

国営施設機能保全事業「日野川地区」における 第1段揚水機場の更新整備

近畿農政局 淀川水系土地改良調査管理事務所
所長 藤山 健人

1. はじめに

国営施設機能保全事業「日野川地区」は、総事業費4,495百万円を費やし、2023（令和5）年3月に完工した。

初年度の2013（平成25）年11月に、たわみや変形が生じたFRPM管路を更新する同地区第1号の工事を発注、契約し、以降29件の工事と17件の業務により事業を遂行した。建設事業所や支所は設置せず、淀川水系土地改良調査管理事務所の保全整備課が事業計画策定、法手続きから継続して直接事業を実施した。

事務所のある京都から地区内の各現場までは、途中、名神高速道路を使用して片道約1～1.5時間の距離にあるが、10年間の事業工期の間、大きな事故なく事業を終了できたのは、一重に関係各位の努力の賜である。

2. 前歴事業

日野川地区（以下、本地区）は、滋賀県の琵琶湖南東部に位置する近江八幡市、東近江市、蒲生郡日野町及び竜王町の2市2町にまたがり、一級河川淀川水系日野川沿いに4,929haの受益農地を有している。

かつて本地区の水田用水は、日野川及びその支流の佐久良川にある多数の井堰や溜池、また下流の琵琶湖畔地域ではクリークや地下水といった不安定な水源に頼っていた。

そのため前歴事業である国営日野川土地改良事業（1974（昭和49）年度～1994（平成6）年度）と、関連県営かんがい排水事業により、農業用水の安定供給を行い、同じく関連県営ほ場整備事業によって、農業生産基盤の強化が図られる

こととなった。

前歴事業では、井堰を統廃合し、日野川本川に6か所（小井口、別所、蒲生、名神日野川、必佐、鎌掛）、佐久良川水系に3か所（原、鳥居平、蓮花寺）の頭首工を設け、既設井堰6か所とともに河川から取水し、既設ため池119か所と併せ地区内に配水することとした。

これらでなお用水不足が生じる地域については、日野川上流に築造する蔵王ダムによって開発した水と琵琶湖からの揚水で補給することとした。

また、クリークや地下水に依存していた琵琶湖畔の地域については、近江八幡市の琵琶湖畔に設ける揚水機場から直接用水を補給することとした。

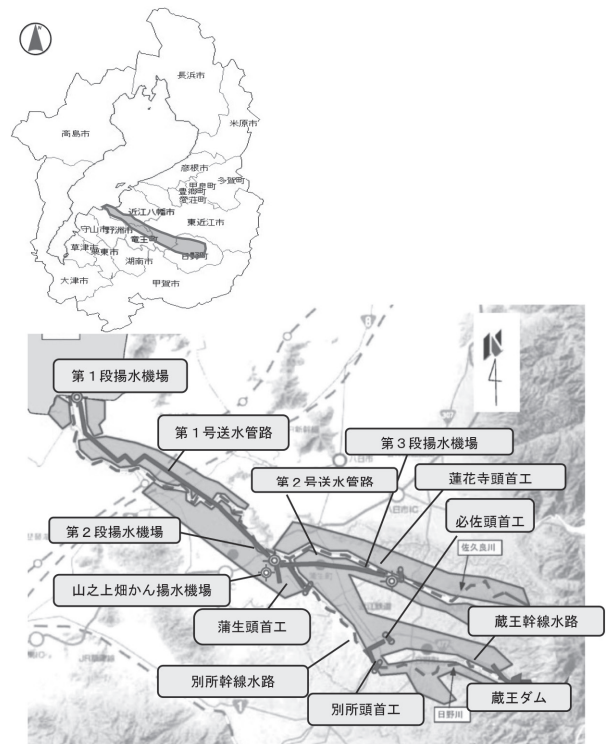


図1 日野川地区位置図

前歴及び関連事業の効果により、本地区では大規模農家の割合が県内平均より高く、経営面積2ha以上の農家の割合も増加傾向にあり、また関係市町（近江八幡市、東近江市、日野町及び竜王町）の農業産出額は滋賀県全体の4割を占めている。

水稲を基幹作物として小麦・大豆を組み合わせた土地利用型農業のほか、野菜類を組み合わせた複合経営が営まれている。

しかしながら、農業用水の安定供給が実現した反面、農業用水の約4割を琵琶湖からの揚水（通称：琵琶湖逆水）に依存することとなったため、各施設の年間の電気使用量の合計は1千4百万kWhに及んでいた。

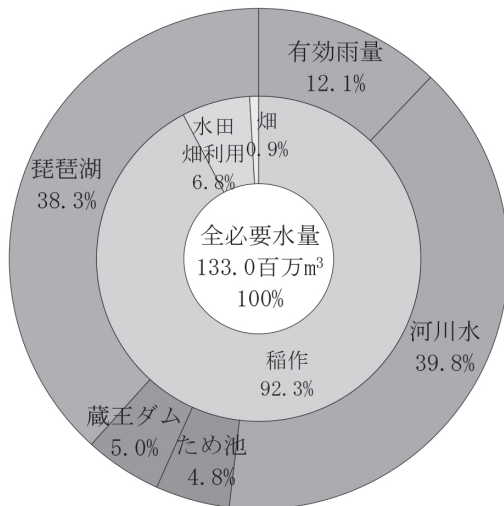


図2 日野川地区農業用水の内訳

3. 国営施設機能保全事業の事業計画

前歴事業で造成された施設のうち、第1段揚水機場、第2段揚水機場、蔵王ダムについては、関係市町からなる日野川用水施設管理協議会によって、その他の施設については日野川流域土地改良区によって適切な管理が行われてきた。

しかし、事業完了後20年近くが経過する中で、揚水機場においてはポンプ内部の摩耗、用水路においては管のひびわれ等が生じ、今後、さらなる劣化と機能低下が進行した場合、施設の維持管理に多大な費用と労力を要するとともに、農業用水の安定供給に支障を来すことが予

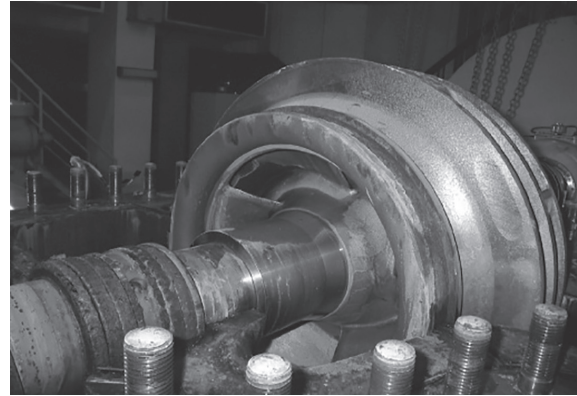


写真1 ポンプの摩耗劣化



写真2 FRPM 管のたわみ、変形

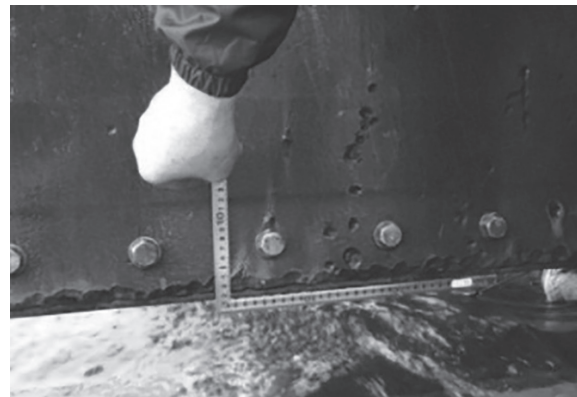


写真3 頭首工ゲートの錆劣化



写真4 水空気式ゴム堰袋体の破孔漏水

想された。

そのため、2011（平成23）～2012（平成24）年度にかけて施設長寿命化検討調査を実施し、2013（平成25）年度から10年の工期で、国営施設機能保全事業によって各施設の更新整備を行い、施設の長寿命化と維持管理費用及び労力の軽減を図ることとした。

本事業による整備内容は、次に示すとおりである。

■蔵王ダム

- ・放流ゲートの分解整備と機側操作盤の更新
- ・テレメータ放流警報設備の更新
- ・放流設備減勢工の底版部の補修
- ・電気設備の更新
- ・取水スクリーン・機側操作盤の更新

■頭首工（別所頭首工、必佐頭首工、蒲生頭首工、蓮花寺頭首工）

- ・鋼製ゲートの塗装
- ・開閉装置の部分更新
- ・ゴム堰袋体の更新（必佐頭首工）
- ・電気設備の更新

■揚水機場（第1段揚水機場、第2段揚水機場、第3段揚水機場）

- ・劣化状況に応じた部材の交換、補修
- ・電動機コイルの巻き直し
- ・電気設備の更新
- ・建屋屋根の防水補修、クラックの補修
- ・太陽光発電施設の設置（第1段揚水機場、第2段揚水機場）

■用水路（第1号送水管路、第2号送水管路、蔵王幹線用水路、別所幹線用水路）

- ・FRPM管のたわみ・変形区間0.6kmの更新
- ・ダクタイル鋳鉄管の継ぎ手部の補修
- ・鋼管の内面塗装
- ・水管橋の外表面塗装

4. 第1段揚水機場の諸元

本事業では、前述のとおり、ダム、頭首工、揚水機場など主要な基幹水利施設の更新を行っ

たが、本稿では本地区で最重要施設として位置づけられる、琵琶湖から農業用水を取水し上流域に揚水している第1段揚水機場について紹介する。

前歴事業では、地区の最上流まで琵琶湖の水を供給するために、国営事業で3機場、県営事業で1機場の全4段構成で揚水機場を造成した。第1段揚水機場は、最下流部の琵琶湖畔に位置し、琵琶湖の沖合約430mの位置に取水口を有する。

揚水機場内には吸込口径φ800のポンプ全6台を擁するが、このうち半数の3台は下流域の水田にパイプラインで農業用水を直送するための管網系と呼ばれるポンプで、残り3台が上流の第2段揚水機場まで揚水するポンプである。

主要な諸元は下記のとおりである。

■管網系主ポンプ

横軸両吸込渦巻ポンプ

口径：吸込φ800・吐出φ500

吐出量：70m³/min

全揚程：50m

回転数：570min⁻¹

台数：3台

電動機：横軸防滴巻線型三相誘導電動機
770kw, 3.3kv, 3台

吐出弁：電動仕切弁700mm, 3.7kw, 3台

液体抵抗器：強制冷却式液体抵抗器 3台

■多段系主ポンプ

横軸両吸込渦巻ポンプ

口径：吸込φ800・吐出φ500

吐出量：76.26m³/min

全揚程：62m

回転数：570min⁻¹

台数：3台

電動機：横軸防滴巻線型三相誘導電動機
770kw, 3.3kv, 3台

吐出弁：電動仕切弁700mm, 3.7kw, 3台

液体抵抗器：強制冷却式液体抵抗器 3台

■電気設備

特別高圧受電設備 22kv

- 高圧受配電設備 1式
- 低圧配電設備 1式
- ポンプ監視操作設備 1式
- 現場操作設備 1式

■取水塔

- 階段・歩廊・柱・桁部 1式
- スクリーン 16枚



写真5 第一段揚水機場建屋（改修前）

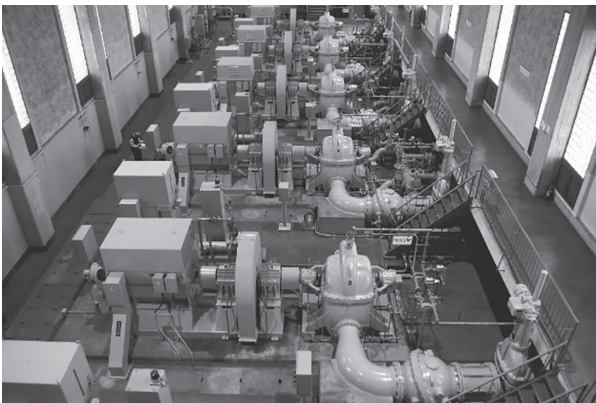


写真6 機場内部



写真7 ポンプ監視操作設備（改修前）

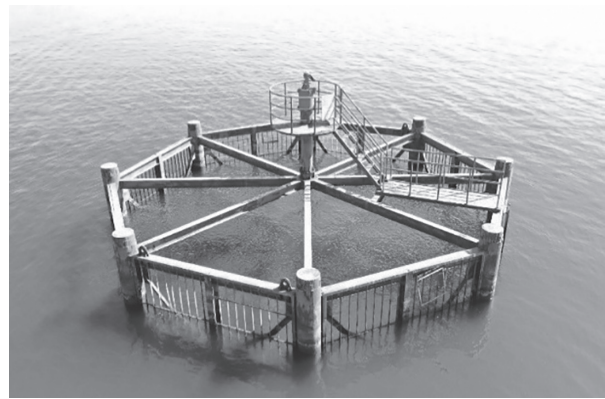


写真8 取水塔（改修前）

5. 整備方針の決定と施工

①主要機械設備

供用開始より約30年が経過し、その間1996（平成8）年及び2007（平成19）年にオーバーホールが実施されている。

主ポンプは、運転時に軸封部からの水漏れがあり、軸継手の芯振れが大きい状態であった。また、夏場の運転時に軸受け温度が高まる懸念があった。さらに、液体抵抗器の冷却用装置は、ポンプ稼働時に電解液の温度上昇により「軽故障」のランプが表示する状態であった。

その他は運転に支障を及ぼすような大きな変状は見られていなかったが、オーバーホールの履歴、耐用年数とこれまで使用した実績供用年数から更新案と分解整備による延命化案を比較検討し、定期的に分解整備、点検、塗装、耐用年数の経過した部品の交換を行って長寿命化につなげることとし、分解整備を主体とする整備方針とした。

主ポンプは、消耗部品の交換（軸受、軸封部、パッキン等）、ケーシング塗装、インペラ、シャフトの整備（補修作業、バランス調整、液体浸透探傷試験、振れ調整、シャフト調整）、小配管追加更新を行なった。

電動機は、消耗部品交換（スペースヒータ、スリップリング、ブラシ、すべり軸受等）を行った。なお、管網系の絶縁抵抗値が低下傾向であること、前歴事業完了から本事業着手時までコイルの巻替えは行っていないことから、コイル

巻替えを含む整備も行った。

液体抵抗器は、消耗部品交換（電極、絶縁筒等）を行った。また液体抵抗器の冷却用装置については、冷却装置の分解整備、電解液及び循環ポンプの交換を行った。



写真9 液体抵抗器循環ポンプ電解液漏れ



写真10 主ポンプ分解整備

②吐出弁

2007（平成19）年の分解整備によりパッキン類の交換は実施されたが、2013（平成25）年の現地調査の結果、管網系 No.1～3 及び多段系 No.1, 3 では弁箱、軸封部に錆が見られ、多段系 No.2 では軸封部に錆が見られた。これは軸封部からの軽微な水漏れによるものと考えられた。

これらのことから、分解整備と消耗部品交換（メネジコマ、ピン、弁軸ブッシュ、パッキン類等）を行った。



写真11 吐出弁の漏水による錆

③電気設備

電気設備は、故障が突発的に発生することが多く、調査時点で設備の状態を把握できても耐用年数を判断することは難しいため、使用頻度や供用年数など経過年数により整備計画を策定した。

本施設の特高受電設備、高低圧配電設備、所内電源装置、直流電源装置は、1980（昭和55）年の設置以来40年以上が経過しており、標準耐用年数20年を大きく超過していた。

このため、本事業においては、施設の重要度を勘案して、基本的に全面更新を行う方針とした。

本機場のガス遮断器、真空遮断器の操作電源、表示灯、テレメータは直流電源で稼動する機器であり、直流電源装置より電源供給（100V）がなされていた。また、停電時は直流電源装置内のバッテリーより電源供給を行わせることで、停電時のバックアップ電源の機能も併せ持っていた。しかし、バッテリーは非常に高価であり、その交換費用が管理者の負担となっていた。

このため、直流駆動機器を交流駆動機器に変更することで、基本的に直流電源装置を用いない設備に変更し、また、一部、交流駆動装置に変更できない直流駆動装置については、バックアップ電源として直流電源装置より安価で小型のUPS（無停電電源装置）を設置することで保守、管理を軽減することとした。



写真 12 特別高圧受電設備の更新

④建屋

外壁のひび割れは、乾燥収縮と温度収縮が原因と推測された。

屋根防水と外壁ひび割れの補修は、内部に電気設備を収容していることから、早期の対策実施が望ましいと判断し、他の整備に先駆けて行うこととした。



写真 13 建屋外壁のクラック補修

⑤取水塔

取水塔本体は全体的な塗装劣化が見られるため、塗装塗り替えを行う方針とした。

当初、水上のデッキ部の塗装は3種ケレンで厚塗りできる湿潤面塗料を選択していたが、工事施工の途中で既設の塗料に鉛が含まれていることが判明したため、湿式剥離（2種ケレン相当）として施工した。

水中部については、琵琶湖の過去最低水位ま

で被覆を行うこととした。

既設塗膜には有害物質が含まれており、有害物質を飛散させない、また取水塔の重量（構造耐力）に変化を起こさないという条件を満足する工法としてペトロラタム被覆工法（防食性能の優れたペトロラタムテープと、これを保護するFRPカバーを組み合わせた防食システム。簡易な素地調整でよいため、環境にも優しい。）を採用した。

劣化の著しいスクリーン、階段・歩廊はSUS材による全面更新を行い、加えて電蝕対策塗装を行う方針とした。

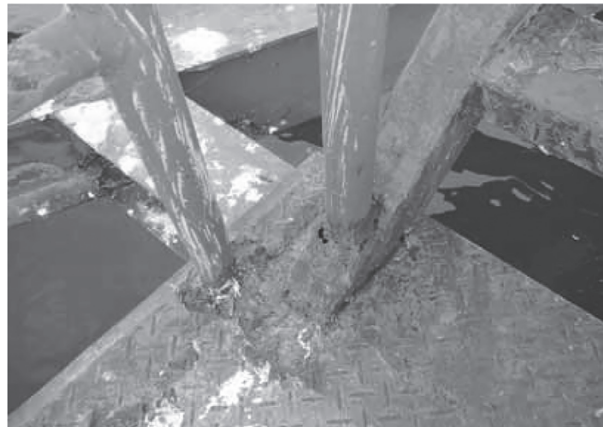


写真 14 取水塔階段の腐食



写真 15 水中作業によるペトロラタム被覆

6. 第1段揚水機場の整備スケジュール

- 2013（平成 25）年度：実施設計業務
- 2014（平成 26）年度：屋根防水工事
- 2015（平成 27）年度：特別高圧受電設備改修工事、建屋改修工事

2016（平成28）～2018（平成30）年度：
ポンプ改修工事
2022（令和4）年度：取水塔改修塗装工事



写真 16 改修後の建屋



写真 17 改修後のポンプ監視操作設備

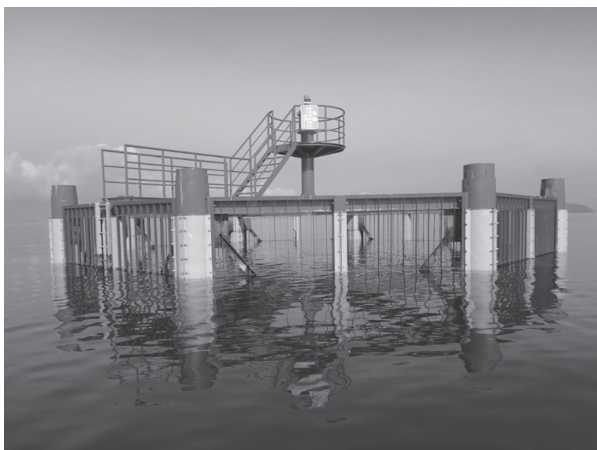


写真 18 改修後の取水塔

7. 省エネルギー対策

①省エネルギー対策の必要性

前述のとおり、日野川地区の農業用水はその

4割がポンプにより揚水されている。

事業開始直前に発生した東日本大震災以来、電気料金が急騰の一途をたどっていることから、省エネルギー対策は急務と言えた。

特に大電力を必要とする第1段揚水機場においては、本事業において以下の対策を講じた。

②高効率機器の採用

電気設備の更新にあたり、以下の機器はトップランナー方式を採用することとした。

- ・三相 75kva 補機用変圧器
- ・三相 150kva 所内動力用変圧器
- ・単相 30kva 所内照明用変圧器

新省エネ基準であるトップランナー2方式の変圧器は、JISC4306（1981）との比較で約40%、JISC4306（1977）との比較では約60%の省エネ効果が期待できるものである。

これらの変圧器は盤内の収納スペースに制約があることから、場所を取らず、油の管理、交換が不要で保守の容易なモールド形を採用することとした。



写真 19 トップランナー型変圧器

③力率改善の検討

現況の力率は管網系の運転時力率が97～98%、多段系では98%で推移しており、非常に高い力率を保持している設備であることが判明した。

よって、現状と同程度の力率を保持することが更新設備としては最も良い施設設計となる。

このため、目標力率を95%として、必要なコンデンサは以下の設計とした。

- ・管網系主ポンプ 400kvar (200kvar × 2) × 3台分
- ・多段系主ポンプ 550kvar (300kvar + 250kvar) × 3台分
- ・その他負荷 主要な負荷に個別設置

④ポンプ運転方法の見直し

従来は分水工地点における圧力を送水実態に合わせて微調整することが困難であったが、本事業の更新により、より正確に調整できるよう整備した。

また、従来の送水量によるポンプ台数制御において、1台運転から2台運転に切り替わるタイミングが早く、エネルギーにロスを生じていた。このため、設備更新後に「実証実験」を行い、極力1台運転を行うよう切り替えタイミングを調整して、エネルギーロスを最小に抑える運用を可能とした。

⑤照明施設のLED化

ポンプ室等の天井照明を水銀灯からLED灯に更新することで、省エネ化を図った。



写真20 照明設備のLED化

⑥デマンド監視装置の導入

デマンド監視装置は、契約電力の値に近づくと警報信号を出力できる装置である。本事業では、その警報信号をポンプ側で受け取り、警報が出ている間は、ポンプの回転速度が上がらな

いよう制御できるよう整備を行った。

これにより、電気料金が容易に上がらない仕組みを構築している。

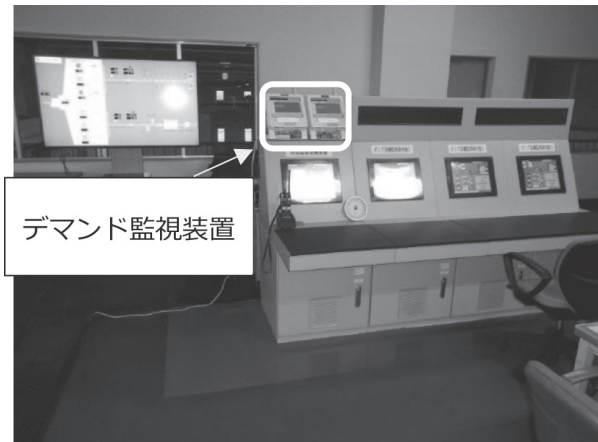


写真21 デマンド監視装置

⑦太陽光発電システムの導入

揚水機場の付帯施設として、建屋の屋上に太陽光発電装置（出力50kw）を設置し、FIT制度を活用して売電収入を得て、施設の維持管理費に充てることとした。

第1段揚水機場の太陽光発電システムは、2014（平成26）年度の屋根防水工事と同時に施工した。

また、第2段揚水機場建屋屋上にも設置（出力40kw）し、前者は2015（平成27）年度から、後者は2016（平成28）年度からそれぞれ稼働している。

2020（令和2）年度の発電量は第1段揚水機場が約6.2万kwh、第2段揚水機場が約5.2万kwhに達し、太陽光発電の収入は2か所合わせて約4,000千円/年となっている。

太陽光発電システムは、第3段機場屋上にも配置を検討したが、中央部にある避雷針が遮蔽物となって影を作り、またパネル設置に十分な広さがないため、建築コストに見合った発電量を確保できないことから断念した。一方、第1段揚水機場の屋上は逆にもう少しパネルを増やす余裕があったが、出力が50kwhを超えると高圧となり、維持管理に手間と費用を要すること、停電からの復帰を自動で出来なくなること

から、規模を低圧の制限範囲で控えることとした。



写真 22 屋上の太陽光発電システム

8. おわりに

本地区は農業用水の安定供給のため、地区面

積に比して多くの基幹水利施設、特に電気機械設備を有している。このような施設の管理は電気に関する国家資格や高度な技術を要する。

施設管理を担う日野川流域土地改良区は、人材確保に尽力されているが、人手不足は深刻な問題で、更なる維持管理の省力化も急務であり、例えば近年進化の著しい AI 技術を活用した水管理や施設運転の半自動化や半無人化といった検討が必要と言える。

また、本事業で設備の更新や長寿命化を図ったが、電気機械設備は耐用年数が比較的短いため、事業完了したばかりとは言え、次なる更新整備をどのように行うか、今から準備していく必要がある。