

京都大学大学院医学研究科  
医学研究支援センター

# 小動物 MRI 室



室長：杉本 直三（医学研究科 教授）

担当：今井 宏彦（情報学研究科 助教）

URL: <http://support-center.med.kyoto-u.ac.jp/SupportCenter/mri>

E-mail: [preclinical\\_mri@support-center.med.kyoto-u.ac.jp](mailto:preclinical_mri@support-center.med.kyoto-u.ac.jp)

# 活動内容

動物用 7 テスラ MRI 装置を用いて, MRI 計測を利用する様々な研究を支援しています.

前臨床用 7T MR システム  
BioSpec 70/20 USR (Bruker BioSpin)

小動物(マウス・ラット)の撮影に特化した  
7T MRI 装置です.



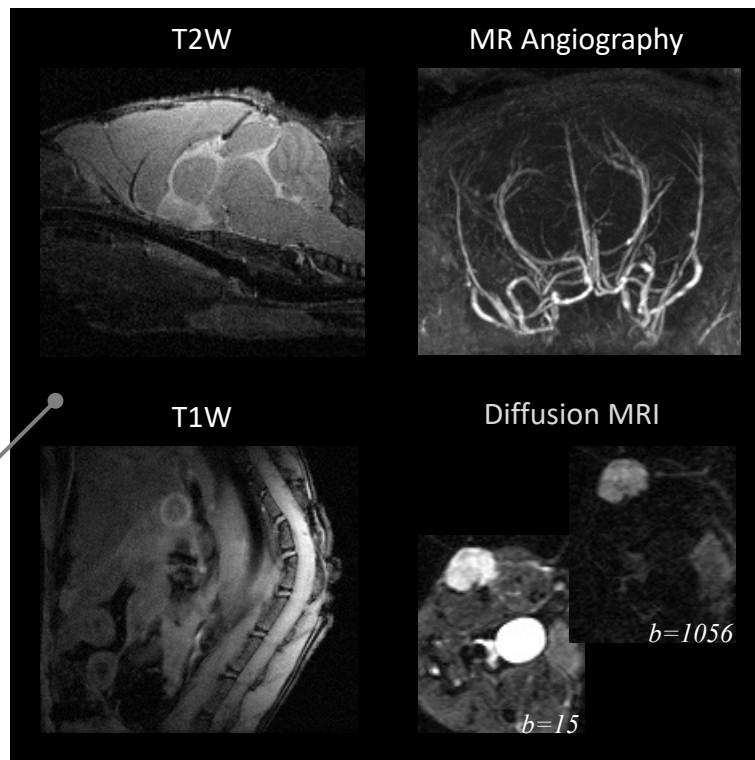
# 撮影内容

実験小動物(マウス・ラット)の解剖学的構造や生理学的現象を、非侵襲的に観察します。

一般的な撮影例

T1W, T2W, MRA, DWI

臨床の MRI で行われるほとんどの撮影が  
小動物で可能です。



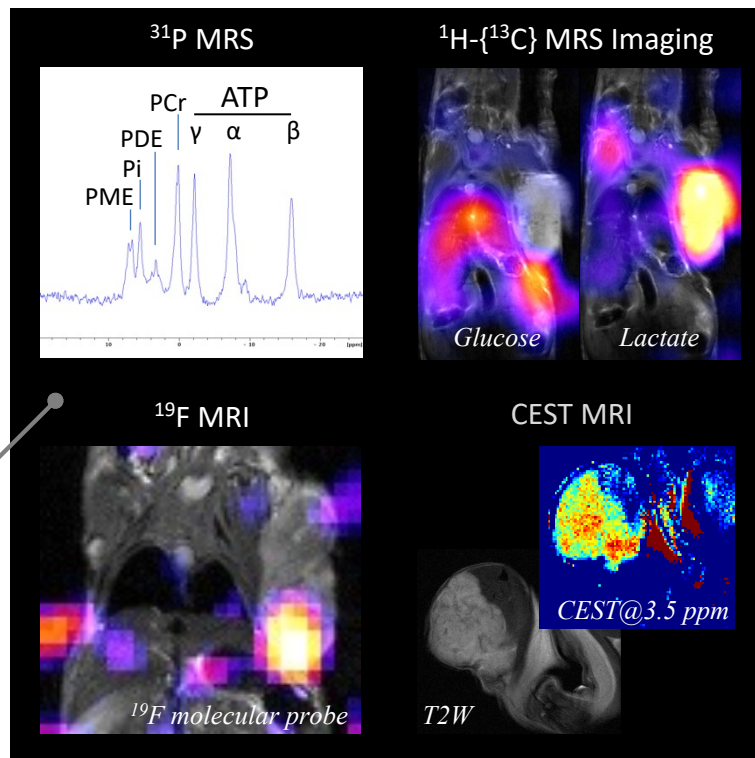
# 撮影内容

水や脂肪の水素原子核 ( $^1\text{H}$ ) を対象とする通常の  $^1\text{H}$  MRI のほか, MR Spectroscopy (MRS) や多核種 ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{31}\text{P}$  など) を対象とした計測にも対応しています。また, 低濃度分子を観測する CEST MRI も可能です。

## 多核種計測や CEST MRI の例

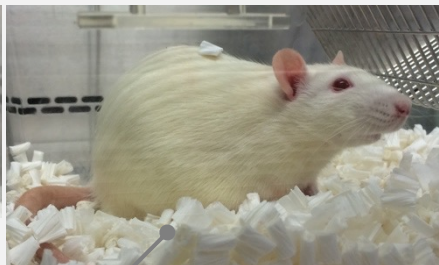
$^{19}\text{F}$  MRI,  $^{31}\text{P}$  MRS,  $^1\text{H}$ - $\{^{13}\text{C}\}$  MRSI, CEST

生体内の代謝物計測や分子プローブ開発などへの利用が可能です。



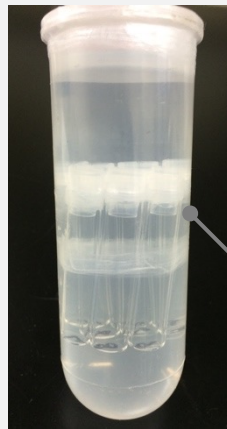
# 計測対象

計測可能な実験動物は、マウス および ラット です。  
実験動物だけではなく、抽出臓器、標本、細胞懸濁液、化合物溶液なども計測できます。



マウス・ラット

吸入麻酔下で撮影します。  
動物の保管は 48 時間以内です。



細胞懸濁液・化合物溶液

ガラスや樹脂製の容器に封入して  
撮影します。複数のサンプルを  
同時に撮影することも可能です。



抽出臓器・標本

樹脂製の容器に入れて撮影します。  
可能であればゲルで固定して頂きます。  
(標本の固定と気泡の除去が目的です)

\*その他の計測対象についてはお問い合わせ下さい。

# モニタリング・付属機器

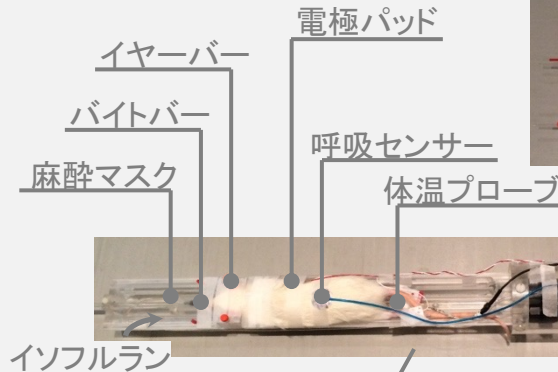
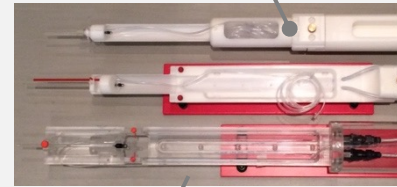
動物の MRI 撮影は、吸入麻酔下で行います。

## 吸入麻酔装置

イソフルラン麻酔下で撮影します。

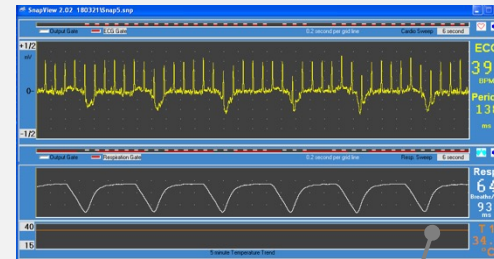


## アニマルベッド



## 体温維持装置

温度制御した温風により体温を一定に維持します。



## バイタルサインモニター

心拍数・呼吸数・体温をモニターしながら撮影します。心電図同期撮影や呼吸同期撮影も可能です。



多岐にわたる MR 計測を有効に活用し、多様な分野の研究者が必要とする実験データを提供できるように、様々な撮影コイルや撮影法を準備しています。基本的な撮影から複雑な計測まで、幅広い要望に応える環境が整っています。

## 様々な撮影例

ご希望の計測対象や撮影内容について、相談のうえ対応します。

### 様々な撮影コイル

目的に応じたコイルを使用します。

#### ボリュームコイル



<sup>1</sup>H <sup>1</sup>H <sup>1</sup>H/<sup>13</sup>C <sup>1</sup>H/<sup>19</sup>F <sup>1</sup>H/<sup>19</sup>F

#### 表面コイル

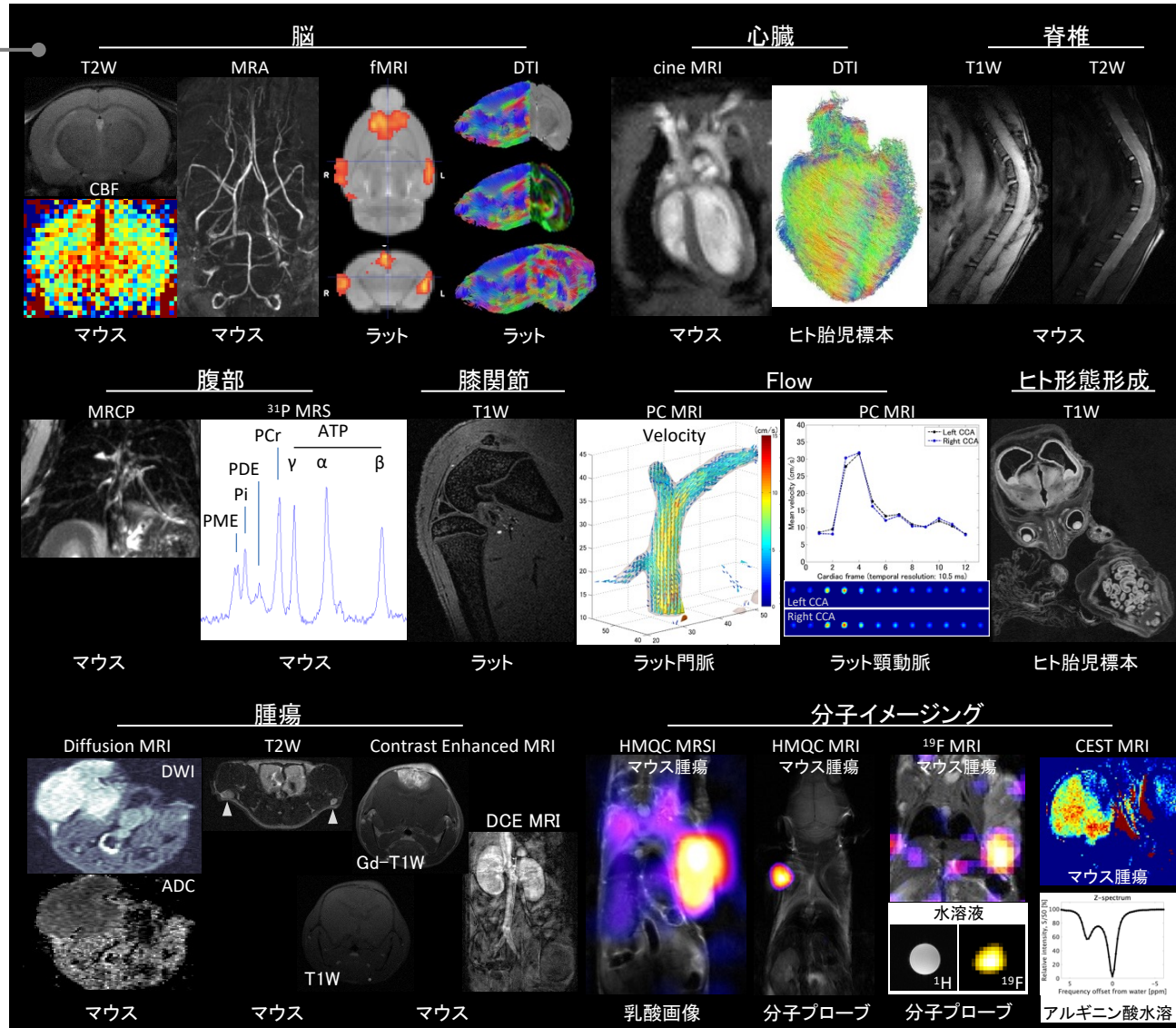


<sup>1</sup>H <sup>1</sup>H <sup>1</sup>H <sup>1</sup>H/<sup>13</sup>C <sup>1</sup>H/<sup>31</sup>P

#### 特注コイル



<sup>1</sup>H <sup>31</sup>P <sup>19</sup>F <sup>1</sup>H/<sup>13</sup>C/<sup>15</sup>N



# 利用方法・負担金

## 利用方法

当室のメールアドレス\*宛てにご連絡下さい。 \*preclinical\_mri@support-center.med.kyoto-u.ac.jp

研究内容や MRI 計測内容(対象・撮像法など)について事前に相談のうえ進めさせていただきます。  
その際、希望される MRI 撮影に類似した内容の文献等があれば、ご提示頂くとスムーズです。

## 利用負担金

単位時間あたりの利用料金を設定しています。

利用者の所属と、撮影時に吸入麻酔薬を使用するか否かにより、以下の区分に分かれています。

	学内者		学外者
	医学研究科	医学研究科以外	
イソフルラン使用なし	3,800 円/時間	5,300 円/時間	7,300 円/時間
イソフルラン使用あり	4,600 円/時間	6,100 円/時間	8,100 円/時間

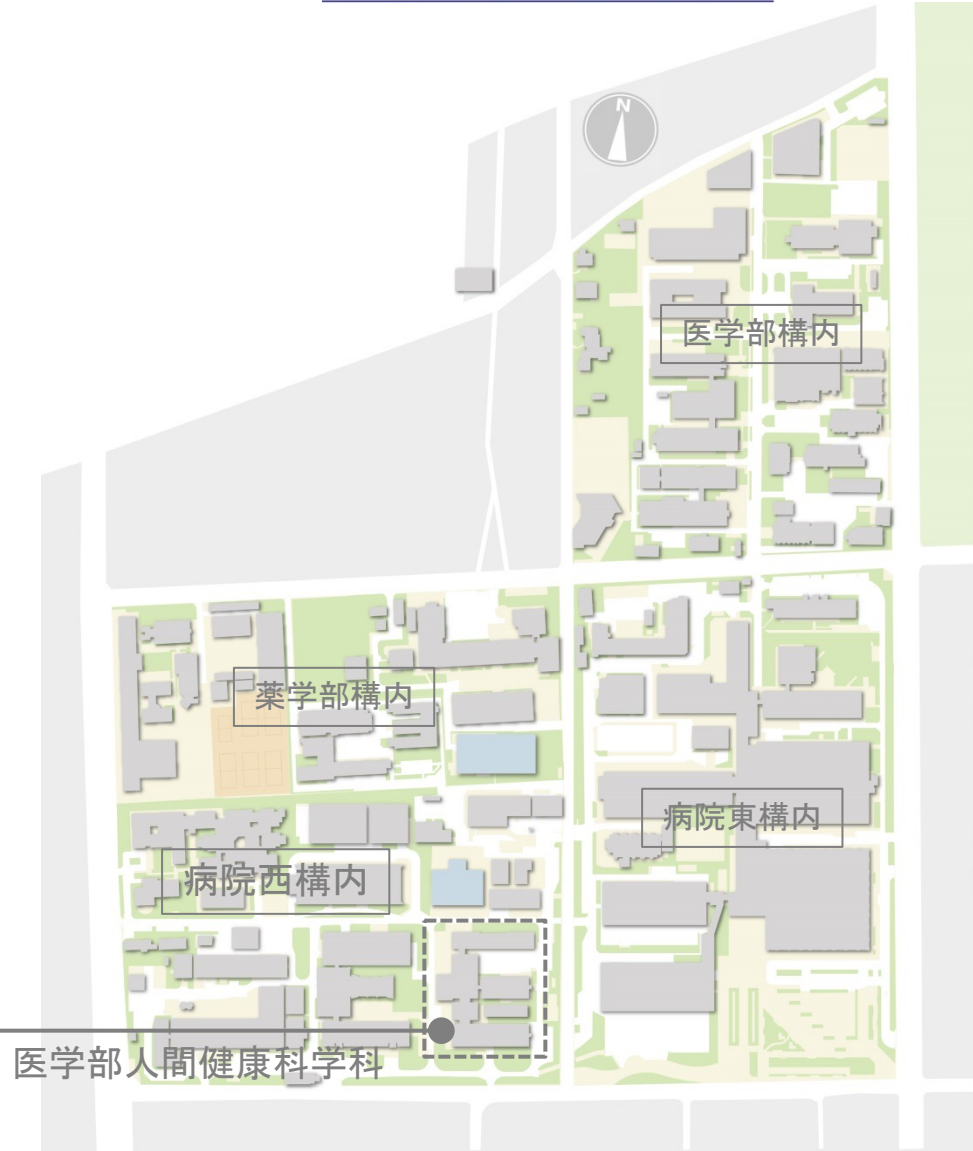
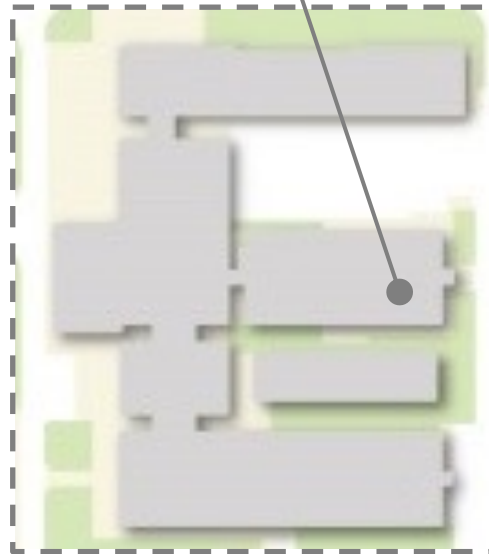


# アクセス

医学部・病院・薬学部構内

吉田キャンパス 病院西構内  
医学部人間健康科学科 中北棟地階  
032号室(MR研究室)

MRI装置を設置した実験室です。  
対面での相談やサンプルの持込は  
こちらへお越し下さい。



医学部人間健康科学科

# 利用実績(2016.7-2022.6)

京都大学医学研究科を中心に、学内外の幅広い分野の方にご利用頂いています。

- 医学研究科

- 医学・医科学専攻

- 生体情報科学
- 形態形成機構学
- 脳統合イメージング
- 神経生物学
- システム神経薬理学
- 附属動物実験施設
- 先天異常標本解析センター
- 循環器内科学
- 消化器内科
- 呼吸器内科学
- 臨床免疫学
- 糖尿病・内分泌・栄養内科学
- 腎臓内科学
- 腫瘍薬物治療学
- 画像診断学・核医学
- 肝胆膵・移植外科学
- 心臓血管外科学
- 耳鼻咽喉科・頭頸部外科学
- 整形外科学
- 脳神経外科学
- 脳機能総合研究センター

- 人間健康科学系専攻

- 臨床検査展開学
- 運動機能解析学
- 医療画像情報システム学
- 情報理工医療学
- 近未来システム・技術創造部門

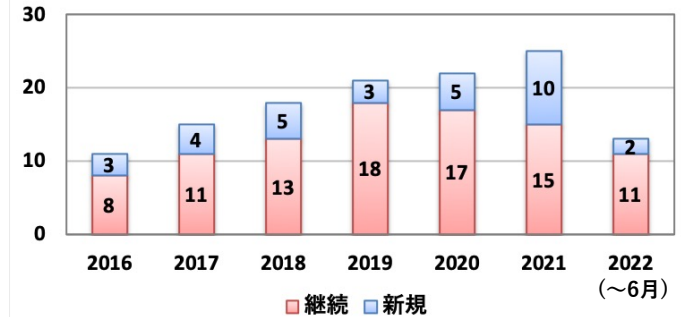
- AKプロジェクト

- 先端医療基盤共同研究講座
- メディカルイノベーションセンター
  - DSKプロジェクト
  - SKプロジェクト

- 創薬医学講座

- 学祭融合教育研究推進センター
- 臨床研究総合センター
- 先端医療研究開発機構
- ウイルス・再生医化学研究所
  - 免疫制御分野

利用者数(グループ)



- 工学研究科

- 物質エネルギー化学専攻 先端医工学分野

- 情報学研究科

- システム科学専攻 医用工学分野

- 人間・環境学研究科

- 関連環境学専攻 分子・生命環境論講座

- 理学研究科

- 生物科学専攻 神経生物学分科

- 霊長類研究所

- 系統発生分野

- 学外

- 国立循環器病研究センター
- 大阪大学
- 関西医科大学
- 岡山大学
- 岩手医科大学
- 徳島大学

# 利用成果(論文発表)

当室の撮影データを用いた研究成果が、以下のような論文で発表されています。

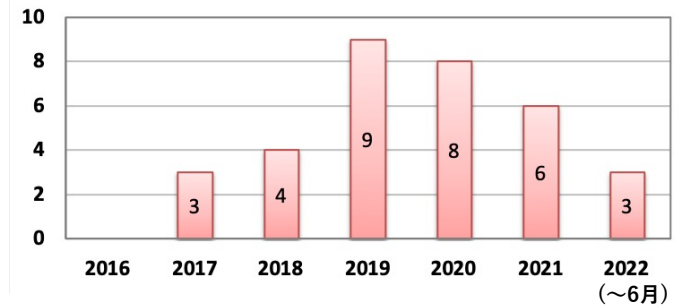
## 2022(~6月)

1. Shimizu K, Kataoka H, Imai H, Miyata T, Okada A, Sakai N, Chin M, Iwasaki K, Hatano T, Imamura H, Ishibashi R, Goto M, Koyanagi M, Aoki T, Miyamoto S. [The bifurcation angle is associated with the progression of saccular aneurysms.](#) *Sci Rep* 2022; 12(1):7409.
2. Someya Y, Iima M, Imai H, Yoshizawa A, Kataoka M, Isoda H, Le Bihan D, Nakamoto Y. [Investigation of breast cancer microstructure and microvasculature from time-dependent DWI and CEST in correlation with histological biomarkers.](#) *Sci Rep* 2022; 12(1):6523.
3. Kumano Y, Tanaka S, Sakamoto R, Kanahashi T, Imai H, Yoneyama A, Yamada S, Takakuwa T. [Upper arm posture during human embryonic and fetal development.](#) *Anat Rec (Hoboken)* 2022; 305:1682-1691.

## 2021

4. Osada H, Kawatou M, Fujita D, Tabata Y, Minatoya K, Yamashita JK, Masumoto H. [Therapeutic potential of clinical-grade human induced pluripotent stem cell-derived cardiac tissues.](#) *JTCVS Open* 2021; 8:359-374.
5. Oshima Y, Ogiso S, Imai H, Nakamura M, Wakama S, Tomofuji K, Ito T, Fukumitsu K, Ishii T, Matsuda T, Taura K. [Fluid dynamics analyses of the intrahepatic portal vein tributaries using 7-Tesla MRI.](#) *HPB* 2021; 23(11):1692-1699.
6. Shimizu K, Imai H, Kawashima A, Okada A, Ono I, Miyamoto S, Kataoka H, Aoki S. [Induction of CCN1 in growing saccular aneurysms: a potential marker predicting unstable lesions.](#) *J Neuropathol Exp Neurol* 2021; 80(7):695-704.
7. Takakuwa T, Shiraishi N, Terashima M, Yamanaka M, Okamoto I, Imai H, Ishizu K, Yamada S, Ishikawa A, T. Kanahashi. [Morphology and morphometry of the human early fetal brain: A three-dimensional analysis.](#) *J Anat* 2021; 239(2):498-516.
8. Katsube M, Yamada S, Takahashi N, Yamaguchi Y, Takakuwa T, Yamamoto A, Imai H, Saito A, Vora S, Morimoto N. [A 3D analysis of growth trajectory and integration during early human prenatal facial growth.](#) *Sci Rep* 2021; 11(1):6867. [2021年度日本形成外科学会学術奨励賞基礎部門]
9. Shimizu K, Kataoka H, Imai H, Yamamoto Y, Yamada T, Miyata H, Koseki H, Abekura Y, Oka M, Kushamae M, Ono I, Miyamoto S, Nakamura M, Aoki S. [Hemodynamic force as a potential regulator of inflammation-mediated growth of saccular aneurysms in a rat model.](#) *J Neuropathol Exp Neurol* 2021; 80(1):79-88.

論文発表数



# 利用成果(論文発表)

2020

10. Yamada H, Matsumoto N, Komaki T, Konishi H, Kimura Y, Son A, Imai H, Matsuda T, Aoyama Y, Kondo T. [Photoacoustic in vivo 3D imaging of tumor using a highly tumor-targeting probe under high-threshold conditions. \*Sci Rep\* 2020; 10\(1\):19363.](#)
11. Nishitani S, Torii N, Imai H, Haraguchi R, Yamada S, Takakuwa T. [Development of helical myofiber in the human fetal heart: Analysis of myocardial fiber formation in the left ventricle from the late human embryonic period using diffusion tensor magnetic resonance imaging. \*J Am Heart Assoc\* 2020; 9\(19\):e016422.](#)
12. Tanaka S, Sakamoto R, Kanahashi T, Yamada S, Imai H, Yoneyama A, Takakuwa T. [Shoulder girdle formation and positioning during embryonic and early fetal human development. \*PLoS One\* 2020; 15\(9\):e0238225.](#)
13. Kataoka H, Yagi T, Ikedo T, Imai H, Kawamura K, Yoshida K, Nakamura M, Aoki T, Miyamoto S. [Hemodynamic and histopathological changes in the early phase of the development of an intracranial aneurysm. \*Neurol Med Chir\* 2020; 60\(7\):319-328.](#)
14. Oka M, Shimo S, Ohno N, Imai H, Abekura Y, Koseki H, Miyata H, Shimizu K, Kushamae M, Ono I, Nozaki K, Kawashima A, Kawamata T, Aoki T. [Dedifferentiation of smooth muscle cells in intracranial aneurysms and its potential contribution to the pathogenesis. \*Sci Rep\* 2020; 20;10\(1\):8330.](#)
15. Ji X, Ishikawa A, Nagata A, Yamada S, Imai H, Matsuda T, Takakuwa T. [Relationship between rectal abdominis muscle position and physiological umbilical herniation and return: A morphological and morphometric study. \*Anat Rec \(Hoboken\)\* 2020;303\(12\):3044-3051.](#)
16. Nagata A, Hatta S, Imai H, Yamada S, Takakuwa T. [Position of the cecum in the extraembryonic and abdominal coelom in the early fetal period. \*Congenit Anom\* 2020; 60\(3\):87-88.](#)
17. Miyata H, Imai H, Koseki H, Shimuzu K, Abekura Y, Oka M, Kawamata T, Matsuda T, Nozaki K, Narumiya S, Aoki S. [Vasa vasorum formation is associated with rupture of intracranial aneurysms. \*J Neurosurg\* 2020;133\(3\):789-799.](#)

# 利用成果(論文発表)

2019

18. Yamamoto M, Kim M, Imai H, Itakura Y, Ohtsuki G. [Microglia-triggered plasticity of intrinsic excitability modulates psychomotor behaviors in acute cerebellar inflammation.](#) *Cell Rep* 2019; 28(11):2923-2938. [Cover figure]
19. Suzuki Y, Matsubayashi J, Ji X, Yamada S, Yoneyama A, Imai H, Matsuda T, Aoyama T, Takakuwa T. [Morphogenesis of the femur at different stages of normal human development.](#) *PloS One* 2019; 14(8):e0221569.
20. Ikedo T, Kataoka H, Minami M, Hayashi K, Miyata T, Nagata M, Fujikawa R, Yokode M, Imai H, Matsuda T, Miyamoto S. [Sequential inward bending of arterial bifurcations is associated with intracranial aneurysm formation.](#) *World Neurosurg* 2019; 129:e361-e366.
21. Ide S, Kajiwara M, Imai H, Shimono M. [3D scanning technology bridging microcircuits and macroscale brain images in 3D novel embedding overlapping protocol.](#) *J Vis Exp* 2019; 147:e58911.
22. Ishiyama H, Ishikawa A, Imai H, Matsuda T, Yoneyama A, Yamada S, Takakuwa T. [Spatial relationship between the metanephros and adjacent organs according to the Carnegie stage of development.](#) *Anat Rec* 2019; 302(11):1901-1915.
23. Katsube M, Yamada S, Yamaguchi Y, Takakuwa T, Yamamoto A, Fujii Y, Imai H, Saito A, Shimizu A, Suzuki S. [Critical growth processes for the midfacial morphogenesis in the early prenatal period.](#) *Cleft Palate Craniofac J* 2019; 56(4):429-431.
24. Nagura K, Bogdanov A, Chumakova N, Vorobiev A, Moronaga S, Imai H, Matsuda T, Noda Y, Maeda T, Koizumi S, Sakamoto K, Amano T, Yoshino F, Kato T, Komatsu N, Tamura R. [Size-tunable MRI-visible nitroxide-based magnetic mixed micelles: Preparation, stability, and theranostic application.](#) *Nanotechnology* 2019; 30(22):224002.
25. Nagata A, Hatta S, Ji X, Ishikawa A, Sakamoto R, Yamada S, Imai H, Matsuda T, Takakuwa T. [Return of the intestinal loop to the abdominal coelom after physiological umbilical herniation in the early fetal period.](#) *J Anat* 2019; 234(4): 456-464.
26. Nagura K, Takemoto Y, Yoshino F, Bogdanov A, Chumakova N, Vorobiev A, Imai H, Matsuda T, Shimono S, Kato T, Komatsu N, Tamura R. [Magnetic mixed micelles composed of a non-ionic surfactant and nitroxide radicals containing a D-glucose unit: preparation, stability and biomedical application.](#) *Pharmaceutics* 2019; 11(1):42.

# 利用成果(論文発表)

## 2018

27. Yamaguchi Y, Miyazaki R, Kamatani M, Uwabe C, Makishima H, Nagai M, Katsube M, Yamamoto A, Imai H, Kose K, Togashi K, Yamada S. [Three-dimensional models of the segmented human fetal brain generated by magnetic resonance imaging.](#) *Congenit Anom* 2018; 58(2):48-55. [Cover image]
28. Ohtsuki S, Ishikawa A, Yamada S, Imai H, Matsuda T, Takakuwa T. [Morphogenesis of the middle ear during fetal development as observed via magnetic resonance imaging.](#) *Anat Rec* 2018; 301(5):757-764.
29. Ishikawa A, Ohtsuki S, Yamada S, Uwabe C, Imai H, Matsuda T, Takakuwa T. [Formation of the periotic space during the early fetal period in humans.](#) *Anat Rec* 2018; 301(4):563-570.
30. Iima M, Nobashi T, Imai H, Koyasu S, Saga T, Nakamoto Y, Kataoka M, Yamamoto A, Matsuda T, Togashi K. [Effect of diffusion time on non-Gaussian diffusion and intravoxel incoherent motion \(IVIM\) MRI parameters in breast cancer and hepatocellular carcinoma xenograft models.](#) *Acta Radiol Open* 2018; 7(1):2058460117751565.

## 2017

31. Katsube M, Yamada S, Miyazaki R, Yamaguchi Y, Makishima H, Takakuwa T, Yamamoto A, Fujii Y, Morimoto N, Imai H, Ito T, Suzuki S. [Quantitation of nasal development in the early prenatal period using geometric morphometrics and MRI: A new insight into the critical period of Binder phenotype.](#) *Prenat Diagn* 2017; 37(9):907-915. [Cover image]
32. Okumura M, Ishikawa A, Aoyama T, Yamada S, Uwabe C, Imai H, Matsuda T, Yoneyama A, Takeda T, Takakuwa T. [Cartilage formation in the pelvic skeleton during the embryonic and early-fetal period.](#) *PLoS One* 2017; 12(4): e0173852.
33. Osaka M, Ishikawa A, Yamada S, Uwabe C, Imai H, Matsuda T, Yoneyama A, Takeda T, Takakuwa T. [Positional changes of the ocular organs during craniofacial development.](#) *Anat Rec* 2017; 300(12):2107-2114.