

令和5年度畜産関係学術研究委託調査報告書（詳細版）

わが国の酪農及び肉牛生産における経腔採卵-体外牛胚生産-胚移植
（OPU-IVP-ET）技術の普及状況及び課題に関する現状調査

国立大学法人 岩手大学農学部附属

寒冷フィールドサイエンス教育研究センター御明神牧場

（日本胚移植技術研究会・学術担当理事、

OPU-IVP-ET アンケート調査検討部会長）

准教授 平田 統一

石川県公立大学法人 石川県立大学

（日本胚移植技術研究会・前庶務担当理事）

教授 橋谷 田 豊

【要約】

畜産の生産現場における経腔採卵-体外牛胚生産-胚移植（OPU-IVP-ET：oiET）技術の普及状況と今後の課題に関する現状調査をWebアンケートと対面調査で実施した。Webアンケート調査結果から、2022年実績で、体内受精胚、OPU-IVP由来、食肉処理場-IVP由来の3由来胚合計で移植可能胚が黒毛和種で119,532個、ホルスタイン種で5,359個ほど生産され、その他品種の24,254個を加えると149,145個程度の胚が生産された。この内OPU由来胚は40.9%を占めていた。対面調査から、本技術のさらなる普及を図るためには、各技術段階で十分な成績を得られるよう改良を続ける必要があることが明確となった。

【本文】

1. 背景

畜産業はわが国の地域社会を支える重要な産業であり、そこで生産された畜産物は国民の健康と長寿を支えてきた。畜産物の生産額や畜産関連製品の輸出額は年々拡大しているが、2022年頃から、コロナ禍に伴う貿易流通網の混乱が長引き、ウクライナ戦禍、円安の急激な進行、原油高等もあいまって飼料や肥料コストが急激に高騰し、現在に至るまで畜産事業の継続に深刻な影響を及ぼしている。例えば乳用牛の飼養戸数は、2023年2月1日現在1万2,600戸で、前年に比べ700戸(5.3%)減少した。このような逆境にある畜産業を支え、持続的な畜産農家の生産力強化や収益性向上を図るためには、行政や各種畜産関連団体、研究開発機関、民間会社と畜産生産現場との連携が欠かせない。また、IoT、ICT技術等を活用した省力的で情報集約的な畜産技術や、畜産業からのメタン、一酸化二窒素など温室効果ガス排出量を削減する技術、アニマルウルフケアに配慮した技術等を開発することが望まれている。

2 . OPU-IVP 技術とは

このような環境の中、畜産農家の経営を支える技術の中でも、最近特に牛の繁殖分野において、経膈採卵-体外胚生産-胚移植 (OPU-IVP-ET : Ovum Pick-Up—In Vitro embryo Production、Embryo Transfer (以下 oiET と略記)) 技術の活用が盛んになってきた。OPU-IVP とは、超音波装置を用いて牛生体の卵巣内の未成熟卵子を卵胞液とともに吸引・採取し、体外受精・培養技術を用いて移植可能な牛胚を効率的に作出する方法であり、オランダ・ユトレヒト大学の Pieterse らによって 1980 年代後半から開発され²⁾、わが国においても 1990 年代後半から活用されてきた技術である。OPU 技術の魅力は、1) 牛胚の短期大量生産が可能、2) 本技術の適用対象が広範囲、3) 必ずしも発情周期に縛られず、卵巣刺激を行わなくても実施可能、4) 種雄牛造成や母牛集団更新に活用できる、5) ゲノミック評価技術との組み合わせで飛躍的に育種期間を短縮できる、6) 交配の自由度が高い、7) 定時授精など他の繁殖技術と組み合わせで本牛の妊娠を確保しつつ胚生産を実施できる、8) 多排卵処理-体内受精胚採取-胚移植 (以下 MOET と略記) 法よりも手軽に実施できる、などが挙げられる。世界的には、

2021年に生産された移植可能な牛胚約152万個の内76.2%の約116万個がOPU-IVP由来とされている²⁾。

3 . OPU-IVP 技術の魅力

近年の畜産業の苦境に対処するため、例えば畜産・酪農収益力強化総合対策基金等事業、いわゆる畜産クラスター事業等によって胚移植に用いる牛胚の購入に補助が得られたことで、特に酪農家の乳用種に黒毛和種胚を移植する例が多くみられるようになった。また、牛肉輸出等に向け和牛増頭のための胚移植用の牛胚供給が不足する状況がみられた。ET技術は、生産性の高い優良な後継牛を効率的に確保するため、あるいは高付加価値牛胚の販売による農家の収益増などの目的から、現在では生産現場になくてはならない技術となっている。このため、移植するための牛胚の不足は大きな課題となっており、この課題を解決する有力な手段がOPU-IVP技術である。

OPU技術の最大の魅力は、何といたっても望まれる父母牛由来の胚を短期間に効率的かつ大量に作出できることである。これまで主流であった、薬剤で卵胞発育を刺激し生体内受精胚を得る多排卵誘起法では、概ね3カ月間に1回処置できるのに対し、OPU-IVP法では場合によって週1回、3カ月間で13回実施することができ、10倍以上の移植可能胚を得ることも可能である。このように大量胚生産が可能なのは、卵巣を刺激することなく短期間に集中してOPUを反復実施できるからである。

一方、OPU前に各種薬剤を用いて卵胞発育を刺激することは、卵子採取数を増やし、品質を向上させることで体外発生率や受胎率を改善する傾向がある。特に、臨床獣医師が診療等の合間に週1回のOPUを実施することは困難な場合が多く、少ないOPU回数で優良血統牛から確実に卵子を採取したいときには、卵胞発育刺激が必要となる場合がある。その際はOPUの処置と処置の間に相応の期間を設ける必要がある。一般的に、乳用牛では肉用牛よりもOPU1回あたりに採取できる未成熟卵子の数が少なく、発育率も劣る場合が多いので、卵胞発育刺激効果が高い傾向にある。また、牛個体によっても、無刺激で未成熟卵子をた

くさん採取できる牛とそうでないものの差があるので、卵巣を超音波装置で観察し、卵胞数を確認した後、あるいは1度無刺激でOPU-IVPを実施して、その結果から次回のOPU時の卵胞発育刺激処置の必要性を判断することができる。

OPUの適用対象牛は、空胎牛のみならず、妊娠初期、未経産牛、高齢牛、1産取り肥育雌牛、一部の繁殖障害牛などMOET法に比べて多様で広範であることも魅力である。直腸壁越しに卵巣を保持できるかぎり、妊娠初期の牛でもOPUを実施できるので、遺伝資源の有効活用につながる。人工授精後にOPUすることで受胎率を悪化させることは通常はない。6～8カ月齢程度の育成牛を対象にしたOPUは多くの国で取り組まれており、性成熟に達していない(MOETの対象にできない)雌牛を材料として育種改良速度を少しでも速めることが期待されている。登録を取得した1産取り肥育雌牛からOPU-IVPで産子を得ることは、優良遺伝子の活用のみならず、胚販売収益を考慮することで当該牛の損益分岐点を下げる効果が期待できる(胚販売の利益を期待して、その分肥育素牛を高値で購入することができる)。高齢牛の遺伝資源を後世に残すことは、年々育種改良が進む中であまり推奨されないが、農家によっては思い入れが強い牛もいるので、その後継牛を得たいという要望はよくあることであり、OPU-IVP技術を活用することによって複数の後継牛を作出できる場合がある。

さらに、卵巣機能に問題ないが、卵管閉塞や頑固な子宮内膜炎で受胎が得られない等の原因が明瞭な繁殖障害牛ではOPU-IVPを適用して産子を得ることができる。しかし、原因不明の繁殖障害牛から産子を得る試みは、ゲノムレベルの繁殖障害要因を後世に伝えてしまう恐れがあるため推奨されない。未経産牛、高齢牛、1産取り肥育雌牛、一部の繁殖障害牛などをOPUドナーとした場合、一般的に採取卵子数や発生率が劣る傾向があり、ドナー選抜に当たって留意する必要がある。

先に述べたように、OPU前に卵巣刺激処置を行うことはOPU-IVPの成績改善に繋がるが必須ではない(ただし、カナダ等では正常な発育能を有する牛胚を生産するために卵巣刺激が推奨されている)。また、反復してOPUを実施する場合、卵胞発育周期を同期する効果もあることから特段発情周期に配慮しなくとも採卵、IVP成績の極端な悪化はない。このことは、柔軟なスケジュールによる

OPU の実施を可能とする。

短期間に特定の血統の牛胚を大量生産できることは、種雄牛造成や母牛群の更新において強力なツールを提供する。種雄牛造成にあっては、OPU-IVP 法を活用し目標とする両親の雄産子を短期間に多頭数生産し、直接検定で数頭に絞り込むことで1段階目の選抜圧を高めることができる。特に、最近わが国でも研究が進んでいるゲノム育種技術と相まって、胚の段階でゲノム育種価を評価し、高能力が期待できる胚のみ移植、挙子することで選抜圧を著しく高め、育種速度を早めることができる。OPU-IVP 技術を活用することで、特定の両親から短期間に大量の選抜材料胚を作出できることが期待できるため、OPU-IVP 技術とゲノム育種技術の相性が良く相乗効果があると考えられる。母牛群の更新にあっても同様に、目的とする雌雄の組み合わせで胚を大量生産し複数の産子を得る、あるいは特定の種雄牛や母牛に対して複数の交配相手を設定し多様な組み合わせの産子を得るなど、比較的自由に交配設計することができる。

体外受精に用いる凍結精液は貴重なものが多いので、効率的に活用したいと誰しも考える。OPU の場合採取した卵子の数に合わせて、例えば多くの卵子を採取できたらより貴重な第一候補の精液を、少ない採取数の場合は次の候補精液を使用する、というように卵子採取後に使用する精液を選抜できる点も MOET にない特徴である。黒毛和種では OPU-IVP 由来胚由来産子の登録には1頭1回の OPU-IVP について1本の精液ストローを使用することが必要である。一方、乳牛で思いの外たくさんの採取卵子数があった場合、複数の種雄牛精液で媒精することも可能である。もちろん挙子後に親子関係に矛盾が無いか検査する必要がある。性選別精液について、乳牛では MOET で複数本の凍結精液を用いるよりも OPU-IVP 法で1本使用した方が効率的に牛胚を得られる場合がある。ただし、国内産の性選別精液は特許の関係から IVP に使用することはできない。輸入精液についても使用可能か事前確認が必要である。

OPU は他の繁殖技術と組み合わせて実施する場合がある。例えば、多排卵誘起処理や定時授精・胚移植処理開始時に卵胞発育を同期する目的で大型卵胞を吸引する際、小卵胞まで吸引し IVP に供することができる。定時授精・胚移植後にさらに OPU-IVP を2度3度繰り返すことで、本牛は受胎させつつ付加的に胚

生産を行うこともできる。受胎率に悪影響はなく、むしろ受胎率は向上傾向となる。本牛の遺伝的、経済的価値が高い場合は、このような手法を採用するメリットは大きくなる。

MOET 法は、薬剤、凍結精液等の経済的負担、頻回薬剤投与や胚採取の労力負担等気苦勞が多い。1 回の採卵に対する農家の期待も大きくプレッシャーがかかり、受精した胚が得られなかった、移植可能胚数が少なかった場合の落胆が大きくなる。また、採卵数の成績が安定しない場合もままある。これに比べて、OPU は比較的手軽に実施できる。供卵子牛の保定にかかる時間は実施場所によってまちまちだが、OPU の操作そのものは 1 頭あたり 10～15 分程度である。卵子採取成績が悪かった場合、次の機会に、あるいは他の供卵子牛で頑張ってみようという気持ちの切り替えが容易である点も有利である。

OPU は生きた牛から卵子採取するので何回でも再チャレンジできることは、食肉処理場卵巣由来卵子や割去卵巣由来卵子を用いる方法よりも有利である。食肉処理場あるいは割去卵巣由来卵子を用いた IVP では、認定機関が限られた条件下で作出した胚由来の産子のみ血統登録を受けることができ、通常登録は得られない。一方、OPU 産子は登録が可能であることも大きなメリットである。

たとえば牛伝染性リンパ腫の伝播防御にも OPU-IVP 技術は活用できる。牛伝染性リンパ腫ウイルスに感染した優良血統の母牛から OPU-IVP 技術で複数の非感染後継牛を作出することで、畜主は感染優良血統牛の淘汰を決断しやすくなり、清浄化が進む。しかし、家畜改良増殖法第 9 条で OPU ドナーは感染症や伝染病に罹患していない健康な雌畜であることが求められていると解釈できることから、実施にあたっては学術研究の用など目的を明らかにして十分な調整が必要である。

4 . OPU-IVP 技術の普及

このように大変有望な技術である OPU-IVP 技術に対する関心が高まり、急速に普及している。しかしながら、本技術がわが国においてどの程度普及しているか推測できる統計データは残念ながら存在しない。oiET 技術のさらなる改善と普

及が図られるためには、長年の課題であった受胎率や過大子等による分娩事故がどのような状況にあるのか、そもそもこの技術がどの程度普及しているのかが明らかでない状況では、適切な行政目標や研究課題の設定を困難にしかねず、農家へのさらなる普及に悪影響をもたらす可能性がある。

そこで、日本胚移植技術研究会（JETS）では、2021-2022年に「牛生体内卵子吸引* -体外牛胚生産-胚移植技術普及状況に関するアンケート調査検討部会」（*「牛生体内卵子吸引」は「経膈採卵」と同意）を設置して全国のoiET技術の実践者向けに2021年実績についてWebアンケート調査を実施した（平田 JETS 学術担当常任理事が取りまとめ責任者）⁴⁾。任意の調査であったことから、その回答数や回答率などの面で正確性、網羅性に課題が残り、普及実態の理解のためには不十分な内容であったものの、開業獣医医院、道府県畜産研究所、各種法人、大学等、計40の機関から有効回答を得た（道府県の畜産試験場が41.0%を占め、次いで開業獣医師が33.3%であった）。

回答いただいた結果を取りまとめたところ、2021年にOPUは黒毛和種で8,955頭、ホルスタイン種で762頭、その他品種で134頭、合計9,851頭に実施された（延べ頭数）。また、OPU-IVPで生産された移植可能胚数は、黒毛和種で64,214個、ホルスタイン種で1,820個、その他品種で96個、合計66,130個生産されたことが明らかになった。

一方、OPU-IVP由来胚の移植数は、黒毛和種で36,218頭、ホルスタイン種で523頭、その他品種で63頭、合計36,804頭との回答で、生産胚数に対して少なかった。このことは、胚の生産年と移植に供された2021年にズレがあり、毎年OPU-IVP胚の生産個数が増加している状況を反映して生産数と移植数に乖離がある可能性があった。また、事業所外に販売、移動されたため移植数の実数を把握していないOPU-IVP事業所等で販売後の利用状況を把握していないことがあり、実態よりも移植数が少なく見積もられていると考えられる。なお、2021年には、上記の40機関において、体内受精胚、OPU-IVP、食肉処理場-IVPにより生産された移植可能胚の総数は、黒毛和種で136,305個、ホルスタイン種で5,875個であり、その他品種を加えると15万個程度の牛胚が生産され、この内約72%がIVP由来だったと推測される⁴⁾。

上記アンケート調査は回答が任意であり、わが国のデータを網羅したものではないが、本技術が現下の苦境にある畜産業を救う鍵となる技術の1つとして注目され、急速に普及していることは十分に推測される。

本調査研究課題は、2022年のアンケート調査をさらに充実発展させて、我が国におけるoiET技術普及の現状と課題を明らかにすることを目的とし、昨年同様のWeb調査に加えて、現在生産現場でoiET技術を活用して業務を行っている全国の開業獣医院、企業等に対面アンケートを行うことにした。

本調査研究課題はoiETの調査に留まらず、今後の国内ETの網羅的な統計情報の収集と公開に向けたシステムの再構築に繋げたい。

5. 調査方法

5-1. Webアンケート調査

アンケート調査は、グーグルフォームを用いたWebアンケートの方法で実施した。調査対象期間は2022年1月1日～12月31日、回答期間は、2023年10月から12月とし、表1に示したアンケート項目を、開業獣医院、道府県の畜産関連研究普及施設（いわゆる畜産試験場）、各種法人、大学等に回答依頼状約130通を発送したところ、回答数46を得た。各項目とも任意回答とした。

5-2. 対面調査

対面インタビュー調査は、調査対象者の細かな意識や行動、その背景となる事柄を把握し理解するために実施するもので、面談者との生の会話を通じて本技術を活用するにいたった背景・理由・困難だった問題、現在の状況、数年後のあるべき状況、経営目標、克服すべき課題等、過去・現在・未来の本技術の活用状況を掴むこと、現地の施設、設備の様子や環境を実際に見聞しながら問題を把握することが目的であり、WEB会議やメールなどによる調査では対応できない目的を達成するために実施した。個々の経営調査を行うことは目的とせず、基本的には匿名での実施とした。

調査者は平田、橋谷田で分担し、北海道（4事業所）、宮城（3事業所）、栃木、埼玉、長野、岐阜、新潟、石川、大阪、沖縄、の15事業所について調査

した。調査項目は表 2 に示す。

6 . 結果

6-1. Web アンケート調査

回答者の属性を図 1 に示した。道府県の畜産試験場が 51.5%を占め、次いで開業獣医師が 20.0%、家畜改良センターなど独立行政法人が 13.3%であった。OPU 業務を担当するのは有資格者である獣医師が多く、獣医師の指導のもとに胚移植師や人工授精師が担当していると回答された機関が散見された。これらには OPU 業務の補助を担当する者が含まれていると思われる。また、獣医師 1 名が OPU 業務を担当する事業所が多かったが、4 名以上で大規模に OPU を実施している所も複数みられた (図 2)。体外培養業務を担当するのは獣医師 1 , 2 名とするところが多く、このような機関は、OPU を含め 1 , 2 名で小規模に実践している事業所のようなものである。一方、胚移植師や人工授精師が 5 名以上で担当している大規模な事業所も散見される。「その他」の特段の資格を有さない者が体外培養業務を担当しているとの回答がみられ、これは法令上の課題があると思われる (図 3)。oiET 技術の普及にあたって、IVP 業務とその技術者の位置付けをどのように考え養成するかが課題の 1 つと考えられる。ET 業務を担当する者は胚移植師の割合が高まるが、依然として獣医師が実施している所が多くなっている。4,5 名の獣医師、胚移植師が、大規模に ET 業務にあたる例も散見される。家畜人工授精師が胚移植業務に従事しているとする回答は、場内の試験的胚移植等にあたるものと思われる (図 4)。

このアンケートは OPU を実践している事業所等を対象に実施したが、採卵数や受胎率、拳子率等を比較する目的で、体内受精卵採取についても質問を行った。黒毛和種の体内受精胚採取実施延べ頭数は、32 [29] 回答 (回答数は実践例があり頭数等を回答した事業所等の数) で、合計 3,069 [4,954] 頭、平均 95.9 [170.8] 頭、最大 1,000 [1,816] 頭であった ([] 内は 2021 年実績調べ)。2021 年に比べ、本調査の 2022 年実績では実施頭数が大きく減っているが、これは昨年アンケートに回答いただいた黒毛和種体内受精胚採取実施延べ頭数が合わせて約 2,900 頭の 1 , 2 位の事業体からの回答がなかったことが影響し

ており、この2事業体で減少分を上回る。ホルスタイン種の採取実施延べ頭数は、11 [11] 回答で合計 217 [380] 頭、平均 19.7 [34.5] 頭、最大 105 [114] 頭であった。2021年に比べ、本調査の2022年実績では実施頭数が大きく減っているが、これは2021年実績調査アンケートに回答いただいたホルスタイン種体内受精胚採取実施延べ頭数が114頭の1位の事業体からの回答を得られなかったことが影響した。その他品種の採取実施延べ頭数は、4 [3] 回答で合計 1,044 [45] 頭、平均 261.0 [15.0] 頭、最大 1,000 [27] 頭であった。品種は交雑種、褐毛和種であった。2021年に比べ、本調査の2022年実績では実施頭数が大きく増えたが、これは交雑種の採取実施実績が増えたことによる。

体内受精胚採取において、黒毛和種の採取した移植可能胚の総数は、33 [27] 回答で、合計 13,309 [37,978] 個、平均 403.3 [1,406.6] 個、最大 3,014 [14,725] 個であった。2021年に比べ、本調査の2022年実績では実施頭数が大きく減った要因は、実施頭数と同様、1, 2位の事業体からの回答がなかったことが影響しており、この2事業体で採取移植可能胚総数の減少分に匹敵する。2022年実績でホルスタイン種の採取移植可能胚総数は、17 [10] 回答で合計 2,367 [2,307] 個、平均 139.2 [230.7] 個、最大 618 [688] 個であった。2021年1位の事業所からの回答があれば700個前後の移植可能胚総数の増があった可能性がある。その他品種の採取実施延べ頭数は、3 [3] 回答で合計 204 [227] 個、平均 68.0 [75.7] 個、最大 68 [154] 個であった。2021年に比べその他品種の体内受精胚採取実施数が大幅に増えたにもかかわらず移植可能胚数に大きな変化がないことは回答ミスの可能性がある。移植可能胚の保存方法については、体内受精胚の場合は品種に限らず、ほとんどが緩慢凍結保存であった。体内受精胚の用途について、黒毛和種では販売用と販売・自家消費とする回答が同数であり、ホルスタイン種では、優良血統牛の後継牛確保のため自家消費とする意識が高いようである。ただし、開業獣医院の場合、自家消費の中には、顧客の受胎牛に対して自身で胚移植する例が含まれると考えられることから、自家消費にも販売用が含まれる可能性がある。

OPUを実施する場所について尋ねたところ、自場内が61.8%で多数を占めたが、この質問に対する回答は事業所等の業態によって異なり、開業獣医院では顧

客農家の庭先 OPU する人が多い。家畜改良増殖法第 12 条第 1 項には、「家畜人工授精所等以外の場所で家畜未受精卵を採取し、若しくは処理し、家畜体外授精を行い、又は家畜体外受精卵を処理してはならない」と定められている。ここで述べる「家畜未受精卵を採取」とは食肉処理場由来卵子の採取を指し、OPU を意図したものではないが、「家畜未受精卵を処理」、すなわち卵子の検査や未成熟卵子運搬培養液等への移し換えは家畜人工授精所等以外の場所では行えない。顧客農家の庭先で検卵等を行う場合には、当該農家が家畜人工授精所を開設しているか、もしくは家畜人工授精所の付帯設備として処理に必要な機材と設備を搭載した ET 車を家畜人工授精所登録し、現場における作業手法等について都道府県の確認を受けることが必要になると考えられる。もしくは、生産者の近辺に OPU 拠点を置きそこで家畜人工授精所の開設届出しドナーを運搬して OPU、検卵、体外受精、培養を行う方式（拠点方式、ステーション方式）に切り替えることも考えられる。

OPU 実施前に卵胞発育刺激処置を行うかどうか尋ねたところ、22.9 [34.3] % は卵胞発育刺激処置を実施しておらず、11.4 [17.1] % は事前に卵胞発育を刺激しており、残る 65.7 [48.6] % はケースバイケースで使い分けていた。

OPU の実施延べ回数（総頭数）を尋ねたところ、黒毛和種は 32 [29] 回答で、合計 7,956 [8,955] 頭、平均 248.6 [163.1] 頭、最大は 3,436 [3,900] 頭であった。100 頭を越えて実施しているのは 11 [11] 箇所、1,000 頭を越えて実施しているのは 2 [2] 箇所であった。2021 年に比べ、本調査の 2022 年実績では OPU 実施頭数が減少しているが、これには 2021 年黒毛和種 OPU 実施頭数が 3,900 頭の 1 位の事業者からの回答がなかったことが影響しており、2022 年もほぼ同数の OPU が実施されたとすれば合計 12,000 頭程度の黒毛和種が OPU に供されたと推定できる。ホルスタイン種は、21 [14] 回答で、合計 661 [762] 頭、平均 31.5 [54.4] 頭、最大 280 [268] 頭であった。100 頭を越えて実施しているのは 2 [3] 箇所であった。2021 年に比べ、本調査の 2022 年実績では OPU 実施頭数が減少しているが、これには 2021 年ホルスタイン種 OPU 実施頭数が 268 頭の 1 位の事業者からの回答がなかったことが影響しており、2022 年もほぼ同数の OPU が実施されたとすれば合計 930 頭程度のホルスタイン種が OPU に供

されたと推定できる。その他品種は、15 [3] 回答で、合計 39 [134] 頭、平均 2.6 [44.7] 頭、最大 34 [103] 頭であった。本調査の 2022 年実績では OPU 実施頭数が減少しているが、これには 2021 年その他品種 OPU 実施頭数が 103 頭の 1 位の事業者からの回答がなかったことが影響した。

黒毛和種の OPU 当たり平均採取卵子数は 26 [29] 回答で平均 20.7 [20.9] 個、ホルスタイン種は 9 [13] 回答で平均 14.2 [15.0] 個、その他品種は 4 [2] 回答で平均 12.9 [10.0] 個となった。黒毛和種に較べてホルスタイン種、その他品種（褐毛和種、ジャージー種）の採取卵子数は少なかった。OPU-IVP で生産された移植可能胚総数について、黒毛和種は 26 [29] 回答で合計 57,237 [64,214] 個、平均 2,201.4 [1,073.8] 個、ホルスタイン種は 11 [14] 回答で合計 3,704 [1,820] 個、平均 336.7 [130.0] 個、その他品種は、3 [2] 回答で合計 66 [96] 個、平均 22.0 [48.0] 個であった。2021 年に比べ、本調査の 2022 年実績では OPU 由来移植可能胚数が減少しているが、2021 年黒毛和種 OPU 実施頭数が 1 位の事業者からの回答がなかったことが影響しており、2021 年のこの事業者の移植可能胚総数は 32,000 個であり、2022 年もほぼ同数の OPU 由来胚が生産されたとすれば合計 90,000 個程度の黒毛和種の OPU 由来移植可能胚が生産され、大幅に黒毛和種牛胚生産数が増えたと推定できる。ホルスタイン種も規模は小さいものの、黒毛和種と同様の傾向である。

食肉処理場由来卵巣-IVP で生産された移植可能胚総数について、黒毛和種は 7 [9] 回答で、合計 48,986 [34,113] 個、平均 6,998.0 [3,790.3] 個で、最大数は 35,000 [25,000] 個、ホルスタイン種は、5 [8] 回答で、合計 830 [1,748] 個、平均 167.8 [291.3] 個、最大数は、260 [1,161] 個、その他品種は、6 [2] 回答で、合計 23,372 [6,813] 個、平均 3,895.3 [1,703.3] 個、最大数は、22,081 [3,300] 個であった。食肉処理場由来卵巣-IVP 胚の保存方法は、販売用では緩慢凍結が、実験用ではガラス化凍結保存が多かった。食肉処理場由来卵巣-IVP 胚の用途をみると、2 事業所が販売目的であり、1 事業所から回答された交雑種の IVP 胚委託生産分が、2021 年に比べ 2022 年の移植可能胚総数が増えた要因である。

IVP の各ステップ別に実施場所を質問した。その結果、OPU で採取した卵子の検

卵は [84.8 % が自所内で行っている一方で、体外受精以降は他施設に委託する例が 15% 程度みられた。oiET 技術の普及の観点から、獣医師 1, 2 名の小規模な開業獣医医院では、IVP 部門を外注して、自らは OPU と ET に特化するという事業形態がさらに発展する必要があるように思われた。

体内受精由来胚の移植頭数について、黒毛和種は 30 [27] 回答で、合計 7,479 [11,401] 頭、平均 249.3 [422.3] 頭、最大 2393 [3,524] 頭であった。ホルスタイン種は、9 [8] 回答で、合計 460 [932] 頭、平均 51.1 [116.5] 頭、最大 226 [571] 頭あった。その他品種胚は、9 [1] 回答で、392 [23] 頭、最大 266 頭であった。体内受精由来胚の移植頭数は減少傾向にある可能性がある。

OPU-IVP 由来胚の移植頭数について、黒毛和種は、24 [26] 回答で合計 12,486 [36,218] 頭、平均 520.3 [448.7] 頭、最大 6,200 [25,000] 頭で、体内受精胚移植数の 7,479 [11,401] 頭よりも 5,007 [24,817] 頭多かった。本調査は OPU-IVP 実施事業所等に対する調査なので、OPU を実施していない事業所の体内受精胚あるいは食肉処理場由来 IVP 胚移植成績が含まれない。また、OPU-IVP 胚を作出している事業所でも施設外に移動した胚の移植数を把握していない場合も多くあり、未回答があることから、我が国全体で OPU-IVP 胚移植数が体内受精胚移植数を上回っているかどうかは定かでない。さらに、2021 年実績調査で 1, 2 番目に OPU、胚生産実績が高かった 2 事業所から 2022 年実績値を得られなかったことから、わが国の牛胚移植の現状を十分に補足しているとは言えない。ホルスタイン種は、7 [12] 回答で合計 2,300 [523] 頭、平均 328.6 [43.6] 頭、最大 1,465 [218] 頭で、体内受精胚移植数の 460 [932] 頭に対して 7 割程度であった。ホルスタイン種において OPU-IVP 技術はまだ十分に活用されていないか、OPU 当卵子採取数、発生成績などの面で魅力に欠けているのかもしれない。その他品種胚について胚移植頭数は、4 [1] 回答で 1,836 [63] 頭、最大 1,794 頭であった。

産子数についても多くの OPU-IVP 事業所等、とくに開業獣医医院では産子数を把握しておらず、回答数も少なかった。参考として挙げると、体内受精由来の各品種産子数について、黒毛和種は 23 [19] 回答で合計 2,445 [1,483] 頭、平均 106.3 [82.4] 頭であった。ホルスタイン種は 9 [7] 回答で合計 430 [676]

頭、平均 47.8 [96.6] 頭であった。その他品種では 8 [1] 回答、98 [8] 頭であった。OPU-IVP 由来の産子数について、黒毛和種は 15 [20] 回答で合計 3,977 [4,795] 頭、平均 [265.168.2] 頭であった。ホルスタイン種は 6 [7] 回答で合計 815 [62] 頭、平均 135.8 [8.9] 頭であった。その他品種は 3 [1] 回答、932 [22] 頭であった。

このアンケートの最後に記述式の質問をした。「9-1) IVP 技術で生産された子牛は死産率が高い」という印象はありますか?」という問いに対して、体内受精胚と比較して支配率が高いという印象がない、とする回答が 16 回答中 17 回答で 65.4 % となり、OPU-IVP 胚由来産子による難産、死産が以前ほど問題視していない印象であった(表 2)。まだ人工授精や体内受精並みの事故率とはいえないが、とくに IVP において技術的に成熟してきたことが近年の oiET 技術の需要が高まり、ならびに普及している背景だと考えられる。また、「9-2) OPU-IVP-ET 技術の修得にあたって研修した場所、注目している業績」について伺ったところ、研修先として、(独)家畜改良センターでの研修、宮崎大学や公益社団法人畜産技術協会、酪農学園大学等の各種 OPU 研修が、情報収集先として、日本胚移植技術研究会における発表、ET 実務者ネットワークにおける講習会、国際胚移植技術学会、北海道牛受精卵移植研究会、日本繁殖生物学会、日本卵子学会等の学会発表、論文、(株)渥美牛群管理サービス外獣医医院の実績等を参考として技術研鑽、情報収集等に留意している様子が伺われた(表 3)。

(小括)

本アンケート調査は、OPU-IVP-ET 技術を活用している調査対象事業所等が国内に何カ所存在するのか不明な中で任意回答式に実施されたきわめて限定的なアンケートであり、特に胚移植頭数や産子数については、データを把握していない事業所等があるため実態よりも大幅に少なく見積もられていることに留意し、データの取扱い、引用については注意していただきたい。本アンケート調査結果をまとめると(図 5)、

体内受精胚、OPU-IVP 由来、食肉処理場-IVP 由来の 3 由来胚合計で移植可能胚が黒毛和種で 119, 532 個、ホルスタイン種で 5,359 個ほど生産され、その他

品種の 24,254 個を加えると 149,145 個程度の胚が生産された。この内 OPU 由来胚は 40.9%を占めていた。アンケート対象外となった OPU-IVP 技術を活用していない事業所等の生体内受精胚生産数やアンケートから漏れた事例を含めれば 20 万個弱の胚が生産されていると見込まれる。また、移植頭数について、アンケート結果からは黒毛和種胚で 20,206 頭、ホルスタイン種胚で 2,926 頭、その他の品種で 4,780 頭移植されたがこのデータは実態よりも大幅に少ない。ちなみに令和 3 年度の日本ホルスタイン登録協会における ET 産子の登録実績は 3,652 頭であったことから、ET 産子育成率は移植数に対して 33%、全て雌胚の移植として、令和 2 年度のホルスタイン種の胚移植数はおそらく 11,000 移植を越えているだろう。黒毛和種の ET 産子登録数は定かでないが、我が国全体では 10 万頭を大きく越える移植数ではないかと推測される。

6-2. 対面調査

基本的に匿名調査とし、個々の経営分析を目的とせず、oiET 技術の現状と課題について意見交換することを目的としたことから、対面調査の中で議論になった主なテーマについて、以下私見を交えつつ紹介する。

6-2-1. OPU-IVP-ET (oiET) 技術の課題 -人材育成-

繁殖分野における中核技術となりつつある oiET 技術をさらに普及・活用するためにはまだ解決すべきさまざまな課題がある。

課題の 1 つは専門技術を有する人材の養成と確保である。oiET 技術は、ドナー牛の選抜と適切な飼養管理、OPU、卵子の体外成熟・受精・培養等取り扱い、胚の選抜とゲノミック評価、胚凍結、レシピエントの選抜・管理、胚移植、妊娠牛管理、分娩管理、子牛の哺育育成管理と多段階で複雑な長期にわたる過程を経て健全な産子を得ることで完結する技術である。特に従来の畜産管理にはなかった OPU と IVP の技術者は、そのニーズに対して人数がまだ圧倒的に少ないと思われる。継続的に研修会や講習会を実施して技術者を養成する必要がある。OPU 技術については臨床獣医師であれば初期研修を受けた後、自己研鑽で経験を積む

ことである程度の技術レベルに達することが可能である。一方、IVP 技術の修得には IVP 実施機関等で十分な期間研修を積む必要があると思われる。また、獣医師、牛胚培養技術者（畜産分野では胚培養資格について何ら公的認定制度が整備されていないので、胚培養士と名乗るのは不適切であると思われる）、人工授精師や胚移植師、事務職など多段階で専門的な各技術者集団をコーディネートし事業化する人材も必要であり、通常獣医医院を開業する獣医師や企業経営者がこの任に当たっている。oiET 技術を事業化するためには、獣医師に経営者としての新たな管理能力が求められる。自経営内に専門スタッフを雇用できず IVP 部門を整備することが難しければ外部の機関に委託する方法もあるが、わが国ではまだ IVP を委託する先の選択肢が限られていることも課題である。

OPU-IVP 技術者の養成は、大学や公設の畜産技術研究・普及機関、また、実際にこの技術を活用している民間企業等の業務の中で訓練され行われてきた。しかしながら、急速に拡大する oiET 技術への需要に応えるためには不十分であった。技術者養成の必要性は行政としても認識されており、例えば、公益社団法人畜産技術協会が受託した国の収益力強化総合対策基金等事業（畜産・酪農生産力強化対策事業（繁殖性等向上対策事業））等を活用して平成 29 年度から令和 5 年度に実施された研修会では、日本各地の大学等 12 施設が参加して、OPU 技術等に関する実習を含む実践的な研修会を延べ 491 回実施し、合計 512 名が受講した。この中には早速業務として本技術を活用している者もいる。このような研修会はまだニーズを満たしておらず、今後も継続して開催することが必要である。一方、IVP 技術者養成について公的研修会のサポートはあまりなされていない。また、本来 OPU-IVP のような新たな技術について教育・実習や人材養成を行うべき大学等教育機関の獣医・動物系学部学科における動きもあまり活発ではない。事業受託者らは岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター御明神牧場において、2 週間を基本期間として、完全オーダーメイド型の研修を行ってきた。研修期間内に数多くの食肉処理場由来卵子や OPU 由来卵子を用いて IVP 技術を習得する。長期になるため仕事を離れることや経費負担などについて職場の理解が必要になる。本来であれば常設的、公的な技術研修の場が必要だと思われる。ヒトの生殖医療における胚培養士の育成システム、技術者の

免許・認定方法などが参考になるかもしれない。

家畜改良増殖法（以下、法）では、牛の未成熟卵子を卵巣から採取したり、検卵したり、成熟培養、体外受精、発生培養、凍結等の操作をする者は、家畜人工授精師免許を有していることが必須になっている。また、法に明記されていないが、仕事の内容を鑑みるに、牛胚培養技術者には家畜体外受精卵移植師免許を求められていると解釈するのが妥当だと思われるが、免許交付の前提になる講習会開催について、都道府県の畜産行政職、畜産試験場等では人員が削減され多忙化していることから、家畜人工授精師や家畜体内受精卵移植師免許に関する講習会でさえも開催が危ぶまれ、とても家畜体外受精卵移植に関する講習会を開催できる状況にないということも聞き及ぶ。このことに関し、令和5年6月21日付け農林水産省畜産局長通知により、講習会の開催方法に関し、講習会において課すべき科目のうち学科については、オンライン形式により開催することが可能になった。また、複数の都道府県や農林水産大臣の指定する者と共催すること、外部の講師、施設、機械器具または家畜を活用することができるようになった。このような新制度を活用して、各都道府県にあっては是非家畜体外受精卵移植に関する講習会を開催していただいて、OPU-IVP技術の普及に資する牛卵子・胚培養技術者の供給の基礎を築いていただきたいと思います。行政のシステムが追いつかずに対応が遅れることは避けなければならない。

6-2-2 . OPU-IVP 技術の課題 -技術的課題-

OPUを実施しても十分な卵子数を採取できないという悩みを持つ技術者は多くいる。吸引卵胞数に対して卵子採取数が少ない技術未熟と考えられる例（高齢牛では吸引卵胞数に対して採取卵子数が極端に少ないという現象が起こる場合がある）では、研修会等の機会を利用してOPUの技術レベルを上げる必要がある。そうではなく、そもそも卵巣中に卵胞がみられない、極めて少ないドナーについてどのように処置すべきかはまだ研究の途上だが、卵胞刺激ホルモン製剤等を活用することも1つの方法である。一方で、当初OPU技術は多排卵誘起法と異なり、卵胞発育刺激のためのホルモン剤投与に対する感受性の個体差を回避でき

ることから、成績が安定すると期待されたが、採卵成績およびその後の IVP 発生成績に個体ごと、系統ごとのばらつきがみられ、MOET の弱点を回避するに至っていない。

OPU は腔壁を穿刺して採卵針を腹腔内に進入させ、さらに卵巣を複数回穿刺して卵胞液と共に卵子を吸引・採取する。卵巣、特に黄体は血流が多い器官なので、OPU 実施後の卵巣を開腹して観察すると表面から比較的大量に出血している。OPU 実施者は、アニマルウェルフェアの視点などからもこのような状況を想像して穏やかな処置を心掛ける必要がある。卵巣の癒着、膿瘍形成など、OPU によって人為的な繁殖障害を惹起しないよう衛生に留意することも当然である。事故や機材の破損が発生しないよう特に黒毛和種では鎮静や確実な保定を行う必要がある。

OPU を実施する環境をコントロールすることがその後の胚発生に影響を与えるとされている。特に、農家庭先など野外で OPU を行う場合は、温度や紫外線の影響を考慮し、寒冷地では胚採取液流路の保温や、保温・遮蔽のための簡易な OPU ブースを設置するなどの対策を取ることが重要である。

IVP において体外受精率、胚発生率を確保、安定化させること、健全な胚を選別すること、ゲノミック評価を行うこと、融解後の生存率や受胎率が高い凍結保存法を確立すること、過大子症候群や難産を発生させず健全な産子を得ることは、OPU-IVP 技術の実用化のために必須の技術目標になる。一般的に体外受精・培養由来の牛胚は体内受精胚に比べて、受胎率が 10%程度低く、凍結融解後の生存率に劣り、過大子症候群や難産の発生率が高いとされている。これらの課題への取り組みに関して膨大な研究成果が公表されており、その核心的な対策は胚体外成熟・媒精・発生培養液の適正化であると考えられている。培養液組成や卵子成熟、体外受精、胚発生の促進・適正化のための添加物、培養手技は、IVP を実施している各場所・大学で独自の工夫と進化があり、一概に標準法を解説することは困難だが、IVP 技術研究の当初培養液に添加されていた牛血清が過大子症候群の発生と関連することが指摘され、無血清化されたことが、近年 oiET 技術の普及に貢献したと考えられる。完全無血清化された成熟・媒精・発生培養液のシリーズは複数の企業から販売され広く供用されている。最近、海外で開発され

た牛胚培養液を用いて IVP を行い、受胎率や流産率が体内受精胚と比べて遜色なく、過大子症候群や難産の発生が無い良好な成績を収めている民間機関が現れている。今後このような実績ある培養液が市販されることが期待される。

雌雄産み分け技術は、現在フローサイトメトリー法による人工授精用精液の雄精子、雌精子の選別によって実用化している。しかしながら、販売されているものは特定の種雄牛についてのみであり、国内の雌雄選別精液の場合、特許の関係で体外受精に用いることはできない。従って、希望する種雄牛について低コストで容易に性選別できる手法を開発することは、OPU-IVP 胚の付加価値を挙げ得る手法として期待されている。例えば、生産される牛胚の性が雄側に 70% 偏り雌だったはずの胚 5 千個が雄胚になるだけで、子牛市場販売額の性差が 20 万円、受胎率 50% とすれば、単純計算で 5 億円収入が増えることから経済効果は大きいと思われる。広島大学のグループは 2019 年に簡便かつ安価な雌雄産み分け方法を開発したが、生産現場において性選別成績は安定しないようである。

牛胚の培養は、成熟培養および媒精など卵子に卵丘細胞が密着している状態では 5% 二酸化炭素、95% 空気、庫温 38.5℃、湿度飽和の条件下で実施するケースが多く、培養器の機種は問わない。また、裸化後の発生培養は 5% 二酸化炭素、5% 酸素、90% 窒素、庫温 38.5℃、湿度飽和の条件下で実施するケースが多く、マルチガス培養器が使用される。近年ヒトの生殖医療分野では個別培養型の培養器が使われており、一般の集合型に比べて、ドアの開け閉めによる温度やガス濃度、湿度の乱れが最小になり、胚発生成績が向上できると期待されている。個別培養器には加湿しないドライ式と従来通り湿度飽和で培養するウェット式がある。畜産分野ではドライ式個別培養器の評価は一様ではなく、事業受託者は胚発生率に悪影響があったので使用を避けたが、ある獣医医院では、個別管理のしやすさ等を考慮して個別型培養器を採用している。最近、ウェット式の個別培養器が販売されており、多くの農家からランダムに OPU-IVP 胚を委託される経営では有用かもしれない。

健全な産子が得られる健全な胚の選抜は、従来形態評価で行われてきた。しかしながら、単為発生胚でも形態上良好な胚盤胞に発育するなど、その信頼性は低い。究極には得られた胚盤胞個々に対して遺伝子検査を実施することが望ましい

のは当然である。最近の研究で、IVP 胚は生体内受精胚に比べて、形態的に問題ない胚でも、初期発生に重要な複数の遺伝子の過少なあるいは過剰な発現があり、ばらつくことが明らかになっている。しかしながら、技術的、時間的、経済的理由から個々の牛胚の遺伝子発現検査を実施することは現状現実的ではない。これまでも胚の酸素消費量を計測したり、タイムラプス法を用いて胚発育動態を詳細に観察したりすることで健全な胚を選抜する試みがなされてきたが、いずれも高価な機材や、有用なデータを得るための高度な技術が必要であり、データを解析するための時間を要するなどのため、広く普及するには至っていない。最近では、一定時間における胚発育状況を基に胚の健全性を評価する方法として杉村らの胚発育基準⁵⁾があり、実用に耐えるものになっている。杉村ら⁵⁾は牛胚を個別培養皿で培養し、媒精後 27 時間以内に 2 細胞期に卵割しフラグメントがなく、媒精後 55 時間に 6 細胞期以上に卵割した胚の受胎率が高いことを報告した。個別培養皿など多少の費用と労力を要しますが、一定時間の 2 点で技術者が肉眼的に観察することにより、より安価・容易に胚選抜できる方法として注目されている。

胚を選抜する考え方として、健全な産子を得る目的の外に遺伝的、経済的価値が高い胚を選抜するという目的が考えられ、近年普及してきたゲノミック評価と、特定の父母牛から短期間に大量の胚を生産できる oiET 技術の組み合わせはこの目的を達成するための強力なツールを提供する。経費、時間、労力、胚発生を障害する可能性などの点から全ての胚についてゲノミック評価を実施することは現実的ではないが、種雄牛造成や特別な基礎母牛群の確立などには、大幅な育種時間の短縮と選抜精度の向上が見込める。実際に北米では実用に供されており、わが国でも近い将来標準的な方法になると見込まれる。

今後全国で oiET 技術が普及すれば、生産する IVP 胚の付加価値の差別化競争になることも考えられる。胚のゲノム評価の前提として、ドナーとなる母牛の評価値が得られている必要がある。これまでのように、どのような牛でも牛胚の数を作れば良いということではなく、後代を作るべき牛から OPU-IVP 胚を作出し、後代を作るべきではない牛に対して OPU は行わない、という選別が必要になる。

諸外国では新鮮胚移植が 40% を占めるが、わが国では体内胚の採取や IVP 胚

の生産に合わせて十分な数の受胎牛を準備することが困難なことから、凍結胚移植が主流であり、IVP 胚の凍結技術の改善は長年の課題であった。従来の緩慢凍結法に比較してガラス化凍結法の凍結融解後の胚生存率は高く、実際ヒトの生殖医療分野ではその信頼性によりガラス化凍結法が短期間に世界中で普及し、緩慢凍結法を凌駕した。一方、畜産では ET 現場で胚融解する際の凍結保護剤除去操作を簡易化・自動化することが困難で、従来の緩慢凍結法によるダイレクト移植がまだ主流である。広島県畜産技術センターにおいて開発されたビトラン-7 法や山形県農業総合研究センター畜産試験場で開発された YGF60 法は、ガラス化凍結・融解作業を簡易化する手法で、その器具が市販されているが、いずれも若干の手間とこれに伴う信頼の不確実性のため広く普及するに至っていない。

先に述べた通り、oiET 技術はドナー牛の選抜と適切な飼養管理、OPU、卵子の体外受精・培養等取扱い、胚選抜、胚凍結、レシピエントの選抜・管理、胚移植、妊娠牛管理、分娩管理、子牛の哺育・育成と多段階で複雑な長期にわたる過程を経て健全な産子を得ることで完結する技術である。どのように IVP 胚を安定的に確保するかはもとより、経営内でどのように移植頭数を確保するか、妊娠率を向上させるかは本技術の最終的な経済効果をみる上で大変重要な指標になる。事業受託者らは機能性アミノ酸の一種であるアルギニンを頸静脈内に投与、あるいはサプリメントとして経口給与すると定時人工授精後の受胎率が改善することを見出した。このような技術がドナーやレシピエントの飼養管理に応用できるものと期待される。また、IVP 胚移植において微弱陣痛、過大子や難産の発生がないわけではないので、事前に分娩難易度を判断する手法の開発や分娩予定日を過ぎたら分娩事故を減らすための分娩誘起処置を活用すること、やや虚弱な oiET 黒毛和種産子に向けた哺育・育成法など一連の技術のレベルアップが欠かせない。

6-2-3 . OPU-IVP 技術の課題 -その他-

OPU を行うためには超音波装置や OPU 用経腔プローブ、吸引装置、胚採取試験管の保温装置、二酸化炭素インキュベーター、実体顕微鏡のような胚培養器

材、オートクレーブ、ガス滅菌装置等の実験器具、場合によっては室内環境を調整できる胚培養室など、高額な施設・設備が必要で一から立ち上げるには一定の資金が必要になることも、本技術を普及するためには障害になっている。農業共済組合や農業協同組合、地方畜産研究所などが核となって備品整備のバックアップや投資をすることも解決策の1つとなるかもしれない。また、それぞれの機器や消耗品について、新たな製品が販売されたり、バージョンアップされたりするので、実際に使用している技術者からの口コミ、業者のホームページ、営業担当者からの宣伝等で具体的な機種等の情報収集を常に行っておく必要がある。

OPU-IVP 由来牛胚の登録には、特に黒毛和種では1頭、1回のIVPに1本の精液を使用すること、などの制限がある。また、産子登録には親子関係のDNA検査や各種証明書など事務手続きが多く、個人経営の獣医医院等では負担が重くなっている。登録事務の簡易化やソフトウェアの開発等が必要かもしれない。

OPU-IVP 技術の普及については景気や行政対応が大きな影響を及ぼす場合がある。例えば生乳の需給が緩和される中で、いわゆる畜産クラスター事業等によって行われてきた胚移植に用いる牛胚の購入に対する補助要件が厳密化されることで、牛胚の父牛へのニーズが変わる例がある。特定の種雄牛に人気が集中することによって遺伝的多様性が失われることのないように配慮されなければならない。また、肉用牛肥育経営安定交付金(いわゆる牛マルキン)の発動が、肥育農家の子牛購入動向に影響し、結果として牛胚流通に影響する。当然のことながら、oiET 技術の向上が基盤となりながらも、わが国の景気や諸外国への畜産物輸出状況が本技術の普及に大きく影響することも考慮する必要がある。

oiET 技術は大変強力なツールであることから、黒毛和種の主産地のあり方に影響し、変動をもたらす可能性がある。2024年4月からのトラックドライバーの時間外労働時間の上限が規制されるなど流通基盤の問題は、わが国の畜産業に直接関わる可能性があり、遠隔地間の牛の移動は経済的な理由である程度制限されると予想される。一方で、北海道では黒毛和種、交雑種、乳用種を含め牛胚(体内受精、OPU・食肉処理場由来 IVP 胚を含む)の生産数は10万個を越えていると推測され、受胚牛としての乳牛の飼養頭数の規模も相まって、その黒毛和種子牛生産能力はますます高まっている。血統的にも日本中の代表的な血統を網

羅し、北海道へ行けば乳用種を含めて望む血統の牛を購入できるとなれば、全国複数の市場に買い付けに行かなくても北海道だけで済むかもしれない。令和9年には第13回全国和牛能力共進会北海道大会が開催される。北海道の黒毛和種子牛の産地化が進展し、西日本の市場価値が地盤沈下する可能性がある。oiETやゲノミック評価技術の開発に乗り遅れた地域は、今後黒毛和種子牛産地を維持することが困難になるかもしれない。

6-2-4 . OPU-IVP 技術の課題 -法律・規制等の遵守-

OPU-IVP 技術は近年急速に普及が進んだ技術であるため、行政や登録事務等の場面でさまざまな軋轢を生じる可能性がある。本技術の健全な普及のためには、特に、家畜改良増殖法（以下、法）やその施行規則、家畜遺伝資源に係る不正競争の防止に関する法律、和牛登録協会や日本ホルスタイン登録協会等が定める IVP 胚由来産子の登録に当たっての留意事項等を遵守する必要がある。ただし、これらの法には OPU の語句は出てこない。法律が現実に追いついていないからである。そうはいつでも当然のことながら自由・無秩序に振る舞って良いわけではなく、牛胚の取り扱いに関する法の条文を基に OPU に関する法令上の対応を解釈することになる。

重要な点をいくつか挙げる。家畜改良増殖法（以下「法」）第9条の2では、家畜体内受精卵等の採取の制限が示されている。「牛その他政令で定める家畜の雌は、その飼養者において、農林水産省令で定める伝染性疾患及び遺伝性疾患を有しないことについての獣医師による診断を農林水産省令で定めるところにより受け、診断書の交付を受けたもの（次項において「診断書交付家畜」という。）でなければ、家畜体内受精卵の採取の用に供してはならない。ただし、学術研究のため家畜体内受精卵の採取の用に供する場合その他農林水産省令で定める場合は、この限りでない。」とあり、家畜体内受精卵やと体卵巣を採取するに当たって、その雌畜は農林水産省令で定める伝染性疾患および遺伝性疾患を有しないことについての獣医師による診断書の交付を受けなければならない。OPU という単語は条文の中に明示されていないが、この法は OPU の対象雌牛にも適応され

る。また、家畜改良増殖法施行規則（以下「規則」）第13条の3には獣医師の診断として、「法第九条の二第一項の獣医師による診断は、雌の家畜を家畜体内受精卵（法第三条の三第二項第四号に規定する家畜体内受精卵をいう。以下同じ。）の採取の用に供する日又は雌の家畜若しくはそのとたいを家畜卵巣の採取の用に供する日前三十日以内に受けたものでなければならない。」とあり、診断書は、受精卵あるいは卵巣採取日の30日以内に受けなければならない。この規定は、OPUを行う雌牛にも適用される。

法第11条の2に、「獣医師でない者は、雌の家畜から家畜体内受精卵を採取し、又はこれを処理してはならない。ただし、学術研究のためにする場合、自己の飼養する雌の家畜から家畜体内受精卵を採取し、又はこれを処理する場合その他農林水産省令で定める場合は、この限りでない。」とあり、この条文からOPUは獣医師以外実施してはならないと解釈される。その理由には、麻酔薬の投与や外科的器具の操作が含まれ、獣医学的診断および技術を以て行うのでなければ家畜に危害を及ぼす恐れがあり、獣医師法第17条に規定する獣医師のみが行う得る診療業務に該当すると解釈されるためである。

法第12条第1項で、「家畜人工授精所、家畜保健衛生所その他家畜人工授精又は家畜受精卵移植を行うためセンター又は都道府県が開設する施設（次項及び第十四条第三項において「家畜人工授精所等」という。）以外の場所で家畜人工授精用精液を採取し、若しくは処理し、家畜体内受精卵を処理し、家畜未受精卵を採取し、若しくは処理し、家畜体外授精を行い、又は家畜体外受精卵を処理してはならない。ただし、家畜人工授精用精液を採取する回数が、都道府県知事の定める回数に満たない雄の家畜から家畜人工授精用精液を採取し、又はこれを処理する場合並びに第十一条ただし書並びに前条第一項ただし書及び第四項ただし書の場合は、この限りでない。」とされている。卵子の採取を家畜人工授精所以外（農家の牛舎等）で実施することは可能だが、卵子の処理（検卵、洗浄）、体外授精等の胚生産に係る業務は家畜人工授精所でなければ実施できない。この場合の対処法として、1)生産者の近辺に家畜人工授精所を整備し、開設許可を届出し、対象となる雌牛を運搬してもらうこと（拠点方式、ステーション方式）、2)家畜人工授精所の付帯設備として処理に必要な機材と設備を搭載

した ET 車を家畜人工授精所として届出を行い認可を受けること、などが考えられる。

法第 32 条の 4 では、「獣医師又は家畜人工授精師は、第十三条第四項から第六項までの規定により特定家畜人工授精用精液等を容器に収めたときは、当該容器に、当該特定家畜人工授精用精液等に係る種畜の名称その他の農林水産省令で定める事項の表示をしなければならない。」と、特定家畜人工授精用精液等を容器に収めたときの容器（ストロー）への表示義務が示されている。規則第 42 条の 3 容器への表示項目では、「家畜体外受精卵にあっては、次に掲げる事項

イ 当該家畜体外受精卵が生産された家畜人工授精所等の管理番号

ロ 当該家畜体外受精卵に係る家畜卵巣の採取の用に供した雌の家畜及び当該家畜体外受精卵に係る家畜人工授精用精液の採取の用に供した雄の家畜の名前（牛の場合にあっては、当該家畜体外受精卵に係る家畜卵巣の採取の用に供した雌の家畜及び当該家畜体外受精卵に係る家畜人工授精用精液の採取の用に供した雄の家畜の名前又はこれらの個体識別番号）

ハ 当該家畜体外受精卵の検査年月日」

とされている。ただし、ロ、ハは、家畜体外受精卵証明書番号で代替できるとされており、OPU-IVP による胚も同様の表示が必要になる。

法第 13 条第 4 項では、「獣医師又は家畜人工授精師は、前三項の検査の後速やかに、農林水産省令で定める方法により、家畜人工授精用精液、家畜体内受精卵又は家畜体外受精卵を容器に収めた上これに封を施し、かつ、家畜人工授精用精液証明書、家畜体内受精卵証明書又は家畜体外受精卵証明書を添付しなければならない。ただし、検査の後その場所において雌の家畜に家畜人工授精用精液を注入し、若しくはこれを用いて家畜体外授精を行い、又は雌の家畜に家畜体内受精卵若しくは家畜体外受精卵を移植する場合は、この限りでない。」とあり、また、法第 14 条第 2 項より、「前条第四項の封がなく、又は家畜体内受精卵証明書若しくは家畜体外受精卵証明書が添付されていない家畜体内受精卵又は家畜体外受精卵は、これを譲り渡し、又は雌の家畜に移植してはならない。」とされている。胚の流通に際し、容器に封じた胚と家畜体外受精卵証明書は一体で取り扱うことが定められている。従って、IVP 胚を入れたストローを先に胚購入

者に渡し ET させ、入金を確認した上で証明書を渡すという対応は法律違反になる可能性がある。

法第 32 条の 5 の規定から、「家畜人工授精所の開設者は、特定家畜人工授精用精液等の譲受け（保存の委託を受けた特定家畜人工授精用精液等の搬入を含む。以下この項において同じ。））、譲渡し（保存の委託を受けた特定家畜人工授精用精液等の搬出を含む。以下この項において同じ。））、廃棄又は亡失したときは、遅滞なく、譲受け、譲渡し、廃棄又は亡失に関する事項を譲渡等記録簿に記載しなければならない。

2 家畜人工授精所の開設者は、前項の譲渡等記録簿を十年間保存しなければならない。」

とあり、家畜人工授精所の開設者は、必要事項を遅滞なく記録し、この譲渡等記録簿を 10 年間保存しなければならないとされている。また、法第 34 条第 3 項より、家畜人工授精所の開設者は、毎年当該家畜人工授精所の運営の状況を都道府県知事に報告しなければならない、とされており、記録とその保存、報告が義務化されている。

OPU-IVP の胚生産現場ではこれらの規則を良く理解せず、違反している可能性がある場合を散見する。これらの法に違反した場合、罰則は比較的重く、法第 38 条の 1 により 100 万円以下の罰金に処せられる場合がある。また、悪質な場合は獣医師や人工授精師免許の停止などの処分がないとはいえない。

（小括）

最近民間の開業獣医師や農業共済組合、社団法人、大規模畜産企業、農業協同組合などで oiET 技術に取り組むところが増えてきた。厳しい経営環境の中、畜産事業の継続のために農家の選択肢が増えることは喜ばしく希望が持てる状況である。ただ、oiET 技術は生産現場で活用されてまだ日が浅い技術である。今後さらなる普及を図るためには、ドナーの選抜と管理、OPU、IVP、胚選抜（評価）、凍結、レシピエントの選抜と管理、胚移植、妊娠牛の管理、分娩、産子の哺育・育成等の各技術段階で十分な成績を得られるよう改良を続ける必要がある。また、行政や関係者との間に軋轢を生じないように、現行法規に則って実施す

ることに留意する必要がある。われわれ oiET 技術者・研究者の最終的な目的は、農家が望めば、どこでも誰でも oiET 技術のサービスを選択できるようになることであり、そのための技術者養成の一助となることである。本技術は、産業動物分野において獣医師のみならず OPU 補助者や胚培養技術者、家畜受精卵移植師等の技術者が協力して事業に当たるとい開業獣医院のあり方に変革をもたらす意義があり、経営面での獣医師のレベルアップも求められる。コワーカーや畜産事業者とともにわが国の畜産業の維持・発展に寄与する技術となるよう切望する。

謝 辞

業務多忙な中アンケート調査にご協力いただいた皆さまに感謝いたします。

参 考

- 1) 公益社団法人 畜産技術協会編 (2023) 牛の OPU 実践マニュアル
- 2) Pieterse, M. C., et al. (1988) Aspiration of bovine oocytes during transvaginal ultrasound scanning of the ovaries. Theriogenology 30: 751-762.
- 3) 小島敏之ら訳 (2023) 家畜における胚生産と胚移植の統計(2021年) IETS Data Retrieval Committee . 家畜人工授精 . 318: 33.
- 4) 平田統一 (2023) 牛生体内卵子吸引-体外牛胚生産-胚移植技術普及状況に関する アンケート調査結果の報告 . 日本胚移植学雑誌 Vol.44 (2) 91-100.
- 5) Sugimura S, Akai T, Imai K. Selection of viable in vitro-fertilized bovine embryos using time-lapse monitoring in microwell culture dishes. J Reprod Dev 2017; 63: 353-357.

図 表

図 1 回答者の業態

図 2 OPU 業務を担当する技術者の種別と人数

図 3 IVP 業務を担当する技術者の種別と人数

図 4 ET 業務を担当する技術者の種別と人数

図 5 わが国における 2022 年牛胚生産の概数

表 1 Web アンケート調査表

表 2 対面調査票

表 3 IVP 技術で生産された子牛は死廃率が高い」という印象はありますか？

表 4 OPU-IVP-ET 技術の修得にあたって研修した場所、注目している業績

図1 回答者の業態

1-5) 業態について、該当するラジオボタンを押してください。

45件の回答

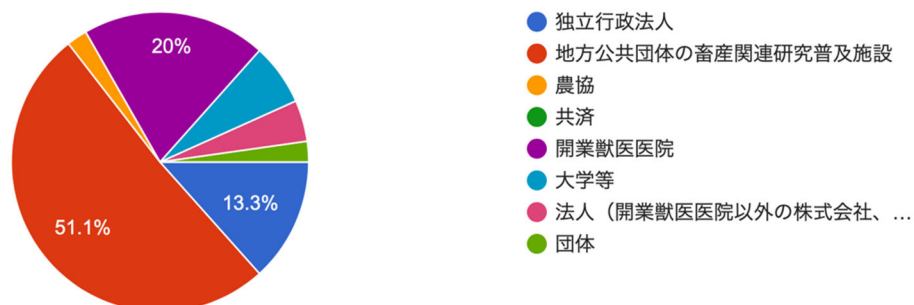


図2 OPU業務を担当する技術者の種別と人数

1-7) OPU業務をご担当される技術者について、人数をお知らせください。

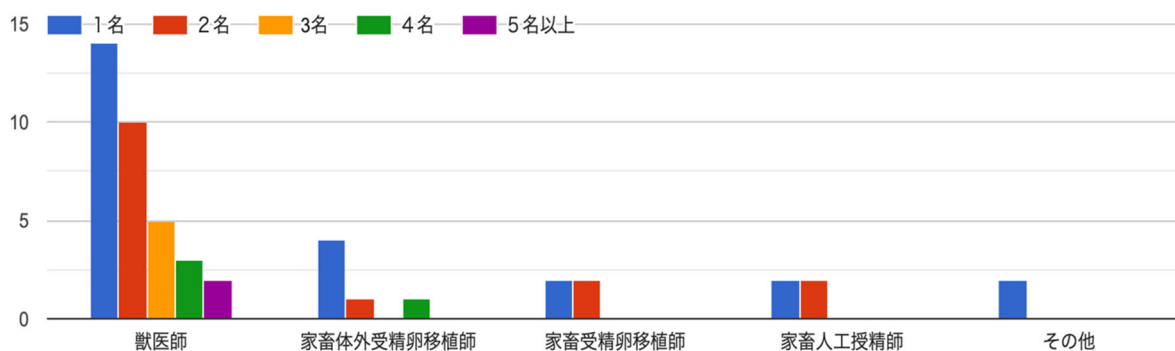


図3 IVP業務を担当する技術者の種別と人数

1-8) IVP業務をご担当される技術者について、人数をお知らせください。

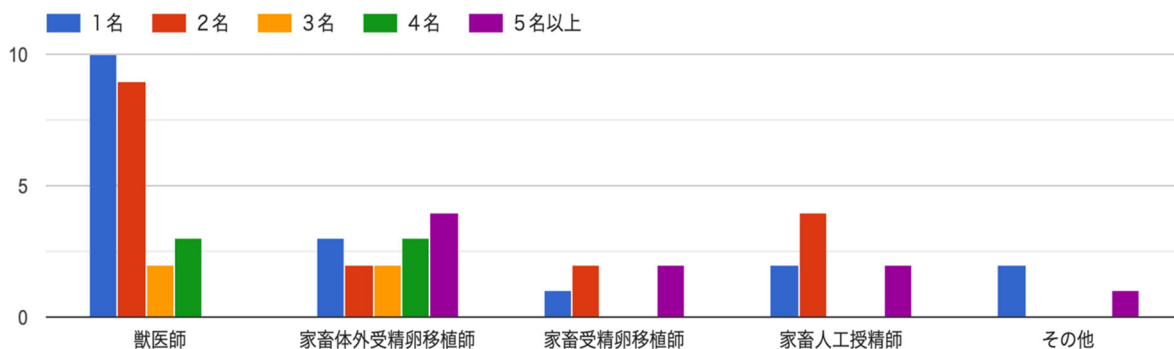


図4 ET業務を担当する技術者の種別と人数

1-9) ET業務をご担当される技術者について、人数をお知らせください。

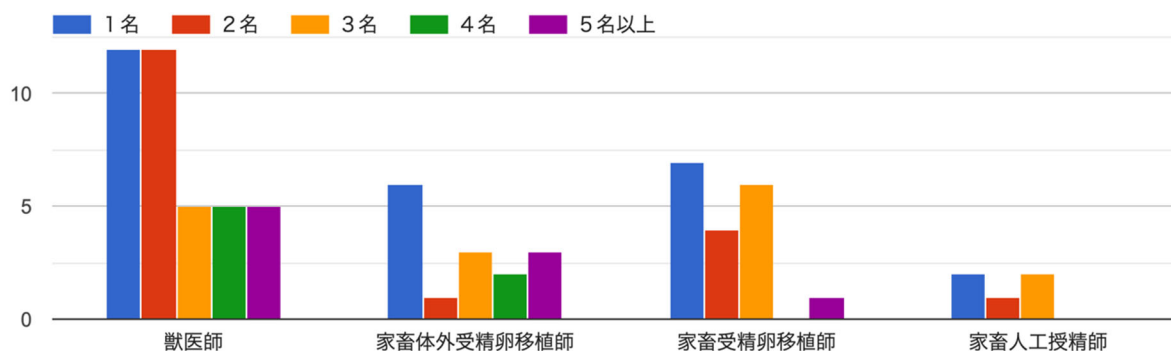


図5 わが国における2022年牛胚生産の概数

2022年牛胚生産の概数

| | |
|------------------|----------|
| 【体内受精胚回収】 | |
| 「黒毛和種」 | |
| 回収実施延べ頭数 | 3,069 頭 |
| 移植可能胚総数 | 13,309 個 |
| 総胚移植頭数 | 7,479 頭 |
| 「ホルスタイン種」 | |
| 回収実施延べ頭数 | 217 頭 |
| 移植可能胚総数 | 816 個 |
| 総胚移植頭数 | 460 頭 |
| 「その他品種」 | |
| 回収実施延べ頭数 | 1,044 頭 |
| 移植可能胚総数 | 816 個 |
| 総胚移植頭数 | 392 頭 |

| | |
|------------------------|----------|
| 【食肉処理場由来卵巣-IVP】 | |
| 「黒毛和種」 | |
| 処理卵巣総数 | 36,766 頭 |
| 移植可能胚総数 | 48,986 個 |
| 総胚移植頭数 | 241 頭 |
| 「ホルスタイン種」 | |
| 処理卵巣総数 | 11,124 頭 |
| 移植可能胚総数 | 839 個 |
| 総胚移植頭数 | 166 頭 |
| 「その他品種」 | |
| 処理卵巣総数 | 244 頭 |
| 移植可能胚総数 | 23,372 個 |
| 総胚移植頭数 | 2,088 頭 |

| | |
|------------------|----------|
| 【OPU-IVP】 | |
| 「黒毛和種」 | |
| 回収実施延べ頭数 | 7,956 頭 |
| 移植可能胚総数 | 57,237 個 |
| 総胚移植頭数 | 12,486 頭 |
| 「ホルスタイン種」 | |
| 回収実施延べ頭数 | 661 頭 |
| 移植可能胚総数 | 3,704 個 |
| 総胚移植頭数 | 2,300 頭 |
| 「その他品種」 | |
| 回収実施延べ頭数 | 39 頭 |
| 移植可能胚総数 | 66 個 |
| 総胚移植頭数 | 1,836 頭 |

| | |
|---------------|-----------|
| 【3種合計】 | |
| 「黒毛和種」 | |
| 移植可能胚総数 | 119,532 個 |
| 総胚移植頭数 | 20,206 頭 |
| 「ホルスタイン種」 | |
| 移植可能胚総数 | 5,359 個 |
| 総胚移植頭数 | 2,926 頭 |
| 「その他の品種」 | |
| 移植可能胚総数 | 24,254 個 |
| 総胚移植頭数 | 4,316 頭 |

事業所外へ販売した胚の移植数、産子数を把握できないため、データとして不備

表1 Web アンケート調査表

生体内卵子吸引（OPU）-体外牛胚生産（IVP）-胚移植（ET）技術普及状況に関するアンケート調査のお願い

OPU実施者の皆さんへ

畜産の生産現場における関係各位の日頃のご尽力に敬意を表します。

日本胚移植技術研究会は、全国の大学や試験研究機関および民間企業等に所属する会員から構成されており、動物の胚を母体に移植する胚移植の技術をベースとしながら、近年多様化している動物バイオテクノロジーに関する研究の推進、技術と知識の普及・向上ならびに会員相互の交流を図ることを主な目的として活動しています。

近年、牛の生産現場においてOPU-IVP-ET技術の活用が進み、遺伝的能力や経済的付加価値が高い牛を効率的に生産できるようになってきました。しかしながら、その普及、あるいは実態は明かではありません。

そこで、本研究会では我が国におけるOPU-IVP技術普及の実態を明らかにし、さらなる本技術の普及や施策の参考とするためのアンケートを、昨年引き続きWeb上で実施（一部対面調査）することといたしました。

業務ご繁忙の所、多岐にわたる数多くのアンケート項目（9セクション）にご回答いただくことはたいへん心苦しいですが、本技術のさらなる普及の糧とするためご協力いただけると幸いです。

なお、ご回答は本研究会担当が集計し、ホームページや大会等で公表すると共に、行政や国際胚移植技術学会等の調査に活用される場合があることを予めご承知ください。

ご回答いただきました内容、ならびに個人を特定する情報は、本アンケート調査の統計データの処理のみに使用し、ご本人の同意が無ければ第三者に提供いたしません。

また、実施していない項目、業務の都合等で回答が難しいところは空欄で構いません。

全ての質問は2022年1月1日～12月31日までの実績値で、2023年12月31日(日)までにご回答いただければ幸いです。

本調査の一部は、独立行政法人 農畜産業振興機構の調査事業の一貫として実施されます。

ご協力の程、何卒よろしくお願いいたします。

日本胚移植技術研究会
学術担当理事・平田統一（2023年10月26日）

1. 1-1) 事業者名をお知らせ下さい

2. 1-2) ご担当者名をお知らせ下さい

3. 1-3) ご担当者の職務、資格をお知らせ下さい

4. 1-3) ご担当者のE-mailアドレスをお知らせ下さい

5. 1-5) 業態について、該当するラジオボタンを押してください。

1つだけマークしてください。

- 独立行政法人
 地方公共団体の畜産関連研究普及施設
 農協
 共済
 開業獣医医院
 大学等
 法人（開業獣医医院以外の株式会社、有限会社等）
 その他: _____

6. 1-6) 上記「その他」を洗濯された場合の具体的な業態は？

7. 1-7) OPU業務をご担当される技術者について、人数をお知らせください。

1行につき1つだけマークしてください。

| | 1名 | 2名 | 3名 | 4名 | 5名以上 |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 獣医師 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 家畜体外受精卵移植師 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 家畜受精卵移植師 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 家畜人工授精師 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| その他 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

8. 1-8) IVP業務をご担当される技術者について、人数をお知らせください。

1行につき1つだけマークしてください。

| | 1名 | 2名 | 3名 | 4名 | 5名以上 |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 獣医師 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 家畜体外受精卵移植師 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 家畜受精卵移植師 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 家畜人工授精師 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| その他 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

9. 1-9) ET業務をご担当される技術者について、人数をお知らせください。

1行につき1つだけマークしてください。

| | 1名 | 2名 | 3名 | 4名 | 5名以上 |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 獣医師 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 家畜体外受精卵移植師 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 家畜受精卵移植師 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 家畜人工授精師 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| その他 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

【体内受精胚回収】実績（2022年1月1日～12月31日）

10. 2-1) 【体内受精胚回収】「黒毛和種」の回収実施延べ頭数をお知らせ下さい。

11. 2-2) 【体内受精胚回収】「ホルスタイン種」の回収実施延べ頭数をお知らせ下さい。

12. 2-3) 【体内受精胚回収】「その他品種」の回収実施延べ頭数をお知らせ下さい。

13. 2-4) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

14. 2-5) 【体内受精胚回収】「黒毛和種」の採取移植可能胚総数をお知らせ下さい。

15. 2-6) 【体内受精胚回収】「黒毛和種」で事業体外に販売または移動した胚数をお知らせ下さい。

16. 2-7) 【体内受精胚回収】「ホルスタイン種」の採取移植可能胚総数をお知らせ下さい。

17. 2-8) 【体内受精胚回収】「ホルスタイン種」で事業体外に販売または移動した胚数をお知らせ下さい。

18. 2-9) 【体内受精胚回収】「その他品種」の採取移植可能胚総数をお知らせ下さい。

19. 2-10) 【体内受精胚回収】「その他品種」で事業体外に販売または移動した胚数をお知らせ下さい。

20. 2-11) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

21. 2-12) 【体内受精胚回収】移植可能胚の保存方法について、該当するラジオボタンを押してください（複数回答可）。

当てはまるものをすべて選択してください。

| | 新鮮胚移植のみ | 低温保存 | 緩慢凍結 | ガラス化保存 |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 黒毛和種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ホルスタイン種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| その他品種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

22. 2-13) 【体内受精胚回収】胚の用途について、該当するラジオボタンを押してください（複数回答可）。

当てはまるものをすべて選択してください。

| | 販売 | 自家消費 | 実験 |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 黒毛和種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ホルスタイン種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| その他品種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

【OPU-IVP】実績（2022年1月1日～12月31日）

23. 3-1) 【OPU】実施場所をお知らせ下さい。

当てはまるものをすべて選択してください。

- 自場内
- 顧客農家牛舎等生産現場
- 両方
- その他: _____

24. 3-2) 上記「その他」の内容を具体的にお知らせ下さい。

25. 3-3) 【OPU】実施方法をお知らせ下さい。

1つだけマークしてください。

- OPU実施前にホルモン剤を投与し、卵胞の発育を促進させる
- ホルモン剤を事前投与しない
- 両方

26. 3-3) 【OPU】「黒毛和種」のOPU実施延べ回数（総頭数）をお知らせ下さい。

27. 3-4) 【OPU】「ホルスタイン種」のOPU実施延べ回数（総頭数）をお知らせ下さい。

28. 3-5) 【OPU】「その他品種」のOPU実施延べ回数（総頭数）をお知らせ下さい。

29. 3-6) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

30. 3-7) 【OPU】「黒毛和種」のOPU当たり平均採取卵子数をお知らせ下さい。

31. 3-8) 【OPU】「ホルスタイン種」のOPU当たり平均採取卵子数をお知らせ下さい。

32. 3-9) 【OPU】「その他品種」のOPU当たり平均採取卵子数をお知らせ下さい。

33. 3-10) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

34. 3-11) 【OPU-IVP】OPU-IVPで生産された「黒毛和種」の移植可能胚総数をお知らせ下さい。

35. 3-12) 【OPU-IVP】「黒毛和種」で事業体外に販売または移動したOPU-IVP胚数をお知らせ下さい。

36. 3-13) 【OPU-IVP】OPU-IVPで生産された「ホルスタイン種」の移植可能胚総数をお知らせ下さい。

37. 3-14) 【OPU-IVP】「ホルスタイン種」で事業体外に販売または移動したOPU-IVP胚数をお知らせ下さい。

38. 3-15) 【OPU-IVP】OPU-IVPで生産された「その他品種」の移植可能胚総数をお知らせ下さい。

39. 3-16) 【OPU-IVP】「その他品種」で事業体外に販売または移動したOPU-IVP胚数をお知らせ下さい。

40. 3-17) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

41. 3-18) 【OPU-IVP】移植可能胚の保存方法について、該当するラジオボタンを押してください（複数回答可）。

当てはまるものをすべて選択してください。

| | 新鮮胚移植のみ | 低温保存 | 緩慢凍結 | ガラス化保存 |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 黒毛和種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ホルスタイン種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| その他品種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

42. 3-19) 【OPU-IVP】胚の用途について、該当するラジオボタンを押してください（複数回答可）。

当てはまるものをすべて選択してください。

| | 販売 | 自家消費 | 実験 |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 黒毛和種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ホルスタイン種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| その他品種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

43. 3-20) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

【食肉処理場由来卵巣-IVP】実績（2022年1月1日～12月31日）

44. 4-1) 【食肉処理場由来卵巣-IVP】「黒毛和種」の処理卵巣総数をお知らせ下さい。

45. 4-2) 【食肉処理場由来卵巣-IVP】「ホルスタイン種」の処理卵巣総数をお知らせ下さい。

46. 4-3) 【食肉処理場由来卵巣-IVP】「その他品種」の処理卵巣総数をお知らせ下さい。

47. 4-4) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

48. 4-5) 【食肉処理場由来卵巣-IVP】「黒毛和種」の卵巣当たり平均採取卵子数をお知らせ下さい。

49. 4-6) 【食肉処理場由来卵巣-IVP】「ホルスタイン種」の卵巣当たり平均採取卵子数をお知らせ下さい。

50. 4-7) 【食肉処理場由来卵巣-IVP】「その他品種」の卵巣当たり平均採取卵子数をお知らせ下さい。

51. 4-8) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

52. 4-9) 【食肉処理場由来卵巣-IVP】採取卵巣-IVPで生産された「黒毛和種」の移植可能胚総数をお知らせ下さい。

53. 4-10) 【食肉処理場由来卵巣-IVP】「黒毛和種」で事業体外に販売または移動した食肉処理場由来卵巣-IVP胚数をお知らせ下さい。

54. 4-11) 【食肉処理場由来卵巣-IVP】採取卵巣-IVPで生産された「ホルスタイン種」の移植可能胚総数をお知らせ下さい。

55. 4-12) 【食肉処理場由来卵巣-IVP】「ホルスタイン種」で事業体外に販売または移動した食肉処理場由来卵巣-IVP胚数をお知らせ下さい。

56. 4-13) 【食肉処理場由来卵巣-IVP】採取卵巣-IVPで生産された「その他品種」の移植可能胚総数をお知らせ下さい。

57. 4-14) 【食肉処理場由来卵巣-IVP】「その他品種」で事業体外に販売または移動した食肉処理場由来卵巣-IVP胚数をお知らせ下さい。

58. 4-15) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

59. 4-16) 【食肉処理場由来卵巣-IVP】移植可能胚の保存方法について、該当するラジオボタンを押してください（複数回答可）。

当てはまるものをすべて選択してください。

| | 新鮮胚移植のみ | 低温保存 | 緩慢凍結 | ガラス化保存 | その他 |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 黒毛和種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ホルスタイン種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| その他品種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

60. 4-17) 上記「その他」の内容を具体的にお知らせ下さい。

61. 4-18) 【食肉処理場由来卵巣-IVP】胚の用途について、該当するラジオボタンを押してください（複数回答可）。

当てはまるものをすべて選択してください。

| | 販売 | 自家消費 | 実験 | その他 |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 黒毛和種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ホルスタイン種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| その他品種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

62. 4-19) 上記「その他」の内容を具体的にお知らせ下さい。

【割去卵巣-IVP】実績（2022年1月1日～12月31日）

63. 5-1) 【割去卵巣-IVP】「黒毛和種」の処理卵巣総数をお知らせ下さい。

64. 5-2) 【割去卵巣-IVP】「ホルスタイン種」の処理卵巣総数をお知らせ下さい。

65. 5-3) 【割去卵巣-IVP】「その他品種」の処理卵巣総数をお知らせ下さい。

66. 5-4) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

67. 5-5) 【割去卵巣-IVP】「黒毛和種」の卵巣当たり平均採取卵子数をお知らせ下さい。

68. 5-6) 【割去卵巣-IVP】「ホルスタイン種」の卵巣当たり平均採取卵子数をお知らせ下さい。

69. 5-7) 【割去卵巣-IVP】「その他品種」の卵巣当たり平均採取卵子数をお知らせ下さい。

70. 5-8) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

71. 5-9) 【割去卵巣-IVP】割去卵巣-IVPで生産された「黒毛和種」の移植可能胚総数をお知らせ下さい。

72. 5-10) 【割去卵巣-IVP】「黒毛和種」で事業体外に販売または移動した割去卵巣-IVP胚数をお知らせ下さい。

73. 5-11) 【割去卵巣-IVP】割去卵巣-IVPで生産された「ホルスタイン種」の移植可能胚総数をお知らせ下さい。

74. 5-12) 【割去卵巣-IVP】「ホルスタイン種」で事業体外に販売または移動した割去卵巣-IVP胚数をお知らせ下さい。

75. 5-13) 【割去卵巣-IVP】割去卵巣-IVPで生産された「その他品種」の移植可能胚総数をお知らせ下さい。

76. 5-14) 【割去卵巣-IVP】「その他品種」で事業体外に販売または移動した割去卵巣-IVP胚数をお知らせ下さい。

77. 5-15) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

78. 5-16) 【割去卵巣-IVP】移植可能胚の保存方法について、該当するラジオボタンを押してください（複数回答可）。

当てはまるものをすべて選択してください。

| | 新鮮胚移植のみ | 低温保存 | 緩慢凍結 | ガラス化保存 | その他 |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 黒毛和種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ホルスタイン種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| その他品種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

79. 5-17) 【割去卵巣-IVP】胚の用途について、該当するラジオボタンを押してください（複数回答可）。

当てはまるものをすべて選択してください。

| | 販売 | 自家消費 | 実験 |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 黒毛和種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ホルスタイン種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| その他品種 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

【IVP】実績（2022年1月1日～12月31日）

80. 6-1) IVPの実施場所についてお知らせ下さい。

1行につき1つだけマークしてください。

| | 自業態内で実施 | 他施設へ委託 | 自業態内実施と他施設依頼の両方 | 他施設から依頼 |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 採取した卵子の検卵 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 体外成熟 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 体外受精 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 体外培養 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 凍結 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

【胚移植】実績（2022年1月1日～12月31日）

81. 7-1) 体内受精由来黒毛和種胚について総胚移植頭数をお知らせ下さい。

82. 7-2) 体内受精由来ホルスタイン種胚について総胚移植頭数をお知らせ下さい。

83. 7-3) 体内受精由来その他品種胚について総胚移植頭数をお知らせ下さい。

84. 7-4) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

85. 7-5) OPU-IVP由来黒毛和種胚について総胚移植頭数をお知らせ下さい。

86. 7-6) OPU-IVP由来ホルスタイン種胚について総胚移植頭数をお知らせ下さい。

87. 7-7) OPU-IVP由来その他品種胚について総胚移植頭数をお知らせ下さい。

88. 7-8) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

89. 7-9) 食肉処理場および割去卵巣由来黒毛和種胚について総胚移植頭数をお知らせ下さい。

90. 7-10) 食肉処理場および割去卵巣由来ホルスタイン種胚について総胚移植頭数をお知らせ下さい。

91. 7-11) 食肉処理場および割去卵巣由来その他品種胚について総胚移植頭数をお知らせ下さい。

92. 7-12) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

【産子数】実績（2022年1月1日～12月31日）

93. 8-1) 体内受精由来黒毛和種胚について総産子数をお知らせ下さい。

94. 8-2) 体内受精由来ホルスタイン種胚について総産子数をお知らせ下さい。

95. 8-3) 体内受精由来その他品種胚について総産子数をお知らせ下さい。

96. 8-4) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

97. 8-5) OPU-IVP由来黒毛和種胚について総産子数をお知らせ下さい。

98. 8-6) OPU-IVP由来ホルスタイン種胚について総産子数をお知らせ下さい。

99. 8-7) OPU-IVP由来その他品種胚について総産子数をお知らせ下さい。

100. 8-8) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

101. 8-9) 食肉処理場および割去卵巣由来黒毛和種胚について総産子数をお知らせ下さい。

102. 8-10) 食肉処理場および割去卵巣由来ホルスタイン種胚について総産子数をお知らせ下さい。

103. 8-11) 食肉処理場および割去卵巣由来その他品種胚について総産子数をお知らせ下さい。

104. 8-12) 上記「その他品種」の内容を具体的にお知らせ下さい。

【その他、ご意見を伺いたい事項】

105. 9-1) 「IVP技術で生産された子牛は死廃率が高い」という印象はありますか？ 奇形、早産、過大子症候群等、いつどのような疑い事例を経験しましたか？

106. 9-2) OPU-IVP-ET技術の修得にあたって研修した場所、注目している業績やそれを公表した事業体・学会・研究会、目標にしている事業体などありますか？

107. 9-3) OPU-IVP-ET技術の実用化に関してご意見があれば、ご自由にご記入下さい。

以上でアンケートを終了します。ご多忙の所、多くの質問にお答えいただき、ありがとうございます。

なお、OPU-IVP-ET技術を実践されている機関・施設、開業の先生方についてお心当たりがあれば、是非本アンケートを紹介いただき、ご回答下さるようお願いいただければ幸いです。

表2 対面調査票

| 調査年月日) | 調査相手先) |
|---|--|
| alic対面調査 調査内容等 (必ずしも全ての項目を正確に埋める必要は無いが、データの取り纏め、解析上可能な限り質問票に沿った回答を得たい) | |
| 1) <input type="checkbox"/> 調査の目的、意義について分かりやすく、正確に伝えて、協力を依頼する。 | |
| 2) <input type="checkbox"/> Webアンケートを実施中であることを伝え、「Webアンケート回答依頼書」を手渡してWebアンケートへの回答を依頼する。 | |
| 3) <input type="checkbox"/> 可能であれば写真撮影、録音、録画等の許可をいただく。 <input type="checkbox"/> 聞き取り調査の「公開許可」をいただく。 <input type="checkbox"/> 匿名か、 <input type="checkbox"/> 名称公開も可能かの確認。 | |
| 4) <input type="checkbox"/> 回答者(面談者)の属性：所属、経歴、OPU-IVP-ET技術の実践者かマネージャーか(企業等における立ち位置)、獣医師、人工授精誌等の免許所有者か、等確認する。 所属 _____ 経歴 _____ OPU-IVP-ET技術の実践者、胚体外培養技術者、マネージャー等 _____ 獣医師、人工授精誌等 _____ | |
| 過去 | 5) <input type="checkbox"/> OPU-IVP-ET技術に取り組始めた経緯、いつ頃から実践を始めたか、立ち上げ当初に発生した問題、課題等向う。 OPUを始めた時期 _____ 立ち上げ当初に発生した問題、課題等 _____ 順調に事業が進むようになるまで何年程度かかったか? _____ |
| 現在 | 6) <input type="checkbox"/> 現在、何名の獣医師、(体内、体外)胚移植師、人工授精師、事務職員が在籍しているか向う。 獣医師 _____ 名 体内胚移植師 _____ 名 体外胚移植師 _____ 名 人工授精師 _____ 名 事務職員 _____ 名 |
| 7) <input type="checkbox"/> IVPは自営でないで行っているか委託しているか向う。委託しているとすれば委託先はどこか確認する。 IVPは自営、委託、両方 (どれかに○印) 委託先 _____ | |
| 8) <input type="checkbox"/> おおよその年間OPU実施頭数、胚生産数、胚販売数、自営内での利用胚数、胚移植頭数、産子数、分娩状況について向う。 (正確な数字はWeb上で回答していただくよう誘導するので、概数で良い。円滑に聞き取りを行うための基礎資料とするための質問。特に、牛胚を販売している施設では移植頭数や分娩状況を把握していない施設が多いので、どのような相手先に牛胚が流通しているのか、移植頭数や分娩状況に関するデータを得るためのヒントを得たい)。 OPU実施頭数 _____ 個 胚生産数 _____ 個 胚販売数 _____ 個 自営内での利用胚数 _____ 個 胚移植頭数 _____ 頭 産子数 _____ 頭 分娩状況 _____ 頭 (概数) | |
| 9) <input type="checkbox"/> 現状困っていることを聞き出す。 たとえば、外注する胚培養施設の不足、混み合っていて予約が取れない、技術者の不足、働き方改革、OPUドナー管理、レシーピエント管理・・・。 | |
| | |
| 10) <input type="checkbox"/> OPU-IVP-ET技術に関してアドバイスをいただいている施設、情報源や注目している施設や技術者はどこ(どなた)か。 注目している施設、技術者 _____ | |
| 未来 | 11) <input type="checkbox"/> これからの事業展開の方向性、OPU-IVP-ET技術の普及ニーズについて聞き出す。 たとえば、拡大したいのか現状維持か。条件が整えば拡大したいのか。牛胚体外培養を自前施設で実施したい?・・・。農家からの要望、ニーズ。 |
| | |
| 12) <input type="checkbox"/> その他、自然な会話の中で本音を引き出す。調査者が理解したことを回答者に再度確認する。誘導質問にならないように注意。 調査者が何を感じ、何を理解したかが重要。重要なフレーズをメモ。OPU-IVP-ET技術の普及に関して、我々が見落としているような視点を探し出すことも目的の1つ。 その他、特記事項 _____ | |
| | |
| 13) <input type="checkbox"/> 許可を得られれば、OPU-IVPを行っている様子、OPU機材、OPU牛舎、胚培養施設等を見学し、写真を撮影する。 <input type="checkbox"/> 写真の有、無 (どちらかに○印) | |

表3 IVP技術で生産された子牛は死産率が高い」という印象はありますか？

9-1) 奇形、早産、過大子症候群等、いつどのような疑い事例を経験しましたか？

(ない) 17件 (15件)

17/26、65.4%

- ・生体胚と変わらない、経験がない(13)
- ・近年にそのような印象を感じていない(4)

(ある) 6件

- ・胚死滅、過大子がAIに比べて多い
- ・過大子が散見した。流産率も体内より高い傾向
- ・R4.3.9 OPU-IVF産子で、62kgの過大子症候群疑いの子牛が生まれたが、ほどなく斃死(黒毛和種)
- ・令和4年にIVPを実施して生産された産子に過大子が散見。現在は培養液を変更して様子を見ているところ。
- ・過大子症候群は経験しており、培養液への血清添加や卵丘細胞との共培養をやめたりしておりますが、少々大きい子牛が散見されています。
- ・令和元年5月～令和5年12月でET産子は14頭産まれているが、その内4頭が45kg以上の過大子であった。

(その他) 5件

- ・過大は血統に関係する印象あり。どちらかというともが多く、在胎日数が伸びて誘起処置をして産ませることも多い気がします。
- ・死産率が高いということはないが、母牛の分娩徴候が弱い印象がある。分娩自体は正常。過大子を警戒して、分娩前の増し飼いを控えていることはあるが、現状、過大子といえる事例は発生していない。また、奇形、早産等も現状ではない(近年にそのような印象を感じていない)
- ・以前のLIAJなどのIVF産子(近年にそのような印象を感じていない)
- ・まだあまりOPU-IVF胚の移植例が少ないので特にありませんが、管内農場では早期胚死滅が多い印象があるといった声を聞いたことがある
- ・不明

表4 OPU-IVP-ET技術の修得にあたって研修した場所、注目している業績

9-2) OPU-IVP-ET技術の修得にあたって研修した場所、注目している業績やそれを公表した事業体・学会・研究会、目標にしている事業体などありますか？

(研修)

(独) 家畜改良センターでの研修 (8)

宮崎大学での研修 (2)

公益社団法人畜産技術協会等の各種 OPU 研修 (2)

酪農学園大学での研修

農研機構の依頼研究員研修で技術研修

(情報収集)

日本胚移植技術研究会での事例・研究発表 (8)

ET 実務者ネットワークによる講習会 (6)

国際胚移植技術学会、北海道牛受精卵移植研究会、日本繁殖生物学会、日本卵子学会等の学会発表、論文。

(株) 渥美牛群管理サービスの実績 (2)

(株) よくつく、エルセット株式会社、新得畜試、岩手大学の実績、発表。

ET-ONE 技術 (北里大学) によるガラス化凍結胚の現場での利用性向上に期待大農場での採卵・輸送や OPU 前処置に関する研究全般の情報収集をしている

職場で技術習得

大学と職場

フィールドに還元可能な知見に注目している