

企画にあたって

長谷川 誠*

2011年における東日本大震災以降の日本国内における全発電量の割合は、太陽光、風力を中心に、自然エネルギーの割合が年々大きくなっているものの(2018年においては17%程度)、依然として、火力による発電量は全体の80%程度と大きく、主要な電源となっている。2016年に「パリ協定」が発効し、日本では「2030年度の温室効果ガスの排出を2013年度の水準から26%削減すること」が目標となっており、火力発電においてもCO₂排出量低減のための熱効率の向上は急務となっている。火力発電のなかで最も効率の良い発電手法は、ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせたコンバインドサイクル発電と言われており、近年では熱効率が60%程度にも達していると言われている。さらなる高効率化のためには、より高い温度での動作が求められているが、既存の材料のみでの対応は難しい状況となってきている。

近年、科学技術振興機構における先端的低炭素化技術開発(ALCA)や、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)、革新的構造材料などにおいて、再び、耐熱材料が注目されてきている。特に、従来の耐熱材料の主力である耐熱鋼やニッケル基超合金の次を狙う、1000℃をはるかに超える温度域での利用を想定する新規耐熱材料および環境保護皮膜については、新たな局面を迎えている。例えば、すでに航空機用エンジンメーカーの1つであるGE社は、ターボファンエンジンの高温部位をニッケル基超合金製からセラミックス複合材料製に置き換えつつあることが報道されている。そこで本ミニ特集では、次世代の耐熱材料と目される材料系およびコーティングを対象として、組織設計原理や相安定性、構造安定性、力学特性などについて解説をいただいた。

前半の3件は、ニッケル基超合金を代替あるいは凌駕する耐熱材料に関する記事である。吉見享祐教授ら(東北大学)には、「**Mo-Si** 基金属間化合物から **MoSiB₃TiC** 合金への展開」と題して、Mo-Si-B 3元系合金からTiを添加したMo-Ti-Si-B 4元系合金の研究動向についてご紹介をいただくとともに、Mo相の連続性向上にともなうDuctile Phase Toughening機構の発現を狙ったTiCを添加したMo-Ti-Si-B-C 5元系合金(モシブチック合金)について、微細組織形成とそれにとともなう高靱化について解説をいただいた。三浦誠司教授(北海道大学)には、「**Nb**を中心とした耐火金属高濃度固溶体基耐熱合金の開発と今後の展望」と題して、解説いただいた。MASC(metal and silicide composite)合金に範を取られ、靱性を担う耐火金属固溶体(BCC固溶体)と相平衡するT2型基金属間化合物を高強度化するための強化相

として選択されるとともに、耐酸化コーティングとしてB2アルミナイドを選定され、互いに平衡する相で構成されるように合金設計されているが、膨大な探索範囲の中から複数の拘束条件によりその範囲を狭める方策についてご紹介をいただいた。香川豊教授ら(東京工科大学)には、「**セラミックス複合材料の最近の進歩**」として、酸化物系CMCおよび非酸化物系CMCにおける開発状況をご紹介いただくとともに、CMCにおける製造・プロセス技術や時間依存性までを含めた力学特性および材料の特性や損傷の理解のための計測技術などについて解説いただいた。

後半の2件については、耐熱材料を使用環境から保護するためのコーティングに関する記事である。松原秀彰教授(東北大学)には、「**熱遮蔽コーティングの最近の研究・技術動向**」として、これまでのTBCに関する材料およびプロセス技術の研究・開発動向をお示し頂くとともに、TBCの使用にともなう劣化および寿命(膜の剥離)の現状の理解について解説いただき、ご自身のTBC膜の組織変化による特性変化にともなう性能劣化および寿命予測のシミュレーション研究についてご紹介いただいた。北岡諭氏(ファインセラミックスセンター)には、「**環境遮蔽コーティングの現状と将来展望**」と題して、最近のEBCに関する技術動向をご紹介いただいた。さらには、EBCの設計手法として、EBC候補材料中の物質移動データに基づいたコーティングの環境遮蔽性および構造安定性の評価手法や、より苛酷な環境における適応を検討した輻射熱反射機能を有する新規EBCについても解説をいただいた。

最後に、本特集を企画するにあたり、ご多忙にもかかわらず執筆をご快諾頂きました著者の先生方および企画の実現にご協力頂きました第1分科の編集委員の皆様に対して、この場をお借りして心より御礼申し上げます。



長谷川 誠

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★
 2002年3月 横浜国立大学大学院工学研究科博士後期課程修了
 2004年5月 東京大学 大学院工学系研究科・先端科学技術研究センター 助手
 2006年4月 横浜国立大学大学院工学研究院 助手・特別研究教員
 2010年12月- 現職
 専門分野：材料強度学、高温変形、集合組織、コーティング
 ©基金属間化合物や合金の高温加工や力学特性評価、セラミックス皮膜の創成に関する研究に従事。
 ★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

* 横浜国立大学大学院工学研究院 システムの創生部門；准教授(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)
 Preface to Special Issue on Present Status and Future Perspectives of Next-Generation Heat Resistant Materials and Coatings Superior to Superalloys; Makoto Hasegawa (Division of Systems Research, Faculty of Engineering, Yokohama National University, Yokohama)
 Keywords: high temperature structural materials, intermetallic compounds, ceramic matrix composites, thermal barrier coatings, environmental barrier coatings, solid solution, phase diagram, equilibrium, diffusions, mechanical properties
 2019年6月4日受理[doi:10.2320/materia.58.362]