

北里大学保健衛生専門学院紀要

KITASATO DAIGAKU HOKEN-EISEI-SENMONGAKUIN KIYO

第 18 卷

少子高齢化社会の街づくり－ICT 活用－

松井志菜子

法と科学－電磁波問題－

松井志菜子

科学的証明と司法の役割－電磁界裁判－

松井志菜子

音響物理処理を行った移相音源による耳鳴治療への試み

外山 竹弥 他

熱電冷却素子を用いた手持型凍結加温手術装置の基礎研究

高橋 大志 他

早期認知症検出のための Stroop 課題における最適課題色の選択

内山 尚志

ジャンク顕微鏡の再生 ～教育・研究で使用可能な顕微鏡へ～

田口洋介 他

教育現場に於けるDKエルダーシステム導入の効果とその意義についての一考察

高波 礼子

KITASATO JUNIOR COLLEGE
OF HEALTH AND HYGIENIC SCIENCES

Vol. 18

2013

北里大学保健衛生専門学院紀要

第 18 卷

平成 25 年（2013 年）

目 次

〔原著論文〕

- 少子高齢化社会の街づくり－ICT 活用－ …………… 1
松井志菜子（長岡技術科学大学）
- 法と科学－電磁波問題－ …………… 11
松井志菜子（長岡技術科学大学）
- 科学的証明と司法の役割－電磁界裁判－ …………… 21
松井志菜子（長岡技術科学大学）
- 音響物理処理を行った移相音源による耳鳴治療への試み …………… 31
外山 竹弥（北里大学保健衛生専門学院 臨床工学専攻科）他
- 熱電冷却素子を用いた手持型凍結加温手術装置の基礎研究 …………… 39
高橋 大志（北里大学保健衛生専門学院 臨床工学専攻科）他
- 早期認知症検出のための Stroop 課題における最適課題色の選択 …………… 47
内山 尚志（長岡技術科学大学 生物系）
- ジャンク顕微鏡の再生 ～教育・研究で使用可能な顕微鏡へ～ …………… 57
田口洋介（北里大学保健衛生専門学院 臨床工学専攻科）他

〔論 説〕

- 教育現場に於ける DK エルダーシステム導入の効果とその意義についての一考察 … 67
高波 礼子（公益財団法人日本オペラ振興会藤原歌劇団正団員）

〔雑 報〕

- 作成基準・執筆要領 …………… 79
- 編集後記 …………… 85
高橋 大志（学術委員会委員長）

Contents

[Original Article]

Smart city planning- ICT utilization -

Shinako MATSUI (Nagaoka University of Tecnology)

Science and legal mind —the issue of electromagnetic wave—

Shinako MATSUI (Nagaoka University of Tecnology)

Scientific proof and the role of the trial electromagnetic-field trial-

Shinako MATSUI (Nagaoka University of Tecnology)

Attempt of Tinnitus Treatment by a Phase shift sound

Takeya TOYAMA^{*1*2} Daishi TAKAHASHI^{*2} Yousuke TAGUCHI^{*2} Ichiro FUKUMOTO^{*2}

(*¹Kitasato Junior College of Health and Hygienic sciences, *²Institute of Biomedical Engineering, Nagaoka University of Technology)

A Basic Study of Handheld Combination Treatment System with Cryosurgery and Hyperthermia Treatment using Peltier Device for Destroying Skin Tumor

Daishi TAKAHASHI, Yousuke TAGUCHI and Takeya TOYAMA (Kitasato Junior College of Health and Hygienic sciences)

The most suitable colors selection in the Stroop task to detect early dementia

Hisashi Uchiyama (Dept. of Bioengineering, Nagaoka University of Technology)

[Letter]

The main effect of the DK elder system at Music healing class

Reiko TAKANAMI (The Japan Opera Foundation Fujiwara opera company)

[Information]

Instruction to Authors

Editor's postscript

Daishi TAKAHASHI (Editor-in-Chief, Chairperson of Scholarly Committee)

Smart city planning – ICT utilization –

Shinako MATSUI

Nagaoka University of Tecnology
1603-1 Kamitomioka, Nagaoka, Niigata 940-2188, Japan

Key words :

smart city planning, smart grid, social infrastructure

Abstract

Smart city planning is a future citizen town using ICT. We have various problems with an environmental problem and an energy problem.

The purpose is to improve Quality of Life. In this paper, I study the future citizen town utilizing ICT.

(Received: March 1, 2013 / Accepted: March 15, 2013)

少子高齢化社会の街づくりーICT活用ー

松井志菜子

長岡技術科学大学

〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1

【要 旨】

スマートシティ (Smart City) 構想は、ICTを活用した未来の街づくり計画である。環境問題やエネルギー問題、少子高齢化問題、生活の中の防犯、高齢者の町ぐるみの見守りなど、精神的な安心を担保しつつ、安全で効率的な街づくりをしていこうという壮大な計画である。目的は生活の質 (QOL : Quality of Life) を向上することである。スマートグリッドを駆使し、クリーンな環境と効率的なエネルギー対策、環境に配慮した広域な都市創り、街づくり計画を検証する。

キーワード： スマートシティ計画、スマートグリッド、社会インフラ

1. はじめに

わが国を初め、欧米の先進諸国は程度の差はあるが、少子高齢化社会に直面している。わが国の社会状況の変化は、家庭の仕事を一手に引き受けていた女性が社会進出し、フルタイムの労働者として働くようになった。

若者は都市に集まり居住環境も都市の不動産価格上昇などにより変化している。生き方や家族に関する考え方も変わり、家族構成は一世代か夫婦だけという核家族化や単身世帯化が進んでいる。世代間の助け合いや経験に基づく生活や人生経験の知恵の伝授は激減している。他方、若者層に広がるある種の情報や知識の共有化は先端技術を駆使した電気機器や通信ネットの発達によって進んでいる。

多くの高齢者を支える若い世代の人口構成は逆三角形で減り続けている。年金制度や国民皆保険制度、医療保険制度の存続の危機など、社会インフラの問題もある。若い世代や労働者層など次世代への経済的な負担や年金制度への不信、国民健康保険制度など社会福祉に関する将来への期待は既に崩れ始めている。出生率も2.0を切り、少子化傾向が進んでいる。

経済が低迷するわが国は資源が少なく、産業発展に欠かせないエネルギー源調達問題に直面している。企業活動の活性化を促し、持続可能な安定社会を実現するには発想の転換が必要である。少ない労働力とエネルギー消費を抑え、かつ、快適で安心、安全な日常生活を送るための知恵を絞った構想が、スマートシティ(Smart City)計画である。

スマートシティ計画は、未来の私たちの社会基盤となりうるのか。この論文ではスマートシティ計画を検証する。

2. スマートグリッド(Smart Grid,次世代電力網)

スマートグリッド(Smart Grid)は次世代電力網である。最新のICT技術を活用し、実際の電力消費状況をリアルタイムの情報として得ることによって、需要と供給のバランスを自動的に調整、様々な集中型エネルギー源、分散型エネルギー源など電力供給網を効率的に管理、供給する次世代送電システムである。目的はスマートグリッド活用による電力有効利用、熱エネルギーや未利用エネルギーを含めたエネルギーの効率的利用の実現である。そして地域の交通システムや市民の生活様式(life style)の変革を起こす。小さな地域単位、大きな地域連携を複合的に組み合わせることによって、次世代エネルギーや社会システムを構築しようとするものである。

世界各地ですでに取組みを始めている。そこでの様々な分野において創造する科学技術の研究は、産業としても、将来、巨大市場に成長する可能性がある。世界各国で実施するスマートシティ計画は100を超え、累計市場規模は2030年までに4000兆円を超える(「世界スマートシティ総覧2012」日経BP社発行)とも言われている。IT技術に精通し、スマートシティ市場の他業種をまとめプロデュースし、ビジネスモデルを創造できる人材育成が必要である。

スマートグリッドは、アメリカ合衆国のオバマ大統領が110億ドルの予算を投じたグリーン・ニューディール政策の柱の一つであり、地球温暖化問題解決の鍵との期待もある。

3. 地球環境問題と共生社会

国連の推計によると、世界人口は2050年に2010年現在の約1.3倍の91.9億人に増加の見通しである。中国やインドをはじめとしたBRICs諸国や東南アジア諸国、中南米諸国、東欧諸国、中近東諸国などの新興国、アフリカの国々、特に開発途上国の人口の増加予想は深刻である。

急速な経済発展は、資源消費量やCO2排出量を加速度的に増加し、環境汚染や環境破壊を含め地球環境問題を引き起こす。現代社会は、脱温暖化や環境共生社会を目指した取組みや資源エネルギー供給に係わる資源エネルギー問題、食糧の需要や食の安全などの食糧問題、南北問題、人口移動、労

働問題、経済的な格差増大、都市化による最先端の医療サービス提供地域と医師や薬もない地域の医療の格差や南北問題など解決すべき問題を抱え、大きな転換点に差し掛かっている。

他方、先進諸国は人口横ばいか減少傾向にある。わが国や欧州諸国は、高齢者増加による人口構造変化が続いている。欧州連合(EU)の統計は、EU総人口の内、65歳以上の占める割合は、1990年の13.7%から2010年には17.4%に増加、2060年には約30%になると予測する。わが国の総人口に占める高齢者割合は、2010年に23%、2050年には39.6%と増加するとの予測である。

人口構造変化は、社会保障制度、労働問題を含む雇用政策、年金制度、地域社会サービス、消費傾向など、政治、経済、社会に様々な課題を生む。それは同時に状況打開策として、新しい経済発展の仕組みづくりと技術の活用、新しい技術的課題に取り組む機会を提示している。

EUでは高齢化社会への対応として、2012年をアクティブ・エイジング(Active aging)と世代間の縦の連帯システム創設のヨーロッパ年(European Year for Active Ageing and Solidarity between Generations)と定め計画を促進している。

わが国は高度な科学技術を持っている。国民ひとりひとりの教育レベルは高い。現代社会は人の労働力や物量に期待するよりも、ICT技術を活用した質に未来を託し、効率的な街づくりをする計画を進めている。

4. スマートシティ(Smart City)構想

スマートシティの確立した定義はない。スマートシティ(Smart City)構想は、環境問題やエネルギー問題、少子高齢化問題、生活の中の防犯、高齢者を街ぐるみで見守るなど、精神的な安心を担保しつつ、安全で効率的な街づくりをしていこうという壮大な計画であり、地球温暖化などの環境変化や資源エネルギー問題に直面し危機意識から考えた構想である。

目的は生活の質(QOL:Quality of Life)を向上することである。すなわち、快適、安全、安心、便利を追求することである。

都市を構成するのは、スマートシティに住む人、働く人、学ぶ人、訪ねる人など生活者である。この人々が主体である。そして人々を支えるのが都市運営である。すなわち都市の持続的成長を遂行するためのマネジメントとオペレーションである。政府、地方公共団体、インフラ事業者、不動産開発企業などの協働が必要である。都市機能の充実や生活環境の企画、計画、運営、建設を行う。ICT技術や環境技術などの先端技術を活用し、効率的な社会インフラを築き、高度なシステムティックな街づくり、地域づくりを目指すものである。

経済社会の動力源となる企業(事業者)は、モノを売るだけではなく、サービス提供への事業展開を行う必要がある。産業の活性化である。スマートグリッド(Smart Grid。次世代電力網)を駆使し、クリーンな環境と効率的なエネルギー対策、環境に配慮した広域な都市創り、街づくり計画は、共生型社会の実現を目指している。

企業(事業者)は、すでにスマートシティ計画を産業化する試みに着手している。発想の転換は、ものづくり、ハードウェア技術から、サービス提供、ソフトウェア技術、ライフスタイルの見直しへと移行し、新しいビジネスモデルを創造していこうというものである。創造は異業種間の企業(事業者)の多面的な議論とコラボレーションから生まれる。各関係者の立場や要望は異なり、利益相反の場合もある。例えば、利便性を追求し、公共交通手段の量を増やすことは、環境負荷やエネルギー消費を増大、大気汚染に繋がるなど質の向上を求めることと相反する結果を引き起こす事にもなる。スマートシティ計画は、このように相反する利害関係や多様な要望のすべてを調整し、バランスのよい街づくりを実現しようとするものである。

スマートシティ計画を実現するには、多岐に亘る都市の機能や役割を分析し、積み上げていかなけれ

ばならない。

ICT活用はすべてに共通する道具である。都市の社会的インフラである送配電、道路(国道)、橋、鉄道や港湾設備、飛行場建設、都市を結ぶ交通機関、ダムや河川などの利水関連のインフラなどは国家や地方公共団体が人々の生活を支えるために整えるインフラである。地方公共団体のインフラは、都市の中の移動手段の電車やバス、地下鉄などの市内交通、雨水や再生水の利用を含めた上下水道施設、県道建設などである。更に人々の日常生活を支える病院、学校、役所、金融、商店などがあり、人々は初めて生活を送ることができる。それらを繋ぎ、調整するのが都市マネジメント、情報制御である。

5. わが国の取組み

わが国は、2010年4月、経済産業省が主導し、産官学一体で取組むスマートコミュニティ・アライアンス(JSCA)を発足した。スマートシティ構想は、スマートグリッドを含む、電力、上下水道、ガスなどの都市インフラ、都市機能、流通、交通、サービスなどの社会インフラ、家庭内など広い範囲に広がる街づくりや地域づくりを目指す構想である。

スマートシティは先進的な取組みであり、実際に計画は世界の各地で進み、現在、400以上のスマートシティ計画が進行中である。低炭素社会の実現、限りある天然資源の有効活用、生物多様性条約(CBD)遵守、地球規模での取組みに向けて発進した。

例えば、神奈川県横浜市(横浜市、ガス、電力、自動車産業、家電企業を中心に)、愛知県豊田市(自動車産業を中心に)、京都府関西文化学術研究都市(けいはんな学研都市)、福岡県北九州市(鉄鋼企業を中心とした)の4地域を、次世代エネルギー、社会システム実証地域に選定し、地方公共団体や企業の協力の下、再生可能エネルギー導入、電気自動車導入、家庭やビルのエネルギー管理など実証実験などを開始している。

スマートシティ構想は、主に (1)住環境、生活環境、自然環境などの環境や資源エネルギー分野 (2)交通機関や道路網、移動手段分野 (3)過疎化が進む地域や診療サービスに格差のある医療分野の3分野に亘る取組みがある。

6. 環境や資源エネルギー分野

スマートシティ計画の取組みの一つが、スマートグリッドを中心とした電力の効率的な利用である。スマートグリッドはCO₂の削減、環境負荷の低減に寄与する。また廃棄物の発電への利用や、資源としての水漏れ検知器など、様々な機械やロボット、コンピュータ制御などの取組みを盛り込んだ計画である。

例えば、オランダのアムステルダム市のスマートシティ計画は、2009年から取組んでいる。持続可能かつ経済的に実行可能な計画を企画実行し、2020年までにEUの環境目標である温室効果ガス排出量の1990年比20%削減を達成、また一般家庭に消費電力表示モニター、スマートメータ(スマートメータは、電気製品に接続し、個々の機器の消費電力量を測定し、機器毎の測定結果や稼働状況をネットワーク経由で集中管理でき、電力会社に送信する通信機能を備えた電力計)を設置、また船舶用や電気自動車の充電設備であるグリーンエネルギー供給ステーションを設置し、2025年までに1990年比で40%のCO₂の削減を目標としている。また家庭用の太陽光発電パネルなどの小型発電システムから生じる余剰電力の買取制度導入や自転車利用促進のための道路整備、市全体の建築物の太陽光発電パネル設置も計画している。

3. 11以降、原子力発電の見直しや安全性の議論、省エネ対策や水力発電、火力発電の見直し、新たな風力発電や太陽光発電、地熱発電に対する取り組みがある。都市からの廃棄物を燃料とする廃棄物(ゴミ)発電や環境負荷の低い様々な発電方法の組合せなどの研究が進んでいる。

膨大な電力利用データを収集、分析し、最適な電力量を無駄なく必要なときに供給できる計画である。

具体的には、家電やオフィス機器からの電力消費情報に基づき、電力需要を細かく予測し、電力の余剰地域から足りない地域に回す。地域の電力消費が上がり過ぎれば、地域の各家庭やオフィスの家電や電子機器に消費量を下げよう自動的に指示を出すなどである。家庭の家電製品をネットワークで結び、家族のライフスタイルに応じた木目細かいサービスの提供を実現する。自動的に湯を沸かす、電気機器の自動のスイッチオンオフ、屋上ソーラーパネルによる太陽光発電、蓄電は電気自動車バッテリーに、昼夜の使用状況に応じた発電、蓄電、消費が無駄なくできるというものである。

太陽光発電や風力発電のような再生可能エネルギーを柔軟に電力網に組み込み、スマートシティ計画のエネルギー源供給に利用するシステムである。

7. 交通機関や道路網、移動手段分野

都市部の交通渋滞は、エネルギー浪費やCO2の排出量増加を引起こす。経済的な損失発生の一因である。

わが国の国土交通省は、2002年の交通渋滞による経済損失を年間約12兆円と発表した。環境を考え電気自動車(EV)やハイブリッドカーを使用する。カーシェアリングシステム、トラムなどの公共交通機関の設置もすでに始めている。様々な交通機関の連携が、目的地への効率的な移動を実現する。渋滞を起こさない交通量の制御や流れなど、ICTを利用したネットワーク情報の共有と、ネットワーク化した信号をリアルタイムで制御する、自動制御システムを用いた集中管理システムで効率的な街づくりを進めている。

スウェーデンのストックホルムは、交通渋滞の緩和対策として、道路課金(Road Pricing)を採用した。無線のICタグとカメラを用い特定地点通過時の道路混雑状況に応じた料金を課金する仕組みである。この課金システム採用後、渋滞削減を22%達成したとの報告がある。

8. 医療分野

医療分野のスマートシティ計画は、例えば、予防面では検診のお知らせ、治療や診断面では病院施設の場所、診察や診療の時間や予定、通院のための情報、入院手続きや入院生活、病院食を含める食事、手術、費用、処方箋発行のサービスを提供する。また例えば、長期入院の子供たちが、病院内で学校教育を双方向で受けるe-learningなど教育面のサービスもある。遠い病院まで通院せずに、近隣の保健所や健康センター、区役所や消防署や警察など公的施設で、テレビ電話などを通じて診察を受けたり、医療カウンセリングを受けることができる。医師や看護師、保健師、歯科衛生士、リハビリ指導員、介護士、栄養士など医療従事者が遠隔地にありながら、他の地域の医療機関と連携して専門医などの指導や相談を受けることができる。薬局や薬剤師とも簡単にコミュニケーションをとることができ、薬剤の説明や新薬情報、患者の投薬記録、飲み忘れや飲み間違い、副作用、飲み合わせの悪さなどの説明を聞くことができる。

在宅医療や在宅看護を受ける患者のICT活用による診察ができ、高齢者や一人暮らしの人々の365日24時間の健康の見守りができる。血圧計や体重計、電子カルテ、画像診断機器、血液分析装置、治療機器などの検査結果、測定値や記録データが分析され、ICTの活用で、いつでもどこでも見ることができるからである。

リハビリテーションや介護の面では、日常の生活支援のサービスを受けたり、介護予防教育のプログラムを計画、実行することもできる。

疾病予防から栄養指導、口腔ケアなどの健康増進まで、医科、歯科連携の総合的な医療サービスを受けることができる。高齢化社会の元気な高齢者を健康サポーターとして人材育成し、日常生活や通院、患者と病院や医師間の連絡係や相談員として活用するなど、市民参加の街づくりを可能にする

多くの先進国では少子高齢化社会を迎え、心身の健康を保つための生活インフラをどのように組み立

てるか、社会医療費増加を如何に抑制するか、また高度な医療環境を提供、あるいは、享受のため何をしたらいいか課題となっている。

わが国は無医村や過疎地域の医療施設不足問題や診療水準の地域格差の問題、地方病院の医師や看護師の確保困難、高度医療機器不足などが課題となっている。

ある地方は地域医療ネットワークシステムをすでに構築している。これは ICTを活用し、医療施設で診療情報を共有するなど患者を主体とした医療への取り組みである。地域の病院と中核病院、国民の三人に一人が罹患するといわれるがん拠点病院などが、それぞれ役割を分担し、住民に最適な医療サービスを提供するシステムである。不足している医療人材の補完作用もあり、高度医療機器を効率的に活用できるなどの利点がある。

将来的には電子カルテ情報の共有化で実現は可能である。しかし、個人情報保護法の問題、プライバシー保護の観点からも解決しなければならない課題があり、むしろ患者自身が自己の医療情報記録を携帯し、連携病院間であれば、どこでも医療情報を参照、登録できるシステムが先行するであろう。

診療や通院が困難な高齢者達、身体障害者、家庭の事情などで通院できない人々に対しても、在宅の見守りや救急を知らせるシステム創りなどスマートシティ計画の貢献範囲は広がっている。

また地方公共団体によっては、地域に特有の健康障害の原因を徹底分析し、生活習慣や食習慣の見直しを徹底し、予防医学による長寿社会の実現を果たした所もある。病気になる前に、病気にならない運動は健康保険制度にも貢献している。他に行政、住民、教育、産業界、農業などあらゆる分野と連携しながら、長期に亘る新たな街づくりを推進する事例があり、今後の参考となるであろう。

9. スマートシティ計画に係わる行政

21世紀前半における地球規模の危機の一つである地球温暖化と大規模な気候変動に対する各国、各地域からの早急な取り組みが必要である。課題は、CO₂削減などの個別問題だけではなく、課題を推進していく産官学の横の連携によるダイナミックな構想が必要である。

縦割り行政の弊害は言われて久しいが、中央政府と地方公共団体との連携も必要である。政府は、各地方公共団体が抱え、地方公共団体同士の連携を必要とする社会インフラ整備関連の大規模な事業に対しては、地方分権による権限移譲や予算配分という解決ではなく、もっと地方公共団体に任せる必要がある。3. 11の東日本大震災の経験から復興計画は、地方が主体の街づくりが要となる。地方の人々の声、現場に居なければ拾えない声、現場が本当に望む政治を行う必要がある。地域活性化を目指す経済活動の基盤づくり、地方分権による農林業振興計画、持続型の産業育成、人材育成など、もっと地域に根差し、地方を信頼した街づくりが必要である。

わが国の産官学連携の社会システム創出、社会インフラ構築を目標とするスマートシティ計画は、2008年から始まり、2050年の温室効果ガスの60～80%削減を目指している。内容は (1) I/Uターンの促進と脱温暖化 (2) サプライチェーンの変革 (3) 人材育成 (4) 脱温暖化と地域再生に向けた地域一体となった取り組みである。

10. 個人情報とプライバシー保護

スマートシティ計画は都市インフラ、サービス、家庭内にまでセンサーネットワークを張り巡らせて拡大する。ICTを通じてのコミュニケーションの利便性は明確である。

センサーネットワーク(sensor network)は、センサーネットワークを構成する複数のセンサーが自律分散的に協調し、ネットワーク内部で関知した情報をセンサー間で共有し解析する。従来の監視システム、すなわち、すべてデータを中央に集中し解析を行うメインシステムとは異なる。各々のセンサーが他のセンサーと通信してデータを中継することからマルチホップ無線センサーネットワークとも呼ばれる。

また個々のセンサーは固定位置ではなく、場所の変更や移動があるため、アドホックネットワークという技術を用い、ネットワークに存在するすべての端末の自律的な働きを実現している。ネットワーク構成を判断し、最終的な受信者に届くデータの送信経路を決定する。

利用者は複数のセンサーの情報をセンサーネットワークが処理した最終的な情報を受け取ることができる。センサーには、熱、温度、水、湿度、音、光、磁気、風、振動、圧力、加速度、方角など一般的情報の他、個人の血圧、脈拍、心拍数、血糖値などバイタルサインを測るバイオセンサー、有害な化学物質や希少資源となる物質を検出できる多種多様なセンサーがある。またそれらのセンサーの組合せで更に多くの情報とデータ分析ができる。

センサーネットワークによって、医療、防災、防犯、セキュリティ、環境問題、空調管理、携帯電話による電子マネーでの消費生活の動向、車載コンピュータ(ITS)との連動などがあり、いつでも、どこでも、監視がある、誰かに見られている、生活の一部始終を把握されている感覚がある。見守りの行き過ぎという問題もある。意思に係わらず、一定時間に生活反応が無ければセキュリティ関連への通報がなされ、情報収集が始まる。すべてを見られているというプライバシーの無さに反発を覚えたり、ストレスを感じたりする人々もいるであろう。また医療情報や個人情報も ICTを通じてやり取りしていることに、情報漏洩を心配する人々もいるであろう。利便性と裏腹なこの問題に対する考え方、解決手段もスマートシティ計画と同時進行で手当てを考えていかなければならないであろう。

11. 今後の課題

この論文では先進国の事情を中心に見てきた。3. 11以降、緊急の対応を迫るエネルギー問題が浮上し、スマートシティ計画の推進に拍車を掛けている。業界も技術開発と景気回復を目標に活発な活動をしている。国家の政策や地方公共団体、行政にも働き掛け、大きな産業を産み出そうとしている。ICTを通じたスマートシティ計画は、直面する様々な問題解決に対するひとつの試みである。

しかし、スマートシティ計画は、未来の私たちの社会基盤となる可能性はあるのだろうか。

世界には民族や文化、歴史、言語、慣習、宗教、価値観、ものの考え方などが異なる国々や地域がある。現代社会は、生物多様性や世界各地の人々の多様性を尊重する。そして時間の経過とともに、将来的には開発途上の国々や地域の人々は豊かさや快適さ、便利さを求め、また健康を望み、衛生的な社会基盤の充実を求めるであろう。限りある資源の効率的利用と相互の理解が平和的共存を実現するために必要である。

また人々は原子力発電に限らず、産業の発展に伴う危険も認識している。気候変動や地殻変動など自然界の危険や、食糧問題、環境問題など後発的人為的な行動に起因する危険である。ナノ単位の精密な分析を行う医療機器や薬剤においても危険や事故の発生は例外ではない。安心と安全を実現するため、様々な分野において世界的に画一化や統一化を進めている。世界標準 ISO や各業界の安全規格、条約、各国法などである。スマートシティ実現は、人々の生活の質(QOL)の向上とエネルギー問題や環境問題への対策という長所と、様々な分野での発展の多様性の妨げ、各種変動に脆弱な社会に陥る危険性、少数や弱者を切り捨てる危険性などを比較衡量し、注意深く対処していかなければならない。

地球上のすべての生き物が持続可能な発展を推進するような磐石の備えある社会を目指し、異分野の人々や専門家、地域の人々の意見を取り入れた街づくりが必要である。

参 考 文 献

1. 「スマートシティ・ビジネス入門」望月洋介 日経BPコンサルティング 2012年
2. 「エネルギー新産業創造」経済産業省 資源エネルギー問題庁 省エネルギー問題・新エネルギー

- 一部/新たなエネルギー産業研究会 日経BP 2012年
3. 「スマートシティ総攬 事業・サービス編」日経BP社 2012年
 4. 「自動車メーカーの電動車戦略・将来展望 2012-2013」日経BP社 2012年
 5. 日立評論 Vol.93 No.12 日立評論社 2011年
 6. 京都府 けいはんな学研都市 HP(けいはんな学研都市エコシティ実証プロジェクト)
 7. 北九州市 HP(北九州スマートコミュニティ創造事業 マスタープラン)
 8. 新日鉄住金エンジニアリング HP
 9. 横浜市 HP(横浜スマートシティプロジェクト マスタープラン)
 10. 川崎市 HP
 11. 愛知県豊田市 HP 愛知県豊田市における『家庭・コミュニティ型』低炭素都市構築実証プロジェクト
マスタープラン
 12. 神奈川県 HP
 13. 沖縄県 HP(沖島21世紀夢プラン推進)
 14. 滋賀県近江八幡市 HP
 15. 山形県鶴岡市 HP(住民参加のまちづくり)
 16. JEFエンジニアリング HP スマートシティ関連
 17. 日産自動車 HP スマートシティ関連
 18. 三菱自動車 HP スマートシティ関連
 19. トヨタ自動車 HP スマートシティ関連
 20. 日立製作所 HP スマートシティ関連
 21. 東芝 HP スマートシティ関連
 22. NTT HP スマートシティ関連
 23. NEC HP スマートシティ関連
 24. 富士通 HP スマートシティ関連
 25. パナソニック HP スマートシティ関連
 26. 旭化成 HP スマートシティ関連
 27. オンタリオ州 HP
 28. 三井不動産 HP
 29. 三菱地所 HP
 30. 積水ハウス HP
 31. IDEC((公益財団法人)横浜企業経営支援財団)HP
 32. 三菱マテリアルテクノ(株) HP
 33. 日本テクノ(株) HP
 34. 住友化学(株) HP
 35. NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)HP
 36. 長瀬産業 HP スマートシティ関連
 37. 日本ゼオン HP スマートシティ関連
 38. 旭ガラス HP スマートシティ関連
 39. 帝人 HP スマートシティ関連
 40. 日産化学工業 HP スマートシティ関連
 41. オムロン HP スマートシティ関連
 42. 明電舎 HP スマートシティ関連

43. メルク HP スマートシティ関連
44. MST((財)材料科学技術振興財団) HP
45. 東京ガス HP スマートシティ関連
46. 東京電力 HP スマートシティ関連
47. 中部電力 HP スマートシティ関連
48. 九州電力 HP スマートシティ関連
49. 東北電力 HP スマートシティ関連
50. 関西電力 HP スマートシティ関連

Science and legal mind —the issue of electromagnetic wave—

Shinako MATSUI

Nagaoka University of Tecnology
1603-1 Kamitomioka, Nagaoka, Niigata 940-2188, Japan

Key words :

electromagnetic wave, precautionary principle, science and legal mind

Abstract

In the modern society, science, the technical development is remarkable. There are some issues of low birthrate and aging society, and urbanization, the depopulation advance. People were hygienic and knew the improvement of social infrastructure which could spend convenient comfortable life. We experienced a nuclear power plant accident of 3.11. We must think about the issue of radioactive contamination. I take up the issue of electromagnetic wave. In this article, I consider the association between science and legal mind.

(Received: March 1, 2013 / Accepted: March 15, 2013)

法と科学－電磁波問題－

松井志菜子

長岡技術科学大学

〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1

【要 旨】

現代社会の科学・技術の発展は目覚ましい。少子高齢化社会を迎え、都市化、過疎化が進んでいる。人々は衛生的で、便利で快適な生活を過ごせる社会基盤の充実を知った。電気製品の開発は人々の衛生的な生活を実現した。

3.11の原子力発電所事故により放射能汚染など便利さと引換えの健康影響の不安に直面した。同時に電気の消費生活への再考の機会を与えた。私たちの生活に忍び寄る健康に影響を及ぼす可能性のある電磁波問題を探り上げ、科学と法的思考の関連を考察する。

キーワード：磁界（電磁波）、予防原則、法と科学

1. はじめに

現代社会の科学や技術の発展は目覚ましい。今回の紀要に載せたICTを活用したスマートシティ(Smart City)の構想も、正に科学や技術の発展が社会基盤の充実と活用を可能にした結果、生まれたものである。

少子高齢化社会を迎え、若者は都市に集中し都市化が進んでいる。他方、若者が都市に流出し、取り残された高齢者たちの暮らす村の過疎化が進んでいる。

世帯の構成は核家族化が進み、高齢者や若者の一人暮らしが急増している。出生率は低く、確実に人口は減少している。少ない人口で、高齢化社会を支え、平和で快適な暮らしを実現できる社会を目指している。人々は衛生的で、便利で快適な生活を過ごせる社会基盤の充実を知っている。確かに電気製品や人工的な街づくりの長所は沢山ある。

しかし人間は自然の中で生きていくことを忘れてはいないだろうか。人々は特に先進国の人々は、快適さと居心地の良さばかりを追い求め、自然の秩序や自然の生態系を破壊し、環境汚染を続けてきた。2011年3月11日の東日本大震災による原子力発電所の事故は、改めて人々の生活に電気がどれだけ重要な役割をしていたかの再認識の機会を与えた。そして放射能汚染による健康影響や地球全体の自然環境や生命体に与える影響という課題に直面することになる。

この論文では健康で衛生的、安心、安全な社会や快適な生活の実現を希望する私たちの生活に、目には見えないが密かに忍び寄る健康に影響を及ぼす電磁波問題を探り上げ、科学と法的思考の関連を考察する。

2. 電磁波問題

昨今、多くの人々が携帯電話やスマートフォンを利用している。いつでも、どこでも通話ができ、写真機能、TV機能、インターネット機能が付いている。利用者にとっては持ち運びの簡易な便利な道具である。わからないことや調べたいことは辞書や地図で確認できる通信や情報伝達機能も付いている。

しかしそこから発している電磁波の人体への影響に気づく人は多くない。

電磁波には電波(マイクロ波)や家庭などの電化製品から出る超低周波がある。身近な存在であり、日常生活に必要な機器や電化製品が、私たちの身体に与える影響に関する問題が電磁波問題である。

3. マイクロ波(電磁波)の人体への影響

電磁界(電磁波)が生物に及ぼす作用には、熱作用、刺激作用、非熱作用がある。

例えば、マイクロ波(電磁波)は、携帯電話や電子レンジから発し、ものを温める作用がある。マイクロ波(電磁波)は人体に当たり一部は反射され、一部は人体に吸収される。吸収されたマイクロ波(電磁波)のエネルギーは、人体の中の水分に当たると熱効果がある。熱に変わると全身や人体の一部の体温は上昇する。この体温上昇により起きる生体作用、例えば暖かく感じるなどを熱作用という。携帯電話のマイクロ波(電磁波)は電子レンジからのそれと比べると微弱であり、体温を上昇させる程の熱効果はほとんどない。

携帯電話は耳に当て使用し、頭に密着して使用する。血管が少ない眼球は、熱拡散が難しく、眼球や脳細胞などホットスポット効果による熱の集中も否定できない。ホットスポット効果は、ものの中心に電磁波が集まり熱を発生させる。体温が1~2°C程度上昇すると、人体に大きな影響を与えることは動物実験で検証済みである。アメリカの研究報告には、ウサギの眼にマイクロ波(電磁波)を当て続けると、発熱現象により水晶体が白濁し白内障になるという報告がある。また頭部の中心部を集中的に熱し、遺伝子を傷つけるなど、脳腫瘍を引き起こす原因となるとも言われ、人体組織への影響を否定できない。

携帯電話で使う電波の周波数と熱作用の関係は、刺激作用とは反対に、刺激を感じなくなる100kHz辺りから熱作用の方が大きくなり始め、10MHz以上になると熱作用の方が大きくなる。携帯電話の周波数帯は800MHz帯、1.5GHz帯、2.0GHz帯が主である。電子レンジは電磁波の熱作用を利用した調理機器である。携帯電話のと電子レンジのマイクロ波(電磁波)(例えば2.45GHz)が非常に近い周波数帯(同じマイクロ波)ということも問題になる。電子レンジの中の食物と同じ様に、携帯電話の使用によって脳や眼球も熱作用を受けていると報告が、1996年4月14日のイギリスのサンデー・タイムズ紙記事にある。

電子レンジの出力は500~600Wに対して携帯電話は1000分の1程度のエネルギー0.6~0.8Wである。総務省生体電磁波環境研究推進委員会研究結果によると、携帯電話における熱作用は認められないとあるが、継続的利用における影響は未だ検証されていない。

他方、非熱作用についても電磁波問題があると考えられる研究者もいる。例えば、遺伝子損傷や腫瘍や白血病などのがん発症、頭痛、睡眠や学習に影響するなどである。

4. 超低周波の人体への影響

1969年に発足したWHO(世界保健機関)の付属機関であるIARC(International Agency for Research on Cancer。がんの原因究明や発がんメカニズムに関する研究や、がん抑制の科学的手法開発を行う国際がん研究機関)は、化学物質や放射線、労働行為なども含め、人に対する発がん性の有無などの研究を行い、電磁波に関する発がん性の分類も行っている。送電線や家電製品に関する電磁波(超低周波磁界)の発がん性に関し、2001年6月27日、極低周波磁場を、ヒトに対して発ガン可能性がある2B(Possibly carcinogenic to humans)に分類した。これに先立ち、2001年3月、英国放射線防護局専門家諮問小委員会(AGNIR)が、高圧送電線や家庭電化製品などから発する超低周波が人体へ影響するとの報告をした。これは平均4ミリガウスつまり0.4マイクロテスラ以上の被曝で15歳以下の小児白血病リスクが2倍となると発表するなど、世界各国で行われた研究結果を基にした報告である。電磁波が強いほど、また小さい子ども程、小児がん、白血病になりやすいという報告である。

電磁波に係わる公的機関には1992年に設置した非営利独立専門組織ICNIRP(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection。国際非電離放射線防護委員会)もある。ここは国際放射線防護学会(IRPA)に設置していた非電離放射線担当組織(INIRC)の後を継ぐ組織である。非電離放射線防護に関する問題や人体への有害な健康影響の防護を目的として、非電離放射線関連の生物影響の調査、曝露限度に関する国際指針の作成、電磁界(電磁波)曝露を制限するためのガイドラインを制定している。1998年、ICNIRPガイドライン(初版)を定めた。電磁波(低周波の電磁界)に関しては、2010年、最新の科学的知見を反映し改訂した。わが国は、この改訂版ガイドラインに基づき電力設備の磁界規制を制定している(※)。

※2010年、時間変化する電界および磁界への曝露制限に関するガイドライン(1Hzから100kHzまで)は、1998年に公表したガイドライン(300GHzまで)のうち1Hz～100kHzの部分で最新の科学的知見に基づき見直したものである。ガイドライン要約とその科学的背景を述べた2010年版のファクトシート(Fact Sheet)「時間変化する電界および磁界(1Hz～100kHz)への曝露制限に関するガイドラインについて」は、1998年版と短期的影響に関する確立した証拠に基づく点是不変であるが、商用周波(50Hz、60Hz)の磁界制限値を、最新の科学的知見を反映し、1998年公表の100 μ T(50Hz)および83.3 μ T(60Hz)から、200 μ T(50Hz、60Hz)に変更した。長期的影響の可能性に関しては、磁界と小児白血病の因果関係や長期的影響は未確立のためガイドラインの根拠とならない旨の記載がある。

5. わが国の電磁波問題対策

高レベル磁界への短期的曝露により生じる健康影響の対応に関するわが国の政策的な対応は以下の通りである。

経済産業省が原子力安全・保安院が電力設備から発生する磁界に関する規制のあり方を検討するため、2007年度に原子力安全・保安部会電力安全小委員会に、電気・電磁波分野及び医学・生物学分野の専門家、電気事業連合会、消費者代表及びマスメディア等12名の委員で構成する電力設備電磁界対策ワーキンググループを設置し、磁界規制のあり方についての検討を行った(※電力設備電磁界対策ワーキンググループ報告書は経済産業省HP参照)。

平成10年、原子力安全・保安院は、ICNIRP(国際非電離放射線防護委員会)が定める一般人への曝露ガイドライン制限値を基準値として採用し、関連諸規定の整備、改正を行った。これは平成23年10月に規制を実施した。但し、規制値に関しては、平成22年最新の科学的知見に基づき改訂したICNIRPガイドライン値200 μ Tを採用した。また低レベル磁界による長期的健康影響の可能性に係る対応に関しては、磁界曝露と健康影響との関係が不明確であり、今後も産学官協力の研究推進を継続する方針を採用した。

また中立的立場の電磁界情報センターを常設する。これは一般市民の不安や疑問に応え、信頼を築く対話、すなわち、リスクコミュニケーション(risk communication)の必要性を提言したものである。特に、幼稚園、保育所、小学校など子どもの集合する場所、電磁界の健康影響に強い不安を抱く住民が住む地域のリスクコミュニケーション活動の重要性を説いた。

更に企業(電気事業者)は、このような地域の近隣に電力設備を新たに設置する場合、磁界低減に科学的根拠の証明は不確かではあるが、近隣住民の心配や不安、疑問を考慮し、住民との合意形成に努力を払うべきである。

同時に企業(事業者)に対しても、電磁波を発生させる施設の建設計画がある場合、建設予定地周辺の住民に対する情報開示に努力すべきである。また従来のように一般建造物と同様の建築基準法他の規制による手続だけではなく、住民が建設反対などの異議申立てを行う手続を制定する必要がある。情報開示や手続保障は重要である。

わが国の磁界低減対策は、海外でも行っている高鉄塔化を実施し、電力設備から発生する磁界は低レベル化実現を目指している。今後の新たな設備設置の際も引き続き、企業(電気事業者)の取組みを継続すべきことを提言している。

※昭和 51 年、平成 23 年の電力設備における電磁界の規制に関しては、電気設備に関する技術基準を定める省令が、電界の規制値 3kV/m(キロボルト/メートル、対象:架空送電線)、磁界の規制値 200 μ T(マイクロテスラ、対象:変電所、開閉所、架空・地中送電線、架空・地中配電線)と規制値を定めている(省令 27 条、27 条の 2)。なお、磁界の規制値に関しては、平成 22 年改訂の ICNIRP ガイドラインの制限値を適用している。また、平成 20 年、電力設備電磁界対策ワーキンググループ報告書は、磁界の健康影響については次の様に述べている。1.高レベルの磁界による短期的な健康影響の可能性に関しては、100 μ Tより高レベルの磁界暴露が人の神経や筋肉を刺激し、中枢神経系の神経細胞の興奮性を変化させる科学的証明が存在する。2.低レベルの磁界による長期的な健康影響の可能性に関しては、疫学研究で磁界曝露と小児白血病のリスク増加との関連を示す限定的証拠は存在するが、疫学研究の問題点や実験的証拠の欠如から因果関係を認めていない。また、WHO(世界保健機関)の電界に関する健康上の論点はないとの報告から磁界を検討の対象としている。

6. 電磁波裁判

電磁波関連の裁判には、徳島事件(平成 8 年福岡高裁)、沼山津事件(平成 9 年から平成 21 年最高裁上告却下)、御領事件(平成 10 年から平成 22 年福岡高裁)、長野事件(平成 11 年から平成 12 年長野地裁)、三瀨(みずままち)事件(平成 14 年から平成 21 年福岡高裁、平成 22 年上告棄却)、楡木事件(平成 14 年から平成 21 年福岡高裁)、福島事件(平成 14 年福島地裁)、春木事件(平成 14 年から平成 15 年大分地裁)、福井事件(平成 16 年福井地裁)、荘園事件(平成 17 年から平成 22 年福岡高裁)、霧島事件(平成 18 年から平成 22 年福岡高裁宮崎支部)、定山溪事件(平成 18 年から平成 21 年札幌高裁)、真駒内事件(平成 18 年から平成 22 年札幌地裁)、延岡事件(平成 19 年から平成 24 年)など全国各地である。現在係争中の事案も沢山ある。

電磁波による健康影響が裁判上の紛争事案は平成に入り全国各地で起きている。平成 8 年の徳島事件は、企業(事業者)が携帯電話中継基地建設工事妨害禁止仮処分申請をして住民を訴えた事件である。平成 9 年に始まる沼山津事件を初め、結審 15 年以上を要した事件もある。

沼山津事件は、携帯電話会社が、熊本市御領と同市沼山津に建設した無線中継塔をめぐる、電磁波による健康影響や高さ 40 メートルの中継塔倒壊の恐れのため両地区住民が企業(事業者)に中継塔撤去を求めた事案である。この沼山津事件(携帯電話中継塔訴訟)における熊本地裁判決は、中継塔撤去請求棄却、健康影響の証拠はないと判示した。判決は、中継塔から出る電磁波(高周波)に関しては、国が定めた防護基準値、すなわち、電磁波防護の規制値として ICNIRP ガイドライン及びこれと基本的に共通する法基準値(防護指針値)は不当とは言えない。基地局が発する電磁波は、その法基準値を十分下回り、発がんなど健康影響を生じる具体的な証拠がなく危険性を認めることができない、とした。理由は沼山津控訴審における福岡高裁は、電磁波による健康影響に関しては、現時点で人体に悪影響を起こすという科学的知見を得ているとまではいえないとし、一審の熊本地裁判決を支持、住民側の控訴を棄却した。

御領事件は、平成 21 年 9 月 14 日に福岡高裁で棄却判決。最高裁に上告したが、平成 22 年 3 月 23 日に上告却下。

長野事件(平成 11 年から平成 12 年長野地裁)は、移動通信網企業(事業者)が長野県須坂市に計画する携帯電話電波塔無線基地建設をめぐる、予定地共有の建設反対派住民が土地賃貸契約無効を理由に、企業(事業者)の共有地立入り禁止を求めた訴訟である。長野地裁は住民側の請求を棄却した。

三瀨控訴審判決(平成 14 年から平成 21 年福岡高裁)は、企業(携帯電話中継塔建設事業者)の 40

メートルの携帯電話中継塔建設工事強行に対し、住民が抗議行動をとった事案である。建設企業(事業者)は、建設反対派住民の反対運動による工事妨害禁止仮処分命令申立を福岡地方裁判所久留米支部に行ない、仮処分の決定があった。更に、住民側が建設中止仮処分を裁判所に申請したが、地裁の判決は電磁波について、わが国の電波防護指針や国際研究機関の研究結果などに照らし、具体的危険性があるとは認めがたい、として住民側の訴えを棄却した。

楡木事件は、携帯電話中継基地局が発する電磁波は人体に悪影響を及ぼすとして、熊本市楡木地区住民が企業(事業者)に対し操業差止請求した事案である。熊本地裁は住民(原告側)の請求を棄却した。原告は海外を含めた科学的知見の資料を基に電磁波の危険性を主張した。判決は、携帯電話基地局や携帯電話が発する電磁波による健康被害の恐れを指摘する知見の信憑性を一概に否定することはできないとしても、現時点でこれらの知見をもって、直ちに本件基地局を含めた携帯電話基地局から放出する電磁波により健康被害を生じ骨髄性白血病の具体的な危険があるとまでは認め難い、と判示した。また地震による中継塔倒壊の危険性に関しては、法令の基準値を上回る設計であり、具体的に危険と認める証拠はない……なお原告は電磁波が人体へ悪影響を与えることにつき科学的にある程度証明があることを主張立証すれば、本件基地局から放出する電磁波が原告ら周辺住民の生命、身体の安全等に被害を与える蓋然性が高いことの主張立証を尽くしたことになる」と解すべきと主張するが、これは独自の見解であり、採用できない。従って原告らの主張は理由がない、として原告側の訴えを退けた。楡木事件は平成 21 年、福岡高裁で棄却、上告せずに住民敗訴が確定した。

霧島事件の鹿児島地裁は、電磁波問題に関し、原告所有地付近において本件鉄塔設備から出る電波強度は、同設備を最大限利用した場合でも電波防護指針値を大幅に下回ることが明白である、として原告住民の請求を斥けた。裁判に提出した国内外の論文には被告に有利な資料、例えば電波防護指針値を超えない携帯電話の電波は健康に影響しない旨の公的機関の資料を含み採用し難い、と判示した。

荘園事件は、別府市荘園町に建設の携帯電話基地局に関し、周辺住民が電磁波により将来、健康被害を発生する恐れがあるとして、予防原則違反を主張し、操業差止請求した事案である。大分地裁は健康被害を発生する高度の蓋然性は認められない、として住民の請求を棄却した。平成 22 年、福岡高裁は、当該事業は安全であるという一応の推定が働き、差止めには控訴人(住民側)が本件基地局から放射する電磁波による控訴人の健康被害が生じるおそれの高度の蓋然性の存在を立証する必要がある、と判示した。

春木事件は、大分県別府市春木に次世代携帯電話中継基地局建設計画に対する反対周辺住民、これには建設予定地の半径 500 メートル以内には居住し、通園する別府市春木の 16 歳以下の子ども達 28 名を含むが、大分地裁に電磁波の脳への影響は年少者ほど大きく、小児白血病の危険もあるとして、建設と操業の差止を請求した事案である。判決は、現時点での電磁波の一般的危険性が解明されず、住民側が不安感を抱くことに理解を示しつつ、立証責任転換や予防原則適用を認めなかった。

延岡事件は、企業(事業者)の携帯電話基地局からの電波で耳鳴り、頭痛、肩こり、鼻血などの健康被害を実際に受けたとして、宮崎地裁延岡支部に、延岡市大買町の住民が基地局操業差止、撤去を請求した事案である。判決は身体症状の存在は認めた。しかし、因果関係は認定せず、それらの身体症状は、電磁波に晒され健康影響を恐れる結果のストレス反応、精神医学的条件による不安感からの愁訴(症状)出現の可能性が高いとした。住民には反対運動を通じ、電磁波の危険性に関する情報や電磁波による健康影響への不安を意識し、企業(事業者)の対応への不満も加わり、電磁界(電磁波)とは無関係の持病や症状を明確に意識、健康被害への意識を主観的に増幅した者も含む可能性を示唆した。2011 年 12 月、COST(欧州科学技術研究協力機構※)は、電磁波過敏症の人の不健康状態は、電磁界(電磁波)曝露の不安が症状出現の引金となり、曝露が症状を引起こすことの心配が症状を過敏に感じる傾向を指摘している。また、WHO(世界保健機関)の長期的電磁波の曝露による人体への健康影響に関する研究報告は、長期的携帯電話の頻繁使用者の神経膠腫や聴神経鞘腫リスク増加など限定的であり、この分野に関しては研究途上である。携帯電話基地局からの放射電磁波が、原告が訴える症状を引起こすことが原告主張の研究論文や調査報告が裏付けているとはいいがたい。裁判所は、基地局の電磁波と原告の健康被害、医師の問診診断書を医学的根拠とする因果関係の主張に関し、医学的科学的観点からの立証不十分として請求を棄却した。そして住民は、過去の公害事件を教訓として、将来的に人に対し重大かつ回避困難な被害を予測可能な場合には、健康影響に関する科学的医学的な相当な根拠を示せば、科学的メカニズムの解明がなくても、裁判所は予防原則による差止請求を認めるべきと主張した。しかし、裁判所は立法がない現時点では予防原則を差止請求の裁判上の判断基準として採用することは

できない、とした。

福井事件は、福井市久喜津町に企業(事業者)の携帯電話用無線基地局(電波塔＝高さ約40メートル)建設計画に対し、反対周辺住民が建設予定地に近づくことや工事妨害禁止の仮処分を福井地裁に申し立てた事案である。平成16年、福井地裁は、携帯電波塔の建設妨害禁止の仮処分を反対住民に命じた。

福島事件(平成14年から平成15年福島地裁)は、郡山の企業(事業者)の無線局建設に反対する住民が、無線局開局免許交付する総務省東北総合通信局に対し、免許の不交付と企業(事業者)への工事即時中止と住民との話合いの指導を求めた事案である。結果は住民活動の行為を妨害行為とし、妨害行為禁止を決定し、強制執行を実施した。

定山溪事件は、平成20年札幌地裁の事案で、企業(事業者)が札幌市のマンションに携帯電話基地局設置に関し、マンション管理組合の多数決で決める問題ではなく、マンション住民全員の同意が必要であるとし、企業(事業者)が敗訴した事案である。経緯は平成17年、企業(事業者)とマンション管理組合が携帯電話基地局を屋上に設置する賃貸契約を締結した。平成18年、基地局建設反対住民が臨時総会を要求し、建設反対を可決、契約白紙撤回を採択後、企業(事業者)と契約白紙撤回と賃料返還を提案する交渉を始めた。基地局設置工事は一時中断したが、企業(事業者)は平成18年工事妨害禁止を求め管理組合を訴えた。平成20年の札幌地裁判決は、本契約は、建物を目的とした賃貸契約であり、かつ、その期間も10年に及ぶから、原則として、区分所有者全員でこれを行なう必要があるが、本件ではそれを満たしていない。区分所有者全員の賛成が必要である、とした。

この裁判は、住民は電磁波健康影響を争点とせず、契約の効力を争点にして臨んだ事案である。判決は、電磁波による人体への影響が科学的な裏付があるか否かは別として、それを問題視して本件設備等の設置に反対する人間が一定数存在することは明らかであり、この観点からして、本件設備等の存在が、各区分所有者建物の市場価格に影響を与える可能性も否定できない、とした。平成20年6月13日、企業(事業者)は控訴した。札幌高裁は札幌地裁判決を取消し、管理組合に工事妨害の禁止を命じた。住民は上告したが、平成22年、最高裁は上告審として受理せず、住民敗訴となった。

真駒内事件は、平成15年、真駒内マンションに企業(事業者)が基地局を建設したが、電波による頭痛、めまい、吐き気などの体調不良が発生し、平成18年、契約解除を求め提訴した。平成22年、札幌地裁判決があり、住民側の敗訴。住民は控訴。平成21年9月、札幌高裁判決。1審判決を踏襲した内容で、住民側は敗訴。上告したが、平成23年3月、上告棄却。

7. 外国の状況

アメリカ合衆国、イギリス、ドイツ、イタリアなど海外でも、企業(事業者)の携帯電話使用や無線中継塔建設や携帯電話基地局建設を巡る電磁界(電磁波)による健康影響を訴える訴訟が起きている。多くは電磁界(電磁波)と健康影響の因果関係を認めずに、企業(事業者)が勝訴している。

しかし、中には電磁波の職業的な曝露と健康影響との因果関係を認めた初の裁判例もある。イタリア最高裁(Corte di Cassazione)において、平成14年までの12年間、一日5～6時間使用の携帯電話使用が脳腫瘍の発症につながったと労災を認定した判決もある。長年に亘る携帯電話使用と脳腫瘍発症の因果関係を示したスウェーデンの学者ら(Pudua 大学生物学者 A. Levis 教授や脳外科医 J. Grasso 医師)の研究結果の信頼性が高いとして、携帯電話の使用が腫瘍の少なくとも原因の一つと言えると認定した。この事案は第一審労働裁判所で原告敗訴。平成21年12月、控訴審(Court of Appeal of Brescia in Italy)は勝訴の事案である。

スイスは規制値強化を行い、企業(事業者)は携帯電話中継基地局建設の際、公的機関に中継基地局の仕様や複数地点の電磁波強度計算などの書類の提出を義務付けている。また住民に看板等で設置の周知を徹底するなど情報開示と手続保障を実現している。また、中継基地局建設の際、建設予定地周辺住民は異議申立、不服審査、行政訴訟などの手続を保障している。企業(事業者)は公的機関への提出書類を保管し、住民の閲覧を可能にしている。固定施設だけでなく、携帯電話、電化製品等、電磁界(電磁波)発生製品に関してもインターネットを通じて注意を促している。

イタリアは学校や病院などの場所における基準強化対策を採る。スウェーデンは人権保障の観点から電磁波過敏症の人々と定期的な情報交換を行うなど対策を講じている。

情報開示と手続保障は、住民の意思決定に重要である。わが国も、政策的に、一般市民の関心を高めるため、情報開示を行う必要がある。電磁波過敏症患者が不安を感じる携帯基地局等の電磁波発生源設置の情報公開制度を設け、運用規制なども発信することで、安心して暮らせる環境整備に取り組ま

なければならない。電磁波過敏症発症者に対する医療機関の診断は精神的な疾患とされることもある。適切な治療を受けることができるよう、電磁波過敏症に関する実態調査、発症メカニズム、予防、治療、対策を行うための研究に着手すべきである。

ロシア、ポーランド、ブルガリア、ベルギー、ギリシャ、中国等はわが国よりも厳しい規制値を採用している。2008年、リヒテンシュタイン環境保護法は厳しい基準を定めた。

※2011年12月15日、COSTのHPに電磁過敏症に関するファクトシートを公表した。Action BM0704:新興のEMF技術と健康リスク管理(COST BM0704:Emerging EMF-Technologies and Health Risk Management)

8. 電磁波問題対策

裁判は個別である。電磁波問題は被害者からの健康被害に対する解決として企業(事業者)の行動に対して一時停止を要求している。

生命体である人間をはじめ、地球上の生物の生命科学を解き明かすことは難しい。科学の分野は多様であり、健康被害の因果関係を解き明かすことが本当にできるのか疑問である。原因物質となる分子構造、物理、化学反応の再現性、全個体で異なる遺伝子の働き、環境に影響を受ける生体反応、社会の文明、衛生環境、食生活、生活習慣、嗜好も異なる。時間的なタイミングが少しずれれば、異なる反応が現れる。生体反応や環境汚染などは様々な要素が複合的に絡み合う。影響し合う作用を究明することは時間も費用も掛かる。

3. 11の原発事故による放射能汚染、動植物すべての生物に係わる健康影響は、先手先手で政策的にも、法的にも健康影響、環境汚染が拡大しないように事前の予防措置をとるべきであろう。

今後、調査委員会や政策提言を行う委員構成は、利害関係者の一方だけに偏らず、第三者的立場の人々や機関、中立的な研究機関や専門の学者、一般市民など、バランスのよい構成にする必要がある。

参 考 文 献

1. 「入門医療政策」真野敏樹 中公文庫 2012年
2. 「医学と仮説－原因と科学の結果を考える」津田敏秀 岩波書店 2012年
3. 「医療統計を学ぶ」佐藤俊哉 岩波書店 2012年
4. 「携帯電話でガンになる!？」電磁波問題市民研究会 緑風出版 2012年
5. 「本当に怖い電磁波の話(身を守るにはどうする?)」植田武智、加藤やすこ 金曜日 2012年
6. 「疫学と人類学」James A. Trostle著、木原正博 木原雅子訳 メディカルサイエンスインターナショナル 2012年
7. 「シグナル伝達」B.D. Gomperts, I.J.M. Kramer, P.E.R. Tatham著 上代淑人 佐藤孝哉監訳 2012年
メディカルサイエンスインターナショナル
8. 「現代法理学」田中成明 有斐閣 2011年
9. 「医科学研究の自由と規制」青木清、町野朔共編 上智大学出版 2011年
10. 「携帯電話電磁波の人体影響」矢部武 集英社新書 2010年
11. 「携帯電磁波の健康影響」矢部武 集英社新書 2010年
12. 「環境」2010年、安孫子誠男、水島治郎編著「労働－公共性と労働－福祉ネクサス」倉坂秀史編著 2010年
13. 「電磁波の何が問題か」大久保貞利 緑風出版 2010年
14. 「あぶない!あなたのそばの携帯基地局」黒藪哲哉 荷電社 2010年
15. 「見えない汚染“電磁波”から身を守る」古庄弘枝 講談社プラスアルファ新書 2010年
16. 「見えない汚染「電磁波」から身を守る」古庄弘枝 講談社 2010年
17. 「やっぱりあぶない!IH調理器」船瀬俊介 三五館 2010年
18. 「電磁波から家族を守る」加藤やすこ 企業組合ジャーナル 2009年「持続可能な福祉社会へ:公共性の視座から」第1巻～第3巻 勁草書房「コミュニティー公共性・コモンズ・コミュニタリアリズム」広井良典、小林正弥編著 2009年
19. 「トランス・サイエンスの時代」小林傳司 NTT出版 2007年
20. 「放射線医学 ー生体と放射線・電磁波・超音波ー」宮越順二他共著 学会出版センター 2007年

21. 「暮らしの中の電磁波測定」電磁波問題市民研究会 緑風出版 2006年
22. 「電磁場生命科学」宮越順二 京都大学学術出版会 2005年
23. 「科学技術社会論の技法」藤垣裕子 東京大学出版会 2005年
24. 「電磁波過敏症」大久保貞利 緑風出版 2005年
25. 「低周波音 心理の種々相－科学技術批判の社会学－」朝倉恵俊 日本図書刊行会 2005年
26. 「電磁波シンドローム」クヌート・ジーファース 狩野博美訳 人間と歴史社 2004年
27. 「生命の政治学－福祉国家・エコロジー・生命倫理－」広井良典 岩波書店 2003年
28. 「誰でもわかる電磁波問題」大久保貞利 緑風出版 2002年
29. 「電磁場からどう身を守るか」エレン・シュガーマン 天笠啓祐他訳 緑風出版 2000年

Scientific proof and the role of the trial electromagnetic—field trial—

Shinako MATSUI

Nagaoka University of Tecnology
1603-1 Kamitomioka, Nagaoka, Niigata 940-2188, Japan

Key Words :

scientific proof, the role of the trial, conversion of burden of proof

Abstract

The electricity is social infrastructure. There might be the side effect to the body by the electromagnetic field (electromagnetic wave).

It is difficult for the citizen to get the win at a trial.

Because a citizen must prove the causation caused by an electromagnetic field (electromagnetic wave) scientifically.

In this report, I will study on and the role of the trial.

(Received: March 1, 2013 / Accepted: March 15, 2013)

科学的証明と司法の役割－電磁界裁判－

松井志菜子

長岡技術科学大学

〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1

【要 旨】

現代社会の生活基盤となった通信手段。そこから発する電磁界(電磁波)による健康影響は、多くの裁判例がありながら、健康被害を訴える一般市民を救済できないでいる。科学的な証明が不明確であるからである。かつて公害裁判でも多くの人々の苦闘の歴史があった。公共のための個の犠牲をどのように捉えるか。製造物の欠陥による事案を契機に製造物責任法には証明責任の転換を採用した。医療過誤事件や電磁界(電磁波)事件についても立証責任(証明責任)転換を取り入れる検討が必要である。科学的証明と司法の役割について考察する。

キーワード： 科学的証明、司法の役割、立証責任(証明責任)転換

1. はじめに

私たちの日常生活は電気機器に囲まれ電気の恩恵を受けている。IH調理器や電子レンジ、携帯電話やスマートフォン、医療現場におけるMRI、街の高圧線や送配電線、鉄道や新幹線などの公共交通機関を利用している。現代社会の生活基盤ともいえる電気機器は高周波電磁場、中間周波数帯電磁場を持ち、そこから発する電磁界(電磁波)による健康影響が問題となっている。国内外を問わず多くの裁判例があるが、健康影響を訴える一般市民の救済をできないでいる。なぜならば科学的な証明が困難であり、因果関係の証明がむずかしいからである。健康被害を訴える人々からの電磁場環境における健康影響のメカニズム解明、科学的な立証は社会的要請となっている。

かつて公害裁判でも多くの人々の長い苦闘の歴史があった。公共の福祉と個人の尊重をどのように捉えるか。多数の利益と個の利益をどのように調整していくのか。

健康影響は、個人の体質によっても異なる。生活環境や文化、習慣、風土、食生活、医療環境、様々な要因が複雑に絡み合い、病気を発症する。私たちは、既に環境汚染、大気汚染、海洋汚染、土壌汚染といった大きな地球規模による公害を経験している。長期に亘り、誰にでもゆっくりと忍び寄り健康影響の可能性を見過ごす訳にはいかない。

人々は、快適さや便利さには必ず落とし穴があることを、3. 11の原発事故で再認識した。科学の発展は著しいが、安全の裏側にある危険の存在を忘れてはいけない。

この論文では、昨今の裁判の証明に使われる科学的証明は何か。科学的証明と人が人を裁く司法の役割を考察する。

2. 科学的予防原則と法的思考

電磁波事案の裁判では予防原則をどう理解すべきかが問題となった。判決から推測すると、健康影響を不安に思う住民が主張する予防原則の概念、あるいは、科学技術研究者による実験や調査研究のデータに基づき導き出した予防原則の思考は、法的思考、法的意思決定を行う裁判官に馴染まないということである。

裁判は個別の訴訟であり、判決の効力は裁判の当事者にしか及ばないのが原則である。例えば、公害事案のように同じ地域に住み、同じような健康被害を多数の住民が受けたとしても、判決の効力は原告にしか及ばない。但し、多くの公害訴訟や薬害訴訟等では疫学的に被害状況を調査し、因果関係を認定し、原告になっていなくても企業側に損害賠償責任を取らせる特別措置もある。

裁判は、訴える側の原告と訴えられる側の被告の主張を、裁判官が公正、中立な立場でお互いの言い分を聴き、心証を形成していく。裁判官の判断は一人一人が独立し誰からも束縛されない。裁判官が不明に思う点や疑問点は納得するまで、とことん調査し、あるいは、専門性を要する知識が必要なときには、鑑定書など専門家の意見を聴きくこともあるし、科学的なデータを要求することもある。証拠や証人に裏打ちされたものだけを採用し判断をする。

裁判に係わる人々は、原告と被告という当事者、本人訴訟でなければ、それぞれにつく弁護士、裁判官である。原告や被告を支える存在もある。被害を訴える一般市民が原告であれば、原告側には支援団体や科学技術の研究者たちが存在することもある。電磁波を発する企業(事業者)側などにも科学技術の研究者たちが存在する。支援団体や科学技術の研究者たちは国内外を問わない。

司法判断は、当事者の訴えと同時に、公的な行政機関の政策的な取り組みや政治的経済的な経済産業発展の将来的な視野、健康影響事案は厚生労働省関連の施策や医薬関連の法律、外交や国際関係

など、海外の事情などを総合的に斟酌する。

司法判断の勘案材料は幾多に及ぶが、裁判所の判決は法に則り行われる。万一、法に基づく判断が現状の健康影響の解決にそぐわない場合、重篤な健康影響を救済することができない場合には、裁判所は憲法第 81 条に基づき違憲審査権を発動し、現在ある法律を憲法違反とすることができる。違憲判決が確定した法律は立法府による削除手続きに移行する。違憲判決は下級裁判所でも出せるが、多くの違憲判決は最高裁判所の 15 人の裁判官全員で構成する大法廷における審理となる。従って、下級裁判所が成文法から削除手続き前の違憲判決の出た法律に則り、判決を出したとしても、控訴、上告の結果、最高裁判所判決の際には、違憲判決が出ることになる。判決の拠り所となる法の効力は無くなっている。更に、依るべき法が無い場合、現状にふさわしい新たな立法を行う必要がある。この作業は司法権ではなく、立法権を有する国会において立法措置を施す。

3. 予防原則

わが国に予防原則の考え方を採用した実定法がある。1979 年改正の薬事法第 69 条の 2(現第 69 条の 3 平成 17 年 7 月 26 日改正)にある緊急命令の規定(※)である。

当時の厚生省(現厚生労働省)薬務局は、ある時点において、医薬品等に関する情報や知見の集積から、医薬品の安全性に疑問があることが相当の根拠をもって判明した場合、直ちに、学問的評価が最終的に確定するまで、販売一時停止等の現状凍結を図ることが、危害発生、又は、拡大防止に不可欠との認識に立った。この安全性の疑問に対する立証程度は相当の根拠で足り、学問的評価が最終的に確定するまで現状凍結の必要性が薬事法改正の立法主旨である。

3. 11 の原発事故による放射能汚染、動植物すべての生き物に係わる健康影響は、政策的にも、法的にも健康影響、環境汚染が拡大しないように事前の予防措置をとるべきである。

企業(事業者)は当然、健康影響の発生を最小限度に留める努力を行わなければならない。住民に健康影響の回避可能性がなく、企業(事業者)の操業差止や停止の外に健康影響発生防止策がない場合には、予防原則を採用すべきであろう。

※緊急命令 薬事法第 69 条の 3: 厚生労働大臣は、医薬品、医薬部外品、化粧品又は医療機器による保健衛生上の危害の発生又は拡大を防止するため必要があると認めるときは、医薬品、医薬部外品、化粧品若しくは医療機器の製造販売業者、製造業者若しくは販売業者、第 14 条の 11 第 1 項の登録を受けた者、医療機器の賃貸業者若しくは修理業者、第 18 条第 3 項、第 68 条の 9 第 6 項若しくは第 77 条の 5 第 4 項の委託を受けた者又は薬局開設者に対して、医薬品、医薬部外品、化粧品若しくは医療機器の販売若しくは授与又は医療機器の賃貸若しくは修理を一時停止することその他保健衛生上の危害の発生又は拡大を防止するための応急の措置を採るべきことを命ずることができる。

4. 電磁波裁判の問題点

電磁波事案において、住民が援用する予防原則の考え方、すなわち、被害拡大防止と被害回復遅延回避のための事前予防の必要性を説く考え方は、工業化、産業化の急速な発展の中で起きた多くの公害事件、環境汚染、薬害訴訟などの影響がある。そこには科学的証明の不確実な状況と現代社会の司法関係者以外を巻き込んだ裁判の特徴がある。

電磁波事案の裁判の当事者は、多くが一般住民である健康影響を訴える側と企業(事業者)である。

被害を訴える側は、科学や技術の専門知識も乏しく、その実験や証明方法がわからない。健康被害が出てから法廷で闘うまでに、原因と結果の因果関係の存在の証明をしなければならない。健康影響を危惧する住民は、電磁波(マイクロ波)による健康影響の発生の可能性は、数字上の確率を参考とすることで、科学的に相当の根拠を立証したと主張し、人格権に基づき、企業(事業者)の基地局等の建設や操業差止を求めている。企業(事業者)側の操業差止や停止などの差止請求の要件として、侵害のおそれの判断に予防原則を採用すべきであると主張する。そして企業(事業者)側が自ら安全性を立証すること、企業側が被害発生を最小限度に留める努力を行うこと、企業側の有する科学的証明の情報公開を要求している。電磁界(電磁波)を発する基地局に関する計画書や運転計画も入手できない被害を訴える側に、電磁界(電磁波)と健康影響との因果関係の科学的証明を課すことはむずかしい。

電磁波問題において被害を訴える側は、更に厳格な受忍限度を自らに課している。例えば、差止請求の対象となる健康影響の範囲を症状の重篤さや事後的回復困難などに限定し、被害を訴える側に回避可能性がなく、企業(事業者)側の操業差止や停止以外に被害発生防止策がない場合には予防原則を採用すべきである、と。

裁判所の判断は健康影響を生じる可能性はあるが、裁判事例にある高度の蓋然性を認める場合においても健康影響を生じない可能性もある、として被害を訴える側の主張を斥けている。予防原則に依拠する差止請求は、企業(事業者)に対する財産権を制限措置した後に、健康影響を生じない場合があり、むしろ立法政策の問題である、とする。

しかし、発生頻度は訴訟において決定的な要件であろうか。

健康影響の程度や時期は個々人で異なる。水俣病やイタイイタイ病、森永ヒ素ミルク事件、スモン病、薬害エイズ問題、光化学スモッグ問題、大気汚染問題など、公害問題、環境汚染問題に関する紛争も同様であるが、健康影響は同じ環境に生活をし、同じ食物を食べ、同様な嗜好や習慣を持っていても、地域の住民全員に必ずしも同じ症状や被害が出るとは限らない。

被害者が多数存在し、被害状況が重篤で事後的回復が深刻になるまで問題にしないのだろうか。

弱者である一般市民と資金力や政治力を有する企業(事業者)の闘いに、司法は、少数の人や弱者救済の視点を忘れてはならない。科学的に、原因と結果の因果関係、相当因果関係の存在が確認できるまで個別事案の救済を先に延ばし、司法判断を回避するのは適当ではないだろう。法は市民にとって最後の砦である。たとえ健康影響の訴えが少数であっても、少数の声を拾いあげ、その後の施策や政策的な問題は、立法機関や行政機関に委ねるのが本来の司法のあり方ではないか。確率や科学的証明では救済できない住民の不条理に対する訴えに耳を傾けるべきではないか。

健康被害を立証する、また健康被害発生のおそれを科学的に相当の根拠で示すとは一体何を示せばよいのだろうか。

科学的証明の役割と司法の役割が問われている。

5. 科学的証明と立証責任(証明責任)転換

科学的なデータは確かに有用である。なぜならば調査対象の選定方法が適正か、実験の方法は正しいか、科学的な実験結果と一致するか、再現できるか、多くの異なる科学者による実験データ結果と整合性があるかなどを検証するからである。

裁判の証拠としても確固たる証拠となり、また立証の材料となる。目に見える数値や確率、原因と結果の因果関係の存在を明確に提示するからである。しかし、科学的証明はあくまでも手段、証拠の一つであ

る。

生命体である人間をはじめ、地球上の生物の生命科学を解き明かすことは難しい。科学の分野は多様であり、健康影響の因果関係を解き明かすことが本当にできるのか疑問である。原因物質となる分子構造、物理、化学反応の再現性、全個体で異なる遺伝子の働き、環境に影響を受ける生体反応、社会の文明、衛生環境、風土、気候も様々であり、食生活、生活習慣、嗜好も異なる。時間的なタイミングが少しずれば、異なる反応が現れる。生体反応や環境汚染などは様々な要素が複合的に絡み合う。影響し合う作用を究明することは時間も費用も掛かる。

裁判の当事者は個人と企業(事業者)である。立証責任(証明責任)の衡平な分配の観点から、積極的に予防原則を採用すべきではないか。また企業(事業者)に立証責任(証明責任)転換する必要性を議論すべきである。すなわち企業(事業者)に対して、電磁界(電磁波)と健康影響に因果関係が無いことの科学的証明、電磁界(電磁波)の健康影響の安全性の立証責任(証明責任)を転換することで、住民と企業(事業者)という力関係の衡平を保つべきではないか。

科学的根拠の確かさとは何か。科学的証明の確実性を問うている。

6. 健康影響に関する研究

健康影響に関する研究には疫学研究や生物学的研究などがある。疫学研究は相関を示し、細胞研究や動物実験などの生物学的研究ではメカニズムを探求する。

疫学研究の語源は、疫学(Epidemiology)は Epi(の上に)、demos(人々)、logos(学問)である。複数の人間の集団に起きるある社会現象を統計学的に調査、データ収集、データ分析する。その特徴的な社会現象が偶然か否かは、異なる集団と比較し、標準偏差の差の有無や発生確率などで統計学的な有意性から推定する。疫学は疾患や社会現象の原因や法則性、共通要因、環境要因を見つける学問である。目的は疾病や健康障害発生の原因となる要因を特定し、予防することである。

わが国の裁判事案における疫学的証明の定義は次の様なものである。① その因子が発病の一定期間前に作用するものであること ② その因子の作用する程度が著しいほどその疫病の罹患率が高まること ③ その因子の分布消長の立場から疫学で観察された流行の特性が矛盾なく説明できること ④ その因子が原因として作用するメカニズムを生物的に矛盾なく説明可能であること。

電磁波事案についても、疫学的、客観的な証拠を積み上げ、裁判所を動かしていくことも時間は掛かるが一つの方法であろう。例えば、大気汚染や海洋汚染による公害、特定地域に多く発生する自然環境や風土に起因する疾患、食物連鎖が原因の疾患、たばこなど嗜好品を原因とする疾患やその副流煙による疾患、労働環境から生ずる精神的、身体的な疾患など、なかなか原因を特定できない疾患や健康障害が、疫学的な研究と分析により、直接的な原因物質を特定する前に、原因究明の核心に迫れる方法である。

但し、疫学研究の結果、統計学的有意な関連性を確認できても、直ちに原因と思われる要因と健康障害などの結果との間に因果関係を証明できる訳ではない。疫学研究でいう関連性は、偶然や多くの他の状況にも起こる社会現象である場合もあり、関連(association)はあるが、因果関係があるとは断定できないからである。

科学的な疫学研究による因果関係の有無の判断基準は以下である。① 要因と結果の間に密接な関連が強固にあること ② 異なる研究者や研究方法、異なる研究対象者で行った疫学研究において結果が一致していること ③ 特定の要因と結果の間に疾患発生を予測可能な特異的關係があること ④ 要因か

ら結果まで疾患の潜伏期間などを考慮した上で、時間的關係が妥当であること ⑤要因と結果の關係に生物学的研究や科学的知見、理論や経験と整合性があること。

生物学的研究は細胞実験や動物実験を含む。細胞実験は電磁界(電磁波)への曝露による遺伝子発現の変化や細胞増殖にどのような影響があるかなどの実験を行う。動物実験はヒト以外のラットやマウスなどの小動物、人間に近い豚やサルなどを使って複雑な作用機序を有する生体への影響を実験で確認する方法である。そして実験研究結果は、電磁界(電磁波)と小児白血病との関連可能性を示唆した。科学的に因果關係を証明できたのではなく、関連性を否定できないという結論である。

1997年から2001年、電磁界(電磁波)を出す企業(事業者)のうち電力会社10社が細胞実験を行った。それは磁界がヒトの腫瘍細胞5種類(脳腫瘍、皮膚がん、乳がん、慢性骨髄性白血病、急性前骨髄性白血病)の培養したがん細胞に、50Hz および60Hz で、 $0\mu\text{T}$ 、 $2\mu\text{T}$ ~ $500\mu\text{T}$ の磁界に曝露し、がん細胞の数を測定し、増殖に及ぼす影響や磁界が免疫機能に及ぼす影響の実験である。実験結果は、再現性確認や繰返し実験も行ったが、がん細胞増殖は電磁界(電磁波)の種類や有無とは関係しないというものであった。また電磁界(電磁波)が、がん細胞に対する免疫機能に及ぼす影響に関しては、ヒトのがん細胞を攻撃、あるいは、攻撃を促進、制御する細胞免疫細胞(健康な人の免疫細胞、リンパ腫由来細胞、慢性骨髄性白血病細胞)を用いた実験を行った。50Hz および60Hz で、 $0\mu\text{T}$ 、 $2\mu\text{T}$ ~ $500\mu\text{T}$ の電磁界(電磁波)に曝露し、免疫細胞が破壊したがん細胞の数の測定や、がん細胞を攻撃する免疫システムの細胞が産生したタンパク質で細胞内のシグナル伝達物質サイトカイン(cytokine)の量を測定する実験を行った。結果は電磁界(電磁波)の有無とは関連がない。実験後のサイトカイン産生量は同程度であり、電磁界(電磁波)は免疫細胞のサイトカイン産生作用に関係しないというものであった。

7. 司法の役割

将来、自分が健康影響に遭遇する可能性のあるすべての人々は、このような裁判所の対応をどう捉えるであろうか。

人々は裁判が示した判決から、裁判所は確率では割り切れない不条理を理解していないと受け取るのではない。法廷にいるのは現に目の前の不条理を理解し、解決して欲しいと願う人々である。科学的証明が不確実な状態である限り、住民の健康影響の被害は救済できないとも受け取れる。訴訟は個別事案を取り扱う。たとえ一人の訴えであろうと、弱者の訴えに耳を傾けるのが、司法の役割ではないだろうか。

裁判所は、健康影響の不安や心配を訴える住民に対し、法廷で闘うために原因と結果の因果關係の存在証明や科学的に確実な証拠やデータを揃えるよう立証責任(証明責任)を課している。

裁判は個別事案を取り扱う。司法が果たす役割は、そのような個別紛争から見えてくる社会全体の問題を、法的思考(legal mind)で社会に問うていくことである。科学的証明が不明、不確実な状況にあっても、訴えに対する解を出さなければならない。そこが一般理論として説明ができ、理論的に証明できる科学的証明との違いであろう。

訴訟における司法判断に、社会事象の発生頻度は決定的な要件ではない。たとえ一人の訴えであろうと、司法の役割は、少数の人や弱者の訴えに耳を傾けなければいけないのではない。憲法に謳う人権保障、個人の尊重、人間の尊厳、生命(いのち)の重さ、個としての生き方を考えるのが司法の役割であろう。

人間社会の秩序を保つため、また科学では割り切れない人間の精神的な側面も尊重し、複雑化した社会現象にもっと法的視点(legal mind)を採り入れるべきである。

住民の電磁界(電磁波)による健康影響の訴えや不条理を、裁判所に届けるにはどのようにしたらよいのか。また救済手段にはどのようなものがあるのか。

土地、建物、その他の資産の所有権や利用権に基づく物権的請求権、大気汚染訴訟に用いた人格権に基づく訴えが住民勝訴に結びつく事案がある。憲法第13条や第25条に基づく環境権、日照権、嫌煙権など同様の方法もあるが、なかなか勝訴には繋がらない。民法的に第709条の不法行為に基づく損害賠償請求権もあるが、立証責任(証明責任)は被害者にあり、住民は、裁判所が高度の蓋然性をもって確信しうる程度の証明(証拠の提出)を行わなければならない。健康影響による身体障害や健康被害という具体的症状の損害発生後の損害賠償請求はできるが、事前予防には寄与しない。

一地域の住民の特殊な問題としないで、生活基盤(インフラ)であるため、人々が関心を持ち続けることが必要である。縦割りの研究ではなく、科学者や研究者、法学者、一般市民などの参画を促し、横断的な視野を持って研究に取り組む研究者を育てることも必要である。

8. 生活基盤(社会インフラ)

電磁界(電磁波)問題と言っても、ユビキタス社会実現の現代社会において、携帯電話などの通信手段は日常生活の一部となり、どこにでも様々な周波数の電磁波が大量に飛び交っている。電気はガスや上下水道、道路、橋、公共交通機関などと同様、生活基盤、社会インフラの一つである。多くの一般市民がその恩恵を受け、快適な生活を実現している。

しかし、クリーンな生活実現のための電化、便利さは、電磁界(電磁波)問題も引き起こしている。

一般公衆の利益のために、健康影響を受けていると主張する少数者を犠牲にすることは人権問題である。個を犠牲にしなければ実現できないことは公共の福祉ではない。憲法違反である。ダム建設、道路建設、飛行場建設、鉄道建設、産業廃棄物処分場、特に3.11の原発事故による放射能汚染、膨大に出続けている放射性物質の最終処分場や原子力発電から出る核廃棄物処分場の問題は、人類が生きている限り、長期に亘り監視を続けなければならない深刻な問題である。

3.11の東日本大震災の復興計画、社会基盤整備計画は、長期的視野、短期的視野の両面から、この問題に取り組まなければならない。そのためには国政レベル、地方公共団体レベル、両者の垣根を取り払った大局的総合的な視野から、堅牢な計画が必要である。産官学の協同は勿論のこと、低周波規制は経済産業省、高周波は総務省管轄といった業界所管省庁が規制担当部局も兼ねるなどの縦割り行政を一新し、真摯に、そして、スピードを持って取り組まなければならない。

科学的研究の独立性や公平性確保は、研究者や所属研究機関が、当該科学技術に関する利益を得る企業やその関連する団体などから研究資金援助や寄付などの利益供与を受けている場合がある。研究結果にバイアスがかかる可能性もあり、研究者や研究機関と関連団体との利益供与の有無や程度の公開は一般的である。

しかし、電磁界(電磁波)研究に関し、利益供与に関する情報公開を定める規範はまだない。電磁界(電磁波)に関する公的研究を実施する際は、関連企業からの利益供与排除と、関連企業から利益供与を有する研究者や研究機関が関与する場合には、関連企業からの利益供与程度を明らかにするべきである。

参 考 文 献

1. 「入門医療政策」真野敏樹 中公文庫 2012年
2. 「医学と仮説－原因と科学の結果を考える」津田敏秀 岩波書店 2012年
3. 「医療統計を学ぶ」佐藤俊哉 岩波書店 2012年
4. 「携帯電話でガンになる!？」電磁波問題市民研究会 緑風出版 2012年
5. 「本当に怖い電磁波の話（身を守るにはどうする?）」植田武智、加藤やすこ 金曜日 2012年
6. 「疫学と人類学」James A. Trostle著、木原正博 木原雅子訳 メディカルサイエンスインターナショナル 2012年
7. 「シグナル伝達」第2版 B.D. Gomperts, IJ.M. Kramer, P.E.R. Tatham著 上代淑人 佐藤孝哉監訳 2011年 メディカルサイエンスインターナショナル
8. 「現代法理学」田中成明 有斐閣 2011年
9. 「医科学研究の自由と規制」青木清、町野朔共編 上智大学出版 2011年
10. 「携帯電話電磁波の人体影響」矢部武 集英社新書 2010年
11. 「携帯電磁波の健康影響」矢部武 集英社新書 2010年
12. 「環境」2010年、安孫子誠男、水島治郎編著「労働－公共性と労働－福祉ネクサス」倉坂秀史編著 2010年
13. 「電磁波の何が問題か」大久保貞利 緑風出版 2010年
14. 「あぶない！あなたのそばの携帯基地局」黒藪哲哉 荷電社 2010年
15. 「見えない汚染“電磁波”から身を守る」古庄弘枝 講談社プラスアルファ新書 2010年
16. 「見えない汚染「電磁波」から身を守る」古庄弘枝 講談社 2010年
17. 「やっぱりあぶない！IH調理器」船瀬俊介 三五館 2010年
18. 「電磁波から家族を守る」加藤やすこ 企業組合ジャーナル 2009年「持続可能な福祉社会へ：公共性の視座から」第1巻～第3巻 勁草書房 「コミュニティー・公共性・コモンズ・コミュニティアリズム」広井良典、小林正弥編著 2009年
19. 「トランス・サイエンスの時代」小林傳司 NTT出版 2007年
20. 「放射線医科学－生体と放射線・電磁波・超音波－」宮越順二他共著 学会出版センター 2007年
21. 「暮らしの中の電磁波測定」電磁波問題市民研究会 緑風出版 2006年
22. 「電磁場生命科学」宮越順二 京都大学学術出版会 2005年
23. 「科学技術社会論の技法」藤垣裕子 東京大学出版会 2005年
24. 「電磁波過敏症」大久保貞利 緑風出版 2005年
25. 「低周波音 心理の種々相－科学技術批判の社会学－」朝倉恵俊 日本図書刊行会 2005年
26. 「電磁波シンドローム」クヌート・ジーファース 狩野博美訳 人間と歴史社 2004年
27. 「生命の政治学－福祉国家・エコロジー・生命倫理－」広井良典 岩波書店 2003年
28. 「誰でもわかる電磁波問題」大久保貞利 緑風出版 2002年
29. 「電磁場からどう身を守るか」エレン・シュガーマン 天笠啓祐他訳 緑風出版 2000年

Attempt of Tinnitus Treatment by a Phase shift sound

Takeya TOYAMA^{*1*2} Daishi TAKAHASHI^{*2} Yousuke TAGUCHI^{*2}
Ichiro FUKUMOTO^{*2}

^{*1} Course of Clinical Engineering, Kitasato College of Health and Hygienic sciences
500 Kurotsuchishinndenn, Minamiuonuma, Niigata 949-7241, Japan

^{*2}Institute of Biomedical Engineering, Nagaoka University of Technology
1603-1 Kamitomioka, Nagaoka, Niigata940-2188, Japan

Key word :

phase shift, imagination tinnitus, auditory brain response, ABR

Abstract

The aim of this study is to research whether the proposed novel method what gives a phase shift sound stimulation for tinnitus is dispersed tinnitus. The preliminary test and a main examination were prepared in this study. In the preliminary test, the Ipsi model was assumed as an intra-cochlear sound synthesis model of tinnitus caused by a cochlear lesion. The Contra model was defined as a sound synthesis model in a central origin. In the Ipsi model, a tinnitus simulating sound and a phase shifted sound were input to one ear on the Ipsi lateral side. In the Contra model, a virtual tinnitus sound and a phase shifted sound were respectively loaded into each ear. The latencies of wave-five in auditory brainstem response test were measured during the test and then the auditory response was evaluated by the compare of the latencies with that of control. In the main test, a phase shifted sound was given to patients with tinnitus. And then, the treatment efficacy by the phase shifted sound was evaluated by comparing the results what patients indicated in the visual analog scale test. In the results, the latencies of wave-five in ABR test were prolonged by the phase shifted sound in Ipsi model in five out of seven volunteers. It was the same results in the Contra model, too. In the main examination with patients accompanied by tinnitus, the degree of tinnitus was imperceptibly improved by giving the phase shifted sound. These results suggest the proposed novel method might have the noise-reduction effect

(Received: March 1, 2013 / Accepted: March 15, 2013)

音響物理処理を行った移相音源による耳鳴治療への試み

外山 竹弥^{*1*2}, 高橋 大志^{*1}, 田口 洋介^{*1}, 福本 一朗^{*2}

^{*1}北里大学保健衛生専門学院臨床工学専攻科
〒949-7241 新潟県南魚沼市黒土新田 500 番

^{*2}長岡技術科学大学生物系医用生体工学研究室
〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1

【要 旨】

耳鳴自覚音の近似音を検索し、その音源に音響物理的な変換を行い被験者に一定時間負荷することで耳鳴自覚音軽減効果が得られないかを検証したので報告する。

研究手法として有意性検証のための予備試験を行った。耳鳴りの発生部位により2種類の耳鳴を模倣したモデルを設定し仮想の耳鳴と音響物理的手法における変換音を同時に負荷して聴性脳幹反応検査により評価した。被験者試験では基礎疾患を持たない耳鳴を有する被験者に対して試験に関する了解を得た後に、耳鳴り検査と変換音の負荷を行い有効性について評価した。

予備試験では仮想の耳鳴り音と、原音を音響物理的に処理した移相音及び周波数変換音を負荷し潜時延長を評価指標として聴覚を定量化した。耳鳴を模倣したモデルは内耳性と聴覚中枢性の2種類を設定した。

被験者試験では、主周波数帯域を重視した周波数を検索し発振器から音源出力しデジタル変換を行った後に1ms～30msで時間遅延処理を加えた。この遅延値変化情報を被験者にフィードバックし耳鳴と位相反転音を同期させる時間値を検索した。

予備試験で本試行の有意性を示唆する結果を得た。追加音による神経の興奮インパルスは脳幹コーディングによる先行情報である耳鳴を変化させる可能性を示唆していると思われた。被験者試験で遅延値において再現性が得られた。この結果は本研究が新しい耳鳴治療法として臨床応用の可能性を示唆しているものと考えられる。

キーワード： 仮想耳鳴、移相音源、聴性脳幹反応

1. はじめに

人口の10~20%が耳鳴りを体験しているといわれている。生活に支障があるとの回答も全体の5%以上になり治療困難例も数多く存在する。

基礎となる疾患に伴うものも多く、まず基礎疾患の治療が第一選択とされる。病院を受診した耳鳴り患者の8割から9割は何らかの難聴を伴うと報告されている。

基礎疾患が治癒したにも関わらず耳鳴りが継続するもの、あるいは基礎疾患が難治性のもの、ストレスなどによる精神的な疾患を伴うものや原因が全く不明なものなど、いまだ多くの耳鳴り難治症例が存在する。耳鳴りの治療は現在多くの研究が行われているが有効なものは少ない。医学的根拠に乏しいと思われる民間療法も非常に多い。

2. 耳鳴りとは

2.1 医学的定義

耳鳴りとは音源の存在しない音の知覚とされる。急性の耳鳴りは急性感音難聴の唯一の自覚症状であることといわれており早期の耳鼻咽喉科受診が基本である。なお医学的に耳鳴りは「耳鳴（じめい）」と表記される。

2.2 急性耳鳴と慢性耳鳴

急性耳鳴は突然に耳鳴が起きるもので多くは感音性の難聴を伴う。大音響に長時間曝された事による音響外傷や、突発難聴などを含に多くの場合一過性である。慢性耳鳴とは一般的に3か月以上症状が持続するものをいい、急性症状が治癒せずそのまま慢性に移行したものを示す。基礎疾患には内耳損傷（音響外傷を含む）、メニエール病、脳血管障害、頰椎変性症、顎疾患、糖尿病、高血圧、脂質代謝異常などがある。

2.3 治療方法

原因疾患治療が第一選択である。急性期にはステロイド剤の投与や点滴、高気圧酸素療法など血流動態を改善させる事が有効である。基礎疾患自身が難治性なものや、治癒した後に耳鳴り症状のみが残った症例には薬物療法、脳血管循環改善、理学療法、心理学療法、鍼灸治療などの治療法が選択される。

本研究に類似する治療法としてマスカー療法及び **TRT**（耳鳴再訓練療法）がある。マスカー療法とは、耳鳴り検査にて検索した耳鳴り周波数の帯域雑音を、耳鳴りを自覚できない音量まで負荷し治療するものである。耳鳴り消失効果は音負荷の間のみであるが負荷後に蝸牛神経の疲労による耳鳴り減弱効果があることが報告されている。

TRTとは **Tinnitus Retraining Therapy** 耳鳴りの再訓練治療である。情報として脳に届いているが意識下にある生活環境音について着目し、耳鳴りを意識下に認識するよう訓練するものである。被験者が不快と感ぜないわずかな雑音を一定時間負荷し、意識を拡散するよう訓練する。¹⁾ マスカー療法と異なり基本的に耳鳴りを遮蔽するものでない。

本研究は音響物理学的手法を用いて、簡易で生体に対して非侵襲的なエネルギーである音源処理による手法により、被験者が自覚する耳鳴り音の減弱や他覚的に耳鳴り音源の存在を証明することが可能となるのではないかを試みたものである。²⁾

これは既存療法であるマスカー療法と比較し、より生理的な耳鳴り消失の可能性がある。**TRT**療法と比較し、耳鳴りをより効果的に減弱、もしくは遮蔽できる可能性が大きいと考える。本研究における対象は他の基礎疾患を持たず耳鳴りを主訴とする被験者とした。

3. 実験手法

3.1 耳鳴モデルの作成

3.1.1 内耳蝸牛内にて基準音と位相反転音を合成するモデル

耳後部の骨部に骨導受話器を装着し、耳側骨部を経由して内耳蝸牛に直接基準音を負荷した。これを仮想の内耳蝸牛性耳鳴（蝸牛内の感覚毛の異常興奮による耳鳴と仮定）とした。³⁾ 基準音における移相音について同側の気導経路でレシーバにより負荷した。蝸牛内にて双方の音が合成される事で振幅減少がどの程度得られるかを検証する。内耳蝸牛にて合成するモデルと位置づけ、同側刺激であることより **Ipsi MODEL** とした。

3.1.2 中枢側上オリーブ複合体にて合成するモデル

耳後部の骨部に骨導受話器を装着し、耳側骨部を経由して内耳蝸牛に直接基準音を負荷した。これを仮想の内耳蝸牛性耳鳴（蝸牛内の感覚毛の異常興奮による耳鳴と仮定）とした。基準音における移相音について、反対側気導経路でレシーバによって負荷した。

蝸牛より中枢側の上オリーブ複合体以降で双方の音が合成される事で振幅減少がどの程度得られるかを検証する。神経興奮インパルスが脳幹で合成される際に脳幹コーディングにどのような影響を与えるのかを検証する。中枢側上オリーブ複合体にて合成するモデルと位置づけ、反対側刺激であることより **Contra MODEL** とした。

3.2 音響物理的手法における耳鳴軽減法

耳鳴り検査における情報では、被験者の自覚する耳鳴が正確に特定できない。詳細な周波数情報は移相による効果を期待するために重要である。発振器より特定した周波数の音源を出力し時間遅延処理による移相変換を行い耳鳴自覚変化を追跡した (Fig.1)。

3.3 音響物理的変換手法によるシステムとインターフェイス

周波数と移相変換には Lab View を使用し、変換程度が視覚的に理解可能なカラーパネルを提示した。(Fig.2)

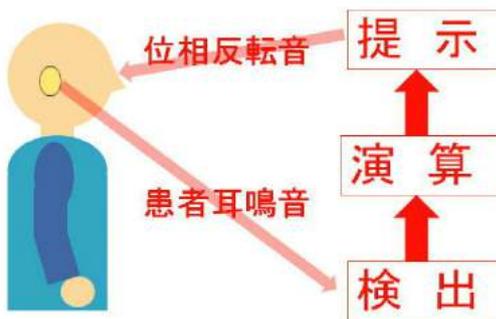


Fig.1 被験者試験概念図

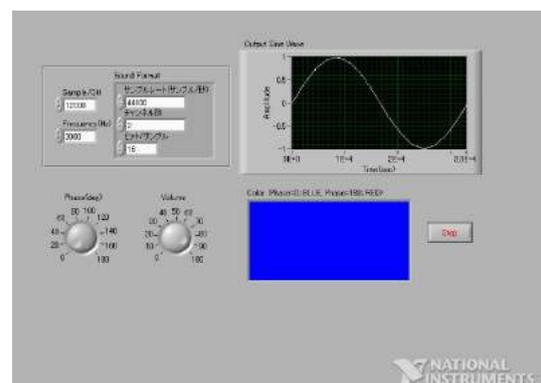


Fig.2 音響物理変換システムインターフェイス

3.4 聴性脳幹反応 (ABR) 測定環境

加算回数 1000 回、 解析時間 20ms、 Low cut filter 10Hz、 High cut filter 3kHz、
脳波電極位置 10/20 法 Cz-A1 Cz-A2

音源 Click 3KHz 10Hz、Tone burst 500Hz、2kHz、COND, RARE (Fig.3)
 (Rise Time 10ms、Plateau Time50ms、Fall Time10ms)

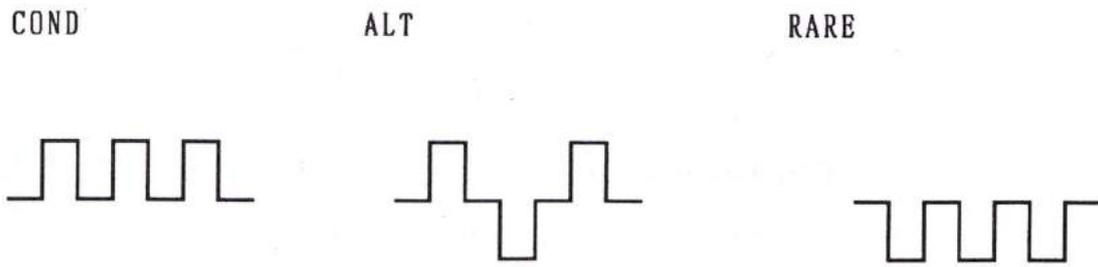


Fig.3 ABR 音源における概念図

3.5 被験者検査プロトコル

基礎疾患を持たない耳鳴を有する被験者に本人の了解を得た後上記の試行を行った。検査プロトコルを Fig.4 に示す。

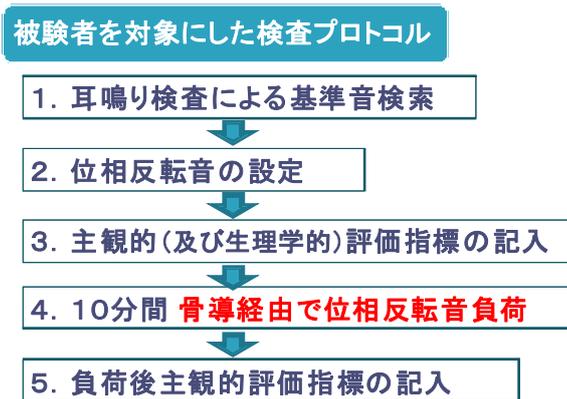


Fig.4 被験者検査プロトコル

3.6 評価指標

・THI Tinnitus Handicap Inventory (Table.1)

25項目からなる耳鳴りの日常生活への支障度を評価する問診表で GRADE I～V の 5 段階に分類される。

Table 1. THI による耳鳴評価チャート

THI score	GRADE	耳鳴評価
0～16	I	非常に軽度な耳鳴
18～36	II	軽度な耳鳴
38～56	III	中等度耳鳴
58～76	IV	重度耳鳴
78～100	V	非常に重度な耳鳴

・ Visual Analogue Scale (VAS)

自覚的な痛みの評価に用いられるが耳鳴の自覚的な大きさ評価として使用した (Fig.5)。

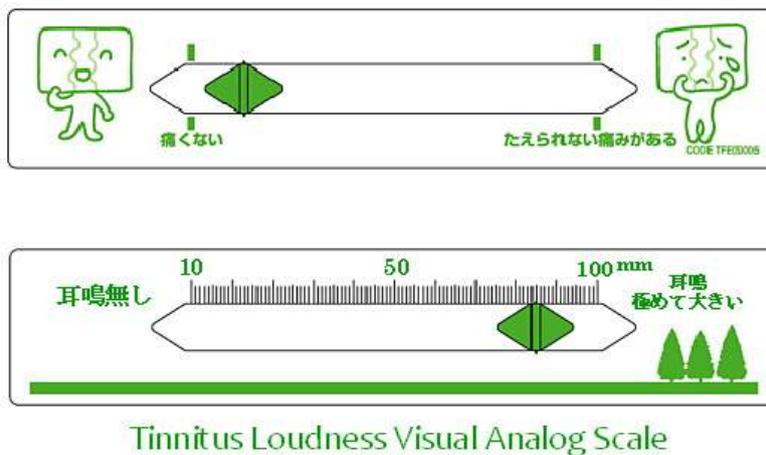


Fig.5 自覚的耳鳴評価表

4 結果

4.1 予備試験

Ipsi MODEL 移相音負荷による ABR V 波潜時延長

Low Tone 71.1%

(+) 0.28~0.64ms、 (-) 0.08~0.66ms

High Tone 0%

(+) 0.16~0.56ms,

Contra MODEL

Low Tone 43.3%

(+) 0.05~0.36ms, (-) 0.07~0.86ms

High Tone 43.2%

(+) 0.04~0.68ms, (-) 0.06~0.58ms

4.2 被験者試験

症例 1. 被験者 47 歳 男性 右耳鳴有

標準純音聴力検査 正常 (Fig.6)

耳鳴検査結果

Pitch Match	2000 Hz	
Loudness Balance	20 dB	
Tinnitus Tone	2250 Hz	
Time Delay	16.0 ms	
THI	48	Grade3
VAS	36	
Post VAS	28	

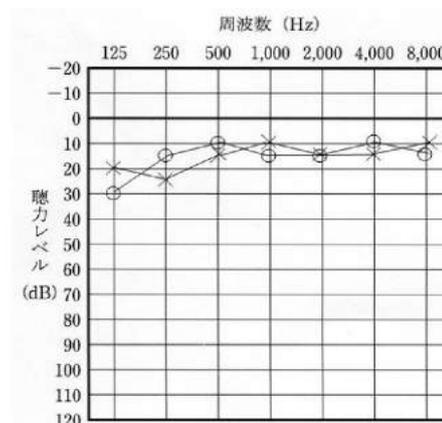


Fig.6 症例.1 標準純音聴力検査

症例 2. 男性 年齢 34 歳 左耳鳴有

標準純音聴力検査 正常 (Fig.7)

耳鳴検査結果

Pitch Match 8000 Hz

Loudness Balance 20 dB

Tinnitus Tone 10200 Hz

Time Delay 29.0 ms

THI 24 Grade2

VAS 26

Post VAS 24

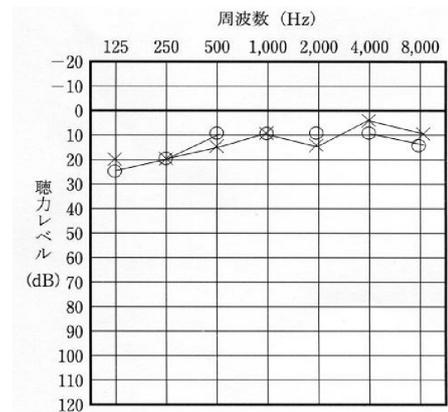


Fig.7 症例.2 標準純音聴力検査

5 考 察

耳鳴モデル Contra、Ipsi Low で ABR V 潜時延長が顕著であったことは、基準音（耳鳴り仮定音源）と音響物理的変換音源を合成することにより、内耳内蝸牛で音圧のキャンセルが行われた可能性が示唆される。これは内リンパ嚢内において音刺激による基底膜の振動から起因した神経インパルス信号に対して、移相音源が影響を与えた場合の他に、音源エネルギーとして移相音源が内耳内を伝播する際に物理的な振幅抑制が起きた可能性が考えられる。耳鳴りモデルはこれを考慮して設定したものである。⁴⁾ しかし両モデルに有意とする差異が得られず、インパルス信号についてどの程度抑制が可能であったかを考察するには十分でない。物理的手法における音源の変換によって、音源自体が内耳に到着以前に音圧変動したとも考えられる。しかし内耳性耳鳴りでは蝸牛神経や外有毛細胞の異常興奮による耳鳴症例があるため、限局的であるがこれら症例に対して本研究は有効である可能性がある。

耳鳴モデル Contra、Ipsi High で ABR V 潜時延長は見られず、短縮があったことについて基準音とした音源の周波数を移相する際に時間遅延の手法を用いたために高音域のコントロールが低音域に比較して困難であったことに起因するものと考えられる。移相による同期が十分ではなかった事が原因と推測する。骨導端子より蝸牛まで到達する音と、気導より外耳道と鼓膜を経由して蝸牛に到達した音との間の時間差についても検討が必要である。⁵⁾ また骨伝導では非検査側への音刺激の移動がみられ音圧損失が 0~数 dB 程度である。反対側への shadow healing も十分に注意が必要である。同期に十分注意した実験プロトコルを再構築し追試を行う。予備試験では脳で認知された先行する音源に対して、追加された音情報による神経インパルスの影響で脳による認知に対して影響を与えた事が示唆された。被験者試験では自覚耳鳴りが変化する音響物理的変換量に再現性を得た。

6. 結 語

各耳鳴モデルにおける聴性脳幹反応検査における結果は、本研究が耳鳴軽減に有効である可能性を示唆するものと考えられる。被験者試験において基準音の時間遅延音負荷により耳鳴自覚音が軽減しており、移相音源負荷によって耳鳴が消失した可能性があると考えられる。本研究は耳鳴軽減に効果があると思われ新しい耳鳴治療法としての可能性を示唆するものである。

7. 今後の展望

被験者による位相調整フィッティングには、バイオフィードバック BF による手法が有効である。今回の手法では耳鳴検出について既存の耳鳴検査を使用した。今後は耳鳴周波数の解析に BF を利用しリアルタイムでの検出を行うプログラムを構築する。周波数特定に際して揺らぎによる振幅変調を検討する。⁵⁾⁶⁾ 耳鳴モデルによる検証試験では検査音の同期と骨伝導による shadow hearing に注意した実験プロトコルの再構築を行う。被験者試験評価指標の THI 及び VAS は検査に対する期待や不安による影響も無視できないため他の生理学的指標を追加する。⁷⁾ 精神的ストレス検査指標である唾液中クロモグラニン A (CgA) や心電図 LF/HF を検討している。

参 考 文 献

1. Lopez González MA, López Fernández R.: Sequential sound therapy in tinnitus. [Article in Spanish] Acta Otorrinolaringol Esp. 2004 Jan;55(1):2-8.
2. 外山 竹弥, 内山 尚志 福本 一朗 音響物理学的手法における耳鳴治療の新しい試み Audiology Japan.Vol.55. No6. 509~511. 2012. 10
3. Aage R Moller 著 中川 雅文 尾崎 勇監 訳 脳の可逆性 可逆性のメカニズムと神経系の障害 医歯薬出版 2010
4. 森 周司、香田 徹編 聴覚モデル 音響サイエンスシリーズ③ 日本音響学会 コロナ社 2011
5. Meeus O, Heyndrickx K, L Meeus O, Heyndrickx K, Lambrechts P, De Ridder D, Van de Heyning P. : Phase-shift treatment for tinnitus of cochlear origin. Eur Arch Otorhinolaryngol 2010 Jun;267(6):881-8.
6. D S Choy, R A Lipman, G P Tassi: Worldwide experience with sequential phase-shift sound cancellation treatment of predominant tone tinnitus- The Journal of Laryngology & Otology ,1 of 4 2010
7. Schaette R, König O, Hornig D, Gross M, Kemper R.: Acoustic stimulation treatments against tinnitus could be most effective when tinnitus pitch is within the stimulated frequency range. Hear Res. 2010 Oct ;269(1-2):95-101.2010 Jul 7.

A Basic Study of Handheld Combination Treatment System with Cryosurgery and Hyperthermia Treatment using Peltier Device for Destroying Skin Tumor

Daishi TAKAHASHI, Yousuke TAGUCHI and Takeya TOYAMA

Course of Clinical Engineering, Kitasato Junior College of Health and Hygienic Sciences

500 Kurotsuchishinndenn, Minamiuonuma, Niigata 949-7241, Japan

Tel/Fax +81-25-779-5061/+81-25-779-4544

e-mail address: d.taka@kitasato-u.ac.jp

Key words :

Combination Treatment System, Cryosurgery, Hyperthermia Treatment, Peltier Device

Abstract

A handheld combination treatment system with cryosurgery and hyperthermia treatment was fabricated using Peltier device for destroying skin tumor. The combination treatment system was consisted of Peltier device, a pipe with coolant for cooling heating side of Peltier cooling element and cryoprobe for surgical operation. Water, ice water and pre-cooled ethanol were used as coolant in the pipe. In the fabrication of the treatment system, Peltier device was attached to a cooling pipe and cryoprobe utilizing thermally-conductive adhesive agent. Additionally, the therapeutic equipment with two of Peltier devices was also produced for improving cooling power of the treatment system. In the no-load running test for analysis of the treatment system performances, temperatures of the cryoprobe or a cooling surface of Peltier device and the coolant were measured by K-type thermocouples and a data logger. In the results of the temperatures measurement in no-load running test at the combination treatment system, minimum reached temperatures were 12.2 °C with water, 8.0 °C with ice water and 4.6 °C with pre-cooled ethanol. But, these minimum temperatures couldn't reach to -20°C of the temperature required for cryosurgery. On the other hand, maximum temperature in the heating phase following the cooling was 80.9 °C and the thawing rate was 49.0 °C per minutes. These results suggest that although the refrigerating capacity of the treatment system was inadequate for cryosurgery at this time, the apparatus what can operate hyperthermia treatment after cryosurgery would be developed. In the near future, the improvement of the combination treatment system for the enhancement of the refrigerating capacity would need for destroying tumor tissue.

(Received: March 1, 2013 / Accepted: March 15, 2013)

熱電冷却素子を用いた手持型凍結加温手術装置の基礎研究

高橋 大志、田口 洋介、外山 竹弥

北里大学保健衛生専門学院 臨床工学専攻科
〒949-7241 新潟県南魚沼市黒土新田 500 番
電話/ファックス : 025-779-5061/025-779-4544
e-mail : d.taka@kitasato-u.ac.jp

【要 旨】

皮膚腫瘍を治療するためのペルチェ素子を用いた手持型凍結加温手術を作製し、その性能を無負荷状態で評価した。凍結加温手術装置は、ペルチェ素子と冷媒が注入された円筒形のパイプ及び手術用プローブによって構成される。装置作製では、ペルチェ素子に冷却用パイプと手術用プローブを取り付けるためのナットを熱伝導接着剤で接着することで冷凍加温装置を作製し、さらにペルチェ素子を 2 個用いた凍結加温手術装置も試作した。冷却パイプ内に注入する冷媒は水、氷水及び予冷したエタノールの 3 種類を用いた。凍結加温手術装置の基本的な冷却特性と加温特性を調べるため、室温でペルチェ素子に電力を供給し、手術用プローブもしくはペルチェ素子の吸熱面の温度並びに冷媒の温度を K 型熱電対で計測し、データロガーを用いて記録した。プローブ交換式の試作器 I における手術用プローブの最低到達温度は、水道水を用いた時では 12°C、氷水では 8.1°C、予冷エタノールでは 4.2°C であった。また、予冷エタノールを用いた試作器 I において加温特性を調べたところ、加温開始から約 80 秒で 80.9°C までプローブの温度が上昇し、加温速度は 49.0°C /min であった。これらの結果は、本装置の冷凍能力は凍結手術を行うためには不十分であるが、温熱療法を凍結手術後に連続的に施行できる装置が開発できる可能性を示唆し、今後は冷凍能力の向上を目的とした装置改良が必要であろう。

キーワード： 凍結加温手術、冷凍手術、温熱療法、ペルチェ素子

1. 諸言

悪性腫瘍に対する治療では外科的な切除術が第一選択肢であり、それと同時に放射線療法や化学療法が併用されている。しかし、一般的な外科手術は侵襲度が高い上に手術部位や罹患者の体力面などで適用できないことがあり、また放射線療法や化学療法では個人差や副作用といった問題があげられる。

近年、悪性腫瘍に対する低侵襲療法として、凍結手術や温熱療法が注目されており、様々な研究が報告されている^(1,2)。凍結手術は、腫瘍組織を冷凍することで腫瘍細胞を破壊し、対象組織の縮小・退縮を期待する治療法である。肝癌などに対する凍結治療では、MRIなどの医用画像装置を用いて針状の凍結プローブを腫瘍まで刺入し組織を冷凍することから、外科的手術よりも侵襲度が低くなることから、外科的な切除が不能とされた症例に対しても使用することができるといった利点がある。腫瘍組織の冷凍温度は、細胞や組織構造により異なるが、高くても -20°C 以下が必要とされており、冷凍速度は毎分 -100°C 程度、融解速度は毎分 $1\sim 10^{\circ}\text{C}$ が最も細胞破壊に効果的であると報告されている⁽³⁾。さらに、2～3回程度、凍結と融解を繰り返す反復法が細胞破壊に対して有効とされ、実際の手術においても反復法が使用されている。冷凍源には液体窒素やアルゴンガスが用いられ、気化熱やジュール・トムソン効果によって低温を得る装置が開発されている。しかし、これらの冷凍源を利用した装置は、冷凍能力が高く最低到達温度が十分に低温であるものの、冷凍速度の精密な温度制御は困難であると考えられ、また融解過程においても血流による加温によって受動的に組織が解凍されることになるため、融解速度は全く制御されていない状態であると考えられる。

他方、温熱療法は腫瘍組織の温度を 45°C 程度まで上昇させ、腫瘍細胞を選択的に壊死させる治療法である。加温された腫瘍組織の生体反応は正常組織の反応とは異なっており、組織温度が 41°C 以上になると血流量が低下することが報告されている⁽⁴⁾。高熱時の血流低下により放熱作用が減弱することで腫瘍組織が正常組織よりも高温となり、それに起因して選択的に腫瘍組織を破壊することが可能となる。しかしながら、細胞における温熱感受性は細胞分裂周期により異なることから、放射線療法や化学療法といった他の治療法と併用しなければならず、また熱ショック蛋白 (Heat Shock Protein) 発現による温熱耐性の獲得が問題としてあげられる。

上記の問題点を解決するために、我々はこれまでに電流の制御により温度を精密に制御することが可能なペルチェ素子とスターリングクーラに着目し、細胞破壊効果の向上を目的とした冷凍手術と温熱療法が併用可能な手術装置の作製及び生体組織に対する併用療法の治療効果に関する研究を報告してきた⁽⁵⁻⁷⁾。しかし、これまでに作製した装置は、凍結手術後に温熱療法を施行した際の組織破壊効果を調べるために作製した装置であるため、実際の手術においては操作性が乏しい装置であった。そこで本研究では、操作性を重視した凍結加温手術装置を作製し、その装置の性能を評価することを目的と手術装置の開発を行った。

2. 実験

2-1 凍結加温手術装置の作製

2種類の凍結加温手術装置が作製され、共通の構成要素としては電力の供給により組織冷却及び加温が可能なペルチェ素子、凍結手術時におけるペルチェ素子の発熱面を冷却するた

めの冷媒が注入された塩化ビニルパイプによって構築される。凍結加温手術装置の試作器 I (CAH sys-1) は凍結プローブが交換できるように設計されており、冷却パイプとペルチェ素子 (FPH-3104NC, G-max) 及びプローブ交換用のナットが熱伝導性接着剤により固定されている (Fig.1)。試作器 II (CAH sys-2) の構成部品は CAH sys-1 と同一であるが、冷却能力の向上を目的にペルチェ素子の発熱面側に自作のヒートシンクを取り付け、さらにペルチェ素子 (TEC 製) を 2 個用いて作製されている。ただし、ペルチェ素子を 2 段としたことによる性能を調べるために凍結プローブは接着しなかった。

2-2 実験方法

試作器の基本的な性能を評価するため、室温における各部の温度を K 型熱電対で測定し、データロガーにて記録した。CAH sys-1 では、水道水、氷水、予冷エタノール (およそ 80vol%) を冷媒として用い、プローブ先端温度、熱伝導性接着剤部分、ペルチェ素子の発熱面近傍の冷媒温度、ハンドピース中央付近の冷媒温度及び実験中の室温を計測した。また、凍結手術に引き続いて温熱療法が施行可能か判断するために、予冷エタノールを冷媒として用いた状態で、ペルチェ素子への電力投入後 14 分 30 秒でペルチェ素子への電流を反転させた。CAH sys-2 では、予冷エタノールを冷媒として用いてペルチェ素子の吸熱面及び発熱面近傍の冷媒温度、ハンドピース中央付近の冷媒温度及び室温を計測した。

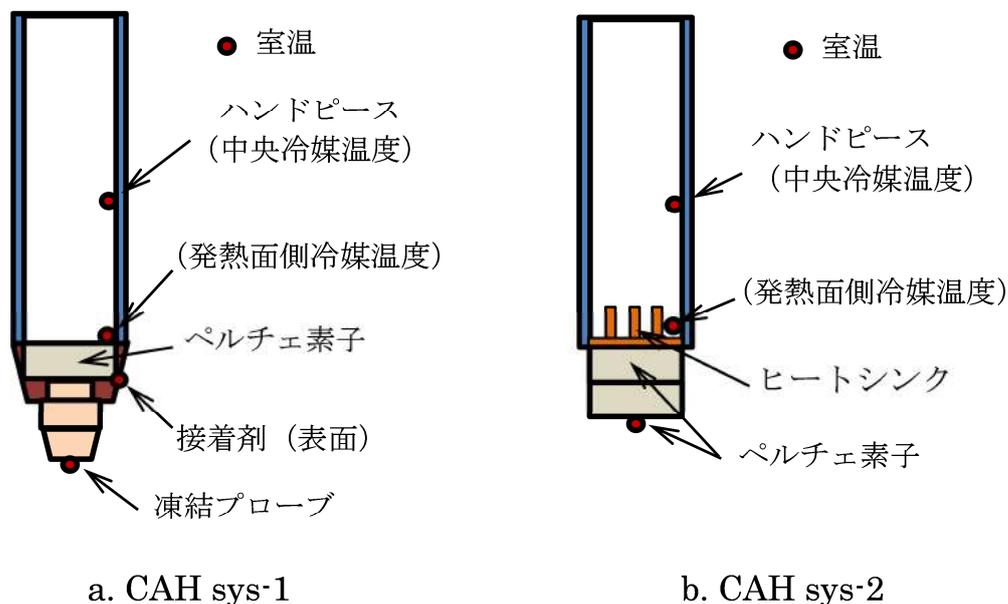


Fig.1 システムの概略と温度測定位置

3. 結果

3-1. 無負荷状態における Cryo sys-1 の温度推移

冷媒に水道水もしくは氷水を用いた条件における各点の温度推移を Fig.2 に示す。水道水を用いた条件では、プローブ温度は電源投入後およそ 2 分 30 秒で 12.2°C の最低温度となっ

たが、冷媒の温度は電源投入直後から計測終了時まで上昇を続けた。氷水を冷媒に用いた条件では、電源投入から3分15秒後に8.0°Cの最低到達温度となり、冷媒の温度上昇は他の2条件よりも抑制されていた。また、冷媒に予冷エタノール（-13.7°C）を用いて、冷却過程と加温過程を組み合わせた条件での温度推移を Fig.3 に示す。冷却過程では、凍結プローブの最低到達温度は約2分30秒で4.6°Cとなり、加温過程ではペルチェ素子への電流を反転させた直後から温度が急速に上昇し、反転後1分20秒程度で80.9°Cの最高温度となった。加温の平均温度上昇速度は49.0°C/分であった。

3-2. 2 段型凍結加温手術装置における温度推移

Fig.4 に2 段型凍結加温手術装置の温度推移を示す。ペルチェ素子の冷却面における最低到達温度は-6.9°Cであり、冷媒温度は実験終了時まで上昇を続けた。冷媒温度の上昇に伴って凍結プローブ温度も上昇を続けた。

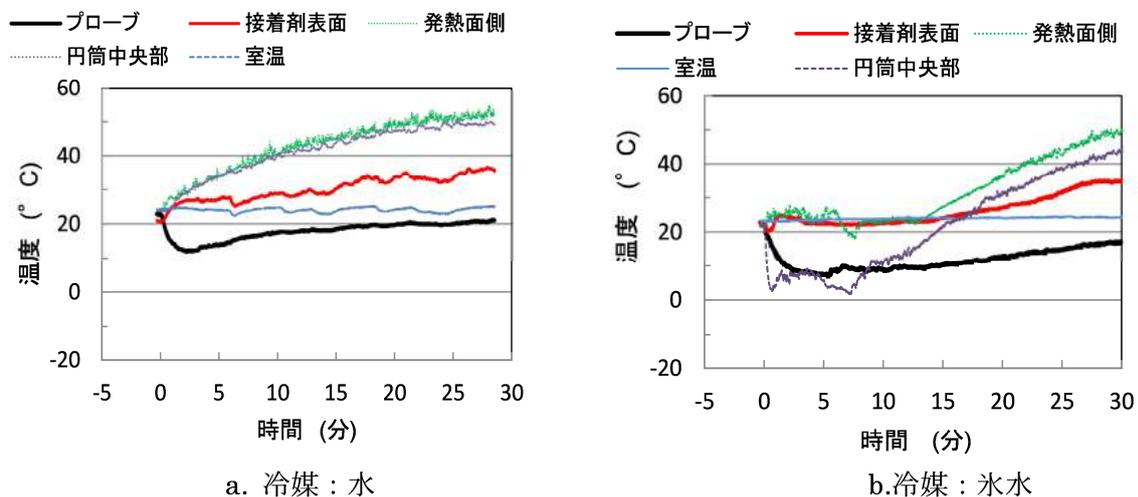


Fig.2 Cryo sys-1 における各点の温度推移

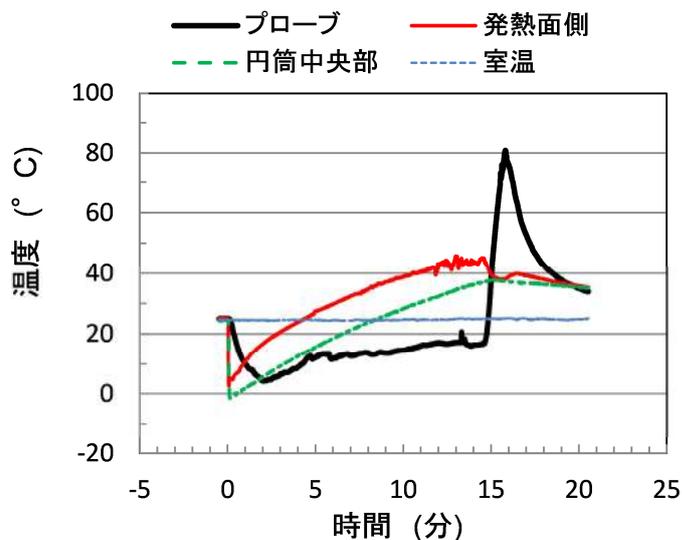


Fig.3 冷凍加温条件における各点の温度変化

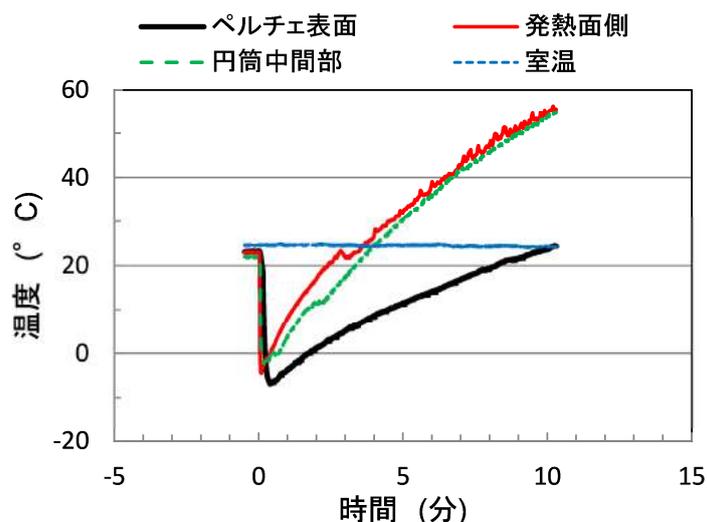


Fig.4 予冷エタノールを用いた二段型凍結加温手術装置における各点の経時的温度変化

4. 考察

CAH sys-1 における温度測定結果において、冷媒に予冷エタノールを用いた条件において、凍結プローブの最低到達温度が 5.5°C と最も低かったが、凍結手術に要求される温度 (-20°C 以下) には到達せず、吸熱能力が大幅に不足していたことが明らかとなった。また、予冷エタノールを用いた条件ではプローブの最低温度の維持時間が短く、氷水を冷媒に用いた条件の方が冷媒温度の上昇が抑制されていた。これは氷が融解する際の潜熱により温度上昇が抑制されていたと考えられるため、氷を予冷エタノールに投入することで冷媒温度の上昇が抑制できると考えられる。また、氷水に塩化ナトリウム等を溶解させ、モル凝固点降下による氷水の使用温度を低下させるなど、冷媒に関する改良及び実験が必要であると考えられる。本実験では、ペルチェ素子の発熱面の冷却が必要になることから、人体に影響が小さく、かつ低温でも流動性が確保できるエタノールを冷媒に選択したが、グリセリンなどの比較的流動性が低い液体の冷媒利用も考える必要がある。また、予冷エタノールを用いた条件における冷却後の加温では、ペルチェ素子への電流を反転すると同時にプローブ温度が急速に上昇し約 81°C に到達できたことから、凍結プローブを接触させた状態を保持したままで、凍結手術に引き続いて温熱療法が可能であることが示唆され、同時に手持式凍結加温手術装置が開発できる可能性を示す結果であると考えられる。

ペルチェ素子が 2 段型の凍結加温手術装置である CAH sys-2 では、ペルチェ素子を 2 段にすることによる吸熱能力の上昇が実験により明らかとなり、その際の最低到達温度は -6.9°C であった。CAH sys-2 の作製目的であった吸熱能力の向上は達成できたと考えられるが、この最低温度であっても凍結手術には不十分であるため、更なる吸熱能力の向上が求められる。本研究では、2 個のペルチェ素子へ供給する電力は定格出力で設定しているが、2 段型のペルチェ素子では各ペルチェ素子への供給電力によって全体的な吸熱能が変化することが知られているため、その点についても本装置を用いて今後検討する必要がある。

5. 結語

凍結加温手術に関しては世界的にも研究がされておらず、今後の課題としては生体組織への本装置の適用を視野に入れて装置開発や実験を実施していく必要があると考えられる。また、凍結手術及び温熱療法の単独施行における血管の動態は研究されているものの、凍結加温手術ではどのような血管動態が生じるかが調べられていないため、現在、近赤外光と赤外線カメラを用いた手術部位の静脈抽出装置も作製中であり、本装置を用いて組織の冷凍とそれに引き続く組織加温における血管の動態を巨視的に観察する研究も同時に行っていく予定である。

参考文献

1. J.K. Seifert, Th. Junginger, Prognostic factors for cryotherapy of colorectal liver metastases. *EJSO*, 2004 ; 30 : 34-40.
2. SHIMIZU T, ENDO H, KODAMA Y, et al., MRI-Guided Percutaneous Interstitial Cryoablation. *Low Temp. Med.*, 2002 ; 28 : 7-12.
3. ISHIGURO H, Application of Low Temperature in Medicine and Cryobiology. *Jour.JSME*, 1996 ; 99 : 21-24.
4. TAKAHASHI A, OHNISHI T, The Scientific Aspects of Hyperthermic Cancer Therapy. *Biotherapy* ; 20 : 515-520, 2006
5. TAKAHASHI D, TAKAHASHI T, SONE K, et al., A Study for Cryosurgery - Hyperthermia Treatment System - The effects of Hyperthermia Treatment Following Cryosurgery-. *Journal of Power and Energy System*, 2008 ; 2 : 1294-1303.
6. 高橋大志、曾根和哉、中村春樹、吉井孝博、福本 一朗、凍結手術後温熱療法の基礎研究、生体医工学、2007 ; 45 : 11-16.
7. TAKAHASHI D, NAKAMURA H, SHINODA K, FUKUMOTO I, A basic study of thermal controlling Cryosurgery system by Peltier device and Free Piston Stirling Cooler. *Low Temp. Med*, 2006 ; 31 : 8-12.

The most suitable colors selection in the Stroop task to detect early dementia

Hisashi Uchiyama

Dept. of Bioengineering, Nagaoka University of Technology

1603-1 Kamitomioka, Nagaoka, Niigata 940-2188, Japan

Tel&Fax +81-258-47-9436

e-mail address: utiyama@vos.nagaokaut.ac.jp

Key words :

early dementia detection, Stroop effect, the most suitable task colors

Abstract

Japan's current population is 128.0 million, of which 23.0% are the elderly of 65 years old or over. However according to the latest prediction, the percent of the elderly will be 33.4% (one in every three) in the year 2035, and it will reach the peak of 39.3% (two in every five) in the year 2060 by the medium estimation. Among those over 65 today, already an estimated 10% suffer from dementia and as Japan's population ages, that number also will grow. Therefore, it is urgent to develop new dementia diagnose method in early stage. The Stroop effect is a demonstration of interference in the reaction time of a task. When the name of a color (e.g., "blue," "green," or "red") is printed in a color not denoted by the name (e.g., the word "red" printed in blue ink instead of red ink), naming the color of the word takes longer and is more prone to errors than when the color of the ink matches the name of the color. It was certified that the Stroop task performance reflects higher function in the frontal cortical region and the anterior cingulate cortex by EEG and functional neuroimaging studies. The effect has been used to create a psychological test (Stroop Test) that is widely used in clinical practice and investigation. We've shown a significant correlation between MMSE/HDS-R and the Stroop CW task performance and been developing an early dementia detection and rehabilitation system using this test. Traditionally, four colors, red, yellow, green and blue, have been used as the task color. But there are few researches showing they're suitable. In this paper, we aimed to select the most suitable four colors to use in this task. We conducted a questionnaire on color awareness. Fifty-two middle-aged and older adults participated in this study. All participants were free from vision and hearing disorders. And written informed consent was obtained

from all participants before the measurement. Participants were presented 15 kinds of colors, and evaluated each color according to the five-grade system. The option 1 means commonly-used and option 5 not commonly. Awareness score was defined as the statistical average of questionnaire answers. There was a significant difference in the score between male and female group. Excluding black and white, the top 4 colors were blue, green, red and yellow in all participants. These colors were same with those traditionally used. The order of awareness scores was different between male group and female group. The top colors were green, blue, red and yellow excluding black and white in the order in male group, but blue, green, pink, brown, yellow and red in female. The scores of pink and brown were 3.59 and 3.50 respectively in female group but 2.47 and 2.76 in male group. And these male scores were lower than one of red(3.41), the lowest in female group. The most suitable four colors to use in the Stroop task were blue, green, red and yellow.

(Received: March 1, 2013 / Accepted: March 15, 2013)

早期認知症検出のための Stroop 課題における最適課題色の選択

内山 尚志

長岡技術科学大学 生物系

〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1

電話/ファックス 0258-47-9436

e-mail : utiyama@vos.nagaokaut.ac.jp

【要 旨】

日本の人口は現在 1 億 2800 万人で、その 23%が高齢者である。最新予測では 2035 年に 33.4%、2060 年に 39.3%が高齢者になる。高齢者の 10%が認知症だが、高齢化に伴い増加する。そのため早期認知症診断法の開発が急務である。ストループ効果は提示課題にその意味と異なる印刷色の色文字が使われ、課題遂行機能は前頭葉高次機能を反映している。我々は MMSE/HDS-R とストループ CW 課題の間に有意な相関があり、この課題を用いた早期認知症診断リハビリシステムの開発を行っている。課題には赤、黄、緑、青が用いられているが、これらが最適とする研究はあまりみない。ここでは刺激課題に最適な四色を評価する。色意識アンケートが行われ、52 名の中年～高齢の被験者が参加した。全参加者は視覚／聴覚機能に異常がなく、計測前にインフォームドコンセントを得た。参加者は 15 種の色に対し、1（日常的）～5（非日常的）から最適な一つを選択した。返答の平均値が意識スコアとされた。男女間でスコアに有意差があった。黒と白を除くと、全被験者で上位四色は青、緑、赤、黄であり、伝統的な色と一致した。しかし順位は男女で異なり、白と黒を除くと男性では緑、青、赤、黄で、女性では青、緑、ピンク、茶、黄、赤であった。女性のピンクと茶のスコアは 3.59、3.50 だったが、男性では 2.47、2.76 だった。これらの男性のスコアは、女性の最低スコア赤（3.41）より低かった。最適な四色は、青、緑、赤、黄であった。

キーワード： 早期認知症検出、Stroop 効果、最適提示課題色

1. 背景

日本は今人口構成に関し劇的な変化を経験している。現在の日本の人口は1億2800万人だが、そのうち23%が高齢者である。最新の推計では2035年には、33.4%（3人に1人）が高齢者、2060年に39.3%（5人に2人）が高齢者になると予想されている⁽¹⁾。高齢者のうち10%が認知症を発症しているが、日本の高齢化に伴い、その数は増加するとされている。一般の多くの人は、認知症は治療ができないと信じている。しかし最新の研究⁽²⁻¹⁴⁾では、脳内での神経細胞の新生や、シナプスの新形成を示唆する可能性があるとする報告がなされたり、生活習慣を改善したり、認知リハビリをすることにより、認知症の進行を送らせる事が可能とする事が示されている。そのため早期の段階で、認知症を診断する方法の開発が急務とされている。

2. 目的

上記の背景を受け、我々はストループ効果による早期認知症診断リハビリシステムの開発を行っている⁽¹⁵⁻²³⁾。ストループ効果とは、1935年にStroop,J.R.により初めて紹介された現象であり⁽²⁴⁾、図1に示すWcard、Ccard、CWcardの3つの提示課題を使用する。

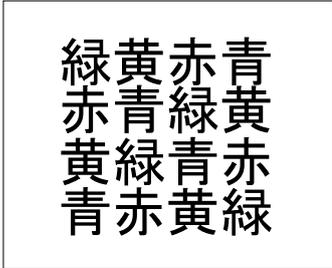
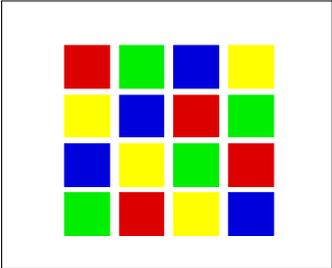
		
Wcard	Ccard	CWcard
Instruction		
Read the words as first as possible	Name the colors as first as possible	Don't Read the words but name the colors as first as possible
Difficulty		
easy	easy	⇔ difficult
Reaction time		
short	short	⇔ long

Fig.1 The Stroop effect

Wcard は、黒インクで色を意味する文字が印刷されており、「できるだけ速く文字を読んでください」指示を与える。Ccard は色塗りされた図形（一般に正方形）が印刷されており「できるだけ速く図形の色を答えてください」と指示を与える。CWcard は示される色を意味する文字が意味とは異なる色で印刷されており「できるだけ速く文字を読まずに、文字の印刷の色を答えてください」と指示を与える。Wcard、Ccard、CWcard の順に課題を行うと、Wcard、Ccard の返答時間に対し、CWcard の返答時間が延長する。この時間延長をストループ効果という。最新の研究では、この効果は前頭葉の高次機能を反映している事が示されている⁽²⁵⁻²⁷⁾。ストループ効果は認知心理学において多用されている。我々は

認知症スクリーナの MMSE/HDS-R とストループ CW 課題の間に有意な相関があることを示し、この課題を用いた早期認知症診断リハビリシステムの開発を行っている。一般に提示課題には赤、黄、緑、青が用いられているが、これらが最適とする研究はあまりみないのが現状である。提示課題（本実験では色）は被験者にとって既知（日常的）か未知（非日常的）かによって、得られる反応が異なる事が予想される。そこで本研究では Stroop 効果において色に対する認知の程度による影響がでないよう、刺激色に対する認知度を認知スコアとして定量化し、このスコアに基づき本課題に好ましい課題色を検討する事を目的とする。

3. 方法

3-1. 参加者

表 1 に示す中年から高齢の 52 名の参加者が実験に参加した。参加者は全員、実験場所である剣野コミュニティセンターの利用者であった。参加者は全員、視覚機能および聴覚機能に異常がなかった。また彼らからは、計測前に紙面によるインフォームドコンセントを得た。

Table 1. Participants

sex	n	age
male	30	73.5±7.5
female	22	64.6±9.8
total	52	69.7±9.5

3-2. 実験手順

本研究は研究協力いただいたコミュニティセンターの一室をお借りし行った。色に関するアンケート（表 2）を行うに際し、被験者には「日常的な色を 5、あまり日常的でない色を 1 として、各色に対するイメージを 5 段階で回答してください。」と指示を与えた。回答いただいた色は、日常的に目にする機会が多いと考えられる赤色、茶色、橙色、黄色、緑色、青色、藍色、紫色、ねずみ色、黒色、白色、ピンク色、オレンジ色、レモン色、グレー色の 15 色とした。回答の平均値を意識スコアと定義した。

Table 2. Questionnaire (example)

	日常的である。	⇔			あまり日常的でない
赤色	5	4	3	2	1

4. 結果

図 2 に男女別の意識スコアの結果を示す。t-検定の結果、男女間には色意識において有意な差がある事が示された。

図 3、表 3 には全参加者での意識スコアの順位を示す。黒色と白色を除くと、上位の四色は青、緑、赤、黄であり、伝統的な色と一致した。

しかし男女別でみると順位は男女間で異なっていた。男性では白と黒を除くと、上位 4 色の順位

は、全体と同じ緑、青、赤、黄となった（図4表4）。

しかし女性では、意識スコアの順位は黒白を除くと、上位から青色、緑色、ピンク色、茶色、黄色、赤色となった（図5表5）。

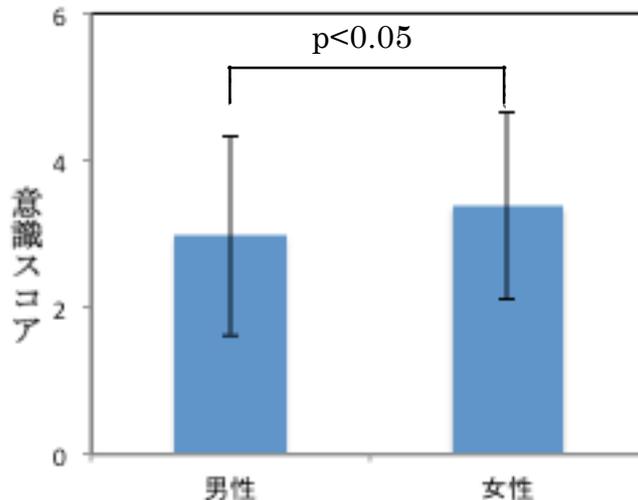


Fig.2 Conscious score

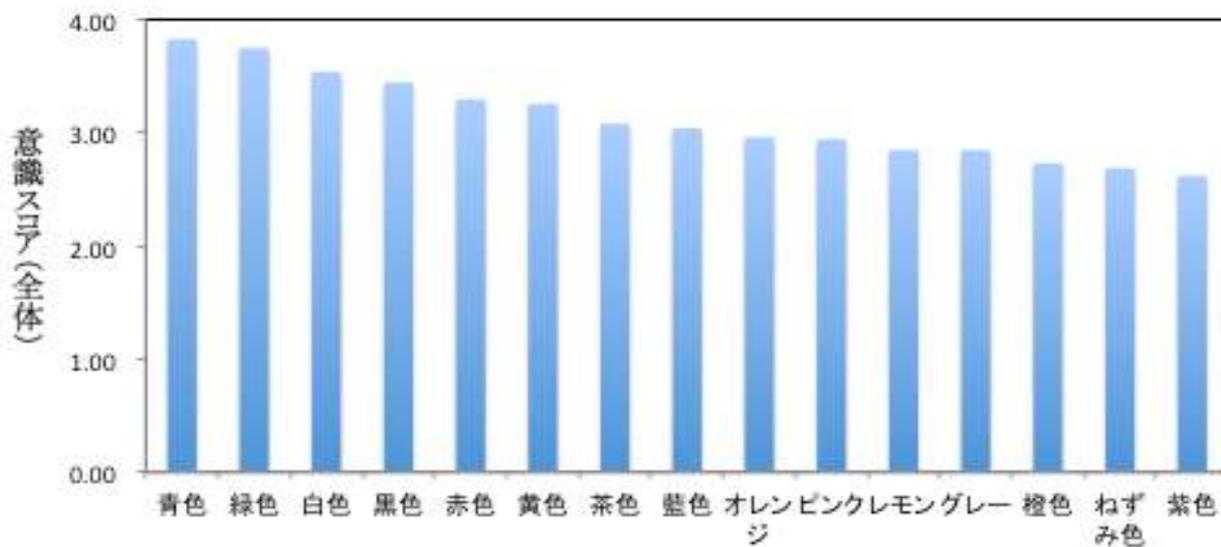


Fig.3 Conscious score order (all participants)

Table 3. Conscious score order and point (all participants)

順位	1	2	3	4	5	6	7	8
色	青色	緑色	白色	黒色	赤色	黄色	茶色	藍色
意識スコア	3.83	3.75	3.54	3.44	3.29	3.25	3.08	3.04
順位	9	10	11	12	13	14	15	
色	オレンジ	ピンク	レモン	グレー	橙色	ねずみ色	紫色	
意識スコア	2.96	2.94	2.85	2.85	2.73	2.69	2.62	

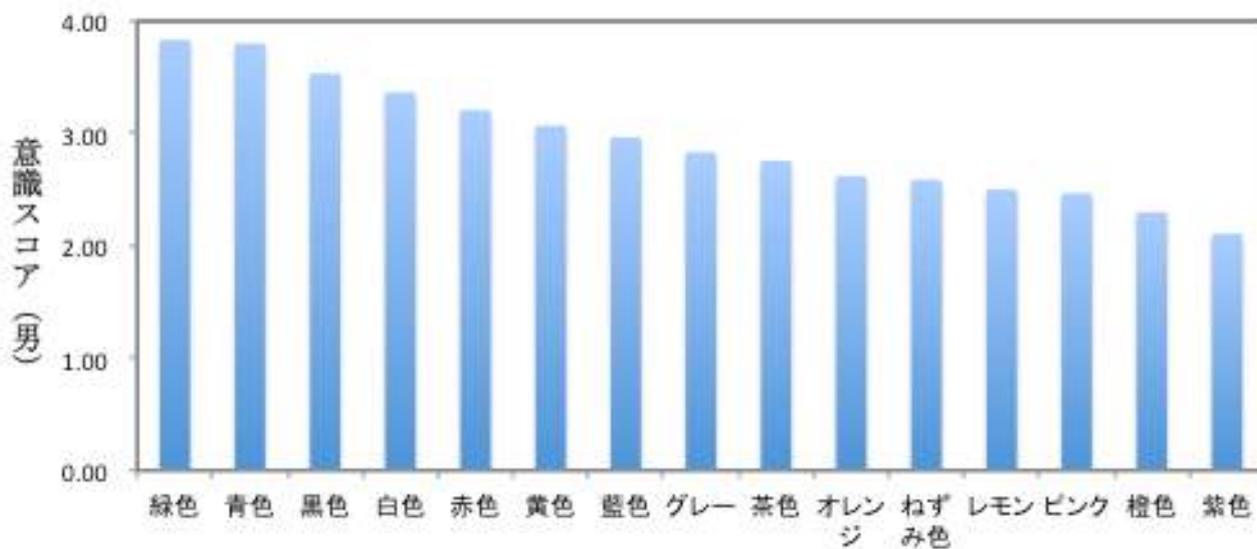


Fig.4 Conscious score order (male)

Table 4. Conscious score order and point (male)

順位	1	2	3	4	5	6	7	8
色	緑色	青色	黒色	白色	赤色	黄色	藍色	グレー
意識スコア	3.83	3.80	3.53	3.37	3.21	3.07	2.97	2.83
順位	8	10	11	12	13	13	15	
色	茶色	オレンジ	ねずみ色	レモン	ピンク	橙色	紫色	
意識スコア	2.76	2.62	2.59	2.50	2.47	2.30	2.11	

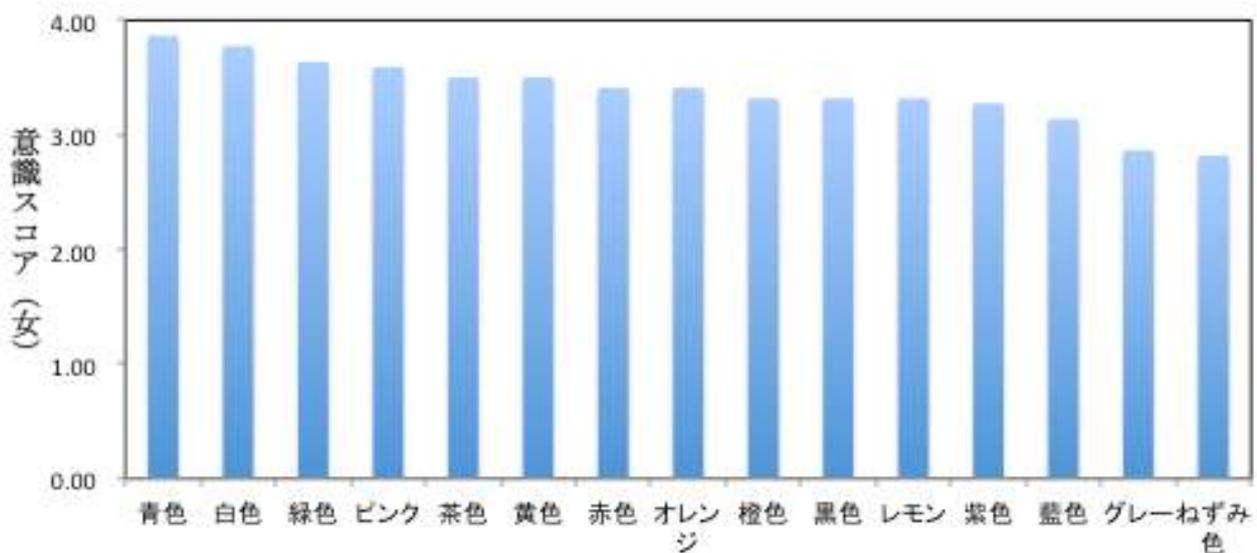


Fig.5 Conscious score order (female)

Table 5. Conscious score order and point (female)

順位	1	2	3	4	5	5	7	7
色	青色	白色	緑色	ピンク	茶色	黄色	赤色	オレンジ
意識スコア	3.86	3.77	3.64	3.59	3.50	3.50	3.41	3.41
順位	9	9	9	12	13	14	15	
色	橙色	黒色	レモン	紫色	藍色	グレー	ねずみ色	
意識スコア	3.32	3.32	3.32	3.27	3.14	2.86	2.82	

5. 考察

早期認知症評価のためのストループ課題に用いる色を、全体の順位のみから選択すると、青、緑、赤、黄となる。しかし男女別で上位をみると、男性では順番こそ異なるが上位四色は全体と同じ緑、青、赤、黄となった。しかし女性についてみてみると上位から青色、緑色、ピンク色、茶色、黄色、赤色となり、男性とは異なる結果となった。そこで意識スコアから各色を検討してみると、女性において高順位のピンク色と茶色は、男性ではそれぞれ 2.47 (13 位) と 2.76 (8 位) と得点も順位も低かった。従って男性を評価する際、これらの色は相対的に避けたい色となる。また全体で上位 4 位までに入り、女性では同率 5 位、7 位に入った黄色と赤の意識スコアは、それぞれ 3.50 と 3.41 であり、男性の 4 位の黄色の色意識スコア 3.07 を上回っていた。これらの結果を考慮すると、ストループ課題に採用するのに適した 4 つの色は、緑、青、黄、赤といえる。

6. 結論

早期認知症評価のために用いるストループ課題における課題提示色について 52 名の被験者にアンケートを行った。その結果、緑、青、黄、赤の四色が好ましい事が示された。

謝 辞

本研究を行うにあたり実験に協力参加いただいた、新潟県柏崎市の剣野公民館職員、利用者の皆様に感謝の意を表します。

参 考 文 献

1. 平成 24 年版高齢社会白書、内閣府
2. Ana C. Pereira, Dan E. Huddleston, Adam M. Brickman, Alexander A. Sosunov, Rene Hen, Guy M. McKhann, Richard Sloan, Fred H. Gage, Truman R. Brown, and Scott A. Small: An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus , PNAS, vol.104, no.13, March 27, 2007
3. Colcombe SJ, Erickson KI, Scalf PE, Kim JS, Prakash R, McAuley E, Elavsky S, Marquez DX, Hu L, Kramer AF: Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans, J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2006 Nov;61(11):1166-70.
4. Eriksson PS, Perfilieva E, Björk-Eriksson T, Alborn AM, Nordborg C, Peterson DA, Gage FH: Neurogenesis in the adult human hippocampus, Nat Med. 1998 Nov;4(11):1313-7.

5. 吉田甫, 川島隆太, 杉本幸司, 前山克次郎, 沖田克夫, 佐々木丈夫, 山崎律子, 田島信元, 泰羅雅登 (2004) 老年期痴呆患者における学習課題の遂行が認知機能におよぼす効果. 老年精神医学雑誌, 15: 319-325.
6. Kawashima R, Okita K, Yamazaki R, Tajima N, Yoshida H, Taira M, Iwata K, Sasaki T, Maeyama K, Usui N, Sugimoto K. Reading aloud and arithmetic calculation improve frontal function of people with dementia. *Journals of Gerontology, Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 60A: 380-384, 2005.
7. Miura N, Watanabe J, Iwata K, Sassa Y, Riera J, Tsuchiya H, Sato S, Horie K, Kawashima R. Cortical activation during reading of ancient versus modern Japanese texts: fMRI study. *Neuroimage*, 26. 426-431, 2005.
8. Sherry L. Willis, Sharon L. Tennstedt, Michael Marsiske, Karlene Ball, Jeffrey Elias, Kathy Mann Koepke, John N. Morris, George W. Rebok, Frederick W. Unverzagt, Anne M. Stoddard, Elizabeth Wright,: Long-term Effects of Cognitive Training on Everyday Functional Outcomes in Older Adults, *JAMA*, 2006; 296: 2805-2814. Vol. 296 No.23, December 20, 2006
9. Nikolaos Scarmeas, Yaakov Stern, Richard Mayeux, Jose A. Luchsinger : Mediterranean Diet, Alzheimer Disease, and Vascular Mediation, *Arch Neurol*. 2006;63
10. P. Barberger-Gateau, C. Raffaitin, L. Letenneur, C. Berr, C. Tzourio, J. F. Dartigues and A. Alperovitch: Dietary patterns and risk of dementia, *NEUROLOGY* 2007;69:1921-1930
11. V. Solfrizzi, A. D'Introno, A. M. Colacicco, C. Capurso, A. Del Parigi, G. Baldassarre, P. Scapicchio, E. Scafato, M. Amodio, A. Capurso, F. Panza: Alcohol consumption, mild cognitive impairment, and progression to dementia, *NEUROLOGY* 2007;68:1790-1799
12. K. Ritchie, I. Carrière, A. de Mendona, F. Portet, J. F. Dartigues, O. Rouaud, P. Barberger-Gateau and M. L. Ancelin: The neuroprotective effects of caffeine, A prospective population study (the Three City Study), *NEUROLOGY* 2007;69:536-545
13. Elizabeth P. Helzner, Nikolaos Scarmeas, Stephanie Cosentino, Florence Portet, Yaakov Stern: Leisure Activity and Cognitive Decline in Incident Alzheimer Disease, *Arch Neurol*. 2007;64(12):1749-1754.
14. R. S. Wilson, P. A. Scherr, J. A. Schneider, Y. Tang, D. A. Bennett: The relation of cognitive activity to risk of developing Alzheimer's disease, *Neurology* 2007;69:1-1
15. Hisashi UCHIYAMA, Yi GUO, Ichiro FUKUMOTO, Availability of the Stroop effect for dementia and MCI diagnosis, XVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association and The 7th Joint Conference of Ergonomics Society of Korea / Japan Ergonomics Society, p29, 2003.8
16. 内山尚志・福本一朗、色文字印刷色の違いによる痴呆評価、*東方医学*、Vol.20, No.2, pp1-6, 2004.12
17. 内山尚志・福本一朗、痴呆高齢者における Stroop 効果-刺激色数および痴呆重症度と Stroop 効果の相関-、*人間工学*、41 巻 2 号、pp106-111、2005
18. 内山尚志・福本一朗、加齢および痴呆による色文字刺激課題遂行時間前後比の変化、*東方医学*、Vol.21, No.1, pp29-35、2005
19. 内山尚志・福本一朗、Stroop 課題返答時間フィードバック認知症リハビリテーション装置の試作、*バイオフィードバック研究*、Vol.33, pp51-59, 2006

20. 14) Hisashi UCHIYAMA, Ichiro FUKUMOTO, A cognitive function self-training system by Stroop task, IFMBE Proceedings Vol.14 CD version14, pp3620-3623, 2006.8
21. 内山尚志、福本一朗、HDS-R 評価項目に基づく色文字課題遂行時間の重回帰分析、東方医学、Vol.22、No.4、pp17-24、2007.3
22. 内山尚志、福本一朗、認知症評価における生理学的小よび心理学的指標の關係、日本早期認知症学会、Vol.2No.1/Vol.3No.1、pp10-17、2009.6
23. 内山尚志、色情報付文字処理に基づく認知症評価システムの提案、生体情報処理と高度情報処理シンポジウム 2011、pp195-198、2011.1
24. Stroop,J.R. Studies of interference in serial verbal reactions. Journal of Experimental Psychology, 18, pp643-661, 1935
25. Pardo J. V., Paldo P. J., Janer K. W. and Raiche M. E. The anterior cingulate cortex mediates processing selection in the Stroop attentional conflict paradigm. Proc Natl Acad Sci U.S.A. 1990 Jan, 87(1), 256-259, 1990
26. Yucel M., Pntelis C., Stuart G. W. Wood S. J., Maruff P., Velakoulis D. et al. Anterior cigulate activation during Stroop task performance: a PET to MRI coregistration study of individual patients with schizophrenia. Am. J. Psychiatry, 159(2), 251-254, 2002
27. George B., Jean A. F., Scott L. R., Larry J. S., Paul J. W., Micheal A. J. et al. Anterior cinglate cortex dysfunction in attention-deficit/hyperactivity disorder revealed by fMRI and the counting stroop, Biological Psychiatry, 1999 Jun, 45(12), 1542-1552, 1999

Repair and upgrade of junk microscopes for education and investigation

Yousuke TAGUCHI, Daishi TAKAHASHI and Takeya TOYAMA

Course of Clinical Engineering, Kitasato Junior College of Health and Hygienic Sciences

500 Kurotsuchishinndenn, Minamiuonuma, Niigata 949-7241, Japan

Tel/Fax +81-25-779-5061/+81-25-779-4544

e-mail address: y-tagu@kitasato-u.ac.jp

Key words :

microscope, optical design, reuse

Abstract

Animate things living by eating, digestion and absorption of nourishment. In this biological activities, many events of cell division, protein synthesis, such as intracellular material transport is carried out. To understand these, it is important that not only to study by textbooks but also to observe the actual state of the activities under a microscope. Thus, Microscope has become an indispensable instrument for education and investigates of life science.

However, in the departments and laboratory that does not have a sufficient budget is very difficult to make up the number of the microscope. Moreover, because optical design of old microscopes is different current it, we are difficult to get necessary parts. But, we can repair and upgrade of old microscopes to have a sufficient optical knowledge.

Therefore, we intended to change optical design of old microscopes to current one and to make old microscopes available for education and investigate. In this study, we reported on the design of an optical unit with emphasis on the lighting system of the microscope.

(Received: March 1, 2013 / Accepted: March 15, 2013)

ジャンク顕微鏡の再生 ～教育・研究で使用可能な顕微鏡へ～

田口洋介 高橋大志 外山竹弥

北里大学保健衛生専門学院 臨床工学専攻科
〒949-7241 新潟県南魚沼市黒土新田 500 番
電話/ファックス : 025-779-5061/025-779-4544

e-mail : y-tagu@kitasato-u.ac.jp

【要 旨】

生物は、食物を食べ、消化し、エネルギー源や栄養分を吸収することで生命活動を行っている。この生命活動の中では、細胞分裂、タンパク質合成、細胞内物質輸送などの多くの生命現象が見られ、これらを理解するためには教科書による勉強だけでなく顕微鏡を用いて実際の活動の様子を自らの目で観察することが重要である。このように、今日の生命科学の教育・研究には顕微鏡が必要不可欠な機器となっている。

しかし、顕微鏡はその構造や機能から高価なものが多く、大人数の学生を抱える学科や起ち上げたばかりの研究室では数をそろえることは非常に困難である。また、古い顕微鏡では有限遠補正光学系であったものが現在のものでは無限遠補正光学系になっているように、古いものと新しいものでは光学設計が異なりメーカーではメンテナンスの対象外になっているものや消耗品の製造が終了しているものが多いのが現状である。だが、光学系の知識が十分にあれば現在でも教育・研究に十分使用できる顕微鏡として使用することが可能である。

そこで、我々は既に使われなくなった顕微鏡を現在の光学設計に合わせた物へと再生することを目的とした。今回は、顕微鏡の照明システムに重点を置いた光学ユニットの設計について報告する。

キーワード： 光学顕微鏡、光学設計、再利用

1. Introduction

現在の生命科学において顕微鏡は必要不可欠な機器である。顕微鏡は16世紀に開発され様々な分野で活躍してきたが、生命科学の分野では17世紀ごろから重宝されるようになった。この時代の顕微鏡によって発見された代表的なものとして、アントニ・ファン・レーウェンフックによって発見された微生物や精子が挙げられる⁽¹⁾。この発見を機に昆虫の自然発生説が覆され、肉眼では見えない世界に昆虫の卵や微生物が存在していることが証明された。これ以後、顕微鏡技術の進化と共にウィルスの発見や細胞小器官の構造解析などの様々な生命科学の分野が発展していった。今日においても、顕微鏡は必要不可欠なものであり、病変組織の観察、細胞運動やタンパク質動態の観察などの生命科学の分野だけではなく、微細加工技術や工業製品の品質管理などの工業分野でも活躍している⁽²⁾。

この顕微鏡はその原理により様々な種類が開発されたが、最も普及している顕微鏡として光学顕微鏡が挙げられる。特に、生命科学の分野を学ぶ際に必ずと言っていいほど使用する器具の一つである。光学顕微鏡の原理としては、試料に光を照射しその反射光や透過光をレンズによって結像し観察するものであるが、照射する光の種類やレンズの組み合わせ、フィルターの種類により可視光だけではなく偏光や蛍光も観察することが可能である。また、光学顕微鏡は生きた試料をそのまま観察することが可能なので、教科書で学ぶ知識だけではわからない動的な変化を観察することができるので現象を理解するのに大きな利点がある⁽³⁾。しかし、顕微鏡全般に言えることであるが、微小なものを観察する機器であるので精密な部品が多数使用されており非常に高価な機器である。そのため、学生数の多い学科や新規の研究室では数をそろえることが困難な場合があり教育や研究に支障をきたす可能性がある。

現在の顕微鏡はオートフォーカスや自動光軸合わせなど様々な機能が付加されているので非常に使いやすく、光学的知識が少なくても簡単に管理・運用ができるようになってきている。だが、拡大像を観察するという光学的な機能においては、対物レンズと照明が大きな役割を果たしているので型落ちの顕微鏡であっても最適な対物レンズと照明方法を確立できれば十分に教育や研究に使用できる顕微鏡とすることができる。現在、数十年前の旧式の顕微鏡はメーカーの消耗品生産や修理の対応が終了していることが多く、ジャンク品として出品されていたり、倉庫に眠っていたりすることが多い。そこで、旧式の顕微鏡を安価で再生できれば多額の予算を必要とせずに教育や研究に利用できると考え、教育や研究で使用可能な旧式顕微鏡の再生を目的とした。

拡大像を観察するのに重要な対物レンズと照明系の内、対物レンズに関しては設計、製造ともに非常に困難であるので照明系の再生を行った。照明方法にはクリティカル照明とケーラー照明の二つの方法が存在しているが、近年の顕微鏡では試料をむらなく照明でき、開口数と視野を変えることができるケーラー照明⁽⁴⁾が採用されている機体が多いので、その機能を十分に生かせる設計とした。さらに、光源としては消費エネルギーが少なく、寿命が長い高輝度LED⁽⁵⁾を採用しLEDランプハウスを設計した。これについて報告を行う。

2. Materials and methods

2-1. Materials

BIOPHOT Nikon 販売開始年数 1976 年 (光源、対物レンズ無し)
3 W 高輝度 LED (白色、緑色、青色) 楠木産業
定電流電源 KHLS024-B12 楠木産業
アナログ電流計 DE-550 (2A DC) 秋月電子
ヒートシンク 54×50×15 mm 秋月電子
熱伝導両面テープ 62×62 mm 秋月電子
バナナプラグ付コード (赤、黒) 秋月電子
ターミナル (赤、黒) 秋月電子
トグルスイッチ ET205K12-Z RS コンポーネンツ
コネクタ一式 (ヘッダー、コンタクト、リセプタクルハウジング) RS コンポーネンツ
アクリル板 600×600×5 mm ホームセンタームサシ
固定用ネジ一式 ホームセンタームサシ

2-2. Methods

2-2-1. 顕微鏡本体の状態の確認

長岡技術科学大学生物系生体運動研究室の本多元准教授より譲り受けた顕微鏡 (以後 BIOPHOT と呼ぶ) の現在の状況を確認した。特に、今回の目的である照明系にかかわる部分であるコンデンサレンズと集光レンズが再生不可能なほど劣化していないかどうかを注意し確認を行った。

2-2-2. 照明系の光学設計

BIOPHOT に採用する LED 照明系の光学設計を行った。照明方法は本体のケーラー照明系を用いて行うこととしたので、LED 光源からケーラー照明系の集光レンズへの入光までの設計を行った。

また、ハロゲンランプと高輝度 LED の仕様の比較とそのランニングコストを試算した。試算条件は、ハロゲンランプと高輝度 LED をそれぞれの定格出力で 1 年間 (1 日 1 時間稼働) 運転した条件とし、その計算以下の様に行った。

2-2-3 LED ランプハウス及び調光ユニットの設計

LED 光源を顕微鏡に取り付けるためのランプハウスと LED の光量を調節するための調光ユニットの設計を行った。

3. Results

3-1. 顕微鏡本体の状態の確認

譲り受けた BIOPHOT の状態を肉眼と接眼レンズを用いた目視で行った。現在の状況を Fig. 1 に示す。

外観は殆ど損傷が無く、非常に良い状態であった。また、コンデンサレンズや視野レンズ、接眼レンズは汚れてはいたものの表面にカビが生えていなかったため再生可能であった。しかし、対物レンズ、ハロゲンランプ光源が無く、顕微鏡としての機能は失われていた。

3-2. 照明系の光学設計

照明系を再生するために、新たに光源ユニットを作成することにした。その際に必ず必要になる光学設計を行った。BIOPHOTはケーラー照明を採用している顕微鏡で、ケーラー照明を作り出すために必要な集光レンズとコンデンサレンズが再利用可能であったので光源からケーラー照明系の集光レンズまでの光学設計を行った。今回使用した高輝度LEDは照射角が 120° 、集光レンズの有効径が外形の90%であることを基に設計を行った。その設計図を Fig. 2 に示す。

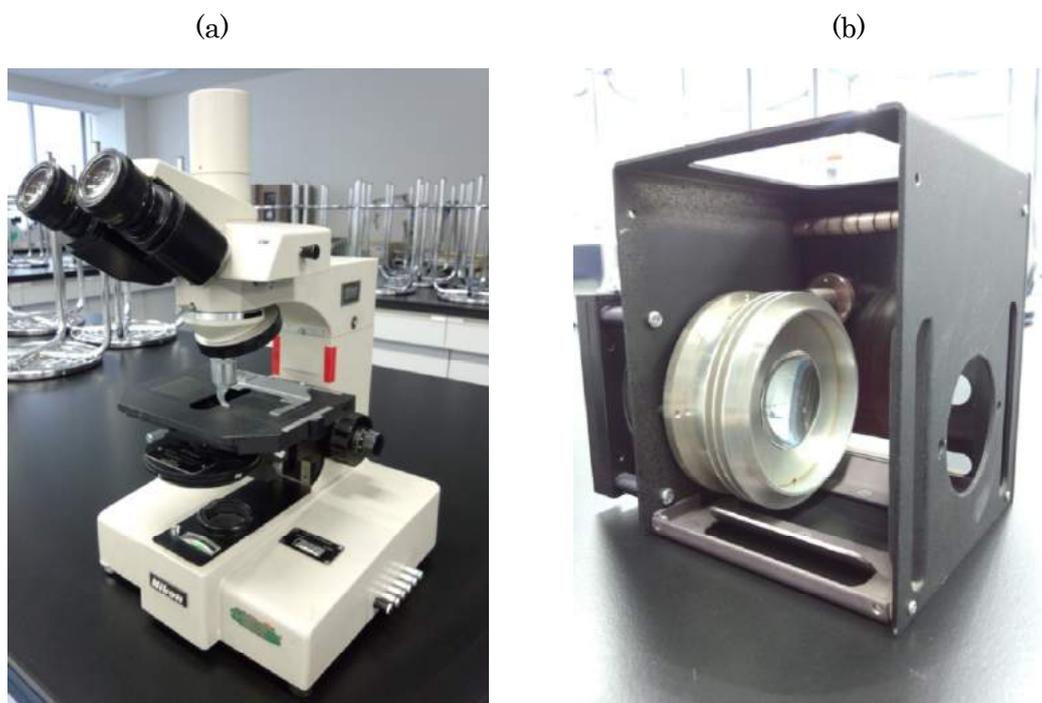


Fig. 1 BIOPHOT の状態

(a): BIOPHOT の全体写真 (b): BIOPHOT の光源ユニット

- ・ 集光レンズの有効径

$$\text{外径} \times 0.900 = 35.5 \times 0.900 = 32.0 \quad \underline{\underline{32.0 \text{ mm}}}$$

- ・ 光の広がり

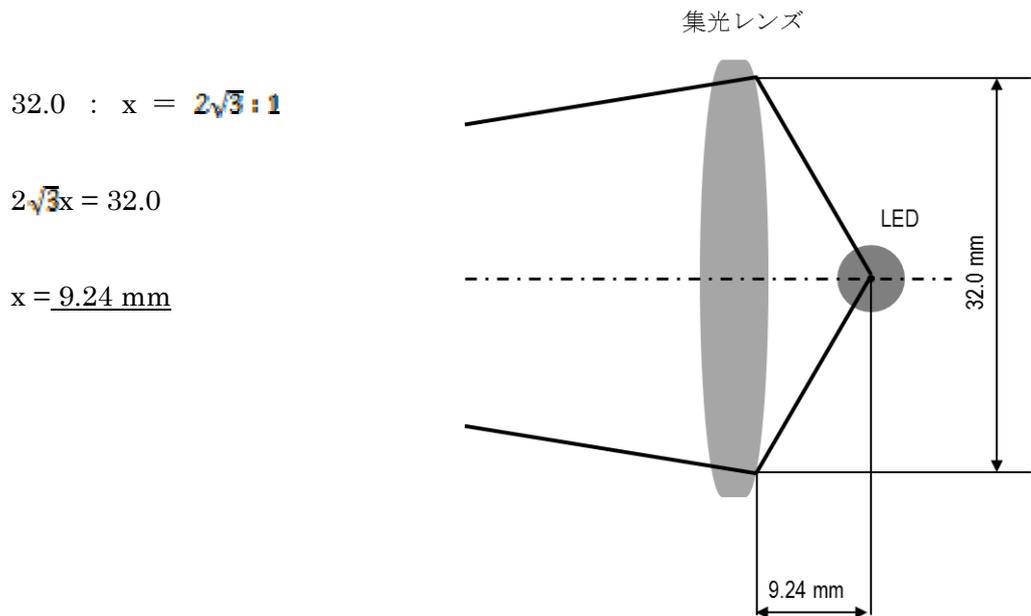
高輝度LEDから発生した光は点光源から発生した光と同じであると仮定すると、照射角 120° であれば光源の光軸を中心に 120° の角度で広がっていく光となる。よって、光を光の進行方向に対して側面から見ると二等辺三角形に広がっていく光になる。その時の光の広がりとう光の進行の関係は三角比から算出すると以下の様になる。

$$\text{光の広がり径} : \text{光の進行距離} = \underline{\underline{2\sqrt{3}:1}}$$

- ・ レンズと光源の距離

光源の光を最大限利用する為には集光レンズの有効径と光の広がりが一致しなくてはならない。よって、有効径かレンズと光源の距離を算出すると以下の様になる。

$$\text{光の広がり径 (レンズの有効径)} : \text{レンズ-光源間の距離} = \underline{\underline{2\sqrt{3}:1}}$$



光源には高寿命、低消費電力の高輝度 LED を採用し、ランニングコストの低減を行った。ハロゲンランプと高輝度 LED でのランニングコストを試算し、その結果を Table 1 にまとめた。

Table 1. ハロゲンランプと高輝度 LED の性能およびランニングコスト比較

(a)性能

	消費電力 (W)	全光束 (lm)	色温度 (K)	平均寿命 (h)	価格 (円)
ハロゲンランプ	100	3,400	3,400	50	1,400
高輝度 LED	5	16,500	6,000	40,000	1,280

(b)ランニングコスト

	交換回数 (回)	消耗品代金 (円)	年間消費電力*1 (kWh)	年間電気代*2 (円)
ハロゲンランプ	8	11,200	37	803
高輝度 LED	1	1,280	2	40

*1 1日に1時間使用したと仮定して算出

*2 全国10電力会社平均単価(1kWh=22円、月間使用量295kWh/月の場合)より算出

3-3. LED ランプハウス及び調光ユニットの設計

光学設計が決定したので、光源を収める LED ランプハウス及び調光ユニットの設計を行った。設計に際して、LED の交換を簡便にするためにコネクタで簡単にランプハウスから取り外せるようにした。また、LED は熱を持つと寿命が短くなってしまうのでヒートシンクで

放熱できる設計にした。LED ランプハウスの設計図を Fig.3 に示す。

調光ユニットは、スイッチのオンオフおよび LED に流している電流値のモニタリングができる設計にした。調光ユニットの設計図を Fig. 4 に示す。

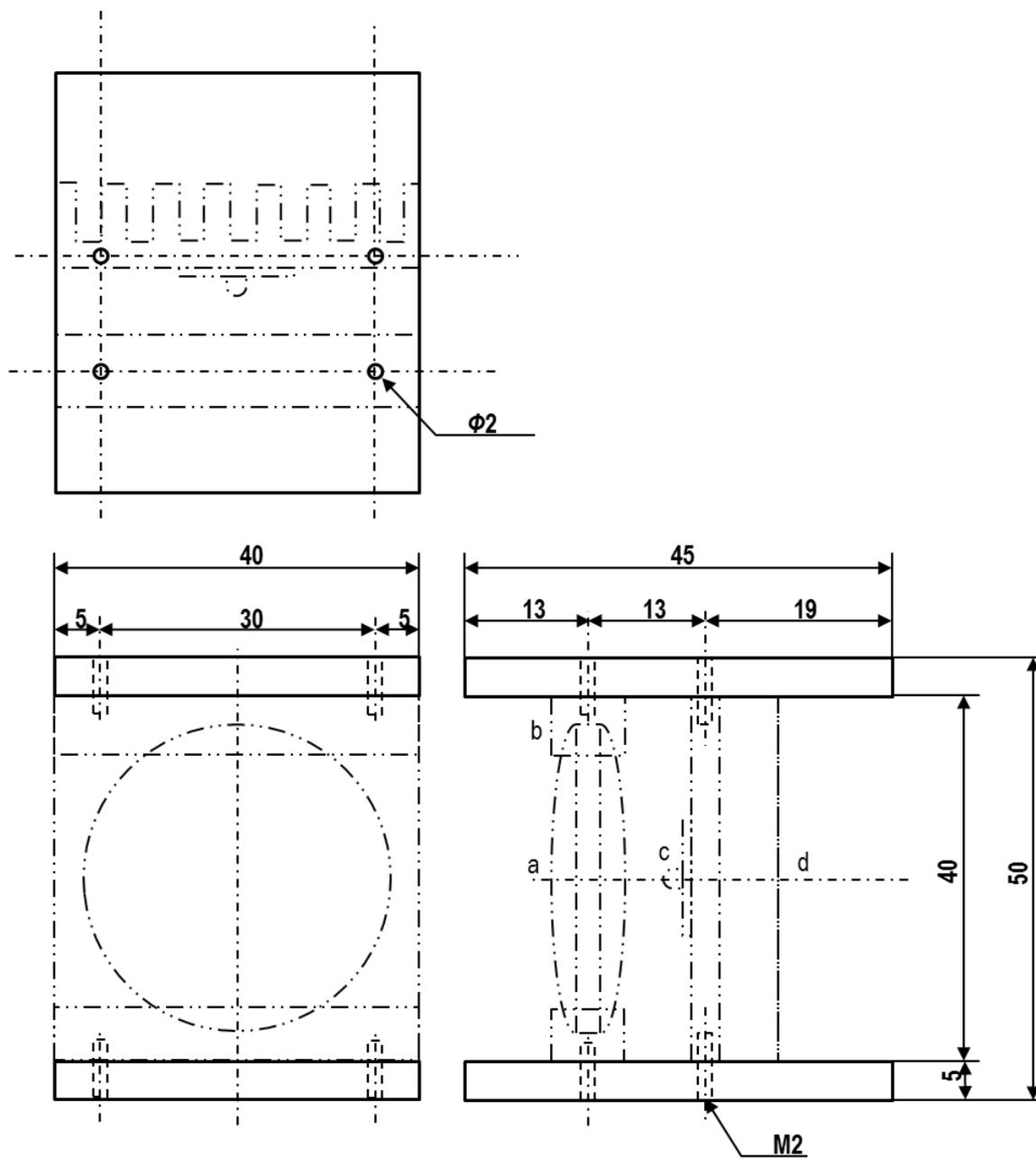


Fig. 3 高輝度 LED ランプハウスの設計図

a: 集光レンズ、b: レンズホルダー、c: 高輝度 LED、d: ヒートシンク

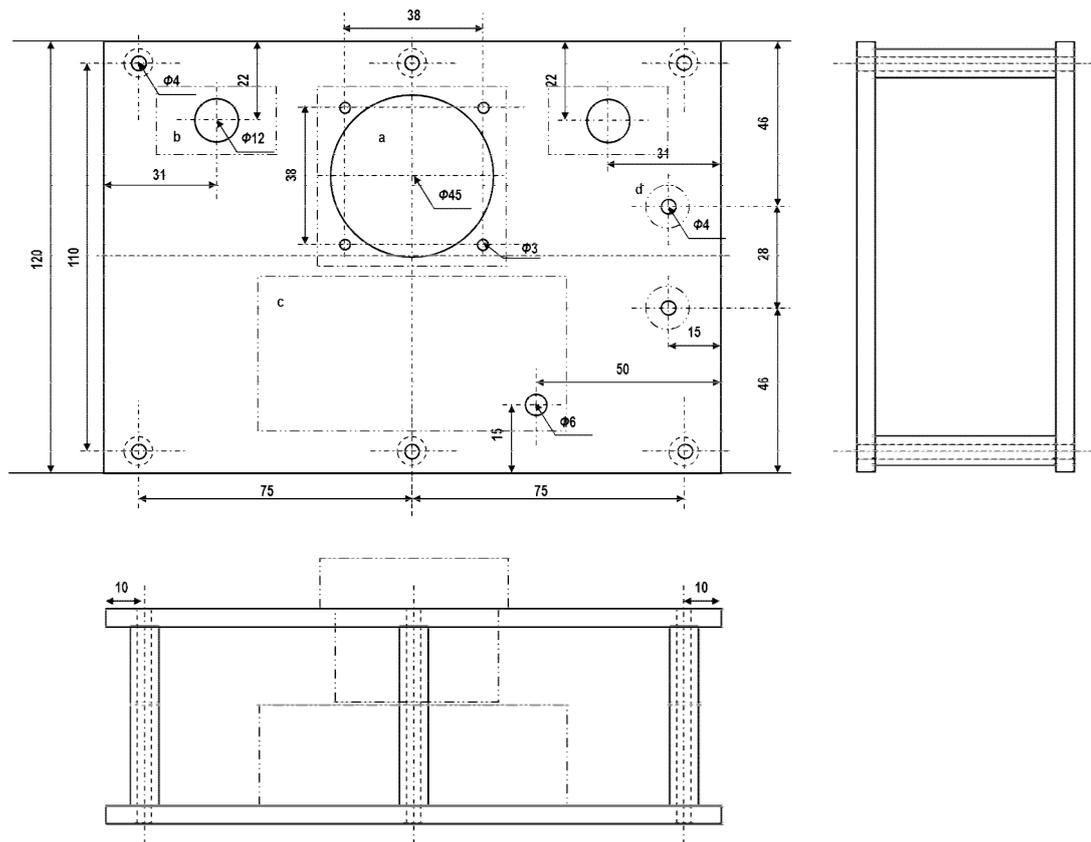


Fig. 4 調光ユニットの設計図

a: DC 電流計、b: トルグスイッチ、c: 定電流回路、d: バナナプラグソケット

4. Discussion

4-1. 顕微鏡本体の状態の確認

BIOPHOT の状態を確認するために外観と光学系の点検を行った。Fig. 1(a)のように、外観には殆ど損傷が無く、非常に良い状態であった。この年代に生産された顕微鏡は本体が非常に頑丈に設計され、多少の衝撃には耐えられるようになっているために、30 数年経過しても外観の状態が良かったのだと考えられる。また、遮光状態で保管されていたので太陽光による劣化が少なかったためだと考えられる。

光学系は、集光レンズや接眼レンズなどは埃や油汚れが付着していたが、クリーニング剤（エタノール：ジエチルエーテル=1：1）を用いれば十分に洗浄可能であったが、対物レンズとハロゲンランプ光源が失われていたので光学系の再構築が必要であった。

4-2. 照明系の光学設計

今回用いた BIOPHOT の光源が失われていたので、光源ユニットを構築するために照明系の光学設計を行った。光源の集光レンズは使用可能であったので、このレンズをもとに光学設計を行った。光学設計を行うにあたり、光源の選択が必要不可欠である。そこで、光源の選択を行うために従来使用されていたハロゲンランプと近年光源として活躍している高輝度

LED の性能とランニングコストの比較を行った。Table 1 より、高輝度 LED の性能でハロゲンランプよりも特に優れている点は、消費電力と平均寿命であった。消費電力は 1/20 倍で平均寿命は 800 倍であり、エネルギー効率が非常に良い光源であることが分かった。そして、光源として重要な全光束は、消費電力が少ない高輝度 LED の方が高い数値を示した。また、ランニングコストで比較しても、もともとの単価がほとんど変わらないので平均寿命の長い高輝度 LED の消耗品代金が安かった。さらに、電気代も消費電力が少ないために安価であった。これらのことから、消費電力が少なく寿命が長い高輝度 LED を光源に採用することで、光源の省電力化と高機能化が行えると考えられる。

高輝度 LED を光源として使用するために照明系の光学設計を行い、設計図を作製した。今回は、もともと使われていた集光レンズを利用するので、光源からレンズへの入光部分のみを設計した。Fig. 2 のように集光レンズと高輝度 LED のみの単純な光学設計で行ったが、この系であればレンズと高輝度 LED の距離が 1 cm 程度であるので、コンパクトな照明系を構築できると考えられる (Fig. 3)。ただし、距離が近すぎて今後の拡張性が低いと思われる。将来的にはレンズへの入光は拡散光ではなく平行光にすることでレンズと光源の距離を幅広くとれるようにし、吸熱フィルターや ND フィルターなどのフィルター類や、レーザ光源に変更した場合のスペシャルフィルターの導入ができるようにするとより機能が拡張できると考えられる。

4-3. LED ランプハウスおよび調光ユニットの設計

3-2 の結果をもとに、LED ランプハウスと調光ユニットの設計を行った。LED のランプハウスは熱が発生するので放熱用のヒートシンクを導入した構造にし、LED の照射角度が 120° と角度が定まっているので全面を覆うような構造にはしなかった (Fig. 3)。これにより、ヒートシンク単体よりも放熱能力が上昇して LED の平均寿命と発光能力が維持できると考えられる。ただし、開放されているランプハウスでは迷光が増えて鮮明な顕微画像が得られない可能性があるため、今後は光源の全面を覆うような構造で空冷ファンを導入し、迷光をカットしつつ冷却性能を維持する構造にする必要があると考えられる。

調光ユニットに関しては、小型化と汎用性を目的としたものを設計した (Fig. 4)。ユニット上面に電流計を実装し、電流値の値を測定しながら調光できるようにした。これにより、定量的な装置設定を行うことができると考えられる。また、装置の上面にバナナプラグソケットを 1 対実装した。これにより、LED 用の調光ユニットとしてだけでなく、その他電気回路の定電流ユニットとしても用いることができると考えられる。

5. Conclusion

ジャンク品として数十年眠っていた BIOPHOT の状態を確認し、照明系の光学設計と光源ユニットの設計を行った。しかし、まだ設計段階であり、今後装置の組み立てや加工を行うことで顕微鏡としての能力を徐々に回復していくと考えられる。また、今回は照明系だけの設計であったが、顕微鏡としての機能を十分に復活させるに對物レンズや結像レンズなどの顕微画像を得るための部分の再構築も必要不可欠である。

今回のこのような取り組みにより、使われていなかった顕微鏡を再生させる一つの方法を示

唆することができたと考えられる。生命科学の教育や研究で高額であるが需要の多い顕微鏡をこのような視点から再生し、古いものを大事に使用していくエコの観点と必要最低限の費用で機器を構築していくコストの観点から生命科学のみならず多くの分野に貢献できると考えている。

References

1. ブライアン J・フォード シングル・レンズー単式顕微鏡の歴史 伊藤智夫 (訳)、東京：法政大学出版局 1986 .
2. 宝谷紘一 細胞のかたちと運動 宝谷紘一、神谷律 (編) ニューバイオフィジックスII-5 東京：協立出版株式会社 2000 .
3. 野島博 顕微鏡の使い方ノートーはじめての観察からイメージングの応用まで 野島博 (編) 東京：羊土社 2003 .
4. 永田信一 図解 レンズがわかる本 東京：日本実業出版社 2002 ; 114-115 .
5. 臼田昭司 よくわかる LED 活用入門 東京：日刊工業新聞社 2007 .

The main effect of the DK elder system at Music healing class

Reiko TAKANAMI

The Japan Opera Foundation Fujiwara opera company

Key word:

Musial therapy, music and exercise for elderly people, Karaoke for elderly people, DK elder system

Abstract

Japan has an aging society now. In my music healing class I have been learned to students that our life will be changed that you can't image. Since 8 years passed I have taught in Kitasato Junior College of Health and Hygienic Sciences. This article reports that the DK elder system which is used in the class in 2012.

I have adapted a DK Karaoke system. It sings alone and project pictures on a screen. So the system was very attractive for the students. They thought it is very useful practice before training in hospital. So they improved a music session with advanced age invited. I used "Kogen ressyha ha iku", that is a highland train in 1954 japanese pops. We have practiced a song with a picture by the DKelder system. An elderly people recalled the scene satisfied by the old days. And student also has good feeling that they sang the song together. The students found how to communicate with advanced age.

I considered that how the DK karaoke system has effective in college education.

At last, the target of my class is suitable with student's needs. It is important that young generation is aiming to work with advance in age at the session.

(Received: March 1, 2013 / Accepted: March 15, 2013)

教育現場に於けるDKエルダーシステム導入の効果と その意義についての一考察

高波 礼子

公益財団法人日本オペラ振興会藤原歌劇団正団員
東京都渋谷区上原2-43-7-103

北里大学保健衛生専門学院非常勤講師
〒949-7241 新潟県南魚沼市黒土新田 500 番

【要 旨】

本論文は平成24年度北里大学保健衛生専門学院に於いて各学科に使用した「DKエルダーシステム(高齢者生活改善機器)」についての研究レポートである。超高齢化社会に突入している日本に於いて学生である世代に現在高齢者である世代との異なる世代間でのコミュニケーションを図るための機器を利用したアプローチを音楽を使って行った。音楽療法 高齢者向けの音楽と音楽つき体操を目的としてこの機器を教育機関として学生教育に取り入れてどのような効果があったかを考察した。また全く新しい取り組みに学生も最初は消極的な面も見られたが進んでいくうちに前向きに取り組むようになった。この過程も記載した。

キーワード: 音楽療法、高齢者向け音楽と体操、高齢者向けカラオケ、生活機能改善機器、DKエルダーシステム

1. はじめに

音楽療法の効果は「音楽を聴くことによる心の安定」、「音楽を演奏する事による心の躍動感」、「個人、集団での視聴や演奏のもたらす喜び」などがあげられる。

特に高齢者の方々には、若かりし年代に聴いた音楽を聴いたり演奏した事による、心の活性化、懐かしさがもたらす効果が有益である事が医学的にも実証されている。

このような効果を本学院では講座、講義内で取り入れ、臨床検査技師養成科では三年生にメンタルヘルス演習として、保健看護科二年生には芸術音楽の講義で将来医療現場での音楽を活用できる人材育成を目的として活用している。宮崎県立看護大学では、以前から大村典子先生が演奏家の立場から音楽療法の導入し学生も積極的に取り組み、学生の卒業後も現場において音楽を有効に活用している。

本学院では、臨床検査技師養成科では八年。ふれあい音楽祭として地域の高齢者の方々と音楽を通しての実習を行っている。講座開始前と後では高齢者の方々とコミュニケーションの取り方が歴然と良くなっている。また学生にも自信ができてきている。

保健看護科では、基礎分野芸術で開講当初は四年生、昨年度からは二年生の講座の中で音楽療法について取り入れている。卒業後、この経験が現場で生きている事を卒業生からも聞き嬉しく思う。

専門外の芸術を学院に取り入れて指導するには、困難を極めた。講座解説当初は何故国家試験に無い音楽を我々学生が学ばなければならないのか？ この問いや疑念をストレートにぶつけてくる学生が多数おり、その有用性を解くのに大半のエネルギーを費やした。

それから年月を経て現在、このような問いをする学生は皆無となり、むしろ隣地実習に行く前段階の重要な講座だという声が多くなった。それは音楽療法の分野がかなり社会的な認知を得ていることも要因である。また講座を受講後の学生達の感想が広く行き渡って来た結果である。

私は常に医療分野を学ぶ学生の音楽はどうアプローチするかを考えている。確実に講座の認知度は上がったがより、これから日本が未だかつて無い超高齢化社会を迎えるに当たり、学生により良い音楽療法の実習の場を与えたいと考えている。

本論はこの新しい音楽療法のアプローチ、DKエルダーシステムを導入する事により、学生と高齢者の施設利用者の方々の喜びや楽しさ、達成感をより多く経験できた事をテーマとする。そのDKエルダーシステム導入により更なる教育的効果があった。かねてより学生が、高齢者の若い時代の親しまれた歌を我々も皆で歌い、演奏したいという声を講義終了後のアンケートで答えている学生が近年目立つようになり、指導する私も多数の学生に限られた時間の中を高齢者の方々の若かりし時代の流行歌をどのように指導するか模索している中で、ニュースの中に高齢者利用施設がDKエルダーシステムを導入し効果を上げている事を知り、是非教育現場で活用できないかとアクションを起こした。真摯に学生は取り組み高齢利用者の方々と学生とのコミュニケーションが良く取れ、互いの笑顔がなによりの結果であると実感した。また、今後の研究に関してDKエルダーシステムを用いた音楽療法が、受講する学生のメンタル面への影響について推察でき、今後の研究の必要性がわかった。

まだDKエルダーシステムを教育現場で導入している所は無く、ここに今年度の機械導入についてと課題について報告する。

2. DKエルダーシステムとは

介護予防、健康増進コンテンツを通信カラオケ機器「DAM」を活用して使用する。音楽・体操・映像などのオリジナルプログラムを通じて、楽しい・面白いという体験を共有しながら心身に効果を実感して行く事ができる。豊富なコンテンツから、対象者や目的に合ったコンテンツを選び体験して行くうちに、自ずと介護予防や健康増進に繋がり、生きがいづくりの大きな力となっている。～第一興商 DKエルダーシステム解説より 抜粋～

わかりやすく説明すると、介護予防のための懐メロカラオケ体操を中心とした機器である。幸い本学院の北里ホールは視聴覚機器が万全であり、ステージ上の大スクリーンを活用して上映した場合多数の利用者に良く見えるので最大三百人が一同に利用できる。これは、細かく練習するのに最適な活用法であった。



図1 エルダーシステムを説明する場面



図2 大スクリーンでエルダーシステムを使用している場面

3. DKエルダーシステムを取り入れた授業

(1) 北里大学保健衛生専門学院臨床検査技師養成科三年生のメンタルヘルス演習

①導入教育を行った学生

北里大学保健衛生専門学院臨床検査技師養成科三年生 87名

②授業の到達目標および演習内容

授業目標は、学生自身とは異なる高齢者の年代の方々とのコミュニケーションを実践にて学び、また身体表現を、音楽を介し表現する事を学ぶとする。また個人の力を合わせ分業化した作業を集結し全体としてのプロジェクトを達成し、その自信を次なる隣地実習に活用する。演習は、1時間の音楽祭の企画と実地。ディサービス利用者の方々の前で発表する。

演習内容は以下のように大きな流れを組み立てている。

1. メンバーの役割分担
2. 各自が決められた作業を進行
3. 全員で介護福祉士の方からの介助についての講義と実習
4. 全員で各事業所に訪問し利用者の方々とのコミュニケーションを図る
5. 「ふれあい音楽祭」を迎える

隣地実習に出る直前の四月に講義を組み、下旬には「ふれあい」音楽祭を行っている。最後は約1時間のステージを学生自身が作り上げ、高齢者ディサービス利用者の方々を本学院北里ホールにお迎えし、誘導、介助も学生が手伝う。学生の約半数は出演者と舞台の裏方スタッフ。半分は誘導や介助をご案内や共に鑑賞する。本年度で8回目を迎えた。

高齢者の方が懐かしく思う1曲を限られた時間と期間で学生に教えることは不可能に近かった。

いつも文部省唱歌の「ふるさと」を歌っていた。そのためDKエルダーシステムを導入することによりこの問題が一挙に解決した。学生はそれぞれの役割をこなすことで必死になり中々全員が集中してできる1曲を構成できないのだ。今年度はこの機械導入となり、講義開始前の3月に実際、萌気園 桑原哲也氏からどんな曲が喜ばれるか 機械を前に検討する時間を持っていた。

桑原氏にはメンタルヘルス演習の中で介護について実際に学生に講義していただいている。その中で「高原列車は行く」が明るい曲で1954年の大ヒット曲であり良いのではとなった。全体、全員が一体感を持ち演奏できる演目や曲の指導内容に私は例年よりも飛躍的に進歩できるのでは？と感じた。以下その経過について述べたいと思う。

学生の動きは決められた役割分担を集中して練習や予習、準備をしてこなすことが出来るようになった。しかし 全体としての1曲の練習は中々持ち場のことがあり完成度は高くはならなかった。私はここでホールが所有している大スクリーンに体操と歌の画面を大写しにすれば大変わかりやすく練習できると考えた。

1回目はこの「高原列車は行く」の実技指導のときに、曲を知っている学生は大変少なかったが、予想よりも違和感なく学生達は即練習に入ることができたのでこの曲を採用して良かったと安心した。

2回目の指導の時も 前向きに取り組み、ほぼ安心して他の演目や介護の実際の応用に神経を注いで作業に取り組んでもらった。

3回目私は楽観し、全く問題視せず指導に入った。しかし今までの2回とは違う学生達に中だるみのような嫌な疲労感が漂い惰性で指導しても何の利益にもならないと感じた。

即刻実技指導を止め、学生に何のためにこの講座を開いて演習してもらっているのかを問うた。このままの演奏を聴かされる相手の立場になって良く考えてほしいとし問題提起し指導の時間を終えた。後は学生の一人一人が考えてほしいと話した。担当教官の五十嵐康之先生とは充分相談したがリーダーが中心となって学生のみ自力でDKエルダーシステムの自主練習を組んだ。

最近の学生の傾向だが細かいところは忠実に実行できても全体として一体化した連体感を表現することは大変苦手なのではないかと感じた。リーダー不在の時代を象徴するように感じることもあった。

その後時間外に私も呼ばれ仕上がりを見る時間を作った。もう一度自分たちの学ぶ姿勢を考えて、学生達独自で練習し出来上がったものは、私が今までの学生からは想像できない表現力だった。私ひとりで必死になって教えていてもここまでの表現力は出てこなかったと思う。そしてこの連体感を持続させながら、各施設に学生全員は訪問に伺いその後ふれあい音楽祭を迎えた。

DKエルダーシステム以外にも、パイプオルガン、吹奏楽、ギター、踊りなどのグループの発表でプログラムは構成されたが、私が八年間の指導の中で、一番改善したかったのは学生個々ではそれぞれの担当をきちんと目的意識を持ち責任感を持ち全うできるが、如何せん、利用者の方々と全員で歌ったりする演目は「ふるさと」などを短時間で練習するしかなく、前記したように、高齢者の方々が知っている曲を皆で歌う練習時間が無くなっているのが現状だった。全体としての一つの演目をなかなか充実させられないでいた。

③DKエルダーシステムを取り入れた事による教育効果

今まで1番手薄になってしまっていた、新しい曲を全員に教える時間が短縮され、なおかつ、表現方法が一段と飛躍した。学生は短時間で曲を習得することにより、役割分担を集中してでき、準備をこなすことが出来た。

特筆すべきはこの講義期間中に萌気園桑原哲也さんからの、実習と講義の中で学生全員にレポートを書いてもらった。主に高齢者に付き添い歩行や移動をどのように行うかの実習である。その中に数名の学生が以下のような感想を書いてきた。事前に学生自身で資料を探していた時に、看護学科の学生がインターネットの医療介護系のサイトに書き込んであったそうだ。病院実習で検査技師養成科の学生の方は、高齢者の接し方ができていない。という書き込みを読んだ時、その学生自身が不安を覚えたが、今回の北里での演習で学生自身の不安は全く解消されたと、これから ふれあい音楽祭を高齢者の方々をお招きして行うことの実行への不安も消え恐なくなったとレポートがあった。これこそが我々教育スタッフが目指している理念の一つである。

機械のみを通して頼るのではなく、最新鋭の機械を有用に活用して人対人のふれあいを文字通り行う事ができた。最先端の医療機器を学ぶ学生達にはより音楽の新しいアプローチをすんなりと受け入れてくれたのだと思う。

④利用者の方々の評価

例年楽しみに「ふれあい音楽祭」をしていてくださる利用者の方々は、学生との語らいや、若い時代をなつかしみ、ホールの雰囲気を楽しんでくださる。笑顔でお帰り

になるのを学生は最後まで見送る。地域社会の方々の笑顔に学生も笑顔で返す。この体験は大変有意義であり、好評である事は喜ばしい。若い年代とのひと時を大変楽しみにしてくださっている。

⑤DKエルダーシステムを取り入れた授業を行う上での課題

学生は目的意識を毎時間の講義で常に保つのは難しい。目的を見失う時には、集中力が低下し身体表現は低下し、全体としての活力が失われる。指導する側とすれば、DKエルダーシステム導入によりさらに学生一人一人の身体表現が見やすくなり効率の良い指導を多数にできた。身体表現、合唱などは連体感が重要である。また受動的で非消極的な態度では完成度の低い演奏となる。このような事態になった時に、学生はより、積極的、自主的な態度が必要となり、そのための準備が大切であると気がつく。

今回はDKエルダーシステムの活用により上記の事態の改善を見た。その、臨床その効果の中では臨床検査科の担当教員の力を借りた。また、時間外での全体練習となった。この点は本当に感謝している。そして様々な局面を経て利用者の方々に大変満足頂く素晴らしいパフォーマンスとなった。

(2) 北里大学保健衛生専門学院保健看護科二年生の基礎分野芸術の音楽

①導入教育を行った学生

北里大学保健衛生専門学院保健看護科二年生 62名

②授業の到達目標および講義内容

授業の目標は

1. 音楽の諸活動を通じて、技能を高め、音楽的理解を深めることができる。
2. 音楽に対する豊かな感性と音楽文化を尊重する態度を育てることができる。
3. 生涯にわたり音楽に親しむための豊かな音楽観を育てることができる。
4. 看護学を専門とする中で将来、社会的音楽活動における理解を深めることができる。

具体例としては、以下の通りである。

1. 歌唱、楽器、創作、鑑賞を軸に集団、個人での音楽の技術向上と演奏の楽しさを体験し学ぶ。
2. グループ活動、個別指導、発表形式の学習を行う。
3. 施設訪問演奏なども視野に入れて、実践的な音楽活動を卒業後開始できるよう指導していく。

以上のシラバスをふまえて学生には以下のように説明しながら講義を進めた。使用した曲目について示す。

「高原列車は行く」

1959年に大ヒットした曲で岡本敦郎によって歌われた。高齢の方々に明るい曲調で指示された曲である。実際ハンカチを持たせ高原列車にハンカチを振りながら乗っているような体操である。最初に使う曲にはこのような明るい曲が保健看護科の学生にも良いと思われた。

ほとんどの学生が知らなかったが、わかりやすいメロディーで、最初の時間は歌を中心に練習した。次の時間では体操を中心にホール一面に大きく写されるスクリーンを利用し約65名が一緒に体操をした。

「365歩のマーチ」

水前寺清子の1970年代初頭に大ヒットした曲。日本の高度経済成長を応援したような曲で知っている学生も多かった。この曲の体操は、立っている人が足のバランスを考えて大勢で踊れる体操の組み立てとなり、普段使わない筋肉を伸ばす体操である。

「めだかの学校」

唱歌のジャンルになる。

この曲は学生たちが次に選ぶ1曲として意見を出した。椅子に座った状態で手首や指の運動を多用している。このような運動に際しても大スクリーンにより運動を見ることができ大変効率よく学習出来た。

「柔」

美空ひばりの大ヒット曲。柔道の道を歌っている。運動自体は柔道の稽古にとりいられるような武道的なポーズが含まれている。

曲の歌唱は一番大変だった。こぶしが全員で行うと回らないのが今後の課題である。

上記の曲を題材に学生達にはノートにそれぞれ運動を図式、イラスト化させ実際の現場に出た時に思いだせるように記述させた。

「ふるさと」

文部省唱歌。どこの場所でもどの年代でも歌える曲であり歌中心で学習した。

講義時間内にすべてこのDKエルダーシステムを導入している訳ではない。従来通りのピアノやパイプオルガンを使っでの伴奏での歌唱指導も行っている。長年実技指導を行っているが実感として、短時間で大勢の学生が同調した形で歌唱できるツールの一つとしてDKエルダーシステムを導入した今年度より連帯感が出てきたと思われる。

③DKエルダーシステムを取り入れた事による教育の効果

北里ホールでの視聴覚設備を活用しスクリーンでの大画面で学生が歌唱と体操を実技練習する事は、彼等が今まで受けてきた学校音楽の授業では、体験しなかった事である。迫力ある画面での練習の体験は貴重である。教育現場としてこの生活改善機器DKエルダーシステムを導入している機関がないのでメディアから注目され新聞テレビ等で講義が紹介された。

その時に最初、学生は冷めていたと思うが社会人であるメディア関係の方々と接し自分たちが北里の学生として取材を受けるという自覚が感じられた。今年度に限った稀有な体験だと思うが 学生達にその体験を楽しもうとする姿勢が見えて大変驚いた。

④DKエルダーシステムを取り入れた授業をするうえでの課題

私が指導する中で学生の傾向として、基礎学力の高い学生とどうしても学力の低い学生に2局化されていると感じた。お互いがお互いの立場を理解しようとするまでにはまだ2年生の段階では到達していないように思えた。更に基礎科目であり学生自体も少し緩い科目ではないかと最初は思っていたと感じた。

講義内容も、より学力の高い学生向けには日本音楽療法学会の論文を引用し音楽療法の臨床例を具体的に上げて講義したが どうしてもついていけない学生が出てきた。

また講義態度も良いとは言えない学生も見られ学生側にその点を指摘しすべての講義に取り組む姿勢の改善を求めた。

様々な局面があったが、DKエルダーシステムの学習を通じ、講義後半に学生は驚くような進歩を見せた。また最終講義向けの3回は夏休み後に行われ、学習態度が大変良く改善されていた。

4. DKエルダーシステムについての学生アンケート

(1) 北里大学保健衛生専門学院臨床検査科三年生

①対象学生

北里大学保健衛生専門学院臨床検査科三年生 87 名に、任意でアンケートを無記名で行った。

②アンケート項目

アンケート項目は、「性別」、「高原列車は行くの曲を知っていましたか?」、「歌ったり踊ったりするのはあなたは得意ですか?」、「学生全員でスクリーンを使っての練習は大変でしたか?」、「ふるさとを最後に皆さんと歌いましたがいかがでしたか?」、「DKエルダーシステムの使用は如何でしたか?」、「これからもDKエルダーシステムを利用した方がよいと思いますか?」の計7項目である。

③アンケート結果

回答 87 名。

- ・ 性別
男性 45% 女性 55%
- ・ 高原列車は行くの曲を知っていましたか?
知っていた 1% 知らない 99%
- ・ 歌ったり踊ったりするのはあなたは得意ですか?
得意 17% どちらでもない 54% 不得意 29%
- ・ 学生全員でスクリーンを使っての練習は大変でしたか?
楽しかった 53% つらかった 3% どちらでもない 44%
- ・ ふるさとを最後に皆さんと歌いましたがいかがでしたか?
楽しかった 67% つらかった 1% どちらでもない 32%
- ・ DKエルダーシステムの使用は如何でしたか?
良かった 83% どちらともいえない 17% わるかった 0%
- ・ これからもDKエルダーシステムを利用した方がよいと思いますか?
良い 91% どちらともいえない 7% 使う必要はない 2%

(2) 北里大学保健衛生専門学院保健看護科学生

①対象学生

北里大学保健衛生専門学院保健看護科 50 名に、任意でアンケートを無記名で行った。

②アンケート項目

アンケート項目は、上記、4の(1)、北里大学保健衛生専門学院臨床検査科三年生の②アンケート項目と同じである。

③アンケート結果

回答 50 名。

- ・ 性別
男性 10% 女性 90%
- ・ 高原列車は行くの曲を知っていましたか?
知っていた 2% 知らない 96%
- ・ 歌ったり踊ったりするのはあなたは得意ですか?
得意 10% どちらでもない 64% 不得意 16%
- ・ 学生全員でスクリーンを使っての練習は大変でしたか?
楽しかった 54% つらかった 16% どちらでもない 30%
- ・ ふるさとを最後に皆さんと歌いましたがいかがでしたか?
楽しかった 58% つらかった 6% どちらでもない 36%
- ・ DKエルダーシステムの使用は如何でしたか?
良かった 78% どちらともいえない 20% わるかった 4%
- ・ 「これからもDKエルダーシステムを利用した方がよいと思いますか?
良い 74% どちらともいえない 20% 使う必要はない 6%

5. DKエルダーシステムを用いた音楽療法の今後の授業並びに研究について

(1) 今後の可能性

高齢化社会に対応した音楽教育は今後ますます重要になってくる。しかし、教育現場ではまだまだ導入を音楽療法科以外の教育現場では取り組み自体が多くは行われてはいない。この点に於いて設備施設等の完備している北里の役割を地域社会への貢献のためにも担う事を更に進めたいと思う。授業について機械を使うだけでは発展しないのであり、教える側も学ぶ側もこの機械を通してコミュニケーションの重要なツールとして位置づけ若い世代は生まれる以前の流曲した音楽などを集大成として学ぶ機会を得て行くことは重要だと思われる。この事は臨床検査技師養成科、保健看護科とも共通の課題である。

保健看護科の学生数名が学園祭の折私に声をかけてきた。臨地実習で病院に出向き学生の中で実習に出て施設で実際に講義のように歌って踊る事を実践し利用者の方や職員の方々に喜んでもらえ自分たちも大変うれしかったと。その後職員の方々と一緒に踊りと歌の練習をして大変喜ばれた。学生達は大変うれしかったと話してくれた。

高齢者の方々が親しんだ音楽の練習方法はこのDKエルダーシステムの活用によって格段に進歩した。もちろん音楽はその多様な側面からこの機械だけあれば成り立つとは言えない。しかしどこもまだ取り入れないこのシステムを試行錯誤して講義に取り入れ実践しひいては実社会に還元していける事を音楽でも実践して行きたい。

(2) 今後の授業の展開

保健看護科ではより密接に体得してもらうよう講義を構築している。幅広い音楽の講義の中で一つのアプローチとして実践したい。

臨床検査技師養成科では「ふれあい音楽祭」のふれあいの部分をよりDKエルダーシステムの活用により、レクリエーションコンテンツを取り入れ学生と高齢者のコミュニケーションの活性化に努めたい。科内の教員との意見交換を更に深め活用したいと考える。

それぞれの科が新しい音楽の取り組み方の一考察ではあるが、社会と音楽との関わりをより深めていくよう私自身も努力したいと思う。

今年度試験的に管理栄養科の2年生にも保健看護科実習棟で実際のグループホームのような介護実習室でも「高原列車は行く」などで1コマだけではあるが体験してもらった。高齢化社会への取り組、地域社会への貢献を考えると学生時代に少しでも実践してもらうことは有意義だと感じた。

このDKエルダーシステムには多彩なコンテンツがあり、口腔ケアや体を動かすクイズなども多彩にある。今後臨床検査技師養成科のメンタルヘルス演習ではこちらも先生方と協力して取り入れていく予定だ。

(3) 今後の研究について

管理栄養科では必須科目ではないので学生の今後の参考になるような紹介やEQI行動特性検査等でこの機械を使って発展させ有効に使う事を学生のコミュニケーションの向上に努めるように研究を教員と連携し始めたいと考えている。今回、筆者のプレテストにより、DKエルダーシステムを用いた音楽療法の前後で、学生の「社会的自己意識」、「達成動機」、「私的自己意識」について有意差をみとめた。これは、DKエルダーシステムを用いた音楽療法が学生のメンタル面に影響を与えると考える。今後DKエルダーシステムを用いた音楽療法が学生のメンタルにおよぼす影響について調査したい。研究はスタートしたばかりであり、今後も続けて行きたい。

また高齢者利用施設の職員の方々、利用者の方々の声を直に聞きながら進めていきたい。先日も施設を訪れ高齢者の方々は雪深い北国の冬にDKエルダーシステムを画面いっぱい活用し元気に歌ったり踊ったりゲームをしたり、口腔ケアについての説明があったり、その笑顔の中に私もいる事を大変喜ばしく思った。

「こんな楽しい機械を持ってい行かないでね。」と話された方の笑顔は忘れられない。

新しい試みを地元の小出郷新聞社、新潟日報社、BSN新潟放送より取材を受けた。

今後も更に地域社会のニーズに応えられるよう研究して行きたい。

謝 辞

DKエルダーシステムの導入について、臨床検査技師養成科学科長鈴木英明先生、五十嵐康之先生、保健看護科学科長渡辺しき子先生、佐藤雅子先生、研究のアドバイスを頂いた管理栄養科 岡山和代先生、そして音楽導入にあたり、講座開設当初から大変お世話になっている木村明先生、医療法人社団萌気会萌気園職員桑原哲也氏、機械使用につき東北福祉大学鶴見大学医学部の産学研究資料を心おきなく活用させて頂いた機器開発第一興商、そしてこの機器開発に取り組みました北里大学医学部卒業生でもある船渡忠男先生(東北福祉大学教授・医療経営管理学科長・同社会貢献センター予防福祉健康増進推進室長・医学博士)に深く感謝いたします。

参 考 文 献

産学共同開発によるエビデンス、東北福祉大学編、鶴見大学医学部編
音楽療法の基礎、村井靖児著、音楽の友社
典子のハートフルコミュニケーション、大村典子、音楽の友社
音との出会い、石川音楽療法研究会音楽チーム、ドレミ楽譜出版社

北里大学保健衛生専門学院紀要作成基準

平成24年12月18日 制定

北里大学保健衛生専門学院紀要（以下「紀要」という。）は、以下の基準に定めるところにより、作成するものとする。

1 紀要の発行等

- (1) 紀要は、毎年1回以上を発行するものとし、学術委員会が作成を担当する。
- (2) 紀要の編集に当たって、学術委員会の下に編集委員会を置くことができる。

2 投稿資格

紀要に投稿できる者は、本学院同窓生、在校生、教職員、その他学内外から推薦された者とする。

3 紀要に掲載する学術領域

紀要に掲載する学術領域は、健康科学及び医学、看護、医用生体工学など医療系の研究・教育に関するものとし、論文の区分は原著 Original Article、総説 Review Article、症例報告 Clinical Report、論説 Letter などとする。

4 掲載原稿の選考及び決定等

- (1) 学術委員会は、投稿された原稿の査読を行い、掲載予定原稿を選考し、学院長に推薦する。

なお、学術委員会が必要と認めた場合は、原稿の査読を学術委員会委員以外の者に依頼することができる。

- (2) 学院長は、学術委員会から推薦のあった掲載予定原稿を確認し、最終決定する。
- (3) 営利性が認められると判断された論文は、原則として掲載しない。

5 著作権等の取扱い

- (1) 投稿された論文の著作権及び版権は、全て本学院に帰属するものとする。
- (2) 掲載された内容について、第三者の著作権を侵害するなどの指摘があった場合は、原稿執筆者がその責任を負うものとする。

6 インターネット上での公開

紀要は、本学院ホームページに掲載する。

7 執筆要領等

投稿原稿の執筆等に当たっての詳細は、別に定める「北里大学保健衛生専門学院紀要執筆等要領」のとおりとする。

8 事務局

紀要の作成に関する事務局は、学術委員会とする。

9 基準の改廃

この基準の改廃は、学術委員会の議を経て、学院長が承認する。

10 附則

- (1) この基準は、平成24年12月18日から施行する。
- (2) この基準の施行に伴い、「北里大学保健衛生専門学院紀要投稿規程」は廃止する。

北里大学保健衛生専門学院紀要執筆等要領

1 論文の言語

- (1) 論文の原稿は、邦文又は英文で記し、邦文と英文の要旨を付けてください。

2 投稿原稿の原則

- (1) 投稿原稿は、国内外を問わず他紙に未発表のものとしします。
- (2) 論文の内容が倫理的考慮を必要とする場合は、必ず「方法」の項に倫理的配慮を記載してください。
- (3) ヒトを対象にした論文は、1964年のヘルシンキ宣言（以降の改変）に沿い、必要な手続きを行ってください。特に臨床試料を扱う場合には、原則として所属機関の倫理委員会などで認められた研究内容で、同意書等を取得した上で得たデータとしします。
- (4) 動物による論文は、動物愛護の立場から所属機関の実験動物に関する管理に従って行ったことを明記してください。
- (5) 論文の形式は、執筆要領に従ってください。これに反する場合は原則として受け付けません。
- (6) 修正などのために原稿を返却された場合は、返却日から1か月以内に返送してください。期間内に返送されなかったものは不採用としします。また、修正を求められ再投稿する場合は、指摘された事項に対する回答を付記してください。

3 執筆要領

(1) 論文の書き方等

- ① 表紙には表題、著者名、所属機関名、所属機関連絡先住所、キーワード（5語以内、原則として英語の小文字・単数形で記載）を邦文及び英文で記入してください。
- ② 異なる機関に属する者の共著である場合は、所属ごとに番号を付してその番号を著者氏名の右肩に示した上で、氏名欄の下に一括して番号ごとの所属先を記してください。
- ③ 表紙ページを1ページとして、通し番号を付してください。
- ④ 2ページに要旨を作成してください。要旨は邦文及び英文とし、邦文は600字以内、英文は500語以内（ダブルスペース）としします。
- ⑤ 3ページから、序文、方法、結果、考察、結論、謝辞、文献、脚注の順に記載し、原稿の構成も同様としてください。なお、それぞれの見出しの言葉は変更しても構いません。
- ⑥ 論文はA4普通用紙を使用し、邦文論文は横書きで、英文論文はダブルスペースで記述してください。また、数字及び英字は原則として半角としてください。

- ⑦ 英文論文は、英語に関して十分な知識を持つ専門家の事前チェックをなるべく受けてください。なお、学術委員会の判断で、受理後の印刷前に英文チェックを行う場合があります。その際の費用は、著者の負担となります。
- ⑧ 原著原稿は、邦文・英文共に刷り上がり A4 普通紙 6～10 頁程度、これ以外の原稿は 6 頁までとします。
- ⑨ 文字使い等は、次のとおりとしてください。
- ・学名はイタリック体を用いるかアンダーラインで明示してください。
 - ・化学物質名・菌名・病名等は省略せずに記述し、略号を用いる場合には文中にその旨を記してください。
 - ・外来語は、片仮名で書いてください。
 - ・外国人名や適当な日本語訳のない術語などは、原綴を用いてください。
 - ・単位は、特別の理由がない限り SI 単位を用いてください。
 - ・数字は、アラビア数字を用いてください。
 - ・表題には商品名を用いないでください。文中に登録商標名を使用する際は、最初を大文字とし、登録商標名のあとに社名を括弧書きして表記してください。
 - ・図・表及び写真は本文に挿入してください。図表は可能な限り白黒とし、組織標本などカラーが必要な場合のみカラーとしてください。カラーの図や写真を使用する場合は、その製版と印刷の費用を著者の負担とする場合があります。
- ⑩ 引用文献の記載様式は、次のとおりとしてください。
- ・引用文献は、本文中の引用箇所右肩に、⁽¹⁾、^(1~3)、^(1,3~5) などの上付き両括弧数字で示し、本文の最後に一括して引用番号順に記載してください。
 - ・引用できる文献は、既に発行された書籍、論文とします。
 - ・引用文献の記載は、以下の形式としてください。雑誌名の略記は「医学中央雑誌」及び「Index Medicus」に従ってください。
- i 学術雑誌の例
- [著者名、表題、雑誌名、発行年(西暦)；巻：頁一頁.]
- (1) 北里柴三郎、志賀潔、細菌の遺伝子調節予防法、北里研究所雑誌、1868；58：267-274.
- (2) Kitasato S, Shiga K, Hata S, Effect of the Toxin on stress and temperature. Arch Kitasato Inst, 1887；55：121-125.
- ii 単行本の例
- [著者名・表題・編者名・書名、発行所所在地：発行所、発行年(西暦)；頁一頁.]
- (1) 志賀潔・赤痢菌・北里柴三郎編・細菌検出方法、東京：北里研究所出版、1830；246-258.

(2) Hata S, Kitasato S・Antibiotic and resistant bacteria・Kitasato S ed.・
In Method for extracted antibiotic. Tokyo : Kitasato Inst press、1839 ;
101-128.

iii 特殊な報告書、投稿中原稿、私信などのほか、インターネットのホームページは、原則として引用文献としては認められません。

⑩ 研究実施や原稿作成などの過程で、研究助成、特定の企業、その他の団体の経済的支援を受けた場合は、論文内にその旨を記載してください。

4 原稿等の送付方法

- (1) 原稿等は、原則として電子投稿とします。
- (2) 原稿等は、電子メールの添付ファイルとして送付してください。なお、メールの送信については自己責任において行ってください。
- (3) 電子ファイルの保存形式は、Word 若しくは pdf 形式としてください。
- (4) 電子投稿ができない場合は、電子メディア (CD-ROM 等) に保存したものの郵送も可とします。その際は、記憶媒体にラベルを貼り、筆頭著者氏名、保存形式を併記してください。
- (5) 投稿する際は、必ず原稿審査依頼書 (指定様式 様式 1) を添付してください。
- (6) 電子投稿の送付先アドレス及び郵送先は、次のとおりです。

E-mail アドレス : symposia@kitasato-u.ac.jp

郵送先 : 〒949-7241 新潟県南魚沼市黒土新田 500 番

北里大学保健衛生専門学院 学術委員会事務局 宛

電話 025-779-4511

なお、郵送する場合は、必ず簡易書留便又は宅配便 (メール便は除く) とし、封筒の表に「北里学院紀要原稿」と朱書きしてください。

(7) 受領した原稿 (記憶媒体を含む。) は、返却しません。

5 原稿の校正等

- (1) 掲載原稿の校正は、学術委員会において行います。
- (2) 原稿の掲載は、論文の区分ごとに受理順とします。

6 掲載料等

- (1) 査読料及び掲載料は、無料です。
- (2) カラー頁、アート紙写真等、著者の希望により特別に注文する場合は、別に実費を徴収します。
- (3) 発行した紀要は、著者数 + 1 冊を第一著者に贈呈します。

7 掲載内容の使用手続き

- (1) 紀要に掲載された図表など原著性の高い内容を、他の雑誌や書籍刊行物で使用する場合は、指定様式（様式2）により本学院に必ず書面で許諾申請を行ってください。電子メールでの申請は受け付けません。
- (2) 使用が許可された図表等に関しては、脚注あるいは参考文献として引用文献の明示、謝辞などに記載してください。

8 その他

紀要の執筆等に当たって不明な点は、「学術委員会事務局」までお問い合わせください。

以 上

編 集 後 記

北里大学保健衛生専門学院紀要第 18 巻が完成致しました。まずは本学院内外から多くの投稿を頂きましたことに感謝申し上げます。

本紀要では、臨床工学専攻科教員より 3 報、非常勤講師の先生より 5 報の論文が紹介されており、その内容も人間の社会生活基盤や音楽療法、各種医用システムの開発といった環境都市工学や健康科学、医用生体工学分野の視点での論文となっております。

また、昨年（平成 24 年）10 月に開催されました第 21 回魚沼シンポジアでは、本学院長の石原和彦先生をはじめ、長岡技術科学大学医用生体工学研究室・株式会社プロジェクト・アイの佐橋拓先生からご講演頂き、教員と学生を合わせまして口頭発表 11 件並びに今回より新たに設けましたポスターセッションでは 7 件の発表がございました。さらに今回の魚沼シンポジアでは、会場入口前にて佐橋先生から災害救助車両の展示もあり、ポスター会場におきましても教員のみならず学生も交えて積極的な意見交換が行われておりました。この場をお借り致しまして、魚沼シンポジアに学内外からご協力頂きました先生方に謝辞を申し上げます。

本紀要は北里大学保健衛生専門学院の教員、在学学生、卒業生の研究を中心に、また学外の先生からの研究論文も掲載していることから、著者や読者ともに良い刺激となることを期待し、著者の先生におかれましては今後の研究では更なる発展を遂げて頂きたいと存じます。

北里大学保健衛生専門学院紀要並びに魚沼シンポジアを通じまして、各先生方の今後益々のご活躍を祈念致しまして、編集後記に代えさせて頂きたいと存じます。

平成 25 年 3 月 1 日

学術委員会委員長
高橋 大志

北里大学保健衛生専門学院紀要

学術委員会（編集委員会）

委員長 高橋 大志 （臨床工学専攻科）
委員 鷹津 秋生 （管理栄養科）
委員 井口 智子 （保健看護科）
委員 坂西三代子 （事務室）

北里大学保健衛生専門学院紀要（非売品）

第18巻 2013

平成25年3月31日発行

発行人 石原和彦

発行機関 北里大学保健衛生専門学院
新潟県南魚沼市黒土新田500番
(〒949-7241)

発行所 (株)いんぱん
新潟県南魚沼市浦佐1140番地2
(〒949-7302)

KITASATO DAIGAKU HOKEN-EISEI-SENMONGAKUIN KIYO

Scholarly Committee (Editorial Board)

Editor-in-Chief Daishi TAKAHASHI (Course of Clinical Engineering)
Editors Akio TAKATSU (Department of Applied Clinical Dietetics)
Satoko IGUCHI (Department of Nursing)
Miyoko Banzai (Office worker)

KITASATO DAIGAKU HOKEN-EISEI-SENMONGAKUIN KIYO

Vol 18 2013

Published by

Kitasato Junior College of Health and Hygienic Sciences

Printed by

Inpan Corp. Niigata, Japan

北里大学保健衛生専門学院

〒949-7241 新潟県南魚沼市黒土新田 500 番

電話(025)779-4511(代)