

Ⅲ — 3 — 5 スーパーチャレンジサイエンスⅡ（SCSⅡ）

3—5—1 仮説

SCSⅠで履修した理科の教科(科目)のⅡの内容に加えて、2年次に行ったSCSⅠの課題研究を進め、まとめる。また、課題研究の結果を報告する機会を得、他校の高校生や大学生、研究者などからの助言や指導を受ける中で、プレゼンテーション能力や質問力、課題設定能力の向上を図ることができる。

3—5—2 実施概要

- (1)実施時期 通年(平成21年4月～22年1月)
 単位数 8単位
 担当者 本校理科職員(本年度担当：9名)
 対象生徒 スーパーサイエンス(SS)クラス38名

3—5—3 実施内容

化学、選択理科(物理、生物、地学)の内容に加え、SCSⅠに引き続き以下の14テーマで課題研究を実施した。特に課題研究分野では2月の成果報告会で行った中間発表の内容をさらに深化させ、7月の「課題研究発表会」にて全14グループが口頭発表を行った。また、研究成果は「SCS課題研究論文集」として配布済である。

※課題研究発表会は平成21年7月11日に実施。

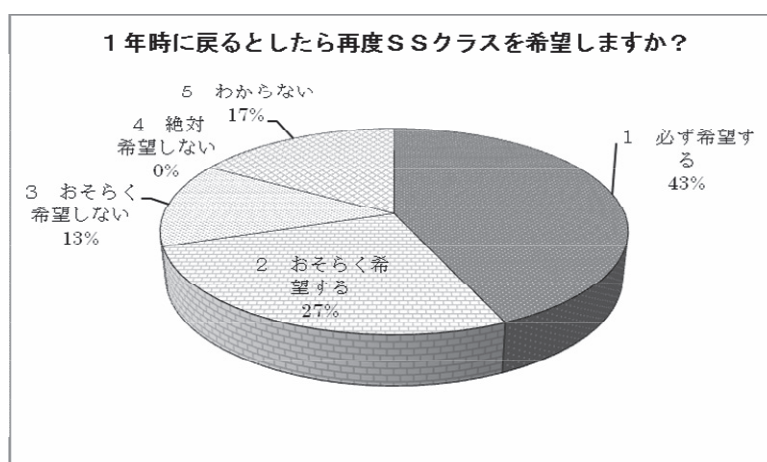
	研究テーマ	研究メンバー	担当教官
①	液晶の色の变化	梶山侑加 鈴木さやか 更田佳奈子	西連地由浩
②	BZ反応のパターン形成	津國由佳子 高橋香織	澤島 博之
③	金属葉の成長と形	田邊三紀子	澤島 博之
④	不斉触媒による不斉合成	谷田部あゆみ	鈴木 好美
⑤	シロアリの研究	市塚奈美 小川静香 柴田皐 西木愛里彩	平山 博敬
⑥	変化朝顔の花形の遺伝	會澤洋子 石井瑞穂 大内初音 篠原友 里 金澤ひとみ 仲田穂奈美 野崎宮香	星 浩一
⑦	カビの発生を抑える研究	飛田菜々子	星 浩一
⑧	ボルボックスの生活環	大内詩織 清水美幸 滑川結香 萩谷和菜 宮之原早紀	権田 律子
⑨	双葉層群における化石の年代同定および環境の推定	大門亜由美 舘野夏紀	岡村 典夫
⑩	花粉の量と気象の関係	石森千春 齋藤愛美	岡村 典夫
⑪	恒星のスペクトル	海老澤なつみ 勝山なつ季 西野恵理	岡村 典夫
⑫	可変焦点式望遠鏡	石井詩歩 平山友紀子	岡村 典夫

⑬	岩石の放射線量	長澤玖実	菊地 茂実
⑭	ゴールドバーグマシンの製作	大津英理子・笹目真未・檜山祥子・松下実樹	菊地 茂実

3-5-4 成果と課題

課題研究発表会における口頭発表を聞いていても、2年次と比較してプレゼンテーション能力や質問への受け答えなど明らかな向上が見られた。また、生徒自身が「この SCS II において向上した能力」として、「プレゼンテーション能力(13名)、課題を設定する力(3名)、探究心・好奇心(2名)、文章を書く力」などを挙げていた。

一方、「1年時に戻るとすれば、再度 SS クラスを希望するか」との問いに、70%の生徒が「絶対希望する・おそらく希望する」と答えており、この2年間に感じた生徒の満足度も上がる(右図)。次回も SS クラスを希望したいとする生徒に聞いた「課題研究をやり終えた率直な感想」は以下の通りである。



・自分の好きな分野の研究をできた ・課題研究をもう少しやりたかった(2)
 ・高校生活が倍くらい楽しくなった ・今まで自分の知らないことや面白そうなことをたくさん見つけられたことが良かった ・長期間、実験を定期的に行うのが大変だったもう少し色々な実験ができれば良かったと思う ・思っていたよりあっという間に終わってしまった ・課題研究はやって本当に良かった ・こうすれば良かったな・・・ということが多かった ・やっているときは大変だったけれど、終わってみれば充実していたと思う

一方で、「おそらく再度 SS クラスを希望しない」した生徒も4名いた。しかし、「様々な施設に行き、研究者と関わったこと」、「科学系部活動でないと活動できないようなことを経験できた」など活動に関して、前向きな捉え方をする意見も見られた。或いは「もっと深く掘り下げて積極的に研究できるような仕組みを目指してほしい」など今後に向けて建設的な意見も複数含まれており、ある程度 SSH 事業全般に対して、満足感があることが推察される。

生徒から出た「発表準備に時間が掛かり過ぎ研究時間が不十分」、「SS クラスに決まった時点で課題研究のテーマを考えた方が良くはないのか。研究期間が短すぎる」との意見も参考にしながら、課題研究の進め方について検討する必要がある。

III — 3 — 6 数理科学 I

3 — 6 — 1 仮説

数理科学 I では数学 II ・ B の授業に加えて、身近な自然現象の観察・実験等理科の教材を活用し、自然科学が数学と協力のもとに発展してきたこと経緯を踏まえ、自然の現象を数学を用いて豊かに理解しようとする態度を育てることができる。

3 — 6 — 2 実施概要

第 1 回 12 月 7 日 (土)、25 日 (金)、26 日 (土) 13:30～16:30

【題】 「指数・対数関数と科学との関係 (その 1)」

【講師】 松下 貢 (中央大学理工学部物理学科教授)

【場所】 2 年 8 組教室

【準備】 方眼用紙、片対数グラフ用紙

【内容】 指数・対数関数が自然科学ではどのように使われ、活躍するか具体例を通して学ぶ。

(1) 自然の法則を探してみよう

松ボックリやヒマワリの花にも法則がある (Fibonacci 数列)。松ぼっくりやヒマワリの花の写真を用いて自らの手で数え上げながら、自然現象は数学で表されることを確認した。

(2) 指数関数で表される現象

マルサスの「人口論」、細菌の増殖、原子核の崩壊など自然現象は指数関数で表せるものが多い。さらにその対数を取り、片対数グラフにするときれいに直線にのった。

(3) ネイピア数 e と指数関数 e^x

自然界には指数関数で表される現象が多い理由は、自然現象が微分方程式で記述できるからである。そして簡単な微分方程式 $\frac{dy}{dx} = \alpha x$ の解が x のべき級数で表されことを逐次

代入法で確認し、この級数がネイピア数 e の指数関数で表されることを発見的に学んだ。

(4) 対数関数

対数関数は指数関数と逆関数の関係にある。対数関数も指数関数に負けず劣らず重要であり、これらは自然科学、社会科学を問わず応用範囲が広い。

第 2 回 3 月 13 日 (土) 13:30～16:30

【題】 「指数・対数関数と科学との関係 (その 2)」

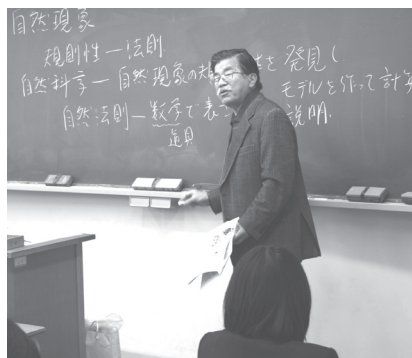
【講師】 松下 貢 (中央大学理工学部物理学科教授)

【場所】 2 年 8 組教室

【準備】 両対数グラフ用紙、リアス式海岸線を含む 1/25,000 地図、定規コンパス

(5) ベキ関数とその応用

科学によく出てくる簡単な関数としてべき関数を学んだ。今回はべき関数で表される例としてコッホ曲線などの規則的なフラクタル図形をいくつか描いてみた。それらがどのようにしてべき関数で表されるか学び、具体的に計算してグラフに描いた。その結果からそれぞれの図形のフラクタル次元をカバー法を用いて求めた。最後に、現実のリアス式海岸のフラクタル次元を求めた。



講師 松下貢教授



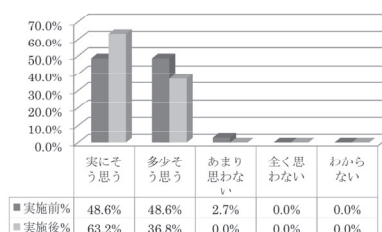
時間をかけて、丁寧に教えて頂いた

3—6—3 結果と今後の課題

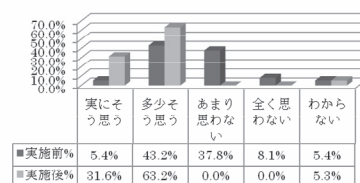
アンケート結果より、「理科と数学は関係がある」に「実にそう思う」と答えた生徒が実施前後で **48.6%→63.2%** に増加し、「自然現象は数学モデルを用いるとより深く理解できる」に否定的な生徒は実施前後で **45.9%→0%** になった。「自然現象の研究に数学を応用することの重要性」を肯定する生徒も **64.8%→89.5%** と大幅に増加した。

実施後の感想より「今まで数学は生活に関係ないもので、受験のためだとしか考えていなかったが、現象を正しく表現するのに使うことができて感動した」、「日頃学習している数学は科学と表裏一体であることを実感した。日々の学習の重要性を痛感した」、「自然現象を題材として学ぶ数学は楽しかった。理解したいという意欲が湧いた」など具体的な自然現象を念頭において、そこに見いだされる法則性から数学を展開していくことが生徒にはイメージし易く、また数学を学ぶ動機付けも増加することが分かった。来年度はもう少し早い時期からこのような体験をさせたい。

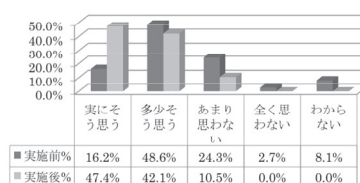
数学と理科は関係がある



自然現象は数学モデルを用いるとより深く理解できる



自然現象に数学を応用して研究することは重要であり、価値のあることだ



Ⅲ — 3 — 7 数理科学Ⅱ

3—7—1 仮説

自然科学が数学と協力のもと発展してきたこと経緯を踏まえ、数理科学Ⅱでは数学Ⅲ・Cの授業に加えて、理科教材を活用して具体的な自然現象を数理科学的に考察・処理することにより自然を豊かに捉えることができることを理解する。

3—7—2 実施概要

第1回 6月13日(土) 14:30～16:30

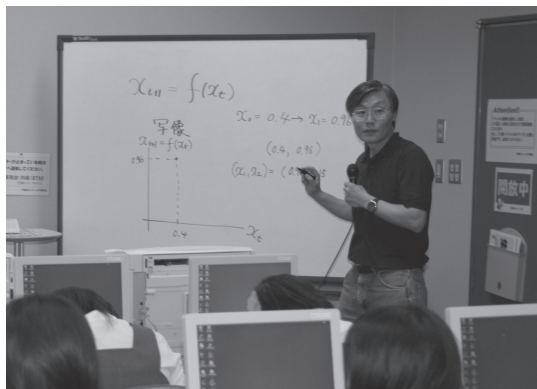
【題】 「数理生物学とカオス」

【講師】 長谷川 博(茨城大学理学部理学科情報数理コース准教授)

【TA】 佐藤尚哉、石川順一、高良和麻(茨城大学大学院理工学研究科)

【場所】 茨城大学理学部S棟マルチメディア第1教室

現象のモデル化→解析→整合しないデータの存在→モデルの改良→解析→整合しないデータの存在→・・・、という繰り返しによって発展する科学と、その裏で重要な役割を演じる数学について、人口論から始まった数理生物学が、数理モデルの改良を繰り返すことで発展し、内田俊郎やロバート・メイの活躍によりカオスが発見されるまでを例として、合成関数の微分など数学Ⅲの知識を用いながら、分かりやすく解説して頂いた。



講師 長谷川 博准教授



2重振り子はその単純な作りからは予想できないほど複雑な振る舞い“カオス”を示す

第2回 6月27日(土) 14:30～16:30

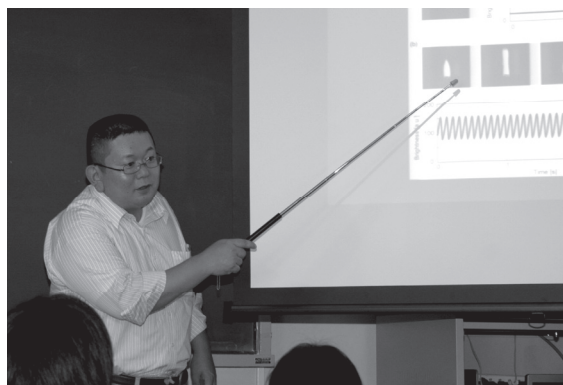
【題】 「ロウソク振動子の実験と数理科学」

【講師】 長山 雅晴(金沢大学理工学域数物科学類計算科学コース教授)

【場所】 水戸二高2号館物理講義室

ロウソク振動子の同期現象について実験とその数理モデルについて解説した。ロウソクを複数個束ねると炎が振動する現象は「供給される酸素の不足」が原因となる不完全燃焼であることは理解できる。その振動するロウソク燃焼をロウソク振動子と呼

ぶことにします。このロウソク振動子を2組用意したとき、振動子間の距離に応じて同位相同期したり逆位相同期したりします。実際に生徒各自でロウソク間の距離を変えながらロウソク振動子の同期がおこることを実験で確かめた。つぎにこの現象を引き起こす相互作用は何であるかを数理解析の視点から解説して頂いた。具体的には数理モデルを構成する過程で何が必要で何が不要であるかを考えることでロウソク振動子間相互作用の本質的相互作用を明らかにできることを学んだ。



講師 長山 雅晴教授



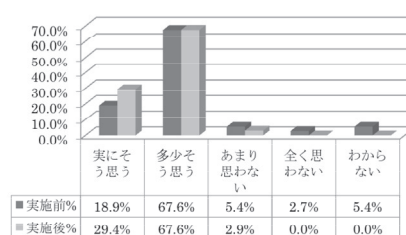
ロウソク振動子が逆位相（一方が長く他方が短い）で振動している様子

3—7—3 結果と今後の課題

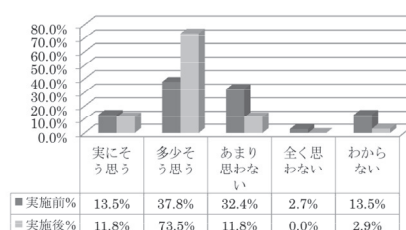
昨年度の数理科学Ⅱの課題であった「“自然現象→数理モデル化→数理解析→新たな知見”という数理科学的な解析のプロセスの重要性を認識できるようなプログラム」を、物理分野については日常の授業で数式を用いて学習しているので、生物分野「数理生物学とカオス」および化学分野「ロウソク振動子の実験と数理科学」の特別講義を実施した。さらに、「数理生物学とカオス」ではプログラミング実習、「ロウソク振動子の数理科学」ではロウソク振動の実験を行い、自分の目で現象を実際に確認する実験プロセスを加えることがその後の学習に対し興味・関心を高めることが生徒の感想より明らかとなった。これは昨年同様の結果である。

自然現象を数理科学的に扱うためにはどうしても微分方程式は避けて通れない。高校数学でせつかく微積分を学ぶのだから、微分方程式を学習すべきである。そうすれば数学で学んだ知識を用いて、具体的な自然現象のモデル化していろいろ考えることができる。来年度もこの流れで進めていきたい。

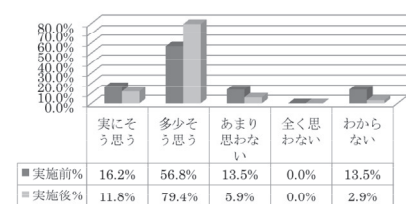
数学と自然現象は密接に関係がある



自然現象は数学を用いるとより深く理解できる



自然現象に数学を応用して研究することは重要であり、価値のあることだ



Ⅲ — 3 — 8 サイエンスイングリッシュ

3 — 8 — 1 サイエンスイングリッシュ（2年）

1 仮説

通常の授業では学習する機会の少ない科学分野に触れさせることで科学英語に親しむとともに、英語によるプレゼンテーションの基礎作りを行う。

2 実施概要

授業期間 通年（平成21年4月～平成22年3月）

時 間 金曜5限

場 所 2の8教室

サイエンスイングリッシュは通常の英語の学習ではほとんど接する機会がない。特に語彙に関してはそうである。そのため、できるだけ易しめの英語かまたはこれまでに知識として習得している内容に関する英語を優先的に扱うよう心がけた。またプレゼンテーションの基礎作りのために発表の機会を設け、それに向けて役に立つ表現を学んだり、あるテーマに沿って自分の意見をまとめ、グループ内で意見交換をさせたりした。これまで授業で扱った主な内容は以下のとおりである。

（1） 専門用語の調べ学習

- ・理科4分野の中で関心のある表現とそれに対応する日本語を確認。
- ・課題研究で必要な表現を挙げそれに対応する日本語を確認。

通常の授業ではいかに科学英語に接していないかを認識させるとともに、語彙を増やすことの必要性を感じさせるようにした。関心のあるもの、必要に迫られているものを調べ学習の対象に選び、取り組みやすくした。

（2） 科学的英語と日本語の比較

- ・やや難しめの科学英語と対応する日本語を比較し、語彙の違いはもとより受動態を使った表現が多いことなどこれまでに学んできた英語との違いに目を向けさせた。

（3） 英文読解

- ・短めの文章を読んだり整序問題を解いたりして熟語表現を学び語彙を増やすことに努めた。

（4） キーワードの類推

- ・キーワードを導き出すような短めの話をもとにA L Tにしてもらい、生徒がキーワードを類推する活動を行った。日本語で既に理解していると思われる基本的な話をしてもらい、文脈の中で英語を覚えるようにした。既習の易しい内容を扱うことで、自然に基本語を習得することを目指した。

(5) A L Tによる実験を伴う授業

- ・パワーポイントを使ってまず講義が行われた。前の時間に物理的变化および化学的变化の違いを中心に講義があり、本時ではその関連でA L Tが天然染料による染色についての実験を化学担当者の支援の下に行った。

(6) プレゼンテーションの仕方についての学習

- ・各場面での役立つ表現を示し、どんな意味でまたどんな場面で使うものかをグループ内で確認・発表させた。

(7) A L Tによる授業（クローン技術に関して）

- ・様々な角度からのクローン技術に関して考えさせ、賛成あるいは反対の立場に立ちその理由についても論理的に答えられるようにした。特定のテーマについて自分の意見を持つことの重要性を学ぶとともに、プレゼンテーションの基礎を学んだ。答えをどちらかに絞れないような難しい問いもあり、日頃から問題意識を持つことが大事であると認識したようだった。グループ単位で意見をまとめさせることで発表しやすくした。プレゼンテーションで役立つ表現をA L Tからも提示してもらい、年度末の発表に備えた。

(8) 英語による課題研究のプレゼンテーション

- ・1年間かけて取り組んできた研究テーマを、4分程度にまとめ英語で発表した。理科担当者の支援を受けながら作成した原稿を、英語担当者およびA L Tが添削して完成させる。サイエンスイングリッシュのまとめとして行った。

3 今後の課題

授業を始めるまでほとんど触れることのなかった科学的英語にほんのわずかではあるが親しむことができた。キーワードの類推など生徒に好評だった授業を改善しながら今後も取り入れていきたい。また徐々に読む量を増やし長めの科学的英語にも抵抗なく取り組めるようにしていきたい。

3—8—2 サイエンスイングリッシュ（3年）

1 仮説

前年度においては、①英文を読むのに慣れた②わからない箇所があっても英文を読み進めることができるようになった、という成果を得られた。しかし、次の3点においては成果が見られなかった。すなわち、①語彙力がつく②文法がわかるようになる③英文を速く読めるようになる。この原因として、週1時間という実施時間不足が考えられた。

今年度も実施時間は同じなので、上記3点の成果は望めないが、成果が見られた2点は、入試長文問題を解く上で有効と考えるので、前年に引き続き「英語多読プログラム」を実施した。

2 概要

授業期間：平成21年4月～平成22年1月（通年）

場 所： LL教室

受講生：3年8組生徒38名

前年度の内容の繰り返しになるが、このプログラムは、易しい絵本から徐々にレベルアップし、大人向けのペーパーバックが読めるところまで英語の読書力を上げるものである。ただし、授業時間数の関係で大人向けペーパーバックを読めるところまでは考えない。多読を継続できることがその成果を生み出すのに重要であることから、読後に理解度を確認するテストなどは一切行わず、以下の三原則を守ることが肝要となっている。

- ① 辞書は引かない
- ② わからないところは飛ばす
- ③ つまらなければやめる

多読教材は、株式会社SEGから購入した40人クラス用の多読セットを継続利用した。レベルや内容が多彩で、用意した教材冊数も数百冊あるので十分であった。ただし、購入費は40万を超えるのでプログラムを実施する前にこの「多読プログラム」に関する書籍等をよく研究しておいた方がよい。

1. 読書記録

生徒Fの読書記録（読書時間50分）……語数の少ない本の読書例

50分間で易しい本10冊を読み、本によって生徒の評価は変わるが、多読に取り組む意欲が見られる。2年次からの通算読書冊数は、9/15の時点で119冊になった。

No	日付	タイトル	評価	感想・メモ
110	9/15	Pirate Adventure	○	よくわからなかった
111	〃	Safari Adventure	◎	シマウマがかわいかった
112	〃	Camping Adventure	☆	良い話
113	〃	Drawing Adventure	☆	自分で書いた物が実際に現われたら おもしろい
114	〃	Noah's Ark Adventure	○	ノアの差している傘が気になった
115	〃	Castle Adventure	☆	グランおばあちゃんがすごかった
116	〃	Christmas Adventure	☆	サンタさんは大変だと思った
117	〃	It's PINK, I think	☆	“ウォーリーを探せ”みたいでおもしろい
118	〃	I like you	☆	良い道徳の本だと思う
119	〃	Underground Adventure	◎	洞窟がきれいだった

(評価) ☆…自信を持ってお薦め

◎…かなりのお薦め

○…まあまあ

△…英語教材と思えばまあまあ

×…お薦めできない

生徒 G の読書記録（読書時間 50 分）………語数の多い本の読書例

50 分間で語数の多い本 4 冊を読み、楽しみながら読めている。2 年次からの通算読書冊数は、9/15 の時点で 92 冊になった。

No	日付	タイトル	評価	感想・メモ
89	9/15	Young Cam Jansen and the Zoo Note Mystery	○	Cam がすごい
90	〃	PAULA PANZIAER	○	楽しかった 少し長かった
91	〃	April in Moscow	○	あまり楽しくなかった
92	〃	Dino's Day in London	◎	おもしろかった

2. 感想・メモ例………生徒は、読んだ本について授業の最後 5 分間で必ず感想・メモを書くことになっている。

☆◎○△×は、上記の評価と同じ内容を表す。

☆犬と猫の話。思わずにやけそう。 ☆読みやすいし、すごくおもしろかった。 ☆2 回目。今度はじっくり読む時間がとれたので、ちゃんと犯人を捕まえられた。 ☆稀に見る傑作。 ☆歴史のクイズ形式の本

だったので、とても勉強になるし、おもしろかった。

◎ところどころわからなかったが、おもしろかった ◎おもしろい。
しかし、わからない単語が結構ある。 ◎難しかったけど、絵が好き。
名前が読めない。 ◎ちょうど良いレベルだった。 ◎ところどころに犬
の Floppy の考えている事が書かれていておもしろい。 ◎私はヒトデが
好きだから、読んで絵は良かったけど、内容はわからないところがあった。
◎ささっと読めておもしろかった。 ◎プーさんもティガーもピガレ
ットもイーヨーもすごく可愛くて、おもしろかった。 ◎知らない単
語も多かったけれど、久しぶりに読んでおもしろかった。 ◎長かった
けれど、単語が簡単で読みやすかった。 ◎普段はダメでも、いざという
とき何とかなればよいとわかった。 ◎以前までのものよりレベルが
高い本だが、読めたしおもしろかった。 ◎サッカーっていいなあ。読
みやすかった。

○結構難しかった。 ○終わりがちょっと物足りなかった。 ○話は
わかりやすい。内容が薄い。 ○女の子がカッコイイ。 ○怖い話だっ
た。 ○ネズミが誘拐された女の子を助ける話。 ○勘違いネタはあり
がちでほっとする。パティっていい人だ……。 ○1分位で読み終わった。
アイスがおいしそうだった。 ○少し難しかったが、内容は理解できた。
○Level2 を初めて読んだ。John と Daniela に何かが芽生えた。さすがに
読めないオチだ。 ○話の続きが気になる。 ○いろんな動物が出てき
てすごく可愛かった。だけど文字が少なすぎかも。

△なんだか理科っぽかった。 △まったく Gemma はほんと嫌なヤツ
だ。 △飽きたので、途中まで。 △なんだか理科っぽかった。

×プーさんの話ずっと読みたいと思っていたのに、つまらなすぎ。 ×
途中で飽きて疲れた。 ×長いしわかりにくい。 ×15秒で終わった。
×わかりづらい。このシリーズはまだ早いかも。

3. 考察

生徒達の感想・メモ例から伝わってくることを

ア) ×の数は全体で極めて少ない。本がレベル毎に並べてありしかも細かい
レベルに別れているし、表紙から内容が察せられるので、続けて×の
本を選ばないですむ。

イ) 実際には☆◎の数が圧倒的に多いが、生徒達の英語の難しさや内容
による微妙な気持ちの動きを把握して指導に活かすことが今後の指導
にとって大切だと考え、○の例を多く示した。

- ウ) 易しい英文だと、文章量が多くても抵抗感が少ない。
- エ) 自分のレベルに合った本であれば、理解できるので楽しみながら読める。
- オ) 理解できる場合、次に知的レベルを満足させる内容が求められる。
- カ) 分からない単語があっても、内容を理解したり楽しんだりすることができる。
- キ) レベル設定がはっきりしていると、一冊読めたレベルの本を無理なく多数読める。
- ク) レベルが高すぎたり低すぎたりした場合、修正して次の本を見つけやすい環境が多読にとって重要である。

4. 参考図書：

「英語多読完全ブックガイド」改訂第2版

古川昭夫・神田みなみ・黛道子・西澤潤一・畑中貴美・佐藤まりな・
宮下いずみ編著（コスモピア社）

「教室で読む 100 万語」

酒井邦秀・神田みなみ・編著（大修館書店）

「快読 100 万語！ ペーパーバックへの道」酒井邦秀（ちくま学芸文庫）

3 評価及び今後の課題

2年間「英語多読プログラム」を実施して最大の成果は、英文を読むことに抵抗がなくなることである。多読の活動を通して生徒達は英文を読むコツをいつの間にか自分で身につけていく。英書が、教材としてよりも自分の興味・関心を満足させ得るものかを求め出す。大学に進んで自由な時間を持ったときに、納得のいくまで「多読」を実行していつてもらいたい。

今後の課題として、生徒・教師の双方とも本のレベルが一目瞭然となるようにレベル毎に色ラベルを貼る等の工夫をした方よい。また、毎回生徒に読書記録を取らせたが、生徒の読書レベルの変化を数ヶ月毎に把握する方法を考えていきたい。