

NIMS

2009年 10月号

NOW

特集
CO₂削減に貢献する
NIMS超合金





超耐熱材料研究の最前線

日本の温暖化ガスに関する中期目標として「2020年までに1990年比25%削減」が掲げられました。それを実現するための有力な方策の1つに火力発電の高効率化が挙げられます。また、航空機エンジンにおいては、低燃費化が重要な課題です。これらを解決する熱効率向上のカギを握るのは、耐用温度の高い、優れた超耐熱材料技術です。

CO₂削減に貢献するNIMS超合金

超耐熱材料センター センター長 原田 広史
(ロールス・ロイス航空宇宙材料センター センター長)

火力発電のCO₂削減に貢献する超合金開発

国内で排出するCO₂ガスの1/3は、火力発電所から出ています。火力発電には、燃料によって石炭火力、石油火力、天然ガス複合発電火力の3種類があり、単位電力あたりのCO₂発生量は順に100:76:53程度の大きな差があります(図1)。つまり石炭火力を天然ガス複合発電火力に置き換えれば、CO₂発生量を大幅に削減できるのです。自然界に存在する再生可能エネルギーの普及は始まったばかりです。電気自動車なども電力の供給を要します。今後10年の間にCO₂増加に歯止めをかけ減少に転じるには、石炭火力から天然ガス複合発電への転換が、現実的かつ最も効果的な方法の1つと考えられているのです。

現在天然ガス複合発電火力に用いられているガスタービンの燃焼温度(普及型1100~1300°C:熱効率43~48%(HHV基準)、最新型1500°C:熱効率52%)を1700°Cまで上昇させると、熱効率を56~60%にまで向上させることができます(図2)。これにより経済効果向上とともに、燃料使用量低減によるいっそうのCO₂削減効果が得られます。例えば125~135万キロワット級の在来石炭火力発電所を、このような超高効率の天然ガス複合

発電火力で代替すれば、1カ所で国内総排出の約0.4%のCO₂を削減でき、10~20カ所ならば4~8%の削減になります。発電効率の低い海外で普及できれば大きな排出権取引も可能です。

超耐熱材料センターでは、これまで耐用温度世界最高1100°Cの第5世代単結晶超合金、新規コーティング材料、次世代タービンディスク用鍛造超合金などを開発してきました。さらに民間企業と協力し、これらの超耐熱材料技術を最新のタービン冷却技術等と組み合わせて、1700°C高効率ガスタービン複合発電や、高効率コジェネレーションなどに実用化するための研究を進めています。このほか、埋蔵量が150年分と多い石炭(天然ガスは約60年)を用いた高効率ガス化複合発電、中小型高温ガス炉(安全性のより高い原子炉)などの新規発電技術の実現と高効率化にも、開発超合金は役立つものと期待されています。

ジェットエンジンで期待される実用化研究

一方、CO₂発生比率が全排出量の1~2%とされる航空機からのCO₂では、将来需要の伸びにより5%前後の発生比率となる可能性があります。そこで、ジェットエンジンの熱効率向上によるCO₂削減もいっそう重要になっており、それらを可能にする超耐熱材料技術への期待が高まっています。現在、ロールス・ロイス航空宇宙材料センターにおいて共同研究を進めており、また国内の小型ジェットエンジンメーカーと材料の実用化に関する協力を行っています。ジェットエンジン技術は、戦後日本が世界に遅れを取り、その影響が未だに残っている分野です。国内航空産業の復興という観点からも、世界をリードする超耐熱材料に期待が集まっています。



図1 単位電力あたりのCO₂発生量

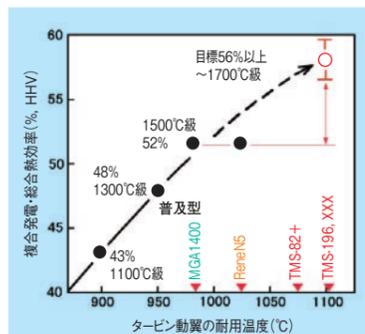


図2 超合金の耐用温度と天然ガス複合発電効率の関係

材料開発

単結晶超合金 — 世界最高の耐用温度を実現

Ni基超合金は、Ni固溶体である γ 相(fcc構造)とNi₃Al金属間化合物の γ' 相(L1₂構造)の、格子定数の近い2相による整合組織を基本構造として持っています(図1)。 γ 相中に γ' 相が析出することにより高い高温強度を持つことができ、1000°C以上の高温にさらされるガスタービンの高圧タービン部材として使用されています。

Ni基超合金の開発は現在、最も強い合金では鍛造材料が主となっています。普通鍛造から、結晶粒界を引張軸に平行にした一方向凝固、粒界のない単結晶凝固と製造方法が進化することにより、高温での粒界すべり変形や破壊が起こりにくくなり、高温強度が向上してきました(図2)。このうち単結晶超合金は、強化元素であるW、Ta、Reなどの量を増加させることで耐用温度を向上させることができ、代表的な合金は約1040°Cの耐用温度(137MPa応力下で1000時間クリープに耐える温度)を持っています。

私たちは添加元素により γ 相と γ' 相の格子定数の差を大きくして界面転位網(図3)を微細化する独自の合金設計により、世界で初めて1100°Cを超える耐用温度を持つ単結晶超合金の開発に成功しています。Ni基超合金に比較的原子半径の大きいMo、Re、Ruなどの元素を最適添加すると、これらの元素は γ 相に多く分配される傾向があるため、 γ 相中のNiと置換します。その結果 γ 相の格子定数は γ' 相に比べて大きくなり、その差が大きくなるほど2相の界面で歪が生じ、立方体状の γ' 析出物はクリープ中にラフト組織と呼ばれる板状組織へと変形します。これと同時に γ/γ' 界面では歪を緩和すべく転位が相互に拘束しあって網目状になります。この網目が細かいほど、界面を横断する可動転位に対する障害となって、変形を妨げることができます。

現在は耐用温度1150°Cに向けてさらに高温クリープ強度の向上を図り、熱疲労特性、耐酸化性ととのバランスを考えた開発を積極的に進めています。

川岸 京子 (ロールス・ロイス航空宇宙材料センター 副センター長)
小林 敏治

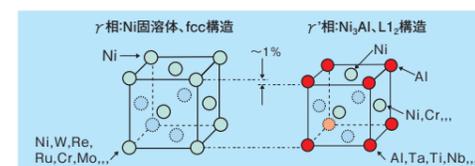


図1 γ 相と γ' 相の基本構造

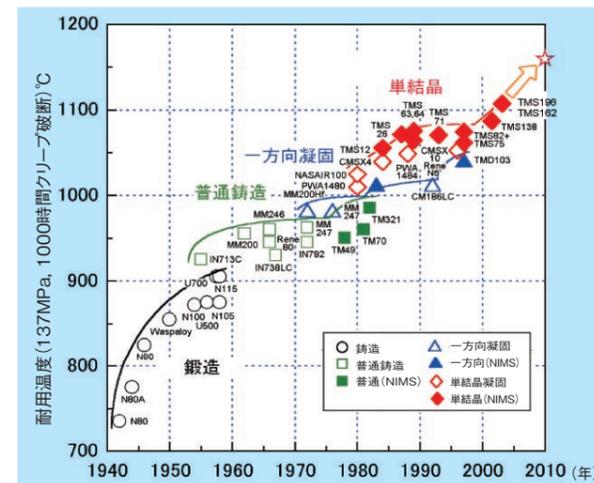


図2 Ni基超合金の耐用温度向上

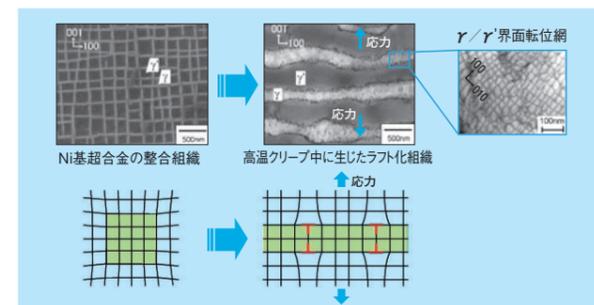


図3 γ/γ' 2相界面の転位網

EQコーティング — 耐酸化性向上と拡散抑制を両立

ガスタービンの効率向上のためには、タービン入り口温度を上げることが最も有効です。そのためにはNi基超合金の耐用温度向上と並んで、遮熱コーティング(Thermal Barrier Coating, TBC)の開発が重要となります。TBCの基本構造は、熱伝導率の低いセラミックスのトップコートと、基材の酸化を防ぐためのボンドコートの2層から成ります(図1)。

ボンドコートとして従来用いられてきたAlを多く含む金属コーティングは、高温でNi基超合金基材との間に相互拡散を起こし、コーティング/基材界面で二次反応層(Secondary Reaction Zone, SRZ)と呼ばれる析出物の層が生成して基材の強度低下を

川岸 京子 (ロールス・ロイス航空宇宙材料センター 副センター長)
松本 一秀

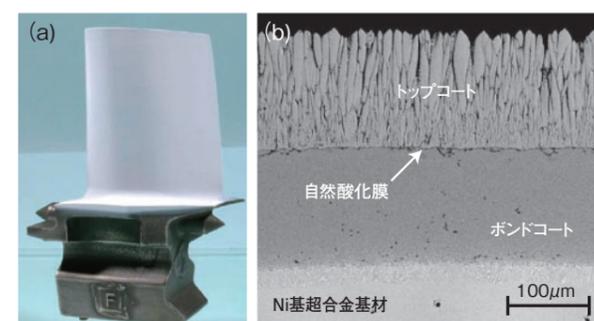


図1 (a) 遮熱コーティングタービン翼と(b)コーティング断面

引き起こすことが問題となっています。従来は耐酸化性向上のみがコーティングの目的であったため、界面での拡散への対策は放置されてきました。そこで当センターではこの問題を本質的に解決する新しい概念として、基材と熱力学的に平衡する材料をボンドコートとして使用するEQコーティング(EQuilibriumコーティング)を開発しました。基材とコーティング材に含まれる元素の化学ポテンシャルを等しくすることで拡散の駆動力がゼロとなるため、耐酸化性を持ちながら拡散を抑制することができる画期的な技術です。図2(a)は従来型ボンドコートと基材を1100°Cで300時間保持した後の断面図です。粒状及び針状の析出物によるSRZが生成しています。これに対し図2(b)のEQコーティングは同条件でも拡散層が非常に薄く、界面に全く析出物を生成していないため基材の機械的強度を損ないません。また独自に設計した電子ビーム蒸着(Electron Beam Physical Vapor Deposition, EB-PVD)によるトップコート成膜プロセス研究を行っており、熱伝導率が低い、熱膨張率が高い、高温耐久性に優れる、耐はく離性が高いなどの特徴を持つ最適材料の探索を行っています。

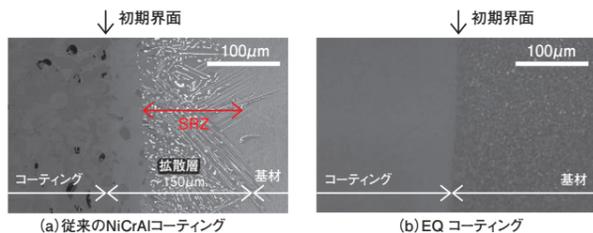


図2 1100°C、300時間加熱後の(a)従来型コーティングと(b)EQコーティング断面

コーティング材やNi基超合金基材の耐環境特性の評価のために、バーナーリグ試験装置を開発しました(図3)。高速燃焼ガス中で高温酸化・腐食試験を行うことができ、腐食性雰囲気の影響が可能なことから、より実環境に近い試験を行うことができます。こうした評価を行いながら、より耐久性の高いコーティングシステムの開発を進めています。

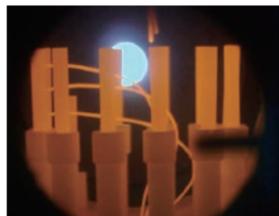


図3 バーナーで900°Cに加熱された、バーナーリグ試験装置内の試料

タービンディスク用 高性能Ni-Co基鍛造合金の開発

谷 月峰
横川 忠晴

ジェットエンジンの性能向上のためには、タービン翼だけでなくタービンディスクの耐熱性を高める必要があります。タービンディスクはタービン翼を装着する部材で、優れたクリープ強度、疲労特性、破壊靱性が求められ、鍛造製品が用いられています。

図1にディスク材の耐用温度向上の歴史を示します。合金元素添加による固溶強化や γ' 体積率の増大によって耐熱性向上が図られてきました。従来、鍛造-鍛造プロセス(C&W)ではU720Li合金が限界とされており、それ以上のは粉末冶金(P/M)プロセスが必要とされますが、異物混入などに対する高度の品質管理が要求され、高コストになるという問題があります。

私たちは、Ni基合金とCo基合金を融合するという革新的な概念(図2)で強度と鍛造性を確保し、鍛造-鍛造プロセスでU720Li

の耐用温度を50°C上回り、P/M材に匹敵する耐熱性をもつNi-Co基鍛造合金(TMW合金)を開発しました。

TMW合金の実用化には商用の大型プロセスによる試作と特性の実証が不可欠です。私たちは、NEDOプロジェクトにて三菱マテリアルと協力し、TMW合金に適した商用大型インゴットの溶解や鍛造条件の選定により、成分のばらつきや製造プロセス中の割れなどの問題を克服し、結晶粒径10 μ mの均質な微細組織を持つ実用スケール(直径440mm)の鍛造・模擬ディスク(図3)の試作に成功しました。この模擬ディスクの高温特性をクリープ試験で評価した結果、既存のU720Li合金より58~76°C以上高く、従来のP/M材をも上回る世界最高の耐用温度を有することが確認されました(図4)。

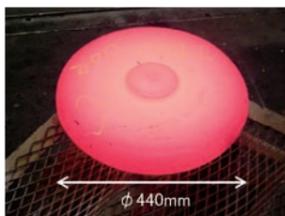


図3 実用スケール(直径440mm)の鍛造

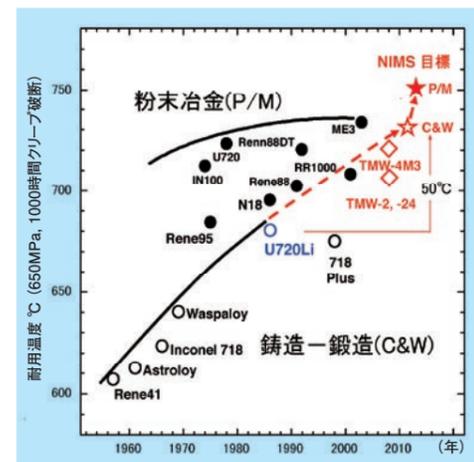


図1 ディスク合金の耐用温度向上の歴史

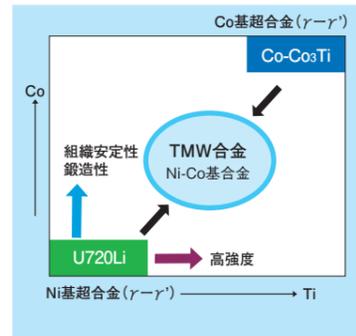


図2 Ni-Co基鍛造超合金の開発概念

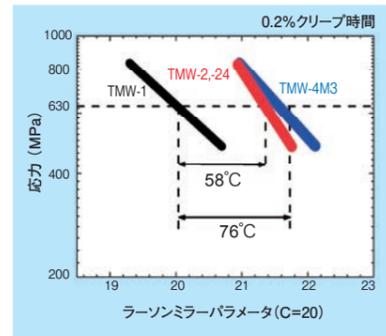


図4 世界最高の耐用温度を有することが確認された。

設計・解析 — 高精度な合金設計プログラムを構築

横川 忠晴
平 徳海
湯山 道也

5~10元素からなるNi基超合金を効率的に設計・開発するため、X線マイクロアナライザ(EPMA)、アトムプローブ電界イオン顕微鏡(APFIM)、などを用いて、高温での添加元素のふるまいや金属組織の変化などを解析し、合金設計パラメータや理論的シミュレーションの基礎データを得ています。また、強化因子の解明や損傷解析等も行っています。

図1は、EPMAによる γ/γ' 相の組成分析から求めた合金元素の分配比です。通常、Ni基超合金の γ 相や γ' 相は0.1~0.3 μ mと小さく、精密な組成分析は困難でしたが、測定試料に歪み時効・粗大化処理を施すことにより、各元素の分配の違いや温度変化を定量的に把握できるようになりました。また、高温での格子定数ミスフィットや各種特性データを用いて合金組成-組織因子-機械的特性の関係をモデル化し、任意組成、温度、応力でのクリープ破断寿命などを高精度に予測できる合金設計プログラムを構築しました。このプログラムは、国内外企業との共同研究にも貢献しています。

図2にAPFIMによるInconel718の組織解析結果を示します。Inconel718は、高圧コンプレッサ翼などに使われる材料で、 γ' (Ni₃Al)と γ'' (Ni₃Nb)による析

出強化型Ni-Fe基合金です。実機エンジンで数万時間使用された同合金製コンプレッサ翼の組織変化を原子レベルで初めて解析したところ、 γ' や γ'' は $\gamma'-\gamma''$ の複層構造をとることなどがわかりました。これは、エネルギー的に安定した析出形態であるという第一原理計算結果とも一致しました。今後、組織と強度劣化との関係解明とともに新合金の開発や実用合金の信頼性向上に役立てたいと考えています。

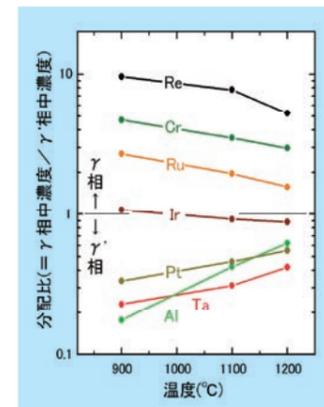


図1 合金添加元素の γ/γ' 相への分配

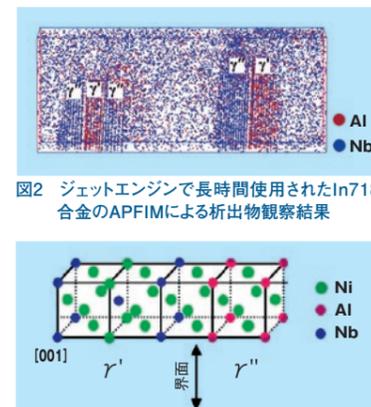


図2 ジェットエンジンで長時間使用されたIn718合金のAPFIMによる析出物観察結果

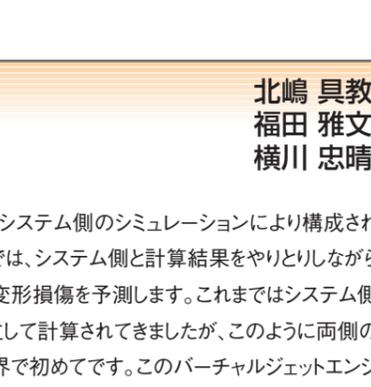


図3 In718合金の $\gamma'-\gamma''$ 界面の結晶構造モデル

シミュレーション、 バーチャルガスタービンの開発

北嶋 具教
福田 雅文
横川 忠晴

超耐熱材料センターでは、これまで実験式や経験式に基づいて、Ni基超合金の組織・特性を予測する合金設計プログラムを用いて合金の設計や開発を行ってきました。これをより理論的な手法に進化させるため、組織変化の過程や平衡状態での組織形態を予測するフェイズフィールド法の計算手法の開発を行っています。これまでのフェイズフィールド法では2元系や3元系までしか取り扱うことができなかったため、実用合金の設計にはほとんど貢献していませんでした。開発した手法は、より厳密な熱力学的自由エネルギーに基づいて計算でき、さらに8元系の組織変化まで予測可能です。例えば、8元系超合金TMS-75の γ' 析出初期のスナップショット(図1)では、8元素のうちAlとReの濃度分布を示しています。このように実用的な多元素の γ' 析出時の組織変化のシミュレーションは世界初であり、今後合金設計・開発の有用なツールになると期待されています。

また、コンピュータ上にジェットエンジンを構築するバーチャルジェットエンジンの開発も行っています。これは、原子レベルからマクロスケールまでの材料側と流

体-伝熱-構造連成のシステム側のシミュレーションにより構成されています(図2)。材料側では、システム側と計算結果をやりとりしながら欠陥形成や組織変化、変形損傷を予測します。これまではシステム側と材料側がそれぞれ独立して計算されてきましたが、このように両側の計算が融合するのは世界で初めてです。このバーチャルジェットエンジンを「運行」することにより、実機の運行条件、ジェットエンジンや材料の種類などから、実機の環境下でのジェットエンジン性能(熱効率やCO₂排出量など)、材料の損傷や寿命を予測することが可能になりました。例えば、開発合金の効果をバーチャルエンジンで実証し、実用化を加速することが期待されます。

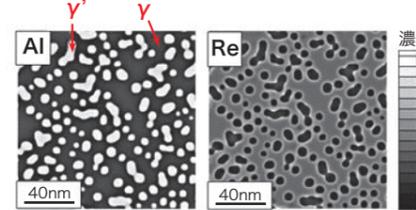


図1 8元系実用Ni基超合金TMS-75の γ' 相析出初期段階のAl、Reの濃度分布のシミュレーション結果。白と黒は元素の高濃度と低濃度を示す。

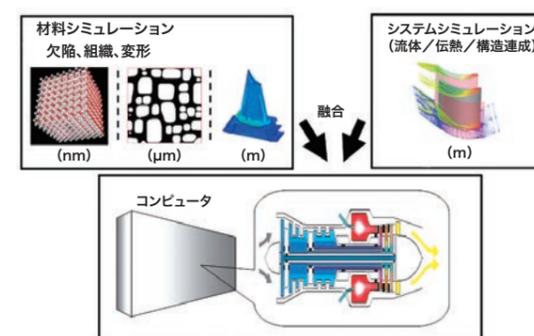


図2 バーチャルジェットエンジンの概念図

実用化研究

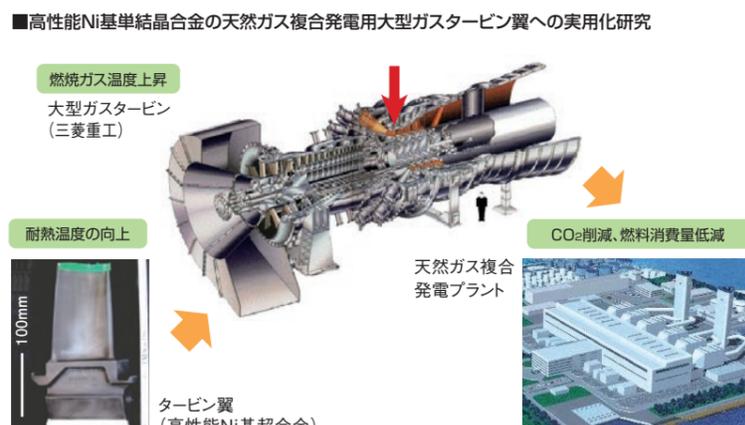
超耐熱材料の実用化研究の取組み

藤岡 順三
小泉 裕
坂本 正雄
鉄井 利光

超耐熱材料センターでは、これまでに世界最高の耐用温度を有するNi基単結晶超合金やNi-Co基鍛造合金などを開発してきました。この成果を産業用ガスタービンや航空機用ジェットエンジンに適用し、エンジン作動温度を高めて熱効率の抜本的な改善を行い、CO₂削減と燃費削減に貢献することを目標にして、企業と連携して実用化を推進しています。

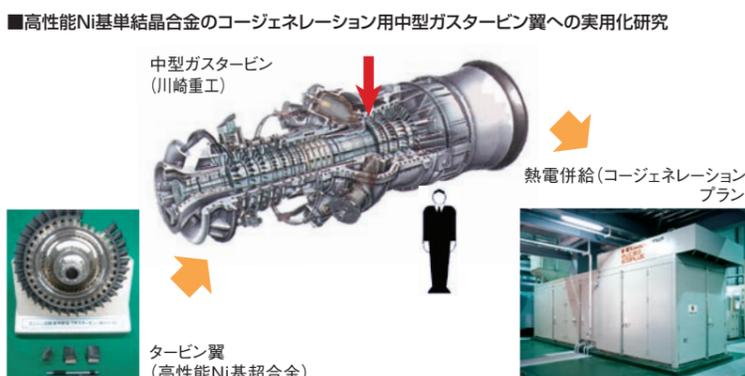
1 三菱重工業(株)との1700℃発電ガスタービン材料の共同研究

天然ガス複合発電の現行のタービン入口温度は最高1500℃、熱効率は52%(HHV基準)ですが、これを1700℃にすると熱効率は56~60%に向上します。熱効率56%の発電所で従来の石炭火力発電所の半分を代替することによって、国内総排出CO₂の約4%が削減可能と試算されています。1700℃大型ガスタービン実現へのキーとなるのがタービン動翼などの高温化技術です。超耐熱材料センターは三菱重工業と共同で、現行の合金に比べ低コストでクリープ強度と熱疲労強度の優れた単結晶合金を開発し、実機動翼の試作まで行ないました。2015年頃の実用化を目標に、今後も研究開発を進めていきます。



2 川崎重工業(株)との中小型発電ガスタービン材料の共同研究

ガスタービン排出ガスの熱を排熱回収ボイラで回収して電力と熱(蒸気や熱水)を併給するコージェネレーション(熱電併給)システムは、工場や事務所ビル、ホテル、病院、地域冷暖房などで導入が進んでいます。そこに用いる中小型ガスタービンでは、発電効率を向上して電力比率を向上させるためにタービン翼の耐熱性向上が重要な課題となっています。超耐熱材料センターと川崎重工業が共同開発した合金のタービン動翼をエンジンに組み込み、実機運転試験に成功しました。



3 ロールス・ロイス社との航空機用大型エンジン材料の共同研究

エアラインの燃料費は、全ての経費の約10%を占め、運行費用の中の約30%を占めます。したがって、エンジン燃料消費率(SFC)改善はCO₂削減・地球温暖化防止とともに、特に運航費用低減の観点から非常に重要な課題です。超耐熱材料センターはロールス・ロイス(RR)社と共同して、大型民間航空機用ジェットエンジンの最高温部(タービン翼)で使う耐熱性に優れたNi基単結晶超合金の開発を行っています。現用合金より約100℃高い世界最高の耐用温度1150℃の合金開発が目標であり、2012年にRR社製エン



ジンへ実用化することをめどに研究を進めています。RR社の試算では、タービン翼の耐用温度を40℃上げることにSFCは1%程度向上し、国際線で1機当たり年間100万ドルの運用コスト

削減効果があります。海外の開発材料が使用されてきたタービン翼に国産材料が使用されれば、我が国にとって初めての快挙となります。

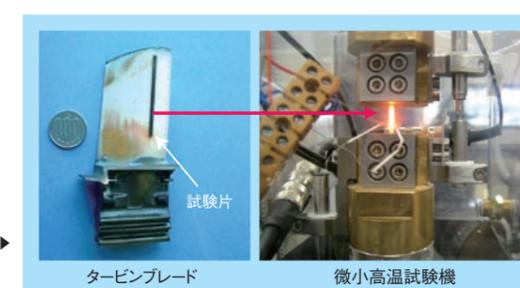
4 (株)本田技術研究所とのビジネスジェット用小型エンジン材料の共同研究

今後の需要増大が期待されるビジネスジェットなどの小型機の特性向上には、燃料消費効率改善と共に、「シンプル構造」による軽量化が重要となります。これを実現するためには、タービン回りの冷却構造の簡素化が不可欠であり、その材料の耐用温度向上が要求されています。超耐熱材料センターは(株)本田技術研究所と共同で小型ジェットエンジン用耐熱合金の開発を進めています。



5 事故調査

航空機エンジンの事故などに対して中立の立場で事故原因を究明し、同種事故の発生を防止するため、国土交通省運輸安全委員会の事故調査に協力しています。また、材料開発の立場から国内エアラインで実機使用されたタービンブレードなどの高温高圧部材を調査して材料の劣化や損傷のメカニズムを調べ、より信頼性のある合金開発に役立てています。



タービンブレードの損傷評価の例。国内エアラインで使用されたタービンブレードからマッチ棒程度の大きさの試験片(縦1×横2mm、長さ40mm)を採取し、高温(1000℃程度)中で強度試験を行い、材料の劣化や損傷の評価を行っている。

1700℃級ガスタービンへの適用を目指す新合金の開発に成功

三菱重工業(株)技術本部
高砂研究所 材料・強度研究室 主席研究員
岡田 郁生



私たちは2004年度から国家プロジェクトで、1700℃級高効率ガスタービンの要素技術開発に取り組んでいます。なかでも、タービン動翼の耐熱性向上は最重要課題の1つであり、優れたNi基単結晶超合金を開発して適用することが不可欠です。そこで、プロジェクトの計画段階から、この分野の世界的権威であるNIMS超耐熱材料センターの研究者とグループの皆様にも全面的にご指導ご支援をいただき取り組んできました。その結果、クリープ破断強度など高温特性に優れた新合金の開発に成功しました。各要素技術開発も順調に進捗しており、これにより将来、1700℃級の高効率複合発電が実現し、CO₂削減、更には地球環境問題解決に向け大きく寄与できるものと期待しています。

超耐熱材料が創る「夢のあるエンジン」

(株)本田技術研究所
航空機エンジンR&Dセンター 開発室
輪嶋 善彦



近年、自動車産業においてはハイブリッド車が人気を博すなど、「対環境性能」が急速にクローズアップされてきていますが、航空機エンジンの世界も同様であり、燃費やエミッションへの改善期待は年々高まっています。この要求に答える、「高性能化」のためのキーワードが「材料の進化」です。特にエンジンの性能を直接的に高めることができるタービン材料の進化はその動向が注目されていますが、NIMS超耐熱材料センターの研究グループは常にその開発をリードし、魅力ある材料を開発されてきました。今後は、我々がエンジンメーカーの責任として、業界の期待を超える「夢のあるエンジン」の創出を目指し、その核と成り得るNIMS材料の実用化に向け、これまで以上の連携強化を図っていきたく考えています。

特許出願および特許ライセンス

森 彰一郎

超耐熱材料センターでは、材料開発で得られた成果を特許権利化するとともに、それらの特許権を多くの企業にライセンス供与することによってNIMS発超耐熱合金材料の幅広い分野における実用化を推進しています。超耐熱単結晶合金、耐熱ディスク合金および耐熱コーティング材などの材料開発に関して、2004年から2008年までに国内特許13件、外国特許13件を出願しています。

図1と図2は、2004年から2009年8月までの特許実施権許諾件数および特許実施料収入の推移をまとめたものです。図1に示される実施許諾件数の順調な伸びは、実用化研究の相手先企業をはじめ多くのジェットエンジン・ガスタービン製造企業や合金製造企業の強い関心を反映しています。また図2に示される最近の実施料収入の急激な伸びは、実用化研究途上にある開発材料が試作段階から実用化段階に入りつつあることを示しており、特許実施料収入は今後さらに大きく伸びると考えられます。

このような状況は、エネルギー効率向上によるCO₂発生量の削減ならびに高騰する燃料の経費削減の技術的な切り札として、NIMS耐熱材料が注目されていることを示しており、今後さらに幅広い分野において実用化に拍車がかかるものと期待されます。

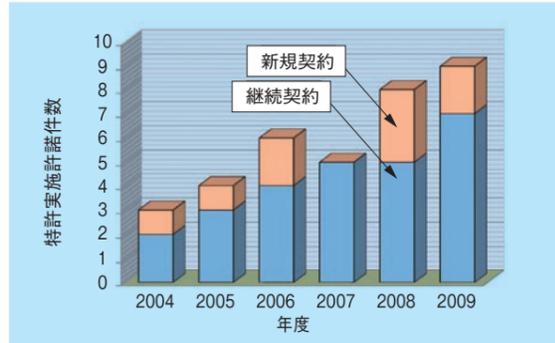


図1 特許実施許諾件数の推移

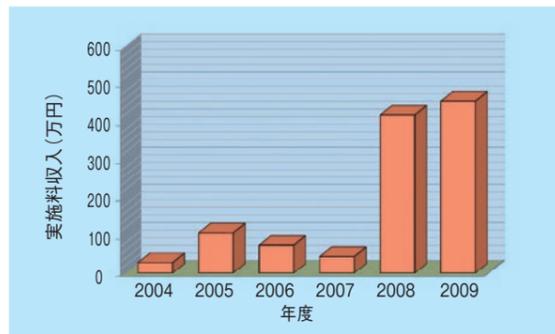


図2 特許実施料収入の推移



超耐熱材料センターのメンバー

フェイス interview

世界で初めて1100℃を超える耐用温度を持つ超合金の開発に成功するなど、NIMSの超耐熱材料研究は世界トップを走っています。開発合金が新型旅客機用ジェットエンジンに採用される日も間近と言われる現在、超耐熱材料センターの原田広史センター長に、これからの超耐熱材料の可能性について伺います。



超耐熱材料センター長
ロールス・ロイス航空宇宙材料センター長
原田 広史 (Hiroshi Harada)

独創的なアイデアが次世代の超耐熱材料を創る

超耐熱材料センターの現在の取り組みについて伺えますか。

超耐熱材料センターの研究は、大きく分けて2つあります。1つは基礎研究で、材料の組成やマイクロ構造を制御して、材料の耐熱性能の向上を目指します。もう1つは実用化研究で、開発した材料を実際に使ってもらうためにエンジンメーカーなどと協力して進めます。現在、実用化を目指している超合金の多くは、2015年頃までにはジェットエンジンやガスタービンのタービン翼やタービンディスクなどに使われる段階まで来ています。例えば天然ガス複合発電に耐用温度の高い超合金が使えれば、熱効率がよりいっそう高まり、CO₂排出量は在来石炭火力発電の2分の1以下に減らせます。昔見ていた実用化への夢が、具体的な計画になりつつあります。

新しい材料を開発するために大切なことは何ですか。

独自のアイデアで、新しいコンセプトを提案することを、センター全体で心がけています。超合金の耐用温度が高くなってくると、今までとは異なる斬新なアイデアが必要です。私たちの強みは、みんなで次のアイデアを考え出せることと、それを実現するための総合力を持っていることです。

単結晶ニッケル基超合金では、 γ 相と γ' 相の結晶同士の格子定数が合うと耐用温度を高くできると考えられていました。ところが実は格子定数がぴったり同じだと耐用温度がむしろ低下することがわかったのです。そこで逆に格子定数に0.5%くらいだけ差をつけてみると適度なストレスが生まれ、マイクロ組織形態がひとりでに変化して強化されることがわかり、その結果、世界最高の耐用温度を持つ超合金ができたのです。このような既存概念を変える新しいアイデアを提案し、実証するところが研究の醍醐味です。さらにその合金がCO₂削減などで社会の役に立つ可能性があるわけですから、やりがいも大きいというものです。

今後、飛躍的に耐用温度を高めるには、ニッケル以外の高融点材料をベースメタルに使うなどのアイデアがあります。もし高効率発電ガスタービンやジェットエンジン

の燃焼ガス温度1700℃で冷却しないでそのまま使用できる材料ができれば、これはもうノーベル賞ものでしょう。

研究の中で大変なこと、苦勞することはありますか。

発電ガスタービンやジェットエンジンの中で、タービン翼やタービンディスクは、最も高温になる重要部品です。そこで、実用化研究では、高温でのクリープ、疲労、酸化、腐食などいろいろな特性を調べることが不可欠です。超合金が使われるこのような構造材は、高いレベルでオールラウンドでなくてはならないのです。

開発には時間がかかり、チームワークと根気がなくてはなりません。チームワークをよくするには、みんなで共有できる、わかりやすく大きな目標があるといいですね。野球で言えば甲子園で優勝すること、我々の分野では例えば「日の丸エンジンを作ろう」というような目標です。現在NIMSでは、ロールス・ロイスと提携して超耐熱材料の研究を進めていますが、これがまるごと日本製の日の丸ジェットエンジン開発へのきっかけになることを期待しています。

若い研究者にアドバイスをいただけますか。

超合金、英語でSuperalloy。旧金属材料技術研究所に入ったばかりの私は、「超」がつくかっこいい名前やマイクロ組織の美しさに魅かれ、すぐに超合金が好きになりました。今から30年以上も前の話ですが、この思いは今も変わりません。同僚たちもおそらく同じだと思いますが、好きだから根気強くやって来られたと思います。

材料研究にもブームがあり、数年から10年ぐらいの周期で行ったり来たりするものです。目先の流行を追わずに、自分がやるべきテーマを見つけてじっくり取り組んでいると、そのうち追い風が吹く、そんな考え方もいいのではないのでしょうか。最近CO₂削減やエネルギー問題への注目が再び高まり、超合金にも久しぶりに追い風が来たかな、と感じています。

夏の科学普及啓発活動

夏の期間中、一般の方々が楽しく科学に親しめるような講座や、小中高校生が実験を通じて科学技術に触れ、興味を深めることを目的に様々な体験プログラムを実施しました。

● つくばの研究所発 最先端サイエンスのやさしい講座(2回)

▶ 6月6日「海洋爆撃 - 生命の起源 -」

40~38億年前、地球の海面に高速落下してきた隕石の衝突エネルギーによって有機分子が出現し生命の誕生につながったという、生命の起源を検証する実験について解説しました。

▶ 7月4日「とても冷たい世界のできごと - 超伝導のはなし -」

物質を冷やすとある温度以下で電気抵抗がゼロになる現象が超伝導です。リニアモーターカーにも使われている超伝導材料を中心に、極低温で見られる物質の奇妙なふるまいについて紹介しました。

● つくばエキスポセンター 特別展示 ▶ 6月2日~8月31日

信頼性の高い建造物や、燃費の良い車や航空機、コンピュータに使われる半導体や高速通信に用いる光材料など、私たちの暮らしをあらゆる場面で支えている材料。環境やエネルギーなど、今後の社会に期待される最先端の材料研究について展示を行い、また、研究者による特別講義では、身の回りの物質の性質について実験を交えて紹介しました。



ダイヤモンドでガラスを切る実験

特別講義 5回

- ▶ 6月13日 「ダイヤモンドを作るお話」
- ▶ 7月31日 「ダイヤモンドの見分け方」
- ▶ 8月4日 「とても冷たい世界のできごと - 超伝導のはなし -」
- ▶ 8月5日 「形状記憶合金について学ぼう」
- ▶ 8月6日 「金属板でキーホルダーを作ろう」

● サマーサイエンスキャンプ(高校生20名) ▶ 7月27日~29日

テーマ:「いろいろな物質・材料に触れてみよう」

文部科学省が実施する科学技術体験合宿プログラム。先進的なテーマに取り組み、最先端の研究施設・実験装置等を持つ、大学・公的機関、民間企業の研究所が高校生を受け入れて、研究者・技術者が本格的な実験や実習を主体に直接指導を行います。「参加申込書」に書かれた生徒たちの参加への熱意や希望に応えるため、指導する研究者も力を入れてのぞんでいます。



材料引張試験

● つくばサイエンスラボ(小学生40名) ▶ 8月7日



顕微鏡で物質を見る

テーマ:「つくばの自然と科学を体験しよう！」

つくば市と友好都市の提携をしている東京都荒川区につくばエクスプレス沿線の足立区を加えた2区1市の小学校4~6年生を対象に、つくば市の豊かな自然や科学技術を体験するプログラムです。NIMSを訪れた40名の生徒たちは、金属材料の強度や温度によって変化する性質などを実験や観察によって体験しました。

● つくば市ちびっ子博士(小中学生60名) ▶ 8月18日

市内に多数の研究機関を持つつくば市が、小中学生を対象に開催。21世紀を担う子供達が、科学技術に対する関心を高め、夢と希望に満ちた未来を考える手がかりになることを目的に、今年度は38の指定施設が見学やスタンプラリーを実施しました。NIMSでは身近にある材料の特性を体験して学ぶ3つのコースを実施し、抽選で選ばれた各コース20名が参加しました。

- ▶ コース1:「形状記憶合金について学ぼう」
- ▶ コース2:「金属の不思議」
- ▶ コース3:「とても冷たい世界のできごと - 超伝導のはなし -」



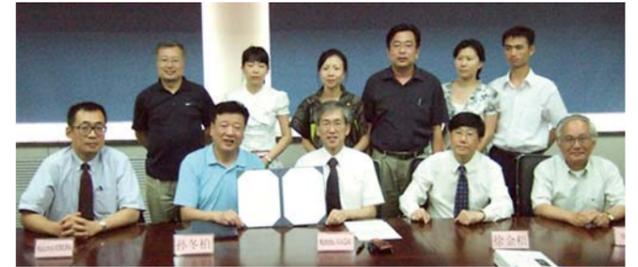
形状記憶合金の実験

共同研究覚書(MOU)を調印

- 中国
北京科学技術大学国家材料服務安全科学中心(USTB-NCMS) × 構造材料国際クラスター(iSM)

研究課題:
構造材料のマイクロ組織と力学性質に関する基礎研究

USTB-NCMSは中国における構造物安全性評価のための大規模なナショナルセンターを構築中ですが、NIMSが長年培ってきた材料信頼性に関する基礎研究が協力して、クリープ、腐食、疲労、データベースなどのテーマで、構造と材料の間を結ぶ基礎研究の中長期的な連携を検討します。



前列左から木村NIMS-データシートステーション長、USTB-NCMS Dongbai SUNセンター長(副学長)、長井NIMS-ISMマネージャー、USTB JinWu Xu学長

- スペイン
カタルーニャバイオエンジニアリングセンター(IBECS) × 生体材料センター

研究課題:
細胞の機能制御と診断のための生体材料表面技術とバイオセンサーの研究開発

IBECSはカタルーニャ州政府、バルセロナ大学、カタルーニャ理工科大学によって設立され、生体材料、再生医療、ナノバイオテクノロジー、バイオセンシングの研究開発を進めています。今後、再生医療材料とセンサ材料の研究開発を連携して行います。



左からIBECSのAbel Riera副センター長、Josep A. Planellセンター長と生体材料センター宮原裕二センター長

- ロシア
ベルゴロード大学 × 新構造材料センター

研究課題:
構造金属材料のナノ構造制御

日本学術振興会二国間交流事業におけるロシアとの共同研究ですすでに具体的な研究活動を行っています。Belyakov博士はNIMSで合計6年間研究活動の実績があり、相互理解に基づいた研究を進めます。



左から新構造材料センター木村勇次主幹研究員、津崎兼彰センター長、ベルゴロード大学Andrey Belyakov 主席研究員

- 韓国
漢陽大学新素材工学部 × 材料信頼性萌芽ラボ

研究課題:
材料のナノ制御構造と評価およびナノ構造制御材料のエレクトロニクス等への応用に関する研究協力

最初の共同研究テーマはカーボンナノチューブ等の一次元ナノ材料の構造解析と物性評価です。



前列左から唐グループリーダー、原田ラボ長、Prof.Kim(学部長)、Prof.Jeon(後列左から新谷リサーチアドバイザー、Prof.Shin、Prof.Yoon

- イタリア
パドヴァ大学 × 量子ビームセンター

研究課題:
先端ビーム技術による機能的な光学ナノ材料の研究開発

独自技術を生かしたナノ粒子構造制御とナノ光物性評価による機能的なナノ光学材料(巨大非線形現象の発現、ナノ光スイッチ応用等)の研究開発を行います。



量子ビームセンター 武田良彦 主席研究員、パドヴァ大学 Giovanni Mattei教授

お詫びと訂正: 前号(NIMS NOW 2009.Vol.9 No.7 9月号)のNIMS NEWSにおける「NIMS特別名誉研究員の太刀川恭治氏がICMC Lifetime Achievement Awardを受賞」の記事に誤りがありました。「太刀川氏は、1937年にNIMSの前身である金属材料技術研究所に入り」について正しくは「1962年(昭和37年)」です。お詫びして訂正いたします。

つくば 6 研究機関男女共同参画合同シンポジウムを開催

平成21年9月8日、つくば市に拠点をもち、文部科学省の「女性研究者支援モデル育成」事業に参画している物質・材料研究機構、森林総合研究所、産業技術総合研究所、筑波大学、農業・食品産業技術総合研究機構、農業環境技術研究所の6研究教育機関が男女共同参画社会の実現を推進するため、合同シンポジウム「好奇心が開くつくば発共同参画文化の扉」をつくば国際会議場において開催しました。

特別講演は、講談師の神田紅氏が「伝統社会に女性が進出する時」と題して、男性社会に女性が進出してきた苦勞について講演するとともに、女性が活躍する講談を披露し、続いて、宇宙航空研究開発機構の小川美奈氏が「『かぐや』の月への旅路を支えたJAXA男女共同参画の意識」と題して、月周回衛星「かぐや」の監視を続ける研究を支える中での結婚、出産、子育ての経験について話しました。

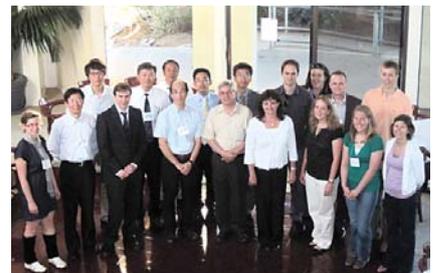
6研究教育機関の長によるパネルディスカッションでは、男女共同参画推進のビジョン、実現の方策を述べた後、性別に関わらず多様な人材が活躍できる研究環境の整備と、女性研究者の採用を増加させるなど男女共同参画社会を実現するための「つくば6研究教育機関による男女共同参画宣言」が行われました。



パネルディスカッションの様子
各機関理事長および学長(左から)物材研 潮田氏、森林総研 鈴木氏、産総研 野間口氏、筑波大 山田氏、農研機構 堀江氏、農環研 佐藤氏、コーディネーター 東大男女共同参画オフィス 特任教授 都河氏

第1回NIMS-UCSB ワークショップを開催

平成21年8月25日～26日、カリフォルニア大学サンタバーバラ校においてNIMS-UCSB First Annual Workshopが開催されました。NIMSからは材料信頼性領域の香川 豊 領域コーディネータはじめ、複合材料グループ、非破壊評価プロジェクト、高強度材料グループおよび若手国際研究拠点から8名、UCSBからは7名の研究者が参加し、その他企業、大学の研究者を交えて複合材料、耐熱金属材料、および最新測定技術と非破壊評価について、講演と活発なディスカッションが行われました。今回のワークショップでお互いの研究を知り、来年度に開催予定の第2回ワークショップからは、具体的な研究テーマの選定や共同研究の進め方を議論し、双方の持つ強みを活かした共同研究を行う予定です。



ワークショップの参加メンバー

10月開講 2009年度後期NIMSイブニングセミナー

科目構成	No.	講義名	講義日
後期概要、量子情報技術とその材料	1	後期概要、量子情報技術とその材料	10月2日
未来を拓く金属加工プロセス	2	革新的加工技術：鋳造プロセス	10月9日
	3	革新的加工技術：粉末冶金プロセス	10月16日
	4	革新的加工技術：溶接プロセス	10月23日
	5	Beyond-CMOSデバイスで作る新しいコンピューター	10月30日
ナノ領域における物質・材料研究の挑戦	6	量子コンピューター：量子力学の不思議な世界	11月6日
	7	脳型コンピューターに向けて	11月13日
	8	電子顕微鏡による原子識別手法の最前線	11月20日
最先端計測技術の展開	9	走査型プローブ顕微鏡による物質・材料研究の最前線	11月27日
	10	強磁場NMRを利用した材料評価と共同利用	12月4日
量子ビームの材料への応用	11	中性子散乱概論	12月11日
	12	シンクロトロン放射光を用いた計測・分析	12月18日
	13	イオンビームを用いたナノファブリケーション	12月25日
気孔のないセラミックスの製造	14	水溶液法を利用した透明焼結体の製造	1月8日
ナノフォトニクス基礎と応用	15	ナノフォトニクス基礎と応用	1月15日

個別の講義へのご参加を受付けております。詳細はHPをご覧ください。

<http://www.nims.go.jp/collaboration/evening-seminar.html>

開催場所：独立行政法人 物質・材料研究機構 東京会議室

問合せ先：企画部人材開発室 電話：029-859-2555 / E-Mail: evening-seminar@nims.go.jp