

第33号  
(Vol.33)

November, 2016

発行者：〒347-0115 埼玉県加須市上種足914

埼玉県環境科学国際センター

TEL 0480-73-8331 FAX 0480-70-2031

<http://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>

～CESS（セス）は、埼玉県環境科学国際センターの愛称です～



当センターの生態園でも、秋の虫の音が聞こえる季節から、次第に木々の葉も色付き、秋の深まりを実感できるようになりました。ここに埼玉県環境科学国際センターニュースレター第33号をお届けします。

本号での研究・事業紹介は、「スリランカのごみ埋立地を調査」、「埼玉県内河川の浮遊細菌に関する研究」です。「ココが知りたい埼玉の環境」では、「関東周辺で大きな地震が発生した場合の埼玉県の被害」に関する疑問について研究員が分かり易く解説いたします。環境学習・イベント情報では、「彩の国環境大学」及び「12月と1月のイベント」についてご案内します。ぜひご一読いただき、ご意見・ご感想をお寄せください。

あて先はこちら ([g738331@pref.saitama.lg.jp](mailto:g738331@pref.saitama.lg.jp)) です。

#### 研究・事業紹介

- ・スリランカのごみ埋立地を調査..... 2
- ・埼玉県内河川の浮遊細菌に関する研究..... 3

#### ココが知りたい埼玉の環境 (24)

- ・熊本で地震が発生して大きな被害が発生しています。将来関東周辺で大きな地震が発生した場合、埼玉県の地盤はどのような被害が問題となりそうでしょうか。..... 5

- 環境学習・イベント情報..... 6



秋の生態園

埼玉県環境科学国際センター公式フェイスブックを開設しています。環境学習・イベントや、生態園で見られた動植物などの季節の様子を写真で随時紹介していますので、ぜひご覧ください！

当センターホームページ (<http://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>)にリンクがあります。

(平成26年12月にホームページのアドレスが変更になりました)



QRコードはこちら

## ◆研究・事業紹介

当センターでは、環境の把握、環境問題の解決、良好な環境の創造に向けて、様々な調査・試験研究等を行っています。ここでは、その一部についてご紹介します。

### スリランカのごみ埋立地を調査

資源循環・廃棄物担当 担当部長 長森正尚

スリランカ民主社会主義共和国バンダラナイケ国際空港を一步出るとある種独特の湿った空気に迎われます。約5年半にわたった渡航も13回目を数え、車を待つ間のこの感覚を懐かしく感じました。スリランカには夜間に到着し、コロombo市内のホテルで就寝するのが2時を過ぎたこともありました。この5年間で大きく変化したのは、スリランカ最大の都市コロomboで高層ビルが増え、ホテルの値段がうなぎのぼりに。そして、西部州のコロomboから南部州のゴール、マータラへの高速道路が開通したこと（図1参照）。田舎の町並みは見た目には大きく変わっていません。私が訪れた場所がカウンターパートの大学や政府機関、ごみ埋立地に限られていたからかもしれません。

図1のごみ埋立地21箇所（私は7箇所だけ訪問）でごみ質とガス組成を調査したのは2011年度。コロomboのごみを投棄する埋立地は、遙か遠くを見渡せるほど高く積み上げられていました。牛やカラスなどは、次から次にやってくるパッカー車から落とされるごみに群がります。ここでは多くの厨芥類に加えて建設廃棄物も入ってきており、スリランカでは異次元の埋立地と言えます（詳細調査はしませんでした。）。経済発展の著しいスリランカではごみの発生量は増えるばかりで、埋め立てるごみの減量化が急務です。2007年には独立行政法人国際協力機構（JICA）の協力もあり、スリランカにおけるごみの堆肥化が急速に進められました。しかし、私が訪れた幾つかのごみ埋立地の脇にある堆肥化スペースでは、堆肥化途中の物が野積みされていたり、堆肥製品が保管されていたりしました。ごみ処理の意識向上のための啓蒙活動がさらに必要と思われます（道路にごみはなく、綺麗好きな国民と思います。）。

埋立地とその周辺を詳細に調査するにあたり、乾燥地域のハンバントタ（年間降水量は約1,000mm）と湿潤地域のウダパラータ（年間降水量は約3,400mm；大都市キャンディのごみも運入）の2箇所を選びました。調査にあたり、埋立地内部の汚水とガスを調べるために井戸を掘りました。ごみ層を

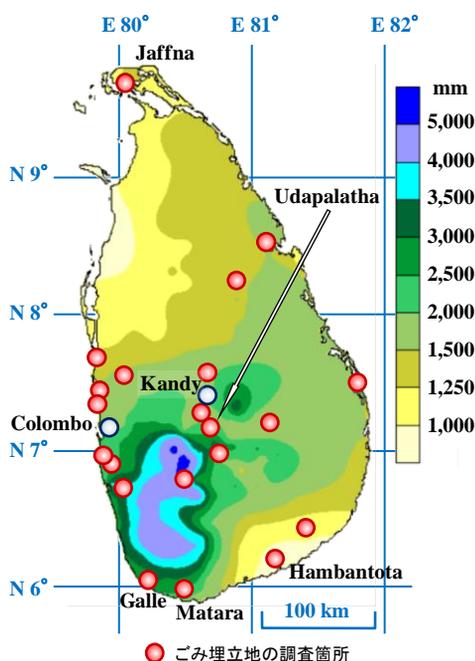


図1 ごみ埋立地の調査地及び年間降水量<sup>1)</sup>

掘った経験のある会社はスリランカになかったので、私たちも立会っての作業となりました。さて、乾燥地域のハンバントタでは汚水を2年間で一度もサンプリングできませんでした。温度計を見ると日中は40℃を超えるほどの高温であることと、ごみに含まれる有機物の分解に水が利用されることから、降った雨もあつという間に無くなってしまおうのでしょうか。

ガスモニタリングの結果は図2のとおりです。ちなみに、生ごみなどの有機物が腐敗して発生する埋立地ガスの主成分は「メタン」と「二酸化炭素」で、メタン生成細菌などの微生物がごみに含まれる有機物を「えさ」として食べて（分解して）できるものです。埋立地で発生するガスの割合は、一般にメタン：二酸化炭素≒6：4とも言われていますが、湿潤地域では6：4～7：3の割合でした。このような結果は、埋立地層内に酸素がほとんどない状態で起こる現象です。なお、2年間でメタンガス濃度が減少しており、ごみの安定化が急速に進んでいることが窺い知れます。他方、乾燥地域では、メタンガスが低濃度（最高で約5%）で二酸化炭素ガスが最大19%であったことから、好気性分解（微生物が酸素を取り

込みエネルギーを得る活動)が主であったと推察できます。ごみの分解に気温や降雨量が大きく影響を与えることを目の当たりにしました。

本案件の研究代表である埼玉大学の田中規夫教授と

川本健教授、そして素晴らしいカウンターパートに出会えたことに感謝いたします。

1) Department of Meteorology, 2015. Climate in Sri Lanka

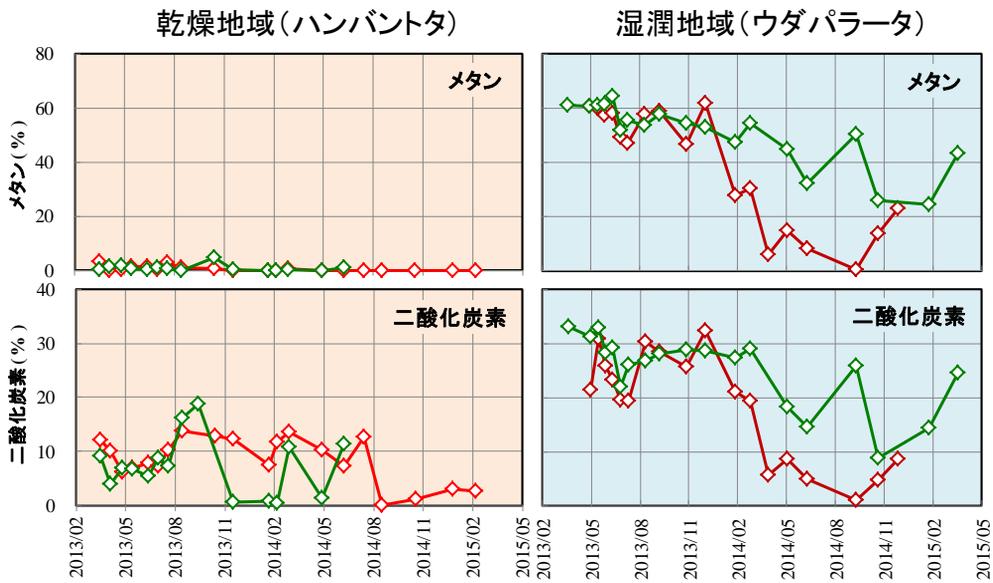


図2 埋立地ガス組成の経年変化

## 埼玉県内河川の浮遊細菌に関する研究

水環境担当 主任 渡邊圭司

海洋、湖沼や河川の水の中には、浮遊細菌（または浮遊性細菌）と呼ばれる、藻類や土壌粒子などの固形物に付着せずに水の中を浮遊（自由生活）している細菌が無数に存在しています。埼玉県内の河川では、1mLの水の中におよそ100万～2000万個の浮遊細菌を観察することができます。また、浮遊細菌の大きさはそのほとんどが1μm以下であり、他の細菌（大腸菌は約2μm）と比べてとても小さいという特徴があります（図1）。その細胞の小ささから、20世紀後半の顕微鏡観察技術が飛躍的に向上するまでは、その存在があまり知られていなかったこともあり、古典的な水圏生態系モデルの概念から微生物（浮遊細菌を含む）の寄与は省かれていました。しかしながら、蛍光染色法と顕微鏡観察により水圏環境中の細菌数（現存量）が観測されるようになると、莫大な数（量）の細菌が存在していることが明らかとなりました。また、植物プランクトンが光合成により生産されたもしくは陸域から運ばれてきた水に溶けている有機物（溶存有機物）が、細菌により取り込まれ分解されていることや、原生動物などにより細菌が捕食され、それにともない栄養塩類が排出されるなど、生態系にとって重要な現象が次々に観

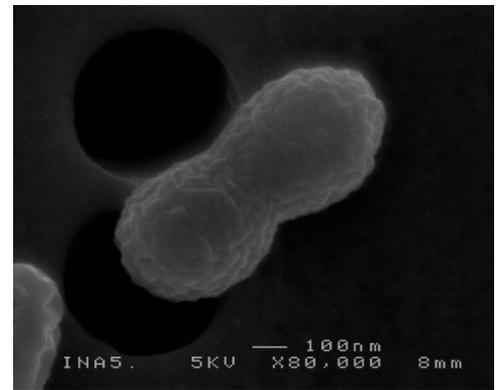


図1 浮遊細菌の走査型電子顕微鏡写真

察されています。以上のことから、近年では、水圏生態系の物質循環において、細菌が重要な役割を担っていることが広く知られるようになってきました。前述のように、浮遊細菌は溶存有機物の主な分解者であり、言い換えれば、水に溶けている汚濁原因物質（CODやBODとして表される）の削減に重要な役割を果たしているとも言えます。

環境科学国際センターでは、埼玉県内の河川における浮遊細菌の実態把握および溶存有機物の分解メカニズム等について研究を始めたので、ここでは、その一部をご紹介します。

**浮遊細菌の数** 埼玉県内河川の15地点を対象に、浮遊細菌数の測定を行いました。はじめに、採水した河川の水を平均孔径3 $\mu\text{m}$ のポリカーボネートフィルターでろ過し、浮遊細菌以外の生物等（藻類など）を除きました。次に、DAPIと呼ばれるDNAの2重らせんに結合する蛍光色素で細胞を染色した後、平均孔径0.2 $\mu\text{m}$ のブラックポリカーボネートフィルター上に捕集し、蛍光顕微鏡で浮遊細菌の数を測定しました。埼玉県内の河川では、おむね $1.3 \times 10^6 \sim 2.0 \times 10^7$  cells/mLの浮遊細菌が観察されました。

**浮遊細菌叢解析** 埼玉県内河川の5地点（8サンプル）の水を平均粒子保持径0.7 $\mu\text{m}$ のガラス繊維フィルター（GF/F）でろ過しました。そのろ液（1.7～4.6L）から浮遊細菌を平均孔径0.1 $\mu\text{m}$ のポリカーボネートフィルター上に捕集し、市販のキットを用いて浮遊細菌のDNA抽出を行いました。次に、次世代シーケンサーを用いて、16S rRNA遺伝子の部分配列情報を基にした菌叢解析を行いました。その結果、Bacteroidetes 門、Proteobacteria 門 および Actinobacteria 門に属する浮遊細菌が全体の8割以上を占めていることがわかりました。

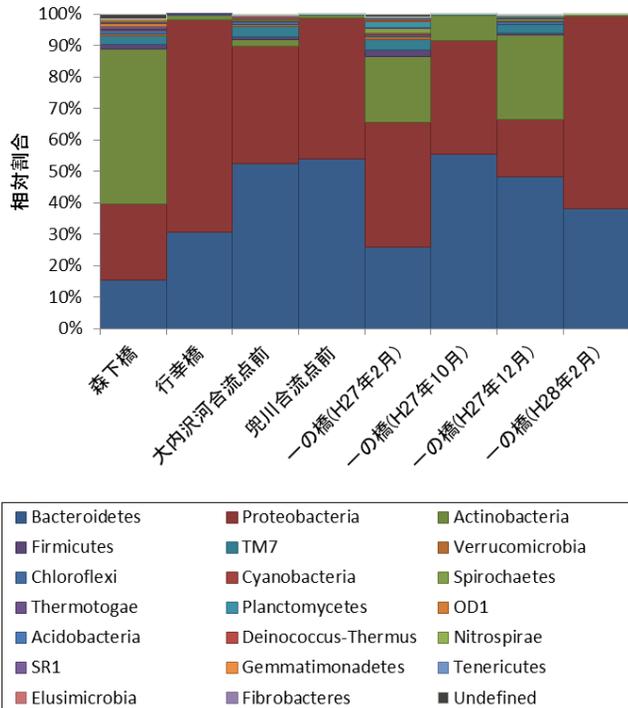


図2 次世代シーケンサーによる埼玉県内河川の浮遊細菌叢解析

**浮遊細菌の分離培養** 浮遊細菌を簡便かつ効率的に分離培養するために考案した、GF/Fで河川水をろ過し、ろ液を改変R2A寒天培地（R2A培地の組成から

糖質を除いた）に塗抹し27℃で培養する方法で、埼玉県の15河川、23サンプルから浮遊細菌の分離培養を試みました。その結果、413株の浮遊細菌が得られ、次世代シーケンサーによる細菌叢解析で優占していることが示された Bacteroidetes 門に属する *Flavobacterium* 属（*Flavobacterium* spp. クラスタに属する）および *Sediminibacterium* 属、Proteobacteria 門の Betaproteobacteria 綱に属する *Limnohabitans* 属、*Polynucleobacter* 属、IRD18C08 クラスタ細菌（未培養系統群）、GKS98 クラスタ細菌（未培養系統群）および LiUU-5-340 クラスタ細菌（未培養系統群）、Actinobacteria 門に属する *Rhodoluna* 属および Luna2 クラスタ細菌など、世界的に見ても分離例が少ない浮遊細菌の分離株の取得に成功しました。

**浮遊細菌の有機物代謝** 浮遊細菌が、水の中でどのような溶存有機物を分解しているのかを調べるため、得られた浮遊細菌の分離株を用いて、BIOLOG社製のGN2およびANプレートによる炭素源資化性試験を行いました。その結果、Betaproteobacteria 綱の *Limnohabitans* 属、*Polynucleobacter* 属、IRD18C08 クラスタ、GKS98 クラスタおよび LiUU-5-340 クラスタに属する浮遊細菌は、糖やアミノ酸はほとんど利用せず、炭素源として有機酸に強く依存していることが明らかとなりました。一方、Actinobacteria 門の *Rhodoluna* 属および Luna2 クラスタに属する浮遊細菌は、糖やアミノ酸には良好な資化性を示し、有機酸についてはごく限られたもの（ピルビン酸など）しか資化性を示さないことが明らかとなりました。

**おわりに** 埼玉県内の河川に生息する浮遊細菌について、①どのくらいの数の浮遊細菌がいるのか、②それらはどのような系統群で構成されているのか、③それらはどのような溶存有機物を分解しているのか、などについて様々な知見を得ることができました。また、浮遊細菌の特定の種の検出割合が、河川水質と密接に関係していること、倍加時間（細胞が2つに分裂するのに必要な時間）は、数時間から数日であることなども明らかになってきました。今後は、浮遊細菌の構成種が、新たな河川水質指標として活用できないかなどについて、さらに研究を進めていきたいと考えております。

**参考文献**

・小暮一啓（2006）海洋生物の連鎖，東海大学出版

## ◆ココが知りたい埼玉の環境 (24)

このコーナーでは、よく分かっているようで、明快な答えがすぐに思い付かない、身近な環境に関する質問や素朴な疑問について、当センターの研究員がズバリお答えします。なお、バックナンバーは当センターのホームページ (<http://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>) に掲載していますのでご覧ください。

**質問** 熊本で地震が発生して大きな被害が発生しています。将来関東周辺で大きな地震が発生した場合、埼玉県の地盤はどのような被害が問題となりそうでしょうか。

**答え** 地震が発生すると地盤が揺れますが、その揺れは震源の大きさと距離そして地震に対する地盤の揺れやすさで決まります。もし埼玉県の下部の浅い地盤で大きな地震が発生した場合には全県にわたるような広い範囲が大きな揺れに襲われるものと思われます。一方、相模湾や南海トラフなどの少し遠くで発生する大地震については地表付近の地盤条件によって揺れの大きさが異なる事が予想されます。

図1は埼玉県の地形区分を表す地図です。この地図を見ると埼玉県は西に総面積の3分の1を占める山地や丘陵、そして東に残りの3分の2を占める台地や低地などの平野部に分けられることが分かります。山地や丘陵は堅い地盤でできているため、軟らかい台地や低地の地盤と比べると揺れ自体は小さくなることが想定されます。しかしながら、斜面自体が不安定な場所やかつて地すべりを発生した地域では、地震をきっかけとして斜面災害が発生する可能性があるため注意が必要です。一方、低地では液状化に注意が必要です。東北地方太平洋沖地震の時には浦安市など湾岸地域において被害が発生しました。もし将来、震源が近くで非常に強い揺れを伴う地震が発生した場合には、地盤が軟らかくて地下水位が浅い流路跡地や後背低地などでは噴砂や噴泥を伴う液状化が発生する懸念があります。一方、比較的被害

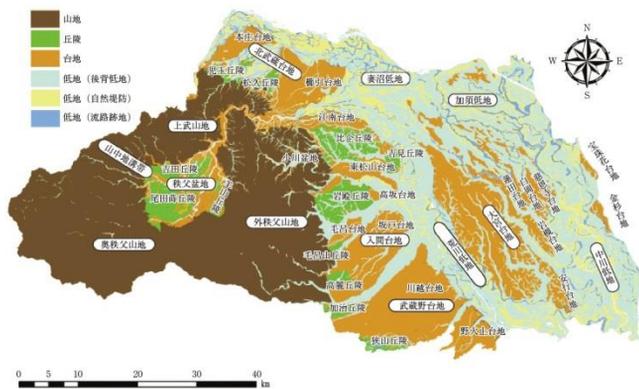


図1 埼玉県の地形区分と名称 (八戸ほか2014)

(出典：地盤工学会『新・関東の地盤』2014年版より引用)

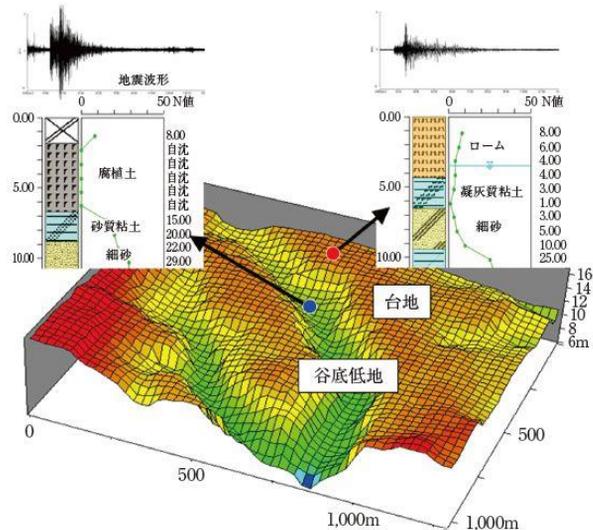


図2 大宮台地の数値標高モデル・ボーリングデータと地震動の特徴 (八戸ほか2014)

が小さいと思われる台地ではどうでしょうか？図1を見ると大宮台地は武蔵野台地と比べてひび割れ状の筋が細かく入っているのが分かります。これは台地に刻み込まれた無数の谷を示しており、その谷底には軟弱な腐植土が厚く堆積しているケースが数多くあります(図2)。地震波は堅い地層から軟らかい地層に伝わった時に大きく増幅される性質をもつことからこのような地形をもつ地域は周囲の台地と比べても揺れが大きくなるのが懸念されます。

将来いつどこで地震が発生するのか予測するのは難しいですが、私たちが暮らす街の地盤の特徴を理解しておくことは可能です。環境科学国際センターは、県内の地盤情報を一般の皆様にもご利用頂けるよう簡易柱状図形式で取りまとめた「埼玉県地質地盤資料集」を発行しています。この資料集は県立図書館や県立文書館そして地域振興センターなどで閲覧することができます。また、より詳しい標準様式のボーリング柱状図についてはインターネット (<http://www.pref.saitama.lg.jp/a0502/gis/atlas.co.html>) から調べられます。我が家の下がどうなっているのか一度ご覧になっては如何でしょうか。

(土壌・地下水・地盤担当 八戸昭一)

## 彩の国環境大学の報告とご案内

環境科学国際センターでは、地域で環境保全活動や環境学習活動を行うリーダーを育成することを目的に、毎年度「彩の国環境大学」を実施しています。

今年度は、「基礎課程」に29名、「実践課程」に16名の応募があり、実践課程は9月3日(土)から5週にわたり実施しました。基礎課程は、10月8日(土)から毎週土曜日に実施しました。

講座に先駆け、8月27日(土)に開講式が行われ、受講生は、副学長である当センターの畠山史郎総長から、開講にあたっての激励のあいさつを受けたあと、畠山総長による「PM2.5とは何か？どこからやって来るのか？富士山頂での観測から何が分かる？」と題した公開講座に参加しました。

また11月23日(水・祝)の開講式では、埼玉大学大学院理工学研究科環境科学・社会基盤部門 教授の浅枝隆氏による「考えて見よう。近頃変わってきた河川の景観とその歴史」と題する公開講座を行います。



## 12月と1月のイベントのご案内

12月はクリスマスにちなんだ手作り講座、1月は「結晶」がテーマの県民実験教室を行います。12月1日(木)午前8時30分から電話(0480-73-8363)で受付を開始します。

### ■実りのリースを作ろう

生態園で集めたどんぐりやノイバラの実、松ぼっくりなど自然の恵みを使ってクリスマスリースを作ります。

【日時】12月10日(土) ①10:00~12:00 ②13:30~15:30

【費用】体験者500円、同伴者50円

【定員】各回24名(申込順)

【対象】小学生以上(小学生は保護者同伴)



### ■草木染めをしてみよう

タマネギの皮や茶葉などで草木染め。エコバッグやガーゼハンカチがどんな色・模様になるのかはお楽しみ。

【日時】12月11日(日) ①10:00~12:00 ②13:30~15:30

【費用】体験者300円、同伴者50円

【定員】各回24名(申込順)

【対象】小学生以上(小学生は保護者同伴)



### ■廃油からクリスマスアロマキャンドルを作ろう

古い食用油でアロマキャンドルを作ります。クリスマスは手作りのキャンドルであかりを灯してみませんか？

【日時】12月18日(日) ①10:00~12:00 ②13:30~15:30

【費用】体験者300円、同伴者50円

【定員】各回24名(申込順)

【対象】小学生以上(小学生は保護者同伴)



### ■楽しい実験で探る！固体と結晶のひみつ

いろいろな実験と結晶の模型作りなどを通じて、結晶とは何かを探ります。結晶の美しい形状は感動ものです！

【日時】1月22日(日) ①10:00~12:00 ②13:30~15:30

【費用】体験者350円、同伴者50円

【定員】各回体験者15名(申込順)

【対象】小中学生(小学生は保護者同伴)



## お問い合わせ

環境科学国際センター 学習・情報担当 TEL 0480-73-8363

〔休館日:月曜(ただし休日及び県民の日の場合は開館)、開館した月曜日(県民の日を除く)の翌平日、  
年未年始12月29日~1月3日〕

<http://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>