

令和 5 年 6 月 22 日現在

機関番号：13501

研究種目：挑戦的研究（開拓）

研究期間：2018～2022

課題番号：18H05315・20K20334

研究課題名（和文）近未来のWise Mothers & Fathers育成：子供の栄養改善への挑戦

研究課題名（英文）The Challenge of Improving Child Nutrition: Raising Wise Mothers & Fathers Near Future:

研究代表者

宮本 和子（MIYAMOTO, Kazuko）

山梨大学・大学院総合研究部・教授

研究者番号：60295764

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 19,600,000円

研究成果の概要（和文）：1. 実現した成果：1) 身体計測を継続的に実施し、体格の実態を把握、事業終了後も身体計測が継続、2) 子ども達とその保護者に栄養学習を実施、3) 日常食される伝統食の栄養分析と低栄養による次世代へのリスクの示唆、4) カ-日の小学生の交流学習の実施と日本の小学校での食育研究の実施。
2. 計画修正により目標達成された成果：1) 子どもの下痢の原因となる飲料水大腸菌群汚染実態の把握、2) COVID-19流行終息後の子どもたちの健康調査、3) 子どもの栄養・健康課題解決につながる学際的研究の開始。
3. COVID-19流行で中止となった研究が複数あり、「子供たち主体の栄養改善モデル」の提示は実現できなかった

研究成果の学術的意義や社会的意義

1. 学術的意義：1) カンボジア初の農村部就学児童・生徒の体格（身長・体重）の継続測定結果を得た、2) 現実に食されているカンボジア伝統食の栄養学的分析結果の提示、3) 慢性低栄養が次世代に及ぼすリスクの示唆を得た、4) 子どもたちの低体重や成長不良の一因である下痢症の原因である「飲料水の大腸菌群汚染」実態の把握、など多くの学術的成果を得た。
2. 社会的意義：1) 学校と地域住民（保護者・地方行政）との協働で子どもたちの健康・成長改善の可能性を検討できた、2) 子ども達の健康・栄養課題を学校教員や保護者と共有、地域課題として解決が必要なことを、関係者と共有できた、3) 学際的研究開始のきっかけとなった

研究成果の概要（英文）：1. Achieved results: 1) Continuous measurements of body to grasp the actual condition, and the measurements has been continued after the completion of the project; 2) Nutrition education was conducted for children and their parents; 3) Nutrition analysis of traditional foods eaten daily suggested risks to the next generation due to low nutrition; 4) Exchange study between Cambodia and Japanese primary school students was conducted and nutrition education research was conducted at Japanese primary schools.

2. Achieved outcomes as a result of the plan revision: 1) Identification of the actual situation of coliform group contamination of drinking water that causes diarrhea in children, 2) Health survey of children after the COVID-19 pandemic is over, 3) Initiation of interdisciplinary research to solve children's nutrition and health issues.

3. Several studies were discontinued due to the COVID-19 pandemic, and the suggestion of a "child-centered nutrition could not be realized.

研究分野：国際保健

キーワード：子どもの栄養 子どもの体格 低栄養の次世代への影響 住民参加型活動 学際的研究 カンボジア

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2000年からカンボジア農村部で地域保健活動に従事し、「乳幼児の体重測定が実施されていない」「保護者が低体重の現実を知らない」等の実態を目にした。12年間継続した研究結果は、乳児期から始まる低栄養が慢性的に進行し、学童期、思春期、成人期まで継続していることを示していた。カンボジア政府の調査でも僻地の子どもの低栄養が問題とされ続けているが、具体的な栄養改善活動は取組まれていない。近年は母親の出稼ぎや食の変化が影響し、悪化傾向さえ見られていた。日本でも厚生労働省が「発育・発達の重要な時期にありながら、栄養素摂取の偏り、朝食の欠食、小児期における肥満の増加、思春期におけるやせの増加など、問題は多様化、深刻化し、生涯にわたる健康への影響が懸念される」と述べていた。開発途上国のカンボジアと先進国の日本の子どもたちが共通して「栄養問題」という健康課題を持つことは、栄養問題の普遍性と解決困難性を示すと同時に、日本—カンボジアの子どもたちが、互いの課題を共有し合うことで、これまでにない解決可能性を提示できるのではないかと考え、本研究の構想に至った。

2. 研究の目的

栄養問題は単なる健康課題ではなく「社会病理」の結果でもある。開発途上国と先進国とに共通する複雑・深刻、かつ将来にわたって影響の大きな課題をどう防ぎ、また改善していくことが可能なのか。栄養問題というテーマを通して「当事者である子どもたち自身が、自分たちの健康な未来をつくる」取組みの可能性を検証する。

3. 研究の方法

1) カンボジア：農村部での調査・活動

【対象地域】カンボジア南部・カンポット県の1集合村地域、人口約3,500人

【主たる対象者】集合村内の小学校5校・中学校1校の児童・生徒

【実施内容】研究者は半年毎に調査地訪問。トレーニング、モニタリング等実施。内容は[1]児童・生徒の健康基礎調査、[2]児童・生徒とその家族と教職員対象の家庭栄養調査、[3]食生活アンケート、[4]カンボジア伝統食等の栄養成分分析(基準レシピによる栄養価)、[5]教材開発、[6]児童・生徒・教職員への栄養教育・食育教育の実施、[7]ボランティア児童・生徒による自主的栄養改善活動の試行、[8]「小遣い帳記録」による問題把握、[9]日本の子どもたちとの相互学習、[10]児童・生徒が中心となって実施可能な栄養改善活動プログラム検討(番号は下記、成果報告の番号と一致)。

2) 日本：山梨県での調査＝学校での実態調査と食育活動

【対象地域】：山梨県甲府市・中央市・昭和町

【主たる対象者】：複数の小中学校を対象とし、そこに在籍する児童・生徒。複数クラスに在籍する100~200人程度。

【実施内容】：対象地域内で「協力校」を募り、各学校・地域の特徴に合わせて食育活動を介した調査を各学校の教員・栄養教諭との協力の下、実施する。

3) カンボジア—日本の子どもたちの交流：日本、カンボジアの子どもたちの課題事例を相互に提供し合い、事例交流会とインターネットを介し、カンボジアと日本の学校が1対1でつながり、お互いの活動報告、情報交換と意見交換等を行うネット交流会。

4) 研究総括：研究プロセスの検証と「子供たち主体の栄養改善モデル」の提示：調査や活動プロセスを検証し、子供たちを中心に学校保健と地域が連携した「栄養改善活動モデル」を検討。

4. 研究成果

2020年度と2021年度はCOVID-19流行の影響で日本人研究者はカンボジアに渡航できず、現地調査を実施できなかった。カンボジアの学校は2019年3月~から1年近く、全国的にほぼ休校状態で活動計画遂行が困難であった。また、住民が計画立案した(2019年2~3月)子どもの栄養改善に向けた各種地域活動も、住民集会が禁止または制限されたため、ほぼ実施できなかった。モデル活動検証の対象としていたモデルクラスの子どもたちは2021年8月に卒業したため、対象としての継続も困難となった。このように多くの調査・研究が中断・中止を余儀なくされたため、研究期間を1年延長し目的達成やCOVID-19流行により悪化した子どもの健康課題への対応研究実施のため2023年3月まで研究を継続した。以上を経た研究の成果を報告する。

研究1) カンボジア農村部での各種調査結果：当初計画の実施とその成果

[1]カンボジア子どもの健康調査＝「身体計測」による成長モニタリング(代表・宮本;分担・平山)

カンボジア農村部では学校保健活動は無く、身体計測も実施されていなかった。調査導入前に、計測に関する各種説明や実施方法、成長曲線への記録方法、BMI計算方法のトレーニングを教員および高学年生徒に実施した。その後3か月に1回ずつ継続的に測定した(2019年3月まで)。図1, 2にその結果の代表的な例を提示した。並行して非観血的ヘモグロビン測定による貧血調査を実施した。全体として男女とも、身長・体重共に、平均値以下に8割程度、-2SD以下に3割程度の児童生徒が分布していた。慢性的な低栄養の指標となる低身長も男女ともに見られ、特に小学校高学年~中学校年齢層になるにつれ増加する傾向が見られた。子どもたちは長期に低栄

養状態にあり、結果として低体重、そして低身長となっていることが伺える。顕著な低ヘモグロビン値は見られなかった。モデル小学校では教員が協力し、2023年度も計測を継続している。

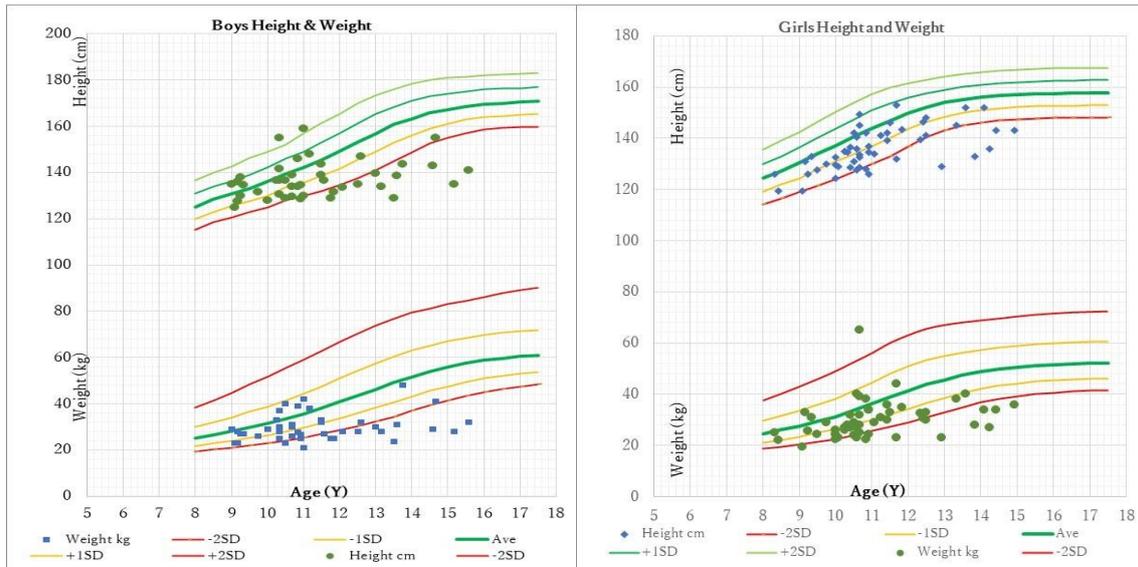


図1 男児身長・体重

図2 女児身長・体重

[4] カンボジア伝統食栄養分析

4-1 **クメール料理レシピを活用した栄養価の測定**：現地で食べられている6種について、料理本に掲載のレシピを用いて栄養価計算した「基準レシピ栄養価」と、そのレシピを用いて試作し加熱調理後の重量を用いて栄養価計算した「調理後栄養価」を比較した。脂質が過小評価され、これに伴いエネルギー量も過小評価された。食物繊維量、食塩相当量も過小評価され、過大評価される栄養素はなかった。これらの知見を用いてカンボジア現地での調査を実施した(分担・針谷)。

4-2 **カンボジア現地のクメール料理の栄養価測定結果**：屋台料理として「肉類の入った米麺料理」「鶏粥」「鶏飯」、炒め物2種類、煮物1種類、スープ3種類、主食の白飯を用い(図3)、栄養価を測定し推定量を設置し、1日の摂取栄養量と日本人の食事摂取基準を比較した。エネルギーに占める脂質が多く、炭水化物が少ないことが明らかになった。油脂量4-1で得られた知見から過小評価の可能性が高いため、実際の摂取量はさらに多いと考えられる。食物繊維も不足していた。カルシウムおよび鉄の不足は見られなかった。またビタミンAの過剰摂取、スープや炒め物の汁を全量摂取したと仮定すると食塩の過剰摂取の可能性も見出された。屋台には卓上調味料が豊富にあり、その使用によりさらなる過剰摂取も疑われる(分担・針谷)。

4-3 **妊娠期からの低栄養が及ぼす影響に関する実験研究**：カンボジアの農村家庭での食事調査や伝統食分析を元に、妊娠期のタンパク質不足、ビタミン不足(魚肉類摂取時に不足しがちなコリン)、高塩分が引き起こす健康被害の可能性を迅速調査し、より課題を明確にするための動物実験を実施した。その結果、カンボジアの妊娠期に観察される低タンパク質、低ビタミン、高塩分食は、生まれた子供の発育遅延、生活習慣病の発症リスクを増大させる可能性が示唆された(分担・望月)。

i) **妊娠期の低タンパク質、低ビタミン栄養の影響分析**：胎生期タンパク質制限は仔獣の成長遅延をもたらすが、加えてコリンを制限することによって、肝臓中の脂肪合成が活発になり脂肪肝炎発症のリスクが増大する可能性が示唆された。

タンパク質・重度コリン制限食群の肝臓と腸間膜重量は、タンパク質制限食群と比較して高く、肝臓中の中性脂肪量は高い傾向にあった。組織科学解析より、肝臓中脂肪滴面積と膠原繊維の面積はタンパク質・重度コリン制限食群でタンパク質制限食群と比較して有意に高かった。タンパク質・重度コリン制限食群では脂肪酸及び中性脂肪合成関連遺伝子、β酸化関連遺伝子、炎症関連遺伝子のmRNA発現量が、タンパク質制限食群と比較して有意に高かった。CidecのヒストンH3アセチル化が、タンパク質制限食群では転写領域において対照食群と比較して有意に低く、タンパク質・コリン制限食群ではプロモーター領域と転写領域で対照群と比較して有意に高かった。胎生期のタンパク質・コリンの不足によって肝臓中での代謝関連遺伝子、脂肪合成遺伝子や炎症関連遺伝子の発現が活性化し、その結果、脂肪肝炎の発症が促進されることが示唆された。代謝遺伝子の胎生期のタンパク質・コリンの不足による発現増大にはヒストンH3のアセチル化が関与していることが明らかとなった。

ii) **妊娠期の塩分の過不足**：胎生期塩分過剰、塩分低下ともに代謝経路の遺伝子の発現低下が一因となり発育遅延を誘導する可能性が示唆された。

72日齢のオスの仔獣において、高塩分食群における体重、腸間膜脂肪重量、体重比腸間膜脂肪重量が対照食群と比較して有意に低かった。低塩分食群における体重、肝臓重量、体重比肝臓重量、血清インスリン濃度が対照食群と比較して有意に低かった。72日齢の仔獣の肝臓における解糖系関連遺伝子および脂質合成遺伝子のmRNA発現量が、高塩分食群において、対

照食群と比較して有意に低かった。低塩分食群において、解糖系関連遺伝子および脂質合成遺伝子の mRNA 発現量が、対照食群と比較して有意に低かった。

[6] 栄養教育・食育教育の実施（[5]教材開発含む）（代表・宮本;分担・平山）

カンボジアの小学校のテキストを見ると 1, 2, 5, 6 年生にて栄養や食事、健康に関する記載がある。しかし、5, 6 年生に確認してもこれらの知識や理解がある様子はうかがえなかった。そこでカンボジア農村で容易に入手できる食材の写真を活用し、3 大栄養素をバランスよく食べるための栄養学習を実施した（図 4）。子どもたちは各食材がどのような栄養を持っているか初めて知る機会となった。なぜバランスよく食べないといけないのか、特にビタミンやミネラルの働きを理解するための劇が効果的であった。

[7] ボランティア児童・生徒による自主的栄養改善活動の試行（代表・宮本;分担・平山）

学校での身体計測結果（上記[1]）と過去の乳幼児体重モニタリングの結果報告会（栄養教育含む）を子どもたち居住する村で継続的に開催し、保護者や住民リーダーが参加した。子どもと地域住民が複数のグループに分かれ、それぞれが課題抽出と課題解決のための活動計画を作成した（乳幼児体重測定を村で実施する、タンパク質不足の解決のための小規模淡水魚養殖、など）。2019 年 3 月に一部準備を開始したが、COVID-19 流行で立案した計画は実施できなかった。

[8]「小遣い帳記録」による問題把握（代表・宮本;分担・平山）

日本で使用されている小遣い帳（「知るぽると」金融広報中央委員会）のクメール語版を作成し、子どもたちに説明、継続できた子どもたちは達成シールがもらえる形で記録活動を開始した（2019 年 2 月）。COVID-19 流行により十分な継続はできなかったが、活用した子どもたちからは「スナック菓子購入に沢山お金を使っていたことに気づいた」「どう使うか考えるようになった」「無駄遣いに気づけた」などの声が上がった（図 5）。2023 年 3 月時点でも少数の子どもたちが継続使用していた。

1) の内で、計画したが、COVID-19 流行の影響で実施できなかったもの（一部は他の調査・研究と併せて実施したもの）：[2] 児童・生徒とその家族と教職員対象の家庭栄養調査、[3] 食生活アンケートは児童生徒の読解力が想定以上に低く、アンケート作成に時間を取られた、[9] 日本の子どもたちとの相互学習は一部を下記 3) と合わせて実施、[10] 児童・生徒による実施可能な栄養改善活動プログラム検討については、必要プロセスを踏めず、実施できなかった。



左:図 3 市場の食品調査; 上:図 4 栄養学習;
右:図 5 こづかい帳

2) 日本：山梨県での調査＝学校での実態調査と食育活動（分担・針谷）

母親の妊娠前の体格と食育への関心との関連：妊娠前の母親の BMI が $18.5\text{kg}/\text{m}^2$ 未満（低 BMI）では、妊娠前の母親の BMI と子どもの出生体重との間に正の関連が見られ ($R=0.604$)、妊娠前低 BMI の母親から生まれた児は、妊娠前の BMI が $18.5\text{kg}/\text{m}^2$ 以上（普通 BMI）の母親から生まれた児よりも、1 歳 6 か月健診時の体重が低かった ($P=0.049$)。また、妊娠前低 BMI の母親から生まれた児は離乳の完了時期が早い割合が高く ($r = 0.737$)、家庭で実施している主な食育の種類が少ない傾向にあった。一方で、妊娠前低 BMI の母親の家庭では「好き嫌いをなく食べること」「残さず食べること」の食育に力を入れており、児の成長に直接の食育に関心が高いと推測される。

3) カンボジアー日本の子どもたちの交流（代表・宮本;分担・平山）：日本の小学校 1 校とカンボジアの小学校 1 校の子どもたちが 2019 年 6 月～2022 年 8 月まで、ライブ Web 交流会や文書交流を実施した。当初予定の栄養や健康関連の情報交換までは到達できなかったが、双方の子どもたちが自分たちの学校生活や暮らし、遊びについて報告し合った。また双方が事前に質問を準備し、意見交換を行った。カンボジアの子どもたちの卒業時には、日本の小学生からお祝いのビデオや手作り卒業証書（一人一人の名前がクメール語で記載されたもの）が贈られた。

追加研究：COVID-19 流行の影響を受けて追加実施、形態を変えて実施したもの（現地協力者）

追 1) 貧困児童家庭への緊急農業プログラム：対象校教員とのオンライン会議の中で学童のいる家庭の内、COVID-19 流行の影響で親の失業等により急激な貧困に陥った子どもの存在を知り、子どもの栄養と生活改善を目的に 30 家族を対象に 2021 年 9 月～2022 年 8 月の 1 年間実施。

家庭菜園づくりと小規模養鶏（鶏卵を得る、雛の販売による収入）をトレーニングも含め導入した（図 6）。小規模養鶏は約 9 割の家庭で成功し、プログラム終了後も継続していた。家庭菜園は 2022 年 8 月までは約 7 割の児童が継続していたが、例年のない豪雨で畑が水没し野菜が全滅した。小規模の家庭菜園でも家族が日常食べる分の野菜を得られる、小規模養鶏はたんぱく源と収入の両方が得られる可能性が確認された。また、子どもたちに毎日活動日誌を記録してもらったが、学校教員からは子どもたちの書く力が向上したという評価を得た。

追 2) 良い土づくりを目指す「液肥」普及のための試行(分担・片岡):家庭菜園が 1 年を通じ、雨季・乾季に左右されず、一定の収穫を得るためには土壌改善が必要と考え、2022 年 8 月より取り組み開始（図 7）。2023 年 3 月に試験農場を作り経過観察中である（他研究費による）。

追 3) 飲料水大腸菌群調査(代表・宮本、大学院生研究補助員・伊藤):COVID-19 流行の影響で手洗いや環境衛生に関心が高まった。また、以前の調査で下痢が幼児の低体重の理由に挙がるが多かったことから、飲料水大腸菌群培養調査を実施した（13 例）。家庭用飲料水水源は天水（水瓶に保存）、池（地下水の汲み上げのある者含む）、堀井戸（深さ 30m 程度）だった。水源の多くから大腸菌群が検出されたが、飲用する前に煮沸、またはセラミックフィルターろ過などの処理をしている家庭がほとんどで、処理後の大腸菌群は 0 となった。しかし、その後の保管過程や飲用容器の汚染などにより、飲用時は 1 例を除いて全て大腸菌群の再汚染がみられた（図 8）。また堀井戸から採取した水は大腸菌群汚染が 0 または極わずかであったが、「おいしくない」「臭い」という理由で、直接の飲用には使用されていなかった。

追 4) 就学前時～小学校低学年児童への健康調査(代表・宮本、ボランティア医師協力員・小泉):学校および住民ボランティアの協力を得て、COVID-19 流行後の子どもたちの発達・健康を概観するために、小学校付属幼稚園と小学校の協力を得て、健康調査を 54 名の子ども達（2～11 歳）を対象に実施した（図 9）。発達に大きな課題のある児は見られなかったが、3 歳から 11 歳までの 42 名中 35 名（83%）にう歯があり、多くが複数有していた。う歯の大半は歯冠部がほぼ崩壊し歯根だけが残る最重症ステージ C4 であった。児への問診では、歯磨きの習慣がない、または歯ブラシを持っていない児童が大半を占めた。年齢比で低体重、低身長傾向が伺えた。



図 6 貧困家庭への農業支援

図 7 土壌改良のための液肥試行プログラム

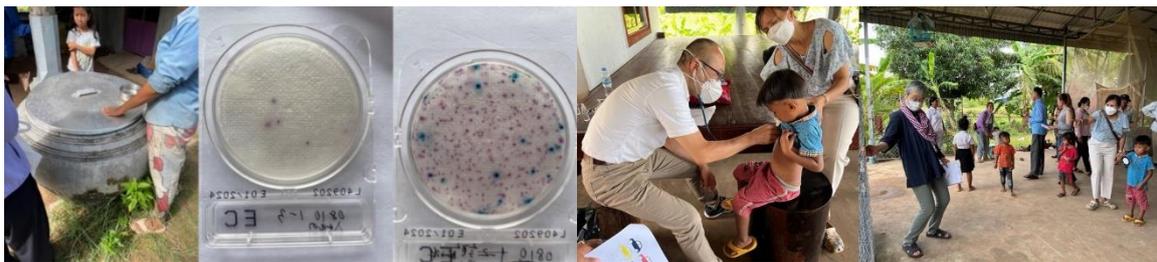


図 8 飲料水大腸菌群検査(天水用水瓶、培養結果 2 例)

図 9 子ども健診風景

4) 研究総括

本研究は、カンボジア農村部の就学児童・生徒の健康状態を継続的に、かつ包括的に調査した、貴重な研究である。特に、研究 1) -[1]の身体計測結果は学校保健にて身体計測が実施されていないカンボジア農村初の結果である（現在データ分析中）。[4]もカンボジアで実際に食されている食事の実態調査とその課題を元にした動物実験とを組み合わせた研究であり、カンボジアの思春期にある女性が慢性低栄養にあることで、次世代への様々な影響が危惧されることを示唆した貴重な結果である。

当初目的とした「子供たち主体の栄養改善モデル」の提示は COVID-19 流行により研究計画の大幅な変更を余儀なくされ、達成できなかったが、当初予定していた中心課題の解明や、計画外の多様な調査研究を追加することで、子どもたちの健康・栄養改善に想定以上の多くの示唆を得ることができた。また、包括的な調査研究が必要なことから、農業・土壌に関する調査研究、飲料水をはじめとする生活用水に関する研究につながり始めており、山梨大学を中心とした学際的な研究チームが本研究をきっかけに立ち上がったことも成果の一つと考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 岩崎三奈、相澤友香、針谷夏代、平山訓子、宮本和子、望月和樹
2. 発表標題 胎生期のタンパク質・重度コリン制限による脂肪肝発症と脂肪組織のインスリン感受性遺伝子発現との関連
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 根津歩、鈴木克弥、河角彩加、太田和希、千野未璃亜、平山訓子、望月和樹、宮本和子、針谷 夏代
2. 発表標題 クメール料理における加熱調理後食品重量からの栄養価の推定
3. 学会等名 令和3年度 山梨県栄養学術研究会 山梨県栄養士会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中千恵、芦澤稚菜、石川南、大下菜々海、小池由伊、佐藤妃南、櫻林ひかる、戸倉茉耶、長田直美、樫原伸介、瀬端淳一郎、平山訓子、望月和樹、宮本和子、針谷夏代
2. 発表標題 母親の妊娠前のBMIと食育への関心との関連
3. 学会等名 令和2年度 山梨県栄養学術研究会 山梨県栄養士会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平山訓子、宮本和子
2. 発表標題 カンボジア農村部の小中学校で身体測定を通して見えた課題
3. 学会等名 グローバルヘルス合同大会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 相澤 友香、望月 和樹
2. 発表標題 妊娠期のコリン・タンパク質制限が出生後の仔の肝臓における糖・脂質代謝に及ぼす影響
3. 学会等名 第73回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 相澤友香、針谷夏代、平山訓子、宮本和子、望月和樹
2. 発表標題 胎生期タンパク質・コリン制限が肝臓における糖・脂質代謝に及ぼす影響
3. 学会等名 第8回日本D0HaD研究会 学術集会
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
研究分担者	望月 和樹 (Mochizuki Kazuki) (80423838)	山梨大学・大学院総合研究部・教授 (13501)	
研究分担者	片岡 良太 (Kataoka Ryota) (00635104)	山梨大学・大学院総合研究部・准教授 (13501)	
研究分担者	針谷 夏代 (Hariya Natsuyo) (80732784)	山梨学院大学・健康栄養学部・准教授 (33402)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	平山 訓子 (Hirayama Noriko) (10822710)	東邦大学・看護学部・助教 (32661)	

	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	ソタ チェック (Sotha Chek)	カンボジア国立科学院	カンボジア側研究協力者
研究協力者	ウォン ソッパル (Uon Sophal)		活動地域実施責任者
研究協力者	小泉 敬一 (Koizumi Keiichi)		ボランティア協力医師

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		
カンボジア	Royal Academy of Cambodia		