

防災科研ニュース

特集

- ・地震波速度構造のイメージング
- ・長周期地震動の再現
- ・数値震動台開発の現状
- ・次世代型の火山ハザードマップに向けて
- ・豪雨・強風の数値シミュレーション
- ・吹雪現象の数値シミュレーション

行事開催報告

- ・防災科研、2008・夏の「防災教育」終わる
- ・新庄支所一般公開

- ・EDM 一般公開「防災を学ぼう！夏休み体験型プログラム」

受賞報告

- ・片山前理事長が防災功労者内閣総理大臣表彰を受賞
- ・永松研究員が計画行政学会奨励賞を受賞

研究の現場から

- ・地震観測網ポータルサイト開設



特集

安全な社会を築くためのスーパーコンピューティング

地球物理学者で科学雑誌ニュートンの初代編集長を務められ、プレートテクトニクス理論の普及にも尽力された故竹内均東京大学名誉教授は、地球潮汐の研究で自ら定式化した理論に基づく数値解析を行うため、何年間も手回し計算機を廻し続けたそうです。現在では、竹内先生が手回し計算機で何年もかかった計算は、卓上のパソコンで一瞬のうちに完了するにちがいません。しかし、竹内先生は、計算を行う前の準備段階の重要性について述べられています。すなわち、物理現象を理解し仮説を立て、物理現象を数式で記述することがまず必要なのです。その数式を、言わば力業で解くときにコンピュータが活躍するのです。

当所では、強震動、構造物の地震時破壊現象、豪雨や強風、溶岩流や火砕流、吹雪などさまざまな防災に係る物理現象の解明や予測のために数値解析手法やその利用技術の開発に取り

組んでいます。こうした研究開発を効率よく実施するため、当所では、新しいスーパーコンピュータシステムを導入することになり、7月に本格稼働を開始しました。本システムの並列計算機部分はデュアルコア Itanium プロセッサを2048コア、共有メモリ4Tバイトを搭載するSGI Altix 4700で、理論演算性能は13.59TFLOPSです。前スーパーコンピュータシステムに比べて、演算性能はおおよそ20倍向上しています。

今回の特集では、「安全な社会を築くためのスーパーコンピューティング」と題して、幾つかの事例を紹介いたします。防災に係る物理現象は極めて複雑であり、「本当にこんなことまで計算できるの？」というような課題にも研究者は果敢にチャレンジしています。その一端をご紹介します。

地震波速度構造のイメージング

日本列島下の地震波速度構造モデルの構築と可視化



地震研究部 研究員 松原 誠

はじめに

日本列島の下には、太平洋プレートとフィリピン海プレートが沈み込み、非常に複雑な構造になっています。そのような場所で発生する地震の位置を精度良く決めるためには、地震の波が伝わる速度の分布を三次元的に詳細に調べることが必要です。防災科研は日本全国に約800箇所の観測点から構成される高感度地震観測網(Hi-net)を整備しました。

この観測網では、人には感じられない非常に小さな地震も含めて、一日に200個から、多い時には2000個以上の地震が観測されています。Hi-netの観測点で捉えられる地震波の到達時刻を読み取ったデータを使うことにより、日本列島の下での三次元的な地震波速度構造を地震波トモグラフィー法により推定することが可能になりました

スーパーコンピューターの威力

地震波トモグラフィー法は、CT(Computerized Tomography) スキャンのように、地震波を使って地球内部の構造を三次元的に推定する手法です。日本列島全域の詳細な速度構造を一度の計算で解くには、未知数もデータ数も多いため、大きな配列が必要です。これまでは、コンピューターの性能に限界があったことから、様々な仮定を置いたり、日本列島をいくつかの地域に分けて地下構造を推定しなければいけませんし

た。しかし、スーパーコンピューターによって、大量のメモリー(約30GB程度)を使えるようになり、日本列島下の速度構造を一度に解くことができるようになりました。

そのことにより、例えば北海道で発生した地震の波を九州で観測した場合などのデータも役立てられるようになったわけです。この結果は、図1のようにHi-netのホームページにて公開され(http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/alljpn.php)、速度構造モデルもダウンロードできるようになっています。



図1 日本列島下の三次元地震波速度構造モデル公開ページ

スーパーコンピューターによるイメージング

地震波速度構造の計算のみならず、得られた結果を可視化する際にもスーパーコンピューターは非常に役に立ちます。図2は北緯39°(東北地方)における速度構造の東西断面です。従来は、沈み込む太平洋プレートが高速度であ

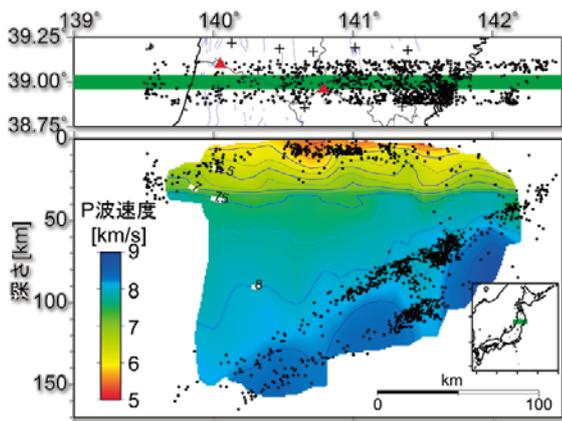


図2 東北地方の速度構造(東西断面)

るといふ仮定を置いていましたが、Hi-netの良質なデータを大量に使うことで、特別な仮定をしなくても、プレートが青色の高速領域として求められ、斜めに沈み込む様子がきれいにイメージされました。さらに、プレート内の不均質構造も捉えられました。

また、震源分布や活断層など、関連するデータと重ねてプロットすることも可能になりました(図3)。例えば、活断層が多く分布する地域の直下では、地殻上部が高速であるのに対して地殻中部が低速である傾向が強く、活断層と速度構造との関連性が示されました。

今後の展望

Hi-netのデータを用いると、速度構造だけでなく、減衰構造も推定できます。さらに、地質構造や地球内部の温度構造などを組み合わせることにより、存在している物質の推定につながられる可能性があります。

また、兵庫県南部地震以降、内陸の活断層を震源とする大地震が数多く発生していますが、活断層と速度構造との関係が明らかになれば、2008年岩手・宮城内陸地震の地震断層のように、活断層と認識されていない断層の抽出が可能になるかもしれません。

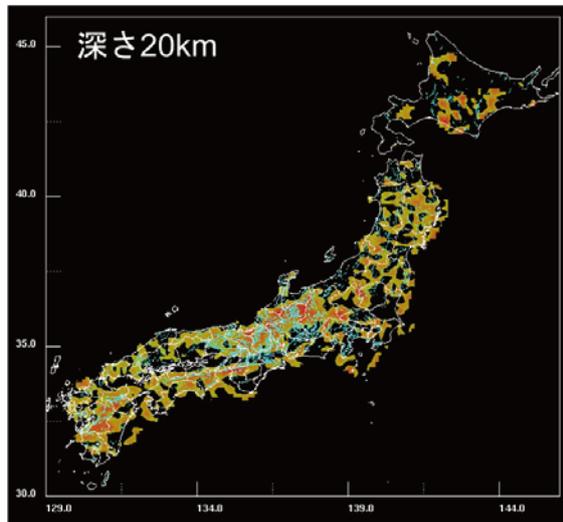
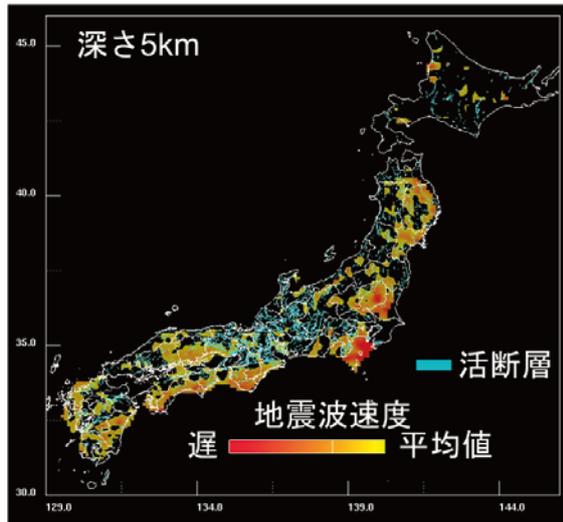


図3 地表面における活断層の分布と深さ5km、20kmにおける地震波の遅い領域

長周期地震動の再現

スーパーコンピュータを用いた大規模数値シミュレーション

防災システム研究センター 主任研究員 青井 真



はじめに

皆さんは『長周期地震動』という言葉を知っているでしょうか。地震の際に人が強い揺れとして感じたり、木造家屋などに被害を生んだりする地面の揺れ（地震動）は1秒前後の周期を持っています。しかし、通常はあまり体を感じない周期数秒から十秒を超える周期を持つ地震動が思わぬ被害を生むことがあり、これを長周期地震動と呼びます。2004年新潟県中越地震の際に200kmも離れた六本木ヒルズで、震度3の揺れであったにもかかわらず、エレベーターのワイヤが切断して停止したことを覚えている人もいます。

2003年十勝沖地震

2003年十勝沖地震は、9月26日の早朝に起きたマグニチュード8という、海溝型巨大地震です。この地震では、震源の近くに大きな都市がなかったことなども幸いし、地震の規模の割には被害が小さかったと言えます。しかし、震源から200 km以上離れた苫小牧で巨大なタンクから石油があふれて大火災を起こしました。

図1の地図に黄色で書かれている大きな長方形が地震断層の滑りの分布を示しており、青い●で示した地点の防災科研の強震計で観測された記録が、図1の右図の下から震源に近い順に黒い線（波形）で描かれています。

図1から、震源から遠く離れているにもかかわらず、

ならず、苫小牧の位置する勇払平野では波形の振幅が大きいだけでなく、長い間揺れ続けていることがわかります。これは、地下数キロメートルにも及ぶ柔らかい堆積層により地震の波が増幅され、閉じ込められ続けることによるもので、これこそが長周期地震動の正体です。

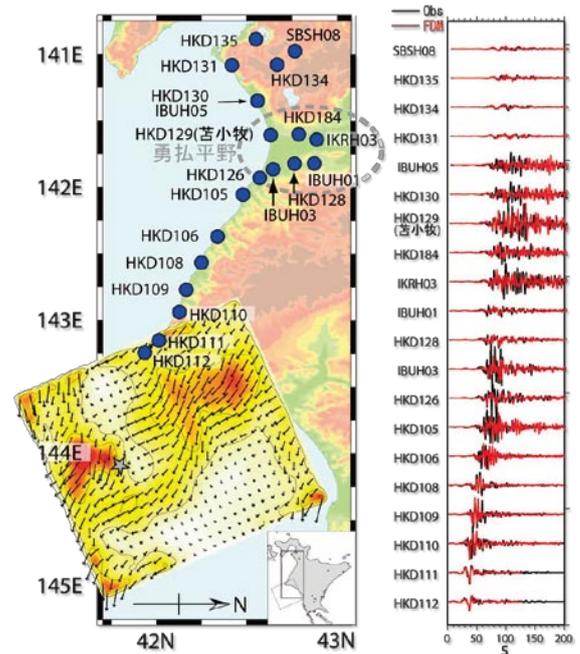


図1 観測された強震波形(黒線)とシミュレーションにより再現された波形(赤線)

スパコンによるシミュレーション

2003年十勝沖地震の長周期地震動の生成原因を探るために、スーパーコンピュータの中に震源モデルと地下構造モデルを構築して、大規模数値シミュレーションにより、観測されたデータ（強震波形）の再現を目指しました。モ

デルの構築には、これまでに行われてきた地下構造探査などの結果や、観測データを用います。このような作業は『データ同化』と呼ばれ、シミュレーションを実現象の解明や予測に応用するための重要なステップです。構築されたデータは、数百メートルの立方体に分割（格子点分割）され、波動伝播の方程式である偏微分方程式を近似的に数値解法により解きます。この格子の数は数億個にもなるため、計算能力の高いスーパーコンピュータが必要となるのです。

可視化

図1の右側に赤線で示したシミュレーション波形は、観測データをよく再現していることが分かります。長周期地震動の成因をより詳

しく分析するために、空間的、時間的にどのように波動場が変化するのを知る必要があります。膨大なシミュレーション結果を的確に捉えるためには、目的とする箇所を必要な方向から自由に見えるようにする『可視化』が有効な手段となります(図2)。このような技術を通して、勇払平野全体の影響だけでなく、より浅い部分の影響との複合効果で長周期地震動が発達したことが分かりました。

このような正確なシミュレーション技術は、長周期地震動に対する防災対策を考える上で重要であり、将来の巨大地震に備えるためのハザードマップ作成にも役立てられます。

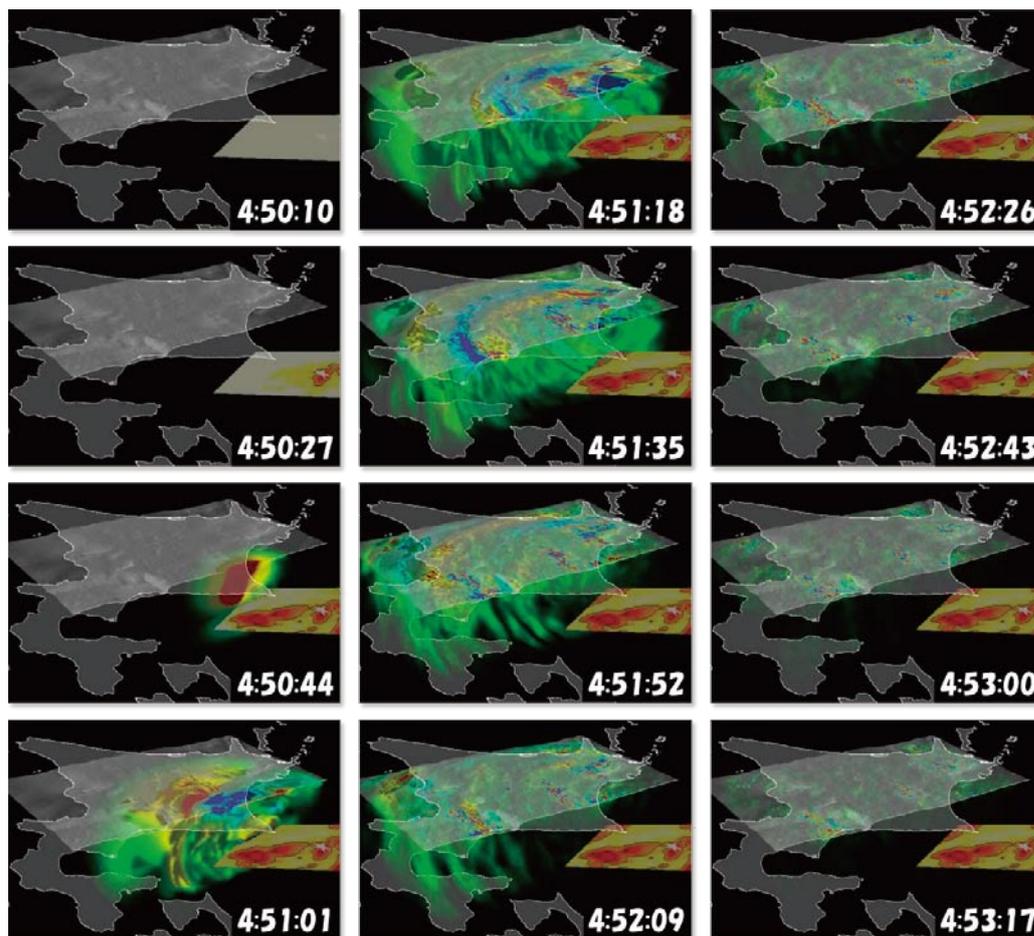


図2 2003年十勝沖地震(9/26, 04:50, マグニチュード8.0)の地震波伝播のシミュレーション結果の三次元空間における時間毎の可視化イメージ

数値震動台開発の現状

実大規模構造物の動的崩壊シミュレーションを目指して

兵庫耐震工学研究センター 招聘研究員 井根達比古



はじめに

航空・電子等技術審議会の「地震防災研究基盤の効果的な整備のあり方について」（諮問第24号）への答申によれば、数値震動台の整備については「地震災害時空間シミュレーション」の構成要素として重要であり、1) 実大規模震動実験による数理モデルの開発、2) 実験結果の再現計算が可能、3) 構造破壊過程の計算が可能、の3つが要件としてあげられています。

これを受け、防災科研では、数値震動台研究開発分科会（委員長：堀宗朗東大教授）を立ち上げ、実大規模構造物の動的崩壊解析が可能な数値解析技術の開発を最終目的とし、超並列化計算、構造破壊過程の解析理論の開発、並びに既存耐震研究の高度化の研究を行っています。以下、数値震動台開発について、現状での開発状況や今後の開発予定などを説明します。

プラットフォーム

数値震動台開発では、ソリッド要素による非線形動的有限要素法を使用します。

クラッシュ（圧壊）現象あるいは地震崩壊現象のような強非線形問題では、もともと構造部材内で平面であったものは、変形後も平面を保つと言う薄肉仮定（断面保持、断面剛の仮定）が成立しないので、その定量評価には固体力学に基づく計算が必要です。そのため、ソリッド要素による有限要素法を用います。線形連立方

程式の解法や並列化計算アルゴリズム、入出力ルーチン（計算の前後処理）などの構造解析に共通の部分に関して、汎用構造力学用 FEM コードをプラットフォーム（計算に共通のモジュール群）として使用するのが便利で、数値震動台開発の省力化でも有利となります。

このプラットフォームとして今回、ADVC を使用しています。これは、超並列化計算機能では世界有数の性能を有しており、ソリッド要素モデルでは必然的に超大規模計算となることに対応できるよう選定されました。

破壊過程のシミュレーション

コンクリートなどの脆性破壊材料では、ひび割れのような変位、歪みの不連続を扱うことが必要です。今回の数値震動台開発では、数理有限要素法的視点から、不連続体力学に適した PDS-FEM（粒子離散化法）を開発し、数値震動台に組み込む予定です。

開発の現状

ここでは、いくつかの計算事例についてご紹介します。計算結果の動画などは、下記 URL をご覧下さい。（<http://www.bosai.go.jp/hyogo/project/e-sim2008.html>）

a) 超高層鉄骨造建築モデルの地震崩壊解析

31階建ての超高層鉄骨造建築をソリッド要素によってモデル化し、1階切り出しモデル、5階切り出しモデルを作成し、地震加速度波を

作用させ、動的崩壊解析を実施して、ADVCの地震応答解析機能を検証しました(図1、2)。現在、東大T2Kにより31階全体モデルを計算中です。さらに、つくば本所のスーパーコンピュータにもADVCをインストール・チューニングし、全体モデルに対し確認計算を実行中です。

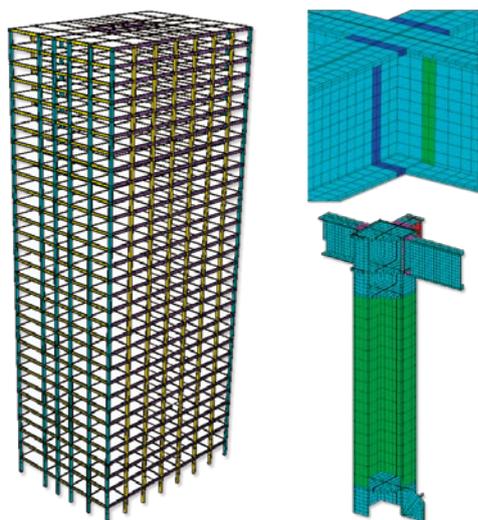


図1 超高層鉄骨造建築モデル

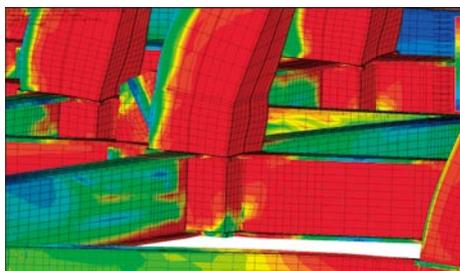


図2 1階部分の変形と損傷(相当塑性ひずみ)

b) 都市統合地震シミュレーション

本システムは都市領域全体の地震崩壊現象を予測するものです。このシステムは、地震波動計算、構造物応答計算、災害対応計算の3つのモジュールから構成されています。

このシミュレーションでは、GISを援用した地盤も含む構造計算用入力データ自動作成モジュールを開発し、東京23区の入力データを作成して、非線形動的計算ソフト(プロトタイプ)による都市領域地震動的応答計算に成功しています(図3、4)。現在、可視化を含むシステムの高度化を作業中です。



図3 都市領域地震動的応答計算モデル



図4 複数の建物が大きく揺れる様子

c) 構造要素による鉄骨造建築崩壊解析

構造要素(shell要素)による角形鋼管の局部座屈解析(図5)、方杖ダンパーの崩壊解析などを通じ、既存耐震技術の高度化と耐震要素の最適化研究を目指しております。

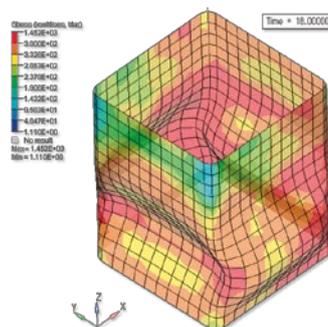


図5 角形鋼管柱の局部座屈(変形と相当応力)

今後の予定

31階建ての超高層鉄骨造建築の計算に引き続き、今後、E-ディフェンスで実施された、4階建ての鉄骨造建物崩壊実験やRC造橋脚振動破壊実験等の再現計算を行い、数値震動台の性能を検証しつつ、改良を加えていく予定です。

次世代型の火山ハザードマップに向けて

スパコンが描く火山防災情報の新しい方向性



火山防災研究部 任期付研究員 石峯康浩

火山研究の新しい流れ

最近、コンピュータの性能がどんどん良くなって、これまでは不可能だと思われてきたような複雑な現象の計算もできるようになりました。それに合わせて、火山研究の分野でも、コンピュータ・シミュレーションが盛んになっています。特に、溶岩流や火砕流、火山噴煙などの運動を解析する研究では、コンピュータ・シミュレーションが不可欠なツールとなっています。

地表に出た溶岩や火山灰がどのように流れていくか、という問題については、数値流体力学という分野で開発が進んだシミュレーションの技術をうまく使うことができます。

ハザードマップへの応用

最近の研究の進展によって、溶岩流などが実際の地形に沿って流れ広がる様子は、かなり精度良く計算できるようになってきました。その結果をうまく利用すれば、現実的で、しかも、とても印象的なコンピュータ・グラフィックスを作ることできます。

噴火の影響を受ける範囲を具体的に表示することができるので、最近では、自治体などが作成した火山のハザードマップにも使われることが多くなってきました。

さらに、私たちの研究所では、噴火が起きた後の状況に合わせて、ハザードマップの表示を素早く変更できるようリアルタイム・ハザード

ドマップが近い将来、実現できるように、日々、研究を進めています。

火山シミュレーションの課題

今後も、コンピュータの性能は、どんどん良くなるでしょう。そうなれば、火山噴火のシミュレーションもどんどん進んでいくに違いないと期待する人も多いでしょう。確かに、良くなっていく部分がたくさんあると思いますが、火山の研究は、コンピュータの進歩だけでは解決できない問題をたくさん含んでいるのも事実です。

コンピュータ・シミュレーションでは、計算結果が、実際の現象と同じになるかを確かめて、ずれが大きいところを修正しながら改良していくという作業が不可欠です。このような事情は、天気予報に利用されているシミュレーションが、毎日、計算結果に基づく予想と、実際の天気を比較しながら、少しずつ改良されてきた例を考えると分かりやすいかも知れません。

火山観測との融合

このようなシミュレーションの特徴を考慮すると、火山噴火がたまにしか起こらず、観測する機会がとても少ないということは、大きなハンディになることが分かると思います。

火山には、鹿児島県の桜島火山のように何年にもわたって断続的に噴火を繰り返しているものもありますが、多くの場合、数十年から数百年という休止期間をはさんで噴火を起こします。



写真1 雲仙普賢岳で発生した火砕流
(1991年5月29日、尾関信幸氏撮影)



図1 火砕流のシミュレーション例

中には、1000年以上も噴火の記録がない火山が噴火を始めることもあります。日本ではあまりニュースになっていませんが、南米・チリのチャイテン火山では今年5月に9400年ぶりの噴火を起こして大きな被害を出しました。このような火山噴火が、日本でも実際に起こるかもしれません。

現在の火山シミュレーションの多くは、数少ない観測事例で正しいかどうかを検討しただけなので、これから起こる噴火を正しく予測できるかについては、実は、あまり確かではありません。ですから、しっかりとした観測体制を整えて、噴火のときには確実に重要なデータをそろえる必要があります。そして、得られた観測結果を効果的にシミュレーションに活用し、シミュレーションの性能を向上させていくことが重要なのです。

有効活用に向けて

上に説明したように、今の火山のシミュレーションは、まだまだ改善していく余地がたくさんあります。かと言って、今のままでは、まるっきりに立たないというわけでもありません。特に、火山災害の恐ろしさを一般市民に分かり

やすく伝えるには非常に便利だと考えています。

火山噴火は、めったに起きない半面、想像を絶する様々な現象が起きます。しかも、今の火山学のレベルでは、噴火の規模やスタイルを正しく予測するのはきわめて困難です。そのため、専門家の説明は複雑な上、あいまいになりがちです。1990年代の雲仙普賢岳の噴火でも、火砕流が発生した当初は、その恐ろしさが一般住民に十分に伝わらず、44人の死者・行方不明者を出す結果となってしまいました(写真1)。

そこで、このような災害が二度と起きないように、火山噴火の理解にシミュレーションを役立てたいと考えています。コンピュータの中に作り出した火山噴火で、その恐ろしさを視覚的に把握できれば、専門用語ばかりの説明よりも理解しやすいはず(図1)。しかも、火山周辺の地形などが考慮されていれば、地元住民は「自分の家まで火砕流や溶岩がやってくるかも知れない」という危険性をより深く認識できるでしょう。

このような形でシミュレーションをうまく使いながら、火山研究の進歩に合わせて、少しずつ計算の正確性を高めていく努力を積み重ねていくことが重要だと考えています。

豪雨・強風の数値シミュレーション

レーダネットワークを駆使した予測手法の開発を目指して

水・土砂防災研究部 任期付研究員 清水慎吾



はじめに

2008年の夏は、近年まれに見る、局地的に集中し強い降雨をもたらす、いわゆる集中豪雨による災害が多く発生しました。例えば、2008年8月28日から29日にかけて東海地方で発生した集中豪雨により、1万戸以上が床上・床下浸水し、死者2名の被害を出しました(2008年9月1日中日新聞朝刊)。

このような集中豪雨を数時間前から予測し、災害軽減対策を立てていくことは重要な課題です。しかし、このような局所的な現象(数kmから数十kmの大きさ)の雨の強さ、発生する位置、持続時間などを数時間前から正確に予測することは、実は大変難しいことなのです。

豪雨の予測はなぜ困難か？

多くの場合、集中豪雨は複数の積乱雲が同じ場所を通過することで起こります。つまり集中豪雨をもたらす主役は一つ一つの積乱雲なのです。この積乱雲は数kmから10km程度の大きさで、寿命は30分から1時間以内であり、局所的で、かつ変化の激しい現象です。この積乱雲が複数集まることで、積乱雲群を形成し、数kmから数十kmの範囲に強い降雨をもたらします。

従って集中豪雨の発生を正確に予測するためには、一つ一つの積乱雲の雨の強さ、発生位置、移動方向、持続時間を正確に予測する必要があります。

一般にシミュレーションで予測できる現象の大きさは、シミュレーションの解像度に依存し、解像度の5～10倍の大きさであることが知られています。つまり、10km程度の大きさの積乱雲を予測する場合、少なくとも2kmの解像度が必要です。2008年8月現在、気象庁のメソスケールモデル(MSM)では日本周辺を含む約3000kmの広大な範囲を予報範囲としており、5kmの解像度で雨の予測を行っています。5kmの解像度では積乱雲群を解像することは可能ですが、積乱雲を解像することは難しいといえます。

そこで防災科研では、予測範囲を当面関東だけに限定し解像度1kmを用い、積乱雲を解像することで集中豪雨をより正確に予測しようとする試みを2006年から始めました。

レーダネットワークの活用

解像度を1kmにすることで積乱雲を解像することが可能となりましたが、まだこれだけでは正確な集中豪雨の予測には不十分な場合があります。数値シミュレーションによる予測は、現在の大気の状態(これを初期値と呼ぶ)を与え、物理法則に従って大気の時発展を計算することで、将来の大気状態、すなわち予測情報を得る仕組みになっています。より正確な現在の大気状態を初期値として与えることが正確な予測を行うためには重要です。

防災科研では、初期値作成時にMSMの出力結果だけでなく、積乱雲の詳細な雨および気流

場を捉えることができるレーダネットワークデータを使い、より正確な積乱雲の発達状況を初期値として与え、観測値で予測値を修正することで、高精度の予測システムの開発を進めています。

豪雨と突風の予測

2001年8月22日埼玉県羽生市で発生した台風11号に伴う突風災害について、レーダネットワークデータを活用することで突風と豪雨の予測が改善された事例を報告します。

図1(a)に竜巻が図中の■で示す場所で発生した15分前の3時30分における、防災科研の2台のレーダで観測した雨の分布と雨の移動に相対的な水平風を示します。強い降水が西側で線状に南北に並んでいます。この線状降水は複数の積乱雲の列で構成され、積乱雲の列の中で風が反時計回りに回転していました。竜巻を起こす可能性の高い積乱雲だったことがわかります。

次に観測結果と予測結果を比較します。図1(b)はMSMだけで初期値を作成した場合、(c)はレーダネットワークによる観測値を使用した場合の同じ時刻の雨と風の予測分布を示します。レーダネットワークデータを使用しない場合、強い雨の分布が東にずれて、風の回転も見られません。一方、使用した場合、積乱雲の南北列が正しい位置に再現され、積乱雲内の風の回転も再現できました。

このように数値シミュレーションの初期値作成に、防災科研が取得する高精度の観測データを使用することで、集中豪雨を構成する積乱雲の特徴を正確に再現することができ、集中豪雨の予測精度を大きく改善すると期待されます。

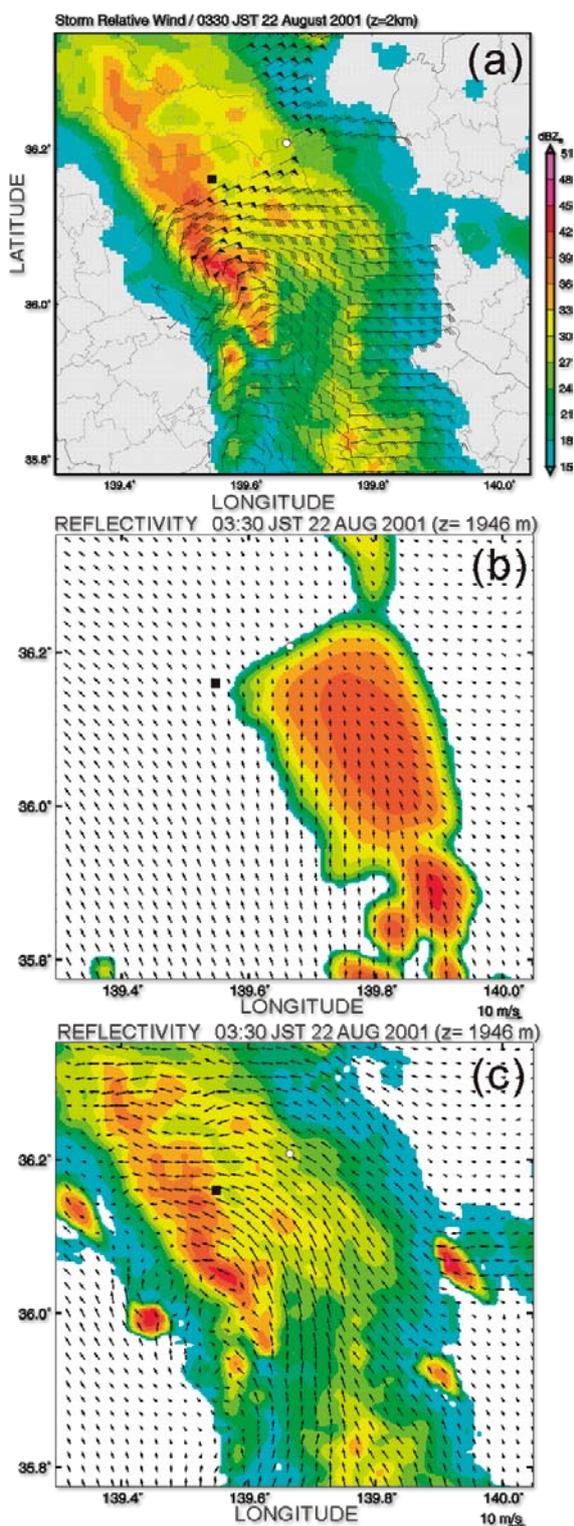


図1 (a) 観測された高度2kmにおける雨と、雨の移動に相対的な風の分布。矢羽根の短・長棒・旗はそれぞれ1, 2, 10m/sを示す。(b): 雲解像モデルで再現した高度約2kmにおける雨と風の分布。(c): (b)と同じ。ただし、レーダデータを使用した結果を示す。○はレーダの位置、■は突風災害の位置を示す。

吹雪現象の数値シミュレーション

物理モデルの開発と防災対策への応用を目指して



雪氷防災研究センター 任期付研究員 根本征樹

はじめに

積雪上の雪粒子が強風により舞い上げられて発生する吹雪は、道路上の視程を著しく悪化させるほか、吹きだまりを形成することから、雪国における安全な交通環境の維持において重要な課題です。その他、山岳地においては、吹雪により生じる吹きだまりや雪庇の崩落が、雪崩発生の原因にもなるため、雪崩対策においても吹雪は重要な課題となっています。

吹雪対策の手段としては、防雪柵の設置などハード的な手法の他に、コンピュータシミュレーションを用いたソフト的な手法も考えられます。特にソフト的な手法は、様々な気象状況下において、吹雪がいつ、どこで、どのぐらいの強度で発生するか、という予測情報を得るのに適した手法で、今後一層の活用・発展が見込まれます。このような状況を踏まえ、防災科研の雪氷防災研究センターでは、吹雪とそれに伴う吹きだまりや視程悪化の予測モデルを開発しています。

吹雪現象のモデル化

吹雪の運動は、雪面付近（高さおよそ10cmの範囲内）で繰り返し雪面に衝突しながら雪粒子が移動する「跳躍・転動」と、大気の流れを受けて上空まで舞い上がる「浮遊」とに分類されるように、雪面からの高さによって運動の仕方が大きく変化します（図1）。

吹雪現象をモデル化する場合にはこのことを考慮すべきですが、その際、「一つ一つの吹雪粒子の大気中での運動を詳細に追跡する」、あるいは「運動している吹雪粒子を集団としてとらえて、その集団の濃度変化を計算する」という二つの考え方があり、それぞれに対してモデル化の手法が変わります。

前者の手法は、現象を最も忠実に表現するものであり、吹雪のメカニズムの詳細を学問的に解明するために大変有用です。しかしながらこの方法は、空中を漂う膨大な数の雪粒子の運動を全て計算する必要があるため、広い範囲にわたってこの手法を適用することは困難です。そのため、通常、この手法は平らな雪原上など、単純な地形上で、あまり広くない限られた範囲内でのみ適用されることが一般的です。一方、後者の方法は、吹雪粒子の運動の細かな点までを明らかにするのは困難ですが、規模の大きい建築構造物の周辺や防雪柵付近における吹きだまり分布を比較的容易に計算できるという利点があります。吹雪対策など実用的な問題ではこうした面が重要であるため、このタイプのモデ

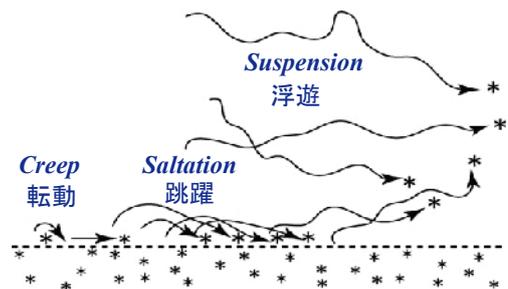


図1 吹雪の運動形態の模式図

ルは防災対策などを考える上で有効なものとなります。

吹雪輸送量、視程の計算

防災科研では、上述した2種類のモデルを使い分け、それぞれについて「吹雪のメカニズムの解明」、「吹雪対策への応用」を行なっています。前者については、個々の吹雪粒子がどのようにして跳躍から浮遊に遷移するかなど、吹雪の発達メカニズムの詳細が調べられています(図2)。後者については、実際に見られるような凹凸のある複雑な形状をした地形の影響を考慮した上で、風の流れや吹雪の濃度、吹きだまり量や、吹雪により視程がどのように変わるかなどを解析しています(図3)。

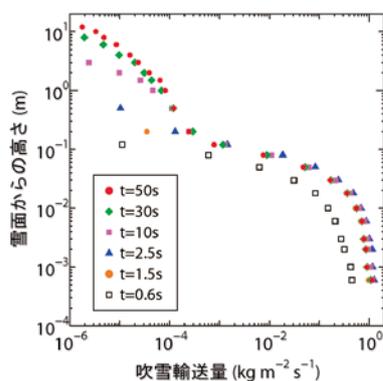


図2 吹雪発達に伴う輸送量(吹雪粒子の質量フラックスの高度分布)の時間変化

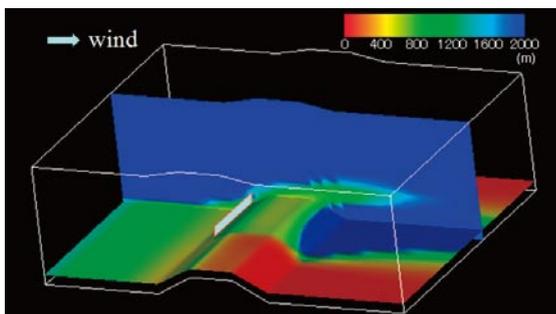


図3 防雪柵が整備された盛土道路周辺の視程分布

時間変動する吹雪のシミュレーション

これまで示した計算例は、流れ場の計算にレイノルズ平均乱流モデルと呼ばれるものを用

いています。これは、流れの細かい変動を時間平均し、比較的ゆっくりとした流れの変化を主に扱う手法です。しかしながら、大気乱流による短い周期の激しい流れの変化によって突発的な視程変動が生じ、交通事故につながる場合もあるため、乱流による瞬間的な時空間変動を考慮した現象解明も重要です。以上を踏まえ、乱流現象の非定常計算に優れるラージ・エディ・シミュレーション(Large-Eddy Simulation、LES)を用いた吹雪の数値モデルの開発も進めています。大気中を漂う吹雪粒子の濃度が場所により異なり、また時間の経過とともにその濃淡が変動する様子などをコンピュータ上で表現することが可能となり(図4)、瞬間的な視程変動が交通環境に及ぼす影響の評価などに応用できます。

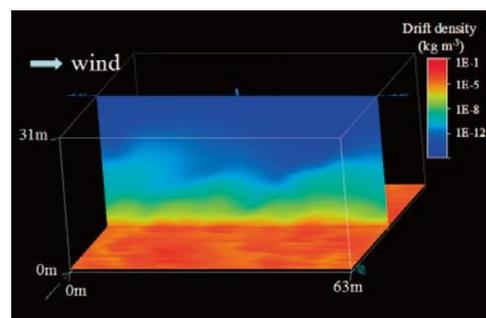


図4 ラージ・エディ・シミュレーションにより計算された吹雪濃度の空間分布(瞬間値)

今後の課題

吹雪は空気と雪粒子が入り混じった混合気体の運動であり、両者はお互いに複雑な影響を及ぼし合いながら運動します。このような複雑な影響を的確にモデル化し、シミュレーションで再現するために、個々の吹雪粒子の運動を見る詳細なモデルの結果を基に、より大きなスケールのモデル化手法を改良・発展させる作業が重要です。また、吹雪の供給源となる雪面の状態は吹雪の発生条件や吹雪の強度に強く影響するため、積雪変質過程を扱うモデルの吹雪モデルへの組み込みにも取り組んでいます。

防災科研、2008・夏の「防災教育」終わる

■つくば・ちびっこ博士

つくば市や近隣の小学生に、各研究機関をスタンプラリーで廻ってもらい、科学技術への関心を高める活動が、つくば市教育委員会の主催で毎年行われています。今年も当研究所では7月、8月に8回のDr.ナダレンジャーの「真夏の自然災害実験教室」を開催し、昨年の300名を大きく上回る1700名もの来所者がありました。

ユーモアたっぷりのDr.ナダレンジャーの実験教室では、雪崩、建物の固有振動の実験、地盤液状化の科学おもちゃ「エッキー」などで、遊び感覚で楽しみながら、自然災害の怖さをしっかりと学習して行きました。



「ちびっこ博士」Dr.ナダレンジャーの実験教室

■理数博士教室

茨城県教育庁が主催し、公募で選ばれた茨城県内の中学生が3日間、研修合宿し、科学する喜びや楽しさを体験する教室です。当研究所には、15名の中学生が来所し、「自然災害について学ぼう」というテーマのもと講義と実習を行いました。土砂災害の実験教室、地震時の地盤液状化現象の観察、竜巻の発生原理、ペットボトル地震計の製作、火山噴火の起こる仕組み、災害時のサバイバル・メシタキ体験などさまざまな講義と実習を通して、自然災害の発生メカニズムを楽しみながら学びました。

■サマー・サイエンスキャンプ

科学技術振興機構が募った全国の高校生がそれぞれの希望にあわせて50の研究機関へ集まり2泊3日の日程で行われる科学技術体験合宿プログラムです。当研究所にも7月28日から3日間、北は青森県から南は香川県まで、20名の高校生が選抜され来所し、自然災害の発生メカニズムを学んで行きました。もともと自然災害に興味があり、さらに知識を高めようと積極的に参加した高校生達は、最先端の研究に携わっている研究員から直接の講義や実習・実験の指導を受け、学校の授業では得られない貴重な体験を通して、自然災害について学んで行きました。



「理数博士教室」土砂災害の講義と豪雨見学



「サイエンスキャンプ」ペットボトル地震計の実習

行事開催報告

新庄支所一般公開

雪氷防災研究センター新庄支所（山形県新庄市）の一般公開が8月7日に実施され、239人の来場者を迎えました。当日は天候に恵まれ、暑い日となりましたが、来場者の方々は-10℃に冷やされた雪氷防災実験棟実験室内で、人工降雪装置による真夏の雪を体験しました。その他、ダイヤモンドダストの作成実験や吹雪体験、ペットボトルを用いた人工雪結晶の作成実験や研究成果の発表を実施しました。真夏に降る雪やダイヤモンドダストの輝きに子供も大人も歓

声を上げるとともに、雪や氷に関するさまざまな不思議を楽しんだ様子でした。



人工降雪装置により真夏の雪を体験

行事開催報告

EDM一般公開「防災を学ぼう!夏休み体験型プログラム」

EDM（地震防災フロンティア研究センター）では、「EDM一般公開2008」を7月26日に人と防災未来センターで開催しました。昨年よりも参加者が大幅に増加し、170名もの方に参加して頂きました。つくば本所からナダレンジャーを招聘しての「ドクター・ナダレンジャーの自然災害実験教室」、EDMの研究成果の一つであるQRコードを活用した情報システムを使用した「安全マップを作ろう!～HAT神戸ならどこに避難する?～」、夏休みの子供の宿題に最適な「ペットボトルで地震計を作ろう!」の3つのプログラムを実施しまし

た。子供用アンケートからは「ナダレンジャーのキャラがおもしろかった」、「地域のことが分かった」、「作るのは大変だったけど、楽しかった」という声が聞かれました。また、大人からは「とてもひきつけられた」、「QRコードを使ったゲームがおもしろかった」、「私が楽しかった」など好意的な意見が寄せられました。子供は楽しみ、ものの作りの難しさを知り、大人からも歓声が上がリ、研究員も子供とのふれ合いを楽しみました。

一般公開の報告記は、EDMのホームページからご覧になれます。



パソコンに地震計をつないで遊ぶ子供



QRコードを読み取る研究員とそれを見る子供

<http://www.edm.bosai.go.jp/publication/general/pdf/08ippan-summary.pdf>

片山前理事長が防災功労者内閣総理大臣表彰を受賞

片山恒雄前理事長（現 東京電気大学教授、東京大学名誉教授）が平成20年防災功労者内閣総理大臣表彰を受賞され、9月2日に総理大臣官邸において表彰式が行われました。今回の受賞は、片山前理事長が、わが国の防災対策の推進、なら

びに国際防災へのわが国の貢献に関わる活動を、「優れた研究実績と防災システムの開発」、「防災研究の方向性の決定や研究推進の牽引」、「国際貢献」の3つの側面から、長年にわたり強力に実施したことが評価されたものです。

永松研究員が計画行政学会奨励賞を受賞

防災システム研究センターの永松伸吾研究員が「新潟県中越地震直後の小千谷市における贈与経済の発生メカニズムと経済復興に与える影響に関する分析（計画行政第30巻第1号、通巻89号、2007年）」により、計画行政学会奨励賞を受賞し、9月20日に東京大学で受賞式

が行われました。本論文は、収集困難であるデータを丹念に分析し、災害時における贈与経済の発生メカニズムと経済復興に与える影響を定量的に算出するとともに、政策的なインプリケーションも示しており、完成度が高いと評価されました。

研究の現場から

地震観測網ポータルサイト開設

防災科研では、地震調査研究推進本部が進める「地震に関する基盤的調査観測計画」のもと、高感度地震観測網 (Hi-net)、広帯域地震観測網 (F-net)、強震観測網 (K-NET, KiK-net) による網羅的な地震観測網を全国に構築し、運用及びデータ発信を行っています。多種多様な地震観測網の情報発信を分かり易く一元的に行うために、8月6日に新たに地震観測網ポータルサイトを開設しました。ポータルサイトには各観測網の紹介や最新の震源及び地面の揺れ情報などが掲載されているほか、新着情報や大地震発生時に開設される特集ページに分かり易く誘導されるようになっています。

本サイトは、防災科研のトップページのリンクをクリックするか、上記 URL をブラウザに直接入力することにより、アクセスすることが出来ます。皆様もご覧いただき、地震防災に役立てて下さい。



地震観測網ポータルサイトのイメージ

編集・発行



独立行政法人

防災科学技術研究所

〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1 企画部広報普及課
TEL.029-863-7783 FAX.029-851-1622
URL : <http://www.bosai.go.jp/> e-mail : toiawase@bosai.go.jp



発行日

2008年10月31日発行 ※防災科研ニュースはホームページでもご覧いただけます。