

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 5 月 23 日現在

機関番号：35303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K08740

研究課題名(和文)ビッグデータとAI・ICT技術を用いた腎臓病因子ネットワーク構築と治療標的の探索

研究課題名(英文) Development of network of chronic kidney disease related factors and therapeutic target using big data and artificial intelligence and information and communication technology

研究代表者

神田 英一郎 (Kanda, Eiichiro)

川崎医科大学・医学部・教授

研究者番号：40401377

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：日本では高齢化に伴って慢性腎臓病(CKD)患者が今後増加すると予想されるため、CKD進行の新規病態因子や治療標的の発見が重要な課題である。しかし従来のハンドサーチによる文献検索や疫学的研究手法では限界があった。

そこで、AI・ICT技術を用いて、インターネット情報(MEDLINE上の文献)を解析し、医学用語のデータの数数学的構造を明らかにし、医学用語ネットワークを構築した。この医学用語ネットワークを基盤として透析患者のビッグデータを解析し、生命予後を予測する機械学習モデルを開発した。この機械学習モデルによって、CKDの病態概念を数数学的モデルで表現することに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、正確に予後を予測する機械学習モデルを開発した。この機械学習モデルは疾患の病態を数数学的モデルで表現しており、新規の危険因子や治療法の開発につながる可能性がある。例えば、この機械学習モデルの臨床での活用法として以下の流れが考えられる。予後の悪い患者をスクリーニングする。スクリーニングされた患者を対象にデータを解析し、予後を予測する。患者に対して、癌・感染症・低栄養・心血管疾患などの合併症がないか精査し、適切な介入・治療を行う。このシステムの臨床活用により患者予後の改善が見込まれ、腎疾患診療に対して多大な波及効果がもたらされると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Since the number of patients with chronic kidney disease (CKD) is expected to increase in Japan with the aging of society, the discovery of new pathological factors and therapeutic targets for the progression of CKD is important. However, there are limits to the conventional literature search and epidemiological research methods. Therefore, using AI/ICT technology, we analyzed information on the internet (literature on MEDLINE), clarified the mathematical structure of medical term data, and constructed a medical-term network. On the basis of this medical-term network, we analyzed big data of dialysis patients and developed a machine learning model for the prediction of the prognosis of life. This machine learning model expresses the pathological concept of CKD with a mathematical model.

研究分野：腎臓病学

キーワード：慢性腎臓病 透析 機械学習 深層学習 AI ネットワーク 自然言語処理 ビッグデータ

1. 研究開始当初の背景

日本では高齢化に伴って慢性腎臓病(chronic kidney disease, CKD)患者が今後増加すると予想されるため、CKD 進行の新規病態因子や治療標的の発見が重要な課題である。

一般に疫学・臨床研究では臨床疑問に基づいて、患者データを頻度論に基づいた統計学的に解析する手法が用いられてきた。この手法は、既知のエビデンスに基づいて研究される仮説駆動型研究であるため、新規病態因子を思い浮かべなければ発見は難しい。また、統計手法には、サンプルサイズやモデルに限界がある。これらの問題点の克服には、最新の統計学と機械学習を用いたデータマイニング解析と CKD 患者のビックデータが必要となる。

さらに患者データについては、入力負荷が大きいため大規模研究が困難であった。近年、人工知能(artificial intelligence, AI)や情報伝達技術(Information and Communication Technology, ICT)の急速な発達に伴い、大規模データの解析が可能になった。日本腎臓学会は日本医療情報学会と共同し、新規全国規模の包括的 CKD 臨床効果情報データベース (J-CKD-DB) を構築した(1)。このデータベースには、大学病院の電子カルテ情報から 10 万人以上の CKD 患者の全情報(検査値、治療内容、診断名など)が、中央のデータセンターに集められている。データがコンピュータにより自動抽出されるため入力負荷が軽減され、他のデータベースとの突合が可能である。

CKD 進行に関する新規病態因子のハンドサーチによる文献検索には限界がある。テキストマイニングは、文章をマイニング(情報発掘)し、大量の文字データを解析することで、言葉の関係を可視化するツールである。申請者らは、AI・ICT 技術を活用しテキストマイニングを可能にする AI-driven Text Mining System (AI-TMS) を開発した。探索的検討では、CKD ガイドライン 2018 の特定の臨床疑問の文献リスト(1000 本)のうち、研究者の選択を正解とすると正確度は 98%以上を示した。以上から、AI・ICT 技術を用いることで、インターネット上のテキスト情報と大規模 CKD 患者データベースから CKD 進行の病態因子や治療法を発見することができると可能性が示唆された。

2. 研究の目的

以上の背景を踏まえて、「インターネット上の医学情報および患者ビックデータを、AI・ICT 技術で解析することにより、CKD に関係する新規病態因子や治療標的を開発することができるか」という仮説を立てた。そこでこの仮説を立証するため、以下を目的とした。

- 1) AI・ICT 技術を用いて、インターネット情報(MEDLINE 上の文献)を解析し、医学用語データの数理学的構造を明らかにし、医学用語ネットワークを構築した。
- 2) 医学用語ネットワークを基盤として患者ビックデータを解析する機械学習モデルを構築する。さらに得られた機械学習モデルの内部構造を検証し、新規病態因子を探索した。

3. 研究の方法

1) 医学用語ネットワークの構築

テキストマイニングを活用し医学テキストデータを高精度で解析するため、ディープラーニングを AI-TMS に搭載した。そのディープラーニングは畳み込みニューラルネットワーク(convolutional neural network, CNN)と再帰型ニューラルネットワーク(recurrent neural network, RNN)のハイブリットとした。これにより医学用語の特徴ベクトルの抽出と、医学用語ネットワークの構築が可能になった。さらにこの機能を実用化させるため、WEB システムを開発した。

2) 透析患者の予後予測のための機械学習モデルの開発

AI-TMS を用いて MEDLINE の文献を解析し「透析」に関する医学用語の関係構造を検討した。次に、日本透析医学会の透析患者統計調査データベース(JRDR)と医学用語ネットワークを用いて、透析患者の生命予後予測を行う機械学習モデルを開発した。このモデルの構造を解析し、危険因子を探索した。

4. 研究成果

1) 医学用語ネットワークの構築

テキストマイニングは大量の文字データを解析するツールである。そこで、インターネットから医学情報を取得し解析するため AI-TMS を開発した(2)。

MEDLINE から CKD に関する約 30 万件の論文データの自動抽出に成功した。次に、システムに読み込んだ全論文のテキストデータから自然言語処理を用いて医学用語を抽出しディープラーニングでベクトル化した。さらに医学用語ベクトル間関係を解析し、CKD 関連因子を網羅的に抽出した。意味解析では抽出された因子は CKD との未知の関係性を示した。得られた医学用語ベクトルは医学用語の関係性を保ちつつネットワークを構築することが示された。

一般的に、システマティックレビューでは、リサーチクエスチョンに関係する数千本にもおよぶ大量の論文を収集し、有用なものを選別しなくてはならない。本システムはそのような用途にも使用できるため、ガイドライン支援のためのWEBシステムを開発・実用化した(図1)。このWEBシステムでは、AI-TMSをサーバー内(バックエンド)に搭載している。仕様の概略は以下の通りである。

- ①ユーザがリサーチクエスチョンを入力することでAI-TMSに候補となる論文が自動的にダウンロードされる。
- ②AIが解析し文献をユーザに提示。
- ③ユーザは文献を評価・選択する。
- ④選択された文献リストがダウンロードされる。

この技術について特許を取得した。さらにこのシステムは、日本腎臓学会CKD診療ガイドライン改訂準備委員会およびがん薬物療法時の診療ガイドライン改訂委員会にて、システマティックレビュー作成に採用された。

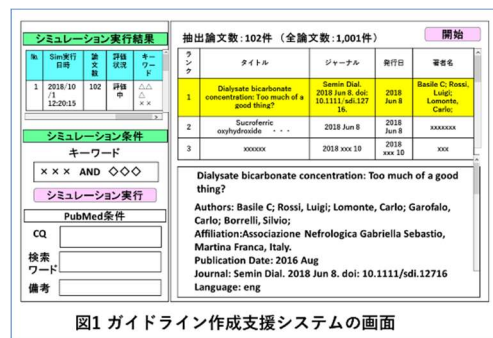


図1 ガイドライン作成支援システムの画面

2) 機械学習モデルの開発

透析患者は原疾患、合併症、透析条件などによって生命予後が異なることが知られている。透析患者の生命予後の改善のためには、正確な予後予測が必要となる。機械学習による予測モデルはそのアルゴリズムが複雑であり人知を超えている、いわゆるブラックボックスであり、臨床で安心して活用できるようにするためには、人間ができるだけ理解できる構造のモデルが要求される。そこで、筆者らは、JRDRデータを用いて、k-means法とサポートベクターマシン(SVM)を組み合わせたアンサンブルモデルを作成し、患者の予後予測を行った(n=79,980)(3)。

k-means法は、まず患者を適当なグループ(クラスター)に分けた後、クラスターのデータの平均を用いて最適にデータがわかれるように調整させていくアルゴリズムである。任意の指定のk個のクラスターを作成するアルゴリズムであることから、k-means法という。その方法は以下のとおりである。

- ①各患者に対してランダムにクラスターを割り充てる。
- ②各クラスターに割り当てられた患者のデータについて重心を計算する。
- ③各患者 x_i について重心 μ からの距離を計算し、距離 $dist(x, \mu)$ が一番近いクラスターに割り当て直す。

$$dist(x, \mu)^2 = \sum_{j=1}^m (x_j - \mu_j)^2 = \|x - \mu\|^2$$

- ④クラスターが変化しなくなるまで行う。

なお、クラスター数の決定は、2~10個の場合について上記の方法でそれぞれ作成し、エルボー法と呼ばれる方法と患者データで検討し、5つに決定した。

この5つのクラスターは非常に興味深い患者分類を示した。ク

ラスター1の特徴は、若い男性で原疾患は慢性糸球体腎炎であった。クラスター2は女性、慢性糸球体腎炎、クラスター3は糖尿病性腎症、クラスター4は高齢、腎硬化症、そしてクラスター5は高齢、心血管疾患の既往あり、低栄養と慢性炎症を合併していた。このクラスター分類では患者は完全に分類されていた。

次に、クラスターの生命予後を生存時間解析で比較した。するとクラスター1が最も予後が良く、クラスター5が最も悪かった(図2)。事前に患者の特徴をプログラムしていなかったにも関わらずこのような結果が出たことは、機械学習と我々の医学的知識が合致していることを示した。また、各クラスターは生命予後を反映しており、このクラスターの特徴が新規危険因子となりうると思われた。

次に、この5つのクラスターについてそれぞれSVMで学習させ、その予測を統合するようにアンサンブルモデルを作成した(図3)。患者を高リスクと低リスクに分類するためには、そのデータの境界を明らかにしなければならない。その境界の設定のために必要なギリギリに位置するデータをサポートベクトルと呼び、できるだけ正確に分類することのできる

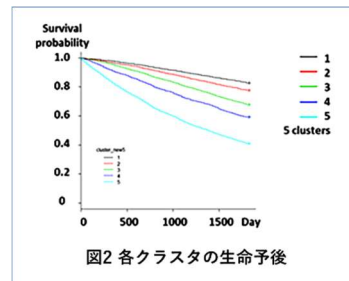


図2 各クラスターの生命予後

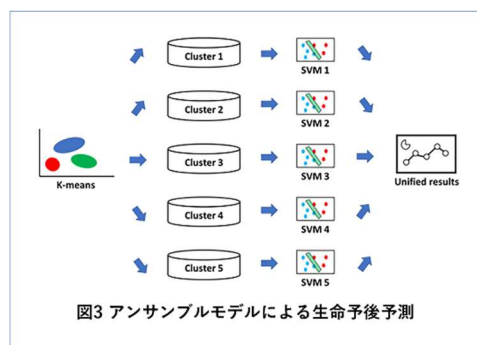


図3 アンサンブルモデルによる生命予後予測

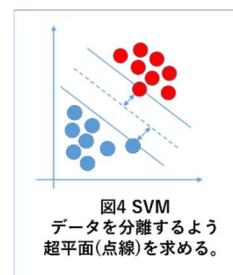


図4 SVMデータを分離するよう超平面(点線)を求める。

超平面(w, b)を求めることが SVM の目的である(図 4)。データを x 、SVM の識別関数を

$$f(x) = w^T x + b$$

とした。その際、各データと境界面のマージンを最大化するよう識別器を設定した。

1 年後の生命予後を予測する正確度(accuracy)は、このアンサンブルモデルは 0.948、比較のために作成した SVM は 0.937、多変量ロジスティック回帰分析は 0.938、ディープラーニングは 0.936 であり、アンサンブルモデルが最も正確であった。また、特異度が 0.999 と非常に高いため、確定診断に有用であった。

このモデルの臨床での活用法として以下の流れが考えられる。①クラスタリングを行い、予後の悪いクラス 4 と 5 の患者をスクリーニングする。②クラス 4 と 5 の患者を対象に、SVM で解析し予後を予測する。③予後が悪いと予測された患者に対して、癌・感染症・低栄養・心血管疾患などの合併症がないか精査し、適切な介入・治療を行う。この方針により臨床で活用されることが期待される。

3) 今後の課題

本研究では、医学的概念を反映する医学用語ネットワークの構築に成功した。さらに、このシステムと透析患者のビッグデータを活用し、正確に予後を予測する機械学習モデルを開発した。この機械学習モデルは疾患の病態を数理的モデルで表現しており、新規の危険因子や治療法の開発につながる可能性がある。実用化により患者に最適な治療法を選択することが可能になるため、今後は数理的モデルの解析による疾患病態を解明し、それを生かした新しい治療システムの開発を推進する。

References

1. 柏原, 桑原, 長州, 岡田 包括的慢性腎臓病データベース (J-CKD-DB) . 日腎会誌. 2017;59(7):1034-41.
2. 神田. デジタルヘルスケアの医療活用の取り組み 自然言語処理を用いたガイドライン作成支援システムの開発. 腎と透析. 2021;90:205-11.
3. Kanda E, Epureanu BI, Adachi T, Tsuruta Y, Kikuchi K, Kashihara N, et al. Application of explainable ensemble artificial intelligence model to categorization of hemodialysis-patient and treatment using nationwide-real-world data in Japan. PLoS One. 2020;15(5):e0233491.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Abe M, Masakane I, Wada A, Nakai S, Kanda E, Nitta K, Nakamoto H	4. 巻 11
2. 論文標題 High-performance dialyzers and mortality in maintenance hemodialysis patients	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 12272
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-021-91751-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Kanno Y, Kanda E, Kato A	4. 巻 13
2. 論文標題 Methods and Nutritional Interventions to Improve the Nutritional Status of Dialysis Patients in JAPAN?A Narrative Review	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 1390 ~ 1390
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/nu13051390	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Maruyama Y, Kanda E, Kikuchi K, Abe M, Masakane I, Yokoo T, Nitta K	4. 巻 34
2. 論文標題 Association between anemia and mortality in hemodialysis patients is modified by the presence of diabetes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Nephrology	6. 最初と最後の頁 781 ~ 790
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s40620-020-00879-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 神田英一郎	4. 巻 90
2. 論文標題 デジタルヘルスケアの医療活用の取り組み 自然言語処理を用いたガイドライン作成支援システムの開発	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 腎と透析	6. 最初と最後の頁 205 ~ 211
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 神田英一郎	4. 巻 14
2. 論文標題 AIを活用した慢性腎臓病・透析患者の予後予測	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 腎臓内科	6. 最初と最後の頁 451～458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kanda E, Epureanu BI, Adachi T, Tsuruta Y, Kikuchi K, Kashihara N, Abe M, Masakane I, Nitta K.	4. 巻 15
2. 論文標題 Application of explainable ensemble artificial intelligence model to categorization of hemodialysis-patient and treatment using nationwide-real-world data in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0233491
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0233491	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Sofue T, Nakagawa N, Kanda E, Nagasu H, Matsushita K, Nangaku M, Maruyama S, Wada T, Terada Y, Yamagata K, Narita I, Yanagita M, Sugiyama H, Shigematsu T, Ito T, Tamura K, Isaka Y, Okada H, Tsuruya K, Yokoyama H, Nakashima N, Kataoka H, Ohe K, Okada M, Kashihara N.	4. 巻 15
2. 論文標題 Prevalence of anemia in patients with chronic kidney disease in Japan: A nationwide, cross-sectional cohort study using data from the Japan Chronic Kidney Disease Database (J-CKD-DB)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0236132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0236132	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sofue T, Nakagawa N, Kanda E, Nagasu H, Matsushita K, Nangaku M, Maruyama S, Wada T, Terada Y, Yamagata K, Narita I, Yanagita M, Sugiyama H, Shigematsu T, Ito T, Tamura K, Isaka Y, Okada H, Tsuruya K, Yokoyama H, Nakashima N, Kataoka H, Ohe K, Okada M, Kashihara N.	4. 巻 15
2. 論文標題 Prevalences of hyperuricemia and electrolyte abnormalities in patients with chronic kidney disease in Japan: A nationwide, cross-sectional cohort study using data from the Japan Chronic Kidney Disease Database (J-CKD-DB)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0240402
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0240402	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nakagawa N, Sofue T, Kanda E, Nagasu H, Matsushita K, Nangaku M, Maruyama S, Wada T, Terada Y, Yamagata K, Narita I, Yanagita M, Sugiyama H, Shigematsu T, Ito T, Tamura K, Isaka Y, Okada H, Tsuruya K, Yokoyama H, Nakashima N, Kataoka H, Ohe K, Okada M, Kashihara N.	4. 巻 10
2. 論文標題 J-CKD-DB: a nationwide multicentre electronic health record-based chronic kidney disease database in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 7351
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-64123-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 Kanda E, Epureanu BI, Adachi T, Sasaki T, Kashihara N
2. 発表標題 Usefulness of machine-learning-predicted probability as a new risk index for prediction of renal and life prognoses of chronic kidney disease
3. 学会等名 Society for Industrial and Applied Mathematics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kanda E, Epureanu BI, Adachi T, Sasaki T, Kashihara N.
2. 発表標題 Usefulness of machine-learning-predicted probability as a new risk index for prediction of renal and life prognoses of chronic kidney disease. Kidney Week 2021. American Society of Nephrology.
3. 学会等名 Kidney Week 2021. American Society of Nephrology. (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kanda E, Okami S, Kohsaka S, Ma X, Okada M, Kimura T, Yajima T.
2. 発表標題 MACHINE LEARNING MODELS TO PREDICT CARDIOVASCULAR AND RENAL OUTCOMES AND MORTALITY IN HYPERKALEMIC PATIENTS.
3. 学会等名 Kidney Week 2021. American Society of Nephrology. (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神田英一郎
2. 発表標題 AI・ICTを活用した透析患者の栄養管理
3. 学会等名 第59回日本人工臓器学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神田英一郎
2. 発表標題 AI・ICTを活用したCKD患者管理システムの開発
3. 学会等名 第41回医療情報学連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神田英一郎
2. 発表標題 AI・ICTを活用したCKD患者管理システムの開発
3. 学会等名 第1回日本腎・血液浄化AI学会学術集会・総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神田英一郎, 安達泰治, 佐々木環, 柏原直樹
2. 発表標題 CKD進行と生命予後を精緻に予測するAIシステムの開発
3. 学会等名 第64回日本腎臓学会学術総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神田英一郎
2. 発表標題 透析療法における遠隔診療のあり方 AI・ICTを活用した透析患者の栄養管理
3. 学会等名 第66回日本透析医学会学術集会・総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kanda E, Epureanu BI, Adachi T, Tsuruta Y, Kikuchi K, Kashihara N, Abe M, Masakane I, Nitta K.
2. 発表標題 Explainable artificial intelligence system for hemodialysis patients reveals disease background difference.
3. 学会等名 American Society of Nephrology Kidney week 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kanda E, Tokuyama A, Itano S, Nagasu H, Kashihara N.
2. 発表標題 Machine Learning Prediction of ESKD and Death in CKD Patients: Electronic Medical Record-Based Cohort Study.
3. 学会等名 American Society of Nephrology Kidney week 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kanda E, Kohsaka S, Okami S, Okada M, Ma X, Yajima T.
2. 発表標題 Machine Learning Models for Risk Prediction of Adverse Events in Hyperkalemic Patients.
3. 学会等名 American Society of Nephrology Kidney week 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kanda E, Epureanu BI, Adachi T, Tsuruta Y, Kikuchi K, Kashihara N, Abe M, Masakane I, Nitta K.
2. 発表標題 Explainable artificial intelligence system for hemodialysis patients reveals disease background difference.
3. 学会等名 Society for Industrial and Applied Mathematics. (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tokuyama A, Kanda E, Itano S, Kondo M, Wada Y, Kadoya H, Kidokoro K, Nagasu H, Sasaki T, Kashihara N.
2. 発表標題 Effect of Zinc Deficiency on CKD Progression and Effect Modification by Hypoalbuminemia.
3. 学会等名 American Society of Nephrology Kidney week 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 神田英一郎
2. 発表標題 大規模データベース解析の方向性と展開:CKD対策にどう活かすか 包括的慢性腎臓病データベース(J-CKD-DB)とリアルワールドデータベースの活用
3. 学会等名 第63回日本腎臓学会学術総会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 神田英一郎, 徳山敦之, 板野精之, 長洲一, 柏原直樹.
2. 発表標題 AIを用いたCKD患者の予後予測システムの開発と予後パターンの分類
3. 学会等名 第63回日本腎臓学会学術総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坂井敦子, 市川和子, 神田英一郎
2. 発表標題 保存期CKD患者に対するアルゴリズムを用いた新しい個別療養指導システムの開発
3. 学会等名 第63回日本腎臓学会学術総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Eiichiro Kanda, Yuki Tsuruta, Kan Kikuchi, Naoki Kashihara, Masanori Abe, Ikuto Masakane, Kosaku Nitta
2. 発表標題 Development of an Automatic Risk-Prediction System for Hemodialysis Patients Using Artificial Intelligence: A Nationwide Dialysis Cohort Study in Japan
3. 学会等名 American Society of Nephrology Kidney week 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Eiichiro Kanda, Atsuyuki Tokuyama, Seiji Itano, Hajime Nagasu, Bogdan I. Epureanu, Naoki Kashihara
2. 発表標題 Development of an Exhaustive-Risk-Prediction System Using Deep Learning and Different Patterns of Diabetic Kidney Disease Progression Based on Patient Characteristics
3. 学会等名 American Society of Nephrology Kidney week 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Eiichiro Kanda, Bogdan I. Epureanu, Taiji Adachi, Yuki Tsuruta, Kan Kikuchi, Naoki Kashihara, Masanori Abe, Ikuto Masakane, Kosaku Nitta
2. 発表標題 Explainable Artificial Intelligence System for Hemodialysis Patients Reveals Disease Background Difference
3. 学会等名 2020 SIAM Conference on the Life Sciences (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 神田英一郎、徳山敦之、板野精之、長洲一、柏原直樹
2. 発表標題 AIを用いたCKD患者の予後予測システムの開発と予後パターンの分類
3. 学会等名 第63回日本腎臓学会学術総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Eiichiro Kanda, Yuki Tsuruta, Kan Kikuchi, Naoki Kashihara, Masanori Abe, Ikuto Masakane, Kosaku Nitta
2. 発表標題 Autonomous total-care system for hemodialysis patients using artificial intelligence: a nationwide dialysis cohort study in Japan
3. 学会等名 第65回日本透析医学会学術集会・総会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 文章検索システム、文章検索方法及び文章検索プログラム	発明者 神田英一郎	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2020-140435	取得年 2020年	国内・外国の別 国内

〔その他〕

川崎医科大学 特任教員（学長付・医学部） https://kweb-res.kawasaki-m.ac.jp/kwmhp/KgApp?section=13&resId=S004904

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	柏原 直樹 (Kashihara Naoki) (10233701)	川崎医科大学・医学部・教授 (35303)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関