

河川管理施設用広域遠隔監視システムの開発

Development of Remote Supervisory System for River Management Facilities in Wide Area

技術本部 清水 祐次郎*¹ 森 下 靖*²
高砂製作所 貝 間 義 則*³

近年の急激な都市化の進展に伴い、降雨から河川増水までの時間が短くなり、台風時浸水被害も大型化している。建設省関東地方建設局江戸川工事事務所では、首都圏を流れる江戸川、中川、綾瀬川に洪水を防ぐための排水機揚（ポンプ場）、放水路、水門等の河川管理施設を多数有している。梅雨や台風などの大雨時は、洪水を防ぐためにこれらの施設を連携し、適切に運用することが必要になってきた。今回、管内の各河川管理施設の状況を、事務所においてリアルタイムで一括管理できる広域遠隔監視システムを開発した。開発に当っては最近のライトサイジングの思想に基づき、最新の汎（はん）用機器を適宜取入れ、コンパクトで十分高信頼のシステムとした。

The Ministry of Construction, Edo Works Office has many river management facilities (drainage plants, gates, and drainage canals) along the Edo, Naka, and Ayase rivers located in the metropolitan area, and recently rapid urbanization has caused a higher probability of floods. In heavy rain such as the rainy season or typhoons the necessity that these facilities are mutually cooperated to prevent floods is increasing. Remote monitoring systems for wide area are useful for the operation of these facilities. We have therefore developed a remote supervisory system which can monitor the condition of these facilities in the works offices in real time.

1. ま え が き

近年の都市化に進展に伴い、降雨から河川増水に至るまでの時間が短くなり、台風時浸水被害も大型化している。それとともに排水機揚等の設備も大規模化しており、一層の設備の機動的運用、効率化、排水信頼性の向上が求められるようになってきている。

そのためには、広域監視システム⁽¹⁾により排水機揚及びゲート設備等の河川管理施設をリアルタイムで工事事務所から監視し、それぞれを連携させて一括管理運用することが必要となる。

今回開発納入したシステムは、機器設置場所の制約により従来の同種システムより一層の小型化と共に適切なコストが求められた。これに対して、最近の計装システムに対するライトサイジング（rightsizing）の考えを取り入れたオープンシステムにより対応を図った⁽²⁾。

本報では、建設省江戸川工事事務所に納入した河川管理施設監視設備について検討した結果とシステム構成、特徴、運用結果等について報告する。

2. システム構成の検討

従来の広域監視システムは、信頼性を重視して制御用計算機を中心にシステムが構築されていた。一方、最近のパーソナルコンピュータや情報通信技術の進歩に代表される機器の高性能化と低コスト化は、制御システムのライトサイジング化の発想を生んでいる。これは本来の目的に対し、適材適所の考えで、従来の専用機器に代りこれらの汎（はん）用機器を使用して必要な機能を実現しようとするものである。今回の例では、制御用計算機に求められる機能をパーソナルコンピュータ（PC）、エンジニアリングワークステーション（EWS）等の汎用計算機で代替することがこれに当たる。制御用計算機の最大の特徴は、リアルタイム性、高信頼性である。汎用計算機で代替できるかどうかは、これらの課題にこたえられるかどうかである。まず、リアルタイム性については、

今回のシステムは監視が主体であること、また、将来制御を行うとしても制御対象である排水機揚、水門といった設備の制御時定数が分単位のため、通信処理による秒単位の遅れは問題にならない。次に信頼性の確保であるが、これには大きく分けて機器としての固有信頼度を上げる方法と系統的に信頼度を確保する方法がある。今回のシステムでいえば、監視制御を行う事務所に置かれる計算機を多重化することで十分な信頼性を得ることができる。

以上により、汎用計算機により代替することは十分可能と考えられる。

このほか、汎用計算機を使用することのメリットとして、表1に示すような項目が考えられるが、特に今後の広域管理を発展させていく上では汎用アプリケーション、周辺機器、インターネットへの対応等の将来性、拡張性が特に重要と考える。

表1 専用計算機と汎用計算機の比較

Comparison of specified computer and multi purpose computer

項 目	専用制御用計算機方式	汎用計算機方式
システム構成	専用制御計算機1台	汎用計算機3台
信頼性	機器信頼性高い	多重化で保証
システム構成の自由度	乏しい	大きい
保守性	メーカー依存（確実）	各種手段あり
代替機の入手性	困難	容易
各種汎用アプリケーション適用性	乏しい	良い
各種周辺機器接続	自社製品に限定	各種あり
物理サイズ	大きい	各種あり
インターネット等への対応	一般に難しい	容易
リアルタイム性（制御性）	良い	条件次第
性 能	選択範囲狭い	各種あり
市場への供給量	少ない	多い

注）ここでの汎用計算機とは、エンジニアリングワークステーション（EWS）、パーソナルコンピュータ（PC）など特定用途向けに設計されていない計算機を指す。

*1 高砂研究所制御システム研究室主務

*2 高砂研究所制御システム研究室

*3 機械技術部電気・機器設計課

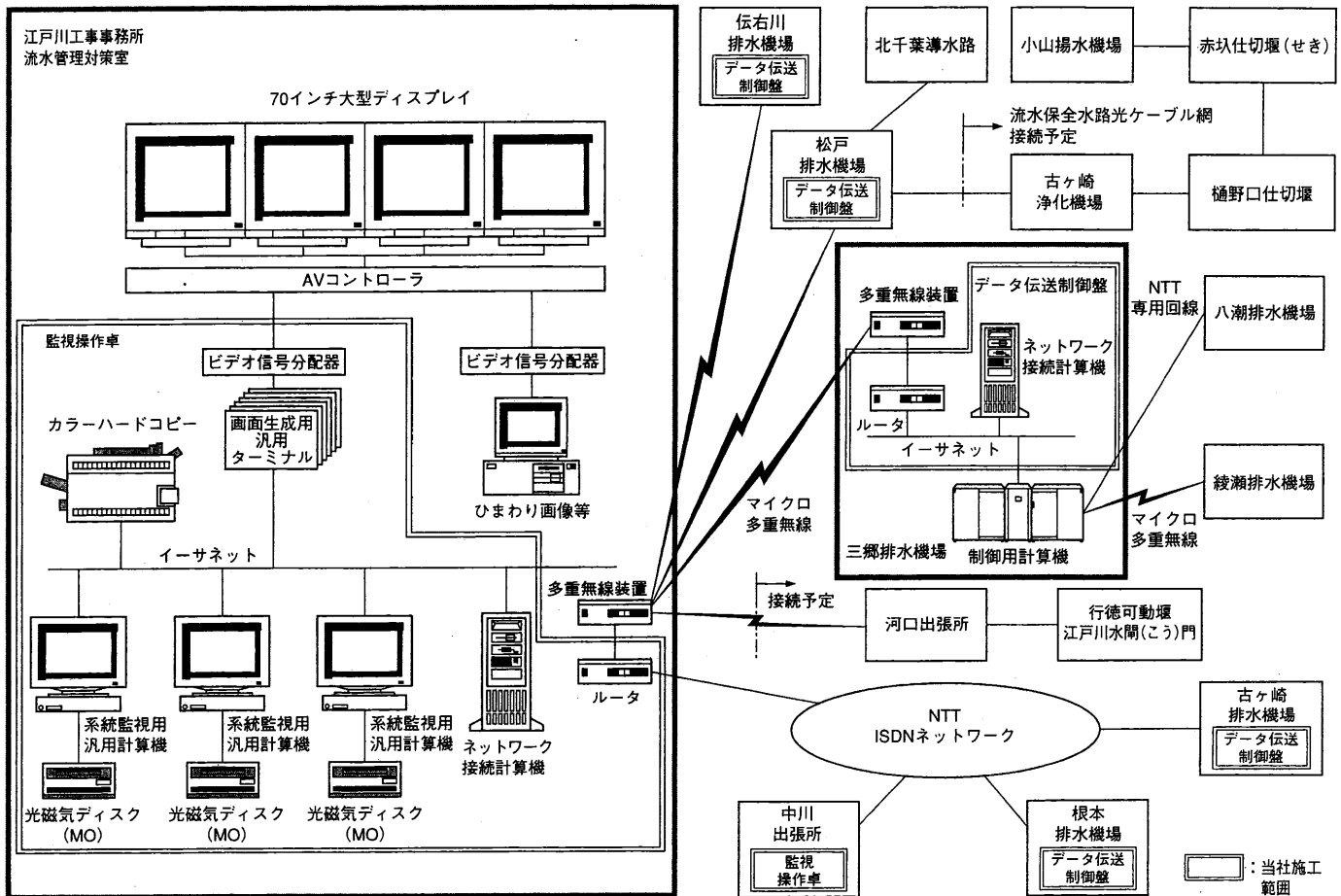


図1 システム構成 河川管理システムの全体構成を示す。事務所と各施設とはマイクロ回線又はISDNにより接続される。
System configuration

3. システム構成

前章の基本方針に従い、図1に示すシステム構成とした。

今回事務所とネットワークで接続されたのは、7機場1出張所1導水路である。これらを専用線通信路としてマイクロ多重無線が利用できる場所は専用線接続、特に回線がないところはNTTのISDN（デジタル公衆回線）によりネットワーク接続した。接続方式は将来のインターネット対応も考慮し標準的なイーサネットによるIP接続（インターネット上で使われる通信プロトコル）である。

事務所の監視部を構成するシステム監視計算機は、3台による多重化構成とした。これら3台は全く同一機能を有しており、少なくとも1台が正常であれば、監視機能を喪失することはない。これらのシステム監視計算機画面のうち、全体監視、ブロック監視の画面については画面生成用ターミナルを介して70インチの大型ディスプレイに出力され、多人数による監視も可能としている。

これらの画面はシステム監視計算機の画面とは独立しているため、システム監視画面を切替えても影響はない。各機場と接続するネットワーク接続計算機はデータ収集を行う要となる計算機であるため、RAID5（ディスク多重化方式の一つ）のハードディスクと二重化電源を採用したサーバタイプの計算機としている。

そのほか、図2に監視操作卓と機場側に置かれるデータ伝送制御盤の外形を示す。監視操作卓は事務所内の限られたスペースに置くため極力コンパクト化を図った。特徴としては、従来のCRTディスプレイに代り、16.1インチの大型高解像度の液晶ディスプレイを採用し、卓内部に収納可能とした点がある。その結果監視

卓上部も広く使えるようになった。また、液晶ディスプレイには専用の光学式タッチパネルを取付け、画面切換え操作を容易なものとした。機場側の伝送制御盤にもモニター用として14.5インチのタッチパネル付き液晶を採用し、調整メンテナンス性を向上させている。

4. 機能

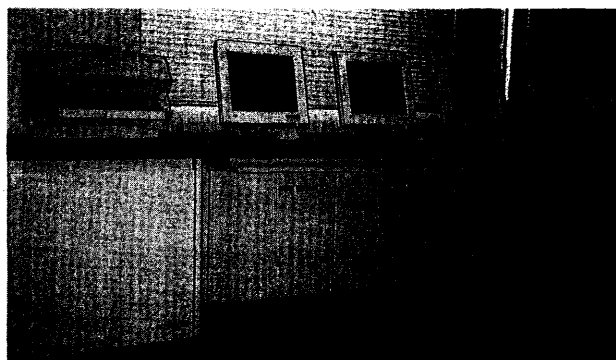
河川管理施設の主な機能を表2に示す。また、図3に主要監視画面の例を示す。画面の構成は図3(a)に示すように、各画面とも警報表示領域、画面タイトル、機能画面領域、メニューボタン領域としてユーザインタフェースを統一し、使いやすくしている。

次に各画面の想定される使い方について述べる。

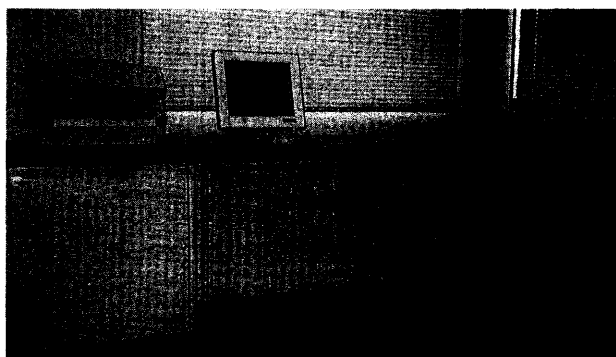
まず、降雨開始後、管内の主要設備状況は図3(b)により確認できる。これにより、各排水機場のポンプ稼働状況が一目で分かる。水位の状況は同じメニュー内の全体画面を選択することで確認できる。さらに流域ごとの施設の連携状況を見るには、図3(c)の流域ごとのブロックに分けた画面による。この画面では、各ポンプの稼働状況のほか、主要ゲートの開閉状況が確認できる。

また、表示器3台に各ブロック監視画面を表示させれば、管内の主要状況を実質的にすべて表示できる。図3(d)は排水機場の状態を冷却水系統、燃料系統、空気系統、潤滑油系統、電源系統ごとに詳細に見る画面例である。例えば、機場で異常、故障が発生したとき原因を推定するのに使われる。図3(e)は機場の中のポンプなど主要機器周りの動作状況を見る画面で、図3(d)より細かく確認できる。

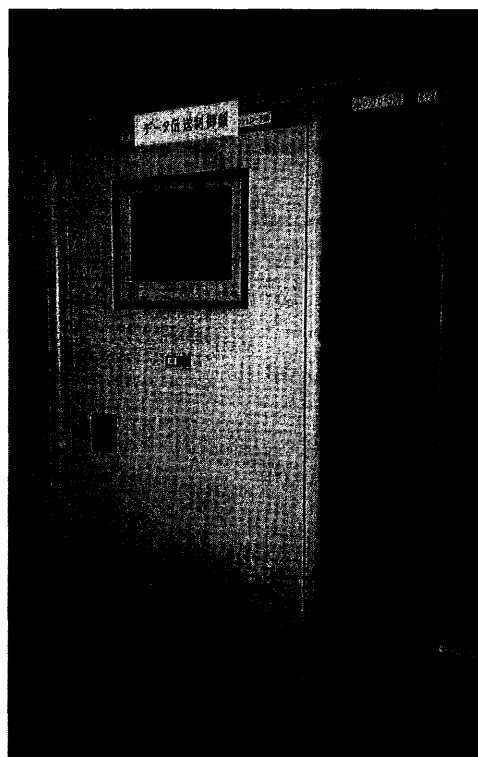
このほかポンプ運転開始、停止の状況を判断するための各機場



(a) 監視操作卓



(b) 監視操作卓（ディスプレイ収納時）



(c) データ伝送制御盤

図2 監視操作卓とデータ伝送制御盤 事務所に置かれる監視操作卓と各施設側に置かれるデータ伝送制御盤を示す。監視卓上の液晶ディスプレイは卓内に収納できる。
Control desk and data transmission control cabinet

表2 主な監視機能

Main functions of system

画面	表示内容
メニュー選択画面	全体監視、各流域又は機場の各監視画面を選択。
監視画面	全体監視
	管内の各施設のポンプ稼働状況、主な水位を一括表示。
	ブロック監視
	流域の関連施設の稼働状況を監視する。機場ポンプの稼働状況とゲートの開閉状況を表示。
	機場監視
	各機場ごとの詳細を監視するためのもので、配置図、冷却水系統、燃料系統、空気系統、潤滑油系統、動力系統の各機器の状態を表示。 そのほか、ポンプ始動条件、緊急連絡先を表示する。
システム状態監視	各ネットワーク機器の通信稼働状況を表示。

の内外水位トレンドを表示する画面、ポンプ始動条件を表示する画面、各機場の故障、異常などの警報リストを表示する故障履歴画面及び緊急時の連絡先を表示する画面など総数約80画面から構成されている。

機能上の特徴としては、多数の機場を監視するため全機場の警報が警報表示領域に表示されるが、警報表示領域左端にある連動ボタンを押すことにより、現在表示している監視対象機場に関する警報のみが表示されるようになる。

これにより、関係のある警報のみが絞込まれて表示され、必要な警報の見落とし防止に役立つ。

表示上の特徴としては、図3の画面例に示すように従来の平面的表示から、立体的な表示にし、運転中のポンプについては羽根車の部分を回すイメージで変化させ視認性の向上を図った。

ゲートの開閉表示については従来の色分け（開：赤、閉：緑）から、図の上でゲート部を開度に合せて上下させることで誤認識を防ぐようにした。なお、これらの監視画面は当社で開発した計装制御用グラフィックツール⁽³⁾ GX-1により作成したものであ

り、絵の作成修正などは従来に比べ容易なものとなっている。

5. 通信方式

システム構成のところで述べたように、伝送形態は専用マイクロ回線とNTTのISDNを使用している。本河川管理システムは、降雨増水時以外は、特に連続監視する必要はないため、公衆回線を使用している部分については通信費の削減が可能となるよう工夫した。すなわち、ISDN接続対象については、通常は1日1回の伝送、水位上昇時は1時間に1回、ポンプ運転時は10分間に1回の伝送頻度とした。故障発生時は通報遅れがないようにその都度伝送するよう設定されている。また、監視画面にはデータ更新ボタンを設けてあり、任意の時点で最新データに更新することも可能である。通信費一定とすれば、以上のようにすることで必要なデータをより詳細に監視できることになる。

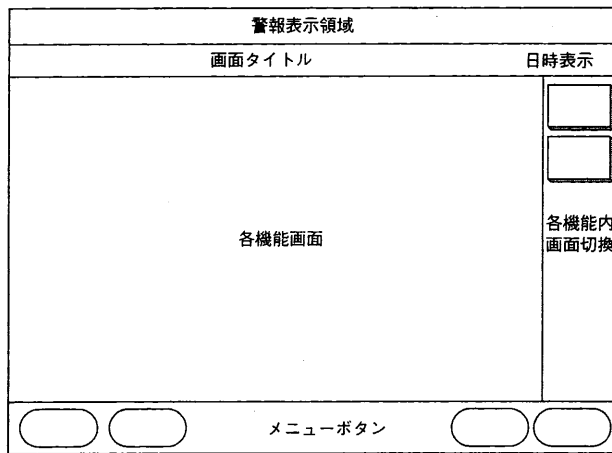
専用線接続部については、10s（デジタル専用線 速度：48 kbps）ないし30s（アナログ専用線 速度14 400 bps）ごとに逐次データを更新している。

なお、各データ伝送量は表3に示すとおりで、三郷（八潮、綾瀬分を含む）、松戸（北千葉導水関係その他のデータを含む）、中川（事務所の関連データをすべて伝送）を除けば比較的数据量は少なく、ISDN接続における画面更新時の応答性は10s前後で特に問題はない。

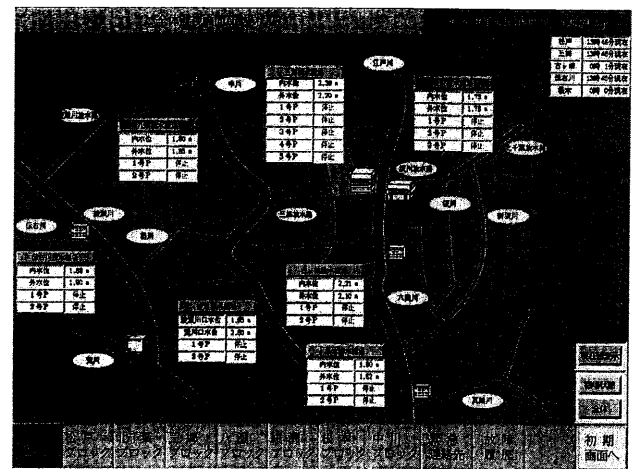
6. あとがき

平成8年秋から、一部運用を開始した。台風シーズンにおいては、各河川管理設備の稼働状況が一目で把握できるようになり、有効性を実証することができた。このような導入のしやすさも従来システムに比べて今回のシステムの特徴といえる。

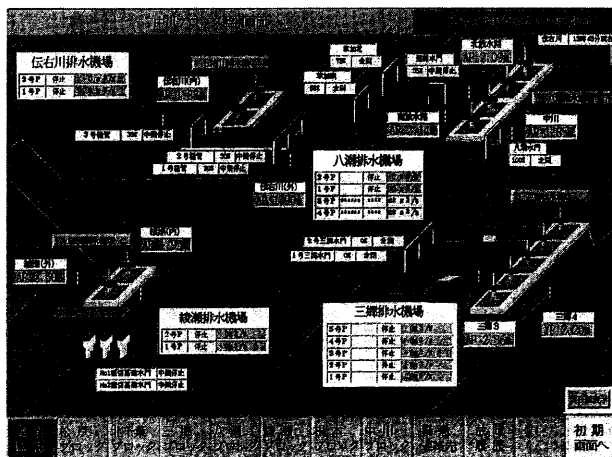
今後、更に有効に本システムを活用する方法としてCALS（Con-



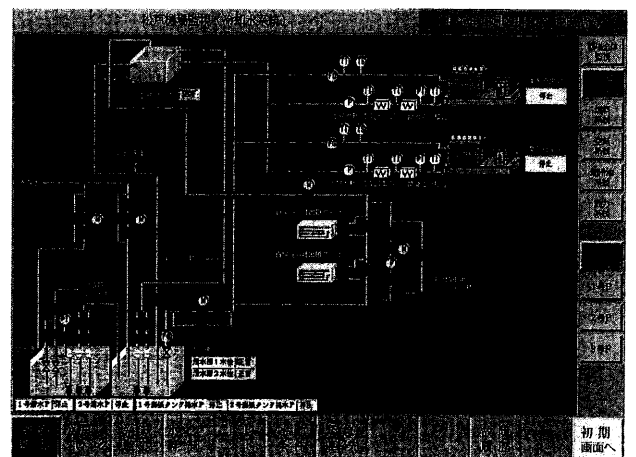
(a) 画面構成



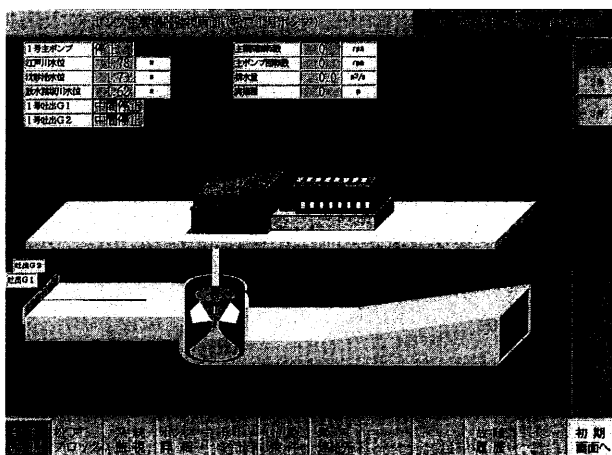
(b) 全体監視画面



(c) ブロック監視画面例



(d) 機場監視画面例



(e) 機場機器監視画面例

図3 主要監視画面 ディスプレイ表示の構成を統一し、監視操作を分かりやすくしている。全体監視（管轄施設全体）、ブロック監視（流域の関連施設）、機場監視（機場内の詳細）及び機場機器監視（ポンプ、主機等）の各画面例を示す。

Basic screen layout and examples of monitor screen

表3 データ伝送量
Transmission data

施設名	アナログ	デジタル
松戸排水機場	852 点 (3 048 byte)	2 096 点 (262 byte)
三郷排水機場	1 152 点 (4 608 byte)	8 592 点 (1 074 byte)
根本排水機場	24 点 (96 byte)	288 点 (36 byte)
伝右川排水機場	32 点 (128 byte)	320 点 (40 byte)
古ヶ崎排水機場	32 点 (128 byte)	320 点 (40 byte)
中川出張所	2 092 点 (8 368 byte)	11 616 点 (1 452 byte)

データと制御用データのネットワーク帯域を分割し、制御用データの帯域を確保することでリアルタイム性を保証することが可能と考えている。

今後、運用実績を重ねるとともに、より使いやすいものとするべく改良を加えていきたい。

最後に本開発に当り、ご指導頂きました建設省江戸川工事事務所関係各位に感謝いたします。

参考文献

- (1) 堀慎一郎ほか、排水施設の広域遠隔監視制御システムの開発、三菱重工技報 Vol.31 No.6 (1994) p.400~403
- (2) 成田誠之助ほか、プロセスオートメーションにおけるオープンライトサイジング、計測と制御 Vol.34 No.11 (1995) p.841
- (3) 夏目明典ほか、計装用グラフィックシステム GX-1、三菱重工技報 Vol.31 No.6 (1994) p.408~410

tinuous Acquisition and Life-cycle Support) の思想を取入れて各機場設備の運転情報、保守情報を事務所で一括管理し、維持管理の品質、信頼性の向上に役立てることが考えられる。外部とネットワークでつなげば、メンテナンスメカ等との連携による遠隔保守へ発展させることも可能である。

将来の遠隔制御への技術的課題としては、安全性対策や制御に伴うデータ伝送のリアルタイム性の確保などが考えられる。安全性に関しては、検討の余地が大きい、後者は技術的には監視用