

# 有限要素解析とセル・オートマトンによる環境適応型—形態創生— — 「計算」による形づくり —

## 1. 背景

これまで、CAEは主として数値実験的な意味合いで試作の前段階で用いられてきた。しかしながら、試作する直前の段階で不備が見つかったとしても、すでに形状はほぼできてしまっているため設計の自由度は限られる。ある段階まで設計が進んでしまうと、根本的な修正ができないのである。そこでシミュレーションの利点を活かして、設計の初期段階から何らかの指針を示せるツールが作れないかと考えた。

コンピュータの進歩は著しく、日々、活躍の場と役割を広めている。以前は計算量が多すぎて実質計算不可能であった現象が性能の向上により計算可能になってきているのである。

地球環境問題がますますクローズアップされ、グリーンテクノロジーへの取り組みは重要性を増している。そのような中で、シミュレーションにより、人が直面する社会問題を何らかのかたちで解決していこうという取り組みが行われてきている。

## 2. 目的

背景を踏まえ、無駄がほとんどないエコロジカルな形状をモデルが自ら形づくりシミュレーションシステムの構築を目指す。

## 3. 開発の内容

本システムは、有限要素解析と組み合わせ動作する。有限要素解析を行うための解析モデルを作成し、要素の増減ルールを定義した後、本システムを実行すると、増減ルールの条件が満たされるまで、モデル形状の更新と解析の実行を繰り返す。モデル形状の更新は、要素を増減することによって行われる。

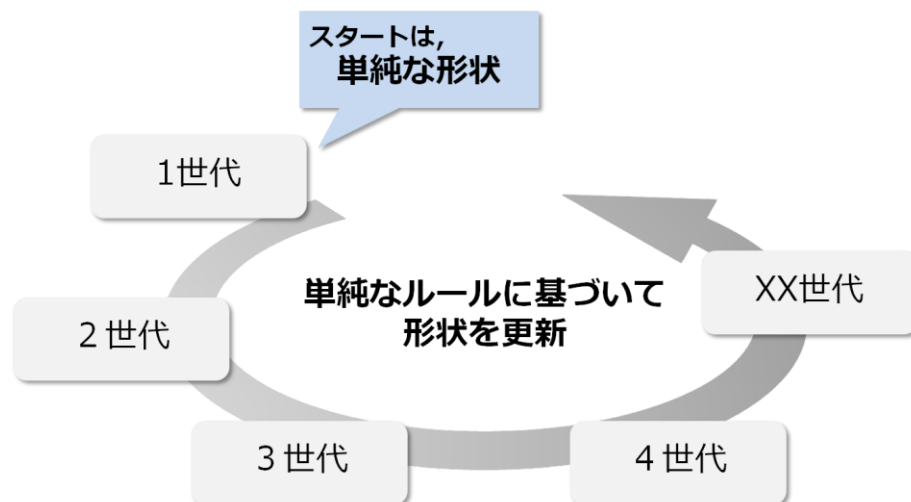


図 1

要素の増減ルールでは、材料が負荷に対して対応できる範囲を定義する。使用可能な要素は6面体要素で、格子状に並んだそれぞれの要素が、隣接する要素の影響を受けながら、要素を増やすか、減らすか、それとも何もしないか、その進むべき道を選択していく。境界条件は、節点の拘束のほか、剛体壁や他の変形体と接することによって与えられる。ただし、接触

の場合、接触面は滑らかである必要がある。  
 本システムは通常何度か解析の実行を繰り返すため、処理速度の向上が重要である。そのためアルゴリズムを見直し、以前と比較して計算速度を速めることができた。  
 中央に集中荷重を受ける両端固定の梁の例を図 2、図 3 に示す。

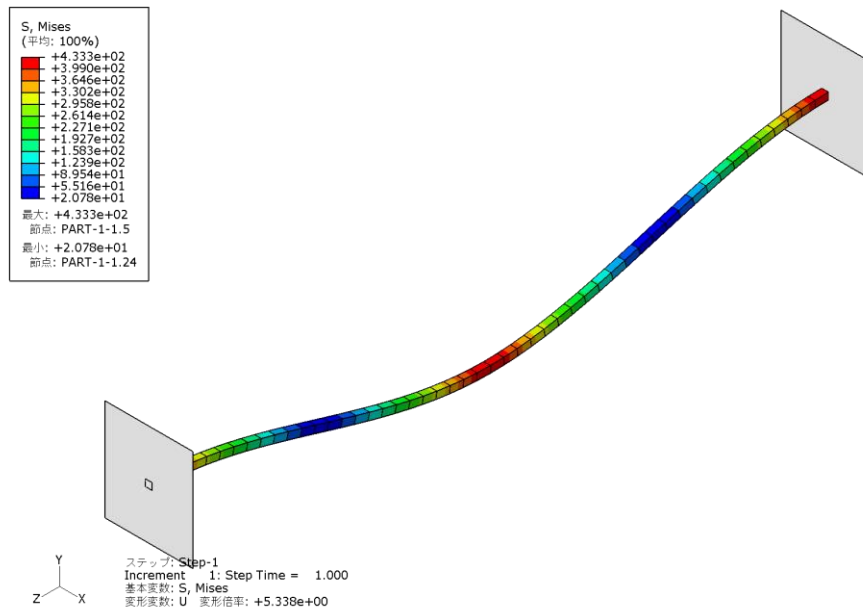


図 2 初期モデル（変形図）

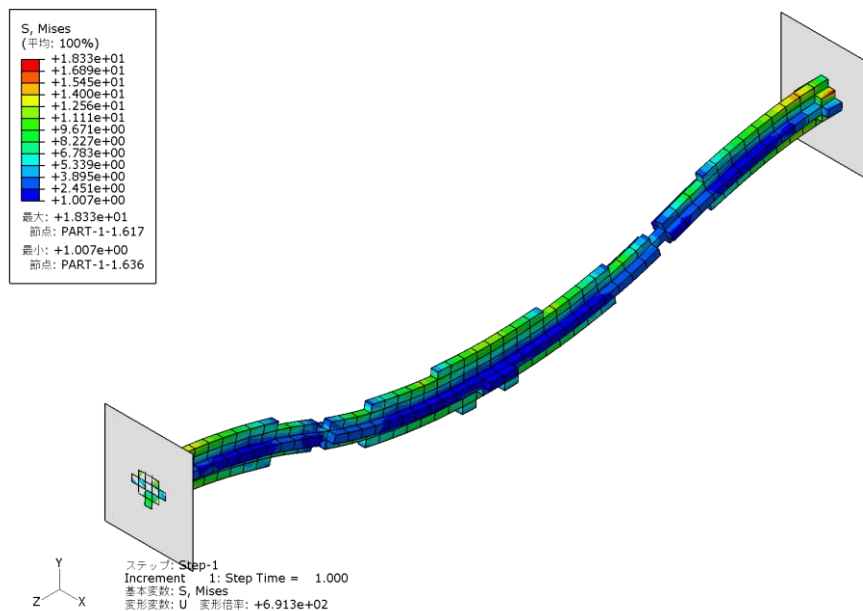


図 3 システム終了時のモデル（変形図）

- 従来技術（または機能）との相違  
 従来、CAE 解析の多くはあらかじめ寸法が決められた解析対象物を図面をもとにモデル化して解析を行っていた。しかし、開発したソフトウェアは、解析することによって形状をつくりだす。

一方、以前から行われてきた有限要素解析におけるセル・オートマトンのシステムをみると、要素が存在することが許される固定設計領域が設けられており、その中で形状を形作っていた。しかし、本システムでは、そうした領域を持たず、要素は拘束条件部位を除いた任意の位置に作成される。したがって、従来、固定設計領域が境界条件を兼ねていたが本システムにはそれがない。そのため、剛体壁や接触相手の変形体が境界条件となるようにしている。

また、本システムにより作成される形状は、あらかじめ指定されているわけでも、最適化によるものでもない。

#### 5. 期待される効果

本システムは、物体内に生ずる物理量を活用し、ある単純な規則を用いただけでも、自然に形状を作ることができることを示している。最終形状をトップダウンで示す設計図はどこにもない。個々の要素に単純な規則を適用するのみである。本システムはまだ単純なものしか作れないが、将来は周辺環境の負荷に耐えうる形状はある程度自動的に作成できるようになるかもしれない。

さらには、単純な規則も一つだけではなく、複数考慮できるようレイヤのように重ね合わせることによって、より現実の周辺環境に近い状態に対して感応することができることになる。そうすれば、結果として多様な形状を生むことができるようになるかもしれない。

#### 6. 普及（または活用）の見通し

開発したソフトウェアは、解析のための入力データと要素の増減規則を記述したデータを用意すれば利用可能である。要素タイプや要素形状を整えることが必要になるかも知れないが複雑な工程があるわけではない。したがって、利用するのに解析の専門家である必要はない。設計の初期段階で大まかな形状を構想することが必要となるような製造業の部門、建築・インテリアなどのデザイン分野に貢献できるのではないかと考えている。

#### 7. クリエータ名

木ノ村 護 （株式会社シミュレート）