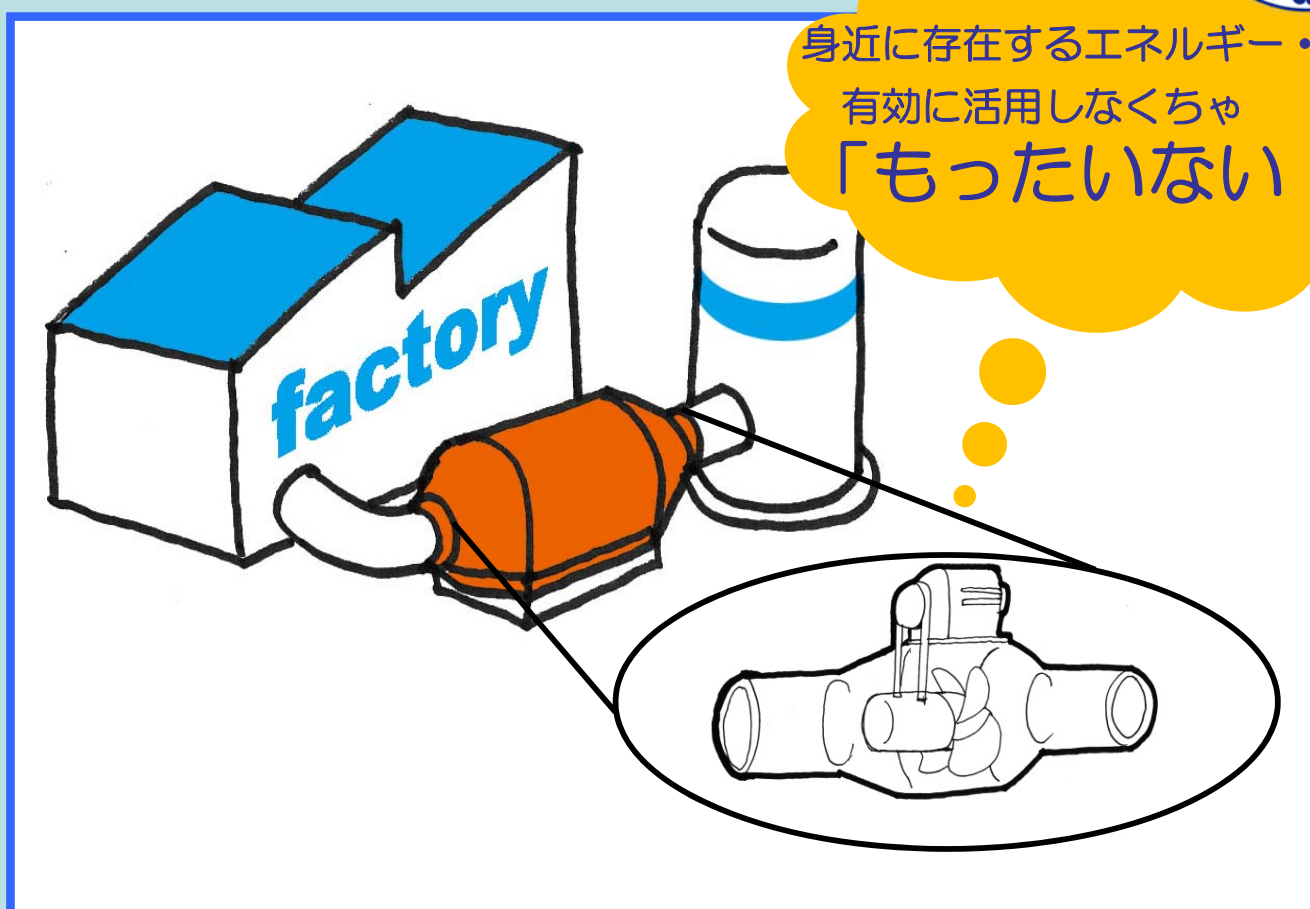


# 身近な再生可能エネルギーの活用術

「工場や商業施設等への小水力発電の導入」

～ 宇都宮市小水力発電システム導入可能性調査から～



宇都宮市 環境部 環境政策課

平成25年 12月

# はじめに

近年、地球温暖化への対応の観点から二酸化炭素を排出しない再生可能エネルギーの利用に対する期待が高まっています。本市でも、市域における再生可能エネルギーの導入を進めるため、平成24年度に小水力発電の導入可能性調査を実施しました。

その結果、本市内に存在する、工場や商業施設などに小水力発電を導入できる可能性があることが分かってきました。

このパンフレットは、こうした情報を発信し、小水力発電を導入できる可能性がさまざまな所に存在することを知らってもらうため作成しました。

再生可能エネルギーの導入は、企業の活動のコスト削減やイメージアップにつながることはもちろん、社会的意義も大きい取組です。この機会に導入を検討されてみてはいかがでしょうか？



## 1 注目される再生可能エネルギー

東日本大震災以降、再生可能エネルギーが、エネルギー需給の問題などから注目されています。再生可能エネルギーは、**エネルギーを生み出す際に「温室効果ガスを排出しない」**ため、地球温暖化対策に効果があるほか、**地産地消の分散型エネルギーとして、エネルギーセキュリティの確保にもつながる**ため、近年非常に注目されています。

### 再生可能エネルギーとは？

エネルギー源として持続的に利用することができる太陽光、風力、水力などを利用することにより生じるエネルギーの総称



## 2 意外と身近な小水力発電

水力発電と聞くと多くの方は、ダムや河川に設置されているような大規模な設備を想像されることが多いと思います。小水力発電は、その名のとおり発電規模が小さい水力発電で、設置に要する面積が小さく、発電に必要な水の量も少量で設置することが可能です。そのため、**建物内の様々な場所でも、水の流れ落ちる力（落差・水圧）があれば発電することが可能です。**

また、**建物内の水であれば、水利権など水を利用するための調整時間を必要としないため、事業開始までの時間を短縮することが可能です。**

### 【導入事例：設置されている発電機と水車】



— ビルに設置されている発電機と水車 —



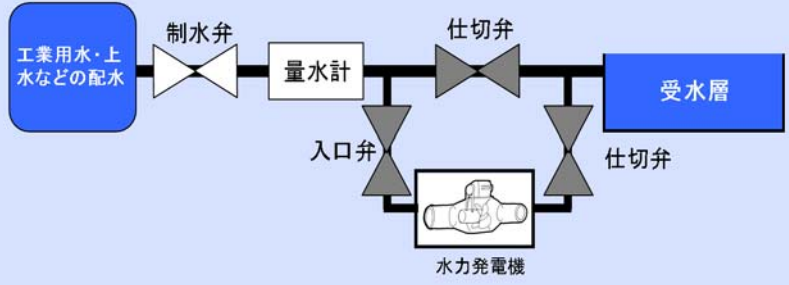
— 工場に設置されている発電機と水車 —

# 建物内でも小水力発電が導入できる地点

## ① 上水などを取水する地点（建物内に入る水）

工場などでは、高低差による自然圧力やポンプによる圧力などで工業用水を敷地内へ送水しています。

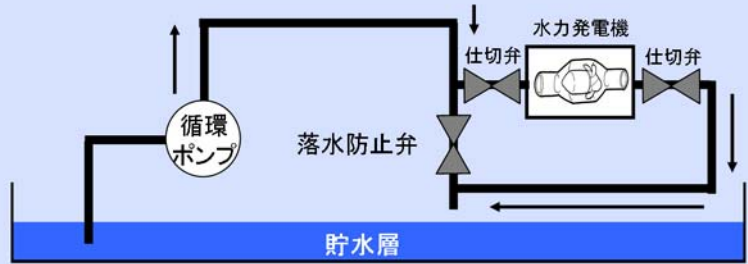
送水する圧力が強すぎるなど、制水弁等を使って減圧している場合には、この余剰圧力のエネルギーを発電に利用することができます。



## ② 空調機などで、水を循環させている地点（建物内で循環する水）

空調系統で冷却水などを循環させている工場などにも小水力発電に使うことのできる未利用エネルギーが存在します。

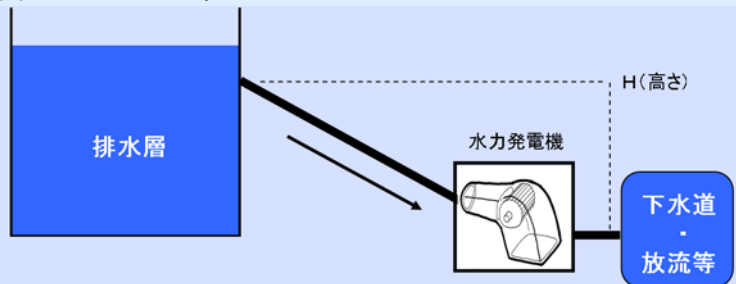
この場合は、施設内を流れる水の落差や流れを発電に利用することができます。



## ③ 下水などへ排水する地点（建物から排水される水）

工場等からの排水にも小水力発電に使うことのできる未利用エネルギーが存在します。

工業用水の貯留槽や、排水処理設備の沈殿槽・処理槽がある場合、放流時に送水する圧力や落差を発電に利用することができます。



## 3 小水力発電の特徴

小水力発電の特徴は、太陽光発電や風力発電などと比較して、設備利用率が高いことや、出力変動が少なく安定した電力を発電できることです。

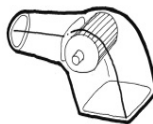
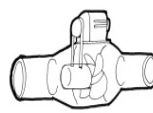



	小水力発電	太陽光発電	風力発電
設備利用率	70%程度	12%程度	20%程度
発電原価	8~25円/kWh	37~46円/kWh (家庭用)	10~14円/kWh (陸上4.5MW以上)
特徴など	発電量の変動が 少ない。	発電量が天気 に左右されやすい。	風況により、 発電量が変動する。

出典：環境省HPを参考に作成

## 4 小水力発電の種類

小水力発電は、様々なタイプの発電機があり、施設の状況に合った機種を選択することができます。

### 建物内に設置できる小水力発電の一例

種類		特性+機器イメージ	導入地点の例		
			① 入る水	② 循環する水	③ 排水される水
クロスフロー水車		<ul style="list-style-type: none"> <li>・高落差に適している。</li> <li>・低流量でも効率低下が小さい。</li> </ul> 			○
チューブラー水車		<ul style="list-style-type: none"> <li>・円筒形のプロペラ水車</li> <li>・低落差に適している。</li> </ul> 	○	○	○
プロペラ水車	インライン式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低落差に適している。</li> <li>・水車軸方向に流水するため、直管部に設置が可能である。</li> </ul> 	○	○	○
	サイフォン式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低落差に適している。</li> <li>・サイフォンの原理を利用して水を流す際のエネルギーを活用する。</li> </ul> 			○
ポンプ逆転水車		<ul style="list-style-type: none"> <li>・水を逆に流し、ポンプを逆転させることで発電を行う。</li> </ul> 		○	

## 5 小水力発電を導入することによるメリット（電気代等の削減効果）

小水力発電を含む再生可能エネルギーで発電した電力は、自らの施設で自家消費することや発電した電力すべてを売電することが可能です。

これにより、電力会社から購入する電力量を減らし、電気代の削減につながるほか、事業所から排出されるCO2の排出削減にもつながるなど、企業の経費削減やCSRなどの点でメリットがあります。

次のページに、下記の条件で小水力発電を設置すると仮定した場合の削減効果について、具体的に検証した結果をまとめました。

### 小水力発電の導入による電気代等の削減効果 (製造業の工場で、工業用水を受水しているケース)

#### 《仮定ケース》

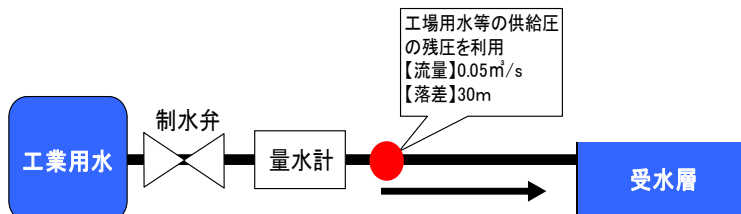
業種: 製造業(工場)

状況: 常時、工業用水を受水している。

また、工業用水を受水する際に工業用水側の送水圧力に余剰が存在している。

受水量: **0.05m<sup>3</sup>/s**

送水圧力(落差): **約0.3MPa(落差に換算すると約30m相当になります。)**





## STEP 1：導入地点で得られる発電出力を想定する。

「発電出力 (kW)」を概算するためには、まず、導入地点の流量と落差をもとに試算します。

今回の地点では、最大で約10kWの発電出力を得られることが想定できます。

### ● 発電出力 (kW)

流量 (m<sup>3</sup>/s) × 落差 (m) × 重力加速度 9.8 (m/s<sup>2</sup>) × 総合効率※  
※ 総合効率は70%と仮定

流量 0.05 (m<sup>3</sup>/s) × 落差 30 (m) × 9.8 × 0.7 ≒ 10 (kW)

## STEP 2：導入地点に適した導入機種と発電機の出力を検討する。

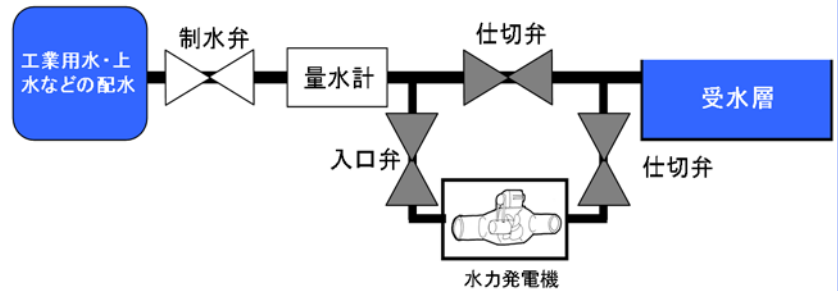
導入機種・仕様の選定は、「設置する地点の状況」や算出した「発電出力」を基に検討します。

今回のケースでは、様々な導入地点に対応できる「プロペラ水車 (インライン式)」を導入機種と想定します。

発電機の出力は、機器の能力を最大限発揮させるため、算出した発電出力より小さな規模の「9kW級」と仮定します。

また、発電した電力の用途は、「自家消費」と想定します。

導入する機種	プロペラ水車 (インライン式)
発電機の出力	9kW
発電した電力の用途	自家消費



## STEP 3：稼働時間から年間発電量を算出し、導入による効果を試算する。

年間発電量の算出は、発電出力 (9kW) に想定される稼働時間 (時間/年) 乗じて算出します。

年間の省エネ効果は、年間発電量に従量料金を乗じて試算します。

次に省エネ効果と設置費用等を比較し、小水力発電の優位性を検証します。

なお、小水力発電の導入に係るイニシャルコストを抑えるためには、補助金等の支援制度を活用することが効果的です。今回のシミュレーションでも国等の補助金を活用した場合を想定し、導入効果を試算しています。

### ● 年間発電量 (kWh)

発電出力 (kW) × 年間稼働時間 (時間/年)※  
※ ここでは、一年間休みなく稼働した場合を想定

発電出力 9 (kW) × 年間稼働時間 8,760 (時間/年) ≒ 79,000 (kWh)

年間発電量	約79千kWh/年
年間省エネ効果	120万円※1
事業期間便益	2,640万円※2
費用便益比 (B/C) ※3	4.4
投資回収年	6年※4
CO2削減量	約37t-CO2/年※5

### 【設置費用・維持管理費用】

小水力発電設置費 850万円

年間維持管理費 約8万円/年

【補助金 (補助率1/2)】425万円

※ 導入する機種への投資額や維持管理費等は、メーカーなどからのヒアリングを元に設定したものとします。

**初期投資額 ⇒ 425万円**

※1：従量料金を15円/kWhと設定。年間発電量×従量料金

※2：年間省エネ効果×事業期間 (法定耐用年数22年)

※3：費用便益比とは、事業の効果を金銭に置き換えて、妥当性を評価するための指標。その値が1以上であれば、総便益が総費用より大きいことから、その事業は妥当なものと評価される。

⇒事業期間便益 / (初期投資額 + 維持管理額等 × 事業期間)

※4：減価償却費は定額法 (残存簿価1円)、金利は簿価の3%を考慮

※5：電力排出係数0.464 kg-CO2/kWh (平成23年度の東京電力の実排出係数) を使用

**小水力発電を導入することで、これだけの効果を得られる！！**

**年間発電量**  
約79千kWh/年

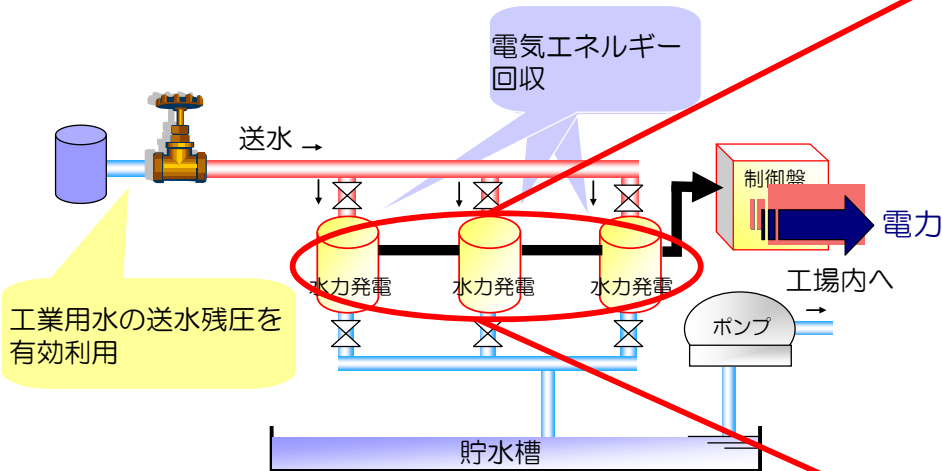
**年間省エネ効果**  
約120万円/年

**CO2削減量**  
約37t-CO2/年

## 6 小水力発電を導入した事例

### ① 工場に導入した事例（製紙工場）

【小水力発電システムの概念図】



【設置されている発電機と水車】



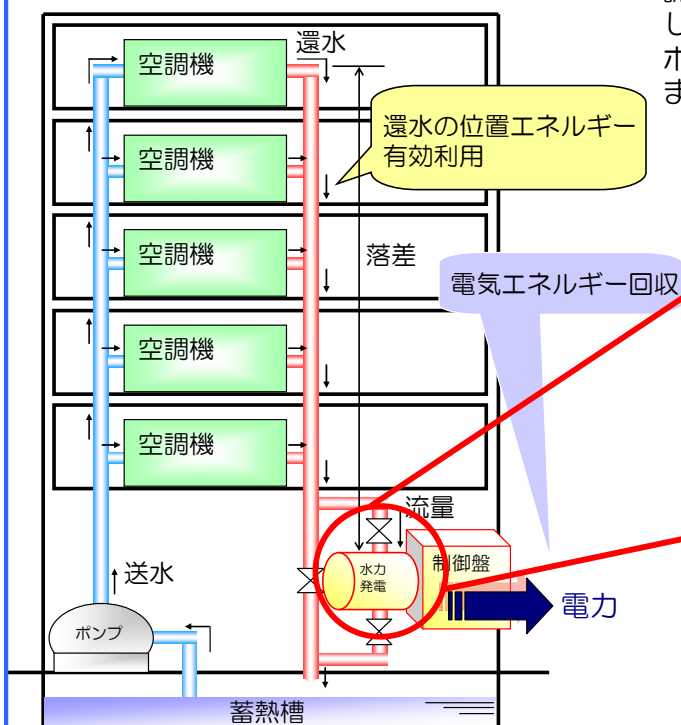
工業用水を受水する際の余剰を利用し、小水力発電を導入しています。

工場が稼動している年間300日以上は発電が可能となっています。年間通じて継続的に一定量の工業用水等を受水しているところに向いている方式となります。

最大出力: 9kW (3kW × 3台)  
 圧力: 0.4~0.5MPa  
 (落差に換算すると約40~50m)  
 使用用途: 自家消費

### ② オフィスビルに導入した事例（放送局）

【小水力発電システムの概念図】



放送センター内のスタジオや事務室等を冷暖房する空調設備の配管に小水力発電設備を導入しています。発電した電力はビル内にて自家消費しています。最近では、ホテルなどでも同様の方式で小水力発電が導入されています。

【設置されている発電機と水車】



最大出力: 7kW (3.5kW × 2台)  
 有効落差: 33.58m  
 使用用途: 自家消費  
 年間発電量: 約43,000kwh  
 CO2の削減量: 約24t-CO2/年  
 ※CO2の排出係数は0.555を使用して換算しています。

## 7 小水力発電の導入に対する支援制度

小水力発電の導入による採算性を高めるためには、**初期投資額（イニシャルコスト）をいかに抑えられるかがポイントとなります。**

**イニシャルコストを抑えるためには、補助金等の支援制度を活用することが効果的です。** 固定価格買取制度も始まっていますが、国等における補助事業などを有効に活用してはいかがでしょうか。

### 補助金や融資の参考例

#### 【補助金】

- ◆ 独立型再生可能エネルギー発電システム等導入促進対策費補助金  
(一般社団法人新エネルギー導入促進協議会【問合せ先：03-5979-7621】)

対象事業：自家消費向けの再生可能エネルギー発電システム等（小水力発電を含む）の導入を行う事業  
対象者：民間事業者  
補助上限：補助対象経費の1/3以内

- ◆ 小水力発電導入促進モデル事業  
(一般社団法人新エネルギー導入促進協議会【問合せ先：03-5979-7621】)

対象事業：小水力の導入促進を図るため、試験設備を用いた実用化に向けた実証事業であって、交付要件、規模要件等を満たす設備を導入するなどの実証事業  
対象者：小水力発電設備メーカーと発電事業者  
補助上限：補助対象経費の2/3以内

※ 補助金によっては、現在終了しているものもありますので、補助金に関する詳しい内容は、補助事業を実施している団体へ直接お問い合わせください。

#### 【融資制度】

- ◆ 環境保全資金  
(栃木県【問合せ先：028-623-3188】)

対象事業：公害防止施設等の設置や環境保全に資する事業  
対象者：中小企業者  
融資利率：年利1.6%（ただし、再生可能エネルギー発電施設の設置は1.5%）  
融資限度額：1億円  
融資期間：融資額1,000万円以上の場合10年以内、融資額1,000万円未満の場合7年以内

- ◆ 環境保全対策資金  
(宇都宮市【問合せ先：028-632-2433】)

対象事業：公害防止施設を設置する事業又は環境を保全する設備を設置する事業  
対象者：市長の事業認定を受けた中小企業者及び中小企業団体  
融資利率：年利1.5%  
融資限度額：2,000万円（設備資金に限る）  
融資期間：10年以内

※ 融資制度に関する詳しい内容は、融資事業を実施している団体へ直接お問い合わせください。

## 再生可能エネルギー固定価格買取制度

小水力発電で発電した電気は、固定価格買取制度を活用することで、全量売電することも可能です。この**固定価格買取制度は、電力会社が一定期間、固定の価格で買い取ることを、国が約束する制度です。**

固定価格買取制度(中小水力の該当地点抜粋)(平成25年度)

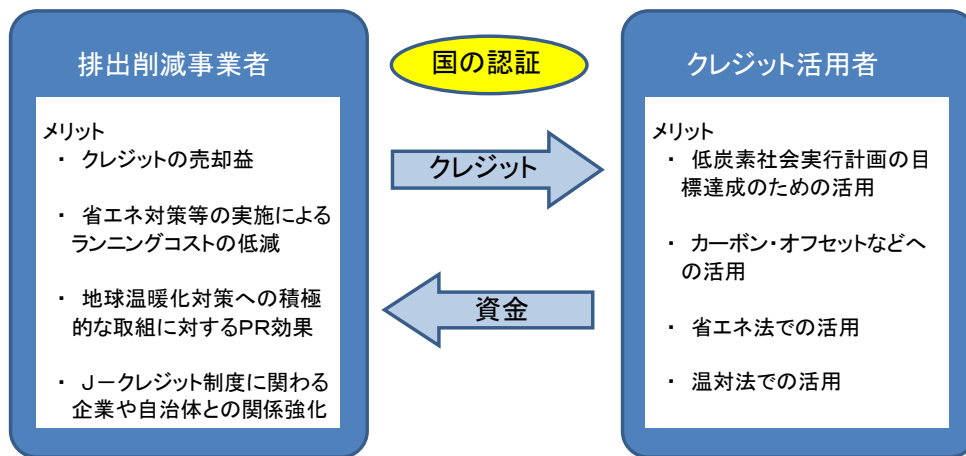
電源		中小水力		
買取区分		1,000kW以上 30,000kW未満	200kW以上 1,000kW未満	200kW未満
買取価格 (1kWh 当たり)	税込	25.20円	30.45円	35.70円
	税抜き	24円	29円	34円
買取期間		20年		

出典：経済産業省 資源エネルギー庁

## J-クレジット制度

J-クレジット制度は、省エネルギー機器の導入などによる温室効果ガスの排出削減量を「クレジット」として国が認証する制度です。

認証された「クレジット」は、売却し、投資した費用の一部に充てることができます。



詳しくは、J-クレジット制度のHP(HPアドレス: <http://japancredit.go.jp/>)をご覧ください。

## 8 宇都宮市小水力発電システム導入可能性調査 調査報告書

この調査報告書の中では、今回ポイントとして例示した情報以外に、**導入の可能性に関する簡単な自己診断方法などの情報をまとめています。**

**宇都宮市のホームページで公開しておりますので、あわせてご活用ください。**

宇都宮市HP: <http://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/>

