

H30年度 厚生労働行政推進調査事業費補助金
(慢性の痛み政策研究事業)
慢性の痛み診療・教育の基盤となるシステム構築に関する研究
分担研究報告書

痛みセンターのデータ収集と分析に関する研究

研究分担者 西尾 芳文 徳島大学大学院理工学研究部 教授
研究分担者 青野 修一 愛知医科大学医学部疼痛データマネジメント寄附講座 講師
研究代表者 牛田 享宏 愛知医科大学医学部学際的痛みセンター 教授

研究要旨

本研究では、痛みセンター共通問診システムを用いた多施設データ収集状況について確認し、慢性疼痛患者の登録システム(慢性疼痛レジストリ)の登録内容の検討及び構築を行った。また、今後取得した情報の分析・学習・予測を行うための基礎的研究としてニューラルネットワークの性能向上に関する研究を行い、痛みに関連する情報の収集と分析の連携のための検討を行った。

A. 研究目的

慢性疼痛に対する集学的な医療モデルを多施設で構築していくためには、それぞれの施設を受診する慢性痛患者のデータを同じフォーマットで集約するシステムの開発が必要であり、これまでに研究班で、iPad やスマートフォンを用いて来院時に問診を行う痛みセンター共通問診システムを開発し活用してきた。本研究では、これまでのデータ収集状況についてまとめ、それらの情報を元に慢性疼痛患者の登録システム(慢性疼痛レジストリ)の登録条件及び、取得項目について検討する。また、収集したデータを分析するための基礎的研究として、新しいニューラルネットワークモデルの提案と性能評価を行う。

B. 研究方法

B-1 痛みセンター共通問診システムを用いて各施設で収集したデータを取りまとめる。初診時の患者背景及び、経時的な質問紙スコアの変化を検証する。

B-2 慢性疼痛レジストリの開発を行う。痛みセンター共通問診システムのデータを活用し、対象となる慢性疼痛患者の条件を選定する。また、慢性疼痛レジストリ分科会のメンバーを中心に取得項目を検討し、システムの開発及びブラッシュアップを行う。

B-3 収集した情報の分析・学習・予測のた

めの基礎的研究として、従来のニューラルネットワークモデル(自己符号化器、ディープラーニング、画像処理)を改良する手法の提案、及び同期現象のシミュレーション解析を行い、検証を行う。

(倫理面への配慮)

痛みセンター共通問診システムについては、愛知医科大学倫理委員会の承認を得て行っている。また、本研究での学習モデルの検証には擬似データを用いているため倫理的な問題は生じない。

C. 研究結果

C-1 倫理委員会の承認が得られている施設における症例数、初診時の質問紙スコア・患者背景、及び質問紙スコアの変化を添付資料1にまとめる。

C-2 痛みセンター共通問診システムの情報を元に、レジストリ対象となる患者の条件を以下のように選定した。

痛みの持続期間：6ヶ月以上、

痛みの強さ：NRSで5以上、

生活障害の程度：PDASで40以上。

慢性疼痛レジストリ分科会において立案したレジストリの取得項目を添付資料2にまとめる。またクラウドサーバ上にレジストリシステムの開発し、疑似患者データを用いて登録のテストを行い、システムのブラッシュアップ

ブを行った。

C-3 自己符号化器にカオスノイズを注入しデータベース化を行うモデル[研究発表2-15]、深層学習を用いて画像の深さを予測分類するモデル[研究発表2-11]、群知能アルゴリズム(Artificial Bee Colony Algorithm)に正規分布を用いて時変関数の最適化を行うモデル[研究発表2-16]を提案し、その有効性について検証した。また、脳のネットワークポロジを模擬的に構築した発振器結合回路を用いて、複雑な同期現象のシミュレーション解析を行い、結果の考察を行った[研究発表2-8、10、17-22]。

D . 考察

本研究では、これまでの痛みセンター共通問診システムの収集状況及びそのデータを利用し、慢性疼痛レジストリ構築へ向けた項目の選定、開発・検証を行った。また、ニューラルネットワークを用いた新しい学習モデルの提案・検証を行った。今後は情報セキュリティ・リテラシーについてさらに知識・情報を深めると共に、実際に慢性疼痛レジストリで取得した診療情報を提案したニューラルネットワークモデル等に逐次適用し、工学的なアプローチによる慢性痛患者の分類・スポットの発見を試み、集学的痛み診療モデルの提案を行っていく。

E . 結論

本研究では、これまでの痛みセンター連絡協議会所属機関の問診データ収集状況及び、慢性疼痛レジストリの開発を行った。ニューラルネットワークを用いた新しい学習モデルの提案・検証を行った。

F . 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記載。

G . 研究発表

1.論文発表

- 1) Makino I, Arai YC, Aono S, Inoue M, Sakurai H, Ohmichi Y, Shimo K, Nishihara M, Sato J, Hatakeyama N,

Matsubara T, Ikemoto T, Ushida T. Jaw Exercise Therapy and Psychoeducation to Reduce Oral Parafunctional Activities for the Management of Persistent Dentoalveolar Pain. Pain Res Manag. 2018; doi:10.1155/2018/5042067.

- 2) 牛田享宏, 山口重樹, 木村嘉之, 青野修一. 長引く痛みの克服に向けて: 慢性疼痛の分類(ICD-11)や治療モード, 治療施設などの分類と臨床利用. RAIN RESEARCH. 2018;33:257-268.
- 3) 青野修一, 牛田享宏. 慢性疼痛に対する集学的治療とAI技術. 整形・災害外科. 2019;62(3):261-267.

2.学会発表

- 1) K. Hayashi, S. Aono, Y. Shiro, T. Ushida. Effects of Exercise Imagery in Virtual Reality on Pain in Healthy Individuals. 17th World Congress on Pain (IASP2018). 2018.Sep, Boston
- 2) S. Aono, K. Owari, S. Inoue, Y. Arai, M. Nishihara, T. Ushida. Prediction of Chronic Pain Classification Using Self-Completed Questionnaires. 17th World Congress on Pain (IASP2018). 2018.Sep, Boston
- 3) Makino, S. Aono, H. Saisu, Y. Arai, M. Nishihara, T. Ushida. The Characteristics of Patients That Dentists Examined at the Multidisciplinary Pain Center. 17th World Congress on Pain (IASP2018). 2018.Sep, Boston
- 4) M. Mizutani, T. Ushida, M. Nishihara, Y. Arai, K. Owari, J. Sato, S. Inoue, N. Hatakeyama, S. Aono, I. Makino, H. Saisu. Hypnosis Targeting Pain Relief for the Patients with Refractory Chronic Pain in Multidisciplinary Pain Treatment. 17th World Congress on Pain (IASP2018). 2018.Sep, Boston
- 5) S. Aono, K. Shimo, H. Saisu, M. Nishihara, T. Ushida. Development of

- Programmable Thermal Stimulus Device for Measuring Thermal Grill Threshold. 17th World Congress on Pain (IASP2018). 2018.Sep, Boston
- 6) 青野修一, 西須大徳, 尾張慶子, 牧野泉, 井上真輔, 新井健一, 西原真理, 畠山登, 佐藤純, 牛田享宏. 器質的要因と精神心理的要因の評価に関連する慢性痛患者の初診情報. 第40回日本疼痛学会. 2018.Jun, 長崎
 - 7) 青野修一, 牛田享宏. 慢性痛患者から慢性痛を持つ人へ、集学的痛みセンターの取り組み. みんなの認知症情報学会 第1回年次大会. 2018.Sep, 静岡(招待発表)
 - 8) Yoko UWATE and Yoshifumi NISHIO. Amplitude Death in Large-Scale Polygonal Oscillatory Networks. Proceedings of International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA'18). 2018;538-541.
 - 9) 青野修一, 西須大徳, 尾張慶子, 井上真輔, 新井健一, 西原真理, 畠山登, 佐藤純, 出家正隆, 牛田享宏. 痛みのタイプ分類案を用いた集学的治療介入が望ましい慢性痛患者の特徴. 第33回日本整形外科学会基礎学術集会. 2018.Oct, 奈良
 - 10) Yoko UWATE and Yoshifumi NISHIO. "Oscillation Quenching in Coupled van der Pol Oscillators with Different Frequencies. Proceedings of International SoC Design Conference (ISOCC'18). 2018;180-181.
 - 11) Shu SUMIMOTO, Yuichi MIYATA, Ryuta YOSHIMURA, Yoko UWATE and Yoshifumi NISHIO. Design of Convolutional Neural Network for Classifying Depth Prediction Images from Overhead. Proceedings of International SoC Design Conference (ISOCC'18). 2018;166-167.
 - 12) 青野修一, 松原貴子, 三木健司. 慢性痛問診管理アプリ「mobile maica」の開発. 第11回日本運動器疼痛学会. 2018.Dec, 滋賀
 - 13) 牧野泉, 青野修一, 新井健一, 西原真理, 牛田享宏. 痛みセンター受診患者の歯科的特徴. 第11回日本運動器疼痛学会. 2018.Dec, 滋賀
 - 14) 林和寛, 青野修一, 城由起子, 牛田享宏. バーチャルリアリティを用いた運動イメージが痛覚閾値に及ぼす効果の検証. 第11回日本運動器疼痛学会. 2018. Dec, 滋賀
 - 15) Ryuta Yoshimura, Yoko Uwate and Yoshifumi Nishio. "Building Datasets of Aerial Videos Using Drone and Extending Datasets with Logistic Map". Proceedings of IEEE Workshop on Nonlinear Circuit Networks (NCN'18). 2018;1-4.
 - 16) Ken Kamiyotsumoto, Thomas Ott, Yoko Uwate and Yoshifumi Nishio. Artificial Bee Colony Algorithm for Time-Varying Function Using Normal Distribution. Proceedings of IEEE Workshop on Nonlinear Circuit Networks (NCN'18). 2018;15-18.
 - 17) Akari Oura, Kyohei Fujii, Shuhei Hashimoto, Yoko Uwate and Yoshifumi Nishio. Difference in Synchronization of Chaotic Circuit Network due to Difference in Coupling Direction. Proceedings of IEEE Workshop on Nonlinear Circuit Networks (NCN'18). 2018;19-22.
 - 18) Katsuki Nakashima, Yoko Uwate and Yoshifumi Nishio. Synchronization Phenomena of Symmetric and Asymmetric Structures Using Coupled Chaotic Circuits. Proceedings of IEEE Workshop on Nonlinear Circuit Networks (NCN'18). 2018;23-26.
 - 19) Vu Minh Hien, Yoko Uwate and Yoshifumi Nishio. Synchronization Phenomena in Coupled van der Pol Oscillators

- Containing Three Oscillators with Star Structure Connected to Another Oscillator. Proceedings of IEEE Workshop on Nonlinear Circuit Networks (NCN'18). 2018;76-79.
- 20) Yuya Ikezoe, Toshiya Matsunashi, Yoko Uwate and Yoshifumi Nishio. Synchronization Phenomena and Oscillations Stopping in Coupled van der Pol with Diodes. Proceedings of IEEE Workshop on Nonlinear Circuit Networks (NCN'18). 2018;80-82.
- 21) Takumi Nara, Daiki Nariai, Yoko Uwate and Yoshifumi Nishio. Synchronization Phenomena in Coupled Nonlinear Oscillators Chains with Hourglass Structure. Proceedings of IEEE Workshop on Nonlinear Circuit Networks (NCN'18). 2018;83-86.
- 22) Daiki Nariai, Yoko Uwate and Yoshifumi Nishio. Influence of Coupling Strength on Synchronization in Two Rings of Coupled van der Pol Oscillators. Proceedings of IEEE Workshop on Nonlinear Circuit Networks (NCN'18). 2018;87-90.

H . 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）

- 1.特許取得
なし
- 2.実用新案登録
なし
- 3.その他
なし

【添付資料1】

データ収集状況

2013.10-2019.3

施設名	初診評価数	3ヵ月評価数	6ヵ月評価数
札幌医科大学	66	60	53
福島県立医科大学	131	8	5
獨協医科大学	453	171	93
千葉大学	32	-	-
東京慈恵会医科大学	1,515	698	500
順天堂大学	202	102	18
日本大学	115	38	8
新潟大学	43	26	17
富山大学	209	50	9
名古屋市立大学	318	43	6
愛知医科大学	3,083	491	299
大阪大学	318	156	113
岡山大学	490	133	70
山口大学	117	39	9
高知大学	46	20	24
九州大学	1,117	45	35
佐賀大学	5	-	-
合計	8,260	2,080	1,259

1

データ解析状況：初診時質問紙調査

■対象症例数：7,799名（男性：3,152名，女性：4,647名），

■年齢：55.7±18.1歳

現在の就労状況	無職：2,271名（29.1%），正社員：1,930名（24.7%）， 専業主婦：1,235名（15.8%），パート・アルバイト：761名（9.8%）， 自営業：683名（8.8%），学生：407名（5.2%）， 痛みのために失業：294名（3.8%）， その他の理由で失業：93名（1.2%），未回答：125名（1.6%）
過去1年間に痛みのために仕事・家事を休んだことがある	ある：3,193名（40.9%），ない：2,891名（37.1%） 仕事も家事もしていないので答えられない：1,279名（16.4%）， 未回答：436名（5.6%） 休んだ日数：30[1-365]日（med.[max.-min.]）
仕事のストレス・トラブル	ある：1,794名（23.0%），ない：1,470名（18.8%）
同居人の有無	いる：5,957名（76.4%），いない：1,695名（21.7%） 未回答：147名（1.9%）
同居人・家族とのストレス・トラブル	ある：2,534名（32.5%），ない：3,819名（49.0%） 未回答：1,446名（18.5%）
付き添いの有無とZARIT	いる：2,902名（37.2%），いない：4,638名（59.5%）， ZARIT：16.3±16.3

2

データ解析状況：初診時質問紙調査

運動習慣の有無 (週に1~3回以上)	ある：1,735名 (22.2%), ない：4,233名(54.3%), 未回答：1,831名 (23.5%)
健康食品・サプリメント	飲んでいる：2,418名 (31.0%), 飲んでいない：5,071名(65.0%), 未回答：310名 (4.0%)
痛みのために訪れた過去の診療所数 (11施設以上は11として算出)	3.9施設
麻薬系鎮痛薬	受けたことがある：2,171名 (27.8%), (今も継続中：1,069名 (13.7%)) 受けたことがない：5,383名(69.0%) 未回答：245名 (3.1%)
歯、口、顎に何らかの 問題がありますか？	はい：3,057名 (39.2%), いいえ：4,472名 (57.3%), 未回答：270名 (3.5%)
いつも歯を噛みしめると 感じていますか？	はい：2,415名 (31.0%), いいえ：5,070名 (65.0%), 未回答：314名 (4.0%)

3

データ解析状況：初診時質問紙調査

最終学歴 (在学中除く)	中学：936名 (12.7%), 高校：2,125名 (28.7%), 専門学校・短大：1,561名 (21.1%), 大学・大学院：1,794名 (24.3%)
保険の種類 (複数回答あり)	健康保険：7,209名 (92.4%), 事故の保険：424名 (5.4%), 労災の保険：171名 (2.2%), 生活保護：287名 (3.7%),
何らかの裁判に関わっていますか？	現在係争中：150名 (1.9%), 裁判はない：7,466名 (95.7%), 未回答：183名 (2.3%)
世帯年収	0~200万：1,301名 (16.7%), 201~400万：1,942名(24.9%), 401~600万：1,127名 (14.5%), 601~800万：631名(8.1%), 801~1000万：406名 (5.2%), 1001~1500万：306名(3.9%), 1501~2000万：80名 (1.0%), 2000万以上：87名(1.1%), 教えたくない：1,395名 (17.9%),未回答：524名 (6.7%)

4

データ解析状況：質問紙スコアの変化

	初診	3ヵ月	6ヵ月
NRS (最高)	6.6±2.5	5.6±2.6	5.5±2.6
NRS (最低)	3.2±2.5	2.6±2.3	2.6±2.3
NRS (平均)	5.6±2.2	4.5±2.3	4.4±2.3
NRS (現在)	5.0±2.7	4.2±2.7	4.1±2.6
PDAS	23.7±14.1	18.3±12.7	18.0±12.9
HADS-不安	7.9±4.5	6.6±4.3	6.6±4.4
HADS-抑うつ	8.4±4.8	6.9±4.6	6.8±4.5
PCS	33.8±10.7	27.8±11.9	27.2±12.2
-反芻	12.6±3.4	10.9±3.9	10.6±4.1
-拡大視	6.5±3.2	5.3±3.2	5.3±3.3
-無力感	14.7±5.5	11.6±6.0	11.3±6.0
EQ-5D	0.566±0.178	0.640±0.165	0.643±0.165
PSEQ	25.9±14.8	32.0±14.2	32.1±14.2
AIS	8.6±5.1	6.8±4.6	6.7±4.4
口口モ25	34.3±23.3	25.9±20.2	25.5±20.0

[ave. ± SD]

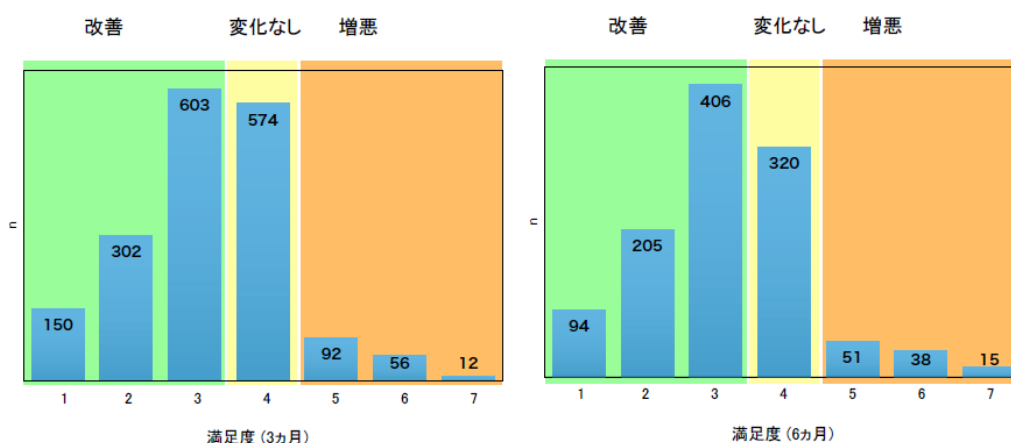
5

データ解析状況：満足度調査

初診時に比べて現在の状況は？

1. 非常に良くなった
2. 良くなった
3. 少し良くなった
4. 変わらなかった
5. 少し悪くなった
6. 悪くなった
7. 非常に悪くなった

	3ヵ月	6ヵ月
満足度	3.21	3.18



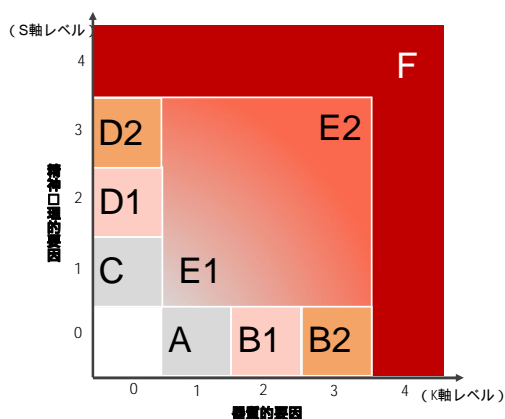
6

【添付資料2】

慢性疼痛レジストリ 取得項目

1. 施設名
2. I D
3. 年齢
4. 性別
5. 住所（郵便番号）
6. 登録医師名
7. レジストリ申請日
8. 初診日
9. 罹患期間（いつから痛み始めたのか）
10. 身長・体重・BMI
11. 合併症（複数回答可）
[選択肢] DM、高血圧、高脂血症、肝機能障害、腎機能障害、COPD、脳卒中、起立性調節障害、膠原病、透析、悪性腫瘍、虚血性心疾患、喘息、アレルギー、神経変性疾患、多発性硬化症、アミロイドーシス、リウマチ、うつ病、双極性障害、統合失調症、治療を受けている発達障害、てんかん、自己免疫性消化器疾患、内分泌疾患（甲状腺疾患） 内分泌疾患（その他） 喘息以外の呼吸器疾患
12. 特定疾患（複数回答可、指定難病一覧から選択）
13. 発症形態1（急性，亜急性，慢性）
14. 発症形態2（内因性，外因性，混合性，不明）
15. 生活障害に起因している要因 四肢欠損
16. 生活障害に起因している要因 麻痺
左上肢（程度：[選択肢] 軽、中、重）
右上肢（程度：[選択肢] 軽、中、重）
左下肢（程度：[選択肢] 軽、中、重）
右下肢（程度：[選択肢] 軽、中、重）
その他（部位：__ 程度：[選択肢] 軽、中、重）
17. 生活障害に起因している要因 筋力の低下
（部位：__ 程度：[選択肢] 軽、中、重）
18. 生活障害に起因している要因 関節の拘縮
（部位：__ 程度：[選択肢] 軽、中、重）
19. 生活障害に起因している要因 失調・不随意運動
上肢：[選択肢] 左、右
下肢：[選択肢] 左、右
体幹：[選択肢] 左、右
20. 生活障害に影響する社会背景 社会背景（複数回答可）

- [選択肢] 労災、交通事故、DV、生活保護、郵便番号、収入
21. 生活障害に影響する社会背景 家庭環境1
[選択肢] 独居、伴侶と二人、それ以外
22. 生活障害に影響する社会背景 家庭環境2 (複数回答可)
[選択肢] 患者が家族に対して不平不満を訴えている、ケアギバーとなる家族が必要
23. 職業
[選択肢] 正社員、自営業、パート・アルバイト、専業主婦、無職、学生、痛みのために失業、その他の理由で失業
24. 就労状況
週に働いている日数 ([選択肢] 0~7日)
1日の平均就労時間 ([選択肢] 0~24時間)
25. 最終学歴
[選択肢] 中学、高校、専門学校・短大、大学・大学院、在学中
26. 痛みのある部位 (ICD-11 より選択)
27. 最も痛い部位 (ICD-11 より選択)
28. 症状から痛みに直接起因している病態としての病名 (ICD-11 より選択)
29. 痛みを引き起こす背景の観点からの病名1 (ICD-11 より選択)
30. 痛みを引き起こす背景の観点からの病名2 (ICD-11 より選択)
31. K 要因(器質的な要因に対応すべき施設のレベル)
[選択肢] K0、K1、K2、K3、K4
32. S 要因(精神心理的な要因に対応すべき施設のレベル)
[選択肢] S0、S1、S2、S3、S4



各要因の対応レベル

- レベル0：ないor临床上問題とならない程度
- レベル1：プライマリ・ケア医（非専門医）が対応可能
- レベル2：専門医の介入が必要
- レベル3：専門医による高度な治療・管理が必要
- レベル4：専門医でも対応困難、多少の改善しか見込めない

対応すべき医療機関

- A, C：プライマリ・ケア医（非専門医）
- B1：器質的疾患を取り扱うクリニック
- B2：器質的疾患を取り扱う高度医療機関
- D1：精神心理的疾患を取り扱うクリニック
- D2：精神心理的疾患を取り扱う高度医療機関
- E1：複数の専門家の介入が必要（Multidisciplinary）
- E2：専門家同士の密に連携した介入が必要（Interdisciplinary）
- F：専門家と連携し、社会的問題への対応も含めた介入が必要

33. 確定診断のキーとなった検査
[選択肢] 画像検査、血液検査、生理検査、身体検査、不詳、その他
34. (他病院含めて) 初診から確定診断までに至るまでの期間

35. これまでに受けた治療とその有効性 1 (薬物治療)
- 鎮痛薬: NSAIDs ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - 鎮痛薬: アセトアミノフェン ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - 抗うつ薬: 三環系抗うつ薬 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - 抗うつ薬: SNRI ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - 抗うつ薬: SSRI ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - 抗うつ薬: その他 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - 抗てんかん薬: カルシウムチャンネル 2 1リガンド ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - 抗てんかん薬: その他 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - オピオイド鎮痛薬: ترامadol製剤 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - オピオイド鎮痛薬: ブプレノルフィン貼付薬 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - オピオイド鎮痛薬: フェンタニル貼付薬 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - オピオイド鎮痛薬: その他 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - その他: 抗不安薬 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - その他: 睡眠導入薬 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - その他: その他 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
36. これまでに受けた治療とその有効性 2 (侵襲的治療)
- 手術 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - SCS ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - ブロック注射: 交感神経ブロック(硬膜外ブロック、星状神経節ブロック) ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - ブロック注射: 知覚神経ブロック(神経根ブロック、腕神経叢ブロックなど) ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - ブロック注射: トリガーポイント注射 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - ブロック注射: その他 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
37. これまでに受けた治療とその有効性 3 (その他)
- 運動療法 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - 心理療法 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - 物療 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - 装具 ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
 - その他 (医療類似行為) ([選択肢] 著効、有効、無効、不明)
38. 現在受けている治療とその有効性 1 (薬物治療)
39. 現在受けている治療とその有効性 2 (侵襲的治療)
40. 現在受けている治療とその有効性 3 (その他)
41. 社会的孤立
42. 痛みセンター共通質問紙 (NRS、PDAS、HADS、PCS、EQ-5D、PSEQ、AIS、ロコモ 25、ZARIT)