

ISSN 1340-461X

附属天王寺中・高
研究集録
第 50 集 (平成 19 年度)

*Bulletin of the
Tennoji junior & Senior High School
Attached to Osaka Kyoiku University
No. 50
(March, 2008)*

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役教官を原則とする。

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. 本誌の原稿用紙は、40字×40行詰めとし、横書きのみとする。英文論文の場合は、70~80字×40行とする。第一頁は21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、英文表題・執筆者・英文要旨・キーワードをつけることを原則とする。（英文論文の場合は、日本語要旨をつける。）

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により構成される。

まえがき

戦後60年を過ぎ、科学技術や経済の急速な発展で世界を驚かせてきたわが国は、現在大きな岐路にさしかかっている。BRICS諸国の躍進が顕著になるなど、一流と言われた経済も今や二流国になったと指摘する専門家さえいる。世界最高水準であった教育面でも、いじめ、子供の自殺、校内暴力、学級崩壊、指導力不足教員、学力低下など、の教育問題が渦巻き、大きな社会問題となっている。周知の通り、一連の教育改革は今日、国の将来を左右する本質を表出するまでになった。つまり、教育基本法の改正である。

2006年12月22日に公布・施行された現行の教育基本法は、1947年発布・施行の教育基本法の全てを改正したものである。読売新聞は、この改正を次のように解説している。

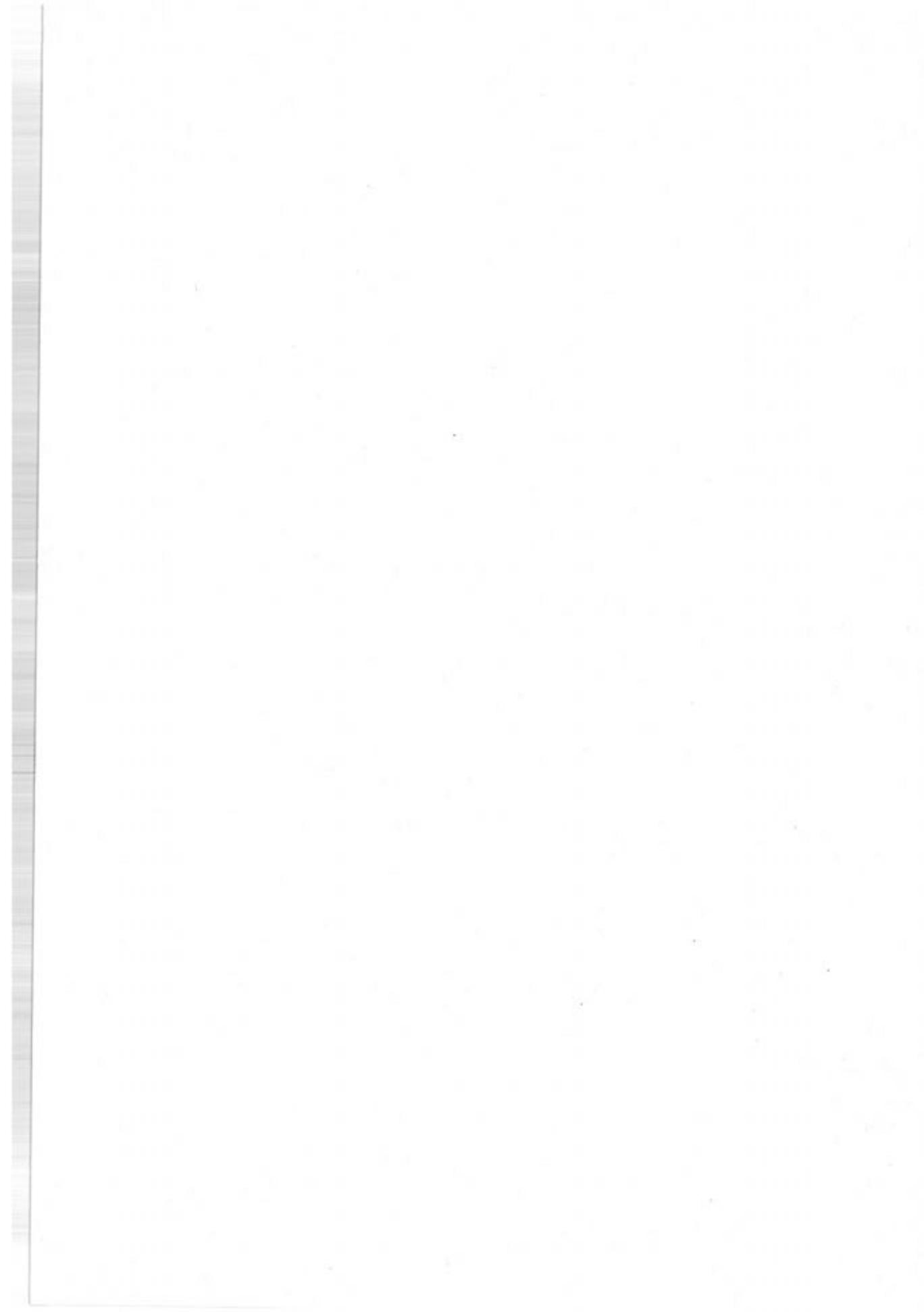
“教育基本法は戦後の1947年、連合国軍総司令部（GHQ）主導で制定された。国家主義の復活を阻止することに重点を置いたとされ、条文には「個人の尊厳」「個人の価値」など、権利を尊重する文言がちりばめられている。軍国主義的な教育を排し、健全な民主主義教育を推進する内容は、日本の戦後復興に貢献した。しかし、時がたつにつれ、「行き過ぎた個人の権利尊重が、学級崩壊などの弊害を生んだ」「日本の伝統を大事にする心が失われた」などの声が強まってきた。今回の改正論議は、中央教育審議会（文部科学相の諮問機関）が2003年3月に答申を出したことを受けて、始まった。自民、公明両党が約3年議論を続けた末、原案をまとめた。主な改正のポイントは、（1）公共の精神や、伝統と文化を尊重することを強調した（2）生涯学習、大学、私立学校の条文を追加し、現在の教育環境に合うようにした（3）義務教育の「9年」の年限を削除し、家庭教育、幼稚期教育を規定した——などの点だ。公共心などについては、「前文」に「公共の精神を尊び」「伝統を継承し、新しい文化の創造を目指す教育」といった文言を盛り込んだ。教育現場では、「授業中に勝手な行動を取る生徒が多い」「自分さえよければいいという考えが広がっている」と教員から悲鳴が上がっているという。こうした自己中心的な態度を改めさせるのが狙いだ。—後略—”と（2006年4月26日 解説・教育基本法改正案）。

改正への賛否はともあれ、戦後最大の教育改革であり、今後の影響力は計り知れない。

以上のマクロな視点はともかく、ミクロな問題としては、「学力低下」が直接の話題となることが多い。そうして、この主要な原因として「ゆとり教育」や「総合的な学習の時間」が槍玉にあがっている。確かに、PISA2006（2007.12）の調査は、被験者を小学6年生から“ゆとり教育”を受けた世代を対象としたものである。この結果は、大方の予想通り、読解力は14位→15位へ、数学的リテラシーは6位→10位へ、科学的リテラシーは2位→6位へと、全分野にわたって順位を下げた。また、同一問題による正答率の比較でも、前回を下回る問題が多く、理数系の分野でも学力低下を示す結果となった。

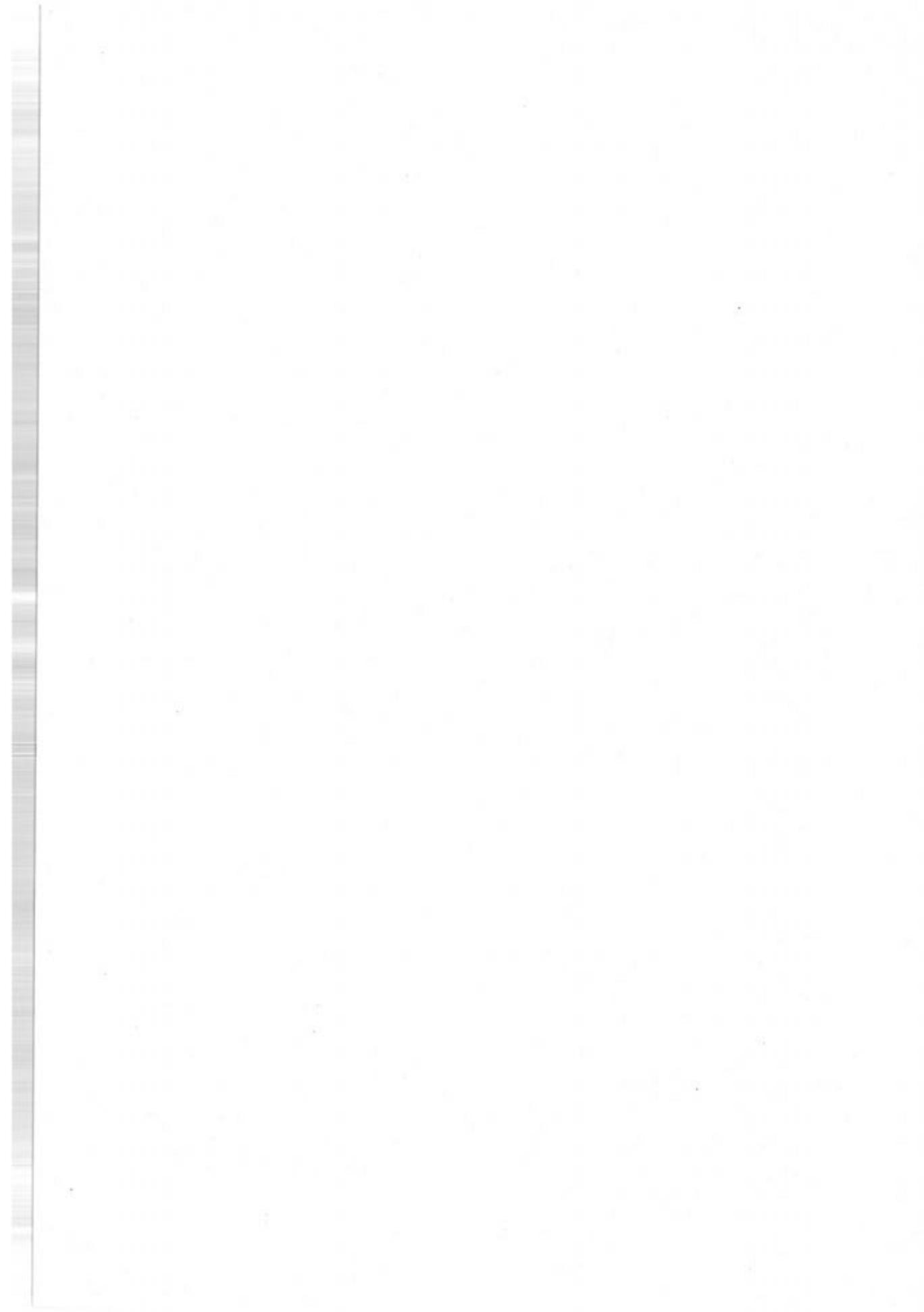
しかし、同じOECDの生徒の学習到達度調査（PISA）においてトップの成績をあげたフィンランドでは、週休二日制であり、授業時間数も日本に比してかなり少ない。また、「総合的な学習」に相当する時間も日本より多くなっている。従って、単なる時数削減や「総合的な学習」と「学力低下」は無関係であるという指摘もある。いずれにせよ、2007年10月の中央教育審議会答申や、教育再生会議が2007年に出した報告書（第1次・第2次）の影響を受け、次の学習指導要領では、ゆとり教育を見直し、必修科目を中心に時間増が見込まれている。

このような状況の中、本研究集録は50号を迎えた。一昨年、附属天王寺中学校が創立60周年、附属高等学校天王寺校舎が50周年を迎えたことも考えると、本校の歩みは戦後教育史の一部でもある。本校の研究が、わが国の教育に与えた影響は大きくはないかも知れない。しかし、今後も新たな研究・実践にチャレンジし続け、人材の育成に寄与するよう研鑽する所存である。



目 次 (Contents)

田中 謙 (TANAKA, Yuzuru) :	
学校支援組織の設立とその成果と課題 －「天王寺 学びのもり」に向けて－ (The Results and Problems of the Tennoji Junior and Senior High School Support Union—For The Tennoji Manabi no Mori)	1
笹川 裕史 (SASAGAWA, Hiroshi) :	
ジャズエイジと進化論裁判 (Jazz Age and Monkey Trial)	19
岩瀬 謙一 (IWASE, Ken-ichi) :	
結び目の数学の教材化（中学編－II）－EARCOME4（第4回東アジア地域 数学教育国際会議）に参加して－ (Mathematical Knots as the Teaching Material for Junior High School Students)	45
岩瀬 謙一 (IWASE, Ken-ichi) :	
高校における「結び目の数学」の教材化について (Mathematical Knots as the Teaching Material in Senior High School)	55
吉村 昇 (YOSHIMURA, Noboru) :	
開平法の指導に関する一考察 (A Study of the Teaching Material “Extraction of the Square”)	75
井上 広文・岡 博昭・岡本 義雄・滋野 正和・廣瀬 明浩・三木 康宏・森井 長典・ 森中 敏行 (INOUE, Hirofumi; OKA, Hiroaki; OKAMOTO, Yoshio; SHIGENO, Masakazu; HIROSE, Akihiro; MIKI, Yasuhiro; MORII, Tatsunori; MORINAKA, Toshiyuki) :	
夏期理科実験基礎講座の実施と現状 －2年目を迎えて－ (Summer Seminar about Scientific Experiments for Teachers its Practice and State in the Second Year)	83
森井辰典・岡 博昭 (MORII, Tatsunori; OKA, Hiroaki) :	
パソコン計測器の活用（第Ⅱ報）－電気伝導性とpHの測定を中心に－ (Use for the Personal Computer Measurement Vessel)	103
岡 博昭 (OKA, Hiroaki) :	
WinMOPAC を用いた分子モデルの教材開発（第Ⅷ報）－200 原子以上からなる 有機化合物の分子モデルの作成（その2）－ (Development of the Molecule Model Which WinMOPAC Was Used for)	111
岡本 義雄 (OKAMOTO, Yoshio) :	
21世紀の学校をめぐる雑感 －「複雑系科学」と「情報革命」から学ぶ－ (Some Thoughts for School and Education in the 21th Century Inspired from “Complex System Sciences” and “Information Technology Revolution”)	125
三木 康宏 (MIKI, Yasuhiro) :	
マイクロスケール実験を活用した理科授業の実践（II）－中和反応を中心に－ (The Practice of the Science Class that Utilized a Microscale Experiment (II)－ Mainly on Neutralizing Reaction)	139
森中 敏行 (MORINAKA, Toshiyuki) :	
授業におけるブログの活用 (Use of Blog in Class)	155
楠井 啓之 (KUSUI, Hiroyuki) :	
HDDカメラとC A L L 教室を利用したデジタルポートフォリオ作成の試み －インタビューテスト、スピーチ活動の評価とフィードバック (A Trial of Making Digital Portfolios with a Hard Disk Drive Camcorder and Computer Assisted Language Laboratory－For Evaluation and Feedback of Interview Tests and Speeches)	181



学校支援組織の設立とその成果と課題 —「天王寺 学びのもり」に向けて—

たなか ゆづる
田中 譲

The Results and Problems of The Tennoji Junior and Senior High School Support Union
—For The Tennoji Manabi no Mori—

TANAKA Yuzuru

抄録：これまで附属天王寺中・高を支援してきたPTA、教育後援会、同窓会、(財)青松会の各団体が、学校教育のさらなる展開を図るとともに、対外的な交渉の窓口として機能するため、新たに横の連携を強固にし、一致団結した学校支援組織を設立した。とともに、創立50・60周年を期に、様々な周年事業に取り組んだ。こうした活動は、コミュニティスクールの一形態として、評価できると考えられる。

キーワード：学校教育、学校運営、PTA、コミュニティースクール

I. はじめに

大学の法人化にともない、個性を主張した教育と柔軟な経営手法を取り入れた大学運営が求められている。本学においても、平成17年3月17日の学長による全学説明会において示された大学ビジョンの再構築では、教員養成への期待、高度に専門的な教員養成機関として今後の発展を図るとともに、組織に関しては、教員養成の強化を軸に組織の見直しを図ること、大学の維持・発展を前提として、附属学校の再編を進めて行くこと、が提示された。さらに附属学校については、プロジェクトチームを立ち上げ、8月末までに再編案を提出することが明らかになった。こうした状況において附属が大学の指導にただ手をこまねいているだけではなく、より積極的に附属の意義をアピールしながら、大学との共存を図っていく必要がある。

今回こうした背景を前提として、これまで附属の教育活動を有形無形に支援してきたさまざまな団体が一致団結し、これまで以上の成果をあげるための組織を結成した経過ならびにこの支援団体が取り組んだ周年事業を中心とした活動報告を通して、附属のあり方を考えてみた。

II 支援組織の設立経緯

1. 附属学校再編の理由

全学説明会での附属学校再編の理由は、附属学校にかかる費用の削減であった。平成17年の大学の予算は、前年度に比べると98%、約1億円減のものであり、この減少は、今後も平成21で続くことを前提にし(表1)、附属と大学との教員数を比較した場合、附属学校

の教職員の占める割合が上昇し、大学本体のさまざま活動を圧迫するというものであった。

(表2) [1]

表1 平成18年度以降の予算見通し

(単位：百万円)

区分	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度
人件費	7,347	7,286	7,157	7,113	7,046	6,989
運営費	1,739	1,614	1,494	1,489	1,508	1,517
計	9,086	8,900	8,651	8,602	8,554	8,506

表2 人件費見積の基礎とした常勤役員及び常勤職員数

区分	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度
役員	6人	6人	6人	6人	6人	6人
大学教員	313	303	292	283	272	262
附属学校教員	247	247	247	247	247	247
その他の職員	164	161	160	158	156	154
計	730人	717人	705人	694人	681人	669人

H18年度以降は、附属学校教員を除き定年退職者の後任補充はないものとして試算
大学の示す附属学校の現状は次の通りである。

- ・附属学校関係の予算が大学予算を急速に圧迫
- ・附属学校施設の著しい老朽化
- ・寄付金に依存した運営実態
- ・公立学校に劣る教育環境

こうした状況から附属学校を現状規模で維持して行くことは困難という結論を示し、そ
の上で附属学校の再編案の策定に着手することが明示された。

ここで問題となるのは、附属学校の再編の理由が、予算上の面からだけであり、大学の
目指す、教員養成を中心とした大学全体ビジョンと附属学校との関わりについて、なんら
言及されていないことである。資質の高い教員を養成するために附属学校の必要性と役割
は増すことはあっても減少することはないはずである。にもかかわらず、ただ予算面だけ
で附属を再編するという発想の貧しさを追及せざるを得ない。また施設の老朽化、寄付金
に依存した運営実態、公立学校に劣る教育環境などは、本来大学がやらなければならぬ
ものでありながらこれを怠ってきたもので、それを主な理由にあげることも責任転嫁とい
わざるを得ない。

2. 支援団体結成の経緯

附属学校の再編問題という状況を背景に、将来、天王寺中・高として生き残って行くた
めには、これまでの附属の使命を再確認するだけでなく、これまでとは異なった実績や方
針を示して行く必要性を強く感じていた。また平成18年は附属中学創立60周年、附属高
等学校創立50周年に当たり、これを期にこれまでの伝統に加えて、新しい附属学校像を示
す必要性もあった。特に校舎の老朽化は、これを打破したいという要求は、保護者の強い
ものであった。これらの状況を勘案した上で、校舎改修を中心とした周年事業を立ち上げ
これを成功に導くために、これまで附属を支援してきた中・高PTA、教育後援会、同窓

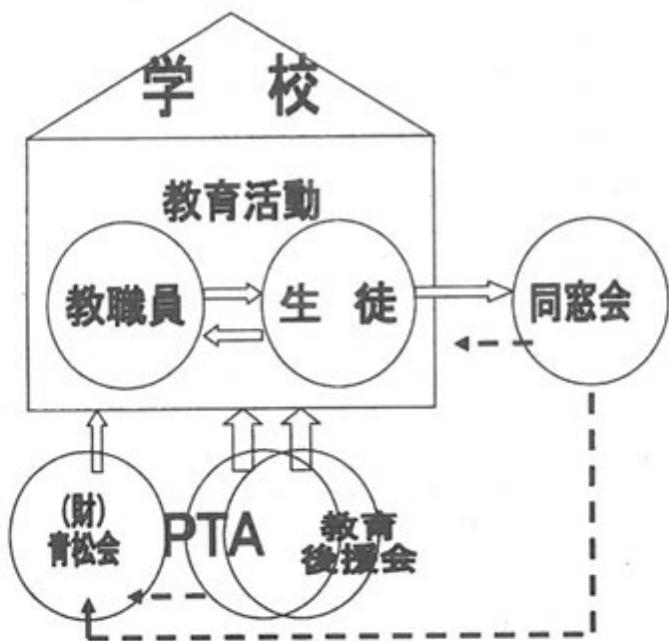


図1 これまでの関係

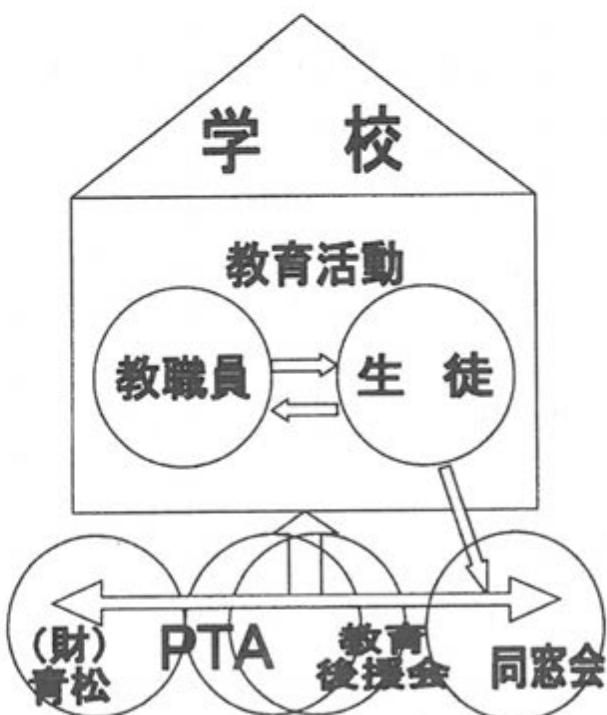


図2 新しい関係

会、(財)青松会(注1)の5団体が一致団結し、支援連合会(略称天附連)を組織し、この組織が母体となって周年事業に取り組むことが、天王寺をアピールできることにつながると考えた。図1、2は各団体と学校との関係を示したもの、図3は天附連組織図である。

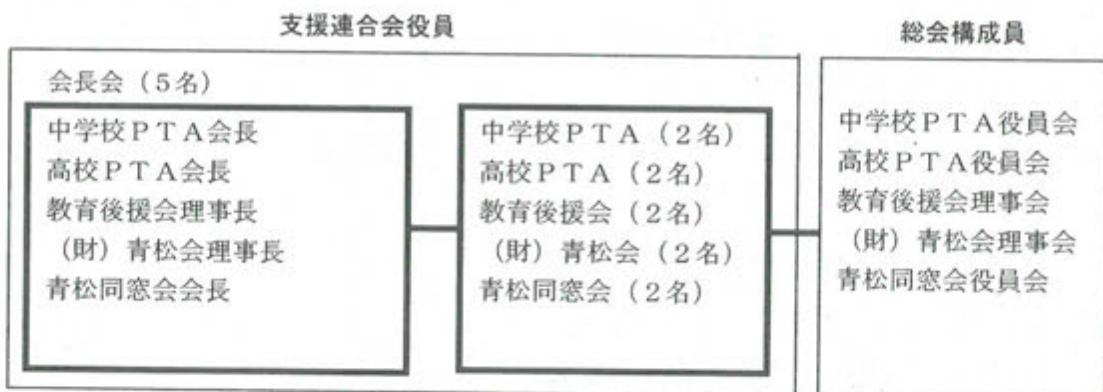


図3 天附連組織図

次に天附連が結成され今日に至るまでの経過の概略を示す。

- | | |
|--------------|--|
| 平成16年 4月以降 | <ul style="list-style-type: none"> ・大学法人化に伴い、支援連合の必要性が高まる ・附属天王寺中・高として、平成18年に迎える創立50、60周年事業の一環として、校舎改修が話題に上る |
| 12月 8日 | <ul style="list-style-type: none"> ・支援団体の代表と学校による支援連合会結成の事前会議 |
| 12月 20日 | <ul style="list-style-type: none"> ・附中PTA、附高PTA、中・高教育後援会、(財)青松会、青松同窓会の5団体による附属天王寺中・高支援連合会(略称天附連)結成 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・天附連として校舎改修事業支援を決議 |
| 平成17年 1月 27日 | <ul style="list-style-type: none"> ・大学において天附連会長会と学長、副学長と会合し、附属天王寺独自で校舎改修事業推進の確認と要請を受ける |
| 2月 17日 | <ul style="list-style-type: none"> ・第2回幹事会 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 各団体の募金目標額決定、トイレ改修の前倒し工事、 |
| 3月 22日 | <ul style="list-style-type: none"> ・第3回幹事会 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 専門委員会の設立、寄付金に対する減免処置と耐震構造強化を大学へ要請 |
| 5月 9日 | <ul style="list-style-type: none"> ・平成17年度第1回幹事会 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 新役員紹介、前年度の経過説明、同窓生への協力確認 |
| 6月 5日 | <ul style="list-style-type: none"> ・トイレ改修の物品寄付について |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・臨時幹事会 |
| | <ul style="list-style-type: none"> トイレ改修の大学への寄付方法について議論。物品寄付の方向で交渉 |
| 8月 8日 | <ul style="list-style-type: none"> ・第2回幹事会 |

トイレ改修工事は物品寄付、附属天王寺のアピール

- ① 校舎改修 ②公開セミナー開催 ③その他

夏季休暇を利用して、北館2～4階のトイレ改修工事を実施

- 9月12日 ・トイレ工事竣工報告、公開セミナー、プレゼンター
- 11月17日 ・校舎改修工事について ・附属のこれからについて
- 11月29日 臨時会長会
・校舎改修の進め方の決定 設計・施工ともに入札を実施
改修のための実行委員会設立

平成18年 1月23日 第5回幹事会

- ・建設実行委員会の設置 ・附属のこれから案の検討
- ・校舎改修工事の手順（設計から施工まで）

建設実行委員会は、設計業者の入札・決定に携わる

- 3月13日 第6回幹事会
・改修工事基本設計の説明
・周年事業の内容検討
記念式典、セミナー、本の制作、教育基金設定、地下水の活用、など
- 5月12日 総会
・「天王寺 学びのもり」構想提示、天王寺キャンパス全体整備の提示
・記念式典の概要決定 ・事業予算案の検討

建設実行委員会は、基本設計をもとに、施工業者の入札・決定に携わる

- 6月19日 第1回幹事会
・改修工事施工業者の決定
・キャンパスエコ事業の検討 ・第1回公開セミナー
- 夏季休暇を利用して、ホームルーム24教室、廊下、正門及び外構の改修工事を実施

- 8月25日 第2回幹事会
・校舎改修工事の点検
・キャンパス整備および、地下水を利用した屋根散水実験
・公開セミナー ・記念式典 ・第2回公開セミナー

- 10月13日 第3回幹事会
・地下水を利用した屋根散水実験結果報告
学びのもり キャンパス整備
・記念式典 ・収支途中報告

- 11月18日 大阪中之島中央公会堂において、附属中学校創立60周年、附属高校創立50周年記念式典が催された

- 平成19年 2月 3日 第4回幹事会
・平成18年度補正予算による校舎耐震改修工事が決定
・周年事業報告 ・緑の環境整備について

3月30日 第5回幹事会

- ・周年事業収支報告
- ・耐震工事について 緑の整備事業の延長

9月18日 第1回幹事会

- ・学びのもり進捗状況
- ・耐震改修工事の現状報告

以上の経過から天附連の取り組みは眺めてみると、

- ① 16年度は天附連設立とその内容および寄付金募集について
- ② 17年度は大学との寄附工事の取り扱い交渉と、その成果による校舎改修前倒しのトイレ改修工事、公開セミナー開催、校舎改修工事の設計施工に関して
- ③ 平成18年度は校舎改修工事と記念式典、「天王寺 学びのもり」構想構築
- ④ 平成19年度は、耐震改修工事と緑化整備の検討

となる。この中では、改修工事をどこが主体となって行うかという問題について、大学との折衝に多くの時間を割かざるを得なかった。この折衝の経緯を説明することが、大学法人化の問題点を明らかにできると考えられる。

3. 校舎改修工事をめぐって

校舎改修事業を前に、トイレだけを前倒しで実施したいという要望がPTAの方から提案されそれが認められた背景は、まずトイレの老朽化が目立つこと、特に女子トイレの給水設備が古く、一度水を流すと次の利用まで2、3分必要となり、10分の休憩時間内で需要を満たすことが難しいことがあげられた。この問題は数十年にわたるもので、その間対策が立てられないまま放置されてきた。さらに高校3年生の保護者に対し、寄付を募る場合のアピールにつながるとも考えられた。この決定の前提には、1月27日の学長との懇談において、学長からの校舎改修工事の確認と要請を受けたものがあった。つまり大学の経費に負担をかけずに附属の費用で工事を行うというので、その工事についても、大学の意見を参考にしながら天附連が工事内容や価格を決定し、限られた予算が有効に使えるよう配慮していく予定であった。

平成17年度工事を発注する段階に入り、大学側からトイレは校舎の基幹部分に当たるので大学の施設課を通した工事としたいという要望が伝えられた。こうした大きな工事は、生徒の学校生活に与える影響も大きく、夏季休暇中に実施することが望ましいので、いったんはその要望を受けて進めて行くことが確認されたが、大学から示された費用の見積額が、附属で見積もった額の倍以上であることが判明した。このまま工事を進めるか否かで臨時幹事が開催され検討された結果、トイレに高額の費用をかけることは、次年度の校舎改修の全体計画に大きな支障を及ぼすこと、寄付をいただいた方に予算の効率的、合理的な支出という説明ができないこと、などを理由に工事を中断し、改修工事を寄付という形で再度大学側と交渉することになった。文部科学省からの効率化の推進について(通知)[2]には、徹底した仕様の見直し、合理化によるコスト削減を図る(過剰仕様等の排除)というものもあり、こうした通知と天附連の様々な支援が後押しした結果、幾度かの交渉の後今回の改修工事が、物品寄付という形式で行うことが決定された。

4. 公開セミナーの開催

これまで附属は、主催する教育研究会により教育に関する情報を発信してきた実績を持

つ。この実績は、学校教育の担い手として、地域における実習校、研修校、教員の再教育機関としての附属の存在を示すものであり、情報発信の対象は教育関係者に限られていた。一方、発信の対象が、教育関係者だけに限られてくると、ともすると狭い範囲の中しかその意義が見いだせられないとも言える。こうした反省のもとに、学校からの情報がより多くの人々に向けて発信されることにも焦点を当てる必要性があると考えられる。そのことが附属の存在意義を高めるとともに、地域にとって附属は必要な学校であるという支持を得られることに繋がることになる。こうした構想の下、新たに天附連が公開セミナーを開催することになった。表3は、それらのテーマ及び講師を示したものである。

表3 公開セミナーの内容

番号	年度	月 日	テーマ	講 師
プレ	17	9月24日	天王寺はのこる —今、学校は何を—	浅野浅春関西外国语大学教授ほか
プレ		11月12日	今、求められている教科の力	鈴木宏昭青山学院大学教授
プレ		1月14日	親の悩み 子の悩み	安福純子大阪教育大学教授
1	18	6月24日	間違いだらけの学力論議 ～もう他人まかせにはできない～	岡本薰政策研究大学院大学教授
2		9月18日	夢を実現する学力ってなに? ～報道最前線からのメッセージ～	黒岩祐治フジTV報道キャスター
3		2月17日	地球の中を見て考える	尾池和夫京都大学総長
特別		3月24日	保護者・地域との連携による学校運営について—教えと学びの場を創る—	佐藤光次郎文部科学省高等教育局専門教育課教員養成企画室長
1	19	6月30日	教育改革の先に見えるもの 教育は変わる—保護者が変える地域が変える!	椎廣行大阪教育大学事務局長、風間建夫大阪女子短期大学教授
2		12月15日	放っておけない親心 ～子育て心理学～	東山弘子佛教大学教育学部長

次のポスターは、平成18年度第2回の公開セミナーのものである。聴衆は、毎回200名以上を数え、盛況といえる。また、保護者以外の一般参加者も30名前後あり、セミナーの定着を示すものと考えられる。

5. 記念事業

天附連の事業は、周年事業を中心としたものである。改修工事を中心とした事業は、次の図5から9に示すものであった。こうした催し物的な取り組みとともに、その過程でより良い教育活動の実現をし、天王寺を天王寺らしく特徴づける新しい教育構想が浮かび上がり、出来上がったものが、天王寺「学びのもり」構想であった。

附中60周年・附属50周年記念事業
大阪教育大学附属天王寺中・高等学校公開リレーセミナー
テーマ「学力を考える」

第2回公開セミナー

夢を実現する学力ってなに？

～報道最前線からのメッセージ～

講演講師

黒岩祐治氏
フジテレビ「報道2001」キャスター

◆講師紹介◆
フジテレビジョン報道局報道委員・キャスター
国際医療福祉大学客員教授
◆講師プロフィール◆
1954年神戸市出身。1980年早稲田大学教養学部卒業後、フジテレビジョン入社。現在、自著の「報道2001」キャスターを務める。
◆主な著書◆
「底辺の条件」(リボン社)、「救急医像にメス」(情報センター出版局)、日野原重明氏との対話による「夢を実現するカラウ」(扶桑社)

日 時：平成16年9月18日(月)午後2時～4時
場 所：大阪教育大学附属天王寺中・高等学校 小講堂(南館3階)
対 象：本校教職員、PTA、同窓生、地域の方、各学校関係者
問い合わせ及び申込先：(FAXでお問い合わせ下さい) 06-6775-9750
大阪教育大学附属天王寺中・高 公開リレーセミナー実行委員会
ハガキ申込みの場合 〒543-0054 大阪市天王寺区南河堀町4-88

主催：大阪教育大学附属天王寺中・高支援連合会(天王寺 天附連)
会場：大阪教育大学附属天王寺中・高支援連合会(天王寺 天附連)
JR天王寺 須坂駅下車南出口西へ50m

図4 公開セミナー



図5 記念式典（大阪中央公会堂）

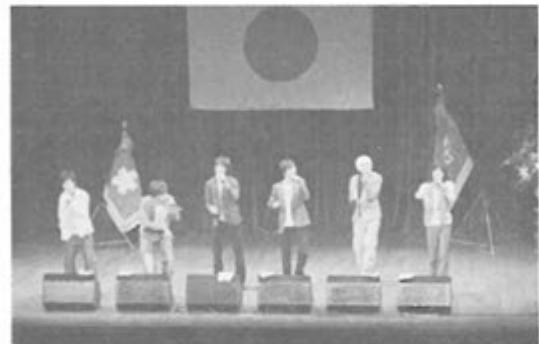


図6 第一部 ラグフェアの舞台



図7 正門と外構の改修



図8 壁面を開放できる教室



図9 記念出版本

VII 「天王寺 学びのもり」コンセプトの設定に向けて

次に示す図10は、これから附属教育について、社会背景や本校を取り巻く問題点、克服すべき課題を明らかにし、それに対処したコンセプトの設定過程を表したものである。この図は、それぞれの問題点を明確にしながら、学校の取り組む課題を浮かび上がらせるための効果的な方法として有効な手段といえる。

1. 社会的背景

教育関連財源の縮減に伴う国立大学の法人化による成果主義の導入は、特に産業との結びつきの弱い教員養成系大学の財源を大きく圧迫させ、ひいては附属の運営にも大きな影響を及ぼしている。また、「生きる力」を養成する「ゆとりの教育」の大幅導入にもかかわらず、その成果を吟味することなく、わずか10年で学力重視へと方向変換を余儀なくさせる、国における長期的視点を欠く教育基本方針の変更と教育現場の混乱は、少子化社会における生徒数の減少と学校間競争の激化とともに、現在の教育を大きく疲弊させる原因となっている。さらに、モンスター・ピアレントという言葉で表現される様な保護者からの無理難題なイチャモン要求[6]の増加は、教員の意欲を大幅に減少させるとともに、教育にたいする情熱を失わせる結果となっている。

炭酸ガスの増加による地球温暖化の影響は、これまで遠い未来の話題として見過ごされてきたものが、近い将来の出来事として実感を伴って感じられるようになった。こうした社会の変化に対して、学校はどのような教育を次世代を担う青少年に実施しなければならないかも真剣に検討されなければならない。IT社会の加速度的進行や、格差社会の定着、様々な国からの労働者の流入など、多様性を帯びた社会をそれぞれの立場を尊重しながら生活していくなければならない現在は、これまで経験したことのない追従すべきモデルのない社会の到来を意味している。

【社会的背景】

- ・少子化社会における生徒数の減少と学校間競争の激化
- ・教育関連財源の縮減と国立大学の法人化
- ・国における長期的視点を欠く教育基本方針の変更と教育現場の混乱
- ・IT化社会ボーダーレス社会追従すべきモデルなき社会の到来
- ・身近なところから地球レベルに至る環境問題の顕在化と持続可能な社会の構築
- ・今後求められる学校の多面的機能や地域社会に対する貢献等

【本校を取り巻く問題点】

- ・国の附属学校改革方針と大阪教育大学法人による統廃合問題の不透明性と長期化
- ・内部関係者の未経験からくる対応力不足による本校の特色の不鮮明化、低下
- ・私学や公立学校からの受験圧力

【克服すべき課題】

- ・保護者協力等による補完財源の安定的確保
- ・学校力の向上を目指した濃密な施策の展開
- ・公立・私立学校との存在意義の差の明確化
- ・内外への積極的アピール等による存続担保性の向上

【基本的認識】

本校の先導性が高く、現場からの発想による本質に迫る教育の日常的実践こそが唯一の求心力・存在価値

【教育理念】

学力・体力及び豊富な体験に裏づけられた独創力・実践力を有する生徒の育成と優秀で魅力のある教員養成の指導的役割・支援

主としてソフト面 【運営理念】

独法化時代に適応した全ての学校関係者の協調による実効性の高いシステムづくり

天王寺・学びの“もり”

- ・成長・蓄積・発信する集団である抽象概念としての“もり”
- ・都心近くにあって環境材(財)である具象概念としての森

主としてハード面 【施設整備理念】

老朽化等に対応するだけでなく、話題性を提供する実験的改修や環境を試行した

図10 将来に向けたコンセプト

2. 本校を取り巻く環境

本校を取り巻く環境として、最も喫緊の問題は、大学による附属学校の再編統合問題に尽きる。附属教員の人事費が、大学全体の財政を圧迫し、その結果、附属を再編統合するという論理には、本来大学がしなければならない教員養成の将来構想の提示がないままに進んでいる現状では、それをそのまま首肯することはできない。こうした要因は、附属の教員採用にも影響を及ぼしている。採用が府教委との交流人事以外認められず、教員年齢の高齢化や、任期付教員の補充でしがなければならず、教育実習、教育研究、教育活動全般に低調化という影響を及ぼし、附属の学校文化消滅の危機に瀕している。

さらに、大阪府では、「教育改革プログラム」[7]のもと「府立高等学校特色づくり・再編整備計画」が進み、高等学校においては、これまでの中学校から全域を府全域を四地域に分ける大学区制導入や、学力保証に重点を置いた理数科の設置など、府立学校の復権に対する取り組みが進んでいる。一方、私立学校においても、附属小学校、中学校の増設、進学コースの設置、学校施設の整備を中心とした教育環境の改善など、学校存続をかけた様々な取り組みがなされている。こうした状況において、附属学校はその地域における存在意義を見出し、良質の教育とその内容を広くアピールしていかなければならない。

3. 克服すべき課題

上述した社会的背景、本校を取り巻く環境の中で、附属天王寺の存在意義を主張するには、以下のような克服すべき課題があげられる。

- ・保護者協力等による補完財源の安定的確保
- ・学校力の向上を目指した濃密な施策の展開
- ・公立・私立学校との存在意義の差の明確化
- ・内外への積極的アピール等による存続担保性の向上

大学からの財政的な圧迫を跳ね返すには、保護者の協力が不可欠であるが、これにも限界があることも事実である。特に教員に関する人事費を寄付による委任経理金に頼ることはできないが、現状の教育レベルを維持するためにも、何らかの方策を探る必要性はあると思われる。また、こうした補完的財源を経常的に確保するためには、保護者からの支持が必要不可欠であり、そのためには、保護者の意見を尊重した学校力の向上に真摯に取り組まなければならない。その結果として、公立・私立学校との差を際立たすことが可能になり、さらにそれを積極的に学外にアピールしていかなければならない。

以上の考察から、附属天王寺の、「先導性が高く、現場からの発想による本質に迫る教育の日常的実践こそが唯一の求心力・存在価値となる」という、当然の結論が得られた。これを基本に、新しいコンセプトを考案したものが、「天王寺学びのもり」構想である。

IV 天王寺 学びのもりとは

天王寺学びのもり構想とは、二つの概念の「もり」から構成されている。成長・蓄積・発信する集団である抽象概念としての“もり”と、都心近くにあって環境材(財)である具象概念としての森である。多様な人材が、あたかも森のように育ち成長していく場がある学校、都会の中心地にある学校の中で、環境としての森を維持し発展させていく場としての学校、

その二つが日常の教育活動の中で営まれる場所が、天王寺の附属であるという概念である。以降、学びのもり構想の背景となる将来構想について述べていきたい。

1 附属天王寺の教育理念

附属天王寺中・高は自由と規律を重んじる校風の下、自主的な活動と責任を考える教育を通して、自立させ、日々の学校生活において品格を伴った自己表現と社会的な存在を意識した自己実現を目指す、という個を育てる教育を行っている。様々な文化を認めながら、何事にも意欲的に取り組み、社会に貢献できる人間を育成する全人教育が天王寺の中・高一貫教育である。

[教育の目標]

- ① 自由・自主・自律の精神を持つ
- ② 豊かな感性と高い教養を基盤に、創造力・独創性を持つ
- ③ 多様な文化を認識するとともに異なった文化との相互交流ができる力を持つ
- ④ 強い心身と積極的な実践力を持つ

こうした教育目標に近づくためには、中学校での基礎基本を徹底する教育を土台として、学び方や感性を磨くトレーニングを積むこと、高校においては、中学校で確立した様々な枠組みから踏み出し、自分で考え、判断し、行動し、自主性、創造性、積極性を身につけることを基本的な姿勢とする。

2 附属天王寺中・高をどのような学校していくのか

(1) 「学びたい学校・学んでよかった学校・学ばせたい学校」

天王寺でしかできない教育を説明し、存在意義を打ち出して行く。それは中学と高等学校の教育では、どこに力点を置くかを明確にしながら、生徒の発達段階に則したカリキュラムによる天王寺型中・高6年一貫教育を進めて行くことである。

学力では、中学校では基礎基本の徹底、学ぶ楽しさの実感、学ぼうとする意欲の育成であり、高校では高い学力を開花させることである。自らの進路を実現するだけの学力保証はもちろんのこと、他校では経験できない高度な学習内容の提供や実験、実習、体験などをカリキュラムとして位置づける。

精神面では、学級活動、行事、自治活動を通じて、コミュニケーションの力、企画力、独創性を鍛え、協同し運営できる逞しい生徒を育成することである。そのためには、中学校では教師の指導の下で繰り返し行事に取り組ませ、企画し運営する能力を高めるとともに、達成感を味わわせる必要がある。高校では、生徒自らが様々な行事や自主活動で必要な力を身につけさせる体制を作る。

肉体面においては、社会で十分に活躍できる基礎的な体力を中・高6年間で育てなければならない。学力や精神力は、強い肉体的裏づけがなければ有効に發揮されないからである。

(2) 教育研究と実践の学校

6年の生徒の発達段階を見すえて、教科、行事を通して何をどの様に身につけさせるかといったカリキュラム研究は、中高一貫教育の基本である。と同時に、大学との連携を保ちながら、教科教育、教員教育に対する研究と実践に努めなければならない。こうした学

校のあり方は、教育研究の成果として積極的に発信して行かなければならない。

(3) 教員養成校

今ほど教員の力量を求められる時代はない。豊かな人間性、深い専門的知識、高い教養、積極的な実践力を持った教員を養成する学校として、学生、新任、中堅を対象とした教員養成・研修の場として、附属を位置づける。以下の表4は、これらのプログラムを表したものである。

表4 具体的なプログラム

目 標	平成18年度からの具体的な方策
①実践研究に裏打ちされた6年間のカリキュラム及び評価システムの構築	天王寺カリキュラムとして発信し世に問う。 →教育研究会を一つの発表の場として位置づけ、500人の参会者を目標とする。
②体験を重視した行事カリキュラムの整理	周年事業の一環として発行される記念誌及び研究集録にまとめる。
③次代を担う教員養成のための教育実習指導の系統化	本校独自の教育実習指導講話集の再編集再発行とともに大学との緊密な連絡を保ちながら評価システムの見直しをはじめること。
④時代をリードしていくための大学との連携・研究の活性化	大学教員、各講座、教室との共同研究に参画する体制を作り、同時に各種研究会・学会での教員の発表を奨励支援する。
⑤教育現場の充実を図るための研修教員の受け入れ	府教委・府センターとの連絡・交流の中で研修の場として本校の活用を積極的にアピールする。 (希望者がいれば研修員を受け入れる)
⑥本校が輩出している人材(卒業生)を生かした情報発信	周年事業の一環として出版する書籍を皮切りにし、公開セミナーの講師に卒業生を含めていく。

3 校舎改修との関係

校舎改修の目的は、①授業研究に貢献すること、②教育環境を改善すること、③教員教育を推進すること、の三つがあげられる。単なる設備の更新ではなく、人的なソフト面と施設・設備のハード面の両方が相まって、附属天王寺が更なる先駆的な取り組みを発信し続けることができる改修でなければならない。

天王寺は、大阪の中心に位置する大都会の中の学校である。交通の便が良く、利便性の高い設備や施設が周辺には多くあるが、反面自然が少なく都会にありがちなストレスの多い環境を共有している空間である。そうした中で、生徒だけでなく教員も成長できる取り組みを可能にする校舎改修とはどのようなものであろうか。

例えば、都会の中であるからこそ、自然環境や環境問題に目を向けさせることを重視することなども考えられよう。校内に井戸を掘り、その水を利用する取り組みも考えられる。

地下水によって動植物を育成し観察できるビオトープ（自然観察園）の取り組みの強化、散水によるヒートアイランドの軽減など環境教育への取り組み、さらに災害時の生活用水確保という視点から防災教育への発展なども可能になる。地下水の揚水用ポンプは、現存の太陽光発電を利用する方法や風力発電用の風車を作つて新たなシステムを創造する方法など、都会であつても社会に発信できる先進的な取り組みが可能であろう。

しかし何れの取り組みであつても重要なことは、それらの取り組みを生徒と教員が共に考えて実行できる創造的な余地を残した改修でなければならないことである。

そのため、改修の範囲は上記の①～③に影響を与える基本的な範囲にとどめ、A授業研究、B生活環境、Cその他、に分類して計画した。Aに関しては、特に手狭な教室空間を最大限に利用するため、移動可能な壁の機能を有する教室を実験的に設置することで、教室での情報収集、教室からの情報発信を強化することが特徴である。Bに関しては、生徒の日常生活や行事への取り組みを考え、手洗い場の増設、生徒用ロッカーの大型化、トイレの改修を重視した。Cに関しては、生徒の安全確保と同時に社会への宣伝効果を狙っている。

附属天王寺は、生徒の主体性を大切にしてきた学校である。今回の校舎改修によって、最も生活時間が長い普通教室が格段にきれいになれば、自分のHR教室を美しく保とうという意識に目覚め、社会的マナーが形成されることも期待している。しかし最も期待するのは、その改善されたきれいな教室を中心に、以前よりも増して創造性のある取り組みが誕生し続けることなのである。

表5 校内改修事業

分類	項目	内容	備考
授業研究	①授業参観・授業研究のための教室整備	教室と廊下の仕切りをはずし、廊下も取り入れた空間を出現させる	中高2学年8教室で試験的に改造し、普通教室と比較する
	②各教室のLAN配線・視聴覚教材への対応	インターネットに対応するとともに、PCに取り込んだデータをプロジェクターなどで生徒に見せることを可能にする	24 ホームルーム教室すべて
	③LL対応のマルチメディア教室	国際社会におけるコミュニケーション能力育成とセンターテストのリスニングに対応した情報教育にも利用できるLL教室	後援会18年度事業として教科教育センターに設置予定
	④多目的に使用できる教室	選択授業など、様々なに活用できる教室の増設	新館の活用
生	①清潔できれいな学習環境を保ち、循環型社会にも対応できる教室	生徒自身の手で環境を整えることが可能な素材を使用した教室・廊下の改修と、手洗い場所の増設	24 ホームルーム教室すべて
	②教室ロッカーの大型化		
	③清潔で快適なトイレ	北館7ヶ所、東館8ヶ所	北館7ヶ所はH17夏改修済み

活 環 境	④ゆとりある空間の創出	校庭の庭園化 生徒が集い、語り合うことが可能なオープンスペースの創出	H20年度から実施
	⑤都市のヒートアイランド現象低減のための対策	校内緑化と井戸水の活用、屋上緑化 グランドの芝生化、東館外壁改修など	中・長期的に取り組む
	⑥バリアフリーに対応した校舎	エレベーター、スロープ、階段手すりの設置	
	⑦耐震構造の強化		現在進行中
	⑧男子更衣室の設置と女子更衣室の改修	女子更衣室のみ改修中	
	⑨クラブ部室の改修、合宿所の整備	全面改修	
	⑩グランドの排水向上と整備	大グランドの全面改修	
	⑪外周塀、正門及び防犯システム	全校舎同一系統の防犯システム（大グラウンド、テニスコートにも対応）	中・長期的に取り組む
	⑫東館外装の改修	寺田町駅からのアピールを目的とする	
	⑬テニスコートに移動するための高架橋	南門を使用しなくとも移動可能にする	
そ の 他	⑭職員室の整備	職員室内の全教員が快適に利用できるLAN配線と収納ロッカーなど	
	⑮教職員の労働環境の向上	休憩室、男子更衣室などの設置	

※ゴチックは実現したもの

こうした構想を中心にして図案化したものが、次の図である。二つの柱が大きな森を形成する様子を示している。



図8 天王寺学びのもり

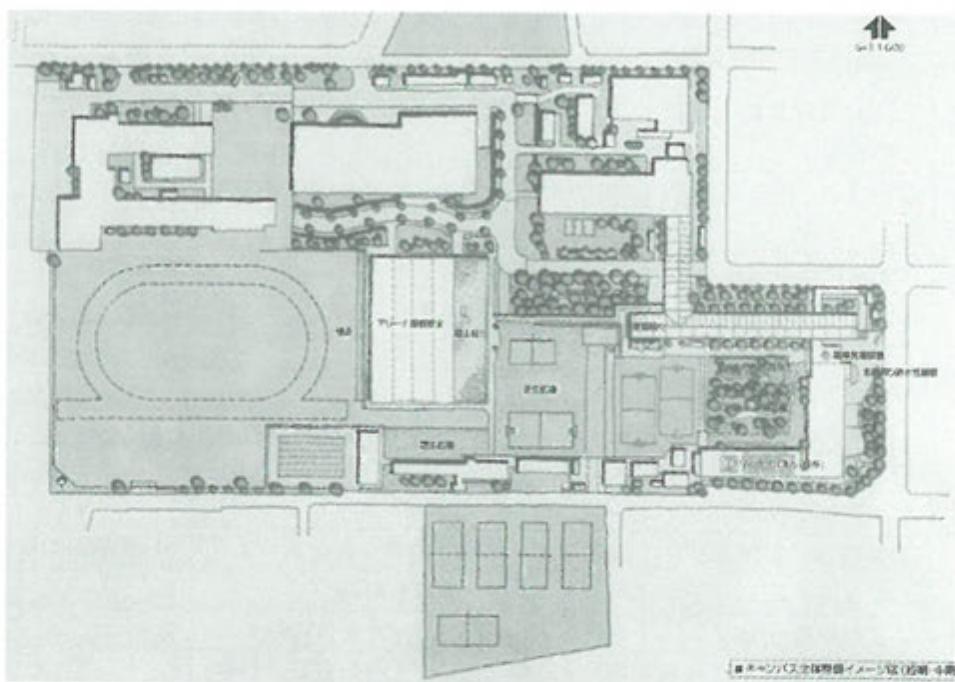


図 12 天王寺キャンパスの全体構想

以上述べてきた様々な取り組みは、平成 18 年度の周年記念事業および平成 19 年度耐震改修工事の実現とともに、大きく具体化しており、平成 20 年 3 月の耐震工事が終了し、生活環境に改善の④ゆとりある空間の創出、⑤都市のヒートアイランド現象低減のための対策に取り組むため、現在、教員による学びのもり委員会と天附連の建設委員会とが共同でこの実現に取り組んでいる。

IV まとめ

附属高等学校創立 50 周年を契機に、中・一貫教育を基盤に、中学校では、徹底した基礎基本の獲得を目指し、高等学校ではそれを土台に、自由・自主・自律の精神をモットーに全人教育を施すという伝統を守りながら、様々な教育環境の変化に対応した新しい附属天王寺の方向性を探ろうと取り組んだ。その過程では、教員組織だけでなく、保護者、同窓会など附属天王寺を支援する組織、附属天王寺中高支援連合会（略称天附連）と共同し、様々な支援を得た結果、「天王寺学びのもり」構想が生まれた。

天王寺学びのもり構想とは、次の二つの概念の「もり」から構成されている。

- ① 成長・蓄積・発信する集団である抽象概念としての“もり”
- ② 都心近くにあって環境材(財)である具象概念としての森

多様な人材が、あたかも森のように育ち成長していく場がある学校、都会の中心地にある学校の中で、環境としての森を維持し発展させていく場としての学校、その二つが日常

の教育活動の中で営まれる場所が、天王寺の附属である、というものである。

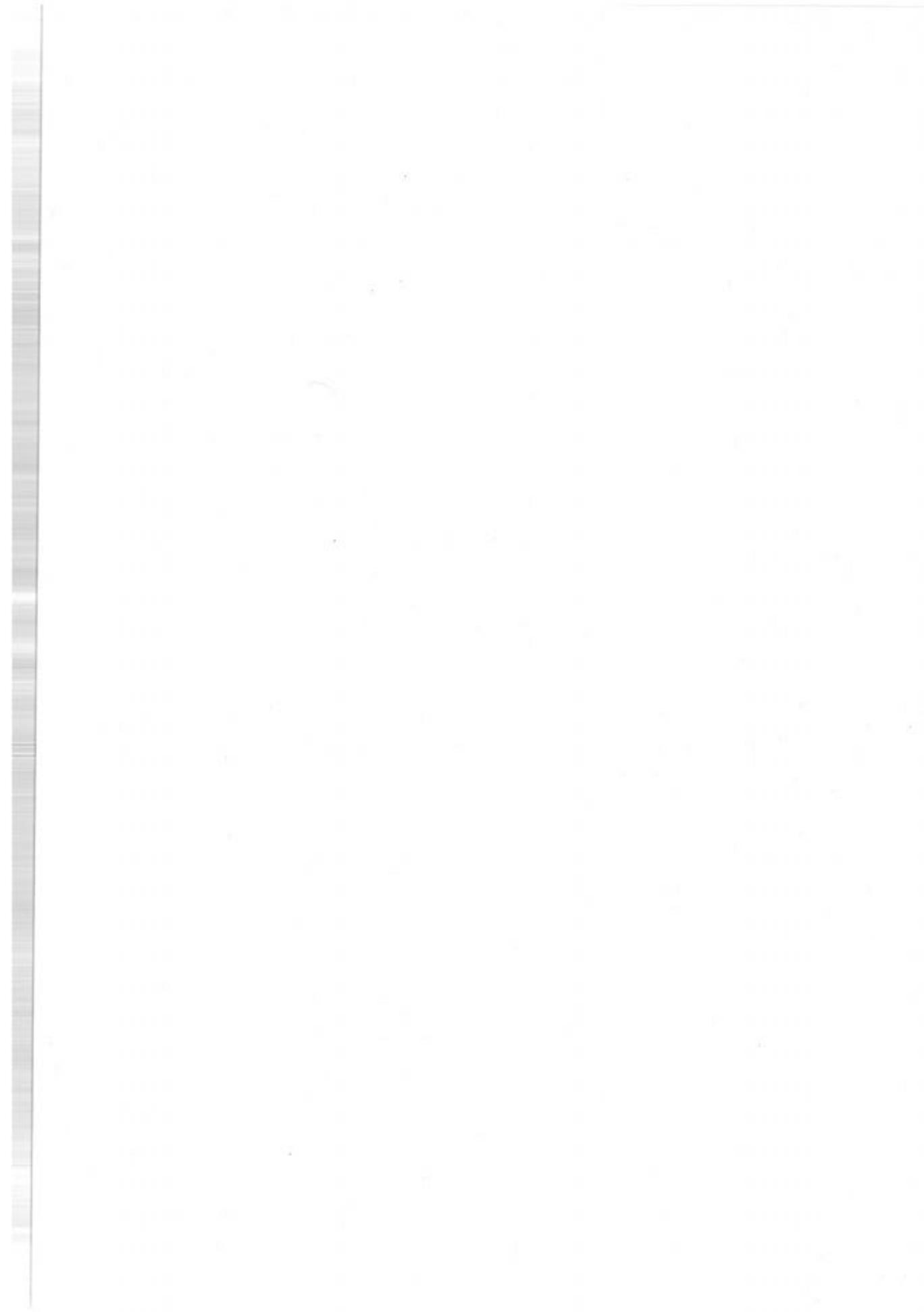
金子郁容 [8] は、学校を変革する方法の一つとして、コミュニティースクールの制度を提唱している。その特徴として、①自発性に基づく学校、②校長に人事権のある学校、③地域学校協議会の設置、情報開示、協議会によるチェック、結果責任を挙げているが、こうした特徴は、本校においては、創立当初からの伝統であるとも言える。こういう学校を創りたいという教員と保護者の自由意志が尊重され、様々な成果を情報開示によって保護者に知らせ、その評価は、費用の自己負担もいとわない情熱ある保護者の支援という形に表れ、創られて来た学校といえる。そういう意味でも、先進性のある学校といえるのではないだろうか。今回のコンセプトや全体構想の作成に当たっても、天附連の支援が占める割合は大きいものである。

注1 (財) 青松会：附属天王寺中・高創設時に、教室の確保、校舎の新築のための敷地は、当時の保護者の寄付によって購入され、その土地を所有している法人。現在の中・高の敷地約 2400 m²と教育大学旧学生寮跡地を有している。

引用・参考文献

- [1] 大阪教育大学第2回全学説明会資料 大阪教育大学 pp11-13 2005.3.17
- [2] 効率化の推進について（通知）17文科総第59号 文部科学省 pp2-5 2005.7.28
- [3] 附属学校関係資料集 全国国立大学附属学校連盟学校運営委員会 2002.11.18
- [4] 全国国立大学附属学校園の現状と今日的課題 全国国立大学附属学校連盟 2004.3
- [5] 国立大学法人化後における附属学校園の現状についての実態調査報告書 全国国立大学附属学校連盟学校運営委員会・教育研究委員会 2005.3
- [6] 小野田正利 「悲鳴を上げる学校」旬報社 2006.12
- [7] 大阪教育委員会事務局スタッフ編集 「大阪は教育をどう変えようとしているのか」明治図書出版㈱ 2006.9
- [8] 金子郁容「コミュニティ・スクール構想 一学校を変革するためにー」 岩波書店 2006.5.25

Summary : It cooperated strongly newly on side because PTA who had supported an attached education up to now, an educational supporters' association, the alumni association, and each group of the (foundation)Seishokai association aimed at further development of the academic training, and it functioned as a window of a foreign negotiation, and the school support organization that united was established. Both, it worked in the record of the 50.60th anniversary in established and it worked on various surroundings year business. It is thought that such an activity is appreciable as one form of the community school.



ジャズエイジと進化論裁判

ささ がわ ひろ し
笹川 裕史

Jazz Age and Monkey Trial

SASAGAWA Hiroshi

抄録：高校世界史では、アメリカ合衆国の特質として「移民の国」という視点を強調しても、「宗教国家」の側面に言及することはまれである。2006年度、筆者は、宗教という観点から生徒たちに合衆国社会を理解させる一連の授業を試み、成果をあげることができた。その一例として、1920年代の合衆国で起きた進化論裁判を扱った授業実践を報告する。

キーワード：アメリカ、ジャズエイジ、授業実践、進化論裁判、世界史教育、1920年代

1. はじめに

・・・第一次世界大戦によって、債務国から世界最大の債権国となり、1929年の工業生産が世界全体の42%を占めた国、アメリカ合衆国。自動車・家庭電化製品が普及し、大量生産・大量消費時代を迎えたこの国では、ラジオ・映画・プロ＝スポーツなどの大衆娯楽が発達し、アメリカ的生活様式を世界に向けて顯示した。しかし華やかなジャズエイジは、国際政治に関しては孤立主義の傾向を示し、国内ではワスプの価値観が強調された時代でもあった。進取と守旧、相反する二つベクトルを内蔵する合衆国社会における生活の諸相を、丁寧に見つめることで、初めて、私たちは、1920年代の合衆国を“立体視”することができるのではないだろうか。（以下略）

2006年度の大坂教育大学附属天王寺中・高等学校の第54回教育研究会で、中高社会科は「時代が見える歴史の授業」というテーマをかけた。高校の世界史では、1920年代のアメリカ合衆国を取り上げた。上記の文章は、その研究会便覧の一節である。

授業では、1920年代の“享樂的生活”と、それを否定する“根本主義”を対比させた。そして根本主義の具体例としては、進化論裁判に焦点をあてた。日本では、この裁判は、迷信に凝り固まつた連中が引き起こした出来事というふうに、興味本位で扱われがちである。だが「科学先進国」合衆国で、現在でも進化論教育の是非が争われている現実に注目したとき、むしろ進化論裁判が、合衆国の「宗教国家」としての側面を生徒たちに理解させる絶好の教材であることに気づかされよう。本稿は、1920年代のアメリカ社会の実態を生徒とともに考えた授業「ジャズエイジと進化論裁判」に関する報告である。

2. 研究授業

授業の意図を明らかにするために、まず当日の学習指導案を示しておく。つづいて研究授業の具体的な（かつ読みやすさも勘案した）採録を掲載する。

授業で使用した自作プリントは縮小し、採録の後に掲載した。本来はB4版横向きで、空欄に板書事項などを書き込ませるようにしている（空欄への記入語句には太線を施した）。

（1）学習指導案

地理歴史科（世界史）指導案

指導者 笹川裕史

1. 日時 2007年2月17日（土）

第2限（10時35分～11時25分）

2. 場所 大阪教育大学附属天王寺中・高等学校 サブアリーナ

3. 学級 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎

II年D組 41人（男子20人 女子21人）

4. 主題 戦間期の世界

5. 目標 ある歴史家は、1914年から45年までを「20世紀の三十年戦争」と呼んだ。この場合、戦間期とは、第二次世界大戦を準備した不可避の20年間だったことになる。二度の大戦を回避することは、本当に不可能だったのだろうか。この点を問い合わせながら、1920～30年代の世界各地の動向を生徒たちに理解させる。

6. 指導計画（全8時間）

区分	学習内容	時間配当
第1次	1920年代の世界	ヨーロッパ 2時間
		アジア 2時間
		合衆国 1時間（本時）
第2次	世界恐慌とその影響	
第3次	1930年代の世界	

7. 本時の指導

①主題 1920年代の合衆国社会の実態を通じて、当時のアメリカ人の生活の変化と“世界観”について考察させる。

- ②目標
- ・現代につながる、大量消費社会の形成について理解させる。
 - ・合衆国の「宗教国家」としての側面について考えさせる。
 - ・合衆国社会の多様性（都市と農村・革新と保守など）に気づかせる。

③展開

段階	学習事項	生徒の活動	○指導者の活動／☆評価
導入 (3分)	・本時の予定確認	・「反進化論法」の存在を知る。	○「反進化論法」の特異性に気づかせる。
展開1 (22分)	<ul style="list-style-type: none"> ・1920年の大統領選挙の争点 ・「アメリカ的生活様式」の実態 ・「ジャズエイジ」と「モラル革命」の内容 	<ul style="list-style-type: none"> ・第一次世界大戦参戦に対するアメリカ人の評価を思い出す。 ・自動車が社会に与えた影響を考察する。 ・ビデオ①を見る。 ・モラル革命の衝撃を理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○生徒を指名し、「ノーマル」の意味を尋ねる。 ○生活の諸相を示していく。 ☆現代の大量消費社会の原点を、実感をもって理解しようとしているか？ ☆「女性の自立」「世代の断絶」という視点から社会の変化を理解したか？
展開2 (22分)	<ul style="list-style-type: none"> ・WASPの価値観 ・「進化論裁判」の社会的意味 	<ul style="list-style-type: none"> ・資料からKKKの活動の特色を考察する。 ・ワークシートにそって、発問に答える。 ・ビデオ②を見る。 	<ul style="list-style-type: none"> ○KKKに関する質問をする。 ☆WASPの価値観が理解できたか？ ○合衆国の宗教国家としての側面を指摘する。 ☆「進化論裁判」の争点とその影響を理解できたか？
整理 (3分)	・次時の授業予告	・授業の感想を記す。	☆合衆国社会の多様性に気がついたか？

- ④準備物 教科書 帝国書院『新編高等世界史B 新訂版』
 副教材 帝国書院『最新世界史図説タペストリー 四訂版』
 自作プリント B4版2枚
 パネル写真「アメリカの繁栄」(山川出版社『世界史写真集 第Ⅱ期』139)
 DVD 「それはマンハッタンから始まった」
 (『映像の世紀』第三集・NHK エンタープライズ)
 黒板掲示用拡大コピー 「大統領選挙ポスター」「フォード車の広告」の2枚

御高評欄

(2) 授業探録

体育館のサブアリーナの正面中央に移動用の黒板が、左側にビデオ用のモニターが、そして右側にホワイトボードが設置されている。ホワイトボードには、拡大コピーで作ったポスター①と②を、①が上になるように重ね合わせてマグネットで掲示している。始業前に2枚の授業プリント（B4版）を配布する。【始業のチャイム】

はい、いつもの通り授業を始めます。【起立礼なし】これまで1920年代のヨーロッパ、そしてアジアの話をしてきましたが、今日は20年代のアメリカ合衆国について話します。

いきなりですが、1925年アメリカのテネシー州で、ある法律が制定されました。反進化論法。進化論を学校で教えてはいけないという法律です。これが非常に奇妙な法律であるということがわかりますか？【この時だけ、標準語風の抑揚になつたので生徒が笑う】

ダーウィンが『種の起源』を出版したのが1859年。当初この進化論は、「人間の祖先とサルの祖先が同じであるはずはない。人間は神様が造った特別な存在だ」と、すごく批判されました。にもかかわらず、1890年代そして1900年頃になると、進化論というのは間違いのない考え方だとされ、はじめは非難していたキリスト教の聖職者たちも、進化論と神への信仰とをどう両立させるのか考え始めていた。それなのに、1925年、テネシー州では進化論を教えてはいけないという法律が制定されたわけです。進化論が公表されてから60年以上もたって、なぜこの時期に、そのような法律が出されたのか？ そしてなぜテネシー州で（実際には周辺のいくつかの州でも）、この法律が出されたのか？ それを頭に入れて、今日は20年代のアメリカを考えていきたいと思います。

早速ですが、資料プリントの①。これは1920年の合衆国の各地で貼られたポスターです。何のポスターかわかりますか？【ポスター①に注目させる】「OUR CHOICE」「HARDING FOR PRESIDENT」「COOLIDGE FOR VICE PRESIDENT」。共和党の大統領選挙ポスターです。選挙のスローガンは、「BACK TO NORMAL」。ノーマルにもどれ！ 英語の授業みたいですが【生徒を指名】ノーマルってどういう意味？

——生徒：ふつう。

そう、ふつう。正常。「正常にもどれ！」「ふつうにもどれ！」ということは、1920年の合衆国はアブノーマル・異常事態だったということですか？ 当時の大統領はウイルソンです。彼は、いったい何をしたのか？ 合衆国を第一次世界大戦に参戦させた。そして戦争後、国際連盟を作り、合衆国も参加すべきだと訴えた。これがアブノーマル、異常というわけですね。「AMERICA ALWAYS FIRST」。アメリカ人は、まずアメリカのことを考えるべきだ。外国に口出しをしたり、手出しをするのは間違っている！ というわけですね。この「BACK TO NORMAL」または「RETURN TO NORMALCY」という言葉ですが、ふつう日本では「常態への復帰」と呼ばれています。「平常への復帰」という場合もあります。いずれにせよ、共和党は「BACK TO NORMAL」というスローガンで選挙戦を戦い、歴史的大勝利を得ます。共和党の圧勝です。ではハーディングの政府の下で合衆国は、ノーマルな状態・正常な状態にもどることができたのでしょうか？

資料プリントの②を見てください。ある家族の1900年と28年の支出の比較一覧です。【生徒を指名】この一覧表を見て、1900年と28年とで、どのような違いがありますか？

——生徒：1900年は自転車だったのが、28年では自動車になっていて…。28年の方が現在使われているようなものがたくさんある。

そう、その通りですね。28年では、自動車やラジオや家庭電化製品が使われている。この統計は、おそらく中流家庭、あるいは中より上の家庭だと思いますが、1900年と28年とでは、まったく違う…買っているものが。もうひとつ決定的に違うところ。みなさん、支出を見て。105ドルだったのが、1145ドル。10倍以上に支出が伸びている。給料は上がったかもしれないけれども、支出は、おそらくそれを上回る勢いで伸びている。

20年代のアメリカでは、ラジオ・家庭電化製品（省略して家電製品）、そして自動車。こういったものが家庭に入ってきたということです。ラジオの衝撃というものを少し考えて見ましょう。みなさん、手を上げてね。アイポッドを持っている人？【半数近くが挙手】ウォークマンを持っている人？【15人ほどが挙手】ディスクマンを持っている人？【数人が挙手】みなさんは、スイッチを入れたり、電源をオンにしたら、すぐにいつでもどこでも好きなときに音楽や音の情報を耳にできるのを当たり前だと思っています。しかし100年前は、そのようなことは絶対にありえなかった。つまり音の環境・音の風景というのが、ラジオの放送によって決定的に変わったということですね。

それから家電製品。アンケートで尋ねましたが、みなさんの家で、冷蔵庫や洗濯機・掃除機などの家電製品が使われるようになったのはいつ頃か？もちろん多少のばらつきはありますが、だいたい1960年頃。昭和でいうと35年頃。みなさんのお父さん・お母さんが生まれた頃に、冷蔵庫や洗濯機や掃除機が日本では使われるようになった。合衆国では1920年代・30年代です。みなさんのお祖父さん・お祖母さんが生まれた頃に家庭電化製品が使われるようになってきた。単純に言えば、日本よりも40年進んでいるわけです。

そして何よりも決定的なのは、自動車。1927年の統計を紹介します。大雑把な計算ですが、1927年の段階で、合衆国では5人に1人が車を持っていた。5人に1人。同じ時代のイギリスでは、40人に1人。ドイツでは200人に1人。日本は？聞きたい？日本では、1500人に1人。日本で5人に1人が車を持つ時代というのは、1970年代の後半です。ということは、自動車に関して言うならば、合衆国より50年、遅れていることになる。みなさんのご家庭で自動車をいつ購入したのか、かなりばらつきはありますが、（もう乗らないと決めている人は別ですが）だいたい1970年代に、たいていのおうちで自動車を持つようになっている感じです。すなわち5人に1人が車に乗るような時代。【パネルを提示】こういう時代ですね。これは1920年代の写真ですよ。これは代表的な、フォード社のT型フォードという車です。値段を安くするために、同じモデル。形は一緒で色も同じ。まるで制服みたいですが。こういうふうな自動車にみな乗っていたわけです。

さて5人に1人が自動車を持てるようになったということは、大量生産が可能になったということです。かつては1台組み立てるのに14時間かかっていたのに、オートメーションが発展して、93分で1台作れるようになった。10分の1の時間で車を作るようになったわけです。どんどん車を作るようになったということは、もちろん車だけではありません。車に関連する分野も発達するわけです。車のボディは鉄。では窓は？【生徒を指名】

——生徒：ガラス。

タイヤは？【他の生徒を指名】

——生徒：ゴム。

そうですね。ガラス・ゴム。そして車というのはガソリンで動くから、石油が増産される。関連分野すべてにおいて大量生産が行なわれていく。ここで1899年と1929年の合衆

国の工業生産を比較してみます。1899年…すでにこのとき、合衆国はイギリスを抜いて世界でナンバー・ワンの工業力・工業生産を誇っていました。それからずっとトップを保ったまま30年後の1929年。合衆国の工業生産はどれくらいのだったのか？ 1899年を100とすれば、1929年は264。2.6倍以上になっている。それだけではないのです。この29年が空恐ろしいのは、この年の世界全体で生産された工業製品の42%、いい？ 世界全体の工業生産の42%が合衆国で行なわれている。ナンバー・ワンの合衆国がナンバー・ツーをはるかに引き離して、ダントツにトップだったということですね。

では、このような大量生産が行なわれるということは、当然、作ったものは買ってもらわないとダメなわけです。作るばっかりで売れなかったら、会社は倒産してしまいますよね。というわけで大量生産の大前提になるのが、大量消費・大量購入です。

大量生産のおかげで車は安くなりました。それでも平均的な労働者の半年分の給料に相当します。いい？ みなさんのお父さん・お母さんが働いて、6ヶ月分の給料を貯めないと自動車は手に入らない。半年分の給料をためるのは、なかなか大変なことです。なかなか大変。【生徒を指名】全額、お金は貯まっていないけども車が欲しい。どうします？

——生徒：お金を借りる。

そう。お金を借りる。つまりローンですね。全額貯まってなくても、お金を借りれば、ローンを組んで頭金を払えば車が手に入る。そういう時代になっていくのですね。当時ローンをすすめるため広めるために流行ったキャッチフレーズがあります。「いま楽しんで…」いま、欲しいものを買って楽しむ。そして「後で…」。後でどうするんですか？ 苦しむ？ 【フロア、笑い】後で「払おう」ですね。いい？ 「いま楽しんで後で払おう」ですね。いま楽しんで後で払おう—これが悪いことじゃないと受け入れられていくのです。

でも考えて。みんなが幼稚園あるいは小学生のとき、欲しいものがあったら、お父さん・お母さんはこう言ったはずです。「小遣いをちゃんと貯めて、お金が貯まったら、欲しいものを買いなさい」。合衆国でもそうでした。1900年頃まで、あるいはローンが一般化するまで、みな一生懸命働いて、お金が貯まったら、欲しいものを手に入れる。今は違いますよね。ちょっとお金があれば、頭金を払って、欲しいものを先に手に入れて、後で支払う。従来のような質素慣習で慎ましく生きていこうというのではなく、「とりあえず欲しいものは手に入れる」というふうに人びとの考え方・感性というものが変わってくる。

それを表す有名なポスターがあります。【ポスター①をはずし、②に注目させる】やはり、これもフォード社の自動車のコマーシャルです。みんなの資料プリントの④です。「EVERYONE OWNS A CAR BUT US」。日本語で何と言ったら、いいんでしょうね？ 「みんな車、持っているのに、ないのうちらだけや！」【朗らかな笑い】そんな感じでしょうね？ みんな車を持っているのに、ないのは私たちだけ…。笑ってるけど、みな幼稚園や小学校のとき、お父さん・お母さんに欲しいものをねだるとき何て言った？ 「みんな、リカちゃん人形持っているのに！」【生徒、笑い】「みんな、ポケモンカード持っているのに！」「ブレスレットないのオレだけや～」。でもね、親の立場から言わしてもらうと、みんなの言う「みんな」というのは、せいぜい4～5人ですよ。【生徒、笑い】4～5人、周囲で持っていたら、みんな持ってるんだ…。そうでしょうね？

資料プリントの③を見てください。「家庭の電気器具普及率」の表です。先ほど1920年代・30年代から合衆国では電気冷蔵庫や電気洗濯機が普及し始めたといいました。そこで

パーセントを見ると、1920年に冷蔵庫は1%で洗濯機は8%。30年に冷蔵庫は8%で洗濯機は24%。実は持っていない人の方が多い。持っていない人の方が多いんですよ！持っていない人が多いから、隣より先に手に入れることができたら、うちはリッチ、おしゃれ、贅沢というふうに周囲に見せびらかすことができる。こういう生活が始まっています。それをアメリカン・ウェイ・オブ・ライフ、アメリカ的生活様式といいます。

アメリカ的生活様式…ラジオを聴いて、自動車に乗る。家には冷蔵庫があって、掃除機もある。このような生活はアメリカ人以外はできない。アメリカ人でないと、このような生活はできないんだ。これがアメリカ的生活様式。ただしそのためには、ローンを組んで欲しいものをすぐに手に入れなければならない。自動車に乗ること、ラジオを聞くこと、それがアメリカ人の自己証明・存在証明というわけで、アメリカ国民にとって、このようなアメリカ的生活様式が、アイデンティティとなっていく。

このアメリカの1920年代は、別名ジャズエイジとも言われています。JAZZ…音楽のジャズですが、本来の語源は JAZZY…。ジャズィという発音からどんなイメージを抱きますか？うるさい、賑やか、騒々しい。すなわちジャズエイジというのは、「うるさい時代」「活気に満ちた時代」という意味です。ではこのジャズエイジの様子をビデオで見てもらいます。

【ビデオ①（4分弱）を見る。おもな内容は、クラブでのジャズ演奏・チャールストンの流行・ラジオ放送・青少年の奔放な生活など】

というわけで、ジャズエイジの様子を見てもらいました。このように1920年代に、若い世代と親の世代との間で、生活のあり方や考え方方が完全に分かれしていく。世代の断絶と言ってしまうのは簡単ですが、若い世代と親の世代の考え方方が全然違ってきた。さらに、かつて男性が考えていた「女性らしさ」の枠から女性たちが自由になり始めた。わかりますね？男性が「女らしい」「女っぽい」と考えていた、女性に求める感覚が、女性自身が求めている感覚とずれてきた。こういうことをひっくり返して、モラル革命といいます。

モラル革命の、一つ特徴的なことを紹介しておきます。合衆国では1920年代に離婚率が高くなっています。なぜ離婚が増えたのか？これには、もちろん男性側・女性側、お互いの理由があると思いますが、結果としてどういうことが言えるのか？結婚に対する社会的な考え方方が変わったということですよ。キリスト教社会において、結婚というのは、神が認めた契約なんですね。「あなたを愛します」と誓っているのは、相手ではなく、神様ですよ。神に約束した結婚というものが、人間の都合によって解約されていく。ちょっと大げさに言うと、宗教離れというものが進んでいくのですね。

1920年代、モノは豊かになった。自由に振舞えるようになった。では、心は豊かになつたのか？ということです。モノは豊かになった。では心は豊かになつたのか？

資料プリントの右上を見てください。フィッヅジェラルド…1920～30年代にアメリカで活躍した代表的な文学学者です。彼はこのように書いています。【資料を朗読。ただし下線部は、空白にしているので生徒各自が書き込んでいく】「私はタクシーに乗っていた。車はちょうど藤色とバラ色に染まった夕空の下、そびえ立つビルの谷間を進んでいた。私は言葉にならぬ声で叫び始めていた。そうだ、私にはわかっていたのだ。自分が望むもの全てを手に入れてしまった人間であり、もうこの先これ以上幸せにはなれっこないんだということが】【部分的に再読】望みがかなった充実感・満足感ではなく、むしろ願いがかなった後の脱力感・虚脱感、ある種のむなしさ…。贅沢な悩みといってしまえばそれまでですけ

れども、そういうことをフィッツジェラルドは書いていますね。

その60年後、1988年の日本です。みなさんが生まれる少し前。当時の日本はジャパン・アズ・ナンバー・ワンとか言られて、合衆国をも凌いで経済が非常に豊かだった。いわゆるバブルの時代です。日本が一番豊かだったこの時代に糸井重里が、西武百貨店の依頼で次のようなコマーシャル=コピーを作っています。けっこうヒットしたんですよ…何がほしいのか？ 「ほしいものが、ほしいわ」。全てを手に入れたんだけど、まだもっと何か手に入るんじゃないかなという欲望感だけが、どんどん増大していく。1988年、バブル絶頂期の日本の感覚を、すでに60年以上も前の合衆国の人びとは経験していたのですね。

もう一度みなさんにお聞きします。モノは豊かになった。では心は豊かになったのか？ 素直に手を挙げてね。心は豊かになったと思う人？ 【2～3人挙手】では、貧しくなったと思う人？ 【5～6人挙手】はい、そんなん分からへんという人？ 【大半が挙手】はい、人それぞれでしょう。人それぞれだから、分からないと私は思っています。ただしあそらく1920年代を境に、心のあり方は変わった。その、心のありようが変わったことを、「心が貧しくなったんだ」と考える人がいてもおかしくはない。「何が常態への復帰だ？ チャラチャラして、ジャズエイジとかモラル革命とか…冗談じゃない！」と考える保守的な人などがいてもおかしくない。彼らが、自分たちこそが本来のアメリカを取りもどさなければいけない、ノーマルなものを取りもどさなければいけないと考える。

それが、授業プリントの（2）。アメリカの「根本主義」です。1920年代にKKKが復活します。タベストリーのp.228を開けてください。「国内に抱える様ざまな矛盾」という箇所です。KKKとは、南北戦争の後、奴隸身分から解放された黒人たちを「生意気な連中だ。あいつらをぶちのめてしまえ！」と、黒人に対する差別的な暴力を振るった団体です。このKKKは、19世紀の終わりには、いったん消滅している。それなのに1920年代にもう一回復活しているのです。写真が載っていますね。KKKの集会。白い頭巾に白い装束。十字架に火をつけて燃やしている。かなりおどろおどろしい写真です。その写真の左側に、地図があります。地図を見て…。合衆国の地図ですが、南と北に分けます。南では、黒人に対する集団暴行事件が非常にたくさん起こっている。南部では、黒人に対する集団暴力事件が非常にたくさん起こっています。ところが北部を見てください。KKKの人口が、多いのは北部です。北部なんですね。ところが合衆国の北部では、南部に比べると、黒人に対する暴力事件が少ない。【生徒を指名】○△くん。何となく矛盾を感じませんか？

——生徒：うん。【うなづく】

なぜ北部に、こんなにKKKのメンバーが多いのに、黒人への襲撃事件が起こっているのは南部なのでしょう？ どう思う？

——生徒：暴力は起してないだけ…。

うん、「暴力は起していないけれども、KKKのメンバーが多いので、北部の黒人たちは萎縮して自由に活動しない」と答えてくれた人もいますし、前のクラスでは「北部にいるKKKのメンバーが南部まで出かけていて、黒人を殴っている」と答えてくれた人もいます。ひょっとしたらそうかもしれません。ありますことです。が、こう考えてみてください。19世紀のKKKは、黒人に対し差別的・暴力的なことを行なっていたが、1920年代に復活したKKKは、黒人だけでなく、他の人にも手出しをするようになっていた。

では、合衆国の北部に、この時期、どういう人たちがやってきたのか？ 資料プリント

の⑥を見てください。合衆国の旧移民と新移民。1900年以降、新移民がすごい勢いで合衆国に入ってきたことが分かりますね？ 英語が話せない、キリスト教を信じていてもプロテスタント以外。ひょっとしたらユダヤ教徒かもしれない。彼らが移民としてやってきた当初は、苦しい生活・貧しい生活をしていたけども、頑張って少しお金を貯める。するとローンで自動車を手に入れ、ラジオを手に入れ、家電製品を手に入る。やがて自分たちはアメリカ人だ。アメリカで、アメリカ的生活様式を実現したんだから、自分たちはアメリカ人なんだ！というアイデンティティを主張し始める。「おい、ちょっと待ってくれよ。あいつらはたかが10年前、5年まえにアメリカに来た連中じゃないか。どうしてあいつらが、アメリカ人としてデカイ顔をしているんだ？」俺たちは、合衆国で生まれ、合衆国で育った人間だ。俺たちこそが本当のアメリカ人だ！」…そういう反発を抱く人たちがいても、おかしくない。すなわち、この時期のKKKは、黒人だけでなく、新移民に対する暴力事件や嫌がらせをしている。だから北部にも多いのですね。言い換えるならば、WASP、白人でイングランド系でプロテスタントを信じている人びとの、社会の変化に対する拒否感がKKKにつながっているのです。

(授業) 最初にもどります。反進化論法が、なぜこの時期、テネシー州で制定されたのか？ はっきり言いますと、テネシー州は田舎、農村部です。みんなアメリカ合衆国というと、ニューヨークとか、シカゴ・デトロイト、あるいはロサンゼルスやサンフランシスコのような大都会のイメージが強いと思うけれども、本来、アメリカというのは典型的な農業国家、農民を中心とした国だった。ところが1910年から20年頃に、農村人口と都市人口が逆転したのです。つまり、これまで自分たちこそが典型的なアメリカ人だと考えていた農民たちが、「都会はジャズエイジ・モラル革命だといって、チャラチャラしている。連中は本当にアメリカ人なのか？」違う。おれたちが本来のアメリカ人の生き方を貫くのだ」と、プロテスタントの教え、聖書を文字どおり信じることを進めていく。ですから聖書に反する教えは認められない。これが反進化論法なのですね。ちなみにテネシー州ですが、先ほどの地図を見てください。アトランタがありますね。アトランタの北西部に、東西に細長い平行四辺形のような形の州があります。ここがテネシー州です。

さて、ここで注意して欲しいのは、WASPや農村部の人びとは、時代の流れに遅れた、時代について行けなかったのではなく、時代について行かなかつたのです。自分から、時代についてくことを拒否したのです。たんに時代遅れの連中だというのではい。

この反進化論法が出されたのですが、たちまち、テネシー州のデイトンというちっぽけな町の高校教師、理科の先生ですが、スコープスが学校の授業で進化論を教えてしまいます。すぐに訴えられて裁判になってしまいます。すなわち進化論裁判です。

すぐにスコープスを助けようと弁護団が結成されました。弁護団はこう考えます。たしかにスコープスは、反進化論法に反した。しかし合衆国憲法では、思想信条の自由が認められている。授業で進化論を教えてはいけないというのは、合衆国憲法に定めた思想信条の自由を無視している。すなわちテネシー州のこの法律そのものが憲法違反なのだ。だから憲法違反であるこの法律を破っても、スコープスは有罪ではない。罪には問われない。

検察側はどうだったか？ 検察側は、この反進化論法は、宗教 vs. 科学といったことを問題としているのではない、と訴えます。みなさん、授業プリントの右側のワークシートを見てください。学校とは、いったいどういう場所なのか？ これもみなさんアンケー

トで答えてもらったことですが、学校というのは、二つの立場から考えることができます。

一つは、政府が、国民にとって、社会人にとって必要な知識や技術を教える場。いや違う。教育とは、本来は家庭が行なうべきものだ。すなわち学校教育とは家庭教育の延長なのだ。家庭教育で不足している部分を補う場である。と、二つの考え方があるのですね。

アンケートでは、こう尋ねました。「学校での教育内容を決めるのは、政府か、家庭か？」ちょっとニュアンスは違いますが、みなさんの答えでは「政府が教育内容決めるべきだ」という人が41%。「家庭だ」という人が15%。「両方だろう」という人が32%。その他が12%でした。たぶん日本では「政府が、国民にいろいろなことを教える場が学校だ」という思いの方が、きっと強いでしょうね。しかし合衆国では、そうではありません。どちらかというと「家庭教育の延長として、学校は存在するのだ」という考え方です。

テネシー州にもどります。テネシー州の人は、聖書を真剣に信じている。ところが、家で「聖書を信じなさい」と教えて、送り出した子どもたちが、学校では、「聖書に書かれてあることは嘘です。人間は神様が造ったのではありません。進化によって、下等生命・下等動物から出現したものなのです」と教えられる。「おい、ちょっと待ってくれよ」というわけです。学校、とくに公立学校というのは、市民の税金によって建てられて、教師を雇っているわけでしょう？ 我われが税金を出して運営している学校で、なぜ我われの家庭教育を真っ向から否定する進化論を教えるのか？ おかしいじゃないかということです。分かりますね？ 自分たちがお金を出して学校を運営している。納税者の意識はそうですよ。それなのに、その学校で、自分たちが、教えたいこととは全く逆のことを教えている。

すなわち反進化論法とは、宗教 vs. 科学、ではなくて、学校という場を舞台とした、自治のあり方をめぐる問題だったのです。では進化論裁判のやり取りを映像で見てもらいます。モニターに注目してください。【ビデオ②（約90秒）を見る。内容は、進化論を擁護する弁護側と、聖書を擁護する検察側の論争の様子を裁判記録と写真で再現したもの】

というわけで、全米の注目を浴びた進化論裁判は、その様子がラジオで中継されました。では、ここでみなさんに陪審員になってもらいます。1年生の政治経済の授業で、模擬裁判をやりましたね。それは裁判員制度を前提とした模擬裁判でしたが、あのときのことを思い出してください。みなさんは陪審員として、スコープスは有罪か、無罪かどちらかを選んでください。A：有罪、B：無罪。ワークシートの問2の「結果は…」のところです。A：有罪、B：無罪。どちらかに○をしてください。理由も、一言二言、簡単に書いてください。時間がないのでテキパキと進みたいので…。スコープスは有罪か？ 無罪か？ 評決ですから、どちらかしかありませんよ。棄権なしね。では、今日は理由を聞かずに、結果だけ聞きたいと思います。スコープスは有罪だと思う人、手を挙げて。10人ちょっと。無罪だと思う人…25人ぐらい。はい、ありがとう。スコープスは無罪だと考えた人が多かったですが、実際は有罪です。テネシー州の法律に反したというので有罪です。

ところが、今の状況がラジオで全米に流されました。北部を中心とした、大都市部の人びとは「南部の連中は、何を考えているんだ。聖書をそのまま信じているなんて、時代遅れじゃないか！」と（言葉は悪いのですが）、笑いものにするわけです。すなわち反進化論法は「裁判では勝利したけれども、世論では敗北した」といわれました。しかもおまけがついています。このあとスコープスは上告するのですが、そのときに、最初の裁判が手続きミスということで、裁判そのもの無効になってしまいました。つまりキャラです。スコ

ープスは完全に無罪放免です。これが進化論裁判の結果です。

では、進化論裁判の影響について考えてみたいと思います。問3。この後、テネシー州をはじめとする南部の農村地帯では、進化論が少しずつだけでも教えられるようになったという人は、A。いや、やっぱり進化論はタブーだった。あまり教えられなかつたという人は、Bに○をしてください。進化論は教えられるようになった。やはり科学的な考え方をしなければいけない。北部の人びとから笑われ者になって恥ずかしい。進化論を教えるべきだとなつたのか。それとも、笑いたい奴は笑わせとけばいい。あいつらは地獄に落ちるんだ。俺たちは自分たちの信仰を守り通すんだというわけで、進化論は、やっぱりタブーだったのか。理由も一つ二つ書いてくださいね。これも手を挙げてもらうだけにします。A:進化論は、少しずつだけでも教えられるようになったと思う人、手を挙げてください。B:やっぱりタブーだった。あまり教えられなかたんじやないかという人は? だいたい半分ずつですね。結論から言いますと、進化論はやっぱりタブーでした。【終業のチャイム】じつはこの反進化論法、1960年代まで法律として生き残っていました。

先ほども言いましたが、合衆国というと、大都市のイメージを思い浮かべて、進歩的・自由…と決めつけはいけないです。ディープ・サウスと呼ばれる合衆国南部の地域では、聖書を真剣に信じている「保守的」な人びとがたくさんいるということです。

では最後、問4。時間オーバーして申し訳ないのですが、そもそも、なぜスコープスは授業で進化論を教えたのか?という問題です。A:理科の教師として、信念をもって進化論を教えた。科学者の端くれとして、信念をもって教えた。B:じつはスコープスは、理科の先生といっても、本当は物理の先生だったのです。生物の先生が休んだので代理として教えていて、うっかり教えてしまった。うっかり教えてしまった。C:その他。いいですか? A:信念をもって教えた。B:うっかり教えてしまった。C:その他に理由があるならば、その理由を書いてください。A・B・C、どれでしょう?

手を挙げてもらうだけにしたいと思うのですが…。A:信念をもって教えたと思う人は、…10人ちょっとね。B:うっかり教えてしまったと思う人は?…15~6人。では、C:その他という人。【2人、挙手】おっ、△△さん、どんな理由?

—生徒:社会の仕組みを自分から壊していくこうと思った。

うん、こんな古臭い社会の仕組みは自分から壊していくこうと思った。そういうこともあるかも知れませんね。正解は、デイトンの町を有名にしたかった…これが、彼が進化論を教えた理由なのです。え~? そんなことで? 裁判になるのに? 思った人もいるでしょうが…。反進化論法が出されたときに、全米の人権団体が、これは思想信条の自由に反するから、反進化論法に抵触して、裁判が起こった場合、進化論を教えた人間を全面的に(費用面でも、訴訟面でも)支援するというアピールを出したんですね。スコープスは、そのアピールにのって、デイトンの町、ちっぽけな田舎町を有名にしてやろうと、進化論を否定している人たちと手を組んで、教えたのです。あつという間にラジオで放送され、デイトンの町は有名になった…。これが1920年代のジャズエイジです。

次回は、永遠の繁栄といわれた1920年代の後の、世界恐慌について話をします。

というわけで、今日の授業の感想文ですが、5-4-3-2-1で、5は「とても良かった」、3は「ふつう」、1は「全然ダメ」として、どちらかに○をしてください。それから、みなさん、授業の感想を書いてください。提出してもらいます。【4分延長】

ワークシート

問1：学校とは？

(*) 1925年：テネシー州で反進化論法の制定

cf: 1859年：ダーウィンの「種の起源」出版

(1) 「常態への復帰」？

- ・ラジオ・家電製品・自動車などの普及

→ 大量生産の確立

→ 大量消費を前提

cf: 「いま楽しんで後で払おう」

→ アメリカ的生活様式の成立

→ 国民のアイデンティティに

・ジャズエイジ

・モラル革命

A : 政府が必要最低限の知識や技術を教える場
B : 家庭教育では不十分な知識や技術を補う場

問2：結果は？
A / B
理由：_____

問3：影響は？
A / B
理由：_____

問4：発端は？
A / B / C
⇒理由：_____

・今回の授業は、 $5 - 4 - \frac{1}{3} - 2 - \frac{1}{4}$ のどれですか?
・今回の授業を受けて考えたこと・感じたことを書いてください。

(2) アメリカの「根本主義」

→ WASPの危機感・農村部の反感

・KKKの復活…黒人・新移民などを敵視

・進化論裁判

⇒「思想信条の自由」と「自治のあり方」をめぐる対立



S=フィッツジェラルド：「マイ・ロスト・シティ」（村上春樹訳）より
「私はタクシーに乗っていた。車はちょうど紫色とバラ色に染まつたダ空の下、そ
びえ立つビルの谷間を進んでいた。私は音楽にならぬ声で叫び始めた。そ
だ、私はわかつていたのだ。自分が——金てを手に入れてしまつた人間であ
り、もうこの先これ以上——にはなれっこないんだということが」。

cf: 「_____が、ほしいわ」（1988年：日本：西武百貨店：糸井重里）

④



⑤ 機械車と鐵道車
(一八七〇—一九五〇年)

年	機械車（人口1000人あたり）	鐵道車（萬噸1000頭あたり）
1870	8.8	1.5
1880	9.0	2.2
1890	9.0	3.0
1900	9.3	4.0
1910	10.3	4.5
1920	12.0	7.7
1930	9.2	7.4
1940	12.1	8.7
1950	11.0	10.2

⑥ アメリカ合衆国の旧移民と新移民



出典

①・③ 秋元英一・菅英輝著「アメリカ20世紀史」（東京大学出版社・2003年）p.47・82

②・④ M=Brown他著「アメリカ社会と第一次世界大戦」（「アメリカの歴史」第4巻・本田創造監修・三省堂・1996年）p.274～5・278

⑤ 常松洋「大衆消費社会の登場」（「世界史リブレット」48・山川出版・1997年）p.56

⑥ 小川幸司監修「新世紀図説世界史のバージュ」（東京法令出版・2006年）p.174
の図8-2を改編

資料： Ibid., p.113.

3. 研究協議

授業後に行なわれた研究協議の概略を示しておく。前半の“授業の意図”は、当日の筆者の報告原稿をまとめたものである（なお参会者に配布したレジュメは省略した）。また後半の“質疑応答”は紙数の関係もあり、ごく一部を筆者の責任で再構成した（—は、意見や質問。Sは、筆者）。

（1）授業の意図

本年度の社会科の主題は「時代が見える歴史の授業」でした。「歴史の授業」であるならば、「時代が見える」のは当然ではないか？と訝しく思われる方も多いと思います。しかし、あらためて「時代が見える」とはどういうことなのか問うてみると、これは容易には答えられない難問であることに気がつきます。大げさに言うならば、歴史の教師にとって、これは永遠の課題です。

まず「時代が見える」と生徒に思わせ、教師自身も納得することが出来る“お手軽な”方法とは、「変化」、それも劇的な変化を示すことです。

その際にもっとも有力なのは「外的アプローチ」（と勝手に、私が名づけたもの）です。一つめは「時代的な変化」。新しい法律によって政治や経済が大きく変化したこと、あるいは統計資料などを用いて過去との相違を明確にすることです。今回の授業では、ある家庭の1900年と28年の支出内訳の一覧を用いました。また1899年と1929年の合衆国工業生産高の変化を紹介してみました。二つめは「地域間の比較」です。具体的には1927年の合衆国における自動車の普及率が、たとえば他国、イギリス・ドイツ・日本とどれくらい違うのか数値で示しました。やはり数値の変化というものは、大きな説得力を持っています。ある種の“客觀性”も保たれますし…。

しかし私は、そういった「外的アプローチ」だけでなく、「内的アプローチ」にも心配りをしたいと考えます。当時の人びとが、何を考え／感じていたのかという点を示さなければ、人間不在の歴史となってしまうと思うからです。フランスのアナール派の社会史などの成果も、可能な範囲で取り込んでいきたい。ただしこの点に関しては、異論のある先生方も多いようです。以前、宗教改革と宗教戦争のまとめとして、魔女裁判をテーマにした授業を行なったところ、参観された先生方から「社会史は魅力的だが、通史が頭に入っていない高校生には、混乱をもたらす危険性が高い」という批判を頂きました。私には、意外なコメントでした。まず通史をして、余裕があれば社会史も…というスタンスでは、結局、高校生には政治や経済などの制度・システムを教えるだけで終わってしまうと思うからです。くり返しますけれども、当時の人びとの集団心性（マンタリテ）、いわゆる「感性」のあり方を生徒には示したいと思います。今回の授業では「アメリカ的生活様式」の実態だけではなく、それがアメリカ国民のナショナル＝アイデンティティとなっていった。移民であってもアメリカ的な生活を手に入れれば、合衆國の人間として認められる。そういう感性の部分を指摘したつもりです。

さて、先ほど「時代が見える」のには「変化」を示すことが有効だと申しましたが、それと同時に「変化しないもの」の存在を生徒に気づかせたいと考えています。この両者を示すことで、社会の変化を、よりダイナミックに提示できると思うからです。

今回の授業では「変化しないもの」として、合衆国の宗教国家としての側面を取り上げ

ました。

今年度は、2月の教育研究会にあわせて授業計画を練り、2年生2単位必修の世界史では、アメリカ独立革命から授業を始めました。そしてアメリカ史を扱う際には「移民の国」と「宗教国家」の二つを柱としました。「移民の国」として合衆国の歴史を学ぶのは、重要ですが、ある意味ではポピュラーです。しかし「宗教国家」という観点から合衆国の歴史を見していくのは、高校世界史の授業では珍しいのではないでしょうか（資料1参照）。

合衆国の「宗教性」というものを意識したのは、10年ほど前にリンカーンの「ゲティスバーグ演説」をテーマとした授業を行なってからです。南北戦争最大の激戦地となったゲティスバーグでの追悼式典で行なわれた「演説」は、その最後の部分、*the government of the people, by the people, for the people, shall not perish from the earth*によって、民主主義の不滅を高らかにうたい上げたものとみなされています。しかし丁寧に「演説」の全体を読んでいきますと、それが、キリスト教の復活思想をもとに構想されていることが分かります。この「ゲティスバーグ演説」とは、ゲティスバーグの戦いで倒れた兵士たちと、内戦で崩壊に直面している合衆国とを重ね合わせ、この両者が必ず再生／復活するというビジョンにもとづくメッセージでした。

このことに気づいてからは、合衆国の歴史の授業では、その「宗教性」に言及するよう心がけています。たとえば「ピルグリム＝ファザーズ」を取り上げる際には、建国神話としての作為性や、19世紀の西部開拓時代の「マニフェスト＝デスティニイ」の考え方。また最近では、独立革命の宗教的解釈についても紹介しています。アメリカ独立が、『旧約聖書』に記されている出エジプトの18世紀バージョンだという解釈です。すなわち、旧大陸ヨーロッパをエジプトとみなし、新世界アメリカを約束の地カナンとみなし、ワシントンはモーセである、そういうかたちで、アメリカ独立革命を彼らは宗教的に理解し、受け入れようとしている。こういった集団心性を生徒には、簡単ですけれども紹介したい。

したがって1920年代の合衆国社会を主題とした今回の授業でも、合衆国の「宗教性」を強調してきた、これまでの流れに沿い、「進化論裁判」を取り上げました。進化論裁判を紹介することで「ジャズエイジ」「永遠の繁栄」と呼ばれた20年代の「光と影」が見えてくると考えたわけです。ちなみにWASPの価値観に基づくアメリカ社会の動向として、多くの教科書は、移民の制限などに触っていますが、禁酒法の制定あるいは進化論裁判などの「宗教性」の濃い出来事を扱っているものはまれです。

さて最初の問い、「どうすれば「時代が見える」のか？」に戻りたいと思います。授業では、21世紀初めの日本で高校生として生活している、生徒一人ひとりに、特定のある時代／社会を生きた「人間」との「距離感」あるいは「遠近感」をつかませることが重要だと考えています。

その際に注意したいのは、その時代を生きた「人間」とは、いうまでもないことが、有名人ばかりではないということです。教科書に載っているビッグネームだけでなく、無名の人にも目配りをしたい。また一個人だけではなく、様々な人間集団も取り上げたいと思いました。そういう点で、今回の授業ではフィッツジェラルドの『マイ・ロスト・シティ』の一節を用いたり、フォード社の宣伝文句を活用しました。

さて「距離感」ですね…歴史的な距離感。この「距離感」とは、もちろん空間的なものではない。心理的なものです。その時代／社会と自分が遠いのか、近いのか、というその

世界中：アンケートの無い

2月に行なう世界史の研究授業の準備として、生徒の皆さんに、つぎのアンケートへの協力をお願いします。このアンケート用紙の提出の有無については確認しますが、プライバシーとの関わりがありますので、氏名等は記さないでください。

- 11：保護者もしくは祖父母の方から、つぎの家庭電化製品を、初めてご家庭で購入・使用するようになつたのは、いつ頃からか訊ねて、その年代を記入してください。

電気冷蔵庫 昭和（ ）年頃・もしくは西暦（ ）年頃
 電気洗濯機 昭和（ ）年頃・もしくは西暦（ ）年頃
 電気掃除機 昭和（ ）年頃・もしくは西暦（ ）年頃

12：保護者もしくは祖父母の方から、いわゆる自家用車（営業用ではなく、家庭用）を所有するようになったのは、いつ頃からか訊ねて、その年代を記入してください。

昭和（ ）年頃・もしくは西暦（ ）年頃

13：あなたは、家庭電化製品がない時代（たとえば明治時代）に、つきの家事の中でもっとも重労働だったのは何だと思いますか？ 一つだけ選びなさい。

就業關係 恋愛關係 洗濯關係 掃除關係

14：学校教育に関するつぎの質問に關し、保護者の方の意見も聞いたうえで、あなたの考えにいちばん近い選択肢に○印をつけてください。

「学校における教育内容の最終的な決定者は、政府か？ それとも家庭か？」

① もちろん政府である。
 ② どちらかといふと政府である。
 ③ 政府と家庭の両者である。
 ④ どちらかといふと家庭である。
 ⑤ もちろん家庭である。
 ⑥ その他（具体的には： ）
 ⑦ わからない

15：19世紀前半の合衆国・・・7月7日
 -合衆国の発展
 -西部開拓と「マニフェスト＝アスティニイ」

16：19世紀後半の合衆国・・・9月20日
 -南北戦争（1861～65年）の原因
 -戦争の経過と結果・...ゲティスバーグ演説

17：移民の国、アメリカ合衆国・・・9月27日
 -ヨーロッパ系
 -アジア系
 -アフリカ系
 -英米間のスポーツの相違

18：1920年代の合衆国社会・・・2月16日
 -「常態への復帰」?
 -アメリカの「根本主義」...進化論批判

提出期限 2月2日 (金)

有難うございました (世界史担当: 笹川裕史)

有難うございました（世界史担当： 笹川裕史）

提出期限 2月2日(金)

「遠さ／近さ」を生徒一人ひとりに感じさせる。授業で取り上げた時代／社会に、生徒を“遭遇”させる、そういう手段として、たとえば本日、中学の研究授業で行なわれたように「実物」を用いることは、きわめて有効です。おそらく多くの先生方がそうであるように、私も香辛料あるいはバビルスなどを生徒に回観します。しかしこれには限界があります。そこで私がときおり試みるのが「歴史的な場」を設定することです。ある事件／状況の枠組みを示して、その場に生徒を投げ込み、臨場感／緊迫感を味あわせる。もちろん、こういったことも、大なり小なり、多くの先生方がなされているとは思いますが…。

授業のジャズエイジの部分では、十年近く前に放映されたNHK特集「映像の世紀 第3集 それはマンハッタンから始まった」の一部を利用しました。生徒たちは、自分たちとほぼ同じ年齢の、20年代のアメリカの若者に対して、親近感あるいは違和感を抱くことで、ジャズエイジに接近することができたのではないか…と思っています。映像…とくに後の時代の再現フィルムなどではない、同時代のドキュメンタリーにはきわめて大きな説得力があります。ですから「歴史的な場」をこしらえるのには重宝です。ただ個人的には、授業で映画やテレビドラマなどを見せる場合、一部分だけを見せるのは嫌いで、見せるならば2時間ぐらいかけて全部を見せたいと思います。したがって今回のように部分だけ、5分だけビデオを見せるというのは、私にとっては異例のことです。

また進化論裁判の部分に関しては、映像で裁判の様子をフォローするだけではなく、生徒たち自身も陪審員として裁判に参加させるという構成をとりました。授業でも触れましたが、彼らは1年次の3学期の政治経済の授業で、裁判員制度に基づいた模擬裁判を、大阪弁護士会の協力を得て行なっています。生徒たちのといった学びの経験・体験をふまえてシミュレーション=ゲーム的な要素を加味しようと考えました。

3年前に、大阪府社会科研究会が文部科学省の指定をうけた「教育情報共有化促進モデル事業」の一環として研究授業を行なったことがあります。その授業では、753年の長安における朝賀の儀式での、日本と新羅の使節の席次争いを取り上げました。今回の「ジャズエイジと進化論裁判」も、その時の授業構成にならって組み立てみました。いくつかの問い合わせを設定し、生徒各自が自分自身で回答していくなかで、ある出来事を構造的／立体的に把握するというスタイルです（それが成功したか否かは、別問題ですが…）。ただし今回は、時間の制約があり、個々の質問に対する生徒たちの回答や反応を授業中に取り上げることが出来なかったのが残念です。

今回は、授業の2週間ほど前に、各家庭で家電製品や自動車を使い始めた時期や、学校教育に関する考えを、アンケート形式で生徒に尋ねました（資料2参照）。生徒の保護者は、私とほぼ同世代です。家電製品や自動車が各家庭に入って来たときの様子を、両親や祖父母が生徒に話してくれるといいなあと思っていました。「聞き取り調査」では、少し構えた感じになるので、アンケートという手軽な形にしました。生徒の幾人かは「冷蔵庫の前は冷氷庫を使っていたそうです」といった親子の会話を私に話してくれました。

少し脱線しますが、世界史の成績・テストの点数ではなく、世界史の授業内容に関して親子で話しをする場というのを、教師が意識して作っていくのは、手間ですけども、なかなか面白い経験です。

最後に、私は、いわゆる受験用の用語集の頻度数の高い「歴史用語」を説明・解説しても、必ずしも「時代が見える」ようにはならないと思っています。むしろその時代を代表

する「普通名詞」や、社会によって生み出され、人口に膾炙した「ことば／フレーズ」が、「時代を語ってくれる」と思います。

「時代が見える」授業とは、結局、その社会の構造的变化が、その時代を生きている人ひとの「生活のあり方」を通して見えるようにすることではないか—と考えています。現時点では、少なくとも私はそのように思います。そういう意味で、政治あるいは法律／経済あるいは土地制度や税制度の变化は、もちろん重要ですが、それを示すだけで「よし」とすることには違和感があります。私は、広い意味での“文化史”が重要だと思います。言い換えるならば、政治史・経済史・そして狭い意味での文化史などの個別史や分野史の寄せ集めではなくて、全体史（トータル＝ヒストリー）への視点を失わないことが、「時代が見える歴史の授業」を作っていくのに重要だと考えています。

(2) 質疑応答

— 大衆文化の源としての 1920 年代のアメリカについて、我われは一定のイメージをもっているが、最近の生徒はそのようなことは知らない。それなのに我われが抱いているアメリカ文化の魅力を前提として、授業を構成しているようにも思えるが。

S：現代の生徒が、20 年代の合衆国を知らないのは当然だと思います。ですから「今の我われにとって当たり前の“生活”が 100 年前にはなかった」と、遡って気づかせるしかない。授業でも示したように、アイポッドやウォークマンのように、すきな時、すきな場所で音楽が聴けるようなものはなかった…と。

— 1919 年から 33 年まで施行された禁酒法は、根本主義とも関連があると思われるが、なぜ扱わなかったのか。

S：当初は、KKK・禁酒法・進化論裁判の三本立ての予定でしたが、時間の都合でカットしました。できたら世界恐慌の授業で言及しようと思っています。禁酒法の制定理由として三点。まずは第一次世界大戦中に穀物が不足し、醸造用にすることがためられたこと。つぎにビール醸造に関わっていたドイツ系移民に対する反発。そしてプロテスタント的禁欲です。逆に禁酒法が撤廃された主な理由は二点。まず禁酒法が実際にはほとんど遵守されず（一般には禁酒法といわれているが、正確には憲法の条項を修正したものであり）、憲法軽視に繋がりかねないという憂慮。そして、世界恐慌期に税収増大のために酒税を復活したいという財政的理由などを紹介したいです。

— 進化論裁判は、アメリカ史あるいはアメリカ社会の中で、どれぐらい一般化できる出来事なのか？

S：現在でも創造説というかたちで、「進化論（だけ）を教えるのは偏向している」という保守派やファンダメンタリストたちの運動が存在しています。配布した生徒の感想①・感想②もご覧ください（生徒の授業感想は、4. の（2）に後掲）。合衆国の底流には、こういう保守的な部分があることに生徒が気づいてくれれば…と思っています。

— 授業では「ジャズエイジでも、合衆国には変化しない部分がある」と強調していましたが、むしろ 1920 年代の合衆国の特異性に言及すべきではないか。たとえば社会主义国という新しいタイプの国家（ソ連）の成立によって、理念国家としての合衆国に大きな危機感が生じ、それが他国よりもヒステリックな反共主義を生み出した点など…。

S：「赤狩り」については、第二次世界大戦後のものが有名ですが、第一次世界大戦後にも

ありますね。ですから私は、第二次世界大戦後のマッカーシズムの説明をする際に、第一次世界大戦後にも同様のことがあったと、振り返るような形で授業をしています。

— 生活史という視点から、日本の戦後史（高度経済成長期やバブル期）と重ね合わせるので、生徒のご家庭にアンケートをなされたのはユニークな試みだと思いました。生徒の感想▲にみられるように、映画「ALWAYS 三丁目の夕日」や「バブルへ GO!!」など、リアルタイムで封切られる映画などを意識した授業構成だったのでしょうか？

S：「ALWAYS 三丁目の夕日」は話題作だったので、映画を観た生徒が今回の授業と重ね合わせてくれることを、ある程度は期待していました。「バブルへ GO!!」は、知らなかつたのですが、今回紹介していない、ある生徒の感想には「今度この映画を見に行くつもりなので、いっそう楽しみになりました」というものがありました。

— 大きな単元全体への質問として、第二次世界大戦への準備期として戦間期を位置づけたとき、ジャズエイジ（1920年代）の合衆国というのは世界全体の中で見るならば、やはり特異な時代と位置づけられるのではないでしようか。

S：世界各国の状況を見たとき、20年代の合衆国が特異であったことは言うまでもありません。ですから、生徒たちには、そういう特異な時代が存在したことを示し、その影響等をふまえて30年代の世界の理解につなげるように今後の授業を組み立てる必要があると、いまあらためて思っています。一例ですが、30年代のドイツでは、合衆国の大衆文化を「堕落」であると批判した一方で、そのモータライゼーションを「モデル」としていたことを紹介するとか…。

— 生徒の感想の中で、今回の授業よりも通常の授業のほうが良かったという感想の生徒が若干名いる。普段の授業と今回の授業とではどのような違いがあるのか。

S：まずビデオを見せた点です。生徒にとっては、普段とずいぶん印象が違ったと思います。ワークシートを用いる授業は時おりするのですが、今回はずいぶん内容の多い授業だったので、生徒の負担は大きかったと思います。感想④は、かなり優秀な生徒です。通常の（パターン化された）授業なら安心して聞くことができるが、それが崩れることに対する不安から否定的な感想になったのだと思います。また感想⑬も優秀な生徒ですが、「裁判の結果についてじめに考えようとしたが、判断材料が少ないので決められない！」という素直な気持ちがうかがえます。「ゲーム」の入り口で躊躇してしまうと、授業全体に響いてしまうというところでしょうか。さらに感想△の「ごめんなさい m(_)_m ねてしまいました」…。残念ですが、どのような授業をしても、眠ってしまう生徒はいます。とくに昼食後の暖房の利いた部屋では…。私も、起こしたり、そのままにしたり、場合に応じて様ざまに対処しているというのが実態です。

— 授業では、アメリカの農村部のことを強調されていましたが、地図を掲示しておくと、生徒たちはもっとイメージをつかみやすかったのではないか。

（3） 参会者による授業評価

教育研究会の参会者には、授業「ジャズエイジと進化論裁判」に対する＜授業評価表＞への回答をお願いした。ご協力いただいた24名（参会者のほぼ半数）の回答と、各項目に記していただいたコメントの一部を紹介する。

<授業評価表>

5 (たしかにそう思う) - 4 (ややそう思う) - 3 (ふつう)
- 2 (あまりそう思わない) - 1 (全くそう思わない) /☆ (よくわからない)

指導案について

1. 授業の重点となる目標がはっきりしている。

5 : 15人 4 : 7人 3 : 0人 2 : 1人 1 : 0人 ☆ : 1人

2. 内容や教材の解釈が妥当である。

5 : 19人 4 : 2人 3 : 2人 2 : 0人 1 : 0人 ☆ : 1人

3. 想定される生徒の思考傾向や技能水準を考慮している。

5 : 11人 4 : 8人 3 : 2人 2 : 0人 1 : 0人 ☆ : 3人

4. 導入・やま場・整理の部分がすべて含まれている。

5 : 14人 4 : 8人 3 : 1人 2 : 0人 1 : 0人 ☆ : 1人

・単元（8単位）の目標と本授業の位置づけが分かりにくかった。

・ポスターの中味に言及しその時代へ生徒を導いていく手法が素晴らしいと思いました。

・ドラマチックな展開で、よく組み立てられていたと思います。一言一言が計算し尽されていたと思います。

・整理にもう少し詳しい説明があったほうがよかったのではないかと思いました。

・私自身、世界史の授業は教科書に沿ってしか授業していないので、今日のような授業も考えていきたいです。

指導案と授業の対応について

5. 授業目標からみてふさわしい授業だった。

5 : 17人 4 : 3人 3 : 3人 2 : 0人 1 : 0人 ☆ : 1人

6. 時間配分が計画と大きくずれていた。

5 : 6人 4 : 10人 3 : 2人 2 : 3人 1 : 2人 ☆ : 1人

・しっかりと計算されて進行していたと思います。5分程の延長は仕方ないと思いますが…

・1時間でおさめるのは、ちょっと苦しい豊かな内容でした。

・指導案と実際の授業は、もちろん、うまく対応することが一番いいですが、難しいですね。もっと時間が欲しかったです。子どもたちに挙手させて意見を出させるのを、もっと時間をとってやって欲しかったです。

授業スキルについて

7. やま場の盛り上げがたくみであった。

5 : 17人 4 : 2人 3 : 4人 2 : 0人 1 : 0人 ☆ : 1人

8. 生徒の反応に即して授業計画を柔軟に変えた。

5 : 4人 4 : 8人 3 : 9人 2 : 0人 1 : 0人 ☆ : 3人

9. 生徒の言葉や行動に注意深く対応した。	5 : 6人	4 : 8人	3 : 7人	2 : 0人	1 : 0人	☆ : 3人
10. わかりやすい説明であった。	5 : 17人	4 : 5人	3 : 1人	2 : 0人	1 : 0人	☆ : 1人
11. ポイントをついた説明であった。	5 : 19人	4 : 2人	3 : 2人	2 : 0人	1 : 0人	☆ : 1人
12. 意味のよくわかる質問であった。	5 : 13人	4 : 9人	3 : 1人	2 : 0人	1 : 0人	☆ : 1人
13. より深く考えることをうながす質問がみられた。	5 : 12人	4 : 8人	3 : 2人	2 : 1人	1 : 0人	☆ : 1人
14. 板書内容（事項）はよくわかった。	5 : 7人	4 : 7人	3 : 6人	2 : 1人	1 : 0人	☆ : 3人

- ・生徒の家庭における電化製品の普及を、自分の家族から聞き取り、調べさせた点が非常に良かった。
- ・知的な緊張感を持続させる問い合わせ重ね方が、本当に巧みだと思いました。
- ・体育館で他の先生があんなにいる異空間なのに、やっぱり笹川先生の授業は、空気がいつもの感じで、私は好きです。
- ・生徒に陪審員のつもりで評決させるのは、参考になりました。
- ・文字数が分かりやすいプリントで良かった。高校生なので、メモ欄が多く、自分たちでノート作りができるようになっていた。
- ・高校なら板書もあんな感じでいいのだろうと思います。どこに書いたらいいのか、中学生なら戸惑うと思いました。
- ・生徒のレベルが高いのでいけてると思いますが、プリントにどの言葉を入れていくのか等が、分かりにくいと思いました。

授業全体を通して

15. 授業は、よかったです。	5 : 18人	4 : 6人	3 : 0人	2 : 0人	1 : 0人	☆ : 0人
-----------------	---------	--------	--------	--------	--------	--------

- ・日本の高度経済成長やバブルなどの社会・生活史との比較という視点を導入した点が非常に良かった。
- ・「時代が見える」のみならず、生徒がいまを見ようとしていた授業でした。
- ・ビデオの使い方も無駄がなく、おもしろいシーンで引き込まれた。裁判シーンなんて、ビデオで見てホントなんだーと、あらためて実感。おちもおもしろい。
- ・ディトンの町を有名にするために教えたという最後の逆転に素直に感動した。
- ・レベルの低い生徒たちに対して、どのように展開していくべきかを考えさせられる授業でした。考えて見ます。
- ・授業の目標である“2度目の大戦を避けることは可能だったか”について、本時の中で一度も触れられていなかったのは、意図的だったのでしょうか？

- ・先生の話術、巧みです！
- ・「進化論裁判がラジオ中継され」の前振りに「現在の人気TV番組に“COURT TV”があり、O=J=シンプソン裁判も中継され…」「判決をめぐり酒場ではお金がかけられている」と差し込んでもよかったです。
- ・アメリカ農村部・南部の生活様式も対比させておくべきでは？と思いました。時代は昔ですが、「大草原の小さな家」のインガルス一家や、開拓者村の写真があつてもよかったです。
- ・細かい技術よりは、授業総体として、すばらしいものでした。
- ・アメリカが“宗教国家”であるという視点を2つの柱の1つにもってきていたが、2年生のキリスト教に関する知識はどこまであるのか？と思った。
- ・ビデオで見たジャズエイジの若者の姿を高校生たちはどのようにとらえたのでしょうか？
- ・共感を目指すだけでなく、違和感を求めるだけでなく、生徒一人一人に委ね、それぞれの仕方で距離を把握するという考察を興味深く思いました。

4. 生徒の反応

提出させた授業プリントから、生徒の授業への反応を探ってみる。なお研究会当日は、前日の3クラス分の生徒感想等を集約したものを参考資料として配布したが、本稿では、最終的な4クラス分（インフルエンザ流行のため、欠席者多数）を載せている。

(1) 進化論裁判のシミュレーション=ゲームの結果

- ・問2 進化論裁判での結果予想
A（有罪）：36人 B（無罪）：90人
- ・問3 裁判後の進化論教育への影響
A（進化論○）：56人 B（進化論×）：70人
- ・問4 スコープスが進化論を教えた理由
A（信念）：46人 B（過失）：63人 C（その他）：17人

(2) 生徒の感想

授業「ジャズエイジと進化論裁判」に対する生徒の評価は以下の通りであった。

5：45人 4：61人 3：23人 2：3人 1：0人 ？：6人
平均：4.1

つぎにワークシートから、生徒の代表的な授業感想を紹介する（感想文の最後の数字は、生徒の授業評価である）。

- ①政治的な歴史だけでなく、民衆の生活の歴史を学ぶのは、自分達と考え方が同じような気がしておもしろかったです。文化の違いというものも強く感じました。5
- ②どうして世界史のアンケートなのに電化製品のことを尋ねるのだろうかととても疑問に思っていたけれど、授業で1920年代のアメリカの変わりつつある生活様式に関わって

- いたと知って驚いた。いつの時代も新しい時代の流れにのる人と、今までのスタイルを守り抜こうとする人がいて、その人たちの間に論争がくるものだなあと思った。進化論をめぐる裁判から学校教育のあり方へと話を広げていく先生の授業も感心しました。④モラル革命によって、若い世代がチャラチャラしているというのは、今の日本にも言えることだと思うので興味深く思えた。いったい、近代的な考えが幸せなのか不幸なのかわからないと思った。興味が出る話題だったので楽しかったです。裁判の様子が印象に残りました。⑤
- ④いつもの授業の方が面白い気がします！！ 今回は有名な人まで出てこなかったからかな？？ 2
- ⑤スコープスの話は、前に何かで少し読んだ気がありました。(略) 私は「本当の事を生徒に教えたことが罪になるなんて、スコープスがかわいそうだ」と思った記憶があります。しかし今日の授業で、スコープスはデイトンの町を有名にしたいがために進化論を教えたということを聞き、少しひょうし抜けました。5
- ⑥大量生産、大量消費、自動車（ママ）社会。まさに環境に悪そうな生活ですね。少し前の日本もそうだったけど、今ではその生活はだめだと思いました。4
- ⑦今日の授業は、分かりやすいし、面白かった。けど私には、聖書というか宗教の内容に関して争う、という心情が理解できなかった。5
- ⑧ジャズエイジは日本でいうバブルの時代のようなものなんですね～。ビデオ見てたら若者たちのハイテンションが楽しそうでいいなあと思いました。4
- ⑨アメリカという国は、ニューヨークとか、大きなところだけを見てイメージをつくり上げていたが、現実はちがっているところもあると気付いた。5
- ⑩宗教に甘い日本の感覚からすると、進化論裁判はあまりに滑稽であり裁判だと思えない。しかし当時のアメリカ人からすれば真剣な議論だったようだ。(略) アメリカには今でも宗教保守的な人がいると聞いて驚いた。世界には様々な人がいると思った。どれが正しいか分からぬのが困ったことだ。4
- ⑪今日の授業は本当に難しかった。今まで考えた事もないことを問われたからだ。4
- ⑫享楽的なくらしは、当人は楽しいかもしれないけど、心から喜べなかつたです。私もたぶん欲しいモノだけ全部手に入ったら、それに囮まれた自分自身の中身のなさに絶望するような気がします。？
- ⑬問2、これだけの話じゃ、どっちか決められません。ワークシートの内容がいまいちだなあと思いました。2
- ⑭アメリカという国今までのイメージが変わりました。今まで自由で進んでるというイメージだったけど、(略) 保守的な人間がいて、不合理なこともおこるなんて、ちょっと日本みたいだなと思って、親近感がわきました。4
- ⑮日本は、アメリカの40年も後に、家電製品や自動車が普及し始めたのに、今は日本の会社がアメリカの会社を抜いて業績が世界一になったりして、すごいな、と思った。3
- ⑯ジャズってしづかなイメージがあったけど、さわいでいたんですね。4
- ⑰生物選択者としては、反進化論法とは許せませんね（笑）。(略) ちなみにクイズすべて不正解でした（笑）。3
- ⑱最後の「理由」を聞くまで4だったが、こんな時代だったんだなあと、その「理由」を

- 聞いてよく分かった。特別な授業なら前の「世界史とは?」の方がおもしろかった。5
- ⑯そういえば、最後の問題で「デイトン」を使わないと、わざわざ黒板に「デイトン」と書いた必要性がないな…と。伏線に気付きませんでした。アメリカというと、イギリスなどのように宗教にとらわれない近代的な国というイメージが前はあったけど、かなりとらわれている部分もあるんだなと思いました。WASP が一番だという考えは今でもかなり残っていると思います（オバマさんが大統領になれば変わるのでしょうか?）。5
- ⑰アメリカでは進化論ではなく創造説が教えられていることはかなり前から知っていて、このことに対する考え方は、北部の労働者と同じで「なんて遅れているんだろう」と思っていたが、今回の授業を受けて、自治との兼ね合いがあり、非常に難しい問題であり、一概には言えないと思った。5
- ☆“自治のあり方”についても、百軒をつくっていく上で、教官との折り合いがつかない時にとっても考えます。人と関係を持つのは難しいですね。4
- ★問4についてですが、スコープス、Aならいいなと思いましたが、なんかドジそうなのでBにしたら、結局Cという残念な結果でした。4
- △ごめんなさい(ー)ねてしまいました。だから問2以降わかりません↓?
- ▲「ALWAYS 三丁目の夕日」(映画)で、家電製品が入ってきた頃の日本を描いていたけど、アメリカでもあんなことがあったんだって思いました。それと同時に、それは日本の60年前の話だと思うと、アメリカの発展の勢いはめっちゃ早い感じました。5
- ほしいものが全部満たされた時の虚脱感というのは、何となくわかるような気がします。人間、幸せを追い求めてがんばっている時が、一番幸せなんだと思います。4
- 今でも進化論を信じない人がいるって聞いたことはあるけど、自由で発展的なアメリカでも宗教が大きく影響していることに驚いた。4
- ▽フォード社以外の車会社があったのか気になった。4
- ▼先生が緊張して標準語になっていたのが可愛くて思わず笑ってしまいました。(略)でもすごく楽しい授業でした。5
- *人間って、やっぱりそれぞれの考え方方が違うんだなあ…と思った。あの裁判の発端が自作自演かよ。がっかりだ！3

5. おわりに

「宗教と科学の争いとされる進化論裁判は、住民自治のあり方をめぐる問題でもある」と学生時代に教わって以来、ともすると興味本位で紹介されてきた進化論裁判を、いつかきっちりと扱いたいと思っていた。したがって指導講師の山住勝広先生（関西大学文学部教授）の研究協議でのお言葉「大学入試で点がとれることを価値基準としてしまっている普通教育の危機的状況を打破すべく、生徒の知的関心・探究心を触発する授業開発を期待している」は、研究会に参会された先生方に記していただいた＜授業評価表＞のコメントと共に、筆者を大いに勇気づけてくれた。

また山住先生は「時代が見える歴史の授業とは、逆説的だが、見えないものーある現象の表面を追いかけるのではなく、その背後にある構造や連関・関係性ーを見るようにする授業である」と述べられた。このご指摘は、筆者にとって、今後の授業の重要な指針となるだろう。

最後になるが、今回の教育研究会では、多くの方々のお世話になった。山住先生と附属天王寺中高社会科の先生方、そして岡本義雄先生には、準備段階から当日の研究授業・研究協議にいたるまで貴重な助言・助力をいただいた。附属池田校舎の佐々木利昌先生は、多忙にもかかわらず研究協議の司会を快く引き受けてくださった。さらに大阪大学大学院文学研究科が主催する大阪大学歴史教育研究会（代表：桃木至朗教授）からも多岐にわたるご協力をいただいた。ここに記して、感謝の意を表したい。

研究授業「ジャズエイジと進化論裁判」に関するおもな参考文献

- 秋元英一・管英輝著『アメリカ 20世紀史』(東京大学出版会・2003年)
有賀貞・大下尚一編『概説アメリカ史〔新版〕』(有斐閣選書・1999年)
有賀夏紀『アメリカの 20世紀 (上)』(中公新書・2002年)
N=エルドリッジ著『進化論裁判—モンキー・ビジネス』
(渡辺政隆訳・平河出版・1991年)
岡本勝『禁酒法—「酒のない社会」の実験』(講談社現代新書・1996年)
鈴木透『実験国家アメリカの履歴書—社会・文化・歴史にみる統合と多元化の軌跡』
(慶應義塾大学出版会・2003年)
I=ストーン著『アメリカは有罪だ (下)』(小鷹信光訳・サイマル出版会・1973年)
高村宏子他編著『アメリカ合衆国とは何か 歴史と現在』(雄山閣出版・1999年)
常松洋『大衆消費社会の登場』(『世界史リブレット』48・山川出版・1997年)
M=W=デイヴィズ著『ダーウィンと原理主義』
(「ポストモダン・ブックス」藤田祐訳・岩波書店・2006年)
M=B=ノートン他著『アメリカ社会と第一次世界大戦』
(『アメリカの歴史』第4巻・本田創造監修・三省堂・1996年)
星野芳郎責任編集『車と家電製品のある暮らし』
(『週刊朝日百科 世界の歴史』119・朝日新聞社・1991年)
松尾理也『ルート 66 をゆく アメリカの「保守」を訪ねて』(新潮新書・2006年)
森孝一『宗教からよむ「アメリカ』(講談社選書メチエ・1996年)
W=ルクテンバーグ著『アメリカ一九一四—三二 一繁栄と凋落の検証—』
(古川弘之他訳・音羽書房鶴見書店・2004年)

summary:

American History is often taught from a point of "immigrant states" for Japanese Senior High School students. In 2006, however, I taught it with another point of "religious states". This article reports on how I taught 1920's American society, which is called "Jazz Age". I taught it from a point of Christian fundamentalism, or more specifically, "Monkey Trial", and with "mock court game". As a result, a lot of students have become interested in 1920's American society.

結び目の数学の教材化（中学編－II）

—EARCOME4（第4回東アジア地域 数学教育国際会議）に参加して—

いわ せ けん いち
岩瀬 謙一

Mathematical Knots as the Teaching Material for Junior high-school students

IWASE Ken-ichi

抄録：本稿では、平成19年に、大阪教育大学附属天王寺中学校の2年生に対して、おこなった結び目を教材とする実践研究について、マレーシア ペナンで開催されたEARCOME4（第4回東アジア地域 数学教育国際会議）において発表したものとまとめて報告する。

キーワード：EARCOME4 結び目の数学 マレーシア 緒み目

I. はじめに

平成17年のEARCOME3に続いて、平成19年6月18日から22日までマレーシア ペナン島にて第4回東アジア地域 数学教育国際会議（EARCOME4）が実施された。大阪教育大学名誉教授の岡森先生、大阪市立大学の河内先生、大阪教育大学の柳本（朋）先生を中心とした我々のグループは、平成16年より小学校、中学校、高校それぞれに対して、その教材の実践的研究をおこなってきた。特に、中学生に対する教材化は、神戸親和女子大学の本間先生、大阪教育大学附属天王寺中・高校の瀬尾（現芝浦工業大）、岩瀬、芝本（現浜寺中）が担当し、以来共同で実践および研究を続けている。今回は、平成19年2月の教育研究会で岩瀬・芝本が研究・発表した本校の中3年生を対象とした「緒み目」の教材化について述べる。そもそも「結び目の理論」で扱う「結び目」というものを初等、中等教育における数学の教科において教材化することは、広く数学をながめていく中で、現行の数学教材にとらわれない新しい教材としてふさわしいのではないかという発想で考えたものである。

II. EARCOME4（第4回東アジア地域 数学教育国際会議 マレーシア ペナン）

東アジア地域 数学教育国際会議は、1998年に韓国で開催されて以来、今回で4回目になる。この会議は、ICOME（数学教育国際会議）の東アジア部会のようなものであるが、東アジアのみならずアメリカやイギリス、ドイツなど世界各国から多数の参加および発表が行われた。発表はざっと数えただけでも141の発表があった。そのほかに、ポスターセッション（現地でもまだ受け付けていた）などの参加も多数あった。我々のグループは、大阪教育大学の柳本先生、四天王寺国際仏教大学の寺田先生、芝浦工業大学の瀬尾先

生、大阪教育大学大学院生の金田君、宮崎さん、山本君と私の7人である。会場はペナンのジョージタウンにあるBAYVIEW HOTELであった。我々の発表は、柳本、瀬尾、岩瀬でおこなった。



(A) プログラム

まず、研究発表のグループは、次のようになっていた。

- PLENARY LECTURES
- ROUND TABLE DISCUSSION
- REGULAR LECTURES
- WORKSHOP
- PARALLEL SESSION 1 - 7

次に、プログラムは、以下のように決められていた。

DATE TIME	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY
08:30		Late Registration (08:00 - 09:00)		Plenary Lecture 3 (08:30 - 09:20)	Plenary Lecture 5 (08:30 - 09:20)
09:00			Plenary Lecture 2 (09:00 - 10:00)	Plenary Lecture 4 (09:20 - 10:10)	
09:30		Opening Ceremony (09:00 - 10:00)			Round Table Discussion (09:30 - 10:30)
10:00			TEA BREAK		
10:30					
11:00		Plenary Lecture 1 (10:30 - 11:30)	Regular Lecture 1 - 3 (10:30 - 11:10)	Regular Lecture 4 - 7 (10:30 - 11:10)	TEA BREAK
11:00					Closing Ceremony (11:00 - 12:00)
11:30					

11:30		Paper Presentation 1	Paper Presentation 4	Paper Presentation 7	
12:00		Workshop A	Workshop D	Workshop G	
12:00					LUNCH
13:00		LUNCH			
14:00		Paper Presentation 2	Paper Presentation 5	Work Shop H & I	
15:30		Workshop B	Workshop E		PENANG ISLAND TOUR
16:00		TEA BREAK			
16:00		Paper Presentation 3	Paper Presentation 6	Work Shop J & K	
17:30		Workshop C	Workshop F		
20:00		Conference Dinner			

我々のグループは、PARALLEL SESSION 2(上でいうと Paper Presentation 2)というセクションで発表した。上記の表のように2日目の午後最初の発表だった。会場はホテルのパーティールームに椅子をならべて設営されていた。昼食後、すぐの発表ということで聴衆が少ないのでないかということを心配したが、予想通りで発表が始まってから少しづつ人が集まってきた。発表は、柳本、岩瀬、瀬尾の順に小、中、高校の発表をおこなった。我々の発表は3人で20分の予定であったが、2人目の私が5分くらい余分に時間をかけてしまったらしく25分かかった。私は、最初につかみのための実演を金田君に手伝ってもらおこなった。聴衆の方々から笑顔が見えて少しホットした(金田君ありがとう)。しかし、その後は、時間のこともあり、パワーポイントの説明をひたすら英語で行うこととなり、ほとんどが手元の紙を読むことに終始してしまったことを思い出す。もう少し英語ができるればと痛感するものであった(前回も思った)。途中、パワーポイントだけではわかりにくいと思って、単語を並べて説明することもあったが、皆さん實に一生懸命に聞いてくださいって感謝の気持ちでいっぱいであった。後で、金田君にもう一度やってくれという要求があったということだった。



岩瀬（中学編）の発表



会場のホテルの前

(B) 発表内容（中学校編）

当日、発表したパワーポイントの内容は以下の通りである。

①

②

A study on links
-Teaching experiment in junior high school-

1. Consideration of links (1)

2. Consideration of links (2)

3. Linking number

③

Lesson 1: Consideration of links (1)

1. Deform the links.

2. How to distinguish ?

④

Introduction to the lesson 1

. Deform the links.

. Which is unlinking ?

Conjectures of students

Attention to a line:

1. The number of times to pass by over even \Rightarrow unlinking
odd \Rightarrow linking

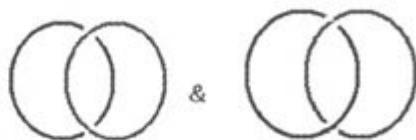
2. The number of edge even \Rightarrow unlinking
odd \Rightarrow linking

3. The number of times to pass by over = by under \Rightarrow linking

⑤

Confirmation(1)

◎ Are their conjecture true ?



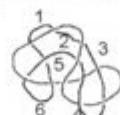
⑥

Confirmation(2)

1. Deform the real links



2. Consider the diagram



⑦

Student's impressions

Different from conventional mathematics !

Like a puzzle !



Difficult to find
a law !

Interesting !

まず、絡み目について、簡単に説明した。そして、絡んでいるとはどういうことかということの説明をするときに、ホップ絡み目と2つの自明な絡み目を実際に提示して落としてみた（金田君が実演してくれた）。その後は、中学生に対して授業をどのように進めていったかということをパワーポイントを使って説明していった。そして、最後に簡単に生徒達の感想を紹介して終わった。では、簡単に授業の流れを述べる。これは、平成19年2月に、大阪教育大学附属天王寺中学校3年生に対して芝本が行った授業をもとに作成したものである。詳細は、「『結び目の数学教育』への導入」第2号に掲載しているので、前回同様、教師の話しかけの形で紹介したい。

1. 「ここに、2つの輪があります。これは、ほどけるでしょうか？」
2. 「はい、ほどけますね！」
3. 「では、こちらの2種類の輪はどうでしょうか？ほどけるでしょうか？」
4. 「そうです。ほどけません。」
5. 「これらののような2つの輪のことを絡み目といいます。特に、ほどけてしまう2つの輪のことを自明な絡み目といいます。」
5. 「では、これら2種類の輪をぐちやぐちやにしてみます。」

6. 「さて、どちらが絡んでいるかわかりますか？」
7. 「実は、これらは、DNAだと思ってください。ですから、実際に触ることはできませんね。」
8. 「では、どうやって見つければよいでしょうか？」
9. 「難しいですね。これでは、形が複雑過ぎて難しいですので、もう少し簡単な変形をして考えてみたいと思います。」
10. 「まず、こちらはこのように変形します。次に、こちらもこのように変形します。」
11. 「触らずに考るためには、どのような方法が考えられるだろうか？」
12. 「そうですね。紙の上にその様子を書いてみればいいですね。」
13. 「何か、注意することはありますか？」
14. 「そうですね。交わっているように見える部分、上下になっていることがわかるようにこのように描いておくとわかりやすいですね。」
15. 「このような図を射影図といいます。では、これら2つの射影図を描いてみてください。」
16. 「どちらがほどける方がわかりますね。では、描けたら、それらを区別する方法を考えてください。」
17. 「隣同士で相談しても構いません。」
18. 「何かわかったことがあったら、ノートにまとめてみてください。」
19. 「では、何かわかった人、発表してください。」
20. 「なるほど、いくつか意見がでましたが、それは、どんなにぐちゃぐちゃにしても正しいのでしょうか？」
21. 「今から、2種類の絡み目を配ります。」
22. 「それらをそれぞれ、自分で好きなようにぐちゃぐちゃにして、まず、射影図を描いてください。」
23. 「そして、あなたが考えた方法が本当に正しいか調べてみてください。」
24. 「誰か、自分の方法はまず間違えなく正しいと思う人がいたら言ってください。」
25. 「では、最後に、今日の授業であなたが得た結論をプリントに書いてみてください。」

第1時間として、この程度がやっとだと思う。そして、この後、さらに絡み数という不变量に向かって進んでいくのである。この先の教材研究はまだ不十分であり、ほとんど実践もできていない。近くこのあたりの教材研究に取り組む予定である。生徒が考えた答えとしては、パワーポイントの④で紹介した3つの方法が主なものであった。

- (1) 1本の線に着目して、上を通る回数が偶数のときはほどけるが、奇数のときはほどけない。
- (2) 1本の線に着目して、偶数個の線分に切れている場合はほどけるが奇数個の線分に切れている場合はほどけない。
- (3) 1本の線に着目して、上を通る回数と下を通る回数が等しいときはほどけない。

(3)は間違っていることはすぐにわかる。実は、生徒もすぐに気がついた。(1)(2)はどうも正しいような感じである。自分で、確かめた結果を自分の言葉でまとめることが重要であり、他

人が言っていることは結局自分と同じ意見なのかどうかを考えることが重要であると思う。

以上のような授業の流れをごく簡単に説明し、生徒の感想をパワーポイントの⑦のようにまとめて発表を終えた。少しは興味を持ってもらえたようではあったが、難しいという印象をもたれた感じがあった。これも英語力によるのであろうか。しかし、発表前に受理された論文は、非常に高い評価を受けていた。今後は、多くの現場で実践されるような、もっと取り入れやすい教材を作り上げることが必要となってくるであろう。同じ教材であっても、切り込み方は様々だと思う。様々な現場での多くの成果を期待したい。楽しい教材であることが一番だと思う。

(C) ジョージタウン

今回のEARCOME4は、ペナン島の中心地ジョージタウンのBAYVIEW HOTELを会場として開催された。我々はすぐそばのコンチネンタルホテルに宿泊し、毎日、会場まで通っていた。コンチネンタルホテルは、少々心配だったが、朝食のメニューが毎朝同じであることを除けば、まあまあのホテルだった。朝食は、宿泊したホテルでとったが、昼食は会場のホテルでとり、夕食は、ジョージタウンで食べた。

マレーシアは、中国系、マレー系、インド系の人種の人達と一緒に仲良く生活している少し不思議な国である。文化も違えば、宗教も異なり、食も異なる。ジョージタウンにも中華、マレー、インドの3種類の食堂があり、様々な味が楽しめた。また、夜になるとホテルの前の通りには、たくさんの屋台が出ていた。私と寺田先生はホテルの前のインド系の屋台で魚入りのナンを食べた。まあまあだったが、私としては魚入りでない方がよかつた。しかし、さすがリゾート地だけあって、夜は毎日活気にあふれていた。



ジョージタウンにて



コムタ（ジョージタウン）

III. この報告を終えるにあたって

今回のEARCOME4は6月に実施ということで、現場の教員にとって非常に参加しにくい時期であったのだが、私は、内地留学中であったために幸運にも参加することができた。日本からの参加者は14名程度でそのうち半数の7名が我々のグループというすごい状況だった。韓国も前回の中国大会に比べて参加者が非常に少なかった。当然であるが、マレーシアやシンガポールの参加者が多かった。特に、マレーシアの現場の先生らしき人が多かったように見受けられた。今回の会議において、我々は、結び目の教材化をアピールすることを目的としていたわけであるが、マレーシアの現場では、もっと基本的な部分で問題を抱えているという発表があり、とても印象的だった。それは、やはり、民族的な問題である。前述したように、マレーシアには、中国系、マレー系、インド系の3民族が同居している。それぞれに独自の文化や宗教を持っており、言葉も異なる。マレーシアの人はみんな英語が話せると思っていたが、そんなに完璧なわけでもなく、例えば、私が聞いたセッションで紹介されていた学校では、数学の授業に英語のサポートをする先生が入るのだそうである。つまり、数学の授業において簡単な内容だったら生徒に理解させられるのだが、少し深い内容になると、結局その民族の言葉でないと伝わらないというのである。しかし、先生ができるのはそのうちの一言語だけであるから、えこひいきになってしまう。結局、先生は英語以外で説明するわけにはいかない。生徒に対しても出来るだけ英語を使うように指導しているのだそうである。しかし、小さい頃は英語を使わないで育ってきた生徒もいるわけだから小学校などで、英語で授業をされてもなかなか理解できないということになるのである。先ほど、英語のサポートをする先生が数学の授業に一緒にいるといったが、他の教科も同じ状況であり、そもそもそのような英語の先生は各学校に一人か二人なのだから、ほとんどカバーできていないのが現状なのだろう。マレーシアの教育はなかなか大変であることがわかった。しかし、英語がわからないことが致命的な問題となっているマレーシアに対して、日本は英語なんて話せる必要はないなどと、いってられないのではないだろうか。次回のEARCOME5は、なんと日本で開催される予定である。今までEARCOMEが日本で開かれたことはなかった。(ICOMEは、以前東京で開催された)日本人はほとんど英会話することができないといつても過言ではないのではないだろうか。それに加えて様々な数学教育に関する学会があり、それぞれの主義主張により、まとまっているないように思われる。私は、今回、参加者14名の日本が、このような状況の中で本当に次のEARCOME5を開催することができるのかどうか非常に心配である。英語ができない上に(私も含めて)、みんなでまとまって参加者達を歓迎することが出来なければ、やがて国際社会から孤立していくのではないだろうか。我々は、Closing Ceremonyにおいて、急遽、会場の前に呼び出され、次回開催国の代表として日本への参加を呼びかけることになってしまった。私にとっては初めての日本代表だった。



会場の向えにあった高校にて（生徒と一緒に）

【参考・引用文献】

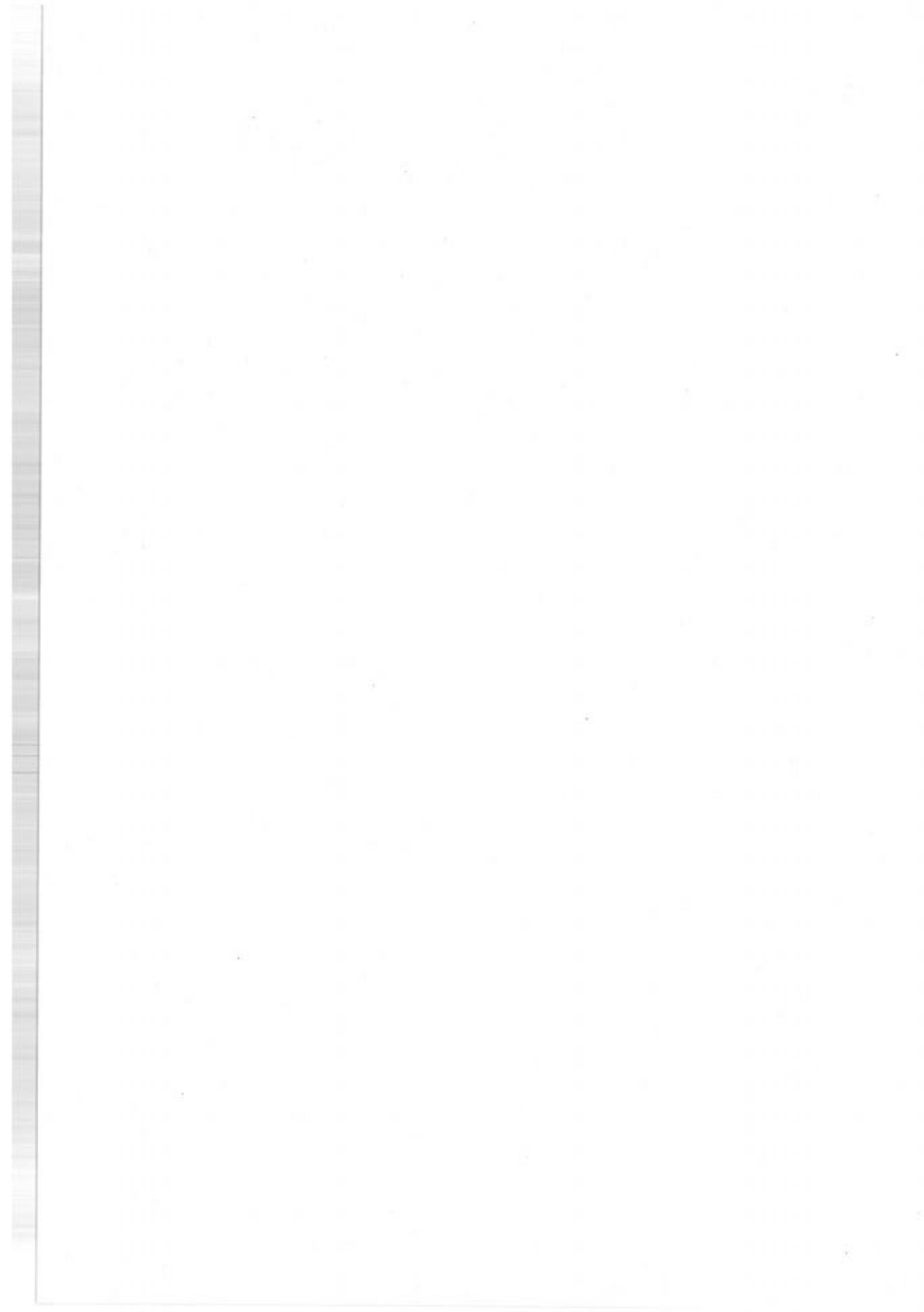
- [1] C.C. アダムス『結び目の数学—結び目理論への初等的入門』 金信泰造訳 培風館 1998年
- [2] S.C. カールソン 『曲面・結び目。多様体のトポロジー』 金信泰造訳 培風館 2003年
- [3] 岩瀬謙一・芝本裕司・瀬尾祐貴・本間俊宏 「『結び目の数学』の教育について」 大阪教育大学附属中・高等学校天王寺校舎 研究集録第47集 2005年
- [4] East China Normal University, Nanjing Normal University, Hangzhou Teachers College 「ICMI-EARCOME3 Conference Program Booklet」 2005年
- [5] 「結び目の数学教育」研究プロジェクト 『「結び目の数学教育」への導入－小学生・中学生・高校生を対象として－』 2005年6月
- [6] 「結び目の数学教育」研究プロジェクト 『「結び目の数学教育」への導入－小学生・中学生・高校生を対象として－』 第2号 2007年2月
- [7] 岩瀬謙一 「結び目の数学の教材化」(中学編)－EARCOME4(第4回東アジア地域 数学教育国際会議)に参加して－ 研究集録第48集 2006年

Summary:

Mathematical Knots as the Teaching Materials for
Junior high school students part 2

Ken-ichi IWASE

In this paper we report on our presentation about Mathematical Knot as teaching Materials for Junior high school students in Penang, Malaysia.



高校における「結び目の数学」の教材化について

岩瀬謙一

Mathematical Knots as the Teaching Material in senior high-school

IWASE Ken-ichi

抄録：平成 16 年に中学 3 年生 160 名を対象に初めて結び目を教材とした授業実践を行った。今回は、当時とほぼ同じ生徒達を対象にして、高校 2 年生となった彼らに対して再び結び目を教材とした授業実践をおこなった。前回は、中学生ということで、特に「3 彩色可能」いう不変量の教材化を考え、実践、考察をおこなったが、今回は、「X-多項式」という不変量の教材化についての実践研究を行った。本論文は、「X-多項式」の高校における教材化に向けての研究と、平成 19 年 2 月 16, 17 日におこなった授業実践およびその考察について述べたものである。

キーワード：数学教育、結び目の数学、ブラケット多項式、X-多項式

1. はじめに

本校においては、平成 16 年に中学 3 年生 160 名を対象に初めて結び目を教材とした授業実践を行った。当時、IEA や OECD の国際的な調査結果を受けて、数学や理科の学力低下や興味・関心の低下に対する懸念をよく耳にしていた。私自身は、教育内容の削減による学力低下ということよりも、現行の数学が生徒にとってあまりおもしろいものではなく、多くの生徒達は有名な大学、学部へ入るための資格試験のひとつとしてしか意義を感じていないのではないかということに問題意識を持っていた。ちょうどその頃に結び目の教材化について研究してみませんかというお話をいただき、その年の教育研究会で発表することになっていた私は、思い切って結び目の教材研究に取り組んでみることにした。以来、本間（神戸親和女子大）、瀬尾（現芝浦工業大）、芝本（現浜寺中学）と共に結び目の教材研究を行ってきた。

生徒達をみていて、受験のための勉強をすることで数学の中にあるどれだけ重要な内容を獲得させているのだろうと考えたとき、その多くの部分はやはり知識と計算力であるといえる。実際に、入学試験で学生を決める手立てとしては、明確な差異を測ることのできる方法であると思う。しかし、数学の内容の中にはペーパー試験では測りにくい別の重要な部分があるのである。結び目の数学は、生徒たちに比較的わかりやすくそのような部分に触れさせることができるのでないかと考えたのである。数学を通して生徒たちに獲得させる力のうち知識や計算力ではない重要な部分として、空間認識力や論理的思考力が挙げられると思う。そして、これらは、様々な創造や問題解決にとって非常に重要な力となるのである。これらの力が全くなかったら、自分の知識の範囲内の問題に対しては、知識

や計算力を駆使して解決することができるが、自分の知識を超えた状況からは何も創造することができず、それによって現在の問題を解決することができないということもおこるはずである。勿論、現行の入学試験でもこれらの力が全く問われていないわけではないが、より多くの得点を獲得するためにには計算力をつけることや知識を増やすことがもっとも効果的であるということなのである。

では、なぜそのようなことになるのであろうか。数学にとってこれはやむを得ない状況なのであろうか。私は、「だから『結び目』がよりよい教材である」と主張しているのではない。現行の、最終的に微分や積分を目指すカリキュラムが、知識や計算力に偏る傾向をもたらすのならば、既製の教材にとらわれず、現代数学の中から、もっと空間認識力や論理的思考力を補うような教材を考えてみてもよいのではないかという提案をしたいのである。そして、そのような力を獲得させるべく教材を研究することを通して、数学に対する興味を生徒自身の内面から引き出すことができるのではないかと考えるのである。

2. 「結び目の数学」の教育的意義

「結び目の数学」の教育的意義について、次の5点を挙げることができる。

- (1) 空間認識の涵養になる。結び目は空間上で扱うので空間認識力がつく。
- (2) 結び目という実在のものを扱う中で、多くの数学的知識なしで、数学を一から創り上げていくことができる。または、そのような経験ができる。
- (3) さまざまな分野への応用があり、最先端の理論であり、現在も活発に研究されている。実在とのかかわりとともに、応用されている。
- (4) 不変量の例になっている。
- (5) 図に表すことができ、ヴィジュアル的なものである。ぐにゃぐにゃしたやわらかい図形を扱っている。

以下、各項目についてもう少し説明をしたい。

(1) 空間認識の涵養になる

結び目は、それ自体が3次元空間に存在するものであるので、直接的に空間の具体物を対象とすることになる。しかし、とても単純なモデルであると同時に、現実の様々な場面で目にしたことがあることや、紐があれば簡単に再現することができることもあって取り組みやすいのではないだろうか。また、論理的に証明できなくても確信をもって空間における位置関係を感じとることができるのでないだろうか。さらに、結び目は空間における閉曲線である。この線上の世界は完全な1次元であり、捩れなどは存在しないことも、今までの紙の上の直線で1次元を認識するよりも、より正確な認識が得られるといえるのではないだろうか。このように結び目によって空間を簡単に認識できることが、これを教材とする1つの長所であると考える。

(2) 数学を一から創り上げる

結び目は実際に紐や針金で再現することができるので、それらの結び目を実際に触りながら試行錯誤することによって、自分で気づいたり発見することができる。自分独自の理論を打ち立てられる可能性がある。実際に、平成17年に本校において今回と同じ高校生に

対して行ったブルーフという学校選択科目の授業の中で、与えられた情報を基にして非常に独自のユニークな研究発表をおこない、自分達の独自の論理を展開した。

(3) さまざまな分野への応用と最先端の理論

結び目は、もともとイギリスのケルヴィン卿が、種々の物質の化学的性質は、原子を形成する結び目をなす渦にあるとする原子理論を唱え、この説への応用を目指して1870年代後半、物理学者テイトは、結び目の表を作成した。しかし、この説は否定されて考えるきっかけを失った。その後、幾何学者が、1980年代に結び目理論が化学へ応用できることを明らかにした。とりわけ、DNA組み換え研究に関連して顕著な成果があがった。これを契機として、さまざまな応用が成されることとなり、結び目理論の研究が更に発展することになる。特に近年になり数学分野において位相的一分野として結び目の研究が脚光を浴びるようになった。それは、生命科学、天文学、高分子化学など遺伝子の構造を分析する上で非常に重要な部分を担っており、他の分野との関わりが大きいことがわかつてきただからである。最近、発表された再生医療の研究とも最先端の部分で大きく関わっているらしいのである。

(4) 不変量

3次元空間にいる人間にとって、3次元のものを理解することは簡単なようで難しいことは、我々の経験からよくわかっている。3次元にあるものは、時として我々の目には2次元に見える。奥行きや影になっている部分はそのままの状況ではわからない。

3次元空間を認識するということは、その中にあるものの違いを認識するということである。不变量とは、2つの図形が同じか異なるかを明確にする判断基準を与えるものである。例えば、中学で扱う三角形の合同条件や相似条件などは、1つの不变量といえるだろう。そして、空間の中に無数に存在する様々な図形を、人間が自然に感じる同じか異なるかという理解に基づいて、区別する方法としての不变量という考え方は、非常に数学的なとらえ方であるといえるのではないだろうか。わからないことを明確にするために、抽象化、単純化して分析することはとても科学的であり、数学においても本質的な部分であると考える。実際に、純粋な結び目の研究においても今現在、様々な不变量が考えられており、3次元空間におけるすべての結び目を分類することができる不变量はまだ見つかっていない。このような不变量であるから様々な方法が考えられ、その方法は、条件の設定の仕方によっては簡単に見つけたり、考え出したりすることができる。中学生や高校生であっても自分達の言葉でその方法を表現できるのである。

ヴィジュアル的な柔らかな図形を扱う

空間図形すなわち立体図形というと、まず、立方体や三角柱、さらには球などを思い浮かべる。実際に、現行のカリキュラムにおいては、小学校でサイコロに代表されるような立方体から導入されていることが多いのではないだろうか。しかし、立方体という図形は、小学生にとっては平面上に描きにくい図形である。直線は定規を使わないとなかなか上手く描けない。しかし、結び目は定規を用いることなく平面上に描くことができる。立方体や三角錐など直線に囲まれている図形は、一見単純にみえるが、長さや角度などの多くの

要素が絡んでくることによって、非常に難しい対象になる。しかし、結び目は、線の上下や位置関係だけにポイントをおいて空間をみることができる。勿論、定規やコンパスを使う必要もなく、小学生にとっても描きやすい図形であるといえそうである。

3. 「結び目の数学」の基礎

① 結び目の数学とは

まず、『結び目の数学』とは、何かということについて簡単に説明する。1本のロープを用意し、それを適当に絡めてその両端を結ぶ。そのときその結び目は、場合によっては、うまくほどけてひとつの輪になることがある。ひとつの輪になったものを、ここでは、自明な結び目と言うことにする。



しかし、どうしてもうまくほどけて自明な結び目にならない場合もある。何十回、何百回とやってみてほどけないからといって、ほどけないと結論はつけられない。そこで、「絡まつた結び目が、うまくはずれて自明な結び目になるのか、それとも、どうしても自明な結び目にならないのか。」ということや、「自明な結び目にならないとしたら、異なる結び目はどのくらいあるのか。」ということなどが重要な問題になる。純粹の数学分野で結び目の研究は、このような観点を含めて展開されている。また、理論物理学（量子統計力学、ひも理論）、環状DNAの遺伝子合成などの生化学、ポリマーネットワーク、認識科学、量子計算システム、天文学、複雑系の科学、心理学などの様々な分野のおいても、2つの結び目がほどけて自明な結び目になるのか、あるいは2つの結び目が異なる結び目になっているのか、などのことが問題の本質になっていることがわかつってきたのである。

② 結び目の表し方

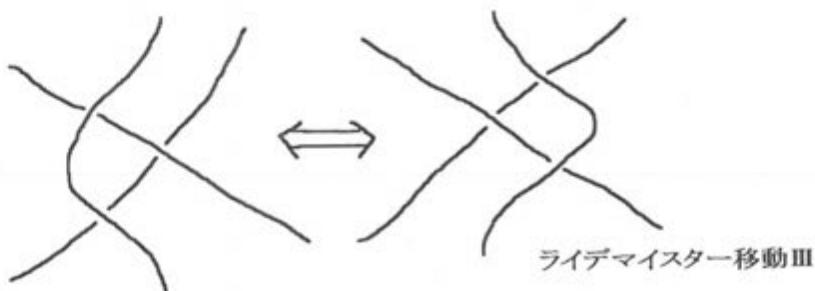
結び目は、3次元空間の中にあるのであるが、これを考察するには平面上に結び目を表す必要がある。



上のような図（射影図という）を使えば、空間上の結び目をうまく表すことができる。切れている線は、つながっている線が上を通っていることを表している。上の二つの結び目の例については、『うまく』変形すると、どちらも同じ結び目になることがわかる。その『うまく』変形することをきちんと定式化する必要があるが、実は少し考えると次の3つの移動で説明できることがわかる。そのことに最初に気づいたのがドイツの数学者ライデマイスターであった。それで、その移動のことをライデマスター移動と言う。



ライデマイスター移動Ⅰとは、結び目にひねりを入れたり、はずしたりする操作である。ライデマイスター移動Ⅱとは、結び目に2交点を加えたり除いたりする操作である。下のライデマイスター移動Ⅲとは、結び目の一部分をある交点の一方からもう一方にすべらせる操作である。これらの移動によって、射影図は変わるが、その射影図の表す結び目は変わらない。実は、ライデマイスターは、同じ結び目の異なる2つの射影図があったときに、何回かのライデマイスター移動で、一方の射影図からもう一方の射影図が得られることを証明した。例えば、上の結び目その1を、ライデマイスター移動を意識することにより、自明な結び目に変形できることを確かめてみてほしい。



ライデマイスター移動は直感的には理解できそうであるが、その証明は130ページを超える複雑なものであったり、純粋数学的に高度なものである。直感的に理解できそうであることと、ライデマイスターと河内によってすでに証明されていることから、文献によつては、この事実を公理として考える場合も多く見られる。つまり、

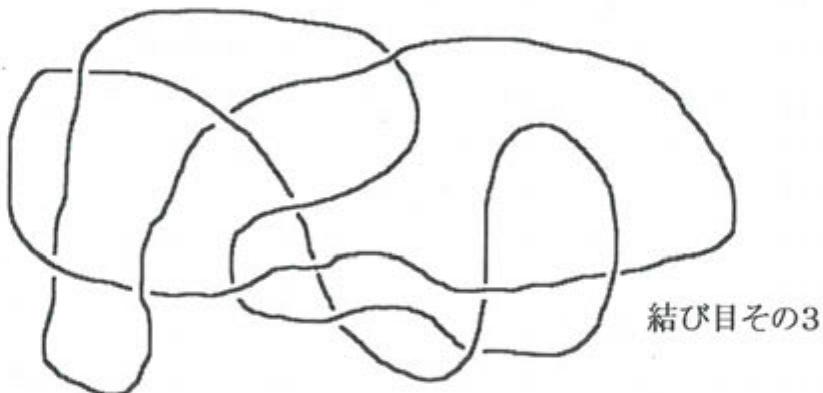
2つの結び目が同じ

↔

ライデマイスター移動 I II III により同じ形に変形できる

という同値なものを定義として採用しているのである。

このように、ライデマイスター移動は結び目の2つの射影図が同じ結び目を表していることを示す道具の役割を果たしているのである。しかし、2つの射影図が異なる結び目であることを示すにはライデマイスター移動だけではわかりにくい。何十回、何百回とライデマイスター移動を行って一致しないからといって、本当に異なる結び目といえるかどうかわからない。もしかしたら、うまい手順によって同じ射影図になるかもしれない。勿論、どうしてもならないかもしれない。



例えば、上の結び目その3について見てみたい。ライデマイスター移動で、自明な結び目にできるであろうか。見た感じでは、できそうにない。そして、何回もライデマイスター移動をしても自明な結び目にならなかったとする。このとき、この結び目は自明な結び目でないと本当に言ってよいだろうか。そして、そのことは、いつの段階で結論を出したらいよのだろうか。ライデマイスター移動は、2つの結び目が同じであることを示すことはできるが、違うことを示すことは、これだけでは難しいようである。（この例は、ライデマイスター移動で自明な結び目にできる。）つまり、2つの射影図が同じか違うかを示すためには、ライデマイスター移動で変形可能かどうかを示す以外の別の方法が必要になることがわかるであろう。

③ 結び目の数学的目的

前述において『結び目の数学』の目的は、2つの結び目が同じものかどうかということを調べることであると述べたが、中でも「自明な結び目と異なるものがあるか」「どうす

れば異なるものを区別することができるか。」という2つの問題が特に重要であると考える。つまり、「2つの与えられた結び目が同じかどうかを判定すること」である。そして、それらを判定するためには、ライデマイスター移動で変わらない数量や多項式を見つけて、それらを比較し判定するということである。このような数量や多項式を結び目の不变量という。従って、結び目理論の主要課題は、結び目の不变量を開発・研究することであるともいえる。ここでは、不变量として、授業でも扱っている結び目を現す多項式を紹介する。

結び目を区別するときに、それぞれの結び目に多項式を対応させて区別する方法がある。これは、それぞれの結び目の射影図から計算するのであるが、少し変形したら、対応する多項式も変わってしまうということでは困る。そこで、いくら変形しても同じ多項式が対応するように計算方法を考えなければならない。つまり、ライデマイスターI・II・IIIで変わらないように作るのである。このようにして、1928年頃、アレキサンダー多項式が導入された。その後、ジョーンズ多項式、ホンフリー多項式などが研究された。特に、ジョーンズ多項式は、自明な結び目を除いて、9交点以下の結び目の完全不变量になっていることがわかっている。今回、授業において教材化するのは、このジョーンズ多項式とほぼ等しいX-多項式（ジョーンズ多項式の変数 t に対して、 $t^{-1} = X$ とおいたもの）というものである。以下に、X-多項式の作り方を述べる。

④ X-多項式

(1) ブラケット多項式

ある結び目を L とおくとき、その多項式を次のようなルールで決める。その多項式を L に対して、 $\langle L \rangle$ とあらわし、ブラケット多項式という。

例えば、結び目  に対して、その多項式を $\langle \text{circle} \text{ and } \text{crossing} \rangle$ とかく。

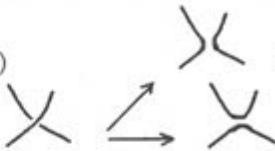
ルール

$$\textcircled{1} \quad \langle \text{circle} \rangle = 1$$

$$\textcircled{2} \quad \langle \text{X} \rangle = A \langle \text{L} \rangle + B \langle \text{X} \rangle$$

$$\langle \text{X} \rangle = A \langle \text{L} \rangle + B \langle \text{X} \rangle$$

(注意)



この操作に対して、 A という係数を対応させる

この操作に対して、 B という係数を対応させる

$$\textcircled{3} \quad \langle L \cup \text{circle} \rangle = C \langle L \rangle \quad (\text{ただし, } L \text{ は, 結び目とする})$$

(注意) 結び目  を1つ取り去る操作に対して、 C という係数を対応させる

$$\begin{aligned}
 (\text{例}) \quad & \langle \text{○○} \rangle = A \langle \text{○○} \rangle + B \langle \text{○○} \rangle \\
 & = A(A \langle \text{○○} \rangle + B \langle \text{○○} \rangle) + B(A \langle \text{○○} \rangle + B \langle \text{○○} \rangle) \\
 & = A^2 \langle \text{○○} \rangle + AB \langle \text{○○} \rangle + BA \langle \text{○○} \rangle + B^2 \langle \text{○○} \rangle \\
 & = A^2 C \langle \text{○○} \rangle + AB \langle \text{○○} \rangle + BA \langle \text{○○} \rangle + B^2 C \langle \text{○○} \rangle \\
 & = A^2 C + AB + BA + B^2 C
 \end{aligned}$$

※ このような作り方であるから、ブラケット多項式は、ライデマイスター移動Ⅱ・Ⅲによって変わらない。しかし、ライデマイスター移動Ⅰにより、変わってしまう。そこで、次の(2)(3)を考える。

(2) ひねり数(捩れ数)

結び目に矢印をつけて、その交点が、次のようになるところに+1, -1という数字を書く

交点  は +1, 交点  は -1 と決める。

そして、それらすべての和を求めたものを、ひねり数(捩れ数)という。

また、結び目Lのひねり数をw(L)で表す。

(3) X-多項式

結び目Lのブラケット多項式< L >に対して、多項式X(L)を次のように定義する。

$$X(L) = (-A^3)^{-w(L)} \langle L \rangle$$

(例)

$$X(\text{○○}) = (-A^3)^{-w(\text{○○})} \langle \text{○○} \rangle \quad \text{ただし, } \text{○○}$$

と向きをつける。

$$(a) \quad w(\text{○○}) = +2$$

$$\begin{aligned}
 (b) \quad & \langle \text{○○} \rangle = A^2 C + AB + BA + B^2 C \\
 & = A^2 (-A^2 - A^{-2}) + AA^{-1} \\
 & + A^{-1} A + (A^{-1})^2 (-A^2 - A^{-2}) \\
 & = -A^4 - 1 + 1 + 1 - 1 - A^{-4} \\
 & = -A^4 - A^{-4}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{よって, } X(\text{○○}) &= (-A^3)^{-2} (-A^4 - A^{-4}) \\
 &= -A^{-2} - A^{-10}
 \end{aligned}$$

※ (2) の揃れ数を導入することで、(3) の X-多項式は、ライデマイスター移動 I でも変わらないことがわかる。(簡単に証明できるが、ここでは省略する。) よって、X 多項式は、その結び目をどのように変形しても変わらない。(切らなければ)

4. 実際の授業の流れ（2限目の指導案を含む）とその考察

中学3年生のときに、初めて結び目の数学の授業を行った生徒達（高校から入学した生徒は初めて）を対象にして、再び結び目の授業を行うということで、大きく3つのことを考えた。1つは、結び目の数学を勉強させるといつても中学と高校では目的や現状を踏まえて取り組み方が異なるであろうということである。したがって、できるだけ少ない説明で計算方法を教えて、まずできるようにさせたいと考えた。これは、現行の数学においても行っている方法である。2つ目は、中学3年生のときの生徒たちの感想の中で「難しかった」とか「数学ではないと感じた」という生徒が少なからずいた為、今回は、結び目が多項式であらわされるということに不思議さを感じさせるとともに、やはり数学なんだということを感じさせたかったということである。3つ目は、一度少しはやっているからその続きをやるというようなことは無理であろうということである。前年度にブルーフでやっていた生徒も少数いるが、基本的にみんな忘れていると考えた方がよいということである。以上の3点を踏まえて、特に、結び目の鏡像関係に着目して、「X-多項式」という不变量を教材として扱うこととした。以下に、実際の授業の流れとそれに対する生徒達の様子や我々としての反省や感想などを述べる。

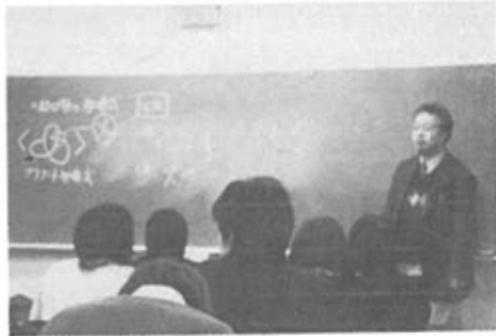
（第1時限目） 「結び目のブラケット多項式」

導入

- ・中学3年での結び目の基本的な必要事項についての簡単な復習
- ・結び目を多項式に表すことができることの話
- ・まず、その計算方法の説明と計算練習のみを行うという前置きとプリント配布

展開

- ・ブラケット多項式の作り方と練習
- ・ひねり数（揃れ数）の解説と練習
- ・X-多項式の定義と計算練習



(第2時限目)「X-多項式と鏡像関係」(以下に、指導案を示す。)

1. 学年 附属高校天王寺校舎 第2学年 B組 (41名)
2. 主題 高校における「結び目の数学」の教材化
3. 設定の理由

そもそも、「微分・積分」を目標とした中学・高校の数学の流れがあり、それは、理論や概念より知識を使った計算を重視したものになりがちな面がある。例えば、ある図形の面積を求めるには、この方法もあるが、別にこんな方法もあり、他にもまだまだ色々な方法があるというようなことは、あまり重視されず、とにかく、早く問題を解くために、今知られているもっとも合理的な方法で計算できるようにさせ、より多くの解法に関する知識を与えることによって、机上の問題を解く力をつけさせることに力が注がれている場合が多いのではないだろうか。この傾向は、特に、高校でみられると思う。実際、大学等の受験においては、多くの知識と計算力が必要である。勿論、その内容を理解し、計算力をつけていくことは大切であるが、机上の問題を解くためだけの作業を繰り返しているだけでは、内容によっては、生徒達の学習意欲を引き出すことは難しくなる。そして、このようなことを繰り返せば、数学に興味を示さない生徒が、年齢とともに増えていくことはやむを得ない面があるのでないだろうか。そして、「面白くないから、勉強しない」、「わからなくなってしまった」、「ますます勉強しない」、「ますますわからなくなる」という最悪のサイクルに取り込まれてしまう。

そこで、我々は、現在、純粋数学の中で、注目されている「結び目の理論」の中に、今までの微分・積分を最終目標としない中学生や高校生にふさわしい数学の教材を求め、本校の中学3年生や高校1年生に対しての教材化を試みてきた。前回は、結び目の不変量として、「3彩色可能性」を扱ったが、今回は、高校2年生を対象にするということで、できるだけ、現行の数学教育の手法に近い方法、つまり、計算方法を教えて、実際に計算させて、そこからわかるなどを発見させるように、彼らの学習段階にあわせた教材を考えた。

「結び目について考えよう」というと、生徒達は、「数学」を学習するというようには、なかなか思わない。しかし、1つ1つの結び目に、多項式が対応していて、そのことによって、結び目を分類できるとしたら、生徒達に意外な数学とのつながりを感じさせることができるのである。そして、現実の場面を数学的にとらえることができるおもしろさを感じさせることによって、生徒達の中にある数学の世界をさらに広げ、今までとは異なった数学の見方を引き出すことができると考えた。

4. 学習計画 (計2時間)

- ・結び目のブラケット多項式 (1時間)

- ・X多項式と鏡像関係 (1時間 本時)

※ ただし、中学3年時に、結び目と3彩色可能性 (計4時間) を学習させている。

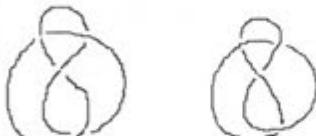
5. 本時の指導

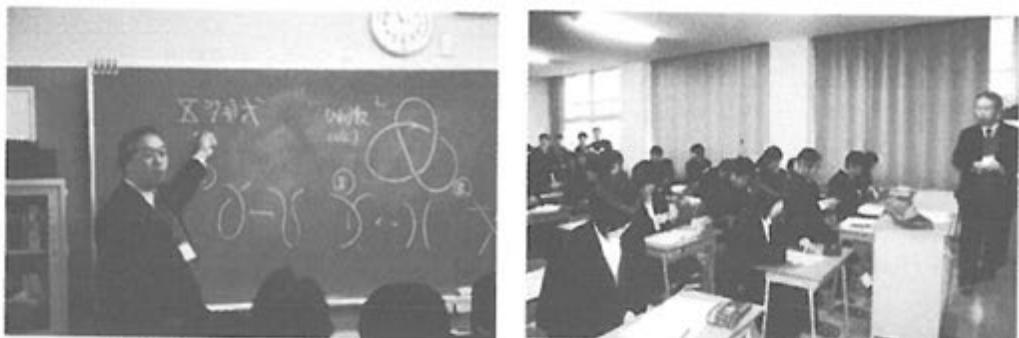
題材 結び目の鏡像関係

目標 X多項式の計算方法を理解させ、その応用として、結び目の鏡像関係についての理解を深めさせる。

準備 プリント、針金、ひも

6. 本時の展開

学習活動	指導上の留意点と評価
<p>導入</p>  <p>見て、鏡像関係の意味とこれらが、同じものであることを確認する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ホップ絡み目を用いて、鏡像関係の説明をする。
<p>展開</p> <p>鏡像関係にある 2 つの 8 ノ字結び目が、同じ結び目になるかどうか、針金を用いて考える。</p>  <p>同じ結び目に変形できることを確認する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 実際に針金のホップ絡み目をみて確認させる。 プリントの射影図をもとにして、針金で実際に 8 の字結び目を作らせる。 その射影図を見ながら、鏡像関係にある結び目の射影図を描かせる。 実際にひもの結び目を変形させて、黒板で、同じものになることを確認させる。
<p>では、同様に、鏡像関係にある 2 つの三葉結び目は、同じ結び目に変形することができるのか？</p>  <p>ひねり数 $w(L)$ を計算方法を確認する。 X 多項式 $X(L)$ が、R I でも変わらないことを確認する。</p> <p>実際に、2 つの三葉結び目を表す多項式を求める。</p> <p>(ア) の X 多項式 $X((ア)) = -A^{-16} + A^{-12} + 2^{-4}$</p> <p>(イ) の X 多項式 $X((イ)) = -A^{16} + A^{12} + A^4$</p>	<ul style="list-style-type: none"> 一般に、鏡像関係にある 2 つの結び目は、同じものに変形できるのかどうかという点について、考えさせたい。→ 予想 三葉結び目について、実際に針金で作った結び目を変形させて、同じものになるかどうかその方法を考えさせる。 前時に学習したそれぞれの結び目を多項式で表す方法に気づかせる。 前時に、学習した結び目を多項式で表す方法を示す。 そのときの問題点を明らかにさせる。
<p>まとめ</p> <p>鏡像関係にある 2 つの三葉結び目は、X 多項式を求めることによって、それらが異なることから、同じ結び目に変形することはできないことを確認し、理解する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 前時に学習したブラケット多項式は、ライデマイスター移動 I を満たさないことを確認させ、そのため、新たにひねり数（ねじれ数） $w(L)$ を導入したことを確認させる。 ひねり数の定義を確認させる。→プリント $w(L)$ を用いた新たな X 多項式を用いることを知らせる。 X 多項式の作り方 <ol style="list-style-type: none"> ひねり数 $w(L)$ を求める。 $X(L) = (-A^3)^{-w(L)} < L >$ を作ると、これは、R II, R III はもとより、R I も満たすことを理解させる。 2 グループに分けて、(ア), (イ) の X 多項式を計算させて、比較させる。 鏡像関係にある 2 つの三葉結び目の X 多項式が異なることより、これらが同じものにならないことを確認させる。⇒ 一般に同じものにならないことを確認させる。



1時限目の配布プリント

<結び目の多項式>

1. ブラケット多項式

ある結び目を L とおくとき、その多項式を次のようなルールで決める。その多項式を L に対して、 $\langle L \rangle$ とあらわし、ブラケット多項式という。

例えば、結び目  に対して、その多項式を $\langle \text{circle with a dot} \rangle$ とかく。

ルール

① $\langle \circ \rangle = 1$

② $\langle \times \rangle = A \langle \diagdown \rangle + B \langle \diagup \rangle$

$$\langle \times \rangle = A \langle \diagdown \rangle + B \langle \diagup \rangle$$

(注意)



この操作に対して、 A という係数を対応させる



この操作に対して、 B という係数を対応させる

③ $\langle L \cup O \rangle = C \langle L \rangle$ (ただし、 L は、結び目とする)

(注意) 結び目 O を 1 つ取り去る操作に対して、 C という係数を対応させる

(例) $\langle \text{circle with a dot} \cup \text{circle with a cross} \rangle = A \langle \text{circle with a cross} \rangle + B \langle \text{circle with a dot} \rangle$

$$\begin{aligned}
 &= A \{ A \langle \text{circle with a cross} \rangle + B \langle \text{circle with a dot} \rangle \} + B \{ A \langle \text{circle with a dot} \rangle + B \langle \text{circle with a cross} \rangle \} \\
 &= A^2 \langle \text{circle with a cross} \rangle + AB \langle \text{circle with a dot} \rangle + BA \langle \text{circle with a dot} \rangle + B^2 \langle \text{circle with a cross} \rangle \\
 &= A^2 C \langle \text{circle with a dot} \rangle + AB \langle \text{circle with a dot} \rangle + BA \langle \text{circle with a dot} \rangle + B^2 C \langle \text{circle with a dot} \rangle \\
 &= A^2 C + AB + BA + B^2 C
 \end{aligned}$$

(問1) ブラケット多項式<>を求めなさい。

2. ライデマイスター移動

結び目のすべての変形は、次の3つの変形を組み合わせたものです。

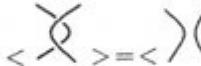
I.  \leftrightarrow 

II.  \leftrightarrow 

III.  \leftrightarrow 

結び目の式は、これらの変形で変わってしまってはいけない。

(例) つまり、<>=< >でなければならぬ。

(ア) <>=<>であることから、
 $B = A^{-1}$, $C = -A^2 - A^{-2}$ であることがわかる。

(問2) (ア) のことを説明しなさい。

(イ) B , C を上記のように決めれば、ライデマイスター移動Ⅲでも、ブラケット多項式は変わらない。

(問3) (イ) のことを説明しなさい。

(ウ) B , C を上記のように決めて、ライデマイスター移動Ⅰで、ブラケット多項式は変わってしまう。

(問4) (ウ) のことを説明しなさい。

<結び目の多項式>

3. X多項式

(ア) ひねり数(ねじれ数)

結び目に矢印をつけて、その交点が、次のようになるところに+1, -1という数字を書く

交点  は +1 , 交点  は -1 と決める。

そして、それらすべての和を求めたものを、ひねり数（ねじれ数）という。
また、結び目 L のひねり数を w(L) で表す。

(問 5) 次の結び目 L のひねり数 w(L) を求めなさい。

(イ) X 多項式

結び目 L のブラケット多項式 < L > に対して、多項式 X(L) を次のように定義する。

$$X(L) = (-A^3)^{-w(L)} \langle L \rangle$$

(例)

$$X(\text{○○}) = (-A^3)^{-w(\text{○○})} \langle \text{○○} \rangle \quad \text{ただし, } \text{○○} \text{ と向きをつける。}$$

$$(1) w(\text{○○}) = +2$$

$$\begin{aligned} (2) \langle \text{○○} \rangle &= A^2 C + AB + BA + B^2 C \\ &= A^2 (-A^2 - A^{-2}) + AA^{-1} + A^{-1}A + (A^{-1})^2 (-A^2 - A^{-2}) \\ &= -A^4 - 1 + 1 + 1 - 1 - A^{-4} \\ &= -A^4 - A^{-4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{よって, } X(\text{○○}) &= (-A^3)^{-2} (-A^4 - A^{-4}) \\ &= -A^{-2} - A^{-10} \end{aligned}$$

X 多項式は、その結び目をどのように変形しても変わらない。(切らなければ)

(問 6) X 多項式は、ライデマイスター移動 I で変形しても変わらないことを説明しなさい。

(問 7)

絡み目



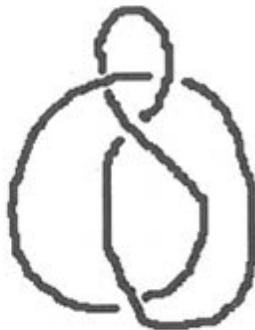
の X 多項式を求めなさい。ただし,



と向きをつけるとする。

<結び目の数学>

1. 次の結び目（8の字結び目）を作成しなさい。



2. 1. で作成した結び目の鏡像の射影図を描きなさい。

(問1) 1. の8の字結び目は、2. の鏡像に変形することができるか。実際に、調べてください。また、変形することができるのであれば、その射影図の変化していく様子を描いてください。

以上より、私は、次のことを予想する。

「鏡像関係にある2つの結び目は、

変形して同じものにすることができ 」

3. 鏡像関係にある2つの三葉結び目は、同じ結び目かどうかを調べてください。



(問2) どのような方法が考えられると思うか、あなたの考えを述べなさい。

また、結果として、どんなことがわかると思いますか？あなたの考えを述べなさい。

5. 授業実践後のアンケート調査とその結果の考察

(1) 今回の「結び目の数学」についてのアンケート

1. 次の各項目について、1～5のどれかに○をつけてください。

下 中 上

- | | |
|-----------|-------------------|
| ・おもしろさ | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 |
| ・理解度 | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 |
| ・興味 | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 |
| ・すでに知っていた | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 |
| ・不思議さ | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 |
| ・疑問点が多かった | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 |

※ 具体的に、どんなことか書いてください：

)

- ・もっと知りたくなった 1 - 2 - 3 - 4 - 5

- ・これを学ぶ意義を感じた 1 - 2 - 3 - 4 - 5

2. 全体を通しての感想をすることでもよいですから、書いてください。

(2) 今回の「結び目の数学」についてのアンケート結果（B組 32人分）

1. 次の各項目について、1～5のどれかに○をつけてください。

・おもしろさ

1 (2人), 2 (2人), 3 (15人), 4 (8人), 5 (5人)

・理解度

1 (1人), 2 (16人), 3 (4人), 4 (6人), 5 (5人)

・興味

1 (2人), 2 (8人), 3 (14人), 4 (5人), 5 (3人)

・すでに知っていた

1 (18人), 2 (5人), 3 (2人), 4 (2人), 5 (5人)

・不思議さ

1 (1人), 2 (7人), 3 (6人), 4 (9人), 5 (9人)

・疑問点が多かった

1 (1人), 2 (5人), 3 (4人), 4 (9人), 5 (13人)

・もっと知りたくなった

1 (8人), 2 (8人), 3 (11人), 4 (2人), 5 (3人)

・これを学ぶ意義を感じた

1 (12人), 2 (7人), 3 (9人), 4 (2人), 5 (2人)

2. 全体を通しての感想をどんなことでもよいですから、書いてください。

(どちらかといえば肯定的な意見)

- ・最初はバカにしていたが、やってみるとハマってしまった。
- ・パズルのような感覚で結び目をみれた。
- ・少しわかった気がした。
- ・結び目を作るのが楽しかった。
- ・空間の射影図があまりわからなかつたが、楽しく学んだ気がする。
- ・結び目なんて、つくってみてひっぱつたりしたらわかると思っていたけど、こんなもので式が作れることが興味深かつた。
- ・式にすることがおもしろかった。
- ・自分で形を作つて遊ぶのが楽しかった。
- ・実際に作つて、できるかどうかを試すのがおもしろかった。計算はわからなかつたが、不思議な方程式（？）があるものだと思う。
- ・結び目をぐちゃぐちゃにするのは楽しかった。
- ・楽しかった。多項式化も楽しかった。
- ・きまりを覚えるのが大変だったが、覚えてしまえば、数学の式と変わらないと思った。

(どちらかといえば、否定的な意見)

- ・ひねり数が難しかつた。
- ・X多項式が難しかつた。
- ・+1と-1の判断が難しかつた。
- ・授業の最後の方が速かつた。
- ・もっと役立つことをやってほしい。あの式の存在意義がわからない。
- ・時間が足りなかつた。
- ・AとBの定義で止まつた。
- ・ブラケット多項式と鏡像との関係が、結局わからなかつた。
- ・結び目は確かに数学かもしれないけれど、私が必要な数学ではない。
専門家がやればよい。
- ・多項式を作る意味がわからなかつた。
- ・なぜそんなに結び目を数学としてみたいのかが、いまいちわからなかつた。

【考察】

授業後すぐに無記名のアンケートを行つたのであるが、結果よりだいたい次のような割合になると考へられる。

- | | |
|----------------|-------|
| ・おもしろかった（中以上） | 8 8 % |
| ・理解できた（中以上） | 4 7 % |
| ・興味がある（中以上） | 6 9 % |
| ・もっと知りたい（中以上） | 5 0 % |
| ・学ぶ意義を感じた（中以上） | 4 1 % |

- ・不思議に思った（中以上） 75%
 - ・どちらかというと不思議に思わなかった生徒 25%
- 一方、

- ・おもしろくなかった 13%
- ・あまり理解できなかつた 53%
- ・あまり興味がない 31%
- ・もう知りたくない 50%
- ・あまり学ぶ意義を感じない 59%

この結果より、9割近くの生徒がそんなにおもしろくないわけでもないと感じていたととらえてよいだろう。しかし、5割近くの生徒が特別おもしろいと感じているわけではない。また、3/4の生徒に不思議さを感じさせることができたことは良かった。しかし、半分以上の生徒が理解できなかつたといっている。理解できないまま終わっているわけだから、もう知りたくない、わからないのだから学ぶ意義を感じないということであろう。

全2時間の授業であり、1時間目で計算方法を教え、2時間目にそれを使って1つの問題を解決するということで、それなりに完結させたいと思っていたが、やはり時間的にかなり無理があったと思われる。1時間目については、ブラケット多項式の(2)のA,Bの決め方でつまずく生徒が多かった。実際に黒板に紐を貼り付けて見せたのであるが、なかなか理解してもらえなかつた。とりあえず何とかX-多項式をさっと説明できたらいいで時間が来てしまった。したがって、この時点で多くの生徒が理解できていなかつたのではないかだろうか。しかし、その割には、ブラケット多項式までは、みんなカリカリと計算に集中していたように感じた。そういう意味での手ごたえは感じられた。2時間目については、授業の前半において、実際に針金を触って形を作るような作業のときは、結構楽しそうな感じを受けたが、前時の計算を思い出して、それぞれのX-多項式を作つてみると段階になると、思考停止している生徒が多かったように伺えた。しかし、前時の様子から考えると仕方がなかつたのではないだろうか。もっと計算する時間が欲しかったという生徒もいた。数学は苦手だけど前半は人に教えていたという生徒もいた。また、やはり、特別数学が得意な生徒ではないのだが、何かハマッてしまったという生徒もいたことは、そのことだけでもやつた甲斐があったと思う。しかし、上記のアンケート結果のような厳しい結果が出たことの大きな要因は、時間不足である。本当は、4時間以上の計画で考えたいところだった。ブラケット多項式をほぼ確実に計算できるようにさせることが、最初の大きなポイントであると思った。

6. まとめ

今回の授業において、私が最も期待したことは、できるだけ多くの生徒がこの教材を通して、「できる喜び」、「面白さ」や「不思議さ」を感じて欲しかつたことである。中学生と違い高校生の場合は、特に数学が苦手な生徒にとっては、「数学」と聞いただけで拒否反応をおこしてしまう。その一番大きな原因是、「できない」ということだろうと思う。「できる」と「面白い」は、必ずしも一致しないと思うが、「全くできない」にも関わらず「面白い」ということはないのではないだろうか。現行の数学においても「できる」ことで面白さを感じたり、やる気が出たりするものである。今回、結び目の教材を考えるにあたり、

高校2年生に対して、全く数学とは関係のないことを数学の時間を使ってやらされるなどと思わせたくなかったために、敢えて多項式を扱うことにした。やはり、明らかに数学的な勉強なのだということを感じさせたかったのである。しかし、前述のように、数学が苦手な生徒にとっては、数学的であればあるほど拒否反応を示してしまうであろう。そのときに、現行の知識をそれほど使わなくても、みんなほぼ同じスタートラインで計算していくなら、そして、高校生くらいだったら、だいたい計算できるような教材であったなら、今までできなかつた生徒にもできる喜びを感じさせることができるのでないだろうか。生徒にとって、現行の数学とは少し違うけど、間違えなく数学といえそうなものであり、手に触りながら試行錯誤できるだけでなく、計算もそんなに難しくないとなれば、現行の数学が苦手だった生徒のやる気を引き出すことができるのではないか、また、現行の数学は面白くないけど受験のために仕方なく勉強している生徒に、数学はこんなものもあって面白いと感じさせられるのではないかと考えたのである。しかし、今回の授業においては、前述のアンケート結果を見るまでもなく、少なくとも多くの生徒に対して、計算できるようにさせられなかつたことが残念であった。今回の研究授業は、多くの時間を確保することができなかつたため、主として教材の提案を行うことを目的とせざるを得なかつた。本研究においては、トピック的な教材を考えているわけではないので、時間がかかることはやむを得ないことであるが、現行のカリキュラムを割いて、このプログラムを長期間挿入することは本校の現状においては難しかつたのである。今後は、少人数でもよいから、もう少し長期的な実践研究に取り組むことが必要ではないだろうか。

付記

本稿は、平成18年2月17日に行われた本校の第54回教育研究会において、発表した内容を加筆してまとめたものである。

謝辞

今回の研究において、大阪教育大学名誉教授の岡森博和先生と大阪市立大学教授の河内明夫先生には、大変貴重なご意見とご指導を賜り、ここに感謝いたします。

【参考・引用文献】

- [1] C. C. アダムス 『結び目の数学—結び目理論への初等的入門』 培風館
- [2] S. C. カールソン 『曲面・結び目・多様体のトポロジー』 培風館
- [3] G. ファン・デア・ヘル 『結び目』 数学のたのしみ—現代数学のひろがりと模索 日本評論社
- [4] 河内明夫 『結び目理論』 大阪市立大学ホームページ
- [5] 河内明夫 『結び目理論』 シュプリンガー・フェアラーク東京
- [6] 乾東雄・安井俊明・瀬尾祐貴・大石昭徳 「空間図形のとらえ方とその指導」 研究収録第35集 平成5年 pp. 53~70.
- [7] 乾東雄・安井俊明・瀬尾祐貴・大石昭徳 「空間図形のとらえ方とその指導Ⅱ」 第44回教育研究会便覧
- [8] 吉村昇・澤田耕治・瀬尾祐貴・藤田幸久 「空間図形のとらえ方とその指導（第二

- 報)」大阪教育大学附属中・高等学校天王寺校舎 研究収録第45集 平成14年
- [9] 吉村昇・澤田耕治・瀬尾祐貴・藤田幸久 「空間図形のとらえ方とその指導(第三報)」大阪教育大学附属中・高等学校天王寺校舎 研究収録第45集 平成14年 pp. 39-51
- [10] 落合豊行・山田修司・豊田英美子 『コンピュータによる結び目理論入門』牧野書店
- [11] 村上順 『結び目と量子群』 朝倉書店
- [12] 岩瀬謙一・瀬尾祐貴・芝本裕司・本間俊彦 「『結び目の数学』の教育について」 大阪教育大学附属中・高等学校天王寺校舎 研究収録第47集 平成16年 pp. 51-74

Summary :

Mathematical Knots as the Teaching Material in senior high-school

IWASE Ken-ichi

In 2004 we taught the mathematical Knot and an invariant of the Knot to 3 grader (160 persons) in junior high-school at first time. In this time, we taught an another invariant of the mathematical Knot to the same students which they are 2 grader in senior high-school. When they were junior high-school students, in particular we taught "tricolorability" as teaching materials to them and we studied how to teach the mathematical Knot as a teaching material. In this time, we taught "X-polynomial" as teaching materials to them and we studied how to teach this concept as a teaching material. This paper is a report of the study and practice of teaching Knot theory as the mathematical education.

開平法の指導に関する一考察

よしむら のぼる
吉村 昇

A Study of the Teaching Material "Extraction of the Square"

YOSHIMURA Noboru

抄録：本校の中学生を対象に、開平法の指導について3種類の授業を行い、生徒の捉え方の違いを比較検討してみた結果、次の2点が分かった。1つめは、中学生の段階で、開平計算の方法を理解することができるることを示唆しており、また開平計算でくわしく近似値を求めることができると感じていることから、開平計算の有効性を実感していると考えられるだろう。2つめは、開平計算という題材を扱う際に、計算するという作業を授業の中でうまく位置づけることによって、計算方法の理解や計算原理の理解を助けることに繋がるということが示唆された。

キーワード：数学教育、開平法、指導可能性、計算作業

1. はじめに

最近、「分数の計算ができない大学生が多い」という記事が話題になった。この状況は、数学の学習において「数学の基本的な概念や原理・法則の理解」や「数学的思考の育成」という数学教育の本来の目的の1つが達成されていないことの現れでないかと考えられる。「興味・関心がない」から、学習意欲が失われる。そうすれば「概念や原理・法則の理解」や「数学的思考の育成」は望みにくく、学習内容はなかなか定着できない。このような悪循環が、先に挙げた状況を生みだしているのではないかだろうか。数学における概念の形成や原理・法則の認識の過程と先人の考え方に対する場の設定は大切なことである。つまり、数量や図形についての概念等が人間の活動にかかわって発展してきたことを理解する場の設定は大切なことである。その場の設定によって、その美しさや驚きを感じるのではないかだろうか。そのことが、少しでも数学に対する興味・関心を高めることに繋がるのではないかと考えている。

今回、開平計算(√の近似値を筆算で求める計算)の方法に見られる先人の工夫や智恵などに触れさせることによって、数学に対する興味・関心を高めることに繋げられればと考えた。まず、そのために「開平法の指導」について、その題材を扱う妥当性やその扱い方についての可能性について考察したいと考えた。妥当性については、生徒に行った意識調査をもとに検討を行った。また、扱い方の可能性については、実際に計算を行う場面(計算作業)を授業全体の中にどのように位置づけると学習効果が高まるのかを、3通りの授業を行い、それぞれのクラスの生徒の捉え方の違いをもとに検討することにした。

2. 教科書にみられる開平法の指導について

1972(昭和47)年度から実施された中学校指導要領では、教科書で開平法が扱われなくなっている。それ以前の扱われ方についても、研究という形で発展的な学習の内容とされており、教科書会社や年次によって扱われた方が異なっている。それらを整理すると、大きく3通りの扱われ方があるといえよう。図1の教科書のように、計算の原理を代数的に理解させるとともに幾何的に理解させるように扱われているものである。そして、図2のように計算の原理を代数的に理解させるように扱われている教科書や、図3のように計算方法だけを載せている教科書である。

図1 代数と幾何の両面を扱っている教科書

1.3 平方根の近似値

53 54 2 平方根

解説 課題 (平方根の計算)

4489は平方数である。 $\sqrt{4489}$ の求め方を研究しよう。

4489を右から2けたごとにくぎって、44:89とし、平方が44以下の最大の整数を求めるとき、6となるから、 $6^2 < 4489 < 7^2$ である。

そこで、 $4489 = (60+a)^2$ となる整数aを求めよう。

$(60+a)^2 = 60^2 + 2 \times 60 \times a + a^2 = 3600 + (120+a) \cdot a$

となるから、 $4489 = 3600 + (120+a) \cdot a$ 。すなわち、 $12[\square] \times [\square] = 889$ の□にあてはまる数字aを求めればよい。 $889+120$ を計算して、 $a=7$ とけんとうをつける。 $a=7$ とすると、 $12[\square] \times [\square] = 889$ となって、7が求める数字である。実際の計算は

$$\begin{array}{r} 6 \\ \hline 4489 \\ -3600 \\ \hline 889 \\ -889 \\ \hline 0 \end{array}$$

右のようになると便利である。以上によって、 $\sqrt{4489} = 67$

練習 ① $\sqrt{729} = ?$ **②** $\sqrt{3136} = ?$ **③** $\sqrt{7056} = ?$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \hline 729 \\ -360 \\ \hline 369 \\ -360 \\ \hline 9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \hline 3136 \\ -2500 \\ \hline 636 \\ -625 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ \hline 7056 \\ -6400 \\ \hline 656 \\ -640 \\ \hline 16 \end{array}$$

練習 ④ $\sqrt{641}$, $\sqrt{6844}$, $\sqrt{8464}$, $\sqrt{9604}$ を求めよ。

$\sqrt{6844}$ は整数になる。これを求めてみよう。

まず、13325のようにくぎり、1332の部分に、

$$\begin{array}{r} 3 \\ \hline 1332 \\ -1296 \\ \hline 36 \end{array}$$

上と同じような計算をすると、 $36^2 < 1332 < 37^2$ となることがわかる。そこで、 $13325 = (360+a)^2$ を展開して、

$$360^2 + 720a + a^2 = 13325 \quad \therefore (720+a)a = 13325 - 360^2 = 3625$$

すなわち、 $72[\square] \times [\square] = 3625$ の□にあてはまる数字aを求めればよい。

3625+720を計算して、 $a=5$ とけんとうをつける。 $a=5$ とするとちょうどよい。実際の計算は、右のようになります。 $\sqrt{13325} = 365$

練習 ⑤ $\sqrt{12345} = ?$ **⑥** $\sqrt{45299} = ?$

左の計算によって、つぎのことわかる。

$$\begin{array}{r} 3 \\ \hline 12345 \\ -1296 \\ \hline 384 \\ -360 \\ \hline 24 \end{array}$$

$3 < \sqrt{12345} < 3.2$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \hline 45299 \\ -3600 \\ \hline 9299 \\ -9216 \\ \hline 83 \\ -81 \\ \hline 2 \end{array}$$

$3.16 < \sqrt{45299} < 3.17$

この計算は、どこまでもしつづいて終わることがない。

上の方法をつづけて、 $\sqrt{10}$ の近似値を、どこまでもくわしく計算することができる。

練習 ⑦ 上の計算にならって、 $\sqrt{12345} = 3.5125 \dots$ となることを示せ。

10, 12.345などは平方に開ききれないといい、187.799616などは平方に開ききれるという。

練習 ⑧ $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$ の近似値を求めて、巻末の表と比べよ。

図2 代数的に扱っている教科書

39

解説 ① 4489は整数の平方である。 $\sqrt{4489}$ を求めよう。4489を4489とくぎって、平方が44以下の最大の整数を求めるとき6となり。 $6^2 < 4489 < 7^2$ そこで、 $4489 = (60+a)^2$ となる整数aを求めよう。

$(60+a)^2 = 60^2 + 2 \times 60 \times a + a^2 = 3600 + (120+a) \cdot a$

となるから、 $4489 = 3600 + (120+a) \cdot a$ 。すなわち、 $12[\square] \times [\square] = 889$ の□にあてはまる数字aを求めればよい。 $889+120$ を計算して、 $a=7$ とけんとうをつける。 $a=7$ とすると、 $12[\square] \times [\square] = 889$ となって、7が求める数字である。実際の計算は、右のようになると便利である。以上によって、 $\sqrt{4489} = 67$

練習 ① つぎの数は整数の平方である。平方根を求めよ。

① $\sqrt{729}$ ② $\sqrt{3136}$ ③ $\sqrt{7056}$

解説 ① $\begin{array}{r} 2 \\ \hline 729 \\ -360 \\ \hline 369 \\ -360 \\ \hline 9 \end{array}$ ② $\begin{array}{r} 5 \\ \hline 3136 \\ -2500 \\ \hline 636 \\ -625 \\ \hline 11 \end{array}$ ③ $\begin{array}{r} 8 \\ \hline 7056 \\ -6400 \\ \hline 656 \\ -640 \\ \hline 16 \end{array}$

練習 ④ つぎの数は整数の平方である。平方根を求めよ。

① 441 ② 841 ③ 6084 ④ 8464 ⑤ 9604

$\sqrt{13325}$ は整数になる。これを求めてみよう。

まず、13325のようにくぎり、1332の部分に、

$$\begin{array}{r} 3 \\ \hline 1332 \\ -1296 \\ \hline 36 \end{array}$$

上と同じような計算をすると、 $36^2 < 1332 < 37^2$ となることがわかる。そこで、 $13325 = (360+a)^2$ を展開して、

$$360^2 + 720a + a^2 = 13325 \quad \therefore (720+a)a = 13325 - 360^2 = 3625$$

すなわち、 $72[\square] \times [\square] = 3625$ の□にあてはまる数字aを求めればよい。

3625+720を計算して、 $a=5$ とけんとうをつける。 $a=5$ とするとちょうどよい。実際の計算は、右のようになります。 $\sqrt{13325} = 365$

練習 ⑤ $\sqrt{10225}$, $\sqrt{105625}$, $\sqrt{15125}$, $\sqrt{727609}$ を求めよ。

16 1章 平方根

研究【計算による平方根の値の求め方】

平方根の値(近似値)は直接に計算して求めることもできる。

たとえば、 $\sqrt{1369}$ の値を計算で求めるには、次のようにする。

① 小数点の位置をもとにして、
 $\sqrt{1369}$

2けたごとに区切る。

② $3^2 < 13^2$ であるから、 3 をたてて、左の方に3を横に並べて書く。

③ $3 \times 3 = 9$ の9を13の下に書き、ひき算して4と書き、
 $\frac{3}{+3} \quad \frac{9}{6}$

次の区切りの6をおろす。

次に3と3を加えて6と書き、
 $\frac{3}{+3} \quad \frac{6}{9}$

④ 469の46を左の6で割った
 $\frac{3}{+3} \quad \frac{9}{46}$

商7を69の上にたてる。
 $\frac{3}{+3} \quad \frac{7}{69}$

左の和6の右に、7を横に並べて書く。

⑤ $67 \times 7 = 469$ の下に書き、ひき算して0となる。
 $\frac{3}{+3} \quad \frac{9}{67}$

37が求める平方根である。

〔注意〕 このような計算を続けていけば、開き切れないときでも、いくらでもくわしい近似値が求められる。

問題 次の数の平方根を計算で求めよ。

625 1849 4624 8836

図3 計算方法のみを扱っている教科書

3. 研究の目的と方法

(1) 目的

開平法については、見たことがあるけれども覚えている人は少ない。その理由は、テクノロジーの進んだ現在使う機会がないことや、学校教育では教えられていないからだろう。さらに、開平法の筆算形式の分かりにくさ、その手順の意味を知らないことがその原因として挙げられるだろう。そこで、計算の原理を代数的に理解するような場面、例を見ながら自分で実際に計算を行う場面、計算の原理を図形的に理解するような場面を、授業全体の流れの中でどのように位置づけるのがよいのかを検討したいと考えた。具体的には、例を見ながら自分で実際に計算を行う場面（計算作業の場面）を、授業全体の中でどのような順序で提示すると効果的であるか検討したいと考えた。のために、下の表1のような3種類の授業の流れを考えてみた。そして、それらの授業を本校の3年生徒対象に実践し、生徒の捉え方の違いを比較検討してみることとした。

表1 3種類の授業の流れ

授業 (a)	開平計算の手順の説明→計算の原理を代数的に理解するような場面、及び図形的に理解するような場面→実際に開平計算を行う
授業 (b)	開平計算の手順の説明→計算の原理を代数的に理解するような場面→実際に開平計算を行う→図形的に理解するような場面
授業 (c)	開平計算の手順の説明→実際に開平計算を行う→計算の原理を代数的に理解するような場面、及び図形的に理解するような場面

(2) 方法

実験計画：1×3の被験者間計画。要因は、授業構成（授業(a)～授業(c)）。

被験者：大阪教育大学附属天王寺中学校第3学年(14～15歳)の生徒111人。

実施日：2007年5月16日(水)。

手続き：授業(a)～授業(c)を3つのクラスに対して行い、その後、14項目（ダミー項目を4つ含む）の質問に、「強く思う」～「全く思わない」の5段階で、無形名で回答する形式をとった。それぞれの項目を1点から5点として、得点化し集計した。

4. 結果と考察

回答不備の者2人を集計から除外した。次頁の表2は各質問項目の平均と標準偏差である。①～⑩の項目は、①：数学は好きである、②：開平計算の方法が理解できた、③：開平計算の原理が理解できた、④：数学は苦手である、⑤：開平計算ができるようになった、⑥：開平計算の方法はよくできていると思う、⑦：開平計算は難しいと思う、⑧：数学の学力は低い、⑨：開平計算でくわしく近似値を求めることができると思う、⑩：開平計算に興味・関心を持った、である。表2から、②の開平計算の方法が理解できたと⑨の開平計算でくわしく近似値を求めることができると思うの項目について、得点が低く、標準偏差が小さくなっていることが分かる。つまり、中学3年生の段階で、開平計算の方法が理解することが可能であることを示唆しており、また開平計算でくわしく近似値を求める能够性を感じていることから、開平計算の有効性を実感していると考えられるだろう。

表2 各質問項目の平均と標準偏差

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
N	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109
\bar{X}	2.82	2.09	2.50	2.78	2.21	2.17	2.82	2.75	2.07	2.50
SD	1.16	0.93	1.06	1.17	0.92	1.15	1.17	1.17	0.99	1.21

また、下の表3は、授業構成別の各質問項目の平均と標準偏差を示したものである。①～⑩は、表2と同じ質問項目である。①、④、⑧を除く項目（授業構成によって変化しないと考えられる項目）に関する分散分析の結果、表4に示したように⑦の項目（開平計算は難しい）と思うに関して、条件（授業構成）の効果は有意であった ($F(2, 106) = 5.43, p < .05$)。表5に示したように、LSD法を用いた多重比較によれば、授業(a)と授業(b)の間、授業(a)と授業(c)の間に有意差があった ($MSe = 1.27, 5\% \text{ 水準}$)。しかしながら、授業(b)と授業(c)の間の差は有意ではなかった。

表3 授業構成別の各質問項目の平均と標準偏差

		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
授業 (a)	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
	\bar{X}	2.77	1.84	2.58	3.00	2.13	2.06	3.35	3.16	2.10	2.68
	SD	0.96	0.93	1.20	1.06	1.02	1.24	1.25	1.13	1.08	1.22
授業 (b)	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	\bar{X}	3.05	2.15	2.50	2.58	2.20	2.23	2.73	2.43	2.05	2.60
	SD	1.22	0.95	1.06	1.08	0.85	1.07	1.06	1.06	0.90	1.15
授業 (c)	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
	\bar{X}	2.82	2.24	2.42	2.82	2.29	2.21	2.47	2.76	2.08	2.26
	SD	1.24	0.88	0.95	1.33	0.93	1.17	1.08	1.24	1.02	1.27

表4 分散分析表 (⑦の項目)

S V	S S	d f	MS	F
条件	13.78	2	6.89	5.43*
誤差	134.55	106	1.27	
全体	148.33	108		* $p < .05$

表5 多重比較の結果 (⑦の項目)

左項vs.右項	授業(b)	授業(c)
授業(a)	<	<
授業(b)		=

不等号 $p < .05$ 等号 n.s.

このことから、授業(a)は、授業(b)と授業(c)よりも、生徒にとって難しいと感じさせる構成となっていることが分かる。例を見ながら自分で実際に計算を行う場面が、計算の原理を代数的に理解するような場面や、計算の原理を代数的、及び幾何的に理解するような場面の後に行われると、

生徒にとって難しく感じさせるといえるだろう。つまり、計算方法の原理を理解するよりも計算方法そのものを理解させるような場面を設定した後に、全体的な原理を考える方が生徒にとっては難しく感じさせない方法であるといえよう。言い換れば、自分で考えて計算するという作業を、授業の中でうまく位置づけることによって、計算方法の理解や計算原理の理解を助けることに繋がるということを示唆していると考えられるだろう。

4. まとめと今後の課題

今回の実験から明らかになったことを整理すると次の2点になる。

- ① 中学3年生の段階で、開平計算の方法が理解することが可能であることを示唆しており、また開平計算でくわしく近似値を求めることを感じていることから、開平計算の有効性を実感していると考えられるだろう。
- ② 開平計算という題材を扱う上で、計算するという作業を、授業の中でうまく位置づけることによって、計算方法の理解や計算原理の理解を助けることに繋がるだろうと考えられる。

今後の課題として、今回の題材のように、先人の考え方につれて触れることが、生徒の「興味・関心」を高めることにつながるのかを考察したい。また、先人の考え方につれるような題材を教材化し、その効果について検討したい。

【引用・参考文献】

- 松宮哲夫ら(1991)「鉄道の数学—現実性をもつ課題の総合学習ー」大阪教育大学数学教室編『数学教育研究』第21号 pp..25-68
- 松宮哲夫ら(1992)「交通安全の数学—現実性をもつ課題の総合学習ー」大阪教育大学数学教室編『数学教育研究』第22号 pp..3-32
- 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ー教材開発の一視点ー」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 pp..101-108
- 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 pp..15-21
- 吉村昇ら(2003)「空間図形のとらえ方とその指導(II)」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 pp..23-38
- 吉村昇ら(2003)「空間図形のとらえ方とその指導(III)」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 pp..39-51
- 伊藤洋美(2003)『おもしろ和算』明治図書
- 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 pp..22-25
- 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 pp..34-37

A Study of the Teaching Material "Extraction of the Square"

YOSHIMURA Noboru

Summary : The investigation of each recognition to the mathematics after three kinds of classwork suggests two facts. One is that teaching material "Extraction of the Square" could be taught the junior high 3rd graders and let them feel useful. The other is that arithmetic works which have been positioned in the classwork would helped the mathematical thinking of the students.

資料

開平法

3年()組()番 名前(_____)
平成19年(2007年)5月16日(水)

<例1> 1849は平方数(別の自然数の2乗になっている自然数)である。
 $\sqrt{1849}$ の値を求めてみよう。

図2 $\sqrt{59214015}$, $\sqrt{45295}$ を開平しなさい。

図1 $\sqrt{841}$, $\sqrt{6564}$, $\sqrt{9025}$ を開平しなさい。

図3 $\sqrt{7}$ を開平しなさい。

<例2> $\sqrt{20484676}$, $\sqrt{187799616}$ を開平してみよう。

夏期理科実験基礎講座の実施と現状

—2年目を迎えて—

いのうえひろふみ おか ひろあき おかもとよしお しげのまさかず
井上広文, 岡 博昭, 岡本義雄, 滋野正和
ひろせあきひろ み き やすひろ もりいたつおり もりなかとしゆき
廣瀬明浩, 三木康宏, 森井辰典, 森中敏行

Summer Seminar about Scientific Experiments for Teachers
its Practice and State in the Second Year

INOUE Hirofumi, OKA Hiroaki, OKAMOTO Yoshio,
SHIGENO Masakazu, HIROSE Akihiro, MIKI Yasuhiro,
MORII Tatsunori, MORINAKA Toshiyuki

抄録：本校の理科教育に関する研究成果を地域・社会に還元し、理科教育の振興に貢献することを目的とした「夏期理科実験基礎講座」は2年目を迎えた。今年度の実施に当たっては昨年度のアンケート結果等に基づいた反省を活かし、質・量の充実を図った。大学や附属小学校との連携も試み、本講座の継続実施に向けた見通しを持つことができた。参加者の反応も概ね好評であり、来年度以降の講座に対する期待も感じる。一方、予算措置については今後の課題として残っている。

キーワード：理科教育、実験・観察、教員研修、中高大の連携

1. はじめに

本校理科は昨年度、理科教育の振興と本校の研究成果の還元を目的として「夏期理科実験基礎講座」を実施し、今後に向けての展望を探った。その内容は昨年度の本校研究集録に報告したとおりである。

今年度はこの講座の充実と定着を目指して、いくつかの点で変更を加え、昨年度に比べて時間・内容において約2倍の規模で実施した。昨年度の参加者へのアンケート結果、附属天王寺小学校理科教員からの意見等を参考に検討を進め、結果として実施した今年度の講座の様子を以下にまとめる。

2. 今年度実施における変更点

今年度の講座実施に当たって、教科会議で検討した結果、次のような変更を加えることで内容の充実と受講者の便宜を図った。

- ① 実施日は昨年と同様2日間とするが、大きく「小学校教員向けの日」「中学校教員向けの日」の2日に分け、それぞれ午前・午後の全日にわたり物理・化学・生物・地学の4分野の講座を実施する。昨年度はすべての参加者が同じ内容で実習したが、参加者の感想からはレベルの異なる題材を準備することが求められている様子がうかがえ、今年度は2日間のそれぞれに異なる題材を用いた実習を行うこととする。
- ② ①に伴って、受講者の興味・関心と都合により、「午前のみ」「午後のみ」の受講も選択できるようにする。
- ③ 小中高合同の研究部会を通じて、附属天王寺小学校の理科の先生方から、講座の内

容についての意見を出していただき、内容やレベルについての参考とする。

- ④ 大阪教育大学科学教育センターの先生方と連携し、当日の講義、実習内容についての講評等をいただく。

3. 実施状況

概ね昨年度と同様の進め方であるが、経過も含めて内容を報告する。

(1) 準備段階

5月 科会において実験講座の日程について検討。耐震工事の予定を考慮して進めることに決定。

6月 実験講座の日程、時程を決定。

小中高研究部会にて、講座で扱うテーマについて議論。小学校の先生から、小学校でよく取り上げられる実験や、どんな内容が求められるであろうかということについて意見をもらう。「難しいテーマだと参加を躊躇してしまうのでは」、「小学校の先生は本当に基礎的なことでもきちんと技法を身につけられるものを望むんだろう」などの意見が出される。

大阪教育大学科学教育センターと協力して講座を実施することを決定。

「平成19年度教育研究プロジェクト経費」に応募し採択され、予算措置が可能となる。

各講座の内容を決定。案内を作成、送付。

7月 本校WEBサイトに講座の実施案内を掲載。

月末まで参加申し込みを受付。

8月 参加者に最終案内を送付。

実験講座実施。

今年度は8月中旬から本校校舎の耐震工事が行われる予定であったため、8月20日から補充授業を始めるなど、理科の実験室の使用が不自由となる恐れもあった。このため講座実施日を昨年度よりも早い時期に設定した。幸か不幸か工事開始時期が遅れたため、エアコンも通常通り使用でき、正常な環境の下で実施できた。

(2) 募集と参加状況

昨年度と同様に、大阪市内のすべての小学校、中学校宛に案内文書を送付した。これに加えて本校のWEBサイトに講座の実施と参加者募集の記事を掲載し、大阪市外の学校の、興味をもたれた先生方の参加も受け付けた。(資料1)

この結果、大阪市外からの参加者の割合が増え、次のような内訳となった。

大阪市内小学校： 1名 大阪市内中学校： 11名

大阪市外小学校： 13名 大阪市外中学校： 0名

その他 : 3名 合計 28名

なお、2日間の日程の両方に参加された方も3名あった。また、昨年度の講座に参加され、今年度も申し込みされた方が5名である。同じ学校から誘い合って参加する形も見られ、3名参加された小学校もあった。

申し込みはFAXあるいはEメールを通じて受け付け、本校の担当者が集約、直前の案内を行った。

募集人数は諸事情から30名と案内したが、申し込み数はそれには至らなかった。実際は定員いっぱいの参加に対応するのは大変であり、やや規模が小さくなってしまった感はあるものの、講師、参加者双方にとって実習しやすい規模であったともいえる。

(3) 実施概要

① 実施日と場所

平成19年8月16日(木)および17日(金) 本校理科各実験室

② 時程(2日間とも同じ)

9:00 受付

9:10 物理分野の実習(90分間)

11:00 化学分野の実習(90分間) 終了後、昼食休憩

13:40 生物分野の実習(90分間)

15:30 地学分野の実習(90分間)

17:00 実習終了、講評、アンケート記入、解散

③ 参加者数

16日午前(小学校教員向け、物理・化学分野): 18名

16日午後(小学校教員向け、生物・地学分野): 16名

17日午前(中学校教員向け、物理・化学分野): 9名

17日午後(中学校教員向け、生物・地学分野): 11名

④ 大学との連携

この実験講座は、附属天王寺中高理科が中心となり、大阪教育大学科学教育センターとの連携事業として実施した。

講座1日目には、科学教育センター長、有賀正裕先生、2日目にはセンター専任教授、任田康夫先生にお越しいただき、実習後の講評をいただいた。

(4) 各講座の内容

① 小学校教員向け物理分野

「磁気治療器とストローでつくる方位磁針」

i) 製作方法

完成した方位磁針を右に示す。ストローを3cmに切り、その両端に磁気治療器を貼り付けている。磁気治療器は肌に接する側とその反対側に磁極がある。今回使用したものは肌側がS極で、すべて同じ向きに帯磁していた。ストローの中央に反対側へ貫通しないように小孔を開け、画鋲で支持した。画鋲はペットボトルの底部を切り取った容器に、両面粘着テープで貼り付けた。ストローが3cmと短いので、うまくバランスを取って水平に保持することは非常に困難である。この問題は容器に水を入れ、ストロー全体が浮き上るようすることによって解決した。



ii) 授業への応用

小学校における磁石の性質についての学習は、6年生での「電磁石の性質」が最初で最後である。そこでは、電磁石が磁力を持つことを確かめる道具として磁針が利用されてい

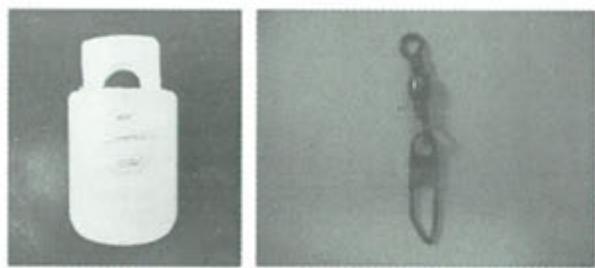
る。それ以外に磁石について系統的に学習する場面はない。磁石は遊び道具として、就学前から子どもになじみの深いものなので、6年生以前に教材として活用することは可能と考える。ものづくり教材としての活用が期待できる。

また完成品を複数個近接させて並べると、それぞれの磁力が相互に作用し合い、地磁気支配されることなく安定な状態になることがわかった。斎藤（2005）はカーアクセサリー用の方位磁針を用いて磁区モデルの作製に成功しているが、本教材も同様の演示を行うことに期待が持てる。

「簡単な共振振り子の作り方」

製作方法

複数の単振り子を1本の棒に吊すと、周期が等しいものどうしが共振を起こす。共振をうまく生じさせるには、糸の長さ（正確には糸の固定点から重心までの長さ）を等しくせねばならず、この調整が意外と難しい。アウトドア用品にコードロック（写真左）というものがあり、これを糸と支持棒との固定点に使用した。コードロックを使用することで、糸を任意の長さに固定することができた。またおもりには魚釣り用のものを利用し、糸とおもりの接続には、魚釣り用のスナップ付きサルカン（写真右）を利用した。さらに、糸の張りをV字型にすることにより、隣接した振り子どうしが絡み合うことを防いだ。



② 小学校教員向け化学分野

「水溶液を中心とした化学実験」

I 概要

化学分野の水溶液を中心とした題材を使い、実習を中心に解説を行った。今回のねらいは、指導者としての実験技能の向上と生徒実験を指導する上での留意点、特に見落としがちな基本的な事項の再確認を行うことであった。また、生徒が興味関心を抱くようなオリジナルな実験を公開した。

II 実習内容

i) マイクロスケール実験

- ・マイクロスケール実験の特性を説明
- ・実験「水溶液の仲間分け」
- ・ムラサキキャベツの絞り汁、万能pH試験紙などのワンポイントアドバイス

ii) 石灰水の性質

- ・石灰水の化学的性質について説明
- ・実験「石灰水と二酸化炭素の反応」
- ・ガスバーナーの使い方、試験管の加熱方法などワンポイントアドバイス

iii) 濃硫酸の性質

- ・濃硫酸の化学的性質について説明
- ・実験「濃硫酸を希釈したときの温度上昇」

- ・メスシリンダーの使い方、ピペットの使い方などのワンポイントアドバイス

iv) 結晶の成長

- ・塩化アンモニウムの化学的性質について説明
- ・実験「試験管の中に降る雪」
- ・電子天秤の使い方、TPX 試験管についてワンポイントアドバイス

v) 石灰水保存容器

- ・保存容器の製作
- ・用途によって使い分けるペットボトルについて説明

III 実習を振り返って

マイクロスケール実験については、受講者から好評を頂いた。早速、講座終了後にセルプレートの購入について問い合わせが入った。各実習のワンポイントアドバイスについては、多くの質問があり受講者同士の情報交換の場ともなった。ムラサキキャベツの絞り汁の作り方や濃硫酸を希釀したときの予想以上の温度上昇、また TPX 試験管を使った塩化アンモニウムの雪の結晶は、好評であったため今後も本講座で使っていきたい。今回、各学校すぐに活用できるように、お持ち帰りの教材を多く用意したが、石灰水の保存容器は各学校で、既製品または手作り容器が備わっているようであった。



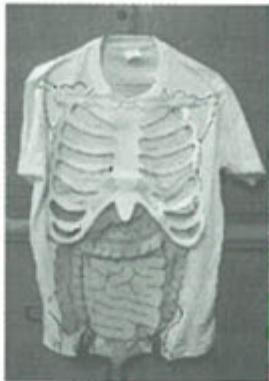
③ 小学校教員向け生物分野

「人体模型 T シャツを作ろう」

人の体のつくりについて授業を行うとき、いつも考えていたことがある。それは、どうすれば子どもたちに自分の体の内部の構造に興味を持ってもらえるかだ。最も身近な内容であるにも関わらず、実物を見せての授業を行うことができない。教科書や資料集にもカラフルな人体のつくりの図は掲載されているが、どうも他人事のように感じられて、しっくりこなかった。人体模型というものもあるが、非常に高価であり、また、つながりがいま一つわかりにくいと感じていた。

そんな中で、実際に体のあちこちに臓器を貼り付け、自分の体のどの部分にどんな臓器があるのかを実感させるために、人体模型 T シャツというのを考えてみた。しかし、どの学校でも同じであろうが、一般校ではそれを作る予算も時間的ゆとりもなく、構想だけはありながら実現できずにいた。そんなとき、実験講座を開設することになり、予算もあるということで、このテーマに取り組むことにした。

初めは非常に安易に考えていたが、実際に作り始めると、人間の体の中は複雑なのだと改めて実感させられた。各臓器の大きさや形も、思うように全てが記載された資料がなく、さまざまな資料を参考しながら型紙を作りだした。そして、臓器がそろって、いざ体内に配置しようとしたとき、今まで自分は人体を平面でしか考えていなかったことに気付かされた。消化器系・呼吸器系・循環器系それぞれの臓器が、どのような順番で、どのような位置関係になっているのかが全く分からなかった。自分自身が本物を見たわけではないため、これも様々な資料から推測し、臓器の配置を立体的に考えなければならなかつた。

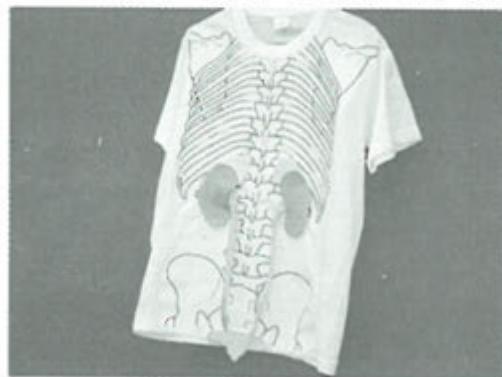


そうしてようやく試作品が完成し、実験講座を開催することができたが、なにぶんにも初めての取り組みのため、お世辞にも手際がいいとは言えず、せっかく参加していただいた先生方に、十分な作業をしてもらえなかつたことは残念である。

まず、ベースとなるTシャツに骨格のアイロンプリントを施してもらうところから始めた。アイロンプリントは初めてという先生方が多かったため、それを経験してもらったことは一つの成果かもしれないが、この段階で必要以上に時間をとられてしまった。その後、各臓器の型紙を用意し、フェルトに写し取ってからハサミで切り取り、各臓器を用意してもらった。それができれば、マジックテープでTシャツに貼り付けてもらう予定だったが、誰もその段階まで進むことができなかつたのである。その結果、すべての先生に宿題を持って帰ってもらうはめになってしまった。

インパクトのある授業がしたい。そういう思いはどの先生方も持つておられことだろう。そのためのアイテムとしては、今回のテーマはどの先生方にも好評だったと思うが、完成品を持って帰っていただけなかつたことが、非常に残念である。

今回参加していただいた先生方がこのTシャツを着て、子どもたちの前で人体の不思議について語られる姿を、ぜひ見てみたいものである。



④ 小学校教員向け地学分野

「火山灰を利用した鉱物結晶の観察」

8月16日、17日両日とも基本的には同じ内容で行ったが、17日は中学校の先生方向きに火山噴火に関連する現象などについて、少し詳しい内容も紹介した。

i) 実習内容

まず、園芸用土の赤玉土を少量、シャーレに取り、通常処理のあと超音波洗浄器にかけ5分程度処理する。これを双眼実体顕微鏡で観察した。倍率は40倍程度とした。

この結果、赤玉土中の有色鉱物、とくに輝石が緑黒色透明な見事な結晶形で、顕微鏡下で多数観察され、参加者は喜ばれていた。また超音波洗浄器として、安価なめがね用の洗浄器が使えることを紹介した。

次に、火山灰としてはまったく性質の異なる阿蘇山のAT（姶良一丹沢火山灰）も同様な処理をして観察してもらった。こちらは壁土のように一見汚い土に見えるが、上記の処理後は、視野にガラスのねじれた破片のような粒（バブルウォールと呼ばれ破局的な噴火の証拠とされる）を観察してもらった。またこのAT火山灰が日本列島で観察される範囲を示す補助プリントも配布して、過去の大噴火の意味を考えてもらった。

最後にこのほかに、教材としても用いることのできる各種の火山灰のサンプルのうち、大阪地域のものとして、ピンク火山灰、アズキ火山灰、カスリ火山灰（超音波処理済）、また阿蘇山の火山砂、AT（姶良一丹沢火山灰）、北海道の美瑛火山灰、有珠火山灰、三宅島の火山灰とオリビンサンド（カンラン石を含む砂）の各サンプルを配布し、それらについて簡単な説明を行った。とくに美瑛火山灰は雲母の結晶が美しく参加者が感動されていた。

ii) 参加者の様子

両日ともに、大変熱心に観察されていた。とくに超音波処理により鉱物粒が見事に見られるようになること、また身近なところに火山灰があることなどに驚かれた方が多いようであった。なかには何度も同様の観察講座に参加されていて、大変鉱物や岩石に詳しい方もおられ、岸和田の中学校から参加された先生からは、地元の火山灰の採取可能場所についての貴重な情報を教えていただくなど、所定の時間が終了したのも熱心に情報交換がなされた。また大学の先生からの講評も当を得たもので、おかげで充実した観察実験講座となったことを付け加えたい。

iii) 反省点

多数の火山灰サンプルを用意したが、それをすべて観察する時間がなかった。また双眼実体顕微鏡がないという小学校の先生方も多く、その場合生物顕微鏡で代用する方法も紹介すべきであった。これらが反省点である。来年度は要望の多い天文分野の教材を紹介できればと考えている。



⑤ 中学校教員向け物理分野

「簡易拡散型霧箱の製作」

i) 製作手順

霧箱は、放射線の飛跡を観察する器具である。密閉した容器内にエチルアルコールを少量入れ容器底部をドライアイスで冷却すると、容器底部付近にエチルアルコールの過飽和層が形成される。この過飽和層中を放射線源から放たれたアルファ線が移動すると、軌道上の気体分子が電離されイオンが軌道上に残る。するとアルコール分子がイオンに吸引され凝結を起こす。アルコール分子の凝結はアルファ線の飛跡上で起こるので、観測者には容器内に線上の霧が生じたように見える。

今回の作製にあたっては、容器にプラスティック製カップを用いた。アルコールを蓄えるため、すきまテープをカップ内側に貼り付けた。容器底面には片面が黒色になったアルミニウム板を用い、粘着性アルミニウムテープで容器とアルミニウム板を接着した。線源を容器内に挿入するためとピペットを用いてすきまテープにエチルアルコールを滴下するため、容器側面下方に直径 1 cm 程度の穴を半田ごてを用いて開けた。線源はアウトドア用品であるガスランタンのマントルを利用した。マントルは光度を増すために放射性元素のトリウムがふくまれており、アルファ線を放射する。今回使用したマントルの放射線量は、簡易 GM 管の測定によると約 900 CPM であった。なお、最近製造されているマントルにはトリウムがふくまれておらず、線源としては不適格である。線源は小さく切ったものをゴム栓に刺したゼムクリップに絡め、容器側面の穴にゴム栓を介して固定する。

ii) 観察

容器内部のすきまテープにエチルアルコールを適量滴下し、底部をドライアイスで冷却する。過飽和層が形成されると底に液化したアルコールが見え出るので、線源を静かに挿入する。ほどなく、アルファ線の飛跡が筋状の霧となって観察できる。線源がアルコールによって濡れてしまうと遮蔽効果が生じ、飛跡の観察が困難になるので、線源の挿入には慎重を期す。また、容器内にダストが存在してもうまく観察できない。その場合は、帯電させた塩化ビニル棒などを容器外側に近づけると、内部のダストが吸い寄せられ観察可能になることがある。

iii) 授業への応用

中学校理科には、放射線に直接的に関係する単元は見あたらない。しかし X 線 CT撮影など放射線医療の普及や、原子力発電に関する是非論などの日本のエネルギー事情など、



放射線や原子構造に関する基礎的な知識は、今後求められる市民的素養であると判断しこの教材を選定した。科学と人間との関わりを「もの」を介して扱っていくことが、これからの科学教育に求められる姿勢であろう。そのような意味で、簡易拡散型霧箱の作製が義務教育段階で実施され、放射線や物質の構造に関する科学に興味を持つものが増えることは大変意義深いことだといえる。

⑥ 中学校教員向け化学分野

「銅の酸化・還元実験における注意点」

i) 講義内容

講義は金属の酸化還元反応についておこなった。中学校の教材として実際に用いられている「銅の酸化・還元」について、生徒実験の際に起こりうる問題点と解決法を紹介した。銅の酸化に関しては、銅と酸素が結びつく割合を求める実験行つても、良好な結果が得られないことが多い。この原因が本校における過去の研究成果から、市販品の銅に不純物として含まれる酸化銅(I), 酸化銅(II)であることを述べ、良好な結果を出す方法と本校の生徒が実際にその方法で得た過去の結果を示した。

銅の還元については、教科書では炭素で酸化銅(II)を還元する方法が実験で取り上げられているが、炭素で還元をおこなっても炭素と酸化銅(II)を過不足なく反応させることができ難しく、黒色の粉末が残ってしまう問題点を挙げた。この問題の解決法として水素およびアルコールで還元する方法を紹介した。これらの方法で実際に実験をやっていただいた。

ii) 実習内容

実験は「水素を用いた酸化銅(II)の還元」、「エタノールを用いた酸化銅(II)の還元」とアルデヒドの反応」、「酸化還元反応を用いた時計反応」をおこなった。これら3つの内容は、高校の生徒実験で実施しているものをアレンジしたものであるが、中学校でも準備しやすい器具、試薬を用いるものを選んだ。

水素を用いた還元は、安全に還元するための装置と方法を紹介し、実際にやっていただいた。ここでは、爆発を避けるために、水素の発生装置が工夫されていることも説明した。エタノールを用いた還元では、エタノールの蒸気に加熱した、らせん状の銅線をさらすだけの簡単なものであるが、水素のような爆発の危険がないこと、還元によって生じる銅が非常に美しいため、演示実験にも使えることを強調した。また、この反応の際に生じるアルデヒドの還元性にも簡単に触れ、フェーリング反応、銀鏡反応を紹介した。最後に、酸



化還元反応を利用した時計反応をおこなった。これは本来、化学反応の速さに関わる要因を調べる実験であり、中学校の教材としては高度であるが、試薬を混合し、しばらくしてから変化がみられる実験であるので、子どもたちの興味をひくことができる実験であるので紹介した。

iii) まとめ

今回の実験で、エタノールを用いた還元は、説明で生じる銅の美しさを強調したため、どの方も何度もその変化を楽しんでおられた。そのため、次の実験に移るタイミングが取りにくく、すこしテンポが悪くなってしまった。また、時計反応では、試薬の混合が不十分でうまく反応しないところがあったので、説明が甘かったことが反省点として残った。

⑦ 中学校教員向け生物分野

「ウニの人工授精と初期発生の観察」

i) 実習のねらい

学習指導要領では 小学校5年生の「生物とその環境」において、”魚を育てたり人の発生についての資料を活用したりして、卵の変化の様子を調べ、動物の発生や成長についての考えをもつようとする。”と明記され、メダカの発生が扱われている。また中学校では第2分野の「生物の細胞と生殖」（生物の殖え方）で有性生殖が扱われており、教科書ではカエルの発生が掲載されている。

しかし、メダカ・カエルのいずれにしても、体外受精ではあるが、受精の瞬間を確認することは困難である。特に中学校では、有性生殖としての取り扱いにもかかわらず、精子の存在が確認できない。

そこで、精子が観察でき、さらに人工授精によって受精の瞬間が確認でき、その後の発生が容易に観察できる材料としてウニの人工授精を紹介した。

ii) 実習内容

・ウニの生態について（映像）

今回の目的は、ウニの人工授精と初期発生の観察であるが、中学校の指導要領の改訂後、無脊椎動物は扱われておらず、ウニについての知識が生徒にはない。そのため、ウニの生態や生活史についても扱う必要がある。そこで今回は、「理科ねっとわーく」で公開されている映像や資料を用いた。さらにウニの外部形態の観察（口・肛門・生殖口・突起・管足）を行った。

・ウニの採卵・採精

実習プリントに沿って解説後、理科ねっとわーくの映像で確認した。その後、各自1個体ずつ、KCLを注入して、採卵または採精を行った。採精した雄個体は、すぐに解剖して精巣をシャーレに取り出した。

・未受精卵の観察

採卵した卵を洗浄後、スライドガラスにのせ、水で薄めた墨汁を垂らして顕微鏡でゼリー層を観察した。

・精子の観察

精子を海水で希釈したものを、スライドガラスにとり、顕微鏡観察を行った。

・人工授精

未受精卵をのせたスライドガラスに、海水で希釈した精子を垂らして、受精の瞬間を確認した。さらに、受精膜が生じる様子を観察した。

・受精卵の観察

ビーカーで受精させた卵を、顕微鏡で観察し、第一卵割の様子を確認した。

・初期発生の観察

事前に受精させておいた卵を、顕微鏡で観察し、8細胞期、16細胞期、胞胚期、原腸胚期のそれぞれの胚を確認した。

・簡易顕微鏡写真の撮影

藤枝秀樹先生（香川県立高松高校）が考案された、携帯電話のカメラで顕微鏡写真を簡単に撮る方法を紹介し、ウニの胚を撮影した。

・ウニの体の構造の観察

棘皮動物の特徴である、放射総称に内臓が配列していることや、ヒトデやナマコとの類似点を解説した。また、アリストテレスのランタンとよばれている、口の構造も観察した。

・最後に

実施上の留意点やウニの入手方法などを紹介した。

iii)まとめ

生物系の大学学部では、必ず実施されている実習である。しかし、生物系以外の方は初めての経験で、精子の動いている様子や、受精膜が形成する様子などとても感動して実習されておられた。材料の入手は、時期が限定させるが、宅配便などを利用すれば容易に安価に入手が可能である。また実習の操作も容易で、ほぼ確実に実施が可能である。生命誕生の瞬間を確認できる極めてすばらしい教材であり、ぜひ小中学校段階でも実施していただきたい。



⑧ 中学校教員向け地学分野 (④と同内容で実施)

4. 参加者の反応

受講された方に昨年度とほぼ同じ内容のアンケートに協力してもらった（資料2）。回収数は昨年度とほぼ同じ（昨年度29、今年度27）であるが、その集計結果について分析し、今後への課題も含めて簡単にまとめた。記述で解答する部分については、資料3を参照し

ていただきたい。

Q2 参加動機について

9割以上の人人が「授業の参考になる」ことを直接期待して参加している。全体として「実験・観察に自信がない」からというよりも「実験・観察の指導が好き」なのでよい題材を得るために参加したという感じである。「夏休みの研修として適当」という感想も昨年度より増加している。

Q3 受講した講座についての評価

各講座ごとの評価ポイントの集計結果は次の表のようになつた。

日 程	小学校教員向け講座				中学校教員向け講座			
	物 理	化 学	生 物	地 学	物 理	化 学	生 物	地 学
実習分野 評価項目								
授業に生かすことのできる内容であったか	4.4 3.5	4.6 4.5	4.7 4.5	4.3 4.6	3.5	4.5	4.5	4.6
内容の量は適当であったか	4.4 4.1	4.8 4.1	3.4 4.1	4.4 4.5	4.1	4.1	4.1	4.5
内容の程度（難しさ）は適当であったか	4.1 3.3	4.5 4.0	4.4 4.3	3.9 4.6	3.3	4.0	4.3	4.6
新しい発見や気づきはあったか	4.0 4.5	4.6 4.6	4.4 4.3	4.6 4.6	4.5	4.6	4.3	4.6
基礎的な実験技法などが学べたか	4.0 3.9	4.8 4.5	3.8 4.5	4.1 4.5	3.9	4.5	4.5	4.5

注) 小学校教員向け講座の評価は、上段が小学校教員の参加者、下段は中学校教員の参加者によるもの。
中学校教員向け講座の評価はすべて中学校教員の参加者によるものである。

- ・物理分野については、小学校教員向けのほうは身近な材料を用いた工作が役に立つものと受け取られたようだが、掘り下げ方や応用の点で、小中2つの講座ともに少々難しすぎる感想を持った参加者が多かったようである。
- ・化学分野については、2つの講座のどちらも、「基礎的な実験技法が学べ」、「授業にすぐに生かすことができる」内容であったという評価である。よく取り上げられる内容を題材にして、基本を押さえた実習ができたと考えられる。
- ・生物分野については、「人体Tシャツ」「ウニの受精と細胞分裂」のいずれも時間のかかる作業を90分に収めるのが大変だったようで、時間的な余裕の無さが参加者に共通の感想となっているようである。しかしながら内容に関しては高く評価されている。
- ・地学分野については、火山灰から結晶を取り出して観察すること自体に新鮮な感動があったことと、十分時間をかけて観察できたことが高く評価されていると受け取れる。

ただしこの内容は、小学校の先生にはなじみの薄いものであったのか、若干の難しさを感じるものであったようだ。

Q 4 取り上げて欲しいテーマについて

資料3参照。

Q 5 実施時期について

昨年度は8月上旬を希望する声が大きかったが、今年度は過半数が8月中旬を希望する結果となった。今年度の開催日程は受け入れられるものであったと評価できる。現実的にも8月上旬はクラブ合宿や公式戦、各種研究団体の研究大会が開催されること、また8月下旬は高校での授業が始まることなどにより、今年度の日程が前にも後ろにも動かせないぎりぎりの線であると感じられる。

Q 6 受講人数について

昨年度は25人から30人程度という回答が多かったが、今年度は20人程度という回答が圧倒的に多かった。今回少人数の実習で、講師への質問もしやすかったことなどから、今回程度の人数を支持する意見に傾いたものと想像される。

Q 7 実習時間について

今回実施の90分でよいという意見がほぼ半数ともっとも多く、次いで2時間程度という意見が多かった。

今回の講座の内容は説明と実習の両方を含んでおり、1回の授業を行う準備段階も実感する上では90分は最低限必要な時間であると思われる。一方これ以上長くなると集中力の点でも難しい。また小学校、中学校ではあまり長い時間連続して生徒が実験することは想定されていないと考えられるので、生徒に合った実験を1回の講座にどれだけ配列するかということを、今後はさらに工夫したい。

Q 8 費用負担について

昨年度とほぼ同じで、500円程度の負担はかまわないという回答が多かった。今年度は大阪教育大学の教育研究プロジェクト経費に申請し、予算措置が可能であったので材料代はすべてまかなうことができた。本講座のような取り組みは、大学としても研究成果の社会還元という性格を持つものであるので、できれば大学としての何らかの予算措置が継続することが望まれる。

5. 講座継続における課題

まず大きな問題として、予算措置ことがある。筆者らはこの実験講座の実施に大きな意義と期待を感じているが、内容の充実のためにはそれなりにお金もかかる。今年度は前述のように研究経費が使えたが、昨年度は教科の経常費の持ち出しで実施している。質・量ともに安定した実験講座を実施していくには、継続的に専用の予算が組まれることが必要である。この点は来年度以降も大学に要望していきたい。

次に、小中高大の連携をさらに進めていくことが課題となる。今年度はまだ連携に取りかかったところにすぎない。まず実習内容の検討には現職の小学校の先生方の意見が欠かせない。また、参加者のリピーターが増えるような場合、毎年テーマを変えることも検討する必要があり、小中高合同研究部会の場をテーマ決定に生かして生きたい。大学との連携は、今年度は当日の講評の場面に限定されていたが、来年度以降はできれば事前に実習テーマについての意見交換の場を設けるなど、準備段階での協力関係をさらに強化したいと考える。将来的には本講座が、大学の教育研究成果をも取り入れたものとなることを目標としたい。

今後この実験講座を継続的に実施していくことが、地域の理科教員の実践力を高め、子供たちの自然に対する興味を深めることに役立つよう、さらに取り組みを進めたいと考えている。

資料 1

平成 19 年度「夏期理科実験基礎講座」のご案内

このたび本校では、小学校の先生方及び中学校の理科担当の先生方を対象に、下記要領にて「夏期理科実験基礎講座」を開講することにいたしました。これは、本校の理科で蓄積してきた教育実践力を広く地域・社会の理科教育振興のために役立てたいという考え方から、昨年度より始めたものです。本校では伝統的に理科の実験・実習を他校に例を見ないほど数多く実施しており、その研究成果の一部を地域の小学校・中学校の先生方に少しでも還元できればと願っております。

受講を希望される方は下記の要領に従って申し込みをお願いいたします。

1. 日 時 8月16日（木） 9:00～12:30, 13:30～17:00
(主として小学校の先生方対象 午前：物理・化学領域、午後：生物・地学領域)
8月17日（金） 9:00～12:30, 13:30～17:00
(主として中学校の先生方対象 午前：物理・化学領域、午後：生物・地学領域)
2. 場 所 本校理科各実験室：JR環状線寺田町駅下車徒歩3分（地図参照）
<http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/index.html>
3. 対 象 小学校の先生、中学校の理科の先生
4. 内 容 各領域で小学校、中学校の理科の授業に役立つ実験技術、方法等の講習。
本校独自開発の教材の紹介、配布等を予定しています。
詳しくは下の「領域別実験・実習内容」をご覧ください。
5. 講 師 本校理科教員、大阪教育大学科学教育センター教員
6. 協 力 大阪教育大学科学教育センター、大阪教育大学附属天王寺小学校
7. 参加費 無料
8. 申込方法 氏名、所属、連絡先（Faxまたはe-mail）、受講希望日をご記入の上、Faxまたはe-mailにて、次の申込先までお申し込み下さい（形式は自由です）。
【申込先】Fax: 06-6775-6034, e-mail: tenko@cc.osaka-kyoiku.ac.jp
理科主任 井上広文・廣瀬明浩 宛
半日のみの受講も可能です。その際は午前・午後の別を必ずお知らせ下さい。
申込受付期間は 平成19年7月10日（火）～7月31日（火）とします。
各日とも定員として約30名（先着順）を予定しています。
9. 備 考 お問い合わせは、上記の申込先までお願いします。
参加予定の方には、事前に一度ご連絡をいたしますのでご確認ください。
実験室は冷房完備ですが、暑い時期ですので飲み物等は各自ご持参下さい。
教材は持ち帰っていただく予定です。

領域別実験・実習内容

物理領域

16日

「貼付用磁気治療器とストローを利用した方位磁石の作製」

短く切ったストローの両端に磁気治療器を貼り付け、ゼムクリップをさして方位磁針にします。たくさん作ってコイルのまわりの磁界を調べたり、相互に力を及ぼしあって、安定するようすを観察したりします。

「共振振り子の簡単な作り方」

振り子は振動の周期がその長さによって決まります。周期があると、共振というおもしろい現象が見られます。いろいろな素材を使って、共振振り子を作ります。

17日

「改良普及型ニューコメン蒸気機関」

ガラス製注射器を利用したニューコメン蒸気機関模型（三重県立名張桔梗が丘高校川上教諭考案）にサブタンクを設けることによって、面倒なガラス切削行程を無くしました。講座では熱源、サブタンクの製作を行い、持ち帰っていただきます。また、実際にニューコメン機関を運転し、外燃機関の熱効率を測定します。

「簡易拡散型霧箱」

ドライアイスを用いた簡易拡散型霧箱を作ります。中学校理科には放射線に直接的に関係する単元はありませんが、放射線医療の普及や日本のエネルギー事情との関わりから、放射線や原子構造に関する基礎的な知識は市民的素養であると判断しこの教材を選びました。線源にはガスランタンのマントルや空気中のラドン核種を利用する予定です。

化学領域

16日

「水溶液の性質」

小学生にもできるマイクロスケール実験を活用した化学実験を紹介します。その他すぐに役立つ実験をいくつか扱います、おみやげ付き。

17日

「銅の酸化・還元」

中学校で最も多く取り上げられる金属の一つである銅について考えたみたい。定比例の法則を導く銅の酸化の実験においては、なかなか一定の比にならず、生成物の質量も理論値と一致しないことが多い。その原因は何か。また、水素による酸化銅の還元の実験では爆発事故が多い。安全に水素で還元するにはどのような工夫が必要か。また、水素以外に簡単に酸化銅を還元する物質はないのか。以上の内容を予定しています。

生物学領域

16日

「人体模型Tシャツを作ろう」

人の体のつくりで使えるように、人体内部の各器官をフェルトでつくり、マジックテープで貼り付けられたようにしたTシャツタイプの人体模型と一緒に作ってみませんか。

17日

「ウニの人工授精と初期発生の観察」

ウニから採卵・採精してスライドガラス上で受精させ、その後の初期発生を観察します。同時に解剖して、棘皮動物の特徴を観察します。ただし、材料の都合で、変更する場合があります。

地学領域

16日・17日とも

「各種火山灰の観察と砂を使った堆積、風紋実験」

火山灰をみせる授業は関西では、火山灰の入手が容易でないため、苦労されていることが多い。そこで本講座では、本校で所蔵している各種の火山灰のサンプルを提供し、その観察の基本や活用について受講のみなさんと議論したいと考えています。火山灰としては、大阪層群中のピンク火山灰や、有珠山、三宅島などの火山灰を用いる予定。園芸用土（鹿沼土、赤玉土）の火山灰についても触れる。また、同時に砂粒（ガラスピーブ）とペットボトルを用いた児童、生徒が興味を持ちそうな簡単な実験（堆積の仕方、リップルマークの生成など）についてもご紹介するつもりです。

平成19年度「夏期理科実験基礎講座」に関するアンケート

Q 4 本講座で取り上げて欲しい実験テーマなどがございましたら、科目毎にいくつでも結構
ですのでお書き下さい。

ご参加いただきありがとうございました。今後、内容をさらに充実させるため、ご感想やご
要望などをうかがいたいと思いますので、アンケート調査にご協力をお願いします。
※以下の質問について、当てはまるものの番号を選び、○印をつけて下さい。

Q 1 所属先は小学校、中学校のいずれですか。
 ①小学校 ②中学校 ③それ以外（
 ）

Q 2 今回、本講座に参加してみようと思った理由は何ですか（複数回答可）。
 ①授業の参考になると思った ②実験・観察の指導が苦手なので勉強したかった
 ③実験・観察の指導が好きなので興味があった ④夏休みの研修として適当だと思った
 ⑤知り合いに参加を勧められた（誘われた） ⑥附属天王寺の雰囲気を知りたかった
 ⑦その他（
 ）

Q 3 受講した講座名に○印をつけ、評価をお願いします。

評価は、5：大変よい 4：よい 3：普通 2：あまりよくない 1：よくない

の5段階とし、数字でお答えください。

Q 4 本講座で取り上げて欲しい実験テーマなどがございましたら、科目毎にいくつでも結構
ですのでお書き下さい。

Q 5 この講座の実施時期はいつ頃が適当だと思いますか（複数回答可）。
 ①7月下旬 ②8月初旬 ③8月中旬 ④8月下旬
 ⑤その他（
 ）

Q 6 今回、一講座（一科目）あたりの人数は30人以下と考えていました。一講座あたりの
人数は何人程度が適当でしょうか。
 ①15人以下 ②20人程度 ③25人程度 ④30人程度 ⑤35人程度 ⑥40人程度

Q 7 今回、一講座（一科目）あたり約90分で実施しました。一講座あたり、どの程度の時間
で実施するのが適当でしょうか。
 ①1時間程度 ②2時間程度 ③3時間程度 ④4時間程度
 ⑤その他（
 ）

Q 8 今回は無料で実施ましたが、資料代や薬品代などの実費を有料化することについて、
ご意見をお聞かせ下さい。

①無料でなければ参加しない ②一講座あたり、（
 ③その他（
 ）円程度なら負担してもよい
 ）

Q 9 その他、全体を通してのご感想やご意見、ご要望などございましたら、自由にお書き
下さい。

その他感想等があればお書きください。

ご協力、ありがとうございました。

資料 3

平成 19 年度夏季理科実験基礎講座 アンケート結果（記述分）

Q 3. 講座内容についての感想

- ・日頃なぜ？と思っているところがよくわかり、参考になった（酸化銅の実験）
- ・物理の中学生向け理論や、化学反応式を資料にてもらえるとありがたい。
- ・ウニの受精など、授業では 1 日使うのは大げさだが、それくらい時間をかけて行えればよいと思った。
- ・とてもわかりやすく面白かった。
- ・どの講座もあつという間に時間が過ぎ、時間が足らないくらいである。8 講座すべて受講したが飽きることなくわくわくするものばかりだった。この気持ちを生徒たちにも味あわせたい。
- ・盛りだくさんで忙しいが、その分いろいろな内容を学ぶことができた。講師の熱意や誠意を感じることができた。
- ・お土産をたくさんもらい、授業で役立つものばかりで、これからに生かしたい。
- ・5、6 年理科を担当しているので、今回の講座は大変参考になった。
- ・昨年に比べ、小学校の授業で活かせる内容だった。生物は時間内にできなかったが（T シャツ）とてもよい教材になると感じた。
- ・準備が大変だっただろうと思う、感謝している。生物はすごく準備していただいたのに時間が足りず残念。
- ・刺激的で面白かった。
- ・生物（T シャツ）よかったのだが時間が足りなかった。
- ・楽しい T シャツ作りだが時間が足りなかった、最後まで作りたかった。

Q 4. 今後取り上げてほしいテーマ（下線を引いたものは昨年度も出ていた内容）

全般

- ・選択授業で取り上げると面白そうな実験

物理

- ・運動エネルギー ・光の単元 ・おもちゃを利用したようなもの ・圧力 ・力
- ・空気の実験 ・磁石の不思議 ・力学

化学

- ・溶解度 ・爆発するようなもの ・木炭作り ・水溶液の性質

生物

- ・植物の維管束の観察（断面を切るのが難しい） ・短時間で行えるもの
- ・心臓と肺の解剖 ・動物 ・植物に関するもの ・動植物の内部構造 ・解剖
- ・校庭など身近なところの植物の見分け方、利用法 ・T シャツは来年もしてほしい

地学

- ・星の観察など、授業の時間にできないことについて興味付けできる題材
- ・地震について ・天気 ・地震のメカニズム ・石についての授業案 ・気象分野
- ・地震

Q 8 負担してもよいと感じる費用の程度

500 円 : 9 人, 300 円 : 1 人, 1000 円 : 2 人, 2000 円 : 1 人,

講座の内容による : 1 人

「資料代名目のものは公立学校なら公費で負担できると思う」という意見もあった。

Q 9 その他感想

- ・実際に実験ができてよかったです。ぜひとも参加したい。・1日4コマは大変である。
- ・とても参考になった。・とても勉強になり有意義だった。先生方の負担も大きいだろうが、このような機会を増やしてもらえたと思う。・新しいことを学べ、刺激を受けた。来年も参加したい。・どの先生も熱心で魅力的な人柄に好感が持て、授業者として参考になった。
- ・募集や準備物など内容についての説明を早い時期にしてほしい。
- ・先生方の話の楽しさにひかれた。子供たちからの質問に答えられるように自分で調べていく必要を感じた。来年も企画してほしい。・クラブの試合の時期に重ならないように企画してもらえるとありがたい。・費用も時間も必要だったことと思い、感謝している。
- ・小学校の授業で行かせるアイデアがもらえた。100円ショップで購入できるようなものを活用しているところがよかったです。・1日でかなりボリュームがあったが非常に参考になり、有意義だった。・新しい実験方法が学べ、さすが附属の先生だと思った。
- ・準備の時間にこれくらいかけると楽しいものができるのだと思った。
- ・できるだけ早く知らせてほしい。連絡はFAXでもお願いしたい。
- ・朝から4コマはきつかった。1日3コマが限界か。
- ・どんなことをするのか心配だったが、楽に受講できた。2学期に何かしようという気持ちになった。
- ・今までやったこともない実験もあり、お土産もたくさんもらえ大満足であった。



パソコン計測器の活用（第Ⅱ報）

— 電気伝導性と pH の測定を中心に —

もり い たつ のり おか ひろ あき
森 井 辰 典 岡 博 昭

Use for the personal computer measurement vessel:

MORII Tatsunori, OKA Hiroaki

抄録：ADコンバーターを利用したパソコン計測システムを用いると、水溶液の電気伝導性とpHや液温の変化を同時にパソコンの画面上に表示することができ、水溶液中のイオン濃度とイオンの種類の変化を容易に理解させることができるのである。

キーワード：化学教育，ADコンバーター，電気伝導性，発熱，pH，中和

I はじめに

市販のADコンバーターを利用すると、液温やpHなどの変化がリアルタイムにパソコンの画面に表示できることを、昨年の研究集録で報告した。

内田洋行のパソコン計測システム Science Mate SL-4 で使用できるセンサーには次のように多種のものがある。気温センサー(測定範囲:-20°C~+60°C, 最小表示単位:0.1°C), 液温センサー(-20°C~+110°C, 0.1°C), 光センサー(最小測定間隔:50μs), 電圧センサー(-5V~+5V/-20V~+20V, 0.1V), 電流センサー(-0.5A~+0.5A/-1.8A~+1.8A, 0.1A), 大気圧センサー(750hPa~1100hPa, 1hPa), pHセンサー(0~14pH, 0.1pH), 湿度センサー(5~90%, 0.1%), マイクロホン(50Hz~1500Hz, 最小測定間隔:50μs), モーションセンサー(送受信型超音波センサー, 200~4000mm, 10mm), フォト2センサー(受発光型LED, 10~300mm, 最小測定間隔:50μs) 脈拍センサー(30~200拍/分, 1拍), 照度センサー(0~10000Lux/0~100000Lux, 1Lux), 圧力センサー(-98~400kPa, 1kPa)

次期学習指導要領の改訂においては、中学校理科でイオンが復活する。イオンの概念形成が困難であるという理由で、現行の学習指導要領では削除された内容である。イオンの概念形成には、電荷を帯びた粒子の存在を、いかに容易に導入するかが重要であると考える。そのためには、水溶液中の電気伝導性の変化や電気泳動の実験が効果的である。また、次期指導要領の改訂では、中学校理科にpHが導入される。pHの変化と電気伝導性の変化は、重要な教材になると予想できる。

本研究では、おもに電流センサーを液温センサーとpHセンサーと併用して、回路を流

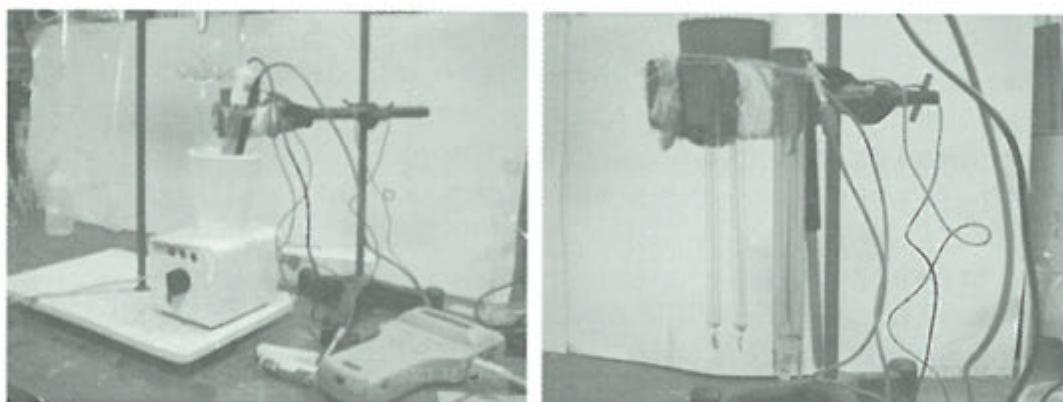
れる電流の変化が教材として授業で活用できるかどうか検討した。

II 実験の計画と方法

まず、酸や塩基の水溶液を水で希釈したときに、水溶液の電気伝導性がどのように変化をするかを、電流センサーを用いて測定することにした。これは、中和における電気伝導性を調べるとき、酸の水溶液に塩基の水溶液を加えた方がよいのか、または塩基の水溶液に酸の水溶液を加えた方がよいかを知るためにある。中和によって生成する塩が難溶性のときは、イオン濃度に大きな変化が期待できるが、生成する塩が水に溶けて電離しているときは、中和点までイオンの数に変化がない。

次に、酸の水溶液や塩基の水溶液の電気伝導性の結果を踏まえて、中和における電気伝導性の変化を pH の変化や液温の変化と比較する実験を行うことにした。このとき、電極に加わる電圧が変化していないか電圧センサーを用いて確認することにした。

以下の写真は、実験に使用した装置の写真である。



使用した電極は $7\text{ mm} \times 3\text{ mm}$ の白金板で、電極間距離は 13 mm である。Science Mate SL-4 は 4 チャンネルで測定が可能である。そこで、電極には電流センサーを直列に、電圧センサーを並列に接続して、回路を流れる電流の変化と電極に加わる電圧の変化を測定した。また、pH センサーと液温センサーも接続し、溶液の pH と液温の変化も測定した。

III 希釈による電気伝導度の変化

電流センサーを用いて、酸や塩基の水溶液の希釈における電気伝導性の変化を調べる実験を行った。

1 塩酸の希釈における電気伝導性の変化

0.10mol/L, 0.50mol/L, 1.0mol/L, 2.0mol/L, 3.0mol/L の 5 種類の塩酸を用意し、それぞれの塩酸に蒸留水を加えて希釈し、そのときの回路を流れる電流の変化を電流センサーを用いて測定した。3.0mol/L までにしたのは、中学生や高校生の生徒実験を想定し、安全性を考慮したからである。

(1) 0.10mol/L 塩酸の希釈

0.10mol/L 塩酸 20mL にピュレットから蒸留水 20mL を少しずつ加え、水溶液中の電気伝導度を調べた。電源電圧を約 3 V にし、回路を流れる電流値を電流センサーで測定すると、図 1 のようなグラフが得られた。塩酸の濃度は、0.10mol/L から 0.050mol/L に変化している。グラフの縦軸は電流値 [mA]、横軸は時間 [秒] である。グラフからわかるように、電流値の変化はあまりなかった。

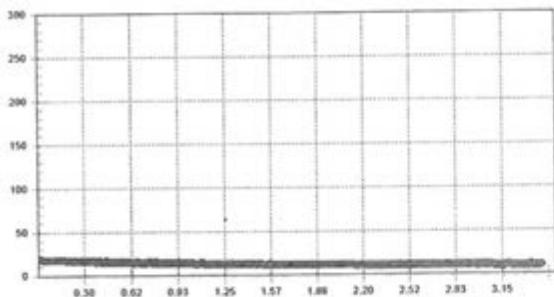


図 1 0.10mol/L HCl の希釈

(2) 0.50mol/L 塩酸の希釈

0.50mol/L 塩酸 20mL にピュレットから蒸留水 20mL を少しずつ加え、水溶液中の電気伝導度を調べた。電源電圧を約 3 V にし、回路を流れる電流値を電流センサーで測定すると、図 2 のようなグラフが得られた。塩酸の濃度は、0.50mol/L から 0.25mol/L に変化している。図 1 と比較すると、明らかに電流値は変化している。また、蒸留水を 10mL 加える頃までは、電流値の変化は直線的ではなく、曲線的に変化していることがわかった。

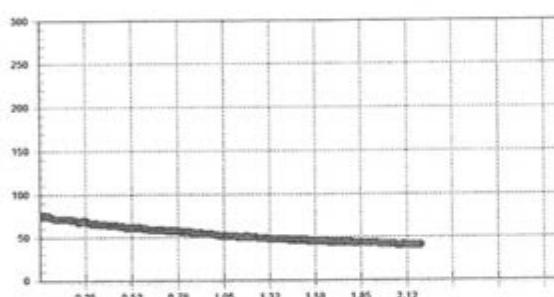


図 2 0.50mol/L HCl の希釈

(3) 1.0mol/L 塩酸の希釈

1.0mol/L 塩酸 20mL にピュレットから蒸留水 20mL を少しずつ加え、水溶液中の電気伝導度を調べた。電源電圧を約 3 V にし、回路を流れる電流値を電流センサーで測定すると、図 3 のようなグラフが得られた。塩酸の濃度 1.0mol/L から 0.50mol/L に変化している。したがって、蒸留水 20mL 滴下したときの電流値は、図 2 の蒸留水を滴下する前の電流値と一致した。

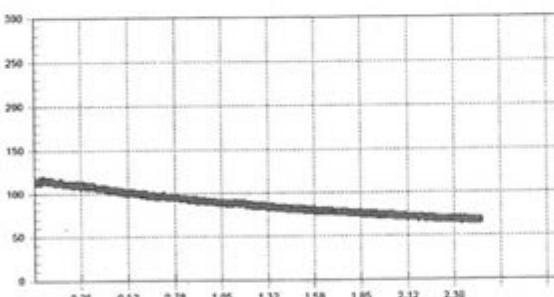


図 3 1.0mol/L HCl の希釈

(4) 2.0mol/L 塩酸の希釈

2.0mol/L 塩酸 20mL にピュレットから蒸留水 20mL を少しずつ加え、水

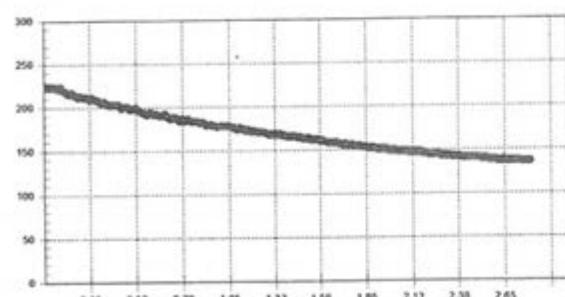


図 4 2.0mol/L HCl の希釈

溶液中の電気伝導度を調べた。電源電圧を約3Vにし、回路を流れる電流値を電流センサーで測定すると、図4のようなグラフが得られた。塩酸の濃度は2.0mol/Lから1.0mol/Lに変化している。しかし、蒸留水20mL滴下したときの電流値は、図3の蒸留水を滴下する前の電流値より20mAほど強かった。

(5) 3.0mol/L 塩酸の希釈

3.0mol/L 塩酸20mLにピュレットから蒸留水20mLを少しずつ加え、水溶液中の電気伝導度を調べた。電源電圧を約3Vにし、回路を流れる電流値を電流センサーで測定すると、図4のようなグラフが得られた。塩酸の濃度は3.0mol/Lから1.5mol/Lに変化している。しかし、蒸留水20mL

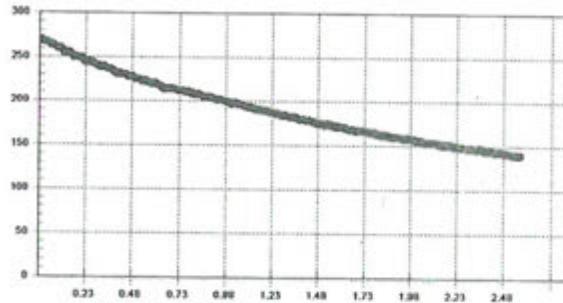


図5 3.0mol/L HCl の希釈

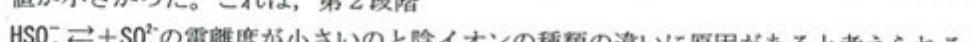
滴下したときの電流値は、図3の蒸留水20mL滴下したときとほとんど変わりがなかった。以上の実験結果より、濃い塩酸の方が水で希釈したときの電流の変化は大きいことが明らかであるが、1.0mol/L 塩酸でも、電流値の変化は十分確認できることがわかった。

2 他の酸の希釈における電気伝導性の変化

塩酸以外に、1.0mol/Lの硫酸や1.0mol/Lの酢酸についても同様の実験を行った。

(1) 硫酸の希釈

1.0mol/L 硫酸20mLにピュレットから蒸留水20mLを少しずつ加え、水溶液中の電気伝導度を調べた。電源電圧を約3Vにし、回路を流れる電流値を電流センサーで測定すると、図6のようなグラフが得られた。硫酸は2価の酸であるが、いがいに同じ濃度の塩酸より回路を流れる電流値が小さかった。これは、第2段階



(2) 酢酸の希釈

1.0mol/L 酢酸20mLにピュレットから蒸留水20mLを少しずつ加え、水溶液中の電気伝導度を調べた。電源電圧を約3Vにし、回路を流れる電流値を電流センサーで測定したが、電流値にはほとんど変化は見られなかった。これは、酢酸は弱酸であるため、イオン濃度がきわめて小さいからであると考えられる。

以上の実験結果より、1.0mol/Lの硫酸では、塩酸同様水の希釈によって電流値が明らかに変化するが、酢酸ではその現象が見られないことがわかった。

3 塩基の水溶液の希釈における電気伝導性の変化

1.0mol/L 水酸化ナトリウム水溶液
20mL にピュレットから蒸留水 20mL を少しづつ加え、水溶液中の電気伝導度を調べた。電源電圧を約 3 V にし、回路を流れる電流値を電流センサーで測定すると、図 7 のようなグラフが得られた。強酸に比べ強塩基の水溶液の電気伝導性は小さいことがわかった。これは、水素イオンと水酸化物イオンの移動の速さの違いが主な原因であると考えられる。

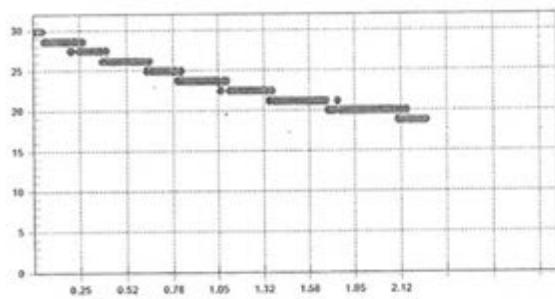


図 7 1.0mol/L NaOH の希釈

IV 中和における電気伝導性の変化と液温や pH の変化

内田洋行のパソコン計測システム Science Mate SL-4 の計測端末には、センサーとの接続部が 4 チャンネルあり、同時に複数のデーターをグラフ化できることが特徴である。そこで、電流センサー、液温センサーと pH センサーを同時に使用する実験の検討を行った。

(1) 水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を滴下

1.0mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 20mL にピュレットから 1.0mol/L 塩酸 40mL を少しづつ加え、水溶液中の電気伝導度、pH、液温、電極に加わる電圧を調べた。電源電圧を約 3 V にし、回路を流れる電流値と pH を、電流センサーと pH センサーで測定すると、図 8 のようなグラフが得られた。また、水溶液の温度と電極に加わる電圧を、液温センサーと電圧センサーで測定すると、図 9 のようなグラフが得られた。

図 8 より、pH 曲線から得られる中和点と回路を流れる電流の最小値の位置が、若干のずれはあるが、ほぼ一致していることがわかる。また、図 8、図 9 より、中和点と液温の最大値の位置が、若干のずれはあるが、ほぼ一致していることがわかる。若干のずれが生じるのは、各センサーの水溶液中の位置の違いか、センサーから得られるデーターの処理速度の違いのどちらかであろう。また、図 9 の電圧は、中和点を過ぎてから若干変化している。これは、電極付近の電気分解による生成物の電池の効果が関係しているからであろう。

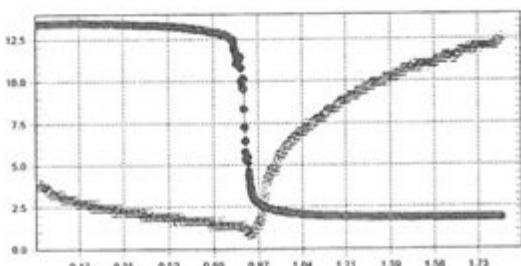


図 8 1.0mol/L NaOH-1.0mol/L HCl

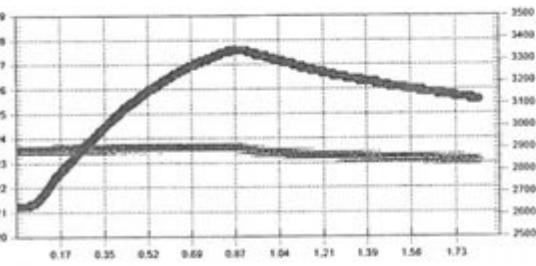


図 9 1.0mol/L NaOH-1.0mol/L HCl

(2) 塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を滴下

1. 0mol/L 塩酸20mLにピュレットから1. 0mol/L 水酸化ナトリウム水溶液40mLを少しづつ加え、水溶液中の電気伝導度、pH、液温、電極に加わる電圧を調べた。電源電圧を約3Vにし、回路を流れる電流値とpHを、電流センサーとpHセンサーで測定すると、図10のようなグラフが得られた。また、水溶液の温度と電極に加わる電圧を、液温センサーと電圧センサーで測定すると、図11のようなグラフが得られた。

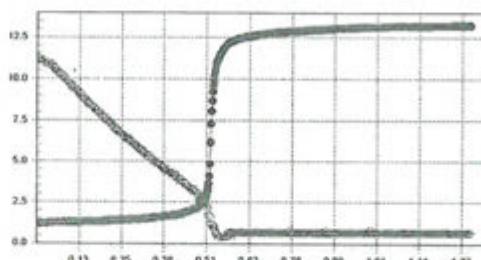


図10 1.0mol/L HCl-1.0mol/L NaOH

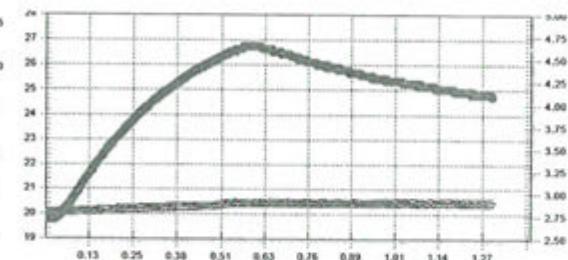


図11 1.0mol/L HCl-1.0mol/L NaOH

図10より、pH曲線から得られる中和点と回路を流れる電流の最小値の位置が、若干のずれはあるが、ほぼ一致していることがわかる。しかし、中和点を過ぎても回路を流れる電流の強さはいがいと変化していない。これは、ナトリウムイオンや水酸化物イオンの電気伝導度に寄与する効果が小さいためであると考えられる。中和点と同じ濃度の塩化ナトリウム水溶液に1.0mol/L水酸化ナトリウム水溶液を加えても、電流値はほとんど変化がなかった。また、図10、図11より、中和点と液温の最大値の位置が、若干のずれはあるが、ほぼ一致していることがわかる。また、図11の電圧は、中和点まで少しづつ変化している。図9と図11より、電極に加わる電圧は、共通してpHの小さい領域、すなわち水素イオン濃度の高い領域で変化している。極付近の電気分解による生成物の電池の効果が関係しているのであれば、原因は水素である可能性が高い。

以上の実験結果より、中和による電流値の変化を教材化するには、1.0mol/L程度の濃度の水酸化ナトリウム水溶液に、同じ濃度の塩酸を加えた方がよいことがわかった。

2 硫酸と水酸化バリウム水溶液

(1) 水酸化バリウム水溶液に硫酸を滴下

水酸化バリウムの飽和水溶液（約0.2mol/L）20mLにピュレットから0.20mol/L硫酸40mLを少しづつ加え、水溶液中の電気伝導度、pH、液温、電極に加わる電圧を調べた。電源電圧を約3Vにし、回路を流れる電流値とpHを、電流センサーとpHセンサーで測定すると、図12のようなグラフが得られた。また、水溶液の温度と電極に加わる電圧を、液温センサーと電圧センサーで測定すると、図13のようなグラフが得られた。

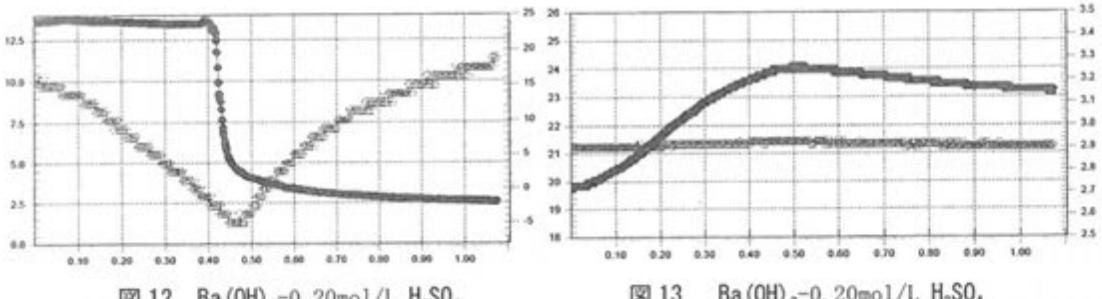
図12 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -0.20mol/L H_2SO_4 図13 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -0.20mol/L H_2SO_4

図12より、pH曲線から得られる中和点と回路を流れる電流の最小値の位置が、若干のずれはあるが、ほぼ一致していることがわかる。回路を流れる電流値の変化は明確である。また、図12、図13より、中和点と液温の最大値の位置が、若干のずれはあるが、ほぼ一致していることがわかる。

V おわりに

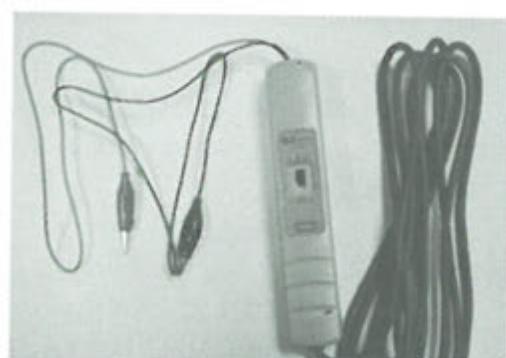
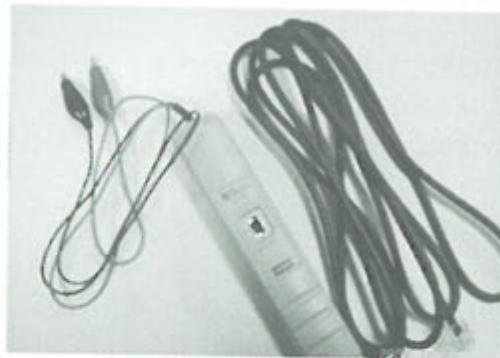
ADコンバーターを使うと、液温やpHの変化を、短時間でリアルタイムに提示することができる。電流センサーの精度は0.1A、電圧センサーの精度は0.1Vであるが、中和における電流値の変化を表示するツールとしては、十分であることがわかった。

本研究で使用した内田洋行のパソコン計測システム Science Mate SL-4 は、各センサーを含めると1セット約10万円ほどするため、生徒実験として使用することは現実的ではない。しかし、コンピュータの画面を液晶プロジェクターで提示すると、短時間にかつリアルタイムに生徒にグラフを表示することができる。滴下に要する時間は1分から2分程度である。

理科学力の国際調査で、日本の中学生や高校生の理科に関する興味関心、読解力、データの読み取りなどの力の不足が問題になっている。このような現状の原因の一つは、特に定着の悪い理科の内容を大幅に削減し、その結果としてサイエンスのおもしろみをなくしてしまったことにあるのではないか。そのような意味で、イオンの復活を歓迎したい。

過去の過ちを繰り返さないためにも、イオンをただ単に復活させるという考え方には問題がある。新たなイオンの学習方法を創意工夫していく必要がある。そのための一つの方法として、ADコンバーターを有効に使うことが考えられる。ただし、生徒にとって、ADコンバーターはブラックボックスである。最初からこれに頼るのではなく、生徒自らの手で電流計やpH計や、温度計を用いて測定の実験を行い、その結果をグラフ化させることが必要である。その上で、生徒のつくったグラフの妥当性を検討するためにADコンバータを使うようにしたい。

最後に、本研究で使用した内田洋行のパソコン計測システム Science Mate SL-4 と液温センサー、pHセンサー、電流センサー、電圧センサーの写真を紹介しておく。



電流センサー

電圧センサー

参考文献

本校研究集録第33集（平成3年）中学・高校理科（化学分野）実験の工夫－演示実験へのコンピュータの活用（その1）－ 岡 博昭・井野口弘治・櫻井 寛

本校研究集録第34集（平成4年）中学・高校理科（化学分野）実験の工夫－演示実験へのコンピュータの活用（その2）－ 岡 博昭・井野口弘治

本校研究集録第49集（平成18年）パソコン計測器の活用－液温とpH測定を中心に－岡 博昭

summary:

When the personal computer measurement system which used an analog to digital converter is used, the electric conduction of the water solution and a change in pH and liquid temperature can be indicated on the screen of the personal computer at the same time, and it is possible that it is made to understand a change in the kind of the ion concentration in the water solution and the ion easily.

WinMOPACを用いた分子モデルの教材開発（第Ⅷ報）

—200原子以上からなる有機化合物の分子モデルの作成（その2）—

岡 博 昭
おか ひろ あき

Development of the molecule model which WinMOPAC was used for:

OKA Hiroaki

抄録：富士通 WinMOPAC 3.9 Professional は 200 原子以上のモデルを表示することができる。200 原子以上のモデルでは、ベンゼン環を含む α -アミノ酸のポリペプチドは α -ヘリックスを示した。

キーワード：化学教育，高分子化合物，分子モデル，コンピュータ，WinMOPAC 3.9 Professional

I. はじめに

筆者は、富士通 WinMOPAC を使って、高等学校の化学の教科書で紹介されている有機化合物の分子モデルを作成し、報告してきた。WinMOPAC を使うと、高等学校化学 I で扱う有機化合物、化学 II で扱う高分子化合物のほとんどすべての分子モデルを表示することができた。しかし、Standard 版では 200 原子までのモデルしかつくることができないのが難点である。一方、Professional 版では 200 原子以上のモデルが可能である。このソフトでどの程度の分子まで構造最適化を実行することができるか関心を持った。

昨年度の研究では、すでに WinMOPAC 3.5 Standard で作成しているいろいろな高分子化合物を WinMOPAC 3.9 Professional を用いて 200 原子以上のモデルにつくりかえ、その分子構造の再確認を行った。昨年度の研究において、L-アラニン分子 32 個でポリペプチドのモデルをつくると、N 末端付近や C 末端付近ではらせん構造を示していた。このポリペプチドの原子数は、 $13 \times 32 - 3 \times 31 = 323$ [個] である。しかし、L-アラニン分子 33 個でペプチドのモデルをつくり、構造最適化の計算を行うと、途中でエラーが出て、計算を強制終了した。L-フェニルアラニン分子 21 個でペプチドのモデルをつくると、きれいならせん構造を描いた。このポリペプチドの原子数は、 $23 \times 21 - 3 \times 20 = 423$ [個] である。このモデルでは、らせん 1 卷きにアミノ酸単位が 3 ~ 4 個入っており、ほぼ理想的な α -ヘリックスのモデルであると考える。ベンゼン環の立体的効果が大きく、水素結合があまり影響していないからかも知れない。このように、アミノ酸の種類によってポリペプチドのモデルの形が異なる。

本年度は、L-アラニンや L-フェニルアラニン以外の L 体 α -アミノ酸について、構造最

適化の計算を実行することにより、どのような形のポリペプチドモデルができるか検討した。使用したコンピュータは、富士通FMV-E8120 (PentiumMプロセッサー1.86GHz, メインメモリー1.99GB) である。

II ポリペプチドの構造最適化の検討

一般に、アミノ酸分子がペプチド結合で結びついた構造の物質をペプチドといい、多数のアミノ酸分子が結合したものをポリペプチドという。タンパク質は、ポリペプチドの構造をもつ鎖状高分子化合物である。連結したアミノ酸の個数が少ない場合にはペプチドもしくはポリペプチドとよばれることが多いが、タンパク質とペプチドの名称の使い分けを決める明確なアミノ酸の個数が決まっているわけではないようである。一説には、50以上のアミノ酸のポリペプチドをタンパク質といい、30~50のアミノ酸のポリペプチドをオリゴペプチドというらしい。

本研究では、アミノ酸10~20程度のペプチドの分子の形を検討する。WinMOPAC 3.9 Professionalは200原子以上の分子モデルが可能だから、200原子前後での分子の形の違いを検討するためである。また、300原子を超えると、構造最適化に10時間以上を要することが珍しくないからである。アミノ酸10~20のペプチドを、本来の定義にあてはまらないかもしれないが、ここではポリペプチドとよぶことにする。

タンパク質のポリペプチドは、らせん構造をとることが多い。ペプチド結合中の酸素と水素が水素結合して形成される。この構造を α -ヘリックスといい、らせん1巻きには、平均3.6個のアミノ酸単位が入ることが知られている。

ポリペプチドの構造最適化の検討は、次の手順で行った。

- ① 昨年作成したL-アラニンポリペプチドのメチル基を、それぞれのアミノ酸の官能基に変える。ただし、L-トリプトファンはこの方法ではうまくいかなかつたので、まず5分子からなるペプチドを作成し、それに1分子ずつ増やしながら構造最適化の計算を繰り返す方法を採用した。
- ② MOPAC2000の画面で、Nameを入力し、keywordsにGEO-OKを入力する。通常は原子間距離が0.8Åの計算が実行できないが、このキーワードを利用すると0.8Å以下の距離でも計算が可能になる。
- ③ Calculationをstartさせる。

以下に、検討したポリペプチドの構造を提示する。なお、ポリペプチドのN末端は図の左側、C末端は右側に位置するようにした。

1 L-アスパラギンポリペプチド

アスパラギン酸の β -モノアミドにあたり、AsnまたはNと略記される。L体は融点236°C(分解)、比旋光度=-5.6(水中)であり、斜方晶系柱状結晶である。熱湯に溶けるがアルコール、エーテルに不溶で、不快な味がある。植物界に広く存在し、最初アスパラガス中に発見された。加水分解によりアスパラギン酸を生ずる。

アスパラギンの-Rは-CH₂-CO-NH₂である。したがって、アスパラギン分子は17個の原子できている。図1はL-アスパラギン10分子でできたポリペプチドであり、17×10-3×9=143[個]の原子からできている。図2はL-アスパラギン20分子でで

きたポリペプチドであり、 $17 \times 20 - 3 \times 19 = 283$ [個] の原子からできている。20 分子になるとになると、複雑な構造を示している。

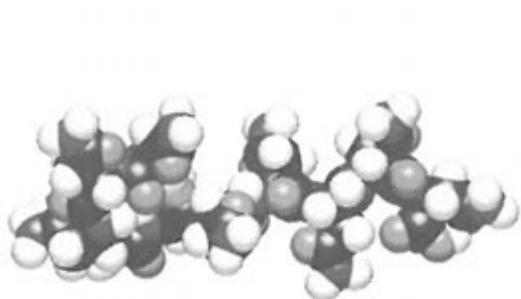


図1 Asn10



図2 Asn20

2 L-アスパラギン酸ポリペプチド

アミノコハク酸にあたり、Asp または D と略記される。L 体の融点は 269~271°C, 比旋光度 = +5.05 (水中) である。最初アスパラガスの液汁から分離された。植物界に広く存在し、とくに発芽したマメ類には多量に見出される。

アスパラギン酸の-R は $-\text{CH}_2-\text{COOH}$ である。したがって、アスパラギン酸分子は 16 個の原子でできている。図3 は L-アスパラギン酸分子 10 個でできたポリペプチドであり、 $16 \times 10 - 3 \times 9 = 133$ [個] の原子からできている。図4 は L-アスパラギン酸分子 20 個でできたポリペプチドであり、 $16 \times 20 - 3 \times 19 = 263$ [個] の原子からできている。

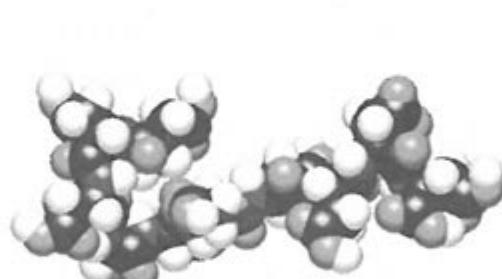


図3 Asp10



図4 Asp20

3 L-アルギニンポリペプチド

Arg または R と略記される。L 体は融点 238°C (分解), 比旋光度 = +27.6 (5mol/L 塩酸中) で、水に易溶、アルコール、エーテルに不溶である。多くの動物タンパク質、とくにプロタミンに多く含まれ、クルベイン、サルミンなどでは構成アミノ酸の約 67mol% を占める。オルニチンサイクルの一員で、アルギナーゼの作用によりオルニチンと尿素になる。

アルギニンの-R は $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{C}(\text{NH}_2)=\text{NH}$ である。したがって、アルギニン分子は 26 個の原子でできている。図5 は L-アルギニン分子 10 個でできたポリペプチドであり、 $26 \times 10 - 3 \times 9 = 233$ [個] の原子からできている。図6 は L-アルギニン分子 13 個でできたポリペプチドであり、 $16 \times 13 - 3 \times 12 = 302$ [個] の原子か

らできている。

なお、L-アルギニン分子 14 でポリペプチドをつくり、分子構造最適化の計算を実行すると、Cycle1 でストップしたままだった。また、L-アルギニン分子 15 個でポリペプチドをつくり、分子構造最適化の計算を実行すると、約 20 時間後に Cycle1000 でストップし、Error in ReadWmp の表示が出ていた。Cycle1000 とは、分子構造最適化のサイクル数が 1000 という意味であり、Error in ReadWmp とは*.wmp または*.wms ファイルが正しく生成されないため information 情報を表示することができないという意味である。WinMOPAC 3.9 Professional の限界なのか、FMV-E8120 の限界なのかわからない。



図5 Arg10

図6 Arg13

4 L-イソロイシンポリペプチド

Ile または I と略記される。合成またはタンパク質の分解で得られる。2 個の不斉炭素原子をもち、4 つのジアステレオマーがある。L 体は融点 284~286°C (分解)、比旋光度 = +12.4 (水中) である。

イソロイシンの-R は-CH(CH₃)-CH₂-CH₃ である。したがって、イソロイシン分子は 22 個の原子でできている。図7 は L-イソロイシン分子 10 個でできたポリペプチドであり、22×10-3×9=193 [個] の原子からできている。図8 は L-イソロイシン分子 20 個でできたポリペプチドであり、22×20-3×19=383 [個] の原子からできている。

L-アルギニンでは 302 原子のポリペプチドまでしか分子構造最適化の最適化の計算ができなかったが、L-イソロイシンでは 383 原子もしくはそれ以上の原子数のポリペプチドの分子構造最適化の計算が可能である。もちろん、官能基の種類あるいは原子の種類の違いによるものであろう。

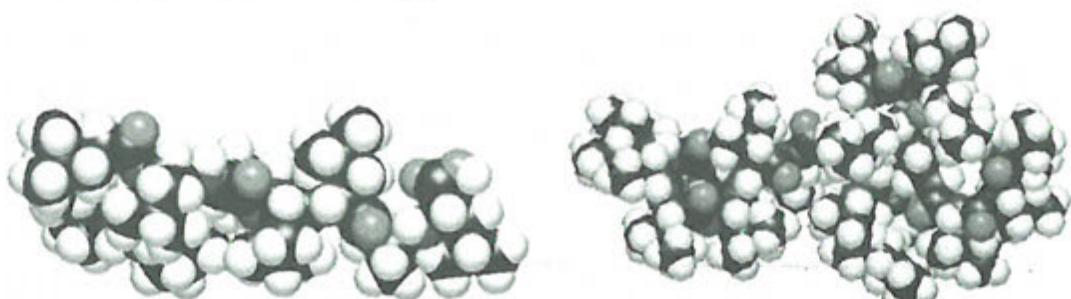


図7 Ile10

図8 Ile20

5 L-グルタミンポリペプチド

Gln または Q と略記される。グルタミン酸の γ -アミドにあたる。L 体は針状結晶で、融点(分解点)184~186°C. 比旋光度=+6.3(水中)である。ほとんどの動植物のタンパク質中にこの形で存在するが、酸加水分解ではグルタミン酸になる。

グルタミンの-Rは-CH₂-CH₂-CO-NH₂である。したがって、グルタミン分子は20個の原子でできている。図9はL-グルタミン分子10個でできたポリペプチドであり、 $20 \times 10 - 3 \times 9 = 173$ [個] の原子からできている。図10はL-グルタミン分子13個でできたポリペプチドであり、 $20 \times 13 - 3 \times 12 = 224$ [個] の原子からできている。なお、L-グルタミン分子14個でポリペプチドをつくると、分子構造最適化の計算を実行しなかつた。アミド結合が多くなったからではないかと考え、アミド系の計算のキーワードMMOKを入力しても実行しなかつた。

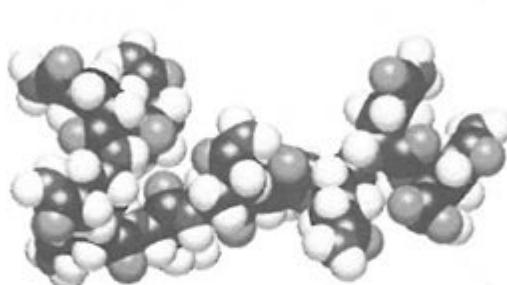


図9 Gln10

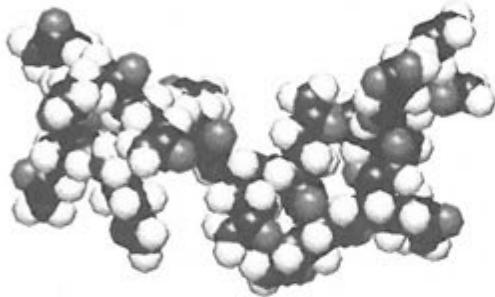


図10 Gln13

6 L-グルタミン酸ポリペプチド

Glu または E と略記される。針状結晶、融点 195°C.、比重 1.635、比旋光度=+25.5、水に易溶で、アルコールに難溶である。池田菊苗のコブだしの研究から開発された「味の素」がこれにあたる。最初はコムギやダイズに含まれるグルテン(タンパク質の一種)を塩酸で加水分解してグルタミン酸をつくり、結晶分離や脱色操作を繰り返し、中和によりモノナトリウム塩としていた。その後甜菜(てんさい)糖廃液からの製法、ブドウ糖からの発酵法およびアクリロニトリルを原料とした合成法などでも製造されている。調味料としてのうま味はL型だけで、D型はない。

グルタミン酸の-Rは-CH₂-CH₂-COOHである。したがって、グルタミン酸分子は19個の原子でできている。図11はL-グルタミン酸分子10個でできたポリペプチドであり、 $19 \times 10 - 3 \times 9 = 163$ [個] の原子からできている。図12はL-グルタミン酸分子14個でできたポリペプチドであり、 $19 \times 14 - 3 \times 19 = 227$ [個] の原子からできている。なお、L-グルタミン酸分子15個でポリペプチドをつくり、分子構造最適化の計算を実行すると、Cycle10で強制終了し、分子の形が変わってしまった。

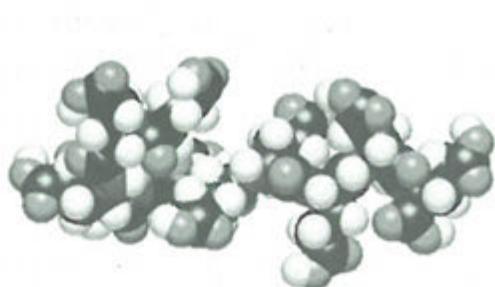


図11 Glu10

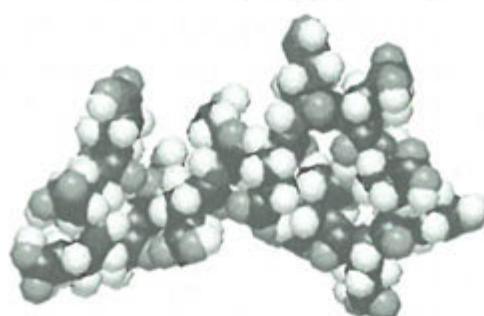


図12 Glu14

7 L-システインポリペプチド

β -メルカブトアラニンにあたり、Cys または C と略記される。L 体の塩酸塩は融点 175 ~ 178°C, 比旋光度 = +5.0 (5N 塩酸中) である。不安定な化合物で、空気により酸化されてシスチンとなる。システインの SH 基は生物活性とくに酵素の活性中心と密接な関係をもっている。

システインの-R は $-\text{CH}_2\text{-SH}$ である。したがって、システイン分子は 14 個の原子でできている。図 13 は L-システイン分子 10 個でできたポリペプチドであり、 $14 \times 10 - 3 \times 9 = 113$ [個] の原子からできている。図 14 は L-システイン分子 20 個でできたポリペプチドであり、 $14 \times 20 - 3 \times 19 = 223$ [個] の原子からできている。

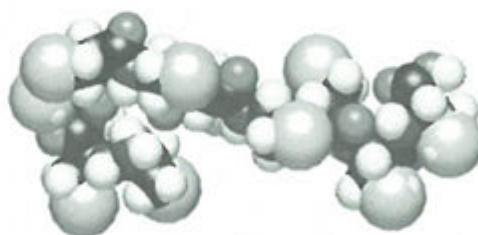


図13 Cys10

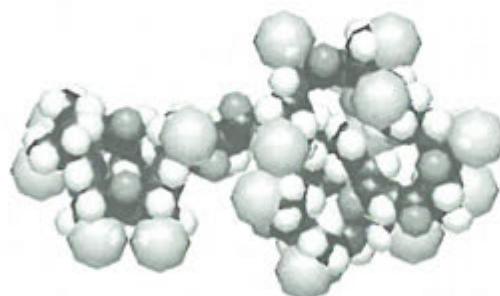


図14 Cys20

8 L-セリンポリペプチド

2-アミノ-3-ヒドロキシプロピオン酸にあたり、Ser または S と略記される。L 体は板状またはブリズム状結晶で、融点 228°C (分解)、比旋光度 = +14.45 (塩酸中) である。セリシン、絹フィブロイン中に多量に含まれ、タンパク質中では、セリンプロテアーゼの場合その活性部位に含まれるし、多くのリソタンパク質ではリン酸基の結合する部位になるなど、重要な役割をもつ。

セリンの-R は $-\text{CH}_2\text{-OH}$ である。したがって、セリン分子は 14 個の原子でできている。図 15 は L-セリン分子 10 個でできたポリペプチドであり、 $14 \times 10 - 3 \times 9 = 113$ [個] の原子からできている。図 16 は L-セリン分子 20 個でできたポリペプチドであ

り、 $14 \times 20 - 3 \times 19 = 223$ [個] の原子からできている。

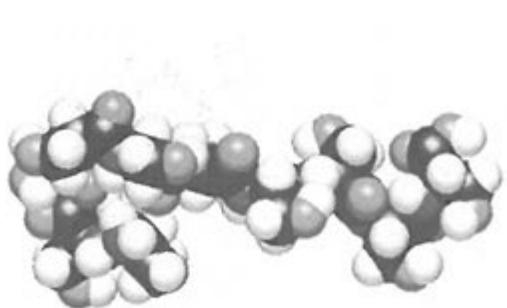


図 15 Ser105

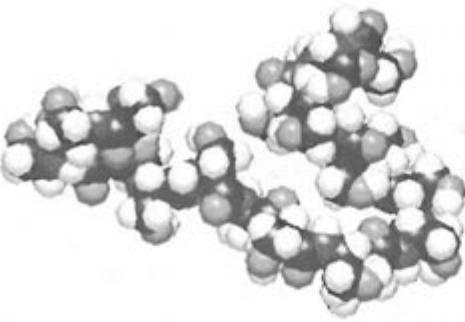


図 16 Ser20

9 L-トレオニンポリペプチド

2-アミノ-3-ヒドロキシ酪酸にあたり、Thr または T と略記される。L 体の融点 253°C (分解), 比旋光度 = -28.5 (水中) である。タンパク質の構成成分であり, フィブリンの加水分解で得られる。2 個の不斉炭素原子をもつので, 4 つのジアステレオマーがある。過ヨウ素酸と反応してホルムアルデヒドとアンモニアを生じる。この反応は定量にも用いられる。

トレオニンの-R は $-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$ である。したがって, トレオニン分子は 17 個の原子でできている。図 17 は L-トレオニン分子 10 個でできたポリペプチドであり, $17 \times 10 - 3 \times 9 = 143$ [個] の原子からできている。図 18 は L-トレオニン分子 20 個でできたポリペプチドであり, $17 \times 20 - 3 \times 19 = 283$ [個] の原子からできている。

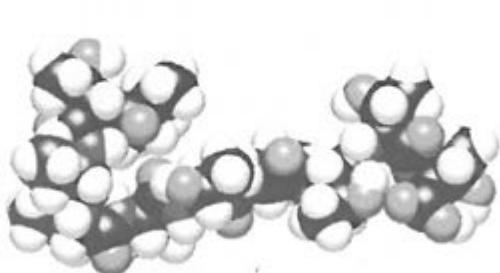


図 17 Thr10

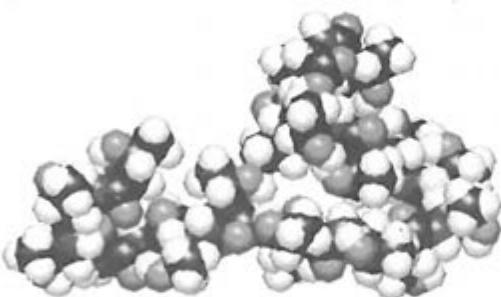


図 18 Thr20

10 L-バリンポリペプチド

α -アミノイソ吉草酸にあたり、Val または V と略記される。L 体は板状結晶, 融点 315°C, 比旋光度 = +28.3 (5 mol/L 塩酸中) である。ロイシンに類似し, これとの分離はかなり困難である。種々のタンパク質, とくに纖維状タンパク質中に存在する。 α -プロモイソ吉草酸にアンモニアを作用させる方法, ストレッカーア合成などで合成される。

バリンの-R は $-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$ である。したがって, バリン分子は 17 個の原子でできている。図 19 はバリン分子 10 個でできた L-ポリペプチドであり, $17 \times 10 - 3 \times 9 = 143$ [個] の原子からできている。図 20 は L-バリン分子 20 個でできたポリペプチド

であり、 $17 \times 20 - 3 \times 19 = 283$ [個] の原子からできている。

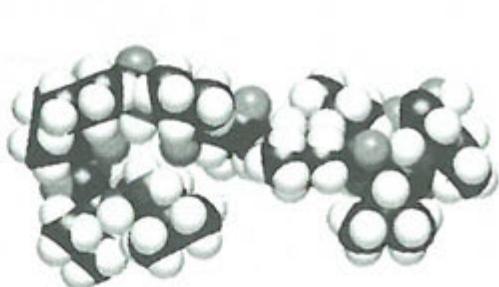


図 19 Val10

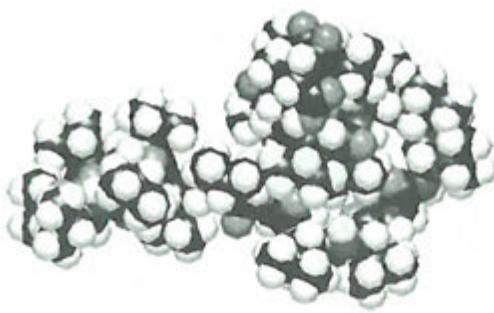


図 20 Val20

11 メチオニンポリペプチド

2-アミノ-4-(メチルメルカブト)酪酸にあたり、Met または M と略記される。L 体は無色の鱗片状結晶で分解点 281°C、比旋光度 = -10.0 (水中) である。タンパク質の成分の 1 つで、オバルブミンやカゼインなどに多く、これらの加水分解で L 体が得られる。ラセミ体はチオアルデヒドからヒダントインを経て合成される。

メチオニンの-R は-CH₂-CH₂-S-CH₃ である。したがって、メチオニン分子は 20 個の原子できている。図 21 は L-メチオニン分子 10 個でできたポリペプチドであり、 $20 \times 10 - 3 \times 9 = 173$ [個] の原子からできている。図 22 は L-メチオニン分子 20 個でできたポリペプチドであり、 $20 \times 20 - 3 \times 19 = 343$ [個] の原子からできている。

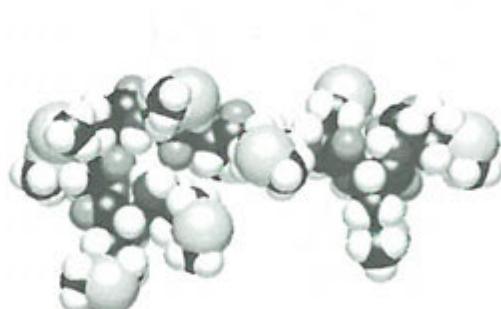


図 21 Met10



図 22 Met20

12 L-リシンポリペプチド

2,6-ジアミノヘキサン酸、リシンともいい、Lys または K と略記される。L 体は針状結晶、融点 224°C (分解)、比旋光度 = +25.9 (6 mol/L 塩酸中) である。ほとんどすべてのタンパク質の成分をなし、とくにヒストン、アルブミン、筋肉タンパクなどには多い。カプロラクタムからの化学合成あるいは発酵法によってつくられる。食物に添加してタンパク質の栄養価を高めるために使用される。

リシンの-R は-CH₂-CH₂-CH₂-CH₂-NH₂ である。したがって、リシン分子は

24 個の原子でできている。図 23 は L-リシン分子 10 個でできたポリペプチドであり、 $24 \times 10 - 3 \times 9 = 213$ [個] の原子からできている。図 24 は L-リシン分子 18 個でできたポリペプチドであり、 $24 \times 18 - 3 \times 17 = 381$ [個] の原子からできている。なお、L-リシン分子 20 個でポリペプチドをつくり、分子構造最適化の計算を実行すると、約 20 時間後に Cycle1000 でストップし、Error in ReadWmp の表示が出ていた。



図 23 Lvs10

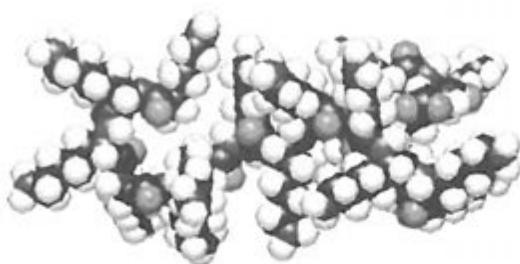


図 24 Lvs18

13 L-ロイシンポリペプチド

2-アミノ-4-メチル pentan 酸にあたり、Leu または L と略記される。L 体は光沢のある無色華状結晶で、融点約 294°C (分解)、比旋光度 = -11.0 (水中) である。弱い苦味をもち、水に溶けにくい。ケラチンまたはカゼインを希硫酸と熱して得られる。

ロイシンの-R は $-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$ である。したがって、ロイシン分子は 22 個の原子でできている。図 25 は L-ロイシン分子 10 個でできたポリペプチドであり、 $22 \times 10 - 3 \times 9 = 193$ [個] の原子からできている。図 26 は L-ロイシン分子 20 個でできたポリペプチドであり、 $22 \times 20 - 3 \times 19 = 383$ [個] の原子からできている。

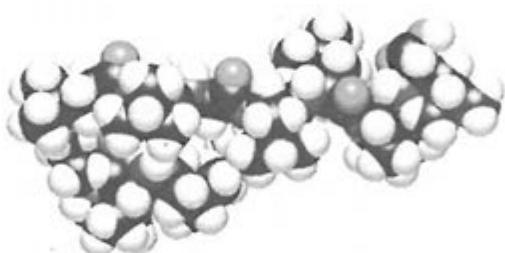


図 25 Leu10



図 26 Leu20

14 L-チロシンポリペプチド

p-ヒドロキシフェニルアラニンにあたり、Tyr または Y と略記される。L 体は融点 342 ~ 344°C (分解) で、比旋光度 = -10.0 (5 mol/L 塩酸中) である。光沢のある微小針状結晶で、水や有機溶媒に最も難溶である。多くのタンパク質とくにカゼイン、絹糸などの酸加水分解、酵素による分解で生じる。

チロシンの-R は $-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$ である。したがって、チロシン分子は 24 個の原子でできている。図 27 は L-チロシン分子 10 個でできたポリペプチドであり、 24×10

$-3 \times 9 = 213$ [個] の原子からできている。図 28 は L-チロシン分子 20 個でできたポリペプチドであり、 $24 \times 20 - 3 \times 19 = 423$ [個] の原子からできている。

図 27 のポリペプチドは、10 分子で 3.5 周しているから、らせん 1 卷きに平均 2.9 個の L-ヒスチジン分子が入っていることになる。

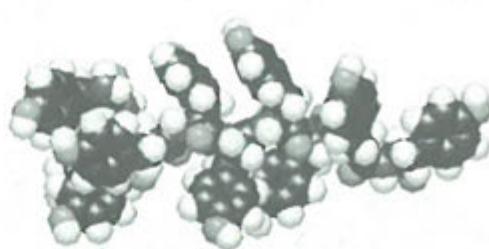


図 27 Tyr10

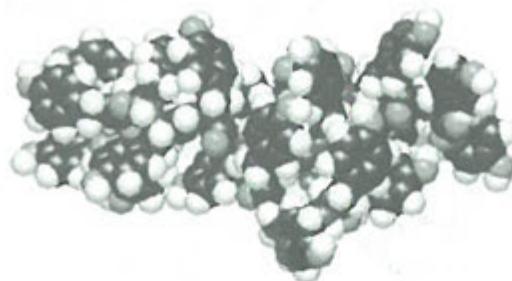


図 28 Tyr20

15 L-ヒスチジンポリペプチド

2-アミノ-3(1H-4-イミダゾリル)-プロピオニ酸にあたり、His または H と略記される。L 体は柱状結晶、融点 277°C (分解)、比旋光度 = -38.5 (水中) である。強塩基性で、酸と反応して塩をつくる。一塩酸塩の融点 259°C (分解)、二塩酸塩の融点 252°C (245 ~ 246°C) である。ヘモグロビン、スツリンなどに多く含まれていて、それらの加水分解で得られ、また合成もされる。

ヒスチジンの-R は $\text{CH}_2-\text{C}_3\text{H}_3\text{N}_2$ である。したがって、ヒスチジン分子は 20 個の原子でできている。図 29 は L-ヒスチジン分子 10 個でできたポリペプチドであり、 $20 \times 10 - 3 \times 9 = 173$ [個] の原子からできている。図 30 は L-ヒスチジン分子 20 個でできたポリペプチドであり、 $20 \times 20 - 3 \times 19 = 373$ [個] の原子からできている。

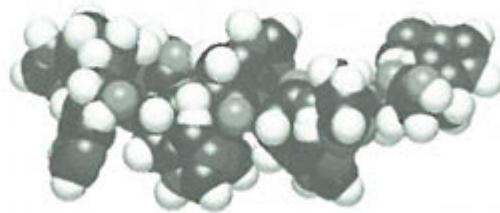


図 29 His10

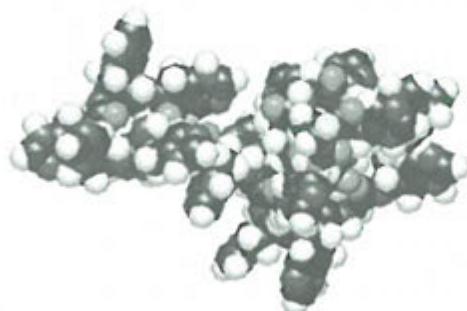


図 30 His20

16 L-トリプトファンポリペプチド

2-アミノ-3(3-インドリル)プロピオニ酸にあたり、Trp または W と略記される。L 体は無色の板状結晶で、融点約 289°C (分解)、比旋光度 = -32.15 (水中) である。エラスチン、ラクトアルブミン、カゼイン、血清タンパク質などに多く含まれる。タンパク質を酸加水分解するとトリプトファンは分解してしまうので、酵素またはアルカリで加

水分解して得る。ただしアルカリ加水分解ではラセミ化する。

トリプトファンの-Rは-CH₂-C₈H₆Nである。したがって、トリプトファン分子は27個の原子でできている。図31はL-トリプトファン分子5個でできたポリペプチドであり、20×5-3×4=115〔個〕の原子からできている。図32はL-トリプトファン分子11個でできたポリペプチドであり、20×11-3×10=267〔個〕の原子からできている。



図31 Trp5

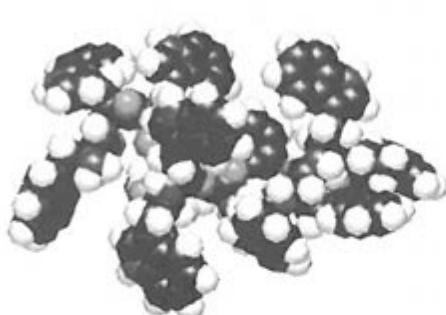


図32 Trp11

最初、L-アラニン10分子からなるポリペプチドのメチル基を-CH₂-C₈H₆Nに変えて構造最適化の計算を実行したが、途中で官能基の原子どうしが結合してしまった。しかし、L-アラニン5分子からなるペプチドの官能基を変換すると、構造最適化の計算を実行した。そこで、L-トリプトファン5分子からペプチドから1分子ずつL-トリプトファンを増やしながら構造最適化の計算をくり返すことにした。

L-トリプトファン12分子からなるトリプトファンでは、構造最適化の計算を実行しなかった。

図32のポリペプチドは、11分子で3.5周しているから、らせん1巻きに平均3.1個のL-トリプトファン分子が入っていることになる。

III 結果と考察

20分子のポリペプチドの構造最適化に成功したのは、次の13種類のアミノ酸である。

① 炭化水素基だけでなるもの

L-アラニン(Ala, 分子量89) -CH₃ 203原子

L-フェニルアラニン(Phe, 分子量165) -CH₂-C₆H₅ 403原子

L-バリン(Val, 分子量117) -CH(CH₃)-CH₃ 283原子

L-イソロイシン(Ile, 分子量131) -CH(CH₃)-CH₂-CH₃ 383原子

L-ロイシン(Leu, 分子量131) -CH₂-CH(CH₃)-CH₃ 383原子

② ヒドロキシ基をもつもの

L-セリン(Ser, 分子量105) -CH₂-OH 223原子

L-トレオニン(Thr, 分子量119) -CH(OH)-CH₃ 283原子

L-チロシン(Tyr, 分子量181) -CH₂-C₆H₄-OH 423原子

③ 窒素原子を含むもの

L-ヒスチジン(His, 分子量 155) $-CH_2-C_3H_3N_2$ 373 原子

④ 硫黄原子を含むもの

L-システイン(Cys, 分子量 121) $-CH_2-SH$ 223 原子

L-メチオニン(Met, 分子量 149) $-CH_2-CH_2-S-CH_3$ 343 原子

⑤ カルボキシル基をもつもの

L-アスパラギン酸(Asp, 分子量 133) $-CH_2-COOH$ 263 原子

⑥ アミド結合をもつもの

L-アスパラギン(Asn, 分子量 132) $-CH_2-CO-NH_2$ 283 原子

なお、昨年度の研究によって、L-アラニンは32分子(323原子)まで、L-フェニルアラニンは21分子(423原子)まで構造最適化の計算が可能であることが確認できている。

20分子のポリペプチドの構造最適化に成功しなかったのは、次の6種類のアミノ酸である。

⑦ 窒素原子を含むもの

L-トリプロファン(Trp, 分子量 204) $-CH_2-C_8H_6N$ 267 原子(11分子)

L-アルギニン(Arg, 分子量 174) $-CH_2-CH_2-CH_2-NH-C(NH_2)=NH$ 302 原子(13分子)

L-リシン(Lys, 分子量 146) $-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$ 381 原子(18分子)

⑧ カルボキシル基をもつもの

L-グルタミン酸(Glu, 分子量 147) $-CH_2-CH_2-COOH$ 227 原子(14分子)

⑨ アミド結合をもつもの

L-グルタミン(Gln, 分子量 146) $-CH_2-CH_2-CO-NH_2$ 224 原子(13分子)

以上のことより、炭素原子と水素原子のみでできたアミノ酸は、すべて20分子以上のポリペプチドの構造最適化が可能であることがわかる。また、ヒドロキシ基をもつアミノ酸も、すべて20分子以上のポリペプチドの構造最適化が可能である。

一方、20分子のポリペプチドの構造最適化に成功しなかったのは、L-グルタミン酸以外はすべて窒素原子を含むものである。また、分子量が146以上のものばかりであり、原子数が多いことがわかる。

また、L-フェニルアラニン、L-チロシン、L-トリプトファンなどベンゼン環を含む α -アミノ酸のポリペプチドでは、平均してらせん1巻きに3分子が入っている。ほぼ理想的な α -ヘリックスのモデルであると考える。一方、ベンゼン環の入っていない α -アミノ酸のポリペプチドでは、分子全体が不規則な形になるため、らせん1巻きに何分子の α -アミノ酸が入っているかの判断が難しい。

IV おわりに

WinMOPAC 3.9 Professional を使うと、200原子以上のポリペプチドのモデルをつくることができた。最大がL-フェニルアラニンとL-チロシンの423原子であり、最小がL-グルタミンの224原子である。

官能基が炭素原子と水素原子だけでできているアミノ酸は、20分子以上のポリペプチドを作ることが可能である。しかし、酸素原子や窒素原子が含まれると、20分子のポリペプ

チドの構造最適化が困難であることがわかった。その理由は、ソフトである WinMOPAC 3.9 Professional 限界であるのか、ハードである FMV-E8120 の限界であるのかはわからない。

どちらにしても、300 原子以上のモデルの構造最適化計算に長時間を要する。10 時間以上かかるものが多かった。これも、ソフトの限界なのか、ハードの限界なのかはわからない。本研究を集中的に行った 1 週間は、ほとんどコンピュータの電源を切ることはなかった。それにより、メインメモリーの残量が一定ではなかったと思われる。

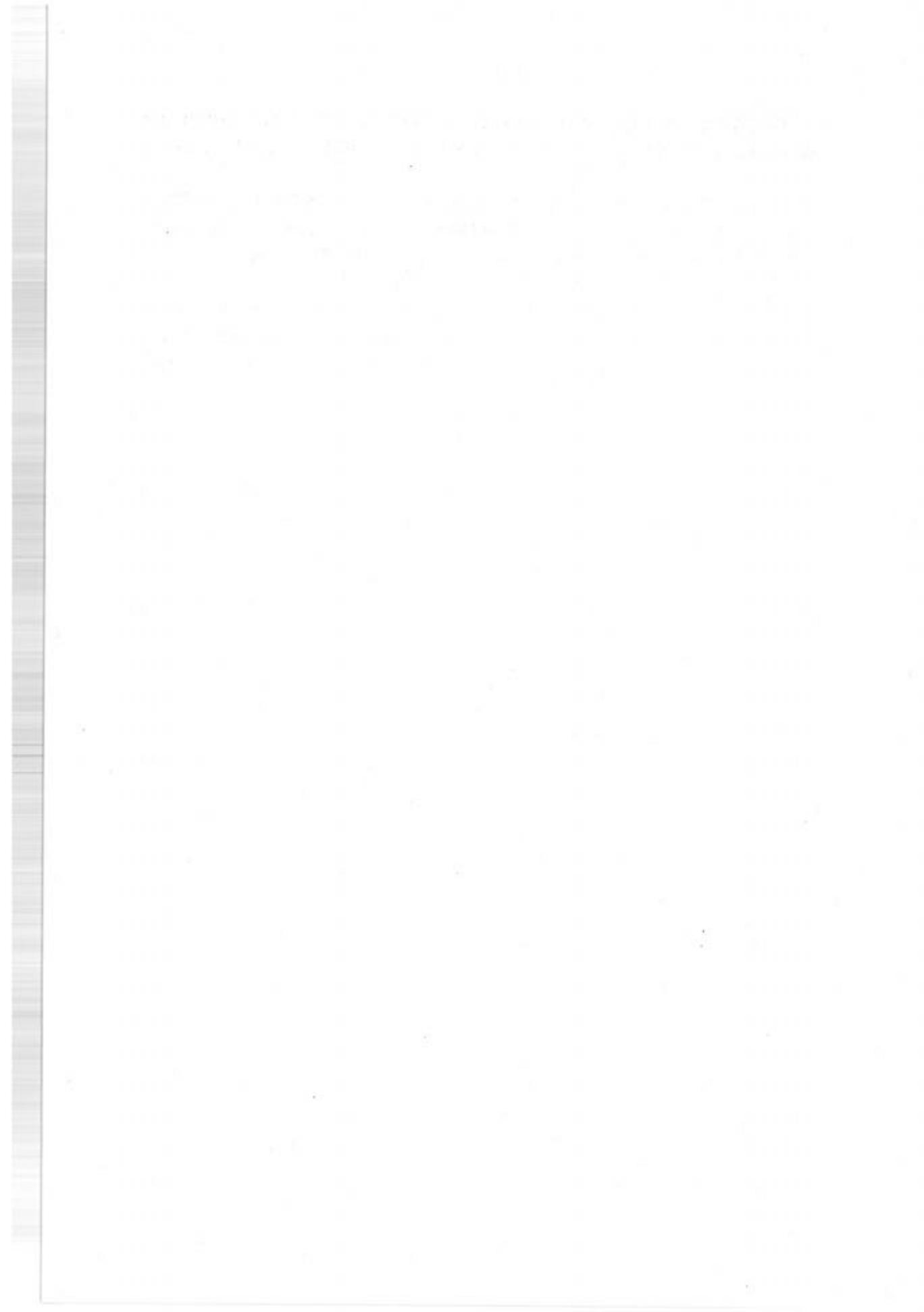
自然は「らせん」を好む。DNA 然り、アミロースやアミロペクチン然り、ポリペプチド然りである。この「らせん」の美しさに魅せられ、この「らせん」を表現するために WinMOPAC 3.9 Professional を用いた教材づくりを数年間続けてきた。残念ながら、そろそろソフトとハードの限界に来たようである。

参考文献

- 本校研究集録 44 集（2002 年）p. 33～45 WinMOPAC を用いた分子モデルの教材開発（第 1 報）－有機化合物の異性体を中心に－ 岡 博昭・杉井信夫・井野口弘治
本校研究集録 44 集（2002 年）p. 47～57 WinMOPAC を用いた分子モデルの教材開発（第 2 報）－糖類を中心に－ 岡 博昭・杉井信夫・井野口弘治
本校研究集録 44 集（2002 年）p. 59～70 WinMOPAC を用いた分子モデルの教材開発（第 3 報）－アミノ酸・ペプチドを中心に 岡 博昭・杉井信夫・井野口弘治
本校研究集録 45 集（2003 年）p. 53～62 WinMOPAC を用いた分子モデルの教材開発（第 4 報）－合成繊維を中心に－ 岡 博昭・杉井信夫・井野口弘治
本校研究集録 45 集（2003 年）p. 63～76 WinMOPAC を用いた分子モデルの教材開発（第 5 報）－合成樹脂を中心に－ 岡 博昭・杉井信夫・井野口弘治
本校研究集録 47 集（2005 年）p. 75～84 WinMOPAC を用いた分子モデルの教材開発（第 VI 報）－DNA を中心に－ 岡 博昭
本校研究集録 49 集（2007 年）p. 87～98 WinMOPAC を用いた分子モデルの教材開発（第 VII 報）－200 原子以上からなる有機化合物の分子モデルの作成とその教材化の研究－ 岡 博昭
理化学事典第 5 版 岩波書店

summary:

Fujitsu Ltd. WinMOPAC 3.9 Professional can indicate a model beyond 200 atom. The polypeptide of the α -amino acid which contains a benzene ring showed α -helix.



21世紀の学校をめぐる雑感

—「複雑系科学」と「情報革命」から学ぶ—

おか もと よし お
岡 本 義 雄

Some thoughts for school and education in the 21th century inspired from "Complex system sciences" and "Information Technology revolution".

OKAMOTO Yoshio

抄録：21世紀に生きる若者に考えてほしいことを授業の合間や、HRなど折に触れ、生徒に語ってきた。それらのうち『複雑系科学』と『IT革命』に触発されて語った幾つかの話を“誌上中継”的形で紹介する。内容は『クラス作りの方針』、『真の学力について』、『21世紀をどう生きるのか？』など多義にわたる。いずれもそれまで支配的だった20世紀の学校文化や伝統に縛られずに、生徒を取り巻く状況の変化や彼ら自身の要求にも根ざしたものを考えた。基本概念は『最適解幻想』、『団結から協同へ』、『モティベーションからインセンティブへ』など、これまであまり教育界では語られなかった新しいキーワード群で構成される。なお、これらの用語とその背景となった『複雑系科学』『IT革命』との関係は本稿では簡単に触れるにとどめた。

キーワード：複雑系、最適解幻想、TCP/IP、バレート則、ロングテイル、Web2.0、多様性、長州五傑

I. はじめに

筆者が教員最後の職場と考えて、本校に赴任して早くも8年が経過した。教員としての最終章を迎えるにあたって、折に触れ考えてきた根源的な問い、すなわち「なぜ学校で学ぶのか？」、「どのように未来に向けて生きるのか？」など、教師として21世紀に生きる若者に伝えたいこと、考えてほしいことを、時折、生徒や保護者に対して語ってきた。ここではそれらの話を元にして事実関係を整理再構成し、「誌上仮想中継」の形でまとめるにした。さらにそれらの話のヒントになった、近年進展が目覚ましい「複雑系科学」や「IT情報革命」との関わりについても最後に簡単に触れたい。なお、背景や論理のきちんとした構築や資料等の検索が、まだ現時点では十分でないので論文の形ではなく、不完全な構成のエッセイの形を取ることをお許しいただきたい。読まれる方の何らかの参考になれば幸いである。

II. 21世紀のクラス作り

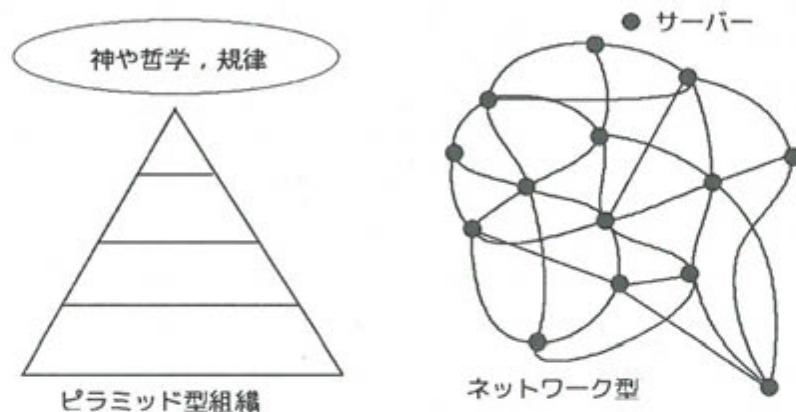
△月△日

<高校1年生最初のHR>

クラスの運営方針として、中学生までの耳なれたスローガン「クラスの団結」を捨てて「クラスの協同」を選びたいこと（黒板に「UnityからCollaborationへ」と大きく板書）。そのために別にみんながクラスのために心を1つにする必要なんてどこにもないこと。みんなは自分の個性を大事にして、同時に他人の個性も尊重すること。でもそれだけならクラスの運営や行事は各自がばらばらでパワーが出ないこと。そこで組織を「The Internet」

のメカニズムに学んで運営したいことを告げた（ところで何で The が付くのだろう？）。

インターネットの凄いところはあれだけの世界を網羅する巨大なシステムが、それまでの会社や政府組織などで支配的だったピラミッド型の組織運営ではないことにみんな気づいてほしい。インターネットにはどこにもその運営に責任を取る偉い人などいない。校則や会則めいたものもどこにもない。何かインターネットで困ったことが生じても、それは使う人の自己責任で処理される。誰もインターネットの責任を訴えることはできない。でもそんな頼りなげに見えるインターネットが実際は見事に何年もまったく止まることなく日々活躍している。その秘密は一体何なのか？それは TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) プロトコルにあると私は思う (P はプロトコルの頭文字)。プロトコルはあの京都議定書の「KYOTO Protocol」(約束事) だよね。インターネットの正体って何だかわかる？



実は上の図の右側に書かれたような、世界中に点在するサーバー（実は電源を強化したパソコンそのもの）とそれを網の目のように繋ぐ電話線（あるいは光ケーブル）で代表されるネットワークだけ。このネットワーク上のどこかの場所にみんなの PC は接続されるということだ。このネットワーク全体はケーブルがサーバーを拠点として輻輳する蜂の巣のような Web と呼ばれる結合をしている。元々米軍が核戦争を想定して、どこかが核攻撃を受けても、その通信ネットワーク全体は簡単に死なない、またすぐに修復可能なネットワークの構築を構想した。その構想を大学や研究機関が先取りして試行が始まった (CERN や JUNET など) と言われる。

その本質はサーバー同士の簡単な約束事 (TCP/IP) だけで情報 (メールや Web Page や電子取引などの電子情報、しかもその内容は 2 進数の電気のオンオフの信号に過ぎない) を交換する。その内容は、「まず自分 (つまりサーバー) に世界で 1 つしか存在しない番地 (IP アドレスといわれる) をつけて、自分に関係する情報は自分ところのサーバーに取り込み、そうでない情報は隣のサーバーに転送する」という、たったこれだけの簡単なルール。それだけであの「ジ・インターネット」は運営されている。もちろん情報はパケットという細かい情報の束にされていることや、これを交換する際のサーバー同士の信号のやりとりに関してちょっとした工夫はあるのだけど、基本はこれだけ。

これに対してピラミッド型で運営される既存の組織は、その運営にあたって組織の決まりや約束事を細かく決め、命令の流れは上から下への一方向、さらに場合によっては社訓や標語などで、組織員の心まで1つにすることを要求する。例えば軍隊の命令系統はこの典型的な例とされる(*註1)。さらにそれだけで足りないときは、上の左図のようにシステムの外部にスーパーシステム(つまり神や絶対者)まで置いて、すぐに横道にそれる人間を脅して管理したり、制御しようとする。この2つのシステムの根本的な違い。——これって凄くない?

そしてそれを真似てクラスを作ったらどうなるか。ちょっとわくわくしてこないかな? クラス運営や行事の度に、自分のできる範囲で隣の人と協力する。みんなはサーバーになった気分で情報を伝える。そのときちょっとした気遣いだけでよい。みんなで1つの心を合わせスローガンを作る必要などさらさらない。結果として自分たちのクラスがうまく行けばそれでいいんじゃない?『君はただ愛を愛とだけ、信頼を信頼とだけ、その他同様に交換できるのだ』って今は人気のなくなったかの社会主義思想を研究したマルクスが、昔若いときに言ってた言葉だけど、そんなシンプルな情報交換の本質だけで、クラスが協力して運営できればこんなすばらしいことはないと思うけどどうかな?

*註1 1993年ソマリアで18名の戦死者を出し撤退した米軍は、その反省から従来の階層型(ピラミッド型)からネットワーク型に変えた組織“21世紀の軍隊”(Force XXI)を作ろうと現在、試行錯誤しているという。軍隊もピラミッド型組織の限界に気づいたということ。

III. 真の学力とは

◇月◇日

〈進路に関する高1生保護者説明会〉

最近、みなさんのお子様を見ていると1つだけ気になることがあります。それは有名大学に入るということを前提にして、それに至るもっとも最短で苦労の少ない道がどこかにあって、自分がそれに乗っているか、そこから少しでもはずれていないかということをとても気にする生徒さんが多いということです。でもそもそもそんな最短で都合のよい道が本当にあるのでしょうか?確かに結果としてそのような道が最適解としてあとで見付かるということを否定しません。ただ私がいいたいのはそれをあらかじめ予測可能なのかという問題です。

私は最近「複雑系」科学というものに興味を持ってこれを少し勉強しています。その中で、現象の予測という問題が出てきます。例えば私の専門ですと、『地震予知』という問題があります。かつては地震や地殻変動の観測の精度をあげるといつかは地震の尻尾を捕まえることができると信じて1960年代の半ばから30年以上の地道で精密な観測が続けられました。結果はどうなったのか。神戸の震災が起きた1990年代半ばには予知という最初の看板そのものが間違っていたのではないかと考える研究者が多くなりました。『自然現象の中には予測が簡単なものとそうでないものがある』ということが、本当の意味でわかつた最初の瞬間ではないかと私は考えています(*註2)。物理学では昔からこれらの予測の難しい自然を相手にする力学は『非線形力学』と呼ばれていました。例えば天気現象がこ

れに相当します。それらの方程式が計算式の初期値に極めて敏感で、ちょっとでも最初に入れる値を変えると、計算結果がまるで違ってくることをローレンツという気象学者が発見しました、彼はこのような現象を『カオス』と名付けました。註にある Bak という人の発見で地震もそのようなカオスの性質を持つ現象の 1 つだと考えられるようになったのです。

経済現象にしてもそうです。1997 年のノーベル経済学賞はブラック・ショールズ方程式というデリバティブ（金融派生商品）の価格変動をモデル化できるとする経済学理論を研究した 2 人の学者マイロン・ショールズとロバート・マートンに与えられました（*註 3）。ところが当時その 2 人を雇っていて、飛ぶ鳥を落とす勢いだった米国のヘッジファンド『LTCM（ロングタームキャピタルマネジメント）』は、その翌年の秋、アジア通貨危機とそれに続くロシアのデフォルト（債務不履行）を予測できず、巨大な損失を出して破綻してしまいます。つまり人間の心理が入る経済活動の予測は、自然現象である地震の予測よりさらに困難であることも証明されました。

翻って、人間の複雑な活動の集積である『学習』や新たな『技能の獲得』などという現象があらかじめ予測可能なのかというのは、これらの問題よりもはるかに難しい問題だと私には思われます。現在でも難しい技能や芸術の会得は、徒弟制度に依存することが多いのは、これらのノウハウの一般的な数式化が大変難しいからだと思っています。つまり最適解など事前に予測できず、親方や師匠の技を個々の弟子達が彼ら自身の方法で盗み取ることしか未だに技能を会得する方法は存在しないのです。ところが受験産業は上記のような性質を含むはずの学力の獲得や入試の突破という目標にたいして、そこに王道があるかのように主張して布教を続けます。この道を辿ればそれが一番の近道であるのだと。これを私は学力獲得における『最適解幻想』と呼んでいます。

私の短い経験で言っても、勉強や学問の本質は実は、様々な一見無駄に見える努力の蓄積にあったのではないかと思うことがよくありました。かつて受験生のころ 1 年間、自宅浪人を経験した私はあるとき、数学雑誌の問題への自分の答えがどうしても解答と合わず 1 ヶ月悩み抜きました。次号が発売されると最後のページにたった 1 行、ミスブリのお詫びが載っていました。私の 1 ヶ月の努力は無駄だったのでしょうか？ 今なら決して無駄ではなかったと自信を持って言えます。その 1 ヶ月の試行錯誤の経験はその後、私が様々な答の出ない問題に出くわした際に考えを巡らすとき、必ず何らかの肥しになっていると思うのです。

少し話題を変えます。最近生物学とりわけ『ヒトゲノムの解読』でわかってきた事実の一つに、人間のゲノム（遺伝子配列）にはわけのわからない冗長な遺伝コードの羅列やその繰り返しが多量に含まれている。ある推定ではそれがゲノム全体の 97% を占める今まで言われます。その部分の働きがまだよくわからないことから、『ジャンク DNA』と呼ばれているそうです。私は生物学の専門家ではないのでその学問的に正しい説明はできないのですが、私が日頃担当している地球科学の方からの類推で私の考えを述べると、これは生物が地球の過去何度も生じた、大量絶滅を生き延びるために残した知恵ではないかと考えができるのです。一見まったくの無駄に見える冗長な遺伝子コードが、とてつもない地上のカataストロフのさなかに、その生物を生き延びさせるために何らかの役目を果たす。そんな夢のようなことを想像しています。

考えてみると私達の経験もこれに似ています。膨大な数の無駄な経験や、何もせずに

ぼーと過ごした日々がどこかで生き生きと目を覚まして役立つように見える。そんなことを何度も経験しています。生徒たちにはぜひこの点を考えてほしいと思っています。2つの道があるのなら、決して楽な方の道をとらず、ぜひ未踏で困難な道に挑戦する勇気と意気込みを持ってほしいと思っています。早く『最適解幻想』の呪縛から解き放たれてほしいと願っています。そして願わくば『学問』を何らかの目的のための手段としてのみ考えるのではなく、それこそが人生の最終目標になるように『学問』の魅力に取り付かれてほしいと思うのです。

*註2 地震の予測が難しいということは、最初にPer Bakというベルギー人の物理学者が1980年代の末に『自己組織化臨界現象(Self Organized Criticality, SOCと略記)』という概念を見出したことが大きい。彼は砂が不斷に上から少しづつ落とされて、形作られた砂山では、小さなサイズの山崩れから砂山全体をゆるがすようなシステムサイズの山崩れが、全体としてある法則に従って発生することを見つけた。その山崩れの大きさと個数の関係は自然地震に見られるサイズと個数の関係(グーテンベルグーリヒター則と呼ばれる地震学では有名な関係)に極似し、地震も上記の砂山と同じような『自己組織化臨界状態にある地殻内で発生する』と考えた。このモデルからは地震の正確な予測が極めて難しいことが導かれます。

*註3 彼らのモデルはデリバティブの価格変動が、長い目で見ると醉歩(ランダムウォーク)のような変動幅が正規分布で記述できるということを前提にするようである。そしてその正規分布の中央値から、ある時期ははずれたように見える利率の債券などは必ず元に復帰するという予測を立てて、レバレッジという手法で多量の投資をしへ利潤を上げようという戦略を取った。

IV. 21世紀を生きるにあたって

○月○日

<2学期終了にあたってのHR>

1年間の総括として、これからみんなに勉強してほしいことを少し述べます。それは21世紀の世界にやっかいなものとして立ち現れそうなものとして、「原理主義」と「グローバリズム」の2つを考えてほしいということです。他者と意見や環境を異にしたとき、他者の意見を取り込んで自分の側を柔軟に修正し適応を図るのか。あるいは間違っているのは他者であるとして、あくまで自分の立場をかたくなに守るのか。このとき、後者の立場を取る<極端な原理主義>は、まず世界を解釈する体系から説き起こし、完膚なきまでの世界を解釈する体系を作ります。それはあたかも万物の起源を見事に説明したアリストテレスのように、一見そこに完全なる世界が記述され、また未来を予想する未来図が書かれます。その未来に向かって戦うことは聖戦であり、それに歯向かうものはすべて敵であると定義されます。人々は完璧な座標軸を天下りに用意され、そこから自分がどれだけれているかを常に気にして、ずれてきたのは勉強や修行が足りないからだと思い、一身腐乳に自分を鍛える。それは宗教だけにはよらずある場合にはほんの身近なことへの判断にも現れます。たとえば環境保護の動きのなかでの極端な『環境<原理主義>』などにも先鋭的な形で噴き出します。

それに対決しうる思想は今のところ、生物進化の歴史に学ぶしかないように思われます。生物は新たな環境にもの見事に適応し、たとえば他者を自己目的のために絶滅させることなどほとんどなかつたように見えます。逆にある環境に特化しそこで先鋭化した生物はある時代に我が世の春を謳歌したかも知れませんが、まず例外なく滅んだように見えます。したがって生物の歴史の中ではあまり敵を作らず、のんべんだらりとテキトーに暮らしていた生物の方がかえって長い時代を生き延びてきたように見えます。かつて細胞は敵として他者であったミトコンドリアを自分の内部に取り込み生かすことを考えました。それは現在解明中の各種の生物のゲノムが証明していることです。また熱帯雨林で見られる生物共生の実態はこの方向が間違っていないことを告げています。ここから考え方の多様性、そして異なる価値観や思想を認め合うこと。またそれらが混在して共生すること。これこそが今私が考える<極端な原理主義>に打ち克てる唯一の道だと思われます（*註4）。

それに対してもうひとつのやっかいもの。『グローバリズム』はなかなか手ごわいものに見えます。なぜなら『グローバリズム』は私には、一部の議者が批判するほど私たちの生活にとって悪いものには思えないからです。パソコンやインターネットがこれほど普及したのも『グローバリズム』の結果として安価なPCが供給され、世界標準としてのTCP/IPという約束事が普及したことが大きいのです、また『グローバリズム』の結果、広く普及した小型ビデオカメラや携帯電話は、一方では独裁国家や軍事政権などの暴政を、現地から世界に発信しつつあり、民主主義の発展にも寄与しています。

そもそも『グローバリズム』とはインターネット上の百科事典 wikipediaによれば『多国籍企業が国境を超えて世界的規模で経済活動を行うこと、全地球的に市場原理主義を押し広げることをいう』と定義されている。そしてグローバリズムの結果富む国はますます富み、貧しい国はますます貧しくなるといわれてきた。しかし多分この言葉のすべてが真実とは言えない。先ほど述べたように、貧しい国であっても『グローバリズム』の結果、携帯電話やインターネットは普及し始めているし、大量生産されるTVやパソコンなどの電気製品も少しづつ手の届く価格になくなりつつある。

それでは『グローバリズム』はよいことばかりだろうか？懸念される点としてはインターネットなどの操作を通じて情報の独占や操作が起こる可能性があること。また地方の独自文化や国別の文化、習慣などが破壊されてしまうなどの平準化の問題が大きい。さらにその市場原理主義の結果、たとえば環境問題への配慮を怠ったり、人間の健康を害しても儲けようとする企業が現れたりする可能性が出てきます。さらにこれによって富んだ国は資源を求めるために他国を侵略する可能性（これは必ずしも軍事的なものとは限りません）もあります。またときには文明に背を向けて、素朴な暮らしを続ける”権利”を人々から奪っているのかも知れません。

こうした問題に 21 世紀に高校生となった皆さんはぜひ目を向けて、勉強を始めてほしいと思っています。

*註4 アマゾンの豊饒な熱帯雨林がなぜ保護されなければならないのか？決して二酸化炭素を吸収させて地球温暖化を防ぐためでも、かわいそうな自然を守るためにもなく、そこに住む多様な生物を絶滅させないことで、人類や地球上の生物の今後の進化にかかわるDNA バンク（銀行）の多様性を失わせないためが大きいと述べる生物

の専門家もいる。

V. 21世紀を生きるにあたって（その2）

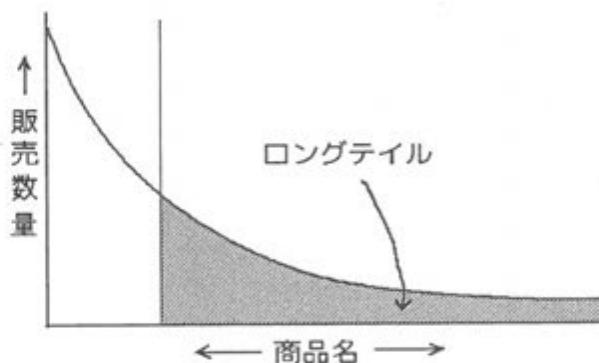
○月○日

<2学期終了にあたってのHR>

これから世の中に流行りそうなテーマ。「パレート則」と「ロングテイル」の話。

どこの社会や組織でも、その組織のために一生懸命働いている人は2割で、あの8割の人は結構テキトーでその人たちの働きで食べているとか、銀行は2割の裕福な顧客との取引で利益の8割を得るとか。あるいはコンビニの商品のうち全体の売り上げの8割を占めるのはわずか2割の売れ筋の商品だとか、身近で経験的に言われるこうした現象は経済学や社会学の立場から「パレート則」や「20-80則」などと言われてきました。1980年代以降、商品宣伝技術の浸透でこの傾向は顕著となり、商店での品揃えはこの売れ筋の商品を意識したものに変わっていったといわれます。

ところが2004年10月ネット上の雑誌WIRED誌の編集長だったクリス・アンダーソン（Chris Anderson）は『the Long Tail』という記事を発表し、オンラインDVDレンタルショップの米Netflixやオンライン書店のAmazon・コムなどでは、これら「パレート則」が成り立たない新たなビジネスモデルが始まっていると書いて注目を浴びます。つまりこれらのネット企業では、顧客の2割の人が購入している売れ筋商品が稼ぎの大半を占めるのではなく、むしろ年間そんなに数の出ない商品でも世界の恐ろしい数の消費者を相手にするとその塵が積もって、これらの細々とした売り上げが、売れ筋商品の売り上げを凌駕する可能性があると初めて指摘したわけです。下の図がロングテイルを示します。



これ以降このようなビジネスモデルを重視した、新たなネット上の企業の試みや経済活動を、経済やITビジネスの専門家は『Web2.0』と呼び表した（*註5）。その代表的なサイトには上記Amazonのほか、売り上げや注目度がすでにIT企業の古豪マイクロソフトの牙城に迫ろうとする勝ち組検索サイトGoogle、最近急速に注目を浴び始め、Googleに買収された動画投稿サイトのYouTube、写真投稿サイトのflickr、個人オークションサイトのe-Bay（日本ではyahoo オークション）、さらには誰でも編集可能でフリーなネット上の百科事典 wikipedia、また日本で人気のネット上の人気掲示板2chなども広い意味で

この仲間に入るだろう。

これを私たちのクラスでの日常に関連して解釈すると、これまでクラスのような組織は2割のやる気のある人、つまりリーダーが残りの8割のその他大勢の人たちを引っ張って、行事などを運営しておけば良かった。しかしこれからはロングテイル。すなわちあとの物を言わない8割の仲間のことをしっかり考えたり、あるいはこれらのおとなしい仲間からの提案や、やる気、さらには行事に対する考え方の多様性に配慮していかなければならぬということ。さらに凄いアイデアが案外この残りの8割の人たちから生み出される可能性のこと。そして残りの8割の人たちこそ本当は行事や、クラスの運営に実は深く関わっていることを意識すること。そうすると何か新しいクラスの雰囲気が生まれると思うのだけどどうかな？これが私の考えるロングテイルを意識した『21世紀型クラス Ver2.0』なのだ！

*註5 単なるwebサイトをブラウザなどで見たり、メールを個人に送ったりするだけのネットの使い方をWeb1.0とし、この新しい形はその発展形なので2.0となる。

VII. 未来は険しいのか？

×月×日

<地学のある授業にて>

今まで様々な場所で環境問題やエネルギー問題が議論されてきました。しかしこの問題を私はあまり深く授業で取り上げて来ませんでした。なぜならこれらの問題に対して、そもそも若い世代の皆さんには何の責任もないからです。今まで地球環境を悪くし、エネルギーの無駄遣いをしてきたのは我々大人の世代の責任だからです。これらの問題は我々大人の世代が死ぬまで責任を果たすために努力すべき問題です。定年になったからもういいという種類の問題でないと考えていました。

それではこれらの問題を放っておいて、皆さんの未来は明るいのでしょうか？私は一言でいってこれらの問題に対する悲観論を信じていません。未来は明るいと思っています。なぜならこれまでのこの種の問題。たとえば私が小さいときに「あなた方が大人になってときには<石油はなくなるだろう>、<核戦争で世界を滅ぶだろう>」とさんざん大人達から脅かされていました。でも結果はごらんのとおりです。我々はびんびんしています。

私がなぜ楽観論に立つかというとこの種の『脅しの悲観論』は未来の技術開発の可能性を考えに入れていないからです。たとえば石油探査や掘削の技術は地味な技術ですがこの50年間に飛躍的に進歩し、石油の可採掘埋蔵量は増え続けてきました。また青色発光ダイオードは中村修二さんという日本人が発明しましたが、これを利用した白色LEDの発光効率はすでに白熱電球の3倍、蛍光灯の1.5倍近いところまで達し、まだまだ効率が上がるとされています。もし、将来世界中の電球をすべてさらに効率の上がった白色LEDに換えれば世界のエネルギー問題は革命的に改善されます。

さらに環境問題についていふと、私の意見はこの問題は本質的に、科学技術と経済学の問題だということです。そしてそのための静かな、しかし根本的な改善の努力がなされています。それには大きく2つあります。科学技術の面からは、今のところ太陽や風力の利用は限定されていますが、これにも『青色発光ダイオード』的発明がこれからなさ

れるに違いありません。さらに私が言いたいのは、この青色発光ダイオードを発明した中村さんは、その特許を取得した自分の勤務したいた会社を相手どって200億円の成功報酬を要求する裁判を起こしました。私はこの裁判の行くえに注目しました。結果、発明の対価はわずか8億円に値切られて終わったようですが…。この世紀の発明に対する対価に失望した中村さんはアメリカの大学に請われて頭脳流出してしまいました。

私は数年前、ある地球科学の専門家の学会で、絶滅への道を歩む地学教育の振興に関しての話を頼まれ、「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」という主張をしました。若い世代は確かにTVの『プロジェクトX』を見て感動するだろうけど、それで彼らが技術者や科学者を自分の進路に選ぶかというと疑問符がつきます。なぜなら医者や弁護士を選べば、まずまず大人になってからの生活は保障されそうですが、技術者や科学者を選んで、将来そうなるかというと、現在の理系学部のオーバードクターの気の毒な生活ぶりを見るととても夢を抱けない現実があります。もし本当に日本の国が優秀な研究者の頭脳流出を避け、若者に科学を真剣に学ばせたいのなら、科学で飯を食べれる制度や、さらに言えば科学者、技術者として成功した人は、プールのある家に住んで休日にはヨットを走らせることのできるような優雅な生活を保障すべきなのです。この私の主張を会場の前に座っていた学会の偉い先生方は苦笑いしながら聞いておられましたが、若い大学院生たちの表情は真剣だったことを覚えています。

もうひとつ、環境問題を解決する手段は上の主張とも関係しますが、環境問題を「美しい地球を守りましょう」という情緒や「壊れやすい地球を守れ！」という強制と取り違えてはいけないということです。今まで歴史上このような情緒的なスローガンや強制を伴う処置で、何か新たな制度が長続きしたことは皆無であると考えています。

この目的達成には環境問題を『経済学』の立場から保障していくことです。何か自分の行動がお金になれば人々は生活を変え始めます。社会を変えるためにはそのお金を有効に使うのです。今日、私は通勤電車で隣の人の経済新聞の見出しを見て驚かされました。その見出しへには「これからは『CO₂本位制』」という文字が躍っていました。もちろんこれは二酸化炭素排出権取引に端を発した新しいビジネスのことを意味するのですが、私はこれは凄い発明だと思います。経済学や社会学、法学など文系の学問にはまだまだこの問題にコミットする十分な余地があると考えています。

皆さん（筆者註：高校2年、3年の地学選択者）は文系に進む人が多いのですが、理系の研究者や技術者でも安心して食べることのできる社会をぜひ作ってほしい。また、環境問題を文系の立場から解決する知恵を図ってほしい。それは社会学や経済学や政治学の問題なのだと。また忘れずに言いますが今日ここで勉強している地学という科目もこれまで学んできたことからわかるように地球環境問題の本質と密接にリンクした学問なのです。そう考えて私はみなさんに地学の授業をしているのです。

VII. 一流ということ、時には大胆にまた謙虚に

☆月☆日

〈年が改まって最初の学期の始業式のHR〉

年が改まったので、少しお話しをします。5年前の冬、本校の地学部がボーダフォンという携帯電話会社が主催する科学コンテストで2位になりました。1位になればイギリス

旅行がプレゼントされたのですが惜しいところでした（笑）。その最終審査は皇居のすぐ横にある英國大使館で開かれました。私達はまだ 9.11 テロの余韻が残り、とても警戒が厳しい大使館の門をおそるおそるくぐり、待合室に案内されました。早かったのでまだあまり他の学校は来ていません。ロココ調の落ち着いた洋室はおそらくこの館が築かれた明治時代からあまり変わっていないのでしょう。調度もどっしりとした椅子やテーブルなど初めてみるようなものばかりです。落ち着かずきょろきょろする私たちに奥の丸いテーブルの上の写真が目に入りました。若き日の皇太子と雅子妃が菊の紋章のついた銀の分厚い縁の写真立てで微笑んでいました。その隣にはこれも若き日のトニー・ブレア（当時の英國首相）が青いカッターシャツで腕まくりをしてポーズを取っています。英國と我が皇室の関係を強く印象づけられた瞬間でした。そして暖炉の上には大きな海戦を書いた油絵。トラファルガー海戦との説明が読みました。有名なネルソン提督率いるイギリス艦隊がフランス・スペイン連合艦隊に勝利し、制海権を手にする戦いの絵です。おそらく数 100 万円は下らない値打ちのありそうなこんな絵が、四方の壁のそこここに掛けてありました。

執事の方が運んでくれた本物の英國産紅茶をいただきながら不思議な気分になったことを覚えています。そしてその後始まったプレゼン発表の審査の休憩時間に廊下に出た私の視野に、その写真は何気なく飛び込んできました。次の写真がそれです。



これが誰だかわかるでしょうか？色褪せた古い写真には 5 人の正装した日本人の若者が映っていますが、彼らこそ英國から尊敬を込めて『長州五傑 (Choshu Five)』と呼ばれた井上馨、遠藤謹助、山尾庸三、伊藤博文、井上勝（いずれも後の名）の 5 名の長州藩士たちです。

彼らは幕末の 1863 年、藩主より英國行きの密命を受ける。もちろん當時密航はご法度。見付かれば死罪という危険を犯して英國に旅立つことを決意する。そのとき若干 20 才そこそこの若者ばかり。また当時の長州藩も凄かった。徳川幕府側との内戦ですでに藩の財源は払底している。しかし江戸の藩邸の金庫番は、この青きほおの若者たちに日本の将来

を托して、銃を買う予定の予備金一万両のなかから1人千両、5人で五千両（現在の価値では2億円あまり？）を用立てたという。そして何よりもその後の死を賭しての彼らの密航。商船の舷側に張り出した中空の桁に掴まりながら用を足し、地獄の船酔いにもがき苦しめながらも、はるかに希望峰を回って未知の国に旅立った。若者の志の強さといさぎよさ。そしてそんな若者たちに日本の将来を托した当時の藩主や大人たち。時代の変わり目にはこんな桁外れな人々が自然に現れる。

地球の反対側から苦労を重ねてやってきた彼らに、英国は敬意を払い大事に持てなし、当時の近代学問を授けていく。その後帰国した若者たちは、それぞれ内閣総理大臣や鉄道、造幣局、工学など明治の日本の礎となった。その留学中の写真がこの写真だった。その写真をさりげなく大使館の廊下の壁に掛けて、英國は日本人である我々に何を語りかけようとしたのか？——ほんの1世紀あまり前、貴方の国はまだ近代文明を知らず、ちょんまげでいつも刀を持ち歩いていた野蛮国だったのです。その国に近代文明や西洋の礼儀や外交を一から教え導いたのは我々なのですよ。と決して押し付けがましくなく、それとなく示唆してくれているように思えた。——おそるべし United Kingdom！少し世界を席巻する車やTVを作つて経済が豊かになり、GNPが世界何位になったといったところで驚いてはいけない。

この英國の余裕こそ一流国の姿なのだとそのとき深く胸に染みた。生徒諸君にはぜひこの一流とは何か。またこの『Choshu Five』と呼ばれた若者たちの凄さ。そしてそんな若者の将来を信じて自分たちの未来を托した大人たちがかつてしたこと。こんなことを少し考えてほしいと、今日は年の始めにあたって話をしました。

VIII.まとめと議論

以上、編集し誌上採録した『21世紀に向けて生徒に伝えたいこと』に関して、最初に述べた『複雑系科学』、『IT情報革命』などとの関連を元にキーワード（昔風に言うならスローガン）をメモすると次のようになる。なおこの記述はまだ構想段階であり、本論は未完であることをご了承いただきたい。

1) まず『複雑系科学』の進展の成果を教育現場に採り入れるという方針から

・『複雑系』という新たな視点（カオス、フラクタル、自己組織化臨界現象）

→既視感と閉塞感が支配する新しい時代に対して、新しい科学の可能性と人間社会なんてまだちっともわかっていない（ここで逆説的に“伝統”や“勘”的生きる道があるのだが——）ことを指し示す。したり顔の大人たちや、逆に情報化の中で未来に幻想を持たなくなった若者（宮台、1995）に対して、如何に語りかけるか。

・『最適解幻想の打破』

→受験産業からのプレッシャーに負けないために（非線形力学からのヒント）

→人と異なる道を歩むことの重要性

→本校のような実践や経験に根ざした学校作りの戦略の重要性

→若いときに経験した努力や活動で無駄であったことなどひとつもない！

- ・『生物大量絶滅と JunkDNA の話』
 - 『多様性』こそ我々が生き延びる道。みんなが違うということ。これが大事。これまでみんなと同じになることを強制されてきた。
 - “群”からの自立を目指すことの重要性
- ・『他人や隣人へのリスペクト』
 - 自殺者年間3万人超。なぜこんなに生きにくいのか？（空気を読むことと周りに流されないこと。管理ばかりしたがる人間の増加）
 - なぜ隣人を攻撃する言説ばかりがネット上の掲示板を飛び交うのか？
 - マスコミに氾濫する、偽装ネガティブキャンペーン。食品偽装は確かに悪いが、賞味期限超過くらいではまだ誰も死んでいない！
- ・『原理主義とグローバリズム』、『環境問題（地球温暖化問題）』
 - 21世紀の基本思想。特にこれから経済学の果たす重要性。さらにこれらを学ぶことの意味

2) 『IT 情報革命』から学ぶ視点から

- ・『団結から協同へ』（ハーケン） あるいは『ピラミッド型からネットワーク型へ』
 - 複雑系科学からの新たな人間組織への提案。“根性”や帰属意識に基づいた古い組織論との決別
 - 企業や組織の経営学から多くの参考にすべきアイデアが提案されつつある。
 - 軍隊ですらピラミッド型組織からネットワーク型を模索し始めた。

単純なルールで複雑な組織を運営する技として

- ・『TCP/IP プロトコルの衝撃』
 - 多重通信網（フェイルセーフシステム）、エラーチェック、ランダム送信タイミングなどデジタル情報ならでは技巧

さらに、情報革命の2段階めとして

- ・『パレート則とロングテイル、Web2.0 の衝撃』
 - 世の経済動向の中での注目すべき現象。これらの考えはまだ教育界にはほとんど導入されていない。
 - 先進的な分野（特に経済や経営の分野）に学ぶところは学ぶ（長く続く「古き良き学校文化や伝統」との折り合い）

3) 一方教育サービスを受けとる生徒の側の文化の変容に対応して

- ・『モティベーションからインセンティブへ』
 - 対価なくして行動なし。いつまでも古き良き時代の学校文化、伝統、夢や情熱のみ

に依拠した教育論は時代遅れ。

・『ペシミズムからオptyミズムへ』

→昔から繰り返された<最近の若い者は——><今世界は——になる>思考の停止

→環境教育を考え直す。世界の現状の責任は大人世代が死ぬまでに取るべきで、若者に責任を押し付けるのはおかしい！

・そして大人の側の『説明責任』

→なぜ、受験勉強以外の教科を学ぶこと。行事やクラス活動、クラブ活動に汗を流すことが重要なのかを、理詰めできちんと提示する。そして、それが自分たちの進路や長い人生にとって必ず役に立つことを納得できる言葉や経験でもって示す。

などと簡単にまとめ得る。なお、これらの詳細な解析は次稿以降に譲りたい。今後は『複雑系科学』の成果を生かした『21世紀の教育学』を如何に創出していくのかが次の課題となる。

IX. 参考文献あるいは本稿のためにインスピレーションを与えてくれた資料など

1. 宮台真司：「終わりなき日常を生きろ」，1995
2. 浅田彰：「逃走論 スキゾキッズの冒険」，1984
3. 村上春樹：「アフターダーク」，2004
4. ハーケン，高木訳：「自然の造形と社会の秩序」，1985
5. 高安秀樹：「経済・情報・生命の臨界ゆらぎ—複雑系科学で近未来を読む」，2000
6. マルクス，城塚他訳：「経済学・哲学草稿」，1964，p.186～187
7. D.Raup：「Extinction: Bad genes or bad luck?」，1992
8. パレート図：<http://www.atmarkit.co.jp/aig/04biz/paretochart.html>
9. P.Bak, C.Tang, and K.Wiesenfeld, Self-Organized Criticality, Phys. Rev. Lett. 59, 381(1987).
10. ロジャー・ローエンスタイン/東江・瑞穂訳「最強ヘッジファンド LTCM の興亡」日経ビジネス人文庫
11. Chris Anderson :『The Long Tail』
<http://www.wired.com/wired/archive/12.10/tail.html>

これ以外に、ネット上のフリーの百科辞典 wikipedia や有名・無名の Web サイトからも様々なモティベーションやアイデアをいただいた。

筆者の本稿に関連する内容の発表として、

岡本義雄：モデルを意識した地学教材、とくに地震分野、地球惑星科学関連学会 2004 年
合同大会特別公開セッション講演要旨，64-75

Yoshio Okamoto: Controversy-based Earth Science, Fifth International Geoscience
Education Conference' 2006 (GeoSciEd V) Abstracts, 51

<http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/yossi/GeoSciEd5/Controversy/pub/index.html>

岡本義雄：論争地学試論 2006, 日本地球惑星科学連合 2006 年大会, 講演要旨
http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~yossi/2006_Rengo/2006_Rengo.pdf
岡本義雄：地学とりわけ地震教育, 次の 10 年, 2002 年日本地震学会秋季大会要項
http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~yossi/mgp/2002_fall/index.html
などを参考にされたい。

なお本稿の作成にあたり, 2007 年度「青松会研究補助金」の一部を使用しました。感謝申し上げます。

Summery:

We have sometimes talked about our discipline toward the future at a class or a meeting which the younger generation has to consider. Among the discussions, we present here some contents inspired from "The complexity sciences" and "The information technology revolution" as a virtual lecture. The themes extend variously, for example, "how do we live in the 21st century?", "our policy for class management", "what is the true scholastic attainments?" etc. They are based on an environmental change among the students and a demand of their own, taking off from the old-fashioned or traditional school-life of the past century. The fundamental concepts, fewer discussed by educational experts at present, are composed by the new keywords such as "An illusion for the optimal solution", "From unite to collaborate" or "From motivation to incentive". The relation between the above keywords and the backgrounds, eg. "complexity sciences" and "IT revolution", is less described in this article and the details will be discussed later.

マイクロスケール実験を活用した理科授業の実践（II）

— 中和反応を中心に —

三木 康宏

The Practice of the science class that utilized a Microscale Experiment(II)
—Mainly on neutralizing reaction —

MIKI Yasuhiro

抄録：理科授業において、抽象的概念と具体的な事象を無理なくつなげて探究し、問題解決していくことは重要な課題である。本研究は、微視的な世界に広がるイオンへの認識を深め、中和反応における概念形成とその定着をねらいとする、教材開発と授業実践を試みたものである。

キーワード：マイクロスケール実験、イオン、中和反応と電導性、定量実験、粒子概念

I. はじめに

1. マイクロスケール実験

マイクロスケール実験¹⁾については、本校研究集録²⁾に概要を発表した。その主なメリットは、次の4点である。

- ①グリーンケミストリーの考えに基づく実験
- ②実験時間の短縮と準備作業の軽減
- ③生徒一人一人が実施できる実験
- ④生徒自らが実験デザインできる。

2. 新学習指導要領の動向

現行の中学校学習指導要領でイオンについては、3割削減の対象となったものの発展学習として復活するに至った。そして、新学習指導要領では履修内容となる予定である。このことを文科省の田代氏が次のように説明している。³⁾

中学校理科、改善の基本方針

第1分野については、「エネルギー」「粒子」などの科学の基本的な見方や概念を柱として内容を構成し、科学に関する基本的概念の一層の定着を図る。例えば水溶液の電導性、原子の成り立ち、イオンなどを指導する。

科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、生徒が目的意識を持って観察・実験を主体的に行うとともに、観察・実験の結果を考察し表現するなどの学習活動を一

層重視する。その際、観察・実験の結果を分析し、解釈するなどの科学的探究の能力の育成に留意する。

新学習指導要領においては、時間数の増加が見込まれているが、イオンだけでなく他の内容も新たに履修しなければならない。イオンの実験をするにあたっては、以前と同等の時間が確保されるとは考えにくい。やはり短時間で効果的な実験方法を考えいかなければならないであろう。また、イオンのような目に見えないミクロの世界を取り扱うことは、生徒にとって実感の得ない抽象的な事象として捉えることが多い。目に見えないミクロの世界が目の前の事象と繋がることは、抽象的な概念の具現化となる。その橋渡しとなるものは、粒子概念を用いたモデル化であると考える。

以上の理由からイオンの学習をするにあたって、粒子概念を用いたモデル化とマイクロスケール実験を活用した定量実験を行うことが必要であると考えた。

II 授業実践のねらい

イオンとは、「電荷をもつ原子または原子団(分子も含む)」と定義⁴⁾されている。また、その生成過程については「中性の原子または原子団が1個または数個の電子を失うか、あるいは過剰に電子を得て生じるもので、このような過剰でイオンになることをイオン化または電離という。」⁴⁾とされている。すなわち、負の電荷をもつ電子が出入りしたために、電気的に中性な原子や原子団が正または負の電荷を帯びたものを「イオン」という。したがって、「原子」と「イオン」の違いは「電荷を帶びていない」か「電荷を帶びているか」の違いであるといえる。そこで、イオンの存在を認識させるためには、イオンが「電荷を帶びている粒子」ということを実感させることが必要である。その手段として、電場によるイオンの移動や中和反応による電導性といった実験をあげることができる。マイクロスケール実験を活用したイオンの移動については、すでに研究発表⁵⁾を行った。今回は中和反応と電導性を題材として取り扱うこととした。

中和反応と電導性の実験は、イオンが電荷を持った粒子として捉えることで、その数量的な増減が電流値に反映されるため、粒子概念の形成に効果的な実験であるといえる。しかもマイクロスケール実験の導入により、少人数で短時間に実施できるため定着度は高いと考えた。よって、マイクロスケール実験を活用して、中和反応の電導性の変化を定量的に測定できる教材開発を行う。そして、イオンの認識が深まり中和反応での概念形成につながる授業実践を行い検証することをねらいとした。

III. 授業実践の計画

1. 実践日時と対象

授業実施は2007年10月、本校中学3年生（男子79名女子80名計159名）を対象に行なった。

2. 指導目標

授業実践においては、次の3点を指導目標とした。

- ①中和反応で塩と水が生じることを粒子モデルで理解させる。 <習得>
- ②中和反応を電流値の変化と指示薬の色の変化で捉えることにより、目に見えないミ

クロの現象を認識させる。<活用>

③中和反応で体積や濃度の変化、さらに生じる塩の水溶性によって、電流値の変化を表したグラフの中和点が移動することを予想し、実験方法を考えさせる。そして実験を行い、結果を分析、考察することで科学的探究の能力を育成する。<探究>

このように、①習得②活用③探究のステップを踏んだカリキュラム構成により、イオンの認識と中和反応の概念形成と定着を指導目標とした。

3. 指導計画

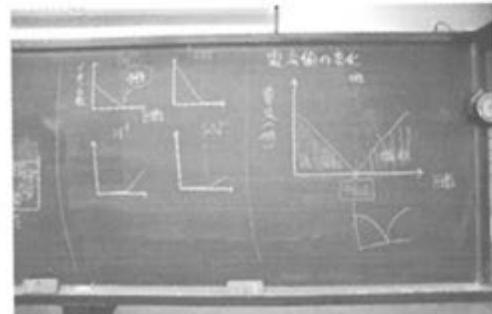
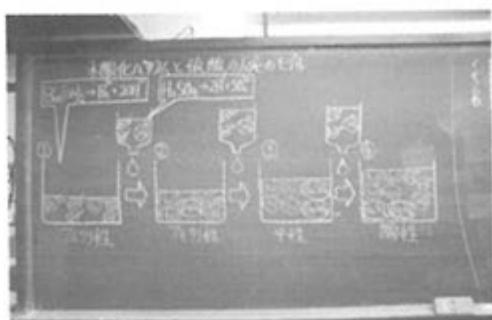
1時限目	講義「中和と塩」
2時限目	講義「塩について」
3時限目	実験「中和反応と電流値の変化(I)」
4・5時限目	実験「中和反応と電流値の変化(II)」
6時限目	報告会

IV. 授業実践の内容

1. 講義「中和と塩」

一般に中和反応を説明するときに、酸とアルカリに塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を用いることが多い。互いが1価のイオンであるがため、生徒にとって理解しやすいからだ。しかし、生成する塩が水溶性で無色のため、塩の生成を視覚的に実感しにくい。さらに電流値の測定を行うと、中和点では0mAにならず、グラフの形がきれいなV字型になりにくい点で生徒は混乱してしまう。そこで、硫酸と水酸化バリウム水溶液に変えると、中和反応で生成する塩が難溶性で白濁するため、塩の生成が視覚的に理解されやすいと考えた。さらに電流値の測定を行うと、中和点では0mAとなりグラフの形がきれいなV字型になる。つまり、中和点前ではイオンの総数が減少して中和点ではイオンがなくなり、中和点後ではイオンの総数が増加していることを電流値の変化で捉えることができる。よってイオンの増減が生徒にとって視覚的に理解され、イオンの認識につながると考えた。さらにBTB溶液の色の変化だけでなく、硫酸バリウムの白濁の濃さが変わることからも、ミクロの世界で広がる事象を捉えやすくなると考えた。

授業では水酸化バリウム水溶液に硫酸を滴下すると、混合液内で $\text{Ba}^{2+} \cdot \text{OH}^- \cdot \text{H}^+ \cdot \text{SO}_4^{2-}$ のそれぞれのイオンの総数がどのように変化するか、粒子概念を用いたモデルで解説した。そして、BTB溶液の色の変化や電流値の変化を生徒に考えさせながら中和反応の理解を促す内容とした。

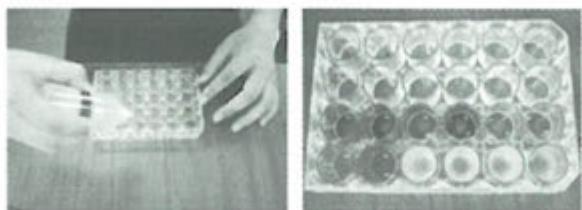


2. 講義「塩について」

中和反応によって生じる塩には、難溶性の塩以外に水溶性の塩もある。そのことを塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和反応で解説した内容である。塩とは酸の陰イオンとアルカリの陽イオンが結びついた物質であり、機械的に組み合わせて化学式が作れることを説明して塩の物質名を予想させた。そして、生成する塩が水溶性であることに気付かせた。

マイクロスケール実験の特性の一つは、短時間に実施できることである。そこで定着をはかるため、授業時間内にセルプレートを使った定性実験を行った。そのときの実験方法を次に示す。

24セルプレートを使って、横一列目の各セルに水酸化ナトリウム水溶液を4滴ずつ入れる。塩酸を端のセルから、1滴・2滴・3滴・と滴下する。同様に横二列目の各セルに水酸化バリウム水溶液を入れ、硫酸をそれぞれ滴下する。



この実験は中和反応を視覚的に捉えさせることを目的とした。ただし、水溶性の塩が生成する中和反応では、中和点で電流値が0mAにならないことは伏せておき「中和反応と電流値の変化(II)」の仮説検証実験で生徒に考えさせることにした。

3. 実験「中和反応と電流値の変化(I)」



本時の実験内容は前時の定性実験に対して、中和反応を定量的に捉えた実験である。つまり電流値の変化を測定することによって、1時限目に行った講義内容を検証させることを目的とした。実験プリントは資料1に示す。

(1) 準備物

実験は2人1組で行った。実験器具と薬品は次の通りである。

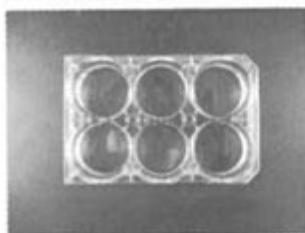
器具 6セルプレート、20mLビーカー、2mL注射器、10mL注射器、安全メガネ
USB電源装置1式、電流計、クリップ付き導線、電極2本

薬品 硫酸(0.1mol/L)、水酸化バリウム水溶液(0.1mol/L)、BTB溶液
※濃度表示は重量パーセントで生徒に示した。

(2) 実験器具の詳細

6セルプレートは、IWAKI製(3810-006)を使用した。注射器はTERUMO製(SS-10ESz:10mL用)(SS-01T:2mL用)を使用した。電極は腐食のことを考えステンレス線を採用し、液量の変化による表面積の変化量を押さえるために直径が0.3mmのものにした。これをセルの壁には

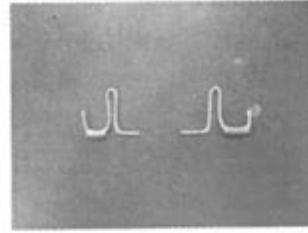
まるのように折り曲げて固定した。USB電源装置は、5Vの安定な定格電圧が得られることから採用した。費用の面から考えて、携帯電話の充電用で市販されているUSBコードと充電用2またはアダプターを購入した。USBコードの一端はワニ付きクリップに取り替え自作した。次の各写真は使用した実験器具である。



6セルプレート



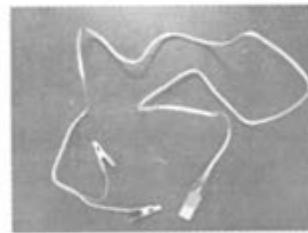
2mL, 10mL 注射器



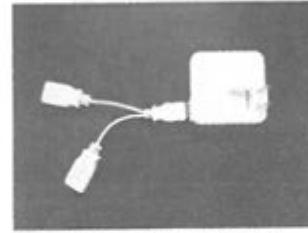
ステンレス電極



セルに取り付けた電極



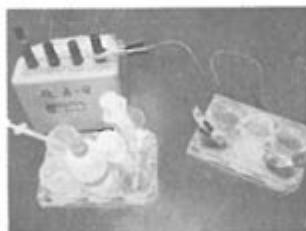
USBコード



充電用 2 またはアダプター

(3) 実験方法

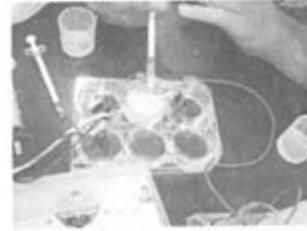
下の写真のように実験装置を組み立てた。セルに水酸化バリウム水溶液を2mL入れ、BTB溶液を半滴加えた。そして、硫酸を0.1mLずつ加えるごとに電流値とBTB溶液の色の変化を調べ、グラフ化を行った。



実験装置



アルカリを入れる



酸を滴下し電流値を測定

BTB溶液を半滴としたのは、電流値への影響を抑えるためである。また、水酸化バリウム水溶液に硫酸を滴下していく方法をとったのは、D. A. MacInnes 氏のデータ⁶⁾より水素イオンの移動度が他のイオンと比べ非常に高い値を持っている。そのため水素イオンの増加がすぐに電流値に反映されると考えた。実際に比較実験を行ってみると、硫酸に水酸化バリウム水溶液を加えていくより、水酸化バリウム水溶液に硫酸を加えた方が中和点以降のグラフの立ち上がりがはっきりと出てくることが分かり、V字型として表現しやすくなかった。ただ、先に水酸化バリウム水溶液をセルに入れることによって、空気中の二酸化炭素と反応して表面に炭酸バリウムの白い沈殿物が見られた。そのことが電流値に誤差となって生じるため、できるかぎり機敏に計測を始める必要があった。なお、使用した薬品量は1セットで水酸化バリウム水溶液2mL、硫酸はおよそ4mLであった。1クラスあたり水

酸化バリウム水溶液 40mL、硫酸 80mL の使用量ですんだ。また、実験時間は 15 分程度で終わりプレートの洗浄も簡単なため、時間内に再実験が可能であった。

(4) 実験結果

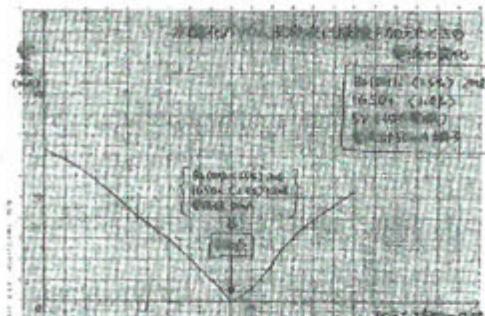
図 1 は、生徒の実験レポートから抜粋したグラフである。中和点は水酸化バリウム水溶液 (0.1mol/L) 2mL、に対して硫酸 (0.1mol/L) 1.8mL の結果が得られている。

中 3 はモル濃度は未習であるため酸とアルカリの量的関係を算出することはできない。今回の目的は、中和点での量的関係を立証させるのではなく、水溶液中でイオンといったものが、粒子概念を通じていかに認識

できるかである。よって、このように V 字型のグラフが定量実験でかけたことは、イオンの増減を視覚的に理解する上で効果は大きいと考えた。ただ中和点では電流値が 0mA になる前提があるため、グラフの作成時に X 軸までおろす指導が必要であった。なおこの実験は、坂東氏の「中学校理科における中和反応のマイクロスケール実験」⁷⁾を参照し改良を加えたものである。

(5) アンケート

実験後、4 クラス 159 名に対してアンケート調査を行った。その結果を次に示す。



<図 1>

◎今日行ったマイクロスケール実験について

	大変良い 普通 良くない				
	①	②	③	④	⑤
1. この実験に興味を持てたか。	28%	59%	12%	1%	0%
2. 実験方法は簡単であったか。	32%	43%	19%	6%	0%
3. 実験結果はわかりやすかったか。	25%	40%	24%	12%	0%
4. 実験の後片付けは簡単だったか。	28%	41%	28%	3%	0%
5. 実験全体がわかりやすかったか。	32%	46%	21%	1%	0%

◎通常の 4 人班でビーカーを使って行う実験と、今日のように 2 人 1 組でセルプレートを使って行う実験とどちらがよいか。

	マイクロスケール	通常の実験
マイクロスケール実験か通常か	97%	3%

<マイクロスケール実験と答えた人>

- ・自分で手順を確認しながら自分のペースで実験ができる。
- ・スケールが小さくてやりやすい。
- ・自分の手元でできるので変化が見やすい。
- ・実験結果がわかりやすい。
- ・自由にバリエーションが変えられるので楽しい。
- ・失敗しても自分の責任で他人に迷惑がかからない。
- ・マイクロスケール実験の方が使う量も少なく簡単にできる。

- 4人でこの実験をやっても何もしない人が出てしまう。さらに今日のように班で2つの結果があるので比較できる。
- 自分が実験に関われる方がいい。実験をしたという感じがのこる。
- やり方が簡単で片付けも早く終わった。
- 色の変化が見やすい。
- あまりスペースを使わずに多くの実験ができる。

◎今日の実験の感想、意見、要望を書いてください。

- 色が変わらなくて間違えたかなと焦ったけれど、中和点がわかつてよかった。
- 実験の結果もわかりやすかった。
- 緑にするのが難しかった。
- 中和を通り越してしまい、緑になったのが見られなかった。
- 緑の瞬間が、すぐに青になったり黄色になったりしてできなかつた。
- 細かく電流などみれてよかつた。
- 液を定量ずつ入れていくだけなので、やりやすかつた。
- 中和点をきちんと見れなかつた。
- いつ変わるかわからなかつたので集中して実験ができた。
- 本当に中和点を見つけるのが難しい。注射器の使い方も下手だつた。
- 色はきちんと変わつたし、電流も予想どおり変化したのでわかりやすかつた。
- 小さい注射器とか初めて見るものがあつて、興味がわいた。
- 目盛りを10分の1まで読むのが難しい。
- 小さくコンパクトでわかりやすかつた。
- 量の調節が難しかつた。
- 携帯電話のUSBの電源を使うなど、いつもとちがつて驚いた。
- 白くにごついて色がわかりにくかつた。

(6) レポート

生徒のレポートの一例を次に示す。

目的：水酸化カリウム水溶液のpHを測定して、電流の變化を調べよう。

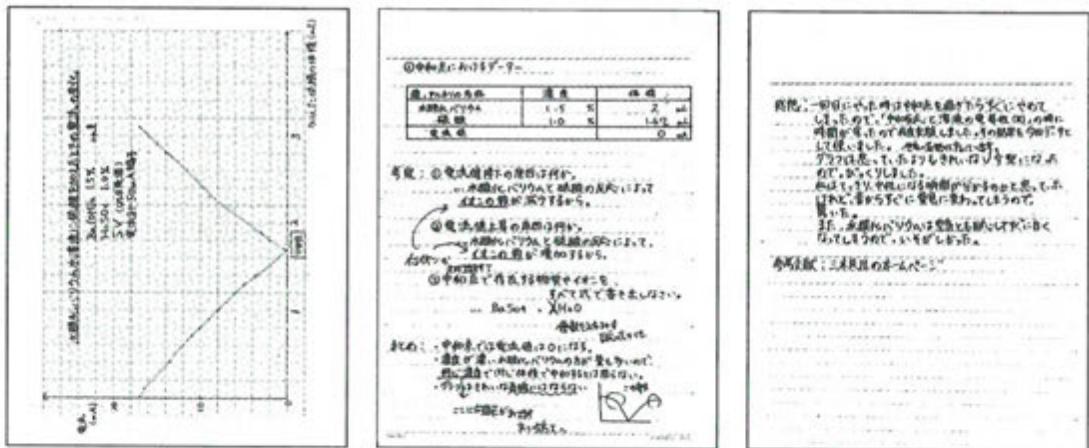
準備：(器具) リモコン(4), 電池(4), ハサミ(1), 両面テープ(1), 線形抵抗(1), 10Ω電流計(1), 安定化二極管(1), ワイヤード端子(1), 金剛(4), 電板(1), (電池) 乾電池(1.5V), 過酸化ヒドロゲル水素 BTB 溶液(1.5%水素)

方法：①モニタ用リモコンの電池を取り付け、電流計、BTB 溶液を用意する。
 ②モニタ用リモコンを接続して水酸化カリウム水溶液を注入する。
 ③モニタ用リモコンを接続して水酸化カリウム水溶液を注入する。
 ④モニタ用リモコンを接続して水酸化カリウム水溶液を注入する。
 ★注釈：(1)モニタ用リモコンの電池を取らず、BTB 溶液を用意する。
 (2)モニタ用リモコンを接続して水酸化カリウム水溶液を注入する。
 (3)モニタ用リモコンを接続して水酸化カリウム水溶液を注入する。
 (4)モニタ用リモコンを接続して水酸化カリウム水溶液を注入する。
 (5)モニタ用リモコンを接続して水酸化カリウム水溶液を注入する。



結果：◎高い3つめのアーティファクト				
電池数	0	0.1	0.2	0.3
電流	0.1	0.2	0.3	0.4
pH	8.5	6.4	5.9	5.2
時間	1.1	1.1	1.1	1.0
電池数	0.0	0.1	0.2	0.3
電流	1.0	1.1	1.1	1.1
pH	8.5	7.7	6.6	5.5
時間	1.1	1.1	1.1	1.1
電池数	0.1	0.2	0.3	0.4
電流	1.1	1.1	1.1	1.2
pH	8.5	7.7	6.6	5.5
時間	1.1	1.1	1.1	1.1
電池数	0.2	0.3	0.4	0.5
電流	1.1	1.1	1.1	1.1
pH	8.5	7.7	6.6	5.5
時間	1.1	1.1	1.1	1.1
電池数	0.3	0.4	0.5	0.6
電流	1.1	1.1	1.1	1.1
pH	8.5	7.7	6.6	5.5
時間	1.1	1.1	1.1	1.1
電池数	0.4	0.5	0.6	0.7
電流	1.1	1.1	1.1	1.1
pH	8.5	7.7	6.6	5.5
時間	1.1	1.1	1.1	1.1
電池数	0.5	0.6	0.7	0.8
電流	1.1	1.1	1.1	1.1
pH	8.5	7.7	6.6	5.5
時間	1.1	1.1	1.1	1.1

結果が予想通りの傾向



4. 実験「中和反応と電流値の変化(Ⅱ)」

本時の実験内容は、前時の「中和反応と電流値の変化(Ⅰ)」に続き、酸とアルカリの反応に対して、提示されたある課題について結果を予想し、それを立証するための実験方法をプランして検証することを目的とした。つまり中和反応における仮説検証実験である。そして、4人班の共同作業で取り組ませる班学習の形態をとった。実験プリントは資料2に示す。

(1) 課題設定

授業者から提示した課題は次の通りである。

課題1 水酸化バリウム水溶液と硫酸の中和反応で、水酸化バリウム水溶液の濃度もしくは体積を変えて硫酸を加えると、中和点はどうなるでしょうか。

課題2 水酸化バリウム水溶液と硫酸の中和反応に比べ、他の酸とアルカリの組み合わせでは、中和点はどうなるでしょうか。

そして、課題に対し仮説を立て、その理由を班で話し合わせた。

(2) 準備物

実験のスタイルは前時の実験(Ⅰ)と同じであるが、各班で仮説を実証するための実験プランを立てるため、使用できる実験器具と薬品を限定した。また、実験を行うまでの条件も提示することにした。実験器具、薬品と条件について以下に示す。

器具 6セルプレート(2), 電極(2), 電流計(2)

USB電源装置(2), クリップ付き導線(4), 安全メガネ

2mL注射器(4), 10mL注射器(5), 20mLビーカー(10)

薬品 BTB溶液, 塩酸(0.1mol/L), 硫酸(0.1mol/L)

水酸化ナトリウム水溶液(0.1mol/L)

水酸化バリウム水溶液(0.1mol/L), 蒸留水

※濃度表示は重量パーセントで生徒に示した。

条件 ・セルの容積は14mLである。

・用意された器具、薬品のみ使う。

・濃度を変えるときは蒸留水で薄めて作る。例えば1/2, 1/4, 1/5, 1/10



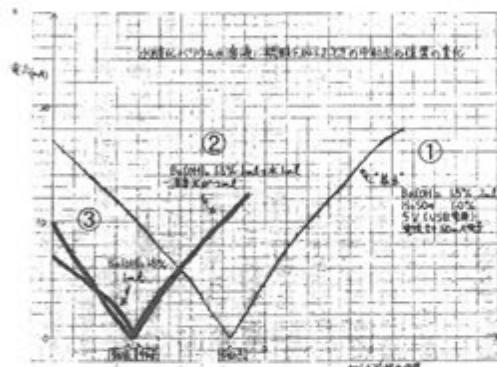
- データーをとつて必ずグラフ化し中和点を探す。そして、中和点の電流値、酸とアルカリの濃度、体積を提示する。
- 2日間で行う。実験はくり返し行ってよい。
- 実験方法は、対照実験の技法を使う。例えば濃度で比較するなら同じ体積の同じ種類で行う。つまり他のパロメーターと同じにしておく。
- 実験を進めるにあたって
 - 班で仮説設定→実験方法を決める→実験の分担
 - 2人で実験
 - 班でデーターの共有
 - 個人でレポート作成→班で発表準備→報告会

(3) 実験結果

図2, 3, 4, 5は生徒の実験レポートから抜粋したグラフである。

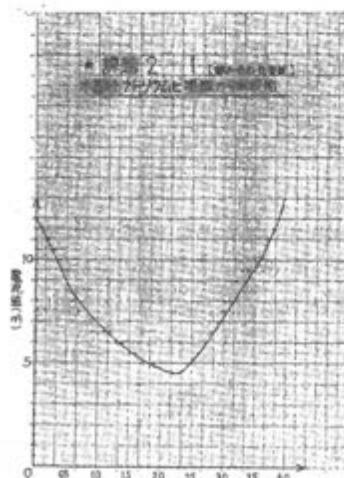
課題1において、図2の基本グラフ①の中和点に対して、グラフ②は水酸化バリウム水溶液に同量の水を入れ濃度を1/2倍にして実験を行った結果である。グラフ③は水酸化バリウム水溶液の体積を半分にして実験を行った場合の結果である。②③とも中和点が左側へ移動して、加えた硫酸の体積が約1/2になっているのがわかる。

<図2>

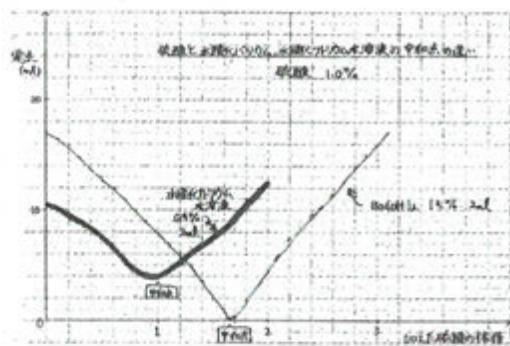


課題2において、図3のグラフは水酸化ナトリウム水溶液と塩酸の中和反応を調べている。この組み合わせの場合、生じる塩の水溶性から予想したとおり、中和点の電流値が0mAにならないのがわかる。また、各イオンの数の増減関係とそれぞれのイオンの伝導率の違いにより、グラフの形がシャープになっていない。

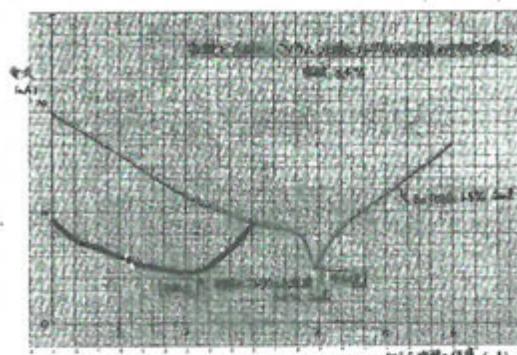
図4のグラフは、同量の水酸化ナトリウム水溶液と水酸化バリウム水溶液に硫酸を加えたときの電流値の変化を比較している。水酸化ナトリウム水溶液の場合は、水溶性の塩ができていることに気付く、さらに1価と2価の違いが、加える硫酸の体積量の違いで気付く。また同様に図5は、加える酸を塩酸にした場合であり、1価と2価の違いがよく表れている。ただ、中和点を予測する生徒もいたが、濃度が重量パーセントであるため、中和反応の量的関係を計算式で求めることは不可能であると気付いていた。中和反応を数量的に捉えており、さらにモルの概念が必要であることの下地ができたと考える。



<図3>



<図4>



<図5>

(4) アンケート

実験後、4クラス159名に対してアンケート調査を行った。その結果を次に示す。

◎今日の実験の感想、意見、要望を書いてください。

- ・自分たちで考えるのは楽しかった。
- ・仮説とちがっていたりして、その結果がはっきり分かってよかったです。
- ・理屈で説明されるのと、実験で結果から考察するのとで見事に結果が一致するところが多い。
- ・自分たちで仮説をたてないといけないので、みんなで真剣に話し合いができた。
- ・とても充実した。けどもう少し話し合いの時間がほしかった。考えて自分で確かめるのはとても楽しい。
- ・少しずつ酸を入れていって、緑色になるように微調整するのが面白かった。
- ・仮説が当たっているときすごく嬉しかった。科学者になった気分で実験できた。
- ・自分の仮説が覆されると何故かと疑問に思い、また仮説を立て直す。理科の研究に興味が持てた。
- ・自分で濃度を変えたり、組み合わせを変えたりできて楽しかった。
- ・自分たちでたてた仮説について、すぐに実験ができたので分かりやすかったです。
- ・思ったようにデータが出なかったりして難しかったです。
- ・条件をそろえることが難しかった。

5. 報告会

レポートをもとに、班別報告会を開いた。報告内容は①仮説と理由②実験方法③実験結果④考察と新たな課題として、事前にすべての班で原稿をまとめさせた。そして、原稿内容とレポートから抽出による班別報告会を行った。やはり原稿をまとめることで実験の再確認がなされ、互いのデーターを共有することで理解の浸透が得られたようだ。



V. 学習効果

1. 振り返りシート

授業実践後、生徒が振り返りシートに記入した内容の一部を次に示す。

「イオンをいろいろな観点で調べてみましょう。」で、何がわかりましたか。今まで書いてきたものすべてを見て、気付いたことなど自由に書きましょう。
この授業をする前に、僕はイオンについてほとんど何も知らないなかでした。かたくましくて 嫉なイメージがあつたけど、授業をうけて、イオニのおもしろさが分かって、特に多い入ったのはイオン反応式で、理解されていて楽しかった。

また、中性で緑色になる、というかべても美しいことを分かった。今まで、論理的にしか見てこなかったけど、自分で実験をしてみて分かる事もたくさんあったんだ、と思った。

小学校時に習った電流の概念にはイオンの存在があることがわかった。

イオンというのは単に陽子と陰子で電流が走っているだけが思っていたけれどいろいろお聞きがあったので、ぐくなく思いました。

酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液と中和させた実験で、「もしBTB液が緑、電流値が0.1(A)以下(0%)」という状態で止まるのが難しくて、中和点が、又物理上どこからきたか。だけど、「電子の受け渡しが電流値の反映」だから、もしやしたら、計算によって、この状況を作れるかもしれない、と思った。

「イオン」というと、なんらかの体に良さがある、という感じはイメージしきれなかったけど、イオンが存在する様子は物質の性質を用いていたんだと分かった。
今まで水溶液に関する知識は少しあるが、それ以上、イオンが薄んでいて、イオンが薄めたらこの世界では存在しないんだ、とちょっと少し想しました。

仕事の際にも、中和点が変わることに気が付いた。

イオンの存在を粒子として、あるいは電荷を持ったものとしてイメージする記述は、ほとんどすべての生徒で見られた。

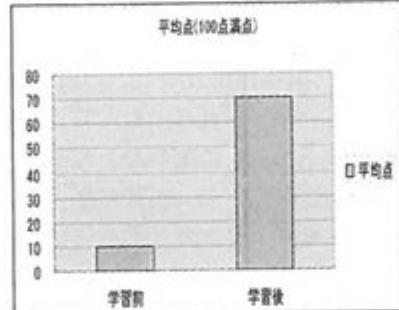
2. 理解度テスト

授業実践前後にペーパーテスト法による定着度を調査した。その結果が右のグラフである。テスト内容は資料3に示す。

「電解質」「電離」「イオンのでき方・表し方」

「酸とアルカリ」についてはすでに説明済みであった。また、中和反応による塩と水の生成は、1年次すでに説明済みであった。

事前テストでは、テスト結果は1割と非常に低く、特徴としては無回答の多いことが目立った。事後テストの結果では、7割の定着度が得られた。特に硫酸の滴下によるBTB溶液の色の変化(問(5))は、実際に実験で視覚的な体験を得ているため9割以上の正答率になっていた。また硫酸の滴下による電流値の変化(問(6))も、レポートでグラフ作成を行ったため9割以上の正答率になっていた。誤答が多かったのは、やはりイオンの種類と数を数えていく問題に見られた。誤答例を次に示す。



・ $[H^+]$ (2個)と書かずに $[2H^+]$ (1個)

・ H_2SO_4 が2つ水に溶けると $[H^+]$ (2個) $[SO_4^{2-}]$ (1個)

・イオン記号に+の符号がない。 $[H]$ $[SO_4]$

・硫酸や水酸化バリウム水溶液で陽イオンと陰イオンが同数になっていた。

・その他は、イオンの数あわせができていない誤答であった。

誤答例から見ると、解答の表現の仕方や係数の付け方、あるいは問題の内容を読み取る

段階での勘違いが見られた。イオンを粒子として捉え、量を数える点においては認識できたと考える。つまり実験を通して、目に見えないイオンといった事象を液性の色の変化や電流値の変化で実感し認識が得られたと考える。

VI. まとめと今後の課題

今回の実践を終えて、次の点が確認できたと考える。

- ・定量実験を行うことで、イオンを数量的に捉えることができ粒子概念の認識が深まった。
- ・仮説検証実験を行うことで、仮説を立て実験を行い、実験結果を分析して考察するなどの科学的探究の能力の育成に繋がった。
- ・レポート作成や報告会を行うことで、既習内容の定着が得られた。

また今後の課題については、今回の教材による学習効果を実験群と統制群で比較して、分析を深める必要性がある。そして、マイクロスケール実験を活用した、イオン全般におけるカリキュラムの構築化である。

参考文献

- 1) 萩野和子：「化学と教育」，46, 516-517(1998)
- 2) 三木康宏：本校研究集録第49集(平成18年マイクロスケール実験を活用した理科授業の実践)－電気分解とイオンの移動を中心にして
- 3) 田代直幸：文部科学省初等中等教育教科課程教科調査官 2007年10月全国中学校研究発表岐阜大会 講演演題「理科教育の現状とこれから」
- 4) 理化学辞典、第3版増補版 岩波書店 P69
- 5) 三木康宏：日本理科教育学会全国大会(愛知教育大学)論文集, P153(2007)
- 6) D. A. MacInnes：“The Principles of Electrochemistry,” Reinhold(1939)
- 7) 坂東 舞、芝原寛泰：「中学校理科における中和反応のマイクロスケール実験－中和熱の測定、電気伝導度の変化－」、理科の教育 通巻659号, 62-65 (2007)

Summary

A student easily connects an abstract concept and phenomenon, and researches it. And a student solves a problem. This process is an important problem in a science class. A student deepens recognition to an ion opening in the microscopic world. Furthermore, a student forms a concept in the neutralizing reaction and acquires knowledge. I tried teaching materials development and the teaching practice that utilized a microscale experiment to achieve the above-mentioned thing.

実験

テーマ 中和反応における電流の変化について、班別仮説検証実験を行う。

課題1 水酸化バリウムと硫酸の中和反応のとき、水酸化バリウムの濃度もしくは体積を変えて硫酸を加えると、中和点はどうなるか。仮説検証実験を行い考察せよ。

仮 説

予想：

理由：

仮 説

課題1において 水酸化バリウムと硫酸の中和反応に比べ、他の酸とアルカリの組み合わせでは、中和点はどうなるか。仮説検証実験を行い考察せよ。

仮 説

課題2において 水酸化ナトリウム(青)、1.5%水酸化バリウム(緑)

予想：

理由：

問 題

※各班で使用する器具と薬品は次のもののみとする。

器具：6センブルート(4), 電極(2セット), 電流計(2), USB電源(2)
クリップ付き導線(4), 1mL注射器(4), 10mL注射器(5)

20mLビーカー(10)

薬品：0.4%塩酸(黒), 1.0%硫酸(透明)
0.4%水酸化ナトリウム(青), 1.5%水酸化バリウム(緑)
蒸留水(白), BTB溶液

問 題

- セルの容積は14mLである。
- 用意された器具、薬品のみ使う。
- 濃度を変えるときは蒸留水で薄めて作る。例えば1/2, 1/4, 1/5, 1/10
- データーをとつて必ずグラフ化し中和点を探す。そして、中和点の電流値、酸とアルカリの濃度、体積を掲示する。
- 26(金), 30(火)の2日間で行う。実験はくり返し行ってもいい。
- 実験方法では、対照実験の技法を使う。例えば濃度するなら同じ体積の同じ種類で行う。つまり他のバロメーターを同じにしておく。
- 実験を進めるにあたって

①班で、仮説設定→実験方法を決める→実験の分担

②2人で、実験

③班で、データーの共有

④個人で、レポート作成→結果準備→発表(11/5)

解 説

注意：セルの洗浄は蒸留水、注射器とビーカーの洗浄は使う液で行う。
特にテープの色を間違えない。瓶底は汚い場に捨てる。
保護メガネをかける。

方 法

予想：

理由：

結 果

データとグラフ

考 察

課題1, 2の仮説に対する論証

- 仮説どおりの結果が得られたか。
- 結果(データー)を分析、解釈して自分の考えを論述しなさい。

わかったこと、まとめ

感 想

理解度テスト

問 硫酸 (H_2SO_4) に水酸化バリウム水溶液 [$Ba(OH)_2$] を少しづつ加えていくとき、水溶液中のイオンがどのように変化するかをモデルで考えてみる。ただし、硫酸と水酸化バリウムは、それぞれ水溶液中で次の①～②のように完全に離離している。また、硫酸イオン ($[SO_4^{2-}]$) とバリウムイオン ($[Ba^{2+}]$) は、次の③のように完全に結びついて白色の硫酸バリウム ($[BaSO_4]$) が生じる。

- ① 硫酸の電離 : $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$
- ② 水酸化バリウムの電離 : $Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2OH^-$
- ③ 硫酸バリウムの沈殿 : $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4$

(1) 最初の硫酸のモデルは、 H_2SO_4 が2つ水に分けたもので考える。このとき水溶液中に含まれるすべてのイオンの種類と数を例にならって書きなさい。

例) $[Mg^{2+}]$ (2個) () 内にイオンの記号、() 内に個数を書くこと

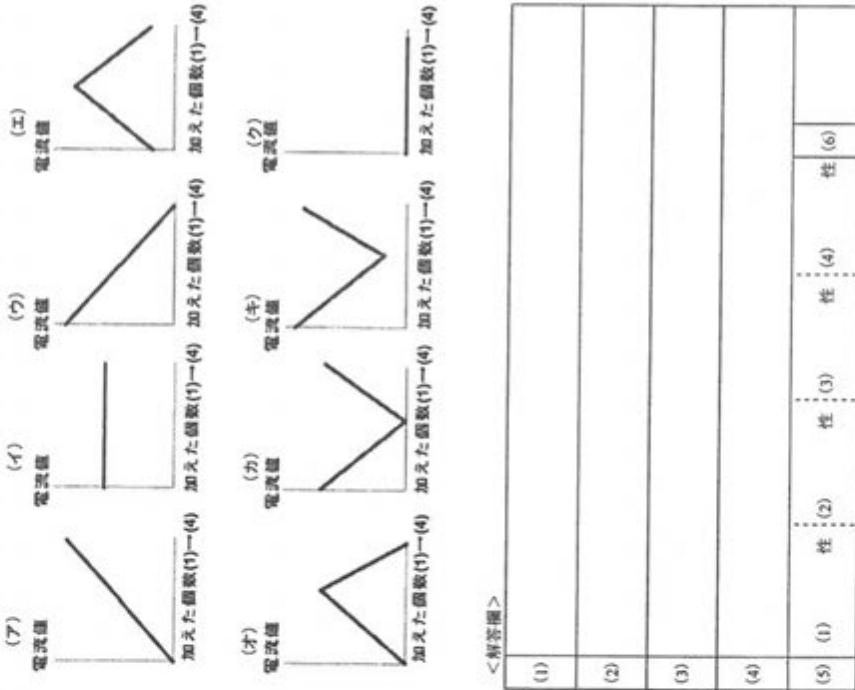
(2) (1)のモデルに $Ba(OH)_2$ を1つ加えるとすると、水溶液中のイオンはどのようになるか。水溶液中に含まれるすべてのイオンの種類と数を(1)の例にならって書きなさい。

(3) (1)のモデルに $Ba(OH)_2$ を2つ加えるとすると、水溶液中のイオンはどのようになるか。水溶液中に含まれるすべてのイオンの種類と数を(1)の例にならってかきなさい。

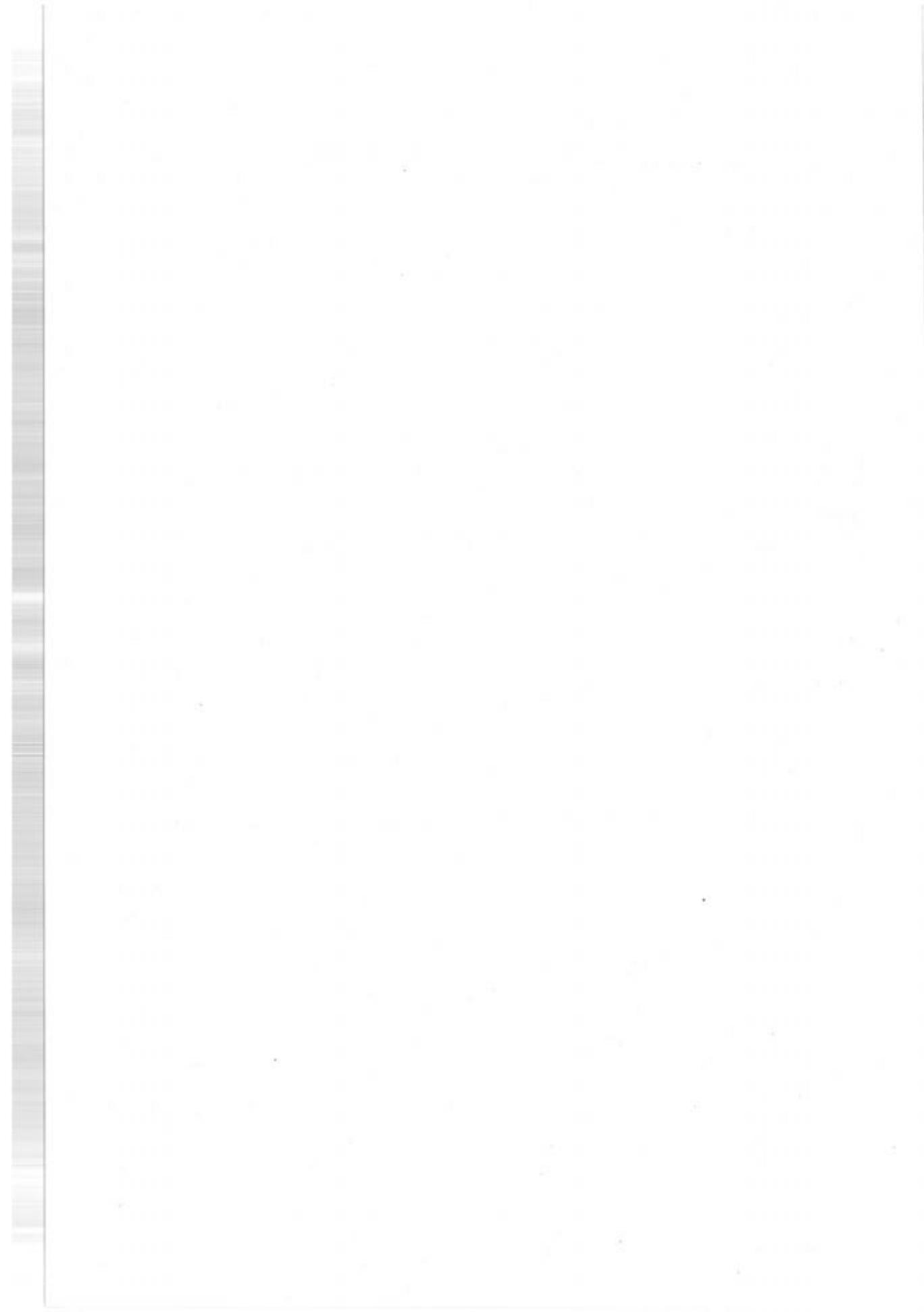
(4) (1)のモデルに $Ba(OH)_2$ を3つ加えるとすると、水溶液中のイオンはどのようになるか。水溶液中に含まれるすべてのイオンの種類と数を(1)の例にならってかきなさい。

(5) (1)～(4)の $Ba(OH)_2$ を加えた状態で、それぞれ何性になるか。

(6) 水溶液中に電離したイオンが存在すると電流が流れ。そして、その電流値はイオンの濃度(量)によつて増加するものと考える。(1)～(4)で加えた $Ba(OH)_2$ の個数と電流値の関係を簡単にグラフで表すとどのようになるか。次の(ア)～(ク)から最もあてはまるものを1つ選びなさい。



()組()番 氏名()



授業におけるブログの活用

もり 森 中 とし 敏 ゆき 行

Use of blog in class

MORINAKA TOSHIYUKI

抄録：教育活動におけるブログの活用を実践し、その教育的効果と可能性を検証した。具体的には、学校設定科目「生命論（生命）」・高2および高3選択生物の3科目で実践した。その後、授業選択生を対象にアンケート調査を行った。その結果、多くの場面でブログの利用が効果的であること、一方、運用面で問題点もあることも判明した。これらの実践について報告する。さらに、さまざまな教育活動における有効な活用の可能性を提案する。

キーワード：ブログ、コンピュータの活用、生物教育、学校設定科目

1. はじめに

ブログを利用するきっかけは、学校設定科目として実践している「生命論（生命）」であった。この授業は、生徒間のグループ討議を重要視しているが、一昨年度から、受講生が30名を超えてしまい、特に以下の4点について問題が生じることが懸念された。

1. 教員は多くのグループの議論を把握することができず、適切な指導が困難である。
2. 生徒は異なるグループの状況がまったくわからない。
3. 教員は複数のグループについて、類似の指導をグループ別に繰り返し行う必要がある。
4. 議論に時間がかかり、授業内ではなかなか議論が進まず、時間が不十分であり、前回の議論の内容が忘れられてしまう。

そこで、これらの問題を解決し、より効果的に指導することを目的に、2006年度4月よりブログの活用を試みた。その結果、他の授業での活用も十分可能であると思われたため、高等学校二年生さらに三年生の選択生物の授業でも活用を試みた。

2. ブログとは

フリー百科事典『ウィキペディア（Wikipedia）』には、「ブログ（Blog）とは、狭義にはウェブ上のウェブページのURLとともに覚え書きや論評などを加えログ（記録）しているウェブサイトの一種。「WebをLogする」という意味でWeblog（ウェブログ）と名付けられ、それが略されてBlog（ブログ）と呼ばれるようになった。現在、より頻繁に用いられている広義には作者の個人的な体験や日記、特定のトピックに関する必ずしもウェブに限定されない話題などのような、時系列で比較的頻繁に記録さ

れる情報についてのウェブサイト全般を含めてブログと呼称する。このようなウェブサイトの作成機能を提供するソフトウェアやサービスなどを指して呼ぶ場合もある。」と記されている。

右の図1がブログの概略を示したものである。開設者が、自分の記事や日記を、インターネット上に公開する。そのため誰でも記事を閲覧できる。さらに閲覧だけではなく、コメントを書き込むことができる。これらの管理は開設者がパスワードを用いて行う。記事（日記）やコメントは、プロバイダーのサーバーに収納されており、記事（日記）は、時系列や関連性で整理される。

ブログサーバーを提供している会社の数は多く、通常、容量の制限があるが、無料でソフトの提供も行っている。ワープロと同様の操作でブログが作成できる。さらに、インターネットを介してやり取りを行うため、端末（携帯電話でも可能）があれば、いつでもどこでも掲載することができる。また文字だけではなく、写真的掲載も可能である。

3. ブログの運用

現在、以下の3種類の授業でブログを開設している。

- ① 学校設定科目生命論（生命）：高校3年生対象 選択者32名 2006年4月開設
「附高 生命論」 <http://blogs.yahoo.co.jp/seimeiron>
- ② 選択生物：高校2年生対象 選択者86名 2006年9月開設
- ③ 選択生物：高校3年生対象 選択者48名 2007年4月開設
「附高天王寺 生物（高II・高III）」 <http://blogs.yahoo.co.jp/fukou50biology>

（選択者数は、いずれも2007年度のものである。）

②選択生物：高校2年生対象と③選択生物：高校3年生対象は、運営上の利便性から同一のブログ「附高天王寺 生物（高II・高III）」で行っている。
いずれも、画像は2GBまで、テキストは容量無制限で無料のYahoo!ブログを用いている。
運用方針は、いずれの授業でも基本的には同じであり、次の6点である。

1) 発言に責任を持たせるため匿名ではなく、記名で行う。

外部に開かれていることも考慮して、ニックネームとクラス出席番号を明記することにした。これによって発言が、選択生徒のものか、または外部からのものか識別できる。

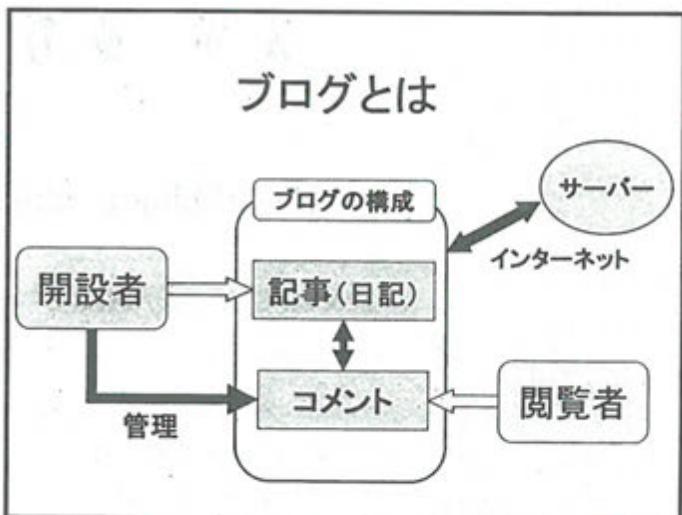


図1 ブログとは

プロフィール	
プロフィール	性別: 女性 年齢: 大学生 初回登録日: 2006/03/11 性別コード: 生物科学系 名前(カタカナ): 長谷川 プロフィール: プロフィール未設定
公開プロフィール	公開プロフィールを編集する seimeironさんのプロフィール 名前: 長谷川 性別: 女性 年齢: 20歳 メールアドレス: 長谷川
プロフィール文	この度は大田附属高等学校生徒会が運営する「生命論」の運営者です。 この度は大田附属高等学校の運営者として、生徒会が運営する「生命論」で活動してます。 この度は大田附属高等学校の運営者として、生徒会が運営する「生命論」で活動してます。 この度は大田附属高等学校の運営者として、生徒会が運営する「生命論」で活動してます。

図2 学校設定科目 生命論（生命）ブログのプロフィール
<http://blogs.yahoo.co.jp/seimeiron/MYBLOG/profile.html>

さらに、選択生徒には誰の発言であるかを特定することが可能である。

2) いつでも誰でも自由に発言できる。

基本的には発言したい者が、いつでも自由にできるようにした。しかし、定着するまでは、必ず誰かが、授業の記録やそれに対するコメントをするように当番制とした。具体的には、1班4名で、授業が行われた2日以内に、班の1名が、授業のポイントと感想や疑問点を記事として掲載する。同じ班の他の3名が、その発言に対してコメントをする。1回の授業での担当班は1班で、次の授業では、別の班が担当する。もちろん担当班以外の生徒や外部者からのコメントも大いに歓迎することとした。

3) 生徒による運用を原則とする。

生徒の発言やコメントに対して、必要があれば教師が発言することにしたが、基本的には、教師が場を設定するだけで、生徒間での議論を中心に進める。教師の発言によって議論が収束してしまうことを懸念するためである。もちろん、すべての発言に対して、教師は必ず目を通す。

4) 過去の記録は残しておく。

サーバーの容量の問題があるが、過去の発言はすべて保存する。後輩が参照できることを考慮した。

5) 外部公開を基本とする。

コメントは部外者であっても自由に発言できるが、記事の掲載には、管理者権限のIDおよびパスワードが必要である。このIDおよびパスワードは、各年の授業終了後も変更せず、翌年においても同じものとする。これは、授業選択者であった先輩が、後輩の授業に対して、記事の記載を可能とするためである。

6) 授業選択者全員がブログの管理者とする。

本来、ブログは個人の公開日記であるため、管理者はブログの開設者1名であるが、5)で記したように、授業選択者全員が記事を掲載するため、全員が、管理者権限のIDとパスワードを共有する。つまり、全員でブログを管理することになる。管理者は、記事に掲載だけでなく削除や修正、またコメントの削除やブログのレイアウト等、ほぼすべてのことが行える権限がある。

ブログを開設するにあたって、最も懸念していたことは、外部からの攻撃（いわゆる“荒らし”）と、内部からの社会的に不適切な発言や行動であった。そのため、全員が管理者となることで、外部からの攻撃に対して迅速に対応できることと、内部の発言や行動に対しても、互いに指摘しあえることを期待したためである。

4. 授業での実践報告

1) 「附高 生命論」 <http://blogs.yahoo.co.jp/seimeiron>

掲載記事 78 件 コメント 104 件 掲載画像 11 枚

ブログへの訪問者 のべ総数 2876 件

ファン 3 名 トラックバック 3 件 (2008 年 1 月 11 日現在)

このブログの開設目的は、[1. はじめに] で記したように、グループ討議の把握と指導であった。さらに現在では、生徒による各授業のまとめと感想、加えて、グループ活動で校外の施設や研究所などを訪問させていただいた際の報告などを掲載している。

この授業の内容に関しては、選択授業『生命論』の取り組み（2006 年度）で報告しており、詳細は省く（参考文献(1)）。

① グループでの討議報告

「生命と優生思想」（森岡正博：大阪府立大学）を読んで、グループで特に「内なる優生思想」について討議を行った。そのときの討議内容の記載を 2 件紹介する。

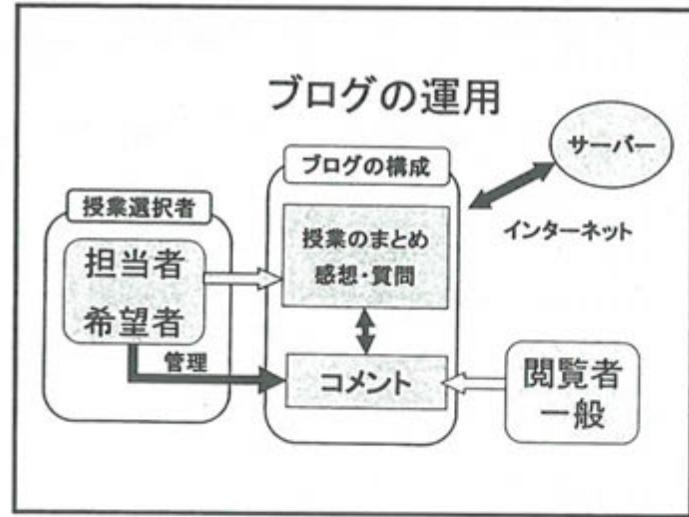


図 3 ブログの運用方法

「生命と優生思想」についての討論報告 by ゆう 2006/5/12(金) 午前 0:10

私のグループ(まりも・きなこもち・ゆり・raku・まゆ・ゆう・佐々で構成)では、大きくまとめると、以下の2点についての議論になりました。

1. 出生前診断を自分が受けたと仮定して…

将来、もし、実際に自分のおなかにいる胎児が障害をもっているとわかつたらどうするだろうか。中絶するだろうという人も、中絶しないだろう、という人も様々でしたが、障害児を子供にもてば、大変なことは間違いないだろう、という意見はほぼみんな一致していて、電車内での目撃談なども述べられました。また、精神的障害か、身体的障害かによっても異なるだろう、という意見も出了しました。

2. 優生思想について

今まで、人類は様々に発展を遂げ、技術を得て、弱者を保護し、命永らえさせられるようになってきたけれども、元来、自然の下では、弱者は淘汰されていくのが、摂理であり、人間は一旦そういう力を得てしまったことで、優生学という形で、この考え方方が生まれたわけだけれど、優生思想は自然界の本来の姿なのではないだろうか、という意見が出ました。だからといって、今を生きる私達が、優生思想をこそつて推進していくべきだというのではなく、ただこう考えると、優生思想は必ずしも否定されるべきとは言えない、という結論に至りました。

以上の議論を終えての私の感想を述べたいと思います。

誰もが優生思想を心の底にもつてしまっているのを、1. の議論中実感しました。ですが、そのことは必ずしも否定されるべきではないと私は思います。というのは、障害者を自分の子供に持てば、経済的なことも、日常的な生活も事実だと思うからです。でも、その考え方は、今生きている障害者の方々を自分と切り離して考えてしまっていることが明らかであり、本当に複雑で奥の深い問題だなあと思いました。

全体的な授業の感想も書いておきたいと思います。

私は自分自身、どちらかというと、障害者に対して冷淡な方だと思います。障害者は特別視してしまうし、将来子供を生むとしても絶対五体満足であってほしいと思います。でも、今日小技くんの発表や、議論でのみんなの意見を聞いて、完全にかたまっていた私の「ライン」がゆれました。正直なところ、自分の考え方は人間としてどうなんだよ、と落ち込んでしまいました。でも最後の森中先生のまとめを聞いていて、こうやって自分の考え方を見つめなおすことも生命論の意義なんだろうから、と少し立ち直りました。これから様々な議題をしっかりとと考えて、自分の意見をしっかりとてるようになりたいと思いました。

拙い文章ですみませんー。グループのみんな、おい、書き忘れてるって！もっと書くことあるやろ！とか思ったら書き足してください！！

<http://blogs.yahoo.co.jp/seimeiron/4563324.html>

「生命と優生思想」の討論のまとめ ruka 2006/5/13(土) 午前 1:28

1日遅れてしまいましたが、(本当にすみません)昨日の私の班での討論をまとめてみようと思います。

小技くんの「障害者とふれあう環境が少なければ少ないほど障害のある人を自分より下だというように思ってしまうのではないか」という意見を受けて、小学校の時に障害者とふれあう機会はあったか、という話になりました。班の中には、小学校で障害のある子が同じ学年にいて教室で一緒に勉強していたという子もいれば、小学校には障害の

ある子が一人もいなかったので、やっぱり先入観を持っているという子もいて様々でした。そういうことから、やはり人間の考え方は生まれ育ってきた環境によって変わってくるのだろうということになりました。「健全者」と「障害者」という反対の言葉で人間を分けてしまうような今の社会であるのは今の世の中が全体的に二極化していたりするからではないかという意見から、優生思想がなくなるには世の中全体をかえなくてはならないのでは?という話になりましたが、どういう風に世の中を変えればいいのかという具体案は浮かび上がりませんでした。

こんな感じで、話が進みました。実はきちんと記録ができてなくて大まかなまとめになってしまったので、抜けてしまっているところがだいぶあると思います。同じ班の子にもこれを読んでくださる方々にも本当に申し訳ないです。ごめんなさい。

次に、昨日の授業を受けての私の感想ですが、昨日私が一番衝撃を受けたのは、最後の先生の話でした。もし今学校や塾に障害のある人がいて、勉強を妨げられることになったらどうなのか?なんてことは考えたことは本当になかったし、この問いに「それでもいい」と答えられない私は、もうすでに「内なる優生思想」を持っているということだし、このことを考えたこともなかった私は障害のある人と自分を違う世界に住んでいるように考えてたんだなあということにはっきり気づかされて、よく分からないけどとても悲しくなりました。でも、今まで漠然と自分の中にあったけど気づいていなかつた優生思想にはっきり気づけてよかったです。ほんとうにみんなが平等で幸せに暮らせる社会。そんなものが本当に存在するのか?授業を通してこの疑問が心に強く残りました。

なんだかだらだらと長い文章になってしまってすみませんでした。これで終わりたいと思います。

<http://blogs.yahoo.co.jp/seimeiron/4652601.html>

②授業内容のまとめ

生命論（生命）では、多くの外部講師にお越し頂き、講義や実習を行っていただいている。ここでは2007年度に実施した2つの授業内容の記載を紹介する。1つは、堀一人先生（元本校教諭）による「優生思想」についての講義、もう1つは、山中伸弥先生（京都大学再生医科学研究所）が「iPS細胞」について講義して下さった内容である。

5月10日 授業内容 Mayuko (3A35) 2007/5/10(木) 午後 8:37

《優生思想について》

優生思想は第二次世界大戦中にナチスが行ったユダヤ人・障害者に対する大量虐殺で有名
→しかし、日本でも優生学は流行した

①優生思想に関する法律

日本では戦時中に国民優生法が成立→1948年から1996年9月まで優生保護法が存在
→母体保護法に改正

〈優生保護法〉

「不良な子孫の出生を防止する」ための優生手術などと女性の人口妊娠中絶を規定
〈母体保護法〉

優生保護法が障害者からの改正要求があったため改正

「不良な子孫の出生の防止」という内容は削除

②兵庫県衛生部の例

1969年から72年にかけて「不幸な子供の生まれない対策室」を設置

- ・妊婦向けパンフレットで羊水診断を勧めた
 - ・「障害児は不幸な子供」「障害児を持つ事は悩み多き事」と断定
- ③「内なる優生思想」「障害者抹殺の思想」
- ・自分のリハビリ・健康管理をすることは?
 - ・胎児が病気や障害になるのを防ぐのは?
 - ・障害を持っている胎児を中絶するのは?

《助産師さんのお話》

助産師さんからお話を聞かせていただきました

- ・障害児が生まれてもお母さんは喜ぶこと
- ・胎児診断は勧める先生・勧めない先生がいること
- ・診断をする前に「障害児の場合に中絶をするのか」を決めてもらうこと
- ・若年出産への対応
- ・中絶後の精神面でのケアはほとんどされていないこと

などたくさん聞かせてもらいました。

《感想》

私は優生思想とか障害胎児抹殺とかはあまり肯定したくないけど、もし自分が障害児を育てる事になったらとか考えると、個人レベルではそういう考えを全く否定するのも難しいです。でも行政が障害者を否定するような事を言うのはやめてほしいし…自分がどう思ってるのかも分からなくなりそうです。

コメント(1)

大戦中のナチスのことは知っていたけれど日本でも同じようなことが行われていたと聞いてかなり驚きました。

兵庫県衛生部の例を知ったときその文句に憤りを感じました。そのパンフレットが世に出るまで多くの人が目を通しているはずなのに誰も改善しようと思わなかつたと思うとなんとも腹が立ちました。 午後 4:53 [おむ]

<http://blogs.yahoo.co.jp/seimeiron/32578265.html>

6月7日 B15コアラさん 2007/6/9(土) 午後 11:40

今日は外部講師として山中先生に来ていただきました。

内容は簡単な遺伝の仕組みからES細胞、iPS細胞の話へと発展していきとても充実したものでした。

ES細胞とは「万能細胞」とも呼ばれるようにあらゆる組織に分化できる可能性を持った細胞です。ES細胞は自然には存在せずある意味人工的なもので、哺乳類の受精卵が分裂して胚になったときに内部細胞塊を取り出し培養してくるものです。しかしこれをつくるには『受精卵』が必要であり、現在は不妊治療で余分にできた受精卵を使っているようですが、『受精卵』は受精が完了しているので生命とも考えられ、それを使用するという事は殺人と同じだと考える人もいてES細胞の実用化は倫理的になかなか難しいようです。

そこで山中先生はiPS細胞の研究をしておられるようです。iPS細胞はES細胞と違い体細胞に特定の遺伝子を組み入れることで、全能性を有する細胞が生じるというものです。このiPS細胞なら倫理的な問題はクリアできるはずです。

しかし他にも問題はあるようで実用化(※)には5年ほどかかるようです。さらに安全性の確認などにかなりの時間がかかるためiPS細胞から作ったものを人間に移植し

たりできるようになるには10年ほどかかるようです。

授業の最後にはたくさんの質問に答えていただきました。

(※)ここでいう実用化は、ある難病の人の体細胞が少し手に入るだけでその人の病気を持った細胞を無限に増殖させる事ができるため病気の原因を早く突き止められるようになる、などといった使い方の事です。

感想：かなり興味深い話でおもしろかったです。

記憶を頼りに書いたので気付いたところがあれば訂正してください！

<http://blogs.yahoo.co.jp/seimeiron/33730857.html>

③校外活動の報告

生命論では、2学期の後半は各テーマに沿って、班別に進めていく。その際、外部の施設や研究室などを訪問させていただき、お話を伺います。2007年度も、裁判の傍聴やホスピス病棟、尊厳死協会などにお世話になった。班ごとにテーマは異なるが、共通する視点があるため、訪問した際にはブログに報告を記載することで、情報の共有化と教師の生徒把握を試みた。ここでは、イレッサの薬害裁判の傍聴に行ったグループの報告を紹介する。

グループ研究（薬害研究班）の報告 3B23 ika 2007/10/11(木) 午後 6:39

えーと、先生に調べたことを皆で共有しよう☆ 言われたのでまとめます。

（ブログ見るの何ヶ月ぶりだろ…笑）

とりあえず、私たちの班は薬害について調べています。

調べ始めた矢先の10月9日、土屋先生の紹介で大阪地裁にイレッサという抗がん剤の薬害訴訟の裁判を傍聴に行ってきました。傍聴後、原告側の報告者集会にも参加させていただきました。

私たちが傍聴したのはイレッサを作っているアストラゼネカ社側の証人である近畿大学の教授に対する反対尋問でした。途中からしか傍聴できなかつたので（10時半スタートだったため）あまりうまく内容がまとめられませんが、とりあえず私たちが得た知識はこんな感じです。

@イレッサとは：一般名ゲフェチニブ、抗がん剤。がん患者の夢の新薬として世界に先駆け日本で承認された。しかしその副作用によって多くの人が今も苦しんでいます。通常よりかなり早い期間で承認されたため、臨床調査は233件しか行われていない。普通は1000件近く行ったりする。

@反対尋問のポイント：証人がアストラゼネカ社と利害関係があることの証明。証人はアストラゼネカ社から寄付金を受け取っていたのではないか。

@抗がん剤の効果の証明法についての疑問：健康な細胞にもがん腫瘍縮小の効果があるのだから、抗がん剤の効果はその延命効果をもって考えられるべきである。つまり抗腫瘍効果=抗がん効果としてよいのかという疑問。

@ドセタキセルという抗がん剤と比較したことについて：ドセタキセルはイレッサよりも前にとられたデータであるし被験者の容態も違う。それは比較対象にして良いものなのかどうか。

@医薬品の記載要領（注意書きの部分）に死亡例が出た場合記載すべきではないのか
証人：そうは思わない。死亡例がかなりの頻度で見られれば記載すべき。

原告側：かなりの頻度とはどれぐらいだと考えるか。

証人：一概には言えない。だが5%以上ぐらいではないか。記載要領は医薬品全般について、対象疾患によって変えられるべきである。抗がん剤は副作用が多い。

原告側：元々患者が亡くなる可能性が高いので少々副作用で亡くなってしまってもいいと思うのか。副作用で重体の間質性肺炎（間質性肺炎は患者の2人に1人が死ぬような病気である）が3件あったが回収の必要はなかったのか。

証人：3件とも回復した。必要はなかった。

→しかしイレッサの市販後、全例調査（薬を服用した人全員に対する調査）は当然必要だったのではないか。

@イレッサ使用による死亡について：今までで700人余りの方が亡くなっています、1800人近くも何らかの副作用が出ている。これは承認前に分からなかったのだろうか。EAPでも多数の死亡例が報告されている。

※EAP…臨床試験外の使用

薬剤が承認される前に医師が自己責任で輸入して使うこと。

でもデータは残っている。

化学物質としての輸入は可能なので、承認前でも輸入・輸出はできる。でも宣伝はダメ。

この時点での窓口はアストラゼネカ。でも審査や契約などはある。

でもあくまでも使用者の自己責任。それは死んでも。

大雑把にこんな感じです（分かりにくくてごめんなさい）

もっと細かく知りたい！という人は3B植田まで。とりあえず。

興味がある人に、次の裁判は、11月28日（水）13:15～大阪地裁です。

今度は愛知がんセンターの被告側証人の主尋問の予定だそうです。

それから、薬害関係で弁護士さんやそういった問題を取り扱っている方の連絡先もいくつか教えていただきました。必要な人は聞いてください。

法廷ではあんまり分からなかったことも、報告者集会で丁寧に教えていただけました！本当に有難うございました！そして紹介してくださった土屋先生、本当に有難うございました！

<http://blogs.yahoo.co.jp/seimeiron/37658927.html>

④マウスの解剖実習

このブログにおいて、最も記事の書き込みが多いのが、例年マウスの解剖実習後ものである。ここでは、この授業内容に関する記載を3件を紹介する。実習内容の目的や具体的な内容については、(2007森中：参考文献(2))に報告しているので省略する。

6月21日 マウスの解剖 (3B28 ぼるて) 2007/6/21(木) 午後 9:35

今日は京都大学から山中先生と研究員の方お二人にお越し頂き約1ヶ月間飼育したマウスの解剖を行いました。

○解剖実習の手順○

1. マウスをクロロホルムを染みこませたガーゼ入りの瓶の中に入れて蓋を閉め、安楽死させた。

2. バットの中にペーパータオルを広げ、瓶から取り出したマウスをひとり一匹ずつのせた。

3. マウスの体についたクロロホルムを拭き取って新たにペーパータオルの上に移した。

4. 腹の皮に1cm切り込みを入れ、上下に引っ張って皮膚をはがした。

5. 腹膜を切って左右を開き、内臓（腸、脾臓、肝臓、腎臓、子宮、胃、脾臓、肺、心臓など）を観察した。臓器を摘出し生理食塩水に浸した。

6. 頭部の皮と頭蓋骨を切り脳を観察した。その他の部位についても自由に観察した。
7. 子宮を取りだし、くびれのところをそれぞれ切断し、顕微鏡で胎児を観察した。
8. 取り出した内臓や胎児を体に戻し、ペーパータオルでくるんでビオトープの近くに埋めた。

○感想○

私はマウスを育て始めた日から、というより、生命論を選択すると決めた日から、いつかはマウスたちを解剖する、つまりは殺す日が来るんだ、ということをずっと意識していました。だから、はじめからマウスに愛情を持たないよう意識的に予防線を張っていたし、常に実験対象としてマウスを世話してきました。

そのためか、今日マウスが瓶の中で動かなくなり、そして自分の手で妊娠しているマウスの腹を裂いた時も、恐怖や苦痛を感じることはありませんでした。むしろ、私の心は好奇心に満ちあふれていました。マウスの内臓や胎児は本当にきれいで、マウスは死んでいるにもかかわらず、活き活きとした生命の躍動感を感じました。

しかし、実習が終わり、自分の心にかけ続けていた暗示を解いたとき、私は急に罪の意識に襲われました。マウスと16匹の胎児の命を奪う権利など持たないくせに、ただ好奇心にかられ、マウスの体を笑顔で切り続けた自分に吐き気がしました。マウスを瓶の中に押し込んだ自分の手が気持ち悪くて仕方ないです。これは、かけがえのない命を奪うという現実から目を背け続けたことへの罰なんだと思いました。

今日私がマウスの命を奪ったことがゆるされるのかどうか、未だに私にはわかりません。私が今回の実習でどれだけ大きな意義を得たとしても、それはあの17つの命の重みには代えられないと思うし、どうすればこの罪を償うことができるのかもわかりません。でも、山中先生がおっしゃったように、大切なのは今回の実習でマウスたちが教えてくれた命の大切さ、美しさを一生忘れないようにすることなのだと思います。最後になりましたが、丁寧にご指導して下さった山中先生、研究員の方々、私たちにこのような貴重な体験をする機会を与えて下さった森中先生、宮川先生、本当にありがとうございました。

<http://blogs.yahoo.co.jp/seimeiron/34154348.html>

小さな体に大きな命 3D08 day dream believer 2007/6/23(土) 午前 1:03

それはあつという間の出来事だった。クロロホルムの入ったビンの中で彼等は動かなくなった。彼は動かなくなった。この透明の牢獄からまるで逃げ出せなくなり苦しむように、まるでアウシュビッツの冷たい壁に閉じ込められ毒ガスを流し込まれ苦しみ死んでいく彼らのように…動かなくなった。彼女は動かなくなった。それはひと時の眠りに入るかのように、これからなにが起こるのかもわからないまま、安らかに、動かなくなった。

彼らをビンから取り出すとき、なぜかずっしりと重かった。きっと重いと錯覚しただけなのだろう。実際に重さは変わっているわけではない。きっと僕の心が重いと感じただけなのだろう。ただそれだけなのだろう。

僕たちは当たり前のように呼吸し当たり前のように生きている。彼等もきっとそうだったのだろうと思う。きっと解剖の瞬間がくるまで、そうだったのだろう。彼等はあくまで無頓着であった。あたりまえの世界の中で生きる僕たちには彼らの気持ちはわからない。誰にもわからないのだろうが、彼等はあくまで無頓着であった。解剖の瞬間がくるまで。

解剖が始まってから終わるまでは必死だった。彼の体を切り刻むたびに自分の体もキリキリと痛んだ。もう遅い。どれだけ頑張ったところで彼の命は助からない。命とはこ

んなあっけないものなのか。ならば彼に報いるためにも彼の体からできるだけ多くのことを学ばなくてはならない。彼らの犠牲を無駄にしてはいけない。先生の言葉が胸に響く。

そこからはがむしゃらであった。先生の言葉通り内臓を切り刻んでいった。小さな体に沿うように造られ、はめ込まれていた臓器たち。小さな偶然の連続で生まれた大きな命。その生きていた証を丁寧に剥がしていく。このようにこんなに小さい者たちがあの大きな体を支え動かしていた、そう思うと目が自然と潤んでくる。

さらにその小さな体の中にはさらに小さな命がたくさん入っていた。小さな小さな命。まだ自分で動くことを知らない命。自分で動くことを知らず、親の顔を知らず、兄弟の顔を知らず、食べ物も寝床の暖かさも知らず、世界の美しさをも知らずに。彼らも生きたいと願うのだろうか？人間の自分勝手な観念なのだろうが、僕は信じたい。彼らも生きたいと願っているということを。

まともに彼の顔を直視することができなかつた。目は飛び出し、まさしく死んだ魚のような目をしていた。首をちよん切り脳を解剖するということだったが、とても僕にはできなかつた。たとえ切り刻まれても形だけは残してやりたかった。脳の中には驚くべき小さな血管が無数に走っていた。これが生きる源。これらの小さな血管が脳を動かし、彼を動かしてみたいわゆる司令塔のようなもの。これは摘出したあとすぐもとの場所に返しておいた。なんとなく自分の頭も痛くなつた。

すべての解剖を終え無残な姿となつてしまつた彼の姿を見て、再び生命の重さに気が付いた。彼等は僕たちに解剖されるために育てられ死んでいた。彼等を育てているとき、僕たちのためだけに生きているなどとは思いもしなかつた。彼等も思いもしなかつただろう。などといった感情が芽生えては消え芽生えては消えを繰り返していた。あいかわらず周りは平凡に動いていた。グリーンコートを走り回り、楽しそうな笑い声が響いていた。こんなにもたくさんの命がなくなつたこともついぞ知らずに…。彼等を土に返し、無事に帰ることをみんなで祈つた。僕たちのためにありがとう。君の死は決して無駄にはしないよ。繰り返し心が言う。

命を粗末にしてはいけない！命を大切にしろ！などと口先だけでものを言つてゐた昔の自分に異常に腹が立つた。おまえになにがわかる。これが命の重さだ！

遅れて申し訳ないです。夢中で書いたため表現に極度に問題がありますが、これがいまの思いということであしからず…。最後になりましたが貴重な体験を指導してくださつた先生方に本当に感謝しています。ありがとうございました。

<http://blogs.yahoo.co.jp/seimeiron/34198973.html>

恐怖……。 3C-10 poyo 2007/6/22(金) 午前 0:32

いろいろあったので、どこから書き始めるか悩む。

ではまずマウスの飼育から。とりあえずかわいい。（いや、かわいかった。）指を近づけると鼻を近づけてきて、二本足でたつた。かわいい。マウスに情が移つてはいけないとみんなゆうけど、無理な気がしていた。むしろ愛情をもつてしまつたものを自分で殺すという経験をしてみるのも大事かと思い、よくマウスと遊んでいた。

麻酔。このときが一番印象に残つてゐる。クロロホルムの瓶にマウスを入れようとすると、マウスはなんとか逃げようとして、うまく入れれなかつた。だけどむりやり押し込んだ。・・・自分が嫌いになつた。

麻酔が効いていく過程をはじめて目の当たりにして、なんともいいようのない重苦しい気分になる。さっきまで鼻のさきの毛が絶えず動いていたのに、もう止まつてしまつた。目は飛び出している。

開腹。はさみで皮をきり、手でむりやり穴を広げる。思いつきり。このあたりが一番罪悪感があり、まだ正常だったと思う。ここから後は、もうマウスがただのモノにしか見えなくなっていた。

腸は緑の管、肝臓はまさしくレバー。腎臓なんてサイズも色も小豆。好奇心にかりたてられるまま内臓をいじりたおした。

強烈な印象がのこっている。今スケッチを書けとゆわれても、どこに何があったかちゃんと書ける自信がある。きっとそこに解剖する意味があるのだろう。本で見て一生懸命覚えるよりも、解剖したらそのときの光景が鮮明に記憶される。また想像としていたものとはだいぶ違いがあるので、実際に見ることはすごく大事だ。僕の想像とちがったのは、腹膜をあけるとすぐに内臓がぎゅうぎゅうにおしこめられていたこと。想像ではもうちょっと内臓と内臓の間に隙間があって、そこに組織液があると思っていた。ほかには、肝臓が三枚あったこと、肺が左右に一個ずつじゃなかつたこと、皮下脂肪の感触、子宫の形、などなど。

最初はすごく罪悪感があった。死んだマウスを触るのでさえ抵抗があった。だが解剖を進めるうちに、徐々に感覚が薄れていき、最後にはなにも感じなかった。首を切断したり、内臓をかき回したり、頭をぐちやぐちやにいじったり。まるでプラモデルを分解しているかのようにマウスの体を扱った。でもそこに最初の感覚はなかった。僕はなにより、そのことが恐ろしかった。マウスの目より、内臓なんかより、自分が変わってしまっていることに恐怖を感じた。たしかに慣れるというのは必要なことかもしれない。まともな神経ではやっていけないのだろうと思う。けど何も感じなくなってしまってよいのだろうか? なにか大切なものを失ってしまってはいないだろうか? そのことをよく考えて、今のこの気持ちだけはなくさないようにしていきたい。

<http://blogs.yahoo.co.jp/seimeiron/34162695.html>

2) 「選択生物（高2・高3）」 <http://blogs.yahoo.co.jp/fukou50biology>

掲載記事 126 件 コメント 234 件 掲載画像 46 枚

ブログへの訪問者 のべ総数 5609 件

ファン 5 名 トラックバック 3 件 (2008 年 1 月 11 日現在)

選択生物（高2）では、探究型の授業展開を取り入れ、生徒一人一人が科学的な思考を体験することにより、科学の楽しさが実感できるような授業を目標に実践を行っている。具体的には、仮説の設定、検証方法、さらには実験によるデータの習得、さらに結果発表を行っている。これらの過程で最も重要視していることは、グループ内の生徒間の議論である。互いに意見を出し、討議することで、理解が深まるとともに科学的思考を楽しみながら能力が育成されていくことを目指している。

しかし、今までの実践では生命論と同様に、グループ討議の把握と指導に大きな問題があった。そこで、これらの問題を解決し、より効果的に指導することを目的に、探究型の授業にブログを活用することにした。

分子生物学分野の単元において、「サテライトコロニーの謎について」と題した探究型の授業をグループ単位で約10時間(5週間)をかけて実施している。詳細は(2005森中:参考文献(3))を参照。

さらに、探究型以外の一斉講義型授業においても、引き続きブログの利用を試みた。その結果、利用価値が認められたため、選択生物（高3）でも2007年4月より、ブログの運用を始めた。



図4 選択生物（高2・高3）の開設ページ
<http://blogs.yahoo.co.jp/fukou50biology/682119.html>

①講義型授業の活用例

一斉の講義型の授業においても、授業のまとめと疑問や感想を担当制で記載させている。その記載に対して、同じ班の他のメンバーおよび希望者がコメントを載せる。教員は、必ず記載内容に目を通し、内容に誤りがあれば訂正を行い、疑間に答える。また、できる限りコメントを加えるように心がけている。さらに、授業内では紹介できなかった補足や発展的内容を紹介する場としても利用している。インターネット上には、様々な教育的に有効な画像や、アニメーション、映像などがあげられており閲覧可能であり、ブログではそれらとリンクを張ることができる。

次の記載は、選択生物（高2）でDNAの半保存的複製を扱った授業の報告とそれに対するコメントである。ここでコメントを加えている[morichyu]は、著者のニックネームである。コメントでアニメーションを紹介したが、生徒の反応も良く好評であることがわかる。

9月7日 DNAの複製 投稿者：銀河（A07）

3時間目

- ・ブログを始めよう
- ・パソコンを使った新しい授業の紹介

4時間目

・DNAの複製

自己複製……DNAが自己と全く同じDNAをつくること。

複製の仕方……全保存的複製・半保存的複製・非保存的複製の3つ(が考えられる)。

メセルソンとスタールの実験(1958.アメリカ)

→ ^{15}N , ^{14}N , 大腸菌を使い、密度勾配平均沈降法で。

DNAは半保存的複製で複製されるということを証明した。

(感想)

まさか授業ブログを書くことになるとは思わなかった。なんと面倒な。

メセルソン・スタール実験の賢さには感動。誰がこんなこと考えつくんだろう。

今ふと思いましたがこれ書くと授業の復習になっていいですね。

ブログ内容はこんなもんもいいんでしょうか。ご指導よろしく頼むー

コメント(11) [抜粋]

2006/9/8(金) 午前 0:17 [銀河と言えば七夕(A06)]

複製方法が3種類もあるのにちょっとビックリした>～<個人的には、シュレッダーに入れたくもないし、ノートの偶数ページだけ奪うとか面倒なコトしたくないので、全保存的複製がいいな・・・と思った。AとT, CとG, を夏の間に忘れててヤバッと思った9月7日だった。CとGって似てるから覚えやすい? 超遠心の機械が小さい試験管回してると見たいなあ～～～とカナリ授業中思いました。一秒に何万回だっけ? 一回の実験で電気代いくらだろう・・・? ...見やすかったよ!♪>銀河(A07)

2006/9/8(金) 午後 3:52 [かなもと]

初日にUPするとかやり手ですな~僕も私もどんどんコメントしていこうと思いまふ~

2006/9/8(金) 午後 9:37 [あきやんぴー(A24)]

第一回お疲れ様でーす。てかこれ感想って…授業の?まあいいや。1分間に1万回転は凄いと思った。目が回るってもんじやないですよね。密度勾配平均沈降法を考え出した人も凄いと思いました、個人的には。どうでもいいけどプリント忘れたと思ったらファイルに入ってて萎えました。あ、ほんとどうでもいい。うん、凄い見やすかったです。ありがとうございます!

2006/9/9(土) 午前 1:21 [morichyu]

ご苦労様!面倒ですか?でも数ヶ月に1回ですから、また復習にもなりますから、がんばってください。周りの人もどんどんコメントを。ATGCは忘れていてはやばいでしょ。メセルソン・スタール実験の賢さには感動。まさにそのとおりですね。授業のポイントもしっかり整理させていてGOODです。1分間に1万回転は10万gぐらいです。F1(カーレース)でも10g程度ですから、とんでもない遠心力です。次回は半保存的複製のメカニズムです。これも驚きの連続です。楽しみにしていてください。

半保存的複製に関するおもしろいHPを見つけました。ただし英語ですが、アニメーションがありますので、それだけでも楽しめますよ。

<http://www.sumanasinc.com/webcontent/anisamples/majorsbiology/meselson.html>

2006/9/10(日) 午後 6:36 [あきやんびー(A24)]

HP結構面白かったです。試験管がぐるぐる回されてるところが良かったです！本当にあんな感じで回されてたら面白い。でも英語がほとんど分からなかつた…。これってちゃんと1、2時間目の授業の方のブログも見ておくべきですか？

2006/9/10(日) 午後 8:26 [ui(B24)]

HP見ました。英語は分からんかったけど、アニメーションが面白かったし、先週の授業の内容が改めて理解できた気がします。これで、英語の文章が読めたらなあ…。英語もっと勉強しとけばよかった。

2006/9/10(日) 午後 9:04 [morichyu]

同じ授業をしていますので、みんなのコメントも授業時間に関わらず、別なクラスのコメントも読んでくださいな。そしてどちらにでもコメントを

2006/9/12(火) 午後 11:46 [七夕 (A06)]

映像面白かったです♪けど英語難しかったです^^；あれが日本語ならかなり良い！！と思いました。映像だけでも復習にもなって良かったですが>～<ただ最後の方で「??？」となってしまいました。；；；

2006/9/13(水) 午後 10:16 [morichyu]

英語わからなくってもいいんです。すべてわからなくってもいいんです。アニメーション見て楽しんで、おおよそ理解できればいいんです。まだ始まったばかりじゃないですか。専門家にみんながなるわけではないんだし。興味を持って専門家になろうとする人は、大学に行ってしっかり勉強すればいいんです。今は、面白そうだなあ、とか思っていればOKです。義務じゃなくて、勉強は楽しまなきゃ。人生楽しむために、勉強しているんだし。義務だけじゃ、勉強やってられないよ。

<http://blogs.yahoo.co.jp/fukou50biology/903685.html>

②問題解説

授業内では演習の時間が確保できない。そこで、特にテスト前に過去の問題や練習問題を配付する。その後、ブログに解答例や解説を担当班の生徒に掲載してもらっている。またテスト前には、この場が質問相談会になる。さらに、教師からの連絡の場としても活用している。例えば、テスト範囲など、口頭で伝えたことを記録として残すなどに利用している。

やまげです (*6ω<*) (2C19) 2006/10/12(木) 午後 11:23

- ・中間テスト過去問
- ・Image Jを使って、電気泳動の実験を分析
 - @各バンドの濃さは断片の塩基対数（または、DNA量）と比例する
 - （理由：一つの塩基対に一つの色素が入るために、塩基対の数が多いほど色素も多く、色が濃くなるため）
 - ⇒結果写真からImage Jで、（魔法の杖を使って）各バンドの濃さを測定し、予想される塩基対数と比例関係にあるかどうか調べた

各バンドに存在するDNA量の求め方

- @まず、ゲルの溝に入れた溶液中に存在するDNA量を求める
- @そのバンドに存在する断片の長さが全体に占める割合を計算して、上で求めたDNA量にかけるつまり、(断片の長さ) / (DNA全体の長さ) をかける

中間テスト過去問解答案

(当然、合っている保障はありません)

問1 5.0kb

問2 ア EcoRI イ HaeII ウ EcoRI エ 1.6 オ 2.9 カ 4.0

問3 0.7, 0.9, 1.0, 1.1, 1.3

問4 (1) 0.06kb (2) · (3) 今日はバズ (4) 下が+

問5 (1) 制限酵素 理由: 室温では酵素が壊れてしまうから???

(2) タンパク質の変性を生かし、制限酵素の反応を止めるため。

(3) ·比重を大きくして、ゲルの溝に入りやすくするため。 ·どの程度泳動したか
わかりやすくするため。

(4) 500ng (5) 近い: 130ng 遠い: 70ng

気がむいたら、解説的なものあげるかもしれません。

〈感想〉

昨日、急にパソコンがぶつ壊れたため、携帯で作って別の人にブログへあげてもらいました。

そのため、レイアウト等見にくいところがあるかも知れませんが、ご勘弁。

コメント (10) [抜粋]

2006/10/12(木) 午後 11:38 [雪板っこ (2014)]

↑がんばったのさ～～w (貼っつけただけ) 今日はImageJの凄さにやられましたΣ 長い時間かけてインストールした甲斐がありましたね♪ あと個人的に分析の説明プリントの解説書きがツボでしたw

2006/10/13(金) 午後 10:18 [む(2B22)]

やまげお疲れさまですっ◇解答参考にさしていただきまぁーす〃ってか中間テストやっぱいんですけど、どうしたらいいですか？笑。先生いいいいいい！！！わかんなさすぎですよ；；ずっと授業でいいですよ×笑。ホント助けください———#

2006/10/15(日) 午後 4:54 [ぼるて(D26)]

UPお疲れ様です！バンドの濃さと塩基数が比例する理由を今知りました…ありがとうございます；；ところで「制限酵素によるDNA切断その3電気泳動分析」プリントの「考察3、環状DNAを切断せずに電気泳動すると予想より少ない塩基数のバンドが見えるのは何故？」……誰か助けて下さいお願いです…。

2006/10/15(日) 午後 5:34 [ま(2B28)]

ヤマゲ解答ありがと～(・∀<) 今回のテスト範囲難しすぎです(￣□￣;) 絶対こんな必要ない～～！！笑”目に見えないμとかnの世界は興味ないです・・・笑。過去間に似た問題ばかり出るとゅうう事を信じて、テスト勉強は過去問を理解することに徹します§笑”

2006/10/15(日) 午後 8:35 [morichyu]

む(B22)さん 実験内容といつても制限酵素だけですが、まずその原理を理解して、コンピュータで何をしていったのかを整理してください。それから、この前の問題を解いてみてください。約束どおり、ほぼ同様の問題を出題する予定ですから。投げずに、取り組んでみてください。

<http://blogs.yahoo.co.jp/fukou50biology/3223643.html>

③実験結果写真・分析データ

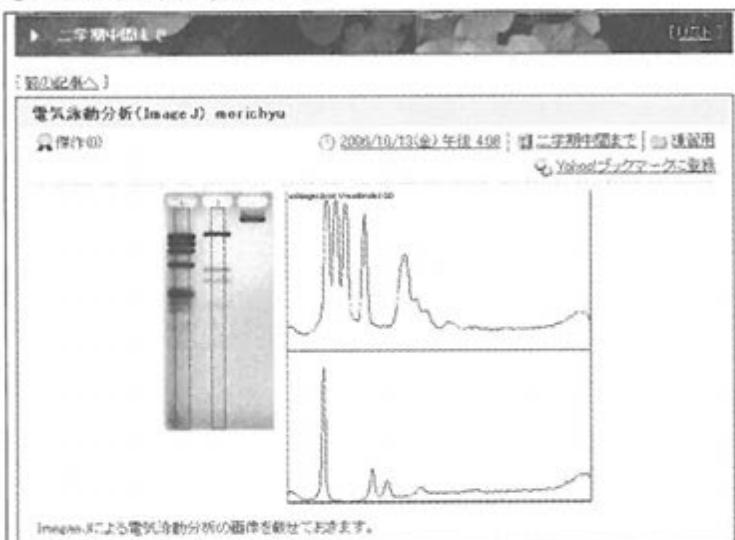


図5 ImageJによる分析



図6 電気泳動後に染色されたゲル

実験を行った際、発展的な分析方法や、結果写真などを提示するのにも活用している。図5は、電気泳動後のゲルをコンピュータで分析したものである。授業中に各班が行った実習であるが、その模範例として記載した。さらに図6は、電気泳動後の写真である。授業時には、これを黒白コピーしたものを配布した。実際の色彩を確認させることと、画像データの配布も兼ねて載せた。このように、画像の掲載も可能であり、またその画像を取り込み保存することもできる。

たとえば事前に図6の画像を掲載しておき、各自がデータとしてフロッピーに取り込み、次の授業でそのデータを用いてコンピュータにより、図5のような分析を行うことも可能である。

さらに教師用の画

像保管場所としても活用可能で、インターネットにつながっているコンピュータとプロジェクターを持ち込めば、いつでも自由に引き出し、提示することが可能である。

これらの画像は、携帯電話からも容易に掲載できる。最近では、実験結果をカメラ付き携帯で撮影する生徒が増えてきた。実験報告のブログに、自分の携帯で撮影した画像を貼り付けた記事も多い。

さらに、測定結果の集約も、各班がブログにデータを掲載することで、クラス全員がデータを共有することができる。

④探究型授業「サテライトコロニーの謎」グループ討議

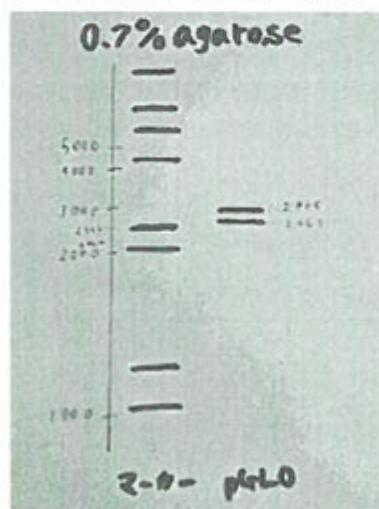
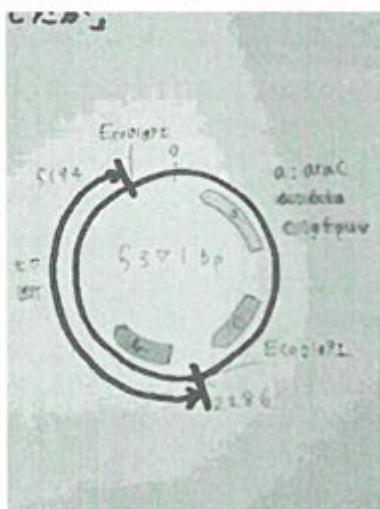
選択生物へのブログ運用の目的は、探究型授業での活用であった。週に一度の授業では、グループでの議論がどこまで進んだかが不確かとなる。紙面上で記録を残せばよいが、ブログを活用することで、教師の指導も行いやすく、公開されているため他のグループが参照することができる利点がある。

次の例は、高2で実施している「サテライトコロニーの謎」に関する探究型授業の途中経過を記載したものである。図は手書きのものをカメラ付き携帯で撮影したものである。

また、コメントの最後の二人の[雪板っこ (2C14)]と [D40_U]は、異なるグループの生徒であり、情報が互いに参照されていることがわかる。

継続のグループ活動の記録や教師との連絡・指導によくポートフォリオとよばれるものが用いられるが、ブログのその役割を十分に果たすと共に、公開性という点で勝っており、十分に活用できる。

1月11日(木) 3・4限目の9班実験方法のまとめ 【ranbada(D39)】



◆◇仮定◇◆

サテライトコロニーに AmpR は存在しない。

◆◇準備物◇◆

pGLO, Eco0109I, Biotinylated DNA Marker, 0.7%agarose の寒天、大腸菌の形質転換実験と電気泳動実験に必要なもの

◆◇実験方法◇◆

(1) 制限酵素 (Eco0109I 2000U 10000 円) で pGL0 の bla (アンピシリン分解酵素を作る) の部分をはさむように (araC (光る遺伝子) は切らないように) 2箇所 (2286bp, 5194bp) で切断し、くっつける。ただし切断しても切られた bla がくっついたもの、切られたはずの bla がまた戻ってくついたもの等もでてくるため、塩基対数が 2463bp である実験に必要なプラスミド (araC は含み bla は含まない) を電気泳動によって取り出す。この時、マーカー (Biotinylated DNA Marker) も一緒に電気泳動し、マーカーの寒天だけを切り離して染色し、塩基対数を調べるのにつかう。寒天は 0.7% agarose を使用する。

(2) 次にその取り出したプラスミドを大腸菌に入れ、Amp(-) の培地にスプレッドし、でてきたコロニーから形質転換しているもの (緑に発色しているもの) を取り出し、それを液体培地で培養させる。

(3) ここで以前行った実験と同じようにして Amp(+) の培地に青いコロニーを培養する。その青いコロニーをさらに液体培地で培養し、別の Amp(+) の培地にスプレッドし培養する。(この操作により培地にサテライトコロニーはできない)

(4) (2) で作った液体培地を (4) の培地にできた青いコロニーのまわりにスプレッダーで広げる。

◆◇予想結果◇◆

青いコロニーのまわりに緑に発色したコロニー (サテライトコロニーと同じもの) ができる。よってサテライトコロニーには AmpR が含まれない。

◆◇感想◇◆

班で話合っていて、操作 (4) の時に青コロニーがぐちゃってならないかと心配していたのですが、他の方法はややこしくて考えるのも嫌なのでこの方法で頑張る事になりました。

おかしいところがあつたら教えて下さいー

コメント (6) [抜粋]

2007/1/16(火) 午後 8:41 [D40 U]

うわお！コメント遅くなってしまったごめんなさい ranbada～。 そうそうそうですよね、心配なのは青のコロニーがグチャってなるかならないかですよね。どうなんだろう、グチャってならないように祈るしかないんでしょうか？オー ジーザス！！(笑 とりあえず実験 (あれ？やるんでしたっけ？) が予想結果になるといいですね！がんばろう☆

2007/1/18(木) 午後 0:17 [ranbada40]

やっと具体的なことがきましたね～☆制限酵素で切って電気泳動後の二つのバンドが近すぎるのがちょっと気になりますが…NEBcutter がうまく使えるようになってうれしいです！笑

2007/1/19(金) 午前 1:45 [雪板っこ (2C14)]

電気泳動でとり出すのはおもいつきました！！(>▽<*) 実験の方法をみるかぎりではたぶん青いコロニーの周りで Amp が分解されてるという仮定なんでしょうか？？ 成功するといいですね♪

2007/1/20(土) 午前 9:50 [D40 U]

そうですよー。うちの班は初め AmpR があって、lacZ が作用しないみたいなことを考えて

たんですけど・・・授業しているうちに青いコロニーの周りでAmpが分解されているんじゃないん？そんな気がしてきた！見たいな感じで流されました(笑。だから青いコロニーがAmpを分解していなかったらこの実験は証明できないってわけ・・・あ！これが不安要素ですね。発見☆

<http://blogs.yahoo.co.jp/fukou50biology/11481855.html>

⑤生徒との議論

日常の教育活動においても、よく予測不可能なことが生じる。以下の例も、全く想定していなかった事態であった。ブログ上で、生徒と激しい議論が生じたので紹介する。

選択生物（高2）で大腸菌の形質転換実験を行っているが、実験後、ある生徒から、担当教諭への質問記事が掲載させた。

その生徒（Aくん）は、河田昌東氏のHP（下枠内）を閲覧して、その中の問題点5から「小中学校や高等学校で実験キットを用いた安易で興味本位の見せ物としての実験をすべきではない。」という主張を、本校で行っている形質転換実験についてもいえるのではないか。さらに、実験対象の大腸菌への生命尊重の観点も考慮すべきであるとの2点についての主張であった。

学校における「遺伝子組換え実験」は危険（遺伝子組換え情報室 河田昌東氏）

問題点5： 学習効果と生徒達に与える影響

この実験は確かに簡単で、結果を得るだけならば小学校の教室でも行うことが出来る。光る大腸菌が自分の手で作り出せた、という実感は生徒達に興味をわかせるだろう。しかし、それはあくまでも興味本位の域を出す、それ以上に遺伝子への認識や理解を深めることは出来ない。一見簡単な実験でも基礎的な知識や理解がなければただの遊びになってしまう。 <http://www2.odn.ne.jp/~cd37690/gakkounokumikaejikken.htm>

高2生徒（Aくん）の主張

1. 興味本位で遺伝子組み換えを行うべきではない。

理論抜きに興味本位で行うべきではない（河田氏の主張）

2. 形質転換の実験対象の大腸菌に敬意を表すべきだ。

これに対して、著者である担当教諭は、

1. 興味本位で遺伝子組み換えを行うべきではない。

これについては、DNAの構造、複製・転写・翻訳の過程とそのメカニズム、オペロン説での調節など形質転換に関する理論は学習済である。よって興味本位ではなく、理論を検証する実験である。（そもそもこの実験は遺伝子組み換えではなく、形質転換実験である。）

2. 形質転換の実験対象の大腸菌に敬意を表すべきだ。

これについては、「大腸菌に敬意を表す」ことはとても大切。それは、生物のメカニズムの素晴らしさを知ること、その根底がなければ敬意は生じにくいのではないか。

具体的に実験に用いた大腸菌に敬意を表すとは、真剣に実験を行い、実験結果をしっかりと受け止め、誠実にレポートを書くこと。実験だけを行い、実験結果の分析の授業には出ないで、適当なレポートを提出する。これがもっとも敬意を示していない行動である。

とブログ上で反論した。まさにこの生徒は、実験時にのみ出席し、分析時の授業は欠席で、かつこの時点ではレポートが提出されていなかった。

これに対して、高2生徒（Aくん）はさらに、

「ブログに限らず、ほかのいかなるインターネット上の掲示板においても個人批判は避けるのがエチケット。」

特にこの場合は個人の確定が簡単にできてしまうので、不公平な批判と思います。この文章がYAHOO!通報された場合、このブログが閉鎖されてしまうおそれがあります。その場合は双方に不利益になるので、是非ご自身で削除されることをお勧めします。

[YAHOO!BLOGのガイドライン→http://blogs.yahoo.co.jp/FRONT/guideline.html](http://blogs.yahoo.co.jp/FRONT/guideline.html)

著者は、個人攻撃しているわけではなく、一般論として指導をした。

たしかにこの生徒が言うとおり、ブログはすべて公開されており、YAHOOのブログを使用しているには、そのガイドラインに従うべきである。

ここに、公共で公開されているブログを学校教育に利用することによる矛盾が生じる。学校教育では、指導が必要であり、もちろん非公開では、本人に向かって批判を行う。

いかに返答をするべきか思案をしていた。そのとき、別の高2生徒（B君）からの以下の記載があった。

morichyuさんは個人批判ではない。何回読んでも、誰に対する批判もされていない。
「実験だけ行い、実験結果の授業には出ないで、適当なレポートを提出する。」が該当する可能性が高いが、不特定多数への批判なので、個人批判ではない。

ここは学校の授業の延長として、出席番号を用いてコミュニケーションをとる特殊な場なので、yahooブログの規定とは外れると思います。

ただ、私も大腸菌に対して深く考えていなかつた事に気付かせていただいたので、その点では感謝しています。

議論を公開（ブログ）で行ったことが、他の生徒をも巻き込んでいくことになった。これは、教科としての生物だけの範疇ではなく、それを超えたより大きなものを学ぶ機会になったし、この議論を見ていた多くの他生徒にも大きな影響を与えたと思われる。著者が教員の立場で決着をつけるのではなく、同じ選択生である生徒が、議論に参加して、収束できたことは、重要であったと考える。B君の記載で著者も、ブログを利用しているが教育利用の場であると割り切って、ブログを活用すべきであることを再認識した。

⑥その他

ブログの公開性にこだわる理由は、外部からの訪問を心待ちにしている点にある。外部の専門家や卒業生などが、直接このブログを通して指導いただけないだろうかと期待している。数件ではあるが、関連性のあるHPの紹介などのコメントを頂いている。さらにブログに訪問者のリスト（ブログをもっている人のみ）が表示され、その人たちのブログを覗いてみると大学生や一般の方である。このブログの場で、高校生達が直接専門家から疑問に答えていただける日を期待しながら待ちわびている。

そのような折、選択生物（高2）のページに、生徒が載せた電気泳動の授業に関する記事に対して、外部の方（[通りすがり]さん）からの以下のコメントがあがっていた。それ

に対して、続けて選択生物（高3）の生徒（〔 ヤマゲ（III-A18）〕くん）がコメントを載せてくれていた。高2のページに高3の生徒がコメントを。とてもありがたいと感じた。また、の内容を読んで、とてもうれしく感じたので、紹介する。

2007/8/12(日) 午後 8:01 [通りすがり]

電気泳動は「絶対入試で出ない」（学習指導要領範囲外）のにお疲れ様です。趣味で終わらせるべきで定期考査に出すべきとは思いません。評定アップのためには必要でしょうが頑張ってください。

2007/8/17(金) 午後 10:42 [ヤマゲ（III-A18）]

揚げ足取りのよう申し訳ないですが、東京大学2006年度前期生物大問3に電気泳動を素材とする問題が出題されています。あと、個人的な意見ですが、学習指導要領が全てではないと思います。知的好奇心が喚起されれば、生物への勉強意欲が沸き、入試の細かいテクニックを学ぶより何倍も入試に役に立つでしょう

5. アンケート

生徒のコンピュータおよびインターネット環境とブログに関するアンケートを2007年7月に行った。調査対象は、高校3年生で選択生物を受講している46名である。この対象生徒は、2006年9月～3月の期間、高校2年生の選択生物で、さらに2007年4月～7月の期間、高校3年生の選択生物でブログを利用した。なお有効回答数は42であった。質問数は20項目（17項目が選択肢、4項目が自由記述）で、その内容と結果は以下のとおりであった。

質問内容（1）<コンピューター・インターネットの環境について>

1. 自宅にパソコンを所有しているか？
→自宅にパソコンを所有している人のみを対象に〔2・3・4〕
①ある（98%） ②ない（2%）
2. パソコンの所有者は誰か？
①自分専用（27%） ②家族と共に（73%）
3. パソコンの使用に不自由さを感じるか？
①ほぼ自由（76%） ②やや不自由（24%） ③不自由（0%）
4. インターネットの利用が可能か？
→インターネットの利用が可能な人のみを対象に〔5・6〕
①可能（98%） ②不可能（2%）
5. インターネットの使用頻度は？
①ほぼ毎日（24%） ②週に4～5日程度（21%）
③週に2～3日程度（32%） ④週に1日程度（12%）
⑤月に2～3日程度（7%） ⑥月に1日程度（2%）
⑦数ヶ月に1日程度（2%） ⑧ほとんど利用しない（0%）
6. どのようなホームページを見ているか？（自由記述）
大学のHP・塾のHP・アーティストのHP・友達のHP
YouTube・2ちゃんねる
7. コンピューターメールが使えるか？
①自分のアドレスを所有している（17%）
②フリーメールしか所有していない（49%）
③家族と共にしたアドレスを所有している（24%）
④アドレスを所有していない（10%）
8. 携帯電話を所有している
→携帯電話を所有している人のみ対象に〔9〕
①所有している（93%） ②所有していない（7%）

9. 携帯メールが使用できる? ①使用できる (97%) ②使用できない (3%)
10. 自分のホームページをもっているか?
 ①持っている (21%) ②持っていない (79%)
 →自分のホームページをもっていない人のみを対象に[11]
11. 今後ホームページをつくる予定は? ①予定がある (3%) ②予定がない (97%)
12. 自分のブログをもっているか? ①持っている (26%)
 ②持っていない (74%)
 →自分のブログをもっていない人のみを対象に[13]
13. 今後ブログをつくる予定は? ①予定がある (3%) ②予定がない (97%)

質問内容 (2) <授業ブログについて>

14. 授業ブログの閲覧頻度は?
 ①必ず見る (2%) ②よく見る (45%)
 ③ほとんど見ない (51%) ④見たことがない (2%)
15. 記事を掲載する頻度は?
 ①よく書く (5%) ②書いたことがある (69%) ③書いたことがない (26%)
16. コメントを掲載する頻度は?
 ①よく書く (83%) ②書いたことがある (17%) ③書いたことがない (0%)
17. 授業ブログの利用価値は?
 ①とてもある (17%) ②ややある (31%) ③どちらでもない (33%)
 ④あまりない (14%) ⑤まったくない (5%)
18. 授業ブログの利点は? (自由記述)
 • テスト範囲の確認ができる。 • テスト前の復習に活用できる。
 • 授業の不明な点の解決や補充ができる。
 • 授業に関するリンクが貼れる。 • 授業の要点整理ができる。
 • 気軽に質問できる (知りたいときにすぐ知れる)。
 • 掲載することで復習になる。
 • 休んだ時に補充できる。 レポートの参考に活用できる。
 • 友達の生の声が見られてよい。
 • 情報の共有ができる。 • いつでも書ける。
19. 授業ブログの利点は? (自由記述)
 • 紙に比べて、記載するのに手間がかかる。
 • 授業をまとめするのが大変時間がかかる。
 • パソコンを立ち上げるのが手間である。
 • パスワードをよく忘れる。
 • 掲載する人が偏っている。一部の人がマニアックすぎる。
 • 返事が返ってくるのが遅い。
 • 携帯からだとお金がかかる。 携帯から見づらい。
 • フォントの設定が面倒で見にくい。簡単に絵が描けない。
 • 重く、時間がかかる。
20. 授業ブログをどのように改良すればよいか? (自由記述)
 • 授業の発展的内容の解説 • 画像・映像などのリンク。
 • 出席状況の公開。 • 希望者の携帯に配信。
 • 先生がもっと前面に出て、たとえば「今日の森中」など。
 • 試験対策・確認テスト • 問題集の紹介。
 • 先生への質問コーナー • アンケート • シラバス
 • プリントの画像をそのまま載せる。 • 卒業生や専門家の欄があれば。
 • 紙を使用しないので環境に良い。 • さまざまな教科でされると困る。

1) ほとんどの生徒 (98%) が自宅にパソコンがあり、インターネットに接続されている。

さらに73%の生徒が家族と共に使用するが、76%の生徒が不自由なく使用できる環境である。自宅でインターネットが接続されている生徒では、89%が週に1日以上、その中で24%が毎日HPをみている。

- 3) 携帯電話は93%の生徒が所有しており、そのうち97%が携帯メールを行っている。
- 4) 自分のHPやブログを開設している生徒は、約2割程度(21%・26%)であり、現在開設していない生徒は、今後も開設するつもりがない。
- 5) 授業のブログに関して、「必ず」あるいは「よく見ている」は48%、「記事を書いたことがある」72%、「コメントをかいたことがある」83%であった。
- 6) ブログの評価については、「とても評価」と「やや評価する」を合わせて48%、「どちらとも」と「あまり」、「まったく」を合わせて52%であった。
いずれにしても、評価は高くなかった。その原因は、①パソコン操作や授業のまとめなどに手間がかかる。②有益性を感じない。メリットがない。ということであろう。著者は、生徒による運営を目標としていたが、これではなかなか利用度は上がりそうにない。より積極的に、教師主導で、発展的内容やアニメーション・動画・画像などのページをブログ上で紹介して、利用価値を高める必要性がある。

6. ブログの利用価値と課題

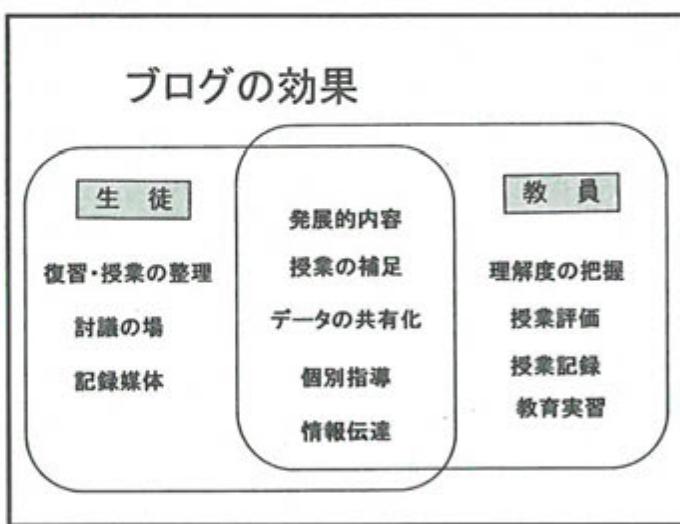


図7

ブログでの実践報告を行ってきたが、生徒側と教員側のそれぞれの立場から、ブログの利用価値を整理すると、図7のように示すことができる。教員側にとっても、生徒側にとっても、発展的内容や授業の補足・データの共有化・個別指導・情報の伝達などのメリットがあり、また教員側にとっては理解度の把握や授業の評価に直接的に結びつけることができ、メリットが大きいと考えられる。

また教育実習での活用も大きなメリットであり、具体的には昨年度、実習生が行った授業後に、生徒が記載した感想や疑問点などは、授業を振り返るよい材料になると思われる。生徒にとっては、授業の整理や復習での価値がもっとも利用価値がある。

しかし、生徒アンケートでもわかったように、手間や時間がとてもかかるわりには、生徒にとって利用価値はそれほど認識されていない。生徒が魅力を感じるブログの工夫と、その意義を十分に理解させる必要性がある。さらに現在のように通年での運用ではなく、特に利用効果が期待される授業に絞って、実施することも考えられる。加えて、携帯電話からの記載等も検討することにより、生徒の負担も軽減すると思われる。

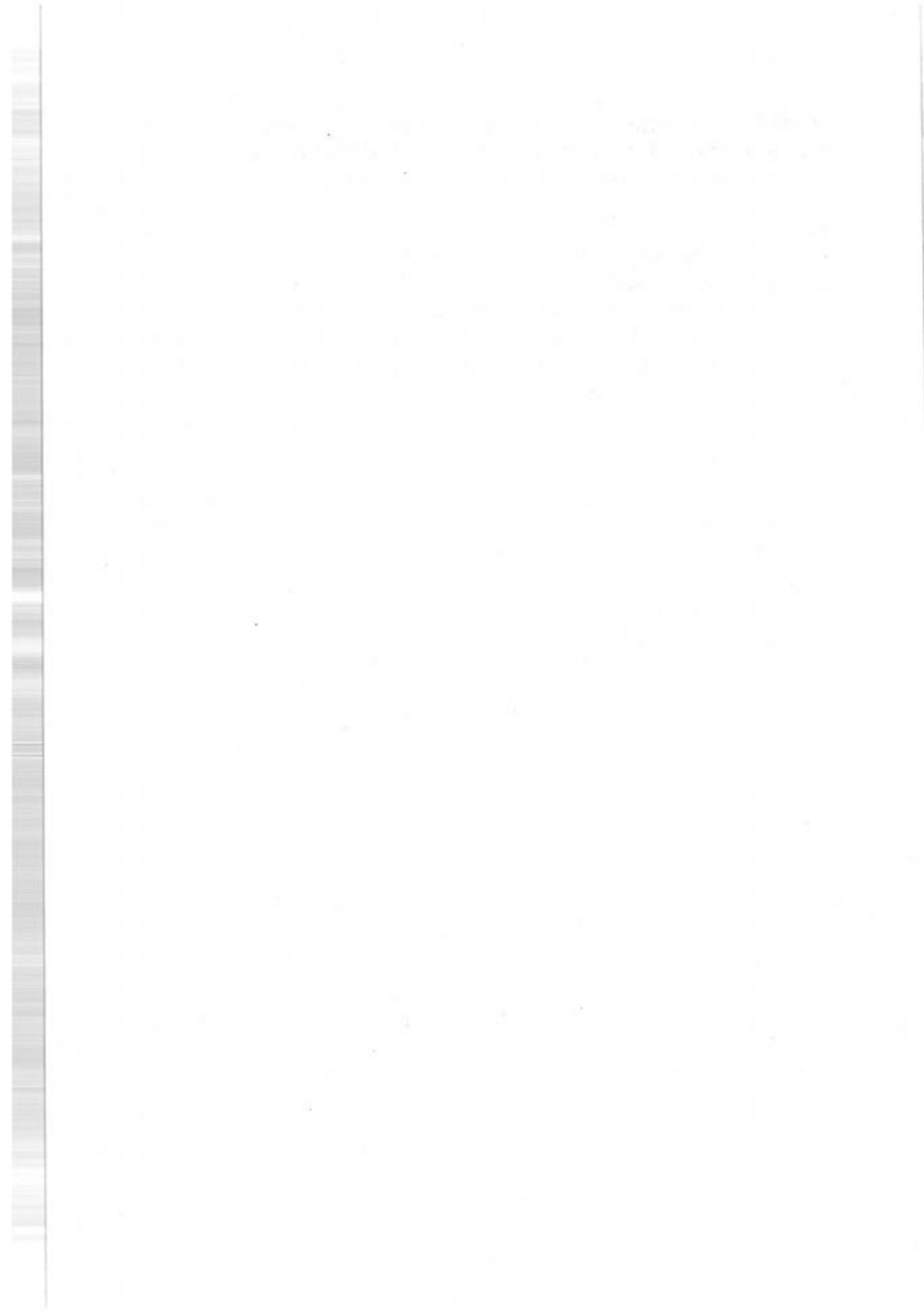
問題点としては、生徒が記載するときに、他の HP を引用し、アドレスだけではなく、画像までも貼り付けてしまう。折に触れ、著作権を侵さないように指導する必要がある。さらに、自宅等でパソコンが利用できない生徒への配慮も必要である。

参考文献

- (1) 2006 年度 選択授業『生命論』の取り組み 2007. 3
- (2) 「高等学校における解剖実習」 森中敏行
大阪教育大学附属天王寺中高等学校 研究集録 第 49 集 p. 99-118 2007. 3
- (3) 「遺伝子工学実習の取り組み (III)」—バイオテクノロジーを手法に生命現象を解明する探究活動の教材開発— 森中敏行 大阪教育大学附属天王寺中高等学校研究集録 第 47 集 p. 101-125 2005. 3

summary

Blog for teaching was put into practical use to examine its educational effect and possibility. To be more precise, its practical use was introduced into three subjects of a compulsory subject "Theory of Life" and elective subjects Biology in high school junior and senior. After that, a questionnaire survey was conducted targeting students who selected those subjects. The survey showed that use of blog turned out effective in various scenes but at the same time it has a problem in its operation side. In addition, I will offer the possibility of effective use of blog in various educational activities.



HDDカメラとC A L L 教室を利用した デジタルポートフォリオ作成の試み —インタビューテスト、スピーチ活動の評価とフィードバック—

くす い ひろ ゆき
楠 井 啓 肇

A Trial of Making Digital Portfolios with a Hard Disk Drive
Camcorder and Computer Assisted Language Laboratory
—For Evaluation and Feedback of Interview Tests and Speeches—

KUSUI Hiroyuki

抄録：ハードディスクを記憶媒体としたビデオカメラを用いると、interview test や speech 活動に関するデジタルポートフォリオが手早く作成できる。これをC A L L 教室でコンピューター上で見せることによって、即時性の高いフィードバックが可能となる。これに関する実践について報告する。

キーワード：英語教育、ポートフォリオ、フィードバック、コンピューター

I. はじめに

トップアスリートがビデオカメラを片手に自分の performance を眺めている光景を、テレビで何度か見かけたことがある。自分が行った performance を見るということは、技術向上には欠かせないのであろう。これは英語の speaking 能力向上にも当てはまる。これまでにも、スピーチコンテストに参加する生徒の練習風景を撮影し、ストップモーション方式で指導することがあった。ただ、これは1対1の指導でのみ可能なことであった。

「授業の中で行う interview test や speech の活動を、行った本人が、それも、よくできた model となるような生徒だけの performance を見るのではなく、全員が見ることができれば」という希望を、ずいぶん長い間持ち続けていた。いわば、「学習の個別化」である。手間暇さえあければ、その方法は存在したが、「労多くして」得られる「功」を考えると、とてもではないが一教員が手をつけられるものではなかった。デジタル機器のめざましい進化により、多くの手間をかけずに、この希望を叶えることが可能になった。

本稿では、speaking performance の迅速なフィードバックと、その能力向上の過程をポートフォリオ化するための方法とその実践について述べる。

II. 記録のデジタル化

手元に生徒達の interview test や speech 活動の様子を収めたビデオテープが山のようにたまっていた。何かに活用しているわけでもなく、ただ撮りためただけであった。「これを生徒毎に1つの箱に収めていけば、ポートフォリオ化できる」とおぼろげに考えてはいたが、その方法が思い浮かばなかった。生徒が個々の姿を授業の中で見られるようにする

ためには、記録をデジタル化し、コンピュータ教室を利用することが不可欠である。最大のネックはデジタルビデオテープをデータ化することであった。60分のビデオテープをデータ化するためには最低60分かかる。この60分で行われる作業は、avi形式のデータに変換されるのみである。avi形式のデータでは、ファイルサイズが大きすぎる。ファイルサイズが大きすぎれば、全てを残しておくわけにもいかず、また、コンピュータ教室のLANの能力を考慮すれば、avi形式のデータを40人の生徒がコンピュータ上で見ることは不可能である。avi形式のデータをmpeg形式に変換するとなると、作業に膨大な時間を要する。前時に撮影したinterview testやspeechを次の時間に見せる、などという作業は不可能である。

これらの問題点を解決する機器が登場した。ハードディスクを記憶媒体とするビデオカメラ（以下、「HDDカメラ」と記す）である。このHDDカメラが市販される以前から、DVDを記憶媒体としたカメラが発売されていたが、DVDの場合、撮影終了時のデータの書き込みに時間がかかり、interview testで生徒の入れ替えの際、次の撮影を始めたくても反応しない、という欠点があった。HDDカメラの場合、保存も瞬時である。撮影した映像は全てmpeg形式のデータで保存され、画質を最低に設定することによって、1分間の動画が約10MBになる。これならば、コンピュータにデータを転送することも、撮影した全てのデータを保存しておくことも可能である。

III. 作成手順

ここでは実際に行った、中3英語弁論大会クラス予選の全員の映像（1人あたり約3分）を事後に見せる手順について記す。

1. 撮影

全員のスピーチの様子をHDDカメラ（MG-505Z、Victor製）を用い、エコノミーモード（最低画質）にて撮影した。留意点は、生徒毎に必ず録画スタート・ストップを繰り返す、ということである。生徒毎にファイルを分割するためである。これには細心の注意が必要で、忘れるか後で1つのファイルを2つのファイルに分割するという手間がかかる。

2. カメラから外付けHDDへデータの転送

データ量は、1人あたり30MB（約10MB／分）×159人分=約4770MBとなる。最近のコンピュータであれば、内蔵HDDにこの程度の空き容量が確保されていることが多いが、後にCALL教室のサーバーに転送すること、またこの実践を繰り返し行って、データ量が増えていくことを考慮し、データは外付けHDDに転送した。

3. 拡張子の変換

HDDカメラに録画されたデータは、mpeg形式に保存されてはいるが、コンピュータ上では.modという拡張子で表示される。これをWindows Media Playerで開くことは可能であるが、より汎用性を持たせるために、mpeg形式の一般的な拡張子、.mpgに変換する。この作業には、フリーソフトウェア「極窓」(<http://www.55555.to/>)を用いる。このソフトには複数のファイルの拡張子を変換する機能があり、外付けHDDに転送した159人の映像を一括で瞬時に拡張子変換することが可能である。

4. ファイル名を整理

3. で使用した「極窓」には、ファイル名の任意の文字を変換したり、付加したりする

機能もある。2007年7月に実施したインバートテストであれば「0707IT...」、スピーチであれば、「0707SP...」などとファイル名をつけておけば、後にそのファイル名によってファイルの内容を識別することができる。今回は「弁論」の文字をファイル名に付加した。

5. 人数分のフォルダーを作成

生徒人數分のフォルダーを作成することによって、ポートフォリオの「箱」を作る。ここでは、フリーソフトウェア“Folder Creator”(<http://www.kisnet.or.jp/nappa/software/winsoft.htm>)を用いる。このソフトウェアは任意の文字の名前のフォルダーを複数作成する機能を持ち、これによって、A組出席番号8番の生徒であれば、A08という名前のフォルダーを作成するのである。



図1 「極窓」の画面

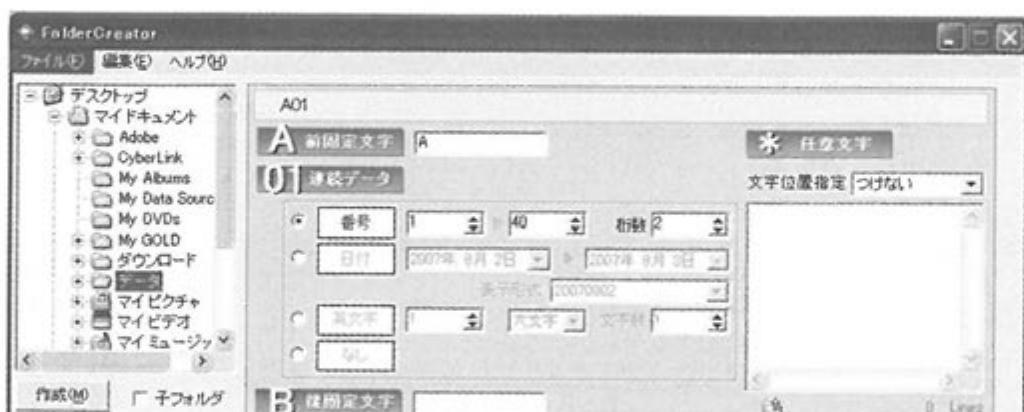


図2 “Folder Creator”的画面

6. ファイルをフォルダーへ格納

撮影したデータを1つ1つWindows Media Playerで開き、顔を確認しながら、作成したフォルダーへ格納する。出席番号順に撮影されていれば、3.および4.で使用した「極窓」を使ってファイル名に連番をつけ、顔の確認作業を省くこともできる。

- この手順で作成したデータを、CALL教室のHDDにコピーすれば完成である。この完成までに要した時間は約1時間30分である。これだけの時間であれば、前時に実施したスピーチの様子を次時に見せるために、かけられないことはない。

IV. CALL教室にて

1. 生徒の活動

生徒達は各自のコンピュータから、サーバーにあるデータにアクセスし、各自のコンピ

ュータに自分のフォルダーをコピーする。なお、このコピーされたデータは、windows をシャットダウンすると自動的に消去されるように設定されている。データの移動総量はクラスあたり、概算で $30\text{MB} \times 40 = 1200\text{MB}$ で、LAN はギガビット対応ではあるが、その能力から考えてパンクしないぎりぎりの量である。これに加えて、モデルとなる生徒に事前に了解を得て、その生徒の映像もコピーさせる。生徒達は 2 つの映像を Windows Media Player を用いて、自分の映像、モデル生徒の映像を見比べ、自己評価し、改善点を探すのである。

授業開始前の反応は、「見たくない」が圧倒的多数を占めた。一方で、自分が話している姿を見た経験はないため、「でも気になる」という、恐いもの見たさの心理が働いていたようである。生徒の主な感想は以下の通りである。

モデルの発表を見て

- ・みんなに何かを訴えかけようとする姿勢で話している。
- ・表情豊かで声がちゃんと通っている。
- ・リズムもあって、テンポがよかった。緩急もついている。
- ・間の取り方がうまい。
- ・発音は他の人と比べて、極端にうまいというわけでもないのがわかった。

自分の発表を見て

- ・うろ覚えなところで目がキョロキョロしていた。
- ・声は大きく出せたが、視線が上にいっていた。
- ・もう少しジェスチャーをつけないと伝わりにくいと思った。
- ・発音と声の大きさははっきりしていたと思うが、話すスピードが速かった。

2. 効果

自分の発表とモデル生徒の発表を見ることによって得られる効果は、数字では表すことができない「気づき」にある。スピーチ活動においては、自分ではできたつもりだったができていなかつた eye contact, voice projection, pause, pronunciation などに関わる課題を発見することができる。これを interview test に応用すれば、何ができる、何ができないなかつたのかをよりはつきりと認識することができる。概して、interview test では、1 時間に全員終わらせたいために、1 人の生徒が終われば、十分なフィードバックができないまま、“Next!”と進めていきがちである。また、その場が終われば、何をどのように話したのか、覚えていないことが多い。まさに「百聞は一見にしかず」である。

V. まとめと今後の課題

1. まとめ

ここで述べた方法論は平成 19 年度、59 期生中 3 に対して実施したものである。平成 18 年度には、60 期生中 1 に対して、interview test 4 回（1 回あたり、JTE, ALT がそれぞれ別問題で実施しているので、計 8 ファイル）、スピーチ 1 回、スキット 1 回の 10 回分をポートフォリオ化し、年度末に CD-R に収めて手渡した。ただ、HDD カメラの購入が 10 月であったため、それ以前のデータはデジタルビデオテープに収録されており、これをデジタルデータ化するのにかなりの時間を要した。この際、ソフトウェア Adobe Photoshop Premiere Elements 1.0 を使用して .avi ファイル化し、さらに TMPGEnc（複

数の.avi ファイルを連続して mpeg に変換することができるソフトウェア) を使用して、それを mpeg 化した。59 期生に対しては、年度末にまとめて同様に CD-R に全てのデータを収める予定である。

2. 今後の課題

課題としてあげられるのは、以下の 2 点である。

- ① ポートフォリオ化したものをどのように活かすか

余田(2001)はポートフォリオを以下のように定義している。

「学習の過程や結果に関わる様々な成果物(例えば、作文やレポート、絵など)をノートやバインダー、フォルダ、コンテナボックス、箱などに集めて整理し、それを見てもらえば自分の成長や達成、よさなどを理解してもらえるようにするようになる。それをポートフォリオ(Portfolios)と呼ぶようにし、様々な方法で学習や評価に役立てていく。」

確かに生徒の活動をデジタルポートフォリオ化することには成功した。ただ、それをいかに生徒の能力向上に役立てていくか、より有効な活用法の模索は必要である。

- ② 生徒にもっと肯定的な自己分析を

モデル生徒と対比したとき、「～ができなかった」という否定的な自己分析が目立つ。「こんなところはうまくできた」「こうすればよくなる」という肯定的な見方をできるようにしたい。

参考文献

余田義彦(2001)『生きる力を育てる デジタルポートフォリオ 学習と評価』、高陵社書店

注 1 : 本稿は英語授業研究学会第 19 回全国大会発表資料に、加筆・訂正したものである。

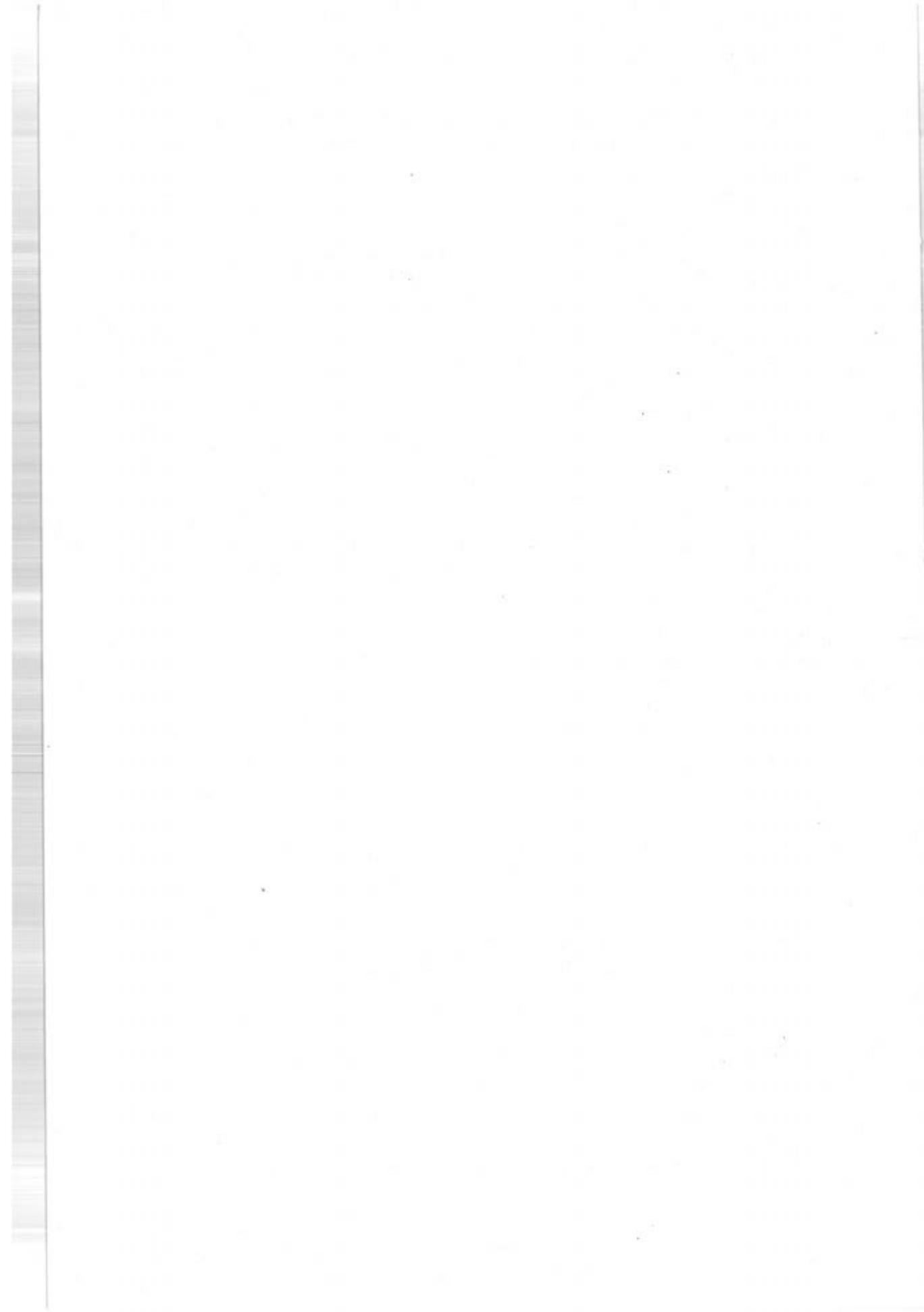
2 : 本実践は平成 18 年・19 年財団法人青松会 中学・高校新教育教育助成を受けて行われたものである。

A Trial of Making Digital Portfolios
with a Hard Disk Drive Camcorder and Computer Assisted Language Laboratory
—For Evaluation and Feedback of Interview Tests and Speeches

KUSUI Hiroyuki

This paper is to show how to make portfolios with a hard disk drive camcorder (HDD camcorder) and a computer assisted language laboratory. If we record students' speaking performance on a HDD camcorder, it is possible for them to see it on a computer immediately. Also, by collecting the animation files, it is possible to make digital portofolios.

Key Words: English Language Teaching, portfolio, feedback, computer



国語科 豊かな感性を育てる国語授業		三木 康宏	化学実験・実習の教材開発とデジタル化
浅野 緑子	中世文学について。和歌を中心として種々のジャンルにふれる。	森井 長典	化学実験教材の開発～比色法を用いた水質分析
榎本 陽子	新聞を中心としたメディアの授業について	森中 敏行	環境教育の教材開発と実践
琢磨 昌一	表現力の育成	音楽科	幅広い音楽体験を通し、技術の向上と共に愛好する心を養う
谷 周平	中学校における文学教材の作成及び指導	高橋真由子	(中) 体全体を使う発声方法と変声期の克服について (高) 知識、技術、感性の結びつきによる芸術性豊かな表現について
藤本 一栄	作品背景を考えた訳を試みる	美術科	発達段階を基にした題材の設定
宮川 康	大阪に関わる近現代文学の教材化	首藤 友子	発達段階を考えた鑑賞教育のカリキュラム
社会科 中高連携の上に立った6年間のカリキュラムの開発		保健体育科	多様なアプローチによる保健体育科教育の実践
生川 年雄	歴史認識を深める史料の活用	鎌田 剛史	I T機器を活用した授業について
甲山 和美	「市民感覚」を育てる法教育の検討	川井 悅子	生涯にわたる豊かなスポーツライフを目指した保健体育教育のありかたについて
笹川 裕史	「20世紀史」の試み	武井 浩平	体育授業で車いすバスケットボールを行う試み
出原 真哉	歴史教材の精選と授業公開	松田 光弘	デジタルコンテンツを活用した授業プログラムの開発・実践
西野 直美	視聴覚教材を活用した授業づくり	養護科	中高一貫における生徒の健康教育
元山 順子	地理を学ぶ喜びについて	舛谷田津子	よりよい健康診断と情報管理の仕方について - 6年間を見通して -
山田時比古	地形図学習と校外学習のコラボレーション	増田 寛子	よりよい健康診断と情報管理の仕方について - 6年間を見通して -
数学科 教材の精選		技術・家庭科	新しい指導要領を意識した教材開発
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-	上田 学	バリアフリーをテーマとした指導法の開発
大石 明徳	理解度を高めるものは何か -相関係数等をもとに-	良 千恵子	小中高における教材の扱い方
澤田 耕治	普段の授業の中での取り組みを考える	英語科	一人ひとりを大切にする指導
竹歳 賢一	指導内容、指導法に関する研究	伊藤 洋一	教科書を活用した四技能の指導
西村 俊	現実世界との関わりを重視した確率統計の指導について	金井 友厚	より多くのinputを与え、より積極的なoutputを促す授業構築を目指して
藤田 幸久	数学Ⅲの指導法を考え -スパイラル方式-	紀岡 龍一	英文の構成に注意した読解及び音読指導
溝内 浩三	指導内容、指導法に関する研究	楠井 啓之	speaking performanceへのフィードバックと自己モニタリング
吉村 昇	指導内容、指導法に関する研究	寺井由美子	単発的なコミュニケーション活動の積み重ねから積極的な英語表現活動へ
理科 小中学校教員向け理科実験基礎講座の実施と、実施上の問題点の分析		富田 大介	高校での教材の精選、L Lの有効活用
井上 広文	偏光に関する諸現象の教材化と実践	日根野敬也	GOOGLE（コーパス）を活用したライティング指導
岡 博昭	Win MOPAC Pro.を用いた200原子以上のモデルの検討		
岡本 義雄	衛生観測データを用いた天文教材の作成		
滋野 正和	より確実に結果の得られる生物実験		
廣瀬 明浩	科学史および科学技術史を活かした中学校理科（物理分野）の指導法の検討		

研究集録 第50集

平成20年3月 印刷

平成20年3月 発行

大阪市天王寺区南河堀町4-88
編集発行者 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 鈴木正彦

印刷所 ハンカイ出版印刷株式会社