

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24年 5月 28日 現在

機関番号：12201  
 研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2008～2011  
 課題番号：20380152  
 研究課題名（和文） マーカーアシスト選抜と先端生殖技術を利用したデザイナーズ家畜の生産  
 研究課題名（英文） Production of gene-designed domestic animals by combination of marker assisted selection and advanced reproductive technologies  
 研究代表者  
 吉澤 緑（YOSHIZAWA MIDORI）  
 宇都宮大学・農学部・教授  
 研究者番号：60114162

研究成果の概要（和文）：本研究は、種々の遺伝子の多型分析を行い、遺伝子組成（成長ホルモン遺伝子 GH、脂肪酸不飽和化酵素遺伝子 SCD、がん抑制遺伝子 TP53 などの遺伝子型の組み合わせ）が既知の雌牛の卵子および精子から体外受精胚を作出し、望む形質を有する子牛を効率的に生産しようと企図された。2010年10月、8個の体外作出胚を受胎雌牛1頭に各2個、4頭の雌に移植し、2頭の分娩が予定され、2011年7月21日雄1頭が無事誕生、26日の雄は死産であった。

研究成果の概要（英文）：The objective of the present study was efficient production of gene-designed calves by combination of marker assisted selection for genes (GH, SCD and TP53) expected better quality traits and advanced reproductive technologies: *In vitro* fertilization of oocytes and sperm derived from individuals having known-genetic constitution, and embryo transfer of resultants. Eight embryos derived by *in vitro* production were transferred to four recipients in autumn in 2010. Two recipients were delivered of each one calf. One gene-designed male calf was successfully born 21th July in 2011; however, other one was a still-born male calf.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	8,800,000	2,640,000	11,440,000
2009年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2010年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2011年度	1,700,000	510,000	2,210,000
年度	0	0	0
総計	14,800,000	4,440,000	19,240,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：畜産学・獣医学・応用動物科学

キーワード：ウシ、遺伝子、体外受精、マーカーアシスト、胚移植、OPU、

## 1. 研究開始当初の背景

近年の哺乳動物における生殖工学の発展は目覚しく、実験動物のマウス、ラット、ウシ、ブタなどの家畜に止まらず、ヒトの不妊症領域における治療手段としても汎用

されるようになっている。

なかでも本邦におけるウシの先端生殖技術は、世界で初めて開発された非外科的胚移植技術を端緒として、屠場卵巣から採取された未成熟卵子を用いた体外受精によ

る世界初の子牛の生産や世界初の体細胞クローン牛作出とまさに世界の先陣を切っている。特に日本には消費者の需要が高い黒毛和種に代表される和牛がおり、この和牛の生産効率を上げるために種々の先端生殖技術が活用されている。しかし、消費者の購買動向としては、遺伝子導入や体細胞クローンといった技術によって作出された畜産物を拒絶する傾向が強い。これは特に日本の消費者は食品の安心・安全に敏感であることを示しており、この消費者心理を理解した上で畜産の技術開発を進める必要がある。消費者心理に合致するものとは、人体に対する影響や安全性が未解明である新技術を用いて作り出されるものを食物として摂取して、健康上の影響が将来をも含めてないのかという不安が生じないもの、すなわち安心できる食料、食品とは、自然界に存在するこれまでに慣れ親しんだものの延長線上にあるものに他ならないと思われる。

最近の種々の動物におけるゲノム解析の成功は、長い年月と多額の費用、大きな労力を要するこれまでの後代検定による選抜・交配といった旧来の家畜育種法から、生産性に関与する重要な遺伝子をマーカーとして家畜の選抜を行う、マーカーアシスト選抜を利用した新たな育種を可能とした。マーカーアシスト選抜とは、予め表現形質への貢献およびその塩基配列が明らかにされた遺伝子を用いて、当該遺伝子を有する生物を選抜することであり、その遺伝子は既にその生物種に自然に存在するものである。

本研究で発想した望む形質を有する個体の生産、すなわち遺伝子をデザインされた産子を得るという考えは、多くの時間と労力を要した旧来の家畜育種の方法を画期的に早め、望む形質を有する子畜を効果的に生産することを目的とする。遺伝子をデザインした子供を得るということは、ヒトにおいては倫理上容認されるものではないが、家畜や実験動物においてはその効果は大きく、畜産界へ多大な貢献をなしうるものと考えられる。

本研究テーマは、最終的には家畜全般を対象とするが、今回は牛(乳牛、肉牛)を対象として研究を開始するものである。これは、牛は性成熟に達する期間や妊娠期間が長く、また単胎で、一年に1頭の子を得るのがやっとであり、その世代間隔の長さゆえに、後代検定による選抜、育種という旧来からの家畜育種の方法では、劇的な改良を望むのは困難である。

そこで、本研究では、マーカーアシスト選抜と先端生殖技術を組み合わせて、消費者に受け入れられる需要の高い優良な形質を有し、生産性の高いウシを迅速で効率的に作出する技術の確立を目指した。

## 2. 研究の目的

本研究では、遺伝子の多型解析により、精子および卵子においてマーカーアシスト選抜を行い、望む形質の遺伝子を有する精子および卵子を選び出して組み合わせ、体外受精させることによって、望む形質を有する個体へと成長しうる胚を作成する。次にそれらの胚の一部の割球をバイオブシーすることで、形質確認と雌雄判別、さらに方法で述べるように、正常性診断と発生に関連する遺伝子の検索を行い、移植に適した高品質の胚(デザイナーズ胚)を選別する。また、卵子の凍結により、望む形質をデザインされた胚の生産を随意に行い、さらに得られた胚の凍結により、受胎雌の選定および適切な時期の移植を可能とし、デザイナーズ子牛生産を効率的に行える一連の技術を確立する。

本研究で対象とする遺伝子は、肉の量や成長速度などに関わる成長ホルモン(GH)遺伝子および肉の質に関わる脂肪酸不飽和化酵素(SCD)遺伝子である。これらの遺伝子において多型(ゲノムレベル)と表現型の関連研究が進んでおり、同じ遺伝子でも1塩基の置換により表現型に差が出ることが報告されている。特にGH遺伝子は成長に関わる因子であり、胚発生に関わる影響も大きいと考えられるが、これらの視点からは未だ検討がなされていない。牛のGH遺伝子の第5エキソンには、コドン127とコドン172に塩基置換を伴う変異が存在し、3つのアレル、すなわちA(コドン127:CTG、コドン172:ACG)、B(コドン127:GTG、コドン172:ACG)、C(コドン127:GTG、コドン172:ATG)が存在する。そのコドン127の多型では、脂肪交雑との間に有意な相関、またコドン172の多型では一日当り増体重との間に有意な相関が見出されている。このGH遺伝子の遺伝子型を検査することにより、牛の脂肪交雑能力を判定できる。AA型、AB型、AC型では、脂肪交雑は普通であるが、増体に優れていると考えられる。BB型、BC型、CC型では、増体は普通であるが、脂肪交雑に優れていると考えられる。

牛のSCD遺伝子(脂肪酸不飽和化酵素 Stearoyl-CoA Desaturase: SCD 遺伝子)の型は不飽和脂肪酸の割合と関係がある。また、ステアロイル-CoA デサチュラーゼ(SCD)は飽和脂肪酸を不飽和脂肪酸に換える酵素の

一種であり、SCD 遺伝子は、その 878 番目の塩基の違いにより、生成されるアミノ酸がアラニン型とバリン型に分けられる。アラニン型の牛はバリン型よりも不飽和脂肪酸の含有量が多く、牛肉の風味や食感が良いことで知られており、この塩基の違いを検査することにより、牛の体脂肪の不飽和脂肪酸の含有量の多少を診断できる。AA 型ではアラニン型遺伝子のみを持つため、不飽和脂肪酸含有量が多いと考えられる。VA 型ではアラニン型遺伝子とバリン型遺伝子を持っており、不飽和脂肪酸含有量は中程度と考えられる。VV 型ではバリン型遺伝子のみを持つため、不飽和脂肪酸含有量は少ないと考えられる。

本研究では、これらの遺伝子について、雌個体や卵巣組織、凍結精液の遺伝子型分析により、卵子や精子の遺伝的多型を想定して体外受精させることで種々の遺伝的多型の組み合わせの胚（デザイナーズ胚）を作出する。その際に、発生に関連する種々の遺伝子（内部細胞塊の未分化能の指標となる Oct-4 遺伝子の発現、栄養外胚葉に発現し胎盤など胚体外組織として胎子の着床後発生をサポートする Cdx2 遺伝子や AZ-1 遺伝子）についても検索する。さらに卵子や胚を凍結保存し、その耐凍能についても評価する。また卵子としては屠場卵巣からの卵子を主に用いるが、優秀な雌牛の有効利用には、生体内卵子の利用が求められる。栃木県試験場の協力により、目的の遺伝子構成を有し、優れた能力を有する雌からの卵子を有効に利用できる生体内卵子吸引（OPU）によって卵子を得て、その体外成熟を検討して、これを顕微授精（卵細胞質内精子注入法 Intra Cytoplasmic Sperm Injection: ICSI）により胚を作出する方法を検討する。

本研究の特色は、育種学、繁殖学、生殖工学の専門家が、各々の専門を生かしてそれぞれの責務を遂行することで、デザイナーズ家畜の生産という、畜産業界へ多大な貢献をなす一連の技術を確立することである。本研究成果は、ウシのみならず他の家畜への応用、実用が図れるものであり、畜産における新たな育種・繁殖融合技術の提案である。

### 3. 研究の方法

平成 20 年度では、卵巣および精子の DNA 解析、体外受精デザイナーズ胚の作出と胚の評価、21 年度は、DNA 解析した精子と卵子による体外受精胚の作出と胚の評価、雌牛の DNA 解析と OPU により得られた卵子の成熟度の検討、卵子の凍結保存と凍結融解卵子の遺伝的評価、22 年度は、遺伝子型の明らか

となったウシから生体内卵子吸引により採取した卵子を用いたデザイナーズ胚の作出、作出した胚の凍結保存と移植、23 年度は移植により誕生した子牛の遺伝子解析による評価、作出された体外受精デザイナーズ胚の評価と着床率向上のための遺伝子解析を行う。

#### (1) 卵巣の DNA 解析

通常のウシにおける体外での胚作出は、屠場由来の卵巣から卵子を採取し、体外で成熟培養を行い、体外受精、体外発生を行い、胚盤胞まで発育させる。個々の卵子や胚から DNA を抽出し解析するのは効率が悪い。そこで、卵子を採取後の卵巣から DNA を抽出し GH および SCD 遺伝子の多型を解析する。卵巣からであれば、今回の候補遺伝子に加えて、その関連因子など新規の候補遺伝子の探索にも利用できる十分量の DNA を得ることが出来る。そこで多型による肉質と高品質胚にかかわる新規候補遺伝子の探索を行う。

卵巣の DNA 解析により卵子の肉質や量に関わる遺伝子多型から成牛になった時点での表現型を予想し、精子との組み合わせを検討する。

#### (2) 精子の DNA 解析

個体としての評価には胚としての評価が必要であることから、体外受精に用いる精子から DNA を抽出し、GH および SCD 遺伝子の多型を解析する。精子は凍結保存されている市販のものを用い、種雄牛の特性を検討する。

#### (3) DNA 解析済の精子と卵子による体外受精デザイナーズ胚の作出と胚の評価

DNA 解析した精子と卵子を体外受精させ胚を得ることで、種々の遺伝子型の組み合わせをもつ胚を随意に作出する。作出された胚の DNA 解析を行うことで、目的の遺伝子型の組み合わせの胚が作出されたことを確認し、さらに雌雄の性別判定を行う。

これらの胚の体外培養系での発生を解析し、高品質な胚の評価を行う。

#### (4) 雌牛の DNA 解析と OPU により得られた卵子の成熟度の検討

栃木県の酪農試験場と畜産試験場で飼養されているホルスタイン種雌牛および和牛雌牛の遺伝子型を血液もしくは毛根からの DNA 採取により決定しホモ型の雌牛を選抜し、OPU により卵子を得てその成熟程度を明らかにし、適切な体外成熟条件を検討する。

#### (5) 卵子の凍結保存と凍結融解卵子の遺伝的評価

本研究では、受精前の卵子や精子の段階で遺伝的多型を解析・予測し、体外受精させることで種々の遺伝的多型の組み合わせによる胚を作出することとしたが、この多様性を高

める実験の遂行には、卵子の凍結保存が有効である。卵子を凍結保存しておけば、卵巣から DNA を抽出し、様々な解析を行って検討した後に、卵子と精子の組み合わせを計画できる。本研究ではウシ卵子のガラス化保存を用い、研究の推進に役立てる。併せて、ガラス化保存後に体外受精をすることにより、卵子の遺伝的多型と融解後の発生能力(耐凍能力)についても検討する。すなわち、GH 遺伝子と SCD 遺伝子の組み合わせの卵子の凍結融解後の生存性および GH 遺伝子と SCD 遺伝子の組み合わせの精子による体外受精で得られた体外受精卵の体外発生能を評価する。

#### (6) 作出した胚の凍結保存と移植

さらに胚移植によって目的の遺伝子型を有する個体を生産するために、適期に雌へ移植できるように胚を凍結保存し、適期にある受胎雌を選定して胚移植し、デザイナーズ家畜生産を目指す。

#### (7) 移植により誕生した子牛の遺伝子解析による評価

種々の卵子と精子の組み合わせの胚を移植して生まれた子牛の遺伝子解析を行い、当該個体が求めるデザイナーズ家畜であることを証明する。

#### (8) 作出された体外受精デザイナーズ胚の評価と着床率向上のための遺伝子解析

作出された胚盤胞において品質評価および正常性診断を行うが、染色体検索による正常性診断、胎子になる内部細胞塊や胎盤になる栄養外胚葉の細胞数計測に加え、内部細胞塊の未分化能の指標となる Oct-4 遺伝子の発現、栄養外胚葉に発現し胎盤など胚体外組織として胎子の着床後発生をサポートする Cdx2 遺伝子、AZ-1 遺伝子の発現などを解析する。これによって作出されるデザイナーズ胚の着床率向上を目指す。

## 4. 研究成果

マーカーアシスト選抜と先端生殖技術を利用したデザイナーズ子牛生産を目指して、デザイナーズ胚の移植の効率化のために、胚の一部の割球を分析することで、求める遺伝子型を有する胚の選別法を確立することおよび求める遺伝子を有する胚盤胞作出のための種々の方法を検討した。

栃木県畜産試験場の遺伝子構成既知の雌牛から経膈生体卵子吸引法 Ovum Pick Up (OPU) で採取された卵子および県北食肉センターで採取されたと場由来卵巣を用い、当研究室の常法により、遺伝子分析済みの精子を用いて体外受精・体外培養により胚盤胞を得た。これらの胚より Qiagen キットにて、1 胚盤胞毎に DNA を抽出した。mtDNA について

は、ATP 産生に関わる ND 領域を用い、複数のサンプルを同様の条件下で増幅し、MultiNA (Shimazu) を用いて定量した。またゲノム DNA に位置する Y 染色体の性決定遺伝子 (Sry) と X 染色体のマイクロサテライト領域 (INRA30) を用いた同時性判別法を試みた。今回の検討で胚盤胞 1 個から抽出された DNA 量の 1/10 程度を用いることで、Sry および INRA30 領域を用いた同時性判別法により、良好な結果が得られた。

また OPU の卵丘卵子複合体 (COC) を形態に基づき Grade1-6 の 6 段階に分類し、遺伝子分析済みの精子を用いて体外受精を行い、受精 2 日目に媒精卵子の卵丘細胞を取り除き分割率 (受精率) を算出、媒精日より 7-9 日目に胚盤胞への発生を観察し、得られた胚盤胞の遺伝子解析を行った。OPU の COC 由来受精卵の胚盤胞への発生は、Grade1、2、3 ではみられたが、Grade4-6 ではみられなかった。遺伝子解析の結果、得られた胚盤胞の遺伝子構成は予想されたものと一致した。

GH や SCD などのいくつかの経済形質遺伝子に注目して、10 頭の種雄牛の凍結融解精液の解析を行った後に、遺伝子型を決定済みの卵巣からの卵子と体外受精して、求める遺伝子組み合わせの胚 (デザイナーズ胚) の作出を行い、胚の発生を評価して、効率的な胚作出を検討し、胚の遺伝子型を解析した。

栃木県畜産試験場で飼養されていた経済形質の優れた黒毛和種高齢雌牛の遺伝子多型を解析し OPU により卵子を採取し、遺伝子組成既知の精液を用いて体外受精胚を作出し、胚発生能と遺伝子多型関連性を明らかにした。さらに当該雌牛がと場へ出荷されるに際して卵巣を採取し、卵胞内卵子を得て同様に体外受精を行い、胚盤胞まで発生させ作出された 8 個の胚を受胎雌牛 1 頭当たり 2 個、4 頭の雌に移植した。このうち 2 頭の分娩が予定され、平成 23 年 7 月 21 日朝、雄 1 頭 (37Kg) が無事誕生し、7 月 26 日にも雄 1 頭が生まれたがこちらは死産であった。このデザイナーズ子牛の誕生の記事は新聞紙上に掲載された (3 件)。この誕生した子牛の遺伝子型を解析した結果、GH 型は LV、SCD 型は AA、TP53 型は GG であった。この子牛は栃木県が飼養し、その発育・肥育状況を調査、将来は屠体成績情報も把握することとなっている。

これらの成果として Tumor protein p53 gene の黒毛和種における塩基配列決定とその多型と胚発生に関する英文論文、また栃木県で飼養されているホルスタイン種および黒毛和種雌ウシにおける FEZL 遺伝子の多形解析の結果を邦文論文として発表した。また着床に関連する Brcal 遺伝子などの発現動態や乳房炎に関連する BoLA-DQA1 遺伝子型の多形解析など、種々の遺伝子多型の解析を進めて、それらの成果を学会で 17 件

発表した。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

1) 福井えみ子、星一美、川野辺章夫、新楽和孝、稲葉浩子、長尾慶和、松本浩道、吉澤緑、栃木県で飼養されているホルスタイン種および黒毛和種雌ウシにおける FEZL 遺伝子の多型解析、関東畜産学会誌、2011、査読有、62:7-12.

2) Yuzawa T, Fukui E, Matsumoto H, Kawada T, Kawanobe A, Niira K, Ochi M, Yoshizawa M, Tumor protein p53 gene polymorphism and developmental competence of embryos derived from in vitro fertilization in old-aged and long-term-infertile Japanese Black cows. J of Mammalian Ova Research, 査読有 2011, 28: 75-78 (10.1274/jmor.28.75)

〔学会発表〕(計17件)

1) 小林充、福井えみ子、吉澤緑、松本浩道、プロテアソーム阻害処理によるマウス着床期胚特異的発現因子の動態、日本畜産学会第115回大会、2012、3、27-29、名古屋大学

2) 福井えみ子、湯澤知子、松本浩道、川野辺章夫、新楽和孝、星一美、白井幸路、川田智弘、桑波田暁子、越知正憲、吉澤緑、マーカーアシスト選抜と体外受精・胚移植を用いたデザイナー子牛の誕生、第6回関東畜産学会、2011、11、4、つくば市、国際交流会館

3) 齋藤恭佑、福井えみ子、吉澤緑、松本浩道、マウス胚盤胞における Brcal の発現動態および体外受精系における発現誘起、第104回日本繁殖生物学会、2011、9、16-17、岩手県民情報交流センター

4) 手塚尚樹、福井えみ子、星一美、新楽和孝、稲葉浩子、川野辺章夫、白井幸路、湯澤知子、松本浩道、吉澤緑、ウシ TINAGL1 遺伝子の多型解析、日本畜産学会第114回大会、2011、8、26-27、十和田市北里大学

5) 星一美、新楽和孝、稲葉浩子、福井えみ子、川野辺章夫、松本浩道、吉澤緑、ホルスタイン種における乳房炎罹患と BoLA-DQA1 遺伝子型との関係、日本畜産学会第114回大会、2011、8、26-27、十和田市北里大学

6) 湯澤知子、福井えみ子、松本浩道、川野辺章夫、新楽和孝、星一美、白井幸路、川田智弘、越知正憲、吉澤緑、黒毛和種 長期不受胎高齢雌ウシの有する遺伝子多型と体外受精における胚発生能の関連性、第52回哺乳動物卵子学会、2011、5、21-22 大田原市国際医療福祉大学

7) 小林充、福井えみ子、吉澤緑、Y. Ichijima,

S. Namekawa, S. K. Dey, 松本浩道、着床能力を獲得したマウス胚盤胞における Brcal, Bard1 および ER $\alpha$  タンパク質の発現動態、第52回哺乳動物卵子学会、2011、5、21-22 大田原市国際医療福祉大学

8) 湯澤知子、福井えみ子、松本浩道、川野辺章夫、新楽和孝、星一美、白井幸路、川田智弘、越知正憲、吉澤緑、長期不受胎高齢雌ウシにおける体外受精由来胚盤胞の作出 第65回関東畜産学大会、2010、11、5 神奈川県海老名市民会館

9) 湯澤知子、福井えみ子、松本浩道、越知正憲、吉澤緑、長期不受胎高齢牛の体外受精成績と Tumor protein p53 (TP53) 遺伝子の関連について 第142回日本生殖医学会関東地方部会 2010、6、12 栃木県自治医大

10) 湯澤知子、福井えみ子、松本浩道、越知正憲、吉澤緑、黒毛和種雄牛における Tumor protein p53 (TP53) 遺伝子の塩基配列解析 第51回哺乳動物卵子学会 2010、5、29-30、新潟県朱鷺メッセ

11) 名取美貴、福井えみ子、松本浩道、小金澤正昭、吉澤緑、ウシおよびニホンジカにおける Tubulo-interstitial nephritis antigen-like 1 の塩基配列決定、日本動物遺伝育種学会第10回記念大会、2009、11、9-10、前橋市、群馬会館

12) 河野智子、福井えみ子、川野辺章夫、新楽和孝、星一美、川田智弘、長尾慶和、松本浩道、吉澤緑、乳房炎罹患ホルスタインにおける BoLA 遺伝子の多型解析 第64回関東畜産学大会 2009、11、6、大宮ソニックシティ

13) Yuzawa T, FUKUI E, MATSUMOTO H, KAWADA T, KAWANOBE A, NIIRA K, TAKAHASHI T, TATENO A, MATSUKUSA H, TAKAHASHI K, NAGAO Y, Ochi M, YOSHIZAWA M. Relationship between genotypes of some economically important traits and *in vitro*. 7<sup>th</sup> Asian Symposium on Animal Biotechnology 2009 6, 19-20, Chungbuk National Univ. Korea

14) 湯澤知子、福井えみ子、松本浩道、川田智弘、川野辺章夫、新楽和孝、高橋大樹、館野綾音、松草春香、高橋和政、長尾慶和、越知正憲、吉澤緑、高い経済形質の雌ウシからの生体卵子吸引法を利用した遺伝子構成既知の胚の体外生産効率化 第50回日本哺乳動物卵子学会 2009、5、9、東京都市センターホテル

15) 湯澤知子、松本浩道、福井えみ子、川野辺章夫、新楽和孝、川田智弘、白井幸路、秋田望、吉澤緑、遺伝子型の明らかな雌ウシからの経膈生体卵子吸引法 (OPU) 由来卵子を用いた体外受精による胚盤胞作出 第63回関東畜産学会 2008、11、6、前橋テレサ

16) 福井えみ子、湯澤知子、松本浩道、川野辺章夫、新楽和孝、川田智弘、白井幸路、秋

田望、吉澤 緑 ウシ体外受精由来胚盤胞における遺伝子解析法の検討 第63回関東畜産学会 2008, 11, 6, 前橋テレサ

17) 福井えみ子、松本浩道、川田智弘、カルロス・マヌエル・ウジョアウジョア、ハスチモリカ久保真紗美、高橋和政、長尾慶和、湯澤知子、吉澤 緑 成長ホルモン遺伝子多型と体外生産ウシ胚の発生率との関連性について第49回哺乳動物卵子学会 2008, 5, 17-18, 名古屋国際会議場

[その他]

ホームページ等

「デザイナー子牛の誕生」として、  
<http://agri.mine.utsunomiya-u.ac.jp/hpj/dept/j/ani/j/page/ikuhan-2.html#16>

新聞報道 (計 3 件)

- ① 下野新聞 (朝刊) 平成 23 年 9 月 7 日 (火)
- ② 読売新聞 (朝刊) 平成 23 年 9 月 15 日 (水)
- ③ 読売新聞 (朝刊) 平成 24 年 1 月 4 日 (火)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

吉澤 緑 (YOSHIZAWA MIDORI)

宇都宮大学・農学部・教授

研究者番号：60114162

### (2) 研究分担者

福井 えみ子 (FUKUI EMIKO)

宇都宮大学・農学部・准教授

研究者番号：20208341

研究分担者

松本 浩道 (MATSUMOTO HIROMICHI)

宇都宮大学・農学部・准教授

研究者番号：70241552

研究分担者

長尾 慶和 (NAGAO YOSHIKAZA)

宇都宮大学・農学部・教授

研究者番号：70291953