

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 5 月 24 日現在

機関番号：10105

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2014～2016

課題番号：26304037

研究課題名(和文) インドネシアにおける人獣共通原虫病の疫学調査と社会実装可能な診断方法の開発

研究課題名(英文) Epidemiology of zoonotic protozoan diseases and development of diagnosis system for social implementation in Indonesia

研究代表者

西川 義文 (Nishikawa, Yoshifumi)

帯広畜産大学・原虫病研究センター・准教授

研究者番号：90431395

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではインドネシアにおける人獣共通原虫病の疫学調査と社会実装可能な診断方法の開発を目的とした。インドネシアのスラウェシ島とジャワ島を調査地域とし、トキソプラズマやクリプトスポリジウムなどの原虫感染症の疫学調査により、当該地域における潜在的な感染リスクが明らかにされた。特にトキソプラズマのヒトの感染リスクは10～20歳で極めて高く、食肉や環境中からの感染が危惧された。実際、当該地域のウシやブタからはトキソプラズマ感染が確認された。また、疫学調査に利用できるクリプトスポリジウムの簡易迅速診断法を開発した。本研究期間中に共同研究を通じた人材育成を行うため、セミナー及び技術講習会を開催した。

研究成果の概要(英文)：This study focused on epidemiology of zoonotic protozoan diseases and development of diagnosis system for social implementation in Indonesia. Infection risk of protozoan parasites such as Toxoplasma and Cryptosporidium was found in Sulawesi and Java, Indonesia. Especially, infection risk of Toxoplasma in human increased at ages 10-20, suggesting the infection from meat or environment. In fact, Toxoplasma infection in cattle and pig was confirmed in these regions. Additionally, useful diagnosis system of Cryptosporidium was developed for future epidemiological study. For development of human resources based on collaborative research, seminar and technical workshop were organized.

研究分野：感染免疫学

キーワード：国際研究者交流 インドネシア 人獣共通感染症 トキソプラズマ クリプトスポリジウム 診断 疫学調査

### 1. 研究開始当初の背景

途上国においてヒトや家畜の感染症による被害を最小限に抑えるためには、施設設備の全く無い場所であっても実施可能な簡易迅速診断法を開発・普及するとともに、ヒトの住環境、家畜が飼育されているフィールドの自然環境、野生動物宿主と媒介節足動物の分布状況やその種類等を調査し、得られた疫学情報に基づいて現場に則した対策を考案、実施していく必要がある。これまでの東南アジアを対象にした疫学研究では、ヒトに重大な健康被害をもたらすマラリアやデング熱等の衛生害虫が媒介する熱帯感染症に着目したものが多く、膨大な学術的知見の蓄積が進んでいる。しかし、途上国における感染症を考えるとときには、その住環境を注視しなければならず、飲料水や食肉を含めた食品における病原体の汚染とヒトあるいは家畜の接触による感染状況の把握は無視できない。さらに、複数の病原体の混合感染による病態の重篤化にも警戒する必要がある。しかしながら、途上国でヒトと家畜動物の感染症の関係を考慮した横断的な解析は十分になされていないのが現状である。特に寄生虫感染症の研究は、ウイルスや細菌と比べて調査研究が遅れている。一般的に途上国では、水系寄生虫感染症ではクリプトスポリジウム (*Cryptosporidium spp.*)、食肉媒介性寄生虫感染症ではトキソプラズマ (*Toxoplasma gondii*) の汚染が危惧されているが、その実態は不明である。

今回の調査研究実施国であるインドネシアは、実質 GDP 成長率は 2011 年に 6.5% を達成し、2.4 億人という人口を背景とした堅調な民間消費と投資の拡大が今後も期待されるとともに、ASEAN 地域経済を牽引する国として一段と存在感が高まっている。このような背景により、インドネシアにおける畜産食品の需要と生産量は、近年順調に増大している。インドネシアの統計によれば、87 種の家畜伝染病があるといわれており、その内訳は、ウイルス病 33、細菌病 29、寄生虫病 25 である。食肉や牛乳など畜産物を介し、日常生活でヒトに罹患する恐れのある主な疾病は、高病原性鳥インフルエンザ等のウイルス感染や赤痢、大腸菌症、腸チフス等の細菌感染症が報告されている。しかし、インドネシアにおける病原性寄生虫感染症の疫学調査は十分になされていない。これまでに、ヒト (Ganiem et al., 2013. PLoS Negl Trop Dis.)、ブタ (Inoue et al., 2001. Southeast Asian J Trop Med Public Health.)、ヤギ (Cross et al., 1976. Trop Geogr Med.)、トリ (Dubey et al., 2008. J Parasitol.) などでトキソプラズマ感染例が報告されている。さらに生活水へのクリプトスポリジウムの混入によるヒトへの感染も指摘されている (Kurniawan et al., 2013. Ann Epidemiol.)。

### 2. 研究の目的

本研究ではインドネシアのスラウェシ島を調査研究実施国とし、トキソプラズマ症、クリプトスポリジウム症の疫学調査と社会実装可能な簡易迅速診断法の開発を目指し、共同研究を通じた人材育成を加えて、持続的原虫病対策のための基盤体制を構築することを目的とする。研究期間内において、以下の項目について実施した。

- ・ スラウェシ島北部の各協力クリニックでの患者を対象にトキソプラズマ抗体検査、下痢便のクリプトスポリジウム検査を実施し、陽性患者の居住地のマップを作成する。
- ・ 家畜の原虫汚染状況の調査を実施し、ヒトと家畜の感染における因果関係を明らかにする。
- ・ クリプトスポリジウム感染を検出できる現場で使用可能な簡易迅速診断法を開発する。
- ・ 血清サンプル、糞便サンプルを用いた一般的な寄生虫検査、開発した簡易迅速診断法についてセミナー及び技術講習会を開催し、現地の若手・中堅の業務従事者を対象に教育、技術移転を行う。

### 3. 研究の方法

(1) スラウェシ島北部住民におけるトキソプラズマ、クリプトスポリジウム感染状況の把握

スラウェシ島北部のトンバツ村、マナド市、ビトゥン市等の各協力クリニックでの患者を対象にトキソプラズマ抗体検査、下痢便のクリプトスポリジウム検査を実施した。トキソプラズマ感染の判定は、トキソプラズマ抗原を吸着させたポリスチレンラテックスを血清中に加えるとトキソプラズマ抗体と反応して凝集する原理を利用した市販キット (トキシテスト-MT、栄研社製) を用い、患者血清中に含まれる抗体を検出することで行った。クリプトスポリジウム感染の判定は、下痢症を呈した患者の糞便サンプル中に含まれる原虫 (オーシスト) を市販の ICT (*Cryptosporidium parvum* Strips, Bio-X Diagnostics 社製) で検査した。データを収集し、各原虫の陽性患者の居住地のマップを作成した。

(2) スラウェシ島北部およびジャワ島西部における家畜の原虫感染状況の把握

(1) で作成した感染陽性患者の居住地のマップ (スラウェシ島北部) を基に、その周辺地域で農家が飼育する家畜 (ブタ、ウシ) を対象に血液サンプルの採材を行った。血清サンプルにおけるトキソプラズマ抗体の検査はトキシテスト-MT を用いて行った。クリプトスポリジウムの検査については、ヒトでの感染例が認められなかったため、家畜の調査は実施しなかった。ヒトと家畜のトキソプラ

ラズマ感染の因果関係を明らかにするため、年齢、性別、居住区を対象にしたリスク要因解析を行った。

また、スラウェシ島北部の調査結果の特異性を検証するために、ジャカルタ東部にあるスバン家畜疾病診断センターの協力のもとジャワ島西部の家畜を対象にした寄生虫感染状況の調査を実施した。対象原虫は、トキソプラズマ、ネオスポラ (*Neospora caninum*)、ウシバベシア (*Babesia bovis*, *Babesia bigemina*) とし、以下に示す血清診断法により感染状況を調査した。トキソプラズマ: TgGRA7 抗原の ELISA (酵素免疫測定法)、ネオスポラ: NcSAG1 の ELISA、*Babesia bovis*: SBP-4 の ELISA と ICT (イムノクロマトテスト)、*Babesia bigemina*: RAP1/CT17 の ELISA と ICT。蠕虫は肝蛭 (*Fasciola spp.*) を対象とし、市場のウシ肝臓から採材後、遺伝子型の解析を行った。

### (3) クリプトスポリジウム感染検出用簡易迅速診断法の開発

クリプトスポリジウム感染の診断用抗原を同定するため、過去の研究により病態との関連性が推測されている抗原 4 種 (CpP2, CpP23, CpGP15, CpGP40) に着目した。これら抗原を大腸菌発現用ベクターにクローニングし、大腸菌発現系にて精製組換えタンパク質を作製した。これら抗原を固相化した 96 ウェル ELISA プレート进行调整し、クリプトスポリジウム感染の標準牛血清を用いて抗原性の評価を行った。

クリプトスポリジウム感染に対する簡易迅速診断法を構築するため、抗血清を検出する ICT 及び原虫抗原を検出する ICT を作製した。抗血清を検出する ICT は、ニトロセルロース膜に金粒子標識した抗原、非標識抗原、抗原特異的 IgG 抗体を固定化した構造を有する。ネオスポラ抗体陽性血清を ICT に添加すると、ニトロセルロース膜上のサンプル移動に伴いサンプル中のネオスポラ特異抗体が金粒子標識した抗原と結合し、その複合体が非標識抗原を固定した場所にトラップされるため、テストライン上のバンドの出現により感染の有無の判定が可能となる。一方、ネオスポラ抗体陰性血清を添加した場合は金粒子標識した抗原がテストライン上でトラップされることは無く、コントロールライン上のバンドとして検出される。一方、原虫抗原を検出する ICT は、ニトロセルロース膜に金粒子標識した特異抗体、非標識特異抗体、抗原を固定化した構造を有する。検体に含まれるオーシストは金粒子が標識された特異抗体と結合し、膜上を移動する。その後、テストラインに固定してある非標識特異抗体と結合することで、バンドの発色が確認できる。

(4) 現地スタッフを対象にした寄生虫学に関する一般教育と診断に関する技術移転講

### 習会の開催

途上国における感染症対策には、現地スタッフの知識・技術レベルの向上を目指し、本研究での調査結果の報告、学術的成果発表、意見交換会を盛り込んだセミナーを開催した。さらに、血清サンプル、糞便サンプルを用いた一般的な寄生虫検査、開発した簡易迅速診断法について技術講習会を開催し、現地の若手・中堅の担当者を対象に教育・技術移転を行った。

## 4. 研究成果

### (1) スラウェシ島北部住民におけるトキソプラズマ、クリプトスポリジウム感染状況の把握

スラウェシ島北部の Manado, Bolmong, Sangihe Talaud, Minahasa, Bitung, その他の地域 (North Maluku, Gorontalo) からヒト血清サンプル (856 検体) を採材し、トキソプラズマの抗体検査を行った (図 1)。全体の抗体陽性率は 58.5% であり、地域差、性別間での陽性率の差は認められなかった。感染要因として年齢を評価するため、0-20 歳のヒト血清サンプルを追加で採材し (156 検体) 解析に加えた。その結果、0~9 歳では抗体陽性率が 10% 以下だったが、10 歳以上から感染率が 40% 以上に増加していた (図 2)。以上の結果は、スラウェシ島北部のヒトにはトキソプラズマ感染が蔓延しており、本地域の感染要因を特定する必要があることを示唆している。その一方で、Manado の下痢症患者を対象にクリプトスポリジウム検査を実施したが、陽性は認められなかった。

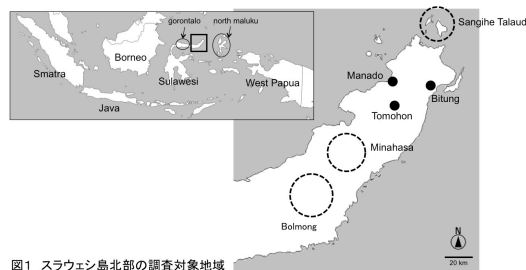


図1 スラウェシ島北部の調査対象地域

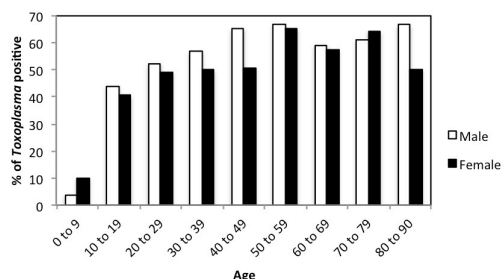


図2 スラウェシ島北部のヒトにおけるトキソプラズマ抗体保有率

### (2) スラウェシ島北部およびジャワ島西部における家畜の原虫感染状況の把握

(1) の結果を基に、その周辺地域で農家が飼育する家畜 (ブタ、ウシ) を対象にトキ

ソプラズマの抗体検査を行ったところ、それぞれ 2.3% (310 検体中) と 14.9% (94 検体中) であった。この結果は、豚肉や牛肉がスラウェシ島北部の住民のトキソプラズマ感染の主たる原因と断定できるものではなく、その他の要因 (環境中に存在するトキソプラズマのオーシスト、鶏、イヌ、ネコ、ネズミ等の食肉用動物) の調査も必要とされる。

また、スラウェシ島北部の調査結果の特異性を検証するために、ジャワ島西部の家畜を対象にした寄生虫感染状況の調査を実施した。ブタとウシを対象にトキソプラズマの抗体検査を行ったところ (図 3)、それぞれ 14.6% (205 検体中) と 7.4% (598 検体中) であった。インドネシア全土のヒトにおけるトキソプラズマ感染率は 58.5%とされており、ジャワ島西部に位置する首都ジャカルタでは 70%の感染率が報告されている。今回の結果は、スラウェシ島北部の調査結果と同様、豚肉や牛肉がヒトへのトキソプラズマ感染の主たる原因と断定できるものではない。それ故、今後はインドネシアにおける高いトキソプラズマ感染率の主たる原因を特定することが必要である。

ジャワ島西部の家畜については追加の調査を実施し、ELISA により各種原虫の感染率を調査した。その結果、当該地域のウシ (991 検体) からネオスポラ (16.6%)、*Babesia bovis* (28.4%)、*Babesia bigemina* (27.1%) の感染が確認された。さらに、当該地域の市場より入手したウシの肝臓から肝蛭 (*Fasciola gigantica*) が検出された。従って、ジャワ島西部の家畜への寄生虫感染の潜在的なリスクが示された。



図3 ジャワ島西部の調査対象地域(ブタとウシ)

### (3) クリプトスポリジウム感染検出用簡易迅速診断法の開発

クリプトスポリジウム抗原 4 種 (CpP2, CpP23, CpGP15, CpGP40) を固相化した 96 ウェル ELISA プレート进行调整し、クリプトスポリジウム感染の標準牛血清を用いて抗原性の評価を行った。その結果、CpP23, CpGP15, CpGP40 においてクリプトスポリジウム特異抗体の検出が確認され、特に CpP23 の高い反応性が確認された。抗原性の評価結果により CpP23, CpGP15 に着目し、フィールドサンプルを対象にした解析を行った。クリプトスポリジウム症発生農場由来のウシ血清サン

ルから CpP23, CpGP15 に対する特異抗体が検出され、CpP23 と CpGP15 を用いた ELISA は抗クリプトスポリジウム抗体の保有状況を調査する上で有効であることが明らかとなった。一方、両抗原の陽性率は必ずしも一致しなかったことから、複数の抗原を組み合わせることにより正確に感染歴を把握できると考えられる。

上記結果をうけて、CpP23, CpGP15 に着目した原虫抗原を検出する ICT 及び抗血清を検出する ICT を作製した。原虫抗原を検出する ICT は糞便サンプルに混入する居雑物に対する非特異反応が問題となり、有効な ICT の作製には至らなかった。一方、CpP23 及び CpGP15 の抗血清を検出する ICT の作製に成功した。クリプトスポリジウム感染の標準牛血清と陰性血清を用いて抗血清を検出する ICT の反応性を検討したところ、両 ICT の特異性が確認できた。次にフィールドサンプルを対象にした解析を行い、上記 ELISA により判定した陽性血清と陰性血清を ICT で判別することに成功した。

本研究で作製した ELISA と ICT は、今後のクリプトスポリジウム感染の疫学調査に大きく貢献すると期待できる。

### (4) 現地スタッフを対象にした寄生虫学に関する一般教育と診断に関する技術移転講習会の開催

本研究での調査結果の報告、学術的成果発表、意見交換会を盛り込んだセミナーや技術指導に関しては以下の内容で実施した。

2014 年 5 月 23 日～5 月 29 日に調査研究拠点のサムランギ大学へ訪問し、同大学医学部 TUDA JOSEF 博士、Mongan Arthur 医師と研究打合せを実施し、同大医学部学生に対する寄生虫学研究の技術指導、及びヒトサンプルを用いた調査に合意した。2015 年 2 月 5 日～12 日の訪問ではトキソプラズマ検査キットを導入し、同大学及び Mongan Arthur 医師のクリニックにて技術指導を行った。また、同大学動物科学部 Sri Adiani 博士との動物サンプルを対象にした原虫感染の調査に関する研究打ち合わせを行い、帯広畜産大学原虫病研究センターとサムランギ大学動物科学部の間で学術交流協定を締結した。

スラウェシ島北部の調査結果の特異性を検証するために、インドネシア全土を対象にした家畜の原虫感染状況の調査を想定し、2015 年 3 月 7 日～15 日にジャカルタ東部にあるスバン家畜疾病診断センターを訪問した。そこでは、血清学診断による原虫病の予備調査を実施し、現地職員にセミナーとワークショップを行った。

2015 年 6 月 22 日～6 月 24 日に調査研究拠点のサムランギ大学へ訪問し、同大学医学部にてセミナー「Molecular Medical Science Collaboration 2015」を開催し、学生と大学スタッフとの学術交流を図り、本

プロジェクトの説明を行った。2015年10月19日～23日の訪問では、帯広畜産大学原虫病研究センターとサムラトランギ大学医学部間の研究学術交流協定(MOU)を締結し、原虫感染症調査に関する部局間の協力体制を確認した。また、TUDA JOSEF博士の研究室にトキソプラズマおよびクリプトスポリジウム検査キットを導入し、技術指導を行った。2016年1月25日～30日の訪問では、TUDA JOSEF博士の研究室にて、検査キットの使用に関するフォローアップを実施した。また、同大学動物科学部 Sri Adiani博士(前年度に学術交流協定を締結済み)から提供を受けたブタ血清サンプルにて、トキソプラズマ抗体調査を実施し、データのフィードバックを行った。

以上の結果を総合し、2016年7月11日にTUDA JOSEF博士と日本で協議を行い、今後も共同研究を継続することを確認した。

#### 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10件)

1. Tuda J, Adiani S, Ichikawa-Seki M, Umeda K, Nishikawa Y. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in humans and pigs in North Sulawesi, Indonesia. *Parasitol Int*, In press, doi: 10.1016/j.parint.2017.04.011. 査読有り
2. Guswanto A, Allamanda P, Mariamah ES, Munkjargal T, Tuvshintulga B, Takemae H, Sivakumar T, AbouLaila M, Terkawi MA, Ichikawa-Seki M, Nishikawa Y, Yokoyama N, Igarashi I. Evaluation of immunochromatographic test (ICT) strips for the serological detection of *Babesia bovis* and *Babesia bigemina* infection in cattle from Western Java, Indonesia. *Vet Parasitol*. 2017;239:76-79. doi: 10.1016/j.vetpar.2017.04.010. 査読有り
3. Hayashi K, Ichikawa-Seki M, Allamanda P, Wibowo PE, Mohanta UK, Sodorun, Guswanto A, Nishikawa Y. Molecular characterization and phylogenetic analysis of *Fasciola gigantica* from western Java, Indonesia. *Parasitol Int*. 2016;65(5 Pt A):424-427. doi: 10.1016/j.parint.2016.06.004. 査読有り
4. Fereig RM, AbouLaila MR, Mohamed SG, Mahmoud HY, Ali AO, Ali AF, Hilali M, Zaid A, Mohamed AE, Nishikawa Y. Serological detection and epidemiology of *Neospora caninum* and *Cryptosporidium parvum* antibodies in cattle in southern Egypt. *Acta Trop*. 2016;162:206-211. doi: 10.1016/j.actatropica.2016.06.032. 査読有り
5. Ichikawa-Seki M, Guswanto A, Allamanda P, Mariamah ES, Wibowo PE, Nishikawa Y. Seroprevalence of antibody to NcSAG1 antigen of *Neospora caninum* in cattle from Western Java, Indonesia. *J Vet Med Sci*. 2016;78(1):121-123. doi: 10.1292/jvms.15-0382. 査読有り
6. Ichikawa-Seki M, Guswanto A, Allamanda P, Mariamah ES, Wibowo PE, Igarashi I, Nishikawa Y. Seroprevalence of antibody to TgGRA7 antigen of *Toxoplasma gondii* in livestock animals from Western Java, Indonesia. *Parasitol Int*. 2015 Jul;64(6):484-486. doi: 10.1016/j.parint.2015.07.004. 査読有り
7. Murakoshi F, Ichikawa-Seki M, Aita J, Yaita S, Kinami A, Fujimoto K, Nishikawa Y, Murakami S, Horimoto T, Kato K. Molecular epidemiological analyses of *Cryptosporidium parvum* virus 1 (CSpV1), a symbiotic virus of *Cryptosporidium parvum*, in Japan. *Virus Res*. 2016;211:69-72. doi: 10.1016/j.virusres.2015.09.021. 査読有り
8. Aita J, Ichikawa-Seki M, Fukumoto N, Asada M, Nishikawa Y, Itagaki T. Molecular characterization of *Cryptosporidium andersoni* isolated from Japanese black calves in Tokachi district, Hokkaido Prefecture, Japan. *J Protozool Res*. 2015; 25(1-2):44-47. <http://www.obihiro.ac.jp/~protozoa/Journal/v25/44-47-Aita.pdf> 査読有り
9. Aita J, Ichikawa-Seki M, Kinami A, Yaita S, Kumagai Y, Nishikawa Y, Itagaki T. Molecular characterization of *Cryptosporidium parvum* detected in Japanese black and Holstein calves in Iwate Prefecture and Tanegashima Island, Kagoshima Prefecture, Japan. *J Vet Med Sci*. 2015;77(8):997-999. doi: 10.1292/jvms.15-0082. 査読有り
10. Ichikawa-Seki M, Aita J, Masatani T, Suzuki M, Nitta Y, Tamayose G, Iso T, Sukanuma K, Fujiwara T, Matsuyama K, Niikura T, Yokoyama N, Suzuki H, Yamakawa K, Inokuma H, Itagaki T, Zakimi S, Nishikawa Y. Molecular

characterization of *Cryptosporidium parvum* from two different Japanese prefectures, Okinawa and Hokkaido. *Parasitol Int.* 2014;64(2):161-166. doi: 10.1016/j.parint.2014.11.007. 査読有り

[学会発表] (計4件)

1. 村越ふみ、関(市川)まどか、會田淳也、八板誠子、藤本勝久、西川義文、村上晋、堀本泰介、加藤健太郎：原虫共生ウイルス配列を用いた本邦におけるクリプトスポリジウム感染地推定、第158回日本獣医学会学術集会、2015年9月7日、北里大学・獣医学部(青森県・十和田市)
2. Fumi Murakoshi, Madoka Ichikawa-Seki, Junya Aita, Seiko Yaita, Aiko Kinami, Katsuhisa Fujimoto, Yoshifumi Nishikawa, Shin Murakami, Taisuke Horimoto, Kentaro Kato. Molecular epidemiological analyses of symbiotic virus of *Cryptosporidium parvum* in Japan. 第25回 World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology. 2015年8月20日、The Arena and Convention Centre リバプール(イギリス)
3. 會田淳也、関(市川)まどか、福本奈津子、浅田正嗣、八板誠子、熊谷芳浩、西川義文、板垣匡：日本の異なる3地域のウシから検出された *Cryptosporidium* 属原虫の分子学的解析、第157回日本獣医学会学術集、2014年9月9日、北海道大学高等教育推進機構(北海道・札幌市)
4. 村越ふみ、関(市川)まどか、會田淳也、八板誠子、藤本勝久、西川義文、村上晋、堀本泰介、加藤健太郎：日本におけるクリプトスポリジウム原虫共生ウイルスの分子疫学解析、第84回日本寄生虫学会大会、2015年3月22日、杏林大学三鷹キャンパス(東京都・三鷹市)

[図書] (計3件)

1. 西川義文：緑書房、寄生虫病学、改訂版第1刷発行2017年3月10日、pp. 47-49 (第2章・原虫 2-3原虫各論 II (アピコンプレクサ類) 2. コクシジウム II (1) トキソプラズマ、(2) ネオスポラ、(3) サルコシステイス)
2. 西川義文、猪原史成：医歯薬出版株式会社、医学のあゆみ、259巻9号 2016年11月26日号、pp. 952-960 (総説「グローバル感染症トキソプラズマ-トキソプラズマ感染が環境と人間活動に及ぼす影響は？」、グローバル感染症最前線-NTDsの先へ)
3. 西川義文：医薬ジャーナル社、化学療法の領域、32巻9号 2016年9月号特集、pp. 108-115 (クリプトスポリジウム感染による病態発症メカニズム、消化管感染症の

発症メカニズム)

[その他]

ホームページ等

・研究室ホームページ：<https://sites.google.com/site/nishihdlab/>

・帯広畜産大学原虫病研究センターホームページ：<http://www.obihiro.ac.jp/~protozoa/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西川 義文 (NISHIKAWA, Yoshifumi)  
帯広畜産大学・原虫病研究センター・准教授  
研究者番号：90431495

(2) 研究分担者

関 まどか (SEKI Madoka)  
岩手大学・農学部・助教  
研究者番号：20700488

(3) 連携研究者

鈴木 穰 (SUZUKI Yutaka)  
東京大学・新領域創成科学研究科・教授  
研究者番号：40323646

山岸 潤也 (YAMAGISHI Jyunya)  
北海道大学・人獣共通感染症リサーチセンター・准教授  
研究者番号：80535328

(4) 研究協力者

下田 直美 (SHIMODA Naomi)  
梅田 剛佑 (UMEDA Kousuke)