

# 農業用水の取水パターンに基づく 小水力発電量と発電単価



(独)土木研究所 寒地土木研究所

寒地農業基盤研究グループ 水利基盤チーム 大久保 天

# 本講演内容

## 1. 北海道における小水力発電の発電原価の概算

道内の複数の農業用ダム、開水路の落差工とパイプラインの調圧施設複数箇所を対象に、小水力発電の発電原価を概算して、その傾向や特徴を示す。

発電原価  
の概算

- ・発電利用可能水量を農業用水に限定
- ・有効落差を単純化した条件で設定
- ・建設単価を既存発電施設のデータから推定

## 2. 具体的な農業用ダムを対象とした発電原価の試算

比較的優位な発電原価を示す農業用ダムをモデル事例として、基本設計レベルの発電原価を算出して経済性を評価する。

基本設計レベルの  
発電原価の算出

- ・発電利用可能水量や有効落差を実際のダム管理データに基づいて想定
- ・建設費をメーカーへの聞き取りにより策定

以上1. 2. の発電原価の算出には、**ハイドロバレー計画ガイドブック** (経済産業省資源エネルギー庁、H17年)を参考とした。

# 試算対象施設

農業用ダム



水田主体 **10 ダム**  
畑かん主体 **13 ダム**

開水路  
(落差工)



落差工  
A地区幹線用水路内  
落差工：**4箇所**  
B地区幹線用水路内  
落差工：**14箇所**

パイプライン  
(調圧施設)



調圧施設  
1地区幹線水路内  
：**14箇所**

# 発電出力の算出方法

発電出力 $P$ および年間発電量 $E$ を次式より算出する。

$$P(\text{kW}) = 9.8 \times \eta \times Q(\text{m}^3/\text{s}) \times H(\text{m})$$

$$E(\text{kWh}/\text{年})$$

$$= P(\text{kW}) \times \underbrace{24(\text{h}) \times 365 \text{日} \times (\text{設備利用率})}_{\text{年間の発電時間(h)}}$$

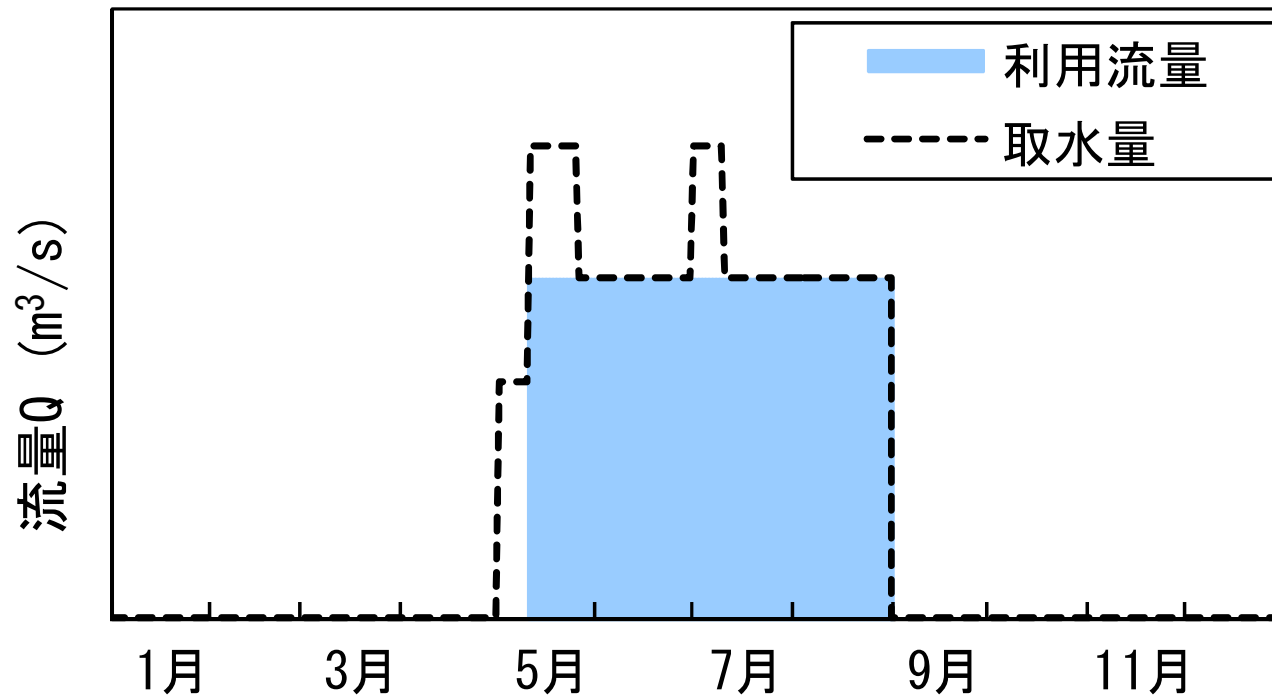
年間の発電時間(h)

$P$ : 発電出力(kW)    $\eta$ : 効率    $Q$ : 流量( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$H$ : 有効落差(m)

$E$ : 年間発電量(kWh/年)

# 農業用水による発電利用可能水量



北海道の水田地帯における農業用水の流量パターンの一例

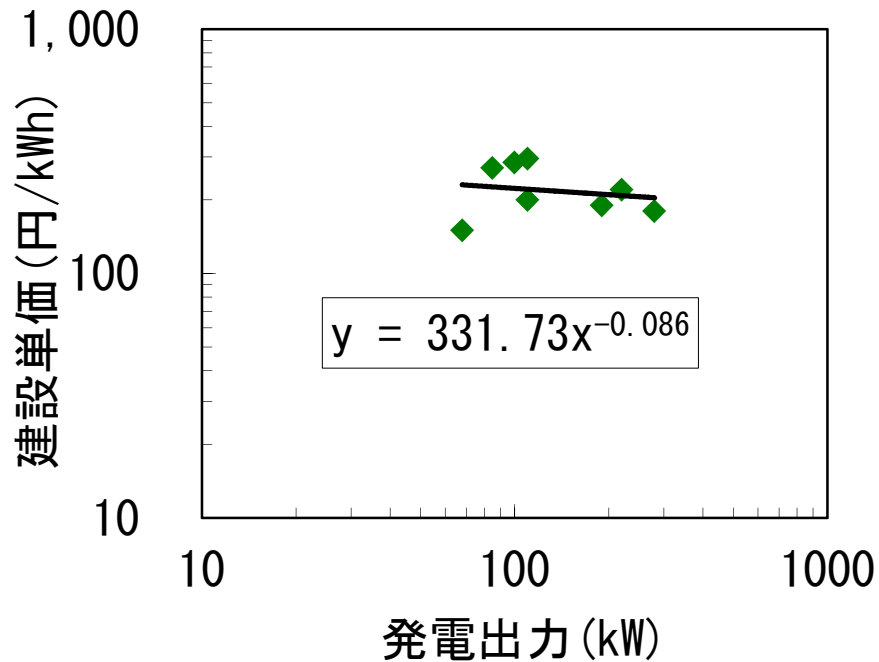
$$\text{設備利用率} = \frac{\text{(実際の年間発電量)}}{\text{(水車の定格発電による年間発電量)}}$$

約30%

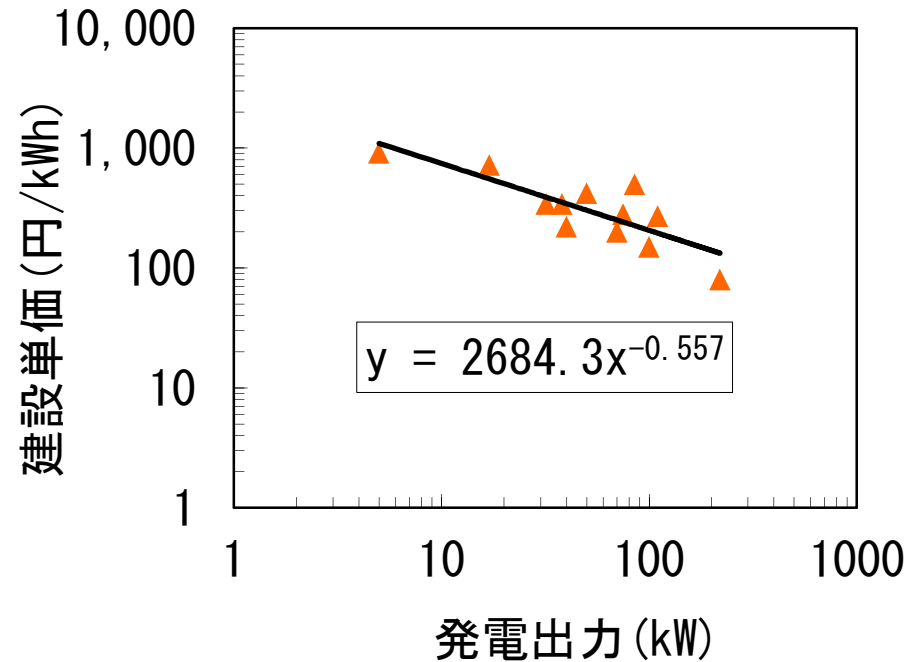
道外の既開発の施設における設備利用率の平均: 約55%

(全国土地改良事業団体連合会HPより)

# 発電原価の算出方法



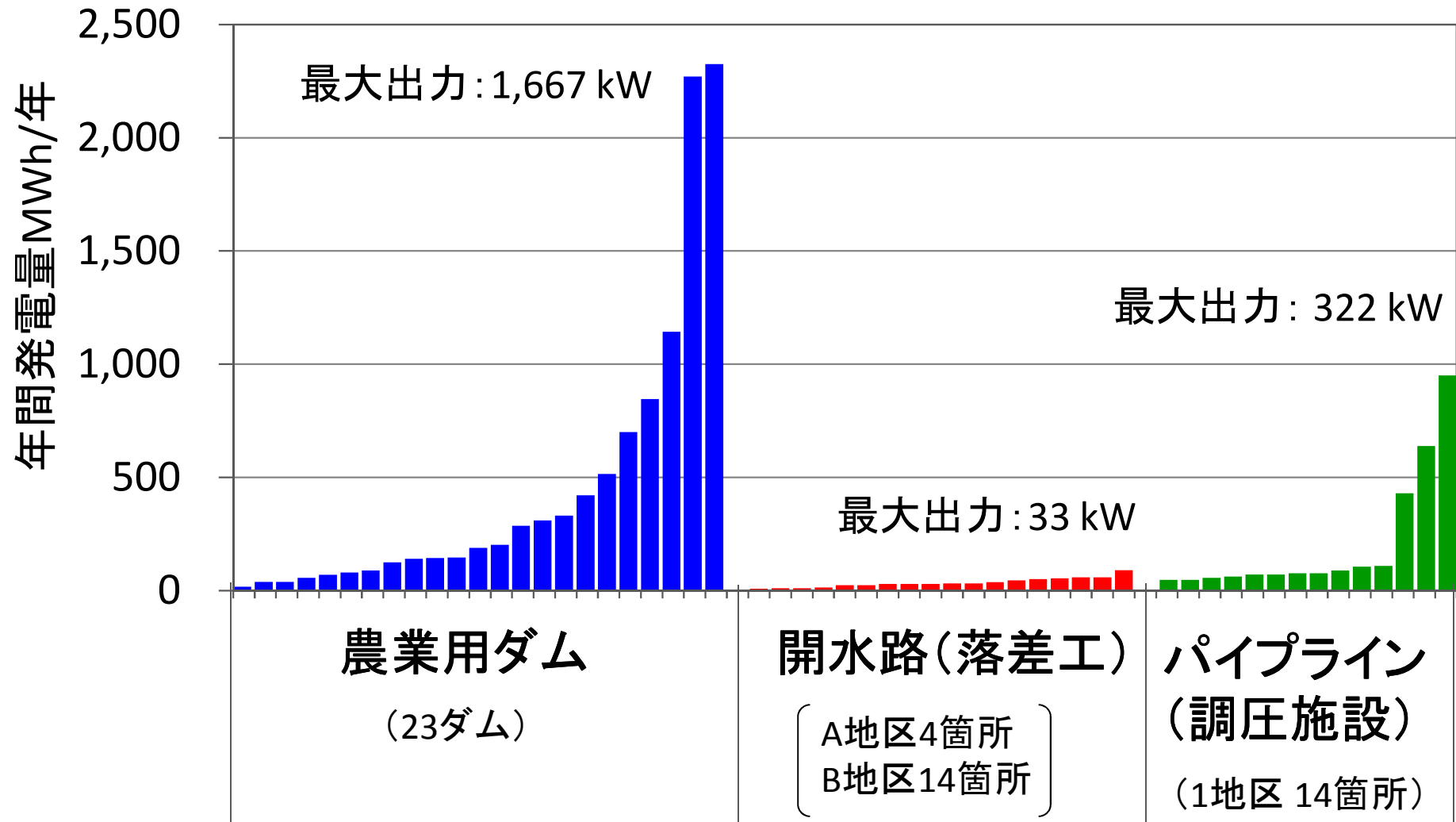
農業用ダムを利用した既存発電施設  
における発電出力と建設単価の関係



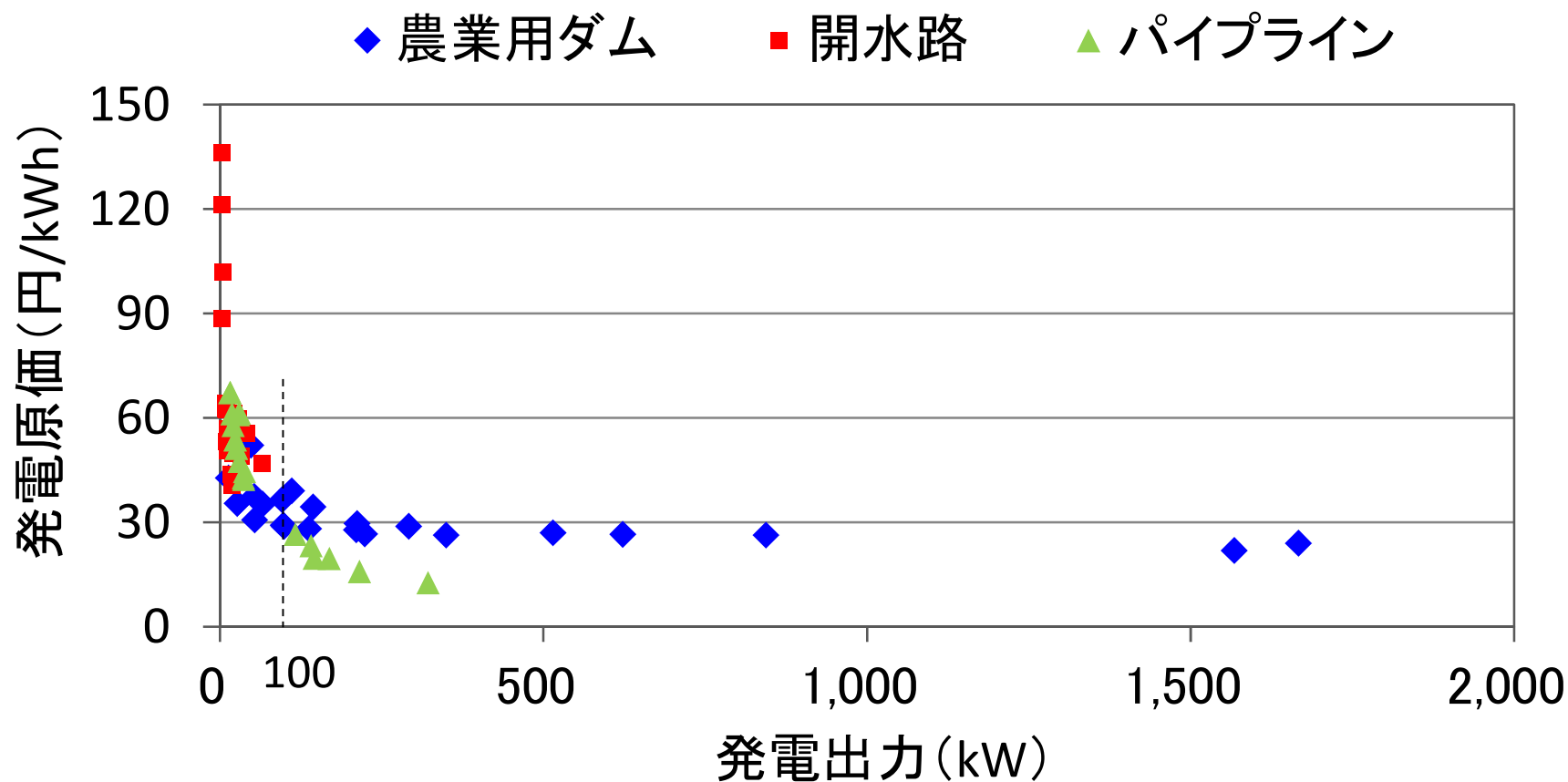
用水路の落差を利用した既存発電施設  
における発電出力と建設単価の関係

$$\text{発電原価} = (\text{建設単価}) \times (1/\text{設備利用率}) \times (\text{年経費率})$$

# 試算結果 年間発電量



# 試算結果 発電出力と発電原価の関係



200kW未満

35.7 円/kWh

200kW以上1,000kW未満

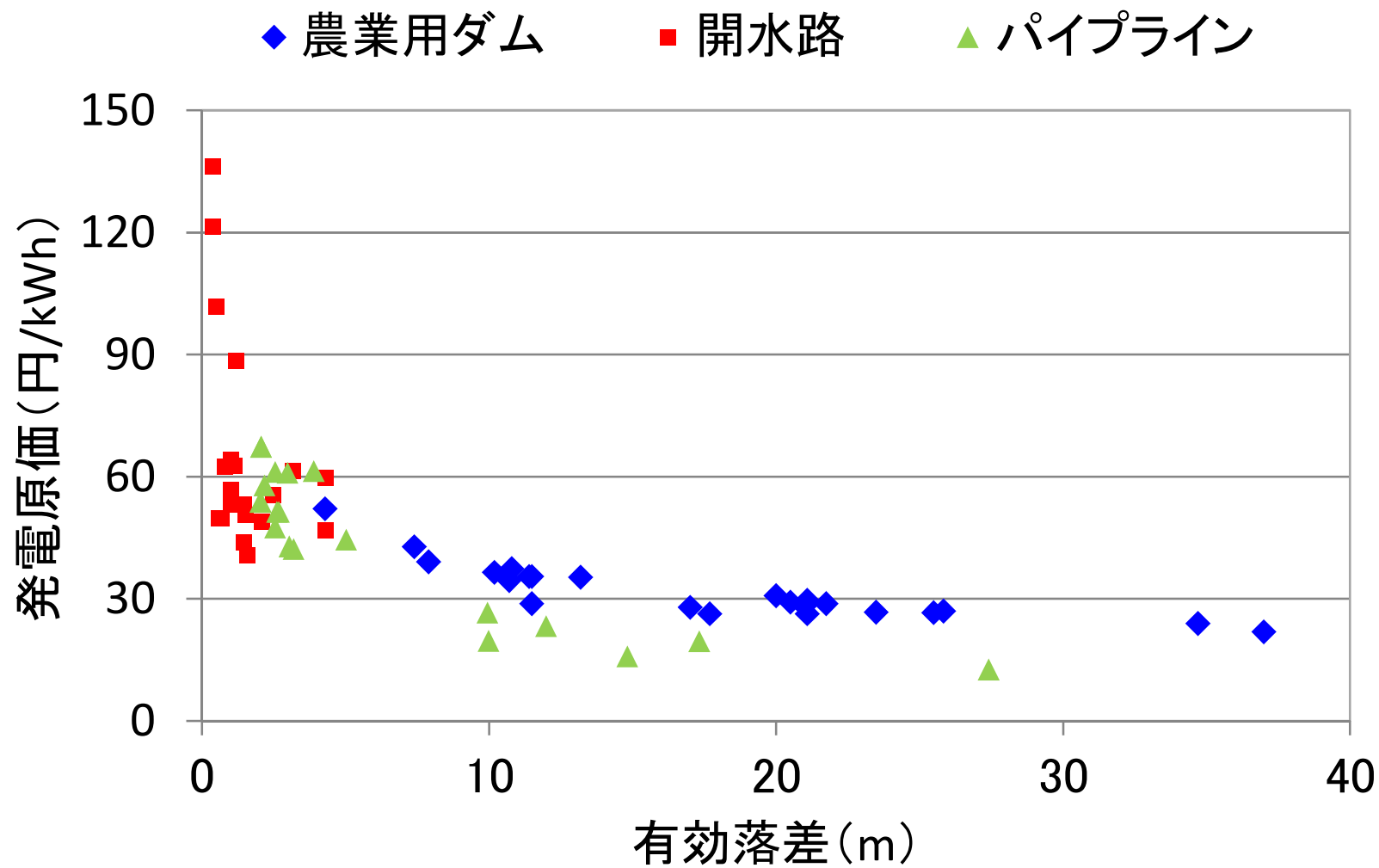
30.45 円/kWh

1,000kW以上30,000kW未満

25.2 円/kWh



# 試算結果 有効落差と発電原価の関係



# 本講演内容

## 1. 北海道における小水力発電の発電原価の概算

道内の複数の農業用ダム、開水路の落差工とパイプラインの調圧施設複数箇所を対象に、小水力発電の発電原価を概算して、その特徴や傾向を示す。

発電原価  
の概算

- ・発電利用可能水量を農業用水に限定
- ・有効落差を単純化した条件で設定
- ・建設単価を既存発電施設のデータから推定

## 2. 具体的な農業用ダムを対象とした発電原価の試算

比較的優位な発電原価を示す農業用ダムをモデル事例として、基本設計レベルの発電原価を算出して経済性を評価する。

基本設計レベルの  
発電原価の算出

- ・発電利用可能水量や有効落差を実際のダム管理データに基づいて想定
- ・建設費をメーカーへの聞き取りにより策定

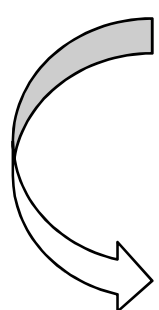
以上1. 2. の発電原価の算出には、**ハイドロバレー計画ガイドブック** (経済産業省資源エネルギー庁、H17年)を参考とした。

# 発電原価試算の対象施設

## 北海道内の畑地かんがい用ダム

- ・通年貯留
- ・最大取水量 3.282 m<sup>3</sup>/s

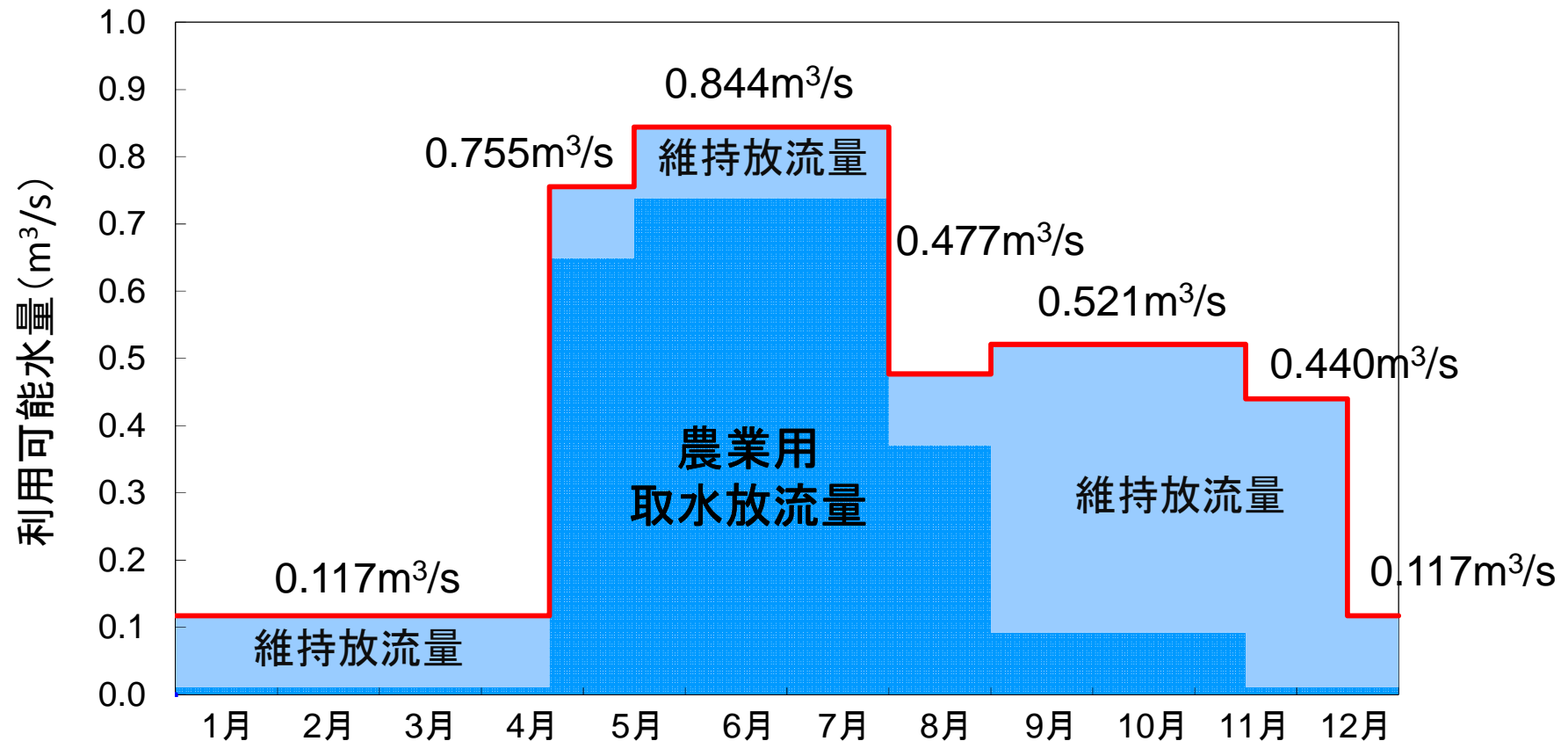
## 試算対象とする発電利用可能水量

- 
- ・農業用取水放流量
  - ・河川維持放流量

**通年発電**を行う場合を想定して試算

# 発電利用可能水量の推定

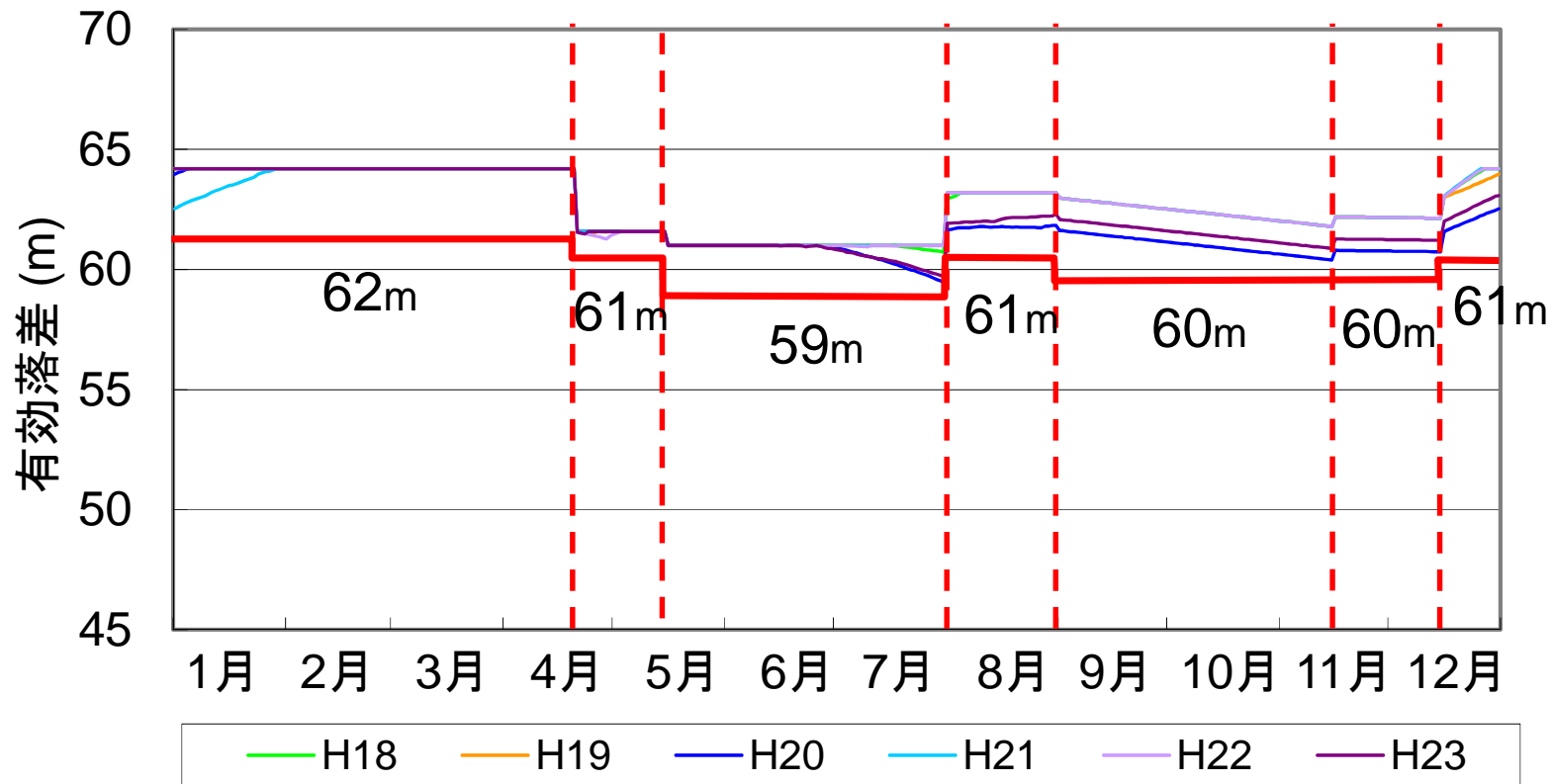
過去数年のダム管理データから発電利用可能水量を推定



年間の発電利用可能水量の推移

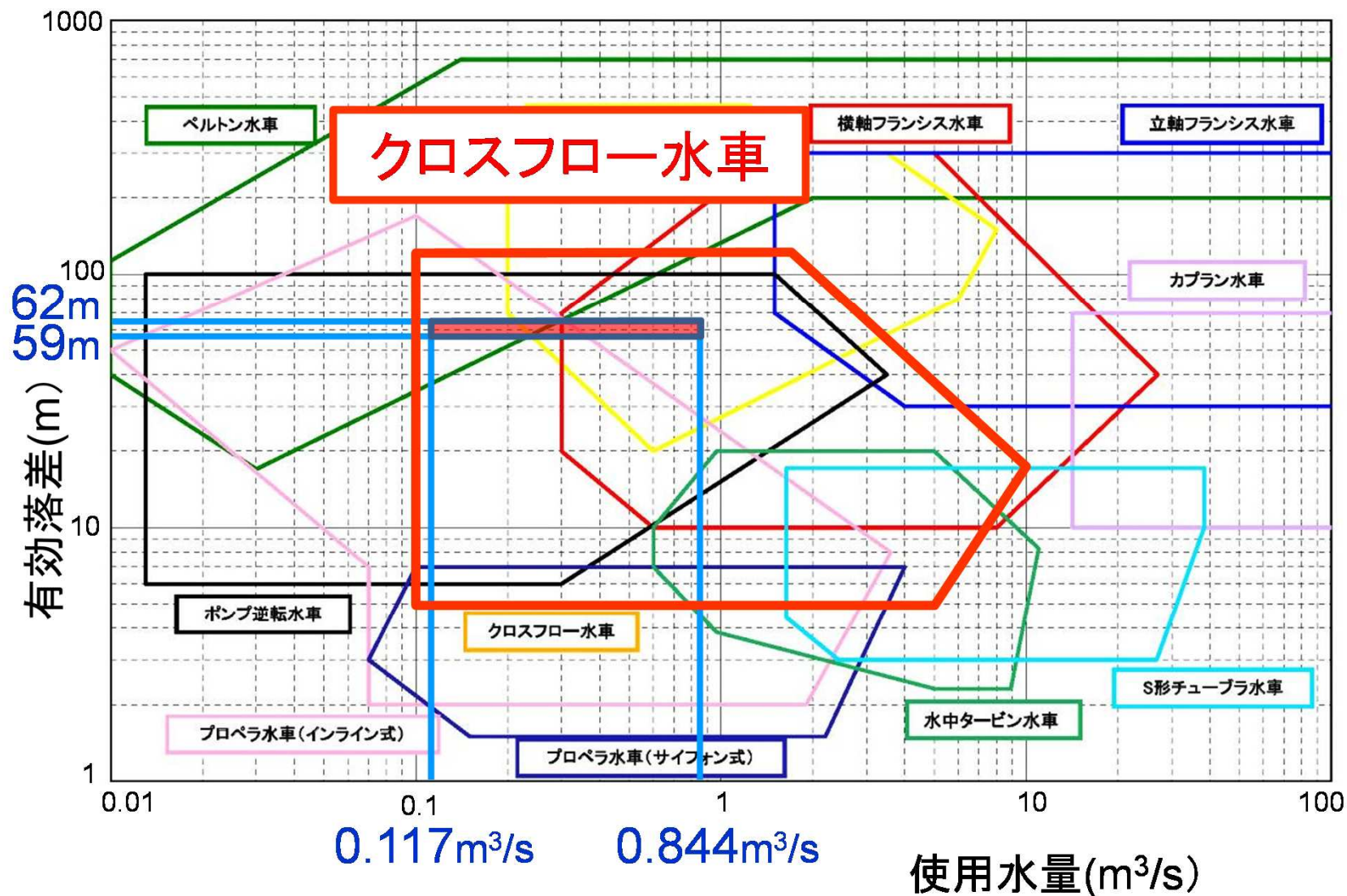
# 有効落差の設定

ダム貯水位の最低有効落差を試算に用いた。  
通年貯留のダムであり、年間を通して有効落差の変動が小さい。



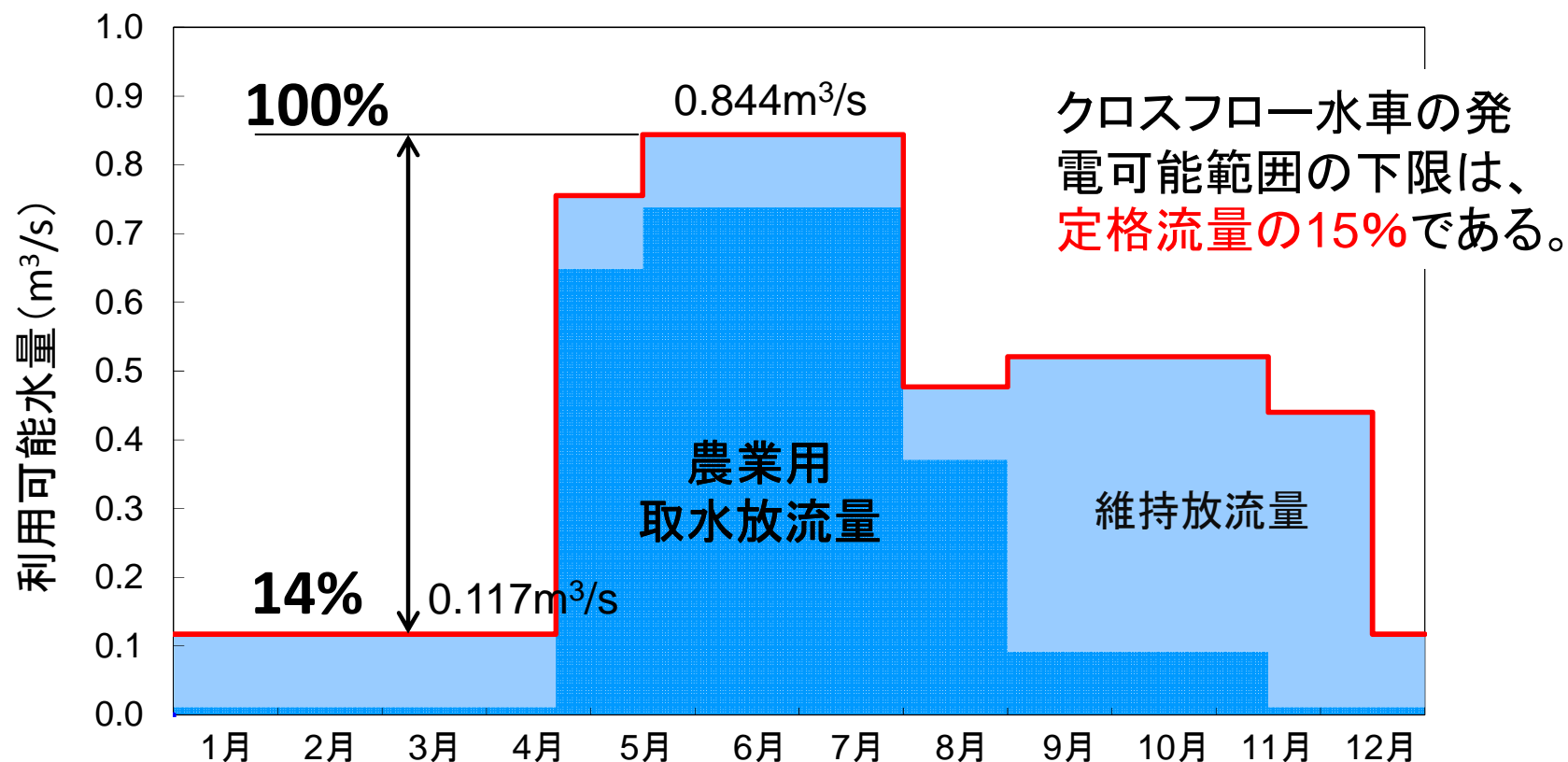
有効落差 H=59~62m

# 適正な水車の選定



\* ハイドロバレー計画ガイドブック 水車選定図 : 経済産業省資源エネルギー庁、(財)新エネルギー財団

# 水車の発電可能範囲の制約



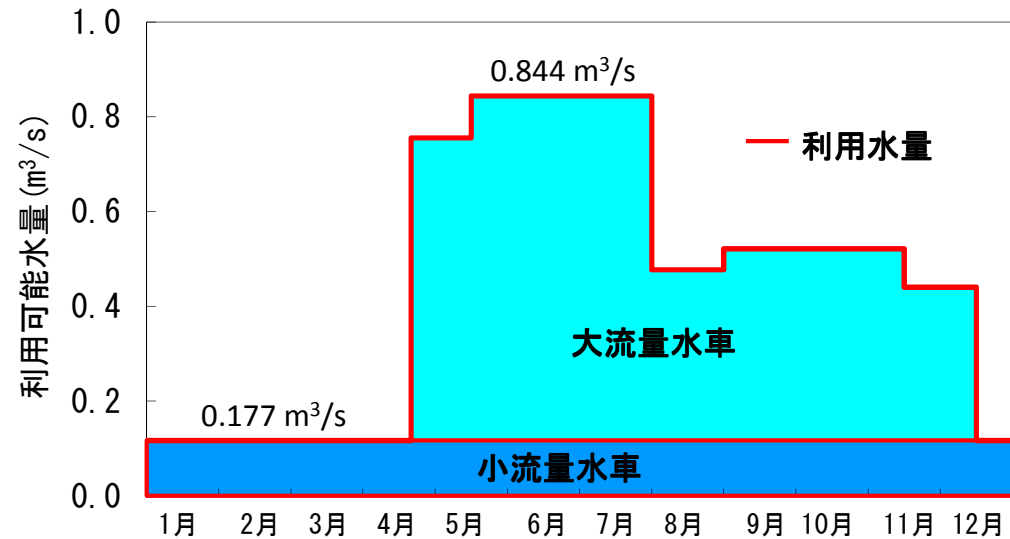
かんがい期の最大水量を定格流量100%とすると、非かんがい期の最小流量は定格流量の14%となる。クロスフロー水車1台による全水量の利用はできない。

小水力発電の検討において、かんがい期と非かんがい期の発電利用水量の差が大きいことに留意する必要がある。

# 発電可能な方法の検討

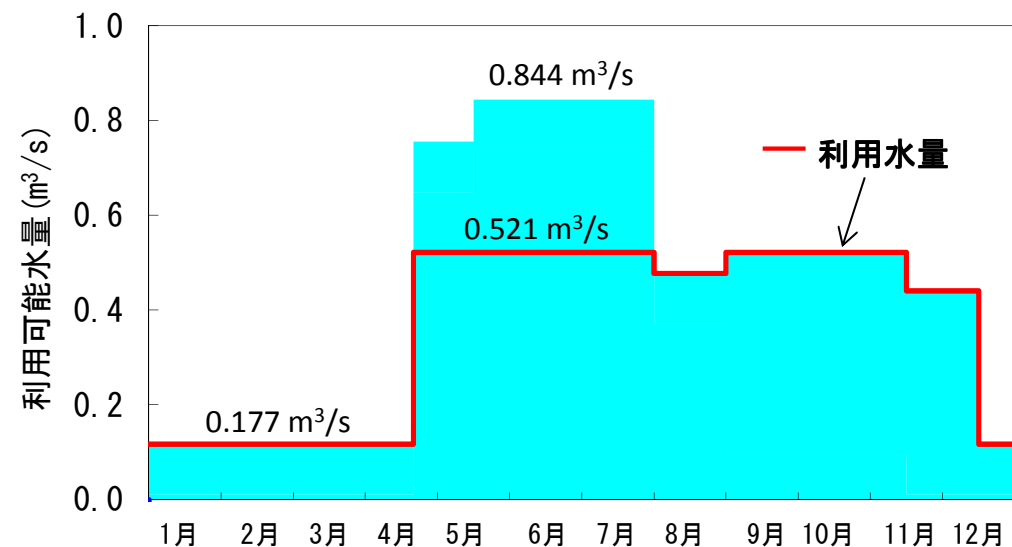
◆クロスフロー水車2台  
用いて通年発電を行う  
場合

→ **case 1**



◆クロスフロー水車1台  
用いて、通年発電を行う  
場合

→ **case 2**

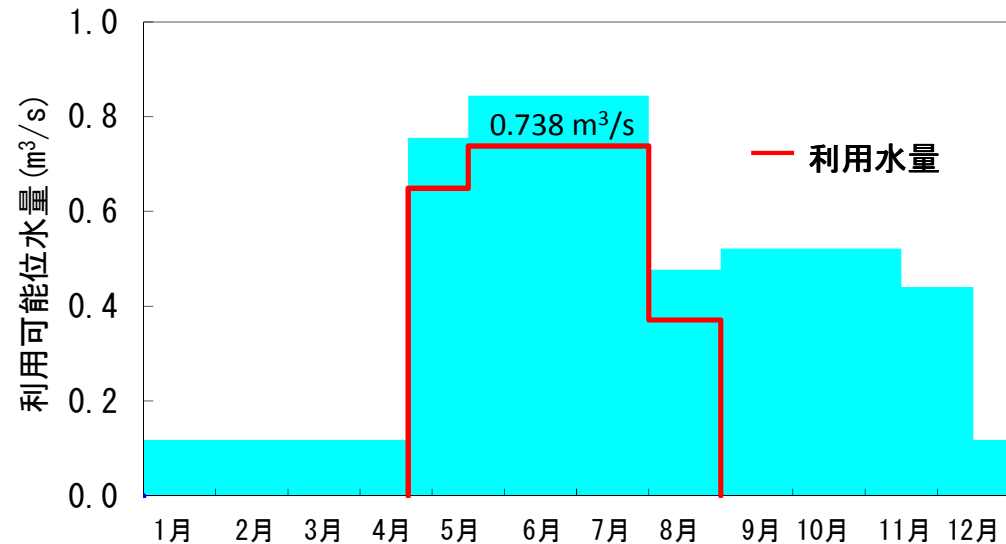




# 発電可能な方法の検討

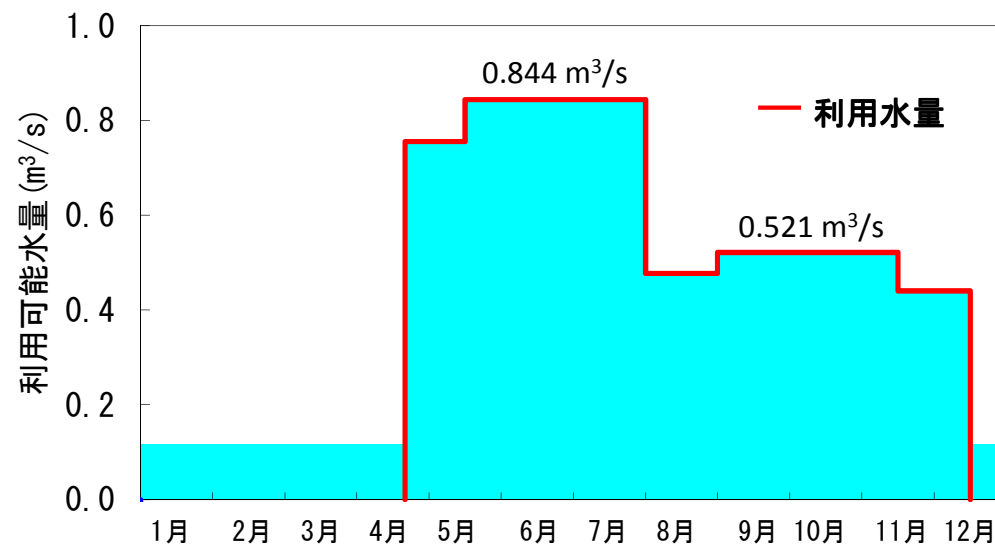
◆クロスフロー水車1台  
用いて、かんがい期の農  
業用水のみを利用して発  
電を行う場合

→ **case 3**



◆クロスフロー水車1台  
用いて、かんがい期の  
農業用水および秋季の  
維持流量を利用して発  
電を行う場合

→ **case 4**



# 発電原価の算出の流れ

## 1. 建設費の策定

機械設備費、電気工事費、土木工事費等： メーカー聞き取り



## 2. 年間経費の算出

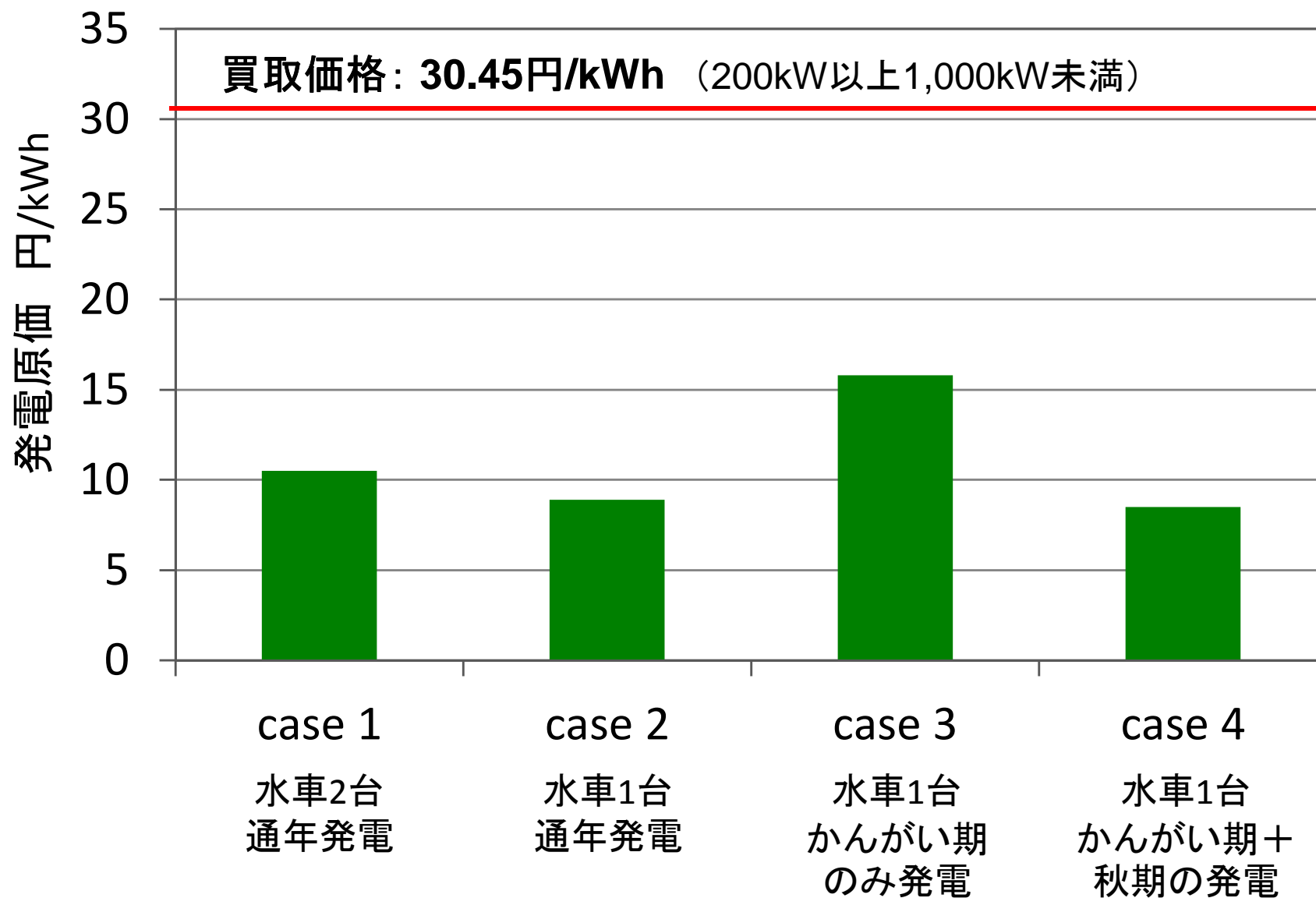
- ・耐用年数 22年
- ・補助なし
- ・「 hidroバレー計画ガイドブック」に従い年間経費（減価償却費、金利、固定資産税、人件費、修繕費、その他経費、一般管理費）を算出



## 3. 発電原価の算出

$(\text{発電原価 円/kWh}) = (\text{年間経費 円/年}) / (\text{年間発電量 円/kWh})$

# 発電原価の試算結果



# おわりに

北海道における多くの農業水利施設は、かんがい期のみでの使用となることから、**設備利用率が低い条件**において小水力発電を検討しなければならない。しかし、その中でも**比較的条件のよい施設**もみられる。

経済的に成立する小水力発電の実績を積み上げて、小水力発電が有する**環境性や経済効果**など利点をアピールして、今後の普及につなげていくことが重要である。

しかし、技術的かつ経済的な可能性が確保できても、系統連系する電力系統の発電電力の受入容量不足で、計画が進められないという事態が現実になっている。

その原因は、太陽光発電などの逆流電力の急増に対応した系統側の設備増強が追従していないためと考えられる。こうした電力系統全体の課題を踏まえて、今後地域の中でも小水力発電を含む**再生可能エネルギーの新たな利用方法**を模索していく必要がある。