

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：82606

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K15573

研究課題名（和文）頭頸部癌の個別化治療に向けたテクスチャ解析画像診断法の開発

研究課題名（英文）Texture analysis for personalized treatment of head and neck cancer

研究代表者

久野 博文（Kuno, Hirofumi）

国立研究開発法人国立がん研究センター・東病院・医長

研究者番号：50544475

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、テクスチャ/Radiomics解析を用いて頭頸部癌の質的診断や治療効果予測のための臨床応用に向けたモデル構築を目指した。頭頸部癌のリンパ節転移ではCTテクスチャ解析が転移診断に有用であることが示唆された。Dual-energy CTの仮想単色X線画像を用いたテクスチャ解析では、甲状腺結節の良悪性の評価に有用であった。局所進行性舌癌の手術症例では術後再発や生命予後を予測するモデル構築にCTよりもMRIが有望な撮像法であることが示された。頭頸部癌の質的診断や治療効果予測に対し、非侵襲的な追加情報として有効である可能性が示唆されたが、臨床応用のためには課題が残った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

頭頸部領域は、発声や嚥下といった生命活動の質に重要な役割を果たしており、頭頸部癌の治療方法の選択やその効果は患者のQOLに直結する。近年では、頭頸部癌に対して外科的治療や放射線治療だけでなく、薬物療法を組み合わせた集学的治療が行われ、個別化治療に向けた治療法の開発が進んでいる。テクスチャ解析・Radiomics解析は、画像の空間パターンを数値化し画像分類を行う手法で、近年は機械学習を用いたモデル構築により、臨床応用に向けた研究がすすんでいる。多様化する治療法それぞれに対して画像による非侵襲的な予後予測や治療効果予測方法があれば、適切な治療方針決定と過度な治療の抑制に寄与すると考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to explore texture features practical for qualitative diagnosis and prediction of treatment efficacy of head and neck cancer using texture analysis, establish a diagnostic method, and build a model for clinical application. The results suggest that CT texture analysis may be helpful in the diagnosis of lymph node metastasis in head and neck cancer. Texture analysis using virtual monochromatic X-ray images of dual-energy CT may also be beneficial in evaluating benign and malignant thyroid nodules. MRI was a more promising imaging method than CT for building a model to predict postoperative recurrence and prognosis in surgical cases of locally advanced tongue cancer. In summary, texture/radiomics analysis may be helpful as additional noninvasive information for qualitative diagnosis and prediction of treatment efficacy in head and neck cancer. However, there are still issues with its clinical application.

研究分野：放射線診断学

キーワード：頭頸部癌 テクスチャ解析 Radiomics CT MRI

## 1 . 研究開始当初の背景

頭頸部領域は、発声や嚥下といった生命活動の質に重要な役割を果たしており、頭頸部癌の治療方法の選択やその効果は患者の QOL に直結する。頭頸部癌に対し、外科的治療や放射線治療だけでなく、化学療法・分子標的薬・免疫チェックポイント阻害薬などの薬物療法を組み合わせた集学的治療が行われ、個別化治療に向けた治療法の開発が進んでいる。最近では喫煙・飲酒だけではなく HPV 感染や遺伝など、患者背景も多様化していることから、同じ部位の頭頸部がんでも、治療選択とその効果は様々である。多様化する治療法それぞれに対して画像による非侵襲的な予後予測や治療効果予測方法があれば、適切な治療方針決定と過度な治療の抑制に寄与するためインパクトが大きい。

テクスチャ解析・Radiomics 解析は、画像の空間パターンを数値化し画像分類を行う手法である。近年は機械学習を用いたモデル構築により、臨床応用に向けた研究がすすんでいる。本研究責任者の先行研究により、頭頸部癌の放射線治療抵抗性か非抵抗性かの予測に空間依存性のテクスチャ因子が有意に関連している可能性が報告されているが(引用文献)、テクスチャ特徴の違いが予後や治療抵抗性の予測に関連する生物学的機序、腫瘍内の壊死や線維化、低酸素、血流の不均一性などとの関連性など未解決な課題が多い。また、先行研究により画像の撮像条件・機器の種類・再構成方法などが解析結果に影響を受けることが分かっており、頭頸部癌の個別化治療に向けて、画像データの均一化、精度や再現性をさらに高めていく必要があると考えられている(引用文献)。

## 2 . 研究の目的

本研究は、CT/MRI テクスチャ/Radiomics 解析を用いて頭頸部癌の質的診断や治療効果予測に有効な精度の高い特徴を探索し、画像データの均一化や診断法の確立と臨床応用に向けたモデルの構築を目的とした。

## 3 . 研究の方法

頭頸部癌治療前 CT/MRI 画像データベースから、画像データの質(機器や撮像法など)が均一な複数の症例グループ患者群の検索を行い、(1)頸部リンパ節転移、(2)甲状腺結節、(3)局所進行舌癌の 3 つの患者群を対象として、探索的にテクスチャ解析の有用性を評価する方針とした。解析には in-house の MAT-lab ベーステクスチャ解析(1,2) と radiomics analysis platform (Radcloud, Huiying Medical Technology Co., Ltd.) (3)の機械学習を用いた。

### (1) 頸部リンパ節転移診断の CT テクスチャ解析評価

頸部リンパ節転移診断への応用に向けた探索的研究の位置づけで、造影 CT と 18F-FDG/PET および頸部リンパ節郭清術が施行された頭頸部癌 35 例(83 個のリンパ節、うち HIV 陽性患者 9 例)を対象として、CT テクスチャ解析について評価し、FDG-PET および病理学的結果との対比を行った。Osirix による手動セグメンテーションを行い、頸部リンパ節転移の診断能を MAT-lab-base のテクスチャ解析を用いて検討した。

### (2) 甲状腺結節の良性・悪性鑑別のための Dual-energy CT によるテクスチャ解析

Dual-energy CT によるテクスチャ解析を用いた探索的検討の位置づけとして、腫瘍の質的診断への応用を試みた。本検討では、甲状腺結節を呈し、非造影 DECT を受けた 34 人の患者を対象とし、単色 X 線画像のヨード濃度測定とテクスチャ解析を用いて、甲状腺結節の良性・悪性鑑別の有効性を検討した。単色撮影(40, 60, 80keV)による各甲状腺結節の手動セグメンテーションを行い、MATLAB ベースのテクスチャ解析プログラムにより 41 のテクスチャーを抽出した。また、ヨード定量値と CT 減衰の傾きも測定した。少なくとも 1 年間のフォローアップ期間中に行われた超音波ガイド下生検の病理組織学的所見を参照基準とした。良悪性の診断能について ROC 曲線と AUC にて評価した。

### (3) 局所進行舌癌の再発予測モデル構築

術前 CT・MRI によるテクスチャ/Radiomics 解析を用いた予後予測に向けて、局所進行舌癌を対象としてモデル構築を試みた。根治的手術が行われた進行舌癌(cT3-T4 もしくは cN1-3)の中で同一の機器・プロトコールにて CT および MRI が撮像されていた 81 例を対象とし、術前 CT および MRI 画像データの radiomics 特徴に基づき、機械学習を用いて根治的手術後の再発予測モデルの構築と診断能の検証を行った。造影 CT, T2 強調像, 造影 T1 強調像のそれぞれ原発腫瘍を手動で領域抽出し全 1409 の radiomics 特徴量を算出した(図 1, 表 1)。適切な特徴量の選択には分散閾値と正則化項(LASSO)を用いた。機械的にランダム化された 70%の VOIs データをトレーニングセットに、30%をバリデーションセットとし、6 種類の機械学習アルゴリズム(KNN, SVM, XGBoost, RF, LR, DT)を用いて ROC 曲線と AUC にて評

価した .

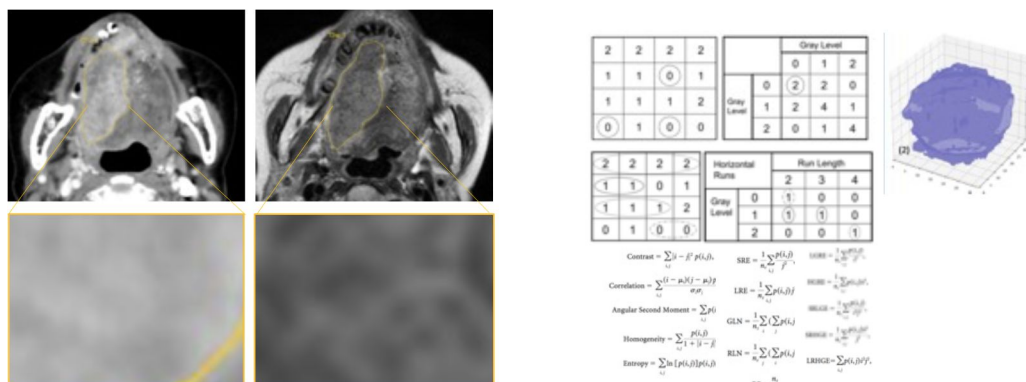


図 1 局所進行舌癌に対する手動セグメンテーションとテクスチャ解析

Radiomics group	number	
Group 1 (first order statistics)	126	quantitatively delineate the distribution of voxel intensities within the CT image through commonly used and basic metrics
Group 2 (shape- and size-based features)	14	three-dimensional features that reflect the shape and size of the region
Group 3 (texture features)	525	grey level run-length and grey level co-occurrence texture matrices

Combining these original features and the 14 filtered features (logarithm, exponential, gradient, square, squareroot, lbp-2D, wavelet-LHL/LHH/HLL/LLH/HLH/HHH/HHL/LLL), 1409 features are obtained.

表 1 radiomics analysis platform の全 1409 radiomics 特徴量

#### 4 . 研究成果

##### (1) 頸部リンパ節転移診断への応用評価(引用文献 )

全頭頸部癌の患者群で 35 個のリンパ節転移が病理学的に確認された(非 HIV 群で 22 個/36%, HIV 陽性群で 13 個/59%) . テクスチャ特徴量のうち, 7 つのヒストグラム特徴 (P=.017-0.032) , 3 つの GLC 特徴量(P=.009-.025), 9 つの GLRL (P=.001-.033)が最も良好な診断能であった (AUC=0.81-0.97) . 頭頸部癌リンパ節転移において, 特に HIV 感染陽性患者において FDG-PET 偽陽性を示した症例に対してもテクスチャ解析の情報を付加することで正確に転移・非転移の診断が可能となること分かった(図 2) . その後, 頸部郭清が施行された頭頸部癌に対して症例数を増やし, 抽出されたテクスチャ解析を主体としたモデル構築を試みたが, 転移・非転移鑑別に有用となるモデル構築には至らなかった . 問題点として CT 装置および逐次近似法の再構成相違などが挙げられ, 頸部リンパ節転移診断への臨床応用にはさらなる検討が必要と考えられた .

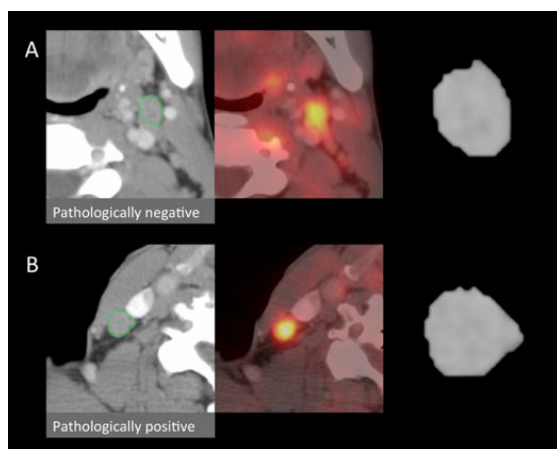


図 2. 原発不明 SCC で反応性リンパ節と転移リンパ節を併発した FDG-PET による偽陽性所見の代表例 ( HIV 陽性 ; 絶対 CD4 = 473 ) . 病理学的に良性 ( A ) および転移 ( B ) のリンパ節に対して FDG PET/CT では, 両リンパ節とも SUVmax=8.1 ( A ) , 9.5 ( B ) と異常取り込みを示した . しかし, SRE ( カットオフ値 < 0.164 ) による texture feature は 0.188 ( A ) , 0.151 ( B ) と, 正しく診断された .

(2) Dual-energy CT によるテクスチャ解析の甲状腺腫瘍(引用文献)

Dual-energy CT のデータを用いた甲状腺腫瘍では、仮想単色 X 線画像を用いて異なる keV の画像データを用いて良悪性鑑別に有効なテクスチャ/Radiomics 特徴の探索を行った。34 個の結節は、14 個の良性結節と 20 個の悪性結節で構成されていた。ヨウ素量と Hounsfield 単位曲線の傾きは良性結節と悪性結節の間で有意な差はなかった ( $P=0.480-0.670$ )。しかし、単色画像のテクスチャー特徴では、良性結節と悪性結節の間で、ヒストグラムの平均値と中央値、共起行列コントラスト、GLGM の歪度、80 keV の GLGM の平均グラジェントとグラジェントの分散に有意な差異が見られた ( $P=0.014-0.044$ )。80keV で取得した画像のテクスチャ解析による最も高い AUC は 0.77 であった。高 keV で取得された DECT による単色画像から抽出されたテクスチャー特徴による解析は、従来行われてきた dual-energy imaging によるヨード量測定などの定量的測定法に比べ、甲状腺結節の有望な診断アプローチとなる可能性が示された。

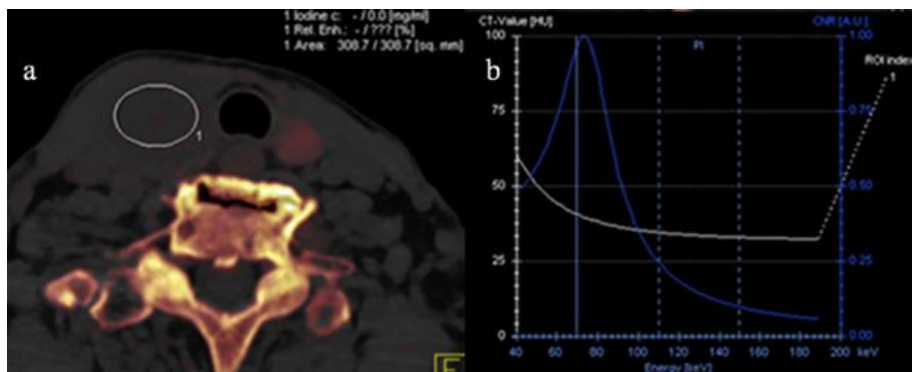


図 3 甲状腺結節に対する dual-energy ヨード定量値と CT 減衰の傾き

Texture parameter	Benign lesions (n = 14)		Malignant lesions (n = 20)		P value	Cut-off	Sensitivity (%)	Specificity (%)	AUC
	Mean	SD	Mean	SD					
Mean in histogram									
40 keV	1124.8	39.6	1091.3	52.3	0.052	N/A	N/A	N/A	0.682
60 keV	1091.9	26.2	1059.8	94.5	0.163	N/A	N/A	N/A	0.664
80 keV	1085.7	18.5	1071.9	9.4	0.019*	<1080.9	57.1	85.0	0.771 <sup>‡</sup>
Median in histogram									
40 keV	1124.8	39.2	1099.7	27.1	0.034*	<1112.0	64.3	85.0	0.686
60 keV	1092.8	26.0	1072.6	39.4	0.103	N/A	N/A	N/A	0.679
80 keV	1086.7	18.6	1071.9	9.5	0.014*	<1080.9	71.0	75.0	0.771 <sup>‡</sup>
Contrast in GLCM									
40 keV	23.6	18.9	18.0	12.5	0.309	N/A	N/A	N/A	0.629
60 keV	21.3	20.1	17.2	27.1	0.635	N/A	N/A	N/A	0.629
80 keV	18.5	15.3	8.4	4.3	0.031*	<15.12	50.0	85.0	0.693
Skewness in GLGM									
40 keV	36.3	12.3	28.6	7.6	0.030*	<37.00	50.0	85.0	0.696
60 keV	36.0	12.2	28.8	7.4	0.064	N/A	N/A	N/A	0.671
80 keV	36.4	12.0	28.8	7.4	0.030*	<29.49	78.6	65.0	0.696
MGR in GLGM									
40 keV	5.792	3.559	9.340	5.805	0.035*	>3.301	95.0	35.7	0.689
60 keV	5.041	2.880	7.993	4.479	0.038*	>3.692	85.0	50.0	0.693
80 keV	4.850	2.696	7.615	4.199	0.038*	>3.639	85.0	50.0	0.704
VGR in GLGM									
40 keV	19974.2	10745.3	30478.1	16424.1	0.044*	>15036	85.0	42.4	0.689
60 keV	18824.2	10530.9	28949.7	15235.9	0.039*	>12098	95.0	35.7	0.696
80 keV	17957.5	10154.8	28800.9	15431.2	0.028*	>14288	85.0	50.0	0.721

GLCM = gray-level co-occurrence matrix; GLGM = gray-level gradient matrix; MGR = mean gradients; VGR = a variance of gradients; AUC = area under receiver operating characteristic curve; \*significant differences are defined as  $P < 0.05$ ; <sup>‡</sup>highest AUC among 41 texture features.

表 2 甲状腺結節の良悪性鑑別に対する抽出されたテクスチャ特徴量の診断能

(3) 局所進行舌癌の再発予測モデル構築

局所進行性舌癌の手術症例において、術前造影 CT/MRI 複数画像を用いた Radiomics 解析を行い、Lasso (正則化項) を用いて有効特徴を抽出、KNN, SVM, XGBoost, RF, LR, DT の 6 種類の機械学習にて評価を行った (図 4)。再発予測モデルでは、造影 T1 強調像をベースとした KNN モデルの AUC が最も高く ((KNN model で training: AUC=0.85, validation: AUC=0.83)), validation set の感度は 83%, 特異度は 77% であり (図 5), 術後再発や生命予後を予測するモデル構築には造影 CT に比べ MRI が有望な撮像法であることがわかった。臨床応用に向けて症例数を増やし検証試験を行ったが、過学習が生じ再現性が低くなることが判明し、臨床応用可能なモデルの構築には至らなかった。頭頸部癌に対してテクスチャ/Radiomics 解析は、頭頸部癌の質的診断や治療効果予測に対して非侵襲的な追加情報として有効である可能性が示唆されたが、日常臨床に応用可能なモデル構築には画像データ均一化や解析手法の再現性などが課題として考えられた。



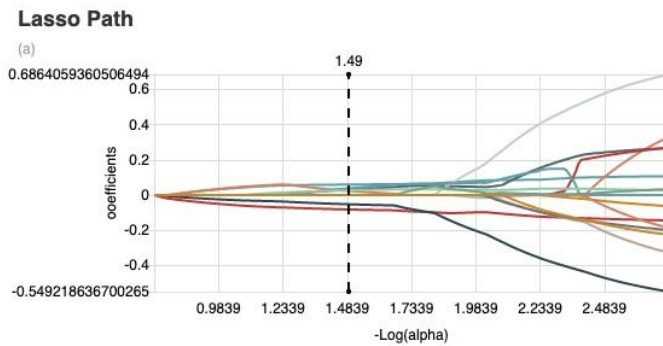


図 4. 分散閾値と正則化項 (LASSO) による特徴量選択

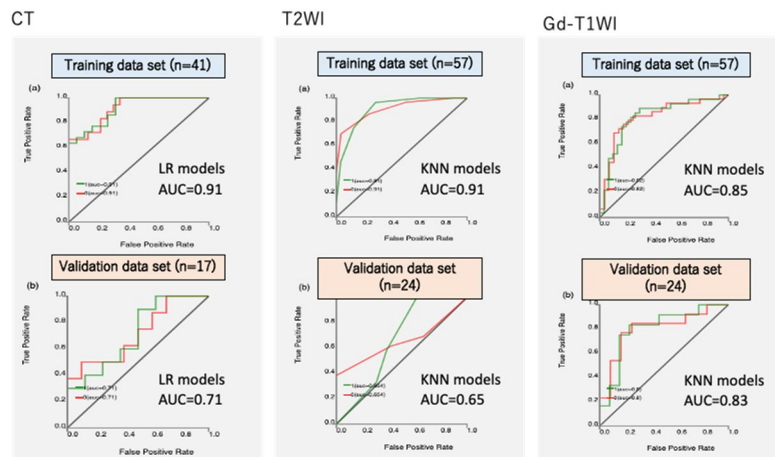


図 5. 進行舌癌に対する術後再発予測に対する Radiomics を用いた機械学習モデル (KNN 使用). 造影 CT, T2 強調像, 造影 T1 強調像を用いた training set と validation set の ROC 曲線と AUC. 造影 T1 強調像を用いた KNN モデルが最も高い AUC (validation set で 0.83) を示した.

## 総括

本研究では, CT/MRI テクスチャ/Radiomics 解析を用いて頭頸部癌の質的診断や治療効果予測に有効な診断法の確立と臨床応用に向けたモデル構築を目指した. 上記 3 つの検討以外にも, 鼻副鼻腔悪性腫瘍の治療効果予測, 術前化学療法が行われ病理学的に治療効果判定診断が行われた食道扁平上皮癌などを対象とした検討も行った. しかしながら, 有望なテクスチャ特徴量の抽出は可能となるものの, 症例数を増やしてモデル構築を行うことにより過学習による再現性の低下を経験した. テクスチャ/Radiomics 解析は, 頭頸部癌の質的診断や治療効果予測に対して非侵襲的な追加情報としてある程度は有効である可能性が示唆されるが, 取り扱う画像データの均一化と解析手法の標準化が重要な課題として残り, 引き続き日常臨床に応用可能なモデル構築に向けて課題に取り組んでいく必要があると考えられた.

## < 引用文献 >

- Kuno H, Qureshi MM, Chapman MN, et al. CT texture analysis potentially predicts local failure in head and neck squamous cell carcinoma treated with chemoradiotherapy. *AJNR Am J Neuroradiol* 2017
- Buch K, Li B, Qureshi M, Kuno H, et al. Quantitative Assessment of Variation in CT Parameters on Texture Features: Pilot Study Using a Nonanatomic Phantom. *AJNR Am J Neuroradiol*. 38(5):981-5, 2017.
- Buch K., Kuno H., Qureshi M.M., et al: Quantitative variations in texture analysis features dependent on MRI scanning parameters: A phantom model. *J Appl Clin Med Phys* 19: 253-264, 2018
- Kuno H, Garg N, Qureshi MM, et al. CT Texture analysis of cervical lymph nodes on contrast-enhanced 18FDG-PET/CT images to differentiate nodal metastases from reactive lymphadenopathy in HIV-positive head and neck squamous cell carcinoma patients. *AJNR Am J Neuroradiol*, 40(3), 543-550. 2019.
- Tomita H, Kuno H, Sekiya K, et al: Quantitative Assessment of Thyroid Nodules Using Dual-Energy Computed Tomography: Iodine Concentration Measurement and Multiparametric Texture Analysis for Differentiating between Malignant and Benign Lesions. *Int J Endocrinology* 2020: 5484671

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 7件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Hiyama Takashi, Kuno Hirofumi, Sekiya Kotaro, Tsushima So, Oda Shioto, Kobayashi Tatsushi	4. 巻 40
2. 論文標題 Subtraction iodine imaging with area detector CT to improve tumor delineation and measurability of tumor size and depth of invasion in tongue squamous cell carcinoma	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Radiology	6. 最初と最後の頁 167 ~ 176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11604-021-01196-4	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 Masuoka Sota, Hiyama Takashi, Kuno Hirofumi, Morishita Yohei, Sakashita Shingo, Kobayashi Tatsushi	4. 巻 11
2. 論文標題 A case of Epstein-Barr virus-positive mucocutaneous ulcer of the hypopharynx: a mimicker of hypopharyngeal squamous cell carcinoma	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Cancer Conference Journal	6. 最初と最後の頁 71 ~ 74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13691-021-00523-w	査読の有無 有
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 Baba Akira, Hashimoto Kazuhiko, Kuno Hirofumi, Masuda Koichi, Matsushima Satoshi, Yamauchi Hideomi, Ikeda Koshi, Yamazaki Masae, Taiki Suzuki, Ogane Satoru, Kurokawa Ryo, Ota Yoshiaki, Nomura Takeshi, Ojiri Hiroya	4. 巻 39
2. 論文標題 Assessment of squamous cell carcinoma of the floor of the mouth with magnetic resonance imaging	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Radiology	6. 最初と最後の頁 1141 ~ 1148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11604-021-01161-1	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 Hiyama Takashi, Kuno Hirofumi, Sekiya Kotaro, Oda Shioto, Kobayashi Tatsushi	4. 巻 41
2. 論文標題 Imaging of Malignant Minor Salivary Gland Tumors of the Head and Neck	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 RadioGraphics	6. 最初と最後の頁 175 ~ 191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1148/rg.2021200062	査読の有無 有
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 Tomita Hayato, Kuno Hirofumi, Sekiya Kotaro, Otani Katharina, Sakai Osamu, Li Baojun, Hiyama Takashi, Nomura Keiichi, Mimura Hidefumi, Kobayashi Tatsushi	4. 巻 2020
2. 論文標題 Quantitative Assessment of Thyroid Nodules Using Dual-Energy Computed Tomography: Iodine Concentration Measurement and Multiparametric Texture Analysis for Differentiating between Malignant and Benign Lesions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Endocrinology	6. 最初と最後の頁 1~8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2020/5484671	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 久野博文、檜山貴志、小林達何	4. 巻 45
2. 論文標題 舌癌の術前画像診断	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 頭頸部癌	6. 最初と最後の頁 392-296
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 有
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 Kibe Yuichi, Nakamura Naoki, Kuno Hirofumi, Hiyama Takashi, Hayashi Ryuichi, Zenda Sadamoto, Motegi Atsushi, Hojo Hidehiro, Nakamura Masaki, Arijii Takaki, Oyoshi Hajime, Akimoto Tetsuo	4. 巻 24
2. 論文標題 Frequency and predictors of detecting early locoregional recurrence/disease progression of oral squamous cell carcinoma with high-risk factors on imaging tests before postoperative adjuvant radiotherapy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Clinical Oncology	6. 最初と最後の頁 1182~1189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10147-019-01479-x	査読の有無 有
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 Hiyama Takashi, Kuno Hirofumi, Nagaki Takahiko, Sekiya Kotaro, Oda Shioto, Fujii Satoshi, Hayashi Ryuichi, Kobayashi Tatsushi	4. 巻 38
2. 論文標題 Extra-nodal extension in head and neck cancer: how radiologists can help staging and treatment planning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Radiology	6. 最初と最後の頁 489-506
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11604-020-00929-1	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 Kuno H., Garg N., Qureshi M.M., Chapman M.N., Li B., Meibom S.K., Truong M.T., Takumi K., Sakai O.	4. 巻 40(3)
2. 論文標題 CT Texture Analysis of Cervical Lymph Nodes on Contrast-Enhanced [18F] FDG-PET/CT Images to Differentiate Nodal Metastases from Reactive Lymphadenopathy in HIV-Positive Patients with Head and Neck Squamous Cell Carcinoma	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 American Journal of Neuroradiology	6. 最初と最後の頁 543-550
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3174/ajnr.A5974	査読の有無 有
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 該当する

1. 著者名 Hiyama T., Kuno H., Sekiya K., Tsushima S., Sakai O., Kusumoto M., Kobayashi T.	4. 巻 40
2. 論文標題 Bone Subtraction Iodine Imaging Using Area Detector CT for Evaluation of Skull Base Invasion by Nasopharyngeal Carcinoma	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 American Journal of Neuroradiology	6. 最初と最後の頁 135 ~ 141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3174/ajnr.A5906	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 Kuno H., Sakamaki K., Fujii S., Sekiya K., Otani K., Hayashi R., Yamanaka T., Sakai O., Kusumoto M.	4. 巻 39
2. 論文標題 Comparison of MR Imaging and Dual-Energy CT for the Evaluation of Cartilage Invasion by Laryngeal and Hypopharyngeal Squamous Cell Carcinoma	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 American Journal of Neuroradiology	6. 最初と最後の頁 524 ~ 531
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3174/ajnr.A5530	査読の有無 有
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 該当する

1. 著者名 Buch Karen, Kuno Hirofumi, Qureshi Muhammad M., Li Baojun, Sakai Osamu	4. 巻 19
2. 論文標題 Quantitative variations in texture analysis features dependent on MRI scanning parameters: A phantom model	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics	6. 最初と最後の頁 253 ~ 264
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acm2.12482	査読の有無 有
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 該当する



1. 著者名 Tsai Amy, Buch Karen, Fujita Akifumi, Qureshi Muhammad Mustafa, Kuno Hirofumi, Chapman Margaret N., Li Baojun, Oda Masafumi, Truong Minh Tam, Sakai Osamu	4. 巻 108
2. 論文標題 Using CT texture analysis to differentiate between nasopharyngeal carcinoma and age-matched adenoid controls	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Journal of Radiology	6. 最初と最後の頁 208 ~ 214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejrad.2018.09.012	査読の有無 有
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 該当する

1. 著者名 Andreu-Arasa V. Carlota, Chapman Margaret N., Kuno Hirofumi, Fujita Akifumi, Sakai Osamu	4. 巻 38
2. 論文標題 Craniofacial Manifestations of Systemic Disorders: CT and MR Imaging Findings and Imaging Approach	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 RadioGraphics	6. 最初と最後の頁 890 ~ 911
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1148/rg.2018170145	査読の有無 有
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 該当する

1. 著者名 Kuno H., Sakai O., Hayashi R.	4. 巻 8
2. 論文標題 Reply:	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 American Journal of Neuroradiology	6. 最初と最後の頁 E98
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3174/ajnr.A5756	査読の有無 有
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 Kuno Hirofumi	4. 巻 44
2. 論文標題 Advanced CT imaging and clinical application for head and neck cancer	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Toukeibu Gan	6. 最初と最後の頁 342 ~ 346
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5981/jjhnc.44.342	査読の有無 有
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 -

〔学会発表〕 計14件（うち招待講演 9件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 久野博文
2. 発表標題 頭頸部癌取り扱い規約第6版：変更点とリンパ節転移の節外浸潤に関して
3. 学会等名 第49回断層映像研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久野博文
2. 発表標題 治療を意識した頭頸部癌の画像診断 -撮像法にもひと工夫-
3. 学会等名 第36回かしわ画像研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masuoka S, Hiyama T, Kuno H, Sakashita S, Kobayashi T
2. 発表標題 Where is the primary tumor? Imaging approach to cervical lymph node metastases from an unknown primary
3. 学会等名 107th Scientific Assembly and Annual Meeting of the Radiological Society of North America RSNA 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久野博文
2. 発表標題 下咽頭の解剖・下咽頭癌の画像診断
3. 学会等名 第56回日本医学放射線学会秋季臨床大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久野博文
2. 発表標題 頭頸部腫瘍：臨床医に“伝わる”報告書を目指して
3. 学会等名 第61回Radiology Update学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hirofumi Kuno, Tomohiro Enokida, Takashi Hiyama, Shioto Oda, Tatsushi Kobayashi
2. 発表標題 Exploring radiomic machine-learning classifiers extracted from CT and MRI for predicting the risk of postoperative recurrence in patients with an advanced squamous cell carcinoma of the tongue
3. 学会等名 105th Scientific assembly and annual meeting, Radiological Society of North America (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shioto Oda, Hirofumi Kuno, Takashi Hiyama, Tatsushi Kobayashi
2. 発表標題 CT-Based Analysis Using Radiomics for Predicting Pathological Response after Preoperative Chemotherapy in Patients with Locally Advanced Esophageal Cancer
3. 学会等名 105th Scientific assembly and annual meeting, Radiological Society of North America (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久野博文、榎田智弘、檜山貴志、織田潮人、田原信、小林達伺
2. 発表標題 進行舌癌における術後再発リスク予測のための機械学習に基づくMRI-radiomicsモデルの構築
3. 学会等名 第32回 頭頸部放射線研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hirofumi Kuno, Takashi Hiyama, Shioto Oda, Tatsushi Kobayashi
2. 発表標題 Navigation map for head and neck cancer: anatomical routes of tumor spread at the crossroads of the neck
3. 学会等名 105th Scientific assembly and annual meeting, Radiological Society of North America (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久野博文
2. 発表標題 舌癌の術前画像診断
3. 学会等名 第10回 日本頭頸部癌学会教育セミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hirofumi Kuno
2. 発表標題 Multimodality imaging for radiotherapy treatment planning of head and neck cancer
3. 学会等名 Regional Workshop on PET/CT PET/MRI for Radiotherapy Treatment Planning, International Atomic Energy Agency (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hirofumi Kuno
2. 発表標題 Undifferentiated nasopharyngeal carcinoma: Imaging, staging and analysis of tumor response
3. 学会等名 50th Congress of the International Society of Paediatric Oncology (SIOP2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 久野博文
2. 発表標題 各領域の進歩：頭頸部
3. 学会等名 第3回Advanced Medical Imaging 研究会(SAMI2018) (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 久野博文
2. 発表標題 CT画像診断の進歩と頭頸部癌への臨床応用
3. 学会等名 第42回日本頭頸部癌学会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 浮洲 龍太郎・編 久野博文：章分担 (14. 下咽頭・喉頭)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 メジカルビュー社	5. 総ページ数 420
3. 書名 頭頸部画像診断の勘ドコロNEO	

1. 著者名 Hirofumi Kuno (chapter 5)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer Singapore	5. 総ページ数 221
3. 書名 Diagnostic Imaging of Laryngeal and Hypopharyngeal Cancers, in Diagnostic Imaging in Head and Neck Cancer (ed: Hiroya Ojiri)	

1. 著者名 久野博文：章分担著者（8章上咽頭、11章下咽頭）	4. 発行年 2019年
2. 出版社 メディカル・サイエンス・インターナショナル	5. 総ページ数 880
3. 書名 尾尻博也、酒井修・編：頭頸部のCT・MRI．改訂第3版	

1. 著者名 久野博文：編著者	4. 発行年 2019年
2. 出版社 学研メディカル秀潤社	5. 総ページ数 120
3. 書名 進展経路からアプローチする頭頸部癌の画像診断，画像診断 2019年7月号	

1. 著者名 酒井 修・編 久野博文：章分担（鼻腔・副鼻腔・咽頭・喉頭）	4. 発行年 2018年
2. 出版社 学研メディカル秀潤社	5. 総ページ数 514
3. 書名 頭頸部の画像診断 改訂第2版	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------