



独立行政法人 国立高等専門学校機構  
弓削商船高等専門学校紀要  
第 43 号

## 第 43 号 令和 3 年 2 月

### 【学術論文】

No.	頁	表題	著者名
1	1-7	男女の意識のギャップが及ぼす 女性船員のキャリア形Ⅱ	村上 知弘, 池田 悠歩, 柏原 美伽
2	8-13	Mg-Al 系層状複水酸化物を用いた有機-無機コンポジットガスバリア膜の作製と膜特性評価	池田 真吾, 金子 和樹
3	14-17	しまなみ島嶼部における離島航路の交通環境の変化	塚本 秀史, 新川 陽葉, 梶田 温子
4	18-21	自然言語処理を用いたテキストデータからの英単語抽出	前田 弘文, 山本 健太
5	22-26	コーヒーにおける温度および添加物による味への影響に関する研究	伊藤 武志, 宮脇 流土, 大根田 浩久

### 【教育・研究報告】

No.	頁	表題	著者名
6	27-29	2020 年に発見された機関科創設時の資料	牧山 隆洋, 要 弥由美
7	30-37	「原因・理由」の through	池上 彰

# 男女の意識のギャップが及ぼす 女性船員のキャリア形成Ⅱ

村上知弘<sup>\*</sup>, 池田悠歩<sup>\*\*</sup>, 柏原美伽<sup>\*\*\*</sup>

## Career Formation of Female Seafarers influenced by Gender Consciousness Gap II

Tomohiro MURAKAMI<sup>\*</sup>, Yuho IKEDA<sup>\*\*</sup> and Mika Kashihara<sup>\*\*\*</sup>

### Abstract

The number of female seafarers working on board is still small. To find out these reasons, we conducted a questionnaire on women working on ships from the perspective of male students. The aim is to prevent onboard troubles caused by various concerns of men and women and to build a career model for women. From the results of the male students the questionnaire, it can be seen that there are a certain number of male students who think that they will not work with women. In the lower grades, it is abstract that basic communication with girls is not good, but in the upper grades, it became clear that the division of work increases due to the physical strength of women and the circumstances peculiar to women.

From the results, it was verified that the gap in consciousness between men and women hinders the way women work.

### 1. はじめに

男女雇用機会均等法は、職場における男女の差別を禁止し、男女間における雇用機会の均等及び待遇の確保を目的として今から 35 年前の 1985 年に作られた法律である。現在、女性の就業率は全体の 43% であるが、海運業界では未だに、わずか 2.4% である<sup>[1]</sup>。近年、商船系大学及び高専では女子学生が増え、女性の海運業界への関心は年々高まってきている<sup>[2-4]</sup>。それにも関わらず海運業界では他の業界より女性の進出速度が極端に遅いように思われる。これは長期海上生活や狭い船内に女性用設備を設置しなければならないことなどが障害となってきた。現在でも国土交通省（以後国交省に略す）の報告では一部の船会社では女性を受け入れる設備や制度が整っておらず、女性船員を歓迎しないとの報告もあり、まだまだ

海運業界での女性進出は難しい面もある<sup>[5, 6]</sup>。

そこで、前の報告では本校の女性卒業生及び女子在校生から女性船員のキャリア形成に関するアンケート調査を行った。一方、女子在校生にも就職に関するアンケート調査を行い、海上職への就職に対する考えを調査し考察した<sup>[7]</sup>。

本研究ではさらに本校男子学生にも前報告と同様なアンケートを行い、男子学生から見た女性船員の就業状況を調べた。これらの調査結果から、男子と女子の女性船員に対する意識のギャップを明らかにした。

### 2. アンケート調査

#### 2-1 調査対象人数

令和元年度本校在籍男子学生のうち海技教育機構での長期乗船実習中の 4 年生を除く 138 名中を

\* 商船学科  
\*\* 川崎近海汽船株式会社  
\*\*\* 日本マリン株式会社

対象に行いアンケートを行った。

本研究におけるアンケート対象者は138名中、128名から回答が得られ、回収率92.8%となった回答率の詳細は1年生男子学生34名中、32名が回答した。2年生男子学生は、38名中36名が回答した。3年生男子学生は、29名中28名が回答した。5年生男子学生は、37名中32名が回答した。4年生は海技教育機構の長期練習船航海実習のため、同時期は学校に不在であった。また調査時期が冬季で風邪等による欠席も多く回答率が100%とはならなかったが、約93%の回答率が得られたため、検証には十分であると判断した。

## 2-2 男子学生へのアンケート内容

本校在籍男子学生に以下のようなアンケートを行った。これは、前報の女子のアンケートから男子学生との対比になる項目を選んだ。

- 海上職と陸上職どちらを希望しますか
  - 海上職
  - 陸上職
- 船上で女性船員と働きたいと思いますか
  - はい
  - いいえ
- 上記の理由はなぜですか？
- 女性が船上で働くことが難しい原因は何だと思いますか
 

(以下の中から該当すると思うものすべてに丸を付けてください)

  - 体力面
  - 男性社会で働くこと
  - セクハラ被害にあう可能性がある
  - 労働環境が悪いかもしれない
  - 男性と知識に差がある
  - 男性と力に差がある
  - 採用してくれる会社が少ない
  - 海上労働の特殊性に不向きである
  - 育児や家事に参加しにくい
  - 家族の反対があるのではないか
- 就職活動するうえで自分が優先することはありますか
 

以下の中から1, 2, 3まで優先順位をつけてください

- 給料
- 内航
- 外航
- 休み
- 船種
- 毎日帰れる
- 福利厚生
- 働きやすさ
- 船内設備
- 会社の規模
- 組合加入の有無
- 会社の雰囲気
- 会社の場所
- 長く働けること
- 労働環境
- パワハラ
- 人間関係
- 自分が納得できる仕事か
- その他

- セクハラ・パワハラだと思うものはどれですか  
(以下の中から該当すると思うものすべてに丸を付けてください)

- まだ結婚しないの？子供はまだ？などと聞く
- 肩に手をかける
- 女性を〇〇ちゃんと呼ぶ
- 性的な話を大声でする
- 彼氏とどう？などプライベートに関してしつこく問いただす
- 露出の多い服を着る
- 飲みの席でお酌を強要する
- 大声で指導される
- 小突かれる

以上の、6項目について質問した。

## 3. アンケート調査結果

### 3-1 海上職と陸上職どちらを希望するか

図1では、将来海上職か陸上職どちらに希望かという問いであるが、クラスの大部分が海上職を希望していることが明らかとなった。これは例年卒業生の90%以上が海上職となる本校の就職先と同様な結果となった。つまり入学してくるほとんどの学生が海上職になりたいと思い、そのまま

## 男女の意識のギャップが及ぼす女性船員のキャリア形成

就職先として海上職を選択していることが明らかとなった。ただし3年生のみ陸上職希望が多い。同3年生の一部が令和元年度末に3年次修了とともに退学した。これは、アンケート調査時期は、令和元年12月であったため、退学希望の学生がいたためであった。このような事例は通常ではなく、例外的なクラスの特殊事情によるためである。

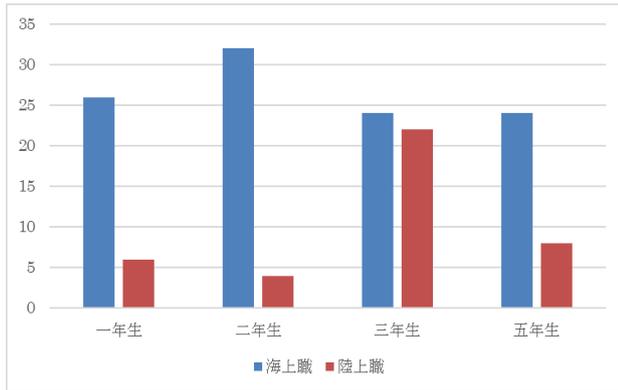


図1 海上職・陸上職の希望

### 3-2 女性船員と一緒に働きたいか

女性船員と一緒に船内で働きたいかと聞いた。これらの結果を図1に学年別の結果及び図2に全体結果として示した。1年生は、32人中『はい』と回答者が26人で81.2%であった。2年生は、36人中『はい』の回答者が30人で83.3%であった。3年生は、28人中『はい』が22人で78.6%であった。5年生は、32人中『はい』が20人で62.5%であった。

多くの男子学生が『はい』と回答したが、女性船員とは働きたくないと答える人も各学年にいる事がわかった。特に5年生では大きく増えた。これは就職が自分のこととして捉え現実的になったということと、海技教育機構で6か月既に女子学生と生活を共にした結果であると考えられる。低学年では、女性船員と働きたくないと考える学生は少ないが、これは女性と働くというよりも女性と関わることへの抵抗感と思われる。高学年では、それよりも船員としての女性と働くことへの抵抗感であると思われる。

全体では、128人中『はい』と答えた人が77%、『いいえ』と答えた人が23%であった。

女性船員と一緒に働きたくないと考えている男

子学生が約4分の1を占めていることが明らかとなった。船体としては、約80%の人が女性船員を歓迎しているが、そうでもない人も少なからずいることを女性側も認識する必要があると感じる。

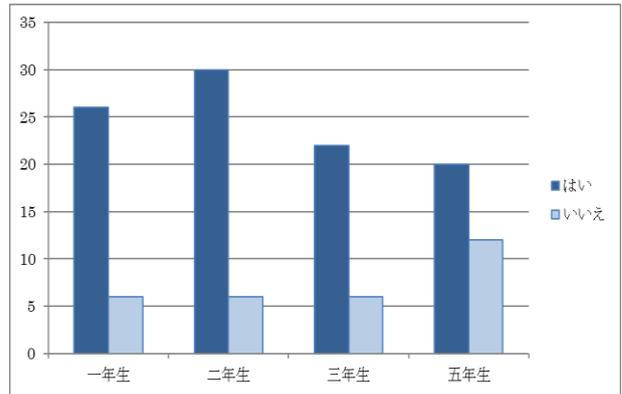


図2 海上職・陸上職の希望 (学年別)

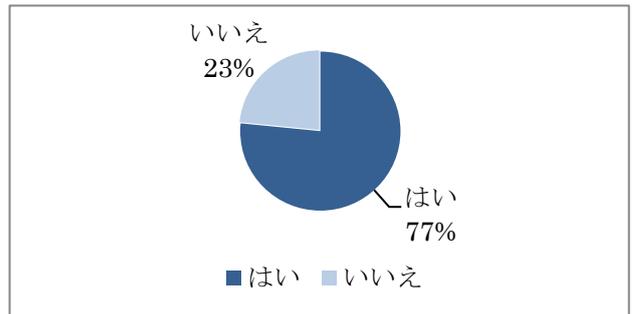


図3 海上職・陸上職の希望 (全体)

### 3-3 女性船員と一緒に働きたい理由

女子船員と一緒に働いてもよいと考える理由を学年別にまとめた。これらの結果からも低学年は女性船員というより、女性が一緒にいるということしか考えていないことがわかる。クラスの中の女子レベルで回答していることが理解できる。

#### 1年生

- ◇ 別に何の問題もないから
- ◇ 女性の視点から見た意見も必要だとおもうから
- ◇ 男女差別はよくないと思うから
- ◇ 働きたくないと思う理由がないから

- ◇ 男性だけでももちろん楽しくできそうですが女性がいると職場がよく和みそうだから
- ◇ どちらでもいいから
- ◇ いた方がやる気がでるから
- ◇ 女性船員もここまで勉強して資格をもらってやりたいと思ってきている人なのでとても期待できる
- ◇ 場が華やかになると思うから
- ◇ その方が男性も頑張ると思うから
- ◇ 空気が少しでも和みそうだから
- ◇ 一緒に働いて楽しかったら誰でもいいです
- ◇ 女性も働ける環境になっても良いから
- ◇ 男性が多い職場だと思うので、そういう場に女性がいて雰囲気もかわってくると思うから
- ◇ 今の時代では女性船員も増えてきていると聞きます。なので、男性と女性が同じ場所でも働くことは悪くないと思うから
- ◇ 男だけだとむさくるしい
- ◇ 男性にはない考えを持っているから
- ◇ 海上の方が楽しいと思うから
- ◇ 男性船員だけだと殺伐とするから
- ◇ 女性船員の方がしっかりと仕事ができるから
- ◇ 男女関係なくともに働きたいから
- ◇ 女性もいた方が、職場が明るくなると思うから
- ◇ 陸に帰ってきたときに周りの人とのコミュニケーションがとれるか心配だからです
- ◇ いろんな性別、年齢の人と働いてみたいから
- ◇ いるだけでもしっかりとした一人の大人として働いてくれると思うし、雰囲気にもよくなると思う

## 2年生

- ◇ 働きたいというよりは男女問わず働いてよいたいと思う
- ◇ 男女平等の仕事の法を厳守するため
- ◇ 長期にわたる航海で男ばかりだと疲れそうだから
- ◇ モチベーション
- ◇ 女性がいれば雰囲気が変わると思うから
- ◇ 男だけではむさくるしいから
- ◇ 違う視点でものを見ることができると思うから

- ◇ 男子だけだと見苦しいから
- ◇ 男性ばかりだとむさくるしいし、女性がいると船内が明るくなりそうだから
- ◇ 男女のコミュニケーションは大切だと思うから
- ◇ 色々な人がいた方が色々な面で物事を見られそうだから
- ◇ 仲間は男でも女でもいいと思うから
- ◇ もっと多くの人と仕事をしてみたいから
- ◇ これからは女性も男性と同じように働く時代になっていて、海運の世界でもそうなると思うから
- ◇ 仕事ががんばれそう
- ◇ 性別とか関係ないから
- ◇ 出逢いがほしい
- ◇ 女性がいたら、船の雰囲気も少しは明るくなると思うから
- ◇ 男性のみだとしんどいから
- ◇ いろんな人とコミュニケーションをとりたいたから
- ◇ 男性と女性ではものの感じ方が違うところがあると思うから。男性では気づかないところに気づくことができそうだから
- ◇ 職場の雰囲気が上がるから
- ◇ 1人でも女性がいたら雰囲気がよくなるかもしれないから
- ◇ 元気でそう
- ◇ 華があるから

## 3年生

- ◇ 働きたくない理由がないから
- ◇ 男性だけだとむさくるしくなりそうだから
- ◇ 女性ならではの観点がありそうだから
- ◇ 今の時代男性だけというのは古いから
- ◇ 男だけだと暑苦しい職場になりそうだから
- ◇ 一緒に働きたくないとか気にしてないから
- ◇ 性別でなれない職場があってはならないから

## 3-4 女性船員と一緒に働きたくない理由

女子船員と一緒に働きたくない理由では、低学年では、女性とのコミュニケーションが面倒くさいのでいやだという回答が多い。一方、5年生では、船内の設備の問題や仕事上の体力面で自分に

## 男女の意識のギャップが及ぼす女性船員のキャリア形成

負荷がかかってくることが予想され、自分への不利益をとらえていることがわかる。低学年の女生徒の関わりとは別の要因で拒否していることが窺える。

### 1年生

- ◇ 船の上で働くことをめざしているから。女性とのかかわりが少ないから
- ◇ 船内で問題が起こりそうだから
- ◇ 気を使うこととかが多いと思うから
- ◇ いろいろと気を使って仕事をするのに気が散ると思うため
- ◇ 関わりたくない（出来るだけ）
- ◇ あまり得意ではないから

### 2年生

- ◇ 色々と面倒事が起きそうだから
- ◇ 環境がまだ整っていないと思うので
- ◇ 男性だけの方がやりやすいし、働いてみたいとは思いはあるけど、コミュニケーションは取りづらいから
- ◇ 気を使うから
- ◇ どちらでもいいと思う
- ◇ 気を使うから

### 3年生

- ◇ 体力的にも差ができて働きにくいから
- ◇ 男女での船内生活が難しいから。
- ◇ いいえと言うよりかは、仕事で男性、女性関係ないのでどちらでもいい
- ◇ 気を使いそうだから
- ◇ 男性社会に女性が入ってくると、男性側も大変そうだから。
- ◇ 問題が多そうだから

### 5年生

- ◇ 労働力が少なそう
- ◇ 辞める確率が高いので仕事を教えた後に辞められると困る
- ◇ 専用のもを作るのがめんどくさい
- ◇ いろいろと配慮するのがめんどくさい
- ◇ わざわざおもうことではないから
- ◇ いろいろと問題がありそうだから

- ◇ 男女差別ってわけじゃないけど現状ではむりだと思う
- ◇ 気を使うから
- ◇ 問題が多数あるから
- ◇ 力が弱く、校訓などで少し固いバルブでも開けることができなかつたのでそれが自分の仕事にまわってくるのが嫌だから（平等ではない）

### 3-5 女性が船上で働くことが難しい原因は何だと思うか。

男子学生は、『男性と知識に差がある』5票、『海上労働の特殊性に不向きである』13票、『家族の反対がある』30票、『採用してくれる会社が少ない』38票、『男性社会で働くこと』39票、『労働環境が悪いかもしれない』41票、『男性と力に差がある』55票、『体力面』64票、『セクハラ被害にあう可能性がある』69票、『育児や家事に参加しにくい』80票であった。

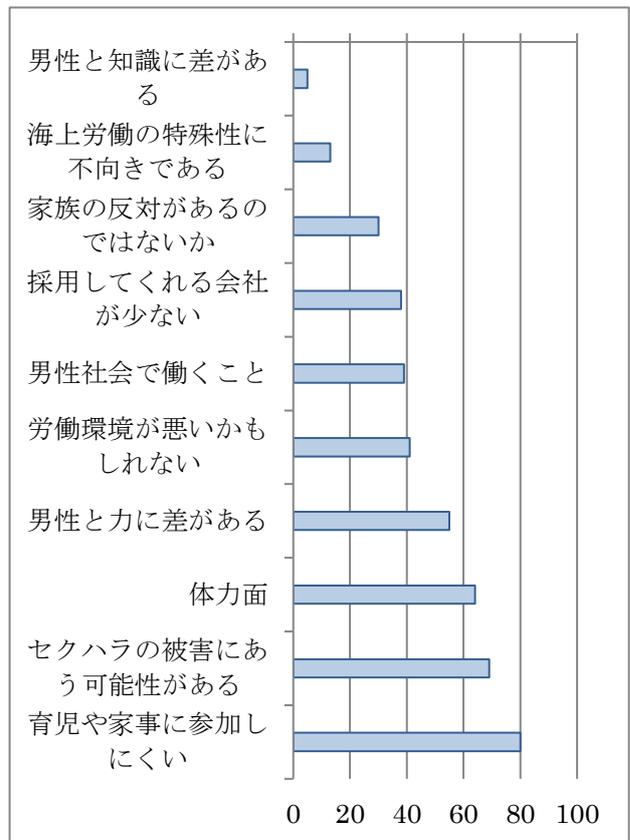


図4 女性が船で働くことへの障害

3-6 就職活動するうえで自分が優先する事は何か。

前報の女子学生への問いと同様に、1位と回答したものを3点、2位と回答したものを2点、3位と回答したものを1点とした。

1~5年生男子学生（航海訓練所にいるため4年生を除く）は、『その他』16票、『会社の場所』8票、『船種』11票、『毎日帰れる』11票、『会社の規模』11票、『組合』23票、『労働環境』29票、『自分が納得できる』30票、『人間関係』44票、『福利厚生』46票、『長く働ける』64票、『外航、内航』71票、『会社の雰囲気』72票、『働きやすさ』85票、『休み』94票、『給料』204票であった。

女子学生と同じで、1番票数が多いのは給料であったが女子学生では順位に入っていなかった『長く働ける』や『会社の雰囲気』などが上位に入る結果になった。



図 5 就職選択で重要な要因

3-7 セクハラ・パワハラだと思うものはどれか。

1~5年生男子学生（航海訓練所にいるため4年生を除く）は、『女性を〇〇ちゃんと呼ぶ』22票、『大声で指導される』38票、『露出の多い服を着る』44票、『小突かれる』56票、『肩に手をかける』72票、『まだ結婚しないの？子供はまだ？などと聞く』76票、『飲みの席でお酒を強要する』89票、『彼氏とどう？などプライベートに関してしつこく問いただす』94票、『性的な話を大声でする』98票であった。

女子学生と全体的にはほとんど同じであったが、『露出の多い服を着る』は男子学生の方が気にしていて、逆に『大声で指導される』は女子学生の方が気にしているという結果になった。

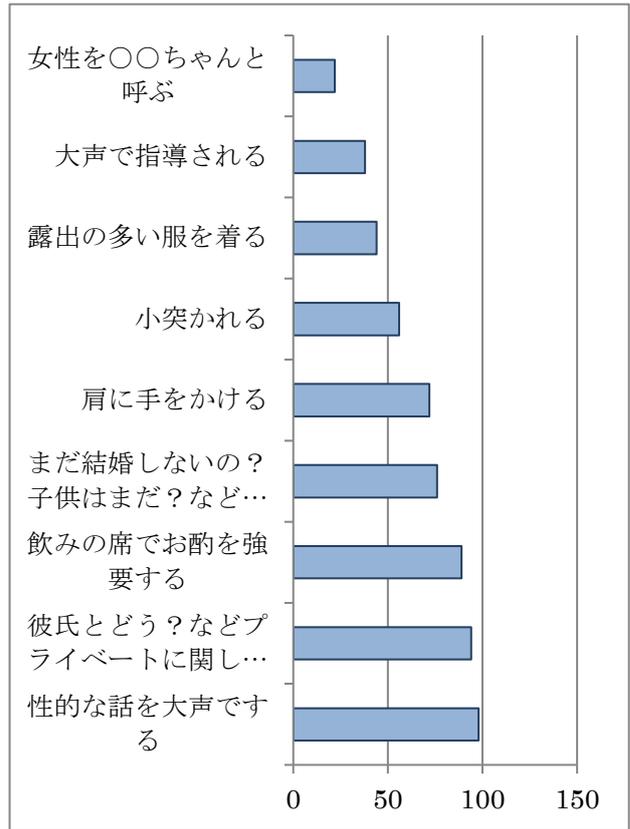


図 6 セクハラ行為と思うもの

男子学生へのアンケート結果では、体力面や設備面を心配する意見があった。確かに一昔まえは、力仕事も多く環境面でも女性には厳しい職場

## 男女の意識のギャップが及ぼす女性船員のキャリア形成

であったが、近年は技術の発達や制度が改善されてきており、その限りではないと考える。また、労働の不平等を訴える意見もあったが、先述の通り技術の発展により今までより力仕事ばかりの職場ではなくなってきた。そこで、いま実際働く上で問題となるのは、船内設備の確保、育休や産休などのこれまで女性のための制度とわけてきた制度、そしてパワハラ・セクハラ問題である。

男子学生から懸念の声が多かった、男女別の船内設備の確保という問題は、人々の心の変化に比べれば解決しやすいように思える。今後の船には女性だけでなく、近年問題になっている LGBT

(Lesbian, Gay, Bisexual, Transgender) 等の対応もあり、男女関係なくより快適にプライベートを過ごせる環境を整備していくことができれば、設備面での問題はなくなると考えられる。

### 4. まとめと考察

今回、男子学生から見た女性船員の働き方をアンケート調査した。男子学生の 80% 近くが女性船員と働くことへの抵抗がないことが明らかとなった。しかしながら 20% 近くの男子学生が女性と働くことへの抵抗感を示した。低学年の場合は、漠然と女性とのコミュニケーションへの不安が多い。またセクハラなどへの気疲れもあり、女性がいないう方が楽と考える男性が一定数いることも事実である。

一方、5 年生の回答では、体力がないことや女性特有の事情で少ない人数で働く船員において、女性が同僚にいて、自分へ仕事の負荷がかかることへの抵抗感を示した。ただし、これは身体的弱者への懸念であり、女性特有というより弱者と働くことへの抵抗感と同じであり、極めて差別的な要素をはらんでいる。この問題は、船という職場だけの話ではなく、身体的弱者への対応と同じであると考えられる。これはこれまで船員のイメージは屈強な健康的な男子というイメージが強く、女性船員だけではなく、体力のない男性も女性と同様に船内の仕事から除外されていたと考えられる。これまであまり問題視されていなかったこと

が、女性問題から見えてきた事項のように思われる。

女性船員のキャリア形成を考えていくと女性特有の問題や船特有の問題ばかりではないということが明らかになった。近年 LGBT などの問題もあり、女性問題としての扱っただけではなくなる。よって、船で働く者として女性問題をはじめともに働く人へのリスペクトを教育していく必要があると思われる。

### 参考文献

- [1] 国土交通省,女性船員の活躍促進に向けた女性の視点による提案, 2018.
- [2] 国土交通省,海事産業における女子活躍の取り組み事例集, [https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime\\_tk5\\_000060.html](https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk5_000060.html),20201129.
- [3] 国土交通省、海事産業における女子活躍の取り組み事例集,Vol.2, [https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime\\_tk5\\_000060.html](https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk5_000060.html),2020.11.29.
- [4] 国土交通省,海事産業における女子活躍の取り組み事例集,Vol.3, [https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime\\_tk5\\_000060.html](https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk5_000060.html),2020.11.29.
- [5] 国土交通省,女性船員の現状について, <http://www.mlit.go.jp/common/001191928.pdf>, 2020.11.29.
- [6] 北田桃子,海事産業における女性の活躍推進,<https://www.ymf.or.jp/wp-content/uploads/64-3.pdf>,2020.11.29.
- [7] 村上知弘,池田悠歩,柏原美香,男女の意識のギャップが及ぼす女性船員のキャリア形成,弓削商船高等専門学校紀要,42号,P1-8, 2020.

# Mg-Al 系層状複水酸化物を用いた有機-無機 コンポジットガスバリア膜の作製と膜特性評価

池田 真吾\*、金子 和樹\*\*

## Preparation and characterization of organic-inorganic composites gas barrier membranes using Mg-Al Layered Double Hydroxide

Shingo IKEDA\*, Kazuki KANEKO\*\*

### Abstract

Preparation of organic-inorganic composite membrane was prepared using Layered Double Hydroxide (LDH) and poly (N-isopropylacrylamide) (PNIPA). We tried to improve the water vapor barrier property by synthesizing LDH with large particles by the urea method. We also attempted to improve the dispersibility by exchanging interlayer ions of LDH. The LDH produced had large particles with a diameter of about 4  $\mu\text{m}$ . The dispersibility of LDH in distilled water was increased by exchanging LDH interlayer ions. Conclusion the composite membrane produced by this method has a water vapor barrier property enhanced by the labyrinth effect by using large particle LDH.

キーワード: 有機-無機、ガスバリア、層状複水酸化物、大型結晶、陰イオン交換

Keywords: Organic-inorganic, Gas barrier, Layered Double Hydroxide (LDH), Large Particle, Anion Exchange

### 1. 緒言

粘土鉱物は合成が容易であり耐熱性、難燃性、耐サージ性、ガスバリア性などの特徴を持つ<sup>1)</sup>。これらの特徴を活かした利用法としてガスバリア材料がある。気体透過を妨げるガスバリア材料は酸素や水蒸気から包装物を保護する役割があり食品や医薬品の包装だけでなく電子デバイスへの利用に関しても注目され国内外で研究が行われている<sup>2)</sup>。現在、産業技術総合研究所がクレーストというバリア性の高い材料を発表している<sup>3)</sup>。クレーストは、スメクタイトが利用された自立可能な膜である。なお、スメクタイトは基本層が3層であり中間層に陽イオンを持つ粘土鉱物である。スメクタイトの模式図を Fig.1 に示す。粘土鉱物が高いバリア性を発揮する理由として、迷路効果が増えらる。迷路効果とは気体の透過経路を粘土の基本層により迷路状に形成することでバリア性を高める効果のことである<sup>4)</sup>。この効果は、気体の透過経路を長くすることで高めることができる

ため、薄くて大きい材料が効果的である。そこで粘土鉱物の一種である層状複水酸化物 (Layered Double Hydroxide : LDH) に着目した。LDH は、Fig.1 に示すように板状構造を持つ水酸化物の正電荷八面体層である基本層及び陰イオンと層間水から構成される中間層が交互に積層した構造を有している。この基本層は、金属イオンと水酸基からなる八面体ブロックがお互いに稜を共有する形で形成され、ガスバリア性が高い構造を有している<sup>5)</sup>。また、基本層の厚さが約 0.5nm であるため Fig.2 に示すスメクタイトより薄い。これによって、高い迷路効果の発揮が期待できる。

そこで、より高く迷路効果を発揮させるため大型結晶の LDH を作製するべく尿素法により LDH を合成した<sup>6)</sup>。大型結晶を持つ LDH をガスバリア材料とすることで、さらにガスバリア性を高めた材料が作製可能であると考えた。

LDH をガスバリア材料として利用する試みはすでにいくつか存在している<sup>7)</sup>。このとき LDH を利用す

\*商船学科

\*\*海上輸送システム工学専攻

るためには溶媒中に LDH をよく分散させる必要がある。しかし、LDH は層電荷が高く溶媒への分散がしにくいため、その画一的な方法はまだ確立されていない。現在行われている研究の中で、LDH の中間層へ新たに陰イオンを導入することで、電荷のバランスを崩し分散させる研究が報告されている<sup>9)</sup>。そこで、本研究では LDH のインターカレーション特性を利用した再構築法およびイオン交換法により LDH の層間イオンを変更することで、LDH の溶媒への分散性の向上を試みた<sup>9)</sup>。

また、作製する膜にバリア性だけでなく透明性および柔軟性を持たせることで、有機 EL や太陽電池への応用も視野に入りたい。そこで有機-無機コンポジット技術に着目した。粘土鉱物と高分子の複合材料であるナノコンポジットゲルの薄膜では、粘土鉱物の特徴である耐熱性やガスバリア性を保持しつつ透明性及び柔軟性についての性能向上が期待できる<sup>10, 11)</sup>。そのため LDH と、粘土鉱物とのコンポジット膜化が報告されているポリ(N-イソプロピルアクリルアミド) (PNIPA) を使用しコンポジット膜を作製した<sup>12, 13)</sup>。これにより柔軟性や耐久性、耐熱性に優れたバリア膜の作製を目指した。

本研究では大型結晶を持つ LDH を合成し、層間イオン交換によって溶媒への分散性を改善した。さらに、合成した LDH と PNIPA のコンポジット膜をポリエチレンテレフタレート (PET) へスピンコートすることで作製し、水蒸気バリア性を評価した。

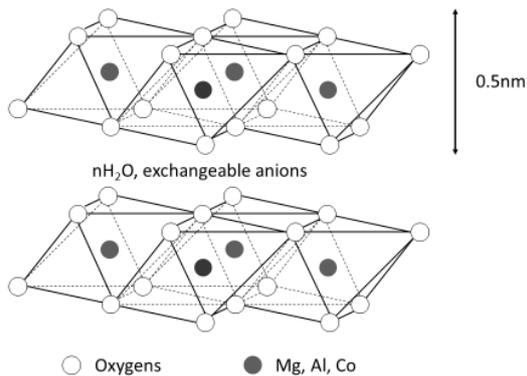


Fig.1 Structure of Layered Double Hydroxide.

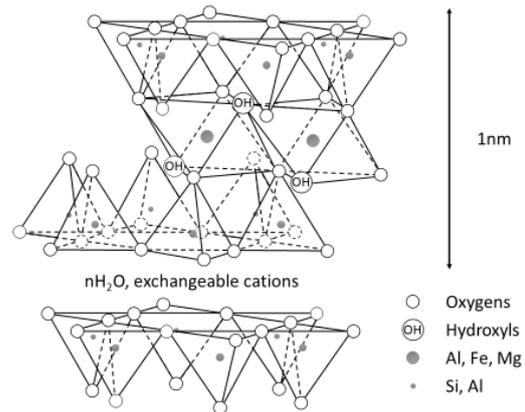


Fig.2 Structure of Smectite.

## 2. 実験

### 2.1. LDH の作製

大型の結晶を持つ LDH を尿素法により作製した。作製した LDH は、Co-Al 系および Mg-Al 系の 2 種類である。

Co-Al 系 LDH は、蒸留水 200mL に塩化コバルト六水和物 ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , MP Biomedicals, LCC) 10mM、塩化アルミニウム六水和物 ( $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 和光一級、富士フィルム和光純薬株式会社) 5mM、尿素 ( $\text{NH}_2\text{CONH}_2$ , 試薬特級、富士フィルム和光純薬株式会社) 35mM を使用し 100°C にて 48 時間攪拌した。得られた生成物を蒸留水及びエタノールにて洗浄を行い、濾過後乾燥させて得た粉体を試料とした。

Mg-Al 系 LDH は、蒸留水 190mL に硝酸マグネシウム六水和物 ( $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 特級、キシダ化学株式会社) 33.3mM、硝酸アルミニウム九水和物 ( $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ , 特級、キシダ化学株式会社) 16.6mM、尿素 175mM を使用し 100°C にて 72 時間攪拌した後 Co-Al 系と同様の手順で粉体試料を得た。

### 2.2. LDH 層間イオンの交換

LDH は溶媒への分散性が悪いことで知られている。分散性の向上方法に画一的なものはないが、電荷に着目して分散性を変化させる研究がある。そのうちのひとつに、LDH の中間層へ新たに陰イオンを導入することで、電荷のバランスを崩し、分散させるといった手法が報告されている<sup>14)</sup>。そこで分散性向上のため LDH のインターカレーション特性を利用し層間へ新たな陰イオンを導入した。手法としてイオン交換法と再構築法の 2 種類を検討した。なお、導入したイオンは、Co-Al 系 LDH では酢酸ナトリウム

( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$ 、石津製薬株式会社)、硝酸ナトリウム ( $\text{NaNO}_3$ 、試薬特級、富士フィルム和光純薬株式会社) 及びドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム ( $\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{SO}_3\text{Na}$ 、MP Biomedicals, LCC) を、Mg-Al系 LDH では酢酸アルミニウム ( $\text{Al}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_3$ )、硝酸アルミニウム九水和物及びドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウムを用いて、酢酸イオン、硝酸イオン、ドデシルベンゼンスルホン酸イオンの 3 種類とした。

### 2.2.1. イオン交換法

当方法では LDH の層間陰イオンを置換するために、はじめに炭酸イオン LDH を作製し、脱炭酸を行った。作製した LDH 試料 0.1g に対して塩化ナトリウム ( $\text{NaCl}$ 、和光特級、富士フィルム和光純薬株式会社) 1M、塩酸 ( $\text{HCl}$ 、石津製薬株式会社) 2mM を蒸留水 100mL とともに瓶に入れ内部を窒素ガスでバブリングした後に密封し、12 時間攪拌を行った。その後、脱炭酸を終えた LDH と中間層に導入したい陰イオンの 0.1M 水溶液中で 12 時間攪拌を行った後、LDH 作製時と同等の手順で蒸留水、エタノールで洗浄し濾過したものをイオン交換法による LDH 試料とした。Fig.3 に脱炭酸前後と陰イオン交換後の LDH の模式図を示す。

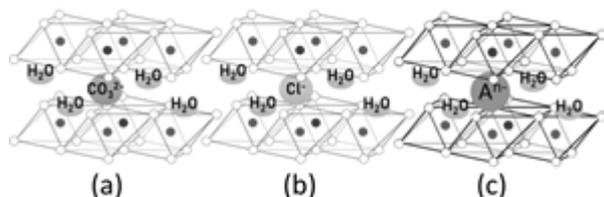


Fig.3 Structure of LDH interlayer anion.

(a) Before decarbonation (b) After decarbonation (c) After anion exchange

### 2.2.2. 再構築法

当方法は LDH の熱分解-再水和反応を利用するものであり、LDH の層間水が 180~300°C の範囲で完全に離脱する性質を利用している。LDH を熱分解し層間水の分離と基本層の縮合脱水を行った後、導入する陰イオンを含む水溶液にて再水和反応を伴って LDH を再構成することで陰イオンを取り込む方法である。作製した LDH 試料を 500°C にて 2 時間焼成することで熱分解し、その後窒素雰囲気において 0.2M のイオン水溶液に 16 時間浸漬することで再構築した

ものを洗浄、濾過、乾燥させ再構築法による LDH 試料とした。

### 2.3. 蒸留水への分散

有機-無機コンポジットを進めるうえで LDH を溶媒への分散させる必要がある。本研究では溶媒として蒸留水の利用を試みた。分散について試験する LDH 試料を蒸留水へ 0.1wt% となるように添加し、窒素ガスでバブリングした後に密封し 48 時間攪拌し分散させた。次いで未剥離粒子を除去するため、攪拌して得られたコロイド状混濁液を 2000rpm で 20 分間遠心分離し、その上澄み液を分散液として採取した。

### 2.4. 成膜

コンポジット膜は木内らの研究<sup>15)</sup>を参考に以下の様に作製した。結晶粒径による水蒸気バリア性の差を比較するため、剥離型 LDH (酢酸 Mg 型、テイカ株式会社) を用いたコンポジット膜も併せて作製した。蒸留水に LDH を分散させた分散液に、有機成分として高分子である PNIPA (和光特級、富士フィルム和光純薬株式会社) を 1M 加え 1 時間攪拌し、氷浴中にて反応促進剤として NNNN-テトラメチルエチレンジアミン (TEMED、和光特級、富士フィルム和光純薬株式会社) 5.3mM を加えさらに 1 時間攪拌し、最後に反応開始剤としてペルオキソ二硫酸カリウム (KPS、和光特級、富士フィルム和光純薬株式会社) 3.7mM を加え攪拌したものを成膜液とした。Table1 に成膜液の組成表を示す。

作製した成膜液をスピンコートにより PET 基材上へスピンコートし、電子冷熱低温恒温器 (THS020DB、ADVANTECH) において 20°C で 24 時間反応させ、コンポジット膜を得た。

### 2.5. 物性評価

作製した LDH の結晶粒径を走査型顕微鏡 (SEM、株式会社エリオニクス) により撮影し評価した。溶媒 (蒸留水) への分散については、レーザーポインタによるミー散乱を確認することで評価した。作製した材料の水蒸気バリア性を評価するため、防湿包装材料の透湿度試験法 (カップ法、JIS Z0208-1976) を参考に庫内温度 40°C・相対湿度 90%にて透湿度試験を行った。測定には高温高湿槽 (AE-215、ADVANTECH) を用いた。

## 3. 結果と考察

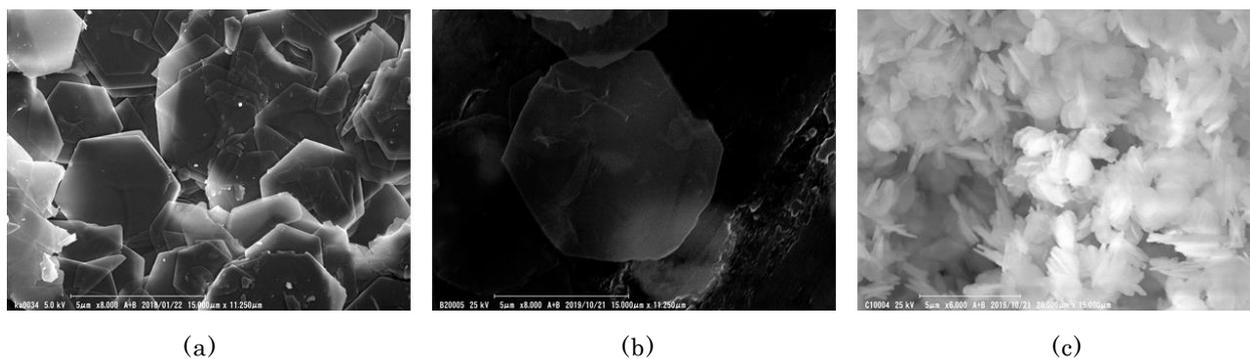
### 3.1. LDHの作製

尿素法により作製した Co-Al 系及び Mg-Al 系 LDH 結晶の大きさを計測するため、SEM を用いて画像を撮影した。撮影した画像を Fig.4 に示す。結晶粒径は Co-Al 系、Mg-Al 系ともに 4~5 $\mu\text{m}$  程度であ

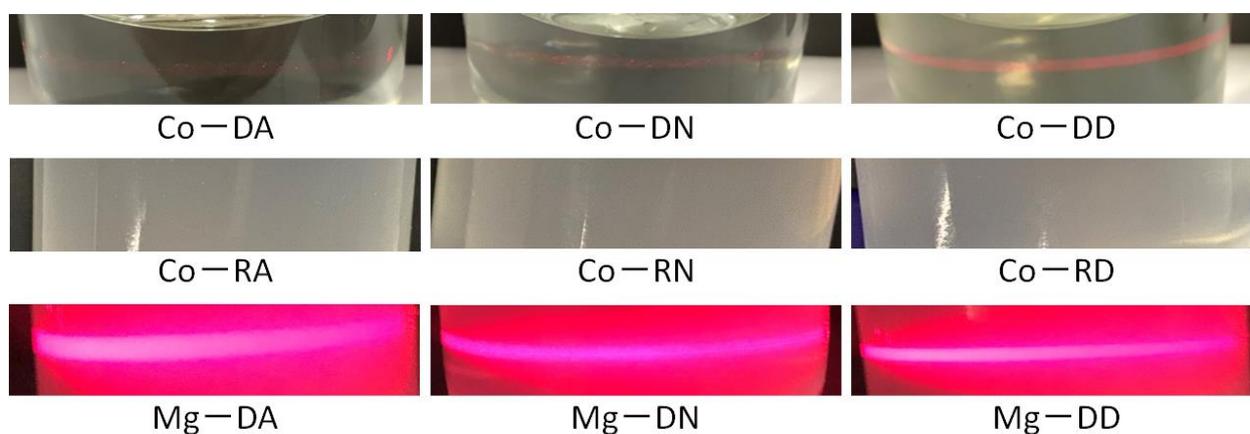
った。比較用に市販の剥離型 LDH を併せて Fig.4 に示す。剥離型 LDH の結晶粒径が直径 0.3~0.5 $\mu\text{m}$  程度であるのに対し、大きな結晶を持つ LDH の合成に成功した。

**Table1** Sample name and Compositions of the Coating Solutions.

Samples	Type of LDHs	Anion exchange method	Interlayer Anion	Sol composition [molar ratio]			
				LDH [wt%water]	NIPA	TEMID	KPS
Co-DA	Co-Al	Decarbonation	Acetate ion	0.1	1	0.05	0.04
Co-DN			Nitrate ion				
Co-DD			Dodecylbenzene sulfonate ion				
Co-RA		Reconstruction	Acetate ion				
Co-RN			Nitrate ion				
Co-RD			Dodecylbenzene sulfonate ion				
Mg-DA	Mg-Al	Decarbonation	Acetate ion				
Mg-DN			Nitrate ion				
Mg-DD			Dodecylbenzene sulfonate ion				
Mg-Ac	Mg	—	Acetate ion				



**Fig.4** SEM images of LDH samples. (a) Co-Al LDH (b) Mg-Al LDH (c) Mg-Ac LDH



**Fig.5** Photograph of laser light to the LDH nanosheets dispersed solution

### 3.2. LDHの溶媒への分散性

LDHを分散させた溶液を通るレーザーポインタの散乱光を確認することで分散の良否について評価した。Fig.5に各LDHを分散させた液を通るレーザー光の様子を示す。散乱光はチンダル減少によるミー散乱であり、散乱光が強いものほど分散性が高いという評価をした。LDHへの層間イオン導入法による分散性の差については、レーザー光が強く散乱している様子が確認できたため、イオン交換法を用いた層間イオンの導入が分散性をより向上させることを示した。特にドデシルベンゼンスルホン酸イオンを導入したCo-DDは、Co-Al系において最も高い分散性を示したといえる。このように分散性に差が生じた要因として、散乱光が強いものほど導入した陰イオンのサイズが大きいことから、層間イオンの大きさが分散性に影響を与えたと考えられる。

Co-Al系とMg-Al系を比較すると、特に酢酸イオン及び硝酸イオンの結果において、Mg-Al系の分散液が強くレーザー光を散乱させており、より分散していることが分かる。これは、LDHの構造に含まれるアルミニウム塩を使用したことで、LDH基本層との親和性が高まったものと考えられる。

Mg-Al系では、Co-Al系の傾向と違い酢酸イオンを導入した試料が最も高い分散性を示した。この原因として、Mg-Al系LDHと酢酸イオン間に相互作用があり、剥離が効率よく行われたことが考えられる。このことから、LDH基本層の構造と導入するイオンとの関係性が分散に大きな影響を与えることが示唆された。

### 3.3. コンポジット膜の水蒸気バリア性

作製したコンポジット膜の水蒸気バリア性は、透湿度をカップ法により計測することで評価した。Fig.6に剥離型LDHを使用したコンポジット膜の透湿度と、イオン交換法により陰イオンを導入したLDHを用いて成膜したコンポジット膜の透湿度計測結果の比較を示す。このグラフが示す通り、粒径が小さいLDHを利用した膜よりも、大型結晶のLDHを用いることで水蒸気バリア性を高めることに成功した。さらに、Mg-Al系のLDHを利用した膜ではCo-Al系に比べ高い水蒸気バリア性を示した。また、同じLDHを利用した場合でも透湿度は層間イオンにより異なる値を示し分散性の良否と対応した傾向で透湿度に差が生じた。この理由として、導入した陰イオン及びそれに起因する分散性に影響を受けたと考えられる。高い分散性を示した試料において高い水蒸気バリア性を示した理由としては、Fig.7に示す

ように分散性が向上することで膜内に存在するLDHのシート数が増加し水蒸気の透過経路が長くなり、迷路効果が強化されることで、透湿度が高くなったと考えられる。

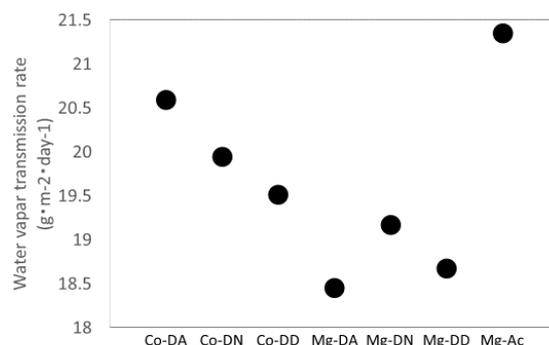


Fig.6 Water vapor transmission rates of the membranes (at 40 °C, 90%RH).

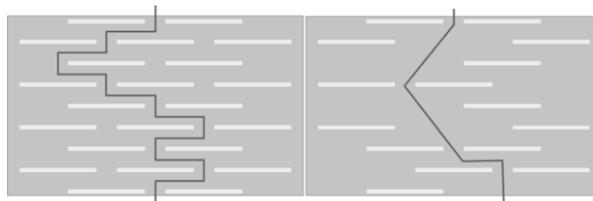


Fig.7 Schematic illustration of permeation pathway mechanism in composite membrane.

## 4. 結論

粒径の大きいLDHを用いた有機-無機コンポジットガスバリア膜を作製した。LDHを尿素法により作製することで、一般的に利用されているLDHの約10倍の粒径を持つLDHを作製できた。LDHの層間イオンをイオン交換法により置換することで、LDHの分散性を向上させることに成功した。また、分散性の向上に陰イオンの大きさが影響している可能性を見出した。作製したLDHを用いて成膜したコンポジットコーティングガスバリア膜は、市販の剥離型LDHを使用したコーティング膜と比較して高いバリア性を示した。分散性が高まったLDHを用いたコンポジット膜ほど高い水蒸気バリア性を示した。これにより大型結晶を持つLDHによりコンポジット膜の水蒸気バリア性を高めることに成功した。以上の結果から、大型結晶をもつLDHの合成とその利用についての基礎的な知見を得た。

## 参考文献

- 1) 佐藤努：粘土化学 (第41巻 第1号), 26-33, (2001)
- 2) 蔵岡孝治：包装技術 (第49巻 第12号), 20-21, (2011)
- 3) 小川倉一：表面技術 (第61巻 第10号), 670-674, (2010)
- 4) 蝦名武雄：機能紙研究会誌 (第47巻), 63-69, (2008)
- 5) 成田榮一：粘土化学 (第46巻 第4号), 207-218, (2007)
- 6) 塩野剛, 山城一藤, 蔵岡孝治, 奥宮毅：日本包装学会誌 (第23巻 第2号), 131-140, (2014)
- 7) Z. Liu, R. Ma, M. Osada, N. Iyi, Y. Ebina, K. Takada and T. Sasaki : J. AM. CHEM. SOC. (Vol.128, No.14), 4872-4880, (2006)
- 8) R. Quispe-Dominguez, S. Naseem, A. leuteriz and I. Kuehmert : RSC Advance (Vol.9), 658-667, (2019)
- 9) 飯田桃子, 吉川晃平, 東郷政一, 中平敦：紛体および粉末冶金 (第64巻第11号), 595-600, (2017)
- 10) 江上美紀：粉碎 (第56巻), 42-47, (2013)
- 11) Taichi Sakaya and Nobuhiro Osaki : Journal of Photopolymer Science and Technology (Vol.19, No.2), 197-202, (2006)
- 12) 池田真吾, 村上知弘, 蔵岡孝治：日本包装学会誌 (第26巻 第2号), 123-130, (2017)
- 13) K. Haraguchi, H. J. Li, K. Matsuda, T. Takehisa and E. Elliott : Macromolecules (Vol.38), 3482-3490, (2005)
- 14) Nityashree. N and P. Menezes : Applied Nanoscience (Vol.3), 321-327, (2013)
- 15) 木内宏治, 田口絢都：弓削商船高等専門学校平成29年度商船学科卒業論文, (2017)

# しまなみ島嶼部における離島航路の交通環境の変化

塚本 秀史\*・新川 陽葉\*\*・梶田 温子\*

## Change of Traffic Environment of Route to the Isolated Islands in the Shimanami Sea Area

Hideshi TUKAMOTO\* Akiha SHINKAWA\*\* and Haruko MASUDA\*

### Abstract

Vessels are the only means of transportation that are essential to life connecting the mainland and other islands on isolated islands that are separated by the sea around them. With the completion of the “Shimanami” bridge project in Geiyo Islands, there was a modal shift from ships to cars that allowed the island to be constantly moved to the mainland for 24 hours on a bridge-connected island. There was abolition and reduction of flights on the route along the bridge route, and the traffic environment by ships changed significantly on the remote islands around the bridge. In addition, it is important to clarify changes in the ship traffic environment quantitatively to cope with the reduction of users caused by the decrease in population in the island area, even on the remaining routes.

### 1. しまなみ海道による交通環境変化

本州と四国を結ぶ3つの架橋のうち西側に位置する西瀬戸自動車道は広島県と愛媛県に点在する芸予諸島の7つの島を通過する。本州四国連絡橋公団によって昭和50年(1975)の大三島橋着工以来四半世紀の年月をかけて、ルート of 全7橋(新尾道大橋・因島大橋・生口橋・多々良大橋・大三島橋・伯方大島大橋・来島海峡大橋)が平成11年(1999)に完成供用された。

しまなみ海道は、この西瀬戸自動車道(46.6km)の有料区間と国土交通省により整備された生口島道(6.5km)・大島道路(6.3km)の無料区間からなる尾道市今治市間(全長59.4km)である。現在は本州四国連絡高速道路(株)が管理運用している。

本稿が対象とする「しまなみ島嶼部」<sup>(1)(2)</sup>とは、しまなみ海道を構成する7橋が通過する7島(向島・因島・生口島・大三島・伯方島・大島・馬島)およびこれらの島への定期航路の港がある有人島とする。

本四連絡の他の2つの神戸淡路鳴門自動車道は自動車専用橋、瀬戸中央自動車道は道路鉄道併用橋であるのに対し、しまなみ海道の各橋(新尾道大橋除く)には自転車歩行者道とバイク道(125cc以下)が併設されている。自転車歩行者道とバイク道へは橋の両端に設けられた連絡道路から出入りするが、それぞれの橋は

船舶航行のため海面までの桁下高が65~26mある。エレベータは設置されてなく、この上下移動が必要なため日常的には、歩行者の利用は少なく小型バイクの利用が多い。広島・愛媛両県により沿線の島々の自転車道の整備が進められ、サイクリングロードとして注目を集めている。

1999年5月のしまなみ全線の供用を待たず、最初の大三島橋部分供用(1979)から、橋が供用される毎に航路事業者との間に競争が生まれた。航路事業者の競争選択肢は料金、営業時間、乗船時間、快適性など様々の制約がある。これに対して道路事業者の競争手段は料金のみで、運用コストを確保できる最低料金以上であれば自由な料金設定ができる。

橋の供用以降、特別料金、社会実験、緊急総合対策、生活対策などの具体策として「ETC割引」・「休日割引」・「ETC休日1000円上限」・「通勤割引」・「深夜割引」・「ETCポイント還元」など様々な料金設定がされた。

しまなみ海道の各橋の交通量<sup>(3)</sup>は供用開始時の1.6~1.9倍程度に増加し、全橋は1.2万台/日となっている。2009年に見られる急激な増加は同年3月から2011年6月に実施された「ETC休日1000円上限割引」の影響で終了後も元の交通量に減ることなく、利用促進の効果は持続した(図1)。

\* 情報工学科

\*\* 専攻科生産システム工学専攻

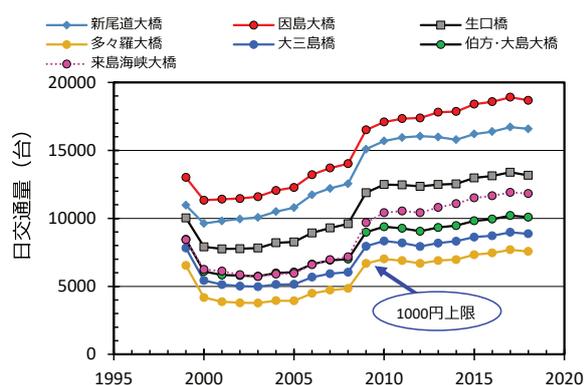


図1 日交通量の年変化

この時、来島海峡大橋と競合していた今治-下田水航路は高速船を残しフェリーは休止し（2011年3月）、その後減便、祝祭日運航休止を経て旅客・フェリー航路共に廃航路となった（2014年8月）。

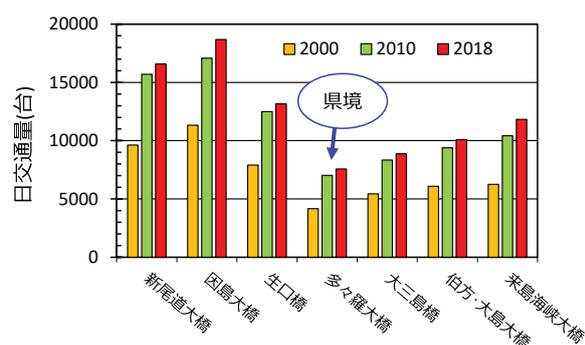


図2 断面日交通量

また断面（橋）毎にみても交通量は増加している（図2）。広島愛媛の県境に位置する多々羅大橋で交通量が最も少なくなる。このことは両県に属するそれぞれの島からの目的地の多くは、県境で二分され本州と四国にあることが推測される。ここでは島嶼部を目的地としない本州四国間の通過交通量は把握できない。一人乗車と仮定しても、架橋以前に島と島を毎日1万人が移動していたとは考えられず、人および物の移動が活発になったことがわかる。

尾道と向島に架かる新尾道大橋の交通量は因島大橋と比較して少ない。これは利用者始発点の多くが向島であることを示していない。新尾道大橋は尾道市で国道2号線へ接続するが、並行して向島を走る同317号線も尾道大橋（無料）経由で2号線に接続しているためである。さらに二つの橋がまたぐ幅300mの尾道水道には、有料道路（150円）より低料金でかつ無料道路より短時間で渡海できるフェリー航路（3分100円）が2つある。）

## 2. 資料および整理方法

対象地域や定期航路に関する現在の情報はホームページの検索により収集ができる。しかし過去の情報の収集やそのデータ項目等を揃えることは困難である。そのため本研究では継続して整理出版されている「離島統計年報」と「フェリー・旅客船ガイド（船舶時刻表）」を用いた<sup>③④</sup>。

「離島統計年報」により島の人口、港、航路毎の事業者、船名、トン数、便数および利用者数を整理した。「離島統計年報」では研究の要点である離島が離島でなくなる過程の変化を把握する上で欠測が生じた。すなわち離島が架橋で本土につながり離島でなくなった時点から統計の記載対象外となるからである。そのため「元」離島の情報は各市町村の統計等から再集計を行った。

整理集計は1987～1990,1993,1996,1999～2013の計21年である。

「船舶時刻表」からは、しまなみ島嶼部を始終港あるいは寄港する航路を抽出し、事業者、船種（フェリー、旅客船、高速船等）、航路長（営業キロ）および1日当たりの便数を整理した。事業者が同じ航路でフェリーと旅客船を運航している場合は異なる2つの航路として重複計上した。

整理集計は1996,1998,2000,2006,2008,2017の6年である。

## 3. 港および航路の変化

図3にしまなみ島嶼部の1996年に定期航路で利用されていた港の位置を示す。そのうち●赤丸は2017年には使用されなくなった港である。架橋以前には定期航路では97港が利用されていたが、廃航路にともない利用される港は71となり、26の港で利用がなくなった。

廃航路の多くは隣接した島の港間を短距離でつなぐ航路であった。言うまでもなくこの位置は架橋ルートにおいても最適な場所であることが多い。そのため航路数は48から30に減少した（図4）。廃航路の内訳はフェリー航路12、旅客航路6である。

航路の始発点の距離である営業キロ（km）をみると、フェリー航路の最長はしまなみ経路に並行する今治-土生間の37.2kmであったが廃航路となり、現在はしまなみ経路から外れた航路、今治-大下-岡村間の25.2kmである。

旅客航路では、水中翼船によりしまなみの複数港を経由し尾道-大三島-松山の90.1kmであったがこれも

廃航路となり、因島-弓削-魚島の 21.6km が最長航路となった。水中翼船による尾道-松山間 85 分、尾道-大三島間 35 分、大三島-松山間 50 分の移動時間は、橋を利用し車による移動時間はそれぞれ 120 分、40 分、100 分と短い。現在の最長航路はフェリー、旅客船ともに離島航路整備法による運営費補助航路である。



● 架橋後利用されなくなった港

図3 定期航路の港

しまなみ全域の航路の営業キロの合計は 634km から 279km となり、船舶による移動可能距離は 1/2 以下まで減少した。

特に今治港は、海路と鉄道、バスへの乗り継ぎのハブ的存在であったが、1 日あたりの船舶発着が 11 航路 99 隻から 5 航路 23 隻と大きく減少し 1/4 となった。平均で 4 分毎の離着岸による乗降者が見られたが 18 分毎になり、港の活気はなくなっている。

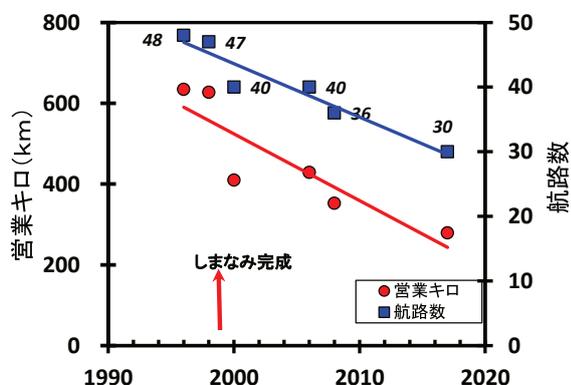


図4 航路数と営業キロの変化

#### 4. 航路の船舶の変化

航路で運用される船舶は経年劣化等に伴い代船が建造され更新される。大型化、高速化により就航率および快適性の向上、乗船時間の短縮やそれともなう就航回数増便も可能となる。離島航路で運航されている船舶の変化の例として魚島航路を示す。

魚島<sup>5)</sup>では従来、渡海船や郵便船に便乗し移動していたが、1924年に村営定期航路として「魚島丸」就航以降、10数年ごとに8回の船舶更新が行われた(表1)。

表1 魚島航路の船舶性能

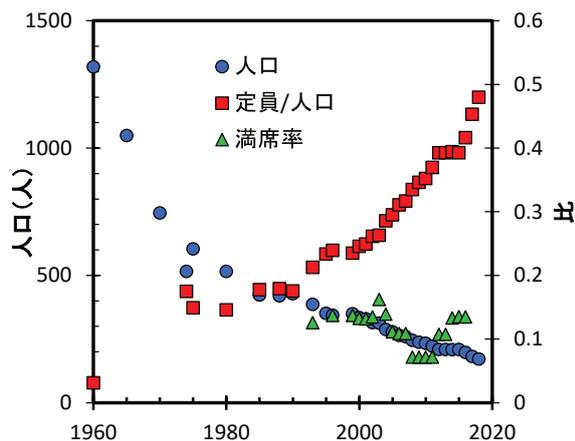
船名	就航	総トン数 (トン)	航海速度 (ノット)	旅客定員 (人)	人口 (人)	便数 (往復)
魚島丸	1924	10			1311	
第2魚島丸	1938	10			1310	
第3魚島丸	1947	12			1755	2
第5魚島丸	1958	30	8.5	41	1319	2
うおしま	1963	74	10.0		1049	2
第2うおしま	1974	86	10.0	90	515	2
第3うおしま	1980	79	11.0	75	515	4 (1990から)
ニューうおしま	1992	61	16.0	82	386	4
ニューうおしま2	2004	52	17.0	82	287	4

更新ごとの船体大型化により定員が増え、船速も高速化され 1990 年には 4 往復に増便された。最新の「ニューうおしま2」ではバリアフリー化されている。現在の就航率は年間 2,3 日の欠航に相当する 99.3%で欠航原因は強風と濃霧である。台風時には陸上の鉄道、バス等も運休するため、就航率は特に低い値ではない。また最近では機関故障等の設備関連を原因とする欠航はない。

魚島の人口は 1960 年頃 1300 人であったが他の島嶼部と同様過疎化により 2018 年には 170 人まで減少した。その期間の魚島航路の運用船舶と輸送規模の変化をみる(図5)。

船舶定員と人口との比をみると、1960 年頃には人口 1300 人に対し旅客定員 41 名で 0.03 であったが 1975 年に 0.15 となり、それ以降分母の人口減少を要因とし徐々に増加し現在では 0.5 になった。0.5 は島民全員を 2 往復で島外移送する能力を意味する。

1 日当たりの輸送能力は、旅客定員と便数の乗算で求められる。その 1 日当たりの輸送能力と利用者数の比(満席率)は 1993 年から 2018 年の 25 年間で 0.1 程度で推移している。その期間の人口は 386 から 171 と約 1/2 に減少しているにもかかわらず満席率(利用者数)に変化がない。このことは島民の島外への出入の相対的割合が増えたことを示しており、島民の島外への生活依存度が上がっていると言える。利用目的のデータはないが、島内に病院がないことから高齢者(65 歳以上 41.87%:H22 国勢調査)の通院も予想される。



※定員/人口は旅客定員を島人口で除し無次元化

※満席率は日乗降人員を（旅客定員×便数）で除し無次元化

図5 船舶輸送能力と利用者の対人口比

離島航路整備法により、離島への航路が唯一かつ赤字の旅客定期航路事業に対して欠損見込額の1/2の運営費補助、住民運賃割引補助、また航路改善計画に基づき他航路からの船舶買い取りや代替建造への支援が実施されている。2017年のしまなみ島嶼部の補助対象航路は民営（4航路）、公営（3航路）である（表2）。

表2 補助対象航路

事業者	航路(港) ※赤は離島	便数(往復)	乗船者/便(人)
備後商船(株)	常石-百島-尾道	13	15
尾道市	細島-西浜	9	2
津島渡船(有)	津島-今治	3	2
(有)くるしま	波止浜-来島-小島-馬島	10	4
シーセブン(有)	尾浦-鶴島-宮窪	7	2
上島町	魚島-高井神島-弓削-土生	4	9
今治市	岡村-小天下-大下-宗方-今治	8	4

平成28年度(2016)における魚島航路(6)の運航経費は10,800万円に対し、利用者による運賃収入は3,400万円である。欠損額の7,400万円は、国が1/2、県と町がそれぞれ1/4ずつ分担している。利用者は21.6kmの移動に、60分の時間と1,000円の料金負担をしている。陸上の公共交通機関と比較して非常に効率が悪くまた高額である。

島の生活の島外依存度の向上傾向と0.1程度の低い満席率から、次の船舶更新時は、現在の船舶から定員減と増速を考慮すべきである。小型化により燃料費や運航人件費が低減され、高速化により移動時間の短縮とそれによる増便が可能となる。

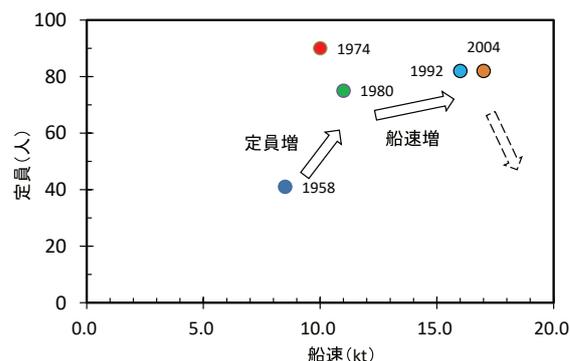


図6 魚島航路の船舶性能の変化

## 5. まとめ

しまなみ架橋の完成により、周辺の島嶼部では人および貨物の輸送分担は船舶から車へのモーダルシフトが発生した。架橋後も離島として残った船舶が唯一の交通手段である島嶼部は陸続きとなった「元」離島と比較して交通環境は悪化した。

存続運営される離島航路は島民の生活を維持する唯一の交通手段として維持は重要であるが、経済的な観点から適正な船舶性能の選択により、利便性の向上をはかれる可能性がある。

## 参考文献

- [1] 愛媛県：愛媛県離島振興計画（平成25年度～34年度），2013.12.
- [2] 広島県：広島県離島振興計画（平成25年度～34年度），2013.12.
- [3] 日本離島センター：「離島統計年報」，1987～2013
- [4] 国土交通省海事局内航課監修：フェリー・旅客船ガイド，日刊海事通信社，1996～2017.
- [5] 魚島村：魚島村史，pp.279-282，1996.11.1.
- [6] 上島町：上島町の交通関連取組状況について，2018.10.30
- [7] 本州四国連絡高速道路（株）：データライブラリー交通量，[https://www.jb-honshi.co.jp/corp\\_index/company/data/traffic.html](https://www.jb-honshi.co.jp/corp_index/company/data/traffic.html)，2019.3.8.

# 自然言語処理を用いた テキストデータからの英単語抽出

前田 弘文\*, 山本 健太\*\*

## Extraction of English words from text data using natural language processing

Hirofumi Maeda\* and Kenta Yamamoto

### Abstract

In recent years, along with globalization, English education in secondary school has been considered to be a critical priority with the direction of MEXT, and KOSEN students are no exception to be required decent English ability. However, students at our school are not confident enough in their English and therefore they are far below average in most cases. The present study aims to develop a series of guideline for both students and instructors by building up a specially designed vocabulary list, starting with extraction of words from text data using natural language processing.

### 1. 緒 言

近年、グローバル化の加速に伴い、英語の需要がますます高まっている。そんな中、文部科学省より2017（平成29）年3月に小学校および中学校の新学習指導要領が、翌年3月には高等学校の新学習指導要領が告示された<sup>[1]~[3]</sup>。新学習指導要領は、小学校では2020（令和2）年度から中学校では2021（令和3）年度から全面実施され、高等学校では2022（令和4）年度入学者より学年進行で実施される。新学習指導要領では、外国語による「聞くこと」「読むこと」「話すこと」「書くこと」の言語活動を通して、簡単な情報や考えなどを理解したり表現したり伝え合ったりするコミュニケーションを図る資質・能力を育成することを目標としている<sup>[4]</sup>。その中で、小学3・4年生は年間35単位時間の活動を通して、「聞くこと」「話すこと」を中心に外国語に慣れ親しむとともに、学習への動機付けを高めるとしている。また、小学5・6年生は教科として、年間70単位時間の学習により音声に十分に慣れ親しんだ上で、段階的に「読むこと」「書くこと」を加えるとしている。さらに中学校においては、実際に活用する言語活動の充実、高等学校ではディベートやディスカッション等を通して発信力を高めるとし、これまで高等学校卒業時に3,000語程度としていた語彙力を4,000~5,000語程度に引き上げるとしている。

この新学習指導要領への移行準備として、各地方公共団体では、専科教師等の配置やALT（Assistant Language Teacher）等の活用人数・割合等が増加している。また小学校においても、外国語の授業担当者が学級担任から専科教師等や他小学校所属教師へと移行されている。人員以外にも、全国の中学校、高等学校の9割以上がそれぞれ「CAN-DOリスト」形式で「外国語を使って何ができるようになるか」という観点により、学習到達目標を設定している。しかし、「CAN-DOリスト」形式による学習到達目標の達成状況把握が不十分であり、「CAN-DOリスト」の学習指導・評価への活用が課題として残っている<sup>[5]</sup>。

一方、高等専門学校（以下、高専）においても、工学教育の推進および国際力の評価基準を研究している芝浦工業大学の評価基準を基本にして、国際力向上研究会を中心にCEFRを参考にした高専のための国際力評価基準（CAN-DOリスト）を現在策定しているところである<sup>[6]</sup>。このような背景の下、我々には高い英語力を有する学生の育成が求められている。しかし、本校学生が英語に対して苦手意識を持っているのも事実である。そこで本研究では、本校学生の英語に対する苦手意識を克服するために、英語学習ガイドラインの作成を目指す。そのためには、弓削商船高等専門学校（以下、弓削商船高専）独自の英単語帳の作成が必要不可欠である。本論文では、

\*情報工学科

\*\*総合教育科

英単語帳の作成のための基本処理として、テキストデータからの英単語抽出について述べる。

## 2. 独自の英単語帳の必要性

弓削商船高専は、商船学科、電子機械工学科、情報工学科の3学科で構成され、これとは別に3学科に渡って一般科目の授業を受け持つ総合教育科が設置されている。その総合教育科の中で、英語科目を担当する常勤教員は4名(英語科)となっている。常勤教員4名に非常勤教員(ALTを含む)を加えて、3学科の英語科目を担当するが、担当学科および学年は固定されず、毎年変更される。同様に教科書についても毎年変更される可能性がある。唯一変更されない参考書として、桐原書店のデータベース3000基本英単語・熟語(現在は5th Editionを使用、以下、データベース3000)がある。この単語帳は、高専5年間の教育を通して使用される。しかし、英語に対して苦手意識が強い本校学生にとって、データベース3000は分量が多く、モチベーションを低下させる要因となっている。

そこで、我々はこのデータベース3000から各科目に合った(重要度が高い語彙を抜粋した)弓削商船高専独自の英単語帳が必要であると考えた。英単語帳の作成にあたり、広島大学外国語教育研究センターが開発したオリジナルの語彙リスト「広大スタンダード6000語彙リスト(HiroTan)(以下、HiroTan)」を参考にした<sup>7)</sup>。以下に、HiroTanの概要と本校への適用について述べる。

### 2.1 HiroTanの概要

広島大学では、2011(平成23)年度より学生の英語力向上を図る目的として、一部の主専攻プログラムにおいて、英語の要修得単位を6単位から8単位に変更している。この8単位化によって新たに加えられた「コミュニケーション基礎I・II」の教材でHiroTanが使用された。この「コミュニケーション基礎I・II」で着目すべき点は、自学自習形式によるオンライン教材を通して語彙・文法を学ぶとともに、他科目の「コミュニケーションIB・IIB」と連動させるために同一の教科書・進度・テスト・成績評価に基づいて実施されていることである。現在、弓削商船高専では少人数の英語科教員で授業を運用しており、今後の教員削減を考慮すると業務軽減は避けて通れない問題であり、この広島大学のオンライン教材はモデルケースと成り得る。

HiroTanは、日常的・一般的コミュニケーション

の場合やアカデミックな場面での重要語彙6,000語を選定しており、2 Semester(計30週)を通して毎日200語ずつ学習することを想定している。レベルは2つに分類され、標準レベルが4,000語、発展レベルが2,000語となっている。この中で、参照語彙リストとして、「Academic Word List」、「大学英語教育学会基本語リスト」、「TOEIC®テスト頻出語彙リスト」、「Power-Up Practice for the TOEIC®Test」が使用されている。語の選定においては、英語教育を担当している4名の教員の主観に基づく評定を行った後、それらを数値化し集計している。また、Semesterごとに点検・改訂が行われている。

### 2.2 本校での英単語帳作成の問題点と対応

本校英単語帳の作成にあたり、HiroTanの手法をそのまま適用することは不可能である。その大きな理由が、膨大な作業量である。HiroTanには、広島大学外国語教育研究センターの教員が割り当てられており、この作業に専念することが可能であるのに対し、本校英語科では授業以外の業務(学生指導やクラブ活動等)もあることから、多忙を極め実現することができない。また、広島大学と違い担当学科・学年および教科書が固定されないため、作業量が数倍以上に膨れ上がることが予想される。

そこで、本校では人海戦術ではなく、コンピュータを用いた人が関与しない自然言語処理による自動化を目指す。これにより、作業量の緩和だけでなく、教員の英語能力に左右されない汎用的なシステムが構築できると考える。本論文では、基礎研究としてテキストデータからの英単語抽出を行うシステムの構築とその検証を行う。

## 3. NLTKによる英単語抽出

今回作成した基礎プログラムは、参考書の内容があらかじめ入力されたテキストデータから英単語の抽出を行い、英単語の出現頻度を算出するものである。ライブラリとしては、NLTK(Natural Language Toolkit)を使用した。また、検証として使用した参考書は、株式会社Z会の速読英単語 中学版である。

基礎プログラムのフローチャートを図1と図2に示す。メインプログラムでは、テキストデータからの参考書内容の読み込みと自然言語処理の前処理として、テキストデータの小文字化および英単語のトークン化を行っている。さらに、関数によるノイズ除去を行った後に、英単語の出現頻度を算出し、グ

## 自然言語処理を用いたテキストデータからの英単語抽出

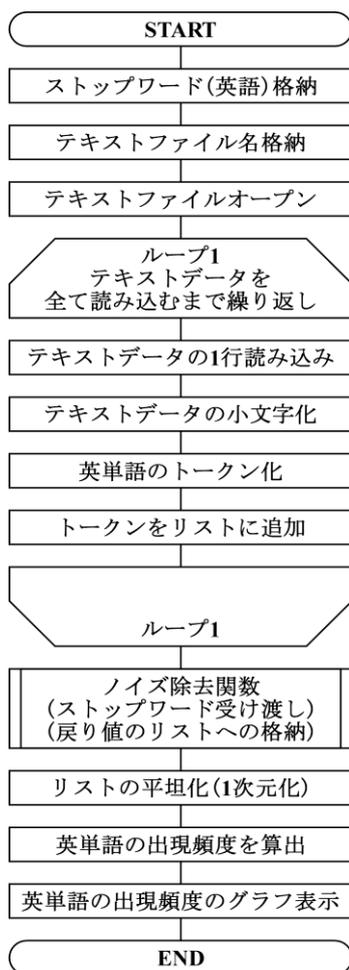


図1 メインプログラム

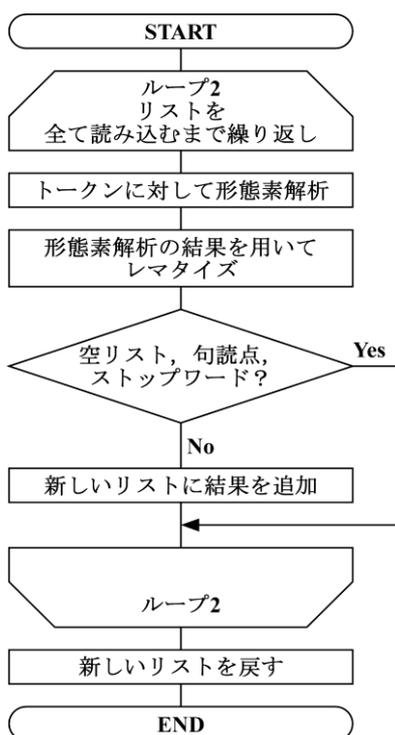


図2 ノイズ除去関数

ラフ表示処理を行っている。ノイズ除去関数内では、トークンに対して形態素解析を行った後、その結果を踏まえてレマタイズを行っている。その後、不要なデータとして、空リスト、句読点、ストップワードを排除し、その結果をリストとして返している。

次に、英単語の出現頻度の分析結果を図3に示す。このグラフ結果は、頻度が高い10個の単語（縦軸：出現回数）を示しており、「`」と「"」は「"（ダブルクォーテーション）」、「n' t」は否定の短縮、「s」は所有を意味するが、実際の処理においては必要とされない情報であり、無視することができる。また、英単語の抽出において、適合率は99.8%（893語中、誤認識1語、取りこぼし1語）と実用に耐え得る結果となった。

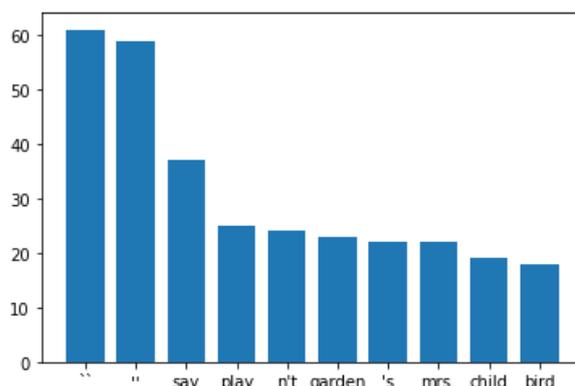


図3 英単語の出現頻度の分析結果

## 4. 結 言

本論文では、弓削商船高専独自の英単語帳の必要性について触れるとともに、英単語帳の作成のための基本処理として、NLTKを用いたテキストデータからの英単語抽出について述べる。

今後は、テキストデータ作成の自動化に向けて、カメラを用いた参考書からのテキストデータの直接読み込みを行っていく予定である。

## 謝辞

本研究は、「英語能力及び英語教材の評価に関する研究（合同会社 PISC）」と「教員研究への支援経費（弓削商船高等専門学校技術振興会）」の助成を受けて実施しており、謝意を表す。

## 参考文献

- [1] 文部科学省：小学校学習指導要領（平成29年告示），[https://www.mext.go.jp/content/1413522\\_001.pdf](https://www.mext.go.jp/content/1413522_001.pdf), (2020/11/30 アクセス)
- [2] 文部科学省：中学校学習指導要領（平成29年告示），[https://www.mext.go.jp/content/1413522\\_002.pdf](https://www.mext.go.jp/content/1413522_002.pdf), (2020/11/30 アクセス)
- [3] 文部科学省：高等学校学習指導要領（平成30年告示），[https://www.mext.go.jp/content/1384661\\_6\\_1\\_3.pdf](https://www.mext.go.jp/content/1384661_6_1_3.pdf), (2020/11/30 アクセス)
- [4] 文部科学省初等中等教育局情報教育・外国語教育課：資料2 新学習指導要領全面実施に向けた小学校外国語に関する取組について，第112回教育課程部会，pp.1～8, (2019)
- [5] 文部科学省：令和元年度「英語教育実施状況調査」概要，[https://www.mext.go.jp/content/20200715-mxt\\_kyoiku01-000008761\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200715-mxt_kyoiku01-000008761_2.pdf), (2020/11/30 アクセス)
- [6] Cambridge Assessment English, International language standards (CEFR), <https://www.cambridgeenglish.org/exams-and-tests/cefr/>, (2020/11/30 アクセス)
- [7] 榎田 一路, 森田 光宏, 阪上 辰也, 鬼田 崇作：広大スタンダード6000語彙リスト (HiroTan) の開発と活用, 広島外国語教育研究, pp.111～120, (2018)

# コーヒーにおける温度および添加物による味への影響に関する研究

伊藤 武志\*、宮脇 流士\*\*、大根田 浩久\*\*

## The effect of temperature and additives on coffee taste

Takeshi Ito\*, Ruji Miyawaki\*\*, Hirohisa Oneda\*\*

### Abstract

Recently, coffee can be enjoyed at a convenience store at a low price by using a dedicated machine and is popular with a wide range of age groups. Chlorogenic acid is a type of polyphenol and is contained in coffee and it is a substance that affects the taste of coffee.

In this study, changes in coffee taste were evaluated from the two perspectives of chlorogenic acid concentration and sensitivity evaluation. As result, the chlorogenic acid was high concentration when the temperature was high, and many monitors evaluated it as unpleasant in the sensitivity evaluation. However, by adding lemon juice, the increase of chlorogenic acid concentration was suppressed, and the sensitivity evaluation was relatively better than other samples.

### 1. はじめに

近年、コーヒーはコンビニエンスストアでも、専用のマシンで挽きたてを安価に味わえることができ、幅広い年齢層に親しまれている。喫茶店やカフェでは、独自の製法や種類があり、連日多くの人で賑わっている。

一方、大型チェーン店や専門店でない飲食店も、コーヒーにこだわりをもち、コーヒーメーカーを使わず、一杯ずつドリップで提供している店も多い。このような飲食店では、食事の提供が主であるため、食事時の多忙な時間帯では、コーヒーを提供するのに時間がかかる。大型チェーン店のような専門のコーヒーメーカーがない限り、瞬時に作ることができない。そこで一般的には、ドリップしたコーヒーを保温器に入れて、提供せざるをえないため、せっかく美味しいコーヒー豆を使用しても、時間の経過とともに、酸化が進行し本来の風味・香が損なわれている。

缶コーヒーなど店頭で販売されるコーヒーについては、保存容器・添加物など酸化防止に関する製法は確立されているものの、ドリップコーヒーと比較すると味は格段と落ち、ドリップコーヒーの酸化など味の劣化に関する研究について、報告はほとんどない。

コーヒーの劣化酸味は、低極性物質であり焙煎時に

生じるメラノイジンとコーヒー酸が混ざることによって、増加することが報告されている<sup>[1] [2]</sup>。また、コーヒー酸はキナ酸と結合してクロロゲン酸を生成する。クロロゲン酸は、ポリフェノールの一種で、カフェインとともにコーヒー抽出液冷却時濃度やその温度によって、苦みや酸味の影響は異なるが、一般的に酸味とわずかな渋味を示すと言われ、コーヒーの味を大きく左右する物質である。

そこで本研究では、コーヒーにこだわりのある個人飲食店でも、作り立てのコーヒーの味を損なわず、作り置きができることを目的とし、コーヒーの保温条件と添加物の味への影響について、クロロゲン酸を測定と感性評価の両方を行うことで、コーヒーの味の劣化の評価を行なった。

### 2. 研究方法

#### 2-1 コーヒー抽出

実験で用いた試料は、弓削商船高等専門学校の所在地でもある上島町内のカフェ Kitchen 313 Kamiyuge店の自家焙煎コーヒー豆、エチオピア産モカシダモ G1、シティーロースト中煎りのコーヒー豆を使用した。これを、50g 精秤し、松屋式コーヒードリッパーと専用の

\* 総合教育科

\*\* 電子機械工学科

ペーパーを使用しカリタ製のナイスカットミルで粗挽き(6段階目の荒さ)にし、5分間蒸らし後、5分かけて90°Cの熱湯で500ml抽出したコーヒーを試料とした。今回、用いた松屋式の抽出方法は、一般的なペーパードリップの抽出より酸化・劣化に強いことが知られている<sup>[3]</sup>。また、抽出は試料のばらつきを抑えるために同一人物が一貫して全ての作業を行った。

それぞれ抽出したコーヒーを21°C、80°Cで3時間保温し、クロロゲン酸の測定を行った。さらに感性評価については、4°Cで保温したのもも追加し、評価を行った。また、酸化防止剤としてローズマリー、レモン汁、ポリフェノールを試料500 mLに対し、小さじ1ずつそれぞれ添加した。

## 2-2 クロロゲン酸測定

2-1で抽出・作製したコーヒーを50mM酢酸水溶液で200倍に希釈した後、オクタデシル基修飾シリカゲル吸着剤(モード:逆相、品名:メガボンドエリートC18、サイズ:5g/20 mL、バリアン社製)を注射器で通液させ、12 mL端切り後、18 mLを採液し、測定溶液とした<sup>[4]</sup>。この測定溶液の325nmの波長を分光光度計(sp300 optima)を用いて測定し、検量線と比較することでクロロゲン酸の濃度を求めた。

## 2-3 感性評価

感性を評価する手法として、官能検査、理学的測定、認知科学的測定、物理・科学的測定がある。そのうち、官能検査は主として品質管理において管理基準との適合性を人間の感覚により検査するために発展したものであり、感性的評価や複合的評価基準を作るための測定

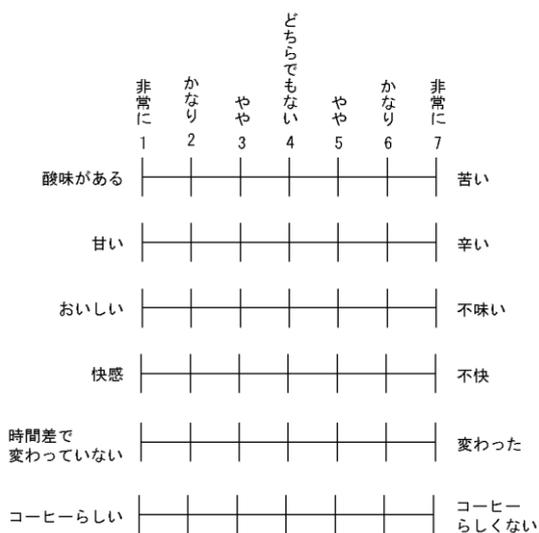


図1 感性評価アンケート

にも広く用いられている。官能検査で用いられる手法のうち、SD法は言葉で表される感覚や感情について、意味的に対になる形容詞対の組を評価対象にする「刺激」として複数個用意し、4~7段階で評価する方法である。被験者は評価対象から受ける感覚が、その形容詞対の間のどこに位置するかを選択する。

本研究では、このSD法を採用し、10代~50代の男女、合計20名に対し、味の評価をしてもらった。それぞれ、常温のサンプルと保温温度と添加物が異なる3時間経過したサンプルを試飲してもらい、感性評価の調査を行った。評価は1~7の整数値の重みを与え、評価項目は、酸味・苦味・美味しさ・快感・味の変化・コーヒーらしさについて形容詞関係詞対で比較してもらった(図1)。

## 3. 結果および考察

### 3-1 温度および添加物によるクロロゲン酸濃度変化

本研究で測定したクロロゲン酸濃度の結果を図2に示す。抽出直後の無添加0時間のクロロゲン酸濃度は1803.2 mg/Lであった。添加物を入れず、温度のみで比較を行ったところ、3時間後のクロロゲン酸濃度は、常温21°Cで1904.0 mg/Lと約100mg/Lの増加であるのに対し、高温80°Cでは2266.9 mg/Lと約460 mg/L増加した。3時間後の21°Cと80°Cを比較すると約360 mg/L増加しており、保温温度が高いほど、クロロゲン酸濃度が増加する確認された。この結果は、過去の報告例と一致しており<sup>[5]</sup>、日常店で提供されるコーヒーの温度での保温は、味がより変化することが示唆された。

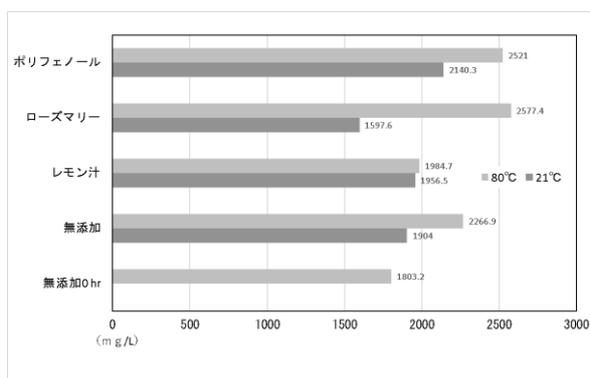


図2 3時間後のクロロゲン濃度変化

レモン汁を添加したサンプルにおいて、21°Cでのクロロゲン酸濃度は1956.5 mg/Lと約150 mg/Lの増加で、無添加のサンプルと大きな差は見られなかったが、80°Cでのクロロゲン酸濃度は、1984.7 mg/Lと約180 mg/Lの増加で、無添加のサンプルと比較して、低い値であった。レモン汁に含まれるアスコルビン酸(ビタ

ミンC) は酸化を防ぐとともに、pHを低くしてポリフェノールオキシダーゼを不活性化することが知られており<sup>6)</sup>、店頭販売されているお茶などの食品飲料にも、酸化防止剤としてアスコルビン酸が添加されている。本研究においても、クロロゲン酸の増加が抑えられたことが確認され、80℃の保温においても、レモン汁を用いることで、コーヒーの酸化防止や味の変化防止に利用できると考えられる。

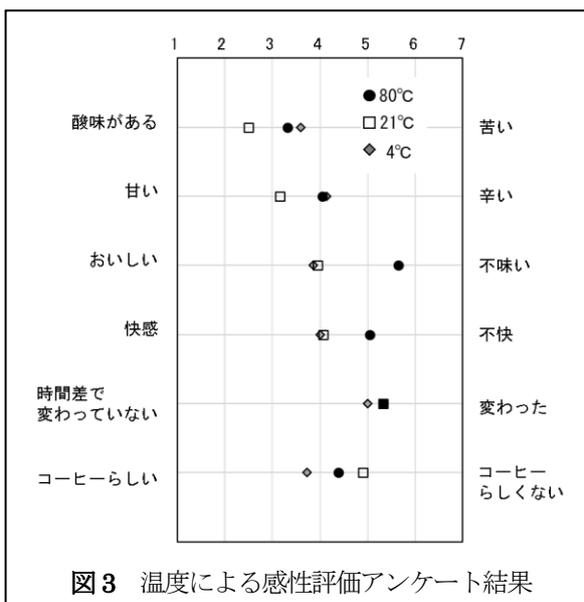
ローズマリーに含まれる複数の成分も、同様に抗酸化作用が知られ、天然酸化防止剤として、多様方面で利用されている<sup>7)</sup>。本研究において、ローズマリーを添加したサンプルのクロロゲン酸濃度は、21℃で1597.6 mg/Lと保温前のサンプルより低い値となった。これは、クロロゲン酸が、コーヒー酸とキナ酸に加水分解したことも考えられるが、詳細は分からず、今後調査および再検討する必要がある。一方80℃で保温した場合、ローズマリーを添加したサンプルは2577.4 mg/Lと約770 mg/L増加し、本研究において最も高い値となった。ローズマリーを添加したサンプルは21℃と80℃保温で真逆の結果となり、味の変化にも大きく影響すると考えられる。

クロロゲン酸も一種であるポリフェノールは、代表的な抗酸化物質であり、ローズマリーにもポリフェノール類が含まれており、抗酸化作用の一因である<sup>8)</sup>。そこで本研究において、市販のポリフェノールを添加して、同様の実験を行った。その結果、21℃では2327.4 mg/Lで約530 mg/Lの増加、80℃では2521.0 mg/Lで約720 mg/Lの増加であった。21℃保温の中では最も大きい値であったが、ポリフェノールを添加することで、測定値は増加することが一因だと考えられる。21℃から80℃の変化で、クロロゲン酸は約190 mg/L増加しており、無添加時での350 mg/Lの増加と比較すると、クロロゲン酸の増加は抑えられている。ポリフェノールの添加量を調整することで、ある程度の効果は期待できるかもしれない。

### 3-2 感性評価

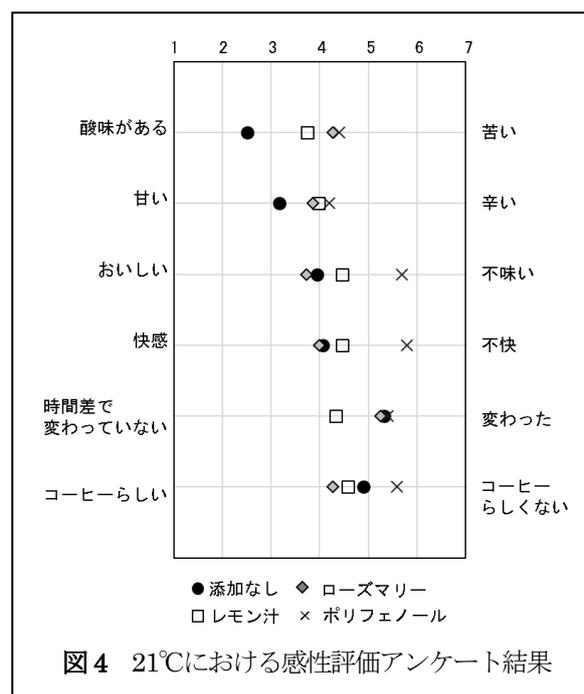
本評価では、アイスコーヒーでの利用も考慮し、冷蔵保存の4℃についても調査対象とした。添加物を入れていない、保温温度の違いによる結果を図3に示す。アンケートは7段階に分けており、4がちょうど真ん中を表しておる。酸味評価において常温21℃保温で7段階評価のうち2.5と最も酸味を感じる結果となったが、おいしさや快感に関する評価では、80℃保温のものが、7段階評価のうち4以上で、不味さや不快感を表す結果となった。これは、クロロゲン酸の増加により味の変化も一因と考えられる。一方、4℃で保温したコーヒーは、どの評価においても中間値であった。本研究では、

抽出したコーヒーをそのまま冷蔵庫に入れたため、一



般的なアイスコーヒーのように瞬時冷却することで、おいしさやコーヒーらしさの評価が高くなると考えられる。また、どの温度においても、コーヒーの味に変化を感じる結果となった。

添加物が入った21℃保温での感性評価を図4に示す。予想に反して、添加物が入っていないサンプルが一番酸味を感じた結果となった。おいしさについてはローズマリー添加サンプルの評価が一番高い結果となり、クロロゲン酸の低下が関係しているかもしれない。しかし、おいしさや快感については、ポリフェノール添加サンプル以外、どれも中間値付近であり、大きな違いは見られなかった。ポリフェノール添加サンプル



は、その匂いや癖から総合的に悪い評価となった。

添加物が入った 80℃保温での感性評価を図 5 に示す。レモン汁添加サンプルにおいて、酸味が 7 段評価のうち 2.7 と強い酸味を表す結果になったが、おいしさや快感の評価は中間値の 4 に近く、添加物なしのサンプルより、高い評価であった。レモン汁添加サンプルの酸味は、劣化酸味というより、レモン本来の酸味の影響だと考えられる。また、80℃におけるクロロゲン酸濃度測定において最大値であったローズマリー添加サンプルの時間差による味の変化評価は、7 段評価のうち 5.9 と最も高い値で、その関連性が示唆された。

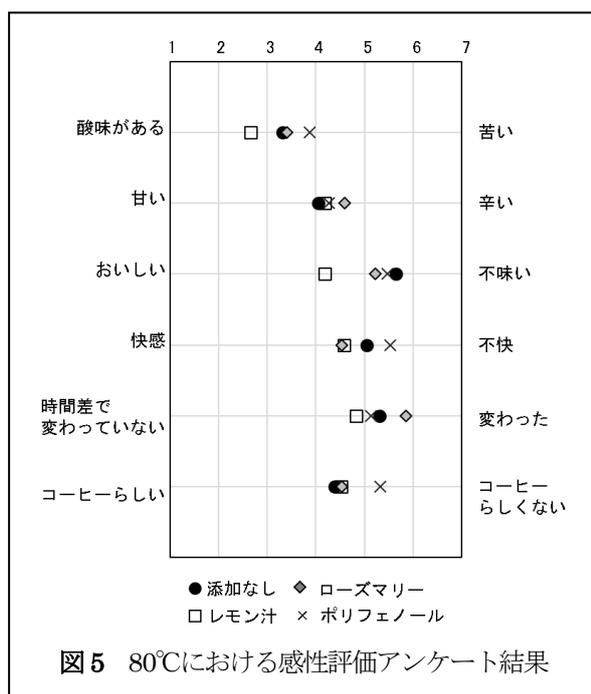


図 5 80℃における感性評価アンケート結果

添加物が入った 4℃保温での感性評価を図 5 に示す。全サンプルにおいて、21℃、80℃の評価結果より総合的に味の改善が見られた。レモン汁添加サンプルは 80℃保温同様強い酸味確認された。おいしさと快感の評価結果はレモン汁・ローズマリー添加のサンプルは中間値の 4 以下で添加しないサンプルより高い評価であった。コーヒーらしさの評価結果はレモン汁添加のサンプルの場合、添加しないサンプル同様 4 以下の評価で、アイスコーヒーの保温に応用することができると考えられる。

#### 4. まとめ

本研究では、コーヒーの味の変化についてクロロゲン酸濃度と感性評価の 2 つの視点で評価が行った。クロロゲン酸濃度は、21℃より 80℃保温の方が、高くなり感性評価でも不味いに評価する被験者が多かった。しかし、レモン汁を添加することで、クロロゲン酸の

増加量は抑えられ、感性評価でも他サンプルより比較

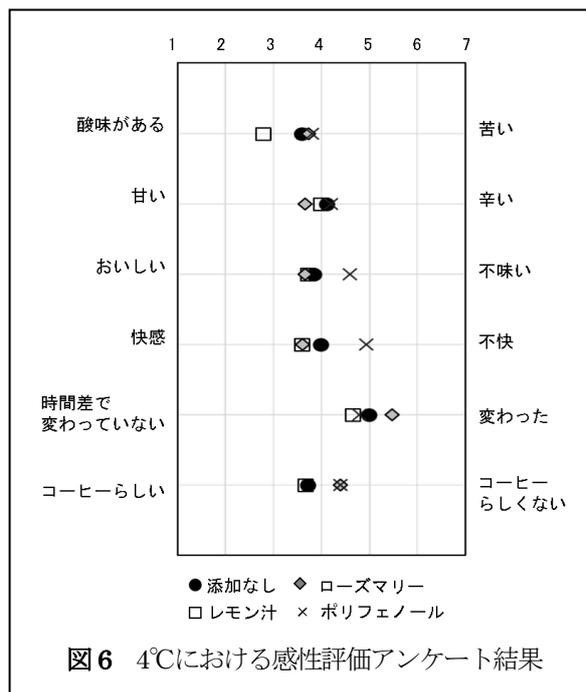


図 6 4℃における感性評価アンケート結果

的高い評価であった。本研究において、クロロゲン酸濃度の増減と味の変化の関連性は確認することができたが、クロロゲン濃度が高いと必ず酸味が強くなるという結果ではなかった。一般的にクロロゲン酸はコーヒーの酸味と正の関係性を示すといわれているが、コーヒー抽出液の味覚における影響は濃度や温度等条件で変わり、複雑である。4℃保温の感性評価は比較的評判がよく、4℃保温でのクロロゲン酸濃度を測定することで、さらなる解析ができ、今後の課題である。

官能検査は検査時の湿度、騒音、臭気、室内照明などの環境依存性が大きく、時間や年齢、職業、体調、性別、経験といった多種に要因で左右されやすい。すべての感覚において個人差があるため、今後さらに被験者を増やして調査する必要がある。

本研究において、天然添加物として、レモン汁およびローズマリーを使用した。これは、本件研究はカレー専門店の相談依頼で行ったものであり、弓削商船高専が所在する上島町の名産品がレモンであることやカレー専門店で購入しやすい材料であることを考慮した。今後、多種の添加物で検討することで、さらなる効果が期待することができ、レモン汁においては濃度やレモン汁に合うコーヒー豆の種類・焙煎具合を検討することで、独自の「しまなみコーヒー」の製作ができ、地域貢献にも期待が持たれる。

#### 参考文献

- [1] 本間 清一：「メラノイジンに関する食品化学的

- 研究] Journal of Japanese Society of Nutrition and Food Science 58(2), 85-98, (2005)
- [2] 高山 侑樹, 「食品中の褐変物質の精製と機能性に関する研究」 愛知教育大学家政教育講座研究紀要 第45号, pp49-50 (2016)
- [3] 伊藤 博, 「珈琲を科学する」, 時事通信社(1997)
- [4] <http://www.ekouhou.net/disp-A,2010-151529.html>
- [5] 和泉 眞喜子, 高屋 むつ子, 「コーヒーの味に及ぼす抽出条件およびクロロゲン酸量の影響」, 日本調理科学会誌 Vol.41 4号, p257-261 (2008)
- [6] 山口 智子, 「調理過程における野菜類の抗酸化性の評価に関する研究」日本調理科学会誌 Vol.45 2号, p88-95(2012)
- [7] 松藤 寛, 千野 誠, 山形 一雄, 山崎 壮, 「天然酸化防止剤ローズマリー抽出物中の活性成分と活性寄与率」日本食品化学学会誌 17 卷 3 号 p164-170 (2010)
- [8] 城戸浩胤, 「ローズマリー抽出物～食品保存への欲求～」オレオサイエンス 第4巻 第10号 p409-415 (2004)

# 2020年に発見された機関科創設時の資料

牧山 隆洋\*・要 弥由美\*\*

## Newly Discovered Materials at the Time of Marine Engineering Course Establishment

Takahiro Makiyama \* , Yayumi Kaname \*\*

### Abstract

A plate and some teaching materials were found during organizing factory in renovation of our training laboratory in 2020. The survey brought the fact that was discovered with the corporation from several institution.

#### 1. はじめに

2020年5月、本校の実習工場の改修工事にもなう工場整理の過程で、本校の技術職員によりドイツ語でかかれた真鍮の銘板と蒸気タービンプレードが見つかった。本稿では、発見された銘板および蒸気タービンプレードとそれに関わる資料の調査について説明する。

本校にはかつて、旧日本海軍から払い下げられたドイツ潜水艦Uボートのエンジンが存在した。図1は、機関科第二期生とUボートエンジンの写真である。本校の機関科三十二期生で、元本校教員である松下邦幸氏の話によると、「機関第二期生であった父、松下忠らは横須賀で日本海軍からエンジンを渡され、分解したエンジンを学生各自で持ち帰り、弓削で組み立てたらしい。」とのことである。また、松下邦幸氏も学生時には、エンジンの掃除当番にあたり、エンジン真鍮部などを研磨していたそうである。その後長い間、本校の機関科の教育にこのエンジンは使われ続けたが、国立高専になった1960年頃に廃棄された。

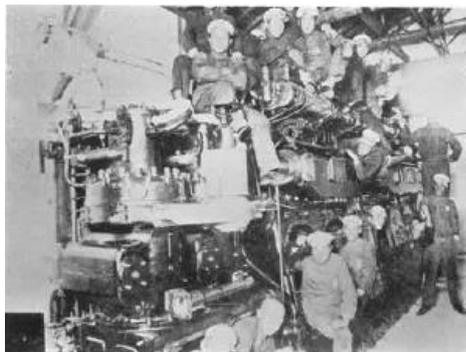


図1 機関科第二期生とUボートエンジン

#### 2. 機関科創設当時の払い下げ物品に関する調査

##### 2.1 銘板

本校実習工場で見つかった銘板は半分に折り曲げられていたが、その大きさは10cm×15cmで、重さは200g程度である(図2)。銘板には、以下の内容が記載されている。

Jos. van Opbergen 社  
ボイラー装置一式製造工場  
ライン川沿い ノイス市  
製造番号 791 製造年 1937  
内容 (無記載) 気圧 15/5 気圧



図2 実習工場から発見されたドイツ語の銘板 (半分に折られている)

##### 2.2 蒸気タービンプレード

本校の蒸気タービン工場からは、銘板の他に旧日本海軍の駆逐艦の蒸気タービンプレードの見本が見つかった(図3)。蒸気タービンプレードの長さは20cm~30cm程度、重さは600g~650g程度である。このタービンプレードに関して防衛研究所に資料が残っていた。これについては次節で述べる。

\*総合教育科

\*\*総合教育科



図3 蒸気タービンのブレードの見本  
(下は箱の裏の拡大写真)

### 2. 3 本校校長から海軍大臣への手紙

図2の銘板について、防衛研究所の戦史研究家である石丸安蔵氏に問い合わせたところ、防衛研究所史料室所蔵の日本海軍の記録から、本校の当時の校長を差し出し人とする手紙が見つかった[2]。図4～図6は弓削商船学校長から海軍大臣に出した手紙(昭和5年4月24日)の一部である。図4の手紙の原文と現代語訳は以下の通りである。

(原文)

海軍大臣 財部 彪殿  
無償下附御願ノ件  
弊校ニ於テ本年度ヨリ機関科併設致サレ候処経費予算頗ル貧弱ニテ教授上必要ナル設備ヲナスコト能ハザルニ付左記物品無償下附相願度此段及申請候也

(口語訳)

海軍大臣 財部 彪殿  
無償払い下げお願いの件  
本校において、本年度より機関科併設されましたところ、経費予算がとても貧弱であり教授上必要な設備をそろえることができないので、左記の物品を無償で下さるようこの度はお願い致します。

なお、図5右から2行目に、「ディーゼルエンジン(ズルザー) 壺」との記載がある。この史料に記載されているエンジンが、弓削商船80年誌の写真にあるエンジンとは特定はできない。しかし、機関二期生が実習を実施した時期より前の引き渡しなので、このエンジンと考えても時代的には妥当だと考えられる。

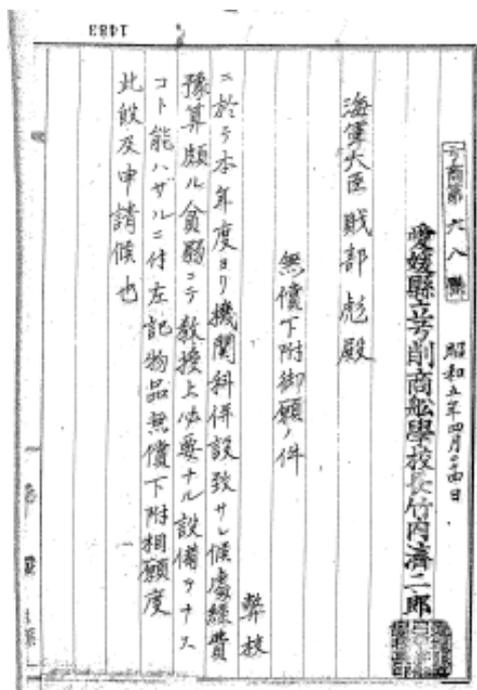


図4 本校校長から海軍大臣への手紙(1)

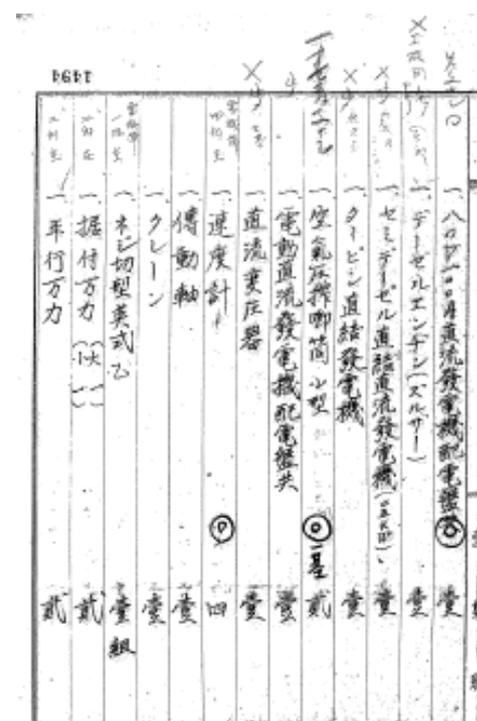


図5 本校校長から海軍大臣への手紙(2)

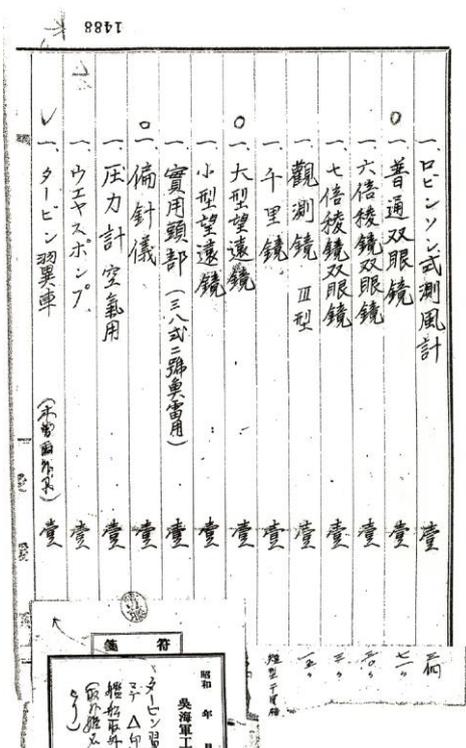


図6 本校校長から海軍大臣への手紙(3)

また、前節のタービンプレードに関しては、図6に「タービン翼車」との記載がある。

### 3. まとめ

以上、本稿では、2020年に本校で発見された銘板及びタービンプレードと、それにまつわる資料について説明してきた。本校実習工場で見つかった銘板が、本校で語り継がれている日本海軍払い下げのUボートのエンジンのものであるかどうかは特定できなかった。一方、本校機関科創設時には工場設備・教材が不足しており、海軍から様々な物品が本校に払い下げられていたという事実が明らかになった。本校は来年度で120年である。残すべきものは残し、学生に伝えていくことが重要である。それが学校に対する誇りや愛着にもつながるはずである。

### 4. 謝辞

防衛研究所の戦史研究家の石丸安蔵氏と海上自衛隊潜水艦教育訓練隊の教材整備係長である山添信一氏(一等海尉)に、銘板やタービンプレードに関する情報をいただきました。この場をかりて感謝申し上げます。

### 参考文献

- [1] 弓削商船高等専門学校80周年記念誌, 119ページ, 1981年

[2] 国立公文書館 アジア歴史資料センター  
[https://www.jacar.archives.go.jp/aj/meta/image\\_C05021212100?IS\\_KEY\\_S1=C05021212100&IS\\_KIND=SimpleSummary&IS\\_STYLE=default&IS\\_TAG\\_S1=InD&](https://www.jacar.archives.go.jp/aj/meta/image_C05021212100?IS_KEY_S1=C05021212100&IS_KIND=SimpleSummary&IS_STYLE=default&IS_TAG_S1=InD&) (2020/11/27 参照)

# 「原因・理由」の through

## <多義的視点からの考察>

池上 彰\*

### Causal image of “through”

#### The consideration from polysemous view

Akira Ikegami\*

#### Abstract

In understanding the meanings of words, dictionaries are used to pick them up. Although it is not enough to comprehend the image of words, the familiar way is chronically repeated while studying and teaching. Memorizing Learning is usually based on English education in Japan. In this dissertation, causal meaning of “through” is clarified by using the spatial images. The central image of “through” is metaphorically changed into the causal image. Image-schemas are shown to differentiate the meaning of “through” from that of “by.” Eventually, in comparison with “by” brings the reliable comprehension of causal “through.”

#### はじめに

英和辞典で前置詞の through を調べてみると、「～を通り抜けて」が1番目に記載されている<sup>1</sup>。前置詞に限ったことではないが、辞書の中で言葉の意味の表記は多義的である。ところが、大方の場合、意味の羅列にとどまるのみで、なぜひとつの言葉に多くの意味が存在するのか、またそれらがどう関連しているのかが明記されていないため、意味の深い理解にまで至らないことが懸念される。本稿では、through が、(非意図的に)「～によって(原因・理由)」という意味をもつことを、その意味が近似する by との比較も交えながら、空間的な視点で明らかにしていく。文例のデータについては主に the British National Corpus (以下BNC)などのコーパスから収集し、分析を試みる。尚、前置詞が表す意味の記述に関して、トラジェクター(trajector、以下TR)とランドマーク(landmark、以下LM)、またその位置関係を示すために、イメージ・スキーマを用いることにする<sup>2</sup>。

#### 1. through の中心的意味と周辺の意味

この節では、through の中心的意味と周辺の意味のつながりについてイメージ・スキーマを用いて解釈し

てみる。ここでいう周辺の意味とは「原因・理由」を表すものとする。

through のイメージ・スキーマは次のとおりである。

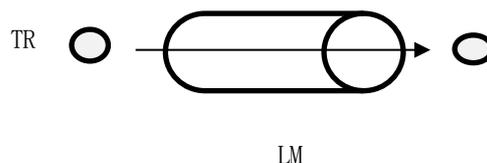


図1 ①「<場所・空間>を通過して」(空間関係)  
これが中心義にあたる。  
(意義展開)

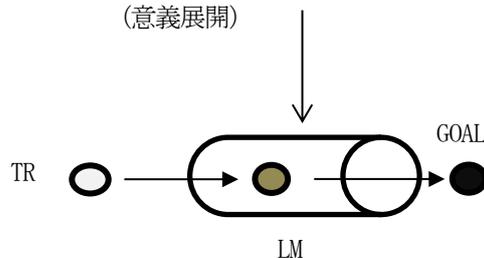


図2 ②「<出来事・物事>を通して」;…によって  
(原因・理由関係)

これは「原因・理由」を表す。

図1の中心義は、意味拡張されて図2のようなメタファーとなる。それは、前述の比喩的展開を示す。その中心義は、入口と出口が存在する、境界を持つLM内をTRが移動する経路であると考えられる。また、中心義と原因・理由の共通点は、お互いに3次元空間を持ち、TRがその中を移動していく際に、ある一定の時間がかかることである。ここで興味深いのは、図2のTRがLM内を通る際に、色が変わり始め、GOALに到達したときには、完全に变色しきっていることだ。これは、3次元空間を通過する際に変化が起こり始め、到達地点ではそれが結果となって表れていることを意味する。

一般的に *through* は次のような例文での認知度が高い。

- (1) The bus went *through* the tunnel.  
(Hilferty 1999: 349)  
バスはトンネルを通り抜けていった。

これは、バスがトンネルという空間内を通り抜けていく様子を表現した文であり、中心義 (中心的意味) に該当する。この空間は、3次元空間のことであり、高さ (縦)・幅 (横)・距離 (奥行き) を持つ。またこれは、トンネルのような筒状のものが典型的とされがちであるが、窓やドアのような平面的な空間にも適用される。

- (2) a. The sunlight shone *through* the glass door.  
(Tyler and Evans 2003: 219)  
ガラスのドア越しに日が差していた。
- b. I sensed the cold *through* the glass door.  
(ibid.)  
ガラスのドア越しに寒さを感じた。

これらの他にも、森、門、手の指などといったものも3次元空間ととらえてもよい。

- (3) a. Then he hurried back *through* the wood  
[...] (BNC)  
すると、彼は森を急いで通り抜けて戻ってきた [...]
- b. They went *through* the gate into the orchard. (BNC)

彼らは門を通り抜けて果樹園の中に入った。

- c. [...] water still runs out *through* the fingers. (BNC)  
[...] 水はまだ指間を流れ続ける。

(3a)~(3c)はトンネルのような細長い空間ではないが、コーパスに文例が散見するところから判断して、3次元空間であるとの判断が可能だ。以上、これらが *through* のプロトタイプ的な意味といえるのだが、原因・理由を表す周辺的な意味を表すものはどうか。次の例がそれにあたる。

- (4) a. They succeeded *through* careful planning and serious effort.  
(綿貫・ピーターセン 2006: 312)  
彼らは慎重に計画を立て、まじめに努力したことによって成功した。
- b. Their eyes were red *through* lack of sleep and exhaustion. (BNC)  
睡眠不足と疲労により彼らの目は充血していた。

(4a)は計画と努力の結果、彼らにもたらされたものは成功という産物である。これと同様に、(4b)でも、睡眠不足と疲労が彼らの目の充血を引き起こしているといえる。

## 2. 先行研究とその問題点

ここでは、*through* に関する2つの先行研究を取り上げて、批判的に検討していく。

### 2. 1 Hilferty (1999)

Hilferty (1999)は、”STATES ARE LOCATIONS”や”CHANGE OF STATE IS CHANGE OF LOCATION”といった概念メタファーに基づいて、場所の移動が状態の変化に、経路が原因に置き換えられるといった操作が行われて、空間の意味が原因の意味に拡張されるといったことに言及している。その場合、空間関係のTRが基準点となるLMが原因を表すLMに解釈されることを論じている。しかし、そのLMが理由を表す *through* において、非意図的な意味を持つことは明らかにしていない。

- (5) The milk went sour *through* a lack of proper refrigeration.

(Hilferty 1999: 359)

冷蔵温度が不適切だったために、牛乳は酸っぱくなった。

この例文で、牛乳が酸っぱくなったのは、LMにあたる冷蔵温度が不適切であったことがその原因とされる。これが結果につながる直接的な行動であると判断できるため、容認できるとしている。また、Hilferty は次の例文で、「原因・理由」の容認の是非について論じている。

- (6) \*The fish died *through* pollution.

(ibid. 359)

魚は公害が原因で死んだ。

一見すると、公害は原因としての意味を成立させているように思える。しかし、公害は人の手による汚染の副産物であるという捉え方から、直接的に結果に結びつく行為とはいえないために、容認不可としている。

結局、Hilferty は容認可・容認不可についての言及をしているのみにとどまり、through は非意図的な意味を持つことへの言及はなく、ただその理解を学習者に委ねていると言わざるを得ない。

## 2. 2 Tyler and Evans (2003)

Tyler and Evans(2003)は、The means Sense という観点から、through についての分析を行っている。ここでは、手段と原因についての分析を挙げておく。手段は via での言い換えが可能で、原因は、because of での言い換えられるとしている。まずは、「手段」の through についての見解を紹介しておこう。

- (7) a. I get my coffee *through* an on-line retailer. (Tyler & Evans 2003: 226)  
 コーヒーはオンラインの小売業者を通じて買っている。

- b. I get my coffee *via* an on-line retailer. (ibid.)  
 コーヒーはオンラインの小売業者を通じて買っている。

- c. ?? I get my coffee *because of* an on-line retailer. (ibid.)  
 ??コーヒーはオンラインの小売業者ゆえに買っている。

(7a)は、コーヒーの買い付けの手段がオンラインの小売業者を仲介とする内容にあたる。これは (7b)の via、つまり「経由」での言い換えが可能である。しかし、(7c)となれば、原因を表す because of での言い換えはできないとしている。次の例文は、LMがTRの動機づけとなって、through が原因を表すものとなっている。

- (8) a. The accused murderer's wife was able to remain loyal *through* her conviction of his innocence.

(Tyler & Evans 2003: 226)

告訴された殺人犯の妻は夫が無実だとの確信によって誠実を守り続けることができた。

- b. She remained loyal to him *because of* her conviction of his innocence.

(ibid.)

彼女は無実の確信ゆえに、彼に誠実であり続けた。

- c. ??She remained loyal to him *via* her conviction of his innocence.

(ibid.)

彼女は無実の確信を通じて彼に誠実であり続けた。

(8a)の文では、夫の無実の確信が理由で、殺人犯の妻は誠実を守っているという意味合いが成り立つ。その言い換えが、(8b)の because of を使うものであるのに対し、(9a)は via を使って表現しているが、全く文意が通らない。

Tyler and Evans も because of など代替は可能であると論じてはいるが、その使い方についての「非意図的な意味を持つ」ことについては全く言及していないため、語の意義を深く理解するには程遠いと判断する。

これら2つの先行研究は、原因・理由を表す through について意味的な解釈を深く追及しているとは言い難い。

## 3. 原因・理由の through

この節では、原因・理由の through をTRとLMの関係、更には3次元空間との関係から考察したい。宮崎(2009: 50)によると、「原因を表すLMを媒介にして、文の中で through が使われる前に生起するイベン

ト(事象)全体が結果を表すTRとして生じている」とあることから、因果・仲介関係の through の TR は主語に始まり動詞や目的語あるいは補語や副詞などを含む部分となる。

- (9) a. Their eyes were red (TR) through lack of sleep and exhaustion (LM). (BNC)  
睡眠不足と疲労により彼らの目は充血していた。
- b. Dick Francis was sidelined (TR) through injury (LM). (BNC)  
ディック・フランシスはケガのため出場できなかった。
- c. I've never missed a day's work (TR) through illness (LM) in my life. (BNC)  
私は人生において病気で欠勤したことなど一度もない。
- d. She did not want to go to her parents (TR) through fear of her father (LM). (BNC)  
彼女は父親への恐怖心から両親のところへ行きたいとは思わなかった。

(9a)は、睡眠不足と疲労が原因で目が充血したと判断できる。(9b)は怪我のために試合出場を断念したといえる。(9c)は病気が原因で仕事の原因、さらに(9d)は父親に対する恐怖心による両親への面会拒否を表している。これらの文に共通して言えることは、原因を表すLMを through が中立ちして、through が使われる事象(イベント)が結果を表すTRとして生起している点である。どの文の中でも、TRが生起するためにはある一定の時間がかかっており、LMはそのTRが通り抜ける3次元空間と捉えてよい。また、これらの例文から明らかになっているのは、LMがいずれも抽象名詞であることである。それでは、ここで(9a)~(9d)のLMをBNCで語句検索してみたい。

表1 原因・理由の through が中立ちするLM

名詞	文例数
lack	106
injury	94
illness	43
fear	34

through lack に始まり、injury, illness, fear まで

をそれぞれ語句検索してみると lack の文例が最も多く、injury がそれに次ぐ。この頻度から、比較的高い抽象名詞も3次元空間であると判断してよい。

#### 4. by と through の徹底比較

ここで、原因・理由の through と意味が近接する by を取り上げて、その違いを明らかにしていきたい。

##### 4. 1 小西(1976)

小西(1976: 285)によれば、「手段・原因などを示す用法では、by と through は接近する」とある。小西は、その違いについて次のような例文を挙げ論じている。

- (10) He escaped from the burning house *by climbing* down the drainpipe.  
(小西 1976: 285)

彼はといを伝い降りて、燃えている建物から逃げた。

これを次のようにパラフレーズしている。

- (11) He climbed down a drainpipe (in order) to escape from the burning house.  
(ibid.)  
彼は燃えている家から逃げるために、といを伝い降りた。

by 句は(主語の)意志を含む動詞と用いるのが普通であるということから、in order to を使ったの言い換えが可能であるとしている。このことから、by 句はある目的を達成するための意図的手段として使われ、目的を表す不定詞(in order to)と意味的な一致がなされると主張している。では、小西の主張において through はどうであろうか。

- (12) He caught a cold *through* going out without a coat.  
(ibid.)  
彼はコートも着ずに外出して風邪を引いた。

この文は、次のように目的を表す不定詞を使ったパラフレーズはできないとしている。

- (13) \*He went out without a coat (in order) to catch a coat.  
(ibid.)  
\*彼は風邪をひくためにコートを着ずに外出した。

through 句は主語の意志を含まない動詞句、つまりここでは caught a cold と共起している。結論として、through 句は結果を引き起こす原因を示しているものである。

## 4. 2 空間的視点からの by と through

### 4. 2. 1 by のイメージ

by の中心義は、「～のそばに」である。ここで、それに関連した例文を挙げておく。

- (15) I know a great bookshop by my school.  
(大西・マクベイ 2017: 451)

私の学校の近くにすごくいい書店を知ってるよ。

さらにそのイメージ・スキーマは次のとおりである。

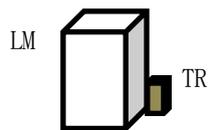


図4 by のイメージ・スキーマ

この図から判断できるのは、TR が焦点化された物体であり、LM はその位置の基準となっている。(15)では、a great bookshop が TR、で my school が LM に該当すると考えてよい。

それでは、次の例文ではどうだろうか。

- (16) He became a millionaire (TR) by hard work (LM).

彼は、懸命に働いて百万長者になった。

この場合の by は手段を表すものであるが、hard work が TR にあたる。これは、中心義からの意味拡張の概念から判断して、それを「そばにおいて」LM を達成したといえる。言い換えれば、TR を「初めから意図して」との解釈が可能だ。この時点で考えられるのは、百万長者になることを予測できていたことである。つまり、百万長者になることを意図して、懸命に働き、その目的を達成したとの解釈が可能になる。

### 4. 2. 2 through のイメージ

ここで、by の代わりに through を用いてみた。

- (17) He became a millionaire (TR) through his hard work (LM).

彼は、懸命に働いて百万長者になった。

一見すると、意味は同じである。しかし、ここで空間的な視点から考える意味的相違を考えてみたい。through の場合、中心義が「～を通り抜けて」であることは冒頭で述べた。これが意味拡張されて「～によって」となる。TR の「彼は百万長者になった」は LM の「懸命に働くこと」を通り抜けたのである。イメージ・スキーマに表すと次のようになる。

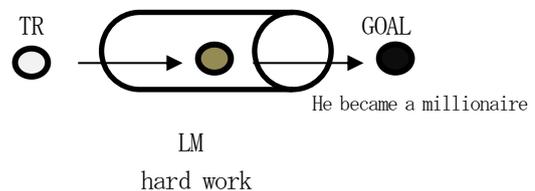


図5 through の結果事象を表すイメージ・スキーマ

この図から解釈できることは、TR が最終的にゴールした際に「百万長者になっている」ことである。スタート地点から LM を通り抜ける際に、若干ではあるが色の変化が起きている。これは、TR が努力を重ねることによって変化していく様子を表している。例えば、会社内での昇任や昇給、あるいは人間関係の変化などを意味すると考えてよい。ここで、重要なのは、「彼」が無心にその3次元空間を突き進んで、百万長者になったという点である。つまり、LM が非意図的な意味合いを持つ。その点で by と through は意味を異にする。

ここでBNC からいくつかの文例を検索し、原因・理由を表す through には TR の意図が含まれないことを明らかにしたい。

- (18) Dick Francis was sidelined (TR) through injury (LM). (BNC)  
ディック・フランシスはケガのため出場できなかった。

この例文では、けがのために出場を断念せざるを得なかったのは、不本意であると同時に偶発的なことでもある。これも、結果が生じるまでの段階(3次元空間)を通過する際に、けがの悪化などの変化が起きていると考えられる。

- (19) Their eyes were red (TR) *through* lack of sleep and exhaustion (LM). (BNC)  
睡眠不足と疲労により彼らの目は充血していた。

(19)では、LMにより、結果としてTRが生じていることを表す。目の充血は当然ながら、不本意なものであり、LMにあたる3次元空間内で眼球に変化が生じ始め、最終的には意図しない結果になったと判断できる。

- (20) I've never missed a day's work (TR) *through* illness (LM) in my life.  
私はこれまで病気で欠勤したことなど一度もない。

(20)の文でも、原因を表すLMを*through*が仲立ちしてTRが生じている。ここでは、「病気」という3次元空間を*through*抜けて「欠勤」が生起すると考えてよい。さらに、次のような例もある。

- (21) Alan might give himself an ulcer (TR) *through* working too hard (LM).  
働きすぎが原因でアランは潰瘍を患うかもしれない。

これは、LMに動名詞が用いられているパターンである。「懸命に働いている」3次元空間を*through*抜けて結果としてのTRが生じているのであるが、アランの労働という具体的な行動がより3次元空間を「*through*抜ける」という経路表現を明確にしているものである。また、(19)～(21)はLMの概念により、TRの結果は予期しないものとなっている。

以上、この節では*by*と*through*を細分的に比較しそれぞれのイメージから意味の違いについて論じた。

## 5. *through* はなぜ理由なのか

ここで、本稿における核となる部分に触れていきたい。学習参考書には漠然と「～のために」と記されているだけで、その理由は明らかにされていない。

- (22) His health broke down *through* overwork.  
(江川1996:432)  
彼は過労で健康を害した。

この例文から、3次元空間を*through*って、その結果「理由」を表すなどという解釈を導くことは不可能だ。前

節の最終項で説明した通り、*through*には、移動主体の「非意図的な」概念が絡む。言い換えれば、3次元空間内を窮屈な思いをしながらも前進し、その結果ついて回るのがTRの事象となる。

- (23) (= (22)) His health broke down (TR) *through* overwork (LM). (江川1996:432)

(23)では、過労(LM)によって、結果的に健康を害した(TR)と捉えられる。つまり、初めから理由が決定しているのではなく、移動主体がLMを*through*抜けた後で、TRの事実が明らかになっているというものだ。

- (24) (= (17)) He became a millionaire (TR) *through* his hard work (LM).

この例文においても、(23)と同様の解釈が可能になる。勤勉さ(LM)によって、百万長者になったことが結果として生起しているのである。そして、理由付けとして、「懸命に働いてために百万長者になった」という事実が明確化されていく。つまり、*through*が「原因・理由」を表すのは予想外の出来事であり、3次元空間を*through*抜けた後で判明するのである。

以上、原因・理由の*through*はTRの結果として表現できるものである。

## 結論

*through*のプロトタイプ的な意味は「～を*through*抜けて」であるが、それが意味拡張されて原因・理由を表す「～のために」となる。しかしそれは、前者の3次元空間が大きく関係しているものであり、その空間を移動主体が*through*抜けたところに結果としてあらわれるものであると判断できる。またそれは、非意図的な意味合いを持ち、*by*とは意味を異にする。*through*の原因・理由は、TRがLMを*through*したあとで発生しているものとされる。

---

[注]

<sup>1</sup> (南出 2014:2180) には「基本義:…を通り抜けて。across が平面を横切るのに対し, through は空間内を通過する」とある。

<sup>2</sup> Langacker (1987)の研究において, 焦点を当てられる物体はトラジエクター (TR), その位置の基準点に対応するものをランドマーク (LM) と表現されている。a cat on the mat の TR は a cat, LM は the mat となる。

## 参考文献

- [1] Hilferty, J. : Through as a means to metaphor. In L. de Stadler and C. Enrich, (Eds.), *Issues in Cognitive Linguistics*, 347-365. Berlin: Mouton de Gruyter, (1999).
- [2] 小林修一：日本語の『場所』性をめぐって—認知言語学と言語の身体性に関する論議から—東洋大学社会学部紀要, 44 卷 1 号, 5-22, (2006).
- [3] Lakoff, G. and M. Johnson. : *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press, (1980)
- [4] Langacker, W.R. : *Cognitive Grammar A BASIC INTRODUCTION*. New York: Oxford University Press, (2008).
- [5] 南出康世：『ジーニアス英和辞典』, 第5版第2刷, 大修館書店, 2180-2181, (2008).
- [6] 宮崎順子：前置詞 through について, 英語圏研究, お茶の水女子大学大学院英文学会. 5号, 47-57 (2009).
- [7] ピーターセン, M. : 『続日本人の英語』, 岩波書店, (2011).
- [8] 瀬戸賢一：『メタファー思考』, 講談社現代新書, (1995).
- [9] 瀬戸賢一：『空間のレトリック』, 海鳴社, (1995).
- [10] 瀬戸賢一：『英語多義ネットワーク辞典』, 小学館, (2007).
- [11] 瀬戸賢一・投野由紀夫：『プログレッシブ英和中辞典』, 第5版第1刷, 小学館, 2044-2045, (2012)
- [12] 瀬戸賢一：語の多義性から見た文法構造 (特別寄稿論文,) , 関西英文学研究, 英文学研究 支部総合号. 日本英文学会. 6号, 339-346, (2014).
- [13] 瀬戸賢一・山添秀剛・小田希望：『認知言語学演習2 解いて学ぶ認知意味論』, 大修館書店, (2017).
- [14] 瀬戸賢一：『よくわかるメタファー』, ちくま学芸文庫, (2017)
- [15] 田中茂範：『表現英文法』, 第2版, コスモピア, (2015)
- [16] 谷村緑・仲本庸一郎：メタファーで学ぶ発想の違い—認知言語学の観点から—大学英語教育学会紀要, 45号, 95-107, (2007).
- [17] テイラー, ジョン・R. (西村義樹 他訳) : 『メンタル・コーパス』, くろしお出版, (2017).
- [18] the British National Corpus  
<https://scnweb.japanknowledge.com/BNC2/>  
(Retrieved on November 20, 2020)
- [19] Tyler, A. and V. Evans. *The Semantics of English Prepositions: Spatial scenes, embodied meaning and cognition*. Cambridge: Cambridge University Press, (2003).
- [20] 綿貫要・ピーターセン, M. : 『表現のための実践ロイヤル英文法』, 旺文社, (2006).
- [21] WordbanksOnline  
<https://scnweb.japanknowledge.com/WBO2/>  
(Retrieved on November 20, 2020)

## 引用文献

- [1] 江川泰一郎：『英文法解説 A GUIDE TO ENGLISH GRAMMAR』, 金子書房, 432, (1996).
- [2] Hilferty, J. : Through as a means to metaphor. In L. de Stadler and C. Enrich, (Eds.), *Issues in Cognitive Linguistics*, 347-365. Berlin: Mouton de Gruyter, (1999).
- [3] 小西友七：『英語の前置詞』, 大修館書店, (1976).
- [4] 宮崎順子：前置詞 through について, 英語圏研究, お茶の水女子大学大学院英文学会. 5号, 47-57 (2009).
- [5] 大西泰斗・マクベイ：『総合英語 FACTBOOK これからの英文法』, 桐原書店, 451, (2017).
- [6] the British National Corpus  
<https://scnweb.japanknowledge.com/BNC2/>  
(Retrieved on November 20, 2020)
- [7] Tyler, A. and V. Evans. *The Semantics of English Prepositions: Spatial scenes, embodied meaning and cognition*. Cambridge: Cambridge University Press, (2003).