

技術開発の概要

実施項目 A：光ファイバセンサーの空間分解能向上のための信号処理技術の開発
(担当機関：OKI)

光ファイバの温度変化やひずみを、光ファイバを伝搬する光信号の反射光に生じる周波数変化から精度良く抽出する自己遅延ホモダイン信号処理方式(*7)を新規に開発し、長さ 500m の光ファイバの任意の場所に生じた温度とひずみの変化を 10cm の位置精度で瞬時に計測する技術を実現します。

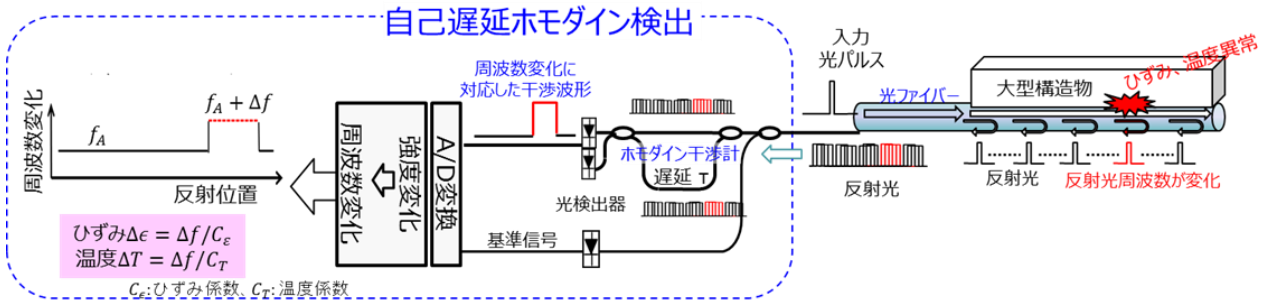


図 1：自己遅延ホモダイン光ファイバセンサーの原理

実施項目 B：光ファイバを 750℃で長期間使用可能とするためのコーティング技術の開発
(担当機関：電中研)

既存のコーティングファイバの実験データをもとに機械学習(*8)を適用することで、より高温に強いコーティング材料組成を選定し、試作評価を繰り返すことで 750℃の超高温環境下で長時間使用可能な光ファイバコーティング技術を開発します。

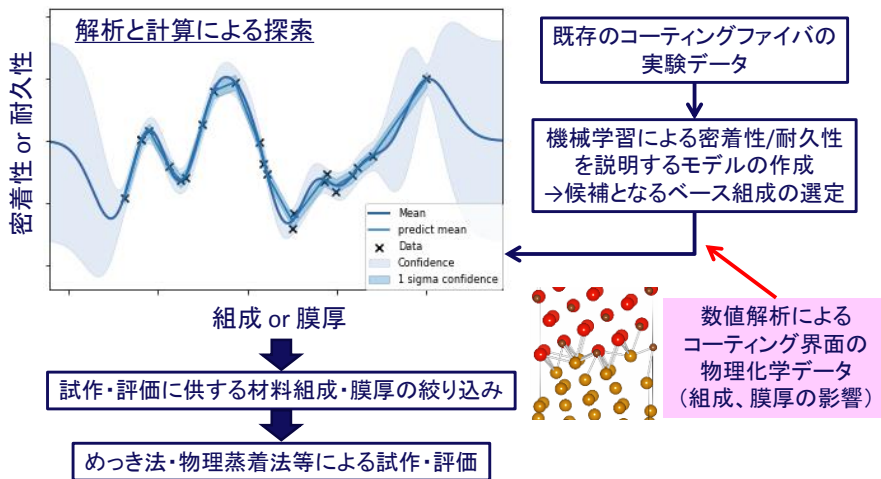


図 2：超高耐熱光ファイバコーティング技術の開発

実施項目 C：750℃で長期間使用可能で計測精度の高い光ファイバセンサーの開発
(担当機関：電中研、中国電力、北海道電力、非破壊検査)

実施項目 B で開発した超高耐熱光ファイバを用い、(1)燃焼ガス中で伝熱管の表面温度(最高 750℃)を 10,000 時間以上、10cm 間隔、計測時間 1 秒で分布計測可能で、内部での自然対流を抑えた微小径導管を用いた光ファイバ温度センサー、(2)配管系統の軸方向ひずみを 750℃で 10,000 時間以上、10cm 間隔、計測時間 1 秒で分布計測可能な光ファイバひずみセンサー、(3)750℃で 10,000 時間以上安定して使用可能な、き裂モニタリング用の光ファイバ AE センサーを開発します。

実施項目 D : 大規模クリープ解析技術およびそれを用いたデジタルツイン技術 (担当機関 : 大阪府立大)

溶接部向けの高速度解析ツールである理想化陽解法 FEM にクリープ損傷解析技術を導入することで、実用上十分な速度での実構造規模でのクリープ解析技術を開発します。

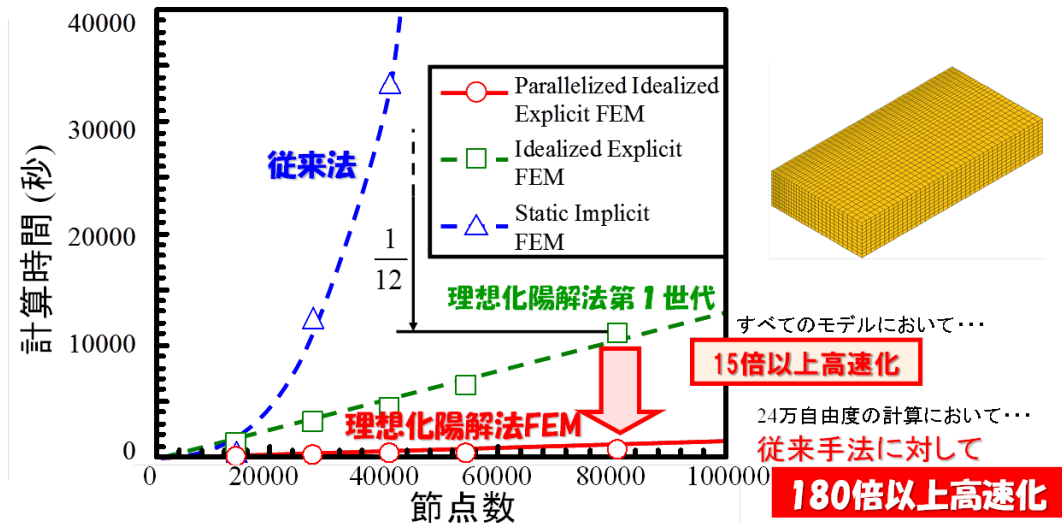
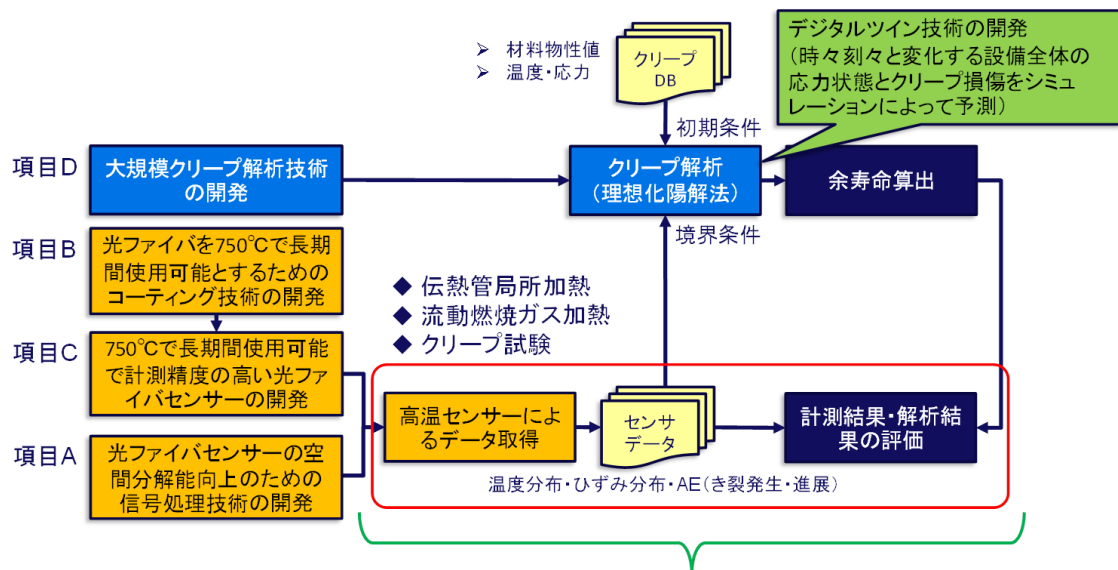


図 3 : 理想化陽解法 FEM による実構造大規模クリープ解析の高速化

実施項目 E : オンライン監視システムの構築および実証

(担当機関 : 電中研、中国電力、北海道電力、OKI、非破壊検査)

実施項目 A から D で開発した個別要素技術を組み合わせ、超高耐熱光ファイバセンサーで得られた各種データを大規模クリープ解析シミュレーションに投入することで、リアルタイムで高温環境下の大規模システムの応力状態とクリープ損傷をシミュレーションで予測可能なオンライン監視システムを構築し、実証実験でその効果を確認します。



項目 E. オンライン監視システムの構築および実証

図 4 : オンライン監視システムの構成

<用語説明>

***7 自己遅延ホモダイン信号処理方式：**

検出すべき光信号を二分岐した後、一方を時間的に少し遅らせて再び合波することにより、同じ信号の時間的に異なる部分同士を干渉させる方式。光信号に周波数変化があると、周波数変化の程度によって干渉波形が変化するため、干渉波形の変化から光信号に生じた周波数変化を逆算することが可能となる。

***8 機械学習：**

コンピュータに実験などで得られたデータを読み込ませ、様々なアルゴリズムに基づいてデータを分析し学習させる手法。従来では気づきにくいデータに潜む特徴や法則を見つけ出すことで、新しいデータを分析し予測することが可能となる。

以 上