

独立行政法人国立高等専門学校機構  
秋田工業高等専門学校  
研 究 紀 要

第 53 号

平成 30 年 2 月

Kinect v2 を用いた上肢リハビリシステムの開発 .....	佐藤 悠斗・木澤 悟・宮脇 和人	1
「グローバル人材養成」のための一考察 --- CompTIA CTT+ ホルダ研修 FD, 英語による英語授業, 「モデルコアカリキュラム」のための英語プレゼンテーション演習, 図書館における英語多読図書 に関連して --- .....	小林 貢	9
柔道固め技の基本動作逆えびの 2 つの方法の効果 .....	石井 直人・三戸 範之	15
A study of the fat realization of a bar construction .....	鈴木 直矢	21
<b>技術研究ノート</b>		
下水処理場由来の亜酸化窒素発生量調査方法 .....	大友 渉平	23



# Kinect v2 を用いた上肢リハビリシステムの開発

佐藤 悠斗\*・木澤 悟・宮脇 和人

Development of upper limb rehabilitation system using Kinect

Yuto SATO, Satoru KIZAWA and Kazuto MIYAWAKI

(平成 29 年 11 月 30 日受理)

Motor dysfunction of upper limbs caused by accidents and disease can be improved through rehabilitation. Among the many devices that are useful for upper limb rehabilitation, most are stationary type and difficult to use at home because of cost and space limitations. Therefore, we developed a compact and inexpensive upper limb rehabilitation device. Furthermore, it is important for motion analysis to evaluate rehabilitation effects. In the field of medical welfare, optimal motion capture has been applied to measure motor function. One small and inexpensive motion sensor, Kinect v2 (Microsoft Corp.), has been applied in various fields. Nevertheless, our earlier study revealed that the Kinect v2 estimation function is not sufficiently precise. Therefore, we developed a system for Kinect v2 that can follow and measure optional marker points. This report describes our developed system and the device specifications.

**Keywords:** Kinect v2, motion capture, motor dysfunction, upper limb rehabilitation, self-position recognition

## 1. 緒言

事故，病気等によって引き起こされる上肢の運動機能障害は，リハビリを行うことによって改善が期待される。上肢リハビリのための機器は多く存在するが，そのほとんどは据え置きの大掛かりなものが多く，設置場所やコストの面で在宅での利用は困難であった。そこで，著者らは先行研究として，持ち運び可能であり，患者が卓上で手軽にリハビリを行うことができ，かつ安価な上肢リハビリ支援装置<sup>1)</sup>の開発を行ってきた。また，リハビリの効果を確認，評価するためには，身体の動作解析が必要である。医療福祉分野では，運動機能の計測，評価にモーションキャプチャが応用されている<sup>2)</sup>。代表的な装置としてCrescent社のVICONがあるが，これは非常に高価で，設置場所も制限される。一方で，Microsoft社からゲーム機の

周辺機器として販売されているKinect v2は安価で小型な他，デプスセンサやマーカレスでの関節位置推定などの機能を搭載しており，モーションセンサとして様々な分野で応用されている<sup>3)</sup>。そこで，著者らはモーションキャプチャの代替えとしてKinect v2を上肢リハビリ支援装置へ応用することを検討した。しかし，Kinect v2に搭載されている関節推定方式は，著者らの先行研究において測定精度の点で劣り，汎用性にも欠けることが分かった。そこで，本研究では，その推定方式の代替えとして，Kinect v2のデプスセンサおよびRGBカメラと画像処理を応用し，そして任意位置に設置したマーカを追従させる，より高精度な位置情報の取得が可能なシステムを開発した。本報告では，開発したモーションキャプチャシステムおよび上肢リハビリ支援装置について報告する。

---

\* 秋田高専専攻科学生

## 2. Kinect v2 を用いたモーションキャプチャ

### 2.1. Kinect v2 の概要

Kinectは、Microsoft社が発売する、RGBカメラ、深度センサ、マイクなどを内蔵し、人間の骨格を認識する機能も有する多機能センサデバイスである。また、これは同社が発売する家庭用ゲーム機Xbox用のセンサであるが、公式にKinect for Windows SDKが提供されており、Windowsアプリケーションへの応用が可能である。Kinect for Windows SDKでは、Kinectに搭載された各センサを扱うための関数が用意されており、骨格認識等を簡単に扱うことが可能となっている。そのため、Kinectは安価なモーションキャプチャとして各分野で応用されている<sup>3)</sup>。本研究では、Fig. 2.1に示す、日本で2014年に発売されたKinect v2 (Xbox One Kinect) を使用した。



Fig. 2.1 Kinect v2

### 2.2. 任意マーカ位置情報の取得方法

Kinect v2には、センサが人間を認識して捉え、その各関節位置を推定する機能がある。しかし、Kinect v2の関節推定機能は、関節が重なった場合に正確に認識されない問題が見られた。また、実際の関節位置には個人差もあるため、精度や安定性の面で正確な関節位置取得に用いるのは困難であった。そこで本研究では、より高精度な関節位置および任意位置情報の取得のため、Kinect v2とカラーマーカを用いる方法<sup>4)</sup>を検討した。ここでは、マーカの認識から位置情報取得までの手順、方式について述べる。

マーカについては、Fig. 2.2に示すように、ピンポン玉を用いた球体マーカまたは印刷により作

成した平面マーカの2通りに対応させた。マーカの色は任意だが、測定点ごとに異なる色のものを用いる。Kinect v2のRGBカメラで得た画像から、画像処理ライブラリOpenCV3を用い、マーカの特徴色を認識することによってマーカの位置を特定する。画像上でのマーカの中央位置は、Fig. 2.3に示すように、画像左上を原点とし、画像中の1つのドットのx, y座標値として表す。さらに、Kinect v2のデプスセンサによって、Fig. 2.4に示す認識したマーカの中央位置までの深度Zを取得する。これらをもとに、SDKを用いてKinect v2を基準としたマーカの3次元座標 (X, Y, Z) を計算することで各マーカの座標取得を行う。ここまでの任意マーカの座標取得のプロセスをFig. 2.5に示す。また、Kinect v2を原点とした座標系をFig. 2.6に示す。取得した座標は、PC上のコンソール画面へ表示され、csvファイルへの記録も可能である。認識させる各マーカの色指定は、H(色相)、S(彩度)、V(明度)の3値を用いてそれぞれ任意に行うことが可能である。これにより、測定時の服装や周囲環境の色、明暗等に合わせてマーカの色を取捨選択できる。色の指定は、PCのウィンドウに表示されるカメラ映像上で行う。映像上のマーカをマウス右クリックすると、クリックされた画素のH, S, Vを取得し各値をもとに色の指定が行われる。また、各マーカの色認識を行う範囲は、処理速度の観点から、カメラ画像の全領域ではなく、クリックした点または取得した各マーカ中央位置を中心とした小さな正方形領域内としている。この領域にある、それぞれ指定した色のマーカが自動で追従される。色、領域の設定、処理は測定点ごとに別々に行っている。映像上での色・領域の指定の様子をFig. 2.7に示す。

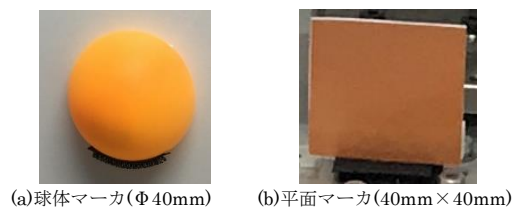


Fig. 2.2 マーカ

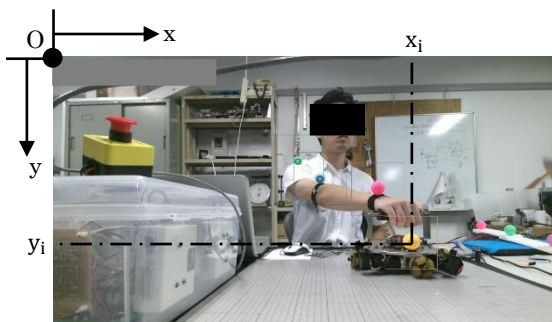


Fig. 2.3 画像上のマーカの x, y 座標

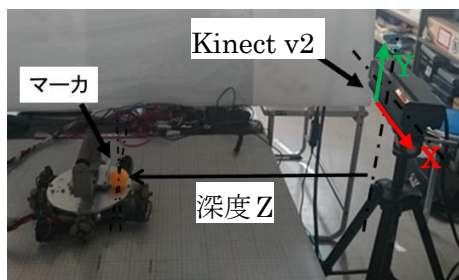


Fig. 2.4 マーカまでの深度

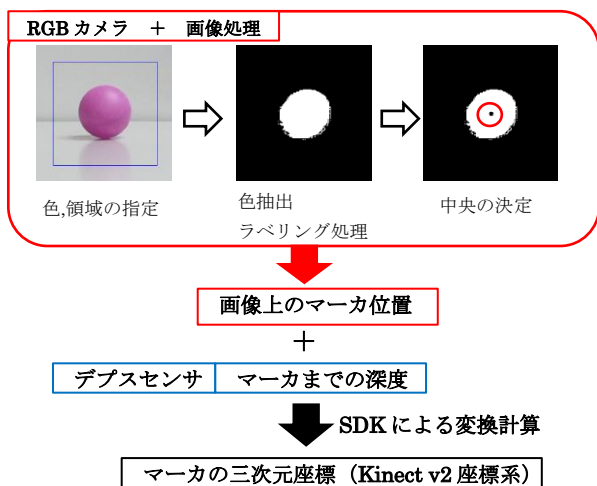


Fig. 2.5 マーカ位置取得プロセス



Fig. 2.6 Kinect v2 座標系

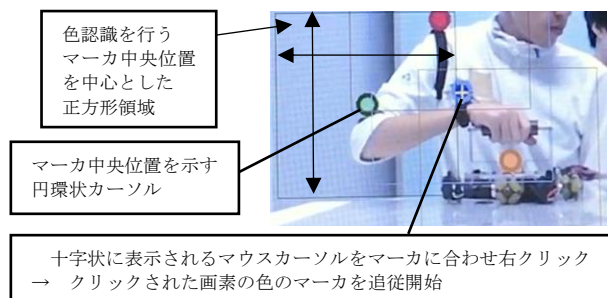


Fig. 2.7 色・領域の指定の様子

### 3. 上肢リハビリ支援装置

Fig. 3.1に開発した上肢リハビリ支援装置の外観を示す. 患者は, 卓上にある装置本体のグリッパを握り, 前面モニタに表示された目標軌道に沿うように装置を操作する. Fig. 3.2に装置本体を示す. また, Fig. 3.3に装置の制御システムの基本構成を示す. 各デバイスとPCの接続は全てUSBを介して行い, 装置の制御に必要な演算処理をPCによって行う. 移動機構にはオムニホイールを採用し, 各ホイールのモータの回転数をそれぞれPWM制御することで, 卓上平面の全方向への移動を可能としている. 装置本体上部にあるハンドグリッパの基部には力覚センサが設置され, 加えられた力を感知する. このセンサ値をフィードバックし, 力の向きに, 力の大きさに比例した速さで駆動するように各モータを制御する. センサは小さな力も感知できるため, 麻痺患者でも随意方向への十分なリハビリ動作が可能である. 位置情報の取得には, 開発したKinect v2によるモーションキャプチャシステムを応用した. Fig. 3.4に示すように, 装置本体, 患者の肩, 肘, 手首関節にマーカを取り付け, 各マーカを同時にKinect v2に認識させ, 装置本体および患者の上肢の動きを捉える. また, 取得した装置本位置情報をもとに, 装置本体の現在位置(初期位置からの移動量)がFig. 3.5に示すように目標軌道とともにモニタに図示される(描画ライブラリOpenGLによる). これにより, 患者は常に目標軌道と現在位置を確認しながら直感的なりハビリを行うことができる.

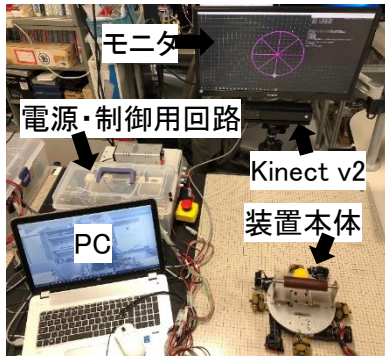


Fig. 3.1 上肢リハビリ支援装置

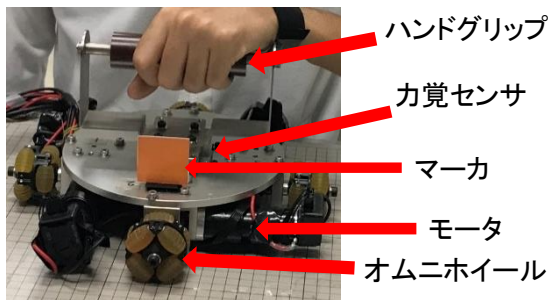


Fig. 3.2 リハビリ装置本体

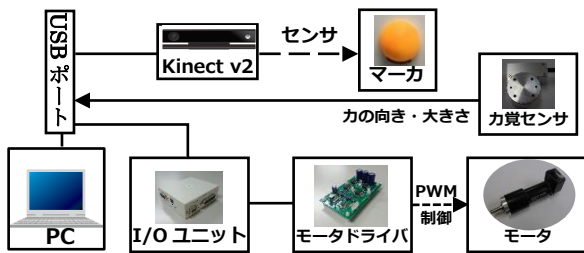


Fig. 3.3 制御システムの基本構成

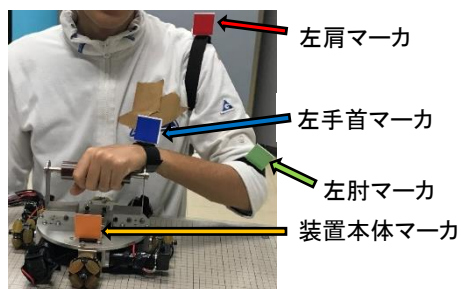


Fig. 3.4 マーカ取り付け位置

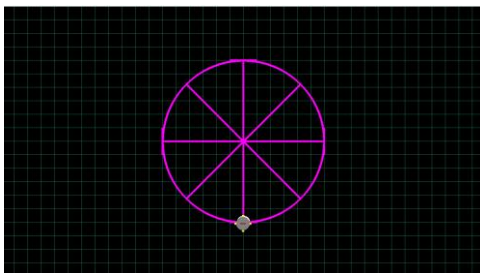


Fig. 3.5 モニタ表示

#### 4. マーカ座標取得精度検証実験

##### 4.1. 実験1(前後リーチングの計測)

##### 4.1.1 実験方法

開発したモーションキャプチャシステムの座標取得の精度検証のための実験を行った。VICONは代表的な動作解析装置であり、誤差1mm以下の高精度な計測が可能である。そこで、精度の基準として、VICONを用いた計測も行った。リハビリ装置に組み込んだKinect v2による計測と同時にVICONでの計測も行うため、Fig. 4.1に示すように、VICONの計測空間内に上肢リハビリ支援装置を設置した。開発した上肢リハビリ支援装置では、主にリーチング動作によるリハビリを想定しているため、実験1として、リハビリ装置を用いてFig. 4.2に示す前後300mmリーチング動作5往復を健常者1名で行い、Kinect v2とVICONで同時にその計測を行った。計測箇所は、装置本体、左肩、左肘、左手首の計4箇所とし、それぞれにKinect v2用の平面マーカを設置した。さらに、VICON用の赤外線反射マーカをFig. 4.3のように各平面マーカの裏面に設置した。VICONでの計測値を真値として扱い、Kinect v2での計測誤差を求めることで精度検証を行った。なお、両者で測定周期が異なるため、Kinect v2の測定周期に合わせて、VICONのデータを測定後に改めてサンプリングした。また、計測時に座標の原点や測定点、開始時間を両者で完全には一致できずズレが生じるため、両者で得たそれぞれの座標の波形を重ね合わせた上で比較した。



Fig. 4.1 実験環境



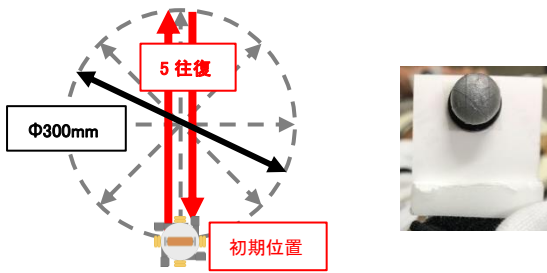


Fig. 4.2 前後リーチング Fig. 4.3 VICON用マーカ  
(平面マーカ裏面)

#### 4.1.2. 実験結果

装置および各関節のマーカそれぞれについて、Kinect v2座標系(X, Y, Z)における各座標値の計測結果をFig. 4. 4~4. 7に示す。

Fig. 4. 4は装置における時間と位置の関係を示している。前後リーチング動作は平面上の動作であることから、Y方向つまり上下方向の移動はなく、左右方向つまりX方向のぶれも少ないことが図からも分かる。またZ方向は前後方向であり、図から装置本体の300mmの往復運動の軌道がVICONと同等に得られていることが分かる。Fig. 4. 5は左肩における時間と位置の関係を示している。左肩は前後リーチング動作においては各方向ともほとんど動かないと考えられる。図より、X, Y方向はほとんど動かないがZ方向の動きは比較的大きい事が分かる。これは被験者が装置を前に動かす際に前傾し、左肩もZ方向に動いたことによるものだと考えられ、それも含め、その状況の軌道がVICONと同等に得られていることが図から分かる。Fig. 4. 6は左肘における時間と位置の関係を示している。左肘は前後リーチング動作においては前後左右に頻繁に動き、上下には多少のぶれがあると考えられ、図からもそれらが確認できる。VICONと比べても同等の軌道が得られている。Fig. 4. 7は左手首における時間と位置の関係を示している。左手首は、左手で装置本体をつかんでいることから、装置と似たような軌道を描くと考えられる。図から、Y, Z方向は装置とほぼ同じ軌道で、X方向は装置よりぶれが大きいことが分かる。X方向のぶれは装置を動かす際

の手首の曲げによるものだと考えられ、その軌道がVICONと同等に得られていることが分かる。また、5往復分の各座標値の二乗平均誤差と最大誤差をTable 4. 1に示す。各位置各方向とも二乗平均誤差3mm程度、最大誤差10mm程度となっている。以上より、開発したシステムは前後リーチング運動におけるリハビリ装置や上肢の動きを十分な精度で捉えることが出来ていると考えられる。

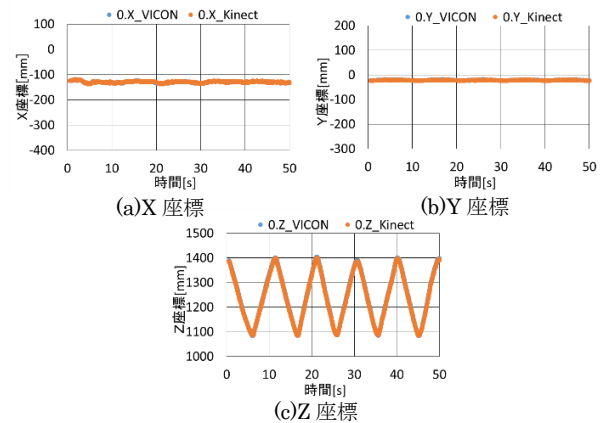


Fig. 4.4 前後リーチング動作時の装置本体座標

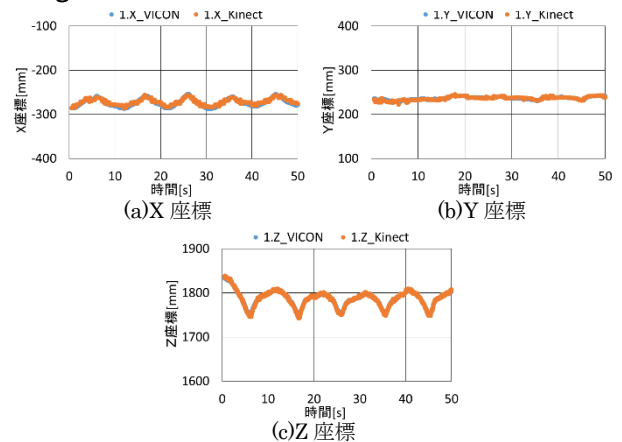


Fig. 4.5 前後リーチング動作時の左肩座標

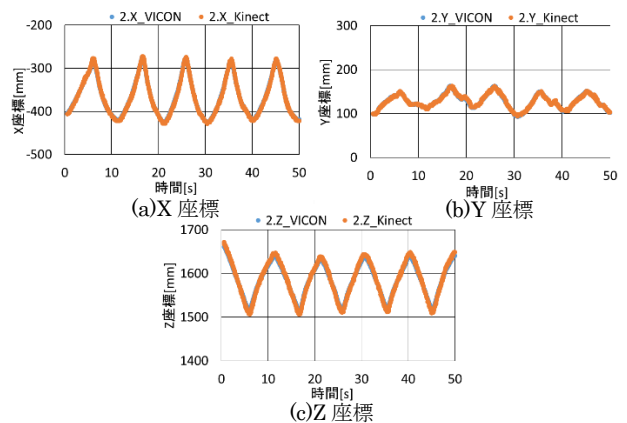


Fig. 4.6 前後リーチング動作時の左肘座標

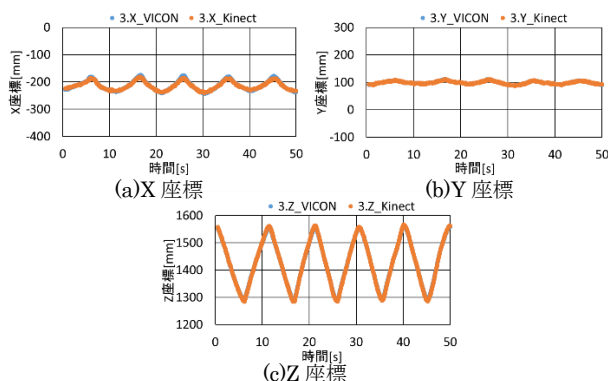


Fig. 4.7 前後リーチング動作時の左手首座標

Table 4.1 前後リーチング動作時の座標誤差

装置本体			左肩		
座標軸	二乗平均誤差 [mm]	最大誤差 [mm]	座標軸	二乗平均誤差 [mm]	最大誤差 [mm]
X	1.7	4	X	3.0	7
Y	1.3	4	Y	1.9	7
Z	2.8	10	Z	2.3	7
左肘			左手首		
座標軸	二乗平均誤差 [mm]	最大誤差 [mm]	座標軸	二乗平均誤差 [mm]	最大誤差 [mm]
X	2.3	7	X	3.3	11
Y	2.3	8	Y	1.3	3
Z	5.1	12	Z	3.1	8

## 4.2. 実験2(円軌道動作の計測)

### 4.2.1. 実験方法

実験1の前後リーチング動作は、ほぼZ方向のみの単純な動きであり、そのため各マーカを正確に追従できたと考えられる。開発したシステムの能力の適用範囲を把握するために、前後リーチングのほかにも多様なリハビリ動作を行うことを考慮する必要がある。そこで、実験2では、各座標変動がより大きい動作として、Fig. 4. 8に示す、直径300mm円軌道動作5周を健常者1名で行い、実験1と同様の方法で計測を行い、Kinect v2による座標取得の精度検証を行った。

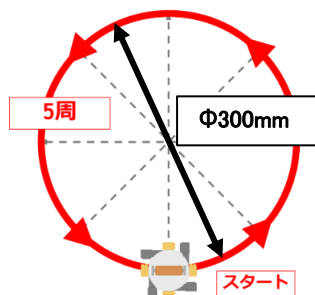


Fig. 4.8 円軌道動作

### 4.2.2. 実験結果

装置および各関節のマーカそれぞれについて、Kinect v2座標系(X, Y, Z)における各座標値の計測結果をFig. 4. 9~4. 12に示す。

Fig. 4. 9は装置における時間と位置の関係を示している。XZ平面上の円軌道動作であるため、Y方向の移動はなく、X方向とZ方向には正弦波のような軌道で移動すると考えられる。そしてそれは図でも確認され、装置本体の直径300mmの円運動の軌道がVICONと同等に得られていることが分かる。Fig. 4. 10は左肩における時間と位置の関係を示している。左肩は、前後リーチングと同じく、円軌道動作においても大きな動きはないと考えられる。図より、Fig. 4. 5の前後リーチング動作時の左肩の軌道とと大差ない軌道が得られていて、VICONともよく一致していることが分かる。X方向への移動が比較的大きくなっているのは、円軌道動作が前後リーチングに比べ腕もしくは体全体の左右への動きが大きく、それに伴い肩も左右に揺動していたことによるものだと考えられる。Fig. 4. 11は左肘における時間と位置の関係を示している。左肘は円軌道動作において円に近い軌道を描きつつも上下にも移動すると考えられ、図においても、各方向とも周期的な波の軌道が得られていることからそれが確認でき、VICONとも概ね一致している。Fig. 4. 12は左手首における時間と位置の関係を示している。左手首は、前後リーチング時と同様の理由で、装置と似たような軌道を描くと考えられ、それは図からも確認でき、VICONともよく一致している。また、5周分の各座標値の二乗平均誤差と最大誤差をTable 4. 2に示す。実験1のときと比べ、特に左肘と左手首において誤差が大きいことがわかる。これは、マーカの遮蔽が原因と考えられる。Kinect v2から見たとき、手首マーカは手首の曲げにより、左肘マーカは左手首マーカによって物理的に隠れ、RGBカメラに映らなくなる瞬



間があった。マーカが遮蔽されることで、平面マーカの正方形が崩れ、正しいマーカの中央位置を得られなくなり、それに伴いデプスセンサもずれた位置の深度を取得してしまうことが誤差の原因であると考えられる。また、遮蔽がほとんどなかったと見られる装置本体、左肩においては、実験1とほとんど変わらず、二乗平均誤差3mm程度、最大誤差10mm程度であった。これらのことから、マーカの遮蔽さえなければ、開発したシステムでは円軌道動作を捉えるのに十分な精度での座標取得が可能であると考えられ、多様なリハビリ動作の計測に実際に用いるためにはマーカの遮蔽への対策が重要であるといえる。

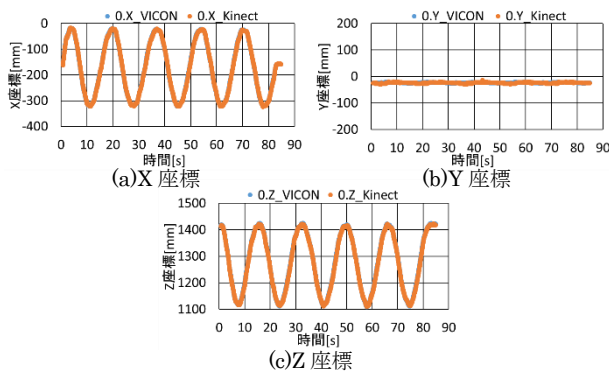


Fig. 4.9 円軌道動作時の装置本体座標

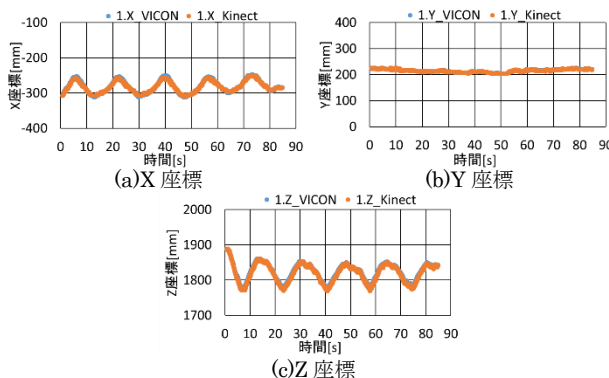


Fig. 4.10 円軌道動作時の左肩座標

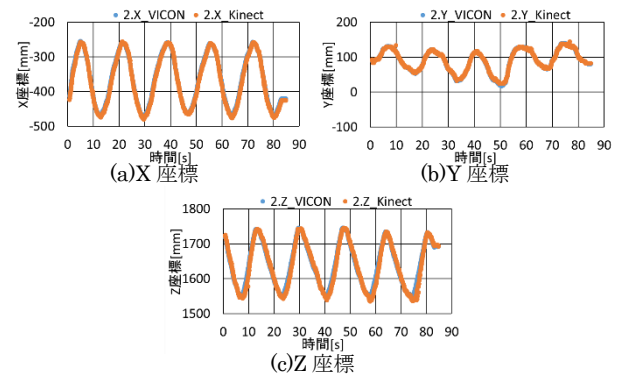


Fig. 4.11 円軌道動作時の左肘座標

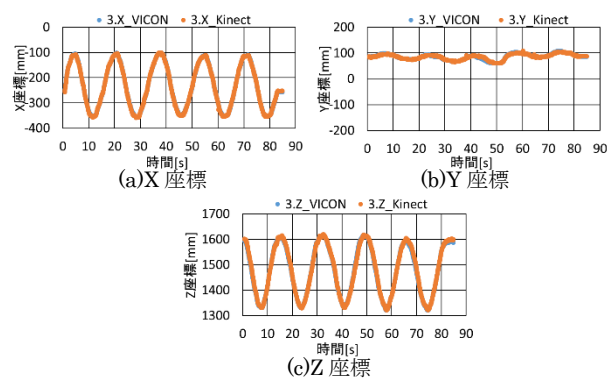


Fig. 4.12 円軌道動作時の左手首座標

Table 4.2 円軌道動作時の座標誤差

装置本体			左肩		
座標軸	二乗平均誤差 [mm]	最大誤差 [mm]	座標軸	二乗平均誤差 [mm]	最大誤差 [mm]
X	3.5	10	X	3.5	11
Y	2.0	9	Y	1.8	7
Z	3.0	12	Z	3.0	13
左肘			左手首		
座標軸	二乗平均誤差 [mm]	最大誤差 [mm]	座標軸	二乗平均誤差 [mm]	最大誤差 [mm]
X	4.4	15	X	2.4	20
Y	2.1	16	Y	2.3	11
Z	10.0	58	Z	5.3	19

## 5. 結言

本研究では、Kinect v2によるモーションキャプチャシステムを開発し、上肢リハビリ支援装置へ応用することを検討した。任意位置に設置した任意色のマーカを追従させることで位置取得を行った。開発したシステムの精度検証実験により、リハビリ装置に応用するのに十分な精度の位置情報が得られることが確認できた。今後は、マーカの遮蔽の対策や、マーカのサイズ、測定点数、測定対象の動作速度について検証し、開発したシステムの臨床応用を検討したい。

## 参考文献

- 1) 安保俊彦, 上肢訓練支援のための卓上リハビリロボットの開発, 平成27年度秋田工業高等専門学校専攻科特別研究論文, (2016)
- 2) 小島一成, モーションキャプチャシステムの最新の進歩, 臨床スポーツ医学, Vol. 9, No. 7, pp. 661-666, (2012)
- 3) 中村, 杉浦, 高田, 上田, 『KINECT for Windows SDK プログラミング Kinect for Windows v2 センサ対応版』, 秀和システム, (2015)
- 4) 菅原拓斗, Kinectを用いたモーションキャプチャーの開発, 平成28年度秋田工業高等専門学校卒業論文, (2017)

# 「グローバル人材養成」のための一考察

— CompTIA CTT+ ホルダ研修 FD, 英語による英語授業, 「モデルコアカリキュラム」のための  
英語プレゼンテーション演習, 図書館における英語多読図書 に関連して —

小林 貢

## A Study on Human Resource Development of National Institute of Technology, Akita College: On CompTIA CTT+ Holder Training Course FD, Teaching English Class in English, MODEL CORE CURRICULUM of NIT and English Extensive Reading in School Library

Mitsugu Kobayashi

(平成 29 年 11 月 30 日受理)

It should be taken into consideration that CompTIA CTT+ holder training course FD, teaching English class in English, MODEL CORE CURRICULUM of NIT and English extensive reading in school library could be the essential tacklings for the human resource development of National Institute of Technology, Akita College.

The purpose of this thesis is to suggest an approach to improve some spontaneous English abilities for our students and teachers by applying the ways of CompTIA CTT+, Learner Autonomy and MODEL CORE CURRICULUM of NIT to human resource development of NIT, Akita College.

We have been making many attempts to establish students' voluntary English learning and let them know the world-wide point of view for engineering design. If they keep studying their specialities autonomously and trying to communicate with foreigners in English, they can contribute to the world as international engineers.

Keywords: CompTIA CTT+ holder training course FD, Teaching English class in English,  
MODEL CORE CURRICULUM of NIT, English extensive reading in school library

### 1. 緒言

「本校の英語教育について」の特色ある取組として、以下の3点を挙げる。

1. 本校の英語教育においては、英語学習に対するモチベーションを高める手段の一つとして英語に関する資格試験の受験を奨励している。その経過として本校は平成 11 年度から平成 19 年度まで、9 年連続して実用英語技能検定奨励賞に、平成 20 年度には優秀団体賞に、平成 21 年度には優良団体賞に、平成 22 年度及び平成 23 年度には奨励賞に、平成 25 年度においては優良団体賞に、平成 26 年度は優秀団体賞に選考された。また、平成 28 年度実用英語技能検定において優秀団体賞(受験率伸長差部門)を受賞した。

2. 本校は、TOEIC Test に対して、積極的に授業において取り組んでおり、その成果は、TOEIC スコアにも現れている。過去における TOEIC スコアのついては以下の通りである。平成 18 年度において専攻科の評価指標である大学院における TOEIC 平均スコア 479 点を超えた専攻科生は 7 名おり、最高点は 635 点であった。平成 19 年度の大学院における TOEIC 平均スコアの 484 点を超えた専攻科生は 5 名おり、最高点は 660 点であった。平成 20 年度の大学院における TOEIC 平均スコアの 491 点を超えた専攻科生は 6 名おり、最高点は 745 点であった。平成 21 年度の大学院における TOEIC 平均スコアの 494 点を超えた専攻科生は 7 名おり、最高点は 855 点であった。平成 22 年度の大学院における TOEIC 平均スコアの 507 点を超えた専攻科生は 7

名おり、最高点は 720 点であった。平成 23 年度においては専攻科の評価指標が大学院 4 年の平均スコアに変更となり、平均スコア 593 点を超えた専攻科生は 1 名で、最高点は 620 点であった。平成 24 年度の大学院 4 年平均スコア 614 点を超えた専攻科生は 5 名で、最高点は 700 点であった。平成 25 年度の大学院 4 年平均スコア 594 点を超えた専攻科生は 2 名で、最高点は 615 点であった。平成 26 年度の大学院 4 年平均スコア 605 点を超えた専攻科生は 0 名で、最高点は 570 点であった。平成 27 年度の大学院 4 年平均スコア 587 点を超えた専攻科生は 1 名で、最高点は 640 点であった。平成 28 年度の大学院 4 年平均スコア 622 点を超えた専攻科生は 2 名で、最高点は 640 点であったが、同年度において TOEIC スコアによる学生表彰は廃止された。平成 29 年度の大学院 4 年平均スコアは、636 点であり、平均スコアは年々上昇する傾向にある。TOEIC スコア 636 点を超えた専攻科学生数および最高点は、今年度の TOEIC Test が全て終了していないため、現在、未定である。

3. 平成 21 年度高専改革推進経費採択事業（「国際性の向上に関する改革推進事業」予算配分は 2 年間で 1,940 万円）として、本校の人文科学系（英語）の「国際的な情報発信のための e-learning による人材養成プログラム」が、高専機構から選定された。プログラムの概要は、「e-learning による英語学習に加えて外国人による専門分野に関する講演会により、TOEIC に十分対応できる国際的に活躍できる人材の養成を図る。そして、情報発信の推進のための国際教養大学（以下、AIU）Dr. Kirby Record 先生によるライティングのプログラム『情報発信のための Lesson』の演習を行うことで、学生が国際学会等で専門に関する発表をできるための英語力の素地を養成する。」であった。プロジェクトの成果については、平成 23 年度に高専改革推進経費事例発表会（於：鹿児島大学）において発表し、『文部科学時報 3 月号』（2012 年 3 月号）に掲載された。

AIU との連携については、平成 26 年度においても継続しており、6 月 23 日に「グローバル人材養成講演会」として AIU Dr. Darren J Ashmore 先生による英語による講演会「人形芝居」を実施した。歴史の中において、人形は聖（神）と俗（日常）とのゲートウェイとして機能していたという日本的な「汎神論」に基づく考察を講演いただいた。そして、11 月 19 日には 5 年物質工学科生物コースの「タンパク質工学」において授業担当教員と AIU Dr.

Andrew Crofts 先生による DNA の構造と機能についての英語授業を実施した。

平成 27 年度においては、7 月 22 日に「グローバル人材養成講演会」として AIU Dr. Patrick Dougherty 先生による英語による講演会「Describing Japanese Customs in English」を実施した。内容は、「日本文化」と「イスラム文化」との比較を含めた異文化理解についてであった。そして、『グローバル人材養成授業：英語による専門授業「タンパク質工学」』については、平成 27 年度の本科 5 年物質工学科生物コース学生対象の専門授業である「タンパク質工学」において、ネイティブの教員である AIU Dr. Andrew J. CROFTS 先生が、DNA の構造と機能について平易な英語及びクリッカーを使用したアクティブ・ラーニングを実施することにより、学生が国際学会等で専門に関する発表をできるための英語力及びプレゼンテーション能力の素地を養成する授業を平成 27 年 11 月 16 日 7, 8 校時 301 教室にて実施した。4 名の教員にご覧戴き、学生の感想は概ね好評であった。AIU との連携は、今後も継続する予定である。

これらに加えて、英語力向上のために本科 2 年生をシンガポール語学研修に派遣しており、それに関連して、「英語による英語の授業」を本科 1 年生および専攻科 1 年生対象として、本校教員が実施している。また、ベトナムへの教員を派遣し、フィンランド大学からの学生を受け入れることに加えて、例年、専攻科学生をフランスへの短期留学に派遣している。

そして、教育能力の向上のために種々の資格（CompTIA CTT+, シニア教育士（工学・技術）、TKT Module1 Band4、英語教授法認定資格 CEFR B2、Cambridge English Teacher, Teaching Speaking 等）を取得した教員は、それに関連する FD を実施している。

## 2. これまでの CompTIA CTT + FD 実施について

アクティブラーニング（以下 AL）とは、学生による「書く・話す・発表する」などの活動への関与と、そこで生じる認知プロセスの外化を伴う能動的な学習であり、CompTIA CTT+（以下 CTT+）は、AL による「学習者中心の授業」が実施できていることを認定している国際資格である。

高専機構は、学生への教育のみならず、教員の自己研鑽への取組である CompTIA CTT + の取得を高

専教員に奨励している。筆者は、私は平成 25 年度に英語の授業により、CTT+を取得した。

平成 26 年度において CTT+を援用した授業を実施するために「英語授業講義力強化プログラム FD」を 5 月 23 日（全体概要及び日本語授業について、参加 32 名）、6 月 13 日（英語授業について、参加 25 名）、10 月 7 日（各学科代表教員 4 名による英語による専門授業発表会、参加 35 名）に実施し、上記とは別に、「アクティブラーニング FD 研修会」を平成 27 年 3 月 19 日（参加 23 名）に実施しました。

平成 27 年度においては、新任研修を兼ねて、CTT+を援用した授業を実施するために「英語授業講義力強化プログラム FD」を 7 月 9 日（全体概要及び日本語授業について、参加 10 名）、7 月 14 日（英語授業について、参加 13 名）、9 月 28 日（前年とは別の各学科選出教員 4 名による英語による専門授業発表会、参加 19 名）に実施しました。

平成 28 年度においては、「CTT+ホルダ研修」に参加した後、仙台高専における「授業改善研修」にも参加し、平成 29 年 3 月 24 日に 70 分の時間を戴いて、8 回目の FD(参加 17 名)を行った。

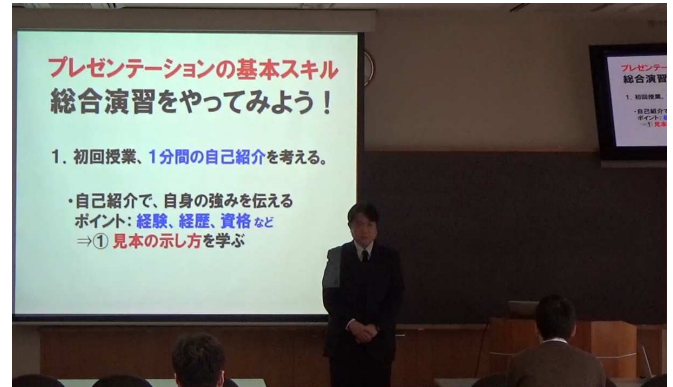
### 3. 「平成 28 年度 CTT+ホルダ研修」FD の意義

文部科学省における指導要領の改定案（平成 29 年 2 月 14 日発表）は、「何を学ぶか」が中心だった従来の指導要領を転換し、「何ができるようになるか」を明確にし、そのために「何を」「どのように」学ぶかを明確にした。答えのない問題に挑む力をつけさせるため、先生が一方的に教える形ではなく、討論やグループ活動などを通じ、「主体的・対話的な深い学び」への工夫を求めている。

アクティブラーニングの授業のスキルを習得し、活用できることを目的とした「平成 28 年度 CTT+ホルダ研修」FD におけるポイントは、①「プレゼンテーションの基本」、②「質問とディスカッション」、③「目標明示と動機付け」の 3 点である。上記の 3 点について実演を含めた FD を実施した。

具体的な内容としては、①「プレゼンテーションの基本」としては、姿勢、表情・アイコンタクト、ジェスチャー、間の活用などの「見本の示し方」を学び、初回授業、1 分間の自己紹介を考えてもらい、経歴、資格、留学経験などを使用した自己紹介をペアで実施するとともに、前で発表をしてもらった。以下は、その際における筆者が自己紹介の「見本の

示し方」を実演した様子である。



②「質問とディスカッション」は、学生に興味を持たせ、考えさせるスキルである。今回は、秋田高専の校訓および教育理念について質問を行った。それに基づき本校の存在意義についてのディスカッションを行った。それは、AL の期待効果と結びついていて、(1)学習到達度の向上、つまり、科目内容の知識を理解するだけでなく、習得や活用ができるようになること。および(2)汎用的能力の育成、つまり、知識の習得や活用過程を通して、主体性・表現力・協働性などの能力を高めることができる。言い換えるならば、「質問+ディスカッション」で、動機付けとして、学生の参加を強力に促せることを確認できた。

③「目標明示と動機付け」については、授業で動機付ける将来を提示し、a.経験に結びつける、b.場面を設定することで、目標に対して学生を向かわせる動機付けとなることを演習した。具体的には、「1. 目標明示」として「英語が話せる高専生になる⇒将来の進学・就職の機会増となる」ことを前提として、「英語が話せるようになりたい?」という「2. 全体質問 (Yes/No 質問)」をしてから、全体質問として「英語が話せるようになるためにはどうすればよいか?」という「3. 全体質問 (オープン質問)」をしてから、ペアを作りディスカッションを行わせ、「外国人の友達を作る」「毎日、英語を読み、聞き、話す」などの答えを出してもらった。それから「専門科目についても英語が話せるためにはどうしようか?」と追加質問を行い、「4. 動機付け」として、「いい方法があるんだけど、何だろうね。英語プレゼンができると、将来、役に立つんだよ」と方向付けてから、本科生の英語プレゼンテーションコンテスト・海外語学研修の映像を見せて、動機付ける。「目標達成のためにがんばろう。」と呼びかけるモデルを示してから、演習をおこなった。以下は、その後における CTT+を援用したアクティブラーニン



グを活用した授業実施についてのグループ演習の様子である。



この FD はグループ演習を具体的にを行ったことが、質疑応答の時間における明確な意見交換に繋がり、AL の理解と実践の意義ある機会となった。

#### 4. 「英語による英語授業」の実施について

平成 26 年度より実施している「英語による英語授業」には、文章の意味を確認する時には、コミュニケーションがうまくいなくなる問題があった。この問題を解決するために、平成 27 年度より平成 29 年度に実施した「英語による英語授業」については、筆者は、本科 1 年通年 英語 I (平成 29 年度より英語 I A) において、週 1 回 2 時間リスニングを担当し、教科書：「スヌーピーと学ぶライティングとリスニング LIFE WITH SNOOPY」南雲堂、単語集：「カラー版 TOEIC テストにできる順英単語」中経出版を使用した。「LIFE WITH SNOOPY」は、GRAMMMAR FOR WRITING, SENTENCES FOR WRITING, ENJOY SNOOPY, GRAMMMAR CHECK, WRITING(1)(2), TIPS FOR LISTENING, LISTENING(1)(2), SPEAKING の項目から構成され、文法、作文、リスニング、スピーキングにおいて演習形式で「英語による英語授業」を実施するには特に問題がなく実施できる。ただ、ENJOY SNOOPY における漫画の意味を確認する際においては、コミュニケーションがうまくいかないこともあったので、その後においては、質問をすることでその問題を解決し、「英語による英語授業」の実施を継続した。因みに、平成 27 年度における 1M 英検準 2 級合格学生は 42 名中 3 名、1C 英検準 2 級合格学生は 42 名中 5 名であった。平成 28 年度における 1M 英検準 2 級合格学生は 43 名中 5 名、1C 英検準 2 級合格学生は 40 名中 3 名であった。また、平成 29 年度における英検 1 回目完了時における、1

組英検準 2 級合格学生は 42 名中 3 名、2 組英検準 2 級合格学生は 43 名中 3 名、3 組英検準 2 級合格学生は 42 名中 4 名、4 組英検準 2 級合格学生は 42 名中 1 名である。

専攻科 1 年後期 応用英語 II において平成 26 年度に実施した「英語による英語授業」については、教科書：Preparation Course for the TOEIC Test Akira Morita 他 SEIBIDO、補助教材：「即戦ゼミ 8 大学入試基礎英語頻出問題総演習」上垣暁雄編著 桐原書店を使用して、授業の進め方として、「演習形式で行い、2 週に 1 回のペースで補助教材による単語小テストを実施する。尚、E-Learning は課題及び小テストに使用する。試験結果が合格点に達しない場合、再試験を行うことがある。」に基づき実施した。評価方法については、「合格点は 60 点である。後期試験結果を 60 %、単語小テストを 10 %、「TOEIC テスト演習 2000 コース」小テストを 10 %、モデルコアカリキュラム (必須) を 20 % で評価する。」に基づき実施した。これについては、専攻科生 1 年生が対象だったこともあり、特に大きな問題はなく実施できたと考えられる。平成 27 年度および 28 年度は、教科書：Total Strategy for the TOEIC Test Akira Morita 他 SEIBIDO、補助教材：「即戦ゼミ 8 大学入試基礎英語頻出問題総演習」上垣暁雄編著 桐原書店を使用して「英語による英語授業」を実施した。平成 27 年度および 28 年度の評価方法については、平成 26 年度と同様であり、ルーブリック評価として、到達目標 項目 1 としては、「国際的に通用するプレゼンテーション能力を修得するための英語によるコミュニケーションに必要な基本的能力を身につける。」ことを目標とし、到達目標 項目 2 としては、「自分や身近なこと及び自分の専門に関する情報や考えについて、200 語程度の簡単な文章を書くことができることに加えて、自分や身近なこと及び自分の専門に関する情報や考えについて、前もって準備をすれば毎分 120 語程度の速度で約 2 分間の十分な口頭説明ができる。」ことを目標とした。平成 27 年度および 28 年度についても、専攻科生 1 年生が対象であるため、特に大きな問題はなく「英語による英語授業」を実施できた。平成 29 年度より、WEB シラバスとなり、教科書：ALL-POWERFUL STEPS FOR THE TOEIC LISTENING AND READING TEST Takayuki Ishii 他 SEIBIDO を使用している。WEB シラバスの評価割合は、試験 60%、発表 20%、その他 20% と記入されているが、シラバスの他の部分については、

平成 28 年度シラバスを踏襲している。専攻科生 1 年生が対象であるため、今年度も特に大きな問題はなく「英語による英語授業」を実施している。

#### 4. 『「モデルコアカリキュラム」のための英語プレゼンテーション演習』および 特別研究発表会

『「モデルコアカリキュラム」のための英語プレゼンテーション演習』としては自学自習時間を活用することで、「自分や身近なこと及び自分の専門に関する情報や考えについて、200 語程度の簡単な文章を書くことができる」に加えて、自分や身近なこと及び自分の専門に関する情報（例：実験成果など）や考えについて、前もって準備をすれば毎分 120 語程度の速度で約 2 分間の口頭説明ができ、且つ、相手が明瞭に毎分 120 語程度の速度で、繰り返しや言い換えを交えて話し、適切な助言、ヒント、促しなどが与えられれば、自分や身近なこと及び自分の専門に関する簡単な情報や考えについて口頭でやり取りや質問・応答ができる」である。これらのことが達成できるように平成 26 年度においては、専攻科 1 年の「応用英語Ⅱ」において、「自己紹介」及び「研究内容」について演習させた。受講学生 22 名中 21 名の完成した内容については、パワーポイント及びビデオに記録した。この演習に基づき、平成 27 年度特別研究発表会において専攻科 2 年生となった 21 名による 2 分間程度の英語による発表が実施された。評価方法におけるの具体例の一つは、総合評価＝作成論文内容（序論、目的、手法、結果、考察、まとめ・結論、参考文献）（60%）＋プレゼンテーション（発表、提示資料、質疑応答）（30%）＋公開状況（10%）であった。平成 27 年度「応用英語Ⅱ」においても、専攻科 1 年学生 22 名を対象にして、必須である『「モデルコアカリキュラム」のための英語プレゼンテーション演習』を実施し、平成 28 年度特別研究発表会において 2 分間程度の英語による発表が上記に基づく評価方法により実施された。平成 28 年度「応用英語Ⅱ」においても、専攻科 1 年学生 17 名を対象にして、『英語プレゼンテーション演習』を行った。平成 29 年度特別研究発表会においても、専攻科 2 年生となった 17 名による英語による発表を行う予定である。平成 29 年度「応用英語Ⅱ」においても、専攻科 1 年学生 23 名が「自己紹介」及び「研究内容」について英語プレゼンテーション演習を実施しており、平成 30 年度特別研究発表会においても、専攻科 2 年学生 23 名

による、上記に基づく評価方法に基づく 2 分間程度の英語による発表が実施される予定である。

#### 5. 図書館における英語多読図書の推奨について

筆者は、図書館長の業務を担当して、今年度で 2 年目となるが、図書館は、英語多読を推奨し、英語多読図書を新たに準備した。

以下は、本校の『図書館だより第 56 号』の 4 頁に掲載した『「ライフシフト」と英語多読』という題名で、英語多読の必要性について論じた筆者のエッセイである。（以下引用）

次期学習指導要領で求められている教育のあり方として「予測できない未来に対応するためには、（中略）よりよい社会と幸福な人生を自ら創り出していくことが重要である」と記述されている。そのような未来においては、どのような能力が必要なのだろうか。

最近、イギリスの『ライフシフト』という本が話題になっている。副題は「百年時代の人生戦略」で、A I 等のテクノロジーが進化した未来においては、「イノベーション能力と創造性」、「共感などの繊細な対人関係スキル」、「どの分野でも役に立つ汎用スキル」が重要であり、それらを確立するためには、学習時における「自己効力感」と「自己主体感」の効果が大きいと述べられている。

「自分ならできるという認識」や「自ら取り組むという認識」が、現時点において学生には必要であり、これらの姿勢を身につけるために図書館では「英語多読図書」を導入した。一読することを勧める理由は三つある。

まず、「英語多読」は、多面的な思考を理解し、更に自ら考えることで、思考の再構築を行い、「イノベーション能力と創造性」を育成する一助とすることができる。

次に、「英語多読」は、多様な文化的差異を受容し、重層的な視点に基づく、世界への「共感」を覚えることを促すことができる。

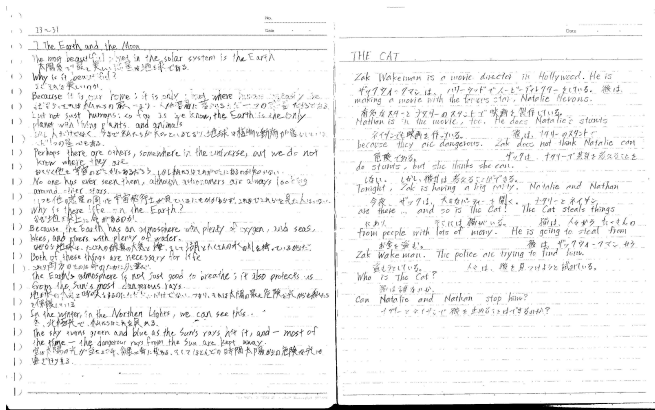
最後に、「英語多読」は、TOEIC Test 等の情報受信のみならず、英語論文等による情報発信を行うために、必要不可欠な過程であり、「汎用スキル」を向上させることができる。（引用終わり）

導入した Oxford Bookworms Library は、レベルが Starter Level および Stage 1 ～ Stage 6 の 7 レベルがあり、全てのレベルの図書を購入した。具体的には、本校の『図書館だより第 56 号』の 5 頁に掲載した

以下の 62 冊である。

- 1.Oxford Bookworms Library Starter Level : The Girl with Green Eyes Audio CD Pack を含め 10 冊。
- 2.Oxford Bookworms Library Stage 1 : Les Miserables Audio CD Pack を含め 10 冊。
- 3.Oxford Bookworms Library Stage 2 : Alice's Adventures in Wonderland Audio CD Pack 含め 10 冊。
- 4.Oxford Bookworms Library Stage 3 : Through the Looking-Glass audio CD pack を含め 10 冊。
- 5.Oxford Bookworms Library Stage 4 : Gulliver's Travels Audio CD Pack を含め 9 冊。
- 6.Oxford Bookworms Library Stage 5 : The Great Gatsby Pack を含め 7 冊。
- 7.Oxford Bookworms Library Stage 6 : Pride and Prejudice Audio CD Pack を含め 6 冊。

平成 29 年度は、2M 英語Ⅱを教科担当している  
ので、夏休み課題として、学生は、教科書：  
「Perspective English Communication II」第一学習社  
の Lesson 6,7,8,9 の読解をすることとした。それに  
加えて、「意欲的な学生」への任意の課題として、  
英語多読図書 1 冊を選択し、読解することとした。  
英語多読図書の任意の課題を提出した学生は、42  
名中 5 名であった。以下は、左側が *Space* につい  
ての翻訳の一部、右側が *The Cat* についての翻訳の  
一部である。



## 6. まとめ

これまで述べてきたように、英検および TOEIC  
Test への取組、AIU との連携に加えて、「グローバ  
ル人材養成」のための CompTIA CTT+ ホルダ研  
研修 FD、英語による英語授業、「モデルコアカリキ  
ュラム」のための英語プレゼンテーション演習、図  
書館における英語多読図書の奨励は、本校における

英語教育の特色ある取組であると考えられるので、  
試行錯誤を重ねながらも、今後も可能な限り、活動  
を継続して実施していく予定である。

## 参考文献

独立行政法人 国立高等専門学校機構  
『モデルコアカリキュラム (試案)』  
平成 24 年 3 月 23 日

独立行政法人国立専門学校機構  
秋田工業高等専門学校

<http://www.ipc.akita-nct.ac.jp/index.html>  
CompTIA

<http://www.comptia.org/>

<http://www.comptia.jp/>

福田誠治 「フィンランドは教師の育て方がすごい」  
株式会社亜紀書房、(2009.3)

小林 貢 『「英語教育と e-learning」実践について  
の一考察 --- 過去を踏まえた現在と未来への視座  
から ---』秋田工業高等専門学校研究紀要 第 48 号、  
pp.65-71. (2013.2)

小林 貢 『「英語教育と e-learning」実践について  
の一考察Ⅱ --- 過去を踏まえた現在と未来への視座  
から ---』秋田工業高等専門学校研究紀要 第 49 号、  
pp.56-61. (2014.2)

小林 貢 『「英語教育と e-learning」実践について  
の一考察Ⅲ --- 過去を踏まえた現在と未来への視座  
から ---』秋田工業高等専門学校研究紀要 第 50 号、  
pp.59-64. (2015.2)

小林 貢 『「ライフシフト」と英語多読』秋田工  
業高等専門学校 図書館だより 第 56 号、pp.4-5.  
(2017.7)

# 柔道固め技の基本動作逆えびの2つの方法の効果

石井 直人・三戸 範之\*

## The Effects of Two Kinds of *Gyakuebi* on the Grappling Skills in Judo

Naoto ISHII and Noriyuki SANNOHE

(平成29年11月30日受理)

The purpose of this study is to examine the effects of two kinds of *Gyakuebi*, *Dosoku-ashi* (the same-side foot) and *Gyaku-ashi* (the opposite-side foot), on the grappling skills in judo. In the *Dosoku-ashi* style, one makes use of one shoulder and the same-side foot to push up his/her body, whereas in the *Gyaku-ashi* style, one makes use of one shoulder and the opposite-side foot. Two kinds of experiments were conducted and participants were 16 judo experts. In the first experiment, participants made trials to move the distance of 5 Tatami mats by two kinds of *Gyakuebi*. The number of motions and the moving time were analyzed. T-tests demonstrated that the number of motions in the *Dosoku-ashi* style is significantly greater than that in the *Gyaku-ashi* style. The moving time in the *Gyaku-ashi* style is significantly shorter than that in the *Dosoku-ashi* style. In the second experiment, offensive participants tried to control their opponents by *Kamishiho-Gatame* technique and defensive participants tried to escape from the technique by the two kinds of *Gyakuebi*. After the trials, questionnaires were analyzed to evaluate the effects of the two kinds of *Gyakuebi* on escaping from *Kamishiho-Gatame* and T-test was conducted. The results indicate that the *Gyaku-ashi* style is more effective on grappling skills than the *Dosoku-ashi* style.

### 1. はじめに

柔道の競技では、投げ技と固め技が用いられる。柔道においては、試合は立ち姿勢から始まるため、寝姿勢で用いられる固め技に比べ投げ技が重視される傾向が強いと考えられる。しかしながら、柏崎(1998)が「主要大会における一本勝ちの約半数が固め技によるものである」[4](p.8)と指摘するように、固め技の技能は試合結果に大きな影響を及ぼしているといえる。柔道においては、投げ技と固め技をバランス良く習得することが技能向上のうえで重要である。

投げ技や固め技においては、それぞれに基本動作が定められており、効果的に柔道技能を高めるためには基本動作を正しく身につける必要がある。固め技の基本動作には、基本姿勢、基本的な入り方と返し方、体のさばきがある[8](p.112-114)。体のさばきには、体の移動、体(腰)をひねる、体を開く、体を反らす、体を曲げる、体を横にかわす、腋を締める、脚を伸ばす、脚を回すなどがある。この中で、肩と脚を使って頭の方や足先の方へ移動する動作や身体を横にかわす動作は、「脚と肩を使い、えびのように体を左右に曲げる」[8](p.114)と表現されるように、一般的に「えび」、「逆えび」と呼ばれている。

えびについて、嘉納らは、次のように指摘している。

[3](p.60)

仰臥の姿勢(仰向けの姿勢)から軽く両ひざを曲げ、片方の足で畳を蹴り、蹴った方の脚の方向に腰を浮かせて引き、同時に他方の脚を体に引き付けながら、両手で相手を押し上げる動作をする。

このようにえびは、左右いずれかの足で畳を蹴って移動する動作であり、練習場面や試合場面の運動観察によると、左足と右足で蹴ったときにおいて運動の仕方に両者大きな違いはないと考えられる。

また、逆えびについて嘉納らは次のように指摘している。[3](p.121)

仰臥の姿勢から軽く膝を曲げ、そのままどちらか一方へ体を傾けて、畳に接している方の肩(畳を押し)、足(畳を蹴る)等をタイミングよく使って体を跳ね上げる動作。または、「えび」で一方の脚を体に引き付けた状態から、その足を押し出す動作をいう。

このように、逆えびは、左右いずれかの足で畳を蹴って、えびとは逆方向に移動する動作である。ここでは、蹴るのは身体が向いた方向と同じ足であることが指摘されているが、身体が向いた方向と逆の足で蹴る方法も見られ

\*秋田大学教授

る[8] (p. 114)。練習場面や試合場面における逆えびの運動を観察すると、逆えびの運動は、身体が向いた方向と同じ足で蹴る方法と逆の足で蹴る方法を確認でき、身体が向いた方向と同じ足で蹴るときには素早く小刻みであり、身体が向いた方向と逆の足で蹴るときには、力強く大きいことが指摘できる。また、予備調査によると、逆えびの2つの方法をどちらも得意にしている者は少なく、2つのうちどちらかを得意とするものが多かった。これら逆えびの2つの方法には、攻防への効果に差があるのであろうか。

これまで柔道における基本動作に関する研究は受け身や投げ技に関するものが多く見られる[7][10][11][12]が、固め技の基本動作に関する研究は少なく、逆えびの2つの方法の効果に関する研究は見られない。本研究の目的は、柔道固め技における基本動作である逆えびの2つの方法の固め技の攻防への効果について検討することである。

本研究で検討する逆えびは、身体が向いた方向と同じ足で蹴る方法（以下「同側足」と呼ぶ）、および身体が向いた方向と逆の足で蹴る方法（以下「逆足」と呼ぶ）の2つとする(図1および図2)。逆えびの2つの方法の効果の検討のために、実験により逆えびの試技を行い、動作数、運動時間、取りと受けの意識について分析を行う。本研究は、固め技の攻防における、効果的な指導法や練習法の改善および固め技の技能向上に貢献するための基礎的研究である。



図1 同側足



図2 逆足

## 2. 方法

### 2.1 被験者

被験者は、全日本学生柔道大会に出場経験のある大学生9名、東北高等学校柔道大会出場経験のある高校生7名の計16名である。予備実験により全員が逆えびの動作を習得していることを確認した。

### 2.2 手続き

#### 実験①

被験者16名が1人ずつ、柔道場5畳の距離を逆えびで移動する試技を行う。2つの方法につき2回ずつ1人計4回の試技を行い、ビデオカメラで撮影・記録する。また、試技をする際にはできるだけ大きく、速く移動することを被験者に指示する。被験者が得意とする方法が実験に与える影響を少なくするために、2つの方法を1週間それぞれ同じ回数練習を行う。

#### 実験②

16名の被験者を2人組の8組に分け、取りが抑え技の上四方固めで抑え、受けが逆えびを用いて固め技の攻防の試技を行う。そして、攻防の試技における取りと受けの感覚について、質問紙により分析を行う。試技は、受けが逆えびの2つの方法、同側足と逆足を用いることとする。これを全員が受け取り両方を行う。質問紙の評定は、4件法で、取り(1. とても抑えやすい, 2. 抑えやすい, 3. 少し抑えにくい, 4. 抑えにくい)、および受け(1. 逃げやすい, 2. 少し逃げやすい, 3. 少し逃げにくい, 4. 逃げにくい)とする。

### 2.3 分析

実験①においては、逆えびの2つの方法の動作数、および運動時間を比較検討する。動作数は、柔道場5畳の移動に要した逆えびの動作数(回)、すなわち畳を足で蹴った回数とする。運動時間は、移動に要した時間(秒)と



する。ビデオカメラ収録した映像により、動作数と移動時間を求める。そして、逆えびの2つの方法における、動作数の平均値、運動時間の平均値の差を比較分析する。実験②においては、逆えびの2つの方法における、取り受けの質問紙回答の評定平均値の差を比較分析する。平均値の差の検定には、t検定を用いることとする。

### 3. 結果

#### 3.1 逆えびの動作数

表1は、逆えびの2つの方法における、動作数の平均値を示したものである。t検定の結果、逆えびの2つの方法において、動作数の平均値の差は有意であった ( $t = 4.427$ ,  $P < .05$ )。表1によると、同側足の平均動作数(標準偏差)は11.35回(2.044)、逆足の平均動作数は10.30回(1.986)である。したがって、逆えびの2つの方法において、逆足は同側足に比べ動作数が少ない傾向にあるといえる。

表1 逆エビの動作数(回)  $P < .05(n=16)$

	同側足	逆足
平均	11.35	10.30
標準偏差	2.044	1.986

#### 3.2 逆えびの運動時間

表2は、逆えびの2つの方法における運動時間の平均値を示したものである。t検定の結果、逆えびの2つの方法において、運動時間の平均値の差は有意であった ( $t = 3.296$ ,  $P < .05$ )。表2によると、同側足の平均運動時間は12.18秒(1.982)、逆足の平均運動時間は11.21秒(2.175)である。したがって、逆えびの2つの方法において、逆足は同側足に比べ運動時間が短く、より素早く移動する傾向にあるといえる。

表2 逆エビの動作時間(秒)  $P < .05(n=16)$

	同側足	逆足
平均	12.18	11.21
標準偏差	1.982	2.175

#### 3.3 上四方固めで抑え込んだ取りの感覚

表3は、逆えびを使って逃げる相手を上四方固めで抑え込んだ時の取りの感覚の評定平均値である。t検定の結果、逆えびの2つの方法において、取りの感覚の評定の平均値の差は有意であった ( $t = 5.839$ ,  $P < .05$ )。表3に

よると、同側足の評定平均得点が2.00(0.632)、逆足での評定平均得点が3.25(0.577)である。したがって、逆えびの2つの方法において、逆足は同側足に比べ、取りがより抑えにくく感じる傾向があるといえる。

表3 逆エビを使って逃げる相手を上四方固めで抑え込んだ時の取りの感覚  $P < .05(n=16)$

	同側足	逆足
平均	2.00	3.25
標準偏差	0.632	0.577

#### 3.4 上四方固めで抑え込まれた受けの感覚

表4は、上四方固めでの抑え込みを逆えびで逃げる時の受けの感覚の評定平均値である。t検定の結果、逆えびの2つの方法において、取りの感覚の評定の平均値の差は有意であった ( $t = 5.928$ ,  $P < .05$ )。表4によると、同側足の評定平均得点が3.56(0.629)、逆足での評定平均得点が1.75(0.755)である。したがって、逆えびの2つの方法において、逆足は同側足に比べ、受けがより逃げやすく感じる傾向があるといえる。

表4 上四方固めで抑え込む相手を逆エビを使って逃げる時の受けの感覚  $P < .05(n=16)$

	同側足	逆足
平均	3.56	1.75
標準偏差	0.629	0.755

### 4. 考察

実験①において、逆えび2つの方法による動作数を分析した結果、逆足は同側足に比べ、動作数が少ないことを明らかにした。逆足は同側足に比べ、大きな動作で移動できるといえる。次に逆えび2つの方法による運動時間を分析した結果、逆足は同側足に比べ、運動時間が短いことを明らかにした。逆足は同側足に比べ、移動のスピードが速いといえる。したがって、逆えび2つの方法において、逆足は同側足に比べ、大きな力を発揮し、速いスピードで移動することに適していると考えられる。

実験②において、取りは上四方固めで抑え込み、受けは逆えびの2つの方法を用いる攻防の試技を行った。試技における取りの抑えやすさと受けの逃げやすさについての質問紙の回答を分析した。その結果、取りが逆足を用いる相手を抑え込むとき、同側足を用いる相手を抑え込むときに比べ、抑えにくく感じる傾向にあることを明らかにした。また、受けが逆足を用いるとき、同側足を用い

るときに比べ、逃げやすいと感じる傾向にあることを明らかにした。

以上、動作数、運動時間、質問紙の分析による知見は、逆えびの2つの方法において、逆足が同側足に比べ、固め技の攻防において効果的であることを示唆する。このように逆足が同側足に比べ有利なのは、より大きくスピードのある動作を用いるときであると考えられる。本研究の攻防の実験で用いた上四方固めにおいて、受けが逃れるためには、大きな動作で力強い動きが有利になるものと考えられる。

本研究の知見とは異なり、固め技の攻防において抑え込みになる前の体勢や横から攻められたとき、同側足が逆足に比べ有利であるとする指摘がみられる[5]。固め技の攻防において、小刻みな動作を用いるときなどには、同側足が逆足に比べ有利である可能性が指摘できる。上四方固め以外の抑え技や、抑え込みの直前の体勢を用いた攻防の設定による、逆えびの2つの方法の効果についての検討は今後の課題である。

本研究で検討の対象とした逆えびにみられるように、固め技のそれぞれの基本動作には、いくつかの方法がある可能性が指摘できる。本研究の知見は、基本動作において、方法が異なれば効果が異なる可能性を示唆する。攻防の場面に応じた適切な方法を用いることが、固め技の効果的な技能向上につながることを指摘できる。

## 5. まとめ

本研究は、柔道固め技における基本動作である逆えびの2つの方法、同側足および逆足の固め技の攻防への効果について検討することを目的とした。本研究においては、2種類の実験を行った。被験者は柔道熟練者16名である。最初の実験では、柔道場5畳を2種類の逆えび、同側足および逆足を用いて移動する試技を行い、動作数と移動時間を比較分析した。その結果、逆えびの2つの方法において、逆足は同側足に比べ動作数が少ない傾向にあることを明らかにした。また、逆足は同側足に比べ運動時間が短い傾向にあることを明らかにした。次の実験では、取りが上四方固めで抑え、受けが逆えびの2つの方法、同側足および逆足を用いて固め技の攻防の試技を行った。

そして、固め技の攻防の試技における取りと受けの感覚について、質問紙により分析を行った。その結果、逆えびの2つの方法において、逆足は同側足に比べ、取りがより抑えにくく感じる傾向があることを明らかにした。また、

逆足は同側足に比べ、受けがより逃げやすく感じる傾向があることを明らかにした。

本研究の知見は、逆えびの2つの方法において、逆足が同側足に比べ、固め技の攻防において効果的であることを示唆する。また本研究の知見は、固め技における効果的な指導法や練習法の改善および技能向上に貢献すると考える。今後の研究の課題としては、抑え技や攻防の条件に変化をもたせ、逆えびの効果について検討することがあげられる。

## 参考文献

- [1] 醍醐 敏郎 『柔道教室』大修館書店 (1970)
- [2] 藤岡 正春 「柔道の基礎的研究 (VI) : 寝技」 島根大学教育学部 紀要 『教育科学』 22(2) (1988) , pp. 17-24
- [3] 嘉納 行光・醍醐 敏郎・川村 禎三・竹内 善徳・中村 良三・佐藤 宣践・猪熊 真・藪根 敏和・木村 清人・松井 勲・山下 泰裕, 『柔道大辞典』アテネ書房 (1999)
- [4] 柏崎 克彦 『寝技で勝つ柔道』ベースボール・マガジン社 (1998)
- [5] 小室 宏二 『柔道固め技上達法 上巻』クエスト (2009)
- [6] 松本 芳三 『柔道のコーチング』大修館書店 (1994)
- [7] 松井 勲・上村 守・猪熊 真・藪根 敏和・野原 弘嗣・吉田 浩重・岡田 修一・山崎 俊輔 「柔道における基本動作の研究」『武道学研究』 20, pp. 34-35 (1987)
- [8] 文部科学省 学校体育実技指導資料 第2集 『柔道指導の手引 (三訂版)』 (2013)
- [9] 岡本 啓 「柔道の乱取稽古における寝技の基本姿勢に関する一考察」 富山県立大学 紀要, pp. 9-18 (2016)
- [10] 三戸 範之 「未熟練者指導における柔道投げ技の運動課題」 秋田大学教育文化学部 研究紀要 『教育科学』 65, pp. 49-55 (2010)
- [11] 三戸 範之・飯田 哲也 「柔道後ろ受け身の方法 : 頭部と腕の安全のために」 秋田大学教育文化学部 研究紀要 『教育科学』 63, pp. 71-78 (2008)

- [12] 三戸 範之・高橋 隆太郎・石井 直人  
「継ぎ足と歩み足の柔道投げ技への効果：  
大腰, 内股, 大外刈りについて」  
秋田大学教育文化学部 研究紀要『教育科学』  
71, pp. 51-57 (2016)
- [13] 曾根 康治 『ドゥスポーツシリーズ 柔道』  
日本文芸社 (1978)
- [14] 竹内 善徳 『柔道』 不昧堂出版 (1979)
- [15] 山本 秀雄 『柔道入門』 東京書店 (1973)
- [16] 全日本柔道連盟 『IJF 審判規定決定版 (解釈)』  
(2014)



# A study of the fat realization of a bar construction

Naoya Suzuki

(平成29年11月10日受理)

We show that for a bisimplicial manifold  $NG(*) \times NH(*)$ , a fat realization of a bar construction  $\overline{W}_*(NG \times NH)$  is homeomorphic to a fat realization of a diagonal simplicial manifold  $d(N(G \times H))(*)$ .

## 1 Introduction

For a bisimplicial set  $X_{*,*}$ , there are two ways to extract from it a simplicial set and it is known that the geometric realizations of these simplicial sets are homotopy equivalent ([1] [3]). On the other hand, for any simplicial set a space called its fat realization is also constructed. In this paper, we show that for a bisimplicial manifold  $NG(*) \times NH(*)$ , a fat realization of a bar construction  $\overline{W}_*(NG \times NH)$  is homeomorphic to a fat realization of a diagonal simplicial manifold  $d(N(G \times H))(*)$ .

## 2 A bisimplicial set

A bisimplicial set is a sequence of sets with horizontal face maps  $\varepsilon_i^{Ho}$ , vertical face maps  $\varepsilon_i^{Ve}$ , horizontal degeneracy maps  $\eta_i^{Ho}$  and vertical degeneracy maps  $\eta_i^{Ve}$  which commute with each other.

For any bisimplicial set  $\{X_{*,*}\}$ , we can associate a topological space  $|X_{*,*}|$  called the geometric realization defined as follows:

$$|X_{*,*}| := \coprod_{n,m} \Delta^n \times \Delta^m \times X_{n,m} / \sim .$$

Here  $\Delta^n$  is the standard  $n$ -simplex and the equivalent relation  $\sim$  is defined as:

$$((\varepsilon^i \times \text{id})(t, s), x) \sim ((t, s), \varepsilon_i^{Ho}x),$$

$$((\text{id} \times \varepsilon^i)(t, s), x) \sim ((t, s), \varepsilon_i^{Ve}x),$$

$$((\eta^i \times \text{id})(t, s), x) \sim ((t, s), \eta_i^{Ho}x),$$

$$((\text{id} \times \eta^i)(t, s), x) \sim ((t, s), \eta_i^{Ve}x).$$

## 3 The constructions of $dX$ and $\overline{W}X$

In this section we recall the definitions and properties of  $dX$  and  $\overline{W}X$ .

**Definition 3.1.** For a bisimplicial set  $X_{*,*}$ , a simplicial set  $(dX)_*$  is defined as  $(dX)_p := X_{p,p}$ .

**Definition 3.2.** For a bisimplicial set  $X_{*,*}$ , a simplicial set  $\overline{W}_*X$  is defined as follows:

$$\overline{W}_pX := \{(x_0, x_1, \dots, x_p) \in \prod_{i=0}^p X_{i,p-i} \mid$$

$$x_i \in X_{i,p-i}, \varepsilon_0^{Ve}x_i = \varepsilon_{i+1}^{Ho}x_{i+1}, \text{ for all } 0 \leq i < p\}.$$

Face operators are given by

$$\varepsilon_i^{\overline{W}}(x_0, \dots, x_p) =$$

$$(\varepsilon_i^{Ve}x_0, \varepsilon_{i-1}^{Ve}x_1, \dots, \varepsilon_1^{Ve}x_{i-1},$$

$$\varepsilon_i^{Ho}x_{i+1}, \varepsilon_i^{Ho}x_{i+2}, \dots, \varepsilon_i^{Ho}x_p).$$



**Theorem 3.1** (D.Quillen [2]). *For any bisimplicial set  $X_{*,*}$ , the geometric realization  $|X_{*,*}|$  and  $|(dX)_*|$  are homotopic.*

**Theorem 3.2** (A.Cegarra and J.Remedios[1], D. Stevenson[3]). *For any bisimplicial set  $X_{*,*}$ , the geometric realization  $|(dX)_*|$  and  $|\overline{W}_*X|$  are homotopic.*

## 4 A bisimplicial manifold $NG(*) \rtimes NH(*)$

Let  $G$  be a Lie group and  $H$  be a subgroup of  $G$ . We define a bisimplicial manifold  $NG(*) \rtimes NH(*)$  as follows:

$$NG(p) \rtimes NH(q) := \overbrace{G \times \cdots \times G}^{p\text{-times}} \times \overbrace{H \times \cdots \times H}^{q\text{-times}}.$$

Horizontal face operators  $\varepsilon_i^{Ho} : NG(p) \rtimes NH(q) \rightarrow NG(p-1) \rtimes NH(q)$  are the same as the face operators of  $NG(p)$ . Vertical face operators  $\varepsilon_i^{Ve} : NG(p) \rtimes NH(q) \rightarrow NG(p) \rtimes NH(q-1)$  are

$$\varepsilon_i^{Ve}(\vec{g}, h_1, \dots, h_q) = \begin{cases} (\vec{g}, h_2, \dots, h_q) & i = 0 \\ (\vec{g}, h_1, \dots, h_i h_{i+1}, \dots, h_q) & i = 1, \dots, q-1 \\ (h_q \vec{g} h_q^{-1}, h_1, \dots, h_{q-1}) & i = q. \end{cases}$$

Here  $\vec{g} = (g_1, \dots, g_p)$ .

## 5 The fat realization

For any simplicial set  $X_*$ , a topological space  $\|X_*\|$  called the fat realization is defined as follows:

$$\|X_*\| := \coprod_n \Delta^n \times X_n / \sim.$$

Here the equivalent relation  $\sim$  is defined as  $(\varepsilon^i t, x) \sim (t, \varepsilon_i x)$ .

**Proposition 5.1.**  $\|d(N(G \rtimes H))(*)\|$  is homeomorphic to  $\|\overline{W}_*(NG \rtimes NH)\|$ .

*Proof.* In this case any element  $(x_0, x_1, \dots, x_p) \in \overline{W}_p(NG \rtimes NH)$  is determined by  $x_0 = (h_1, \dots, h_p) \in NH(p)$  and  $x_p = (g_1, \dots, g_p) \in NG(p)$ . Actually,  $x_i \in NG(i) \rtimes NH(p-i)$  can be written as  $x_i = (g_1, g_2, \dots, g_i, h_{i+1}, \dots, h_p)$ . So there is a trivial homeomorphism  $i : \overline{W}_p(NG \rtimes NH) \rightarrow NG(p) \rtimes NH(p)$  and this commutes with the face maps.  $\square$

## References

- [1] A. Cegarra and J.Remedios, The relationship between the diagonal and the bar constructions on a bisimplicial set, *Topology Appl.* 153 (2005), no.1, 21-51.
- [2] D. Quillen, Higher algebraic K-theory: I, in: *Algebraic K-Theory I*, in: *Lecture Notes in Math.*, vol. 341, Springer, Berlin, 1973, pp. 77-139.
- [3] D. Stevenson, Décalage and Kan's simplicial loop group functor, *Theory Appl. Categ.* 26 (2012), 768-787.

# 技術研究ノート

下水処理場由来の亜酸化窒素発生量調査方法

秋田工業高等専門学校 技術教育支援センター 技術職員 大友 渉 平



# 下水処理場由来の亜酸化窒素発生量調査方法

秋田工業高等専門学校 技術教育支援センター

技術職員 大友 渉 平

## 1. はじめに

下水処理場水処理工程における窒素除去の過程で、温室効果ガス (GHGs) である亜酸化窒素 ( $N_2O$ ) が発生する場合があります。その発生量は各処理場の処理工程や運転状況の違いにより大きく異なるとされている<sup>1)</sup>。この  $N_2O$  は二酸化炭素の約 300 倍の温室効果能を持つ GHGs であるとともに、強力なオゾン層破壊物質でもある。これより、下水処理場由来の  $N_2O$  発生量を削減する意義は大きく、発生量削減を目的とした  $N_2O$  に関する研究が現在までに多数行われてきた。

一方で、下水処理場由来の  $N_2O$  発生量の調査には統一したプロトコルがなく、調査箇所、調査回数、調査項目などに関しては各々の方法を採用している。そのため、解析結果にはこれらの調査方法の違いによる誤差が内在している可能性があると考えられる。

そこで本稿では、下水処理場由来の亜酸化窒素発生量調査方法の確立につなげることを目的に、筆者が現在までに行ってきた調査方法とその注意点などについて報告する。

## 2. 現場調査

### 2.1 調査スケジュール

調査スケジュールは、調査対象の現場で予備調査を行い、その結果と各処理場における日常の水質管理データを基に決定する。具体的には日および年単位での調査回数、調査箇所、分析対象物質などである。一日の調査スケジュール例として、表 1 に 2016 年 7 月に調査した 0 処理センターにおける調査箇所およびスケジュールを示す。表 1 が示すように、0 処理センターの水処理工程における調査は午前・午後には一回ずつ水処理工程の複数のプロセスで行い、その他は、所定の時間に反応槽一カ所で行った。これは予備調査の結果に基づき、反応槽一カ所の変化データにより、他の箇所の時間変動もそれに対応して算出可能と判断したためである。また、施設内のダクトは一回のみ調査を行った。これは予備調査において排出ガスの  $N_2O$  濃度変化量が少なかったためである。なお、0 処理センターの調査は、季節による処理状況の変化を考慮し、4 月と 11 月にも 7 月と同様に行った。

### 2.2 調査方法

調査では、各調査箇所において水もしくはガスサンプルの採取を行い、必要に応じて水温、pH、DO 濃度などをセンサーを使用して現場で測定する。

水サンプルはバケツもしくは柄杓を用いて採取し、その場で解析用に生サンプル、ろ過サンプル、溶存態  $N_2O$  ( $DN_2O$ ) 解析サンプルなど、各分析項目に合わせた保存形式で作成する。各サンプルの作成方法は、

生サンプルは採取した水サンプルをそのままプラスチックカップに移し取る。ろ過サンプルはプラスチックシリンジの先端に  $0.45 \mu m$  メンブレンフィルターを装着したものを使用して水サンプルをろ過し、そのろ液をプラスチックカップに移し取る。なお、生サンプルとろ過サンプルは室内で冷凍保存する場合もあるため、プラスチックカップの 7 割程度を満たすように作成する。 $DN_2O$  分析用サンプルの作成方法は、3. 1 節において作成から分析までの一連の流れを記載する。各分析用サンプル作成時の注意点として、 $DN_2O$  のガス化を防ぐために、なるべく振動を与えずに水サンプルを採取し、 $DN_2O$  解析サンプルを最初に作成すること、使用する物品は必要に応じて共洗いをすること、安全のため足元の作業スペースを十分に確保することなどが挙げられる。

ガスサンプルは、曝気を行っている反応槽の水面からは大気開放したチャンバーを、その他の静水面からは大気開放していないチャンバーを使用して採取する。汚泥の処理を行っている施設内では、ガスを排出している集約ダクトから大気排出直前のガスをハンディー型のポンプを使用して採取する。ガスサンプルはいずれもアルミガスバックに採取し、使用時は採取するガスサンプルで共洗いをを行う。

各分析用サンプルは、室内実験室に保管し、後日ガス態  $N_2O$  ( $GN_2O$ )、 $DN_2O$  のほか、 $N_2O$  生成と関係性のある TOC、DOC、T-N、 $NH_4-N$ 、 $NO_2-N$ 、 $NO_3-N$  などについて分析する。

調査時の全体の注意点として、作業は単独では行わないこと、ゴム手袋および長靴を着用すること、使用した器具はその都度清掃し衛生面に配慮することなどが挙げられる。

表 1 2016 年 7 月に調査した 0 処理センターにおける調査箇所およびスケジュール

time	流入	最初沈殿池	反応槽 (四箇所で調査)				最終沈殿池	塩素消毒後	施設内のダクト		
			①	②	③	④			沈砂池	脱水機	濃縮機
9:00											
9:30											
10:00											
11:00	○	○	○	○	○	○	○	○			
12:00				○					●	●	●
12:30				○							
13:00				○							
14:00	○	○	○	○	○	○	○	○			

○:水サンプル採取 ●:ガスサンプル採取

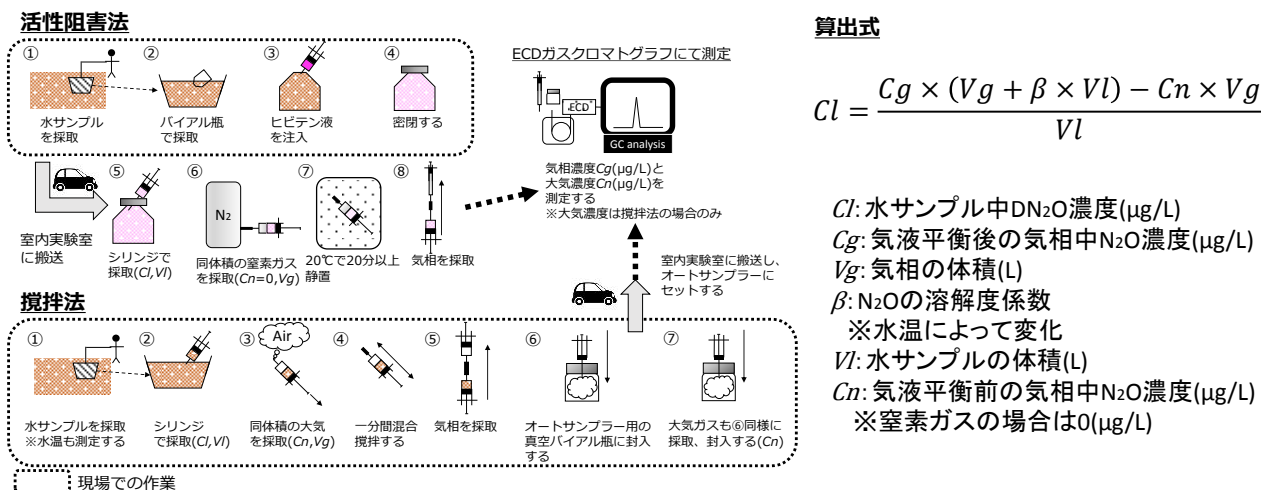


図1 DN<sub>2</sub>O分析用サンプルの作成および分析イメージ

### 3. N<sub>2</sub>O発生量の算出

#### 3.1 分析方法

N<sub>2</sub>Oは20℃の溶解度係数が0.675と水に溶けやすいため<sup>3)</sup>、GN<sub>2</sub>OとDN<sub>2</sub>Oの両者を分析する。過去の研究においてN<sub>2</sub>O濃度の分析はいずれもECDガスクロマトグラフを使用した。

GN<sub>2</sub>O濃度の分析は、室内実験室に搬入したアルミガスバックからガスタイトシリンジで分析必要量を抜き取り、N<sub>2</sub>O濃度を分析する。なお、反応槽におけるGN<sub>2</sub>O発生量とDN<sub>2</sub>O濃度に一定の関係性がある場合は、予備調査により両者の回帰直線を算出しておき、GN<sub>2</sub>O発生量をDN<sub>2</sub>O濃度から算出することで、作業の簡略化を図ることが可能である<sup>2)</sup>。

DN<sub>2</sub>O分析用のサンプルは既往の研究を参考にし、グルコン酸クロルヘキシジン液(ヒビテン液)を使用して微生物の活性を阻害する方法<sup>2)</sup>と、現場で直ちに攪拌する方法<sup>4)</sup>のいずれかで作成する。本稿では前者を活性阻害法、後者を攪拌法とする。図1にDN<sub>2</sub>O分析用サンプルの作成および分析イメージを示す。活性阻害法は、バケツから70mLバイアル瓶に水サンプルを採取し、ヒビテン液2mLを微生物の活性阻害を目的に注入後、ブチルゴム栓で蓋をして密閉する。バイアル瓶を室内実験室に搬入後、先端にシリンジ針を装着したプラスチックシリンジで、バイアル瓶内の水サンプルとあらかじめ用意しておいた窒素もしくはアルゴンなどを同体積になるように採取する。シリンジ先端の針を外し、シリコンチューブとブチルゴム栓で密閉して20℃で20分以上静置させ、気液平衡状態とする。その後、気相のN<sub>2</sub>O濃度を分析し、DN<sub>2</sub>O濃度を算出する。

攪拌法は、バケツからプラスチックシリンジで水サンプルを採取し、その場で水サンプルと同体積になるように大気ガスを採取して活性阻害法と同様に密閉する。この状態で1分間シリンジ内の水サンプルと大気ガスを攪拌混合させ、これを気液平衡状態とする。気液平衡状態になった気相を別のシリンジで分析必要量を抜き取り、オートサンプラーにて測定可能な真空バイアル瓶に封入する。真空バイアル

瓶を室内実験室に搬入後、N<sub>2</sub>O濃度を測定しDN<sub>2</sub>O濃度を算出する。なお、攪拌法では気液平衡に使用する大気のN<sub>2</sub>O濃度と水サンプルの水温も測定しておき、算出時に使用する。

#### 3.2 計算方法

N<sub>2</sub>Oの系外への排出は、反応槽からのGN<sub>2</sub>Oの直接発生、処理水中のDN<sub>2</sub>O、放流された窒素成分が放流先においてN<sub>2</sub>Oへと変化する間接発生、さらに、処理水放流時の落差工によるDN<sub>2</sub>Oのガス化も無視できない場合があるとされている<sup>2)</sup>。これらの算出方法として、直接発生は分析した反応槽のGN<sub>2</sub>O濃度に曝気量を乗じて算出する。処理水中のDN<sub>2</sub>Oは分析したDN<sub>2</sub>O濃度に処理水量を乗じて算出する。間接発生は国際的な評価手法であるIPCCのガイドラインに基づいて転換率を0.5%とし<sup>5)</sup>、処理水中のT-N濃度の0.5%に処理水量乗じて算出する。最後に、処理水放流時のガス化も計上する場合は、放流先河川のDN<sub>2</sub>O濃度を分析し、処理水中のDN<sub>2</sub>O濃度との差をガス化した分として、処理水量を乗じて算出する。

いずれも複数分析した際の濃度変化を考慮して解析し、曝気量や処理水量は処理場の管理データを用いて算出する。

#### 4. 今後の調査に関する展望

これまでに、複数の下水処理場を上記した方法で調査し、発生傾向や生成メカニズムについて成果発表を行うことができた。今後はN<sub>2</sub>O測定用センサーの導入も検討しつつ、状況に応じた調査方法を選択し、様々な条件下でのN<sub>2</sub>Oに関する研究を進めていきたい。

#### 【参考文献】

- 1) 増田周平他, 用水と廃水, 52(3):213-226, 2010
- 2) 大友渉平他, 下水道協会誌, 54(657):114-123, 2017
- 3) 日本化学会編, 1984
- 4) 木持謙他, 日本水処理生物学会誌, 50(3):121-131, 2014
- 5) IPCC, 2006



秋田工業高等専門学校  
研究紀要編集ワーキング

図書館長補	機械系	野澤正和
	機械系	渡部英昭
	電気・電子・情報系	坂本文人
	物質・生物系	石塚眞治
	土木・建築系	金主鉉
	人文科学系一般教科	岩田久美加
	自然科学系一般教科	上田学

独立行政法人国立高等専門学校機構

秋田工業高等専門学校  
研究紀要

第53号  
平成30年 2月28日発行

編集兼発行者 秋田工業高等専門学校  
秋田市飯島文京町1番1号  
電話 018-847-6007

RESEARCH REPORTS OF  
NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY, AKITA COLLEGE

No. 53  
February 2018

Development of upper limb rehabilitation system using Kinect .....	Yuto SATO, Satoru KIZAWA and Kazuto MIYAWAKI.....	1
A Study on Human Resource Development of National Institute of Technology, Akita College: On CompTIA CTT+ Holder Training Course FD, Teaching English Class in English, MODEL CORE CURRICULUM of NIT and English Extensive Reading in School Library .....	Mitsugu KOBAYASHI.....	9
The Effects of Two Kinds of Gyakuebi on the Grappling Skills in Judo.....	Naoto ISHII • Noriyuki SANNOHE.....	15
A study of the fat realization of a bar construction .....	Naoya SUZUKI.....	21