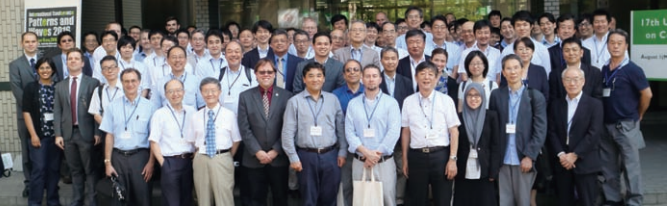


TOPICS

第17回日米複合材料会議で「SIPセッション」を開催

日米両国の複合材料学会 (JSCM, ASC) が主催する日米複合材料会議が、8月1日、2日に北海道大学学术交流会館にて開催されました。この会議は日米交互に隔年で開催される当該分野では最も長い歴史を持つものの一つです。同様の会議が日欧、欧米間で設けられ、大学や研究所の主として若手研究者による研究成果の発表をベースとして、大学・研究所・企業間の交流の場を提供するものです。今回は、「SIPセッション」として武田先生からの全体紹介をはじめ、各大学やJAXAから13件の学術基盤的な取り組みが、熱心な国際的な討論の場に紹介されました。



5th International Workshop on Titanium Aluminides 開催

8月28日～9月2日に5th International Workshop on Titanium Aluminidesが東京工業大学で開催されました。B領域：東工大拠点長の竹山教授らが主催し、10カ国から約140名が参加して、航空機エンジン等の高温軽量部材として需要が急増しているTiAl合金の最新情報が報告されました。微細組織やクリープ・疲労・耐酸化性等の基礎研究、リサイクル、積層造形、航空機・自動車部品への応用の幅広い研究成果が議論され、その中でSIP革新的構造材料プロジェクトの取り組みが口頭で9件、ポスターで9件紹介されました。



CALENDAR

SIP「革新的構造材料」マテリアルズインテグレーション シンポジウム 2016

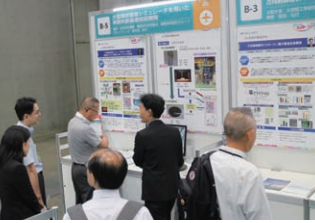
構造材料の開発時間短縮を狙って、SIP「革新的構造材料」では、マテリアルズインテグレーション(以下、「MI」という。)の開発を進めてきました。計算、理論、実験、データ科学、計測を融合して、プロセッシング、組織、特性、パフォーマンスをつないでいくというコンセプトのもと、材料学、データ科学、計算科学等の分野が融合して、新しいツール、また、新しい研究領域が形成されようとしています。SIP3年目のこの時期に、成果を広く世に問うシンポジウムを開催します。



日 時：平成28年11月1日(火)、2日(水)
場 所：東京大学 駒場リサーチキャンパス
An棟コンベンションホール
お申込：事前登録制 (HPの申込みフォームより登録)
参加料：無料
H P：http://www.jst.go.jp/sip/event/k03/k03_sympo20161101.html

JSTフェア2016にSIP5課題で共同出展

8月25日、26日、東京ビッグサイトにおいて、JST発の研究開発成果の展示会である「JSTフェア2016」が開催され、JSTが管理法人をしているSIP5課題共同展示ブースに出展しました。「構造材料」では、大型鍛造シミュレータの試験材料(NIMS他)、レーザー肉盛りのサンプル(川崎重工)、電子ビーム三次元積層造形法によるサンプル(大阪大学他)の展示を行い、多くの方にご覧頂くことができました。また、当日は、科学技術政策担当大臣の鶴保大臣が視察に訪れ、SIP5課題の活動の紹介をするお時間を頂きました。JSTフェア2日間の総来場者数(延べ人数)は約1万6千人となり、科学技術への期待の大きさがうかがわれました。



国際アドバイザリーボード開催報告

JSTが組織する委員会に、PDのへの助言を目的として、外部専門家から成る国内・国際アドバイザリーボードがあります。後者は、航空機産業は米欧が圧倒的に優位であることから設置され、欧州委員会(EC)のProf. Van de Voordeを議長とし、欧州5人、米国2人、日本5人、計12人から構成されます。その第1回会議は、国際シンポジウムとともに、2016年3月2日、3日に国際文化会館で開催されました。さらに、岸PDが欧州出張時の6月25日にウィーン、29日にベルリンでレビュー会議が開催され、5人の欧州委員が出席しました。世界最高を目指す野心的な材料開発プロジェクトとしての高い評価に加え、マテリアルズインテグレーションを中心とする4領域の連携の強化、モデリング・シミュレーションの幅広い活用など、貴重な助言を得ました。



コロキウム開催予定

第4回SIPコロキウム「構造材料の不均一組織と力学特性」

今回のコロキウムでは、材料特性として実用的に重要な破壊靱性を表現するための方法、高分子材料、金属材料、セラミックス材料、複合材料に共通する破壊靱性向上の機構を整理し、定量的解析手法に関して、現在までに構築することとします。考察を通し、破壊靱性向上のための既存技術の限界を打開するための方法についても議論します。

日 時：平成28年10月21日(金) 13:30～17:00 終了後、懇親会あり
場 所：東京大学先端科学技術研究センター 4号館2階講堂
世話人：香川 豊(東京大学)
講演者：北條 正樹(京都大学)・佐藤 成道(東レ株式会社 複合材料研究所)・香川 豊(東京大学)
問合せ：村上 恵子(keiko.murakami@jst.go.jp)

SIP革新的構造材料 コロキウムスペシャル 1st
「構造材料のマルチスケールモデリングにおいて未活用情報を取得するX線解析技術」
ー 原子スケール局所構造解析から部材組織観察まで ー

日 時：平成28年9月29日(木) 14:00～17:30(第2回SIP-IMASM国際会議の3日目の午後)
場 所：産業技術総合研究所つくば中央第2事業所 2-12棟2F 第6会議室
世話人：大久保 雅隆(AIST)
講演者：藤原 豊・中原 庸裕(住化分析センター)、原田 祥久(AIST)
(予定) フォンス、ポール(AIST)、戸田 裕之(九州大学)、武市 泰男(KEK)
問合せ：大久保 雅隆(m.ohkubo@aist.go.jp)

SIP-SM⁴I MAGAZINE vol.1 通巻1号 2016年10月発行

■発 行 国立研究開発法人科学技術振興機構 イノベーション拠点推進部 SIPグループ
〒102-0076 東京都千代田区五番町7 K's五番町
http://www.jst.go.jp/sip/k03.html
■事 務 局 SIPグループ「革新的構造材料」SIP-SM⁴I MAGAZINE編集部

定期購読のお申し込みおよび停止は、E-mail(sip_structuralmaterial@jst.go.jp)にて承っております。[禁無断転載]



国立研究開発法人
科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency



戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

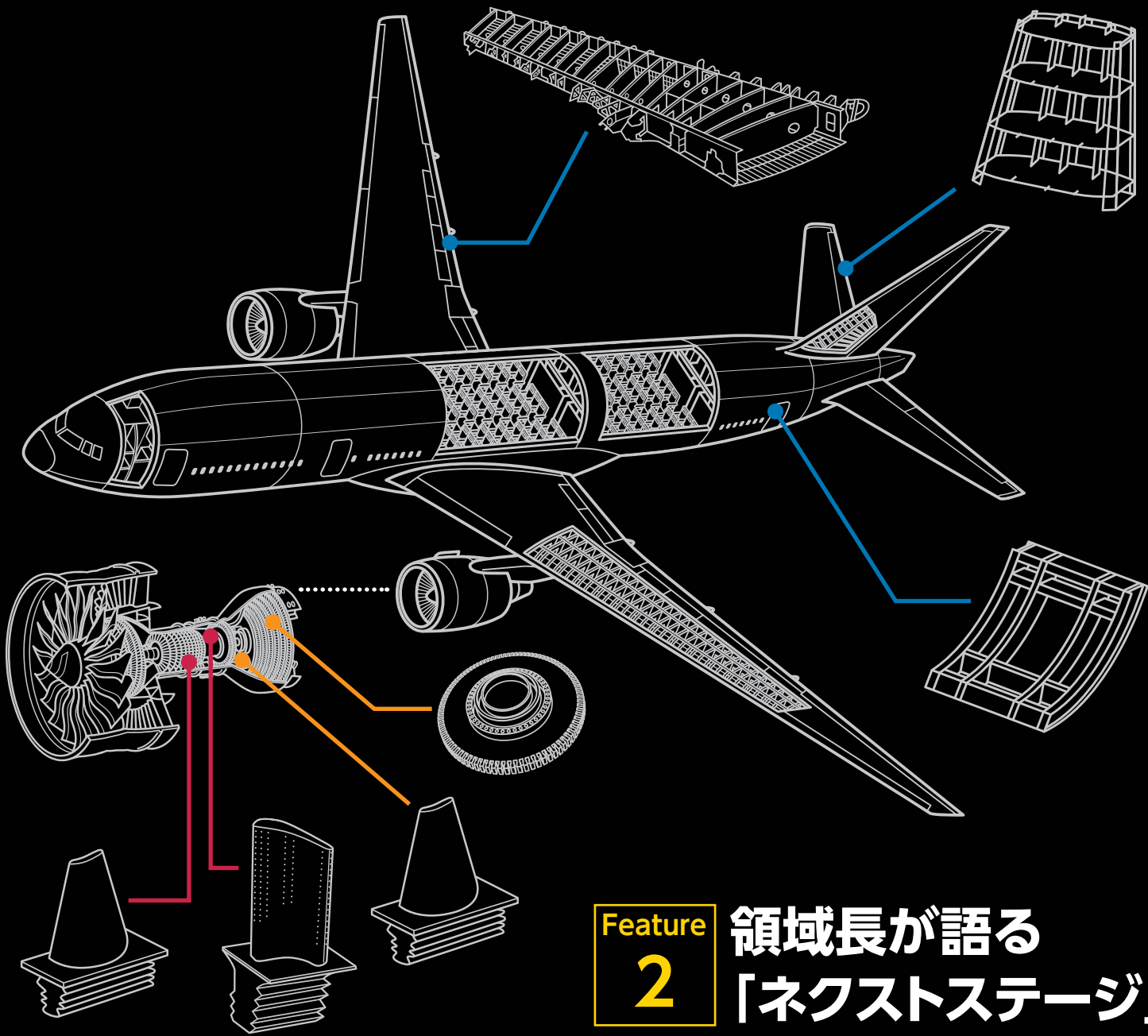
SIP-SM⁴I MAGAZINE

エスアイピー エスエムフォーアイ マガジン

SIPプログラムとは、内閣府主導の下、府省・分野横断的な取り組みであり、産官学連携により出口まで見据えた一貫通貫で研究開発を推進しています

Vol.1 October 2016

Feature 1 PDが語る3年目の決意 日本の航空機産業を「材料」から押し上げる



Feature 2 領域長が語る「ネクストステージ」



PDが語る3年目の決意 日本の航空機産業を「材料」から押し上げる

SIP 革新的構造材料担当プログラムディレクター

岸 輝雄

東京大学 名誉教授
新構造材料技術研究組合 理事長
物質・材料研究機構 名誉顧問

東京大学大学院工学系研究科博士課程修了(工学博士)。1969年東京大学助手、同宇宙航空研究所助教授、工学部助教授、先端科学技術研究センター教授(現在 名誉教授)。1995年先端科学技術研究センター長。1996年通商産業省工業技術院産業技術融合領域研究所長。1997年日本学会議会員(17-20期)、2001年独立行政法人物質・材料研究機構理事長(現在 名誉顧問)。2003年日本学会議副会長、2013年新構造材料技術研究組合理事長となる。同年、内閣府政策参与 科学技術政策・イノベーション担当PD、2015年外務省参与 外務大臣科学技術顧問をはじめ、その他ドイツゲッティンゲン大学フェロー、日本工学会会長等を歴任。本多記念賞、フランス国家功労勲章、バルクハウゼン賞、ASM 栄誉終身フェローなどを受賞。

平成26年度にスタートし、今年の10月1日で2年になります。これから2年半あるので、今は、まだまだ全体の4合目、助走期だという認識です。

SIPは、内閣府主導の初のプロジェクトです。プラス面は、研究者であるPDに大きな権限があるのでやりやすいということです。言い換えれば、非常に責任が重いというのが他省庁のプロジェクトとの大きな違いです。

大きなプロジェクトを成功させるためにテーマ選びは重要です。日本は素材産業では世界的に優位に立っています。日本の材料が強い中で、唯一弱いのが航空機材料です。日本の航空機産業は世界から見ると微々たるものです。それを「材料」から押し上げようということで始まったのがこのプロジェクトです。

我々は、4つの領域を挙げ、研究開発を推進しています。各領域での「成果」の意味合いは違います。我々はこのプログラムで「TRL」(Technology Readiness Level: 技術成熟度レベル)という概念を導入しています。最終的に飛行機に積まれて飛ぶような材料になって初めて、TRLは9になり、それが一番の成果となるわけですが、各領域で、目指すTRLをそれぞれ明確にして研究開発を推進するというのもこのプロジェクトの特徴で、全体的には予定通りの段階にそれなりに来ているかなというように考えております。

A領域は主にCFRPの開発で、TRL5~6を目指しています。その中で、高コストなオートクレーブを使わないOoA(アウトオブオートクレーブ)成形法が実現しつつあります。B領域は、ディスク、ブレードなどのエンジン部品をより高い精度、信頼性、効率で製造する技術を開発します。特に、既に倉敷で稼働している、世界最大級の5万トン鍛造プレス設備の最大活用のための、1500トン大型鍛造シミュレータが目玉です。これを作って、動かし、試料を産出するところまでいったというだけでも、十分な成果であり、ある意味目標を達成できたとも言えます。C領域は、セラミックス基複合材料のタービンブレードへの適用に伴い、TBC(熱遮蔽コーティング)から、EBC(耐環境性コーティング)に入っていこうとしています。この領域は基礎研究ですので、TRL3を目指しています。

そして、D領域では、世界に先駆けてのチャレンジとなるMI(マテリアルズインテグレーション)。MIは今回新たに生み出された概念で、本プロジェクトの

最大の特徴です。材料工学における既存の理論や実験に加え、計算科学のシミュレーション等の手法、データ同化などの情報学の知見を融合させ、構造材料開発の新しい設計システムの構築を目指しています。材料のプロセス、構造、特性そしてパフォーマンスという4つの要素を結び統合システムのα版(手作業を入れながらですが)が今年度中にできそうなところになっています。

もともと総合科学技術・イノベーション会議は、5年計画に対して、3年間の成果を見て次を考えるということを非常に明確に打ち出しています。我々も3年終了時に、それまでの成果をもとに4年目からの計画を再構築します。5年目に製品・技術のプロ

トタイプをつくることを目指します。そこで、各領域・研究ユニットがどのように応募するのか、またその応募をこちらが受け付けるかどうか、反対にこちらから「このテーマをぜひやってください」と依頼するなどもありえるかもしれません。この3年間とは違った方式をとろうと考えています。

日本の航空機産業にはボーイングやエアバスに相当する会社がなく、特殊な産業構造の中で、産官学の連携も考えていかななくてはけません。今年度から三菱重工も参画し、ここに来て、このプロジェクトで、最終ユーザーと機体やエンジンメーカー、大学、国研が一体となって開発に取り組む体制になりました。これは非常に画期的だと思います。

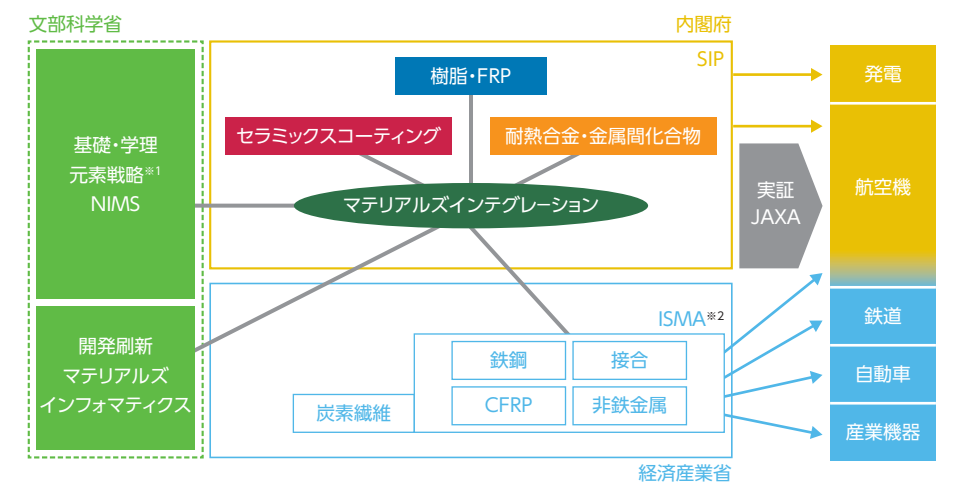
最終ユーザーと機体・エンジンメーカーそして大学、国研が一体となって開発に取り組む画期的な体制を実現

最初にこのプロジェクトを引き受けたときから、5年間だけやるのではなくて、このプロジェクトでやったことのアーカイブをちゃんと残して次に持っていきたいと大損してしまうという思いがあり、拠点化を考えていました。A領域ならJAXAと東大、B領域がNIMSと東工大、C領域はJFCC、D領域はNIMSと東大が中心に拠点としてやってくれればと考えています。このプロジェクトが後ろにつながってくれるよう、もう一踏ん張りしないといけないと思っています。

このプロジェクトは、まだ4合目まで来ただけ。

今までは、体制を整える時期でしたが、ここから1年ぐらいいは我々が一緒になって戦略を考え、先導する時期だと考えます。出口戦略を共有し、最後の1年半ぐらいいは実際の実行者の能力に委ねる。いい材料や部品を作って、まずはボーイングやエアバスに入り込む。MRJ(三菱リージョナルジェット)などを日本の航空産業として育てる。

全体としては、発破をかけながらも順調に進んできたと思います。目に見える成果だけでなく、我々が吹き込んだ新しい風の成果も楽しみにしてください。



※1 元素戦略プロジェクト(所管:文部科学省)

※2 新構造材料技術研究組合(Innovative Structural Materials Association) 平成26年度NEDO委託事業(未来開拓研究プロジェクト、所管:経済産業省)



領域長が語る「ネクストステージ」

材料技術を通した持続的イノベーションを可能にするために日本の英知を集結。強く、軽く、熱に耐える材料の開発、そしてその開発期間の短縮とコスト低減を実現するシステムの構築に取り組むため、4つの領域で研究開発を推進。航空機のバリューチェーンを掌握するための4人の領域長の戦略は？

革新CFRP材料の技術力と産・官・学の結集が 国際競争力を高め、シェアを勝ち取る



領域長 武田 展雄

東京大学副学長
東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
革新複合材学術研究センター センター長

世界に勝つためには、産業界との つながりの強化が必要

日本は航空機用複合材の分野で、世界的に強いのですが、将来的には産学官それぞれの100%の力を結集しないと、世界には勝てないと考えています。

日本の大学やJAXAは、複合材の研究では世界の中でもそれなりの立場にあるのですが、産業界での適用化技術に必ずしも直結していないということもあり、産業界との繋がりを強めるべく、東大とJAXAで複合材のセンター(TJCC:革新複合材学術研究センター)をつくりました。SIPのプログラムはまさに同じ考えで、またとないチャンスであると思いました。

中型機であるボーイング787が一番いい例ですが、炭素繊維と熱硬化性樹脂からなる、繊維強化プラスチック(CFRP)複合材が50%(重量比)使われています。この機体構造の35%は日本でつくっていて、その大部分がCFRP構造です。

一方、今後の開発の中心は小型機であるボーイングの737、エアバスでいうと320の後継機(各々737MAX、320NEOと呼称)です。シングルアイルの160~200人規模の中距離機体で、主に高効率エンジンへの代替が中心で、機体材料・構造は従来金属材料技術の踏襲です。両社とも性能は今まで以上のものを保ちつつも、安価で大量生産が可能であれば、航空機構造にCFRPを使いたいと考えています。

我々はこの領域で、機体やエンジンに使えるような、日本独自の新規CFRP材料・プロセス技術の開発を行っています。

複合材の製造には、温度・圧力をかける窯の中で成形するオートクレーブ成形法という方法が一般的で、高品質な複合材の成形が可能です。ただ、設備が大がかりでコストもかかり、CFRPを量産することが難しいので、オートクレーブを使わずに複合材をつくる成形技術(OoA:アウトオブオートクレーブ)の開発にも取り組んでいます。OoAは、コストや時間、そして制限がかかるオートクレーブの中に入れずに構造材を成形するため、ローコストで大量生産が可能になります。

オートクレーブのほうが高品質である可能性が高

いので、主翼は大量生産可能な改善オートクレーブ、他の部分はOoAというようなストーリーができるわけです。

炭素繊維は日本のシェアが60%以上あり、樹脂もメイドインジャパンの力があるので、構造レベルまで構築できれば、航空機メーカーにも採用されるはずです。すぐに使うことがなくても、そういう要望が出てきたときに「持っています」と出せることが、国際競争力としては非常に強く、シェアをとるためには重要です。

高生産性・低コストを達成するには、高度な技術が伴わなければ達成できないし、どういう作り方をすれば、どういうふうにものができるかを試行錯誤のみに頼らず、理詰めに説明できる必要があります。

製品を品質保証とパッケージで売る

成形しているときに、ある程度形ができればいいというのではなく、成形中の材料物性をその場測定できるモニタリング技術を活用し、そのデータに基づいた成形モデリング・シミュレーション技術を構築できることが肝要です。

今までは素材だけ、あるいは構造だけを売っていたところに、「モニタリング+新規成形シミュレーション」を製品パッケージにして、品質保証されたCFRP構造部材として売ることができそうです。例えば「東レ+重工」がCFRP構造部材を開発していく中で、その品質保証の手助けを、JAXAや大学が行う。品質保証された技術ということであれば、「認証」が必要な航空機メーカーにとっては無視できないので、機体材料として採用される可能性は高くなります。

このように、産+産学官で一緒に取り組むというやり方がうまく機能しないと、日本の国際競争力は保てないと思いますので、こういう仕組みは非常に必要です。

プログラムも後半に入ってきましたので、D領域との連携も視野に入れています。複合材料を効率的に使うために我々のところでもシミュレーションを活用していますが、高分子のミクロ物性評価を主にしていますが、ユニットの成果を、我々のシミュレーションに取り入れること、さらに構造材料の未活用情報を取得する先端計測技術開発での活用も重要と考えています。

大型精密鍛造シミュレータ導入で 材料製造プロセスの効率化を目指す



領域長 御手洗 容子

国立研究開発法人物質・材料研究機構
構造材料研究拠点 副拠点長
エネルギー構造材料分野 分野コーディネーター
耐熱材料設計グループ グループリーダー

材料開発の時間を短縮する 予測計算プログラム

航空機エンジンの耐熱材などに使われるTi合金、Ni基合金などは、鉄とは違い、非常に硬いので変形に大きな力を要します。そのため、試行錯誤での生産になっているのが、課題となっていました。

本年3月、物質・材料研究機構(NIMS)に導入された大型精密鍛造シミュレータは、1,500 t油圧プレス本体とロボットマニピュレータ、加熱装置等の付帯設備から成る試験装置システムです。最大直径10cm、高さ30cm程、重さにするとニッケル20Kg、チタン10Kgの素材をつぶすことが可能です。実験用の鍛造機としては世界一です。

製造ラインでは、炉の中で素材の温度を上げ、大気中での鍛造になりますが、この装置には鍛造部に炉があり、温度を上げた状態での鍛造が可能です。さらに、鍛造後の冷却速度の制御装置が付帯されているのも大きな特徴です。

鍛造では、条件が変わると合金組織が大きく変わり、また合金の部位によっても変わってしまいます。組織が変われば素材の力学特性も大きく変わるので、その変化をあらかじめ計算で予測することが非常に重要になります。予測プログラムにより、こういう鍛造条件ならこういう特性が出るだろうと予測できれば、企業の製造現場などでも、材料開発に費やす試行錯誤の期間を大幅に短縮することが可能になります。

そのためには、予測プログラムの入力や検証に必要な素材の鍛造条件、組織、特性を紐づける一連の基礎データを集めることが重要になります。

プロジェクト終了後も、NIMSに設置した大型鍛造シミュレータを、引き続き今参加している企業だけでなく、外部の企業にも使っていただき、その企業の製造プロセスに役立ててもら

ため、共同利用を考え始めています。

欧米では航空機メーカーや空軍が主導して、大きなコンソーシアムを構築し、その中で部材や素材のメーカーが基礎データをたくさんとってデータベースを作り、プロセス条件から組織や特性を予測するプログラムを作っています。日本では各企業が独自のデータを持っていますが、系統的でなかったり、活用できなかったりしていました。このSIPの中で鍛造メーカー、素材メーカー、大学の先生でコンソーシアムを構築し、その中でデータを収集、活用し、予測計算ツールを作り、欧米に追いつき追いつきたいと考えています。

最強のドリームチーム

このコンソーシアムでは、企業×公的研究機関×大学という構成に加え、鍛造における第一人者が集まる塑性加工学会の鍛造セッションの主要なメンバーが参加されています。まさに、最強の「ドリームチーム」です。

ユニット参画機関内にはデータがオープンになっています。外部の利用者に対しては、鍛造するときの細かい条件とか、その後の力学特性の条件やノウハウ等を知られたくない企業もあります。そのような部分は、一般的なものを参考にするなどのマネジメントをしています。機密情報、SIPで取っているデータが外部に漏れないように、情報管理に関するルールを作っています。

現在、同じSIP「革新的構造材料」のマテリアルズインテグレーション(MI)との連携の可能性を探っているところです。我々の領域には予測計算ツールの高精度化を担当しているメンバーもいます。例えば、組織因子が強度にどう影響するかという場合、一つの予測モデル式を別の材料にも応用できるように改良するのですが、MIにより統計数理学的に様々な因子と関連づけて、関係性を導き出すという方法での予測が可能になれば、それは興味深いと思います。MIには我々が持っていない手法もあるので、我々では計算できないことも可能になるかもしれないと大いに期待をしています。



1500トン大型精密鍛造シミュレータ



セラミックスコーティングの技術がもたらす材料変革

耐 環 境 性
セ ラ ミ ッ ク ス
コー ティ ング
の 開 発

領域長
高田 雅介

一般財団法人ファインセラミックスセンター
材料研究所 所長

エンジン部品は、金属からCMCへの材料変革期へ

航空機エンジンの燃費を改善するためには、高温の燃焼ガスに曝される部位の“軽量化”と“耐熱性向上”が不可欠です。特に高圧タービン部材は高温の水蒸気を含む過酷な環境に曝されるため、非常に優れた耐久性が要求されます。現用のNi基系超合金の耐用温度は約1100℃であり、現在の合金技術の延長では1200℃が限界とされています。

この壁を打ち破るための新しい材料として期待されているのが、世界最高性能の炭化ケイ素繊維（耐用温度：約1400℃、日本製）を用いたSiC/SiC（炭化ケイ素繊維強化炭化ケイ素マトリックス複合材）です。通常、セラミックスは釘で打ったら割れますが、SiC/SiCは、軽くて耐熱性に優れるSiCをマトリックスと強化繊維に用いているので、耐熱性に優れ、しかも損傷許容性も併せ持つ材料です。

今秋、SiC/SiCを組み込んだ新しいエンジンが中型機に搭載され、2020年頃には大型機用エンジンのさらに多くの部位にSiC/SiCが適用される予定です。エンジンの耐熱コア部品は、金属からSiC/SiCへの“材料変革期”に入ったと言っても過言ではありません。

しかし課題もあります。SiC/SiCは、燃焼ガスに含まれる高温の水蒸気によって酸化されやすいだけでなく、生成物のシリカが水蒸気と化学反応を起こしガス化するため、SiC/SiC自体が減肉することです。これを耐熱コア部品に適用するためには、部材の表面を守り、部材の長期使用を可能にするEBC（耐環境性コーティング）が不可欠です。実用化段階のEBCの耐用温度は約1300℃と想定されています。この耐用温度をさらに上げることができれば、より高温の環境下でのSiC/SiCの使用が可能になります。

もう一つは、SiC/SiCの損傷許容性の強化です。高温の過酷環境下において安心して使用するためには、SiC/SiCの損傷許容性についても耐環境性に優れることが不可欠です。実用化段階のSiC/SiCには、SiC繊維の表面に窒化ホウ素（BN）がコーティングされています。マトリックス中を伝播してきたき裂

はBN層に到達すると、繊維-マトリックス界面において繊維長手方向に偏向します。さらに、繊維の引き抜けに伴う摩擦等によるエネルギー散逸により、き裂が停止することで損傷許容性が発現します。この層が「界面制御コーティング」です。しかし、表面き裂が部材内部のBN層にまで到達すると、燃焼ガス中の水蒸気がき裂間隙を介して侵入し、その結果としてBN層が水蒸気酸化しSiC/SiCの損傷許容性が消失してしまいます。ですから、SiC/SiCを構成するSiC繊維には、耐水蒸気酸化性に優れた新たなコーティングが切望されています。

世界最高性能のコーティング技術

SIPでは、二つの課題に取り組んでいます。一つは、繊維耐用温度1400℃で利用できる世界最高性能のEBCの開発です。EBCに要求されるのは、高温の水蒸気に対して耐減肉性に優れることだけでなく、酸素や水蒸気に対する環境遮蔽性や、熱機械的耐久性に優れることです。そこで、SiC/SiC基板上に、結合層を介して、酸素遮蔽層、水蒸気遮蔽層、水蒸気による減肉防止層、熱衝撃緩和層からなる多相積層構造にすることで、EBC全体として優れたパフォーマンスの発現を目指します。ここで重要なのは、高温使用時と熱サイクル負荷時の二つの観点から、丈夫なEBC構造を設計し、それを基にコーティング技術を確立することです。この中で、EBC中の物質移動機構に深く切り込むことで、世界的にも例を見ない極めて有益な拡散データを取得していきます。そして、これらの情報を基に、D領域と連携して、開発効率の飛躍的向上を図っていきと考えています。さらに、EBCの使用限界を定量的に把握するだけでなく、標準化を見据えたコーティングの密着性評価方法の構築も目指します。

もう一つの課題である界面制御コーティングについては、高温の水蒸気環境下において減肉し難い素材を用いてSiC繊維にコーティングする技術開発に取り組んでいます。実用的に利用可能なレベルにおいて、「耐水蒸気酸化性の向上」と「損傷許容性の維持」を両立し、世界初の技術を目指します。

MIが材料開発にパラダイムシフトを起こす

マ テ リ ア ル ズ
イ ン テ グ
レ ー シ ョ ン

領域長
小関 敏彦

東京大学 大学執行役・副学長
工学系研究科教授

マテリアルズインテグレーション(MI)の役割

日本は材料開発のトップランナーとして、これまで多くの優れた構造材料を開発してきました。構造材料の開発では、求められる特性や性能を達成しつつ、同時にコストや製造時・利用加工時の要求をいかにバランスよく満たすかが重要です。数多くの実験を繰り返しながらの開発が必要となり、多大な時間とコストがかかります。日本にはこれまでの材料研究や材料開発で蓄積された実験データや経験知が多くありますが、今後も材料開発で世界をリードしていくためには、それらをいかに活用し、次に続く材料研究者やエンジニアに伝承していくかが鍵となります。また各国が競合する中で、日本の産業が国際競争力を持ち続けるためには、ものづくりの基盤となる材料開発をより効率的に、短時間・低コストで行うことが極めて重要です。

マテリアルズインテグレーション(MI)システムはそれを可能にするシステムであり、本プロジェクトでは、材料の組成、プロセス条件、使用条件から、特性、性能を一貫して予測するための基盤システムを構築します。材料の組織や特性、性能のシミュレーションは従来から取り組まれてきましたが、特定の材料やプロセス、使用環境に的を絞り、前提条件や多くの仮定、入力が必要として進められてきました。MIシステムは、広範な材料や材料プロセス、使用環境に対応し、様々な特性や性能、特に長時間の実験や評価を要する時間依存の特性の予測を可能にするプラットフォームの構築を目指します。システム上に材料組織や材料プロセス、特性、性能に対応する様々なシミュレーションモジュールやデータベースモジュール、理論や経験則のモジュールを置き、それらを選択してつなぐワークフローによって多様な材料、プロセスに対応した特性、性能の予測を可能にします。このシステム開発のポイントは、時間・空間スケールの異なる多様なシミュレーションモジュールを自由に接続可能とすること、データベースと数値シミュレーションの同化やデータ駆動のパ

ラメータ予測を可能とすることで、これによって、予測過程での仮定や入力を減らし高精度の一貫予測を可能にします。

使われてこそ成長するシステム

私たちは現在、鉄鋼材料の溶接部を例題としてMIシステムの構築を進めていますが、並行してABC各領域の研究者と連携しながら、航空機用のTi合金やNi合金などをはじめとして対応する材料の範囲を広げていきたいと考えています。完成後には、材料の研究開発の専門家だけでなく、材料の生産や利用に関わる多様な研究者やエンジニアにも利用いただく必要があり、そのためのインターフェースの開発も進めています。

SIPは5年のプロジェクトですが、MIシステムは5年間で完成するわけではありません。我々が構築するのは様々な材料、プロセス、特性、性能に対応して一貫して特性、性能を予測するプラットフォームで、プロジェクト後も様々な研究者の参画を得て、そのプラットフォームの上に必要なモジュールやデータベース、システムとしての機能を充実させることが必要です。そういったシステムの成長によって、オールジャパンでそのメリットが享受できる汎用性の高いシステムが可能になります。

課題もあります。ひとつはデータベースの構築です。システムの成長には材料やものづくりに関わる企業の参画が不可欠ですが、企業にとってはこれまで蓄積してきたデータの提供はなかなか難しい話で、提供いただける条件や環境を整えていく必要があります。また、システムやデータベースのセキュリティも課題です。アクセスや利用の権限、不正アクセスの危険などの検討が重要です。さらに、今後のこのシステムの維持・成長をどのような形で進めるか、拠点をどこに置くかも、急ぎ検討すべき課題です。材料研究者に加えて、計算科学やデータ科学の研究者、様々な分野のエンジニア達が集まり、材料開発のパラダイムシフトを起こすような拠点、国際的ハブとして機能していく拠点が必要ではないかと考えています。

