

## TODAY

## FEA はもろ刃の剣 ~CAE のより高みを目指して~



新日鐵住金株式会社 技術開発本部  
フェロー 岡村 一男

日常においてほとんど認識することはないが、我々の身の回りには、その設計や製作段階において数値シミュレーションあるいはコンピュータシミュレーションを経て生まれてきたものが多い。例えばCGでは、物理法則を忠実かつ詳細に数値シミュレーションすることによって、現実そこで起きているかのようなリアルな映像が製作される。今日では材料科学におけるナノスケールの現象から、地球物理や天体物理のスケールにわたるまで、様々な分野で数値シミュレーションによる新たな発見がなされている。工業的にも、大型構造物、自動車、スマートフォンと物の大小を問わず、設計開発段階においてCAE (Computer Aided Engineering) が行われ、数値シミュレーションはそのツールとなっている。CAEが現在のように広がった理由として、製品開発に要する時間とコストの削減をもたらす利点が多いが、数値シミュレーションを行うプログラム本体とエンジニアとの間にユーザーフレンドリーなインターフェースが整備され、CAEの実施に対する技術的なハードルが下がって利用者を増やしたことも挙げられる。このためにしばしば忘れられがちであるが、数値シミュレーション本体に高度な計算力学手法が搭載され複雑な現象までもシミュレーションできるようになったことが、実は今日のCAEの隆盛を築いた最大の要因である。数値シミュレーション結果の実験での検証やより高速・高精度な計算手法の開発などの多くの積み重ねの賜物であり、こうした努力は今なお継続が必要とされている。

しかしながら、CAEツールが整えられ普及するにつれて上記のような認識は薄れ、CAEツールのブラックボックス化やこれへの妄信が起きていないかと危惧される。CAEツールの代表である有限要素解析について次の格言がある。“Finite Element Analysis makes a good engineer better and a poor engineer dangerous”。数値シミュレーションでは対象とする現象の本質を抽出して数式化（モデル化）を行う。間違った、あるいは不十分なモデル化を行って得たFEAの結果を、「信頼できるソフトで計算した結果なので間違いない」と断言するエンジニアは論外にしても、得られた結果について何故その結果が得られたのか、モデル化に不足はなかったかを自問しないエンジニアはpoorでありdangerousになりかねない。逆に、得られた結果の所以と実現象との対比においてモデル化の妥当性を吟味することで、FEAはより深い現象の理解と洞察へと誘ってくれるのである。そのためには、対象とする現象に対してどのようなモデル化をすべきか、使用するソフトでそのモデル化をどのようにして実現できるかを判断できる程度に、ソフトが保有する機能を知っておくべきである。特に材料挙動のモデル化は重要である。

市販のFEMソフトはそれぞれ金属塑性やクリープ、損傷などについて数種類の材料モデルを備えているが全てを網羅しているわけではない。例えば、金属塑性における異方硬化や相変態を伴う場合の力学応答を表すモデルは汎用の市販ソフトには含まれておらず、繰返し塑性に関しても既存のものには問題がある。材料モデルがない場合は自ら構築すれば良い。実験での検証や市販ソフトに組込む努力が必要になるが、現象のメカニズムの解明と材料のより高度な利用につながると大いに期待できる。最近、学会において企業の若手研究者にもこのような動きが出つつある。まだまだ少数だが、実に喜ばしいことである。

## 平成28年度予算案に係る非鉄金属関係事業について

経済産業省 製造産業局 非鉄金属課  
企画調整係長 沖 真知子

2015年12月24日、平成28年度政府予算案が閣議決定いたしました。同日、当省HPにおいて、平成28年度経済産業省予算案を公表しております。来年度は一般会計で3,371億円、エネルギー対策特別会計で8,384億円、計11,755億円を計上しており、重点分野としましては下記を掲げています。

- ・福島・被災地の復興を加速する
- ・未来投資による生産性革命
- ・中小企業の生産性向上・地域の付加価値創造力の強化
- ・世界と一体的に成長する
- ・エネルギーミックスの実現に取り組む

本稿では、来年度の当省予算案に係る事業の中から非鉄金属関係について、最近の非鉄金属産業の現状とともに、その内容を一部ご紹介させていただきます。

我が国にとって部素材産業はサプライチェーンの中核を担い、様々な産業に高品質な素材を安定的に供給するという点において、国内のみならず世界の産業に大きな影響を与える存在です。昨今では、自動車産業や航空機産業等における素材の高強度化、軽量化、コスト低減を追求するといったユーザーニーズの高度化や多様化を背景に、素材間競争が激しくなると同時に、様々な素材を適所に用いる、いわゆるマルチマテリアル化が進む傾向にあります。これらの課題に答えるためには、従来の素材・産業の垣根を越えて、優れた技術・知見に基づいた研究・技術開発が進められる必要があり、部素材の技術開発や共通課題への対応は、日本のものづくりの競争力を維持・強化するうえで欠かせません。

このような状況の下、2015年6月、「金属素材競争力強化プラン」を策定いたしました。当該プランでは技術開発戦略、国内製造基盤強化戦略、グローバル戦略を3本柱として、今後の金属素材産業が目指すべき方向性を示しています。今後、従来の取組に加え、同プランの具現化を念頭に金属素材産業の競争力強化を目指した取組を着実に展開してまいります。

非鉄金属課では、平成28年度予算案に係る事業において、我が国の非鉄金属を含む部素材産業の国際競争力強化に向け、成長分野において潜在需要の高い部素材の技術開発を行うとともに、資源の有効活用や環境負荷低減といった観点から動静脈産業の連携強化に取り組んでまいりたいと考えております。

### 【革新的新構造材料等技術開発】

(平成28年度当初予算案額：36.5億円)

本事業は、「未来開拓研究制度」の一環として、我が国が将来にわたって強みとすべき技術分野について産学官の強力な連携の下、10年間を目処に行っている研究開発プロジェクトです。エネルギー使用量やCO<sub>2</sub>排出量の削減を図るため、大学やメーカー等関係者と協働して、その効果が大きい自動車・航空機・鉄道車両等輸送機器の抜本的な軽量化・低燃費化に資する構造材料等の開発を目指しています。

具体的な取組としましては、潜在需要の高いチタン材、アルミニウム材、マグネシウム材等の構造材料そのものの強度、加工性、耐食性等の高性能化に係る技術開発や、異種材料の革新的な接合技術の開発を一体的に推進することで、実用化に向けた取組を加速させていきたいと考えています。こうした技

術を最終製品メーカーと共に世界に先駆けて実現することで部素材産業の更なる競争力強化に寄与するものと確信しています。

### 【未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発】

(平成 28 年度予算案額：15.0 億円)

エネルギー消費量の多い製造業において、効率的なエネルギー調達の内訳は重要な課題の一つです。それに関わらず、1 次エネルギーの約 6 割は未利用のまま排熱として捨てられています。本事業では、製造プロセスにおける様々な環境下で排出される膨大な熱エネルギーを効果的に削減・回収し、有効に活用することを目的に、平成 25 年度から技術開発を行っています。具体的には、熱の使用量を減らす技術（断熱、蓄熱、遮熱）、熱を変換して利用する技術（熱電変換、排熱発電）、熱を再利用する技術（ヒートポンプ）等の各要素技術を開発し、それら技術を適材適所に組み込みシステムとして熱マネジメント手法を提案しています。(図 1)

### 【アジア省エネルギー型資源循環制度導入実証事業 (国内実証分)】

(平成 28 年度予算案額：1.5 億円)

部素材のマルチマテリアル化の動きが加速する中で、製品に含まれる材料の組成が一層複雑になると考えられ、製品が使用済みとなった後の流れ、いわゆる静脈サイドにおけるリサイクル等の対応も困難になることが予想されます。また、環境負荷が低く、低廉かつ安定的な金属素材をユーザー側へ供給することによって製造業の更なる発展を支えていくことが同時に求められています。

そのための取組として、「動静脈情報ネットワーク形成実証事業 (アジア省エネルギー型資源循環制度導入実証事業の国内実証分)」を実施します。本事業では、マルチマテリアル化への対応と再生材等の有効活用の両立を目指し、国内における動脈産業と静脈産業が一体となった資源循環ネットワークの構築・実証を行います。

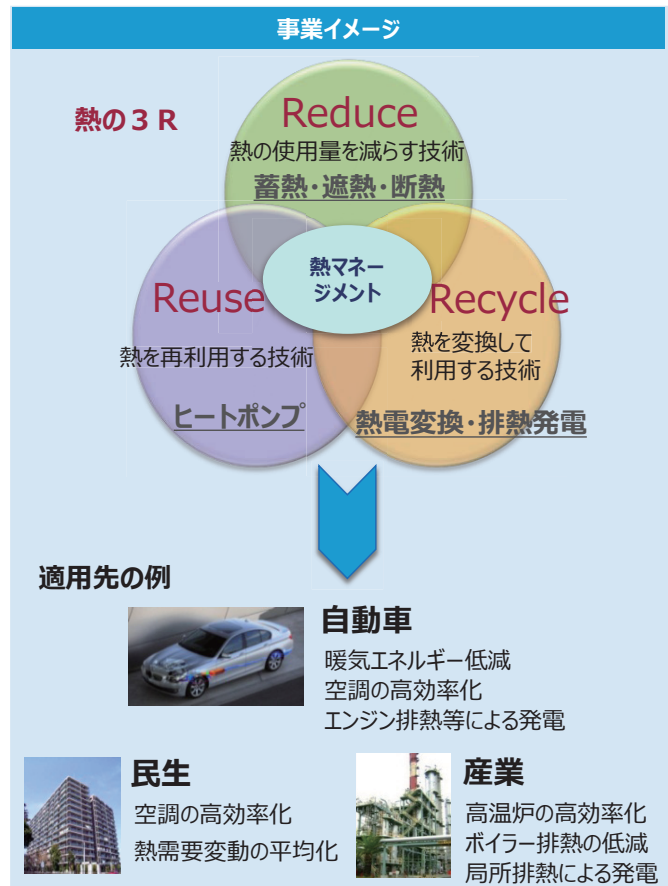


図 1 未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発イメージ (出典：経済産業省 HP)

### 【次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発】

(平成 28 年度予算案額：21.5 億円)

モーター技術は自動車や家電製品等様々な分野で活用されており、我が国の電力消費量の 50% 以上がモーターにより占められています。本事業では、次世代自動車用モーターの高効率化の実現に向けて、部素材・製品メーカー、大学等が、レアアースの使用を低減する、又はレアアースを用いない高性能磁性材料の開発、モーター鉄損の大幅削減を可能とする新軟磁性材料を開発するとともに、それら性能を最大限に活かせる高効率モーターを設計・評価する取組を平成 24 年度から実施しています。

本事業で開発される高効率モーターを次世代自動車や家電製品、産業機器等各分野へ活用することにより、省エネ化を推進するとともに、資源リスクの低減を図りたいと考えています。(図 2)

## 事業イメージ

### 磁石の高性能化技術開発

- 次世代自動車の駆動用モーターに使用されている既存磁石の性能を上回る性能を持ちつつ、高性能な磁石の開発を行います。

### 低損失軟磁性材料の開発

- モーターの鉄心などに使用される軟磁性材料は使用中に損失（鉄損）が生じ、モーターの効率が低下します。鉄損を削減する新軟磁性材料を開発します。

### 高効率モーターの開発

- 新規磁石・軟磁性材料の性能を最大限に生かせるモーターの設計及び評価を行います。

本事業で開発するモーターはエネルギー損失を大幅削減でき、各分野に活用することにより省エネ化を推進

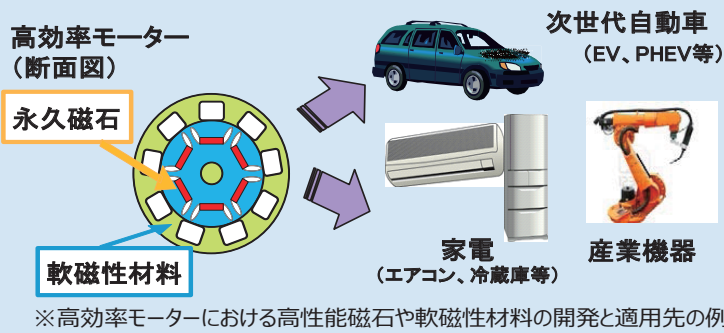


図2 次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発イメージ  
(出典：経済産業省 HP)

## 【ナノ炭素材料実用化プロジェクト】

(平成 28 年度予算案額：15.0 億円)

ナノ炭素材料（カーボンナノチューブやグラフェン）は、軽量で電気や熱の伝導が良いなどの特長を有し、省エネ家電や輸送機器など多くの分野での実用化が期待されています。国際的な開発競争が激化する中、我が国においては新しい高純度単層カーボンナノチューブが量産化段階に入り、今後いかに実用化を図っていくかが喫緊の課題となっています。

そのため、幅広い製品の応用プロセス技術の開発・実証、高品質量産技術の確立を目指すとともに、安全性評価のための計測技術等の基盤技術開発を行います。

その他、経済産業省では、省エネ設備の導入等中小企業等の省エネに向けた取組を支援する「中小企業等の省エネ・生産性革命投資促進事業（資源エネルギー庁（平成 27 年度補正予算額：442.0 億円）」、「エネルギー使用合理化等事業者支援補助金（資源エネルギー庁（平成 28 年度予算案額：515.0 億円）」や「ものづくり・商業・サービス新展開支援補助金（中小企業庁（平成 27 年度補正予算額：1020.5 億円）」等も実施してまいります。

非鉄金属課では、これら様々な事業の実施を通じて、各業界の課題に対応し、部素材産業の更なる競争力強化の一助となるよう効果的に活用してまいりたいと考えております。上記にてご紹介しました平成 28 年度予算案に係る事業等につきまして、ご相談やお問い合わせ等ございましたら、非鉄金属課までご連絡をお願いします（平成 28 年度予算案に係る事業について

は、国会における承認が前提となりますことを予めご了承ください。

また、当省予算案全体の枠組みや概要については、経済産業省HP（※）からご参照いただけます。各事業に係る概要説明資料（PR 資料）も掲載しておりますので、こちらもご活用いただければ幸いです。

※経済産業省 HP

平成 28 年度経済産業省関連予算案等の概要

[http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan\\_fy2016/index.html](http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2016/index.html)

The Japan Research and Development Center for Metals

JRCM NEWS / 第 353 号

内容に関するご意見、ご質問は JRCM 総務企画部までお寄せください。  
本書の内容を無断で複製・複製・転載することを禁じます。

発行 2016 年 3 月 1 日

発行人 小紫 正樹

発行所 一般財団法人 金属系材料研究開発センター

〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目 5 番 11 号 第 11 東洋海ビル 6 階

T E L (03)3592-1282 (代) / FAX (03)3592-1285

ホームページ URL <http://www.jrcm.or.jp/>

E-mail [jrcm@oak.ocn.ne.jp](mailto:jrcm@oak.ocn.ne.jp)