



## FunctionBay K.K.

# ファンクションベイ株式会社 様

www.functionbay.co.jp

## GPUが可能にする機構・流体連成解析

ファンクションベイは、機構解析ソフトウェア「RecurDyn（リカーダイン）」を開発した韓国企業「FunctionBay, Inc.」の日本法人で、RecurDynの販売・保守などに携わる企業。当初は株式会社クボタの系列会社内にあった一事業部でRecurDynの販売を取扱っていたが、2005年4月に開発元の日本法人を設立して直接販売を開始。設立から10年に満たない企業ながら、RecurDynの優れた機能・使いやすいさから数多くのメーカーへの納入実績を有している。

RecurDynは、もともと軍事兵器の開発を目的として1995年に誕生。戦車の履帯の解析などに使われていたものが民間向けに商用化され、日本でも2000年から発売された。当初は、履帯つながらからショベルカーやブルドーザーなどを製造する建設重機メーカーが採用。その後、ソフトウェアの汎用性を活かして紙送りなど精密機器の解析にも対応し、現在では自動車やロボットなどの分野にもユーザーが拡大している。

このような流れのなかで、同社がいま推し進めているのが「機構」と「流体」の連成解析だ。連成解析とは、互いに影響しあう二つの現象を解析する際に、それぞれの結果データを時々刻々利用しあって解析を進めていくもの。例えば車のエンジンオイルの動きを解析する場合、実際には車の動きや傾きなどの影響も受けるため、流体解析だけを行うよりも、機構解析と流体解析の連成解析を用いた方がより現実に近いデータを得ることが可能となる。連成解析が実現することで、メーカーの要望にもより高いレベルで応えられるようになる。

この「機構」と「流体」の連成解析を実現させるうえで、RecurDynと連携して流体解析側を担当するのがプロメテック・ソフトウェアの流体解析ソフトウェア「Particleworks」。粒子法を用いているParticleworksはRecurDynと連携しやすいうえに、GPUコンピューティングによるParticleworksの高速演算はRecurDynにとっても大きな意味がある。今回は代表取締役社長の鈴木隆氏に話を伺い、RecurDynの詳細やParticleworksとGPUコンピューティングとの連携の意義などについて語ってもらった。

**GPUコンピューティング対応のParticleworksを連携して連成解析を実現**

—「RecurDyn」はどのような解析ソフトなのでしょうか？

**鈴木氏**：機構解析に利用されるRecurDynは、「機械がどのように動くのか」をPCでシミュレーションして事前に確認できるソフトです。例えば、自動車やそのエンジンを製造する前に「各部品が上手く噛み合って適切に動くのか」を仮想的に検証することができます。自動車に限らず小さいものは時計から大きいものは戦車まで、機械であれば汎用的に利用可能です。さらに、“動き”に加えて“力”の計算にも対応。「ロボットが階段を上るときに、モーターにはどれだけのパワーが必要か」というような、動きと力の両方でシミュレーションを行うこともできます。

RecurDynの特徴は、「弾性体」の変形を表現できる点にあります。弾性体はやわらかく変形して動く物体のことで、例えば紙やスプリングのようなものの動きを機構解析のなかで表現できます。もうひとつの特徴は、「手のひらに棒を乗せて倒立状態を維持する」といったような動きを解析する「制御」の分野に対応する点です。人間が感覚で判断する手の動きを、シミュレーションでは棒の傾き、手の動き、力の入れ具合を計算して制御します。

この「弾性体」と「制御」に加えて、いま新たに組み込まれているのが「粒子法」を用いた流体のシミュレーションです。弊社は「弾性体」「制御」「粒子法」の3つをRecurDynの技術面での三本柱と位置付けており、「粒子法」はもっとも新しい柱となります。

—RecurDynにおける「粒子法」の解析とはどのようなものなのでしょうか？

**鈴木氏**：簡単に説明すると、構造解析と流体解析を一緒に行う連成解析になります。また、粒子法にはビー玉やパチンコ玉のような「固体」と水や油のような「液体」の2種類があり、弊社ではその両方にアプローチしています。ひとつめの「固体」では、DEM法（Discrete Element Method）を用いたソルバーをRecurDynに組み込みました。そしてもうひとつの「液体」では、プロメテック・ソフトウェアの流体解析ソフトウェア「Particleworks」と連携して解析を行います。

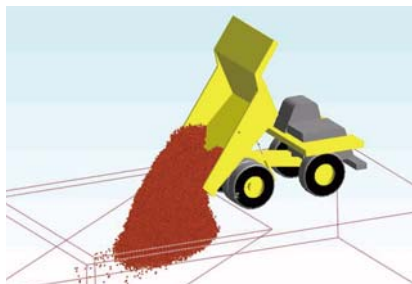
—Particleworksを選んだ理由とは？

以前、「格子法」を用いたCFD（Computational Fluid Dynamics：数値流体力学）とRecurDynを組み合わせて、流体の影響を考慮した機構解析に取り組んだことがありました。しかし、格子法では領域をメッシュ状に切って解析を行うため、機構が動くとメッシュが崩れてしまい計算が容易ではありません。仮に計算できたとしても、膨大な時間がかかってしまい、とても実用レベルとは言えませんでした。

これに対して、Particleworksが利用している粒子法は機構が動いても粒子が一緒に動けるため、計算が止まることはありません。Particleworksを組み合わせることで、機構と流体の連成解析はようやく現実的で実用レベルになったわけです。このような特性を踏まえると、機構解析と粒子法は「相性がよかった」ということになるでしょう。

エンジンオイルの解析イメージ





RecurDynに内蔵のDEMソルバー

## GPUが後押しする連成解析の高速化

—RecurDynとParticleworksは、どのような仕組みで連携しているのでしょうか？

**鈴木氏**：まず、RecurDynもParticleworksもそれぞれにユーザーインターフェース（UI）とソルバー（solver）を持っています。そして今回、互いのソルバーを繋ぐことができる連成解析機能をプロメテック・ソフトウェア社と共同開発しました。解析の流れとしては、まずRecurDynが機構の動きを計算し部品的位置情報をParticleworksに渡します。Particleworksが流体の動きとともに部品にかかる流体力を計算しRecurDynに渡します。RecurDynの中で流体力を受けた部品の動きを計算し、部品の位置情報をParticleworksに渡します。このステップを繰り返していきます。

内部的にはRecurDynの計算をCPUが担当し、Particleworksの計算はCPUあるいはGPUが受け持つという構成になります。これまでに行った解析事例の印象では、RecurDynの方がParticleworksの処理を待つ傾向にあると感じています。もちろん解く問題によってケースバイケースになり

ますが、一般的には流体解析の方が機構解析よりも計算負荷は高くなります。両者の計算速度の差があまりにも大きいと、Particleworksの計算が終わるのをRecurDynがずっと待つことになってしまい、全体として、解析の効率が落ちてしまいます。したがって、ParticleworksがGPUコンピューティングを利用して高速化されることはRecurDynとの連携にあたって非常に意義があることとなります。

—事例としてはどのような解析が可能になるのでしょうか。

**鈴木氏**：エンジンオイルをシミュレーションした場合、Particleworksの流体解析では静止している自動車を想定したシミュレーションなら正確に行えますが、走行中の自動車が内部エンジンオイルと相互作用する効果を正しく反映させることは困難です。しかし、RecurDynによる機構解析と組み合わせれば、自動車が段差を乗り越えたり、カーブで曲がったり、坂を上ったりしたときに強く生じるそのような相互作用を適切に反映させたエンジンオイルの流体解析が可能になります。

また、洗濯機のシミュレーションにおいてParticleworksでは内槽の水の動きをシミュレーションできますが、内槽自体の動きはあらかじめ人が決めておく必要があります。しかし、RecurDynと組み合わせれば、水の動きによって発生した力も考慮した内槽の動きをシミュレーションでき、さらにそれを水の動きに反映できるようになります。つまり、水と内槽の相互作用を正しく反映させながら解析できるようになり、より現実的なシミュレーションができるようになるわけです。これが一番のメリットでしょう。

—GPUによるメリットはどのような点がありますか？

さきほど説明したように、流体解析の計算は機構解析の計算よりも時間がかかることが多いです。RecurDynの相手であるParticleworksの計算部分がGPUで高速化されれば、機構解析+流体解析 トータルの計算時間を短縮でき、機構解析の立場から見れば、流体を含めた機構解析に要する時間をGPUの利用で短縮できる、ということが出来ます。

また、RecurDyn本体としてもGPUを活かせる可能性を探っています。今すぐに対応するという改善点ではありませんが、GPUが果たす役割は今後さらに大きくなるでしょう。



ファンクションベイ  
代表取締役社長

鈴木 隆氏

## 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 SandyBridge 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 SandyBridge-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



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

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 Mail : sales@gdep.jp



- NVIDIA、NVIDIA/TESLAは、NVIDIA Corporationの登録商標です。 ● ELSA（エルザ）は、テクノロジー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2013年4月現在の情報です。