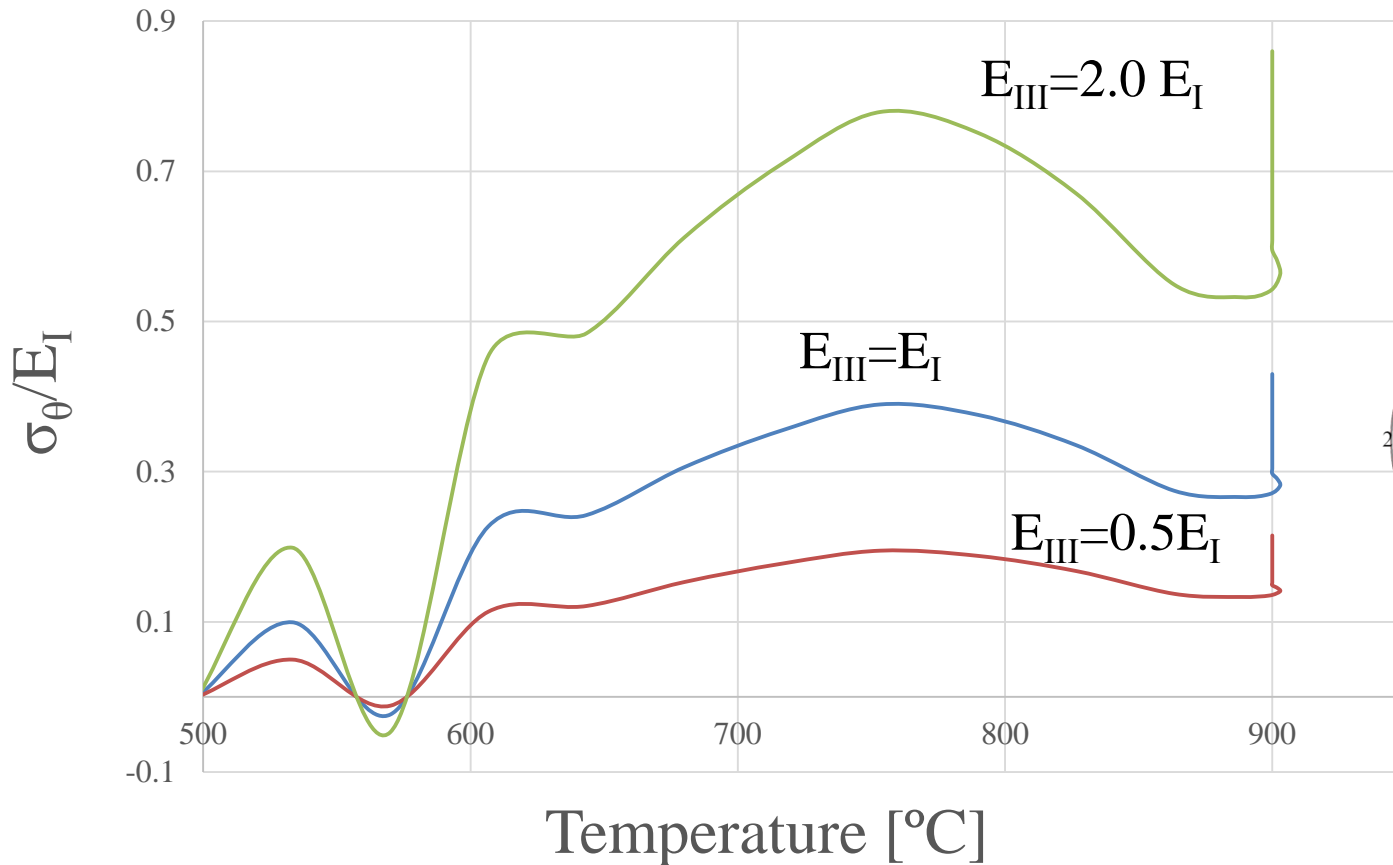
温度分布



主方向

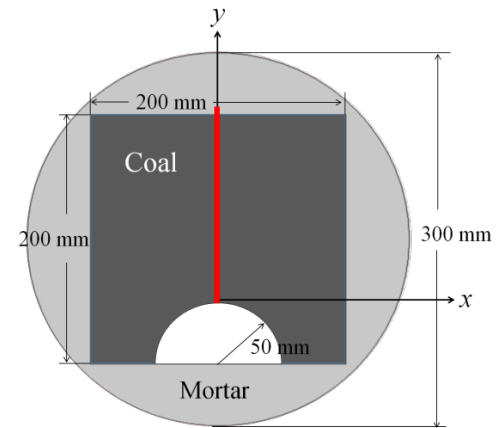
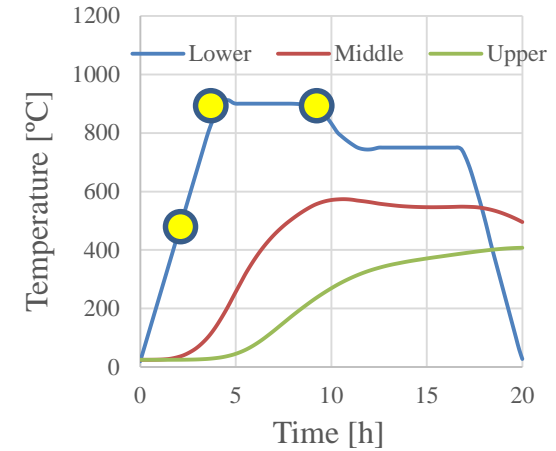
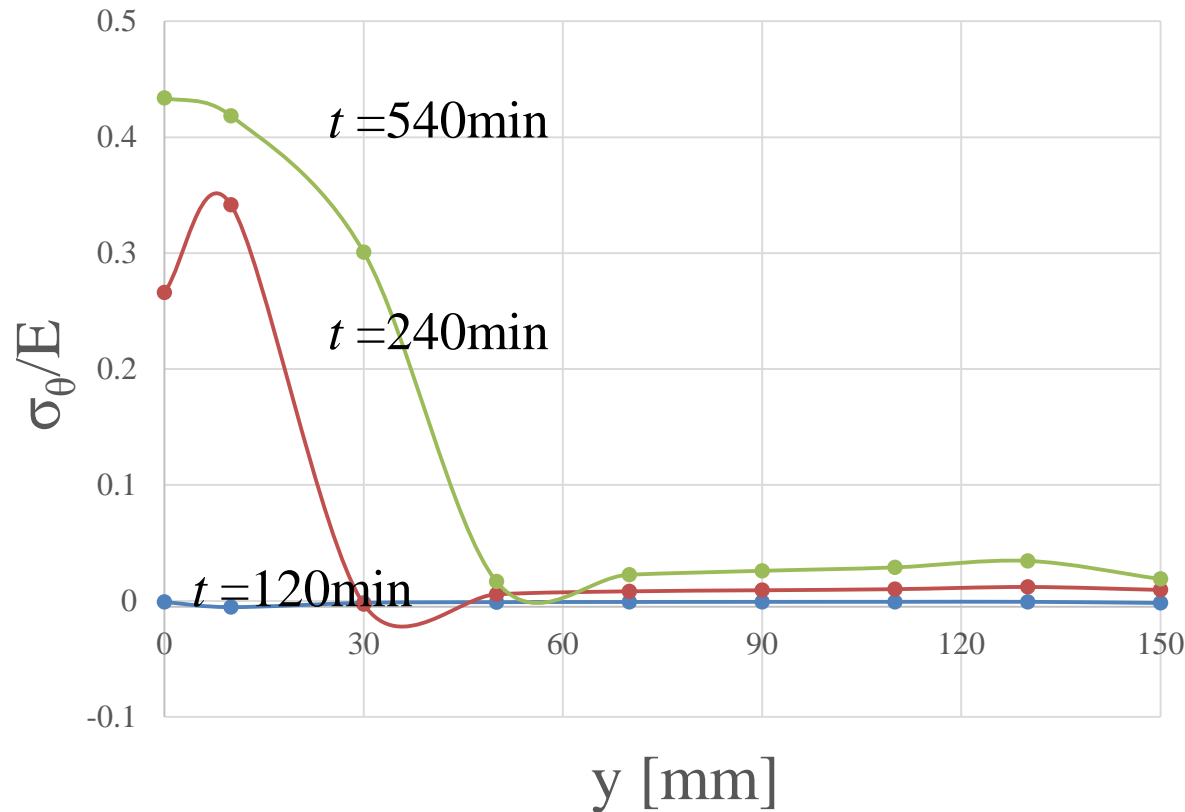


燃焼空洞表面の接線応力(解析B)



- 領域IIIでの応力増分

Y軸上の接線方向応力の分布

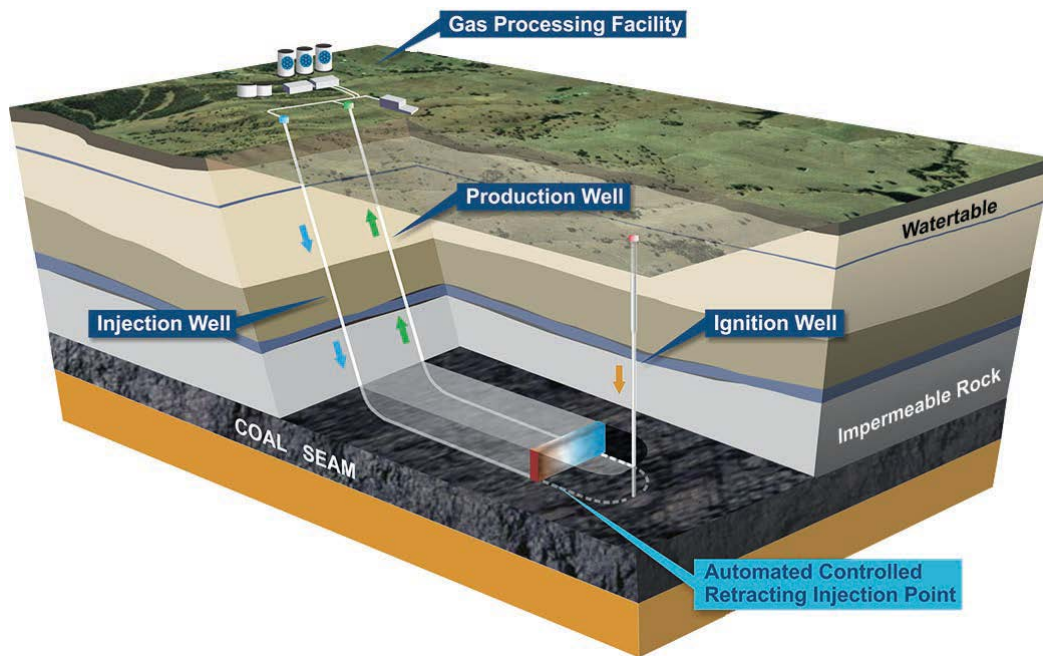


- 石炭部分である150mmまで応力状態は引張

発表内容

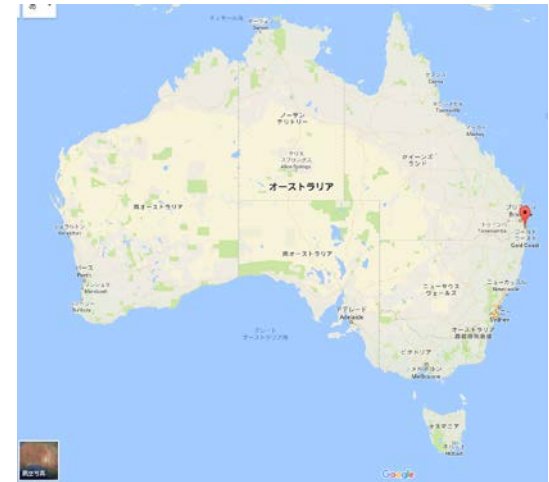
- UCGで発生する石炭内のき裂の特徴
- き裂の発生のメカニズム
- 大規模UCGのシミュレーション

フィールドスケールのUCG



サイト地下概念図

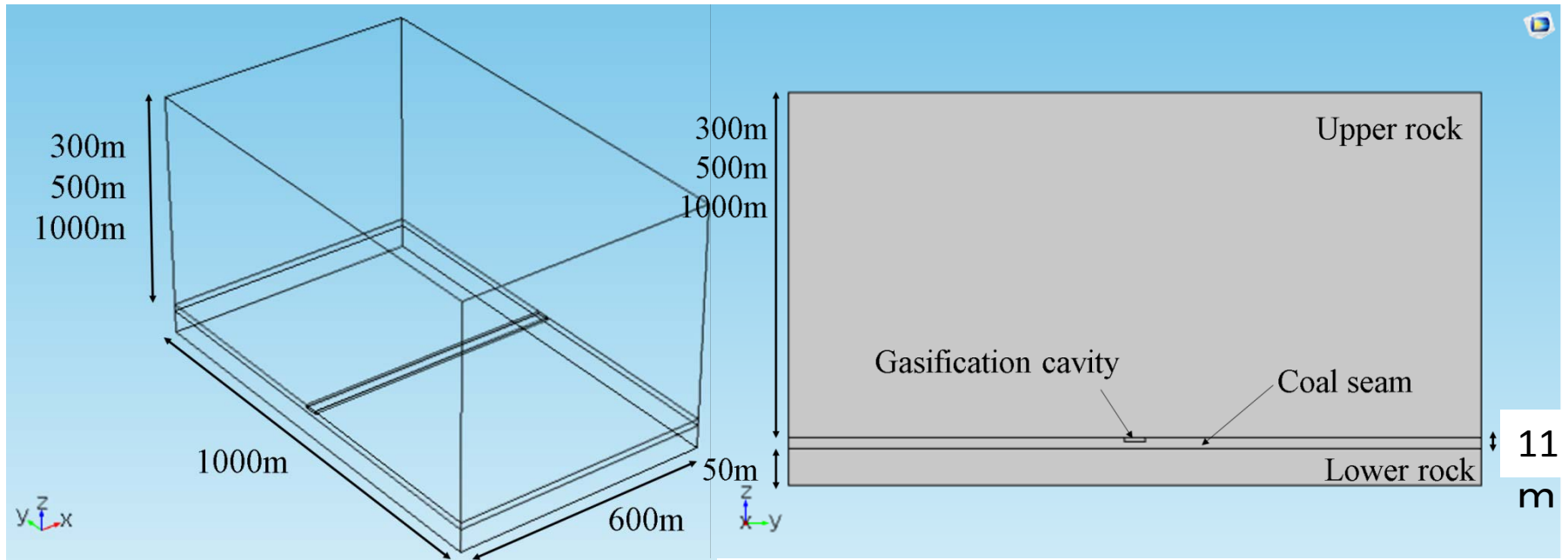
Bloodwood Creek



上空からのサイトの写真

解析モデル

- 石炭層の深度 : 300m, 500m, 1000mの3パターン
- 石炭層の厚さ : 16m
- ガス化範囲をGasification cavityと設定
- その他のパラメータは文献に基づいて設定

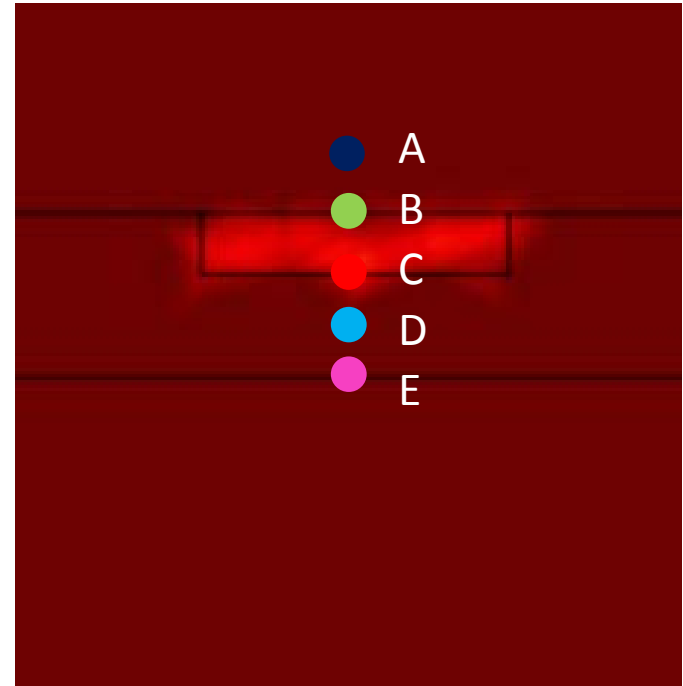
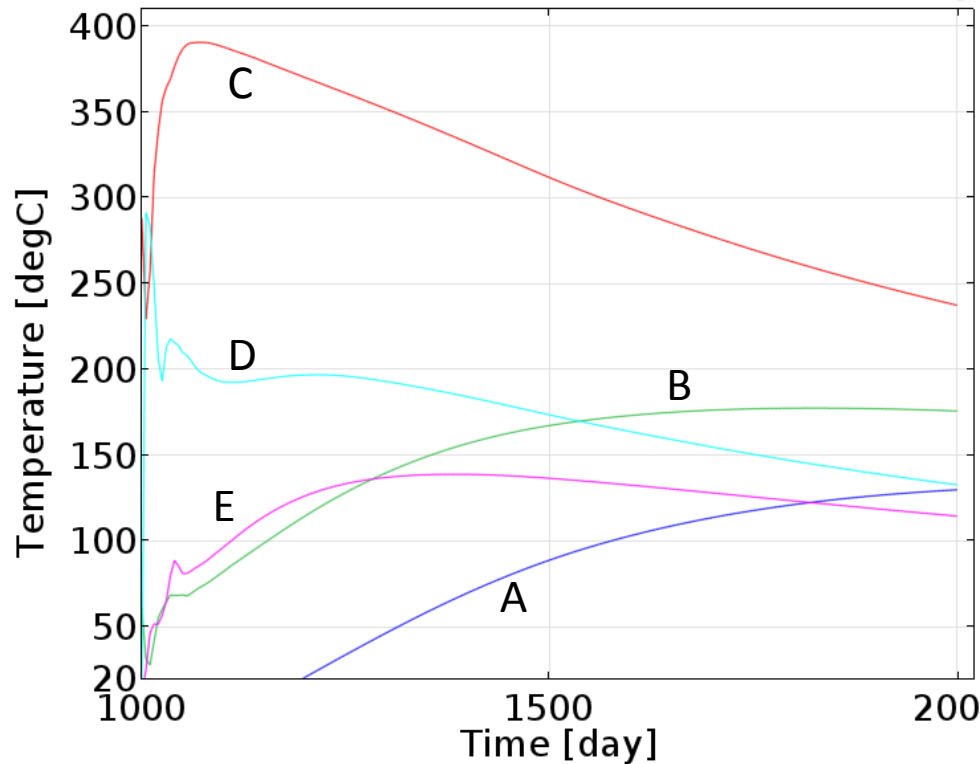


モデル概略図

y-z 断面

解析結果：X=300m断面での温度分布

X=300m断面での温度分布



- ・石炭層内3m間隔での温度分布
- ・十分な温度上昇はみられなかった

今後の課題

- 三笠のUCGサイトの解析モデルの作成
- 石炭層の燃焼に伴う温度の推定