

群馬高専レビュー

平成 25 年度

第 32 号

目 次

出前セミナー用マイクロスケール発光教材の開発と実施	大野 佳代子・平 靖之	1
新課程中学校英語検定教科書完全ガイド—新傾向とアニメ風キャラクター—	横山 孝一	7
平成 26~29 年度用「コミュニケーション英語Ⅱ」—文部科学省検定済新英語教科書案内—	横山 孝一	19
グレイディッド・リーダーで世界の名作を知る—Compass Classic Readers 案内—	横山 孝一	31
CAD・CAM補助教材の開発（その 3）—AC サーボモータの体験学習環境の構築—	金子 忠夫・樋本 弘	43
フラクタル符号化における並列計算の検討—GPU, MPI による実装と評価—	鶴見 智	49
中学生を対象にしたスマート・サイエンス・スクールの取り組みについて	平 靖之・出口 米和・大岡 久子・太田 道也	55
英単語学習用 Web 教材開発—効果的な英語学習法を求めて	八鳥 吉明・大野 佳代子	61
アルキル分岐鎖を持つフラーん誘導体の合成	出口 米和・中西尚志 (NIMS)・Helmut MÖHWALD (MPI)	67
素数集合上の絶対シンプレクティック構造と絶対ワイル代数	谷口 正	69
回路基板加工機による写真彫刻	小城 淳一・浅見 博・須永 修司	75
アスベストの急速分解と添加助剤の検討	藤重 昌生・神保 良多・須田 一穂・桜木 優輔・唐沢 郁子・小島 昭	79
子ども向けイベントにおけるインタラクティブミュージックシステムの稼動と活用	牛田 啓太・森田 哲夫 (東北工大)	85
文献レビューに基づく路上犯罪の都市環境的ハザード抽出	木梨 真知子	91
フタロシアニン-酸化亜鉛ナノ粒子複合膜の光伝導性	藤野 正家・石崎 文	99

出前セミナー用マイクロスケール発光教材の開発と実施

大野 佳代子* 平 靖之**

(2013年11月28日受理)

1. はじめに

群馬高専では、従来の教育・研究活動に加え、地域貢献活動の一環として、平成16年度より教職員が小学校や公民館に出向き、簡単な「体験型出前セミナー」を実施している。現在著者らは、液体窒素を使った冷却の実験、カラフル人工イクラの作製、ネオジム磁石を使った実験¹⁾などを行っている。昨年度は新規テーマとして、化学の本質に迫る「化学反応」を安全で簡単に扱うことの出来る教材開発の研究に着手し、途中経過を報告した²⁾。

今回は、完成した発光教材の内容と、体験型出前セミナーの実施例を報告する。

2. 事前調査

出前セミナーの教材開発にあたり、事前に体験者にアンケート調査を行った。結果を図-1に示す。

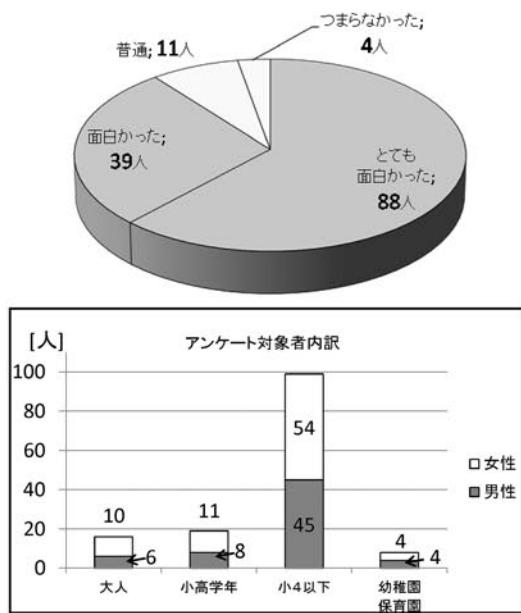


図-1 市販品による「光る液体」セミナー実施結果

このアンケートは、化学発光を利用したケミカルライトの市販品を用いて、著者らが従来行っている出前セミナー「バナナで釘を打ちましょう（超低温に挑戦）」のテーマの中で実施した。

市販品のケミカルライトは、プラスチックチューブの外筒の中に、薄いガラスアンプル（内筒）が入っている。内筒には蛍光液（シュウ酸エステルと蛍光色素）、内筒と外筒の間には酸化液（過酸化水素と触媒）が入っている。化学発光は、外筒であるプラスチックチューブを軽く折り曲げることにより、内筒であるガラスアンプルが割れて2つの液体が混ざり合い、化学反応を起こして光を発生する³⁾。

事前調査の為の実験方法は、この2つの液体をそれぞれ別々の容器に準備し、1.5mLマイクロチューブに蛍光液200μLを入れ、その中に酸化液200μLを加え、最後に発光強度を高くすることのできる市販品目薬⁴⁾を2滴、滴下させた。実験自体は、講師が行う演示実験とした。

アンケート実施の結果、参加者の90%から「とても面白かった」または「面白かった」と回答を頂いた。「つまらなかった」という回答の中には、「実際に自分が体験したかった」、「遠くて良く見えなかった」とのコメントがあった為、おおよその参加者の関心を引いていたものだと思われる。これらの結果から、化学発光をテーマとした出前セミナー用教材の開発が有意義であることが分かった。

3. 試薬代替の検討

3. 1 酸化剤

一般的なケミカルライトでは、酸化剤として過酸化水素が用いられている。この試薬は、腐食性が高く⁵⁾、皮膚についた場合は痛みを伴う白斑が出来てしまうことがある。低濃度のものはオキシドールなどの外用殺菌消毒剤として用いられるが、重量%で6%を超える濃度の水溶液は、毒物及び劇物取締法により、劇物に指定され

ている。この有害な過酸化水素を、家庭用漂白剤などの身近な製品で代替できるかを検討した。家庭用漂白剤は、「酸化型漂白剤」と「還元型漂白剤」の2種類に分類される。一般に良く使われている酸化型漂白剤は、人体に影響の無い低濃度の過酸化水素水を含んでいる。酸化型漂白は相手に酸素を与えて色素を破壊するもので、還元型漂白は相手から酸素を奪って色素を破壊させる特徴がある。

本研究に使用した身近な製品と、それらの主成分の一覧を表-1に示す。

表-1 使用した身近な製品とその主成分

No.	製品名	メーカー名	用途	成分(Top表示)
1	サンテ40プラス	参天製薬(株)	目薬	イブシロン-アミノカプロン酸
2	ロードリセ	ロート製薬(株)	目薬	L-アスパラギン酸カリウム
3	ユースキンA	ユースキン製薬(株)	スキンケアグリーム	ビタミンE酢酸エチル
4	湯のじらべ塩原	(株)大創産業	入浴剤	硫酸Na
5	バスクリンゆずの香り	バスクリン(株)	薬用入浴剤	L-グルタミン酸ナトリウム
6	アタック高活性バイオEXジェル		洗濯用洗剤	水, ポリオキシエチレンアルキルエーテル
7	ワイドハイターEXパワー ガンコなシミ用	花王(株)	衣類用漂白剤	水, ポリオキシエチレンアルキルエーテル
8	ボールド 香りのじゅわ着洗剤	P&G	衣類用洗剤 ドライマーク用	ポリオキシエチレンアルキルエーテル
9	ハートネイルエナメル(ピュアクリア)		マニキュア	酢酸エチル
10	水性ニス 透明クリア	(株)大創産業	工作用ニス	合成樹脂
11	万能オイル		油	スピノオイル
12	エナメルルーバーP		除光液	酢酸エチル
13	ローズバスエッセンス	クローバーコーポレーション	入浴用化粧品	ミネラルオイル
14	Xsterilize(エクステラライズ)	サブリメント・ワールド(株)	空間除菌・消臭	CICO2(二酸化塩素)
15	お部屋のアブリーズW消臭	P&G	消臭・芳香剤	イオン交換体
16	マイルドクリーニングリキッド	花王(株)	メイク落とし	水, グリセリン
17	超解水	(株)ウイルソン	自動車ガラス用解氷剤	アルコール類95%
18	アイボンクリール	小林製薬(株)	目の洗浄	イブシロン-アミノカプロン酸
19	無添加メイク落としオイル	牛乳石鹼共進社(株)	クレンジングオイル	パルミチン酸エチルヘキシル
20	BIORE UV アクアリッチウォータージェリー	花王(株)	日焼け止め	水, エタノール
21	オキシドールF	DAISO	傷消毒液	過酸化水素(H2O2:34.01) 2.5~3.5w/v%
22	薬用ホワイトローション(T)	クラシエホームプロダクツ(株)	化粧水	L-アスコルビン酸2-グルコシド
23	アフターパスティートメント(エマルジョンタイプ)	(株)DHC	トリートメント	水, BG
24	ワインマックス エナメルうすめ液			酢酸エチル
25	Dうすめ液			酢酸ブチル
26	ハートネイルエナメル(パールホワイト)			酢酸ブチル
27	Dジェルトップコート			酢酸エチル
28	Dネイルトップコートクリック			酢酸エチル
29	Dラメ入りうすめ液MA	(株)大創産業		アセトン
30	Nail Top coat			酢酸エチル
31	キューティクルオイルP-K2			ミネラルオイル
32	ワインマックス ネイルエナメル デリシアNo.9			酢酸エチル
33	ハートネイルエナメル(ハリーピンク)			酢酸ブチルニトロセルロース
34	ワインマックス ネイルエナメル デリシアNo.5			酢酸エチル
35	Blacklight Manicure R	トリックボスター・ドットコム		酢酸ブチル
36	Blacklight Manicure B	マニキュア		酢酸ブチル
37	Beam On シャイニンググリーン	//(株)SO-KEN		酢酸エチル
38	重曹	(株)大創産業	掃除用	炭酸水素ナトリウム

http://www.tech.gunma-ct.ac.jp/~ohnoh/MC_Lumi/data/table_1.pdf

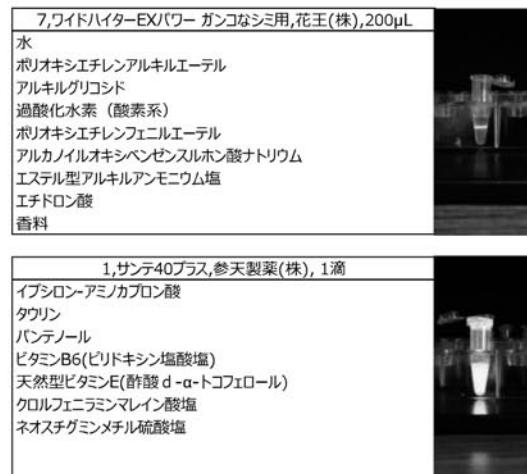
次に実験方法を示す。市販品のケミカルライトから、蛍光液と酸化剤をそれぞれ分けて取出し、蛍光液のみを1.5mLマイクロチューブに200μL入れる。その中に表-1に示した身近な製品(目薬を除く)を同量の200μL加える。最後に反応を促進する為に目薬を1~2滴滴下し、ミニミキサーを使って攪拌する。目薬は、昨年度の研究で、ケミカルライトの発光強度を高くすることが分かっており、溶液の反応を促進する働きがあると考えられる。

この方法で化学発光現象を確認することのできた身近な製品は、表-2に示す3製品であった。尚、製品名の右横のカッコ内は表-1中の番号を示す。

表-2 200μL + 目薬で化学発光した製品

1.	アタック高活性バイオEXジェル(No. 6)
2.	ワイドハイターEXパワー ガンコなシミ用(No. 7)
3.	オキシドールF(No. 21)

1.の製品であるアタック高活性バイオEXジェルは蛍光洗剤であり、これに含まれる蛍光成分が発光に関与していると考えられる。2.のワイドハイターEXパワー ガンコなシミ用と、3.のオキシドールFは、低濃度の過酸化水素水を含む為、目薬を滴下することで反応が促進され、化学発光が起きたと思われる。発光結果の一例を図-2に示す。



http://www.tech.gunma-ct.ac.jp/~ohnoh/MC_Lumi/poster93_3PA089.pdf
図-2 ワイドハイターEXパワー ガンコなシミ用 200μL と目薬で化学発光した結果

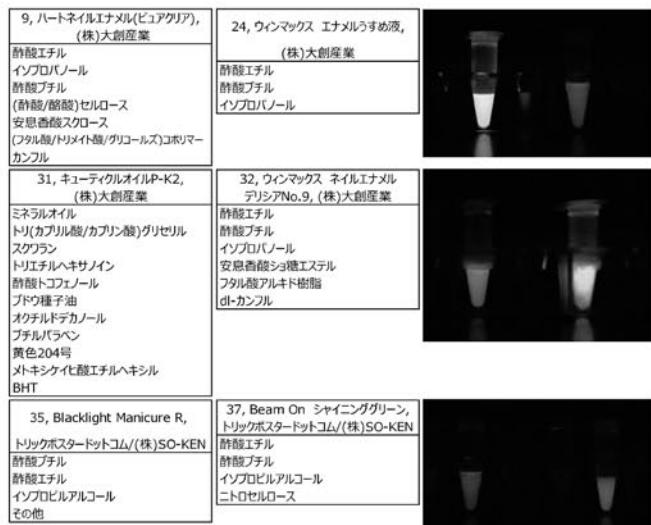
また、シュウ酸ブチルを酵素存在下で分解させると化学発光が生じることがある⁶⁾。マニキュアは、このシュウ酸ブチルに近い成分を含むことから次に示す実験を試みた。蛍光液200μLに、マニキュア200μLを加える。但し、目薬は加えない。この結果、化学発光が起きた製品は、表-3に示す6種類であった。

表-3 200μLで化学発光したマニキュア

1.	ハートネイルエナメル ピュアクリア(No. 9)
2.	ワインマックス エナメルうすめ液(No. 24)
3.	キューティクルオイルP-K2(No. 31) *1)
4.	ワインマックス ネイルエナメル デリシアNo. 9(No. 32)
5.	Blacklight Manicure R(No. 35)
6.	Beam On シャイニンググリーン(No. 37)

*1) 但し、蛍光液の色が黄のみ

化学発光を確認できたマニキュアは、全て無色透明の液体であった。他にも赤色やピンク色などの有色不透明マニキュアを試したが、発光には至らなかった。発光結果を図-3に示す。但し、これらの製品を用いた場合、発光強度はかなり低く、簡易暗室の中で発光を確認できる程度であった。



http://www.tech.gunma-ct.ac.jp/~ohno/MC_Lumi/poster93_3PA089.pdf

図-3 マニキュアを使用した結果

以上の、目薬を加えることで発光現象が起こる3製品と、単体で発光する6製品を比較・検討した結果、日中の室内の明るさの元で化学発光現象が確認でき、発光強度が一番強い「ワイドハイターEXパワー ガンコなシミ用 ((株)花王)」を代替試薬として採用することとした。

3. 2 触媒

昨年度までの研究では、ケミカルライトの市販品を化学発光させた状態にして、その溶液に家庭用洗剤である高活性バイオ酵素入り洗濯用洗剤や、目薬などを滴下することにより、液体の温度を上げることなく、発光強度を高くできることを発見した。表-4にその5製品を示す。

表-4 化学発光強度を高くできる製品

1.	アタック高活性バイオEXジェル(No. 6)
2.	サンテ40プラス(No. 1)
3.	ロートリセ(No. 2)
4.	重曹(No. 38)
5.	オキシドールF(No. 21)

*製品名の右横のカッコ内は表-1中の番号

以上の5製品の内、2製品が目薬であり、比較的安価で入手できることから、今回の教材開発での触媒としては、「目薬」を採用することとした。目薬の成分は、市販品ケミカルライトの触媒であるサリチル酸ナトリウムに近

い成分が含まれていると考えられる。

図-4に研究に使用した目薬の一覧とその結果を示す。



1. スマイルコンタクト クールブラック ライオン(株)
2. ロートクール 40α ロート製薬(株)
3. ロートビタ 40α ロート製薬(株)
4. スマイル40EX ライオン(株)
5. ロート C キューブ m ロート製薬(株)
6. サンテ 40 プラス 参天製薬(株)
7. ロートリセ ロート製薬(株)

図-4 触媒として研究対象とした目薬一覧と結果

用意した7種類全ての目薬に於いて、発光の強弱はあったものの、化学発光現象を確認することができた。一番強度の高いものは、4. スマイル40EXと、6. サンテ40プラスであった。この2つの目薬の成分一覧を表-2に示す。2つの目薬に共通する成分は、クロルフェニラミンマレイン酸塩、ネオスチグミンメチル硫酸塩である。7種類全ての目薬に共通する成分が無いことと、この2つ以外の共通成分は他の目薬にも含まれることから、これらが他の目薬よりも発光強度を高くしている可能性が高いと考えられる。

表-2 目薬の成分

4. スマイル40EX	6. サンテ40プラス
レチノールバルミチン酸エステル(ビタミンA) 酢酸d-α-トコフェノール(天然型ビタミンE) ヒリドキシン酢酸塩(ビタミンB6) L-アスパラギン酸カリウム(栄養成分) 酢酸テトラヒドロジリン クロルフェニラミンマレイン酸塩 ネオスチグミンメチル硫酸塩 (添加物) エデト酸Na BHT 塩化ベンゼルコニウム 塩化Na ポリオキシエチレン硬化ヒマシ油 プロピレングリコール l-メントール dl-カシフル d-ポルネオール pH調節剤	イブシロン-アミノカプロン酸 タウリン パンテノール ビタミンB6(ヒリドキシン塩酸塩) 天然型ビタミンE(酢酸 d-α-トコフェロール) クロルフェニラミンマレイン酸塩 ネオスチグミンメチル硫酸塩 (添加物) エデト酸ナトリウム水和物 クロロブタノール ベンゼルコニウム塩化物液 ホウ酸 ポリオキシエチレン硬化ヒマシ油 d-ポルネオール l-メントール 等張化剤 pH調節剤
■ : 共通成分	

http://www.tech.gunma-ct.ac.jp/~ohno/MC_Lumi/data/rev32color.pdf

4. 出前セミナー用キットの開発

昨年度の研究により、マイクロスケール実験の容器は、試験管では無く、生物実験で良く使用されるマイクロチューブと決定した。この材質は、ポリプロピレン樹脂(PP)であり、一般的に流通しているケミカルライトの外筒と同じ材料であることから、安全であると言える。液漏れを防ぐ為、マイクロチューブの種類の中でも、キャップにロックが出来るものを採用した。

体験者が使用する実験器具は、1.5mLマイクロチューブ、マイクロチューブ立て、酸化液を入れるプラカップ、スポット、実験用手袋の5点である。実験の際には、肌を保護する目的として化学実験用手袋を着用することを義務付けることとする⁷⁾。また、出前セミナーの実施時間は日中がほとんどである為、化学発光現象の強弱によっては結果が確認できにくい状況が考えられる。この対策として、結果確認用のブラックボックス(市販の段ボール箱15×10×10cmに黒い紙を貼ったもの)と、黒い布(50×50cm)、スクリュー管瓶(No.4, 13.5CC, マイクロチューブを箱の中に立てる)を用意する。

試薬は、市販品ケミカルライトから取り出した蛍光液200μL、酸化剤である「ワイドハイターEXパワーガンコなシミ用」200μL、目薬2~3滴を使用する。但し、安全面を考慮して、蛍光液体は講師が事前にマイクロチューブに分注しておくこととする。

体験者は、準備されたマイクロチューブに、スポットで酸化剤を容器の半分程度になるように加え、その時点ではまだ発光しないことを確認する。次に触媒である目薬を滴下することで、化学発光により液体が光ることが確認できる。蛍光液と酸化剤の混合後、目薬を入れることにより反応が促進されて直ちに発光する為、実験時間は短くて済む。

5. 実施内容

著者らは、開発した出前セミナー用マイクロスケール発光教材を用いたテーマで、前橋プラザ元気21(群馬県前橋市)で行われた「夏休みキッズフェスタ2013」に出典したので報告する。全体の開催期間は2013年8月23日~24日であったが、本テーマの担当は、8月24日の1日間であった。

前日の器具搬入は大野と、瀧澤裕佳技術補佐員の2名が担当し、当日の実施は、平、大野、補助学生1名の計3名で対応した。

体験者の対象年齢は、小学生以上とし、1回の定員を10名とした。実施回数は、10:00~12:00, 14:00~16:00の間に、1回当たり実施20分の合計12回とした。実施時

間20分の内訳は、原理説明5分、実験10分、参加者の入替5分である。キッズフェスタでは、他にもたくさんのテーマで出展が行われていた為、事前に整理券を配布して予約制とした。

今回の本テーマの体験者は、合計で57名であった。図-5に会場の様子を示す。体験者は、保護者と一緒に実験が行えるように、1テーブルに体験者席と保護者席の2つの席を用意した。発光させる蛍光液体の色は、黄色・赤色・緑色の3色とした。これらの発色の違いは、蛍光液に含まれる染料の試薬の違いによる。黄色は1,8ジクロロ-9,10-ビス(フェニルエチニル)アントラセン、赤色はローダミンB、緑色は9,10-ビス(フェニルエチニル)アントラセンを使用することが多い。

液体は全て正常に反応し、参加者全員が化学発光現象を確認することができた。発光が起こる度に参加者の歓声が上がり、本セミナーは好評であったと思われる。体験者全員に、本テーマのリーフレット(図-6参照)と市販品の未使用ケミカルライトを持ち帰って頂いた。



図-5 「キッズフェスタ」会場の様子

液体を光らせてみよう

お祭りなどで売っている「光るフレット」に
入っている光る液体を作てみよう！

【実験】

● 前橋市立工業高等専門学校
http://www.tech.gunma-ct.ac.jp/~ohno/MC_Lumi/kidsFesta/print.pdf

液体が光るしきみ

お祭りで売っている「光るフレット」、コンタクトレンズで
使われる「カラコン」、蛍光の液体で遊んで遊んでいたのです。
今回も同じで、簡単に自分で作ることができます。
液体の表面に、光るや白黒などをさせると、強化効果があります。
「化学発光現象」を見て、液体が光ります。

【実験】

● 水分子、酸素分子、電子などの運動エネルギーをもつ水素分子が、電離した
エネルギーをもつ水素分子をもつ。エネルギーが「分子の運動エネルギー」になります。
電離した水分子をもつ水分子をもつ。ガソリンなどのエネルギーも同じです。
ひきこもって生きながらせる。水素エネルギーがかかるのです。
電離した水分子をもつ水分子をもつ。エネルギーがかかるのです。
エネルギーがかかる。エネルギーがかかるのです。

エネルギーに、エネルギーをもつ水分子をもつ。エネルギーがかかるのです。
今日の実験は、このエネルギーの力をもつ。液体を混ぜ合わせると
光エネルギーが発生して、液体が光ります。

1
2

3
4

http://www.tech.gunma-ct.ac.jp/~ohno/MC_Lumi/kidsFesta/print.pdf

図-6 持ち帰りリーフレット

6. 今後の課題

「夏休みキッズフェスタ2013」の参加者から、家庭でも実験してみたいので、全ての液体を身近な製品に置き換えて欲しいと要望があった。身近な製品に代替できていないものは、シウ酸エステルを主な成分とする蛍光液である。今後、この蛍光液の代替になる身近な製品を発見したいと思う。

7. 本研究に関するホームページ

本研究に関する情報を、下記URLのホームページ上に掲載している。

http://www.tech.gunma-ct.ac.jp/~ohno/MC_Lumi/index.html

8. 謝辞

本研究はJSPS科研費 24915008の助成を受けたものです。関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

また、教材開発にあたりご助言を頂きました、群馬高専 総務課 板橋巧係長、総務課 新平美由紀様、一般教科（人文）八鳥吉明教授、非常勤講師 野村貴俊様（元嘱託教授）に、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 平靖之, 大野佳代子, 萩野和夫, 田部井由香里: 磁石を使った体験型出前セミナーについて: 群馬高専レビュー(30), pp.53-56, 2011.
- 2) 大野佳代子, 平靖之: 出前セミナー用マイクロスケール発光教材の開発: 群馬高専レビュー(31), pp.1-4, 2012.
- 3) 株式会社ルミカ ウェブサイト: 製品情報: ガラスアンプル: ルミカのガラスアンプル技術
<http://www.lumica.co.jp/product/ample/000121.html>
- 4) 大野佳代子, 平靖之: 出前セミナー用マイクロスケール発光教材の開発: 群馬高専レビュー(31), p.2, 2012.
- 5) 西山 隆造: 図解初めて化学の実験をする人のために(増補改訂版)第5刷: 株式会社オーム社, p.57, 1981.5.
- 6) 二木銳雄, 谷村立子, 神谷佳男, 田久長一, 稲場文男: 化学発光を用いた酸化反応の研究(第1報): 石油学会誌 J. Japan Petrol. Inst., 27, (1), pp.15-20, 1984.
- 7) 日本化学会編: 中・高校生と教師のための化学実験ガイドブック: 丸善株式会社, p.171, 1994.

Development and Experimental-type Lectures of Microscale Experiments on Chemiluminescence Using Commercial Products

Kayoko OHNO and Nobuyuki TAIRA

We have investigated microscale experiments on chemiluminescence for primary schoolchildren. Our purpose of this study is to carry out the experiments more safely and more simply. We are interested in a commercial chemical light and changing the quantity of the reagent to use. Because the commercial chemical light contains harmful hydrogen peroxide H_2O_2 for an oxidizing agent, we have substituted H_2O_2 with commercial products, such as bleaches and eye drops.

This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Number 24915008.

新課程中学校英語検定教科書完全ガイド ——新傾向とアニメ風キャラクター——

横山 孝一*

(2013年11月28日受理)

はじめに

平成 24 年（2012）度から中学校で全面的にスタートした新課程の文部科学省検定済新中学校英語教科書は、どのように変わったのか。筆者は旧課程の教科書を「中学校の英語教科書を読む——新入生は何を習ってきたか」（『群馬高専レビュー』第 27 号、平成 21 年 3 月）で概観し、徹底的に会話にこだわる方針に感心し、読み物の少なさに弱点を見た。その後、高校・高専の新課程導入に際し、読み物が極端に増えた「コミュニケーション英語 I」の見本を多数見て、ゆとり教育の終焉を実感した（拙論「コミュニケーション英語 I——文部科学省検定済新英語教科書案内」『群馬高専レビュー』第 31 号、平成 25 年 3 月）。そして今回、中学校の新教科書をひと通り調べてみる気になったのである。

まず、平成 20 年 3 月に改訂した新中学校学習指導要領が「聞くこと」「話すこと」に加えて「読むこと」「書くこと」を明示したため、大きな変化が起こった。教科書本文は、劇の脚本のようなダイアログ形式以外に、聴衆に語りかけるスピーチやプレゼンテーション、TOEIC を思わせる電子メール・手紙・ウェブページ・新聞雑誌記事・掲示・アンケートといったさまざまな形式で英文を読ませ、そのあとで同様の形式で英文を書かせる工夫をしている。英語で日記を書くことを勧めたり、スピーチ原稿の書き方まで指南している教科書もある。自己紹介から始まり、電話や道案内などは 3 年間を通じて繰り返し練習し、リスニングは空港から天気予報までの海外での生活を想定。最後は、多くの聴衆を前にプレゼンテーションまでできる、高い目標を掲げている。

参考に、新課程がめざす到達点の具体例を示しておきたい。東京書籍の *NEW HORIZON 3* 「ある女子中学生が音楽をテーマに書いたスピーチの原稿」（131 頁）の一部を以下、抜粋する。

Venezuela is one of the biggest oil-producing countries in the world, but it still has a lot of poverty. The gap between the rich and the poor in Venezuela is very wide. Some kids in poor areas may not think they have a chance for a good future, and some of them may join gangs or commit crimes. So the Venezuelan government created a program called "El Sistema." In this program, kids learn classical music and are taught to play musical instruments. The program is free. Most kids love music, so they want to participate in El Sistema. It helps them to stay away from crime and gangs. More than 250,000 kids in Venezuela have joined the program.

ゆとり教育時代の教科書には見られなかった語彙の豊かさに感心するだろう。これこそが、今回の改訂の目玉なのである。新しい『中学校学習指導要領』では、使用単語数を「1200 語程度」と明記している。旧課程で 900 語だったものをいっきに増加させたのだが、文科省の解説によると、「教材における語数については、1200 語程度を上限とするという趣旨ではない」（『中学校学習指導要領解説・外国語編』文部科学省、平成 20 年 9 月、34 頁、以下、引用頁のみ記す）という。つまり、制限を解除しているのだ。これは、関係代名詞・to 不定詞・動名詞・受け身の「制限をそれぞれ削除した」（30）ことや、筆記体の重要性を認めて「指導してもよい」（49）としたことと共通する。要するに、能力の高い生徒をとことん伸ばす方針に転換したのである。コミュニケーション活動と直結させた文法事項の習熟も重視しているので、理論的には、ゆとり世代の平均的な大学生にも書けない英文を、中学生でも書くことが可能になったのである。

この高い理想を示す具体例をもう一つ、新世紀を意識した書名の *COLUMBUS 21: ENGLISH COURSE 1*（光村図書）から紹介しておこう。

*人文科学系・英米文学

Hey, it's summer!
I'm full of get-up-and-go.
Don't come too close!
Both heart and hooks
are glinting dangerously,
sounding like clickety-click.

Hey, it is hot!
I'm gonna tough it out.
Hooks raised, I cut a real figure,
steeped in the blazing sun—
I fit the bill to a T—
perfectly!

かまきりりゅうじ（工藤直子）作「おれはかまきり」の英訳“I'M A PRAYING MANTIS”が原詩と共に、中学校で初めて開く英語教科書の見返し頁に掲載されているのである。見事な英訳だが、やはり語彙に圧倒される。世界に日本を発信する意気込みを最初に示したのだろうか。「外国语を通じて、言語や文化に対する理解を深め、積極的にコミュニケーションを図ろうとする態度の育成を図り、聞くこと、話すこと、読むこと、書くことなどのコミュニケーション能力の基礎を養う」という新指導要領の「目標」（68 頁）を実現するため、強いカマキリを登場させたのかもしれない。

中学校の教科書で扱われている題材は、道徳教育と連動して、「世界平和と人類の幸福に貢献すること」が期待されているため、第二次世界大戦、アメリカの公民権運動、南アフリカのアパルトヘイト等、戦争と人種差別に反対する読み物が含まれている。具体的には、広島原爆の悲劇や上野動物園の「かわいそうなぞう」、ナチスの迫害に苦しんだ『アンネの日記』、外務省に背いてもユダヤ人にビザを発給した杉原千畝、黒人の権利のために戦ったキング牧師、その遺志を継ぐスティービー・ワンダーなど。中でも理想とされるのは、貧しい人びとの「母」となって奉仕したマザー・テレサである。なお、掲載されている物語は今でも、星新一とオー・ヘンリーがその才をよく評価している。絵本『りんごをたべたいねずみくん』や“Who Is Joey's Favorite Girl?”のようないしやれた物語を新しく取り入れている教科書もあるので、今後、文科省のいう「生徒の興味・関心に応じて、学習意欲を起こさせるような題材」（51 頁）が増えることを期待したい。

生徒の興味・関心の一つは、教科書でも取り上げられている、世界的に人気のあるわが国のマンガとアニメだろう。そんな若者文化の国にふさわしく、日本の中学校の英語検定教科書は、マンガやアニメの技法を取り入れ、

それぞれ案内役の登場人物を設定している。なかには魅力的なキャラクターを作りだすことに成功した出版社もある。しかし、旧課程のとき拙論「中学校の英語教科書を読む——新入生は何を習ってきたか」で指摘したことだが、女子生徒を事実上の主人公にするのは逆差別である。今回だいぶ改善されたが、いまだに女子を主人公にして、男子をその「友達」として登場させている教科書がある。男子生徒を脇役にすると、思春期で内向的になりがちな男子はさらに萎縮して英語学習に消極的になってしまうだろう。新課程で、新たに男子を主人公にした教科書も現われたが、アメリカ人女子生徒との友情を描くあまり、日本人女子生徒が陰に隠れてしまって、これもまた差別的である。韓国との友好を意識して韓国人キャラクターを登場させている教科書も 2 社あるが、サービスしすぎて肝心の日本人キャラクターを軽視するのでは、本末転倒といえよう。意識して日本人の男女を平等に主役とした学校図書の *TOTAL ENGLISH* を模範とすべきではないか。ちなみに、登場する英語教師がアメリカ、カナダ、イギリス、オーストラリアと、出身が教科書によって異なっているのに、*SUNSHINE: ENGLISH COURSE 3* を唯一の例外として、全員が白人女性なのは不自然ではないか。今後、検討すべき問題かもしれない。

以下、文部科学省検定済新中学校英語教科書全 6 種 18 冊の特色と内容を順不同で概説する。*NEW HORIZON* で示した 3 年間の文法事項は、共通なので他では省く。各教科書が設定した登場人物の動きと、扱っている題材がわかるように各レッスンをまとめてみた。教科書選択の参考になれば幸いである。

- 1) *NEW HORIZON: English Course 1* (笠島準一、関典明ほか 36 名、東京書籍)

緑中学校を舞台に 4 人の生徒——さくら、一郎、カナダ出身の新入生ベッキー、オーストラリア出身のケビンが登場。アニメ風にデザインされた彼らの大きな挿絵つきで話が展開する。ほかの生徒は描かれず、アメリカ人のブラウン先生がこの 4 人と夏祭りに行ったり、自宅に招いたりする。かなり不自然だが、国際的な環境で自己紹介から海外旅行まで英会話の基礎が学べる教材になっている。巻頭の Warm-up で教室英語・アルファベット・数字・曜日・月などをまとめて紹介し、各課の本文とは別に、自己紹介文・手紙・グリーティングカードを書いたり、電話の応答・道案内を口頭で練習したり、コマーシャル・空港での会話を聴いたりする。文法は、be 動詞・一般動詞・三人称単数現在形・代名詞・進行形・疑問詞・一般動詞の過去形を学ぶ。「応用編」には、基本

的な発音・筆記体を含むアルファベットの書き方も紹介されている。

① ようこそ、日本の学校へ

新入生ベッキーを主人公のさくらと一郎が迎える。

② みんな友達

ベッキーを教室と体育館に案内。窓から見える建物を教え、オーストラリア出身のケビンを紹介する。

③ はじめまして、ブラウン先生

新任のアメリカ人女性メアリー・ブラウン先生の自己紹介と、生徒たちの先生への質問。

④ 楽しい昼休み

ベッキー、ケビンとの会話。折り紙・天気・科目・朝食などが話題になる。

⑤ お祭り大好き

町のお祭りで、浴衣を着たブラウン先生がみんなに飲み物を買い与え、一郎とCDの話。さくらとケビンが金魚すくい(goldfish scooping)を楽しむ。

⑥ ベッキーのおばあちゃん

ベッキーが、サンフランシスコで働く有名なジャーナリストの祖母ナンシーについて話す。

⑦ サンフランシスコの学校

ナンシーが孫のベッキーのために、アメリカの中学校を紹介するビデオを撮影。案内役は、シンガポール生まれの双子、メイ（女）とビン（男）。社会科の授業・外国語やボランティアの選択科目・学生食堂・部活のアメリカンフットボールなどが話に出る。

⑧ ナンシーに会いに

冬休み。ナンシーに招待され、ベッキー、ケビン、さくら、一郎は、飛行機に乗ってサンフランシスコへ。

⑨ ケーブルカーに乗って

ユニオンスクエアでメイとビンに会い、チャイナタウンで食事して、ケーブルカーに乗る。

⑩ 観光地から

さくらは、坂の街サンフランシスコを1年A組に紹介するためビデオレターを作る。ゴールデンゲート・ブリッジとヨセミテ国立公園での会話。

⑪ 一年の思い出

学年末の休日にブラウン先生が4人を自宅に招く。サンフランシスコからの手紙や、雑誌に載った先生の体験記を読み、日本の正月などについて語る。

○ Let's Read Over the Horizon

主人公の「私」が月から地球を眺め、人類はみな兄弟、美しい地球を大切にしようと訴える。

○ 名作鑑賞 How the Moon Got in the Sky

アフリカの神話。クモのアナンシが夜中に森で見つけた美しい「光」を6匹の息子全員が欲しがったので、最高神ニヤメが空に投げ、それが月になった。

2) *NEW HORIZON: English Course 2* (笠島準一、関典明ほか36名、東京書籍)

1年生の時に活躍した4人は後方に退いてしまい、各ユニットの題名も英語に変わり、読む量も増えている。しかし、ただの読み物ではなく、TOEICテストのように掲示・アンケート・新聞・スピーチなど多様なかたちで読ませている。英会話を重視し、各ユニットにかならずダイアログをつけている。日記やメールを英語で書かせたり、テレビCM・ニュース・空港のアナウンス・アメリカの天気予報を聴かせたりもする。文法は、助動詞・比較表現（応用編に「形容詞・副詞比較変化表」がつく）などを学ぶが、「先生にお願い」でていねいな依頼表現、「学び方コーナー」で賛成・反対の表現が紹介されている。1学年に引き続き、定着をめざして、電話と道案内が再び取り上げられている。

○ Warm-up A Speech and a Game

カナダに住んだことがある一郎が、誕生日に父親からもらった思い出の、アイスホッケーのジャージについてスピーチする。

① Dogs with Jobs

ブラウン先生が盲導犬のジェニーについて語る。盲導犬体験教室の英語掲示文。生徒たちの感想。

② A Trip to New Zealand

ブラウン先生がゴールデンウィークの予定を尋ねる。一郎はニュージーランドへ旅行。入国審査。エグmont山とキーウィについて語る。

③ My Future Job

英語部の入部動機のアンケート結果を受けて、さくらとベッキーが将来の夢を語る。ウェブページに載る意見と忠告。

○ Let's Read 1 A Magic Box

飢えた老女を助け、3つの願いを叶えてくれる魔法の箱をもらった夫婦。さいごの願いは読者が考える。

④ Homestay in the United States

夏休みにアメリカへホームステイに行ったさくら。ガイドブックの心得。ベッドメイクについてベイカー夫人と会話。サマースクールでホームステイの悩みを書き、教師がアドバイスを記す。

⑤ A New Language Service

3千人の外国人が暮らす緑市が通訳のボランティアを募集し、一郎の母が応募。市のサービスを英字新聞が紹介。一郎の母は、外国人のために簡単な日本語を使うべきと投書で提案する。

⑥ The Story of an Old Clock

ブラウン先生がインターネットで見つけた「おじいさんの古時計」があるイギリスのジョージ・ホテル。経営者のジェンキンス兄弟が死去して止まった時計

の話を聞き、アメリカ人ワークが有名な歌を書いた。

○ Let's Read 2 Try to Be the Only One

「さとうきび畑」で有名になった沖縄出身の全盲歌手・新垣勉の半生。米軍の父と日本人の母に捨てられ、14歳のとき祖母も亡くなつて天涯孤独の身になるが、ラジオで讃美歌を聴いて感動し、教会へ。同情した牧師夫妻に家族として迎えられ、道が拓けた。

⑦ My Favorite Movie

英語の授業で一郎が『鉄腕アトム』について語り、好きな映画『E.T.』のあらすじを紹介する。

○ Let's Read 3 Can Anyone Hear Me?

星新一作「おーい でてこーい」。嵐で消えた神社の跡地に底なしの穴が見つかる。便利なゴミ捨て場として原発の核廃棄物まで捨てたものの、ある日、空からゴミが降りはじめる気配が……

○ 名作鑑賞 I'll Always Love You

ぼくの愛犬エルフィーが先に老いて死んでしまった。今は、新しい犬を飼う気になれない。

3) *NEW HORIZON: English Course 3* (笠島準一、関典明
ほか 36名、東京書籍)

緑中学校の4人のキャラクターはときおり登場するが、中途半端なかたちで消えてしまう。最後に揃って成長した姿を見せてほしかった。2学年同様、スピーチ・インタビュー・アンケート・観光ガイド・ネットの掲示板・人物事典などさまざまな形で英文を読ませる一方で、障害者・貧困・人種差別・戦争といった高校の英語教科書でおなじみの説教臭いテーマが現われはじめめる。道案内と電話は3年間を通じて練習させて定着を図っている。2課で現在完了形を学ぶと、以後、しつこいくらい現在完了形の文章が出てくる。反復による習熟を狙っているようだ。読み物の“A Mother’s Lullaby”と“The Fall of Freddie the Leaf”は旧課程のままたが、読み物の数は増え、応用編Further Readingの4編は、語彙・内容ともに従来の高校レベルの英文である。しかも、③は「ある女子中学生が音楽をテーマに書いたスピーチの原稿です」という設定。中学校における英作文の高い到達点を示しているといえよう。文法は、現在完了形のほかに受動態・不定詞（副詞・名詞・形容詞の働き、It is 形容詞（for 人）to～）・後置修飾（関係代名詞）を学習するが、「5つの文構造」（71頁）では、例文つきで5文型も教えている。

○ Warm-up A Speech and a Game

ワシントンDCの桜について、さくらがスピーチする。

① Sign Language

手話ミュージカルに感動したケビンが、手話教室で手

話を習い、その体験を発表する。

② A Fireworks Festival

テレビの英語番組が花火大会を取材。ベッキーにインタビューし、実況中継。終了後、花火師の話を聞く。

③ Fair Trade Chocolate

父の影響でフェアトレード商品に関心を持ったティムが、チョコレートの原材料を生産する労働者に正当な賃金が払われるよう、その意義を語る。感激したガーナの少女から礼状をもらう。

○ Let's Read 1 A Mother's Lullaby

原爆投下後の広島。母を亡くした幼い男の子に子守歌を歌う少女。二人の死を目撃した古木の回想。

④ Learn by Losing

ベッキーを相撲観戦に誘う一郎。外国人力士たちが間違えながら日本語を習得していることをユーモアを交えて語る。

⑤ Electronic Dictionaries—For or Against

ブラウン先生に紙の辞書(a printed dictionary)を使うよう言わされた一郎。インターネットの掲示板で、紙の辞書と電子辞書の良し悪しが語られる。

⑥ Break the Barrier

さくらが人物事典や伝記で調べた、初の黒人大リーガー、ジャッキー・ロビンソンの生涯。差別を乗り越えて活躍し、人種の平等に貢献した。

○ Let's Read 2 Roy Brown—Boy Detective

ダイヤモンドのついた矢が放たれたわけは？ 強盗犯の正体は？ 少年探偵ロイ・ブラウンが警察署長の父親と事件の謎を解決する。

○ Let's Read 3 An Artist in the Arctic

大学生のとき、アラスカの自然に魅せられてひと夏をイヌイットの村で過ごした星野道夫は、1996年にクマに殺されるまで美しい写真を撮り続けた。

○ Further Reading ① Ambassador of Laughter

1997年から12か国で300回以上英語で落語の公演を行なっている桂かい枝。

○ Further Reading ② E-mail from Grandma

森林火災の際、決してあきらめず川を往復して消防に奮闘したハチドリの寓話を、ナンシーが孫にメールで送り、感動したベッキーが返事を出す。

○ Further Reading ③ My Friends, My Heroes

ベネズエラ政府が貧しい子供たちを犯罪から守り未来へチャンスを与える無料の音楽教育「エル・システム」について、女子中学生が書いたスピーチ原稿。

○ Further Reading ④ Languages in Danger

約6千ある言語の半分が絶滅の危機にある。言語は、コミュニケーションの手段であるだけでなく文化と歴史の一部でもあるので、自然環境のように次世代

- のために守るべきである。
- 名作鑑賞 The Fall of Freddie the Leaf
木の葉のささやかな一生を描いて、人生と死の意味を語る哲学的寓話「葉っぱのフレディ」。
- Review Reading ② Dolphins, Our Friends
友好的な賢いイルカのために、青い海を守ろう。
- Review Reading ③ From PET Bottles to Spaceships
折り紙はペットボトルや宇宙船の帆にも応用される。
- Review Reading ④ Amazing Air and Space Travel History
ライト兄弟の飛行機からアポロ 11 号までたった 66 年。
- Extensive Reading Grandma Baba and Her Friends on a Sleigh
おばあさんがベッドをそりに改造して、動物たちと雪山を滑りおりる童話。
- 4) SUNSHINE: ENGLISH COURSE 1 (新里眞男、佐藤寧、山岡俊比古、高梨芳郎、ほか 28 名、開隆堂)
旧課程の洗練されたアニメ風キャラクターから、陽気だが幼稚な感じのする漫画風キャラクターに変更されている。主人公の由紀と「由紀のクラスメート」武史が、アメリカ人のマイクとカナダ人 ALT のウッド先生を相手に会話を交わすかたちで進んでいく。アルファベットから始まり、4 課まではマンガ形式で吹き出しの中に英文が入る。10 課まで対話体で書かれている。付録で、本課に対応する 10 行に満たない短い読み物と、挿絵つきの 4 頁の童話が用意されている。「巻末資料」として、筆記体・ヘボン式ローマ字・英語の歌（カーペンターズ他の対訳）などが掲載されている。My Project では、自己紹介、質問と答え方を練習。Listening ではラジオ放送の聴き取り、Writing では日記の書き方を扱い、電話番号・年号の読み方は Word Web で教えている。
- ① アルファベットになれよう
アルファベットの文字と音をゲームを交えて学ぶ。
- ② アメリカからの転校生
シアトル出身のマイクが由紀と初めて会い、あいさつ。
- ③ ウッド先生がやってきた
カナダ出身の白人女性ウッド先生が授業で自己紹介。
- ④ リサイクル活動
マイクにリサイクルデーについて説明する武史と由紀。
- ⑤ 国際フードフェスティバル
インド人のバリーと出かけた武史と由紀の会話。
- ⑥ 由紀のイギリス旅行
夏休み、由紀はシャーロック・ホームズ博物館へ。
- ⑦ Dilo the Dolphin
由紀が英国から持ち帰ったイルカの本を紹介する。
- ⑧ Origami
折り紙について語る大介。ウッド先生も関心がある。
- ⑨ A New Year's Visit
ジムの家に妻の母から「お雑煮を食べに来て」と電話。
- ⑩ Mike's Visit to Washington, D.C.
ワシントン D.C の博物館を訪れたマイクが由紀に手紙。
- ⑪ Flowers in the Classroom
教室に花を飾る女子生徒のやさしさに佐藤先生が感動。
- Review Reading ① アジアの食べ物
日本のラーメンとカレーを写真で本国のものと比較。
- 5) SUNSHINE: ENGLISH COURSE 2 (新里眞男、佐藤寧、山岡俊比古、高梨芳郎、ほか 28 名、開隆堂)
由紀はしばしば海外に出かける。韓国との扱いに著者の善意が感じられるが、隣国よりもまずは男子生徒の武史のことを考えるべきだろう。海外旅行は男女平等にさせたほうがよい。本書は、会話だけでなく読解も重視し、3 課ではインターネットの記事、4 課で星新一のショートショート「新発明のマクラ」、Writing 2 でメール、12 課で手紙の英文を読ませる。9 課と 12 課の実話は、掲載写真とともに興味深い。Speaking で、電話・買い物・道案内。Listening で、天気予報を扱う。Writing では再び英語日記を勧め、書く順序を具体的に教えてくる。My Project では、会話をつづける相槌の打ち方や、ディベートの基礎となる賛成と反対の仕方を特集。Challenge で、グラフを比較させる理科と数学の問題を英語で出題しているのは画期的といえる。
- ① Did You Enjoy Your Vacation?
京都に行ったウッド先生と、韓国に行った由紀の会話。
- ② A Trip to Finland
今夏フィンランドへ行く由紀がマイクに予定を話す。
- ③ Charity Walk
チャリティウォークについて武史がウッド先生と話す。
- ④ The Pillow
F 博士が発明した枕で睡眠中に英語を学んだ父は……。
- ⑤ Gulliver's Travels
ガリバーは長崎と観音崎に来たと教えるウッド先生。
- ⑥ A Work Experience Program
ウッド先生に職業体験について語る由紀と武史。
- ⑦ If You Wish to See a Change
1992 年の地球環境サミットで演説した少女のその後。
- ⑧ A Shelter for Pet Animals
阪神大震災後、ホームレスのペットの世話をした獣医。
- ⑨ A Priest in a Mask
マスクを被ってプロレスで稼ぐ神父と遺志を継ぐ弟子。

⑩ So Many Countries, So Many Customs.

ホームステイ先での誤解を語り合う桃子とマイク。

⑪ Yui—To Share Is to Live.

白川郷の藁ぶき屋根をみんなで協力してふきかえる。

⑫ Her Dream Came True.

亡父のために、ティベアを世界旅行に出した少女。

○Review Reading ① Finland

フィンランドの公用語・人口密度・日本との時差など。

○Review Reading ② Red Nose Day

イギリスの慈善団体のイベント「赤鼻の日」。

○Review Reading ③ Take Action!

病院の職場体験で女子中学生の「私」が学んだこと。

○Review Reading ④ Helping Each Other

1995 年に世界遺産になった白川郷。屋根のふきかえは、みんなで助け合う。

○Extensive Reading Maria Talks about Her Life.

映画『サウンド・オブ・ミュージック』のモデルになったトラップ一家の苦労。

6) *SUNSHINE: ENGLISH COURSE 3* (新里眞男、佐藤寧、山岡俊比古、高梨芳郎、ほか 28 名、開隆堂)

どういうわけか英語の ALT がウッド先生からイギリス人のホール先生に代わり、マイクのほかに、アメリカ人のリサとオーストラリア人のパットが加わる。しかし、この教科書でも登場人物はフェードアウトし、後半は、高校の検定教科書につながるおなじみの偉人伝や物語にあてられている。国際的に活躍する人に光を当てるのも検定教科書ならではで、My Project では、アグネス・チャンにインタビューしている。Speaking で旅客機内の客室乗務員との会話、Listening で駅・空港でのアナウンスを扱うなど、海外旅行を想定している。文法は、現在完了形から関係代名詞まで習い、英文の表現もかなり豊かになっている。Challenge では、広島風お好み焼きの作り方と茶道に関する説明を英語で行なう。

① How Does Your School Chime Sound?

学校のチャイムがビッグベンの鐘の音になった経緯。

② Volcanoes in Japan

太郎からリサへの手紙。桜島から日本の火山の話に。

③ The 5 Rs to Save the Earth

ゴミの山にあきれた武史はリサにメールで 5 R を提案。

④ Faithful Elephants

戦争中餓死させられた上野動物園のかわいそうなゾウ。

⑤ Sushi-Go-Around in the World

1958 年生まれの回転寿司はいま世界で愛されている。

⑥ Let's Talk about Things Japanese.

鳥獣戯画に興味を持つマイク。けん玉を語る由紀。

⑦ What Is the Most Important Thing to You?

発展途上国の子供たちに絵を描かせる山本敏晴医師。

⑧ Clean Energy Sources

風力発電や太陽エネルギーの重要性について語る大介。

⑨ Mother Teresa

貧しい人びとのために働いたマザー・テレサの生涯。

⑩ After Twenty Years

オー・ヘンリー作。20 年前の約束の皮肉な結末。

○Review Reading ① The Origin of World Heritage Sites

アスワンドム建設で神殿を移し、世界遺産が始まった。

○Review Reading ② Japanese Anime Goes Abroad.

『鉄腕アトム』以来、日本のアニメは世界で愛される。

○Review Reading ③ Hats Off to Harada Misa

エリザベス女王も被った、原田美砂ブランドの帽子。

○Extensive Reading ① The Wisest Man in the World

約束どおり、ソロモン王の窮地を救ったハチの話。

○Extensive Reading ② The Hat

愛用の帽子を追いかけて成功したギリシャ人の物語。

7) *NEW CROWN: ENGLISH SERIES 1* (高橋貞雄ほか 40 名、三省堂)

主人公は田中久美で、加藤健は準主役。アニメ風のキャラクターデザインがすぐれている。アメリカ人のポール・グリーン、オーストラリア人のエマ・シモンズ、中国人の楊美玲（ヤン・メイリン）のほか、インド人のラージ・シュクラも途中から仲間に加わる。先生は英国人女性のブラウン先生。国際色豊かな中学校が舞台である。アルファベットをキーボード上で、序数を日めくりカレンダーの絵で示しているのは、実用的だ。付録「発音の仕方」では、pen の e の発音の仕方を「「エ」と言ひながら、少しひニコッと笑うように発音する」と教えている。[e]を発音するたびに生徒の笑顔が見られるだろう。

① I am Tanaka Kumi

久美はポールとあいさつ。健はエマ、美玲と話す。

② My School

ブラウン先生がフクロウの写真や「英漢字」を見る。

③ I Like Kendama

健はけん玉と三味線、久美は剣道について話す。

④ Field Trip

校外学習。山で鳥を眺め、作った食事を終える一同。

⑤ Our New Friend from India

転校生ラージがインドのスポーツ、カバディを説明。

⑥ My Family in the UK

ブラウン先生がバグパイプを吹く父親の写真を見せる。

- LET'S READ 1 Alice and Humpty Dumpty
『不思議の国のアリス』と『鏡の国のアリス』の一部。
- ⑦ Wheelchair Basketball
ポールの兄に車椅子バスケットを習った久美の報告。
- ⑧ School Life in the USA
ポールがアメリカの学食の説明。姉妹校からのメール。
- ⑨ Four Seasons in Japan
エマが写真アルバムで、日本での1年を振りかえる。
- LET'S READ 2 A Girl Saved Many Lives
2004年、津波から100人の命を救った英国の小学生。
- Further Reading Little Mouse Wants an Apple
しゃれたオチの絵本『りんごをたべたいねずみくん』。

8) ***NEW CROWN: ENGLISH SERIES 2*** (高橋貞雄ほか 40名、三省堂)

ダイアログのあとの一読解用の英文がしだいに増えていく。内容がよく整理されていて、それぞれ、洗練されたカラフルなイラストがつくおかげで圧迫感はない。会話については、We're Talking ①～⑧が道案内から電話・買い物・旅行を扱い、スピーチは、Mini-project で「私の夢」をテーマに掲げ、「原稿の準備ができたら、友達の前でスピーチをしよう」と勧めている。リスニングの「ロボット・コンテスト」は、各国のエンジニアのプレゼンテーションを聞いて問い合わせに答えるかたちをとっている。付録の「早口ことば」「She sells seashells by the seashore.」の挿絵(137頁)がよい。

- ① Aloha!
春休み中ハワイに行ったポールの会話と絵日記。
- ② A Calendar of the Earth
クリーンアップデーの活動。人類誕生までの地球史。
- ③ For Our Future
環境問題を考える子供国際会議に出席するポールたち。
- ④ Enjoy Sushi
健は先生と市場へ。菜園を見せる久美。寿司の案内書。
- LET'S READ 1 A Pot of Poison
和尚の壺の砂糖を全部食べてしまった小僧のとんち話。
- ⑤ My Dream
職業体験で農業を学んだエマ。花火師になりたい久美。
- ⑥ Uluru
オーストラリアから戻ったエマ。観光地ウルルの記事。
- ⑦ Good Presentations
エマ、健、メイリンの、表やグラフを使ったプレゼン。
- ⑧ India, My Country
ラージが、祖国インドの紙幣・映画・言語を語る。
- LET'S READ 2 Landmines and Aki Ra
子供の頃兵士だったカンボジア人の地雷撤去と博物館。

- Further Reading 1 Costa Rica—A Country of Eco-Tourism
熱帯雨林と海亀を守る、コスタリカの取り組み。
- Further Reading 2 Zorba's Promise
死んだカモメに頼まれて、子を空に送り出す黒猫。

9) ***NEW CROWN: ENGLISH SERIES 3*** (高橋貞雄ほか 40名、三省堂)

独学で発電用の風車を組み立てたマラウイの少年の話や、黒人差別に反対するキング牧師とローザ・パークスのバス・ボイコット、オー・ヘンリーの有名な短編小説など、読み物が高校の新課程教科書と重複していることが気になる。また、題材がここにきて反戦平和に傾斜し、説教臭くなっている。しかし、フェードアウトする他社の登場人物と違い、最後の課できちんと読者に別れを告げているところがよい。「3年間一緒に学んでいく仲間です」と最初に紹介しているだけに、手を振るキャラクターたちの絵に、学習者は感動を覚えるにちがいない。道案内・買い物・電話を扱ったWe're Talkingにも久美たちが登場し、最後の⑧「約束をします」では、中学校生活最後の日、“Promise to keep in touch.” “I promise. I'll write to you every week.”と、健とエマの別れまで描かれており、キャラクターを使った教科書として完成度は高い。なお、話す練習では「インタビュー」に重点を置いている。文法については、付録「絵でわかる英語のしくみ ①時制」(110-111頁)がユーモラスな絵で過去形と現在完了形の違いなどをうまく表現している。

- ① My Favorite Words
健が決めた今年のクラス目標。久美の好きな言葉。
- ② Finland—Living with Forests
家具デザイナーが祖国フィンランドについて語る。
- ③ Rakugo Goes Overseas
落語に関心があるエマ。落語家きみ江のインタビュー。
- ④ The Story of Sadako
修学旅行で広島へ。12歳で亡くなった原爆病の禎子。
- LET'S READ 1 Learning from Nature
自然界から学んだ技術例。新幹線や、雨粒をはじく傘。
- ⑤ Houses and Lives
健が畳とこたつを説明。図鑑に載っている世界の家。
- ⑥ I Have a Dream
久美がキング牧師を調べる。オバマ大統領が夢を実現。
- ⑦ We Can Change Our World
久美の主張。風力発電機を自作したマラウイの少年。
- ⑧ English for Me
中学校の思い出を語るラージ。英語に関する寄せ書き。

- LET'S READ 2 A Moment of Peace
敵味方なく、クリスマスを祝った第一次大戦中の伝説。
- Further Reading 1 Short Letters
友人・父母に思いを伝える、短い手紙6通。
- Further Reading 2 Jimmy Valentine
オー・ヘンリー作。恋をした金庫破りと刑事の人情話。
- Further Reading 3 A Vulture and a Child
ピュリツツァー賞受賞写真をめぐる倫理的問題。

10) *ONE WORLD: English Course 1* (松本茂ほか17名、教育出版)

アニメ風のキャラクター設定がしっかりとしているが、主人公は女性の小野あやか、通称アヤで、ケンタこと、サッカー好きの谷健太は脇役。「アヤの友だち」の一人にすぎない。シンガポール出身のメイを登場させて、コラムのCulture Watchでは、「シンガポールの多言語社会」「シンガポールの正月」を日本語で紹介している。手塚プロダクションが挿絵に参加しており、Word Watch 3「ファミリー・ツリー」(家系図)では、『ジャングル大帝』のキャラクターを使い、7課では『鉄腕アトム』が話題となる。Let's have a chat!のコーナーで、Cool! (かっこいい!) Oh, yeah? (そうなんだ) 等の相槌を学ぶ。最後のProjectでは、4人でグループになり、クラスメートにインタビューして行動を調べ、グラフにまとめて結果を順番に英語で発表する。

① アヤの新しいクラス

アヤが、シドニー出身の女性・キング先生と話す。

② 学校で

佐藤先生の教室紹介。給食中、メイとボブの会話。

③ アヤの友だち

好きなスポーツ・音楽・科目、飼っている動物を訊く。

④ キング先生の家族

キング先生が写真で家族を紹介。祖母はバイク乗り。

⑤ 中華街に行こう

アヤたち4人で中華街へ。メイが中国語について語る。

⑥ メイの誕生日パーティー

メイの家で誕生パーティーが開かれ、4人が招かれる。

⑦ マンガ大好き

マンガ好きのボブが『鉄腕アトム』の魅力を語る。

⑧ それぞれの冬休み

NYに帰ったボブと、日本の寒い冬が嫌いなメイ。

⑨ シンガポールで

メイが祖国でナイト・サファリに参加したことを語る。

⑩ メイのおじいさん

来日したメイの祖父がキング先生と大阪見物し、来校。

○ Reading Alone

独りきりになりたいという友を心配する、ヒキガエルの物語。

11) *ONE WORLD: English Course 2* (松本茂ほか17名、教育出版)

新たに韓国人のキム・ジンがクラスメートに加わり、ケンタと同じサッカーチームに入る。韓国では、部活ではなく学校に残って夜中まで宿題をするとか、1日に5時間は勉強すると語り、隣国のきびしい中学校生活を垣間見せる。4課では、介護ロボットやお好み焼きロボットを写真入りで紹介し、わが国の科学技術に注目させる。Word Watch 1では、メニューを見ながらファストフードの注文を練習する。Let's have a chat! のコーナーでは、対話が途切れない工夫として「日本語の「えーと」を英語で言って、間を埋めよう」と、Well Let me see....などを使う。Writing Tipsでは、「マッピング」の手法を教えている。話題とそこから思いつくことを書いて丸で囲み、線でつないでいくこの方法は、他社も採り入れているが、54頁は詳しい具体例を示していて、とてもわかりやすい。

① A New Student from Korea

韓国からジンが加わり、アヤとケンタがそれぞれ会話。

② Golden Week

沖縄へ行ったキング先生がソーキソバやゴーヤを語る。

③ Summer Vacation

キング、アヤの夏休み旅行計画。ケンタの宿題と部活。

○ Reading 1 Stone Soup

村人から食材を集め、うまいスープを作る空腹の3人。

④ Robot Contest

ジンを中心に、ロボット・コンテストに刺激を受ける。

⑤ Halloween Party

ボブの家に集まり、本場のハロウィーンを楽しむ。

⑥ Internship

写真スタジオで職場体験したアヤ。通訳をめざすジン。

○ Reading 2 A Message from the Sea Ice

地球温暖化の犠牲になっているタテゴトアザラシの子。

⑦ Homestay in Australia

オーストラリアでホームステイするアヤ。環境問題も。

⑧ Aya's Reports about Australia

教室でアヤが、ウルル、シドニー、カンガルーを語る。

⑨ An Interesting Survey

インターネットや会話で、世界の学校の違いを知る。

○ Reading 3 The Gift of Tezuka Osamu

1989年、60歳で死去した漫画家・手塚治虫の生涯と業績。

12) **ONE WORLD: English Course 3** (松本茂ほか 17 名、教育出版)

3年を通じて教科書の案内役となったアヤたちの別れは描かれていながら、代わりに、キング先生の3年間を回想する文章が Further Reading 1 に載る。授業で打ち解けるまで教師として悩むところなどとてもリアルで、アニメ風キャラクターが実在の人物であったかのような深みを与えている。「偏見を避けるためにも、他人の評価は即断しないこと」というアドバイスは貴重だ。Word Watch 1 でメールと手紙の書式の違い、Jiro in America で郵便局とデパートでの会話を扱う。Project では、グループで環境問題を特集した英字新聞を作成、7課の内容をうけて弁当派と給食派でディベートを行う。ここに中学校英語の理想の到達点が見える。

① Our School Trip to Kyoto and Nara

法隆寺・龍安寺の石庭・北野天満宮・奈良公園。

② Kenta's Homestay in London

ロンドンにホームステイするケンタ。先生に礼状。

③ Our First Rakugo in English

桂かい枝の英語落語。動物園でトラになるオチは?

○ Reading 1 Audrey Hepburn

1993 年癌で亡くなったオードリー・ヘップバーン。

④ A World without Landmines

地雷撤去を訴える柴田知佐の活動に感銘を受ける一同。

⑤ Today's News

英語のコマーシャル、ニュース番組とウェブサイト。

⑥ Protecting Nature

釧路湿原のタンチョウやシマフクロウの生態と保護。

○ Reading 2 Body Clocks

体内時計の仕組みと研究成果。規則正しい生活の必要。

⑦ Boxed Lunches or School Lunches?

弁当派のケンタと給食派のアヤのディベート。

○ Further Reading 1 On Your Graduation Day

キング先生の言葉。他人を敬う人になってほしい。

○ Further Reading 2 Holy Brothers

成績不良で父と不和。家出を決意した僕を思う親友。

13) **TOTAL ENGLISH 1** (矢田裕士、吉田研作ほか 21 名、学校図書)

本書のアニメ風キャラクターは、現代の中学生にもっとも受けそうな絵柄で、カナダ人のジェニファー・ホール先生を含め、みんなかわいらしく魅力的だ。主人公を男女平等に、ナナ(加藤七海)とタク(矢田拓)の二人にしたところがよい。常に、この二人は一緒にまたは交互に描かれている。特に 29 頁の二人のやりとりと表情は好

感が持てる。「教室で使う英語」(8 頁)も主役の二人が説明しているので親しみやすい。Chapter 1 Project で早くも英文を書き、「自分のことについて、クラスのみんなの前で発表しましょう」とスピーチを課している。Talking Time 「ファーストフード店で」では、店内の写真入りのメニューを掲げ、実践的。ペアワークで店員と客になり、値段まで計算させる。Reading 3 は、中学生らしい、さわやかな初恋物語である。

① 好きなものは?

サッカーと寿司について、ホール先生と話す。

② 先生に聞いてみよう

犬と猫を飼う読書家の先生と語る、ナナとタク。

③ 初めまして

アメリカからジャックが転校してくる。趣味を訊く。

④ 新しい友達

タクはジャックとインド人のマヤと浅草へ遊びに行く。

⑤ ホール先生の家族

先生が写真で、父母と中学生の弟と大学生の妹を紹介。

⑥ アメリカの中学校

ジャックが家で、日本と違うアメリカの中学校を説明。

○ Reading 1 ホール先生の 1 日

カードと絵で示された、ホール先生の平日の生活。

⑦ 日本のお正月

ナナの家。ジャックとマヤが書初め。おせちを紹介。

⑧ 初めての点字

マヤと兄アジットから、タクが点字(实物見本付)について学ぶ。

○ Reading 2 An All-purpose Cloth

日本の伝統的「風呂敷」の利点とさまざまな使い方。

⑨ オーストラリアからの手紙

ジャックが、訪れたオーストラリアの自然を語る。

○ Reading 3 Who Is Joey's Favorite Girl?

幼なじみの友情が恋に変わる時。アメリカの物語。

14) **TOTAL ENGLISH 2** (矢田裕士、吉田研作ほか 21 名、学校図書)

タクが英国を旅行する設定で、入国カードの記入や入国審査を物語の中で自然に学べるよう工夫している。マヤの母がロボット技師という設定もユニークで、おなじみの登場人物をとおして科学技術へ注意を払っている。世界的人気を誇るわが国のアニメを扱った 8 課は、アニメの力をキャラクターに応用している本書ならではの説得力がある。マザー・テレサの伝記は、名言を入れることで新鮮な印象を与えている。Chapter 1 Project で日記を書き、3 では「将来の夢」についてスピーチするが、2 がおもしろい。モナ・リザなど世界の「名画」に英語

のせりふをつけて会話させる。

① Japanese Sports

ホール先生が参加した、相撲部屋朝稽古見学ツアー。

② Gestures

国によって異なるジェスチャーを休み時間に語る。

③ Flight to the U.K.

タクが英国のおばのもとへ。機内と入国審査の会話。

④ Taku in the U.K.

レストラン・買い物・エジンバラ、そしてパリへ。

○ Reading 1 Universal Design

車椅子を使うアメリカ人口ナルド・メイスが提唱した。

⑤ Career Experience

ロボットを設計するマヤの母の会社で、職場体験。

⑥ The 3Rs in Germany and Japan

転校生エマが、環境先進国ドイツの取り組みを紹介。

○ Reading 2 Red Demon and Blue Demon

人間の子と友達になりたい赤鬼のため青鬼が自己犠牲。

⑦ World Heritage Sites

ジャック、タク、ナナが、世界遺産をテーマに発表。

⑧ Manga, Anime and Movies

フランス人のメールから、世界で人気のアニメを語る。

○ Reading 3 Mother Teresa

神に献身し、孤児と貧者の母になったマザー・テレサ。

15) **TOTAL ENGLISH 3** (矢田裕士、吉田研作ほか 21 名、学校図書)

魅力的なキャラクターたちは3課を最後に姿を消してしまう。2課でバスケットボール部の中学校最後の試合に臨んだナナの日記、3課でヒューストンのジョンソン宇宙センターを見学してISSに関心を寄せるタク、デリーのマヤのおば宅でインド人にならい手づかみで食事したナナを描いて読者の関心を引くことに成功しているだけに、4課以降、ナナやタクが話したとか、聞いたとか、名前だけを枠組みに使って関係のない読み物で終ってしまうのは、とても残念である。**NEW CROWN** のような結びが欲しかった。なお、最後の物語は、映画『グース』が題材。7課のアンネ・フランク同様、読者と同じ10代の少女が主人公である。電話や道案内の会話、友人へのインタビュー、弁当と給食をめぐる話し合いなどは他社と共に通だが、複雑になる文法の解説 (Check It Out ①～⑨) に工夫が見られる。特に現在完了形のイメージ図(51頁)は、3つの用法の違いを明快に示している。

① Report for Our School Trip

修学旅行の事前学習。法隆寺を語るナナとジャック。

② Junior High School Club Life

アメリカの部活の話。ナナの中学最後のバスケ試合。

③ E-mails from the U.S. and India

夏休み。タクはヒューストン、ナナはインドへ。

○ Reading 1 Energy and the Environment

地球温暖化防止に、新エネルギーと節約が必要。

④ Speech—A Man's Life in Bhutan

ブータン王国で米作りを指導した西岡京治。

⑤ Stevie Wonder—The Power of Music

「キング牧師の日」制定やアパルトヘイト廃止に尽力。

⑥ Interesting Languages

英語化した日本語。英国の1階。すみませんの多義。

⑦ The Diary of Anne Frank

絶望と希望を記したアンネ 13～15歳の日記の抜粋。

○ Reading 2 Fly Away Home

雁を雛から育て、小型飛行機で保護区へ誘導する少女。

16) **COLUMBUS 21: ENGLISH COURSE 1** (東後勝明ほか 21 名、光村図書)

工藤直子の「おれはかまきり」とその英訳を掲載。おもしろい詩で、口語を駆使した訳は生き生きしているが、使用語彙は難解すぎるのではないか。本書は検定教科書中唯一、男子（タク）を主人公に据えて、「1年から3年までが1つの物語になっています」と、キャラクターの物語性が強調されている。タクを中心に、準主役のアメリカ人クリスティーナ・リオス、韓国人のミンホ、検定教科書でもっとも影の薄い日本人女子生徒アヤが、バンド“Sky Surfers”を結成し、話が展開していく。たしかに物語の完成度は高いが、腹話術人形のようなキャラクターは感情移入しにくいかもしれない。SMALL GOAL [1]～[3]で自分のこと・大切な人のことについてマッピングで原稿を書き、みんなの前でスピーチする。最後は、ALTの先生にインタビューして英字新聞を作る。

① Hi! (やあ、よろしく)

主人公のタクと準主役のティナが読者に自己紹介。

② At School (ティナの登校初日)

ティナが初登校し、教室でタクと初めて出会う。

③ The Teachers (先生たちはどんな人?)

ティナに先生たちを紹介する。英語はミズ・ブラウン。

④ On the Way Home (帰り道で)

タク、ミンホ、ティナ、アヤはみな音楽好きとわかる。

⑤ A Summer Festival (お祭りに行こう)

夏休み、バンドを結成した4人で盆踊りへ出かける。

⑥ Breakfast Time (ティナの家の朝ごはん)

アメリカ人一家の朝食風景。が、ティナが起きない。

⑦ Cheer Up, Tina (どうしたのかな?)

具合の悪いティナを母親が心配し、田中医師に電話。

- ⑧ Feel the Beat (バンドの練習で)
4人のバンド練習。Practice makes perfect!とアヤ。
- ⑨ Tina's School Life (今日は球技大会)
球技大会をビデオで撮影するティナは、ホームシック。
- ⑩ Happy New Year (みんなで初詣)
初詣。タクは風邪で来れず、ティナがメールを送る。
- ⑪ Tina and Japan (日本での1年は?)
学級新聞のためにティナをインタビューするタクたち。
- Let's Read The Lion and the Mouse
ライオンを約束どおり助けた、ネズミの恩返し。
The Crow and the Pitcher
水差しの水を石を入れて飲んだカラスの知恵。
The Farmer and His Sons
亡父のいう宝を求めて畑を耕し、収穫を得た息子たち。

17) **COLUMBUS 21: ENGLISH COURSE 2** (東後勝明ほか 21名、光村図書)

まどみちおの単純だが哲学的な「いちばんばし」が載る。日本のすぐれた詩を見返し頁で英訳紹介する意図がここではっきりする。タクの物語は、ティナと親しくなっていくことで展開し、ミンホとの不和と和解、ミンホの突然の帰国がクライマックスとなる。つづきが楽しみな終わり方である。Task のリスニング“Where Is the Necklace?”は、容疑者の話を聞いて宝石を盗んだ犯人を当てる問題。SMALL GOAL は、日記・意見・自分たちの街の紹介を扱い、ここでも弁当と給食の議論が出てくる。

- ① Tina's Speech
新クラスで、ティナがニューヨークの友だちを語る。
- ② Nick Helps a Dog
ティナの弟ニックと犬の散歩中、負傷した子犬を発見。
- ③ Plans for the Summer
夏休み予定のないタクは、ティナにNY行を誘われる。
- ④ Taku Gets Lost
待ち合わせ場所のセントラルパークで道に迷ったタク。
- Let's Read Living with Robots
山海嘉之博士が開発したロボットスーツHAL。
- ⑤ Aya's Time in Okinawa
沖縄へ行ったアヤのスピーチ。戦争の悲惨さを知る。
- ⑥ A Therapy Dog
セラピー犬の訓練を受けている拾い犬を訪ねるニック。
- ⑦ You Are the Problem
バンドの練習中にけんかしたタクへティナがメール。
- ⑧ Christmas Concert
ミンホに謝り、クリスマスコンサートを成功させる。

- Let's Read Elephant Time and Mouse Time
ネズミの寿命は5年。ゾウの20倍速く呼吸するため。
- ⑨ Goodbye, Min-ho
空港。急きょ日本を去ることになったミンホとの別れ。

18) **COLUMBUS 21: ENGLISH COURSE 3** (東後勝明ほか 21名、光村図書)

見返しに載る最後の詩は、谷川俊太郎の「生きる」。中学校最後の年は、タクとティナの別れがクライマックスになる。ティナの影響で積極的になれたというタクの手紙で3年間の物語は終わる。3課で伏線を張り、うまくまとめている。Unit 5と7では、手書きの手紙が重要な役割を果たしている。これを受け、Task の“A Thank-you Note”では、「中学校生活を振り返り、お世話になった人に簡単な感謝の手紙を書きましょう」と課題を出している。ディベートを扱っている教科書は他にもあるが、本書がいちばん踏み込んでいる。SMALL GOAL [2]では、役割・時間配分・審判を決めて「二人一組でチームを作り、3つのチームでディベートをしましょう」「審判は討論の経過を記録して判定しましょう」と指示し、かなり本格的である。

- ① DVD Letter from Seoul
ミンホから韓国の中学校を紹介するDVDが届く。
- ② How Do They See Japan?
中国人・アメリカ人・ガーナ人へのインタビュー。
- ③ Tina's School Trip
京都。バスを追いかけてティナのカメラを取り戻すタク。
- Let's Read Visas for 6,000 Lives
ナチスに追われるユダヤ人にビザを発給した杉原千畝。
- ④ A Guest from Cambodia
カンボジアの学校事情。地雷の問題を語り合う。
- ⑤ Dreams for the Future
タクがカンボジアの話をしてくれた女性に礼状を書く。
- ⑥ Tina's Student News-Net
世界に向けて地球温暖化の問題を語るティナのブログ。
- ⑦ The Last Concert
ミンホも駆けつけ最後のコンサート。ティナとの別れ。
- Let's Read Changing the World
環境問題の解決を訴えた12歳少女の伝説のスピーチ。
- No More Landmines
カンボジアの地雷を撤去する機械を開発した雨宮清。
- Once upon a Home upon a Home
家が水没するたびに、その上に家を建てて生活をつづける老人のファンタジー。

A Complete Guide to the Current English Textbooks for Junior High School Students in Japan: Unique Aspects and New Tendencies

Koichi YOKOYAMA

The present paper is a complete guide to the English textbooks currently used at junior high schools in Japan, introducing the contents of all the 18 books, 6 different sets issued by six publishing companies: the so-called Big Three (*NEW HORIZON*, *SUNSHINE*, *NEW CROWN*), *ONE WORLD*, *TOTAL ENGLISH*, and a newcomer, Mitsumura Tosho's *COLUMBUS 21*, all of which were authorized by the Japanese Ministry of Education in 2011. In comparison with high school textbooks, they are much more interesting, full of encouragement to read, write, listen to, and speak English. Although the textbooks for the third year students tend to become more serious and moralistic like typical high school textbooks, they still retain humorous and touching elements, strangely enough, which are lacking almost completely in the high school counterparts. It is obvious that junior high English textbooks are well-made for beginners with ingenious methods: above all, each publishing company has created anime/manga-like characters just the same age of the students and made the three-year textbooks in the form of a novel. This paper shows how charming these characters are and what good effects they have on the students as well as the story itself. Despite the fact that the 80 to 90 percent market share has been exclusively secured by the three major publishers, it can be said that *TOTAL ENGLISH* is excellent in character designs and *COLUMBUS 21* the best as a teenage novel.

平成26～29年度用「コミュニケーション英語Ⅱ」 ——文部科学省検定済新英語教科書案内——

横山 孝一*

(2013年11月28日受理)

はじめに

「コミュニケーション英語Ⅱ」の新教科書 20 冊を概観すると、結局は、従来と変わらぬ講読用ということがわかる。それでは、どのような題材が扱われているのだろうか。高校・高専2年生用の新しく出そろった教科書が好んで取り上げているのは、多くの困難を乗り越え、小惑星イトカワの塵を採取して、7年の長旅を完了したはやぶさ（以下カッコ内は掲載教科書の整理番号 2, 5, 6, 8, 11, 13, 20）である。書き方はそれぞれ異なっているが、わが国の科学技術の成果を誇り、その帰還を心から喜ぶ内容になっている。もう一つの人気の題材は、家が貧しく学校に行けなくなったアフリカ（マラウイ）の少年が、村の図書室で見つけたアメリカの本で独学し、自力で風力発電機を完成させたという実話である（3, 6, 18, 20）。すでに中学校3年生用の新課程教科書 NEW CROWN で扱われており、またかと思う者も出るかもしれないが、貧困や発展途上国の問題に敏感な、検定教科書の執筆者たちがいかにも好みそうな題材である。その証拠に、発展途上国の貧しい人びとの生活を助ける発明品について書いている教科書も目立つ（3, 4, 12, 15, 19）。

差別をなくし世界平和をめざすのが、わが国の英語教科書の使命のようになっていて、アメリカの黒人の苦難は好んで扱われる（6, 11, 18）。戦争については今なお、ナチスのユダヤ人迫害が糾弾の対象（4）で、ユダヤ人を助けた人びとの美談が載る（1, 18）。アンネ・フランクは有名になりすぎたので、アメリカの高校生が再発見して演劇化した、ユダヤ人の子をたくさん救ったイレーナ・センドラー（10, 15）を扱う教科書が、昨年出た *Communication I* から増えている。ヒトラーの恐怖が繰り返されることを心配する教科書さえある（9）。被害者だったユダヤ民族を理想化しているわけではなく、村上春樹の痛烈なイスラエル体制批判（2）や、イスラエル兵に殺されたわが子の臓器をイスラエル市民に提供したパ

レスチナ難民の父親（3, 16）を題材にする教科書もある。高校・高専2年生の英語教科書には、どんな日本人が扱われているのだろうか。今回、目玉になっているのは、わが国に帰化したドナルド・キーン（2, 4）と、車椅子テニスの国枝慎吾（5, 9）である。他は、教科書によって異なる。古いところでは、ジョン万次郎（5）、坂本龍馬（7）、第二次世界大戦中では、硫黄島の戦いを指揮した栗林忠道（9）、ユダヤ人を救った杉原千畝（12）、戦後は、米兵混血児のホームをつくった澤田美喜（2）、『太陽の塔』の岡本太郎（6）、ピュリツツァー賞を受賞した戦場カメラマンの沢田教一（10）、巨人軍の王貞治（11）が題材になっている。最近話題になった人物では、イスラエルでスピーチした小説家の村上春樹（2）、日本代表のゴールキーパー・川島永嗣（3）、i P S 細胞の山中伸弥（10）、はやぶさ計画を成功させた川口淳一郎（13）、なでしこジャパン監督の佐々木則夫（14）が取り上げられている。建築家の安藤忠雄（15）、急逝したZARDの坂井泉水（19）、棋士の羽生善治（20）など一般によく知られている有名人や、テレビドラマ『スクール☆ウォーズ』のモデル・山口良治（14）、*Communication I* の教科書で注目を浴びたサンゴ移植の金城浩二（17）も載る。その他は、各教科書が独自に評価したい比較的知られていない日本人が紹介されている。マドンナのワールドツアーやバックダンサーとして参加した上野隆博（1）、アフガニスタンで働いた瀬谷ルミ子（5）、ハイチの支援者、須藤昭子（6）、ニヤティティ奏者の向山恵理子（7）、フェラーリをデザインした奥山清行（8）、サグラダファミリア教会で働く彫刻家の外尾悦郎（9）、自転車で世界を旅した坂本達（11）、タイタニック号の生還者・細野正文（13）、国境なき医師団の貫戸朋子（20）、ロボット研究者の広瀬茂男（20）など、活躍の舞台が海外であることが共通点だ。

本課外で扱われることが多い「物語」は、星新一（1, 19）、オー・ヘンリー（5, 7, 10）、ジャック・フィニイ（4）、カート・ヴォネガット（8）、『星の王子さま』（10）、

『トム・ソーヤーの冒険』『赤毛のアン』(12)などおなじみのものが目立つが、宮澤賢治の英訳版「雪渡り」(16)、『ビロードのうさぎ』(3, 14)など新たな作品も登場している。映画で話題になった『西の魔女が死んだ』(15)『ハーブ&ドロシー』(16)『リトル・イタリーの恋』(19)も教材化されている。美術関係では、イサム・ノグチ(2)、ノーマン・ロックウェル(8)、フェルメール(9)、パウル・クレー(16)を扱い、わが国のアニメとマンガがフランスで大人気なのは、19世紀の浮世絵ブームの再来だと説く教科書(3)もある。

英語の検定済教科書は概してつまらない。1995年のラグビーワールドカップの優勝で、マンデラ大統領が南アフリカの白人と黒人を統合したという美談を昨年、教科書会社が申し合わせたかのように *Communication I* を取り上げた。今回遅れて採用した教科書(2, 17)もあるが、それほど重要な題材なのだろうか。クリント・イーストウッド監督の映画『インビクタス/負けざる者たち』(2009年)がおそらく影響したのだろうが、世間では大して話題にならなかった。文科省が指導する英語教科書の題材選びには硬直化した考え方があるように思えてならない。いくら道徳的に正しくても、まじめな話ばかり読まされては息がつまる。説教調の理想の押しつけに、普通の高校生・高専生はうんざりするのではないか。

もちろん中身のない低俗な話題がよいと言っているわけではない。国語教科書と違って、文学を本課から外しているのがそもそも間違いなのだ。反動的にやりすぎの教科書も出てきたが、古臭い短編や、映画のつまらないあらすじを読み物に選んでいる本を見ると、執筆陣に英米文学の専門家が少ないことがわかる。しみじみと読める物語、素直に感動できる実話、楽しく読める笑い話などが決定的に欠けている。学習指導要領の改訂で全体的に読む分量が増えたが、学習者が辞書を引いて自分から進んで読みたくなるような英文はなかなか見当たらない。わが国の英語教育の真の改革は、この退屈な講読用教科書を改めることから始めるべきではないか。ちなみに筆者は、ブルックリン橋建設の苦労(3)、ティベア誕生秘話(4)、ノーマン・ロックウェルの作品解説(8)、台湾の英語教科書(13)が楽しめた。

以下、文部科学省検定済新英語教科書「コミュニケーション英語Ⅱ」20冊の特色と内容を順不同で概説する。

1) BIG DIPPER: *English Communication II* (島山利一ほか10名、数研出版)

庶民的な題材を多く集めている。ヒップホップダンサーの上野隆博が語るアメリカでの成功も、身近なものに感じられる。“It's better to have loved and lost

than never to have loved at all. 恋をして失恋したほうが、一度も恋をしなかったよりはいい。”——アルフレッド・テニスン” こんな名言を日本語訳つきで紹介する“Let's Recite”も日常生活で役に立ちそうだ。

① Sakura

日本の春を象徴する桜花。8割を占めるソメイヨシノ。

② How Good is Your Memory?

しっかり記憶するには、暗記術・復習・睡眠が必要。

③ When East Met West in the Kitchen

明治に生まれた、すき焼き・カレーライス・あんぱん。

④ Space Elevator

ロケットより安く安全な宇宙エレベーター計画を議論。

⑤ Ueno Takahiro: The Dancer in Me

マドンナのバックダンサーを務めた上野隆博の成功談。

⑥ Speaking of Fashion

女性とズボンの歴史など、4人の生徒のスピーチ。

⑦ The Whimsical Robot

星新一のショートショート「きまぐれロボット」。

⑧ The Psychology of Shopping

店員の販売テクニックを知っていれば、賢く買える。

⑨ A Bridge to the Future for Orangutans

多摩動物公園で導入したオランウータンの空中通路。

⑩ Floating Education

洪水の多いバンガラデシュで導入した船の学校。

○READING Annemarie's Basket

デンマークで、ナチスからユダヤ人の親友を守った話。

2) POLESTAR: *English Communication II* (松坂ヒロシほか12名、数研出版)

「世界の日本」を意識させる内容で、わが国の文化・科学技術・人道主義・国際貢献をアピールする。小説家村上春樹がイスラエルでエルサレム賞を受賞したときの英語スピーチ全文が売り。各課本文のあとに、関連した会話“Talk on the Topic”がつく。本文を補足する“Real-World English”も5つ用意されている。長文読解のテクニックを教える“Reading Skills”と、コミュニケーションで注意すべき点を語る“Communication Tips”は日本語で書かれている。

① Japan Through Foreign Eyes

外国人の目から見た、日本が世界に誇れる美点。

② Saving the Koalas in Australia

森の消滅や交通事故で激減するコアラを守る。

③ Table for Two—Helping Others as You Eat

アフリカに学校給食を贈る、日本生まれの運動。

④ Hayabusa—The Miraculous Return

小惑星イトカワから帰還したはやぶさの7年の旅。

- Optional Lesson 1 Unlock Your Creativity
スタンフォード大学の学生がアイデアで競った金儲け。
- ⑤ Isamu Noguchi—Artistic Genius
日米混血のイサム・ノグチが世界的芸術家として成功。
- ⑥ The Miracle of Curitiba
歩行者やバスの専用道路を造った環境都市クリティバ。
- ⑦ Sawada Miki—Mother of Two Thousand
戦後、捨てられた混血孤児のホームを造った澤田美喜。
- ⑧ Nelson Mandela and the Springboks
南アフリカをラグビーで団結させたマンデラ大統領。
- ⑨ The Most Advanced Water—“NEWater”
シンガポールの飲料水不足を解決したリサイクル水。
- ⑩ Donald Keene—Opening a Window on Japanese Culture
余生を日本人として生きるドナルド・キーン氏の経歴。
- Optional Lesson 2 Of Walls and Eggs
体制より弱者に味方する村上春樹のイスラエル批判。
- Further Reading Seventh Grade
テレサとつき合いたいヴィクターがフランス語を受講。

- 3) *WORLD TREK: English Communication II* (望月正道 ほか6名、桐原書店)
- 右頁には本文を入れず確認問題を載せており、読む量は適切である。“Vocabulary Builder”(特に感情と病気を描いた2と3)のイラストと最後の見返しの「jesus charlie」の写真が、洗練されたユーモアを感じさせる。各課の題材と写真も吟味されており、10課のブルックリン橋建設にまつわる秘話が感動的だ。
- ① Young People, Be Ambitious!
語学支援を始めた国際サッカー選手・川島永嗣。
- ② Dear Juliet
『ロミオとジュリエット』の故郷に世界中から届く恋の悩み。返事を書くボランティア女性たち。
- ③ Battle of the Pets: Dogs vs. Cats
独立心旺盛な猫より、忠実な犬のほうが費用がかかる。
- ④ What if...?
もし人が飛べたら？ タイムマシンで過去に行けたら？ 他人の心が読めたら？
- ⑤ Innovative Products
非電化冷蔵庫など、発展途上国を助ける発明品3点。
- ⑥ The Power of Japanese Pop Culture
フランスのアニメ・マンガ人気は浮世絵ブームの再来。
- ⑦ The Origins of Halloween
ハロウィーンの起源をアイルランドに求め、概説。
- ⑧ Do Robots Have a Heart?
青山学院大学出身のロボット研究者・古田貴之の情熱。

- ⑨ The Boy Who Harnessed the Wind
図書室の本から風力発電機をつくったマラウイの少年。
- ⑩ A Bridge of Dreams
ブルックリン橋を完成させたローブリングの息子の妻。
- Reading 1 The Velveteen Rabbit
縫いぐるみのウサギが、本物のウサギになる奇跡。
- Reading 2 The Baton of Ahmed's Life
イスラエル兵に射殺された少年の臓器を敵国人に提供した父親。感動した日本人医師が直接、話を聞く。
- 4) *PRO-VISION: English Communication II* (田中茂範、武田修一ほか7名、桐原書店)
- わが国に帰化して日本人の仲間入りをしたドナルド・キーン教授の「書き下ろし」を巻頭に据える。自由時間がある若いうちに読書をしたほうがいいと忠告している。教科書本文の途中に、英文による関連のコラム“WINDOW”を設けているため、読む量は多くなっている。巻末に、小説も2編用意している。
- ① An Abundant Well That Never Runs Dry
日本に帰化したドナルド・キーン教授が回想する体験。
- ② Are You Really a Sloth?
ナマケモノを自然環境と調和した生き物として再評価。
- ③ Designed to Change the World
世界の9割を占める貧しい人たちを助けるデザイン例。
- ④ The Story of the Teddy Bear
teddy bearの生みの親は、足が不自由なドイツ人女性。
- ⑤ The Miracle of Fermentation
おいしく健康により「発酵」。生ごみの処理にも使う。
- ⑥ Shedding Tears for My Patients
患者の死に心から涙する小児がんの専門医・細谷亮太。
- ⑦ Inspired by Nature
自然界の機能的な「形」を工業製品に応用する。
- ⑧ Finding the Real Santa Claus
サンタクロースの起源と、実在を説く有名な新聞記事。
- ⑨ The Underground Reporters
ナチスに抵抗して新聞をつくったユダヤ人の子供たち。
- ⑩ Is the Internet Making Us Stupid?
インターネットは、集中力と思考の妨げになる？
- Reading 1 The Love Letter
ジャック・フィニイのファンタジー。時空を超えた愛。
- Reading 2 Humming Through My Fingers
糖尿病で盲目になった少女とカイルの出会いの物語。
- 5) *Vivid: English Communication II* (築道和明ほか10名、第一学習社)

右頁には本文を入れていないが、巻末の読み物を加えると、読む量に不足はない。ニュージーランドにホームステイして現地の学校に通うサヤカを主人公にした会話形式の“Listen & Speak”も5つ掲載する。東京経由でハリウッドスターをめざしていたというお笑い芸人のパックンが「英語をマスターするのに近道はない」、勉強を続けることが肝心だと忠告している。Readingの“1,000 Winds and 1,000 Cellos”は、「コミュニケーション英語」導入以前の旧 *Vivid: English Course II* 2課を再利用。たぶん、東日本大震災を連想させるからだろう。

① Pictograms—Useful Signs on Streets

「非常口」の人の絵など、世界に通じるピクトグラム。

② Fun with Pakkun

お笑い芸人パックンが語る、日米の笑いと英語上達法。

③ Origami Is Not Just a Piece of Paper!

明治の学校教育で広まった折り紙が進化を続けている。

④ The Real Top Player in the World

日本初のプロ車椅子テニス選手になった国枝慎吾。

⑤ The Doctor in the Stomach

内視鏡の進歩が『ミクロの決死圏』の空想を超える。

⑥ Nature for the Next Generation

2011年に世界遺産になった小笠原諸島の魅力と課題。

⑦ A Young Man in the Sea Who Made a Change

1859年に英会話の教科書を書いたジョン万次郎。

⑧ Streetcars in the 21st Century

環境にやさしい新しい公共交通機関 LRT（路面電車）。

⑨ The Challenge of Disarmament

アフガニスタンで軍人の武装解除を手伝う瀬谷ルミ子。

⑩ Hayabusa—With Our Hopes and Dreams

多くの困難を乗り越えて7年の旅を完了したはやぶさ。

○Reading 1,000 Winds and 1,000 Cellos

阪神大震災の犠牲者を鎮魂するチェロ・コンサート。

○Further Reading 1 A Retrieved Reformation

オー・ヘンリー作。逃亡する天才的金庫破りの恋。

○Further Reading 2 The Joker

葬式でも友人たちを大いに笑わせた故ヘンリーの遺書。

6) Perspective: English Communication II (野村和宏ほか10名、第一学習社)

長文読解のための“Reading Skills”が具体例と共に5つ2～3課おきに挿入されている。4課で、岡本太郎の芸術を再評価し、今日にも通用するメッセージについて論じている。本書の一番の読みどころらしく、最後の見返しには、1970年に開催された大阪万博の『太陽の塔』の写真を掲げている。

① A Hunger for Knowledge

マラウイの独学少年が語る、自作風力発電機の成功。

② Strike a Chord for Health

アメリカでは第一次大戦後から始まった音楽療法。

③ Eating Up the Sea?

寿司や刺身が世界的な食物になり、魚の乱獲が問題化。

④ Taro's Suns Look Toward World Peace

『太陽の塔』をつくった岡本太郎の芸術を再評価。

○Reading 1 May I Have Your Autograph?

情報を集め、好きなスターを熟知するファンの物語。

⑤ Amazing Tool Users

チンパンジー、イルカなど人間以外で道具を使う例。

⑥ Haiti's Mother Teresa

ハイチを結核治療と農業で長年支援する須藤昭子。

⑦ Machu Picchu—City in the Clouds

マチュピチュを発見したハイラム・ビンガム。

⑧ The Little Rock Nine

1957年白人の高校に入学した黒人生徒たちの同窓会。

⑨ A Mission beyond Our Imagination

決してあきらめるな！の精神を教えてくれたはやぶさ。

⑩ Is “Globish” a New Lingua Franca?

ネイティヴの英語よりやさしく使いやすい世界英語。

○Reading 2 Reclaiming a Life from the Street

トラック運転手の親切が、アル中のホームレスを救う。

7) Power On: Communication English II (浅見道明ほか9名、東京書籍)

最後の見返しにソクラテスからドラッカーまで「偉人の名言」を載せている。10課では、NHKの大河ドラマで人気が再熱した坂本龍馬の生涯を扱っている。ケニアの伝統楽器ニヤティティを師匠の家に住み込んでマスターし、女性として世界で初めてニヤティティ奏者になった向山恵理子へのインタビュー（4課）が、風変わりな民族衣装の写真とともに新鮮で興味深い。「アニヤンゴ」の芸名を持ち、2009年に『ニュースウィーク』日本語版で「世界が尊敬する日本人」の一人に選ばれたという。

① What Do You Eat With?

16世紀、日本人は箸で、西洋人は手づかみで食べた。

② Wrapping Culture

贈り物の包装について西洋人と日本人の考え方の違い。

③ A Story about Yaku-Sugi Cedars

1993年世界遺産になった屋久島の杉を保護するまで。

④ Interview with Anyango

ケニアの伝統楽器を学び、スターになった向山恵理子。

○Reading 1 After Twenty Years

オー・ヘンリー作。20年後の再会の皮肉な結末。

- ⑤ Vegetable Factories: A New Approach to Agriculture
太陽と土なしで、工場で効率よく生産される野菜。
- ⑥ The Power of Color
標識・商品パッケージ・防犯・部屋における色の効果。
- ⑦ What Is Going On in Tuvalu?
海拔1メートルの島ツバルを悩ます、洪水と水不足。
- ⑧ Humpback Whales: A Life of Competition and Cooperation
ハワイとアラスカを行き来するザトウクジラの生態。
- ⑨ From Owning to Sharing
所有から共有の時代へ。自動車・自転車シェアリング。
- ⑩ I Promise to Clean Up Japan Once and for All
明治維新直前に暗殺された坂本龍馬の理想の西洋化。
- Reading 2 The Choctaw's Gift to the Irish
アメリカ先住民とアイルランドをつなぐ共感の美談。

8) **PROMINENCE: Communication English II** (田辺正美
ほか15名、東京書籍)

1課の美談には戸惑うかもしれないが、アメリカの大衆画家ノーマン・ロックウェルを扱った3課は、だれでも理解できる、明快で感動的な作品解説になっている。JAXA が打ち上げた「はやぶさ」の帰還については多くの教科書が取り上げているが、4課は、小惑星「イトカワ」で名を残す糸川英夫博士の仕事にまで遡り、搭載技術も説明したバランスのよいエッセーとして出色のでき。創業者の名前を冠したフェラーリ社55周年記念モデル、エンツォ・フェラーリをデザインした日本人デザイナー奥山清行がその後、イタリアでの経験を生かして、故郷山形の地域活性化のために働いていることを紹介した7課は、西洋と日本のコミュニケーション観の違いを述べた文化論にもなっていて読みごたえがある。

① Just an Ordinary Hero

質素に暮らして、大金を寄付する一台湾人女性。

② The Wonderful World of Sleep

睡眠研究の成果。効果的な勉強には眠ることが必要。

③ Norman Rockwell: An Artist of the People, for the People

高尚な批評家たちに冷遇された人気画家の作品と思想。

④ Mission Completed—The Story of Hayabusa—

糸川博士の遺志を継いだはやぶさの成功と先進技術。

○ Option 1 Long Walk to Forever

ヴオネガット作。結婚1週間前の幼なじみに求婚する。

⑤ Wonders Will Never Cease: Can the Loggerhead Survive?

産卵しに戻ってくるウミガメの生態と環境保護の必要。

- ⑥ Is the Internet Making Us Smarter?
インターネットは脳を変質させ、深い思考力を弱める。
- ⑦ Ferrari and Cast Iron
フェラーリをデザインした奥山清行の新たな試み。
- ⑧ The Biggest Jigsaw Puzzle in History
空襲で破壊されたドレスデンの教会を瓦礫から復元。
- Option 2 Today You, Tomorrow Me
道路で立ち往生したとき助けてくれたメキシコ人一家。

9) **LANDMARK: English Communication II** (竹内理ほか
10名、啓林館)

先に出た1年生用は新鮮な題材とよく練られたつくりで他社を圧倒していたが、今回は問題あり。シャネルを扱うためにスティーヴ・ジョブズを導入に使うほど10代の読者に配慮しているわりに、5課で、思春期には気まずい話題を取り上げている。歴史教科書がタブーとしている旧国軍の軍人を血の通う人間として紹介することは英断と評価できるが、アメリカ映画が影響しているのは皮肉だ。江戸やブータン国の扱い方に、近代化以前の社会を憧憬する著者の理想がはっきり表われているが、全体の評価は好みによって大きく分かれるにちがいない。

① What's in a Name?

日本人生徒の名前に関心をもつアメリカ人教師。

② I'm the Strongest!

車椅子テニスの国枝慎吾を支える「オレは最強だ！」。

③ Saint Bernard Dogs

スイス人に愛される雪山救助犬のセントバーナード。

④ Chanel's Style

女性のファッションを活動的に変えたココ・シャネル。

⑤ Science of Love

人はなぜ恋をするのか。3つの学説を高校生が紹介。

○Reading 1 What Happened to Mark?

新たなヒトラーの出現に抵抗できるか心配する少年。

⑥ Gaudi and His Messenger

ガウディの未完の教会で働く日本人彫刻家。

⑦ Letters from a Battlefield

栗林忠道が指揮した硫黄島の戦いと家族への手紙。

⑧ Edo: A Sustainable Society

環境にやさしい理想のリサイクル都市・江戸の再評価。

⑨ Secret of Vermeer's Paintings

フェルメールの絵画に利用されたカメラ・オブスクラ。

⑩ Bhutan: A Happy Country

収入よりも心の豊かさを重視するブータンの取り組み。

○Reading 2 My Education, My Future

オバマ大統領が高校生たちに直接語った教育の大切さ。

10) ELEMENT: English Communication II (卯城祐司ほか9名、啓林館)

*English Communication I*と同じ編集方針で、見開きの写真集がすばらしいが、今回は題材が形式ばって面白みがない。巻頭にパラグラフ構成の種類を具体例で示した Reading Skill 1~5、巻末に各課と対応した速読用英文 Speed Reading が 10 編用意されている。

① Beyond Words

非言語コミュニケーションの重要性を説く。

② Stay Hungry, Stay Foolish

スティーヴ・ジョブズが学位授与式で語った人生訓。

③ Unwanted Bicycles in Need

日本の放置自転車が、アフリカで救命自転車に変身。

④ Life in a Jar

ナチスからユダヤ人の子供たちを救った女性を劇化。

○Further Reading 1 Two Brainteasers

有名な難問 2 つを英語とイラストで解説する。

⑤ The Da Vinci Codex

ビル・ゲイツが購入したダ・ヴィンチのノート。

⑥ The Solar System's Biggest Junkyard

ロケットの残骸など、宇宙の危険なごみ問題。

⑦ iPS Cells

山中教授が開発した iPS 細胞と実用化に向けた競争。

⑧ Selective Breeding

さまざまな用途で品種改良された犬は人間の最良の友。

○Further Reading 2 The Little Prince and the Fox

サンテグジュペリ作『星の王子さま』から有名な挿話。

⑨ Documentary Photography

ベトナム戦争中「安全への逃避」を撮った沢田教一。

⑩ Water Crisis

貴重な水が先進国で無駄に使われている現状を反省。

○Further Reading 3 Pyramids

ピラミッドはどのように建設されたのか。3つの説。

○Pleasure Reading A Retrieved Reformation

オー・ヘンリー作。金庫破りの恋、追跡する刑事。

11) NEW STREAM: English Communication II (鈴木寿一ほか 19 名、増進堂)

1 課と 3 課は昨年出た他社の *Communication I* すでに扱われている。“Days with Rose”も検定教科書では人気があり複数の出版社が採用しているが、実話なのか物語なのかはつきりしない怪しげな話で、素直に感動できない。9 課では、巨人軍でホームラン王になる王貞治が 14 歳の時に荒川博コーチに出会った奇跡を前置きに、謎の筆者が自分の初恋と自己陶酔的な夢の実現を語る。気色悪い挿絵とともに読者は戸惑わざるをえないだろう。

しかし、本書の 8 課と 10 課は、異なる意見を真っ向から対決させ、いくら話し合っても単純な合意に至らない議論の実態を示しており、画期的といえる。

① Hope for Life

前脚が不自由な犬フェイスが二足歩行を成し遂げる。

② Motivating Yourself

外国語の習得は、好きになって楽しむことが鍵になる。

③ Japanese Culture

外国人が感心する日本の美しい「弁当」の長い歴史。

④ The Fight for Rights

1955 年に黒人の権利を主張したローザ・パークス。

○Optional Reading 1 Days with Rose

87 歳の女子大生から学び続けることの大切さを学ぶ。

⑤ No More War Tragedy

地雷を踏んでしまったゾウの大手術と地雷撤去の必要。

⑥ Dreams Connecting the World

4 年間自転車で世界を旅した坂本達が現地に恩返し。

⑦ People Making Miracles

JAXA が困難を越えて成し遂げたはやぶさ計画の快挙。

⑧ Finding a Solution

架空の島のパーム油生産と環境問題をめぐる議論。

○Optional Reading 2 Christmas

雨の中バスを待つ貧しい家族に父が示した親切。

⑨ Life-changing Meetings

運命の出会いで、英語教育に身を捧げる筆者。

⑩ Debating the Issue

わが国の死刑制度の是非をめぐるディベート。

12) MAINSTREAM: ENGLISH COMMUNICATION II (鈴木寿一ほか 19 名、増進堂)

本課では、世界平和・貧富格差・環境問題・科学など進学校向けの検定教科書らしいまじめなテーマを扱い、Optional Reading では文学（『トム・ソーヤーの冒険』『赤毛のアン』『徒然草』）を取り上げてバランスはよさそうだが、英語教科書に対する固定観念と陳腐化した題材のために、いまひとつ楽しめない。

① Playing for Change

音楽を世界語とみなすマーク・ジョンソンらの活動。

② Hidden Writing

情報を極秘に送るさまざまな方法を紹介。

③ Visas for Life

良心に従い、リトアニアでユダヤ人を救った杉原千畝。

④ The Pleasure of Finding Things Out

リチャード・ファインマンを育てた父親の科学教育。

○Optional Reading 1 The Adventures of Tom Sawyer

塀のペンキ塗りを友人たちにやらせたトムの気軒。

⑤ Design for the Other 90%

Q ドラム、ライフストロー、ポットインポット。

⑥ Language for Feelings

相手の考えをコントロールする「レトリック」。

⑦ The Monty Hall Problem

3つのドアの1つに宝が。変わる確率の面白さを解説。

⑧ Crossing Cultures: *Japonisme* and Western Art

印象派の画家モネに多大な影響を与えた日本の浮世絵。

○Optional Reading 2 Anne of Green Gables

髪の色にコンプレックスをもつ赤毛のアンの挿話2話。

⑨ Fruitless Fall

授粉用のハチが巣箱に戻らない蜂群崩壊症候群の恐怖。

⑩ Music and Silence for Peace

天才チェロ奏者パブロ・カザルスの偉業と平和貢献。

○Optional Reading 3 *Tsurezuregusa*

花見・月見・祭りの真の楽しみ方を説く兼好の隨筆。

『徒然草』より英訳。

13) *New ONE WORLD: Communication II* (伊東治己ほか
9名、教育出版)

無理なく読ませる分量で、内容もよく吟味されている。今回多くの出版社が扱っている「はやぶさ」を7課で取り上げているが、プロジェクトの責任者川口淳一郎氏に焦点を当てて、 “We can't see a new horizon unless we build a higher tower.” という座右の銘も紹介し、他社と一味違っている。エッセイストのロバート・フルジャムが集めたアメリカのほほ笑ましい愛の実話、他の高校で使用されている英語教科書の具体例（台湾のアメリカ人教師を感動させた、孔子生誕祭に生徒が先生にカードを贈る習慣が感動的）、タイタニック号から生還したことを見難され、死ぬまで沈黙を守った細野正文の脱出の真相を手記から解き明かす9課は、陳腐化しがちな検定教科書の題材選びに新風を吹き込んでいる。

① Ambassador of World Peace

「ベルリンの壁」跡地にも植えられている日本の桜。

② Dogs as Human Companions

狼を先祖とする犬は、人間の最良の友になっている。

③ The Culture of Bowing

日本人におなじみの「おじぎ」も国によって異なる。

④ The Floating Islands of Lake Titicaca

南米チチカカ湖のトトラでできた浮島で暮らす人びと。

○Reading 1 True Love

エッセイストが全米に募った愛の実話から2編。

8歳の女の子の過激なラブレター/ウェイターとの恋。

⑤ Optical Illusion

目の錯覚を利用した線、絵、図形、龍安寺の石庭。

⑥ English Textbooks from Around the World

フランス、韓国、ガーナ、台湾の英語教科書を紹介。

⑦ The Hayabusa Project

はやぶさ計画と、あきらめず成功させた川口淳一郎。

⑧ The Origin of Santa Claus

軍事基地も協力するサンタクロースの歴史と伝統。

⑨ The Only Japanese on the Titanic

タイタニック号から生還した細野の汚名と脱出の真相。

⑩ Agroforestry

アマゾンの森林を守る新農法アグロフォレストリー。

○Reading 2 The Doughnuts

ドーナツ製造機に高価なプレスレットが落ちて……。

14) *Discovery: English Communication II* (生井健一
ほか4名、開隆堂)

恵美とマイクなど中学校の英語教科書でおなじみのアニメ風専属キャラクターを登場させて他社よりも幼い印象を与えるが、今回のIIは、1・2・9課に見るよう、検定教科書に欠けがちな「笑い」の効用に着目して、リラックスして学べる英語教科書を実現している。巻頭の1課を会話形式にしたり、プレゼンテーションやスピーチの英文を扱った課を設けることで、口語も重視し、飽きっぽい読者を引きつける工夫がなされている。文科省が目標の一つに掲げる世界平和の題材（Reading 1、6課）も押しつけがましくなく、さわやかな印象を与える。選手たちをジョークでリラックスさせてワールドカップ優勝に導いた女子サッカーなでしこジャパンの佐々木監督、校内暴力で荒れる伏見工業高校に赴任し、熱血指導でラグビー部員をやる気にさせ全国大会制覇を成し遂げた山口良治監督を取り上げることで、教壇に立つ英語教師へエールを送っている。

① New Bath Experiences

ホームステイ先で日本の温泉について語るマイク。

② Tales of the Wise Hodja

中近東の「おとぼけおじさん」ホジヤのとんち話。

③ Simple Spelling Systems?

英単語の綴りに苦労する恵美。しかし合理化は不可。

④ Finding Sea Monsters!

海に恐竜が実在する可能性を説く晶のプレゼン。

○Reading 1 Chosen

捕虜になったアメリカ人が感謝する日本兵の親切。

⑤ Penguins in Backyards

南アフリカの小さな町に棲みついたペンギンたち。

⑥ Broaden Your Horizons

世界平和に貢献するホームステイ。米露交流の例。

⑦ Without the Right Brain

脳炎で右脳を切除しても画家になれたブランディ。

⑧ The Velveteen Rabbit

「本物」になれた縫いぐるみ『ビロードのうさぎ』。

⑨ Benefits of Laughter

病院の道化や佐々木則夫監督を例に語る笑いの力。

⑩ Living with Microbes

くさやの干物やバイオガスをつくる微生物の発酵。

○Reading 2 The Victory of Belief

伏見工業高校ラグビー部を優勝に導いた山口良治。

15) *Compass: English Communication II* (岡田圭子ほか5名、大修館)

2課と4課は実体験報告ではなく、教科書の案内役であるアニメ風キャラクターを使った書き下ろしである。

Reading 1 と5課も実話風のフィクションだ。創作とわかると、感動は薄れるかもしれない。8課の“Life in a Jar”は正真正銘の実話。取り上げている教科書は多いが、アメリカ・カンザス州の高校生たちが、イレーナ・センドラーの勇気ある行動を舞台化し、亡くなる直前にポーランドで会見した経緯をいちばん詳しく伝えている。Reading 2は、1872年に現実に起きた、全乗員が消失したメアリー・セレスト号事件の神秘的な謎に挑み、合理的な答えを提示している。

① Words to Live by

J. K. ローリング、白鵬、マンデラ、ヘレン・ケラー。

② Takuya's Adventure in Canada

ホームステイを始めた卓也が見たカナダの多文化社会。

③ Cooking with the Sun

発展途上国で活躍する調理器ソーラー・クッカー。

④ Mandy Loves Japanese Food

オーストラリアの女子高生が見た日本料理の魅力。

○Reading 1 Information Please

女性電話交換手との心の交流を回想する物語。

⑤ Table for Two

レストランの相席で運命の出会い。恋愛物語。

⑥ Architect in Action

プロボクサーから世界的な建築家になった安藤忠雄。

⑦ Sleeping and Dreaming

動物によって異なる眠り方。人間の夢。睡眠の効用。

⑧ Life in a Jar

ユダヤ人の子供たちを救ったイレーナ・センドラー。

○Reading 2 The Mary Celeste

実在の海上ミステリー「メアリー・セレスト号」事件。

⑨ Money around the World

お金のデザイン・歴史・習慣（日本と世界の結婚式）。

⑩ Water

飲料水を大量に輸入している日本。貴重な水を大切に。

○Reading 3 Grandma's Witching Lesson

『西の魔女が死んだ』。英国人の祖母とジャム作り。

16) *Genius: English Communication II* (村野井仁ほか5名、大修館)

世界平和と環境問題を義務的に扱う一方で、文学（5課）美術（7課）哲学（9課）数学（Read On! 3）からも題材を選んでいる。また、本課全10課とは別に、同じテーマの英文を「Read On!」として追加。右側に単語の注がつき本課よりはやさしめの英文だが、読む量は多めで、本書は、普通の教科書の倍近い分量になっている。読解力をつけることを重視しているのだろう。「インタビュー、物語、ガイドブック、ホームページ、日記など、いろいろな形式の英文を取り上げています」と宣伝している。

① Hanamizuki

サクラの返礼にアメリカから贈られたハナミズキ。

② Learning Language, Learning Self

ニューヨーカーの英語教師が日本語に開眼したとき。

③ Nature Technology

環境と調和するために、工学デザインは自然から学べ。

④ Ahmed's Gift of Life

息子の臓器をイスラエル人に提供したパレスチナ人。

⑤ The World of Miyazawa Kenji is Our World

宮沢賢治の思想の現代性を説くロジャー・パルバース。

⑥ Machu Picchu: City in the Clouds

マチュピチュは当時のリゾート？ 世界遺産で大人気。

⑦ Paul Klee: A Musical Painter

絵画を配色と構成で音楽に近づけたパウル・クレー。

⑧ Emotions Gone Wild

仲間や子をいたわるゾウやサルの感情は、人間と共に通。

⑨ Michael J. Sandel on Kant: Freedom and Morality

自由とは、義務感で行なう道徳的行為。カントを解説。

⑩ Donald Woods: Real Journalism Takes Courage

アパルトヘイトを廃止に追い込んだ白人編集者の勇気。

○Read On! 1 Eliza's Cherry Trees: Japan's Gift to America

ポトマック川に日本の桜を植える計画を実現した女性。

○Read On! 2 When in Uganda...

時間感覚の違いなど文化的な背景を説明して、約束の時刻を守らないウガンダの人びとを弁護。

○Read On! 3 Surprisingly Interesting Everyday Maths

ピタゴラスの定理とベンフォードの法則を使った2例。

○Read On! 4 Mali's Wish: An Israeli Girl Speaks Out
パレスチナ人との友好を望むイスラエル人女性の本音。

○Read On! 5 Snow Crossing
キツネの幻燈会に招かれる「雪渡り」のパルバース訳。

○Read On! 6 World Heritage Sites in Japan
知床、白川郷、姫路城など日本の世界遺産を7つ紹介。

○Read On! 7 HERB & DOROTHY
現代アートを2千点集めたニューヨークの老夫婦。

○Read On! 8 Curiosity Doesn't Kill Cats!
動物も人間も獲物より、狩りそのものに喜びを感じる。

○Read On! 9 The Upside-Down Circus
シルク・ドゥ・ソレイユなど既成概念に反した成功術。

○Read On! 10 The Freedom Writers Diary
『アンネの日記』に親近感を抱く不良高校生たち。

17) *COMET: English Communication II* (西光義弘ほか10名、教研出版)

大きな文字で本文が短い中学校の復習レベルの教科書。巻末には、使用単語の意味がすべて掲載されていて、辞書を引かなくてすむように作られている。11課で言及のある「町工場」で働くことを期待されている生徒向けらしい。しかし、題材は、絵文字やマンガ、動物の睡眠、ラグビーのワールドカップを利用して国をまとめたマンデラ大統領など、他社の上級レベルと一部重なる。最後の読み物は、本書独自の発見。魅力的な実話で、すばらしい挿絵がつく。

① Many Languages, Many Letters
世界の「ありがとう」と、幸せを示す顔文字の紹介。

② Manga Overseas
国際語となったわが国の「マンガ」は芸術品でもある。

③ Don't Be Nervous!
緊張したら深呼吸し、5秒間、手のひらを見よ。

④ The High School Student Restaurant
高校生レストラン「まごの店」で働く久美の日記。

⑤ Why Is It That Shape?
観覧車のゴンドラが丸い理由を解説する。

⑥ Kinjo Koji and the Coral Reef
沖縄のサンゴ礁を救う、金城浩二のサンゴ移植。

○Reading 1 ZEBRA QUESTION / What are Heavy? / THE VOICE
英語のリズムや音の響きを楽しむ3つの詩。

⑦ Changing Language
cool (かっこいい) やばい (great) など意味の変化。

⑧ Do We Need That?
自販機、ブックカバー、駅のアナウンスは必要か。

⑨ Sleep
人間とは異なる、動物の意外な睡眠法と睡眠時間。

⑩ Win for Our Nation
新生南アフリカを団結させたラグビーチームの勝利。

⑪ From Small Factories to the World
痛くない注射針、ゆるまないナットをつくる町工場。

○Reading 2 I Will Be Your Eyes
盲目のタカラコスモスを世話し、馬術大会に出た湊。

18) *UNICORN: English Communication 2* (市川泰男・高橋和久ほか5名、文英堂)
詩やフォントを本課で扱っていることからもわかるように、Iに引き続き、ひじょうに文学的な教科書である。頁数は300頁ちかくあり、他社の標準的な教科書よりも約100頁多く、持つとズシリと重い。1冊の英語の「本」を持った気になれるかもしれない。内容も重く、8課・11課などを読むと、環境問題の深刻さを痛感せざるをえない。ところが、悲観・絶望はない。著者は、生きにくい現代を乗り切る有効な手段として、文学の力に期待しているようである。

① Through the Eyes of Imagination
トリックアートを例に、見ることには想像力が必要。

② The Problem We All Live With
ノーマン・ロックウェルの絵で有名な黒人少女の現在。

③ The Debate Girls
日本人女子高校生がリレーで語るディベートの楽しさ。

④ The International Space Station
火星有人飛行を視野に実験を続ける宇宙ステーション。

⑤ The Boy Who Harnessed the Wind
マラウイの少年が独学で風力発電機を作り電灯で読書。

⑥ Just My Type
グーテンベルク以来多数生まれているフォントの魅力。

⑦ The Power of Choosing
実話と実験を例に、「選択」は生きる力になると結論。

⑧ Global Water Issues
「再生可能な水資源」「渴水指数」から見る世界の水。

⑨ The Diving-bell and the Butterfly
脳卒中で喋れなくなった男性がまばたきで出版した本。

⑩ What Is Uniquely Human?
日本人研究者が語るチンパンジーと人間の類似と相違。

○FOR READING 1 Retracing a Life-saving Journey
チェコスロバキアのユダヤ人の子供たちを救った英人。

⑪ Just Enough
持続可能な社会を実現していた江戸のリサイクル。

⑫ Reading a Poem
競走馬を歌ったフィリップ・ラーキンの詩を解説。

○FOR READING 2 My Father's Suitcase

トルコ人作家、オルハン・パムクが 2006 年ノーベル文学賞を受賞したときのスピーチ。作家になることにあこがれながら平凡な人生を生きた父親から、死の 2 年前に小さなスーツケースを託された。書きためた原稿が入っているのだが、その中身に触れることなく、作家として成功するまでの自身の孤独な戦いを語り、父から受けた文学的影響と心のこもった励ましに感謝する。

19) *MY WAY: English Communication II* (森住衛ほか 17 名、三省堂)

右側の頁は、内容確認・文法解説・練習にあてられており、関連の OPTIONAL READING も量は多くない。ピクトグラム、宇宙エレベーターは他社でもおなじみだが、1993 年のヒット曲『負けないで』や、チャップリンなど教える側になつかしい題材が、生徒たちには、かえって新鮮かもしれない。最後の読み物は、映画に感動した著者が書いたのだろうが、到底、感動できる話ではない。

① Pictograms

一目でわかるトイレのピクトグラムは大阪万博から。

② New Year's Celebrations

新年は 1 月 1 日に祝うとは限らない。インドなどの例。

③ Eco-friendly Inventions

エコ冷蔵庫。途上国を救うエミリー・カミンズの発明。

④ Brazil—Far away or Close?

1908 年移住開始。100 万人以上日系人が住むブラジル。

○Reading 1 The Cat

宇宙人の調査官に、「人間はよく働く奴隸」と語る猫。

⑤ Eye Contact

聴覚障害者のデフリンピックに参加したサッカー女子。

⑥ Space Elevator

インタビュー形式で語る宇宙エレベーター計画の概要。

⑦ An Encouraging Song

東日本大震災でも力づけた坂井泉水の「負けないで」。

⑧ Language Contacts

小笠原諸島、マカオなどで見られる「言語接触」の例。

⑨ Charles Chaplin

つらい子供時代を経て、喜劇王になったチャップリン。

⑩ The Five-story Pagoda of Horyuji

法隆寺五重塔の耐震構造。技術を継ぐスカイツリー。

○Reading 2 A Letter to Italy

1950 年代オーストラリアのイタリア人。ハンサムな弟の写真で本国に花嫁候補を募り、思いがけぬ 2 組のカップルが誕生する。映画『リトル・イタリーの恋』のあらすじ。

20) *CROWN: English Communication II* (霜崎實ほか 14 名、三省堂)

国境なき医師団の一員としてスリランカの難民キャンプに派遣された貫戸朋子の体験談（4 課）は 2003 年に検定を通った旧課程の題材を主な写真とともに再利用したものである。当時の *English Series II* と比べると、くつろいで読める題材が増えた。2010 年、ワールドカップサッカーの勝利チームを 8 試合すべて当てて死んだ蛸ポールの話（3 課）、実例とクイズをまじえた、英米の若者がメールで使う略字の紹介（5 課）、ソーラーカーが実用化されたと思いつやバカバカしいオチがつく物語 “Sun-Powered Car” (Reading 1)、40 年間、King of Pop であり続けたマイケル・ジャクソンの幻のコンサートとなった THIS IS IT リハーサルの舞台裏 (Optional Lesson)。どれも、いずれ古びるだろうが、概して楽しく読めるのではないか。英文もさほど難しくなく、関連の Optional Reading も他社と比べて特に多いこともない。1 課の Activities では、ドラえもんのひみつ道具を英作文のテーマにするなど、新しい *CROWN* は従来より、ずいぶんと親しみやすい教科書に変わっている。

① A Boy and His Windmill

米マスコミで有名になったアフリカ少年の風力発電。

② Into Unknown Territory

将棋の魅力と戦略を訊く羽生善治へのインタビュー。

③ Paul the Prophet

ワールドカップの勝者を 100 パーセント的中させた蛸。

④ Crossing the Border—*Medecins sans Frontieres*—
国境なき医師団に参加した貫戸朋子の辛く貴重な体験。

⑤ Txtng—Language in Evolution—

cu2nite(see you tonight)などケータイで使う英語。

○Reading 1 Sun-Powered Car

太陽(sun)ではなく息子(son)の人力で走る車の笑い話。

⑥ Ashura—A Statue with Three Faces—

興福寺の阿修羅像の歴史と 3 つの顔に込められた意味。

⑦ Why Biomimicry?

地球で生きつづけるために自然に学ぶ科学技術が必要。

⑧ Before Another 20 Minutes Goes By

地雷撤去に尽力する日本。広瀬茂男はロボットを開発。

⑨ The Long Voyage Home

不可能に近い偉業を成し遂げた、はやぶさ計画の概要。

⑩ Grandfather's Letters

英国軍人が孫に送り続けた、心温まる絵入りの手紙。

○Reading 2 A Fall Before Rising

ヒマラヤ登山で負傷し現地人に救出された男の恩返し。

○Optional Lesson MJ

2009 年、公演直前に急逝したマイケル・ジャクソン。

“English Communication II”: A Guide to New 2014-2017 English Textbooks Authorized by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan

Koichi YOKOYAMA

The present paper is the sequel to ““English Communication I”: A Guide to New Textbooks Authorized by the Ministry of Education in Japan” (March, 2013), dealing with twenty new “English Communication II” textbooks authorized by the Japanese Ministry of Education in 2013. Seemingly panicked by the disastrous results of its erroneous *yutori* policy, the Ministry has started a revised educational program, not only making the English textbooks far more difficult, but also ordering all the Japanese high school teachers of English to teach the foreign language to Japanese students in English itself. After all the confusion that the responsible Ministry caused perhaps unintentionally in the previous year, the newly-published textbooks for the second year students, which are going to be used for upcoming four years, from 2014 to 2017, seem to have returned to the former state: the instructive pages of “Classroom English” printed in English Communication I textbooks having almost completely disappeared, the contents of English Communication II textbooks look both old and familiar in spite of being the newly-named subject with the key word “communication.” This paper consists of the general introduction and the brief outline of each textbook, including some critical comments on the typical, too moralistic themes which have nothing to do with the study of English and undoubtedly will only prevent ambitious teenagers from enjoying learning the international language, ironically again, contrary to the good intentions of Japan’s Ministry of Education.

グレイディッド・リーダーで世界の名作を知る ——Compass Classic Readers案内——

横山 孝一*

(2013年11月28日受理)

はじめに

〈コンパス・クラシック・リーダーズ〉は、「古典」となった世界の名作を全 60 冊にまとめたグレイディッド・リーダーのシリーズである。収録されているのは、有名な英米小説が中心で大手出版社のものと大差ないが、「古典」のみで独立し、きちんと完結しているところが特色といえよう。各 10 冊からなる 6 段階に分けられた設定「レベル」は、見出し語 400 語の Level 1 から 1500 語の Level 6 まで。それぞれ、本文の朗読と演劇化した会話 Playlet を録音した MP3 CD がついている。原作のリライトは全体として不満はないが、巻末の小劇のできや、CD の朗読者と音楽には、当たり外れがある。棒読みの朗読やあまりにミスマッチな曲、名作を愚弄するような劇に苦笑させされることもあるかもしれない。

(『ジキル博士とハイド氏』の Playlet を例にあげると、当時テレビはなかったと断りつつ、ハイド氏の殺人現場を目撃した女性にテレビ局がインタビューする!) しかし、小劇の英会話 CD が学習者の役に立つことはたしかだろう。

〈コンパス・クラシック・リーダーズ〉は、表紙絵で損をしているかもしれない。とりわけ Level 1 は、童話を集めたこともあるが、表紙が幼なすぎる。このため、シリーズ全体が安っぽく幼稚に見えるきらいがある。英語を学ぶ大人、特に男性は敬遠してしまうのではないか。実際は Level 1 でも、シリーズ責任者の Ken Method が自らリライトに関わっており、古典ならではの読みごたえがある。原書の雰囲気もとどめ、無味乾燥なあらすじを読むのとは大違いである。世界の名作を簡潔な英語で振り返る、あるいはこれから知るのに、最適な本として推薦したい。

収録作品を日本語訳の書名（本稿の整理番号付）で示しておこう。Level 1 は、1) 『アンデルセン童話集』（「裸の王様」「人魚姫」他）、2) 『黒馬物語』、3) 『グリム童話集』（「赤ずきん」「白雪姫」他）、4) 『アジア民話集』、5) 『たのしい川べ』、6) 『ドリトル

先生アフリカ行き』、7) 『なぜなぜ物語』、8) 『ジャングル・ブック』、9) 『イソップ物語集』、10) 『幸福な王子』（「忠実な友達」を含む）。Level 2 は、11) 『アラビアン・ナイト』、12) 『ロビン・フッド』、13) 『不思議の国のアリス』、14) 『オズの魔法使い』、15) 『若草の祈り』、16) 『秘密の花園』、17) 『白い牙』、18) 『トム・ソーサーの冒険』、19) 『ピーター・パン』、20) 『赤毛のアン』。Level 3 は、21) 『ヴェニスの商人』、22) 『宝島』、23) 『ソロモン王の秘宝』、24) 『タイムマシン』、25) 『ロビンソン・クルーソー』、26) 『ロミオとジュリエット』、27) 『ジキル博士とハイド氏』、28) 『フランケンシュタイン』、29) 『クリスマス・キャロル』、30) 『海底二万里』。Level 4 は、31) 『デイヴィッド・コパフィールド』、32) 『39 階段』、33) 『オリヴァー・ツイスト』、34) 『若草物語』（『続 若草物語』を含む）、35) 『シャーロック・ホームズ短編集』（「まだらの紐」他）、36) 『エドガー・アラン・ポー幻想短編集』（「早すぎた埋葬」「黒猫」他）、37) 『80 日間世界一周』、38) 『月長石』、39) 『ゼンダ城の虜』、40) 『分別と多感』。Level 5 は、41) 『透明人間』、42) 『シェイクスピアの四大悲劇』、43) 『シェイクスピアの喜劇集』（『夏の夜の夢』『十二夜』『じやじや馬馴らし』他）、44) 『二都物語』、45) 『虚栄の市』、46) 『高慢と偏見』、47) 『白鯨』、48) 『まじめが肝心』（「ウインダミア夫人の扇」「理想の夫」を含む）、49) 『続エドガー・アラン・ポー幻想短編集』（「マリー・ロジェの謎」他）、50) 『バスカヴィル家の犬』。Level 6 は、51) 『嵐が丘』、52) 『大いなる遺産』、53) 『ニコラス・ニックルビー』、54) 『三銃士』、55) 『オペラ座の怪人』、56) 『ジェーン・エア』、57) 『ダーバヴィル家のテス』、58) 『アメリカ名作短編集』、59) 『イギリス名作短編集』、60) 『宇宙戦争』。以上、60 冊である。

各レベルの特色も記しておこう。Level 1 は、童話が中心だが、大人でも楽しめる。アンデルセンの社会風刺と愛の洞察は鋭い。キップリングを 2 作収録し、『ジャ

*人文科学系・英米文学

ングル・ブック』の孤独のヒーローが深い感銘を与える。『イソップ物語集』のように擬人化した動物が登場するのも、この初級レベルの共通点だ。オスカー・ワイルドのまじめすぎる童話は、Level 5 のウィットと風刺に富んだ大人向けの作品と比べるとおもしろいかもしれない。

Level 2 は、奇想天外なファンタジー。『アラビアン・ナイト』『不思議の国のアリス』『オズの魔法使い』は、夢と冒險の物語である。『ピーター・パン』が描く永遠の子供の悲しみは、大人になって初めて理解できる。『秘密の花園』には癒しの力、『トム・ソーサーの冒険』には笑いと懐かしさがある。『赤毛のアン』は、何度もほほ笑んだあとに大きな感動が来る。

Level 3 は、シェイクスピアの作品が 2 つ読める。『ヴェニスの商人』と『ロミオとジュリエット』は一見単純な話だが、両方とも深く考えさせられる内容だ。気に入れば、Level 5 でさらにこの大作家の名作に触ることができる。『宝島』と『ソロモン王の秘宝』は文字どおり、宝を手に入る冒險物語。『タイムマシン』は未来の世界、『海底二万里』は海の世界を卓越した想像力で描き出す。『ロビンソン・クルーソー』は無人島の生活をリアルに語る。『ジキル博士とハイド氏』と『フランケンシュタイン』はホラー小説の古典。ともに科学者への警鐘になっている。『クリスマス・キャロル』の最後の場面は、ディケンズの作品中もっとも読者の共感を得ているかもしれない。

Level 4 は、ディケンズの『デイヴィッド・コパフィールド』と『オリヴァー・ツイスト』を収める。映画にもなっている『39 階段』は、追われる者の冒險サスペンス。『ゼンダ城の虜』は、王に入れ替わって恋までする冒險ロマンス。この版の『若草物語』は、四姉妹のあまり知られていない後日譚を含む。推理小説ファンには『シャーロック・ホームズ短編集』『エドガー・アラン・ポー幻想短編集』『月長石』がおすすめ。ポーは探偵小説を発明したアメリカ人作家。ウィルキー・コリンズは、本格的な長編推理小説の祖として知られている。『分別と多感』は、結婚を扱った英文学の傑作の一つで、次のレベルへの準備になる。

Level 5 は、シェイクスピアの悲劇と喜劇を広く読める。フランス革命の光と影を実感させる『二都物語』は、シェイクスピアに次ぐディケンズの大作家ぶりを示している。『虚栄の市』『高慢と偏見』『まじめが肝心』は、理想の伴侶を得るまでのイギリス人男女の苦労が描かれた英文学の古典。『白鯨』は、アメリカの捕鯨の歴史も学べる海洋冒險譚。『バスカヴィル家の犬』は、名探偵シャーロック・ホームズのシリーズ中、最高傑作。原型となったオーギュスト・デュパンが活躍する短編は、『続エドガー・アラン・ポー幻想短編集』の中で楽しめ

る。『透明人間』は、『タイムマシン』と同じ H・G・ウェルズの作で、『ジキル博士とハイド氏』『フランケンシュタイン』に共通する、大発明がもたらす危険を想定できない天才科学者の愚かさがテーマである。

Level 6 は、締め括りにふさわしいパワフルな大作がそろっている。ディケンズのファンには、『大いなる遺産』と『ニコラス・ニックルビー』がある。ブロンテ姉妹の『ジェーン・エア』と『嵐が丘』は恋愛小説の傑作として人気を二分する。女性作家が描いた恋心の激しさに圧倒されるだろう。トマス・ハーディも負けてはいない。男性ながら『ダーバヴィル家のテス』で女性の激情を描くことに成功している。運命に翻弄されるテスの悲劇がもたらす感動は強烈だ。『三銃士』はフランス人作家が書いた青年ダルタニヤンの冒險だが、ミレディーという女性登場人物の悪役ぶりがすさまじい。『オペラ座の怪人』もフランスの小説。映画やミュージカルですからおなじみになったが、奇抜な舞台設定がおもしろい。『アメリカ名作短編集』と『イギリス名作短編集』は、わが国ではあまり知られていない秀作が多く選ばれていて新鮮だ。本シリーズ最後の一冊は、H・G・ウェルズの『宇宙戦争』。『タイムマシン』と『透明人間』を書いた元祖 S F 作家だけあり、想像力が詰まっている。火星人の地球侵略がテーマの『宇宙戦争』はトム・クルーズ主演のハリウッド映画で見ることもできるが、原作が 19 世紀末に出版されたことを思うと、その斬新さとリアルな筆致に驚嘆させられる。

以下、〈コンパス・クラシック・リーダーズ〉 60 冊のジャンルとあらすじを紹介する。

LEVEL 1 (400 語レベル)

1) Hans Christian Andersen, *The Emperor's New Clothes* (童話・人間ドラマ)

デンマークの童話作家アンデルセンの 4 作品を収録。表題作は、「裸の王様」としてわが国でも有名な風刺作品。どれも子供が楽しめるように書いてはいるが、大人の読者にはさらに味わい深い。事実、「人魚姫」の恋愛は大人向けで、子供には残酷すぎるだろう。“Always Right”は、夫の一見間抜けな選択を受け入れる理想的な妻、“The Little Mermaid”は、人間の王子に恋した人魚姫の純粋なあこがれ、“Thumbelina”は、親指姫が幸せな結婚をするまでの苦難（片思いの鳥の献身に注目したい）、“The Emperor's New Clothes”は、他人からよく思われたい大人の虚栄を描いており、子供の純真さを保った作者の姿が垣間見える。

2) Anna Sewell, *Black Beauty* (動物文学)

馬のブラック・ビューティーが一人称で語る波乱万丈の生涯。馬の扱いをめぐる対照的な人間の姿が馬の視点から描き出されており、虐待による親友ジンジャーの死が印象に残る。急いでいる客は断り、日曜日はかならず馬を休ませる、辻馬車の主人ジェリーが理想なのだろう。馬の幸せは人間次第ということがよくわかる。

3) Jacob and Wilhelm Grimm, *Grimm's Fairy Tales*

(童話、人間ドラマ)

“Little Red Riding Hood”は、赤ずきんが、おばあさんに化けたオオカミに食べられてしまうが……。“Snow White and the Seven Dwarfs”は、美しさゆえに継母に命を狙われる白雪姫が森の中で7人の小人たちと暮らし、幸せをつかむまで。“Bearskin”は、悪魔を取り引きしてクマの毛皮をかぶりつづけることを条件に、悪臭を放ちつつも金に不自由しない身分になった男が、結婚を前に心身ともにきれいにする。“Rapunzel”は、魔女に塔のてっぺんに閉じ込められた美しい娘が、長くのびた髪を使って王子に助けを求める。

4) *Favorite Asian Folk Tales* (童話・人間ドラマ)

“The Three Friends”は、3人がそれぞれ老人からもらった魔法の道具を協力して使い、病気の王女を救う。彼女と結婚するのはだれ? “The Girl Who Drew Cats”(小泉八雲が再話した日本の昔話を改変)は、猫の絵を描くことが大好きな少女が、ネズミの化け物が棲む寺に泊まる……。“The Pigeon, the Deer, and the Turtle”は、罠にかかったシカを助ける親友のハトとカメ。“The Shy Quilt Bird”は、海を支配する龍と戦うはめになったライオンを助けるため、ジャングルの動物たちが団結し、龍を追い払う秘策を実行する。

5) Kenneth Grahame, *The Wind in the Willows*

(童話・ユーモア)

川辺で暮らす擬人化された動物たちの社会で、新顔のモグラに紹介するかたちで、主人公のヒキガエルの奇行が描かれる。みんながうんざりしているうねぼれ屋で、とめてあった自動車を暴走させ、警官に侮辱の言葉をあびせる。裁判の末、牢屋入りになるが……。

6) Hugh Lofting, *Doctor Dolittle* (童話・冒険)

人間よりも動物が好きなドリトル医師は、自宅の庭でさまざまなペットを飼い、オウムのポリネシアから動物の言葉を学んで、優秀な獣医になる。ある日、アフリカのサルたちが病気で苦しんでいると聞き、お気に入りの動物たちを連れて冒険の旅に出かける……。

7) Rudyard Kipling, *Just So Stories*

(童話・ユーモア)

“How the Whale Got His Throat”は、クジラはなぜ人間を食べないのか。“How the Camel Got Its Hump”は、どうしてラクダの背中にこぶができるのか。

“How the Rhinoceros Got His Skin”は、サイの皮にしづが寄っているわけ。“How the Leopard Got His Spots”は、ヒョウの皮に黒斑がついたいきさつ。

“How the Kangaroo Learned to Hop”は、カンガルーが跳びはねて移動するようになった理由を語る。“How Armadillos Came to Be”は、ジャガーの子に食べられないように連携した、ハリネズミとカメがアルマジロの正体と明かす。“How the Crab Became Small”は、巨大怪獣が、海岸で潮と戯れるおなじみのカニになるまで。

“The Cat That Walked by Himself”は、凶暴だった獣たちが人間の女性の手で家畜になっていく大昔、独立心の強いネコの場合はどうだったかを語る。

8) Rudyard Kipling, *The Jungle Book* (童話・冒険)

インドのジャングルが舞台。オオカミの夫婦に育てられた人間の男の子・モーグリが、ジャングルの捷を学び、凶暴で貪欲なトラのシーアカーンと闘い、知恵を使って倒すまで。人間にもオオカミにもなりきれないヒーローの孤独が感動を呼ぶ。

9) Aesop, *Aesop's Fables* (寓話)

動物を使った人生の教訓16編を収録。“The Wolf and the Lamb”は、相手を食う気になっているオオカミに理屈は通じない。“The Father, His Sons, and the Sticks”は、けんかする三兄弟に父親が示した団結力の教え。“The Wolf and the Bird”は、のどに刺さった骨を鳥にくちばしで取ってもらったオオカミの言い草。

“The Lion and the Mouse”は、非力と見下していたネズミの恩返し。“The Ants and the Grasshopper”は、冬に備えて働くアリに諭されるキリギリス。“The Dog and His Reflection”は、欲張りな犬が、川に映った大きな肉をくわえた犬を見て……。“The Hare and the Tortoise”は、有名な、ウサギとカメの競走。“The Tortoise and the Eagle”は、大空にあこがれるカメの夢がついに叶うが……。“The Bear and the Two Travelers”は、連れがわれ先に逃げだし、遅れて死んだふりをした旅行者にクマが友達選びについて忠告する。

“The Miser”は、埋めては掘り返して眺めていた金を盗まれた吝嗇男。友人が「埋めるのは石でいい」と言つたわけは? “The Ass and the Pet Dog”は、ロバが、ペットの犬をうらやみ、そのまねをしてひどい目にあう。“The Lion in Love”は、木こりの娘に恋して牙と爪を

失ったライオンの哀れな姿。“The Wolf in Sheep's Clothing”は、羊を襲うために羊の皮を被ったオオカミの誤算。“The Salt Merchant and the Ass”は、川に落ちて荷が軽くなったことに味を占めたロバの失敗。

“The Boy Who Cried Wolf”は、羊飼いの少年がおもしろがって「オオカミが来た！」と嘘を重ねる……。

“The Father and His Two Daughters”は、結婚した二人の娘の正反対の望みを聞いた父親が、みんなの願いを叶える難しさを知る。

10) Oscar Wilde, *The Happy Prince*

(童話・人間ドラマ)

“The Happy Prince”は、金箔に覆われた王子の像が、貧しい人びとの生活に心を痛め、ツバメの協力をえて自身の目である宝石、肌である金を届けさせる自己犠牲の物語。“The Devoted Friend”は、小鳥がドブネズミに語る教訓話。美しい言葉で友情を語り、「忠実な友達」ハンスをこき使って死なせてしまう金持ちの男を皮肉たっぷりに描く。

LEVEL 2 (600語レベル)

11) *The Arabian Nights* (民話・ファンタジー)

“The Fisherman and the Genie”は、貧しい漁師が金持ちになる話で複雑な2部構成。網にかかった瓶に閉じ込められていた魔人を解放する話と、漁師がとった4匹の美しい魚の謎を、献上されたサルタンが解く話からなる。“Aladdin”は「アラジンと魔法のランプ」。願いを叶えてくれる魔人が棲むランプをめぐり、若いアラジンと、おじを名のる魔術師が激しい争奪戦を繰り広げる。“Ali Baba and the Forty Thieves”は、盗賊たちの金貨の隠し場所を見つけたアリババと、恐ろしい復讐を未然に防ぐ頭のよい女召使の活躍。“The Bowl of Gold”は、貧しい商人が大きな屋敷で犬のえさ用に使われていた金の器を盗む話。廃墟と化した屋敷を再訪する後日譚が味わい深い。“Sinbad the Sailor”は、世界を股にかけた商人・シンダバッドの大冒険。島に置き去りにされても、ダイヤmondを手にして生還する。

12) Howard Pyle, *Robin Hood* (伝説・冒険)

戦でリチャード王が留守中、弟のプリンス・ジョンが貧しい人びとから土地を奪い、暴君ぶりを発揮。王の帰りを待つロビン・フッドはアウトローのリーダーとなり、シャーウッドの森にこもって反抗する。リトル・ジョン、修道士タックなど個性豊かな仲間たちとの出会い、変装

してシェリフを出し抜くエピソードから、最後は、捕えられたあとの脱出と壮絶な死まで描かれ、マリオンとの悲恋にも言及している。

13) Lewis Carroll, *Alice in Wonderland*

(児童文学・ファンタジー)

少女アリスが、大慌ての白ウサギを追って穴に落ち、不思議の国へ。からだが大きくなったり、小さくなったり、奇妙なキャラクターたちとナンセンスなやりとりを繰り広げ、ついには、おかしな裁判に巻き込まれる……。

14) L. Frank Baum, *The Wizard of Oz*

(児童文学・ファンタジー)

竜巻に飛ばされて、オズの国に来てしまったカンザスの少女ドロシーが、故郷に帰してもらうため、頭脳が欲しい案山子、心が欲しいブリキの木こり、勇気が欲しい臆病ライオンとともに、偉大なるオズの魔法使いが住むエメラルドシティをめざす。

15) Edith Nesbit, *The Railway Children*

(児童文学・人間ドラマ)

ロバータ、ピーター、フィリスの三きょうだいは都会のロンドンで何不自由なく暮らしていたが、政府の仕事をする父親が理由もわからず突然逮捕され、作家の母親といなかの小さな家に引っ越す。貧しい生活を余儀なくされるが、近くの鉄道が新たな遊び場となり、駅長・機関士・乗客の老紳士とも仲よくなって大団円を迎える。

16) Frances Hodgson Burnett, *The Secret Garden*

(児童文学・人間ドラマ)

インドで、育児放棄した両親をコレラで亡くしたメアリー。孤独でわがままな少女だったが、イングランドのおじの家に引き取られ、10年間閉めきりになっている花園のカギを発見し、屋敷の中で聞こえる泣き声の秘密も知る。花園の再生が不幸な人びとの心を癒す感動の物語。

17) Jack London, *White Fang* (動物文学)

大自然の中で狩りを学んだオオカミの子・白牙は、人との出会いによって大きく変わっていく。人間の「力」に服従し、賭けを楽しむ人びとのために強敵ブルドッグと闘って傷つくが、新しい主人となるスコットに助けられ、人間の「愛」を知る。

18) Mark Twain, *The Adventures of Tom Sawyer*

(冒険)

セントピーターズバーグでおばと暮らすトムは、親友の浮浪兒ハックと深夜の墓地で、殺人事件を目撃してし

まう。医師を殺したのはインジャン・ジョーだったが、する賢い彼は、気絶したマフ・ポッターに凶器を持たせ犯人に仕立て上げた。トムは無実の男を助けるために、勇気を奮い起こして証言台に立つ……。

19) J.M. Barrie, *Peter Pan* (ファンタジー)

永遠の子供ピーター・パンが現われ、ダーリング家の三きょうだいは冒險の国ネバーランドへ飛ぶ。母代わりとして迎えられたウェンディは地下の家で子守りと家事を任される。ピーターは、海賊フック船長との戦いにあけくれる。母親に忘れられることを心配したウェンディたちは自宅へ帰り、大人に成長。結婚してもう飛べないウェンディと、子供のままのピーターの再会が悲しい。

20) Lucy Maud Montgomery, *Anne of Green Gables*

(人間ドラマ)

未婚のきょうだいマリラとマシューが、農場を手伝わせるため、養子をとることに決めた。しかし、孤児院の手違いでやって来たのは、想像力豊かで感情の起伏が激しい女の子だった。赤毛のアンが巻き起こす笑いと涙のエピソード集。アンは二人にとってかけがえのない存在になり、思いもしなかった幸福をもたらす。「ニンジン！」とからかったギルバートとの和解も感動的。

LEVEL 3 (800語レベル)

21) William Shakespeare, *The Merchant of Venice*

(人間ドラマ)

金持ちの美しいポーシャに求婚する友人バサニオのため、ユダヤ人の金貸しシャイロックから借金をした商敵でキリスト教徒のアントニオ。バサニオは、ポーシャの亡父が結婚の条件とした、正しい箱を選び出すことに成功するが、戻ってくる予定だったアントニオの商船が嵐のため沈没。娘のジェシカがキリスト教徒と駆け落ちして怒るシャイロックは、契約どおり、アントニオの肉1ポンドを要求。男装したポーシャが助けに駆けつけ、名裁きを行なう。（宗教の対立が問題になっている現代では、シャイロックに同情する読者も多い。）

22) Robert Louis Stevenson, *Treasure Island*

(冒険)

宿屋に滞在する自称「船長」は、宝島の地図を持っていた。海賊一味より先に入手した僕（ジム）たちは宝探しに出かけるが、船は、反乱をたくらむ片脚のロング・ジョン・シルバーの仲間たちで占められていた。骸骨島

での戦いは、島に取り残されていたベン・ガンの登場で思わず結末を迎える。

23) Henry Rider Haggard, *King Solomon's Mines*

(冒険)

未開のアフリカ。私が引き受けたサー・ヘンリーの弟を探す旅は、ククワナの地を支配する残忍なトゥアラ王と対決し、伝説のダイヤモンド鉱山を見つける冒険の旅になる。西洋文明の優位を背景に入歯・ライフル・日食の知識を使って、白人の主人公が野蛮な圧制者と戦い、虐げられた人々のために、真の王位継承者を王にする正義の物語である。

24) H.G. Wells, *The Time Machine* (SF)

“The Time Machine”は、タイムマシンを発明したタイムトラベラーが語る奇想天外の未来。地上で平和に暮らす美しいエロイと、地下に潜む醜いモーロックの関係とは？ “Wayde's Medicine”は、内気なウェイドが、自信をつける薬を飲んで首相にまで上り詰めるが……。“The Strange Story of Brownlow's Newspaper”は、はじめながらのブラウンローが自宅に届いた未来の新聞を読む。“The Empire of Ants”は、人類に戦争をしかけるアリの軍団の進撃を、全滅した村に派遣された砲艦の艦長の視点から描く。“The Door in the Wall”は、母を亡くした孤独な子供時代に訪れた幸福な別世界にあこがれて、入り口である緑のドアを探す男の悲劇。

25) Daniel Defoe, *Robinson Crusoe* (冒険)

ロビンソン・クルーソーが語る波乱万丈の人生。弁護士にしたい父に背いて海に出た彼は、ブラジルに農園を持つが、再び海に出て難破。たった一人で無人島の生活を始める。ヤギを飼い、パンやチーズをつくり、島の家は心地よいわが家となる。人食い族に食われそうになっていた男を助け、フライデーと名づけて召使にする。反乱にあった英国人船長を助けて戦い、28年2ヶ月19日もつづいた島の生活を終える。故郷に帰って結婚し、3人の子供をえて妻を亡くす後日譚まで語っている。

26) William Shakespeare, *Romeo and Juliet* (恋愛)

ヴェローナで100年以上争う、モンタギュー家とキャピュレット家。そのロミオとジュリエットが恋に落ちた。秘密裏に結婚して幸せの最中、親友をけんかで殺され、ジュリエットのいとこティボルトを殺してしまったロミオは、追放の身になる。ローレンス修道士の善意の計画は失敗し、薬で仮死状態になったジュリエットを死んだと思い、ロミオは服毒自殺。目を覚ました彼女は短刀で後を追う。しかし、これをきっかけに両家は和解する。

27) Robert Louis Stevenson, *Dr. Jekyll and Mr. Hyde* (ホラー)

弁護士のアタソンは、ころんだ少女をわざと踏みつけたという凶暴なハイド氏が、名士ジキル博士を脅しているのではないかと心配する。「自分の身に何かあったら、遺産はエドワード・ハイド氏に贈る」と遺言していたからだ。極悪人のハイドは、ついに殺人まで犯し、ジキルの部屋で死体で発見される。真相は、ジキル博士の手記で明かされる。まじめな男が、抑圧していた邪悪な欲望を科学の力で解放し、その悪に乗っ取られてしまったのだ。

28) Mary Shelley, *Frankenstein* (ホラー)

生命の神秘を研究する若きヴィクター・フランケンシュタインは、死体をつなぎ合わせて人造人間をつくってしまう。それは、醜い姿の怪物だった。高い知性を持ちながら差別と偏見に苦しむモンスターは、不幸をもたらした創造主に復讐を開始。弟・親友・花嫁まで殺されたフランケンシュタインは、北へ北へとモンスターを追跡する……。本書は原作どおり、北極点をめざす探検隊のウォルトン船長が、衰弱した天才科学者を助け、聞いた話を姉宛に書き送る、手紙の形で構成されている。

29) Charles Dickens, *A Christmas Carol*

(ファンタジー)

過去・現在・未来のクリスマスの精が、金儲けしか頭にないスクルージを連れ出す。純真だった子供時代や、転機となる忘れていたい過去を思い出し、自分が今どう見られているか、人びとにどんな影響を与えていたかを考え、今のままなら確実に訪れる悲惨な未来を直視する。けちで冷淡で皮肉屋だった彼は、何よりも孤独だった。人生を変えるのは今しかないと悟り、クリスマスをみんなと祝おうと心に決めたとき、すばらしい幸福感に満たされる。

30) Jules Verne, *20,000 Leagues Under the Sea*

(冒険)

船乗りたちを震撼させる謎の生物を追って航海に出たアロナックス博士らは、その正体、潜水艦ノーチラス号に軟禁され、驚くべき体験をする。——海の森を散策したり、死んだ乗組員をサンゴ礁に埋葬したり、紅海と地中海をつなぐトンネルを航行したり、大地震で水没したアトランティスの遺跡を見たり、氷山で進路を塞がれ空気が尽きかけたり、巨大イカと戦ったり……次から次へと想像を絶する未知の冒険がつづく。国家と戦争を憎み、虐げられた人びとの味方を自認するネモ艦長の謎も興味を引く。

LEVEL 4 (1000語レベル)

31) Charles Dickens, *David Copperfield*

(人間ドラマ)

父の死後生まれたデイヴィッドは、母が冷酷なマードストンと再婚したために寄宿学校とワイン瓶の洗浄工場で苦労を強いられる。母が急死して助けてくれたのは、おばのベツィ・トロットウッドだった。弁護士事務所の事務員を経て作家として成功するまで、一目ぼれして結婚した病弱な妻ドーラの死、婚約者のいるエミリーを誘惑して駆け落ちした学友スティアフォースの死、借金ばかりしている楽観的なミコーバー氏一家の消息、ずっと愛していたアグネスとの再婚が語られる。

32) John Buchan, *The Thirty-Nine Steps* (冒険)

南アフリカからロンドンに来て退屈していたエンジニアの私(リチャード・ハネイ)が大きな事件に巻き込まれる。ギリシャの首相を暗殺し、英國を急襲して世界大戦を引き起こそうと、ブラックストーンという秘密結社が暗躍しているというのだ。そう教えてくれたスカダーが部屋で殺されてしまい、私は、警察と殺し屋の両方に追われるはめになる。生まれ故郷のスコットランドを舞台に、危機一髪のアクション、地元の人たちとの人情あふれる出会いのあと、スカダーの手帳に記された「39段」の意味がわかり、大捕り物となる。

33) Charles Dickens, *Oliver Twist* (人間ドラマ)

救貧院で生まれたオリバーは母を亡くし、父親もわからぬまま孤児として苦労する。ロンドンで、フェイギン老人が仕切る、子供のスリの一団に加わるはめになるが、亡父の親友で遺産相続をめぐってオリバーを探していた弁護士ブラウンローに偶然助けられる。遺産を狙う異母兄のマンクスがフェイギンと手を組んだとき、最大の危機が訪れるが、薄幸なナンシーが文字どおり命がけでオリバーを守る。ビル・サイクスの残虐さと対比され、彼女のやさしさが際立っている。

34) Louisa May Alcott, *Little Women* (人間ドラマ)

南北戦争で父親が不在の経済的に豊かでないマーチ家。母親(マーミーと呼ばれている)と四姉妹(メグ、ジョー、ベス、エイミー)の日常が描かれるが、父親の帰宅と長女の結婚では終わらず、続編も含む。メグは双子を生み、ベスは病死。金持ちの祖父と暮らしていた隣人のローリーは大学卒業後、男勝りのジョーに求婚するが、作家として自立した生活を望む彼女は固辞。結局エイミーと結婚する。その後、ジョーは孤独に苦しみ、ドイツ人教師と結ばれる。

35) Sir Arthur Conan Doyle, *Sherlock Holmes*

(ミステリー)

ワトソン医師が語る名探偵シャーロック・ホームズの活躍4編。“Silver Blaze”は、大事なレース前に行方不明になった有名な競走馬の居場所と調教師の謎の死を解明する。“The Speckled Band”は、財産めあてに残虐な継父が毒蛇を操って娘を殺そうとするのを阻止。“The Engineer's Thumb”は、目隠しされて1時間走ったという馬車のトリックを見破り、技師が必死で逃れた贋金づくりの家をつきとめる。“The Empty House”は、宿敵モリアーティ教授との対決で死んだはずのホームズが生還。身代わりの人形に向かいの空き家から狙撃する教授の手下を捕まえ、冒頭の殺人事件の謎も解決する。

36) Edgar Allan Poe, *Tales of Mystery and Imagination* (ミステリー)

狂人の心理を見事に描いて恐怖の物語に仕立てたボーアは、その分析力を武器にした名探偵をも生み出し、推理小説の祖となった。“The Tell-Tale Heart”は、「目」に耐えられず老人を殺害した男が、今度は「音」に耐えられず自白する。“The Premature Burial”は、仮死状態で埋葬されてしまうことを恐れる男が語る恐怖の体験とハッピーエンド。“The Murder in the Rue Morgue”は、パリで起きた謎だらけの母娘惨殺事件を、デュパンが推理する。“The Masque of the Red Death”は、疫病の猛威を忘れるために開かれた仮装舞踏会に、その疫病自身が姿を現わして死の静寂をもたらす。“The Black Cat”は、アルコール中毒者がペットの猫を殺した報いを受ける。“A Tale of the Ragged Mountain”は、催眠術で散歩中に過去の世界（前世？）を見てきた患者が、自分とよく似た男と同じような死に方をする奇談。

37) Jules Verne, *Around the World in Eighty Days*
(冒険)

1872年、時計のように正確なフィリアス・フォッグ氏が、フランス人の召使パスパルトゥーを連れて、80日間世界一周の旅に出た。リフォームクラブの仲間たちと賭けをしたのだ。ロンドンから、スエズ、ボンベイ、カルカッタ、香港、横浜、サンフランシスコ、ニューヨークを旅し、ロンドンへ戻る計画は、ハプニングだらけ。おまけに、銀行強盗と勘違いした刑事が同行し、逮捕の機会をうかがう。思いがけぬロマンスと見事なオチが冒険物語をうまく締め括っている。

38) Wilkie Collins, *The Moonstone* (ミステリー)

ヒンズー教の僧侶が3人で代々見張ってきた、大きな黄色いダイヤモンド「ムーンストーン」を英国軍人が不

当に持ち帰った。彼の死後、18歳になる姪のレイチェルに贈られるが、誕生日の夜、何者かに盗まれる。名探偵の登場にもかかわらず、元泥棒のメイドが自殺して、事件は迷宮入り。宝石を届けたフランクリンが再調査に乗り出し、彼を愛する二人の女性の誤解が明らかになる。アヘンを使って事件の夜を再現するも、肝心の犯人はわからない。結局ムーンストーンを持つ真犯人は、3人組のインド人に殺されて判明する。

39) Anthony Hope, *The Prisoner of Zenda* (冒険)

裕福で定職につこうとしない29歳の私（英國貴族ルドルフ・ラッセンディル）は、退屈しのぎにルリタニア国へ戴冠式を見に出かける。自分と同じ赤い髪を持つ瓜二つのルドルフ王子と出会いびっくり。200年前の不倫事件で王家の血を引いていたのだ。王座をめぐる陰謀に巻き込まれた私は、王冠を戴き、ルドルフ王を演じるはめになる。フィアンセのフラビア姫を本気で好きになり、このままでいたいと思いながらも、王座を狙う敵と戦い、ゼンダ城の虜になっている本物の王を救出。切ない別れを経験する。

40) Jane Austen, *Sense and Sensibility*

(人間ドラマ)

ダッシュウッド氏が亡くなり、後妻と娘たちは住みなれた家を追い出されてしまう。先妻の子である長男が、強欲な妻にそそのかされたのだ。結婚を急ぐことになった「分別」のある長女エリナーと「多感」な次女マリアンヌは、それぞれエドワード、ウィロビーという理想の男性を見つけるが、彼らには結婚できない事情があった。さんざんやきもきしたあと、晴れて2組の夫婦（1組は予想外）が誕生する。「父親のような年齢」と言われ、結婚相手として問題外だったブランドン大佐の恋が実る。

LEVEL 5 (1200語レベル)

41) H.G. Wells, *The Invisible Man* (S F)

雪の降る、小さな村に宿泊する謎の男。顔は包帯に覆われ、暖炉に火を入れても、帽子とコートを脱ごうとしない。やがて多数の薬品と実験器具を持ち込み、客室内で何かを始めたが、うまくいかない様子。部屋代が尽きたとき、牧師館で盗難発生。ホテルの好奇心旺盛な女主人が問い合わせて、男は自ら包帯をとる。その中身は……。警察に追われ、逃げ込んだ先で、科学者の野心と誤算を告白し、哀れなクライマックスを迎える。後日譚として、しゃれたオチがつく。

42) William Shakespeare, *Shakespeare's Tragedies*
(人間ドラマ)

シェイクスピアの悲劇は、喜劇よりも主筋が明快でわかりやすく、どの主人公も個性的だ。

“Othello”は、黒人の将軍オセロが、彼を憎む部下のイアーゴーの罠にかかり、最愛の妻デズデモーナの不貞を信じ込んで殺害後、真実を知り自殺。“Macbeth”は、妻とともに3人の魔女の予言に踊らされ、王を暗殺して東の間のスコットランド王になるマクベスの希望と絶望。“King Lear”は、口先だけの娘二人に裏切られ、勘当した三女コーディリアの真実の愛に気づくのが遅すぎた老王。“Hamlet”は、父を毒殺し母と結婚して王座についておじに復讐するデンマークの王子。実行までのもたつきで、思いもよらぬ人たちが犠牲になる。

43) William Shakespeare, *Shakespeare's Comedies*
(人間ドラマ)

妖精や男装で喜劇とわかるが、悲劇に転じかねない危ない場面もある。また現代では、フェミニストの非難によって、無邪気な笑い話が危険視されることもある。だからこそ、一読の価値がある。

“A Midsummer Night's Dream”『夏の夜の夢』は、妖精の王と妃のけんかが、森に来た人びとにも飛び火。恋の魔法による大混乱の末、るべきカップルが誕生する。“As You Like It”『お気に召すまま』は、兄を追放した公爵と、遺産を独り占めして弟を冷遇していた長兄が、アーデンの森で改心。苦労を強いられていたロザリンドとオーランドが結ばれる。“Twelfth Night”『十二夜』は、双子の兄妹が船の難破で離れ離れに。ヴィオラは男装してオーシーノ公爵に仕え恋におちるが、公爵が愛するオリヴィアへの仲立ちを任せられ、彼女から好かれてしまう。瓜二つの兄セバスチャンの登場で、すべてが解決。“Much Ado about Nothing”『空騒ぎ』は、ドン・ペドロに敵対するドン・ジョンの悪だくみで起こる騒ぎ。結婚前夜の浮気を信じ込まれたクローディオは、無実の花嫁を責めたてるが、彼女が死んだと思わせた仲間たちの協力で大団圓に。“The Taming of the Shrew”『じやじや馬馴らし』は、金持ちの娘である対照的な姉妹が結婚する。長女カタリーナのじやじや馬ぶりをペトルーキオがとことん矯正。求婚者たちが競った妹のビアンカよりも従順な妻になってみんなを驚かせる。

44) Charles Dickens, *A Tale of Two Cities*
(人間ドラマ)

民衆が憎き貴族を血祭りに上げるフランス革命を背景にしたパリとロンドンの物語。イギリス育ちのルーシーは、18年間バッティーユ監獄に閉じ込められていた父親

のマネットと感動の再会を果たす。英国で、父も気に入った亡命貴族のチャールズ・ダーネイと幸せな結婚生活を送るが、革命市民は執拗に彼を裁判にかける。告発者のドファルジュが、マネットの入獄のきっかけとなった一族の残虐な事件について証言し、ついに死刑が決まる。飲酒癖のある孤独な弁護士シドニー・カートンは、チャールズと容姿が似ていることを利用し、愛するルーシーのために身代わりになることを決意。満ち足りた気持ちで断頭台にのぼる。

45) William Makepeace Thackeray, *Vanity Fair*
(人間ドラマ)

同じ女学校を卒業した対照的な二人の結婚を描いた小説。ベッキー・シャープは孤児で貧しい境遇から抜け出そうと、男たちを色仕掛けでだまし、社交界でのし上がっていく。一方、裕福な家庭で何不自由なく過ごしてきたお嬢様のアミーリア・セドリーは、父親が破産し、なんとか結婚できた最愛の夫をナポレオン戦争で亡くしてしまう。しかし、やりたい放題のベッキーの嘘はついに破綻。理想化した亡夫の思い出に浸ってどんどん不幸になっていくアミーリアには、最後のさいごで幸せが訪れる。彼女を陰から支えて、ずっと思いつづけた、不器用なドビンの片思いがようやく実るのだ。

46) Jane Austen, *Pride and Prejudice* (恋愛)

ベネット家の5人姉妹中3人が結婚するまで。母親の思惑どおり、舞踏会で独身の金持ちビングリーは長女のジェーンを気に入るが、友人の「高慢」なダーシーが邪魔に入る。次女エリザベスは「偏見」から彼を毛嫌いするが、末娘リディアのスキヤンダラスな駆け落ち事件で、ダーシーが頼りになる理想の結婚相手と知る。

47) Herman Melville, *Moby Dick* (冒険)

自称「イシュマエル」が、鯨にまつわる雑学を織りませながら、自ら体験した冒険を語る。宿屋で同じベッドに寝た鈎打ちの蛮人とピークオッド号に乗り込むが、それはただの捕鯨船ではなかった。鯨の骨でできた義足をつけたエイハブ船長は、白鯨への復讐に燃えていた。探し出して、自ら鈎を打ち込むのが航海の真の目的だった。巨大なモービーディックとの遭遇と壮絶な戦いがクライマックスとなる。

48) Oscar Wilde, *The Importance of Being Earnest*
(人間ドラマ)

ジャックはアーネストという遊び人の弟がいることにして、ロンドンに出かけては、その偽名ではめをはずしていた。グウェンドレンはこのアーネストを好きになる。

一方、ロンドンの友人アルジャーノンは、ジャックが後見人になっているセシリーをめあてに、彼女が興味津々の「弟」アーネストとして田舎にやって来る。二人の女性は、アーネスト（まじめ）という名前が何よりも気に入っていた。結婚するためジャックが改名まで考えたとき、出生の秘密が明らかになる。孤児だった彼の実名はアーネスト。アルジャーノンは実弟だった！

“Lady Windermere’s Fan”は、誕生日に扇をくれた夫がアーリン夫人に大金をつぎ込み、反対してもパーティに呼ぶ。ウィンダミア夫人は浮気と信じて嫉妬に狂う中、友人と思っていたダーリントン卿からプロポーズされる。混乱をおさめる真相は？ “An Ideal Husband”は、脅迫専門の悪女シェブリー夫人が、誠実と思われているサー・ロバートを、政府の秘密情報を売った過去の手紙で脅迫する。親友の独身貴族ゴーリングが買い戻そうとすると、シェブリー夫人は結婚を迫る。ゴーリングが過去の盗みで逆に脅し、問題の手紙はその場で焼却されるが、勝負はこれから。彼女は、サー・ロバートの愛妻がゴーリングに宛てた密会の手紙で逆襲する……。

49) Edgar Allan Poe, *More Tales of Mystery and Imagination* (ミステリー)

Poe の短編を 6 編収録。ホラーと、名探偵オーギュスト・デュパンの名推理が楽しめる。“Manuscript Found in a Bottle”は、壇の中の手記。すさまじい嵐に遭った筆者は、謎の漂流船に乗って、地球の極に通じる渦の中へ呑み込まれる。“The Facts in the Case of Mr. Valdemar”は、臨終に催眠術をかけて死をくい止める実験とその衝撃的結末。“The Mystery of Marie Roget”は、セーヌ川で死体で発見された美女の事件について、デュパンが新聞と警察から情報を得て、独自の結論に至る。“The Oval Painting”は、生身の妻よりも彼女を描いた作品に専心した芸術家。“The Pit and the Pendulum”は、異端審問で有罪になった男が語る、残酷な処刑法の恐怖。“The Stolen Letter”は、警察が発見できなかった「手紙」をデュパンが大臣の部屋から取り戻す。

50) Sir Arthur Conan Doyle, *The Hound of the Baskervilles* (ミステリー)

百姓の娘をさらった貴族ヒューゴー・バスカヴィルを荒野で襲ったという魔犬の伝説が甦る。バスカヴィル・ホールの相続をめぐって、魔犬の影がちらつく。急死したチャールズ卿の死体のそばには、巨大な犬の足跡がこされていた！ 新しい主になったヘンリー卿に危険が忍び寄る。私ワトソンが先に出かけて調査を開始。意外なかたちで、わが友シャーロック・ホームズが合流し、邪悪な陰謀を暴く。（巻末の Playlet には、ペルーを

舞台にした、シャーロッキアンが喜びそうな後日譚がつく。）

LEVEL 6 (1500 語レベル)

51) Emily Bronte, *Wuthering Heights* (恋愛)

スラッシュクロスを借りたロックウッドは、家主のヒースクリフが住む、嵐が丘を訪れる。この二つの邸宅を手に入れたいきさつを女中のネリーが語る。——ヒースクリフは、アーンショー氏が旅先で拾った孤児だった。嵐が丘に連れて来られ、娘のキャサリンと心を通わせるが、跡取りのヒンドリーに冷遇される。キャサリンが、近所のスラッシュクロスで優雅に暮らすエドガー・リントンと結婚を決めると、姿を消した。数年後、紳士になって戻ったヒースクリフは、両家へ復讐を開始。最終的に二つの家をわがものとする。目的は達したが、愛するキャサリンの死は癒しがたい傷を残した。——彼の死後、再訪したロックウッドは、両家再興の兆しを見る。

52) Charles Dickens, *Great Expectations*

(人間ドラマ)

「ピップ」が一人称で語る回想の物語。子供時代、脱走した囚人を助けたことで、その後の人生が大きく変わる。婚約者に裏切られて以来、引きこもっているミス・ハヴィシャムの屋敷で、美しい養女エステラに一目ぼれしたあと、謎の人物からロンドンで紳士教育を受けるよう指示され、「大いなる遺産」を約束される。エステラとの結婚を夢見る希望に満ちた新生活が始まるが、教育費を出してくれたのはミス・ハヴィシャムではなかった。しかし、オーストラリアから命がけでやって来たマグワイイッチと深く関わることで、あこがれだったエステラとの心理的距離が一気に縮まることになる……。

53) Charles Dickens, *Nicholas Nickleby*

(人間ドラマ)

父を亡くし、高利貸を営むおじのラルフを頼って母と妹とともにロンドンへやって来たニコラスは、いなかの寄宿学校を紹介され、しかたなく働きに行く。そこはあきれるほど劣悪な教育環境で、ついに校長と対立。虐待されていたスマイルを救い出し、いっしょにロンドンへ戻る。おじの金貸し仲間の老人ともりやり結婚させられそうになった孝行娘のマデリンを助け、美しい妻を得る。幸せな生活を着実に築いていくニコラス・ニックルビーに対し、冷酷な性格のラルフは、過去の罪によって自滅することになる。

54) Alexandre Dumas, pere, *The Three Musketeers*

(冒険)

田舎からパリに出た青年ダルタニヤンは、些細なことで、国王に仕える三銃士と決闘するはめになるが、反するリシュリュー卿の護衛士と共に倒し、仲間に加わる。愛するコンスタンス・ボナシー夫人が仕えるアンヌ王妃の危機を救うため、愛人である英国のバッキンガム公爵から、王が贈ったダイヤの飾りひもを舞踏会前に取り戻し、貶めようとするリシュリュー卿の陰謀を防ぐ。しかしその後、コンスタンスはさらわれてしまう。そんなときに惚れてしまったミレディーは、美貌を武器に色仕掛けで目的を達する、リシュリュー卿の女スパイだった。ダルタニヤンがとんでもない過去の秘密を知ると、その場で、凶暴な本性をあらわして復讐を誓う。純情な男を利用して公爵の暗殺を成し遂げたミレディーは、コンスタンスに魔の手をのばす……。

55) Gaston Leroux, *The Phantom of the Opera*

(冒険)

冒頭には、実話をまとめたという著者の序文がつく。19世紀末、パリのオペラ座では、神出鬼没の「幽霊」が関係者を怖がらせていた。一方、新進のクリスティーヌは「音楽の天使」のレッスンを受け、歌姫として才能を示しはじめるが、公演中にさらわれて行方不明になる。彼女を少女時代から愛しているラウルは、オペラ座の構造を知る謎のペルシャ人と、地下深くにある幽霊の棲家へ向かう。しかし、罠にかかり、恐ろしい仕掛けのある部屋に閉じ込められてしまう。二人の苦悶を見せつつ、正体を明かした醜いエリックがクリスティーヌに求婚する……。

56) Charlotte Bronte, *Jane Eyre* (恋愛)

両親を早く亡くした私（ジェーン・エア）はおじの死後、リード家でいじめぬかれ、孤児の学校でも苦労し、住み込みの家庭教師になって初めて幸せを感じる。身分違いを乗り越えてゾーンフィールドの主人・ロチェスターといざ結婚というとき邪魔が入る。すでに妻がいるというのだ。屋敷の3階に、獣のように凶暴な狂女が隠されていた。私はきっぱり彼のもとを去り、偶然、いとこの家へたどりつく。「伝道のため妻としていっしょにインドへ行ってほしい」と頼まれ、その気になりかけたとき、「ジェーン！ ジェーン！」と呼ぶロチェスターの声を聴く……。

57) Thomas Hardy, *Tess of the d'Urbervilles*

(恋愛)

貧しい農民が、郷土史を調べた牧師から貴族の末裔

「サー・ジョン」と持ち上げられ、欲を出す。金持ちの親戚に援助してもらおうと、皮肉にも、ダーバヴィルの名を騙る、放蕩息子がいる家に長女を差し向けてしまう。その結果、テスは、アレックの私生児を生むはめになる。赤ん坊が死に、過去を隠して酪農場で新生活を始めるが、農業を学ぶ牧師の息子・エンジェルと相思相愛になり、結婚。やっとの思いで過去の過ちを打ち明けると、夫はショックのあまり単身ブラジルへ渡ってしまう。連絡が取れず、苦労する彼女の前にまたもアレックが姿を現わす。父が亡くなったとき、家族の援助を申し出る彼を拒むことはできなかった。ついに、テスを受け入れる気になつたエンジェルが帰ると、物語はあまりにも悲劇的なクライマックスを迎える。

58) *Classic American Short Stories* (人間ドラマ)

バラエティに富んだアメリカ文学の短編集。わが国で編まれたものと異なり、有名な作家でも、なじみの薄い作品が読める。米文学史に名を残す、ブレット・ハートの名作はリライトされて読みやすくなつておらず、手軽に感動できる。時代を感じさせるフェミニズム小説や、200年前の日蝕観賞など、社会や歴史に関心のある人も楽しめる内容になっている。

“The Coming Out of Maggie” (O. Henry)は、やっとボーイフレンドができると一緒にダンスパーティーに来たマギー。自慢の彼がケンカを売られて正体を暴かれたとき、意外にも最高の結末になる。“The Outcasts of Poker Flat” (Bret Harte)は、町を追放になった不道徳な連中が、雪山で危機的状況に陥る。駆け落ちしてきた無垢なカップルに心を洗われたのち、死を覚悟する。

“The Specter Bridegroom” (Washington Irving)は、ドイツの昔話。婚約者との顔合わせに向かう花婿が盗賊に殺され、知らせに行った男が花婿と間違われ、相思相愛に。怪談を利用してその場を逃れ、幽霊として迎えに戻る。“The Wedding Knell” (Nathaniel Hawthorne)は、二人の夫と死別した未亡人が40年前に婚約していた男と教会で結婚式をあげるが、弔鐘が鳴り、花婿は経帷子で現われる。“Tom's Husband” (Sarah Orne Jewett)は、夫に大嫌いな家事を任せ、工場経営を始める妻。“The Celebrated Jumping Frog of Calaveras County” (Mark Twain)は、何でも賭博にしてしまうスマイリーの笑い話。特訓で鍛えたカエルを使って跳躍力を賭けるが、相手の気軒に敗れ去る。“A Thousand Deaths” (Jack London)は、科学者の父親に拉致され、実験台としてさまざまなおかげで殺されては蘇らされる主人公が、自由を勝ちとるまで。“Eclipse” (James Fenimore Cooper)は、1806年6月16日、故郷の村で見た日蝕の思い出と神秘的な感動を回想する。

59) *Classic British Short Stories* (人間ドラマ)

ジャンル的にはショートショートや推理小説も混じるが、地方色の強い民話風の物語を中心にを集めている。

“The Storyteller” (Saki) は、列車内で起こるオチのある 3 つの短い物語。 “The Secret Garden” (G. K. Chesterton) は、パリ警察署長の家で起こった首を切断した殺人事件。ブラウン神父が推理でトリックを見破る。 “Crowley Castle” (Elizabeth Gaskell) は、廃墟と化した城でかつてあった愛憎劇。サー・マークの一人娘、彼女のためなら殺人まで犯す乳母、将来の夫と見なされていた養子、牧師の娘の複雑な四角関係の物語。 “The Bottle Imp” (Robert Louis Stevenson) は、何でも願いを叶えてくれるが、買ったときよりも安く売って手放さないと地獄行きになるという「瓶の子鬼」をめぐる夫婦愛の物語。 “Malachi’s Cove” (Anthony Trollope) は、祖父のために海藻をとつて売る娘と、農場の一人息子の反目が恋に変わる出来事。 “The Man Who Would Be King” (Rudyard Kipling) は、インドの辺境で最新のライフル銃を使って「神」を名のり、王となって君臨した英国人の悲惨な末路。 “Casting the Runes” (M. R. James) は、査読で論文を不採用にしたために、変人から呪い文字で命を狙われる学者が命がけで反撃する。 “Amy Foster” (Joseph Conrad) は、アメリカに渡って金を稼ぐつもりでいた男が、船の難破で閉鎖的な異境の村に流れ着き、「外国人」として気味悪がられ、結婚した妻にも理解されず、孤独な死を遂げる。

60) H. G. Wells, *The War of the Worlds* (SF)

地球は人類よりも高い知能を持つ生物に狙われていた。英国に流れ星が落ち、巨大な円筒が発見される。見物に集まった人たちの前に姿を現わしたのは、敵意を抱く醜い姿の火星人だった！ 未知の熱線があたりを焼き尽くす中、語り手の「私」は、妻をいとこのもとに避難させる。巨大な三本脚のトライポッドも出現。毒ガス攻撃も始まり、人びとは虫けらのように殺されていく。私は、教会を失って呆然とする牧師を連れて逃げる。いっしょに空き家に隠れるが、そこに新たな円筒が落ち、牧師はついに発狂する……。

Getting Acquainted with World Classics through Graded Readers: A Guide to Compass Classic Readers

Koichi YOKOYAMA

The present paper is intended as a useful guide to Compass Classic Readers, the complete set of 60 books with MP3 CDs, which are divided into 6 levels from 400 to 1500 headwords. Compared with other major publishing companies' counterparts, the Compass books may look inferior due to their cheap-looking cover designs. Some of the attached CDs are also badly made with narrators' poor performances and mismatched music. Of course, there are good points that can cover these defects: the MP3 CDs include "Playlet" where each title is partly or wholly made into a short play probably in order to accustom the learners to English conversations; on the whole Compass Classic Readers are nicely selected and properly retold almost always true to the originals. It might be surprising that foreign learners of English with their limited vocabularies can gain easy access to wonderful masterpieces such as Shakespeare's comedies and tragedies like *A Midsummer Night's Dream*, *Twelfth Night*, *Othello*, *Macbeth*, and so forth. It is true that most of the Compass classics are so famous that they are available in other publishers' versions, and Japanese people can read them in full-length translation from the originals; yet it is certain that Compass Classic Readers are one of the easiest ways to catch a glimpse of world classics, especially those by British and American authors. It is strongly recommended that Compass Classic Readers should be read as an ideal introduction to get acquainted with great novels and plays that Western civilization has ever produced.

CAD・CAM補助教材の開発(その3)

—AC サーボモータの体験学習環境の構築—

金子 忠夫* 横本 弘*

(2013年 11月 28日受理)

1. はじめに

平成23年度に本校に5軸マシニングセンタが導入されたのに伴い筆者らはCAD/CAM補助教材の開発を進めてきた。昨年度はパソコンCNCソフトのLinuxCNC(参考URLの[1])を用いたCAM学習環境を構築して4年生の工学実験の一部に組込んだ¹⁾。すると、低学年の工作実習でNC加工を十分体験しているのにもかかわらず、サーボモータの知識が全くないことに気づいた。5年次で制御工学を学習するので4年生では当然かも知れない。

そこで本年度は、数式を使わないサーボモータの体験学習環境を構築することにした。この際、前述のLinuxCNCが機械制御ソフトとしても活用できることから、LinuxCNCを用いてパソコンからACサーボモータに速度信号を送り、エンコーダ信号をLinuxCNCにフィードバックして位置制御を行うシステムを構築することにした。構築途中ではあるが主なねらいと現状を報告する。

2. 基礎的検討

2. 1 感覚的サーボ技術教育の必要性

機械系の学生がサーボ技術に最初に触れるのがNC工作機械のサーボモータではなかろうか。しかし、サーボ技術が講義で取上げられるのは高学年になってからで、低学年の機械工作実習では、ACサーボモータで位置制御されている、と説明される程度であろう。サーボ理論は数学的に表現されるので理解するのが難しい。そこで低学年生に直観に訴える形でサーボ技術の説明が出来れば、5年次の講義への効果的な橋渡しになるのではなかろうか。「感覚的サーボ技術教育」とでも言えるものが本当に成立するかどうかは問題にせず、とりあえず、ACサーボモータを用いて、①サーボオン、サーボオフ時のモータの観察、②サーボロック状態の確認、③位置決めサーボの動作確認、④追従誤差と振動発生の観察、などの体験を想定して進める。

ACサーボモータには位置制御用と速度・トルク制御用の2種類がある。位置制御用の場合、位置決めサーボ信

号は本質的にステッピングモータの場合と同じである(一般にサーボドライバの入出力信号が平衡型なので信号伝送方式の違いを考慮する必要はある)。この場合、サーボループがサーボドライバとモータ間でクローズしている。上位の制御装置からは位置指令を送信するのみであるから、学生の視点からではサーボ技術を認識するのは困難で、サーボ技術が後景になっている、とでも言えようか。一方、速度・トルク制御用の場合、トルク制御・速度制御ループはサーボドライバとモータ間でクローズしているものの、位置ループは上位の制御装置までフィードバックされるので、サーボ技術が前景に見えている、と言えよう。このように考えると、直観に訴えるためにはどうしても速度・トルク制御用ACサーボモータを用いたハードウェア構成が必要であり、さらに、サーボモータに学生が直接さわって理解できるようできるだけ露出したハードウェアとしたい。

2. 2 LinuxCNCの利用

ACサーボモータの制御では一般にモーションコントローラが用いられるが、できるだけ安価でわかりやすい構成にするため上位装置としてパソコンを使いたい。制御プログラムを自作することも考えられるが、今回はLinuxCNCを用いることにした。パソコンCNC用ソフトを利用することで、容易に、より実際の場面に近い感覚で学生実験ができるのではないかと考えたからである。モータの速度コントールや単純な位置決め実験を行うプログラムも自作するのは結構大変であり、LinuxCNCのソフトウェア体系が利用できるのはありがたい。ところがLinuxCNCにはいくつか難点がある。例えば、①パラレルポートのあるパソコンが必要である、②OSがWindowsではなく、Ubuntuで、しかもやや古い10.04か8.04でしか動作しない、などである。このような問題は今後の課題とし、当面、サーボ技術教育用としてやや古いパソコンを専用に用いることとした。

3. 体験学習用サーボ装置の作成

3. 1 ACサーボモータと送り機構の調達

近隣の工場が寄贈してくれたやや古いねじ締め用ロボ

*機械工学科

ットを解体し、組込まれていた安川電機製 AC サーボモータ本体 (SGM-02A) をサーボドライバ (サーボパック SGDS-02AS) とともに取出した。ボールねじ、リニヤガイドなどの送り機構もあわせて取外し、これらを利用して一軸送り機構を作ることにした。なお、サーボドライバとモータ間のコード類を含めて制御装置はすべて再利用しなかった。

サーボモータを動作させるのに必要なコード類を自作した。サーボドライバとサーボモータ本体間の接続コードの途中に手動切り替えスイッチをビニールテープで固定し、サーボオン・オフ用のスイッチとした。安川電機製のサーボパラメータ調整用ソフト SigmaWin+で、パラメータ設定およびモータの動作チェックを行った。SigmaWin+は、安川電機のホームページ(参考 URL の[2])からダウンロードできる。最後にモータ本体を送り機構に組付け一軸ユニットとして完成させた。

3. 2 LinuxCNC 設定用ファイルの準備

LinuxCNC では初期設定用ファイル (.ini) と、HAL ファイルと呼ばれるハードウェアに依存した部分の設定用ファイル (.hal) が必要になる。今回は 2 台の AC サーボモータが同時に駆動できるよう X、Y 二軸動作を想定してこれらの設定変更を行った。LinuxCNC には PID フィードバック制御ができる各種のコンポーネントが準備されており、試運転時のパラメータ調整においても数値自体の変更は容易である。なおエンコーダ信号は、サーボドライバ、ラインレシーバを経由してパソコンのパラレルポートから入力することにした。

3. 3 LinuxCNC による速度信号出力

AC サーボモータを制御するための速度信号は正負電圧アナログ信号である。ところが LinuxCNC では、パラレルポートから速度信号をパルス(step)で、回転方向をオン・オフ(dir)で出力するしかない。DC サーボモータや位置制御型 AC サーボモータで位置決め制御を行う場合にはパラレルポートから pwm 出力ができるので大きな問題はない。しかしながら、パラレルポートでは pwm ではない本来のアナログ電圧が出力できないので、この点を克服する必要がある。そこで以下に述べるように、(1) ローパスフィルタとアナログスイッチを使って pwm 信号をアナログ化する方法、(2) マイコン(Arduino)を用いる方法、の二つを検討した。

(1) pwm 信号をアナログ化する方法

pwm 速度信号で DC サーボモータを制御する場合と全く同じ信号をパラレルポートから出力し、自作基板上で正負電圧アナログ信号に変換し、速度信号としてサーボドライバに渡すこととした。

作成した変換基板は、①CR ローパスフィルタ (カットオフ周波数 5.3Hz)、②アナログスイッチ (TC74HC4066) で構成した H ブリッジ (回転方向信号による正負電圧の切

替)、③オペアンプ電圧增幅回路、で構成されている。

(2) マイコンを用いる方法

マイコンを経由して DA 変換を行い速度信号とする方法を検討した。筆者の一人がマイコン制御という講義を担当しており、そこで Arduino (参考 URL の[3]) を使っていることから、今回は Arduino を使うことにした。速度データをシリアル通信を介してマイコンに渡し、DA 変換用 IC (MCP4822) から出力させたい (図 - 1 参照)。しかし LinuxCNC にはシリアル通信が組込まれていないので、LinuxCNC から Arduino に速度データをいかにして渡すか、が問題である。この解決策として、シリアル通信で速度データを文字コード出力するユーザーコンポーネントを作成した。その結果、LinuxCNC が立ちあがるとすぐに速度データを吐き出す単純なコンポーネントで Arduino と通信できた。

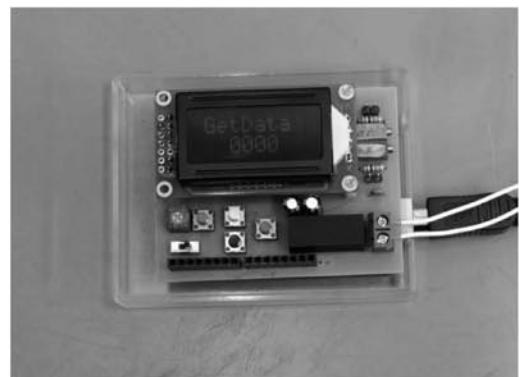


図-1 Arduino に取付けた DA 変換ユニット

4. サーボ動作の感覚的把握

4. 1 動作状況の体感による把握

図 - 2 に示すように、一軸ユニット、サーボドライバおよびパソコン 2 台 (LinuxCNC 用パソコンと SigmaWin+ 用 Windows パソコン)、さらに、速度信号用自作基板あるいは Arduino_DA 変換ユニットのいずれかで全体を構成する。制御信号をオシロスコープで直接観察するためと、学生が自分で配線できる部分を設けるために、速度信号やエンコーダ信号線は、途中にワニ口クリップを介して配線した。今後、全てのセットアップが学生自身で行えるようマニュアル類を整備したい。

サーボオンスイッチをオン・オフした際のモータ本体の挙動は、送り機構を手動で動かしてみれば容易に分かる。サーボオンスイッチがオフでも、SigmaWin+側の指令でサーボオンさせモータを実際に回転することもできる。こんな些細な事からも、AC サーボモータがモータ本体だけでは回転させられない、という事実に気づくのではなかろうか。

パラメータ調整がある程度なされていればサーボロッ

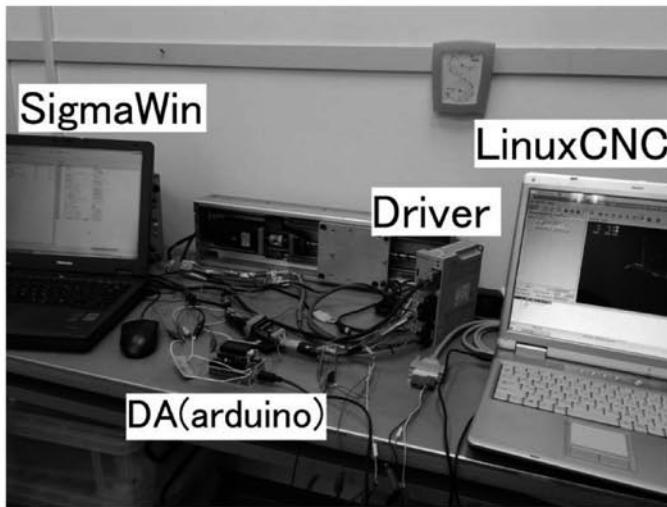


図-2 体験学習用サーボ装置の全景

ク状態にできる。サーボロック中に手動で無理やり動かそうとすれば、元にもどそうとする手ごたえが十分感じられよう。PID制御の比例ゲインを大きくすると簡単に発振するので、サーボオンとサーボロックの違いも認識できる。学生にバネとの類似性で説明すれば、釣合い位置にもどそうとする復元力の作用で振動することも了解できよう。(どうして振動せずに位置決めできるのだろうか、と問えば、どのような返答だろうか)

速度信号をアナログ電圧信号に変換するために製作した、自作基板およびArduino_DA変換ユニットいずれでも動作がゆっくりならば位置制御できた。動作が速くなると追従できずエラーになるが、速度信号がローパスやシリアル通信で遅れているためである。たとえ低速度であっても、実際に位置決制御を行えばLinuxCNCを使っている真価が発揮される。例えば、Gコードで簡単にテープルが任意に移動でき、しかもこの際の追従誤差などが、Hal_Scope、Hal_Meterなどの機能を使って容易にモニターできる。Hal_Sampler及びSamplerを使ってデータをリアルタイムにファイルに書き込むことも可能である。これらを使った観察例を図-3、図-4に示す。

さらに、オートチューニングや、PIDとフィードフォワード(FF)制御を併用する機能などまで組込まれているのでより高度な実験も行える。

4. 2 オシロスコープによる信号の観察

例えばG01 X20 F20というような命令でモータを回転させ、サーボドライバに加える速度信号をオシロスコープで観察すると、速度信号電圧が微妙に変化している様子がはっきり認識できた。同様の観察を学生に行わせたい。微細に見ればGコードのF値に従った等速運動ではなく、実際は負荷側の摩擦力の変化に伴う速度変化を位置ループによっても微調整しながら移動している、ということが感覚的にも捕らえられよう。位置ループゲイン

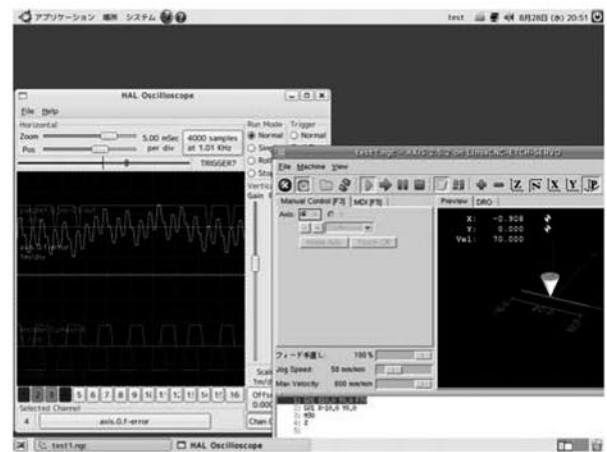


図-3 Hal Scope 画面例

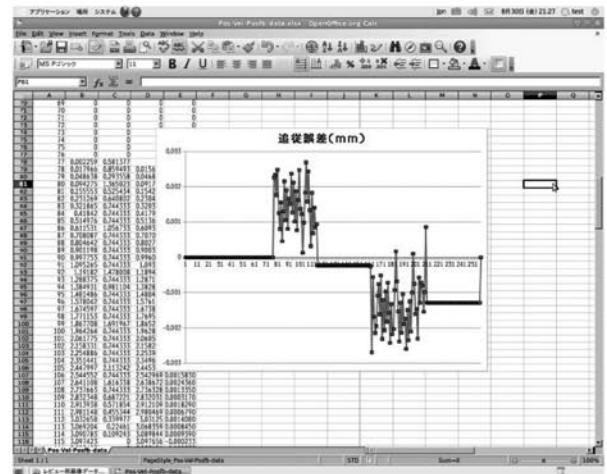


図-4 追従誤差の作図例

と速度ループゲインのバランスが必ずしも適切でないのかも知れない。この点については、速度ループゲインを上げ過ぎた場合には振動する、というのを確認させる程度と考えている。速度ループの制御周期が早いので、摩擦力変化に伴う速度変化を1回の位置ループ制御周期内で完全に調整できれば、位置ループによる速度変化は生じない。

一方、速度ループの存在そのものは前述のSigmaWin+を使って速度ループゲインを変更させる、などで容易に把握できると思われる。オシロスコープで速度信号を観察する際にも、サーボドライバ内でクローズしている速度ループの存在を指摘したい。

3重ループの最も内側にあるトルク制御ループの存在はここまで実験では感じられない。通常トルク制御のフィードバックにユーザーが関与することはできない。しかし、SigmaWin+で内部パラメータを変更しトルク制限をかけると容易に手で送り機構を停止できたので、止めたり押し戻したりすればトルク制御ループの存在が意識

できるのではなかろうか。なお、エンコーダ信号を観察させるねらいは、位置精度とエンコーダの1回転当たりのパルス数の関わりや、回転方向の判別などを考えるきっかけにする、ということであろう。図-5にSigmaWin+のパラメータ設定画面の一部を示す。



図-5 パラメータ設定画面

NC加工との関連性について触れる。早送りG00はいわゆる位置決め制御で、目標位置にいかに高速に移動し正確な位置で停止するかという問題である。見方を変えると、目標位置から離れている場合と近づいた場合でどうコントールを変更するか、ということになる。ところが直線補間G01は、精密位置制御で、しかも加工しながら直交する二軸の速度比を一定に保つ制御と言える。円弧補間G02、G03では二軸の追従誤差が一定でないと円が円でなくなる、というような点も学生に説明したい。

5. 発展的な利用法の検討

5. 1 機械設計の授業での利用

一般的な機械設計ではモータは選定するもので、この点ではボールベアリングなどと同様である。しかし通常の機械設計のテキストではモータの選定に関する話題は取上げられない。理由はいくつかあるが、今回作成した体験実習用サーボ装置に触れている学生にとっては興味の持てる題材と思われる。①モータ軸換算の負荷トルクを機構部の仕様からどのように見積もるか、②ボールねじ、及びテーブルとワークなどの負荷慣性モーメントはどうするか、③必要な運転パターンからの加速トルクの計算はどのように行うか、など総合演習的に取組める。

さらにサーボモータに特有な問題、例えば負荷イナシャ比がいくつかなど、剛性も含めたサーボ性能に関する検討にも踏み込めるのではなかろうか。

5. 2 制御プログラム作成演習用開発環境の構築

LinuxCNCはサーボモータをPID制御するよう設定用ファイルを書き換えるだけで使用できる。言い換えれば、

各種の設定値を変更して挙動がどう変わるか観察する目的に適しており、学生が制御プログラム本体に係る余地がほとんどない。そこでハードウェアはそのままで、しかも学生がプログラム開発できるよう、ソフトウェアの開発環境の構築を始めた。

Ubuntu上で動作するアプリケーションソフトは全て無料で使えるので、①Ubuntu 10.04のリアルタイム化(rtai、参考URLの[4])、②DA変換ボードを利用するため必要な計測制御用ソフトComedi(参考URLの[5])の導入、③リアルタイムでしかもComedi-DA変換デバイスが使えるHart_Tool_Boxの追加(参考URLの[6])、④Scilabのインストール(WindowsのMatlabに相当する。参考URLの[7])、などを行った。現在テストラン用のプログラムを作成している。

5. 3 LinuxCNCへのアナログ入力

LinuxCNCは入出力にパラレルポートを使っているのでアナログデータが扱えない。出力側については前述の対策でACサーボモータドライバにアナログの速度信号を送れるようしたが、入力側は別途対策が必要である。そこで、LinuxCNCにUSB入力できるアプリケーションソフトhidcomp(参考URLの[8])を試した。HIDデバイスには安価なPCS10(velleman社製4チャンネルシグナルレコーダ)を用いた。hidconfigを用いた設定ファイルの作成、halファイルへのロードコマンドの追加、permissionの変更などで実際に入力できた。

一方、LinuxCNCにはジョイスティックで動作させるためのコンポーネントがあるので、市販のジョイスティックを改造するかあるいは自作すれば類似な機能を追加できそうである。試みにASOOVE USBを購入し(ビット・トレード・ワン(株)製:PIC18F2550を用いたマイコンモジュール(参考URLの[9]))、ジョイスティック用のサンプルソフトを一部書き換えて動作チェックした。その結果問題なく8ビットAD変換入力できた。手動での速度信号入力などに使いたい。

6. おわりに

オープンソースのみを使って安価に位置制御サーボシステムを構築した報告²⁾などが最近でもなされているように、サーボ技術を、体験を通じて学生に理解させるための工夫は多方面で必要ではなかろうか。低学年の工作実習で、NC工作機械はACサーボモータで位置制御している、と説明するだけでは、NC加工機が本校にもこれだけ増えた現状を考えるといかにもさみしい。まだ体験学習環境が十分整ったと言えるまでには至っていないが、実際に使いながら今後も整備を続けていきたい。

参考文献および参考 URL

- 1) 金子忠夫、樋本弘: CAD・CAM 補助教材の開発(その2)、
群馬高専レビュー、第31号、5-10頁、(2012)
- 2) Manh-Tuan Ha, Chul-Goo Kang: An Easy-to-use and
Economic Experimental Apparatus for Motion Control
Education, Journal of Education and Vocational
Reserch, Vol. 4, No. 2, pp24-29(2013)
- [1] <http://www.linuxcnc.org/>
[2]<http://www.e-mechatronics.com/download/tool/ser>
- vo/sgmwinpls/index.html
[3] <http://arduino.cc/>
[4] <https://www.rtai.org/>
[5] <http://www.comedi.org/>
[6] <http://hart.sourceforge.net/>
[7] <http://www.scilab.org/>
[8]<http://hidcomp.sourceforge.net/>
[9]<http://bit-trade-one.co.jp/BT0picture/PreRelease/pre008-AVU.html>

Development of Assistant Teaching Materials in CAD/CAM Education (Part III)

— Experiential learning environments on AC servo motor —

Tadao KANEKO and Hiroshi KASHIMOTO

Servo motor education will require some experiments to catch the feedback concept. So, we developed a low cost experimental setup incorporated AC servo motor for teaching the servo control technique. LinuxCNC is an open source working on Ubuntu 10.04, and allows us to develop the digital PID, real-time control by using a personal computer. It usually controls with step and direction signals through a standard parallel port. In order to transfer the analog signals of the velocity data from PC to the servo drivers we prepared two types signal connecting boards. One uses analog switching devices, the other uses an arduino microcomputer. Developed experimental setup is easy to use and students can experience PID control and an advanced motion control by one's perception. In addition, velocity, position and encoder feedback signals can be monitored directly by an oscilloscope without a damping, or with a small damping.

フラクタル符号化における並列計算の検討 —GPU, MPIによる実装と評価—

(平成25年11月28日改訂)

鶴見 智*

(2013年11月28日受理)

1. はじめに

近年、非構造化データ、いわゆるビッグデータの処理技術に注目が集まっている。その中で、画像ビッグデータからの類似画像検索、ビデオシーン検索等の効率的な手法が求められている。その際、対象となる画像や動画のデータ量は膨大なものになるため、高圧縮符号化されていることが必要であり、可能ならば復号せずに符号データを直接使用できることがのぞましい。以上の、観点で見た場合、フラクタル符号化[1][2][3]は最適な符号化法の一つと言える。

フラクタル符号化は、高圧縮率、高速復号等の特長を持つ一方、符号化時間が膨大になるという欠点もある。符号化アルゴリズムの主要部分は、画像の中からもっとも自己相似性の近い画像ブロック・ペアを見つけることがあるが、その計算量が膨大になることが、符号化時間がかかる主な理由である。

一方、アルゴリズムの単純さと同種処理の繰り返しの多さは並列計算向きのアルゴリズムといえる[4]。最近のマルチコア・プロセッサの普及や高性能のGPU(Graphics Processing Unit)の低価格化は、フラクタル符号化の並列アルゴリズムの標準化を検討する時期に来ていること、フラクタル符号化による静止画・動画のリアルタイム符号化の実現が可能になりつつあることを意味している。

本研究の目的は、GPUによるフラクタル符号化の実装を通して、並列化フラクタル符号化アルゴリズムの標準化の検討をすることである。また、マルチコア・プロセッサでの並列化を行うMPI(Message Passing Interface)による実装との比較検討も行う。

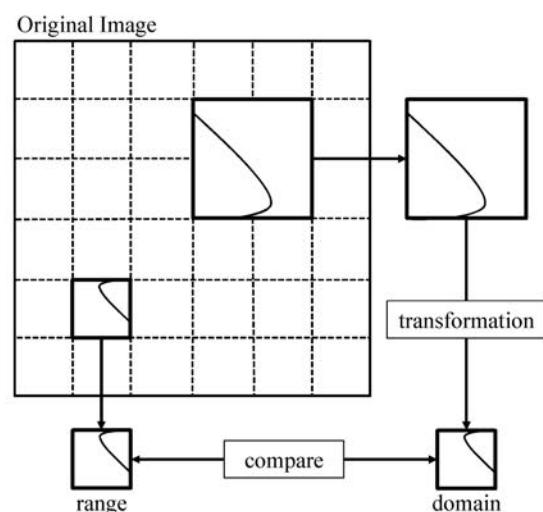
2. 関連研究

GPUを用いたフラクタル符号化の関連研究としては先駆的なU.Erraの研究[5]、医用画像へ適用した研究[6]、

フラクタル動画符号化を検討した研究[7]がある。これらの多くは実験的実装であり、実用的な適応的なブロック分割を考慮しておらず、並列化にあたってのブロック分割に伴うメモリ処理等の検討もされていない。本研究は、実用的なアルゴリズムとして知られる4分木分割アルゴリズムによるフラクタル符号化をGPUとMPIで実装し、比較検討を行い、標準化の問題点を考察する。

3. フラクタル符号化

フラクタル符号化は、画像に存在する自己相似性を利用して、自身の近似画像を生成するブロック符号化の1種である。これは縮小アフィン変換の集合である反復関数系(Iterated Function System, IFS)によって実現される。すなわち画像に対してIFSを決定することがフラクタル符号化である。フラクタル符号化アルゴリズムの概念を図1に示す。



基本的な符号化手順は以下のとおりである。

- 1) 原画像を互いに重複しない $N \times N$ 画素のレンジブロック (range) に分割する。また、同様に原画像から $2N \times 2N$ 画素のドメインブロック (domain) を取り出す。
- 2) それぞれのドメインブロックに対し、対称変換を行う。対称変換は、ブロックを 0 度、90 度、180 度、270 度回転させた後、対角線に対する反転を行ったもので、各回転に対し 8 種類存在する。次に対象のレンジブロックと同じブロックサイズになるよう縮小変換を施す。 2×2 画素ごとに平均化することによってサイズを縮小する。（ドメインプールを作る）
- 3) 2)で作られた全ドメインブロックと対象のレンジブロックを比較し、以下の 2 乗和誤差が最小になるように輝度スケーリング s と輝度シフト o の変換係数を決定する。

$$\sum_i \sum_j (s \cdot d_{ij} + o - r_{ij})^2 \quad (1)$$

ここで、 d_{ij} は位置 (i, j) でのドメインブロックの画素値、 r_{ij} は位置 (i, j) でのレンジブロックの画素値である。

- 4) 全レンジブロックに対し同様の処理を行う。
- 5) 各レンジに対応するドメインの位置、対称変換および輝度スケーリング、輝度シフトを符号とし保存する。

実用的なフラクタル符号化として、Fisher は 4 分木分割フラクタル符号化アルゴリズムを提案した[1]。処理手順は 1)～5) と同様だが、レンジブロックとドメインブロックの 2 乗和誤差が最小となる組み合わせを探索する過程で閾値を設ける。閾値は任意に設定可能であり、これを満たさない場合は当該レンジブロックのサイズを 4 分割（再分割と呼ぶ）し、その全てに対して再び探索を行う。再分割が行われるごとにレンジブロック、ドメインブロックのサイズは半分になる。以上の手続きを誤差が閾値を満たすか、あるいは指定したブロックサイズになるまで反復する。このアルゴリズムの流れ図を図 2 に示す。閾値を小さくすることあるいは再分割の深さを深くすることで画質が向上するが、計算量が増大し符号化時間が増える。

一方、復号化は任意の画像に対し、変換係数を用いて全レンジブロックを生成し、こうして作られた画像に対して同様の操作を繰り返すことで行う。この繰り返しは 10 回程度で収束するため、復号は極めて高速である。

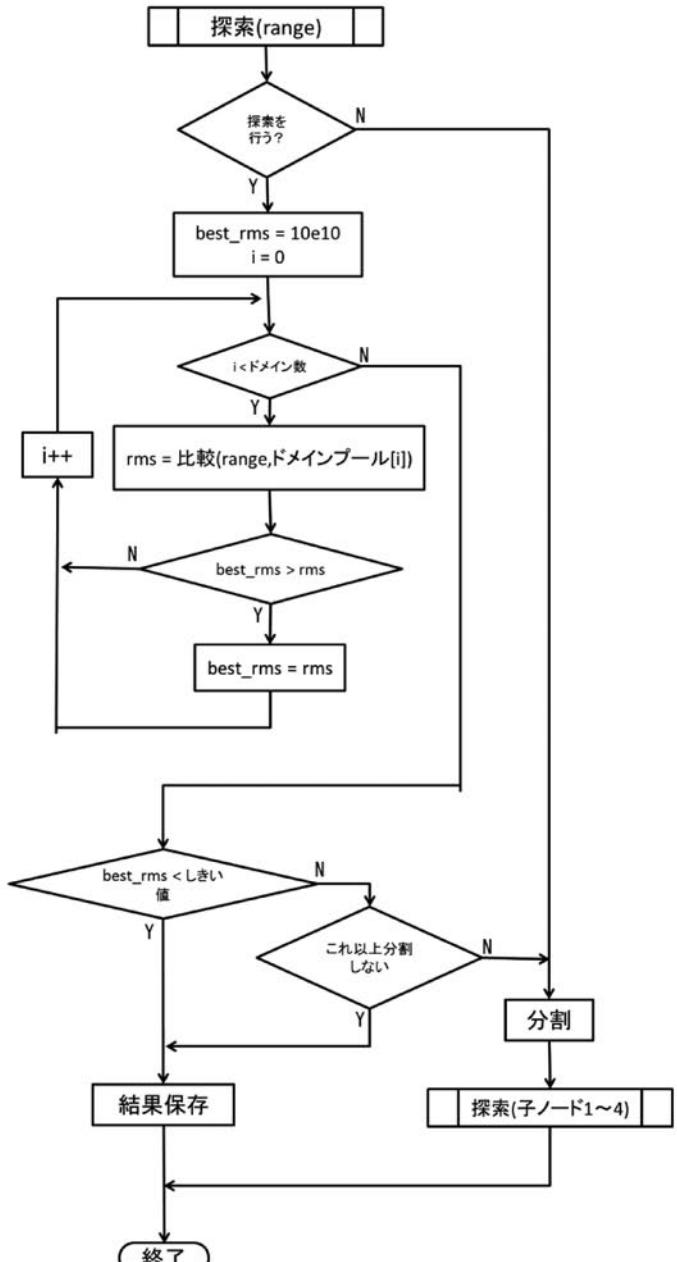


図 2 4 分木分割フラクタル符号化の流れ図

4. GPU

コンピュータで演算機能を担うのは CPU(Central Processing Unit)であるが、近年のゲームや映像の高画質化とともに、グラフィックス処理が膨大になってきた。これに対応するため通常グラフィックス処理は CPU と独立したビデオカードで行なっている。このビデオカード上に搭載されているグラフィックス処理専用に開発されたユニットが GPU(Graphics Processing Unit)である。この GPU を汎用数値計算に用いる技術を GPGPU(General Purpose Computing on GPU)と呼び、NVIDIA 社が開発環境 CUDA を提供した 2000 年以降急速に進展した。

GPU は以下の特徴を持つ[8].

- (1) 各画素においての処理はそれぞれ独立に行える.
- (2) 出力された画像データは保存しておく必要がない. これによって大量のデータを複数のプロセッサで同時に並列に処理することができる. 今回は NVIDIA 社製 GPU を実装に使用する. 図 3 に NVIDIA 社 GPU と CPU の演算性能の推移を示す. CPU の伸びが鈍いのに比べ, GPU は今後も大幅な性能向上が見込まれる.

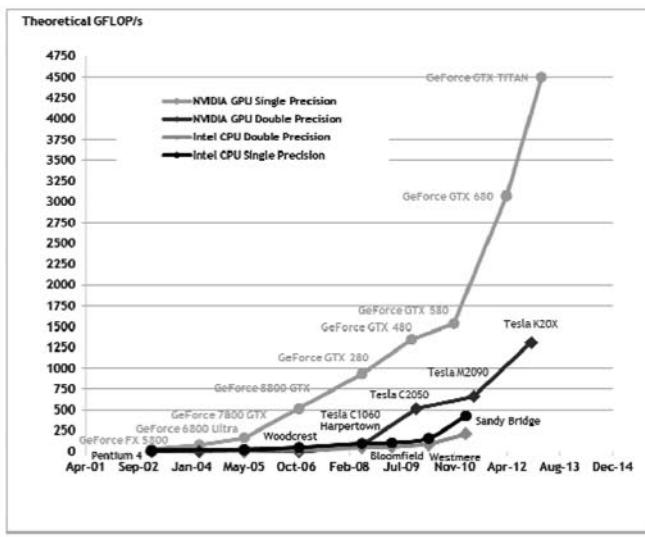


図 3 GPU と CPU の高速化の推移 (NVIDIA CUDA Programming Guide 5.5[9] より引用)

図 4 にビデオカードの内部の簡略図を示す. GPU の内部には CUDA コアと呼ばれる演算装置があるが, それらは 1 個ずつ独立しているのではなく, 一定数のストリーミングマルチプロセッサ(SM)で統合されている. Kepler アーキテクチャである Tesla K20 は SM は 13 個, CUDA コアは 2,496 個からなる.

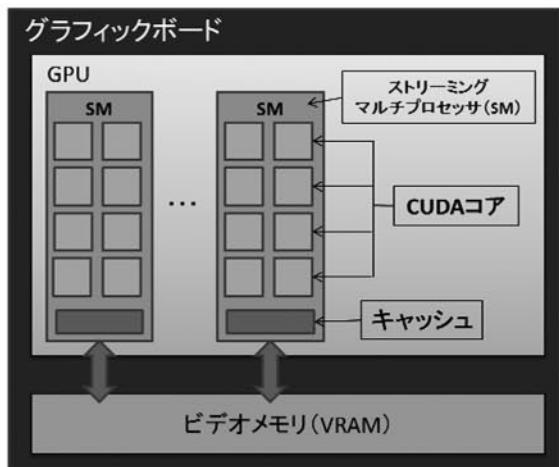


図 4 ビデオカードの内部構造

メモリ GPU とビデオメモリは「メモリインターフェース」で接続されており, CPU～メインメモリ間より数倍大きなメモリバンド幅で接続されているので高速に伝送できる. しかし, グラフィックボードにはグローバルメモリ, ローカルメモリ, シェアードメモリ, コンスタントメモリ等, 何種類かのメモリがあり, 容量の大小, アクセス速度に違いがあるので, 効率よく計算させるにはそれらを考慮したプログラミングが必要となる.

CUDA プログラミングの流れを図 5 に示す[8]. ここでは, CPU やメインメモリ側をホスト, ビデオメモリ側をデバイスと呼び区別している.

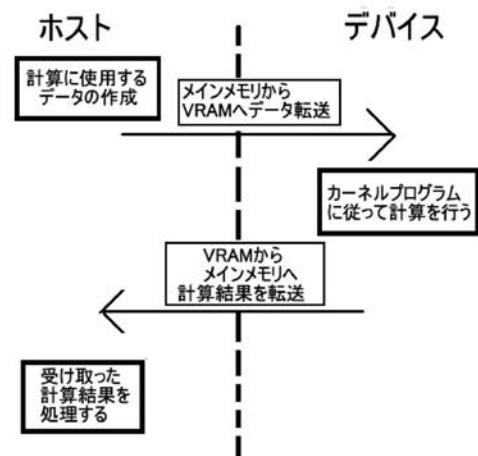


図 5 CUDA プログラミングの流れ

5. MPI

MPI (Message Passing Interface) は並列プログラミングのための規格であり, C や Fortran のライブラリとして提供される. MPI による並列プログラミングでは複数のプロセッサ (コア) が同時に同じプログラムを複数個実行する. プログラムの実行単位をプロセスと呼び, ひとつのコアはひとつのプロセスを実行する. 通常, メインとなるプロセスがデータを各プロセスに配分し, 各プロセスは独立して処理を実行し, 最後にメインプロセスがデータを集約する. すなわち SPMD (Single Program Multi Data) が MPI の基本である. 通信関係のサブルーチンとして重要なものは, 1 対 1 通信, 集団通信である. 図 6 に基本的な通信である 1 対 1 通信を示す. MPI はネットワークを介したマルチコアにも対応しているが, 実装にあたっては通信コストを考慮に入れておく必要がある.

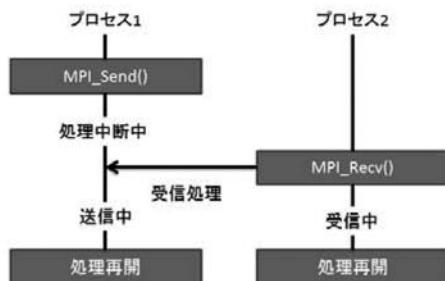


図6 1対1通信

6. GPUによるフラクタル符号化の実装

GPUによるフラクタル符号化の実装には以下の2つの方法を検討した。

方法A:

フラクタル符号化をGPUで実装する最も単純な方法は、各レンジとドメインの2乗和誤差の計算をカーネル関数として各コアに振り分けるやり方である（図7参照）。

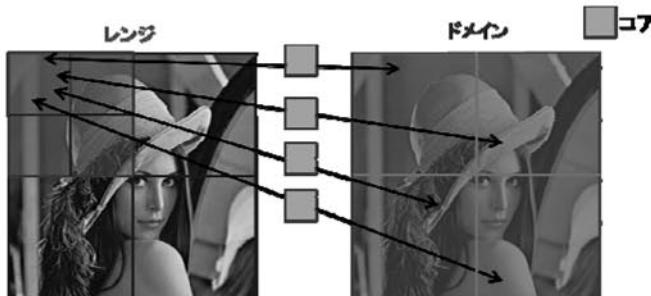


図7 GPUでの実装

この場合、レンジごとに転送を行うとデータの転送回数が増え、高速化は期待できない。そこで、各レンジの結果をその都度転送せずにいったんシェアードメモリに保存し、全スレッドの比較が終わったあとで最適な結果を転送することとする。このとき最適な結果すなわち2乗和誤差の最小値を求めるために並列リダクションアルゴリズムを用いる。

方法B:

あらかじめレンジ1つのピクセル値を行列の1行に並べていき、全レンジからなる行列（レンジ行列と呼ぶ）を作る。同様に全ドメインからなるドメイン行列を作る。このとき2乗和誤差計算はレンジ行列とドメイン行列の行列積計算に帰着する。行列積の計算はCUDAで高速に実行できるため、符号化時間の大幅な短縮が可能となる。

どちらの方法も、画像のアクセスはテクスチャメモリを使用せず、コンスタントメモリから行うことで高速に処理するようとする。

7. MPIによるフラクタル符号化の実装

プロセスは4の累乗とする。4プロセスでの実装は以下のように行う。まずプロセス1で画像を読み込み、続いて画像を4分割し、4つのプロセスに配分し、それぞれのプロセスで4分割フラクタル符号化を行う。すべてのプロセスが終了したら、プロセス1に結果を伝送し、符号を保存して終了する。このとき、ドメインペールは元画像で分割したものを使う。

8. 実験結果

実験は、CPU: Intel Core i7 2600(3.40GHz, 4コア), メモリ 8GB, GPU: NVIDIA GeForce GT545(1.74GHz, 144コア, メモリ 1GB), CUDAバージョン4.2で実装し、行った。また、MPIはMpich2-1.4.1plを用いた。符号化実験に使用した画像は、Lena, Mandrill, Pepper（すべて512×512pixel, 8bppグレースケール）である。レンジの再分割は64×64～4×4までとした。

符号化時間を測定した結果を表1に示す。ただし、実行時間はGPU, MPIともに10回の平均をとっている。

方法	Lenna	Mandrill	Pepper
CPU	5.041	5.675	5.466
GPU(方法A)	3.663	4.049	3.963
GPU(方法B)	2.353	2.601	2.527
MPI(4コア)	1.447	1.550	1.503

表1 符号化時間の比較[秒]

GPU（方法A）では約72%に、GPU（方法B）では約46%に高速化が達成できている。LennaやPepperに比べMandrillの方が高速化の割合が大きいのは、エッジ情報の多いMandrillでは再分割が多くなり、その分並列化の効果がでていると考えられる。MPIは約28%に高速化されているが、測定値は画像分配後から全プロセスが終了するまでの実行時間であり、通信の時間は含まれていないためGPUと単純に比較できない。特に、複数台のマルチコア・マシンをイーサネットで接続して実行する場合、通信時間が大幅に増え、並列化の効果が失われる可能性がある。

比較のために表2にLenaに対するGPUでのカーネル実行時間とメモリ転送時間を示す。ただし、計測は1回の実行時の値である。

方法	実行時間	カーネル	メモリ転送
GPU(方法A)	3.734	3.64	0.015
GPU(方法B)	2.377	0.789	0.033

表2 GPUでのカーネル実行とメモリ転送の時間[秒]

方法Bは方法Aに比べ、メモリ転送時間はかかるが、カーネルでの実行時間は大幅に短縮している。これは、GPUによる行列計算の高速化の効果とみられる。

以上より、並列リダクションアルゴリズムとGPUに最適化された行列計算アルゴリズムを用いることで、GPUでリアルタイム符号化を実現できることがわかった。このとき、テクスチャメモリではなくコンスタントメモリを使用することで高速化が保証される。また、メモリ転送速度の測定から、メモリ転送速度の改良ができれば、さらに高速化も可能であると考えられる。

9. まとめ

フラクタル符号化をGPUとMPIで実装し、比較評価をした。GPUでは、グラフィックボードの高速なメモリを使用することに注意し、GPUに適したアルゴリズムに改良することで、静止画については十分リアルタイム符号化が可能であることを示した。また、MPIを使えば安価な4コアPCでも十分なリアルタイム符号化が可能であることも示した。

実装を行ったGPUはFermi以前のアーキテクチャであり、最新のKeplerアーキテクチャでは、メモリ管理の簡易化を含め、性能が大幅に向かっているため、最新のアーキテクチャに対応したアルゴリズムを検討することは必須

である。また、マルチGPUでの実装とリアルタイムフラクタル動画符号化の実現は今後の課題である。

10. 謝辞

本研究のプログラム実装に協力していただいた土屋俊貴、新井敬太の両氏に深く感謝いたします。

参考文献

- Y. Fisher (ed.), *Fractal Image Compression :Theory and Application*, Springer-Verlag, 1994.
- S.K.Alexander, E.R.Vrscay, S.Tsurumi, "An examination of the statistical properties of domain-range block matching in fractal image coding", *Fractals in Engineering '05 Proceedings(CD-ROM)*, 2005.
- 鶴見智, “反復関数系によるマルチメディアデータ符号化”, 群馬高専レビュー, No.19, pp.33-38, 2000.
- 高東建, 徐粒, 鶴見智, “SIMD型超並列計算機によるフラクタル画像符号化”, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J78-D-II, No.12, pp.1932-1934, 1995.
- U.Erra, "Toward Real Time Fractal Image Compression Using Graphics Hardware", *Advances in Visual Computing, Lecture Notes in Computer Science Volume 3804*, pp 723-728, 2005.
- Jacob Toft Pedersen, "Parallel fractal compression for medical imaging", *PARALLEL COMPUTING FOR MEDICAL IMAGING AND SIMULATION, FALL*, pp.1-6, 2010.
- D.Chen and D.P.Singh. "Fractal video compression in OpenCL: An evaluation of CPUs, GPUs, and FPGAs as acceleration platforms." *ASP-DAC*. 2013.
- 伊藤智義編, GPU プログラミング入門-CUDA5 による実装-, 講談社, 2013.
- NVIDIA 社ウェブサイト
<http://www.nvidia.co.jp>

Study on Parallel Computation in Fractal Coding -Implementation and Evaluation by GPU and MPI-

Satoshi TSURUMI

Fractal image coding is a block-based scheme that exploits the self-similarity hiding with an image. The main problem of fractal coding is the very high computing time needed to encode images. On the other hand, GPGPU (General Purpose computing on Graphic Processing Unit) attracts a great deal of attention, which is used for general-purpose computations like numerical calculations as well as graphic processing. In this study, we present an implementation of adaptive fractal coding on GPUs (Graphics Processing Units). We also evaluate the encoding performance comparing with MPI (Message Passing Interface). Finally, we discuss about a standard parallel computation algorithm of fractal coding.

中学生を対象にしたスマート・サイエンス・スクールの取り組みについて

平 靖之* 出口 米和* 大岡 久子* 太田 道也*

(2013年11月28日受理)

1. はじめに

近年、高専では従来の教育・研究活動に加えて、地域貢献が求められている。群馬高専では、技術相談・共同研究・人材育成講座等で産業界との連携を行うと共に、地域の生涯学習機関として各種セミナーを実施している。本校を会場として行うセミナーに加えて、平成14年度より教員が自ら会場に出向く「出前セミナー」を実施している。このセミナーの実施目的は、本校のもつ知的資源を幅広く群馬県内に紹介することで、地域の科学技術や教育文化の振興に貢献することである。実施時より県内の企業・地域団体から講演依頼があり、おおむね好評のようで講演依頼回数は年々増加している。さらに、実験や体験ができる出前セミナーを平成16年度より開始している¹⁾⁻⁵⁾。本校が実施している体験型出前セミナーの参加者は、そのほとんどが小学生である。依頼の動機としては、近年の理科離れから子供を理科に触れさせたいというものが多いように感じられる。

小学生向けには出前セミナーの依頼が多くある一方で、中学生向けの依頼はほとんど無い。また、群馬高専の取り組みとしては、中学生向けに学校見学会、体験授業、入試説明会、授業見学会等のイベントを実施している。これらのイベントは一定の効果があると思われるが、どれも入試PR目的の単発イベントであるために、中学生への理科啓蒙活動には到っていないのが現状である。そこで物質工学科では、ある程度長期にわたり理科系科目について学習・実験を行う、中学生を対象とした「スマート・サイエンス・スクール（以下、SSS）」を作り、平成25年度より実施している。周辺の中学校や地域企業と連携を取りながら、理工系高等教育機関として「高専ブランド力」を高めつつ、理工学人材・技術者の育成と高専入学志願者増を目的としている。本稿では、SSSの内容と今後の課題について述べる。

2. スマート・サイエンス・スクール（SSS）について

SSSは単発のイベントではなく、中学生が群馬高専を会場として、長期的に学習・実験できることを目



図-1 スマート・サイエンス・スクール初回の全体ガイダンスの様子

指している。夏休み中や土曜日を利用して、6回分の講義内容を準備した。中学生には実際に群馬高専に足を運んでもらい、高専で利用している研究設備や測定機器を使用させ、中学校や普通科高等学校では体験できない内容を目指した。平成25年度分の参加者は7月に募集を行い、周辺中学校より12名の参加希望者があった。7月末に参加者を集め、全体ガイダンスを行った。全体ガイダンスでは、実施担当者に加えて西尾校長および太田学科長からの挨拶があった（図-1）。

*物質工学科

これから長期に渡り関わることになるため、担当教員を始めとして、参加中学生、サポートしてもらう本校学生の自己紹介を行った。自己紹介の後に、次章にて述べる3種類のテーマ（セラミックスってなんだろう？、植物細胞からクローンをつくろう！～植物の不思議な力を目覚めさせよ！～、エネルギーって何？～電池のしくみと電気エネルギーについて調べてみよう！～）について、作成したテキストを配布し内容説明を行った。物質工学科のイベントとなるため、参加者には実験ノートと専用の白衣を配布することとなり、参加者に白衣のサイズ合わせをしてもらった。

3. 各テーマ実施内容

3. 1 「セラミックスってなんだろう？」

このテーマには8名の中学生が参加し、平靖之教員が担当している。無機材料の中でも中学生にも理解しやすい、「色」や「光」に注目したセラミックスに関するテーマを実施した。事前学習として、セラミックスは我々の生活の中でも身近な材料であり、食事をするときに使う茶碗やティーカップなどが、代表的なセラミックスであることを学習させた。元々は茶碗のように、粘土を形作って高い温度で焼き固めたものをセラミックスと呼んでいたが、セラミックスは日々進化していて、携帯電話やコンピュータには、セラミックスは欠かせない材料であることを理解してもらった。さらに実験として、2種類のセラミックス合成を目指した。1つめは、宝石のルビーを人工的に合成、2つめは身近なものから光る蛍光体セラミックスを合成である。



図-2 「セラミックスって何だろう？」テーマにおける水酸化アルミニウムの精製作業の様子

実験には、高専での研究でも用いられる各種機器分析を行った。生成物の結晶構造を理解するために、粉末エックス線回折測定を行い、元素分析を行うために、

蛍光X線分析測定を行った。微小な試料を観察するために、走査型電子顕微鏡を用いて試料の形態観察を行い、蛍光体の性質を知るために、蛍光光度分光光度計を使用した。

1つめのテーマであるルビーは、酸化アルミニウム (Al_2O_3) に、0.1～1%程度のクロム (Cr) が混ざった結晶である。原料について理解してもらい、酸化アルミニウムは、市販の試料を使うのではなく、飲料のアルミ缶から、原料のアルミニウムを水酸化アルミニウム ($\text{Al}(\text{OH})_3$) として取り出すことを目指した。実際の作業工程を以下に記す。アルミ缶の表面の塗装をバーナーで焼き、サンドペーパーで削った。缶を細かく切り刻み、ドラフト中で4M-NaOH水溶液の中へ入れて溶かした。溶液を吸引ろ過し、ろ液に6M-HNO₃を過剰に加え、さらに6M-NH₃水溶液を加えて出てきた水酸化アルミニウムの沈殿を吸引ろ過した。水酸化アルミニウム精製の様子を図-2に示す。得られた白色粉末について蛍光エックス線分析測定を行い、目的のアルミニウムが含まれていることを確認した。また、試料の粉末エックス線回折測定を行い、目的の水酸化アルミニウムが得られていることを確認した。水酸化アルミニウムは、加熱することで酸化アルミニウムに変化するため、ルビーの出発原料として使用できる。酸化アルミニウムは融点が2072°Cと非常に高く、単結晶育成のためにフラックス法を用いた。酸化モリブデンをフラックスに用いると、比較的低温の1100°Cでルビー単結晶が得られると報告があったため^{6,7)}、その報告を参考にした。所定量の水酸化アルミニウム、酸化クロム、酸化モリブデンを中学生に秤量させ、乳棒・乳鉢を用いて30分程度攪拌させた。混合した粉末混合物を白金るっぽに移し、1100°Cで100時間加熱した。得られたルビー結晶を図-3に示す。現時点では、赤色の粒子は得られているが、そのサイズがかなり小さいため、引き続き合成を行っている。

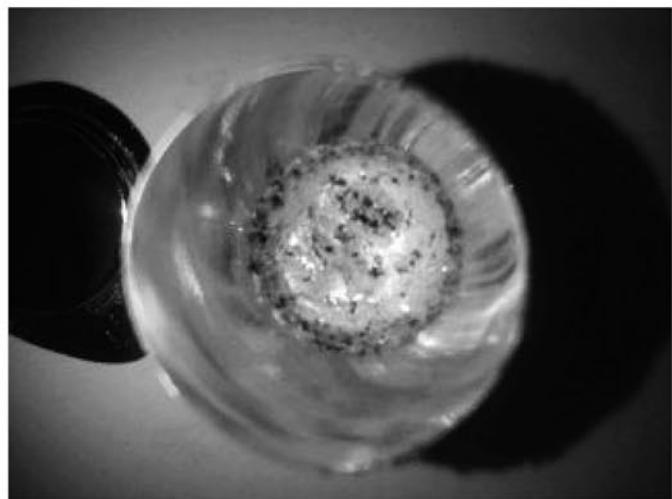


図-3 「セラミックスって何だろう？」テーマにおける得られたルビー結晶の様子

2つめのテーマとしては、身近なものから蛍光体を作ることを目指していた。貝殻などに含まれる炭酸カルシウムが蛍光体セラミックスの母体になるため、当初は参加者に炭酸カルシウム源となるものを探してもらい、適当な賦活剤を添加する計画であった。しかしながら、1つめのテーマで思ったよりも時間が取られているため、「電子レンジを使ってセラミックスを合成しよう」というテーマに変更した。電子レンジから発生するマイクロ波を水が吸収して、食品などが温まることを理解してもらいたい、マイクロ波が物質合成に利用できることを確かめた。通常のセラミックス合成は、1000°C以上の高温で、数時間から数日間の加熱が必要になる。一方で酸化バナジウム（V₂O₅）など、マイクロ波を吸収する物質を用いると、10分以内で蛍光体セラミックスが合成できる。参加者を2グループに分け、出発物質として酸化バナジウム、酸化イットリウム（Y₂O₃）、酸化ユーロピウム（Eu₂O₃）を秤量し、乳棒・乳鉢を用いて30分程度混合させた。得られた混合物をアルミなるつぼに移し、電子レンジの中にセットした。1つの班は5分も経たないうちにるつぼが光り、温度が高くなっている様子が観測できた。もう一方の班は10分以上加熱しても、るつぼには変化が見えなかった。両試料に波長254 nmの紫外線を照射したところ、電子レンジ中で変化が見られた試料については、赤色の発光が見られ、もう一つの試料については発光が観測できなかった。さらに、蛍光光度分光光度計を用いて発光スペクトルを調べたところ、両試料の結果に違いが見られた。

3. 2 「植物細胞からクローンをつくろう！」



図-4 「植物細胞からクローンをつくろう！」テーマにおける培地調整の様子

このテーマには2名の中学生が参加し、大岡久子教員が担当している。植物細胞からクローンをつくろう！～植物の不思議な力を目覚めさせよ！～と題して

生物分野のテーマを実施している。植物の分化全能性という性質に注目して、植物組織培養の条件によって、細胞がどのように変化するかを観察し、DNA解析を行っている。

植物の組織や細胞の培養は、目的とする植物片を無菌的に培養することがその技術の中心となり、培養条件（培地条件や光条件等）によって植物細胞の形態に影響を及ぼす。今回のテーマにおいては植物組織培養で広く使用されているMS培地（MSビタミン、スクロース2%を含む。pH5.8に調整）を基本培地として用いて実験を行った。基本培地に植物ホルモンや高濃度スクロースを表-1に示したように添加し、条件①～⑦として3シャーレずつ作成した。図-4に培地調整の様子を示した。

表-1 培地条件

条件	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2,4-D [mg/L]	0	0	0	2	2	2	0
BAP [mg/L]	0	0.1	0.5	0	0.1	0.5	0
スクロース [g/L]	200	0	0	0	200	200	0

光条件は、培養9日間は全て暗条件で培養を行い、その後各条件のうちシャーレ1枚ずつを連続明条件に移した。初代培養から3週間後に基本培地に継代した。植物体材料としてニンジンとキュウリを用いた。ニンジンは市販の食用ニンジンから殺菌後初代培養を行った。キュウリは無菌播種後発芽した子葉を用いた。培養79日後におけるキュウリの観察結果を図-5に示した。初代培養時にはどれも同じ大きさで同じ形態であった植物体が、培地条件の違いによって大きな形態的変化を遂げたことが観察された。

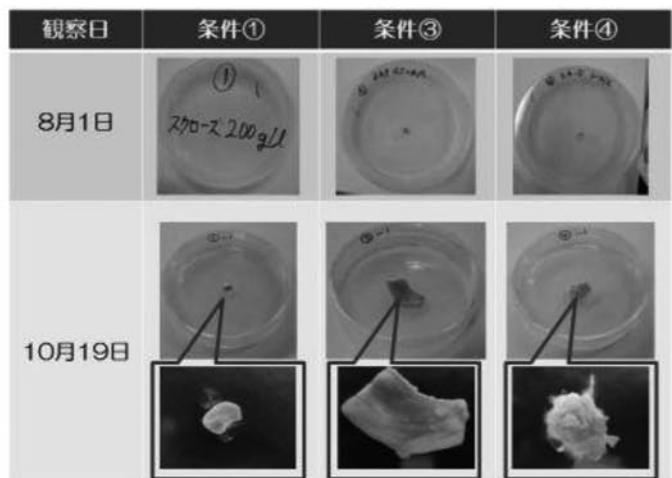


図-5 「植物細胞からクローンをつくろう！」テーマにおける培地観察の結果

本テーマにおいては、培養前の植物体及び培養物か

らのDNAの抽出と電気泳動による確認を行った。DNAとは何か? DNAの濃度測定に用いられる分光光度計の原理、電気泳動の原理について学習し、実際に実験を行った。

キュウリの条件④、⑤、⑥において、抽出したDNAの電気泳動結果を図-6に示した。条件④の培養物は、0.56~0.77 gであり、高分子のDNAが抽出されたことが確認できた。培養物の大きさが0.02 g以下では電気泳動でDNAのバンドが確認できないことが分かった。今後抽出したDNAを用いてPCR反応を行う予定である。

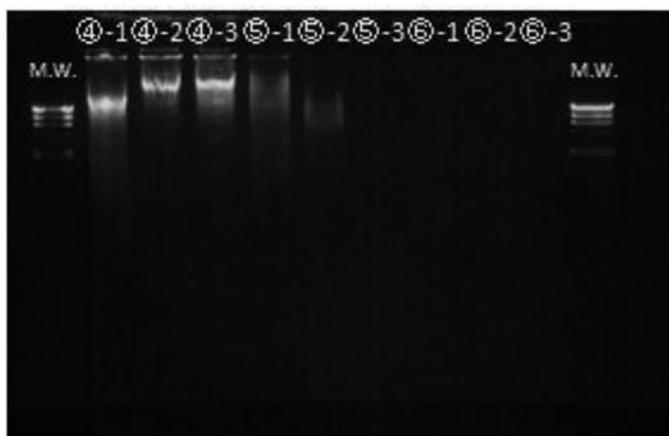


図-6 「植物細胞からクローンをつくろう！」テーマにおける抽出したDNAの電気泳動結果

3. 3 「エネルギーって何？」

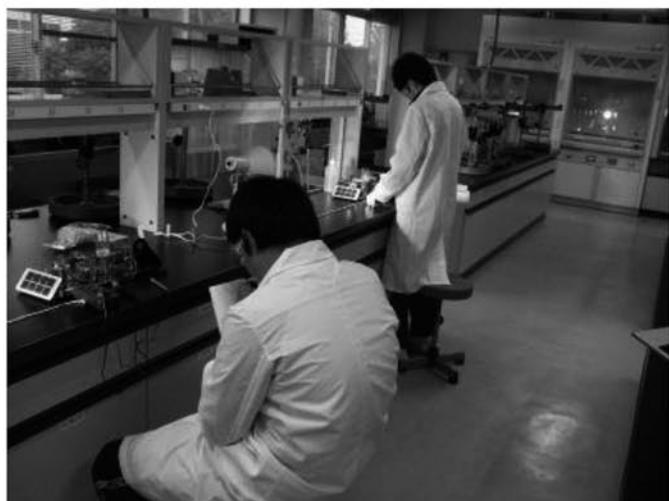


図-7 「エネルギーって何？」テーマにおける燃料電池キットを用いた実験の様子

このテーマには2名の中学生が参加し、出口米和教員が担当している。エネルギーって何？～電池のしくみと電気エネルギーについて調べてみよう！～と題し

て、エネルギーととは何かについて考えてもらい、その中でも身近なエネルギーのひとつである電気エネルギーを取り上げ、電池のしくみ（化学反応）と発電の関係について学習・実験をしている。

まずはガイダンスとして、参加中学生に電池について家の人と話をしてもらい、電池を使う上で困ることやこんな電池があったらいいなについて意見をまとめてもらった。ここで提案されたアイディアをどうやつたら実現できるかということを頭においてテーマを進めた。

つぎに、身近な電池としての乾電池や、普段はあまり目にすることがない空気電池など限られた用途で使用されている電池についての紹介を行った。それぞれの電池は一見別々の電池のように思えるが、電池の基本を理解することから実験をはじめ、化学反応と電気が流れる仕組み（電流は化学反応から発生している）について、実験を交えて学習を行った。導入として、果物のレモンを使った電池の作製を行った。電極として銅板と亜鉛板を用いて電池を作製した。この電池の原理は、銅板が正極に、亜鉛板が負極に、果汁が電解質になった擬似的なボルタ電池である。この電池の起電力は理想的には1.0V程度であるが、実際に電池を組み立ててみると、0.5V程度の起電力にしかすぎず、豆電球を光らせるには市販の乾電池と比べて不十分であることがわかった。しかしながら、電池を直列につなぐと起電力は増加し、レモン電池が乾電池などと同じように働いていることがわかった。

ボルタ電池の欠点を補ったダニエル電池の作製を行った。硫酸亜鉛 ($ZnSO_4$) 水溶液と硫酸銅 ($CuSO_4$) 水溶液を用いて塩橋を利用することで分極を防いだ。参加者に各水溶液の濃度を変化させ、起電力と電流の変化を調べさせた。水溶液の濃度を増やすと起電力がわずかに増加することを確かめさせた。このことから、電池の中では化学反応が起こっており、反応に関係する薬品の濃度によって違いが生じることを確かめた。

一般的な乾電池は「電池切れ」になると廃棄されてしまう。同じようにボルタ電池やダニエル電池も放電のみの一次電池であり、電気を貯めておくことができない。そこで、充電・放電ができる二次電池の仕組みを鉛蓄電池を例に取り実験と共に学習した。鉛蓄電池のモデルを用いて60分間充電を行い、豆電球に接続した。鉛蓄電池は充電を行うと電池（二次電池）として作用することがわかったが、60分間充電したにもかかわらず、豆電球は1分程度しか点灯させることができず、電気を貯めることが簡単ではないことがわかった。

化学反応に使われる薬品がすべて使われてしまうと電池は発電できなくなってしまう。そこで、なくならないエネルギー源として太陽光に注目し、現在注目されている新しいエネルギーについて学ぶため、太陽光発電および燃料電池の発電の仕組みについて、物質工学科が所有する実験キットを用いて学習した。実験の様子を図-7に示す。実験では太陽光発電における起電力、

電流と光源の関係、燃料電池が作用するしくみに分けて行い、電気エネルギーに注目しながらクリーンなエネルギーと再生可能エネルギーについて学習した。

4. SSSの今後について

3章にて紹介した3つのテーマについて、参加中学生による実施報告を行う予定である。参加者が2人1グループでパワーポイントにより成果発表を行う。発表時間は1グループ当たり8分とし、質疑応答の時間を2分設けてある。

本稿では、SSSの取り組みについて紹介した。今回は物質工学科だけの取り組みであるが、今後は他学科の協力も仰ぎつつ、さらに周辺高専、大学、企業と連携を深めていきたい。高専の研究設備を利用した中学生の理科教育・ものづくり教育支援を行いながら、実践的かつ専門的な知識・技術を有する創造的な人材育成、優秀な理系志向学生の入学志願者の確保を目指

したい。

謝辞

写真撮影では、物質工学科の中島敏先生に大変お世話になりました。

参考文献

- 1) 平靖之, 小島昭, 群馬高専レビュー, **25**, 21-25 (2007).
- 2) 平靖之, 群馬高専レビュー, **27**, 1-4 (2009).
- 3) 平靖之, 大野佳代子, 萩野和夫, 田部井由香里, 群馬高専レビュー, **30**, 53-56 (2012).
- 4) 平靖之, 藤野正家, 論文集「高専教育」, **35**, 455-460 (2012).
- 5) 大野佳代子, 平靖之, 群馬高専レビュー, **31**, 1-4 (2013).
- 6) 大石修治, 手嶋勝弥, 宮本亮, 宮坂晃, 鈴木孝臣, 化学と教育, **54**, 356-358, (2006).
- 7) 手嶋勝弥, 近藤人資, 鈴木孝臣, 大石修治, *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **113**, 733-735, (2005).

Activities and Issues on the Smart Science School for Junior High Students

Nobuyuki TAIRA, Yonekazu DEGUCHI, Hisako OOKA and Michiya OTA

We report the activities and issues on the Smart Science School (SSS) for junior high students. The junior high school students have learned at Gunma National College of Technology and carried out several experiments. In this paper, three lectures for junior high students are reported. The first theme is ceramics materials. The participants learned the synthesis and characterization of the ruby crystals and fluorescent materials. A clone culture of plants is the second theme. DNA analysis of carrots and cucumbers were carried out. The third theme is electric batteries. The participants made Voltaic pile, Daniell cell, and Pb batteries. The experiments of solar cell and fuel cell were carried out.

英単語学習用Web教材開発 ——効果的な英語学習法を求めて

八鳥 吉明* 大野 佳代子**

(2013年11月28日受理)

1. 背景

外国語を学習するうえで、語彙の習得が必須であることは、おそらく論をまたない。例えば、千野栄一はかつて次のように述べた。

こんな大雑把な譬えではあきれられるかも知れないが、言葉を人間に譬えれば骨や神経は文法であり、語彙は血であり肉である。・・・言葉において語彙がいかに大切であるかは、こんな譬え話を持ち出さなくてもお分かりいただけると思う。極端な話をすれば、英語では三人称单数現在で動詞に-sがつくという規則より、butterという一語を知っている方がヨーロッパの安ホテルの朝食では絶対に役に立つ。これは多くの人が経験しているところである。(48)

英語学習においても、語彙習得の重要性は、いくら強調しても強調しすぎることはないように思われる。

英語学習者全般の中で学生が現在置かれている状況をみても、そのことは確認できる。従来の入学試験に加えて、その後も、諸分野の「グローバル化」への対応の必要性を根拠にして、さまざまな英語資格試験の受験とそのスコアが求められるようになり、継続的な語彙習得の重要性は増している。

高等専門学校（以下「高専」と略称する）の学生についても、同様の状況が指摘できる。経済と産業構造のグローバル化の進展、科学技術政策の強化により、技術者に求められる英語力の水準はより高いものになっている。特に、より高度な工学や理学の知識を求めて、大学あるいは大学院に進む学生には、工学・理学の知識だけではなく相応の語学力も必要とされる。その際、学生の英語力は、まず、大学の編入学試験や大学院試験、あるいはTOEICやTOEFLによって問われる。そして進学後、さらには就職後も、英語力の練磨は、継続して期待される。そうした中で、地道で継続的な語彙学習が、やはり必要になるはずである。

そのため、学生に対する英語指導においても、語彙の観点は不可欠になる。実際、授業の一定の時間は、語彙の紹介、解説、さらにはその発音練習にあてられることになる。そして語彙の提示は、さまざまな方法・形態で具体的に展開可能だろう。

そこで重要なのは、焦点化する語彙の選択である。1~3年次における語彙選択は、検定教科書を使用する場合には、比較的明確である。新出語彙が課ごとに定められており、同じタイトルの教科書を学年ごとに継続して3冊使えば（具体的に言えば、Communication English I, II, IIIの3冊）、1年から3年までの間に、高校学習範囲の語彙（単語数で言えば、中学で学習するものを含め約3,000語）を、ある程度、体系的に学ぶことができるようになっている。もちろん、その語彙には固有名詞も含まれており、また、語彙の量は教科書の種類により異なる。

一方、検定教科書を使用しない4年次・5年次、専攻科の場合は、使用テキストを通して、連続的・段階的な語彙学習の計画を設定することは困難である。語彙は、学年・授業ごとに、それぞれ独立・完結したかたちで提示される。また、テキストによって、語彙の扱いもさまざまである。課ごとに特定の語彙をキーワードとして明示したり、リストにしたりして、語彙の習得に学習上の工夫を加えているテキストもあれば、語彙そのものに特別な焦点を置かないテキストもある。

高専のこの学年段階で、語彙学習が拡散的になり、体系性が弱まることは、学ぶ側にとっても教える側にとっても、不都合である。なぜなら、この段階は、一方で専門分野の研究で求められる英語の水準に対応し、同時に、入学試験やTOEICなどの検定試験の準備を進めるために、高専における英語学習がより本格化し、語彙力強化の必要性がより高まる時だからである。語彙の実際的な指導と必要性との間のこの溝は、市販の単語本と学生の自己学習によって、埋められているのが現状であるように思われる。

2. 対策的試み

以上のことから、「授業」を通した語彙学習・習得のための効果的方法を探求することの意義が確認されるだろう。

この意義を授業に反映させるために、以下の方法を実践した。今回の対象は群馬高専4年次の学生である。

まず、授業で使用する教科書の重要単語を選別する作業を行なう。選別の基準は、高校学習範囲の語彙を想定した約2,500語とし、実際の選別にあたっては、次の単語本を主に参照する——『ドラゴン・イングリッシュ必修英単語1000』（竹岡）、『英単語ターゲット1900』

（宮川）、『DUO 3.0』（鈴木）、『システム英単語』（刀狩・霜）、『速読英単語（1）必修編』（風見）。これらは既に定評のある単語本であり、また、学生が使用することも多く、実際、内容的に信頼できるものと思われる。また、最近のTOEIC志向の高まりにも配慮して、特に4年次以上の場合は、以下に挙げる単語本も必要に応じて参考する——『新TOEIC TEST 出る順で学ぶボキャブラリー990』（神崎）、『TOEICテスト初挑戦のための英単語と英熟語 出題頻度順英単語1127と英単語322』（甲斐）、『新TOEICテスト出る語句1800』（早川）。さらに、科学・工業英語の観点、そして筆者の経験も、選別の基準に含める。

図-1に、重要単語選択の具体例を示す。使用教科書は『SUPREME スプリーム英語構文109 活用ワーク 英文解釈演習』（CHART INSTITUTE）である。抜きテキストから、biologist、species、organism、predictable、creature、planet の6単語を取り上げ、5冊の単語本で確認したところ、speciesは全てで見出し語、creatureとplanetは3冊で見出し語となっているため、まず選択した。organismは見出し語としての扱いは2冊であるが、他の2冊で派生語として紹介されており、またcreatureの関連語でもあるため選択した。biologistについては、以前の授業でbiologyを既に選択していたこと、さらに理工系学生の必要性を考慮して、選択した。predictableは選択しなかった。

次に、選択した単語は、授業で重要単語として言及し、学生に確認させる。その際、重要単語に関して、発音・語源・語法・熟語など必要な解説を加え、重要性を理解させる。

そして、定期試験時には、これらの単語を重要単語リストとしてまとめ、学生にプリント教材として配付する。学生は、普段の学習に加え、このリストを利用した試験前の復習を通して、重要単語とその理解を確認することが期待される。

以上のように語彙の学習環境を整えることで、網羅

性には欠けるものの、重要語彙の意識的で継続的な学習がある程度可能になると思われる。

You may think that by now **biologists** must know everything there is to know about living things. In fact, millions of **species** of **organisms** have not been named yet, let alone studied. Those that are well known show us that life is far from **predictable**. Nothing that you can read in science fiction is as strange as some of the **creatures** that actually live on this **planet**.

選択	重要単語候補	1	2	3	4	5
☆	biologist			○		△
☆	species	○	○	○	○	○
☆	organism	○		△	○	△
	predictable			△		△
☆	creature	○	△	△	○	○
☆	planet			○	○	○

○：見出し語 △：派生語

1：『ドラゴン・イングリッシュ 必修英単語 1000』

2：『英単語ターゲット 1900』

3：『DUO 3.0』

4：『システム英単語』

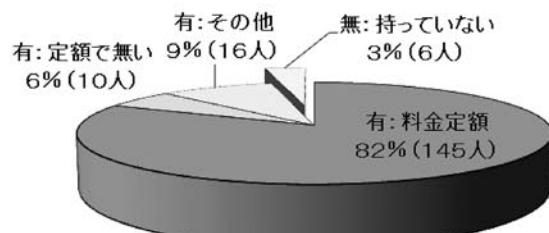
5：『速読英単語（1）必修編』

図-1 重要単語選択の具体例

3. 新たなシステム

今回、語彙の学習をより効果的なものにする方法を求めて、単語リストをWeb教材として、ホームページを通して提供する試みを行なった。紙媒体に電子媒体を加える背景には、学生の学習環境の変化がある。携帯電話、特にスマートフォンの普及に伴い、学生の情報アクセスの手段はインターネットを中心としたものになり、それと同時に、多機能を備えたスマートフォンそれ自体が、複合的な学習手段の一つになっている。

図-2に、群馬高専4年生の携帯電話・スマートフォンの保有率と料金体系を示す。この図からも、携帯電話、スマートフォンの普及状況がはっきりと確認できる。



携帯電話・スマートフォンを持っている：97%（171名）
持っていない： 3%（6名）

図-2 4年生の携帯電話・スマートフォンの保有率と料金体系

インターネットを通した情報提供の利点を活用することで、語彙の学習環境は、より開かれたものになり

う。端的に言うと、インターネットに接続できれば、いつでも、どこでも、情報にアクセスし、学習することが可能になる。また、情報の提供の仕方を工夫すれば、学生は、入手した情報を、それぞれの学習方法に適したかたちに加工しながら、利用することもできる。

情報の提供についても、従来の方法より、授業と密接に関連させたかたちで行なうことが容易になる。紙媒体による一括した情報提示ではなく、授業ごとにホームページ上の情報を随時更新し、提示する方法をとることで、段階的な学習のための機会と環境を、用意することができる。

このように、語彙学習にインターネットの活用を組み込むことで、定期試験のための学習の効率化を促すことができるだけでなく、継続的で長期的な観点に立った語彙学習・英語学習への道筋を開いていくことが可能となるようと思われる。

4. 単語リストのホームページ開設

4. 1 公開の範囲

単語リストをWeb教材として提供するにあたり、利用者である学生が、どこからでも閲覧できるようにするために、学内専用のインターネットではなく、学外からもアクセスが可能なインターネット上にホームページを開設することとした。

4. 2 開発日程

表-1に、本Web教材の開発日程を示す。2013年6月から仕様検討を開始し、2013年8月31日にPhase 1として、4年前期期末試験重要単語リストを公開した。その後、問題点を検証し、改良を加え、Phase 2として後期中間試験重要単語リストを公開した。

表-1 開発日程

No.	工程	開始日	終了日	工数
1	仕様検討／作成	2013.06.01(土)	2013.06.02(日)	1人日
2	試作版開発	2013.06.08(土)	2013.06.09(日)	2人日
3	試作版レビュー	2013.06.15(土)	2013.06.15(土)	1hr.
4	Phase 1：開発・公開	2013.06.15(土)	2013.08.31(土)	5人日
5	Phase 2：開発・公開	2013.10.26(土)	2013.11.03(日)	2人日

4. 3 トップページ

群馬高専のホームページでは、各学科紹介の他に、学科ごとに個別のページを作成している。今回の単語リスト用ホームページの作成にあたっては、開発効率を考慮し、新規ではなく、既存の「人文科学のページ」の各教員紹介ページに、コンテンツを追加する方法を選んだ。

また、利用者が閲覧のために使用する機器は、携帯電

話やスマートフォン、自宅パソコンや公衆無線LANを利用したタブレットなどであることを考慮し、ターゲットのページに最短でアクセスできるように、ページ階層は最小限に留め、かつ文字数の少ないシンプルな設計とした。図-3に今回開発したトップページ画面を示す。ページ上部が既存の「教員略歴紹介」部分、ページ下部が今回開発した「単語リスト掲載」部分である。

八島 吉明 (Yoshiaki HACHITORO)

【職種】 教授
 【学位】 文学修士
 【担当科目】 英語A、英語演習
 【専門分野】 英文学
 【研究課題】 シェイクスピア
 【主要著書・論文】

・“The Limit of Representation in King Lear,”『JYY』27 (1994) 1-19.
 ・“Measure for Measureにおける権力の自己劇化”『JYY』29 (1996) 25-45.
 ・“Troilus and Cressidaにおけるリドー経済(2)”『名古屋大学人文科学研究』28 (1999) 15-28.
 ・“Troilus and Cressidaにおけるリドー経済(2)”『名古屋大学人文科学研究』29 (2000) :29-42.
 ・“不思議なもの語学－吉行洋之介の短編小説めぐらべ－”『群馬高専レビュー』21 (2002) :11-17.
 ・“シェイクスピアの戯曲”『群馬高専レビュー』21 (2002) :19-23.
 ・“シェイクスピアの戯曲——Hathawayにおける距離と身体の交錯”『藝術文化共同研究報告』2009 (2010) :38-47.
 ・“距离と身体の交錯——Othelloにおけるリカナコ再考”『JYY』42 (2010) :1-22.
 ・“ファンタジンジャーナー——Othello、ハムカチ、ファティシュ”『群馬高専レビュー』29 (2010) :49-54.
 ・“Shakespeareのハムカチ——Othelloにおける距離、身体、性”『藝術文化共同研究最終報告』2010 (詳細版) (2011) :38-54.

授業教材

2013年度 シラバス一覧 (群馬高専HPリンク)

◆◆◆ 2013年度 4年 英語A ◆◆◆

1. 前期中間試験 単語リスト (HTML: 168kbyte)
 2. 前期期末試験 単語リスト (HTML: 262kbyte)
 3. 後期中間試験 単語リスト No.01~No.07 (HTML: 276kbyte, PDF: 413kbyte)
 4. 後期期末試験

◆◆◆ 2013年度 専攻科1年 英語演習A: B ◆◆◆

1. 英語演習A ガイダンス資料 (PDF: 0.96Mbyte)
 2. 英語演習B ガイダンス資料 (PDF: 0.74Mbyte)
 2-1. 後期中間試験 単語リスト No.01~No.06 (HTML: 180kbyte, PDF: 289kbyte)

八島 吉明のホームページ 更新履歴

Last Modified: 2013/11/22
 Copyright ©2000-2013 Gunma National College of Technology. All Rights Reserved.

図-3 トップページ画面

4. 4 閲覧ファイル形式

紙媒体で重要単語リストを配布する際の元となる電子データは、Microsoft Office 2010のExcelで作成したものである。このExcelファイルをホームページ上にリンクすれば、作業工数をかけずに閲覧可能となる。しかし、パソコンにOfficeがインストールされていない場合は、閲覧できない。また、インストールされている場合でも、Webブラウザの種類や、OSの種類によっては、リンク先のExcelファイルをパソコンにダウンロードし、Officeを起動する必要が発生するなどの問題点があげられる。そこで、提供するファイル形式を検討するため、調査した内容を次に示す。

インターネット上で動作するデータアクセスシステム “World Wide Web” (www) は、テキスト、グラフィックス、その他の情報ページへのリファレンスが入ったページにアクセスできる。ブラウザプログラムを使うことで、リファレンスをクリックするだけで簡単に情報を見ることもできる（カインツル 23）。しかし、ブラウザの種類やバージョンの違いなどによって、画面

への出力表示が異なってしまう問題がある（図-3）。

これらの問題を解決するため、トップページを表示したWebブラウザのまま、アプリケーションを変更することなく簡単に情報を見ることができるよう、HTML形式のページと、使用機器に依存せず紙媒体と同じフォーマットで閲覧可能なPDFファイルの、2種類のファイル形式で情報提供を行なうこととした（図-4 参照）。

★お問い合わせ 2013年度 4年 英語A(後期中間試験) : 重要単語		
4年 英語A (後期中間試験) : 重要単語 2013年度 No.01~No.07		
No.1 [1]		
1 flow : 流れ		
2 income : 収入、所得		
3 society : 社会		
4 trend : 傾向		
5 continue : 続く		
6 depression : 不況、不景気		
[2]		
7 planet :惑星		
8 climate : 気候		
9 store : を蓄える		
10 the globe : 地球 (= our planet = the earth)		
11 affect : に影響する		
12 temperature : 温度		
13 amount : 量 cf. the amount of A Aの量		
No.2 [1]		
1 encounter : に出合う、出会い		
2 population : 人口		
3 nozzle : を噴き出す、噴射する		

図-4 重要単語リストページ(HTML形式)

HTML形式は、テキスト型であるため、自分の学習しやすいファイル形式に簡単に加工することが可能である。また、文字列をセレクトし、外部の検索サイト（例えば、Cambridge Dictionaries Online）を利用することで、選んだ単語の発音を聞くこともできる。

4. 5 利用者への案内方法

開設したホームページの閲覧方法は、群馬高専のトップページから、下記手順に従ってページを移動する必要がある。

群馬高専ホームページ → 学科紹介 → 一般教科
→ 人文科学のページ → 外国語科 → 八鳥吉明

上記方法では、目的のページに到達するまでに、複数のページを経由する必要がある。これに対し、二次元コードであるQRコードを利用することで、他のページを経由することなく、目的のページを直接表示できるようになる。QRコードは、日本語を含む文字データを格納でき、その格納データは、現在普及しているカメラ機能付き携帯電話やスマートフォンなどのほとんどで読み取ることができる（大野、他 58）。

図-5に、QRコードの使用例を示す。今回は、利用者への案内方法として、単語リスト用ホームページのURL

情報をQRコードに格納したものを活用した。



群馬高専
<http://www.gunma-ct.ac.jp/>

一般教科（人文）
<http://www.nat.gunma-ct.ac.jp/JINBUN/>

図-5 QRコードの使用例

4. 6 単語リストの公開

2013年8月31日より、重要な単語リスト掲載ホームページの運用を開始した。初回は、紙媒体で配布した4年前期期末試験重要な単語リストの内容を、HTML形式で掲載した。2回目以降の更新では、4年後期中間試験重要な単語リストを、HTML形式とPDFファイルの2種類で、授業の進捗に合わせて随時掲載を行なった。

5.まとめ

今回新たに導入したWeb教材により、利用者の携帯電話やスマートフォンをはじめ、自宅や学内の共通パソコンなどから、単語リストを通じた英語学習が容易にできる環境を提供することが可能となった（図-6 参照）。



図-6 スマートフォンでの表示例

今回は、定期試験のための学習効率化を促進することが当面の目標となったため、大学の入学試験やTOEICなどの外部試験に対する学習効果については、まだ判断できる段階ではないが、語彙学習にインターネットの活用を組み込むことで、日々の学習を促すだけでなく、継続的で長期的な観点に立った語彙学習・英語学習への道筋を開いていくことが可能となるように思われる。今後も、より実践的な学習アプリの開発も含め、インターネットと英語学習を繋ぐ、より効果的なシステムの構築を探求することで、学生の継続的で自律的な英語学習の促進をはかりたい。

参考文献

- CHART INSTITUTE. 『SUPREME スプリーム英語構文 109 活用ワーク 英文解釈演習』. 改訂版. 東京: 数研出版. 2011.
- 大野佳代子, 萩野和夫, 田部井由香里, 戸井啓夫. 「QR コードを用いた薬品・廃液管理のシステム開発と運用」. 『群馬高専レビュー』. 30 (2011): 57-62.
- 甲斐幸治. 『TOEIC テスト初挑戦のための英単語と英熟語 出題頻度順英単語1127と英単語322』. 東京: こう書房. 2004.
- カインツル, ティム. 『インターネットファイル形式 A to Z 完全解説』. 近藤淑子訳. 東京: ジャストシステム. 1996.
- 風見寛. 『速読英単語 (1) 必修編』. 第5版. 東京: Z会. 2009.
- 神崎正哉. 『新TOEIC TEST 出る順で学ぶボキャブラリー990』. 東京: 講談社. 2009.
- 境祐司. 『速習 Web デザイン Web デザイン基礎』. 東京: 技術評論社. 2002.
- 鈴木陽一. 『DUO 3.0』. 東京: アイシーピー. 2000.
- 竹岡広信. 『ドラゴン・イングリッシュ 必修英単語 1000』. 東京: 講談社. 2008.
- 千野栄一. 『外国语上達法』. 岩波新書. 329. 東京: 岩波書店. 1986.
- 刀狩雅彦, 霜康司. 『システム英単語 Ver. 2』. 東京: 駿台文庫. 2005.
- 早川幸治. 『新TOEIC テスト出る語句1800』. 東京: コスモピア. 2009.
- 宮川幸久. 『英単語ターゲット1900』. 第3版. 東京: 旺文社. 2001.

Development of a Web-based Vocabulary Learning System for Effective English Learning

Yoshiaki HACHITORI and Kayoko OHNO

This paper reports an attempt to introduce a web-based English vocabulary learning system as a tool for efficient and continuous English learning at Gunma National College of Technology. GNCT is a five-year school that covers high school and two years of college. This new system was launched on the college website for fourth year students, who are faced with the necessity of enhancing English vocabulary for various purposes geared towards their post-graduation careers, such as taking TOEIC, TOEFL, and transfer admission examinations for four-year universities. The first goal of the new system, however, has been to promote learning aimed at improving scores in regular examinations at school. The English vocabulary page of the school website is updated at intervals during the semester, and offers students information about target vocabulary words selected from their textbook. It is too early to judge the effects on standardized tests and entrance exams, but the website has been useful not only to promote learning, but also for encouraging students to keep up their English language studies and continually add new words to their English vocabulary.

アルキル分岐鎖を持つフラーレン誘導体の合成

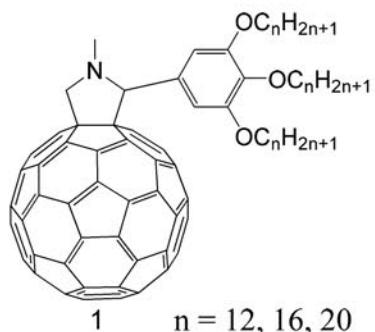
出口 米和* 中西 尚志** Helmuth MÖHWALD ***

(2013年11月28日受理)

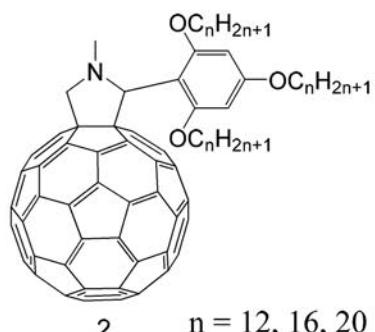
1. はじめに

アルキル長鎖を持つフラーレン誘導体は多彩な集合体構造を形成することが知られており¹⁾、この自己組織化による集合体形成は新しい微細加工技術として注目を集めている。

例えば、以下に示すフラーレン誘導体（1）はベンゼン環の3,4,5の位置に導入された長鎖アルキル鎖と基板との相互作用により、グラファイト表面にフラーレン部位が直線状に配向した集合体を形成する²⁾。



一方、長鎖アルキル基をベンゼン環の2,4,6の位置に導入した誘導体（2）では、アルキル鎖がフラーレン同士の凝集性を阻害する効果が働き、特異的に室温で液状を示すようになる。また、この室温液状フラーレン誘導体はフラーレンが持つ電気的特性を保持している³⁾。



そこで本研究では室温液状フラーレンに注目し、フラーレンをベースとした電子機能を有するソフトマテリアル⁴⁾の開発を目的として研究を行った。この目的のために、フラーレン誘導体（2）が示す粘性をコントロ

ール（低融点化）することを目標とし、アルキル長鎖の代わりに分岐鎖を導入した誘導体（3）の設計と合成を行った。

実験は図1に示したスキームにしたがって合成を行った。

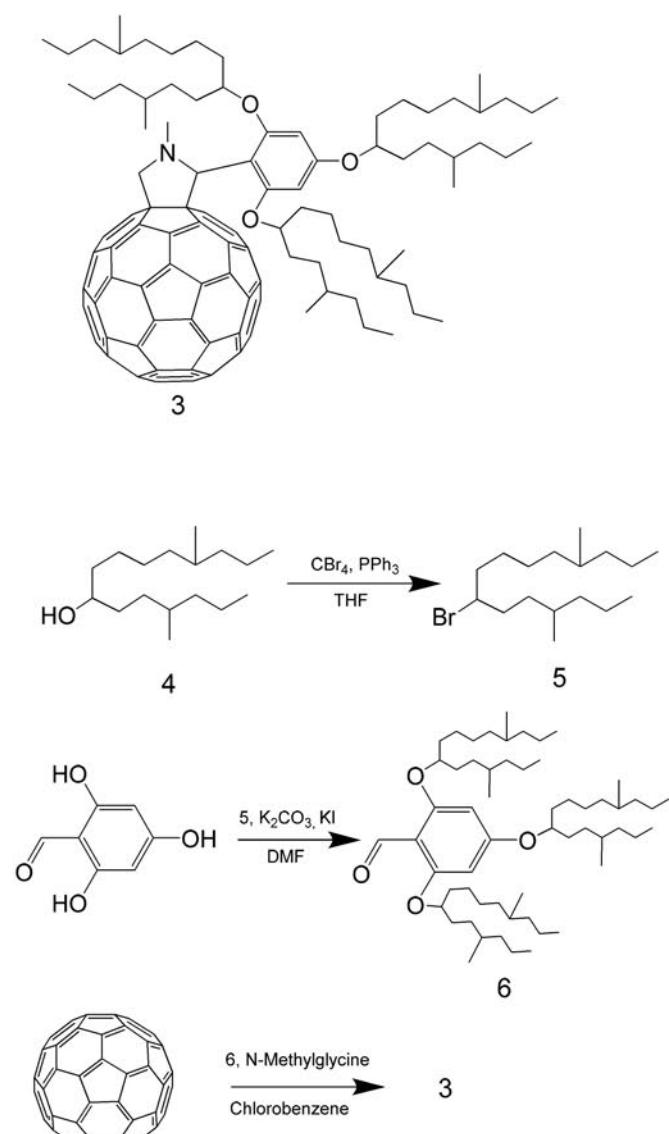


図1 アルキル分岐鎖を持つフラーレン誘導体（3）の合成スキーム

2. 実験

2. 1 化合物5の合成

100mLの丸底フラスコにTriphenylphosphine (SIGMA-ALDRICH) 10.34g (39.45mmol), Tetrabromomethane (SIGMA-ALDRICH) 8.07g (24.37mmol), 化合物4 (Nissan Chemical) 6.0mL (18.76mmol) とTHF50mLを入れ, 室温で搅拌した。40分後反応を終了した。

反応混合物をろ過し, 固体の残渣を取り除いた。分離した有機層のTHFを減圧留去し, 固体を得た。得られた固体をヘキサンに溶解し, ろ過により固体とヘキサン層に分離したのち, ヘキサン層の溶媒を減圧下で取り除き黄色みがかった液体を得た。

得られた液体を展開溶媒にヘキサンを用い, シリカゲルカラムクロマトグラフィーにより精製し無色透明の液体を得た。収量5.08g (収率81.3%)

2. 2 化合物6の合成

100mLの2口丸底フラスコに2,4,6-Trihydroxybenzaldehyde (SIGMA-ALDRICH) 0.40g (2.34mmol), 中間化合物5 4.75g (14.31mmol), Potassium Carbonate (SIGMA-ALDRICH) 2.21g (16.10mmol), Potassium Iodide (Alfa Aesar) 0.11g (0.67mmol)を入れ, DMF30mlを加え3日間加熱搅拌した。

反応終了後, 反応溶液を室温まで冷却し, クロロホルム100mLを加え, 飽和食塩水を用いて有機層を洗浄した。

水層を分離し, 得られた有機層を硫酸ナトリウムで乾燥した。有機層をクロロホルムを用いてシリカゲルクロマトグラフィーにより精製した。精製後の反応混合物を再びヘキサン, 続いてヘキサン:クロロホルム=1:1を用いてシリカゲルクロマトグラフィーにより精製し, 黄色みがかった油状の液体を得た。収量1.54g (収率72.3%)

2. 3 フラーレン誘導体3の合成

500mLの2口丸底フラスコにFullarene (ALDRICH)

0.54g (0.75mmol), N-Methylglycine (SIGMA-ALDRICH) 0.23 g (2.66mmol) とDry Chlorobenzene 300mLを入れ室温で溶解した。その後, 中間化合物6 0.45g (0.49mmol) のChlorobenzen 溶液を加えたのち, 一晩加熱搅拌した。反応終了後, 反応溶液を室温まで冷却し溶媒を減圧留去した。

反応混合物を展開溶媒にクロロホルムを用いて, シリカゲルカラムクロマトグラフィーにより精製した。溶媒を取り除き固体を得た。

得られた固体を展開溶媒にトルエンを用い, GPC (Bio-beads S-X3) により精製し茶色のオイル状液体を得た。収率0.64g (収率61.5%)

3. 結果

本研究において目的とするアルキル分岐鎖を持ったフラーレン誘導体(3)を合成することができた。誘導体を得ただけでなく, 各ステップにおける反応条件を見直すことにより, 各ステップの中間化合物の収率と最終の誘導体の収率も向上させることができた。現在, 確立した合成ルートにしたがって, 分岐鎖が異なる誘導体の合成を継続して行っている。

今後は得られた誘導体の基本物性測定および, 電気化学的特性を生かしたフラーレンをベースとしたソフトマテリアルへの応用について検討を進めていく予定である。

4. 発表論文

- 1) H. Li, Y. Deguchi, H. Möhwald and T. Nakanishi et al. *J. Mater. Chem. C*, 2013, 1, 1943-1951

参考文献

- 1) 中嶋直敏, “超分子科学”, 化学同人, 2004
- 2) T. Nakanishi et al. *J. Am. Chem. Soc.* 2006, 128, 6328-6329
- 3) T. Nakanishi et al. *J. Am. Chem. Soc.* 2006, 128, 10384-10385
- 4) T. Nakanishi, “Supramolecular Soft Matter: Applications in Materials and Organic Electronics,” Wiley, 2011

Synthesis of Room Temperature Liquid Fullerene Derivatives Bearing Branched Alkyl Chains.

Yonekazu DEGUCHI Takashi NAKANISHI and Helmuth MÖHWALD

In this paper we described newly synthesized Fullerene derivative (3). It has three branched alkyl chains and it showed liquid phase at room temperature. So, the new derivative expected as C₆₀ based soft material with electrical function.

素数集合上の絶対シンプレクティック構造と 絶対ワイル代数

谷口 正*

(2013年11月28日受理)

1 はじめに

「量子化を数学的に定義せよ」という大問題がある。量子化とは何だろうか。例えばヤン・ミルズ理論におけるベクトル束のチャーン数を物理学者は量子数という。量子化とは何らかの整数値化、もっと広く離散化という側面がある。ここでは整数値化を数論化と考える。しかし従来の数論を展開してもそれがそのまま量子化というわけにはいかないであろう。そこで黒川、マニン、コンヌたちが最近活発に研究している絶対数学に着目する([4], [5], [6])。絶対数学とはリーマン予想の解決に向かって生まれた新しい視点の数学である。絶対数学とはモノイドにゼロ元を加えた \mathbb{F}_1 代数上で展開される数学である。

この論説ではシンプレクティック幾何([1], [2], [8])の絶対数学化を試みる。また本研究によってこれらは非線形化であることが実感される。この結果を得るために決定的事実は、黒川氏によって定義された有理整数環 \mathbb{Z} 上の素数による微分の概念である([4], [5])。ニュートンによる微分法の発見によってそれまでの数学が爆発的に発展した歴史を考えればこの黒川氏の発見はニュートンの発見に匹敵するものと考える。

有理整数環 \mathbb{Z} の素イデアル全体の集合を \mathbb{Z} のスキームという。 \mathbb{Z} のスキームは素数全体と0の和集合に同一視され、ザリスキ位相が入って位相空間となる。ここではマイナスを含めた素数全体と0の集合に一元体 $\mathbb{F}_1 = \{1\}$ の元1とさらに-1を加えた集合を \mathbb{P} と書く。この論説だけの言葉として \mathbb{P} の元を広い意味で素数と呼び、 \mathbb{P} を素数集合と呼ぶことにする。

この論説の目的は素数集合という非線形で離散的対象に対して、ベクトル場や微分形式を定義することである。そしてさまざま数学が展開できる土台を準備することであ

る。その一つの試みとして素数集合上でシンプレクティック幾何の基礎を定義することである。主な結果は、 \mathbb{P} には絶対余接束 $T^*\mathbb{P}$ 上の絶対シンプレクティック構造から決まる絶対ラグランジュ部分空間構造が入る(定理2(1))。また絶対ワイル代数なる概念を定義する(定義10)。

2 有理整数環 \mathbb{Z} 上の絶対微分

一般に環 $(R, \cdot, +)$ 上の微分 D とは
写像 $D : R \rightarrow R$ で次のとを満たすものである。
 $D(f+g) = D(f) + D(g), f, g \in R$: 線形性
 $D(f \cdot g) = D(f) \cdot g + f \cdot D(g)$: ライプニッツ則
環の重要な例である有理整数環 \mathbb{Z} の微分はすべてゼロとなる。よって \mathbb{Z} 上では微分の概念が使えない。そこでの線形性を取り去る。こうすると \mathbb{Z} 上の素数 p による非自明な微分が次のように定義できる([4], [5])。

$x = p^l m \in \mathbb{Z}, p \nmid m, m \in \mathbb{Z}, l \in \mathbb{Z}_+$ に対して

$$\frac{\partial}{\partial p}(x) = \begin{cases} lp^{l-1}m, & (p \nmid x) \\ 0 & (p \mid x) \end{cases}$$

と定義する。これは $\frac{\partial}{\partial p}(x) = \frac{x}{p} \text{ord}_p(x)$ と書くことができる。 $\text{ord}_p(x)$ は x の p 位数 l のことで $\text{ord}_p(x) = l$ である。このとき

$$\frac{\partial}{\partial p}(xy) = \frac{\partial}{\partial p}(x)y + x\frac{\partial}{\partial p}(y),$$

$$\frac{\partial}{\partial p}(x+y) \neq \frac{\partial}{\partial p}(x) + \frac{\partial}{\partial p}(y)$$

となり、ライプニッツ則はみたし線形性はみたさないことがわかる。これを \mathbb{Z} 上の絶対微分という。黒川氏たちの次の結果が本研究の出発点となる([4], [5])。

定理 1 (黒川, 落合, 若山). (1) \mathbb{Z} 上の絶対微分の集合

* 一般教科(自然科学)

$\text{Der}_{F_1}(\mathbb{Z})$ は、各素数 p に対して次のようなになる。

$$\text{Der}_{F_1}(\mathbb{Z}) = \left\{ \sum_p c_p \frac{\partial}{\partial p} \mid c_p \in \mathbb{Z} \right\}.$$

(2) 素数 p, q に対して

$$\left[\frac{\partial}{\partial p}, q \right] = \delta_{pq}.$$

(3) $x = p^l q^m n \in \mathbb{Z}$,

$p, q \in \mathbb{P}, n \in \mathbb{Z}, l, m, \in \mathbb{Z}_+, p \neq q, p \nmid n, q \nmid n$ に対して

$$F(x) = \frac{x}{pq} (\text{ord}_q(x) \text{ord}_p(\text{ord}_q(x)) - \text{ord}_p(x) \text{ord}_q(\text{ord}_p(x)))$$

と置くと

$$\left[\frac{\partial}{\partial p}, \frac{\partial}{\partial q} \right] = F.$$

注意 1. $[p, q] = 0$ とあわせてこの定理 1 はすでに 5 節で述べる絶対ワイル代数の型を表している。5 節ではもっと手前から理論を組み立てて厳密に構成する。

3 \mathbb{P}^n 上の絶対微分形式

\mathbb{P} はプラスとマイナスの素数全体と $0, 1, -1$ を加えた集合とする。また \mathbb{P}^n は \mathbb{P} の n 個の直積集合とする。 \mathbb{Z}^n の n は普通階数というがここでは次元ということにする。 \mathbb{P}^n の n も次元といい、 $\dim \mathbb{P}^n = n$ と書く。この次元とは \mathbb{P} が何個直積しているかの数である。

以下簡単のため \mathbb{P}^2 上で議論する。

$$f : \mathbb{P} \times \mathbb{P} \ni (p, q) \mapsto f(p, q) = p^l q^m n \in \mathbb{Z},$$

$p, q \in \mathbb{P}, n \in \mathbb{Z}, l, m, \in \mathbb{Z}_+, p \neq q, p \nmid n, q \nmid n$.

このような素数変数の整数値の単項式 f 全体の集合を $C^\infty(\mathbb{P}^2)$ とする。 $C^\infty(\mathbb{P}^2)$ の元 f, g に対して

和： $(f + g)(p, q) = f(p, q) + g(p, q)$ と

積： $(f \cdot g)(p, q) = f(p, q) \cdot g(p, q)$

を定義することによって $C^\infty(\mathbb{P}^2)$ は可換環となる。 $C^\infty(\mathbb{P}^2)$ は \mathbb{Z} と環同型であることが次のようにわかる。

$\varphi_{(p,q)} : C^\infty(\mathbb{P}^2) \ni f \mapsto \varphi_{(p,q)}(f) \in \mathbb{Z}$ で $\varphi_{(p,q)}(f) = f(p, q)$ と定義するとこれは環準同型写像になっている。全射は明らか。また单射は素因数分解の一意性より示せる。同様に $C^\infty(\mathbb{P}^n) \cong \mathbb{Z}$ である。

注意 2. $C^\infty(\mathbb{P}^n)$ の表現は大げさのようであるが、古典的結果との類似がわかりやすいように、また異なる素数変数がいくつあるかがわかりやすいのでこのような記号を使う。

始点を $\mathbf{p} = (n_1, n_2) \in \mathbb{Z}^2$ 、終点を \mathbb{Z}^2 の元とする \mathbb{Z}^2 上の整ベクトル全体の集合を $T_{\mathbf{p}}\mathbb{Z}^2$ と書く。これは \mathbb{Z} 加群になっている。これを整接ベクトル空間という。 \mathbb{Z} 加群として同型 $\mathbb{Z}^2 \cong T_{\mathbf{p}}\mathbb{Z}^2$ である。このような大げさな記号を

使うのは注意 1 で述べた理由と同じである。 \mathbb{P}^2 は \mathbb{Z}^2 の部分集合と考えて \mathbb{P}^2 の座標を (p, q) とする。

定義 1. 対応

$$X : \mathbb{Z}^2 \ni \mathbf{p} \mapsto X_{\mathbf{p}} \in T_{\mathbf{p}}\mathbb{Z}^2$$

を \mathbb{Z}^2 上の整ベクトルという。具体的には次のように定義される。

$$X_{\mathbf{p}} = X^1\left(\frac{\partial}{\partial p}\right)_{\mathbf{p}} + X^2\left(\frac{\partial}{\partial q}\right)_{\mathbf{p}}, \quad X^1, X^2 \in \mathbb{Z}.$$

さらに $X = \{X_{\mathbf{p}}\}_{\mathbf{p} \in \mathbb{Z}^2}$ は整ベクトル場で具体的には次のように定義される。

$$X = X^1(\mathbf{p}) \frac{\partial}{\partial p} + X^2(\mathbf{p}) \frac{\partial}{\partial q}, \quad X^1(\mathbf{p}), X^2(\mathbf{p}) \in C^\infty(\mathbb{P}^2).$$

整ベクトル場 X は次のようにも定義できる。写像

$$X : C^\infty(\mathbb{P}^2) \longrightarrow C^\infty(\mathbb{P}^2)$$

は非線形写像で、ライプニッツ則 $X(fg) = (Xf)g + f(Xg)$ を満たすものである。

$T_{\mathbf{p}}^*\mathbb{Z}^2 = \{\varphi : T_{\mathbf{p}}\mathbb{Z}^2 \longrightarrow \mathbb{Z} \mid \mathbb{Z} \text{ 加群の準同型}\}$ と定義される $T_{\mathbf{p}}\mathbb{Z}^2$ の双対空間 $T_{\mathbf{p}}^*\mathbb{Z}^2$ を整余接ベクトル空間という。 $\frac{\partial}{\partial p}, \frac{\partial}{\partial q}$ の双対基底を dp, dq とする。これを使って $\omega_{\mathbf{p}} = a_1(dp)_{\mathbf{p}} + a_2(dq)_{\mathbf{p}}$, $a_1, a_2 \in \mathbb{Z}$ を元とする集合が $T_{\mathbf{p}}^*\mathbb{Z}^2$ である。

定義 2. 対応

$$\omega : \mathbb{Z}^2 \ni \mathbf{p} \mapsto \omega_{\mathbf{p}} \in T_{\mathbf{p}}^*\mathbb{Z}^2$$

に対して $\omega = \{\omega_{\mathbf{p}}\}_{\mathbf{p} \in \mathbb{Z}^2}$ を

$$\omega = a_1(\mathbf{p})dp + a_2(\mathbf{p})dq, \quad a_1(\mathbf{p}), a_2(\mathbf{p}) \in C^\infty(\mathbb{P}^2)$$

と定義して \mathbb{Z}^2 上の整 1 次微分形式という。これを単に $\omega = a_1 dp + a_2 dq$ と書く。

$$T\mathbb{Z}^2 := \bigcup_{\mathbf{p}} T_{\mathbf{p}}\mathbb{Z}^2 \quad T^*\mathbb{Z}^2 := \bigcup_{\mathbf{p}} T_{\mathbf{p}}^*\mathbb{Z}^2$$

をそれぞれ \mathbb{Z}^2 上の整接ベクトル束、整余接ベクトル束という。 \mathbb{Z} 加群として $T\mathbb{Z}^2 \cong \mathbb{Z}^4$, $T^*\mathbb{Z}^2 \cong \mathbb{Z}^4$ である。

ω と X の内部積を $\omega(X) = a_1 X^1 + a_2 X^2$ と定義する。また $\Omega = b(\mathbf{p})dp \wedge dq$ を整 2 次微分形式という。

$$dp \wedge dq = -dq \wedge dp, \quad dp \wedge dp = dq \wedge dq = 0$$

と定義する。

次に外積を定義する。

$\omega = a_1 dp + a_2 dq$ と $\eta = b_1 dp + b_2 dq$ に対して

$$\omega \wedge \eta = (a_1 b_2 - a_2 b_1)dp \wedge dq = \det \begin{pmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{pmatrix} dp \wedge dq.$$

ユニモジュラー行列 U_1, U_2 に対して

$$\begin{pmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{pmatrix} = U_1 \begin{pmatrix} \alpha & 0 \\ 0 & \beta \end{pmatrix} U_2$$

と標準化されるとき、この (α, β) は単因子という。このとき

$$\det \begin{pmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{pmatrix} = \alpha\beta$$

となる ([3], [7])。この行列式は、 \mathbb{Z}^2 上ベクトル $\overrightarrow{OA} = (a_1, b_1)$ と $\overrightarrow{OC} = (a_2, b_2)$ で張られる平行四辺形 $OABC$ の、辺 AB と辺 BC 上の整数点を除いた辺上と内部の整数点の総和に等しいという幾何的意味がある。(G.Pick の定理 [3] の特別な場合)。このように離散的な外積にも幾何学的意味がある。

次に外微分を定義する。

$\omega = a_1 dp + a_2 dq$ に対して
 $d\omega = \frac{\partial a_1}{\partial q} dq \wedge dp + \frac{\partial a_2}{\partial p} dp \wedge dq = (\frac{\partial a_2}{\partial p} - \frac{\partial a_1}{\partial q}) dp \wedge dq$ 。
これを整 1 次微分形式 ω の外微分といふ。 \mathbb{Z}^n 上の整微分形式、外積、外微分は同様に定義できる。一般に、 \mathbb{Z}^n 上整 k 次微分形式全体を $\bigwedge^k T_p^* \mathbb{Z}^n$, $p \in \mathbb{Z}^n$ とする。

命題 1. $\omega \in \bigwedge^k T_p^* \mathbb{Z}^n$ および $\eta \in \bigwedge^l T_p^* \mathbb{Z}^n$ に対して、外積 $\omega \wedge \eta \in \bigwedge^{k+l} T_p^* \mathbb{Z}^n$ が定義されて次の性質を満たす。

- (1) $(\omega \wedge \eta) \wedge \zeta = \omega \wedge (\eta \wedge \zeta)$. (結合法則)
- (2) $(f\omega + f'\omega') \wedge \eta = f(\omega \wedge \eta) + f'(\omega' \wedge \eta)$, $f, f' \in C^\infty(\mathbb{P}^n)$. (双線形性)
- (3) $\omega \wedge \eta = (-1)^{kl} \eta \wedge \omega$.

命題 2. 外微分 $d : \bigwedge^k T_p^* \mathbb{Z}^n \longrightarrow \bigwedge^{k+1} T_p^* \mathbb{Z}^n$ は次の性質を満たす。

- (1) d は非線形写像である。
- (2) $\omega \in \bigwedge^k T_p^* \mathbb{Z}^n$ および $\eta \in \bigwedge^l T_p^* \mathbb{Z}^n$ に対して,
 $d(\omega \wedge \eta) = d\omega \wedge \eta + (-1)^k \omega \wedge d\eta$.
- (3) $f \in \bigwedge^0 T_p^* \mathbb{Z}^n = C^\infty(\mathbb{P}^n)$ に対しては、 df は f の絶対微分と一致する。
- (4) $f \in \bigwedge^0 T_p^* \mathbb{Z}^n$ に対して、 $d(df) \neq 0$ ($n \geq 2$).

4 絶対シンプレクティック構造と絶対コンタクト構造

$$T_p \mathbb{Z}^n \subset T_p \mathbb{P}^n, \quad T \mathbb{Z}^n \subset T \mathbb{P}^n,$$

$$T_p^* \mathbb{Z}^n \subset T_p^* \mathbb{P}^n, \quad T^* \mathbb{Z}^n \subset T^* \mathbb{P}^n$$

なる部分集合を以下のように定義する。もはやこれらは \mathbb{Z} 加群ではないが、離散位相空間にはなっている。

定義 3. 絶対接ベクトル空間 $T_p \mathbb{P}^n$ とはその元 $X = X^1(p) \frac{\partial}{\partial p} + X^2(p) \frac{\partial}{\partial q}$ に対して $X^1(p), X^2(p) \in \mathbb{P}$ となると

きである。このような X を絶対ベクトル場といふ。

絶対余接ベクトル空間 $T_p^* \mathbb{P}^n$ とはその元 $\omega = a_1(p)dp + a_2(p)dq$ に対して $a_1(p), a_2(p) \in \mathbb{P}$ となるときである。このような ω を絶対 1 次微分形式といふ。絶対 k 次微分形式も同様である。また絶対接ベクトル束と絶対余接ベクトル束も同様である。

定義 4. \mathbb{P}^{2n} 上の絶対シンプレクティック構造とは、 \mathbb{P}^{2n} 上の絶対 2 次微分形式 ω で $d\omega = 0$ を満たしつつ非退化 $\omega^n \neq 0$ のときである。組 $(\mathbb{P}^{2n}, \omega)$ を $2n$ 次元の絶対シンプレクティック空間といふ。

例 1. 重要な例は次のような $(T^* \mathbb{P}^n, \omega)$ である。

$\mathbb{P}^n \ni (q_1, q_2, \dots, q_n) \longmapsto \theta = \sum_{i=1}^n p_i dq_i \in T^* \mathbb{P}^n$ に対して $\omega = -d\theta = \sum_{i=1}^n dq_i \wedge dp_i$ と定義すると ω は $\bigwedge^2 T_p^* \mathbb{P}^n$ の元で非退化 $\omega^n \neq 0$ かつ $d\omega = 0$ となっている。

定義 5. $(\mathbb{P}^{2n}, \omega)$ の部分集合 L がラグランジュ部分空間であるとは

$$\omega|_L = 0 \text{かつ } \dim L = n.$$

定義 6. \mathbb{P}^{2n+1} 上の絶対コンタクト構造とは、 \mathbb{P}^{2n+1} 上の絶対 1 次微分形式 θ で $\theta \wedge (d\theta)^n \neq 0$ を満たすときである。組 $(\mathbb{P}^{2n+1}, \theta)$ を $2n+1$ 次元の絶対コンタクト空間といふ。

例 2. 重要な例は次のような $(T^* \mathbb{P}^n \times \mathbb{P}, \theta)$ である。

この例において $\mathbb{P} \ni t$ を離散時間と考えて時間の概念を導入する。 $\theta = Hdt - \sum_{i=0}^n p_i dq_i \in \bigwedge^1 T_p^*(T^* \mathbb{P}^n \times \mathbb{P})$, $H \in C^\infty(T^* \mathbb{P}^n \times \mathbb{P})$ は $\theta \wedge (d\theta)^n \neq 0$ を満たす。

よってこの θ を $T^* \mathbb{P}^n \times \mathbb{P}$ 上の絶対コンタクト構造といい $(T^* \mathbb{P}^n \times \mathbb{P}, \theta)$ を $2n+1$ 次元の絶対コンタクト時空といふ。

定義 7. $(T^* \mathbb{P}^n \times \mathbb{P}, \theta)$ の部分集合 L がルジャンドル空間であるとは

$$\theta|_L = 0 \text{かつ } \dim L = n.$$

例 3. $t \in \mathbb{P}$ は離散時間、 $E \in \mathbb{P}$ は離散エネルギーと考える。そのとき $(T^* \mathbb{P}^2, \omega = dq \wedge dp + dt \wedge dE)$ を 4 次元絶対シンプレクティック時空と呼ぶ。

以上より次の結果が得られる。

定理 2. (1) \mathbb{P} は $(T^* \mathbb{P}, \omega = dq \wedge dp)$ のラグランジュ部分空間である。

(2) $T_q^* \mathbb{P}$ は $(T^* \mathbb{P} \times \mathbb{P}, \theta = Ht - pdq)$ のルジャンドル部分空間である。

(3) \mathbb{P}^2 は $(T^* \mathbb{P}^2, \omega = dq \wedge dp + dt \wedge dE)$ のラグランジュ

部分空間である.

(4) $T^*\mathbb{P}$ は $(T^*\mathbb{P}^2, \omega = dq \wedge dp + dt \wedge dE)$ のシンプレクティック部分空間である.

証明. (1) を示す.

$T^*\mathbb{P}$ の座標 (q, p) に対する基底を $(\frac{\partial}{\partial q}, \frac{\partial}{\partial p})$ とする.

$T^*\mathbb{P} \supset \text{Graph}(u) = \text{span} < u = u_1 dq >$ とグラフ

$\text{Graph}(u)$ を定義する.

以下のように \mathbb{P} とグラフ $\text{Graph}(u)$ を同一視する.

$\mathbb{P} \ni q \longmapsto (q, u(q)) \in \text{Graph}(u) \subset \mathbb{P} \times \mathbb{P} \cong T^*\mathbb{P}$.

$\theta = pdq$ に対して $\theta|_{\text{Graph}(u)} = u$. 両辺を外微分して

$$0 = du = d\theta|_{\text{Graph}(u)} = -\omega|_{\text{Graph}(u)}.$$

一方, 次の式を満たしている.

$$\omega(\frac{\partial}{\partial q}, \frac{\partial}{\partial q}) = \omega(\frac{\partial}{\partial p}, \frac{\partial}{\partial p}) = 0, \omega(\frac{\partial}{\partial q}, \frac{\partial}{\partial p}) = 1. \text{ よって}$$

$(\mathbb{P}, L = \text{span} < \frac{\partial}{\partial q} >)$ がラグランジュ部分空間である.

(2) を示す.

$\theta = Hdt - pdq$ に対して

$$\theta(\frac{\partial}{\partial p}) = Hdt(\frac{\partial}{\partial p}) - pdq(\frac{\partial}{\partial p}) = 0, \theta(\frac{\partial}{\partial q}) = -p \neq 0 \text{ より}$$

$L = \text{span} < \frac{\partial}{\partial p} >$ がルジヤンドル部分空間になる. これは $T^*\mathbb{P}$ のファイバー $T_q^*\mathbb{P}$ である.

(3) を示す.

$T^*\mathbb{P}^2$ の座標 (q, t, p, E) に対する基底を

$$(\frac{\partial}{\partial q}, \frac{\partial}{\partial t}, \frac{\partial}{\partial p}, \frac{\partial}{\partial E}) \text{ とする. } \omega(\frac{\partial}{\partial q}, \frac{\partial}{\partial p}) = \omega(\frac{\partial}{\partial t}, \frac{\partial}{\partial E}) = 1$$

でその他はすべてゼロである. よって $L = \text{span} < \frac{\partial}{\partial q}, \frac{\partial}{\partial t} >$ がラグランジュ部分空間である. すなわち $L = \mathbb{P}^2$ である.

(1) と同様に同一視 $\mathbb{P}^2 \cong \text{Graph}(u)$ の下

$u = u_1 dq_1 + u_2 dq_2$ で $du = 0$ となる u を使っても証明できる.

(4) を示す.

(3) より $M = \text{span} < \frac{\partial}{\partial q}, \frac{\partial}{\partial p} >$ がシンプレクティック部分空間である. すなわち $M = T^*\mathbb{P}$ である.

ティック構造 ω に対して

$$\omega(V, X_f) = -df(V), V \text{ は任意の絶対ベクトル場},$$

を満たす X_f を f を母関数とする絶対ハミルトンベクトル場という.

$(T^*\mathbb{P}, \omega)$ のとき, $df = \frac{\partial}{\partial p}(f)dp + \frac{\partial}{\partial p}(f)dq$ に注意して計算すると, 古典的なときとまったく同様に絶対ハミルトンベクトル場の具体的表示

$$X_f = \frac{\partial}{\partial q}(f)\frac{\partial}{\partial p} - \frac{\partial}{\partial p}(f)\frac{\partial}{\partial q}$$

を得る. $X_f(g)$ を $\pi(f, g)$ や $\{f, g\}$ と書いて絶対ポアソン括弧積という. また π を絶対ポアソン構造という.

$$\pi(f, g) = (\frac{\partial}{\partial q} \wedge \frac{\partial}{\partial p})(f, g) = \frac{\partial}{\partial q}(f)\frac{\partial}{\partial p}(g) - \frac{\partial}{\partial p}(f)\frac{\partial}{\partial q}(g).$$

この π は次の性質を満たす.

命題 3. (i) π は非線形写像.

$$(ii) \pi(f, g) = -\pi(g, f).$$

$$(iii) \pi(f, gh) = \pi(f, g)h + g\pi(f, h) : \text{ライプニツツ則}$$

$$(iv) ヤコビ恒等式を満たさない.$$

π の重要な性質は非線形でヤコビ恒等式を満たさないところである.

定義 9. 絶対シンプレクティック空間 $(T^*\mathbb{P}, \omega)$ に対応するポアソン代数は $(C^\infty(\mathbb{P}^2), \pi = \frac{\partial}{\partial q} \wedge \frac{\partial}{\partial p})$ である.

$T^*\mathbb{P}$ のポアソン括弧積は

$$\{q, p\} = 1, \{q, q\} = 0, \{p, p\} = 0$$

を満たす. 定理 1 (3) の $F(x)$ を $(\frac{\hbar}{i})^2$ 倍したものをまた $F(x)$ と置く. 必要に応じて素数変数を多変数化したものに作用する F を考える. このとき次のような結果を得る.

定理 3. (1) $T^*\mathbb{P}$ 上で作用素 $\hat{q} = q \times, \hat{p} = \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial q}$ に置き換えると次の関係式を満たす.

$$[\hat{q}, \hat{p}] = i\hbar, [\hat{q}, \hat{q}] = 0, [\hat{p}, \hat{p}] = 0.$$

(2) $T^*\mathbb{P}^n$ ($n \geq 2$) 上で作用素 $\hat{q}_i = q_i \times, \hat{p}_i = \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial q_i}$ に置き換えると次の関係式を満たす.

$$[\hat{q}_i, \hat{p}_j] = i\hbar\delta_{ij}, [\hat{q}_i, \hat{q}_j] = 0, [\hat{p}_i, \hat{p}_j] = F (i \neq j).$$

定義 10. $n \geq 1$ に対して定理 3 の関係式を $T^*\mathbb{P}^n$ 上の絶対ワイル代数と呼ぶ.

この絶対ワイル代数を絶対シンプレクティック空間 $T^*\mathbb{P}^n$ の量子化と呼びたい.

定理 3 の特別な場合であるが興味ある例 3 の 4 次元絶対シンプレクティック時空の量子化に対応する次のような結果を得る.

5 絶対ポアソン構造と絶対ワイル代数

$$f : \mathbb{P} \times \mathbb{P} \ni (p, q) \longmapsto f(p, q) = p^l q^m n \in \mathbb{Z},$$

$p, q \in \mathbb{P}, n \in \mathbb{Z}, l, m, \in \mathbb{Z}_+, p \neq q, p \nmid n, q \nmid n$ とする.

$\omega = dq \wedge dp$ を $T^*\mathbb{P}$ 上絶対シンプレクティック形式とする. すなわち $(T^*\mathbb{P}, \omega)$ を絶対シンプレクティック空間とする.

定義 8. 絶対シンプレクティック空間上絶対シンプレク

系 1. 4 次元絶対シンプレクティック時空 $(T^*\mathbb{P}^2, \omega = dq \wedge dp + dt \wedge dE)$ を考える. $t \in \mathbb{P}$ は離散時間, $E \in \mathbb{P}$ は離散エネルギーと考える.

作用素 $\hat{q} = q \times$, $\hat{p} = \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial q}$, $\hat{t} = t \times$, $\hat{E} = \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial t}$ に対して次の関係式を満たす.

$$[\hat{q}, \hat{p}] = i\hbar, \quad [\hat{t}, \hat{E}] = i\hbar, \quad [\hat{p}, \hat{E}] = F, \quad \text{その他はゼロ}$$

第 1 式は離散的な位置と運動量の, 第 2 式は離散的な時間とエネルギーの不確定性関係である. さらに新しい現象として第 3 式より離散運動量と離散エネルギーが不確定関係にあることがわかる.

次に絶対コンタクト空間で同様の議論を行う.

定義 11. 絶対コンタクト空間上絶対コンタクト構造 θ に対して

$$d\theta(V, X_f) = -df(V), \quad V \in \text{Ker}\theta \text{かつ } \theta(X_f) = -f$$

を満たす X_f を f を母関数とする絶対コンタクト空間上の絶対ハミルトンベクトル場という.

$(T^*\mathbb{P} \times \mathbb{P}, \theta = dt - pdq)$ のときに X_f を具体的に計算すると古典的なときとまったく同様に次のようになる. $X_f = (-f + p \frac{\partial f}{\partial p}) \frac{\partial}{\partial t} - (\frac{\partial f}{\partial q} + p \frac{\partial f}{\partial t}) \frac{\partial}{\partial p} + \frac{\partial f}{\partial p} \frac{\partial}{\partial q}$. $\{f, g\} = X_g(f) + fX_{-1}(g)$ を 3 次元絶対コンタクト時空 $T^*\mathbb{P} \times \mathbb{P}$ 上のポアソン括弧積と定義する. $t \in \mathbb{P}$ は離散時間である. このときのポアソン括弧積は

$$\{q, p\} = 1, \quad \{q, t\} = q, \quad \{p, t\} = 0$$

を満たす.

注意 3. ここで作用素を $\hat{q} = q \times$, $\hat{p} = \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial q}$, $\hat{t} = t \times$ と置いて, これらの作用素の交換関係を絶対コンタクトワイル代数と呼びたいがそうは行かない. コンタクトワイル代数の構成はこのような構成ではできないことが分かる.

以上の議論から次の二つの問題を挙げておく.

問題 1. 定義 10 の絶対ワイル代数を詳しく調べよ. またそれを使って変形量子化の類似を議論せよ.

問題 2. 絶対コンタクトワイル代数を定義せよ.

6 絶対ホッホシルトコホモロジー

R を環とし M は R -加群とする.

$C_{\mathbb{F}_1}^0 = M$, $C_{\mathbb{F}_1}^1 = \text{Map}(R, M)$, $C_{\mathbb{F}_1}^2 = \text{Map}(R \times R, M)$, $C_{\mathbb{F}_1}^n = \text{Map}(R^n, M)$ とする. 対応 $\delta^n : C_{\mathbb{F}_1}^n \rightarrow C_{\mathbb{F}_1}^{n+1}$ を次のように定義する.

$$(\delta^0 m)(a) = am - ma,$$

$$\begin{aligned} (\delta^1 f)(a_1, a_2) &= a_1 f(a_2) - f(a_1 a_2) + f(a_1) a_2, \\ (\delta^n f)(a_1, \dots, a_{n+1}) &= a_1 f(a_2, \dots, a_{n+1}) \\ &+ \sum_{i=1}^n (-1)^i f(a_1, \dots, a_i a_{i+1}, \dots, a_{n+1}) \\ &+ (-1)^{n+1} f(a_1, \dots, a_n) a_{n+1}. \end{aligned}$$

そのとき $H_{\mathbb{F}_1}^n(R, M) = \text{Ker}\delta^n / \text{Im}\delta^{n-1}$ を絶対ホッホシルトコホモロジーという. 次の命題の (ii) は黒川氏たちによる結果である ([4], [5]).

命題 4. (i) $H_{\mathbb{F}_1}^0(\mathbb{Z}, \mathbb{Z}) \cong \mathbb{Z}$.

(ii) $H_{\mathbb{F}_1}^1(\mathbb{Z}, \mathbb{Z}) \cong \bigoplus_p \mathbb{Z} dp$.

(iii) $H_{\mathbb{F}_1}^2(\mathbb{Z}, \mathbb{Z}) \cong \{ \text{絶対ポアソン構造} \pi \}$.

証明. $R = M = \mathbb{Z}$ のときである.

$H_{\mathbb{F}_1}^0(\mathbb{Z}, \mathbb{Z}) = \text{Ker}\delta^0 = \{am - ma = 0 \text{ となる } m\} \cong \mathbb{Z}$. よって (i) を得る.

$f = \frac{\partial}{\partial p}$ と置いて

$$(\delta^1 \frac{\partial}{\partial p})(a_1, a_2) = a_1 \frac{\partial}{\partial p}(a_2) - \frac{\partial}{\partial p}(a_1 a_2) - \frac{\partial}{\partial p}(a_1) a_2 \equiv 0.$$

$\frac{\partial}{\partial p}$ のライプニッツ則を使った. よって

$$\begin{aligned} \text{Ker}\delta^1 &= \text{span} < \frac{\partial}{\partial p} >. \text{ また } \text{Im}\delta^0 = 0 \text{ より (ii) を得る.} \\ f &= \pi \text{ と置いて} \\ (\delta^2 \pi)(a_1, a_2, a_3) &= a_1 \pi(a_2, a_3) - \pi(a_1 a_2, a_3) + \pi(a_1, a_2 a_3) - \pi(a_1, a_2) a_3 \\ &= a_1 \pi(a_2, a_3) - (a_1 \pi(a_2, a_3) + \pi(a_1, a_3) a_2) + \\ &\quad (a_2 \pi(a_1, a_3) + \pi(a_1, a_2) a_3) - \pi(a_1, a_2) a_3 \\ &\equiv 0 \end{aligned}$$

π のライプニッツ則を使った. $\text{Im}\delta^1 = 0$ より

$$H_{\mathbb{F}_1}^2(\mathbb{Z}, \mathbb{Z}) \cong \text{Ker}\delta^2 / \text{Im}\delta^1 \cong \text{Ker}\delta^2$$

$$\cong \{ \text{絶対ポアソン構造} \pi \}.$$

以上より (iii) を得る. \square

この命題 (iii) によって絶対ポアソン構造 π が 2 次のホッホシルトコホモロジーによって特徴付けられた.

参考文献

- [1] 大森英樹, 幾何学への新しい視点, 遊星社, 2008.
- [2] 大森英樹, 数学のなかの物理学, 東京大学出版会, 2004.
- [3] 加藤明史, 整数論への道, 現代数学社, 2009.
- [4] N.Kurokawa, H.Ochiai, M.Wakayama, Absolute Derivations and Zeta Functions, Documenta Math. Extra Volume Kato, 565-584, 2003.

- [5] 黒川重信, 若山正人, 絶対カシミール元, 岩波書店, 2002.
- [7] 佐武一郎, 代数学への誘い, 遊星社, 1996.
- [6] 黒川重信, 小山信也, 絶対数学, 日本評論社, 2010.
- [8] 深谷賢治, シンプレクティック幾何学, 岩波書店, 1999.

Absolute Symplectic Structure and Absolute Weyl Algebra on Prime Set

Tadashi TANIGUCHI

The purpose of this paper is to give the absolute mathematics for the prime set. Absolute mathematics was introduced by N.Kurokawa in order to solve the Riemann conjecture. One of the idea for absolute mathematics is the prime differential on the rational integer \mathbb{Z} . We analyze all possible arithmetic generalizations of symplectic and contact structures on a prime set. There are two different types of structures according to the Lagrangian subspace and Legendrian subspace. Main result is that the prime set is characterized by the Lagrangian subspace of absolute symplectic space $(T^*\mathbb{P}, \omega)$. We also define a notion of the absolute Weyl algebra.

回路基板加工機による写真彫刻

小城 淳一* 浅見 博* 須永 修司*

(2013年11月28日受理)

1. はじめに

本校機械工学科の工作実習では、マシニングセンタやレーザ加工機等のNC工作機械の実習をおこなっている。マシニングセンタの実習では、機械の操作や加工データの作成方法について初步的な学習をしている。実習課題としては簡単な文字やマークの2次元切削加工を取り組んでいる。一方で近年、3Dプリンタや卓上NCフライス盤等により、個人レベルでも3次元加工等の複雑な形状の加工が可能となりつつある。学生からも3次元的な加工をしたいという要望があったが、加工データの作成や加工時間が問題となる。

マシニングセンタの実習では、基礎的学習として、加工データ(Gコード)を直接打ち込むか、工作機械の対話型プログラムを利用してきた。現在、一般的に加工データはCAMで作成され、本校でも平成23年度にCAMが導入された。しかし、実習時間内にCAMを十分に取り扱うことは難しく、3次元加工も時間がかかる。そこで体験的にCAMの流れを掴み、短時間で3次元加工ができる課題として、木材への写真彫刻を試みた。本稿では、写真彫刻の条件設定や実習事例について述べる。

2. 写真彫刻

2. 1 概要

写真彫刻とは、画像データを元に写実的に彫刻切削するものである。代表的なものは人物画のレリーフ加工(浮彫)で、加工材料は金属や木材が多く使われている。レリーフ加工は一般に細いボールエンドミルを使い、切削ピッチを狭くして加工するため時間がかかる。実習でおこなった写真彫刻は、画像を線で表現し、その線を彫刻カッタで切削した¹⁾。具体例を図-1に示す。これは、まず画像の濃淡データを切削ピッチ間隔の線ごとに平均して抽出し、濃淡データを切削深さに変換する。刃先がV字型の彫刻カッタを用い、濃い部分は深く彫って切削幅が広くなり、淡い部分は浅く彫って切削幅が狭くなる(図-2)。

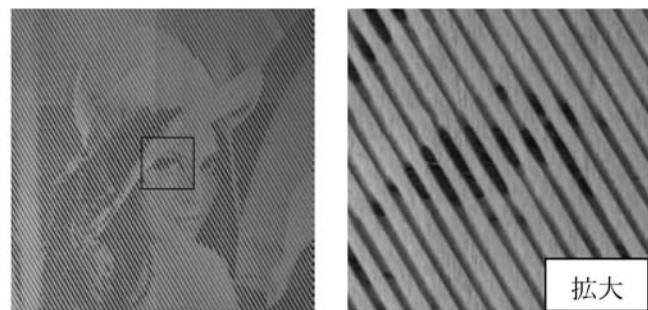


図-1 写真彫刻の加工例

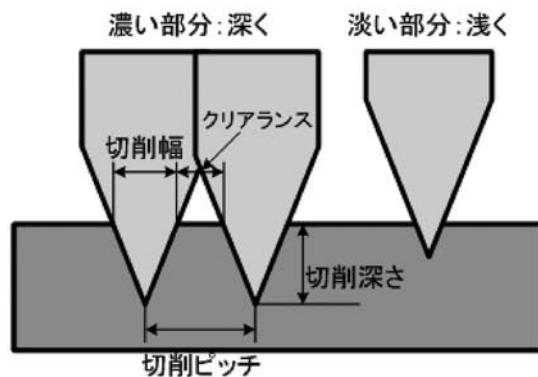


図-2 彫刻カッタによる切削

実習では、学生の用意した画像データをもとに、CAM (MasterCAM) を使い、15~30分程度で加工データを作成した。また、本校のマシニングセンタは木材の加工に適していないことと、従来の課題加工に使用しているため、回路基板加工機により製作した。一人あたりの加工時間は15分程度であった。

2. 2 回路基板加工機

回路基板加工機とは、カッタを制御し、電子回路の配線パターンに沿って銅箔基板を削り取るもので、NCフライス盤の一種である。基板だけでなく、木材や樹脂等の軽切削も可能である。また、基板の反りを抑える機構により、木材の反りを抑えながら加工できるため、本写真彫刻に適している。

図-3に製作した回路基板加工機を示す。この加工機は電子メディア工学科の実験教材作成でも活用している。筐体や制御回路などハードウェア部分は設計製作し、ソフトウェアは市販のM a c h 3を利用した。大量の基板加工と将来的に3Dプリンタやレーザ加工機への発展を考え、通常の基板加工機より広い加工範囲とした。主な仕様を表-1に示す。

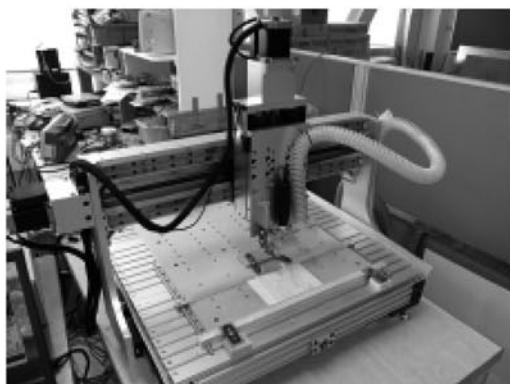


図-3 回路基板加工機

表-1 回路基板加工機の仕様

加工範囲	500*620*140 (XYZ) mm
加工精度	ピン間 1 本配線, 0.5mm ピッチ IC 対応
最大送り速度	2000mm/min
カッタ回転数	5000~30000rpm
外形寸法	920*1035*730mm

2. 3 木材の選定

彫刻用に使われている木材（シナ、桂、ヒノキ、サクランボなど）でテストすると、彫刻切削が可能であった。一方でバルサやファルカタ材は柔らかすぎてうまくいかなかった。また、木材は反りがあり、5mm程度の薄い板であれば、基板加工機の押さえ機構で修正できる。しかし、9mm程度以上の板の場合は押さえが効かず、木材表面を切削して平坦化する手間がかかる。以上のことから入手性や費用を考慮し、4mm厚のシナ合板と5.5mm厚のMDF板を使用した。

シナ合板はベニヤ板に0.5mm程度のシナ突板が張り付けられている。表面の突板を削ると下地のベニヤが出て、切削した部分と残った部分のコントラストが出る。ただし、残った突板部分が欠けやすいという欠点がある。MDF板は反りや品質のばらつきが少なく安定していて、切削性も良い。ただし、上記のコントラストが出ないため塗装が必要となる。

2. 4 切削条件

写真彫刻では図-1に示したように多数の溝切削を

おこなうが、残った部分に欠けが生じないこと、加工したもののが何を表しているか識別できることが必要である。そのため切削条件で重要なのは、切削ピッチと切削深さである。

切削深さを浅くすると切削ピッチを狭くできるため、溝数が増えて解像度が上がる。しかし、切削部分と残った部分のコントラスト差が少なくなる。一方切削深さを深くすると、これらのコントラストは上がるが、溝数が少くなり解像度が下がる。

まず、切削ピッチごとに切削深さを変えて、欠けが生じない条件を見出した。この条件をもとに、彫刻加工をおこない、実物を評価した。図-4に切削テストパターン（切削ピッチ1.0mm）を示す。深さ0.6mmでは安定的にきれいに切削できている。0.7mmでは欠けは生じていないが、残った部分の幅（クリアランス）が狭い。0.8mmでは一部欠けが生じ、0.9mmでは大部分が欠けてしまっている。これらから、0.6mm以下を切削条件とした。同様にして切削ピッチごとの切削深さを調べると表-2のようになった。なお、使用した彫刻カッタは刃先角30度、先端フラット部分0.3mmである（図-5）。また、切削パターンは木目に対して30度とした。これは、木目に対して角度を大きくするとバリができること、角度が0度や90度のときより溝数を多く取れること、実物を見たときに識別しやすいことが理由である。その他の条件として、カッタの回転数は24000rpm、送り速度は1000mm/minとした。

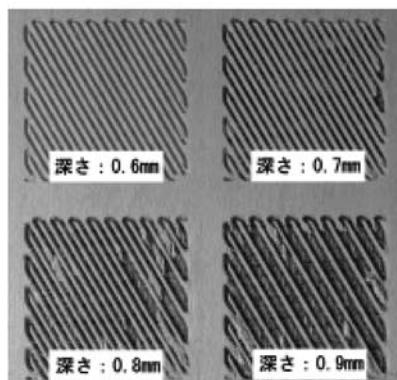


図-4 テストパターン



図-5 彫刻カッタ

表-2 切削ピッチに対する許容最大切削深さ

切削ピッチ [mm]	最大切削深さ [mm]	
	シナ合板	MDF
0.8	0.4	0.5
1.0	0.6	0.7
1.2	0.8	1.0
1.5	1.1	1.3

2. 5 実加工

表-2の切削条件をもとに彫刻加工をおこなった結果を図-6に示す。木材は（f）のみMDF板でそれ以外はシナ合板である。加工範囲は100mm*100mmで切削時間は約8分であった。図-6を見ると、（b）ではコントラストが低く、（e）では溝数が少なく荒いため識別しづらい。（c）、（d）が比較的識別しやすい結果となった。（f）は（d）と同じ条件であるが、MDF板ではコントラストが低く識別しづらい。なお、この結果は元の画像や加工面積の影響を受ける。元の画像が集合写真のようであれば識別不能であるし、加工面積を大きければ、切削ピッチが広くても溝数を多く取れるので識別可能となる。

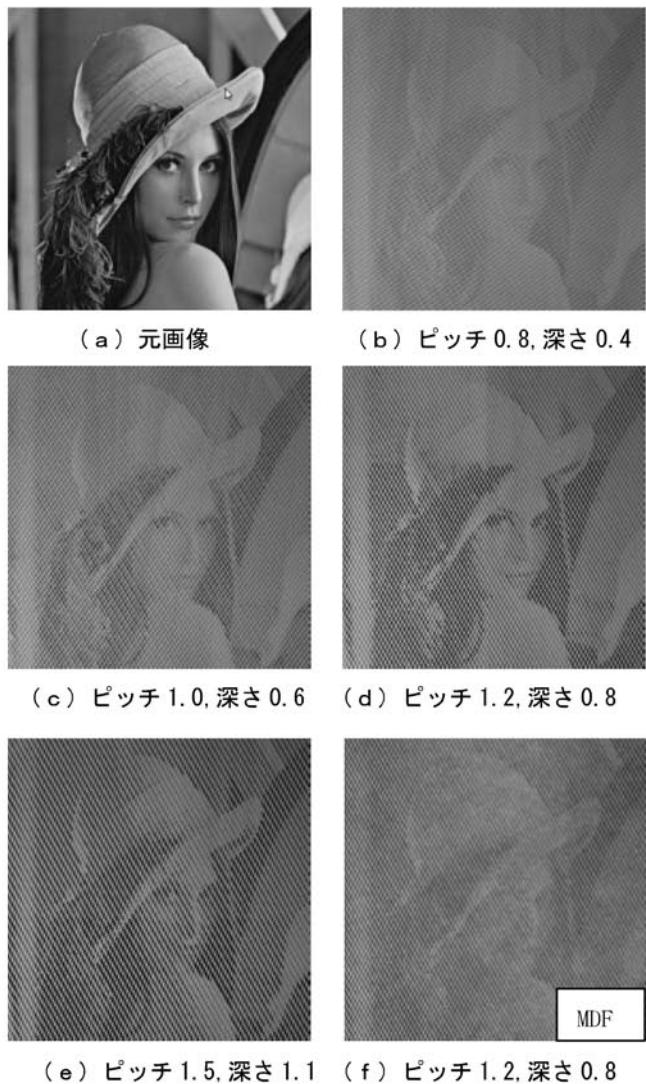


図-6 各切削条件による加工

3. 実習での取り組み

3. 1 加工データの作成

写真彫刻の加工データは、MastercamのArt機能²⁾を使って作成した。一般にCAMは、工作機械付属の対話型プログラムに比べて設定項目が多く、それらを理解するのにも時間がかかる。また、CADを学習していない段階で本実習を行う学生は7割いる。そのため、データの作成は以下のような流れですすめ、体験的にCAMを使うこととした。

- 1) 画像の取り込み—XYZの範囲指定 (Z: 切削深さ)
- 2) 切削条件の設定—切削方法、切削ピッチの設定
- 3) 加工シミュレーション結果の表示
- 4) Gコード出力

学生が設定変更するのは、切削条件（切削ピッチ、切削深さ）のみとし、シミュレーション結果を見ながらこれらを設定した。データの作成に要した時間は、説明を含めて30分程度であり、加工時間は15分程度であった。学生の製作例を図-7（a）に示す（加工範囲150*100mm）。



図-7 学生の製作例

3. 2 画像データ

写真彫刻では適した画像とそうでないものがある。写真のような解像度が得られないため、細かい部分は表現できない。また、コントラストも得られないため、濃淡の差が少ない部分は識別できない。集合写真や風景、建物は失敗することが多かった。顔のアップやイラストは比較的識別しやすい仕上がりとなった。学生へは、対象が大きく、はっきりと識別できる画像と指示したが、学生の好みもあり、うまくいかない例も少しあった。

学生が用意した画像は、主に有名人、アニメ、乗り物である。多くはインターネット上からダウンロードしてきたものである。これらは授業で使う分には著作権上の問題はない³⁾。しかし、製作したものをインターネット上で公開したり、売買したりすると問題となることがある。これについては学生へ注意しているが、今後は自分で撮影したもの等に限定するのがよいかもしない。

3. 3 塗装

学生が用意する画像には、対象が小さい、濃淡の差が少なく境界のはつきりしないものがあった。このような場合、切削ピッチを狭くして解像度を上げるが、図-6で見たようにコントラストが悪くなる。また、シナ合板のように突板が張られていない木材（MDF板や単板）では、切削した部分と残った部分の識別がしづらい。これらを改善するために塗装を施す。通常は、木材より濃い色で塗装し、ペーパーやすりを当てて、切削部分のみ着色する。しかし、やすりを当てて表面の塗装を除去する工程は手間がかかり、欠けが生じたりする恐れがある。そこで、やすりを当てずに塗装のみでコントラストが上がる塗料を何種類か試した。この結果、油性ニスの艶消しクリアが最も良好で、見栄えもよくなった。塗装した例を図-7（b）に示す。

4. おわりに

NC工作機械の特徴である手動では困難な加工例として、短時間でできる写真彫刻を実習で取り入れた。従来

の学習内容に加えての課題であったため、時間はあまり取れなかつたが、学生の評判は良かった。また、学校見学会での展示でも好評を得られた。

今年度より3軸マシニングセンタから5軸マシニングセンタで実習を行うことになった。本校では新たなNC工作機械の導入も予定されており、CAMを利用する機会も増える。本課題がCAM導入教育の一助となることを期待する。

写真彫刻で使用した回路基板加工機は、技術職員支援業務促進経費と電子メディア工学科学生経費により製作した。関係者に感謝する。

5. 参考文献

- 1) Vectric : V溝の加工方法
<http://www.vectric.com/products/pvc/features/vgroove.html>
- 2) 株式会社ジェーピーエム : MastercamX ART チュートリアル (2006)
- 3) 文化庁 : 学校における教育活動と著作権

Photo Engraving Using a Printed Circuit Board Manufacturing Machine

Jun-ichi KOJOH, Hiroshi ASAMI and Shuji SUNAGA

We introduced photo engraving on wood to NC machine training for students. The engraving has many V grooves changed cutting depth according to light and shade of a photograph. Even for students can easily generate the NC code using CAM. Also the machining time is short(about fifteen minutes). We used a printed circuit board manufacturing machine for the engraving because of a suppressing warping mechanism and a high speed spindle. We engraved some kinds of wood and found the cutting conditions. Students set the conditions and simulated the engraving using CAM. They engraved famous people, anime, vehicle, etc. And then, they had a big interest in their engravings.

Rapid decomposition of asbestos and with various additives

Masao Fujishige, Ryota Zinbo, Kazuho Suda, Yuusuke Sakuragi,
Ikuko Karasawa and Akira Kojima

(2013年11月28日受理)

Abstract

The toxicity of asbestos is widely known, and various methods are being investigated to decompose asbestos into harmless compounds. The authors previously reported that asbestos-cement composites, a general waste material including asbestos, can be decomposed into harmless substances by adding small amounts of CaCl_2 and then heating to 700°C [1-3]. Recycling decomposed asbestos as a raw ingredient for cement is crucial in using this result industrially. However, compounds including chlorine form in decomposed asbestos, preventing its use in production of cement.

The authors investigated additives other than CaCl_2 in decomposition, and found that reagent-grade asbestos can be decomposed by adding 5mass% of additive and heating for 15 seconds at a low temperature of 900°C.

1. Introduction

Asbestos are a group of mineral including chrysotile, crocidolite, and amosite, and is known for the various diseases that its fibers cause. Waste dispersive asbestos is allowed to be disposed of by melting at extremely high temperature of 1500°C or higher; however, the most common method of disposal is to isolate waste asbestos in a double vinyl bag because of cost reasons. However, isolating carries problems such as the possibility of redispersion of asbestos and securing landfill sites. Therefore, there is a rationale to develop a rapid method to decompose asbestos that does not consume much energy.

Our group has succeeded in decomposing waste cement containing asbestos at 700°C by adding CaCl_2 [1-5]. Asbestos-cement waste, estimated to amount to 40 million tons, is best reused as cement. However, the decomposed product from the above method is difficult to reuse because of its chlorine content. Thus, there is a demand for an additive for decomposing asbestos that do not contain chlorine.

The most representative asbestos, chrysotile, dehydrates before 550°C and forms forsterite (Mg_2SiO_4) [1-3]. Decomposition of asbestos starts at around 700°C, therefore actually forsterite is

decomposed [1-4]. Therefore, the rapid decomposition experiment in this work uses forsterite obtained by heat treatment of asbestos. Additives considered are K_2SO_4 , Na_2SO_4 , K_2CO_3 , and Na_2CO_3 because these compounds are low cost, is relatively harmless to the environment, and dissolves in water because the additive is dissolved in water to impregnate waste asbestos-cement compounds.

2. Experimental method

2.1 Preparation of forsterite

Forsterite samples were preparing by heating asbestos (chrysotile, Kanto Chemical) in a muffle furnace (TGK). The temperature of the asbestos was slowly built up to 550°C over a period of two hours, kept at 550°C for two hours, and cooled inside the furnace.

2.2 Preparation of samples and rapid decomposition test

CaCO_3 (Kanto Chemical, EP) 80mass% and forsterite formed by heating were mixed, then 5mass% of K_2SO_4 , Na_2SO_4 , K_2CO_3 , or Na_2CO_3 (all from Kanto Chemical, EP)) were added. An extremely small amount of pure water was added to the mixture,

and after thorough mixing in an alumina mortar, molded into a cylindrical shape (10mm diameter, height about 5mm). The cylinders were dried overnight or longer at 105°C before using as decomposition samples. These samples were placed in a graphite crucible with lid (inner diameter 15mm, height 20mm), wrapped with carbon fiber felt for insulation, and placed in an induction furnace (Miwa Company, High frequency induction heating system MU-1700D). The sample was placed in a nitrogen atmosphere, heated to the target temperature (800, 900, 1000, or 1100°C) at a heating rate of 600°C per minute by controlling the thermocouple at the bottom of the graphite crucible, and kept at the target temperature for 15 seconds. The annealed sample was crushed, and existence of forsterite-based fibers was checked using a digital microscope (MORITEX MS-804, 400X). Pictures were enlarged and printed, the number of particles and fibers in the samples were counted, and the number of fibers originating from asbestos per 1000 particles was compared.

2.3 Observation of residual fibers after acetic acid treatment

0.2g of rapidly decomposed sample powder was placed in a screw top bottle. 50ml of acetic acid with acidity adjusted to pH5 with a buffer solution was added to the bottle, and the cap was screwed on. The bottle was then placed in an ultrasonic cleaner. 30 seconds of ultrasound irradiation and 90 seconds of rest were repeated for a total of six sets. The contents of the bottle were suction filtered using a membrane filter (pore size 0.2μm), the residue was washed while still on the filter with distilled water, then dried overnight on the filter at 105°C. (This process will be referred hereafter as “acetic acid treatment” [4-7]). The dried residue was weighed and observed with a digital microscope.

Furthermore, the residue was observed with a scanning electric microscope (JEOL, JSM-7000F), and elementary analysis (EDS analysis) was also conducted.

3. Results and Discussion

Preparation conditions of the heated samples and results of microscope image observations are summarized in **Table 1**.

3.1 Rapid melting of the mixed sample

Previous reports on conventional low temperature melting of asbestos using salt as an additive show that thin, short asbestos fibers decompose easily but thick, large fibers remain as fibers originating from asbestos [1-6]. Therefore, we observed 10 areas and more than 1000 particles for residual asbestos per sample, and

used the number of fibers originating from asbestos per 1000 particles as an index of decomposition. **Fig. 1** is an image of the decomposed sample with Na₂SO₄ additive and heat treatment temperature 900°C. White particles originating from CaCO₃ and fibers originating from forsterite was observed. The fibers originating from forsterite were brown to black in color (Fig. 1, bottom left), and the thin fibers were white (Fig. 1, top right). The color originates from impurity Fe substituting for Mg in chrysotile (Mg₆Si₄O₁₀(OH)₈). Samples 4, 8, 10~12, and 15~16 satisfied safety standards of less than 1 fiber in about 1000 particles (JIS A 1481 = under the 0.1 mass%), partly because of the large amount of calcium carbonate as the sample was prepared with weight ratio of slate tiles (cement : asbestos = 80 : 20). However, samples with low heating temperature had 1.1~3.1 fibers, and samples without any additive had a large number of 10.9~18.0 fibers. Comparing the additives used, the samples with Na₂CO₃ had the least amount of residual fiber, followed by K₂CO₃, Na₂SO₄, and K₂SO₄. This implies that Na is more effective than K, and carbonate salts are more effective than sulfate salts in decomposing asbestos.

Reduction in mass show that thermal decomposition of CaCO₃ is completed at 1000°C, and thermal decomposition is still underway at 900°C or lower. The reason was concluded to be CO₂ detachment and contraction because samples annealed at high temperature could be cracked slightly easier, and because microscopic observations showed that samples heated to higher temperature tend to have smaller particles.

3.2 Observation of residual fibers after acetic acid treatment

Undecomposed fibers originating asbestos can be detected more easily by using acetic acid with pH5 because asbestos or forsterite derived from asbestos does not dissolve but calcium silicate, formed by added Ca content undergoing decomposition reaction, dissolves in acetic acid [4-7]. Fig. 2 is an example of the residue from acetic acid treatment, where the sample with K₂CO₃ additive and heating temperature 800°C was used. Many brown particles, fibers originating from forsterite, and decomposed products was observed. The acetic acid treatment residue was concentrated by 20~50 times according to the mass ratio. Here, samples with less forsterite fiber, or well-decomposed samples, had less amount of residue, or high concentration of residual fibers. The reason is considered to be decomposition of forsterite into calcium silicate and MgO, and dissolution of the calcium silicate. This is backed up by the observation that there was almost no change in the residual rate for the range 800~1000°C where

forsterite fibers do not decompose.

Table 1 Sample preparation conditions and results of fiber decomposition test

Heating time : 15 seconds		Sample for heat decomposition		Residue of acetic acid treatment	
No.	Additive	Heat. temp. [°C]	Reduction of mass [mass%]	A	Residual rate [mass%]
1	K_2SO_4	800	9.2	1.3	3.8
2		900	27.8	1.3	4.9
3		1000	43.0	1.6	3.9
4		1100	39.8	0.9	1.8
5	Na_2SO_4	800	9.2	3.1	2.7
6		900	29.7	2.4	36.0
7		1000	39.7	1.1	3.6
8		1100	40.7	0.4	1.8
9	Na_2CO_3	800	12.5	1.1	2.3
10		900	35.5	1.0	2.8
11		1000	38.5	0.6	2.0
12		1100	40.2	0.6	1.8
13	K_2CO_3	800	10.2	1.4	2.5
14		900	29.1	1.1	2.2
15		1000	37.4	1.0	2.3
16		1100	38.8	0.3	2.1
17	free	800	18.1	18.0	4.4
18		900	24.8	16.9	3.9
19		1000	32.8	14.3	4.0
20		1100	39.2	10.9	4.3

A: Number of fibers/1000 particles

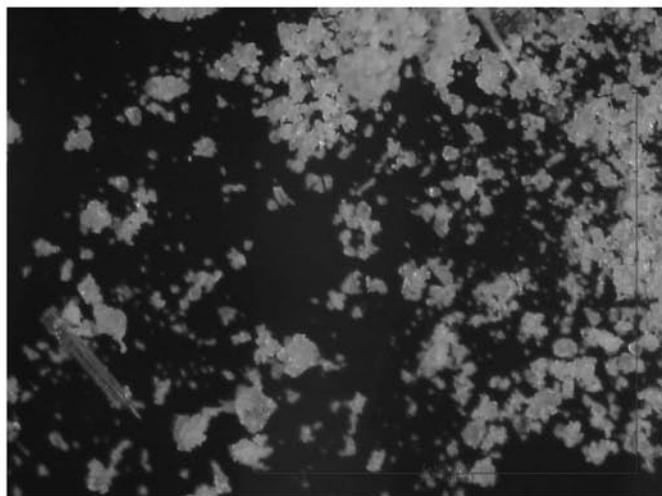


Fig. 1 Image of heat-decomposed sample ($\times 400$)

Sample 5 : Na_2SO_4 added, heating temperature 900°C.

The residue from the acetic acid treatment was observed using SEM, magnified 100, 1000, or 3000 times to check for fibers originating from asbestos. As shown in Table 1, there were almost no fibers for samples where Na_2CO_3 or K_2CO_3 was added, and a small amount of thick, large fibers were observed in samples where K_2SO_4 or Na_2SO_4 was added. Even small fibers were visible in samples without any additive; therefore the effect of the additive was obvious. Fig. 3 is a SEM image magnified 3000 times, where residue from acetic acid treatment of a sample annealed at 1000°C. This sample had about 1 fiber for every 1000 particles, near the threshold of the JIS standard. The detected fiber is magnified, not the entire sample. No thin fibers were visible other than the very thick fiber; therefore evaluation can be made to some extent by observation with a digital microscope as in Table 1.



Fig. 2 Image of acetic acid treatment residue ($\times 400$)
Sample 9 : K_2CO_3 added, heating temperature 800°C

Fig. 4 shows the results of EDS analysis of residue from acetic acid treatment of a sample with Na_2CO_3 additive annealed at 1000°C. Fig. 4 allows comparison of O, Na, Mg, Al, Si, S, Ca, and Fe content in samples magnified 3000 times. Asbestos origin can be confirmed if Mg and Si content were equal. Areas where Si and Mg content match also contain Al and Ca. Furthermore, as Fe and Ca contents match well but is different from Si, Mg, we speculate that this arises from impurities in asbestos or a compound that formed during heat decomposition. We speculated that the brown areas in the residue from the acetic acid treatment arose from Fe impurities substituting Fe in the previous section; this speculation was confirmed with element analysis.

Comparison of samples with different additives, heating temperature 1000°C

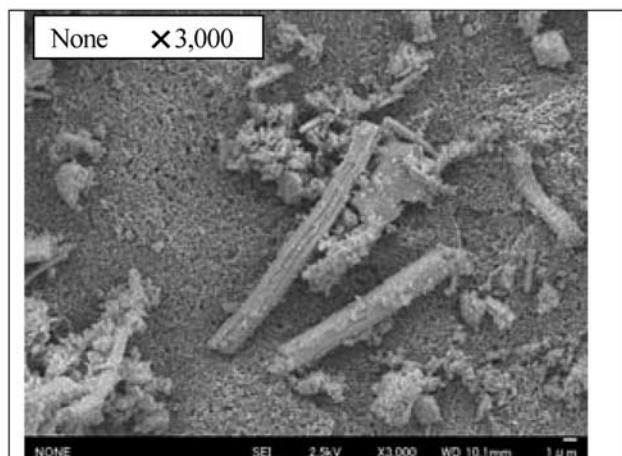
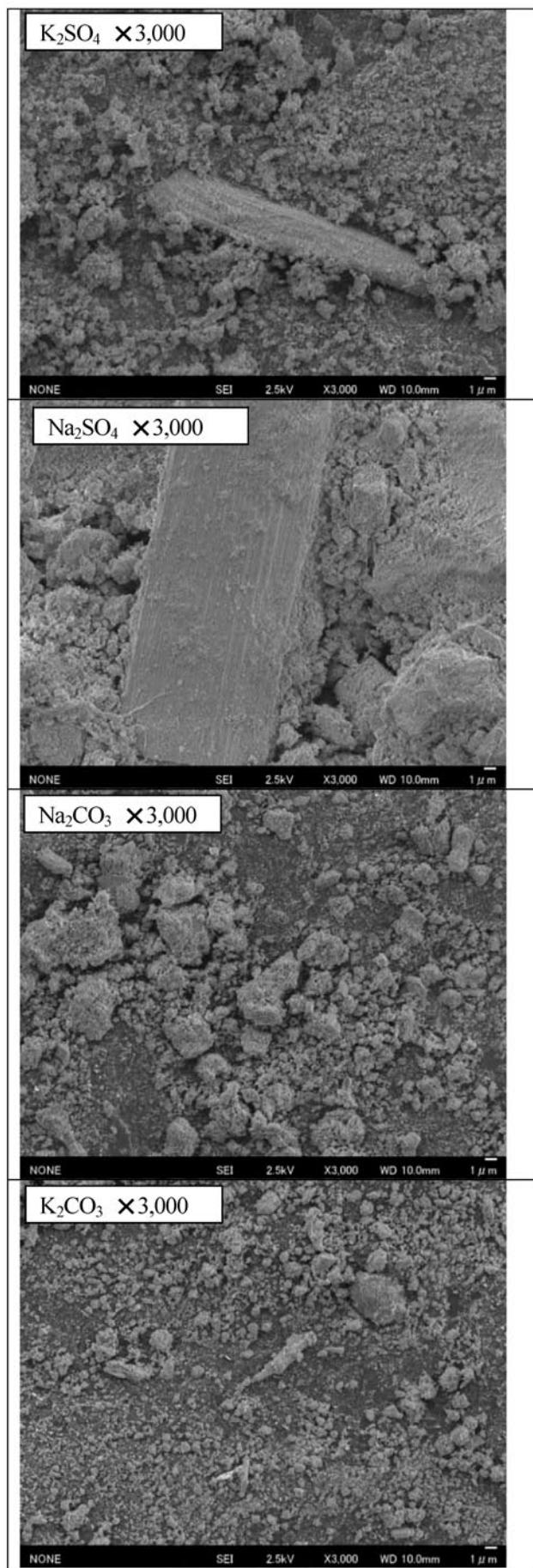


Fig. 3 SEM image of acetic acid treatment residue of rapidly decomposed material

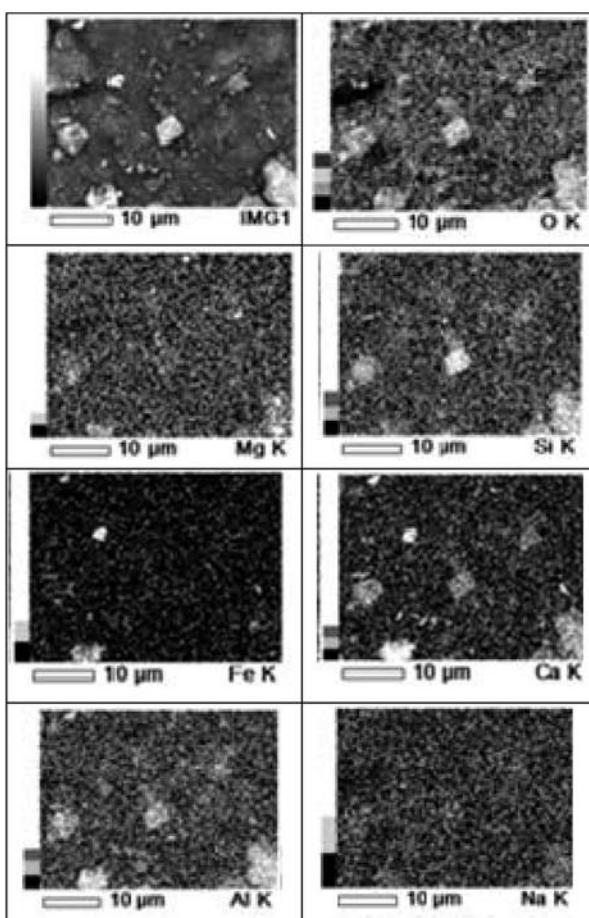


Fig. 4 Results of EDS analysis of residue from acetic acid treatment of a sample with Na₂CO₃ additive annealed at 1000°C.

4. Conclusions

We find that a mixture of calcium carbonate and forsterite can be decomposed by heating for 15 seconds at a low temperature of

900°C if 5mass% of Na₂CO₃ was added. The additive used in this work is as effective as CaCl₂ in decomposition of asbestos, and does not have Cl content in the decomposed product unlike when CaCl₂ is added [7]. As a result, plausibility of using the decomposed product of waste asbestos, amounting to 40 million tons, as a raw ingredient for cement has improved.

However, the experiment in this work used reagent asbestos; therefore future work will involve decomposition of actual waste containing thick and sturdy asbestos.

References

- (1) A. Kojima, M. Fujishige, R. Sato, J. Materials Science Society Japan, 42, 41 (2005).
- (2) A. Kojima, M. Fujishige, S. Hosoya, H. Obuchi, R. Sato, J. Materials Science Society Japan. 43, 43 (2006).
- (3) M. Fujishige, H. Obuchi, R. Sato, and A. Kojima, J. Ceram. Soc. Japan, 114, 355 (2006).
- (4) M. Fujishige, R. Sato, A. Kuribara, I. Karasawa and A. Kojima. J. Ceram. Soc. Japan, 114, 844 (2006).
- (5) M. Fujishige, R. Sato, A. Kuribara, I. Karasawa and A. Kojima, J. Ceram. Soc. Japan, 114, 1133 (2006).
- (6) M. Fujishige, A. Kuribara, I. Karasawa, and A.Kojima, J. Ceram. Soc. Japan, 115, 434 (2007).
- (7) M. Fujishige, M. Asakawa, I. Karasawa, and A.Kojima, J. Materials Science Society Japan, 40, p.308-312(2011).

子ども向けイベントにおける インタラクティブミュージックシステムの稼働と活用

牛田 啓太* 森田 哲夫 **

(2013年11月28日受理)

1. はじめに

音・光・映像による空間の演出が盛んに行われている。本研究では、公共空間における音の演出に着目する。

音も景観の一部であり、これを音風景、サウンドスケープ (soundscape) という¹⁾。筆者らは、この観点から、メディア技術を活用し、音によって公共空間を動的に演出するシステムを開発してきた。これを、市街地の活性化、イベント空間の雰囲気づくりといった「人の集まるまちづくり」に活用することを狙っている。

本稿では、このねらいに基づいて開発してきたインタラクティブミュージックシステム M[you]sic について、群馬県前橋市の子ども向けイベントでの稼働(社会実験)を中心に報告する。

2. 関連研究・事例および M[you]sic の概要

音風景に関する研究例としては、その調査報告が多く見られる。また、調査に基づいて京都タワーの音風景を設計した事例²⁾が報告されている。欄干を叩くとメロディを奏でる橋、自動車が走行すると音楽が聞こえる道路といった都市施設もある。

M[you]sic は、設置した空間（おもに公共空間）の情報、特に来訪者・歩行者の状況をセンサ類から入力し、それに応じた音・音楽を動的・対話的（インタラクティブ）に生成・再生するシステムである。「あなた（you）がいると音楽（music）になる」という意味から、M[you]sic と名付けた。

M[you]sic は、図-1のように、(1) システムが空間内の歩行者（人通り）の状況を把握し、(2) これに基づいて

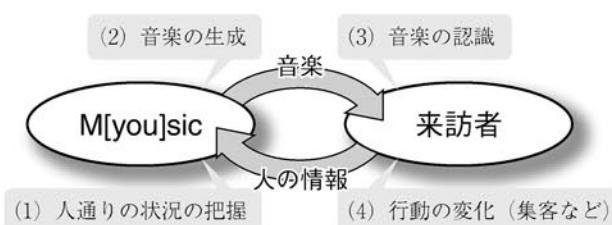


図-1 M[you]sic に期待する効果

音・音楽を生成する。これによって音風景に働きかける。(3) 来訪者が音楽を認識して、(4) 気分や行動に変化が生じる。滞在時間の変化や、雰囲気の向上により、より人の集まる空間となることが期待される。これが再び M[you]sic の入力となり、……、のような、来訪者とシステムのゆるやかなやりとりが続くことを期待している。

2.1. M[you]sic の位置づけ

M[you]sic は、利用者との双方向的なやりとりで動作する（インタラクティブメディア）、公共空間のメディア（パブリックメディア）と位置づけられる。

このようなメディアの先駆例として、みなとみらい線みなとみらい駅に設置されている、映像演出を中心とした大規模システム「みらいチューブ」³⁾がある。また、ストックホルム市地下鉄のオーデンプラン（Odenplan）駅やJR岐阜駅ビルでは、階段にピアノ鍵盤の装飾を施し、踏み板を踏むと音が鳴る「ピアノの階段」⁴⁾が設置された。

M[you]sic は、インタラクティブなパブリックメディアとして、次のような特徴を持つものとして位置づけられる。

- 広告ではなく、まちづくりへの活用を意図している
- 演出を「音・音楽」に絞り、安価・小規模で設置移動が容易

*電子情報工学科 **東北工業大学工学部都市マネジメント学科

- 使いやすさに配慮し、専門家でなくても運用できる
- 来訪者の能動的な行動を期待せず、来訪者の自然な行動を入力する

このような特徴を活かして、自治体、商業・工業・市民団体の活動において機動的に活用されることを狙っている。

2.2. M[you]sic の機能としくみ

M[you]sic は、一般的な Windows PC を中心に構成されている。これに、空間の状況を把握するためのセンサ、出力のための音響機器（施設等に既設のものでもよい）を接続する。センサは、現在、赤外線焦電センサ（人感センサ）、カラーカメラに対応している。赤外線焦電センサではセンサを通過した人数、カラーカメラでは映像内の人物の位置を取得できる。

M[you]sic は、次のようなフローで稼働させる（詳細は、文献 5) で述べている）。

1. 設置の準備：実地検分、設置者との打ち合わせなどを通じて設置場所、演出方針を決める。
2. コンテンツの作成：必要な音声ファイルを用意し、演出を設定する。典型的な演出パターンには、テンプレートを用意してある。
3. 稼働：M[you]sic システムを設置し、稼働させる。
4. 評価・分析および改善：M[you]sic の稼働状況はシステムに記録される。これを集計・分析して、効果の評価および改善を行う。

M[you]sic システムの稼働記録については、基本的な集計・可視化ソフトウェアがシステムにパッケージングされている。前記の M[you]sic システムそのものの評価・改善に用いるほか、まちづくりの基礎データとしても活用できる。

2.3. M[you]sic の開発と社会実験

M[you]sic は、社会実験を重ねながら開発を行ってきた。群馬工業高等専門学校外での社会実験は、本稿執筆時点で 7 回を数えている（文献 6)-8) など）。並行して、システムの開発については、無線センサネットワークの導入⁹⁾、ユーザビリティおよび音楽生成機能の強化^{5), 8)}、カメラ入力への対応⁸⁾、などを行っている。

本稿では、以降、「前橋市城東地区のびゆくこどものつどい」において、2011 年から実施している実演稼働・社

表-1 2011 年稼働「鳥のさえずり」概要

日時	2011 年 5 月 29 日(日) 09:30-12:00
場所	前橋市総合福祉会館 2F・第 1 集会室 (47.52 m ²)
システム構成	デスクトップ PC、カラーカメラ、屋内用 PA システム
コンテンツ	来訪者がカメラの撮影範囲に入ったとき、それぞれの来訪者に対し、映像内の領域によって異なる鳥のさえずり（4 種）が聞こえる；視覚的目印はない
案内・教示	M[you]sic システムのポスター、スタッフによる案内・説明

会実験について報告する。

3. 「のびゆくこどものつどい」での実演稼働

「前橋市城東地区のびゆくこどものつどい」（以降、「のびゆくこどものつどい」）は、群馬県前橋市城東地区の小学生を主な対象としたイベントである。地域の育成会が小学生を招き、工作教室、ゲーム等を通じて地域交流を図るものである。当該地区の（小学校を卒業した）中学生は、運営ボランティアとして参加する。5 月下旬の日曜日に、市内の総合福祉会館^{*1}で催されている。

筆者らは、「のびゆくこどものつどい」での M[you]sic の稼働を、

- イベントの盛り上げなどの機動的な運用
- 長期・常設稼働に向けた実績・データの収集

と位置づけている。3 回の稼働は、いずれも「ゲストである小学生に楽しんでもらう」ことを主眼に計画した。稼働では、筆者のグループほか、アシスタント・説明担当として育成会の催事担当者および中学生数名にご協力いただいた。

3.1. 2011 年稼働「鳥のさえずり」

2011 年の「のびゆくこどものつどい」における稼働は、「鳥のさえずり」をテーマに、表-1 のように実施した。本稼働では、文献 8) と同一のコンテンツを使用している（実装されて間もないカメラ入力機能の評価も兼ねている）。

会場には、出入り口が 1 か所あり、その対角天井近くに、室内を俯瞰するようにカメラを設置した。カメラの

*1 <http://www.city.maebashi.gunma.jp/kurashi/42/125/138/p003850.html> (2013.11.19 現在)

キビタキ	ホトトギス
アカハラ	アカショウビン

図-2 「鳥のさえずり」における画像内領域と鳴き声



図-3 「鳥のさえずり」の稼働のようす

映像内の領域と、鳴き声とは図-2 のように対応させている。来訪者がカメラに向かって近い位置ならばアカハラまたはアカショウビン、遠い（入り口に近い）位置ならばキビタキまたはホトトギスの鳴き声が聞こえる。

稼働のようすが図-3 である。室内はカメラ（画面左手奥）の撮影範囲を自由に歩けるようにしてある。必要に応じて、スタッフが案内・説明をしたり、システムについてポスターで説明したりしている。

来訪者（おもに小学生）は、室内を歩き回って（あるいは係員に歩き回るように案内されて）、鳴いている鳥の種類が変わること、同じ場所に複数人が固まるとたくさんの鳴き声が聞こえること、室内に複数人で散らばるとさまざまな鳴き声が混ざり合うことに気づき、楽しんでいるようすが見られた。仕掛けが気になる児童もいて、床を気にしたり、設置してあるカメラに興味を示したりしていた。

カメラ入力は良好に動作し、その活用の指針、活用に際しての留意点・課題を得ることができた。これらの知見をもとに、2011 年 8 月に、群馬工業高等専門学校敷地内で、カメラ入力を利用した M[you]sic の稼働実験を実施している¹⁰⁾（この稼働実験では、音が聞こえるスポットを視覚的な目印で示した）。

表-2 2012 年稼働「動物をさがそう」概要

日時	2012 年 5 月 27 日(日) 09:30-12:00
場所	前橋市総合福祉会館 2F・多目的ホール (707.39 m^2) の北半分
システム構成	デスクトップ PC、カラーカメラ、ホール音響設備
コンテンツ	カメラ映像内の来訪者を追跡し、特定の領域に進入したら動物の鳴き声などが聞こえる；領域と鳴き声等の組み合わせは来訪者ごとに割り当てられる；視覚的目印はない
案内・教示	M[you]sic システムのポスター、横断幕、スタッフによる案内・説明；アンケート調査を実施



図-4 「動物をさがそう」にて多目的ホール映写室に設置したカメラ

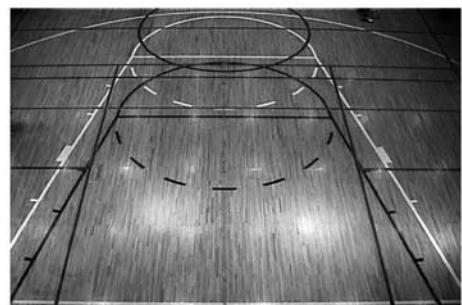


図-5 「動物をさがそう」のカメラの撮影範囲

3.2. 2012 年稼働「動物をさがそう」

2012 年の「のびゆくことものつどい」では、M[you]sic をより大きな規模で稼働させた。テーマは「動物をさがそう」で、概要は表-2 のとおりである。本稼働においては、後述するコンテンツのねらいが達成できているかを、稼働記録およびアンケートより評価した。

会場は床張りのホールで、音響設備を持つ。また、ホール後方（北側）上階に映写室を備える。機材はこの映写室に設置し（図-4）、カメラはここから床面を見下ろすように、ホールの北半分をとらえている（図-5）。音は、

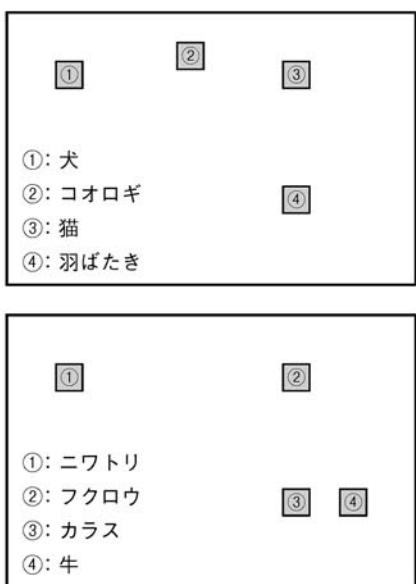


図-6 「動物をさがそう」の鳴き声の設定例

ホールの音響設備から出力している。多目的ホールには複数の出入り口があるが、当日おもに使用されていたのは図-5の画面向かって左手にあるものである。なお、当時のホールの前方（南半分）では長縄飛びの企画が行われていた。

コンテンツは「森の中に動物が隠れている」という設定とした。カメラの撮影エリア内に「動物が隠れている」スポットがあつて、そこに来訪者が進入すると鳴き声などが聞こえる、というものである。鳴き声が聞こえるスポットは、来訪者ごとに6パターンの中から選ばれる。うち2パターンを図-6に示している。来訪者にはどんな動物がどこに隠れているかを探す体験をしてもらう。それに加えて、同時に複数人が撮影エリア内にいる場合には、それぞれ動物と隠れている領域が異なることから、「同じように行動しても同じ鳴き声に出合わない」という変化も楽しめる。また、エリア外に一度出て入り直すと、一般に異なるパターンが割り当てられるから、一人でも鳴き声の変化を楽しめる。

来訪者には、3.1.と同様に係員が必要に応じて案内・説明した。また、ホール出入り口付近には、「森の中に動物がかくれているよ。さがしてみよう。」と書かれた横断幕を掲げてある。

稼働のようす（処理済みのカメラ映像）が図-7である。図-7中において、矩形で囲まれているのが、検出した動物体である（画面右下の板は、稼働記録の分析の参照用



図-7 「動物をさがそう」稼働のようす

に撮影した、1.0 m四方の板である）。

来訪者の反応は、総じて好意的であった。係員の説明に促されて、どこに動物が隠れているのかを探して走り回るようすが見られた。来訪者ごとに異なるパターンが割り当てられることについては、複雑であったと考えられる。たとえば、一緒に訪れた来訪者の一方は望んだ鳴き声が聞こえるが、もう一方はそうではないという場面があって、これについて「異なるパターンが割り当てられている可能性」に思い至っていないようであった。

来訪者に対して実施したアンケートについては、66票の有効な回答があった。総じて好意的な評価であり、気分について尋ねた設問では、「面白い・つまらない」「楽しい・さびしい」と総合評価に正の相関が認められ、「楽しんでもらう」ことを主眼に設計したコンテンツの意図に沿った影響を来訪者に与えられたと考えられる（分析の詳細、および、本稼働についての他の分析は文献11)で述べている）。

3.3. 2013年稼働「いろいろな足おと」

2013年の「のびゆくこどものつどい」でのM[you]sicの稼働は、「いろいろな足音」をテーマに、表-3のように実施した。3.1.の「鳥のさえずり」と似た状況での実施であるが、会場が3.1.のときより広く、出入り口が2か所にある。

2011年（3.1.）・2012年（3.2.）については、筆者らのグループ（開発者）がコンテンツを考案・設計していた。今回は、これまでの2回の稼働実績を踏まえて、事前の打ち合わせにおいて、主催者（実行委員；おもに育成会役員から構成される）と意見を出し合い、コンテンツを設計・制作した。筆者らがM[you]sicの機能などを説明し

表-3 2013年稼働「いろいろな足おと」概要

日時	2013年5月26日(日)09:30-12:00
場所	前橋市総合福祉会館2F・視聴覚室(63.36m ²)
システム構成	デスクトップPC、カラーカメラ、屋内用PAシステム
コンテンツ	カメラ映像内の来訪者を追跡し、特定の領域に進入したら足音が聞こえる：領域と足音の組み合わせは全来訪者で共通；視覚的目印はない
案内・教示	M[you]sicシステムのポスター、案内・コンテンツ説明ポスター、スタッフによる案内・説明



図-8 「いろいろな足おと」稼働のようす

たあと、2回の稼働での参加者（小学生）の反応を（小学生の子どもを持つ）親の視点から見てどうであったかなどを議論して、コンテンツの方針を協議した。その中で、「探す」行為が含まれると参加者の反応がよいこと、2012年の「動物をさがそう」は、参加者が仕掛けの全貌を見抜くには複雑であったことが指摘された。これらの議論を経て、「足音」をテーマにしたコンテンツとともに決定し、筆者らが次のように詳細を設計した。

- カメラの撮影エリアに2つの領域を設け、それぞれに進入すると異なる足音（落ち葉を踏む音、雪を踏みしめる音など）が聞こえる
- 足音が聞こえる領域と種類は、すべての来訪者で共通

コンテンツは文献5)で開発したテンプレートをもとに作成し、実装時間の短縮を図った。足音が聞こえる領域と種類は2つおり用意し、稼働期間の前半と後半で入れ替えている。

参加者への案内・説明は3.1.と同様である。室内入り口には、案内および説明ポスターを掲出した。

「いろいろな足おと」の稼働のようすが図-8である。小

学生に、同伴の保護者も混じって、足跡が聞こえるスポットを探して歩き回るようすが見られた。係員の中学生が、「どこでどんな足音が聞こえるか」というクイズ立てで、コミュニケーションを交えて体験してもらえるような案内の工夫をしていた。何回も体験にきたり、違う足音は出ないのかとせがんだりした小学生もいた。本稼働に対して、実行委員会の予想を上回る数の参加者が訪れた。

本稼働は、コンテンツの設計に主催者が大きく関わったことに大きな意義があると考える。M[you]sicは、専門家でなくても設置・運用できることを目指してシステムを開発してきた。その中には設置意図をコンテンツに反映させる方法も含まれる。これまでの稼働においては、設置者との演出についての協議では、演出によって狙う効果の希望にとどまることが多かった。本稼働において具体的なプランまで議論できたことは、過去2回の実績によるところが大きいと考えられる。同様に考えれば、初めての設置・稼働においても、過去の事例は演出設計の参考になろう。じゅうぶんな稼働実績をもって、M[you]sicの演出事例集を整えていくことが課題となる。

3.4. 2011-2013年の稼働の総括

イベント向けの短期間・機動的な稼働は、M[you]sicの活用の形態のひとつである。「のびゆく子どものつどい」での3回の稼働を通じて、システムの性能および効果を評価するとともに、ノウハウの蓄積を図った。

「小学生に楽しんでもらう」ねらいについては、稼働における参加者の反応、3.2.のアンケートに対する好意的な評価、3.3.での予想を上回る参加者などから、達成できたと考える。

また、稼働条件は異なるものの、同一イベントでの3回の繰り返し稼働である。前回（・前々回）の結果を活用して演出の改善を図れたことは、前記のねらいの達成において少なくない意義があったと考える。

4.まとめと今後の課題

本稿では、まちづくり利用を企図した公共空間向けインタラクティブミュージックシステム M[you]sicについて、子ども向けイベント「のびゆく子どものつどい」での3回の稼働について報告した。本稿で報告した3回を

含めて実施してきた M[you]sic を活用したイベントの演出を通じて、M[you]sic の開発意図の検証、効果の評価、課題の発見およびそれに対する開発を行ってきた。

イベント活用については、設置者・主催者を中心に活用意図や演出プランを計画・実現できる環境の整備が課題である。技術的な開発のほかに、事例・記録・マニュアルを利用しやすく整えていくことも肝要である。

また、これまでの実績をもって、自治体等の協力を得て、公共施設、商店街などでの長期・常設的な稼働を計画したい。まちづくりツールのひとつとして活用していくだけるように、開発・稼働・実験・広報に努めていく。

謝辞

本研究の遂行にあたり、M[you]sic システムの稼働の機会を与えてくださった、前橋市城東地区のびゆくことものつどい実行委員会のみなさま、前橋市都市計画部 塚田伸也氏に感謝いたします。また、本校卒業研究において M[you]sic の研究に携わってくださった、大野誠氏、井上祐花氏、久保雄登氏、岡田滉志氏、北爪孝明氏、大澤脩司氏に感謝するとともに、今後のご活躍を期待します。

参考文献

- 1) R. M. Schafer: The Tuning of the World, Random House Inc., 1977
- 2) 小松正史：京都タワー展望室の音環境報告 —リニューアル前後における音環境の量的变化—, 日本騒音制御工学会研究発表会論文集, 2-2-06, pp. 109-112, 2008
- 3) 篠原章夫、富田準二、木原民雄、中鳩信弥、小川克彦：公共空間における巨大インタラクティブメディアシステム 一みらい

いチューブー, ヒューマンインターフェース学会論文誌, Vol. 9, No. 3, pp. 305-312, 2007

- 4) The Fun Theory : <http://www.thefuntheory.com/> (2013.11.19 現在)
- 5) 久保雄登、大野誠、牛田啓太、岡田滉志、森田哲夫：歩行者行動の収集・分析機能を備えたインタラクティブミュージックシステムの開発とその活用、土木学会第 45 回土木計画学研究発表会, 51, 2012
- 6) 牛田啓太、青池祐香、森田哲夫、丸山はるな：まちづくりのための公共空間向けインタラクティブミュージックシステム M[you]sic の提案と開発、映像情報メディア学会誌, Vol. 63, No. 7, pp. 1002-1005, 2009
- 7) 森田哲夫、牛田啓太、塙田伸也：インタラクティブミュージックシステムの開発と公共空間の歩行者行動へ与える影響に関する分析、交通工学, Vol. 45, No. 1, pp. 47-57, 2010
- 8) 大野誠、牛田啓太、井上祐花、森田哲夫：公共空間向けインタラクティブミュージックシステム M[you]sic の活用拡大のための映像入力の検討、2011 年映像情報メディア学会年次大会, 8-7, 2011
- 9) 牛田啓太、小澤政博、森田哲夫、川原圭博、川西直、森川博之：センサネットワーク技術を利用したインタラクティブミュージックシステム M[you]sic 社会実験システムの開発、2008 年電子情報通信学会総合大会, A-16-23, p. 309, 2008
- 10) 岡田滉志、森田哲夫、久保雄登、牛田啓太：インタラクティブ・ミュージックシステムの開発と音風景生成による歩行者行動変化、土木学会第 39 回関東支部技術研究発表会, IV-11, 2012
- 11) 大澤脩司、森田哲夫、北爪孝明、牛田啓太：インタラクティブ・ミュージックシステムによる歩行者行動分析とシステム活用方法に関する研究、土木学会第 40 回関東支部技術研究発表会, IV-46, 2013

Utilizing Interactive Music System M[you]sic for Community Events for Children

Keita USHIDA and Tetsuo MORITA

In this paper the authors report on demonstrational operations of *M[you]sic*, an interactive music system for public spaces, for community events for children held in Maebashi every year. These are case studies of utilizing *M[you]sic* for promoting events. The system was configured to entertain the participants: *Twittering birds* in 2011, *Find animals!* in 2012 and *Various footsteps* in 2013. The participants enjoyed *M[you]sic* as an amusement attraction. Positive application and effects were yielded and problems for further development have been found through the operations.

文献レビューに基づく 路上犯罪の都市環境的ハザード抽出

木梨 真知子*

(2013年11月28日受理)

1. はじめに

近年、都市環境の改善やコントロールによって犯罪の未然防止を目指す「防犯まちづくり」の普及が図られている。防犯まちづくりはJacobsの都市論¹⁾を起源とし、主に米国でその理論が発展してきたものであるが、我が国独自の防犯まちづくりを実践していくうえで、犯罪発生に影響を与える日本の物理的・地理的要因を解明した研究が果たしてきた役割は大きく、犯罪に対するリスクの高い場所を発見する際に利用してきた。しかしながら、犯罪発生に影響を与える都市的要因はそれ単体で犯罪を引き起こすのではなく、単なる犯罪のハザードに過ぎない。そのため、今後の防犯研究の展開としては、犯罪加害者および被害者の存在を考慮した犯罪リスクの評価・分析方法を検討していくことが求められるであろう。さらに、犯罪ハザードとして位置づけられている要因の中でも、実証的な根拠を伴わないものも多く散見される。

そこで本研究は、犯罪リスクの評価・分析に役立つ都市的指標を洗い出すために、文献レビューを通して現在までに明らかとなっている我が国の犯罪ハザードを抽出することを目的とする。なお、レビューの対象は日本国内の犯罪ハザードを調査・分析対象とした国内の文献に限定する。この理由として、犯罪発生が法的制度や国民性の違いなどに強く影響を受けるため、諸外国で効果的であるとされた理論や手法が我が国において同様の効果があるとは限らないためである。また、諸外国と「犯罪」に対する枠組みが異なるために、単純に比較することが難しい側面があることも理由の一つである。

2. 研究方法

2.1. 文献レビューの対象範囲

我が国における犯罪ハザードの抽出を目的として、1980年から2011年までに発行された国内の学術雑誌を対象に、都市環境と犯罪の関係性について取り扱った論

文を抽出した。具体的には、表-1に示す12の学術雑誌で掲載された論文およびその参考文献から成る204文献とし、ここから犯罪ハザードを抽出した。ただし、犯罪に対する「不安感」と都市環境との関連性を扱った研究は対象外とし、実際に犯罪が発生した場所の環境を分析した実証的研究に絞ってその知見を整理した。

レビューの対象となった文献の多くは、分析範囲を、①都道府県レベル、②市区町村レベル、③町丁目レベル、④街区および犯罪現場レベル、のいずれかあるいは複数としている。本研究ではこの4つの分析範囲を「空間階層」と呼ぶこととし、空間階層毎に従来の実証的研究の研究動向をレビューすることで犯罪ハザードを抽出する。

表-1 抽出対象とした文献一覧

対象文献	文献数
1. 都市計画論文集	22
2. 都市計画報告集	13
3. 学会誌：都市計画	4
4. 土木計画学研究・論文集	2
5. 土木計画学研究・講演集	9
6. 日本建築学会計画系論文集	17
7. 日本建築学会環境系論文集	8
8. 日本建築学会大会学術講演梗概集	64
9. GIS：理論と応用	7
10. 日本不動産学会誌	7
11. 犯罪社会学研究	25
12. 社会心理学研究	3
13. その他（上記文献の参考文献から）	23
合計	204

2.2. 対象とする罪種

都市計画的観点から犯罪を考える場合、個人の属性に強く影響される犯罪とそうでない犯罪があり²⁾、対象とする犯罪の種分けをしてある程度の限定化が必要である。環境改善またはコントロールにより犯罪を防止するために扱いに適している犯罪は、犯行遂行の意思決定が犯罪者の個人的な素質よりも環境や状況に影響する可能性の

*環境都市工学科

高い罪種を選定すべきである。「機会犯罪」と呼ばれる状況や犯行現場の特性を活用する犯罪は、都市計画的観点より扱う犯罪に適しているといえる。機会犯罪には、窃盗、強制わいせつ、強姦、恐喝、住居侵入、暴行、強盗、放火、殺人、公然猥褻、脅迫等がある。

犯罪ハザードの特定を目的とした場合、機会犯罪の中でも精神異常者による犯罪は除外して考えるべきであり、同時に、怨恨等に代表される特定の人間関係によって引き起こされる犯罪ではなく、不特定多数を対象にした犯罪を扱うべきである。ここで、平成19年版犯罪白書³⁾の精神障害者等の一般刑法犯罪名別検挙割合（図-1）をみると、放火犯罪で精神障害者の割合が相対的に高いことが明らかである。したがって、放火犯罪は取り扱う罪種から除外する必要がある。次に、2006年の被害者と被疑者（加害者）の関係についてデータを主要罪名別にみると、殺人は親族や面識のある者に対して行われる比率が最も高い。傷害、恐喝、放火、強姦についても面識のある者に対して行われる比率が高いのに対し、強制わいせつ、詐欺、強盗、窃盗は面識のない者に対して行われる比率が総じて高い（図-2）。

以上のことから、窃盗、強制わいせつ、強盗の3種の

犯罪は機会犯罪の中でも精神異常者割合が少なく、被害者と加害者の繋がりが低いため、犯罪発生の直接的環境を管理、企画、操作し、潜在的犯罪者の犯罪機会を減じることができる犯罪と捉えられる。

さらに、本研究でレビューの対象とするのは街路上で発生した犯罪に限定した。その理由として、第一に、調査研究報告書（1993）⁴⁾により、侵入盗犯は条件次第で同じ街区でも危険にも安全にもなるのに対し、路上利用犯は「やりやすい街」と「やりにくい街」とが明確に分かれるということが明らかとなっているため、路上犯罪発生防止を目的とした安全性の高いまちづくりの条件を抽出しやすいからである。第二に、路上犯罪防止を目的とした「防犯モデル道路」の取り組みに対する事後調査結果⁵⁾をみると、道路上の犯罪が激減し、またその周辺エリアでの犯罪をも抑制した事例があることである。以上をまとめると、本研究で対象とする罪種は、街路上で発生する窃盗（自転車盗・自動車盗・オートバイ盗、車上ねらい・部品ねらい・自動販売機ねらい、ひったくり）、強制わいせつ、路上強盗となる。

3. 空間階層別にみた従来の研究動向

3.1. 都道府県レベルの分析

分析単位を都道府県レベルとして犯罪ハザードを明らかにした従来の研究例としては、伊藤⁶⁾が著書「都市と犯罪」の中で、全刑法犯発生率を対象に20項目の都市指標との関係を検討している。各種指標と犯罪発生との相関係数を求めた結果、第三次産業人口、世帯数、核家族数、小売商店数、人口密度、人口集中地区面積、男子人口、卸売商店数などの都市指標と犯罪発生率との間で正の相関性が見られること、小売業の活動が活性化し、都市への人口集中が進んでいる商業立地型都市ほど犯罪発生の危険性が高いこと、という知見を得ている。さらに小俣⁷⁾も犯罪認知件数の時系列データを用いて環境要因との相関関係の経年的変化について重回帰分析による検討を行い、①犯罪総数、窃盗、強盗と人口密度との間に正の相関性が見られたこと、②窃盗と住居の広さは経年的変化を追って相関性がなくなっていること、という知見を得ている。一方、大竹・小原⁸⁾は、時系列および都道府県別パネルデータを用いて犯罪率と都市的指標との関連性を検討し、労働市場の状況や所得状況、人口当たり警官数と密接な関係があるという知見を得ている。こうした一連の研究からは、特に人口密度と犯罪発生に密接な関係性があることが認められるが、都市防犯研究センター⁹⁾による詳細な分析結果からは、確かに人口と犯罪情勢とは比例関係にあることが確かめられたが、人口当たりの犯罪「リスク」と人口との関係については、犯罪の手口によって大きく異なることが明らかとなつて

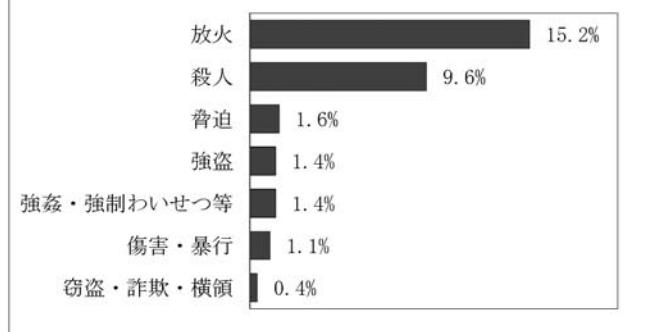


図-1 精神障害者の一般刑法犯罪名別検挙人員割合（文献3をもとに筆者が作成）

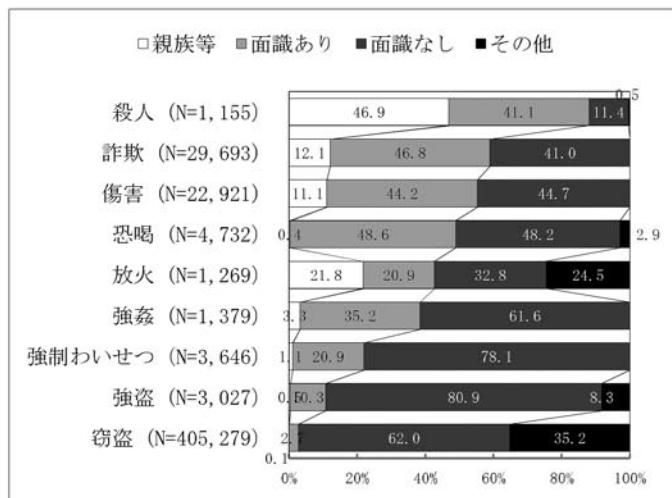


図-2 主要罪名別検挙件数の被害者と被疑者の関係別構成比（文献3をもとに筆者が作成）

いる。

3.2. 市区町村レベルの分析

分析単位を市区町村レベルとして犯罪ハザードを明らかにした従来の研究例としては、前節で紹介した伊藤が同書の中で、全国 552 市を巨大都市から小都市までの 5 分類した上で都市指標との関連性について分析している。その結果、「政治・経済・行政・文化などの各種機能が集中し、特に小売業を中心とした商業活動が活性化した、都市空間の広がりの大きい都市となるほど、犯罪多発都市も多くなる」との知見を得ている。そして、中都市であっても、大都市圏の中核都市に隣接または近接する郊外都市では犯罪が多発する傾向にあることを示している。罪種別には、窃盗犯や知能犯は巨大都市および大都市で発生する傾向にあるが、粗暴犯は巨大都市のみならず中・小都市混合にも多発すること、凶悪・粗暴犯、風俗犯に至っては小都市にも多発することを明らかにしている。

分析対象を特定の都道府県や罪種に絞ったものとしては、東京都内の市区町村を対象として、都市空間特性と都市社会特性の両面から犯罪への影響を分析した事例¹⁰⁾、滋賀県内の市町村を対象として、粗暴犯および窃盗犯の犯罪発生率（人口 1 万人あたりの犯罪認知件数）の経年変化と、社会経済指標との関連性について分析した事例¹¹⁾、大阪市内 24 区を対象として、ひったくり犯罪と土地利用の関連性について分析した事例¹²⁾がある。これら一連の研究からは、粗暴犯では市よりも町村のほうが発生率は低く、全体として犯罪発生率が減少しているのに対し、窃盗犯では市よりも町村のほうが発生率は高く発生率も増加傾向にあること、犯罪発生率は昼夜間人口比率、人口密度との間に正の相関性があること、居住時間が 5 年未満の人口を考慮した「非定住率」が高いほど犯罪発生率が高くなることが示されている。しかしながら、特に昼間人口規模に関しては犯罪率に及ぼす程度は極めて小さく、むしろその他の都市的要因の影響を探索すべきだという主張もある¹³⁾。そのほか、外国人数や小売店吸引人口が犯罪率に及ぼす影響が高いこと、商業系地区および住居・商業混在系地区は夜間の犯罪発生が多いのに対し、住居系地区および工業・運輸系地区は昼間の犯罪発生が多いこと、工業・運輸系地区の犯罪発生が他の地区に比べて最も犯罪発生が少ないと、等が明らかとなっている。

以上のことから、都市化や都市活動の活発さが犯罪発生に影響を与えていた可能性である。このメカニズムは、都市化の活動に伴う都市の「エネルギー」が犯罪の「エネルギー」を増加させ、さらにその犯罪エネルギーが他の都市の犯罪を増加させることに起因するという主張もある¹⁴⁾。

3.3. 町丁目レベルの分析

分析単位を町丁目レベルとして犯罪ハザードを明らかにした従来の研究例としては、まず、島田ら¹⁵⁾が東京都の 2 区を対象として 15 の罪種毎に犯罪分布パターンを算出している。この研究では、分析対象をどの空間階層レベルにするかによって結果は異なってくるものの、特に粗暴犯、ひったくり、乗物盜で犯罪の集中度が高く、犯罪は各地域で均等に発生しているのではないことを明らかにした。さらに、木梨・金¹⁶⁾は、ひったくり等のように犯罪ターゲットが移動する罪種は鉄道駅および国道へのアクセシビリティが高い町丁目で発生しやすいのに対し、自動販売機ねらいのように犯罪ターゲットが移動しない「ターゲット固定罪種」はアクセシビリティの低い場所で発生しやすいことを明らかにした。

具体的な都市環境と犯罪との関連性を検討した事例としては、北後ら¹⁷⁾が伊丹市の町丁内における窃盗 7 種を対象に、地区属性との関連性について分析を行った。この結果から、車両窃盗に関しては、駐車（輪）場、道路といった犯罪対象物を集積する要素とその立地を意味する商業用地・中高層住宅との関連性が強く、ひったくりについては、駅および一般低層住宅との相関性が強いこと、さらに人口・住宅密集度および街区の細密度が高い町丁や、道路網はさほど入り組んでいないが、道路用地が確保されている町丁について犯罪多発傾向があることを明らかにした。さらに、木梨・金¹⁸⁾は街頭犯罪 9 種と都市施設へのアクセシビリティの関係性を分析し、鉄道駅から 500m 圏内の犯罪リスクが高く、警察署から 500m 圏内および国道から 1,000m 以上離れた地点での犯罪リスクが低いことを明らかにした。

また、産業別事業所数および昼間人口と犯罪発生との関連性を分析した事例もある。玉川ら¹⁹⁾は、新潟市東区を対象として、屋内侵入盗、屋外盗、対人行為、総犯罪数、の 4 種類の犯罪と 1 万人あたりの犯罪発生数との関係性を分析し、①事業所数・運輸業・昼間人口の多い地区で犯罪が頻発していること、②夜間の飲食店数が多い地区で対人行為が多いこと、の 2 点を明らかにした。

3.4. 街区および犯罪現場レベルの分析

分析単位を街区および犯罪現場レベルとして犯罪ハザードを明らかにした従来の研究としては、犯罪分布と鉄道駅等の利便施設との関係性を示した玉川・島崎²⁰⁾、街路の明るさと人通りが犯罪発生に影響していることを示した野田ら²¹⁾、高松ら²²⁾、スペースシンタックス理論を用いた分析により、アクセシビリティの高い場所で街頭犯罪が発生しやすい傾向にあることを示した永家ら²³⁾、居住街区のコミュニティネットワークが住民間の協力行動を推進し、車上荒らしや空き巣の抑止に寄与することを明らかにした高木ら²⁴⁾の事例がある。罪種や時間帯

別による犯罪発生傾向の違いを分析した事例としては、GIS を用いて罪種別に犯罪発生地点をマッピングし、暴行・傷害と公共交通機関との強い関連性や自動販売機ねらいが都心の盛り場周辺から拡散している傾向を示した原田²⁵⁾、ひったくり、車上狙いに関して同一住所で繰り返し発生していることを示した菊池ら²⁶⁾や、小学校児童の移動に着目し、児童の単独歩行の集中する時間・空間で犯罪被害も集中する傾向にあることを明らかにした雨宮ら²⁷⁾の事例がある。

対象罪種をひったくりに限定すると、道路利用率との関連の高さ明らかにした高松ら²⁸⁾、主要道路近辺で発生数が多くなることを明らかにした佐藤・岡部²⁹⁾、金融機関の多さ、住居系の用途地域、街灯やオープンスペースの影響を指摘した木梨・金³⁰⁾³¹⁾、周辺に空き地が存在し、建物の出入り口や窓がない路上で犯罪が発生しやすいことを明らかにした松永ら³²⁾、一方通行の道路でひったくり誘発危険度が高くなる一方、行き止まりで危険度が低くなることを示した末重ら³³⁾、道路上の見通し距離が 0 ~50m、100~250m の場所や駅およびコンビニエンスストアから近い場所で発生密度が高いことを示した石川・鈴木³⁴⁾、幅員が狭い道路上では逃走経路の多さが犯行時に重視されていることを示唆した石川ら³⁵⁾など多数の事例がみられる。このほか、北後ら³⁶⁾は、①駅、商業・業

務用地、幹線道路など匿名性の高い空間、②専用住宅地全般にみられる少ない人通り、③農地、中高層住宅、商業・業務用地にみられる空間的な死角、の 3 要素が犯罪を誘発することを明らかにしたほか、グリッド状の街区では犯罪が頻発し、逆に袋小路が多い不規則な街区では犯罪が発生していないことを示した。また、瀧澤ら³⁷⁾は、ひったくり犯罪発生と環境要因との関係性を 50m 区分の道路単位で分析した結果、①区画辺り 100m² 未満の敷地による密集低層住宅地、②一般低層住宅地、密集低層住宅地、商業業務用地、の 3 種類の用途地域別に照度特性が異なること、の 2 点の知見を得た。対象罪種を「落書き」に限定すると、空き店舗や賑やかで人通りの多い街路やで多発することを示した小林³⁸⁾の事例がある。

犯罪者へのヒアリング調査により犯罪ハザードを指摘した事例もある。雨宮ら³⁹⁾は、警察力および住民の監視力の効果を指摘するとともに、犯罪者は犯行場所を偶然に選定している可能性が高いことから防犯環境設計による犯罪抑止の有効性を主張している。

3.5. その他の空間レベルの分析

その他の空間レベルの分析として、分析単位を警察管轄レベルとして犯罪ハザードを明らかにした従来の研究例としては、高松・室崎⁴⁰⁾や横田ら⁴¹⁾が、兵庫県下にお

表-2 従来の実証的研究から得られた犯罪発生と関連のある都市指標

カテゴリー	空間階層レベル			
	都道府県レベル	市区町村レベル	町丁目レベル	街区・犯罪現場レベル
a) 人口・世帯	・人口密度 ・世帯数 ・男子人口 ・核家族世帯数 ・第三次産業人口	・人口密度 ・世帯数 ・外国人人口 ・小売吸引人口	・人口密度	
b) 人口流動	・転入率	・非定住率 ・人口増加率 ・昼夜間人口比	・昼間人口	・交通量（歩行者数） ・道路利用率
c) 土地用途	・DID 面積 ・商業立地型都市		・一般低層住宅地 ・住宅密集度 ・街区の細密度 ・運輸業	・商業・業務用地 ・用途地域 ・オープンスペース
d) 都市施設	・小売商店数 ・卸売商店数 ・都市公園面積 ・人口当たり警察官数		・鉄道駅距離 ・国道距離 ・駐車場・駐輪場数 ・警察署距離 ・産業別事業所数 ・夜間の飲食店数	・鉄道駅距離 ・幹線道路距離 ・コンビニエンスストア距離 ・警察署
e) 住居特性	・住居広さ（畳/人）			・街路から窓・出入り口が見えない構造
f) 道路特性				・照度 ・街灯数 ・一方通行 ・袋小路 ・見通し距離 ・交差（三叉路・十字路） ・道路幅員 ・空間的死角 ・住民間の協力行動
g) コミュニティ特性				

いて市内の交番管轄区を対象として、市街地属性データ 17 項目との関連性について分析した。分析に用いた罪種はひったくり犯罪であり、これらのデータを主成分分析にかけて総合的指標の抽出を行い、犯罪認知件数と照らし合わせた結果、①人口・住宅の密集度が大きい地区、②近隣商業地域周辺を住居専用地域が取り囲む機能分離型の地区、においてひったくり犯罪が多発する傾向にあることを示した。さらに、岡崎ら⁴²⁾は、郡山市の各派出所管轄別に、建物用途状況、人口、世帯数、世帯人員、街区の形状、オープンスペース率、道路線密度、用途地域指定面積、利便性について調査している。これらの地域特性と犯罪認知件数との関連性を調査した結果、①商業系・住居系建物の多い地区で犯罪発生が多いこと、②商業系の多い地区で非侵入窃盗の発生が多いこと、③住居系の多い地区で侵入系窃盗の発生が多いこと、の 3 点を明らかにしている。

3.6. 従来の研究から得られた犯罪ハザードのまとめ

4 つの空間階層別に、従来の実証的研究から得られた犯罪発生と関連性のある指標をまとめたものが表-2 である。指標の整理にあたって、同様の意味を持つものは表現を統一し、防犯環境設計の理論と関連付けて以下 7 つのカテゴリーに分類した。

- a) 人口・世帯：人口密度や世帯数に関する指標である。都市化の程度を表すほか、犯罪ターゲットになりうる者の数や監視性を向上させうる者の数を表す。
- b) 人口流動：人の移動・移転に関する指標である。匿名的な空間へのなりやすさや接近しやすさを表す。
- c) 土地用途：土地の利用や用途地域に関する指標である。建築物の違いや混在状況、利便性を表す。
- d) 都市施設：駅・店舗・公共施設等、都市の骨格を形成する施設に関する指標である。犯罪ターゲットを吸引する力になりうる、不特定多数の人が集いやすい空間であることを表す。
- e) 住居特性：人の住まいの形式に関する指標である。移住性の程度による領域性を図る度合い、監視性の度合いを表す。
- f) 道路特性：道路の規模、交通施設等に関する指標である。接近または逃走のしやすさ、道路上の監視性について表す。
- g) コミュニティ特性：コミュニティ成熟度や住民間の結束力を表す指標である。領域性の高さについて表す。

4. おわりに

本研究は、国内の学術雑誌を対象に都市環境と犯罪の関係性について取り扱った論文のレビューを通して、我

が国で明らかとなつた犯罪ハザードを抽出した。前章までに論じた内容を鑑みると、都道府県レベルおよび市区町村レベルにおける研究は本研究で設定した罪種の全てを網羅している。これは各種統計データが充実していることが理由であろう。しかし、研究の対象は「窃盗犯」や「風俗犯」といった包括罪種を取り扱つたものが多く、個別の罪種に関する知見が少ないことが分かる。一方、街区および犯罪現場レベルでは主にひったくり犯罪が取り扱われており、罪種別の知見がほとんど得られていない。これはひったくり犯罪が主に街路で発生する傾向があることから、個人の住所を特定されかねない他の罪種に比べて犯罪データの入手が比較的容易であることに起因していると考えられる。

今後の研究の展開は、本研究で抽出した犯罪ハザードを用いて犯罪加害者および被害者の存在を考慮した犯罪リスクの評価・分析方法を検討していくことである。なお、本研究は JSPS 科研費 24760416 の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) Jacobs, Jane: *The death and life of great American cities*, Vintage Books, 1961.
- 2) 湯川利和：都市空間と犯罪、都市計画 207, pp.31-34, 1997.
- 3) 法務省法務総合研究所：平成 19 年版 犯罪白書—再犯罪の実態と対策—, 2007.
- 4) (財)社会安全研究財団：犯罪者の行動分析 総合防犯体系策定のための基礎的研究—路上利用犯—, 1993.
- 5) 清永賢二、小出治：都市コミュニティの形成と犯罪防止(三) 専門的犯罪者による防犯モデル道路の環境評価、警察学論集、第 40 卷第 5 号, pp.90-104, 1986.
- 6) 伊藤滋：都市と犯罪、東洋経済新報社, 251p, 1982.
- 7) 小俣謙二：犯罪発生要因に関する環境心理学的研究—研究の概観と都道府県単位での人口密集と犯罪の関連の検討—、名古屋文理短期大学紀要、第 23 号, pp.41-51, 1998.
- 8) 大竹文雄・小原美紀：失業率と犯罪発生率の関係—時系列および都道府県別パネル分析、犯罪社会学研究、No.35, pp.54-71.
- 9) (財)都市防犯研究センター：21 世紀都市防犯調査研究(II), JUSRI リポート No.38, 2007.
- 10) 小澤聰、坪井善道、廣田篤彦：都市空間特性と犯罪行為に関する調査・分析—東京都を例として—、日本建築学会大会学術講演梗概集、No.7152, pp.303-304, 2001.
- 11) 津島昌寛：滋賀県の犯罪：市町村の変容と実態に関する予備的考察」国際社会文化研究所紀要、第 9 号, pp.329-344, 2007.
- 12) 石川愛、鈴木広隆：道路ネットワークにおける見通し距離

- とひったくり発生との関係に関する研究－大阪市住宅系地区を対象として－，日本建築学会環境系論文集，第73巻，第623号，pp.101-106，2008.
- 13)（財）都市防犯研究センター：都市における犯罪情勢と生活安全施策に関する調査報告書，JUSRI リポート No.40，2008.
- 14) 王雲：都市システムにおける都市犯罪の研究－都市犯罪の相互影響を中心として－，犯罪社会学研究，No.16，pp.76-94，1991.
- 15) 島田貴仁，鈴木護，原田豊：Moran's I統計量による犯罪分布パターンの分析，GIS:理論と応用 No.10(1)，pp.49-57，2002.
- 16) 木梨真知子，金利昭：犯罪ターゲットの性質を考慮した犯罪発生の傾向分析，土木計画学研究・講演集 Vol.42，CD-ROM(190)，2008.
- 17) 北後明彦，横山健志，村上真樹子：街区特性からみた犯罪発生構造に関する研究，神戸大学年安全研究センター，研究報告，第9号，pp.213-220，2005.
- 18) 木梨真知子，金利昭：自主防犯活動の犯罪抑止効果に関する研究，都市計画論文集 No.43-3，pp.769-774，2008.
- 19) 玉川英則，斎藤悦幸，畠中聰：新潟東署管内における都市空間構成と犯罪の関連性に関する研究，日本建築学会北陸支部研究報告集，第34号，pp.313-316，1991.
- 20) 玉川英則，島崎時敬：新潟市 DID 内における犯罪分布と地区的利便性との関連に関する研究，都市計画論文集 No.28，pp.187-192，1993.
- 21) 野田大介，室崎益輝，高松孝親：防犯環境設計に関する研究－都市における歩行者経路属性と犯罪の関係について－，第31回日本都市計画学会学術研究論文集，pp.781-786，1999.
- 22) 高松孝親，野田大介，室崎益輝：防犯環境設計に関する研究－都市における歩行者経路属性と犯罪の関係について－その1 犯罪と不安感，日本建築学会大会学術講演梗概集，No.7222，pp.443-444，1999.
- 23) 永家忠司，外尾一則，猪八重拓郎：スペースシンタックス理論に基づく都市空間のアクセシビリティと機会犯罪の発生および警察へのリスク認知の関係について，都市計画論文集 No.43-3，pp.43-48，2008.
- 24) 高木大資，辻竜平，池田謙一：地域コミュニティによる犯罪抑制－地域内の社会関連資本および協力行動に焦点を当てて－，社会心理学研究 No.26(1)，pp.36-45，2010.
- 25) 原田豊：日本の大都市における犯罪発生の地理的分析，犯罪社会学研究 No.26，pp.71-92，2001.
- 26) 菊池城治，雨宮護，島田貴仁，齊藤知範，原田豊：近接反復被害の罪種間比較－時空間 K 関数の応用－，GIS:理論と応用，No.18(2)，pp.129-138，2010.
- 27) 雨宮護，齊藤知範，島田貴仁，原田豊：小学校児童の空間行動と犯罪被害に関する実証的研究－兵庫県神戸市の5つ
- の小学校を事例に－都市計画論文集 No.43-3，pp.37-42，2008.
- 28) 高松孝親，室崎益輝，横田英邦：現代都市における街路犯罪発生構造と市街地属性との関係に関する研究－ひったくり犯罪を対象にして－その2 ひったくり犯罪状況のミクロ分析，日本建築学会大会学術講演梗概集，No.7091，pp.181-182，2000.
- 29) 佐藤俊明，岡部篤行：線および面を生成元とするネットワークボロノイ図を用いた解析ツールの開発，GIS:理論と応用 No.14(2)，pp.125-134，2006.
- 30) 木梨真知子，金利昭：犯罪発生と都市構造の関連性に関する検討，土木計画学研究・講演集 Vol.36，CD-ROM(200)，2007.
- 31) 木梨真知子・金利昭：防犯計画のための環境的要因分析に基づく犯罪発生空間の考察－茨城県日立市のひったくり犯罪をケーススタディとして－，土木計画学研究・論文集 Vol.25(2)，pp.329-338，2008.
- 32) 松永千晶，宮崎彩，角知憲：通学路上の犯罪発生に関する要因分析，土木計画学研究・講演集，Vol.38，CD-ROM(172)，2008.
- 33) 末重学，松永千晶，角知憲：防犯環境設計からみた道路ネットワーク設計と交通規制の効果に関する研究，土木計画学研究・講演集 Vol.38，CD-ROM(170)，2008.
- 34) 文献 12)
- 35) 石川愛，鍋島美奈子，鈴木広隆：詳細事件情報を考慮したひったくり発生と道路空間特性との関係に関する研究－大阪市住宅系地区を対象として－，日本建築学会環境系論文集 No.74(635)，pp.55-61，2009.
- 36) 文献 12)
- 37) 瀧澤重志，佐伯研，加藤直樹：京都市伏見区におけるひったくりを中心とした犯罪空間分析，日本建築学会大会学術講演梗概集，No.11018，pp.441-442，2007.
- 38) 小林茂雄：都市の街路に描かれる落書きの分布と特徴－渋谷駅周辺の建物シャッターに対する落書き被害から－，日本建築学会計画系論文集，No.560，pp.59-64，2002.
- 39) 雨宮護・島田貴仁，菊池城治，齊藤知範，原田豊：犯罪者の視点から見た防犯環境設計の有効性の検討－全国の被容者を対象とした質問紙調査報告－，都市計画報告集 No.8，pp.76-79，2009.
- 40) 高松孝親，室崎益輝：現代都市における街路犯罪発生構造と市街地属性との関係に関する研究－ひったくり犯罪を対象にして－，日本建築学会近畿支部研究報告集，No.7043，pp.573-576，2000.
- 41) 横田英邦，室崎益輝，高松孝親：現代都市における街路犯罪発生構造と市街地属性との関係に関する研究－ひったくり犯罪を対象にして－その1 ひったくり犯罪状況のマクロ分析，日本建築学会大会学術講演梗概集，No.7090，pp.179-

180, 2000.

42) 岡崎敏也, 高橋岳志, 土方吉雄, 三浦金作 : 既成市街地の
地域特性と犯罪発生の関連についての研究－郡山市をケー

ススタディとして－, 日本建築学会東北支部研究報告会,
pp.309-312, 2001.

Crime Hazards Extraction of the Urban Space based on the Literature Review

Machiko KINASHI

Social interest in “Planning for Crime Prevention”, for the purpose of improving urban crime prevention, is increasing. The previous studies that elucidated the urban environmental factors that affected the crime played a major part in Planning for Crime Prevention, and, furthermore, these findings from the previous studies have been used when we discovered a potentially dangerous area. However, in fact, the urban environmental factors affecting the crime do not cause a crime, and these factors are only hazard of the crimes. Therefore a purpose of this study is to extract crime hazards through literature review to investigate urban environmental indexes that are capable of helping a risk evaluation or analysis. Specifically, the following were conducted. 1) From among domestic journals published from 1980 through 2011, the articles on the relationship between urban environment and crime were sorted; 2) The crime hazards regarding street crimes were extracted from these articles.

フタロシアニン-酸化亜鉛ナノ粒子複合膜の光伝導性

藤野 正家*・石崎 文*

(2013年11月28日受理)

1. はじめに

近年、安価なn形半導体の酸化亜鉛(ZnO)と有機半導体を組み合わせた有機-無機ハイブリッドタイプの光電変換デバイスが注目を集めている。正孔輸送性能に優れたポリ-3-ヘキシルチオフェン(P3HT)を有機半導体層に用いたハイブリッド太陽電池に関する数多くの研究例¹が報告されている。P形有機半導体であるフタロシアニンもまたP3HTの換わりに用いることができる²。フタロシアニンを用いる場合には、一般に真空蒸着法によりZnOとの複合膜が作製されるが、不溶性のフタロシアニン微粒子をそのまま塗布法により成膜・ハイブリッド化することができれば、コスト面において大きなメリットとなる。

しかし、フタロシアニンとZnOからなるハイブリッドデバイスの光電変換効率は、真空蒸着法で得られた複合膜においても未だP3HTを用いる場合に比べて低い。これは光照射によって生じるフタロシアニン励起子の拡散長が短く、キャリアへ解離する結晶界面への到達確率が低いためと考えられている。

一方、ナノサイズのZnO粒子は表面積が大きく、フタロシアニン微粒子と相互作用する上で有利である。フタロシアニンを微粒子の状態で用いる場合、その粒形を小さくすることによりZnOナノ粒子との相互作用が増え、同時に、キャリア生成効率が向上すると期待できる。

今回我々は、配位金属をもたないフタロシアニン(H₂PC)とZnOのナノ粒子からなる複合膜を塗布法により作製し、大きな光電流を観測することに成功した。本稿では、光電流と膜のモルフォロジーとの関係について報告する。

2. 実験

2.1 ベースト調整とセル作製

所定量の粉末状H₂PCとZnOナノ粒子(<φ100nm), バインダーとなるポリビニルブチラール(PVB)をジメチルア

セトアミド(DMA)溶媒と混合し、ロッキングミルで分散した。このとき、アセチルアセトンを添加しておくと、長期間ZnOが析出しない安定なペーストを調整することができた。得られたペーストをITOガラス上にスピンドルコートし、乾燥後、真空蒸着により対極となる銀電極を形成した。

2.2 光電流の測定

ソーラーシミュレータを用いて電流-電圧特性を測定した。図-1に示すように、銀電極を接地し、ITO面に光照射(100mW/cm², AM1.5)した。

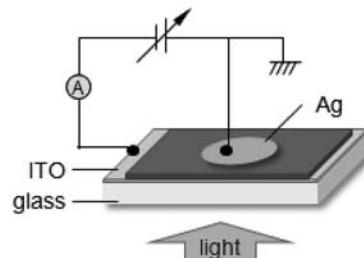


図-1 セル構造と測定回路

3. 結果と考察

3.1 電流-電圧特性

H₂PCとZnO, PVBがほぼ1/3ずつ含まれた複合膜の電流-電圧特性を図-2に示す。電流はソーラーシミュレータからの出力のため、正負が逆転して表示されている。このセルは、ITO電極に負電圧を印加した場合にのみ電流が流れる整流特性を示す。光照射下では、ITO電極に-2Vを印加したとき、25mA/cm²に達する大きな光電流が得られた。

短波長をカットする色硝子フィルターを用いて測定した光電流の照射波長依存性を表-1に示す。カット波長はそれぞれ330nm, 420nm, 500nmである。420nm以下の短波長をカットした場合、光電流は全光照射の場合に比べて約1/40に低下している。500nm以下をカットした場合にはさらなる低下が見られる。

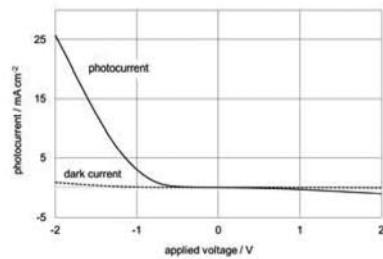


図-2 H₂PC-ZnO 複合膜の電流-電圧特性
(膜組成 : H₂PC 36%、ZnO 28%、PVB 36%)

表-1 光電流の照射波長依存性 (電圧 : -1.5V)

(膜組成 : H₂PC 33.3%、ZnO 33.3%、PVB 33.3%)

cut off wavelength / nm	- (*1)	<330	<420	<500	Dark (*2)
J / mA cm ⁻²	1.84	1.71	0.05	0.03	0.01

(*1) without filter, (*2) dark current

H₂PC-ZnO 複合膜の UV-VIS 吸収スペクトルを図-3 に示す。H₂PC の B バンドおよび ZnO の基礎吸収 ($E_g = 3.2\text{eV}$) が 350nm 近傍に観測される。500~800nm の吸収は H₂PC の Q バンドである。500nm 以上の光で H₂PC の Q バンドのみを励起した場合にわずかな光电流しか観測されないことは、H₂PC は光キャリア生成にほとんど寄与せず、光キャリアはもっぱら ZnO 中で生成されていることを示唆する。すなわち、当初期待したような H₂PC-ZnO 界面における H₂PC 励起子の解離が十分でないことがわかる。

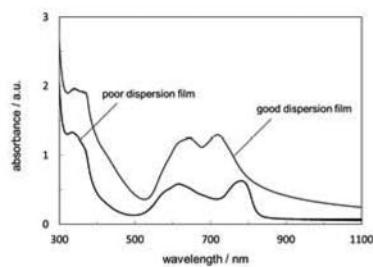


図-3 H₂PC-ZnO 複合膜の UV-VIS 吸収スペクトル
(膜組成 : H₂PC 33.3%、ZnO 33.3%、PVB 33.3%)

光电流の顕著な整流特性は、光照射された ITO と複合膜との界面に Schottky 障壁が形成されていることを示唆する。ZnO の仕事関数は 4.5 eV であり、ITO (4.7 eV) に比べて 0.2eV 小さい。ZnO は n 形半導体であることから、光照射によりキャリアを生成した場合にはフェルミレベルが真空準位の方へ移動し、この差は一層拡大する。このため、-1V 前後を閾値とする整流特性が得られていると理解できる。

3. 2 膜のモルフォロジー

H₂PC-ZnO 複合膜の電流-電圧特性はそのモルフォロジーにより変化した。ナノ粒子の分散性に優れた高分散膜に

おいては、分散性に劣る低分散膜に比べて 5 倍の光电流が得られた (図-4)。

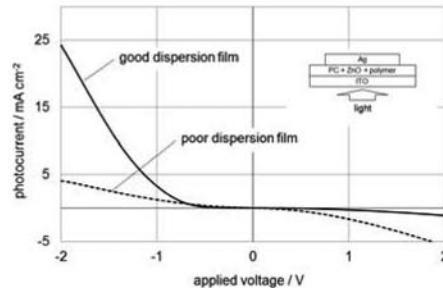


図-4 粒子の分散状態が異なる H₂PC-ZnO 複合膜の電流-電圧特性
高分散膜の組成 : H₂PC 36%、ZnO 28%、PVB 36%
低分散膜の組成 : H₂PC 33.3%、ZnO 33.3%、PVB 33.3%

図-5 に、反射モードで観察した H₂PC-ZnO 複合膜の光学顕微鏡写真を示す。高分散膜の表面は均一な青色を呈しているが、低分散膜においては ZnO と思われる白い斑点が表面全体に渡って認められる。

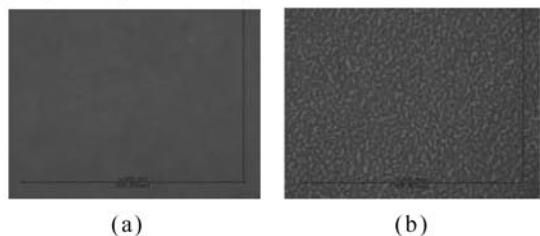


図-5 H₂PC-ZnO 複合膜の光学顕微鏡写真 ($\times 400$ 倍)

(a) 高分散膜、(b) 低分散膜。各分散膜の組成は図-4 と同じ。

図-6 に、図-5 の各分散膜に対応する SEM 写真を示す。高分散膜においては、表面全体に渡って均一なモルフォロジーが観察される。一方、低分散膜の表面には、ナノ粒子の凝集体が見られる。この凝集体は光学顕微鏡で観察された白い斑点に対応することから、低分散膜においては、ZnO ナノ粒子が凝集していることがわかる。

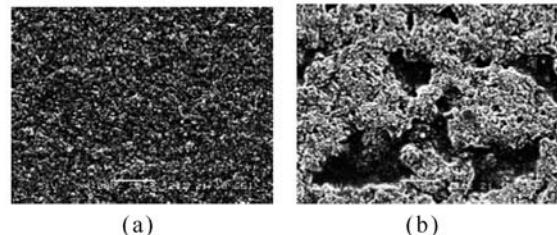


図-6 H₂PC-ZnO 複合膜の SEM 写真 ($\times 4,000$ 倍)
(各写真は図-5 の各分散膜に対応)

3. 3 光電流の照射光強度依存性

図-7 に、粒子の分散状態が異なる 2 種類の膜について、-1.5V における光电流値を照射光強度に対して log-log プロットした結果を示す。高分散膜の光电流は照射光強度の増加にともない勾配約 0.5 で増加している。一方、低分散膜に

においては、光電流が増加する勾配は約 1 である。

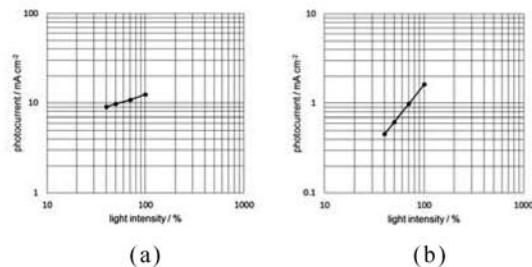
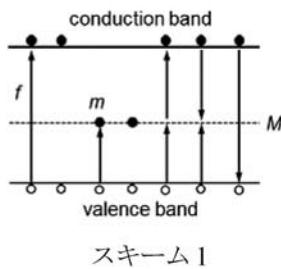


図-7 照射光強度に対する光電流値の $\log-\log$ プロット
(印加電圧 : $-1.5V$)。 (a) 高分散膜, (b) 低分散膜。
各分散膜の組成は図-4 と同じ。

最初は伝導帯に電子は存在せず、光照射により毎秒 f 個の価電子が伝導帯に励起されると仮定した場合（スキーム 1），伝導帯の電子密度を n とすれば、伝導帯の電子の増加 dn/dt は式-1 で表される。 M は禁制帯中に形成された束縛準位すなわち再結合中心の密度、 m は価電子帯から熱的に励起された束縛準位の占有密度、 B は電子と価電子帯中の正孔および電子と空の束縛準位との再結合係数、 C は束縛準位に捕獲された電子が伝導帯へ熱的に遷移する確率を表す。



スキーム 1

$$\frac{dn}{dt} = f - Bn(n+m) - Bn(M-m) + Cm \quad (\text{式-1})$$

C が無視できる程度に小さいと仮定すると、束縛準位の密度が電子密度に比べて低い ($M < n$) 場合、 n は f すなわち照射光強度の 0.5 乗に比例する（式-2）。これは高分散膜の実験結果と一致する。これとは逆 ($M > n$) の場合には、 n と f の間に 1 次の比例関係が導かれ（式-3），低分散膜の照射光強度依存性とよく対応する。

$$n = \sqrt{\frac{f}{B}} \quad (\text{式-2}), \quad n = \frac{f}{BM} \quad (\text{式-3})$$

ZnO が凝集した低分散膜においては、再結合中心となる多くの欠陥が存在し、これが原因となって光電流が低下しているものと思われる。

4. まとめ

H_2PC と ZnO のナノ粒子を PVB に分散した複合膜を作製し、ZnO の均一分散性に優れた膜において大きな光電流を観測した。これは、再結合中心となる束縛準位の密度が低いためであることがわかった。また、当初は H_2PC のナノ粒子化による光電流の増加を見込んだが、むしろ ZnO ナノ粒子がこの複合膜の光電流を支配していることが明らかとなつた。

参考文献

- 1) S. AbdulAlmohsin and J.B. Cui, *J. Phys. Chem. C* **116**, 9433-9438 (2012); S. Oh, T. Nagata, J. Volk, Y. Wakayama, *J. Appl. Phys.* **113**, 083708-1-6 (2013) etc.
- 2) Y. Yoshida, M. Nakamura, S. Tanaka, I. Hiromitsu, Y. Fujita, K. Yoshino, *Synthetic Metals* **156**, 1213-1217 (2006); J. Liu, S. Wang, Z. Bian, M. Shan, C. Huang, *Appl. Phys. Lett.* **94**, 173107-1-3 (2009).

Photoconductive Properties of Phthalocyanine-ZnO Films Prepared from Their Nanoparticle Pastes

Masaie FUJINO and Aya ISHIZAKI

We have studied photoconductive properties for a phthalocyanine (H_2PC)-ZnO system in order to advance the photovoltaic properties of this economical system composed of their nanoparticles. The H_2PC -ZnO paste containing a binding polymer has been prepared to fabricate the photoconductive films on ITO substrates. It has been shown that dispersion of ZnO nanoparticles has dominated I-V characteristics of the films. Large photocurrent and rectification have been observed for the film in which ZnO nanoparticles have fully been dispersed.

群馬高専レビュー要項

(平成20年7月15日改訂)

1. 名称について

本誌の名称を、群馬高専レビュー (THE GUNMA-KOHSEN REVIEW) と定める（通称「レビュー」と言う）。

「レビュー」の発行は、年1回年度末までに行う。

2. 編集発行事務について

「レビュー」の編集発行は、教育研究委員会がこれを行う。

教育研究委員会には、常任編集委員若干名をおき、教育研究委員会委員長がこれを総括する。

事務は、総務課総務・広報・評価係においてこれを処理する。

3. 内容と目的について

「レビュー」は、高専教育の向上と本校教職員の研究成果を公表することを主目的とし、オリジナリティーのある未発表の論文を原則とする。

4. 投稿資格について

投稿者は、原則として本校の専任教職員に限る。ただし、共同発表に関しては本校の専任教職員が代表者である場合に限り、外部の研究・教育及びそれに相当する機関に所属する者についてのみ許される。

また、論文の投稿者名は、事前に提出する申込書に記された投稿者と同一であることとする。

5. 体裁について

(1) 印刷上の体裁

A4判、本文10ptフォント、ヨコ2段組とする。なお、特別のタテ書き原稿はタテ2段組とし巻末からおこす。

(2) 掲載順について

論文は、理工系・人文系に大別し、その掲載は受理日の順とする。ただし関連論文はなるべくまとめる。

(3) 体裁の統一について

執筆要領の詳細は別に定めるが、論文提出について、体裁の統一上必要な修正を編集委員から依頼することがある。

6. その他

(1) 原稿の執筆・投稿・受理に関しては、別に定める「群馬高専レビュー執筆・投稿要領」による。

(2) 別刷の作成は、原則として、自己の研究費負担とする。

群馬高専レビュー執筆・投稿要領

(平成22年6月10日改訂)

群馬 太郎* 高専 花子**

(2008年11月28日受理)

1. 原稿形式について

A4判の白上質紙を用い、和文ヨコ書き・和文タテ書き・欧文原稿のすべてにおいて、タイトルページは2つの部分で構成されます。

タイトル部分：1段組（題目、著者、受理年月日）

本文部分：2段組

1. 1 タイトル部分のレイアウトとフォント

全てのページのマージンはこのサンプルのように上辺25mm、下辺30 mm、左右ともに14 mmに設定して下さい。

そして、以下次の順にタイトル部分の構成要素を書いて下さい。

タイトル：ゴシック体20pt フォント、センタリング
(約10 mmのスペース)

著者名：明朝体14 pt フォント、センタリング
(約5 mmのスペース)

受理年月日：明朝体12pt フォント、センタリング

著者と所属（フッタ）とは*印で対応づけて下さい。

1. 2 本文部分のレイアウトとフォント

本文と受理年月日の間に約10 mmのスペースを設けて下さい。

本文は2段組で、左右のマージンは14mmずつ、段と段との間のスペースは約6 mmとします。

和文ヨコ書き：25文字×48行程度

和文タテ書き：35文字×33行程度

欧文原稿：25文字×48行程度

本文には明朝体10 pt フォントを用いて下さい。

1. 3 フッタ

著者に対応する所属を記入して下さい。なお、群馬高専に所属している場合には、学科名のみ記入して下さい。

1. 4 原稿枚数について

原稿枚数は、12ページ以内として下さい。

2. 見出し（見出しが1行以上に長くなるときはこの例のようにインデントし折り返す）

2. 1 見出しのレベル

見出しのレベルは章、節の2段階までとします。章の見出しへはゴシック体とし、2.などの数字に続けて書きます。また、見出しの上下に1行程度のスペースを設けて下さい。ただしページや段が切り替わる部分は章の見出しひが最上部に来るよう調整して下さい。

2. 2 節の見出し

節の見出しへもゴシック体で、2. 1などの数字に続けて書きます。見出しの上だけに1行程度のスペースを空けて下さい。

表-1 表のキャプションは表の上に置く。このように長いときはインデントして折り返す。

資料番号	高さ h (m)	幅 w (m)
1	1.45	0.25
2	1.75	0.40
3	1.90	0.65

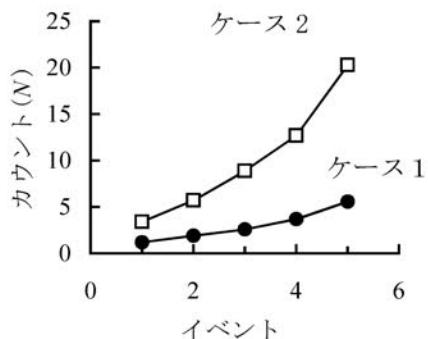


図-2 図のキャプションは図の下に置く

3. 図表および注

3. 1 図表の位置

図表はそれらを最初に引用する文章と同じページに置くことを原則とします。図表の横幅は、「2段ぶち抜き」あるいはこのサンプルの表-1 や図-2 のように「1段の幅いっぱい」のいずれかとします。

3. 2 図表中の文字およびキャプション

図表のキャプションは、図の場合は下方に図-1、図-2のごとく、表の場合は、表の上方に表-1、表-2のごとく付記して下さい。欧文原稿の場合は、Fig. 1やTable 1として下さい。長いキャプションは表-1 のようにインデントして折り返します。

3. 3 注

注は脚注・章末注の2本だけとして下さい。引用文献の注記やその他くわしい注記は章末注にまとめ、脚注は最小限にとどめることとします。脚注番号は、*印で＊、＊＊のごとく、章末記号は、片バーレーンで1），2）のごとく記して下さい。

4. 最終ページおよび英文要旨

原稿が和文の場合、または英語以外の外国語で書かれた場合には、英文による論文題目、著者名及び400語程度の論文要旨が必要となります。

最終ページに、英文のタイトル、著者名および要旨を横1段組で書きます。タイトルは、Times New RomanのBold(太字)で20pt、著者名は、Times New Romanで14pt、要旨は、Times New Romanで10ptとします。

なお、和文タテ書きの場合は、英語要旨は別ページにして下さい。

5. 原稿の提出・受理について

投稿希望者は、7月末までに「群馬高専レビュー投稿申込書」を総務・広報・評価係担当者に提出して下さい。

原稿は、締切日までに総務・広報・評価係担当者に提出して下さい。提出日を以て論文受理日付とします。その際、本論文にコピー1部を添付すると共に、電子ファイルを担当者に送付して下さい。

申込書や原稿が期日に遅れた場合、投稿要領に著しく反している場合は受理されないことがあります。また、原稿締切日以降の原稿内容の変更は認めません。

6. 著作権

「群馬高専レビュー」に掲載された論文の著作権*のうち、複製権および公衆送信権は、群馬工業高等専門学校に帰属するものとします。

なお、営利を目的とせず、著作者自身が論文の複製および公衆送信を行う場合、群馬工業高等専門学校は、著作者からの申し出がなくてもこれを許諾します。その際、著作者は、出典（誌名・巻号・ページ・掲載年）を明記することとします。

*著作権法第21条から第28条に規定する権利

参考文献

- 1) 群馬太郎、高専花子：高等教育の展望、教育研究センター、第40巻、pp. 40-46, 2006.
- 2) 日本研究協会：高等教育・研究機関における最先端研究戦略、工学部門編、pp.110-120, 2007.
- 3) Gunma, T. and Kousen, H. : A Study on the Evolution of Education and Research in the National College of Technology, Journal of Education Research Center, pp.110-120, 2007.

Print Sample for Japanese Manuscript for the GUNMA-KOUSEN REVIEW

Taro GUNMA and Hanako KOUSEN

The present paper has been made as a print sample of the Japanese manuscripts for the GUNMA-KOUSEN REVIEW. Its text describes instructions to prepare the manuscripts: the layout; the font styles and sizes; and others. If you replace the text or the figures of the present file by your own ones, using CUT & PASTE procedures, you can easily make your own manuscripts.

This English ABSTRACT has narrower width than the main text by 10 mm from the left and the right margins of the main text, respectively. Font used here is Times-Roman 10pt. The length should be within 7 lines. It is preceded by the title and the authors; both are centered and the font size is 12pt.

Print Sample for Japanese Manuscript for the GUNMA-KOUSEN REVIEW

Taro GUNMA and Hanako KOUSEN

The present paper has been made as a print sample of the Japanese manuscripts for the GUNMA-KOUSEN REVIEW. Its text describes instructions to prepare the manuscripts: the layout; the font styles and sizes; and others. If you replace the text or the figures of the present file by your own ones, using CUT & PASTE procedures, you can easily make your own manuscripts.

This English ABSTRACT has narrower width than the main text by 10 mm from the left and the right margins of the main text, respectively. Font used here is Times-Roman 10pt. The length should be within 7 lines. It is preceded by the title and the authors; both are centered and the font size is 12p.

広報・評価係担当者に提出して下さい。

原稿は、締切日までに総務・広報・評価係担当者に提出して下さい。提出日を以て論文受理日付とします。その際、本論文にコピー一部を添付すると共に、電子ファイルを担当者に送付してください。

申込書や原稿が期日に遅れた場合、投稿要領に著しく反している場合は受理されないことがあります。また、原稿締切日以降の原稿内容の変更は認めません。

六、著作権

「群馬高専レビュー」に掲載された論文の著作権*のうち、複製権及び公衆送信権は、群馬工業高等専門学校に帰属するものとします。

なお、営利を目的とせず、著作者自身が論文の複製および公衆送信を行う場合、群馬工業高等専門学校は、著作者からの申し出がなくともこれを許諾します。その際、著作者は、出典（誌名・巻号・ページ・掲載年）を明記することとします。

*著作権法第二二条から第二八条に規定する権利

参考文献

- (一) 群馬太郎、高専花子：高等教育の展望、教育研究センター、第四〇巻、四〇頁
一四六頁、二〇〇六
- (二) 日本研究協会：高等教育・研究機関における最先端研究戦略、工学部門編、
一一〇頁一一二〇頁、二〇〇七

見出しのレベルは章、節の二段階までとします。章の見出しはゴシック体とし、一二などの数字に続けて書きます。また、見出しの左右に一行程度のスペースを設けて下さい。ただしページや段が切り替わる部分は章の見出しが最右部に来るよう調整して下さい。

二、二 節の見出し

節の見出しもゴシック体で、「二」、「一」などの数字に続けて書きます。見出しの右だけに一程度のスペースを空けて下さい。

三、図表および注

三、一 図表の位置

図表はそれらを最初に引用する文章と同じページに置くことを原則とします。図表の横幅は、「二段ぶち抜き」あるいはこのサンプルの表や図のように「一段の幅いっぱい」のいずれかとします。

三、二 図表中の文字およびキャプション

表及び図のキャプションは、左におき、長くなる場合はインデントして折り返してください。

三、三 注

注は脚注・章末注の二本立てとして下さい。引用文献の注記やその他くわしい注記は論文本文の最後にまとめるか、章末注にまとめ、脚注は最小限にとどめることとします。脚注番号は、*印で*、**の「」とく、章末記号は(一)、(二)の「」とく記して下さい。

四、最終ページおよび英文要旨

表1 表および図のキャプションは表の左に置く。このように長いときはインデントして折り返す。

資料番号	高さ h(m)	幅 w(m)
1	1.45	0.25
2	1.75	0.40
3	1.90	0.65
4	1.45	0.25
5	1.75	0.40
6	1.90	0.65
7	1.45	0.25
8	1.75	0.40
9	1.90	0.65
10	1.45	0.25
11	1.75	0.40
12	1.90	0.65
13	1.45	0.25
14	1.75	0.40
15	1.90	0.65
16	1.90	0.65

五、原稿の提出・受理について

投稿希望者は、七月末までに「群馬高専レビュー投稿申込書」を総務・

群馬高専レビュー執筆・投稿要領（タテ書き）

群馬 太郎* 高専 花子**

（二〇〇八年一一月二八日受理）

一、原稿形式について

A4判の白上質紙を使用してください。

全てのページのマージンはこのサンプルのように上辺25ミリ、下辺30ミリ、左右ともに14ミリ、に設定して下さい。

一、一 タイトル部分のレイアウトとフォント

タイトル部分は一段組にして下さい。

以下次の順にタイトル部分の構成要素を書いて下さい。

タイトル：ゴシック体20ポイントフォント、センタリング

（約10ミリのスペース）

著者名：明朝体14ポイントフォント、センタリング

（約5ミリのスペース）

受理年月日：明朝体12ポイントフォント、センタリング

著者と所属（テキストボックス内）とは*印で対応づけて下さい。

一、二 本文部分のレイアウトとフォント

本文部分は二段組にして下さい。

一、三 テキストボックス内

著者に対応する所属を記入して下さい。なお、群馬高専に所属している場合には、学科名のみを記入して下さい。

一、四 原稿枚数について

原稿枚数は、一二ページ以内として下さい。

二、見出し（見出しが一行以上に長くなるときはこの例のようにインデントし折り返す）

二、一 見出しのレベル

本文と受理年月日の間に約10ミリのスペースを設けて下さい。

本文は二段組で、左右のマージンは14ミリずつ、段と段との間のスペースは約6ミリとします。

和文ヨコ書き：二五文字×四八行程度

和文タテ書き：三五文字×三三行程度

欧文原稿

二五文字×四八行程度

本文には明朝体10ポイントフォントを用いて下さい。

編集委員

委員長 藤野正家
委員 青木利澄
〃 熊谷健
〃 高橋徹
〃 横本弘
〃 五十嵐睦夫
〃 石田等
〃 平靖之
〃 堀尾明宏

群馬高専レビュー

第32号(2013)

発行 平成26年3月14日
編集者 群馬工業高等専門学校教育研究委員会
発行者 群馬工業高等専門学校
群馬県前橋市鳥羽町580
電話 (027) 254-9000(代)
印刷所 朝日印刷工業株式会社
群馬県前橋市元総社町67
電話 (027) 251-1212(代)

THE GUNMA-KOHSEN REVIEW

2013

No. 32

CONTENTS

O h n o , K . ; T a i r a , N . :	
Development and Experimental-type Lectures of Microscale Experiments on Chemiluminescence Using Commercial Products.....	1
Yokoyama, K. :	
A Complete Guide to the Current English Textbooks for Junior High School Students in Japan: Unique Aspects and New Tendencies.....	7
Yokoyama, K. :	
“English Communication II”: A Guide to New 2014-2017 English Textbooks Authorized by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan.....	19
Yokoyama, K. :	
Getting Acquainted with World Classics through Graded Readers: A Guide to Compass Classic Readers.....	31
K aneko, T. ; Kashimoto, H. :	
Development of Assistant Teaching Materials in CAD/CAM Education(Part III) —Experiential leaning environments on AC servo motor—	43
T surumi, S. :	
Study on Parallel Computation in Fractal Coding —Implementation and Evaluation by GPU and MPI—	49
T a i r a , N . ; D e g u c h i , Y . ; O o k a , H . ; O t a , M . :	
Activities and Issues on the Smart Science School for Junior High Students.....	55
H achitori, Y. ; O h n o , K . :	
Development of a Web-based Vocabulary Learning System for Effective English Learning.....	61
D eguchi, Y. ; Nakanishi, T. (NIMS) ; Helmuth MÖHWALD(MPI) :	
Synthesis of Room Temperature Liquid Fullerene Derivatives Bearing Branched Alkyl Chains.....	67
T aniguchi, T. :	
Absolute Symplectic Structure and Absolute Weyl Algebra on Prime Set.....	69
K o j o h , J. ; A s a m i , H . ; S u n a g a , S . :	
Photo Engraving Using a Printed Circuit Board Manufacturing Machine.....	75
F u j i s h i g e , M. ; Z i n b o , R . ; S u d a , K . ; S a k u r a g i , Y . ; K a r a s a w a , I . ; K o j i m a , A . :	
Rapid decomposition of asbestos and with various additives.....	79
U shida, K. :	
Utilizing Interactive Music System M[you]sic for Community Events for Children.....	85
K inashi, M. :	
Crime Hazards Extraction of the Urban Space based on the Literature Review.....	91
F u j i n o , M. ; I shizaki, A. :	
Photoconductive Properties of Phthalocyanine-ZnO films Prepared from Their Nanoparticle Pastes.....	99