

OIE アフリカ豚熱 (ASF) リファレンスラボラトリーネットワークによる 野外検査のためのASF診断検査法の概説



OIE アフリカ豚熱 (ASF) リファレンスラボラトリーネットワークによる 野外検査のためのASF診断検査法の概説

主な執筆者:

乾 健二郎(Ken Inui)⁽¹⁾, Carmina Gallardo⁽²⁾, Raquel Portugal⁽³⁾, Linda Dixon⁽³⁾, Carrie Baton⁽³⁾ & David Williams⁽⁴⁾

執筆協力:

Zhiliang Wang⁽⁵⁾, Livio Heath⁽⁶⁾ & Jose Manuel Sanchez-Vizcaino⁽⁷⁾

⁽¹⁾ 国際連合食糧農業機関 (FAO), ベトナム農業農村開発省(MARD)動物衛生局(DAH), Hanoi (ベトナム)

⁽²⁾ Centro de Investigación en Sanidad Animal, CISA, INIA-CSIC (動物保健研究センター), European Union Reference Laboratory for African Swine Fever (EURL) (EUアフリカ豚熱リファレンスラボラトリー), Valdeolmos, Madrid (スペイン)

⁽³⁾ OIE ASF リファレンスラボラトリー, The Pirbright Institute (パーブライツ研究所), Ash Road, Pirbright, Woking, Surrey (英国)

⁽⁴⁾ OIE ASF リファレンスラボラトリー, CSIRO, Australian Centre for Disease Preparedness (オーストラリア疾病予防センター), Geelong, Victoria (オーストラリア)

⁽⁵⁾ OIE ASF リファレンスラボラトリー, China Animal Health and Epidemiology Center (中国動物衛生疫学センター (CAHEC)), National Surveillance and Research Center for Exotic Animal Diseases (外来動物疾病国家監視研究センター), Qingdao (中国)

⁽⁶⁾ OIE ASF リファレンスラボラトリー, Agricultural Research Council (農学研究協議会), Onderstepoort Veterinary Institute (オンデステポール獣医研究所), Onderstepoort, (南アフリカ)

⁽⁷⁾ OIE ASF リファレンスラボラトリー, Centro de Vigilancia Sanitaria Veterinaria (VISAVET), Universidad Complutense de Madrid, Madrid (スペイン)

© World Organisation for Animal Health, February 2022

表紙写真:

ベトナムでの現場における病原体検出 / Ken Inui

パプアニューギニアで検査を行う国家農業検疫検査局 (NAQIA) のピウス・クレメント氏 / David Williams



免責事項:

この文書は、市販の簡易迅速検査 (Point of Care (PoC) tests) に関するOIE ASFリファレンスラボラトリーネットワークの現在の知見をまとめたものである。特定の企業や製造業者の製品についての言及は、これらが特許を取得しているか否かにかかわらず、言及されていない類似の性質の他の製品よりも優先的にOIEによって承認または推奨されていることを意味するものではない。すべての市販キットはOIEの国際基準に従って検証される必要がある。OIE登録済のすべての市販キットは、検証され、目的に適合していることがOIEによって認証されている。この文書に含まれる簡易迅速検査はOIE登録されておらず、「OIE陸生動物のための診断及びワクチンマニュアル」にも記載されていない。OIE登録されている製品については、OIEのウェブサイト参照のこと: <https://www.oie.int/en/what-we-offer/veterinary-products/#ui-id-5>

はじめに



ベトナムでのポータブルPCRによる現地テスト / Ken Inui

アフリカ豚熱(ASF)は、他の熱性出血性症候群や豚の細菌性敗血症と臨床的にも死後検査によっても区別がつかない。したがって、検査室における検査がASFの診断には不可欠であり、ASFサーベイランス活動の成功の鍵となる。

「OIE陸生動物のための診断及びワクチンマニュアル(陸生マニュアル)」の第 3.9.1章 には、ASF診断のための公認国際規格が記載されている。しかし、状況によっては、陸生マニュアルに記載された診断方法を用いたサンプルの適時提出、処理及び検査が実行できない場合がある。

疾病発生現場においてASF検査が実施可能となることで、発生時の迅速な対応と、流行時の疾病拡大の抑制が可能となる。

OIEによって目的適合性が確認された診断キット登録には含まれていないものの、ペンサイドまたは

PoC 検査(簡易迅速検査, point-of-need / point-of-care testing)とも呼ばれる、野外検査用に市販されている診断キット/装置(プラットフォーム)がいくつかある。これらの中には、ラテラルフロー装置を用いて抗原または抗体を検出する基本的な迅速検査キットが含まれ、使用が簡単で、最小限のトレーニングで約20分以内に結果を得ることができる。

迅速抗体検査は一般に、検査室の酵素結合免疫吸着測定法(ELISA)と同程度の感度と特異度を持ち、免疫ペルオキシダーゼ単層測定法などの参照検査



ASF 検査 陽性結果

(reference tests)と比較すると感度が低い。これらの検査は、感染を生き延びた豚、または抗体陽転するのに十分な期間生き延びた豚の抗体の検出に使用することができる。

迅速抗原検査は、一般的にウイルス検出のための分子生物学的手法よりも感度が低いが、中には同程度の特異性を持つものもある。抗原検査は、検出できるほど高度のウイルス血症を示さない臨床感染の初期段階の豚ではなく、高度のウイルス血症を示す有症状かつ終末期症状の豚に使用することが推奨される。感染を検出する可能性を高めるために、複数の病気の豚からサンプルを採取して検査することが推奨される。

また、現在では、感染した豚のASFウイルスDNAを病気の初期段階でも非常に高感度に検出できる分子生物学的検査プラットフォームがいくつか利用可能となっている。これらの検査法は、汚染された枝肉、豚肉、環境サンプルを必要な時点（例：食肉処理場、空港、イノシシ／野生化豚の生息地）で検出するために使用することも可能である。しかし、これらのプラットフォームは、迅速な抗体検査や抗原検査よりも技術的に複雑で、正確な検査を行うためには、より高度な訓練と能力が必要とされる。また、分子生物学的な野外検査は、ウイルスDNAの増幅や、多くの場合、抽出に、高価な装置を必要とする。



ASF 検査 陰性結果

どの方法を使用するかを選択は、コスト、使いやすさ、トレーニングの必要性など、多くの要因に影響される可能性がある。資源が乏しい環境などでは単純な迅速検査が適切かもしれないが、コストが大きな要因ではなく、検査実施者が高いレベルの能力を持つよう確実に訓練できる環境では、より高度な分子生物学的検査プラットフォームが選択される検査となるかもしれない。国によっては、検査が使用される特定の環境（例：農場、食肉処理場、食肉市場、入港地）及び利用可能な資源に応じて、複数の検査を組み合わせて使用することもあるだろう。

この文書は、市販のPoC検査（簡易迅速検査）に関する、技術的詳細、コスト、およびそれぞれの利点と欠点を含むOIE ASFリファレンスラボラトリーネットワークの現在の知見をまとめることを目的としている。掲載されている検査は、検査またはプラットフォームの評価を報告する査読付き出版物に基づいて、または著者の研究室での独立した評価に基づいて選択された。PoC検査は、ASF疾病管理プログラムにおける検査室検査の非常に有用な補助手段であるが、それにとって代わるものではないことに留意することが重要である。この文書に記載されたPoCテストを用いて得られた結果は、陸生マニュアルの [第3.9.1章](#)に記載された診断法を用いて検査室で確認される必要があるだろう。



表 1. ASFウイルス検出のための主要な4つの検査プラットフォームの比較

| 検査 | 抗原検出 | DNA検出 | | 検査室 |
|---------------|--------------------------------|--|------------------------|----------------------------|
| | | 簡易迅速検査 (PoC test) | | |
| | 迅速検査 (ラテラルフローデバイス) | アイソサーマル (LAMP, Pockit, etc.) | モバイルリアルタイムPCR | 検査室で実施するリアルタイムPCR |
| 目的 | スクリーニング検査 | 高感度・高特異度での簡易迅速検査 | | 確認検査 |
| 試料の種類 | 全血、血清、血漿* | 全血、血清、血漿、組織、スワブ* | 全血、血清、血漿、組織、スワブ* | 全血、血清、血漿、組織、スワブ、豚肉、環境試料 |
| 感度 | 低～中程度 | 高 | 高 | 高 |
| 特異度 | 高 | 高 | 高 | 高 |
| トレーニング | 不要 (低度) | 必要 | 必要 | 必要 |
| 検査時間 | 15～30分 | 40分～120分 | 60分～120分 | 60～120分+サンプル輸送時間 |
| 費用 (米ドル) / 検査 | 2.50 ～ 14.00 | 4.00 ～ 23.00, DNA抽出を含む | 5.00 ～ 15.00, DNA抽出を含む | 6.00 ～ 15.00, DNA抽出を含む |
| 検査機器の費用 (米ドル) | なし | 1,000 ～ 15,000 | 7,000 ～ 15,000 | 30,000+ |
| 利点 | 迅速 (現場での早期検出) | 高い感度と特異度 | 高い感度と特異度 | 高い感度と特異度 |
| | 簡便 (誰でも実施可能) | 現場での検出 | 現場での検出 | 公式な確認検査 |
| | 安価 | | | 高い処理能力 |
| 欠点 | 感度は低～中程度だが、重篤な動物や瀕死の動物には十分な高感度 | 比較的高い設備費用 | 比較的高い設備費用 | 高い設備費用 |
| | | | | 専門的な検査室が必要 高度に訓練されたスタッフ |
| 使用 | 発生時調査 | 発生時調査 | 発生時調査 | 発生時調査 |
| | 病気の豚の定期検査 | 病気や死亡率の定期的な検査 | 病気や死亡率の定期的な検査 | 病気や死亡率の定期的な検査 |
| | | 検疫 | 検疫 | 検疫 |
| | | バイオセキュリティチェック | バイオセキュリティチェック | バイオセキュリティチェック |
| | | | | 移動管理 サーベイランス |
| コメント | 新製品の評価が必要 | 多くの製品が出てきている。将来的に主なツールとなるかもしれない。 小規模な診断施設に適する。自動化システムも利用可能。 | | ゴールドスタンダード |

* 特定の試料を用いるようになっている検査法や、プラットフォームによっては試料タイプによって限られた評価結果しかないものもある

表 2. ASFウイルス抗原迅速検出のための主要な4つの簡易迅速検査法の比較

| 検査 | Ingenasa | Bionote | PenCheck™ | Shenzhen Lvshiyuan Biotechnology Co. |
|--------------|--|--|--|--|
| カタログNo. | INgezim ASF CROM Ag (11.ASFV.K.42) | Anigen ASFV Ag Rapid Test (RG1407DD) | Rapid Screening Testfor ASFV (PC-888) | SLB ASF Antigen Detection RDT |
| ウェブサイト | ingenasa.eurofins-technologies.com/home/ | www.bionote.co.kr | www.penchecktest.com/ | lsybt.com/En |
| 試料の種類 | 全血 | 全血、血清、血漿 | 全血 | 全血 |
| フォーマット | ラテラルフロー | ラテラルフロー | ディップスティック | ラテラルフロー |
| 評価レベル | 査読付き公表論文 | | | 査読付き公表論文 |
| | リファレンス・ラボラトリーでの独立した評価 | リファレンス・ラボラトリーでの独立した評価 | リファレンス・ラボラトリーでの独立した評価 | 検査室における独立した評価 |
| 感度 | 低～中程度 (~68%) | 低～中程度* | 低* | 低～中程度 (~65%) |
| 特異度 | 高 (98%) | 中程度* | 中程度～高*。 | 中程度 (~76%) |
| トレーニング | 低度 | 低度 | 低度 | 低度 |
| 検査時間 | 15分 | 20分 | 25～30分 | 15～20分 |
| 費用(米ドル) / 検査 | 5.80～10.45 (パックサイズにより異なる) | 13.90 | 2.50 | 3.50 |
| 検査機器の費用 | なし | なし | なし | なし |

表 2 (続き). ASFウイルス抗原迅速検出のための主要な4つの簡易迅速検査法の比較

| 検査 | Ingenasa | Bionote | PenCheck™ | Shenzhen Lvshiyuan Biotechnology Co. |
|------|--|--|--|---|
| 利点 | 迅速 (現場での早期検出) | 迅速 (現場での早期検出) | 迅速 (現場での早期検出) | 迅速 (現場での早期検出) |
| | 簡便 (誰でも実施可能) | 簡便 (誰でも実施可能) | 最小限のトレーニング (ピペットの使用など) | 簡便 (誰でも実施可能) |
| | 安価 | 安価 | 安価 | 安価 |
| | 機材費不要 | 機材費不要 | 必要な機材は最小限 (試薬分注用のピペットとチップのみ) | 機材費不要 |
| | 高い特異度 | | 中～高特異度 | |
| 欠点 | 感度は低～中程度だが、重篤な動物や瀕死の動物の検査には十分な高感度 | 感度は低～中程度だが、非常に具合の悪い動物や瀕死の動物を検査するには十分な高感度、特異度は中程度 (→偽陽性) | 低感度 | 感度は低～中程度だが、非常に具合の悪い動物や瀕死の動物を検査するには十分な高感度、特異度は中程度 (→偽陽性) |
| コメント | CISA-INIA、ACDP、NVLD及びPirbrightで評価済; 分析感度 $6-7 \log_{10} \text{TCID}_{50}$ (ASFウイルススパイク血) ~ $7.75 \log_{10} \text{TCID}_{50}$ (実験的に感染させた豚の血液 (Pirbright)) | 実験的に感染させた豚の血液を用いたACDPでの評価: PCR*陽性サンプルの68%が陽性、PCR陰性サンプルの90%が陰性。 | 実験的に感染させた豚の血液を用いたACDPでの評価: PCR*陽性サンプルの27%が陽性、PCR陰性サンプルの92%が陰性。 | 査読付き公表論文 |
| 参考文献 | Sastreら(2016a) | 査読付き論文なし | 査読付き論文なし | 松本ら(2020) |

*Zsakら(2005)が記述したIn-house ASF PCRをACDPにおける評価で使用

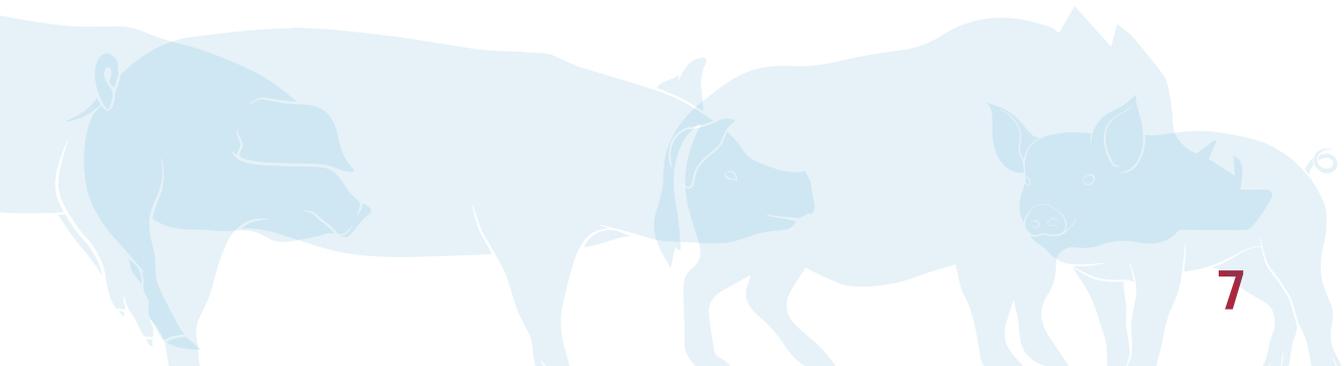


表 3. ASFウイルス抗体迅速検出のための主要な3つの簡易迅速検査法の比較

| 検査 | Ingenasa (ASFV/CSFV duplex) | Ingenasa (ASFV) | Global Dx |
|------------|--|--|--|
| カタログNo. | INGEZIM ASFV-CSFV CROM Ab (11.SFV.K41) | INGEZIM PPA CROM (11.PPA.K41/25) | GDX70-2 Herdscreen® ASF Antibody |
| ウェブサイト | ingenasa.eurofins-technologies.com/home | ingenasa.eurofins-technologies.com/home | globaldx.com |
| 試料の種類 | 全血、血清 | 全血、血清、血漿 | 全血、血清、血漿 |
| フォーマット | ラテラルフロー | ラテラルフロー | ラテラルフロー |
| 評価レベル | 査読付き公表論文 | 査読付き公表論文 | |
| | リファレンス・ラボラトリーでの独立した評価 | リファレンス・ラボラトリーでの独立した評価 | リファレンス・ラボラトリーでの独立した評価 |
| 感度 | 中程度～高 (CSFV-92%/ASFV-87%)。 | 中程度～高 (イノシシにおける免疫ペルオキシダーゼ単層アッセイ[IPMA]に対する感度は82%、ELISAに対しては99%)。 | 中程度～高分析感度 (IPMAに対しては86.2%。市販のELISAと同等以上の感度) |
| 特異度 | 高 (98.4%-CSFV/ASFV- 100%)。 | 高 (ELISAに対して99.9%、IPMA (イノシシ) に対して特異度96%) | 高い (IPMAに対して100%) |
| トレーニング | 低度 | 低度 | 低度 |
| 検査時間 | 15～30分 | 15～30分 | 15～30分 |
| 費用(米ドル)/検査 | 16.38 | 5.43～(パックサイズにより異なる) | 4.80 |
| 検査機器の費用 | なし | なし | なし |

表 3 (続き). ASFウイルス抗体迅速検出のための主要な3つの簡易迅速検査法の比較

| 検査 | Ingenasa (ASFV/CSFV duplex) | Ingenasa (ASFV) | Global Dx |
|------|-------------------------------------|--|-------------------------------|
| 利点 | 迅速 (現場での早期検出) | 迅速 (現場での早期検出) | 迅速 (現場での早期検出) |
| | 簡便 (誰でも実施可能) | 簡便 (誰でも実施可能) | 簡便 (誰でも実施可能) |
| | 安価 | 安価 | 安価 |
| | 機材費不要 | 機材費不要 | 機材費不要 |
| | CSFV- ASFVの鑑別診断 | | |
| 欠点 | ASFV抗体検出の診断感度は中程度。Ag LFDとの併用が推奨される。 | ASFV抗体検出の診断感度は中程度。Ag LFDとの併用が推奨される。 | さらなる野外検証を必要とする |
| コメント | CISA-INIA及びNRLでASFVに対する評価・検証を実施 | CISA-INIA及びNRLでASFVの評価・検証を実施 Pirbrightで検査した17のIgMまたはIgG陽性検体のうち、15検体はLFDで陽性(8検体は弱陽性) | CISA-INIA及びPirbrightで評価・検証を実施 |
| 参考文献 | Sastreら(2016b) | Cappaiら(2017) | 査読付き論文なし |



フィリピンの裏庭養豚農場で検査用のサンプルを採取する作業員/フィリピン畜産局 (Bureau of Animal Industry (BAI))

表 4. ASFウイルスDNA迅速検出のための簡易迅速PCRシステムの比較

| システム | | 検査法 | | | | | |
|--------|---------------|--|--|--|--|--|--|
| | | iiPCR | iiPCR+DNA extraction (全自動) | LAMP | qPCR | qPCR | qPCR |
| メーカー | | GeneReach | GeneReach | OptiGene | Tetracore | Indical | Genesig |
| ウェブサイト | | www.genereach.com | www.genereach.com | www.optigene.co.uk | tetracore.com | www.indical.com | www.genesig.com/home |
| 簡易検査器 | 機器名 | POCKIT Micro Duo Nucleic Acid Analyzer | POCKIT Central | Genie III | T-CORE8 | Indifield portable PCR system | Genesig q16 qPCR instrument |
| | カタログコード | apmd | apcc | Gen3-01 | T-CORE8 | IF-IN6010093 | Z-genesig-q16 |
| | ウェル数 | 4 | 8 | 8 | 8 (独立) | 9 | 16 |
| | 検査時間 | 45分 | 45分 | 30分 | 60分 | 30~60分 | 60分 |
| | 電源 | バッテリー | 100-240 V | バッテリー/100-240 V | バッテリー/100-240 V | バッテリー/100-240 V | 100-240 V |
| | 検出色 | 2 | 2 | 2 | up to 6 | 2 | 2 |
| | PCR チューブ | 試薬キットに含まれる | 試薬キットに含まれる | 標準 200 ul | メーカー製品 | 標準 200 ul | メーカー製品 |
| | 重量 (kg) | 0.43 | 21 | 1.75 | 4.5 | 1.2 | 2 |
| | 費用 (米ドル) | 3,000 | 30,000 | 18,000 | 20,000 | 9,000 | 9,000 |
| 核酸検査試薬 | メーカー製 ASF キット | POCKIT ASFV reagent set; 凍結乾燥品 | ASFV pre-mix cartridge; 凍結乾燥品 | なし | ASF w/IC (96 reactions) Wet assay | Virotype ASFV PCR Kit /IndiField ASFV PCR; 凍結乾燥品 | Z-Path-ASFV |
| | In-house* | なし | なし | あり | あり | あり | なし |
| | 市販キット** | なし | なし | あり | あり | あり | なし |
| | 費用 (米ドル) /検査 | 8 | 15 (DNA 抽出を含む) | 4~23 | 5~15 | 5~15 | 5~15 |

表 4 (続き). ASFウイルスDNA迅速検出のための簡易迅速PCRシステムの比較

| システム | | 検査法 | | | | | |
|--------|--------------|---|----------------------------|-----------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|
| | | iiPCR | iiPCR+DNA extraction (全自動) | LAMP | qPCR | qPCR | qPCR |
| メーカー | | GeneReach | GeneReach | OptiGene | Tetracore | Indical | Genesig |
| DNA 抽出 | 機器名 | taco Mini (8 wells); バッテリー式 6000 米ドル | PCRに含まれる | なし | なし | なし | なし |
| | メーカー製キット | Pre-loaded taco nucleic acid extraction kits (atc-pd/rna) | PCRに含まれる | なし | (MagMAX™-96 Total RNA Isolation Kit) | M1 sample prep cartridge kit | Genesig easy DNA/RNA extraction kit |
| | 試料の種類 | 全血、血清 組織 | 全血、血清、 組織 | 血清、 スワブ*** | 全血、組織 | 全血、血清、 血漿 組織、スワブ | 様々な試料 タイプ |
| | 時間 | 30分 | 40分 | 95℃ 2分 | 30分 | 2分 | 60分 |
| | 費用 (米ドル) /検査 | 5.00 | 0.00 | 0.00 | 5.00~10.00 | 5.00~10.00 | 5.00~10.00 |
| 性能 | 感度 | 高 | 高 | 中程度 | 高 | 高 | 高 (LOD<100) |
| | 特異度 | 高 | 高 | 高 | 高 | 高 | 高 |
| | トレーニングの必要性 | 中程度 | 低 | 高 | 高 | 高 | 高 |
| | 評価レベル | FAOによる 評価 | 査読付き公表 論文 | 査読付き 公表論文 | 査読付き公表 論文 | 査読付き公 表論文 | FAOによる 評価 |
| | 参考文献 | 査読付き 論文なし | Tran ら (2021年) | Mee ら (2020) | Liu ら (2019) | Daigle ら (2020) Elnagar ら (2021年) | 査読付き 論文なし |
| 利点 | | 低コストの 機器 | 試料を装填 するだけで全 自動 | DNA抽出 なし | 検査室の qPCRと同じ | 検査室の qPCRと同じ | 検査室の qPCRと同じ |
| | | バッテリー 駆動のDNA 自動抽出 | トレーニング 不要 | | | | |
| 欠点 | | 装置: 高コスト | | | | | |

* OIEが推奨する検証済みの in-house リアルタイム PCR 検査は King ら (2003) 及び Fernandez-Pinero ら (2013)のもの。

** 現在検証済のPCR市販キット: *INgene q PPA*, *INGENASA. 11.PPA.K.5TX/Q*; *Tetracore TC-9017-064*; *Virotype ASFV PCR Kit*, *INDICAL BIOSCIENCE*; *LSI VetMAX™ Thermo Fisher Scientific*; *IDEXX RealPCR ASFV Mix*, *IDEXX*; *ID Gene® African Swine Fever Duplex – IDVet*; *ADIAVET ASFV REAL TIME 100R*, *BIO-X DIAGNOSTICS*.
市販の LAMP キットは *Geneworks*社 (<https://geneworks.com.au/>; *KIT-ASFV-96P*) から入手可能。

*** LAMP 法の前にDNA 抽出を行えば, 全血や組織などの他のサンプルも検査可能 (James ら, 2010年)

Thermo Fisher Scientific LSI S.A.S .社製の **VetMAX™ African Swine Fever Virus Detection Kit (Taqman® real time PCR)** は, **OIE Register of Diagnostic kits**, www.oie.int/en/what-we-offer/veterinary-products/diagnostic-kits/the-register-of-diagnostic-kits/ に記載されている。

謝辞

この取り組みは、農林水産省を通じた日本の皆様からの資金援助により実現しました。

参考文献

- Cappai S., Loi F., Coccollone A., Cocco M., Falconi C., Dettori G., Feliziani F., Sanna M.L., Oggiano A. & Rolesu S. (2017). – Evaluation of a Commercial Field Test to Detect African Swine Fever. *Journal of Wildlife Diseases*, **53** (3), 602–606. <https://doi.org/10.7589/2016-05-112>
- Daigle J., Onyilagha C., Truong T., Le V.P., Nga B., Nguyen T.L., Clavijo A. & Ambagala, A. (2021). – Rapid and highly sensitive portable detection of African swine fever virus. *Transboundary and Emerging Diseases*, **68** (2), 952–959. <https://doi.org/10.1111/tbed.13770>
- Elnagar A., Pikalo J., Beer M., Blome S. & Hoffmann B. (2021). – Swift and Reliable ‘Easy Lab’ Methods for the Sensitive Molecular Detection of African Swine Fever Virus. *International Journal of Molecular Sciences*, **22** (5), 2307. <https://doi.org/10.3390/ijms22052307>
- Fernández-Pinero J., Gallardo C., Elizalde M., Robles A., Gómez C., Bishop R., Heath L., Couacy-Hymann E., Fasina F.O., Pelayo V., Soler A. & Arias M. (2013). – Molecular diagnosis of African Swine Fever by a new real-time PCR using universal probe library. *Transboundary and Emerging diseases*, **60** (1), 48–58. <https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2012.01317.x>
- James H.E., Ebert K., McGonigle R., Reid S.M., Boonham N., Tomlinson J.A., Hutchings G.H., Denyer M., Oura C.A., Dukes J.P. & King D.P. (2010). – Detection of African swine fever virus by loop-mediated isothermal amplification. *Journal of Virological Methods*, **164** (1–2), 68–74. Epub 2009 Dec 4. PMID: 19963011. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2009.11.034>
- King D.P., Reid S.M., Hutchings G.H., Grierson S.S., Wilkinson P.J., Dixon L.K., Bastos A.D. & Drew T.W. (2003). – Development of a TaqMan PCR assay with internal amplification control for the detection of African swine fever virus. *Journal of Virological Methods*, **107** (1), 53–61. [https://doi.org/10.1016/s0166-0934\(02\)00189-1](https://doi.org/10.1016/s0166-0934(02)00189-1)
- Liu L., Atim S., LeBlanc N., Rauh R., Esau M., Chenais E., Mwebe R., Nelson W.M., Masembe C., Nantima N., Ayebazibwe C. & Ståhl K. (2019). – Overcoming the challenges of pen-side molecular diagnosis of African swine fever to support outbreak investigations under field conditions. *Transboundary and Emerging Diseases*, **66** (2), 908–914. <https://doi.org/10.1111/tbed.13103>
- Matsumoto N., Siengsanant-Lamont J., Gleeson L.J., Douangngeun B., Theppangna W., Khounsy S., Phommachanh P., Halasa T., Bush R.D. & Blacksel S.D. (2020). – Evaluation of the diagnostic accuracy of an affordable rapid diagnostic test for African swine fever antigen detection in Lao People's Democratic Republic. *Journal of Virological Methods*, **286**, 113975. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2020.113975>
- Mee P.T., Wong S., O'Riley K.J., da Conceição F., Bendita da Costa Jong J., Phillips, D.E., Rodoni B.C., Rawlin G.T. & Lynch S.E. (2020). – Field Verification of an African swine fever Virus Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) Assay During an Outbreak in Timor-Leste. *Viruses*, **12** (12), 1444. <https://doi.org/10.3390/v12121444>
- Sastre P., Gallardo C., Monedero A., Ruiz T., Arias M., Sanz A., & Rueda P. (2016a). – Development of a novel lateral flow assay for detection of African swine fever in blood. *BMC Veterinary Research*, **12**, 206. <https://doi.org/10.1186/s12917-016-0831-4>
- Sastre P., Pérez T., Costa S., Yang X., Räber A., Blome S., Goller K.V., Gallardo C., Tapia I., García J., Sanz A. & Rueda P. (2016b). – Development of a duplex lateral flow assay for simultaneous detection of antibodies against African and Classical swine fever viruses. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, **28** (5), 543–549. <https://doi.org/10.1177/1040638716654942>
- Tran H., Le N.T., Pham B.P., Luu V.Q. & Nguyen V.L. (2021). – Evaluation of an automated insulated isothermal polymerase chain reaction system for rapid and reliable, on-site detection of African swine fever virus. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **259** (6), 662–668. <https://doi.org/10.2460/javma.259.6.662>



12, rue de Prony - 75017 Paris, France
Tel.: +33(0)1 44 15 18 88 | Fax: +33 (0)1 42 67 09 87 | www.oie.int