

## TotalView Case Study

### 並列プログラム開発の効率化

自然災害科学研究における事前対策、高強度で柔軟性のある材料の開発に貢献

#### ユーザ

東北大学 災害科学国際研究所  
地域安全工学分野 加藤準治様



東日本大震災という未曾有の災害を経験した東北大学は、新たな研究組織「災害科学国際研究所」を設立し、東北大学の英知を結集して被災地の復興・再生に貢献するとともに、国内外の大学・研究機関と協力しながら、自然災害科学に関する世界最先端の研究を推進しています。東日本大震災の経験と教訓を踏まえた上で、国の自然災害対策・災害対応策や国民・社会の自然災害への処し方そのものを刷新し、巨大災害への新たな備えへのパラダイムを作り上げ、このことを通じて、国内外の巨大災害の被害軽減に向けて社会の具体的な問題解決を指向する実践的防災学の礎を築くことを目標としています。

(※東北大学 災害科学国際研究所ホームページ  
研究所概要：<http://irides.tohoku.ac.jp/outline/> より)

#### ミッション

災害科学国際研究所が推進する自然災害科学研究とは、事前対策、災害の発生、被害の波及、緊急対応、復旧・復興、将来への備えを一連の災害サイクルにとらえ、それぞれのプロセスにおける事象を解明し、その教訓を一般化・統合化することです。東日本大震災における調査研究、復興事業への取り組みから得られる知見や、世界をフィールドとした自然災害科学研究の成果を社会に組み込み、複雑化する災害サイクルに対して人間・社会が賢く対応し、苦難を乗り越え、教訓を活かしていく社会システムを構築するための学問を「実践的防災学」として体系化し、その学術的価値を創成することを災害科学国際研究所のミッションとしています。

(※東北大学 災害科学国際研究所ホームページ 研究所概要：<http://irides.tohoku.ac.jp/outline/> より)

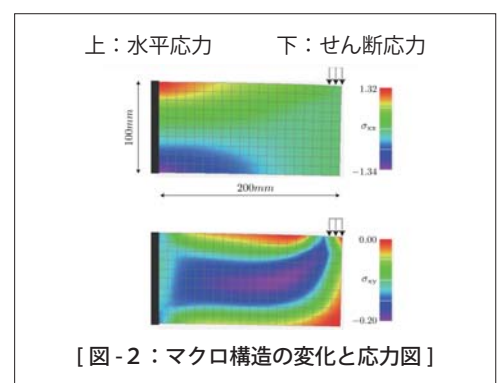
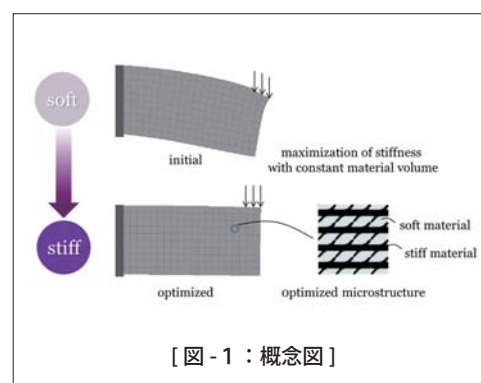
#### 背景

東北大学 災害科学国際研究所の加藤準治先生は、自然災害科学研究の事前対策において安全で大規模な建造物の実現するために軽量で十分な強度や柔軟性を持ったミクロな材料の研究を行っています。明石海峡大橋建設の例では、1988年5月の着工当時には存在しなかった強度 180Mpa (メガパスカル) という材料が、その後あるスチール会社によって開発され、1998年に完成した全長 3,911m (中央支間 1,991m) という世界最長の吊り橋に使用されています。このように大きな建造物を構築するためにはミクロな材料の研究がとても重要です。

加藤先生は、橋や建物に使用される複合材料 (繊維強化プラスチック、ゴムなど) を対象に、有限要素法による構造解析および材料のミクロな物性を組み合わせ、マルチフィジックス・マルチスケールの解析を行っており、「複合材料のミクロ構造トポロジー最適化」や、「材料の塑性変形や損傷を考慮した構造最適化に関する研究」などの研究論文があります。

「複合材料のミクロ構造トポロジー最適化」では、有限要素法を活用した構造最適化を用いて数理的なアプローチで最適化を可能にします。以下はマクロ構造の剛性を最大にするようなミクロ構造のトポロジーをマルチスケールトポロジー最適化手法により最適化した例です。

図 - 1 は概念図、図 - 2 は実際に固定構造に鉛直荷重を加えた場合に得た最適化されたミクロ構造のトポロジーを示しています。



「開発者の中には WRITE 文や print 文で十分という方がいらっしゃいますが、プログラム開発工数を考えたらデバッガを使用した方がはるかに効率が良いことがわかります。例えば、100回の DO ループの 50 回目でエラーが発生した場合、WRITE 文で確認するには非常に面倒です。」

TotalView で最も利用している機能の一つは Evaluation Point です。デバッグ中「ある値を変更したら不具合が解決出来るのではないか？」という考えを思いつくことがあります。それを検証するために Evaluation Point を使用します。Fortran/C/C++ で命令を記述し、再コンパイルなしでその修正コードを検証できるこの機能は非常に役立っており、デバッグ効率が大幅に上がっています。

## 課題

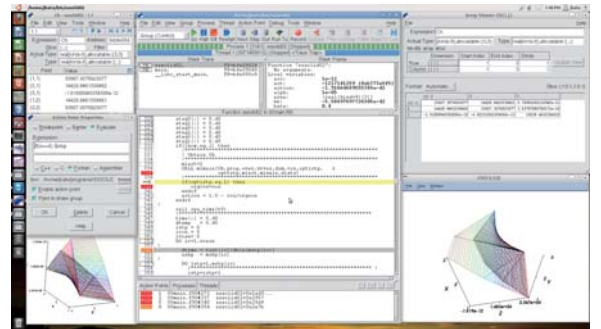
構造最適化手法の開発では複雑なプログラム開発と膨大な数値計算量を必要とします。加藤先生は Fortran 言語を用いて並列処理プログラムを開発しています。以前ドイツのシュトゥットガルト大学 (Universität Stuttgart) に在籍していた際、あるデバッガを使用してプログラム開発を効率化していた経験があり、加藤先生にとって並列デバッガはなくてはならないツールでした。しかしながら、帰国後 OS が UNIX から Linux に変更になったことで同じデバッガの利用が出来なくなり、いくつかのデバッガを試してみましたがなかなか思うようなデバッグが出来ず困っていました。

「開発者の中には WRITE 文や print 文で十分という方がいらっしゃいますが、プログラム開発工数を考えたらデバッガを使用した方がはるかに効率が良いことがわかります。例えば、100回の DO ループの 50 回目でエラーが発生した場合、WRITE 文で確認するには非常に面倒です。」と加藤先生はコメントしています。

## ソリューション: TotalView

いくつか試してみたデバッガの中から最終的に TotalView を選んだ理由として、まず始めに有償で信頼できる製品であったこと、購入前に無償トライアル (評価版) を使用して製品のクオリティと利用方法を事前に確認できたこと、さらにトライアル期間中の不明点についてローグウェーブのサポートチームのタイムリーな対応で明確に理解できたこと、などをあげています。

TotalView で最も利用している機能の一つは Evaluation Point です。デバッグ中「ある値を変更したら不具合が解決出来るのではないか？」という考えを思いつくことがあります。それを検証するために Evaluation Point を使用します。Fortran/C/C++ で命令を記述し、再コンパイルなしでその修正コードを検証できるこの機能は非常に役立っており、デバッグ効率が大幅に上がっています。その他、長時間かかるプログラムのデバッグにはコマンドラインによる自動デバッグが役立ちます。



加藤先生は今後、並列プログラム教育などにも TotalView を利用したいと考えています。クオリティの高い並列プログラム開発の効率化が実現できる TotalView デバッガを高く評価しており、現在 15 名いる研究室の学生全員にも TotalView を使用するよう指導しています。



USA 1 (800) 487-3217  
FRANCE +33 01 46 93 94 20  
GERMANY +49 6103 59340  
UK +44 8450 549950  
JAPAN +81 3 5211 7760  
www.roguewave.com

Copyright © 1970-2015, Rogue Wave Software, Inc. All Rights Reserved. The Rogue Wave Software name and logo and TotalView are registered trademarks of Rogue Wave Software, Inc. or its subsidiaries in the US and other countries. All other company, product or brand names are the property of their respective owners.

## ローグウェーブソフトウェアについて

ローグウェーブソフトウェアは、次世代 HPC アプリケーション開発のためのクロスプラットフォーム開発ツールと組み込みコンポーネントを提供する世界最大の独立系プロバイダーです。マルチコア、クラスタ、グリッド、GPGPU、スーパーコンピュータなどの HPC 環境における開発をサポートし、大規模並列アプリケーション開発に最適なツールとコンポーネントを提供しています。高性能アプリケーション開発におけるプロトタイプ作成、開発、デバッグ、最適化にかかる工数を削減し、生産性を向上させることができます。当社の製品は、大規模で複雑なアプリケーション開発を行う世界各国の大手企業、教育機関、官公庁、研究所で採用されています。詳細は、<http://www.roguewave.jp/> をご覧ください。