

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：33916

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K11608

研究課題名（和文）高蛋白質摂取が骨格筋機能に及ぼす影響～グルカゴンを介した臓器間相互作用～

研究課題名（英文）The effect of a high protein diet on skeletal muscle function-interaction between organs mediated by glucagon-

研究代表者

清野 祐介 (Seino, Yusuke)

藤田医科大学・医学部・准教授

研究者番号：80534833

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：通常食を負荷したマウスと比較して1週間高蛋白質食を負荷したマウスでは、摂食量の低下により脂肪重量、骨格筋重量の低下を来したため、骨格筋繊維の縮小化を認めた。高蛋白質食負荷マウスでは、グルカゴン分泌が促進し、肝臓でのアミノ酸代謝が亢進したため、通常食負荷マウスと比較して分岐鎖アミノ酸以外の血中アミノ酸濃度の上昇は起こらなかった。一方、すべての血中アミノ酸濃度が上昇するGCGKOマウスの前脛骨筋では、対照マウスと比較して筋肥大がおき、遅筋優位の a型繊維の割合が減少し、速筋優位の b型繊維の割合が増加し、握力も増加した。筋合成の亢進にはIGF1-Aktシグナルが関わっていた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者糖尿病ではサルコペニアの有病率が高く、蛋白質摂取量を多くすることが推奨されている。本研究で(1)蛋白質摂取量が多くてもグルカゴン分泌・作用の亢進のため筋合成にはあまり効率ではないこと(2)糖尿病治療として注目されているグルカゴンの作用遮断は、血糖値改善のみならず血中アミノ酸濃度の上昇を起こし、老化とともに問題となる筋肉量、特に速筋量の減少を予防できる可能性があることが明らかとなり、これらの結果より蛋白質摂取時はグルカゴン作用を減弱するような薬剤の併用にて高齢者糖尿病の筋肉委縮を軽減できると考えられる。

研究成果の概要（英文）：Mice fed a high-protein diet for one week showed decreased adipose tissue weight and skeletal muscle mass due to reduced food intake in comparison with mice fed normal chow. In mice fed a high-protein diet, glucagon secretion was promoted and amino acid metabolism in the liver was enhanced, so plasma amino acid concentrations except for branched-chain amino acids were not elevated in comparison with mice fed a normal diet. On the other hand, glucagon-deficient (GCGKO) mice, which display hyperaminoacidemia, showed increased lean mass, muscle fiber hypertrophy caused by enhancement of the IGF1-Akt signal, and a decreased ratio of type IIA fibers, which are mostly slow-twitch, and an increased ratio of type IIB fibers, which are mostly fast-twitch, in the tibialis anterior compared to control mice. Accordingly, GCGKO mice show increased grip strength.

研究分野：内分泌・代謝・栄養学

キーワード：グルカゴン アミノ酸 肝臓 筋肉 高蛋白質食 脂肪組織 プログルカゴン

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年日本では、糖尿病の高齢化に伴いサルコペニアや骨粗鬆症などの併存疾患が問題となっており、その予防のために筋肉量を維持することが推奨されている。しかしながらサルコペニアに対する根本的治療方法は現段階では存在しないため、高齢者に対しては筋肉量維持のために**蛋白質・アミノ酸**の摂取が推奨されるに留まっている。高齢者において、筋肉合成が低下していることが筋肉量減少の原因であることがよく知られている。糖尿病を有する人においては、筋肉合成に重要なホルモンであるインスリンの分泌・作用の低下のためサルコペニア有病率が増加していると考えられている。一方、糖尿病を有する人の高血糖の原因に、前述のインスリンの分泌・作用の低下のみならず**グルカゴン**の過剰分泌も寄与していることが近年報告されている。グルカゴンは主として肝臓においてアミノ酸代謝を介して糖産生を促進し血糖値を上昇させるホルモンでありインスリン作用と拮抗する。このことから**グルカゴン作用を遮断する薬剤**が新規の糖尿病治療薬として注目されている。

GIP と GLP-1 は経口摂取した栄養素の刺激で腸管内分泌細胞から分泌され膵細胞からのインスリン分泌を促進するインクレチンホルモンである。DPP-4 阻害薬は活性型 GIP、GLP-1 の量を増加しインスリン分泌を増強する薬剤として開発された。日本人においては欧米人と比較してインスリン分泌低下が顕著であることや高齢の糖尿病患者においては、低血糖による認知機能低下や不整脈の発現が懸念されることからグルコース応答性インスリン分泌を促進し単独では低血糖を起こしにくい DPP-4 阻害薬が日本人の糖尿病でしばしば使用される。近年、DPP-4 阻害薬による耐糖能改善の機序として**グルカゴン分泌抑制が注目されている**。興味深いことに、**高齢 2 型糖尿病患者において筋肉量維持に DPP-4 阻害薬が有効であることが報告された** (Bouchi R. Diabetes Metab Res Rev 2018)。申請者らは、DPP-4 阻害薬による**筋肉量維持にグルカゴン抑制が関与しているのではないかと考えた**。

### 2. 研究の目的

申請者らは、これまでグルカゴン・GLP-1 をはじめとするすべてのプログルカゴンに由来するペプチドを欠損する**グルカゴン欠損マウス(GCGKO)**の糖、アミノ酸代謝に関する検討を行ってきた(Hayashi Y. Mol Endocrinol 2009, Watanabe C. Diabetes 2012, Sugiyama C. PLoS One 2012, Fukami A and Seino Y. Diabetes 2013, Takagi Y. PLoS One 2015, Iida A. Diabetologia 2016)。その結果、**グルカゴン欠損マウスにおいてアミノ酸を基質とした糖新生が減弱しており、肝臓ならびに血中のアミノ酸濃度が上昇することを明らかにしている**(Watanabe C. Diabetes 2012)。従来は食事由来の**蛋白質・アミノ酸**が筋肉合成に重要であるとされていたが、申請者らは**血中のアミノ酸濃度が筋肉合成に影響を与えるのではないかと考えた**。そこで、高蛋白質食負荷と GCGKO の血中アミノ酸濃度の増加が認められる 2 つの**血中アミノ酸濃度増加モデル**において骨格筋の形態や機能は異なるとの仮説をたてて、骨格筋に及ぼす影響を明らかとすることを本研究の目的とした。

### 3. 研究の方法

GCGhetero(対照)マウス、GCGKO マウスに、通常食(炭水化物含有量 59%、蛋白質含有量 18%、脂質含有量 23%)または、高蛋白質食(炭水化物含有量 15%、蛋白質含有量 62%、脂質含有量 23%)を 1 週間与えた後(生後 13 週マウス)下記の検討を行う。

血中アミノ酸、グルカゴン、インスリン値、FGF21、コルチコステロン、血糖値測定。

摂食量・各重量測定。

肝臓の遺伝子解析。

肝臓の中性脂肪・グリコーゲン含有量測定。

骨格筋に関しては

1. 重量測定をはじめとする形態学的解析
2. 遺伝子解析
3. メタボローム解析
4. トレッドミル負荷試験を用いた運動耐性の検討

#### 4. 研究成果

通常食を負荷したマウスと比較して1週間高蛋白質食を負荷したマウスでは、摂食量の低下により脂肪重量、骨格筋重量の低下を来したため、骨格筋繊維の縮小化を認めた。高蛋白質食負荷マウスでは、通常食を負荷したマウスと比較して、対照マウス、GCGK0マウスともに血糖値・血清FGF21値が低く、コルチコステロン値は高かった。高蛋白質食負荷対照マウスでは、通常食を負荷した対照マウスと比較して血清グルカゴン値の上昇を認めた。高蛋白質食負荷マウスでは、通常食を負荷したマウスと比較して、肝臓におけるアミノ酸代謝関連遺伝子発現が上昇していたが、特に対照マウスで上昇が顕著であった。高蛋白質食負荷対照マウスでは、通常食を負荷した対照マウスと比較して血清分岐鎖アミノ酸濃度の上昇を認めたもののそれ以外のアミノ酸の血中濃度の上昇は見られなかった。一方、高蛋白質食負荷GCGK0マウスでは、通常食を負荷したGCGK0マウスと比較してすべての血清アミノ酸濃度の著しい上昇がみられた。高蛋白質食負荷マウスでは、通常食を負荷したマウスと比較して対照マウス、GCGK0マウスともに肝臓における中性脂肪・グリコーゲン含有量の低下を認めた。これらのことから、高蛋白質食負荷では、糖質含有量が少なく肝臓でのアミノ酸代謝亢進による糖産生が血糖値維持に重要であり、肝臓でのグルカゴン作用が関与していることが明らかとなった。また分岐鎖アミノ酸に関しては肝臓では代謝されないため、高蛋白質食で血中濃度上昇がグルカゴン作用非依存的に起きていることも明らかとなった。

次に、通常食摂取した対照マウスとGCGK0マウスで解析を行った。GCGK0マウスは対照マウスと比較して脂肪重量は変わらなかったが、肝臓・骨格筋など除脂肪重量が重かった。GCGK0マウスでは対照マウスと比較して、握力は増加するもののトレッドミルによる運動耐容能は低下していた。GCGK0マウスの腓腹筋と大腿四頭筋では対照マウスと比較してセリン・スレオニン・アスパラギン酸・アルギニンなど一部のアミノ酸の含有量が増加していたが分岐鎖アミノ酸の含有量は変わらなかった。GCGK0マウスの前脛骨筋では、対照マウスと比較して筋肥大がおき、遅筋優位のa型繊維の割合が減少し、速筋優位のb型繊維の割合が増加した。GCGK0マウスの前脛骨筋では対照マウスと比較して*Igf1*のmRNAが増加し、western blot法にてAktのリン酸化が亢進していた。すなわちGCGK0における筋合成の亢進にはIGF1-Aktシグナルが関与していると考えられた。これらのことから高アミノ酸血症を示すGCGK0マウスは筋合成の促進と、中間筋の速筋化がおこっていることが明らかになった。

高齢者糖尿病ではサルコペニアの有病率が高く、蛋白質摂取量を多くすることが推奨されている。本研究で(1)蛋白質摂取量が多くてもグルカゴン分泌・作用の亢進のため筋合成にはあまり効率ではないこと(2)糖尿病治療として注目されているグルカゴンの作用遮断は、血糖値改善のみならず血中アミノ酸濃度の上昇を起し、老化とともに問題となる筋肉量、特に速筋量の減少を予防できる可能性があることが明らかとなった。これらの結果より蛋白質摂取時はグルカゴン作用を減弱するような薬剤の併用にて高齢者糖尿病の筋肉委縮を軽減できると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 8件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Seino Yusuke, Yamazaki Yuji	4. 巻 13
2. 論文標題 Roles of <scp>glucose dependent</scp> insulinotropic polypeptide in <scp>diet induced</scp> obesity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Diabetes Investigation	6. 最初と最後の頁 1122 ~ 1128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jdi.13816	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 Takagishi Maki, Aleogho Binta Maria, Okumura Masako, Ushida Kaori, Yamada Yuichiro, Seino Yusuke, Fujimura Sayoko, Nakashima Kaoru, Shindo Asako	4. 巻 32
2. 論文標題 Nutritional control of thyroid morphogenesis through gastrointestinal hormones	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 1485 ~ 1496.e4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2022.01.075	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 Yabe Daisuke, Kawamori Dan, Seino Yusuke, Oura Tomonori, Takeuchi Masakazu	4. 巻 25
2. 論文標題 Change in pharmacodynamic variables following once weekly tirzepatide treatment versus dulaglutide in Japanese patients with type 2 diabetes ( <scp>SURPASS</scp> J mono substudy)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Diabetes, Obesity and Metabolism	6. 最初と最後の頁 398 ~ 406
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/dom.14882	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 Ueno S, Seino Yus, Hidaka S, Maekawa R, Takano Y, Yamamoto M, Hori M, Yokota K, Masuda A, Himeno T, Tsunekawa S, Kamiya H, Nakamura J, Kuwata H, Fujisawa H, Shibata M, Takayanagi T, Sugimura Y, Yabe D, Hayashi Y, Suzuki A	4. 巻 14
2. 論文標題 High Protein Diet Feeding Aggravates Hyperaminoacidemia in Mice Deficient in Proglucagon-Derived Peptides	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 975 ~ 975
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu14050975	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 Ueno Shinji, Seino Yusuke, Hidaka Shihomi, Nakatani Masashi, Hitachi Keisuke, Muraio Naoya, Maeda Yasuhiro, Fujisawa Haruki, Shibata Megumi, Takayanagi Takeshi, Iizuka Katsumi, Yabe Daisuke, Sugimura Yoshihisa, Tsuchida Kunihiro, Hayashi Yoshitaka, Suzuki Atsushi	4. 巻 14
2. 論文標題 Blockade of glucagon increases muscle mass and alters fiber type composition in mice deficient in proglucagon derived peptides	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Diabetes Investigation	6. 最初と最後の頁 1045 ~ 1055
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jdi.14032	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 Takahashi Yuya, Fujita Hiroki, Seino Yusuke, Hattori Satoko, Hidaka Shihomi, Miyakawa Tsuyoshi, Suzuki Atsushi, Waki Hironori, Yabe Daisuke, Seino Yutaka, Yamada Yuichiro	4. 巻 14
2. 論文標題 Gastric inhibitory polypeptide receptor antagonism suppresses intramuscular adipose tissue accumulation and ameliorates sarcopenia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle	6. 最初と最後の頁 2703 ~ 2718
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jcsm.13346	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 Moyama Shota, Yamada Yuichiro, Makabe Noboru, Fujita Hiroki, Araki Atsushi, Suzuki Atsushi, Seino Yusuke, Shide Kenichiro, Kimura Kyoko, Murotani Kenta, Honda Hiroto, Kobayashi Mariko, Fujita Satoshi, Yasuda Koichiro, Kuroe Akira, Tsukiyama Katsushi, Seino Yutaka, Yabe Daisuke	4. 巻 15
2. 論文標題 Efficacy and Safety of 6-Month High Dietary Protein Intake in Hospitalized Adults Aged 75 or Older at Nutritional Risk: An Exploratory, Randomized, Controlled Study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 2024 ~ 2024
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu15092024	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 Iizuka Katsumi, Sato Hiroko, Kobae Kazuko, Yanagi Kotone, Yamada Yoshiko, Ushiroda Chihiro, Hirano Konomi, Ichimaru Satomi, Seino Yusuke, Ito Akemi, Suzuki Atsushi, Saitoh Eiichi, Naruse Hiroyuki	4. 巻 15
2. 論文標題 Young Japanese Underweight Women with “Cinderella Weight” Are Prone to Malnutrition, including Vitamin Deficiencies	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 2216 ~ 2216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu15092216	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23件（うち招待講演 7件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 上野 慎士, 清野 祐介, 酒井 志保美, 高柳 武志, 梶村 益久, 林 良敬, 鈴木 敦詞
2. 発表標題 高蛋白質食負荷におけるグルカゴンの各臓器に対する作用の検討
3. 学会等名 第65回日本糖尿病学会年次学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢部 大介, 河盛 段, 清野 祐介, 大浦 智紀, 竹内 雅和
2. 発表標題 日本人2型糖尿病患者におけるGIP/GLP-1受容体作動薬チルゼパチドの食後代謝パラメータ、血糖変動及び体組成への影響
3. 学会等名 第65回日本糖尿病学会年次学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 清野祐介, 上野慎士, 林良敬, 鈴木敦詞
2. 発表標題 栄養素摂取後のインクレチン分泌機構
3. 学会等名 第65回日本糖尿病学会年次学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 林良敬, 清野祐介, 上野慎士, 鈴木敦詞
2. 発表標題 アミノ酸代謝の恒常性維持とグルカゴン
3. 学会等名 第65回日本糖尿病学会年次学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木 敦詞, 矢部大介, 清野祐介, 室谷健太, 伊藤明美, 北谷直美, 西村佳代子, 藤田浩樹, 中山眞紀, 武政睦子, 幣健一郎, 牧野真樹, 飯塚勝美, 傍島裕司, 長嶋一昭, 加藤大也, 黒江彰, 柏原直樹, 山田祐一郎, 清野裕
2. 発表標題 生活習慣病を伴う複数疾患を有する高齢者に対する栄養療法支援アプリ作成に関する研究
3. 学会等名 第65回日本糖尿病学会年次学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上野 慎士, 清野 祐介, 林 良敬, 鈴木 敦詞
2. 発表標題 高蛋白質食負荷におけるグルカゴン作用の検討～グルカゴン欠損マウス の解析から～
3. 学会等名 第9回日本糖尿病協会年次学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上野 慎士, 清野 祐介, 鈴木 敦詞
2. 発表標題 2型糖尿病に低糖質高蛋白質食は推奨できるか
3. 学会等名 第96回日本糖尿病学会中部地方会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 劉 彦言, 土田 宏美, 飯塚 勝美, 窪田 創大, 堀川 幸男, 桑田 仁司, 藤原 結花, 清野 祐介, 林 良敬, 清野 裕, 矢部 大介
2. 発表標題 「食べる順番」の効果発現機序解明に向けて
3. 学会等名 第96回日本糖尿病学会中部地方会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 清野 祐介, 鈴木 敦詞
2. 発表標題 これからの糖尿病治療薬
3. 学会等名 第96回日本糖尿病学会中部地方会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤 明美, 清野 祐介, 鈴木 敦詞
2. 発表標題 種々の疾患を併せ持つ患者に対する栄養療法に関する最近の知見と栄養食事指導の今後の課題
3. 学会等名 第26回日本病態栄養学会年次学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 上野慎士、清野祐介、酒井志保美、中谷直史、土田邦博、林良敬、鈴木敦詞
2. 発表標題 高アミノ酸血症が骨格筋に与える影響 ~ グルカゴン欠損マウスの解析 ~
3. 学会等名 第26回日本病態栄養学会年次学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 上野慎士、清野祐介、酒井志保美、高柳武志、 梶村益久、林良敬、鈴木敦詞
2. 発表標題 高蛋白質食負荷における グルカゴンの役割の検討
3. 学会等名 第24・25回日本病態栄養学会年次学術集会
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 清野祐介
2. 発表標題 ホルモンから考える適切な糖質摂取の方法とは
3. 学会等名 第24・25回日本病態栄養学会年次学術集会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yusuke Seino
2. 発表標題 Analysis of GIP secretion and action by carbohydrate intake
3. 学会等名 The 11th International Congress of Diabetes and Metabolism and The 13th AASD Scientific Meeting（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上野慎士、清野祐介、酒井志保美、村尾直哉、中谷直史、土田邦博、林良敬、鈴木敦詞
2. 発表標題 グルカゴン欠損（GCGKO）マウスにおける高アミノ酸血症が骨格筋に与える影響
3. 学会等名 第66回日本糖尿病学会年次学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 劉彦言 土田宏美 飯塚勝美 窪田創大 堀川幸男 桑田仁司 藤原結花 清野祐介 林良敬 清野裕 矢部大介
2. 発表標題 「食べる順番」の効果発現機序解明に向けて
3. 学会等名 第66回日本糖尿病学会年次学術集会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yusuke Seino
2. 発表標題 GIP-based therapy in type 2 diabetes
3. 学会等名 IDF-WPR Congress 2023/15th Scientific Meeting of AASD (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 原田歩実 浅井志歩 伊藤明美 秋元柊 清野祐介 飯塚勝美 鈴木敦詞
2. 発表標題 糖尿病かつサルコペニア肥満を有する高齢者への栄養相談による食事摂取状況と体組成の変化について
3. 学会等名 第10回日本糖尿病協会年次学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 上野 慎士 清野 祐介 酒井志保美 村尾 直哉 中谷 直史 土田 邦博 林 良敬 鈴木 敦詞
2. 発表標題 高アミノ酸血症が骨格筋に与える影響について～グルカゴン欠損 (GCGKO) マウスを用いた解析
3. 学会等名 第10回日本糖尿病協会年次学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高柳武志 上村昂斉 浅井志歩 原田歩実 岩井京子 角沖寛聡 初野麻佑 小出晴香 中島優華 山口 健介 重康裕紀 西田康貴 蟹江沙弓 松尾悠志 上野慎士 布施娑智穂 森川理佐 轟木秀親 浅田陽平 平塚いづみ 植田佐保子 垣田彩子 四馬田恵 清野祐介 早川伸樹 鈴木敦詞
2. 発表標題 高齢2型糖尿病患者におけるサルコペニア・骨粗鬆症の評価と栄養・運動指導—DOS Study (Diabetic OsteoSarcopenia study)
3. 学会等名 第10回日本糖尿病協会年次学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 清野祐介 鈴木敦詞
2. 発表標題 GIP作用から考えるGIP/GLP-1受容体作動薬
3. 学会等名 第97回日本糖尿病学会中部地方会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 浅田陽平 高柳武志 上村昂斉 浅井志歩 原田歩実 岩井京子 角沖寛聡 蟹江沙弓 布施崇智穂 轟 木秀親 松尾悠志 上野慎士 平塚いづみ 植田佐保子 垣田彩子 四馬田恵 清野祐介 早川伸樹 伊藤明美 鈴木敦詞
2. 発表標題 高齢2型糖尿病患者に対するサルコペニア・骨粗鬆症の評価と治療介入 中間報告
3. 学会等名 第27回日本病態栄養学会年次学術集会（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Yusuke Seino
2. 発表標題 Metabolic effects of nutrition intake mediated by intestinal hormones and glucagon
3. 学会等名 Asian Islet Biology and Incretin Research Association 2024 symposium（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 上野 慎士, 清野 祐介, 鈴木 敦詞	4. 発行年 2023年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 2
3. 書名 総合診療	

〔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
研究協力者	林 良敬  (Hayashi Yoshitaka)		

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