

独創性を育み、創造意欲を向上させる教育実践 — 国立科学博物館の『科学と技術の歩み』展示を利用して —

鈴木 達夫*¹

Educational Practice for developing Students' Originality and Creativity — By utilizing Exhibition "Progress in Science and Technology" at National Museum of Nature and Science, Tokyo —

Tatsuo SUZUKI

I carried out educational practice in order to develop students' originality and creativity. I gave my students assignments to study new exhibition "Progress in science and technology -Human design and creativity-" at National museum of nature and science, Tokyo. I showed them the purpose of the assignments clearly, assigned them a proper research paper, and gave them preliminary guidance. Then the educational practice produced good results. Students noticed human possibility and wanted to work creatively following their superiors.

KEYWORDS : developing students' originality and creativity, science museum, educational practice

1. 教育実践の動機

私は、主に、コンピュータや画像処理装置の動作原理と、その設計手法を教えている。世界初のコンピュータが発明されてから60年が経つが、その間にコンピュータは驚くほど発展した。コンピュータは我々の日常生活の様々な場面に浸透し、現在の高度情報化社会の中核を担う必要不可欠な存在となった。そこで、授業においては、コンピュータの開発の歴史も教えることとし、特に、開発者の個性や、開発時のエピソードなどにも積極

的に触れて、学生に独創性や創意工夫の大切さを伝えようと努力を払ってきた。しかし、学生はコンピュータ開発の歴史にはあまり興味を示してくれなかった。教室での説明だけでは、学生の興味を喚起するだけの迫力に乏しかったようである。結果として、学生は試験のために、コンピュータ開発の歴史年表を丸暗記するだけという悲しい状況となってしまう、開発者の独創性や創意工夫を理解してもらい、学生の創造意欲を向上させるという本来の目的からは、ほど遠い状況となってしまうことに頭を悩ませていた。

そんな日々を過ごしていた平成16年11月、国

*1 東京都立産業技術高等専門学校ものづくり工学科 (Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology)

東京都立航空工業高等専門学校電子工学科 (Tokyo Metropolitan College of Aeronautical Engineering)

〒116-0003 東京都荒川区南千住 8-17-1 E-mail: tatsuo@acp.metro-cit.ac.jp

立科学博物館の新館（現：地球館）がグランドオープンし、『科学と技術の歩み ―私たちは考え、手を使い、創ってきた―』という新しい展示が始まった。さっそく見学に行くと、たいへん素晴らしい展示で感銘を受けた。江戸時代以降の日本の科学技術の発展を、ものづくりとしての観点を重視して展示しているのである。コンピュータの歴史に関しても、たいへん素晴らしい展示が行われていた。例えば、日本最初のコンピュータであるFJICの実物が展示されている。これらの展示を見て、これは学生の教育に極めて有効であると強く感じた。是非とも学生に見学させ、先人達の独創性や創意工夫を理解してもらい、学生の創造意欲を向上させたいと思った。

2. 見学の目的と見学方法

学生に見学に行かせて、高い教育効果を上げるためには、どうしたらよいかということを検討した。そのために、何度も実地踏査にでかけて、よく展示内容を研究してきた。携帯情報端末を借りて展示内容の解説を聞いたり、国立科学博物館の研究員による解説を聞いたり、国立科学博物館新宿分館の一般公開に出かけていたりもした。コンピュータ関連の展示に関しては、前島正裕研究員の解説がとても参考になった。この実地踏査により、学生には次のような点を学んでもらいたいと考えた。

- ① 現在の便利な生活は、テクノロジーの進歩に負うところが大きく、それらは先人達の努力の賜であることに気づいてもらいたい。
- ② 新しいテクノロジーの開発には、開発者の個性や独創性が重要であり、創意工夫を重ねたり、困難にめげずに努力を続けることの重要性に気づいてもらいたい。
- ③ 時代の流れを知るためには、過去の歴史を知ることが重要であることに気づき、未来への先見の明を養ってもらいたい。
- ④ 実物に接することで、写真、テレビ、インターネットなどの間接的な情報からは感じることもできない本物の迫力を体感し、生涯にわたって博物館などを楽しむようになってもらいたい。

具体的な見学方法であるが、本校は朝から夕方まで授業がびっしりと詰まっているために、通常の授業時間に学生を見学に連れてくることは難し

いと判断した。そこで、学生が自由に時間を使える夏休み（あるいは冬休み）に、宿題として見学させるのがよいのではないかと考えた。

3. レポート課題

漫然と見学に行かせるのでは、高い教育効果が得られないと判断し、必ず見学してもらう展示を何点か指定することにした。見学の意図を明確に伝えないと、深く踏み込んだ見学がなされなくなると考えたからである。国立科学博物館には非常に多くの興味深い展示があり、コンピュータの展示以外にも色々と見学してもらいたいものがあるが、今回の宿題では、授業に密接に関連した展示のみを指定することとした。授業に無関係なものを指定すると、学生が宿題を教員の趣味の押しつけと捉えてしまうかもしれないと思ったからである。

また、学生にはきちんとしたレポートを提出させることとした。文章にして纏め上げることで、学生はより深く、見学内容を理解すると考えたからである。レポートの分量についても、よく検討した。分量が少なければ、簡単な感想文のようなものになってしまうし、分量が多すぎれば、学生は負担を重く感じて、やる気を失い、文献などの情報を丸写しにするだけの、かえって粗雑なものになってしまうと思ったからである。

実地踏査の結果も踏まえて、授業に密接に関連しており、高い教育効果が期待される次の8点の展示を必ず見学させて、A4のレポート用紙4枚で報告させることにした。

新たな日本の科学技術の発展 電子計算機

- ① 真空管式計数型計算機 FJIC
- ② ETL-MARK II
- ③ 座席予約システム MARS-101
- ④ CASIO 14-A 型リレー式計算機
- ⑤ ビジコム社電卓とインテル i4004
- ⑥ TK-80

近代化の成果 画像を送る新技術

- ⑦ NE 式写真電送装置
- ⑧ テレビジョンの開発

さらに、開発者の独創性や創意工夫に気づいてもらうよう、次のような着眼点を示した。

- ◎ 誰が、いつ、どういう目的で開発したのか？（開発者はどんな人物か？ 開発したときのエピソードは？）
- ◎ 現在のコンピュータとどう違うか？（処理速度、記憶容量、消費電力、容積・重量）

◎ FUJIC 出力装置

(事務用電動タイプライターを改造した出力装置。リレーが直接ワイヤーでタイプライターの印字レバーを下から引っ張り、印刷結果を印字する。)

モニタ画面の解説もよく見てくるように指示し、特に、開発者インタビューをよく見てくるように指導した。展示の説明を丸写しにしかだけのレポートにならないように、「気づいたこと、理解したこと、疑問に感じたこと、面白く感じたことなどをレポート用紙 4 枚にまとめよ。」と、より具体的な表現で課題を指示した。レポートには、文献やインターネットで調べたことを含んでもよいということにして、興味を持った事柄をより深く調べさせるようにした。また、携帯情報端末を借りると、解説が聞けることも伝えた。

せっかく国立科学博物館に見学に行くので、学生には他の展示も色々を見てきてもらいたいと思った。そこで、学生の自由な意志を尊重して、国立科学博物館の展示全体から、面白く感じたものを 2 つ自由に選ばせて、それらの展示に関しても理解したことをそれぞれレポート用紙 2 枚でまとめさせることにした。

これらの課題は、きちんとプリントに印刷して学生全員に配布した。かつて、「博物館の特別展で面白い展示をやっているのを見学に行ってください」と教室にポスターを貼り、口頭で簡単に説明をしたことがあったが、そのときには誰も見学に行ってくれなかったという苦い経験の反省からである。

4. 事前指導

見学の前には、これらの展示物が開発されたときの時代背景についての説明を行った。例えば、日本初のコンピュータ FUJIC が開発される前には、カメラレンズの設計のために、数十人の人間が数表などを用いて計算を行い、高級レンズの場合には計算だけで数ヶ月もかかったということや、写真電送装置が発明される前は、新聞社などは伝書鳩を使って写真を送っていたということなどを伝えた。現在の便利な生活を当たり前だと思っている学生にとっては、そのテクノロジーが開発される以前の状況を伝えないと、そのテクノロジーが、何故、社会全体に普及したのかということをよく理解できないと考えたからである。

5. 提出されたレポートについて

この教育実践を実施した授業科目は、授業担当の関係から年度によって異なり、東京都立航空工業高等専門学校電子工学科の 4 年前期科目「デジタル回路」、4 年後期科目「計算機工学」、あるいは、5 年前期科目「計算機工学」である。4 年前期はデジタル回路の基礎を学び終えた段階であり、4

表 1 課題として指定した展示に関するレポート

展示	件数	学生の主な感想
真空管式計数型計算機 FUJIC	179	すごく大きくて驚いた。少ない開発費の上にほぼ一人で設計から開発まで行ったなんて、岡崎文次さんはすごい。
ETL-MAR K II	171	あまりの大きさに圧倒された。このころからすでに 0 と 1 の 2 進数で表すことを考えていたことに驚いた。
座席予約システム MARS-101	164	装置がシンプルであり、これなら操作できそうだった。MARS-101 が開発される以前の、台帳を使った予約方法（回転棚方式）の職人技に驚いた。
CASIO 14-A 型リレー式計算機	139	フルキーではなくテンキーを採用したことに感心した。樫尾は 4 兄弟で会社を大きくしたことに驚いた。
ビジコム社電卓とインテル i4004	143	世界初のマイクロプロセッサを日本人が開発していたことに驚いた。ビジコム社がインテルに開発を依頼しなければ、インテルは今のような大企業ではなかったかもしれない。
TK-80	143	多くの若者がこのマイコンに触れ、後の日本の情報産業を支えたとのことなので、新しい技術を広めるためには、このように教育機器を整えることも重要だと感じた。
NE 式写真電送装置	120	外国製品よりも鮮明な画像を送ることができ、国産技術が優れていることを示すことができたことに驚いた。
テレビジョンの開発	112	今では買うと見られるテレビに、こんな大変な研究がなされていたことに驚いた。

年後期はコンピュータの内部構成を学び終えた段階であり、5 年前期はマイクロプロセッサの設計手法を学び終えた段階である。コンピュータに関する学生の知識は4 年前期と5 年前期とではだいぶ異なるが、提出されたレポートの内容には、それほど著しい差異は認められなかった。レポートを提出しないと成績を減点するというような条件はつかなかったが、学生から提出されたレポートは、それぞれ一所懸命に作成された力作ばかりであった。4 年間の授業履修者総数 252 名のうち、205 名からレポートが提出された。提出率は81% であった。

課題として指定した8 点の展示については、表1 のように報告がなされた。レポートには「驚いた」ことがたくさん報告されていた。展示を見たことで刺激を受け、さらに深く調べたことも色々と報告されていた。学生は指定した展示をたいへんよく観察し、モニタ画面の解説などもしっかりと見てきたようで、極めて高い教育効果を上げられたと確信できた。

自由見学の展示については、課題の展示と同じ「科学と技術の歩み」の2 階フロアからの報告が多かった。特に、九元連立方程式求解機、ケルビン式潮候推算機、タイガー計算機といった機械式計算機の報告が目立った。また、地下3 階の「宇宙・物質・法則」のフロアからの報告も多かった。自由見学でも、学生達は熱心に見学をして、多くの事を学び、極めて高い教育効果を上げられたと確信できた。

6. 学生の感想

学生のレポートには非常に多くの感想が書かれていたが、極めて興味深いものが多数あった。その代表的なものを次に列挙する。

どの展示、解説、あるいはインタビューからも一貫して伝わってくることがある。開発に係わっているエンジニア達の熱意だ。どのエンジニアも、高い目標志向と向上心、誇り、プライド、そんなものを持ち合わせている。インタビューに答えるもう還暦越えのおじいさんになってすら、その目の輝きは消えていない。今、日本が経済、技術力において世界でもトップクラスなのは、展示されているような物を創ってきた彼らのおかげだということだ。これから日本を支えるエンジニアとなり開発者となるにはまさに彼らを見習うべきだと、そう感じた。

今回、展示物を見て計算機の歴史から近年の科

学技術の進歩をととても感じる事ができました。計算機に関してはこんなに大きかったものが今は非常に小さくなっていることにまず驚きそれだけではなく、より高度で複雑な作業が可能になりました。普段、なにげなく接している技術がいろいろな歴史、いろいろな人の努力によって可能になっているものと思うと、感謝の気持ちでいっぱいになりました。また、これからは自分たちエンジニアが、先端技術に携わる身としての責任と未来の希望を感じる事ができました。

あんな大きくて遅く、記憶もたいしてできない昔のコンピュータだけど、あの大きな装置を発売し、当時の部品で作ってしまう開発者が本当にすごいと思った、これから先、今度は僕がそんな新しいことを考え、それを実現できるような開発者になれるように頑張りたいと思った。

今日、我々の周りにある計算機やテレビなどは様々な技術や高度なテクノロジーによって形成されているが、これらの機械類も元をたどれば、たった半世紀ほど前に技術者たちが、我々の生活をより豊かにより便利にしようと、様々な試行錯誤を繰り返して作成した試作器などが元になっているのだとわかった。今度は、我々、未来の技術者が先人達が考え、つくりだしてきた技術をさらに発展させてより良い社会にしていきたいと思った。

開発者のインタビューから、開発者の方々がどれだけ苦悩してこれらの機器を開発したかが伺えた。開発はいつも失敗の積み重ねで、それに耐えて努力したときに成功を手にいられるのだと感じた。

実際に自分で見たFUJIC はとても大きく、想像以上だった。今の技術であれば、はるかに省電力で、高性能なものを手のひらにのるくらいのチップに作る事ができるであろうと思うと、計算機の進歩や、トランジスタや IC の発明がどれだけすばらしいものであるかがよく分かった。また、数十年でこれだけ計算機が発達し、普及したことを考えると、技術者たちが成しとげてきたことの大きさもよく分かった。

FUJIC のような歴史に名が残る、大掛かりな機器は、膨大な予算と多大な人員をかけて開発されるものであるとの、固定観念があったが、岡崎氏の話聞き、観念を碎かれ、一技術者の底力というものを痛感した。

今から50 年以上も前に開発された ETL-MARK II ですでに使用されている2 進数が、とてつもない速さで進歩している今のコンピュータにおいて、

最も基本となる部分で使われている。今のコンピュータの基本的な部分は 50 年前のままということに大変驚き、この開発は、とてつもない事だったんだということを感じました。どんなに進歩の速い世界でも、その元となった技術は、その世界においていつまでも使われ、存在し続けるのだということを知りました。

MARS-101 の開発者インタビューを見たとき、開発者が自分の作った座席予約システムを調べるために、客を装って席を予約し、そこで見たものを次の製品に生かすということをやっていたのを見て、その自分の作ったものに対する責任感や、よりよいものを作ろうとする向上心は見習うべきだと思いました。インターネットで調べると、FUJIC などの写真はすぐに出てくるけど、実際に見ると、たくさんの真空管や配線などの細かいところまで見え、作るのは大変だったのではないかと、完成したときは嬉しかっただろうな、などという色々なことを思いました。

CASIO 14-A 型が、現代の電卓のもとであるという事は、初めて知った。今では、当然のように使われているけれど、これはこの CASIO 14-A 型が、その内部全てを電気回路で実現するという、当時では他の計算機がやっていなかった事をしたためである。他の計算機は、歯車式で、高速で回転させるため、騒音を出したり、部品の加工に高品質な材料や高度な技術を必要とするなど、問題が多数存在した。しかし、CASIO 14-A 型は、これらの問題を全てクリアする画期的な製品だったという。今、自分も電卓を使っているけれど、この電卓が存在する背景には、CASIO 14-A 型の存在があるという事を知っておきたいと思った。

日本の電卓会社の依頼がきっかけで、世界で初めて MPU が開発されたというのには驚いた。当時はインテルは社員数 100 人に満たないような会社で、i4004 がビジコムから出向した嶋とインテル社の 3 人だけでの開発だったというのも意外だった。もしビジコム社がインテルに依頼せず、インテルが最初に MPU の開発に着手していなければ、インテルは今ここまでの大企業ではなかったかもしれない。

NEC が 1976 年に発売したワンボードマイコン TK-80 は一般人にもマイコンに親しめる画期的なものだったと思う。実際、当時の多くの若者がこのマイコンに触れ、技術を学び、後の日本の科学技術を支えていくことになっているのである。これからもこのような仕組みの教育が発展すればさらに日本の科学技術は栄えていくのではない

かと考えた。

丹羽保次郎と小林正次によって開発された FAX。1928 年、昭和天皇の即位式を報道する際に、当時最先端の技術の外国製品より鮮明な画像を送ることができ、日本の技術の優秀さを世界に知らしめることとなった。まだ実験段階にも関わらず新聞社から使わせてほしいと依頼が来て、しかも天皇の写真を送るというのだから、開発者は相当プレッシャーがかかっていたんだろうと思った。長距離の電送はほぼぶっつけ本番で、海外製品より鮮明に送られてくる天皇の写真、これほどドラマチックに送られてきた瞬間はさぞ嬉しさ、やった感があつただろう。

現在もテレビの進化は凄まじくて、液晶画面が出てきて、画面だけで言えば紙のように薄いものも出てきている。この技術も土台みたいのがあって、成り立つものだと思う。これから、開発の仕事をする機会があるのなら、こうやって過去の発明のことを知ることも大事だと思った。正直いままでは、そんな昔の発明なんて単純にできていて、今の進んだ技術を学んでいるのだから、簡単に理解できるだろうなんて思っていた。でも、実際そんなものではなくて、そこから学ぶことも大きな事かなと思った。

それぞれの国の偉人達は自分達の国だけにとどまらず他の国、世界に影響を与えてしまうということに感動しました。今回このテレビジョンの歴史というテーマを調べたことで、科学の進歩の一端に触れた事でその速さに驚き、また自分は何をなしたいのか考えさせられました。

私が、国立科学博物館にいて、面白いと感じたものは、江戸時代の科学技術についてのところだった。万年時計や、和算や、除算などに対する研究なども盛んだったようで、今日の科学技術の進歩は、こうして、少しずつ進歩してきたものものたまものなんだと思った。算術免許なんてものもあって、おどろいた。今でいうそろばんの級のようなものだろうか？江戸、明治、と移り変わっていく時代とともに歩んできた科学技術の歩みを科博で見て、今までよりもっと科学を身近に感じた。正直、こんなに昔から日本が科学に慣れ親しんでいたりと、科学教育に力を入れているとは思わなかった。

江戸時代は庶民の暮らしに余裕ができ、子供達は寺子屋などに行き勉強をするようになった。昔も今も、身を立てるには学ばなければいけなかったのだと思う。

学生のレポートで最も多く書き込まれていたのは、FUJIC や ETL-MARK II の巨大さに度肝を抜かれ、実物の迫力に圧倒されたという感想である。現在のパソコンよりもずっと性能が劣るのに、こんなに巨大な機械であったことに学生達はかなり驚いている。コンピュータは最初から今のパソコンのような形で発明されたと学生達は思っていたようである。トランジスタや IC などの様々な発明がなされ、多くのエンジニアの努力により現在のようになっただけでなく、それを学生は展示から学び取ってくれた。コンピュータ技術の著しい進展に驚き、それは先人達の努力の賜であることに気づいてくれた。

また、日本最初のコンピュータである FUJIC は、少ない開発費にもかかわらず、7 年の歳月をかけて、岡崎文次さんがほぼ一人で設計から製作まで行って完成させたことに驚いたという感想も非常に多かった。新しい仕事は、膨大な予算と多くの人員を投入したプロジェクトを組まないと成し遂げられないという固定観念を持っていた学生も多かったようであり、岡崎文次さんの生き方から、自分の個性を尊重して逞しく生きることの重要性を学生達は学んでくれた。そして、自分達も先人達を見習って、社会に貢献する創造的な仕事をしたいという強い希望を語ってくれた。

世界初のマイクロプロセッサを日本人の嶋正利さんが開発したということに驚いたという感想も多かった。嶋さんの開発がなければ、インテル社は、現在のような世界的な大企業になっていただろうかという感想もあった。また、このような優秀な人材がいたのに、日本国内でマイクロプロセッサを開発できなかったことが悔やまれるという感想もあった。

同じフロアに展示されていた江戸時代の科学技術の発展の展示からも多くの感想が寄せられた。和算の研究などが行われていたことが、今日の科学技術の発展の礎になっているということに学生達は気づいた。「昔も今も、身を立てるには学ばなければいけないのだと思う。」という学生の感想を読み、私自身も教員として、しっかりと学生の教育をしていかなければならないと襟を正した次第である。

自由見学では、地球環境の素晴らしさや生命の神秘に驚いたという感想が多数寄せられた。この素晴らしい地球環境を大切にしていかなければいけないという感想も多かった。学生達は様々な自然現象に強い関心を抱き、知的好奇心を向上させることとなった。

様々な展示を見学して、とても勉強になり面白かったので、また見学に来てみたいという感想も多く寄せられた。学生達は博物館の面白さを再認識したのではないと思った。

7. まとめ

科学博物館には、通常の授業では決して準備することのできない極めて優れた展示がたくさんあり、それらを見学させることは極めて高い教育効果を発揮することに着目して、私は科学博物館を積極的に利用した教育実践を積み重ねてきた。校外学習において科学博物館を利用した教育実践¹⁾は、平成 16 年度野依科学奨励賞を受賞した。

今回は、学生の独創性を育み、彼らの創造意欲を向上させることを目的として、国立科学博物館の新しい展示『科学と技術の歩み ― 私たちは考え、手を使い、創ってきた ―』を見学させる教育実践を行った。見学の目的を明確にし、適切なレポート課題を与え、事前指導を行うことで、極めて高い教育効果を上げることができた。この見学を通して、学生達は、人間の持っている独創性や可能性に気づき、自分達も先人達を見習って、社会に貢献する創造的な仕事をしたいという強い希望を語ってくれた。

最近では、若者の理科離れが進み、さらに、ニートと呼ばれる就労意欲を喪失した若者が増えていることが社会問題化している。社会が豊かになったために、若者が無気力になってしまったという否定的な考えをよく聞くが、この教育実践により、優れた教育を行えば、若者達は個性や独創性を尊重し、強い創造意欲を示してくれることがわかった。

日本最初のコンピュータ FUJIC が誕生してから 50 年が経った。この 50 年間のコンピュータの発展は極めて著しいものがあつた。学生達は、学校を卒業後、50 年間も働くこととなる。これからの 50 年間、テクノロジーはどのように発展していくのであろうか。学生達には、時代の変化に柔軟に対応して、生涯楽しく働いていってもらいたいと希望している。彼らが独創性や創造意欲を生涯持ち続けて、明るい未来を切り開いてくれることを期待している。

参考文献

- 1) 鈴木達夫：科学博物館を利用した教育実践、平成 16 年度野依科学奨励賞小論文・実践報告書集、pp.229-263、独立行政法人国立科学博物館発行（2005）