

はばたく

学生としての研究生活 —チタンおよびチタン合金の精錬 に関する研究を通して—

京都大学大学院工学研究科

(現在：日本学術振興会海外特別研究員

・米国マサチューセッツ工科大学派遣)

岡部 徹

私がチタンやチタン合金中の酸素の除去に関する研究に携わるようになったのは、京都大学工学部冶金学科の4回生のとき非鉄冶金学研究室にはじめて配属され、小野勝敏教授の指導のもとで卒業研究を行ったときである。卒業研究といっても自分で考えて研究するのではなく、鈴木亮輔先生や修士の先輩方に実験手順を手とり足とり教えていただきつつ、ほとんど何も考えずにひたすら肉体労働としての実験作業に明け暮れていたような気がする。当時の私にとって活性金属中の不純物の酸素の存在など大して重要なことではなく、むしろ研究以外の楽しい学生生活の方に関心があった。

卒業研究の主なテーマはTiAl金属間化合物の還元合成に関する基礎的な研究であった。比較の見通しの明るい研究課題であり、しかも先生方の熱心で適切な指導のおかげですぐに研究成果が出たが、指導教授の主な関心は純チタン中の酸素レベル低減法の確立にあった。工業的に量産されているチタンは、酸化物をいったん高純度の塩化物にし、これを金属マグネシウムで還元して製造されているが、チタン中の不純物としては酸素が最も多く500~1000 ppmも酸素を含有している。電子材料用に精製された純度99.9999%の超高純度チタンでさえ100 ppmの酸素を含んでいる。これは、チタン中に固溶した酸素は熱力学的に非常に安定であるため、チタン中に固溶した酸素を効果的に直接除去するプロセスが存在しないためである。当時、酸化物から低酸素レベルのチタンを直接製造することは、ほとんど不可能であると思われていたらしいが、熱力学がわからない私にとってその困難を理解できる訳はなく、また、チタンの量産プロセスを開発したKroll氏も過去に酸化物からの直接還元を幾度も試み失敗に終わっていることなども勿論知らなかった。

「酸化チタンを直接還元して不純物の酸素濃度が1000 ppm以下の純チタンを作ったら、何処にでも連れて行ってやる」とハッパをかけられ、単純な私は数時間の睡眠時間以外は一日中、先輩と一緒にひたすら還元および脱酸実験を繰

返していた時期もあった。研究そのものが面白かったのではなく、その頃の私は、もし成果を出せば教授に低俗な繁華街に「何処にでも」連れて行ってもらえると信じ、極めて単純な動機で頑張っていた。今になってわかったが、その約束は「何処の国の国際会議でも連れて行ってやる」ということだったらしい。

結局、修士課程に進学してもしばらくは1000 ppmを下回る酸素レベルのチタンを製造することができなかったが、運と努力と試行錯誤の結果、まれに1000 ppmを下回る低い酸素レベルのチタンが製造できるようになった。この頃から実験が面白くなり、過去の文献にも興味を持つようになった。また、頭を使わずただやみくもに実験をしていてもたいして成果が上がらないことがわかり、大石敏雄教授の指導のもとで熱力学をはじめ精錬に関する勉強をするようになった。「チタン中の酸素の除去」という一見単純に思える実験でも、おさえなくてはならないパラメータが非常に沢山あり、その最適化には非常に多くの知識と経験が必要だということを知ると同時に、この研究の奥の深さにとりつかれた。博士後期課程に進学することを決意したのもこの頃であったと思う。50 ppmを下回る酸素レベルのチタンの製造はかなり難しいと言われていたが、修士課程を修了する頃には、金属カルシウムの脱酸能力に着目したカルシウム-ハライドフラックス脱酸法を開発し、50 ppmを下回る酸素濃度のチタンが容易に製造できるようになった。自分で考案した実験方法により、従来の方法では作れない極めて低い酸素濃度のチタンが製造できることがわかった時の嬉しさは今も忘れられない。こうして出来た高純度で軟らかいチタンの諸物性の測定等の研究も行うようになり研究の幅もかなり広がった。

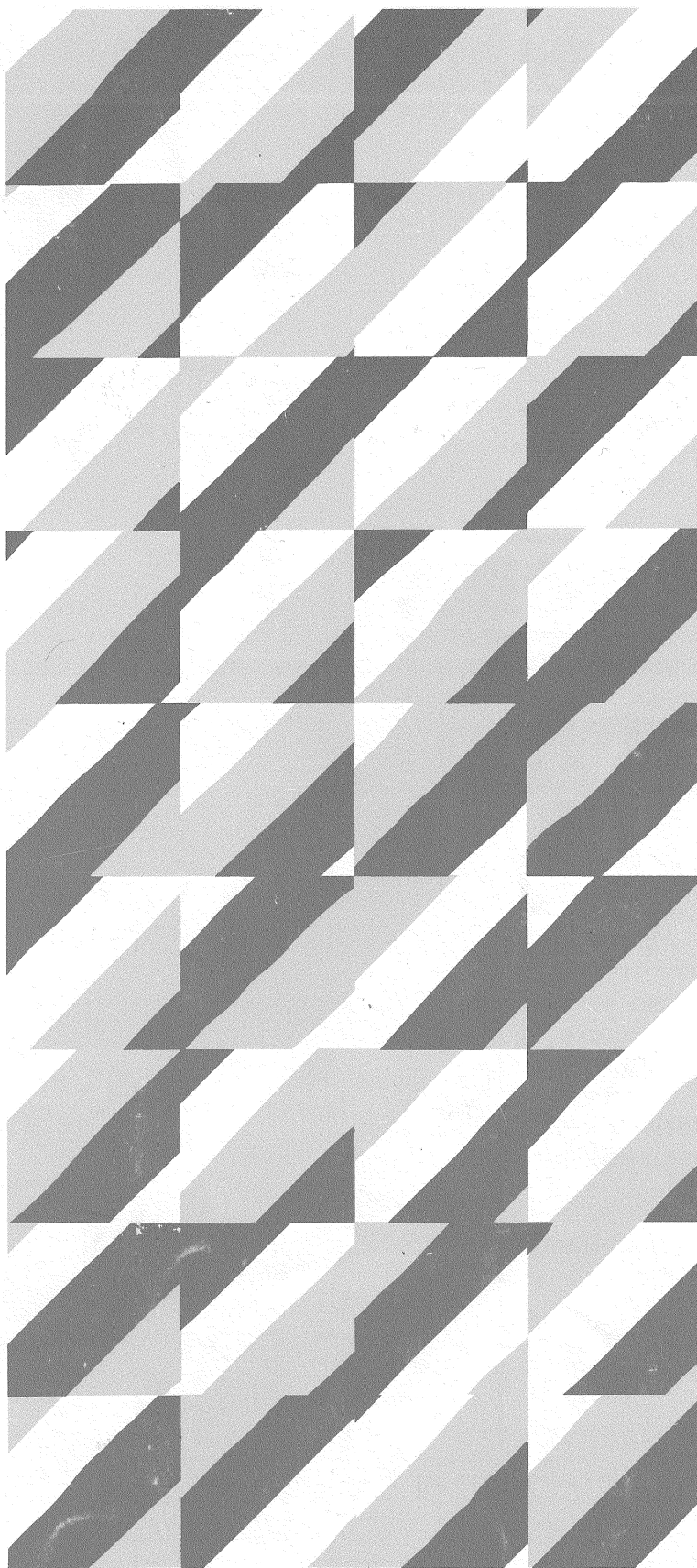
博士後期課程に進学してからは、超高融点活性金属の溶解・精錬に関する基礎的研究にも従事していたが、チタン-酸素系の熱力学を主軸とする系統的な基礎研究を主として行った。これらの研究をTiAlやNbAlなどの高温で活性な金属間化合物の合成や脱酸に発展させ、これらの合金の熱力学データの測定など基礎研究も行った。博士課程が修了する頃にはチタンの脱酸技術もずいぶん進歩し、ハライドフラックス脱酸法をさらに発展させた電気化学的手法を用いることにより、10 ppm以下の酸素濃度の高純度チタンを製造できるようになった。最近では、酸素レベルが低すぎて分析・評価が出来ずに困っているが、1000 ppmの壁を突破できずに日々悩みながら卒業研究をしていた頃が懐かしい。今後、私が開発したチタンやチタン合金の脱酸技術がチタンの高純度化やスクラップの回収、さらには種々の活性金属の精錬方法として応用されることを期待している。

博士課程が修了するまでにこれらの研究成果を国内外の学会誌に10報以上の論文として投稿することができ、また、日本学術振興会の海外特別研究員としてMITにて研究を行う機会を与えられたのは、自由に実験・研究が遂行できる環境のおかげであった。
(1993年4月15日)

日本金属学会会報

Vol.32
1993

6



Bulletin of the Japan Institute of Metals