

# 全面発達の展開

Human Development for All

第2巻 第1号 平成24年(2012年)8月30日発行

## ■原著論文

Estimate of Knowledge and Experience Level by Autonomic Nerve Activity During Task Execution, and Follow Up Effect of Education

SHIGENORI SHIROUZU, MOHAMED ALI SALEM AL HARBI, AR RYUM KIM, HYOUNG JU KIM, POONG HYUN SEONG, SOTETSU KATAYAMA and HYUN GOOK KANG

国際基準に基づいた睡眠ポリグラフ判定と超小型生体センサー(M-BIT)の測定データに基づく睡眠解析結果のケース比較

白水重憲, 成澤 元, 片山宗哲, 八木朝子, 高橋敏治, 佐々木三男

大学における体育実技の授業にアーチェリーを導入して明らかになったこと

～“課題とした距離”と“射数”“実技の回数”の妥当性について～ 正木健雄

保育園の自由遊びにおける運動量測定の意義

— 戸外と室内における自由遊びの活動量の比較を通して — 亀川真都子

Autonomic Nervous Systems Activity Measurements of Female University Students of Free Fall at Tokyo Dome City Amusement Park Attraction

SHIGENORI SHIROUZU, TORAO OGIMA and SOTETSU KATAYAMA

## ■研究エッセイ

大学における体育実技の授業に「静画写真」と「感想カード」を導入して明らかになったこと 正木健雄

人間開発と日本の国際協力

— 人と人との繋がりが紡ぐ協力現場から — 稲垣富一

RR 間隔変動の高周波成分と呼吸性洞性不整脈 白水重憲

M-BIT (超小型心電・加速度・皮膚温度測定装置) のある講義風景 白水重憲

定期試験中の高校生の24時間の自律神経活動 白水重憲, 片山宗哲, 白水陽久

ヤリモライ動詞としての意味の修正 高 靖

## ■エッセイ

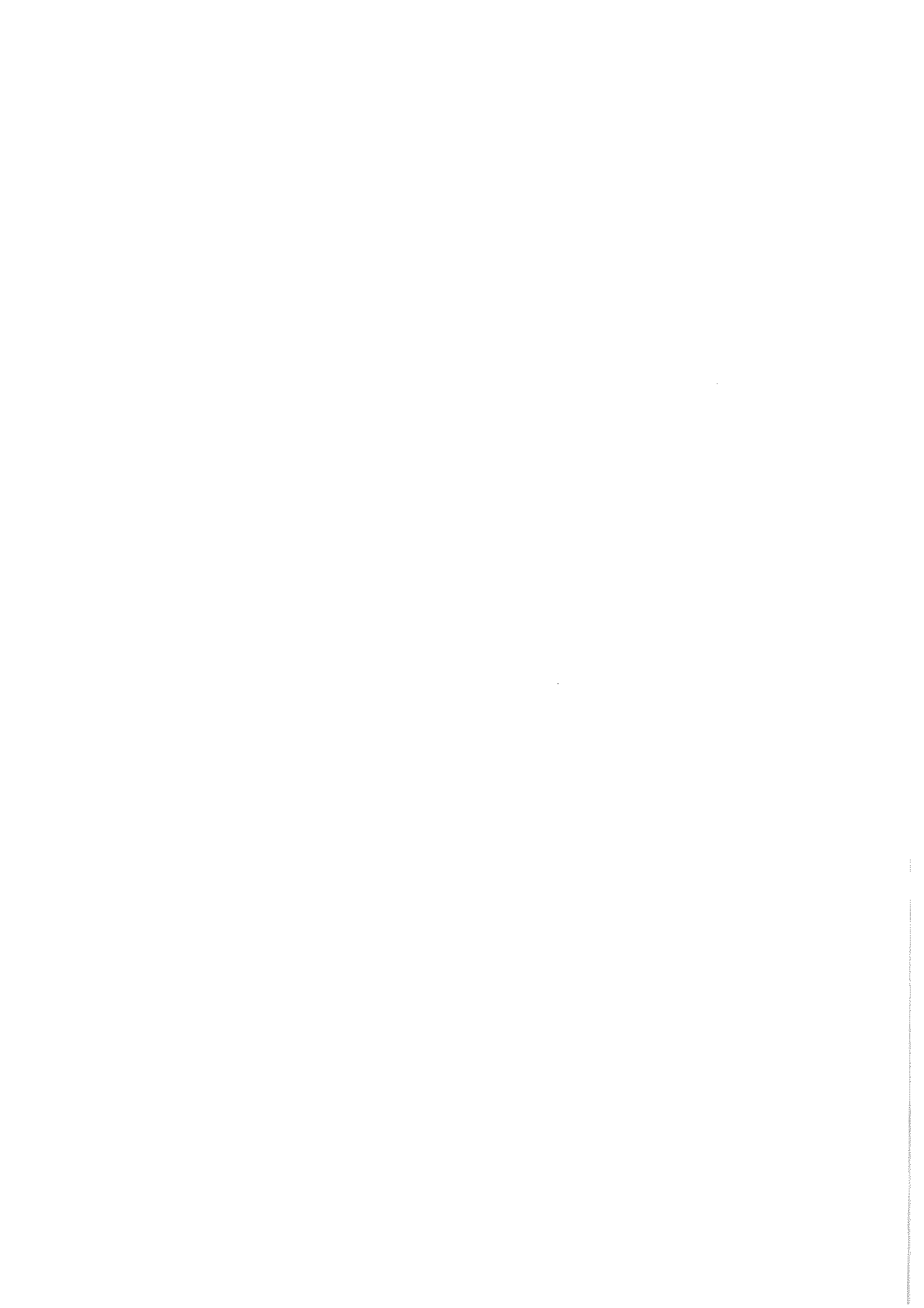
日中両国における幼児教育の現状をレポートし、これからどのように両国の幼児教育が変化していけばよいのかを考える 瀬野ゆめか

集団運動遊び(「Sけん」や「かぶ」)が大脑前頭葉の働きにあたる影響

— 肌と肌がふれあう意味 — 渡邊宣明

日中現代教育学会

The Cino-Japan Academy of Modern Education



# Estimate of Knowledge and Experience Level by Autonomic Nerve Activity During Task Execution, and Follow Up Effect of Education

SHIGENORI SHIROUZU<sup>1)</sup>, MOHAMED ALI SALEM AL HARBI<sup>3)</sup>, AR RYUM KIM<sup>2,3)</sup>, HYOUNG JU KIM<sup>2)</sup>,  
POONG HYUN SEONG<sup>2)</sup>, SOTETSU KATAYAMA<sup>1)</sup> and HYUN GOOK KANG<sup>2,3)</sup>

**Abstract:** Simulated experiments of a nuclear power plant emergency operation were conducted with three groups of subjects, separated by knowledge and experience level in plant operation: Level 1 (beginners), Level 2 (intermediate class) and Level 3 (experts). Autonomic nervous systems activity (ANS) was measured during the simulation. The level 2 and 3 groups showed high sympathetic nervous system activity (SNS), and very low parasympathetic nervous system activity (PSNS) during the simulation. In contrast, the Level 1 group showed a high PSNS and a low SNS, indicating that operator lack of knowledge and experience in plant operation can be detected by measuring ANS during operation. Furthermore, after educating the Level 1 group and repeating the simulation, measured ANS values changed, becoming similar to those of the Level 2 and Level 3 subjects.

**Key Words:** nuclear power plant, emergency operation, knowledge level, autonomic nervous systems activity, effect of education

## 1. Introduction

Task execution accompanied by certain necessary judgments is pervasive throughout modern society. Examples include personal computer operation at home, private vehicle operation, airline operation of large aircraft, and operation of a factory or plant. Successful task execution demands knowledge and experience about the task, as well as the ability to utilize that knowledge and experience. Therefore, a vari-

ety of educational and training exercises are performed, and a final qualification examination by paper test and/or a skills test is given. However, at present there is no acceptable method of checking whether a person actually possesses sufficient knowledge and experience for task execution. Hence, an incorrect positive judgment of a person through paper examination and/or skills test may ultimately lead to an accident.

Shirouzu et al.<sup>1)</sup>, measured the autonomic nervous system activity of a high school student and several university students taking school examinations, and found that it is possible to distinguish between attending an examination with sufficient knowledge, answering smoothly and getting high score, and attending without sufficient knowledge and receiving only a low score, by the behavior of autonomic nervous system

1) International NGO, Global Strategic Initiative on Advanced Radiation Medical Science, Körntnerringhof, Körntner Ring 5-7, A-1010 Vienna, Austria

2) Department of Nuclear and Quantum Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, 373-1, Guseong-dong, Yuseong-gu, Daejeon, 305-701, Republic of Korea

3) Department of Nuclear Engineering, Khalifa University of Science, Technology and Research, P.O.Box 127788, Abu Dhabi, UAE

Received : August 20, 2012

Accepted : August 28, 2012

activity. For the former, the subject can concentrate on the examination, allowing sympathetic nervous system activity to increase and parasympathetic nervous system activity to decrease. For the latter case, however the subject is unable to do anything to make his mental state similar to that found at rest, or while asleep. Para-sympathetic nervous systems activity increases and sympathetic nervous systems activity decreases. Using these findings, it may be possible to distinguish whether a subject has sufficient knowledge and experience for current task execution by contemporaneous measurement of his autonomic nervous system activity.

In safety critical military facilities, oil and chemical plants, and nuclear power plants (NPPs), human error due to inappropriate operator performance can be critical since it may lead serious problems<sup>2)</sup>. The bottom line for reducing human error is to give operators sufficient knowledge and experience to perform their duties. The aim of this study is to ascertain whether we can determine the level of knowledge and experience of a human operator by measuring the operator's autonomic nervous systems activity during the operation.

Simulated experiments of a nuclear power plant emergency operation were conducted with three groups of subjects, separated by knowledge and experience level in plant operation: Level 1 (beginners), Level 2 (intermediate class) and Level 3 (experts)<sup>2)</sup>. Autonomic nervous systems activity (ANS) was measured during the simulation<sup>2)</sup>.

The level 2 and 3 groups showed high sympathetic nervous system activity (SNS), and very low parasympathetic nervous system activity (PSNS) during the simulation. In contrast, the Level 1 group showed a high PSNS and a low SNS, indicating that operator lack of knowledge and experience in plant operation can be detected by measuring ANS during operation. Further, after educating the Level 1 group and repeating the simulation, measured ANS values changed, becoming similar to those of the Level 2 and Level 3 subjects.

## 2. Experiments

### 2-1 Subjects

Experiments were performed using nineteen graduate students majoring in nuclear engineering at Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) in the Republic of Korea and Khalifa University of Science, Technology and Research (KUSTAR) in the United Arab Emirates<sup>2)</sup>. The subjects comprised 10 males and 9 females from 21 to 34 years of age. The subjects were divided into three groups, Level 1 (beginners, 11 subjects) ; Level 2 (intermediate class, 5 subjects) ; and Level 3 (experts, 3 subjects) based on their knowledge of plant operations<sup>2)</sup>.

### 2-2 Simulation of Nuclear Power Plant Emergency Operation<sup>2)</sup>

The nuclear power plant simulation experiments were designed to mimic the main control room in a nuclear power plant using a compact nuclear simulator. The test subjects were asked to follow the tasks described in the emergency operating procedures manual.

Before starting the experiments, the subjects were trained for two hours to acclimatize them to operating the plant simulator and to emergency operation procedures (EOPs) for the given accident. After training, each subject was asked to follow the EOPs to mitigate the accident acting as a reactor operator (RO) in

**Table 1** List of Subjects

No	Affiliation	Age	Sex	Knowledge Level
1	KAIST	27	F	3
2	KAIST	24	F	1
3	KAIST	34	M	2
4	KAIST	25	F	3
5	KAIST	29	M	3
6	KAIST	21	M	1
7	KAIST	25	M	1
8	KAIST	27	M	1
9	KAIST	28	F	2
10	KAIST	33	M	2
11	KAIST	29	M	2
12	KAIST	28	M	1
13	KAIST	23	M	1
14	KUSTAR	24	F	1
15	KUSTAR	26	F	1
16	KUSTAR	25	F	1
17	KUSTAR	26	F	1
18	KUSTAR	27	F	1
19	KUSTAR	32	M	2

charge of the primary loop control in the nuclear plant. In conducting the experiment, instructors took on roles of other operators, including a supervisory reactor operator, an electrical operator, and a turbine operator. The time required for each unit task and the timing of errors were each recorded.

A steam generator tube rupture (SGTR) scenario was selected as the nuclear simulator malfunction. On the primary side of the plant the event unfolds like a small break, loss of coolant accident until the primary pressure drops down to the level of the secondary pressure.

After rupture, the flow in the break is controlled by small pressure differences between the primary and the secondary sides. In the broken steam generator the secondary water level rises, slowly filling the secondary side. The operator is expected to isolate the broken steam generator and reduce the primary injection. In this situation, the operator should follow a set of predefined procedures defined in the EOPs. The operator is not allowed to make an independent decision.

### 2-3 Measurement of Autonomic Nervous System Activity

Contraction of the heart takes place because electrical excitation generated by the sinus node spreads to the whole cardiac muscle from the outside of the heart. ECG measurements detect the electrical excitation of the heart as a voltage between two electrodes attached on the surface of the human body. Just before cardiac muscle contraction, when electrical excitation spreads across the entire cardiac muscle, the voltage level of ECG reaches a maximum. This peak is called the R wave.

Normally, the timing of the electrical excitation of the sinus node happens regularly at the same interval, like a metronome. However, fluctuations in the timing of electric excitation may occur due to the influence of the sympathetic nervous system and the vagus (para-sympathetic) nervous system, which govern the heart. Activity of the sympathetic and parasympathetic nerves can therefore be determined by detecting and analyzing fluctuations in electrical excitation

timing.

During the simulation experiments, ECG signals were measured using a small, lightweight ECG data logger (M-BIT) for all subjects<sup>3,4)</sup>. Electrode placement for ECG measurements made using M-BIT involves a monitoring lead, which is similar to a II lead. A body ground is unnecessary due to improvements in electronic circuit design. M-BIT is small and lightweight, allowing it to adhere to a subject's thorax using two electrodes. A good quality ECG signal can be acquired by attaching M-BIT near the position of a subject's heart.

Details of the M-BIT ECG data logger are publicly available<sup>3)</sup>. The M-BIT includes an ECG measuring circuit, an accelerometer, a temperature sensor, 32 M-bytes of memory, a USB connection plug, snap fasteners for electrode, and a coin battery. M-BIT allows for 24 hour measurement, data storage to memory, and USB communication in standalone configurations, all packed into a compact size measuring  $40 \times 39 \times 8$  mm with a weight of 14 g. The ECG sampling frequency is 128 Hz.

We measured time locations of the R wave on the ECG signal based on a robust real time QRS detection algorithm currently in broad use worldwide<sup>3)</sup>. In this algorithm, ECG signals undergo band pass filtering using a frequency band of 5 to 11 Hz, where most components of QRS peaks exist, and are then differentiated. Absolute values are determined and averaged over an 80 millisecond window, resulting in conversion to hill like waveforms. The R wave is located at points where the waveform exceeds a certain defined threshold level.

According to earlier study, it has been assumed that the T wave always becomes shorter than the QRS complex and can be removed<sup>3)</sup>. However, young subjects from kindergarteners to people in their early 20's frequently show ECG waves with a large T wave, and detection of the R wave is sometimes difficult. To obtain an exact time location for the R peak even when T wave is very large, we improved the QRS peak detection algorithm.

Normal analysis may be implemented by performing

frequency analysis of R-R interval time series data that comprise the amount of time between successive R waves, and then calculate high frequency (HF, 0.15Hz-0.40Hz) and low frequency (LF, 0.04Hz-0.15Hz) components as the area below the spectrum of these frequency bands. Para-sympathetic and sympathetic nervous system activity can then be taken as HF and LF/HF, respectively.

Inferior quality ECG signal areas due to body movement or deterioration of contact between the skin surface and electrode, or the superimposition of power line alternating-current noise, however, may generate a fake RR interval and affect the results of the RR interval frequency analysis. We have been classifying and removing false RR intervals by considering the distribution behavior of the RR intervals<sup>3,4)</sup>. Furthermore, we perform synchronous inspections of RR intervals and ECG signals for suspicious time regions, and reject all analyze results for regions where unreliable RR intervals may exist.

The origin of high frequency components of RR interval variability is respiratory sinus arrhythmia (RSA). Since changes to the RR interval are caused by the mechanism whereby the activity of the para-sympathetic nervous system is intercepted during inspiration, and only works during expiration, the frequency of the RR interval is a respiratory frequency. Many of the early stage studies of RSA also utilize synchronous respiratory measurement<sup>5)</sup>. Novak et al.<sup>6,7)</sup> demonstrated that the time frequency MAPs of RR intervals and respiration measured synchronously are remarkably similar.

Since RR intervals form an unequal interval time series, to the data must be converted to an equal interval time series for frequency analysis. How to convert the data determines the upper limit frequency used for frequency analysis. Jasson et al.<sup>8)</sup> resampled RR interval time series using a re-sampling frequency of 2 Hz, and performed time frequency analysis up to a level of 1 Hz. They calculated instantaneous central frequencies<sup>9)</sup> of high frequency bands, low frequency bands, and the entire frequency region, and indicated that the instantaneous central frequency of

high frequency bands corresponds to respiration frequency. On the other hand, Bailón et al.<sup>10)</sup> proposed that a re-sampling frequency of 5Hz and frequency analysis up through the frequency of the average heart rate is necessary when considering respiration.

We based our analysis on Bailon et al.<sup>10)</sup> Since the half frequency of a heart rate of 180 bpm (assumed as the maximum daily heart rate of common people) is 1.5Hz (upper limit for analysis), and therefore used a re-sampling frequency of 4 Hz. We set analysis time unit to 1 minute, and for each minute we performed a time frequency analysis of RR intervals using the SPWV (Smoothed Pseudo Wigner-Ville) method, obtaining time frequency MAPs. Details have been reported previously<sup>3,4)</sup>. In time frequency analysis, it is impossible to have simultaneous large time and frequency resolution. In our previous studies, we tuned our analysis to provide a large time resolution. However, to obtain better respiration frequency, we modified our analysis software to provide the largest available frequency resolution.

Extending the method of Jasson et al<sup>8)</sup>, we calculated an instantaneous central frequency (CFR) from 0.15 Hz (lower limit of high frequency band) to the half frequency of the average heart rate for 1 minute. We defined respiration frequency as a 10 second average of these CFRs.

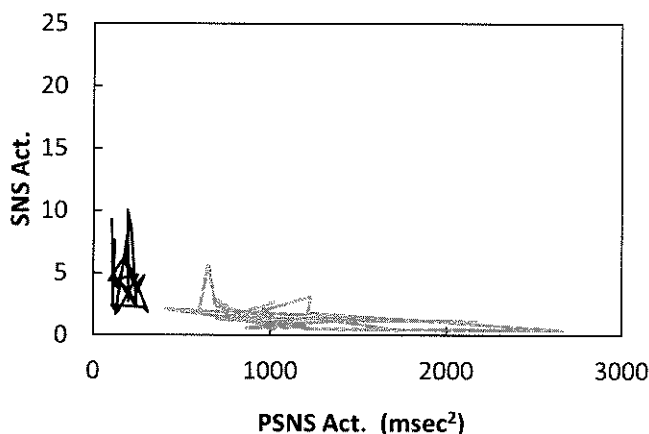
As an index of autonomic nervous systems activity, we calculated LF, HF as the sum of the absolute values of the time frequency map of corresponding frequency bands along the frequency axis and their average over the 1 minute, and we set HF and LF/HF as indexes of para-sympathetic and sympathetic nervous systems activity representing this one minute, together with average heart rate<sup>3,4)</sup>.

### 3. Results and Discussion

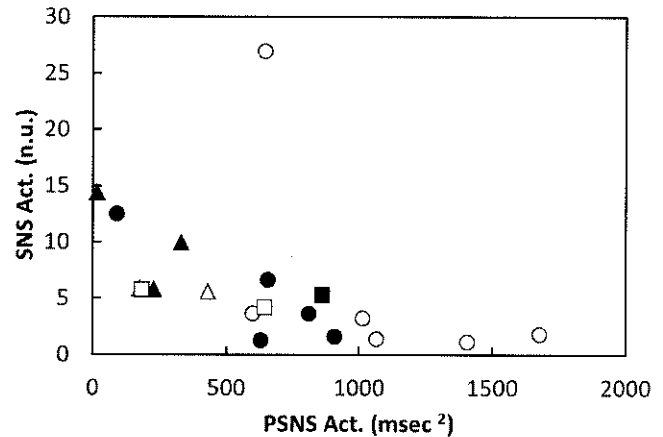
Although changes in average heart rate, respiration frequency, and PSNS and SNS activities were observed during the course of the experiments, no significant change in heart rate or respiration was observed. Hence, we focused on the behavior of PSNS and SNS activities.

**Fig. 1** shows examples of ANS activity changes of Level 1 and 3 subjects during the course of simulation experiments. We propose using the ANS activity map shown in Fig.1 when making ANS activity behavior comparisons. The horizontal axis shows PSNS activity, while the vertical axis shows SNS activity here. Dark lines correspond to Level 3 subject, and light gray lines correspond to Level 1 subject. The ANS activity of Level 3 subject resides in a very small PSNS activity area and is distributed along the vertical axis to relatively high SNS activity area, i.e. tense zone. On the contrary, that of Level 1 subject resides in a very small PSNS area and is distribute along the horizontal axis to a high PSNS activity area, i.e. relaxed zone. Thus, ANS activity distribution differs significantly between the Level 1 and Level 3 subject, and may be represented using average values when comparing the ANS activity of all nineteen subjects, as shown in **Fig. 2**.

In Fig. 2, white and black circles denote the ANS activity of female and male Level 1 subjects, respectively. The Level 1 subjects from Fig.1 reside in the relaxed zone at a PSNS activity of about 1065 msec<sup>2</sup> and an SNS activity of about 1.4. Most ANS activity of the Level 1 subjects is located the relaxed zone. Due to their lack of knowledge of plant operations, the Level 1 subjects were not able to conceptualize what should be done, and were not able to concentrate on their task. These situations may make



**Fig. 1** Examples of ANS activity of Level 1 (light gray line) and Level 3 (dark line) subjects during simulation experiment expressed as an ANS activity map. Horizontal and vertical axes show PSNS and SNS activity, respectively.



**Fig. 2** Averaged ANS activities of all nineteen subjects expressed as an ANS activity map. Horizontal and vertical axes show PSNS and SNS activity, respectively. Circles denote Level 1 subjects, triangles denote Level 2 subjects, squares denote Level 3 subjects, white data points denote female subjects, and black data points denote male subjects.

their ANS activity similar to that of people in resting or relaxed states.

White and black triangles in Fig. 2 denote ANS activity of female and male Level 2 subjects, respectively. All four data points are located in a tensed area, and three of the four differ remarkably from those of the Level 1 subjects. With sufficient knowledge, the Level 2 subjects can concentrate on the given task, make suitable judgments, and perform operations. Their PSNS activity decreased, and their SNS activity increased.

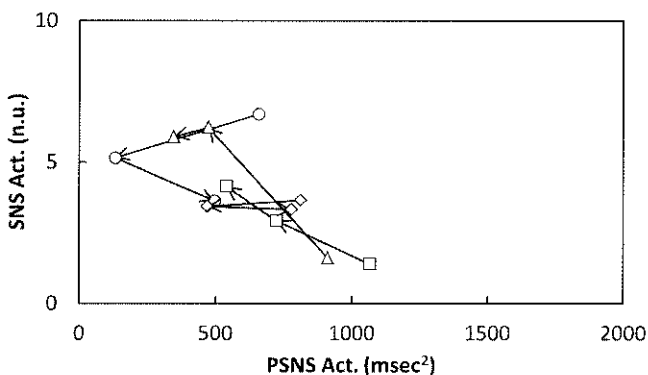
White and black squares in Fig. 2 denote ANS activity of female and male Level 3 subjects, respectively. Although the Level 3 seen in the subject included in Fig.1 lies in the tensed zone, with a PSNS activity of about 182 msec<sup>2</sup> and an SNS activity of 5.8, data for the other two subjects falls in a rather large PSNS activity area. These two points suggest the possibility of a reduction in concentration caused by repetitive operation, and may be one cause of human error.

Since the small total number of Level 2 and 3 subjects, however, makes it difficult to draw clear conclusions, especially regarding possible effects of repetition. The education of Level 1 subjects up to that of the Level 2 or 3 subjects requires great time and effort, both from the subjects themselves and from teaching staff. Furthermore, education and experiments require a simulator and three trained staff,

placing limits on the number of Level 2 and Level 3 subjects able to be tested.

To support the findings showing position differences in the ANS activity map between Level 2 and Level 1 subjects, we tried to demonstrate the effect of education. We selected five Level 1 subjects, including the Level 1 subjects of Fig.1 having positions in Fig. 2 as follows: A (1065, 1.4), B (656, 6.7), C (909, 1.6), D (810, 3.7), and E (631, 1.3). Initially sufficient education relating to the current simulation scenario was provided in the mother language of the respective subjects, who were then allowed to perform simulations.

ANS activity changes observed due to the effect of education of the subjects are shown in **Fig. 3**. The scale of the horizontal axis is the same as that of Fig. 2, while the vertical axis is expanded three times compared to Fig. 2. Subject A, is represented by a square; Subject B is represented by a circle; Subject C is represented by a triangle; and Subject D is represented by a diamond. Data for only four subjects is available here because measurements of subject E failed. Each subject performed the simulation three times: an initial trial (Fig.2), after education first time, and after education a second time. The arrows show the direction of time order. Fig. 3 shows that the loca-



**Fig. 3** Observed ANS activity changes due to the effect of education of Level 1 subjects. The scale of the horizontal axis is the same as that of Fig. 2, while the scale of the vertical axis is expanded three times compared to Fig. 2. The square denotes subject A, the circle denotes subject B, the triangle denotes subject C, and the Diamond denotes subject D. Each subject performed the simulation three times, an initial trial (Fig. 2), after education a first time, and after education a second time. The arrows show changes in individual subject data point over time. Simulations after education a second time were performed the same day as the prior simulation for subjects B and D, but during the next day for subjects A and C.

tions of all four subject's ANS activity during the first simulation after education moved toward the more tensed region in the ANS activity map.

For the second simulation, the subjects were asked whether they would prefer to perform it the same day as the first simulation, or the following day. Subjects A and C selected the following day, while B and D selected the same day. As shown in Fig.3, the locations of ANS activity during the second simulation of subjects A and C further moved toward the more tensed region. In contrast, those of subject B and D moved back toward the more relaxed area, although the distances moved were small.

The former results may suggest two simulations performed once a day works subjects positively in increasing of experience and knowledge. In the latter case, two simulations performed twice on the same day may cause a negative effect due to fatigue, tiredness, boredom regarding the second simulation, thus cancelling out a portion of the education effect.

The sample size of our subjects was small, and to clarify the points observed requires further study. Nevertheless, we may conclude that an increase of knowledge for plant operations moves the location of subject's ANS activity during simulation toward the more tensed region.

#### 4. Summary

The level 2 and 3 groups showed high sympathetic nervous system activity (SNS), and very low parasympathetic nervous system activity (PSNS) during the simulation. In contrast, the Level 1 group showed a high PSNS and a low SNS, indicating that operator lack of knowledge and experience in plant operation can be detected by measuring ANS during operation. Furthermore, we ascertained that the increase of plant operation knowledge moves the location of subject ANS activity during simulation toward the more tensed region.

#### References

- 1) Shirouzu S, Katayama S and Shirouzu A: 24 Hours Autonomic Nervous Activity of a High School Student Taking



- School Examination: Human Development for All 2: 65–67, 2012.
- 2) Kim A R, Jang I, Al Harbi M A S, et. al.: The Effect of Human Operators' Condition and Knowledge to Human Errors in Plant Emergency Operation. Submitted to Reliability Engineering & System Safety (RESS-S-12-00468)
  - 3) Shirouzu S, Katayama S and Masaki T: 24 hours Monitoring of Activities of Autonomic Nerves of Four and Five Years Old Children: Human Development for All 1: 32–41, 2011.
  - 4) Shirouzu S, Katayama S and Shirouzu A: One Week's continuous monitoring test of activities of autonomic nervous: Human Development for All 1: 197–202, 2011.
  - 5) Shirouzu S: High Frequency Components of RR Interval Variability and Respiratory Sinus Arrhythmia: Human Development for All 2: 54–60, 2012.
  - 6) Novak P, Novak V, de Champlain J et. al.: Influence of respiration on heart rate and blood pressure fluctuations: J Appl Physiol. 74: 617–626, 1993.
  - 7) Novak P, Novak V. Time/frequency mapping of the heart rate, blood pressure and respiratory signals: Med Biol Eng Comput. 31: 103–110, 1993.
  - 8) Jasson S, Medigue C, Maison P et. al.: Instant Power Spectrum Analysis of Heart Rate Variability During Orthostatic Tilt Using a Time-/Frequency-Domain Method Circulation 96: 3521–3526, 1997.
  - 9) Boashash B: Estimating and interpreting the instantaneous frequency of a signal, I: fundamentals. Proc IEEE.; 80: 520–538, 1992.
  - 10) Bailón R, Laguna P, Mainardi L et. al.: Analysis of Heart Rate Variability Using Time-Varying Frequency Bands Based on Respiratory Frequency. Proc. 29th Ann. IEEE EMBS Int. Conf., Lyon, France 6674–6677, 2007.

# 国際基準に基づいた睡眠ポリグラフ判定と超小型生体センサー (M-BIT) の測定データに基づく睡眠解析結果のケース比較

白水 重憲<sup>1)</sup>, 成澤 元<sup>2)</sup>, 片山 宗哲<sup>1)</sup>, 八木 朝子<sup>3)</sup>, 高橋 敏治<sup>2)</sup>, 佐々木三男<sup>3)</sup>

**要旨** 超小型軽量の心電・加速度・温度測定装置 (M-BIT) による測定結果に基づく睡眠解析結果を検証する為に, ポリグラフと M-BIT の比較測定を行い, ポリグラフデータの Rechtschaffen & Kales による国際睡眠判定基準での判定結果と M-BIT の睡眠解析結果とを比較した。

睡眠開始時刻のずれは平均で 9 分, 最大で 19 分, 終了時刻のずれは平均で 2 分 45 秒, 最大で 6 分と良好な一致を示した。睡眠時は RR 間隔変動より求めた呼吸周波数の変動幅 (VRFRE) が小さくなり, この変動幅が最初に 0.05 Hz 以下になる点として睡眠開始時刻を検出できる可能性が示された。更に, VRFRE の併用により, 従来の微小体動法に判定ミスがある場合に補正できる事も示された。一方, 睡眠期間中に VRFRE が大きくなる領域は, REM 睡眠領域或いは覚醒領域である可能性も見出された。

キーワード: 国際睡眠判定基準, 体動, 睡眠・覚醒判定, RR 間隔変動, 呼吸周波数

## 1. はじめに

白水らは超小型軽量の加速度・温度測定装置を開発し, 世界で初めて 5 歳児の集団の 7 日間までの日常生活行動の連続測定結果を報告した<sup>1)</sup>。更に, 同年齢の幼稚園児<sup>2)</sup>と保育所児<sup>3)</sup>の活動挙動を測定し, 保育所児の日中の活動量が幼稚園児に比較して小さい事を見出し, この日中の活動量が小さい事が, 彼らが夜遅くまで活動する傾向にある事の原因では無いかと議論している。白水らは更に超小型軽量の心電・加速度・温度測定装置 (M-BIT) を開発し, 幼稚園児の集団の 24 時間の測定結果<sup>4)</sup>や高校生の 1 週間の測定結果<sup>5)</sup>を報告している。

これらの報告の中で, 白水らは加速度センサーで測定した微小体動の有無で睡眠と覚醒を判定するアルゴリズムを開発し, これを使用して睡眠開始・覚醒時刻

の推定を行っている。しかしながら, 睡眠・覚醒判定のゴールドスタンダードであるポリグラフによる測定結果に基づく Rechtschaffen & Kales による国際睡眠判定基準<sup>6)</sup>による判定結果との対比は未だ報告されていない。本研究では, M-BIT とポリグラフで同時測定した睡眠の評価結果を報告し, 白水らのアルゴリズムによる微小体動による睡眠・覚醒の推定精度や, ポリグラフによる睡眠ステージ判定結果と微小体動や心電の RR 間隔から導出した自律神経活動及び呼吸周波数の変動挙動との関係を議論する。

## 2. 測定と解析

### 2-1 被験者

被験者は法政大学の学生及び大田睡眠科学センター (神奈川県川崎市) の職員のボランティアであった。被験者の性別, 年齢, 身長, 体重, BMI を表 1 に示した。11 名の被験者での測定を予定したが, ポリグラフと M-BIT 両方の結果が比較可能であったのは, 表 1 に示す 8 例であった。被験者には, 実験参加に際し,

1) NPO 法人セルフケア総合研究所

2) 法政大学

3) 太田睡眠科学センター

受付日: 2012 年 8 月 28 日

採択日: 2012 年 9 月 7 日

表1 被験者のプロパティ

Subject ID	sex	age (y.o.)	height (cm)	weight (kg)	B.M.I.
ST2	male	26	170.0	70.0	24.2
ST3	female	22	154.0	57.0	24.0
ST4	male	20	160.0	50.0	19.5
ST7	male	20	174.0	72.0	23.8
ST8	male	22	170.0	65.0	22.5
ST9	female	21	155.0	53.0	22.1
ST10	male	24	171.0	58.5	20.0
ST11	female	22	155.0	75.0	31.2

実験参加の自由意志の確認や実験内容の説明の上、書面による同意書を記入してもらった。

## 2-2 睡眠ステージ判定

脳波 (C3, C4, O1, O2), おとがい筋筋電図, 左右眼球運動を測定した後, 30秒を1エポックとして, Rechtschaffen & Kales の国際判定基準<sup>6)</sup>に基づいて, 睡眠ステージを視察判定した。

## 2-3 M-BIT

M-BIT の ECG 測定に関する電極配置はモニター誘導である。II 誘導に類似しているといわれている。回路技術の工夫により, ボディアースは必要としない特徴がある。M-BIT は超小型軽量である為, 2つの電極を使用して被験者の胸部に貼り付ける形で装着する。おおよそ被験者の心臓の位置に貼り付ける事で, 品質の良い ECG 信号が得られる。測定開始時の時刻としては, ポリグラフのコントロールシステムの時刻を記録した。

M-BIT の詳細に関しては既に報告した<sup>4)</sup>。心電測定回路・加速度センサー・温度センサー, 32 M バイトのメモリ, USB 接続プラグ, 電極との接続金具, 電源までのスタンドアロンで 24 時間の測定を行い, メモリに保存し, 外部と USB 通信する為の全ての機能を 40×39×8 mm の中に詰め込み, 重量 14 g としている。各信号のサンプリング周波数は ECG が 128 Hz, 温度と加速度は 1 Hz である。

## 2-4 微小体動による睡眠・覚醒推定

加速度センサーの 3 軸の加速度検出軸での変化を基にして, 全測定時間領域を対象に, 1 分間毎に体動のあった 1 分間か, 体動のない 1 分間かを判定した。各測定毎に得られる 3 つの変化量のうち最大のものを選択し, さらに着目する 1 分間中のそれらの中の最大のものをその 1 分間を代表する値とした。また, ノイズの影響を取り除く為に, 実験的に定めたある閾値以下の変動は 0 とした。全測定領域でのこの値の平均値を

算出してその 1/10 を閾値とし, これ以上の場合を「体動のある 1 分間」, これより小さい場合を「体動のない 1 分間」とした。

この「体動のない 1 分間」の連続した領域群 (非活動領域) を探し, 更に, この非活動領域が集まっている領域を睡眠候補領域とし, 姿勢や皮膚温度の値も吟味して「睡眠領域」を求めた。

## 2-5 RR 間隔の抽出

我々は世界中で幅広く使用されている頑健なりアルタイム QRS ピーク抽出アルゴリズム<sup>4)</sup>をベースにした方法で, 心電図波形上で R 波の時間位置を求めた。このアルゴリズムでは, 心電波形を QRS ピークの成分の大半が存在する周波数帯域である 5~11 Hz のバンドパスフィルターを通し, 微分し, 絶対値を求め, 80 m 秒の窓に渡って平均するという手順でこぶ状の波形に変形し, ある閾値を超えた時点を「R 波」の位置とした<sup>4)</sup>。

このアルゴリズムによれば, QRS 群との混同が問題になる「T 波」は通常はより小さいこぶになる為に, 前報で記した判定ルールにより除去できるとされているが<sup>4)</sup>, 幼稚園児や本研究の被験者の様に 20 代前半の若年者では T 波が非常に大きくなる場合があり, R 波の位置が正確に定められない場合が多かった<sup>4)</sup>。

我々は, T 波が非常に大きい幼児の場合でも, 正確に R 波のピークの時間位置が検出できるようにアルゴリズムに改良を施した。

## 2-6 自律神経活動, 時間周波数解析と呼吸周波数

隣接する R 波と R 波の時間間隔である RR 間隔の時系列データの周波数解析を行い, 周波数 0.04 Hz 以上 0.15 Hz より小の領域を「低周波領域」, 0.15 Hz 以上 0.40 Hz 以下の領域を「高周波領域」として, 低周波成分 (LF), 高周波成分 (HF) をそれぞれの領域の面積として求め, HF を副交感神経活動の指標, LF/HF

を交感神経活動の指標とするのが解析の定法である。

この際、体動や電極の接触状態の悪化により心電データの品質が悪い領域や高周波ノイズが重畳した領域が存在すると偽RR間隔を生成してしまい、RR間隔の周波数解析の結果を全く違うものにする。我々は、RR間隔データの分布挙動に着目する事により、真のRR間隔データと偽物を分別し除去してきた。本研究では、更に、疑わしい時間域のRR間隔データと心電波形を同時に視察判定し、偽RR間隔が存在する時間領域の解析結果は全て棄却した。

さて、我々がここで「RR間隔の高周波成分」と呼んでいるのは、呼吸性洞性不整脈（RSA）と呼ばれるものである。吸気時には副交感神経活動が遮断され、呼気時にもみ働く事に起因したRR間隔変動であるから、その周波数は“呼吸の周波数”である。RSAの研究の初期の頃は同時に呼吸の測定がされる事も多かった<sup>7)</sup>。近年、Novakらは同時測定したRR間隔変動と呼吸の時間周波数MAPが全く同様である事を示した<sup>8,9)</sup>。

RR間隔は不等間隔時系列であるので、周波数解析を行う為には等間隔時系列に変換しなければならない。この変換方法で解析の上限周波数が決まる。Jassonらは、RR時系列データを2Hzでリサンプリングして1Hzまでの周波数範囲の時間周波数解析を行い、高周波成分、低周波成分及び全周波数帯域の瞬時中心周波数<sup>11)</sup>を求め、高周波成分の瞬時中心周波数が呼吸周波数に対応する事を見出した<sup>10)</sup>。一方、Bailónらは、呼吸を検討する為には、5Hzでリサンプリングし、平均心拍数の半分の周波数までを解析範囲とすべきと主張している<sup>12)</sup>。

我々はBailónら<sup>12)</sup>を参考にしたが、心拍数が180の場合でも解析上限であるその半分の周波数は1.5Hzであるので、リサンプリングの周波数は4Hzとした。睡眠・覚醒判定と同様に1分間を解析時間単位として、1分間毎にSPWV (Smoothed Pseudo Wigner-Ville) 法を使用して時間周波数解析を行い、時間周波数MAPを得た。詳細は、前報に記した<sup>13)</sup>。時間周波数解析では、時間分解能と周波数分解能の両方を大きくする事はできない。尚、前報では時間分解能を大きくするように調整していたが、本研究では呼吸周波数の挙動が重要であるので、周波数分解能が大きくなるように調節した。Jassonらの方式を拡張して<sup>10)</sup>、高周波成分の下限の0.15Hzから平均心拍数の半分の周

波数までの範囲の瞬時中心周波数（CFR）を求め、更に、10秒間毎の平均値を求め「呼吸周波数」とした。

我々は、前報で睡眠時の呼吸周波数の挙動に関する興味ある可能性<sup>13)</sup>を報告した。この延長として、本研究では呼吸周波数の挙動に着目した。

自律神経活動の指標としては、得られた1分間毎の時間周波数MAPより、LF、HFをそれぞれの周波数軸に沿っての領域の絶対値の総和の1分間の平均として求め、HFを副交感神経活動の指標、LF/HFを交感神経活動の指標として、平均心拍数とともに、この1分間を代表する値とした。

### 3. 結果と考察

ケースごとに、M-BITデータの解析結果を睡眠ポリグラフ検査の結果と照合して比較検討した。

#### 3-1 被験者ST2の解析結果

図1に、被験者ST2の解析結果を示した。

最上段のグラフはポリグラフによる測定結果より Rechtschaffen & Kalesによる国際睡眠判定基準に従い求めた睡眠ステージである。STG1~4は睡眠ステージ1~4を、REMはREM睡眠を示す。

2段目から7段目のグラフは、対応するM-BITデータの解析結果である。2段目は加速度データを基に微小体動による睡眠・覚醒推定アルゴリズムで求めた睡眠・覚醒領域である。表2には1段目の睡眠ステージ判定結果に基づく睡眠開始と終了時刻（ポリグラフ）と、2段目の睡眠領域から求めた睡眠開始と終了時刻（M-BIT）の比較を示した。

図の3段目はRR間隔である。単位は秒であり、表示範囲は0.2秒から2.0秒である。

4段目は1分間毎に求めた副交感神経活動の指標（PSNS Act.）である。単位は $m \text{ 秒}^2$ であるが、この指標の大きさは個人差が大きいため表示範囲の上限を被験者毎に適宜変更して示している。この被験者の場合、上限値は $20000 m \text{ 秒}^2$ である。

5段目は副交感神経活動の指標と同様に1分間毎に求めた交感神経活動の指標（SNS Act.）である。交感神経活動の指標は面積比であるので単位は無く（n.u.=no unit）、表示範囲は0~15である。

6段目は呼吸周波数と7段目は各1分間内でのその変動幅である。単位は両方ともHzであり、表示範囲は0~0.5Hzと0~0.2Hzである。

図1に示された被験者ST2の場合、ポリグラフによ

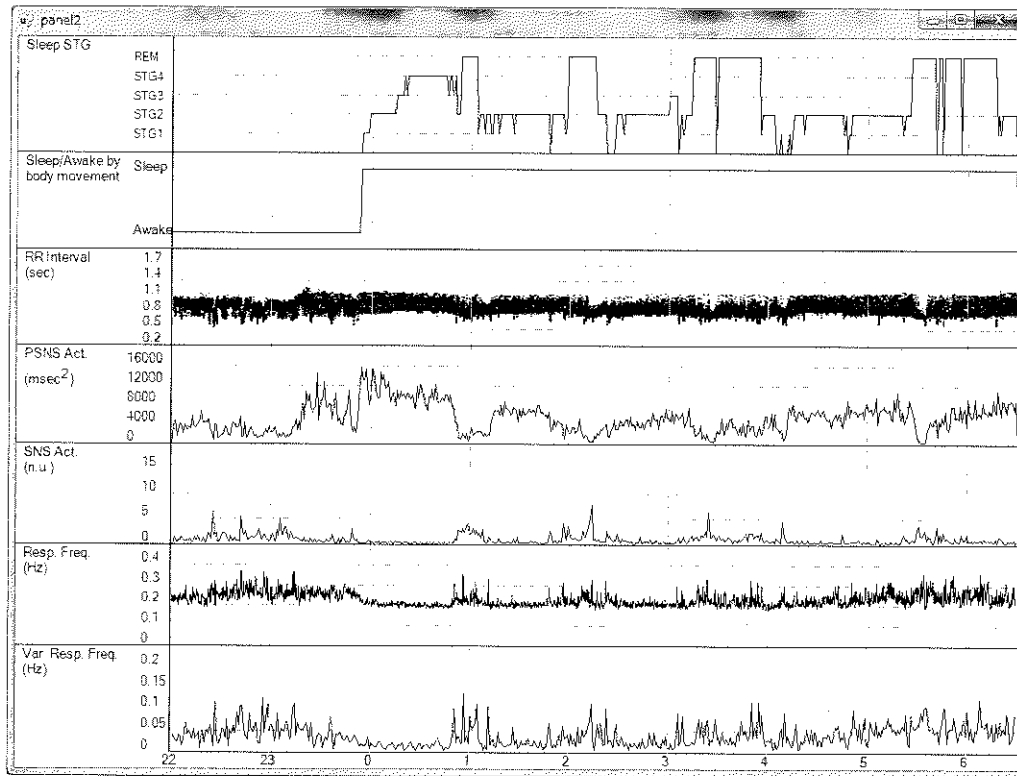


図1 被験者 ST2 の解析結果

最上段：ポリグラフ結果に基づく Rechtschaffen & Kales による国際睡眠判定基準による睡眠ステージ判定，2 段目：加速度データによる微小体動の有無に基づく睡眠・覚醒推定，3 段目：RR 間隔，4 段目：副交感神経活動の指標，5 段目：交感神経活動の指標，6 段目：RR 間隔変動に基づく呼吸周波数，7 段目：呼吸周波数の変動幅，最下段の数字は全グラフ共通の時刻。

表 2 M-BIT により測定された加速度データを基に微小体動による睡眠・覚醒推定アルゴリズムで求めた睡眠開始終了時刻とポリグラフの測定結果を基に Rechtschaffen & Kales による国際睡眠判定基準に従い判定された睡眠開始終了時刻の比較

	Sleep Start Time			Sleep End Time		
	M-BIT	Polygraph	difference	M-BIT	Polygraph	difference
ST2	23:53	23:55	0:02	6:29	6:30	0:01
ST3	23:53	23:59	0:06	6:32	6:34	0:02
ST4	23:49	23:58	0:09	6:37	6:39	0:02
ST7	23:37	23:39	0:02	6:34	6:36	0:02
ST8	23:47	23:53	0:06	6:26	6:30	0:04
ST9	23:31	23:50	0:19	6:48	6:50	0:02
ST10	22:45	22:55	0:10	6:13	6:16	0:03
ST11	22:57	23:15	0:18	6:23	6:17	0:06
			0:09			0:02:45

る睡眠開始時刻は 23:55 (差は 2 分間) であった。副交感神経活動は、プロットを開始した 22 時の時点ですでに大きな値であるが、23:15 頃から副交感神経活動 (PSNS) は更に大きくなり、交感神経活動 (SNS) は減少を始め、皮膚温度も上昇を始める。睡眠を開始する頃、副交感神経活動は更に増加し、交感神経活動は殆ど 0 になり、呼吸周波数の変動幅 (VRFRE) が 0.05 Hz 以下と小さくなり、呼吸周波数 (RFRE) その

ものも 0.2 Hz まで低下した。

これらの挙動から判断すると、PSNS や SNS の大きさや RR 間隔そのものの分布挙動では睡眠開始時刻は推定できないが、RFRE の値と VRFRE の減少に着目すれば、睡眠開始時刻の新たな推定方法が確立できる可能性がある。

また、睡眠が続く間、PSNS, SNS, PFRE 及び VFRE の値はほぼ一定している訳ではない。PSNS がフルス

ケール 20000 m 秒<sup>2</sup> の半分あるいはそれ以上と大きいのは睡眠開始後1時間程度のみであり、その間 SNS は殆ど 0、VRFRE は 0.05 Hz 以下と小さい (タイプ 2A 領域)。この間、睡眠ステージはこの睡眠例の場合唯一の STG4 まで進み、それが続いていた。

その後 20 分間程度、SNS が大きく、PSNS が小さく、FREQ の分布が大きな領域 (タイプ 2B 領域) が存在した。その後再び、PSNS が 25% 程度まで増大し、SNS は低下し、VRFRE も 0.05 Hz 以下が多い領域 (タイプ 2C 領域) が 40 分程度存在した。その後、再びタイプ 2B 領域が 30 分程度存在した後に、タイプ 2C 領域が 1 時間強存在し、その後、またタイプ 2B 領域が 1 時間程度存在した。その後、PSNS が 25% と大きく SNS は小さいが VRFRE が若干大きいタイプ 2D 領域が存在し、その後、PSNS は小さかったり大きかったりするが、SNS と VRFRE 及び RFRE が大きいタイプ 2E 領域が存在した。

タイプ 2B 領域とタイプ 2E 領域は、REM 領域とその前後に対応する。この被験者の場合は、REM 領域の後に覚醒する事も多い。一方タイプ 2C と 2D 領域は主に STG2 に対応する。以上を総合すると、

仮説 1) VRFRE が 0.05 Hz 以下に最初に低下する時点が「睡眠開始時刻」である。

仮説 2) 「REM 睡眠が存在する領域」は、1 睡眠の中で VRFRE が大きい方の領域である。

という仮説を考える事ができる。以下、残りのデータで、これらの仮説の妥当性を確認する。

### 3-2 被験者 ST3 の解析結果

図 2 に、被験者 ST3 の解析結果を示した。睡眠開始時刻は 23:59 (差は 6 分間) であった。この被験者も 22 時のプロット開始時より PSNS は大きい。しかしながら、VRFRE で睡眠開始時刻を推定する仮説 1 は支持された。また SNS が大きく VRFRE が大きい領域は、1 時台の中間、2 時台の後半、3 時 20 分頃、4 時台の後半、6 時過ぎの 5 か所であり、REM 睡眠の 3 つの領域と 2 つの覚醒した領域であった。覚醒した領域は RR 間隔の短縮で検出できるので、REM 睡眠に関する仮説 2 も支持されたと言える。ここで示された結果により、仮説 2 の表現を以下の様に修正する。

仮説 2) 睡眠期間中で、VRFRE が大きくなる領域は、REM 睡眠の領域か覚醒した領域である。

この修正は、すでに述べたケースにも適応でき、問

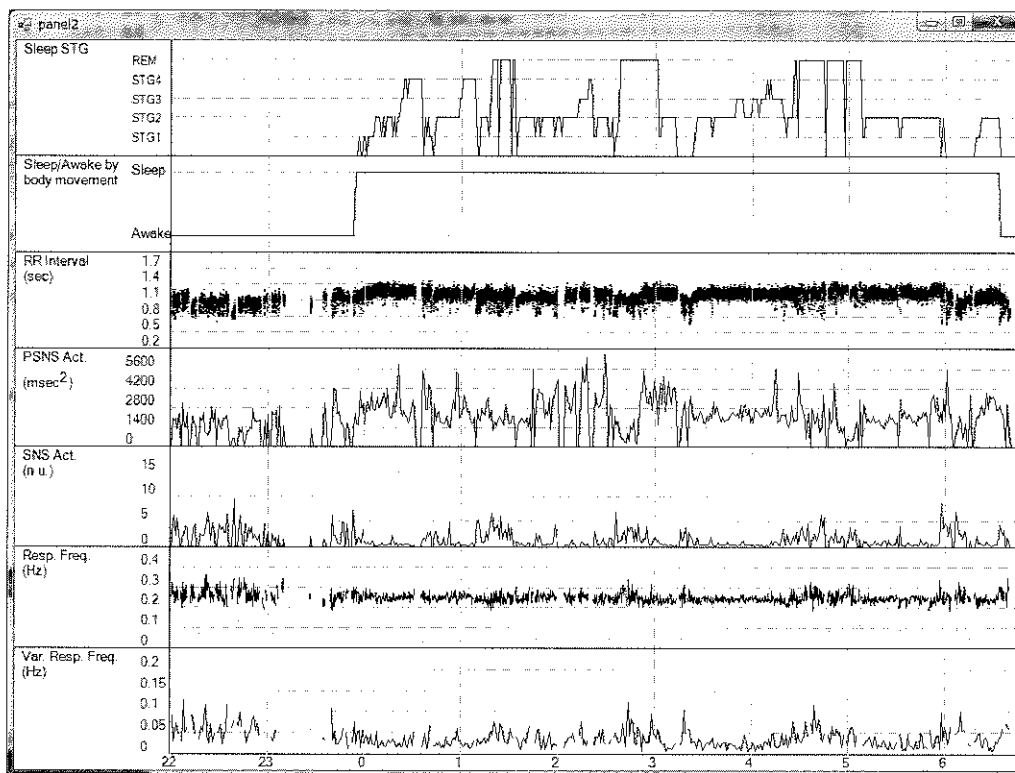


図 2 被験者 ST3 の解析結果

最上段：ポリグラフ結果に基づく Rechtschaffen & Kales による国際睡眠判定基準による睡眠ステージ判定、2 段目：加速度データによる微小体動の有無に基づく睡眠・覚醒推定、3 段目：RR 間隔、4 段目：副交感神経活動の指標、5 段目：交感神経活動の指標、6 段目：RR 間隔変動に基づく呼吸周波数、7 段目：呼吸周波数の変動幅、最下段の数字は全グラフ共通の時刻。

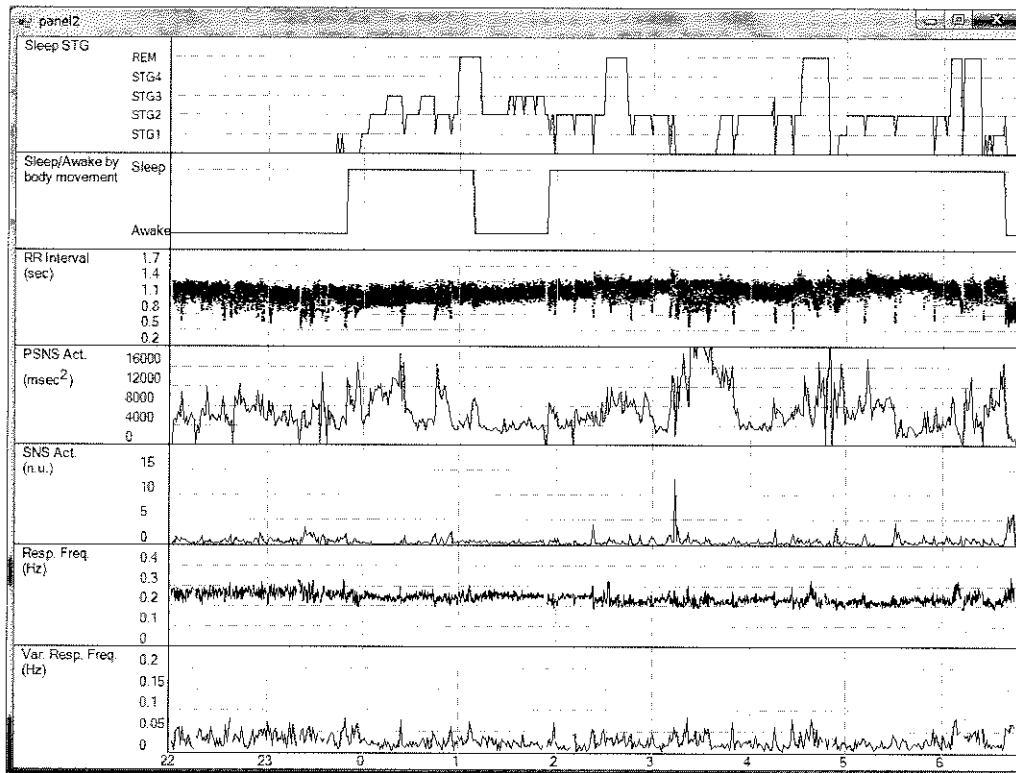


図3 被験者 ST4 の解析結果

最上段：ポリグラフ結果に基づく Rechtschaffen & Kales による国際睡眠判定基準による睡眠ステージ判定，2 段目：加速度データによる微小体動の有無に基づく睡眠・覚醒推定，3 段目：RR 間隔，4 段目：副交感神経活動の指標，5 段目：交感神経活動の指標，6 段目：RR 間隔変動に基づく呼吸周波数，7 段目：呼吸周波数の変動幅，最下段の数字は全グラフ共通の時刻。

題がないことが確認できた。

### 3-3 被験者 ST4 の解析結果

図3に、被験者 ST4 の解析結果を示した。睡眠開始時刻は 23:58 (差は 9 分間) である。この被験者の場合、VRFRE は概して小さいが、それでも VRFRE に関する仮説 1 は支持された。

1 時から 2 時にかけては非常に小さな体動が続いている為に、微小体動による推定プログラムは 50 分弱の途中覚醒が存在するとしているが、ポリグラフによれば STG2 或いは 3 の睡眠が続いていた。この間も VRFRE は 0.05 Hz 以下であり、VRFRE で判定すれば睡眠となる。

一方、3 時から 4 時の間に 30 分弱ほどの覚醒領域の存在を示しているが、体動による推定では睡眠となっている。RR 間隔も大きい。しかしながら、この領域では VRFRE は大きく 0.05 Hz を超える場合もある。SNS も大きい方であるが、PSNS が大きく、REM 睡眠を含む領域とは考えられず、覚醒と判断すべきであろう。

このように、VRFRE, PSNS, SNS を活用した睡眠覚醒推定をこれまでの微小体動によるものと組み合わ

せれば、より良い睡眠覚醒推定を行う事ができる。

仮説 2 も支持された。

### 3-4 被験者 ST7 の解析結果

図4に、被験者 ST7 の解析結果を示した。睡眠開始時刻は 23:39 (差は 2 分間) であった。仮説 1 と 2 は支持されていたと思われる。

### 3-5 被験者 ST8 の解析結果

図5に、被験者 ST8 の解析結果を示した。睡眠開始時刻は 23:53 (差は 6 分間) であった。この被験者は図5の最上段に示すように RR 間隔の変動が大きい。この為に RR 間隔の分布の幅が広くなり、副交感神経活動が大きくなった。仮説 1 と 2 は満足されていた。途中覚醒が多いが、REM 領域と覚醒領域では VRFRE が大きい。

### 3-6 被験者 ST9 の解析結果

図6に、被験者 ST9 の解析結果を示した。睡眠開始時刻は 23:50 (差は 19 分間) であった。仮説 1 も 2 も支持されていた。

### 3-7 被験者 ST10 の解析結果

図7に、被験者 ST10 の解析結果を示した。睡眠開始時刻は 22:55 (差は 10 分間) であった。仮説 1 も 2

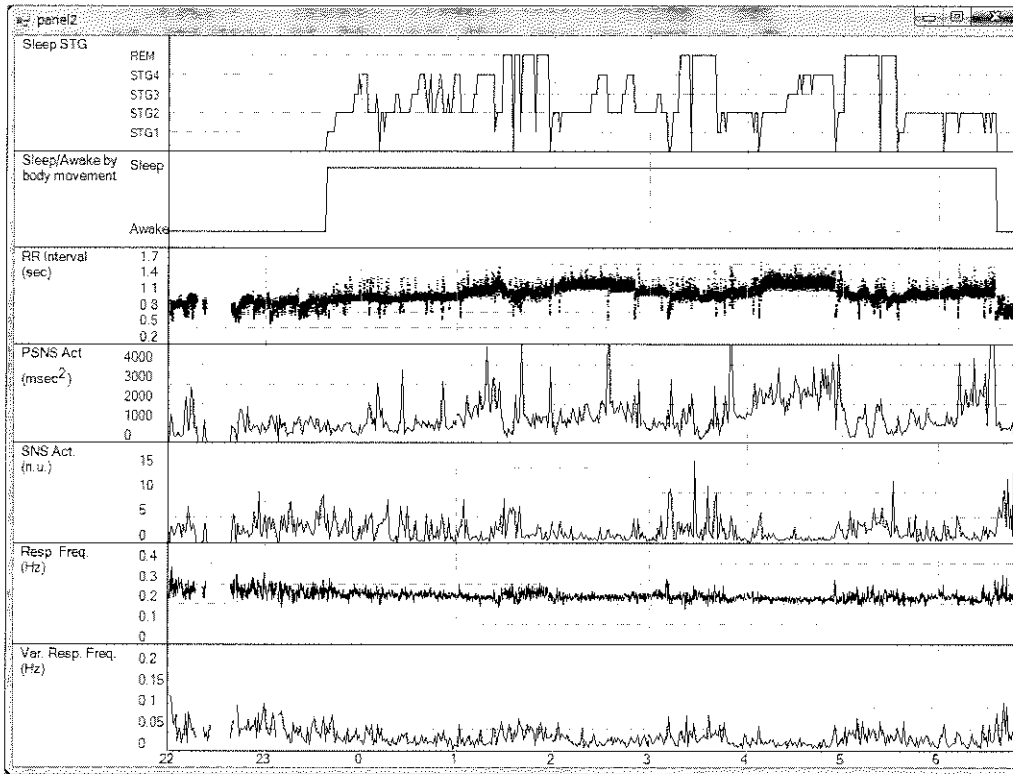


図4 被験者 ST7 の解析結果

最上段：ポリグラフ結果に基づく Rechtschaffen & Kales による国際睡眠判定基準による睡眠ステージ判定，2 段目：加速度データによる微小体動の有無に基づく睡眠・覚醒推定，3 段目：RR 間隔，4 段目：副交感神経活動の指標，5 段目：交感神経活動の指標，6 段目：RR 間隔変動に基づく呼吸周波数，7 段目：呼吸周波数の変動幅，最下段の数字は全グラフ共通の時刻。

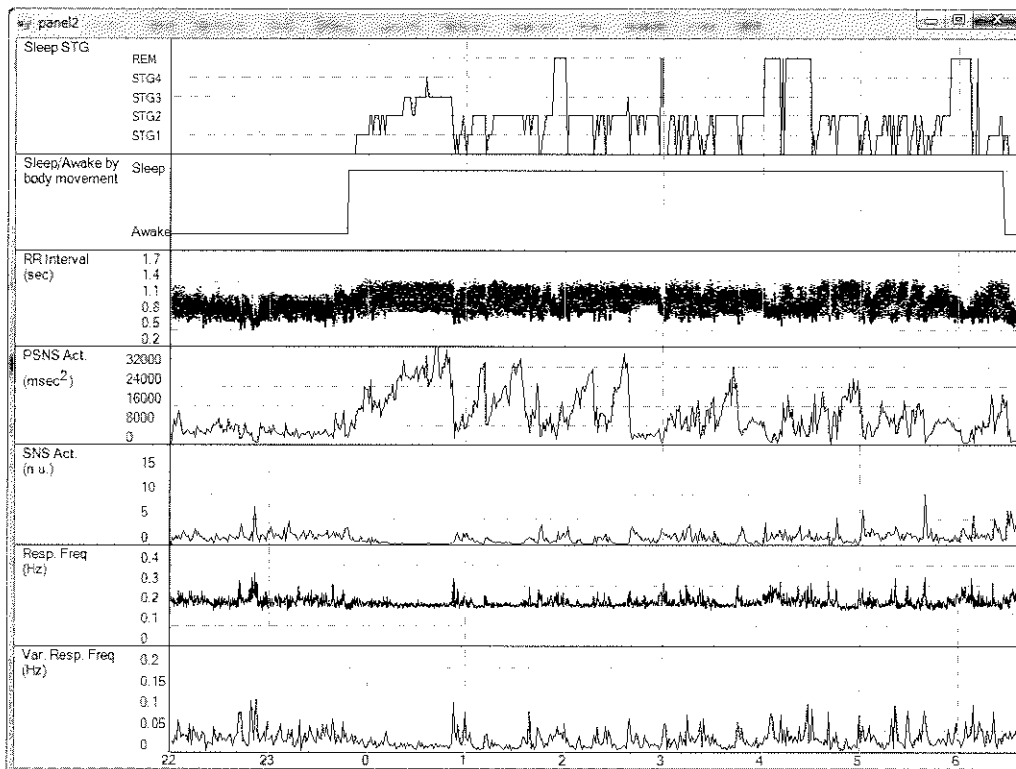


図5 被験者 ST8 の解析結果

最上段：ポリグラフ結果に基づく Rechtschaffen & Kales による国際睡眠判定基準による睡眠ステージ判定，2 段目：加速度データによる微小体動の有無に基づく睡眠・覚醒推定，3 段目：RR 間隔，4 段目：副交感神経活動の指標，5 段目：交感神経活動の指標，6 段目：RR 間隔変動に基づく呼吸周波数，7 段目：呼吸周波数の変動幅，最下段の数字は全グラフ共通の時刻。



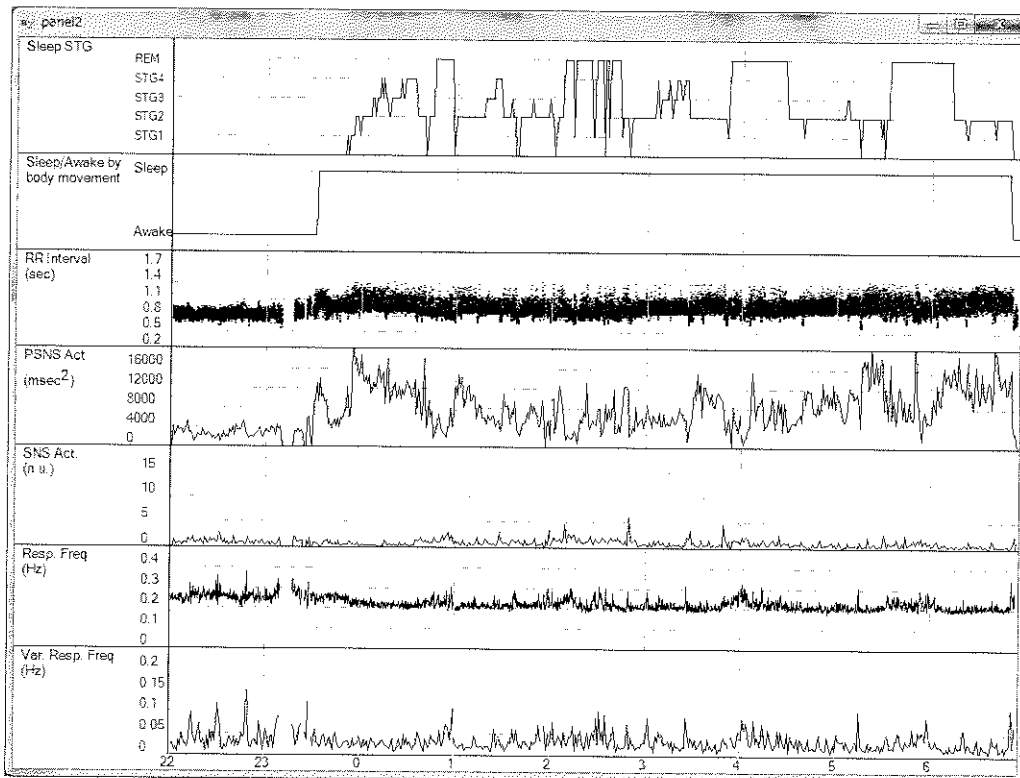


図6 被験者 ST9 の解析結果

最上段：ポリグラフ結果に基づく Rechtschaffen & Kales による国際睡眠判定基準による睡眠ステージ判定，2 段目：加速度データによる微小体動の有無に基づく睡眠・覚醒推定，3 段目：RR 間隔，4 段目：副交感神経活動の指標，5 段目：交感神経活動の指標，6 段目：RR 間隔変動に基づく呼吸周波数，7 段目：呼吸周波数の変動幅，最下段の数字は全グラフ共通の時刻。

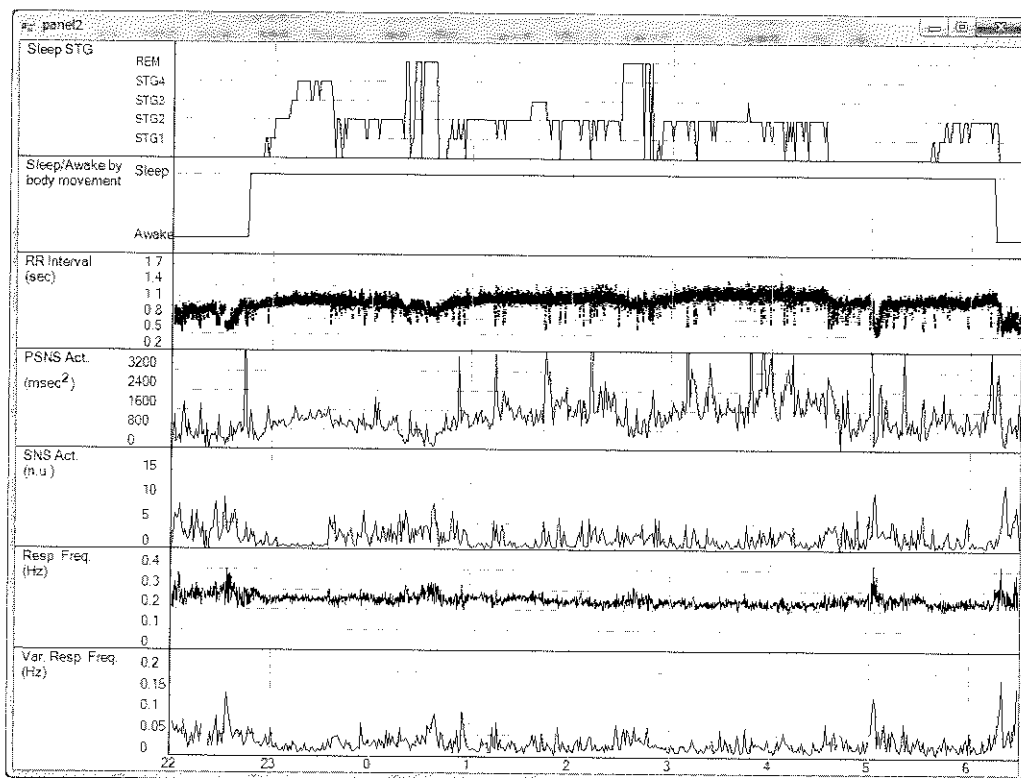


図7 被験者 ST10 の解析結果

最上段：ポリグラフ結果に基づく Rechtschaffen & Kales による国際睡眠判定基準による睡眠ステージ判定，2 段目：加速度データによる微小体動の有無に基づく睡眠・覚醒推定，3 段目：RR 間隔，4 段目：副交感神経活動の指標，5 段目：交感神経活動の指標，6 段目：RR 間隔変動に基づく呼吸周波数，7 段目：呼吸周波数の変動幅，最下段の数字は全グラフ共通の時刻。

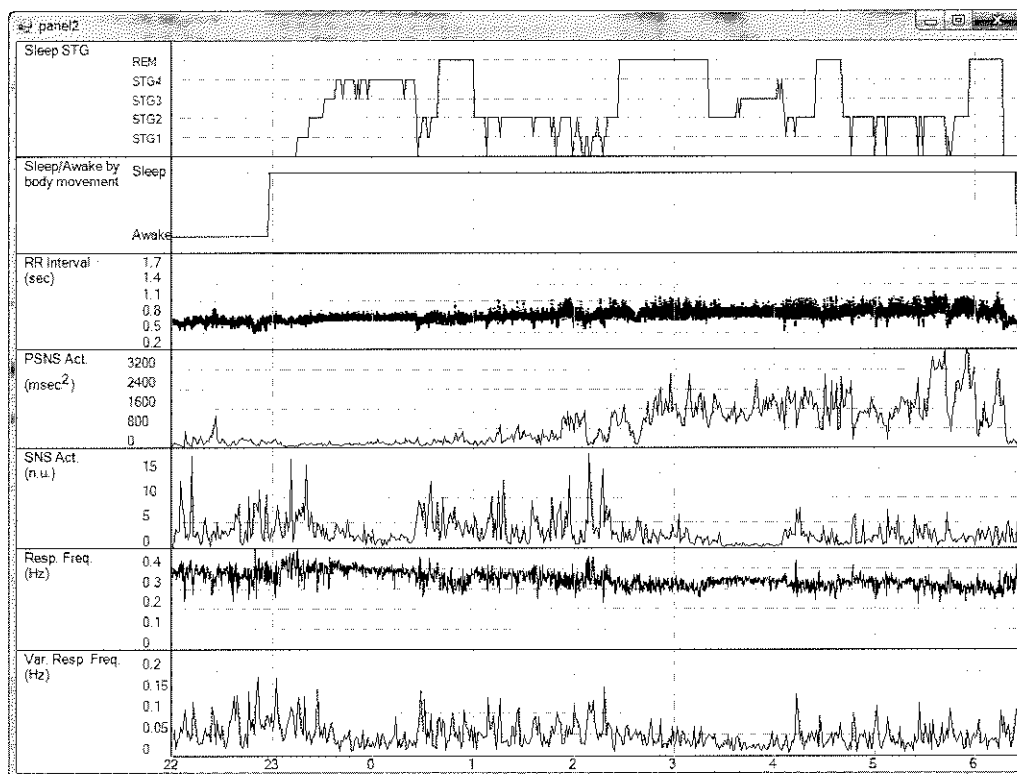


図8 被験者 ST11 の解析結果

最上段：ポリグラフ結果に基づく Rechtschaffen & Kales による国際睡眠判定基準による睡眠ステージ判定，2 段目：加速度データによる微小体動の有無に基づく睡眠・覚醒推定，3 段目：RR 間隔，4 段目：副交感神経活動の指標，5 段目：交感神経活動の指標，6 段目：RR 間隔変動に基づく呼吸周波数，7 段目：呼吸周波数の変動幅，最下段の数字は全グラフ共通の時刻。

も満足されていた。ポリグラフによる睡眠ステージ判定では、4時半から5時半にかけての1時間くらいの覚醒領域の存在が示されていた。従来の M-BIT 加速度を基にした微小体動法では検出できていないが、VRFRE の大きい領域の存在と RR 間隔の短縮より覚醒領域の存在を推定する事ができると考えられる。

### 3-8 被験者 ST11 の解析結果

図 8 に、被験者 ST11 の解析結果を示した。睡眠開始時刻は 23:15 (差は 18 分間) であった。この被験者の場合、RFRE が全般的に大きい。睡眠開始前及び開始時は 0.4 Hz であり、睡眠期間中徐々に低下するが、それでも 0.3 Hz までしか低下しなかった。また、2 時過ぎまで SNS が非常に大きく、PSNS が小さい。これらの結果は、元来の RSA の周波数が大きく、HF の範囲を 0.15 Hz ~ 0.4 Hz に定めている現行の手順では、RSA の強度を十分にとらえる事ができていない事を示していた。この被験者は、現行の自律神経活動・呼吸周波数関連の解析法の適用範囲外であると考えられる。

これまでの RR 間隔変動の解析方法では、被験者 ST11 の 2 時半までの大きな SNS と小さな PSNS の理由

を探る事はできなかった。我々が Bailón らを参考にし、RR 間隔の周波数解析の上限周波数を 2 Hz にし、呼吸周波数を求めるための上限周波数を心拍数の半分までにした事で、RSA の周波数が高すぎて HF の範囲に入らないことが推測できた。今後は、呼吸周波数は 0.4 Hz あるいはそれ以上と大きい場合の PSNS の評価を検討する必要がある。

この被験者は、睡眠時の RR 間隔も全般的に小さい。測定日の体調が悪かった可能性や、BMI が 31.2 と大きい事等の体質による可能性が考えられる。

### 4. まとめ

ポリグラフの測定結果を基に Rechtschaffen & Kales による国際睡眠判定基準<sup>6)</sup>による判定された睡眠開始時刻と M-BIT により測定された加速度データを基に微小体動による睡眠・覚醒推定アルゴリズムで求めた睡眠開始時刻のまとめを、表 2 に示した。睡眠開始時刻の相違は最小で 2 分、最大で 19 分であり、平均では 9 分であった。一方、睡眠終了時刻の相違の最小は 1 分、最大は 6 分で、平均は 2 分 45 秒であった。全般的には良く一致していると言えた。

睡眠時のRR間隔が大きい事は知られているが、本研究の結果ではRR間隔の最大レベルが1.4秒程度のものと1.1秒程度のものに大別された。

睡眠時はRR間隔変動より求めた呼吸周波数の変動幅(VRFRE)が小さくなり、この変動幅が最初に0.05 Hz以下になる点として睡眠開始時刻を検出できる可能性が示された。更に、VRFREの併用により、従来の微小体動法に判定ミスがある場合に補正できる事も示された。一方、睡眠期間中にVRFREが大きくなる領域は、REM睡眠領域或いは覚醒領域である可能性も見出された。

睡眠時であっても呼吸周波数が大きく、現行のRR間隔変動の高周波領域の定義では扱えない被験者も存在した(ST11)。この被験者は、睡眠時のRR間隔も全体的に小さかった。

PSNSの値の分布範囲は個人差が顕著に大きく、SNSの値も個人差が大きかった。しかしながら、PSNSの大きなものはSNSが小さく、PSNSが小さなものはSNSが大きいという一般的傾向は存在した。今後、年齢の異なる集団のデータとの比較や、1個人での日間変動等とあわせ議論して、これらの意義や挙動を明確化したい。

#### 参考文献

- 1) Shirouzu S, Katayama S and Masaki T: One Week's Monitoring of Five Years Old Children, their Sleep Behaviors and Activities: Human Development for All 1: 18-31, 2011.
- 2) Shirouzu S, Katayama S and Masaki T: Activities of kindergarten children, Inter and intra days variation, age dependence and inter kindergarten difference: Human Development for All 1: 164-175, 2011.
- 3) Shirouzu S, Katayama S and Masaki T: Activities of nursery schoolers, A synchronously measurement in four nursery school: Human Development for All 1: 176-187, 2011.
- 4) Shirouzu S, Katayama S and Masaki T: 24 hours Monitoring of Activities of Autonomic Nerves of Four and Five Years Old Children: Human Development for All 1: 32-41, 2011.
- 5) Shirouzu S, Katayama S and Shirouzu A: One Week's continuous monitoring test of activities of autonomic nervous: Human Development for All 1: 197-202, 2011.
- 6) Rechtschaffen A and Kales A: A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects. Public Health Service, U. S. Government Printing Office. Washington. D. C. 1968.
- 7) Shirouzu S: High Frequency Components of RR Interval Variability and Respiratory Sinus Arrhythmia: Human Development for All 2: 54-60, 2012.
- 8) Novak P, Novak V, de Champlain J et. al: Influence of respiration on heart rate and blood pressure fluctuations: J Appl Physiol. 74: 617-626, 1993.
- 9) Novak P, Novak V. Time/frequency mapping of the heart rate, blood pressure and respiratory signals: Med Biol Eng Comput. 31: 103-110, 1993.
- 10) Jasson S, Medigue C, Maison P et. al.: Instant Power Spectrum Analysis of Heart Rate Variability During Orthostatic Tilt Using a Time-/Frequency-Domain Method: Circulation 96: 3521-3526, 1997.
- 11) Boashash B: Estimating and interpreting the instantaneous frequency of a signal, I: fundamentals. Proc IEEE; 80: 520-538, 1992.
- 12) Bailón R, Laguna P, Mainardi L et. al.: Analysis of Heart Rate Variability Using Time-Varying Frequency Bands Based on Respiratory Frequency. Proc. 29th Ann. IEEE EMBS Int. Conf., Lyon, France 6674-6677, 2007.
- 13) Sugao H, Shirouzu S and Katayama S: Example of Mental Stress and Physical Load Due to the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake and Accompanying Confusions: Human Development for All 1: 1-8, 2011.

## A Case Study Comparison of Sleep Stages from Polygraph Data Based on the International Standardized Scoring System, and Sleep Analysis Results from a Small, Lightweight ECG and Acceleration Data Logger (M-BIT)

SHIGENORI SHIROUZU<sup>1)</sup>, HAJIME NARISAWA<sup>2)</sup>, SOTETSU KATAYAMA<sup>1)</sup>,  
TOMOKO YAGI<sup>3)</sup>, TOSHIHARU TAKAHASHI<sup>2)</sup> and MITSUO SASAKI<sup>3)</sup>

1) Japanese Research Institute of Healthcare and Education

2) Hosei University

3) Ota Memorial Sleep Center

To certify sleep analysis results of data measured by M-BIT (Bio Information Tracer, Memory —Type), a small, lightweight ECG (Electrocardiograph), accelerometer, and temperature data logger, we compared M-BIT data with measurements from a polygraph. Sleep stage scoring results from polygraph data were computed according to the Rechtschaffen & Kales international standardized scoring system. M-BIT data sleep analysis results were taken in the form of ○hour:△min ± □min.

Differences in sleep start time averaged 9 minutes, with a maximum of 19 minutes, and differences in sleep end time averaged 2 minutes 45 seconds, with a maximum of 6 minutes, showing good agreement between the two methods.

During sleep, respiration frequency, obtained by analyzing RR interval variability, and its variation (VRFRE) become very low. We propose a new method of detecting sleep start time by identifying the point where VRFRE falls below 0.05 Hz for the first time.

Furthermore, misjudgments of sleep/awake states accompanying use of conventional body movement methods can be corrected by the additional use of VRFRE. It was also found that during sleep, areas where VRFRE shows large values are likely REM sleep periods or awake periods.

**Key Words:** international standardized sleep scoring system, body movement, sleep/awake identification, RR interval variability, respiration frequency

# 大学における体育実技の授業にアーチェリーを導入して 明らかになったこと～“課題とした距離”と“射数” “実技の回数”の妥当性について～

正木 健雄

**要旨** 大学における正課の体育実技において、日本で初めて「アーチェリー」を採用し、さまざまな課題に挑戦させた。その折の「ARCHERY SCORE CARD」の記録から、学期中盤における「練習の距離」と「射つ本数と回数」の妥当性について検討した。

「アーチェリー」競技の面白さを体験させるために、さまざまな「距離」から練習させた。そして、その結果を早く見させようとして、「2射」ずつ射たせたことが、練習効果を上げさせなかった原因ではないかと反省した。アーチェリー技術の習得には、「3射」ずつ射たせた方がよかったのではないかと考えた。

**キーワード**：大学，体育実技，アーチェリー，練習の距離，射つ本数と回数

## 1. 研究目的

わが国では、1949年「新制大学」発足時から、「体育実技及び講義」（4単位）が必修科目となった。この“必修”の制度は1991年まで続き、1992年文部科学省大学設置基準の大綱化により、現在は“選択”科目となっている。

私は、この「新制大学」の第1期生であり、新設された大学における「体育実技」の授業を、諸先生が御苦労されて指導されたのを身を以て体験してきた。

その後、私は1967年4月から、大学におけるこの「体育講義及び実技」を担当する専任教員として、新設される「東京理科大学理工学部」に赴任することになった。

この新設された東京理科大学理工学部（千葉県野田市）には広大なグラウンドがあったので、大学における体育実技の種目として日本で初めて「洋弓（アーチェリー）」を導入しようと考え、当時勤務していた日本体

育大学の洋弓部で「アーチェリー」の手解きを受けた。

「和弓」では、用具の購入に“1本10万円”ほど必要とするが、「洋弓」は“1本1万円以下”で購入することができたので、この「洋弓」を体育実技の授業に採用することに「体育研究室」の同僚・金場昭範先生（現、東京理科大学名誉教授）の同意を得る事ができた。

手元にある『大学体育十年誌』（大学体育協議会編纂、昭和35年）には、「新制大学」発足当時において大学の体育実技の種目として「和弓」を行っている大学は何校かあるが、「洋弓」の記述が見られない。したがって、この“日本で初めて”「洋弓」を大学における体育実技の種目として採用した、ということは間違いのないことである。もしかすれば、世界の大学体育の授業で「アーチェリー」を採用した最初かもしれない。

この「野田校舎」のグラウンドは実に広大であり、オリンピックにおけるアーチェリー種目にある「90m」「70m」「50m」「30m」のそれぞれの距離から“的”をねらって射ることが十分可能であった。これを履修した学生にとっては、得難い体験であったことは言うまでもない。



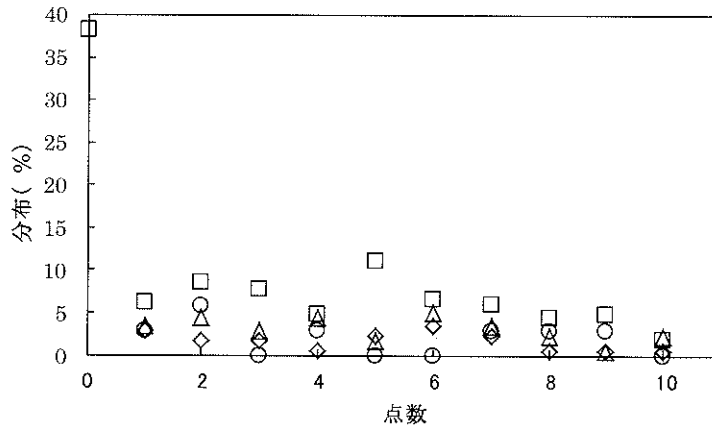


図1 各試行での得点の度数分布  
 ○：6月 5日, 30 m, 2射, 1エンド  
 □：6月 5日, 18 m, 2射, 4エンド  
 △：6月 19日, 30 m, 2射, 3エンド  
 ◇：6月 26日, 50 m, 2射, 3エンド

表1には、この時の「得点の度数分布」を示している。また図1には、これ以降の「得点の度数分布」も示している。

これらの結果から分かるように、30射が「的外れ」であり、正にこの「競技」においては78.9%の場合に“得点”ができなかったことになる。

また、この19名中12名が“得点”の合計が「0」であり、この「競技」において63.2%、正に「3名に2名」の者が「大的」のどこにも的中できなかったことが分かる。

「学期」の中盤になって、“得点”の合計が「0」という者が1人でもいるという「課題」は、「学習課題」として果たして妥当であるのか、ということが問われることになる。

しかも、本誌の「研究エッセイ」で紹介したように、この「年度」の授業には「静画写真」と「感想カード」が導入されているので、このような“最良の教育方法”が導入された段階において、なおこのような「結果」であったのは、「射の回数」が一般的な「3射」ではなく、「2射」であったことが、「的」の調整が“十分”にできない結果で終わってしまったことが考えられる。

また、この場合の「30 m」は「アーチェリー」競技における“最短距離”の課題であり、「距離」としては妥当であると考え、ここでの「2射」という課題は“早く結果を見させたい!”という気持ちを優先させたためであり、「的」に当てる調節を十分にさせるという面から考えると適当ではなく、「2射」よりはやはり「3射」が良かったかもしれないと反省する。

「18 m, 2射, 4エンド」

その後行った練習用の距離「18 m」からの「2射, 4エンド」の「得点の分布」は、表2に示した。これらの結果から分かるように、「18 m」という近い距離からでは、「的外れ」は73射, 31.5%に止まっている

表2 6/5 18m 2shot 4times

被験者番号	点数										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
2	3	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
3	5	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1
4	3	0	2	1	0	0	1	0	0	1	0
5	3	1	1	0	0	1	2	0	0	0	0
6	4	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
7	2	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0
8	5	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
9	5	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	1	2	1	3	1
11	0	0	0	1	0	0	1	1	1	3	0
12	2	0	0	0	0	2	1	1	0	0	2
13	0	0	0	1	2	2	1	1	1	1	0
14	2	0	1	0	0	1	2	1	1	1	0
15	1	1	0	1	2	1	1	0	0	1	0
16	0	0	3	1	0	0	0	1	1	1	0
17	2	1	0	0	3	2	0	0	0	0	0
18	4	0	0	0	1	1	0	2	2	0	0
19	2	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0
20	3	1	0	2	0	1	0	0	0	1	0
21	3	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0
22	2	1	2	0	2	0	0	0	1	0	0
23	2	2	1	2	0	1	0	0	1	0	0
24	4	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0
25	3	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0
26	2	2	1	1	0	1	0	1	0	0	0
27	4	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
28	4	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0
29	0	0	1	0	1	2	0	1	0	0	1





日本で初めて「アーチェリー」を採用し、9年間指導する機会に恵まれた。この途中（1972年）に、「アーチェリー」は“オリンピック種目”に採用され、「日本選手」の活躍によって注目されてはきたが、“学校における体育実技”の種目としては殆どと言ってよいくらい行われてきていない。“競技人口”も、「和弓」の1割に止まっている。

この「アーチェリー」はとても“危険なスポーツ”種目であり、筆者の家の近くのアーチェリー場で、2009年11月4日“高校生”が額に矢が突き刺さり、意識不明となり、死亡するという悲惨な事故が起きたが、“管理”と“指導”が適切であれば、「アーチェリー」は「生涯スポーツ」として“優れたスポーツ”種目であり、「スポーツ基本法」が施行された日本において、今後発展が期待される「スポーツ種目」で

ある。

この東京理科大学における「9年間」のアーチェリーの指導は、極めて主観的であり、「2射」を「3射」にするだけで、もっと「アーチェリー」の“実力”を高めることができたかもしれない。これは、今後の研究課題として残したい。

とは言え、本学会誌『全面発達の展開』（第2巻第1号）の「研究エッセイ」で報告したように、「体育実技」の指導に「静画写真」と「感想カード」（“運動実践を言語表現する”）とを導入することによって、「学生の運動技能」は“限りなく発達する”ことが予想された。このようにスポーツの“入門期”における「効果的な練習内容と方法」を探り当てることは、今後の重要な研究課題となる。

## 保育園の自由遊びにおける運動量測定の意義 — 戸外と室内における自由遊びの活動量の比較を通して —

亀川真都子

**要旨** 「戸外と室内における自由遊びの活動量の個人における差が、保育時に保育士が“気になる”子ども、或いは“気にすべき”子どもを発見するツールと成り得る」という仮説の検証の為に、4つの保育園において、戸外と室内における自由遊びの活動量を測定した。

自由遊びにおける戸外活動量は、室内活動量の1.5倍から1.7倍程度増加することが確認できた。また、室内活動量では男児 204 kcal, 女児 149 kcal であり、戸外活動量では男児 287 kcal, 女児 263 kcal であり、いずれも、男児が女児より活動的であることが示されたが、有意差が認められたのは室内活動量のみであった。

仮説の検証の為に、室内活動量と戸外活動量および活動量の内外比率が平均値 $\pm$ 2標準偏差の範囲外の子どもの行動の特徴を担当の保育士より聴取した。有効測定数 37 名のうちこの判定基準に該当したのは 5 名であり、このすべての子どもが“気にすべき”子どもであると判断された。仮説は検証された。

キーワード：活動量、戸外遊び、室内遊び、自由遊び、気になる子ども

### 1. はじめに

著者の 40 年に亘る保育現場での経験では、多くの子どもを短期間に保育効果を上げる方向に向けられる保育園での「取り組み」は、「戸外での自由遊び」であった。集団の中では、トラブルやけんかを多発させる子ども達でも、戸外での自由遊びではそれらの気になる面が見られなくなり、また、室内では遊びになかなか入り込めない消極的な子ども達でも、戸外では自分の気に入った遊びを見つけて熱中していった。

近年、この「戸外での自由遊び」の効果は、科学的に実証されつつある。文部科学省が平成 19 (2007) ~ 21 (2009) 年度に全国 21 市町村の幼稚園・保育所とその保護者を対象として行った「体力向上の基礎を養うための幼児期における実践活動の在り方に関する調査研究」<sup>1)</sup> では、普段から戸外遊びをよくする幼児ほど

運動能力の得点が高く、ものごとをやる気が高いことが明らかになった。また、杉原ら<sup>2)</sup> は、保育所・幼稚園における幼児の運動能力の全国調査の結果、子どもの運動発達にとって「自発的な遊び」が課業として指導される「運動遊び」よりはるかに効果的であることを示唆した。

亀川<sup>3)</sup> は、1997 年度と 1998 年度の 2 年間、3 歳児クラスの子ども達を対象に平常保育時の「室内」、「園庭」、「公園」での「自由遊び」30 分間における万歩計による歩数測定を行った。彼らは、30 分間の自由遊びの歩数が男女平均で、「室内」では 1100~1200 歩程度、「園庭」では 1500~1700 歩程度、「公園」では 1700~1800 歩程度であった。戸外での平均は 1600~1700 歩程度と、室内の 1.5~1.6 倍も多くなった。この中で、「室内」での遊びが消極的な子ども達の中には、平常保育時の挙動から何かしら“気になる”子どもの割合が多い事が示された。なお、3 歳児は、一般的には「友達との関わりが多くなるものの、実際に

は、同じ遊びをそれぞれが楽しんでいる平行遊びが多い<sup>4)</sup>とされている。

本研究では、戸外と室内における自由遊びの活動量の個人における差が“気になる”子ども、或いは“気にすべき”子どもを発見するツールと成り得る、という仮説を設定し、これを検証する為の調査を行った。調査対象は「自我の意識を持つようになると共に、各種の不安やつらさといった葛藤を経験し、仲間とのつながりが強くなる中でけんかも増えてくるが、一方、決まりの大切さに気付いて守ろうとするようになる<sup>4)</sup>という発達特性をもつとされる4歳児とした。

保育所における戸外と室内の自由遊び中における活動量の違いを、客観的に、又、更により詳細に明らかにするために、従来の万歩計ではなく、新しく使われ始めている「3軸方向加速度センサー」<sup>5)</sup>を使用して活動量を測定した。

## 2. 測定

本研究の対象者は、青森県内の保育園4か所に通っている4歳児クラスの中で、保護者が文書で測定に同意した77名であった。保護者に対しては、この測定の目的、利益・不利益、危険性、データの公表についての説明を行い、書面にてこの調査への同意を得た。同意を得た保育園ごとの人数は、A保育園：24名(50名中)、B保育園：22名(26名中)、C保育園：22名(25名中)、D保育園：8名(8名中)であった。しかし、風邪による欠席等があり、実際にすべての測定が完了した園児は、A保育園：19名、B保育園：15名、C保育園：16名、D保育園：6名であった。尚、本研究は、NPO法人セルフケア総合研究所で開催された倫理委員会での承認を得た。

測定にあたっては、NPO法人セルフケア総合研究所が開発した超小型加速度・温度データロガー(3軸方向加速度センサー、重量：約12g)<sup>5)</sup>を幼児の胸骨中央に装着し、さらに、脱落予防のためラージカルテープで補強した。この測定器具は、多くの被験者の活動エネルギーと加速度センサーによる加速度との測定を平行して行い、回帰直線をもとめ、実際の測定では加速度センサーの値から活動エネルギー量を計算して提示するものであり、各被験者の体重差が無視されているので、厳密な測定とは言えないが、同一年齢児の園児であるので、それなりの指標とはなり得ると考える。

それぞれの保育園での測定は、10月～11月の同じ曜日の2日間で行った。いずれの園でも日課表に従い、午前中の自由遊びの時間に測定を行った。A保育園では30分間、他の保育園では60分間の測定を行った。いずれの園でも、天候の具合を見ながら、どちらか一方の日を戸外遊び、他方の日を室内遊びとして測定を行った。

A保育園では室内遊びの測定日に別の行事を入れざるを得なくなったため、極端に活動量が低くなったので、全般的な考察からは除外した。

## 3. 結果と考察

表1(A保育園)、2(B保育園)、3(C保育園)及び4(D保育園)に各保育園での自由遊びの活動量を示す。なお、以降、戸外遊びの活動量は「戸外活動量」、室内遊びの活動量は「室内活動量」、戸外遊びの活動量を室内遊びのそれで割った値は「内外比」と表現することにする。

表5に園ごとの活動量の平均値と標準偏差を示す。(A保育園を除く)更に表6に3つの保育園全体の活動量の平均値と標準偏差を示す。戸外活動量は平均で250 kcal以上あり、室内活動量も150 kcal以上であり、内外比は平均で1.5を超えていることがわかる。

男女差を検討する為に、男女毎の平均値に対しt検

表1 A保育園 自由遊びの活動量 (n=19)

性別	個別	戸外 (kcal/h)	室内 (kcal/h)	内外比	体重 (kg)
男	1	112	22	5.09	17.7
	2	131	68	1.93	18.8
	3	82	32	2.56	15.9
	4	171	58	2.95	15.5
	5	167	37	4.51	16.0
	6	155	75	2.07	19.7
	7	126	45	2.80	20.1
	8	109	58	1.88	16.4
	9	175	56	3.13	18.0
	10	125	47	2.66	16.0
平均		135.3	49.8	2.96	17.4
女	1	79	28	2.82	15.6
	2	170	30	5.67	20.3
	3	98	25	3.92	17.3
	4	298	16	18.63	17.8
	5	31	58	0.53	18.7
	6	87	40	2.18	19.2
	7	165	69	2.39	16.0
	8	102	24	4.25	17.8
	9	115	13	8.85	18.8
平均		132	42.5	4.09	17.7
男女平均		132.7	42.3	4.15	17.7

表2 B 保育園 自由遊びの活動量 (n=15)

性別	個別	戸外 (kcal/h)	室内 (kcal/h)	内外比	体重 (kg)
男	1	215	147	1.46	21.5
	2	196	249	0.79	16.5
	3	338	163	2.07	17.0
	4	253	140	1.81	18.5
	5	484	257	1.88	17.0
	6	111	119	0.93	14.5
平均		266	179	1.49	17.5
女	1	249	149	1.67	13.5
	2	273	199	1.37	17.0
	3	384	285	1.35	18.0
	4	346	141	2.45	16.5
	5	191	173	1.10	21.5
	6	173	117	1.48	14.5
	7	197	120	1.64	18.5
	8	232	76	3.05	14.5
	9	289	127	2.28	18.0
平均		262	165	1.68	17.2
男女平均		265	160	1.73	16.9

表3 C 保育園 自由遊びの活動量 (n=16)

性別	個別	戸外 (kcal/h)	室内 (kcal/h)	内外比	体重 (kg)
男	1	319	187	1.71	18.9
	2	211	177	1.19	23.5
	3	384	242	1.59	24.5
	4	375	189	1.98	18.7
	5	404	116	3.48	16.7
	6	213	178	1.20	18.2
	7	240	392	0.61	17.2
	8	258	170	1.52	17.3
	9	241	282	0.85	14.2
	10	186	262	0.71	20.0
	11	255	232	1.10	18.1
平均		281	221	1.45	18.8
女	1	316	145	2.18	16.3
	2	202	106	1.91	21.9
	3	376	191	1.97	15.7
	4	272	194	1.40	15.8
	5	161	121	1.33	18.3
平均		265	151	1.76	17.6
男女平均		270	197	1.56	17.7

表4 D 保育園 自由遊びの活動量 (n=6)

性別	個別	戸外 (kcal/h)	室内 (kcal/h)	内外比	体重 (kg)
男	1	418	166	2.52	19.0
	2	292	213	1.37	17.4
	3	300	234	1.28	18.0
	4	330	168	1.96	18.6
	平均		335	195	1.78
女	1	243	107	2.27	13.2
	2	297	138	2.15	19.4
	平均		270	123	2.21
男女平均		316	175	1.91	17.7

表5 活動量, 園ごとの平均値と標準偏差

園名	戸外活動量		室内活動量		内外比		体重 (kg)	
	平均 (kcal/h)	標準偏差	平均 (kcal/h)	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
B	262	95	164	59	1.69	0.60	17.1	2.36
C	276	77	199	72	1.55	0.69	18.5	2.83
D	313	58	171	47	1.93	0.50	17.6	2.27
全グループ	276	82	180	64	1.67	0.63	17.8	2.57

定を行った。有意確率5%で有意差が見られたのは、室内活動量のみであった。表7に結果を示す。

調査対象者の全体像をみると、室内活動量では男児204 kcal/h, 女児149 kcal/hであり、女児は男児の75%の活動量しかなかったことになる。戸外活動量では男児287 kcal/h, 女児263 kcal/hである。いずれも、男児が女児より活動的であるが、戸外では男女の相違が小さくなっている。

表6 3 保育園全体の測定値 (n=37)

項目	平均	最小値	最大値	標準偏差
戸外活動量 (kcal/h)	276	111	484	82.2
室内活動量 (kcal/h)	180	76	392	64.0
内外比	1.67	0.61	3.48	0.6
体重 (kg)	17.8	13.2	24.5	2.6

内外比をみると、男児では戸外が室内の1.52倍だったが、女児では1.85倍となり、男女込みの内外比は

表7 活動量の男女差の検定

項目	平均		ケース数		標準偏差		t-値	df	有意差
	男	女	男	女	男	女			
戸外活動量 (kcal/h)	286.8	262.6	21	16	91.0	69.5	0.886	35	NS
室内活動量 (kcal/h)	204.0	149.3	21	16	64.3	50.1	2.809	35	P<0.5
内外比	1.52	1.85	21	16	0.7	0.5	-1.597	35	NS
体重 (kg)	18.3	17.0	21	16	2.5	2.6	1.567	35	NS

1.74であった。室内と戸外における活動量の比較から、園庭において女兒がより活動的になっていることがわかった。

さて、ここで「戸外と室内における自由遊びの活動量の個人における差が“気になる”子ども、或いは“気にすべき”子どもを発見するツールと成り得る」という仮説の検証に入る。その為に、極端な測定値が得られた幼児について、個別に検討することにした。室内、あるいは戸外での自由遊びの活動量、また、内外比が、平均値から2標準偏差値以上離れている子どもを抜き出し、その子どもの行動の特徴等を現場の保育士より聴取した。なお、平均値からのずれは、在籍する園の平均値と標準偏差値に由来する値とした。

(表5)

### 3-1 ケース1 (「戸外活動量」が+2.3σに位置)

- ・落ち着かず、席に座ってられない。
- ・いつももせわしく動き回り、遊びも次々に変えて、熱中して楽しむことが出来ない。
- ・マイペースに、自由に動き回っていれば機嫌が良いが、嫌いな事にはパニックになりがちである。
- ・人懐こい面があり、大人とは関係が持てるが、集団活動が苦手である。
- ・一人遊びが中心で、一斉活動に拒否的。

### 3-2 ケース2 (「室内活動量」が+2.7σに位置)

- ・似たような特徴を持つ4~5人の特定の子どものトラブルが絶えない。
- ・思い通りにならないと、咄嗟にたたいたりしてしまう。
- ・絶えず動き回り、目ざとく、少しの隙を見つけては、集団から逸脱しようとする。
- ・いけないとされている危ない遊びばかりを好んで繰り返しがちである。
- ・自分の嫌いな事をするときや場面が変わる時、気分によりパニックになる。
- ・集団活動が苦手である。

### 3-3 ケース3 (「内外比」が+2.8σに位置)

- ・働きかけを強く拒否し、保育士が変わっても、働きかけ方を変えても、効果がほとんど見られない。
- ・頑なな態度を続けることで、いやな活動への取り組みを拒否する。
- ・一斉活動で、何かを覚えたり、やったりしなければいけない場面で、特に拒否感をあらわにする。
- ・混雑が嫌いで、周りが混雑すると、それらから大きく距離を取る。
- ・ブロック・絵本などの一人遊びが中心で、友達と遊ばない。

### 3-4 ケース4 (「戸外活動量」が+2.1σに位置)

- ・新しい環境に慣れるまでに大変に長い期間がかかる。
- ・保育士の周りにいることが多く、細かい事にもよく気が付く。
- ・手伝い等を進んで行い、集中力も高く、器用で、いろいろな作業を上手にこなすことが出来る。
- ・大人に対しては、自分から進んで関わりを持つが、友達とは遊べない。
- ・過敏すぎる面もあり、時に、聞き分けなく、落ち着きのない行動も見られる。

### 3-5 ケース5 (「内外比」が+2.7σに位置)

- ・保育者にまわりついてることが多いが、自分からは働きかけない。
- ・保育者が何か作業しているときには、近くでぼんやりとしながら座り込んでいることが度々である。
- ・絵本や各種の遊具など手にはしていても、それらに興味を持って遊びこむ場面があまりみられない。
- ・面倒見の良い子どもにかまってもらいたがるという受身的な関わりを欲し、友達とのやりとりがほとんど成立していない。

### 3-6 仮説の妥当性に関して

保育士の申告した各ケースの子どもの行動の特徴が

必ずしも客観的でかつ正確なものとは限らないが、ここに示された5ケースの子どもの行動の特徴は、保育園に在園している子ども達の平均的なものとは随分異なる。その意味では、保育士にとっては“気になる”或いは“気にすべき”子どもであるという事になる。検討したケース例は少ないが、検討した限りでは、仮説は検証されたという事ができる。

平均的な子どもとは違う行動をする子どもに対して、保育士は“気にすべき”であるが、その行動の違い全てにネガティブな想いをもって保育士が接するのは厳禁であろう。勿論、指導をした方が良いケースの場合が多いが、第二のアインシュタインをただの凡人にする可能性もある。

#### 4. まとめ

「戸外と室内における自由遊びの活動量の個人における差が“気になる”子ども、或いは“気にすべき”子どもを発見するツールと成り得る」という仮説の検証の為に、4つの保育園において、戸外と室内における自由遊びの活動量を測定した。

自由遊びにおける戸外活動量は、室内活動量の1.5倍から1.7倍程度増加することが確認できた。また、室内活動量では男児204 kcal、女児149 kcalであり、戸外活動量では男児287 kcal、女児263 kcalであり、いずれも、男児が女児より活動的であることが示されたが、男女間に有意差が認められたのは室内活動量のみであった。

仮説の検証の為に、室内活動量と戸外活動量および活動量の内外比率が「平均値±2標準偏差」の範囲外

の子どもの行動の特徴を担当の保育士より聴取した。有効測定数37名のうち該当したのは5名であり、このすべての子どもが“気にすべき”子どもであると判断された。仮説は検証された。

謝辞 本研究は弘前大学大学院における平成23年度教育学研究科 教科教育専修体育学分野修士論文の一部である。御指導頂いた麓 信義先生に心より御礼を申し上げます。

また、この“活動量”の測定について、測定のご指導を頂いたNPO法人セルフケア総合研究所に心より御礼を申し上げます。

#### 参考論文

- 1) 文部科学省スポーツ・青少年局：体力向上の基礎を培うための幼児期における実践活動の在り方に関する調査研究報告書. 文部科学省ホームページ 2011 [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/sports/youjiki/index.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/youjiki/index.htm)
- 2) 杉原 隆, 吉田伊津美, 森 司朗他：幼児の運動能力と運動指導ならびに性格との関係. 体育の科学 603:341-347, 2010.
- 3) 亀川真都子：子どもの遊びが自発的になっていく条件—歩数調査の結果から見て—, 全面発達の展開 1:135-141, 2011.
- 4) 田中沙織：幼児の運動能力と身体活動における関連について—5歳児の1日の生活からみた身体活動量を中心として—, 保育学研究 47:8-16, 2009.
- 5) 白水重憲, 片山宗哲, 正木健雄：幼稚園児の一週間モニタリング, 睡眠挙動と活動量, 全面発達の展開 1:18-31, 2011.

# Autonomic Nervous Systems Activity Measurements of Female University Students of Free Fall at Tokyo Dome City Amusement Park Attraction

SHIGENORI SHIROUZU<sup>1)</sup>, TORAO OGIMA<sup>2)</sup> and SOTETSU KATAYAMA<sup>1)</sup>

**Abstract:** Autonomic nervous systems (ANS) activity was measured for female university students before, during, and after experiencing free fall on a Tokyo Dome City Amusement (TDCA) park attraction.

Among five subjects successfully measured, four showed a remarkable decrease in RR interval to 0.336 – 0.415 seconds from the start of free fall, indicating fear of free fall, even though the subjects themselves may not have been aware of any fear.

One subject did not exhibit fear before the free fall ride, and instead appeared to enjoy the experience and feelings.

**Key Words:** RR interval variability, time-frequency MAP, free fall, fear, very low frequency band

## 1. Introduction

In connection with our continued understanding of autonomic nervous system (ANS) activity in people over a long time period of time, for 24 hours, during sleep, during university lectures and examinations, we have employed one minute time frequency map of RR variability calculated with the SPWV (Smoothed Pseudo Wigner-Ville) method using only three values, average heart rate, minute measurements of parasympathetic (PSNS) and sympathetic (SNS) nervous activity.

However, a time frequency map of RR variability calculated using the SPWV method has a time resolution of almost 1 full beat. Hence the most suitable

application area of this technique may be the study of instantaneous changes in ANS, such as associated with arousal from sleep, or those found at the instant a large earthquake strikes.

Sugano, et. al. reported on mental stress load due to the “2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake”. Remarkable decreases in RR interval due to the earthquake were observed in all seven test subjects. Also, these decreases in the frequency were below 0.04 Hz in all subjects, indicating frequency analysis beyond the band limits of the generally used LF and HF band is necessary in case of very large mental stress is expected.

In this study, we report on ANS activity measurements of university students during free fall on a Tokyo Dome City Amusement (TDCA) park attraction.

1) Japanese Research Institute of Healthcare and Education

2) Toyo-Gakuen University

Received : 2012 年 8 月 25 日

Accepted : 2012 年 9 月 12 日

## 2. Experiments

### 2-1 Subjects

Six female senior year students of Toyo-Gakuen University (TGU), the university nearest to TDCA, volunteered to participate in this study. Each student subject attached a measurement device to herself at TGU, then walked to TDCA and rode several thrilling attractions and roller coasters. Each subject then returned back to TGU on foot and detached the measurement device at the university. One limitation present in this study is that the individual test subjects each generally enjoy riding thrilling attractions and roller coasters. Each subject provided written consent to participate in the study. In addition, this study was approved by the Ethics Committee of the Japanese Research Institute of Healthcare and Education. Two subjects visited TDCA together per day. Measurements were performed on 11 March 2010 (subjects A, B), 12 March 2010 (subjects C, D), and on 19 March 2010 (subjects E, F).

### 2-2 Free Fall

For free fall measurements, the subjects rode the Tower Hacker (Intamin, Switzerland) at TDCA. Riders are strapped in on benches capable of moving vertically. The ride lifts the benches to an 80 m height, and after several seconds the benches are allowed to start free fall. The vertical free fall distance was approximately 50 m, achieved in about 2 seconds from initial release, and the maximum speed attained was approximately 98 km/h. After the free fall period, acceleration in the upward direction around a maximum of 5 G stops their movements. Total time necessary for one ride was about 90 seconds.

### 2-3 ANS Measurement

The measuring device used for this study was a small, lightweight ECG data logger (M-BIT) for all subjects. M-BIT electrode placement for ECG measurements involves a monitoring lead, which is similar to II lead. A body ground is unnecessary due to improved electronic circuit design. M-BIT is small and lightweight, allowing it to adhere to a subject's thorax using two electrodes. A good quality ECG signal can be acquired by attaching M-BIT near the position of a

subject's heart.

Details of the M-BIT ECG data logger are publicly available. The M-BIT includes an ECG measuring circuit, an accelerometer, a temperature sensor, 32 M-bytes of memory, a USB connection plug, snap fasteners for electrodes, and a coin battery. M-BIT allows for 24 hour sustained measurement, data storage to memory, and USB communication in a stand-alone configuration, all packed into a compact size of  $40 \times 39 \times 8$  mm at a weight of 14 g. The ECG sampling frequency is 128 Hz.

We detected time locations of the R wave on the ECG signal based on a robust real time QRS detection algorithm currently in broad use worldwide. In this algorithm, ECG signals undergo band pass filtering using a frequency band of 5 to 11 Hz, where most components of QRS peaks exit, and are then differentiated. Absolute values are determined and averaged over an 80 millisecond window, resulting in conversion to hill like waveforms. The R wave is located at points where the waveform exceeds a certain defined threshold level.

We selected a 512 second length for RR interval time series data surrounding the event of interest, i.e. the free fall. All mistakenly identified R peak and false RR intervals within this selected portion of RR interval data were corrected. The RR interval time series was then re-sampled at a frequency of 2 Hz, and high-pass filtered with a cut-off frequency 0.04 Hz. Time frequency analysis was performed next, resulting in a time frequency map (TFM), high frequency (HF, 0.15 Hz - 0.40 Hz) and low frequency (LF, 0.04 Hz - 0.15 Hz) components, and a respiration frequency with a 0.5 second time resolution. Para-sympathetic and sympathetic nervous system activity can then be taken as HF and LF/HF, respectively.

## 3. Results and Discussion

Since the duration of free fall is very short at 2 seconds, it is difficult to find the correct location in the RR interval time series data corresponding to free fall. For this purpose, we also measured acceleration at a 128 Hz sampling frequency, and used a wave form



composed of the short free fall and subsequent deceleration as time location makers.

Figures 1 through 5 show the results corresponding to free fall for respective subjects A, B, C, D, and E. For subject F, the height of the R peaks were small from the start, indicating that the measuring device attachment point was not at the sweet spot, and furthermore, due to the intense tension, a large electromyogram contaminated the ECG signal around the free fall time, making detection of R peaks was impossible here.

The uppermost curves in each figure show vertical acceleration. Specific freefall waveform markers are found near the central portion of each curve. The second, third, and fourth curves in the figures show para-sympathetic nervous system (PSNS) activity, respiration frequency, and sympathetic nervous system (SNS) activity, respectively, at a time resolution of 0.5 seconds. The fifth curve from the top shows RR intervals, while a time frequency map occupies the lowermost part of each figure. The most fundamental result relates to RR intervals.

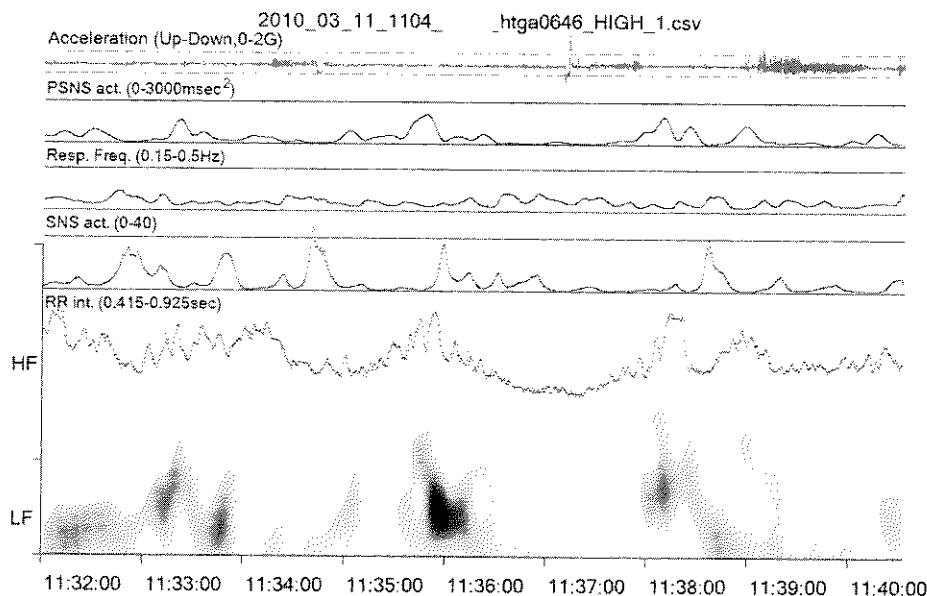
The behaviors of RR intervals around the time of free fall, and the mental conditions of subjects were

divided into two groups. Group I (Figs. 1, 2, 3, and 5) and group II (Fig 4). Although each test subject volunteered to participate in this study and each stated their like of thrilling rides, the Group I subjects felt fear relating to free fall.

Figure 1 shows one example of test subject RR interval behavior while riding the free fall attraction. At around 11:35:30, when subject A's turn came and she sat down on the bench and relaxed for a while, her RR interval lengthened and PSNS activity increased.

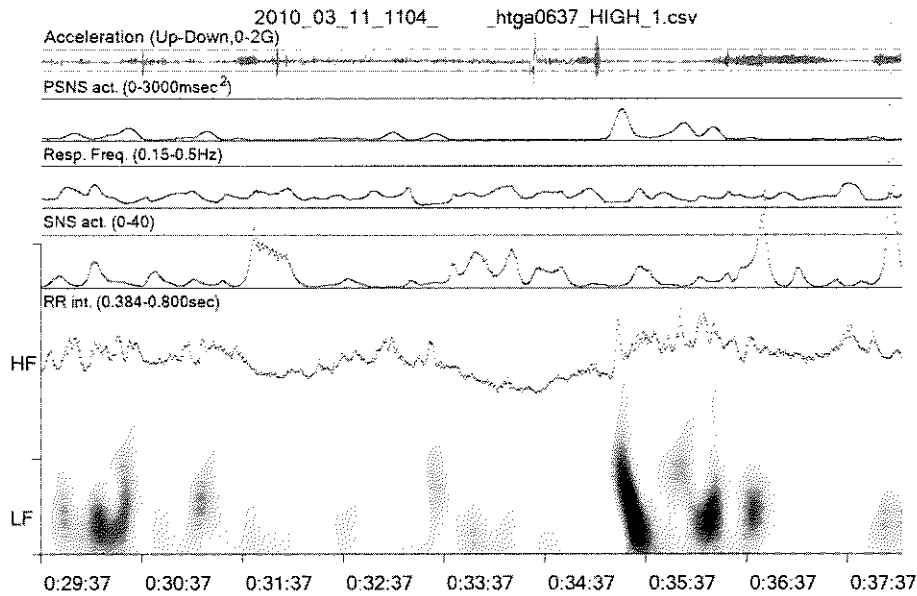
However, the RR interval began to decrease when the bench started to rise up, and continuously decreased during the next 90 seconds on the attraction, during the vertical rise, several seconds waiting at the top, and the subsequent free fall. The RR interval reached its minimum value of 0.415 seconds at a time several seconds after the free fall. The RR interval then takes several tens of seconds to return to the prior level.

Similar to what happens during an earthquake, the large tension or fear may shorten the RR interval to as little as 0.415 seconds (**Fig. 1**, subject A), 0.384 seconds (**Fig. 2**, subject B), 0.336 seconds (**Fig. 3**, subject C), or 0.380 seconds (**Fig. 5**, subject E). These



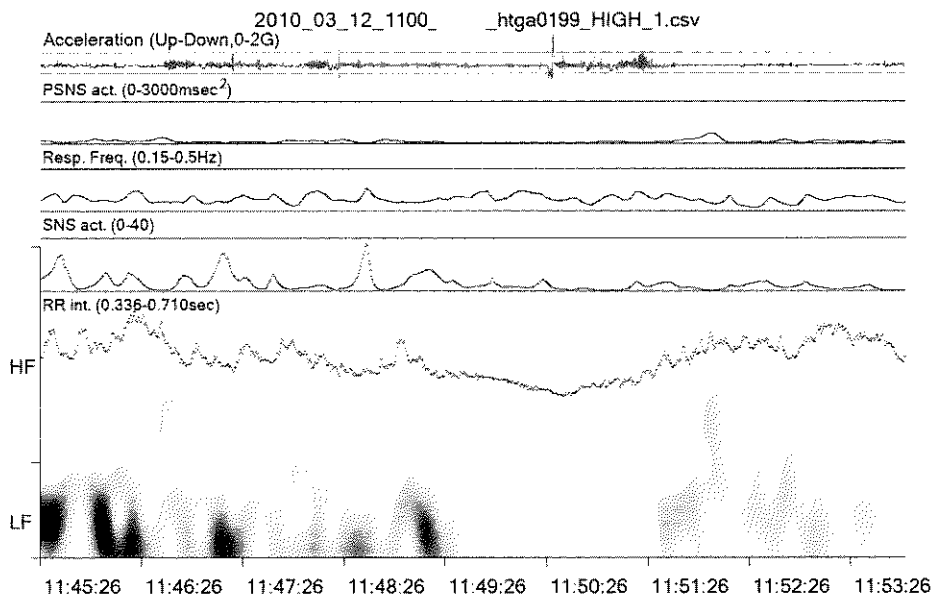
**Fig. 1** RR interval, time-frequency map, extracted PSNS and ANS activity, respiration frequency of subject A (Group I) before, during, and after free fall.

The uppermost curves show vertical acceleration. Specific waveforms of free fall near the central portion of the curves are taken as time marker locations. The second, third, and fourth curves show para-sympathetic nervous systems (PSNS) activity, respiration frequency, and sympathetic nervous systems (SNS) activity, respectively. The fifth and lowermost curve shows RR intervals, while a time frequency map is shown in the lowest region of the figure.



**Fig. 2** RR interval, time-frequency map, extracted PSNS and ANS activity, respiration frequency of subject B (Group I) before, during, and after free fall.

The uppermost curves show vertical acceleration. Specific waveforms of free fall near the central portion of the curves are taken as time marker locations. The second, third, and fourth curves show para-sympathetic nervous systems (PSNS) activity, respiration frequency, and sympathetic nervous systems (SNS) activity, respectively. The fifth and lowermost curve shows RR intervals, while a time frequency map is shown in the lowest region of the figure.

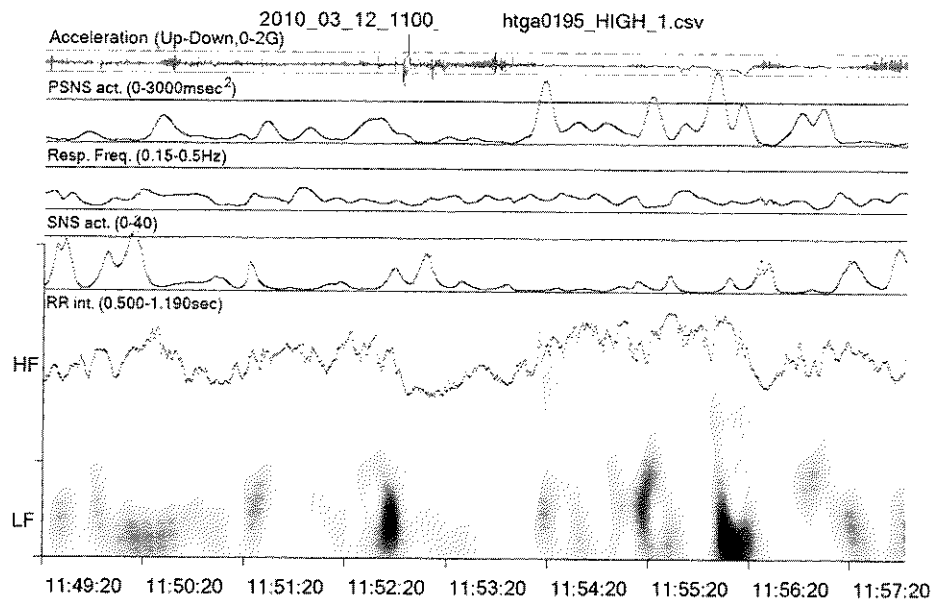


**Fig. 3** RR interval, time-frequency map, extracted PSNS and ANS activity, respiration frequency of subject C (Group I) before, during, and after free fall.

The uppermost curves show vertical acceleration. Specific waveforms of free fall near the central portion of the curves are taken as time marker locations. The second, third, and fourth curves show para-sympathetic nervous systems (PSNS) activity, respiration frequency, and sympathetic nervous systems (SNS) activity, respectively. The fifth and lowermost curve shows RR intervals, while a time frequency map is shown in the lowest region of the figure.

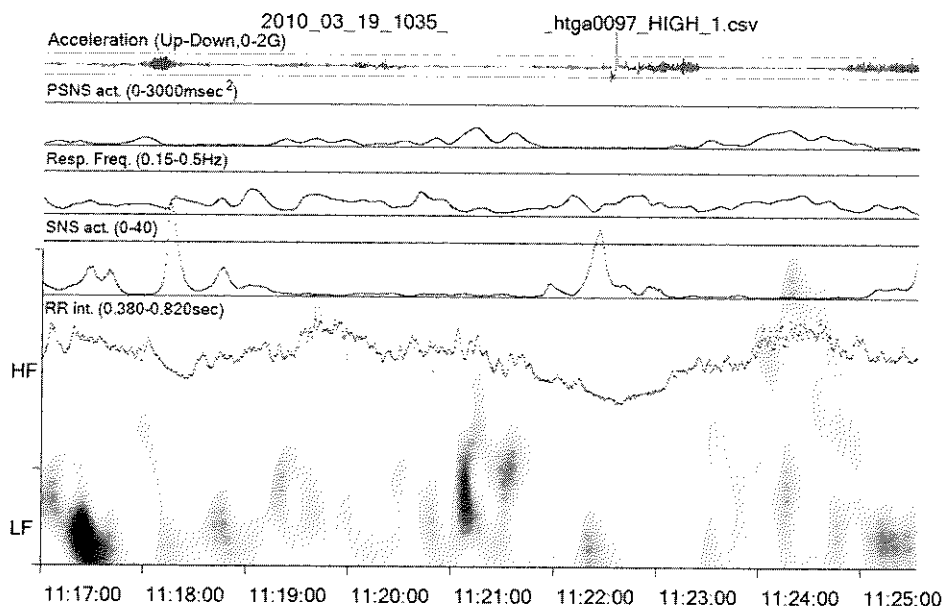
significant RR interval changes encompassing a decrease to these minimum values and then a subsequent return to prior levels cannot be achieved by the autonomic nervous system alone. Co-operation with other physiological mechanisms is necessary. Hence

these changes in RR intervals take time, and their corresponding frequency is very low (less than 0.04Hz). This makes time frequency maps about 60 seconds before and after the free fall very specific, such as just a white area (PSNS is very small, and SNS



**Fig. 4** RR interval, time-frequency map, extracted PSNS and ANS activity, respiration frequency of subject D (Group II) before, during, and after free fall.

The uppermost curves show vertical acceleration. Specific waveforms of free fall near the central portion of the curves are taken as time marker locations. The second, third, and fourth curves show para-sympathetic nervous systems (PSNS) activity, respiration frequency, and sympathetic nervous systems (SNS) activity, respectively. The fifth and lowermost curve shows RR intervals, while a time frequency map is shown in the lowest region of the figure.



**Fig. 5** RR interval, time-frequency map, extracted PSNS and ANS activity, respiration frequency of subject E (Group I) before, during, and after free fall.

The uppermost curves show vertical acceleration. Specific waveforms of free fall near the central portion of the curves are taken as time marker locations. The second, third, and fourth curves show para-sympathetic nervous systems (PSNS) activity, respiration frequency, and sympathetic nervous systems (SNS) activity, respectively. The fifth and lowermost curve shows RR intervals, while a time frequency map is shown in the lowest region of the figure.

activity is also very small), or a small light gray area in the lowest region (PSNS is very small, but SNS activity shows a certain level).

The most interesting point in Group I subject RR interval behavior is that it started its remarkable

decrease when the attraction's bench started moving, i.e. far before the actual free fall. The expectation of free fall caused the remarkable decrease of RR intervals for the Group I subjects, indicating they felt fear relating to free fall, even though the individual

subjects themselves may not have been aware of that fear.

Figure 1 shows that the RR interval and the PSNS activity of subject A increased at around 11:38:15. After a further 15 seconds or so, they show a remarkably rapid drop, while SNS activity increased. This is due to mental stress caused by an interview conducted by the person supervising the experiment, a young medical school student who may have been considered attractive by the subject. The rapidness of this drop suggests that drops on this order can be controlled by the autonomic nervous system alone.

The RR interval behavior of subject D (Group II subject) shown in **Fig. 4** differs greatly from that of the Group I subjects. Subjects C (**Fig. 3** group I) and D visited TDCA together. The difference of free fall times shown in **Figs 3** and **4** is due to time management error induced by manually engaging the M-BIT start button and recording the start time. Hence we used acceleration waveform of free fall as a marker for comparison.

Just prior to free fall, although the RR interval of subject C is remarkably small, the RR interval and PSNS activity of subject D is still large. During free fall the RR interval decreased rapidly to 0.500 seconds, and then the PSNS activity decreased and SNS activity increased. The increase of the RR interval was relatively small. These results suggest astonishment due to the free fall and its effect continued for approximately 20 seconds. After around 60 seconds, subject

D's RR interval and PSNS activity increased, indicating that she enjoyed the free fall and astonishment.

Group II subject did not experience fear before free fall. Instead she was simply astonished, and enjoyed the experiences and feelings.

#### 4. Summary

Among five subjects succeeded in measurement, four subjects showed a significant decrease in RR interval to 0.336 - 0.415 seconds compared to the start of the free fall ride, indicating they felt fear relating to free fall, even though they may not have been aware of the fear.

One subject did show fear before free fall, only astonishment, and appeared to enjoy the experiences and feelings.

#### References

- 1) Shirouzu S, Katayama S and Masaki T: 24 hours Monitoring of Activities of Autonomic Nerves of Four and Five Years Old Children: *Human Development for All 1*: 32-41, 2011.
- 2) Shirouzu S, Katayama S and Shirouzu A: One Week's continuous monitoring test of activities of autonomic nervous: *Human Development for All 1*: 197-202, 2011.
- 3) Jasson S, Medigue C, Maison P et. al.: Instant Power Spectrum Analysis of Heart Rate Variability During Orthostatic Tilt Using a Time-/Frequency-Domain Method *Circulation* 96: 3521-3526, 1997.
- 4) Sugao H, Shirouzu S and Katayama S: Example of Mental Stress and Physical Load Due to the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake and Accompanying Confusions: *Human Development for All 1*: 1-8, 2011.

## 大学における体育実技の授業に「静画写真」と「感想カード」を導入して明らかになったこと

正木 健雄

### 1. 大学における「体育実技」の授業を担当することになって考えたこと

私は、1967年4月から、大学における「体育講義及び実技」を担当する専任教員として、新設される「東京理科大学工学部」(野田校舎)に赴任した。専任教員は、大学における一般教育としての体育教育に全く未経験の私と相棒の「金場 昭範」先生(現在、東京理科大学名誉教授)の2人であった。

翌1968年7月1日刊行の『東京理科大学報』(第6号)に私が書いた「野田校舎 体育記(1)」によると、「卒業生は将来科学者、技術者の中堅として社会的に活躍する者で、その実力を十二分に発揮するための土台として丈夫な身体、一定の体力をもっていないのではないかと考えたが、1週間に1時間位の体育をやっただけでは到底不可能であり、結局は、学生諸君が身体に対する関心を高め、体をもっと丈夫にしようという気持ちを持ち、体を丈夫にしていく科学的な方法を知ることであり、何よりも自発的に実践する以外にこの目標を実現する道はない。とすると、中心問題は学生諸君がいかに関心を持って体育実践を行うかにあるということができよう、と考えた。

学生諸君に、身体に対する関心をもってもらうためには、力だめしをやったり、数種目のスポーツ種目を選択して、自己の得意な面、不得意な面をじっくりと発見する必要がある。この種目の選択は、自主性を重んじてやってもらおうと考え、できるだけ多くの種目を用意することにした。この“種目”を用意する際に、とくに配慮したのは、大学に入学するまであまり

やらなかったもの、全然やってこなかったもので、しかし社会的にはかなり行われている種目をできるだけ取り入れるということであった。こういう種目は大体道具を必要とするものが多い。道具が少し高価であるという理由で、多くの人達が、その面白さから遠ざけられてきている種目が多い。これらの中には、身体的にハンディキャップがあっても、年をとっても続けることのできるものが少なくない。

また、「運動の面白さの一つには、からだを思いきり動かすことからくるものがあるが、それと共に、文化として独特な形態を保ち続けながら、世界中に広がって来たという“文化”としての面白さが本質的なものとしてある。」と考え、それをどのようにしたら味わってもらえるだろうか、と考えた。そして、「じっくりとその種目に取り組み、ある一定の技術水準に達すると、飛躍的にその面白さが分かってくるものである。このようなことから、柔道でいえば“初段”になると「黒帯」が締められ、自他共に、「彼は柔道をやった!」といわれるようになる、そのように“一人前”として認められるところまで、到達させておきたい。少なくとも“1種目”については、そのような「黒帯」水準にまで持って行きたい。また他の種目については、技術的にはそこまで行かなくとも、その“種目の面白さ”が分かるようにしたい。」と考えたことを述べている。

さらに「これは、私自身の自己反省にも通じる。私は、かなりの種目に挑戦して、それぞれ一応は恰好がつく水準には達するが、それらのどの一つの種目にも秀でていないという“特徴なし”の男である。このような状態は、果たして“多面的に発達している”といえるだろうか、という反省から、中国にある「一専多

能」という言葉に辿り着いた。これは、一つのことに秀で、その他の多くのことを能くするという意味であり、このような状態こそ、“多面的に発達している”という状態ということができるとはあるまいか、と考えた。」と記述している。

## 2. 大学における「体育実技」の授業に取り入れた “写真”と“カード”による指導方法

「大学」における「体育実技」の目標をこのように考え、軟式庭球、硬式庭球、ゴルフ、洋弓などを「体育実技」の種目に取り入れることにし、これらのスポーツ種目から学生が1種目を選択して、半年間は続け、2年間に4種目を選択するという学習方式、さらにそれぞれの“技術水準”の目標として「黒帯」地点を仮に設定して、そこへの到達を追究させるという方式をとることにした。

とは言え、専任教員2名でスタートしたので、第1年目は、1クラス120～160名を1人で担当するという条件、しかも「体育館」もないという条件であった。これでは、“指導”は全く不可能であり、“出席”や“用具”の管理に終始し、学生の自主学習に期待せざるを得なかった。

第3年目から、体育館ができたのを機会に、1クラスを2人で担当することにしたが、一方は「40名」ほどの“指導可能なクラス”、もう一方は「100名」前後の“管理しかできないクラス”を作り、それぞれの条件での教育問題を明らかにしていこうとした。最も少ない“指導”で、最も教育の効果を上げるという“虫のよい”指導方法を開拓しない限り、学生の体育要求（“技術”向上の要求が強かった）に応えることはできないことであった。

第4年目には、“モルモット”クラスを特別に作り、“先生の示範”と“説明”だけの指導と、それに「コンセプトフィルム」（その運動の概念をつかませるために作られたフィルム）を使う場合とで、指導の効果はどれくらい違うものなのかを探ったり、「VTR」を授業で使ってみた。

われわれは、このような試みの中で、視聴覚教育を運動学習で使用することの有効さを再確認した。同時に、これを一人で操作したのでは“授業”にならないということを感じた。

そこで5年目（1971年度）からは、この視聴覚教育担当に「岩田浩子」先生（非常勤）をお願いし、「体

育実技」中の決定的瞬間の撮影や、「コンセプトフィルム」づくりと「教材用の8ミリ映画」製作に取り掛かった。しかし、この「教材」製作には“教材分析”が先行しなくてはならず、この作業は十分に進んだとは言えなかった。一方、コンセプトフィルムやVTRを使って授業を行ったが、これらの授業での成果を総括し、「運動だから動画を！」という概念をくぐり、**「静画」**の簡易さと有効さを発見した。

ここから、35mmのカメラで各人の「運動中の決定的瞬間」を“記念撮影”し、「運動技術」学習の有力な材料とするという方法で取り組むことにした。

「サービス判に引き伸ばした写真」を学生に“贈呈”し、あるいは「ベタ焼き」の「写真」を所定のカード（MKY-DC）に貼り付け、それらの「写真」について“気付いたこと”や“考えたこと”など、何でもこの「感想カード」に書いてもらうことにした。正に、「生活綴方的教育方法」とも言えるこの“方法”は、私達が「体育実技」指導で気が付かなかった多くの事を教えてくれた。又、私が教えたことと全く反対のことを理解している学生がいるということも分かった。

6年目に、「第2の体育館」ができたので、7年目からは「2年生」のクラスは4人で、「1年生」のクラスは3人で担当することになった。やっと1名の先生だけが「2種目」担当、他の先生は「1種目」担当という授業形態をとるところまで前進し、「1人1種目」担当という目標にあと1歩というところまで到達した。

このようにして、この大学における体育実技の種目に、日本で初めて、あるいは恐らく世界で初めて「アーチェリー」を大学教育に導入し、さまざまな“教育方法”を活用して明らかになったことは、教育科学にとって貴重な1例と考える。その中で、“決定的瞬間”の写真とそれについての感想を書かせるという大学体育における珍しい「体育実践」の成果と問題点を明らかにすることを、本研究エッセイの目的とする。

この東京理科大学における「体育実技」の授業については、『女子体育』誌第15巻第9号（1973年9月）の「大学体育を考える」特集に、私は「7年目の体育教師からの報告」を行ったが、その中の「4. 私の授業から」の一部を、若干修正して、まず再録する。

### 3. 「7年目の体育教師からの報告」

私の授業から（再録，一部修正）

私は、今年2年生については、洋弓コースを担当しています。定員20名ですが、クラスによって15名というところもあります。

しかも、視聴覚教育担当の岩田（浩子）先生が、時々学生のアームを撮影に来てくれます。

こういう条件ができたので、学生には毎時間所定の「感想カード」(MKY-DC)に、“今日学んだこと”とか、“得点分析”とか、写真ができた時にはそれを見ての“フォーム分析”とかを書かせて提出させ、最後には総括のアンケートを書いてもらうというようにやってみました。学生からは、もう書くことがないという悲鳴が出る始末でした。

たとえば、この写真（省略）の主人公O君は、この写真をみて次のように書いています。

「この写真を見ると、自分の欠点がすぐわかった。（他）人と比較してみると、右うでが水平でなく、高く上がっていたし、何か十分に弓を引いていないようだ。自分の欠点はわかって、なにしろ私ほうでの筋肉が弱い（弓には筋肉はあまり必要ないかもしれない）ので右手で完全に引くのが難しい。すぐにフォームをなおせるかどうか？」（6月23日）

「うでの筋肉が弱い」というO君は、どうしたわけか、次の週には授業で用意している最も強い弓（36ポンド）に挑戦しました。

「この日は、50メートルを行った。自分は36ポンド

の弓を使ったので、（10メートルでは）それほど的を合わせるのにたいへんではなかった。しかし50メートルになると、やはりなかなか当たらない。半分ぐらいいは（標）紙の中に入った。一本は9点の所に入った。フォームについては、先生が良くなったと言ったので、まあ良くなったのだろう。しかし、自分はどうもスタミナがないというか（この日は少し熱っぽかった）、最後のころになると0点ばかりだった。」（6月30日）

そして、「自分のフォームの写真を見る事ができて大変良かったと思う。これは洋弓の上達にも結びつき、洋弓をやったという思い出にもなる。」とも書いています。

### 4. 「学期」中盤頃の授業の後に、受講生から提出された「写真」付きカード

私は、1967年4月から「東京理科大学理工学部」に専任教員として勤務し、1975年7月から「日本体育大学」に勤務することになった。その“9年目”の、移動直前で学期中盤の「1975年5月19日」の「写真」を貼った「MKY-DCカード」にその“写真”を見て「感想」を書いたものや「1975年5月22日（提出）」や「同年6月9日記録」の日付の入った「カード」が5枚、そして“その頃の「アーチェリー」実施の写真”（「個人」）3枚が偶然“引越”荷物の中から忽然と出て来たので、「私が行った大学体育実技の授業」の実際の“成果”の証拠として、ここに採録する。

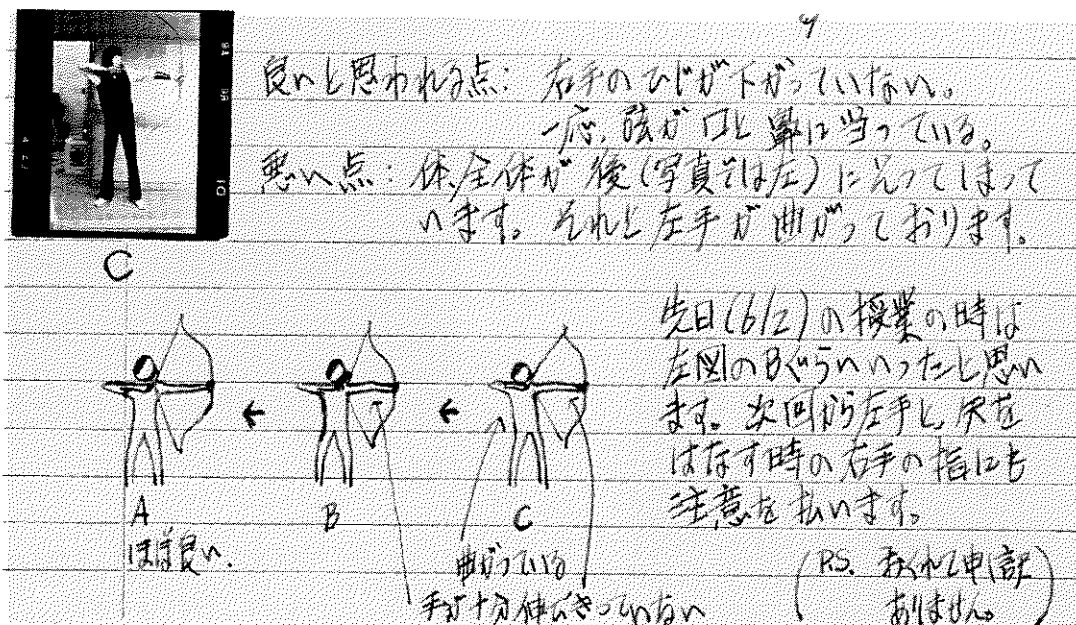


図1 写真付カードの例 (No.28)

「No.28の学生」から提出された写真付カードを「図1」に示した。図から分かるように，“1枚”の「静画」写真を見ただけで，この程度のことが書けることに驚かされる。

良いと思われる点：右手のひじが下がっていない。  
一応，弦が口と鼻に当たっている。

悪い点：体，全体が後（写真では左）にそってしまっています。それと左手が曲がっております。

先日（6/2）の授業の時は図のBぐらいだったと思います。次回から，左手と，矢をはなす時の右手の指にも注意を払います。（P.S. おくれて申し訳ありません。）

図	←	図	←	図
A		B		C
ほぼ良い。		手(肘)が十分伸びきっていない。		手(肘)が十分伸びきっていない。 (上体が後ろに)曲がっている。

又，“同一学生”について，「サービス判に引き伸ばした写真」が3枚出てきた。

この「図2」は，初心者によくある場合であるが，“左肘が回内している”「フォームが悪い例」である。



図2 フォームが悪い例（左肘が回内している）



図3 フォームが悪い例の結果（弦が左肘に当たって，落矢！）

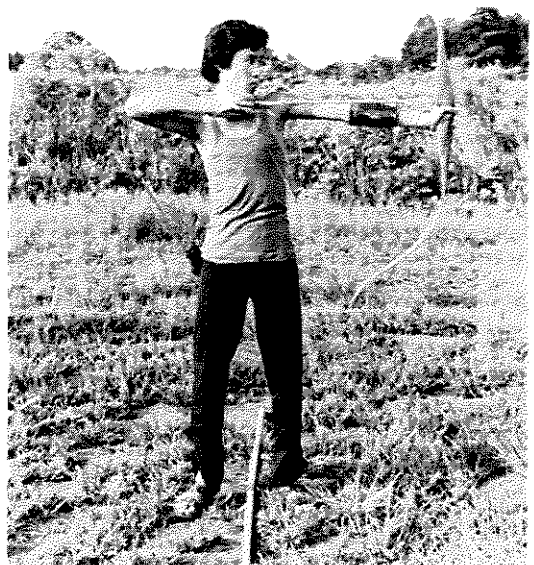


図4 フォームを修正して（左肘が回内している）

したがって，「図3」のように，“弦”が左肘に当たって，落矢している。右肘も“水平”に引かずに，少し“下”に引いている。





図5 写真付カードのフォーム例1 (6番)

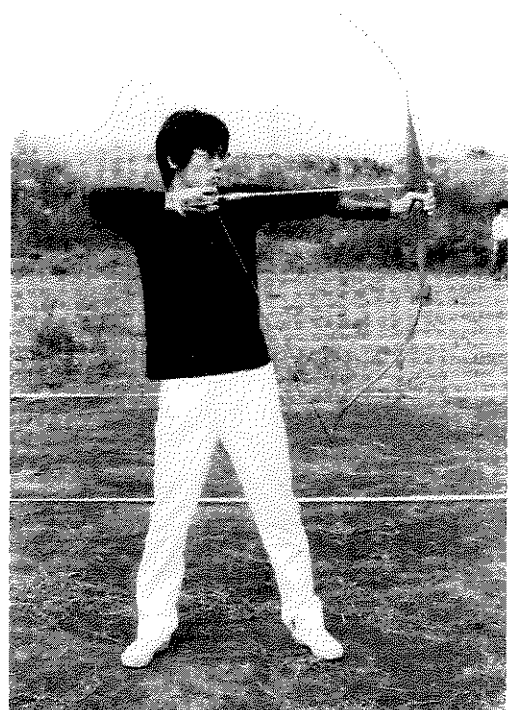


図6 写真付カードのフォーム例2 (11番)

次は、この点を修正して、「図4」のように、“左肘を回内”した「フォーム」になったので、「射」に成功した。

「No.6の学生」から提出された写真付カードを「図5」に示した。

この「カード」には、「(右) ひじが下がっていて、体が(後ろに)曲がっている。鼻がげん(弦)についていない。」と記述されている。彼には“理想のフォーム”が「頭」に入っており、それと比べて、“自分のフォーム”の「問題点」を的確に発見できていることに驚かされる。

「No.11の学生」から提出された写真付カードのフォーム例2を「図6」に示した。

この「カード」には、「左肩が上がっており、又、(左)腕がまっすぐ伸びていない。上体が多少後ろにそっている。左腕と右肘とが一直線になっていない。」と記述されている。

また、「弓(実は、「弦」)が鼻と口にあたっており、右手がアゴの下にきているので良い。」と記述している。

彼には“理想のフォーム”が「頭」に入っており、それと比べて、“自分のフォーム”の「問題点」を的確に発見できていることに驚かされる。

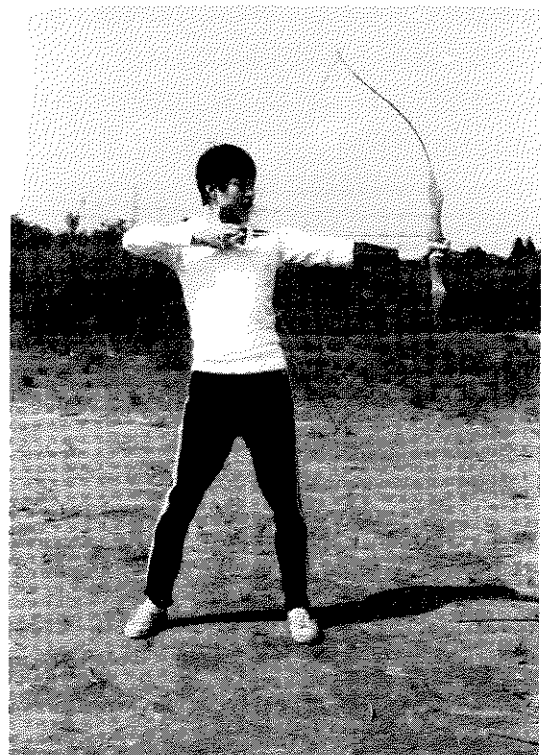


図7 写真付カードのフォーム例3 (16番)

「No.16の学生」から提出された写真付きカードのフォーム例3を「図7」に示した。

この「カード」には、「つがえた矢と右ひじとが一



図8 写真付カードのフォーム例4 (18番)

直線上にきている点は良いと思うが、左手が下にさがり、そのため上体が後にのこっている。それに弓のにぎりもわるい。それらは左肩が上がってしまったために起きるようだ。しかし、初めてにしては、よくまとまっていると思う。」と記述されている。

彼も「理想のフォーム」が「頭」に入っており、「自分のフォーム」の「良さ」と「問題点」を正しく認識できていることが分かる。

「No.18の学生」から提出された写真付きカードのフォーム例4を「図8」に示した。この「カード」には、以下の自己評価が記述されていた。

左肩が上がっている。

左腕が外側にねじれている。

上体がまっすぐになっていない。

右腕が上体に対して直角になっていない。

このように、「(授業中に撮影した)“写真”つきカード」に「授業」の感想を書かせてみると、誰もが「アーチェリー」の矢を放つ前の“理想のフォーム”

が分かっている、それと「写真」の“自分のフォーム”とを比べて、どこどころが違っているのか、ということ、そして次にはどこどころに注意して練習すべきなのかについて、この程度記述することができているのである。これらのことは、全くの驚きであり、さすが「理科大生！」と、感動させられる。

そして、「運動動作」を“言語”で記述するという「ルリア」の方法が、「東京理科大学理工学部」の体育実技で“花開いた”ことを、「本研究エッセイ」として紹介することができたことは、本当に幸運であった。

## 5. 結語

大学における「体育実技」の授業に、恐らく世界で初めて「アーチェリー」を採用し、毎年指導して来たが、その7年目から「視聴覚教育」担当者をお願いして、学習している運動動作の“決定的瞬間”を撮影した。学生には、その「試技における“一瞬”の写真」について“感想”を書くということを「学習の課題」にしたが、学生は「アーチェリーの理想的なフォーム」をととてもよくイメージしており、それと比べて“自分のフォーム”のどこが、どのようにおかしいのか、どこをどのように修正すべきか、ということをしかりと書き表すことができることが明らかとなった。

このように、「アーチェリー」のような“静的な動作”のスポーツでは、「決定的な瞬間」についての“1枚の写真”でも「自分の動作の課題」を明確に理解し、次の練習に生かすことができることが明らかとなった。

このようなことが可能だったのは、“理科系”の大学生だからか、“文科系”の大学生でも可能なのか、また「高校生」以下でも可能なのか、を今後の研究課題としたい。

## 人間開発と日本の国際協力 —人と人との繋がりが紡ぐ協力現場から—

稲垣 富一

序 日本の政府開発援助（ODA）は開発途上国の国造り、人造りと友好関係の増進に大きく貢献しているが、これらの国が自立発展するための ODA にはその国のフォーマルな教育や実務訓練等の活動への国際協力を通じた人間開発、人材育成が重要であり、日本の経済発展の史的経験からもこれを最も重視して国際協力を行っている。私は日本の ODA の主たる実施機関「JICA」が行う援助活動現場で国造りや人造り協りに長くライフワークとして関わって来たし、JICA を離れた現在も NGO 団体を通じて国際協りに携わる事が出来ていることを喜んでいる。過去を振り返っての数々の反省や教訓としては、国際協力を意義あるものにする道は人と人との出会いの縁を大事にして、お互いの信頼関係と繋がりに生まれ来るものと、固く信じている。この深い思いを、日本が歩んだ国際協力の史的潮流や時代背景にも触れながら、人と人との活動現場を考察し、より良い成果を生み出すようこれからの活動の参考にして頂ければと思う。第1回は、全体の展望ならびに60年代の終わり頃から ODA の飛躍的拡大時の80年代を中心にして、東西冷戦構造が終了した1990年初頭までをカバーしたい。第2回には、思い掛けなく旧ソ連崩壊後の民主化や市場経済移行支援にも直接関わる事となって、ロシアや中央アジアの協力現場を経験し、21世紀の今日にはグローバル化の進行と共に新興目覚ましいアジアや世界の国際協力の正念場であるアフリカの活動現場を歩いたので、それについて纏め、これからの国際協力の在り方について試論を述べる。

### 1. 日本の経済発展の経験と国際協力

日本は戦後復興の過程で世界銀行を始め多くの国際団体からの資金及び人道支援を受け、それを効率的に活用して、幸運にも短期間に自助努力で高度経済成長を成し遂げて、80年代には世界第2の経済大国に仕上がった。70年代末から始まる数次の ODA 倍增5か年計画と黒字還流計画が相伴って、1989年には ODA トップドナーに躍進した。戦後の世銀借款を日本が完全返済したのは1990年7月であった。また最大援助国の役割を担い、コツコツと借金を返済していた事実を一般には案外知られていない。この精神こそ、日本の ODA 基本理念とする自助努力の重要性を強調する所以である。資源の乏しい日本は、明治維新以後の欧米列強へのキャッチアップ工業化も然り、戦後の政府主導産業政策による経済発展、科学技術振興と人材育成に不断の資源と努力を惜しまなかった。日本の経験は開発途上諸国の経済社会発展の実践的開発モデルとして有意義な示唆を与えることには間違いないであろう。

日本がトップドナーの地位を占めるようになった1992年には、開発援助理念と基本指針を定めた「ODA大綱」を策定した。そこには日本の経済発展の経験に基づく「援助受け入れ国の自助努力とオーナーシップ」の重要性を強調して、それを支援することが ODA の役割であると示されている。自立発展を目指す自助努力（Self-Reliance）の開発の担い手の人造りが肝心で、それを以て組織の管理能力が強化されて、生産性も向上する。それを支える政府の強力な政治意思（ポリティカルウイル）やリーダーシップが不可欠であることは、シンガポールのリークワンユー首相やマレーシアのマハディール首相の例を出さずとも自明である。

元 JICA（現国際協力機構）職員・客員国際協力専門員（現先端放射線医療科学国際戦略拠点東京支部）  
受付日：2012年7月31日

日本の ODA の基本的な援助方針、重点対象国・地域や援助重点項目は国益や外交方針を基に概ね決められる。援助対象案件の選定等の意思決定には高度の政治判断もあるが、定期的な政府間政策協議により相手国の開発ニーズ、優先度、案件の実施に向けた成熟度なども考慮して決定される。協力形態には資金協力（円借款、無償資金グラント）や技術協力（研修員受け入れ、専門家や協力隊員の派遣、資機材供与など）等を審査して、効果的な効率的な協力内容が纏まる。援助の裨益者はその国や地域の住民である。

社会文化や価値観の異なる人々を対象にした国際協力の難しさも色々な活動に伴うイマジネーションや構想力が掻き立てられる醍醐味も、活動現場にはある。この仕事に関わる人はこのことに生き甲斐や使命感に溢れる。時には絶望感も味わいながら、最後には達成感に近い充実感となろう。それはどんな援助方針に基づく協力案件も援助の現場で検証されて、その成果や結果が評価される。

## 2. 世界と日本の開発援助の主な潮流

1) 日本の ODA はコロンボプランに加盟した 1954 年から始まり、すでに 60 年近くが経過する。60 年代にはアジアやアフリカの植民地独立とその後の経済開発には宗主国を中心に経済援助が本格化し、国連 UNDP を始め二国間援助実施体制 USAID, OTCA 他が組織されて、援助競争が始まった。国連開発 10 年と共に、70 年代には大規模経済開発の反省から、格差是正のための BHN（基本的人間の欲求）アプローチと雇用促進や労働集約的な技術協力の重要性が強調された。80 年代には、77 年に始まった日本の第一次 ODA5 年倍增計画とアジア地域を重点に経済社会インフラ整備の促進と、さらには「アジア人作りセンター設立構想」によるアセアンの未来の人造りを目指して各国の特色を生かした“アセアン人作り拠点”プロジェクトが始まった。シンガポール（生産性向上）、タイ（プライマリーヘルスケア）、インドネシア（小規模工業育成のための診断指導員養成）等。これらのセンターの特色を生かして、国内は勿論のこと、アセアン域内での人材育成に努めることとなった。またマレーシアは日本や韓国の経済発展の経験や産業技術を学ぶ「ルックイーストポリシー」に基づく人材育成計画を始めた。世界銀行が 1990 年代初めに発表した報告書『東アジアの奇跡』には経済成長と政府の役割を分析して、ア

ジアの急成長の背景には日本の経済協力の意義が大きかったことを高く評価している。

## 2) 世銀 IMF 主導の構造調整とアフリカ開発への日本の役割

アジアの順調な発展とは裏腹に、アフリカ諸国は 70 年代の鉱物資源や換金作物を中心とする経済開発戦略が破綻して深刻な債務問題を抱え、世銀・IMF は構造調整プログラムを導入して厳しい緊縮財政政策を推進し、かえって社会部門の教育や社会保障経費を大幅に削減させて、貧困対策をより悪化させた。貧困削減や QOL の改善には、人材開発、ならびに保健衛生やインフラ整備への継続的な投資が必要であった。アフリカ開発援助においてもトップドナーになった日本は、グローバルプレイヤーとしての位置を占めて、90 年代には東京アフリカ国際開発会議（TICAD）を開催するなど重要な役割を担うこととなった。

ケニアの人造り拠点となるジョモ・ケニアック農工大（JKUAT）設立への協力は、70 年代末にスタートして 2000 年に終了するまでの 20 年間に及び、同国の農学・工学分野の最高学府に成長した。21 世紀に入って、この大学の知見を他のアフリカ諸国へ広めるための更なる協力として、東アフリカ 3 개국ケニア、タンザニア、ウガンダ政府と日本政府が協力して JKUAT の敷地に隣接してアフリカの貧困削減のための人作り拠点（African Institute of Capacity Development for Poverty Reduction: AICAD）への新しい挑戦が始まり、12 年が経っている。



構造調整政策で影響の厳しいアフリカの子供達

### 3) 東西冷戦構造の終焉と「人間開発」への包括的な取り組み

1989年のベルリン壁崩壊と共に、91年旧ソ連邦が崩壊して、東西冷戦構造が終焉した。これで自由主義陣営の開発援助戦略も大幅な見直しがおこなわれ、人間中心の開発戦略に転換するきっかけとなった。94年の「経済開発」から「人間中心の開発」へのパラダイムシフトを提唱したUNDPの「人間開発報告書」には、Human Development概念を定義して、経済開発だけでは貧困層への裨益は少なく、保健や教育にも対応した協力の必要性を強調した。UNDP、世銀がイニシアティブを取って、貧困削減のための包括的な枠組みとしてComprehensive Development Framework (CDF)とPoverty Reduction Strategic Paper (PRSP)等の新しい手法による取り組みが始まった。アジアやアフリカの貧困削減重点対象国には開発援助を受けるための前提条件としてPRSPの作成が義務づけられた。

新生国家NIS諸国(中央アジア、コーカサス他)、東欧、インドシナ(CLMV)諸国が社会主義体制から民主化と市場経済移行への体制転換を始めた。この時代の体制移行を支援するため、欧米諸国を始め日本も先を争って「Show the Flag」援助競争に乗り出す。日本は「北方四島問題」を抱えるロシアに対しても、中央アジア他のNIS諸国には緊急人道支援を始め、市場経済移行のための技術支援を行った。市場経済移行支援では、「日本の経済発展モデル—特に日本的経営」学習を中心として、対象国の拠点大学と協力して企業家育成のための人材開発「日本センター」を開設し、日本文化や日本語教育を始め科学技術情報の提供等も含めた新しい日本との国際交流及び友好関係構築のための拠点がユーラシア大陸の各地に初めて誕生することとなった。

グローバル経済の進展に伴い、気候変動、環境、感染症等の国境を超える地球的規模の課題への危機意識が高まり、持続可能な開発と環境問題(リオデジャネイロ)、社会開発(コペンハーゲン)、基礎教育(タイ・ジョムティエン)、女性と開発ジェンダー(カイロ)への援助の在り方が問われて、グローバルな取り組みが始まった。92年の日本のODA大綱にもこれらの考え方が反映された。

### 4) 国連ミレニアム開発目標(MDGs)と「人間の安全保障」

2000年9月の国連ミレニアムサミットにおいて、90年代に採択された国際開発目標を統合して「8つの開発目標とターゲット」の共通の枠組みを定め、各国のオーナーシップとグローバルパートナーシップを基に、2015年を達成年として推進している。貧困問題、初等教育、母子保健、環境等の複合的な課題に直面する脆弱な内陸国や島嶼国、アフリカ地域等を重視して、援助の質を高めることが決議されている。国際機関を始め、各ドナーや受益国の自助努力の成果をモニターして評価するメカニズムが組み込まれており、2011年5月には「東京フォローアップ国際会議」が開催されて、筆者も日本のNGO団体として参加した。

日本のイニシアティブによる「人間の安全保障(Human Security)」が、国際協力の理念と基本方針として重要な位置を占めるようになった。これは1998年に小渕首相が「アジアの明日を創る知的対話」の中で「国の安全保障」を補完するために国境を超える人間の生存を脅かすあらゆる種類の脅威を包括的に捉えて、これに対応する仕組みの必要性を提案し、99年には国連に日本の拠出金で「人間の安全保障基金」が創設された。2003年の「改定ODA大綱」には「人間の安全保障」重視が謳われた。国家の枠を超えて、人間の「恐怖からの自由」「欠乏からの自由」と「生きる尊厳を確保」するための取り組みが強化されることとなった。貧困削減対策や地域紛争後の平和構築には、人間中心の包括的な取り組みが不可欠であり、人間の潜在能力を拡大するためには「保護」と共に「選択の自由(Freedom of Choice)」や「能力開発(Capability)」のための「人間開発」や「エンパワーメント」を重視して、地域やコミュニティのあらゆる開発の担い手を参加させることが重要な鍵となる。これが現在のJICAの基本的な実施指針となっている「Inclusive and Dynamic Development」(全ての人々が恩恵を受けるダイナミックな発展)の考え方である。「人間の安全保障」アプローチを基本として、ミレニアム開発目標の達成に向けて2015年までの残されたタイムフレームの中で日本のODAが如何に取り組んでいくか、改めて問われている。多様な開発パートナーとの連携強化、NGO、民間企業等を含む市民社会(Civil Society)との協働も今後の発展の成否を左右することとなる。そのために、現在PPP(Public and Private

Partnership) や BOP (Bottom of the Pyramid) の新しいイノベティブな取り組みが試行されており、NGO や民間企業が今後ますます重要なプレイヤーとして役割を担うようになるであろう。

### 3. 人と人との繋がりが紡ぐ国際協力活動現場と私

#### 1) 私の来し方, 行き方

1960年の終わりの年に学校を終えて、海外技術事業団 (OTCA, 現在の JICA) に入団して以来、この間国内と海外の任務を「開発協力スペシャリスト」として 34 年間務めて、2003 年に退職した。その後も JICA に関連して 2 つの地域国際機関 (所在地コロンボとナイロビ) に務め、最後の海外勤務地としてジンギスハーンのモンゴルを経験した。これを最後に JICA との直接の関わりの仕事を終えたが、それ以降もご縁を得て国際協力を使命とする非営利団体 NGO を通じて社会貢献活動に関わっている。

本稿では、国際協力活動現場での私の経験について人と人の繋がりに発展する仕事の遣り甲斐やライフワークとしての国際協力に如何に携って来たかを参考までに纏めた。自分史的な単調な内容になることを出来るだけ避けながら、途上諸国の国造りの根幹をなす人造りへの協力の意義、ならびにその取り組み方の実際について感じ取っていただきたい。

#### 2) 研修企画や異文化コミュニケーション能力が磨かれる

私は名古屋からスタートして、技術研修員受け入れ事業を担当するトレーニングオフィサーである。名古屋を中心として中部経済圏の特色を生かして中小企業振興、地域開発の政策研修、自動車整備、繊維、窯業、金属加工 (鋳物、メッキ加工、溶接等)、灌漑用水農業開発、養鶏等技術研修はどれも途上国ニーズの高い研修コースであり、これらの募集要項の作成が担当オフィサーの仕事始めであった。大学や公設試験研究機関、民間企業等から成る専門家集団を組織し、検討会を重ねて、計画から実施、フォローアップまでのすべての関連実務を一貫してこなすのもオフィサーであり、これは本人にとっては得難い現場実習訓練そのものであった。技術研修員は各国の中堅管理指導者であり、帰国後には新たなリーダーとして囑望されており、社会文化や価値観の異なる彼らとの日々の接触には新鮮な緊張感を抱いた。ワークショップや実習を通

じて現地の開発課題を議論し、問題解決に向けての動機づけ、より良い信頼関係の構築のためのコミュニケーションと相互理解のための試行錯誤の苦労は生きた試練となった。

これらの研修は、基本的には指導者養成 (Training of Trainers: TOT) である。帰国後、彼らは研修指導者として期待されるが、概して自分たちが身に着けた知識や技能を他人に伝授することは期待ほどではない。それは自分が築いてきた地位を後輩に譲ることに成りかねない為に、ましてや先進国日本で学んだ経験や知識を組織全体で共有するなどは容易ではなく、国際協力の主たる目的である組織能力強化 (Institution Building) や能力向上 (Capacity Development) への波及効果に繋がる人材育成 (TOT) を期待することが甚だ難しい。技術研修を通じた技術移転には日本との技術格差も然ることながら、文化的制度的な要因を乗り越え、現場の条件に適応しながら地道な試行の積み重ねが必要である。日本の史的科学技術発展についての彼らの見方や技術移転の課題について議論が出来るこのような貴重な機会是他では得難いことであった。

この点では、最近の JICA 予算規模や国際協力活動の地球的な広がりも昔と今は比べようもない程大きくなって、事業規模も増大して、技術協力事業の中心をなす研修員受け入れ事業についても、例外ではなく受入人数も研修コース数も大きくなっている現状から、研修員受け研修企画や実施を本来ならば、事業実施機関の担当オフィサーとして関与すべきところを、現在のシステムでは、研修員との接触を必要とする重要な企画や実施業務のほとんどすべてを外部実施機関に委託しているところでは、人造り協力に伴う人と人の出会いや繋がり、信頼関係の重要性を実感する機会も少なくなっている、と寂しく思っている。(2010 年度の政府事業仕訳により、JICA の外部委託の在り方が指摘されて、現在では、研修員受け入れ事業に伴う企画等の業務について、本来の直接実施に関わるシステムに戻りつつあることを評価したい。)

入団して間もない 70 年代初めの忘れがたき経験として、地域国際機関 (エカフェ、現在のエスカップ前身)、日本政府と地元関係機関 (県、市、経済界) の三者が協力して、国連中部地域開発センターを名古屋に設立することとなり、日本政府の関係団体として当時の OTCA (現 JICA) の担当者として運営に関わることとなった。最初の数年間は、日本政府との共同運営

とし、暫定期間後に正式の「国連地域開発センター」として発足させる構想であった。地元では、長年の誘致努力が実ることとなり、中部圏地域総合計画の教訓をアジアの総合地域開発のモデルにしようと取り組んできたことが開発途上諸国の地域開発の人材育成に活用されることとなった。このセンターでは、アジア各国から国土開発や地域開発に情熱を燃やす有能なフィジカルプランナーやエコノミストが多数参加して、大いに刺激されたものである。その初代センター長に、当時の全国総合開発計画の主務官庁である経済企画庁総合計画局長（後の海外経済協力基金総裁；OECF）を務め、世界で活躍する著名なエコノミスト大来佐武郎氏が就任されたことは、我々には大いなる誇りと励みとなった。彼は1993年78歳で突然亡くなるまで「わが志は千里に在り」（この言葉は、小野善邦氏が2004年“評伝大来佐武郎”を出版した著書の表題から）のスケールで、開発途上国の経済発展と日本の国際的な地位向上に偉大な貢献と足跡を残されたことを、今でも時々思い出し、勇気づけられる。

### 3) 開発スペシャリストを目指して

経済発展と工業化を目指す東南アジア諸国には、日本の経験をモデルとして産業政策、中でも地域開発、中小企業振興や産業技術開発施策に高い関心があつて、名古屋の研修コースは評判が良かった。日本の重厚・長大な大企業も、地場産地型中小企業は東アジア諸国の輸出競争相手から追い上げられており、特に台湾やシンガポール等の途上国からの研修員に技術やノウハウを教えるは、ブーメラン効果を危惧する時代ではあった。日本の繊維産業、刃物、陶磁器等の中小企業には早晩追い上げられる運命が待ち受けており、政府の血の滲む業種別産業構造調整が断行され、多くの競争力を失い掛けた中小企業が淘汰されていく現実に対して、日本のこれからの経済発展の戦略と生き残り策と、その方向がいかにあるべきなのかを真剣に命題として考えた。労働集約産業から、知識・研究開発集約産業へと転換する時期が到来した丁度この時期に、2度の石油ショックを経験し、日本のエネルギー政策や経済発展の在り方を大きく見直すターニングポイントにあることを感じていた。

1974年8月にOTCAと海外移住事業団他が統合されて、新たに国際協力事業団（JICA）が設立された。国際協力事業内容も飛躍的に拡充され、守備範囲も広が

り、内部のスタッフの人材養成が急務となり、特に開発途上諸国のマクロ開発政策やセクター別専門家を育成するため、海外留学制度が設けられた。早速この制度に応募し、この奨学金で、1976年からの2年間の予定で国際感覚や語学を磨くことと開発経済学全般とプロジェクト管理等の実務的な専門知識を深める目的で、米国南部のテネシー州都ナッシュビルにあるバンダービルト大学院経済開発プログラムに参加した。このプログラムはテネシー州峡谷地域総合開発計画（TVA；テネシー川流域開発公社が1930年代ニューディール政策の一環として設立され、F. D. ルーズベルト大統領が総合的地域開発計画をモデルとして電力生産の多目的ダム建設「火力、水力、ノックスビルに原子力発電所」、植林、土壌保全、地域経済振興、住民雇用促進、地域社会教育計画を実施した。）をモデルに開発計画策定手法、プロジェクトマネジメントや評価等を始め、中南米やアフリカ地域の開発課題や地域経済分析等の実務的教育内容であった。特別講座として日本人教授による「日本の経済発展論」を私も履修し、日本モデルを学習し直し、また留学生仲間の反応を知る良い機会であった。アジア、中南米、アフリカ諸国からの留学生のほとんどが若手官僚であり、USAID（アメリカの援助機関）の奨学金を得て約30名が参加していた。留学先とはいえ、雰囲気としては全員が開発途上諸国出身者で、多くはインドネシア、タイ、イラン、韓国、ブラジル、アフリカ等の顔ぶれであった。私には、すでに研修員受け入れ事業で慣れ親しんだ顔ぶれで、彼らには日本人のお前がなぜここで勉強しているのかと尋ねられる始末で、欧米諸国とは社会文化の異なるアジアの先進国「Rising Sun」日本人が席を同じくしていることに近親感をもっていることが感じられた。

私の経済開発に関する問題意識として、日本の石油ショック後の中長期的な経済発展戦略や展望に関する論文に取り組んでみたいと考えていた。修士論文では、データ分析が欠かせないので、当時アジア経済研究所により作成されたばかりの最新の産業連関表が入手出来たので、「Japan's Alternative Economic Growth Strategy — 50 Industries Input-Output Table Analysis」（50分野の産業連関表分析による日本の経済発展に関する今後の代替成長戦略とその展望）をテーマに取り組んだ。1970年代初めの石油危機を乗り越えて将来も輸出主導型経済発展を押し進めるには、エネルギー

資源節約的で労働生産性が高く、技術研究開発集約型産業、即ち高い知識集約型で国際競争力の強い輸出志向産業へ産業転換を計る経済開発戦略でなければならぬとのかかなり斬新と思われる仮説に挑戦して、それを産業連関表に基づき数理的に証明することであった。50種類の産業別エネルギー集約度（Energy Intensity Coefficient）と技術知識集約度（Knowledge-Skill Labor Intensity Coefficient）を算出して、これからの日本の比較優位産業構造への移行を政策提言した。当時はまだパソコンの無い時代であり、卓上計算機を毎日廻して演習に奮闘し、自分の目標に向かって知的探究心を集中した。この経験がその後も何かにつけての探求心や根気にも繋がったのではないと振り返る。二年間の時を経て知り合った多くの仲間は、夫々の国造りを担う若き官僚たちであり、彼らとはいつの日か、国際協力の現場できっと再会する時が来るであろうと期待した。（インドネシアとタイでは80～90年初期の海外勤務時には彼らには大変世話になった。）

#### 4) 人と人の繋がりが紡ぐ国際協力の現場から

この70年代の10年間に開発協力スペシャリストとしての「現場能力」を養うために、私はチャンスを生かして色々な活動現場を踏み、経験を積んだ。

80年代には、日本は世界のトップドナーの地位になってODAを質量ともに飛躍させる時代であった。「Japan as Number One」として、世界から日本の経済力に見合ったリーディングドナーとしての援助理念、そのアプローチや援助案件の構想力が試される時が到来した。私がそれを実感したのはインドネシアとタイでの経験であった。この2つの国は歴代日本の最大ODA供与国である。私はインドネシアプロジェクト調整員（1981～84年）及びタイ開発協力専門家（ODA援助調整、1990～93年）として赴任した。

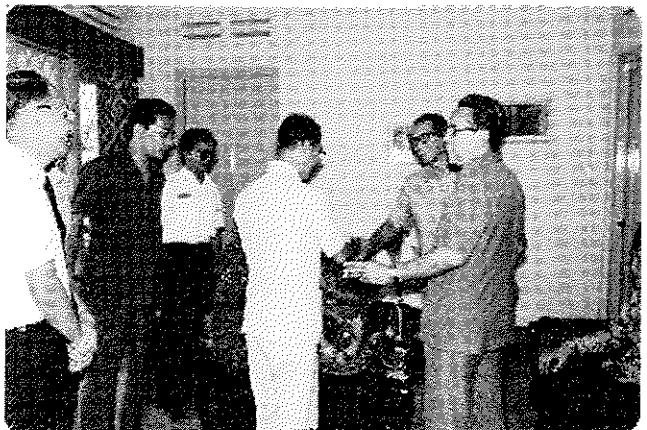
##### <1>インドネシアにおける米増産プロジェクト活動

インドネシアは日本の歴代最大の援助受け入れ国であり、民間投資先でもあった。70年代の2度の石油価格の上昇により、インドネシア政府は棚ぼた式の膨大な石油収入を稼いでいたが、1億5千万の急増する人口を養う主食コメの需要を充たすため、数百万トンのコメをタイ等の近隣諸国から輸入して、貴重な外貨を費やす状況が続いていた。自給可能にもかかわらず、農業開発の遅れが経済開発のアキレス腱になっており、コメ自給達成がこの国の悲願であり、重要な開発

目標であった。当時日本は、インドネシアの国家開発を支援するために、経済社会インフラ整備、中小企業育成、人口増大を抑えるための母子保健等の優先度の高い開発課題に対して、手厚い協力をしていた。

コメ増産プロジェクトは対インドネシアの最重点援助項目として、日本は全ての援助スキームを動員（円借款、無償資金協力、技術協力等）して、効果的に組み合わせて全方位に亘る経済協力を実施した。このような援助形態は「アンブレラ方式」と呼ばれて、規模も大きく、後にも先にもコメ増産プロジェクトしか前例がなく、チャレンジングな協力案件であった。インドネシアはジャワ島を始め大小2万余の島々から成り、人口稠密ではあるが、肥沃な土地があり、熱帯雨林気候で降雨量も十分でありながら、灌漑排水等インフラや農業技術者養成等の大きな課題もあり、目標年次内（81～85年）に米増産を達成するには、包括的な取り組みが必要であった。水管理と灌漑排水施設の整備、優良種子の配布、作物保護の強化、自然環境や土地改良のためのリモートセンシング技術の導入、収穫後処理方法の改善、農業中堅技術者や中核農家の育成（日本の篤農家がモデル）を、アンブレラの下に関連する分野の組織的な体制づくりと人づくりを推進することが重要な鍵であった。

一つ一つの分野が協力活動プロジェクトを成して、そこにはチームリーダー他分野別専門家が多数配置されており、名高い多数の専門家が農業省、公共事業省などの複数の部局の中核で活躍した。その中で農業省農業普及教育訓練庁に配属された私は中堅農業技術者訓練計画を担当して、全国の中堅農業技術者の訓練育成や地域の中核農家の育成を行うために、全国数カ所に活動拠点を設けて、中央と地域の拠点訓練センター



農業大臣 & 農業普及訓練庁長官の活動現場視察





農業普及訓練庁長官他と日本人専門家との懇親

間のコーディネーションを主たる仕事とした。色々な業務が含まれるが、最も重要な役割は日本側専門家チームと農業普及教育訓練庁長官をトップに各部局のカウンターパートとの意思疎通を円滑にして、チームワークを醸成し、信頼関係を構築することが第一であった。事業計画、予算の確保、チームリーダーと地域拠点センターに配置している専門家との円滑な意思疎通、On-Farm Trial（農家田圃での試作実演）や先進農家の育成等画期的な目に見える手法を導入して、彼らにやる気を起こさせることが効果的効率的な成果達成に直結した。

幾つかの問題点も指摘しておきたい。

- ①日本の農業専門家である彼らは、決してインドネシア農業の専門家ではなく、特に人材育成や技術普及指導にはその国の社会風土、文化価値観をよく理解し、時には現地語を理解することも必要となるが、これらを充たす専門家は非常に少なく、現場で努力するにしても理解するまでには時間がかかる。専門家の中には、長期のコミットメントは容易ではない。
- ②日本人専門家は熟練した現場経験を持ち、技術のことは良く知っているが、それを異文化の相手側に伝えるプレゼンテーションは不得意である。これを補完するための実物教育やモデルファームのデモンストレーション等模範事例を示すやり方等に特段の工夫が必要となる。
- ③インドネシア側のカウンターパートの職員及び幹部の大部分は政府から支給される月給だけでは家族を養えない。そのために優秀な職員ほど時間外のアルバイトをして補っていたので、日本人専門家との重要活動を計画内でこなしていくことがしばしば困難

となる。日本人専門家はカウンターパートを育て、彼らが技術やノウハウをトレーナーとして他を訓練していくためには、両方が密接に連携して課題に取り組むことが望ましいが、現実には中々できずに専門家の不満が続く。

アンブレラ方式プロジェクトを構成する技術分野の活動は大いに異なるものがあるが、基本的な根幹をなす活動は「人材育成」に尽きる。それぞれの部門での有能な責任あるリーダーを育て、彼らが組織全体を自らが開発し磨いた能力で運営し、管理技術やノウハウを発展させ、広く普及活用をすることである。コメ増産プロジェクトは1984年には天候にも恵まれて、目標生産量を収獲して、自給体制を実現させたことは、インドネシアの農業発展史に大きな足跡となった。

第二次協力として、1986～90年にはコメの安定生産や大豆、ジャガイモの多様化と生産増のため、対象州を8州から13州に拡大した。農業の機械化も推進した。その後第三次協力（95年～2000年）では、農民の生活向上に向けて農業生産性の向上、農産物の品質向上、農業普及システムの開発、農民組織活動の強化などを支援した。

1988年のタイドゥオーター会議（援助国、国際機関と途上国の経済協力のトップが集まり、開発援助課題を非公式に自由に意見交換する場を設けている。1968年にアメリカのワシントン郊外のタイドゥオーターインで初会合が開かれて、この名が付いた。）にJICA総裁が出席して、このインドネシア・アンブレラ方式によるコメ増産プロジェクトの事例を紹介して、高い評価を得た。成功要因は、何と云ってもインドネシア側の固い政治的意思（Political Will）にあったと云えよう。この成功によりインドネシア大統領は1987年にはコメ自給達成について国際連合食糧農業機関（FAO）から表彰を受けている。

<2>タイとの新しい時代のパートナーシップ構築への挑戦

(1) 1600年代からアユタヤ王朝時代の山田長政の活躍のゆかりの国タイとは最も長い歴史的な親日友好国であり、最近では貿易投資の面でも最大のパートナーである。日本の2国間ODAにおいても、タイは歴代最大の援助受け入れ国であると共に、他のアセアン諸国に先駆けて、新しい協力案件のモデル国として、模範生の地位を堅持している。タイ政府は他の被援助国に



世界文化遺産：アユタヤ王朝遺跡

は見られないしっかりとした受け入れ体制を整えており、他の欧米援助国とも競争させるほどの外交交渉力も逞しく、自立精神と自尊心を以て取り組む姿勢が評価されている。(タイは東南アジアの中で唯一植民地化された経験がないことも、そのことを語っている。) タイは80年代における急速な経済発展に伴い、日本との貿易投資不均衡問題を抱えて、低開発国から中進国を目指して更なる発展を遂げるには、幾つかの重大な制約課題に直面しており、日本の対タイ援助もそれらの課題を克服するための国際協力でなければならぬ。そのためには従来の援助方針の重大な転換期を迎えていた。そのような時期に、1990年から日本のODA援助調整アドバイザーとしてタイ政府の援助受け入れ機関の首相府経済技術協力局 (Department of Technical and Economic Cooperation “DTEC”, Prime Minister Office) に派遣された。その背景や経緯をここで若干説明したい。

## (2) 日本政府の国別援助計画に関する調査研究の始まり

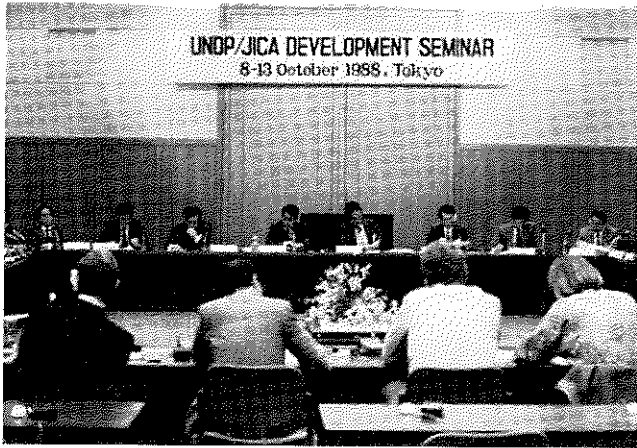
日本の黒字還流計画と相まってODA倍増計画が実行されて、リーディングドナーとして援助理念、基本方針、重点分野等の援助の基本的な考え方を他のドナーや援助受け入れ国に対しても示していくことが重要であるとの認識から、日本政府はJICAに対して日

本がトップドナーの地位にある10か国及び重要な開発課題(環境、貧困問題)を対象にして国別および課題別の援助研究を発足させた。そのために、1986年に必要な予算化を計り、主務官庁の外務省経済協力局(当時)の指導監督の下に、外部専門家とJICAスタッフから成るナショナルパネル&タスクフォースを設置して取り組むこととなった。国毎の専門家パネルを組織して、毎月一回の研究会を開催し、現地調査も踏まえてほぼ一年がかりで最終報告書を取り纏めた。報告書はマクロ経済、政治社会分析や国家開発計画、ニーズ分析、援助動向、重点基本指針、優先分野、課題や実施体制等から構成された。

JICA 総裁から日本政府に提出された最終報告書を参考にしながら、日本政府は援助重点対象国とは原則として毎年援助協議や援助政策対話を行い、協力事業や政策のレビューと新規援助案件を議論した。この援助政策協議の一連の過程で、この援助研究が重要な役割を担うこととなる。援助受け入れ国にとっては、この報告書にどんな内容の提言が含まれているかに重大な関心があり、注目された。

(3) 国別援助研究では、インドネシア(座長:市村真一京都大学教授)、タイ(鳥居泰彦慶応義塾大学経済学部長、後に塾長)、インド(中根千枝東京大学教授)、中国(大来佐武郎日本経済研究センター理事長)、アフリカ地域(服部正也元世界銀行副総裁)、フィリピン、パキスタン等、また課題分野では、環境(橋本道夫元環境庁環境局長)、貧困削減(緒方貞子上智大学外国語学部長、後にUNHCR 弁務官、JICA 理事長)などの様に夫々のパネル座長には日本の第一人者が就任されて、メンバーもそれに見合った著名な専門家で構成されたので、援助関係者には勿論のこと、マスコミにも注目されることとなった。

インドネシア、タイ、インド、アフリカ地域、環境等を私は担当して興味深い経験をしたが、それは研究会の成果がほぼ纏まる段階で座長他専門家が対象国を訪問して、政府高官や現地有識者と自由な非公式な意見交換をして、中身の共有を計ったので相手国からも歓迎された。タイは、従来から一番の友好国であったので、その援助研究成果が歓迎されると考えていたところ、全然違った。タイは元もと、日本側が単独で対タイ援助研究することに不満を持っていることが現地から報告されていたが、適切に理解をしていなかっ



1988年東京でのUNDP/JICA開発援助セミナー

た。それは当時、日・タイ間に大きな貿易不均衡があり、両国間の深刻な政治問題にもなっており、これを日本側だけで経済協力の在り方を研究すること自体容認できなかったことと考えられた。

国連機関の援助全体の調整役は国連開発計画（UNDP）が現在でも担当している。JICAの初めての試みである援助研究の成果を国連援助機関と共有するために、1988年にUNDPと東京で合同開発援助セミナーを開催した。広野良吉成蹊大学名誉教授（元UNDP政策局長）が議長役を務められて、それ以後UNDP他国際機関との繋がりが強化された。

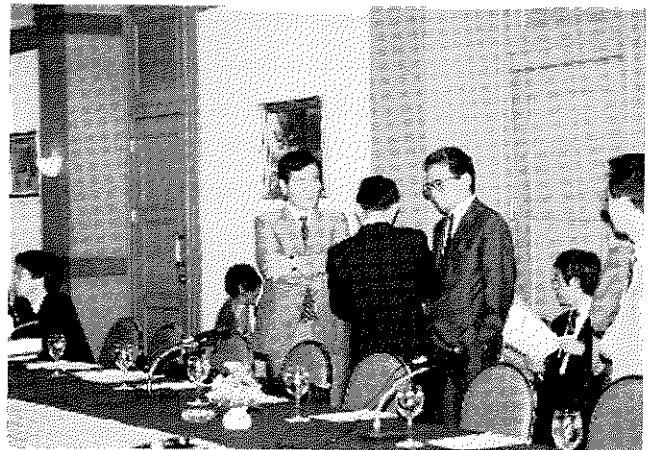
（4）タイ援助研究の成果を踏まえた事前の現地調査団を派遣する事がタイ側の事情もあって実現出来そうになかった。そのようにタイ側とは幸先の悪そうな予感のする中、1990年私はこのタイ援助研究報告書を片手にしてタイ首相府技術経済協力局（DTEC、後の国際開発協力庁；TICA）に援助調整アドバイザーとして赴任した。何か運命的な縁を感じ、緊張感をもってバンコク国際空港に降り立った。

80年代の日・タイの間の産業構造の違いに根ざす深刻な貿易不均衡摩擦を改善するには、タイの農水産品中心の輸出から、より高度な付加価値の高い製品目の産業構造を持つ中進国へ移行することが求められていた。そのための経済開発戦略を後押しすることが、日本のODAの基本方針であると、タイ側も概ね正しく理解していた。またタイ経済の発展と共にタイ通貨のパーツが周辺諸国に浸透して、パーツ経済圏を創りつつあり、インドシナ地域でのタイの存在感を高めるための支援をすることも、日本とタイとのパートナーシップ（この言葉を今でこそ一般に広く使われている

が、当時タイとの国際協力の新しい関係の構築するに当たり、公に初めて使用したような気がする。）の重要な役割であると認識した。

タイ産業構造の高度化を支援するための援助を如何に実施するかについては、下記のような重点項目や優先分野について先の研究会報告にもあったし、その後の両政府間の援助政策対話を通じて、中長期的な援助課題や取り組み方について相互理解があった。これらの課題を具体的な援助計画に反映させて、タイ政府の担当省から個々の案件毎に協力要請書を取り纏め、省毎に優先順位を付して、首相府DTECに提出される。国家経済社会開発計画を担当する同首相府・国家計画調整庁（NESDB）とDTECが協議して、最終決定する仕組みである。（正確には、円借款等の資金協力については、NESDBが中心となって財務省と協議して決定された。日本側も円借款を担当する海外経済協力基金（OECF）が窓口を務めた。DTECは専らJICAが主管する技術協力や無償資金協力である。）

タイ政府は、正式要請書を日本政府に提出する。途



日本・タイ年次協議会合（タイ首相府技術経済協力局長他）



日本側調査団との打ち合わせ

中段階では、何度も現地大使館や JICA 現地事務所とも密接に意見交換し、調整することも大事である。これらのプロセス（タイ政府関係官庁と首相府内の調整、大使館と JICA 事務所との調整、援助重点分野の関係省庁には日本人専門家が配置されていることが多いので、彼らの考えを反映させることも重要であり、彼らとの密接な情報交換は不可欠である。）に援助調整アドバイザー業務は陰に陽に関わることとなる。日本政府が JICA のコメントを聞いて案件採択に至るまでには、これらの全プロセスにおける調整や根回しも大事な役割を果たすことになることは言うまでもない。

日本以外に、ドイツおよびカナダの援助機関のアドバイザーが常駐していた。

(5) 日本のタイ援助の基本方針と重点案件について概説する。

1) 新しい産業構造転換に向けたニーズに対応する高度社会経済インフラ整備、特に高速道路、地方道のネットワーク、電気通信整備等を支援する。

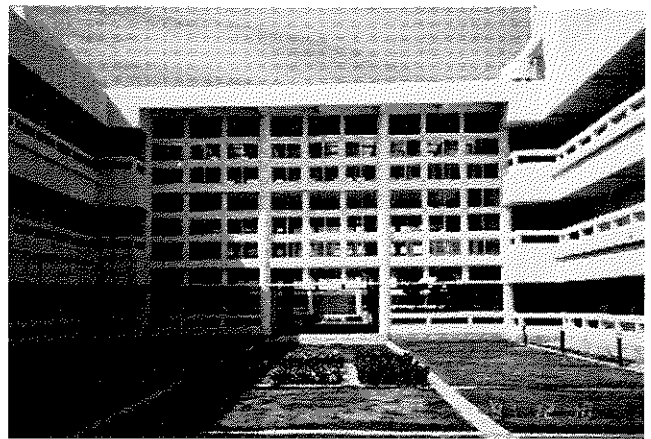
①バンコク首都圏の交通渋滞を解消するための環状高速道路網建設（新公共交通網としてモノレールや地下鉄建設等の議論が始まったが、前者は民間投資で、後者は日本の円借款で 2000 年に完成した。）

②地域開発を促進するための道路網の整備（レムチャバン・マグタプット東部臨海工業地帯は急ピッチで建設中であったが、これを先行事例としてメコン河を渡り、ベトナムのフェーまでの輸送回廊「コリドー建設」に繋ぐ）と中部地域工業地帯構想の開発調査を開始した。

③電気通信分野の高等教育については、キングモンクット王工業大学プロジェクトが進行していたので、人材面ではすでに整っていた。（90年代には、タクシン元首相を総帥とする新興資本の通信会社が急速に発展したことは良く知られている。）

④バンコク国際空港がハブ空港として飽和状態になりつつあったので、第2のスワンナプールの国際空港の建設計画が日本の円借款を目標に調査が進められていた。21世紀初めには完成し、マレーシアやシンガポールの最新国際空港と共にアジアのハブとして目覚ましい発展に貢献している。

2) 産業構造の高度化を推進するため、技術者教育や職業訓練を強化して、工業分野の人材育成を支援する。



タイ環境研究研修センター建物風景（中庭からの眺め）

①産業界が求める技術者教育を推進するために、日本の高専にあたる既存のパトムワン高等工業専門学校の拡充計画（新たにロボット工学、CAM/CASSのコンピューター制御システム等のカリキュラムの導入）と全国の労働省下の職訓校を見直し、拡充計画を推進した。

②社会文化系のタマサート大学に工学部を新設することとなった。当初は、日本の経団連とタイ産業連盟が協力して資金を集めて大学を設立する話が持ち上がったが、実現困難となり、JICA 案件として協力することに決まった。今は故人の西野文雄アジア工科大学副学長（AIT、アジアの MIT と呼ばれる工学系大学院大学で、当時 JICA 専門家として 10 名以上の教員が派遣された。）を岡長とする調査が 2 年に渡り行われて、詳細な計画の下に 1994 年から 2002 年に亘り工学部を新設し、タイにおける工学系技術者教育を拡充することとなった。西野教授は AIT 退任後東大工学部教授としてこのタマサート大学工学部の育成に生涯を賭けられたが、見事に今では現シリントーン王女名を冠した国際工学部に発展して、上木、産業工学、機械、情報、環境など 10 学科 1000 名を擁する規模に発展している。AIT と同工学部は、バンコク郊外のタマサート大学が所有するゴルフ場と隣接した広大な緑豊かな敷地内にある。

③タイの急速な都市化と工業化により、産業公害や環境破壊が深刻になり、これに対処するための制度作りと人材育成のため、環境協力がスタートした。タイ環境省と協力して、タイ環境研究研修センターを 1990 年に設立し、アジアの環境センターの第一号としてその後続くインドネシア、フィリピン環境センター案件のモデルとなった。日本の環境庁や地

方自治体から派遣された専門家チームが、タイ側職員との異文化や価値観の違いから、日夜相互理解に力を入れていたことが印象深い。

3) 首都圏と地方との所得格差を是正するために、東北タイ等を重視する

タイの一人当たり GNP は平均 1420 ドル (1992 年度) であり、首都圏では 3500 ドルを超える勢いであったが、東北タイでは 500 ドル以下の貧しさで、多くの若者がバンコクに出稼ぎに出掛けていた。エイズ問題では、ここの女性出身者が多く、深刻であった。

①東北タイは石灰岩の土壌で、水質も悪く、貧困からの森林伐採から環境問題に悩まされていた。地域の開発拠点であるコンケン大学や地域農政局と協力して、東北タイ農業開発プロジェクトを米国 UDAID と連携して実施した。83 年にスタートして、93 年までの 10 年間に痩せた土壌、灌漑施設の不足する環境での持続的農業の確立、手法の開発など困難な課題への挑戦であった。タイ側政府要人を度々現地案内して、協力活動の現場の実情を理解してもらうように努めた。

②森林伐採後の植林活動も、塩害対策も、中・長期的な視点での取り組みが大事であることも実感した。

③もう一つの重要な地域振興に絡んで注目されていたところには、ミャンマー、ラオス、中国等の国境に接するゴールデントライアングルと呼ばれて少数民族問題も抱える地域開発である。地域の拠点チェンマイ大学と協力して、高地栽培の換金作物ケシは麻薬の原料となるが、これを他のソバや大豆等へ転換するための高地畑作農業開発センター建設計画が要請された。この時期のタイは、すでに日本の無償資金協力対象国の資格条件 (92 年度一人当たり 1195 ドルの処、タイは 1420 ドル) ぎりぎりであったが、これを最終案件として取り上げて、タイはこの協力形態から卒業することとなった。

4) エイズ問題が 80 年代半ばから社会問題としてタイ社会を襲った。ミッチャイ保健大臣は、エイズ問題には国を挙げて迅速に対応しなければタイは滅亡するかもしれないとの危機感を持って、大キャンペーンを開始した。また、外国からの支援も求めた。日本は、すでに保健衛生分野で人材育成に多大な貢献をした。

① 82 年のマヒドン大学を中心とするプライマリヘル

スケア強化プロジェクト、

②保健省下の国立公衆衛生研究所 (NIH) の設立、地域医療強化、

③マハラート総合病院の機能強化に協力した。

同大臣は市民へのエイズ対策を推進するためにコンドームの増産を始め、手短な広報パンフを作成することや放送ビデオ作成のためにすぐに使える数百万円の予算を支援してほしいとの要請を受けたが、日本政府も JICA も直ぐ使える予算の捻出が難しかった。今では NGO や草の根活動支援のための木目の細かな小回りの利く支援予算が用意されているが、当時は数億円のプロジェクトは協力できても、草の根的な協力形態がまだ未整備であったことが悔やまれた。しかし、

④日本はマハラート病院のような地域中核病院の整備、エイズ患者のための社会復帰訓練センターの建設等に時間がかかったが、タイがエイズ病を克服するための支援を長期的に行い、今では災い転じて福となすのとおり、タイのエイズ専門家は経験を積んで、アフリカを始めグローバルに活躍するエイズ人材が増えて、頼もしい。

5) タイ国の第三国協力のためにパートナーシップを促進する。

タイ人は誇り高い国民である。経済力を高めながら、周辺諸国のラオス、ミャンマー、カンボジアへの経済協力、特に技術協力である人材育成を積極的に始めた。日本が協力した色々な高等教育機関や研究研修センター

## R・E・P・O・R・T



元国際協力 (TICA) 所長  
アキノブ・パタライヤン

1950年、タイ王国の首都バンコクに生まれる。1975年に東京大学経済学部に入学。同年、TICA(前身は国際協力 (DFIC)) に入局。対外協力部長、TICA副所長などを歴任。2008年、元国際協力 (TICA) 所長として引退した。

## 援助国タイが見る 新たな世界

日本のアセット活用したアフリカ支援にも、

国民1人あたりGDPが4,000ドルを超え、今年2011年に中進国入りしたタイ。1993年に日本の無償資金協力事業の対象から卒業した同国技術協力からの卒業も徐々に見え始め、名実共に援助国としてメコンの支援に力を注いでおり、今後、アフリカ支援にも乗り出そうとしている中、TICA局長として長年、日本の対タイ支援の窓口を務めたアキノブ・パタライヤン氏が9月、引退した。タイにおけるJICAの活動する側面に多大な貢献をした長年の功績が称えられ、JICA理事長賞を受賞した同氏に、日本の対タイ支援のこれまでも振り返ってもらうとともに、中々のタイの今後の展望や日本への期待について聞いた。(本誌編集部)

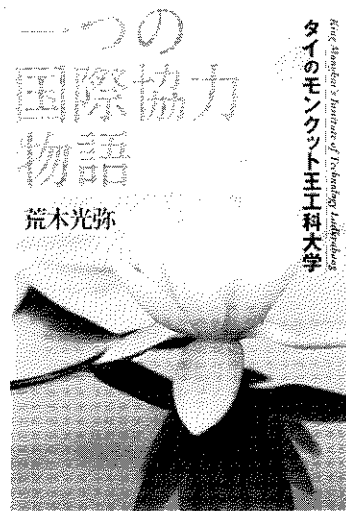
2011年11月号国際開発ジャーナルにて、アキノブ・パタライヤン氏退官インタビュー記事

を拠点にして、タイと日本との費用分担により、第三国から研修員を招聘して行う「第三国研修」を推進した。日本で実施するよりコストも低く、適正技術による研修内容のため、研修効果も高いと考えられた。

タイ ODA 予算を確保して、色々な機関と協力し、独自に 22 研修コースを開設して、積極的にタイ国際協力を推進し、外交力強化をスタートさせた。その時の DTEC 初代担当対外経済協力部長がアピナン・パタライヤナン氏であった。タイの国力の発展と共に、21 世紀に入って首相府下に在った DTEC が改組されて、外務省に移管され、タイ国際開発協力庁 (TICA) の創設に発展した。彼は DTEC/TICA を通じて 2009 年にプロパー職員としてトップに就任し、2011 年 9 月に退職するまでライフワークとして、タイの国際協力の発展に関わった逸材であった。退職時には長年の JICA との友好関係の促進に尽力したことで、緒方貞子理事長から理事長賞が授与されたことは、大変名誉なことであるとタイの国際協力を早くから関わった者の一人として、私は心から喜んでいる。

1990 年に赴任した時における日本政府のタイ国への二国間援助 (円借款, グラント, 技術協力) は米国, ドイツ, オーストラリア等からの援助総額の 74% を占めており (486 百万ドル / 675 百万ドル), 日本の対タイ援助において如何に存在感が大きいかが想像できるであろう。日本はタイの産業構造の多角化や高度化に対し, 90 年代を通じて最大のドナーとして, また経済発展に伴いインドシナ地域を始め国際社会において, 国際協力活動の地位向上に努めた。21 世紀には, タイが援助受け入れ国から卒業しつつ, 援助する側に大きく方向転換する中で, 日本とタイとのパートナーシップが, より大きな意義を持つようになって, 現在はタイを始めメンコン河流域全体の総合開発とインドシナ地域経済発展の安定に向けて, より緊密な協力関係の発展に貢献している。

日本からのタイの国造り・人造り協力の金字塔と云われる「キングモンクット王工科大学」創設に向けた 40 年に亘る協力の歴史がある。1960 年に一地方にノンタブリ電気通信訓練センターを設立して, 技術協力を開始した。4 年後には, 3 年制のノンタブリ電気通信専門学校に発展した。10 年後の 1971 年には, キングモンクット王工科大学が誕生することになる。日本の無償資金協力による新キャンパスのラカバンでの施設建設と拡充が実施され, 1976 年 6 月にはプーミポン



2012 年 4 月発行された KMITL 発展史  
「一つの国際協力物語」開発ジャーナル発行

国王および王妃陛下を迎えて「キングモンクット王工科大学ラカバン校」(KMITL) の正式披露が行われた。

私が駐在した時期には, 第三次 KMITL 拡充のための技術協力 (1988 ~ 93 年) が実施中であった。電気通信分野の人材育成は最重点協力の一つであり, 東海大学が中心となって 5 名の長期派遣専門家が電気通信, データ通信, 機械工学分野の教育と研究活動の強化に取り組んでいた。その後も数次に亘る技術協力と無償資金協力が継続実施されて, 2002 年同大学はタイ最大の工学系大学として発展した。現在, 日本は同大学と協力して, ラオス国立大学へ技術協力を実施する等, 第三国協力のモデルと評価されている。

最後にもう一つ付け加えたい。日本はタイの地域格差を是正するため, 地域振興のためのインフラ整備や農業開発等にも色々な協力をした。中でも, 日本の大分県が発祥地である「一村一品運動」活動を 90 年代にタイでも行い, その目覚ましい発展の成果が世界からも注目されるようになった。その急速な村ごとの商品開発には, 日本が 80 年代を通じて技術協力したカセサート大学 (農業・バイオ技術分野でタイの最高学府に発展した。) が大きな役割を果たしている。農家個人では解決出来ない色々な技術的課題に直面すると, 同大学が新商品の開発, 品質改善, デザインやパッケージ等の研究開発や技術指導を行う等の強力な支援システムが既に機能していた。タイ伝統文化とモダンな感覚を取り入れた, 多様な品々がタイ国際空港の特別陳列室いっぱいにならされており, 圧倒されたことを思い出す。タイの一村一品運動の成功経験をアフリカ発展に向けてアジア & アフリカ協力の新しいモデルと

して日本とタイが協力する動きもすでに始まっている。

アジア&アフリカ協力を推進することも目的の一つとして、アフリカの貧困削減のための人造り拠点として東アフリカ三カ国（ケニア，タンザニア，ウガンダ）を対象にして地域国際機関 African Institute of Capacity Development（AICAD）が日本の協力により2000年ケニア国ナイロビに設立された。私は2004～06年まで2年間この機関に首席顧問として派遣され、2005年にアジア・アフリカ協力の活動の一環として、関係省庁の次官レベルの高官を案内して、タイを訪ねた。この時に、バンコク郊外の一村一品運動を視察し

てアフリカと類似の農産品を加工し、付加価値の高い商品を市場に出している姿を観察して、感銘を受けた。この折にもタイ国際開発協力庁の次長の要職にあったアピナン氏を表敬訪問して、タイがアフリカへの国際協力に取り組むこれからの展望について意見交換した。彼が2011年9月に退官する時に受けたインタビュー記事の中で、タイが今後アフリカ支援にも力を入れていく時には、AICADと協力してタイが培ってきた南・南協力（開発途上間の国際協力）の経験を生かして、アフリカの人材育成に貢献出来れば素晴らしい、と述べていることを知って感動を覚えた。（未完）

## RR 間隔変動の高周波成分と呼吸性洞性不整脈

白水重憲

**要旨** 我々の M-BIT によるライフモニタリングも世界規模になってきた。本報では、重要パラメータの一つである副交感神経活動の指標、つまり、RR 間隔変動の高周波成分の基本的な考え方を説明し、研究の歴史を振り返り、世界中での報告例を紹介する。

**キーワード**: 心拍変動, 呼吸性洞性不整脈, 周波数解析, 人種, 生活環境

### 1. 基本的な考え方

Electrocardiography (ECG) の測定結果から求めた連続する R 波間の間隔 (RR 間隔) を抽出し、その変動を周波数解析する事は今や世界中で幅広く行われている<sup>1-3)</sup>。本節では、その背景に存在するメカニズムに関して説明する。

心臓の中に周期的に自発的に電氣的興奮を繰り返す洞結節というものがあり、ここで発生した電氣的興奮が、心臓の内部を伝達して、心臓の外側の筋肉全体に伝わると、心臓が収縮する。収縮後、心臓全体で電氣的興奮は無くなり、次の洞結節の自発的電氣的興奮に対応できる状態になる。このプロセスの繰り返しで、心臓は収縮を続けている。

心臓付近の胸部の皮膚に 2 つの電極を貼り付け、その間の電位差の変化の高精度な測定を行うと、この心臓の中での電氣的興奮の発生と伝達を検出する事ができる。これが ECG である。ECG は電氣的興奮が心臓の外側筋肉全体に伝わった瞬間に最大になり、ピークを示す。このピークが「R 波」と呼ばれている。心臓が 1 分間に何回収縮するかを数えたものが心拍数であるが、ECG データからは R 波の個数を数える事で心拍数を求める事ができる。

さて、心臓の収縮のタイミングは一定していない、つまり、RR 間隔が変動している事は良く知られている。ところが、心臓を支配している自律神経系、心臓交感神経と心臓迷走神経の影響を完全に遮断すると、洞結節の自発的興奮のタイミングは、メトロノームのように一定になってしまう事が確認されている。この時の心拍数を「内因性心拍数」と呼ぶが、この値は通常的心拍数より大きな値である。

心拍数を増加させる方向に働く心臓交感神経と、心拍数を減少させる方向に働く心臓迷走神経が拮抗的に作用している為に、RR 間隔は変動する訳である。従って、RR 間隔のデータは、自律神経活動の情報を含んでいる。

RR 間隔のデータを周波数解析する事が多いのは、“交感神経による心拍数調節は 0.15 Hz 以上の心拍変動を伝達しえないが、心臓迷走神経活動による調節は 1 Hz 前後まで伝達する。”という事実と、2 つの自律神経の対応可能周波数レンジの相違に基づく。一般に、RR 間隔データを周波数解析して、スペクトル或いはパワースペクトルを求め、0.15 Hz を境として 0.15 Hz から 0.40 Hz を高周波 (HF) 領域、0.04 Hz から 0.15 Hz を低周波 (LF) 領域とし、HF 領域の成分 (HF 成分) と LF 領域の成分 (LF 成分) を求める。

こうして求めた HF 成分は、心臓迷走神経活動のみを反映する。このような心臓迷走神経活動に起因する RR 間隔の変動は、呼吸性洞性不整脈 (Respiratory



Sinus Arrhythmia, RSA) と呼ばれている。心臓迷走神経の出力ニューロンの活動は、呼吸中枢からの干渉により、吸気時に抑制され、呼気時に刺激される。また、このニューロンは圧受容体や化学受容体反射中枢と上位中枢からの入力によって刺激されるが、この入力が肺の伸展受容体からの入力によって吸気時には遮断される。このように、心臓迷走神経活動は吸気時にほぼ消失し、呼気時にのみ現れ、従って、RR 間隔は呼気時に延長し、吸気時に短縮する。この結果、HF 成分の振幅は呼気時と吸気時の心臓迷走神経活動レベルの差を反映し、吸気時のレベルが 0 であるならば、呼気時のレベルそのものと比例する<sup>1)</sup>。従って、HF 成分の周波数は「呼吸の周波数」であり、その値は心臓迷走神経活動（副交感神経活動）の指標となる<sup>1)</sup>。

## 2. 心臓に対する交感神経の影響を遮断しての確認

安静時の被験者に交感神経を遮断する薬品であるプロパノロールを静脈投与すると、LF 成分のピークは僅かに減少するか不変であり、HF 成分のピークは減少しない。一方、心臓迷走神経活動を遮断するアトロピンを投与すると、LF 成分と HF 成分の両者が消失する<sup>4)</sup>。これらの事から、安静時は両成分とも心臓迷走神経活動を反映する事が判る。また、立位への姿勢変換により LF 成分のピークは増加するが<sup>5)</sup>、この増加はプロパノロールで抑制される<sup>4)</sup>。従って、この増加は交感神経活動を反映している事が判る。つまり、「HF 成分」は心臓迷走神経活動を、また「LF 成分」は心臓迷走神経活動と交感神経活動の両者を反映するものであることが確認できる<sup>1,4,5)</sup>。

早野らは、健常男子 15 名を被験者として、プロパノロールの静脈投与により心臓交感神経を遮断した後、アトロピンを徐々に静脈投与して、平均 RR 間隔を短縮してプラトーに到達させ、心臓迷走神経活動の定量的指標である迷走神経性心臓調節量 (VCC) であるところの短縮幅を求め、この VCC とアトロピン投与前に測定した ECG データ (5 分間、呼吸調節、周波数 0.25 Hz) より求めた HF 成分の平均振幅との間には良い線形関係 ( $r=0.91$ ) が存在する事を示した。つまり、「HF 成分の平均振幅」、或いは「スペクトル上の面積」により、心臓迷走神経活動の定量的評価が可能である事が示されたことになる。なお、RR 間隔の変動であるので、「スペクトル」や「平均振幅」の単位は msec で、「パワースペクトル」の場合は msec<sup>2</sup> とな

る<sup>1,4)</sup>。

## 3. 初期の洞性呼吸性不整脈 (RSA) 研究

安静状態で吸気時に RR 間隔が減少し、呼気時に RR 間隔が増加するという現象は、19 世紀の中ごろから着目されてきた<sup>6,7)</sup>。Hellman ら (1976) は、安静座位で測定した RSA の振幅が年齢と共に減少する傾向がある事を報告している<sup>8)</sup>。Hirsch ら (1981) は、安静座位の被験者の瞬時心拍数、自然換気量、空気流量の測定を行い、これらが同じ周波数で変化する事、息を止めると心拍数の変化が顕著に減少する事、呼吸周波数がある値以上になると RSA の振幅が減少する事等を報告している<sup>6)</sup>。Hrushesky ら (1984) は RSA が年齢と共に消失する事等から、心肺機能の年齢の尺度としての可能性を提唱している<sup>9)</sup>。RSA の年齢による変化を議論した報告では、呼吸時相と同期した正弦波状の心拍数変化データ群が示され、呼吸との関係と年齢と共に RSA の振幅が減少していく様子が浮き彫りにされている<sup>9,10)</sup>。

Pomeranz ら (1987) は仰臥位と立位の心拍数変動の周波数スペクトルを示し、座位から立位への姿勢変換により LF 成分のピークが顕著に増加する事を示した<sup>5)</sup>。なお、スペクトル解析にはハードウェアのスペクトル解析器 (Hewlett-Packard 582A) が使用されていた。

Shannon ら (1987) は、これと同様の方法を使用して、スペクトルから求めた RSA パワーの年齢依存性のグラフを示した。調査は、米国マサチューセッツ州ボストンで 9 歳から 62 歳までの健康な男性被験者 33 名を対象に行われた<sup>11)</sup>。仰臥位及び立位で、メトロノームを使用して、0.25 Hz で呼吸を行わせ、256 秒分のデータについて瞬時心拍数の変動の周波数解析<sup>5,11)</sup>を行っている。0.25 Hz に呼吸周波数を調節するのは、呼吸周波数の変化の影響を避ける為である。

RSA パワーは 10~15 歳の子どもで大きな値を示し、その後、年齢の増加と共に急速に減少する。30 歳を過ぎると減少は小さくなる<sup>11)</sup>。ここで示されたグラフは、我々が関心を持っている RSA 或いは HF 成分のパワーの年齢依存性の最初の報告例である。残念ながら縦軸の単位が示されていない為に、その後の報告値との比較ができない。

なお、これらの研究では心拍数の変動の周波数解析が行われている。

#### 4. 世界のHF成分の報告値とその比較1 (覚醒時の短時間の測定)

この後の研究では、「RSA」ではなく、「HF成分のパワー」(HFパワー)という表現になっている。現在では、RR間隔を求め、それを等間隔時系列に変換して、周波数解析を行うのが通常である。しかしながら、前節で紹介したように心拍数の周波数解析を行っている報告も多数存在する。この場合、心拍数の変動幅が同じでも、心拍数の値が異なるとRRの変動幅は異なるので、比較する際は注意が必要である。RR間隔時系列を解析する場合も、以前は、等間隔時系列に変換せずに周波数解析の手順を準用するという事も行われていた。この場合、周波数軸の単位は、HzではなくHz equivalent (相当)というものになる。このような注意点と限界に着目しつつ、HFパワーの世界の報告値を概観し、比較して行く。

1991年に、ソビエト連邦のキエフ(現ウクライナ)で行われた、HF成分のより幅広い年齢依存性を確認する為の生後3か月から89歳までの健康な被験者354名を対象にした調査が報告された<sup>12)</sup>。この調査では、より多くの高齢の被験者を測定する事に重点が置かれ、また、食事と測定の時間帯が標準化された。測定は仰臥位で行われ、安定した256秒の心電から抽出されたRR間隔がそのまま周波数解析された<sup>13)</sup>。従って、スペクトルの周波数軸の単位はHz相当になる

が、HF成分の値を議論するには問題がない。年代毎のHF成分の平均振幅の他に、平均心拍数が報告されているので、RR間隔を解析したHFパワー(RRタイプ)の平均値の他に、心拍数(HRタイプ)を解析した方のものも換算して得ることができる。HRタイプしか得られない場合に備えて、両方のタイプのものを求めて、年代の平均値を年齢として、図1(ウクライナ)、図2(ウクライナ)(HRタイプ)の2つの年齢依存性のグラフを画いた。

図1のウクライナの例が示すように、17歳付近で最高値941 msec<sup>2</sup>を示し、それ以上30歳程度までは年齢の増加とともに大きく減少する。30歳付近で減少の度合いが緩やかになり、55歳で100 msec<sup>2</sup>以下となり、65歳で50 msec<sup>2</sup>程度になる。それ以上の年齢では変化はみられない。図2のウクライナは平均心拍数を使用して換算したHRタイプのものである。

1992年には、西ドイツのデュッセルドルフで行われた、正常な範囲を求める為の15歳から67歳までの健康な男女120名に関する調査結果が報告された<sup>14)</sup>。仰臥位と立位で5分間の測定が行われ、288秒間の瞬時心拍数の解析<sup>15)</sup>が行われた。グラフを読み取り求めた個々のHRタイプの測定値を図2(ドイツ)に示した。仰臥位のデータである。これらの平均心拍数の値は判らないので、RRタイプは求める事ができない。この調査の個々の測定値の分布の特徴は、図2に示さ

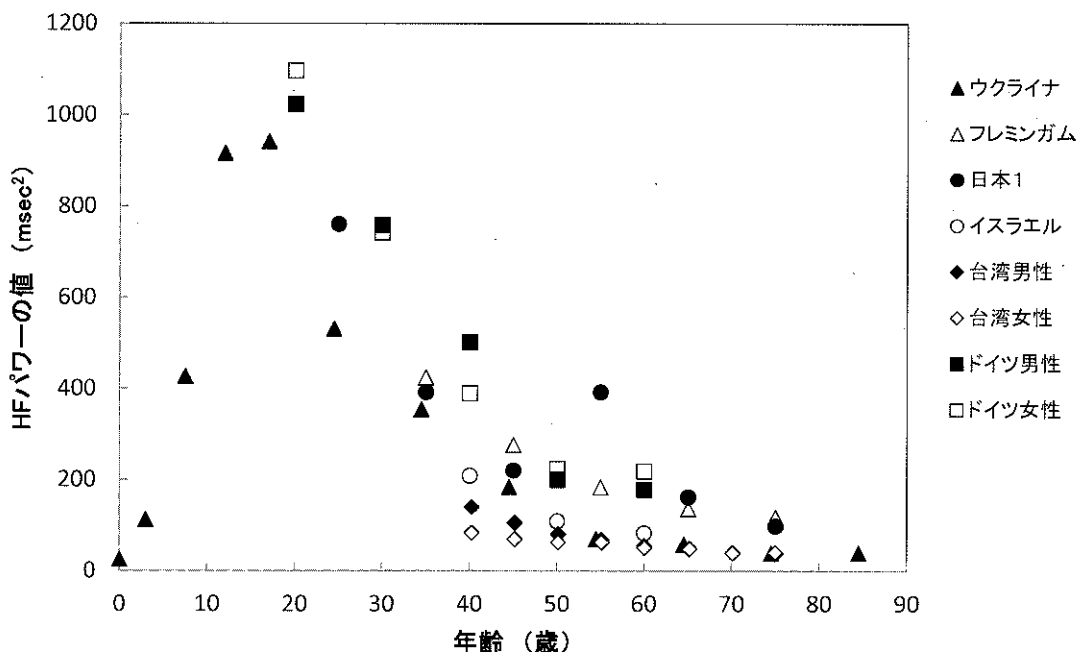


図1 HFパワーの値の年齢依存性比較(覚醒時の短時間の測定:msec<sup>2</sup>を単位とした報告から)比較の基準としてウクライナの年齢依存性をmsec<sup>2</sup>から換算して示している。

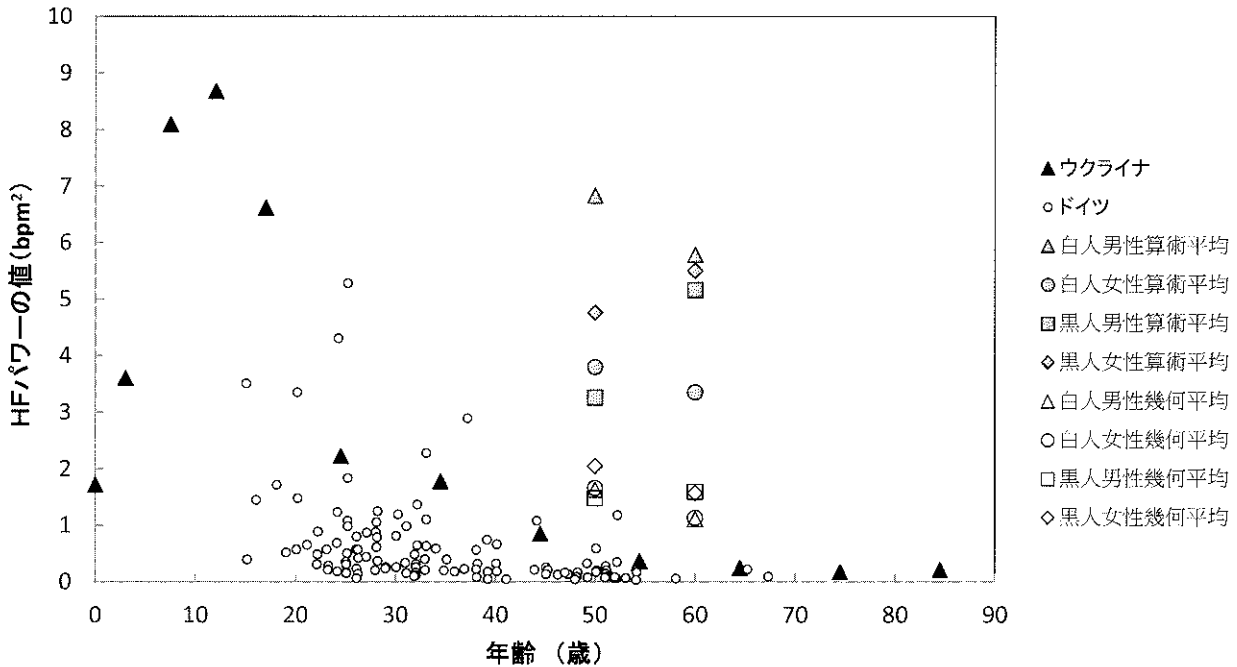


図2 HFパワーの値の年齢依存性比較(覚醒時の短時間の測定: bpm<sup>2</sup>を単位とした報告から)

れる様に、分布が偏っており、かつ、小さな値が多い事である。ウクライナの平均値並みのレベルのものもあるが、小さい値のものが圧倒的に多い。

1995年には、米国国立心臓・肺・血液研究所が地域社会におけるアテロマ性動脈硬化症のリスク(ARIC)の調査の一環として行われた調査の結果が報告された。ミネソタ州ミネアポリス郊外、メリーランド州ワシントン郡、ノースカロライナ州フォルシス郡から人種を問わず選択し、ミズーリ州ジャクソンからは黒人居住者のみを選択した45歳から64歳の健常者計1,984名を対象に、仰臥位で2分間の心電測定が行われた。心拍数変化が解析され、HF・LFパワーが、45歳から54歳と、55歳から64歳の2つの年齢グループ、白人・黒人の区別及び性別で8つのグループに分割して統計解析された<sup>16)</sup>。ドイツでの報告と同様に、分布は偏りが大きく、分布の中で小さ目の値の数が多く、大き目の値も存在するが数は少ない。従って、この報告では、各グループのHRタイプの算術平均とは別に幾何平均の値も示されている<sup>16)</sup>。平均年齢を50及び60歳として、白人男性、白人女性、黒人男性、黒人女性の算術平均と幾何平均を図2(白人男性算術、白人女性算術、黒人男性算術、黒人女性算術、白人男性幾何、白人女性幾何、黒人男性幾何、黒人女性幾何)に示す。幾何平均の方は、ウクライナのものより少し大きいレベルであるが、算術平均ははるかに大きなレベルである。ドイツの場合と同様にこの米国

における調査結果の分布は小さい方に大きく偏っており、データの大半は、ウクライナの平均と同レベルであるが、中には大きなものが存在する。

1996年には、米国マサチューセッツ州フレミングムで行われていた心臓調査の一環としての結果が報告された。21歳から93歳までの健康な住民2,722名の2時間の心電測定が行われ、RR間隔をFFT解析して、HF・LFパワーの年齢・性別・その他の生活習慣による相違が検討されている。性別を区別せず、10歳幅の年齢集団での平均値が報告されている<sup>17)</sup>。図1(フレミングム)にRRタイプの値を示す。40歳以下の424 msec<sup>2</sup>から75歳以上の117 msec<sup>2</sup>まで単調に減少している。なお、この報告では分布の偏りに関しては報告されていない。

同じ1996年には、日本人の20代から70代までの健康な被験者106名の年代毎のRR間隔、HF成分の振幅の平均値等が報告されている<sup>1)</sup>。ここでは、男女の区別はされていない。この測定ではメトロノームを使用して、被験者の呼吸周波数を0.25 Hzに調節している。また、詳細は不明である。仰臥位のRRタイプを図1(日本1)に示す。55歳を除いて、ウクライナやフレミングムのものと良く一致している。

1998年には、イスラエルで行われた35歳から65歳の健康な男女の被験者294名の5分間の測定結果が報告された。被験者は仰臥位で通常の呼吸をするように指示された<sup>17)</sup>。図1(イスラエル)に、RRタイプの年

代毎に求められた平均値を平均年齢の位置に示す。ここでは男女の区別はされていない。やはり、ウクライナの値と良く一致している。RR タイプの値の分布に大きな偏りは無いと見えて、平均値と一緒に示されている中央値の間にも大きな相違がない。

1999年には、台湾で行われた40歳から79歳までの健康な男性472名、女性598名に関する調査が報告された。静かに横になり普通の呼吸をしている状態での5分間の測定によるRRタイプの平均値の年齢依存性を図1(台湾男性, 台湾女性)に示している<sup>19)</sup>。他の値と比較して、全体的に小さな値を示している。この報告は、全測定RRタイプの分布を報告しているが、最大値が500 msec<sup>2</sup>で、300 msec<sup>2</sup>から500 msec<sup>2</sup>の間には少数の測定値が分布し、0 msec<sup>2</sup>~150 msec<sup>2</sup>の間に半数以上の値が分布している。

2001年には、ドイツで健康な男性173名、女性183名を対象として、静かに横になった状態で5分間の心電測定を行った結果が報告された<sup>20)</sup>。RRタイプの値の分布には偏りが大きかった様である。年代別の平均値を図1(ドイツ男性, ドイツ女性)に示す。大体において、これまでの報告値より少し大きめの値を示している。

以上、覚醒時に横になった姿勢(多くは更に仰臥位)での短時間の測定により求められたHFパワーの値のレベルと分布をまとめると、次のことが言えるようである。

- 1) 平均値は、20歳付近で最大であり、40歳程度までは年齢の増加と共に急速に減少し、それ以上では緩やかに増加する。報告されている結果は概ね一致する。
- 2) それぞれの報告でのHFパワーの値の分布は、小さい方に大部分の値が集中し、少数の大きな値が存在するという大きく偏った分布が多い。(この為、算術平均と幾何平均を示す、あるいは対数をとって解析する等が行われる場合もある。)
- 3) 最初のドイツでの報告、台湾での報告のように、全般的に値が小さい場合もある。
- 4) ARIC調査の様に、かなり大きな値が存在する場合もある。(被験者数が2000名程度と多い為かも知れないが、同様に被験者数が大きなフレミング調査では報告されていない。)

## 5. 世界のHF成分の報告値とその比較2(ホルター心電計による24時間測定)

HFパワーは副交感神経活動の指標であるから、1日の中でも大きく変化する。5分間程度の短時間の測定では、1日の中のある瞬間の値を求めているに過ぎないことになる。しかも、病院や研究施設に呼び出されての測定の場合が多く、白衣高血圧と同様に緊張している、つまり、副交感神経活動が低下している状態での測定をしている可能性がある。被験者の自由な生活の中での測定の方が望ましい訳である。

1995年には、ホルター心電計による24時間の測定結果が報告されている。米国ニューヨーク州ニューヨークとミズーリ州セントルイスから集められた40歳から69歳の被験者274名を対象としている。RRタイプの値の分布は大きく偏っている。分布は100 msec<sup>2</sup>~200 msec<sup>2</sup>が最大であり、この範囲の値を100とすると0 msec<sup>2</sup>~100 msec<sup>2</sup>が約80であり、大きい方は200 msec<sup>2</sup>~300 msec<sup>2</sup>が約40、300 msec<sup>2</sup>~400 msec<sup>2</sup>が約20と大きくなるにつれて急速に減少し、700 msec<sup>2</sup>~1100 msec<sup>2</sup>は分布が無いが、1200 msec<sup>2</sup>~1800 msec<sup>2</sup>には少数が分布する場合があります、1800 msec<sup>2</sup>~2300 msec<sup>2</sup>には分布がなく、2300 msec<sup>2</sup>~2400 msec<sup>2</sup>にまで少数が分布する。平均値は229 msec<sup>2</sup>となる<sup>21)</sup>。

図3に、図1の短時間測定のRRタイプの年齢依存性から、最初に議論し比較の対象としているウクライナの値と最上限の2回日のドイツでの値を図3(ウクライナ, ドイツ男性, ドイツ女性)に再度示し、この調査の平均値229 msec<sup>2</sup>を被験者の年齢範囲の中央の55歳の位置に示す。ウクライナの値の年齢依存性の150 msec<sup>2</sup>ほど上に位置する。

2005年には日本の339名の健康被験者を対象とした24時間のRRタイプの男女の年齢グループ毎の平均値が報告された<sup>22)</sup>。各年齢グループの平均値を年齢グループの中央値の位置に示す。(図3(日本男性, 日本女性))ここには、測定の詳細は述べられていない。20歳以下の値はかなり大きなものであるが、それ以上の年齢では2回日のドイツでの値と同程度の様である。

睡眠時と覚醒時のHFパワーの強度は顕著に異なるので、24時間測定データを一つのHFパワーの値で代表するのは問題である。しかしながら、ホルター心電計のみでは睡眠・覚醒の推定ができないので、次善

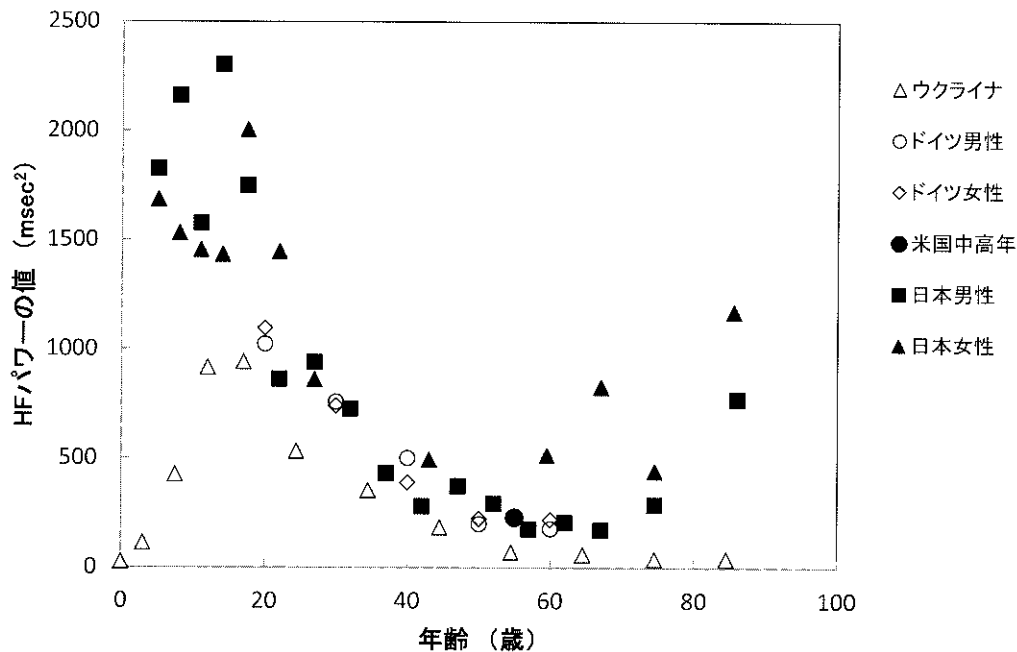


図3 HFパワーの値の年齢依存性比較 (24時間測定: msec<sup>2</sup>を単位とした報告から)  
白抜きの例は、比較の為に短時間測定の結果

の策として、昼間と夜間と時間帯で分けて、2つの値を報告した例もある<sup>23)</sup>。しかしながら、これでは不十分であり、睡眠時と覚醒時を識別する事が必要である。

ここに示した日本人の年齢依存性のデータでは、20歳以下の子どもではHFパワーの値は2000 msec<sup>2</sup>程度と大きく、それ以上の年齢では大きく低下しているが、HFパワーの分布は偏りが大きく、その前の米国中高年の分布をみれば、2400 msec<sup>2</sup>程度の値を示す被験者もいる。HFパワーの値を議論する際は、分布に偏りがある事、また、そのグループの被験者の数を入念に入れておく必要がある。日本人女性の60歳以上の値が大きいのも、この影響かも知れない。

## 6. 呼吸周波数との関係

呼吸周波数とRSAの振幅の関係は古くから着目されてきた。先にも述べたように、呼吸周波数がある値以上になると、RSAの振幅が減少する事等を報告している<sup>6)</sup>。この理由として、呼吸周波数が高くなると、各呼吸時相の終わりにRR間隔が飽和レベルに到達できず、離れた所で折り返し、HF成分の振幅が減少する可能性がある事が考えられる。つまり、RSAの振幅はあくまでも心臓迷走神経活動の呼吸性変動を反映するものという訳である。

早野らは、健康男子7名で、心臓交感神経を遮断

後、RR間隔と分時換気量を一定に保って、呼吸周期を3~6秒まで変化させて心拍変動の変化を測定し、心臓迷走神経活動レベルに変化がなくても、HF成分の振幅は呼吸周波数の減少によって増加し、直線的な負の相関がある事を示した<sup>1,24)</sup>。

この場合、分時換気量を一定に保っている為に、呼吸周波数の増加は1回換気量の減少を伴い、吸気時の肺容量が低下して、肺の伸展受容体への刺激が弱くなり、吸気時の心臓迷走神経活動の抑制効果が不完全になり、HF成分の振幅の減少を招く事も考えられる<sup>1,24)</sup>。つまり、心臓迷走神経活動のレベルが増加しなくても、呼吸周波数の減少、あるいは1回換気量の増加によりHF成分が増加する可能性がある。

Giardinoらは更に呼吸周波数の範囲を0.1 Hz以下から0.2 Hzまで変化させて、RSAのパワーとの関係を調べた。呼吸周波数0.1 Hz以下では70000 msec<sup>2</sup>/Hz程度であったRSAのパワーは、0.1 Hzを超えると減少をはじめ、0.2 Hzでは10000以下まで減少した<sup>25)</sup>。RSA、HF成分の値を考察する際には、呼吸周波数にも注意を向ける必要があるようである。

## 7. RSAの肺ガス交換効率改善機能

早野らはRSAの役割は肺のガス交換の最適化にあるかもしれないと提唱している。心拍動がRSAによって吸気時に集中し、呼気時には抑制される。吸気

時に心拍動が増加し、心拍出量が増加すると、肺血流量も呼吸性変動を示して増加するであろう。つまり、RSAによって肺胞気量と肺血流量の比が呼吸周期を通じて一定化し<sup>26)</sup>、肺ガス交換機能が改善される訳である。

彼らの論文に示されている顕著なRSAを示すといわれる犬の安静覚醒時の心電図に示されるRSAと同程度のものを、最近、我々は、人間の被験者の睡眠時等に観察している。RSAの大きさは心肺機能のレベルと関係するのかも知れない。

### 参考文献

- 1) 早野順一郎：心拍のゆらぎと自律神経：セラピューティック・リサーチ 17：163-235, 1996.
- 2) Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology: Heart rate variability. standards of measurements, physiological interpretation, and clinical use: *Circulation* 93: 1043-1065, 1996.
- 3) Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology: Heart rate variability. standards of measurements, physiological interpretation, and clinical use: *Eur. Heart J.* 17: 354-381, 1996.
- 4) Hayano J, Sakakibara Y, Yamada A, et. al: Accuracy of assessment of cardiac vagal tone by heart rate variability in normal subjects: *Am. J. Cardiol.* 67: 199-204, 1991.
- 5) Pomeranz B, Macauchy R J B, Caudill M A, et. al: Assessment of autonomic function in human by heart rate spectral analysis: *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 248: H151-H153, 1985.
- 6) Hirsch JA and Bishop B: Respiratory sinus arrhythmia in human: how breathing pattern modulates heart rate: *Am. J. Physiol.* 241: H620-H629, 1981.
- 7) Ludwig C: Beitrage zur Kenntniss des Einflusses der Respirationsbewegungen auf den Blutlauf im Aortensysteme: *Arch. Anat. Physiol.* 13: 242-302, 1847.
- 8) Hellman J E and Stacy R W: Variation of respiratory sinus arrhythmia with age: *J. Appl. Physiol.* 41: 734-738, 1976.
- 9) Hrushesky W J M, Fader D, Schmitt O et. al: The respiratory sinus arrhythmia: A measure of cardiac age: *Science* 224: 1001-1004, 1984.
- 10) Meersman R E: Aging as a modulator of respiratory sinus arrhythmia: *J. Gerontology* 48: B74-B78, 1993.
- 11) Shannon D C, Carley D W and Benson H: Aging of modulation of heart rate: *Am. J. Physiol.* 253: H874-H877, 1987.
- 12) Korkushko O V, Shatilov V B, Plachinda Yu I, et. al: Autonomic control of cardiac chronotropic function in man as a function of age: assessment by power spectral analysis of heart rate variability: *J. Auton. Nerv. Sys.* 32: 191-198, 1991.
- 13) Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S, et. al: Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog: *Circ. Res.* 59: 178-193, 1986.
- 14) Ziegler D, Laux G, Dannehl K, et. al: Assessment of cardiovascular autonomic function: Age-related normal ranges and reproducibility of spectral analysis, vector analysis, and standard tests of heart rate variation and blood pressure responses: *Diabet. Med.* 9: 166-175, 1992.
- 15) Berger R D, Akselrod S, Gordon D et. al: An efficient algorithm for spectral analysis of heart rate variability: *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 33: 900-904, 1996.
- 16) Liao D, Barnes R W, Chambless L E et. al: Age, race, and sex Differences in autonomic cardiac function measured by spectral analysis of heart rate variability — The ARIC study: *Am. J. Cardiol.* 76: 906-912, 1995.
- 17) Tsuji H, Venditti F J, Manders E S et. al: Determinants of heart rate variability: *J. Am. Coll. Cardiol.* 28: 1539-1544, 1996.
- 18) Sinnreich R, Kark J D, Friedlander Y et. al: Five minute recordings of heart rate variability for population studies: repeatability and age-sex characteristics: *Heart* 80: 156-162, 1998.
- 19) Kuo T B J, Lin T, Yang C C H et. al: Effect of aging on gender differences in neural control of heart rate: *Am. J. Physiol.* 46: H2233-2239, 1999.
- 20) Agelink M W, Malessa, Baumann B et. al: Standardized tests of heart rate variability: normal ranges obtained from 309 healthy humans, and effects of age, gender, and heart rate: *Clinic. Autonomic Res.* 11: 99-108, 2001.
- 21) Bigger J T, Fleiss J L, Steinman R C et. al: RR variability in healthy, middle-aged persons compared with patients with chronic coronary heart disease or recent acute myocardial infarction: *Circulation* 91: 1936-1943, 1995.
- 22) 斎藤 憲, 大塚邦明, 久保 豊他：生活スタイルに映る心拍・血圧のゆらぎ：ホルター心電計。医学出版社，東京，2005。
- 23) H Tasaki, T Serita, A Irita et. al: A 15-year longitudinal follow-up study of heart rate and heart rate variability in healthy elderly persons: *J. Gerontology* 55A: M744-M749, 2000.
- 24) Hayano J, Mukai S, Sakakibara M, et. al: Effects of respiratory interval on vagal modulation of heart rate: *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 267: H33-H40, 1994.
- 25) Giardino N D, Glenny R W, Borson S: Respiratory sinus arrhythmia is associated with efficiency of pulmonary gas exchange in healthy humans: *Am. J. Physiol.* 284: H1585-H1591, 2003.
- 26) Hayano J, Yasuma F, Okada A et. al: Respiratory sinus arrhythmia — Phenomenon improving pulmonary gas exchange and circulatory efficiency: *Circulation* 94: 842-847, 1996.

## M-BIT (超小型心電・加速度・皮膚温度測定装置) のある講義風景

白水重憲

**要旨** 講義の際に、学生たちに M-BIT (超小型心電・加速度・皮膚温度測定装置) を装着させ、運動時の挙動や、通常の講義時の自律神経活動を評価する試みを始めた。講義時と試験時の自律神経活動や安静時心拍数と運動時心拍数の測定結果を紹介する。

**キーワード**: 心電, 加速度, 自律神経活動, 歩行, 走行

### 1. はじめに

某大学体育学部の運動動作学の講義で、歩行挙動の評価を加速度センサーで行った先行研究のデモンストレーションに、M-BIT を使用して、学生達の興味を引くように解析方法を検討しているうちに、時々刻々の速度、移動距離と消費エネルギーを求め、歩行と走行とを区別して集計できる歩行評価プログラムに辿りついたということは、一年前に本誌で紹介した<sup>1)</sup>。

この方法は、一般の人間の日々のトレーニング管理や意欲の維持には重宝なものであり、自分自身でも活用している。しかしながら、“このような測定が、専門的なスポーツ競技者、或いは、その卵である学生達にどの程度役に立つだろうか” という疑問が常に胸の中に残っていた。或いは、より本質的に、“実際の競技者の役に立つような運動動作学的な研究がありえるだろうか?” という疑問である。

### 2. 順天堂大学のサッカーに関する研究

この疑問の解を探して、広く内外のスポーツ競技に科学的計測を応用しようとした研究を探索し、面白いものを講義で紹介するという事を続けてきた。その中で、関連分野の論文誌である『理学療法科学』に、順天堂大学サッカー部の学生達を対象とした実用につな

がる様な研究を見つけた<sup>2)</sup>。

サッカーの試合がある時に、サッカー場の両端に望遠カメラを一つずつ置いて、二人の熟練した操作者が試合中一人の選手を追い続けるのである。2点からこの選手を追いかけているカメラの角度の情報と2つのカメラの位置から、この選手の時々刻々の位置の変化を求める事ができる。この位置の情報から、この選手の時々刻々の速度と走行距離が求まる訳である。一試合で一人の選手の情報が得られる<sup>2)</sup>。

この研究ではポジションの異なる選手の挙動を比較する為に5試合の測定を行っている。

- 1) ポジションによって試合中の総走行距離には結構差があるが、一番大きい攻撃的ミッドフィルダーは13 km 程度走る事。
- 2) 選手達は通常は3 m/秒程度の速度で走っているが、ここぞという瞬間には7 m/秒以上の速度で走る事が報告されていた<sup>2)</sup>。そして、先行研究を含めた考察の中で、1部リーグレベルの大学生の場合はダッシュ時の速度が7 m/秒以上であるが、Jリーグの選手の場合は8 m/秒程度になる事<sup>3)</sup>、これだけの速度差があればボールの支配力が大きく異なる事を述べていた<sup>2)</sup>。つまり、この研究の要旨は、サッカー選手の試合中の時々刻々の速度と移動距離を測定することに大きな意義があるという事である。

一方、この方法の弱点として、1試合で一人の測定しかできない事、装置はともかく測定用の訓練された操作員が2名必要となる事が議論されていた<sup>2)</sup>。更に、彼らは触れていなかったが、操作員の技量によってはデータの品質が低下する事も挙げられる。

さて、時々刻々の速度と移動距離ならば、我々のMBITで求める事ができる可能性がある。そして、一試合で全プレー選手のデータを測定する事ができる。また、実戦に即した練習がどの程度、体力的に実戦を再現しているか、或いは、個々の選手の能力評価やトレーニングの度合いの確認にも使用する事ができる。

このようにして、研究を競技成績に結びつける為の道が見えてきた。勿論、現状の最大速度時速15 km (4.3 m/秒)の2倍強の速度まで測定するには、M-BITのハードウェアや解析方法の更なる改良が必要かも知れない。また、M-BITで測定できる自律神経活動の挙動は、選手としてのメンタル面の問題を探るツールになるかも知れない等、他の展開につながるかも知れない。これらの解決を目指して、本年度からは、学生たちの協力の下、私の講義中にはM-BITを装着させ、“測定体験+そのデータを使用しての背景知識や周辺領域の説明”を基軸に講義を組み立てる事にした。

### 3. ウォーキング、ジョギング、ランニング、ダッシュ

今年度、初回の講義の時間は体育館でウォーキング、ジョギング、ランニング、ダッシュを行った。ウォーキングからランニングまでは皆で一緒に行い、それから数名ずつ体育館の端から端までのダッシュを数本行った。歩行解析プログラムによるランニング終了までの移動距離は皆ほぼ等しく、この速度までは学生達にも我々の測定<sup>1)</sup>が適用可能である事が再確認できた。

ダッシュ時の最高速度を図1に示す。縦軸は速度、横軸はピッチ。ピッチとは1秒間に何歩進むかを表す。図1中、ピッチ4.2の所に縦に(つまり速度の違う)4つのデータが並んでいるが、これは一歩あたりの進む距離の差を示す。走るといふ事は前方へのジャンプの繰り返しであるから、脚長の差、脚の開き角度の差の他に、ジャンプ力の差もこの一歩あたりの進む距離の相違の要因として考える必要がある。ピッチ4.2の一番下のデータは私のデータである。ピッチが私より小さなデータは、力を抜いて走った可能性も考える必要がある。

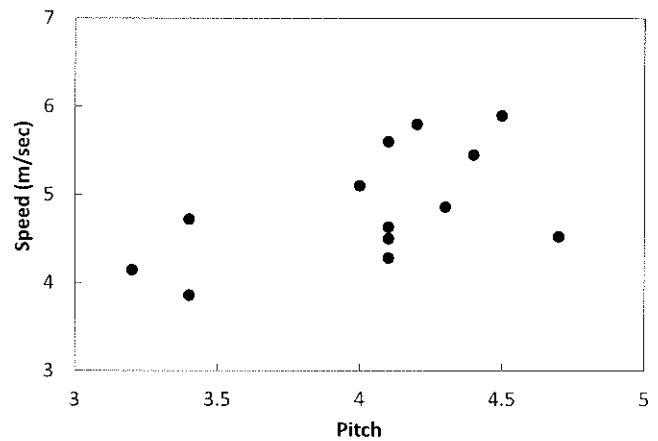


図1 全力ダッシュをさせた際の最高速度とピッチの関係

図1では、全てのデータが速度7 m/秒以下になっているが、この値が正しいか否かに関しては、測定装置の検出限界、加速度データの波形及び速度の算出方法等全ての観点から吟味している最中である。これらの確認後、まず、試合形式の練習等に使用してみたいと考えている。

### 4. ライバルとなる可能性がある機器

我々のシステム以外に、時々刻々の速度と移動距離を測定できる機器として現在存在するのは、ランニング愛好者の為に開発された「F-RUN」(F-RUN社、<http://www.f-run.com/>)と心肺トレーニングの為に機器であるアディダス社の「マイコーチ」の2つである。我々も、この2つの機器を購入して比較検討して来た。

「F-RUN」はGPSを使用して時々刻々の速度、移動距離、高度変化を測定できる腕時計型の距離計である。測定値はディスプレイに表示されるし、後からデータをパソコンに転送してグラフとして表示できる。更に、その際にGoogle Earthを使用して、航空写真上に走行経路を描画して、写真データを得ることもできる。旅行記等の記録を作成したり、印象的なプレゼンテーション資料を作成するには非常に効果的な装置である。

しかしながら、以下の様な弱点もある。

- 1) 速度変化をシャープに追跡できない。
- 2) GPSとの通信確立に結構手間がかかり、時々、切断されて測定データがとんだりする。
- 3) 誤データの場合がある。

速度が激しく変化する場合や確実に正しいデータを測定する必要がある場合には、不向きの様である。



「マイコーチ」は、靴のレースの部分にシューセンサーを、腹部にベルト型の心電センサーを装着し、さらに胸元に本体を装着する。シューセンサーが加速度を使用して速度と移動距離を求めるが、その詳細は判らない。現在の目的に限って言えば、装着すべきものが多い、そして比較測定の結果、速度と移動距離の精度が悪い、という弱点を持っている。特にサッカーの場合、靴のレースにシューセンサーを装着するのは、問題かと思う。

### 5. 講義の時の学生たちの自律神経活動

2年生と3年生という2つのグループを対象に、同じ内容を違う条件下で講義してみた。内容は、これまで述べてきた内容である。参考文献2)と1)の内容を紹介し、前節で述べたライバルたちとの比較議論をし、その後、彼ら自身の測定結果を説明した。

2年生にとって、私は全く新しい、しかも海外調査から帰ったばかりの先生である。講義の内容も、彼らには全く新しい関心のある内容であった。プロジェクターを使用せずに、明るい部屋で、皆を前に集めて、私のパソコンのディスプレイを見せながら、話をした。彼らは熱心に聞いてくれた。

3年生にとって、私は良く知った先生である。話す内容の半分くらいは既知の事であった。いつもの部屋を暗くして、プロジェクターを使って話をした。彼らはいつもの席に座っていた。私がみているので、勿論眠りはしないが、眠そうな態度で聞いていた。

講義後に回収した M-BIT のデータから求めた副交

感神経活動の指標の平均値 (PSNS Act., 横軸) と交感神経活動の指標の平均値 (SNS Act., 縦軸) を図2に示す<sup>4)</sup>。PSNS Act. はリラックスの度合いを示す。値が大きいほどリラックスの度合いが大きい訳であるが、大きすぎると眠気を催している可能性もある。一方、SNS Act. は緊張の度合いや集中の度合いを示す。

図2のデータの分布挙動を見ると、PSNS Act. が大きく SNS Act. が小さい右下の領域と、PSNS Act. が小さく SNS Act. 大きい左上の領域に別れる。右下の領域に分布するデータは主に3年生のものであり、左上の領域には2年生のものが多い。

2年生の多くは熱心に、3年生の半分近くはかなりリラックスして (或いは眠たげに) 聞いていた事は間違いない。リラックスなのか眠いのかを判定する為には、被験者達の睡眠時のデータを測定する必要がある。

### 6. 試験の際の自律神経活動

次の週には、数学と力学の初歩に関する試験を行った。彼らが真面目にこのテストに取り組めば、彼らにメンタルストレスを加えた事になる。

試験時の PSNS Act. と SNS Act. の分布を図2に加えたものを図3に示す。講義中のものに比較して分布が小さくなり、PSNS Act. が小さく、SNS Act. は大き目の領域にデータが集中している。学生達皆が、ある程度緊張していた事を意味する。彼らは真面目にテストに取り組んでいた訳である。

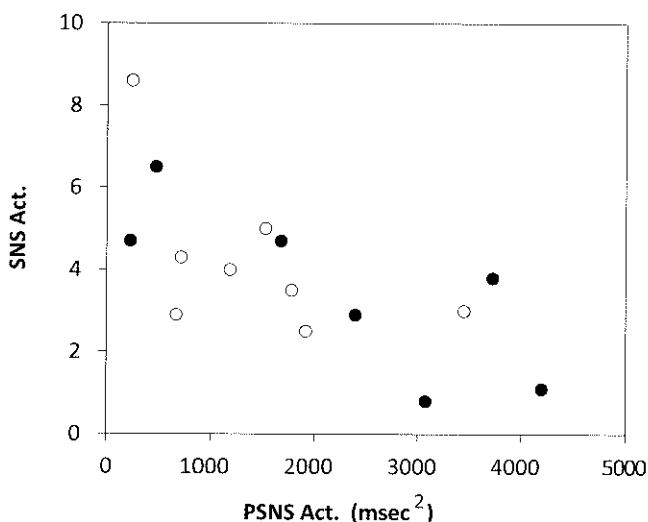


図2 講義を受けている学生達の自律神経活動  
○: 2年生, ●: 3年生

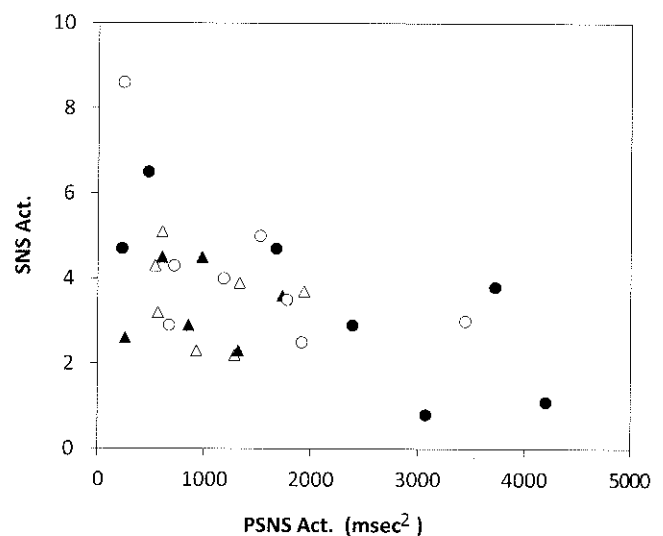


図3 講義中と試験中の学生達の自律神経活動  
○: 2年生講義中, ●: 3年生講義中, △: 2年生試験中, ▲: 3年生試験中

表1 安静時心拍数と全力ダッシュをした際の心拍数変化

被験者番号	年齢(歳)	最高心拍数	安静時心拍数	運動時心拍数	%HRMax	運動後安静時心拍数	前後の安静時心拍数差
3_1	20	200	45	130	54.8	49	4
3_2	20	200	51	120	46.3	49	-2
3_3	20	200	46	120	48.1	47	1
3_6	20	200	62	150	63.8	68	6
3_7	20	200	50	140	60.0	60	10
3_8	20	200	50	117	44.7	48	-2
3_9	20	200	60	150	64.3	85	25
2_2	19	201	48	120	47.1	56	8
2_3	19	201	62	120	41.7	61	-1
2_4	19	201	51	135	56.0	56	5
S	54	166	76	138	68.9	94	18

## 7. 安静時と運動時の心拍数及び運動終了後のリカバリー挙動

安静時と運動時及び運動終了後の心拍数の測定を行った。

まず、学生たちを10数分間横になった姿勢で安静にさせ、その後、ウォーキングとジョギングでウォームアップさせた後、全力ダッシュを各自3本行った。その後は、また10数分間横たわり、安静にさせた。M-BITのデータの解析結果より、運動前の安静時の平均的心拍数を「安静時心拍数」、運動時のピーク心拍数を「運動時心拍数」、運動後の安静時心拍数、最高心拍数=220-年齢として計算した%HRMax及び前後安静時心拍数差を表1にまとめている。

一般に鍛錬されたスポーツマンの安静時平均心拍数は50、非トレーニング者は75とされている。また、スポーツマンの場合、同じ運動強度でも%HRMaxは小さく、また運動終了後は速やかに元の安静時心拍数に戻るとされている。最後の被験者Sは私である。この観点で表1の結果を眺めると、さすがに鍛えているなと思う学生も多いが、安静時心拍数はともかく、その他のものでは私に近い数値のものもいるのは問題である。怪我等によりトレーニングをしない時期が続くと、持久力が低下するのであろう。この面からも、怪我をしない為の体の構造の知識、力学の知識、および十分なストレッチに関する知識と実践が必要かと思う。

## 8. 今後の予定

今後はM-BITによる測定のみでなく、他の装置の組み合わせ等も考えたいと思う。

現在実施中或いは予定している調査研究の主なものは以下の通り。

- 1) メタバインによる安静時と運動時の呼吸量、呼吸回数、呼気中の酸素濃度、消費エネルギーの測定及び歩行速度との関係把握。
- 2) 歩行時・ランニング時のフォームを相互にビデオで撮影し、フォームと加速度波形の関係を議論する。
- 3) 音楽や声援がメンタルなパワーを引き出し、競技成績等物理的な結果にも影響を及ぼす事は多々知られているが、我々が好む音楽と学生達が好む音楽には開きがある。我々が好む音楽は彼らにどうい影響を与えるか、また彼らが好む音楽は我々にどう影響を与えるか、いろいろと確認してみたいと思う。
- 4) ラジオ体操やWiiによる運動ゲーム等の運動効果の評価。

## 参考文献

- 1) 白水重憲, 白水陽久:ウォーキングとジョギングのお供に. 全面発達の展開1:117-124, 2011.
- 2) 宮森隆之, 吉村雅文, 綾部誠也, 宮原祐徹, 青葉幸洋, 鈴木茂雄:大学サッカー選手のポジション別体力特性に関する研究—試合中の移動距離・移動スピードからみた生理学的特徴との関連性について—. 理学療法科学23:189-195, 2008.
- 3) 宮城 修, 山下則之, 大橋二郎:Jリーグ選手の体力と試合中の動きについて. バイオメカニクス研究3:125-131, 1999.
- 4) 白水重憲, 片山宗哲, 白水陽久:自律神経活動の1週間の測定テスト. 全面発達の展開1:197-202, 2011.

## 定期試験中の高校生の24時間の自律神経活動

白水 重憲<sup>1)</sup>, 片山 宗哲<sup>1)</sup>, 白水 陽久<sup>2)</sup>

**要旨** 高校生が定期試験を受けている際の自律神経活動の挙動を測定した。測定データと試験の成績を以前に報告した大学生達のものと比較する事で、課題遂行時の自律神経活動のデータから、十分な知識・経験を持って快調に課題に取り組んでいるか否かを判定できる方法を提唱できた。

**キーワード**: 課題遂行, 知識, 経験, 自律神経活動, マイクロバイブレーション

### 1. 緒言

我々は超小型心電・加速度・皮膚温度データロガーを開発し、幼稚園児の24時間の自律神経活動挙動<sup>1)</sup>、成人の東日本関東大地震の瞬間の自律神経活動やその後の混乱の中での活動挙動<sup>2)</sup>、夏休み中の高校2年生の1週間の生活行動パラメータの測定<sup>3)</sup>等を報告してきた。

一方、我々は、大学での講義中や試験中の学生達の自律神経活動をモニターし、講義の条件や講義と試験の相違による学生達の自律神経活動の相違を、副交感神経活動の指標の大きさを横軸に交感神経活動の指標の大きさを縦軸にとったプロット(我々はこれを自律神経活動マップと名付けた)上の位置の分布の相違として明確に把握できる事を示した<sup>4)</sup>。学生たちが退屈気味に講義を受けていたグループの場合は、副交感神経活動が大きく交感神経活動が小さい領域に位置し、熱心に聴いていたグループは、交感神経活動が大きめで副交感神経活動が小さめの領域に位置した。試験の際には、全ての学生のデータは、副交感神経活動が小さめで交感神経活動は大きめの領域に位置した<sup>4)</sup>。

本研究では、定期試験中の高校3年生の24時間の自律神経活動を測定し、特に定期試験に臨んでいる際の自律神経活動の挙動に着目し、前述の大学生達の講義中や試験中の自律神経活動の挙動と比較した。試験等の課題に取り組んでいる際に測定した自律神経活動の挙動の自律神経活動マップ上の位置で、課題に関する知識・経験レベルを推測できる可能性がある事が示された。

### 2. 測定と結果

被験者は東京都内の高校に通う高校3年生である。測定に使用した装置、被験者・測定の詳細及びデータ解析に関する詳細は前報と同様である。本研究では、加速度データによる睡眠・覚醒推定結果と1分間毎に求めた交感・副交感神経活動の指標の値を使用した。

1例としての2012年5月27日午前10時38分より行った測定の結果の自律神経活動マップを図1に示す。睡眠開始は23時58分、睡眠終了は5時23分であり、睡眠の長さは5時間27分であった。これは、本人の自覚とも、第3者の観察結果とも一致する。図1の青い線は、この睡眠時の自律神経活動の指標の位置を示し、赤い線は覚醒時の指標の位置を示す。

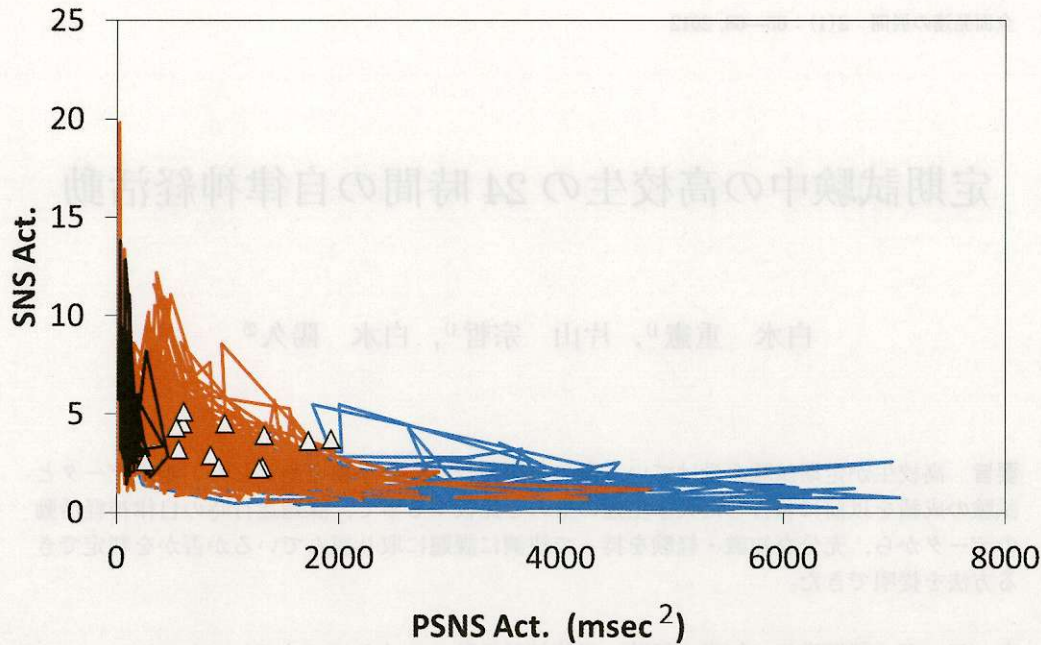
睡眠時の自律神経活動マップは、横軸付近に集中し横の方向に広がっているという顕著な特徴を持つ。睡眠時の交感神経活動(SNS)は小さく、3以下の領域

1) International NGO, Global Strategic Initiative on Advanced Radiation Medical Science, Körtnerringhof, Körtnner Ring 5-7, A-1010 Vienna, Austria

2) 麻布高校3年

受付日: 2012年8月1日

採択日: 2012年8月9日



**Fig.1** A typical example of 24 hours autonomic nervous activities of a high school student taking regular examination expressed in the form of autonomic nervous activities map. Horizontal and vertical axes show the measures of para-sympathetic and sympathetic nervous activity.  
(Blue line; during sleep, Red line: during awake, Black line: taking examinations, and triangles show average data of university students taking examination)

に集中し、副交感神経活動 (PSNS) は大きく、2000~6000 msec<sup>2</sup> に亘り分布する。一方、覚醒時は、副交感神経活動は小さく、主に 2000 msec<sup>2</sup> 以下の領域に集中するが、交感神経活動は大きい。

試験を受けている際の自律神経活動マップは、縦軸付近に集中し、縦軸方向に伸びているという特徴を持つ。副交感神経活動は非常に小さく、その分布は数百 msec<sup>2</sup> 以下の領域に局在している。一方、交感神経活動は大きく、5程度を中心に 10 を超える領域まで分布している。被験者の自己申告では、「気持ちよく快調に試験に臨んでいた」という事であり、当日受けた試験の成績は全て 90% 以上であった。

同様の測定を 3 日間行ったが、ほぼ類似した結果が得られた。

### 3. 考察

一般に副交感神経活動の指標は“リラックス・心地よさ”の度合いを示すものとして知られており、その値が大きいほどリラックス・心地よさが大きいとされている。一方、交感神経活動の指標は“緊張感・不快感”の度合いを示すものとされている。“気持ちよく快調に試験に臨んでいた”という被験者の自己申告から、試験を受けている際は“副交感神経活動が大きく、交感神経活動はさほど大きくない”という状態で

であろうと推測していたが、結果は全く反対であった。

交感神経活動が大きいというと“不快感を伴った緊張感”を考えてしまいがちであるが、今回の様に“90%以上の成績”を示せるような知識・経験レベルを持ち、“気持ちよく快調に”試験に臨み回答を続けていた場合の集中した状態の自律神経活動は、副交感神経活動が小さく、交感神経活動が大きな状態、つまり、図 1 に示されるような縦軸付近に集中し、縦軸方向に広がった形状の自律神経活動マップで表される状態になるものと思われる。

ここで、比較の為に前報で報告した大学生達の試験時の自律神経活動に関して議論する。図 1 中の白抜き三角形は彼らの平均値の位置である<sup>4)</sup>。今回の被験者の試験時の分布と比較すると、副交感神経活動はかなり大きめの領域に位置し、交感神経活動は分布の下の方に位置する。

この試験は体育学部の学生の彼らが、今後の講義の中で使用する数学的手法に関して、どの程度の知識と実践力を有しているかを確認する為の復習試験であった。従って、彼らにとっては数年ぶりの数学との再会であり、また、特に事前の準備はさせていない。成績は最高のものが 40% 台であり、平均は 20% 台である。従って、彼らは試験という事で、少し緊張した状態ではあるものの、十分な知識・経験を持ち、解答に集中

している状態ではなかったものと思われる。小さめの交感神経活動と大きめの副交感神経活動は、いずれも解答に集中できていない事、更には知識・経験の不足を示している可能性がある。

我々は、睡眠時も覚醒時も、副交感神経活動が大きく交感神経活動が小さい事を“喜ぶ傾向”にある。しかしながら、覚醒時に関しては勘違いしているのかも知れない。副交感神経活動の指標はリラックス・心地よさの度合いを示すものであるが、眠気を催すと大きくなり、睡眠時には更に大きくなる。精神的な作業を行わない“心が空白で”リラックスしている際に大きくなるものであり、課題に集中して心地よく精神作業を行っている際にはむしろ副交感神経活動は小さく、交感神経活動が大きくなるのかも知れない。

勿論、これはあくまでも仮説であり、今後の研究で明らかにしていく必要がある。脳波にはリラックスした状態を示す $\alpha$ 波、精神的作業を示す $\beta$ 波、眠気存在を示す $\theta$ 波があるが、残念ながら、目を開いて日常生活行動を行っている際の脳波の測定は難しい。しかしながら、菅野等は、筋肉の細かな震え（マイクロバイブレーション）の性状を明確化し、このマイクロバイブレーションにも脳波同様に $\alpha$ 波、 $\beta$ 波、 $\theta$ 波があり、同様の意義を持つことを明確化している<sup>5)</sup>。幸いにも最新の加速度センサーを搭載している M-BIT に

よりマイクロバイブレーションを測定する事は可能であると思われる。今後は、交感神経活動、副交感神経活動の尺度とともにマイクロバイブレーションの $\alpha$ 波、 $\beta$ 波、 $\theta$ 波を把握し、快調に精神作業を行っている状態、眠気存在、精神にフラストレーションのある状態等をより明確にとらえる事で人類のセルフケアに貢献したい。

本研究では、少なくとも課題遂行時の自律神経活動のデータから、十分な知識・経験を持って快調に課題に取り組んでいるか否かを判定できる可能性を提唱できた。

#### 参考文献

- 1) 白水重憲, 片山宗哲, 正木健雄: 幼稚園児の自律神経活動の24時間モニタリング. 全面発達の展開1: 32-41, 2011.
- 2) 菅野久信, 白水重憲, 片山宗哲: 2011年東北地方太平洋沖地震及びその後の停電等に伴う混乱時のストレス及び身体的負荷の測定例. 全面発達の展開1: 1-8, 2011.
- 3) 白水重憲, 片山宗哲, 白水陽久: 自律神経活動の1週間の測定テスト. 全面発達の展開1: 197-202, 2011.
- 4) 白水重憲, 片山宗哲: M-BIT(超小型心電・加速度・皮膚温度測定装置)のある講義風景. 全面発達の展開2: 61-64, 2012.
- 5) 菅野久信, 稲永和豊: こまかいふるえの発生機序. 脳と神経10: 23-34, 1958.

## 24 Hour Autonomic Nervous Activity of a High School Student Taking School Examination

SHIGENORI SHIROUZU<sup>1)</sup>, SOTETSU KATAYAMA<sup>1)</sup> and AKIHISA SHIROUZU<sup>2)</sup>

- 1) International NGO, Global Strategic Initiative on Advanced Radiation Medical Science,  
Körntnerringhof, Körntner Ring 5-7, A-1010 Vienna, Austria
- 2) Azabu High School

### Abstract

We measured the behavior of the autonomic nervous activity of a high school student taking a regular school examination. By comparing the measured data and the student's examination scores with those of previously reported university students, we propose a method to judge a subject's knowledge and experience levels for task execution based on autonomic nervous activity during task execution.

**Key Words:** task execution, knowledge, experience, autonomic nervous activity, microvibration

## ヤリモライ動詞としての意味の修正

高 靖

日本語のヤリモライは、一般に「<その動詞の名づける意味>+<ヤリモライとしての文法的な意味>」を実現させていると規定されてきたのだが、しかしながら、ある種のヤリモライは、その動詞の本来の名づける意味ではなく、名づける意味そのものに修正を加えて使用されるということが少なくない。その修正が人間関係に関わるような場合には、受益者の現れ方に影響をおよぼすことになる。このことに関して、本稿では、特に、動詞「作る」、「買う」「読む」「分ける」「切る」を考えてみることにする。

### 1. はじめに

外国人が日本語を習う際、いくつかの障害がある。筆者の経験ではヤリモライはその中の大きいものである。日本人は、現代日本語のヤリモライを無意識・無自覚のもとに習得し、自由に使用している。それに比べて、外国人にとって、ヤリモライは日本文化から切り放すことができない用法であるが、物や行為などのやりとりだけではなく、話し手自身の態度、心情などもふくまれているので、とても難しい表現である。そのため、ヤリモライという形態論的なカテゴリーについて個々の単語の意味を調べることが必要である。

現代日本語では、誰のためにする動作であるかを表している動詞の言い方は「ヤリモライ」(また、受給表現、授受表現、あげもらう)と呼ばれている。また、文法的なフォームとして、「～してやる(あげる)」は「シテヤリ態」、「～してもらう」は「シテモライ態」、「してくれる」は「シテクレ態」と呼ばれている。

ある種の動詞が「ヤリモライ動詞」として使用される場合には、本来の意味に修正の生じることがある。

例えば、動詞「買う」の基本の意味は、「代金を払って、だれかの所有物を自分の所有物にする」と言える。また、動詞「作る」の基本の意味は、「手を加えて新しい品物にしあげる」ということである。動詞「買う」であれば、みずからの名づける意味の実現のために「<だれか>から<なにか>を買う」というような連語の構造を要求するものである。同様に、動詞「作る」は、普通には「(<なにか>で) <なにか>を作る」というような構造を要求するものである。

○ 太郎が花子から辞書を買った。

○ 太郎が花子にケーキを作った。

動詞「買う」「作る」に関して言えば、このような構文論的な構造での使用が基本のはずなのだが、そのことは、いずれも、それぞれの単語の表す意味に条件づけられるからである。この場合の「買う」や「作る」は、「与える」というような意味には無関係なはずである。

しかし、動詞「買う」「作る」は、「<誰か>に<何か>を……」というような構文論的な構造(動詞「与える」などに見られる)のなかで使用されると、その連語の構造に条件づけられて、「買って与える」「作って与える」というような意味に修正されてしまう。

ところで、動詞「買う」「作る」が「<誰か>に<何か>を……」というような構造で「買って与える」「作って与える」のような意味に修正されて使われるとしても、それは、臨時的な修正という程度のことと言えるだろう。奥田靖雄先生が論文「語彙的な意味のあり方」(『教育国語』8号)で論じた<連語の構造にしばられた意味>に相当している。

動詞「買う」「作る」が自身のフォームとしてヤリ

モライの言い方「～してやる／くれる」「～してもらう」になる場合には、もっぱら、「買って与える」「作って与える」などの意味で使用されることになる。

○太郎が花子に辞書を買ってやった／くれた。

<花子が太郎に辞書を買ってもらった。>

○太郎が花子にケーキを作ってやった／くれた。

<花子が太郎にケーキを作ってもらった。>

「買ってやる／くれる」「買ってもらう」「作ってやる／くれる」「作ってもらう」などは、もちろん、ヤリモライとしての文法的な意味（誰かのために一定の行為を実現する）を示しているのだが、また、ほとんどの場合が「買って与える」「作って与える」の意味になっているのである。つまり、「買う」「作る」は、文法的なカテゴリーとしてのヤリモライ動詞として使用されると、一般に、「買って与える」「作って与える」の意味になって、構造的なタイプとしては「相手対象のヤリモライ」に所属することとなるのである。

同じ動詞が違う文法的な構造に使われたり、或いは他の文法的な形を付加され、新しい文法的な形になった場合、その意味が修正されて、別の意味表現にずれてしまうことがよくある。このことは連語論研究の先学たちの著書、論文の中で繰り返し論じられた。例えば、奥田靖雄氏「語彙的な意味のあり方」という論文の中では、特に「見る」を引合いに出して、それが「～を～に見る」という文法的な構造の中では「目で物事を捕らえる」という基本的な意味から「発見する」という意味にずれてしまったり、「見てやる」「見てくれる」「見てもらう」のようなボイス的な形を取ったとき、「世話をする」という意味をもっぱら表したりするといった例を挙げて説明をした。

## 2. ヤリモライ動詞としての意味の修正

ヤリモライは、一般に[<その動詞の名づける意味>+<ヤリモライとしての文法的な意味>]を実現させていると規定したのだが、しかしながら、ある種のヤリモライは、その動詞の本来の名づける意味ではなく、名づける意味そのものに修正を加えて使用されるということが少なくない。その修正が人間関係に関わるような場合には、受益者の現れ方に影響をおよぼすことになる。このことに関して、ここでは、特に、動詞「作る」「買う」「読む」「分ける」「切る」を考えてみることにしよう。

## その一 動詞「作る」

動詞「作る」の語彙的な意味（名づける意味）は、およそ「(材料に手をくわえて)新しい品物を生産する」ということだろう。連語論的には「<何かを>-作る」の構造を要求し、必要に応じて、<何かで(道具や材料)>とかくどこで(作る場所)>とかくどこかに(作られる場所)>とかが付加される。たとえば、次の例がそうである。

1) 馬籠の宿ではじめて酒をつくったのは、伏見屋ではなくて、榊田屋であった。(夜あけ前)

上の例を見ても分かるように、動詞「作る」にとつては、「与える」というようなニュアンスは存在していないはずである。それが本来の意味での「作る」なのだろう。

しかしながら、ヤリモライとして使用される「作る」は、「誰かのために何かをする」という意味をもちつつ、さらに、多くの場合には「与える」という意味が付加されているように感じられる。

まず、次の例で見ていくことにしよう。前者は、「<誰かに><何かを>-作ってやる／くれる」の構造で、また後者は「<誰かのために><何かを>-作ってやる／くれる」で、いずれもヤリモライの要求する連語論的な構造を完結させている。

2) おかあさんは、きゅうりのうわっているところに、たなをつくってやりました。(天声人語)

3) 私どもは、自分たちが子供のときに、どんなものを読んできたかを回想しただけでも、われわれの子供のためには、立派な読み物を作ってやりたくなります。(赤い鳥)

実際に使用された例では、ヤリモライとして使用される場合の「作る」の大部分は、「与える」という意味が付加されている。たとえば、次の例がそうである。

### シテヤリ態の用例

4) 「せっかく自己批判の場を作ってやったのに、…」(不毛地帯)

5) …水色の小花模様の涼しげなホームドレスを着た直子は、「そう言って戴くと、嬉しいわ、お礼に、腕によりをかけて、美味しいオードブルを作ってさし上げますわ」(不毛地帯)

### シテクレ態の用例

6) …生涯の狂人は却って出来安いが、筆を執って紙に向う間だけ気違いにするのは、如何に巧者な神



様でも余程骨が折れると見えて、中々拵えてみせない。神が作ってくれた以上は自力で拵えなければならん。(我輩は猫である)

- 7) 「僕にですか」私は操られてるように感じながらも、内心の喜悦を思わず声に出した。  
「ええ、一日位暇を作ってくれてもいいでしょう。…」(毎日新聞)

#### シテモライ態の用例

- 8) それで、僕は、公務疾病、傷害手当規約を本船に作って、それでもって、扶助すべきだと思う。それを諸君に、計りたいんだが。そして、ただ、そんなものを作ってもらいたいと、いうのだけでは役に立たないものを作るだろうから…(毎日新聞)
- 9) 「号外と僕に題するにおいて何かあらんだ。ねえ、中倉さん、ぜひ、その題で僕を、一つ作ってもらいたい。こんなふうに読んでいるところならなおさらにうれしい。」と朗読をはじめた。(号外)

#### その二 動詞「買う」

次に、動詞「買う」の場合を考えてみよう。動詞「買う」も、ヤリモライとして使用される場合には、広い意味での「買って与える」というニュアンスをもたされる使い方である。

#### シテヤリ態の用例

- 10) そのモスリンは先達のお盆に買ってやったので、彼女はそれを留守の間に、自分の家で仕立てて貰って着ていたのです。(痴人の愛)
- 11) 「…お前は僕の宝物だ。僕が自分で見つけ出して研ぎをかけたダイヤモンドだ。だからお前を美しい女にするためなら、どんなものでも買ってやるよ。…」(痴人の愛)

#### シテクレ態の用例

- 12) 母が死んでから清はいよいよおれを可愛がった。…折折は自分の小遣で金鰐や紅梅焼を買ってくれる。…時には鍋焼うどんさえ買ってくれた。(坊っちゃん)
- 13) 仲店で、ヨシツネさんはつまみ細工の小さい簪を一つ買ってくれた。(放浪記)

#### シテモライ態の用例

- 14) 葉子はまたかと思った。働きのない良人に連れ添って、十五年の間丸帯一つ買ってもらえなかった叔母の訓練のない弱い性格が、こうさもしくなるのをあわれまないでもなかったが、物怯じしながら、それでいて、欲にかかるとずうずうしい、人のすきばかりつけねらう仕打ちを見ると、虫唾が走るほど憎かった。(或る女)
- 15) こっちの思い通りになるのよ。こないだ蝙蝠傘を買ってもらう時にも、いらない、いらなくて、わざと云ったら、いらぬ事があるものかって、すぐ買って下すったの。(吾輩は猫である)
- ところで、「買う」の基本的な意味は、「代金をはらって、誰かの所有物を自分の所有物にする」と言える。誰かに与えるというようなニュアンスは存在していないはずである。つまり、「誰かから何かを買う」というものである。次のような例がそうである。
- 16) 巳之助は村の雑貨屋へ、作った草鞋を買ってもらいによく行ったので、物には卸値と小売値があって、卸値は安いということを知っていた。(ランプ)
- 17) 五日ほどたって、巳之助が草鞋を買ってもらいに行くと、雑貨屋の婆さんはにこにこしながら、こりゃたいへん便利で明かるくて、夜でもお客がよう来てくれるし、釣銭をまちがえることもないので、気に入ったから買いましょう、といった。(ランプ)

#### その三 動詞「読む」

これから、動詞「読む」を具体例として、その動詞の本来の名づける意味とヤリモライで修正される意味との関係を考えてみることにする。

動詞「読む」は、「書かれている文字を目で追って(声に出して)その内容を理解する」ということで、基本の言い方は、「何かを読む」ということだろう。

「読む」は、本来は、相手対象を必要とする動詞ではない。しかし、ヤリモライの言い方に使用されると、「(誰かに)読んで聞かせる」の意味で使用される。

#### シテヤリ態の用例

- 18) 「吉原さん……」と志野田先生は土間から声をかけた。まつ子はほの暗い裸電灯の下で、弟に漫画の本を読んでやっていた。先生の声を聞くと、まつ子はちらとふり向いたが、すぐ、振り切るよう

に彼女に背を向けて、漫画のつづきを低い声で読みつづけるのだった。(人間の壁)

- 19) あの地震の前夜に詠んだのです。読んでやってください」万能川柳の投句者、愛読者の交流の場として万能川柳クラブが結成され、年四回会報を発行しています。兵庫県加古川市に住む谷川敏子さんは眼鏡を手にその会報を離さず、の日々だそうです。(毎日新聞)

#### シテクレ態の用例

- 20) それはそれは優しい先生だった。学校が終わってからもよく遊んでくれた。「木さ登ったりかけっこしたり…。物語や小説も読んでくれたし」。伊藤みつるさんは、54歳になるいまも、小学生の日々を思い出すと、声ははなやぐ。(天声人語)
- 21) そこで、車いすの生活をしているものが、どんな思いで一日を過ごしているのかを正直に書いてみようと思ったのです。自分の半生を振り返って、できるだけ事実に即して書こうと努めました。この本を読んでくれた知人や友人から、こんなふうだとは知らなかったといわれることがあります。私たちが日常生活のどういうところでどう困っているか、案外わかってもらっていないんだなと思いました。(毎日新聞)

#### シテモライ態の用例

- 22) 読者の間からは「その通りや」の声もあがった。近くに隠れて見守っていた製作者の女性(39)は「こんなに多くの人に読んでもらい、ありがたい」。大阪市の警備員が約一時間後に破棄したが、阪神さん、ファンの心だけは破らないで。(毎日新聞)
- 23) たしかに新聞にも速報性はあるが、放送にはとてもかなわない。出勤すると秘書に主な新聞記事を読んでもらい、たいていのニュースは知ってるつもりですが、例えば、今朝のラジオニュースで、ボスポラス海峡のタンカー衝突事故を聞いたが、朝刊には載っていない。(毎日新聞)

#### その四 動詞「分ける」

動詞「分ける」は、「何かに力を加えて(道具などで)、その何かを分割する」という意味である。基本の言い方は、「何かを分ける」ということで、相手対

象は関係ない。しかし、ヤリモライの言い方に使用されると、「(誰かに)分けて与える」の意味になるだろう。

#### シテヤリ態の用例

- 24) 女は、大学生から貰ったお金は一銭もわが身につけず、ほうばいの五人の女中にわけてやり、ばたばたと脛の蚊を団扇で追いはらって浅草まつりが近づいたころには、その食堂のかんばん娘になっていた。神のせいではない。人の力がヴィナスを創った。(狂言)
- 25) 郭巨には妻も子もある。その子は三歳だということです。或る時、老母と言っても、その三歳の子から言えばおばあさんですね、そのおばあさんが、三歳の孫に、ご自分のお碗のたべものを少しわけてやっているのを見て、郭巨は恐縮し、それだけでなく老母のごはんが足りないのに、いままたわが三歳の子は之を奪う、何ぞこの子を埋めざる、というひどい事になって…(惜別)

#### シテクレ態の用例

- 26) 大学を出て二十年か三十年経つと、レストランの経営者とか、電気屋のおやじとか、大会社の重役クラスに知人がいっぱいできることになる。すると、皆が貧乏学者の太郎を憐れんで、飯を食わせてくれたり、電気器具をおかみさんに内緒で安くわけてくれたり、会社の費用で新橋の料亭に連れて行って芸者をあげて遊ばせてくれたりするるのである。(太郎物語)
- 27) 「行助さんがそのことを言っていました。たぶん、あのひとは、僕に財産をわけてくれる話をするだろうって。しかし、移籍さえ認めてくれれば、ほかになにも要らない、ということでした。」(冬の旅)

#### シテモライ態の用例

- 28) 今度一緒に来た万屋の主人は日ごろ彼が世話になる病院先のことであり、生糸売り込みもよほどの高に上ろうとの見込みから、彼の力にできるだけの手伝いもして、その利得を分けてもらうという約束で来ている。(夜明け前)
- 29) 高杉の遺書は、茨城県取手市の会社員が所蔵していた。会社員は「親せきが亡くなり、形見分けでもらった」と話している。一坂学芸員は「高杉の

妻あての手紙は三通しか見つからない。」  
(毎日新聞)

#### その五 動詞「切る」

また、動詞「切る」は、「刀物でたつ」という意味である。基本の言い方は、相手対象は関係ない。しかし、ヤリモライの言い方に使用されると、「(誰かに)切って与える」の意味になるだろう。

#### シテヤリ態の用例

- 30) 「今日ではザンギリになっても坊主になっても問題はありますが、昔は髪を切るといのは大変なことで、髪を切って謝るといえば大抵のことは勘弁してくれたものです。それだけに又、なにかの腹癒せに、あいつの髪を切ってやろうなぞと云って、女や男の鬘を切ることもある。」(女社長に乾杯)
- 31) 「さ切ってやるから、己の傍へ来て手を出せ。」  
(むかしの味)

#### シテクレ態の用例

- 32) 民やはあのまた薬を持ってきて、それから縫掛けの裕を今日中に仕上げてくださいなさい……。政は立った次手に花を剪って仏壇へ捧げて下さい。菊はまだ咲かないか、そんなら紫苑でも切ってくれよ。」(野菊の墓)
- 33) あの男ならおれが訳をいって、この千両を半分やるから八橋と手を切ってくれと頼めば、いつでもきっと素直に承知してくれるに相違ない。」(諸国話)

#### シテモライ態の用例

- 34) お前さんの掛け合い次第で、五百両で身請けができれば百五十両、四百両で話がまとまれば、二百五十両、その残りの金はみんなお前さんに差し上げるから、どうか八橋と縁を切ってもらいたい。(指)
- 35) しかしその気分憎むべきところがなく、またお株が始まったくらいで、お馴染が来たとき、出先でその分の伝票を切ってもらうことにしていた。抱えたちを競争させることにも妙を得ていたが、親たちの歡心を買うことにも抜目がなく、本人の借金が殖えれば殖えるだけ、主人は儲かるので、親への仕送りを倍加するという一石二鳥の手も使

うのであった。(縮図)

#### まとめ

以上は、動詞「作る」、「買う」、「読む」、「分ける」、「切る」について、筆者の採集した用例から推論したことの概観である。ある種のヤリモライでは、その動詞の本来の名づけ的な意味で使用されるのではなく、名づけ的な意味そのものに修正をくわえて使用されるということがすくなくないのだが、その例として「作る」、「買う」、「読む」、「分ける」、「切る」をとりあげ、ともにカテゴリーカルな意味「与える」が付加されると論じてきた。あらためて、“やりもらい”という形態論的なカテゴリーが個々の単語の意味をいかに条件づけるものであるかということがよく分かった。つまり、動詞「作る」、「買う」、「読む」、「分ける」、「切る」などでは、特定の連語の構造のなかで、その連語の構造に条件づけられて名づけて的な意味に修正をうける(与えるというようなニュアンスをもつ意味が付加される)ものなのだが、このような文法的な性質が存在していることによって、そのことがヤリモライでの名づけ的な意味の修正を容易にしているのだろう。そうだとすれば、ヤリモライでの名づけ的な意味の修正を考えるためには、個々の動詞の連語論的な性質にも配慮しなければならない。

#### 参考文献

1. 期刊論文
  - 鈴木康之：1983, 「連語とは何か」『教育国語』73
  - 鈴木康之：1990, 「文法一般・統語論」『国文学解釈と鑑賞』7月号
  - 鈴木康之：1996, 国際的な言語研究としての連語論『国文学解釈と鑑賞』7月号
2. 論文集論文
  - 鈴木康之：2002, なぜ文に構造ができるのか『日中言語対照研究論集』
  - 村上三壽：1986, やりもらい構造の文『教育国語』むぎ書房
  - 奥津敬一郎：1986, やりもらい動詞『国文学解釈と鑑賞』至文堂
  - 奥田靖雄：1985, 語彙的な意味のあり方『教育国語』むぎ書房
  - 奥田靖雄：1997, 動詞(その1)・その一般的な特徴づけ『教育国語』むぎ書房
3. 著書
  - 鈴木重幸：1996, 『形態論・序説』むぎ書房
  - 宮島達夫：1994, 『語彙論研究』むぎ書房
  - 鈴木康之：1998, やりもらい『日本語文法の基礎』三省堂
4. 学位論文
  - 高 靖：2003, 現代日本語のヤリモライの総合的な研究(博士學位論文 日本：大東文化大学)

## 日本語用例出典

『赤い鳥』	久保田譲治	新潮文庫	『痴人の愛』	谷崎潤一郎	新潮文庫
『放浪記』	林芙美子	新潮文庫	『野菊の墓』	伊藤左千夫	新潮文庫
『不毛地帯』	山崎豊子	新潮文庫	『冬の旅』	立原正秋	青空文庫
『或る女』	有島武郎	新潮文庫	『夜明け前』	島崎藤村	青空文庫
『女社長に乾杯！』	赤川次郎	新潮文庫	『ランプ』	新見南吉	青空文庫
『狂言』	太宰治	青空文庫	『吾が輩は猫である』	夏目漱石	新潮文庫
『号外』	国木田独步	青空文庫	『むかしの味』	池波正太郎	新潮文庫
『縮図』	徳田秋声	青空文庫	『指』	広津和郎	新潮文庫
『諸国話』	太宰治	青空文庫	『人間の壁』	石川達三	新潮文庫
『惜別』	太宰治	青空文庫	(天声人語) 1994年から1995年	朝日新聞社	
『太郎物語』	曾野綾子	新潮文庫	(毎日新聞) 1998年		

## 日中両国における幼児教育の現状をレポートし、これからどのように両国の幼児教育が変化していけばよいのかを考える

瀬野ゆめか

**要旨** 現在、両国の子どもの変化は著しい。日本では数年前から「ちょっと気になる子ども」が現れてきた。その「気になる部分」は明確な変化ではないので、幼児教育に携わる先生によってそれがどのような状態なのかをはっきり指摘できないでいる。これまで、子どものより良い発達を促すために、日本の教育・幼児教育はさまざまな試みを行ってきた。子どもの成長に関する問題は学校の中だけで見られるのではない。それは家のなかでも起こっている。これまでの幼児教育を分析し、今後どのような幼児教育が必要であるのかを、日中の研究を通して模索していく。本稿は、日中幼稚園交流の第一回目の報告である。先ず中国で現在あらわれている問題を取り上げ、次に交流を行っていく日中の幼稚園の説明を互いに行った。

何故いま日中なのかという批判もある。日本と中国を恣意的に選んだのではなく、これまでの共同研究の経過の中でそうなった。日中で、それを模索したいと考える。それぞれの園がいいと思うことを研究して発表、議論していけることを望む。この研究は、子どもの全面発達を進めていくための努力の一部である。

### はじめに

今回、日中現代教育学会会長の正木健雄・日本体育大学名誉教授のお力添えで、李 曉恵北京体育大学副教授の紹介を得て、中華人民共和国の幼稚園を訪問することができた。

2012年6月、日中幼稚園交流を実現するため、神奈川県横浜市にある「四恩学園ナザレ幼稚園」が中華人民共和国の河北省石家庄市にある「未来強者幼稚園」を訪問した。今回の交流で、日本と中国の環境や制度は違うが、幼児教育に対する理念は同じであることを知ることができた。

### I 北京体育大学を訪れて

未来強者幼稚園を訪れる前、日本体育大学と早稲田大学と姉妹校となっている北京体育大学を訪問した。そこで現在の中国との共同研究の取り組みがどのよう

な状態であるのかを聞くことができた。

### 中国の幼児教育が直面している問題

中国の教育では、体育、徳育、知育を大事にしている。近年、国民の素質を向上しようと努力をはじめた。例えば、礼儀に関する教育。礼儀に関する教育は小学校からではなく、幼稚園からの幼児教育が大きな役割を果たすと考えはじめた。しかし、中国の幼児教育の分野ではさまざまな問題が現れている。現在、先生不足から起こる幼稚園の不足、先生の減少の加速などの問題に直面している。

中国の幼児教育が抱える一つの問題は幼稚園不足である。今、中国の都市部に住んでいる子どもたちはみな幼稚園に通っている。一方、農家や山の中、地方に住んでいる家庭の子どもたちは幼稚園へは通っていないという。その理由の一つは、先生不足が原因で幼稚園が運営できないことである。都市部でも先生不足で幼稚園が無いところが多く、特に地方や山の中の幼稚

園には先生が行きたがらないという現状がある。

幼稚園を運営していく上での問題として、幼稚園教員の減少傾向が挙げられた。数年前から中国の物価は高くなりつつある。野菜と肉が同じくらいの値段になっている中、先生の給料は5年前とほぼ変わらない状態である。その結果、物価が上昇している中国社会では、給料が安い「先生」という職業は厳しい生活を強いられることになる。現在の中国社会の状況では、先生のなり手が増えるのは難しい状態である。

中国には公立(100%が国からの補助金)、私立(100%が自費と投資)、さらに半分国から援助金をもらい、半分は自費や投資で経営している幼稚園がある。

すべての幼稚園は国の教育基準に沿って保育が行われるよう定められ、教員はすべて教員資格が必要である。しかし、実際は教員の減少からくる先生不足のため、私立の幼稚園では教員の資格をもっていない先生が教員として従事しているところがある。

毛沢東の時代、自己中心的であることは良くない事とみなされ、人民にサービスするのが良いとされていた。しかし今の中国は教育の目的として「お金や出世」を掲げている教育機関等があり、まるで数十年前の日本の教育状況、または戦後の日本の社会状況を見るようであると話していた。さらに、幼稚園が足りていない地域にどのように幼児教育を提供して行くか、どのように幼稚園教員を増やし、免許を持たない指導者をなくしていくかが問題である。

#### 中国の幼稚園と日本の幼稚園の違い

中国と日本の幼稚園の違いは様々挙げられるだろう。ここでは一つ、保育時間が取り上げられた。保育時間の長い中国の幼稚園は、日本の保育園と同じ役割をしている。

中国では出産後には半年産休をとるのが普通で、産休後は子どもの面倒を祖父母に頼む傾向が強い。中国の幼稚園の保育時間は朝の8時から夜の7時までと、日本に比べて長いので、共稼ぎの家庭が多い中国では、幼稚園に行ける家庭の子どもたちは全員幼稚園に通っているそうである。

一方、日本では現在子どもが減少傾向にあり、共働きの親が増えている。共働きの親は子どもを保育園へ預けるケースが多い。日本の産休は平均3ヶ月間が多数である。そして、子育ては保育園の保母さんに頼む傾向が強い。なぜならば、幼稚園の保育時間は正確に

は10時から14時の4時間、さらに日本の幼稚園では一人1年間80万円の教育費がかかる。その半分は国が負担しているとはいえ、保育園よりも教育費はかかるからである。

近年、日本では親の幼稚園に対する望みが変わってきたことをふまえ、これまでの幼児教育を見直さなければならない段階に入っている。

#### ◇ 未来強者幼稚園

##### プロフィール

未来強者幼稚園は、中華人民共和国の河北省石家庄市に1992年に創立された私立幼稚園である。石家庄市の歴史は70年である。北京の一つの区より小さく、230万人が暮らしている。古いお寺や仏像は、隋の時代のものである。1945年から3年間、毛沢東が赤軍の本営にしていた場所でもある。未来強者幼稚園は現在、18園分校がある。18園あるなかで一番大きい幼稚園の児童数は600人。最小で100人。総勢5000人の児童が通っており、中国でも大きい幼稚園である。

石家庄の公立の幼稚園は3歳から5歳まで。私立の幼稚園は1.5歳から6.5歳までと年齢制限があるが、未来強者幼稚園では0歳から入園することができる。幼稚園には給食室が設置されており、専門のコックが園児の朝・昼・夕の食事を作っている。

国の教育方針に、モンテッソーリ教育、総合教育を組み合わせたユニークなカリキュラムを提供している。さらに、教室ではできない社会的な勉強にも力を注いでいる。例えば、美術クラスでの絵画作成は、自分の気持ちを表現することに大きな役割を果たすと考え、絵画の展示会を年一回、公開の場所で行う。踊りと歌の発表会を月一回行うなどである。

未来強者幼稚園では、国際交流をすることは先生だけでなく、子どもの視野を伸ばし、将来、強者になるための一つの大切な要因であると考え、7年前から国際クラスが始まった。国際クラスは園児の年齢で分けられていない。英語の先生は3人、週に2回20分、国際クラスを回って授業をするという形態をとっている。

昼寝がある。夏は12時から14時30分、冬は12時から14時までである。

#### 幼児教育の理念

「一人ひとりがトップになることを目指す」

中国の競争は厳しい。そのような社会の中で将来、子どもが強者になれるような教育を提供したいと未来強者幼稚園は考える。子どもたちの将来のため、強者になれるためには、知能だけでなく、まず他を尊敬し、ルールを守ることが大事であり、さらに強い人間になるには良い生活習慣が必要であると考えている。環境衛生が整った中で、ルールや礼儀を守り、正しい生活習慣を守れるような教育を行っていかうとしている。

時代が変化しても人間は人間であるので、「尊敬」しあえることが大事である。教員は子どもを尊敬しながら、仕事をするのが大事であると考えている。

1. 正心
2. 修身
3. 啓智（知能開発する）

の3つの考えに沿って、幼児教育を行っている。

#### ◇ 四恩学園ナザレ幼稚園

##### プロフィール

四恩学園ナザレ幼稚園は、今年で創立30周年を迎える日本でもユニークなカリキュラムを提供する幼稚園である。総勢児童数は500人。

「コーナー保育」と呼ばれる選択型保育活動には、絵画や体操の他に、日本の伝統である茶道や仕舞（能）なども含まれている。

幼稚園からバスで10分ほど離れた場所には、「からんこ山」と名づけられた里山を所有する。山遊びを専門とする指導者のもとで、園児たちは様々な課外活動を体験できる。からんこ山での山遊びは、園児たちの運動発達と身体能力を伸ばすこと、さらにメンタル面のバランスを整えるのに役立つと考えられている。

近年、横浜の小学校では2年生から英語の授業が必修となった。ナザレ幼稚園では、初期の頃から英語の先生が週に2回、各クラスを回って英語を教えるというカリキュラムを持っていた。この形式では成果がすぐに見えにくいということで、4年前にバイリンガル・クラスを開始するに至った。バイリンガル・クラスは、約300園ある横浜の幼稚園の中でまだ2、3園しか行っていない。バイリンガル・クラス第一期の卒園児は英語で卒園スピーチをできるまでになっていた。

去年5月には四恩学園ナザレ保育園を設立した。保育園の児童たちは幼稚園児と一緒に保育活動をしたがり、からんこ山では山遊びを楽しむことができる。

#### 幼児教育の理念

四恩学園ナザレ幼稚園では、「未来の子どもたちが勝つばかりではなく、今の私たちが勝たなくてはならない」と考えている。

そして、「四恩」の意味は、

仁：他人の心を大切にする、惻隱の情

礼：親や大人を偉いと思う気持ち

義：親や大人が、その子どもの気持ちに応える義務

智：親や大人が、「子どもの礼に答える義務が果たせないのは恥である」と、恥を知ること

中国の孟子が教えた「四恩」の理念に向かって、子どもたちの身体、心、能力がバランス良く、穏やかに伸びていけるような教育と環境を提供したいと考えている。大切なことは、子どもたちと先生の評価の仕方であり、子どもの何を見ていくのかをはっきりとさせることである。

第一に、子どもを能力だけで評価することは子どもの成長のバランスを崩すことにつながる。幼稚園とは、子どもたちの心の成長を大切にし、子どもたちの身体、そして諸能力を良く伸ばしてあげることができる場所である。子どもの良い成長を促すためには、能力だけではなく、性格、人格、人間性を大切にしなければならない。特に心の成長を大切にすることが大事である。

次に、先生の素質よりも、先生が子どもたちに何をどう教えるかが大事である。先生の評価に関しては、仕事を愛しているか、子どもを愛しているかで判断するのが大事である。先生にとって大切なことは次の3つである。

1. 子どもの面倒を見ること、子どもを大切にすることが好きである。
2. 子どもが《できている》のを見て感動し、心が動く。子どもを誉めてあげられる。
3. 道理、つまり《悪いことをしていいことはない》という道理を通すことができる。しっかりその事がわかっている、つまり《正義の勝利を信じている》ということである。

幼児教育で一番大切なことは、子どもの気持ちを理解し、それに答えてあげることである。つまり、正しいことは正しい、悪いことは悪いという知を教えるのである。これまでの経験で発見したことは、子どもが《より良く生きたいと願う》のは大人が願うからではなく、子どもが《そうなりたいと願う、それを大人に

褒めて欲しいと思っている》からである、ということ。日本の「しつけ」がよいと言われるのは、【子どもが大人に褒めて欲しいと思っていること、よく生きたいと思っていること、正義は勝つということを知っていること】を、大人がきちんと褒めているだけなのである。そこに日本の教育の特徴があると考えていいだろう。

これらのことは、子どもをよく見ていればわかるはずである。なぜならば子どもは成長したいのだから。教育の鍵はそれぞれの子どもの中にある。それをどのように早く見つけるかが大切であると考ええる。

## II 訪問と会談を通じて

未来強者幼稚園の理事長は、2001年に日本を訪れたときのことを話してくれた。大自然の中で子どもたちが遊んでいるのを見て感動したという。日本のように森の中で子どもたちが遊び、成長できるような環境を提供できたらと考えている。日本人の国民の素質が高いこと、ルールを守ること、礼儀正しいことや環境衛生が整っていることなどにも感動したという。そして高齢者が仕事をしていることにも驚いていた。

未来強者幼稚園の理念は、理事長が日本へ旅行したときのさまざまな経験が影響しているそうである。

四恩学園ナザレ幼稚園の園長は今回の訪問を通じて、中国人が子どもを大事にしているという様子をしっかり見ることができた。例えば、公園には家族連れがいっぱいた。父親が子どもを肩車したり、おぶっていたりしていた。

お釈迦様を拝む中国人の姿の中には、子どもの面倒を見る良い素質があると直観する。お釈迦様はいつも見守っていて、気持ちをわかってくれて、願いをかなえてくれる。それはまるで「母」そのものを礼拝する心であり、姿である。その仏像を拝む中国人は、仏教

の教義よりも母の気持ちを良く理解していると考ええる。日本人はこのことにあまり気づいていない。中国人のように熱心にお釈迦様を拝めない日本人よりも、中国人のほうが保育者に向いているのではないかと考ええる。

さらに、日本と中国の自然観が違うことを指摘したい。日本の里山には神様がいる、と日本人は信じている。それは、日本には里山という小さな森がどこにもあり、さらに里山の奥には奥山があって、人々は昔から色々なものを山からもらってきた。山は日本人にとって、生活を支援する大切な財産だった。財産＝山は神様である、そう自然に思っていた。よって日本人にとって里山は神聖な場所であり、山の中にいけば山に守られているという気持ちになれるのである。日本人が山の中にある大きな木を見て驚くのは、そこに神様がいるかもしれないと思うからである。

中国にはあまり山がない。しかも山の中には神はいない。なので、日本と同じ山を使った教育を行うことは難しいだろう。しかし、ドイツで行われているジオトープなどが将来進行したならば、中国の自然観も変わってくるのではないだろうか。

## III 今後の展開について

2012年10月、未来強者幼稚園が四恩学園ナザレ幼稚園を訪問される予定である。今後の目標として、日中幼稚園の比較研究、身体と教育、幼児教育が子どもたちに与える精神、健康、生活上での影響を考えて行きたい。それぞれの園が良いと思うことを研究発表し、お互いの園から良い部分を学び、足りないと思われる部分はお互いに埋め合わせ、親、子、社会の要求や気持ちが変わってきた現代の日本と中国とで、より良い幼児教育を提供できるよう協力し、模索していくことを強く望んでいる。



## 集団運動遊び（「Sけん」や「かぶ」）が 大脳前頭葉の働きに与える影響

—肌と肌がふれあう意味—

渡 邊 宣 明

### 1. どのような「集団運動遊び」が子どもの“大脳前頭葉”の興奮・抑制を高めるのか

1時間目が始まって「そわそわ」してなかなか落ちつかない、また落ち着いたと思っても、集中力が続かず、授業の半ばにして飽きてしまう、そんな子どもがクラスの中に少なくない。授業に向かう子どもの姿が、以前に比べて変わりつつあり、子どもたちの学びを支える土台づくりを真剣に考える必要性を感じている。

そこで、始業前の活動に注目してきた。とりわけ「集団運動遊び」が子どもが落ち着いて授業を受けるようになる上で有効ではないかという仮説を立て、実践に取り組んできた。またそれと同時に、実際に大脳の前頭葉の働きをGO/NO-GO課題によって調べてきた。その結果については、日中現代教育学会誌『全面発達の展開』第1巻第2号において、「子どもが学びに集中できる環境づくり—始業前における集団運動遊びの効果—」で述べたとおりである。

これを要約すると、始業前に「Sけん」や「かぶ」という集団運動遊びを行うと、“大脳前頭葉”の興奮・抑制の水準を高めることができることがわかった。

また、Sけんやかぶ以外の遊びにも目を向け、子どもたちがよく行う6種類の集団運動遊びも始業前の活動に取り入れてみた。6種類の集団運動遊びとは、かぶ、Sけん、長なわ(8の字)、落としっこ、しっぽとり、ドッジボールである。それらの遊びの効果につい

ても、大脳活動の水準を測るGO/NO-GO課題(形成、分化、逆転分化)を用いて同様に調べてみた。

その結果を示したのが、図1である。それは、集団運動遊びの種類の違いによって、子どもたちの大脳活動の5つの型にはどのように違いがでてくるのかを示している。

集団運動遊びの種類に関係なく、始業前に運動を行った日は、そうでない日より活発型が多く、興奮型は少なくなっている。遊びの種類別では、しっぽ取り、落としっこ、ドッジボール、長なわの場合には不活発型がみられたが、かぶやSけんの場合には不活発型はみられなかった。また活発型の割合は、運動なし→しっぽ取り→落としっこ→ドッジボール→長なわ→Sけん→かぶの順に多くなっていた。

以上の結果から、始業前に集団運動遊びを行うことが有効であるのは、集団運動遊びが、興奮過程と共に抑制過程が発達するように、大脳の発達を促し、集団運動遊び後の子どもたちの抑制力や集中力を高め、その後の学習に落ち着いて集中できるようになるのではないかと考えている。

また、遊びの中でも肌を触れ合う回数や強さが強いものほど、効果が大きく出ている。それを象徴するのが、「Sけん」と「かぶ」である。

### 2. 「Sけん」や「かぶ」という集団運動遊びの有効性

ところで、「Sけん」や「かぶ」という2つの集団運動遊びの特徴は、肌と肌を触れ合う回数が多い、またその強さが強い点にある。言い換えるならば、それらはからだとからだによるコミュニケーションをする遊

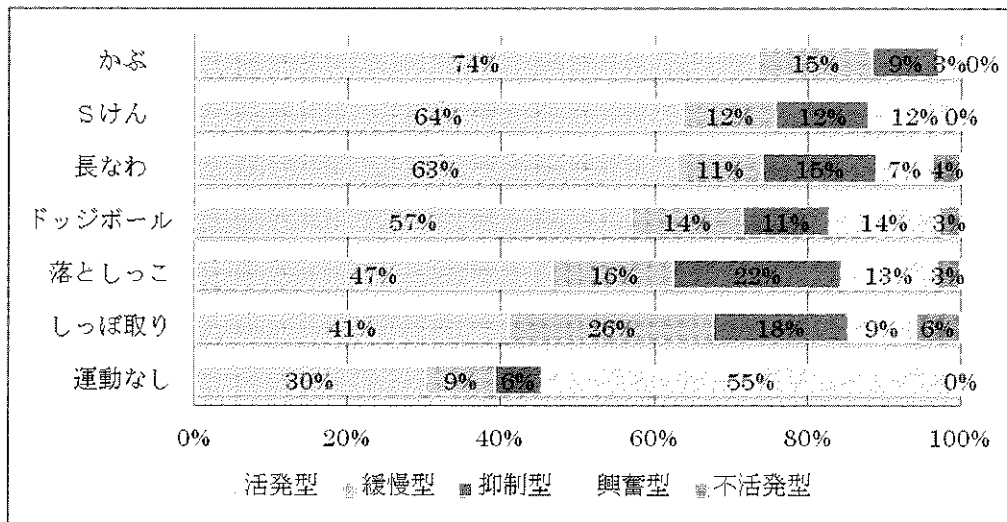


図1 6種類の「集団運動遊び」における大脳活動の型の比較

びである。また、「ぶつかり合う」レスリング効果や逃げたり追いかけたり、などハラハラ・ドキドキする鬼ごっこ効果などもある。要するに「ワーワー、キャーキャー」と叫びながら、心地よいスキンシップができるのが、2つの遊びに共通する点である。

### 3. 肌と肌とのふれあいの効果—発達心理学から—

それでは、なぜ肌と肌とのふれあいが大脳の働きに効果的なのであろうか。「からだ」、「心」、「大脳」の発達の関係について、発達心理学を専門とする山口創（桜美林大学准教授）は興味深い指摘をしている。

山口によれば、近年増えてきている落ち着きがない、キレる、ADHDなどの状態は、情緒不安定や社会性が育っていないということと考えれば、乳幼児期の両親とのスキンシップ不足が影響している。

たしかに近年では、産院で出産すると母体保護のために母子別室になることが多くなってきている。そのため、母と子の肌と肌とのふれあいが薄くなってしまい、母性が育ち始めていかないことが影響を与えているのかもしれない。

また、人に触れるスキンシップを行うことで、大脳の機能構造における第二次領域の体性感覚の主観極と客観極を同時に覚醒させるだけでなく、運動システムも刺激する。これは脳を広範囲にわたって刺激することになるという。そして、人に触れる心地よいスキンシップを行うことで、免疫機能の向上、成長ホルモンの分泌、体温調節が正常に働く、便秘の解消、感情表出の活性化等の効果も報告されているという。

さらには、人に触れるスキンシップを行うことで、

生まれてからずっとあった皮膚の欲求不満が解決され、心が穏やかになり、問題行動が軽減するだけでなく、自分の感情を客観的にコントロールできるようになり、相手の心にくみ取れるようになると述べている。

発達心理学における知見を参考にすると、改めて肌と肌のふれあいが、重要な要素であることがわかる。乳幼児期からの両親とのスキンシップ不足が、今、小学校現場で問題になっている落ち着きがない、キレる、ADHDなどのことに何かしらの影響をあたえているのではないかと。また、それだけにとどまらず、十数年前から子どものからだのおかしさとして問題になっている体温調節やアレルギー、成長ホルモン等の人間のからだの特徴にまで影響を及ぼしている可能性があることを示唆している。その一方で、生まれてからのスキンシップが不足していたとしても人に触れるスキンシップを行っていくことで、皮膚の欲求不満は解消され、自分の感情を客観的にコントロールできるようになるだけでなく、相手の気持ちがくみ取れるようになる可能性も示唆している。

同様に肌と肌のふれあいが大切であることについては、絵本作家のかこさとしも主張している。「子どもの遊び」の中で大脳への最もよい大きな刺激は「抱かれる、なでられる」など肌による接触であると述べる。これにより小脳や古い皮質に絡み合いが急速にでき、脳の中に配線ができていく。かこさとしはまた、脳の発達には段階があり、それに応じた肌のふれあいから言葉にいたる刺激の適切な庇護と自主性の均衡がかこさとしとすこやかさをもたらすと強調する。

発達心理学者の山口創、絵本作家のかこさとし、専

門の異なる両者の意見を参考にすれば、“小学校”という多くの子をもたちが集う場で意識的に友達と肌と肌を触れ合うスキンシップを行うことを実践に取り入れていく必要があるのではないかと考える。なぜならば、落ち着きがない、キレる、ADHDなどの子どもたちが増えてきている現在、子どもたちのからだと心によりよい発達刺激を与えるためにも、学力の定着をはかるためにも、肌と肌を触れ合うスキンシップのある遊びが脳前頭葉の興奮と抑制を高めることに有効だからである。

#### 4. 人間的危機からヒト的危機へ

ここまで肌と肌のふれあいの大切さについて述べてきたが、それを人類の歴史という視点から考えてみたい。

その際に手がかりになるのが、フランスの児童心理学者アンリ・ワロンの精神的退行に関する説である。またワロンの説にもとづいて作成された、正木健雄（日本体育大学名誉教授）の図である。この図に情緒不安定や社会性を書き加えたのが、図1である。

この図は、現在人間としての様々なからだの機能が進化するもっと前の段階であるヒトとしての子育てのところの問題にまで進化（退化）してきているのではないかと危惧した思いを表わしたものである。ワロンの説でいう感情の機能が失われていく段階にまで、現在はきてしまっているのではないかと考えてみた。

なぜならば、肌と肌の触れ合いの最初は、両親とのスキンシップである。前述したように乳幼児期の両親とのスキンシップの不足が、その後成長した時に情緒

不安定になったり、社会性が育っていかなかったりすることに影響していると山口氏は述べている。しかし、最近の日本における育児では、育児放棄や乳児虐待などの問題が起きてきてしまっていて、抱っこ、おんぶ、添い寝、母乳を与えるなどの親子のスキンシップができなくなってきてしまったのではないだろうかと考えたからである。

霊長類としてのヒトは、その祖先であるサルと同じように、触れ合うことで他者との関係を築いてきた。そこで、霊長類学からみた子育てについて考えてみた。『朝日新聞』2003年6月14日付朝刊の記事によれば、京大霊長類研究所のチンパンジーたちは、産み落とした赤ん坊を初めて見た時、驚いて逃げてしまい、授乳も嫌がったそうである。しかし、飼育員が赤ん坊を抱かせて乳首を吸わせたり、赤ん坊がしっかりしがみついたりした時にやっと抱き合うことができ、育児ができるようになったそうである。子どもを産んだだけでは「母」にはなれず、母子の肌と肌の触れ合いによるかかわりを通じて、初めて母親になる、すなわち母性が育つのだと書かれている。このことが人間にも当てはまるとすれば、人間も近頃では産院で出産すると母体保護のために母子別室になることが多くなり、肌と肌の触れ合いが薄くなってしまっているように感じられる。その影響で母性が育ちきっていないのかもしれない。

また、京大霊長類研究所でチンパンジーの「アイ」を研究している松沢哲郎氏によれば、子育ては種族繁栄の基本的な行為であるのに、本能に組み込まれていない。その理由として、子育ては子どもの個性に柔軟

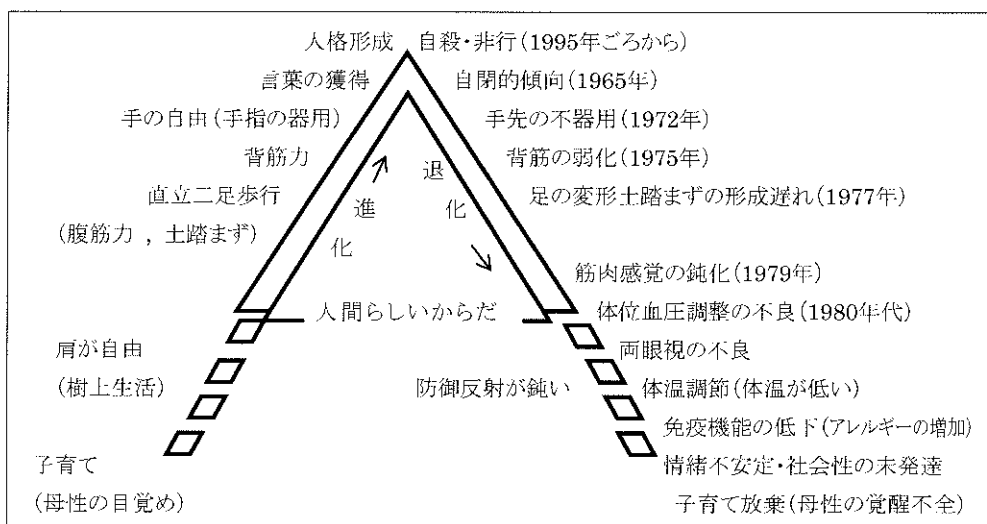


図2 人間の進化と退化の順序（正木による図に筆者加筆）

に対応してやる必要があるから、あらかじめ決められた1つの方法ではかえって不都合が生じるからかもしれない、と松沢氏は述べている。

これらのことから、自然界で“群れ”という集団生活をしていれば、おのずと子育ての仕方を見て学んでいくのかもしれないが、このチンパンジーたちは、小さい時から人間に育てられているので、母親がどのようなことをして子どもを育てるのかを知らないのかもしれない、と考えられる。

サル学の世界的権威である霊長類学者の河合雅夫氏(京都大学名誉教授)は、著書の『人間の由来』の中で、家族という社会単位を生み出したことによって、500万年くらい前に類人猿からヒト化(ホミニゼーション)への道が開かれた、と述べている。また、父母という両性が子どもの養育にあたるという家族の概念から人類が外れた社会を作るようになれば、それは人間ではなく、ほかの生物になるということだろうとも述べている。家族が父親不在となってしまう、他の哺乳類動物で見られる子育てや、皆でじゃれあって遊んで成長するということまでがなくなってしまっていることを、河合は危惧している。

霊長類学の知見では、ヒトとして子どもを産み、育てるといふ営みは、家族の中で安心して出産し、育て方を学び、スキンシップにより母性が目覚めて母になり、父とともに育てていくことであり、これを“家族”というようである。核家族化が進んでいる現在、人間は人間に育てられたチンパンジーのように、子育てをどのようにしたらよいかわからなくなってしまっているのかもしれない。このままでは育児放棄や乳児虐待などの問題がますます増えていくのではないだろうか、と危惧する。

すなわち、現在の人類の進化(退化)は、正木氏の人間的危機仮説の“人間らしいからだの特徴”のところまでの変化をさらに遠く越え、“ヒトとしての危機”を迎えているのではないだろうか。

##### 5. 集団運動遊びの提唱とカリキュラムづくり

これまで、人類史的視点をふまえて、集団運動遊び、とりわけ肌と肌とのふれあい、すなわち身体的接触を含む運動遊びが現在の子どもの脳の働きに効果的であることについて述べてきた。

この結果をふまえるならば、授業が始まってもなかなか落ち着かない、集中できない子どもが少なくない今日、始業前における一つの試みとして、積極的に肌と肌のふれあいを含む集団運動遊びを取り入れることを考えてみてはどうだろうか。その先駆けとして、栃木県宇都宮市の「さつき幼稚園」では、登園後30分前後の間に、先生と園児が「ワーワー、キャーキャー」と言いながら取っ組み合いをする「じゃれつき遊び」を導入している。「じゃれつき遊び」を行った後、3歳児の子どももおしゃべりをしたり、よそ見をしたりすることなく、落ち着いて活動に取り組めるようになったと報告している。さつき幼稚園での実践は、小学校においても同様に試みしてみることの重要性を示唆するものである。

しかし、始業前に集団運動遊びを時々取り入れることにとどまってはいけないとも考えている。学校のカリキュラム全体を見通して、始業前の活動として日常的に集団運動遊びを積極的に位置づけていく必要があるだろう。子どもの学びが成立するためには、それを可能にするための土台づくりもまた、学校には求められる時代になってきている。それは、授業技術云々で何とかできるほど、簡単なことはないのではないだろうか。ただ運動場でたくさん体を動かすだけでなく、友達とかかわりながら、しかも人に肌でふれる機会をつくっていくことが、今日の子どもたちには求められている。そのことを念頭において、カリキュラムづくりをしていくことは、教育現場の1つの大きな課題である。

---

発行日：平成 24 年 8 月 30 日 発行

**全面発達の展開** 第 2 巻 第 1 号 平成 24 年（2012 年）  
日中現代教育学会

編集／発行 〒 153-0061 東京都目黒区中目黒 4-8-12 正木方

全面発達の展開 編集委員会

編集委員長 正木健雄，朱 浩東

E-mail：masaki@mxv.mesh.ne.jp

Human Development for All

The Cino-Japan Academy of Education

印刷所 大昭和印刷株式会社

〒 112-0002 東京都文京区小石川 2-23-11

---





全面發達  
の展開

日中現代教育学会

The Cino-Japan Academy of Modern Education