

ISSN 1340-461X

附属天王寺中・高

研究集録

第53集 (平成22年度)

*Bulletin of the
Tennoji Junior & Senior High School
Attached to Osaka Kyoiku University*

No.53

(March,2011)

大阪教育大学附属天王寺中学校
大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎

研究集録 執筆規定

1. 本誌は、研究集録という。
本誌の英語名は、Bulletin of the Tennoji Junior & Senior High School Attached to Osaka Kyoiku Universityとする。
2. 本誌の執筆資格者は、附属天王寺中学校、および附属高等学校天王寺校舎の現任教員を原則とする。
3. 本誌は年刊とする。発行は毎年3月とし、執筆者には50部の別刷を提供する。
4. 本誌の原稿締切は毎年1月中旬とする。
5. 本誌の原稿は、40字×40行詰めとし、横書きのみとする。
英文論文の場合は、70字～80字×40行とする。第一頁は16行目から本文を書き始める。論文は25頁以内とする。
和文表題・執筆者→抄録→キーワードの順に書き、その後本文をはじめる。
和文論文の場合は、最終頁の次頁に、英文表題・執筆者・英文要約（さらにキーワードを付加してもよい）をつけることを原則とする（英文論文の場合は、和文表題・執筆者・和文要旨をつける）。
6. 本誌の内容は、まえがき・目次・論文・教科個人研究テーマ一覧・あとがきにより構成される。

まえがき

電子メディア社会では、子どもたちは学校という情報機関にくる前に、学校外で様々な情報を日々得ている。教室と外部社会とのメディア環境のギャップは著しい。

『機会の花嫁』や『グーテンベルグの銀河系』の著書で広く知られているカナダのメディア・文明批評家マーシャル・マクルーハンの考えは、高弟のJ・M・カルキンによって次の5つの定理としてまとめられている（「1967年」とは便宜上のもので、文字が創られていない時代、電子メディアが印刷メディアの独占を破った時代を象徴的に表わす）。

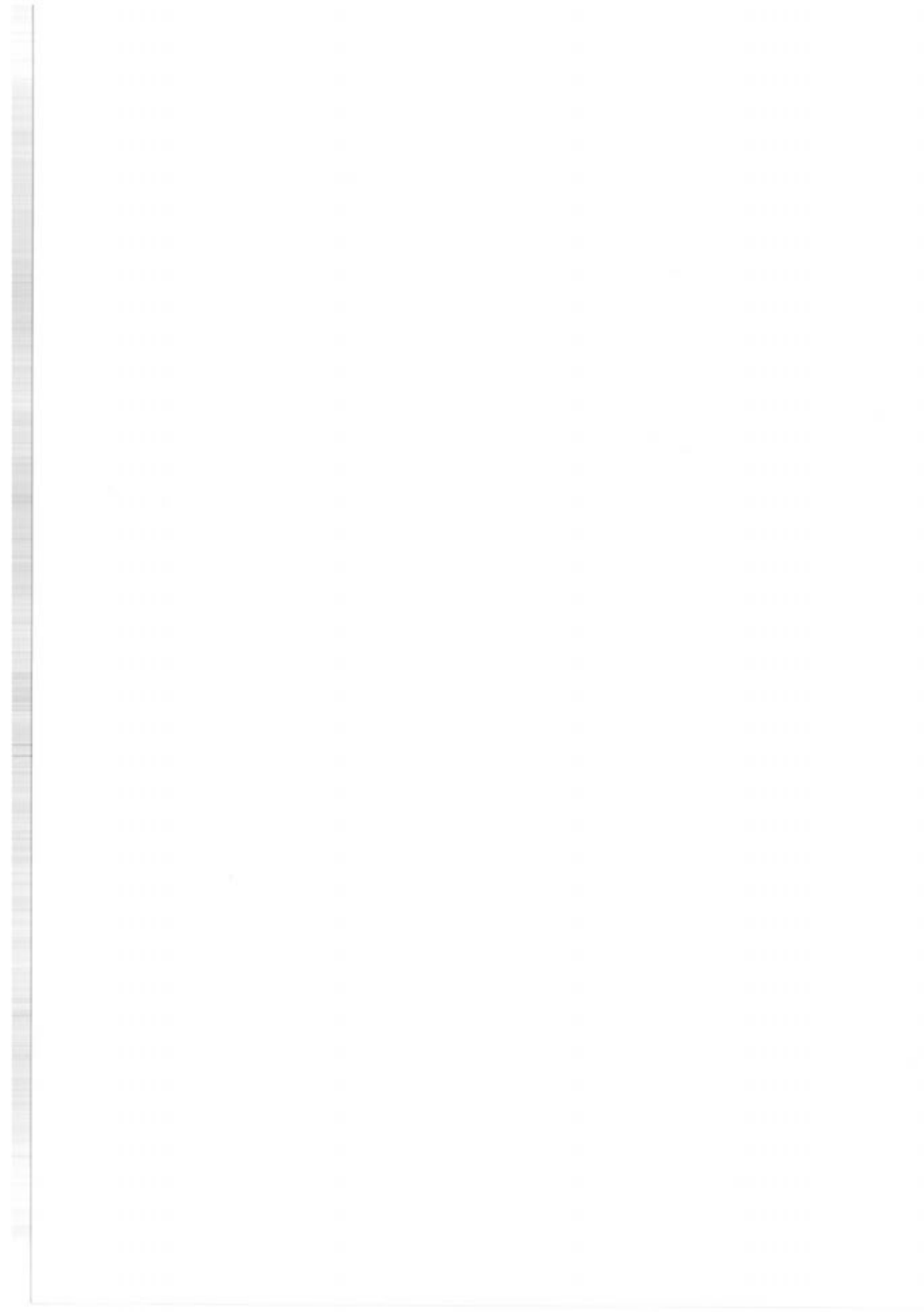
- 1) 紀元前 1967年 - 全感覚が行動に参加した
- 2) 技術は人生を模倣する
- 3) 生命は技術を模倣する
- 4) 人間がアルファベットを形づくり、アルファベットが人間を形づくった
- 5) 1967年（現在） - 全感覚が行動に加わることを望む

印刷メディアの世界では、読み書きの時や考えたり話したりする時に視覚と聴覚との心的イメージ変換を子どもに課しているが、「百聞は一見にしかず」といわれるように視覚的経験が支配的となっている。印刷メディアの特徴は、個人単位で時間系列的に一時に少量の情報しか体験できないことである。一方、映像などの電子メディアの世界になると、孤立した視覚の世界から諸感覚間の新しいバランスを生み出す世界へと移行する。これはマクルーハンの考えであるが、我が国でいえば中村雄二郎に通じるものである。彼は『共通感覚論』の中で、諸感覚の最も基礎的な統合を、狭い意味での触覚だけでなく、筋肉感覚や運動感覚をも含む「体性感覚的統合」として捉えている。

自ら学び自ら考える力等「生きる力」の育成には、このギャップをも埋める「全感覚が行動に加わる」「体性感覚的統合による知の組みかえ」を目指した学びが必要なのではないだろうか。その試みは、まさに総合学習や活動・体験を重視した探究と発見の教科学習にも見られる。しかし、これに関連して次のように感じる機会があった。中高生とのある読書会において島崎藤村の『夜明け前』を取りあげた時、木曾という山の中の明治維新前後の状況やそこでの生活様態がわからないとの意見が生徒から寄せられた。『夜明け前』の前半部は、主人公の心情というより、むしろ主人公を取り巻く状況の説明的文章が多い小説であり、読み手の知識や経験と説明的文章に込められた「状況」ないし「文脈」の把握が希薄であると、冗長であり起伏がない小説と感じられる。

文学作品の読みと生物・地理・歴史などの教科による体験を、子ども達が何を体験するかという視点から統合し知の組みかえを実践して行くには、経験の質を問うことから始め、教科間の関連性、総合学習と教科との関連性などを改めて問い直さなければならないのではないだろうか。

校長・校舎主任 高橋 誠



目 次(Contents)

川地 秀治 (KAWACHI Shuji)

世界第二の経済大国の地位が失われた後、社会で生きる力を育むための
社会科の学習の一考察 — 知識のネットワーク化・情報のネットワーク化 —
(Japan lost the position of the second economic power, A consideration of social
studies to bring up “The zest for living” in society : The network of using
knowledge and information organically)
..... 1

笹川 裕史 (SASAGAWA Hiroshi)

大阪になれなかったマンチェスター — 綿業にみる日本とイギリスの工業化 —
(Manchester never Imitated Osaka : Similarity and Differences of Cotton
Industry Between Japan and England)
..... 27

吉村 昇 (YOSHIMURA Noboru)

数学教育における I C T 活用の実践研究
— デジタルコンテンツの効果的な活用法について —
(Information and Communication Technology (ICT) Use in Mathematics
Teaching : A Study of an Effective Use of the Digital Tools)
..... 51

岡 博昭 (OKA Hiroaki)

ウェーラーは何をしたのか — 尿素の合成に関して —
(What did Wöhler do? : About the composition of the urea)
..... 61

久留飛 航平 (KURUBI Kohei)

定量実験を通して化学反応をとらえる
(Study of Chemical Equation Through Quantitative Experiments)
..... 69

首藤 友子 (SHUTOU Tomoko)

表現活動を組み入れた鑑賞教育
— 附属天王寺中学校美術科の3年生の授業実践を通して —
(Inserting expressions into aesthetic education)
..... 79

【SSH(スーパーサイエンスハイスクール)】

- 岡本 義雄 (OKAMOTO Yoshio)
「プルーフ I」の実践 (全体統括)
— 全体の概要と導入としての「自由研究概論」—
(Practices on Proof I (Frame work and Guidance) : How do high school students challenge scientific studies and academic carriers?)
..... 87
- 藤田 幸久 (FUJITA Yukihisa)
「プルーフ I」(数学領域)の実践
— 2変量の統計処理に関する理論と実習の指導 —
(Practice of "Proof 1" (Mathematics category) as a school setting subject related to SSH (Super-Science High school) : Theory and practice concerning statistical work of two variables)
..... 103
- 原田 英光 (HARADA Hidemitsu)・松永 茂 (MATSUNAGA Shigeru)
「プルーフ I」の実践 — 化学分野の取り組み —
(Proof I as a fundamental frame work of basic sciences and its chemical angle)
..... 113
- 岡本 義雄 (OKAMOTO Yoshio)
「プルーフ I」の実践 (地学領域)
— 地球科学を題材に「複雑系科学」の解析手法を学ぶ —
(Practices on Proof I (Geosciences category) : Some analytical examples from complex system sciences concerning with geosciences)
..... 119
- 森中 敏行 (MORINAKA Toshiyuki)・岡本 義雄 (OKAMOTO Yoshio)
「サイエンス・アドベンチャー」下見報告 — 米国東部とアーカンソー州 —
(A report of the preparing trip for SSH program named : "Science Adventure in US "next year)
..... 137

世界第二の経済大国の地位が失われた後、 社会で生きる力を育むための 社会科の学習の一考察

— 知識のネットワーク化・情報のネットワーク化 —

かわ ち しゅう じ
川 地 秀 治

抄録：21世紀になり、少子高齢化社会が進んだ日本では、現在新たな局面を迎えつつある。「先の見えない不景気」と称される状況の中、中国が日本のGDPを上まわり、悲観的な論調もめずらしくなくなっている。その中で、社会をどうとらえさせるか、どう教えるかということは、より重要な課題となっている。子どもたちが将来生きていく力を育む必要がある。本稿においては、義務教育レベルで可能な現状の社会の認識を行い、生きる力を育む実践の展望を検討する。

キーワード：GDP、中国の経済発展、少子高齢化、生きる力、知識のネットワーク化

1. はじめに

高度経済成長を通じてアメリカに次ぐGDPの国として発展した日本は、高度経済成長が終わり低成長となったあとも、Sonyのウォークマンに代表される小型・軽量で高性能な日本製品を生み出し、日本は世界第二位の経済大国としての地位を固めていた。1979年にヴォーゲルが「ジャパン・アズ・ナンバーワン」を著し、日本の教育水準の高さや、日本人の学習への意欲と読書習慣などが日本の国際競争力の強さであるということを述べている。ブラザ合意後円高が進展したものの、1989年から1993年まで4年連続で国際競争力が世界一であった（IMD WORLD COMPETITIVENESS YEARBOOKによる）。地価の異常な高騰などの諸問題をかかえつつもバブル景気のまっただ中、数多くのアメリカの不動産を買収するなど、日本は経済的繁栄を成し遂げていた。日本は米国に戦争は敗北したが、経済では勝利をおさめたと表現するメディアも現れたほどである。

しかしバブル崩壊後、「失われた20年」と称される日本経済の低迷期を迎えた。1985年では1ドル=250円程度であったが、1995年には1ドル=79円を記録するなどバブル期前後を通じ円高傾向が強まっていった。そういった輸出に不利な環境もあり、かつて世界一だった国際競争力もしいに低下してきて、2010年では27位（出典は同上）にまで低下している。この調査においては、アジア域内でも、シンガポール（1位）、香港（2位）、台湾（8位）、マレーシア（10位）、カタール（15位）、中国（18位）、韓国（23位）、タイ（26

位)が日本より上位に位置するなど、往年の競争力が失われていることが伺える。GDPに関しても、JPモルガンによれば、世界のGDPに占める日本のシェアは、1994年時点で17.9%だったが、2010年には8.76%にまで低下した。英エコノミスト誌にも「ジャパン・アズ・ナンバースリー」という言葉が記され、日本のGDPが3位に転落することが報じられる状況になっている。さらに、日本は高齢化と人口減が日本の経済と社会の活力を奪うとする「ジャパンシンドローム」が日本を苦しめると述べている。

この20年の間、こうした経済状況や身近な仕事に関して、さまざまなことがニュースになってきた。バブル崩壊(1991年頃)とその後の不良債権問題(1990年代中心)、北海道拓殖銀行、山一証券の破綻(1997年)、求人倍率が1倍を切り(2000年)、「就職氷河期」という表現が目立ち始めた時期。「ロストジェネレーション」という言葉が新聞で用いられた、1980年前後に生まれた就職が極めて厳しかった世代。「ワーキングプア」(2006年頃)という言葉に代表される、正規雇用と非正規雇用の問題。その間、2002年2月から2007年10月にかけての戦後最長の好景気(内閣府、景気動向指数研究会による)を迎えたが、その一方でこの好景気は「豊かさを感じない」「実感できない」好景気などといわれた。福田内閣の際大田経済財政政策担当大臣が、「2006年の世界の総所得に占める日本の割合は24年ぶりに10%を割り、1人あたり国内総生産(GDP)は、経済協力開発機構(OECD)加盟国の中で18位に低下した。もはや日本は『経済は一流』と呼ばれる状況ではない」と発言したという状況(2008年)。また「ブラック企業」などと表現される、長時間労働など劣悪な労働条件が伴う企業。リーマン・ショックから生じた急激な不景気と、契約社員・派遣切り及び内定取り消しの問題(2008年)。秋葉原通り魔事件(2008年)の動機にもなったと言われる、契約社員・派遣切りなども絡んだ、痛ましい事件。「史上最低の大学生内定率57.6%」(2010年)、ひきこもりが推定70万人、無縁社会、孤独死、所在不明の高齢者(2010年)など。

一方で海外に目を向けると、ゴールドマン・サックスのレポートでBRICsという言葉が述べられ、経済的発展がめざましい地域とされた、中国・インド・ロシア・ブラジルなどの新興国が台頭してきた。

特に、中国の経済的な躍進はめざましい。1990年代から本格的におこなわれた改革開放政策や、2001年のWTO加盟、北京オリンピック(2008年)、上海万博(2010年)などを通じ、中国は驚異的な経済発展を成し遂げてきた。このゴールドマン・サックスのレポートでは、2039年に中国のGDPはアメリカ合衆国のGDPを超えることが予想されている。実際にも、1990年には日本の7分の1程度であった中国のGDPは、2000年に約4分の1、2005年に約2分の1となり、2010年には日本を上まわった。

2010年の9月におこった尖閣諸島沖で、中国漁船が日本の海上保安庁の船に衝突した事件をきっかけに、レアアースの資源問題が拡大したり、中国が日本に対して謝罪と賠償を求めたりした。もちろん、日中戦争の記憶、中国国内における貧富の格差による社会不安を対外的に向けるということも理由としてはあるだろうが、中国自身が経済的な発展とともに、自国の実力に対して自信を深めていたことも大きな要因であることが考えられる。

同時期に、ロシアのメドベージェフ大統領がロシア大統領としてははじめて国後島を訪問した。日本の主権とは何かと考えさせられるできごと、日本を取り巻く状況が今後も安楽に推移していかない事件やできごとが、2010年下半年には相次いで生じた。

このできごとに大きく関係しているのが、日本の外交姿勢である。2009年政権交代をはたした民主党政権が選挙の際から述べていた、普天間基地の移転に関する米軍基地の問題、ひいては日米安全保障条約体制の問題があったのである。沖縄の基地問題で国内、そして日米関係がぎくしゃくしている中、日本の平和主義、防衛、主権を今後考えなければならぬできごとがおこったわけである。加えて、日本の経済的地位・実力の低下という現実が、このできごとの背景にはあるのである。

そんな中、21世紀の日本を支える若者を、大人は育てていかなければならない。携帯電話やゲームに没頭して現実から目を背けていても、現実が良くなるわけではない。

1941年7月に、若手官僚が集められてつくられた「総力戦研究所」において、日米が戦った場合の研究が行われた。研究生が最終的に出した結論は、「戦争は長期戦となり、南方からの石油は届かず、備蓄も尽きる。最後はソ連が参戦して日本は負ける」という、ほぼ史実に沿ったものであった。その後、首相官邸で結果報告を終日にかけて行った。報告を聞いた東条英機は、「諸君の研究の労を多とするが、これはあくまでも机上の演習でありまして、実際の戦争というものは、君達が考えているような物では無いのであります。日露戦争で、わが大日本帝国は勝てるとは思わなかった。しかし勝ったのであります。あの当時も列強による三国干渉で、やむにやまれず帝国は立ち上がったのでありまして、勝てる戦争だからと思ってやったのではなかった。戦というものは、計画どおりにいかない。意外裡な事が勝利に繋がっていく。したがって、諸君の考えている事は机上の空論とまでは言わないとしても、あくまでも、その意外裡の要素というものをば、考慮したものではないのであります。なお、この机上演習の経緯を、諸君は軽はずみに口外してはならぬということであります」と述べたといわれる。

またミッドウェー海戦の前に兵棋演習が行われた。その兵棋演習では、日本空母に多数の直撃弾を受けて空母「赤城」「加賀」二隻沈没の判定をされ、アメリカ軍が圧勝した。その結果に参謀が、「米軍パイロットの技量がそんなに高いわけがない」として命中弾を無理矢理減らし判定を変更して、兵棋演習を日本勝利にした（その後、ミッドウェー海戦は空母「赤城」「加賀」「蒼龍」「飛龍」四隻を失うという、より悲惨な日本の大敗に終わった）。

このようなことに代表される、現実を見ずに自分にとって都合の良い希望的観測をもとに行った戦争は、沖縄戦や広島・長崎の原爆の悲劇などをまねいたわけである。

現実をしっかりと見据えなければならぬ。かなり厳しい現実も現在の日本にはある。もちろん、戦後の廃墟を目の当たりにされた人々にしてみれば、何を大げさな、というおしかりを受けるかもしれない。ただ、2011年初頭の日経新聞の連載で述べられた、明治維新、第二次世界大戦後の復興、それに続く「第三の奇跡」を目指さなければならぬ状況があることもあるわけである。楽観的に見ていい部分は楽観的に見るが、厳しい部分は厳しいことを正しく認識し、今後を生きなければならぬ。そうしたことをしっかりと生徒に認識させ、希望を持って「生きる力」を養わなければならぬ。個人的には、私の安定した老後のために。大きな目では、我々の子どもや子孫のために。

本年度、このようなテーマで行おうと思った次第である。昨年集録にも記したように、私自身、中国の経済的な発展は近年意識してきたところもあり、年初は、「今年、中国にGDP抜かれるらしいし、このテーマでやろう」という認識でいたわけである。ただ、本当に世界は激動しており、日本は本当にいろいろな意味で大変な状況にあると、現在執筆し

ながら痛感している。そして、教育は、人材育成として大変大きな力を有するわけである。日本は資源がなく、技術で生きていく国である。その技術は人材から生まれるわけである。今日本は、人材の量が減少する以上、質の追求が求められている。それもかなり高いレベルで。現状を確認し、そして人材育成の方向性をどう考えるか、を述べていきたい。

2. 現状の分析

義務教育レベルで行う授業や、扱う統計資料を活用し、論理的に思考することが可能な現代社会の現状と、将来への展望を描くことができる部分を、大まかに述べることにする。以下の部分は、基本的に中学校までに学習する社会科の授業の内容や、日頃のニュースから考えることが十分可能な内容だと考えている。

①日本の農業・林業・水産業及び同関連産業に関して

日本の農業・林業・水産業は、衰退傾向にある。狭い国土であり山がちで、耕作に向いている大規模な平野は少ない。機械化に向けた部分が少なく、コスト高の傾向にある。

自給可能な食料としては米がある。ただ、一部輸入を行っている。その他農産物の自給率は、畜産物、牛乳・乳製品、卵、野菜は、農産物の中では比較的自給率は高い。ただ、家畜のえさとなるととうもろこしなど飼料の輸入が多くなっているため、畜産物の実態の自給率ももっと下がる。野菜は新鮮さを要求する食品であるため、比較的自給率は高かったが、輸送手段の発達や保存技術の進歩に伴い、中国などからの輸入が増加傾向にある。とうもろこし、大豆、小麦の自給率は低い。米をはじめ各種農産物は外国と価格競争においては厳しい状況にあり、伝統的に日本は農業を保護する政策を推し進めてきた。2010年段階までは各種農業は高関税に保護されている部分も多い。

農業に就業する若者が減少し、高齢化が進行している。農家に生まれた人物が、あとを継がないことが増えた。日本の農業は伝統的に経営が個人経営、いわば各農家による零細企業の形で経営がなされてきた。農家に生まれなければ、農家を志すことが難しい部分がある。ただ、近年農業法人が稲作などの農業事業に参入し、大規模で効率的な農業をおこなうことも増加傾向にある。過疎化対策として、自治体が都市部からの引っ越し、就業を奨励している地域も珍しくはない。従って、農業に縁のない都市部出身の若者が農業をすることは、困難は伴うが絶望的というほどではない。

収入の面で、また労働条件の面で農業をさけることが多い。数字だけで見ても、決して農業は収入にめぐまれてはいない。GDPでいえば、農業によるGDPは農家一人あたりでは約82万円（2008年）と、全体の約300万円からみても、かなり厳しく、一部の大規模な農家を除けば、兼業を行わない限りは生活が厳しいことが伺える。労働条件の面でも、収穫の安定では当然自然相手の仕事である以上、決して収穫、ひいては収入が安定しているとはいえず、また大自然を相手に厳しい局面もある。冷房付きの職場を求め、夏の日差しを嫌がるとすれば、これほど不向きな仕事はない。嫁不足で悩む農村、農家への嫁入りをきらう女性のこともしばしばニュースになってきた。農業が、若者にとって、収入や労働条件の面などで、魅力的にうつらなくなっているのである。

菅内閣が「平成の開国」としてTPPに参加することの検討を2010年10月に表明した。国内各地で、農業団体を中心として反対運動が生じ、反対の意見が述べられた。内外価格差が大きく、農業の競争力の弱い日本がTPPに参加することで大きな打撃を受けると考えられ

るからである。また、農業による環境保全の役割からも、慎重な意見がよせられた。

一方で、前述したとおり兼業農家は当たり前の形となっており、農家の収入は、農業よりもむしろ、近隣の企業で勤めて得る収入が多い部分もある農家も決して珍しくはない。すなわち、競争力のある大規模な専門的な農家はTPPに参加しても耐えられ、そうでない農家も副業からの収入が安定してメリットがあるという主張もなされた。また、そもそも農家の後継者がいない以上、今後外国に頼るしかないではないか、という意見もある。

ただ、日本の農業は弱い面は良く知られているが、実は日本の農業の潜在力は大きい力を持っている部分はある。まずは質に対する信頼である。現状でも、日本の農業製品に対する信頼、あるいはブランド力は相当なものが生じ始めている。外国では値段が飛びぬけて高い日本米も、安心でおいしいとの評判で、日本料理店だけでなく一定の需要が生じ始めている。反日運動が顕在化した中国においても、日本のイチゴやリンゴが、赤を好むお国柄もあり、もちろん富裕層が多くなっている事情もあるだろうが、現地の値段で1000円を超えるような値段でも非常な人気を博している。イチゴは「あまおう」、リンゴは「大紅栄」などの品種を代表として、日本産のブランドを確立しつつある。また、味や安全性の面が高く評価され、米の輸出も増加している。

さらに、世界的な水不足傾向にあり、「水ビジネス」、「水の争奪」などの言葉がニュースに取り上げられる機会が増加しつつある。例えば、日本にとって重要な食料輸入国であるオーストラリアは渇水が深刻になってきており、日本に鉄鉱石や石炭を輸出した船が、帰路に日本の工業用水をのせて帰るといふことも行われ始めている。中国では黄河の渇水が問題となり、中国の農業生産・工業にとって重要な課題となっているといわれる。東京都の水道が、水道事情の悪いマレーシアやインドなどを対象に水道事業のノウハウを輸出する動きも現実化しつつある。海水を淡水に変える日本のフィルターは世界一の技術があるといわれる。外国企業が日本の水源林を買収するという動きも生じ始めている。日本の地形は大規模な農業に向いていないものの、降水量が多く、また雪が多い地域もあるため、一部渇水が心配される地域もあるが、大半は季節を問わず水がかなり豊富にある地域が多い。また、寒冷すぎる地域も少なく、農業適地・可能地自体は多い国土である。

減反政策が行われてきて、900～1000万トン程度以下におさえられてきた米は、日本の水田をフルに用いて農家が全力で生産すれば、輸出できる値段になるか実際に売れるかはともかく、数量的に言えば数百万トン以上の輸出が可能になる。その他農産物も、価格の心配はもちろんあるが、土地を有効活用して優れた技術を用いて生産すれば、かなり多量の余剰農産物を生産することができることは想定できる。

産業活動別のGDPを確認すると、農林水産業の分野では、日本は中国、インド、アメリカ、ブラジルに次ぐ世界第5位（2008年）となっている。農業保護の政策の影響もあると思うが、何と、EU最大の農業国であり、有数の小麦輸出国としてしばしば

▼農林水産業のGDP

中国	4873.2億ドル
インド	2218.8億ドル
アメリカ	1516.4億ドル
ブラジル	911.1億ドル
日本	723.7億ドル
ロシア	714.8億ドル
インドネシア	679.8億ドル
ナイジェリア	632.4億ドル
トルコ	580.5億ドル
フランス	513.2億ドル
イタリア	416.7億ドル

(2010/11年版「世界国勢図会」)

とりあげられるフランスよりもはるかに高いのである。自給率は、カロリーベースでいえば40%程度で推移しているが、農業生産額は8兆4736億円、輸入額4兆9344億円となっており（輸出額は3427億円）、この金額ベースで自給率を換算すると、カロリーベースよりもはるかに高い約63%となる（2010/11年版「日本国勢図会」）。

これは上記したように、国内生産は少なくないがえさを輸入しているため自給率が低く計算される畜産物のえさとなるところこしや小麦の自給率が低く輸入が多いなど、カロリーの高い食品の輸入が目立ち、カロリーの低い野菜の生産量・自給率が高いという日本の農業の特色がある。金額部分だけの自給率でいえば、政府目標の45%は楽にクリアしているのである。

別の視点になるが食料ロスの問題もある。毎年約2000万トンともいわれる食料廃棄を日本は行っている（農林水産省「食料ロス統計調査」）。半分は家庭から、半分は事業者から出ている。日本は約6000万トンの食料を輸入しているので、その3分の1を日本人は廃棄しているのである。これを改善すれば、より日本の本質的な自給率は向上するのである。

食品の偽装事件や古くなった食品の再利用が社会問題となった。もちろん、賞味期限を偽装したり、使い回しをしたりすることは良くないことである。ただ、食品衛生を大切にすることが優先され、大量の食料廃棄が肯定される社会体質を象徴するできごとであると現在のところ考えている（私の思い込みかもしれないが）。本質として、食べ物を大切にす精神、「もったいない」という言葉を大切にしてきた日本社会を見つめ直す機会ではないか、とも思う（既に、大切にしているのかもしれないが）。

物価の優等生とされる鶏卵の生産は世界4位であり、米の生産量は10位、野菜の合計生産量は1270万トンで世界10位、うちキャベツは世界5位、きゅうりは7位、にんじんは6位（「世界国勢図会」）、ほうれん草3位、イチゴ6位（Fao-stat）であり、高齢化が進み、土地が狭い上に平野が少ない中、日本の農家の努力により、品目によっては世界的な生産をあげる農産物も多いわけである。その背景には、日本は国土が南北に細長く多様な気候があり、気候を利用してさまざまな農作物の生産がさまざまな季節で栽培・出荷が可能である国であることがある。例えば、関東地方周辺だけでも、消費地からの近さを生かす（埼玉など）・高地の涼しさを生かす（嬬恋など）・黒潮の影響を受けた暖かさを生かす（房総半島など）・施設を利用する（茨城など）といったいろいろな状況を組み合わせ、世界有数のキャベツ栽培を行っているわけである。そうした努力や工夫により、日本産のキャベツをはじめさまざまな野菜が、季節を問わずスーパーに陳列されているのである。そうした多様な気候・環境の国土と高い技術が、多様な農作物の生産をさかんにし、さらには技術の高さをいかした付加価値の高い農業を展開することを十分に可能にしているのである。

水産業は水揚げが不安定で危険な面がある。水産資源の保護の問題は、農業より管理が難しい部分がある。一方で、高級クロマグロは1匹数千万円の価格がつくこともある。また漁師も職種によっては、年収が高く若くから家を構えるものも少なくはない。他国に目を転じると、例えばノルウェーでは水産業の収入は高く、20代でも1000万以上、船長クラスだと1500万を超えるのもめずらしくない。船員には個室があり、シャワーやベッドもそろう、専属コックも乗船している例もある。社会的地位も高く、人気の職業である。かつてはノルウェーでも日本同様早い者勝ちの漁をしていたが、魚資源枯渇が深刻になったた

めルールを変更し、船1隻につき漁に出られる回数や漁獲トン数制限を行った。その結果、小さな魚は放し、お金になる大きな魚しかとらなくなり、結果として少ない出漁数と多い休み（1か月労働で1か月休み）、高収益、環境の重視、水産資源の保護が実現している。このようなシステムを日本でうまく運用できれば、より日本の水産業も効果的に行うことが可能になる。近海には暖流も寒流も流れて多くの魚種が生息し、大陸棚やリアス式海岸、砂浜海岸、島嶼部などさまざまな条件の水域を持つ日本周辺は、世界でも屈指の漁場が広がっている。それをうまく活用することができれば、日本の漁業の潜在力はまだまだ大きい部分があると考えられる。

林業もまた農業と同様の部分はある。多くの降水がある地域も広く、多様な気候や地形により、多様な樹木が生育し、潜在的な力は農業同様大きいものがある。ただ、地形的に、山がちで木材の搬出が難しいなど、コスト的に農業よりも不利な点が多い。水資源の確保、生命の生活拠点など生命にとって森林はきわめて大切な存在である。世界の森林の保護、ひいては地球環境問題に関する点もある。また、熊の出没が近年ニュースになっているように、里山をはじめとする森林の整備は社会的に求められている。

以上のような現実が、第一次産業及び同関連産業にはある。第六次産業とも言われ、第一次産業・第二次産業・第三次産業と効果的に組み合わせ収益を工夫してあげる取り組みも各地で行われている。短所も目立つが長所もある。現実を見据えて第一次産業を客観的にとらえさせる必要があるであろう。また、日本の人口は減少しているものの、世界人口は増大している。2050年には、90億人を超えるという予測（国連予測）もされている。つまり、農業など第一次産業は、今後も人口が増加する限り、そして世界の人々の食生活が豊かになる以上、世界市場の拡大がしばらくは確実に続く産業なのである。世界的な人口爆発の傾向や環境の悪化などから、食糧難の時代が到来する危険性もぬぐえない。農業をはじめとする第一次産業は、人間にとって生命に直結する重要な産業である。就職難であるとすれば、高齢化のすすむ日本の第一次産業は大きな労働力を吸収できる可能性を秘めた産業である。資料を適切に読み取らせ、さまざまな局面を想定させ、否定的だけでなく農業を生徒に考えさせていけば、従来大人が想像し得なかった方法で農業再生にチャレンジする若者も今後登場するかもしれない。このような義務教育レベルの基本をおさえることで、意欲・関心を抱かせ、これまでの農業や、農業の今後の基礎を思考・判断させることも十分可能である。

②日本の製造業・販売業に関して

「技術立国日本」。何度となく、様々な場面で使われてきた言葉である。資源のない日本は燃料・製品を輸入して、技術で製品に加工して輸出しなければならない。これは日本の本質的な形である。貿易摩擦が深刻であったころは、日本からの輸出が非常にさかんであり、輸出の自主規制、現地生産を行う形に対応してきた。

その後、円高の進展やグローバル化の進展で、日本企業は中国や東南アジア諸国にさまざまな形で進出し、円高やグローバル化に対応するようになった。部品工場を外国につくり、部品を輸入して日本で製品に組み立てる形。日本国内で生産した部品を外国に輸出して、外国で製品に組み立てる形。外国に生産拠点を移転して、日本へと製品を逆に輸出する形。部品を輸入してさらに高度な製品にして輸出する形、あるいは高度な製品の心臓部を輸出して、簡単な組み立ては外国で行うという形も、貿易摩擦が深刻にならないように、

また急激な円高で打撃を受けないように、さまざまな局面に対応できるようリスク管理をするようになっていった。

一人あたりのGDPは1993年の2位を最高として、近年日本は低下傾向にあり、2008年はOECD加盟国中19位となっている。東アジア・東南アジアではシンガポールが今では日本より高くなっているが、日本の38578ドルは、大半のアジア諸国よりは圧倒的に高くなっている。その影響が、現在さまざまな局面で利点と、そして欠点として表面化するようになった。日本企業が、外国に進出する利点は、日本の労働者よりも安い現地の人を雇用して、生産することができることである。その結果、日本の企業の優れた製品が安い価格で供給されるようになってきている。かつては数万円していた家電製品が、さらに性能が良くなり、価格

が一万円を切るのも珍しくはなくなってきている。一方で、給料の高い日本人を雇わず、給料の安い外国の人を雇うという構造ができることになる。つまり、日本人の雇用が構造的に不安定になる面が生じることになる。その結果、日本人の求人が減少し就職が難しくなる構造や、待遇の良い正社員と、待遇の悪い契約社員・派遣社員、パートタイム労働者などの非正規雇用との格差の問題が顕在化していくことになった。

さらに安い外国産製品が流入することが常態化し、国内企業の経営を圧迫しデフレーションの傾向が生じることとなった。それに伴い、立場の強い大企業と、立場の弱い中小企業の格差やそれから生じる問題が生じるようになってきている。例えば、大企業が部品を購入する際、日本の中小企業から部品を購入するよりも、外国に進出して外国人を雇った企業から部品を購入した方が安くなる構造になるわけである。日本国内の中小企業は、大企業に部品を購入してもらうため、賃金の安い中国や東南アジアの労働者を雇った企業との競争になり、厳しい競争を強いられることになるのである。したがって、納期・値段・数量など、発注主の大企業にとって都合の良い形での仕事を余儀なくされるのである。

つまりそうしたことが、大企業の正社員の給与・待遇が良い一方で、立場が弱い中小企業の給与・待遇の悪さにつながる要因となっている。いわゆるブラック企業は、かつての産業革命期に見られた、資本家が労働者を搾取するような目的で低賃金・長時間労働をむりやり従業員に強制しているのではなく、安い中国・東南アジアの従業員を雇用した企業との競争に生き残るために低賃金・長時間労働を余儀なくされている面も見られるのである。また、デフレ傾向の続き値段が下落する中、安売り競争が激化し、一定の利益をあげるため、長時間労働を余儀なくされるパターンも、外食産業を中心によく報道されている。

だから大企業が悪い、かといえば、そうとも限らない。安穩としている企業ばかりではないからだ。1990年頃のバブル期の世界一の競争力の時代ではないのである。2009年に「背中は遠のき、もはや手の届かない存在」と報じられた、韓国のサムスン電機単独の利益が日本の電機大手八社の合計利益よりも大きくなり、サムスン・LGといった韓国の電機大手に日本の名だたる大企業が太刀打ちできなくなっているのである。前掲したように、韓国の一人あたりのGDPは日本の半分である。しかも、バブル崩壊後の経営悪化などもあり、多くの東芝などの技術者がサムスンに移動した（NHKスペシャル「トップを奪い返せ

▼一人あたりGDP

アジア諸国	ドル
シンガポール	39423
日本	38578
韓国	19296
マレーシア	8197
タイ	4187
中国	3292
インドネシア	2247
フィリピン	1866
ベトナム	1041

2008年（「世界国勢図会」）

～技術者たちの20年戦争～)のである。ちなみに、日本は韓国に対して大きな貿易黒字(日本→韓国4.4兆円、韓国→日本2.1兆円)となっているが、これは韓国製品の部品に、多くの日本製部品が使われている(一方で、韓国製品の日本市場のシェアはあまりない)からである。つまり、サムスン製品は、日本製の部品が用いられ、東芝などの日本企業の製品と大差ない技術、状況によっては優れた技術により製造され、しかも日本人の件費が高ければ、サムスン製は日本製より安いわけである。円高が進展している現在、厳しい競争にさらされた状態で、日本の大企業は国際市場において戦わなければならないとなっているのである。

サムスンの営業戦略もよく取り上げられるところである。日本企業は、日本という市場がまずあるため、日本で売れるものを開発し、製品の質の向上に取り組んできた。日本人はきめ細かいため、日本市場で洗練された製品になる。それを外国に輸出するというスタンスを基本としてとる日本企業が多かった。一方サムスは、韓国という市場が日本よりも狭くまた豊かではないため、国内市場よりは外国への輸出を基本的なスタンスとしてとってきた。輸出先として開拓をめざすところにあらかじめ社員を送り込み、数ヶ月から数年かけて、どのようなニーズがあるかをその国の人々の立場になって市場を調査して、その国にあった製品を開発して輸出するようになった。

その結果、日本及び日本企業の製品、日本の市場は「ガラパゴス化」といわれるようになった。かつては、先人の努力もあり、先進国では高性能でアフターサービスのしっかりしている日本の製品は好まれる傾向にあった。近年は、日本製は性能が高く日本人の好みに合うため日本では異常に競争力が強いが、日本国内だけで特化した状況になり、特に新興国では競争力がそれほど強くない製品となった。

新興国においては、日本ほど高性能ではないが、現地の事情にあわせた、使い易く価格が安い製品が好まれ、日本製品はそれほど普及しなくなっている。典型的な製品が、携帯電話である。携帯電話市場は、台数においては世界で最も普及している電気機械となっている。その中で、日本のメーカーは世界市場においては、トップ10には1社も入っていない。

一方各種家電市場を席巻し、活発なCMなどで企業イメージを向上し世界的大企業となっていったサムスン製品は、近年は高級・高性能であるというブランドイメージが定着しつつある。一部エジプトなど新興国では日本企業は、現地生産によ

▼日本・韓国の電機大手の収益・利益

		収益 (億ドル)	利益 (億ドル)
韓国	サムスン	1103.50	50.27
	LG	820.82	8.30
日本	日立	995.44	-78.37
	パナソニック	772.98	-37.72
	ソニー	769.45	-9.85
	東芝	662.39	-34.20
	富士通	467.14	-11.19
	NEC	419.62	-29.53
	三菱電機	364.83	1.21
シャープ	283.41	-12.52	

2008年 (「世界国勢図会」)

▼携帯電話端末出荷シェア

メーカー (国)	シェア
ノキア (フィンランド)	34.2%
サムスン (韓国)	20.1%
LG (韓国)	9.0%
RIM (カナダ)	3.4%
ソニーエリクソン (英)	3.4%
モトローラ (米)	2.8%
アップル (米)	2.7%
HTC (台湾)	1.8%
ZTE (中国)	1.7%
G'Five (香港)	1.6%

2010年4～6月 (Gartnerより)

るコストダウンでサムスンよりも低価格製品を投入して巻き返しをはかるなど、それまでの逆転現象まで生じつつある。

菅内閣が、TPP参加を検討すると表明したのは、まさにこのような情勢のためである。TPP参加賛成63.5%、参加反対17.8%（東洋経済のアンケート11/10・11）となっている。かつての競争力世界一の状態であれば、農業を保護するため自由化に消極的でも競争に勝ち残ってきた。しかし、韓国はじめ新興国の台頭により、日本企業の競争は厳しいものになっている。韓国はEUなどと自由貿易協定を推進し積極的な自由貿易を拡大しようとしており、日本もTPPに参加しなければ韓国企業など外国との競争に生き残れない、と考える日本企業や経済関係者はかなりの割合にのぼるようになっているのである。

日本企業は、円高の進展や新興国の台頭により厳しい競争を強いられ、深刻に現状を認識しつつある状況となっている。そして、人事採用や企業のシステム変更、外国への進出、外国企業との合弁事業なども含め、企業競争力を高める施策を真剣に考え、実行しつつある。ただ一方で、就職の際におけるハードルの引き上げや、ワーキングプアや派遣・契約社員の厳しい労働条件の労働者や、厳しい労働条件の企業など、競争力強化の陰の面が生じてきているのも現実であろう。

さらに、外国市場で厳しい競争を強いられている日本企業は、その競争力が強く多くの製品が販売できていた日本国内で製品が売れなくなっている現状に直面してきている。「先の見えない不景気」といわれてきた不景気、あるいは好景気なのに消費が伸びないという状況が生じているのである。その、日本市場の縮小の大きな要因がはっきり見えてきた。

すなわち、少子高齢化の進展に伴い2007年頃からはじまった日本の人口減である。そして、1990年代に始まっていた生産年齢人口の減少である。漢谷浩介氏の『デフレの正体』でも詳しく述べられている。その内容をここでは詳しく述べるつもりはない。ただ、その内容の基礎は、ほぼ義務教育レベルで理解可能なものである。つまり、日本でもの買う人が減っているのである。その中でも、一生懸命働いて金を稼ぎ、自分や家族のために積極的に消費をする生産年齢人口が減り、老後のため、無駄遣いをせず蓄えを心がける老年人口が増加しているのが、近年の日本の年齢別人口の変化である。右の資料の通り、日本の国際的な競争力が強かったバブル期が最も生産年齢人口の割合が高くなっている。そして、今後も老年人口の割合が増加していく傾向になることが予想されている。

▼日本の年齢別人口の割合(2050年は予想)

	14歳以下	15～64歳	65歳以上
1980年	23.9%	67.3%	9.1%
1990年	18.2%	69.5%	12.0%
2000年	14.6%	67.9%	17.3%
2010年	13.0%	63.9%	23.1%
2050年	8.6%	51.8%	39.6%

(「日本のすがた」「日本国勢図会」)

つまりGDPを中心的に稼ぐとともに、積極的な消費を行い、国内の内需を支える生産年齢人口が減少していくことになるのである。日本の代表的な雇用形態は、終身雇用制・年功序列賃金制に代表される形である。崩れつつあるとはいえ、現在でもたいていは高齢者の給与は高い傾向がある。若い間は趣味、あるいは恋愛、交友関係、子育てなど消費に積極的であるが、年齢を重ねると、将来の健康や老後の生活の不安のため、堅実に貯金をしておこうという高齢者の意識も強く、高齢者は貯蓄にまわすことが多くなる心理は理解しやすいであろう。

日本人はアメリカやイギリスに比べ貯蓄にまわす割合が高いが、その貯蓄の大半は高齢

者のものであること
が右の資料からも読
み取れる。なお、E
UROに加盟してい

▼個人金融資産(主に貯蓄)の世代分布状況(2008年、日経より作成)

	20代	30代	40代	50代	60代	70代以上
資産割合	0.6%	5.6%	11.1%	21.4%	32.0%	29.3%

るギリシャの財政破綻問題がEU・世界全体をゆるがしていた2010年にG20の会議が開かれた。その際に各国のGDPに対する公的債務の割合を安定化または低下させるとされたが、GDP比227%という巨額の公的債務を抱える日本については目標の例外とされた。その最大の要因は、日本の公的債務はほとんどが国内で行われているからである。つまり、日本国内の高齢者の貯蓄が銀行など金融機関の運用や、高齢の個人投資家が直接国債を入手するなど、日本国民が日本国の債権者となっている形だからである。ただ当然であるが、少子高齢化が進み、日本の社会保障費は増大の一途にある。無駄遣い云々も良く言われるが、社会保障の分野の負担が激増していることは、右の資料を見れば歴然としている(無駄遣いがないといいはるつもりもないが)。国・地方公共団体の借金はこのままでいくと、いずれ日本国民の貯蓄を上回る形になる。

▼社会保障費の部門別推移(単位:億円)

	医療	年金	福祉・その他
1980年	107329	104525	35882
1990年	183795	240420	47989
2000年	259953	412012	109225
2005年	281094	462930	135126
2007年	289462	482735	142107

(「日本国勢図会」)

このままずると財政破綻への道を歩みたくなければ、社会保障の見直し、増税、第一次大戦後のドイツのような紙幣増発・ハイパーインフレか、あるいは他の道か。打ち出の小槌がないのであれば、何らかの選択を遠からずしなければなら

ない。
そして、近年の日本の経済状況は「ジャパンシンドローム」といわれるこの人口変動が大きな要因となっているのである。2002年2月から2007年10月にかけての、「豊かさを感じない」「実感できない」戦後最長の好景気といわれたのはこの人口減少、特に生産年齢人口の減少により内需が伸び悩んだことである。このあたりの動きは、次の「2000年以降の日本の経済状況①・②」の統計を見れば歴然としている。

▼2000年以降の日本の経済状況①

*百貨店+スーパー

	GDP (兆円)	輸出額 (兆円)	鉱工業 生産指数 05年=100	生産年 齢人口 (万人)	自動車国内 販売台数 (万台)	自動車 輸出台数 (万台)	大型小売店* 販売額 (兆円)
2000年	503.1	51.7	99.2	7863.0	596.3	445.5	22.6
2001年	504.0	49.0	92.5	7822.1	590.6	416.6	22.3
2002年	505.4	52.1	91.4	7760.4	579.2	469.9	22.0
2003年	512.5	54.5	94.1	7728.2	582.8	475.6	21.8
2004年	526.6	61.2	98.7	7642.4	585.3	495.8	21.5
2005年	536.8	65.7	100.0	7554.8	585.2	505.3	21.3
2006年	547.7	75.2	104.5	7558.7	574.0	596.7	21.1
2007年	560.7	83.9	107.4	7454.1	535.4	655.0	21.2
2008年	553.9	81.0	103.8	7334.2	508.2	672.7	21.0
2009年	525.0	54.2	80.5	7208.0	460.9	361.6	19.8
2010年	539.8			7134.6	495.6		

※2008年 リーマン・ブラザーズの破綻 ※①・②とも空欄はまだ統計が出ていない

▼2000年以降の日本の経済状況②

	雇用形態別雇用者数(万人)		民間平均年間給与(万円)	物価指数(2000年=100)		求人倍率(4月)	大学生内定率(10月)	完全失業率(%)
	正規	非正規		消費者	企業			
2000年	3630	1273	461	100.0	100.0	0.99	63.70%	4.7%
2001年	3640	1360	454	98.9	99.1	1.09	65.00%	5.0%
2002年	3489	1451	448	97.9	97.2	1.33	64.10%	5.4%
2003年	3444	1504	444	97.5	96.0	1.30	60.20%	5.3%
2004年	3410	1564	439	97.4	97.1	1.35	61.30%	4.7%
2005年	3374	1633	437	96.9	100.1	1.37	65.80%	4.4%
2006年	3411	1677	435	97.0	104.3	1.60	68.10%	4.1%
2007年	3441	1732	437	97.1	107.2	1.89	69.20%	3.9%
2008年	3399	1760	430	98.1	110.9	2.14	69.90%	4.0%
2009年	3380	1721	406	96.9	100.1	2.14	62.50%	5.1%
2010年						1.62	57.60%	

出典①・②：(IMF資料, リクルートワークス研究所, 日本国勢図会, 経済産業省, 総務省, 日本自動車販売連合会, 総務省, 民間給与実態統計調査)

つまり、2002年2月～2007年10月の好景気は、製造業などの輸出が牽引役としてGDPを押し上げたのである。ただ一方で、「実感できない」要因となったのは、①生産年齢人口が減少している・②内需は拡大せず内需型の企業では、経営が厳しい企業が散見される・③非正規雇用が増大するなど給与が減少傾向にある・④高齢化が進行したことなどで積極的な消費活動を控えるという意識が増大している・⑤円高傾向が続いて安い外国製品が流入し国内物価が低く抑えられたなどの要因がからみあい、デフレ傾向が継続し、国内で自動車が売れない、百貨店でもものが売れない状況が続いたのである。象徴的なできごとが、大丸・松坂屋、阪急・阪神(2007年)、三越・伊勢丹(2008年)の経営統合や、西武有楽町店閉店(2010年)など、内需の減少が刻々と進行しているのである。

さらに企業のリストラや、企業が景気の調整弁のためか非正規雇用を増大することでさらに内需が縮小し、デフレ傾向から抜け出せなくなるという悪循環が生じてしまう面がある。牛井の安売りに代表される価格競争が熾烈になること、安い値段で勝負するファーストリテイリング(ユニクロ)などの企業は業績が好調になることの背景にこのような経済状況があるのである。そして一部、収益確保のための長時間労働など厳しい労働条件へと関連していくことを考えさせることが可能である。

人権上の問題としても男女の平等は求められることであるが、経済的な面からも、生産年齢人口が縮小するわけであるから、社会システムの空洞化を防ぐためにも、女性の社会進出は要求されているわけである。女性労働力の活用なしには日本経済は縮小するし、人材の量や質の面からも、女性が積極的に活躍することが期待されるのである。女性の能力の活用なしには、今後の日本の繁栄は数字上厳しいことも理解できる。

内需の縮小傾向から、日本国内には仕事がなく、中国に活路を求める企業も増加している。反日運動が行われるからいやだ、と言っている場合ではないという企業が多く、企業は生き残りをかけて中国に進出をしているのである。

このような資料の活用から、さまざまなことが読み取れる。以上のような内容は義務教育レベルの授業で興味を抱かせしっかりと知識理解させながら触れることは、資料の適切な

精選・活用の必要はあるが、十分可能である。そして日本の各種産業のおかれた状況を思考判断し、今後の基礎を養うことは十分可能である。

3. 生徒の進路のことから考えること

近年、ブラック企業、ワーキングプア、派遣・契約社員の厳しい雇用状況、痛ましい事件など、就職状況の面から、気になるニュースが多かった。

「史上最低の大学生内定率57.6%」。2010年の秋に、各種報道機関から報じられた。これに関して違和感を抱き、統計を確認してその違和感を抱いた理由を確認し、そして今後の生徒に対して、現実をどう分析させるか、ということについて考えさせられた。

「2000年以降の日本の経済状況②」を見ると、就職戦線が本当に厳しかったのは2000年である。求人倍率は1倍を切るという状況である。どんな仕事をさがしても、この時期は本当に厳しかったのである。しかし、大卒者の就職内定率が最も低いのは、2010年になっている。これはいかなる理由か？社会科の教師になり、農業は後継者不足だ、伝統的工芸品は後継者不足だ、医療や介護の現場では人手不足が深刻だ、などと教えてきた。次の資料を見れば歴然である。

▼従業員規模別の求人数・民間企業就職希望者数・求人倍率

企業規模	2010年			2011年		
	希望者数 (万人)	求人数 (万人)	求人倍率 (倍)	希望者数 (万人)	求人数 (万人)	求人倍率 (倍)
300人未満	4.8	40.3	8.43	6.9	30.3	4.41
300～999人	10.8	16.3	1.51	13.4	13.4	1
1000～4999人	17.4	11.5	0.66	16.4	10.4	0.63
5000人以上	11.7	4.5	0.38	8.9	4.2	0.47

(リクルートワークスより)

要するに中小企業を避けているのである。統計上は、300人以上は大企業とされるので、2010年では300～999人までの大企業までもが避けられていることもわかる。有名な大手大企業に希望が集中しているのである。さまざまな要因はいわれている。氷河期の就職で、中小企業で苦労している話や非正規雇用で苦労している話、内定切りのニュースなどの情報をインターネットで得るなどして、大企業志向が強まっているのであることは想定できる。一部には、親が就職説明会に参加したり、子が得た中小企業の内定を親が辞退したりするなど、親の就職活動への関与と大企業への就職を奨励することも報じられている。中小企業への就職活動を行わなかったり内定を辞退したりで、待遇の良い、勤めていることで人聞きの良い大企業に行きたがる傾向が見受けられるのである。

2010年12月に、各種報道機関がPISAの結果を報じた。科学的リテラシー、数学的リテラシー、読解力が、それぞれ2000年2位・1位・8位、2003年2位・6位・14位、2006年10位・6位・15位、2009年9位・5位・8位と推移した結果を受けて、「日本の読解力が急回復」と、日本の学力の低下傾向に歯止めがかかったと報道した。

PISAの結果がそのまま知的水準や人材の質が直結するとは限らないが、それまではむしろ、学力低下の危機感が叫ばれていたわけであり、知的水準・人材の質が昔より著しく向上しているわけではないであろう。

そのような状況の中、大学進学率が増加している。右の資料のように、20年前は4分の1にも満たなかった大学進学率が、近年は2分の1をこえるようになった。これは、少子高齢化により大学へ入りやすくなっている状況があるからである。つまり、大学進学率の向上は、それまで大学に行っていなかった層が大学に行くようになったからといえる。

企業側は今まで述べたような経済情勢を受けて、「企業はグローバル競争の激化で、事業を拡大するにしても人員はぎりぎりまで減らす。優秀な人材に限った厳選採用も崩さない（2011年1月5日朝日新聞）」などのような姿勢が強まっていることも事実であろう。一方で、4年生大学に行ったからには一流企業・大企業に、という学生やその親の価値観も根強いことがうかがえる。

もちろん、中小企業の就労条件が大企業に比べれば、全体としては悪い傾向にある。平均賃金は大企業のほうが高い。中小企業のほうが倒産しやすいイメージを持つ学生は多いといわれる。安定を求める学生の増加傾向も重なり、有名な大企業の人気が高まり、あまり知られていない中小企業がさけられるということになるのであろう。そうなると、大企業の求人倍率に近い数値が求人倍率として現れる。一方で有名でない、インターネットで検索してもあまりわからず、その結果中小企業は人手が集まらない。中小企業の中には、人手が集まらないまま仕事をするが増加し、その結果として長時間の労働を強いられるケースもある、と考えられる。

しかしながら、中小企業の中には、健全で高収益をあげる企業も少なくはない。前述したように、韓国へ日本の競争力の強い、組み立てることによって高性能になる部品が輸出され、それを韓国で組み立てて韓国企業が世界に輸出する構造になっている。ある意味、日本の中小企業が韓国の大企業を通じて、世界に商品を販売しているのである。日本の大企業を支える中小企業、あるいは有名ではないが優れた専門技術を持つ企業、という形で学習されてきた中小企業であるが、グローバル化が進んだ現在では、日本の輸出を支え、外貨を獲得し、日本人の雇用を保つ中小企業も台頭してきているのである。

工場の現場であれば、二交代制・三交代制など厳しい条件で働く工場や、長時間労働が強いられる場合もあるであろう。しかし、日本製品の信頼は、そのような中小企業が、優れた、高性能の、安全で、安心でき、どんな状況でも使用できる、競争力のある、そういった製品を、中小企業の人々が誇りある仕事で成し遂げてくれているといっても過言ではないのである。大企業にはできないが、中小企業にはできる仕事もあるのである。その積み重ねが日本の経済力を、国力を、我々の生活を支えているのである。

▼大学進学率の推移

1990年	24.6%
1995年	32.1%
2000年	39.7%
2001年	39.9%
2002年	40.5%
2003年	41.3%
2004年	42.4%
2005年	44.2%
2006年	45.5%
2007年	47.2%
2008年	49.1%
2009年	50.2%
2010年	50.9%

(文部科学省より)

▼企業規模別月平均給与(全産業)

	2000年	2006年	2008年
500人以上	51.20	50.34	49.96
100～499人	40.76	39.97	39.05
30～99人	34.50	33.37	33.05
5～29人	29.67	26.86	26.51

単位:万円 (厚生労働省「労働統計要覧」)

そんな中、グローバル化の進展により、日本企業が外国人採用を強めている。2010年7月に、ファーストリテイリング、楽天、ローソンが2011年の新卒採用の5～2割を外国人にするという方向で検討していること、またパナソニックがアジア出身などの外国人の比率が8割となる採用計画である、ということが報じられた。「日本の学生と海外、アジアの留学生は意欲が全然違うし、留学生は目標もしっかり持っている（早稲田大学奥山龍一氏）」という意見もある。企業は紛れもなく、縮小する日本国内市場から外国市場にターゲットを向けている方向性が見えるのである。コンビニ業界のローソンが外国人採用を拡大することは、まさに海外への店舗拡大や海外の物流分野への進出など、海外への業務展開を考えているに他ならないであろう。2011年1月15日に大阪市で行われた、外国人留学生向け就職説明会（1/16産経新聞より）



学生に物足りなさを感じ始め、実際に外国人採用を強めているのである。その一方で、日本では「草食系」という言葉がつけられた。協調性が高く優しいが、恋愛や仕事に消極的な人に対し使われる。数字として表れているのは、日本から外国への留学生の減少であろう。ハーバード大学の発表では、この10年で大学への留学生が、中国は227人から463人に増加、韓国は183人から314人に増加したのに対し、日本は151人から101人に減少したとのことである。米政府が日本の若者の内向き志向に同盟弱体化の危機感を持ち、日本政府と協力しながら対策に乗り出したとのことである（2010年12月26日共同通信）。

キャリアアップよりも安定志向。仕事中毒や過労死などを否定的にとらえるとともに、氷河期の就職、非正規雇用やワーキングプアのマイナス面の報道などをうけて、そうした性格が出ている面もあるのであろう。そしてその性格が、現在の日本の企業が求めている人材に合っていない部分があるのだらう。

草食系が悪いと決めつけるわけではない。彼らの協調性の高さ、優しさはすばらしいことである。もちろん、彼らの良さを生かすことは大切である。ただ、彼らのやりたいことを周りがすべて用意してくれるわけではない。大切なことは、草食系の彼らも、他の肉食系も含めたいろいろな日本の若者が、しっかりと現在の状況を認識し、どのように行動するか自分で判断することである。鎖国をして、江戸時代に戻るわけにはいかないのである。もちろん世の中の企業に改善して欲しいと願う人は多くいる。もちろん私も、企業にああして欲しい、こうして欲しいと思うことはいくらかもある。ただ願っても、自分にとって世の中そう都合良くいかない。アフリカの国々の大半では、生まれた子どもの10人に1人は5歳まで生きられないのである（2010/11年版「世界国勢図会」）。厳しい企業も多いのである。安定を求めて大企業を志望しても、人気が高い大企業の採用枠は、みんなの分はないのである。また、人気の少ない中小企業や農村などの現場は、人手を待っているのでは

る。また、大企業に入っても、望み通りの仕事ができないことは多いのである。

日本はそのような状況である。一人一人を大切にできる社会であることは大切である。しかし、世の中の企業が、社会が、何でもかんでも自分にあわせてくれるはずがないのである。日本人の1人あたりのGDPは、中国の約10倍、ベトナムの約40倍なのである。外国に工場をつくり現地で労働者を採用した方が、コストがかからないのである。就職できても、やりたい仕事をできる場合もあれば、できないことだってたくさんあるのである。つらい仕事も山のように社会ではあるのだ。そのような状況の中、現状に対応する人間になるべきであるし、現状に適応できる人間を育む必要がある。大企業に就職できない、楽をして金が稼げないと、嘆き悲しんでも、引きこもっていても、日本からは大量の石油は産出されず、石油王の子息のような生活はできないのである。

資源であれば、日本近海にあるメタンハイドレートの層が大量にあることは確認されている。他にも日本は、世界第6位の領海+排他的経済水域を有しており、この水域内には多くの資源があることが確認され始めている。この資源の有効に採取し、社会で活用する技術があれば、日本も有望な資源を手に入れることが可能になる。海底に眠るこれらの資源の実用化には、まさに優れた人材が必要なのである。埋もれて使えないものを使えるようにする技術が望まれるわけであるし、それに対して実際にチャレンジする人材が、資源の少ない日本で暮らす我々には必要なのである。

中小企業に入り、自分の才能をそこで発揮し、中小企業を安定させ大きくしていくのか。またあるいは自分で起業するのか。家業を継ぐのか。日本の食、環境保全を考え農業をするのか。日本の伝統を守るべく、伝統的工芸品をつくる道を選ぶのか。技術者になり、ものづくり・発明など技術開発にあたるのか。もちろん、他にもさまざまな道がある。

もちろん、国内市場がなくなるわけではない。減少傾向とはいえ、当然我々にも生活はあるわけであるし、国内の産業や文化なども当然大切である。医療崩壊が叫ばれ、タクシー代わりに救急車を呼ぶケースなど、社会システムを乱す例も増えていると言われている。しかしながら、私も経験があるが、「落とした財布やものが返ってくる信じられない善良な国」と外国人に言われる国でありつつ欲しいと願うのは、私だけではないと思う。鉄道のダイヤが正確で、チップをとらず親切にするなど、誇れる点は数多くある。個人的な経験であるが数年前、私が修学旅行で生徒とともに、帰路バスに乗車していた。二車線道路を走行していたら、大渋滞に巻き込まれ、「着くまで何時間かかるんかのお」と、内心思いながら、生徒に「先生まだ？」と言われ、時には隣に同乗していたK先生とぼやきながら、うんざりしつつ、最前列に座っていた。そのような中、後方から救急車のサイレンが聞こえてきた。「これはまずいんじゃないかい？」と思った。その時である。

誰かが合図したわけでないのに、二車線で渋滞していた車が一斉に、左側の車線の車は左に寄せ、右側の車線の車は右に寄せ、中央に救急車が通行できる通路ができたのである。その後救急車はスムーズに通過していった。私は「日本は捨てたもんじゃありませんね。まだまだいい国ですね。」といい、同乗のK先生も「そうだね、日本の将来のためにがんばろうね。」と会話したことを鮮明に覚えている。日本国内に残って日本をいい国にする人も、食料を生産する人も、商品をつくる人も、商品を売る人も、当然必要なのである。

ただ、前述した通り、日本の国内市場は縮小傾向にある。5年やそこらではこの傾向はかわらないであろう。もちろん、人間のすることである。これからばばん子どもが生ま

れ、少子化が解消されるかもしれない。しかし、その効果は、来年から一気に多産になったとしても、15年や20年は最低でもかかるのである。現在、少子化の大きな要因となっているのは、子育てがしにくい社会の要因があるからである。幼保一体化など言われているが、共働きの家庭が、若い夫婦が安心して子どもをつくれる社会システムの構築が望まれる。それにはやはり、若い夫婦2人の力だけでは限界があり、社会の力が必要である。これこそ、政治の仕事であろう。

個人的な意見であるが、少子化対策への提言である。高齢者が増加しているのであるから、高齢者に積極的に役立ってもらわなければならない社会である。言い方は悪いが、少子高齢化の進展した現代社会は、高齢者にのんびり老後を過ごしてもらえる状況ではなくなりつつある。経済も、財政も、子育ても大変である。そこで、経験豊かな高齢者にがんばってもらおうのである。「第三の奇跡」には、高齢者の力が必要なのだ。

まず、働きたい高齢者には働いてもらう。65歳だろうと、70歳だろうと、ばりばりがんばってもらおうのである。いくつかの記事を目にしたが、日本の企業を60歳で定年退職した後、やはり働きたくて中国などの新興国で自分の技能を生かして、仕事をばりばりしているのである。わざわざ日本企業のライバルを増やし競争を厳しくし、企業経営や生活を圧迫するぐらいなら、日本企業でばりばりがんばってもらえばいいのである。

もう仕事はいい、でも身体はまだ元気、という高齢者に、子育てをしてもらうのである。地域の子育てを、地域の高齢者に集団で関わってもらうのである。日本の良き文化、良き伝統をしっかりと、地域の高齢者が集団で地域の子どもに受け継ぎ、子どもを育てていくのである。子育ては難しいのだ。親の責任ばかりにしては親がかわいそうなのだ。高齢者もともに集団で、子どもを見守り、時には叱咤し、時には賞め、育てていく。地域の保育園・福祉施設などをこの地域子育てのコミュニティの核にして、失われた地域の結びつきを再び復活させていくのである。行政は、このコミュニティの音頭をとるだけでいいので、財政の圧迫もあまりない。イメージとしては、かつての夏休みの朝のラジオ体操の拡大版である。高齢者の経験を發揮してもらって、老後の生き甲斐や将来への希望を見いだせる。孤独で寂しい人はこのコミュニティで地域の子どもを世話してもらうので、生き甲斐もきつと見つかる。若い夫婦も安心してばんばん子どもをつくれる。少子化もきつととまる。となる起爆剤になれるかな？と思っている。

もちろん、身体の上のしんどい高齢者は、社会保障で保護するとともに、この地域のコミュニティで支え合うのだ。そうすることで、日本は無縁社会ではなく、所在不明の高齢者や、孤独死も減少し、行政の音頭で高齢者の経験を中核として、地域のチームワークで再び日本は子どもの多い社会に復活していくのだ。この地域のコミュニティで日本人のホスピタリティを發揮すれば、りんごでもむいて、外国人にも親切にできる。移民や外国人参政権など外国人関係にはいろいろな意見があるが、外国人に対して親切なシステムを構築し、外国人も日本に対して愛情を持ち、ひいては日本のために一生懸命がばんぼうと思う外国人も増やせると思う。このようなシステムを政治で構築できないか、と思っている。

ともあれ、現状では特に都市部でまだ社会システムが子どもを多くつくる形に対応できていない現状では、5年やそこらは少子高齢化がとまらず人口は減少する。国内市場が縮小するわけであるから、今後の日本の発展のためには、英語や中国語をあやつり、海外に活路を見いだす必要が今までより大きくなっているのである。さまざまな国がある。ア

アメリカ合衆国やEU諸国などの先進国。中国やインドに代表される新興国。もちろん、他にも数多くの特色ある国がある。そういった国に、日本製の製品やサービス、インフラを輸出し、原燃料を輸入することで我々の生活がなりたつのであり、また利害関係だけでなく、この地球でともに暮らす仲間なのである。現在、反日デモがあるといつて、中国を避けて通れない日本企業は数多くあるのである。高度経済成長、バブル景気の時代よりは、はるかに海外に活路を見いだせる人材が求められることは、少子高齢・人口減少が進む限りは必然となっている状況なのである。

もちろん社会も変更できるところは変更し、若者を育む姿勢をとるべきである。内定切りなどは悲しい現実である。また近年の厳しい状況もあり、企業は新卒や派遣社員・契約社員を調整弁にしているのも確かである。もちろん、違法なもの、反社会的なものは排除すべきである。しかし現状は、その中で生きて、人生を切り開いていかなければならない。

すべて社会のせいにして、「悪いのは世の中である」として現状を悲しんでいるだけでは進歩はない。「悪いのは～党だ。」「政治が悪いから世の中が悪い」というのは簡単である。もちろん、主権者として、適切な議員を選出しなければならない。ただ、すべて都合の悪いことを政治のせいにするべきでないし、自分でできることは自分ですべきである。自分でやらなければならないことを政治の責任にすることは、ゴキブリが出たからといって110番通報して警察を呼ぶ精神構造と大差ないのである。

幸せは人それぞれである。また、幸せはたいていの場合は突然天から降ってくるものではなく、自分でつかみ取るものである。憲法第13条の「幸福追求に対する国民の権利」は、まさに、例えばこのような状況で、憲法第12条の「国民の不断の努力」によって発揮しなければならないのである。もはや、「大学に行けばいい会社に入れる。そうすれば、定年まで安定した会社で働くことができる。」という時代ではない。大学に行くだけが人生ではない。高卒で働くことも、他にもさまざまな選択があるが、そうした進路をしっかりと考え、社会に出ることを見据えて学生の間スキルアップ、レベルアップすることを心がけていく必要がある社会になってきていることを認識する必要がある。人材の量が減っている社会なのであるから、人材の質で減少分を補わなければならないのだ。

「日常生活の中で、平坦な道のりはない。上に上がっていくには何らかの危険を冒し、何かを犠牲にしなければならないのだ。」イビチャ=オシムの言葉である。平和を維持するための努力、豊かな生活を維持する努力、地球環境を保全する努力。他にもさまざまな努力。状況を判断し、自分で考え主体的に積極的に行動し、時にはリスクをおかして挑戦し、歯をくいしばってがんばることができる、そういう人間を育まなければ、我々や我々の子孫の生活は保障されはしないのである。教育の目的の一つは、困難にぶつかっても、状況に対応し困難を乗り越えることができる人間を育むことであろう。だからこそ義務教育レベルでも、しっかりと認識できるところは認識させ、将来生徒が大人になったとき、よりしっかりと生活できるように、「生きる力」の基礎を育てていく必要があるのだ。

4. 中学校の学習指導要領から

平成20年3月に公示された中学校の学習指導要領において、文部科学省のタイトルは、「新学習指導要領・生きる力」となっている。

社会の「第2 各分野の目標及び内容」における地理的分野・歴史的分野・公民的分野の

内容は、以下のようにになっている（タイトルのみ）。

〔地理的分野〕

(1) 世界の様々な地域

ア 世界の地域構成

イ 世界各地の人々の生活と環境

ウ 世界の諸地域

(ア) アジア

(イ) ヨーロッパ

(ウ) アフリカ

(エ) 北アメリカ

(オ) 南アメリカ

(カ) オセアニア

エ 世界の様々な地域の調査

(2) 日本の様々な地域

ア 日本の地域構成

イ 世界と比べた日本の地域的特色

(ア) 自然環境

(イ) 人口

(ウ) 資源・エネルギーと産業

(エ) 地域間の結び付き

ウ 日本の諸地域

(ア) 自然環境を中核とした考察

(イ) 歴史的背景を中核とした考察

(ウ) 産業を中核とした考察

(エ) 環境問題や環境保全を中核とした考察

(オ) 人口や都市・村落を中核とした考察

(カ) 生活・文化を中核とした考察

(キ) 他地域との結び付きを中核とした考察

エ 身近な地域の調査

〔歴史的分野〕

(1) 歴史のとらえ方

(2) 古代までの日本

(3) 中世の日本

(4) 近世の日本

(5) 近代の日本と世界

(6) 現代の日本と世界

〔公民的分野〕

1 目標

(1) 私たちと現代社会

ア 私たちが生きる現代社会と文化

- イ 現代社会をとらえる見方や考え方
- (2) 私たちと経済
 - ア 市場の働きと経済
 - イ 国民の生活と政府の役割
- (3) 私たちと政治
 - ア 人間の尊重と日本国憲法の基本的原則
 - イ 民主政治と政治参加
- (4) 私たちと国際社会の諸課題
 - ア 世界平和と人類の福祉の増大
 - イ よりよい社会を目指して

中学校の学習指導要領は、以上のようになっている。こうしたことを踏まえ、これらのことを学習することを通じて、「日本のGDPが世界2位から3位になる」ということに象徴される、大きな転換期を迎えている現代社会の大事なポイントを押さえる必要がある。

私は、上記したような日本の情勢の中で生きているのだと、社会の授業を通じて生徒に認識させ、生徒の「生きる力」を育てていきたいと考える。

学習指導要領を踏まえ、以下のようなことを教えることは、教科書や資料を活用すれば無理なく触れることのできるものであり、あながち高度・網羅的ではなく、当然押さえるべきことであると考えます。

- ・世界の地域構成
- ・世界のさまざまな生活と環境
- ・中国、インド
- ・世界の食料生産
- ・日本の国土、気候
- ・日本の農林水産業
- ・大企業と中小企業
- ・過疎・過密
- ・日本と世界の人口
- ・貿易摩擦の深刻化、工場の海外移転、国内製造業の空洞化
- ・外国へ技術移転と国内製造業への圧迫
- ・近代の日本と世界
- ・現代の日本と世界
- ・情報化の進展
- ・グローバル化
- ・少子高齢化
- ・人口減少
- ・地域社会
- ・高度経済成長・低成長と、重厚長大産業から軽薄短小産業への移行
- ・企業、生産
- ・需要と供給
- ・好景気・不景気、景気変動

- ・年金・医療費
- ・核家族化・単身世帯の増大
- ・膨大な財政赤字
- ・社会保障費の増大
- ・年功序列賃金・終身雇用制 派遣・契約
- ・職業選択の自由
- ・労働者の権利・労働者を守るための法律
- ・日本国憲法
- ・基本的人権
- ・日本の平和、日米安全保障条約
- ・円高
- ・温暖化を中心とする地球環境問題
- ・先進国と新興国の環境問題をはじめとする対立
- ・領土・領海・領空、排他的経済水域
- ・北方領土問題・尖閣諸島・竹島の領土問題
- ・中国の台頭
- ・普天間問題と日米関係

そして、これらの内容は、今まで本稿で私が述べたことの根の部分である。経済誌や新聞、ニュースなどを参考にしているが、とりたてて難しいことを根拠にはしておらず、すべて学習指導要領・教科書レベルの内容である。まとめて学習することはできず、またすることも難しいが、少しずつ、時間をおいて、時には同じ分野でスパイラル的に、時には他の分野で関連づけて学習することで理解が可能であり、深まっていくことである。

学習指導要領において、「結びつき」という言葉が多用されている。これは、私も「生きる力」を育むために極めて大切なことであると考ええる。

今まで述べたことがすべてではない。前述したこと以外にも大切なことはある。しかし、義務教育で学習する、あるいは義務教育で学習しても特別高度ではない、関連づけることが別に不思議ではない内容ばかりである。この知識は、それぞれの単元で学習し、例えば「少子高齢化」という言葉を覚えるだけでいいわけではない。「少子高齢化」は、よく言われるのが社会保障の分野ではあるが、それ以外にも今まで述べたように極めて経済的に大きな影響を与え、ひいては生徒たちの就職や結婚などの人生に直接関わるわけである。その中で、どう生きるかという道を考える力、すなわち「生きる力」を養う必要があるわけである。

少子高齢化という言葉を知覚するだけでは、ほとんど意味がないのである。その言葉の事実を認識し、他の分野、社会や自分の生活への影響を理解することで、少子高齢化の本質が見えてくるのである。社会保障の問題、税金の問題、経済の問題、そして、これからの若者の人生の問題、日本に暮らす我々全体の問題。多岐にわたっているのである。

つまり、知識は「覚える」のではなく、「結びつける」ことが大切なのである。私はこれを「知識のネットワーク化」「情報のネットワーク化」と名付けている。授業はこの「知識のネットワーク化」「情報のネットワーク化」が大切であると考えている。私は、生徒が、私の授業を受けて、「そういうことか!」と考えた瞬間が、「知識のネットワーク化」が成し遂げ

られた瞬間である、と考えている。知識は覚えるだけでは意味がない。学問のためだけの学問だけでは社会は動かないのだ。実際に使える知識を増やすことに意味があるのである。授業は、知識と知識、情報と情報をつなぐ道を増やす役割が大切なのである。

例えば、歴史の「世界恐慌」を取り扱う授業で、景気変動の話をする。また、リーマン・ショックのことを取り上げる。現在の経済情勢の話をする。今後の日本の、世界の展望を話す。現在、どのような企業がどのような人材を欲しているかを話す。大学生がどのような状況下にあるのかを話す。高校・大学進学について話す。みんなの現在の学習がどうそれに関連するのかを話す。それらはどう結びつくのか。こういった授業を行った。テストの点には直結しないが、生徒は極めて真剣に取り組んだ。特に自分の将来に、人生に関わることだと認識し、学習の意義を理解したからである。

いろいろなことから生徒の関心や意欲を引き出す。資料を活用すること。しっかりと生徒が自分で考え、判断すること。生徒が自分の言葉で表現すること。生徒が基本となる知識をきちんと習得すること。これらをうまく、1つの授業の中で、あるいは複数の授業の中で、場合によっては1～3年かけて、関連させる授業を教師が展開することが、授業においては大切なのであり、それが良い授業につながる。数学や理科を何のために学習するのかを社会の授業で触れる、国語力が何故必要なのかを社会の授業で意識させる、数学や理科、国語と社会の関連を意識させる。英語を学習する意義を認識させる。当然理系技術者は大切なのだと思える。そうしたことが、教科内の知識のネットワーク、教科外の知識のネットワークなど、さまざまな「知識のネットワーク化」「情報のネットワーク化」につながり、ひいては生徒の「生きる力」を大きく育むことにつながるのであると思える。

5. 終わりにかえて

現在のところ、これからの社会に必要な能力、求められる能力として、私が生徒に育んでいきたい能力はいろいろある。これからも、多くの日本で暮らす人のために、良い日本の伝統を保ち、「落とした財布がかえってくる信じられない善良な国」と外国人に言われ、優しさや思いやりの精神が大切にされる世の中であって欲しい。

ただ、GDPが中国に抜かれ、人口が減少する社会である。5年やそこらではこの傾向は止まらない。人材の量が減少するわけであるから、質で補わなければならない。また、社会も量が減少するわけであるから、さらに人材の質を向上し、社会の質を向上し、良いシステムを構築しなければならないである。正直、偏狭なナショナリズムの考え方である、との批判を受けるかもしれない。また、途上国の実情を考え、フェアトレードの意識を重視すべきだという意見もあるかもしれない。ただ私としては、「衣食足りて礼節を知る」と考えるのである。現在、日本の若者に「生きる力」が失われつつあると感じる。資源のない日本は、しっかりと人材を育まないとならない。

社会も、終身雇用制・年功序列賃金が弱まり、新卒の社員を採用し、会社に入ってから鍛えるという余裕が失われ、即戦力を求めるような企業が増加しつつある。

現状はこうである。だからどうするのか。ある程度の方向性は見えている。求められる人材としての比重が高まるのは、大きく言えば、「優れた製品を開発する能力」、「環境に優しい製品を開発する能力」、「海外に挑戦する能力」、「国内システムを向上する能力」を

持った人材が今後さらに必要とされることが必然である。日本では、優れた製品を開発するために、「すりあわせ」とよばれる各部署やさまざまな立場の意見を出し合いながらいい製品を作る能力が高く、それが日本の競争力を支えている面がある。また、海外に市場を求めため、言語能力、現地の文化を理解する能力、異文化を尊重し対応する能力が必要になる。

例えばコミュニケーション能力である。少子高齢化に対応し良い国にするためにシステム改善は必要である。海外に対してももちろん、英語や中国語など語学力は必要になってくる。ただ、アメリカのようにすれば良い、中国のようにすれば良い、というわけではない。日本には日本の良さがある。その中で、国内国外問わず、さまざまな人間関係の中で、相手の立場を理解し、その中で良い状況を構築できる能力が求められる。その一方、寡黙に誠実に取り組むタイプが評価されにくい世の中になっていることも多いこともある。

そしてコミュニケーション能力の向上は、社会を、周りの仲間を、同じ土地に暮らす仲間を大切にす雰囲気や社会を醸成することにつながると考える。例えばそうしたことが、人材を大切にす、成長させる。理系技術者を、現場の労働者を、中小企業やそこで働く人を大切にす。彼らを冷徹に扱うことでかえって自らの首をしめるような結果にせず、職業選択の際に避けられる仕事も減らしていくことになると思うからである。

「ONE FOR ALL, ALL FOR ONE」

直訳すれば、一人はみんなのために、みんなは一人のためにという意味である。もとはラグビーの言葉らしいが、私の知る限りこの言葉は、バスケットやサッカー、野球などさまざまなスポーツで使われてきたのを見聞きしてきた。勝利を目指し、良いチームにするには、この精神が必要である。当然である。どんなチームスポーツでも、自分勝手な振る舞いを行ったり、ある特定個人だけに負担を強いたりするようなチームでは、良いチームとはいえず、また勝利につながらない。

社会でも当然そうである。日本企業・経済が発展した理由はいろいろいわれる。少なくとも、会社のため、あるいは日本の復興など日本の国益のためなどの理由で、本当に命をかけて仕事をした企業戦士たちが多数いたのはまぎれもない事実であり、また、社員を家族のようにあつかっていた企業も少なくはなかったものであり、そうした要素が発展につながったことも事実である。技術立国ならしっかりと技術者を尊重し、一生懸命がんばった技術者が報われ、優れた人材の技術力を大切にす。自分の周りの仲間を大切にす。同じ大地でくらす仲間を大切にす。そのような社会を形成する必要があるのである。

「人種、信条、性別、社会的身分又は門地」に関わらず、同じ社会でくらすなら、同じ社会でくらすみんなを大切にす、そしてみんなで同じ社会を大切にす。世界に対してもそうである。それが、人間の最も大切な財産の1つである「信頼」を得ることにつながる。相手を尊重し、相手の文化を尊重する。コミュニケーションをしっかりととり、外国の人に「日本製だから安心だ」「日本人は信用できる」「日本のものなら高くても買おう」といった意識を持ってもらうことによって、社会の発展にもつながるのである。

従って私は、中学校社会科の授業においても、情報をネットワーク化し、コミュニケーションを育む授業を意識する必要があると考える。

- ・資料を活用すること。
- ・グループで話し合うこと。

- ・必要な情報を取捨選択すること。
- ・状況に応じたプレゼンテーションができること。
- ・さまざまな文化があることを理解すること。
- ・相手の立場を理解した行動ができること。
- ・もちろん、いろいろな知識を有すること。
- ・知識と知識、情報と情報が関連しているか、しっかり思考すること。
- ・そのため、日頃から、何故、どうして、と考える習慣を身につけること。
- ・意見を互いに尊重し、お互い相手の長所を見て切磋琢磨する。

このようなことを意識した授業実践が求められるであろう。つまりしっかりと知識を持ち、聞くときはしっかり話を聞く一斉授業も、自分で情報を収集する授業や課題も、資料を活用し、ともに話し合い、学び、発表するグループの学習など、当然必要になる。

今回は、まず現在の社会の状況を確認して、どのような人材が求められているのか、それをもとに現在求められている社会科の授業はどのようなのか、という意識で執筆した。今後は、以下の点を意識する必要があるであろう。

第一に、今まであげたことは、経済面に偏っていると私自身感じている。地理・歴史や、政治の面からも、あるいは他の面からもしっかりと考えることが必要であると思う。例えば、GDP 2位で幸せ、3位で悲しい、4位以下で不幸のどん底？といえそうではない。高齢化が進んでも日本では、財政的にはともかく優れた社会保障制度や医療制度など優れた社会システムがあり、それを誠実に、効果的に運用する人材がいる。電車の時間は正確で遅れることはほとんどない。食品に代表される、さまざまなところが衛生的である。水がたいへんきれいだ。チップをとらずに親切にする人が多い。など、いわゆる「住みやすい国」であると思う人は少なからずいる。ある種「貧しくても誇りある国」でいいではないか、という意見が出て当然である。さらに視野を広く持ちたい。

第二に、以上のことに対する反証や、反論、別の視点を確認することである。経済もそうであるし、実際の社会もそうであるが、決して単純ではない。私は、さまざまな文献や資料、報道やニュースなどから、論理的に思考し、以上のような方向性にいたった。ただそれが、真実からずれがある部分があるならば修正をしなければならない。また、私が重視したポイントは、本当にその通りなのかという部分がある。別に間違っているとは思わないが、より重視しなければならないポイントが抜けているかもしれない。義務教育レベルも、より発展的なレベルも含めて、情報の収集にあたる必要がある。

第三に、実際の授業をより効果的に行うために、今後は具体的に系統だった、効果的な実践を1つでも多く実施することも重要な課題である。例えば、本稿で述べた、少子高齢化社会、社会保障、財政、グローバル化、デフレ、不況、労働条件、労働者の権利、そして今後の就職への意識、また教科を超えて理系技術者の意識など、さまざまなところを社会の学習で行うわけである。現在のところ私は、関連を意識した授業を行う、というところは当然している。ただ、より効果的な学習方法、例えば、どの授業でどの資料を用いるか、どの授業を先に行い、その次に何をやるか、その次はどうするか、という部分の効果の検証はまだこれからである。資料の効果的な活用、グループワーク、知識の習得順、さらには地理的分野、歴史的分野、公民的分野のどれで学習するか、どの分野でどの程度の比重で行うのか、どの程度のスピードで実施するのか。もちろん、生徒の発達段階や、

英語や理科などの他教科の学習の進度など、意識しなければならないことは多岐にわたる。そのような中でしっかりと運用を考えていく必要がある。

第四に、本当に必要な部分を絶えず取捨選択する必要がある。社会は絶えず変動している。必要とされる能力は不変ではない。「不易と流行」をしっかりと見極める必要がある。中国の台頭に代表される現在の状況は、10年前私は全く想像できていなかった。予想できる部分はあるが、すべての未来は決まてはいない。常に、私自身も状況を判断し、自ら考え、自分で判断し、生徒をしっかりと育むべく積極的に行動しなければならない。

まさに、社会科の教員は、社会の知識を知っているだけでは意味がない。生徒を育む実践が求められているのである。より効果的な実践を、系統立てて、効率よく行っていくことが必要となる。今後の課題としていきたい。

主な参考文献及び資料

- [1] 矢野恒太記念会 『日本国勢図会』 2010/11年版 及び過去のもの
- [2] 矢野恒太記念会 『世界国勢図会』 2010/11年版 及び過去のもの
- [3] 矢野恒太記念会 『県勢』 2011年版 及び過去のもの
- [4] 矢野恒太記念会 『日本の100年』 1981年
- [5] 矢野恒太記念会 『日本のすがた』 2010年版 及び過去のもの
- [6] 藻谷浩介 『デフレの正体』 角川書店 2010年
- [7] 日経BP社 『日経ビジネス』 主に2010年に発行されたもの
- [8] 東洋経済新報社 『週刊東洋経済』 主に2010年に発行されたもの
- [9] ダイヤモンド社 『週間ダイヤモンド』 主に2010年に発行されたもの
- [10] 官公庁などによる各種統計資料
総務省、農林水産省、経済産業省、厚生労働省、文部科学省、
国際連合、Fao、IMF、Gartner など

Japan lost the position of the second economic power,

A consideration of social studies to bring up

“The zest for living” in society

—The network of using knowledge and information organically—

KAWACHI Shuji

It becomes the 21st century, and Japan, where less children and aging society has been becoming more serious, has entered a new phase recently. In the recession of an uncertain future, Chinese GDP exceeds that of Japan, and it is often said that pessimistic tone of the press has been increasing. In this situation, as a social studies teacher, it seems to be more important problems how we teachers have students grasp our society, and how we teach the situation to them. We should bring up “The zest for living”. In this thesis, I would like to clarify the situation of the contemporary society in the compulsory education, and examine the practice that can bring up “The zest of living” of the students in the social studies classes.

Key Words : GDP, China's economy developing, Less children and aging society, “The zest for living”, the network of using knowledge organically.

大阪になれなかったマンチェスター

— 綿業にみる日本とイギリスの工業化 —

さき がわ ひろ し
笹 川 裕 史

抄録：近年の高校世界史では、産業革命（工業化）の開始をイギリス一国の視点から説明することは影を潜めている。しかし「優秀なヨーロッパ諸国は工業化に成功し、劣った非ヨーロッパ地域は収奪され放題であった」という、生徒たちの「思い込み」を正すまでにはいたっていない。本稿は、ヨーロッパと東アジアの比較史を導入することで、産業革命（工業化）に対する生徒たちのイメージを刷新しようとした授業報告である。

キーワード：近代世界システム、グローバル＝ヒストリー、工業化、産業革命、授業実践

1. はじめに

生徒たちが「進んだヨーロッパー遅れたアジア」というイメージを抱いていることをもっとも強く感じるのは、18世紀後半の近代から世界史の授業を始めたときである。たとえば、19世紀の世界地図にはイギリスをはじめとする列強諸国が世界各地に植民地を拡大していく様子が示されている。ヨーロッパによる世界支配の最大の要因が産業革命であると教えられてきた生徒の頭の中には、必然的に、産業革命をいち早く達成したイギリスをはじめとするヨーロッパと、遅れをとったアジア・アフリカなどの非ヨーロッパという図式が形成される。そしてその図式には、ある程度の説得力があるので、彼らは無意識のうちに、両者の間に「優劣」あるいは「進歩」の差を作り上げてしまう。

「進んでいたヨーロッパは、最初に産業革命に成功し、遅れていたアジアなどの非ヨーロッパは、自力では産業革命ができなかった」という生徒たちの思い込みは素朴であり、それゆえに根強い。我われ教員は、生徒たちが陥る、このような歴史的な思考・認識の「落とし穴」に留意し、それを回避する手立てをもっと積極的に、そして具体的に講じたいものである。

2010年、筆者は、上述のような考えを抱いて、工業化に関する授業を行なった。授業では、①：イギリスの工業化が決してイギリス単独で成し遂げられたものではないこと（関係史）と、②：18世紀中頃のイギリスと清朝の経済面での類似点と相違点（比較史）に留意した。①は、「近代世界システム」に基づき、筆者がこれまでの授業で重視してきた点であるが、今年度は新たに「グローバル＝ヒストリー」の視点を含んだ②についても強調してみた。本稿は、この一連の授業に関する報告である。

2. 「素朴歴史学」への挑戦

心理学の用語に素朴科学という言葉がある。地動説を学んでも、自分自身の体験や観察に縛られて地動説の枠組みで天体運行を把握してしまう素朴天文学、あるいは動物の行動や植物の生長を人になぞらえて理解しようとする素朴生物学などが、その例である。

素朴歴史学という言葉自体は、筆者の勝手な造語だが、素朴科学と同様の心のあり方が歴史分野においても見られるのではないだろうか。たとえば高校生は、マンガ・小説・映像あるいは大人との会話などを通じて、さまざまな歴史知識やものの見方、いわば通俗的な「生活知」を身につけている。では、そういった世間の常識を、授業中に教師から与えられた「学校知」へ、たやすく切り替えることができるだろうか？ 結論をいえば、それは容易ではない。

勤務校では、高校2年生の授業を近現代史から始めることが多いが、そこには高いハードルが存在する。「進んだヨーロッパ遅れたアジア」という生徒たちの先入観である。

筆者は、産業革命をあつかう際には、18世紀後半のインドや中国の豊かさに必ず触れてきた。綿製品・茶などのアジア物産の対価として、ヨーロッパから大量の貴金属が流出したことを指摘するのは、多くの世界史教員も同様であろう。しかし数年前、そのような説明をすると、逆に教師側の意図に反した形で、歴史をとらえてしまう生徒が少なからずいることに気づいた。教師が初期近代のインドや中国の豊かさ／ヨーロッパの貧しさを強調すればするほど、そういったアジアを最終的に植民地としたヨーロッパ諸国の「優秀さ」を印象づけてしまうパラドックスである。

たとえば清朝の場合、17世紀や18世紀の世界地図で、生徒たちにその領域を確認させ、当時のイギリスと比較させる。ところが19世紀の世界地図を開くと、イギリスの支配地域は増大しているが、清朝は違う。すでに大きな領土を支配していた清朝が、さらに領土を拡大するのは困難だが、生徒の頭のなかには、清朝は「停滞」し、イギリスは「発展」したという図式ができてしまう。そして1840～42年のアヘン戦争での清朝の敗北／イギリスの勝利が、その図式を正当化する。くわえて南京条約や虎門寨追加条約の締結で、生徒たちは、清朝は国際・外交関係にも無知であったと決めつけてしまう。事実とはともかく、高校生や一般の人たちが、そのように考えてしまうのは当然かもしれない。

19世紀後半以後、欧米列強が世界各地に植民地を拡大していった最大の原動力が産業革命だったと生徒たちは中学で教えられる。そして多くの非ヨーロッパ諸国が、ヨーロッパ諸国に対抗すべく工業化を進めようとしたことから、高校生は、「進んでいたヨーロッパは、最初に産業革命に成功し、遅れていたアジアなどの非ヨーロッパは、自力では産業革命ができなかった」と考え、ごく自然に両者の間に「優劣」あるいは「進歩」の差を作り上げていく。「産業革命をいち早く達成したイギリスなどのヨーロッパ」と「遅れをとったアジア・アフリカなどの非ヨーロッパ」という図式は素朴だが、それゆえに根強い。

生徒たちが陥りがちな、このような歴史的な思考・認識の「落とし穴」に対し、どのような方策が有効だろうか。筆者は、過去の経験を踏まえ、本年度の授業では、次の4つにポイントをおいてみた。(1) イギリスの工業化の関係史 (2) イギリスの工業化の比較史 (3) 異文化衝突としての「近代化」 (4) アジア間貿易におけるインドと日本、である。

少し乱暴な言い方であるが、(1)の「関係史」は、ウォーラーステインの「近代世界

システム」の考えに沿ったものであり、(2)の「比較史」は、ポメラントに代表される「グローバル＝ヒストリー」の視点を加味したものとなる。「近代世界システム」は、かつての「一国史観」にもとづく産業革命観を払拭するのに重要な役割を果たしたといえよう。しかしその一方で、いわゆる「ヨーロッパ中心史観」をますます固めてしまった感もある。そこで非ヨーロッパ地域をヨーロッパと“対等”に取り上げていこうとする「グローバル＝ヒストリー」を授業に取り入れようと考えたのである。次節では、その授業の概要を紹介する。

3. 授業の概要

2010年度の高校2年生（1学期）の授業は、全体で18回（うち3回は、実習生担当）であった（資料1参照）。

世界史の授業では、授業ごとに自作の授業プリントを1枚配布している。プリント（B4版横）は、左側がサブノート、右側が図表などの資料となっている（授業プリントのテーマのすぐ下にある、「授業の窓」とは、その授業のポイントやアクセントとなるキャッチフレーズである）。また授業後は、各クラス数人に授業の感想・疑問などを書かせて、それをもとに教科通信（B5版縦）を編集・配布している。

本稿では、第3・6・12・14回の、4回の授業プリントのサブノート部分に板書事項を書き加えたもの（太下線を施した部分）を資料2～5の左側に、そしてそれぞれの授業に対応する教科通信を資料2～5の右側に掲載した。

（1）イギリスの工業化の「関係史」

いわゆるイギリスの産業革命に関しては、「イギリスの工業化（産業革命）」と題して、本年度は第2～4回まで、3時間の授業を行なった（なお生徒には「産業革命」とは18世紀後半にイギリスで最初に始まった工業化を強調する言葉で、一般には「工業化」という言葉が使われることが増えてきていると説明した）。

「イギリスは、単独（一国だけ）で工業化を成し得たのではなく、様々な地域との関わりがあったことで工業化が可能となった」というとらえ方は重要である。近年では、ほとんどの教師がこの「関係史」の視点を強調するのではないだろうか？ これに関連しては、次の3点をあげておく。

①：18世紀の対アジア貿易において、イギリスは綿製品・茶などの輸入が増大し、貿易赤字が深刻となった。その結果、綿製品などの国産化が焦眉となった（授業1－iii、2－ii）。ただし、このときに簡単に、ヨーロッパで好まれた綿製品が、長い繊維の細糸で織られた薄手の布であったことに触れておく。

②：「新世界」が存在していたことから、大西洋三角貿易が形成された。そして港町リヴァプールからアフリカやアメリカに運ぶ重要な商品として、内陸部のマンチェスターで綿製品が生産されるようになった（授業2－ii、3－iii）。新大陸への奴隷貿易が現在の南北問題の原因の一つであることも気づかせる。

③：イギリスは、インドを植民地とする過程で、インドを低開発していった。そして近代世界システムにおける「中核－半辺境－辺境」の構造について説明する（授業3－iv、6－ii）。とくにイギリスの工業化が、インドの産業・生活文化を破壊し、その工業化を

難しくした…という点をしっかり指摘しておく。

(2) イギリスの工業化の「比較史」

上述の「関係史」の視点は必要不可欠であるが、本年度は、あらたに「比較史」の視点も強調することにした。具体的には、ヨーロッパ世界と東アジア世界との比較である。しかし、比較をした結果「進んだヨーロッパー遅れたアジア」という図式を再生産してしまうのでは「百害あって一利なし」である。そこで次の二つの点に留意した。

【Ⅰ】「東アジアは、工業化に遅れをとったのではなく、そもそもイギリス型の工業化の必要がなかった」という点。その具体例として日本を二つの観点から取り上げた（授業3－v。資料2の左側）。

まず一つ目は、木綿の自給自足についてである。綿織物が日本に入ってきたのは、戦国時代であったが、やがて木綿の栽培が各地で始まり、元禄時代の前後には、ほぼ自給が可能となった。また綿織物以外に、茶や砂糖の栽培も行なわれていた。つまり当時のヨーロッパ諸国が熱望していた茶・綿織物・砂糖を、日本は国内で自給できたのである。極端に言えば、これらを自給できる“豊かさ”があったので、日本は鎖国をしても困らなかつたし、実際に鎖国をしたのである。一方ヨーロッパ諸国は、茶・綿織物・砂糖を入手するためには、交易の他には方法がなかった。

二つ目は、勤勉革命についてである。日本そして東アジアでは、小農中心の「勤勉革命」が起こったことを指摘する。ヨーロッパに比べると、豊かな土地／多い人口に恵まれていた東アジアでは、労働集約型で資源節約型の社会が形成された。これは「産業革命」を展開する過程で他の地域を植民地とし、低開発をすすめ、その資源をほしいままに収奪する従属関係を作り上げていったヨーロッパとの大きな相違であった。

【Ⅱ】「近代初期の東アジア（清朝）が、ヨーロッパとは似て非なる社会だった」ことを二つの点から、具体的に示す（授業6全体。資料3の左側）。

一つ目は「朝貢貿易」である。朝貢貿易は政府による管理貿易であった。周辺の国々が中華思想（華夷秩序）を受け入れ、清朝皇帝に敬意を示した代償として、莫大な回賜が与えられるというシステムだった。前近代の大国は、その“豊かさ”を示すため周辺諸国に対して「太っ腹」であることがしばしばあった。授業の窓を「出血赤字の大サービス」としたのは、そういう意味であった。しかし朝貢は、中華帝国にとって大きな負担となるから、貿易の場所・時期・種類・数量などが定められていた。もちろん一定の範囲での、私貿易は存在したが、ヨーロッパの商人たちが希望した自由な交易は不可能であった。イギリスは近代世界システムのなかで自由貿易を迫及する。一方、清朝を中心とする東アジアは冊封－朝貢システムを前提としている（なお管理貿易という点では日本の鎖国も同じであったと指摘しておく）。つまりヨーロッパ世界と東アジア世界とでは、根本的に体制が相違していた。そしてその二つのシステムの間に優劣をつけようとすることは無意味であり、むしろ有害であるかもしれないとコメントした。

二つ目は「18世紀中頃の長江下流域とイングランド」の比較である。18世紀半ばのイングランドと長江下流域とでは、商業化とプロト工業化によって人口成長が加速するなど、

多くの類似点があったと、近年では考えられている。にもかかわらず、工業化はイングランドで始まり、長江下流域では起こらなかった。高校生に「進歩したイングランドー停滞した長江下流域」といった短絡思考をさせないためには、どうすればよいだろうか？ 端的に言えば、統計上の数値で似通った部分があっても、イングランドと長江下流域が、それぞれ“タイプの異なる”社会となっていた点を具体的に示した。

たとえば家族形態の相違について。イングランドでは貴族やジェントリの家系では複数の男子がいても一人にしか財産を継がせない。しかも世襲だったので資本が分散する危険性は低く抑えられた。それに対し、中国社会では家財は男子たちに分割相続されたし、旗人などを除き、一族の中から科擧の合格者を出し続けなければ、やがてその一族は没落してしまうという社会的流動性があった。それらの要因から、中国ではイングランドより資本が集中する度合いが低くなっていた。

さらにイングランドには、食糧の大生産地であり、かつ工業製品の重要な市場となった新大陸が身近にあったのに、江南地域にはなかったこと。またイングランドでは、蒸気機関に利用する石炭などの鉱物資源に恵まれていたことなどである。

とくに最後の二つ、「新大陸」「石炭」については、ヨーロッパの内部で必然的に形成されたものではなく、むしろ外部からの偶然的な「幸運」が、工業化の起因となったことを示すといえよう。大航海時代以後、ずっとヨーロッパが他地域より優位であったという思い込みが誤りであったことが見えてくる。

さて同じタイプの社会であるならば、「進んだー遅れた」という物差しが適用されるが、タイプの異なる社会であるならば、そのような尺度は馴染みにくい。かわりに「優れたー劣った」という比較をしてしまう危険性が生じるかもしれないが、上述のように、グローバル＝ヒストリーの視点を導入することで、これも未然に防ぐことが出来るのではないだろうか。

（3）異文化衝突としての「近代化」

列強の中国進出の最初がアヘン戦争とアロー戦争であった（授業7ーi、8ーv）。近代的な軍備を整えたイギリスに清朝が敗北した点は生徒たちも素直に受け入れる。問題は、講和条約とくに虎門寨追加条約である。「関税自主権の喪失・領事裁判権といった内容の不平等条約をなぜ易々と締結したのか？ 清朝は愚かだったのではないか？」と考える生徒が数多く出てくるのも無理はない。そこで筆者は、すこし乱暴だが、これまでの冊封ー朝貢システムを前提としていた当時の清朝には、現在の我われに馴染みのあるヨーロッパ的な外交のあり方が理解できなかつたし、野蛮な西欧の国の要求を気前よく受け入れることも大国の証と思っていた…これは、ある種の異文化衝突だったという主旨の話をする。

日本の近代化に関するものが授業12ーiii（資料4）の左側）である。日本が列強の植民地とならなかったのは何故なのか。その対外的要因と国内的要因を列挙した。対外的には、列強の第一目標が中国だったこと。日本は、中国と列強の間でのさまざまな遣り取り（戦争や条約締結など）を“事前学習”できたこと。1850年代後半から70年の間に列強諸国がそれぞれの国内／対外事情から、日本に進出する余裕がなかったこと。

国内的には、まさにその間に、日本は明治維新をなしとげて本格的な近代化を開始したこと。庶民階層も含め、江戸時代後期の教育水準が高く、維新後の近代化に大いに役立つ

たことなどである。また日本人の「国民」としての団結力が強かったことも指摘した。なお、授業の都合で後日となってしまったが、**授業の窓**で掲示した「想像の共同体」という概念を紹介し、国民や民族がアブリアリなものでないことは指摘しておいた。

さらに、やや情緒的な説明になるが日本は、前近代は中国、近代は欧米と目標は替わっても、キャッチアップに努めるという基本的なメンタリティに変更はなかったが、清朝は中華思想が根強かったこともあり、西欧をモデルとする近代化に手間取った…と話した。

(4) アジア間貿易におけるインドと日本

インドはイギリスの植民地となったが、一方的に収奪されたのではない。インド人（をはじめとする各地の植民地人）が、本国人に対して、したたかに振る舞っていたことに気づかせたいと考えた（授業14-iii、**資料5**の左側）。そこで授業では、簡単ではあるが“コラボレーター”の存在について紹介した。

経済面では、インドの綿工業の発展に触れた。授業3-ivでは、大まかな流れを生徒につかませるため、イギリスによってインドの綿工業は暴力的に破壊されたと説明したが、ここで「修正」をする。すなわちインドでは、ヨーロッパで好まれた「長い繊維の細糸で織られた薄手の綿布」の生産は著しく落ち込んだが、「短い繊維の太糸で織られた厚手の綿布」はそうではなかった…と。東アジアでは「厚手の綿布」が好まれたが、イギリス製品は「薄手の綿布」だったため、アヘン戦争後も中国への輸出は伸びなかった。そこでイギリスに代わり、植民地インドで「厚手の綿布」が大量に生産され、中国をはじめとする東アジアに輸出された…と。これは、20世紀以降のアジア間交易の急速な成長を説明する上においても、重要なポイントとなる。

開国後の日本は、インド・中国から短い繊維の綿花が輸入されるようになり、国内の綿花栽培は大打撃をこうむった。紡績業に関しても、当初は小規模な官営工場が設立されるものの、不振がつづいた。だが、1883年に財界の協力で大阪紡績会社が設立され、大規模な近代紡績工場の経営が軌道にのると、90年代以降、東アジア市場で、日本の綿糸は、インドの綿糸と鏝を削り、勝利をおさめていく。その過程で、綿花の輸入、綿製品の輸出の一大拠点であった大阪には、数多くの貿易商社が設立され、それにともない近代的な港湾設備や倉庫も建設され、「東洋のマンチェスター」と称されるようになる。

4. 生徒の反応

授業を通じて、イギリスの工業化について生徒たちは、どのようなことに気づき、どのようなことを考えたのだろうか。教科通信（生徒全員に感想を書かせたものではないが）から探ってみたい。なお本稿では、工業化の「関係史」に関わる感想は省略し、「比較史」に関する部分を中心に紹介する。

(1) イギリス型の工業化とは何か、またその是非

「東アジアは、工業化に遅れをとったのではなく、そもそもイギリス型の工業化の必要がなかった」といった説明は、鎖国に対してマイナス評価を抱いてきた生徒たちに、少なからぬ驚きを与えたようである。

授業3のプリントの**授業の窓**：「大阪になれなかったマンチェスター」とは、江戸時代

の大阪が、河内木綿に代表される木綿の産地で、海外から綿花を輸入せずに自前で綿布をつくれた点が、マンチェスターと異なることを強調したものである。授業の導入とした、このキャッチフレーズが効果を発揮するためには、次の2つの点が生徒たちにとって前提となっている必要がある。まずマンチェスターが産業革命期を代表するイングランドの工業（綿工業）都市であること、そして欧米をモデルに殖産興業を進めた日本で20世紀初頭に大阪が「東洋のマンチェスター」と呼ばれるようになったことである。さて「授業の窓」に関しては、授業後に感想文を提出する生徒たちに、5段階評価（5—とてもよい、3—ふつう、1—ぜんぜんダメ）をさせているが、今回の「大阪になれなかったマンチェスター」は、4.33という評価であった。授業の始まる前は「？」であったが、授業を受けて「なるほど」と思ったのだろう。

「木綿の自給」に関する生徒の感想をしてみる（資料2の右側）。「①日本が、鎖国できた要因には、世界各国がのどから手が出るほど欲しがっていた茶・綿織物・砂糖を自給できたからということに驚いた」「②今の日本は自給率が世界各国の中でも下位の方なのに、鎖国が可能だった背景には、イギリスにできなかった自給自足ができていたというのは、とても驚きました」「③日本も鎖国していたものなのなんかやっていたというのは、その頃のイギリスの様に工業化している日本では考えられない」などである。こういった生徒たちの感想を踏まえ、教科通信のタイトルは「自給自足とは無縁の「産業革命」とした。

他の地域を低開発することによって経済発展をとげたヨーロッパと、勤勉革命のあった東アジアとの比較に関しては、生徒たちは次のように述べている。「④モノカルチャー農業は、イギリスによってさせられていたのは、すごくびっくりだった。なんか、もっと平和に、対等に綿花とかを売買していると思っていたので…」「⑦奴隷や植民地化のおかげで産業革命が進み、現代の社会があるのかと思うと、複雑な気持ちですが、他に方法はあったと思います」「⑩イギリスの商人達は利益を得るためには手段を選ばずに、今では考えられないようなことをしていたが、当時はそれが禁止されていなかったことを考えると、常識というのは時と場所が違えば大きく異なるものだと感じた」。

また次の感想は、植民地を拡張していったイギリスを単純な正義感で一面的に否定するのではない、陰影のあるものといえようか。「⑤イギリスは、自分の国じゃ何が出来るか出来ないかをキチンと理解して、出来ないことをどうすれば出来るようになるか考えていたから、他の国を利用して、あくどい方法ではあったけど、国として成長できたんだと感じた。イギリスのように（略）自給できない方が良かったのか、日本のように自給できた方が良かったのか疑問です」「⑥最初イギリスはとても悪い国なのだと思っていたけど（略）イギリスは自分達の国民・国の為にしたことなんだと考えると、人が生きていく為に考えぬいた事だというふうに感じました」。

しかし一方で「⑧発展の少しの早さの違いで、こんなに大きな差が出ることに驚いた！」といった感想もやはりあった。

（2）東アジアとヨーロッパの類似点と相違点

近代初期の東アジア（清朝）が、ヨーロッパと「似て非なる」社会であったということをお互に指摘するのは、少し奇妙かもしれない。しかし東アジアとヨーロッパ社会の間

には、地勢・気候・言葉・人種の他に、具体的には社会経済の側面において、どのような類似点と相違点があるのかを生徒に示すことは決して無駄ではないと思う。

まず「朝貢貿易」と「自由貿易」との比較に関して（資料3の右側）。「①清とイギリスが同時期に「自分の国が一番」だと思っていたということがおもしろいと思いました。アヘンを利用してまで貿易で優位に立とうとしたイギリスの戦略はえげつないですね」「②イギリスは植民地のインドを利用して（略）アヘンを製造して中国から大量の銀を流出させたり、と、自分の国の利益になることばかりしていることが分かり、イメージが下がりました。けどそのようにしないと、発展できないのかな、と思います」。朝貢貿易については「③中国は、朝貢貿易で世界的に親分の地位を獲得していたとあったが、（略）ただヨーロッパに利用されていただけなんじゃないかと思えた」という感想もあったが、想定内ではあった。なお、今回の授業の窓の「出血赤字の大サービス」の評価は、4.13であった。

「18世紀中頃の長江下流域とイングランド」の比較に関連しては、次のような感想がみられた。「④今日の授業を受けて、清の皇帝の政治に対して真面目な様子とか、科挙のシステム、物が豊富にあったこととかが、清の優れているところだと分かったし、清が18世紀のイギリスと似ているところがあったということにも驚きました」「⑤清朝の3代目までの皇帝全員が善政を行ったというのはなかなか驚いた。銀で税を納めるのは今の日本では考えられないことであるが、当時の清は、それでいけたということは、いかにイギリスが清と貿易をしていたかということの表れだと思う」「⑥大きな国を維持していくには多大な努力と才能が必要であることも知りました。当然その皇帝を支えた家臣にもすぐれた人が多かったことがうかがえる」「⑦この頃は何でもイギリス中心に物事が考えられていて、仕方のないことですが、少し腹が立ちます。中国は、宗教も資源もたくさんあって、なぜ野蛮だとみなされていたのか不思議です」「⑧清という国は、いろんな国に攻めこまれて、アヘンによってガタガタになっている国というイメージが濃かったが、その時代最も進んでいた英国と類似しているだけでなく、ヨーロッパ諸国が政策などをまねしていたなんて改めて知った」「⑨あまり良いイメージではなかった中国のことを見直しました」。

これらの感想文を読む限り、少なくとも、中国が一方向的に劣った遅れた国であったという、彼らの先入観は少しでも正すことが出来たのではないかと思った。そういった点も加味して、教科通信のタイトルは「明清を無視して近代ヨーロッパなし」とした。

ヨーロッパ人の異文化に対する態度としては、「オリエンタリズム」について簡単に触れておいた。すなわち資料6の右下の図「マカートニーの乾隆帝への謁見」と「乾隆帝」を生徒に示し、アジアに対する当時のヨーロッパ人の眼差しを理解させようと試みたのである。前述の、生徒の感想⑥は、それを踏まえたものかもしれない。また、ありふれた感想ではあるが、「⑩いつも他国の真似をするのは日本らしさを失うことにつながって良くないが、異文化に憧れ、自分たちの文化に取り入れていくことで人類は発展してきたと思う…」というものもあった。

授業6に関しては、本年度の大阪教育大学の高校地歴・公民科の教育実習生に、実習オリエンテーションの一環として公開した（その指導案が資料6である）。公開授業の後、20人ほどの実習生と質疑応答を行ない、公開授業の感想を書かせた。その中から、授業内

容に関する感想を二つ紹介しておく。「同じ時代のヨーロッパと中国を比較するというのが、とても新鮮でした。二つの社会の類似点と相違点を知ること、それぞれの特色がよくわかりました」。あるいは「18世紀の中国の豊かさに納得しました。アヘン戦争でイギリスに簡単に負けたのだから、しょせん中国は大したことないと、今まで思い込んでいたからです」。ちなみに実習生に「近代世界システム」について尋ねてみると、教わったのが高校か大学かは不明だが、約3割が知っているという状況だった。

（3）東アジアの「近代化」

東アジアの「近代化」に関する、生徒たちの感想を見てみたい（資料4の右側）。

授業3のときと同様に、鎖国に対する考えが変化したという感想文が多かった…「①鎖国をしていたから、日本って遅れてたんだろなと思ってたけど、前回の授業で砂糖とか色々自給できたということを知ったり、今回の授業で出てきた風説書とかで、国外情勢もタイムリーではないにしろ、知っていたということを知って、日本の鎖国を「アホやなあ」と完全に決めつけて考えていたのが、ひっくり返りました。（略）日本もがんばっていたんですね」「③幕府は色々な情報を手に入れていたのに驚いた。／なぜこのようなタイミングに日本は出会えたのですか？」 また鎖国のお陰もあって、列強の極東進出の第一目標が中国となったということに言及している生徒もいた。「⑦日本はとても運がよいと思いました。中国はアジアで最も発展していた都市だけにヨーロッパから目をつけられてしまいましたが、日本は魅力がなかったのがいいのか分かりませんが、植民地になることもなく、よかったです。日本はまねをするのが上手でまねから独自のものへ仕上げていったので、何事も良いものまねをするのは大切だと思いました」「⑧大きな中国のような国にヨーロッパの目が向けられ、日本はあまり重要とみられてなかったということは、鎖国したが故のその陰のうすさに教われたおかげなのかと考えれば、この先の日本のめざましい発展のためにも鎖国は必ずしも悪い政策ではなかったのだと改めて思った」などである。もちろんなかには、「⑩交渉だけで開国するなら鎖国した意味がなかったのではないかと思った。で、お、そのおかげで条約改正においてプラスになったのはよかったと思う」といった、考えのまとまっていない感想もあった。いずれにせよ、生徒たちのこういった感想を踏まえ、今回の教科通信のタイトルは「鎖国」というフィクションとした。

江戸時代を再評価する感想としては「③日本は世界にほこれる教育水準が江戸であったのがすごいと思った。（略）対外的な団結力の強さ（日本）に昨日のテレビでもやってた」「④なんで団結力がつよかったとか、分かるんですか？」などがあった。今回の授業の窓の「想像の共同体」に対する生徒の評価は、当日の授業時間中に十分な説明できなかったこともあり、3.84と低めであった。

日本の「キャッチアップ能力」については「⑪これから日本が発展していく上で、No.1になってからどうすればいいか、もっと考えていかななくてはならない…」あるいは「⑫列強に振り回され、その中に入るべく試行錯誤した結果が、そのときの考えがどうであれ、戦争に結びついてしまったのは、仕方ないと思う反面、悲しい」という感想があった。

さらに「⑫日本史と世界史とのちがう視点から見た日本の歴史はとてもおもしろかった」という感想は、高校の日本史と世界史という二つの教科のあり方に対するコメントに

もつながるものであろう。

(4) インドと日本

植民地は、列強の支配を受けたが、一方的に収奪されたのではない。「植民地となった地域の人びとは可哀想」という（植民地支配を受けなかった）日本人が陥りがちな“上から目線”の同情が、逆に日本に対する反発をしばしば生んでいる。そういった齟齬を防ぐために、授業では“コラボレーター”の活躍について紹介した。彼らは、イギリスの植民地支配に協力することで利益を得た植民地人であり、インド側からみれば「裏切り者」と言われかねない。しかし後には、インド国民会議派などのように、インドの自治を求める役割を担っていく。ヨーロッパから一方的に痛めつけられた哀れな植民地人というステレオタイプを排し、植民地人のしたたかさに気づかせたかったのである。

生徒の感想（資料5の右側）の中には、一人だけが「⑧インドは、植民地にされてばかりでかわいそうなイメージだったけど、コラボレーターとか、国民会議派とか意外としたたかに生きていたんだなあとちょっと見直した」というものがあった。

インドの綿業については「⑦日本がまだ不平等条約すら解消できていない時に、綿業でインド（英）と競争できたということは、日本の技術を世界が少なくとも知ることになったのでしょうか」と、日本側からの感想ではあったが、その発展に触れた感想もあった。

5. おわりに

世界史の授業に「近代世界システム」の視点が導入されてから、かつてのような“一国史観”にもとづく産業革命の説明は、さすがに影をひそめたと思われる。その点で「近代世界システム」の果たした意義は、きわめて大きい。ただその一方で、もしかしたら生徒たちの「進んだヨーロッパ遅れたアジア」という思い込みをさらに強めてしまった部分があったかもしれない。そういった“ヨーロッパ中心”の歴史のとらえ方を“修正”する意味でも、「グローバル＝ヒストリー」の重要性は、今後ますます増していくであろう。本年度、筆者が行なった産業革命（工業化）に関する授業は非常に雑駁ではあったが、「グローバル＝ヒストリー」の視点を高校世界史の中に生かしていくための一つのテストケースを示すことは出来たと考えている。

最後になるが、本稿のもととなったのは、大阪大学歴史教育研究会主催の「阪大史学の挑戦2」（2010年8月9～11日）における口頭発表である。発表に際しては、秋田茂（大阪大学大学院文学研究科教授）・桃木至朗（同）の両先生から様々なご助言を頂いた。ここに記して、感謝の意を表したい。

今回の授業に関わるおもな参考文献

川勝平太『日本文明と近代西洋―「鎖国」再考』（日本放送出版協会・1991年）

水島司『グローバル・ヒストリーの挑戦』（山川出版社・2008年）

水島司『グローバル・ヒストリー入門』世界史リブレット127（山川出版社・2010年）

資料 1

2010年度 高校2年生(1学期)の授業項目

(数字の授業プリントは、左側を資料として掲載。アルファベットの授業は、教育実習)

1. イギリスという国について

授業の窓…クロスがクロス

- i : 連合王国の成立
- ii : 社会と政治の構造 (ジェントリの支配・議会政治の確立)
- iii : 18世紀の対アジア関係 (オスマン帝国のカピチュレーション・貿易赤字)

通信のタイトル…U.K.: クロス (十字) がクロス (交差) した国

2. イギリスの工業化 (産業革命) ①

授業の窓…紅茶に砂糖

- i : 産業革命 (18世紀のイギリスで始まった工業化)
- ii : 背景と原因 (プロト工業化・新世界の存在・消費への要求・アジア物産の国産化)

通信のタイトル…砂糖なければ、無茶苦茶か?

3. イギリスの工業化 (産業革命) ②

授業の窓…大阪になれなかったマンチェスター

- iii : 綿織物工業の発展 (マンチェスターとリヴァプール・大西洋三角貿易)
- iv : インドの植民地化 (低開発の強制・綿織物工業の暴力的破壊)
- v : 日本との比較 (自給自足と「鎖国」・勤勉革命)

通信のタイトル…自給自足とは無縁の「産業革命」

4. イギリスの工業化 (産業革命) ③

授業の窓…鉄道マニアはファンではない

- vi : 製鉄業と石炭業 (蒸気機関の発明と改良)
- vii : 交通機関 (有料道路・運河・蒸気船・蒸気機関車)
- viii : アダム＝スミスの経済とモラル＝エコノミー (ラダイト運動)
- ix : 「生活環境」の悪化 (長時間労働・住環境の悪化)

通信のタイトル…大学教授Aの貢献

5. 19世紀前半のイギリスの政治

授業の窓…一票の格差、無限大

- i : オスマン帝国との関係 (東方問題・オリエンタリズム)
- ii : 国内政治の動向 (第1回選挙法改正・経済活動における自由主義)

通信のタイトル…エリソン＝ジャックは、「工場労働者」ではなかった…

6. 清朝とイギリス

授業の窓…出血赤字の大サービス

- i : 清の全盛期 (康熙帝～乾隆帝・朝貢貿易・長江下流域の繁栄)

- ii : 18～19世紀の「近代世界システム」(概念の説明・自由貿易の要求・アヘン貿易)
通信のタイトル…明清を無視して近代ヨーロッパなし

7. 19世紀中頃の東～南アジア・太平洋①

授業の窓…アジアは、大英帝国の“上半身”

- i : アヘン戦争(南京条約・虎門寨追加条約)
ii : 東南アジアの情勢(イギリスのシンガポール獲得・仏越戦争)
iii : インドの情勢(1857年の大反乱・ムガル帝国滅亡・インド帝国成立)

通信のタイトル…シャーロック=ホームズも、麻薬中毒…

8. 19世紀中頃の東～南アジア・太平洋②

授業の窓…円明園の破壊がなぜ野蛮なのか?

- iv : 太平天国の乱(上帝会・郷勇)
v : アロー戦争(ロシアとの国境変更・北京条約)
vi : 太平洋海域(オーストラリア・ニュージーランド・華僑の進出)

通信のタイトル…円明園は、テーマパーク…

9. 19世紀中頃のフランスと合衆国

授業の窓…大ナポレオンの“教訓”

- i : フランスの第二帝政(内政・対外戦争)
ii : 合衆国の西部開拓(「明白なる天命」・ゴールド=ラッシュ・太平洋航路の重要性)

通信のタイトル…とても筆まめだったナイチンゲール

<中間考査>

10. 合衆国と南北戦争

授業の窓…“No.1”を自作自演

- i : 南北戦争の原因(西部開拓の進展・保護貿易と自由貿易・奴隷制)
ii : 戦争の経過と結果(国民国家の再生・南部の獲得で北部が「中核」に)

通信のタイトル…永遠の3分間

11. ドイツ統一とフランス

授業の窓…不都合な“愛国心”

- i : ドイツ連邦の成立(1848年革命・鉄血政策・普墺戦争)
ii : 普仏戦争とその結果(パリ=コミュン・岩倉使節団)

通信のタイトル…ドイツ人って、どいつ?

12. 「幕末・維新」の世界史

授業の窓…「想像の共同体」

- i : 「鎖国」と「海外情報」(四つの口・風説書)
ii : 列強の動向と「開国」(幕府は、無能ではなかった)

iii : なぜ日本は植民地化の危機を回避できたか？(1850～70年の世界状況・国内状況)

通信のタイトル…「鎖国」というフィクション

A. 洋務運動と隣国の動向

i : 洋務運動 (中体西用)

ii : 清朝の隣国の動向 (日本・ロシアとの国境・国交)

B. 朝鮮の動揺と日清戦争

i : 朝鮮の開国と動揺 (江華島事件～甲申政変)

ii : ヴェトナムの植民地化

iii : 日清戦争

C. 列強の中国進出と義和団事件

i : 日清戦争後の清朝 (列強の中国進出・アメリカの動向)

ii : 変法運動

iii : 義和団事件

<期末考査>

13. 統一後のドイツとフランス

授業の窓…敵がいて、味方がいる。

i : フランス第三共和政 (「最後の授業」・ドレフュス事件)

ii : ドイツのビスマルク体制 (内政・フランスの孤立化)

通信のタイトル…ドレフュスは、何語で無実を訴えたのか？

14. 19世紀後半のアフリカと南アジア

授業の窓…文明化という名の植民地化

i : 帝国主義の進展 (社会ダーウィニズム・資本の輸出)

ii : アフリカ探検と侵略 (キニーネ・ベルリン会議)

iii : インドの独立運動 (コラボレーター・国民会議)

iv : ビルマ (ビルマ戦争)

v : シヤム (チャクリ改革)

通信のタイトル…マーガリンとバターの関係は、石炭と石油…？

15. 近代スポーツの歴史

授業の窓…サッカーは、なぜPK戦か？

i : 前近代 (祝祭としてのスポーツ)

ii : 19世紀前半の学校 (パブリック＝スクール)

iii : 大衆化 (健全な娯楽)

iv : 国際化 (アメリカのスポーツ)

通信のタイトル…WCの日本の全試合観戦は、ブチナショナリズム？

資料 2

10・54・2年 世界史ノート-3 イギリスの工業化（産業革命）②

授業の窓…大阪になれなかったマンチェスター

(3) 綿織物工業の発展

・中心地…マンチェスター（←リヴァプールの後背地）

→ 大西洋三角貿易の拠点

・理由…需要の多さ / 毛織物工業より、技術の導入が容易

(4) インドの植民地化

・イギリス…マドラス・ボンベイ・カルカッタを拠点に

・1757年…ブラッシーの戦い 64年…バクサールの戦い

→ 後にベンガル地方の徴税権獲得

・マイソール戦争 / マラータ戦争 / シク戦争

* 「低開発」の強制

・綿織物工業（長繊維綿－細糸－薄地布）の暴力的破壊

・モノカルチャーの形成

cf: 綿花・アヘン・インディゴ・（後には茶）の生産

(5) 日本との比較

・戦国時代の衣料 →（短繊維綿－太糸－厚地布）

絹（高級衣料）・麻（大衆衣料）・木綿（輸入衣料）

・元禄時代に、茶・綿織物・砂糖の自給に成功（cf: 「鎖国」の背景）

・家内制手工業…農家の家内副業（自足）

・勤勉革命…人口>生産性の高い土地…労働集約&資源節約型

（産業革命…人口<生産性の低い土地…資本集約&資源浪費型）

自給自足とは無縁の「産業革命」

- ①日本が、鎖国できた要因には、世界各国がのどから手が出るほど欲しがっていた茶・綿織物・砂糖を自給できたからということに驚いた。
- ②今の日本は自給率が世界各国の中でも下位の方なのに、鎖国が可能だった背景には、イギリスにできなかった自給自足ができていたというのは、とても驚きました。
- ③日本も鎖国していたものなんかやっていたというのは、その頃のイギリスの様に工業化している日本では考えられない。
- ④モノカルチャー農業は、イギリスによってさせられていたのは、すごくびっくりだった。なんか、もっと平和に、対等に綿花とかを売買していると思っていたので…。
- ⑤イギリスは、自分の国じゃ何が出来るか出来ないかをキチンと理解して、出来ないことをどうすれば出来るようになるか考えていたから、他の国を利用して、あくどい方法ではあったけど、国として成長できたんだと感じた。イギリスのように（略）自給できない方が良かったのか、日本のように自給できた方が良かったのか疑問です。
- ⑥最初イギリスはとても悪い国なのだと思っていたけど（略）イギリスは自分達の国民・国の為にしたことなんだと考えると、人が生きていく為に考えぬいた事だというふうに感じました。
- ⑦奴隷や植民地化のおかげで産業革命が進み、現代の社会があるのかと思うと、複雑な気持ちですが、他に方法はあったと思います。
- ⑧プリントの右側の広告を読んで実際にあったものを見ると、いかに黒人がひどい扱いを受けていたかその生々しさが伝わってきた。イギリスが発展するにつれて、人々も欲深くなってしまっていてインドの侵略にいたるという過程がよくわかっておもしろかった。昔、英語のテキストで出てきた“The more we get, the more we want”という言葉がまさにあてはまるなと思った。
- ⑨中学の頃は、貿易といえば「綿織物」が必ず出てきて、どうしてそんなに「綿織物」が主力製品になっているのか分からなかったけれど、今回授業で習ったようにイギリスの陰謀によって需要が高められていたのだと分かり、すっきりしました。
- ⑩イギリスの商人達は利益を得るためには手段を選ばずに、今では考えられないようなことをしていたが、当時はそれが禁止されていなかったことを考えると、常識というのは時と場所が違えば大きく異なるものだと感じた。
- ⑪自分の好きなマンガでイギリスとフランスが常に対立していたのを思い出しました。
- ⑫発展の少しの早さの違いで、こんなに大きな差が出ることに驚いた！
- ⑬イギリスはなぜ「英」なんですか。
- ⑭“アヘン”って、あの麻薬に使われるものですか？
- ⑮ヨーロッパの建築や芸術を見ると、すごく美しくておだやかな気分になるけど、やっぱりどの国も美しい面だけでなく、残酷な面や腹黒い面もあるのだと思った。
- 編集後記** ⑤：重要な疑問。⑦：貴重な発想。⑧：「足るを知る」のは難しい。⑩：その通り。

資料3

10・54・2年 世界史ノート-6 清朝とイギリス

授業の窓…出血赤字の大サービス

(1) 清 (1616～1912年) の全盛期

— 康熙帝 (位1661～1722年) …1717年：地丁銀を実施

雍正帝 (位1722～35年) …1724年：キリスト教禁止 (cf: 典礼問題)

— 乾隆帝 (位1735～95年) …1757年：西欧との貿易港を広州に限定

* 清の朝貢貿易 (cf: 中華思想にもとづく)

→ 対英：公行を窓口とする (cf: 管理貿易)

* 長江下流域…18世紀の英と類似 (人口・商業化・プロト工業化)

⇔ 相違点：家族形態・植民地 (市場と食糧生産地)・鉱物資源

(2) 18～19世紀の「近代世界システム」

— 「中核」…イギリス (「世界の工場」)

→ 自由な賃金労働

1849年 航海法の廃止

「半辺境」…東欧 (cf: 再版農奴制)

合衆国南部 (cf: 奴隷制)

— 「辺境」…インド・西インド諸島・ラテン=アメリカ

→ 「中核」のためのインフラ (港湾・鉄道etc) 整備

・イギリスは自由貿易を求め、マカートニーやアマーストを派遣

・18世紀末まで、イギリスが入超で、銀が中国に流出

→ インドでアヘンを製造し、中国に輸出

→ 1830年代には、中国より銀が流出 → 地丁銀が民衆の負担に

明清を無視して近代ヨーロッパなし

- ①清とイギリスが同時期に「自分の国が一番」だと思っていたということがおもしろいと思いました。アヘンを利用してまで貿易で優位に立とうとしたイギリスの戦略はあげつないですね。
- ②現代の日本人は中国人を馬鹿にしたり、あざけったりしているが、本当のところ博学な人が多く、動物が好きだからという理由で法を作った某将軍の方がよっぽど馬鹿に思えた。
- ③今日の授業を受けて、清の皇帝の政治に対して真面目な様子とか、科擧のシステム、物が豊富にあったこととか、清の優れているところだと分かったし、清が18世紀のイギリスと似ているところがあったということにも驚きました。
- ④清朝の3代目までの皇帝全員が善政を行ったというのはなかなか驚いた。銀で税を納めるのは今の日本では考えられないことであるが、当時の清は、それでいけたということは、いかにイギリスが清と貿易をしていたかということの表れだと思う。
- ⑤大きな国を維持していくには多大な努力と才能が必要であることも知りました。当然その皇帝を支えた家臣にもすぐれた人が多かったことがうかがえる。
- ⑥この頃は何でもイギリス中心に物事が考えられていて、仕方のないことですが、少し腹が立ちます。中国は、宗教も資源もたくさんあって、なぜ野蛮だとみなされていたのか不思議です。
- ⑦日本はキリスト教を踏絵などで徹底的に排除したけれど、そのせいでたくさんの乱が起きて国内は荒れた。一方、中国は布教は禁止したもの日本ほど徹底的ではなかった。中国の3人の皇帝の政治が高く評価されたが、このような「緩み」も大切な技だったと思った。
- ⑧清という国は、いろんな国に攻めこまれて、アヘンによってガタガタになっている国というイメージが濃かったが、その時代最も進んでいた英国と類似しているだけでなく、ヨーロッパ諸国が政策などをまねしていたなんて改めて知った。
- ⑨あまり良いイメージではなかった中国のことを見直しました。／航海法が廃止されたのは1846年か1849年かどちらですか？板書では1849年だったので…。
- ⑩イギリスは植民地のインドを利用して（略）アヘンを製造して中国から大量の銀を流出させたり、と、自分の国の利益になることばかりしていることが分かり、イメージが下がりました。けどそのようにしないと、発展できないのかな、と思います。
- ⑪中国は、朝貢貿易で世界的に親分の地位を獲得していたとあったが、（略）ただヨーロッパに利用されただけなんじゃないかと思えた。
- ⑫なんで清の人たちは「辮髪」という髪形をしているんですか？
- ⑬いつも他国の真似をするのは日本らしさを失うことにつながって良くないが、異文化に憧れ、自分たちの文化に取り入れていくことで人類は発展してきたと思う…

編集後記 ②：生類憐みの令は悪法ですが、その発想は意味深長。④：康熙帝～乾隆帝は、4～6代目。⑥：今は、イギリスを軸として説明しているということを認識して下さい。⑨：航海法の廃止は1849年。訂正します。⑫：満洲人の風俗ですが、日本の丁髷と同系統の髪形です。

資料4

10・54・2年 世界史ノート-12 「幕末・維新」の世界史

授業の窓…「想像の共同体」

(1) 日本の「鎖国」と「海外情報」

通商国…長崎でオランダ・清と。 / 松前藩を通じてアイヌと。

「朝貢国」…対馬藩を通じて朝鮮と。薩摩藩を通じて琉球と。

- ・情報源…
 - 漂流者の聴取・商館長との会見
 - 風説書・舶載書籍 (漢籍→洋書)

(2) 列強の動向と日本の「開国」

- ・露…ラクスマンなどを派遣…シベリア開拓の関係
- ・英…1808年 フェートン号事件 → 1825年 異国船打払令
- ・英…1840～42年 アヘン戦争 → 天保の薪水給与令
- ・1853年 米：ペリー来航 露：プチャーチンの来航
- ・1854～55年…和親条約 / 1858年…修好通商条約を各国と締結

(3) なぜ日本は、植民地化の危機を回避できたのか？

- ・列強の極東での目標は中国 (cf: 資源&市場)
- ・1850～70年代の世界情勢 … cf. 露：クリミア戦争
英：インド大反乱 / 米：南北戦争 / 欧：伊・独統一戦争
- ・日本人の集団心性 (cf: 脱亜入欧 ⇔ 中華思想)
 - 清朝…同治中興…洋務運動…中体西用
 - 日本…明治維新…殖産興業…文明開化
- ・高い教育水準
- ・対外的な団結力の強さ

「鎖国」というフィクション

- ①鎖国をしていたから、日本って遅れてたんだろなと思ってたけど、前回の授業で砂糖とか色々自給できたということを知ったり、今回の授業で出てきた風説書とかで、国外情勢もタイムリーではないにしろ、知っていたということを知って、日本の鎖国を「アホやなあ」と完全に決めつけて考えていたのが、ひっくり返りました。(略)日本もがんばっていたんですね。
- ②日本史と世界史とのちがう視点から見た日本の歴史はとてもおもしろかった。
- ③幕府は色々な情報を手に入れていたのに驚いた。また日本は世界にはほこれる教育水準が江戸であったのがすごいと思った。(略)対外的な団結力の強さ(日本)に昨日のテレビでもやっていた。なぜこのようないいタイミングに日本は出会えたのですか？
- ④なんで団結力がつよかったとか、分かるんですか？
- ⑤寺子屋にかよえなかったのは、どういう人なのか？
- ⑥日本も、他の外国に情報漏れはあったのだろうか。
- ⑦日本はとても運がよいと思いました。中国はアジアで最も発展していた都市だけにヨーロッパから目をつけられてしまいましたが、日本は魅力がなかったのいいのかわかりませんが、植民地になることもなく、よかったです。日本はまねをするのが上手でまねから独自のものへ仕上げていったので、何事も良いものまねをするのは大切だと思いました。
- ⑧大きな中国のような国にヨーロッパの目が向けられ、日本はあまり重要とみられてなかったということは、鎖国したが故のその陰のうすさに救われたおかげなのかと考えれば、この先の日本のめざましい発展のためにも鎖国は必ずしも悪い政策ではなかったのだと改めて思った。
- ⑨対馬藩が国書を書きかえたと聞いてびっくりした。／国書を書き換えたのがバレたらどうなっていたのでしょうか？
- ⑩日本人に“海外”という発想はあったのですか。
- ⑪これから日本が発展していく上で、No.1になってからどうすればいいか、もっと考えていかなければならない…。
- ⑫列強に振り回され、その中に入るべく試行錯誤した結果が、そのときの考えがどうであれ、戦争に結びついてしまったのは、仕方ないと思う反面、悲しい。
- ⑬交渉だけで開国するなら鎖国した意味がなかったのではないかと思います。でお、そのおかげで条約改正においてプラスになったのはよかったですと思う。／外国の言葉はどうやって通訳していたのか。

編集後記 ④：開国前後の内乱・対立が他国と比べ少なかった…。⑤⑬：考えてください。

⑥：シーボルト事件が有名。⑨：国書偽造は三回おこなわれました(柳川一件)。幕府は事件の責任者を処分しましたが、その後も対馬藩に朝鮮との交易を任せました。⑩：当時の庶民の世界観は「日本・唐土・天竺」だった…。⑬：少なくとも鎖国中の日本が、200年以上にわたり対外戦争をしない“徳川の平和”を維持していた点は重要。／どうやって通訳したと思いますか？

資料5

10・54・2年 世界史ノート-14 19世紀後半のアフリカと南アジア

授業の窓…文明化という名の植民地化

(1) 帝国主義の進展 (cf: 独占資本の形成)

cf: 社会ダーウィニズムの流行

- ┌ 植民地支配の拡大…資源の獲得と市場の確保 / 「国家の威信」
- └ 資本の輸出が増加…鉄道建設がその典型

(2) アフリカ (cf: 暗黒大陸) への探検と侵略 (←キニーネの開発)

- ・ リヴィングストンとスタンリー
- ・ 1884～85年のベルリン会議
- ・ 植物油の需要増 (cf: マーガリン・石けんなど)
- ・ エチオピアとリベリアが、例外的に独立を維持…

(3) インドの独立運動

- ・ 植民地政策…英語教育・鉄道や通信の発達

cf: コラボレーターの出現

- ・ 1877年 インド帝国の成立 (首相: ディズレーリ)

cf: 綿業の発展など…後に日本と競争

- ・ 1885年 国民会議の第1回大会 → 国民会議派

(4) ビルマ…コンバウン朝 (アラウンバヤー朝) (1752～1885)

- ・ 19世紀のビルマ戦争 (3回) で滅亡し、インド帝国の一州に。

(5) シャム (現在のタイ) …チャクリ朝 (バンコク朝) (1782年～)

- ・ ラーマ4世…1855年: ボウリング条約
- ・ ラーマ5世…チャクリ改革

マーガリンとバターの関係は、石炭と石油…？

- ①スタンリーが世界最初の探検家と呼ばれている由来が面白かった。原稿料でかせぐというのに驚いた。インドの上流階級の人達が皆、英語を喋れるのにこんな背景があるのが意外だった。
- ②医学の発展が、植民地支配を進めたりして、それってどうなのかなあと思った。良いことが悪いことに利用されるのって、とても悲しいことだと思う。
- ③リヴィングストーンなどのように、純粹に人のためにと動いている人を、実は立場上“偉いさん”が自分の都合のいいように動かしていたという話は、どの時代にもいるんだなあと思いました。
- ④イギリスは、(略) たくさんの地域を植民地化して、イギリス中心の世界へと見ていったように見えるけど、実際にイギリスのおかげで技術や医療(キニーネ・石けん)が進んで、世界全体が進歩したように私は感じた。タイと日本は同じような状況にあって、なのに今、タイと日本にある国としての差は一体なにで、できたのだろうかと考えさせられた。
- ⑤鉄道を作ってがっばりもうけるのは、賢いなあと思った。(略) マーガリンはバターの代用として作られた！ フランス、すごい！ ビックリしました。フランスありがとう。
- ⑥マーガリンがバターのコピー商品だったのに驚きました。僕の中ではマーガリンの方が少し高いイメージがあったので意外です。豚の油でつくったマーガリンも一回食べてみたいなあ。
- ⑦日本がまだ不平等条約すら解消できていない時に、綿業でインド(英)と競争できたということは、日本の技術を世界が少なくとも知ることになったのでしょうか。
- ⑧インドは、植民地にされてばかりでかわいそうなイメージだったけど、コラボレーターとか、国民会議派とか意外としたたかに生きていたんだなあとちょっと見直した。
- ⑨独立を守り通した国には様々な理由や背景があったことがよくわかりました。(略) ラーマ5世の政治能力はシャムの独立を守ったことなどとても優れていたのだと感じました。
- ⑩ラーマ5世のチャクリ改革などヨーロッパ化するという努力が植民地化されないためには必要だったのですね。/国民議会(註：正しくは国民会議)はイギリス側が開いたのですか？
- ⑪アジアで唯一、最後まで独立して残った国が日本というのは知っていたけど、シャムもだったということは知らなかった。
- ⑫タイに行ったことがあるが、その時は国王(?)の肖像画が家の中や大きな建物の壁にはってあったりと、実績をつちかしたトップへの敬意が他の国以上に強いなあ、ラーマ5世の話聞いて実感した。
- ⑬国名等の「～ア」というのは、どういう意味ですか。
- ⑭「常識」という言葉は危険である。ある意味では押し付け・決め付けになりかねない。何がそれを生み出すのか。時の権力者か。これに従う民衆か、時代か、非常に重要である。
- 編集後記** ⑩：第1回はボンベイ(現ムンバイ)で、イギリス人官僚により開催されました。
- ⑬：ラテン語系は、語尾が(～a)の国名は多いです(イタリア・ギリシア・ルーマニアなど)。

1. 日時 2010年4月30日（金）
第5限（13時20分～14時10分）
2. 場所 大阪教育大学附属天王寺中・高等学校 高校Ⅱ年D組HR教室
3. 学級 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎
Ⅱ年D組 42人（男子20人 女子22人）
4. 主題 19世紀中頃の列強とアジア諸国
5. 目標 19世紀後半の欧米列強の世界進出に対し、アジアなどの非ヨーロッパ地域は一方的に侵略・支配されたという印象がある。たしかに“ウエスタン・インパクト”は強烈だった。しかし非ヨーロッパの各地域・各国は、列強のなすがままとなったのではない。試行錯誤しつつ、主体的な対応を講じたのである。また列強内部でもさまざまな主導権争いがあった。「近代世界システム」の視点をふまえながら、この時代の世界各地の実態を生徒に理解させる。

6. 指導計画（全5時間）

区分	学習内容	時間配当
第1次	清とイギリス	1時間（本時）
第2次	19世紀中頃の東～南アジア・太平洋①	1時間
第3次	19世紀中頃の東～南アジア・太平洋②	1時間
第4次	19世紀中頃のフランスと合衆国	1時間
第5次	合衆国と南北戦争	1時間

7. 本時の指導

- ①主題 18世紀の東アジアの「朝貢システム」と、西欧から拡大していった「近代世界システム」とを対比させながら理解させる。
- ②目標
 - ・清朝の繁栄の実態について理解させる。
 - ・近代世界システムについて理解・考察させる。
 - ・ヨーロッパとアジアの相違について考察させる。

③展開

段階	学習事項	生徒の活動	○指導者の活動/☆評価
導入 (5分)	・本時の予定確認	・世界地図で清の位置を確認する。	○清の大きさを確認させる。
展開1 (20分)	・3人の皇帝の統治 ・朝貢貿易の概念と実態 ・18世紀の長江下流域の状況	・安定した治世が続いたことを理解する。 ・自由貿易との相違を理解する。 ・ヨーロッパとアジアの相違を理解する。	○啓蒙思想に清朝が大きな影響を与えたことを指摘する。 ☆「中華帝国」の豊かさを理解したか。 ○工業化への分岐の要因について考察させる。
展開2 (20分)	・近代世界システムの構造と実態 ・イギリスの対清外交と貿易の変化	・「中核」「半周辺」「周辺」の役割を具体的に理解する。 ・乾隆帝の2枚の図像を比較する。	☆植民地でのインフラ整備の実態を理解できたか。 ☆オリエンタリズムの視点をふまえて図像を解釈できたか。
整理 (5分)	・次時の授業予告	・授業の感想を記す。	

- ④準備物 教科書 東京書籍『世界史B』
副教材 帝国書院『最新世界史図説タペストリー 八訂版』
自作プリント・教科通信 B4版各1枚
パネル写真(すべて山川出版社)

「宣教師の活動」(『世界史写真集1』104)
「明清時代の産業の発達」(『世界史写真集 増補版1』43)
「広州の繁栄」(『世界史写真集 増補版1』44)
「アヘンの生産」(『世界史写真集 増補版2』65)
「康熙帝」(『世界史写真集 肖像編II』81)

カラーコピー

「マカートニーの乾隆帝への謁見」
「乾隆帝」

<御高評価欄>



Manchester never Imitated Osaka

: Similarity and Differences of Cotton Industry
Between Japan and England

SASAGAWA Hiroshi

Industrial Revolution (Industrialization) had started in England in late 18th century. In high schools in Japan, most teachers teach Industrial Revolution according to the old idea that in early modern times Europe left Asia behind in economic growth etc. But recently some historians emphasize that it was not the superiorities of European society that led Industrialization, but both good fortune of existence of coal-mines nearby and New-World (America) as its colonies. This article reports on how Industrialization has been taught to my students in accordance with the above-mentioned idea, which is now becoming popular in the field of "Global History".

Key Words : Global History, Industrialization, Industrial Revolution, the Modern World-System

数学教育におけるICT活用の実践研究

— デジタルコンテンツの効果的な活用法について —

よしむら のぼる
吉村昇

抄録：ICT活用の中から、特にデジタルコンテンツ（数学教材ソフト）の活用場面とその効果について、多角形の内角の和・外角の和を取り上げて考察を行った。その結果、次の2点が分かった。1つは、内角の和を求める方法を容易に思い出させることができたことである。もう1つは、実際に紙を切って考えた作業とデジタルコンテンツの併用によって、外角の和が360度になることを感覚的に納得させるとともに、その知識・理解を深めさせることができたことである。

キーワード：数学教育、ICT活用、デジタルコンテンツ、グラフ関数電卓

1. はじめに

日本の中高等学校について、これまでの数学教育の現状を見ると、次のような特徴が挙げられる。まず、受験数学を頂点とした机上の問題解きが多いということ、したがって、思考力の育成を中心とした形式陶冶の教育が主眼であったといえる。つまり、問題を定式化し、いかに効率よく問題の解に到達するかという問題解決の術をどれだけたくさん習得するかが問われてきたといつてよい。生徒の数学に対する印象は「数学は暗記科目だと思っていた」という一言に代表されている。

しかし、このような数学教育の傾向は、日本の子どもをますます数学嫌いに導き、数学を学ぶ楽しさ、わかったときの喜び、数学が様々なところで役立つ面白さから子どもを遠ざけることとなっている。日本の子どもの数学離れの傾向は、学会等において大きな問題となっている。

このことは、これまでの一斉授業形態における教師から生徒への一方的な知識技能の伝達教育が破綻し、もはや生き残れないことを意味している。様々なメディアの進歩によって、学校における伝統的な教具、黒板とチョーク、紙と鉛筆による学習活動のみでは成立できなくなってきたといつてもよい。40人学級を対象とした一斉授業から、より少人数を対象とした個性化に対応する教育、電卓・コンピュータ・グラフ関数電卓等を活用しながら様々な数学の概念を理解させるための教育、つまり、ICTを活用した教育が、今後ますます重要となってくるに違いないだろう。

2. ICT活用とその有効性について

普通教室での教科指導において、ICTを活用して指導をすることは、児童生徒の意欲喚起や学力向上、学習指導の効率化に効果があると考えられている。「ICTを活用した指導の

効果の調査結果について「確かな学力」の向上につながる ICT 活用」で、次のように報告されている。

- (1) ICT を活用した実証授業を行った教員による評価において、
 - ・95 パーセント以上の教員が ICT の活用について効果を感じている。
 - ・90 パーセント以上の教員が、「指導が変わった。」「授業の質が向上した。」「授業改善ができた（例：児童生徒を集中させることができた）」と回答している。
 - ・ICT を効果的に活用することによって、授業の質を高め、授業の改善に役立つと感じている。
- (2) 児童生徒を対象とした、ICT を活用した授業に対する意識調査においても、ICT を活用することにより、授業に対する児童生徒の興味・意欲、満足度が高まるとともに、「正しく理解することができた」や「深く理解することができた」、「内容を先生や友だちに正しく説明できる」など、知識・理解に関する項目についても ICT 活用の効果が示されたという調査結果の概要が出されている。

また、文部科学省委託事業「ICT 活用による学力向上の証し—実証授業による指導の効果検証結果の報告—」では、全国で 475 の実証授業を行った結果が以下のように報告されている。

「これらのデータを基に分析評価した結果、ICT 活用のある授業を受けた児童生徒の客観テストの結果が高いことを示すことができました。実証授業終了後に児童生徒を対象にした意識調査を行った結果、ICT 活用は児童生徒の関心意欲や知識理解を高めることが示されました。また、因子分析を行った結果、①思考力・表現力、②関心・意欲、③知識・理解の 3 つの因子を抽出することができ、ICT 活用の有無の違いについて、算数・社会・理科の全教科をまとめて分析すると、3 つの因子のいずれについても確実に差がある（1%の有意差）ことが示されました。」

3. デジタルコンテンツとグラフ関数電卓

(1) デジタルコンテンツについて

デジタルコンテンツについては、次の①～⑥のような特性があるといわれている。

① 学習意欲を高めることができる。

スクリーンに大きく映し出されるプレゼンテーションの映像は、子どもの興味・関心を引きつける学習活動を活発にする。また色鮮やかなカラーで示すことができたり吹き出しもアニメーション機能で表せたりして、画面に集中させる 1 つの手段となる。

② 基礎基本の徹底を図る。

プレゼンテーションは、繰り返し見ることもでき、「努力を要すると判断」される子どもを指導するのに有効である。

子どもたちの表情を見ながらクリックしていけるので、子どもたちの理解に合わせた速度で授業が進められる。

③ 学習活動を活発にする。

シミュレーションにより、体験できないことが擬似体験でき、子どもの思考・判断の算数的活動の学習場面が拡がり、気づきをたくさん出せたり、考えるきっかけを与えたりできる。

④ コンテンツそのものの加工が容易である。

また、コンテンツの画像や音声、テキストなどは、比較的容易に加工することができる。この加工の容易さを生かし、自分の授業に合ったデジタルコンテンツを作成・活用することで、創意工夫に満ちた魅力ある授業を展開することが可能となる。

⑤ 保存が容易である。

デジタル化されたデータの特徴の1つとして、保存に物理的に大きなスペースを必要としないという特性がある。フラッシュメモリや大容量のハードディスクにより簡単に持ち運びが可能になった。また、保存しておくことができ、いつでも、どこでも新しい状態で授業に活用することができる。

⑥ 共有が容易である。

デジタルコンテンツをもとに、いろいろな先生と教材研究や情報の共有化ができる。

「わかる授業」「楽しい授業」を実現するためのツールとして、デジタルコンテンツは有効であり、確かな学力を育成するための、優れた学習環境の構築と創意工夫を生かした質の高い授業づくりが可能となると考えられる。また、教師側が意図する授業を進めていくことで、カラーでしかも必要に応じて動くという効果的な絵や図を利用でき、そのことによって、授業がより楽しくわかりやすいものにできる。しかも、作られたコンテンツは、その後何度も新しい状態で使えることになり教師の負担軽減にもつながるといえる。

(2) グラフ関数電卓について

グラフ関数電卓を利用した数学授業の実践を通して、グラフ電卓の特性と使用する効果について考察してみると次のようになる。

特性については、次の①～④のことがいわれている。

- ① 手軽さ … 小型・軽量で、どの教室でも手軽に使うことができる。
- ② 計算力 … 筆算による計算とは桁外れの質と量の計算を可能にする。したがって、現実の様々な場面を対象にその数値計算を可能とする。
- ③ グラフ表示 … 1つ1つの数値を手計算することなく、瞬時にグラフ表示できる。いくつかのグラフを試行錯誤し描いたり、描いたものを消すことが容易である。
- ④ 再帰性 … わかりにくくなったとき、容易に元に戻ることができる。一度行った数学処理を始めから何度でも再現し、確かめることができる。

効果については、次の⑤～⑧のことがいわれている。

- ⑤ 予想 … 予想を立てながら数学的に処理する能力が格段に伸びる。計算処理に手間をかけなくてすむ分、見通しを持って考えを進めていく力が要求される。
- ⑥ 選択処理 … 様々な数学的な処理を選択する幅が広がり、どの数学処理を選択するか的確に判断することが求められる。
- ⑦ 結果の検討 … 問題解決過程における最終段階の「振り返る」という態度が、自然と身に付いてくる。選択処理したことによって、当然のことながら、結果を振り返ることが必要となる。
- ⑧ 拡張性 … 上記の利点から、様々な思考を拡張することが可能である。

このように、グラフ関数電卓の効用には大きなものがあるといえる。しかし、この利点をものにするには、当然のことながら、グラフ電卓の各種の機能を使いこなせるようになることが前提条件である。そのためには一定の困難がともなうことも覚悟しておかなければならない。

4. デジタルコンテンツの活用とその考察～多角形の外角の和を題材に

(1) 設定の理由

図形の学習において、ある性質が正しいことは理解していても、「分かった」という実感がわいてこないことがある。このようなとき、動的な図形をみると、意外なほど簡単に「なるほど」と実感できることがある。つまり、図形を動的にとらえることが、理解を促す1つの手段になる場合があると考えられる。今回は、「数学教材ソフト」注)を用いて、生徒の感覚的な納得を促そうと考えた。

このことによって、生徒に「数学の美しさ」や「数学の面白さ」を感じさせ、知的充足をもたせるとともに、数学への興味・関心を高めさせたいと考えた。

注) この教材ソフトは、大阪府教育センターが大阪教育大学教授柳本朋子先生の指導のもと作成した算数教材ソフト・数学教材ソフトの一部である。平成22年4月に、大阪府(大阪市・堺市をのぞく)の全公立小学校・中学校に配布され、現在、授業への活用が検討されている。大阪教育大学附属学校は、大学と連携のもとICTの効果的な活用についての研究の一貫として、このソフトを利用している。

(2) 指導日時と対象

日時：平成22(2010)年6月23日(水)

対象：大阪教育大学附属池田中学校 第2学年 41人

(3) 学習計画(全15時間)

区分	学 習 内 容		配 当 時 数
第1次	多角形と角	多角形の角	7時間(本時はその2)
		平行線と角	
		図形の性質の調べ方	
第2次	図形の合同	合同な図形	5時間
		三角形の合同条件	
		三角形の合同条件の使い方	
第3次	作図と証明のしくみ	作図と証明	2時間
		証明のしくみ	
問 題			1時間

(4) 本時の学習指導

- ① 題 材 多角形の外角の和
 ② 目 標 多角形の外角の和を求める式を、前時に導いた多角形の内角の和を用いて演繹的に導くことができることを理解させる。また、「数学教材ソフト」を用いることによって感覚的に納得させる。
 ③ 準備物 教科書、ノート、ワークシート、数学教材ソフト
 ④ 本時の展開

主な学習活動	指導上の留意点	評価の観点
○前時の復習をする。 ・四角形の内角の和を4通りの方法で求める。	・四角形を4通りの方法で分割して、内角の和を求めさせる。 ・数学教材ソフト用いて、視覚的に確認させる。	・和を求めることができたか。 ・求め方について理解できたか。
○問1 ^{*1} をする。 ・内角の和の公式を用いて、角度などを求める。	・同じ考え方でn角形の内角の和を求めさせる。 ・内角の和の公式を利用させる。	・数学の考え方のよさを感じたか。 ・利用できているか。
○多角形の外角の定義を知る	・各頂点に2つずつ外角ができることに注意させる。	・外角の定義を理解したか。
○多角形の外角の和について考える。 ・五角形の外角の和について考える。	・紙にかいたものを切って、外角の和を確認させる。 ・1つの頂点で内角と外角の和が180度になることに気づかせる。	・外角の和を求めることができるか。
・多角形の外角の和が360度になることを理解する。	・数学教材ソフトを用いて、視覚的に確認させる。	・数学の美しさを感じたか。
○問2 ^{*2} をする。 ・外角の和の公式を利用して角度などを求める。	・外角の和の公式を利用させる。	・利用できているか。
○本時の学習をまとめる。	・多角形の外角の和が360度になることを確認させる。	

- ※1 問1 ① 十角形の内角の和を求めなさい。
 ② 内角の和が1800度になる多角形は何角形ですか。
 ※2 問2 ① 正五角形の1つの外角を求めなさい。
 ② 1つの外角が45度の正多角形の辺の数を求めなさい。

(5) 指導の実際

三角形に分割する仕方によって、四角形の内角の和の求め方が4通りあったことを思い出させ、それぞれの分割方法で内角の和を求めさせた。その後、数学教材ソフトを用いて、その4通りの求め方を確認させた(図1)。

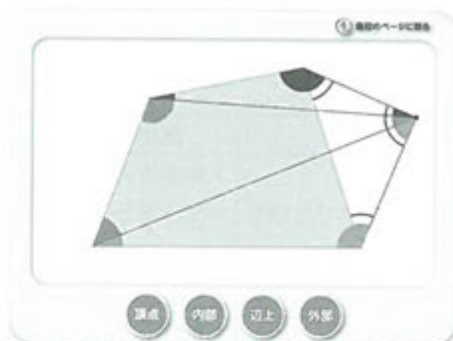


図1 外部に点をとって三角形に分割する方法



写真1 五角形を切って外角の和を確認する様子

4通りの求め方を視覚的に捉えることができたので、求め方の確認が容易にできたようである。また、内角の和を一般化して n 角形の内角の和を求めるとき、分割した三角形の数や余分な角の部分を理解することを容易にしたようである。

次に五角形の外角の和を予想させ、実際に紙を切って、外角の和が360度になることを確認させた。紙を切って外角の和を考える作業は、生徒の納得をより確かなものにしたようである。その後、一般化して、 n 角形の外角の和を求めさせた。最後に、数学教材ソフトを用いて、五角形の外角の和が360度になることを視覚的に確認させた(図2)。



図2 各外角が平行移動して中央に移動する画面



写真2 数学教材ソフトで確認している様子

(6) 考察

内角の和を求める方の確認が、数学教材ソフトの活用によって、短時間で視覚的に行うことが容易に行え、内角の和の求め方を思い出させることに役立ったといえる。それによって、外角の和を求める方法の理解を深めさせることができたといえる。また、紙による作業と数学教材ソフトの活用によって、外角の和が360度になることを感覚的に納得させることができた。そして、そのことによって、数学に興味・関心を持たせ、学習意欲を高めさせることにつながっていったといえる。

以下に生徒の感想を挙げておく。

- ・最後の外角が合体する映像がおもしろかったです。数学の図形分野の関心が持てました。
- ・最後の画像は本当にきれいだな—と思った。数学は今までも大好きだったけどこの画像を見てもっと好きになりました。
- ・なんとなく、「例題をやる（作業をする）→一般化→映像」みたいな流れで、分かりやすかったです。最後の小動画が毎授業あると、授業がぐんと面白くなると思う。
- ・コンピュータを使っていて、視覚的に分かりやすい授業だった。要点を、先生が、最後に言ってくれたので覚えられました。
- ・実際に（紙を）切って考えることで分かりやすかった。おそらく、「外角の和は？」と聞かれるだけだったら思いつかなかったと思うが、内角の和を復習することで簡単に解くことができた。

5. おわりに

数学的な見方や考え方をのぼすために、考え方をイメージ化する思考過程が必要であり、その点において、デジタルコンテンツは、学習内容の視覚化を図り、思考過程における考え方の視点をわかりやすく示すものであるといえる。ICT活用によって学習意欲の高まりや学習内容の概念の理解、分かったという成就感などに効果があることも明らかになってきている。ただ、すべてデジタルコンテンツを利用して授業をすると考えるのではなく、直接体験の方が有効なものについてはそれをすることも大切であるといえるだろう。また、板書についても、スクリーンとの関係でスペースが少なくなることやコンテンツが消えてしまって以前に学習したことが残らないので、考えの系統が把握しにくいことなどの課題もあるといえる。

グラフ関数電卓（授業実践の報告については別の機会に行いたい）は、計算力、グラフ表示、再帰性という特性を持ち、予想する、選択処理する、結果を検討する、思考を拡張するという使用上の効果を持つことが、実践を通して確認でき、今後の使用への可能性と展望を開くものであるといえる。

デジタルコンテンツを活用した授業実践、グラフ関数電卓を使った授業実践を継続的にを行い、学校現場でどのような活用の可能性があるかを探っていくとともに、より効果的なICT活用を考えていきたい。

【献辞】 本論文は、松宮哲夫先生（前大阪教育大学教授、現内モンゴ師範大学客座教授）の喜寿を記念したもので、ここに先生の長年の研究と導きに謝意を表したい。

【謝辞】 本研究は、平成22年度財団法人青松会中高新教育研究助成金「ICTの効果的な活用法の研究」の支援による成果の一部である。

【参考・引用文献】

- 松宮哲夫, 柳本哲編著(1995)『総合学習の実践と展開』明治図書
- 吉村昇(1999)「中学生の数学に対する意識の様相について～教材開発の一視点～」大阪教育大学実践学校教育講座, 実践学校教育研究第2号, p.101-p.108
- 柳本哲, 吉村昇ら(1999)「グラフ電卓を活用した授業の考察－附属天王寺中高数学科の実践を通して－」大阪教育大学教育学部附属天王寺中学校・同高等学校天王寺校舎, 研究集録第41集, p.83-p.96
- 吉村昇(1999)「グラフ電卓を用いた問題解決学習」大阪教育大学教育学部附属天王寺中学校・同高等学校天王寺校舎, 研究集録第41集, p.97-p.102
- 吉村昇(2000)「メディア教育を意図した算数・数学科の授業づくり・そのヒントー作図ツールを自由自在に扱おうー」明治図書株式会社 現代教育科学 12月号, p.61-p.63
- 吉村昇(2003)「学習意欲を高める指導の工夫ー円周率 π を題材にしてー」大阪教育大学教育学部附属天王寺中学校・同高等学校天王寺校舎, 研究集録第45集, p.15-p.21
- 吉村昇(2004)「一般の2次関数ー面積を最大にする場合を考えようー」明治図書株式会社, 教育科学 数学教育 No.563(2004年10月号), p.56-p.59
- 吉村昇(2005)『算数・数学の力を高める授業』大阪教育大学数学会第81回算数・数学科教育研究発表会要項, p.22-p.25
- 文部科学省(2007)「ICTを活用した指導の効果の調査結果についてー「確かな学力」の向上につながるICT活用ー」
- メディア教育開発センター(2007)「ICT活用による学力向上の証しー実証授業による指導の効果検証結果の報告ー」
- 吉村昇(2007)『算数・数学の力を高める授業(3)』大阪教育大学数学会第83回算数・数学科教育研究発表会要項, p.34-p.37
- 吉村昇(2008)「開平法の指導に関する一考察」大阪教育大学附属天王寺中学校・同高等学校天王寺校舎, 研究集録第50集, p.75-p.82
- 吉村昇(2010)『算数・数学的活動がいきる授業づくり(3)』大阪教育大学数学会第86回算数・数学科教育研究発表会要項, p.30-p.33
- 吉村昇(2010)「2年の超定番教材のアレンジ・レストアに挑戦 ②連立方程式」明治図書株式会社, 教育科学 数学教育 No.634(2010年8月号), p.40-p.43
- 吉村昇(2010)「ICTの効果的活用について」大阪数学教育会誌, p.31-p.34

③ 多角形の角

2年()組()番名前()



<例1> 五角形の外角の和を求めてみよう。



○ n角形の外角の和を求めてみよう。

問2 <多角形の外角の和>
多角形の外角の和は

問1 <多角形の内角の和>
n角形の内角の和は

① 正五角形の1つの外角を求めなさい。

問1 ① 十角形の内角の和を求めなさい。

② 1つの外角が 45° の正多角形の辺の数を求めなさい。

② 内角の和が 1800° になる多角形は何角形ですか。

図解・図心を持ち出したか、(はい、かつ、いい)、量的に書けたか、(はい、かつ、いい)、
内容を理解することができたか、(はい、かつ、いい)、
<感想> (裏面に続けて書いてください)

Information and Communication Technology (ICT) Use in Mathematics Teaching

- A Study of an Effective Use of the Digital Tools -

YOSHIMURA Noboru

Summary: Sum of interior angles of a polygon and sum of exterior angles of a polygon was taken up as an effective use of the digital tools, and an educational experiment for junior high school students was conducted. As a result, two facts were found. One is that the use of a digital tool helped students reminded of how to find a constant value that the interior angles of a polygon add up to easily. The other one is that both the activity that students makes the cutout of the angles of a polygon and pastes them on a sheet paper having common vertex and the use of another digital tool deepened students' understanding of the knowledge that the exterior angles of a polygon add up to 360 degrees.

Key Words : mathematical education, ICT use, digital tools, graphing calculator

ウェーラーは何をしたのか

— 尿素の合成に関して —

おか ひろ あき
岡 博 昭

抄録：どの社の高等学校化学の教科書にも、常識的に記載されている一文がある。有機化学と無機化学の接点に関する記述である。「ドイツのウェーラーは、動物の尿に含まれる尿素が、無機物であるシアン酸アンモニウムの加熱によって生じることを発見し、無機物から有機物を合成できることを明らかにした。」しかし、本当にウェーラーはシアン酸アンモニウムを加熱して尿素を得たのであろうか。少なくとも、彼の実験の意図は、違ったものであったようだ。

キーワード：理科教育、化学教育、有機化学、有機化合物、ウェーラー

I はじめに

筆者のHPの化学I第64章脂肪族炭化水素のページに、次のような一文を載せていた。

「有機という言葉から推察できるように、元来は生物によって生成されるものと考えていました。英語名organic compoundは、生物organismにちなんでつけられたとされています。しかし、1828年ドイツのウェーラーは、シアン酸アンモニウム NH_4OCN （無機物）が加熱によって尿素 NH_2CONH_2 （有機物）に変わることを発見しました。」

この記述は、筆者が化学のページで参考にしてきたある文献⁽¹⁾の次の一文に基づいた記述である。

「有機という言葉から推察できるように、元来は生物によって生成されるものと考えていたが、1828年ドイツの化学者ウェーラーは、シアン酸アンモニウム NH_4OCN （これは無機物）が加熱によって尿素 NH_2CONH_2 に変わることを発見した。これは、天然有機化合物が人工的に合成できることを示したもので、彼の先生であるベルセーリウスに2月22日付けで報告している。」

筆者のページの一文に対して、ある方から指摘のメールをいただいた。その指摘とは、シアン酸アンモニウムというものは実在しないので、この記述は誤りに近く、「シアン酸アルカリとアンモニウム化合物（ NH_4OH や $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ）からシアン酸アンモニウムをつくらうとしたが得られず、尿素が得られた」という趣旨の記述が正しいというものであった。

そこで、この指摘について検討し、その結果により筆者のHPの一文を書き直すことにした。各社教科書の調査、化学史の文献の調査、インターネット上の記述の調査などを中心に資料を収集し、それらの資料をもとに検討することにした。

II 教科書の記述

現行の教科書では、どのような記述になっているのだろうか。各社の記述は次のようになっていた。

1 K社⁽²⁾の記述

生物をつくる物質は古くから有機物といわれ、鉱物などの無機物と区別されてきた。1828年、ドイツのウェーラーは、動物の尿に含まれる尿素が、無機物であるシアン酸アンモニウムの加熱によって生じることを発見し、無機物から有機物を合成できることを明らかにした。

2 S社⁽³⁾の記述

19世紀初めまでは、生物体（有機体）から得られる炭素の化合物は有機化合物とよばれ、生命の力によってつくられ、人工的にはつくられないものと考えられていた。そして、生命とは無関係にできた無機化合物と区別されたが、その後有機化合物の尿素が無機化合物のシアン酸アンモニウムからつくられ（1828年、ウェーラー、ドイツ）生命力の仮説は否定された。

3 T社⁽⁴⁾の記述

有機化合物は、19世紀初頭までは、生命をもつもの（有機体）、すなわち動物や植物から得られる化合物を意味していた。当時は、有機化合物は生命の力を借りなければ作りだすことができないと考えられ、生命とは無関係につくられている無機化合物とは厳然と区別されていた。ところが、1828年にウェーラー（ドイツ）は、無機化合物であるシアン酸アンモニウムを加熱すると、尿に含まれている有機化合物である尿素が得られることを発見し、有機化合物も無機化合物から人工的に合成できることを示した。

4 J社⁽⁵⁾の記述

動植物は古くから有機体とよばれてきた。有機体の構成物質や、それらから生じる物質は、有機体にしかつくることができないと考えられ「有機化合物」とよばれた。しかし、現在、有機化合物は人工的にも合成できるようになり、いろいろな有機化合物が利用されている。

ウェーラーの肖像画が掲載されており、脚注に次の説明がある。はじめて無機化合物から有機化合物（尿素）の合成に成功した（1828年）。

5 D社⁽⁶⁾の記述

有機物質は、生命体がつくり出すものであり、無機物質から人工的に合成することはできないと、長い間考えられてきた。しかし、1828年、ウェーラーは、無機化合物のシアン酸アンモニウムから、有機物質とされていた尿素ができることを見出し、このような区別は意味を失った。

J社以外の4社が、シアン酸アンモニウムから尿素が得られることを見いだしたという

記述になっている。この記述は、原料がシアン酸アンモニウムであり、生成物が尿素であると受け取ることができる。

Ⅲ 化学史文献の記述

次に、化学史の文献を調査した。

1 化学史⁽⁷⁾の記述

自然界に産出する有機化合物を得るためには、必ずしも生命力というものが不要でないことは、1828年にベルセリウスの高弟ヴェーラーが無機化合物から尿素を得て以来、人々が認識するようになった。

ヴェーラーは、シアン酸とアンモニアを含む水溶液を蒸発したとき、予期したシアン酸アンモニウムを得ずに、尿素を得たのである。尿素を得るいちばんよい方法は、シアン酸銀に塩化アンモニウムを加えるのである。ヴェーラーの発表したわずか4ページの論文の内容が、後世に、このように喧伝されるようになったのは、いささか奇異に感ぜられる。というのは、尿素の合成が厳密にいて最初の有機合成でもなければ、この合成によって一挙に、生命力という概念が、科学界から追放されたのでもないからである。

2 化学史⁽⁸⁾の記述

1828年、ヴェーラーはシアン酸カリを硫酸アンモニウムと熱して、シアン酸アンモニウムを得ようとしたところが、溶液を蒸留すると典型的な有機化合物である尿素ができていた。

そのころシアン酸は動物性物質である血液から出発して黄血塩などを経てつくられたのであるが、純然たる無機物と考えられていた。そこで神秘的な生命力の説は崩壊した。しかし、これは決して無機物から有機物が合成された最初の実験ではない。18世紀の後半において、シェーレはシュウ酸を合成した。ヴェーラーがジシアンからシュウ酸を合成したのもやはり尿素の合成より少し以前である。

しかしシュウ酸はこの頃は炭酸と同様に、無機物と考えられていたので、これはさして問題にされなかった。

3 化学史・常識を見直す⁽⁹⁾の記述

ヴェーラーが尿素を合成したのはベルリン時代のことである。学生時代からシアン化合物に関心の深かった彼は、1824年にプラウトが尿素に与えた実験式(CH_4ON_2)と彼がシアン酸アンモニウムに予想していた式とが同一であることに深く注意をひかれ、尿素の異性体としてシアン酸アンモニウムを得る目的で、1828年、その生成にとりかかった。

彼はシアン酸銀に塩化アンモニウムの水溶液を加えて加熱するか、またはシアン酸鉛とアンモニア水の混合物を熱して、白色結晶状の物質を得た。この物質は水酸化カリウムや水酸化カルシウムの水溶液と処理してもアンモニアは発生せず、また、この物質の水溶液からシアン酸塩の銀塩や鉛塩が沈殿しないことなどから、生成物はシアン酸アンモニウムではないと判断した。他方、硝酸と結合して硝酸塩をつくることや、燃焼の結

果生成する窒素と二酸化炭素の体積比などは、ブルーストやプラウトが述べている尿素の性質と同様であり、元素分析の結果もプラウトが行った尿素の分析値と一致した。このような結果からヴェーラーは生成物が尿素と同一物質であることを確認した。尿素は1773年フランスのルエルによって尿から見出された。

これより4年前の1824年、ヴェーラーは濃いアンモニア水にシアンガスを作用させてシュウ酸と白色の結晶性物質を得た。しかし、当時シュウ酸は C_2O_3 という組成の無機物とみなされ、三量の水をとって結晶すると考えられていた。また、生成した白色結晶が尿素であることは1828年に至るまで確認されなかった。しかし、アメリカのクラーク大学のウォーレンはヴェーラーの最初の尿素合成は事実上1828年ではなく、1824年であると主張している。

また、イギリスのジョン・デイヴィは1812年に一酸化炭素と塩素の混合物に日光を照射して新しい気体物質（現在のホスゲン）を得、その性質を調べるためにアンモニアを作用させたとき白色の結晶を得た。彼はこれを「中性の塩」と考えたが、これも実は尿素だったのである。

このように、1828年以前にも有機化合物の合成は事実上行われていたのである。

以上、化学史の文献では、シアン酸アンモニウムを得る目的でシアン酸アルカリとアンモニウム化合物を水溶液中で加熱し、生成したのは尿素であるという記述になっている。さらに、ヴェーラーの尿素合成は最初の有機合成と考えるのは難しいこと、また、この合成によって一挙に生氣論の考え方が消滅したのではないということは、多くの化学史の専門家の共通した意見であることがわかった。

IV ネット上の記述

以上の調査で、教科書の記述と、化学史の文献の記述が異なることが明らかになった。この化学史の文献の記述を支持するネット上に公開されている文献を紹介する。

1 尿素を通してみる化学物質と人間生活とのかかわり⁽¹⁰⁾

前述のように、尿素は生物体内の生理作用によって生成するものであって、実験室で人工的に合成できないものとされていた。しかし、この考えは、1828年にドイツ人の化学者ヴェーラーが尿素を実験室で合成したと発表したことによって、大きく転換されることになった。当時、ヴェーラーはシアン化合物に関心をもっており、1824年にプラウトが尿素に与えた実験式 (CH_4ON_2) とヴェーラーがシアン酸アンモニウムに予想していた式が同一であることから、シアン酸アンモニウム ($NHOCN$) を作るために、シアン酸銀 ($AgOCN$) に塩化アンモニウム (NH_4Cl) の水溶液を加えて加熱したり、シアン酸鉛 ($Pb(OCN)$) とアンモニア水の混合物を熱したりして、結晶性の白色物質を得た。こうして得られた物質を調べたところ、シアン酸アンモニウムの性質を示さなかった。例えば、シアン酸アンモニウムであれば、溶液に硝酸銀 ($AgNO_3$) 水溶液を加えると①の反応によって、白色の沈殿が生成するはずである。また、水酸化カリウム水溶液を加えると②の反応によって、アンモニアが発生するはずである。





しかし、この物質は硝酸銀によって沈殿を生成することもなく、水酸化カリウム水溶液を加えてもアンモニアの臭気は出なかった。

ウェーラーはこの白色物質が、シアン酸とアンモニアを結合させようと試みる時にはいつも生成することを見出した。そこで、この物質をいろいろ調べたところ、この物質はウェーラーがかつて、人間や犬の尿の成分を研究したときに分離した尿素に似ていることが判明した。ウェーラーは尿より分離した純粋な尿素との比較実験を実施し、燃焼によって生成する窒素と二酸化炭素の体積比や元素分析の結果がプラウトらが発表している尿素の測定値と一致することから、この結晶物質は尿素であることを確認した。

当時の化学者間では、尿素等の化合物は有機化合物と呼ばれ、生命が作り出す物質群であり、無機化合物から人工的に合成することはできないという「生氣論」が信じられていた。しかし、無機化合物であるシアン酸とアンモニアを結合させると尿素が得られるという事実は、当時の学会の常識をくつがえすものであった。

ウェーラーはベルセリウスに宛てた手紙で「私は、人であれ犬であれ、ともかく腎臓を必要とせずに尿素を作ることができました。」と書いている。ウェーラーはこの結果を1828年に「無機物質から有機物質の人工的生成の一例」として、発表したが、どのような有機化合物でも無機物からの合成が可能であるという一般化を引き出すことはしなかった。これはウェーラーがシアン酸塩を得るための出発物質が動物の血液や角などを用いて作られる黄血塩（ヘキサシアノ鉄(II)酸カリウム： $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ ）であるため、生命力によって生じたと考えられる物質から出発している点が気がかりであったからと思われる。そのため、ウェーラーは尿素合成は無機物からの合成ではないという一部の人の主張を認め、あえて生氣論の考えを否定しようとはしなかった。

しかし、この発表がきっかけとなって、それまで不可能として着手されなかった無機化合物による有機化合物の合成が多く研究者によって始められ、有機化学の大きな転換点となったことは事実である。

多くの化学関係の書籍には、「ウェーラーはシアン酸アンモニウムを加熱して、尿素を合成した」と記述されているが、シアン酸アンモニウムの性質を考えると、シアン酸アンモニウムから尿素を合成したのではなく、前述のように、「シアン酸アンモニウムを製造しようとして、シアン酸塩にいろいろな操作を加えた結果、シアン酸アンモニウムは得られず、尿素が得られた。」と考えるべきである。

2 和光純薬時報⁽¹¹⁾

1824年にヴェーラーは、シアンとアンモニア溶液の反応で結晶性の白い物質が生じたのを確認したが、それはシアン酸アンモニウムではなかった。1828年、同じ物質がアンモニアとシアン酸との反応からも得られた。さまざまなテストをしたがそれはアンモニウム塩でもなければシアン酸塩でもなかった。そこで有機物質が生じたのではないかと考えた。それと硝酸との反応は、尿素と硝酸の反応と同じであることが分かった。そこで尿から純粋の尿素を分離して同じ実験をやってみた。その結果、この結晶性物質は尿素と全く同一の物質であるという、予想外の結論に達した。当時、有機物質は生命体の営みとして作られるものであって、無機物質から作ることはできない、というのが化学

者に普通の考えであった。これを生気論という。ヴェーラーの尿素の人工生成は生気論をくつがえすものであったが、かれの論文(1828)は短く、淡々としたもので、それによって生気論は一挙にくつがえらなかった。ヴェーラーは「これは無機物から有機物を、つまり動物質を、人工的に造った例である」と明記し、「私は化学的に造ったおしっこを我慢できない。私は腎臓なしで、人間や犬など動物なしで、尿素を作ることができる」とベルセリウスへ書き送っている。しかしヴェーラーは、尿素とシアン酸アンモニウムとが組成は同じで、性質は全く異なる二つの化合物であることに、より多くの興味をもった。そしてベルセリウスもまた、無機物から生命力を介せず有機物を合成したことよりも、異性の第二の例の発見をより高く評価したのである。

3 法政大学 2010 生命科学 I (水澤)⁽¹²⁾

1800年代のはじめまでは、生物という有機体から生れる特別な物質をさしていた。

1828年 ドイツのヴェーラーはシアン酸アンモニウムを作る目的でシアン酸カリと硫酸アンモニウムの混合水溶液を加熱したところ尿素という有機物が出来た。これは有機物の生成に生命力を必要とするわけでは無いという大発見であった。

1953年 ミラーが原始時代の大气の組成は大量の水素ガス(H_2)、メタンガス(CH_4)、アンモニアガス(NH_3)、水蒸気(H_2O)であったと想定し、その混合気体に放電火花を与えて自然にアミノ酸や尿素などの有機化合物を生成した。オパーリンは化学進化が生命を生み出したという説を唱えた。

1955年 赤堀四郎はホルムアルデヒド($HCHO$)、アンモニア(NH_3)、シアン化水素(HCN)からアセトニトリルができ、これが重合分解するとポリグリシンができる。これが原始生命の前駆物質だという説を唱えた。

これらの文献は、ヴェーラーはシアン酸アンモニウムから尿素を得たのではなく、シアン酸アンモニウムを得る目的でシアン酸アルカリとアンモニウム化合物を水溶液中で加熱し、生成したのが尿素であったという考え方を支持している。

V おわりに

教科書の記述内容は、著者だけの責任ではない。その内容を検定する者にも責任がある。また、専門的な正確さだけを追求するのを第一としているのではない。体系的なテキストとして、いかに学びやすいかも重要な要素である。

今回の筆者のHPの記述に対して、専門的な観点から重要な指摘をいただいた。心より感謝するしだいである。この指摘をきっかけにして、今回いろいろな文献の記述を調べてみた。

その結果、指摘いただいた通り、ヴェーラーはシアン酸アンモニウムから尿素を得たのではないことに確信が持てた。正確には、シアン酸アンモニウムを得ようとして実験し、その結果得られたものはシアン酸アンモニウムではなく、尿素であったという説の方を支持したい。

早速、筆者のHPの化学 I 第64章脂肪族炭化水素のページを書き換えた。現在、次のように記述している。

「有機という言葉から推察できるように、元来は生物によって生成されるものと考えていました。英語名organic compoundは、生物organismにちなんでつけられたとされています。1828年ドイツのウェーラーは、シアン酸アルカリとアンモニウム化合物（ともに無機物）からシアン酸アンモニウム NH_4OCN をつくろうと実験しましたが、得られたものはシアン酸アンモニウムではなく尿素 NH_2CONH_2 （有機物）でした。このことより、無機物が有機物に変わることを発見したと言えます。」

なお、Wohlerの日本語表記であるが、教科書ではウェーラーに統一されている。しかし、多くの化学史の文献ではヴェーラーと表現されている。本報告では、原文の表記で紹介した。

参考文献

- (1) 高校化学とっておき勉強法 大川貴史 講談社ブルーバックス
- (2) 啓林館高等学校化学I改訂版（平成21年12月10日発行）
- (3) 数研出版改訂版高等学校化学I（平成22年1月10日発行）
- (4) 東京書籍化学I（平成21年2月10日発行）
- (5) 実教出版化学I新訂版（平成21年1月25日発行）
- (6) 第一学習社高等学校改訂化学I
- (7) 化学史—その思想と技術— 都築洋次郎 朝倉書店
- (8) 化学史 久保 昌二 白水社
- (9) 化学史・常識を見直す 日本化学会 講談社ブルーバックス
- (10) 尿素を通してみる化学物質と人間生活とのかかわり
大阪府教育センター 理科第一室 平田 允
<http://www.asahi-net.or.jp/~uu9m-hrt/urea/urea.htm>
- (11) 和光純薬時報 Vol.68 No.4 October 2000
<http://www.wako-chem.co.jp/siyaku/journal/jiho/pdf/jiho684.pdf>
- (12) 法政大学 2010 生命科学I
http://members3.jcom.home.ne.jp/mzswskra/bsci01/life_2010_1.pdf

What did Wöhler do?

- About the composition of the urea -

OKA Hiroaki

summary : The textbook of high school chemistry of which company has one sentence mentioned ordinarily. It is description about the contact point of the organic chemistry and the inorganic chemistry. Wohler in Germany discovered that it was formed due to heating of ammonium cyanate that the urea contained in the animal's urine is inorganic substance, and cleared the matter that organic substance could be synthesized from the inorganic substance. But, did Wohler really heat ammonium cyanate, and get urea? It seemed that the intention of his experiment was at least wrong.

定量実験を通して化学反応をとらえる

く り び こ う へ い
久留飛 航 平

抄録：中学校理科では、2年生の第一分野化学で原子を学ぶ。この原子は、小さい粒であるため、電子顕微鏡などを用いても分子1つを見ることも大変困難なことである。見えない原子を概念的に捉える方法として、原子量に着目した。定量実験を行うことで化学変化の規則性を見だし、さらに原子量の概念を獲得する。そうすることで化学反応式の活用が、さらに容易にできるようになるはずである。これをねらいとした授業を実践し、その効果について考察する。

キーワード：中学校理科教育、定量実験、化学反応式

1. はじめに

化学において、原子を粒子としてとらえることは非常に重要である。さらに、それぞれの原子が持つ特徴を理解することは、物質の性質を考えていくうえでたいへん重要な示唆を与える。

理科は事象を中心にしてきた小学校の学習から、中学校では概念形成をしていく段階に入る。事象と概念をどのようにリンクさせていくかが、ポイントとなってくる。

中学校理科の化学分野において、苦手意識が出るのは化学反応式である。記号が意味することが、どのような内容であるのか捉えることができないことがその原因である。

化学反応とは、物質が性質の異なる別の物質に変化することである。それだけを考えて、反応前の物質が、反応後どのような物質になるのか推しはかることは困難である。しかし、出発物質がどのような原子で構成されているのかを理解することで、化学変化がどのように起こるのか予測できるようになる。しかし、その原子は非常に小さく簡単に見ることのできない粒である。その粒は、それぞれ種類によって異なった質量をもっており、化学変化において、無くなったり、新しくできたり、別の種類に変わったりすることはなく、化学変化でそれ以上分けることもできない。この原子が結合し多様な物質となり、物性を持つことになる。

生徒にとってこの化学変化を理解することは、記憶することだけになってしまいがちである。問題集を解くことに主眼をおくと、そこに出てくる反応を憶えておけば良いこととなる。それは、化学反応を理解したということにはならない。化学変化は多数あり、その全てを網羅し記憶することが必要となるが、それは意味が無く、化学反応の様子が原子の持つ性質と関係することを見だし、原子の性質をとらえることが理解することである。

そこで原子の性質である種類によって異なった質量があることを中心にすえ、化学反応を定量的な実験を通してとらえることで、原子の性質理解を定着させ、化学反応式の活用力を向上させることをねらう。

2. 授業計画と実践

○学習計画

定量実験に重点化した。これは次の2つの理由からである。

①原子のイメージを持つこと。

原子が種類によってそれぞれ質量を持っていることを理解し、原子量と化学反応式の関係性から実験値を予測する。実験がただ現象を観察することではなく、実験から得られるデータが持つ意味をつかむことをねらう。

②実験技術を熟練させること。

同じ物質を用いた実験を、注目点を変え繰り返すことによって、実験技能を高め、そのデータの扱いに慣れることをねらう。

○授業実践

	ねらい	内容
1	気体が発生する化学変化の確認 発生気体の定量技術向上 実験値のグラフ化	実験① チョーク(炭酸カルシウム)+塩酸→二酸化炭素 水上置換による発生気体の測定
2	実験①のデータ分析 原子の構造理解	講義① 実験データの分析法について 原子という粒子の構成 原子の持つ基本的な性質
3	原子の電子配置と周期表の関係理解	講義② 原子番号10までの原子の電子配置と、周期表の関係
4	種々の定性試験技術獲得	実験② 重曹(炭酸水素ナトリウム)の熱分解 発生した二酸化炭素、水、炭酸ナトリウムの定性試験
5	実験②のデータ分析 重曹(炭酸水素ナトリウム)の熱分解 における化学変化理解	講義③ 実験データの分析法について 重曹(炭酸水素ナトリウム)の熱分解の解説 種々の定性試験の解説
6	原子の電子配置と周期表の関係理解	講義④ 原子番号18までの原子の電子配置と、周期表の関係
7	発生気体の定量技術向上 実験値のグラフ化 熱分解における定量実験技術向上	実験③ 重曹(炭酸水素ナトリウム)の熱分解 水上置換による発生気体の測定
8	実験③のデータ分析 実験によって、データの持つ意味が 違うことを知る	講義⑤ 実験③のデータ分析
9	原子の電子配置から、電子式を考え 分子を構成することを理解する	講義⑥ 原子が結びついて分子をつくる
10	発生気体の定量技術向上 実験値のグラフ化 物質によって化学変化の違いを知る	実験④ 重曹(炭酸水素ナトリウム) + 塩酸→二酸化炭素 水上置換による発生気体の測定
11	実験④のデータ分析 実験①、③、④のデータ比較 物質によって化学変化の違いを知る	講義⑦ 実験③のデータ分析 実験①、③、④のデータ比較

12	種々の原子の組み合わせによって分子をつくる(基本)	講義⑧ 分子モデルをつくる
13	種々の原子の組み合わせによって分子をつくる(発展)	講義⑨ 分子モデルをつくる
14	水の電気分解実験技術獲得 発生する量の比を知る	実験⑤ 水の電気分解 水素、酸素の定性試験
15	化学変化を化学反応式で表す(基本)	講義⑩ 化学変化を次の手順で化学反応式にする 物質名 → 化学式 → 化学反応式
16	化学変化を化学反応式で表す(発展)	講義⑪ 化学変化を次の手順で化学反応式にする 物質名 → 化学式 → 化学反応式
17	鉄の硫化実験技術獲得	実験⑥ 鉄の硫化実験 鉄、硫化鉄の定性試験
18	質量保存の法則理解	講義⑫ 硫酸+水酸化バリウムの演示実験 上皿自動天秤の操作
19	質量保存の法則理解	講義⑬ チョークと塩酸の演示実験 重曹と塩酸の演示実験 気体発生による質量の変化
20	銅を加熱することにより酸化し、質量変化から銅と化合する酸素の質量比を求める	実験⑦ 銅の加熱による酸化実験
21	実験⑦のデータ処理	講義⑭ 実験⑦のデータ処理
22	Mg を加熱することにより燃焼させ、質量変化から Mg と化合する酸素の質量比を求める	実験⑧ マグネシウムの燃焼実験
23	実験⑧のデータ処理	講義⑮ 実験⑧のデータ処理
24	チョークと塩酸を反応させ、発生する二酸化炭素の質量から体積を求め	実験⑨ 重曹+塩酸→二酸化炭素+水+塩化ナトリウム 気体発生による質量の変化
25	実験⑨のデータ整理 物質名から化学式にできる。 種々の化学反応式をかける。	講義⑯ 実験⑨のデータ整理、物質名から化学式をつくり、さらに化学反応式を完成させる
26	これまでの実験を総合して、塩酸の濃度を求める手法を考え計画を立てる。	実験⑩ 未知濃度の塩酸の濃度を導く。 計画を立てる。
27	計画に従い、実験を進める。	実験⑩ 未知濃度の塩酸の濃度を導く。 実験を実施する①
28	計画に従い、実験を進める。	実験⑩ 未知濃度の塩酸の濃度を導く。 実験を実施する②

29	計画に従い、実験を進める。	実験⑩ 未知濃度の塩酸の濃度を導く。 実験を実施する③
30	実験値をまとめ、考察し塩酸濃度を導き出す。	実験⑩ 未知濃度の塩酸の濃度を導く。 データをまとめる

3. 授業で重点化した項目

○実験

これまでの実験の進め方についてここで説明する。実験は、図1にあるような様式のプリント(以下レポートという)を用いて行っている。これは、1年生の時から一貫してきた方法である。このレポートは実験の概要を理解し、さらにそこから実験し、考察を書き、提出するまでを行う。手順は以下の要領である。



図1

1. 実験の目的を聞き取り記入する。
2. 操作方法を実際の器具などを用いて演示し、それをもとに使用器具、道具の種類、数を表に記入する。
3. 聞き取った実験説明から操作方法をできるだけ単文で記入する。
4. 特に実験で注意しなくてはならない特記事項を装置図の下に朱書きする。
5. 装置図や使用器具、道具の用途、実験タイトルは実験の合間や実験後に記入する。
6. レポートの操作方法を元に実験をおこなう。
7. 結果を結果欄に記入する。
8. 結果をもとに考察する。
9. 期日を守って完成したレポートを提出する。

1～4までで15～20分程度かかり、そこから授業時間の残り5分の片付けを開始するまでが実験時間である。実験時間が25～30分程度ということになる。1年生では、実験開始まで25分近くかかることも少なくなかったが、2年生になり慣れてきたこともあって実験を長くできるようになってきている。この授業では結果を得る7までを想定しており、8を完成させ提出まで短くても1週間は時間をとり、長いものでは3週間程度の時もある。通常は2週間で、提出までに質問に来たり、事典やインターネットを用いて調べたりするように助言している。

このレポートには操作方法を記入していない。これは、聞き取ったことを書くことが重要であると考えたためにこの手段をとっている。

実験では段取りが重要である。いろいろな手順を実験書を繙いて、1つ1つ進めていたのでは、結果に何が欲しいのかを見失ってしまうことになり、ひいては何かはやったが、

何をやって、何がわかったのかわからなくなってしまう。「実験器具にさわった」で終わっては実験をする効果が相当低くなるに違いない。実験に向かうときに、頭の中であらかじめ実験方法がイメージできていることが、実験を成功へと導くことになる。このイメージを持つことが、操作方法を聞き取って書くことを行うことで可能になると考える。

ただこの方法で注意を要する点は、聞き取りができないために、ほとんど実験の意味が理解できず、さらには、危険回避の特記事項ですら聞き逃してしまうことが起こりえることにある。その点に、十分配慮をした説明は常に求められる。もちろん生徒の理解度がどの程度なのか、授業を重ねるごとにチェックしておくことも忘れてはならない。

○試薬

試薬には身近な物質を使用するよう心がけた。それは学校で使用するチョークとホームセンター等で販売している重曹である。

まずチョークは、炭酸カルシウム(CaCO_3)に成形するつなぎのノリが添加物としてわずかに含んでいる物質である。今回の定量反応の精度であれば問題なく使用できる範囲であると考えられる。そのチョークは、小さくなってしまおうと使いづらくなってしまい、ほとんどは廃棄されてしまいゴミになってしまう。そこで、授業等で使用後のチョークを集め実験では用いることにした。生徒の中には、白色のチョークと、黄色や赤色などのチョークに違いがあるのか注目して観察しているものもあった。また1年生のときに、化学分野でチョークは気体(二酸化炭素)の発生(式1)、地学分野で石灰石を塩酸に加え二酸化炭素の発生確認に学習しているので、馴染み深いことも使用した理由である。

次に重曹は、炭酸水素ナトリウム(NaHCO_3)であり、100円均一shopでも販売している簡易に手に入る物質である。またその純度は97%以上で、今回の定量反応の精度であれば問題なく使用できる範囲であると考えられる。反応性では、熱分解し二酸化炭素、水、炭酸ナトリウムに分解する(式2)。また、塩酸と反応し二酸化炭素、水、塩化ナトリウムとなる(式3)。重曹は、教科書でベーキングパウダーやふくらし粉として取り扱っていることが紹介され、掃除の際の磨き粉としても使える等、身近な存在であることがわかる。



それぞれの化学反応式は、生徒にとって十分理解できる範囲である。生徒に物質名と化学式を与えると、そこから化学反応式を完成することは複数回練習している。自信を持ってできるものが多数である。

重曹と塩酸の反応(式3)は中学校ではあまり積極的に取り扱わないが、注目している。この反応は、出発物質の炭酸水素ナトリウムと塩酸で、生成物は二酸化炭素、水、塩化ナトリウムである。どの物質も中学校で取り扱う身近な物質である。特に生成物は食塩水となるので生徒も理解しやすい。

今回は定量実験に主眼を置いている。重曹の定量実験では反応前後の質量変化は体積の測定よりもその精度は高い。それは実験操作に要因があることは前述した通りである。今回はそういった点に注目させることを試み、それを理解させることができた。

重曹の反応は化学反応式が理解しやすい要素を含んでいることから、原子量や分子量を

学習しその上で、化学反応を定量実験することによって、質量との関係性が見いだしやすい。さらに、重曹は熱分解と塩酸との反応で発生してくる二酸化炭素を水上置換で捕集したり、空気中に放出しその質量変化を測定するというアプローチができる。その2つの手法を組み合わせることによって、気体の体積と質量の関係性を導くことも可能となってくる。上記のようないくつかの組み合わせを使うことで、さらなる多様な授業展開ができる可能性を持っている。

○定量実験

定量実験は6回、定性実験は3回、定量の課題実験を1回行った。最終目標は、学習した内容から、課題実験を行い考察することである。定性実験は実験技能獲得のために行うことと、教科書で取り扱う内容でもあるので、化学反応とはどのようなことかという現象を体験させることが主たる目的である。定量実験について表1にまとめる。

表1

実験	反応	測定対象
①	チョーク(炭酸カルシウム)+塩酸→二酸化炭素	水上置換による発生気体
③	重曹(炭酸水素ナトリウム)の熱分解	水上置換による発生気体
④	重曹(炭酸水素ナトリウム)+塩酸→二酸化炭素	水上置換による発生気体
⑦	銅の加熱による酸化実験	反応後の固体質量
⑧	マグネシウムの燃焼実験	反応後の固体質量
⑨	重曹+塩酸→二酸化炭素+水+塩化ナトリウム	反応前後の質量

前半の①、③、④のデータについては、授業11で分析させた。単純に、「実験誤差」としてしまっているものも少なからずあり、思考が深まっていないことがある。しかし、一方では実験技術の向上があるために、実験値のばらつきが小さくなっていることに気づいているものもあった。

次に後半の実験⑦、⑧は、教科書では唯一扱う定量実験で実験誤差は比較的生じにくく、定比例の法則に気づきやすい。ここでは、講義で先行して学習した原子量に注目し、結果を予測させた理論値と、実験によって得られた実験値と比較した。その差についてがここで考察させた点である。

最後に実験⑨は、前半の①、③、④と後半の⑦、⑧をリンクさせるために行った。発生した気体を質量の変化は、化学反応式を用いることによって、理論値を与えることを後半で行っていることから、予測は容易である。さらに、二酸化炭素が理想気体であることとして、発生した二酸化炭素は標準状態として算出させ、前半の実験と比較させた。ここでは、中学校の学習範囲を超えるが、理科便覧などで状態変化を学習したときに、体積変化があることを数値として確認していることとリンクさせた形で学習した。

○実験から得られるデータ

4クラスの各10班の合計40班で授業を展開した。実験①の結果は図2のように、実験③の結果は図3のようになった。ここから、授業内ではそれぞれのグラフの特徴を考えさせた。

まず、図1の結果からは、あるところを限界として、二酸化炭素の発生量が低くなっているデータである。この理由は、チョークに塩酸を加えるか、塩酸にチョークを入れるといった実験方法をとった。このとき水上置換するためにゴム管をつないだゴム栓を即時にしなくてはいけないのだが、時間的にロスをするとその分だけ発生させた二酸化炭素が漏れ出てしまうため、理論値よりも低くなってしまいうことによる。

次に、図2のデータからはある直線がみえてくる。これは、実験方法として装置をつくり、熱分解の過程から発生する二酸化炭素をすべてもれなく集めた結果である。当然理論値よりも、熱膨張分だけ多く集まってしまうという結果が得られることが考えられる。

実験①、実験③からは操作方法の違いから得られる実験結果の考察に、実験操作の遅さによって起こる差を含むことや、熱膨張が含まれていることを気づかせることをねらった。理論値(ここでは期待値として扱った方が良くかもしれない)がそれより実験値が大きくなってしまふこと、小さくなってしまふことを体験できた。

○実験技術

ここでの実験技術の向上は、実験班の熟練度ともいえる。今回の授業では、1から30まで、すべて同じ4名の1班で行っている。回を重ねるごとに役割分担が明確になり、コミュニケーションも円滑に進むようになる。協力体制がきちんと整うと飛躍的に実験操作の速度があがり、さらにより難易度の高い実験も授業時間内で行えるようになる。

もちろん、各個人の慣れも重要な要因であることは必然である。1年生のときから授業の半分程度は実験とデータ処理などの実習を取り入れている。当初は器具に不慣れなため、ガラス器具の破損も多く、4クラスで実験を行うと合わせて5~8個は破損した事もすくなくない。それをおそれずに触れる機会を多くすることは、生徒も安心してチャレンジすることができたはずである。

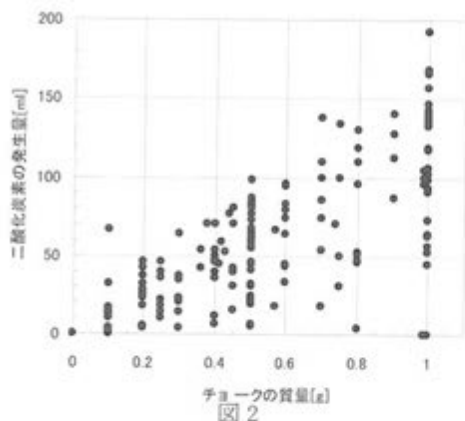


図2

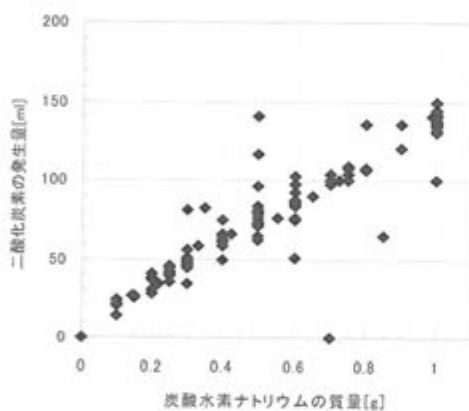


図3

4. 課題実験について

○設定

- ・未知濃度の塩酸の濃度を求める
- ・これまでの実験で使用した器具、道具については、使用可とする。

○アプローチ

課題実験はこれまでとは違ったアプローチで行った。課題実験は前述したレポートの手順2、3を自由に考えることができるように設定し、さらに口頭試問を課してそれをクリアすることによって実験開始ができることにした。自由とはいえ、ある程度の規格範囲内で実験させなくては危険が伴い事故につながる可能性もある。それを回避するために、これまでの実験で使用した器具、道具については使用可とし、さらに口頭試問の際に危険な箇所を注意し操作手順など徹底させた。

○見立て

生徒がどのようなアプローチをするのか、表2のように予想を立てた。

この予想は、既習の知識を複合し授業の展開から、質量変化に注目していること、その結果が気体の定量よりも容易であることから、1、2にたどりつくのが6割程度になって欲しいと考えた。

表2

1	塩酸を重曹に入れ、質量変化から求める。
2	重曹を塩酸に入れ、質量変化から求める。
3	重曹を塩酸に入れ、二酸化炭素を水上置換し発生量から求める。
4	塩酸と水の密度の違いから求める。
5	塩酸を電気分解し、発生した気体量から求める。

○結果

4クラスで各クラス10班の合計40班が今回授業を行った対象である。その結果は表3-1、3-2に示す。

計画を立てさせると、予想とはまったく異なった結果が返ってきた。質量変化から求めようとする班が少ない。結果は33%(13班)であった。これは予想外である。その理由は、生徒のわからないことに対する向き合い方にあると考えられる。

今回の課題実験のように、未知のことに対して不安な生徒の多くは、その解法を教科書や理科便覧に求めた。教科書にはないので、すぐに理科便覧を開く。理科便覧の実験データのページに、塩酸と水酸化ナトリウムとの中和反応のデータが記載されている。当然塩酸の濃度も書いてあるので、これを参考に自分たちでアレンジすることになる。しかし、これまでの実験では、水酸

表3-1

1	塩酸を重曹に入れ、質量変化から求める。	33%
2	重曹を塩酸に入れ、質量変化から求める。	
3	重曹を塩酸に入れ、二酸化炭素を水上置換し発生量から求める。	10%
4	塩酸と水の密度の違いから求める。	5%
5	塩酸を電気分解し、発生した気体量から求める。	3%
6	重曹を熱分解してできた炭酸ナトリウムで水溶液を作り、塩酸と中和させ、できた塩を蒸発乾固した固体質量から求める。	3%
7	塩酸を加熱し、塩化水素を抜きその質量変化から求める。	3%
8	重曹を塩酸に入れ、中和させ、できた塩を蒸発乾固した固体質量から求める。	10%
9	チョークを塩酸に入れ、中和させ、できた塩を蒸発乾固した固体質量から求める。	10%

化ナトリウムは使用していないため使うことはできない。そこで同じアルカリ性の炭酸ナトリウムに白羽の矢を立てることになるため、次の手法が多くなっている。この手法は6、8と9である。6、8と9を合わせると23%(9班)に達する。塩酸濃度、中和、アルカリ性水溶液のキーワードから、このような手法に注目することになる。気体発生→質量変化→塩酸濃度ということにならない思考に驚いた。

表3-2

10	塩酸をチョークに入れ、質量変化から求める。	13%
11	石灰水で塩酸を中和から求める。	3%
12	重曹を塩酸に入れ、中和から求める。	15%
13	重曹を熱分解してできた炭酸ナトリウムで水溶液を作り、塩酸と中和から求める。	3%

また、1つの班だけが思いつくというアイデアも見られた。それは次のような手法である。

塩酸を加熱し塩化水素を抜きその質量変化から決めるというような独創的なものがある。それは温度による気体の溶解度の変化に注目し、水溶液が高温になれば溶けなくなり水になることを、理科便覧のデータから導いている。ただ発生してくる気体が塩化水素で、それを何のためらいもなく発生させようという危険をまったく考慮していないものであった。実際には水槽でトラップして排気している。

また、塩酸と水の密度の違いから求めるというものもあった。何度も量を変え、メスシリンダーと電子天秤をつかい緻密に求めようとしていた。

どの手法を用いたとしても、化学反応式や分子量、原子量を用いて、濃度の算出にまで到達していた。これは、原子、分子、原子量と化学反応式がきちんと頭の中でリンクし整理され活用できていることにほかならない。

○生徒のようす

生徒はたいへん意欲的に取り組んだ。自由度の高さ、課題の難易度が適当だったことが良かった。実際に器具にふれ、何をどのようにするか計画を練り、やってみて自らの実験を振り返る。それが繰り返し当初実験に取る授業数は3回としていたが2回増やし、5回とした。

口頭試問という形式も、初めての試みであったがクリアして実験に取りかかりたいという意識が高く、パスできないときには、涙ぐむ生徒も見られた。

同じ班で実験を行う回数が増えてくると、自然と役割分担ができ、次を見越した動きができる生徒も増えてくる。さらに、途中で手を抜くことなく最後まで、取り組めた。

まとめ

定量実験にこだわって授業を展開した。その結果、原子量の理解と、化学反応式の活用はできるようになった。実験の技能も向上した。何より、実験に積極的に知識を使いながら班で協力し取り組んでいたのはよかった。

また、元素記号は3回小テストを実施し、さらに定期テストでも出題しているせいか、定着率は非常によい。しかしその反面、物質名から化学式にすることは非常に弱い者、化学反応式の応用がほとんどできず丸暗記になっている者が、1割程度出てきている。再テストなど複数回実施しているが、なかなか向上しない。今後の課題である。

Study of Chemical Equation Through Quantitative Experiments

KURUBI Kohei

Junior high school students have to study chemical equations in second grade. They are weak on chemical equations, that is, they are not able to visualize them clearly. I would like to propose a possible solution. It seems to be more important for them to do a lot of experiments than to see them, especially in the case of quantitative experiments. If they can actually touch a chemical phenomenon, for example the relation of Mass changes before and after the chemical reaction, they can understand chemical equation better. Understanding the rule of the chemical change, by conducting fixed quantity experiments, leads to acquire the concept of the atomic weight. Furthermore, it will make the students be interested in chemical equations. I will conduct classes that aim at this, and consider the effects.

Key Words: Junior high school science, quantitative experiments, chemical equation

表現活動を組み入れた鑑賞教育

一 附属天王寺中学校美術科の3年生の授業実践を通して 一

しゅ とう とも こ
首 藤 友 子

抄録：鑑賞教育の中に表現活動を組み入れることで、自分なりの意味や価値を見出すだけでなく、客観的な視点で、専門的な知識や理論、技法などに視点を向け鑑賞の幅が広がる。鑑賞対象の造詣に迫り理論に基づく表現や、作者の意図やこだわりなどが理解できるようになる。

キーワード：鑑賞教育、言語活動の充実、表現活動の組み入れ、鑑賞の視点の広がり

1. はじめに

新学習指導要領では、全教科を通して思考力・判断力・表現力等の育成と、言語活動の充実が図られている。中学校の美術科の目標では、「美術文化についての理解を深め」が加わった。美術を愛好する心情と感性の育成、美術の基礎的な能力を伸ばすこと、生活の中の美術の働きや美術文化についての理解を深め、豊かな情操を養うことが一層重視されている。また〔共通事項〕として、発想や構想の能力、創造的な技能、鑑賞の能力のいずれを育成するときの共通に必要な資質や能力が整理され示された。

本校の鑑賞教育では、新学習指導要領の「言語活動の充実」と「美術文化についての理解を深める」ことに重点を置いている。表現を組み入れた鑑賞の在り方と、言語活動の充実の2点を軸として考え、表現活動や発表、批評などを組み込むことで、より鑑賞教育の充実を図っている。

1年次は、鑑賞に関する興味、関心を高めることを目標に、アート作品の鑑賞で、単に感想を述べるのではなく、絵画にふきだしを入れネームを考え、物語を創作しながら思いや考えを発表させている。2年次は、アート作品への見方が深まることを目標に、アート作品を技法、時代的社会的背景や作者の意図など、自分なりの見方や感じ方を見つけることをねらいとしている。実際に美術館や博物館へ行き、アート作品の鑑賞から得た感動や感想をもとに、鑑賞用テキストやリーフレットを創作させ、アート作品の魅力を分析、伝達させ、鑑賞の視点を明確にし、鑑賞の追体験に結び付けた発表をさせている。3年次は、客観的な視点で、鑑賞対象の造詣に迫ることを目標に、鑑賞から自分なりの意味や価値を見出すだけでなく、専門的な知識や理論、技法などに視点を向け、理論に基づく表現や、説明、批評をすることで、作者の意図やこだわりなど理解させる。これらを通して鑑賞対象の造詣を少しでも深めたいと試みている。

このように3年間を通して、次のような鑑賞学習の広がりを考えている。



2. シュールの世界の自分（2009年度3年生の授業実践）

シュルレアリスムは、教科書「日文 美術2・3上」に『超現実の世界』として取り上げられており、比較的興味関心を高め、理解しやすい鑑賞教材である。

今回は、教科書を使って作品から受ける印象を発表しあった後、マグリットの作品を見せ、「どこがおかしい？」と問答を繰り返しながら、具象物の組み合わせによる不思議な世界の表現であるデペイズマンに注目させた。このデペイズマンについての学習から、「自分を主人公にしたシュールな世界」を表現させた。最も現実的な存在としての自分を、デペイズマンの世界に置くことで、本来あるべきところから別のところへ移す表現に、よりリアリティを感じさせること、シュルレアリスムの作品についての造詣を、言葉の理解だけでなく感性としてとらえさせることをねらいとした。

さらに、自分の作品のコンセプト、鑑賞で学んだことの活用を中心に発表させ、自分一人で鑑賞していたのでは気付くことができない視点やとらえ方、価値などに気付かせることで、芸術活動や美術文化が身近に感じられたのではないかと考える。

(1) 授業計画とねらい

授 業 計 画		時 間
1次	超現実の世界	1
超現実主義について ～不条理な世界、事物のありえない組み合わせなどを写實的に描いた画家たち 作品から受ける印象、感じたことを中心に発表させる。		
《ねらい》 ○ 鑑賞を通して、よさや美しさを鑑賞する喜びを味わう。 ○ 美術文化や、芸術活動からくる表現の特質などを理解する。 ○ 感じ取ったことや考えたこと、見つけたことを発表する。		
2次	マグリットについて	1
パワーポイントによるマグリットの作品の紹介。 ～あるようでない？ないようである？ どこがおかしい…。 デペイズマンについて		
《ねらい》 ○ 鑑賞を通して、よさや美しさを鑑賞する喜びを味わう。 ○ 感じ取ったことや考えたこと、見つけたことを発表する。 ○ 美術文化や、表現の特質などについての関心や理解、作品の見方を深める。		

3次	シュールの世界の自分	7
<p>① 自分をシュールな世界に置いてみよう ～デペイズマンの手法を用いて、シュールな世界を展開しよう。 ～自分の存在を考えてみよう…自分を客観的にモチーフにすること…写真撮影</p> <p>② コラージュの技法について</p> <p>③ 制作 ※8つ切り画用紙 ※画材</p> <p>※作品に使用する写真など ・自分の写真(家で撮影して)・ちらし、雑誌など</p> <p>④ 発表用現行の作成</p>		
<p>〈ねらい〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 鑑賞の学習を通して、感じ取ったことや考えたこと、得た知識や表現の特質をもとに、自分の価値意識をもって表現する。 ○ 主題などを基に想像力を働かせ、単純化や省略、強調、材料の組合せなどを考え、創造的な構成を工夫し、心豊かな表現の構想を練る。 ○ 素材の特性を生かし、表現方法を工夫するなどして創造的に表現し、表現方法の特性などから制作の順序などを総合的に考えながら、見直しをもって表現する。 		
4次	各自の作品の発表	3
<p>自分の作品のコンセプト、鑑賞で学んだことの活用を中心に発表 コメントカードを書く</p>		
<p>〈ねらい〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 主題や主題に基づいた表現の工夫などを簡潔にまとめる。 ○ 鑑賞の学習を通して、感じ取ったことや考えたこと、得た知識や表現の特質を表現にどのように活かしているか簡潔にまとめて発表する。 ○ 自分の価値意識をもって批評し合う。 		
5次	まとめ	1
<p>もう1度、超現実の絵を見てみよう。 表現前の鑑賞と表現後の鑑賞の違いの発表とワークシート記入</p>		
<p>〈ねらい〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 鑑賞を通して、形や色彩、材料、光などの性質や、技法の特質がもたらす感情を理解する。 ○ 美術の理論や芸術活動の歴史的背景などを通して、美術文化の継承と創造への関心を高める。 		

(2) マグリットを中心とした鑑賞

20世紀の美術の鑑賞授業で、キュビズムやフォビズム、シュルレアリスムの学習することが多い。その中でもシュルレアリスムは、理解しやすい鑑賞教材である。マンガや、映画でシュルレアリスムに近い表現がされ、現実とはかけ離れたビジュアル表現が身近にある現在、シュルレアリスムの、夢、偶然等を重視した表現は、生徒たちには受け入れられやすい。マグリットや、ダリらの制作の中心原理ともなったデペイズマンは、CGの世界では簡単に創られる。生徒たちにとって、デペイズマンは今では身近な表現なのである。

むしろ、当時のシュルレアリスムの芸術運動が近・現代美術の世界に革命的なインパクトを与えたものだということや、デペイズマンに対する当時の人々の驚異に驚く。

マグリットの作品を見せて、どこがおかしいか発表させ、部屋の中に、途方もなく巨大な林檎を配置したり、異様に巨大なくしやコップを置いたりする大きさに関するデペイズマンや、絵の一部が夜なのに、他の一部が昼であったりする時間に関するデペイズマン、体の一部に木目が入っていたり靴の先が足になっている人体に関するデペイズマンを分類して紹介した。時間に関するデペイズマンに気がつかない生徒が多かった。

(3) 表現と発表

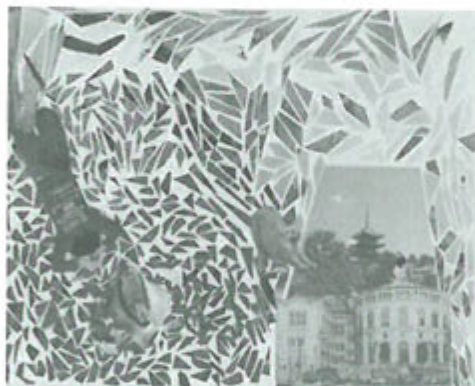
デペイズマンを用いて表現させた「シュールな世界の自分」を発表させ、コメントを求めた。表現方法は、描画でもコラージュでもよいとしたが、9割の生徒がコラージュの技法を用いた。自分の写真を用いるといったことと、2年生の時に見た横尾忠則の作品解説で、コラージュを、やってみたいと思っている生徒が結構多かったことからコラージュが増えた。次にあげるのは、表現による作品のコンセプトを中心とした発表内容と発表に対する他の生徒のコメントである。

発表

自分が考えたシュールな世界は、カーテンから抜け出してきた様子で表現した。背景がバラバラに切られているのは、現実が割って壊されていることを表し、五重塔、ロシアの建物からも手が出ていて、壊しかけている。

この世界での自分は、世界を壊しまくりに楽しんでいる。自分の存在で無重力な世界ということがわかる。

建物、人物等、場所も色も形も組み合わせている。



コメント

壊れかけているという感じがうまく表現されている。破壊!! いいですね。15才らしいと思いました。15才にとっては、現実はいつだって壊れているものなのです。その破壊の中心に随ちていくように見える。カーテンから出ている自分も面白いし、写真を切り抜くという発想はなかなかできないので、斬新的だった。



発表

考えた世界は、わさっとウルトラマンがいる。その中に迷い込んだ自分もいる。昼と夜を組み合わせて、時間のデベイズマンとウルトラマンの存在で、時空を超えた世界を表現したかった。

よく見ると、パンダが変である。

コメント

ウルトラマンがいっぱいの中、パンダの存在が面白い。パンダは、現実にはいるものでウルトラマンはない。にもかかわらず、ウルトラマンが実在して、パンダが実在しないものに思わせる作品だ。数の力と言うんだらうか。不安そうなのはいいが、自分の存在が弱い。

発表

動物が、みんなで一斉に欠伸をしている。うちの犬は、よく欠伸をする。動物の一斉の欠伸がいっぱいということは実際はないのですが、私にとっては身近に思える世界である。自分は、その世界でいつも通り「昼寝したいなあ。」と考えている。この世界をどうするか素材集めと テーマ決めは苦しめた。



コメント

猫のインパクトが強い。欠伸というより、動物が何か叫んでいる気がした。が、本人も昼寝のことを考えているとわかって、妙に現実の世界のような気がした。背景の楽譜も絵に音響効果をもたらしているような気がする。自分の写真も欠伸してほしかった。

3. おわりに

この授業実践を通して発表をすること、表現を加えることで、アート作品の造形や作品のよさや美しさ、面白さなどを豊かにとらえ、少しは芸術活動や美術文化などが身近に感じられたのではないかと考える。

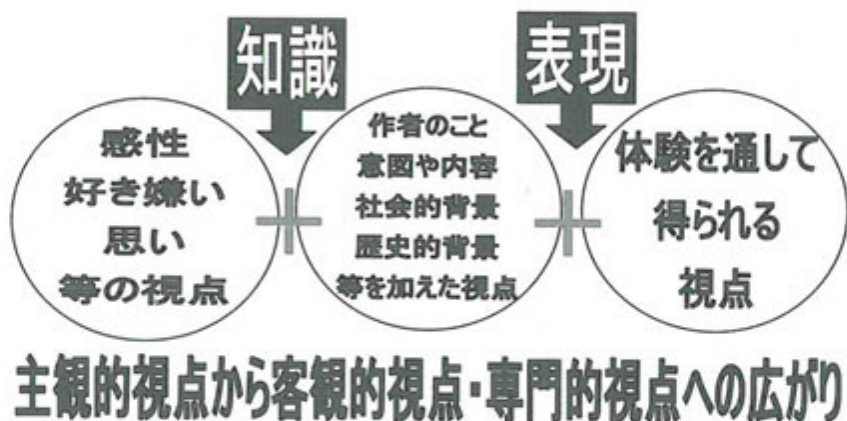
マグリットの鑑賞後「シュールの世界の自分」の表現を経て、再びマグリットの作品を見せたところ、ほとんどの生徒は、絵を見て説明を聞いただけでは曖昧にしか理解していなかったデベイズマンが明確になったという感想だった。「最初、見たときマグリットはふざけていると思っていたが、自分で表現してみて、決してふざけて創れるものではないと思う。」などの意見や、「アートに対する作家の真摯な姿勢や気持ちを知ることができた。」

という意見も多く見られた。

最初、マグリットを見せたときは、感想など心情的観察や、表面の造形的視点でとらえる意見が多かったが、表現後の鑑賞で、作家のこだわりや技法の分析、芸術に対する作家の姿勢など客観的観察による意見が増えた。

このように鑑賞～表現～鑑賞という鑑賞教育に表現を組み入れることで、表現と鑑賞のインタラクションによる大きな教育効果が見られる。鑑賞教育の目標を明確に位置付け、指導の目標を十分に検討した上で、鑑賞と表現との関連を押さえることが大切である。曖昧な目標設定では、鑑賞教育としての教育効果は低くなる。表現前後の鑑賞で、同じ作品への、生徒の視点の変化をチェックし、次の授業計画に活用していくことが大切である。

下の図のように、鑑賞教育に知識や表現を組み込ませることで、生徒の鑑賞の視点は主観的視点から客観的視点や専門的視点に広がりを見せる。



新学習指導要領では、系統的な美術文化の学習の充実と、自分なりの意味や価値をつくりだす学習を重視し、説明や批評をし合う言語活動の充実を目指している。

今回の授業の中でも、シュルレアリスムの作品を鑑賞した感想や考え、「シュールの世界の自分」の表現についてのコンセプトを発表させている。「自分がシュールな世界とは?」「自分が用いたデペイズマン」という内容の発表やコメントから、鑑賞作品を自分一人で見ているのではできない視点やとらえ方、価値などに気付くことができたと考える。発表で表現の特質の様々な視点を知り、鑑賞で学んだ基礎的な知識が深まり、シュルレアリスムが一層理解できたという生徒が多くみられた。また、友達の作品を見るだけではわからないコンセプトを聞くことは、創り手のこだわりや思いを身近に知ることとなり、作家の表現に対する主義やこだわりが目向けられ、鑑賞の視点の広がりにつながる。

「どうしてこう感じたのか?」「どうして、この色彩を用いたのか?」などの質問に「なんとなく…」と答える生徒が多い。鑑賞や表現する時、常に考えやコンセプトがきちんと整理されているわけではない。しかし、この「なんとなく」の中には、無意識に思考・計算されていることが多くある。「なんとなく」感じたこと、表現したことを、言葉に表すことで、自分の考えや思いを整理し、まとめることができる。このような鑑賞や表現に見

られる無意識な思考・計算は、感覚に裏打ちされた論理性と言い換えられるのではないか。言語活動により、感覚に裏打ちされた論理性を、意識的にとらえさせることは、発想や構想の能力、創造的な技能、鑑賞の能力の向上につながると考える。

Inserting expressions into aesthetic education

SHUTOU Tomoko

Summary : By inserting expressions into aesthetic education, students not only would find their own sense of meaning and values, but also direct their points of view on objective knowledge, information, and techniques, thus widening the breadth of their appreciation.

Students will come closer to attaining a deeper understanding of what they are observing, and will come to understand expressions that are based in theory and the artist's intentions and fixations.

Key words : aesthetic education inserting expressions widening the breadth of their appreciation.

SSH（スーパーサイエンスハイスクール）

「ブルーフ I」の実践（全体統括）

ー 全体の概要と導入としての「自由研究概論」ー

おかもとよしお
岡本義雄

抄録：本校 SSH（スーパーサイエンスハイスクール）事業の一環として、高1の後半に組み入れられている学校設定科目「ブルーフ I」を担当した。全体 20 時間を概要説明＋数学領域＋化学領域＋地学領域に分け、担当者がそれぞれの科目の担当特性を生かした実験や観察の基本を具体例を用いて指導する講座とした。時間編成など全体のフレームワークは筆者を含む担当者間で調整した。そして各領域に入る前の最初の導入として、1) 研究とは何か 2) 科学の方法論、とりわけ専門家の研究の進め方、3) 研究発表や論文の作成、さらにそのような専門家の研究に比して、4) 高校生の研究の望ましいあり方などについて筆者から「自由研究概論」の講座を行った。「ブルーフ I」についての報告の最初として、本稿ではその統括内容と筆者担当の導入としての「自由研究概論」の部分を集録した。

キーワード：ブルーフ、学校設定科目、専門家の研究、研究発表の仕方、論文の掲載、高校生らしい研究

I. はじめに

本校は SSH（文部科学省指定のスーパーサイエンスハイスクール、以下 SSH と略す）に指定される前から、理科（科学）における実験・観察中心のカリキュラム編成と理科（科学）における基礎・基本を重要視する点を常に強調してきた。この流れは昨年度本校が SSH に指定されたのちも変わらない重要な基本理念である。そしてこの流れをくむ科目として、SSH コース（本校ではこれを「科学のもり」コースと呼称）を選択した生徒が学ぶ必須教科として、「ブルーフ」という教科を設定している。その概要は次節のとおり。本稿では最初に「ブルーフ I」全体のフレームワークを概説し、あとで各領域の内容について詳述する。なお本稿では筆者の担当する「ブルーフ I」の導入編といえる研究概論の内容を合わせて紹介し、他領域の内容は本稿に続く別稿として筆者および各担当者から報告が続く予定である。

II. 「ブルーフ I」の概要

本校「ブルーフ」は元々、SSH 指定前から理科における自由研究や科学的探究の基礎と

なる技術や知識を会得させるために、10 数年前より本校理科の諸先輩が始めた学校設定科目「ブルーフ」に由来する。これらの概要や成果は過去の研究集録に様々な形で報告されているのでそれらを参照されたい。まず以下に本年度の「ブルーフ」の骨組みを紹介する（本校生物科森中敏行によるまとめ、2010 私信）。

ブルーフ I

目的：科学研究を実施する際に必要不可欠な基礎的事項（仮説の設定測定方法、データ処理、レポートのまとめ方や発表の仕方など）に関する知識や能力、態度の習得を実験・演習を通じて習得させる。

対象：高校 I 年生希望者 80 名程度（本年度は 73 名）

指導者：本校教諭（理科・数学）

実施形態：後期、隔週土曜日 2 時間、全 10 回

ブルーフ II：身近な題材をテーマにした課題研究を少人数のグループで取り組ませ、創意・工夫を要求することで、互いの議論を通して、科学的思考を楽しめる環境を設定する。また、直接研究者から助言や指導を頂ける様な機会を設定し、大学等の研究施設や研究機器の利用も考え、科学的な研究手法を習得させる。また、異年齢集団でのグループ構成により、責任感が生じ、より主体的な取り組みが可能となる。

対象：高校 I・II 年生希望者 120 名程度（本年度は高 I 73 名、高 II 23 名 計 96 名）

指導者：本校教諭（理科・数学を中心に外部の講師なども招聘）

実施形態：前期、隔週土曜日 2 時間、全 10 回

ブルーフ III：研究者と接することで、最先端の研究を身近に感じ、研究者に必要な基礎・基本や教養を身に付ける動機付けを狙う。研究のスキルを身に付けるために、少人数（2 名程度）のグループ単位で、大学の研究施設等でインターンシップを行う。見学のみに終始させないため、ブルーフ I・II において見出した研究課題を、最先端の分析方法を用いて、さらに探究し、それをもとに卒業論文を作成する。

対象：高校 III 年生希望者 20 名程度

指導者：本大学やその他の研究機関のスタッフ

実施形態：原則春休み（3 月 20 日～4 月 10 日）またはその前後の土日の 5 日間
（ブルーフ III は本稿執筆時点でまだ実施されていない）

なお、SSH 指定最初の年度であった昨年度は、「ブルーフ I」において、現行の「ブルーフ II」の内容に相当する生徒の自由な研究テーマに基づく班研究を半年間行い、その報告をするという形を取った。しかし、SSH 指定 2 年目の本年度よりは、その内容はすでに昨年度の「ブルーフ I」を終了した高校 2 年生が指導し、その下にいわば高校 1 年生が弟子入りする形で運営される研究班により構成される「ブルーフ II」に移行し（一部班ではスタッフ等の問題から 1 年生だけの班構成を行った）、本年度の「ブルーフ I」では、上記のように本来の趣旨に戻って、研究をするうえでのかかせない基礎知識や心構え、また、実験や観察の基本を学べる内容に変更した。また趣旨から言って、この「ブルーフ I」の履

修後に「ブルーフⅡ」が履修されるのが理想であるが、

- 1) 最初に研究の経験を「ブルーフⅡ」で体験してから、基礎基本を学ぶ「ブルーフⅠ」を履修する逆の方法にも意味がある。
- 2) 教員スタッフの側でⅠ、Ⅱを2つ同時に教材開発することの困難

などを考慮し、すでに「ブルーフⅠ」を取得した高校2年生と1年生の共同班による「ブルーフⅡ」の運用という妥協を行い、現行のカリキュラム改訂となった。しかし、この「ブルーフⅡ」における異学年班構成は、高Ⅱ生徒の予想をはるかに超えるリーダーシップの発揮という、当初のこちらの意図以上の効果を上げたが、それについてはまた別に詳しい報告がなされるはずである。

以上から、本年度の「ブルーフⅠ」は昨年度にはなく、今年度新たに設けられた内容の講座である。したがって教材開発には当然困難がともなった。他のSSH諸校でも同じような取り組みがみられると思うが、「ブルーフⅡ」を担当しながら「ブルーフⅠ」の教材開発を行わなければならない筆者らには、それら先行研究に目を通す暇も余力もなかった。したがって本校では、これまでの担当者各自の類似の授業や土曜講座などの経験を踏まえ、ほとんど手探りで「ブルーフⅠ」の内容を開発した。結果的にそれらの幾つかは既存の高校レベルのカリキュラムにない目新しい内容を多く含むようになった。これらはSSH諸校や同様な試みを行っている学校でも大いに参考になると思われるので、次章以降で詳しく紹介したい。

Ⅲ. 今年度「ブルーフⅠ」の実施形態

今年度の高校1年生の「科学のもり」コース選択者は73名であった。各クラス毎の人数はA組15名、B組20名、C組19名、D組19名とばらつく。「ブルーフⅠ」ではまず各領域の講座担当者4名を決め、その専門内容に応じて、数学領域、化学領域、地学領域の3部門を設定した(化学領域は2名が担当)。それぞれの担当者が2時間ずつ2回の講座を受け持つ原則で、担当者が2名いる化学のみ8時間分の講座内容とした。最終的な「ブルーフⅠ」の半年間の実施計画は、

<自由研究概論(担当 岡本)>	2時間	<小講堂で全体講義>
数学領域(担当 藤田)	4時間	ここからは各クラス別
地学領域(担当 岡本)	4時間	
化学領域(担当 原田・松永)	8時間	2つの班を合同で行う
<生徒研究発表会>	2時間	<実際にはまる1日を充てる>

の計10回20時間とした。生徒は最初の概論と発表会を除いて各クラスごとの4班に分かれ、上記3領域を資料の表のようなローテーションで回ることにした。全体の実施形態や内容については、追記の資料にも詳細があるので参考にしてほしい。

次の章では、このうち全体の導入にあたる筆者担当の「自由研究概論」2時間分の内容について詳述する。

Ⅳ. 「自由研究概論」の内容

まず各領域の具体的な実験・観察に入る前に、全体の導入の時間として、「研究とは何か」を高校生に考えてもらう講座を2時間分用意した。日頃高校生にとっては印象の薄い、専

門家の研究のなされ方、発表のされ方、論文の書かれ方、掲載のされ方など、一般に世間で研究というものがあるかのようになされ、どのように公開されていくのかを高校生にわかりやすく紹介する時間とした。さらにその上で高校生にとっての自由研究の在り方を紹介することにした。またできるだけ抽象論を避け、具体的な資料をもとに講義することにした。授業時に配布したプリント類とまた全クラス合同行った授業時のパワーポイント画面のコピーを配布資料の形で文末に添付したので参考にしていただきたい。

この概論の中で筆者が伝えたかったのは（順不同）、

- 1) 研究者は別に特別なことをしているわけではない。
- 2) 研究者にとってもお金（予算）は大事である。
- 3) どんなに優れた研究でも発表しなければ人の役には立てない。
- 4) 研究者にとってやはり英語が大事。
- 5) 高校生の研究は専門家の真似や下請けをしてもしょうがない。
- 6) 高校生らしい研究にも専門家をうならせる可能性は充分ある
- 7) しかしそのためには「テーマ選び」がとりわけ大事。
- 8) そのときに勘違いをしてはいけない（飯澤，2009）。
- 9) 研究者（研究）って楽しいよ！

という風になる。

具体的な授業進行は、

- 1) 2人のノーベル賞受賞者のエピソード（小柴昌俊さんと田中耕一さん）
⇒2人ともそんなに世間が思うほど秀才でもなく、いわば普通の人だった。
小柴さんの大学の成績はそれほどよくない。田中さんは第1志望の企業を不合格。
⇒とくに田中さんは当時博士号を持たない一民間企業の研究者だった。
- 2) 田中さんの4ページの英語 Proceedings の紹介⇒英語の重要性の紹介
- 3) 学会ってどんなところ？
- 4) Peer Review System（論文の査読）について。
⇒誰が研究の質を証明するのか？
⇒研究雑誌に論文が載るシステムの説明
- 5) 査読を巡るエピソード
- 6) 筆者の過去の国際雑誌への投稿談（未だにアクセプトされていない！）
- 7) 研究発表のプライオリティ（先取権について）
⇒山中伸弥さんの iPS 細胞論文の紹介
- 8) 高校生らしい研究とは
⇒興味は必ずしも研究とは直結しない！（飯澤，2009）
⇒専門家はほんの少しの内容を分厚い論文にしている。
⇒日常のほんのちょっとしたことを研究の対象に。
- 9) 高校生の研究発表で気になること
⇒どこまでが先行研究でどこが自分のオリジナルか。
⇒中身があつてのプレゼン。

そして、このあとこの日特別ゲストとしてお招きした大阪教育大学特任准教授の仲矢史

雄先生との対談を行った。この中で仲矢先生は、自分の研究を始めた理由、Nature に送った論文への編集者からの“悲しい手紙”（ようするに掲載拒否）、そして別の雑誌からの“うれしい手紙”（掲載受諾）の Email の内容などを紹介していただいた。

このようにして自由研究概論の講座は終了した。

V. 議論

筆者がブルーフ I の自由研究概論の準備や本稿を書くにあたっては、幾つかの文献にあたった。しかし、研究者になるための指南書は多いが、多くは大学学部生や大学院生向けであり、本稿のように高校生向けにその内容を書いたものがほとんどないことに気付いた。本稿を収録に寄稿したのはそれによるところも大きい。そしてこれらのことは他の SSH 諸校でももっともノウハウがなく、苦勞されているところでもあると考える。これら経験をいかに蓄積していくか、また新たな教材を開発していくかが、本校をはじめ多大な税金を投入されている SSH 諸校に課せられたひとつの大きな使命であると考ええる。

「ブルーフ I」の各領域の内容は、一応担当者間で共通の理解を持っているものの、講座内容は各担当者にまかされている。つまり「ブルーフ I」として共通の理念や手法が統一的に確立されているわけではない。筆者はそれでもかまわないと思っているが、いや理念を確立すべきという異論もあるに違いない。当然各領域ごとの受講に生徒はやや戸惑いが見られることは十分に予想される。このあたりは「ブルーフ I」を数年続ける中で検討され、改良されさらに再度総括されるべきだと考える。

ただ、担当者にとってはこの科目を担当することで、新たな幾つかの教材の開発がなされたという利点も大きい。生徒の反応から学ぶものも多かった。それらは各領域担当者からの続稿の中で詳細に述べられるはずである。

最後に別の議論として、筆者の持論であるが、高校生に科学の面白さや研究の経験をいくら熱心に伝えても、それがそのまま次世代の科学の研究者を育てることにつながらない、という皮肉な現実を記しておきたい。生徒はけっして夢や希望だけで自分の進路を選ばない。また保護者もそれを決して望まない。夢や希望だけで安定した生活ができないことを、すでに彼らは十分すぎるほど世間から学んでいる。SSH で科学の素晴らしさを学んだ生徒のかなりの部分は医学部や法学部に進学する。それはその方が安定した生活が約束されるからという厳しい現実がある。筆者はこれがかつて『100 のプロジェクト X より 1 つの青色発光ダイオード裁判』（岡本、2007）と呼んだことがあった。これらは強調しても強調しすぎることはない点であると指摘しておく。

しかしそれでもなお、法学部や医学部に進む生徒が、科学の研究の楽しみや喜びを自身の経験として高校生の多感な時代に経験することは、大変意味のあることであり、それが将来の科学の発展に間違いなく寄与することだと筆者は考える。科学者を育てるだけでなく、科学を理解する次世代のリーダーを育てる。その使命もまた SSH に指定された本校の別の大きな使命であると筆者は考えている。

VI. 結論

本校で最初の経験となる「ブルーフ I」のフレームワークが決定した過程を概要と内容を述べて紹介した。さらに、その中で筆者が担当した導入編にあたる「自由研究概論」の

内容を紹介した。本稿は「ブルーフ I」の講座が継続中のいわば序論の段階であり、「ブルーフ I」の教材開発の熱意が冷めぬうちに、担当者のいわば開発期の思いのたけをぶつけたものである。

「ブルーフ I」の内容については改善や追加すべき内容も多く含むと思われるが、生徒の反応は上々であり、結構熱心に受講している。これは「ブルーフ II」がいわば自由研究の実践編とすれば、「ブルーフ I」がその理論編にあたるという位置づけで総括できる。そうした意図のもとでは滑り出しは順調であると考えている。また各担当者は「ブルーフ I」の教材開発や講座の途中で様々な経験を積み、それらの経験はこれからの SSH 諸企画の充実に生かせるものと考えている。続編として書かれる各領域の報告を合わせてお読みいただきたい。

<謝辞>

SSH 委員会の諸氏には、「ブルーフ I」の実施にあたり様々なご協力をいただいた。同僚である物理担当主幹教諭井上広文氏、生物科教諭森中敏行氏からは「ブルーフ II」の実践の上に立った「ブルーフ I」の企画について多くの助言をいただいた。大阪教育大学特任准教授仲矢史雄氏には、「ブルーフ I」や「ブルーフ II」の授業を見学していただき、有益な議論と示唆をいただいたほか、最初の導入講座にゲストで参加していただき、研究者としての苦労や楽しみなどを語っていただいた。本講座を受講した生徒諸君からも数多くの暖かいフィードバックをいただいた。これらの方々に感謝申し上げる。

また、「自由研究概論」の準備にあたって、京都市立堀川高等学校の 2009 年度 SSH 研究成果発表会での同校研究部長飯澤功氏の報告「高校生の自由研究のテーマ設定における勘違い」（飯澤，2009 として引用）が大変参考になった。感謝し記しておきます。

<参考文献>

岡本義雄：高校生による地球科学モデル実験 Part2，2007 年地球惑星科学連合大会，講演予稿集

追記（資料など）—————

☆資料 1：ブルーフ I の概要（職員会議用配布プリント A4 判を B5 に縮小）

ブルーフ I	2010 年度の日程と内容	2010/10/01 SSH 委員会
--------	---------------	-----------------------

本年度ブルーフ I は下記の要領で実施します。

<日程>

1	① 10 月 16 日（土）	担当 岡本	場所（小講堂）
2	② 11 月 06 日（土）	グループ別	
3	③ 11 月 20 日（土）	グループ別	
4	④ 11 月 27 日（土）	グループ別	

5	12月18日(土)	SSH本校発表会	大阪教育大学柏原キャンパス
6	⑤ 12月20日(月)		グループ別(補講として)
7	⑥ 1月22日(土)		グループ別
8	⑦ 1月29日(土)		グループ別
9	⑧ 2月05日(土)		グループ別
10	⑨ 3月17日(木)		グループ別(補講として)

※ 時間はいずれも3・4時間目相当時間(10:40~12:30)の2時間相当分

<班別受講ローテーション> A~Dは高I A組~D組を示す。

教室割り当て	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
数学(コールセンター)	A	A	B	B	C	C	D	D
地学(地学教室)	B	B	C	C	D	D	A	A
化学(化学実験室)	CD		DA		AB		BC	

※ 内容は教材準備や生徒の進捗状況などで、適宜変更される場合があります。

※ 生徒は受講者全体をA, B, C, Dのクラス別4班に編成。その4班で上記のように受講コースをローテーションする。教室を間違えないようにしてください。

※ 数学はコールセンター 地学は地学教室 化学は化学実験室です。最初の全体会(10/16)は小講堂です。

<講義・実習内容>

§. 自由研究概論(10/16) 担当: 地学科 岡本 義雄

高校生にふさわしい自由研究とは何か。また専門家の研究はどのようになされているか。の2点について、具体的な例をあげて紹介する。

具体的には1) 高校生としてのぞましい研究の在り方をまず示す。合わせて、2) 専門家の研究の方法、その特徴を紹介する。3) 専門家の論文が提出され受理される過程や、研究者になる方法などについても詳述する。生徒が研究者を目指すことを後押しするとともに、研究者以外の職業についてときも、研究者という職業を正しく理解できるようにすることを目的とする。

§. 数学: データを解析する手法について Part 1 担当: 数学科 藤田 幸久

① 2種類のデータセットの相関を見る(散布図 相関係数の計算)

高校生の陸上競技の記録集から100m走と200m走の両方に出場している生徒の記録や、混成競技に出場している生徒の記録を集め、それらの間に何かしらの関係がありそうかどうかを考察するための散布図(相関図)の作成方法を学習する。また、関係の強さを数値的に表す手段としての相関係数について学習する。表計算ソフトを用いて大量のデータに対して散布図や相関係数を求める実習を行う。

② 関係のありそうなデータセット間の近似式(回帰直線 最小2乗法)

関係がありそうなデータセット間の関係を式で表すための手法を学ぶ。散布図に直感的に近似直線を引く方法や、最小2乗法によって回帰直線の式を求める方法について学ぶ。また、表計算ソフトの関数を利用して回帰直線を求める実習を行う。

§. 地学：データを解析する手法について Part 2 担当：地学科 岡本 義雄

自由研究の解析手法の参考になるように、主として 1990 年代以降に急速に進展した『複雑系科学』の基礎を、地学関連の内容を基に高校生にもわかりやすいように解説し、その中でデータ解析や幾つかの統計手法についても触れる。

複雑な自然の中に隠されたシンプルな法則や、その幅広い適用例と数学的手法を学び、自然に対する新しい見方を習得することは、生徒の自然に対する新たな感動の動機づけとなることが予想される。

<主な具体例>

- ・地震のサイズと個数の関係、クレータのサイズと個数の関係⇒『フラクタル』の概念の紹介とその応用。また正規分布との違いを若干の数学的取扱いを交えて実習する。
- ・カオスの簡単な例の紹介⇒表計算ソフトで『カオス』にあたる式を計算し、カオスのふるまいについて考察する。その自然界や社会における適用例を考え、事物の予測可能性について簡単に議論する。
- ・P.Bak (1989) の発見した、『自己組織化臨界現象』について簡単な解説や実習を行う。

§. 化学：化学実験のコツや勘所 担当：化学科 原田 英光・松永 茂

① 成分元素の検出（化学カイロの成分）

大阪府高等学校理化教育研究会化学研究委員会編化学実験書より化学カイロの成分元素を確認する。実験器具の取り扱い方と基礎的な化学の知識、思考の進め方を実験を通して学ぶ。

② 固体の溶解度

固体の溶解度曲線を作成する。手法は生徒の班別思考に委ねる。

別途、再結晶操作も体験する。あわせて、濃度の換算演習も行う。溶解現象について考える契機とする。

③ アボガドロ定数の測定（天日塩の結晶を用いて）

大阪府高等学校理化教育研究会化学研究委員会編化学実験書より天日塩の結晶を直方体に割り、体積と質量を調べ、アボガドロ定数を算出する。物質量の復習と測定値の扱いや指数計算に慣れることを意図。

④ 中和滴定（身近な材料中の酸の濃度の決定）

水酸化ナトリウム水溶液の濃度をシュウ酸水溶液を用いて決定し、それを用いて身近な酸の水溶液の濃度を求める。滴定操作の器具の取り扱いや滴定の原理を学ぶ。

☆資料 2：筆者による「自由研究概論」（2時間）のプリント、レジュメ資料

ブルーフ 1 研究概論

2010/10/16

担当 地学 岡本 義雄

1. 研究（者）とは

- ・研究って何だろう。ちょっと考える。

2002 年ノーベル物理学賞小柴昌俊さんの言葉

Q：先生のこの度の研究はどのように社会に役立つのですか？

A：何の役にも立ちませんよ！（この2行，2011/01/11 加筆）

- ・人々に知れて初めて研究と言える。
- ・専門家はそのために、研究発表を行う。
ふつう、まず学会や研究会で発表（口頭発表やポスター発表）。⇒3人寄れば学会？
最近ではPowerPoint 全盛。昔は手書きや模造紙も多かった。
重要な発表は国際学会に発表されることが多い。言語はもちろん英語。（ノーベル化学賞、田中耕一さんの例）

日本質量分析学会のHPにある田中さんの最初の記事の紹介。

日中合同学会の英文の Proceedings わずか4枚の記事がノーベル賞選考委員会の目にとまるという話（この2行，2011/01/11 加筆）

- ・次に、研究発表を論文にまとめて投稿する。投稿先：科学雑誌、研究紀要、単なる報告書など。
この中でも科学雑誌（査読あり）に論文が掲載されて、その人の研究だと認められることが多い。
また論文を幾つかまとめて教科書や本として発表する場合もある。
さて、この論文投稿というのが研究者の仕事の重要な部分。（別紙資料に Nature の場合を紹介）

雑誌にも「格」があり、Nature、Science は科学雑誌の双璧。他に各分野ごとに国際学会や日本独自の学会が多数ある。重要な論文は他の研究者の論文に引用され、その回数が多いほど論文の重要度が増す。

- ・ほかに、最近の研究者は研究予算をどこかから調達、工面するのも大きな仕事。
- ・大学の先生の場合にはこれ以外に授業、講義やゼミ、学生の指導などもある。
- ・企業研究者の場合は、会社から指定される研究や業績を上げることも仕事となる。

2. 高校生らしい研究とは（資料 WELab 虎の巻参照）

< 高校生の課題設定における勘違い（京都市立堀川高校教諭 飯澤功氏）

- ・興味と研究は同じだと思っている。
- ・世界に冠たる大発見ができると思っている。

3. 高校生の研究発表で気になること

- ・タイトルと構成
- ・グラフについて
- ・数式を使うこと
- ・文字の大きさやフォント

4. 研究のまとめ方（論文の書き方） 巻末資料参照

5. 研究者へのインタビュー（仲矢史雄氏，大阪教育大学特任准教授）

資料2：週刊地球実験室 WELab 虎の巻 その1.

2008/5/17 初版 2009/06/06 改訂 2011/01/11 再改訂

0. 高校生らしい実験とは

- ・誰もやっていないオリジナルな実験（これは難しい）
- ・誰かがやっているが，新しい材料や，斬新な発想で改良したもの。
- ・専門家がやっている難しい観測や実験を，身近な材料で遊び心に満ちた方法で簡単に行ってしまう（これが元々の「キッチン地球科学」の原点）
- ・本に載っていたり，有名な先生が述べているが，誰も成否をまだ確かめていない実験
- ・上記の成果を否定する実験（ある成果を否定するにはとても長い道のりが必要）

逆に駄目な実験とは

- ・専門家の実験をそのまま真似たもの。→専門家に勝てるわけがない。（でもこれが多い）
- ・自然のミニチュアをそのまま作ろうとする実験（これも多い）
- ・実験そのものが危険だったり，特殊な材料を使ったりして，誰も真似できない実験。
- ・そもそも実験そのものの意味が一般の人には理解できない実験。

1. テーマ選び

これがもっとも重要でほとんど研究の成果はこれにかかると言ってもよい。しかしテーマ選びは時間がかかる。実際には幾つかテーマを持って試行を行いものになりそうなものを探すしかない。

このとき，研究のジャンルから探す場合と，実験材料や手法からアプローチする方法とがある。

とりあえずふだん何気なく見ているものを違った角度から見ることから発見が始まる。身近な疑問も大事にしよう。

2. 材料選び

- ・「キッチン地球科学」とは，身近な材料。つまり台所やせいぜい100円ショップで手に入る材料を使う。（専門家の中で1990年代末から急に流行りだした）
- ・ただし，測定や解析には最新のデジタル機器などを活用してよい。
- ・測定それ自体を，簡単な測定器を自作するのもよい。

3. 過去で科学賞を取ったものや専門家の中で流行っている研究を分析

（別紙参照）－別紙省略－

4. 私の好み（というか今すぐにテーマを思いつかない人のためのレシピ）－省略－

5. 実験・解析する手法

＜最新のデジカメ、ビデオカメラなどを駆使する＞

例えば、ビデオカメラはナイトショット機能で近赤外線域が記録できる。

非接触型赤外線温度計→ボタンを押すだけで離れた場所の温度が測定できる。

デジカメの画像（RGB）は画像処理を施すことで様々な解析が可能。

＜解析手法として、最近流行りの“複雑系科学”の手法、成果を意識する＞

6. 解析の定石

・複雑な現象をモデル化する。

・幾つかのパラメータ間の関係をグラフ表示する。（相関やリズムの発見）

資料3：研究のまとめ方

2010/07/10 岡本によるノート

研究論文やPPTのまとめ方にとくに決まった規則があるわけではないが、これまでの研究者たちの研究論文などはおおむね次のような形でまとめられることが多いので参考にしてください。また学会や科学賞などに投稿する論文では言葉づかいや、引用の仕方などに細かい規定があることがあります。

長い論文では最初にアブストラクト（要約）というものをつける。短いものはなしでかまわない。

1. はじめに（Introduction）

ここでは、研究を始めた動機や、着想の起源、また同様の研究が誰かによってすでに行われているか（これを先行研究と呼びこれを調べることは極めて重要）などを書く。仮説などを立てているのであればそれも書く。

2. 研究方法（Methods）

実験であれば、実験装置の概要、何を測定したのか、などを詳しく書く。また自分たちの装置の工夫なども忘れずに書く。

3. 結果（Results）

実験結果をたんと事実のみを書く。その際、実験手段にまつわる留意点があれば（誤差や実験環境）忘れずに書いておく。グラフなどを多用する。その際、縦軸・横軸の表す量の記述と[単位表示]を忘れない。

4. 考察（Discussions）

ここで結果をふまえて、自分たちでその結果の出た理由を推測して議論する。またあらかじめ仮説を立てていれば、それとの比較検討を行う。

5. まとめ (Conclusions)

最後にこの研究でわかったことをまとめる。特に先行研究にはないオリジナルな部分を強調する。箇条書きにしてもよい。

6. 謝辞と参考文献 (Acknowledgments and References)

引用した研究結果はかならずここに書く。どのような研究も自分たちだけで行ったのではなく、どこかからその情報を持ってきているはず。文献だけでなくネットの情報は URL でもかまわない。出版 (公表) されていない情報は私信などと書く。

7. 追記 (Appendix)

もし、何か本文中に書き足りないことがあれば、特に実験手法などの詳細をこちらにまとめる場合がある。

※引用の仕方

どのような研究でも他人の研究の肩の上に乗っている (Google Scholar より)。そこで引用の仕方は、

本文中でまず引用。

「このゴキブリの音に対する反応 (例えば、久留飛ほか, 2007) は——」などと人名 (研究者名, 複数のときは他などをつける), 発表年 (論文や研究発表の年)

参考文献での書き方 (これは学会により多少異なる)

久留飛航平・岡本義雄, 2007, ゴキブリの音に対する反応, ゴキブリ研究, 12, 33-38,
氏名 (複数もある), 発表年, 論文タイトル, 雑誌名, 巻名, ページ

資料 4. 科学雑誌 Nature の論文投稿の詳細 (産業医科大学 Web サイト「一流誌の論文審査 (レフリー・システム) と採用率」の pdf ファイルより) (著作権を考慮して本稿では省略)

§. 資料5 (講座当日のPPT原稿)

研究とは何か プルーフ I

地学科 岡本 義雄

特別ゲスト 大阪教育大学准教授 仲矢史雄先生

2010年10月16日 プルーフ I 初回

田中さんの論文

Abstract of the Second Japan-China Joint Symposium on High Temperature 15, 16, 2002

田中 耕一 (1970年10月10日生まれ) は、富山の物理学者。2002年「実体物理学とくに半導体」の抽出に対するパブリアン賞を受賞。



小柴 昌俊 (こしば まさとし)

- 小柴 昌俊 (こしば まさとし、1926年5月19日-) は、日本の物理学者。2002年「実体物理学とくに半導体」の抽出に対するパブリアン賞を受賞。
- 東京大学卒業時の成績証明書を公開しており、16教科のうち「優」は2 (物理学実験第1と第2のみ)、「良」は10、「可」は4 (原子物理学ほか) であった。
- Wikipediaより



学会ってどんなところ？

- どんな研究をしたいか？
- 推薦者が必要な場合と不必要な場合がある
- 学会発表は大体年2回くらい
- 学会では発表以外に研究仲間を探したり、予算の獲得先を探したり
- 学会で発表した内容はその場で問題点などを議論し、その議論を受けて論文を書く。
- 論文は必要に応じて投稿先を探す。

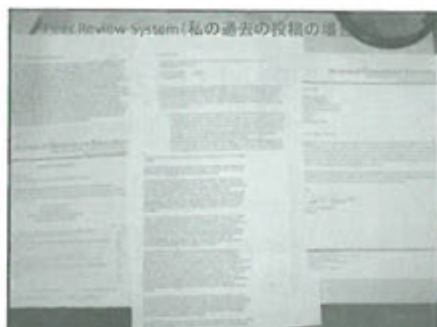
田中耕一さん2002年度化学賞

- 富山県立富山中部高等学校卒業後、東北大学工学部へ進学 (指導教授は安達三郎博士 (現・東北大学名誉教授))。東北大学在学中に単位を落とし1年間の留年生活を送る。大学卒業後は大学院へ進学せずソニーの入社試験を受けるも不合格。就職先が決まらず安達の勧めで富山の島津製作所の入社試験を受け合格し島津製作所へ入社。
- Wikipediaより。写真は島津製作所HP



国内学会風景

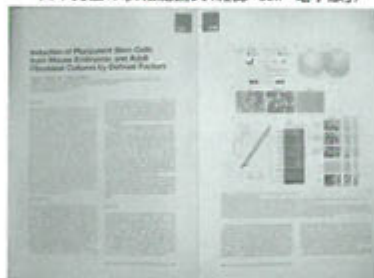




Peer Review System (査読)

- 研究の正しさや重要性はだれが決めるのか？
- 学会発表なら誰でもできる(新聞やTV報道で気をつけるところ)。
- 権威ある科学雑誌に載ること、すなわち厳しい査読システムが研究の権威(正しさ&重要性)を決める。
- 査読者は研究内容をチェック
 - ⇒偽(ねつ造)データ、盗用などのチェックは難
 - ⇒競争相手に手の内をさらけ出す危険
 - ⇒アイデアが斬新すぎて査読者に分からない危険
- 競争状況にある研究の場合: 雑誌の投稿の日付、アクセプト(受理)の日付けが問題となる。

山中先生のips細胞論文(雑誌「Cell 電子版」)



査読にかかわる事件

- 初期のインシュタインの論文: 査読を飛ばす
- ボース・インシュタイン凝縮
- インドの物理学者ボースのアイデア
 - ⇒査読者が認めなかった
 - ⇒インシュタインの理解
- 高温超伝導物質の論文についてのうわさ
- ES細胞のねつ造論文
- 旧石器のねつ造論文 etc

高校生らしい研究とは

- 高校生の自由研究テーマ設定における勘違い(飯澤, 2009)
 - 興味関心を研究テーマを選ぶ。
 - (例) ブラックホールの研究
 - オーロラの研究
 - 何かおおきな世界を変えるような研究ができると思っている！
 - ⇒専門家の発表や論文をみれば、どんなにちっぽけなことを、どれだけ苦労して立証しているかがわかる。

高校生の研究発表で気になること

- どこからか引用した資料のみの研究
- どこがオリジナルか
- 研究テーマのタイトルの工夫
- 発表内容は誰も知らない。
⇒丁寧な説明
- グラフの軸設定
⇒単位が必ず必要
- 数式、キーワード、箇条書き、段落分けなど。
- PPTのど派手な効果ばかり目立つ発表。

研究者へのインタビュー：仲矢史雄氏

- プロフィール経歴：1969年大阪府茨木市生まれ。同志社大学工学部機械工学科1994年卒業。名古屋大学大学院博士課程前期1996年修了。東京工業大学 生命理工学研究科博士課程、理学博士号 2003年学位取得。
- 東京工業大、お茶の水女子大学でポストドクターとして研究に従事。2005年以降お茶の水女子大学、講師。
- 2010年10月から大阪教育大学、特任准教授。専門分野：動物生理学(海産無脊椎動物)、センサー工学、熱力学、非言語コミュニケーション 分析 科学技術コミュニケーション論(著書：サイエンスコミュニケーション、日本評論社 刊)
- 趣味：壊れたバイクやパソコンを修理して、動くようにすること。スキー、ダイビング。

Practices on Proof I (Frame work and Guidance)

-How do high school students challenge scientific studies and academic carriers?-

OKAMOTO Yoshio

Abstract:

A special subject named "Proof I" is developed as a fundamental frame work of science. In our curriculum, Proof I includes a basis of analysis, statistics, observations and laboratory works which are used commonly in modern sciences. On the other hand in Proof II, the students carry out advanced experiments and observations in order to investigate their own themes. Both two subjects are settled for 10th grade students belonging to the "Super Science Course" named "Kagaku no Mori".

The staff of Proof I are a math teacher, two chemistry teachers and a geosciences teacher. They developed and challenged some practices for students related with statistics, analysis or laboratory techniques within their subjects. The students took three classes in a cyclic order except for the guidance lecture. The students enjoy the calculations, measurements and the analysis on the whole.

In this article we also describe the contents of the guidance lecture by the author. The guidance lecture is an introduction of what is study, how to study and an introduction to academic carriers including paper submissions or peer review systems. The guidance lecture also suggests what study is an appropriate style for high-school students. Practical examples instead of notional conception should be used for student's exercises. In the last decade, many SSH high schools were born, however the themes described here are not so frequently discussed and published. The following articles will treat the further details of our challenges, too.

Key Words: Proof, super science high school, experiment-based study, laboratory techniques, guidance lecture, peer review system

SSH (スーパーサイエンスハイスクール)

「ブルーフ I」(数学領域)の実践

— 2変量の統計処理に関する理論と実習の指導 —

ふじ た ゆき ひさ
藤 田 幸 久

抄録: SSH 関連の学校設定科目「ブルーフ I」の数学領域の内容として、統計に関する授業(4時間)を実施した報告。主として2変量のデータ解析に関して、散布図、相関係数、回帰直線についての考え方を指導し、手作業および、表計算ソフトウェアを利用してその演習を行わせた。その結果、高校1年生でも、2変量の関係の強さを相関係数を利用して判断したり、回帰直線を利用して予測をたてるということが十分にできそうだ、ということが分かった。

キーワード: 数学教育, 統計教育, 2変量データ解析, 表計算ソフトウェア, SSH

1. はじめに

「ブルーフ I」は本校 SSH 関連の学校設定科目として高校1年後期に設定されているので、科学研究を実施する際に必要不可欠な基礎的事項(仮説の設定、データの測定と処理の方法、レポートのまとめ方や発表の仕方など)に関する知識や能力、態度の習得を実験・演習を通じて習得させようというものである。科目担当者の一人として藤田が数学領域に関して、2時間連続の授業を2回、合計4時間の授業を行ったので、その概要を報告する。

なお、新学習指導要領では「数学 I」において『(4) データの分析/イ. データの相関/散布図や相関係数の意味を理解し、それらを用いて二つのデータの相関を把握し説明すること。』とあるので、この実践報告はその参考にもなると考えている。

2. 授業のプランニング

前期に開講される「ブルーフ II」では、実験や観察から物事の性質などを探求していくので統計処理が欠かせない。ところで、今の生徒たちは十分に統計の学習をしているとは言いがたい。そのため「ブルーフ I」の数学領域として「統計」に関わる内容を指導しようと考えた。

とはいえ、本校では統計に関連する内容は高校2年次に「数学B・数理情報」の授業の中で扱う予定なので全員必修ではない「ブルーフ I」で、同じ内容をやるわけにもいかない。「数学B・数理情報」では、資料の整理一度数分布、代表値(平均値、中央値、最頻値)、

散布度(レンジ, 平均偏差, 分散, 標準偏差), 偏差値について話し、分散の計算式の変形などについての練習をする。時間があれば、2変数についての関係-散布図, 相関係数の話をして、相関係数が-1から1の間にあることを証明するぐらいまでができるので、「ブルーフ I」ではその後半の部分-2変数についての関係-を表計算ソフトの利用も含めて理論よりむしろ実用に重きをおいて指導することにした。また、2時間連続の授業を2回ということなので、1回ずつの授業は前半1時間を黒板とノートを用いた学習、後半1時間をコンピュータを用いた実習に充てることとした。授業内容の予告として、

① 2種類のデータセットの相関を見る(散布図 相関係数の計算)

高校生の陸上競技の記録集から100m走と200m走の両方に出場している生徒の記録や、混成競技に出場している生徒の記録を集め、それらの間に何かしらの関係がありそうかどうかを考察するための散布図(相関図)の作成方法を学習する。また、関係の強さを数値的に表す手段としての相関係数について学習する。表計算ソフトを用いて大量のデータに対して散布図や相関係数を求める実習を行う。

② 関係のありそうなデータセット間の近似式(回帰直線 最小二乗法)

関係がありそうなデータセット間の関係を式で表すための手法を学ぶ。散布図に直感的に近似直線を引く方法や、最小二乗法によって回帰直線の式を求める方法について学ぶ。また、表計算ソフトの関数を利用して回帰直線を求める実習を行う。

と提示した。

3. 授業の実践

(1) 第1講「散布図と相関係数」

- ① 内容: 1変数についてのデータ処理-平均値, 度数分布, 標準偏差, 偏差値
2変数についてのデータ処理-散布図, 相関係数

② 第1時の展開

(資料1)のプリントを配布し、本時の授業の概要-統計に関する話をする、来年の「数学B」でも統計の学習をする予定であることなどを話した。

変量とは調査した資料の特性を数値で表したものであるが、調査によって1種類の変量が得られる場合-例えば、数学の試験をしたときに得られる「得点」-と、複数の変量が得られる場合-例えば、一斉検診で得られる「身長」と「体重」-があることを確認した。

そのうえで、まず1変量の整理と分析について、数学のテストを例にして問答していった。以下に問答の例を挙げる。

- 数学のテストをしてまず何が気になる?
- そうやね、自分の点数やね。
- じゃあ、その次に気になるのは?
- そうそう、みんな「平均点は?」ってきくねえ。統計では平均値と言います。平均の求め方は知ってるね?

と、平均値の求め方について再確認し、 $x_1+x_2+x_3+\dots+x_n=\sum_{i=1}^n x_i$ と表されることを伝え、 $\bar{x}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n x_i$ と表すことも話した。「数学」の授業ではこの他の代表値として中央値や最頻値があることなどを話す、ここでは触れなかった。

- 次に何が気になる？テストが終わった後、配られるものがあるよね。
- そう、得点の分布表だね。平均点が同じでも、得点が平均の近くに集中している場合と、上から下まで幅広く分布している場合があるね。その散らばり方を数値で表す方法があります。

ここで、分散・標準偏差の考え方と求め方 $\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ を伝える。

- ところで、模擬テストとかを受けたときにもう一つ気になることがあるね。それは何か？

- そう、偏差値だね。偏差値の求め方って知ってる？

ここで、偏差値の求め方を伝える。多くの生徒は偏差値の意味も知らずにその値に一喜一憂しているので、ぜひとも教えておきたい。

次に2変量の整理と分析について、例えば、身長と体重には何らかの関係性があるのか—身長が高い人は体重が重いなど、をどう考えていけば良いかについて問いかけた。理科でのデータ処理などで経験があるのか、それぞれの値を x 座標、 y 座標にもつ点を xy 平面上にとっていくと良いという答えが返ってきた。それを散布図と呼ぶと教え、(資料2)のプリントを配布し、散布図をかかせた。正の相関、負の相関、無相関について説明した。また、相関があるからといって因果関係があるわけではないこともコメントした。

相関の有無を数値化する方法について説明した。その問答例を示す。

- まず、 x , y それぞれの平均を出しましょう。(実は、全て 5.0 である)
- 次にグラフに直線 $x=5.0$, $y=5.0$ をひきましょう。それを新たな x 軸、 y 軸と考えたとき正の相関があるものはどこに多くの点が分布しているかな。
- 第1象限、第3象限に多く集まっているね。では負の相関があるものではどうですか。
- そうやね、第2, 4象限に多くがあるね。じゃあ、1, 3象限にある点と2, 4象限にある点の違いは？

何人が当てていくと、 xy 座標の積が正になる、負になるという答えが返ってくる。そこから、 $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$ の正負が指標になること、さらにデータの数の違いや散布度の違いを相殺するためにデータ数 n および両変数の標準偏差 σ_x , σ_y で割ると良いことを教え、そうして得られた値 $r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sigma_x \sigma_y}$ のことを相関係数と呼ぶこと、 r の値は $-1 \sim 1$ の間にあり、その絶対値が $0.7 \sim 1.0$ のとき強い相関、 $0.4 \sim 0.7$ のとき中程度の相関、 $0.2 \sim 0.4$ のとき弱い相関があるといわれていることを知らせた。「数学」の授業であれば、なぜ r の絶対値が1より小さくなるか、などの証明も行いたいだが、ここでは省略した。

このあたりで1時間目が終わるので、2時間目はコンピュータのある部屋に移動することにして休憩をとった。

③ 第2時の展開—1人1台のコンピュータのある部屋で実施

まずパソコンを起動させ、その中に入っている表計算ソフトをひらかせた。情報の授業などで利用しているせいか、このあたりはスムーズである。

1時間目に使用した資料の数値をセルに入力させ、合計や平均を求める関数の紹介 (sum(), average()) をして、実際に計算させた。

次に散布図をかかせる実習をした。

そして、相関係数を求める関数の紹介 (correl()) をして、実際に計算させた。

内容としてはこれで終わりであるが、コンピュータを使うことの利点は大量のデータを扱えることにあるのでそれも実感させたかったので残りの時間はその演習に当てた。

私は陸上競技部の顧問をしているので、日常的に多くの競技者のデータに接することがある。その中から、混成競技（女子七種競技）のデータ 45 人分と、100m 走と 200m 走の両方に参加した者のデータ 150 人分を用意した。そのデータを使って散布図や相関係数の計算をやらせた。

(2) 第 2 講「回帰直線と最小二乗法」

- ① 内容：散布図において x と y の関係を直線で近似すること—回帰直線
回帰直線の式を計算によって求めること—最小二乗法

② 第 1 時の展開

(資料 3) のプリントを配布し、一問目をウォーミングアップとしてやらせた。

ここで 2 変数の 2 次式の平方完成に意識を向けさせる。

次に前回作成した散布図（データ数：10）に目分量で（感覚的に）近似直線をひかせた。それを回帰直線と呼ぶことを知らせた。

回帰直線を計算で求めるために最小二乗法という手法が使われることを教え、直線の式を $y=ax+b$ とおいたときに実際の点 (x_k, y_k) との誤差 (ax_k+b-y_k) の 2 乗の合計が最小になる a, b の求め方を学習した。誤差の 2 乗の合計は a, b についての 2 次式になるので、 $Ax^2+Bxy+Cy^2+Dx+Ey+F$ を平方完成させ、それとの対比で求めさせた。式変形も長いのでついてくるのがしんどそうな生徒もいた。

その計算式を使って、先ほどの 10 個のデータについての回帰直線の式を求めさせ、散布図上に回帰直線を描かせた。目分量でひいた直線とほとんど変わらない生徒が多く、びっくりしていたようだった。

計算に時間がかかったので予定の時間をオーバーしたが、ここで教室移動のための休憩をとった。

③ 第 2 時の展開

コンピュータを起動させ、前回の復習をかねて、1 時間目に使った資料のデータを入力し、散布図をかかせた。やり方を忘れていた生徒もいたが、友だち同士で教え合っていた。

回帰直線の係数 a, b を求める関数を教え (`slope()`, `intercept()`)、実際に計算させた。1 時間目に自分で計算した値と同じ値になることを確認した。

また、グラフのオプションで近似直線を図中にひく命令があることも知らせ、実際に描かせた。

最後に、第 1 講のときに使用した陸上競技のデータを使って、

- ① 前回示した 7 種競技のデータに関して、走り幅跳びの記録と最も相関が高いのはどの種目の記録か。
- ② 男子の 100m 走と 200m 走の記録から回帰直線の式を求めよ。また、その式から、100m 走の記録が 12"00 の者は 200m 走はどのくらいの記録になると推測できるか。という課題をやらせて提出させた。

4. 課題のでき具合と生徒の感想

課題①については相関係数を（表計算ソフトで）計算させて、その絶対値の一番大きなものを選ばよいのであるが、全員が正解していた。単に種目名だけを書いた生徒もいれば、計算した相関係数を全て書いた上で、どれが一番相関が強いかわかると書いた生徒もいた。また、その数値から相関が中程度であるというところまで答えた生徒もいた。

課題②については回帰直線の傾きと y 切片を（表計算ソフトで）計算させて、 $x=12$ のときの y の値を求めるというものであるが、ほとんどの生徒が傾きと y 切片を正しく求めていた。ただし、200m走の記録の予測については、有効数字の桁数にまで意識をしていた生徒は1割程度であった。多くは小数点以下6桁くらいまで答えを書いていた。これは表計算ソフトの表示をどう読み取るかという訓練をしていないためであろう。

生徒の感想を抜粋する。なお、本校のコンピュータには表計算ソフトウェアとして「Microsoft Excel」がインストールされている。

「複雑な計算を行わないといけなくて Excel だと関数を入力するだけでいいし、グラフまでつくることができて便利だなと思った。」

「Excel に慣れていないので難しかった。使えると便利だなと思った。」

「データを処理するのは、自分自身の力で求めるのは大変だがパソコンを使うことにより簡単に求められることを実感した。」

「相関という新しい単元の学習ができて良かった。もう一度プリントを見て復習しておきたい。」

「データをグラフ化すれば、運動などでもある程度結果が予測できるのは面白いと思った。パソコンでグラフをつくったり資料を整理するときの参考になった。」

「計算などのしくみは難しかったが、グラフをパソコンでつくるのは簡単だった。」

「回帰直線の求め方は今までからも疑問に思っていたので楽しかったです。」

「Excel の使い方が改めてよくわかった。また、資料整理するのに便利なツールとしてちゃんと使えることがわかった。」

「今までのデータ処理では各データのグラフを目で見比べるだけでしたが、今回の講座でその関係を数値化できることが分かりました。」

「今まで『目分量でひく』と教わっていた回帰直線の正確な求め方があると知って驚いた。パソコンの使い方ですみずくことも多かったけれど、Excel がいかに便利かということを知った。」

「Excel では有名な関数しか使ったことがなかったので、今回、新しい関数を使えて良かった。」

「講義で分からなかったところがパソコンの実習で理解できました。数学が苦手なので、理解しがたいところもありましたが、Excel の新しい一面が見られて嬉しかったです。」

5. まとめにかえて

生徒の感想にもあるように、表計算ソフトは便利なツールである。統計のことを知らなくても、それなりの結果を与えてくれる。しかし、それではいけないと筆者は考えている。今回は時間の制約もあり、数学的に細かいところまでは立ち入らなかったが、考え方の概略を伝えることができたのではないかと考えている。また、相関係数や回帰直線をうまく

利用して、判断を下すこともできていた。内容的には記述統計学の域を出ていないが、高校1年生であればこのくらいでよいのではないだろうか。

また、実習で扱うデータについては今回は陸上競技の記録を利用したが、生徒にはそれほど違和感なく受け入れられていたように思う。今後、もっと扱い易い資料がないか捜していきたい。

表計算ソフトについては、筆者はフリーソフトの「OpenOffice.org」を使用しており、教材研究に際してもそれを利用した。ソフトウェアによって多少、使い勝手は異なるが、今回の授業内容程度であれば大したことはない。自宅のコンピュータに表計算ソフトがインストールされていない生徒には「OpenOffice.org」は手軽であると思う。

(資料1) 1回目の授業で配ったプリント

グループ1 (藤田)

第1講

○ 資料の整理と分析

実験や観察の結果として、いろいろなデータが集められる。
それらの整理や分析の方法について学習しよう。

- ・ 1つの変量の整理と分析 —— 例えば、数学のテストの得点

- ・ 2変量の整理と分析 —— 例えば、一斉検診における身長と体重

→ では、演習をやってみよう。

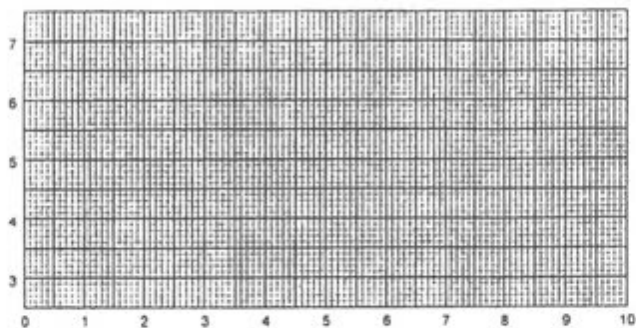
→ コンピュータを用いてデータ処理をやってみよう。

(資料2) 1回目の授業で配った作業プリント

◎ 演習： 次の資料について散布図を作れ。

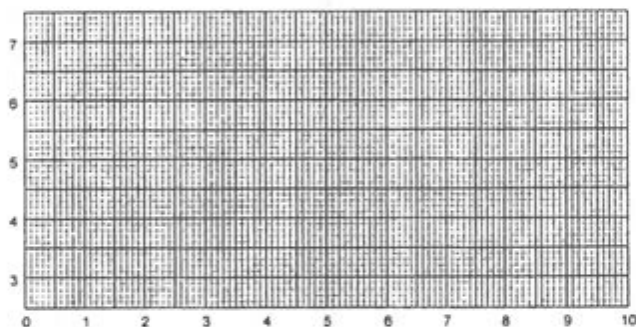
資料1

	x	y
data 1	1.7	3.1
data 2	4.1	4.5
data 3	5.1	4.8
data 4	5.4	5.3
data 5	7.2	6.6
data 6	8.4	6.4
data 7	6.7	5.9
data 8	2.3	4.1
data 9	3.2	3.6
data 10	5.9	5.7



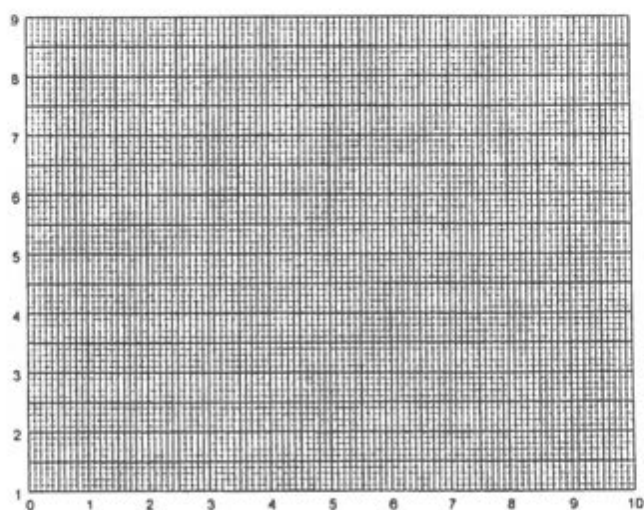
資料2

	x	y
data 1	1.6	7.2
data 2	3.5	6.6
data 3	5.2	5.8
data 4	2.3	5.4
data 5	4.4	5.2
data 6	5.5	4.8
data 7	3.9	4.4
data 8	6.7	4.2
data 9	9.4	3.3
data 10	7.5	2.9



資料3

	x	y
data 1	2.0	2.3
data 2	2.6	3.5
data 3	3.2	7.1
data 4	4.3	4.5
data 5	5.6	6.5
data 6	5.6	4.1
data 7	6.1	2.9
data 8	6.2	8.2
data 9	6.4	5.1
data 10	8.0	5.8

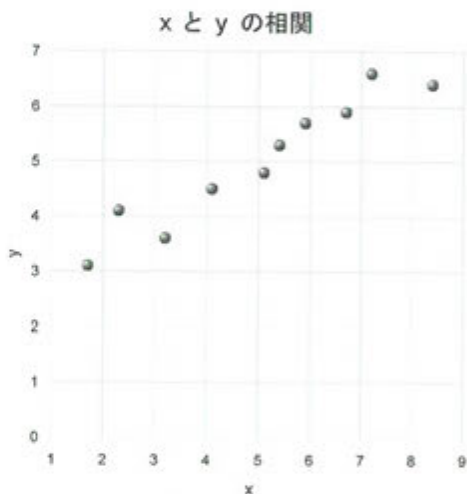


ブルーフ I (藤田)

第2講

○ $x^2 + 2y^2 - 2xy + 4x - 10y + 18$ が取り得る最小値を求めよ。

○ 前回作成した散布図に x と y の関係を表す直線 (回帰直線という) をひいてみよう。



資料1

	x	y		
data 1	1.7	3.1		
data 2	4.1	4.5		
data 3	5.1	4.8		
data 4	5.4	5.3		
data 5	7.2	6.6		
data 6	8.4	6.4		
data 7	6.7	5.9		
data 8	2.3	4.1		
data 9	3.2	3.6		
data 10	5.9	5.7		

・ 回帰直線を計算で求めよう。—— 最小2乗法

→ コンピュータを用いてデータ処理をやってみよう。

Practice of "Proof 1" (Mathematics category)
as a school setting subject related to SSH
(Super-Science High school)

·Theory and practice concerning statistical work of two variables·

FUJITA Yukihiisa

I hold a class concerning statistics as a content of school setting subject "Proof I" related to SSH. In the class, thinking way of data analysis primarily on two variables including scatter plots, correlation coefficients, regression line and least squares method was told and calculated by hand or using spreadsheet computer software.

SSH (スーパーサイエンスハイスクール)

「プルーフ I」の実践

— 化学分野の取り組み —

はら だ ひで みつ まつ なが しげる
原 田 英 光 ・ 松 永 茂

抄録：化学科では、普段の授業では扱いにくく時間を要する実験内容を、SSHのトレーニングの一環として取り組ませた。120分間を活用し、内容の解説、実験・実習、まとめを通じて、実験器具の取扱い、測定値の取扱い、結果の処理と考察の進め方を指導した。

具体的なテーマとしては、化学カイロの成分元素を調べる、アセトアニリドの合成と固体の精製・溶解度曲線、岩塩の結晶構造とアボガドロ定数、酸化還元滴定による過酸化水素水の濃度の決定の4つを全員に課した。

キーワード：プルーフ、化学教育、化学実験、定性分析、再結晶、溶解度、結晶格子、アボガドロ定数、モル濃度、酸化還元反応、酸化還元滴定、化学反応式

1. はじめに

前期のプルーフIIの指導で気になっていたことは、興味につられて研究は進めているが基礎の部分はどうなのかという点であった。研究を進めていく上で、化学分野での基礎に当たるものは何かと考え、基礎実験での器具の取扱いの頻度を上げることによる技術向上と、得られた測定値の処理や意味をどう考えるのかの二段にわたる構成とした。

具体的なプランは次のA①②とB③④である。

A 定性的な実験を主とした取り組み

① 成分元素の検出 (化学カイロの成分)

大阪府高等学校理化教育研究会化学研究委員会編「化学I実験書」旧版より

化学カイロの成分元素を確認する。実験器具の取り扱い方と基礎的な化学の知識、思考の進め方を実験を通して学ぶ。対照実験をしながら成分元素の推定をさせ、物質の確認方法を考える機会とする。

② 固体の溶解度

アセトアニリドの合成と再結晶操作を通じて、ろ過、加熱、吸引ろ過、固体の溶解度について考えさせる。固体の溶解度表を配布し、固体の溶解度曲線を作成する。溶解度

を求める実験的手法は生徒の班別思考に委ねる。あわせて、濃度の換算演習も行い、溶解現象について考える契機とする。

B 定量的な実験・実習を意図した取り組み

③ アボガドロ定数の測定（天日塩の結晶を用いて）

大阪府高等学校理化教育研究会化学研究委員会編「化学Ⅰ実験書」より

天日塩の結晶を直方体に割り、各辺の長さをノギスで測定して体積を算出し、天秤で質量を測定し、アボガドロ定数を算出する。結晶格子のモデルを見せながら、結晶を構成する粒子の配置や物質量などの復習と、測定値の取扱いや指数計算に慣れる機会とする。

④ 酸化還元滴定（過酸化水素水の濃度の決定）

過マンガン酸カリウム水溶液の濃度をシュウ酸水溶液を用いて決定し、それを用いて、過酸化水素水の濃度を求める。電子天秤を使って、シュウ酸二水和物の質量を測定し、結晶水を含む結晶を溶かした標準水溶液の作成と濃度計算を復習する機会とする。滴定操作やそれにもなる器具の取扱いや滴定の原理を学び、酸化・還元反応の概要にも視野を広げる契機とする。

2. 具体的な展開

① 成分元素の検出（化学カイロの成分）

（大阪府高等学校理化教育研究会化学研究委員会編「化学Ⅰ実験書」より一部改）

化学カイロの成分元素を確認する。実験器具の取り扱い方と基礎的な化学の知識、思考の進め方を実験を通して学ぶ。ただし、1回目なので対照実験を取り入れ、高Ⅰでの知識の不足を補うこととした。

化学カイロの構成成分の主なものは、活性炭、水、塩化ナトリウム、鉄粉であり、構成元素としては、炭素、水素、酸素、塩素、ナトリウム、鉄が推定されればよい。

まず、袋をあけて中身をピーカーに移す。軽くかき混ぜると発熱してくる。

袋の中身だけでも発熱することがわかる。（40～50℃の温度上昇が観察される）

次に、棒磁石を近づけて、くっつくものがあるかどうかを調べる。鉄粉が磁石にくっついてくる。ここでは鉄粉らしいと推察させる。鉄の酸化による発熱反応を利用していると解説する。ここまでが準備段階。

a 中身を試験管にとり、穏やかに加熱する。固体の加熱、試験管の持ち方、加熱試験管の内部の様子の観察を指導する。曇ってくるので、水蒸気が出てきたと誘導する。

b 中身を試験管にとり、希塩酸を加えて発生する気体に点火する。金属鉄であると類推するので、反応液をろ過させる。ろ液に、ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)カリウム水溶液を加えさせ、変化を観察させる。対照実験として、硫酸鉄(Ⅱ)水溶液にもヘキサシアノ鉄(Ⅲ)カリウム水溶液を加えさせ、変化を観察させる。結果としてどんなイオンができているか推察させる。

c 中身を試験管にとり、酸化銅(Ⅱ)を加えてよく振り混ぜさせ、固体の加熱をさせる。その試験管を鉄製スタンドに保持し、気体誘導管をつけて、石灰水中に導く。加熱していくと、石灰水が白濁してくる。このことから発生気体を類推させる。

d 中身を試験管にとり、純水を加えてよく振ったあと、ろ過させる。ろ液を食塩水と比較させる。それぞれを細く切ったろ紙につけ、ガスバーナーの外炎に入れて、その炎の色を観察する。また、それぞれに硝酸銀水溶液を加えて、変化を観察させる。ほぼ同じ結果がみられたので、塩化ナトリウムが含まれていたと結論づけられる。

一連の実験を通して、成分元素はわかることになるのだが、予備知識がやや不足しているという印象が残る。レポートにしてやっと正確に理解することになると考えている。

② アセトアニリドの合成と再結晶、固体の溶解度

アセトアニリドの合成と再結晶操作を通じて、ろ過、加熱、固体の溶解度について考えさせる。固体と気体の溶解度表を配布し、固体と気体の水への溶解量と温度とのかかわりを考えさせ、その違いに気付かせる。固体の溶解度曲線を作成させる。具体的に溶解度を求める手法は生徒の班別思考に委ねる。あわせて、濃度の換算演習も行い、溶解現象について考える契機とする。

①の終わりに、「溶解度曲線を作成するにはどうすればよいか」を相談しておくようにとの指示を与えた。準備できる物質の溶解度表も配布した。

当日は、まず「ろ過」について考えさせた。ろ紙の目よりも大きな粒子がろ紙に残ることと、沈殿している物質がろ液中にも溶け込んでいることを確認させた。

自然ろ過、熱時ろ過、吸引ろ過について、利用目的に応じて使うことやろ紙の折り方や扱い方、アスピレーターや吸引瓶、プフナーロートなどにも言及した。

実験は、無水酢酸とアニリンを必要量試験管にはかりとって準備し、試験管を振り混ぜながら加えさせる。化学反応による発熱を体感させてから、水中に流し込む。かき混ぜさせると、粗結晶が析出する。吸引ろ過の実践をさせる。結晶形や色を観察させたら、水で再結晶させる。このとき、沸騰石のはたらきと必要性にもふれる。ひだ折りろ紙の作成と熱時ろ過の実践。再結晶された固体の結晶形や色を観察させ、粗結晶との違いを考えさせる。冷却後、再び吸引ろ過。

次に、各班で溶解度を調べる実験に向かわせる。材料は硝酸カリウムとアジピン酸を与えてみた。生徒には、温度と溶媒量とを考えて2ポイントを求めるようにさせた。時間で打ち切り、固体の溶解度曲線は溶解度表をプロットしてグラフ化すればできると、気体では溶解度曲線がどうなるのかを類推させ、溶解というのはどんな現象なのかをレポートするように指示した。

かなり時間がかかる実験であり、いろんな器具を用い、工程が多いため、化学変化そのものにはふれる余裕はなかった。再結晶の原理がつかめればよいとした。

③ アボガドロ定数の測定（天日塩の結晶を用いて）

大阪府高等学校理化教育研究会化学研究委員会編「化学Ⅰ実験書」より

天日塩の結晶を直方体に割り、各辺の長さをノギスで測定して体積を算出し、天秤で質量を測定し、アボガドロ定数を算出する。結晶格子のモデルを見せながら、結晶を構成する粒子の配置や物質質量などの復習と、測定値の扱いや指数計算に慣れさせることをねらった。

定量的な数値の取扱いとして、まずノギスの使い方の講習からスタート。ノギスによる長さの測定を通して、有効数字の取扱い、測定値のぶれ、誤差にもふれる。

天日塩の結晶を鉄釘で割るとへき開面が出てくる。その面をうまく使って、カッターナイフの先にハンマーで力を加えて割っていき、直方体に仕上げる。各辺の長さをノギスで数回測定させ、平均値を求める。その値を用いて、直方体の体積を算出させる。ここで指数による表示と指数計算の処理を中心に各班の状況把握に努める。測定値の有効数字の意味と体積計算の結果で得られる数値の有効数字のケタについても考えさせる。

金属結晶のモデルとして、体心立方格子と面心立方格子を提示し、単位格子中の粒子の配置と単位格子中に含まれる粒子の数を思い出させる。次に、塩化ナトリウムの結晶模型を取り出し、その粒子の配置を考えさせる。単位格子中に含まれる粒子の数が考えられれば、質量と粒子数の関係が分かる。そこで、直方体の質量を測定すれば、アボガドロ定数を算出できるはずである。物質量の復習とリンクするなら、理解も深まるはずであると考えた。

生徒は意欲的に取り組み、オーダーとしては定数と合致する結果が得られた。ただ、指数計算については、かなりの生徒について、トレーニングの必要性を感じた。

④ 酸化還元滴定（過酸化水素水の濃度を定める）

当初の予定は、中和滴定（身近な材料中の酸の濃度の決定）であった。「水酸化ナトリウム水溶液の濃度をシュウ酸水溶液を用いて決定し、それを用いて身近な酸の水溶液の濃度を求める。滴定操作の器具の取扱いや滴定の原理を学ぶ。」と当初は考えてきたのだが、全員が学ぶ理科総合Aの授業での実験の進捗と重複するので、急遽「酸化還元滴定」に変更した。使う器具は大きくは変わらないが、求める対象は「過酸化水素水の濃度を定める」に変わった。

まず、シュウ酸二水和物を天秤で秤量し、メスフラスコに入れて溶解し、標準水溶液とした。希硫酸を加えて温浴に浸し、ビュレットから過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していき、必要とする体積を求める。次に、準備しておいた過酸化水素水を10倍に希釈したものに、同じ過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していき、必要とする体積を求める。滴定の前半で、過マンガン酸カリウム水溶液の濃度がわかっているので、過酸化水素水の濃度が決められる。滴定操作とその原理を考える機会にはなったと思うが、生徒には少しハードだったようだ。CODの測定にも活用されているので、モル濃度の正確な把握も含めて、今後も指導の継続が必要であると感じた。

3. 今後に向けて

SSHを選択している生徒は意欲的で、いろんなことに興味・関心を示す。それをサポートしていくひとつの機会としてこのブルーフIをとらえるなら、科学研究の意識を幅広くするためにも、いろんな器具の扱いや得られたデータの処理と活用例にふれる機会が増えるという意味でも、さらなる研鑽と情報収集が大切であろうと思う。

Proof I as a fundamental frame work of basic sciences and its chemical angle

HARADA Hidemitsu and MATSUNAGA Shigeru

Abstract:

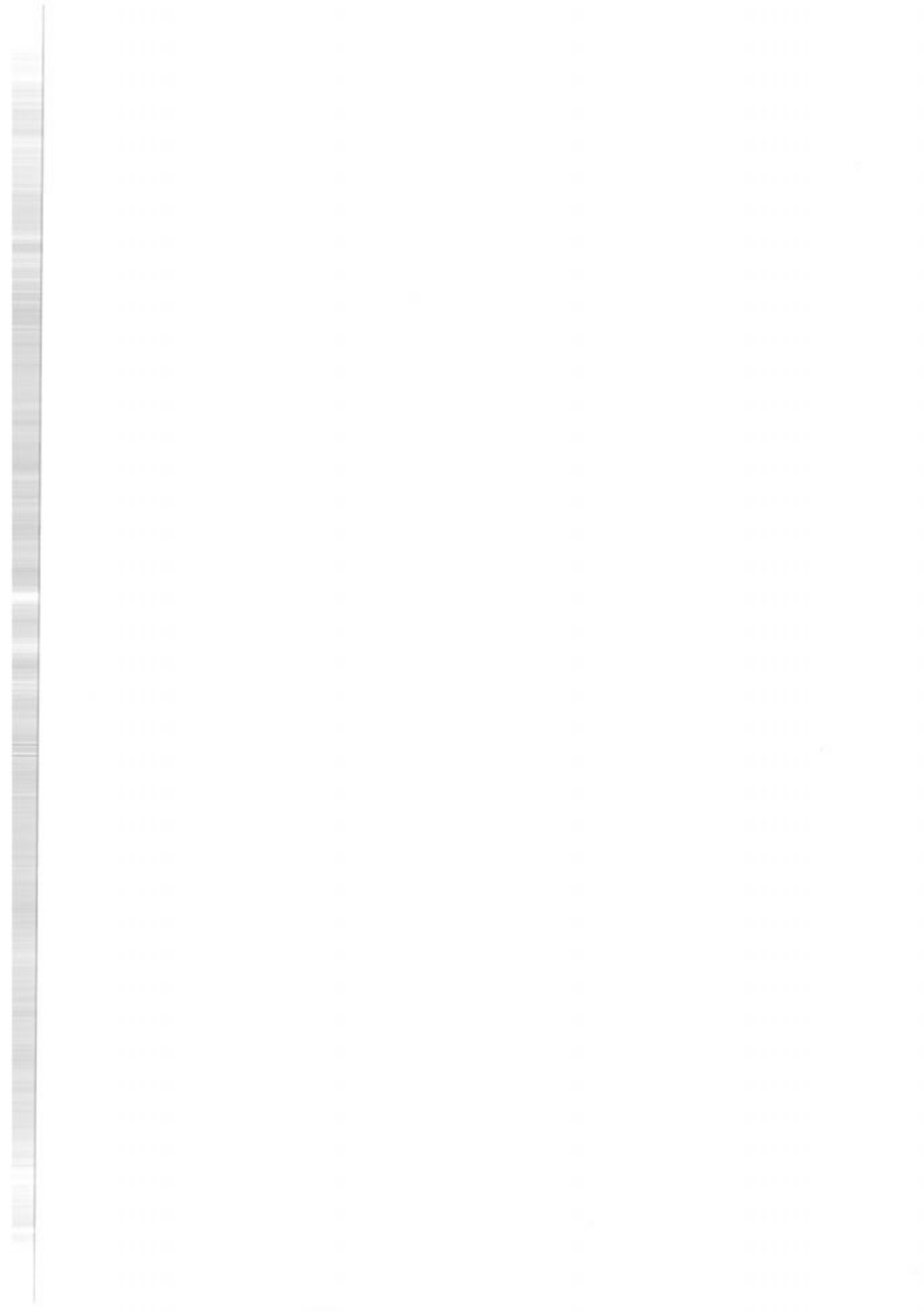
A special subject named "Proof I" is developed as a fundamental frame work of science subjects in our high school. This is one of the subdivisions of "Proof" which is a unique subject employing experiment based studies and is settled for 10th grade students belonging to "super science course".

In our curriculum, Proof I includes a basis of analysis, statistics, observations and laboratory works which are used in modern science. On the other hand in Proof II, the students take practical experiments and observations with which how to study their own themes.

The staff of Proof I are a math teacher, a earth science teacher and two chemistry teachers. We develop and challenge our practices for students related with statistics, analysis or laboratory techniques within our subjects. The students take the classes in the cyclic way. The students enjoy the calculations, measurements and the analysis on the whole.

In this article we report some subjects to teach in chemistry. We make something of chemical experiment, analysis of composing elements of "a potable body warmer", synthesis of acetanilide and solubility of solid, measurement of sodium chloride crystal and calculation of avogadro constant, redox titration. We present the way of experiment and plan to do.

Key Words : Proof I, chemical education, avogadro constant, analysis of composing elements, synthesis of acetanilide, measurement of sodium chloride crystal, redox titration, solubility of solid



SSH (スーパーサイエンスハイスクール)

「ブルーフ I」の実践 (地学領域)

— 地球科学を題材に「複雑系科学」の解析手法を学ぶ —

おかもとよしお
岡本義雄

抄録：本校「ブルーフ I」のデータを解析する手法についての part2 として、現在専門家により多用される「複雑系科学」の解析手法の一端を、地学的題材を基に、高校生にもわかりやすい例で紹介する教材を作成し生徒実習を行った。内容は「フラクタル」「カオス」「自己組織化臨界現象」の各概念の紹介と、その解析手法、とりわけ表計算ソフトや両対数グラフでサイズと個数の関係を統計的に見る手法を具体的なデータを扱いながら紹介した。例として地震の G-R 則、余震減衰、月・火星のクレータサイズ、Zipf の法則などを実際のデータを基に解析した。また平行して、複雑系解析の常套手段としてのセル・オートマトンの基本のうち、1次元モデル、ライフゲーム、基石モデルなどにも触れたほか、応用モデルとして、「風紋モデル」「Boids」(鳥の群れのシミュレーション)などを紹介した。いずれも単純なルールから複雑な現象が現れる「複雑系科学」の真髄を示すことができるテーマである。同時に統計資料の作り方や見方についての、従来の高校で紹介する手法とは一味違う切り口が、生徒にとっては目新しい解析手法として、興味を引いたと思われる。また自然や社会現象の予測可能性についての議論も行った。

キーワード：ブルーフ、SSH、複雑系科学、フラクタル、カオス、自己組織化臨界現象、セル・オートマトン

I. はじめに

「ブルーフ I」の解析手法を学ぶ後半期 20 時間分の講座のうち、4 時間分 (2 日分) を地学領域で行うことが決められた。筆者はその題材として、1990 年代以降、地球科学を中心に一世を風靡する「複雑系科学」に関連する内容を選んだ。これは元々筆者が興味を持って研究してきた分野であり、SSH (スーパーサイエンスハイスクール、以下 SSH と略す) 指定以前に、10 年近くにわたり、SSH 指定前のブルーフの授業やその後の自主的な土曜講座として、生徒とともに実践してきた内容だからである。

SSH は多数の高校が指定されているが、その中でこれら「複雑系科学」に題材を求めた教材実践は現在までほとんど報告されていない。1) 元々これらの科学の発展の日の浅いため 2) それを本格的に大学などで学んだ若い教員がほとんど採用されていないこと 3) その応用の中心である地学が高校であまり開講されていないこと などが大きな原因

と考えられる。

しかし筆者はこれらの題材が、生徒にとっては意外性にあふれた興味深い題材であることをこれまでの実践で確認してきた。そこで本稿ではそれらの実践の手法や例を拡張し、今年度の「ブルー I」で扱った、これらの関連教材の紹介と生徒実習として行ったときの問題点などを述べたい。なお「複雑系科学」の概略や用語の説明については多くの文献が出ているので本稿では省略する。また実習は現在継続中であり、詳細な結果報告は年度が終わりしだい、いずれ稿を改めて行う予定であるので、本稿では簡単な内容の紹介に留める。

II. 題材

1960-70年代のローレンツやマンデルブロの先駆的研究に端を発する「複雑系科学」の方法論は現在、自然科学のみならず、経済学や社会学を巻き込み新しい統計解析手法のトレンドとして世界を席卷しつつある。そのキーワードは「フラクタル」(Mandelbrot, 1982)「カオス」(Lorentz, 1961)「自己組織化臨界現象」(Bak et.al.1987)などで代表される。この中でフラクタルは主として空間分布における複雑性、カオスは時間軸における複雑性、また自己組織化臨界現象はその両方を併せ持つものとしても見ることができるが、これらはたがいに密接に関連して自然現象の新たな解釈を導く重要な概念である。

フラクタルはその自己相似の特性が、デザインやCGの分野で応用され、概念の創始者のマンデルブロは自らの講演で好んで日本の「風神雷神」図や北斎の富士の波の絵を用いていた。本稿ではフラクタルの題材の中から、昔から有名な地震についてのサイズと個数の関係式 G-R 則 (Gutenberg-Richter 則) を取り上げる。また月や火星のクレータのサイズ-個数の関係についても取り上げる。さらに社会、経済現象との関連で英単語の頻度分布などに端を発する Zipf の法則を取り上げる。

カオスについては天気予報などとの関連を述べるほか、表計算ソフトの再計算機能を利用した簡単で本質的なカオスのグラフ表示を試みる(カオスの式は小倉, 1984 より)。自己組織化臨界現象については、Bak らの「砂山モデル」(Bak et.al.1987)について、計算機モデルとともに実際の砂を用いたアナログモデルの双方を取り上げる。またこれらと「基石モデル」(後述)や G-R 則との関連などにも少し触れる。そして、世の中の様々な現象の予測可能性についても生徒とともに考えたい。

またこれに平行して、これら「複雑系」の解析手法として一般的な「セル・オートマトン」の考え方や平易な実習を構築した。さらにその応用としての「ライフゲーム」(Conway, 1970)「基石モデル」(大塚, 1971)「風紋モデル」(たとえば Nishimori and Ouchi, 1993)、鳥や魚の群れの運動のシミュレーションである「Boids」(Reinolds, 1986)などを取り上げる。いずれも筆者が簡単なものを教材用に自作プログラムとして開発済みのものである。

なお、指数関数とべき関数の違いについての解析は重要であるが、ここでは最小限の定性的な性質についてのみ述べる。また経済学で最近話題の「ロングテール」(Chris Anderson, 2004)についても少しだけ言及する。

III. 方法と結果

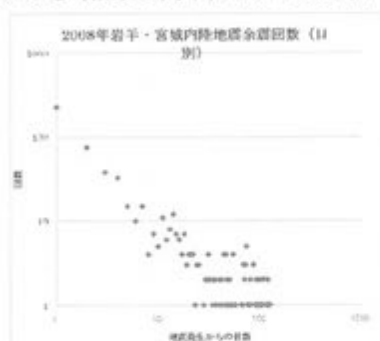
実習教材としては、両対数グラフ、表計算ソフト、格子を印刷した用紙、そして各種数

値データを用意する。ここでは簡単に内容を紹介する（詳細は文末の資料を参照してほしい）。

1) G-R 則

理科年表より日本列島付近の M（マグニチュード）別、地震回数の表より、個数とサイズ（M）の関係をプロットし、その良好な直線関係を確認する（結果は岡本，1997にある）。

後述する「基石モデル」のいわば“人工地震”での結果と比較すると面白い。



2) 余震回数のべき減衰

2008年岩手・宮城内陸地震など陸上に起きる M7クラスの地震の余震の日別個数データを基に、余震の回数が両対数グラフで直線になる、べき減衰しているのを確認する。詳細は参考文献（岡本，1999）を参照のこと。

3) クレータのサイズ-個数関係

本校地学部がクレータのカウンティングを行った火星表面の若い溶岩流表面におけるクレータのサイズ別頻度データを用いる。これも直線性がかなりよい。また Hartmann ダイアグラム（Hartmann,2005）より、火星表面の形成時代まで推定できるおまげがつく。なお元データ画像は、米国 Hirise のサイト (<http://hirise.lpl.arizona.edu/>) よりダウンロードした。この手法の詳細は別途報告する予定である。また月のクレータに関する作業は文献（岡本，2000）を参照。

4) Zipfの法則

企業の売上ランキングや世界の河川の長さランキング、湖沼の面積、島嶼の面積ランキングなど資料集のデータより、データを選んでプロットする。なかなか直線性のよいデータにはお目にかからないので生徒ごとに異なるデータを選ばせると生徒の熱心さが強まる。

5) カオスの式のグラフ化

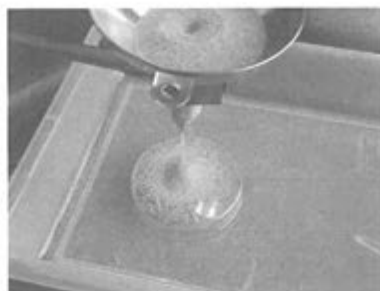
表計算ソフトの再計算機能を用いる。次の漸化式の初期値をわずかに変えて図示（資料1参照）。

$$X_{i+1} = 21/8 \cdot X_i - 28/8 \cdot X_i^3$$

6) 「基石モデル」の実習

格子を印刷した紙を用いて、基石モデルの実習を行う。詳細は文献（岡本，1997）にゆずる。

7) 「砂山モデル」を実際の砂山で行い動画を作成した（下図）。



8) 風紋のシミュレーション画像

風紋の自作シミュレーション画像と計算論理を紹介する(資料2参照)。

9) 「Boids」のシミュレーション

筆者作成のプログラムを実行し、計算論理を紹介する。プログラムは資料3に引用。

以上の実習を順不同で行った。

IV. 議論

目新しいテーマが多いので生徒は大変熱心の実習に取り組む。しかし問題点として

- 1) 数学で指数関数などに詳しく立ち入っていないので理論的な背景を説明するのにやや困難を伴う。
- 2) べき分布と正規分布の違いについても立ち入りたいが時間の制約があり、うまくなされていない。
- 3) 扱う範囲が広すぎるので個々の現象に関する十分な説明時間が取れず、どれだけ本質的な理解がなされているかの評価がまだできていない。
- 4) 扱う例も筆者の経験の範囲で選んでいるのでこれが、高校生に最適な例かどうかの検討はなされていない。
- 5) 「複雑系科学」はまだ発展途上であり、それらが扱うテーマは数学的基礎がきちんと確定しているわけではない。

などとくに取扱のレベルに関する検討不足が挙げられる。これらはまだ実習途中であり、今後実習を行ううえで検討を加え、改善できる部分は改善していきたい。しかし、これらの教材を高校生に試行する意味は上の不足を補ってあまりあると筆者は考えている。諸氏のご批判を仰ぎたい。

V. まとめ

高校生にはまだ、目新しい「複雑系科学」の基本にたった統計処理や計算機シミュレーションの論理の紹介を行った。そのスローガンは、『単純なルールが複雑な結果を招く』という自然現象や社会現象のなかにある、不思議なメカニズムを「複雑系科学」が解析する手法をみつけたという事実を生徒に感じ取ってほしいという著者の思いが込められている。またそれを通じて、最新の科学の解析手法を学ばせることの端緒を切り開けたと自負している。さらに自然科学の方向論が社会科学の方法論とクロスする最近の傾向まで紹介できる。実習を行う生徒の反応も今のところ上々である。今後さらに教材の発展を図っていきたい。

<謝辞>

基石モデルの教材化の端緒は松崎光弘氏(株式会社 出藍社代表取締役)のご教示によるものです。

<参考文献>

Benoit Mandelbrot : "The Fractal Geometry of Nature", Freeman, 1982

- Edward N. Lorenz: "Atmospheric predictability as revealed by naturally occurring analogues". *Journal of the Atmospheric Sciences*, 1969
- Bak, P., Tang, C. and Wiesenfeld, K. : "Self-organized criticality: an explanation of $1/f$ noise". *Physical Review Letters* 59: 381-384, 1987.
- 大塚道男:地震の起こり方のシミュレーション(第二部 地震の規模別頻度分布),地震2, 24, 215-227
- 岡本義雄:地震のシミュレーションと地震予知 -"基石モデル"の教材化-,大阪と科学教育, 11, 21-26, 1997
- 岡本義雄:2つの「大森公式を巡って」(その2) -1995年兵庫県南部地震について「余震公式」を検証する-,大阪と科学教育, 13, 5-8, 1999
- 岡本義雄:月のクレーター再考,大阪と科学教育, 14, 17-20, 2000
- 小倉義光:一般気象学,東京大学出版会,1984
- William K.Hartmann: Martian cratering 8: Isochron refinement and the chronology of Mars, *Icarus* 174, 294-320, 2005
- Nishimori and Ouchi: Formation of Ripple Patterns and Dunes by Wind-Blown Sand, *Phys. Rev. Lett.* 71, 2841-2841, 1993
- Reynolds, C. W. : Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model, in *Computer Graphics*, 21(4) (*SIGGRAPH '87 Conference Proceedings*) pages 25-34, 1987
- Chris Anderson: "The Long tail," *Wired*, October 2004.

追記: 巻末資料

授業に用いたレジュメ類を<資料1, 2>で示し, 参考自作プログラムを<資料3>として添付する。

なお, 資料は本稿に掲載にあたり, 若干の内容変更, 追加がある。また資料中斜字体はネット上の百科事典 wikipedia などからの引用を示す。

<資料1>

2010年度 ブルーフ I (第1回レジュメ)

岡本担当 地学分野

§. 「複雑系とは何か」

素粒子論や宇宙論といったマイクロとマクロの世界の研究は 20 世紀の前半に大きく進んだ。しかし, 肝心の身の回りの世界の解析はなかなか進まなかった。それはあまりにたくさんの要素が関係する複雑な現象が多すぎて, 当時の計算能力と数学ではそれを完全に解析したり, 予測することが困難であったからである。

ところが, そのような複雑な現象を解析する方法がようやく 20 世紀の末に続々と登場した。まず天気予報がなぜ難しいのかということに関して, ローレンツは「カオス」という考え方をあてはめる。次に海岸線の形の複雑さを, マンデルブローは「フラクタル」という概念を発見した。さらに地震や生物の進化という複雑な現象の一端をバクは「自己組織化臨界現象 (SOC)」という新たな考え方を提示して, 見事に説明した。さらに, それまでの微分方程式に頼る手法から, 格子モデル (セルオートマトン) や計算機科学の発展に伴

う新たな手法を開拓することになる。ここに至って、複雑な自然の中に隠された単純なルールを探すという「複雑系科学」という考え方が登場する。そして、それは自然現象だけでなく、経済現象、例えば株価の変動や都市の大きさといった社会的な解析へ、また、脳や我々の意識のあり方といった人間にまつわる様々な現象の解析へと留まるところを知らない発展ぶりを示している。「複雑系科学」の扱う題材はこのように、身の回りにありふれてふだん目にしているにも関わらず、意外と予測が難しいような現象を多く扱う。

1) 次に簡単に諸概念の解説を行う

「カオス」 Chaos

天気予報がなぜ外れるかという、将来に渡って予想する方程式は確立している。それは運動方程式と状態方程式である。

ところが、これらの方程式は元々、初期値にきわめて敏感である。つまりある日の天気を予想するにはその前の日の天気の情報を使うのだが、そのデータに少しでも実際のデータと異なる誤差が含まれていたり、その観測データが粗かったりすると、予測がどんどん外れてしまう。この現象をローレンツは「カオス」と呼んだ。つまり方程式はあるのに、その解を求めるための観測が有限であるため、誤差がどんどん溜まって予測がはずれるということである。これを専門家は「決定論的カオス」と呼ぶ。方程式がわかっているのに未来が十分正確に予測できない。天気予報の予測が基本的に難しいのはこれによる。

「フラクタル」 Fractal

地図に海岸線が描かれているとき、縮尺を示すスケールが入っていないと、どれくらいの範囲の地図が分からないことがよくある。これは海岸線の形だけでは、地図のスケールがわからないことを意味する。言葉を変えると、地図はどのような縮尺の地図でも、海岸線の形がよく似ているということを示す。つまり海岸線の形は「自己相似」であるということになる。これは人間や、他の様々なものがその平均的な大きさを持っているのに、自然界には平均的な大きさがない現象もたくさんあるということである。例えば、地震のサイズ、雲の輪郭、月の表面のクレータのサイズ、ある種のブロッコリの形、動物の血管の太さの分布などがこれにあたる。マンデルブロはこれを「フラクタル」と呼んだ。特に「地震のサイズの個数の関係」は昔からグーテンベルグ・リヒター則 (G-R 則) といわれ、地震という一見複雑な自然現象の中に隠された統計的に単純な性質をあぶりだす。なお、フラクタルは空間的な分布のときによく用いる言葉で、時間的に同じような現象が起こる場合を $1/f$ ゆらぎという場合がある。

「自己組織化臨界現象」 Self Organized Criticality (SOC)

1987年に Per Bak は「砂山モデル」という簡単なモデルを考えついた。砂山に砂を一粒ずつ落としていくと砂山ができるが、やがて砂山はある限界に達し、砂粒を一つ落としただけで小さな雪崩から砂山全体が崩れるような大きな雪崩まで起こす状態になる。彼はこれを「臨界状態」と呼んだ。この臨界状態では、生じる雪崩のサイズと個数の関係がみごとに「べき分布 (フラクタル分布)」になることが分かった。さらに彼はこれを実際の砂山ではなく、簡単な計算機上のモデル実験として計算し、見事な関係が導かれることを調べ

た。この「砂山モデル」は直後に地震のサイズと個数の関係（G-R 則）を見事に説明したほか、生物にまつわる諸現象や株価変動など社会的な現象の原因究明を目指して現在でもその様々な応用が研究されている。なお彼が自己組織化と呼んだのは、砂山が何の手助けもなく自分で勝手に「臨界状態」に達することを呼んだのであるが、現在では上記の生物や進化、人間の脳の働き、さらには経済活動などさまざまな社会現象が誰が調整するのでもなく、自然に自己組織化し、臨界状態に達していると考えられることが多くの研究者の努力でわかってきている。さらに興味深いのはこのように「臨界状態」に達した現象がほとんど例外なく、未来の状態の予測が極めて難しい現象ばかりであることも解ってきている。

<セル・オートマトン(Cellular automaton, CA)>

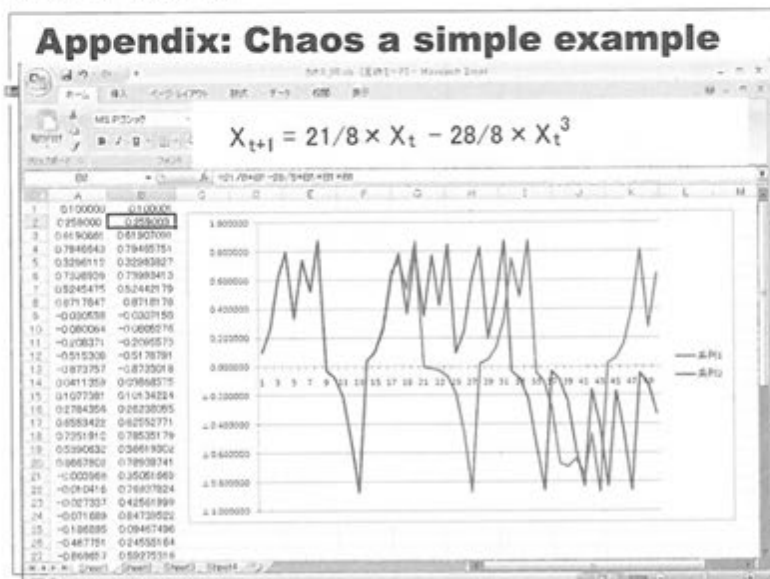
上記の性質を確かめるための計算手法で、主として計算機のモデル化やシミュレーションに多用されるようになった。自然現象を簡単な格子のモデルで置き換える。そのとき各格子の情報量を整数などで、置き換える。そしてそこに単純なルールをあてはめて、時間経過により格子の状態変化をみるというのがこの手法の特徴。単純なルールから複雑な結果が得られることから、様々な分野の計算やモデル化での応用がみられる。古くはフォンノイマンなどに端を発し、1970年代のライフゲームや1980年代のウルフラムなどの研究で一躍確固たる地位を築いた。

2) 続いて上記の簡単な例を紹介する。

<カオスの例>

Ex1.たとえば次の漸化式をエクセルで再計算しグラフ化する。

$$X_{t+1} = 21/8 \cdot X_t - 28/8 \cdot X_t^3$$



⇒初期値はわずかに 0.000001 しか変わらないが、計算結果は第 19 周期ごろから大きくずれてくる。

Ex2. ロバート・メイの式 (UKの生物学者ロバートメイは、生物の世代交代における個体数の変遷を表す簡単な式を考えましたが、この式では大変ふしぎな性質が現れる。

$$X_{t+1} = r \cdot X_t \cdot (1 - X_t)$$

ここで、 t は世代 ($t=0,1,2,3\dots$)、 X_t は世代 t における個体数を規格化した値 ($0 < X_t < 1$)、 r は繁殖率 ($0 < a < 4$)を示します。 r に色んな値を入れて、エクセルで再計算させてみよう。

<フラクタルを示す統計例>

Ex1. Gutenberg-Richter 則

地震のサイズと個数の関係の統計を取ると、地域や時代に関係なく、見事なべき分布がみられる。これをG-R則と呼んでいる。簡単な例を授業で確かめてみよう。

またこれら、サイズと個数の関係の関連では、

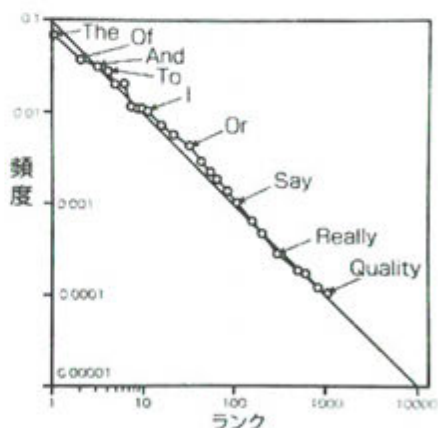
- ・海岸線の長さと同数の関係
- ・月や火星の表面のクレータのサイズと個数の関係
- ・山火事のサイズと個数の関係
- ・個人資産と人数の関係

など幅広い例がみられる。ネットなどでどんな例がほかにあるかを調べてみよう。

Ex 2. Zipfの法則

自然現象や社会現象で、あるランキングを作るとそのランクと量や頻度の関係がみごとに「べき分布」となることがある。

有名な例として、単語の出現頻度 vs. ランクの関係。



ほかに、企業のランクと売上高の関係

GDPとランク

湖の面積とランク

川の長さとのランク

など興味深い例が観察される。ぜひ統計の資料をもとに面白い例を探してみよう。

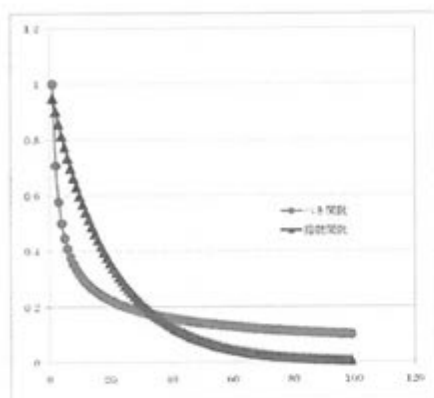
<べきと指数の違い>

指数関数 $y = a^x$

べき関数 $y = x^a$

右のグラフ

べきの方が減衰が速いが、遠くまで結構しぶとく長持ちする。



<自己組織化臨界現象>の例

Ex1. 砂山モデル (Bak-Tang-Wiesenfeld sandpile model, 英語版 wikipedia より)

The iteration rules for the 2D model are as follows:

Starting with a flat surface $z(x,y) = 0$ for all x and y :

Add a grain of sand: randomly choosing a site

$$Z(x,y) = z(x,y) + 1$$

And avalanche if $z(x,y) > z_c$:

$$Z(x,y) = z(x,y) - 4$$

$$Z(x+1,y) = Z(x+1,y) + 1$$

$$Z(x-1,y) = Z(x-1,y) + 1$$

$$Z(x,y+1) = Z(x,y+1) + 1$$

$$Z(x,y-1) = Z(x,y-1) + 1$$

This system is interesting in that it is attracted to its critical state, at which point the correlation length of the system and the correlation time of the system go to infinity, without any fine tuning of a system parameter. This contrasts with earlier examples of critical phenomena, such as the phase transitions between solid and liquid, or liquid and gas, where the critical point can only be reached by precise tuning (usually of temperature). Hence, in the sandpile model we can say that the criticality is self-organized.

<セル・オートマトン>の例

Ex1. ライフゲーム(Conway's Game of Life)は 1970 年にイギリスの数学者ジョン・ホートン・コンウェイ (John Horton Conway) によって考案された生命の誕生、進化、淘汰などのプロセスを簡易的なモデルで再現したシミュレーションゲームである。単純なルールでその模様の変化を楽しめるため、パズルの要素を持っている。(wikipedia より)

<セルの生死のルール>





誕生: 死んでいるセルに隣接する生きたセルがちょうど 3 つあれば、次の世代が誕生する。

生存: 生きているセルに隣接する生きたセルが 2 つか 3 つならば、次の世代でも生存する。

過疎: 生きているセルに隣接する生きたセルが 1 つ以下ならば、過疎により死滅する。

過密: 生きているセルに隣接する生きたセルが4つ以上ならば、過密により死滅する。
 右に中央のセルにおける次のステップでの生死の例を示す。生きているセルは■、死んでいるセルは□で表す。

世代を経るごとのパターンの変遷が楽しい。

維持(生)	誕生	死	死
			

Ex 2. 基石モデル

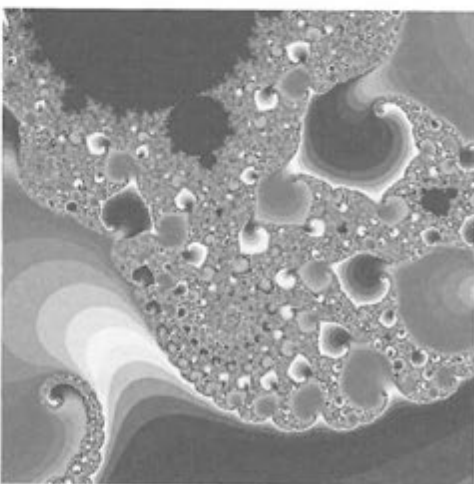
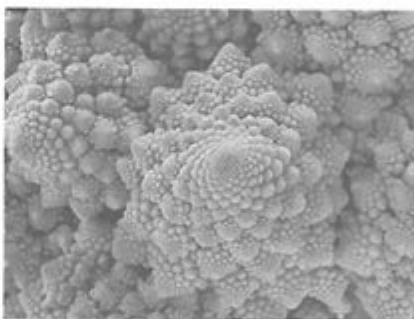
1971年に当時熊本大学にいた大塚道男が地震におけるG-R則の原因として考え出したコンピュータモデル。これを松崎光弘(当時大阪短期大学)が簡単なゲームに改良した(松崎, 1989私信)。さらにそれを私(岡本)が鉛筆のサイコロを使うものに改良。

これは後に「浸透モデル」と物理の専門家が呼ぶものと同等と判明。現在ではこの改良版が様々な自然現象や社会現象のモデリングに用いられている。

3) 参考文献などは別紙

※ライフゲームや砂山モデルはネットで検索すると、フリーのものが幾つか見つかるので遊んでみると楽しい。

フラクタル図形の例 (Googleの画像検索より、一部図を省略)



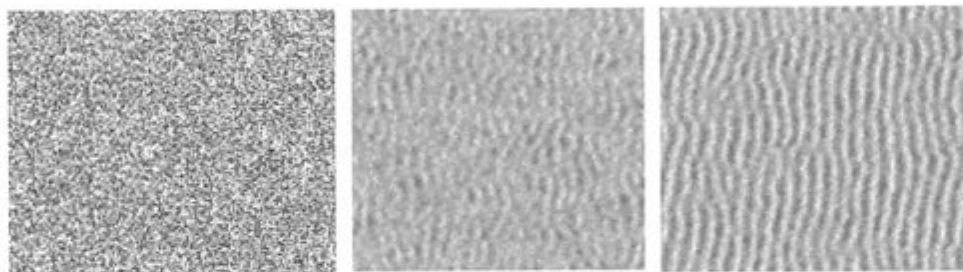
§. 複雑系の応用例

・単純なルールで再現される自然現象の例

<風紋>

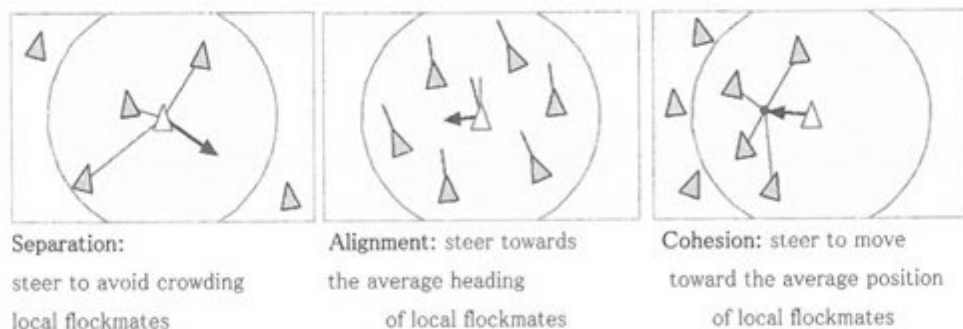
- 1) 高い場所ほど、遠くに砂が跳ぶ.
- 2) 跳んだ砂は周囲に平均化される.
- 3) 砂の表面はときどきならされる.

の 3 つの論理で作れる.



<鳥や魚の群れ>

Boids は Craig Reynolds が 1986 に発表したシミュレーションである (図とキャプションは下記著者の WebPage より)



この上記 3 つの論理と、ときどき気まぐれに方向を変える鳥 (魚) を群れの中に設定するだけで、本当の生物の群れのような動きを PC 画面上に再現することができる。(筆者註: 本記事巻末の自作プログラム参照)

実際の計算結果は

<http://www.red3d.com/cwr/boids/>

で見れるので訪ねてみよう。

あと、「交通渋滞モデル」など興味深いものは他にもある。

§. もっと簡単な例：

<1次元セルオートマトン(Cellular automaton, CA)> Wikipedia より

スティーブン・ウルフラム (Stephen Wolfram, 1959年8月29日 -) はアメリカ合衆国の Wolfram Research 社の創業者で最高経営責任者。また、理論物理学者でもある。

15歳にして素粒子論の学術論文を執筆し、オックスフォード大学を17歳で卒業。その後カリフォルニア工科大学 (CalTech) に進み、高エネルギー物理学、場の理論、宇宙論の研究を行った。20歳で理論物理学の研究により、カリフォルニア工科大学において Ph.D. の学位を取得。

その一方で、コンピューターを用いた代数計算の方法を検討していた。1981年にこのアイデアを具現化した数学ソフト (Mathematica の前身の SMP (Symbolic Manipulation Program)) を商業リリース。

1982年より、現在では『複雑系』に分類される自然界の複雑さについて研究。セル・オートマトンに関する革新的研究を行った。カリフォルニア工科大学、プリンストン高等研究所、イリノイ大学で教授を歴任した後、1986年に複雑系研究の学術センター、Wolfram Research Inc. を設立。同分野の学術雑誌を創刊した。

数学ソフト Mathematica の開発は1986年より行い、1988年6月23日に最初のバージョンをリリース。1991年にバージョン2をリリースした後は、Mathematica の開発と自然科学の研究を並行して行っている。

ノーベル物理学賞受賞者のリチャード・P・ファインマンをして、「カリフォルニア工科大学で次にノーベル物理学賞を受賞するのは彼だ」と言わしめた。と wikipedia にある。以下 wikipedia より要点を引用する。

☆ 1次元セルオートマトンの例

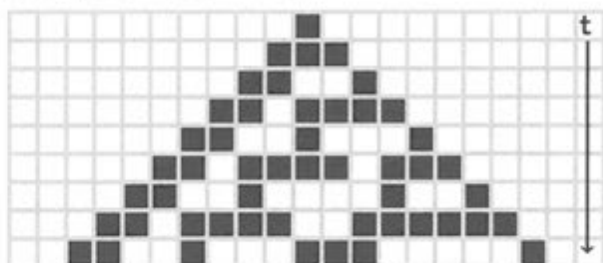
1次元セル・オートマトンは、線状(ひも状)であり、あるセルに隣接するセルは2個であり、セル・オートマトンの中でも最もシンプルなものである。

・「ルール 30」と呼ばれるのは、時刻 $t+1$ における中央のセルの内部状態一覧を並べると $0,0,0,1,1,1,1,0$ となっており、この2進数の数を10進数に直すと30であるためである。このようにして $28 = 256$ 通りある1次元セル・オートマトンのルールを分類しているのである。

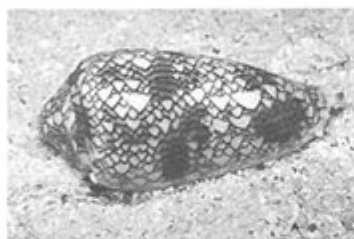
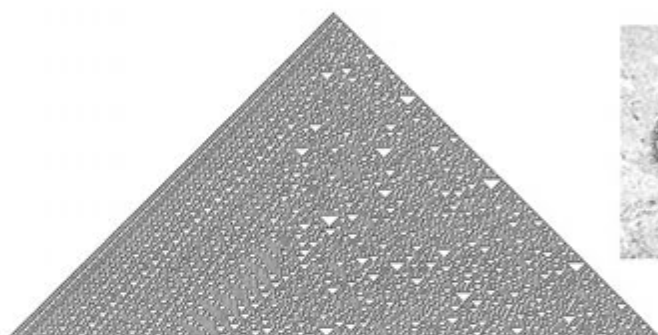
ルール 30

時刻 t での内部状態(左、中央、右)	111	110	101	100	011	010	001	000
時刻 $t+1$ での中央のセルの内部状態	0	0	0	1	1	1	1	0

下図は、最初の内部状態が1である1個のセルが、時間とともに発展する様子である。(線状のセルを、時間順に、下方へと並べている)



下図は、さらに時間が経過した様子。 右図はセル・オートマトン状模様の貝殻(イモ貝)



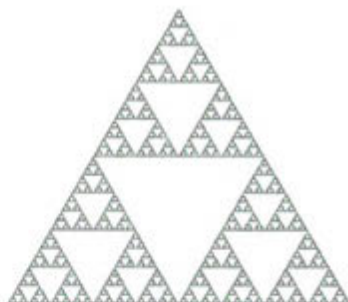
複雑で自己反復的な三角形の模様を作り出している。これはクラス4の典型的な振舞いである。ウルフラムはこのパターンが、ある種の貝殻の表面にある模様と大変よく似ていることに気づき、セル・オートマトンこそが複雑な自然現象を説明するために重要な鍵を握っていると考えた。

・ルール90

また、ルール90の1次元セル・オートマトンは典型的なフラクタル図形であるシェルピンスキーのギャスケットを生成する。

ルール30

時刻 t での内部状態(左、中央、右)	111	110	101	100	011	010	001	000
時刻 $t+1$ での中央のセルの内部状態	0	1	0	1	1	0	1	0



<フラクタル分布の例>

- ・大きな地震の余震の推移
- ・火星表面のクレーターとそれに基づく年代測定（「クレーター年代学」）

<Zipfの法則の例>

- ・単語の発現頻度
- ・都市の人口ランク
- ・企業の売上ランキング
- ・論文の引用件数
- ・インターネットサイトの訪問件数
- ・生物における遺伝子発現頻度など

<あと参考文献など>

金子邦彦著 「生命とは何か」 / 東京大学出版会

<http://chaos.c.u-tokyo.ac.jp/lecture/ri3kougi2009.pdf>

M・ミッチェル・ワールドロップ著, 田中三彦+遠山峻征訳「複雑系」 / 新潮文庫

マークブキャナン著, 水谷淳訳「歴史は『べき乗則』で動く」 / 早川書房

あと, 福岡伸一さんのいくつかの本「生物と無生物の間」「世界は分けてもわからない」

<資料3>

授業での演示として, PC画面上に下記プログラムの実行画面を見せる.

<Boids (鳥の群れのシミュレーション) の自作プログラム>

N88Basicなので, Windows上のWinBASICなどで実行可能.

```
1000 '[Boids.bas]*****
1010 ' Cellular Boids
1020 ' prog.by Y.Okamoto 2001.08/13
1021 ' oc(0),oc(1),oc(2),oc(3),oc(4),oc(5),oc(6),oc(7)
1022 ' oc(0)=42150,37366,35448,34290,43069,35359,35590,35346
1024 ' 235499,191909,199449,213637,238531,194847,189090,220537
1030 '*****
```

```

1040 SCREEN 3: CONSOLE ,,0,0: CLS 3
1050 DMAX=22: TMAX=40000!
1060 XMAX=150: YMAX=100
1070 DIM X(XMAX),Y(YMAX),V(DMAX),F(XMAX,YMAX),OC(8)
1080 X00=0: Y00=0
1090 M=4
1100 PI=3.14159
1110 '—init
1120 FOR I=1 TO DMAX
1130   X(I)=INT(RND*DMAX)+20
1140   Y(I)=INT(RND*DMAX)+20
1150   IF F(X(I),Y(I))=1 THEN 1130
1160   IF RND>.8 THEN 1170 ELSE 1180
1170 ' V(I)=INT(RND*8): GOTO 1190
1180   V(I)=2
1190   F(X(I),Y(I))=1
1200 NEXT I
1210 '—time iteration
1220 WHILE(T<TMAX)
1230 LINE (X00,Y00)-(XMAX*M+X00,YMAX*M+Y00-4),1,B
1240 '—gravity center
1250 LINE ((MX-2)*M+X00,MY*M+Y00)-((MX+2)*M+X00,MY*M+Y00),0
1260 LINE (MX*M+X00,(MY-2)*M+Y00)-(MX*M+X00,(MY+2)*M+Y00),0
1270 SX=0: SY=0
1280 FOR I=1 TO DMAX
1290   SX=SX+X(I)
1300   SY=SY+Y(I)
1310 NEXT I
1320   FOR W=0 TO 100: NEXT W
1330   MX=SX/DMAX
1340   MY=SY/DMAX
1350 LINE ((MX-2)*M+X00,MY*M+Y00)-((MX+2)*M+X00,MY*M+Y00),6
1360 LINE (MX*M+X00,(MY-2)*M+Y00)-(MX*M+X00,(MY+2)*M+Y00),6
1370 '—
1380 FOR I=1 TO DMAX
1390   F(X(I),Y(I))=0
1400   XP=X(I)
1410   YP=Y(I)
1420   CIRCLE (XP*M+X00,YP*M+Y00),4,0,,F,0
1430   IF RND>.96 THEN GOSUB *G.CENTER

```

```

1440 '---neighbor sites
1450   IF RND>.5 THEN GOSUB *NB.SITE
1460 '---heading orientation change
1470   'gosub *h.change
1480 '---site shifting
1490   IF V(I)=0 THEN XF=X(I)+1: YF=Y(I)
1500   IF V(I)=1 THEN XF=X(I)+1: YF=Y(I)+1
1510   IF V(I)=2 THEN XF=X(I) : YF=Y(I)+1
1520   IF V(I)=3 THEN XF=X(I)-1: YF=Y(I)+1
1530   IF V(I)=4 THEN XF=X(I)-1: YF=Y(I)
1540   IF V(I)=5 THEN XF=X(I)-1: YF=Y(I)-1
1550   IF V(I)=6 THEN XF=X(I) : YF=Y(I)-1
1560   IF V(I)=7 THEN XF=X(I)+1: YF=Y(I)-1
1570 '---avoid edge
1580   IF XF>XMAX THEN 1590 ELSE 1630
1590     XF=XMAX
1600     IF V(I)=0 THEN V(I)=4
1610     IF V(I)=1 THEN V(I)=3
1620     IF V(I)=7 THEN V(I)=5
1630   IF YF>YMAX THEN 1640 ELSE 1680
1640     YF=YMAX
1650     IF V(I)=2 THEN V(I)=6
1660     IF V(I)=1 THEN V(I)=7
1670     IF V(I)=3 THEN V(I)=5
1680   IF XF<0 THEN 1690 ELSE 1730
1690     XF=0
1700     IF V(I)=4 THEN V(I)=0
1710     IF V(I)=5 THEN V(I)=7
1720     IF V(I)=3 THEN V(I)=1
1730   IF YF<0 THEN 1740 ELSE 1780
1740     YF=0
1750     IF V(I)=6 THEN V(I)=2
1760     IF V(I)=7 THEN V(I)=1
1770     IF V(I)=5 THEN V(I)=3
1780 '---avoid other birds
1790   IF F(XF,YF)=1 THEN X(I)=XF: Y(I)=YF: V(I)=V(I)+4 ELSE X(I)=XF: Y(I)=YF
1800   V(I)=V(I) MOD 8
1810 '---display birds
1820 ' CIRCLE (XP*M+X00,YP*M+Y00),4,0,...,F,0
1830   CIRCLE (X(I)*M+X00,Y(I)*M+Y00),4,5,...,F,3

```

```

1840   F(X(I),Y(I))=1: 'PRINT V(I)
1842   OC(V(I))=OC(V(I))+1
1850   NEXT I
1860 WEND
1870 END
1880 '--gravity.center
1890 *G.CENTER
1900 DX=MX-X(I)
1910 DY=MY-Y(I)
1920 IF DX=0 AND DY<0 THEN ORI=6: RETURN
1930 IF DX=0 AND DY>0 THEN ORI=2: RETURN
1940 TH=ATN(DY/DX):'PRINT TH
1950 IF DX<0 THEN TH=TH+PI
1960 IF TH<0 THEN TH=TH+PI*2
1970 ORI=INT(TH*4/PI)
1980 V(I)=ORI: 'PRINT ORI
1990 IF V(I)<0 THEN V(I)=V(I)+8
2000 V(I)=V(I) MOD 8
2010 RETURN
2020 '--neighbor site
2030 *NB.SITE
2040   PR=XMAX*10
2050   FOR K=1 TO DMAX
2060     R=SQR((XP-MX)^2+(YP-MY)^2)
2070     IF R<PR THEN PR=R: KK=K
2080   NEXT K
2090   IF RND>.8 THEN V(I)=V(KK)
2100 RETURN
2110 '--heading change
2120 *H.CHANGE
2130   IF RND >.9 THEN V(I)=V(I)+2: GOTO 1560
2140   IF RND >.9 THEN V(I)=V(I)+1: GOTO 1560
2150   IF RND >.9 THEN V(I)=V(I)-1: GOTO 1560
2160   IF RND >.9 THEN V(I)=V(I)-2
2170   IF V(I)<0 THEN V(I)=V(I)+8
2180   V(I)=V(I) MOD 8
2190 RETURN

```

Practices on Proof I (Geosciences category)

-Some analytical examples from complex system sciences
concerning with geosciences.-

OKAMOTO Yoshio

Abstract:

Proof I geosciences consists of a series of exercises including the methods for statistics and analysis, which should be easily carried out by high school students. We developed and challenged some exercises which are based on the concepts of complex system sciences such as “fractals”, “chaos” and “self-organized criticality”. Also in this class, we tried to introduce a new analytical technique using modern sciences so-called “cellular automata”, most of which are enjoyed like simple board games by our students. The themes treated here are “the Gutenberg-Richter’s Law”, “the Omori’s decay law of aftershocks” and “the Sandpile model” from seismology, “the Zipf’s Law” from social sciences and “wave ripples” or “Boids” from computer science and some additional exercises. Our students can easily recognize that the simple rules create a complicated phenomenon as a fundamental basis of “Complex system sciences”, at the same time they discussed the predictability about the natural and human systems.

Key Words: SSH, Proof, fractals, chaos, self-organized criticality, Zipf’s law, Boids, cellular automata, predictability

SSH (スーパーサイエンスハイスクール)

「サイエンス・アドベンチャー」下見報告

— 米国東部とアーカンソー州 —

もり なか とし ゆき おか もと よし お
森 中 敏 行 ・ 岡 本 義 雄

抄録：2011年度のSSH (スーパーサイエンスハイスクール) 事業の1つである「サイエンス・アドベンチャー」(海外研修)の企画検討のための下見を行った。米国東部のボストン・ニューヨーク・ワシントンの3都市の大学・研究所・博物館などの見学を行ったあと、南部アーカンソー州へ移動して、現地の高校・大学との交流の打ち合わせの他、野外実習等の候補地の見学を行った。米国東部ではスミソニアン博物館・ワシントンDCの政府機関を候補に決定した。南部では地元理数系高校のスタッフと交流の具体的打ちあわせを行ったほか、生物・地学分野の野外観察地を多く下見した。南部では東部とまったく異なる文化・社会を目の当たりにして米国という国の広さと多様性を体験できた。以上の下見を行ったことで、海外研修の骨組みが整った。

キーワード：SSH, ワシントンDC, スミソニアン博物館, アーカンソー州, GMT, 野外観察

1. はじめに

来年度SSH (スーパーサイエンスハイスクール、以下SSHと略す) 事業のプログラムの1つであるサイエンスアドベンチャーは、外国への研修と交流を兼ねた見学旅行を目指した企画である。本校SSHの企画書には、「国際性を養うことを目的に、海外の先端科学の研究室や博物館などを訪問し、研究者から指導を受けると共に、現地高校生と交流や現地での生物系・地学系の調査や観察を行い、グローバルな感性を育てるとともに、日常学習の重要性を認識させる。」と書かれている。この行き先の検討を2010年度当初より行ったが、漠然と米国東部の大学・研究所・博物館などを巡り、交流をする相手先を探すという案があっただけで具体的な行き先等、旅行の全体像はなかなか決定できなかった。しかし、1年前の下見が必須であるという条件から6月中には行き先や行程を決める必要性がでてきて焦りだした。

その折に参考になる意見を聞こうと、かつて本校で地学を担当し、副校長も務められた柴山元彦氏 (現在は地球科学に関する一般普及のNPO法人「自然環境研究オフィス」代表) の元を訪ねた。そこで偶然ではあったが、柴山氏自身が一般の参加者を募って夏に米国への鉱物採集と天体観測ツアーの計画を立てておられることを知る。そしてその行き先となっていたアーカンソー州についての貴重な情報を得ることになった。また現地の市観光局

にお勤めの八木麻里子氏を紹介され、それから一気に行程が具体化した。具体的にはそれまでに旅行社（JTB）と相談し候補に挙げていた、米国東部の大学・研究所・博物館をまわる日程と、柴山氏、八木氏から提案のあったアーカンソー州ホットスプリングスの科学に特化した高校訪問、州立大学の見学、現地生物、地学の巡検見学地などを巡る行程の2つを折半した形の下見日程が作られた。下見行程の概要と職員会議報告時のコメントは下記のとおりである（本校執筆時に一部改変、追記）。なお、主として東部の下見報告を森中、アーカンソー州の下見報告を岡本が担当した。

2. 下見内容 <下見報告（職員会議報告資料）に加筆、写真を追加>

- ・期間 2010年7月21日（水）～30日（金） 8泊10日
- ・訪問先 アメリカ東海岸（ボストン・ニューヨーク・ワシントンDC）および南部アーカンソー州（リトルロック市・ホットスプリングス市）
- ・参加者 森中敏行・岡本義雄
- ・ガイド 米国東部：初井和博氏（アメリカンインフォメーションサービス社 代表）
アーカンソー州：八木麻里子氏（リトルロック市会議観光局）
- ・旅行会社：JTB西日本（担当 春木晃一氏）

<具体的日程とコメント>

7月21日（水）

午前10時00分 伊丹空港発 ANA NH020便

午前11時15分 羽田空港着

午前11時50分 羽田空港発 エアポートリムジンバス

午後1時15分 成田空港着

午後4時00分 成田空港発 DL276便（55分遅れ）

飛行機内では日本人はほとんど見かけず、すでにアメリカに入国しているようである。できるだけ日本人との接触がない方がよい。

午後2時40分 デトロイト空港着 入国審査

午後5時35分 デトロイト空港発 DL1622便

午後7時40分 ボストン空港着 路線バス・地下鉄で移動

公共機関での移動は、さほど困難ではなく、少人数であれば、チャーターバスより、この方がよいように思う。

午後9時30分 ホテル着 ROYAL SONESTA HOTEL BOSTON 泊



7月22日（木）

午前9時00分 初井氏と合流

午前9時30分 地下鉄で移動 ハーバード大学（自然史博物館）見学

植物、動物、鉱物標本が展示されており、その収蔵数に圧倒された。しかしその展示には、解説がなく、博物館というよりは、収蔵庫にちかい。この博物館で、一般向けの実験講座を受講することも可能。標本の観察においては、スミソニアン自然史博物館でも十分に可能であり、スミソニアンの方が、解説やガイドツアーがあり、適していると思われた。あえて、行程含む必要性を感じない。一方、ハーバード大学やMITを見学する価値はあると感じた。

正午 ホテルから専用車でMBLへ移動

午後1時30分 MBL（ウッズホール研究所）到着 研究施設見学

研究施設の一部と図書館を研究所のスタッフが案内するツアーに参加。この研究所から、教科書にも登場する数多くのノーベル賞受賞者がでている。実験プログラムや、より発展的なツアーはない。

ウッズホール水族館：見学（特に特徴的な内容はない。）

ウッズホール研究所は、見学する価値はあるが、ここだけでは、時間をもてあます。

せっかくCape Codまで足を伸ばしているなら、この周辺の国立公園での実習を入れたい。

午後3時30分 MBL出発

午後5時00分 ホテル着 ROYAL SONESTA HOTEL BOSTON 泊





岩石・鉱物の展示



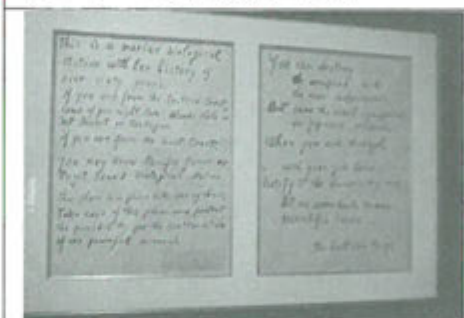
動物のはく製などの展示



ウッズホール海洋研究所の内部



海水魚などの飼育層



太平洋戦争で東京大学三崎臨海研究所にあった書き置き。この研究所を科学研究のため戦後も大事に残してほしいという内容。



海洋研究所の玄関。青いNOAA（米国大気気象局）のロゴが見える。

7月23日（金）

午前9時30分 ホテルから専用車で移動

午前10時30分 PURGATORY CHASM STATE PARK 到着

旅行社より紹介された氷河の痕跡地形の観察を目的に行ったが、典型的なものではなく、花崗岩の風化浸食地形としては平凡。見学場所としては適さないと判断。

正午 PURGATORY CHASM STATE PARK 出発 専用車

午後1時00分 ポストン科学館 到着

カフェテリアで昼食、その後、館内を見学（入場料大人20ドル）館内は広く、数学から科学まで幅広く展示されていた。また、ところどころに大学生のボランティアが

ブースを設置して、子供相手に解説を行っていた。また、雷の巨大な発生装置があり、実演が行われていた。展示の切り口がとてもおもしろく感じた。日本の学問体系に沿った展示とは大きく異なった。機会があれば訪ねたいところ。

午後3時30分 ポストン科学館 出発 専用車で空港へ

午後4時00分 ポストン空港 到着

午後9時00分 ポストン空港 出発 DL1395

3時間半の遅れ：雷雨による空港閉鎖のためJTBの現地の方と緊急電話連絡。指示を仰ぐ。ぎりぎりまで粘れとの指示をもらう。天候による欠航の場合、航空会社からの宿泊先等の保障はない。また、航空会社の欠航判断以前に、翌日便などに振り替えてはもらえるが、それ以降の乗り継ぎ便などはすべてキャンセルされる可能性があるそうで、できるだけ待つことを勧められた。飛ぶ可能性がなければ、航空会社は早々に欠航にするらしい。

その後、午後9時を回ってから何とか離陸することとなった。

午後10時30分 ニューヨークラガーディア空港 到着 タクシーでホテルへ移動

午前0時 RADISSON LEXINGTON HOTELL 到着

ニューヨークのホテルは、最も値段が高かったが、部屋は最も悪かった。

また、ホテル周辺は、深夜にもかかわらず騒然としており、生徒の宿泊には不適な環境と感じた。



氷河痕跡とのことで行ってみたが氷河が溶けてあふれ出して作った浸食地形という。

こちらが意図した氷河地形ではなかった。



ポストン博物館

巨大な珪化木の標本。

7月24日（土）

午前9時00分 市内見学へ

・ハドソン川 サークルラインクルーズ

自由の女神やグランドゼロなどのマンハッタン島の摩天楼を川から45分程度見学。
夏休みの土曜日で、観光客で満員状態であった。

・自然史博物館

規模は、スミソニアンほどではないが、十分大きく、展示内容も多岐にわたって豊富であった。しかし、人が多くて、ゆっくりと見学できる状態ではなかった。スミソニアンで充分であり、あえてコースに組み込む必要を感じない。

・セントラルパーク

自然史博物館から、セントラルパークを横切り、メトロポリタン美術館へ徒歩で移動（約30分）。芝生に転がっている岩石に、典型的な氷河の痕跡が見られた。ボストン郊外のPURGATORY CHASM STATE PARKよりずっと価値がある観察が可能である。

・NYメトロポリタン美術館

充分に見学する価値はある。1日中、ゆっくりと鑑賞したい内容で、全展示物を1つ1分の割合で見えていくと13年掛かかるそうだ。



NYのハドソン湾クルーズツアーの船上。
9.11の現場などが紹介される。



おなじみの自由の女神。この日は熱波で摂氏38度の暑さ。



NY自然史博物館のたたずまい。



恐竜の骨格標本が出迎える。



哺乳類の骨格標本の展示など、特に古生物関係の展示が見事。



最終氷期の氷河による擦痕が残るNYセントラルパークの結晶片岩の露岩。



NYメトロポリタン美術館の正面。多くに人が訪れる。ほかにもNY市内には有名な美術館が多くある。



印象派の部屋。モネ、ルノワール、ゴッホなど垂直の作品が展示。写真はフラッシュのみ禁止。

午後3時30分 ホテルを出発。地下鉄とタクシーでラガーディア空港へ移動。

午後6時30分 ラガーディア空港からDL5925でワシントンDCへ

午後7時50分 ワシントンDC ロナルドレーガン空港 到着

バス、地下鉄、タクシーを乗り継いで、ホテルへ

午後10時00分 HOLIDAY INN GEORGE TOWN 到着

このホテルの近くに、スーパーマーケットがあり、食料品など豊富にある。また市内行きの循環バスのバス停もすぐ傍である。ホテルには冷蔵庫の設備はない。

7月25日(日)

午前9時00分 ホテルのカフェで初井氏と再び合流。専用車にてボルティモアへ移動。

午前10時00分 ボルティモア市内に到着。

UMBI(実験研修を予定している研究施設)を外から見学。

ボルティモアインナーハーバーを見学。



ボルティモアは最近港が、横浜みなどみらいのような近代的な建築に再整備された。



港に浮かぶ帆船。英国との独立戦争当時のもので、米国建国の昔を残す街。



MLBI。マリンバイオテクノロジーセンター。この日は休館日で外から見る。高校生向けの実習講座があるとのこと。



港の脇にある科学館の展示。米国はどの都市でもこのような子供向けの科学館が充実している。

午前11時00分 専用車でワシントンDCへ出発。

午後0時10分 ワシントンDC到着。

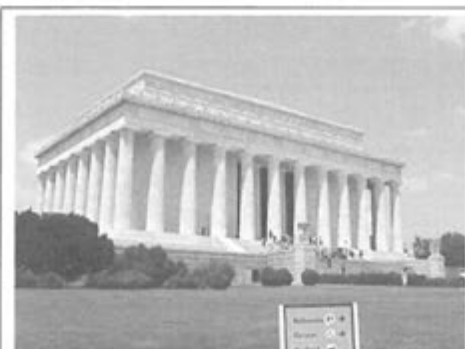
リンカーン祈念堂などを見学。その後、スミソニアン博物館へ移動。



ホワイトハウス前は観光客で長蛇の列。建物の屋根の上には警備の兵士の姿。いずれもライフルを構えて厳戒態勢。



そのホワイトハウス前に27年前から住み着くスペイン人の反核おばさん。テントや掲示を認める米国政府の度量の深さも感じた。



有名なリンカーン祈念堂、国会議事堂とグリーンベルトを挟んで正対している。



中に巨大なリンカーンの彫像が大仏のように座っている。



キング牧師が有名な演説を行った場所。はるか向こうにオベリスクと国会議事堂。



演説を記念するモニュメントが階段上に埋められている。

午後1時00分 スミソニアン協会本部(キャッスル)を見学後、徒歩で自然史博物館へ。
午後1時30分 自然史博物館入館。

食事も含めて約2時間30分見学。ツアーを予約していただいていたが、キャンセルして、自由に見学した。特に、化石や鉱物、恐竜の骨格標本、世界各地の自然環境を再現したジオラマなどが目についた。すべてしっかりとした解説がされており、各自が興味関心で自由に見学することが可能である。さらに、より効果をあげるためには、かなりの事前準備が必要であることも感じた。特に、生物分野においては、進化や博物学的内容などほとんど日常では扱わないものが、展示の中心であった。ツアーなどに参加して、研究員からの説明や質疑をすることなど、とても有効であると思う。是非、この施設は、コースに組み込みたい。

午後4時00分 航空宇宙博物館入館。

スミソニアン博物館の中でも最も人気のある博物館で、航空機や宇宙に関する機器や飛行体の展示が行われている。第二次世界対戦のブースでは、零戦の展示やボーイングの旅客機、さらにはアポロ計画で使用された宇宙船などが、また新館には、原爆投下のエノラゲイも展示されている。やや、国家主義的なにおいが鼻についた。事前準備があれば、自由な見学も十分可能である。

スミソニアン博物館は、計18の博物館、美術館、国立動物園からなる世界最大の博物館群で、1億3,650万点もの文化遺産や標本を所蔵し、公開している。多くの施設は、

ナショナル・モール地区にあり、徒歩で見てまわることが可能である。ぜひこの博物館群で、1日ゆっくりと時間をかけた見学を計画したい。

この日は全米のボーイスカウトの催しがワシントンDCであり、多くの少年や世話をする大人が居たがどの国でもご多分にもれず、疲れて博物館の床に座り込む子供たちを世話する大人が大変そうだった。ちなみにこの日も猛暑でワシントン市内のバスは無料となった。華氏100度を超えると、冷房の利いたバスは低所得者のための避難所がわりになるとか、その猛暑で午後は博物館に入った途端にすさまじい夕立に包まれる。日本と異なり大陸の気象の激しさを実感する日となった。



スミソニアン博物館は大小10数館の博物館群の総称。写真の本部の建物。英国人スミソンの寄付で建てられ米国政府が管理。



有名な自然史博物館の玄関。大変暑い日でのこの日の午後はすさまじい夕立に包まれる。

なお、ボストン、ワシントンDCは、町全体がアメリカ史の博物館であり、市内散策にも十分価値がある。また、日常のニュースや映画に登場するホワイトハウスや国会議事堂、ペンタゴンなどを見学することで、世界を身近に感じられる。ボストンを日程上省くのであれば、ワシントンDCは是非、組み込みたい。



玄関に入ると巨大な象の展示。



有名なダイヤモンド、ブルーホープを一目見ようと殺到する人々。



こちらはくじらの全身の展示.



岩石、鉱物標本もすごい量. これは自然金の標本展示.



航空宇宙博物館の玄関入り口



航空宇宙博物館内部

午後6時00分 市内循環バス(1ドル)でホテルに到着。
この日もHOLIDAY INN GEORGE TOWN泊。

7月26日(月)

午後2時20分:メンフィス シグネチャー空港発 この間乗り継ぎの航空会社の所在が不明で大変難儀する。

JTBアメリカ事業に電話で問い合わせるが、

午後3時25分:ホットスプリングス空港到着

八木麻里子さん(リトルロック市観光局)、コラ・イースタディさん(ホットスプリングス観光局)が出迎え。この頃からひどい夕立となる。

八木さん運転 コラさん道案内の車で

・Mountain Valley Spring Companyの見学 対応は工場長のDennis Thomas氏

温泉の自噴水のプラスチックボトル、ガラス瓶への格納工程の見学(雷雨の中)

この日の宿泊は EMBASSY SUITES HOT SPRINGS



メンフィスからホットスプリングスに向かう小型機。乗客は我々だけで、景色を堪能。しかし遠くに雷雲がみえる。



Mountain Valley Spring社の工場見学。温泉に関するミネラルウォーターの詰め込みを行っている。日本にも輸出。

7月27日（火）

午前8時45分： 八木さん、メアリー・ニールソンさん（姉妹都市財団）が同行

午前9時00分：Arkansas School for Mathematics, Science and the Arts 訪問

理科主任のDr. Brian Monson氏、校長のDr.Hugo氏が案内

理科関係の諸設備や学校の概要の説明を受ける。高価な備品やIT化された実験設備、少人数の実験、研究中心の授業構成などに深く感銘を受ける。

卒業生の多くはHarvard, Stanford, MITなど一流大学の理系に進学すること。人口わずか5万人たらずのこの街に全米で15校しかない理数系高校の8番目の開校であるらしい。校舎は古い病院の移転後の建物を改修して使っている。そのため巨大なオートクレーブなどがある恵まれた立地。

午前11時00分：市庁舎訪問 Hot Spring市長を表敬訪問。日本の花巻市と姉妹都市を結んでいる話などをうかがう。記念撮影を行う。



Arkansas School for Mathematics, Science and the Arts校の実験室の設備



人数は25人くらいのクラスとか。設備は比べ物にならないほど整備されている。



こちらは小規模な実験室、ところ狭しと実験器具が並べられている。



ホットスプリングス市の市長を表敬訪問、思いがけない歓迎に感激！

(街の食堂で昼食)

午後1時00分 国立公園サービスのラッド氏から温泉施設や温泉の概要説明、公園内の案内をしてもらう。

午後3時00分 ガーバン・ウッドランド森林植物園訪問（ここでは、理数系高校の野外実習でも使われる）ゴルフカートで公園内を移動見学、アジア庭園など、また案内者のBob Byers氏は庭園建築のエキスパート。

午後4時30分 ワシトー湖のブレイククリーダムサイトを見学。



国立公園サービスのラッド氏より、市内の温泉などの説明を受ける。



温泉が湧いている露頭、この下に温泉街があり、かつて病院として使われた。



ガーバン・ウッドランド森林植物園。テーマ別に多くの植物が植えられた植物園がある。



船に乗ってワシトー湖岸の地層露頭を観察。褶曲や断層が観察できるほか化石産地もあるらしい。

7月28日(水)

午前8時15分 八木さん、メアリーさん出迎え、メアリーさん運転の車で。

午前9時30分 地元産ノバキュライト露頭見学。石器や最近では砥石に用いられている。

午前10時30分 黄鉄鉱のあるマグネット・コープ見学、採集。案内はArkansas Geological Survey のMichel Howard氏と地元教育委員会理科関係からの2人。



地元産の砥石として珍重されるノバキュライトの露頭



地元温泉街の病院として使われた療養施設



マグネットコープの露頭



黄鉄鉱やチタン鉄鉱の結晶がいたるところに落ちている。

(昼食)

午後 運転はシェリル・ファーガソンさん(アーカンソー州観光局)に替わる。車は州の公用車。コラ・イースタディさん(ホットスプリングス観光局)と八木さんも同行

午後2時30分 キャサリン湖州立公園 ビジターセンターで職員の方から、湖周辺の動植物についての詳しい説明を受ける。キャンプも可能とか。

これより、リトルロックへ移動 八木さんとコラさんで。

午後4時00分 アーカンソー州立大学キャンパス 化学・生物・地学系の棟で准教授のCarl Stapleton氏の出迎えと学部の説明を受け、その後、助教のOlga Tarasenkoさんの高校生を受け入れる大学の科学研究プログラムについて、PPTを見ながら詳細の説明を受ける。日本の高校生が参加してくれるのは大歓迎だとの言葉を受ける。ご主人は東大で研究時代に知り合った日本人の方(Toxin系の研究者)だそうで、今後ご主人を通して日本語でのメール応答も可能。⇒特に今後「ブルーF III」の海外版との関連で興

味深い。

午後 5 時 30 分 リトルロック市内の糸杉の公園のほか、ピナクル山（天体観測適地）を見学。夜ホテルに帰る。Holiday-inn littlerock泊



キャサリン湖州立公園のビジター棟。地元
の動植物の説明を受ける。



案内してくれたビジターセンタースタッフ
とお世話になった観光局のスタッフ。



アーカンソー州立大学助教の Olga
Tarasenko さんの研究室にて。



天体観測の適地。ピナクル山の駐車場あたり。
ふもとには見事な原生林もある。

7月29日-30日 リトルロックからの早朝の乗り継ぎ機が遅延でキャンセルされたため、
帰路が大きく変更となり、アトランタ経由でソウル（インチョン空港）-関空と長距離
を乗り継いで帰国した。

3. まとめ

2011年度のためのSSH海外研修（サイエンス・アドベンチャー）の企画立案のための下見を行った。アメリカ東部では米国の世界をリードする科学の伝統や実情に触れるため、
大学、研究所、博物館を幾つか見学候補に挙げ訪問した。いずれも一長一短あったが、ス
ミソニアン博物館と首都ワシントンDCのたたずまいを最終的に生徒に経験させることに
した。米国の飛ぶ鳥を落とす勢いの源泉のようなものを生徒に体験させられるはずである。

アメリカ南部ではアーカンソー州の理数系高校、州立大学の訪問を行った。現地事情を
詳細に見学できたほか、向こうのスタッフと具体的な交流の打ち合わせができ、彼らの心
からの歓迎の姿勢を確認できたのがこの下見の最大の成果である。あわせて生物系・地学
系を中心に野外実習の候補地を幾つか下見した。この中から現地での生徒の実習を行わせ

る企画を考えていきたい。東部では驚くべき米国文明の発展を支える競争社会の現実やビジネスの実情に触れ、それとは正反対に南部ではゆったりとして家族的なホスピタリティという全く別の姿を体験できるはずである。これら2つの地域を訪問することで米国の多様性とすさまじい発展の原動力となるものを理解する端緒となるのではないかと期待している。

<謝辞>

本下見の遂行にあたり、多くの方にお世話になった。元副校長の柴山元彦氏にはアーカンソー州観光局等とのコンタクトの仲立ちをしていただいた。JTBの春木晃一氏には旅行の各種手配をいただいた。現地観光社の初井和博氏には現地での案内と、米国建国事情など様々な話を聞かせていただいた。リトルロック市会議観光局の八木麻里子氏には、丁寧な現地見学の設定と案内のほか、交流先との折衝、現地事情の情報提供など、多義にわたりお世話になった。またホットスプリングス市長はじめ、現地で様々な形でお世話になった方々にもお礼申し上げます。

なお本視察の費用の一部は、財団青松から支援いただきました。重ねて感謝申し上げます。

A report of the preparing trip for SSH program named

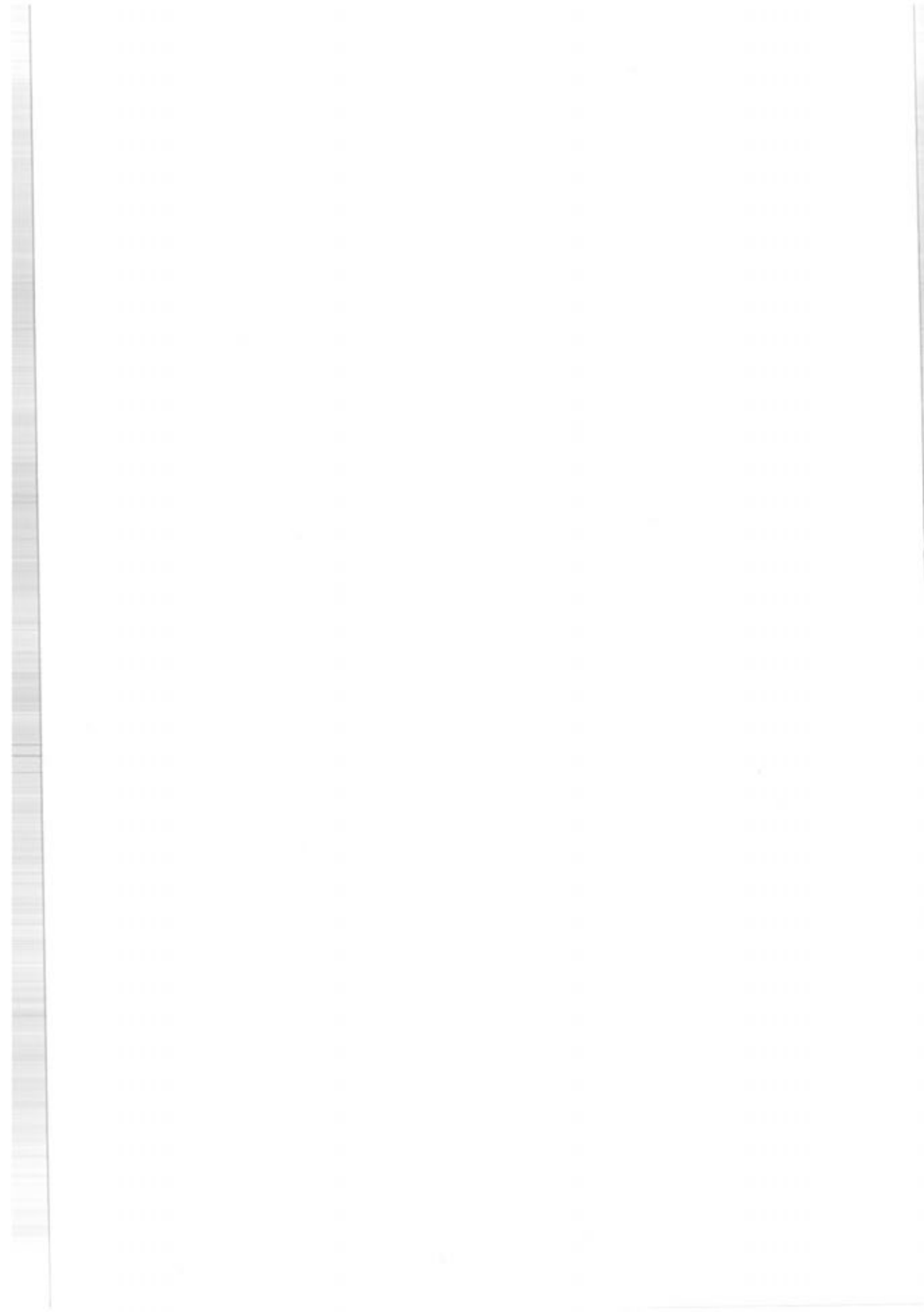
“Science Adventure in US ”next year.

MORINAKA Toshiyuki and OKAMOTO Yoshio

Abstract:

A preparation trip for SSH, Super-Science-High-School, program named “Science Adventure in US” next year was carried out. Our visited sites are famous universities, museums and institutes in eastern US, including the Harvard Univ., the Woods Hole Institute and the Smithsonian Museum. Also we appointed to the staff of science-oriented high school in Hot-spring, AR. Various exchange programs and field work plans related with biology and geology were planed and discussed through this tour. In the eastern US, our students can understand the rising power of US science and economy, while in Arkansas they must experience kind hospitality of the southern US. Through it, we will convince the broad diversity of their culture and remind the secret origin of the US powers.

Key Words: SSH, Smithsonian Museum, distance ladder, stellar evolution



平成22年度 教科・個人研究テーマ一覧表

国語科	「読み」の力を育てる授業	岡本 義雄	国際性を視野に入れた地球科学英語教材の開発
琢磨 昌一	入門期の古典指導—知識で読む—	滋野 正和	実験レポートから見る生徒の科学的思考
中野 信行	「読み」に活用できる言語事項	原田 英光	OTC医薬品を用いた教材開発
藤本 一栄	古典世界の背景を考え、人間像を考えた「読み」	井上 広文	演示実験観察レポートの学習内容理解に対する効果
宮川 康	近代文学作品の的確な「読み」	森中 敏行	分子遺伝分野の教材開発
榎本 陽子	様々なジャンルを比較して「読む」授業	音楽科	幅広い音楽体験を通し、技術の向上と愛好する心情を養う
中尾 順子	なぜという問いを深め、探求する読みを育てる	今出 望	知識、技術、感性の結びつきによる芸術性豊かな表現
山根 雅子	古典作品と自分をつなげる「読み」	美術科	表現と相互の関連を図る鑑賞教育のあり方
社会科	社会科における「リテラシー」の探求	首藤 友子	鑑賞から表現・発表へ
川地 秀治	興味・関心を抱く授業の導入	保健体育科	多様なアプローチによる指導法の開発と実践
射手矢 明	考える授業の構築	鎌田 剛史	IT機器を活用した授業について
住田 訓平	生徒に興味・関心を抱かせるための視聴覚教材の活用	森田 祐介	子どものスポーツに対する「こだわり」の形成について
角谷 亮介	スキーマを意識した授業	吉原 千晶	体育授業におけるスポーツオノマトペ教示の有効性について
笹川 裕史	“20世紀史”の試み	武井 浩平	体育授業にアダプテッドスポーツを取り入れる試み
生川 年雄	歴史認識を深める	松田 光弘	運動有能感を高める教師の関わり方について
甲山 和美	市民教育としての「政治・経済」-「倫理」の連携	養護科	中高一貫における生徒の健康意識
数学科	活用力を育てる授業	安原 仁美	性に関する教育の推進およびスクールカウンセラーとの連携
岩瀬 謙一	結び目の数学の教材化—教育実践を通しての体系化—	西村 由利子	性に関する教育の推進およびスクールカウンセラーとの連携
大石 明德	価値実現型教育の構築について	技術・家庭科	新しい指導要領にむけた教育の試行
澤田 耕治	高1での新カリキュラム「統計」の扱いとSSH基礎教養としての統計の扱い方について	上田 学	「栽培を中心とした生物育成教育」の教材開発
末広 進	生徒の既習内容を活かした教材開発の研究	長 千恵子	「法教育としての消費者教育」の教材開発
藤田 幸久	高校における統計教育を模索する	英語科	音声を核にして、四領域のバランスを考慮した授業
荊木 聡	基礎・基本を育む数学教材の開発	奥野 久	英語で行う高校英語授業の有効性と問題点
竹歳 賢一	基礎・基本を育む数学教材の開発	永田 忍	豊かな自己表現を創造する授業づくり
吉村 昇	基礎・基本を育む数学教材の開発	前枝 弘樹	理解から活動へと広げる授業の創造
理科	科学技術イノベーション人材育成プロジェクト開発実践ワーキングとしての教材研究と新指導要領の実践・研究	寺井 由美子	意欲を高め発信力を育てる授業の創造
松永 茂	高校化学教育の視点—扱う素材を吟味する—	日根野 敬也	読解を深めるQ&A
久留飛 航平	原子を意識した定量実験授業の実践	伊藤 洋一	読解活動の活性化
廣瀬 明浩	サブノートを用いた復習指導の効果	紀岡 龍一	チームティーチングにおける4技能の統合
		富田 大介	音声を大切に授業・教育実習の工夫

あとがき

1. 2010年度の動向

本校がスーパーサイエンスハイスクール（SSH）の指定を受けて、2年目が終わろうとしている。本年度の研究集録では、それに関する実践報告も掲載することができた。また校内研修会（教員間での公開授業）も、教育研究会を行なわない学期が日程的に好ましいという考えから、今年度は11月下旬に、社会・理科・英語・保健体育の4教科で実施した。

2. 第57回教育研究会に関して

開催日：2011年2月19日（土）

参会者：129名（学生を含む）

全体テーマ：「チャンスとチャレンジのカリキュラム」

発表教科の概要

国語科

研究主題 「読み」の力を育てる授業

授業Ⅰ 中3 主体的に読書に取り組む態度を養う

中尾 順子

授業Ⅱ 高Ⅰ 主題単元学習「親と子」の試み

中野 信行

指導講師 大阪教育大学准教授

住田 勝 先生

司 会 本校教諭

宮川 康

発 表 本校教諭

中尾 順子・中野 信行

数学科

研究主題 数学的活動に何を期待するか

授業Ⅰ 中3 年金問題をどう解決するか

竹歳 賢一

授業Ⅱ 高Ⅰ 媒介変数表示を用いた花模様作り

大石 明德

指導講師 京都教育大学教授

柳本 哲 先生

大阪教育大学教授

鈴木 正彦 先生

司 会 本校教諭

岩瀬 謙一

発 表 本校教諭

大石 明德・竹歳 賢一

理科（生物）

研究主題 遺伝子の共通性と多様性

授業Ⅰ 中3 メンデルが発見した生物多様性への扉

滋野 正和

授業Ⅱ 高Ⅱ 遺伝情報の多様性

森中 敏行

指導講師 大阪教育大学准教授

鈴木 剛 先生

司 会 本校教諭

岡本 義雄

発 表 本校教諭

滋野 正和・森中 敏行

芸術科（美術）

研究主題 版画教育と日本のデザインの教材化について

授業Ⅰ 中3 帯模様のデザイン

～シルクスクリーン描画法～ 首藤 友子

ワークショップ シルクスクリーン描画法の製版と摺り

指導講師 大阪教育大学准教授

司 会 門真第六中学校

発 表 本校教諭

首藤 友子

佐藤 賢司 先生

杉江 ゆかり 先生

首藤 友子

講演

「子ども・親・教師にとっての幸せ～豊かな生き方を考える～」

関西学院大学教授

野田 正彰 先生

（記：松田光弘・笹川裕史）

研究集録 第53集

平成23年3月26日印刷

平成23年3月31日発行

編集発行者 大阪市天王寺区南河堀町4-88
大阪教育大学附属天王寺中学校
大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎
代表者 高橋 誠

印刷所 株式会社 ヒカリプランニング