

名誉会員からのメッセージ

技術の萌芽

名古屋大学名誉教授

森 一美



70年代から80年代にかけ、革新的な金属系新素材として必ず取り上げられたものの一つが、Ni-Ti合金の出現により脚光を浴びるようになった形状記憶合金である。この画期的な合金がどのような経緯で出てきたのか、知りたいと思っていた。

JOMの1989年9月号で、C.M. Wayman, J.D. Harrison¹⁾による“The Origins of the Shape Memory Effect”なるタイトルの論文を見た。いわゆる形状記憶という性質は広義の形状記憶効果 (SME) の一つで、このSMEにはゴム状弾性のような性質も含まれる。Waymanらは上記の論文で、SMEの初期の研究は大部分1950年代から60年代にかけて行われたが、厳密に言えば、SMEに関連した現象を最初に発見したのはA. Ölander (1932) である、と述べている。

以下、この稿ではSMEの研究そのものではなく、関連論文に出てくる二人の人物につき、筆者の個人的な思い出を含め書かせていただく。上記のA. Ölanderの1932年の論文は二つで、一つは固体Au-Cd合金の電気化学的研究(A)²⁾、もう一つはAuCdの結晶構造の研究(B)である。論文(A)は、筆者が大学3年生のとき、松下幸雄先生の研究室で卒業研究に関連して読んだらしい論文であることを、その著者の名前とともに思い出した。内容は、合金の電気化学的研究であったという以外、全く忘れてしまったが、A. Ölanderという名前は妙に鮮やかな形で思い出される。

卒業研究として松下先生から御指示いただいたことは、当時名著とされていたC. Wagnerの“合金の熱力学”なるドイツ語の本を参考として研究テーマをきめるようにとのことであった。この本の巻末に、引用文献が著者のアルファベット順にまとめられていて、この中で合金の電気化学的研究としてA. Ölanderの論文がきわだっただけでなく、どうもそのためにA. Ölanderの名前を強く思い出したようだ。

数年前一切の公職を離れ、時間がたっぷりできたところで、Ölanderの論文(A)を詳しく読んでみた。Ölanderは1932~37年当時、Ag-Cd、Au-Cdなどの合金の中間相、とくに規則格子合金の原子配列の不規則度を、合金の電気化学的測定から得られる混合エントロピーと統計熱力学の理論式との対比から求めるという問題にも興味をもっていた

ようである。

合金の電気化学的測定を最初に行ったのは、金相学で有名なゲッティンゲン大学のG. Tammannで、Au-Ag合金について研究した1919年の論文がある。その後、何人かにより類似の研究が行われ、その間、実験手法は次第に確立されて行き、Ölanderの研究は完成した手法で行われた。この研究は、Au-Cd系状態図に現れるいくつかの固溶体の固溶限の濃度、相変態温度の不備を正したということで、一面から状態図の研究とも見ることができる。

ÖlanderはAu-Cd合金の電気化学的研究を系の全濃度範囲について行った。一方の電極は純粋なCdで、測定温度340℃以上では融液、それ以下の温度では固体Cdを用いた。他方の電極はAu-Cd合金で、62通りの濃度の合金について測定した。電解質融液として、塩化物、一部は酢酸塩を用いた。

Au-Cd合金極は直径1 mmであるが、濃度により合金は様々な性状を示した。Ölanderは、とくに中間の濃度の合金の性状についてつぎのように述べている。

“Cd50% (at%) 以下の β 相は弾性の挙動を示し、Cd47.5%ではとくにその性質は顕著で、ゴム状の挙動を示した。Cd50%以上では固くて脆く、60%以上の合金はとくに脆い。”

Ölanderの論文はあくまでもAu-Cd合金の電気化学的研究であり、この研究が15ページにわたり詳細に述べられている。この中で、中間濃度の合金の性状につき、目立たない形で、上記のことが数行に記されているに過ぎない。勿論、筆者など学生時代で、中間相の誠に興味ある性状についての記述など、全く意に留めなかったはずだと思われる。

Ölanderのあと約20年後、コロンビア大学のL.C. Chang, T.A. Read³⁾により“Au-Cd合金 β 相の塑性変形と無拡散変態”なる論文が発表されている。この論文は、Au-Cd合金 β 相の変形・変態機構を検討することに主たる目的をおいたもので、その中で、狭義の形状記憶効果が、いわば副次的な現象として観察された。興味あるこの現象も、考察の最後のところで一寸述べられているだけである。

C.M. Waymanらによれば、このChang, Readの研究が

発表された後、SMEの現象が金属学者の間で次第に注目されるようになり、研究も盛んになり、ついにNi-Ti合金の形状記憶効果が発見されるまでになったという。

L.C. Changのフルネームは、関連論文から間違いなくLo Ching Changであると思われる。ここで、また筆者の半世紀前の思い出が出てくる。大学卒業後、助手として松下先生の研究室で仕事をするようになって間もなくの頃、カーネギー工科大学より発表されたLo Ching Chang, Gerhard Derge⁴⁾による“CaO-SiO₂、CaO-SiO₂-Al₂O₃系溶融スラグの性質についての電気化学的研究”なる論文に接した。

松下研究室では当時、スラグの電気化学的研究を主要な研究テーマとしており、Chang, Dergeのこの論文を、大きな感動をもって精読した。

半世紀が過ぎたいま、筆者の関心は革新的な科学技術の生まれを知ることである。Chang, ReadがAu-Cd系 β 相の性状に注目した動機は何であろうか。Chang, ReadはÖlanderの(B)論文を引用している。Ölanderはこの論文に、Au-Cd合金の電気化学的測定を行い、 β 相に新しい変態点を見出したことを記述している。Chang, ReadはÖlanderの(A)論文²⁾を読み、その際 β 相のゴム状弾性の記述に留意したのだろうか。

もう一つ、Readの共同研究者としてAu-Cd合金 β 相の性状について研究したLo Ching Changは、かつてカーネギー工科大学で、G. Dergeの共同研究者として、溶融スラグの電気化学的測定を行ったLo Ching Changと同一人物であるのか、別人物であるのか。もし同一人物であるとすれば、このL.C. Changが、A. ÖlanderのAu-Cd合金の電気化学的研究の論文に精通していたことはなかっただろうか。

筆者はこのL.C. Changなる人物に大きな興味をもち、国内、国外の心当たりのありそうな方々に当たってみた。色々

お骨折りいただいたが、結局不明のままに終わってしまった。肝腎の、カーネギー工科大学のDerge先生、コロンビア大学のRead先生、お二人とも亡くなっておられる。「歴史研究は時間との勝負である」ことを痛感している。

細かいことをくどくどと書いてしまった。しばしば画期的な発見・発明は偶然出てくることがあると言われる。しかし子細をみれば、これも実際には、目立たない形の偶然を含め、先人が積み上げてきた遺産が萌芽となり、そこから大きい新しいものが生まれてくるというケースがかなり多いのではなかろうか。いまの形状記憶合金もそのような例ではないかと感じ、筆者の個人的な思い出もあり、いささか調査した事柄を記した。

終わりにになったが、松下幸雄先生が「ふえらむ」No.11, 1996に、「名誉会員からのメッセージ」として、半世紀前の先生の御体験につき回想の文を書いておられる。私のことにも言及していただき恐縮している。あの敗戦直後の荒廃した世相の中で、松下研は実験器具もよく揃えてあり、溶融スラグの電気化学という革新的なテーマで精力的な研究を行っていた。とくに研究について松下先生の示された感覚の新鮮さは忘れることができない。

参考文献

- 1) C.M. Wayman and J.D. Harrison: JOM(1989) Sept., p.26
- 2) A. Ölander: J. Amer. Chem. Soc., 54(1932), p.3819
- 3) L.C. Chang and T.A. Read: Tran. AIME, 189(1951), p.47
- 4) Lo Ching Chang and Gerhard Derge: Tran. AIME, 172(1947), p.90

(1996年11月18日受付)