

全面発達の展開

Human Development for All

第3巻 第1号 平成25年（2013年）11月30日発行

■会長論文

静岡県における「人づくり百年の計」委員会に参加して提言したこと，また静岡県における「通学合宿」の効果进行调查して感じたこと

正木 健雄

■原著論文

睡眠時の呼吸データの時間周波数解析

白水重憲，近藤英明，片山宗哲

RR 間隔変動からの睡眠時無呼吸の自動推定

白水重憲，近藤英明，片山宗哲

RR 間隔変動による NREM 睡眠領域推定と睡眠時無呼吸の検出（1）

—5 歳児の場合—

白水重憲，片山宗哲，正木健雄

大学生サッカー選手の試合中における移動速度

白水陽久，片山宗哲，白水重憲

■研究エッセイ

課題遂行時における自律神経活動から遂行者の課題に関する知識・経験のレベルを推定する試み

白水陽久，片山宗哲，白水重憲

ユーラシア世紀の曙と日本の国際協力の新たなフロンティア

稲垣富一

聴覚障害者の社会参加と貢献の実態

～『仕事無音』の発刊を通して明らかになったこと～

齋藤昌久

■体験報告

「スポーツ」におけるプライドの感動

～アーチェリーの場合

正木健雄

日中現代教育学会

The Sino-Japan Academy of Modern Education

『全面発達の展開』

Human Development for All

「会長論文」

正木 健雄

静岡県における「人づくり百年の計」委員会に参加して提言したこと、
また静岡県における「通学合宿」の効果を調査して感じたこと …………… 1

「原著論文」

白水 重憲, 近藤 英明, 片山 宗哲

睡眠時の呼吸データの時間周波数解析 …………… 19

白水 重憲, 近藤 英明, 片山 宗哲

RR 間隔変動からの睡眠時無呼吸の自動推定 …………… 25

白水 重憲, 片山 宗哲, 正木 健雄

RR 間隔変動による NREM 睡眠領域推定と睡眠時無呼吸の検出 (1)
—5 歳児の場合— …………… 31

白水 陽久, 片山 宗哲, 白水 重憲

大学生サッカー選手の試合中における移動速度 …………… 39

「研究エッセイ」

白水 陽久, 片山 宗哲, 白水 重憲

課題遂行時における自律神経活動から遂行者の課題に関する
知識・経験のレベルを推定する試み …………… 45

稲垣 富一

ユーラシア世紀の曙と日本の国際協力の新たなフロンティア …………… 51

「エッセイ」

齋藤 昌久

聴覚障害者の社会参加と貢献の実態
～『仕事無音』の発刊を通して明らかになったこと～ …………… 59

「体験報告」

正木 健雄

「スポーツ」におけるプライドの感動
～アーチェリーの場合 …………… 63

静岡県における「人づくり百年の計」委員会に参加して 提言したこと、また静岡県における「通学合宿」の 効果を調査して感じたこと

正木 健雄

要旨 静岡県の当時の知事・石川嘉延氏が、1998年7月に「人づくり百年の計委員会」を設けられた。私は、その委員会の委員に指名されて、答申の「第2章これからの人づくりに向けて」の「1 子どもと家庭」の執筆を担当した。

さらに、この「答申」を解説した『さあ、はじめよう人づくり もっと、もっと、子どもにメッセージを』<編集・発行 静岡県 2000年7月13日>の中の第2章「子どものしつけのために」の執筆を担当した。

これらは、“全面発達”を考える際の前提条件と考えるので、『全面発達の展開』誌に「会長論文」として、投稿させて頂いた。

また、その後、静岡県から私が理事長を務める「NPOセルフケア総合研究所」に、日本で一番古くから静岡県で始められて今日まで続けられている「通学合宿」の“子ども”への効果判定が依頼された。NPOでは、3年間に亘って、「3泊4日」「4泊5日」そして「6泊7日」の“通学合宿”についての“効果調査”を、「バイセンサー」という器具を世界で初めて使って実施した。これらの調査結果は、NPOから「静岡県」に報告され、さらに調査した子どもたちの“保護者”には「調査報告会」が開かれた。

これらの「通学合宿」における内容・期間が、子どもたちに対してどのような効果の違いになるのかは、“全面発達”に向かう子どもたちが「どのような生活」を過ごすべきなのかを考える“基礎条件”と考え、NPOから静岡県に提出されたこの「事業報告書」の内容を、本学会誌の「会長論文」とした。

キーワード：静岡県、人づくり、通学合宿、効果、バイセンサー

はじめに

静岡県では、1998年7月に、当時の知事・石川嘉延氏が評論家・草柳大蔵氏を会長とする「人づくり百年の計委員会」を設けられた。ここでは、「21世紀を担う人づくりをどのように進めたらよいか」を県民から意見を聞きながら、委員会で討議し、1999年10月に「意味ある人をつくるために」と題した提言が提出さ

れた。

たまたま、私がこの委員会の委員に指名され、「提言」の第II章「これからの人づくりに向けて」の「1 子どもと家庭」を執筆する担当になった。(この提言を解説した『さあ、はじめよう人づくり もっと、もっと、子どもにメッセージを』<編集・発行 静岡県、制作静岡新聞社>が、2000年7月13日に初版発行されている。)

ここで提言したことは、「全面発達」を考える本学会において、「発達」の“必要条件”であると考えるので、私が執筆した部分を「会長論文」として、以下

に採録させて頂く。

また、その後、私が理事長を務める「NPO 法人セルフケア総合研究所」に対して、静岡県教育委員会社会教育課から静岡県でかなり前から行われてきている「通学合宿」の効果についての調査が委託され、3年間にわたって「さまざまな期間」（3泊4日、4泊5日、6泊7日）での「通学合宿」中の子どもの中から調査する機会に恵まれた。ここでの調査結果を総括して、「福島の子」たちが「放射能」被害の中でどれくらい運動することが健康な子どもにとっての“必要条件”なのかを提言した「会長論文」を、『全面発達の展開』誌第2巻第1号（2011年12月29日刊行）に掲載して頂いた。

本稿ではさらに、静岡県の各地で長年に亘って実施されてきているこの「通学合宿」そのものの内容を紹介し、この「通学合宿」が子どものからだにどのような効果があったのか、を総括する。

I 静岡県における「人づくり百年の計」委員会に参加して提言したこと

『さあ、はじめよう人づくり』（もっと、もっと、子どもにメッセージを）

編集静岡県（2000年7月13日発行 編集・発行/静岡県）

「子どものしつけのために」（第2章）

子どもの問題について「百年の計」を立てると言っても、まず“今”の問題が解けなくてはなりません。そして、それを解決する“方向”に向かって何をどのように進めていくのかということをも具体的に提案しなくてはなりません。しかも、多くの県民の方々が、“そうだ！ これだ！”と思って賛成して取り組めるようなものでなくてはなりません。

1 子どものからだと心の“今”の問題

① 子どもの健康

わが国で、子どもの“からだ”が「どこかおかしい」という声が噴出してきたのは、1975年頃です。“心”の問題もこれと相前後します。それから25年経ちましたが、現在は一体どのような“変化”が進んでいるのでしょうか？

わが国には、学校での健康診断の結果をまとめた世界に誇る「学校保健統計」があります。

図1には、1999年度の結果を入れ、1960年度から

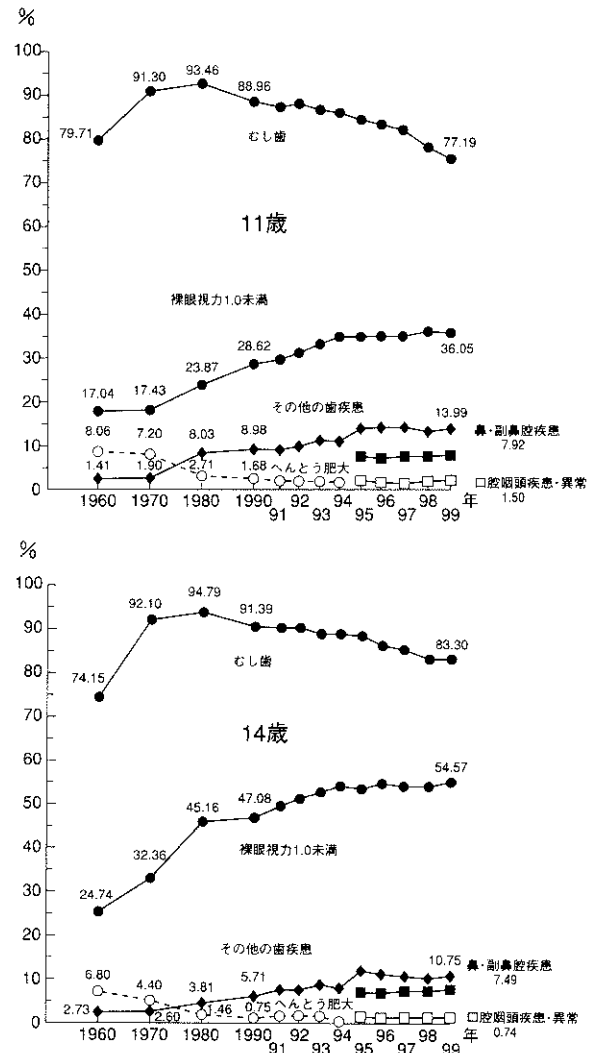


図1 疾病・異常被患率の年次推移 (11歳, 14歳)

の疾病・異常被患率の年次推移を11歳（小学6年生）と14歳（中学3年生）について示しました。

図から分かるように、子どもの「疾病・異常」の被患率で最も高いのが「むし歯」で、8割の子が「むし歯」にかかっています。しかも残念なことにこれを十分に減らすことに成功しているとはいえません。

この第2位は「裸眼視力1.0未満」の者で、1970年以降増加し続けています。14歳では6割に近づいてきております。

また第3位であった「へんとう肥大」は被患率が低くなり、ほとんど問題がなくなってきましたが、近年「その他の歯の疾患」という“歯ならびや歯ぐき”の問題が1割の壁を突破して増加し、第3位になってきています。これ以外の疾病・異常の被患率はいずれも1割以下、というのが現状です。

学校での健康診断の統計からわかることはここまで

ですが、私の研究室ではほぼ5年に1回、(学校の)保健室の先生方に「(子どもたちには) どのような事象が最近増えていますか」という実感調査を全国的に行っています。先頃「子どものからだ調査 2000年」を実施しました。1990年の調査からどの学校の段階でも回答率のトップは「アレルギー」が占めるようになりました。

1991年に厚生省が行った調査では、医師からアレルギーと診断された者は、子どもでは3割でした。日本学校保健会の1996年調査ではこれが4~5割に増えています。ですから、子どもの健康問題を「疾病・異常」という面から見ると、「歯」と「目」と「アレルギー」という3つの問題にしばられてきていることが分かります。しかもこの中で、現在増え続けているのは「目」と「アレルギー」ですから、この増加をくいとめる対策に本腰をいれればよい、ということが分かります。

② 子どもの行動体力

わが国では、子どもの行動体力と運動能力について、1964年から毎年全国調査が行われ、その報告書が文部省(現在「文部科学省」)から出されています。これらもわが国のすばらしい財産です。これらの結果の年次推移を11歳(小学校6年生)と14歳(中学校3年生)について見たものを図2に示しました。

図から分かるように、子どもの体力診断テストの合計点は調査開始以降一時高くなって、その状態が維持されています。

「最近の子どもたちの体力は低くなっている」と心配されていますが、そんなことはありません。学校で週3回体育の授業がありますので、体力は高い水準を

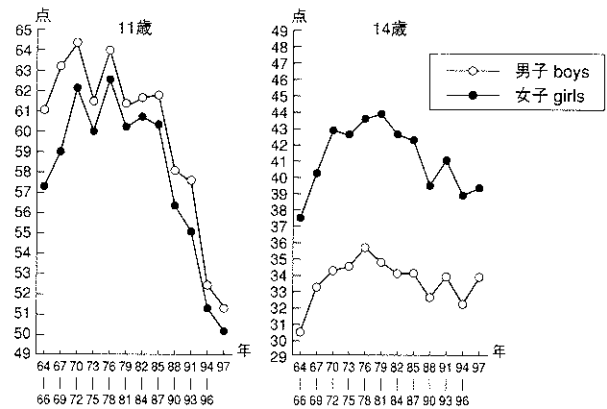


図2-2 運動能力テスト合計点の年次推移(11歳, 14歳男女)

維持することができているのです。

問題は、運動能力テストの合計点の方に現れてきています。最近10年間に、特に11歳のところで低下が著しいのです。14歳では、この「低下」を何とかくいとめている、という状況です。

ですから、子どもの行動体力は学校での体育の授業で何とか一定の水準が保たれていますが、その力を運動の場面で力一杯発揮する方法を十分に教えられていない、というところに問題があるのです。とくに体育専科の教員がない小学校において、この問題がはっきりとしていますから、この低下をくいとめる対策を取れば必ず解決できる、ということが確信できます。

子どもの「行動体力」については、今のところ、総合的に見れば、一定の高い水準に維持されていますが、「腰の力」と「柔軟性」だけが低下を続けていることが問題です。図3には、「背筋力」を「体重」で割った「背筋力指数」(通称「腰の力」)の年次推移を示しました。

図から分かるように、「腰の力」は1964年から低下を続け、女子は平均が現在「1.5以下」となっていました。これは「育児」をするのに必要な「腰の力」の最低水準です。日本の女子の半数が育児に耐えられない「腰の力」の水準になってしまっているのです。

一方、男子の14歳の「腰の力」は、2000年には「2.0」になるという勢いで低下しています。これは「介護」をするのに必要な「腰の力」の最低水準です。

このように、子どもの「行動体力」のなかで、「重力に逆らって直立して」生活をするのに必要な「腰の力」の低下をくいとめられないで、「腰の力」が「育児」や「介護」ができない水準になってきているので

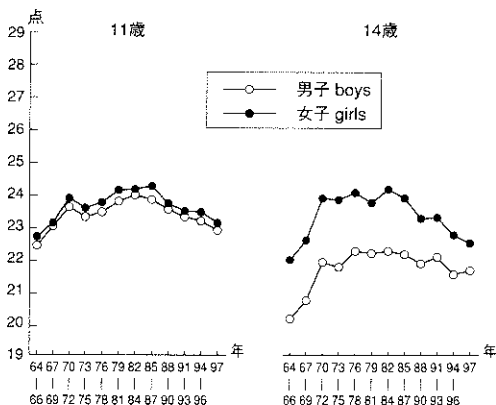


図2-1 体力診断テスト合計点の年次推移(11歳, 14歳男女)

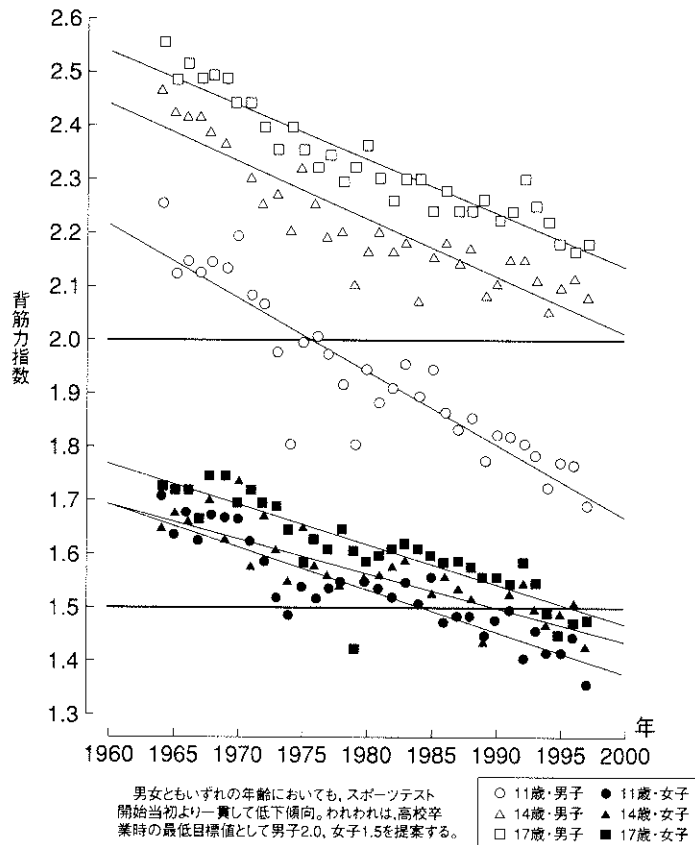


図3 背筋力指数（背筋力/体重）の年次推移（11歳、14歳、17歳の男女 正木による図）

すから、この「腰の力」の低下をくい止め、「腰の力」を一定の水準に保たせる対策に本腰を入れなくてはならない、ということが分かります。

③ 子どもの防衛体力

現在のところ、子どもの「行動体力」については、「学校」での取り組みによって、一定の水準が何とか維持されています。ところが、学校で取り組んでいないところ、あるいは学校が取り組む前の段階で発達してしまうところについては、次第に低くなってきているのです。中でも、「防衛体力」の低下が注目されています。

その一つは、「体温調節機能」の発達不全です。“低体温”傾向は20年くらい前から気付かれてきましたが、“高体温”傾向も多くなってきています。からだの中で、“熱を産出する”能力と、からだから“熱を放出する”能力とが、共に育ってきていないのです。「前者」は“出生2～3週間”における「寒さの体験」が必要であり、また後者は「3歳まで」に汗を沢山かく体験が必要である、と考えられております。

“高体温”傾向に気付かずに、暑いところでスポー

ツの練習をして、「熱中症」で死亡する事故も発生しています。

もう一つは、「自律神経」の発達不全です。現在、自律神経系の調節不良の子が7～8割いる、と予想しています。年齢が大きくなっても、自律神経系が自然に発達していかないところが問題です。

この対策は、まだ仮説の段階ですが、毎日1回汗をかく位、外でよく遊ぶ、夜たっぷり眠る、寒くても外で元気に遊ぶ、ということです。

子どもの時代には、子どもらしく外で元気に遊ぶ、そして“バタン、キュー”と早く眠る、という生活を取り戻すことが課題になります。

④ 心・大脳前頭葉

子どもの心の変化は、これまでにない子どもの態度となって現れ、大人を戸惑わせています。このことについての説明は、脳科学の最近の発達によって、間もなく大きく進むでしょう。

私たちは、「大脳前頭葉の活動の強さ」の特性が、どのように変化しているかを10年ごとに調査してきました。この調査結果からいえることは、幼児では

“興奮”の働きも，“抑制”の働きも，ともに強くありませんが，小学校に入ると，“興奮”が強くなって，“抑えのきかない子ども”が多くなり，高学年になると“抑制”の働きも強くなって，両者の働きのバランスがとれ，お互いの切り換えもよくなるという「大人」型に発達していくのが普通の発達の順序でした。

ところが，近年は，「大脳・前頭葉」の“興奮”の働きが強くなっていくのがとても遅くなっており，小学校高学年や中学校で「抑えのきかない子ども」が最も多くなる，というように「大脳・前頭葉」に“発達の遅れ”がみられます。

また，これまではほとんど見られなかったことですが，“興奮”より“抑制”の働きの方が先に強くなる，という“発達の歪み”も見られます。

さらに，これまでなら，大きくなるにつれて自然に発達していたのが，いつまでたっても発達しないとか，発達が逆戻りして“幼稚化”する，というような「発達の停滞」や「発達の逆戻り」も見られます。

ですから，幼児から小学生の時期に，からだ全身を使うような遊びを思い切りさせる熱中体験を一杯させて，「大脳・前頭葉」の“興奮”の強さを順調に発達させていくことが課題となります。最近では，この面での発達にとって，「接触型の遊び」である“取っ組み合い”の効果が見直されてきています。

以上のように，日本の子どものからだと心の変化は，あまりにも便利で快適になってしまった生活の中に潜んでいる子どもを不調にさせる環境要因によって，またおとながあまりにも長時間労働のために，子どもの発達にうまく付き合っていけない家族の人間関係要因によって，さらに近所の子ども集団がなくなったために，全面的に進行しているのです。しかも，それらの「からだと心」の変化がくい止められないでいるのが現状です。

2 問題解決の二面作戦

1で述べたように，子どものからだと心の問題は一見困難なように見えますが，わが国の貴重な統計や精力的で継続的な調査により，「問題」の所在が定められるところまでできています。あとは，この問題を解決するために「知恵」を集め，確実に成果を上げる「取り組み」を創り出し，広げていく，ということになります。

「人づくり百年の計委員会」には，多くの方から，

「家庭で，しつけをもっときびしくするように！」と提言してほしい，と要望されました。一方，一部の方から，「子どもがからだの調子がよくなり，自分でやる気が出るまで，あまり追い込まない方がよい！」という意見も出ていました。

したがって，「問題解決」は，前者のような“元気そうな大部分の子ども”に対する「計画」と，後者のような“からだの不調の子ども”に対する「計画」の二つが必要になるのです。

① からだの調子のよい子どもたちに対して

「からだの調子のよい子どもたち」に対しては，“しつけ”をもっと厳しくすることで，本当に思う様な成果が上がるのか，という点では，誰も自信がない状況です。しかし，子どもたちをしっかりと“しつけ”で，社会的にしっかりと活躍してくれるように育ててほしい，という願いはふくらむばかりです。

そこで，子どもの「しつけ」は，“社会”全体で仕上げていくことなので，家庭ではあまり気張らずにゆったりと楽しくしつけていく方法はないものか，ということを考えました。

子どもが安心をして，いろいろといたずらを体験し，失敗して時々叱られながら，自分のことが分かり，まわりのことが分かり，自分で自分をコントロールすることができる，そういう「自我」をじっくりと育てるうまい方法のことをです。

家中でテレビの方を見て生活している家族関係を，顔と顔を向き合わせる家族関係に発展させ，そういう家族関係に戻さなくては，“しつけ”のところまで行き着けません。

そこで，まず，「おとなから子どもに“美しく挨拶する”こと」を提案しました。こういう時には，子どもたちは“叱られない”ことが分かり，安心して“いたずら”を始めるのではないのでしょうか。

“しつけ”はまずここから始まる，という考え方です。

次は，「美しく歩くこと」を提案しました。おとなが美しい価値感で，家庭で“いろいろな立ち居振る舞い”を見せてやってほしいと思います。多分，それが各家庭での“作法”ということになるかもしれません。

「美しく歩く」とか，「靴を少し間をあけて揃えて置く」とか，「箸の持ち方を美しくする」とか，いろいろなテーマがあるでしょう。

“美しい”という価値感で，いろいろな動作をし合

うことは、心を和ませるのではないのでしょうか。

“善い”とか、“悪い”ということより、もっと気楽な気持ちで、“美しい”とか、“美しくない”とかを動作で表現し、それらを話題にし、共通の価値感で家族関係を築き上げていくということを、先ずおとなから仕掛けていって下さい。

そして、美しく話すこと、を提案したのです。

21世紀には、日本でも多くの国と同じように「18歳選挙権」になるでしょう。自分の意見をしっかりと持って選挙で表現できる青年、大人に成長するようになると、「子どもの権利条約」では「子どもの意見表明権」を大事な権利として位置づけています。美しい日本語を身につけて、自分の考えを日本語でしっかりと表現できるようになる、これが自分で自分の行動を制御するための必要条件と考えました。

そのために、少なくとも“毎日30分はテレビから離れて”、“美しい日本語を学習する”時間にしたいのです。

初めは、おとなからの読み聞かせ、近所の子もたちとの「カルタ」や「紙芝居」、大きな声を出して読む「音読」や「朗読」、少々意味がわからなくても声を出して読む「素読」、毛筆での「習字」、やがては1日30ページの目読。

このようにして“美しい立ち居振る舞い”と“美しい日本語”を身に着けることによって、自分で自分を“しつける”ことができるようになる、と考えたのです。それで不十分なところは、社会的にいろいろと批判や意見をされ、自分で考えて必要なことを受け入れ、自分への“しつけ”を完成させていく。

このように、“美しい”という価値感を共通感覚として、ゆったりと、しかし確実に“しつけ”を身につけ、発展させていく方式を「しつけ」の静岡方式と呼んではどうだろう、と提言したのでした。

これなら、どの家庭でも、すぐに取り組めて、子どももおとなも、「生き生きとした生活」になるのではないのでしょうか。

② からだの調子の悪い子どもたちに対して

これまで、からだは自力で調子が整えられるものがある、と考えられてきました。ですから、からだの調子が悪い子どもそのうちに何とかよくなってくだろう、と放置されてきました。

その結果、何となく学校に行く気がしないとか、朝

登校時間帯にまだ「からだの調子」がたかぶってこない、という子が放置され、そのような子が年々増え続けています。

この子たちを診断した医師からは「アレルギー」と「自律神経失調」が重なっている場合がほとんどであった、という報告があるくらいです。

これらは、検査をすれば“原因”が分かるはずですが。

学校などでの健康診断の項目に、「アレルギー」を加え、アレルゲンをつきとめる「二次検査」の体制を早急にする必要があるのではないのでしょうか。

最近注目されてきている「化学物質過敏症」に対しては、原因になっている“化学物質”を特定するための「クリンルーム」と“機能検査室”を備えた「臨床環境医学センター」を公立の施設として設置し、判明した“原因”の化学物質から遠ざける「転地療法」で“自然治癒力”を発達させるために、3週間くらいの“長湯治”（ながとうじ）ができる「子どもの保養センター」を各地に設けることを提案したのです。

海岸沿いの学校や山の中の学校の「空き教室」をこの「子どもの保養センター」にして、テレビのないテント生活、自炊生活、自然の中でのさまざまな体験、そして毎日「健康日誌」に「生活とからだの調子」を記録し、「養護教諭のOG」の方々に見てもらう。勉強がしなくなったら、「先生のOB、OG」の方々に見てもらう。栄養が偏らないように、在宅栄養士の方々に面倒を見てもらう。お父さんがこれに付き添えるような「子どもの保養休暇」の制度ができれば最高です。

この海岸や森で、朝から生き生きとした生活をする「子どもの保養センター」での生活が、学校の出席日数になれば、「県内“留学”」ということになるでしょう。

この成果が、日本中に知れて、全国各地から「子どもの保養センター」に国内“留学”するようになれば、どれだけ多くの子どもたちに「からだの生きる力」、
「防衛体力」をつけてあげることができるでしょう。

この程度のことなら、その気になれば、すぐにできるのではないのでしょうか。

そして、各地で行われてきている“お祭り”を何とか続け、子どもとお父さんの出番をつくり、地域の人たちとつながりながら、地域の作法も学び取り、家庭での“しつけ”にさらに磨きをかけ、子どもに自信を持たせる、という仕掛けを考えてはどうでしょう。

このような「①と②の“二面作戦”」で、静岡県の

子どもたちは、朝から元気に、生き生きと生活し、たくましい若者に育つでしょう。これが大人から子どもへの最善のプレゼントではないでしょうか。このような計画を定めて進める際には、是非子どもたちの意見を聞いてやって下さい。

また、「人づくり百年の計」が本当に効果があがったのかどうかを見守るために、おとなの「長生き行動計画」もつくって挑戦して下さい。

「人づくり百年の計委員会」提言

—意味ある人をつくるために—

Ⅱ これからの人づくりに向けて

1 子どもと家庭

—美しく挨拶しよう 美しく歩こう 美しく話そう—

これからの「子育て」は、もっと家庭できびしく“しつける”ことから始めなければならないと、いつも家庭の子育て機能を回復させることが強調されます。しかし近年、家庭の中で大人の価値観がゆらぎ、大人の権威が弱くなってきていますから、家庭で子どもをもっときびしく“しつける”ということは、とても困難な課題です。

とはいえ、家庭の“子育て”機能を可能な限り回復させなくてはなりません。“しつけ”ということを選んで通るわけにはいきません。

“しつけ”というのは、『広辞苑』を見ますと、「躰」とも書く」とあり、「礼儀作法を身につけさせること。また、身についた礼儀作法。」という意味に続いて、「縫い目を正しく整えるために、仮にざっと縫いつけておくこと」という意味が出てきます。ここまで戻れば、“しつけ”ということとは“美しい”という価値観とかかわり、その到達目標に向かって“仮にざっとしておく”ことであるということが分かります。何も“きびしく”しなくても、家族みんなで“美しい”ということを楽しく模索しながら、“しつけ”は社会全体で仕上げていけばよい、と気楽に考えて、その“美しい”という方向に“仮にざっとやってみる”ということで「家族関係」を強めながら、みんなで「しつけ」の静岡方式を創り出そうではありませんか。

“しつけ”の静岡方式を創り出せるよう、次の三つの柱を立てて考えてみたいと思います。

- (1) 美しく挨拶しよう
- (2) 美しく歩こう
- (3) 美しく話そう

(1) 美しく挨拶しよう

ヒトは“社会関係”を発展させながら、ますます人間に発達してきました。この“社会関係”の基本単位は「家族」です。まだ、しゃべれない“赤ちゃん”にも、目と目を合わせて、コトバで美しく挨拶をしましょう。そのコトバを聞いた後には必ずいいことがある、ということが分かれば、この大人からの美しい挨拶のコトバを聞いて安心し、家族の絆（きずな）の糸が太さを増していくでしょう。この安心感から、成長の「糧」である子どもの“いたずら”が広がり、さらに“好奇心”や“探究心”がふくらんでいくでしょう。

また、大人から美しい挨拶をされて、子どもは自分が大事にされているという感情が生まれ、「自尊心」が育っていくでしょう。

そして、大人の美しい挨拶を真似して、子どもも美しい挨拶ができるようになっていくでしょう。家族の中で“美しい挨拶”を交わしながら、「社会的知性」と「感情的知性」を発達させ、さらに人間らしい「自己意識」と「自己制御」との知性（あわせて「自我」といっている）を可能な限りふくらませたいものです。

(2) 美しく歩こう

最近の若者がどんなところにも坐り込んでしまう「ジベタリアン」のことがいつも話題になります。そういう若者にどうしてそんなところに坐るのかを尋ねてみると、「別に疲れているからどこにでも座るのではなく、若い“いま”しかできない自己表現を精一杯しているのだ」と答えます。若者の“体力”が低下している訳ではないのです。

大人が若者に「最近の若者は躰がなっていない」と嘆いても事態は変わりません。若者が“乗る”「自己表現」の別のテーマを大人から今まで提案してこなかったことに気がつきます。

ヒトは動物の中で、からだの“重心”が最も高い動物です。ですから、最も“人間らしい姿勢”というのは、重力圏内で最も不安定で、不自然な“重心”の高い姿勢ということになります。このような無理な姿勢を選択して、ヒトは人間に進化してきたのです。進化の逆戻りはできませんので、この方向にさらに発展させる課題、目標を設定するしか仕方がありません。

では、もっとも“人間らしい立居振舞”は何でしょうか。「美しく歩こう」はその一つのテーマです。家族の中で、「美しく歩く」というテーマで大人が“仮

にざっとやってみる”サンプルを示し、家族なりの「作法」を家族みんなで作りあげていってはどうでしょうか。

子どもの「身体運動的な知性」は、このようなところからふくらんでいくでしょう。

(3) 美しく話そう

アメリカでは、子どもたちに国語の力をつけようと、莫大な費用をかけて「セサミストリート」というテレビ番組を作っています。ところが、番組の内容について子どもの質問に答える大人が傍にいる子は国語の力がついていくようですが、テレビを一人で見ている子は番組の展開が速くて内容が分からず、国語の力がつかないことが分かったそうです。

子どもたちにせつかくのテレビ番組を作っても、テレビを見る家庭の環境によって「言語的知性」が発達できない場合がありますが、この結果“思考力”が衰え、そして“やる気”がしぼんでいくことが、とても心配されています。

毎日のテレビ漬けの生活から、子どもを引き離し、しっかりとした「日本語」を身につけさせることは、正に家庭の役割です。まず、さまざまな分野の作品を「読み聞かせ」するために、家庭で大人が子どもに毎日30分を割くことができないでしょうか。近所の子どもたちを集めて「紙芝居」をするのもいいかもしれません。

日本語の美しいひびきや表現を、まず大人が楽しみ、その楽しさを子どもに伝えながら、コトバでイメージを作り、それを持続する“集中力”をつけさせたいものです。

日本では江戸時代に、「素読（そどく）」という教育方法がありました。意味が分かって、分からなくても、大声を出して、文章を読む、という方法です。“目”だけではなく、“耳”も、“発声器官”も使い、あるいは書き写しながら“筋肉感覚”も動員した日本語の学習方法を活用して、美しい日本語を身につけ、“仮にざっとやってみる”方式で、家庭内で美しく話すことに積極的に挑戦してみてもいいでしょうか。

毎日10～30ページの読書で、大人も子どもも「言語的知性」をさらに発達させることができるのではないのでしょうか。子どもが自分のこと、社会のことについて、しっかりと「意見を表明する力」をつけるためには、このような挑戦の積み重ねが必要でしょう。

(4) 21世紀に向けての提言

家庭での子どもの“しつけ”を静岡方式でやるとしても、その前後にいくつかの条件を整えなくてはならないでしょう。“美しい”という価値感が出ない場合には、「からだの不調」の原因をつきとめ、「保養」をして、しっかりと生活ができる「からだの力」を回復させる必要があります。さらにその力を、地域の方も借りて、次第に高めていくことが必要でしょう。

① 子どもの「からだの不調」の原因をつきとめる

子どもが朝から生き生きと生活できないとすれば、それには必ず原因があります。それを「心」の問題として片付けてしまわないで、原因として予想されている“物理的環境”“化学的環境”，あるいは“文明的環境”や“文化的環境”，さらには“少子の環境”のどれが最も主要な原因かを突き止め、対策をとることが必要です。

とりあえず、たとえば「公立の臨床環境医学センター」を作り、「クリーンルーム」を設け、子どものからだと心をおかしくさせている有力な原因の“有害化学物質”の正体を突き止めることができれば、5人に2人が訴えている「からだの不調」の“問題の半分”は解決できるでしょう。（“問題のあとの半分”は、次の②によって解決できるでしょう。）

交通の便がよい「静岡県」にこの「公立の臨床環境医学センター」ができれば、日本中から利用者がたくさん来るでしょう。

また、このセンターを中心にして、「疫学的な調査」に取り組めば、年々増え続けて、今や3人に2人にまでなってしまった「視力不良」の原因を追い詰めることができるでしょう。

このようにして、「学校保健」の3大問題（「むし歯」と「視力不良」，そして「アレルギー」）の二つが解決できる糸口をつかまえることができれば、日本の臨床環境医学界にとって大きな成果になるでしょう。

このような作業を積み重ねれば、世界的に期待されている「子どもへの被害を基準とした環境基準」をこのセンターで明らかにすることができるでしょう。

② 自然の力を利用して、子どもの自然治癒力の回復と向上を図る

子どもたちが、“朝から生き生きとした生活”ができる、ということは、「からだの調子」が朝からよく

働くようになっており、防衛体力がついているからです。このような「からだの調子」を狂わせる原因については、①の取り組みで解明できるでしょうが、その後は「その原因」から遠ざかり、「自然治癒力の回復と向上」を図る必要があります。

幸いなことに、静岡県は豊かな自然に恵まれています。「海岸」での“潮風”と“海水”，また「山林」での“森林浴”と“清らかな水”，さらには「温泉」を利用して、少なくとも3週間程の「保養」が安価にできれば、そしてこの「子どもの保養」に保護者が付き添う場合には、企業や自治体で「子どもの保養休暇」制度をつくって下さると、安心して“保養”ができます。

この「子どもの保養センター」は、海岸や山林にある小学校で使用されていない「教室」を拠点にできればいいでしょう。“テント生活”をして、朝から“朝日”を浴びて、「交感神経」が次第に働き出してくることを体感し、“自然”の中で様々な体験をして、ゆったりと、のんびりと、「時」を過ごし、空腹感を味わい、気力の充実を待ちます。

勉強がしたくなったら、教室にいる「先生」に教えてもらったり、また「養護教諭」にいろいろな“からだの調子の変化”を話したりして、「自分のからだの調子分かること」（自己意識）と「からだの調子と生活との関連が分かり、生活のどこを変えてみようか、という計画を立てて見ること」（自己コントロールの始まり）を中心にして、「保養ノート」に記入していきます。

ここでの成果を蓄積し、県内に、また全国的に広めていけば、静岡県の子どもばかりでなく、日本中のからだの調子がおかしくなって困っている子どもにとっては、うれしい便りとなるでしょう。

ここでの「保養生活」は“学校での出席日数”に数えて下さると助かります。

そして、この「保養センター」の利用料は、できるだけ公的な補助を多くして下さるとベストです。

③ 地域で父親が参加し、「子どもの出番」があるイベントを作り出す

子どもたちのからだの調子が整い、防衛体力が高まってくると、子どもたちにはさまざまなことに挑戦してみようという意欲が出てきます。子どもたちに地域や企業で、子どもたちが“生き生きするような”「出番」を作って下さると、ありがたいのです。

地域のお祭りやイベントには、必ず子どもの出し物をつくってやって下さい。

少子化の時代ですから、社会的に“兄弟・姉妹”を作り出し、“ガキ大将”や“おてんば娘”が育つように、手助けして下さい。

また、元気な子どもたちにつられて、おとなも地域でつながって、子どもの盛り上がりを助けて下さい。特に、このような場合、父親の出番が期待されていますので、父親を家庭に、地域に返すよう、企業や自治体・国が支援して下さいとありがたいのです。

地域のイベントが盛り上がりなくて苦しくても、安易になくさないで、もう少し頑張ってみて下さい。住民の健康にとって、日本の「祭り」がもっている意義が、今、国際的に注目されているからです。

Ⅲ 静岡県における「通学合宿」の効果を調査して感じたこと

1 わが国における「通学合宿」の始まり

国立教育政策研究所社会教育実践研究センターによる『平成18年（2006年）度・地域における「通学合宿」の実態に関する調査研究報告書』（pp.58～60、筆者：正平辰男氏）で紹介されているように、我が国における「通学合宿」という行事は、1979年（昭和54年）に静岡県田方郡土肥町教育委員会によって始められ、次いで1982年（昭和57年）度に静岡県榛原郡榛原町立坂部小学校で実践された。そして、これらに続いて1983年（昭和58年）に、福岡県の旧庄内町（現・飯塚市）において長期（通学）キャンプが始まっている。

『同報告書』では、「通学合宿」が開始された当時の「坂部小学校」の“第1回仲よし学校”について、次のように紹介している。

「坂部小学校」の「第1回仲よし学校」は、昭和58年（1983年）2月1日（火）～5日（土）までの“4泊5日”の日程で、1年生から6年生まで各学年10名プラス児童会役員3名、合計63名の参加者で実施された。

この「主催者」は、坂部小学校PTAと坂部地区青年団で、「後援」は榛原町教育委員会と坂部小学校であった。当時の「静岡新聞」のこの記事の見出しには、「青年団が遊び指南」と、大きな文字が踊っている、という。

この坂部小学校区における「通学合宿」の出発点は、“学校教育”サイドにあった。この『坂部小学校

第1回実践記録』の第1ページに坂部小学校の当時の校長・鈴木茂太郎先生の巻頭文が掲載されている。曰く、

「榛原町は地域学習推進地区の指定を受け、町教育の施策に大きく取り上げられ、(略)、町教育委員会より基本的な示唆を受け、それを学校が企画するなかで、地域住民がこぞってこの訓練に協力していただき、今、強く提唱されている「豊かな人間性を育てる」教育の一助を探り得た事を喜んでいるものである。」

これは、明らかに“学校教育”の視点から企画された「通学合宿」である。

この坂部小学校区におけるこの「仲よし学校」の宿泊所は、同小学校から歩いて約50分の「高尾山」中腹にある「龍門山石雲院」(当時、植村正道住職)である。

坂部小学校区におけるこの「仲よし学校」は、榛原町が「地域学習推進地区」の指定を受けたことが端緒になっており、「学校」の企画に“地区住民”が協力するという図式で始まっている。

この坂部小学校区における「仲よし学校」は、お寺を借用していることが大きな特徴である。この「お寺の住職」の指揮と実働とによって、それまで子どもが体験したことのない質素な食事が提供される。この「第1回実践記録」には、住職の「空腹は、最高の調味料」という言葉が残っている。

2 静岡県における「通学合宿」の発展

この坂部小学校区における「第25回仲よし学校」は、坂部小学校PTAが主催し、平成18年(2006年)10月10日(火)～14日(土)の“4泊5日”の日程で、同じく石雲院(高尾山)において実施された。参加者は、1年生から6年生まで、学年ごとの参加人員は同じではないが、総勢50名であった。

記録の業務表には、学校とPTAがそれぞれ役割を分担しており、文字通り“一体不離”の運営がなされた。

朝食、夕食の時間には、「はしを持って、ろうかに斑ごとに1列で整列」、そして「正座で、しゃべらず、時間内に残さず食べる」。そして、20時50分には「正座と就寝挨拶」とされている。

この場合の『実践記録』は69ページに及ぶ詳細なものが作られており、「第1回実践記録」とほとんど変わらない。

例えば、この「坂部小学校」の近くの「島田市」においても“通学合宿”が行われてきている。『島田市教育委員会だより・春風秋霜』(平成19年(2007年)12月10日)には、「○好評-通学合宿」として、以下のような記事が掲載されていた。

「今年度も、「川口子ども会」および「湯日(ゆい)小学校」が通学合宿を行いました。2年連続しての実施です。両方とも昨年の実績がものをいい、運営の仕方がわかっていたのですが、何といたっても昨年参加した子どもたちの「来年も参加したい」という声に、地域の皆さんが応えてくれたことが、実施の原動力だと思います。

湯日小学校の合宿風景を見に行った時に、「これはいい!!」と思ったことがいくつかありました。まず、子どもたちのうれしそうな表情です。次には昨年のPTA会長さん始め“地区”の方々世話をされ、食事づくりにはやはり地区の皆さんが子どもの後押しをされていることでした。

西部コミュニティでの食事の風景は、実に楽しいものでしたが、ひときわ印象的であったのは、食事をされている二人のご住職様の姿でした。そして、校長さん、教頭さん、教務主任や教諭の皆さんが、子どもたちの中に入って、一緒に食事をし、宿泊先のお寺でもまた一緒に活動する、という姿でした。宿泊までした職員もあり、学校と地域の連携の深さを、改めて知りました。

座禅、島田宿カルタ、銭太鼓の練習、すいとん食事など、2泊3日の合宿で、子どもたちは地域の皆さんから多くのことを体験させてもらったようです。

「・・・この「ふれあいスクール」をやって、いつもはやってもらっているご飯のしたくや洗い物も、全部自分たちでやっていって、すごくたいへんだとわかりました。」というように、この合宿が“異年齢による共同体験”、“地域の人々とのふれあい体験”、“自主生活体験”などの大切な意義をもっていることを、子どもたちの感想が証明しています。(pp. 1～2)

『ユニオンマップ9 静岡県』(国際地学協会)で確かめると、何と「坂部小学校」の通学合宿で宿泊した「石雲院」と、この「湯日小学校」とは、“地図上の距離”で「1.5 km」、そして「湯日小学校」と「坂部小学校」とは「4 km」しか離れていない。正に、「地域」での“響き合い”を感じさせる。

3 静岡県や福岡県以外の「通学合宿」

このような「通学合宿」は、“静岡県”や“福岡県”だけではなく、全国各地で行われている。

たとえば、「主管：青森県鶴田町教育委員会・鶴田公民館、主催：鶴田町地域教育力体験活動推進協議会」で、平成19年（2007年）9月17日（月）～22日（土）の5泊6日、鶴田町公民館で行われた「第4回通学合宿鶴田にぎりまんま塾」がある。

この『研修のしおり』によれば、5校から21名が一緒に生活し、それぞれの学校に“バス”で通学させている。

この「通学合宿」の“趣旨”は、「保護者の手を離れ、子ども達に生活の実体験を提供する。町内の同世代の子ども達同士が、協力し合いながら生活することによって、協調性を育ませる。また、子ども達に買い物や料理・掃除・洗濯や布団の上げ下ろし等を体験させることによって、自主性・自立性を養い、家庭や家族の大切さを見つめ直す機会を提供する。さらに、公民館事業を通して文化と創造の世界にふれさせる。」である。「内容」では、子どもたちの班ごとに食事を作らせ、それぞれの「献立」で不足している“栄養素”を加えた「一品」を“おとな”がつくり、「必要な栄養素を含む献立」が理解できるようにしている。

4 静岡県における「通学合宿」の効果判定を依頼されて

私が、静岡県の「人づくり百年の計委員会」に参加していた時には、1979年から県内各地で行われてきている「通学合宿」のことは全く聞かされなかった。しかし、平成18年（2006年）度の静岡県「少子化部会」の時、静岡県「社会教育課」の事業として、県内108か所で、さまざまな「通学合宿」が行われていることを知った。

私は、「静岡県・人づくり百年の計委員会」の委員として、「いきいきしたくても“いきいき”できない「からだの調子の悪い子」には、「臨床環境医学センター」で“原因”を突き止め、“自然の力”を利用した「子どもの保養センター」で、“短期・繰り返し”転地療法を！」と願った。この“原始形”が、「静岡県」で、「通学合宿」という事業として実行されていたことに、感動した。

2007年度になって、静岡県から、この「長期“6泊7日”の通学合宿」の効果科学的に調査分析する事

業を、私が理事長を務める「NPO法人セルフケア総合研究所」に委託された。当初は、2007年（平成19年）6月25日（土）～7月1日（日）の「原っ子チャレンジ学校」（牧之原小学校。教育後援会を中心に構成されている「原っ子チャレンジ学校」が実施団体。牧之原農村婦人の家＜公民館＞）で、小学3～6年生、33名についての調査が期待され、「保護者への説明会」が用意された。しかし、当研究所では「調査器具」の数が間に合わず、次の「通学合宿」における調査となった。

4-1 2007年度に実施した「長期通学合宿」（しおかぜスクール）の効果調査

2007年11月25日から12月1日までの“6泊7日”間、「静岡県焼津市立港小学校」の4、5、6年生の希望者74名について、「静岡県立青少年の家」で、この「長期通学合宿」（通称「しおかぜスクール」）が行われた。

この「実行主体」は、「焼津市港小学校区しおかぜスクール実行委員会」、そして静岡県立焼津青少年の家、静岡県教育委員会社会教育課、焼津市教育委員会社会教育課、焼津市港公民館、静岡福祉大学、同短期大学部、焼津市立港中学校、第14・23自治会、港地区民生児童委員協議会、焼津市立港小学校、同育友会の“協力体制”で行われた。

この際に、この「通学合宿」の“効果”を、「バイセンサー」という器具（この器具には、「温度」センサーと「3軸の加速度」センサーとが含まれており、装着部位の姿勢・体動・温度を測定し、これらの記録を保存することができるものである。電池は「リチウムボタン電池2032」。全体の重さは約10gで、行動は制限されずに日常生活をしながら測定が可能なものである。）1個を両面テープで「胸部中央」に装着し、防水テープで補強した。保護者からの同意を得た30名の子どもたちについて、この調査を実施した。途中リタイヤは2名であった。

この「調査」は、この「バイセンサー」という器具を使った“子どもの集団調査”の第1号で、この「器具」を使った“人類初の効果調査”であった。このために、NPOでは「生体データ解析研究会」を設け、子ども研究の専門家の協力を頂いて、データの解析が行われた。なお、この使用した「バイセンサー」は、信州大学医学部の倫理委員会で承認された。

この「通学合宿」の効果は、「通学合宿」実施前の週の水曜日の下校時から翌木曜日の下校時まで「事前調査」を行い、「事後調査」は「通学合宿」実施後2週後の水曜日の下校時から翌木曜日の下校時までを行い、「2週間後まで残っている“からだの変化”で「通学合宿」の効果を判定する」という、慎重な“調査設計”であった。そして、“共通の時間帯”として、「始業前から昼休みまでの時間帯」を選び、“運動量”と“皮膚温度”についてデータの解析を行った。

この「長期通学合宿」の効果は、

- 1 「運動量」が低下し、その変動幅は半減した。
- 2 「最低の皮膚温度」が上昇した。

このように、“厳しい”効果判定基準を用いたが、この「長期通学合宿」によって、子どもたちは「授業への集中がよくなった」、そして「からだの働きが活性化した」、という効果が認められた。これらを“一言”でいうと、「“いきいきとした生活”(Active living)になった!」と表現できるような効果であった。

4-2 2008年度に実施した「通学合宿」の効果調査

翌2008年度には、この年度から「通学合宿」を始めることになった「静岡市立清水小島小学校」区における「小島ほうもう舎」での効果調査を、前回と同様の方法で行った。

この小学校は、明治7年(1874年)に「包蒙舎」として創立され、この調査を行った年度で136年目という由緒ある小学校であった。この最初の「学校名」が、この「通学合宿」の“名称”になったのであった。

この「実行主体」は、「小島ほうもう舎実行委員会」であり、小島町自治会、龍津寺、小島地区まちづくり推進委員会、小島地区青少年育成推進委員会、小島地区交通安全協会、小島町老人会、小島町子供会、但沼町子供会(有志)、立花子供会、清水小島小学校PTA、小島町文化財を守る会、小島中学校2年生(有志)、小島小児童のおばちゃん(有志)、和田島森林組合、(株)清水組、(株)八十八工業、そして静岡県教育委員会ならびに小島地区の方々の協力体制で行われた。

“実行場所”は、「小島町自治会館」と「龍津寺」とであり、「静岡市立清水小島小学校」区の3、4、5、6年生の希望者33名(3年生1名、4年生6名、5年生9名、6年生17名で、男子21名、女子12名)がこの「通学合宿」に参加し、そして同校に通学した。

この「通学合宿」中は、5~6名で“社会的兄弟”の「班」をつくり、“ノーテレビ”“ノーゲーム”“ノーケータイ”“ノー塾”，そして正に“早ね，早起き，朝ごはん”の生活であった。

また、この「通学合宿」中には、「小島町自治会館」においては「班活動」「包蒙舎を知ろう!」や「もらい湯」「小島中学校2年生有志によるイベント」が、また「龍津寺」においては「座禅体験」「もらい湯」「きもだめし」などが、さらに「小島小学校」においては「飯ごう炊飯」が計画された。

この期間の「気象条件」(静岡市清水地区)は、最低気温は19.7℃，最高温度は32.3℃の範囲で、正に“残暑なお厳しいものの、さわやかな秋”の日々であった。この期間に“発病”し、学校を欠席した者はいなかった。また、“給食の残菜”はゼロであった。

この調査においても、「バイオ・センサー」によって、前回と同様の方法で効果調査が行われた。

“事前調査”は、2008年9月17日(水)“下校時”~18日(木)“下校時”

“本調査”は、2008年9月24日(水)“開校式”~9月27日(土)“閉校式”

“事後調査”は、「合宿」実施2週後の2008年10月8日(水)“下校時”~9日(木)“下校時”

“調査希望者”は、参加者全員の33名であった。このうち、得られた“有効データ”は“事前調査”では26名，“本調査”では25名、そして“事後調査”では28名であった。すべての調査結果が得られたのは、20名に止まった(有効率60.6%)。結局，“事前調査”と“事後調査”との「対」の結果が得られたのは22名であった(有効率66.7%)。

調査中止の主要原因は、“運動”中の「バイオ・センサー」の脱落と、“睡眠中”「バイオ・センサー」の剥がしであった。今回は、「バイオセンサー」の防水に改良を加えた為、装置内部への水の侵入による動作停止は無かった。

この“3泊4日”の「通学合宿」の効果として、事前調査と事後調査とを比較して有意差(5%の意味水準で)があったものは、以下の2項目であった。

- ・睡眠時間が、8時間1分から8時間19分へと、18分長くなった。
- ・覚醒時平均皮膚温度が、34.0℃から33.5℃へ、0.5℃低下した。

また、“顕著な傾向”として、次のような変化が認



写真1 食事の後片付け（2007年度、しおかぜスクール、焼津市立港小学校）

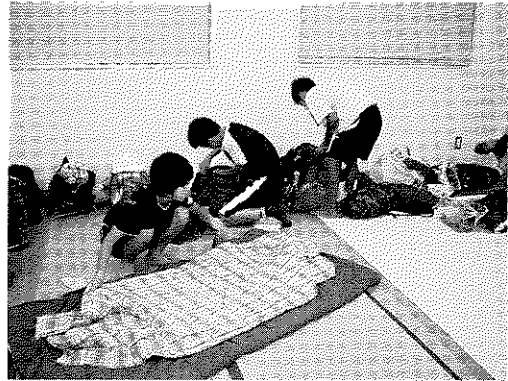


写真5 睡眠の準備（2008年度、静岡市立清水小島小学校）



写真2 お年寄りとの交流（2007年度、しおかぜスクール、焼津市立港小学校）



写真6 寝る前の一時（2008年度、静岡市立清水小島小学校）



写真3 皆で遊ぶ（2007年度、しおかぜスクール、焼津市立港小学校）



写真7 体育館の床の上で、ぐっすり眠っている子どもたち（2008年度、静岡市立清水小島小学校）



写真4 睡眠は二段ベッド（2007年度、しおかぜスクール、焼津市立港小学校）

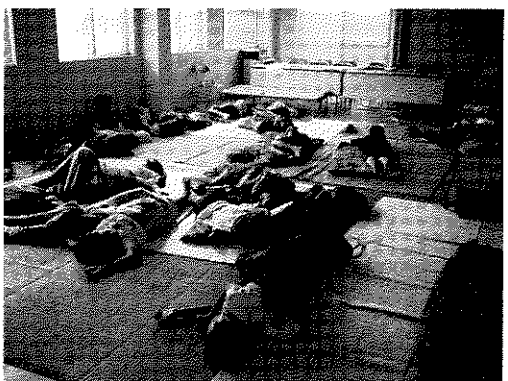


写真8 体育館の床の上で、ぐっすり眠っている子どもたち2（2008年度、静岡市立清水小島小学校）

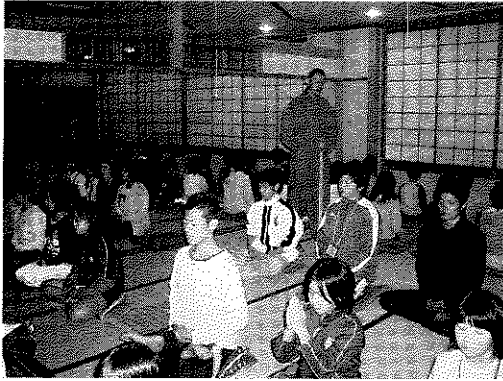


写真9 座禅の時間（2009年度、仲よし学校、牧之原市立坂部小学校）

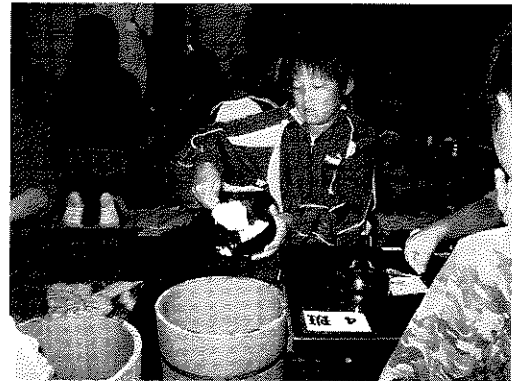


写真12 食事の準備（2009年度、仲よし学校、牧之原市立坂部小学校）

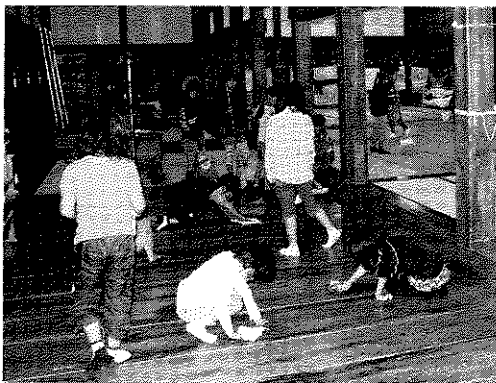


写真10 お寺の掃除（2009年度、仲よし学校、牧之原市立坂部小学校）

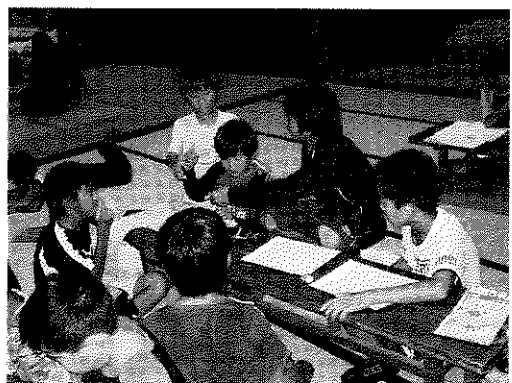


写真13 宿題の時間（2009年度、仲よし学校、牧之原市立坂部小学校）



写真11 焚火を囲んで（2009年度、仲よし学校、牧之原市立坂部小学校）

められた。

- ・「活動量」が、“始業前”に増加した。（元気に外で遊ぶようになった。）
- ・「2時間目の授業中」に“活動量”が減少した。（「授業」中に、“じっと集中して”動かなくなった！）
- ・「活動量」が、“昼休み”に増加した。（外で元気に遊ぶようになった。）

このように、“3泊4日”という「短期の通学合宿」であっても、子どもたちは“始業前”や“昼休み”に「外で元気に遊ぶ」ようになり、「授業」中には“じっと集中して”勉強ができるようになる、という効果が認められ、静岡県において長年に亘って続けられてきている「通学合宿」の“子どもたち”に対する価値が明確になった。

4-3 2009年度に実施した「通学合宿」の効果調査
さらに2009年度には、我が国で今日まで「通学合宿」を最も長く継続して実践されてきている「牧之原市立坂部小学校」にける「仲よし学校」についての効果調査を行った。

この「通学合宿」の主催は、「坂部小学校父母の会と先生の会」（坂部小PTA）であり、PTA本部役員、運営委員、学級委員が“全体の統括”と“指導・管理”を、さらに“食事・寝具等の準備・片付け”を担当された。

また、この「通学合宿」の共催は、「坂部小学校」であり、“宿泊訓練計画の策定”“関係機関との交渉”

(石雲院, 県教育委員会, 市教育委員会等) “参加希望集約, 決定” “事前指導” “実践記録のまとめ”, さらに “会計” を担当された。

“後援” は「坂部区」(助成金交付), 「坂部区老人クラブ」(帰山出迎え) ならびに「牧之原市」・「牧之原市教育委員会」であった。

この「通学合宿」では, 会場の“石雲院”の方丈さん(植村正道さん), さらに「石雲院」の住職さんたちに加えて, 近くの「久翁寺」の住職さんも協力された。また, 夜の「仲よし活動」の時間には, “地元のお茶”の解説, “マジックショウ”, さらに “ナイトウォークラリー”の夜景設営など, 多くの方々の“協力体制”で行われた。

“実行場所”の高尾山にある「龍門山石雲院」に, 「牧之原市立坂部小学校」の1~6年生の全児童108名のうち半数以上の希望者58名(男子:24名, 女子:34名)がこの「通学合宿」に参加し, 片道約3kmある同校に, 徒歩で通学した。

この「通学合宿」中は, 14~15名で“男女・学年混合”の「班」をつくり, “ノーテレビ” “ノーゲーム” “ノーケイタイ” “ノークラブ” “ノー塾” で生活した。

さらに午前5時20分に起床し, そして午後9時に消灯・就寝するという, 正に “早ね, 早起き, 朝ごはん” の生活であった。

午後4時過ぎには学校からお寺に帰って, “人員点呼”, そして “着替え” が終わると, 「仲よし時間」の「学習」が始まり, “復習” “宿題” “予習” などを短時間で終え, 6時までたっぷり「遊び」の時間になっていた。消灯まで, 校長先生はじめ小学校の多くの先生方が子どもたちと一緒に生活を過ごされるのには, 感動させられた。

この「通学合宿」中の“プログラム”は, 全体として「開校式」「方丈様の話」「夕食片づけ」「鐘つき」「座禅」「朝のつどい」「仲よし時間」「仲よし活動」「閉校式」などが計画されたが, それぞれの「挨拶」や「コール」は各班で全員が分担して, 全員に何らかの“出番”を作って行われた。

お寺の本堂での生活が多く, “大きな声を出さない” “走り回らない” “食事中はしゃべらない” などの集団生活の約束を守ること, 身の回りのことや清掃, 食事(片づけ・食器洗い)等, 子どもができるところは子どもの力でやりきること, さらに家族から離れて生

活するので, “人に頼らずに, 自分たちの力で困難を解決しながら生活する” ことなど, 「“思いやりの心・がまん心・感謝の心” を育てる」ことが目指された。

ここでの「通学合宿の効果」調査の設計は, 基本的には2007年度, ならび2008年度と同様であり, 「通学合宿」が終了して “第2週後の週の間” で「事後」の状態を調査し, 「事前」の状態とを比較してどのような変化が「生活」や「からだ」に認められるかで, 「通学合宿」の効果を判定する方式であった。

これまでは, “水曜日” から “木曜日” の1日間の調査結果を「事前」と「事後」とで比較して, 「通学合宿」の効果判定をしてきたが, 今回は “火曜日” から “水曜日” の1日間の調査結果から判定することになった。「通学合宿」の「効果」は, この方式で調査をしても “ほぼ同じ” になるだろうと予想したからである。

この「通学合宿」参加者の保護者ならびに関係者への説明会は, 2009年9月24日夜, 坂部小学校に隣接する「坂部区民センター」で行われた。

“事前調査” <「合宿」実施前の週の火曜日~水曜日>

2009年10月6日(火)午後2~4時, 「会議室」と「保健室」で貼り付け

~7日(水)午後3時, “下校時”, 「保健室」で回収

(両日, 雨。6日は, 最高温度19.3度, 最低温度15.8度。7日は, 最高温度18.2度, 最低温度16.3度。)

“本調査” 2009年10月13日(火) “下校時”, 「通学合宿」場で貼り付け

~17日(土) “閉校式” 直前, 「通学合宿」場で回収

(この間, 毎日快晴。最高温度23.8~17.5度, 最低温度14.4~11.0度。)

“事後調査” <「合宿」実施2週後の火曜日~水曜日>
2009年10月27日(火) “下校時”, 「保健室」で貼り付け

~28日(水) “下校時”, 「保健室」で回収

(この間, 快晴。最高温度23.4度, 最低温度11.8度。)

「調査希望者」は男子22名, 女子24名, 合計46名

であった。保護者からの“調査同意書”も46名全員から提出され、46名全員について本調査が行われた。

このうち、得られた“有効データ”は“事前調査”では46名全員であったが、「通学合宿」中に“バイオセンサー”の貼り付けがいやになったり、皮膚が痒くなったりして、調査が続けられなくなった子もあり、“事後調査”まで調査が継続できた子は36名に止まった。(有効率78%)

この“4泊5日”の「通学合宿」の効果として、事前調査と事後調査とを比較して有意差(5%の意味水準)があったものは、以下の3項目であった。

- ・覚醒時平均皮膚温度が、33.01℃ から 33.18℃ へと、0.17℃ 上昇した。
- ・覚醒時最高皮膚温度が、34.79℃ から 35.61℃ へと、0.82℃ 上昇した。

さらに

- ・活動による消費エネルギー量が、108.93 kcal 増大した。

(これは、1日の活動量のほぼ1割増)

さらに詳細に調べると、「午前中の学校生活」において、“事前”と“事後”との調査結果の間に有意差(5%の有意水準)が認められたものは、以下の12項目であった。

- 第1時限着席前における消費エネルギー : 0.57 kcal 増大。
- 平均皮膚温度 : 0.64℃ 上昇。
- 最高皮膚温度 : 0.83℃ 上昇。
- 第1時限授業中の最高皮膚温度 : 0.33℃ 上昇。
- 第2時限授業中の消費エネルギー : 0.46 kcal 増大。
- 平均皮膚温度 : 0.29℃ 上昇。
- 最高皮膚温度 : 0.37℃ 上昇。
- 「中休み」中の消費エネルギー : 0.48 kcal 増大。
- 平均皮膚温度 : 0.69℃ 上昇。
- 最高皮膚温度 : 1.10℃ 上昇。
- 第3時限授業中の最高皮膚温度 : 0.36℃ 上昇。
- 「昼休み」中の消費エネルギー : 1.56 kcal 増大。

このように、“4泊5日”という「通学合宿」で、子どもたちは“始業前”や“中休み”、そして“昼休み”に「外で元気に遊ぶ」ようになった。一方「授業」中にも“体温”が上がり、“じっと集中して”勉強がで

きるようになる、というように「からだ」の面では効果が認められた。

ところが、「生活」の面では、「睡眠開始時刻」が8分27秒早くなり、「覚醒時刻」が1分43秒早くなり、“早寝、早起き”の方向への変化が認められたが、これらは“統計的に有意”とは認められなかった。また、「睡眠時間」が6分間長くなったが、これも“統計的に有意”な変化ではなかった。

このように「通学合宿」の効果を調査して分かることは、まず「からだ」に変化が生じ、そして「生活」への変化に至る、という“効果発生”の順序である。

ここから気づくことは、最近“社会”でも、“学校”でも、「早寝、早起き、朝ごはん」という生活の目標が声高く叫ばれているが、このような「生活」の目標を掲げて達成させようとするのは、なかなか困難なことである、ということである。

ここで、「午前中の学校生活からみた“通学合宿”の効果」を細かく判定して見ると、「消費エネルギー」は、“始業前”“第2時限の授業中”“中休み”中”、さらに“昼休み”中”で、統計的に有意に増大していた。

さらに、「最高皮膚温度」は“始業前”“第1時限の授業中”“第2時限の授業中”“中休み”中”、そして“第3時限の授業中”で、統計的に高くなっていった。また、「平均皮膚温度」も“始業前”“第2時限の授業中”、そして“中休み”中”で、統計的に有意に高くなっていった。

学校で頂いた「平成21年(2009年)度時間割」によれば、“水曜日”の「第2時限」「第3時限」には「体育」の授業があり、しかも「体育」の免許を有する“教頭”先生が指導されたことが、このような結果となって現れたことが予想される。

これらの「調査結果」について、学校の先生方と研究協議ができれば、「授業中」の子どもたちの変化の様子が一層鮮明になる筈である。

4-4 静岡県における「通学合宿」の効果についての科学的調査の結論と今後への提言

2007年度に静岡県から「通学合宿の科学的効果調査」の依頼を受け、「NPOセルフケア総合研究所」は総力を挙げて、2007年度には“6泊7日”の「長期通学合宿」(30名)、そして2008年度には“3泊4日”の「通学合宿」(33名)、さらに2009年度には“4泊5日”の「通学合宿」(46名)について、「バイオセンサー」

という器具を用いて、世界で初めて「からだの動き」と「皮膚温度」の変動を連続して調査し、それぞれの「通学合宿」の効果を科学的に証明する事業を行った。

このような“効果”を判定する調査方法はさまざまある中で、静岡県は「通学合宿」の効果判定に世界で初めて使用するこの「バイセンサー」による調査方法を指定された。

この方法で得られた世界で初めての「からだの動き」と「皮膚温度」のデータを解析し、「通学合宿」の前の週と「通学合宿」が終わって2週間後とにおけるこれらの「値」の変化で効果の判定を行うことにした。しかも、これらの効果の判定には、医学の場合の判定に使用する「5%の有意水準」で評価することにした。

社会的な行事についての効果を判定するには、この「5%の有意水準」で評価するのは“厳しすぎる”という見解もあるので、今後このような場合の“判定”基準について検討することが必要になるが、今回は敢えてこの“厳しい”判定基準で評価することにした。

このような厳しい判定基準にもかかわらず、次のような効果が認められた。

「3泊4日」の通学合宿：「睡眠時間が18分長くなった」

「4泊5日」の通学合宿：「1日の活動による消費エネルギーが109 kcal. 増加した」

「6泊7日」の通学合宿：「1日の活動による消費エネルギーが236 kcal. 減少した」

また「覚醒時の“最低皮膚温度”が1.3℃上昇した」

このように、「通学合宿」では、いずれの“期間”であっても「からだの動き」を“落ち着かせる”，あるいは“活発にさせる”という「行動」の面での変化に加えて、「皮膚温度」を“上昇させる”という「からだ」の面での変化を起こさせることを、確認することができた。

また、2008年度に行った「3泊4日」の通学合宿においては、「睡眠時間」が18分長くなる傾向が見られたが、「活動による1日の消費エネルギー」には“有意な変化”が見られなかった。

しかしながら、「始業前」「2時限目」さらに「昼休み」の消費エネルギーは“有意”に増加し、さらに

「覚醒時の平均皮膚温度は0.5℃低くなり、覚醒時の最低皮膚温度も0.6℃低くなる」という変化が見られた。

このように、「3泊4日」、「4泊5日」の「通学合宿」、そして「6泊7日」の「長期通学合宿」においては、それぞれ「からだの動き」と「睡眠」とに、一定の変化を生じさせる効果があった。

「通学合宿」によるこのような「身体と生活」への効果が、家庭や学校における何らかの「子どもの変化」として実感され、「通学合宿」を長年継続させ、さらにこの「事業」を拡大させようとする根拠になっていることを予想させた。

今後、この「通学合宿」が地域の負担が少なく、しかもその“効果”をより上げるためには、“短期間”で、しかも「年に2～3回”繰り返す”ような「短期繰り返し転地療法」という“保養”方式に発展させていく必要があると考える。

そのために、いつかは「2泊3日」や「1泊2日」の「通学合宿」についての効果調査が行われ、“最低の努力で、確実に効果を上げることができる”「通学合宿」の期間について、今後明らかにする必要がある、と考える。

さらに、この「通学合宿」の効果を判定するために、従来の判定基準として使用されてきている「5%の有意水準」で評価判定を行ってきたが、これらを「10%の有意水準」で評価判定するようにするかどうか、という検討を、どこかの研究機関で行い、提案されることを期待したい。

おわりに

「静岡県」，ならびに「静岡県教育委員会」から、2007年度より3年間にわたって、「通学合宿」による子どものからだへの効果を、「バイセンサー」を使用して調査する事業を、われわれの「NPO法人セルフケア総合研究所」に委託して頂き、世界で初めて、そして人類初の「バイオセンサー」による「子どもの生体データ」を記録し、解析する機会を与えて頂いたことに、まず心より御礼申し上げます。

また、「静岡県教育委員会社会教育課」のご関係の方々には、この調査の遂行のために、絶大なるお世話を頂き、この「事業」を遂行することができました。心より厚く御礼申し上げます。

さらに、この調査にご協力頂いた保護者の方々と子どもたち、そして各小学校区における「通学合宿」に

御関係のPTA実行委員会の皆様、各小学校の教職員の皆様方に、心より御礼申し上げます。

最後になりましたが、この“現地調査”に黙々と当たられた「NPO法人セルフケア総合研究所」の方々、そして多くの“データの整理”と難しい“データの解析”に粘り強く当たられた方々に、心から感謝申し上げます。

以上のように、静岡県において長年に亘って続けられてきている「通学合宿」の“子どもたち”に対する

価値と効果の一部を明確にすることができました。旧制静岡高等学校ご出身の中曽根康弘元首相がかつて、この「通学合宿」を「放牧教育」と表現されたことを思い出しました。

「子どもたちが、日常生活を短期間でも離れて、保養し、元気になる」という静岡県で始められ、全国各地で続けられている、世界で珍しいこの「通学合宿」が“無理なく”全国各地で行われ、日本の子どもたちが“さまざまに発達を始める”ようになることを期待いたします。

睡眠時の呼吸データの時間周波数解析

白水 重憲¹⁾, 近藤 英明²⁾, 片山 宗哲¹⁾

要旨 睡眠ポリグラフ検査結果の中の RR 間隔変動 (ECG), 鼻腔気流 (Naf), 胸部 (RC)・腹部 (Abd) 呼吸データを時間周波数解析し, 呼吸周波数 (RFRE) とその変動幅 (VRFRE) を求め, その睡眠の深さとの関係を把握した。

RFRE_Naf, RFRE_RC, RFRE_Abd はほぼ同じ値であり, これらが 0.2 Hz 以上の場合には, RFRE_ECG との相違は 0.01 Hz 以下であった。RFRE_Naf, RFRE_RC, RFRE_Abd が 0.2 Hz 以下になると相違は若干大きくなったが最大でも 0.04 Hz であった。RFRE_ECG は, RFRE_Naf, RFRE_RC, RFRE_Abd の良い推定値である事が示された。なお, RFRE には, 睡眠の深さと一般的な関係は無かった。

VRFRE は NREM 睡眠で小さく, REM 睡眠では NREM 睡眠領域に比較すると大きかった。

キーワード: 呼吸周波数, 呼吸周波数変動幅, NREM 睡眠, RR 間隔変動, ポリグラフ

1. はじめに

我々は, ポリグラフと超小型軽量の心電・加速度・温度測定装置 (M-BIT)¹⁾ による同時測定を行い, Rechtschaffen & Kales による国際睡眠判定基準²⁾ による判定結果と微小体動による睡眠・覚醒判定結果を対比し, 副交感神経活動 (PSNS)・交感神経活動の指標 (SNS), 呼吸周波数 (RFRE) とその変動幅 (VRFRE), 及び平均心拍数 (HR) の睡眠の深さによる変化を求めた。この中で, VRFRE は睡眠の深さと共に変化し, 浅睡眠と深睡眠で小さく, 覚醒と REM 睡眠で大きく, その変化は顕著であり, この変化に基づく NREM 睡眠領域の推定の可能性が示唆された³⁾。

我々は引き続き, ポリグラフと M-BIT による同時測定を行い, VRFRE が NREM 睡眠時に減少する事を利用した NREM 睡眠領域検出 (VRFRE) 法を提唱し, ポリグラフ睡眠段階との一致率が最大になる閾値

を探した。閾値 0.053 Hz で, 一致率 0.792, 感度 0.872, 特異値 0.469 であった。VRFRE による NREM 睡眠領域の推定法の確立は, 微小体動法の問題点の補完のみならず, 微小体動法との併用により, REM 睡眠の領域の推定の可能性も期待できた³⁾。

本報では, 睡眠ポリグラフ検査の測定結果の中の電データ (ECG), 鼻腔のエアフロー (Naf) と, 胸部 (RC) ならびに腹部 (Abd) の呼吸運動を解析して, これら 4 種類のデータから求めた睡眠時の RFRE と VRFRE の挙動を比較した。

2. 測定と解析

2-1 被験者

被験者は医学部学生の自主研究のために polysomnography を行った男性 10 人で, 平均年齢は 21.6 ± 3.2 歳 (表 1), 習慣性飲酒者, 喫煙者および内科的・精神科的疾患を有する者は除外した。自覚的な睡眠状態は Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) を用いて評価した。PSQI の global score の平均は 3.5 ± 1.5 (1 人が 6 で 9 人が 5 以下) で日本人健常者とほぼ同じ結果で

1) NPO 法人セルフケア総合研究所

2) 済生会長崎病院 睡眠医療センター

受付日: 2013 年 10 月 20 日

採択日: 2013 年 10 月 31 日

表1 被験者

被験者	年齢(才)	性別
1	23	M
2	19	M
3	19	M
4	21	M
5	21	M
6	21	M
7	18	M
8	21	M
9	23	M
10	30	M

あった。Polysomnographyでは睡眠呼吸障害や周期性下肢運動は認めず、睡眠効率率は $93.7 \pm 3.7\%$ であった。

2-2 Polysomnography

脳波電極は睡眠覚醒段階を判定するためのF3-M2, F4-M1, C3-M2, C4-M1, O1-M2, O2-M1の単極誘導での記録を行った。電気眼球図, 両側側頭筋筋電図, 両側咬筋筋電図オトガイ筋筋電図, 心電図, 前脛骨筋筋電図のための電極に加えて, サーモカップル法センサーでNafデータを, respiratory inductance plethysmographyで胸腹部の呼吸運動(RC, Abd)を記録した。ECG測定はI誘導或いはII誘導であった。また, 体位センサー, いびきセンサー, パルスオキシメーターを装着した。デジタル脳波計はNeurofax EEG-1200®(日本光電), およびPolymate AP1532®(デジテックス研究所)を使用し, ECGのサンプリング周波数は500 Hz或いは1000 Hzとし, Naf及びRC, Abd呼吸運動データのサンプリング周波数は100 Hzとした。それ以外の, 各チャンネルのサンプリング周波数は500 Hzとした。

睡眠段階の解析にはNightOwl Professional®(のるぶろライトシステムズ)を用いて30 secを1エポックとして2007年American Academy of Sleep Medicineのスコアリングルール³⁾にもとづき視察判定を行った。

2-3 RR間隔の抽出

世界中で広範に使用されている頑健なリアルタイムQRSピーク抽出アルゴリズム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¹⁾。T波とR波の鋭さの違いに着目する事で, 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¹⁾。RR間隔データの分布挙動に着目する事により真のRR間隔データとアーティファクトを分別し, また, 全解析範囲のRR間隔データと心電波形を同時に目視判定

し, アーティファクトは全て棄却した¹⁾。

2-4 RR間隔からの呼吸周波数RFRE及び呼吸周波数変動幅VRFREの推定

RR間隔信号を周波数4 Hzでリサンプリングして等間隔時系列とし, 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¹⁾。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為, 本研究では周波数の挙動が重要であるので周波数分解能を大きくなるように調節した。

高周波成分の下限の0.15 Hz以上の周波数のRR間隔変動は呼吸性洞性不整脈である事を基にしたJasson等の方式⁶⁾を拡張して, 0.15 Hzから平均心拍数の半分の周波数⁷⁾までの範囲の瞬時中心周波数(CFR)を求め⁸⁾, 更に, 10秒間毎の平均値を求め呼吸周波数RFRE_ECGとした。更に, その1分間の変動を呼吸周波数変動幅VRFRE_ECGとした。

2-5 Naf, RC及びAbd呼吸データの解析

呼吸の周波数は安静覚醒時で0.3 Hz程度であり睡眠時は更に小さい。我々は, Naf, RC, Abdの各呼吸データを4 Hzでリサンプリングしても情報の欠損が無い事を確認し, リサンプリングされたRR間隔変動データと同じ方法で時間周波数MAPを得た。各時点ごとに強度最大の周波数を求め, その10秒間毎の平均値を呼吸周波数とした。更にその1分間の平均値をRFRE_Naf, RFRE_RC, RFRE_Abd, その1分間の変動をVRFRE_Naf, VRFRE_RC, VRFRE_Abdとした。

尚, ポリグラフ測定の結果に基づくステージ判定の解析エポック長は30秒であるので, 1分間毎に求めた各RFRE及びVRFREは

$$\text{前半の30秒の値} = \text{後半の30秒の値} = \text{1分間の値}$$

という方法で30秒エポックのものに変換し, ステージ判定結果と比較した。

2-6 睡眠の深さ毎の値

ポリグラフ検査による判定結果に基づき, 浅睡眠(睡眠ステージN1とN2), 深睡眠(ステージN3)及びREM睡眠を合わせて3つのステージに分類し, 4つの測定法によるRFREとVRFREの各ステージの平均値, 標準偏差を求めた。

3. 結果と考察

3-1 NREM 睡眠時の時間周波数 MAP

図 1 から 4 に、深睡眠時の RR 間隔変動, Naf, RC, Abd の時間周波数 MAP の例を示した。1 分間ごとの時間周波数 MAP であり、横軸が時間、縦軸が周波数である。左端のマーカ-の赤は RR 間隔変動の低周波領域 (0.04 Hz ~ 0.15 Hz), 青は高周波領域 (0.15 Hz ~ 0.4 Hz) を示している。図最上部に表示されている数字は、測定開始日の 0 時 0 分からの分数であり、次段の RFRE, VRFRE はこの 1 分間の値である。

MAP 下部に黒色の点の集まりで示されている RR 間隔及び各呼吸データの波形はそれぞれ異なっているが、周波数は安定しており、どの MAP にも呼吸周波

数の位置に水平に帯状のピークが存在していた。これを反映して VRFRE の値は小さかった。更に、周期性が明瞭な呼吸データでは、高調波の位置にもピークが存在した。

3-2 REM 睡眠時の時間周波数 MAP

図 5 から 10 に REM 睡眠時の時間周波数 MAP の例 (Naf と RRV) を示した。REM 睡眠時には 1 分間の中での呼吸周波数の変動が大きく、その変動の挙動としては、帯状のピークが屈曲し連続的に変化するもの (図 5, 6), 一定値から一定値へのジャンプ (図 7, 8), 徐々に低下した後、大きな値にジャンプして戻る (図 9, 10) 等のパターンが存在した。呼吸周波数のこのような挙動を反映して VRFRE は大きくなった。な

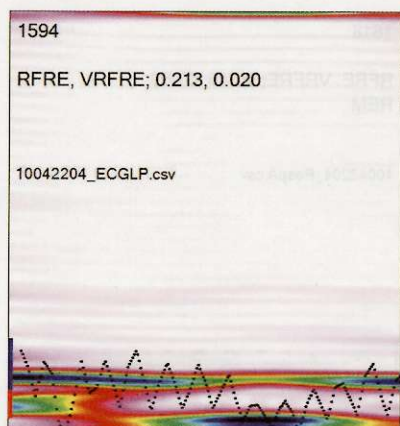


図 1 NREM 睡眠時の RR 間隔変動の 1 分間の時間周波数 MAP の例 (被験者 9, 深睡眠)

横軸が時間、縦軸が周波数。左端のマーカ-の赤は 0.04 Hz ~ 0.15 Hz, 青は 0.15 Hz ~ 0.4 Hz。最上部数字は、測定開始日の 0 時 0 分からの分の数。次段の RFRE, VRFRE はこの 1 分間の値。下部に黒色の点の集まりは被解析データ。

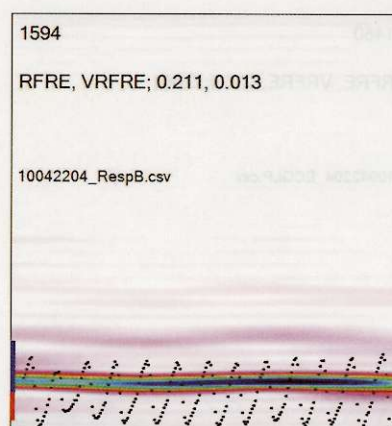


図 3 NREM 睡眠時の RC 呼吸運動の 1 分間の時間周波数 MAP の例 (被験者 9, 深睡眠)

横軸が時間、縦軸が周波数。左端のマーカ-の赤は 0.04 Hz ~ 0.15 Hz, 青は 0.15 Hz ~ 0.4 Hz。最上部数字は、測定開始日の 0 時 0 分からの分の数。次段の RFRE, VRFRE はこの 1 分間の値。下部に黒色の点の集まりは被解析データ。

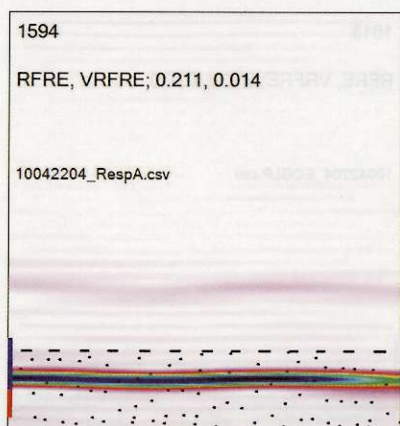


図 2 NREM 睡眠時の Naf の 1 分間の時間周波数 MAP の例 (被験者 9, 深睡眠)

横軸が時間、縦軸が周波数。左端のマーカ-の赤は 0.04 Hz ~ 0.15 Hz, 青は 0.15 Hz ~ 0.4 Hz。最上部数字は、測定開始日の 0 時 0 分からの分の数。次段の RFRE, VRFRE はこの 1 分間の値。下部に黒色の点の集まりは被解析データ。

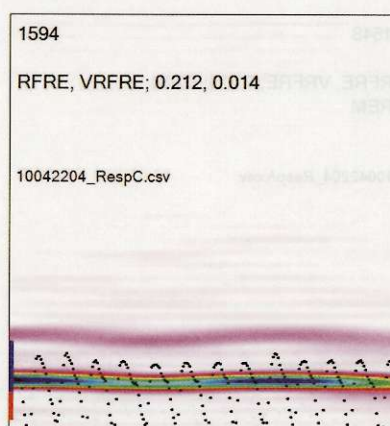


図 4 NREM 睡眠時の Abd 呼吸運動の 1 分間の時間周波数 MAP の例 (被験者 9, 深睡眠)

横軸が時間、縦軸が周波数。左端のマーカ-の赤は 0.04 Hz ~ 0.15 Hz, 青は 0.15 Hz ~ 0.4 Hz。最上部数字は、測定開始日の 0 時 0 分からの分の数。次段の RFRE, VRFRE はこの 1 分間の値。下部に黒色の点の集まりは被解析データ。

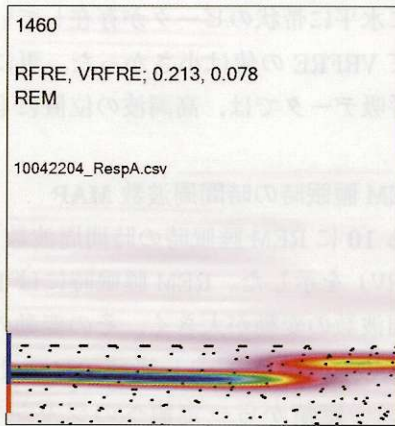


図5 REM睡眠時のNafの1分間の時間周波数MAPの例(被験者9)

横軸が時間、縦軸が周波数。左端のマーカの赤は0.04 Hz～0.15 Hz、青は0.15 Hz～0.4 Hz。最上部数字は、測定開始日の0時0分からの分の数。次段のRFRE, VRFREはこの1分間の値。下部に黒色の点の集まりは被解析データ。

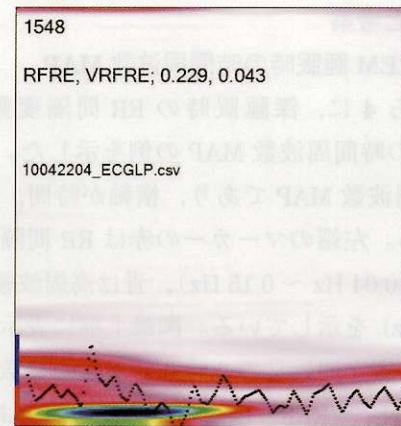


図8 図7に対応するREM睡眠時のRR間隔変動の1分間の時間周波数MAP(被験者9)

横軸が時間、縦軸が周波数。左端のマーカの赤は0.04 Hz～0.15 Hz、青は0.15 Hz～0.4 Hz。最上部数字は、測定開始日の0時0分からの分の数。次段のRFRE, VRFREはこの1分間の値。下部に黒色の点の集まりは被解析データ。

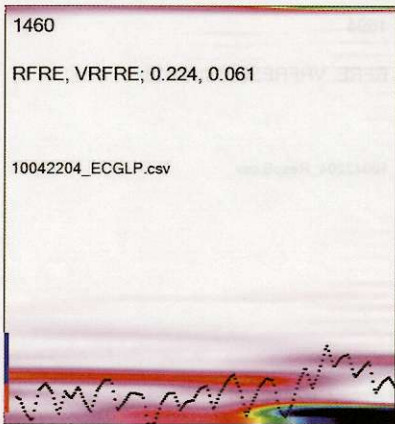


図6 図5に対応するREM睡眠時のRR間隔変動の1分間の時間周波数MAP(被験者9)

横軸が時間、縦軸が周波数。左端のマーカの赤は0.04 Hz～0.15 Hz、青は0.15 Hz～0.4 Hz。最上部数字は、測定開始日の0時0分からの分の数。次段のRFRE, VRFREはこの1分間の値。下部に黒色の点の集まりは被解析データ。

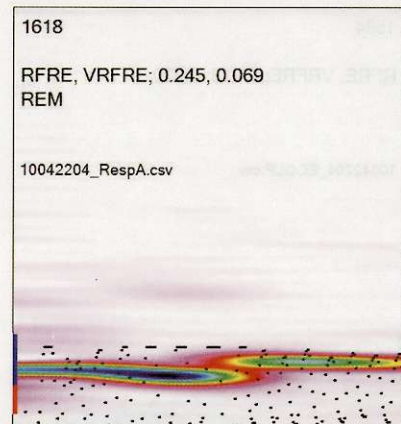


図9 REM睡眠時のNafの1分間の時間周波数MAPの例(被験者9)

横軸が時間、縦軸が周波数。左端のマーカの赤は0.04 Hz～0.15 Hz、青は0.15 Hz～0.4 Hz。最上部数字は、測定開始日の0時0分からの分の数。次段のRFRE, VRFREはこの1分間の値。下部に黒色の点の集まりは被解析データ。

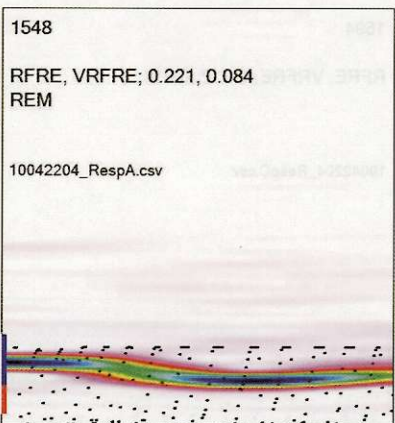


図7 REM睡眠時のNafの1分間の時間周波数MAPの例(被験者9)

横軸が時間、縦軸が周波数。左端のマーカの赤は0.04 Hz～0.15 Hz、青は0.15 Hz～0.4 Hz。最上部数字は、測定開始日の0時0分からの分の数。次段のRFRE, VRFREはこの1分間の値。下部に黒色の点の集まりは被解析データ。

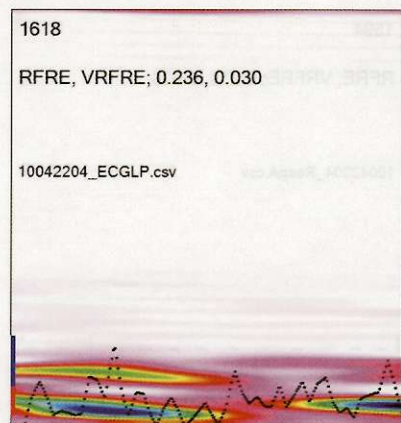


図10 図9に対応するREM睡眠時のRR間隔変動の1分間の時間周波数MAP(被験者9)

横軸が時間、縦軸が周波数。左端のマーカの赤は0.04 Hz～0.15 Hz、青は0.15 Hz～0.4 Hz。最上部数字は、測定開始日の0時0分からの分の数。次段のRFRE, VRFREはこの1分間の値。下部に黒色の点の集まりは被解析データ。

お、REM 睡眠領域に属するすべての1分間で呼吸周波数はこのように大きな変動を示す訳ではなかった。NREM 睡眠時同様に水平のものや屈曲性の小さなものも存在し VRFRE の値は小さかった。また、同様に NREM 睡眠にも屈曲したものが存在し VRFRE が大きい場合もあった。REM 睡眠時には急速眼球運動に伴い1回換気量が低下することが報告されており⁹⁾、急速な換気量変動に伴い呼吸周波数が大きく変動するものと推察された。

3-3 RFRE の挙動

このような睡眠の深さと呼吸周波数の挙動、更に測定方法による相違を総括的に把握する為に、表2に各被験者の睡眠の深さごとの4つの種類のRFREとVRFREの値を、ECG、Naf、RC、Abdの順に示した。予想された事であるが、RFRE_Naf、RFRE_RC、RFRE_Abdの値は、ほぼ等しかった。これらが呼吸周波数の実測値であり、総称する場合は実測値と呼ぶ。完全に等しい値では無い理由は、図2から4に示

表2 RFRE と VRFRE の測定結果

	RFRE						VRFRE						
	浅睡眠		深睡眠		REM 睡眠		浅睡眠		深睡眠		REM 睡眠		
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	
1	ECG	0.199	0.014	0.196	0.018	0.208	0.014	0.025	0.015	0.019	0.014	0.031	0.015
	Naf	0.153	0.012	0.162	0.010	0.166	0.017	0.034	0.025	0.025	0.025	0.064	0.027
	RC	0.154	0.015	0.162	0.011	0.165	0.018	0.035	0.028	0.027	0.028	0.069	0.028
	Abd	0.155	0.014	0.162	0.009	0.167	0.019	0.039	0.031	0.029	0.030	0.066	0.027
2	ECG	0.240	0.016	0.252	0.023	0.237	0.019	0.030	0.018	0.025	0.014	0.033	0.014
	Naf	0.239	0.017	0.250	0.020	0.232	0.021	0.026	0.020	0.028	0.036	0.037	0.018
	RC	0.238	0.017	0.251	0.019	0.231	0.021	0.029	0.027	0.025	0.022	0.043	0.026
	Abd	0.239	0.017	0.250	0.020	0.232	0.021	0.028	0.023	0.029	0.031	0.038	0.021
3	ECG	0.234	0.013	0.244	0.010	0.244	0.025	0.028	0.016	0.023	0.011	0.040	0.018
	Naf	0.232	0.018	0.249	0.011	0.240	0.025	0.042	0.036	0.023	0.018	0.054	0.041
	RC	0.237	0.017	0.249	0.011	0.245	0.026	0.033	0.029	0.023	0.020	0.051	0.041
	Abd	0.237	0.016	0.249	0.008	0.244	0.023	0.030	0.020	0.026	0.023	0.048	0.032
4	ECG	0.245	0.011	0.259	0.008	0.257	0.020	0.028	0.016	0.022	0.012	0.040	0.018
	Naf	0.249	0.015	0.263	0.010	0.263	0.023	0.029	0.023	0.022	0.015	0.052	0.032
	RC	0.247	0.018	0.262	0.011	0.265	0.023	0.033	0.032	0.023	0.016	0.052	0.030
	Abd	0.249	0.016	0.262	0.010	0.263	0.023	0.031	0.029	0.023	0.017	0.056	0.043
5	ECG	0.227	0.010	0.227	0.006	0.242	0.018	0.025	0.014	0.016	0.007	0.036	0.018
	Naf	0.218	0.013	0.222	0.007	0.242	0.029	0.028	0.024	0.017	0.018	0.045	0.029
	RC	0.218	0.015	0.223	0.007	0.242	0.029	0.032	0.031	0.019	0.017	0.050	0.032
	Abd	0.220	0.014	0.223	0.011	0.243	0.031	0.033	0.029	0.018	0.016	0.051	0.039
6	ECG	0.227	0.011	0.233	0.010	0.232	0.012	0.026	0.013	0.024	0.013	0.033	0.015
	Naf	0.236	0.017	0.247	0.013	0.270	0.026	0.035	0.028	0.026	0.027	0.060	0.030
	RC	0.247	0.040	0.247	0.015	0.278	0.029	0.054	0.058	0.029	0.038	0.084	0.056
	Abd	0.252	0.041	0.254	0.035	0.269	0.030	0.066	0.075	0.045	0.062	0.073	0.053
7	ECG	0.253	0.025	0.271	0.019	0.252	0.020	0.033	0.022	0.028	0.015	0.038	0.020
	Naf	0.246	0.024	0.270	0.017	0.245	0.023	0.037	0.037	0.022	0.015	0.048	0.029
	RC	0.243	0.025	0.270	0.017	0.245	0.028	0.039	0.041	0.020	0.012	0.056	0.044
	Abd	0.246	0.024	0.270	0.018	0.247	0.025	0.037	0.035	0.021	0.014	0.046	0.028
8	ECG	0.214	0.015	0.220	0.016	0.229	0.015	0.031	0.018	0.029	0.014	0.038	0.017
	Naf	0.194	0.020	0.199	0.011	0.208	0.020	0.048	0.042	0.030	0.024	0.070	0.035
	RC	0.195	0.023	0.203	0.016	0.212	0.021	0.053	0.048	0.039	0.052	0.078	0.042
	Abd	0.200	0.024	0.198	0.009	0.220	0.025	0.057	0.049	0.032	0.039	0.077	0.040
9	ECG	0.218	0.016	0.232	0.014	0.237	0.022	0.022	0.016	0.022	0.017	0.039	0.021
	Naf	0.210	0.016	0.225	0.009	0.232	0.027	0.022	0.019	0.016	0.007	0.044	0.023
	RC	0.209	0.017	0.225	0.008	0.228	0.026	0.029	0.037	0.016	0.007	0.045	0.022
	Abd	0.210	0.018	0.221	0.012	0.232	0.026	0.028	0.029	0.030	0.024	0.043	0.021
10	ECG	0.236	0.013	0.232	0.008	0.262	0.022	0.027	0.016	0.017	0.012	0.044	0.021
	Naf	0.228	0.021	0.230	0.020	0.230	0.026	0.032	0.029	0.029	0.030	0.043	0.028
	RC	0.225	0.026	0.229	0.021	0.228	0.032	0.041	0.052	0.032	0.036	0.054	0.055
	Abd	0.227	0.024	0.230	0.023	0.231	0.027	0.047	0.042	0.051	0.053	0.055	0.035

したようにそれぞれのセンサーの検出対象および検出のメカニズムが異なる為に時間周波数解析に供する呼吸データの波形が異なる事、また、それぞれ独立にアーティファクトが混入する事が考えられた。

RFRE_ECG と実測値の関係は大別して2種類に分けられた。実測値が0.200 Hz以上になると、RFRE_ECG と実測値との値の相違は0.01 Hz程度以下となった。

一方、RR間隔変動のうち呼吸起因と考えられるのは、0.15 Hz以上の成分であり、それ以下の周波数の成分には、交感神経活動の影響等も出現する。この為に、RR間隔変動からの呼吸周波数の算出周波数領域は0.15 Hz以上とした。この為に、実測値が0.20 Hz以下になるとその影響が出てきた。実測値が0.20 Hz程度の場合には大きさの相違は0.02 Hz程度になり(被験者5)、0.17 Hz以下になると0.04 Hz程度となった(被験者1)。しかしながら、この場合でもRFRE_ECGは簡便に測定できる呼吸周波数の推測値として十分役に立つものと考えられた。

なお、実測値の値は0.155 Hzから0.278 Hzまで分布したが、睡眠の深さとの関係は、個人差が大きく、一般的な依存性は無かった。

3-4 VRFREの挙動とNREM睡眠領域の推定

図1から10に示したNREM睡眠時とREM睡眠時の呼吸周波数の挙動の相違はVRFREに顕著に現われた。4つの種類のVRFREの値はいずれも、浅睡眠と深睡眠では0.060 Hz以下と小さく、REM睡眠では大きかった。これらの図と表に示された結果は、我々がこれまでVRFRE_ECGで発見し報告して来た睡眠時特にNREM睡眠時のVRFRE_ECGの低下は、実際の呼吸挙動を反映したものである事を示し、更に、VRFRE_ECGの値によるNREM睡眠領域の探索する事の根拠を示した。また、微小体動法が睡眠と判定した領域内のVRFREが大きな領域をREM睡眠領域と仮定する事の妥当性も示したのと考えられた。

同じ、被験者・睡眠の深さで比較すると4種類のVRFREが揃って同様の小さな値を示す事が多かったが、値の間に相違がある場合も存在しVRFRE_Naf, VRFRE_RC, VRFRE_AbdがVRFRE_ECGの倍近くになる事もあった。この相違は、Naf, RC, Abdの方は、1分間ごとに求めた時間周波数MAPの各時点のピーク位置を追跡して呼吸周波数を求めているのに対し、RFRE_ECGは周波数と強度の積を積分して求め

ておりスムージング効果がある為と考えられた。

4. 終わりに

4種類の測定法により得られた呼吸データの時間周波数MAPを比較し、NREM睡眠時・REM睡眠時の呼吸周波数の挙動を把握した。

RFRE_Naf, RFRE_RC, RFRE_Abdはほぼ同じ値であり、これらが0.2 Hz以上の場合には、RFRE_ECGとの相違は0.01 Hz以下であった。RFRE_Naf, RFRE_RC, RFRE_Abdが0.2 Hz以下になると相違は若干大きくなったが最大でも0.04 Hzであった。RFRE_ECGは、RFRE_Naf, RFRE_RC, RFRE_Abdの良い推定値である事が示された。なお、RFREには、睡眠の深さと一般的な関係は無かった。

VRFREはNREM睡眠で小さく、REM睡眠ではNREM睡眠領域に比較すると大きかった。

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) 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.
- 3) 白水重憲, 成澤 元, 片山宗哲他: 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. 全面発達の展開 2: 8-18, 2012.
- 4) 白水重憲, 近藤英明, 森 佳織他: 呼吸周波数変動幅によるNREM睡眠領域検出. 全面発達の展開 2: 83-90, 2013.
- 5) Iber C, Ancoli-Israel S, Chesson A, Quan S. for the American Academy of Sleep Medicine. 1st ed. Westchester: IL: American Academy of Sleep Medicine; 2007. The AASM manual for the scoring of sleep and associated events: rules, terminology and technical specifications.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) Boashash B. Estimating and interpreting the instantaneous frequency of a signal, I: fundamentals: Proc IEEE. 80: 520-538, 1992.
- 9) Nakamura A, Fukuda Y and Kuwaki T: Sleep apnea and effect of chemostimulation on breathing instability in mice: J Appl Physiol. 94: 525-532, 2003.

RR 間隔変動からの睡眠時無呼吸の自動推定

白水 重憲¹⁾, 近藤 英明²⁾, 片山 宗哲¹⁾

要旨 RR 間隔変動, R 波ピークの高さ変動から推定した胸部呼吸運動 EDR (ECG Derived Respiration) 及び R ピークの形状の情報等を使用した心電からの睡眠時無呼吸の自動推定精度は 83.0~89.4%であるが, 本研究では, 超小型心電測定装置を使用して患者の自宅等で測定した心電データからの推定を行う為に, 利用する情報を RR 間隔変動のみに限定して, 自動推定を試みた。Physionet で Apnea-ECG Database として公開されている無呼吸アノテーション付のデータ群を使用し, Daubechies の Wavelet (特徴づける自然数 $N=6$) による離散展開を行い, 1 分間毎の 0 次から 9 次までの展開係数の絶対値の総和をサポートベクターマシンの入力とした。トレーニング群の中の無呼吸群とコントロール群を使用してサポートベクターマシンをトレーニングし, テスト群を個別データ毎に自動推定し, その精度を求めた。精度は 75.6% (S.D. = 10.3%) であった。

キーワード: RR 間隔変動, 睡眠時無呼吸, Daubechies, 離散 Wavelet 展開, サポートベクターマシン

1. はじめに

成人に見られる睡眠時無呼吸 (SA) の引き起こす影響の重要性や, その簡便な検出法の必要性は, 常識になって久しい¹⁾。SA の被験者では, 上気道筋肉と横隔膜の神経活動にアンバランスがある¹⁾。従って, 吸気中の胸郭内の負圧が有効な空気流ではなく, 上気道のつぶれをもたらす¹⁾。これは酸素の不足と二酸化炭素の上昇を引き起こし, 中枢神経の活性化である覚醒を起こすまで続く¹⁾。この覚醒が意識的な覚醒に達する事無く, 呼吸を再開する為に, 被験者に覚醒は自覚されないが, この覚醒は数呼吸の間, 呼吸のコーディネーションを確立する為に睡眠に落ちるのを妨げる¹⁾。平均的には無呼吸は 40 秒程続き, 20 秒間ほど続く数呼吸がそれに続く¹⁾。多くの被験者では無呼吸の間心拍数が低下し, 無呼吸の終わり近くで心拍数が増加し, 無呼吸の後の数呼吸の間にピークを迎える¹⁾。

この心拍数の変動は, Cyclic Variation of Heart Rate (CVHR) と呼ばれ, SA の特徴として認識されている¹⁾。古くから知られていたが, SA の検出への利用は少なかった¹⁾。

PhysioNet²⁾ と Computers in Cardiology は, 2000 年に心電データからの SA の検出に関する挑戦を行った¹⁾。睡眠ポリグラフ検査結果から選抜されたそれぞれ無呼吸群 20 データ, コントロール群 10 データ, 境界群 5 データ (計 35 データ) からなるトレーニング群とテスト群のデータが公開され, トレーニング群には無呼吸に関する 1 分間毎のアノテーションも付加された^{1,3)}。挑戦者は, トレーニング群のデータを解析し, 睡眠時無呼吸を検出するアルゴリズムを開発し, テスト群に於いてその正解率が競われた¹⁾。

上位 5 つのアルゴリズムの正解率は, 92.6%, 92.3%, 89.4%, 87.6% 及び 87.3% であったが, 1 位と 2 位のは目視或いは聴覚による判定の補助が必要であり, 自動推定では 83~86% の精度であった^{4~8)}。これらの研究では, RR 間隔変動のみでなく, 波形の形状や R ピークの高さの情報から求めた EDR (ECG Derived

1) NPO 法人セルフケア総合研究所

2) 済生会長崎病院 睡眠医療センター

受付日: 2013 年 10 月 21 日

採択日: 2013 年 10 月 31 日

Respiration, 呼吸により心臓と電極の間隔が変化する事で, Rピークの高さが変動する事を利用して, 胸部呼吸運動を推定するもの)の双方を利用していた⁴⁻⁸⁾。その後も, この PhysioNet データ群を利用した ECG からの SA 検出の研究は多く, RR 間隔や EDR を解析した結果から得た特徴群をアノテーションと結びつけるために, CART 法やニューラルネットワークやサポートベクターマシン等の機械学習の方法が使用されている⁹⁾。

しかしながら, 90%前後の正答率を示すアルゴリズムが多数米国の著名な学会で報告されて10年以上経過したが, 未だに SA のスクリーニングの為に心電からの推定が広く利用されている訳では無い。その理由の一つとしては, 簡便な心電データの測定ができなかった事が考えられる。我々は, 重量 14g, 大きさ 40×39×8mm という超小型軽量の心電・加速度・皮膚温度測定装置 (M-BIT) を開発し¹⁰⁾, 一般成人の勤務日の 24 時間の自律神経活動モニターのみでなく¹¹⁾, 幼稚園児の登園日の 24 時間の自律神経活動モニターや¹⁰⁾, 大学生サッカー選手の試合中の移動スピード等の測定例を報告している¹²⁾。この M-BIT の測定結果から SA の検出が可能になれば, 非常に便利なツールになるものと期待できる。

M-BIT の様な携帯型簡易型測定装置を使用する SA 検出には, 簡便さの代償としての制約と解決すべき課題も存在する。電極の接着力で逆に装置を胸部に固定する為に R ピークの時間位置以上のピーク高さや波形の情報がいつも信頼できるものとは限らない。従って, 基本とできる情報は RR 間隔変動のみになる。

本研究では, RR 間隔変動のみでのどの程度の自動推定精度が得られるかを確認する為に, PhysioNet データ群の RR 間隔変動を Daubechies の Wavelet による離散展開で解析し, この解析結果とトレーニング群の無呼吸アノテーションでサポートベクターマシンをトレーニングし, テスト群の自動推定を行った。

2. データと解析

2-1 データ

トレーニング群とテスト群の 70 例の心電データは睡眠ポリグラフ検査の測定結果より抽出された。サンプリング周波数は 100Hz, 分解能は 16 ビットであった¹⁾。同時測定された鼻腔下に装着する気流センサー及び胸部と腹部の呼吸運動を検出するセンサーから得

られた 3 種類の呼吸データと酸素飽和度のデータに基づき, 専門家により無呼吸或いは低呼吸が目視で判定された¹⁾。

2-2 解析

2-2-1 RR 間隔の抽出

RR 間隔抽出の詳細は, 前報と同様とした¹⁰⁾。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¹⁰⁾。RR 間隔信号を周波数 5Hz でリサンプリングして等間隔時系列とした。

2-2-2 離散 Wavelet を使用した RR 間隔変動の周波数解析

SA の検出を目的とした RR 間隔変動の周波数解析の場合, Wavelet 縮退と再構成の手法を使用して, CVHR に対応する 0.02Hz 付近の周波数成分のみを残した波形を再構成して確認できる事, 周波数特性が比較的少数のレベルに関する情報として扱える事などから, 時間周波数解析の中でも Wavelet による解析が適していると考えられた^{13,14)}。更に, アルゴリズムが単純で, 将来は M-BIT 内の CPU への移植の可能性も考えられた為, Daubechies の Wavelet を使用した離散 Wavelet 展開を使用した¹⁴⁾。この方法では, Wavelet 及びそのスケーリング関数が離散数列で表され, この離散数列から直接展開係数が得られる¹⁴⁾。

ここで使用した特徴づける自然数 $N=6$ の場合, スケーリング関数を表す数列 $p(k)$ は $\{0.11154074335011, 0.49462389039845, 0.75113390802110, 0.31525035170920, -0.22626469396544, -0.12976686756727, 0.09750160558732, 0.02752286553031, -0.03158203931749, 0.00055384220116, 0.00477725751095, -0.00107730108531\}$ の $2N=12$ 個の数で, ウェーブレットを表す数列 $q(k)$ は $p(k)$ を時間軸方向で反転し, 係数の符号を交互に反転することにより得られる¹⁴⁾。

Daubechies のウェーブレット展開では, サンプリングされた信号が最大解像度と考え, レベル $j=0$ とする¹⁴⁾。マラーに従い, レベル $j=0$ のスケーリング係数 $s^{(0)}(k)$ はサンプリングされた信号そのものと仮定する¹⁵⁾。そうすると, レベル $j-1$ のスケーリング係数から, 1 レベル精度の低いレベル j の Wavelet 展開係数およびスケーリング係数は

$$s^{(j)}(k) = \sum_n p(n) s^{(j-1)}(n+2k)$$

$$w^{(j)}(k) = \sum_n q(n) s^{(j-1)}(n+2k)$$

で得られるので、全てのレベルの Wavelet 展開係数とスケール係数を簡単に求める事ができる¹⁴⁾。

RR 間隔のリサンプリング周波数を 5 Hz とし、1 分間当たりの点数を 300 点とした。1024 点毎にレベル 9 までの展開を行い、各レベルのスケール係数の絶対値の 1 分間毎の総和 (スケール係数の大きさ) を求めた。

2-2-3 睡眠時無呼吸の推定

当初は、0.02 Hz 付近に対応するレベルのスケール係数の大きさから単純な判定式で直接無呼吸の有無を推定する事を試みたが、テスト群の無呼吸群、コントロール群合わせて 29 データ全てで良い正解率を得ることが出来なかった。そこで、無呼吸群、コントロール群 29 データの全ての 1 分間の、1 分間毎の 9 次までの全てのレベルのスケール係数の大きさと睡眠時無呼吸のアノテーション結果を使用して、教師つき機械学習を行い、これを利用して、テスト群の自動推定を行う事にした。

教師つき機械学習の方法としては CART 法、ニューラルネット、判別分析、サポートベクターマシンを始め多くの手法があり、データマイニングの手法として良く知られている^{16,17)}。これらの方法の中で、

- 1) 局所解へ収束する事がない。
- 2) トレーニングデータでの解が、それ以外のデータにも当てはまり得るかという汎化を意図した学習則を利用している

という特徴を有しており、安定して実測データでの推定も可能と思われるサポートベクターマシンを利用する事にした¹⁸⁾。

2-2-4 サポートベクターマシン

サポートベクターマシンとしては、統計学や機械学習その他の分野で幅広く使用されているフリーソフト R (Ver3.0.1)¹⁹⁾ の、パッケージ "e1071"²⁰⁾ 中の svm 関数を使用した。これは先に LIBSVM という名称で配布されていたソフトウェアを R で使用できるようにしたものである^{19,20)}。

サポートベクターマシン (SVM) とは、元来、無呼吸の有無のような 2 種類のデータを上手く分類する為のものである^{17,20~22)}。図式化する為は無呼吸の有 (●) 無に (○) 対応する特徴ベクトルが 2 次元であるとして、トレーニング群の特徴ベクトルの分布が図 1 に示すものとする。上手く分類するという事は、どのように分類したら、今ここにあるトレーニング群のベ

どのように分離するか?

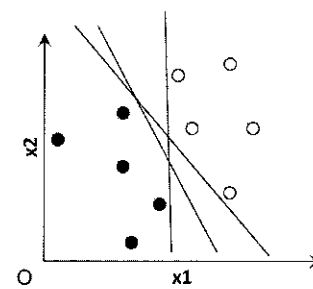


図 1 2次元データの分類

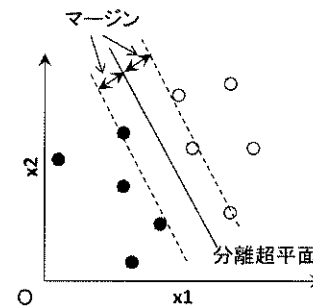


図 2 マージン最大化

クトルの分類ができるのみではなく、今後与えられるテスト群や実測データのベクトルが上手く分類できるように領域の境界が設定できるかという事である^{17,20~22)}。このような能力が先に述べた汎化能力である^{17,20~22)}。

SVM では、図 2 に示すように、分離超平面 (ここでは直線) と、2 種類のデータとの間の距離 (これをマージンと呼ぶ) が最大になるような分離超平面が、最も汎化能力の高い超平面になることを利用している。マージンを最大化する方法を定式化すると、2 次計画問題に帰着することができる^{17,20~22)}。そのため、最適解が唯一に定まり、局所的最適解に陥る心配がない。これが SVM の利点の 2 つ目である。図 2 で、破線で示されたマージン上の点のことを、サポートベクターと呼ぶ^{17,20~22)}。分離超平面を決定しているのは、サポートベクターだけであり、その他の点は、分離超平面の構成に寄与していない^{17,20~22)}。

SVM の基本的な構造は、図 2 に示すような線形関数子であるが、SVM によって非線形な分類を可能にする方法として、高次元化が考えられた^{17,20~22)}。これは、非線形写像 Φ によって、元の入力データを高次元特徴空間に写像し、その空間において線形分離を行うという方法である。そうすることによって、結果的に元の入力空間においては非線形な分類を行っている

表1 テスト群データの睡眠時無呼吸の推定結果

ファイル名	AA	AN	NA	NN	AR	NR	N_R_RE	感度	特異度	一致率	AP	NP	N_R_P
x11	4	9	50	393	13	443	0.971	0.308	0.887	0.871	54	402	0.882
x18	0	2	57	382	2	439	0.995	0.000	0.870	0.866	57	384	0.871
x04	0	0	71	400	0	471	1.000		0.849	0.849	71	400	0.849
x34	1	3	71	399	4	470	0.992	0.250	0.849	0.844	72	402	0.848
x22	1	1	74	393	2	467	0.996	0.500	0.842	0.840	75	394	0.840
x35	0	0	81	389	0	470	1.000		0.828	0.828	81	389	0.828
x24	0	1	76	337	1	413	0.998	0.000	0.816	0.814	76	338	0.816
x12	33	24	67	402	57	469	0.892	0.579	0.857	0.827	100	426	0.810
x15	80	120	19	278	200	297	0.598	0.400	0.936	0.720	99	398	0.801
x33	1	2	94	375	3	469	0.994	0.333	0.800	0.797	95	377	0.799
x03	9	3	99	351	12	450	0.974	0.750	0.780	0.779	108	354	0.766
x06	0	0	111	332	0	443	1.000		0.749	0.749	111	332	0.749
x16	14	51	114	327	65	441	0.872	0.215	0.741	0.674	128	378	0.747
x07	109	130	55	213	239	268	0.529	0.456	0.795	0.635	164	343	0.677
x10	53	43	118	295	96	413	0.811	0.552	0.714	0.684	171	338	0.664
x25	133	157	41	178	290	219	0.430	0.459	0.813	0.611	174	335	0.658
x19	141	265	26	54	406	80	0.165	0.347	0.675	0.401	167	319	0.656
x23	106	13	75	332	119	407	0.774	0.891	0.816	0.833	181	345	0.656
x09	125	42	52	288	167	340	0.671	0.749	0.847	0.815	177	330	0.651
x17	0	1	148	250	1	398	0.997	0.000	0.628	0.627	148	251	0.629
x13	168	123	35	179	291	214	0.424	0.577	0.836	0.687	203	302	0.598
x01	219	156	28	108	375	136	0.266	0.584	0.794	0.640	247	264	0.517
x21	108	12	146	243	120	389	0.764	0.900	0.625	0.690	254	255	0.501
x26	212	131	49	124	343	173	0.335	0.618	0.717	0.651	261	255	0.494
x08	235	88	29	164	323	193	0.374	0.728	0.850	0.773	264	252	0.488
x20	198	46	69	165	244	234	0.490	0.811	0.705	0.759	267	211	0.441
x02	190	18	74	186	208	260	0.556	0.913	0.715	0.803	264	204	0.436
x30	230	96	67	117	326	184	0.361	0.706	0.636	0.680	297	213	0.418
x28	319	102	8	53	421	61	0.127	0.758	0.869	0.772	327	155	0.322
x05	276	40	85	103	316	188	0.373	0.873	0.548	0.752	361	143	0.284
x32	359	65	45	67	424	112	0.209	0.847	0.598	0.795	404	132	0.246
x27	384	102	1	10	486	11	0.022	0.790	0.909	0.793	385	112	0.225
x14	286	15	7	44	301	51	0.145	0.950	0.863	0.938	293	59	0.168
x31	468	45	15	24	513	39	0.071	0.912	0.615	0.891	483	69	0.125
平均										0.756			
S.D.										0.103			

AA: 無呼吸を無呼吸と推定した分の数
 NA: 正常呼吸を無呼吸と推定した分の数
 AR: 実際の無呼吸の分の数
 N_R_E: 実際の正常呼吸の割合
 感度: 無呼吸を正しく検出した割合
 一致率: 正しく検出した割合
 AP: 無呼吸と推定された分の数
 N_R_P: 正常呼吸と推定された割合

AN: 無呼吸を正常呼吸と推定した分の数
 NN: 正常呼吸を正常呼吸と推定した分の数
 NR: 実際の正常呼吸の分の数
 特異度: 正常呼吸を正しく検出した割合
 NP: 正常呼吸と推定された分の数

ことになる^{17,20~22)}。この計算において、ベクトル x_i を Φ で写像したものの内積を x_i の内積の関数として表現した関数を使用する事で計算上の困難が克服できる^{17,20~22)}。この関数をカーネル関数といい、この置き換えをカーネルトリックという^{17,20~22)}。

非線形 SVM では、カーネルトリックとともに、マージンに若干の誤分類を許すソフトマージンという学習則が使用される^{17,20~22)}。本研究でも、RBF カーネルとソフトマージンを使用した非線形 SVM を使用した。

3. 結果と考察

3-1 SVM に入力するデータの準備

トレーニング群, テスト群とも, コントロール群に, 隣接する RR 間隔間の相違が大きく我々の RR 間隔抽出ソフトが不整脈と判定する状態が1時間以上続くデータが一つづつ存在した。これらのデータは解析から除外した。

離散ウェーブレット展開を行い, 1分間毎の各レベルのスケーリング係数の大きさと睡眠時無呼吸のアノテーションを対にした後, 全時間範囲の心電波形と R

ピークの検出状況及び RR 間隔時系列を 1 分間毎に目視確認し、アーチファクトの影響が大きすぎる 1 分間は除去した。トレーニング群の 20 の無呼吸群データと 9 のコントロール群データに対応する個別結果ファイルを統合して 1 つのトレーニングデータファイルを作成し、svm のトレーニングに使用した。一方、テスト群の個別結果ファイルはそのまま使用した。

3-2 SVM のチューニング、グリッドリサーチと重交差妥当化

RBF カーネルとソフトマージンを使用して SVM を行う場合、チューニングしなければいけないパラメータが二つある^{17,20~22)}。これらは、チューニング母数といわれる。一つは、ベクトル間の距離の指数関数として表現される RBF カーネルの減衰の程度を示す γ であり、もう一つはソフトマージンでの誤分類の許容量に対応する $cost$ である^{17,20~22)}。パッケージ“e1071”のデフォルトでは $\gamma = 0.5$, $cost = 1$ とされているが、トレーニングデータに対して最適化すればより良い推定ができるようになる²⁰⁾。

このチューニングの為にパッケージ“e1071”には `tune.svm` という関数がある²⁰⁾。この関数は、 γ と C を設定したグリッドを持った数値列の全ての組み合わせにして重交差妥当化を実行する。これをグリッドリサーチという^{17,20~22)}。重交差妥当化はその最適化が未知のデータに対しても妥当になるように学習データを 10 群に分割し、1 群を検証データ、残りを^{17,20~22)}学習データとして全 10 回の交差妥当化検証を行い推定判別精度の平均値を求める事である。グリッドリサーチの範囲は結果を見ながら適宜設定する。我々のトレーニングデータに対しては、 $\gamma = 0.25$, $cost = 1.189207$ という最適値を得た。

3-3 テスト群データの睡眠時無呼吸の推測

表 1 にテスト群 34 データの無呼吸の推定とそれに伴う判定結果を示した。左から順に AA は無呼吸が無呼吸, AN は無呼吸が正常, NA は正常が無呼吸及び NN は無呼吸が無呼吸と推測された分の数である。AR, NR は実際に無呼吸, 正常であった分の数, N_R_RE は実際の正常の割合である。感度, 特異度は, それぞれ, 無呼吸, 正常が正しく推測された分の数, 一致率は正常・無呼吸を問わず実際と推定が一致した割合である。テスト群全体での一致率の平均値は 0.756, 標準偏差は 0.103 であった。

判定に使用した情報を RR 間隔変動のみに制限した

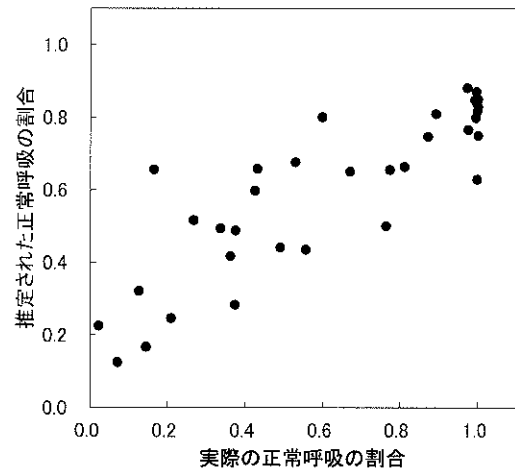


図 3 実際と推定された正常呼吸の割合

為、推定精度は、先行研究の 83 から 89.4% に比して若干低下したが、それでも 75.6% であった。

今後、実測データの推定を行う場合に使用できる情報は、無呼吸, 正常と推測された分の数, 全体に対して正常と推測された分の数の割合である。表中には、それぞれ, AP, NP 及び N_R_P として示した。

図 3 に、表中の N_R_E と N_R_P, つまり実際と推測された正常呼吸の分数の全体に対する割合の関係を示した。ある程度のばらつき・例外は存在するが、全体的には推測された正常の割合が大きい程、実際の割合も大きかった。

これらの結果より、睡眠時無呼吸の有無のスクリーニングには十分使用可能であると考えられた。

4. おわりに

睡眠時無呼吸の自動推定精度は 75.6% であり、推測された正常呼吸の割合が大きいと実際の正常呼吸の割合も大きかった。睡眠時無呼吸の有無及びそのレベルのスクリーニングは可能と思われた。

また、この RR 間隔の時間周波数解析結果と機械学習を使用した睡眠時無呼吸の推定法には、時間周波数解析或いは機械学習のテクニックの発達・向上により推定精度を向上させる余地が多分に存在する。我々は、現状の段階で睡眠時無呼吸に関する研究を論文にまとめ、実用に供し始めるが、今後も、多数の被験者の測定・解析体験のフィードバック、時間周波数解析及び機械学習のテクニックでの進展、更には、我々の被験者により近い日本人トレーニングデータ群の入手と応用等により、自動推定の精度を高めて行き、実用化と普及を目指したい。

参考文献

- 1) Penzel T, McNames J, de Chazal P et al.: Systematic comparison of different algorithms for apnoea detection based on electrocardiogram recordings: *Medical & Biological Engineering & Computing* 40: 402-407, 2002.
- 2) Goldberger AL, Amaral LAN, Glass L et al.: PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals: *Circulation* 101: e215-e220, 2000.
- 3) PENZEL T, MOODY G B, MARK R. G et al.: The Apnea-ECG database: *Comput. Cardiol.*, 27: 255-258, 2000.
- 4) McNames J, Fraser A.: Obstructive Sleep Apnea Classification Based on Spectrogram Patterns in the Electrocardiogram: *Comput. Cardiol.*, 27: 749-752, 2000.
- 5) Raymond B, Cayton R M, Bates R A et al.: Screening for Obstructive Sleep Apnoea Based on the Electrocardiogram: The Computers in Cardiology Challenge: *Comput. Cardiol.*, 27: 267-270, 2000.
- 6) De Chazal, P, Heneghan C, Sheridan E et al.: Automatic classification of sleep apnea epochs using the electrocardiogram: *Comput. Cardiol.*, 27: 745-748, 2000.
- 7) Schrader M, Zywiets C, VON Einen V et al.: Detection of sleep apnea in single channel ECGs from the PhysioNet data base: *Comput. Cardiol.* 27: 263-266, 2000.
- 8) Jarvis M R, and Mitra P P: Apnea patients characterized by 0.02 Hz peak in the multitaper spectrogram of electrocardiogram signals: *Comput. Cardiol.* 27: 769-772, 2000.
- 9) Khandoker A H, Karmakar C K and Palaniswami M: Automated recognition of patients with obstructive sleep apnoea using wavelet-based features of electrocardiogram recordings: *Computers in Biology and Medicine* 39: 88-96, 2009.
- 10) 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.
- 11) 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.
- 12) 白水陽久, 片山宗哲, 白水重憲: 大学生サッカー選手の試合中の移動速度と移動距離. 全面発達の展開 3: 39-44, 2013.
- 13) 中野宏毅, 山本鎮男, 吉田靖夫: ウェーブレットによる信号処理と画像処理, 共立出版東京(日本) 1999.
- 14) Daubechies I: Ten Lectures on Wavelet SIAM 1992.
- 15) Mallat S: A theory for Multiresolution Signal Decomposition: the Wavelet Representation: *IEEE Trans. PAMI* 11: 674-693, 1989.
- 16) 熊谷悦生, 船尾暢男: 「R」で学ぶデータマイニング, オーム社東京(日本) 2008
- 17) 豊田秀樹編: データマイニング入門 Rで学ぶ最新データ解析, 東京図書東京(日本) 2008.
- 18) Vapnik V: The Nature of Statistical Learning Theory, Springer-Verlag, New York (NY), 1995.
- 19) R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- 20) Dimitriadou E, Hornik K, Leisch F et al.: Misc Functions of the Department of Statistics (e1071), TU Wien 2005.
- 21) Chang C C, and Lin C J: LIBSVM: a library for support vector machines, 2001. Software available at <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm>.
- 22) Chen P H, Lin C J and Scholkof B: A tutorial on nu support vector machines, 2003. PDF available <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/papers/nusvmtutorial.pdf>

RR 間隔変動による NREM 睡眠領域推定と 睡眠時無呼吸の検出 (1) —5 歳児の場合—

白水 重憲, 片山 宗哲, 正木 健雄

要旨 RR 間隔変動 (RR Interval Variation, RRIV) による睡眠時無呼吸 (Sleep Apnea, SA) の検出と, 微小体動法により睡眠と推定された領域の中から RRIV に基づく呼吸周波数変動幅 (Variation of Respiration Frequency, VRFRE) により NREM 睡眠領域を推定して, 睡眠の深さが異なる NREM 領域とそれ以外の領域 (Not NREM, NN 領域) に分割し, これらの領域間で自律神経活動の指標, 呼吸周波数 (Respiration Frequency, RFRE) や VRFRE 等を比較する事を目的に, 2009 年に測定した 5 歳児の睡眠時のデータを再解析した。

データが使用可能であった 19 名の被験者中, 1 名が “SA が存在する” と推定され, 2 名が “SA が存在する疑いがある” と推定された。

データによっては, NREM 検出率 (NREM 睡眠と推定された領域の割合) が小さくなる事を SA の存在の可能性だけでは説明できず, 他の理由も考える必要がある事が示された。

NREM 検出率が 0.5 以上の場合, 交感神経活動の尺度 (SNS), VRFRE 及び HR では顕著に NN 領域と NREM 領域で相違があり, NN 領域での値が大きかった。更に, RFRE 及び睡眠時姿勢変動回数では NN 領域の値の方が大きい傾向が見られた。NREM 領域と NN 領域への分割により, 睡眠の深さによる分割を行う事ができているものと考えられた。

キーワード: 5 歳児, RR 間隔変動, 自律神経活動, 呼吸周波数, 睡眠時無呼吸

1. はじめに

里山の自然環境を保育に取り込んだ “がらんこ山” の野遊び保育が有名な神奈川県横浜市のナザレ幼稚園にご協力を頂き, 2009 年の 12 月に, 超小型軽量の心電・加速度・温度測定装置 (M-BIT) による幼稚園児の集団の 24 時間の身体活動挙動, 睡眠・覚醒挙動と自律神経活動を測定した¹⁾。同じ幼稚園児の集団に対して, 野遊び保育がある登園日と, 無い登園日の 2 回の測定を行い, 2 回とも 24 時間の測定が可能であったデータのみを選び出して, その相違を報告した¹⁾。

M-BIT の開発以来, 我々はそのデータ解析の改良に

関する研究を続け, 体動による睡眠・覚醒推定法を改良し^{2,3)}, 睡眠時の呼吸周波数とその変動が推定できるようになり^{2,3,4)}, それを利用して NREM 睡眠の領域が推定できるようになった⁴⁾。更には, 睡眠時無呼吸の発生の検出ができるようになった⁵⁾。

本論文では, RR 間隔変動 (RRIV) による睡眠時無呼吸 (SA) の検出と, 微小体動法により睡眠と推定された領域の中から RRIV に基づく呼吸周波数変動幅 (VRFRE) により NREM 睡眠領域を推定して, 睡眠の深さが異なる NREM 領域とそれ以外の領域 (NN 領域) に分割し, これらの領域間で自律神経活動の指標, 呼吸周波数 (RFRE) や VRFRE 等を比較する事を目的に, 2009 年に測定した 5 歳児の睡眠時のデータ¹⁾を再解析した。

2. 測定と解析

2-1 M-BIT による測定

M-BIT 及び5歳児の測定の詳細に関しては既に報告した¹⁾。心電・加速度・皮膚温度を測定する全ての機能を40×39×8 mmの中に詰め込み、重量14 gとした。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であった¹⁾。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した。

2-2 微小体動法による睡眠・覚醒推定

最初に、加速度測定結果を基に、1分間毎の体動の有無を判定した。各サンプリング毎に得られる3つの加速度の成分の変化量のうち最大のものを選択し、さらに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。全解析範囲でのこの値の平均値を基に閾値を定め、これより大きい場合は体動のある1分間、これより小さい場合は体動のない1分間とした¹⁾。従来は、睡眠時・覚醒時の混在したデータを対象に閾値は平均値の1/5としていたが³⁾、本研究では睡眠時周辺に解析範囲を限定し、閾値は平均値の1/2とした。

まず、加速度測定結果を基に、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。次に、この体動のない1分間が連続した領域群(非活動領域)を探し、隣り合う非活動領域の間隔が1分間或いはその間の活動レベルの平均が先に決めた閾値の4倍以下ならば連結して1つの非活動領域とした。最終的には、これらの非活動領域を時間順に探索し、睡眠領域を求めた。詳細は前報に記した³⁾。

2-3 自律神経活動、呼吸周波数(RFRE)とその変動幅(VRFRE)

一般に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¹⁾。RR間隔抽出の詳細に関しても前報に詳述した¹⁾。

RR間隔信号を周波数4 Hzでリサンプリングして等間隔時系列とし、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¹⁾。

定法に従い、低周波(LF)領域を0.04 Hz~0.15 Hz、高周波領域(HF)を0.15 Hz~0.40 Hzとし、得られた1分間毎の時間周波数MAPより、LF、HFをそれぞれ

の領域の絶対値の総和として求め、HFを副交感神経活動の指標(PSNS)、LF/HFを交感神経活動の指標(SNS)とした¹⁾。また、0.15 Hz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(RFRE)とした。更に、その1分間の変動を呼吸周波数変動幅(VRFRE)とした。詳細は前報に記した²⁾。

2-4 VRFRE法によるNREM睡眠領域の推定

まずVRFREの仮の閾値の0.061 Hzを使用して、各エポックがNREM睡眠であるか否かを仮に判定し、NREM睡眠のエポックが連続する領域群を探した³⁾。このNREM睡眠領域群のうち、長さが30エポック以上の領域群のみに着目して、VRFREの最大値を求め、これに0.9を乗じたものを閾値とした³⁾。

こうして得られたVRFREに関する閾値を使用して各エポックの判定を行い、NREM睡眠の領域群を求め、更に、長さが10エポック以下の領域群はNREM睡眠では無いと判定して、NREM睡眠領域を求めた³⁾。

2-5 睡眠の深さ

微小体動法による入眠時刻、覚醒時刻をベースとし、その間のエポック数を入眠覚醒間エポック数とした。この範囲の中で、微小体動法が睡眠と判定したエポック及び微小体動法は覚醒と判定したがVRFRE法がNREM睡眠と判定したエポックを睡眠エポックとし、その総数を睡眠エポック数とした。入眠覚醒間の睡眠エポックでないエポックは覚醒エポックと考え、睡眠エポック数の入眠覚醒間エポック数に対する比を睡眠効率とした。

睡眠エポックの中でVRFRE法がNREM睡眠と判定したエポックをNREMエポックとし、NREMエポックの総数の睡眠エポック数に対する比をNREM率とした。

NREMエポックと睡眠エポックの中でNREMエポックでは無いエポックでの、自律神経活動の指標、呼吸周波数及びその変動幅、心拍数の平均値と標準偏差をそれぞれ求めた。

2-6 睡眠時無呼吸の発生の推定

成人における睡眠時無呼吸(SA)の引き起こす問題の重要性や、簡便な検出法の必要性は、常識になって久しい⁴⁾。SAの被験者では、上気道筋肉と横隔膜の神経活性にアンバランスがある⁴⁾。従って、吸気中の胸郭内の負圧が有効な空気流ではなく、上気道のつぶれをもたらす⁴⁾。これは酸素の不足と二酸化炭素の上

表 1 被験者及び睡眠挙動全般に関するパラメータ

被験者	測定日	性別	入眠時刻	覚醒時刻	睡眠 エポック数	睡眠効率	NREM エポック数	RROK	NREM 検出率	無呼吸 安心指数
A	1	F	21:04	7:43	566	0.886	395	640	0.617	0.972
A	2	F	20:42	7:48	634	0.952	457	666	0.686	0.920
B	1	M	21:12	7:06	563	0.948	367	595	0.617	0.847
C	1	F	21:21	7:21	563	0.938	319	601	0.531	0.903
C	2	F	20:12	5:32	508	0.907	0	535	0.000	0.826
D	1	F	21:24	6:55	526	0.921	300	572	0.524	0.787
D	2	F	20:50	7:07	585	0.948	311	417	0.746	0.655
E	1	F	17:28	3:12	523	0.896	150	572	0.262	0.565
E	2	F	22:29	7:35	517	0.947	42	547	0.077	0.578
F	1	F	20:45	7:32	567	0.876	318	648	0.491	0.620
F	2	F	21:44	7:30	537	0.916	297	587	0.506	0.707
G	1	M	21:10	8:01	591	0.908	457	652	0.701	0.778
G	2	M	21:10	7:53	596	0.927	361	644	0.561	0.697
H	1	M	21:43	6:58	521	0.939	108	556	0.194	0.842
H	2	M	22:28	6:38	481	0.982	289	491	0.589	0.723
I	1	M	21:45	6:33	498	0.943	378	528	0.716	0.947
J	1	F	21:49	7:37	542	0.922	302	497	0.608	0.829
K	1	F	21:40	7:06	508	0.898	239	567	0.422	0.817
L	1	F	20:43	6:04	507	0.904	406	560	0.725	0.950
M	1	M	20:59	6:37	561	0.971	383	579	0.661	0.800
N	2	M	22:37	7:27	518	0.977	397	531	0.748	0.757
O	2	F	22:09	6:36	414	0.817	54	508	0.106	0.878
P	2	M	22:13	6:32	460	0.922	334	491	0.680	0.921
Q	2	M	20:59	6:27	534	0.940	394	569	0.692	0.803
R	2	M	20:43	6:58	506	0.823	0	558	0.000	0.699

昇が、中枢神経の活性化であるアロウザルを起こすまで続く⁴⁾。アロウザルが意識的な覚醒に達する事無く、呼吸を再開する為に、被験者に覚醒は自覚されないが、このアロウザルは数呼吸の間、呼吸のコーディネーションを確立する為に睡眠に落ちるのを妨げる⁴⁾。平均的には無呼吸は40秒程続き、20秒間ほど続く数呼吸がそれに続く⁴⁾。多くの被験者では無呼吸の間心拍数が低下し、無呼吸の終わり近くで心拍数が増加し、無呼吸の後の数呼吸の間にピークを迎える⁴⁾。この心拍数の変動は、サイクリック変動 (Cyclic Variation of Heart Rate, CVHR) と呼ばれ、SAの特徴として認識されている⁴⁾。

このCVHRを利用してのSA検出を行う為に、PhysionetでApnea-ECG Databaseとして公開されている無呼吸アノテーション付のデータ群の中のトレーニング群を使用し、睡眠時のRR間隔からSAの有無を推定するアルゴリズムを構築した。Apnea-ECG Databaseのテスト群を使用した推定精度は75.6%であった⁴⁾。

本研究でも同様に、RR間隔時系列を5Hzでリサンプリングし、DaubechiesのWavelet (特徴づける自然

数N=6)による離散展開を行い、エポック毎の0次から9次までの展開係数の絶対値の総和をこのアルゴリズムに入力し、各エポックが無呼吸か正常かを推定した⁴⁾。

3. 結果と考察

3-1 睡眠挙動全般

表1に被験者名、性別、測定日、入眠覚醒時刻、睡眠エポック数、睡眠効率、NREMエポック、睡眠エポックの中でRR間隔にアーティファクトが混入しておらずパラメータが求められたエポック数であるRROK (RR Intervals are OK) エポック、NREM検出率及び無呼吸安心指数を示した。NREM検出率は、元来、NREMエポック数の睡眠エポック数に対する比であるが、微小体動法で睡眠と判定されたエポックでRR間隔にアーティファクトが存在した場合、そのエポックはVRFRE法関連の解析からは除去されるが、睡眠エポックとしてはカウントされ、NREM検出率の見かけの低下をもたらす可能性がある。この為に、NREM数のRROKエポック数に対する比をNREM検出率とした。同様に、RROKエポックの中の正常(無

呼吸でない)と判定されたエポックの数の割合を無呼吸安心指数(SASAG)とした。

30名の被験者で2回の測定を行った中、解析可能であった睡眠のデータは26個であった。個人内のばらつきを把握しやすいように、表1には、被験者順かつ測定日順に25データの結果をまとめた。(26番目のデータは、ここに示した範疇から少しはみ出る挙動を示した為に、別に議論した。)

入眠時刻は、20時から22時までが19名、22時台が5名であった。覚醒時刻は6時台が10名、7時台が12名、8時台と5時台がそれぞれ1名であった。なお、17時台に入眠し、3時台に覚醒したケースが1名存在した。睡眠効率率は最大が0.982、最小が0.817であり、0.9以上が19名であった。睡眠エポック数は最大が634、最小が414、平均が533であった。

3-2 NREM 睡眠領域の検出

NREM 検出率は、最大が0.748で、0.7以上が5データ、0.6以上が7データ、0.5以上が5データであり、0.5以下が8データも存在し、その中には0.0が2データも含まれた。睡眠ポリグラフ検査による睡眠ステージ図等によれば、NREM 睡眠の領域は、それ以外の睡眠、つまりREM 睡眠領域に比べて時間的に長く、全体の6割から7割を占めるのが妥当と考えられる。NREM 検出率が0.5以下というのは異常と考えるべきであろう。

我々のNREM 領域の推定方法は、呼吸が安定しており、エポック毎の呼吸データの時間周波数MAPでは、時間軸に帯状のピークが走り、呼吸周波数RFREが一定であり、VRFREが小さいという事⁹⁾を基本にしている。我々はRR 間隔変動より推定したRFRE及びVRFREを判断の指標にしている為に、呼吸そのものは安定であってもRR 間隔変動にそれ以外の理由による大きな変動が存在すれば、VRFREが大きくなりNREM 領域と判定されなくなる⁹⁾。そのもっとも顕著なものは、我々がSA自動推定の根拠としているSAによる心拍数のサイクリック変動である。我々はRR 間隔変動の時間周波数MAPを求め、0.15 Hzから心拍数の半分の周波数の領域でMAPの強度と周波数を掛け合わせて積分する事で呼吸周波数を求めている。この為、超低周波あるいは低周波に大きなピークが局在すると、見かけ上、エポック内でのVRFREが大きくなる。

3-3 睡眠時無呼吸の可能性

このような考察に基づき、我々は、“全ての睡眠時のNREM 検出率が小さなデータには、睡眠時無呼吸が発生しているのではないか”という事を予想して、RR 間隔変動からSAを自動推定する方法を開発した⁴⁾。本論文が、NREM エポック数の割合であるNREM 検出率とSAの推定結果を比較した最初のものである。SA自動推定法に関する前報⁴⁾の結果から推察すれば、SASAGが0.9以上であればSAは存在しない、0.8以上であればSAは存在しないか存在するとしてもごく少数、0.7以上であればSAの存在が疑わしい、0.5以上であればSAが存在すると考えられ、SASAGが0.5以下であれば多発すると思われる。

表1に示されたSASAGの最大値は0.972であり、存在しない或いは存在してもごく少数の0.8以上が14データであった。次のグレード(0.7以上)の存在が疑わしいは5データ及び0.69以上でそれに準ずるものが2データであった。その次のグレード(0.5以上)の“存在している”は1データであった。

幼児における睡眠時無呼吸の発生もこの頃では良く知られ、インターネットでも治療機関のHPを散見する。睡眠時無呼吸は無意識化の途中覚醒をもたらし、睡眠の質を低下する。特に、子どもで発生する場合は、成長ホルモンの分泌等に悪影響を及ぼし、その後の発育・発達に悪影響を及ぼす。いわゆる“切れる子ども”の発生も、もしかしたらこの睡眠時無呼吸が遠因なのかも知れない。

さて、SASAGとNREM 検出率の関係をしてみると、SASAGが最低レベルの2つのデータは確かにNREM 検出率も小さいが、NREM 検出率の最低レベルではない。SASAGが0.655でNREM 検出率が0.746の場合も存在したし、SASAGが0.826でNREM 検出率が0.0の場合も存在した。

SAはNREM 検出率を低下させる要因の一つではあるが、その他の要因、例えば、

- 1) 現在のVRFRE法の閾値が少し低すぎる。
- 2) 緊張や不安を反映するRR 間隔変動の中の低周波成分(0.04~0.15 Hz)のピークの影響等も考える必要がある様である。今後の課題としたい。

目立つ特徴を示した被験者毎の議論に移ると、表1の中でもっとも際立つのは被験者Eである。測定初日の睡眠時間は大きくずれているし、2回の測定ともSASAGはSAが存在しているレベルであるし、NREM

表2 NREM領域とNN領域のRR間隔変動のパラメータと姿勢変動係数

DATA	PSNS				SNS				RFRE			
	NREM		NN		NREM		NN		NREM		NN	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
A1	7933.2	3734.4	6911.8	3010.7	0.292	0.195	0.715	0.886	0.306	0.012	0.320	0.019
A2	6284.6	1669.1	4530.4	2416.8	0.280	0.273	0.647	0.402	0.275	0.011	0.303	0.020
B	751.6	256.0	757.0	285.4	0.549	0.443	1.039	0.734	0.282	0.017	0.300	0.023
C	286.6	98.5	222.9	134.5	1.122	0.873	2.886	1.706	0.299	0.019	0.309	0.026
D1	1450.0	883.8	1520.3	1285.3	0.762	0.551	1.552	0.860	0.310	0.016	0.318	0.021
D2	2339.6	1150.4	1676.3	1242.3	0.572	0.295	1.341	0.798	0.292	0.016	0.315	0.024
F	2055.6	778.0	1464.7	827.8	0.774	0.452	1.538	0.972	0.317	0.014	0.321	0.018
G1	3192.2	1007.0	3661.0	1310.4	0.653	0.473	1.214	0.570	0.297	0.013	0.300	0.015
G2	2462.2	897.2	2735.3	1312.0	0.775	0.552	1.581	1.203	0.299	0.014	0.299	0.020
H	1550.7	738.1	1319.6	668.0	0.684	0.339	1.225	0.760	0.297	0.014	0.316	0.020
I	7709.7	4157.5	9341.1	4574.1	0.266	0.218	0.506	0.273	0.275	0.014	0.268	0.017
J	2072.5	552.7	2347.2	739.2	0.575	0.322	1.014	0.744	0.308	0.015	0.298	0.016
L	5868.3	2988.3	7522.8	4480.3	0.413	0.324	0.764	0.386	0.312	0.017	0.307	0.021
M	1629.5	526.3	1521.7	655.1	0.540	0.900	1.199	1.016	0.315	0.015	0.316	0.021
N	2046.1	947.4	1442.4	1010.9	0.649	0.511	1.538	0.908	0.300	0.020	0.304	0.023
P	5408.6	1583.7	4858.9	1849.5	0.534	0.328	0.945	0.426	0.305	0.021	0.306	0.022
Q	6821.0	1736.4	3587.1	1722.7	0.506	0.386	0.957	0.477	0.276	0.010	0.291	0.015

表2 続き

DATA	VRFRE				HR				No. Post. Chg.	
	NREM		NN		NREM		NN		NREM	NN
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
A1	0.025	0.009	0.057	0.022	84.5	6.3	86.4	5.6	12	15
A2	0.021	0.008	0.057	0.020	81.4	3.8	87.1	4.2	16	23
B	0.028	0.010	0.054	0.022	80.1	3.5	84.0	4.4	4	8
C	0.029	0.009	0.056	0.019	86.2	2.7	89.8	3.3	5	23
D1	0.028	0.008	0.056	0.020	83.3	3.6	85.5	4.8	5	24
D2	0.029	0.009	0.060	0.024	81.2	3.6	86.4	4.3	9	36
F	0.030	0.008	0.055	0.020	78.5	3.7	83.6	4.3	6	22
G1	0.026	0.009	0.055	0.018	68.4	3.2	71.6	3.3	9	13
G2	0.027	0.008	0.051	0.019	67.7	2.4	72.6	3.4	11	17
H	0.030	0.009	0.058	0.021	80.2	2.2	82.6	3.1	2	7
I	0.022	0.008	0.046	0.019	73.1	2.7	75.0	3.5	13	5
J	0.028	0.008	0.049	0.016	75.2	2.7	77.5	4.0	11	18
L	0.025	0.009	0.050	0.020	74.7	4.9	75.5	4.8	13	8
M	0.028	0.009	0.055	0.018	70.8	3.7	74.9	4.3	10	18
N	0.029	0.009	0.053	0.020	75.7	4.4	80.7	5.1	7	12
P	0.028	0.009	0.049	0.018	64.6	3.4	66.5	3.8	18	9
Q	0.025	0.009	0.051	0.017	66.5	3.4	76.5	3.3	10	11

検出率も小さい。被験者DとFも、SASAGの一方の値は0.7以上であるが、もう一方は存在しているレベルであり、2つを並べて考えると、SAが発生している可能性が高いとみる必要があるかも知れない。

3-4 睡眠の深さと自律神経活動の尺度

我々がNREM睡眠領域の抽出を試みるのは、これを睡眠の深さ分類の第一段階にし、更に、その上に浅睡眠と深睡眠の分類を考えたいからである。本研究では、自律神経活動の指標、呼吸周波数とその変動、心

拍数及び姿勢変動回数の、NREM睡眠領域とそれ以外の領域(NN領域)の平均値と標準偏差を被験者毎に求めた。表2に結果を示す。

表2の中からNREM領域を検出できていると考えられるNREM検出率が0.5以上である17データを選び出して、PSNS、SNS、RFRE、VRFRE、心拍数及び姿勢変動回数のNREMとNN領域のデータ毎の値を図1から図6に比較した。

PSNS(図1)では、データ間の相違が大きく、286.6

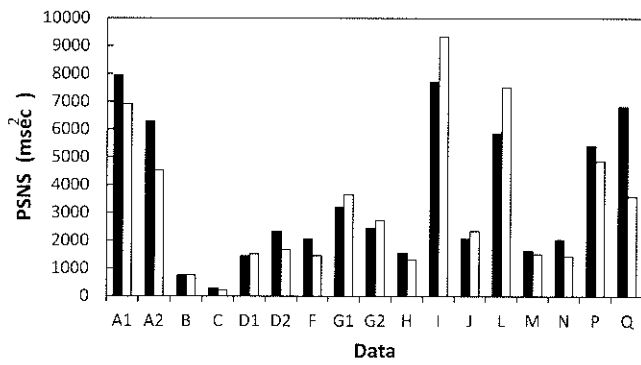


図 1 データ毎の NREM 領域と NN 領域の PSNS (副交感神経活動の指標) の平均値 (黒：NREM 領域，白：NN 領域)

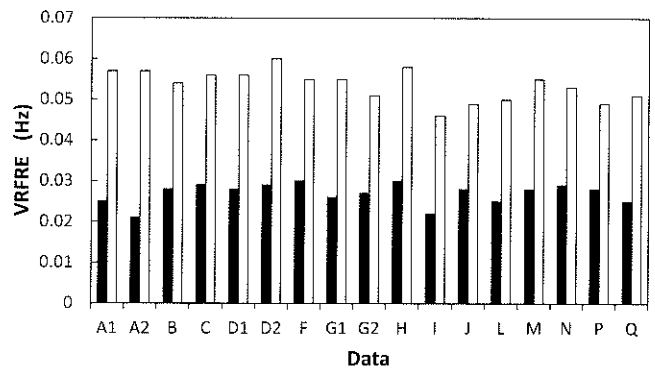


図 4 データ毎の NREM 領域と NN 領域の VRFRE (呼吸周波数変動幅) の平均値 (黒：NREM 領域，白：NN 領域)

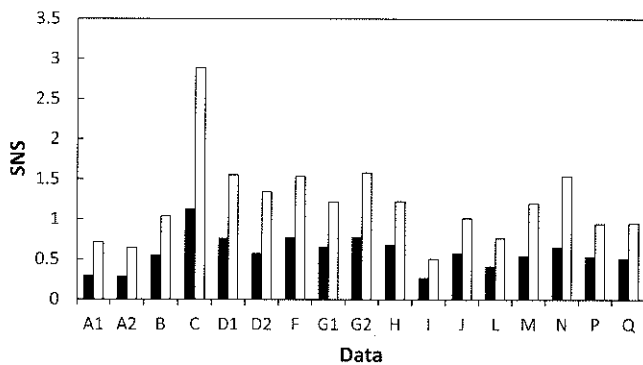


図 2 データ毎の NREM 領域と NN 領域の SNS (交感神経活動の指標) の平均値 (黒：NREM 領域，白：NN 領域)

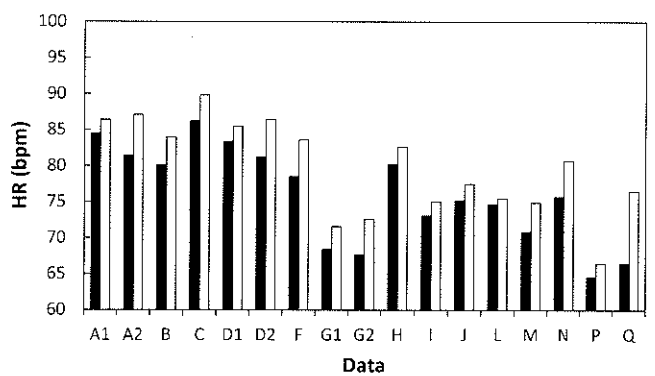


図 5 データ毎の NREM 領域と NN 領域の HR (心拍数) の平均値 (黒：NREM 領域，白：NN 領域)

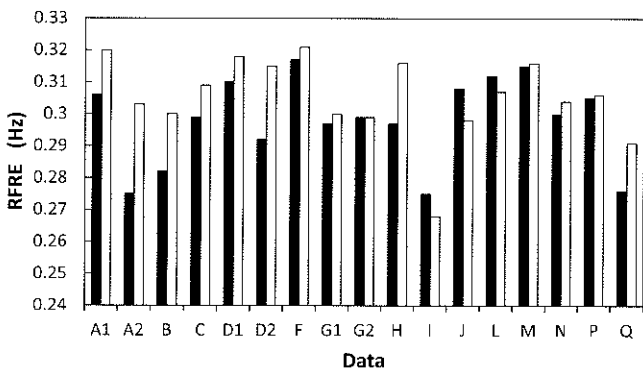


図 3 データ毎の NREM 領域と NN 領域の RFRE (呼吸周波数) の平均値 (黒：NREM 領域，白：NN 領域)

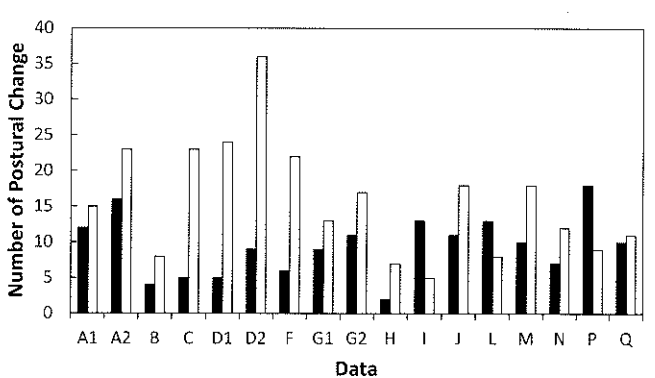


図 6 データ毎の NREM 領域と NN 領域の姿勢変動回数の平均値 (黒：NREM 領域，白：NN 領域)

m 秒² から 9341.1 m 秒² まで変化した。6 データで NREM 領域の方が大きく、3 データでは NN 領域の方が大きく、残りはほぼ等しかった。

一方、SNS (図 2) では、NREM 領域と NN 領域の値の間に顕著な相違が見られた。NN 領域の値は 0.506 から 2.886 に亘り、NREM 領域の値は 0.266 から 1.122 に亘ったが、全てのデータで、NN 領域での値が NREM 領域の値より大きかった。

RFRE (図 3) の NN 領域の値は 0.275 Hz から 0.317 Hz に亘り、NREM 領域の値は 0.268 Hz から 0.321 Hz に亘った。NN 領域の方が小さい値を示したものが 3 データ、値がほぼ等しかったのが 3 データであり、残り 11 データでは NREM の値の方が大きかった。

VRFRE (図 4) は、NN 領域 (0.046~0.060 Hz) と NREM 領域 (0.021~0.030 Hz) に明確に分離された。これが、我々が NREM 領域と NN 領域の分離に使用し

たパラメータであった。

HR (図5) はデータ間の差が大きかったが (NN 領域: 66.5~89.8, NREM 領域: 64.6~86.2), 全てのデータで, NN 領域の値が NREM 領域の値より大きかった。

本研究では, 上記5つの RR 間隔変動のパラメータの他に, 体幹に加速度センサーを装着する M-BIT であるから得ることができる睡眠時の姿勢変動回数 (図6) についても検討を行った。NN 領域の姿勢変動回数は5から36に亘り分布し, NREM 領域では2から18に亘り分布した。また, 全体では9から45に亘り分布した。3データでは NREM 領域の値の方が大きかったが, 残り14データでは NN 領域の方が大きかった。

総括すると, SNS (図2), VRFRE (図4) 及び HR (図5) では明白に NN 領域と NREM 領域で相違があり, NN 領域での値が大きかった。更に, RFRE (図3) 及び姿勢変動回数 (図6) では NN 領域の値の方が大きい傾向が見られた。NREM 領域と NN 領域への分割により, 睡眠の深さによる分割を行う事ができているものと考えられた。

3-5 26番目のデータ

26番目のデータの解析結果を図7に示した。このデータの入眠時刻は20:12, 覚醒時刻は5:32であり, 睡眠エポック数は508, 睡眠効率率は0.901であった。睡眠開始時は, RFRE と VRFRE は大きかったが, 心拍数は正常であった。0:24頃 RFRE は大きく増加を始め, 10:34頃から HR も増加を始めた。その後は, HR は120から130で推移し, RFRE も0.5 Hz以上で推移した。全体として, NREM 検出率は0.0であり, PSNSは93.8 msec²と小さく, SNSは2.968と大きかった。

4. 終わりに

データが使用可能であった19名の被験者中, 1名が“SAが存在する”と推定され, 2名が“SAが存在する疑いがある”と推定された。

データによっては, NREM 検出率 (NREM 睡眠と推定された領域の割合) が小さくなる事を睡眠時無呼吸 (SA) の可能性だけでは説明できなかった。他の理由も考える必要がある事が示された。

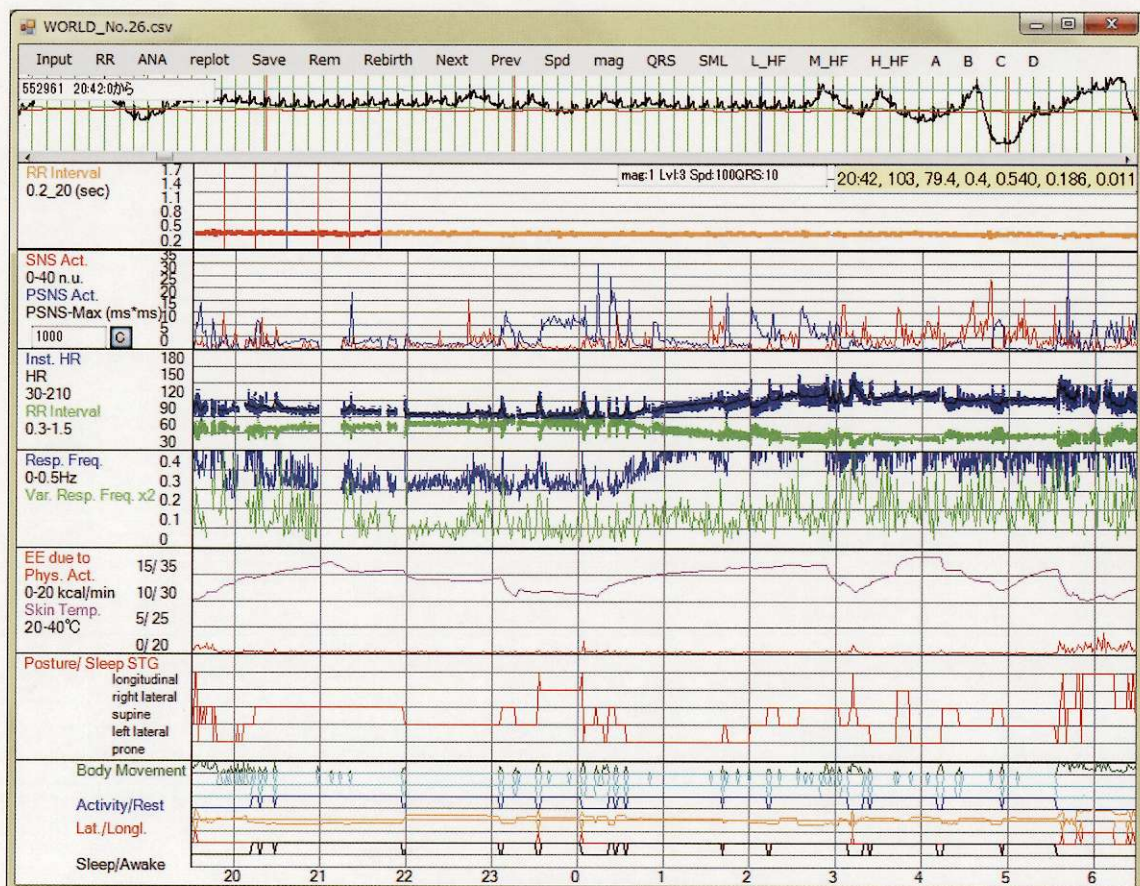


図7 26番目のデータの解析結果

NREM 検出率が 0.5 以上の場合、交感神経活動の尺度 (SNS)、VRFRE 及び HR では顕著に NN 領域と NREM 領域で相違があり、NN 領域での値が大きかった。更に、RFRE 及び睡眠時姿勢変動回数では NN 領域の値の方が大きい傾向が見られた。NREM 領域と NN 領域への分割により、睡眠の深さによる分割を行う事ができているものと考えられた。

今後の課題としては

- 1) NREM 睡眠を、更に浅睡眠と深睡眠に分離する事を試みる。
 - 2) NREM 検出率が小さくなる SA 以外の要因を探す。
 - 3) 成人のデータでも同様の解析を行い、本研究で得られた 5 歳児の結果と比較する。
- 等を考えている。

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) 白水重憲, 成澤 元, 片山宗哲他: 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. 全面発達の展開 2: 8-18, 2012.
- 3) 白水重憲, 近藤英明, 森 佳織他: 呼吸周波数変動幅による NREM 睡眠領域検出. 全面発達の展開 2: 83-90, 2013.
- 4) 白水重憲, 近藤英明, 片山宗哲: RR 間隔変動からの睡眠時無呼吸の自動推定. 全面発達の展開 3: 25-30, 2013.
- 5) 白水重憲, 近藤英明, 片山宗哲: 睡眠時の呼吸データの時間周波数解析. 全面発達の展開 3: 19-24, 2013.

大学生サッカー選手の試合中における移動速度

白水 陽久, 片山 宗哲, 白水 重憲

要旨 サッカーの試合中の選手達の体幹が受ける加速度を測定し、速度変動を求めた。試合中の選手たちの移動速度は、2 m/sec 程度の「歩行速度」、3~3.5 m/sec 程度の「巡航速度」、6 m/sec 以上の「戦闘速度」が主であり、速度分布は、ほぼこの3つの速度から構成されていた。6.25 m/秒以下の速度域では、選手間の相違に比してポジション間の相違は明確では無かったが、フォワード (FW) の選手たちが 7.5 m/秒以上の速度域で走る時間はディフェンダー (DF)、ミッドフィールダー (MF) の選手達の倍程度の長さであり、ポジション間の相違が選手間の相違に比して遥かに大きかった。

キーワード: サッカー, match analysis, 選手の移動速度, 加速度, SPWV

1. はじめに

サッカーのゲーム展開の作戦を考える上で、各選手の試合中の移動速度の情報は非常に重要であり、欧米では、特殊なカメラで試合を撮影し、選手たちの位置や速度を解析する事が盛んに行われてきた^{1,2)}。また、財団法人日本サッカー協会は2002年ワールドカップの日本代表の試合結果を分析し、海外の筋肉量が多く脚力やフィジカルコンタクトが強い大型選手に対抗できるサッカーの試合で通用する体力を向上させる為に、「JFA フィジカル測定ガイドライン」を作成した³⁾。

しかしながら、サッカーの試合で通用する体力は、持久力を使い果たしたような状態でのスプリント力であり、その向上の為に、試合中のみでなく、練習中の各選手の速度・加速度のダイナミックな測定が必要である。

この為には、カメラで測定した動画解析からのデータは静的であり、国内でJリーグ選手に対して宮城等⁴⁾が使用し、その後大学生サッカー選手に対して

宮森等⁵⁾が使用したサッカーコート両端においた二つのカメラで試合中の一人の選手を追い続け、その角度情報から位置を求め、速度を求めるという方法では、一試合で複数の選手の情報を得る事が難しいという限界を持っている。

我々は、開発した超小型加速度・心電・皮膚温度測定装置 (M-BIT)⁶⁾を使用して、人の歩行中、走行中、運動中の加速度を体幹上部で測定し、得られた垂直方向の加速度波形を解析して、速度・移動距離を算出するという研究を続けている。既に、一般成人のウォーキングやランニングであれば、良好な結果が得られる事を報告してきた⁷⁾。更に、日本で近年盛んに行われている高齢者 (60歳以上) のサッカー試合中の各選手の速度変化や瞬時心拍数の変動も報告してきた⁸⁾。

本研究では、大学生サッカー選手の試合中における各選手の「体幹の受ける加速度」を測定し、この加速度から選手の試合中の「速度」を求める新たな方法を考案し、サッカーの試合における各選手の速度変動を推測した。

2. 測定と解析

2-1 測定装置

M-BIT 及び5歳児の測定の詳細に関しては既に報告

した⁶⁾。心電・加速度・皮膚温度を測定する全ての機能を40×39×8 mmのサイズの中に詰め込み、重量14 gとした。各信号のサンプリング周波数は高速モードで使用する場合はECGと加速度が128 Hz、温度は1 Hzであった⁶⁾。この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体幹に貼り付けて装着した。

2-2 試合時における測定

大学生サッカーの試合中に全選手の移動速度を動的に測定しようという世界初のこの試みは、平成24年(2012年)11月某日に、関東大学リーグII部に所属する東京都内某大学のサッカー部の協力を得て、同大学のサッカー場で行われた。この試合は、関東大学リーグの規定の下、前半45分、後半45分で、この間に15分の休憩をいれて行われた。

スターティングメンバーとベンチメンバーを合わせて18人の選手に、この「M-BIT」を装着した。ボールトラップに邪魔にならないように、心臓に近く、かつ筋電の影響を受けにくい位置である左肩甲骨の下に心電測定用電極を装着し、激しい動きをしても落ちないようにサージカルテープで補強した。

2-3 大学生サッカー選手の50 m歩行・走行時における加速度測定

加速度データ解析の過程で、従来使用していた加速度波形の代表的振幅から歩幅を推定して速度を求める方法では、大学生サッカー選手の試合中のダッシュに近い速度には対応できない事が判った。そこで、新たな加速度波形と速度との関係を得るために、同サッカー部の選手のうち最速な選手2名と1軍メンバーの選手1名に、胸部のところにこの「M-BIT」を装着させ、50 mの距離を、「普通に歩く」、「早めに歩く」、「ジョギング」、「70%の力でのダッシュ」、「全力ダッシュ」を、それぞれ2回行わせた。

「普通に歩く」、「早めに歩く」、「ジョギング」の場合には、ゴールに到達した時点で静止し、この静止状態を10秒間維持するように指示した。また、「70%ダッシュ」、「全力ダッシュ」の場合には、ゴールに到達した時点でこのダッシュをやめて、「走行」の速度を低下させるように指示した。

2-4 50 m歩行・走行時における速度の算出

大学生教育の教材としての活用も考えて、ここでは簡単な方法で50 m歩行と走行時における平均速度を求めた。加速度波形データをExcelでグラフにし、歩

行・走行開始時の最初のピークと最後のピーク(ダッシュの場合は、走る様相が変わる前の最後のピーク)の時点を探し、ピーク間の時間間隔で50 mを割ることで歩行・走行時それぞれの「速度」を求めた。

「歩行・走行の1ステップ間の足の動き」と「加速度ピーク」との関係には個人差があるので、最大限2歩分の歩幅(3 m程度)程度の誤差はあるが、現在の目的には十分であると考えた。

2-5 周波数解析

従来は、「加速度データ」を2秒分毎にフーリエ展開し、最大ピークを求め、その振幅より「歩幅」を推定し、「周波数」と掛け合わせる事で、「速度」を求めている。すなわち、「2秒分の加速度データ」から、「2秒毎の平均速度」を求めている事になる。

しかしながら、サッカーの試合の様に動きの緩急の変化が速い場合には、この「2秒毎の平均速度」では選手の動きに対応できない。

そこで本研究では、「加速度データ」を2秒分毎にSPWV(Smoothed Pseudo Wigner-Ville)法にて「時間周波数解析」を行った。この方法によれば、一歩に近い時間分解能で「一歩毎のピーク振幅・周波数」を求める事ができるからである。

本研究では、0.5秒毎の「ピーク振幅・周波数の平均値」を求めて、速度との関係を探る事にした。

3. 結果と考察

3-1 50 m歩行・走行時の加速度波形

一般に、歩行・走行速度が大きくなるにつれて、体幹で測定した垂直方向の加速度の振幅は大きくなる。従来の加速度波形の振幅から歩幅を推定する方法は、この関係を前提にしている。

本研究で測定した結果も、「歩行からジョギングまで」は、速度とともに「加速度波形の振幅」が増加した。しかしながら、「ジョギングから70%ダッシュへ」と速度が増加すると、加速度波形の振幅は予想された増加を見せずに、逆に減少し、複雑な波形となった。

「ジョギング」と「全力ダッシュ」との加速度波形の典型例を、図1と図2にそれぞれ示す。全ての被験者の「70%ダッシュ」と「全力ダッシュ」とでは、同様の加速度波形が観察された。しかしながら、この波形が「ダッシュ」時における真の加速度の挙動であるのか、「ダッシュ」時における加速度レベル、或いは

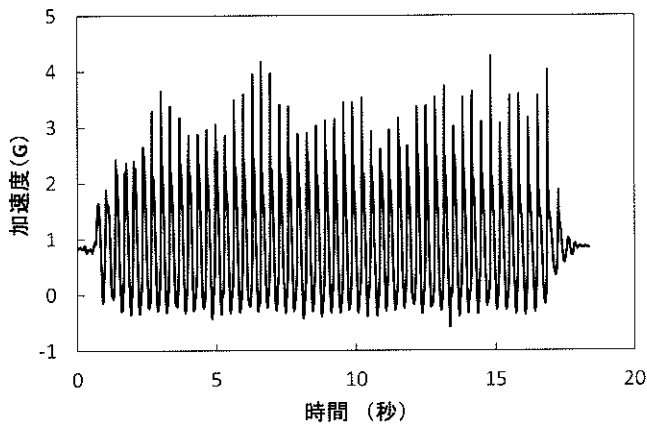


図1 大学生サッカー選手が50 mをジョギングした場合の加速度の例

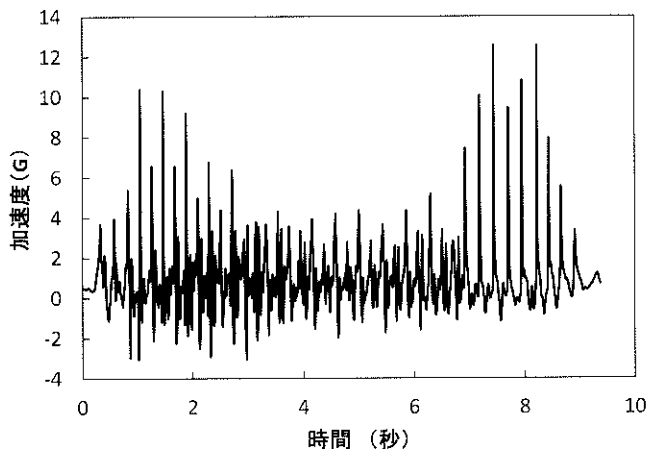


図2 大学生サッカー選手が50 mを全力ダッシュした場合の加速度の例

その変化率がM-BITが搭載している加速度センサーの限界をオーバーした為かは、現在は判断できない。

サッカー選手のダッシュ時における「加速度」の正確な測定は、われわれが今回使用した「M-BIT」のような超小型・軽量で、しかも信頼性のある装置で初めて可能となると考える。サッカー選手の「ダッシュ時の真の加速度の波形」についての測定は、今後の検討課題としたい。

3-2 加速度波形の時間周波数MAP

図2に示した波形からでは、サッカーの試合における「一步」の動きに対応する波形を識別するのは難しかった。しかしながら、「時間周波数MAP」には、この「一步」に対応する「基本周波数」と、「一步」間の複雑な形状に伴う「より高い周波数」が明瞭に識別されていた(図3)。従って、「ダッシュ時の加速度波形の妥当な振幅の値」を得ることは出来なかったが、「加速度波形の走行の一步に対応する周波数」や波形の状態が図1に近いのか図2に近いかを示すパラメー

4.684, 4.500, 4.500, 4.516

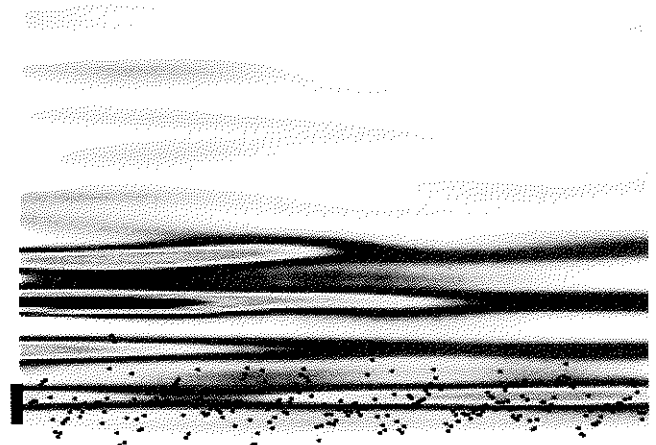


図3 大学生サッカー選手が全力ダッシュした場合の加速度の時間周波数MAPの例
横軸は時間、フルスケール2秒。
縦軸は周波数、左端の黒いマーカーは3Hzから6Hzの周波数範囲を示す。

横軸にほぼ平行に4本の帯状のピークが存在するが、最下位のピーク、左端の黒いマーカーに対応するものが走行の周波数。図上部に示した4つの数字は、この帯のピークの0.5秒毎の平均周波数。より高周波側の強い3つの帯状ピークは、図2或いは図3上の黒点で示すように波形が複雑化した事に起因する。

タを得ることはできた。

3-3 加速度波形と速度との関係

「加速度波形から速度を求める方法」を検討するに当たって、「速度」と「歩幅」と「周波数」の関係を考えると、「周波数」が同じ場合に「速度」が異なる理由は、「歩幅」の違いである。この事から、同じ大学のサッカー部の選手同士であれば、「歩幅」にはそれほど大差はないと仮定する事は妥当と考えられた。この仮定に基づき、「各ダッシュでの周波数と速度の平均値」との関係を求めた。

図4に、この結果を示す。図から分かるように、「周波数」と「速度」との間には直線関係が存在し、「周波数」から「速度」を求める式を得る事ができた。

$$\text{〔換算式1〕 「速度」} = \text{〔周波数〕} \times 1.0789 + 2.5595$$

同じ仮定に基づき、通常歩行からジョギングまでの測定結果にも同様の解析を行った。図5にこれらの結果を示す。この場合にも、「周波数」と「速度」との間には良好な直線関係が存在し、「周波数」から「速度」を求める式を得る事ができた。

$$\text{〔換算式2〕 「速度」} = \text{〔周波数〕} \times 1.8279 - 1.663$$

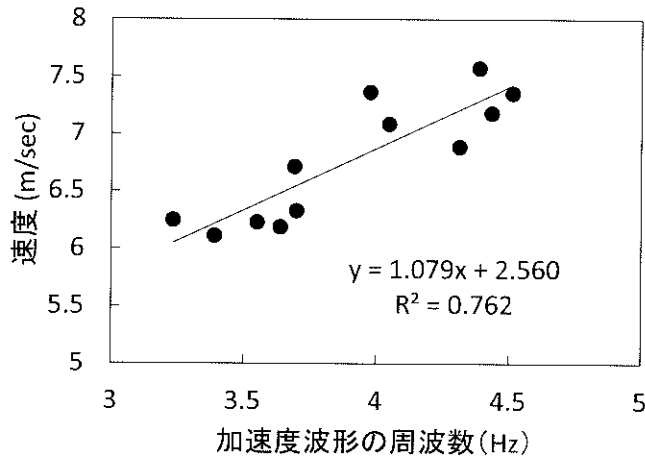


図4 大学生サッカー選手3名が70%の力で全力でダッシュした場合の加速度波形の周波数と速度との関係

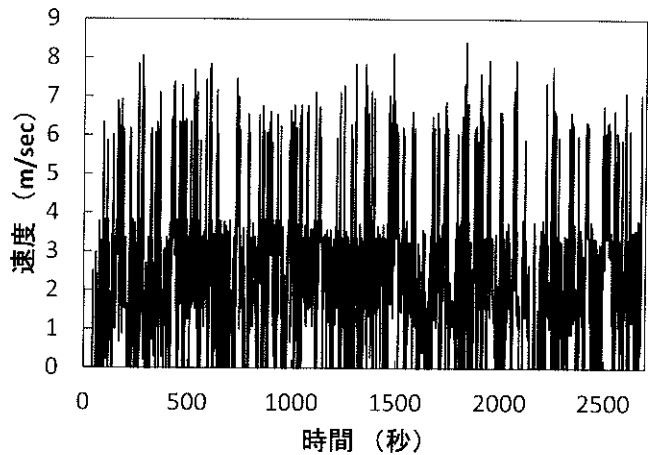


図6 ある選手のサッカー試合前半戦2700秒間の速度変化

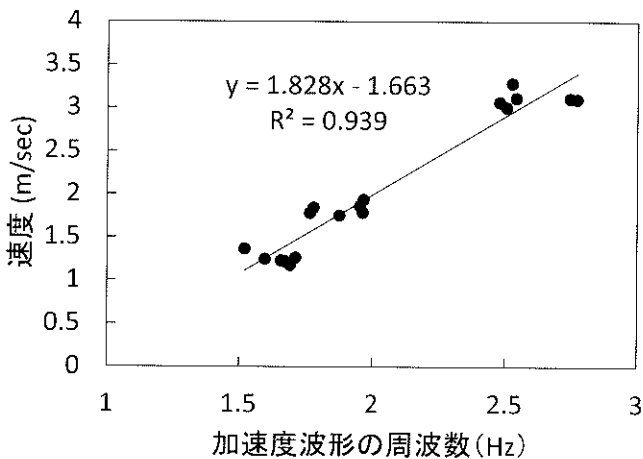


図5 大学生サッカー選手3名が歩行とジョギングをした場合の加速度波形の周波数と速度との関係

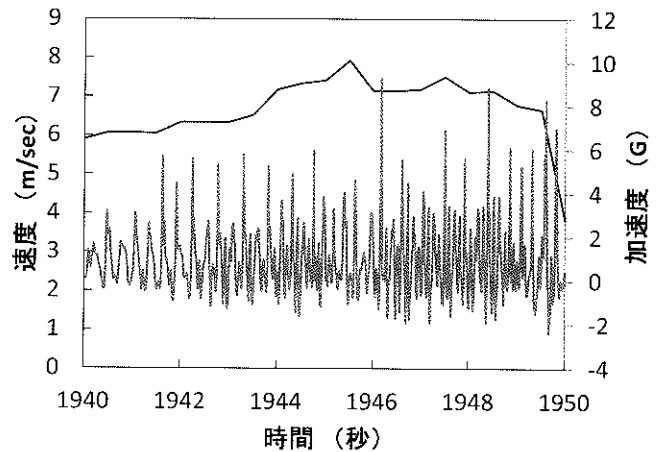


図7 図6の試合開始後1940秒から1950秒間の速度と実際の加速度波形
黒色：速度，灰色：加速度波形

本研究では、これらの関係式を使用して、測定された「加速度波形」を「速度」に換算する事とした。この2つの換算式の適用を切り替える「周波数」としては、「時間周波数MAPの高周波」の存在を確認した場合等の条件も考えたが、試合時のデータを時間周波数解析した結果、「一定の速度が1秒以上続くケース」は稀であり、この適用は難しかった。

本研究では、「周波数3 Hz」を閾値として、「周波数」がこの閾値より大きい場合は関係式(1)を、また「周波数」がこの閾値以下の場合は換算式(2)を使用することにした。また、加速度波形の振幅が0.42 G以下の場合、動いていない(速度=0)と判断した。

3-4 試合中の速度変化の例

前半戦45分間に亘る選手の速度変動の例を図6に示す。結構、いわゆる“ジョギングで流す”に対応する「3~4 m/秒の速度である時間」が多く、また「ゆっ

くり歩いている時間」も多い事が判った。時折、ゲーム展開の流れで“ボールに絡んだ”時に、「6 m/秒以上の速度を出してプレーしている」という事が判った。

図7に、図6に示した速度変動の試合開始後1940秒から1950秒間の速度変動を拡大して示し、合わせて対応する「加速度波形」を示した。全般的に速度は6 m/秒以上と大きく、加速度波形の形状は「図2のタイプ」である事が判った。また、加速度波形から速度を推定する方法に関しては、今後の更なる改良が必要である事も示されていた。

3-5 前半戦の結果のまとめ

図8に、前半戦を通しての測定が可能であった「選手の速度分布」を比較した。ここで得られた「選手の速度分布」の特徴として、まず目立つのは、「5 m/秒前後の速度」の不在であった。これは、加速度と速度の関係式切り替えの問題かも知れないが、試合中、練

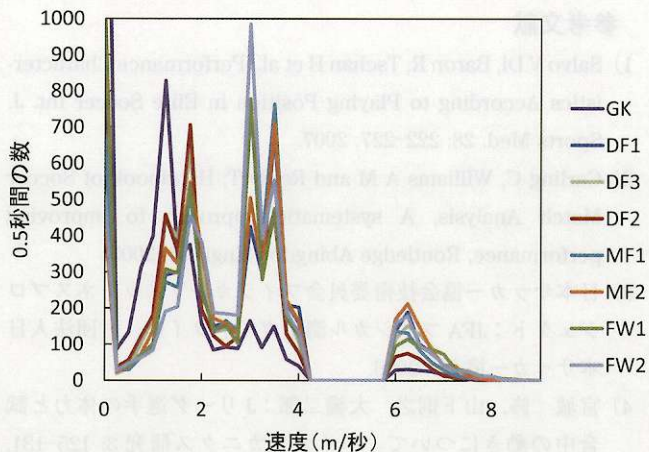


図8 各選手の速度分布の比較

習時、日常生活での彼らの歩行・走行速度を観察した結果、彼らの「移動速度」は、「歩行速度（ゆっくり歩く）」、「巡航速度（ジョグで流す）」、そして「戦闘速度（トップスピード）」の3つが主であった。そして、この観察結果に対応して、2 m/sec 程度の歩行速度、3~3.5 m/sec の巡航速度、6 m/sec 以上の戦闘速度にそれぞれピークが存在し、速度分布が、ほぼこの3つの速度から構成されている事が、本研究で得られた速度分布の2番目の特徴であった。体への負担が大きい割には、ボールの奪い合いに参加できない中途半端な速度である5 m/sec 前後の運動を、このチームの選手たちは使用していないようであった。宮森等の報告⁵⁾とは、随分異なるが、中途半端な速度は使用せず、3つの速度帯を使用するのは、効率的である。この意味で、この速度分布はこのチームの特徴を示しているものと思われた。

また、明確にこの思想を選手たちが自覚すれば、ジョギング、ランニングに時間を費やすのが良いのか、「JFA フィジカル測定ガイドライン」が目指すように、ダッシュとフィジカルコンタクトを想定した練習を考えるか等、限られた時間・体力の下で行う日頃の練習や自己トレーニングのあるべき姿も見えてくるものと考えられた。

次に目立つのは、当然ではあるが、ゴールキーパー（GK）の動きは、他の選手とは大きく異なる事であった。この図では0.5秒間の数の上限を1000にしているが、GKは速度が0である0.5秒が1800もあった。他の選手より少し緩やかな歩行が多く、巡航速度での走行は少なかった。しかし、戦闘速度での走行も結構存在した。GKの動き回る範囲が狭い事に対応していた。

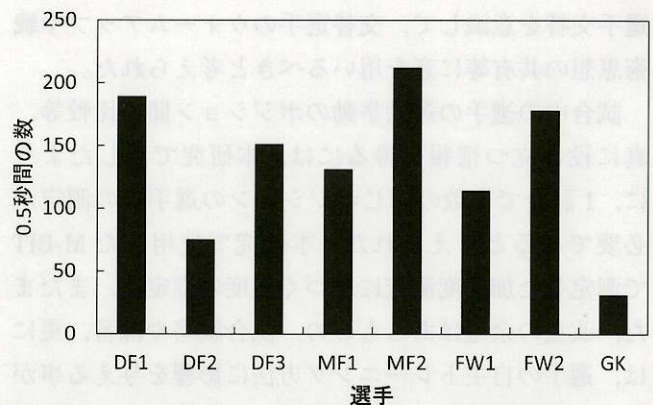


図9 各選手が6.25 m/secの速度であった0.5秒間の数

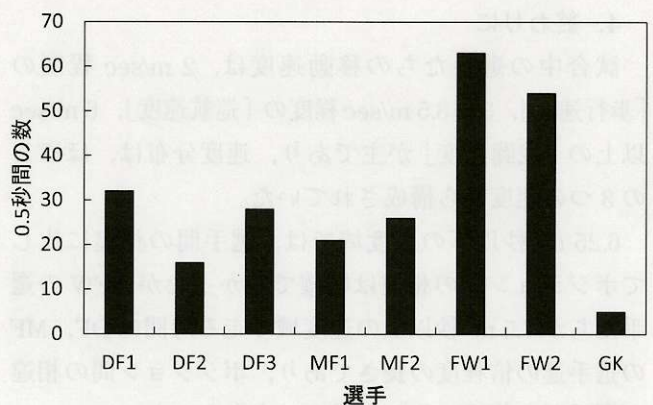


図10 各選手が7.5 m/sec以上の速度であった0.5秒間の数

この速度分布の相違を見ると、GKの自己トレーニングが他の選手と同様のランニングであってはいけな事は明白であった。試合中に疲労回復する機会が多いから、持久力向上よりも、瞬発力、直観力、判断力や相手の動きを予想する訓練をすべきと考えられた。

一方、図8からは、ポジション間や選手間の相違は見にくかった。そこで、戦闘速度で全選手がピークを示した速度6.25 m/secであった各選手の0.5秒間の数を図9に比較した。この速度及びそれ以下の速度ではポジションによる相違よりも、選手による相違が大きい様に思われた。

ところが、真の戦闘速度と思われる7.5 m/sec以上であった0.5秒間の数を比較すると様相は大きく変化した（図10）。ディフェンダー（DF）、ミッドフィールダー（MF）の選手たちに比較して、フォワード（FW）の選手の時間数は倍以上であった。同一ポジションの選手間の相違をはるかに上回っており、FWのプレー挙動の特徴が鮮明に把握されていた。FWの選手の疲労度が大きく、前半戦・後半戦での交替や途中交替が多いのも当然であると考えられた。むしろ、最初から

選手交替を意識して、交替選手のウォームアップや戦術思想の共有等に意を用いるべきと考えられた。

試合中の選手の運動挙動のポジション間の比較等、真に役に立つ情報を得るには、本研究で示したように、1試合で複数の同じポジションの選手での測定が必要であると考えられた。本研究で使用した M-BIT で測定した加速度測定に基づく速度の推定は、まだまだ、改良の余地はあるものの、試合戦略や練習、更には、選手の自主トレーニング方法に影響を与える事ができる情報を簡便に得られる唯一の方法であると考えられた。

4. 終わりに

試合中の選手たちの移動速度は、2 m/sec 程度の「歩行速度」、3~3.5 m/sec 程度の「巡航速度」、6 m/sec 以上の「戦闘速度」が主であり、速度分布は、ほぼこの3つの速度から構成されていた。

6.25 m/秒以下の速度域では、選手間の相違に比してポジション間の相違は明確で無かったが、FW の選手たちが 7.5 m/秒以上の速度域で走る時間は DF、MF の選手達の倍程度の長さであり、ポジション間の相違が選手間の相違に比して遥かに大きかった。

参考文献

- 1) Salvo V Di, Baron R, Tschan H et al.: Performance Characteristics According to Playing Position in Elite Soccer Int. J. Sports Med. 28: 222-227, 2007.
- 2) Carling C, Williams A M and Reilly T; Handbook of Soccer Match Analysis, A systematic approach to improving performance, Routledge Abingdon England, 2005.
- 3) 日本サッカー協会技術委員会フィジカルフィットネスプロジェクト：JFA フィジカル測定ガイドライン，財団法人日本サッカー協会，2006.
- 4) 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.
- 5) 宮森隆之，吉村雅文，綾部誠也他：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.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 白水重憲，片山宗哲，正木健雄：高齢者サッカーにおける競技中の移動速度・移動距離及び心拍数評価。全面発達の展開 2: 91-99, 2013.

課題遂行時における自律神経活動から遂行者の課題に関する知識・経験のレベルを推定する試み

白水 陽久, 片山 宗哲, 白水 重憲

要旨 試験を受ける, 或いは発電所等の制御室でコンピュータを使用して危機対応操作を行う等の高度の知識・経験を必要とする課題を遂行する際に, 遂行者が必要とされる知識や経験を有しているか否かを推定する方法として, その課題を遂行している時の自律神経活動の特徴から推定する方法を提唱した。この方法を UAE のハリファ大学における発電所運転員の危機管理教育に応用して実用性を確認した。更に, この方法を使って, 再教育・訓練の効果を評価することができた。

キーワード: 課題遂行, 自律神経活動, 定期試験, 発電所運転, 危機管理

1. 自律神経活動マップ¹⁾

超小型心電・加速度・皮膚温度測定装置 (M-BIT) の出現により, 様々な状況での自律神経活動 (ANS) の測定, 例えば, 大学での講義中に聴講している学生達の ANS を測定して彼等の集中度・興味度を評価する様な事も可能になった。ここでは, 2つの学生グループを対象に, 同じ内容を違う条件下 (表 1) で講義した場合の, 学生達等の自律神経活動の挙動を比較して図 1 に示した。

図 1 では, 副交感神経活動の指標 (PSNS) を横軸に, また交感神経活動の指標 (SNS) を縦軸にしたグラフ (我々はこれを「自律神経活動マップ」と名付けた) 上にこれらの結果を示した。PSNS はリラックスの度合いを示すが, 大きすぎると眠気を催している可能性がある。一方, SNS は緊張, 精神集中等の度合いを示す。

図 1 のデータ分布挙動を見ると, PSNS が大きく SNS が小さい“右下の領域”と, PSNS が小さく SNS が大きい“左上の領域”とに別れた。“右下の領域”には主に「グループ B」の結果が, “左上の領域”には

主に「グループ A」の結果が分布していた。「グループ A」の多くは熱心に, 「グループ B」の半分近くはリラックスして (或いは眠たげに) 聴講していた事が推測された。

同じ 2つのグループの学生に, 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「数学と力学の初歩」に関する試験を行った。体育学部の学生の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なかった。試験を受けている時の ANS の測定を行い, その結果を図 2 に示した。比較の為に, 聴講時の測定結果も一緒に示した。聴講時のものに比較して試験時は分布が狭くなり, PSNS が小さくない, 一方 SNS が大きい方の領域にデータが集中していた。学生達が, 緊張して真面目に試験に取り組んでいた事が推察された。

2. 課題に関する知識・経験レベルを推測できる可能性の発見²⁾

被験者の人生にとってインパクトが大きく, 重要な意義がある課題遂行時の, いわば本当の真剣勝負の際の ANS 挙動測定の最初の例として, 定期試験中の高

表1 2つのグループの講義条件

条件	グループ A	グループ B
講義者と学生の関係	初対面	親しい
講義内容の新鮮さ	新鮮	半分は2回目
講義室の明るさ	明るい	暗い
プレゼンテーション方法	パソコンディスプレイ	プロジェクター
学生達の分布	集まって	散らばって

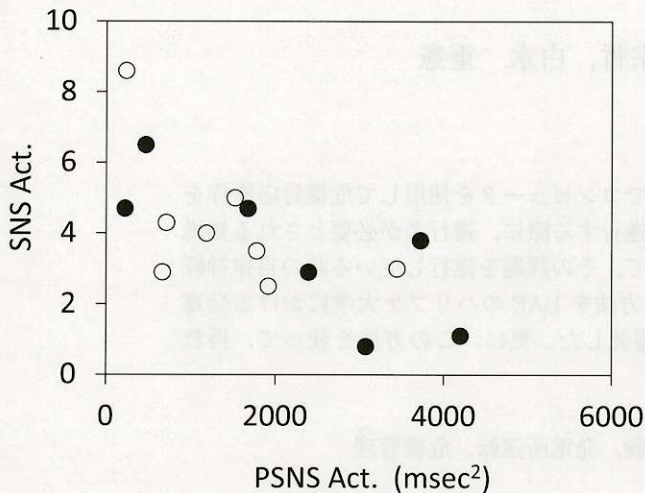


図1 聴講中の学生達の自律神経活動
横軸は副交感神経活動の尺度、縦軸は交感神経活動の尺度
○：グループA、●：グループB

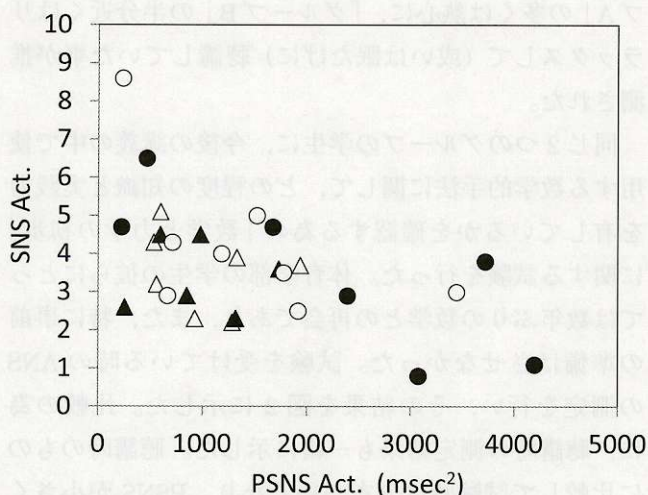


図2 試験中と聴講中の学生達の自律神経活動の比較
横軸は副交感神経活動の尺度、縦軸は交感神経活動の尺度
○：グループA聴講中、●：グループB聴講中、△：グループA試験中、▲：グループB試験中

校3年生を対象に24時間のANSを測定することができたので、定期試験の際のANSの挙動が明らかになった。

図3に、測定の結果のANSマップを示した。睡眠開始は23時58分、睡眠終了は5時23分であり、睡眠

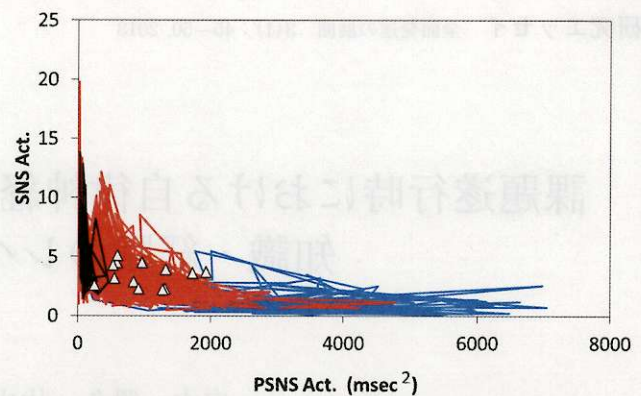


図3 定期試験中の高校生を24時間の自律神経活動の測定結果の例

横軸は副交感神経活動の尺度、縦軸は交感神経活動の尺度
青線は睡眠時、赤線は覚醒時、黒線は定期試験時
△は図2に示した大学生たちの試験時の平均値、ここではグループA、Bは区別せず。

の長さは5時間27分であった。図3の青い線は、この睡眠時のANSの指標の位置を示し、赤い線は覚醒時のANSの指標の位置を示す。

睡眠時のANSは、横軸付近に集中し、横の方向に分布が広がっているという顕著な特徴を持っていた。睡眠時のSNSは小さく、3以下の領域に集中し、PSNSは大きく2000~6000 msec²に亘り分布した。一方、覚醒時は、副交感神経活動は小さく、主に2000 msec²以下の領域に集中していたのに対して、交感神経活動は大きかった。

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っていた。PSNSは非常に小さく、その分布は数百 msec²以下の領域に局在していた。SNS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た。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。

SNSが大きい場合には“不快感を伴った緊張感”を考慮してしまいがちであるが、このケースの様に“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におけるANSは、PSNSが小さく、SNSが大きな状態、つまり、図2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考えられた。

比較の為に、図2に示した大学生たちのANSを図3に白抜きで示した。今回の被験者の試験時の

分布と比較すると、PSNSは比較的大きな領域に位置し、SNSは分布の下の方に位置した。彼等の成績は最高のものが40%台であり、平均は20%台であった。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考えられた。課題遂行中の被験者の比較的小さなSNSと比較的大きなPSNSは、いずれも課題に集中できていない事、更には課題に対する知識・経験の不足を示している事が考えられた。

以上の議論より、課題遂行中の被験者のANSを測定し、横軸をPSNS、縦軸をSNSの値とした自律神経活動マップ上に表示する事で、課題遂行に対する被験者の知識・経験レベルを推測できる可能性が示された。以後、この方法を「自律神経活動マップ法」と呼ぶ事にした。

3. 課題に関する知識・経験レベルを推測することへの応用³⁾

(UAEのKhalifa University of Science, Technology and Research (KUSTAR)及び韓国のKorea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)との共同研究。)

石油化学プラントや原子力発電所等では、運転員の不適切な行動によるヒューマンエラーは重大な危機をもたらしかねない。ヒューマンエラーを減らす為の基本は、彼らに課題遂行の為に必要な十分な知識と経験を与える事である。この自律神経活動マップ法を活用し、実際に運転員の知識と経験レベルの把握が可能である事を確認する為に、原子力発電所運転員の危機対応教育のシミュレーションで使用した。

被験者は、韓国のKAISTとUAEのKUSTARの大学院生19名(男性10名、女性9名、年齢21~34歳)であった。被験者はプラントオペレーションに関する習熟度により、初級レベル(Level 1, 11名)、中間レベル(Level 2, 5名)及び専門レベル(Level 3, 3名)に分けられた。

運転員の運転シミュレーション実験(以下「実験」と記す)は、主制御室の模擬セットを使用して行われた。被験者には、非常事態対応マニュアルに従うように指示した。蒸気生成装置のパイプ破損という事故シナリオを使用した実験についての測定を行った。

図4に、Level 1とLevel 3の被験者の実験時におけるANSの変化を自律神経活動マップで示した。黒

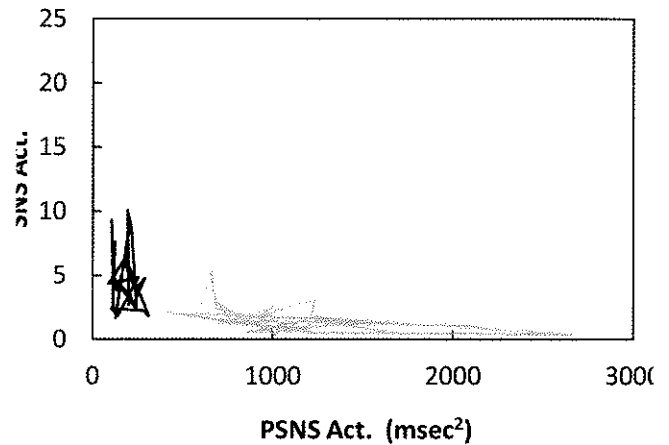


図4 Level1被験者(黒色線)とLevel3被験者(灰色線)の実験時の自律神経活動の例
横軸は副交感神経活動の尺度、縦軸は交感神経活動の尺度

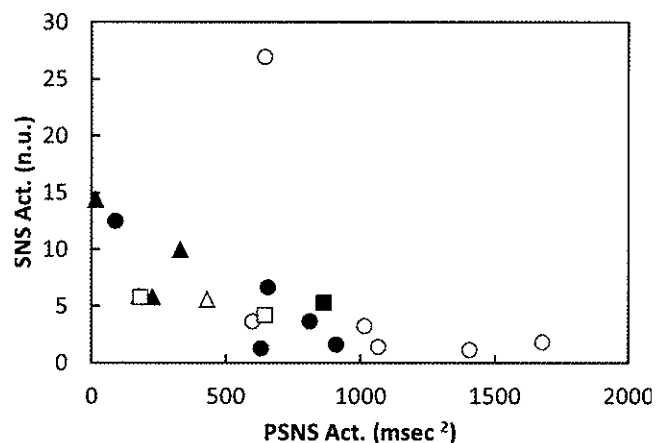


図5 全19被験者の実験時の自律神経活動の平均値
横軸は副交感神経活動の尺度、縦軸は交感神経活動の尺度
Level 1男性被験者:●, Level 1女性被験者:○, Level 2女性被験者:▲, Level 3男性被験者:■, Level 3女性被験者:□.

色の実線は「Level 3被験者」、明るい灰色の実線は「Level 1被験者」にそれぞれ対応する。

Level 3被験者のANSはPSNSが小さいレベルにとどまり、SNSが比較的大きな領域で縦軸に沿った形の分布を示した(緊張ゾーン)。

一方、Level 1被験者のANSはSNSが小さな領域で、横軸に沿って大きなPSNSの値にまで分布した(リラックスゾーン)。

このように、「Level 1被験者」と「Level 3被験者」とでは、ANSの分布が顕著に異なっていた。図5に示すように、19名の被験者全てについての結果を、それぞれの被験者の平均値で比較することができた。

図5においては、○と●とは女性と男性のLevel 1被験者のANSをそれぞれ示した。図4におけるLevel 1の被験者のPSNSは1065 msec²、SNSは1.4であつ

た。多くの Level 1 の被験者の ANS はリラックスゾーンに位置した。発電所運転に関する知識の不足により、彼らは何をすべきかを考えることができず、彼等の課題遂行に真の意味で集中できなかったことが推定された。このような状況であったので、彼等の ANS は休息やリラックスした状態と同じ状態になってしまったものと考えられた。

△と▲は、女性と男性の Level 2 被験者の ANS をそれぞれ示す。全部で5つの Level 2 被験者の ANS は緊張ゾーンに位置し、中でも4つの ANS は Level 1 のものとは明白に離れていた。十分な知識を持つ Level 2 被験者は、与えられた課題に集中し、適切な判断をし、運転操作を実施したものと考えられた。

□と■は、女性と男性の Level 3 被験者の ANS をそれぞれ示す。図4で着目した Level 3 被験者の PSNS は 182 msec²、SNS は 5.8 であり、緊張ゾーンに位置したが、残りの2人の被験者の ANS は PSNS が少し大きな領域に位置した。この2点の ANS は、運転操作に慣れた事による緊張感の減少の可能性を示した。運転操作に慣れる事による緊張感の減少も、一つのヒューマンエラーを引き起こす要因となるので注目する必要がある。

Level 1 被験者と Level 2 被験者の自律神経活動 MAP 上の位置の差に関して得た知見をサポートする為に、4人の Level 1 被験者を選び出し、教育の効果のデモンストレーションを行った。彼等の最初の図5上の位置は、A (1065, 1.4)、B (656, 6.7)、C (909, 1.6)、及び D (810, 3.7) であった。今使用している事故シナリオに関する教育を被験者の母国語により2時間行った後、再度この実験を行った。

これらの被験者について、実験時の ANS が教育によってどのように変化したかを図6に示した。水平軸も垂直軸も図5のものに比して拡大している。被験者 A、B、C 及び D は、それぞれ、□、○、△及び◇で示した。各被験者は、教育後の実験を2回行ったので、図6にはそれぞれ3つの ANS 点がある。これらを結ぶ矢印は、時間の順序を示した。図6に示した様に、教育後においては、最初の実験時の ANS 点の位置は全て緊張ゾーン側へ移動した。

最初の実験終了後、被験者たちは、2回目の実験をその日のうちに再度行うか、或いは翌日に行うかを選択させられた。被験者 A と C は翌日を、B と D は同一日を選んだ。翌日を選んだ被験者 A と C の2回目の実

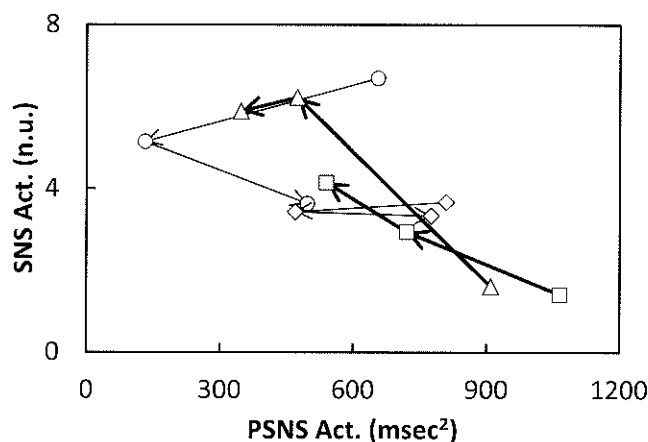


図6 Level1 被験者の教育による実験時の自律神経活動の変化の例

横軸は副交感神経活動の尺度、縦軸は交感神経活動の尺度
被験者 A: □, 被験者 B: ○, 被験者 C: △, 被験者 D: ◇.
被験者は3回の実験を実施、図5中にも示した初回、教育後1回目と2回目。矢印は時間の順を示す。

験時の ANS 点は、更に緊張ゾーン側へ向かって移動した。それとは対照的に、同一日を選んだ B と C の2回目の実験点は、移動距離は小さいが、リラックスゾーン側へ戻った。

2回目の実験を翌日に行った被験者 A と C は、再び、フレッシュな状態で実験に臨むことにより、知識と経験の増加の効果が発現してきたものと考えられた。

一方、同一日に再実験を選択した B と C の場合は、疲労や2回目の実験である為の緊張感の欠如等のネガティブな効果が、ここでの教育の効果を打ち消したものと思われた。また、2回目の実験を同一日に選んだ選択自体も、既に実験を“消化事項”と考える慣れの悪影響があらわれた可能性も考えられた。

以上の結果より、以下の事は結論できるものと思われた。

- 1) 実験においては、その為の知識や経験が少ない場合には実験時の ANS はリラックスゾーンに位置する。
- 2) 教育により、少なくとも最初は、実験時の ANS は緊張ゾーン側へ向かって動く。

4. リアルタイムモニターと居眠り防止の為の装置

以上述べてきた議論は、試験、あるいは、コンピュータを使用した運転操作等、被験者が時間的に拘束された座位でのデスクワークで、成果の有無に関係なく所定の時間が経過すれば終了となる課題である。勿論、知識・経験が無くても被験者本人がそれを自覚し、それによる焦燥感、苛立ちがあれば、課題遂行時

の PSNS は低下し、SNS は増加するであろう。そのような被験者のケースはここでは対象外とした。

次のステップとして、我々は、被験者が課題を遂行している最中にリアルタイムで ANS をモニターし、必要に応じて介入する事を考えた。ワイヤレスタイプの超小型心電・加速度・皮膚温度測定装置 (R-BIT) を使用し、自律神経活動マップを時々刻々と描画させるリアルタイムモニターを作成した。

また、自ら課題・目的を設定して行う学習や調査・研究であっても、長時間連続していると徐々に眠気を催し、時には居眠りしてしまう事がある。このような場合に対応する為には、ANS の挙動から居眠りに近づいた事を自動的に検出し、居眠りに近づいたら居眠り防止の為に警報をならす必要がある。

このような場合、一般的には睡眠時には PSNS が増加し、SNS が減少するが、課題遂行時、あるいは入眠時の ANS のリアルタイム測定の研究はまだ途上であ

り、ANS による睡眠覚醒推定には未だ成功していない段階である。

一方、睡眠時には PSNS 及び SNS 同様に RR 間隔変動から得られる「呼吸周波数」及び「呼吸周波数変動幅」が顕著に低下し、特に、「呼吸周波数変動幅」を使用して睡眠覚醒の推定が可能であることを我々は報告して来た⁴⁾。そこで、リアルタイムモニターでは、自律神経活動マップと同時に横軸を呼吸周波数、縦軸を呼吸周波数変動幅としたマップを同時に描画させる事にし、居眠り状態に近くなると、予め登録しておいた音楽ファイル (MP3 形式) が再生され始める様にした (図 7)

当初は、「呼吸周波数変動幅」で居眠り開始の検出を試みていたが、現在では「呼吸周波数」での検討を続けている。

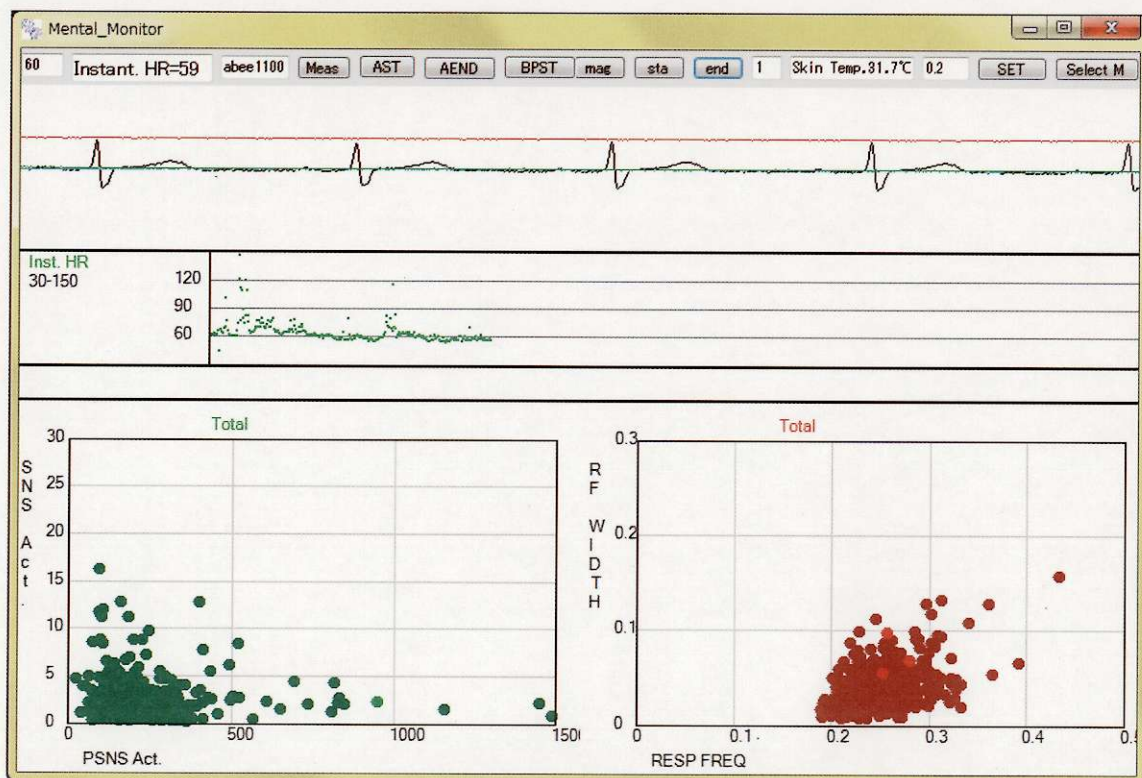


図 7 自律神経活動リアルタイムモニター

最上段グラフは ECG と加速度の生波形、204.8 Hz でサンプリングされている。次段は RR 間隔。最下段左は、自律神経活動 MAP、横軸は副交感神経活動の尺度、縦軸は交感神経の尺度。右図の横軸は呼吸周波数、縦軸は呼吸周波数変動幅。単位はいずれも Hz。
・表示されているのは、一睡眠分のデータで、いずれのグラフも最新の 3 分間のデータは明るい丸で示される。

「居眠り防止機能」

- ・予め最上段右端の「Select M」ボタンを押して音楽の MP3 ファイルを選択して置くと、呼吸周波数が閾値以下になった場合に、音楽を再生して居眠りを防止する。
- ・閾値はデフォルトでは 0.2 Hz、閾値の変更には、右から 3 番目のボックスの 0.2 を書き換え、右から 2 番目の SET ボタンを押す。
- ・再生が始まった音楽を止めるには右から 6 番目の「end」ボタンを押す。

**呼吸周波数が再び閾値以下になると、再び、音楽再生が始まる。

参考文献

- 1) 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，全面発達の展開 2：61-64, 2012.
- 2) 白水重憲，片山宗哲，白水陽久：定期試験中の高校生の 24 時間の自律神経活動，全面発達の展開 2：65-68, 2012.
- 3) Shirouzu S, Mohamed ASAH, Kim AR et al.: Estimate of Knowledge and Experience Level by Autonomic Nerve Activity During Task Execution, and Follow Up Effect of Education, 全面発達の展開 2：1-7, 2012.
- 4) 白水重憲，近藤英明，森佳織，片山宗哲：呼吸周波数変動幅による NREM 睡眠領域検出，全面発達の展開 2：83-90, 2012.

ユーラシア世紀の曙と日本の国際協力の新たなフロンティア

稲垣 富一

要旨 東西冷戦構造の終焉がユーラシア大陸に位置する数多くの新生国家の誕生をもたらした。1989年に世界最大の援助国になった日本を始め欧米援助国は千載一遇のチャンスとしてこの歴史的転換期先に先を争って「ショウ・ザ・フラッグ」を目指して各国とも「顔の見える援助」に緊急かつ効果的に取り組んだ。

しかし、社会主義体制から民主主義や市場経済体制移行への国際支援はどの援助国にとっても過去経験のない試行錯誤の挑戦的な課題であった。日本は北方領土問題を抱えるこの大陸の最大の覇権資源大国ロシアを中心に北方四島の返還を睨んだ緊急人道支援と並行して市場経済体制移行への技術的支援を旧ソ連の中央アジア諸国にも展開した。経済大国日本の経営ビジネスモデルを基に起業家や経営管理者育成のための戦略的学習拠点「日本センター」を各国の旗艦的な大学と連携して設立した。ユーラシア地域の主要関係国との相互理解と友好関係の構築に努めセンターの役割と活動は今日まで続いている。

キーワード：ユーラシア大陸、市場経済体制移行支援、北方四島支援、日本センター

1. はじめに

前回の『全面発達の展開』第2巻第1号(平成24年8月30日発行)では、「人間開発と国際協力」をテーマに主として「人と人の繋がりが紡ぐ協力の現場から」について60年代末から80年代末にかけての日本の政府開発援助(ODA)の史的な発展を展望しながら、「国づくりは人作りから」の国際協力の基本を元に、私の体験した内外での幾つかの協力現場事例を報告した。

私は1993年から期せずして関わることとなった旧ソ連邦の崩壊とその後続くユーラシア地域の国々の社会主義体制から民主主義と市場経済体制移行への歴史的な転換期を体験した。この小論は、日本や西側先進国が援助合戦に乗り出し体制移行への国際協力と呼ぶかってない重大な援助テーマに挑戦し、その最前線に立ったことの報告である。

開発途上諸国への日本のODAは、1970年末からの数次の国際貢献への拡充計画に基づいて着実に増え続

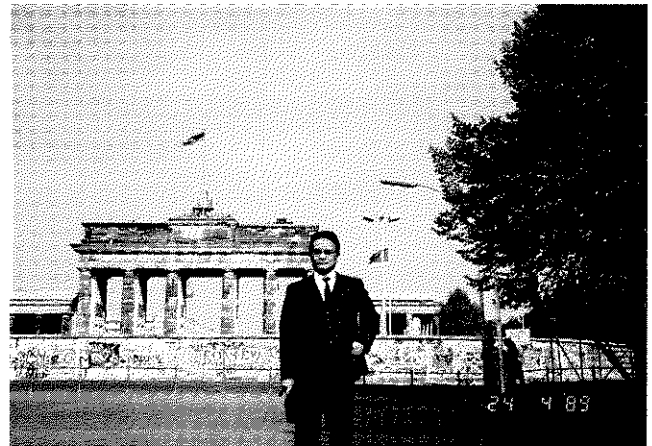


写真1 東西冷戦の象徴ブランデンブルグ門(崩壊直前の西ベルリン側)の前にて

けて、1989年には世界最大の援助国になった。この年の4月には、私は西ベルリンを訪ねて東西冷戦時代の象徴であるベルリンのブランデンブルグ門の前に立っていた。1986年から新たに始まった日本の主要援助国に対する国別分野別ODA援助指針策定に係る調査研究に携っていたので、丁度この時に英国、オランダ、ドイツ等における幾つかの先進主要ドナーの援

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: 2013年10月31日

助研究手法についての情報収集のため、これらの国の大学や政府系シンクタンクと意見交換をしていた。当時、西ベルリンへ向かうフライトのために、フランクフルト国際空港で異常なほどのセキュリティ検査の物々しさを体験したことを、今でも覚えている。

この年の9月、ベルリンを東西に分断した門が瓦解し、12月のマルタでの米ソ首脳会談で冷戦終結を宣言した。そして1991年末にはソ連邦の崩壊と共に、15の共和国が独立国となり、Newly Independent States (NIS) と云われた。日本はこのユーラシア大陸に位置するこれらの国々の内、バルト3か国を除く12か国に対して、新たな国造りに向けて民主化と市場経済体制移行への緊急支援を行うこととなった。この時以来、日本の援助対象地域が従来のアジア、アフリカや中南米地域から飛躍的に、東ヨーロッパ地域から極東アジア地域に跨るソ連の影響下にあったこの広大なユーラシア地域全体に一挙に拡大した。

旧ソ連が崩壊する直前の1990年9月にタイに赴任したが、その後イラクのクウェート侵攻による中東戦争の勃発や東側の軍事機構であったワルシャワ条約機構の解体等についてCNNやBBCを通じて報じられる冷戦終焉直後の地政学的国際関係の激変について、固唾を飲んで見守っていた。

1993年10月末に任期を終えて帰国する予定で、本部からの辞令を待っていた。間もなくその内示が届いて、霞が関に新たに日本政府が設置した国際機関へ出向を命じるとの内容であった。日本大使館他関係者に訊いても、誰もその新設された国際機関のことを知らず、どんな心構えでいたら良いのか皆目見当もつかず、不安を感じながら帰国し、その翌日外務省に挨拶に出むいたところ、欧亜局初代NIS支援室長（記憶では、顔馴染のあった石橋太郎さんだった。）が待ち構えるようにして、早速明日から旧ソ連諸国支援委員会事務局事業部長を務めてほしいとの話であった。

2. ユーラシア地域との最初の出会

これが私の人生でのユーラシア地域との歴史的な出会いの始まりであり、この時以来現在までの約20年間、全てではないものの2012年までのモンゴルとの関わりを含めて、長らくユーラシア地域の諸国との付き合いが多少なりとも現在までも続いている。

1993年11月から約3年間、ロシアを含む旧ソ連諸国が社会主義体制から民主主義・市場経済体制移行す

るための知的技術支援と体制移行期に伴う社会の激変とその不安と混乱から市民生活のセイフティーネットの役目をする緊急人道支援を迅速に行うことが課題であった。

冷戦終焉後、旧ソ連や東欧諸国が地政学的激動をもたらす中、欧米諸国は政治的影響力を拡大するために戦略的な国際協力を開始した。日本も遅れずに「ショウ・ザ・フラッグ（日の丸を立てる）」ために、一刻も早く目に見える存在感を示すことが重要であった。日本政府の強い働き掛けで、中央アジアや東欧諸国がDAC（OECD開発援助委員会）のODA対象国に認められることとなり、私は1996年の終わりには主として新たに日本のODA対象国となった中央アジア諸国の、中でもカザフスタンの国造りや人造りへの国際協力を直接関与して、隣国のキルギスタンやウズベクスタンの重要案件にも2002年まで関わった。冷戦後の新たなグローバル秩序時代を迎えて、欧米先進国は勿論のことトップドナーになった日本も、民主化や市場経済体制移行への今まで経験のない援助課題に如何に対応するのか、そのフロンティアに立って、これから直面する未知の使命感に奮い立った。

私の配属した支援委員会（SCC; Secretariat for Cooperation Committee）は、旧ソ連邦のロシアを含む12か国を対象に、日本政府が本格的な緊急人道支援や市場経済移行への技術支援を実施するために設立した国際機関である。事務局本部を東京・霞が関に置き、私は支援事業の実務責任者として、日本政府代表団と共にモスクワに置く各当事国大使館やロシア政府と色々な支援実務内容協議のため、今まで一度も縁の無かったモスクワ詣りが始まった。ユーラシア大陸の凍りつくようなシベリア上空をアエロフロートに乗って、頻繁に行き交うこととなった。

新設のこの事務局には多方面からの人材が集まっていた。大手の銀行、シンクタンク他面白い人の集団である。着任早々明日からの厳寒のユーラシア地域への本格的な業務開始に向けて、スタッフや政府関係者との初対面の顔ばかりで、これからのタスクフォースとなる仲間を紹介し合った。つい先日まで熱帯のバンコクで生活していたことが、夢のように感じられた。

3. ロシア極東地域への支援活動と英国クラウンエージェント（CA）

支援委員会での私の主たる責務の第一は、緊急人道

支援に掛かる膨大な支援物資調達とそのロジスティクの企画及び安全確保を含む実施体制づくりであった。対象地域は北方四島や極東ロシア地域で、住民向けの真冬に欠乏する生活必需品（医薬品、食料油、粉ミルク、各種缶詰類等）の調達である。物資の調達には日本の大手商社等の協力を得て、入札手続きを経て、必要な品目及び数量を日本国内や海外では中国やシンガポール等から調達することが出来た。しかし、医薬品や医療機器となると仕様書や予定価格の設定等がより専門的な知識や経験を必要とした。これらの支援物資を相手国政府機関に確実に安全に届けるためのロジスティクには、ロシア極東やシベリア地域の地勢、輸送や通信インフラへの最新情報についての専門知識及び高度のロシア語能力が求められた。

ユーラシア大陸やロシア極東地域に関するこれらの専門的な経験と知識を有するプロフェッショナル集団が日本には存在しないことを知って、英国ロンドンに本拠地を置くクラウンエージェントと契約を結んで、業務を遂行することとした。ここにはロシア語や地域のロジスティック能力に練達したスパイまがいのエージェント専門家集団がいることを初めて知ることとなった。そこから、彼らを頼りにチームを組んで、日夜仕事に励むこととなった。ダンカン・トムソン、フランク・ゴールドン、ジェフ・スコット、スーザン・キングの諸氏は我々の良きパートナーとして、リスクを冒しながらも献身的に仕事に邁進してくれた。彼らなしでは、私の役目を務められなかっただろう。クラウンエージェントは今では全世界100か国以上のネットワークを駆使してグローバルな仕事に関わっているが、この時当時の日本政府の仕事に関与した初めての経験や能力が生かされていることは確かである。それは、日本のODA事業がアフリカ地域、アフガン、イラク等への危険で未知の地域への益々の広域グローバル化へと発展すると共に、クラウンエージェントが色々なビジネスチャンスに深く関与していることを知ったからである。

まずは、彼らの極東ロシアでの活動拠点を創る為に、就任早々にハバロフスクと北方四島支援事業の北海道の拠点である根室市を訪れて、今後の活動についての意見を交換し、その時初めて根室岬に立って、遙か彼方に国後島や歯舞色丹島を眺望した。すでにオホーツク海近辺は冬景色で寒くなっており、一週間前にはタイのバンコク居た肌がこれに慣れるにも一苦労



写真2 緊急人道支援物資のロシア市民への低価格での販売風景（シベリア・チタ州チタ市）



写真3 極東ロシア地域へのチャーター便にてユニセフ医薬品緊急人道支援輸送

であった。その後、早速新潟経由で初めてアエロフロート便に乗って、極東の拠点であるハバロフスク、ウラジオストックとイルクーツクを駆け足で廻り、この地域の州政府責任者への挨拶廻りであった。ここでは、ソ連崩壊後の体制移行に伴い、東シベリア地域の人々の暮らしが如何に苦しい悲惨な状況下にあるかを、目の当たりに見た。州政府と協議して、欠乏している食料油等生活必需品や乳幼児向けの粉ミルク他医薬品の緊急支援ニーズの聞き取り調査をして、我々に課された人命にも関わる使命と役割の緊急かつ重要性を、改めて実感した。

極東ロシアでの活動拠点については、限られた建物物件を駆け足で調べて、ハバロフスク日本総領事館のアドバイスを受けて、由緒ある煉瓦造り二階建ての上の階を借り上げた。一階には米国援助機関のUSAIDの極東中小企業育成支援基金がすでに活動を開始しており、我々も近い将来には日本や欧米諸国が1991年4

月設立 [ロンドンに本店] したヨーロッパ復興開発銀行 (EBRD) と日本政府の共同事業として新規企業創生のための極東地域ロシア投資ファンドを立ち上げる計画 (Regional Venture Fund) があったので、この建物は戦略的拠点として使い勝手の良いと判断して借り上げた。ここが、これからの極東地域での活動の前進基地としての重要な役割を担うこととなった。

4. ロシア人道支援と北方四島支援

ロシア支援には、緊急人道支援と市場経済移行支援の2つの他に、類似の支援組織により日本政府の支援で非核化支援が同時に行われたが、ここでは直接担当していないので触れないこととする。

ロシアへの人道支援には北方領土問題にかかる四島の住民への緊急援助がある。この四島は国後島、歯舞島、色丹島、および択捉島から成り、全部で25,000人のロシア人が住んでおり、サハリン州政府の管理下で電力発電のための重油、医薬品他食糧等生活必需品の物資が供給されていた。崩壊後にはこれらのライフラインの供給が途絶えるようになり、ロシア政府は地理的に一番近い日本政府に人道緊急支援の要請をして来た。根室市周辺には戦前かって四島に住んでいた日本市民が大勢今も高齢になっているが健在であり、四島返還運動に熱心に取り組んでいる。北方四島のロシア住民と根室市民間の交流は途絶えていたが、この支援事業開始と共に、ビザなし交流が始まった。四島に住むロシア人は必需品の購入のためにこの交流事業により定期的に根室市を訪ねて、色々なものを買求め



写真4 北方四島の地図



写真5

上段：四島への支援物資輸送のためのチャーター船 (3000トン級) 国後島にて
下段：ロシア国境警備隊の船内にて入国手続き (ビザなし交流と人道支援活動)

た。中には中古車も評判が良かった。根室市の商店街も彼らの購買欲に随分と潤い、ロシア語のバーゲンセール of チラシも町中に見られるようになった。

根室市に住むかっての日本人四島島民には高齢化が進み、生きている内に生まれ故郷の四島に戻りたいとの長年の夢があったが、戦後のロシアと日本政府との間には平和条約の締結もないまま今日に至り、四島返還交渉の前途には現在も解決の道筋も見えない非常に困難な状況が続いていた。このビザなし交流や四島支援が始まった当時には、四島のロシア市民は生活の困窮から何れは日本に島が返還されて新しい安定した生活を望むようになるし、ロシア政府もそのような柔軟な姿勢に変わってくるだろうとの強い期待感を日本側は抱いていたが、今となっては支援活動の前途も、島の返還にも、希望は無く、暗い。

北方四島の返還については、余談ではあるが、私には何か因縁のような思い出を、当時思い出していた。

私が勤務した国際協力事業団（JICA）が1974年に創設されて、その初代総裁に外務次官を退任したばかりの法眼晋作氏（故人）が就任した。彼の評判は対ロシアへの強硬姿勢であったことは訊いていたが、彼が総裁として毎月数回外部団体から「日本を取り巻く国際情勢と国際協力の現状」の講演を頼まれては、日本の開発途上諸国に対する開発援助の話が中心であるはずの処だが、どちらかと云えば話の中心は東西冷戦下のロシア関係が主で、北方四島問題にも触れて、ロシアが不当に占拠していることを憂えて、ロシア人に対しては絶えず四島を何時返還してくれるのかを強く要求することが肝心であることを、強くアピールしていたことを思い出した。法眼総裁は外務事務次官として、1972年当時日中国交正常化交渉を成し遂げた立役者として有名であった。私は偶々彼の秘書業務に関わって、この国内講演旅行には帯同して講演メモを取る役目柄、いつも理解困難なこともあり、往生した。

私は、支援物資調達担当責任者として、たまたま当時の大蔵省担当官の現場視察に同行し、説明をする要性もあり、これも含めて数回支援物資輸送に合流して現地を訪ねたことがある。冬季には四島周辺が凍り付いて、流水もあり、船の往来も輸送も困難になるので、冬季到来のまえの9月末から10月に、3000トン級のパナマ国籍のチャーター船で根室の花咲港から発電用重油、車両他医薬品、食料、文房具他色々な生活必需品を大量に積み込んでいたが、それでも船の容量に比べて10分の1程度の重量であり、船が風船のようだと云われたことがある。そうだとすると、波の荒い北方の海は大いに揺れて、辛い。多くの同行職員は船酔いに悩まされた。

花咲港を出港して2時間も過ぎると、ロシアとの国境線を通る。ロシア国境警備隊艦船が接近してくる。事前にロシア政府に正式に通報していても、停船を命じられて、ロシア船上で日本人関係者のパスポート検問がある。日本政府代表職員も同船しているので、ここは日本の領土であるので検問は不当であると宣言する儀式めいたことがおこなわれた。武器を持った彼らの前でこの儀式を知らないものには怖い驚きであった。ロシア側の担当職員も後で知ると確かにいかにも儀式である仕草であった。我々からの生鮮果物やウオッカの肴の土産を受け取り、嬉しそうに検問の手続を終了するのである。船はその後順番に、歯舞島、国後島そして択捉島と寄港して、人道支援の荷を下ろ

して、それぞれの関係機関に届けるのであるが、3千トンの船舶が接岸できる棧橋が未整備であるため、現地の舢舨を使って運ぶことになった。或る時には風が強すぎて、舢舨も近寄れられず、風がおさまるまで待つ日もあり、また船から舢舨に乗り移るのにも一苦勞で、上から見ると5～6メートルの高さがある上、波も波打っており、足を踏み外すようなことがあると、命取りになり、怖い思いをした。

島民の生活実態を把握することも大事な仕事である。日本からの人道支援を住民にアピールするために、交流事業として小学校の授業参観や家庭訪問等を行い、併せて次の支援ニーズ調査をすることが不可欠であった。島民の生活は非常に厳しかった。住民のすべてがスラブ系であり、子どもたちの笑顔が意外に明るかったことが印象的であった。備蓄のための倉庫も限れており、また特に医療分野では医薬品も医療機器も古く、絶対的に不足し、十分な医療サービスが提供出来ていないことが分かった。これからは生活物資の支援のみならず、プレハブ式診療施設や医療機器の提供も不可欠であるとの結論ではあったが、原則的な考えでは日本の領土であり、現在不当占拠されている状態の処に、恒久的な医療施設を作ることは禁じられていた。現地の強い要請で、これらを整備していく支援に取り組むこととした。

数か月の準備期間を経て、極寒用プレハブ施設建設のノウハウや経験のある北海道の業者を選定して、事前に組み立て訓練を繰り返して、現地入りした。国後島に第一号のプレハブ診療所を設置するため、業者と現地指導専門家十数名が乗り込んだが、宿泊所が現地に無く、日本からの船内に泊まり込みして、毎日弁当持参で、早朝から夕方までの突貫工事の結果、数日で完成させて、現地の住民には日本技術者の優秀さと勤勉さを示し、また現地の医療サービス体制の向上に貢献して、高い評価で喜ばれた。これらの緊急人道支援を通じて、四島住民が日本に対する親しみや信頼を醸成して、半数以上の住民が日本からの支援に大いに感謝している、とのアンケート調査にも現れて、返還運動の弾みに繋がることを期待した。

5. 市場経済体制移行支援と日本人材育成センターの設立

社会主義体制崩壊に伴う市民生活の混乱と困難を支援するための緊急人道支援に並行して、市場経済体制

移行に対する戦略的な国際援助競争が始まった。そのためには、欧米各国とも明確なメッセージを伝えるためのより具体的で目に見える援助案件を実施していくことが肝心であった。ユーラシア世紀の始まりと共に、この広大な地域への拠点としての足場を築いて、日本の存在感をより一層高める千載一遇のチャンスが訪れた。それが「日本センター」設立構想である。

日本政府は旧ソ連緊急援助ため、1991年度の政府補正予算で一億ドル〔当時の日本円で約160億円〕を、新たに設立された国際機関「(旧ソ連)支援委員会」に拠出した。この資金を各国の人口や経済規模に沿って割り当て、国別実施計画により、迅速に支援事業が展開された。市場経済体制移行への支援活動の中心は、体制移行のための新しい組織作りと人材育成である。国営企業や銀行の民営化や、新しい組織運営に関わる経営者や企業家を育成のための教育や、OJT研修活動を早急に進める必要性が非常に高かった。旧体制下の管理者や経営者を再教育しても、その実効性については甚だ疑問であった。彼らが長年培った社会主義イデオロギーに基づく知識、経験や価値観を、新しいニーズに合わせて柔軟に適応することは不可能に近かった。大学生等の若い柔軟な発想のできる世代を中心にして、将来に強い使命感をもつ人材をいかに開拓し育て、彼らを一刻も早く市場に供給するかが、市場経済体制の構築への鍵でもあった。

支援委員会は日本政府と協力して、ODAによる色々な国で人材育成のためのセンター設立の成功経験を生かして、まず手始めに1994年中央アジアの拠点であるキルギスの首都ビシュケクとロシアの首都モスクワの二か所、及び極東ロシアの中心都市ハバロスクとウラジオストックの二か所の計4か所に市場経済移行のための人材開発の拠点「日本センター」を設置する方針を固めた。欧米諸国は世界の各地に、例えば英国はブリティッシュカンスル、米国のアメリカン文化センター、ドイツのゲーテ・インスティテュート等最近では中国の孔子学院が、それぞれの国の文化や言語を普及するために、国策として取り組んでいる。日本政府も国際交流基金を通じて「日本文化センター」を設置して、日本の文化や日本語の教育普及に取り組んでいることは良く知られている。

市場経済移行支援のための日本的な経営の知識や手法を学習し、併せて日本との相互理解や企業情報を提供する架け橋となる戦略的な取り組みとして、「日本

センター」を設置することは画期的な試みであった。ODAでは、日本は世界最大の援助国として、アジアやアフリカを始め多くの国で数多くのセクター別（職業教育、保健医療、環境等）の人材育成のための拠点センターを設置して、その国の最高峰の教育研究機関（Center of Excellence）を目指して、長期的に協力して、人材が多く育っている。例えばタイ国のキグモンクット工科大学やアフリカのケニアのジョモケニアアッタ農工大学等を、日本が20年以上に渡り継続してその国の最高峰の教育研究機関に発展させた実績を持つ。「日本センター」は、日本の経済発展を支えた日本的経営管理モデルや産業政策、貿易やバンキング等の具体的な事例を基に、市場経済の実践的な経営戦略や手法を学習訓練する拠点であり、並行して日本語の学習や日本文化の紹介及び交流を推進して、科学技術や会社情報の提供を行うなどの多機能を持っている。

ユーラシア大陸で大きな存在感のあるロシアのモスクワのモスクワ国立大学とブレハノフ国立経済大学、極東ロシアのウラジオストックの極東大学と、またキルギスとはキルギス国立大学と連携して、大学の敷地内や隣接地に「日本センター」を設置し、運営することとした。余談ではあるが、モスクワ国立大学に隣接して、「日本センター」を新築する計画が持ち上がった時、モスクワ大学学長他幹部が言ったことを今でも鮮明に思い出す。それは、なぜ日本政府はマッチ箱のようなちっぽけな建物施設を宇宙の月に建設するような困難なことをするのか、との冗談のような質問を受けたことがあるからである。他のセンターは一年以内にはほぼ活動を開始したが、モスクワ国立大学内の「日本センター」だけは色々な理由により構想段階から完



写真6 国立モスクワ大学本部ビル
(この敷地内に日本センターを開設した。)

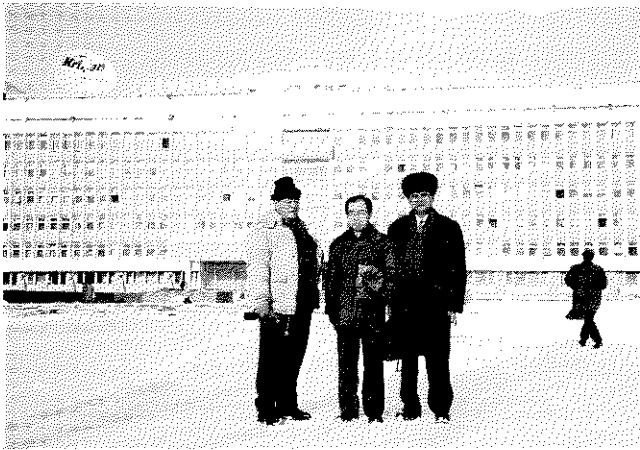


写真7 サハリン州ユジノサハリンスク市サハリン日本センターの居るサヒンセンタービル前にて

(中央：当時高橋書記官・在アゼルバイジャン日本大使)

成まで10年近くの年月が掛かった。支援委員会としては、月にロケットを打ち上げるような困難な年月が掛かったような気がする。その理由には、他のセンターが既存の施設の改修等で対応したが、この「日本センター」はロシアの中で「旗艦」として位置づけられるために新築することにし、業者を経験のあるフィンランドやトルコの建設業者にするとかなど議論の末、日本の清水建設に協力してもらった。施工の段階には、地下には色々な軍事機密にかかわる核攻撃避難施設などがあり、複雑な建築許可業務が煩雑で、予想外の難工事であったこと等である。

中央アジアには、旧ソ連邦から独立した五か国があるが、なぜ第一号の「日本センター」開設がキルギスであったのか。ソ連時代には、中央アジアの拠点はずバクスタン国首都タシケントであったが、キルギスは当時のキルギス国アカエフ初代大統領が非常に親日家であったことや、同国にはIMFの要請を受けて、国立中央銀行アドバイザーとして、日本銀行の金融専門家・田中哲二氏が派遣されて、金融市場改革への取り組みがいち早く始まっていた。それとの相乗効果も期待され、田中氏には初代のキルギス日本センター所長に就任してもらうためにも、95年5月半ばまでに完成させた。同月19日に無事、大統領と在モスクワ渡辺日本大使の臨席のもと、開所式を無事終えたのは感激であった。開所式の記念講演に日本から著名な開発エコノミストに行ってもらった話があり、70年代から面識のあった日本国際文化研究センター教授、そして名古屋大学教授の飯田経夫先生に遠路ビシュケクまで出掛けて頂いて、「日本の経済発展と産業の役割」に



写真8 キルギス首都ビシュケク市内風景

(後方の山並みはシルクロード天山山脈と中央の重厚な建物内に中央アジア第一号のキルギス日本センターを開設)

ついて講演をしてもらった。本人もモスクワ経由での初めてのユーラシア大陸シルクロードへの長旅であった。

私もセンター開設までの間に、最初は建物の選定の段階から改修作業や活動内容についての大統領府や外務省との協議のため、少なくとも三か月に一度は現地訪問を続けていたので、天山山脈に囲まれた街並みにはいつも癒される気持であった。ビシュケクから西の方約150キロの処に、保養地でもある世界でも有数の透明度を誇る「イシククリ湖」がある。キルギスは人口も約五百万人で、標高3000メートル以上の山々が国土の40%を占めるほどに、スイスに似た水資源や金ほかの鉱物資源にも恵まれたところであるが、石油資源大国のカザフやウズベと比べると中央アジアの中では概して開発が遅れている。この国の開発戦略は、小国であるだけに、農業畜産加工や精密機械産業を中心する中小企業振興に努めて、雇用と付加価値の高い産業育成を計っている。

同センターも、この戦略に沿っての起業家や経営者の人材育成を図っているが、また日本語の堪能な人材を育成し、今日では数多くの人材が育っている。一方では日本企業等の海外進出が少ないことから、これらの親日的な日本語も堪能な人材を活用する場がほとんどないことが、今後のセンターの発展に大きな障害となっている。センター事業の他にも、日本のODAを通じて、これらの開発戦略に沿った重要課題に対して、人材育成等の国際協力が積極的に行われている。現在の在京キルギス国大使は、1990年代当初から日本センターや人道支援を通じて現地の窓口を務めてい

た外務省の当時担当書記官であったモロドガジェフ・リスベク氏である。昨年12月の日本キルギス友好協会の年末交流会で、20年ぶりの再会を果たして、喜んでいる。

6. まとめ

1990年代の冷戦終結以降の市場経済移行国であるユーラシア大陸のこれらの国々に、日本のODA開発援助の戦略的な重点協力として、「日本センター」構想は位置づけられて、実施されている。因みに、ロシアはODA対象国ではないが、日本の支援事業として私が直接関わったモスクワの2つセンターの他、極東にはサハリンを含めて3センターがあり、その他にもサンクトペテルブルグ他現在7センターが運営されている。またODAにおいて、インドシナ四カ国（ライス、ベトナム、カンボジアと最近ではミャンマーでも）とモンゴル、ウズベク、カザフスタン、ウクライナの国々で計9か所の「日本センター」事業が21世紀に入って開設されて、10年以上に渡りその国の市場経済体制移行に不可欠な人材育成と人の交流や相互理解に大きく貢献している。特に東西冷戦時代にはロシアの影響力下にあったこれらの社会主義国とはほとんど経済協力や人の交流も行われてこなかった背景を鑑みて、如何にこの「日本センター」がユーラシア大陸に跨る夫々の国々と日本との戦略的な相互理解や交流に多大な役割を果たしているか、計り知れない重要性があると確信している。

しかし、ロシア以外の「日本センター」事業はODA技術協力プログラムの一環で行われているので、協力開始後すでに10年以上が経過しているため、そろそろフェーズアウトの時期を何時にするか、議論が真剣

に行われている。ほとんどの「日本センター」は予定では2016年頃に終了して、相手国政府側にすべての運営責任を移管する計画である、と聞く。すでにカザフスタンやウクライナのように移行経済大国として大きく発展している国については、「日本センター」は2012年には完全に移管されて、任務を終了した。今現在のユーラシア地域は、西側のカスピ海周辺のイランやUAEを始め湾岸産油諸国、インド、アフガニスタン等や中央アジアや極東ロシア、モンゴルとの地政学的な戦略的な国際関係が格段に重要性をおびている。特に中国の急速な経済発展に誘発されている石油を始め重要な鉱物資源の開発輸入や商品の市場開拓が深まるにつれて、これらの地域への中国の覇権が浸透しつつある状況を見て、海洋国家である日本としてもこれらの大陸に位置する国々との相互信頼関係を色々なチャンネルを生かして構築強化する必要がある、今まさに求められている。

日本は90年代初めから熱心に、信頼関係を深めながら、その国の民主化や市場経済移行へ貢献すべく設立し、協力してきたこれらのユーラシアにおける「日本センター構想」の戦略性を重視して、この10年間の“第一フェーズ”として位置づけて、これからの長期的な戦略的な視点での“第二フェーズ”(Beyond 2016～)については、ビジネスを中心とする人材開発センターとしての役割のみではなく、「ジャパンインスティテュート」として日本とその国との戦略的な関係の促進に向けて、その国の拠点大学にある利点をより生かしながら、日本のシンクタンクやNGOや大学機関や広く市民社会との調査研究や相互理解と交流の場として、生かし、発展し、育ていくことが今強くもめられている。

聴覚障害者の社会参加と貢献の実態 ～『仕事無音』の発刊を通して明らかになったこと～

齋藤昌久

1. 聾学校に着任して

私は1968年4月に新採用教師（保健体育科）として岡山県立岡山聾学校に赴任し、高等部・中学部を担当した。聾教育の知識が全く無かった私は生徒達との会話の難しさに悩むと共に、彼等が社会生活で出会う数々の困難を思うと暗い気持ちになった。

先輩教師は、「大きく口を開けゆっくり話すと通じるよ」とアドバイスしてくれるが、現実にはそう簡単にはいかない。耳慣れない生徒達の言葉は私にはさっぱり分からず、「口話教育」の限界を感じた。勿論、手話で話しかけられても、全く通じなかった。仕方なく、しばらくはニコニコと笑顔を絶やさず生徒達を観察する事にした。その間生徒達は屈託のない明るさで、積極的に手話で話し掛けてくれた。

生徒達の多くは幼い時から永年寄宿舎生活を続け、生活圏も限られており、社会と繋がり薄い学校生活を送っていた。

私の赴任前には保健体育専門教師は居らず、保健体育は他教科の気分転換かレクリエーションぐらいに考えられていたようで、若手教師が体育を担当し、ソフトボール等で時間潰しをしていたようである。また、バレーボール等の球技は手指に怪我の危険があるとして、理容科・被服科等の職業科教師から止められていた。

このような理由からか、聾学校の生徒達は屈託無く、明るく、好奇心旺盛な反面、体力的にひ弱さを感じた。

2. 聾教育への疑問

①「口話教育」の限界

聾者の人権や心を無視し、教師の独りよがりの教育に限界を感じた。

② 幼小中高一貫教育

卒業後に充実した社会生活が送れるよう、将来を見通して幼小中高と系統的で、効率的な教育計画や実践が成されているか。

③ 聾教育の使命（生涯教育）

生涯を通して、同窓生の必要に応じて、支援・協力できる体制になっているか。

当時は「読話」「発話」のできる事が社会生活・社会参加の絶対的必須条件と捉えられ、「口話教育の徹底」と「言語力の育成」に最も力が注がれ、児童生徒は勿論教師も手話を使う事が厳しく禁止されていた。

身体や心の発達は二次的に考えられ、生徒達は出口の見えない苦痛の学校生活に耐えることを強いられているように思い、「障害児教育」の専門性を掲げながら全面的な発達を無視したこの教育のやり方に疑問と矛盾を感じた。

3. 保健体育教師として考えた事

以上のような実感から、聾教育での体育の役割は、

- ① 厳しい教育や訓練を支え得る身体づくり
- ② あらゆる職業に適應できる心と身体づくり
- ③ 充実した人生を支える為の心身の育成
- ④ 社会性や適應力・自立心を育てる事だと思った。

4. 授業を進めるに当たって、考えた事

聾教育の実態が分からないので、最初は、とりあえず型どおり年間計画と教案を立てて授業を進め、生徒

の実態を知る事にした。授業を進めるうちに、生徒達のいろんな姿が見えてきた。

当時、聾者は内耳に障害がある為、平衡感覚が弱く運動が苦手、と教えられていたが、ほとんどの生徒は運動大好き、新しい事大好き、集中力に優れ、何事にも進んで挑戦し、指示されたことにまじめに取り組むこと等がわかった。

ただし、運動量が不足していた為か、持久力・筋力・体格等が劣っている事、言葉話す為には肺活量を増やす必要があると思われるので、幼少期から高等部までを通して運動の質と量を高める必要を感じた。

5. 聾学校での実践

① 授業の工夫

ア 教科体育・・・陸上競技・マット運動・球技等を、季節や学校行事に沿わせてバランスよく配置して、体力向上と共に身体操作能力（身体の操作・物の操作）を育てる事を目指した。特に、基本的な運動能力を育てる陸上競技やマット運動、そして激しい身体コントロールが必要なバスケットボール等球技に力を注いだ。

また、組体操も積極的に扱い、身体を通して相手と協調する心を育てようとした。（会話のできない聾者にとって手を塞がれると全く意思疎通ができなくなり、痛み等意思を伝える事ができない。）そして、体育祭のメイン種目として披露した「4段タワー」（組み体操）の成功は、注目を集めた。

聾者の場合、プレー中の指示は余り効果が無く、むしろ危険が伴うことがある。従ってプレーの前後及びプレーを中断して指導・指示をするので、多くの時間が必要であった。

イ 教科保健・・・主として「身体の疑問」を題材に、[例] 運動するとなぜ息苦しいの・なぜ心拍数多くなるの・なぜ喉が渇くの・なぜ汗が出るの・なぜ筋肉痛になるの・なぜ腹が減るの・なぜ目が廻るの・・・等々、「身体の不思議」を題材にして、生徒と一緒に考えていく事から始めた。

② 部活動の充実

同世代の健常者と交流が皆無であったので、「県高等学校体育連盟」に加入させてもらい、部活動（男女バレーボール・男女卓球、全員参加）を通年の活動にして運動量を増やすと共に、同世代の健常生徒との競技会や合同練習を通して経験を増やし、社会参加への

期待と自信を持たせようとした。

③ 学校行事

生徒間の絆の深まりや粘り強い心身の育成を目指して、夏休み等長期休暇時に登山・キャンプ、冬季のスキー教室、校内マラソン・駅伝大会、徒歩遠足、球技大会等体育行事を増やして、学校生活に変化を付け、楽しさを体験させ、生徒同士の間関係の向上を図った。体育祭でも教科体育で扱った種目を積極的に保護者に見てもらおう機会を設けた。

6. 生徒の変容

① 3～4年経過した頃から、体育的場面以外でも、体力・動作等で成長を実感できるようになった。

仲間との共同作業を直接体感する組体操では、協力して組み立てようとする気持や筋力・身体操作能力・我慢強さ等が共に育ってきたように感じた。

② バレーボール競技大会の地区大会1・2回戦で勝てるようになってきた。体力・技術力の向上と場慣れによる精神的なゆとりができたからか、と感じた。しかし、上位チームとの対戦で厳しい攻撃を受けると、声掛けによる咄嗟の意思疎通ができずに、凡ミスを繰り返して、自滅する事が多かった。

このような経験を通して、体力・身体能力が徐々に育ち、健常高校生に勝てる喜びを体験できた事が自信となり、気力が大幅に向上したと思われる。

③ 生徒数減少のため、団体競技はチームが編成できなくなり、1990年からは陸上競技部に変更。良き指導者を得て、棒高跳びで自己記録A君4.86m、B君4.10m。円盤投女子41.52m。水泳400m個人メドレー5'31"00などの記録を持つ生徒が育ち、岡山県代表として国民体育大会に出場するようになってきた。

④ 生徒の変容に周囲の教師も理解を示すようになり、体育活動にも協力を得られるようになってきた。

職業科の実習等でも、生徒の変化が認められ、体育行事への積極的な協力が得られるようになった。また、進路指導の近代化（公共職業安定所介在）と共に、職域が一気に広がった。どの業種に就職した生徒も、体力・技術力共に健常者並みの力を発揮した。更に集中力が素晴らしいと企業から評価されるようになった。

以上のように、体力の向上にあわせて、学習や職業実習等に取り組む気力も付いてきたように受け止められる。また、高校生との交流を通して、実社会での生

活に見通しを得て、自立への励みとなったようである。

7. 卒業生の進路・職業生活

しかしながら、聾者はまだ職業を選べる状況には無く、障害者雇用を積極的に進める企業にのみ採用される状況であった。

そんな中でも現在は、芸術分野（写真家・仏師・陶芸家・木版画家・日本画・書道等）、製造業（自動車産業、電気・電子産業、家具製作、被服製作、バイオ産業、農業機械、旋盤工等）、その他公務員（学校教員、県・市職員、保健所検査技師、福祉事務所職員等）、理容店経営（100店舗超）、農業、漁業、トラック運転手など、各分野で多彩な才能を発揮して社会に貢献し、それぞれ自立を果たしている。

8. 低い聾者の知名度

岡山聾学校の卒業生約1600名が社会の一員として社会生活を送っているが、その社会貢献の実態や能力等は、世間ではほとんど知られていないのが実情である。聴覚障害者自身が積極的に自己主張をしない限り、外見からだけでは全く見分けられないからである。

言語を獲得できていなかった聾幼児が、涙ぐましい努力を重ねて言語や知識や技術を獲得し、堂々と社会貢献を果たしている事実は、聾学校教師が広く社会に伝えていくべき責務の一つであると痛切に感じている。

9. 教師生活のまとめとして

障害の軽重の違いはあるが、聾者は周囲の理解によって社会貢献できる能力を無限に有している。事実、多彩な才能で、多くの聾者が社会貢献を果たしているが、社会の人々に殆ど理解されていないのが実情である。そこには、外見や日常の生活振りからは聴覚障害を推し量る事は難しい上、思いを言葉で発信しにくい為、自己主張の苦手な彼らは発信力が弱く、自らの能力や障害をアピール出来ていないからだと考える。

そこで、聾者の生きざまや社会貢献の実態を広く知ってもらい、聾者の社会的地位の向上を願って、『仕事 無音』（しごと むおん）—聴覚障害者の社会参加と貢献の実態リポート—（古今社）を出版する事にした。

聴こえなくてもできることはたくさんある。

聴こえないからできることはたくさんある。

指にハートあり！ことばを語る手・指 芸術を創る指 モノを作る指 統率の指 キーを叩く指 ころを語る指

第1章 聾者の可能性（聾者の多彩な才能）

◎折りを彫る—聾者の仏師・谷口宣剛の芸術と信仰。

◎木版画—安藤昌平の世界。

◎スポーツの勝負の世界に障害の有無は問われない。スタートの「号砲」の聴こえないアスリートは…

◎写真家—後藤田三朗。

多摩芸術学園写真科（現・多摩美術大学）卒業。1989年に写真集『盗と夢と写・1977～1988』で第39回日本写真家協会新人賞を受賞。国内・外で個展多数。写真絵本『のぞく』は、天野祐吉さん・大社玲子さんと共著。ユーモアとウイットに富み、ハーモニーを得意とする。

第2章 人生チャレンジ（可能性のプロセスを生きる聾者の生きざま）

- ・日本画家。
- ・念願の理容師になって。
- ・大工の棟梁として。
- ・組織に活かされて30年。
- ・私の生きる原点、それは「障害者」であること。
- ・黙々と—最先端技術バイオワールド。
- ・模範的なトラック運転手を目指して。
- ・卒業生からのメッセージほか。

第3章 手話の周辺（岡山県内・外の手話サークルの情報等）

資料編（理容日本一の聾理容店100店舗一覧）

あとがき

平成23年（2011年）から少しずつ、少しずつ、みんなの想いを集め3年がかりで「絆」の本が成った。嬉しい話だけでなく、悔しいことも、哀しい物語も詰まっている。その中でみんなが懸命に学び、生き、持てる才能を発揮している姿の報告書である。そして、あらゆる「可能性」に挑戦している姿の物語— それ

はみんなの「誇り」の物語である。さあ、この「絆」の本をみんなの力で息長く全国へ翔かせよう！

発行所 古今社 (TEL: 0859-27-1390) 定価 1500 円
(税込) A5 版 331 頁

発行者 守屋 二郎 岡山県立岡山聾学校同窓会

編著者 森 格 (ただす)・齋藤 昌久 (よしひさ)

この本が多くの人に読まれ、社会構成の一員として

自立・貢献を果たしている聾者の姿が広く理解され、全国の聾者の社会的地位が向上することを切に望みます。

齋藤 昌久

〒701-0205 岡山市南区妹尾 2537-1

(Tel. & Fax.: 0862-82-2783)

「スポーツ」におけるプライドの感動～アーチェリーの場合

正木 健雄

2回目の「スポーツ大会」に向けて

『全面発達の展開』誌第2巻第2号において「体験報告」したように、私は「80歳の手習い」として「アーチェリー」を始め、2年後に「目黒区体育祭秋季アーチェリー大会」に出場しました。そして、「スポーツ大会」の感動、「スポーツ」の感動、そして「発達」の感動を体験しました。（『全面発達の展開』誌第2巻第2号 p. 119～120）

今年はもう“初心者”ではないので、「一般の部」で出場しなくてはなりません。一般の部では、“30 m”と“50 m”の試合となります。そのために、「50 m」を体験するべく、「世田谷区の三宿アーチェリー場」に行き練習しました。そのアーチェリー場には、矢が外に飛び出さないようにと、上に“ネット”を張っていました。

私は、自分の体力を考えて、女子用で試合に使える一番弱い弓を購入していたので、「50 m」の的までに“矢”が届かないか、あるいは「上の“ネット”」に“矢”が掛かってしまい、なかなか「50 mの的」には当たりませんでした。

仕方なく、横浜にある「日本体育大学・健志台校舎」のアーチェリー場を訪ねました。丁度、山本博先生がいらっしゃって、ご指導を頂くことができました。

山本先生からは、「試合では、3本射つからと言って、矢を3本だけ持って試合に出るのでは、矢に何が起こるか分からないので、いつも6本は持って出るように！」というご注意を頂きました。“何が起こっても”、「試合が完全にできるように！」という“準備体制”のことです。

また、「30 mで、すべて“7点”以上に入れば、50

mでは“的の中”に当たる！」という“関係”も教えて頂きました。

「50 m」で練習できなくても、「50 m」で練習するのと同じ“緊張感”の「30 mでの目標」を教えて頂いた訳です。

さらに、“技術”の面では、「矢は、“右手”が唇の下ではなく、顎の下にくるように引く！」というご注意を頂きました。このことは、あまり意識しないで練習してきたのですが、「一定のフォームにする！」という点では、重要なことでした。そして、“意識”をこの「1点」に集中するために、「当面は、クリッカーを使わないで練習する！」というアドバイスも頂きました。

この日から3日後に、「目黒区体育祭秋季アーチェリー大会」に出場しました。

「スポーツ大会」当日

9月22日（日曜日）、「第52回目黒区体育祭秋季アーチェリー大会」（駒沢競技場第2サッカー場）は快晴に恵まれました。参加者全員で、「試合会場」を設営しました。正に、手作りの「大会」です。参加費は“50円”でした。

私は、2年目の参加でしたので、「30 m」と「50 m」との2種目で試合をすることになっていましたが、「50 m」が練習できる“アーチェリー場”が遠く、十分に練習することができませんでしたので、受付では「50 mは、棄権します！」と申し出ました。

ところが、今回は「初心者」の参加申し込みが1人もいなく、“初心者”用の「30 m」での試合を2回行った「初心者の結果」を“記録”として残すことができない！という事情からか、主催者の方から「30 mの試合を、2回やって下さい！」と、お願いされる始末

でした。

「喜んで、30 mの試合を2回やらせて頂きます！」とご挨拶しましたが、「これが、スポーツというものなのだ！」と感動しました。何とというか、“スポーツにおけるプライドの心地良さ”が分かったような気がしました。

女子高生との試合

試合の相手は、全員女子高生でした。彼女たちは、太い矢で、30 m先の「的」の中心近くにどんどん当てていくのに、私はやっと大きな「的」紙に当たるといふ始末でしたが、元気のよい女子高生のパワーを貰って、楽しく試合ができました。

午前中の私の成績は、毎回“30点満点”のところ、前半は「11点、12点、9点、9点、8点、20点」。結局「合計180点満点のところ、69点の得点」(38.3%の得点率)という散々なもの。後半は「12点、9点、15点、17点、17点、18点」。結局「合計180点満点のところ、88点」(48.9%の得点率)でした。「総合計360点満点のところ、157点」(43.6%の得点率)という成績でした。しかし、全然“敗北感”はなく、「まあ、こんなところか！」という“安らかな気持ち”でした。

午後も、同じく30 mの「的」に向かって、前半は「21点、5点、20点、22点、21点、16点」。結局「合計180点満点のところ、105点」(58.3%の得点率)。そして後半は「17点、19点、16点、22点、17点、13点」。結局「合計180点満点のところ、104点」(57.8%の得点率)でした。「総合計360点満点のところ、209点」(58.1%の得点率)という成績でした。

「試合」という“緊張した練習”のお陰で、午後は「50点」も成績を伸ばしたことになります。「“女子高生”に負けた！」という思いより、「1日の練習で、“こんなに巧くなった”！」という感動と“充実感”の方が強いものでした。

試合が終わって、恵比寿の「千正屋」で、一人で“御苦労さん会”をやり、おいしい御馳走を頂きました。

さらに「新記録」達成！

この「目黒区体育祭秋季アーチェリー大会」に出場した後、山本博先生に教えて頂いた「弓を引いた時、

右手はローアンカー（顎の下に来るよう）にする！」を“現場”で練習する時だけではなく、時々“鏡”で確かめながら練習しました。

すると、その後、「私の新記録」を、「後半」は9月28日に、さらに「前半」は翌9月29日に達成することができました。そして「合計点」は9月29日に“新記録”となりました。

私のほぼ毎日の“練習”ぶりとその「記録」を報告します。

9月25日(水)朝 「前半」105点、「後半」106点。
「合計」211点。
9月26日(木)昼 「前半」52点、「後半」104点。
「合計」156点。
9月27日(金)朝 「前半」109点、「後半」114点。
「合計」223点。
9月28日(土)朝 「前半」121点、「後半」122点。
「合計」243点。

<「後半」120点を突破して最高点！>

9月29日(日)昼 「前半」132点、「後半」119点。
「合計」251点。

<「前半」130点を突破して最高点！>

「合計」が250点を越え“新記録”！>

10月2日(水)朝 「前半」122点、「後半」94点。
「合計」216点。
10月3日(木)昼 「前半」92点、「後半」95点。
「合計」187点。
10月4日(金)朝 「前半」112点、「後半」101点。
「合計」213点。
10月5日(土)朝 「前半」86点、「後半」98点。
「合計」184点。
10月6日(日)昼 「前半」68点、「後半」92点。
「合計」160点。
10月10日(木)朝 「前半」101点、「後半」103点。
「合計」204点。
10月18日(金)昼 「前半」101点、「後半」118点。
「合計」219点。
10月22日(火)朝 「前半」105点、「後半」99点。
「合計」204点。
10月29日(火)朝 「前半」100点、「後半」90点。
「合計」190点。

発行日：平成 25 年 11 月 30 日 発行

全面発達の展開 第 3 巻 第 1 号 平成 25 年 (2013 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

定価 3,000 円

全面發達
の展開

日中現代教育学会

The Cino-Japan Academy of Modern Education