事例No.	2308
公表年度	R4
団体の属性	都道府県
団体名	埼玉県

事例区分	公営企業

タグ	・（公営企業）水道事業 ・（行政改革）業務の効率化 ・ICT

事例種類	GX

事例内容・タイトル

埼玉県営水道における温室効果ガス削減対策について

出典

雑誌「公営企業」先進事例紹介（令和５年１月号）

先進事例紹介



埼玉県営水道における温室効果ガス削減対策について

埼玉県企業局水道管理課
水運用・省エネ担当

1．埼玉県営水道の概要

(1) 工業用水道事業

埼玉県の水道事業は産業基盤の整備と地盤沈下の防止を図るため工業用水道事業に着手したことから始まります。昭和36年度に工業用水道事業の建設に着手し、昭和39年11月柿木浄水場から県東部地域に営業給水を開始しました。昭和38年度には県南部地域への供給を目的とした工業用水道事業を創設し、昭和43年４月から大久保浄水場からも給水を開始しました。両事業は工業用水の安定供給と施設の効率的運用を図るため、昭和48年４月に統合して南部工業用水道事業と改称しました。さらに、平成８年４月に給水能力の変更を行い、平成９年４月に給水区域を拡大しました。現在、県南東部地域６市の工業用水法に基づく工業用地下水の汲み上げ規制区域の工場等に給水を行い、産業の発展と地盤沈下の防止に貢献しています（表１）。令和３年度は埼玉県南東部地域の６市148事業所へ平均11万 m^3/ 日の工業用水を供給しており、施設能力は両浄水場合わせて25.3万 m^3/ 日、配管長は192km あります。

表１　埼玉県営浄水場の概要（工水）

	大久保浄水場	柿木浄水場
認可年月日	S39年3月4日	S37年11月15日
給水開始年月日	S43年4月1日	S39年11月1日
現在施設能力	93,000m^3/ 日	160,000m^3/ 日

(2) 水道用水供給事業

水道用水供給事業は、人口増加と生活水準の向上による水需要増加と、地下水の過剰汲み上げによる地盤沈下への対策として、昭和38年度に中央第一水道用水供給事業を創設し、河川表流水を水源として、昭和43年４月に大久保浄水場から県南中央地域に給水開始したのが始まりです。平成３年４月１日からは、水道施設の合理的な運用と、水道用水の安定供給の確保を目的に、当時の広域第一水道と広域第二水道の事業統合を行い、給水区域を更に拡張して、名称を埼玉県水道用水供給事業としました。現在は大久保浄水場（昭和43年４月稼働）、庄和浄水

（表２）埼玉県営浄水場の概要（上水）

	大久保浄水場	庄和浄水場	行田浄水場	新三郷浄水場	吉見浄水場
認可年月日	S39年3月3日	S45年3月27日	S52年2月10日	S53年4月1日	H3年3月30日
給水開始年月日	S43年4月2日	S49年4月20日	S59年7月1日	H2年7月1日	H17年7月1日
現在施設能力	1,300,000m^3/日	350,000m^3/日	500,000m^3/日	365,000m^3/日	150,000m^3/日

場（昭和49年４月稼働）、行田浄水場（昭和59年７月稼働）、新三郷浄水場（平成２年７月稼働）、吉見浄水場（平成17年７月稼働）の５浄水場から58市町（55団体）へ平均174万m^3/日の水道用水を供給しており、埼玉県全体の約７割の水道水を供給しています（表２）。

水源は、滝沢ダムや浦山ダムなどの荒川水系の４ダムと八ッ場ダムや下久保ダムなどの利根川系のダム等であり、二つの水系から取水をしています。各浄水場は連絡管でつながっており、浄水場間で水融通ができるようになっています。配管長は約777kmあり、その間には標高の高い受水地点へ給水をするための中継ポンプ所が４か所設置されています。（図１）また浄水場間の流量調整や、送水圧力の調整をするための圧力調整弁が設置されています。



図１　給水区域（上水）

２．温室効果ガス削減対策の背景

埼玉県営水道は埼玉県全体の約0.6％にあたる約２億2,600万kWhと、非常に大きな電力を消費しています。そのため法律や条例等により様々な温室効果ガス削減の取組が求められています。

(1)　埼玉県地球温暖化対策実行計画

埼玉県では地球温暖化対策の推進に関する法律に基づき、地方公共団体実行計画（事務事業編）を策定し、県庁の事務事業全般から排出される温室効果ガスの削減に取り組んでいます。令和３年度改正では、令和12年度における削減目標として、平成25年度比46％以上削減し、さらに50％の高みに向けて挑戦することとされました。

(2)　埼玉県温暖化対策推進条例

埼玉県では埼玉県温暖化対策推進条例にて「目標設定型排出量取引制度」を実施しています。本制度は県内にある工場やショッピングセンターなど一定以上の消費電力のある事業所をCO_2の多量排出事業所に指定し、過去（概ねH14～H19の連続した３年間）の排出量から決めた基準排出量を、各計画期間毎に定められた目標削減率以下に期間平均排出削減量を抑えることが求められており、達成できない場合は必要削減量を調達し、充当することができます。

埼玉県営水道は、この制度の対象事業者となっており、６浄水場、２中継ポンプ所の計８

事業所が該当となります。

現在、第３計画期間（Ｒ２～Ｒ６）に入っており目標削減率（20%）のところ削減率21%とこのままの状態が続けば目標を達成する見込みです。

(3)　エネルギーの使用の合理化等に関する法律

埼玉県営水道はこの法律の特定事業者に指定されています。エネルギー消費原単位改善及び電気の需要の平準化改善のために省エネ措置を講ずることとされています。このためエネルギー消費原単位の改善または電気需要平準化評価原単位を年１%改善することを目標としています。

このような背景から埼玉県営水道では温室効果ガス削減のために様々な対策を実施してきました。

３．実施済の温室効果ガス削減対策

(1)　ポンプの回転数制御化

今まで取り組んできた対策の中で最も大きな効果があったものがポンプの回転数制御化です。

施設の中には電力を消費する機器が多種ありますが、中でも消費が多いのがポンプ類の機器です。特に浄水場の送水ポンプや取水ポンプといった大型のポンプは多量の水を流すために、また中継ポンプ所では、浄水場から送られてきた水道水をより標高の高い受水地点へ送らなければならないために、消費する電力も多くなります。これらポンプで消費される電力は埼玉県営水道全体のうち多くの割合を占めています。

浄水場では受水団体の需要に合わせ取水量や送水量を調整しています。

対策前のポンプは常に一定の回転数で回転を続け、ポンプの２次側にある弁の開度で水量を制御する方式でした。この方法でも弁の開度を小さくすることで、消費電力を抑えることはできますが、ポンプは全速回転を行っているため、削減できる電力は限定的でした。

一方、回転数制御装置（インバータ）は、ポンプの回転数を送りたい水量に適した値にすることができるため、この装置を導入することで、消費する電力を最小限に抑えることができます（図２、３、４）。一般にポンプの流量は回転速度に比例し、圧力は回転速度の２乗に比例し、軸の駆動力（流量×圧力）は回転速度の３乗に比例します。このため回転数を80%にすることでエネルギーは約半分（$(0.8)^3=0.512$）にすることができます。

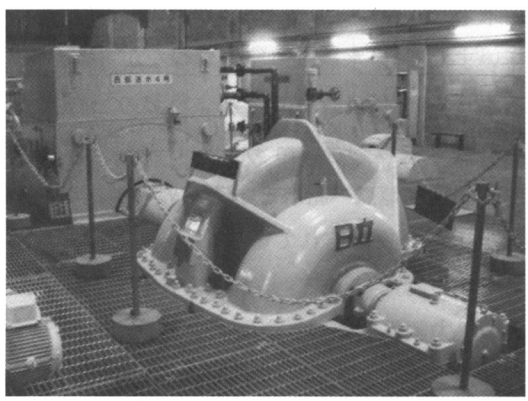


図２　送水ポンプ



図３　回転数制御装置

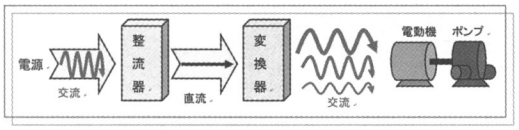


図４　回転数制御装置（インバータ）の仕組み

この回転数制御装置は主に浄水場や中継ポンプ所で常時動いている取水ポンプや送水ポンプに使用しており、それらのポンプの102台中61台がすでに回転数制御となっています。またこの中でも小容量のポンプについては永久磁石を使用しているものもあり、より一層の省エネを実現しています。電気設備の更新時期に合わせて導入することで回転数制御装置単体での導入よりも工事費を削減することができますが、回転数制御装置のユニットを格納するための電気盤が必要となりますので、設置のためのスペース確保が必要です。

合計の推定効果は、電力削減量が約2,600万kWh/年、温室効果ガス削減量が約12,900t-CO_2/年となっており、対策前と比較して埼玉県営水道の９％程度の温室効果ガスを削減する効果がでています。

⑵　圧力調整弁（CV）の設置

送水ポンプの消費エネルギーを削減するための対策として、埼玉県営水道の送水配管には圧力調整弁が設置されています。各浄水場では、送水する市町までの距離や地盤の高低差により必要な圧力が異なるためそれぞれ違う圧力で送水しています。浄水場間の送水配管に圧力調整弁を設置することで、送水圧力の相互影響を減らすことができます。

例えば庄和浄水場と行田浄水場は送水配管がつながっており、区域の境界付近にある受水地点の受水槽で合流するよう両浄水場の送水圧力を調整しています。行田浄水場の送水圧力を行田区域の受水槽が受水できる必要圧力に合わせると、行田区域に送るべき水が庄和区域に計画以上に流入してしまいます。これを回避するため庄和浄水場送水圧力を庄和区域の必要圧力以上に上げる必要がありました。圧力調整弁（CV）を設置することで、行田浄水場から庄和浄水場へ影響する圧力と流量を自動制御バルブにより調整することで、庄和浄水場送水圧力を下げることが可能となります（図５）。

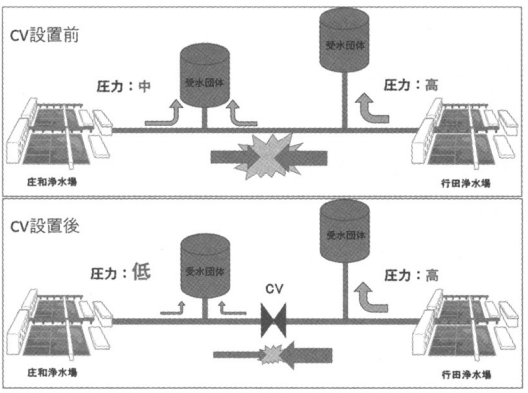


図５　圧力調整弁（CV）の効果

最近では吉見浄水場と行田浄水場間の送水配管に調整弁を設置しています。設置前は、行田浄水場の送水を圧力制御とし、吉見浄水場の送水を流量制御とすることで、行田浄水場エリアから吉見浄水場エリアに流れる流量の調整を行っていました。両浄水場間には遠方制御が可能な調整弁がないため、吉見浄水場の送水圧力が行田浄水場の送水圧力に依存し、きめ細やかな圧力調整ができないという課題がありました。平成31年４月より送水配管に自動圧力調整弁（CV6）を設置した結果、行田浄水場からの流量をCV6で制御可能となったため、吉見浄水場送水圧力が0.049MPa低減され、送水ポンプ電力原単位（kWh/m^3）が７％低減しました。推定効果は、電力削減量が約75万kWh/年、

温室効果ガス削減量は年間370t-CO_2/年です。

この圧力調整弁は自動で流量や前後の圧力を計測して、目標に合った流量に調整することができるため、省エネの目的だけでなく浄水場間の流量を調整することができ、工事等で送水量が減ってしまう浄水場の給水エリアに送る量を調整することも可能となりました。設置前は手動バルブの操作を現地で行わなければなりませんでしたが、バルブは道路下などにあることが多く、簡単に操作できるものではありませんでした。圧力調整弁が設置されたことで浄水場間の水融通を迅速に行うことができるようになり、10m^3/h単位の流量調整が行えるようになりました。浄水場が停止するような緊急時は他の浄水場からの応援を即座に行うことができたり、圧力調整弁を閉めることで、そのブロックを切り離すことができるようになりました。省エネだけでなく通常の運用における流量の調整や、緊急時の対応など様々な用途で活躍しています。

(3) 太陽光発電設備の導入

太陽光発電設備は平成16年に埼玉県営水道施設としては初めて庄和浄水場のエントランスの屋根に容量3.2kwのものを設置しました。平成20年には大久保浄水場排水処理をPFI事業として実施するときに排水処理棟の屋上に5kwの太陽光発電設備を導入しています。

そして行田浄水場と、吉見浄水場ではメガソーラー級の容量のある太陽光設備が設置されています。

平成24年に行田浄水場に埼玉県有の施設としては初めて1MWを超える1.2MWの発電容量の設備を設置しました（図6）。

設置した場所は浄水池（水処理後の水道水を送水するために貯留しておくための地下貯槽）の覆土上です。設計時、浄水池の上に太陽光パネル等の設備を乗せてしまうと、そのままでは浄水池の耐震性が低下してしまい基準を満たせないことが課題でした。浄水池の上は覆土されているため、土を設備の設置に必要な重さの分取り除き、太陽光パネルの架台に鋼材を使うことで軽量化して耐震性能が損なわれないように設置しました。またパネルは板状になっているため、風による影響を受けやすくなっています。特に行田浄水場は県営浄水場の中でも北部に位置し、冬の時期には隣接する群馬県の赤城山から吹いてくる「赤城おろし」と呼ばれる強い北風が吹きます。強風でも飛ばされないようにするためには、架台を重くする方法がありますが、耐震性の問題からそれはできません。アンカーを打つにも、コンクリート構造物があるため深く打つことができません。このためパネルの角度を少し浅めに調整して風の影響を受けにくくしています。



図6　行田場浄水場太陽光発電設備

発電した電力は6,600Vまで昇圧し、全量を送水ポンプ設備の電力として使用しています。行田浄水場の電力の約5％を賄っており、温室効果ガス削減効果は約660t-CO_2/年です。

吉見浄水場の太陽光発電設備は平成26年から稼働しています（図7）。この設備は2箇所に



図７　吉見浄水場太陽光発電設備

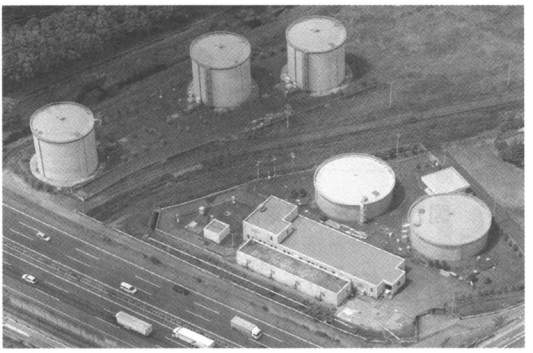


図８　高坂中継ポンプ所

分かれており、行田浄水場と同じく浄水地の上に200kW の容量の設備を、将来の施設建設予定地に750kW の設備を設置しました。後者の用地については地下構造物等の制約がなかったため、架台に県産品のコンクリート製品を使用しています。

200kW の設備で発電した電力は低圧で送水設備の電気系統へ供給し、750kW の設備で発電した電力は高圧に昇圧され受電設備の電気系統へ接続して浄水場全体へ供給されています。これらは、吉見浄水場の電力の約８％を賄っており、温室効果ガス削減効果は約570t-CO_2/ 年となります。

パワーコンディショナ等の修繕を行っているものの、10年程度経過した現在でも順調に発電を行っています。

⑷　小水力発電設備の導入

高坂中継ポンプ所では平成24年から小水力発電設備が稼働しています（図８、９）。埼玉県の浄水場は河川水を使用していますが、水量を確保するため中流域の比較的標高の低い場所に建設されています。このため標高の高い場所に位置する市町の受水槽へ送る際は、浄水場からの給水を一旦中継ポンプ所で受け、そこから標高の高い位置に送ることができるポンプで送水

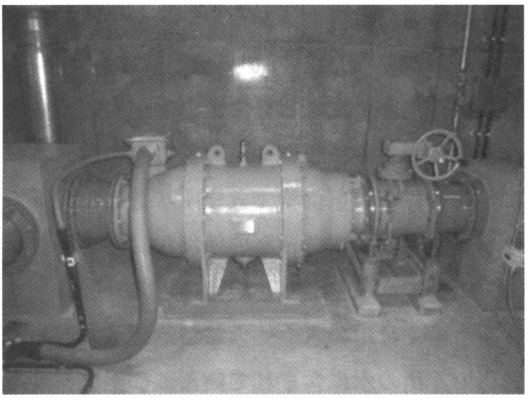


図９　小水力発電設備

をします。また震災時等では中継ポンプ所の貯水槽にためられた水を使って応急給水を行うこともできます。

高坂中継ポンプ所は主に吉見浄水場から送られてきた水道水を一度貯水槽へ貯留し、埼玉県西部の標高の高い市町の受水槽へとポンプで送る為の設備です。高坂中継ポンプ所は吉見浄水場から送水をしている施設の中でも比較的近い場所に位置しています。吉見浄水場の送水圧力は遠くの施設まで届くように設定されているため、高坂中継ポンプ所の PC 浄水池に水を持ち上げる以上の受水圧力があります。この余剰圧力を利用して小水力発電機を動かし発電を行っています（図10）。

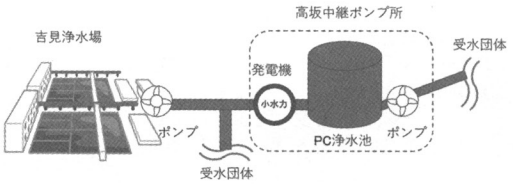


図10　小水力発電設備のイメージ図

発電容量は28kWで、約24.5万kWh/年を発電し、高坂中継ポンプ所の電力の約６％を賄っており、120t-CO_2/年のCO_2削減効果があります。中継ポンプ所は常に受水をし続けているため、小水力発電機もメンテナンスや停電などのトラブルが発生しない限り発電し続けます。このため発電容量に対し発電電力量が太陽光発電設備よりも多く、天候や時間等にも左右されずに安定して電力を供給できます。発電した電力はポンプ所内の電力として使用しています。

(5)　コジェネレーション設備の導入

浄水場では川の水を処理して飲める水とする過程で、川の水に含まれている砂や土などの汚れを取り除きますが、その汚れは汚泥として場内の排水処理設備で運搬や販売しやすいように脱水や乾燥といった処理をしています。大久保浄水場の排水処理はPFI事業により民間委託をしており、その中でコジェネレーション設備を導入しています（図11）。PFI事業で導入したコジェネレーション設備は、都市ガスを燃焼させてタービンを回して発電を行い、その時に発生する熱も用途に応じて利用する設備です（図12）。排水処理施設では、主に汚泥を脱水しやすくするようにあらかじめ加温するためや、また脱水した汚泥を販売できるように形を整えるための乾燥機にてコジェネレーション設備から発生した熱を利用しています。コジェネレーション設備で発電のみを行う場合は商用電源よりも温室効果ガスを多く発生してしまいますが、発電時の熱を利用することで、商用電源から場内で使用する電力と熱を得るよりも総合的に見て発生する温室効果ガスが少なくなります。



図11　コジェネレーションシステム

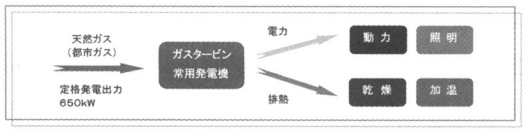


図12　コジェネレーションシステムの仕組み

これにより約750t-CO_2/年の温室効果ガスを削減しています。

(6)　取組の効果

埼玉県営水道にて排出している温室効果ガスの約97%は購入電力の使用によるものですが、このような省エネ機器の導入や再生可能エネルギー設備の導入により、二酸化炭素を排出する電力の使用が減少しています（図13）。対策前（平成13年度）と比較すると、8.9%の給水量が減少していますが、電力使用量は約5,300万kWh/年と19%も減少し、給水量の減少以上に電力使用量を削減したことになります。また温室効果ガスに換算すると約26,000t-CO_2/年が減少しています。

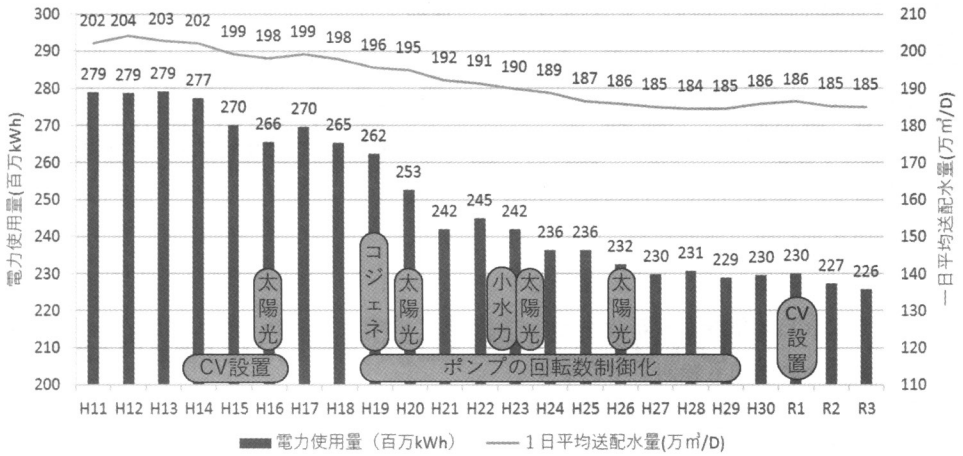


図13　埼玉県営水道の電力使用量と給水量

4．今後の取組

(1)　フロキュレータの省電力化

現在大久保浄水場ではフロキュレータ設備の更新工事を行っています。フロキュレータ設備とは水処理の過程で薬品と河川水を混和させ汚れの塊を大きくし、沈みやすくするための設備です。軸と羽根から構成され水をかき混ぜるように回転します（図14）。このフロキュレータを回転させるため、大久保浄水場では84台の電動機が24時間常に回り続けいています。フロキュレータの更新に当たり、軸の材質を見直し、浮力を利用することでフロキュレータを回転させるために必要な力が少なくなり、電動機を小容量化することができます。現在、更新途上ですが、今後、すべての更新が終了することにより、43万 kWh/ 年、216t-CO_2/ 年の温室効果ガスの削減効果が見込めます。



図14　フロキュレータ設備

(2)　検討中の対策案

既存の対策により温室効果ガスは対策前と比較して19% 程度減少しているものの、埼玉県で目標を定めている「平成25年度比で令和12年度までに46%以上削減」という目標までは及んでいません。目標達成のためには電力供給会社が発電時に発生する温室効果ガス削減が必要不可欠ではありますが、埼玉県営水道としても更なる対策を実施しなければならないと考えております。このため、ポンプの回転数制御化についても、未導入の大型ポンプに順次導入する予定です。現在工業用水を供給している柿木浄水場では電気設備の更新工事にあわせて配水ポンプも回転数制御化することとなっています。

また若手職員を中心とした温室効果ガス削減のための委員会を立ち上げ様々なアイデアを検討しました。その一つが太陽光発電設備の拡充

です。吉見浄水場では浄水池の上に200kWの太陽光発電設備が設置されていますが、さらに50kWの拡張スペースがあるため、増設することで、吉見浄水場全体で１MWの太陽光発電設備を目指します。また浄水池上に設置の余地がある大久保浄水場や新三郷浄水場については導入に向けた検討を開始しています。太陽光の導入にあたっては令和４年度より新設された一般会計からの繰入金の活用も検討しています。

また小水力についても実施可能性の検討を行っています。高坂中継ポンプ所以外の中継ポンプ所では、余剰圧力のある施設がないため、浄水場内の水を貯留するための貯水池（PC浄水池）の戻り配管へ導入することを検討しています（図15）。この貯水槽は貯水量を確保するため水位を高めに維持する必要がありその位置までポンプで水を汲み上げています。この戻りの配管に小水力発電設備を導入しエネルギーを回収できないかを検討しています。

その他LED照明のさらなる導入や公用車のPHEV等への更新も進めています。

今後も、埼玉県営水道は従前の取組を継続しつつ、新たな省エネ設備や創エネ設備の導入を拡大しながら温室効果ガスの削減に取り組んでいきます。

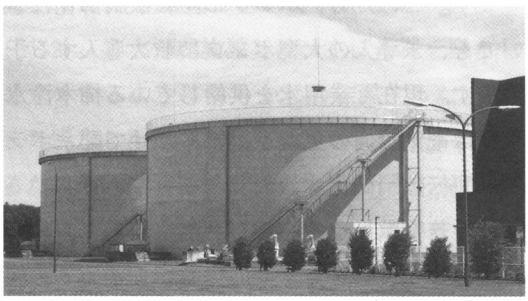


図15　PC浄水池

備考

今回の事例紹介では埼玉県温暖化対策推進条例の排出係数0.495t-CO_2/千kWhを使用して電気量から温室効果ガスの換算を行っています。

