

談話室

談話室

家庭でできる製鉄実験

杉 山 喬

新日本製鉄(株)プロセス技術研究所
製鉄プロセス研究部主任研究員 工博

夏休みも終わりに近いある日、当時中学二年の娘が「おとうさん、夏休みの宿題で理科の自由課題が残っているのだけれど何かない？」と切りだしてきた。よくもまあ今まで放っておいたものだなとあきれて小言が出たが、せっぱつまらないとやらない自分のことを思うとあまり人のことを言える立場でもないといひそかに感じた。思えば 4 年前、年上の息子が同じ理科の自由課題で朝顔の成長を観察し、その模様を毎日写真に撮っていた。ところが B 型人間のそそっかしい性格が裏目に出て、最後の土壇場でフィルムの取り出しに失敗して泣きじゃくっていた光景がその時ちらりと頭をかすめた。「短期間でできる一発勝負の課題はないか？」学校で酸化と還元について学習している頃でもあり、私が高炉の研究をしていることもあって、その時鉬石の還元実験をしてみようと思いついたしだいである。

鉄のことなど何も知らない娘にまず高炉とは何をするものか？、鉬石の還元とは何かを理解させなければならぬ。そこで新日本製鉄(株)の広報室で発行している「鉄のできるまで」のパンフレットをもらってきて読ませた。

さて「高炉の建設」であるが、自分の家の庭だと電気も使えて何かと便利なのであるが芝生の中に穴を掘る度胸もなかったので、近所の空き地に建設することにした。スコップで深さ 20 cm ほどの穴を掘り、そこに内径 7 cm 高さ 25 cm の炉心管の切れ端を立て、風穴を残して土を埋め込んだ。内容積 1000 cm³ のミニ高炉ができ上がった。

燃料は木炭。あのうなぎの蒲焼きに使う和歌山のびんちょう炭である。吊るしてたたくといい音色がするほど超一級の炭。うなぎ君にも御同席いただきたい雰囲気である。木炭を 15 mm 角ほどに切り、「ヤード」に一山積み上げる。

いよいよ実験開始。まず木炭を高炉いっぱいに入れ、下から火をつける。ここで反省その 1. 木炭充填層の通気抵抗が意外に大きいこと、そして電気という文明の利器が使えないことである。扇風機、ドライヤーといった風を送る道具が使えないために人間扇風機すなわち口とうちわが活躍せざるを得ない。体力勝負となる。必死に扇いだり吹いたり奮闘すること 15 分、ようやく

全体が赤くなった。

装入鉬石は酸性ペレット 3 個。高炉の上部から装入する。研究所でレースウェイ実験をやった時木炭でテストしたことがある。その時炉内最高温度が 1600 °C まで上がったのでいくら何でも 1000 °C まではいくだろう。実高炉では O/C は 3.5 ぐらいに対して本高炉では O/C は 0.1 以下であるからして CO₂ 濃度はほとんどゼロ、1000 °C まで上がれば Fe-FeO の還元平衡も Fe の領域なので Fe が出てくるのではないかという読みである。

ところが反省その 2. 単位容積あたりの炉壁の伝熱面積が意外に大きいことである。炉壁熱負荷が高く、扇ぎを少しさぼるとスーッと色が暗くなる。娘と交替で扇ぐのだが、すぐ疲れてくる。そのうち「さぼらないでもっと強く扇げ！」とか「今度はおとうさんの番でしょ！」とか口が出てくるようになる。

反省その 3. 上から入れた鉬石を下から取り出したいのであるが、ペレットより下の木炭を全部燃してしまわなくては下からペレットを取り出すことはできないのである。鉬石の降下速度は木炭の燃焼速度に依存する。そして木炭の燃焼速度は送り込む風の量に比例するのである。

すなわち上記三つの反省点はどれもいっしょうけんめい扇ぐことしか解決方法はないのである。

木炭が減ってくると上から装入する。そしてひたすら扇ぐことさらに 15 分。ところが救う神ありで、ペレットの密度が大きい、すなわち重いということでも木炭層を追い越す現象があったようである。予定より早く赤くなったペレットが下からころりと転げ落ちてきた。

さて鉬石が還元されたということはどうして確認するか。家庭にある道具を用いてである。考えつくことは①重量減少を測る ②電気伝導度をテスターで測る ③磁石に付くかどうか確認する 程度のことしかない。まず家庭用の料理で使う秤で重量減少を測ってみた。鉄鉬石を Fe₂O₃ として酸素が全部とれると約 30% の重量減少があるはずであるが、この粗い秤では全然検知できないほど重量減少は少ない。温度が低いと還元時間が短いのが原因と考えられるので仕方なく出てきたペレットを再び上から挿入する。

怒号と嬌声のなかで扇ぐこと再び 15 分。だんだん熱が入ってくる。こうなると娘の理科の実験なのか親の遊びなのかわからなくなってくる。やけくその変な意地もある。しかし娘にとってはただ一緒にやっているということだけが理科の宿題をやっているという大義名分を満足しているにすぎない。

再び転げ出てきたペレットは重量が変わっているように思えないのだが、よく見ると一部だけ色が変わっている部分があった。その部分を磁石に付けてみるとどうにかペレットがぶら下がることができる程度に付いてき

た。そしてその色が変わった部分の電気抵抗をテスターで測ってみると針が大きく振れたのである。どうも表面だけかすかに鉄ができたらしい。いや鉄ができたことにしよう。

この実験にはカメラが重要な役割をはたす。定量的な成果はイマイチなのでその分をビジュアルな面でカバーするためである。まず実験装置と実験の模様を撮影した。そして模造紙に還元前と還元後のタイトルを書き、そこにペレットを載せて色の違いをパチリッ。テスターの針の振れ具合を還元前と還元後でパチリッ。磁石に付かないペレットと娘が磁石に付いたペレットを手を持ってにっこり微笑んでいるところをついでに顔まで入れてパチリッ。内容の無さをあいさようでカバーした。

英国留学雑感

吉川 幸 宏

住友金属工業(株)鉄鋼技術研究所有機被覆研究室

1. はじめに

筆者は 1990 年 8 月から 1 年間、英国 Surrey 大学材料科学科に留学する機会を得た。大学や研究室の様子に加えて、初めての海外生活を通じて感じたことを、独断的に述べる。

2. Guildford

Surrey という大学の名前は、所在地の県名である。大学はその中の Guildford (d を発音せずギルフォード) という町にある。ロンドンから南西へ急行電車で 40 分ほどのところにある静かな町である。人種の入り乱れた、大都会ロンドンとは違い、歴史の古い典型的なイングランドの町である。町にはきれいな水路が流れ、夏草や強者どもの夢のあと、と一句捻りたくなるような城跡もある。中心街では何百年の歴史を持つ店並が古き良きイングランドを感じさせる。旅行書には載っていないので、日本人観光客は全くいないが、お薦めしたい町である。

町には小高い丘があり、そこにある大聖堂が町を見下ろしている様子は中世都市をほうふつさせる。

3. Surrey 大 学

この大聖堂の横に Surrey 大学がある。1960 年代に創立されたこの大学は、ケンブリッジなどの歴史ある大学とは違った特色を有している。建物、設備が新しいだけでなく、ダンス学・旅行学などの珍しい学科もある。キャンパスは美しく整備されており、広大な芝地には野

レポートは「鉄のできるまで」から理論、ビジュアルな実験結果、そして情緒的な感想、いや‘考察’で締めくくった。90%親の悪知恵からなっている。実験に要した時間は近くの米屋から炭を買ってきて実験を終了するまで約 4 時間。朝顔の観察に比べたらなんと効率的なことか。それにおまけがついた。学校内のコンテストで優秀賞をいただいたのである。しかし自分がその時何をやらされたのか、親馬鹿ぶりがどんなだったか今となっては知るよしもないだろう。

何はともあれ土壇場の夏休みの宿題のテーマとしては結構いけますよ。みなさんやってみたらいかがでしょうか。

兎やリスが走り回っている。

大学は企業との共同研究にも力をいれており、隣接してリサーチパークを設け、企業の研究室を誘致している。これには、予算不足という厳しいお家の事情が絡んでいるようである。大学の図書館で雑誌を探していると、1980 年代のものが、ぽっかりと抜けていることがある。サッチャー政権による教育費、科学関係予算カットの傷跡である。大学は国家予算のみに頼ることができなくなり、企業と組んで生き残りを図っているのである。

学生・研究者は世界各国から来ており、大学の中になると英国にいるとは思えなくなることがある。やはり、異国で同胞人を見ると、訳もなく親近感が生じるようで、食堂では国別のコミュニティーができあがる。

英語が母国語でない学生のために、無料の語学コースを開設したり、外国人のための交流会を催したり、大学は外国人の受け入れに積極的なようである。

大学院でユニークなのは、働きながら、修士を取得する制度があることである。企業の技術者などが大学院に席を置き、短期の集中講義などを積み重ねて単位を取り、数年で修士号を取得するというもので、かなり多くの在籍者がいる。この制度は企業と大学のつながりを深めるという点でも有効なものであろう。

4. 材料科学科

材料科学科は、もとの金属学科が発展したもので、研究グループは複合材料およびセラミック、凝固過程および相変態、ミクロ構造、表面および界面反応の四つに分かれている。

筆者がお世話になった、表面および界面反応グループは、J. E. CASTLE 教授、J. F. WATTS 博士のもとで、XPS、AES などの表面分析法を用いて、金属、半導体、高分子などの表面、界面の研究を行っている。CASTLE 教授は 30 年近くも電子分光法を専門にされており、特に、腐食現象への応用に造詣が深い。日本にも何度か来られ