

プライバシーポリシーへの記載がない隠しセッションリプレイサービスの導入状況調査

梶間大地^{1,a)} 菊池浩明^{2,b)}

概要: セッションリプレイサービスとは、ユーザがウェブサイト上で行なった行動を記録するサービスである。これはウェブサイトのユーザ体験の向上やエラー原因の特定に利用されることが想定されている。しかしセッションリプレイサービスではマウス操作や入力内容等を取得しているため、セッションリプレイサービスを利用するウェブサイトはユーザに関する情報を取得していることを適切に公表する必要がある。そこで本研究では国内のウェブサイトを対象に、セッションリプレイサービスの利用状況について調査を行い、プライバシーポリシーにおいてユーザに適切な形で公表を行なっているかどうかを報告する。

Survey on hidden session replay services without being declared in the privacy policy

Abstract: Session replay is a service that records every active event that a user performs on a website. It is supposed to be used for improving the website user experience and identifying the cause of errors. Session replay service acquires events such as mouse operations, input text, which may be classified as personal information or personal-related information, and the web sites using such services should disclose the fact that they acquire information related to users in an appropriate manner. In this paper, we conduct a survey of domestic web sites about the use of any session replay services and report how often they disclose the information to users in an appropriate manner in their privacy policies.

1. はじめに

セッションリプレイサービスとは、ウェブサイト上で行なったユーザの行動を記録するサービスである。これはそれぞれのユーザの記録から、ユーザがどのような箇所ですべて迷っているのかやどのような操作をしたときにエラーが発生するのかを特定することで、ユーザ体験を向上やエラー原因の特定に利用されることが想定されている。

しかしこれらのサービスでは、ユーザがアクセスをした時点でユーザの行動がセッションリプレイサービスのサーバに送信されているため、ユーザが同意や送信を行う前にユーザのマウスの操作やテキストの入力内容を取得しているサイトが存在する。マウスやキーボードの操作から個人を識別する研究 [1][2][3][4][5] は過去に行われており、これ

らの情報は個人情報にあたる可能性があると考えられる。またセッションリプレイサービスでは Cookie を利用して利用者を追跡を行なっているため、導入サイトでは個人情報または個人関連情報の取得について導入サイトはユーザに対して適切な公表を行う必要がある。

2020 年改正の個人情報保護法 [6] では、個人情報を取得する場合には利用目的の通知またはあらかじめ公表を行う義務が生じる。また個人関連情報では提供先が個人データとして取得することが想定される場合には、提供先がユーザに対して同意取得を行なったことの確認、またはユーザへの同意取得を代わりに行う必要がある。

そこで本研究では、国内の 11,523 サイトにおけるセッションリプレイサービスの導入状況と、導入をおこなっているうちの 300 サイトがユーザに対してプライバシーポリシーで適切に公表を行なっているかの調査を行なった。その結果を報告する。

¹ 明治大学大学院先端数理科学研究科
Nakano, Nakano-ku, Tokyo 164-8525, Japan

² 明治大学総合数理学部
Nakano, Nakano-ku, Tokyo 164-8525, Japan

a) cs222014@meiji.ac.jp

b) kikn@meiji.ac.jp

2. セッションリプレイサービスの基本調査

2.1 関連研究

2020年, Gunesらは50,000のウェブサイト埋め込まれたサードパーティのスクリプトによる情報の流出についてOpenWPMを利用して大規模な調査を行い, その中でFullStory, UserReplay, SessionCam, Hotjar, Yandex, Smartlookの6つのセッションリプレイサービスのDOMの収集によって起こる情報の流出について調査を行なった[7]. その結果, セッションリプレイサービスによるDOMの収集によってクレジットカード情報や医療情報, パスワードなどの個人情報や機密情報がセッションリプレイサービスのサーバに送信されていることを明らかにした.

2022年, Xiufenらはアジア, 北米, 中南米, アフリカ, オセアニアの152ヶ国, 19,483の病院のウェブサイトにおけるプライバシーとセキュリティについて調査を行なった[8]. その中でセッションリプレイサービスを導入しているサイトの調査を行なった. Hotjar, Yandex, FullStoryの3つのセッションリプレイサービスが699のウェブサイトに導入されており, 名前やメールアドレス, パスワードなどの機密情報がセッションリプレイサービスのサーバに送信されていること明らかにした.

2.2 予備調査

どのセッションリプレイサービスが多く利用されているかを調査するため, HTMLのソースコード内を含めて検索が可能なPublicWWW[9]という検索エンジンを利用した. セッションリプレイサービスのURLを検索し検索結果数から大まかな導入状況の調査を行なった. 結果を表1に示す. この結果から今回の調査対象を検索結果の多いMicrosoft Clarity[10], Hotjar[11], mouseflow[12], crazyegg[13], Contentsquare[14], lucky orange[15], fullstory[16], Yandex[17], Dynatrace[18], Glassbox[19], Smartlook[20], foresee[21], Inspectlet[22], LogRocket[23]の14サービスとした. ただし, PublicWWWの検索にはスクリプトをコメントアウトしている場合や実際のページと検索結果が異なる場合が存在したため, 調査するセッションリプレイサービスの選定にのみ利用した.

2.3 国内サイトにおける導入状況調査

予備調査で選定した14のセッションリプレイサービスの国内サイトにおける導入数の調査を行なった.

調査対象はトップサイトのランキングであるTranco[24]のうち, jpドメインかつ事前にGETリクエストを送信しステータスコード200が返ってくるサイトの11,523サイ

表1 PublicWWWでの検索結果

Table 1 Search results in PublicWWW

サービス名	検索ワード	検索結果数
Microsoft Clarity	clarity.ms	91,110
Hotjar	hotjar.com	293,807
mouseflow	mouseflow.com	27,641
crazyegg	crazyegg.com	28,186
Contentsquare	contentsquare	1,670
lucky orange	luckyorange.com	13,642
fullstory	fullstory.com	21,132
Yandex	yandex.ru	1,000,000
Dynatrace	dynatrace.com	6,924
Glassbox	glassbox	806
Smartlook	smartlook.com	33,014
Foresee	foresee.com	254
Inspectlet	inspectlet.com	10,340
LogRocket	logrocket	5,997

```
{
  "level": "INFO",
  "message":
    "{
      \"message\": {
        \"method\": \"Network.requestWillBeSent\",
        \"params\": {
          \"documentURL\": \"https://gamewith.jp/\",
          \"frameId\": \"033A0BC9DD916D57C62A1B436E65B830\",
          \"hasUserGesture\": false,
          \"initiator\": {
            \"stack\": {
              \"callFrames\": [
                {
                  \"columnNumber\": 364,
                  \"functionName\": \"\",
                  \"lineNumber\": 0,
                  \"scriptId\": \"39\",
                  \"url\": \"https://www.clarity.ms/tag/7vgt077nrx?ref=gtm\"
                },
                {
                  \"columnNumber\": 427,
                  \"functionName\": \"\",
                  \"lineNumber\": 0,
                  \"scriptId\": \"39\",
                  \"url\": \"https://www.clarity.ms/tag/7vgt077nrx?ref=gtm\"
                }
              ]
            },
            \"type\": \"script\",
            \"loaderId\": \"401FFD1BA273F6DC3DCDA3CA43AC1914\",
            \"redirectHasExtraInfo\": false,
            \"request\": {
              \"headers\": {
                \"Referer\": \"https://gamewith.jp/\",
                \"User-Agent\": \"Mozilla/5.0 (Macintosh; Intel Mac OS X 10_15_7) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/108.0.0.0 Safari/537.36\",
                \"sec-ch-ua\": \"NotA_Brand\",
                \"sec-ch-ua-mobile\": \"\",
                \"sec-ch-ua-platform\": \"macOS\",
                \"initialPriority\": \"Low\",
                \"isSameSite\": false,
                \"method\": \"GET\",
                \"mixedContentType\": \"none\",
                \"referrerPolicy\": \"strict-origin-when-cross-origin\",
                \"url\": \"https://www.clarity.ms/eus-e/s/0.7.1/clarity.js\",
                \"requestId\": \"66019.2284\",
                \"timestamp\": 2631396.312532,
                \"type\": \"Script\",
                \"wallTime\": 1673445772.840746,
                \"webview\": \"033A0BC9DD916D57C62A1B436E65B830\"
              }
            }
          }
        }
      }
    }
  \"timestamp\": 1673445772841
}
```

図1 収集したリクエストの一部

Fig. 1 Some of the collected requests

トとした.

2.3.1 方法

ブラウザの操作を自動化するフレームワークのSelenium[25]を用いて対象サイトにアクセスし, ネットワーク情報を取得しリクエストの送信先を収集した. 図1は収集したリクエストの一部である. セッションリプレイサービスのURLからスクリプトを読み込んでいるものをサービスを利用していると想定しカウントした.

2.3.2 結果

サービス, 業種ごとの調査結果を表2に示す. 業種分類は日本標準産業分類を採用した. 国内サイトの11523サイトにおけるセッションリプレイサービスのサービスごとの導入数は943サイト(8.2%)であった. 導入されている

セッションリプレイサービスは Microsoft Clarity が最も多く 702 サイト (6.1%) であった。

また業種ごとの導入状況については、情報通信業と卸売業、小売業が多い結果となった。これは情報通信業ではウェブサービスやニュースサイト、卸売業、小売業ではウェブサイトでの通信販売などの事業自体をウェブサイトで行なっているものが多いためだと考えられる。

3. 導入サイトでのプライバシーポリシーの記載調査

セッションリプレイサービスを導入しているサイトが、プライバシーポリシーにおいてユーザに対して適切に公表を行なっているかを手動で調査した。調査項目としては以下の2点の記載有無に着目した。

(1) 利用目的

利用目的にサービスの改善等の記載がある

(2) 導入サービス名の記載

導入しているセッションリプレイサービスの名前の記載がある

3.1 対象

対象としてはセッションリプレイサービスごとに最大 50 サイト、合計 300 サイトのプライバシーポリシーの調査を行なった。

3.2 結果

セッションリプレイサービスの導入サイトにおけるプライバシーポリシーでの記載について表 3 に示す。利用目的とサービス名どちらも記載があるのは 37/300 (12.3%) であった。またどちらも記載がないサイトは 56/300 (18.7%) であった。プライバシーポリシーの例を記載の有無別に図 2 図 3 図 4 に示す。目的とサービス名の両方の記載がないサイトの特徴として、ウェブサイト利用時についてを考慮していないものが見られた。

3.3 Google Analytics の導入・公表

プライバシーポリシーを調査した 300 サイトにおいて、類似サービスである Google Analytics の導入・公表について調査を行なった。導入、記載状況について表 4 に示す。

Google Analytics を導入しているサイトは 277/300 サイト (92.3%)、また導入について公表を行なっているサイトは 116/277 サイト (41.9%) であった。セッションリプレイサービスと比較して、Google Analytics の導入について公表を行なっているサイトが多かった。これは、Google Analytics は利用規約でプライバシーポリシーにおいて導入の公表を義務付けているためであると考えられる。

1. 当社は、取得した個人情報を、以下の利用目的で、又は当該利用目的の達成に必要な範囲で、利用をします。万一、利用目的の変更が必要となった場合には、その旨をユーザーに通知又は公表します。
 - (1) 本サービスに関する登録の受付、本人確認等、本サービスの提供、維持、保護及び改善のため
 - (2) 本サービスの利用状況 (本サービスを通じて当社以外の事業者の提供に係るサービスを利用する場合も含みます。) の確認のため
 - (3) 本サービスの内容に関する情報、アップデート情報、イベントやキャンペーン情報、規約等の変更情報等の告知のため
 - (4) 本サービスの利用に係る対価の請求のため
 - (5) 本サービスで商品等を注文されたユーザーに商品等を発送し又は発送状況の確認のため
 - (6) 企画、キャンペーン等に当選されたユーザーに商品等を発送し又は発送状況を確認するため
 - (7) 本サービスに関するご案内、お問い合わせ等への対応のため
 - (8) 本サービスに関するアンケートを実施する対象者の抽出のため
 - (9) 本サービスに関する当社の規約、その他諸規程に違反する行為への対応のため
 - (10) 本サービスの改善又は拡充を図るため
 - (11) 本サービスの利用に関する統計データを作成するため
 - (12) 新規の本サービスに関する企画、立案又は実施のため
 - (13) 当社又は第三者の広告の配信又は表示のため
 - (14) ユーザーの属性情報、端末情報、本サービス内におけるユーザーの行動履歴 (アクセスした URL、コンテンツ、アクセス順、滞在時間等) を分析して、ユーザーの趣味・嗜好等に応じた当社又は第三者の広告を配信し又は表示するため
 - (15) その他マーケティングに利用するため
2. 当社は、前項の利用目的の他、個別の本サービス毎に固有の利用目的を定めることがあります。当社は、当該個別の本サービスの利用目的について、これができる限り特定の上、当該個別の本サービスに関するウェブサイト又はサービス画面において予め公表します。

本サービスには、本サービスの利用状況及び広告効果等の情報を解析するため、当社が選定する以下の情報収集モジュールが組み込まれています。これに伴い、当社は、以下の情報収集モジュールの提供者 (日本国外にある者を含みます。) に対しユーザー情報の提供を行う場合があります。これらの情報収集モジュールは、個人を特定する情報を含むことなくユーザー情報を収集し、収集された情報は、各情報収集モジュール提供者の定めるプライバシーポリシーその他の規定に基づき管理されます。
名称 : Google Analytics 提供者 : Google LLC プライバシーポリシー : http://www.google.com/intl/ja/policies/privacy/ オプトアウト : https://tools.google.com/dlpage/gaoptout
名称 : Google Search Console 提供者 : Google LLC プライバシーポリシー : http://www.google.com/intl/ja/policies/privacy/ オプトアウト : https://support.google.com/webmasters/answer/3035947?hl=ja
名称 : Microsoft Clarity 提供者 : Microsoft Corporation プライバシーポリシー : https://privacy.microsoft.com/ja-jp/privacystatement オプトアウト : https://go.microsoft.com/fwlink/?LinkID=286759

図 2 目的・サービス名の記載があるプライバシーポリシーの例 (一部抜粋)

Fig. 2 Example of privacy policy with purpose and service name

a 端末情報 当社は、利用者が使用する情報端末固有の情報 (OSの種類、端末の個体識別情報、コンピュータ名、広告ID等) を取得し、広告IDを当社が利用者に付与した内部識別子に紐付ける場合があります。
b 位置情報 当社は、本サービスの提供に必要な範囲内で、利用者の使用する情報端末から送信される位置情報を取得することがあります。
c ログ情報および行動履歴情報 当社は、本サービスの利用時にIPアドレス、利用者が使用するブラウザの種類、ブラウザ言語等の情報が自動で生成・保存された情報又は利用者からのリクエスト日時、サービス内での操作履歴の一切の情報を取得することがあります。
d Cookie等を利用した情報 本サービスにおいて、当社は、「Cookie (クッキー)」と呼ばれる技術およびこれに類する技術を使用することがあります。Cookieとは、ウェブサーバーが利用者のコンピュータを識別する業界標準の技術です。Cookieは、利用者のコンピュータを識別することはできませんが、利用者個人を識別することはできません。なお、情報端末上の設定によりCookieの機能を無効にすることができますが、本サービスの全部または一部が利用できなくなる場合があります。

1. 当社は、本サービスの利用を通じて取得した個人情報を、下記の目的の範囲内で適正に取り扱います。利用者ご本人の同意なく利用目的の範囲を超えて利用することはありません。
 - a 当社 (共同利用者を含みます。以下本条において同じ。) の商品・サービスの円滑な提供、維持、改善のため
 - b 料金や報酬等の計算、請求、支払、送金、その他の決済処理のため
 - c 本人確認、認証サービスのため
 - d キャンペーン、アンケート等の実施のため
 - e 当社の提供するサービスに関するご連絡・ご案内、当社の規約・条件・ポリシーの変更や当社の提供するサービスの停止・中止等の重要な通知をお知らせするため
 - f 当社の提供するサービス、当社の提供するコンテンツまたは広告の開発、提供、メンテナンスおよび向上に役立てるため
 - g 技術サポートの提供、利用者からの問い合わせ等への対応のため
 - h 当社または第三者の商品またはサービスの広告の開発、提供、効果測定のため
 - i マーケティング調査、統計、分析のため
 - j 違法行為、不正行為、当社の利用規約等に違反する行為またはこれらの可能性のある行為を防止し、調査し、または対策措置を講ずるため
 - k 利用規約第22条 (反社会的勢力の排除) に定めるユーザーの表明保証の遵守状況に関する確認、調査、対策措置の検討等のため
2. 当社は、前項の利用目的を、変更前の利用目的と相当の関連性を有すると合理的に認められる範囲内において変更することがあり、変更した場合には、当社が別途定める方法により、利用者へ通知または公表します。

図 3 目的のみ記載のプライバシーポリシーの例 (一部抜粋)

Fig. 3 Example of a privacy policy stating purpose only

4. 提言

以上の調査に基づき、事業者、ユーザには以下のことを

表 2 国内サイトにおけるサービス・業種分類ごとの導入数
Table 2 Number of installations per service at domestic sites

サービス名 業種分類	Clarity	Hotjar	mouseflow	Yandex	contentsquare	crazyegg	dynatrace	foresee	fullstory	glassbox	inspectlet	logrocket	luckyorange	smartlook	合計
情報通信	274	33	22	3	2	6	0	0	3	1	0	0	1	1	346
卸売、小売	127	19	9	0	11	19	0	1	1	0	0	0	4	1	192
製造	40	13	5	0	4	6	2	0	1	0	0	0	1	0	72
宿泊、飲食サービス	21	6	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	30
教育、学習支援	18	5	4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	29
生活関連サービス、娯楽	20	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
学術研究、専門・技術サービス	34	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	40
サービス	76	3	8	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	91
金融、保険	13	1	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	20
建設業	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
電気・ガス・熱供給・水道業	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
医療、福祉	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
不動産、物品賃貸	15	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
運輸、郵便	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
複合サービス	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
不明	39	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	44
合計	702	89	68	4	20	40	2	1	6	2	0	0	7	2	943

表 3 プライバシーポリシーにおけるサービスごとの記載
Table 3 Statement in the privacy policy

業種	調査数	目的・サービス名あり	目的のみ	サービス名のみ	目的・サービス名なし
Microsoft Clarity	50	12	35	0	3
Hotjar	50	6	41	0	3
mouseflow	50	2	29	0	19
crazyegg	50	10	31	0	9
ContentSquare	26	2	22	0	3
lucky orange	20	0	14	0	6
fullstory	6	1	2	0	1
Yandex	15	1	10	0	4
Dynatrace	8	0	8	0	0
Glassbox	4	2	2	0	0
Smartlook	14	0	7	0	7
Foresee	2	0	2	0	0
Inspectlet	3	0	3	0	0
LogRocket	2	1	0	0	1
合計	300	37	207	0	56

当社では、お客様よりお預かりしました個人情報を以下の目的で利用いたします。

お申込みされた方の個人情報は、コンサルティングサービス実施、ダイレクトメールの送付及びメールマガジン配信のためにのみ利用いたします。また、法令の規定による場合を除き、お客様の同意を得ずに第三者に提供することはありません。

前述の利用目的達成の範囲内において業務委託する際には、適宜基準に基づき個人情報を安全に管理できる委託先を選定し、当該委託先を適切に監督いたします。

個人情報の提出については、お客様の自由なご判断にお任せいたしますが、必要事項の中でご提出いただけない個人情報がある場合、サービスの1部をお受けいただけない場合がございますのでご了承下さい。

■ダイレクトメールの送付

当社では、お客様よりお預かりしました住所を、当社よりお送りするダイレクトメールの送付のために使用いたします。ダイレクトメールの送付を希望されない場合は、当社Eメール、電話、またはファックスにて解除をお願いいたします。あらかじめご同意の上、お申し込みください。

■メールマガジンの送付

当社では、お客様よりお預かりしました住所を、当社よりお送りするメールマガジンの送付のために使用いたします。メールマガジンの送付を希望されない場合は、当社Eメール、電話、またはファックスにて解除をお願いいたします。あらかじめご同意の上、お申し込みください。

個人情報の利用目的の通知、開示、内容の訂正、追加または削除、利用の停止、商業及び第三者への提供の停止については、下記までご連絡下さい。

図 4 目的・サービス名の記載のないプライバシーポリシーの例

Fig. 4 Example of a privacy policy that does not state the purpose or name of the service

提言する。

4.1 事業者への提言

- (1) ユーザから取得している情報を整理し、公表しなければならぬものを正しく公表する。

- (2) セッションプレイサービスでは個人情報取得している可能性を考慮して、取得していることを通知する。利用サービス名もなるべく公表する。
- (3) サイトアクセス時にコンセントバナーなどを表示し、ユーザからあらかじめ同意を取得する。

4.2 ユーザへの提言

- (1) ウェブサイト上で不必要に個人情報の入力をしない。
- (2) 利用サイトのプライバシーポリシーを確認し、どのような情報が取得されているのか確認する。
- (3) 利用サイトで公表なくマウス操作やキーボード操作が取得されているかもしれないことを留意する。
- (4) ウェブサイトの利用に不安を感じたら、事業者へ直接確認を行ったり透明性レポート、第三者委員会などの記録を参照する。

表 4 Google Analytics の導入・記載
 Table 4 Statement in the privacy policy

サービス名	調査数	導入	記載
Microsoft Clarity	50	49	33
Hotjar	50	45	12
mouseflow	50	46	11
crazyegg	50	46	21
ContentSquare	27	23	13
lucky orange	20	20	3
fullstory	6	6	3
Yandex	15	14	4
Dynatrace	8	7	6
Glassbox	4	3	3
Smartlook	15	14	2
Foresee	2	2	1
Inspectlet	3	3	2
LogRocket	2	2	2
合計	300	277	116

5. おわりに

本研究では、国内の 11,523 のサイトにおける 14 のセッションリプレイサービスの導入状況の調査と、導入を行っている 300 サイトがプライバシーポリシーにおいて利用目的とサービス名の記載を行なっているかの調査を行なった。国内では 943 サイト (8.2%) がセッションリプレイサービスを導入を行なっていた。業種では情報通信業と卸売業、小売業のサイトで多く導入されていた。

また導入を行なっている 300 サイトのプライバシーポリシーにおいて公表がなされているかを調査した。プライバシーポリシーにおいて目的、サービス名どちらも記載があるのは 37 サイト (12.3%)、目的もサービス名どちらも記載がないのは 56 サイト (18.7%) となった。

今回の調査では国内サイトを対象としたため、海外サイトでの導入状況、プライバシーポリシーの記載の調査を今後の課題とする。

参考文献

[1] 須田恭平, 石田繁巳, 稲村浩, 中村嘉隆, “日常的なマウス操作による個人識別と操作の経時変化による影響の調査”, マルチメディア、分散、協調とモバイルシンポジウム (DICOMO2022), pp.374-380, 2022.

[2] 泉正夫, 長尾若, 宮本貴朗, 福永邦雄, “マウス操作の特徴を用いた個人識別システム”, 電子情報通信学会論文誌 B, pp.305-308, 2004.

[3] 片岡祥啓, 宮本貴朗, 青木茂樹, 泉正夫, 福永邦夫, “キーボード入力の統計情報を利用した個人認証手法の提案”, 第 38 回コンピュータセキュリティ研究発表会 (CSEC-38), pp.23-30, 2007.

[4] 木村悠生, 猪俣敦夫, 上原哲太郎, “深層学習を用いたキーボード入力とマウス操作情報による個人識別”, コンピュータセキュリティシンポジウム (CSS2022), pp. 493-499, 2022.

[5] 渡邊裕司, 市川俊太, “スマートフォンにおけるタッチ操作の特徴を用いた継続的な個人識別システムの検討”, コンピュータセキュリティシンポジウム (CSS2022), pp.797-804, 2012.

[6] 個人情報保護委員会, “令和 2 年改正個人情報保護法について”, (<https://www.ppc.go.jp/personalinfo/legal/kaiseihogohou/>), 2023 年 2 月参照).

[7] Gunes Acar, Steven Englehardt, Arvind Narayanan, “No boundaries: data exfiltration by third parties embedded on web pages”, Proceedings of the 20th Privacy Enhancing Technologies Symposium (PETS), Pages 1-19, 2020.

[8] Xiufen Yu, Nayanamana Samarasinghe, Mohammad Mannan, Amr Youssef, “Got Sick and Tracked: Privacy Analysis of Hospital Websites”, IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops, Pages 278-286, 2022.

[9] PublicWWW, (<https://publicwww.com/>), 2023 年 2 月参照).

[10] Microsoft Clarity, (<https://clarity.microsoft.com/>), 2023 年 2 月参照).

[11] Hotjar, (<https://www.hotjar.com/>), 2023 年 2 月参照).

[12] Mouseflow, (<https://mouseflow-jp.com/>), 2023 年 2 月参照).

[13] Crazyegg, (<https://www.crazyegg.com/>), 2023 年 2 月参照).

[14] Contentsquare, (<https://contentsquare.com/jp-jp/>), 2023 年 2 月参照).

[15] lucky orange, (<https://www.luckyorange.com/>), 2023 年 2 月参照).

[16] fullstory, (<https://www.fullstory.com/>), 2023 年 2 月参照).

[17] Yandex, (<https://metrika.yandex.com/about?>), 2023 年 2 月参照).

[18] Dynatrace, (<https://www.dynatrace.com/ja/>), 2023 年 2 月参照).

[19] Glassbox, (<https://www.glassbox.com/>), 2023 年 2 月参照).

[20] Smartlook, (<https://www.smartlook.com/>), 2023 年 2 月参照).

[21] Foresee, (<https://www.verint.com/>), 2023 年 2 月参照).

[22] Inspectlet, (<https://www.inspectlet.com/>), 2023 年 2 月参照).

[23] LogRocket, (<https://logrocket.com/>), 2023 年 2 月参照).

[24] Tranco, “Tranco A Research-Oriented Top Sites Ranking Hardened Against Manipulation”, (<https://tranco-list.eu/>), 2022 年 12 月参照).

[25] Selenium, “The Selenium Browser Automation Project”, 入手先 (<https://www.selenium.dev/documentation/>), 2023 年 2 月参照).

[26] Google Analytics, (<https://marketingplatform.google.com/intl/ja/ab>), 2023 年 2 月参照).