

厚生労働行政推進調査事業費補助金（厚生労働科学特別研究事業）  
総括研究報告書

結核蔓延防止のためのサルにおける検査方法および診断手法の見直しに資する研究

研究代表者 山海 直 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所  
霊長類医科学研究センター 再雇用職員（研究員）

研究要旨

結核は、結核菌 (*Mycobacterium tuberculosis*) に感染することで引き起こされる人獣共通感染症であり、現代社会においても油断できない重要視すべき感染症である。サル類は結核菌に対する感受性を有しており、現在もサルの結核防疫をとるべき状況は続いているが、サルでのスクリーニング検査として使用されてきたツベルクリン検査薬が入手できなくなり、サルの結核防疫状況が一変した。そこで本研究では、アンケートによる実態調査と今後の結核防疫のための検査手法候補薬に対する動物の反応性について検索した。

日本霊長類学会会員および日本動物園水族館協会加盟施設を対象に実態調査した結果、サルに関わる人や飼育されているサル種、施設の規模などが多岐にわたることが判明し、結核防疫についても各施設、環境に合わせた対応が必要であると考えられた。また、まずできることとして講習会等により情報発信していくことがあげられる。

スクリーニング検査の候補としては Zoetis 社の MOT があげられる。簡便な方法であり有用ではあるが、結核感染ザルであっても擬陽性判定となることがあるなど、その反応性について知ったうえで使用する必要があることを示した。ただし、結核陰性ザルの確認を目的とすればきわめて有用であると考えられた。また、インターフェロン- $\gamma$  遊離検査については、サーモフィッシュサイエンティフィックの Primagam<sup>TM</sup>、QIAGEN のクオンティフェロンTBゴールド<sup>TM</sup>ともに、結核感染ザル、潜伏結核感染ザルともに陽性判定になることが確認されたことから、信頼できる検査方法であると結論づけた。ただし、インターフェロン- $\gamma$  遊離検査はサルの血液を使い操作が煩雑なため、それぞれの環境にあわせて MOT と併用するのが現実的な結核感染対策の方法かもしれない。

分担研究者

岡村智崇	国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所・霊長類医科学研究センター
辻村祐佑	国立感染症研究所・感染制御部
藤田志歩	国立大学法人鹿児島大学・総合教育機構共通教育センター
山田一憲	国立大学法人大阪大学・人間科学部

A. 研究目的

結核は、結核菌 (*Mycobacterium tuberculosis*) に感染することで引き起こされる人獣共通感染症であり、2021年の罹患率（人口10万対）は9.2であった。新規登録結核患者数は11,519人、死亡者数は1,844人となっている。日本は近隣アジア諸国に比べ低い水準ではあるが、現代社会においても油断できない重要視すべき感染症である。また、2019年に初めて感染が確認されたCOVID-19は変異を経ながら世界的蔓延が続いてきた。その弊

害として様々な疾病の初期症状状態で受診することが極端に少なくなったことが挙げられる。結核についても、感染初期段階での受診が少なくなったとすれば、今後の結核の感染拡大が懸念される。

このような状況下では、罹患動物からヒトが感染する可能性を含めて十分に注意しなければならない。サル類は結核菌に対する感受性を有しており、海外のみならずわが国においてもサル類の結核感染の発生、さらに、サルからヒトに結核が感染したという報告がある。わが国において、現在もサルの結核防疫をとるべき状況は続いているが、サルでのスクリーニング検査として使用されてきたツベルクリン検査薬が入手できなくなり、サルの結核防疫状況が一変した。これまで、サルではヒト型およびウシ型結核に反応する動物用ツベルクリン (KM バイオロジクス株式会社) を用いた皮内反応試験により検査が行われてきた。このツベルクリン検査薬はウシを対象に用いられていたもので

あり、サル分野ではそれが転用されていた。わが国のウシの結核検査が OIE 基準に変更されたことにより、企業判断により国内生産が停止され 2022 年 2 月をもって最終ロットの本検査薬の有効期限が切れることとなった。これまでの検査対象となっていたサルは、輸入検疫時の個体、長期飼育下の個体や一般のヒトとの接触が考えられる個体などが考えられるが、その実態を調査した報告はない。

2022 年 4 月現在、サルにおいて国内で使用できる動物用ツベルクリンが存在しない状況にある。現状、ヒト用のツベルクリン検査薬は入手できるが、サルでは反応しないとされている。理由は明らかではないが、これまで使われてきた動物用ツベルクリンは結核菌培養濾液を濃縮した MOT (Mammalian Old Tuberculin) であり、ヒト用のものは培養上清を濃縮した PPD (Purified Protein Derivative) であることから異なる反応性を示すのかも知れない。そのため、これまでの動物用ツベルクリンによる検査の代替法を早急に見つけ出す必要がでてきた。候補として考えられる方法は、いずれもわが国での使用実績がないかあったとしても乏しいため、候補検査法の検証が必須の状況となっている。

これらのことを踏まえて、本研究ではアンケートによる実態調査と今後の結核防疫のための検査手法候補薬の動物の反応性について検索し、わが国におけるサルの結核の推奨すべき防疫方法を導き出すことを目的とした。すなわち、動物、とくにサルから結核がヒトに感染するリスクを減らすための方法の提案である。

## B. 研究方法

本研究は、サル類の結核に関する認識の度合いを確認するためのアンケート調査と今後の結核防疫の主流となり得る候補手法の検証実験から成り立っている。そのため、前者では、様々な分野のサルに関わる研究者等が所属している日本霊長類学会の保全・福祉委員会のメンバーで班員を構成した。班員以外として、動物園に詳しく日本霊長類学会同委員会メンバーでもある京都市動物園の山梨裕美氏の協力をいただきながら作業を進めた。後者の動物実験は、実際にサルを用いた結核研究を実施しているメンバーで構成し、さらに、同様、国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所でサルを用いた結核実験を行っている山川奈津子氏の協力を得て実験を遂行した。

以下に課題ごとの研究計画、研究方法を示した。なお、一つの結論を導き出すために構成メンバー全員で議論し成果を解析したが、主たる研究分担者を合わせて記載した。

1) サル類の結核に対する意識および防疫に関するアンケート調査 (研究分担者：藤田、山田、研究協力者：山梨)

### 1-A. 日本霊長類学会会員を対象としたアンケート調査

日本霊長類学会の協力のもと会員を対象に、2022年11月4日から12月23日にかけて、Googleフォームを利用したウェブ調査を実施した。会員への参加協力は、全会員に毎月送られる定期配信メールと学会公式ホームページにて依頼した。

### 1-B. 動物園/水族館を対象としたアンケート調査

公益社団法人日本動物園水族館協会 (JAZA) の安全衛生委員会の感染症対策部の協力を得て、JAZA に加盟する動物園、水族館を対象にアンケートを実施した。JAZA の関係者用掲示板およびメーリングリストでアンケートフォーマットを配布し回答を得た。

2) 代替結核検査薬あるいは診断薬の反応性等に関する結核感染ザルを用いた研究 (研究分担者：岡村、辻村、研究協力者：山川)

### 2-A. 動物用ツベルクリン (MOT: Mammalian old tuberculin) を用いたツベルクリン検査

結核に感染したカニクイザルを用いて、MOT の反応検査を実施した。結核感染ザルは、40 cfu (colony forming unit) に調整した結核菌液を気管支内より投与することで感染を成立させて作成した。菌液投与後、生化学検査 (CRP)、3D マイクロ CT 解析、赤血球沈降反応 (ESR) による病態解析により結核に感染していることを確認し、MOT によるツベルクリン検査を実施した。MOT は輸入が可能なアメリカの Zoetis 社製のものを用いた。なお、この MOT は非ヒト霊長類を適用動物としておりアメリカをはじめ複数の国で使用されているが、わが国での実績はなかった。結核感染後 6 週間以降のカニクイザルを用いて、眼瞼の皮内に MOT を投与し、72 時間後に投与部位の状況を観察した。感染状況の判定はツベルクリン検査判定基準に従って接種部位の明瞭な腫脹および赤斑の有無、眼瞼下垂で行った (資料 2-1)。なお、結核の症状がなくなった個体を結核潜伏感染カニクイザルとして同様の検査を実施した。さらに、MOT の非特異的な反応を検討するため、結核には感染していないと考えられる Naive 個体でも同様の MOT 皮内接種試験を行った。Naive カニクイザルには、医薬基盤・健康・栄養研究所で飼育されている、複数の病原体のフリーが確認されている SPF 個体を用いた。

### 2-B. 結核特異的な免疫応答を利用したインターフェロン- $\gamma$ 遊離検査

前述の方法で結核菌の感染が成立したカニクイザルの血液を用いて、二つのキットによるインターフェロン- $\gamma$  遊離検査を実施した。一つはサーモフィッシュャーサイエンティフィックの PRIMAGAM™ (Non-Human Primate M. tuberculosis Interferon-Gamma Kit) であり、サル用の結核検査キットとして市販されているものを

用いた。もう一つは、QIAGENのクオンティフェロンTBゴールド™である。この検査キットはヒトの結核検査時に用いられているため、サルを検査を実施するときは工夫が必要であった。本研究では、サルインターフェロン-γを測定できる U-cyTech社製のMonkey IFN-γ ELISA kitと組み合わせて使用した。

#### 2-C. ヒト用ツベルクリン検査液を用いた検査

本研究では動物実験は実施していないが、分担研究者は考察で過去の経験を提示している。実施例数は少ないが本研究との関連性が深く、重要な内容であるため項を起こして提示する。

##### (倫理面への配慮)

本研究のアンケート調査は、大阪大学大学院人間科学研究科行動学系研究倫理委員会の審査、承認を得て実施した。アンケートを実施する前に調査協力者に対して本研究の目的、このアンケートや集計結果の扱い、個人情報の扱い等について説明し、同意を得たのちアンケートへの回答を依頼した。また、カニクイザルを用いた実験は医薬基盤・健康・栄養研究所の動物実験委員会の審査、承認を得て実施した。動物実験や動物の扱いは医薬基盤・健康・栄養研究所のルール、動物倫理とくに3Rsについて承知したうえで実施した。

### C. 研究結果

#### 1) サル類の結核に対する意識および防疫に関するアンケート調査

1-Aの日本霊長類学会会員を対象としたアンケートでは、38名から回答を得ることができたが、日本霊長類学会会員数から算出した回答率は、8.5%であった。回答者の研究対象動物は、約6割が野生霊長類であり、約4割が飼育下霊長類であった(資料1-2の表1)。研究対象個体と最も接近する場合の距離を尋ね、生体を扱う研究者に限って集計した。飼育個体を研究対象とする回答者の場合、64%が個体と接触し、32%が5m以内の近距離で研究を行っていた(資料1-2の表3-(1))。野生個体のみを研究対象とする場合であっても、60%の回答者は接触を含む5m以内の近距離で研究を行っていた(資料1-2の表3-(2))。

咬傷や感染症などサルが原因となってヒトに発生する事故に対してどのような予防、管理体制がとられているのかを調査した(資料1-2の表4)。講習会、事故発生時の対応マニュアル、相談医師、締結病院が準備されていると回答した割合は、それぞれ66%、55%、45%、34%であった。研究を実施する際の人獣共通感染症対策を尋ね、生体を扱う研究者に限って、集計を行った(資料1-2の表5)。野生個体のみを対象とする研究者に比べて、飼育霊長類を研究対象とする研究者は、検温、専用衣服やマスクの着用、手洗いの励行やアルコール消毒を実施

している割合が高かった。

結核に関する知識を尋ねたところ(資料1-2の表6)、結核が人獣共通感染症であることを知っていた回答者は89%、サルで結核感染が見つかった場合に獣医師による届出が必要となることを知っていた回答者は58%、これまでサルの結核検査に使用されてきた国内産動物用ツベルクリンが利用できなくなったことを知っていた回答者は45%であった。日常の研究活動において人獣共通感染症や結核のまん延防止をどれくらい意識しているかを尋ね、生体を扱う研究者に限って集計した(資料1-2の表7)。人獣共通感染のまん延防止について常に意識している回答者は78%と高い値を示したが、結核のまん延防止に限るとその値は35%に減少した。

1-Bの動物園、水族館を対象としたアンケートでは、JAZAに加盟している141施設のうち59施設から回答を得られた。JAZA会員施設数あたりの回答率は41%であった。回答者の約7割が獣医師であった(資料1-3の表1)、回答のあった施設では多様な分類群の霊長類が飼育されており、個体数は施設ごとにばらつきがあった。施設の構造も施設ごとに異なっていたが、約半数の施設が来園者と動物の距離が2m以内と回答していた(資料1-3の表3-1, 3-2, 表4)。

獣医師がいない施設もあり、健康診断を実施しているのは58%、ツベルクリン検査を行っていたのは25%であった(資料1-3の表5-1)。健康診断の頻度も施設ごとにばらつきがあったが、死亡個体の剖検については92%の施設で実施されていた(資料1-3の表5-2)。

バイオセーフティに関する対応についての質問において、死体処理の方法についても施設ごとに異なることがわかった。講習会を受講する機会があると答えたのは7%、感染対策マニュアルが整備されていると返答したのは14%であった(資料1-3の表6-1, 6-2)。飼育担当者や来園者の感染予防対策は多くの施設で実施されていたが、飼育担当者がゴーグルやフェイスガードを着用していると返答した施設はゼロであった(資料1-3の表7-1, 7-2)。

人獣共通感染症についての質問では、結核が人獣共通感染症であることやサルの結核が届出感染症であることは90%以上が知っているとして回答していた。しかし、この度サルで使用してきたツベルクリンが使用できなくなったことを知っていたのは47%であった(資料1-3の表8)。

自由記載欄には、人獣共通感染症対策に関する具体的な課題等の記載が複数あった。

#### 2) 代替結核検査薬あるいは診断薬の反応性等に関する結核感染ザルを用いた研究

本研究を実施するために結核を感染させた4頭のカニクイザルは、感染後4週以降にESR、CRP値が上昇し、CT解析にて結核性肺炎を呈した。これ

らの個体を用いてMOT皮内接種試験を実施したところ、4頭中3頭で陽性、1頭は擬陽性と判断された(資料2-2)。また結核潜伏感染カニクイザル4頭を用いたMOT皮内接種試験は、全て擬陽性と診断された(資料2-3)。一方で2種類のキットを使用したインターフェロン- $\gamma$ 遊離検査は、結核感染カニクイザルおよび結核潜伏感染カニクイザルの全てのサルにおいて、陽性と診断された(資料2-4)。

14頭のNaiveカニクイザルを用いたMOT皮内接種試験では赤斑を認めた個体が4頭みられたが、全て陰性と判断された(資料2-5)。またインターフェロン- $\gamma$ 遊離検査では、2種類のキットを用いて検討したところ、全て陰性であった(資料2-6)。

#### D. 考察

本研究は、アンケート調査により、霊長類に関わる人、施設の結核に関する対応や意識についての実態を把握することと、今後の結核防疫のための具体的な検査薬の動物の反応性を検索するための実験で構成されている。アンケート調査により具体的に確認された事項も多く、また、今後の結核検査薬候補の結核感染ザルでの反応データが示された。結果の詳細については、分担研究報告書を見ていただきたい。

アンケート調査は、日本霊長類学会と日本動物園水族館協会の協力を得て実施した。

日本霊長類学会の会員は、何らかの形で研究に携わっていることが多いと推測され、その研究分野は行動学、心理学、脳科学、人類学、形態学、実験動物学など多岐にわたっていると思われる。しかし、サル類を扱ううえで研究者自身の安全を確保し、研究対象動物から一般社会に感染症を広げないためには、必要最小限の知識を有し、日ごろから意識していることが重要だと考える。

今回、日本霊長類学会会員の回答率は8.5%に過ぎなかった。一方、JAZA加盟施設の回答率は41%であった。この差は、対象が個人か施設かという違いやJAZA加盟施設の回答者の多くが獣医師だったことが関係しているかもしれない。自由記載欄には、人獣共通感染症、バイオセーフティ等の課題の具体的な記載も多くみられ、課題を理解していてもその解決のための方法が見つけられない状況にあることも示唆された。

今回の調査で霊長類に関わる人の多様性と施設規模や目的の多様性が明確になっている。このことは、バイオセーフティを考え、何らかの対応をとるときは個々の状況にあわせた対応が必要になることを示している。意識改革という意味では、今回のアンケートへ回答するという作業が、自己点検の一つになっていたかもしれない。定期的なアンケートによる実態調査も感染症対策の一つになるかもしれない。

2019年から今日までに新型コロナウイルスの感

染が世界中に広がり、人類の生活が一変するという経験をした。このことは、バイオセーフティについて考える後押しになると思われる。一方、エボラウイルスなど致死率の高い感染症については、海外からの情報を耳にする程度であり、わが国の問題ではないと考える人も多い。マカカ属のサルと関連が深いBウイルス感染症も海外の出来事と思われるがちだったが、近年、わが国でも人への感染が確認されたことはサル類に関わる者にとって無視できないできごとだった。また、新型コロナウイルス感染症の結核への影響も考えなければならない。コロナ禍では、結核を含むあらゆる疾患の初期症状程度では医療機関を受診しなかったと言われている。新型コロナウイルス感染症が落ち着きつつある今、様々な疾患の状況が変化する可能性が考えられる。

アンケートを実施したことで明確になったことは、感染症に関すること、バイオセーフティに関することを、動物に関わるすべての人が日常から意識しているわけではないだろうということである。動物園等では、一般の方々への感染リスクを限りなく減らす必要があるが、同時に動物に接する機会があるスタッフの意識を上げることもそれ以上に重要だと思われた。

結核については、現在においても世界中で問題になっていることは知っておくべきであり、サル類を感染源にしないための対策をとることの重要性も理解しておくべきである。

今後できることは、まずは情報発信である。たとえば、定期的に感染症に関する講習会を開催して、受講できる機会を増やすことは意義あるかもしれない。情報発信と同様に重要なことは、具体的な防衛策の実現であるが、動物の飼育環境や人の装備等を簡単に変えることはできないだろう。これまで実施してきた研究や日常の作業ができなくなることは避けなければならない。また、資金面の問題もでてくるだろう。簡単に解決できることは少ないかもしれないが、できることから始めるしかない。

次に本研究では、結核感染カニクイザルを用いて検査手法を検討したが、そのためには確実に結核に感染したカニクイザルを作成する必要がある。今回使用した感染ザルは、CRP、ESRの上昇、さらにCT解析にて結核性肺炎を確認されており明らかに結核感染が成立しているといえる。検証したMOTやインターフェロン- $\gamma$ 遊離検査を用いた経験のある獣医師は多いと思われるが、実際に結核に感染したサルと出会う機会は決して多くはない。すなわち、本検証はきわめて貴重であると認識し慎重な解析を行った。

MOT皮内接種試験の結果は、Naiveカニクイザルでは28.6%(4/14)で赤みを認めている。腫脹等を認めていないため陰性と判定されたが、このことは判定の難しさを示すものである。この結果は、結

核感染の見逃しにはつながらないため大きな問題ではない。一方、潜伏感染ザルは4頭すべて擬陽性判定であり、陽性と判定された個体はいなかった。擬陽性を陰性と判定するようなことがあれば大きな問題となる。MOT 使用者はこのことを十分に理解しておくべきである。また、明らかな感染ザルに対しても4頭中1頭が擬陽性と判定されている。明確な結核感染ザルであっても陽性判定にならないケースも存在することは、やはり使用者は理解しておくべきである。

このように MOT 皮内投与試験は、スクリーニングとして十分に使えるといえる。とくに陰性を確認することを目的としたときはきわめて有用である。一方、結核個体の摘出を目的とするときは、前述のような注意が必要といえる。いずれにせよ判定基準を明確にしてその意味を十分に理解する必要がある。MOT 投与後 72 時間目の判定は、赤斑、腫脹、眼瞼下垂などを総合的に判断するものであり、判定者の主観が入ることも否定できない。よって熟練した者が複数名で対応することを推奨したい。判定に迷ったときには、結核感染を疑った判定すなわち陰性判定か擬陽性判定で迷ったときには擬陽性、擬陽性か陽性かで迷ったときは陽性と判定することが好ましいだろう。次のような見方もできる。

MOT 皮内投与試験と比較してインターフェロン- $\gamma$  遊離検査の結果は明確であった。結核感染ザル、結核潜伏感染ザルはすべて陽性判定である。また、Naive ザルはすべて陰性判定であった。MOT 皮内投与試験の簡便性は大きな利点であるが、そこで擬陽性と判定された個体は、信頼の度合いが高いインターフェロン- $\gamma$  遊離検査を実施すべきである。それができない場合は、再度、MOT 検査をするべきであるが、繰り返し MOT 検査を実施したときにどのような影響がでるか報告は、知る限り存在しない。繰り返し検査については、今後の研究報告を待つ必要がある。

わが国で入手可能なインターフェロン- $\gamma$  遊離検査のためのキットは2種類存在する。サーモフィッシュヤーサイエンティフィックの Primagam<sup>™</sup>はサル用に開発された結核検査キットであり、常時購入することが可能である。ただし、発注後輸入されることもあるため、納品までには時間を要することがある。そのため、本キットを使用するときは入手手続きを含めて計画的に準備するべきである。また、輸入コストがかかることも問題となり得るが、輸入される方々のタイミングを合わせるなど、輸入コスト低減の検討を行うことも可能かもしれない。QIAGEN のクオンティフェロン TB ゴールド<sup>™</sup>はヒトの結核検査で臨床的に用いられており比較的入手しやすいといえる。しかし、サルの血液で使用するときはサルインターフェロン- $\gamma$  を測定できる U-cyTech 社製の Monkey IFN- $\gamma$  ELISA

kit と組み合わせて使用しなければならないため、日常、結核陽性コントロールを置けない場合は注意して使用する必要がある。入手のしやすさや使い勝手等のことを考えて使い分けるのが良いのかもしれない。

もっとも容易に入手できるものとしてヒト用ツベルクリンが考えられる。サル類に関わっている研究者には、先人たちからヒト用ツベルクリンに対してサルは反応しないと申し継がれている場合がある。今回、調べたかぎりではそのことが明記された資料が見つけられなかった。分担研究者は、過去に2頭での結核感染ザルへの皮内投与を実施している。その結果、2頭ともに陰性判定となっていることに触れている。本研究を実施した最大のきっかけは、これまでサル類で使われてきた動物用ツベルクリンが製造中止になったためであるが、一部の関係者から、ヒト用ツベルクリンを使用するから大丈夫、という言葉は耳にしたことがある。しかし、現段階でヒト用ツベルクリンを使用すること、その結果を信じることは危険と言わざるを得ない。

サルの結核感染については、感染症法第 13 条第 1 項の規定に基づく獣医師の届出の対象となっており、その届出基準においては、判断基準の一つとしてツベルクリン反応試験が掲げられている。今回、米国製の動物用ツベルクリン反応製剤および代替法としてのインターフェロン- $\gamma$  遊離検査の可能性について評価しその有用性を示した。これら成果が、届出基準の見直しの際の一助となればと考える。

## E. 結論

1) サル類に関わっている人の専門や目的が多岐にわたっている。施設ごとに飼育しているサルの種類や数が異なる。

2) 結核を含む人獣共通感染症対策やバイオセーフティについて考えるときは、それぞれの環境や状況にあわせた具体的な方策を見出すことが必要である。

3) 情報は多いほどよい。講習会等を通じて情報発信の機会を増やす必要がある。

4) MOT 皮内投与試験は簡便であり、陰性ザルを確認するという目的ではきわめて有用であるが。

5) MOT を結核感染ザルの摘出を目的に使用する場合は、「明らかな結核感染ザルにおいても擬陽性判定となることがある」「結核潜伏感染ザルでは擬陽性となることが多い」といったことを意識しているべきである。

6) インターフェロン- $\gamma$  遊離検査は、今回の試験においては感染ザル、潜伏感染ザルともにすべて陽性判定となっていることから、信頼できる結核診断法として有用であるといえる。

7) 入手が容易なヒト用ツベルクリンはサルでは

反応しない可能性が高い。本研究では、サルを用いた実験は実施していないが、過去の経験を考察で触れており関連性ある内容であるため記載した。

8) サルの結核感染は感染症法第13条第1項の規定に基づく獣医師の届出の対象であり、その届出基準においては、判断基準の一つとしてツベルクリン反応試験が掲げられているが、インターフェロン- $\gamma$  遊離検査についての記載がない。今後の見直しの際の一助となれば幸いである。

F. 健康危険情報  
該当なし

G. 研究発表

1. 論文発表

1) 岡村智崇、保富康宏 HIV、結核に対するワクチン開発の最前線 公衆衛生 第87巻 第2号 2023年2月

2. 学会発表

1) 岡村智崇 カニクイザルの肺炎診断におけるコンピュータ断層撮影 (CT) の有用性 in vivo イメージングフォーラム 東京 2022年12月13日

H. 知的財産権の出願・登録状況  
(予定を含む。)

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし