

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 5 月 28 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23300251

研究課題名(和文)生活習慣病予防のための健康努力の「見える化」による行動変容支援技術の開発

研究課題名(英文)The visualization of efforts for health to prevent lifestyle-related diseases:  
development of the technology and system to support behavior modification

研究代表者

久野 譜也(KUNO, Shinya)

筑波大学・体育系・教授

研究者番号：70242021

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,800,000円

研究成果の概要(和文)：我々は、これまで生活習慣病の予防のための個別対応が可能な行動変容支援技術が集積されたICTを活用したe-wellnessシステムを開発するために中高齢者2000人のデータベースを構築しそれに基づき、疾病リスク、ヘルスリテラシー、身体活動量、摂取エネルギー、住・職環境による行動変容の困難度に応じたセグメンテーションを行い、セグメンテーション毎に応じた最適化アルゴリズムによる運動と食事プログラム作成の自動化システムを開発した。さらに、これらを統合した「e-wellness」を開発し、参加者の健康努力や課題の「見える化」により目標達成をアシストできることを自治体の健康増進プログラムで活用し確認した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was developing a technology and system (e-wellness system) using ICT that to support behavior modification by visualization of efforts for health to prevent lifestyle-related diseases. We created a database from 2,000 or more participants that including disease risk factors, health literacy, physical activity, energy intake, and living environment. Moreover, we carried out segmentation according to the difficulty of behavior change by these information. Finally, automated system was development using exercise and diet program that created by the optimization algorithm in response to each segmentation. Therefore, our system will be able to support the behavior modification of participants to the health promotion programs in the local governments.

研究分野：応用健康科学

キーワード：生活習慣病 身体活動 行動変容 情報通信技術

### 1. 研究開始当初の背景

現在の日本人の健康課題において、何よりも重要なのは生活習慣病の克服である。既に日本人の死因の6割以上は3大生活習慣病であり、患者数を合計すると1500万人以上になる。そしてこれらの患者は、将来的にはリスクの高い寝たきり予備群である。これを医療費で見ると、高血圧が1.9兆円、脳血管障害が1.7兆円、糖尿病が1.1兆円などとなり、その合計は医療費全体の3分の1を占める。一方、内閣府高齢社会白書(2008)によると、2025年には現在に比べて500万人の人口減少が見込まれている。さらに、2020年以降において、いわゆる団塊の世代が後期高齢者に移行し、少子高齢・人口減社会の著しい加速により多様な社会課題が生じ、社会保障などの制度に歪みが増すことが予想される。

これらの社会課題の解決のために近年健康サービス産業の創造の重要性は高まり、民主党政権が発表した「新成長戦略」においても、ライフイノベーションの中核として健康が主要テーマに位置付けられた。しかしながら、これまで多くの研究が取り組まれてきたが、健康サービスにおけるイノベーションはまだ成立していない。これまでの我々の延べ数万人の取り組みから示唆されている重要な点は、生活習慣病を克服するためには、単に自然科学的なバイオデータを「見える化」するだけ、あるいは疾患に対する将来的リスクを知らせるだけでは、人は望ましいライフスタイルへの行動変容を起こせないことである。それゆえ、行動変容をサポートするための、自然科学だけでなく本人の嗜好、住居環境及びソーシャルキャピタルなどの社会的知見も融合した情報技術の開発が危急の課題となっている。

### 2. 研究の目的

我々は、これまでに地域での取り組みにおいて運動が、中高齢者の寝たきりやメタボリックシンドローム予防に効果的であり、これを数年間にわたって継続すると医療費の抑制効果もみられることを示してきた。一方、(1) これらの効果は自分の努力や効果が「見える化」されていると達成しやすい、(2) 運動開始したものの、行動変容困難者が1年後で30%前後存在する、(3) これまでの地域での運動実施者の大部分は健康度としては比較的良好以上の対象者であり、健康意識の低い層及び生活習慣病予備軍の参加は少ない実態も明らかとなった。そこで本研究では、長期にわたって運動継続を可能とすると同時に、これまで行動変容が困難であった層でも可能となる運動を生活に取り入れるための行動変容支援技術及び支援システムを開発することを目的とした。

### 3. 研究の方法

図1に生活習慣病予防のためのe-wellnessシステムの概要及び本研究の開発プロセスを

示した。生活習慣病予防のための個別対応が可能な行動変容支援技術が集積されたe-wellnessシステムを開発するために、(1) 中高齢者2000人のデータベースを構築しそれに基づき、疾病リスク、ヘルスリテラシー、身体活動量、摂取エネルギー、住・職環境による行動変容の困難性に基づき、高度統計法である数理計画法を用いて、行動変容の困難度に応じたセグメンテーションを行った(開発①)。さらに、(2) 分類されたセグメンテーション毎に応じた最適化アルゴリズムによる運動と食事プログラム作成の自動化システム(行動変容知能化エンジン)を、介入研究に基づき開発した(開発②とプログラム実行に該当)。

(3) 最終的に(1)と(2)の統合システムである「e-wellness」を開発した(開発③)。このシステムは、高機能歩数計を通じて収集される日々データに基づき知能化エンジンが自動的に感知し、携帯電話などを通じて自分の課題が「見える化」されることにより目標達成をアシストできるものである(開発④)。

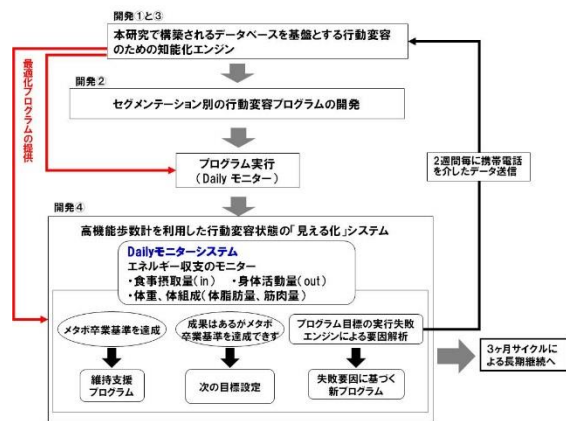


図1 生活習慣病予防のためのe-wellnessシステムの概要

### (実施計画)

#### 課題I

行動変容支援のための基準値及び知能化エンジンの開発のための、自然科学および社会科学の統合的データベースの構築

#### (1) 対象

多様な職種である40歳代から70歳代の男女2000人(我々の研究蓄積データから、数理計画に基づくサンプルサイズを決定した)

#### (2) 研究実施項目

- ① 研究フィールドの整備
- ② 研究デザインの統計学的設計
- ③ 自然科学的(血液、体力、身体活動量、食事摂取量等のデータ)データの収集(初年度1000名を目標)
- ④ 社会科学的(ヘルスリテラシー、セルフ・エフィカシー、生活及び就労環境、行動変容ステージ)データの収集(初年度1000名を目標)

## 課題II

データベースに基づくセグメンテーション別の行動変容プログラムの開発

行動変容の阻害要因と促進要因の同定及びそれに基づくセグメンテーション化

### (1) 対象

2000名の自然科学及び社会科学全データを基に、厚生労働省が2006年に策定した「運動指針」に示されている23エクササイズを望ましい身体活動量と位置づけ、そしてこれを目的変数として、これを阻害もしくは達成要因を確定。

### (2) 検証方法

3~5タイプを基準に数理計画法を用いて、心理的要因を含む社会的要因（ヘルスリテラシー、セルフ・エフィカシー、生活及び就労環境、行動変容ステージ）による対象者のセグメンテーション化の検討。

### (3) 検証内容

- ① 疾病リスク、ヘルスリテラシー、住・職環境等の行動変容に関与する因子のセグメンテーションとその類型パターンに応じた自然科学的データの基準値策定
- ② 上記に基づく行動変容プログラムの開発
- ③ 住・職環境など健康度に影響する要因及び行動変容の阻害要因とバイオデータ、及び身体活動と食事習慣などとの関連の検討

## 課題III

生活習慣病予防のための行動変容プログラムの自動作成アルゴリズムの開発

### (1) 対象

30歳代から60歳代の男女対象者200名

### (2) 検証方法

セグメンテーション別に適した身体活動量の増大や食事コントロールを可能とする個別行動変容プログラム作成のためのアルゴリズムを検討した。このために、課題IIの結果を用いると同時に、セグメンテーション別に3ヶ月間の介入研究を実施した。

### (3) 検証内容

- ① 生活習慣病・生活機能病予防のための個別プログラム作成アルゴリズムの開発
- ② 継続支援のためのサポート要因の抽出と個別プログラムの最適化

## 課題IV

行動変容状況の「見える化」システムの開発

### (1) 検証方法

行動変容を可能とするためには、日常のどのような情報をリアルタイムに対象者に認識

（「見える化」）させることが有効であるかについて検討するために、3か月の介入研究を実施する。対象者及び対象者数は、課題IIIと同様な内容で用いた。

### (2) 検証内容

- ① 継続支援のためのサポート要因の抽出と個別プログラムの最適化
- ② 個別データの認識頻度と継続性の関係

## 課題V

課題II~IVの機能を統合した知能化エンジンを搭載するe-wellnessシステムの開発

開発されるe-wellnessシステムを用いたセグメンテーション別における日々の行動変容状態の「見える化」が生活習慣病のリスク因子に与える影響の検証を1年間にわたって介入し、システムの有効性を検証した。

### (1) 対象

40歳代から60歳代の男女対象者200名

### (2) 評価項目

生活習慣病関連因子（血液マーカー及び血圧）、体力、体組成（筋量を含む）、身体活動量、食事摂取量、ヘルスリテラシー、セルフ・エフィカシー、生活及び就労環境、行動変容ステージ

### (3) 介入方法

長期介入群および対照群：各100名を対象に1年間実施。

### (4) 評価方法

介入前、介入3ヶ月後、および6ヶ月後、1年後の3点。介入群は評価時の効果の有無によって次の介入期間の介入パターンを変更した。

- ① 基準値を達成できた人は経過を追従
- ② 効果は得られたが基準値には到達していない人はプログラムを継続・改善
- ③ 効果が得られなかった人は介入方法を改善

### (5) 評価項目

データベース構築時に用いた全項目と、新たに継続要因にかかわる調査を全評価ポイントで実施。

### (6) 検証内容

- ① 継続支援のためのサポート要因の抽出と個別プログラムの最適化
- ② 自然科学的及び社会科学的数据の双方を考慮した健康支援プログラム作成アルゴリズムの最終開発
- ③ ヘルスリテラシーの程度及び環境の相違に応じた健康支援プログラムの開発：開発戦略は、「誰に、何を、どのように」を重視し、セグメンテーション、ターゲティング、テイラーリングが自動的に個々に応じて決定され

るアルゴリズムの開発

④ ③に基づいた行動変容プログラムにおける健康情報の「見える化」の具体的内容の検討と、長期的な行動変容の継続を可能とするアルゴリズムの検討

#### 4. 研究成果

我々は、これまで生活習慣病の予防のための個別対応が可能な行動変容支援技術が集積された ICT を活用した e-wellness システムを開発するために、中高齢者 2000 人のデータベースを構築しそれに基づき、疾病リスク、ヘルスリテラシー、身体活動量、摂取エネルギー、住・職環境による行動変容の困難度に応じたセグメンテーションを行い、セグメンテーション毎に応じた最適化アルゴリズムによる運動と食事プログラム作成の自動化システムを開発した。さらに、これらを統合した「e-wellness」を開発し、参加者の健康努力や課題の「見える化」により目標達成をアシストできることを自治体の健康増進プログラムで活用し確認した。

##### (1) 短期間の効果検証

図 2 には 3 ヶ月間の短期間の効果検証のため、システム利用者の体力向上効果を評価した。体力評価は、筋力、筋持久力、心肺持久力、柔軟性、バランス能力、及び歩行能力の 6 項目を総合的に評価した体力年齢を用いて評価した。3 ヶ月間の自治体の健康増進プログラムに参加した 2000 人以上のシステム利用者において体力の向上効果（体力年齢の若返り）が認められた。

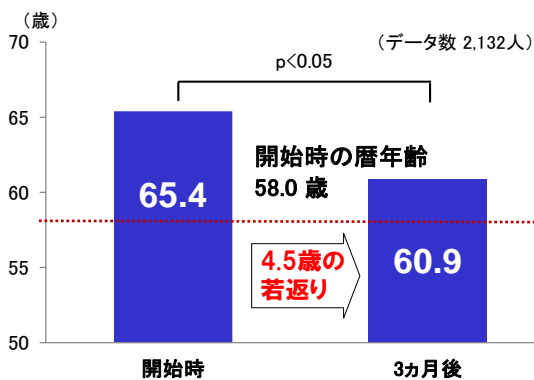


図 2. システム利用者における体力向上効果

##### (2) 長期間の効果検証

図 3 に開発された e-wellness システムの長期的な効果検証の結果を示した。長期的な効果としては、システム利用者の年間一人当たりの医療費を追跡調査した。e-wellness システムを用いた身体活動増進プログラム参加者は、身体活動増加による医療費の抑制効果において、年間一人当たり 10 万円相当の医療費抑制効果が認められた。このことより、本

研究において開発された e-wellness システムは、個別対応が可能な行動変容支援技術より個人に適したプログラムの提供と健康努力と課題を「見える化」することにより行動変容の継続的な支援が可能となり、個人の健康指標の改善に加えて、自治体の医療経済的な面においても有効であると考えられる。

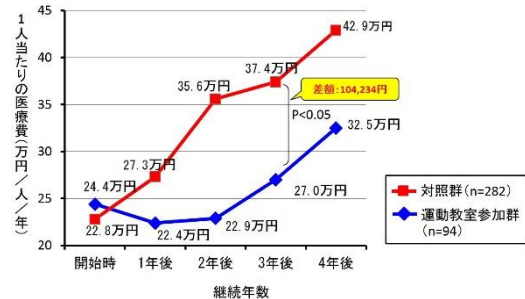


図 3. システム利用者における医療費抑制効果

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 23 件)

- ① Shimizu Kazuhiro, [Shinya Kuno](#) (他 9 名 11 番目) : The effects of *Lactobacillus pentosus* strain b240 and appropriate physical training on salivary secretory IgA levels in elderly adults with low physical fitness: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J.Clin.Biochem. Nutr.*, 査読有, 54: 61-66, 2014. DOI: 10.3164/jcbrn.13-62
- ② Suga Yoko, [Shinya Kuno](#) (他 5 名 7 番目) : A Comparison of the Influences of Soy- vs. Wheat-based Supplements on Weight Loss in Middle-aged Subjects. *Int. J. Sports Health Sci.*, 査読有, 11: 10-19, 2013. URL: <http://doi.org/10.5432/ijshs.201201>
- ③ Kim Junghoon, [Kai Tanabe](#), Noriko Yokoyama, Hirofumi Zempo and [Shinya Kuno](#): Objectively measured light-intensity lifestyle activity and sedentary time are independently associated with metabolic syndrome: a cross-sectional study of Japanese adults. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 査読有, 10:1-7, 2013. DOI: 10.1186/1479-5868-10-30
- ④ Kim Junghoon, [Kai Tanabe](#), Yasuyo Yoshizawa, Noriko Yokoyama, Yoko Suga and [Shinya Kuno](#): Lifestyle-Based Physical Activity Intervention for One Year Improves Metabolic Syndrome in Overweight Male Employees. *Tohoku J Exp Med*, 査読有, 229: 11-17, 2013. DOI: 10.1620/tjem.229.11
- ⑤ Zempo Hirofumi, [Kai Tanabe](#), Haruka Murakami, Motoyuki Iemitsu, [Seiji Maeda](#) and [Shinya Kuno](#): Age differences relation between ACTN3 R577X polymorphism and

thigh-muscle cross-sectional area in women. Genet Test Mol Biomarkers 査読有, 15: 639-643, 2011.

DOI: 10.1089/gtmb.2011.0005

- ⑥ Kim Junghoon, Kai Tanabe, Noriko Yokoyama, Hirofumi Zempo and Shinya Kuno: Association between physical activity and metabolic syndrome in middle-aged Japanese: a cross-sectional study. BMC Public Health, 査読有, 11: 624, 2011. DOI:10.1186/1471-2458-11-624

[学会発表] (計 43 件)

- ① 田辺解, 金正訓, 横山典子, 王チュウレイ, 吉澤裕世, 塚尾晶子, 久野譜也: 自治体共用型健康クラウドの開発—SWCプロジェクト(24)—. 日本体力医学会第 69 回大会, 2014.9.21, 長崎大学 (長崎県長崎市)
- ② 方恩知, 田辺解, 王シンチン, 津田瞳美, 齋藤光, 齋藤直美, 久野譜也: 短時間のサーキット運動が中高齢女性の筋量、筋力、歩行能力に及ぼす影響. 日本体力医学会第 69 回大会, 2014.9.21, 長崎大学 (長崎県長崎市)
- ③ 田辺解, 横山典子, 金正訓, 千々木祥子, 吉澤裕世, 久野譜也: 高額なインセンティブを付与する健康運動教室における参加者の運動実施度と体力の変化—SWCプロジェクト(22)—. 日本体育学会第 65 回大会, 2014.8.27, 岩手大学 (岩手県盛岡市)
- ④ 方恩知, 田辺解, 横山典子, 金正訓, 吉澤裕世, 久野譜也: 中・高齢者におけるサルコペニア肥満と転倒経験の関連—Smart Wellness City プロジェクト(18)—. 日本体力医学会第 68 回大会, 2013.9.22, 日本教育会館 (東京都千代田区)
- ⑤ 田辺解, 横山典子, 金正訓, 吉澤裕世, 久野譜也: 高齢者におけるサルコペニア肥満とロコモティブシンドロームの関係—Smart Wellness City プロジェクト(13)—. 日本体育学会第 64 回大会, 2013.8.28, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀県草津市)
- ⑥ 田辺解, 金正訓, 菅洋子, 秋田浩平, 横山典子, 久野譜也: サルコペニア肥満が歩行能力に及ぼす影響—Smart Wellness City プロジェクト(9)—. 第 67 回日本体力医学会大会, 2012.9.14, 長良川国際会議場 (岐阜県岐阜市)
- ⑦ 金正訓, 田辺解, 横山典子, 久野譜也: 中・高齢者におけるヘルスリテラシーが身体活動量に及ぼす影響—Smart Wellness City プロジェクト(5)—. 日本体育学会第 63 回大会, 2012.8.23, 東海大学 (神奈川県平塚市)
- ⑧ 久野譜也: これからの体育に求められる健康づくり・介護予防策の方向性 (シン

ポジスト). 第 62 回日本体育学会, 2011.9.25, 鹿屋体育大学 (鹿児島県鹿屋市)

- ⑨ 田辺解, 金正訓, 村瀬訓生, 勝村俊仁, 内田淑子, 鈴木章孝, 岩渕篤敬, 坪井紀興, 代田常道, 志賀利一, 大島秀武, 久野譜也: メタボリックシンドローム予防を目的とした性・年代別の筋量基準値の検討. 第 66 回日本体力医学会大会, 2011.9.17, 海峡メッセ下関 (山口県下関市)
- ⑩ 金正訓, 田辺解, 横山典子, 膳法浩史, 久野譜也: 活動強度別にみた身体活動量とメタボリックシンドロームの関連性. 第 66 回日本体力医学会大会, 2011.9.17, 海峡メッセ下関 (山口県下関市)

[図書] (計 4 件)

- ① 久野譜也: 朝日新聞出版, サルコペニア肥満解消ダイエット. 2014, 96
- ② 久野譜也: 洋泉社, 筋力再生トレーニング. 2012, 96

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

久野 譜也 (KUNO, Shinya)  
筑波大学・体育系・教授  
研究者番号: 7 0 2 4 2 0 2 1

### (2) 研究分担者

前田 清司 (MAEDA, Seiji)  
筑波大学・体育系・教授  
研究者番号: 3 0 2 8 2 3 4 6

田邊 解 (TANABE, Kai)  
筑波大学・体育系・研究員  
研究者番号: 7 0 3 7 5 4 8 4

北川 博之 (KITAGAWA, Hiroyuki)  
筑波大学・システム情報系・教授  
研究者番号: 0 0 2 0 4 8 7 6