

る機会を提供したという意味で、教育的な役割を果たすことができたと思っています。

写真は試験高炉の操業にかかわった東大の教職員とその遺族、他大学の教職員、全国各大学の院生・学生、企業からの派遣者の有志の拠金によって製作されたレリーフ（鑄鉄製、400×600mm）で、題字「試験熔鋳炉」は金森先生の筆跡、上は初期の建屋、下は第1次改造後（1961年）の試験高炉を表します。レリーフの制作は山本伸樹氏（画家）、製造は松本石川島精密鑄造株式会社に依頼しました。同社への依頼は金森研究室員として初期の操業に加わった松瀬昭三氏が同社顧問であったことによるものですが、同社が

試験高炉の建設から改造まで一貫して関与され、協力を惜しまれなかった石川島播磨重工業株式会社の関係会社であることは奇縁というほかありません。なおレリーフは試験高炉の最後の操業後の炉底煉瓦とともに、その跡地に新設される建屋内に飾られる予定です。

文 献

- 1) 館 充：鉄と鋼，70（1984）p.1501
- 2) 東京大学生産技術研究所鉄鋼研究室研究グループ：東京大学生産技術研究所大型共同研究成果概要No.4，（1983）
- 3) 和田亀吉：鉄と鋼，40（1954）p.128

（平成6年12月26日受付）

なぜ、中学校で “タタラ製鉄学習実験”ができたか？

高橋 礼二郎／東北大学素材工学研究所

小さな中学校から世界に向けての大きな発信

会議に参加した方はご存じと思いますが、1994年6月14～17日、仙台国際センターで開催された第1回世界製鉄会議（The First International Congress on Science and Technology of Ironmaking, ICSTI 94）において、仙台市立根白石中学校で実施された製鉄学習実験の結果が、DIOSと並んでTATARAの名称でポスター展示された。そのキャッチフレーズは、A BIG MESSAGE FROM A SMALL SCHOOL TO THE WORLD（小さな学校から世界に向けての大きな発信）であった。それまで行われた2回の実験の様子を写真にまとめたもので、説明は先生と生徒たちによってなされたが、私の目から見るとDIOSよりも人気があり（!）好評だったように見えた。アンケートに対する回答が、国内外28名の方から寄せられたが、ここにそのいくつかを紹介する。

I believe it is a good practice to teach ancient handcrafts and technology which reside in the history of your country (Werberg, Germany). It is very good idea, and I would like to have the same thing in France (Leclercq, France). Excellent learning experience for the students. Good model for other schools to follow (J. Wright, Australia).

非常に素晴らしい試みだと思います。このような機会を利用して、物を造る喜び、素晴らしさを味わう体験を大事にして下さい（富田幸雄）。

たいへん良く展示されていました。こうした体験学習が行われていることに感動しました。科学の原点は興味を抱

くことにありますからいろいろな事にチャレンジして下さい（清水正賢）。

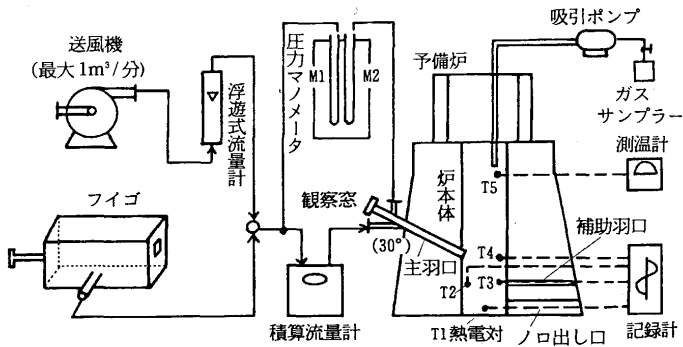
大学の理工離れが憂慮されている今日、その一因が受験競争による詰め込み教育によって、理科の楽しみを学生が体験できないことにあると言われているが、このような製鉄体験は教育上の問題を解決する意味で有意義だと思う（稲角忠弘）。

すでに3回行われた製鉄実験

根白石中学校では文部省の方針で平成5年度から新しく始められた選択学習の中に製鉄実験を取り入れている。1993年2月に第1回、94年2月に第2回、そして94年11月19、20日に第3回目の実験が実施された。この時は土曜日の午後から準備を始め、夜中の10時火入、翌日午後2時に炉を解体する徹夜の実験となった。1、2回の実験は早朝に火入れだったが、終了後は暗闇になってしまうために今回は時間をずらして行ったものである。状況を詳しく書く余裕はないが、今回もまた生徒とともに、新たな発見、感動に出会う実験となった。

なぜ、この実験に参加するようになったか

本誌に随想「炭焼きの記」（鉄と鋼，76，（1990）No.1，P.128）を載せてもらったことがある。炭焼きを始めたそもその動機は、小さなタタラ炉のようなもので、子供たちや学生に鉄を造る体験をさせてあげたいと思ったことにある。そこで、まずはエネルギー源としての炭造りから始



空気送風方式および温度、圧力、ガス濃度測定系統図

めたが、随想はその体験を紹介したものであった。その後、いつかは必ずと思いつきながら果てせないうところに、根白石中学校での計画を聞いて、これに参加させてもらうことになったのである。

なぜ、根白石中学校でできたのか

なぜ、根白石中学校でこのような体験学習が可能になったのだろうか。生徒数が約200人の小さな学校だから？ 周辺に製鉄遺跡などがあり、地理的条件に恵まれたから？ 仙台にはボランティア協力する人が多いから？ いやいや、それでは十分ではない。その答は最近、私が東北の地方紙「河北新報」に随想として書いているので、ここではそれを引用してみよう。

随想「中学校の校長先生の涙」

(1994年11月28日河北新報夕刊)

仙台市の北部にそびえ、夏冬一年を通して仙台市民の憩いの場となっている泉ヶ岳山麓に根白石中学校がある。

この学校では2年前から生徒達の体験学習の一つとして製鉄実験を取り入れている。泉ヶ岳から大和町にかけての一带は江戸時代のものとみられる多くの製鉄遺跡が見つかっており、この学習は郷土文化を再発見するものでもあった。この実験は江戸時代の製鉄技術を再現しようとしたもので、仙台市文化財課、博物館、科学館、大学、高校の先生などいろいろな分野の専門家のボランティア協力を得て進められた。幸いにして、私もこれに参加協力することができたのである。

第1回の体験学習は学校の生徒たち30人の生徒が中心となり、製鉄遺跡の調査から始まり、七北田川からの砂鉄採集-炭窯の製作-炭焼き-タタラ炉の製作-製鉄実験に至る膨大な学習を1992年9月から翌年にかけて、約半年がかりで実施された。

クライマックスは93年2月28日の夕方6時頃にやってき

た。この日早朝8時から延々と続けられていた製鉄実験の、最後の時である。炉高110センチ、内径30センチ、外径100センチの炉がこわされ、炉内から直径約20センチほどの真っ赤な金属鉄塊が引き出され、実験の成功が確認されたとき、生徒たちからいっせいに歓声がわきおこった。H校長先生はポロポロ涙を流しながら「ああ、できてよかった。長かったねー。皆さんのおかげです」と言いながら一人一人握手を交わしている。この学習をはじめから約半年間の緊張、構想を練ってからの期間はずっと長い。そして、なにごとにも初めての試み、鉄ができるかどうかへの不安、このような諸々のことが頭の中を駆け巡り、それが実現したことを目にして、喜びが爆発したのだろう。

もし、私がこの生徒の中の一人であったなら。この日の出来事、燃え上がる炎、真っ赤な鉄の塊、延々と続けられた砂鉄と木炭の装入など、ましてや、最後に見た校長先生の涙は決して忘れることがないだろう。

生徒達も、ボランティアの人達も、PTAの人達も、参加したすべての人の心が、炉の中よりも熱く燃え上がった一日。ああ、なんと幸せな根白石中学校の生徒達！（今年の11月19、20日、第3回目の実験が行われた）。

鉄を造る体験学習成功の鍵は、この校長の「熱意と意気に」あった。だからこそ、生徒たちが半年にわたる学習に耐えることができ、試みに賛同した20人以上（当日参加も加えれば、さらに多くなる）ものボランティア協力者を得ることができたのだろう。

生徒たちは、報告集にその感想を書いている。最初は「なんて、こんな寒い日に砂鉄を集めるの」「試験が終わって休みなのに」「ああ、いやだなー」と思っていたのが、最後には異口同音に「やったー、万歳」「やってよかった」「うれしかった」「忘れられない」となっている。もちろん、測定や観察を通しての発見や感動も書いている。

「生徒が主役」これがボランティア協力者の共通認識。子



できたケラを前にして喜んでいる生徒たち

供たちの理科離れ⁷が言われて久しい。しかしそれとは無縁の生徒たちを目にし、ボランティア協力者のだれもが体験して学ぶことの大切さを改めて確認できたように思える。

いま、話題の中心になっている「学校でのいじめ、自殺」とも無縁な生徒たち。再度言おう。何と幸せな根白石中学校の生徒たちと、それを見ることができた大人たち。

詳細は次の文献に記載されている。

- 1) 仙台市立根白石中学校たたら製鉄実験実行委員会：酸化と還元の旅—たたら製鉄実験学習報告書—(2000円，残部あり，〒981 仙台市泉区根白石字東鹿野54)
- 2) 田口勇，尾崎保博 編：みちのくの鉄—仙台藩焔屋製鉄の歴史と科学—，[アグネ技術センター]

(平成7年1月4日受付)

原子間力顕微鏡による単結晶Cu表面へのNi, Znの電析初期過程のin-situ観察

(平成3年度石原・浅田研究助成金交付に対する報告書)

池宮 範人 (大阪大学工学部)

溶液中における電析は金属多層膜や化合物半導体薄膜を作製する可能性を有しており，新しい機能性を持つナノ材料を創製するプロセスとして注目されている。原子層制御された金属薄膜を作製するためには成長過程を原子レベルで理解する必要がある。しかしながら，溶液中において金属表面を直接観察する手法がなかったためにサイクリックボルタメトリーを始めとした電気化学的な間接的情報をもとに解析がなされてきた。走査トンネル顕微鏡 (STM) と原子間力顕微鏡 (AFM) の発明以来，溶液中における原子レベルでの金属表面の直接観察が可能となり，Pt¹⁾やAu²⁾などの電気化学的酸化還元過程に伴う表面構造の変化が研究されている。しかし，このような貴金属表面の観察に比べて実用的に重要にもかかわらず，Cu表面の観察例は少なく，Gewirthら^{3,4)}によって報告されているのみである。AFMはSTMと異なり，探針に絶縁体を用いているためにファラデー電流の影響を受けることなく電位制御下の金属表面を安定して観察できるという利点を持つ，そこで本研究では，単結晶Cu表面へのNi, Zn電析過程を解析するための第一歩としてNaOH水溶液中において酸化初期過程をその場観察した。

実験

本研究では，光てこ方式を採用したAFM, Nanoscope II (Digital Instruments Inc.)を使用した。カンチレバー(ばね定数は0.58Nm⁻¹)と探針はSi₃N₄製である。溶液中での観察にはガラス製の電気化学セルとポテンシostatを組み合わせた電気化学AFMによって行った。作用電極にはCu (111) (99.999%，フルウチ化学製)とCu (100) (フジクラ株，99.99999%)単結晶を使用した。試料の面方位は±1°以内にあることをラウエ背面反射法により確認した。放電加工機によって切り出した後にAl₂O₃粉で鏡面に仕上げ，HNO₃とメタノールよりなる溶液で電解研磨を施した。その後直ちにAFMのセル内に移行した。対極には白金黒付き

Pt電極を用いた。参照電極にはHg/Hg₂SO₄電極 (0.68V vs NHE (標準水素電極))を使用したのが本研究での電位はすべてNHEに対して報告する。

結果と考察

Fig. 1に0.1M NaOH水溶液中におけるCu (111)面のサイクリックボルタモグラム (CV, 掃引速度; 20mVs⁻¹)と原子レベルでの観察結果を示す。アノード方向に電位を

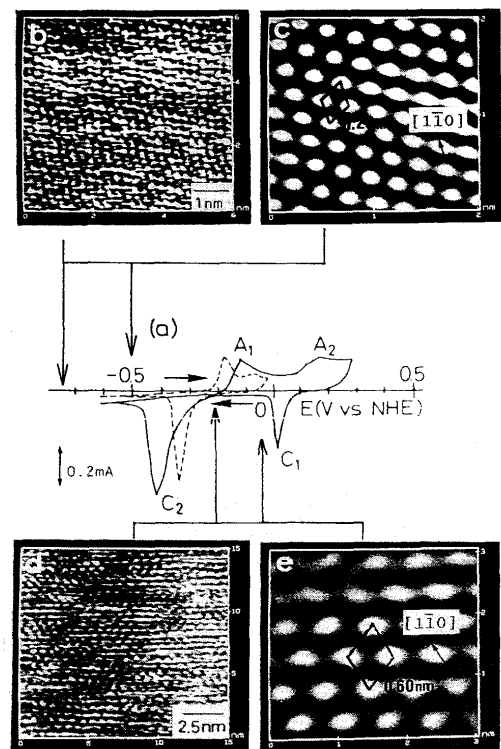


Fig. 1. Cyclic voltammogram (a) : scan rate ; 20mVs⁻¹ and high resolution AFM images of oxidation of a Cu(111) surface in a 0.01M NaOH obtained at -0.7V (b) : row data, (c) : filtered and magnified data, -0.2V (d) : row data, (e) : filtered data). The [110] direction of the bare Cu(111) surface is indicated by arrows.