

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：32667

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25463032

研究課題名(和文) 小型軽量の無線LAN応用装置による夜間睡眠中の生体現象分析システムの開発

研究課題名(英文) Development of bio-phenomena analyzing system using a small device with wireless LAN

研究代表者

横山 正起 (Yokoyama, Masaoki)

日本歯科大学・生命歯学部・准教授

研究者番号：60312071

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：小型軽量の無線LAN応用装置を用いた生体現象分析システムの有用性を検討することを目的とし、20歳代の健常者5名とBruxist5名の睡眠中の生体現象をS & ME社製無線LAN応用装置と無線テレメータシステムを用いて同時記録後、任意に選択した区間の睡眠段階と心拍数、bruxism発現時の咬筋筋活動の持続時間と積分値をそれぞれ算出し、両装置間で比較した。結果は、いずれも両装置間で近似し、装置間に有意差が認められなかった。これらの結果から、小型軽量の無線LAN応用装置を用いた生体現象記録システムは、無線テレメータシステムによる生体現象記録システムと同程度の精度で記録できることが確認された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to investigate the usefulness of a bio-phenomena analyzing system using a small device with wireless LAN that records the bio-phenomena of a person during sleep. Five healthy subjects and 5 bruxists in their twenties were selected as subjects. Bio-phenomena of subjects during sleep were recorded using both a small device with wireless LAN and a wireless telemeter system. Analysis was performed on bio-phenomena obtained from a small device with wireless LAN and a wireless telemeter system. Sleep stages, heart rate, duration of masseter muscular activity during bruxism and its cumulative value were calculated and compared between the two devices. The values obtained were very similar for both devices, and no significant difference was found between the two devices. From these results it was concluded that the bio-phenomena recording system using a small device with wireless LAN has similar precision as the wireless telemeter system.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：睡眠 ブラキシズム 生体現象 無線LAN応用装置

## 1. 研究開始当初の背景

近年の顎関節症に関する研究では、bruxismが発症に密接に関わっていることが相当明らかにされている。Bruxismの分析に際し、睡眠ポリグラフの応用がゴールドスタンダードとされているが、高価でかつ大型であり、記録のための専用の部屋を必要とし、1名以上の記録者が終夜待機しなければならないことなどから、多数例や多数夜の記録が困難である。そのために、ポータブル記録装置を用い、被験者の自宅で夜間睡眠中の記録を行う方法が試みられているが、記録のチャンネル数が制限されている、睡眠ポリグラフによる記録精度が望めない、モニタリングができない、などの欠点を有し、大型の睡眠ポリグラフと同等の記録を行えていないことが多い。

最近、無線 LAN を応用し、生体現象のモニタリングかつ記録ができる多チャンネルの小型軽量の装置が開発された。そこで、本研究では、この装置を用い、睡眠中の生体現象分析モニタリング・記録・分析システムの開発が必要と考えた。

## 2. 研究の目的

本研究は、無線 LAN を応用し生体現象のモニタリングかつ記録ができる多チャンネルの小型軽量の装置を用い、睡眠中の生体現象分析システムを開発する目的で、以下の研究を企画した。

(1) 小型軽量の無線 LAN 応用装置でヒトの夜間睡眠中の生体現象（咬筋筋電図、オトガイ筋筋電図、脳電図、心電図、呼吸運動図）をモニタリング・記録・分析できるシステムを開発する。

(2) 健常者と bruxist の夜間睡眠中の生体現象を小型軽量の無線 LAN 応用装置と睡眠ポリグラフで同時記録後、開発した生体現象分析システムを用いて両装置間で比較し、ポータブル記録装置の有用性を検討する。

(3) 小型軽量の無線 LAN 応用装置で記録した生体現象のデジタルデータを従来のアナログ処理装置の睡眠脳波解析装置で解析できるか否かを明らかにする。

## 3. 研究の方法

(1) 小型軽量の無線 LAN 応用装置を用いた生体現象のモニタリング・記録・分析可能なシステムの開発

全身に臨床的な異常と咀嚼系に障害の既往が認められず、事前に実験の主旨についての説明を受け、同意した 20 歳代の健常者 3 名を被験者として選択した。被験者の生体現象は、エスアンドエムイー社製小型軽量の無線 LAN 応用装置（図 1）を用いて、被験者の夜間睡眠中の両側咬筋筋電図、オトガイ筋筋電図、脳電図、心電図、呼吸運動図、眼球

運動図を記録した。次いで、記録装置から再生した生体現象を表示できるプログラムの作成を試みた。なお、無線 LAN 応用装置は、8ch で 10 時間の記録ができるように改良した。



図 1 エスアンドエムイー社製 生体現象記録装置 DL-3100

(2) 小型軽量の無線 LAN 応用装置と睡眠ポリグラフによる両装置間の比較および小型軽量の無線 LAN 応用装置の有用性の検討

被験者は、事前に実験の主旨についての説明を受け、同意した 20 歳代の男性健常者 5 名（平均 26.4 歳）、また 1 つ以上の自覚的、他覚的な bruxism の徴候と明らかな歯の咬耗面が認められ、半年間に 2 度以上「歯ぎしりをしてきた」といわれたことがある 20 歳代の男性 bruxist 5 名（平均 26.6 歳）を選択した。生体現象は、日本光電社製無線テレメータシステム（WEE-6112 および WEB-5000）とエスアンドエムイー社製小型軽量の無線 LAN 応用装置（DL-3100）を用いて、脳電図、眼球運動図、心電図、咬筋筋電図、オトガイ筋筋電図をデータレコーダに同時記録した。データは、オンラインリアルタイムでコンピュータのディスプレイに表示して被験者の状態をモニタリングし、正確な記録が行われているか否かを確認した。実験日は、いずれも各被験者が精神的に何ら問題がなく、主観的に安定している日を選定した。分析は、無線テレメータシステム（装置 A）と小型軽量の無線 LAN 応用装置（装置 B）で記録した生体現象から、睡眠段階と心拍数、任意に選択した区間の bruxism 発現時の咬筋筋活動の持続時間と積分値をそれぞれ算出後、両装置間で比較した。

(3) 小型軽量の無線 LAN 応用装置で記録した生体現象のデジタルデータを従来のアナログ処理装置の睡眠脳波解析装置で解析できるか否かの確認

被験者は、臨床的な異常および側頭下顎障害の既往が認められず、自覚的、他覚的に bruxism の徴候・症状が認められる 20 歳代の成人 bruxist 5 名の夜間睡眠中の生体現象（脳電図、眼球運動図、心電図、咬筋筋電図、オトガイ筋筋電図、呼吸電図）をデータレコーダ（TEAC 社製 XR5000）に同時記録した。次いで、データレコーダからの再生アナログ

信号（信号 A）を小型軽量の無線 LAN 応用装置（エスアンドエムイー社製 DL-3100）を用いて記録した。さらに、ポータブル記録装置からの再生デジタル信号を特注 DA 変換装置を介してアナログ信号（信号 B）に変換した。信号 A と信号 B をそれぞれ睡眠脳波解析装置（日本光電社製 DEE-1100）を用いて、脳波的睡眠段階を 30 秒毎に判定、分類後、各睡眠段階の出現率、REM 睡眠潜時、REM 睡眠持続時間、平均睡眠周期時間、睡眠段階の移行の頻度を求め、信号 A と信号 B との間で比較した。

#### 4. 研究成果

(1) 小型軽量の無線 LAN 応用装置を用いた生体現象のモニタリング・記録・分析可能なシステムの開発

小型軽量の無線 LAN 応用装置で夜間睡眠中の生体現象を記録できることが確認できた。また、睡眠中の生体現象のデータをモニタリングし、正確な記録が行われているか否かを観察できるようになった（図 2）。

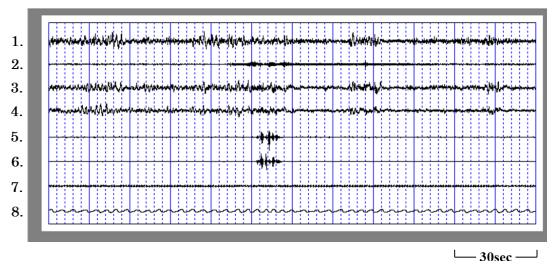


図 2 生体現象の原波形

1. 脳電図（C3-A2）, 2. オトガイ筋筋電図,
3. 左側眼球運動図, 4. 右側眼球運動図,
5. 左側咬筋筋電図, 6. 右側咬筋筋電図,
7. 心電図, 8. 呼吸運動図

記録した生体現象のデータについて、全チャンネル表示や必要チャンネルの表示、夜間睡眠中の個々の咬筋筋活動の持続時間や積分値等の表示をすることができた（図 3～5）。

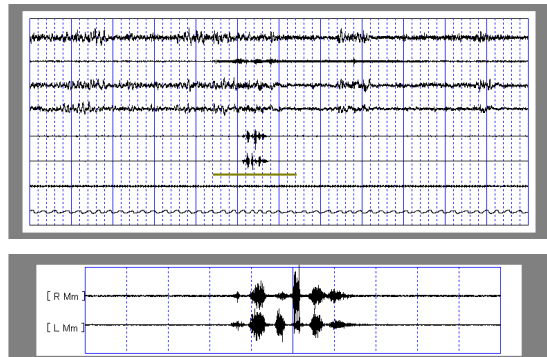


図 3 開発したプログラムによる生体現象の表示の例（上段：全 CH 表示，下段：各 CH 表示）

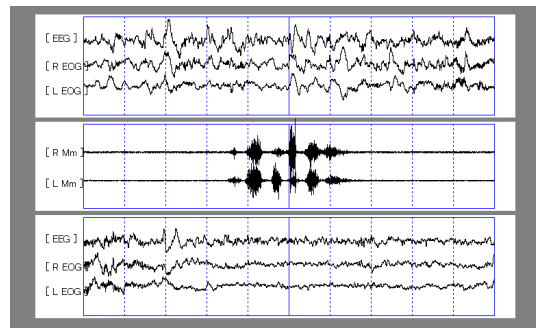


図 4 咬筋筋活動と筋活動前後の脳電図と眼球運動図（30 秒間）

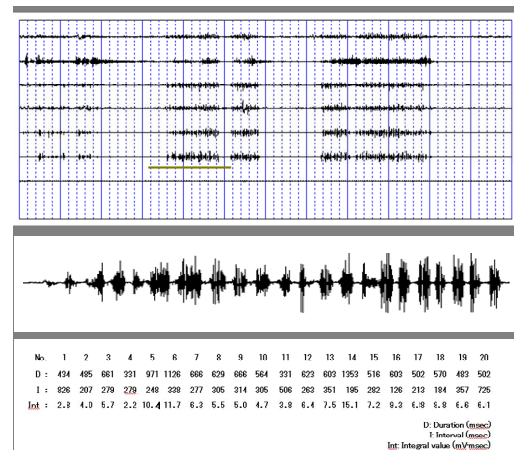


図 5 筋活動持続時間，間隔時間，積分値の表示

本研究の結果から、小型軽量の無線 LAN 応用装置を用いることで記録時の生体現象をモニタリングできると同時に、必要な部分の生体現象データを分析できる生体現象分析システムが開発できた。

(2) 小型軽量の無線 LAN 応用装置と睡眠ポリグラフによる両装置間の比較および無線 LAN を有する小型軽量の装置の有用性の検討

生体現象を両装置間で比較したところ、任意に選択した区間の睡眠段階と心拍数、sleep bruxism 発現時の咬筋筋活動の持続時間と積分値は、いずれも両装置間で近似し、両装置間に有意差が認められなかった（図 6～9）。

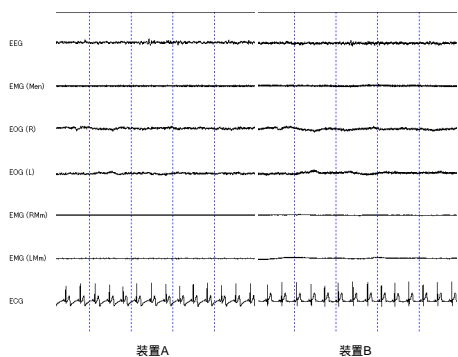


図 6 覚醒時の生体現象の比較の例  
 (装置 A:無線テレメータシステム,装置 B:ポータブル記録装置を用いた生体現象記録システム)

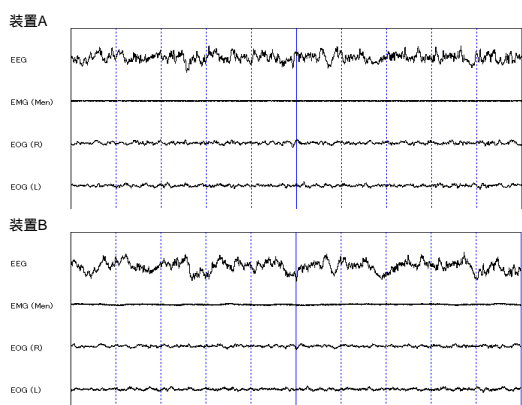


図 7 浅睡眠時の生体現象の比較の例  
 (装置 A:無線テレメータシステム,装置 B:ポータブル記録装置を用いた生体現象記録システム)

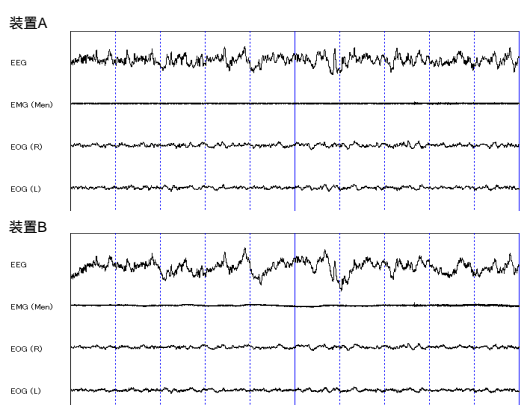


図 8 深睡眠時の生体現象の比較の例  
 (装置 A:無線テレメータシステム,装置 B:ポータブル記録装置を用いた生体現象記録システム)



図 9 レム睡眠時の生体現象の比較の例  
 (装置 A:無線テレメータシステム,装置 B:ポータブル記録装置を用いた生体現象記録システム)

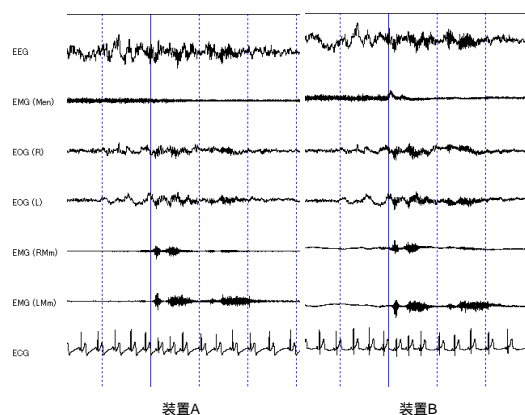


図 10 ブラキシズム発現時の生体現象の比較の例  
 (装置 A:無線テレメータシステム,装置 B:ポータブル記録装置を用いた生体現象記録システム)

これらの結果から、睡眠段階と心拍数、sleep bruxism 発現時の咬筋筋活動の持続時間と積分値の分析に際し、小型軽量の無線 LAN 応用装置を用いた生体現象記録システムは、無線テレメータシステムによる生体現象記録システムと同程度の精度で記録できることが確認され、臨床応用できることが示唆された。

(3) 小型軽量の無線 LAN 応用装置で記録した生体現象のデジタルデータを従来のアナログ処理装置の睡眠脳波解析装置で解析できるか否かの確認

小型軽量の無線 LAN 応用装置 DL-3200 で記録した生体現象のデジタルデータ(信号 A)を特注 DA 変換装置を介してアナログ信号(信号 B)に変換したところ、各睡眠段階の出現率,REM 睡眠潜時,REM 睡眠持続時間,平均睡眠周期時間,睡眠段階の移行の頻度は、いずれも信号 A と信号 B との間で一致し、両



信号間に有意差が認められなかった(図 11, 12).

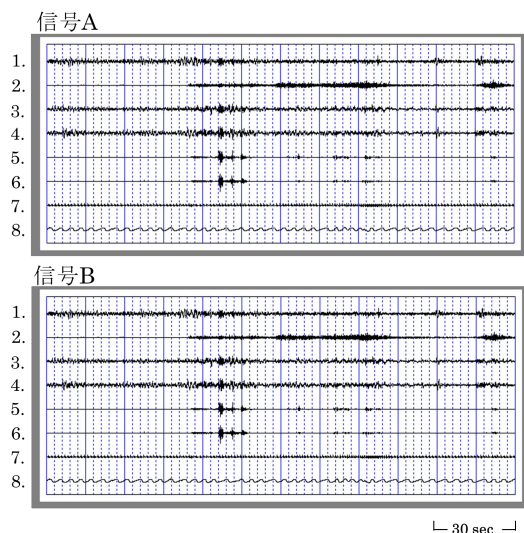


図 11 生体現象の原波形

1. 脳電図 (C3-A2), 2. オトガイ筋筋電図,
3. 左側眼球運動図, 4. 右側眼球運動図,
5. 左側咬筋筋電図, 6. 右側咬筋筋電図,
7. 心電図, 8. 呼吸運動図

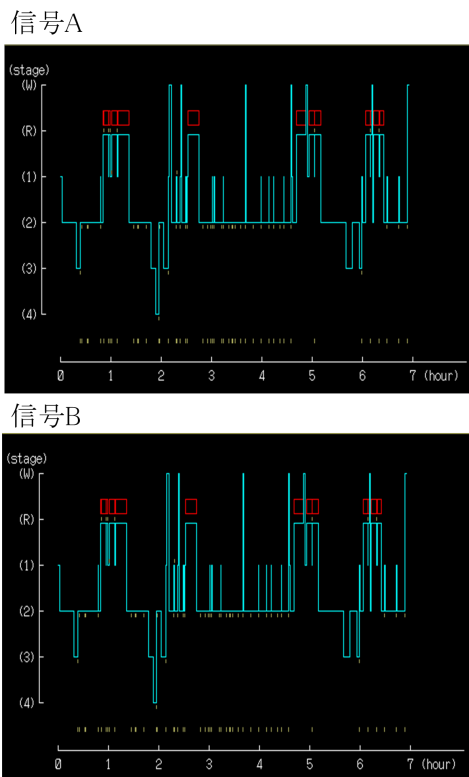


図 12 脳波的睡眠段階経過図

これらの結果から, 小型軽量の無線 LAN 応用装置 DL-3200 で記録した生体現象のデジタルデータは, DA 変換することにより, アナログ信号処理の睡眠脳波解析装置 DEE-1100 で解析できることが明らかになった.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

横山正起, 志賀博. 無線 LAN を有する小型装置による生体現象デジタルデータのアナログ解析. 日本顎関節学会雑誌, 28・第 29 回大会特別号, 2016. (印刷中)(査読有り)

Masaoki Yokoyama, Hiroshi Shiga, Mari Koike. Analyzing System in Biological Phenomena using a Portable Amplifier. 2015 Biennial Joint Congress of JPS-CPS-KAP, Program and Abstracts of Papers, 28, 2015. (査読有り)

横山正起, 志賀博, 渡邊篤士, 石川忠, 難波錬久. 無線 LAN を有する小型装置による生体現象の記録分析システムの開発. 日本顎関節学会雑誌, 26・第 27 回大会特別号:122, 2014. (査読有り)

〔学会発表〕(計 3 件)

横山正起, 志賀博. 無線 LAN を有する小型装置による生体現象デジタルデータのアナログ解析. 日本顎関節学会第 29 回総会・学術大会. 2016 年 7 月 17~18 日, 神奈川県足柄下郡箱根町・箱根湯本ホテル.

Masaoki Yokoyama, Hiroshi Shiga, Mari Koike. Analyzing System in Biological Phenomena using a Portable Amplifier. Biennial Joint Congress of JPS-CPS-KAP 2015. 2015 年 4 月 11~12 日, 神奈川県足柄下郡箱根町・箱根小涌園.

横山正起, 志賀博, 渡邊篤士, 石川忠, 難波錬久. 無線 LAN を有する小型装置による生体現象の記録分析システムの開発. 日本顎関節学会第 27 回総会・学術大会. 2014 年 7 月 19~20 日, 福岡県福岡市・九州大学医学部 100 年講堂.

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

横山正起 (YOKOYAMA MASAOKI)

日本歯科大学・生命歯学部・准教授

研究者番号: 60312071

(2) 研究分担者

志賀 博 (SHIGA HIROSHI)

日本歯科大学・生命歯学部・教授

研究者番号: 50226114

渡邊篤士 (WATANABE ATUSHI)

日本歯科大学・生命歯学部・助教

研究者番号: 30609467