

平成 26 年 5 月 27 日現在

機関番号：16101

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2009～2013

課題番号：21103005

研究課題名(和文) 計算解剖モデルに基づく診断支援

研究課題名(英文) Computer-Aided Diagnosis Based on Computational Anatomical Models

研究代表者

仁木 登(Niki, Noboru)

徳島大学・ソシオテクノサイエンス研究部・教授

研究者番号：80116847

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 89,300,000円、(間接経費) 26,790,000円

研究成果の概要(和文)：CT, MRI, PET/CTのマルチモダリティ画像情報による体幹部の形態・機能情報の計算解剖モデルを利用して胸腹部の主要疾患(がん(肺がん, 肝がん, 大腸がん), 慢性閉塞疾患(COPD), 心血管・リンパ節疾患, 骨粗鬆症)を対象にした存在・鑑別診断を支援するコンピュータ支援診断システムを研究開発することを目的とする。大規模マルチモダリティ画像データベースの構築を進め, マルチモダリティ画像を活用して定量的な形態情報, 経時変化情報, 機能情報と臨床・病理診断結果や再発・死因の予後追跡情報の体系的な解析に基づく計算解剖モデルの研究開発を進めた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research project is to develop computer-aided diagnosis (CAD) systems that enables very early detection and treatment for cancers and lifestyle-related diseases by using multimodal images. The goal of the research and development in this project was to reach a level of which the effectiveness of new CAD technologies can be reasonably proven and clinically tested for ensuring that practical application can be carried out. At the same time, this project contributes to construct fundamentals of computational anatomy research area through the organically-combined research progress with A01 group which performs fundamental research of computational anatomical models and A03 group which aims at clinical development of the computational anatomy. We have constructed the database integrated multimodal images with diagnostic results and developed clinical CAD systems that meet the needs of clinical practice.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・計測工学

キーワード：計算解剖学 コンピュータ支援診断システム がん(肺がん, 肝がん, 大腸がん) 慢性閉塞疾患(COPD)
心血管・リンパ節疾患 骨粗鬆症

1. 研究開始当初の背景

我が国において胸腹部の主要疾患であるがん(肺がん, 大腸がん, 肝がん), 慢性閉塞疾患(COPD), 心血管・リンパ節疾患, 骨粗鬆症による重篤な健康被害の発生は社会的に大きな問題となっている。胸腹部疾患の治療成績向上のためには, 早期発見・早期治療が早急に確立されることが切望されている。我々は, 肺がんを中心とした胸腹部の主要疾患のコンピュータ支援診断システムの開発を進めている(仁木登:招待論文 肺がん CT 検診のコンピュータ支援診断の展開, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J91-D, No.7, pp.1715-1729, 2008)。この実用化には, 疾患の形態的・機能的な画像特徴解析と臨床・病理診断結果や再発・死因の予後追跡情報を定量的に関連づけた疾患の体系化が不可欠である。胸腹部疾患の存在診断・鑑別診断技術の関連研究として, 胸部診断支援技術の技術開発が進められているが, 大規模データを用いた疾患の形態的・機能的な画像特徴の解析による定量的な根拠に基づいた存在診断・鑑別診断技術の開発にはまだ至っていない。

本学術領域の計算解剖学の基礎に関連する研究班と緊密に連携し, 体幹部の形態・機能情報の計算解剖モデルの積極的に導入することにより, 体幹部臓器の胸腹部疾患の超早期発見のための存在診断・鑑別診断技術が創出され, 難治がんの診断精度の飛躍的向上が期待できると考え, 本研究を申請するに至った。

2. 研究の目的

本計画班では, 計算解剖モデルを応用したコンピュータ支援診断システムの研究開発を行う。このため本研究では, CT, MRI, PET/CT のマルチモダリティ画像情報による体幹部の形態・機能情報の計算解剖モデルを利用して胸腹部の主要疾患(がん(肺がん, 肝がん, 大腸がん), 慢性閉塞疾患(COPD), アスベスト曝露疾患, 心血管・リンパ節疾患, 骨粗鬆症)を対象にした存在診断・鑑別診断を支援するコンピュータ支援診断システムを研究開発する。十分な臨床評価によって実証し, 医師の診断能の飛躍的な向上を可能にする診断支援技術として臨床現場で活用されることを目指す。

3. 研究の方法

本研究は, 体幹部の形態・機能情報の計算解剖モデルを利用して胸腹部の主要疾患を対象とした診断・治療を高度に支援するコンピュータ支援診断システムの実用化を目指す。このために個人情報保護法に準拠してCT画像をベースにしてMR画像・PET/CT画像の大規模マルチモダリティ画像データベースを構築する。これを利用して胸腹部臓器の高性能な存在診断アルゴリズム, 鑑別診断アルゴリズムや高性能術前計画・術後評価アルゴリズムを研究開発し, これらを装置化して臨床応用をする。これらの研究課題は, (1)大規模マルチモダリティ画像データベース

の構築, (2)画像診断装置の特性評価と汎用性, (3)計算解剖モデルを用いた超高性能存在診断・鑑別診断エンジンの研究開発, (4)高機能柔軟診断用ユーザインターフェイスの研究開発, (5)プロトタイプシステム構築とその実用化に向けた臨床評価である。この研究推進には医工学領域の連携が不可欠であり, 研究組織は国立がん研究センターを中心に多医療施設の胸腹部診断・治療を専門とする医学者, マルチモダリティ画像の定量的解析を専門とする工学者を中心に研究課題別に開発チームを構成し, 4カ月に1度のペースで合同会議を開催して連携を密にして研究開発を推進した。

4. 研究成果

本研究の主な成果は次の通りである。

(1)大規模マルチモダリティ画像データベースの構築

研究開発用データベースの構築環境を整備し, 医療施設の倫理審査委員会の承認を得て8つ医療施設で運用実施を進めた。胸腹部画像及び経過画像を蓄積し, 診断結果と併せてデータ検索可能である。

(2)画像診断装置の特性評価と汎用性

CT 検診においては受診者の被曝線量と画質の関係の把握は重要な課題である。被曝線量の測定にはファントムに電離箱線量計や熱蛍光線量計を装着して実施されるが, 検診時に問題となる受診者の表面線量分布の推定には精度が不十分であった。そこで, 高性能なフィルム線量計を構成して受診者の表面被曝線量と画質との関連を解析するための手法を確立した。撮影条件が計算解剖モデル構築に与える影響の評価法として利用が示唆された。

(3)計算解剖モデルを用いた超高性能存在診断・鑑別診断エンジンの研究開発

高分解能3次元CT画像から胸腹部の異常部位を検出するための高精度臓器セグメンテーション法として, 健常者の肺構造と比べて変動のある臓器構造の解析法を開発した。正常例40症例, 異常例40症例に適用した抽出精度は, それぞれ91.2%, 89.7%の性能を示し, 計算解剖モデル構築に不可欠な多様な肺疾患の定量的な記述に有効な手段となることを示した。

多様な肺がん候補陰影の定量的な解析に基づく計算解剖モデルの開発を進め, 限局性陰影, 非限局性陰影, 肺気腫疑いの強い低いCT値の領域を呈する領域や胸水・胸膜病変を3次元的に識別して抽出する機能を開発した。低線量胸部CT画像(80症例)に適用した結果, 検出精度99.3%(5mm以上の陰影), 拾いすぎ個数は1症例当たり5.61個という高い検出能を達成した。多数の肺がん症例を用いてCT画像ヒストグラムの計算解剖モデルを構築し, 統計的評価により予後予測に役立つことを示した。この技術開発により従来と比べて精度の高い鑑別診断が確立できる可能性が示唆された。

肝がん・大腸がん・心血管疾患の診断支援コア技術の開発を進めた。肝臓の術前画像診断の中心的情報源である造影 CT 画像の血管系に焦点を当てた胸腹部臓器の定量解析法の研究を進め、肝臓脈管系(門脈, 肝動静脈, 胆管)の精緻な解析が高精度な肝臓領域の解析を導く結果を得て統計的手法などを利用した検出結果と比較して格段に検出精度が優れることを実証した。肺血栓塞栓症を対象とした検出法の開発を進め、従来法の造影 CT 画像から血栓の位置を直接検出するのではなく侵襲性の少ない非造影 CT 画像を用いて肺血栓塞栓症の特徴の計算解剖モデルとして肺動脈主幹部の肥大を記述する手法を提案し、肺血栓塞栓症を検出する手法の開発を進めその有効性を示した。腹部において、低線量マルチスライス CT 画像を用いた大腸がん(ポリープ)の検出の基盤記述としてその計算解剖モデルとなる大腸がん解剖学的構造の定量的な記述法を開発した。

胸部 3 次元 CT 画像から椎体中心軸に沿った構造と脊柱管中心軸に沿った構造の計算解剖モデルを構築し、椎体形状と BMD の測定により骨粗鬆症疑いの検出法を開発した。526 症例に適用した性能評価の結果、椎体骨折の検出精度は感度 99.24%、特異度 98.39% と高精度な検出法となることを実証し、胸腹部 CT による骨粗鬆症疑い検出に期待できることを示した。

(4) 高機能柔軟診断用ユーザインターフェイスの研究開発

計算解剖モデルを利用した肺がん、肺気腫等の胸部疾患検出の GUI 機能を備えたプロトタイプシステムを開発した。現在、国立がん研究センター等の医療機関にプロトタイプシステムを設置し、システム機能の評価を実施して専門医の評価によって改良を重ね、現在安定したシステムとして稼働している。

(5) プロトタイプシステム構築とその実用化に向けた臨床評価

肺がん CADe プロトタイプシステムの限局性陰影・非限局性陰影・胸水などの多様な早期肺がんの検出精度の評価実験を進めた。低線量 CT 画像テストデータに適用した性能検証結果、限局性陰影に関して検出精度 99.3% (5mm 以上の陰影) 拾いすぎ個数は 1 症例当たり 5.61 個という高い検出能を達成した。このシステムを国立がん研究センター・東京予防医学協会等において前向き研究を実施して検出精度向上のための改良を進めた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 11 件)

[1] T.Ishihara, T.Kobayashi, N.Ikeno, T.Hayashi, M.Sakakibara, N.Niki, M.Satake, N.Moriyama: Evaluation of a near-infrared-type contrast medium extravasation detection system using a swine model, J Comput Assist Tomogr, 査

読有, Vol.38, No.2, pp.285-292, 2014. (doi: 10.1097/RCT.000000000000013.)

- [2] A.S.Maklad, M.Matsuhiro, H.Suzuki, Y.Kawata, N.Niki, M.Satake, N.Moriyama, T.Utsunomiya, M.Shimada: Blood vessel-based liver segmentation using the portal phase of an abdominal CT dataset, Medical Physics, 査読有, Vol.40, No.11, 113501(17pp), 2013. (doi: 10.1118/1.4823765.)
- [3] 豊田修一, 片貝智恵, 仁木登: 保健医療分野における情報視覚化, 情報処理学会デジタルプラクティス, 査読有, Vol.4, No.3, pp.251-259, 2013. (https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=94253&item_no=1&page_id=13&block_id=8)
- [4] 高橋英治, 鈴木秀宣, 河田佳樹, 仁木登, 中野恭幸, 上野淳二, 原田雅史, 森山紀之: 胸部マルチスライス CT 画像を用いた骨粗鬆症診断支援システム, 電子情報通信学会論文誌, 査読有, Vol.J.96-D, No.4, pp.892-900, 2013. (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009596337>)
- [5] 松廣幹雄, 鈴木秀宣, 河田佳樹, 仁木登, 上野淳二, 中野恭幸, 小川恵美子, 室繁郎, 大松広伸, 森山紀之: 胸部マルチスライス CT 画像における葉間裂抽出法, 電子情報通信学会論文誌, 査読有, Vol.J.96-D, No.4, pp.834-843, 2013. (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009596331>)
- [6] Y.Nakaya, Y.Kawata, N.Niki, K.Umetani, H.Ohmatsu, N.Moriyama: A method for determining the modulation transfer function from thick microwire profiles measured with x-ray microcomputed tomography, Medical Physics, 査読有, Vol.39, No.7, pp.4347-4364, 2012. (<http://dx.doi.org/10.1118/1.4729711>)
- [7] Y.Kawata, N.Niki, H.Ohmatsu, M.Kusumoto, T.Tsuchida, K.Eguchi, M.Kaneko, N.Moriyama: Quantitative classification based on CT histogram analysis of non-small cell lung cancer: Correlation with histopathological characteristics and recurrence-free survival, Medical Physics, 査読有, Vol.39, No.2, pp.988-1000, 2012. (<http://dx.doi.org/10.1118/1.3679017>)
- [8] M.Tominaga, Y.Kawata, N.Niki, N.Moriyama, K.Yamada, J.Ueno, H.Nishitani: Measurements of multidetector CT surface dose distributions using a film dosimeter and chest phantom, Medical Physics, 査読有, Vol.38, No.5, pp.2467-2478, 2011. (<http://dx.doi.org/10.1118/1.3570769>)
- [9] M.Sinsuat, S.Saita, Y.Kawata, N.Niki, H.Ohmatsu, T.Tsuchida, R.Kakinuma,

M.Kusumoto, K.Eguchi, M.Kaneko, H.Morikubo, N.Moriyama: Influence of slice thickness on diagnoses of pulmonary nodules using low-dose CT: potential dependence of detection and diagnostic agreement on features and location of nodule, Academic Radiology, 査読有, Vol.18, No.5, pp.594-604, 2011.

(<http://dx.doi.org/10.1016/j.acra.2011.01.007>)

- [10] 鈴木秀宣, 財田伸介, 河田佳樹, 仁木登, 西谷弘, 大松広伸, 土田敬明, 江口研二, 金子昌弘, 森山紀之: 肺がん CT 検診のための画像選別法, 電子情報通信学会論文誌, 査読有, Vol.J93-D, No.4, pp.522-534, 2010.

(<http://ci.nii.ac.jp/naid/110007593186>)

- [11] 久保満, 鈴木秀宣, 財田伸介, 河田佳樹, 仁木登, 大松広伸, 江口研二, 金子昌弘, 森山紀之: 肺がん CT 検診の比較読影支援システム, 電子情報通信学会論文誌, 査読有, Vol.J93-D, No.1, pp.47-58, 2010.

(<http://ci.nii.ac.jp/naid/110007503503>)

〔学会発表〕(計 195 件)

- [1] Y.Kawata: Potential usefulness of a topic model-based categorization of lung cancers as quantitative CT biomarkers for predicting the recurrence risk after curative resection, Proc. SPIE Medical Imaging, 2014.2.15-20, Town & Country Resort and Convention Center (San Diego, California, USA).
- [2] H.Suzuki: Longitudinal follow-up study of smoking-induced emphysema progression in low-dose CT screening of lung cancer, Proc. SPIE Medical Imaging, 2014.2.15-20, Town & Country Resort and Convention Center (San Diego, California, USA).
- [3] Y.Fukuoka: Microstructure analysis of the pulmonary lung of the secondary lobules by a synchrotron radiation CT, Proc. SPIE Medical Imaging, 2014.2.15-20, Town & Country Resort and Convention Center (San Diego, California, USA).
- [4] N.Niki: 【Invited Talk】 Multiscale image analysis of lung CT images, MICCAI Workshop 2013, 2013.9.26, Nagoya University (Aichi).
- [5] Y.Kawata: Stochastic tracking of small pulmonary vessels in human lung alveolar walls using synchrotron radiation micro CT images, Proc. SPIE Medical Imaging, 2013.2.9-14, Disney Coronado Springs resort 国際会議場(Lake Buena Vista, Florida USA).
- [6] Y.Kawata: Tracking time interval changes of pulmonary nodules on follow-up 3D CT images via image-based risk score of lung cancer, Proc. SPIE Medical Imaging, 2013.2.9-14, Disney Coronado Springs

resort 国際会議場 (Lake Buena Vista, Florida, USA).

- [7] M.Matsuhira: Extraction method of interlobar fissure based on multi-slice CT images, Proc. SPIE Medical Imaging, 2013.2.9-14, Disney Coronado Springs resort 国際会議場 (Lake Buena Vista, Florida USA).
- [8] A.S.Maklad: Blood vessel-based liver segmentation through the portal phase of a CT dataset, Proc. SPIE Medical Imaging, 2013.2.9-14, Disney Coronado Springs resort 国際会議場 (Lake Buena Vista, Florida USA).
- [9] 仁木登:【大会長講演】肺の CT 画像解析, 第 5 回呼吸機能イメージング研究会学術集会, 2013 年 1 月 12 日, 徳島大学(徳島県).
- [10] 仁木登:【教育講演】肺の CT 画像解析, 第 21 回日本コンピュータ外科学会大会, Vol.14, No.3, 12(IL)-1, 2012 年 11 月 2 日, あわぎんホール(徳島県).
- [11] 仁木登:【招待講演】肺がん・COPD・骨粗鬆症の CT 画像解析, 第 4 回呼吸機能イメージング研究会学術集会, p.36, 2012 年 2 月 11 日, ピアザ淡海(滋賀県).
- [12] Y.Kawata: Image-based computer-aided prognosis of lung cancer: Predicting patient recurrent-free survival via a variational Bayesian mixture modeling framework for cluster analysis of CT histograms, Proc. SPIE Medical Imaging, 2012.2.4-9, Town & Country Resort and Convention Center (San Diego, California, USA).
- [13] Y.Nakaya: A method for modulation transfer function determination from blood vessel profiles measured in computed tomography, Proc. SPIE Medical Imaging, 2012.2.4-9, Town & Country Resort and Convention Center (San Diego, California, USA).
- [14] A.S.Maklad: Extraction of liver volumetry based on blood vessel from the portal phase CT dataset, Proc. SPIE Medical Imaging, 2012.2.4-9, Town & Country Resort and Convention Center (San Diego, California, USA).
- [15] E.Takahashi: Computer aided diagnosis for osteoporosis based on spinal column structure analysis, Proc. SPIE Medical Imaging, 2012.2.4-9, Town & Country Resort and Convention Center (San Diego, California, USA).
- [16] Y.Hu: Segmentation algorithm of colon based on multi-slice CT colonography, Proc. SPIE Medical Imaging, 2012.2.4-9, Town & Country Resort and Convention Center (San Diego, California, USA).
- [17] 河田佳樹:【招待講演】胸部 3 次元 CT 画像を用いた肺がんの鑑別診断支援, 電子情報通信学会技術研究報告医用画像,

Vol.111, No.389, pp.171-172, 2012年1月19日, ぶんかテンプス館(沖縄県那覇市).

- [18] N.Niki: 【Invited Talk】 Computer aided diagnosis for chest CT images, The 2012 International Workshop on Advanced Image Technology, pp.2-7, 2012.1.9, Hotel Majestic Saigon (Ho Chi Minh City, Vietnam).
- [19] Y.Kawata: Human pulmonary acinar airspace segmentation from three-dimensional synchrotron radiation micro CT images of the secondary pulmonary lobule, Proc. SPIE Medical Imaging, 2011.2.12-17, Disney Coronado Springs resort 国際会議場(Lake Buena Vista, Florida USA).
- [20] M.Matsuhiro: Classification algorithm of lung lobe for lung disease cases based on multi-slice CT images, Proc. SPIE Medical Imaging, 2011.2.12-17, Disney Coronado Springs resort 国際会議場(Lake Buena Vista, Florida USA).
- [21] J.Oya: Developments of thrombosis detection algorithm using the contrast enhanced CT images, Proc. SPIE Medical Imaging, 2011.2.12-17, Disney Coronado Springs resort 国際会議場(Lake Buena Vista, Florida USA).
- [22] N.Niki: 【Invited talk】 Chest CT images, International Conference on Medical Biometrics, 2010.6.30, The Hong Kong Polytechnic University (Hong Kong).
- [23] N.Niki: 【Invited talk】 Computational anatomy for CAD, International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 2010.6.26, University Medical Center (Switzerland).
- [24] Y.Kawata: Microstructural analysis of secondary pulmonary lobule imaged by synchrotron radiation micro CT using offset scan mode, Proc. SPIE Medical Imaging, 2010.2.13-18, Town & Country Resort and Convention Center (San Diego, California, USA).
- [25] E.Takahashi: Computer aided diagnosis for osteoporosis using multi-slice CT images, Proc. SPIE Medical Imaging, 2010.2.13-18, Town & Country Resort and Convention Center (San Diego, California, USA).
- [26] 【招待講演】 仁木登: 肺がんにおけるCAD: 検出から治療への応用, 第2回呼吸機能イメージング研究会学術集会, 2010年1月31日, 沖縄コンベンションセンター(沖縄県).

〔図書〕(計 3 件)

- [1] 仁木登, 河田佳樹, 鈴木秀宣: 第6章コンピュータ支援検出/診断 2 CT画

像, 実践医用画像解析ハンドブック, 総頁数 835 (pp.605-614), 株式会社オーム社, 2012年.

- [2] 仁木登, 河田佳樹, 鈴木秀宣: II.画像処理と解析 2.X線CT画像 2.3肺, 医用画像ハンドブック, 総頁数 777 (pp.576-582), 日本医用画像工学会, 2012年.
- [3] 仁木登, 河田佳樹: 肺がんCT検診のコンピュータ支援診断(CAD), 医用画像ハンドブック 総頁数 1571(pp.761-777), 株式会社オーム社, 2010年.

〔産業財産権〕

○出願状況(計 3 件)

- [1] 名称: 画像処理装置、画像処理方法、画像処理装置の制御プログラム、記録媒体
発明者: 仁木登
権利者: 徳島大学
種類: 特許
番号: 特許願 2013-205014 号
出願年月日: 平成 25 年 9 月 30 日
国内外の別: 国内
- [2] 名称: 画像処理装置、画像処理方法、画像処理装置の制御プログラム、記録媒体
発明者: 仁木登
権利者: 徳島大学
種類: 特許
番号: 特許願 2013-032593 号
出願年月日: 平成 25 年 2 月 21 日
国内外の別: 国内
- [3] 名称: 画像処理装置、画像処理方法、制御プログラム、および記録媒体
発明者: 仁木登
権利者: 徳島大学
種類: 特許
番号: 特許願 2013-031517 号
出願年月日: 平成 25 年 2 月 20 日
国内外の別: 国内

○取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

仁木 登 (Niki, Noboru)

徳島大学・大学院のチカラを研究部・教授
研究者番号：80116847

(2)研究分担者

河田 佳樹 (Kawata, Yoshiki)
徳島大学・大学院のチカラを研究部・准教授
研究者番号：70274264

鈴木 秀宣 (Suzuki, Hidenobu)
徳島大学・大学院のチカラを研究部・助教
研究者番号：50546710

島田 光生 (Shimada, Mitsuo)
徳島大学・大学院のチカラを研究部・教授
研究者番号：10216070

原田 雅史 (Harada, Masafumi)
徳島大学・大学院のチカラを研究部・教授
研究者番号：20228654

上野 淳二 (Ueno, Junji)
徳島大学・大学院のチカラを研究部・教授
研究者番号：60116788

大塚 秀樹 (Ohtsuka, Hideki)
徳島大学・大学院のチカラを研究部・教授
研究者番号：30346605

高山 哲治 (Takayama, Tetsuji)
徳島大学・大学院のチカラを研究部・教授
研究者番号：10284994

安倍 正博 (Abe, Masahiro)
徳島大学・大学院のチカラを研究部・准教授
研究者番号：80263812

伊藤 春海 (Itoh, Harumi)
福井大学・医学部・特命教授
研究者番号：40026943

江口 研二 (Eguchi, Kenji)
帝京大学・医学部・教授
研究者番号：30349336

飯沼 元 (Iinuma, Gen)
国立がん研究センター・中央病院・医長
研究者番号：60222824

楠本 昌彦 (Kusumoto, Masahiko)
国立がん研究センター・中央病院・副科長
研究者番号：90252767

土田 敬明 (Tsuchida, Takaaki)
国立がん研究センター・中央病院・医長
研究者番号：80256239

大松 広伸 (Ohmatsu, Hironobu)
国立がん研究センター・東病院・副科長
研究者番号：40415518

高橋 雅士 (Takahashi, Masashi)
滋賀医科大学・医学部・准教授
研究者番号：20179526

中野恭幸 (Nakano, Yasutaka)
滋賀医科大学・医学部・講師
研究者番号：00362377

阪井 宏彰 (Sakai, Hiroaki)
京都大学・医学研究科・非常勤講師
研究者番号：50362489

瀧口 裕一 (Takiguchi, Yuuichi)
千葉大学・大学院医学研究院・教授
研究者番号：30272321

大野 良治 (Ohno, Yoshiharu)
神戸大学・医学研究科・特命教授
研究者番号：30324924

(3)連携研究者

()

研究者番号：