

材料学会 1994 年秋季大会 シンポジウム L

「高温用金属間化合物 VI」

東京工業大学 精密工学研究所 先端材料部門

助教授 三島良直

(平成6年度国際会議等参加助成 AF-94047)

1. 開催日：1994年11月28日～12月2日
2. 開催場所：アメリカ合衆国マサチューセッツ州
ボストン
マリオットホテル、ウェスティンホテル/
コブレイプレースおよびシェラトン
ボストンホテル内

3. 国際会議報告

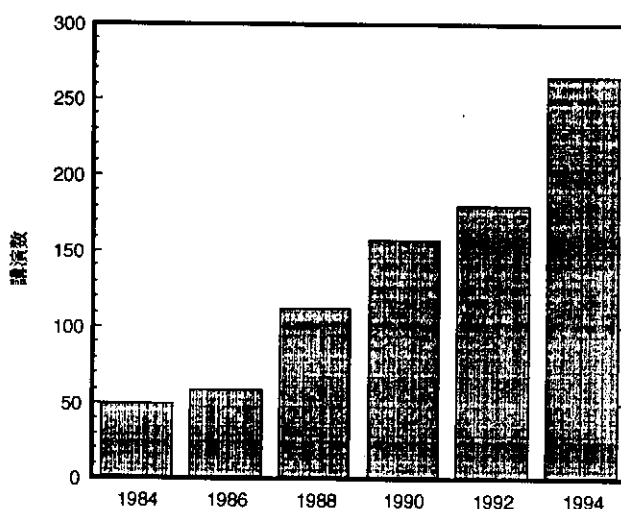
I. 本国際会議の沿革及び位置づけ

本国際会議はアメリカ国内はもとより、日本、ヨーロッパ、インド、韓国、中国などの高温用金属間化合物の研究者が一堂に会する国際会議である。第1回は1984年に開催され、以後2年に一度開催されてきており、本年度で6回目(VI)の開催となった。

金属同士の化合物である金属間化合物はその物性も多様で、先駆的研究は非常に古くから行われているが、近年、特に次世代の高温用構造材料として大きく注目されてきている。特に構造用として高温特性に優れるNi、Coなどを主体としたAlやSiとの化合物、また、軽量であることから最近注目されているTi系など、その構成元素や組合せの範囲は非常に広く、またその適用範囲も単にジェットエンジンのタービブレードといったごく限られた範囲のみに留まらず、自動車用エンジンの汎用部品なども適用範囲として期待されている。Fig. 1 に、本国際会議で主に議題に上った金属間化合物の結晶構造を示す。このような期待を受けて本会議は1984年に第1回が開催された。その後も多くの講演・発表が行われてきている。Fig. 2 に、第1回から今回(第6回)までの講演件数の変化を示すが、ほとんどうなぎ

登りといっても良いほど、発表件数が増加の一途を辿っていることがわかる。また、本会議の実質的責任者である編集者は本研究分野に関して著名な研究者が選ばれるが、第2回に続き、今回にも日本人が名を連ねていることは、この研究分野において米国に並び日本が一方の旗手であることを示しており、特筆すべき事であろう。

最近になって、金属間化合物に関する国際会議も種々開催される様になりつつあるが、その大多数はテーマを絞ったものであり、広範囲な研究者が一堂に会する場としては本会議をおいては無いといっても過言ではない。そのため、多くの研究者にとって本国際会議は最近2年間の研究成果の決算的意義があり、これに参加することによって、著し



MRS symposium L 開催年度

Fig. 2 講演件数の変化

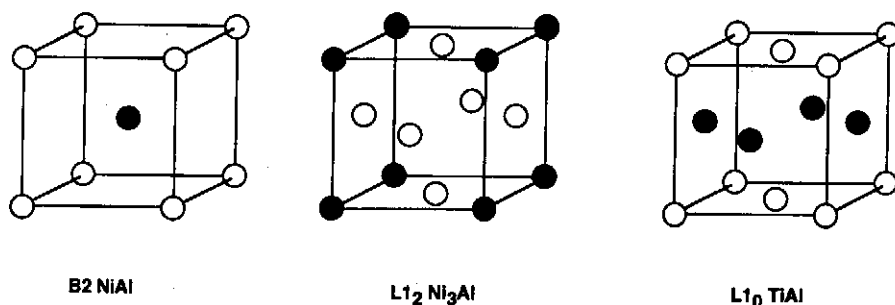


Fig. 1 種々の金属化合物の結晶構造

く進歩の早い本研究分野における最新の研究動向を知ることができる。

II. 本会議における主要な議題と、発表内容の関係

本会議における主なセッション(小題目)を以下に列挙する。

- L 1 欠陥構造
- L 2 鉄アルミニウム化合物
- L 3 チタン基金属間化合物合金：転位構造
- L 4 ニッケルアルミニウム化合物および鉄アルミニウム化合物
- L 5 NiAl化合物：転位構造
- L 6 チタン基金属間化合物合金：破壊機構およびクリープ変形
- L 7 NiAl化合物：機械的性質および作成方法
- L 8 チタン基金属間化合物合金：転位および界面
- L 9 Ni₃Al化合物：転位構造
- L 10 チタン基金属間化合物合金：作成方法
- L 11 Ni₃Al化合物：機械的性質および作成方法
- L 12 シリコン化合物
- L 13 チタン基およびその他の金属間化合物合金
- L 14 環境効果および表面処理
- L 15 Ti₂AlNb化合物
- L 16 酸化
- L 17 ニオブ・アルミニウム化合物およびラーベス相化合物

L1 欠陥構造

本セッションは11件の発表で構成されており、Ni₃AlやTiAl、NiAlなどの変形挙動におよぼす原子サイズの欠陥構造や転位の原子サイズの構造についての基礎的な研究が報告された。これらの金属間化合物は他のセッション名に何回も現れているように非常に重要視されているが、その特異な変形挙動、例えばNi₃Alに見られる強さの正の温度依存性の発現機構などについては未だ不明の点が多く、本セッションでも種々の機構が提案されている。これは最終的にはこのような非常に魅力的な性質をさらに改善するための研究と考えられる。

L2 鉄アルミニウム化合物

本セッションは12件の発表で構成されており、主にその耐腐食性、高い高温強度からステンレスなどのup-gradeとして捉えられている鉄・アルミニウム化合物基金属間化合物合金の強度や延性、破壊機構などについての研究報告がなされた。また、塑性加工に関する内容としては、高温における超塑性の発現機構についての報告もなされた。

L3 チタン基金属間化合物合金：転位および原子サイズの微細構造

本セッションは13件の発表で構成された。TiAlは通産省「次世代産業基盤技術開発制度」のカテゴリー・新材料における超耐環境性先進材料の一つとしても取り上げられてお

り、最も実用化に近い金属間化合物であるとされている。その延性はAlのより少ないTi₃Al相との複合化などによって達成されており、本セッションでもこれについて多数の報告がなされた。

L4 ニッケルアルミニウム化合物および鉄アルミニウム化合物

本セッションは44件の発表で構成されているポスターセッションであり、NiAlやFeAl、Fe₃Alなどの機械的性質、高温や常温での加工性につながる研究などに始まり、添加元素の存在位置やその転位挙動に及ぼす影響といった学術的な色彩の強い報告まで多数が一堂に会して2時間にわたる自由討議を行った。参加者は個別の報告について自由に討議、意見交換を行った。

L5 NiAl化合物：転位構造

本セッションは13件の発表で構成されており、軽量、高耐酸化性を兼ね備え、構成元素よりも高融点を示すNiAlを代表とするB2型金属間化合物の変形の基礎的研究報告がなされた。

L6 チタン基金属間化合物合金：破壊機構およびクリープ変形

本セッションは12件の発表で構成されており、主にTiAl金属間化合物の靱性や高温クリープ挙動について報告がなされた。

L7 NiAl化合物：機械的性質および作成方法

本セッションは12件の発表で構成されており、主にNiAl金属間化合物への靱性付与や、その高温変形挙動に関する研究、また作成方法についての基礎的な報告がなされた。

L8 チタン基金属間化合物合金：転位および界面

本セッションは13件の発表で構成されており、主にTiAl金属間化合物合金の強化などに関する報告がなされた。

L9 Ni₃Al化合物：転位構造

本セッションは13件の発表で構成されており、Ni基超耐熱合金の析出強化相として用いられているNi₃Al金属間化合物合金の変形挙動について主に報告がなされた。それらは、本金属間化合物が示す強さの正の温度依存性という特異な変形挙動を転位の挙動から説明しようとする報告と、粒界強度の改善に関する報告の2種類に大きく分類される。

L10 チタン基金属間化合物合金：製造方法

本セッションは12件の発表で構成されており、TiAl基金属間化合物合金の開発やその粉末成形、超急冷といった特殊な手法による製造方法に関する報告がなされた。

L11 Ni₃Al化合物：機械的性質および作成方法

本セッションは12件の発表で構成されており、Ni₃Al基金属間化合物合金の高温クリープ強度や延性の改善に関して第2相の析出や添加元素の影響などに関する報告がなされた。

L12 シリコン化合物

本セッションは13件の発表で構成されており、 MoSi_2 や Cr_3Si といった、高融点耐火金属とシリコンの化合物である、高融点金属間化合物の機械的性質や製造法に関する報告がなされた。これらの金属間化合物はこれまでに示した種々の金属間化合物に比して延性などの点で未だ後塵を拝しているが、融点が 2000°C 近くもしくはそれ以上であり、軽量、高耐酸化性といった非常に魅力的な性質を持つことから、今後の発展が期待される。

L13 チタン基およびその他の金属間化合物合金

本セッションは37件の発表で構成されているポスターセッションであり、 TiAl や MoSi_2 、 Ni_3Si などの金属間化合物に関する機械的性質や製造法、また、これまでほとんど報告のない特殊な金属間化合物についての先駆的研究報告などが行われ、参加者は個別の報告について自由討議、意見交換を行った。

L14 環境効果および表面処理

本セッションは12件の発表で構成されている。金属間化合物は環境中に存在する水素などによってその延性を大きく左右されていることがこれまで報告されてきているが、本セッションでもこれに関する研究、およびこの改善などに関する報告が主になされた。

L15 Ti_2AlNb 化合物

本セッションは12件の発表で構成されている。 TiAl 基金属間化合物合金をさらに高性能とするため、 Ti-Al-Nb 3元状態中に存在する3元化合物 Ti_2AlNb や、結晶構造をより変形しやすいものに変換した $(\text{Al}, \text{Cr})_3\text{Ti}$ などが注目されている。本セッションではこれらの化合物の基本的な機械的性質や存在する組成領域、および高温塑性変形などに関する報告がなされた。

L16 酸化

高温構造用材料としての実用化が期待されている金属間

化合物の酸化挙動や耐酸化性の向上のための基礎的研究は未だ十分といえる段階に達していないとされている。本セッションでは酸化についての12件の研究で構成され、その基礎的理解や改善方法についての報告がなされた。

L17 ニオブ・アルミニウム化合物およびラーベス相化合物

金属間化合物には種々の結晶構造を持つ物が含まれているが、空間配置を密にする構造としていくつかの結晶構造があり、それと類似した結晶構造を持つ一群の金属間化合物が存在する。それらの一つがラーベス相であり、数多くの金属間化合物が含まれているが、結晶構造の複雑さのため、良好な塑性変形が困難と考えられてきた。近年、それらの中にも変形が比較的容易な物が見出され、研究が進みつつある。本セッションはそのような金属間化合物に関する12件の研究で構成され、それら金属間化合物合金の基礎的物性が主に報告された。

III. その他

全体として、 TiAl 、 NiAl および Ni_3Al といった金属間化合物に関しては、実用化を目指した研究が多く見受けられる。一方、さらに先を目指した、より高融点・高強度な金属間化合物に関する研究も多く、幅広い模索がなされつつある。報告数は圧倒的にアメリカが多いが、日本からは26件、その他イギリス、ドイツ、中国、韓国などが目立った。

4. 謝 辞

本国際会議に出席・発表するに当たり、財団法人 天田金属加工機械技術振興財団より国際会議等参加助成を受けたことをここに記して感謝いたします。

5. 文献、参考文献

本国際会議は MRS Symposium proceedings vol. 364, "High Temperature Ordered Intermetallic Alloys VI" として1995年に刊行される予定です。