

1枚の写真 vol.5

金属間化合物 Ni_3Al 延性化の成功

金属が脆い？

「脆い金属」と聞いてピンとくる人はどれだけのだろうか。硬くて強いという一般的な金属のイメージに、脆さを連想することのほうが難しいかもしれない。しかし金属材料において“強さ”と“脆さ”は表裏一体をなし、その難儀な性質は時に研究の醍醐味ともなる。

加工のしやすさは材料の要

金属材料は多くの場合、用途に応じて目的の形に加工する。このとき重要なのが、加工のしやすさ、つまり金属の変形のしやすさだ。変形の指標は多岐にわたる。例えば「延性」は、材料を破損せずにどれだけ引き伸ばせるかという性質を表す。延性に富む金や銀は、強度に欠けるが柔らかく加工しやすい。一方、延性の低い金属は硬くて脆く、加工しにくい。多くの材料研究者は、この「硬さ・強さ」と「加工のしやすさ」という、相反する課題をいかに克服するかに腐心す

るのである。

硬くて脆い合金

延性は、金属や合金の種類によって大きく異なるのはもちろん、温度によっても変化する。金属は通常、温度の上昇と共にやわらかくなり強度が下がる。一方、車や航空機のエンジン部などに使用される金属間化合物^{※1}の中には、温度が高くなるほど硬く丈夫になる珍しい性質を持つものがある。ニッケル(Ni)とアルミニウム(Al)からなる Ni_3Al もその一例で、高温材料としてきわめて

魅力的な材料だ。

しかし金属間化合物は脆い。特に Ni_3Al の場合、室温から融点直下の高温でもほとんど延性を示さないため^[1]、加工が著しく困難なのだ。この Ni_3Al 特有の脆さを克服し、実用化へと前進する大きな契機となったのが、青木清・和泉修博士による研究であった。

駆り立てられる探究心

博士らは、通常は延性を示さない Ni_3Al が^{※2}、単結晶^{※2}になると高い延性を示すことを突きとめ

た^[1]。このことから Ni_3Al の脆さは多結晶^{※3}特有の破壊(粒界脆性)が原因と考え、これがボロン(B)元素の添加によって抑制されることを見出す^[2]。結果、 Ni_3Al 延性の劇的な改善に成功し、その後の金属間化合物研究を牽引する成果となった。

「普通材料には見られない特異な性質(中略)はきわめて魅力的であり、この材料に関する興味と探究心を駆り立てた。^[3]」前人未到の快挙の裏には、研究者のあくなき探究心が存在することを、和泉博士の手記は伝えている。



One
Photo
by KINKEN

「延性化に成功した金属間化合物 Ni_3Al 」は金研の資料展示室に展示されています。

本多記念館 資料展示室

金研がこれまでに携わった50点以上の発明品をご覧いただけます。ぜひお気軽にお立ち寄りください。



資料展示室の詳細および「一枚の写真」デジタルデータはこちら



参照資料：[1]青木清、和泉修「金属間化合物 Ni_3Al の延性について」日本金属学会誌 第41巻 p170 (1977)

[2]青木清、和泉修「金属間化合物 Ni_3Al の微量第3元素添加による常温延性の改善」日本金属学会誌 第43巻 p358 (1979)

[3]和泉修「非鉄合金、合金設計制御工学研究部門」金研七十五周年記念誌 (1991)

※1金属間化合物…二種類以上の元素からできており、比較的簡単な元素比率で表される合金。元の元素にはない、新たな特性を示すものが多い。

※2単結晶…原子がどこまでも規則正しく整列した結晶。原子の特性を最大限に発揮できるが、大きくなるほど作製が難しくなる。

※3多結晶…小さな単結晶があつまった結晶。単結晶間に境界(粒界)があるため、力が加わるとそこから亀裂が入るなどして、材料の脆さにつながる場合がある。