

RecurDynとParticleworksによる 機構-流体連成解析により、自動車用駆動部品の 設計プロセス改善を実現

株式会社ユニバンスは、クルマの走りを支える駆動系のユニットおよび部品を中心に、商品開発から機械加工、組立まで一貫生産を行う専門メーカーです。現在、マニュアルトランスミッション事業、四輪駆動装置事業、部品事業、産業機械事業の4つの事業を軸に、独自技術の追求に取り組まれています。今回は、静岡県湖西市にある本社工場を訪問し、商品開発部商品設計グループの藤田直裕様、酒井香織様に、自動車用駆動部品開発におけるParticleworks活用事例などについてお話を伺いました。

御社の事業内容について ご紹介下さい。

藤田様：弊社は1937年に名古屋で創業し、工作機械の部品などを生産。戦時下、現在の湖西市に工場を移転し、航空機部品の生産を行っていました。戦後、当時盛況を極めたミシンの中釜製作にも取り組み、一時は国内生産の40%ほどのシェアを取るまでになりました。その後、高周波焼入れ技術を静岡大学と共同で開発し、それがきっかけとなり本格的に自動車産業へと参入しました。現在取り扱っている製品としては、ワンウェイクラッチ、AT/CVT用部品、トランスミッション/エンジンギヤなどの自動車用機能部品、

EV/HEV用のギヤボックス、マニュアルトランスミッション、四輪駆動車のトランスファーなどです。また、北米向けに農業や建機用のトランスミッションやギヤボックスなどの製品も生産しています。

商品開発部におけるCAD/CAEの利用状況をお聞かせ下さい。

藤田様：商品開発部の中には、取り扱い製品別にグループがあり、私のグループは全ての製品を対象に、CADやCAEを活用した設計支援を行っています。現在標準で使用しているCADはCATIA V5で、CATIA V5で設計したCADモデルに対し、Particleworks

などのCAEを使ってシミュレーションをしています。位置づけとしては、設計の構想段階で当たりをつける解析、試作前の設計妥当性確認、それから品質向上のための解析など様々です。個別製品グループの設計者は、設計者CAEで線形構造解析を行います。私達はそれ以外の解析を担当しています。現在、流体解析はParticleworks、またその流体と連成させるために機構解析のRecurDyn⁽¹⁾も使っています。

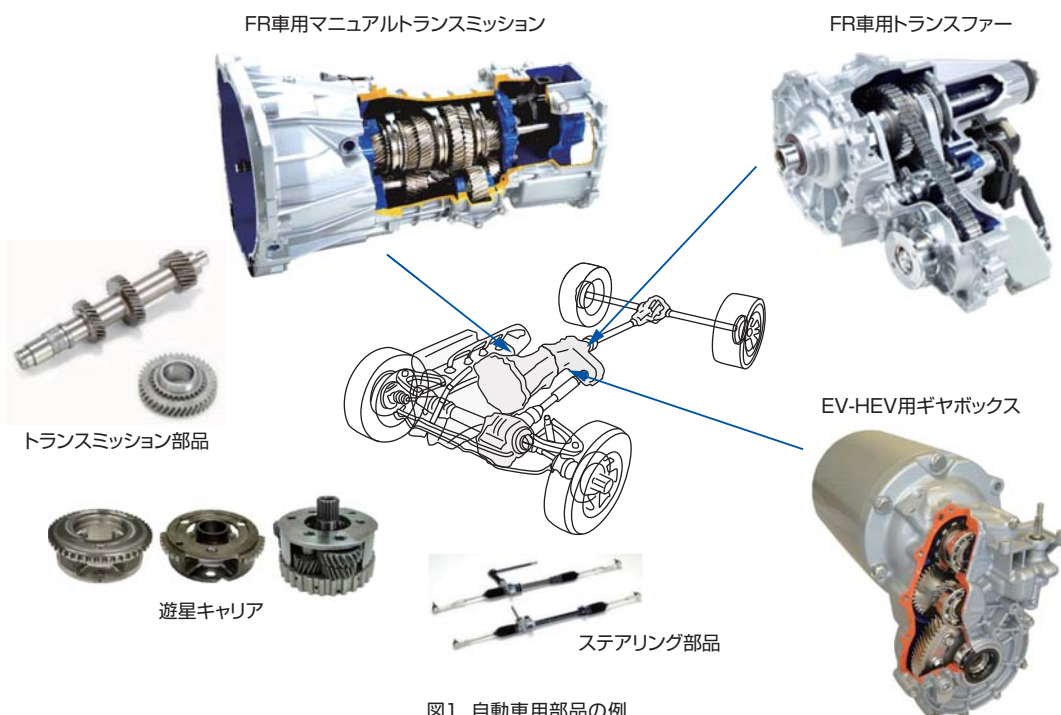


図1 自動車用部品の例

酒井様: 私は入社後数年間CADでのモデリングを担当しておりました。CAE用モデルの作製には以前から携っていましたが、昨年度からParticleworksでのシミュレーションも担当するようになりました。

藤田様: 本来はCADモデルをそのまま利用できればいいのですが、弊社の製品は構成部品が多く大規模な解析モデルになりやすく、メモリ使用量を節約し効率良く計算するために、モデルの簡略化が多くのケースで必要となります。Particleworksの操作が簡単であったこともあり、CADでのモデリングをしていた酒井さんにシミュレーションまで担当してもらうことにしました。

Particleworksの導入経緯を教えてください。



商品開発部商品設計グループ
藤田直裕 様

藤田様: 流体解析については、10年程前にオイルのかきあげの解析を格子法のCFDソフトウェアのベンダーさんに委託したことがありました。しかし、結果としてわたしたちが求めているような解が得られず、実際のものとの整合性があるかも確認出来ませんでした。当時からオイルのかきあげについては、実験だけでは現象を把握できず、何とかシミュレーションで確認

したいという要望はあったのですが、結局実現できないままでした。それからしばらく経って、製品化を進めるにあたり、オイルのかきあげと潤滑を可視化してしっかり評価したいという要求が高まり、Particleworksの検討に至りました。

検討の際、格子法の初心者版がいいという意見もあったのですが、格子法は過去の委託解析の結果が思わしくなかったこと、ちょうど粒子法の技術が徐々に知られるようになってきたころでもあったため、試してみようということになりました。また、粒子法でも他にソフトウェアはありますが、調査の段階でParticleworksに良い印象を持ったことや、プロメテックさんにサポートを十分していただけたこと、2013年末から導入に向けてのベンチマークを開始しました。その際、プロメテックの技術の皆さんに協力いただきながら、いくつかの解析ケースをもとに実験と合うかどうかの検証を行い導入を決めました。まずは、試作前の製品に取組むため、ソフトをレンタルしました。シミュレーションによって必要部位にオイルが十分行きわたらないことが判明したため、仕様変更とシミュレーションを10回以上繰り返し試作まで辿り着きました。結果としては、完璧ではないものの、実機でオイルが行きわたるようになりましたから、成果は出たと感じています。そして、半年後には正式発注に至り、予想以上にスムーズな導入ができました。同じ年の

9月には、プロメテックさん主催のSimulation Conferenceで講演させていただきました。また、主力製品であるトランスファーはチェーンがあり、その潤滑を評価するにはチェーンの挙動も連成させて解析する必要があります。ですので、Particleworksとの連成解析が可能なRecurDynも合わせて導入しました。このようなチェーンの解析には、RecurDynが必要だったのです。

使用した印象はいかがでしたか。

酒井様: 初めて使うCAEがParticleworksだったのですが、以前まではCAEはもっと操作が難しいと思っていました。実際に使い始めると、操作はとても簡単でCAEの経験や知識がなくても操作自体は出来ると分かり嬉しくなりましたし、解析に対する興味や意欲も湧きました。解析結果を出すまではさほど時間はかかりませんが、物性値の設定箇所が多いため、そこを正確に入力することに注意しています。また、RecurDynは別の担当者が使っていますが、その担当者とデータをやり取りしながら、機構と流体の連成に取り組んでいます。



商品開発部商品設計グループ
酒井香織 様

藤田様: 一昔前は、解析といえばひたすら解析を追求するような専門家が担う仕事だと思われていたため、設計者と解析者の意思疎通が上手くいっていなかったところがありましたが、今は格段に使いやすく、専門家でなくても理解できるものになり、社内での見方も随分変わったように思います。今では、お互いに意思疎通も上手く出来るようになり、意見が言いやすい環境になって仕事がやりやすくなりました。また、ParticleworksとRecurDynの連成は本当に使いやすいです。

Particleworksの導入によってどのような効果がありましたか。

藤田様: 流体解析が出来る、今まで見えなかったものが見える、という認識が広まったため、今は、レイアウトが出来たら、とにかく潤滑を確認するという状況になり、去年は十数件のプロジェクトの解析をしました。Particleworksは可視化機能が大変優れているため、効果を見せやすく、取引先とのやり取りや、社内の他部門への説明に重宝されています。また、解析の特集を組んだ2014年の社内報で、私がプロメテックさんのカンファレンスで発表したことも紹介され、社内でも大変注目されています。

Particleworksで解析した事例を ご紹介下さい。

藤田様:こちらはトランスファーの解析事例です。トランスファーとは、四輪駆動車のエンジン・トランスミッションからの動力と回転を前後輪に分配するための装置で、そのトランスファーの駆動にはギヤやチェーンが用いられています。このチェーンとスプロケットとの噛み合いと、それによるオイルのかきあげをRecurDynとParticleworksを使って解析しました。

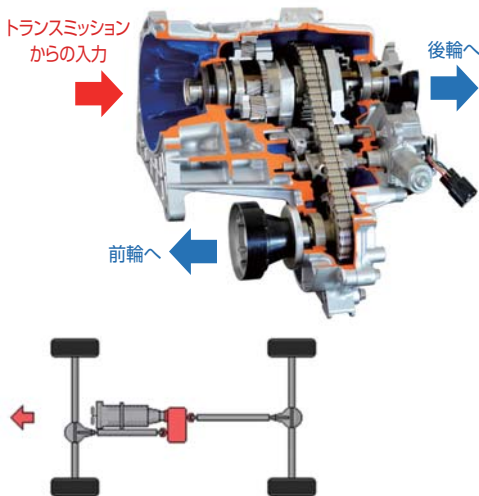


図2 トランスファーの構造

チェーンによるオイルのかきあげの様子は、これまで樹脂クリアケースや内視鏡を使って確認していましたが、目視での確認には限界があります。また、実機ができた後に確認するため、大きな問題が見つかったとしても大胆なレイアウト変更ができず、対策は困難です。オイルの潤滑は構成部品の減摩と冷却には欠かせないもので、製品性能を高めるための重要なポイントとなります。それがシミュレーションで可視化できたことによって、どのように飛散するか、飛散した後どのように油が流れていくかなどの検証が可能となりました。この解析は、RecurDynとParticleworksの導入検討用だったため、既に実験のデータがあるものを使い、どれだけ実験結果に合う解析が出来るかを評価しました。この時は解析時間が2日間程度かかっていますが、今はParticleworksのバージョンが変わり、ハードウェアも追加したことで計算時間が短くなり、同条件であれば長くても1日以下で結果が出せるようになりました。また、以前に比べると扱える粒子径も細かくできるようになったため、より精度の高い解析ができるようになってきていると思います。

計算条件 粒子径: 0.8 mm
初期時間刻み: 8e-5 s



実機 シミュレーション

図3 チェーンとスプロケットの噛み合い・始め (75rpm)

計算条件 粒子径: 0.8 mm
初期時間刻み: 8e-5 s



実機 シミュレーション

図4 チェーンとスプロケットの噛み合い・終わり (75rpm)

計算条件 粒子径: 0.8 mm
初期時間刻み: 8e-5 s

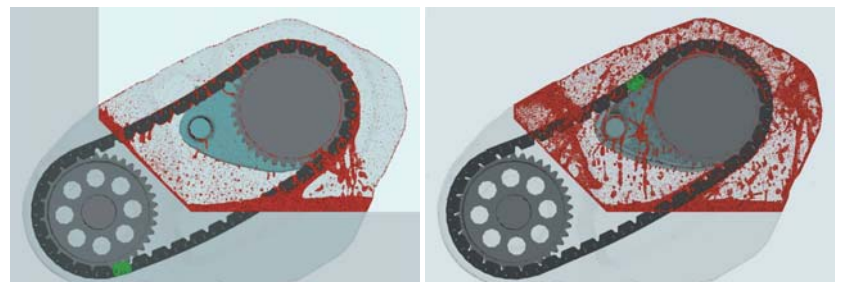


図5 チェーンとスプロケットの噛み合い・全体 (左: 75rpm, 右: 400rpm)

ハードウェアはどのような使用環境でしょうか。

藤田様:デスクトップ一台でCPUは8コア、GPUは4枚という環境です。設計者の要望に対応するには粒子をより細かくする必要がありますが、GPUには粒子数の制限があるため、CPUの追加が必要だと感じています。

社内のCAE教育はどのように行われていますか。

藤田様:弊社では、CAEのベンダーさんが開催している基本操作教育と同様のものは、以前から社内で行っていました。しかしそれだけでは十分ではないため、去年からCAE教育についての議論を行っており、今年度からは材料力学なども取り入れ、実例を含めて講義していく予定です。

Particleworksで苦労している点、 今後取り組みたい点は何でしょうか。

酒井様:物性値の設定に苦労していますね。例えばオイルがメーカー専用品ですと物性値がなかなかわからないことがあります。また、物性の単位換算が自動的に出来ないため、間違えないように気をつけながら設定しています。

それから、解析領域の設定範囲や解析モデルの簡略化の度合いを見極めるのも難しいと感じています。

藤田様:製品は潤滑だけでなく強度や振動など、あらゆる性能を成立させなければなりません。検証は並行して進めていきますが、何かの性能が未達であればレイアウトを修正し、再検証となります。潤滑対策は変更度合いに大きく影響しますから、少しでも早く結果を出し、フィードバックできるようにしたいです。弊社の製品は解析モデルの規模が大きくなるため、モデル形状だけで大量にメモリを消費してしまいます。また、静的であれば局所的に解析することも考えられますが、動きまで考慮すると全体での確認が必要になるため、その辺りの解析規模、精度、スピードの兼ね合いに苦労しています。

それから現在は流れ重視で解析を行っていますが、今後は部品の冷却なども取組めたらいいですね。より早い段階でオイル流れを押さえて、熱まで検討出来るようにしていきたいと思っています。

Particleworksやプロメテックに対する ご要望をお聞かせ下さい。

酒井様:技術サポートはメールでご連絡していますが、いつもすぐに返事をいただいております。サポート面ではとても満足しています。機能面で言うと、データの変換などが面倒ですから、今後CADとの連携がもっとスムーズになればと思います。また、単位変換機能もあればありがたいです。

藤田様:サポートの返答は早いと思いますし、プロメテックさんは日本語で全てやり取りができるというのもありがたいです。現状大変なのは、CAD形状をそのまま読み込んで解析にすぐ使うことが出来ず、解析の設定よりCADでの作業に時間がかかることです。大規模解析モデルになりがちですから、その辺りが簡単になったら助かります。また、実現できていないポンプやキャビテーションなどの機能についても開発していただければと思います。

本日は貴重な情報やご意見をありがとうございました。構造の熱と流体との連成については、現在開発中で今年中には何らかの形でお見せしたいと考えております。またキャビテーションの取り扱いについても、近々学会等で発表させていただく予定ですのでご期待下さい。一つずつではありますが、ユーザーの皆様のご要望を取り入れながら、さらに使いやすいソフトウェアへ成長していけるようプロメテック一同開発に注力して参りたいと思います。この度は、業務のお忙しい中インタビューにご協力下さいまして誠にありがとうございました。

参考論文

Prometech Simulation Conference 2014 講演資料

注：(1) RecurDyn (ファンクションベイ株式会社 URL: www.functionbay.co.jp) は、高い計算効率を誇るRecursiveFormulation理論を基にしたソルバーと、ジオメトリベースの直観的な操作性、豊富な機能を併せ持つ先進の機構解析ソフトウェアです。



株式会社ユニバンス
UNIVANCE CORPORATION

本社所在地：静岡県湖西市鷺津

設立：1937年

事業内容：自動車及び産業車輛用のトランスミッション、トランスファー、減速機、自動車・二輪車部品製造

ホームページ：<http://www.uvc.co.jp>



株式会社ユニバンス 湖西市本社工場正門前にて 取材日 2016年3月22日



Particleworks®
Particle-based simulation software for CAE

Particleworksは粒子法の一つとして開発されたMPS法 (Moving Particle Simulation) の理論に基づく流体解析ソフトウェアです。格子生成が不要な新しい計算手法で、流体を粒子の集まりとして表現し、飛沫などの自由表面をとまなう液体の挙動を高精度に安定して解析できます。

開発元・国内・海外総販売店

PROMETECH.

プロメテック・ソフトウェア株式会社

本社 〒113-0033 東京都文京区本郷三丁目34番3号 本郷第一ビル8階
TEL: 03-5842-4082 FAX: 03-5842-4123

西日本支社 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄一丁目3番3号 朝日会館7階
TEL: 052-211-3900 FAX: 052-211-3901

URL: www.prometech.co.jp

E-mail: sales@prometech.co.jp

プロメテック・ソフトウェア株式会社に事前の承諾を得ることなく、本記事の全部または一部を使用（複製・改ざん・頒布・送信・上映）することを禁止します。また、ダウンロード、プリントアウトされた複製物を、不特定または多数の人へ送信・配布することはできません。

本記事の内容は、取材時2016年3月の情報です。製品の機能および構成などは取材時より変更されている可能性がありますので、予めご了承下さい。最新の情報については、プロメテック・ソフトウェア (sales@prometech.co.jp) までお問合せください。