



千葉大学



## 妊婦と胎児の安全を守る電磁波のGPUコンピューティング

千葉大学は、複数の旧制国立諸学校を包括して1949年に誕生。旧六医科大学のひとつである千葉医科大学の流れをくむ医学部や、戦前から工業デザインに取り組んだ東京高等工芸学校を母体とする工学部を有するなど、長い歴史と高い水準を兼ね備えた総合国立大学だ。2005年の法人化に際して、「つねに、より高きものをめざして」という大学理念を制定。約1万人の学生とともに、普遍的な教養や専門的な知識を兼ね備えた人材育成と、研究活動を通じた社会貢献などに努めている。

今回お話を伺ったのは、同大学の准教授でフロンティアメディカル工学研究開発センターに所属する齊藤一幸博士。これまでに、がんの温熱治療やMRIといった「マイクロ波の医療応用」や、擬似的な人体モデルである「人体電磁ファントムの開発」をテーマにした研究で、自身が工学と医学の懸け橋となっている。

現在、齊藤先生がメインで手掛けている研究は『電波曝露の管理手法の適正化を目指す「新しい無線システムの使用形態で生じる電波への妊娠女性・胎児の曝露評価モデルの開発』。携帯電話やタブレット端末の電波が妊婦や胎児に与える影響を、“FDTD法（時間領域差分法）”と呼ばれる解析手法を用いて研究している。FDTD法は、空間・時間的に差分化したマクスウェル方程式を時間ステップ毎に積分していく手法で、電磁界解析で非常にポ

ピュラーな手法。そして、このFDTD法を採用した汎用解析ソフトウェアが「XFDTD」だ。

XFDTDは、米Remcom社が1994年に開発した世界初のFDTD法商用ソルバーで、日本では構造計画研究所が技術サポートも行っている。早い時期から電磁界の解析と相性がいいGPUコンピューティングに対応した上で、大規模計算では何かとネックになるメモリーの使用量についても、長年の研究による効率化を実現している。一例としては、メモリーの使用量を30%程度減少させ、計算時間も半分程度に改善した実験例もある。大規模計算の処理能力やスピード感が求められる齊藤先生の研究を、GPUコンピューティングとXFDTDはどうサポートしているのか。齊藤先生に、その印象や手応えなどを語ってもらった。

### フランスとの共同研究をきっかけに、GPUと「XFDTD」による解析をスタート

—— GPUコンピューティングを始めたきっかけは？

GPUコンピューティングに初めて触れたのは、研究室に今あるNVIDIA Tesla GPUを5枚搭載のマシンとXFDTDを導入した2010年の夏ごろ。それまでは、CPUのみの一般的なパソコンや学内にあるスーパーコンピューターで計算を行っていました。

現在のマシンとXFDTDを導入したのは、科学技術振興機構（JST）の『戦略的国際科学技術協力推進事業（共同研究型）「日本-フランス共同研究」』に採択されたことがきっかけです。この事業は、JSTとフランス国立研究機構（ANR）の両方が、同じ課題を共同で研究するプロジェクト。2009年に課題の公募が始まり、翌年の2010年に30件の応募の中から4件が選ばれました。その4件のひとつに、私がかかわっている「電波曝露の管理手法の適正化を目指す『新しい無線システムの使用形態で生じる電

波への妊娠女性・胎児の曝露評価モデルの開発』が選ばれたわけです。これにより研究費の確保が可能となり、大規模計算に必要な環境が整えられたという流れになります。なお、この課題には複数の機関がかかわっており、日本側の各機関の取りまとめは情報通信研究機構が担っています。

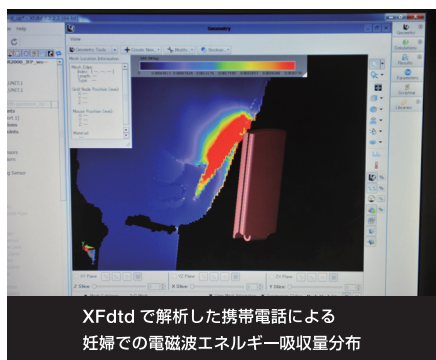
—— 研究内容を詳しく教えてください。

簡単に説明すると、「デジタル端末が発する電磁波が、妊婦や胎児にどのような影響を及ぼすか」を調べる研究です。ご存じのとおり、携帯電話の電磁波による影響は昔からいろいろなところで研究されていますが、ことさらに「危険だ」という結果は出てきていません。今回の研究では電磁波による温度上昇を調べていますが、一般のユーザーが利用する携帯電話程度であれば「ほとんど温度上昇はみられない」というのが一般的な見解です。

ただし、デジタル端末を利用するユーザーが「妊婦」となると、一般のユーザーとは違う側面からも注意する必要があります。例えば、妊婦がタブレット端末を使うとなると、端末は必然的にお腹の近くで利用することが多くなります。また、携帯電話であってもネックストラップなどを利用して首からぶら下げると、端末はちょうどお腹の部分にきてしまいます。こういった状況では、妊婦だけでなく胎児への影響も考慮する必要が出てくるわけです。胎児は母体よりも熱に弱く、成長過程のある期間に温度が上がってしまうと、身体に影響が出る可能性が高まるという研究報告もあります。これらを踏まえて、まずは、胎児での電磁波エネルギー吸収量ははっきりさせようというのが、我々の研究です。

—— 実際に Tesla を用いて、どのような解析を行っているのでしょうか？

今回の研究では、解析用の妊娠女性のモデルに携帯電話やタブレット端末などの無線機モデルを近づけ、そこから出た電波が「身体にどれだけ吸収さ



XFDTDで解析した携帯電話による妊婦での電磁波エネルギー吸収量分布

れるか」を解析し、その結果から温度上昇を確認します。この解析に利用するのが FDTD 法であり、FDTD 法を採用した汎用解析ソフトウェアが XFDTD になります。

FDTD 法は、解析する領域を立方体の「単位セル」と呼ばれる細かいブロックで分割し、そこからさらに複雑な計算を行います。そのため、解析処理にはそれなりに高性能なパソコンが必要になりますが、その点を差し引いても他の手法より効率的に計算できるのが魅力です。また、GPU コンピューティングとの相性も良いことから、必要となるマシンパワーを GPU が補えるというメリットもあります。CPU だけで同じパフォーマンスを得ようとすると、最新 CPU がいくつも必要になるだけに、コストパフォーマンスの良さもポイントといえますね。

## FDTD 法の大規模解析に、GPU コンピューティングは不可欠

— XFDTD での GPU コンピューティングの効果は？

XFDTD を導入した当初、CPU のみで計算したことがあります。その後、GPU を利用する設定をして同じ計算を行いましたが、10 倍以上は速くなったと感じました。もちろん、これは正確な比較ではないのですが、しっかりした設定をすればもっと高い性能を引き出せると思います。

また、私自身もこれまでに FDTD 法のプログラムを作ったことがありますが、FDTD 法で大規模な計算を実行すると、どうしても大容量のメモリーが必要になります。しかし、XFDTD は巧みにプログラ

ミングされているようで、少ないメモリーで大規模な計算が実行できる点は非常に助かっています。Tesla 5 枚のメモリーは合計で 30GB ですが、導入当初は「いずれは足りなくなるかも」と考えていました。しかし、現時点で問題はなく、今後も十分やっていけるという手応えがあります。通常であれば、メモリーの状況を考慮する必要もあっただけに、そういった問題を気にすることなくどんどん計算できる環境は有り難く感じています。

— XFDTD では、どの程度の大規模計算を行っているのでしょうか？

FDTD 法では、単位セルの一辺の幅を 1/10 にすると、計算量は単純に 1000 倍になります。つまり、細かくすればするほど計算量は増え、時間も当然かかってしまうわけです。しかし、例えばとても薄い携帯電話であれば、アンテナには薄い銅箔が使われているため、一辺の幅が 1 mm や 2 mm の解像度での解析では話になりません。そのような最新のデジタル機器の解析を行うためには、0.1 mm 程度の解像度で解析を行なう必要があります、必然的に大規模な計算になります。現状でも 10 時間程度かかる計算を行っており、今後はさらに解像度の高い解析を行うために 1 日かかりの計算も出てくるのではないかと考えています。その点を踏まえれば、GPU は必要不可欠となるでしょう。

また、スピード面だけでなく、手元にあるパソコンで計算結果がすぐに得られる快適さは、何物にも代えがたい利点です。もちろん、このような大規模計算は、学内のスーパーコンピューターの複数のノードを利用して行う事もできます。しかし、スーパーコンピューターは非常に混雑しており、ジョブを投入してから実際に計算して結果を得るまでに

は 1 週間以上待たされる場合もあります。そういった状況があるだけに、自分の研究室ですぐに計算できる利点は非常に大きいです。

— GPU コンピューティングは、他の研究にも利用できそうですか？

FDTD 法のコード自体は他の分野でもすでに使われていますので、GPU コンピューティングもいろいろな分野で応用がきくと思います。例えば、FDTD 法は温度の解析にも利用されていますが、私が今やっている研究はまさに電磁界と温度が対象。XFDTD は電磁界のみが解析の対象ですが、今後は温度と連動できるようになるという話もあるので、GPU が利用できる範囲はより広がっていくのではないのでしょうか。



千葉大学  
フロンティアメディカル  
工学研究開発センター  
准教授 博士(工学)

齊藤 一幸 氏

## MAS-XE5-Silent

MAS-XE5-Silentは、GPU 専門メーカー G-DEP が GPU のヘビーユーザーであるアプリケーション ISV 様と共同開発したフラッグシップモデルです。Intel Sandy Bridge Xeon 最大 2 基まで、NVIDIA Tesla は最大 4 枚まで搭載可能なこのモンスターマシンは、CPU 冷却を水冷化し、遮音とエアフローのバランスを考えた静音アルミシャーシを採用することで、パフォーマンスだけでなく抜群の安定性と静粛性を実現しました。開発者の隣で使える、まさに究極のデスクサイド GPU ワークステーションと呼べる 1 台です。

### ※ 主な特徴

- 水冷冷却ユニット(CPU)と静音アルミシャーシで抜群の静粛性。  
居室(デスクサイド)での使用を可能にする低ノイズを実現。
- NVIDIA Tesla を最大 4 枚まで装着可能。国内唯一 4 枚のマルチ GPU 環境を実現できる水冷モデル ※
- 16 コア/24 スレッドを実現する Xeon Sandy Bridge-EP (Romley チップセット) を搭載。  
CPU でも GPU でも納得のパフォーマンスを実現最大搭載メモリー 512GB、最大 HDD/SSD 搭載台数 6 基、infiniband オプションなど抜群の拡張性オンサイトサポート(出張修理)オプションも選べる G-DEP の安心サポート体制

※ 2012 年 4 月現在



※ 詳しい製品情報やカタログはこちら  
<http://www.gdep.jp/>

NVIDIA 認定 Tesla 販売パートナー NVIDIA Tesla Preferred Partner

## 日本 GPU コンピューティングパートナーシップ

<http://www.gdep.jp>

東京/〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学アントレプレナープラザ 3 階  
仙台/〒981-3133 仙台市泉区泉中央 3-26-1 泉セレクトビル 4 階 TEL 022-375-4050 sales@gdep.jp

- NVIDIA、NVIDIA/TESLA は、NVIDIA Corporation の登録商標です
- ELSA (エルサ) は、テクノロジーズジョイント株式会社の登録商標です
- G-DEP (ジーデップ) は日本 GPU コンピューティングパートナーシップの登録商標です
- その他の商品名は各社の商標または登録商標です
- 仕様などは改良のため予告なしに変更されます
- 本カタログの掲載内容は 2012 年 4 月現在の情報です



2013.1