

令和 2 年 4 月 28 日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K19680

研究課題名(和文)腎臓の赤血球増殖因子産生細胞における血圧調節系と造血制御系のクロストーク

研究課題名(英文)Comprehensive regulatory system of oxygen circulation in renal erythropoietin producing cells

研究代表者

鈴木 教郎 (Suzuki, Norio)

東北大学・医学系研究科・准教授

研究者番号：20447254

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,000,000円

研究成果の概要(和文)：貧血患者および貧血モデル動物において、赤血球濃度と血圧が正の相関関係にあることを見出した。次に、マウス実験から、貧血時には昇圧因子レニンが腎臓の尿細管間質で産生誘導されることを発見した。レニン産生を誘導する細胞は尿細管間質線維芽細胞であり、その一部は貧血時に赤血球造血因子エリスロポエチンとレニンを同時に産生していた。レニンの産生部位としては傍糸球体細胞が知られていたが、本研究により新たなレニン産生細胞として尿細管間質線維芽細胞が同定された。また、尿細管間質細胞は貧血時の赤血球減少と血圧低下に対して、エリスロポエチンとレニンの双方を分泌することにより対応する重要な細胞であることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

レニンは血圧を制御する主要な因子であり、腎臓の傍糸球体細胞から分泌されることが多くの教科書に記載されている。本研究では、新たなレニン産生細胞として、尿細管間質線維芽細胞を同定した。また、数が限られている傍糸球体細胞によるレニン産生を補うために、血圧低下時に尿細管間質線維芽細胞がレニンを産生することを提唱した。さらに、赤血球造血因子EPOとレニンを同時に産生する尿細管間質線維芽細胞の重要な役割を解明した。非常に多くの女性が加齢とともに貧血を患うが、本研究の成果は加齢性の貧血による血圧低下の機序の一端を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Blood pressure is tightly correlated with erythrocyte mass. However, the mechanisms responding to blood pressure decrease under anaemic conditions have not been investigated. In this study, we confirmed that blood pressure is lowered under anaemic conditions in human patients and mouse models. Whereas "JG cells" in kidneys are known as the major renin-producing cells, we have discovered that peritubular interstitial fibroblasts in kidneys induce renin production in response to anaemic hypotension. Interestingly, a part of the interstitial fibroblasts simultaneously produces renin and the erythropoietic cytokine EPO in anaemic mouse kidneys. These results propose that renal interstitial fibroblasts maintain systemic oxygen delivery through controlling production of renin and EPO.

研究分野：分子生物学

キーワード：貧血 遺伝子改変マウス エリスロポエチン 腎臓病 高血圧

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

全身を循環する血液において、赤血球は約半分の体積を占めている。そのため、貧血による赤血球濃度の低下は、血液粘稠度を低下させ、血圧低下につながる。したがって、貧血時には赤血球減少と血圧低下によって赤血球循環量が低下することが懸念される。しかし、貧血と低血圧の関係はよくわかっていなかった。

赤血球の数は赤血球増殖因子エリスロポエチン（EPO）によって調節されている。また、血液の循環を規定する血圧は、主にレニン-アンジオテンシン系によって制御されている。研究代表者は、腎臓の尿細管間質に存在する線維芽細胞「REP（renal EPO Producing）細胞」が特異的に EPO 産生を担うことを明らかにしていた（Obara et al, Blood 2008; Yamazaki et al, Nature Commun 2013）。一方、レニンは腎臓の傍糸球体細胞から分泌されることがよく知られている。赤血球造血と血圧調節を司る因子がともに腎臓から分泌されることは非常に興味深い。貧血による血圧低下に対する生体応答機構や EPO およびレニンの役割については検討されていない。

2. 研究の目的

貧血時の赤血球減少と血圧低下に対する生体応答機構を解明するために、腎臓における EPO とレニンの産生様式を解析する。また、腎臓病や高血圧などの疾患におけるレニン産生機構の関与を明らかにする。

3. 研究の方法

既存の臨床データを利用し、貧血患者における赤血球濃度と血圧の関係を調べた。また、遺伝子改変、溶血、瀉血の3つの原因による貧血モデルマウスの血圧についても解析した。次に、貧血モデルマウスにおけるレニン-アンジオテンシン系関連遺伝子の臓器別発現様式を RT-PCR 法により明らかにした。

in situ hybridization 法により、EPO およびレニンの産生細胞を同定を試みた。EPO 産生細胞については、EPO 遺伝子発現を蛍光タンパク質発現によりモニタリングできる遺伝子改変マウスを用いて、腎臓からの単離解析を行った。

4. 研究成果

まず、既存の腎性貧血患者のデータ解析から、末梢血の赤血球濃度と血圧が有意に正相関することを明らかにした。次に、EPO 産生能の低下により重篤な慢性貧血を呈する遺伝子改変マウス（EPO 欠乏性慢性貧血マウス）を解析し、正常マウスと比べて有意に血圧が低下していることを確認した。この血圧低下は、マウスに EPO 製剤を投薬し、貧血を解消させると正常化した。貧血回復には EPO 投与から1週間以上の期間が必要であるが、血圧正常化にも1週間以上の経過と貧血回復が必要であった。これらの結果から、EPO による直接的な血圧上昇作用は否定され、慢性貧血状態が血圧を低下させることが示された。

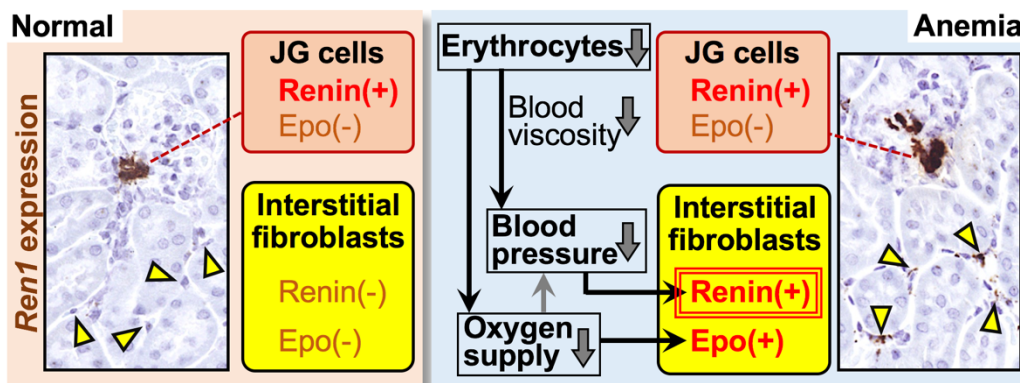
貧血による血圧低下に対する生体応答機構を明らかにするために、EPO 欠乏性慢性貧血マウスにおけるレニン-アンジオテンシン系の遺伝子発現を解析した。その結果、腎臓におけるレニン mRNA 発現が EPO 欠乏性慢性貧血マウスで正常マウスよりも亢進していることを見出した。一方、アンジオテンシノーゲンとアンジオテンシン変換酵素の発現レベルに差異は認められなかった。EPO 欠乏性慢性貧血マウスでは、末梢血中のレニン濃度が上昇していたことから、貧血低血圧による腎レニン産生亢進は、腎臓局所での血流制御よりも、全身の血圧調節に関与することが示唆された。

慢性貧血に加えて、急性期の貧血が血圧およびレニン-アンジオテンシン系に及ぼす影響についても調べた。マウスに溶血および瀉血を施し、5日間のプロトコルで急性貧血を誘導したとこ

る、血圧低下と腎レニン産生誘導が観察された。急性貧血による血圧低下は、EPO 欠乏性慢性貧血マウスよりも重篤であり、検出限界以下であった。したがって、貧血は血圧を著しく低下させるが、血圧低下によって腎レニン産生が誘導されることにより、徐々に血圧が是正されることが推察された。

次に、貧血低血圧による腎レニン産生誘導を担う細胞の同定を試みた。レニンは腎臓の傍糸球体細胞で産生・分泌されることが知られているが、EPO 欠乏性慢性貧血マウスの腎臓におけるレニン mRNA 発現細胞を *in situ* hybridization 法により検出したところ、慢性貧血時には傍糸球体細胞に加えて尿細管間質においてもレニン遺伝子が発現することを発見した (図)。レニン抗体を用いた免疫染色の結果からも、正常時のレニン産生は傍糸球体細胞に限定される一方で、貧血時には間質におけるレニン産生が誘導されることが確認された。

腎尿細管間質には、REP 細胞や免疫系細胞などの様々な細胞が存在する。マウスの腎臓から REP 細胞を単離解析したところ、高レベルのレニン mRNA 発現を認めた。また、二重 *in situ* hybridization 法により、急性貧血マウス腎臓のレニンと EPO の遺伝子発現を同時に検出したところ、これら2つの遺伝子は多くの間質細胞で同時に発現していることが示された。以上の結果から、貧血低血圧による腎レニン産生誘導は主に尿細管間質線維芽細胞が担うことがわかった。



貧血による尿細管間質線維芽細胞でのレニン産生誘導には、酸素供給低下と血圧低下が関与することが考えられた。尿細管間質線維芽細胞でのレニン産生誘導の機序を明らかにするために、まず、マウスを低酸素環境で飼育した。その結果、腎臓における EPO の発現増大は確認されたものの、レニン発現レベルは変化しなかった。EPO 遺伝子は低酸素環境下で低酸素誘導性転写因子 HIF を介して発現誘導されることが明らかになっているが (Souma et al, J Am Soc Nephrol 2016)、HIF 活性化剤のマウスへの投与によっても腎 EPO 遺伝子発現は著増した。一方、レニンの発現レベルは HIF 活性化剤の影響を受けなかった。そこで、マウスに降圧薬を投与し、血圧低下による腎レニン産生誘導への影響を調べた。その結果、貧血による尿細管間質線維芽細胞でのレニン産生誘導は、低酸素状態ではなく、血圧低下によって引き起こされることがわかった (図：論文査読中)。この結果は、高血圧モデルマウスでは腎レニン産生レベルが低下することからも実証された。

以上の研究結果から、貧血は血圧低下の原因となることが示された。また、血圧低下を是正するために、傍糸球体細胞に加えて尿細管間質線維芽細胞がレニンを産生し、腎レニン産生量を増加させることがわかった。貧血時には、赤血球を増やすための EPO と赤血球循環を維持するためのレニンが、同時に尿細管間質線維芽細胞から分泌されるという現象は、腎臓間質の新たな役割を提示しており、非常に興味深い。今後、腎臓病における尿細管間質線維芽細胞でのレニン産生様式を明らかにすることにより、腎性高血圧などの病態解明に繋がることが期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Nezu M, Suzuki N	4. 巻 21
2. 論文標題 Roles of Nrf2 in protecting the kidney from oxidative damage	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Int. J. Mol. Sci.	6. 最初と最後の頁 2951
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijms21082951	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 Sato Koji, Kumagai Naonori, Suzuki Norio	4. 巻 10
2. 論文標題 Alteration of the DNA Methylation Signature of Renal Erythropoietin-Producing Cells Governs the Sensitivity to Drugs Targeting the Hypoxia-Response Pathway in Kidney Disease Progression	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Genetics	6. 最初と最後の頁 1134
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fgene.2019.01134	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 Hirano Ikuo, Suzuki Norio	4. 巻 7
2. 論文標題 The Neural Crest as the First Production Site of the Erythroid Growth Factor Erythropoietin	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Cell and Developmental Biology	6. 最初と最後の頁 105
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi: 10.3389/fcell.2019.00105	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 Sato Koji, Hirano Ikuo, Sekine Hiroki, Miyauchi Kenichiro, Nakai Taku, Kato Koichiro, Ito Sadayoshi, Yamamoto Masayuki, Suzuki Norio	4. 巻 9
2. 論文標題 An immortalized cell line derived from renal erythropoietin-producing (REP) cells demonstrates their potential to transform into myofibroblasts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 11254
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-019-47766-5	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 Anusornvongchai Thitinun, Nangaku Masaomi, Jao Tzu-Ming, Wu Chia-Hsien, Ishimoto Yu, Maekawa Hiroshi, Tanaka Tetsuhiro, Shimizu Akira, Yamamoto Masayuki, Suzuki Norio, Sassa Ryoji, Inagi Reiko	4. 巻 94
2. 論文標題 Palmitate deranges erythropoietin production via transcription factor ATF4 activation of unfolded protein response	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Kidney International	6. 最初と最後の頁 536 ~ 550
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.kint.2018.03.011	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 Sekine Hiroki, Okazaki Keito, Kato Koichiro, Alam M. Morshedul, Shima Hiroki, Katsuoka Fumiki, Tsujita Tadayuki, Suzuki Norio, Kobayashi Akira, Igarashi Kazuhiko, Yamamoto Masayuki, Motohashi Hozumi	4. 巻 38
2. 論文標題 O-GlcNAcylation Signal Mediates Proteasome Inhibitor Resistance in Cancer Cells by Stabilizing NRF1	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Molecular and Cellular Biology	6. 最初と最後の頁 00252-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/MCB.00252-18	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 Suzuki Norio, Matsuo-Tezuka Yukari, Sasaki Yusuke, Sato Koji, Miyauchi Kenichiro, Kato Koichiro, Saito Sakae, Shimonaka Yasushi, Hirata Michinori, Yamamoto Masayuki	4. 巻 94
2. 論文標題 Iron attenuates erythropoietin production by decreasing hypoxia-inducible transcription factor 2 concentrations in renal interstitial fibroblasts	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Kidney International	6. 最初と最後の頁 900 ~ 911
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.kint.2018.06.028	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 鈴木教郎	4. 巻 28
2. 論文標題 エリスロポエチンによる赤血球造血制御のメカニズム	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 血液フロンティア	6. 最初と最後の頁 1301-1308
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 宮内健一郎, 鈴木教郎	4. 巻 8
2. 論文標題 腎障害によるエリスロポエチン産生低下の分子機構	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 腎臓内科・泌尿器科	6. 最初と最後の頁 103-107
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 佐藤浩司, 鈴木教郎	4. 巻 7
2. 論文標題 腎エリスロポエチン産生細胞と腎線維化	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 腎臓内科・泌尿器科	6. 最初と最後の頁 357-362
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 鈴木教郎	4. 巻 66
2. 論文標題 酸素恒常性維持における赤血球造血系の役割とその破綻による病態への影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 臨床病理	6. 最初と最後の頁 86-93
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 鈴木教郎	4. 巻 50
2. 論文標題 生体内酸素環境と赤血球造血制御系の相互作用	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 細胞	6. 最初と最後の頁 18-21
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 Suzuki Norio, Gradin Katarina, Poellinger Lorenz, Yamamoto Masayuki	4. 巻 356
2. 論文標題 Regulation of hypoxia-inducible gene expression after HIF activation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Exp Cell Res	6. 最初と最後の頁 182 ~ 186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.yexcr.2017.03.013	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 Suzuki N, Vojnovic N, Lee KL, Yang H, Gradin K, Poellinger L.	4. 巻 366
2. 論文標題 HIF-dependent and reversible nucleosome disassembly in hypoxia-inducible gene promoters.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Exp Cell Res	6. 最初と最後の頁 181-191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.yexcr.2018.03.020	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 Nezu Masahiro, Souma Tomokazu, Yu Lei, Suzuki Takafumi, Saigusa Daisuke, Ito Sadayoshi, Suzuki Norio, Yamamoto Masayuki	4. 巻 91
2. 論文標題 Transcription factor Nrf2 hyperactivation in early-phase renal ischemia-reperfusion injury prevents tubular damage progression	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Kidney Int	6. 最初と最後の頁 387 ~ 401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.kint.2016.08.023	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 Hirano I, Suzuki N, Yamazaki S, Sekine H, Minegishi N, Shimizu R, Yamamoto M.	4. 巻 37
2. 論文標題 Renal anemia model mouse established by transgenic rescue with erythropoietin gene lacking kidney-specific regulatory elements.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Mol Cell Biol	6. 最初と最後の頁 pii: e00451-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/MCB.00451-16	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 Nezu Masahiro, Souma Tomokazu, Yu Lei, Sekine Hiroki, Takahashi Nobuyuki, Wei Andrew Zu-Sern, Ito Sadayoshi, Fukamizu Akiyoshi, Zsengeller Zsuzsanna K., Nakamura Tomohiro, Hozawa Atsushi, Karumanchi S. Ananth, Suzuki Norio, Yamamoto Masayuki	4. 巻 10
2. 論文標題 Nrf2 inactivation enhances placental angiogenesis in a preeclampsia mouse model and improves maternal and fetal outcomes	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sci Signal	6. 最初と最後の頁 eaaam5711
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/scisignal.aam5711	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

〔学会発表〕 計20件 (うち招待講演 14件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 鈴木教郎
2. 発表標題 腎臓エリスロポエチン産生細胞『REP細胞』の正常と病態の分子機構
3. 学会等名 沖縄県腎フォーラム特別講演会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木教郎
2. 発表標題 低酸素・酸化ストレスと腎臓線維化
3. 学会等名 第2回Fibrosis (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木教郎
2. 発表標題 腎臓エリスロポエチン産生細胞『REP細胞』
3. 学会等名 第10回OCU-CKD研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木教郎
2. 発表標題 Erythropoietic induction in response to systemic hypoxia through renal erythropoietin producing (REP) cells
3. 学会等名 WCP2018 KYOTO Satellite Symposia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木教郎
2. 発表標題 赤血球増殖因子エリスロポエチンの低酸素誘導的産生制御機構
3. 学会等名 第91回日本生化学会大会シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Koji Sato, Norio Suzuki
2. 発表標題 Maintenance of oxygen homeostasis by erythropoietic regulation and its disorder related to diseases
3. 学会等名 Keystone Symposium on Adaptations to Hypoxia in Physiology and Disease (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤浩司, 平野育生, 関根弘樹, 宮内健一郎, 加藤幸一郎, 伊藤貞嘉, 山本雅之, 鈴木教郎
2. 発表標題 腎エリスロポエチン産生細胞「REP細胞」の細胞株樹立と腎臓線維化機構の解析
3. 学会等名 日本生化学会東北支部 第84回例会・シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤浩司, 平野育生, 関根弘樹, 宮内健一郎, 加藤幸一郎, 伊藤貞嘉, 山本雅之, 鈴木教郎
2. 発表標題 腎エリスロポエチン産生細胞 (REP細胞) 由来の細胞株は細胞自律性TGF 発現により筋線維芽細胞の形質を有する
3. 学会等名 第91回日本生化学会大会シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮内健一郎, 伊藤貞嘉, 山本雅之, 鈴木教郎
2. 発表標題 貧血による血圧低下と腎エリスロポエチン細胞におけるレニン産生誘導
3. 学会等名 第27回腎とエリスロポエチン研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木教郎
2. 発表標題 腎臓における低酸素・酸化ストレス応答機構
3. 学会等名 広島大学 分子細胞情報学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木教郎
2. 発表標題 低酸素と酸化ストレスに対する生体防御機構の腎臓での役割
3. 学会等名 日本腎臓学会 シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木教郎
2. 発表標題 個体の酸素恒常性維持機構とその破綻による疾患への影響
3. 学会等名 国立国際医療研究センター研究所セミナー（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木教郎
2. 発表標題 酸素恒常性維持における赤血球造血系の役割とその破綻による病態への影響
3. 学会等名 第57回日本臨床化学会年次学術集会 教育講演（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮内健一郎 加藤幸一郎 祢津昌広 齋藤さかえ 佐藤浩司 山本雅之 鈴木教郎
2. 発表標題 貧血は低血圧を招来し腎レニン発現を誘導する
3. 学会等名 ConBio 2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木教郎
2. 発表標題 腎臓病における『REP細胞』の関与
3. 学会等名 第62回 日本腎臓学会学術集会ランチョンセミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木教郎
2. 発表標題 腎エリスロポエチン産生不全の分子機序
3. 学会等名 第64回 日本透析医学会学術集会ワークショップ(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木教郎
2. 発表標題 エリスロポエチン産生制御と体内鉄動態の連動機構
3. 学会等名 第28回腎とエリスロポエチン研究会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮内健一郎, 伊藤貞嘉, 山本雅之, 鈴木教郎
2. 発表標題 Induction of erythropoietin and renin production in kidneys under anemic conditions to maintain oxygen homeostasis
3. 学会等名 第62回 日本腎臓学会学術集会シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Norio Suzuki
2. 発表標題 Hypoxia-inducible Epo gene regulation in renal erythropoietin producing (REP) cells and its association with iron metabolism, erythropoiesis, and disease
3. 学会等名 Seminar in National Taiwan University(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sato K, Hirano I, Sekine H, Miyauchi K, Nakai T, Kato K, Ito S, Yamamoto M, Suzuki N
2. 発表標題 A cell line derived from renal erythropoietin-producing cells prove their myofibroblast-transformation property
3. 学会等名 International Society of Nephrology World Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔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