

「低炭素化」からはじめよう

～農業水利施設の「低炭素化」を進めるために～



みどりん



あおみん



水力駆動式ポンプ（北海道：七丁目揚水機場）



配水槽式自然圧 PLS（パイプラインシステム）（新潟県：藤島機場）



みどりん
水土里先生

令和 7 年 3 月

農林水産省農村振興局整備部
水資源課施設保全管理室



ぼくの名前は、**みどりん**。
ぼくらは、農業水利施設の低炭素化キャラクターだよ。
みんなと一緒に、低炭素化による地球にやさしい取組
を考えていくよ。

私の名前は、**あおみん**。
みどりんと一緒に、低炭素化の取組を
案内します。



わしは、^{みどり}**水土里先生**。
農業水利施設の省エネルギー・再生可能エネルギー
など低炭素化のことについて、皆さんの疑問に答えて
いくよ。

「低炭素化」からはじめよう 目次

第1章 はじめに

- 1-1 本資料の位置付け
- 1-2 なぜ「低炭素化」を進めなければならないか
- 1-3 農業水利施設の電力使用状況
- 1-4 農業用ポンプの状況

第2章 電気・ポンプの基礎知識

- 2-1 電気設備の解説
- 2-2 電気料金の解説
- 2-3 ポンプ形式の解説
- 2-4 電動機形式の解説
- 2-5 制御方式の解説
- 2-6 変圧器の解説
- 2-7 力率改善の解説
- 2-8 トップランナー制度の解説

みどり
水土里先生のワンポイントアドバイス
No.1 管路特性曲線とは何か
No.2 金属抵抗器と液体抵抗器
No.3 インバータ制御へのシフト

第3章 農業用ポンプ場における「低炭素化」

- 3-1 農業用ポンプ場における省エネルギー化対策
- 3-2 インバータ制御による省エネルギー化対策
- 3-3 省エネルギー化対策(その他のハード対策)
- 3-4 省エネルギー化対策(ソフト対策)

みどり
教えて水土里先生
No.1 二次抵抗制御からインバータ
制御に変更する場合の留意点
No.2 ポンプ性能曲線の見方(基礎編)
No.3 ポンプ性能曲線の見方(応用編)

第4章 総合的な「低炭素化」の推進

- 4-1 用水再編による低炭素化
- 4-2 配水槽式自然圧 PLS による低炭素化
- 4-3 ICT の活用による低炭素化
- 4-4 水力駆動式ポンプによる低炭素化
- 4-5 水・エネルギー管理システムによる低炭素化

第5章 「低炭素化」促進のための事業制度

- 5-1 施設整備に対する助成制度
- 5-2 研修に対する助成制度

巻末資料

- 1 参考文献
- 2 関係通知

なぜ、農業水利施設の「低炭素化」を進めなければならないのか、理由を解説するよ。



第1章 はじめに

この章では、本資料の位置付け、なぜ「低炭素化」を進めなければならないか、農業水利施設の電力使用状況などについて説明します。本章で農業水利施設の「低炭素化」の必要性を把握し、次章から「低炭素化」に向けた取組を一緒に考えていきましょう。

- 1-1 本資料の位置付け ----- 1-1
- 1-2 なぜ「低炭素化」を進めなければならないか ----- 1-2
- 1-3 農業水利施設の電力使用状況 ----- 1-3
- 1-4 農業用ポンプの状況 ----- 1-4



1-1 本資料の位置付け

■ 農業水利施設の「低炭素化」を進める意義

- 我が国では、東日本大震災を契機として、エネルギーを賢く消費する社会の構築が大きな社会テーマになっています。また、地球温暖化防止の観点からも、CO₂排出量の削減となる低炭素化(省エネルギー化)を推進していくことが重要です。
- 全国の農業水利施設は大口の需要部門ですが、エネルギーロスの大きい非効率な施設もあり、省エネルギー化の余地は大きいです。
- このような中、近年の電気料金の急激な高騰などにより維持管理費が大幅に増加し、予定していた維持修繕を先送りするなど、維持管理への影響が懸念されています。このため、農業水利施設の低炭素化を早急に進め、電気料金の変動の影響を受けにくい農業水利システムへの転換を図っていくことが重要です。

■ 「省エネルギー化」と「低炭素化」

- 「省エネルギー化」と「低炭素化」は、ともに環境負荷を軽減するための取組ですが、それぞれ対象とするポイントが異なります。
- 「省エネルギー化」は、より効率の良い機器の使用などを通じて、できるだけ少ないエネルギーで同じ作業を行うことを目指すものです。「低炭素化」は、再生可能エネルギーの活用なども含め、温室効果ガスの排出を抑えることに焦点を当てています。
- 本資料では、ポンプ場だけでなく、ポンプ場以外の総合的な省エネルギー化(低炭素化)も取り上げているため、タイトルは「低炭素化」を用いています。

■ 本資料の位置付け

- 農業水利施設の低炭素化を進めることは、我が国の食料安全保障の観点だけでなく、地球温暖化対策の視点からも喫緊の課題となっています。
- ポンプ場に着目した「低炭素化」だけでなく、ポンプによる揚水から自然流下による送水に切り替えるなど、施設の集約・再編・統廃合を始め総合的な「低炭素化」を目指す必要があります。このため、農業水利施設の計画・更新・管理に携わる一人一人が「低炭素化マインド」をもつことが重要です。
- 本資料は、農業水利施設の施設管理者などを対象に、低炭素化を進めるための基礎的な技術情報を理解しやすいよう、図や事例などを活用して作成したものであり、業務の参考資料として御活用ください。



農業水利施設の計画・更新・管理などに携わる一人一人が「低炭素化マインド」をもつことが大切なのね。

1-2 なぜ「低炭素化」を進めなければならないか



1 食料安全保障の確保の観点

日本の農業の根幹を支えているのは、全国に張り巡らされた約 40 万 km に及ぶ水路を始めとした農業水利施設です。しかしながら、日本全国に、用水の供給や排水を電動ポンプに頼っている農地が多くあり、食料安全保障の観点からも、できるだけ、化石燃料に依存する電気を使わないシステムを構築していくことが重要です。

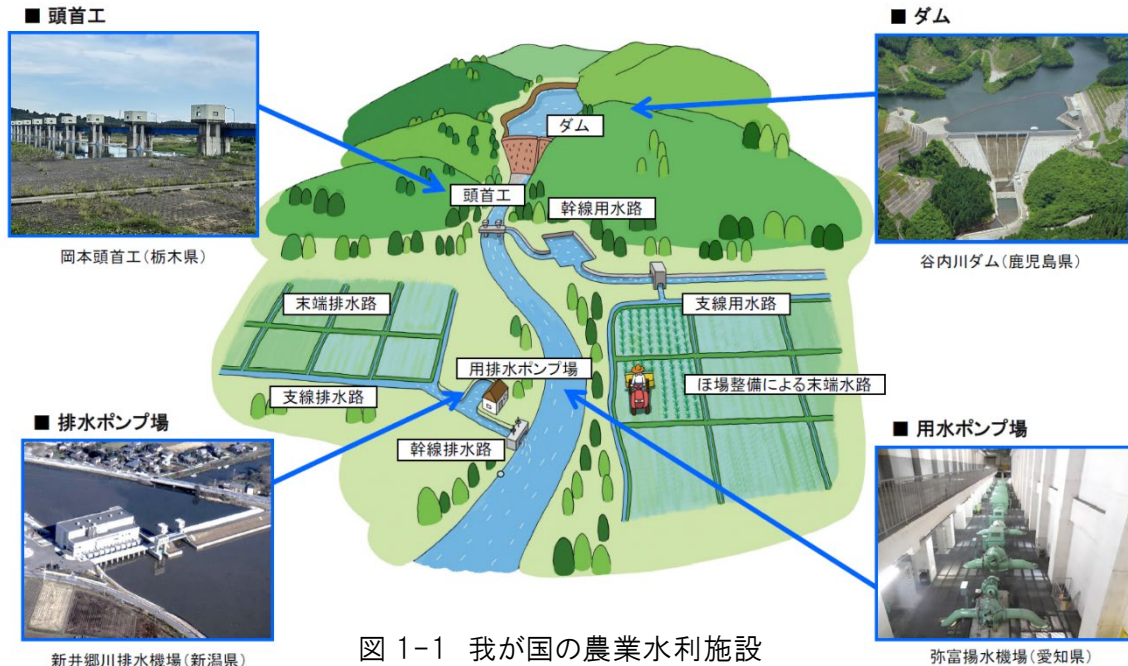


図 1-1 我が国の農業水利施設

2 地球温暖化対策の観点

温室効果ガスの国際的枠組みであるパリ協定(平成 27 年)を踏まえて、我が国は、菅内閣総理大臣(当時)が所信表明演説において、2050 年に向けてカーボンニュートラルの達成を目指すことを宣言しました(令和2年)。農業分野でも、みどりの食料システム戦略が令和3年に策定され、その中で、「農業水利施設の省エネ化・再エネ利用の推進」も位置付けられています。

地球温暖化対策の観点

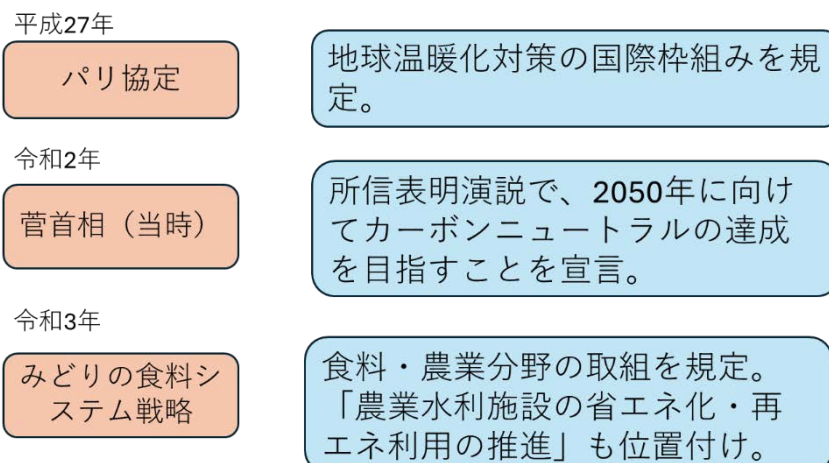


図 1-2 地球温暖化対策の経緯



1-3 農業水利施設の電力使用状況

1 農業水利施設の電力使用状況

農業水利施設は、農業用に価格設定が行われている農事用電力を受電して稼働しています。農事用電力の年間電力使用量の約9割を農業水利施設(かんがい排水)が占めています。また、基幹的な農業水利施設の年間の維持管理費に占める電気料金の割合は24%で、電気料金の高騰が農業水利施設の維持管理に与える影響が大きいことが分かります。

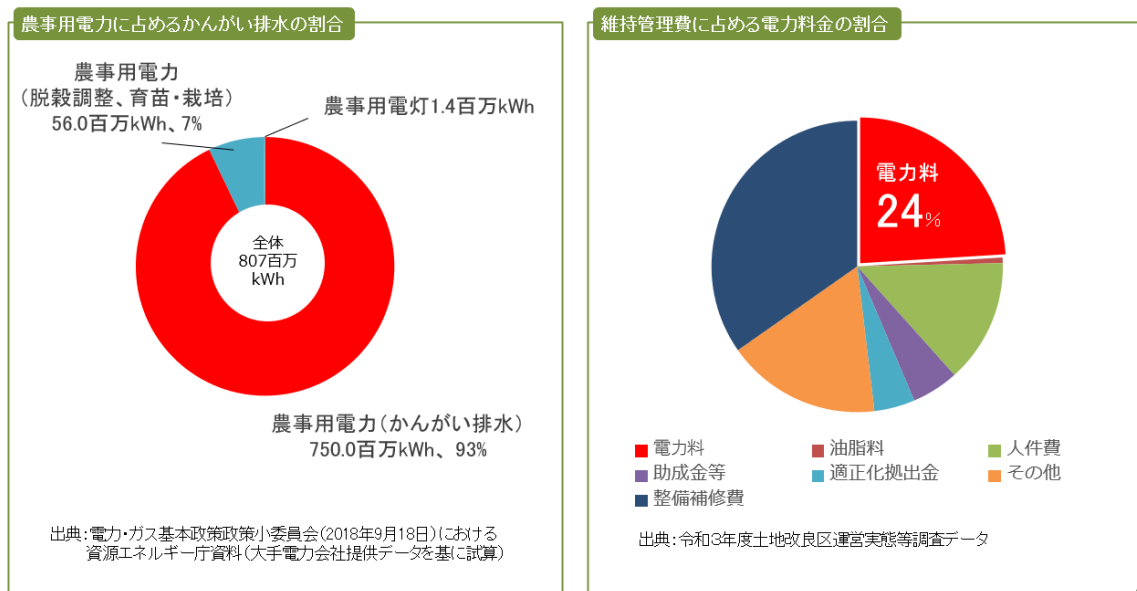
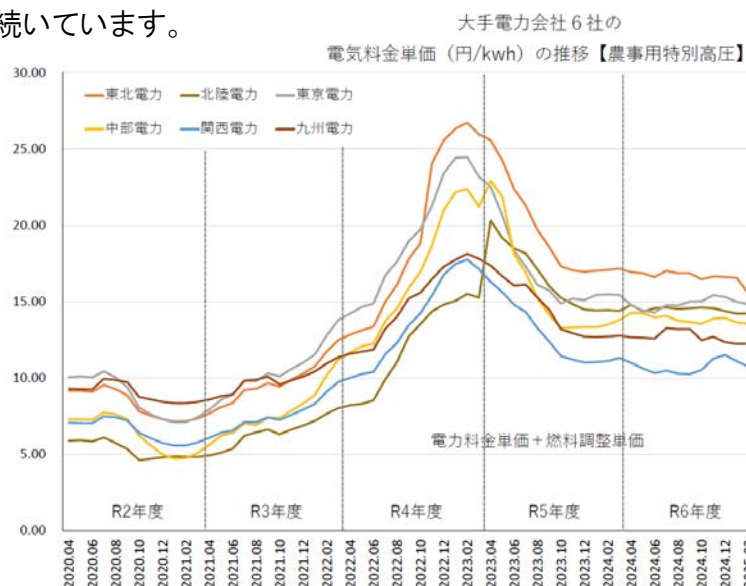


図 1-3 農業水利施設の電力使用状況

2 電気料金の高騰の状況

ロシアのウクライナ侵攻に起因する国際的なエネルギー価格の高騰や円安等の影響により、令和4年に電気料金が高騰しました。令和5年には落ち着きを見せましたが、高止まりの状況が続いています。



電気料金の高騰が、農業水利施設の維持管理にも大きな影響を与えているのね。



図 1-4 大手電力会社 6 社の電気料金単価の推移【農事用特別高圧】



1-4 農業用ポンプの状況

1 農業用ポンプの状況

我が国の国営造成施設における農業用ポンプ場の電動ポンプ数は、約 2,500 台です。

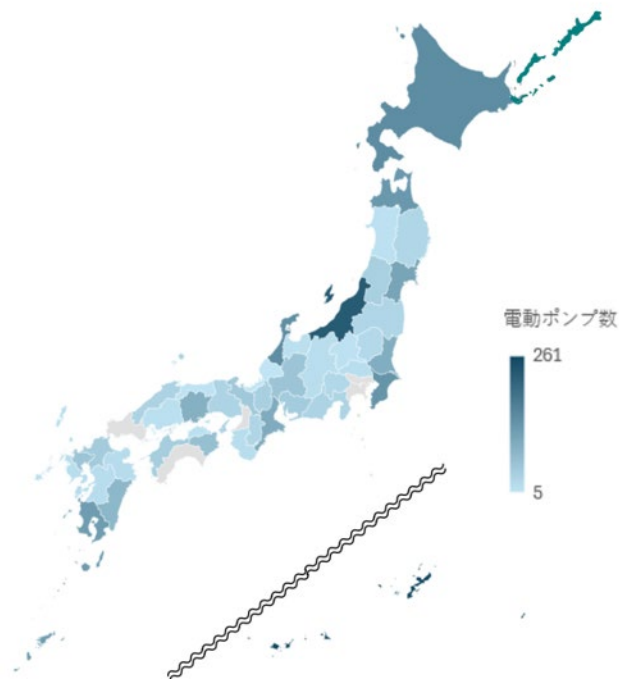
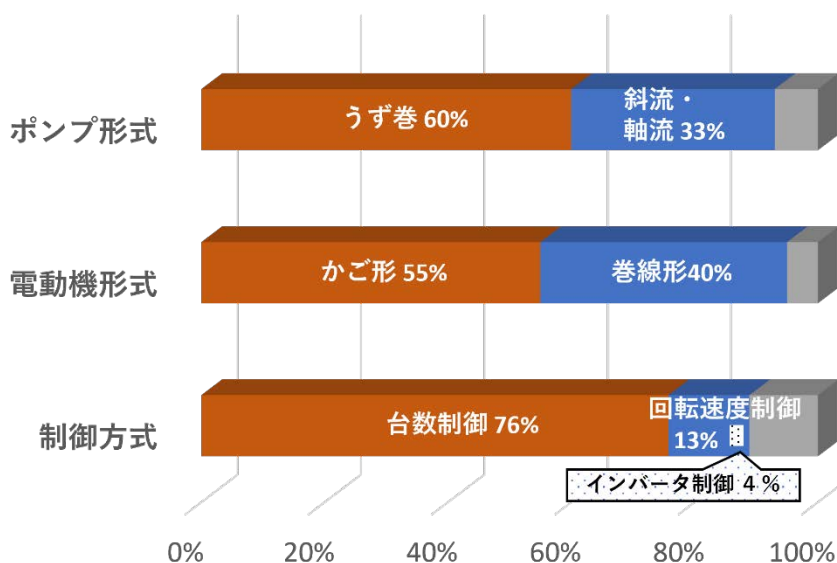


図 1-5 都道府県別の電動ポンプ数

2 電動ポンプの形式

農業用ポンプのポンプ形式、電動機（モータ）形式、制御方式の内訳は、図 1-6 のとおりです。制御方式についてみると、省エネルギー化の効果が期待できるインバータ制御は、4%しか整備されていません。我が国の産業用モータの台数に対するインバータ制御の装着率が 25%に達していることから考えても、「低炭素化」を進めるためには、農業用ポンプにおいてもインバータ制御の装着率を高めていくことが重要です。



省エネ効果の高いインバータの装着率は、まだ、とても低いのね。



図 1-6 電動ポンプ形式の割合

低炭素化を考えるのに、
電気・ポンプの基礎知識は、とても大切です。
一緒に勉強しましょう。



第2章

電気・ポンプの基礎知識

この章では、農業用ポンプ場における「低炭素化」に関する電気・ポンプの基礎知識について解説します。

2-1	電気設備の解説	2-1
2-2	電気料金の解説	2-2
2-3	ポンプ形式の解説	2-3
2-4	電動機形式の解説	2-4
2-5	制御方式の解説	2-5
2-6	変圧器の解説	2-11
2-7	力率改善の解説	2-12
2-8	トップランナー制度の解説	2-13

< 水土里^{みどり} 先生のワンポイントアドバイス >

No.1	管路特性曲線とは何か	2-7
No.2	金属抵抗器と液体抵抗器	2-9
No.3	インバータ制御へのシフト	2-9

< 教えて 水土里^{みどり} 先生 >

No.1	二次抵抗制御からインバータ制御に変更する場合の留意点	2-10
No.2	ポンプ性能曲線の見方(基礎編)	2-14
No.3	ポンプ性能曲線の見方(応用編)	2-15



2-1 電気設備の解説

●ポイント

- 電気設備は、電力会社から電気を受けて、使用する機器に電気を安全に供給する設備のことです。
- 一般家庭や農業用ポンプ場でも、電力会社との責任分界点があります。

①一般家庭の例

使用電力の少ない 50kW 未満の低圧受電の一般家庭の電気設備の例です。

電力会社と家庭の責任分界点は電力量計の手前になります。

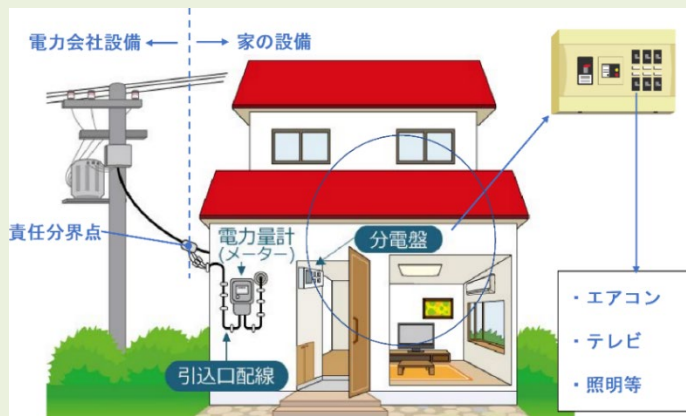


図 2-1 一般家庭の電気設備(例)
(図：関東電気保安協会ホームページより)

②農業用ポンプ場の例

農業用ポンプ場も敷地内に電力会社との責任分界点があります。受配電設備は、一般家庭の分電盤に相当します。

引込み柱が責任分界点で
それ以降は施設管理者の設備



図 2-2 農業用ポンプ場の電気設備(例)



一般家庭や農業用ポンプ場でも、電力会社から供給される電気を使っている点では同じなのね。



2-2 電気料金の解説

●ポイント

- 電気料金は、基本料金と従量料金（使用電力量に応じた料金）の合計値になります。
- 従量料金は、電力量料金、燃料費調整費、再生可能エネルギー発電促進賦課金で構成されています。

1 一般家庭と農業用ポンプ場の電気料金

①一般家庭の電気料金

一般家庭の請求書には、基本料金、電力量料金等が書かれています。契約している電気容量などによって基本料金が決まり、使用した電力量に応じて、電気料金が変わります。



図 2-3 一般家庭の請求書(例)

②農業用ポンプ場の電気料金

農業用ポンプ場の電力会社との契約形態は、使用する「負荷設備」の容量で決まります。ポンプ3台稼働する設備においては、3台分の負荷設備で容量計算を行い、契約電力を算定します。

負荷設備の容量	契約形態
50kW 未満	低圧 (100V, 200V)
50kW以上 2,000kW未満	高圧 (6,000V)
2,000kW以上	特別高圧 (20,000V～)

※特別高圧受電電圧は地域に限定する場合がありますため、事前に電力会社へ確認すること

図 2-4 負荷設備の容量と契約形態

2 従量電力量の3つの単価

従量電力量を構成する3つの単価のうち、燃料費調整単価は、国際的なエネルギー単価で変動します。近年の電気料金の高騰は、燃料費調整単価の変動によるところが大きいです。

電気料金の仕組み

$$\text{電気料金} = \text{基本料金} + (\text{電力量料金単価} + \text{燃料費調整単価} + \text{再生可能エネルギー発電促進賦課金単価}) \times \text{電気使用量}$$

農業用ポンプの契約では、電気料金が高くならないように、負荷設備の容量の検討が重要なんだね。





2-3 ポンプ形式の解説

● ポイント

- 農業用ポンプのポンプ形式は、主に①うず巻ポンプ、②斜流ポンプ、③軸流ポンプの3つです。
- 用途に応じてポンプの適用範囲が異なるため、できるだけ効率の良いポンプを選定することが省エネルギー化の観点からも重要です。

1 ポンプ形式別の特徴

①うず巻ポンプ

うず巻ポンプは、羽根車の遠心力の作用により水にエネルギーを与える形式で、高い圧力が必要な場合に適しています。農業用の用水機場場に最も多く用いられています。



②斜流ポンプ

斜流ポンプは、水が主軸に対して斜め方向に流れる形式で、うず巻ポンプと軸流ポンプの中間的な能力を有しています。農業用の排水機場に用いられることが多いです。



③軸流ポンプ

軸流ポンプは、扇風機のように水が主軸に対して平行に流れる形式で、大容量かつ低揚程での使用に適しています。農業用の排水機場に用いられることが多いです。



2 高効率ポンプの導入の検討

高効率ポンプは、インペラ(羽根車)やケーシング(流体を流す内部構造)の形状を最適化するほか、高効率電動機の併用により、エネルギー損失を抑える製品が開発されています。ポンプの更新に当たって、これらの高効率ポンプの導入の検討が重要です。



2-4 電動機形式の解説

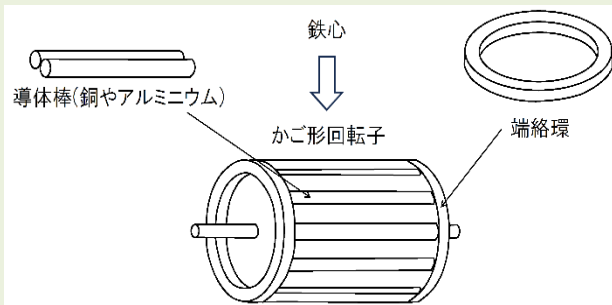
● ポイント

- 農業用ポンプの電動機（モータ）は、三相誘導電動機がよく用いられており、「かご形」と「巻線形」が大半を占めています。
- 「かご形」は、構造が単純で、安価で保守も容易であるのに対し、「巻線形」は、高価でスリップリングとブラシの削りカスの処理等があり保守に手間が掛かります。

1 三相誘導電動機の2タイプの特徴

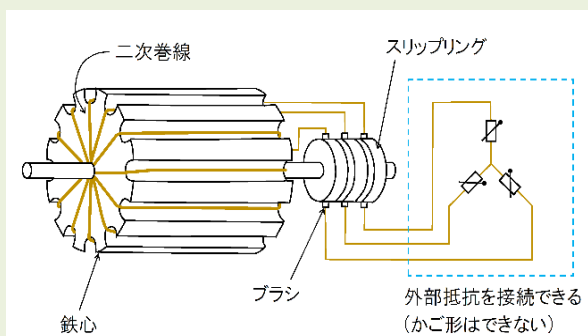
① 三相かご形誘導電動機（かご形）

三相誘導電動機の一つで、「かご形」の回転子を使用しています。インバータ制御と組み合わせることで回転速度制御が可能になります。低圧で用いられている「かご形」はトップランナー制度の対象です。



② 三相巻線形誘導電動機（巻線形）

三相誘導電動機の一つで、「巻線形」の回転子を使用しています。回転子から外部の抵抗器に接続されています。液体抵抗器などの二次抵抗制御と組み合わせることで回転速度制御が可能となります。



2 高効率電動機の導入の検討

高効率電動機は、エネルギー消費を抑え、より高い性能を提供するよう設計された電動機であり、使用電力を削減することができます。

高効率電動機は、国際効率基準(IE 基準)により IE1(標準効率)から IE5(超高効率)までクラス分類されており、トップランナー制度の対象となるIE3(高効率)以上にすることが推奨されます。IE3を上回るIE4(プレミアム効率)、IE5(超高効率)の電動機も普及しつつあり、低炭素化を推進するため、これらの高効率電動機への更新を検討することが重要です。



「かご形」と「巻線形」の見分け方は、「抵抗器」や「スリップリング」がついているかどうかで判断すると良いのね。



2-5 制御方式の解説

● ポイント

- 農業用ポンプの制御方式は、主に、「台数制御」、「弁開度制御」、「回転速度制御」があります。回転速度制御には、「二次抵抗制御」、「インバータ制御」があります。
- 制御方式による省エネルギー効果は、用水機場ごとの取水量の変化（パターン）等により異なりますが、流量制御を行う場合、インバータ制御の効率が最も良くなります。台数制御は、運転時間を短縮できる場合、効率が良くなります。

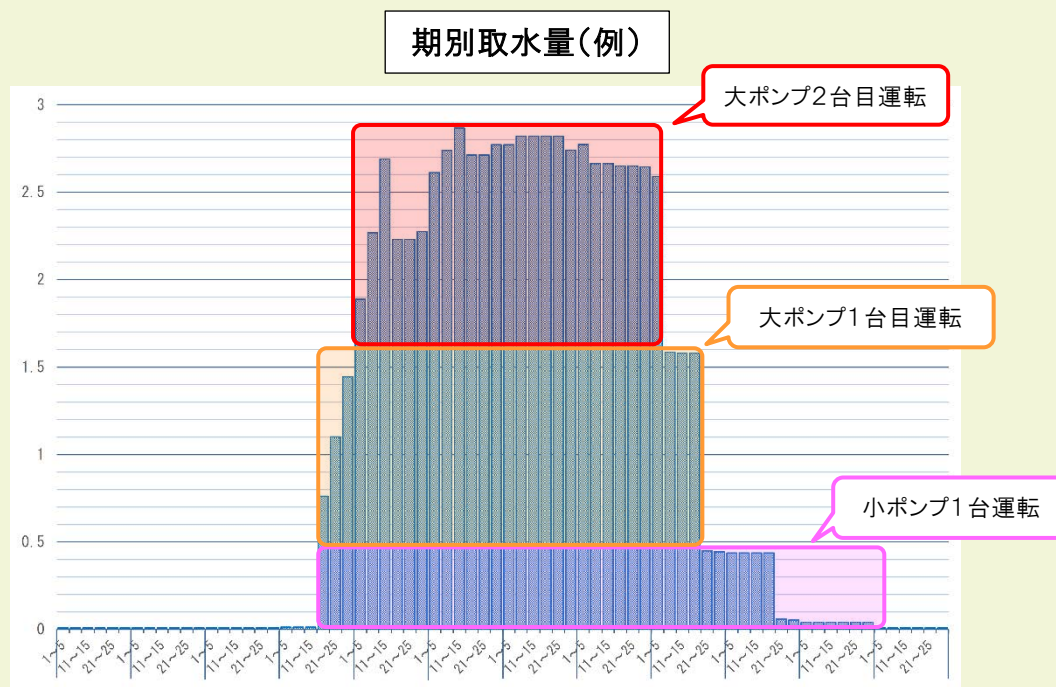
1 制御方式の特徴

① 台数制御

用水機場は「かんがい」を目的として、期別ごとに最大取水量が定められています。下の図は、かんがいの水利利用をイメージしたグラフです。

農業用ポンプ場では、用水を必要な場所へ必要な水量を効率的に送水することが重要です。必要な水量を効率的に送る手法をポンプの「制御方式」といいます。

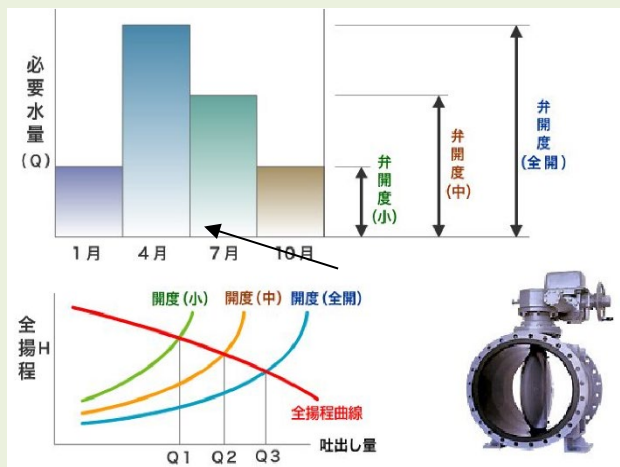
また、ポンプの設置台数は、複数台設置されることが一般的です。下の図は、期別取水量を参考に小ポンプ×1台、大ポンプ×2台で構成される例です。このように農業用ポンプ場では、複数台のポンプを用いて運転制御を行います。この方法（制御方式）を「台数制御」といいます。



以下に示す②弁開度制御、③回転速度制御については、多くの場合、①台数制御と組み合わせて用いられています。

②弁開度制御

弁開度制御は、ポンプ吐出口のバルブ(弁)開度を調整することで必要水量や圧力を制御する方式です。簡便に流量制御が可能となる方式ですが、バルブを絞っての運転となるため、エネルギー損失が多く、効率が悪い運転となります。そのため、省エネルギー化には望ましい運転ではありませんが、簡易に流量を調整することが可能です。

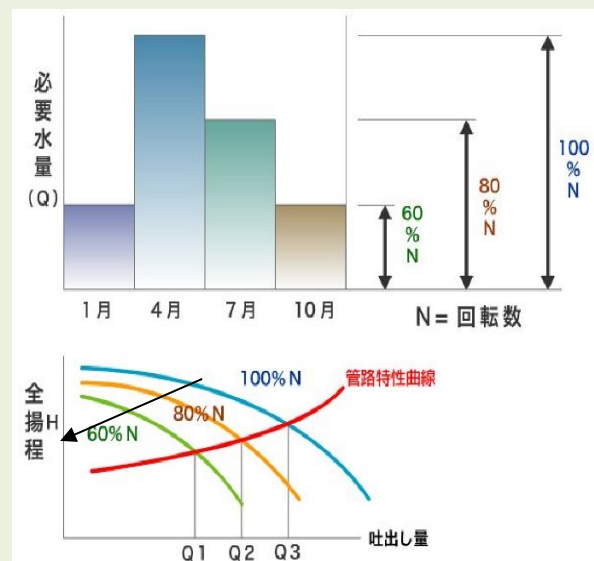


③回転速度制御

回転速度制御は、ポンプの回転速度を調整して、必要水量や圧力を制御する方法で、主に二次抵抗制御とインバータ制御があります。

(1) 二次抵抗制御

ポンプに直結した電動機の二次巻線回路(回転子)に抵抗を挿入して回転速度を制御する方法です。挿入した抵抗が熱エネルギーとして消費されるため、インバータ制御よりも効率が悪いです。主に、金属抵抗器と液体抵抗器の2つの方式があります。



(2) インバータ制御

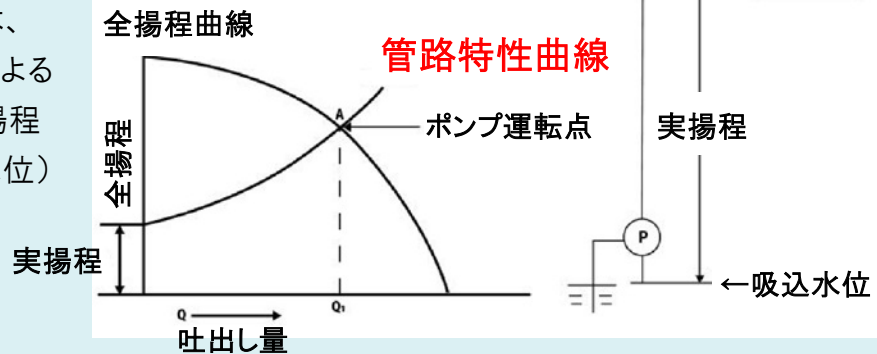
インバータを用いて電動機の電源側の周波数及び電圧を変化させることで、回転速度を制御する方法です。回転速度制御でのエネルギー損失が少ないため、二次抵抗制御よりも効率が高い方式です。



【みどり 水土里先生のワンポイントアドバイス No.1】 ～管路特性曲線とは何か～

ここがポイントです！

管路特性曲線とは、管路を流れる流量による摩擦抵抗曲線と実揚程（＝吐水位－吸込水位）を加えた曲線です。



2 制御方式の効率比較

【制御効率比較】

A弁開度制御、B二次抵抗制御、Cインバータ制御、D台数制御を比較した試算結果を、右図に示します。その結果、使用電力が $A > B > C > D$ の順で低減しており、Dが最も効率が良くなっています。

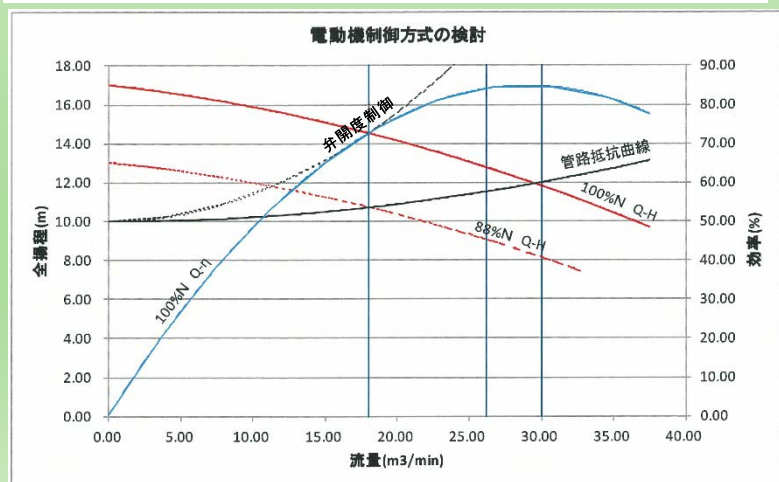
ただし、Dの効率が良いのは、吐出し水槽水位によるポンプのON-OFF運転のため、効率の良い条件の下でポンプの運転時間が他の制御方式よりも短いことが主な要因です。

この前提条件が成り立つ場合の試算であることに十分留意ください。

（節減対策例）

計画吐出量 $Q=30\text{m}^3/\text{min}$ 、計画全揚程 $H=12.0\text{m}$ 、電力量料金 12.25円/kWh （高圧農事用電力夏季、その他季平均単価：H26年度（株）東京電力）、運転時間 $1,800\text{hr/年}$ （ $12\text{hr/日} \times 30\text{日} \times 5\text{ヶ月}$ ）とした場合の電動機制御方式による電力量料金を比較すると以下のとおりです。

	A	B	C	D
	弁開度制御	回転速度制御 (液体抵抗器)	回転速度制御 (インバータ)	台数制御
吐出量 $Q(\text{m}^3/\text{min})$	18.00	18.00	18.00	30.00
全揚程 $H(\text{m})$	14.6	10.8	10.8	12.0
ポンプ効率 $\eta(\%)$	73.1	79.0	79.0	84.0
回転速度制御効率(%)	—	82.0	89.5	—
軸動力(kW)	58.6	48.9	44.8	69.9
運転時間(hr)	3,000	3,000	3,000	1,800
使用電力(kWh)	175,800	146,700	134,400	125,820
電力量料金(千円/年)	2,154	1,797	1,646	1,541
経済比率	1.40	1.17	1.07	1.00



制御を行う場合は、インバータ制御の効率が一番良いのだね。台数制御は、一度にたくさん揚水して運転時間を短縮できる場合、効率が良くなるんだね。

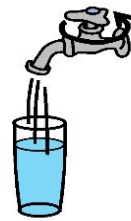
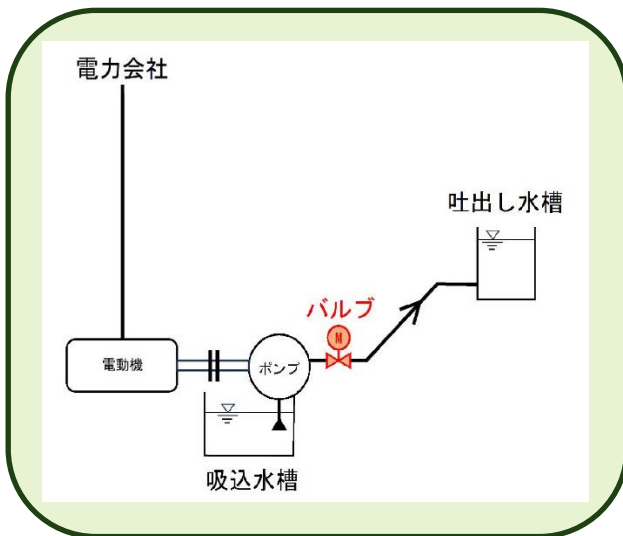


【流量制御を行う3つの方式のイメージ図】

弁開度制御、二次抵抗制御、インバータ制御の違いをイメージ図で理解しましょう。

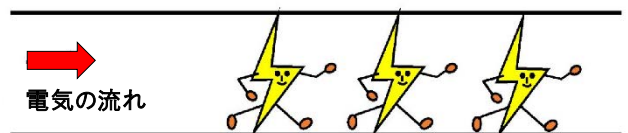
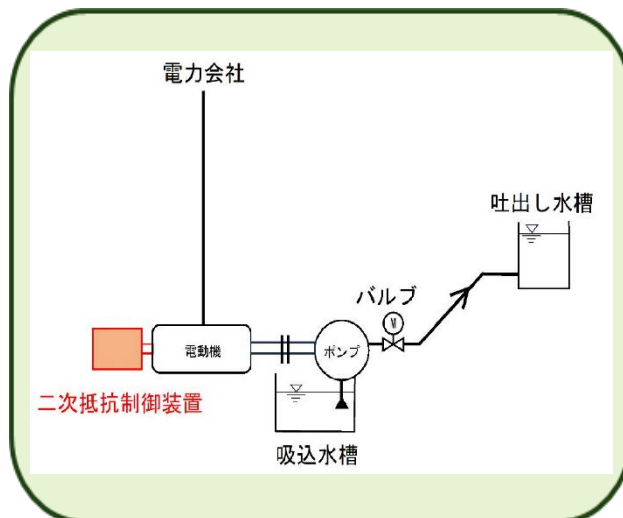
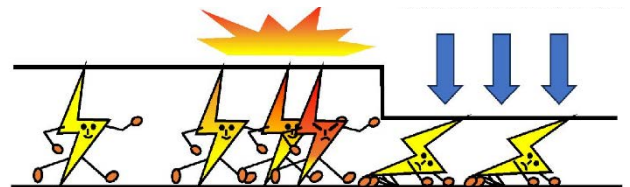
① 弁開度制御

バルブ全開の場合水はたくさん出て、バルブを絞ると水は少なくなる。

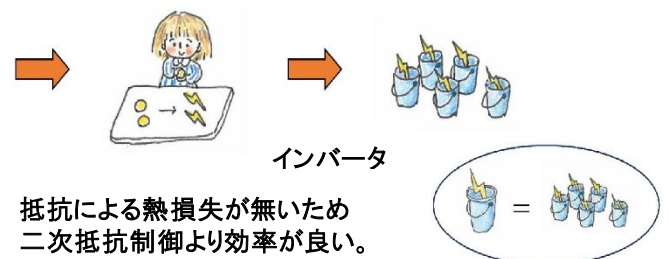
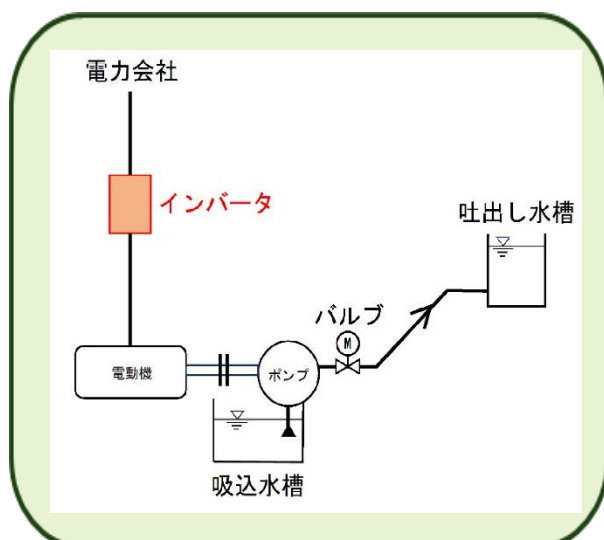
たくさん水の入ったコップと少ないコップ。
同じ高さまで吸込むには必要な力(揚程)に差がでる。

② 二次抵抗制御

バルブで絞ると押し出す圧力が余分にかかるため効率が悪い。

抵抗が加わると、電気は少しずつしか進めない。
無理に進むと発熱し、抵抗により電気の通り道が狭くなる。

③ インバータ制御



制御方式を水道の蛇口や電気の流れで例えると、わかりやすいよね。



【みどり先生のワンポイントアドバイス No.2】 ～金属抵抗器と液体抵抗器～

二次抵抗制御には、主に「金属抵抗器」と「液体抵抗器」の2つの方法があります。

金属抵抗器は、金属を抵抗素子として利用して、金属の抵抗変化によって回転速度の制御を行うものです。

液体抵抗器は、炭酸ソーダなどの液体を用いた抵抗器で、同じく、液体の抵抗変化によって回転速度の制御を行うものです。

車の運転で例えるならば、金属抵抗器は「クラッチ方式」、液体抵抗器は「CVT・オートマ方式」に似ています。金属抵抗器は、段階的な回転速度の制御が可能です。液体抵抗器は連続的な回転速度の制御が可能です。ただし、どちらも回転速度を制御する際に、構造上、熱を発生させます。その点、インバータ制御は比較的発熱が少なく、この熱の差が電力消費の節約につながると考えると理解しやすいでしょう。



図 2-5 金属抵抗器



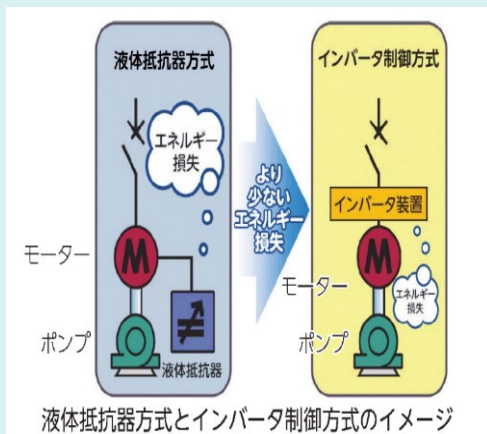
図 2-6 液体抵抗器



【みどり先生のワンポイントアドバイス No.3】 ～インバータ制御へのシフト～

従来、出力の大きいモータで回転速度制御を行う場合、比較的安価である二次抵抗制御が採用されることが一般的でした。

一方、インバータ制御技術の発展に伴い、価格が今までより安価になるとともに、二次抵抗制御はスリップリングとブラシからの削りカス（カーボン粒子）が発生するなどメンテナンス上の課題もあり、二次抵抗制御から、エネルギー損失の少ないインバータ制御への更新が加速しています。



出典：東京都水道局報告書



図 2-7 スリップリングとブラシ

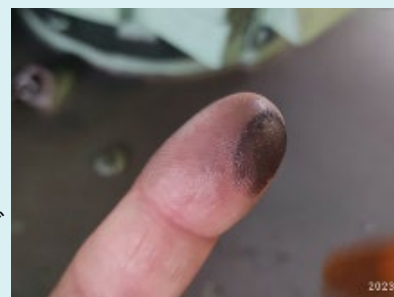


図 2-8 削りカス（カーボン粒子）

【教えて 水土里先生 No.1】

～二次抵抗制御からインバータ制御に変更する場合の留意点～



水土里先生、省エネルギー化を進めるために、二次抵抗制御からインバータ制御に変更する場合、注意しなければならないことってあるのかしら。

あおみん、いいところに気がついたね。
ポイントをいくつか紹介するよ。



まず始めに、電動機を「巻線形」から「かご形」に変えるんだ。
以前は大型のポンプの場合「巻線形」が多かったけど、最近のかご形でも大丈夫なんだ。



なるほど。なるほど。

次に、インバータ制御盤は、液体抵抗器や金属抵抗器と異なり、精密な電気設備で発熱するため、換気設備（空調設備を含む）の検討が重要なのじゃ。既設の農業用ポンプ場を更新計画する際は、インバータ制御盤を設置するスペースの確保と換気設備に注意すべきじゃ。



そうなのね。

その他、ウォーターハンマ（水撃圧）や高調波対策の検討等、専門的な課題もあるから、気軽に、我々専門家に相談してほしいのじゃ。



とっても参考になりました。ありがとうございます！！



2-6 変圧器の解説

● ポイント

- 農業用ポンプ場において、変圧器は、主にモールド変圧器と油入変圧器が採用されています。
- 高効率変圧器に関して、どちらもトップランナー制度の対象ですが、電圧や容量が制度の対象範囲であるか確認することが重要です。

1 変圧器の2タイプの特徴

① モールド変圧器

モールド変圧器は、巻線や鉄心を樹脂(モールド)で密封した変圧器です。耐湿性や防塵性に優れており、火災リスクが低いため、屋内設置に適しています。油入変圧器よりメンテナンスが容易です。



② 油入変圧器

油入(ゆにゆう)変圧器は、絶縁油で巻線や鉄心を満たした変圧器です。冷却性能が高く、大容量や高電圧に対応できますが、油漏れや火災リスクがあるため、屋外設置が多く、定期的に絶縁油のメンテナンスが重要です。



2 高効率変圧器の導入の検討

高効率変圧器は、エネルギー損失を低減し、効率的な電力供給を実現するよう設計された変圧器です。省エネルギー性能が高く、損失を抑えるための最適化技術が導入されています。従来型から高効率変圧器へ更新することで、使用電力量やCO₂排出量の削減が期待できます。

トップランナー制度の基準を満たす製品への切り替えが推奨されており、農業水利施設においても、長期的な運用コスト削減の観点から導入の検討が重要です。



油入変圧器では、環境にやさしい菜種油などを使用したタイプもあるのよ。



2-7 力率改善の解説

● ポイント

- 力率は、「電力の効率を表す値」、「電源から流れた電力がどれだけ使われているか」を表しています。
- 力率が85%以下など低い値の場合は、多くの電力会社で電力料金の基本料金の割増制度があることから、力率の改善の検討が重要です。

力率の改善

力率は、電力の利用効率を示す重要な指標で、1に近い値ほど電力が効率的に使用されています。力率が低下すると、送電損失の増加や機器の過負荷を引き起こすため、力率の改善策としては、無効電力を補正する進相コンデンサの設置や負荷の適切な調整、効率的な機器の導入が挙げられます。これにより、エネルギーコスト削減や設備の寿命延長が期待できます。トロツコを傾斜のあるレールの上から人が引き上げる力をイメージした図を以下に示します。

イメージ図			
	$F_1 = F_2 \times \cos \theta_1$	$F_1 = F_3 \times \cos \theta_2$	
力 率 ($\cos \theta$)	高	中	低
トロツコを引 き上げるの に必要な力	小	中	大

図 2-9 力率の改善に関するイメージ図

力率を改善し、電力会社の基本料金割引制度を利用することによって、電気料金を節約することが重要なんだね。





2-8 トップランナー制度の解説

● ポイント

- トップランナー制度は、省エネ法に基づいて、目標年度までに目標とする基準値以上とすることを義務付けるものです。
- 農業用ポンプの関係では、三相誘導電動機の「かご形」と変圧器が対象となっています。更新機器がトップランナー制度の対象となっているか確認することが重要です。

1 トップランナー制度の適用範囲

① 三相誘導電動機

三相誘導電動機の適用範囲は、定格出力0.75kW以上375kW以下、極数が2・4・6極の低圧電動機の「かご形」が対象です。ただし、特殊仕様(防爆型や特殊環境用など)の電動機は除外されます。この制度により、高効率誘導電動機(IE3以上)の普及が進められています。



出典：(一社)日本電機工業会より

② 変圧器

変圧器の適用範囲は、定格容量が10kVA以上のモールド変圧器や油入変圧器が対象となります。これには、配電用や設備内で使用される一般的な変圧器が含まれますが、特殊用途向けの変圧器は除外されます。制度の導入により、エネルギー損失の低減を目指した高効率変圧器の導入が促進されています。



出典：(一社)日本電機工業会より

2 トップランナー制度について

トップランナー制度は、省エネ法(エネルギーの使用の合理化及び非化石エネルギーへの転換等に関する法律)に基づいて、目標年度までに、目標となる省エネ基準値以上となることを事業者に義務付けるものです。

この基準は、現在商品化されている製品のうち、エネルギー消費効率が最も優れているもの(トップランナー)の性能に加え、技術開発の将来の見通し等を勘案して定められています。

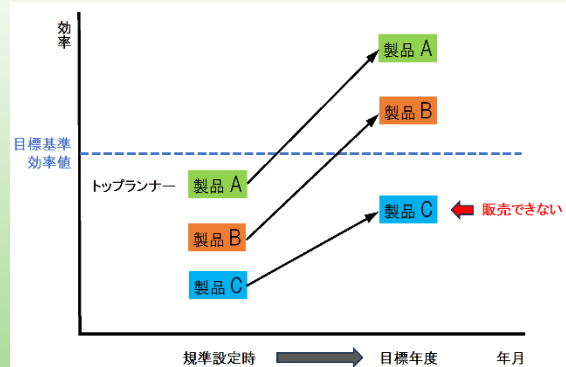


図 2-10 トップランナー制度の考え方



詳しくは、資源エネルギー庁のホームページ
<https://www.enecho.meti.go.jp/> を見てね。

【教えて みどり先生 No.2】 ～ポンプ性能曲線の見方～（基礎編）



水土里先生、ポンプの性能曲線ってよく聞くけど、どんなものなんですか。その見方も教えてください。

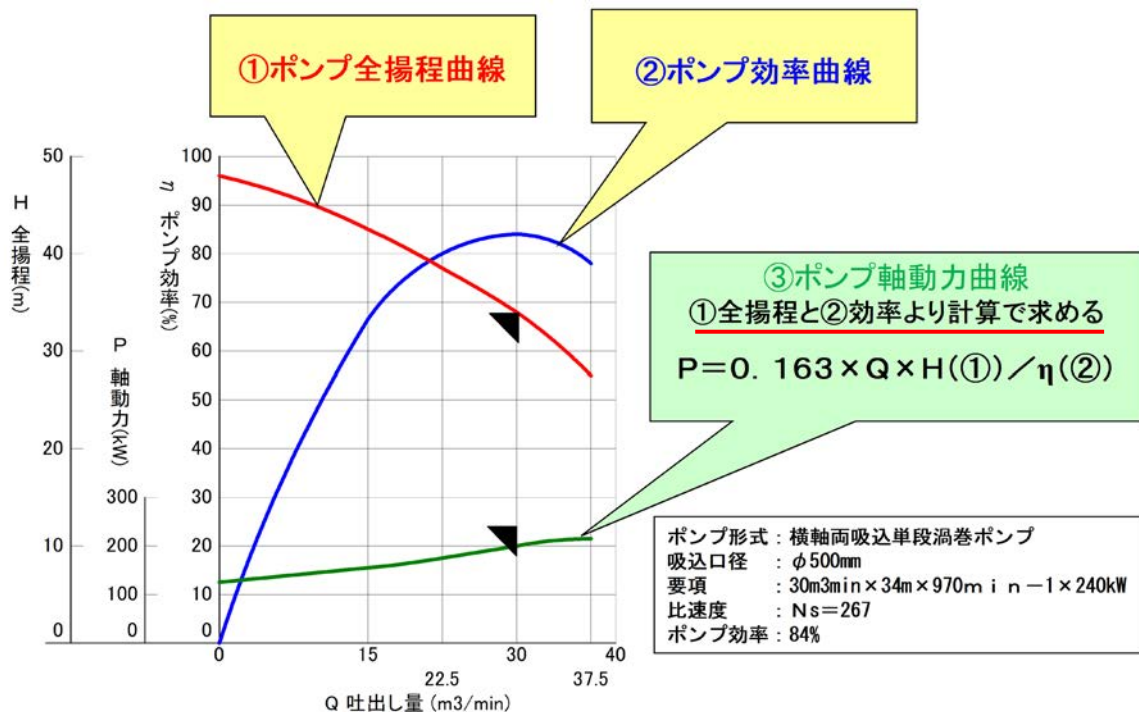
みどりん、ポンプの性能曲線は、ポンプの運転条件と性能の関係をグラフ化したものなのじゃ。1枚の用紙に3つの異なる曲線が書かれているのが特徴だよ。



①ポンプ全揚程曲線：ポンプ形式により曲線の形は少し変わるけど、ポンプはそのときの運転状態による吐出し量に応じて、この「全揚程曲線」の範囲内で動くのが特徴だよ。

②ポンプ効率曲線：吐出し水量の増加とともにポンプ効率は上昇するけど、最高効率点以降は、ポンプ効率は下がってしまうんだ。

③ポンプ軸動力曲線：実際にポンプが運転している点で消費されているエネルギー量を示しているよ。



1枚の用紙に、3つの曲線が同時に表れているなんてポンプは奥が深いですね。

【教えて みどり先生 No.3】 ～ポンプ性能曲線の見方～（応用編）



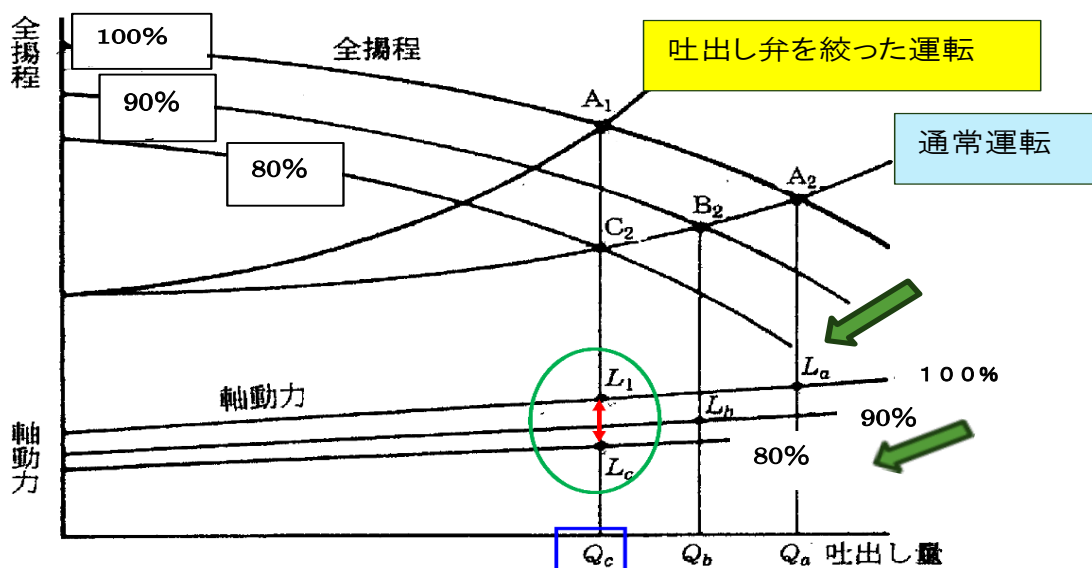
みどりん、ポンプに興味を持ってくれてありがとう。それでは少し難しい話だけど、ポンプの吐出し量を変える手法として、①回転速度制御と②バルブ制御の説明をするよ。

下の図をよく見てね。ポンプの回転速度を 100%⇒90%⇒80%と下げるとポンプ特性が変わるんだ。

この時ポンプの消費エネルギーは、ポンプの回転速度の変化の 3 乗に比例してポンプの軸動力が減るんだ。

例えば、80%まで回転速度を下げると $0.8 \times 0.8 \times 0.8 \div 0.50$ (約50%)の省エネ運転ができるのだよ。

先生、本当ですか？回転速度を 100%⇒80%に下げただけで、約50%(半分)のエネルギー消費ですむなんて、すごい技術ですね。



でもね、まだ省エネルギー運転ができずに吐出し弁を絞って、バルブ制御を行っている農業用ポンプ場がいくつかあるんだ。そうすると上の図のように吐出し量を Q_c にする場合、ポンプの軸動力が L_1 まで必要となるんだ。もし回転速度制御を行えば、この点の軸動力は L_c となるため、バルブ制御に比べて「 $L_1 - L_c$ 」だけ省エネルギー運転ができるというわけだよ。



先生、この話にとっても感動しました！バルブ制御を行う農業用ポンプ場は、回転速度制御への変更を検討すべきですね。

農業用ポンプ場における「低炭素化」は、重要課題です。
インバータ制御に重点を置いて解説します。



第3章

農業用ポンプ場における「低炭素化」

この章では、農業用ポンプ場における主な省エネルギー化対策を解説します。インバータ制御などによる省エネルギー化対策について一緒に考えていきましょう。

3-1	農業用ポンプ場における省エネルギー化対策	3-1
3-2	インバータ制御による省エネルギー化対策	3-2
3-3	省エネルギー化対策(その他のハード対策)	3-5
3-4	省エネルギー化対策(ソフト対策)	3-7

3-1 農業用ポンプ場における省エネルギー化対策

1 農業用ポンプ場における主な省エネルギー化対策

農業用ポンプ場での省エネルギー化対策は、主に 4 つの対策に分けられます。

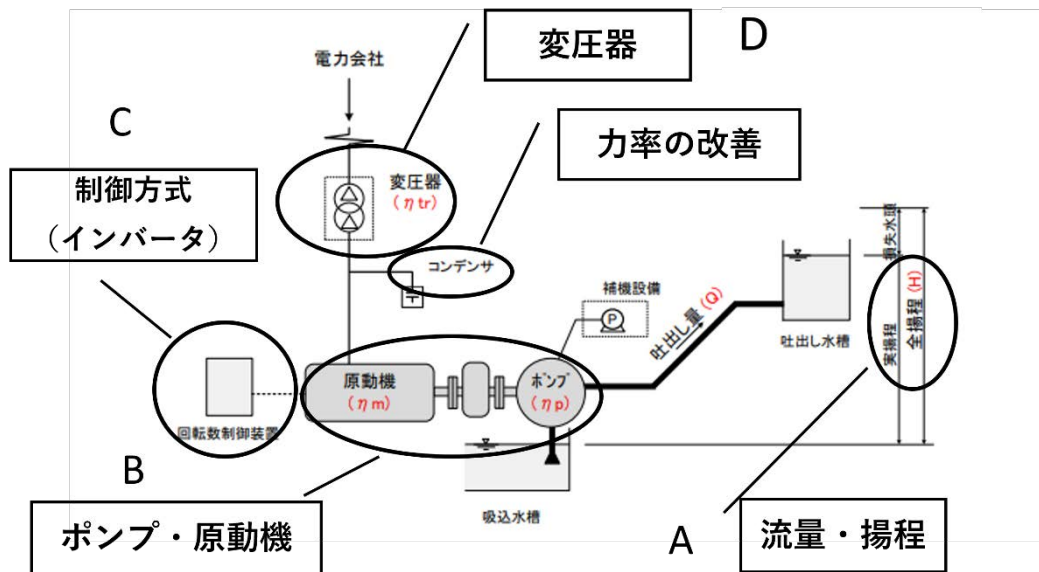


図 3-1 農業用ポンプ場での省エネルギー化対策

項目	解説
A:流量・揚程	更新時に受益面積の減少等に対応して流量や揚程を見直して、流量・揚程を低減させるものです。
B:ポンプ・原動機	更新時に高効率のポンプ・原動機を導入するものです。原動機には、電動機（モータ）、ディーゼルエンジン等がありますが、農業用の場合、モータが大半を占めています。
C:制御方式	制御方式を見直して、省エネルギー効果の高い制御方式への変更を検討するものです。台数制御、回転速度制御（二次抵抗制御、インバータ制御）、弁開度制御などがあります。
D:力率の改善・変圧器	力率の改善及び高効率変圧器の導入を行うものです。力率が低い場合、基本料金が割増しとなるため改善することが重要です。



第3章では、C:制御方式のうち、インバータ制御に重点を置いて解説します。

3-2 インバータ制御による省エネルギー化対策



● ポイント

- インバータ制御は、電気の直流・交流の変換を通じてモータの回転速度制御を行うもので、回転速度の3乗に比例して消費電力が節減されるため、大きな節電効果が期待されます。
- 弁開度制御など多くのエネルギー損失が発生している農業用ポンプ場では、電力節減効果が見込めますが、排水機場など流量制御を行っていないポンプ設備では電力節減効果は期待できません。

1 インバータ制御の特徴

①インバータ制御の原理

インバータは、電力を交流から直流に整流し、その直流を再び周波数や電圧を調整した交流に変換する技術です。この過程で回路の半導体を高速でオンオフ動作させるため、電力の品質を低下させる「高調波」が発生します。

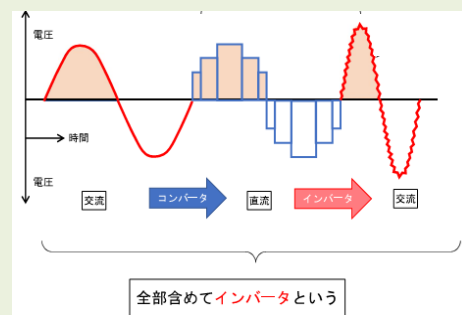


図 3-2 インバータ制御の原理

②回転速度の3乗の法則

インバータを使ってポンプの吐出し量を減少させた場合、消費電力は回転速度の3乗に比例して削減できるという法則があります。例えば、回転速度を100%から90%に減少させた場合、 $0.9 \times 0.9 \times 0.9 = 0.73$ と消費電力を3割近く削減できる計算になります。

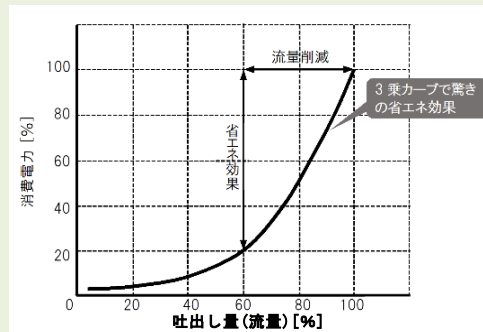


図 3-3 インバータによる省エネ効果

③二次抵抗制御との効率比較

インバータ制御と二次抵抗制御の効率を比較してみると、回転速度が100%近傍のときは二次抵抗制御の効率が若干良いですが、90%、80%、70%と回転速度を減少させると、インバータ制御のほうが効率は良くなります。

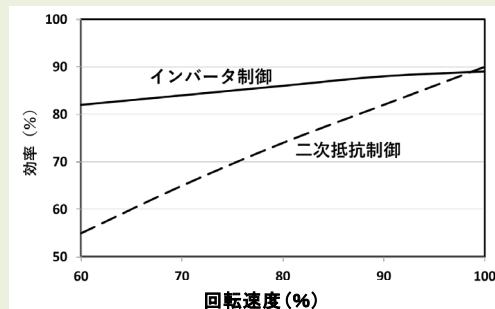


図 3-4 インバータ、二次抵抗制御の効率比較

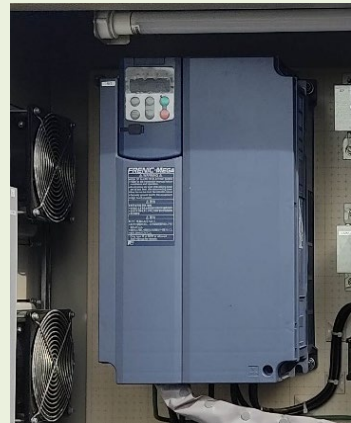


インバータ制御を導入したからといって、必ず節電効果がある訳ではないことも、覚えておいてね。

2 インバータ制御の導入について

①インバータ制御の導入の検討

従来、モータが高出力で回転速度制御を行う場合、インバータ制御機器が高価だったため、比較的安価である二次抵抗制御が採用されていました。しかしながら、インバータ制御の技術革新が進められ、高出力の出力範囲（最大10,000kW）でもインバータ制御の採用が可能となっています。メンテナンス性に優れた低圧（汎用）インバータにもメーカーが力を入れています。このような技術環境の変化より、弁開度制御や二次抵抗制御で流量制御を行い、多くのエネルギー損失が発生している場合は、インバータ制御の導入を検討することが重要になります。



②インバータ制御導入に当たっての留意点

農業水利施設でインバータ制御を導入する上で考慮すべき課題は、以下の3点に集約されます。

- 1) 初期費用が比較的高い
- 2) 参考耐用年数(15年)などメンテナンス上の課題
- 3) 高調波対策などの専門的技術課題

今後、これらの課題を踏まえて、農業水利施設において、インバータ制御の導入を図りつつ、その適用条件を整理していくことが重要です。

【高調波とは】

高調波は、基本波の整数分の周波数成分で、テレビ画面のチラツキなど電力の品質低下の原因となります。

高調波対策の例として、リアクトルやフィルターの設置などがあります。

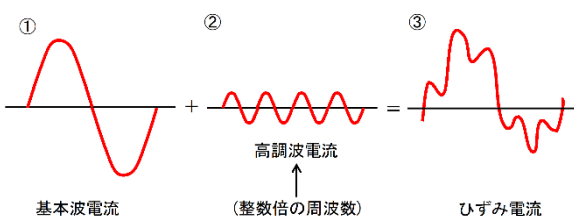
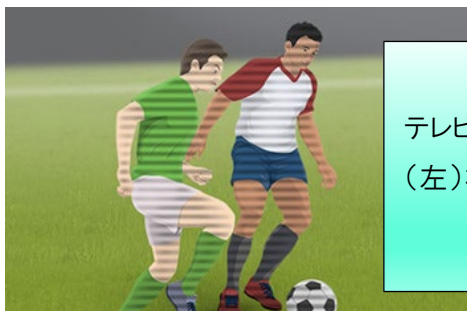


図 3-5 基本波と高調波



【高調波の影響】

テレビ画面のチラツキ等の例
(左)横筋の写り込み
色合いの変化(右)



インバータには、低圧（汎用）インバータと、高圧インバータの2種類があって、多くのメーカーが、価格が安くてメンテナンス性に優れた低圧（汎用）インバータの開発普及に力を入れているのよ。



参考事例 3-1 北 13 号揚水機場(高圧インバータ)

1 施設概要

施設名：北13号揚水機場
 目的：国営空知中央土地改良事業により造成。
 688haの農地のかんがいのため、一級河川石狩川から揚水。
 型式：横軸両吸込単段渦巻ポンプ
 $\phi 1,000\text{mm}$ (1台), $\phi 700\text{mm}$ (1台)
 揚水量：2.78m³/s
 施設管理者：新篠津村



〔機場全景〕



〔ポンプ全景〕

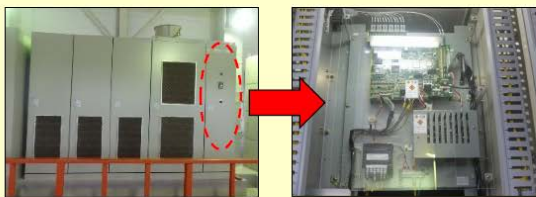
2 課題

- ◆ 必要な送水量は、ポンプからの吐出し弁の開度調整により制御。
- ◆ この方式では、送水量にかかわらずモーターの回転速度が一定で、使用電力の削減が困難。

3 対応

- ◆ 流量制御方式をモーターの回転速度制御（インバータ制御）に見直し。
- ◆ 必要な送水量に合わせたポンプの運転が可能となり、使用電力が削減。

4 対応状況



〔回転速度制御（インバータ制御）設備の設置〕

5 電気料金の削減率

更新前後の電力量節減率

32～34%**(うちインバータ16%)**

※H17-21平均とH22-26又はH30-R4平均と比較。

<参考>R4単価で770万円の節約(2150万円→1380万円)。

H21ポンプ設備工事費一式5.4億円

(うちインバ-タ施設単価0.7億円×2=1.4億円)

参考事例 3-2 神林第 2-5 揚水機場(低圧インバータ)

1 施設概要

施設名：神林第2-5号揚水機場
 目的：県営神林第2地区は場整備事業により造成。
 48haの農地のかんがいのため、揚水機場からパイプラインにより圧送。
 型式：水中斜流ポンプ $\phi 200\text{mm}$ (3台)
 揚水量：0.218m³/s
 施設管理者：荒川沿岸土地改良区



〔機場全景〕



〔ポンプ全景〕

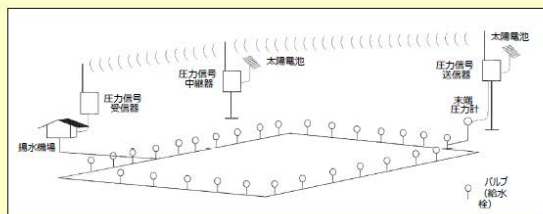
2 課題

- ◆ 揚水機場のモーターの回転速度（吐出圧）は、送水量にかかわらず最大の流量が送水可能な場合で固定されているため、使用電力量の削減が困難。

3 対策

- ◆ 末端の給水栓に圧力計を設置。圧力信号を揚水機場に伝送し、モーターの回転速度制御（インバータ制御）により、給水栓地点の圧力を一定に保持。
- ◆ 必要な吐出圧を最小限に抑えることにより、使用電力量を削減。

4 対応状況



〔末端水頭圧制御システムのイメージ〕

5 電力削減率

令和4年度の基本料金節約額

45%

(なかりせば) 74,820Kwh

→ (実消費) 41,475Kwh

<参考>R4単価で50万円の節約 (165万円→115万円)

H30インバ-タ設置費一式

5,000万円 (9 機場 (1 機場当たり560万円))

北13号揚水機場は高圧インバータ、神林第2-5揚水機場は、低圧(汎用)インバータという違いはあるけど、大きな効果が発揮されているね。

3-3 省エネルギー化対策(その他のハード対策)



● ポイント

- 農業用ポンプ場における省エネルギー化対策としては、インバータ制御以外にも、高効率電動機、高効率ポンプ、高効率変圧器の導入、力率の改善等も重要です。
- ポンプの更新の際、流量や揚程を見直す検討も、低炭素化を進める上で重要な観点です。

1 インバータ制御以外のハード対策

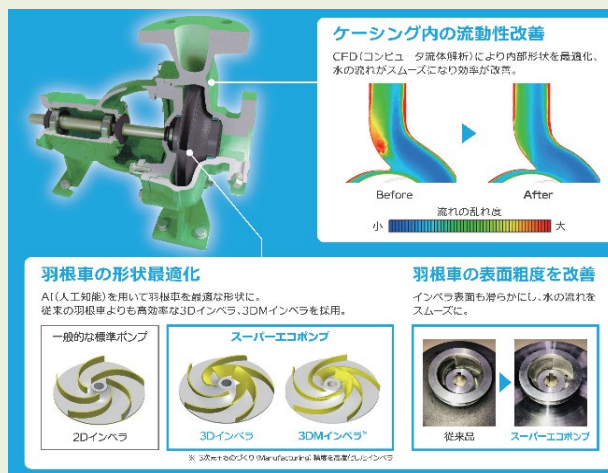
①高効率電動機の導入

高効率電動機の導入では、トップランナー制度に適合した仕様を選定することが重要です。電動機の効率向上により、電気料金の低減が期待できますが、初期費用に電気代等を加えたライフサイクルコストを考慮して検討し、高効率電動機を導入した場合には、始動電流が大きくなることや回転速度が大きくなることなどに留意することが重要です。



②高効率ポンプへの導入

高効率ポンプは、効率を向上させるため、運転条件に合った最適なモデルを選択する際には、ポンプ内部の流れを改善したり、羽根車の形状を最適化したり、羽根車の表面粗度を改善したり様々な工夫があります。



③高効率変圧器の導入

高効率変圧器の選定では、トップランナー制度で示される損失基準に適合した製品を使用することが推奨されます。導入に当たっては、負荷率を考慮した適切な容量選定が重要です。また、既存の電力供給設備の状態や性能を評価し、全体の効率を高める計画を立てることが重要です。



高効率電動機と高効率変圧器は、トップランナー制度の対象かどうかの確認することが大切なのね。



④ 力率の改善

力率改善では、進相コンデンサの設置によって無効電力を削減し、効率的な電力供給を実現します。電力会社の標準力率は85%ですが、力率を1%アップさせるごとに基本料金が1%割引になる制度を効果的に活用すれば、電気料金の低減を図ることができます。



参考事例 3-3 水茎干拓地区(力率の改善)

1 施設概要

施設名：第1排水機場
 目的：国営琵琶湖干拓建設事業などにより造成。
 296haの干拓地区内の排水を琵琶湖へ排除。
 型式：横軸両吸込単段渦巻ポンプ
 $\phi 800\text{mm}$ （2台）、 $\phi 500\text{mm}$ （1台）ほか
 揚水量：第1排水機場 3.0m³/s、第2排水機場 4.55m³/s
 施設管理者：水茎干拓土地改良区



〔機場全景〕



〔第1排水機場ポンプ全景〕



〔第2排水機場ポンプ全景〕

2 課題

- ◆ 電気料金には、実際に仕事を行うエネルギーを増やす力率改善により基本料金の割引が適用される制度があるものの、本機場の力率は改善されていない。
- ◆ 関西電力(株)では、力率が85%を上回る場合、その上回る1%につき基本料金を1%割引。

3 対応

- ◆ 力率改善に効果のある進相コンデンサを設置。
- ◆ 電気料金を節減。力率が大幅に改善し、基本料金が割引。

4 対応状況



〔進相コンデンサの設置〕

5 力率の改善効果



〔力率の改善効果〕

6 電気料金の削減効果

令和4年度の基本料金節約額

64万円

H26年力率平均70%
 →R4力率平均97%

<参考>

R4単価で基本料金64万円節約（237万円→173万円）
H27進相コンデンサ設置費一式178万円

2 流量・揚程の見直し

ポンプ設備等の更新時に、受益面積の減少等に対応して、流量や揚程を見直すことで、使用電力量を低減させることができます。また、同時に配管損失の見直しによる揚程の低減について検討することも重要です。

配管損失とは、流体が配管内を流れる際に発生するエネルギー損失のことです。主に管壁との摩擦抵抗や、配管内の曲がり、接続部での流体の乱流による圧力損失が原因です。配管損失を低減することで、実揚程以外の不要な揚程を削減できます。



農業用ポンプ場の省エネルギー化に向けて、ハード対策やソフト対策を一つ一つ積み重ねていくことが大切なんだね。



3-4 省エネルギー化対策(ソフト対策)

● ポイント

- ハード対策と合わせて、省エネルギー化に関するソフト対策も重要です。これは、①通常の維持管理の範囲で対応可能な一般的なソフト対策と、②契約電力の見直しなどの農業用ポンプ場におけるソフト対策に大別されます。
- また、AIを活用した水利用最適化の検討など、今後検討を進めることが重要な対策として、③その他のソフト対策があります。

1 一般的なソフト対策

①節水・節電の強化

節水・節電の強化は、組合員への呼びかけ等を通じて、ポンプの運転時間を短縮することで電気料金の削減に即効性があります。一方、バルブやブレーカの操作頻度が増し、管理負担が高まる点や、農作物の生育に必要な水量を確保できない懸念もあるため、適切な水管理計画を検討することが重要です。

営農への影響を最小限に抑えるため、組合員との連携を強化し、施設運用の効率化を図ることが重要です。



図 3-6 節水・節電の強化

②エネルギー管理の強化

エネルギー管理の強化は、農業水利施設における省エネ化を推進するための重要な取組です。①専門技術者による診断や施設運用マニュアルの整備、②省エネ・再エネ関連の資格取得や研修を通じた人材育成、③組合員への省エネ啓発活動、④夜間電力の活用や再生可能エネルギーの導入、⑤地区全体での消費電力削減など、多角的な視点から取り組むことで、効率的で持続可能なエネルギー利用を目指します。

なお、省エネ関連の資格取得の奨励に際し、受験費用の補助や資格手当を創設するなど、資格取得のインセンティブやモチベーション維持に配慮することも重要です。



写真 1 ポンプ工場実習



写真2 ストマネ技術研修



行政や土地改良区の職員が、省エネ・再エネに関する知識をもつことは、とても重要なんだね。

③無効放流の削減

ICT 機器(自動給水栓など)の活用等により、農業水利施設の運転管理を最適化し、無効放流を抑制して送水時のエネルギー消費を抑えることも重要です。具体的には、送水時の損失や管理上必要な水量を節減するため、気象状況や用水需要に応じて柔軟な運転管理などを行います。これには、番水やため池の先使い、ICT 機器の導入が効果的です。こうした取組により施設全体の省エネ効果を高めることが期待されます。



写真3
自動給水栓の設置状況

2 農業用ポンプ場におけるソフト対策

①契約電力の見直しの検討

契約電力の見直しは、農業水利施設の電気料金削減に有効な対策です。具体的には、①過年度の月最大需要電力を基に契約電力を適正化する、②同時運転台数を減らす、③送水期間を適正化する方法が挙げられます。これにより基本料金の削減が期待できます。月最大需要電力が、契約電力を上回った場合、超過金が発生し契約電力の見直しを求められるリスクがあるため、正確なデータに基づき慎重に見直しすることが重要です。

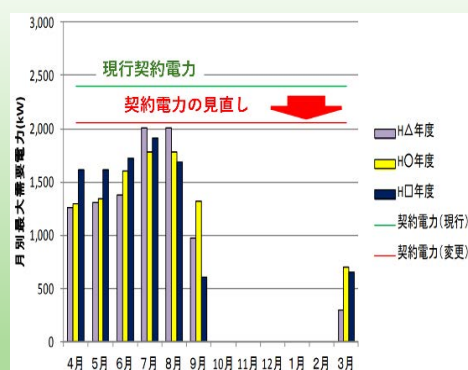


図 3-7 需要電力と契約電力(イメージ)

②吐出し・吸込み水位の見直し

運転実態に合わせてポンプの吐出し水位を下げるるとともに、吸込み水位を高く維持することで、ポンプの実揚程を低減し、使用電力量を削減できます。ただし、吐出し・吸込み水位の変更は、営農活動や洪水対策に影響を与える可能性があるため、気候変動の予測や将来的な水需要の変化を考慮し、十分に検証しつつ、関係者間での合意形成を図りながら慎重に進めることが重要です。

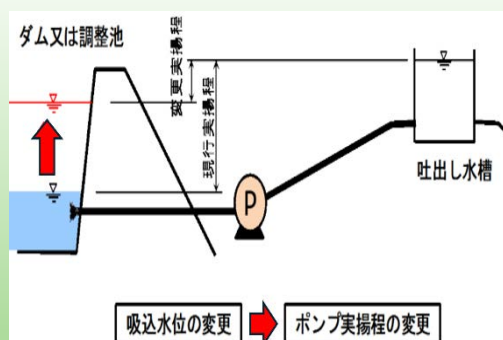


図 3-8 吸込水位変更イメージ図

③休止可能機器への通電停止

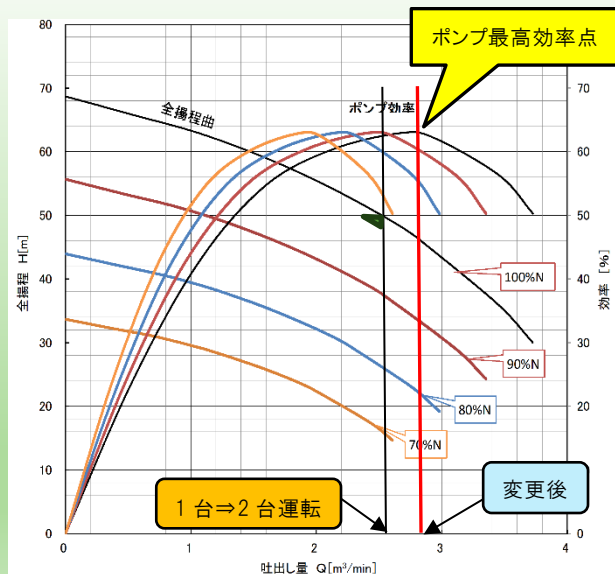
農業用ポンプ場における休止可能機器への通電停止は、使用していないスペースヒーターや補助機器への電力供給を停止することで、無駄な消費電力を削減し運用コストを低減するものです。ただし、維持管理に影響を及ぼすリスクがあるため、通電停止の可否を十分に検討し、必要に応じて専門家の助言を仰ぐことが重要です。



④ 送水効率の最適化の検討

農業用ポンプ場の流量制御において、回転速度制御を行っている場合、送水流量に応じてポンプの運転台数を切り替えるのが一般的です。その際、ポンプの設計点（仕様点）で切り換えずに、ポンプ1台運転時の最高効率点での水量まで1台で運転し、その後ポンプ2台運転に切り換える工夫により、省エネ運転が期待できます。

これにより、エネルギーロスを最小限に抑える運用が可能となります。



3 その他のソフト対策

【変動料金制の検討】

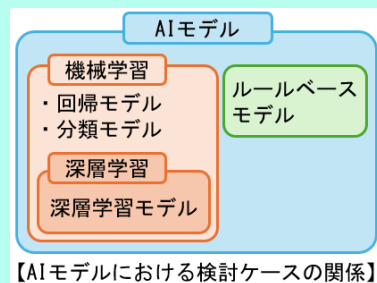
変動料金制（従量課金制）は、ポンプの電力使用量に応じて料金変動する仕組みで、組合員に節電意識を浸透させる効果があります。宮古土地改良区などで導入が進み、ポンプ稼働時間の工夫や使用量の抑制が促されています。ただし、導入には組合員の理解促進が重要で、適正な料金設定や公平性の確保が求められます。また、管理運営が複雑化しないよう、効率的なシステムとすることが重要です。



図 3-9 変動料金制の事例

【AIによる水管理の最適化の検討】

施設管理の省力化及びポンプ運転等に係る電気料金の削減等を目的として、AI を活用した水管理の最適化の検討が行われています。降雨、河川水位、ポンプの稼働実績などのデータから、最適な水管理が可能となるモデルを構築することが考えられます。的確な AI のモデル構築のためには、質の高いデータの蓄積が重要となるため、今後、データの集積・蓄積システムの整備も合わせて行うことが重要です。



【AIモデルにおける検討ケースの関係】

農業水利施設の低炭素化を進めるために、ハード対策と合わせて、ソフト対策を進めることが重要なね。



この章では、農業用ポンプ場以外の総合的な「低炭素化」について解説します。



第4章

総合的な「低炭素化」の推進

この章では、事例をひもときながら、自然流下による送水を増やすなど、施設の集約・再編・統廃合を始めとする総合的な「低炭素化」について解説します。

- 4-1 用水再編による低炭素化 -----4-1
- 4-2 配水槽式自然圧 PLS による低炭素化 -----4-3
- 4-3 ICT の活用による低炭素化 -----4-5
- 4-4 水力駆動式ポンプによる低炭素化 -----4-6
- 4-5 水・エネルギー管理システムによる低炭素化 -----4-8



4-1 用水再編による低炭素化

● ポイント

- 用水再編による低炭素化は、既存の水圧を活用して用水系統を再構築することで、低炭素化を実現する手法です。
- 地域の水利権や用水慣行などを調査した上で実施することが重要です。

用水再編による低炭素化

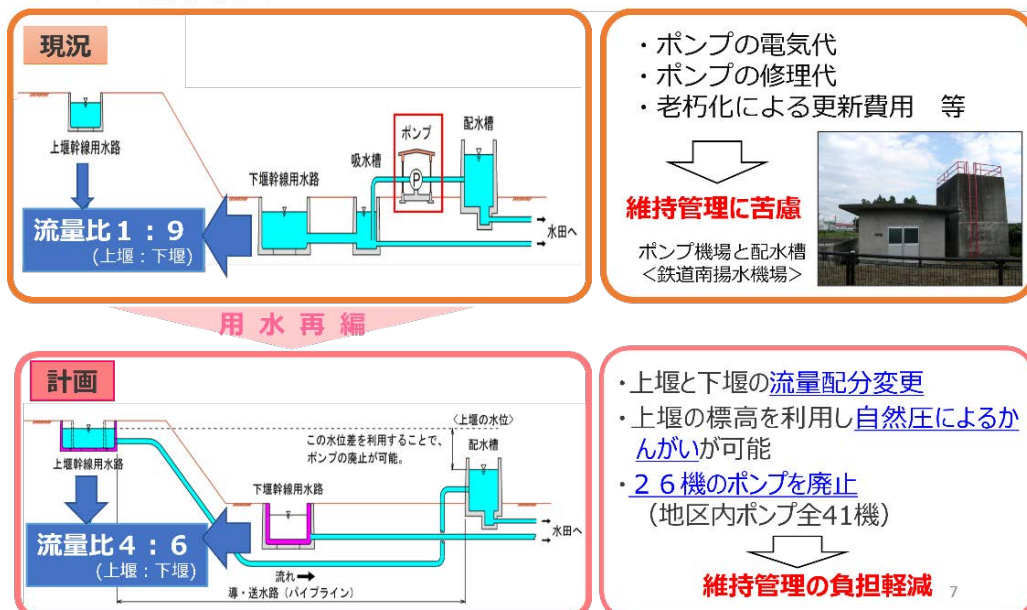
農業用水の用水再編による低炭素化は、既存の水圧を活用して用水系統を再構築することで、低炭素化を実現する手法です。農業用ポンプ場の廃止や運用削減により電力消費が抑えられるほか、開水路からの揚水を廃止し、パイプラインを利用して直接ほ場に配水することで、エネルギー効率が向上します。

留意点としては、水利権や用水慣行を十分に調査し、再編後の配水システムが地域の実情に適合するよう設計することが重要です。

参考事例 4-1 和賀中央地区(用水再編)

岩手県の国営和賀中央地区では、上堰幹線用水路と下堰幹線用水路の用水量割合を1:9から4:6に見直す用水再編を行い、既設の41か所のうち26か所の農業用ポンプ場を廃止することとしています。上堰幹線用水路からパイプラインを敷設し、配水槽に直接接続することで、高低差(8m)を利用した自然圧かんがいを実現し、ポンプ設備の電力使用量や修繕費などの維持管理費を約半分に軽減することが可能となります。また、石羽根取水口への合口により新たに生み出された有効落差(14m)を利用した小水力発電施設も建設し、地区全体で低炭素化を推進しています。

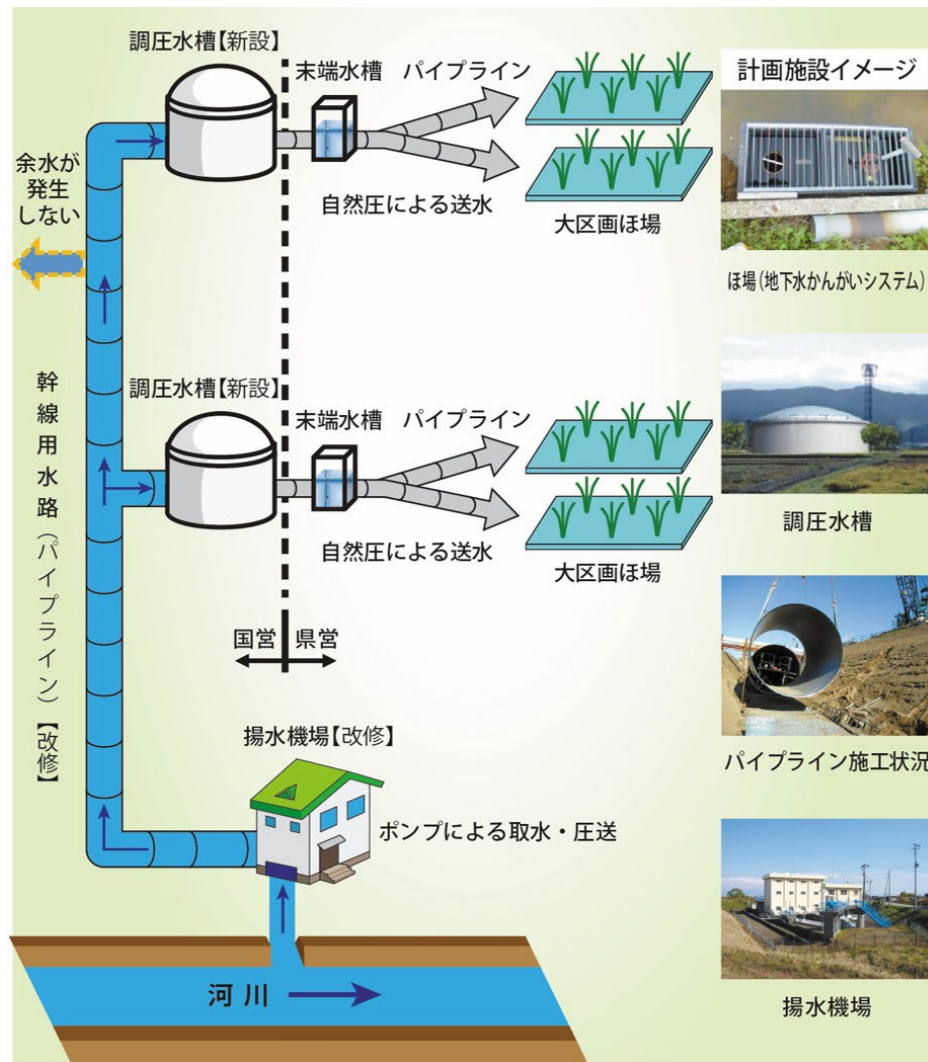
■ 用水再編計画模式図



参考事例 4-2 国営新津郷用水地区(用水再編)

新潟県の国営新津郷用水地区では、幹線用水路をパイプライン化するとともに、用水機場を8か所から2か所に集約・再編し、調圧水槽を介することで、安定した用水供給が可能になるとともに、施設管理に要する労力の削減が見込まれています。また、余水の発生が抑制され、排水経費の削減にもつながります。

さらに、県営ほ場整備事業の推進と合わせて、電気料金だけでなく補修費を含めた維持管理費の大幅な軽減が期待されています。



用水再編で農業用ポンプ場を廃止することで、電気料金だけでなく、ポンプのメンテナンス費用全般が少なくなるのは、施設管理の面で大きなメリットだね。

4-2 配水槽式自然圧 PLS による低炭素化



● ポイント

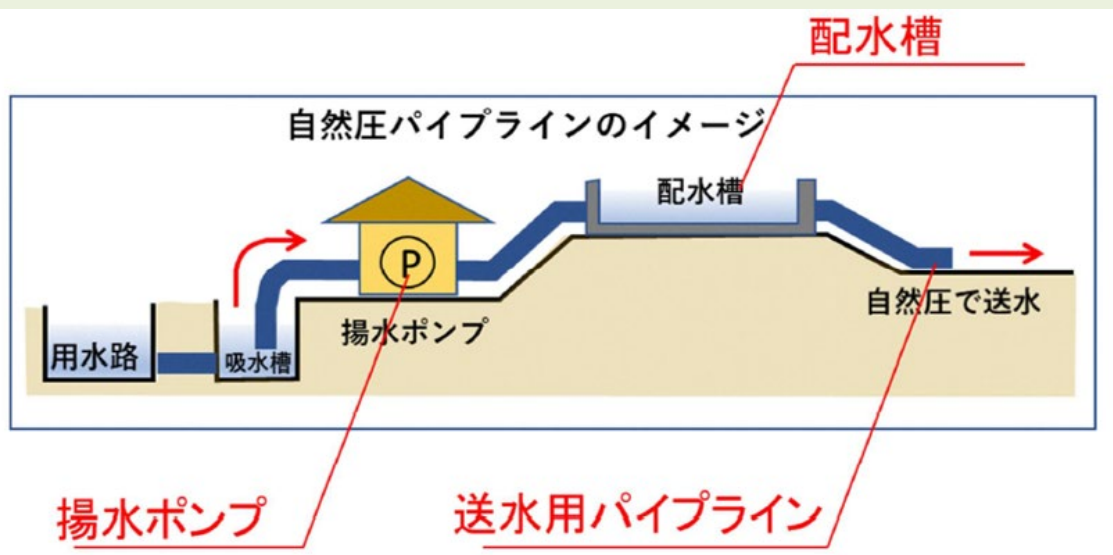
- 配水槽式自然圧 PLS(パイプラインシステム)は、田面から1～2m程度底上げた小規模な配水槽から自然圧パイプラインによって送水するシステムです。
- 加圧機場に比べて、使用電力量が2割程度と大幅な省エネルギー化が可能なため、低炭素化のモデルとして位置付けられます。

配水槽式自然圧 PLS について

配水槽式自然圧 PLS は、土地勾配の緩い低平地を対象として、小規模な配水槽を田面から1～2m程度底上げて造成し、配水槽に低圧受電ポンプで揚水したうえで、自然圧パイプラインによって送水するシステムです。

加圧機場の場合には、かんがい期に、常時ポンプの稼働が必要ですが、このシステムでは配水槽の水位が低下したときのみ稼働するため、使用電力量が加圧機場に比べて2割程度と、大幅に削減できます。また、加圧機場で使用される高圧受電ポンプに比べて、低圧受電ポンプは維持管理が容易です。

このシステムの導入のためには、配水槽の設置や大口径パイプラインの敷設が必要です。また、自然圧での配水となるため、土日一斉にバルブを開けるような運用には適しておらず、担い手への集約が進んでいる地区に適しています。



配水槽式自然圧 PLS だと、需要があるときだけポンプが稼働するので、ポンプの運転時間が短くて済むのね。



参考事例 4-3 西蒲原地区(配水槽式自然圧PLS)

新潟県の西蒲原地区は、中ノ口川と弥彦・角田山系に囲まれた低平な輪中地帯で、ほ場配水のパイプラインシステムを構築するためには、ポンプアップに頼らざるを得ない地域です。西蒲原地区には、多くの加圧ポンプがあり、年々高騰する電気料金への対応や電気関係の維持管理に多大な労力を費やしていました。

このため、西蒲原土地改良区では、平成19年度から、配水槽式自然圧PLSにと組み、2024年度現在、15機場(平均受益面積49ha)が設置されています。

このシステムのメリットは、①使用電力量が安価(加圧機場の約2割)、②ポンプ運転時間の短縮、③低圧受電のため故障が少なく基本料金も安いといったことがあげられ、デメリットとしては、①配水槽や大口径パイプラインの設置などの初期コスト、②「ハンチング現象」(水需要に対する供給不足によりポンプが短期間にオン・オフを繰り返す現象)が発生するリスクなどがあります。

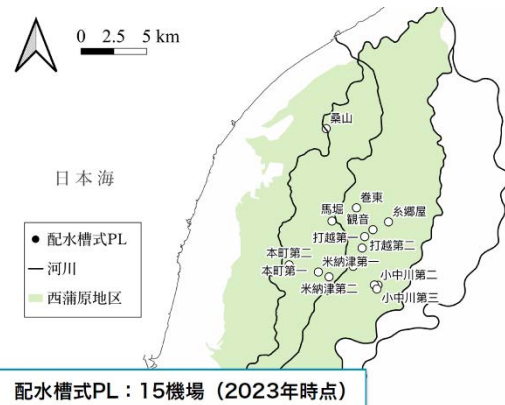
配水槽式自然圧PLSは、西蒲原地区だけでなく新潟県各所で採用されつつあり、今後の全国展開が期待されます。

西蒲原地区 形式別 10a 当り使用電力量比較

	R1	R2	R3	R4	R5
① 加圧機場(43 機場)電力量(kWh)	115	106	110	108	128
② 配水槽式(15 機場)電力量(kWh)	21	21	21	20	26
割合(②/①)	18%	20%	19%	19%	20%



配水槽式自然圧 PLS(藤島機場)



配水槽式自然圧 PLS は、新潟県内でも、どんどん採用されているとのこと。低炭素化を推進するためにも、全国展開が期待されます。



4-3 ICT の活用による低炭素化

● ポイント

- ICT の活用によって、低炭素化に取り組む手法です。
- 自動給水栓とインバータ制御を組み合わせることで無効放流を抑制することができ、省エネルギー化だけでなく、省力化の面でも大きな効果が期待されます。

ICT の活用による低炭素化

ICT (Information Communication Technology) の活用によって、農業水利施設の低炭素化に取り組む手法です。自動給水栓のバルブの開閉と連動して、インバータでポンプの流量制御を行うことで、無効放流を抑制し、使用電力量を削減するものです。自動給水栓は、バルブの開閉をタブレットなどにより遠隔で操作できるため、省エネルギー化だけでなく省力化にも大きな効果があります。ポンプ運転と自動給水栓の開閉の連携など水利システム全体を考慮した設計を行うことが重要です。

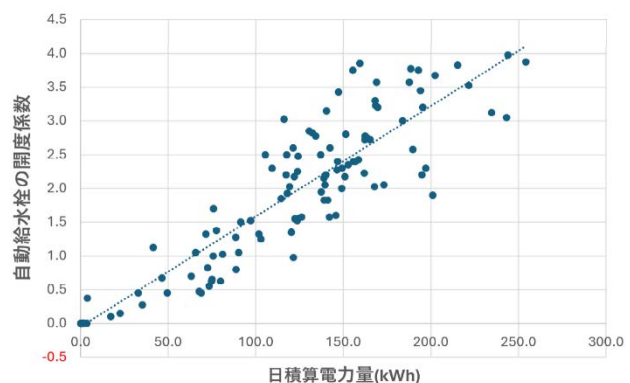
参考事例 4-4 和口地区 (ICT活用)

静岡県在和口地区では 10ha のほ場に自動給水栓、機場にインバータを設置して、無効放流を抑制し、使用電力量を 3 割削減しました。自動給水栓の開度係数と日積算電力量に強い相関関係があり、自動給水システムが節電と強く関係していることが分かります。



インバータと自動給水栓

自動給水栓の開度と電力量の相関図 (和口地区)



参考事例 4-5 赤川二期地区 (ICT活用)

山形県の赤川二期地区では、自動給水栓を設置し、既設の揚水機場との連携を図ることで、使用電力量を 2 割削減しました。自動給水栓のバルブの開閉と連動して、インバータ制御でポンプの稼働を調整することで、このような効果があり、同時に、遠隔制御等により、省力化にも効果があったと考えられます。

4-4 水力駆動式ポンプによる低炭素化



● ポイント

- 水力駆動式ポンプは、動力源としての「水力」を、揚水用動力として直接活用するものです。
- 電気を介さないため、効率が良いだけでなくメンテナンス上のメリットもあります。

水力駆動式ポンプによる低炭素化

水力駆動式ポンプは、小水力発電用の水車と主軸を介してポンプに直結する仕組みにより、動力源としての「水力」を揚水用動力として直接活用するもので、現在稼働しているのは北海道の3台のみです。

水力駆動式ポンプの課題としては、

- ① 立地条件（駆動用水力とポンプが近接していること）
- ② 水力駆動用水の確保（一定の「流量」、「有効落差」、「水利権」が必要。）
- ③ 技術的課題の継承（メンテナンス、施工メーカーの確保等）

があげられます。

この方式では、水力で得た動力をポンプに直結するため、電気へのエネルギー変換のロスがないだけでなく電気機器を扱う必要がないなどのメンテナンス上のメリットがあります。豊富な落差の流水がある一方で、ポンプアップによる用水が必要な農地が近接している地区では、低炭素化の観点から、非常に有効な手段といえるでしょう。

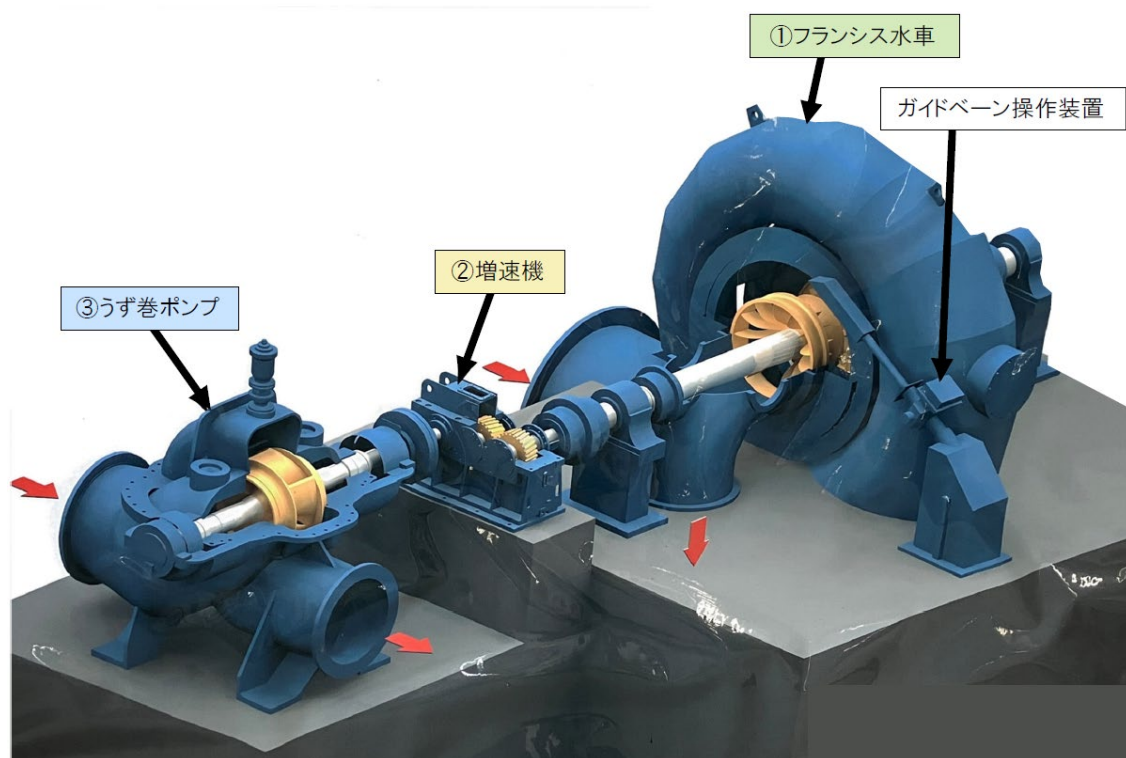
動力源となる「水力」の確保ができる立地条件が整っているかどうか、この方式の導入のカギになるのね。



参考事例 4-6 7 丁目揚水機場(水力駆動式ポンプ)

北海道深川市の神竜土地改良区が管理する7丁目揚水機場では、石狩川から導水した水車動力用水($3.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 、落差 8.5m)を利用して、かんがい用水($1.5 \text{ m}^3/\text{s}$)を高所にある水田(540ha 、全揚程 12.1m)に揚水する水力駆動式ポンプにより、令和6年度試算で約 900 万円の電気料金を節約しています。神竜土地改良区によると、電気機器を使用せず構造も単純なため、維持管理が容易とのことでした。

この機場は、昭和2年、当時の北海道庁の主任技師だった小岩春治氏の設計により初代のポンプが設置されました。現在のポンプは、3代目ですが、神竜土地改良区の主要機場として日々働き続けています。今後、近傍の神竜揚水機場のメインポンプを水力駆動式ポンプとする計画もあります。



7丁目揚水機場 水力駆動式ポンプ構造図



神竜幹線用水路



ポンプ室内部

4-5 水・エネルギー管理システムによる低炭素化



● ポイント

- 水・エネルギー管理システムは、省エネと再エネの組み合わせにより、地区の農業水利システム全体で効率的なエネルギー管理を行うものです。
- まだ実証段階ですが、このシステムの導入により、地区全体の CN(カーボンニュートラル)の実現が期待されます。

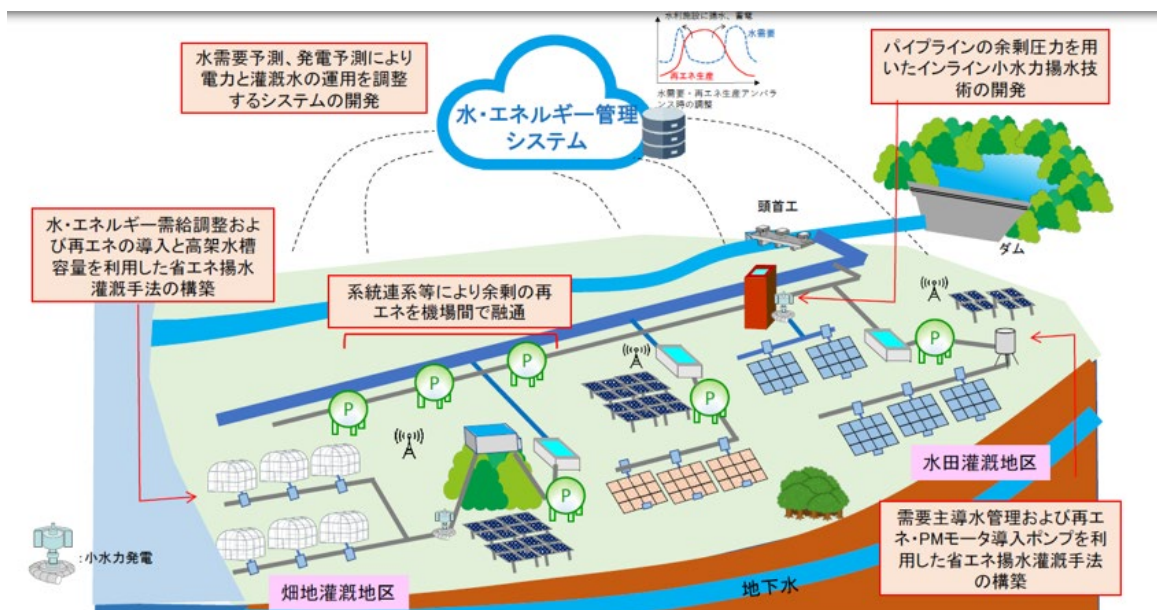
水・エネルギー管理システムの導入

水・エネルギー管理システムは、インバータ制御の導入などによる省エネルギー化を進めるとともに、小水力発電や太陽光発電など再生可能エネルギーを自家消費又は地域内消費を行うことで、地域内の水とエネルギーのアンバランスを調整し、CNを実現するものです。

参考事例 4-7 豊川用水地区(水・エネルギー管理システム)

愛知県の豊川用水地区では、農研機構と共同で、かんがいシステムのエネルギー効率を向上させるために、ポンプ制御と再生可能エネルギーの導入を組み合わせた実証事業を行っています。

具体的には、太陽光発電や小水力発電などの再生可能エネルギーを活用し、水需要に応じた運転制御などを行うことで、エネルギー消費を抑え、再生可能エネルギーを効率的に利用するシステムの構築を目指しています。



農業水利施設の「低炭素化」を促進するための制度を紹介するよ！



第5章

「低炭素化」促進のための事業制度

この章では、農業水利施設の「低炭素化」を促進するための制度を紹介します。

5-1 施設整備に対する助成制度 ----- 5-1

5-2 研修に対する助成制度 ----- 5-5



5-1 施設整備に対する助成制度

●ポイント

- 低炭素型の農業水利システム移行に向けた施設整備（ハード対策）の主な補助事業等は下表のとおりです。施設整備の検討段階から、地方農政局等の窓口に、助成内容・条件等について確認することが重要です。

1 ハード対策

低炭素化（省エネルギー化、再生可能エネルギー利用のための施設整備）に関する農林水産省の主な事業は、以下のとおりです。

表 5-1 低炭素化に関する農林水産省の主な助成制度（ハード対策）（令和6年度）

事業種類	対象施設	事業主体	補助率	助成の内容・条件	窓口	備考
【公共事業】						
国営かんがい排水事業	省エネルギー化、小水力、太陽光等	国	2/3 ほか	◇基幹水利施設の整備と一体的に省エネルギー化のための整備や土地改良施設に電力供給等を行う発電施設を整備 ◇農業水利施設の集約・再編等	地方農政局水利整備課等 ^{※1}	・省エネルギー化のための単独整備は不可 ・小水力、太陽光等の発電施設の単独整備は不可 ・更新整備は可
	低炭素農業水利システム構築事業	国	2/3 ほか	◇農業水利施設の省エネルギー化として、高効率設備への更新、インバータ制御の導入等、低炭素型の農業水利システムへの移行のための整備 ◇土地改良施設に電力供給等を行う発電施設を整備 ◇省エネ化・再エネ利用に係る計画が作成されていること。	地方農政局水利整備課等 ^{※1}	・省エネルギー化のための単独整備は可 ・小水力発電施設の単独整備は可 ・太陽光等の発電施設の単独整備は不可 ・更新整備は可
農業競争力強化基盤整備事業（水利施設等保全高度化事業（水利施設整備事業））	省エネルギー化、小水力、太陽光等	都道府県市町村土地改良区等	1/2 ほか	◇農業水利施設の整備と併せて行う、省エネルギー化のための整備や土地改良施設に電力供給等を行う発電施設を整備 ◇農業水利施設の集約・再編等	地方農政局水利整備課等 ^{※2}	・省エネルギー化のための単独整備は不可 ・小水力、太陽光等の発電施設の単独整備は不可 ・更新整備は可 ・実施計画策定も可
	低炭素農業水利システム構築型	都道府県市町村土地改良区等	1/2 ほか	◇農業水利施設の省エネルギー化として、高効率設備への更新、インバータ制御の導入等、低炭素型の農業水利システムへの移行のための整備 ◇土地改良施設に電力供給等を行う発電施設を整備 ◇省エネ化・再エネ利用に係る計画が作成されていること。	地方農政局水利整備課等 ^{※2}	・省エネルギー化のための単独整備は可 ・小水力、太陽光等の発電施設の単独整備は可 ・更新整備は可 ・実施計画策定も可

事業種類	対象施設	事業主体	補助率	助成の内容・条件	窓口	備考
中山間地域農業農村総合整備事業	省エネルギー化、小水力、太陽光等	都道府県市町村 官民連携の団体	55/100 ほか	◇農林水産省の助成又は融資の対象となっている施設の整備と併せて行う、省エネルギー化のための整備や、対象となっている施設等に電力供給等を行う発電施設を整備 ◇中山間地域農業農村総合整備計画が作成されていること。	地方農政局地域整備課等 ^{※3}	・省エネルギー化のための単独整備は不可 ・小水力、太陽光等の発電施設の単独整備は不可 ・実施計画策定も可
農村整備事業（地域資源利活用施設整備事業）	小水力、太陽光等	都道府県市町村 土地改良区等	1/2 ほか	◇停電時の自立運転機能を有するとともに、土地改良施設や農業農村振興に資する施設等の電源又は地域の非常用電源として活用する発電施設を整備	地方農政局地域整備課等 ^{※3}	・小水力、太陽光等の発電施設の単独整備は可 ・実施計画策定も可
農山漁村地域整備交付金（水利施設等整備事業）	省エネルギー化、小水力、太陽光等	都道府県市町村 土地改良区等	1/2 ほか	◇農業水利施設の整備と併せて行う、省エネルギー化のための整備や土地改良施設に電力供給等を行う発電施設を整備	地方農政局地域整備課等 ^{※3} （申請関係） 地方農政局水利整備課等 ^{※2} （要件関係）	・省エネルギー化のための単独整備は不可 ・小水力、太陽光等の発電施設の単独整備は不可
農山漁村地域整備交付金（地域用水環境整備事業）	小水力	都道府県市町村 土地改良区等	1/2 ほか	◇土地改良施設、農林水産省の助成対象の農業施設や公的施設に電力供給等を行う発電施設を整備。 ◇小水力発電整備事業計画が作成されていること。	地方農政局地域整備課等 ^{※3} （申請関係） 地方農政局水利整備課等 ^{※2} （要件関係）	・小水力発電施設の単独整備は可 ・更新整備は可
農山漁村地域整備交付金（農村集落基盤再編・整備事業）	省エネルギー化、小水力、太陽光等	都道府県市町村 農協 土地改良区等	1/2 ほか	◇農林水産省の助成又は融資の対象となっている施設の整備と併せて行う、省エネルギー化のための整備や、対象となっている施設等に電力供給等を行う発電施設を整備 ◇農村集落基盤再編・整備事業計画が作成されていること。	地方農政局地域整備課等 ^{※3}	・省エネルギー化のための単独整備は不可 ・小水力、太陽光等の発電施設の単独整備は不可 ・実施計画策定も可
土地改良施設維持管理適正化事業（防災減災機能等強化事業）	省エネルギー化、小水力、太陽光等	土地改良区等	1/2	◇施設管理の省エネルギー化等のための施設整備 ◇再生可能エネルギー発電施設の整備により施設管理に係る電力又は燃料の使用抑制に資するもの ◇事業費が1百万円以上	地方農政局土地改良管理課等 ^{※4}	・省エネルギー化のための単独整備は可 ・小水力、太陽光等の発電施設の単独整備は可

事業種類	対象施設	事業主体	補助率	助成の内容・条件	窓口	備考
【非公共事業】						
農業水路等長寿命化・防災減災事業	省エネルギー化、小水力、太陽光等	都道府県市町村 土地改良区等	1/2 ほか	◇機能保全計画に基づいた長寿命化対策の実施 ◇土地改良施設に電力供給等を行う発電施設を整備 ◇事業費が2百万円以上、受益農業従事者数が2者以上、工事工期3年以内であること。 ◇長寿命化・防災減災計画が作成されていること。	地方農政局水利整備課等※2	・省エネルギー化のための単独整備は可 ・小水力発電施設の単独整備は可 ・太陽光発電施設の単独整備は不可 ・更新整備は可 ・実施計画策定も可
農山漁村振興交付金（地域資源活用価値創出整備事業（定住促進・交流対策型及び産業支援型））	小水力 太陽光	都道府県市町村 農林漁業者等の組織する団体等	3/10 1/2 ほか	◇活性化計画、認定総合化事業計画又は認定農工商等連携事業計画等に基づいて事業を実施すること。 ◇本交付金で整備した活性化施設又は6次産業化施設等に電力供給等を行う発電施設を整備 ◇施設整備による温室効果ガス排出量の削減目標を設定すること。	地方農政局地域整備課、都市農村交流課等	・小水力、太陽光の発電施設の単独整備は不可 （過去に本事業（前歴事業を含む）で整備した施設に附帯する発電施設を整備する場合は可）

※1) 北海道開発局にあつては農業水産部農業整備課、沖縄総合事務局にあつては農林水産部農村振興課

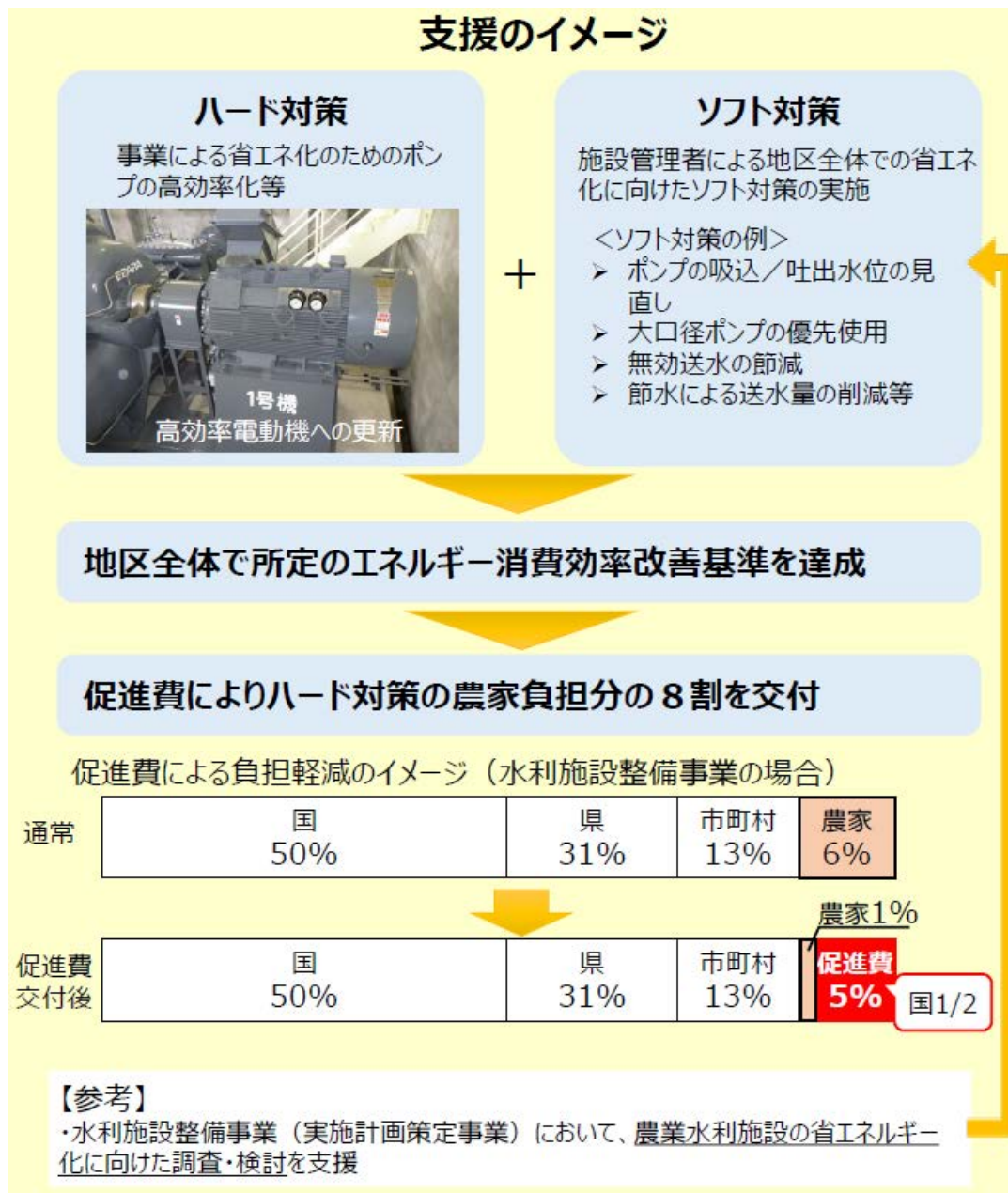
※2) 北海道にあつては農村振興局農村計画課、沖縄総合事務局にあつては農林水産部農村振興課

※3) 北海道開発局にあつては農業水産部農業振興課、沖縄総合事務局にあつては農林水産部農村振興課

※4) 北海道にあつては農村振興局農業施設管理課、沖縄総合事務局にあつては農林水産部農村振興課

2 ソフト支援

農業水利施設の省エネルギー化を促進するため、ハード対策に加え、ソフト対策にも取り組むことが重要であり、国営かんがい排水事業（低炭素農業水利システム構築事業）と水利施設整備事業（低炭素農業水利システム構築型）では、地区全体で所定のエネルギー消費効率の改善を達成した場合に、ハード対策に係る農家負担に対して促進費を交付する支援があります。採択期間は令和5年度から令和7年度（※この期間中に調査に着手した地区も対象）であり、支援内容のイメージは以下のとおりです。



「低炭素化」に取り組むときは、積極的に助成制度を活用したいものね。



5-2 研修に対する助成制度

● ポイント

- 農業水利施設の低炭素化の研修に対する助成制度が用意されています。
- 助成制度を積極的に活用して、施設管理者の省エネルギー化、再生可能エネルギーの導入に関する技術向上を図ることが重要です。

1 省エネルギー化に関する研修制度

農業水利施設の省エネルギー化に関する研修制度を通じて、施設管理者の技術力向上を図ることが重要です。

土地改良区機能強化支援事業「基幹水利施設省エネルギー化技術実践向上研修」

- 農業水利施設の現場条件等に応じた省エネルギー化や先進技術を活用した省エネルギー化について、施設管理者の技術力向上を図るため、現地指導等を実施。

省エネ化対策の推進に向けた研修内容	具体的な省エネ化対策例
1. 省エネ化推進の啓発（研修会の開催） 管内の土地改良区の役職員等を対象に、省エネ化事例紹介等を通じた、省エネ化推進の啓発に向けた研修会を開催。	【ソフト対策】 - 契約電力の適正化 - 同時運転台数の削減 - 契約使用期間の短縮 等
2. 対象地区における現場指導と調査 - 省エネ化推進の具体化に向けた対象地区での土地改良区への現場指導。 - 現地指導に伴う、対象施設の機能に係る課題の把握・整理。 - 省エネ化対策に伴う、調査対象施設の周辺の地形、現況等の地域特性に係る情報収集・整理。	【ハード対策】 - 高効率機器への更新 - 流量制御方式を弁制御からインバータ制御に見直し 等
3. 基本構想の策定（省エネルギー化対策適用診断） - 安全性、水利的な機能及び環境面からの要求機能について整理のうえ、対象施設や導入目的の整理、及び、基本構想の策定。 - 基本構想のもと、導入する対策メニューの検討、費用対効果の検証の実施。	 複数のポンプで構成される機場の様子
	 省エネ機器の例（進相コンデンサ）

（事業主体）	都道府県土地改良事業団体連合会
（補助率）	定額
（事業実施期間）	令和7年度から令和11年度まで

2 再生可能エネルギーに関する研修制度

農業水利施設等を活用した再生可能エネルギーに関する研修制度としては、令和元年度から実施されている「土地改良区機能強化支援事業（施設管理研修（発電施設）」があります。本研修では、土地改良区等の職員を対象に発電施設の導入、維持管理、電気技術や運営等に関する研修を行い、指導者の育成や管理者の資質向上を図るための取組みを行っています。

低炭素化に関する研修制度をうまく活用して、施設管理者自身の技術力を向上させていくことが重要なんだね。



みどりん、あおみん、
わしの講義「『低炭素化』からはじめよう」、どうじゃったかな？



水土里先生、ありがとうございます！
とても勉強になりました。農業水利施設の低炭素化を
考えるヒントになりました。



電気料金の高騰に対応して、施設管理者として低炭
素化を考えることが重要なんですね。

難しい用語もたくさんあって、すまんかったね。
ポンプ場における省エネだけでなく、再エネも含めた総合的
な「低炭素化」を考えることが重要なんじゃ。



これからも、水土里先生に習ったことを参考にして、地
球にやさしい低炭素化の取組を考えていきたいです。

みどりん、あおみん、頼んだよ。
分からないことがあれば、われわれ専門家に、いつ
でも相談するんじゃよ。



水土里先生、ありがとうございました。これからも、
よろしくお願いいたします！



とっても参考になりました。ありがとうございます！！

巻末資料

参考文献・関係通知

巻末資料では、本資料で使用している参考文献一覧と関係通知を掲載しています。

1 参考文献

参考文献一覧表 ----- 巻末-1

2 関係通知

土地改良事業で整備するポンプ場の
省エネルギー化対策について ----- 巻末-2

1 参 考 文 献

【参考文献一覧表】

No.	名 称	制定(改定) 年月	発行元
1	土地改良事業計画設計基準及び 運用・解説 計画「ポンプ場」	平成 30 年 5 月	(公社) 農業農村工学会
2	電気設備計画設計技術指針 (高低圧編)	令和元年 9 月	(一社) 農業土木機械化協会
3	実務家のための「最新ポンプ設備工 学ハンドブック」[改定版]	平成 19 年 8 月	(一社) 農業土木事業協会
4	農業水利施設の省エネルギー化の 効果の分析 (「水土の知」Vol.92/No.8)	令和 6 年 8 月	(一社) 農業農村工学会
5	低平地における配水槽式パイプライ ンの費用削減効果と課題(「水土の 知」Vol.92/No.8)	令和 6 年 8 月	(一社) 農業農村工学会
6	農業水利施設の省エネルギー化の 効果の分析 (第31回衛生工学シンポジウム)	令和 6 年 11 月	北海道大学衛生工学会
7	農業水利施設における省エネルギ ー化の取組促進について (JACEM77)	令和 5 年 10 月	(一社) 農業土木機械化協会
8	農業水利施設の省エネルギー化対 策の手引き	平成 28 年	農林水産省農村振興局 整備部水資源課

2 関係通知

事務連絡
令和6年3月29日

各地方農政局 農村振興部 設計課長 殿
水利整備課長 殿
沖縄総合事務局 農林水産部 農村振興課長 殿
国土交通省 北海道開発局 農業水産部 農業設計課長 殿

農村振興局 整備部 設計課 施工企画調整室長
水資源課 施設保全管理室長

土地改良事業で整備するポンプ場の省エネルギー化対策について

土地改良事業の実施に当たっては、「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」に基づくトップランナー制度に適合したモータを採用するなど、イニシャルコストに加えランニングコストを考慮したトータルコストによる比較検討を行い、最も経済的となる整備を行っている。

また、農業水利施設は、維持管理費に占める電気料金の割合が大きく、近年の電気料金高騰が維持管理に多大な影響を与えている中で、省エネルギー化対策をより一層積極的に推進する必要がある。

このことから、農業水利施設の維持管理において電気料金の影響を最も受けるポンプ場の設計に当たっては、土地改良事業計画設計基準・設計「ポンプ場」及び電気設備計画設計技術指針（高低圧編）を基本に、「農業水利施設の省エネルギー化対策の手引き」

（農林水産省農村振興局整備部水資源課施設保全管理室）及び別紙を参考に、回転数制御を行うポンプについてはインバータの適用を検討するなど、省エネルギー化に向けた取組について適切に対応されたい。

(別紙)

ポンプ場における省エネルギー化対策に係る基本的な考え方について

(1) 資料収集による現状把握

ポンプ場における省エネルギー化の調査を適切に行うためには、事業誌、技術誌、業務報告書、工事完成図書等、既設のポンプ場に関する諸資料を収集し、全揚程の設定根拠や既設の変圧器、ポンプ、原動機の効率、制御方式の採用理由について整理するとともに、現状のエネルギー効率を見極める。

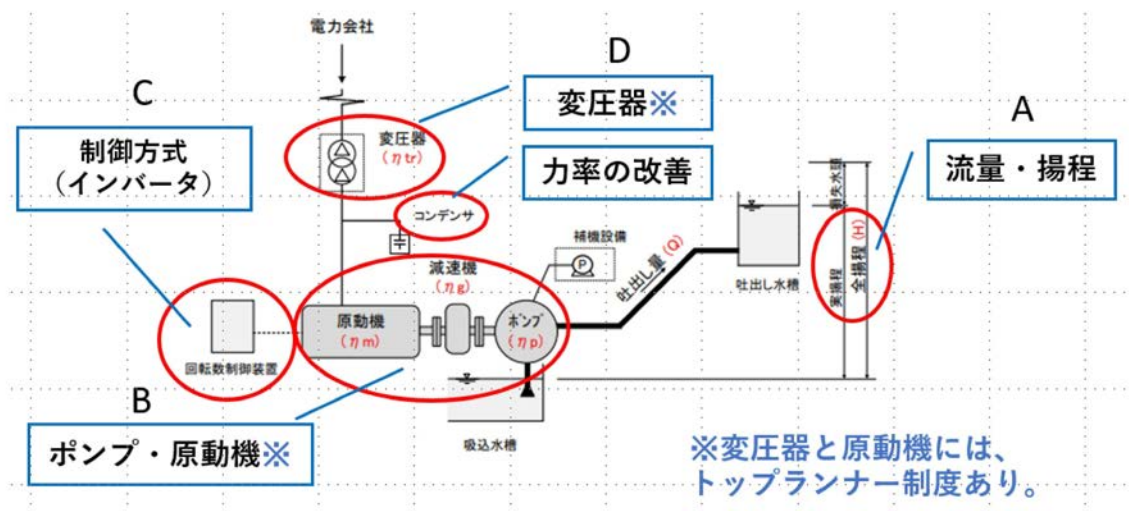
なお、農業水利施設の省エネルギー化対策の全体像は、「農業水利施設の省エネルギー化対策の手引き」（以下「手引き」という。）にソフト対策（S1～S9）及びハード対策（H-1～H12）として整理されているので参照されたい。

(2) ポンプ場における省エネルギー化対策で着目すべき項目

ポンプ場において省エネルギー化対策を行う場合、主に検討対象となるのは下図AからDの4項目に分類できる。

以下に、分類した項目ごとの対策上の留意点を示す。

○ポンプ場で省エネルギー化の主に対象となる項目



A: 流量・揚程

機場更新時に、流量や揚程の低減を行い使用電力量の削減を図るものである。受益面積の減やバルブ損失の低減等に応じて、吐出し量(Q)及び全揚程(H)を低減させる（「手引き」参照 S-5、S-6、H-10 参照）。

B：ポンプ・原動機

機場更新時に、ポンプ・原動機の効率（ η_p 、 η_m ）を向上させるとともに、減速機が不要となる超低圧電動機（多ポール電動機）に更新して減速機の省略を図り、使用電力量の削減を図るものである。既存のポンプ・原動機の効率を把握し、更新後の効率向上が可能であるか検討することが重要である。原動機については、安価かつメンテナンスの容易な「三相かご形誘導電動機」（かご形）の採用が省エネルギー化の観点で有利である。なお、出力 0.75-375kw の「低圧かご形」の原動機はトップランナー制度*の対象となっていることにも留意する（「手引き」H-5、H-6、H-7 参照）。

・ A、B の検討に必要な原動機出力の計算式

$$P = \frac{9.8 \cdot Q \cdot H}{\eta_p \cdot \eta_g \cdot \eta_m}$$

P	:	主原動機の入力 (kW)
Q	:	主ポンプの吐出し量 (m ³ /s)
H	:	主ポンプの全揚程 (m)
η_p	:	主ポンプの効率
η_g	:	減速機伝達効率
η_m	:	主原動機の効率

C：制御方式

機場更新時、省エネルギー化の観点から、制御方式の見直しを行うことにより、使用電力量の削減を図るものである。流量調整等のため回転数制御が必要な場合には、エネルギー効率が悪い二次抵抗制御（液体抵抗器）等からインバータ制御への更新が省エネルギー化の観点で有利である。回転数制御が必要でない場合は、台数制御を基本としつつ、省エネルギー化の観点から、メンテナンスコストを含めたライフコストによりインバータ制御の導入を判断する必要がある。（「手引き」H-4 参照）

D：変圧器、力率の改善

力率が 85%未満の場合に進相コンデンサの設置による力率改善を行い電気代の基本料金の削減を図る。また、機場更新時に高効率変圧器に更新することにより使用電力量の削減を図る。なお、一定の条件を満たす油入・モールド変圧器はトップランナー制度の対象となっていることに留意する（「手引き」H-1、H2 参照）。

※トップランナー制度：省エネ法（エネルギーの使用の合理化に関する法律）に基づき、指定機器（26品目）を目標年度までに目標とする省エネ基準値（最も優れている機器の性能（トップランナー））以上とすることを義務付けるもの。農業水利施設では原動機（目標年度：2015年）、変圧器（油入・モールド）（目標年度：2014）が対象となっている。

(3) その他

農業水利施設の省エネルギー化を効果的に推進するためには、ポンプ場における省エネルギー化対策だけでなく、ポンプ揚水による送水を減じ自然流下による送水を増やすような施設の集約・再編・統廃合や、配水槽式自然圧パイプラインの採用など、総合的な省エネルギー化の検討が必要である。

また、用排水施設に附帯して設置される再生可能エネルギー発電施設の整備については、「鋼構造物計画設計技術指針（小水力発電設備編）」等を参照されたい。