

## 雨水活用装置評価用 Web アプリケーションの開発

笠井 利浩\*, 前川 翔太\*\*

### Development of the Web Application for Rainwater Harvesting System Evaluation

Toshihiro KASAI and Shota MAEGAWA

**Abstract:** In recent years, the installation example of the small-scale rainwater harvesting system to ordinary homes is increasing in Japan. The purpose of installing rainwater harvesting system is classified into, reservation of water resources, disaster measures, and cost reduction and environmental load reduction by tap water saving. In order to achieve these purposes, we have to make it the system design based on the simulation result. However, small-scale rainwater harvesting system for home use is generally installed without evaluation. In this report, the Web application which can perform easily the operation simulation of rainwater harvesting system on Web is introduced.

**Keywords:** Web Application, Rainwater Harvesting System, Software Development, Simulation

#### 1. はじめに

近年、日本国内においても環境を意識した雨水活用が普及し始め、一般家庭における雨水活用装置の設置事例が増加してきている。雨水活用装置の設置目的には、経費削減や上水道水節水による環境負荷削減等が挙げられる。しかしながら、一般家庭規模の雨水活用装置では稼働効率が検討されることなく設置されている場合が多い。雨水活用装置の稼働効率は設置環境や装置構成によって大きく変化するため、事前に検討することは重要である。しかしながら、稼働効率を検討するには多くの情報や計算が必要になり、一般市民には困難である。インターネット等で検索すると、雨水活用装置稼働シミュレーションソフトウェアやユーザ問い合わせ型サービス<sup>[1]-[3]</sup>が存在する。しかしながら、ソフトウェアの場合にはデータのダウンロードやインストール作業が必要となり、動作環境も限定的である。また、ユーザ問い合わせ型サービスではユーザからの問い合わせが起点となるため、気持面でのハードルが高くなるという問題点がある。よって、気軽に雨水活用装置の稼働シミュレーションが行える環境の整備が求められている。

近年、パーソナルコンピュータやスマートフォン等を用いたインターネット接続環境が身近になってきている。本報では、この環境を生かした雨水活用装置稼働シミュレーションソフトを開発したので紹介する。本 Web アプリケーションは、筆者らがこれまでにやってきた研究<sup>[4]</sup>で得ら

---

\* 経営情報学科, \*\* 経営情報学科 4年

れた結果を組み込むことで雨水活用による環境負荷削減効果についても評価できる仕様となっている。これにより、誰もが気軽に雨水活用装置の稼働効率だけでなく、環境負荷削減面からの評価も実施できるものとなっている。

## 2. 方法

### 2. 1. 開発環境

Web アプリケーションのフレームワークには、Microsoft 社が開発・提供している ASP.NET<sup>[5], [6]</sup>を用いた。ASP.NET は、動的な Web サイトや Web アプリケーションの開発および運用を行うものである。特徴としては、①GUI (Graphical User Interface) による開発が可能 ②デザインコードおよび処理コードの分離 ③異なる Web ブラウザに最適な HTML を自動出力 等が挙げられる。従って、ASP.NET の利用により Windows アプリケーションの様なイベント駆動型プログラミングと同様の感覚で Web アプリケーション開発が可能となる。プログラミング時にはデザインコードと処理コードが分離されており、開発の生産性や保守性の向上に繋がっている。また開発した Web アプリケーションは、各 Web ブラウザに対して最適な HTML を出力することができるものであり、ホームページの表示速度も最大化されるという特徴を持つ。ASP.NET で使用できるプログラミング言語は、C#や Visual Basic (以下 VB) 等の .NET Framework に対応した言語である。今回のアプリケーション開発では、プログラミング言語に VB を使い、GUI による開発が可能なことから統合開発環境として Visual Studio を使用した。

### 2. 2. Web アプリケーション動作環境レンタルサーバー

Web アプリケーションを動作させるために必要となるサーバーには、レンタルサーバーを使用した。使用したレンタルサーバーは、安価で高機能なことから ExpressWeb<sup>[7]</sup>に決定した。レンタルサーバー選定時には、①ASP.NET が使用可能 ②安価 ③データセンターが日本国内 等を評価指標とした。ExpressWeb の基本仕様および Web サーバー機能を、表 1 および 2 に示す。ExpressWeb が提供するサーバーの特徴としては、Windows サーバー、メモリやディスク容量が大きい、日本国内設置等が挙げられる。

表 1 ExpressWeb の基本仕様

項目名	性 能
OS	Windows Server 2008 R2 SP1
CPU	intel Xeon Quad-Core Dual
RAM(メモリ)	48GB
HDD 構成	ハードウェア RAID 1+0
データセンター	国内 (東京都 23 区内)
ディスク容量	30GB

表 2 ExpressWeb の Web サーバー機能

機能名	有 無
ASP.NET 2.0	○
ASP.NET 3.5	○
ASP.NET 4.0	○
PHP 5.2.17	○
Perl 5.8.9	○
Python 2.6.2	○

## 2. 3. データの調製

本 Web アプリケーションでは、① AMeDAS 降水量データ ②時間帯別トイレ洗浄用使用水量 ③建築面積 ④一世帯人員 ⑤造水費用 のデータを使用してシミュレーションを行っている。これらのデータ間の関連付けイメージを、図 1 に示す。①の

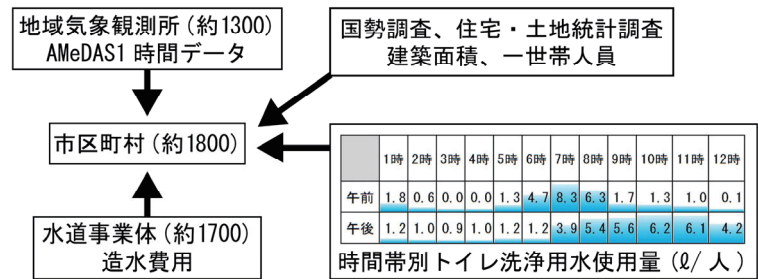


図 1 データの関連付け

データ期間は、地球温暖化等による気候変動によって降水パターンが変化してきているため、2000年から2009年までの10年間とした。10年間のデータを用いたシミュレーション計算には時間がかかるため、AMeDAS 降水量 10 分値データを基に算出した 1 時間値を用いた。②は、過去の研究事例<sup>[8]</sup>から、一般家庭における各時間帯ごとのトイレ洗浄用水の使用量を算出したものである。③は、統計局が発表している住宅・土地統計調査の、一戸建て一般住宅に関するデータ用いた<sup>[9], [10]</sup>。④は、統計局が発表している国勢調査結果（一世帯に住む人数）の値を用いた<sup>[9], [11]</sup>。⑤は、(社)日本水道協会が発行している水道統計から各水道事業体の営業費用および給水量、分水量を用いて算出したものである<sup>[10]</sup>。

## 2. 4. シミュレーションの計算フロー

雨水活用装置稼働シミュレーションの計算フローチャートを、図 2 に示す。今回開発したシミュレーションソフトでは、前述の AMeDAS 10 分値データを用いて作成した 1 時間降水量データを使って 10 年間の繰返し計算を行う。1 時間当たりの雨水集水量や水使用量を求めた後、変動水量として貯水タンク内残水量を算出する。変動水量の値によって、次に求めるオーバーフロー量および雨水貯水量、給水量等の計算を行って年間平均値および月別平均値を算出する。

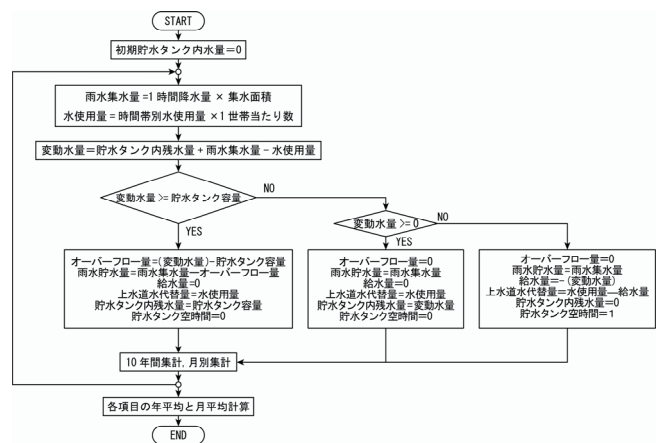


図 2 雨水活用装置稼働シミュレーションの計算フローチャート

## 2. 5. 画面遷移による値や文字列の管理

ASP.NET で開発された Web アプリケーションは、画面遷移やボタン等によるワンアクションで、ページオブジェクトの破棄と生成を繰り返す（図 3）。そのため、ユーザが設定した値や文字列等を保持することができず、管理方法が問題となる。これについては、Session や ViewState を変数のように使用する方法がある。しかしながら、Session 等は保存数の上限や時間経過による内

容の消去といった制約があるため、正しく動作しない場合があるという問題点がある。本 Web アプリケーションでは、正しく動作させるためにユーザ別の CSV ファイルを作成<sup>[12], [13]</sup>し、ファイル内にユーザが設定した値や文字列等を保存するようにした（図 4）。これにより、保存数の上限や時間経過による内容の消去といった制約に影響されることなく、半永久的に保存できる。

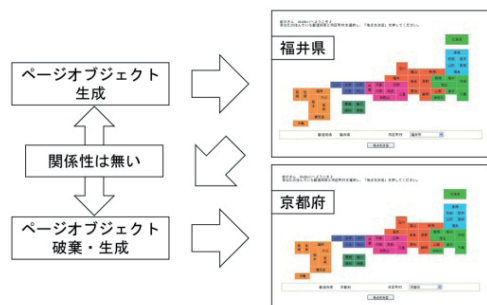


図3 アクションによるページオブジェクト

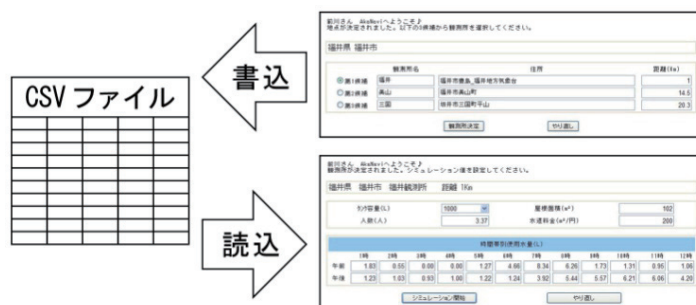


図4 画面遷移による値や文字列の管理方法

## 2. 6. Google Chart API によるグラフ画像の取得

シミュレーションの月別結果グラフの表示には、Google 社が提供している Google Chart API<sup>[14]</sup>を用いた。Google Chart API とは、指定の URL にパラメータを足し合わせ、最大 30 万ピクセルの PNG 画像を取得できるサービスである。取得できる画像としては、グラフだけではなくアイコン付きロゴタイプや天気情報等の画像データも挙げられる。このサービスを利用することで容易にインターネット上でグラフ表示することができる一方、タイトル等のフォントや一部のグラフでは数値が表示できない等の問題点もある。指定可能なパラメータには、共通のものや棒グラフ等、表示したい画像固有のものが存在する（表 3）。パラメータをプログラム変数で指定することで様々な画像が取得でき、HTML の img タグに URL を指定することでホームページ上に表示できる。

表 3 Google Chart API のパラメータ

パラメータ	内 容
chtt	グラフタイトルの指定
chts	グラフスタイルの指定
chd	グラフデータの指定
chdl	凡例ラベルの指定
chdlp	凡例順序の指定
chma	グラフの余白を指定
chf	グラフの背景色を指定
chs	グラフサイズの指定

## 3. Web アプリケーションの使用方法

### 3. 1. 会員登録システム

Web アプリケーションは誰もが手軽に利用できるという特徴を持つ一方、悪戯やクラッキングされるといいうセキュリティ上の問題点を持つ。そのため、今回開発した Web アプリケーションでは会員登録システムを導入し、一定のセキュリティ性能を確保した（図 5）。利用希望者は事前に会員登録を行い、使用時にログインする。会員登録には、①名前 ②所属 ③住所（市区町村まで） ④職業分類 ⑤業種分類 ⑥メールアドレス ⑦用途 の入力を求めている。入力された

情報は悪戯行為等を防ぐために、各項目の内容に合った文字列であるかを登録前の事前チェックを行っている。また機械的な登録を防ぐために、画像内の文字列が変化する画像認証システムも導入している。画像内の文字列は自動に変化するが、読みにくい場合には手動で変更することもできる。登録後は登録通知も兼ねて、ユーザが指定したメールアドレスに登録情報とログイン用パスワードを記載したメールを送信する。Web アプリケーションのログインには、ユーザ ID とパスワードが必要である。ユーザ ID は登録時に入力したメールアドレスであり、パスワードは 10 文字の文字列で英数字の大文字および小文字を含め、ランダムで決められる。パスワードを忘れた場合には指定のテキストボックスに、登録時のメールアドレスを入力することで登録したメールアドレスにパスワードが送信される。



図 5 Web アプリケーションのログイン画面および認証用画像の例

### 3. 2. 操作方法

本 Web アプリケーションではシミュレーション実行時に、①都道府県 ②市区町村 ③地域気象観測所 ④貯水タンク容量 ⑤集水面積（屋根面積） ⑥使用人数 ⑦水道料金 ⑧時間帯別トイレ使用水量 を設定する必要がある。都道府県を日本地図から選択すると、対応する市区町村一覧がプルダウンメニューに表示される。プルダウンメニューから市区町村を選択し、「地点決定」ボタンを押して市区町村を決定する（図 6）。都道府県および市区町村は、「地点決定」ボタンを押す前であれば自由に修正できる。都道府県を再選択すれば、対応する市区町村一覧がプルダウンメニューに表示される。シミュレーションに用いる降水データの決定を行う地域気象観測所については、先に決定した市区町村の役場から、最も近い 3 候補の中から選択できるようになっている（図 7）。選択時には、実際に雨水活用装置を設置したい地域に最も相応しい観測所を選択できるようにしている。貯水タンク容量は、プルダウンメニューから選択するようになっている。建築面積（集水面積として近似）および一世帯人員として表示



図 6 都道府県・市区町村設定画面

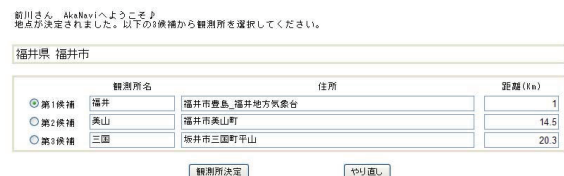


図 7 地域気象観測所設定画面



されている初期値は、各市区町村の平均値である。具体的な設置条件が決定している場合には、各項目に対応する値を入力する（図 8）。

以上の条件を基にシミュレーションを行った結果は、10 年間の年間平均値として各項目別に表示される（図 9）。また、年間平均値だけではなく月別平均値のグラフ表示も行え、プルダウンメニューで指定することで各項目ごとに対応したグラフに変更することができる（図 10）。

#### 4. 結果

本研究では、各地域ごとの気象条件や装置個別の条件等を反映させた雨水活用装置の稼働シミュレーションが行える Web アプリケーションを開発した。開発した Web アプリケーションを使用することで、雨水活用装置による効果を様々な面から評価することができ、設置環境や予算にあわせた最適な雨水活用装置の設計に役立つ。

今後は、Web アプリケーションを多くの人に利用してもらうための広報活動が必要となる。また、本 Web アプリケーションのユーザインターフェースに関するアンケート調査等を実施し、よりユーザにとって利用しやすいアプリケーションとなるよう改良を行って行く予定である。

#### 参考文献

- [1] <http://www.raintank.info/simulation.html>：雨水を利用した節水計算（2012/12/29 アクセス）
- [2] <http://www.tanita-hw.co.jp/product/simusoftware.html>：雨水利用試算ソフト「レインナビ」（2013/2/5 アクセス）
- [3] <http://www.pref.osaka.jp/kankyohozen/amamizu/rainbow.html>：大阪府/おおさかレインボウぷろじえくと！（2013/3/18 アクセス）
- [4] 笠井利浩（2012）：地域特性からみた一戸建て住宅における雨水活用装置の環境負荷削減効果，日本雨水資源化システム学会誌，Vol. 18，No. 1，pp. 27-33
- [5] 目時秀典・鈴木和久（2010）：基礎からの ASP.NET 改訂版，ソフトバンククリエイティブ株式会社，521p.

前川さん AkanaViへようこそ  
観測所が決定されました。シミュレーション値を決定してください。

福井県 福井市 福井観測所 距離 1Km

カパ容量(L)  屋根面積(m<sup>2</sup>)   
 人数(人)  水道料金(m<sup>3</sup>/円)

時間帯別使用水量(L)  
 1時 2時 3時 4時 5時 6時 7時 8時 9時 10時 11時 12時  
 午前 1.83 0.55 0.00 0.00 1.27 4.56 6.34 6.26 1.73 1.31 0.95 1.06  
 午後 1.23 1.03 0.93 1.00 1.22 1.24 3.92 5.44 5.57 6.21 6.06 4.20

図 8 雨水活用装置および装置設置環境の設定画面

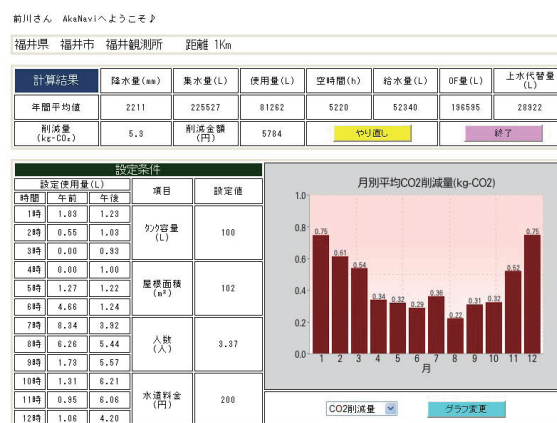


図 9 雨水活用装置稼働シミュレーション結果画面

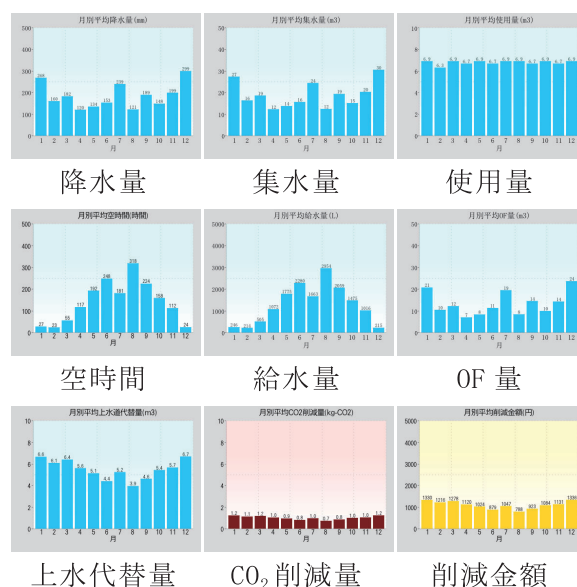


図 10 各結果項目の月別結果グラフ表示例

- [6] 土井毅・広瀬嘉久(2011) : はじめての ASP.NET4 プログラミング VisualBasic 編, 株)秀和システム, 578p.
- [7] <http://www.epw.jp/> : ExpressWeb(2012/11/10 アクセス)
- [8] 越川康夫・村川三郎・西田勝(1993) : 雨水利用システムにおける雨水利用効率と都市型洪水防止効果の検討, 日本建築学会計画系論文報告集, No. 452, pp. 37-45
- [9] 矢戸貴志・笠井利浩(2011) : 地域特性から見た個人住宅用雨水活用施設の環境負荷削減効果, 第 6 回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集, pp. 342-343
- [10] <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/NewList.do?tid=000000050002> : 政府統計の窓口 (2012/9/19 アクセス)
- [11] [http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020101.do?\\_toGL08020101\\_&tstatCode=000001007251&requestSender=search](http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020101.do?_toGL08020101_&tstatCode=000001007251&requestSender=search) : 政府統計の窓口 (2012/9/19 アクセス)
- [12] <http://www.cocoaliz.com/vb.net/index/25/> : VB.Net のお勉強 (2013/11/10 アクセス)
- [13] <http://www.cocoaliz.com/asp.net/> : ASP.Net のお勉強 (2013/11/10 アクセス)
- [14] <https://developers.google.com/chart/image/> : Google Chart Tools (2013/2/8 アクセス)

(平成 25 年 3 月 31 日受理)