

## 教材 研究



### 砂鉄から鉄をつくろう

名古屋大学 森 下 一 期

#### 1. 私の教材研究

このコーナーは誰でも容易にできる教材を紹介することを目的に設定されてきています。しかし、今回は少々面倒なものですが、このように教材研究しているといったことを紹介したいと思います。たまには毛色の変ったものをという思いもあります。

私が中学校の教師を始めて三年目一今から18年前になります一、技術科の教師となり、子どもたちに人類が営々として築き上げてきた文化一なかでも技術に関する一を伝えたいと思いました。教科書にはなかったのですが、石器を作ったり、火を起こしたりする経験を通して技術の歴史を教えようと思いました。そのときには火も起きなかったし、あまりうまくいきませんでした一これはその後、岩城先生の研究に学ぶことができ、克服できました一。当時、ぜひ取り組みたかったのが鉄づくりでした。火の利用、道具の発見に続く鉄器の製作が現代につながる技術上の飛躍であったからです。

溶鉱炉で製鉄をすることは知っていますし、その原理も学んでいました。しかし、子どもたちと一緒に自分たちでできる方法など、何にも書いてありません。酸化している鉄鉱石を熱して還元すればよいだろうということしか思い浮かびません。赤鉄鉱を手にいれ、班ごとに煉瓦10個足らずで炉を作り、おもちゃのふいごで送風し、炭や木でその鉱石を熱しました。もちろんこんなことでできるものではありません。加熱後も、ハンマーでたたけば粉々になるだけです。でも少しの変化はありました。赤鉄鉱は磁石につかないのです。しかし、加熱した後は磁石にくっきました。そのときには、磁石についたことでもって、たぶん鉄になったのだらうと子どもたちとともに納得していました。

それから数年して、鉄づくりの実践ができてきま

した。それぞれ、炉づくりなどに大変な苦勞を重ねて、幾たびかの失敗にめげずに挑戦したものでした。それらの実践に接すると、かつて自分が試みたことなど、なんの研究もせずに行ったお遊びのようなものだったと恥入りました。

しかしながら、報告された多くの実践に対し一つの疑問がありました。はたして、鉄づくりを授業のなかに取り入れることができるだろうか、と。なぜなら、炉の底を整備し、乾燥させるのに1か月以上もかかり、耐火煉瓦の炉を築くのは、一つがやっとのことみたいでした。40人以上の子どもが十分に活躍できる取り組みにはならないだろうと感じました。したがって、私は鉄づくりにこだわりつつも、授業実践としては否定的で、あきらめてもいました。

しかし、とことん追求せずにあきらめるのは、新しい教材をつくり出す姿勢でないことを教えてもらう機会がありました。和光小の宮津さんが、大胆にも七輪で一今では、木炭こんろと呼ばれています一鉄をつくろうとしたのです(宮津さんの発想は、いつもユニークです)。3年前くらいのことです。七輪に砂鉄と炭を入れながら下からファンで送風して熱したようです。砂鉄、木炭を供給しながら数時間燃やし続けると、七輪の炉壁が溶けたようになり、燃えかすがたまります。鉄ができたようにも見えなかったらしく、残骸が放置されていました。丁度その直後に手労研の集まりがあり、話を聞いてその燃えかすを何人かでハンマーを使って細かく砕いてみました。そしたら割れずに延びるものがいくつかでてきました。その一つをグラインダーで削り、砥石で研いでみたら立派に木が削れます。彫刻等の先ぐらいの小さなものですが、これは鉄だ!と叫んだものです。

その後、宮津さんも何回か試みました。5年生の工作技術科で取り組み、実践報告もされています。しかし、炉壁にこびりついたようなものしか

できていなかったようです。

それでも宮津さんの取り組みを通して、もし七輪で鉄づくりができるなら、学級の6~7人前後の班ごとに取り組むことができる、そしたら全員がこの活動に参加できるという見通しができました。以前考えていた否定的な見方が180°転回しました。誰でも比較的容易にできる鉄づくりの方法が見いだせたら、小学校や中学校の教材として位置づけることができると思ったわけです。

これが実現するなら、工作の教材としての、原料から素材をつくるという分野が確立するのではないかとも思うわけです。

このような過程を経て、1986年の春から断続的に4回試みました。この間、本格的な炉を築いて、鋼の固まりを取り出した東工大付属工業高校の実験を長谷川雅康さんに聞き、重要な示唆を得ました。

砂鉄と炭を上から投入するが、下の方から燃えて、徐々に下がっていく過程で、酸化鉄が還元されること、還元するためには、完全燃焼して木炭が二酸化炭素になっては駄目で、一酸化炭素の状態がなければならないこと。したがって、送風を加減し、燃やしすぎないこと—この状態は炎の色で判断するといえます—、上から徐々に下がるためにある程度の高さを必要とすること。

以上のことから、七輪を三段重ねにすること、送風の調整のためにスライダックを使うことなどに気を使いました。

最初の二回はうまくいきませんでした。しかし、今年の1月、大学のゼミの諸君と試みたときは、光沢のある鋼の固まりをつくることができました。途中雨が降るといふ悪条件でしたが、初めてこの簡単な装置で成功したように思います。

年度が変わり、4月21日に今一度挑戦しました。前よりも激しく雨が降り、屋根をかけるために立てたベンチが倒れ、炉を倒壊させ、バラバラになってしまいました。はじめて30分足らずでしたので、組み直し継続しました。それでもなんとかできました。このような悪条件でも鉄はでき

たのですから、七輪製鉄は授業に取り入れることが可能な教材ではないかと思います。ただし、この発展として、できた鉄からナイフなどの製品をつくりたいのですが、そこは未だ成功せず、今後の課題となっています。

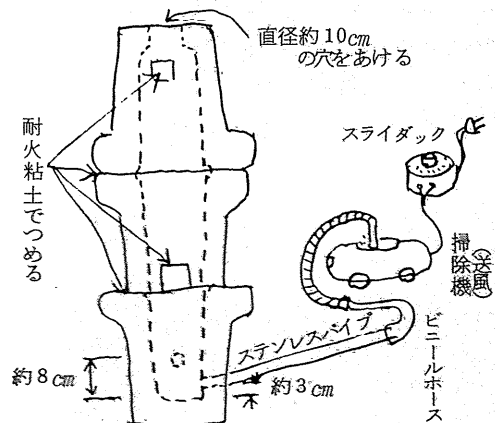
## 2. 準備

砂鉄（島根産のものを人を介して手にいれた。関心のある方は連絡して下さい）

木炭-6kg 3袋

七輪3箇。耐火粘土（燃料屋さん、土建材料屋さんなどに聞き、たぐって行く）。金ノコの刃。ドリル。掃除機（送風口のあるものを捜す）。ビニールホース。ステンレスパイプ。ガムテープ。スライダック。シャベル。台秤。皿十数個。ナタ。ハンマー。金床。軍手。

装置 図のように組み立てる。七輪はあまり耐火性がないので（中段は溶けて傾いてくる）結合部分には耐火粘土を厚くぬる。



## 結果

後掲の表に詳しくかきましたが、10分おきに砂鉄を150g、木炭は投入できるだけ入れました。送風はあまり勢いのよい炎にならないようスライダックの電圧を調整しました。ただ、鉄以外のものが溶けたノロを出すとき送風を強くしました。取り出し口が冷えて固まりますので。

砂鉄 3.9kgを使いましたが、できた鉄は、一番大きな塊が500g

細かいものを入れると約650gでした

温度測定、成分の分析などは行っていません。それらも今後の課題です。

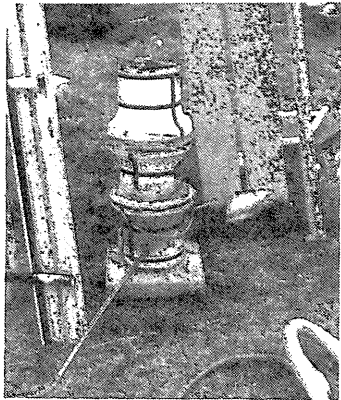
### 3. 工程



① 一つの七輪の底を金ノコで切る。  
他の一つの底に直径10cmほどの穴をあける。



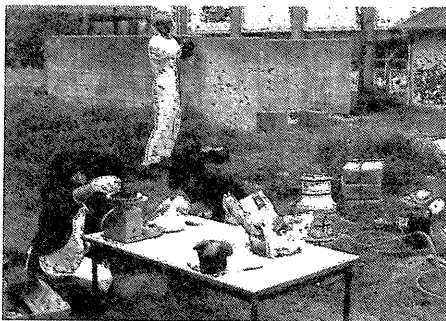
② 耐火粘土でふさぐ。  
三段に重ね、すき間は全て



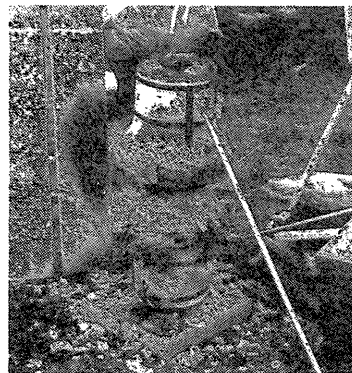
③ と砂鉄は全て上から入れる。  
下の送風口から送風。木炭



④ 木炭は少しくだいておく。



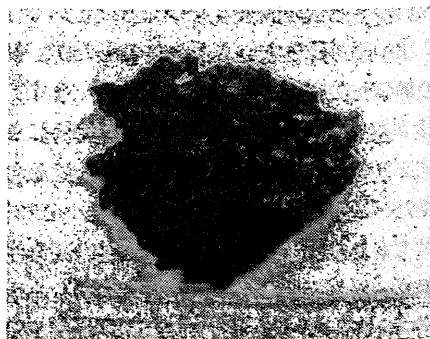
⑤ 全 景



⑥ 一時間半後、上の送風口に  
え、下からノロを出す。



⑦ 耐火粘土をたたきつける。  
度積み上げ、まわりから  
途中で倒壊したために、再



⑧ 一番大きな鋼のかたまり(ケラ)

4. 七輪製鉄の経過1988.4.21

炉づくりは4.19耐火粘土を塗り自然乾燥

時間	砂鉄	木炭	備考
11:00	g	g	火入れ 乾燥開始
11:30	150	500	60V木炭 砂鉄投入開始
11:40	150	400	
11:50	150	300	小雨パラつく
12:00	150	1000	12:02炉倒壊 再組立
07	150	400	70V(スライダック電圧)
20	150	600	隙間に粘土を投げ着け
30	150	400	80V
40	150	400	
50	150	400	
13:00	150	300	出し失敗
10	150	600	断続的に強い雨
20	150	700	
30	150	800	90V
40	150	600	
50	150	600	100V 1:55 ノロ出し多量
14:00	150	800	90V
10	150	800	80V→70V
20	150	500	70V→80V
30	150	600	100V 2:35 ノロ出し少量
40	150	1000	70V
50	150	300	
15:00	150	700	
10	150	500	
20	150	700	90V
30	150	600	
35		300	
40	150	200	炉に草をかぶせる
16:00			炉を壊しケラを取り出す
合計	3900	14400	

これは大学のゼミ「遊びと手の労働の教育」で、教材研究といった意味で一つの実践として行ったものです。取り組んだ学生の感想も紹介しておきます。

「鉄、といえば大きな溶鉱炉でつくられ、大工場で製品となって我々に与えられるものと思って

きた私にとって、七輪(木炭コンロ)を三つ重ねて粘土で塗り固めた炉はちょっとしたショックだった。そして四時間のあいだ木炭を燃やし砂鉄を上から注いでいく方法は不思議だった。炉の内部で起こっている反応は複雑でも、私たちが現実に行ったのは木炭を砕いて計測し、砂鉄を計測し、10分ごとに加えること一製鉄は決して魔法ではなかった。しかし考えてみれば、人間が初めて鉄を得たころには、やはりこのような小規模な身近な製法であったのかもしれない。

1月21日、第一回目の鉄づくりを冷たい冬の雨の中で行う。乾燥した冬に、という意図であったが、非常に寒く、できるならばもう少し暖かい天候の時の方が望ましい。七輪のつぎ目の粘土のヒビから火が吹き出し、炉は崩壊寸前。しかし火を燃やし続けるというの本当に楽しい。炉を崩すとき、興奮は最高潮に達する。ドロドロの火の固まりが白く輝き、冷却水が吹き上がる。その興奮は鉄を選り出す作業に持ち込まれる。金槌をはね返し鈍く光るのが鉄だった。こぶし大の固まりを得る。4月21日、第二回、小雨。砂鉄の量が増やされ、炉のつぎ目はしっかり固められた。皮肉なことに物があたって一度は炉が分解したが、開始直後だったことにもよってか、あまり影響はなし。今回は途中、「のろ」を出すこともでき、炉の内部で鉄が「燃えている」ことを強く感じた。また、炉から吹き上がる火で、いも焼きをした。第一回に比べ、できた鉄を加工することに重点が置かれ、得た鉄は増えた。この方法でまちがいをなく製鉄は可能である。

後に行ったナイフ作りもあわせて、私は人間が古代に鉄を手に入れたことがどれほど大きなことだったかを体感できたように思う。かって歴史で学んだ「鉄の時代」という意味がわかったような気がする。現代の生活において、鉄などは全く与えられるもので、目の前にくるまでの道のりをいかに知らなかったかを思い知らされた。

製鉄をすることの意味づけをわきにおいても、実に楽しい、これは事実である。加工も含め、第三回に挑戦したいと思っている。(加藤由夏)