

快適以上を、世の中へ。

TOENEC

中部電力グループ

TDR

Technology Development Report
2017.10

Technology Development Report

Technology Development Report

vol.33

C O N T E N T S

はじめに

- 未来への挑戦 ～さらなる飛躍を目指して～ 3
代表取締役社長 社長執行役員 大野 智彦

特別寄稿

- 人と車と街のIoTサービス ～豊田市交通系社会実験～ 4
名古屋大学未来社会創造機構 特任教授 手嶋 茂晴
特任助教 大野沙知子

技術報告

- 引込線・低圧線(束巻き)線出工具の開発 12
配電本部 配電統括部 技術グループ/竹村 浩一
- アセットマネジメントに基づいた
需要電気設備の長期保全費用推定ツールの開発 16
技術研究開発部 研究開発グループ/大島誠一郎・小林 浩
- 樹脂成形工場におけるエネルギー最適化システム(MiELPLAS[®])の開発 20
技術研究開発部 研究開発グループ/古田 涼亮
- 恵那市情報セキュリティ強化対策及びネットワーク整備 24
情報通信統括部 技術グループ/太田 真人・東 聡志
中部本部 ソリューション工事グループ/高橋 寿男
- 製造業における排水処理設備管理提案の事例 30
岡崎支店 営業部 空調管工事グループ/村澤 大・中村 明浩
- 三井不動産ロジスティクスパーク稲沢の電気設備 34
中部本部 内線部 工事第三グループ/浅井 健司

技術研究開発部だより

- 38

編集後記

快適以上を、世の中へ。

TOENEC



T D R

Technology Development Report

2017.10



未来への挑戦

～さらなる飛躍を目指して～

代表取締役社長 社長執行役員

大野 智彦



日頃より、社員の皆さんには、当社の発展のために多大なるご尽力をいただき、心より厚く御礼申し上げます。

さて、当社の経営環境は、日本経済の緩やかな回復基調に伴い、一般工事部門においては比較的良好であります。一方、配電部門におきましては、電力自由化に伴う電力市場における競争激化に伴い、今後も厳しい状況が継続するものと予想されます。

このような情勢を踏まえ、当社は、今年度から新たな中期経営計画をスタートさせました。安定的な収益を確保しつつ、更なる成長が期待できる企業を目指すことを基本的な方針としています。この中期経営計画は、東京オリンピック以降の景気動向を考えると、極めて重要なステップになると考えています。目標達成に向け、皆さんとともに、全力で取り組んでいきたいと思っております。

ここで、当社が長期的に成長するために、全社員が共有すべき事項について考えてみたいと思っております。

当社が成長するためには、当然のことながら、お客さまに選ばれる存在にならなければなりません。では、お客さまに選ばれるためには、何が必要でしょうか。もちろん、誠意、真心といった顧客第一主義に基づいたアイデンティティーを社員の一人ひとりが持つことが大切です。そのうえで、お客さまが求める付加価値をいかに提供できるかが重要です。

では、当社がお客さまに提供できる付加価値とは何でしょうか。そのひとつは、お客さまの事業を支える「技術」です。しかも、この「技術」は、お客さまの期待値以上のものでなくてはなりません。このような「技術」を提供することこそが、

当社がお客さまに選ばれる存在になることだと確信しています。当社の経営理念の一つである「独自技術の展開」は、まさにこの重要性を示すものであります。

そして、独自技術を展開する上で特に重要な取り組みは、技術研究開発と技術者の育成です。

お客さまが抱えておられる課題は、生産性の向上、省エネルギー、環境対策、BCP、設備に対するアセットマネジメントなど多岐にわたります。当社は、総合設備業として、これらの様々な課題を解決し、お客さまに満足していただける技術を研究開発し、提案・提供していく必要があります。ぜひ、今後も良い成果を挙げるために、関係各所が率直に、かつ活発に、虚心坦懐に議論されることを期待します。

また、お客さまのニーズを的確に把握し、最適な提案が行える技術者を育成していくことも重要です。このためには、高度な専門教育ももちろん大切ですが、技術者の皆さん一人ひとりが向上心を持って新たな技術を習得し、失敗を恐れず高い目標を掲げて果敢にチャレンジする意欲を持つことが非常に重要です。技術士などの難易度の高い資格取得にもどんどんチャレンジしてください。

TDレポートは、まさに、当社の「技術」の結晶であります。本書を契機に「技術」に対する議論が全社で活発化することを期待します。そして、「技術」が当社のブランドにまで高められれば、未来はおのずと開かれると考えます。

世界経済は、現在回復基調ではあるものの混沌としており、日本経済もまた同様であります。先行き不透明な状況は今後も続きますが、さらなる飛躍を目指し、皆で知恵を出し合い、力を合わせて未来へ挑戦し続けていきたいと思います。

人と車と街のIoT サービス

～豊田市交通系社会実験～

名古屋大学未来社会創造機構

特任教授 **手嶋 茂晴**

特任助教 **大野 沙知子**



1. はじめに

科学技術による社会課題解決が求められている[1]。同時に社会イノベーションの必要性も広く認識されている。そのような社会変化・社会ニーズを受けて、名古屋大学を含む大学、企業、研究機関全12機関は文部科学省「革新的イノベーション創出事業(COI Stream)」[2]の拠点(名古屋大学拠点[3])に採択され、モビリティ(移動)の観点からイノベーションの創出に取り組んでいる。本報では名古屋大学拠点での活動の中から、「人と車と街のIoTサービス社会実験」と称して実施している主に豊田市を実証地域とする実験の内容、その背景となる課題認識および今後の課題、研究の方向性について述べる。

「人と車と街」の関係では自動走行が喫緊の話題である。Darpa Grand Challenge、Urban Challenge[4]に始まり、Google自動運転で一気に注目を浴び、国内でもSIP-Adus(内閣府戦略的イノベーション創造プログラム自動走行システム)が着手され、この2-3年で自動車メーカーから自動運転機能を持つ車両の販売予定が報道されるに至っている。それに伴いモビリティ(移動すること)に関わる技術(デジタル地図、GPS、Lidar [Light Detection and Ranging、レーザ光による距離画像計測装置]、AIなど)だけでなく社会制度(法、保険、倫理、価値観)等の議論も始まっている。一方で、日本では「技術で勝って、ビジネスで負ける」と言われるように社会基盤となる情報システム研究開発において不得意分野が存在する。ITS(高度道路情報システム)の活動を振り返ると、社会や人の行動変容や価値シフトを伴う新フレームワーク、新サービス創出に係る分野がそれに相当する。自動走行はまさしくこの不得意分野に当てはまる。

交通・ITSは持続性ある社会実現の重要分野としても重要視されているものの、技術/社会実証が社会実装につながる例は少ない。これは、技術指向の事業化やこれまでの地域振興施策の方法論としての行き詰まりを示唆する。

我々は、ITSを含めた社会システムにおいては、技術開発から実用化を線形で考えるウォーターフォール型プロセスではなく、社会が内在する不確定性を容認するような発展・進化の視点で捉えるべきと考える。社会システムの発展・進化は、社会を構成する人、モノ、金、情報基盤の発展・進化とする仮説である。今この進化が情報通信技術によって加速され、社会のレジューム変化を起こすまでになっており、自動走行に代表されるモビリティの質的变化は社会進化の1つの原動力である。この変化を社会課題解決に向けて次世代モビリティ社会設計に反映させるには、人、モノ、金の相互作用関係をデータとして観測し、データによる証左に基づいて失敗を避けるような次の選択肢を選ぶ社会合意形成が必要である。

このようなマクロな課題認識に基づいて名古屋大学COI拠点では、「人と車と街」を観測する社会実験を進めている。現行調達可能なセンシング、通信、データベース、インターネット、サーバの技術を利用して、「人と車と街」を観測する実験システムを開発し、様々なサービスへの展開可能性を検討している。2章では「人と車と街」を観測し、データ駆動で社会システムを進化させるための都市交通情報基盤である交通社会ダイナミックマップ(以下交通社会DM)を紹介する。3章では豊田市で先行運用している交通社会DM実験システムのシステム構成について、4章では豊田市および他での社会実験事例について内容と結果を述べる。

2. 交通社会ダイナミックマップ

政府等の掲げるSociety5.0は、人間中心視点で社会の絆や誇りなどに立脚した形で都市インフラシステムなどを進化させ「接続可能な開発目標」に貢献することを目指す取り組みである。我々の進める「人と車と街のIoTサービス社会実験」においてもSociety5.0が掲げる未来都市像を見据えて、データを利活用するモデル事業を提案する。「人と車と街のIoTサービス社会実験」で想定している未来都市では、情報プラットフォーム上でデータセンシング、意思決定、その実施のサイクルをまわすことによって都市の課題解決を行う一連の社会的エコシステム(生態系)が機能しているはずである。我々は交通分野で収集したデータを集約・活用するシステムとして交通社会DM[5]を提案している。

位置(緯度/経度、住所、路標、相対距離)を参

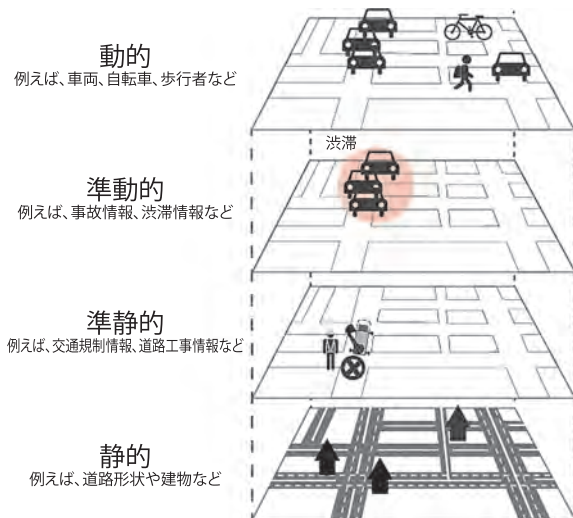


図1 交通社会ダイナミックマップ

照キーにして、物体や事象のデータを参照可能にするデータベースはダイナミックマップと呼ばれる。一般に地図(マップ)は、静的な物体/現象と位置との関係を扱う。ダイナミックマップは、対象とする物体/事象が短時間で移動もしくは変化するものも含むように地図を拡張した概念である^注。

注：動的な対象を扱うということで、地図を動的に作成するという概念とは別である。

我々はデータ循環都市で交通に関するセンサーデータの収集・管理・活用を実現する情報プラットフォームとして道路交通に関わる物体/事象を都市レベルで扱うダイナミックマップ『交通社会DM』を提案している。交通社会DMには、道路上の移動体、信号サイクルなどの管制、工事/通行規制、渋滞/混雑状況、速度規制や一旦停止など交通規制、レーンなどの道路情報などが管理保管される。データは静的/準静的/準動的/動的のカテゴリに分かれる(図1)。

交通社会DMと既存技術との比較を示す(図2)。図2に示すように、詳細度は高く、膨大なデータ量(都市規模)に対して処理能力も必要である。ここに示された機能は既存機能の置換、道路もしくは車両機能の高度化の枠を超え、地域社会と一体となって開発/運用する必要な社会インフラ基盤であることを証左するものである。

3. 豊田市 交通社会ダイナミックマップ 社会実験システム

名古屋大学は豊田市と協力して、市街地自動走行を可能にする街とはどんな街なのかを、交通社会DMの社会実験を進める中で実践的に明らかにする研究をしている。



図2 交通社会ダイナミックマップと既存技術の関係図

- 位置情報を社会で共有するという前提(社会のあり方)が受容されるのか?
- 自動走行の他にどんな使い方/用途があるのか?
- どのように普及させることができるのか?
- どんな用途にどの程度の性能で、いつ頃実用化すべきか?
- 運用にどれだけの費用がかかりそうか?
- だれが費用負担をする候補か?

上記課題を豊田市および市民、関係者と考えるツールとして、最終形として考えている交通社会DMの機能および性能を限定的に実装した実験システムを開発した。

実験システム開発に先立ち、以下の点を社会実験運用上の要件とした。

- 交通安全や街活性化などの社会貢献を背景に市民/事業所の参加を促す
- 公共/商用サービスの共用基盤とすることで実験評価に必要な事業規模を確保する
- 既存インフラセンサー、公開データ利用し、データ集約にかかる費用を抑制する

図3に示す全体構成をもつシステム(社会実験版DMおよび端末システム)を設計開発した。

一般からの実験参加には汎用ユビキタス機器(スマホアプリ、BLEビーコン[IEEE802.15.1]、

Webブラウザ搭載端末)を利用できるようにした。位置情報の収集のためスマホ(iOS、Android)用には実験用専用アプリを開発し、Apple Store、Google Playを介して誰でも利用可能にしている。豊田市内での催事に合わせて実施する社会実験においては、その催事に合わせた実験目的のため専用Webページを用意している。その場合は、スマホアプリを必要とせず、Webブラウザ搭載端末によって実験参加可能にしている。

豊田市では、ITSの先行的取り組み実施の結果、インフラセンサーや交通に関する公開が進んでいる[6]。我々はそのうち、インフラセンサーについてはひまわりネットワーク(ケーブルTV会社)が市内に設置している沿道カメラ[7]を、公開データについてはコミュニティバス(おいでんバス)バスロケーションシステム[8]、愛知環状鉄道運行情報サービス[9]、豊田市周辺駐車場満空情報を社会実験版DMIに取り込んでいる。

実験システムでは、利用するセンサーのデバイス・データ特性に合わせて前処理を行うデータアップロードを用意し、インターネットを介して名古屋大学情報基盤センターのクラウド上にある社会実験版DMIにデータを送信する。代表的なデバイスについての前処理の内容は以下の通りである；

- インターネット接続可能なデバイスはスマホアプリ、Webブラウザを介して位置(方位、速度)を送信する。
- 専用スマホアプリでは利用者に移動モード(徒歩、自転車、バス、電車、自動車)を選択させ、移動モードもあわせて送信する。
- 位置情報は緯度/経度、道路ネットワーク上基準点からの変位、速度、方位等を1秒~30秒ごと更新する。Webブラウザ利用の場合、更新頻度はブラウザ側での設定に従う。
- BLEビーコンを保持する小学生の位置は、ビーコン電波を受信する近くの専用アプリを搭載したスマホ(複

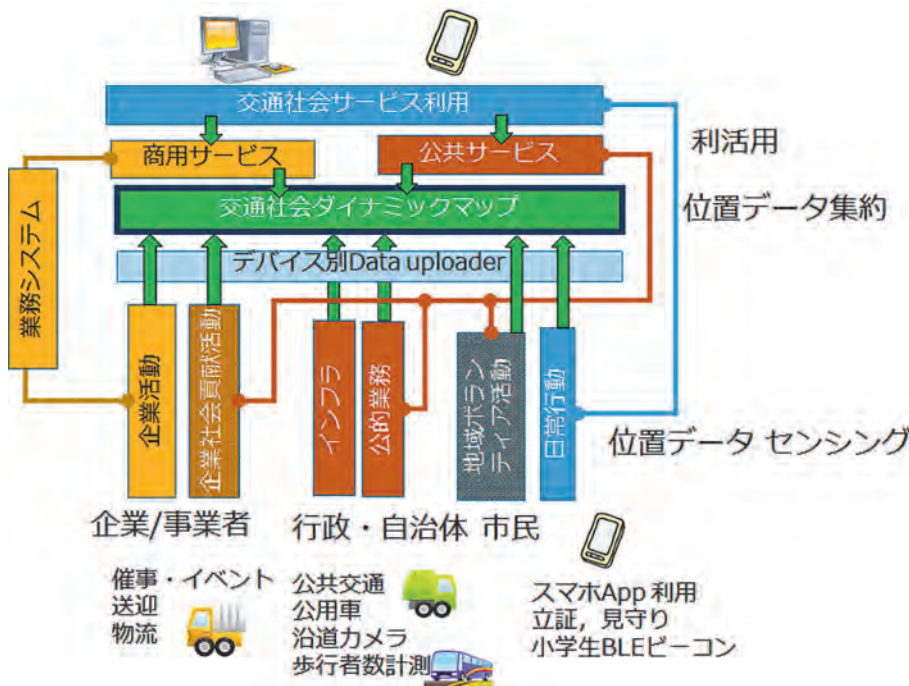


図3 社会実験版DMおよび端末システム

数)の位置から推定ならびにトラッキングして送付する。実験によっては店舗等に固定BLEスキャナーを設置し、位置推定精度を上げる。

- ひまわりネットワークが豊田市内交差点に付近に設置している沿道カメラからの動画を名古屋大学で受信し、画像認識により車両位置ならびに速度を求める。その結果から得られる位置を送信する。位置は緯度経度に加え、複数車線の道路では車線を区別して、基準点からの変位も含められる。
- 愛知環状鉄道、おいでんバス(豊田市コミュニティバス)の車両位置については既存のロケーションサービスを提供するWebページをパーキングし位置情報を抜き出し、送信する。

4. 豊田市 人と車と街のIoT サービス社会実験事例

4.1 社会実験概要と現状

豊田市で実施した、実施中の実験の事例のうち、一部を紹介する。2015年2月に最初の社会実験を実施し、現在も継続中である。当初、インセンティブを利用して集めた数十名の協力者から着手した。現在は継続的にかつ、完全な市民ボランティアの協力で1,000人規模の実験にまで規模を拡大してきている。

現行の市販品で調達可能な技術を利用するシステム構成での位置精度や通信時間遅れが、実験によって明らかにできた。市街地ではスマホで計測される位置精度は機器による誤差も大きく、10m程度である。BLEビーコンを用いて補正をすれば5m程度まで精度を上げることが可能である。加速度情報を利用したデッドレコニングとの併用も試みてはいるが、実時間で位置補正には課題が残る。位置/速度計測してセンターに集約し、他者データと合わせて再びそれを端末側で利用するまで、2秒ほどの遅延が生じる。つまり計測後、車両制御に必要な時間遅れ内で、そのデータに応答することは困難で、3秒程度の予測処理との併用が必要である。

以下、これまでに豊田市で実施してきた代表的な実験の内容を紹介する。

4.2 交通安全一斉街頭活動

入学や年末などの時期に全国もしくは愛知県下で一斉に実施される交通安全運動において、豊田市では市民に交通安全一斉街頭活動(通称、交通安全立哨活動)への参加を呼びかけている[10]。市内の様々な団体が主に朝の登校時に沿道に立ち、旗等の媒体で運転者や歩行者に交通安全メッセージを伝える活動である。我々はその活動に合わせて、立哨者の位置、登校する小学生の位置を交通社会DMに集約する実験を2015年度より継続的に実施してきた。2016年度は中心市街地にある2つの小学校、および学区内の自治区、事業所に協力いただいた。

この実験は、交通社会DMを用いたサービスとして小学生の通学の見守りが定着するか否かを確認することを目的とした。小学生にはBLEビーコンをランドセルに付け、地域住民の立哨者が保有するスマホが、BLEの電波を受信する(写真)と位置情報をWebページや専用アプリに表示するというシステムを用いた(図4)。対象とした小学校区を1校から2校としたため、参加者は2016年度の時点で、小学生は75分団、立哨者は、45人となった。全体で100人/日程度の参加協力者の規模となった。

2016年度は7月、12月と2回実験を実施できたこと、一部の地域住民からは、実験時に限らず常時スマホを置いて、子どもの見守りをする提案があり、小学校、地域住民の継続的な協力は得られていることを確認した。2016年度は、立哨者がBLEを受信するスマホを持つことに加え、商店にBLEを受信するセンサーを設置することで小学生を見守るセンサーの数を増加させた。対象学区内では、子ども110番のお店が286店舗指定されており、小学生を見守る目的に共感が得られたこと、かつスマホを用いており、特別な装置を必要としないことから、設置が実現した。街灯などに



写真 交通安全一斉街頭活動 実験の様子



図4 立哨者，登校小学生の位置表示画面

設置することも、管理者である自治区から提案があり、地域の既設インフラを用いて地域で子どもを見守る体制を整備することは可能であることを確認した。

交通社会DMのサービスとして子どもの見守りを展開することは、地域住民にとって受容性が高いこと、地域で実装するには既存の活動やインフラを活用することができることを確認した。地域で継続的に展開することが可能なサービスであるといえる。一方で、スマホを使うことに不慣れである立哨者がいること、交通安全の取り組みにスマホをもって参加することに抵抗がある立哨者がいることも確認をしており、サービスとして展開するためには、改善点があることも確認をしている。

4.3 豊田おいでんまつりファイナル

豊田おいでんまつりファイナル[11]は名鉄豊田市駅東側市街地を80ほどの「踊り連」と呼ばれる数十人の団体が、音楽に合わせてパレードするイベントである。実験では、踊り連および踊り連の括り（基本部門、アレンジ部門）を示すプラカードの位置[動的データ]、交通規制[準動的データ]、祭り時の仮設物の位置[準静的データ]などを交通社会DMで表現し、祭り参加の一般市民に提供をした

(図5)。踊り連/プラカードの位置を、専用アプリを入れたスマホを保持してもらうことにより取得する。

- 祭りを主催するおいでん祭り実行委員会としては、
- 踊りのコース上、踊り連の移動が停滞するところがあり、その原因の同定
 - トイレ/ゴミ箱の位置情報提供による案内紙媒体配布数削減の可能性
 - 本部での案内業務の効率化(踊り連の場所等の問合せ対応)
 - 踊り審査員の位置確認(2017年審査員にも専用アプリで位置を収集)
- を目的に実験協力頂けた。

2016年は、7月30日のおいでんファイナル、7月31日の花火大会と、2017年は、同様に7月29日、30日の2日間にわたって実験を行った。なお、花火大会開催日は交通規制、仮設物の位置の提供のみである。

2016年実験では、主催者メンバーの知り合いである5つの踊り連に名古屋大から専用スマホを貸与し、実験に参加してもらった。Web閲覧数は、2日間で482(一般市民と思われるWebにアクセスした機器のIPアドレス数)[ファイナル209、花火273]であった。2017年実験では、全参加踊り連

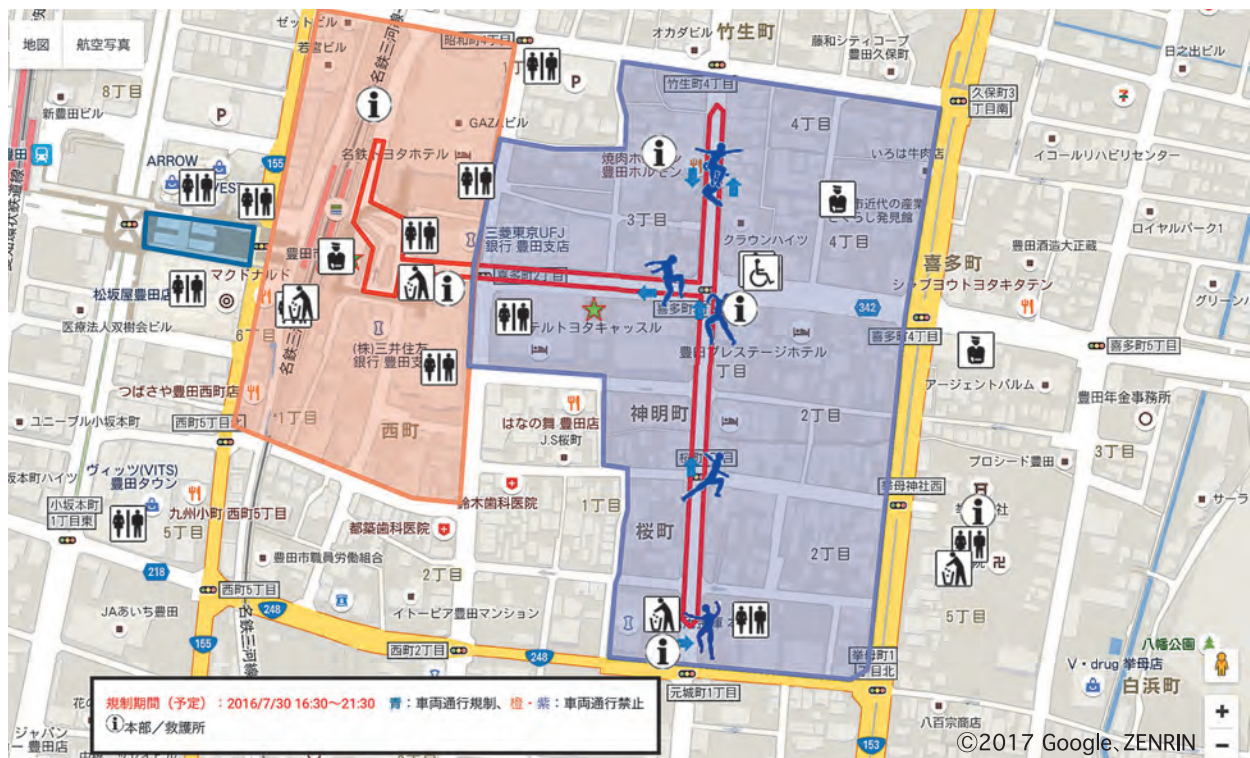


図5 おいでんまつり実験での位置データの表示
(踊り連の現在位置と交通規制, 仮設物を表示)

に協力を要請し、9つの踊り連にボランティア協力いただき、踊り連メンバーが個人として所有するスマホを利用してもらった。Web閲覧数は約750[ファイナル630、花火120]であった。

踊り連の位置は、当初主催者が停滞情報を取得することになったが、「今どこで知り合いが踊っているか」を知ることができ、一般参加者にも好評であった。実験の広報活動の効果もあって2017年Web参照の増加につながった。

催事における交通社会DMの利用は、一般参加者へは交通規制/仮設物についての詳細な情報提供、主催者側にとっては警備/人の誘導等に潜在的価値があることがわかった。

4.4 トーエネック作業車両動態分析

準静的データのうち、道路上での作業/工事データ(以下、道路工事データ)の獲得/収集手段に関する実験である。自動車専用道では道路工事の情報は道路管理者に集約されているが、市街地一般道では複数の行政組織・部署に分散管理され、かつデータが許認可のための届出を目的とするため、我々の考える準静的データへの利用に適さない場合が多い。そこで我々は道路工事の発生源に注目

し、発生源をセンシングすることで道路工事データ取得の可能性を確かめることを目的に実験を企画した。

実験は、株式会社トーエネック豊田西営業所にある工事車両8台に、位置情報をリアルタイムに取得/発信するアプリを搭載したスマホを設置し、日常業務の中で車両位置、速度に関する情報を取得するものである。スマホについては充電の他に操作不要で作業員に負担はない。位置情報は他の用途(実験)で実施しているスマホの位置情報とともに、匿名化処理後、広く一般市民が閲覧できるようWebで公開している。

2016年9月8日から実験を開始し、現在(2017年8月)もデータを取得中である。収集したデータ(1-2秒間隔のGPSベースでの緯度経度、速度)から作業車両の動態分類を試行した。分類には統計学でのクラスタ分類の手法を用いた。2016年10月10日-2017年1月17日のデータに対して統計処理パッケージR[12]を用いてクラスタ分類した。この期間中に収集したデータの位置を地図上に示す(図6)。各作業車両の10分ごとの位置データの集まりをクラスタ分類対象のサンプルとした。動態として、停止作業中とその他の分類を試みた例を

示す。つまり、10分ごとに停止作業中かその他かを位置データから推定可能かを調べた。図7はサンプルを12のクラスタに分類し、それを速度0の割合(10分間の収集データのうち、速度0のデータの割合)でプロットしたものである。GPSベースでの計測であるため、位置計算に用いる衛星の切り替えや反射波を含む電波受信応対の変化等の状況で実際には停止していても、データでは速度が出ることもある。図7が示す結果はクラスタ2、9が停止中に相当するデータで、速度0の割合90%前後で区分可能ということである。クラスタ2、9に分類されたサンプルおよびその他のデータを幾つか抜き出して、作業日報と突合する作業を行ったところ、1つの事例を除いて、正しく分類されていることを確認した。正しく分類できなかったものは5分程度での停車作業・短距離移動を繰り返す作業であった。クラスタ2、9以外のクラスタには、市街地走行(信号や混在での停止)、自動車専用道での移動、山間地幹線の移動と推定できるものがある。今後、詳しい確認を進める。

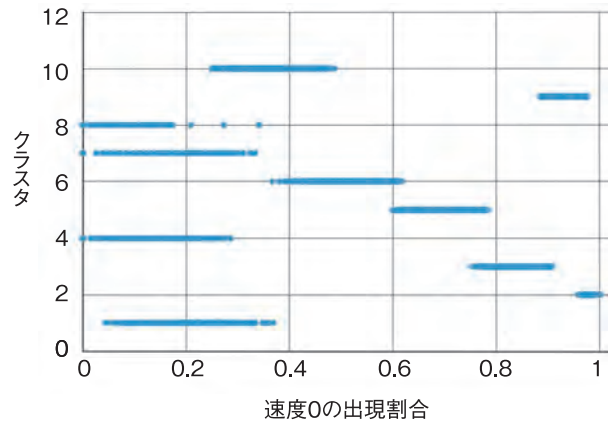


図7 速度0の割合とクラスタの関係

5. まとめ

2014年度より豊田市と共同で実施してきた交通を対象とする社会実験について、その背景となる社会イノベーションの仮説、実験システム構成、実験の概要、そこから分かってきたことについて述べた。

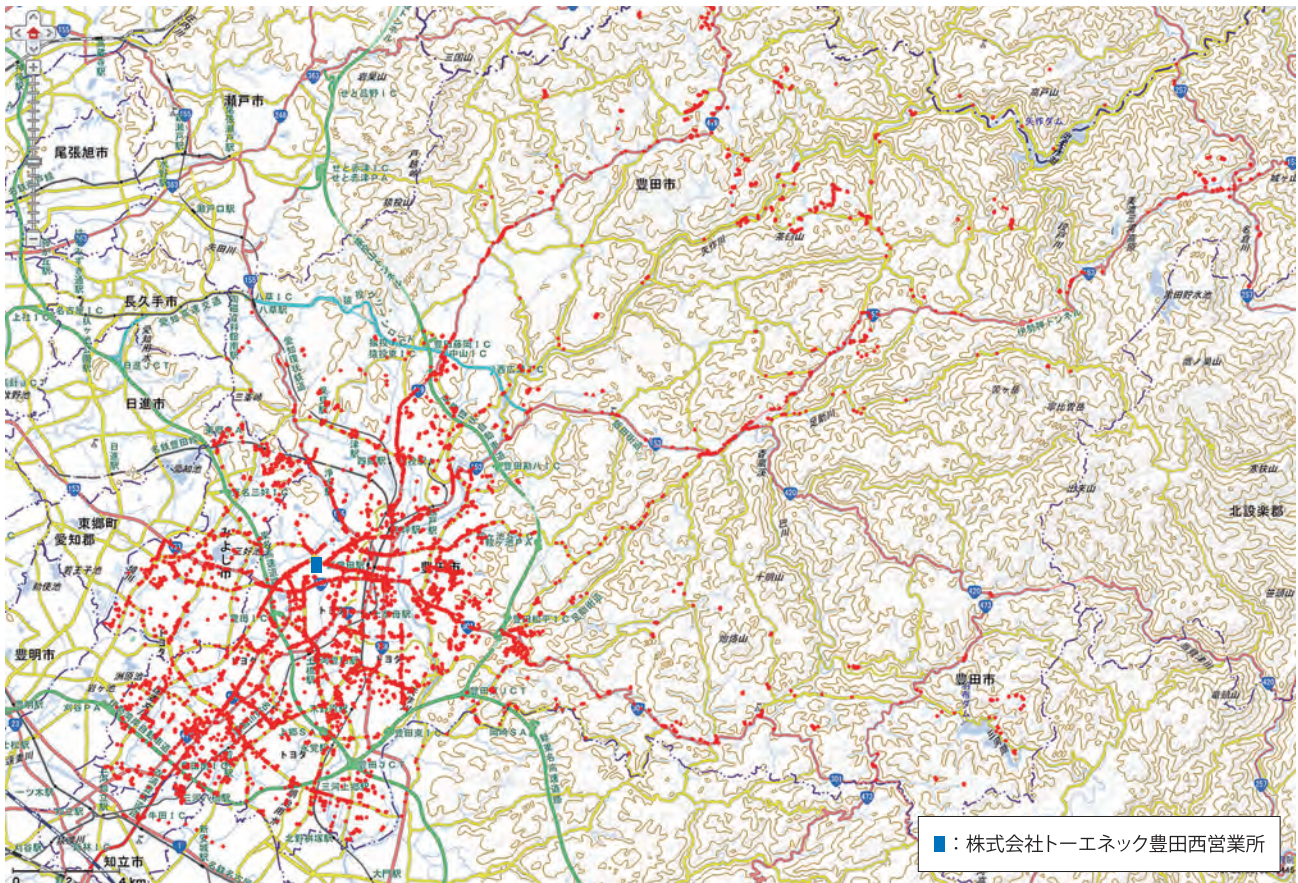


図6 位置データの取得状況
(期間：2016年10月10日～2017年1月17日)

社会実験をしている個別の取り組みについてその利便性や社会的効果をまとめた。現在、地域にどのような包括的な価値をもたらすのかという視点から全体運用コストの試算、事業運営体制の検討をしている。本年度も社会実験を継続している。それに伴って実験システムも機能拡張している。

今後は、次世代道路時空間情報基盤をめざして、5m×1秒での時空間位置精度や、匿名性、追尾性、信頼性、リアルタイム性、予測性能などを実現するための研究を進める。

参考文献

- [1] 科学技術基本計画(内閣府)
<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index5.html>
- [2] 文部科学省革新的イノベーション創出事業COI Stream
http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/coi/
- [3] 名古屋大学COI拠点
<http://www.coi.nagoya-u.ac.jp/>
- [4] Darpa Grand Challenge, Urban Challenge
<http://archive.darpa.mil/grandchallenge/>
- [5] 渡辺陽介、他：“協調型運動支援のための交通社会ダイナミックマップの提案”、第7回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム、電子情報通信学会、2015.
- [6] みちなびとよた(豊田市)
<http://michinavitoyota.jp/>
- [7] 豊田市の交通情報
<http://www.machikuru.jp/traffic/>
- [8] 豊田市バス位置情報提供サービス
<http://portal.busget-city.jp/c/portal/index?hash=7040021174>
- [9] 愛知環状鉄道運行状況
<http://www.aikanrailway.co.jp/train/>
- [10] 豊田市交通安全市民会議
<https://signal.toyota.aichi.jp/>
- [11] 豊田おいでんまつり
<https://www.oidenmaturi.com/>
- [12] The R Project for Statistical Computing
<https://www.r-project.org/>
- [13] 手嶋茂晴：“「都市の進化」と「交通/モビリティ」、高度交通システム2015シンポジウム、pp43-56、情報処理学会、2015.
- [14] 佐藤仁美、手嶋茂晴：“交通社会ダイナミックマップ導入に向けた価値共創による取組み”、サービス学会第4回国内大会、2016.
- [15] 手嶋茂晴：“豊田市・交通社会ダイナミックマップ社会実験-みんなで測る「まちの動き」、人とクルマの流れを知りミライのまちづくりへ-”、ITSあいち県民フォーラム2016、2016.
- [16] 手嶋茂晴、佐藤仁美：“移動体の位置情報共通管理システム”、特願2016-163261、2016.
- [17] 大野沙知子、手嶋茂晴、佐藤仁美：“ライブカメラを用いた都市レベルでの道路交通状況把握”、14回ITSシンポジウム、2016.

【著者略歴】

手嶋茂晴 (てしましげはる)

- 1986年 京都大学大学院 工学研究科
 情報工学専攻 修士課程 修了
- 1998年 名古屋大学大学院 工学研究科
 情報工学専攻 博士後期課程 満了
- 1999年 学位取得
 (株)豊田中央研究所, トヨタ自動車(株),
 Toyota Infotech Center USA,名古屋
 大学組込みシステム研究センターにて、
 LSI CAD、ソフトウェア工学、通信事
 業企画、パーソナルモビリティなどの研
 究に従事
- 2014年 名古屋大学 未来社会創造機構
 特任教授
 名古屋大学未来社会創造機構設立にあ
 わせて現職
 交通社会ダイナミックマップとその社
 会実装に係る研究ならびに豊田市での
 社会実証実験の計画/実施を担当

大野沙知子 (おおのさちこ)

- 2012年 岐阜大学大学院 工学研究科
 社会工学基盤専攻 博士前期課程 修了
- 2014年 岐阜大学大学院 工学研究科
 生産開発システム工学専攻
 博士後期課程 修了 博士(工学)
- 2015年 岐阜大学 工学部附属インフラマネジ
 メント技術研究センター 特任助教
- 2016年 名古屋大学 未来社会創造機構
 特任助教

引込線・低圧線（束巻き） 線出工具の開発

1 はじめに

配電部門は、生産性を向上させるために工具の開発・改良を継続しておこなっており、作業の効率化を進めている。

配電設備に用いる電線は、束巻き状態で納入されるものがあり、これの延線作業に多大な手間を要している。今般、この作業を効率化できる線出工具の開発をおこなった。

2 現状と課題

現在、高度成長期に建設した配電設備の高経年化が進んでいる。今後、既設の支持物や電線、開閉器等が更新時期を迎え、計画改修の工事が増加する見通しである。特に、低圧引込線については、支持物や高圧電線等と比較して工事件数が多く、これに対応するために作業を効率化することが重要な課題になっている。そこで、低圧引込線の作業内容を確認した結果、「束巻き電線の延線作業」に多くの手間がかかっていることがわかった。

(1) ドラム巻き電線と束巻き電線

現行の低圧引込線には、ドラム巻き電線と束巻き電線がある【写真1】。ドラム巻き電線は、運搬時の取り扱いが容易であり、作業性がよい。しかし、ドラム費用分のコスト増加になる。そのため、電線単体が比較的安価であり、軽量（取り扱い比較的容易）な細径の電線は、ドラム巻きではなく、束巻きの仕様である。



写真1 現行の低圧引込線

(2) 延線作業

ドラム巻き電線の延線作業は、専用の線繰台を使用して1名でおこなっている【写真2】。他方、束巻き電線については、電線端末側と束巻き電線

側にそれぞれ1名を配置し、電線端末を引っ張りながら、束巻き電線が絡むことがないように持ち上げて延線作業をおこなっている【写真3】。この作業は2名一組でおこなうため効率がわるく、束巻き電線（重量：最大29kg）を持ち上げる技術者の肉体的負担も大きい。



写真2 ドラム巻き電線の延線作業



写真3 束巻き電線の延線作業

(3) その他の束巻き電線

配電設備に用いる主な電線の仕様を調査した結果、低圧引込線だけでなく、低圧線にも同様の束巻き電線があり、作業性がわるい実態がわかった【表1】。

(4) 課題

束巻き電線の延線作業を効率化するため、以下の課題に取り組むこととした。

- ① 束巻き電線のドラム化
- ② 汎用工具の導入
- ③ 線出工具の新規開発・導入



表 1 配電設備に用いる主な電線の仕様

| 電線種類・電線径 | | ドラム巻き | 束巻き |
|----------|------------------------|-------|-----|
| 高圧線 | OC-W125mm ² | ○ | — |
| | OC-W60mm ² | ○ | — |
| | OE5mm | ○ | — |
| 低圧線 | OW-W60mm ² | ○ | — |
| | OW5mm | — | ○ |
| | OW4mm | — | ○ |
| 低圧引込線 | ～DV3.2mm | — | ○ |
| | DV14mm ² ～ | ○ | — |

3 検討内容

(1) 束巻き電線のドラム化

当社がおこなう配電線工事にて使用する電線は、中部電力が仕様を決めている。そこで、中部電力に対し、現行束巻き電線のドラム化を要望してメーカーを交えて協議をおこなった。その結果、ドラム化には生産設備を大きく改良する必要があり、それによって用品単価が大幅に増加するため、仕様変更することは現実的でないことがわかった。

(2) 汎用工具の導入

前項の協議をおこなうなかで、同じメーカーの同じ電線種類であっても、現行の生産設備では、束巻きの内径に大きな個体差が生じることがわかった。そのため、束巻き電線に適用する工具は、その個体差にも対応できる仕様が必要である。

汎用工具を市場調査した結果、通信線工事や屋内配線工事にて用いる束巻き電線に使用されている汎用工具があることがわかった【写真4】。



束巻き電線の内径に合わせて芯棒の位置を変える

写真4 汎用工具

この汎用工具は、束巻き電線に取り付けることによって、ドラム巻き電線と同様の延線作業ができる（1名で延線作業できる）仕様であった。また、芯棒の位置を変えることによって、電線束の内径に合わせて取り付けできる。そこで、この汎用工具が配電線工事に適用できるか作業検証した。

作業検証した結果、配電線工事に使用する電線は、通信線工事や屋内配線工事にて使用する軟銅線と異なり、硬度が高い硬銅線であり、束巻きの固定紐を解いた際に束が崩れやすい。そのため、汎用工具を適用して延線作業した結果、電線束が大きく崩れ、継続して作業できなかった【写真5】。さらに、専用ケースを取り付けし、電線束が崩れ難い仕様の汎用工具でも作業検証したが、電線束が崩れ、継続して作業できなかった【写真6】。



写真5 汎用工具の作業検証結果



写真6 汎用工具の作業検証結果

(3) 線出工具の新規開発・導入

前項までの結果から、線出工具を新規開発することとした。そこで、これまでの検討結果を踏まえ、線出工具の要求仕様を下記のとおりとした。

- ・ドラム巻き電線と同様に1名で延線作業できる
- ・内径が異なる束巻き電線に適用できる
- ・電線束が崩れず、継続して延線作業できる

4 新規開発した線出工具

以下のとおり線出工具を新規開発した。

(1) 仕様概要

仕様概要は表2のとおり。





表2 新規開発した線出工具の仕様概要

| | |
|---|---|
|  | |
|  | |
| 寸 法 | 820mm × 205mm |
| 重 量 | 16kg |
| 材 料 | ステンレス、アルミ |
| 適用電線 | 当社が配電線工事で使用する全ての束巻き電線（内径が365～500mm以下の束巻き電線） |

(2) 使用方法

使用方法は表3のとおり。

表3 新規開発した線出工具の使用方法

| 手順 | 内 容 |
|----|--|
| 1 |  <p>・線出工具を分割する。</p> |
| 2 |  <p>・束巻き電線内径に合わせて芯棒を可動させる（内側から圧力をかける）。 ・内側から圧力をかけることにより束巻き電線の崩れを防ぐ。</p> |
| 3 |  <p>・線出工具を結合する。</p> |
| 4 |  <p>・ドラム巻き電線と同様に延線作業をおこなう（1名で延線作業できる）。</p> |

5 現場試行

新規開発した線出工具の導入効果を確認するため、豊橋北営業所とも協働し、現場試行をおこなった。その結果、想定以上の導入効果を期待できることがわかった。

（1）作業の効率化、肉体的負担の軽減

一例として、現行と新規開発した線出工具を使用した延線作業を比較評価した結果、約2人・分／線の効率化効果があった【表4】。

表4 延線作業*の比較

| 工 法 | 必要な人数 (人) | 作業時間 (分) | 必要人工 (人・分) |
|---------------|--------------|-------------|---------------|
| 現 行 | 2 | 2.5 | 5.0 |
| 新規開発した線出工具を使用 | 1 | 2.8 | 2.8 (▲2.2) |

*OW5mm（1線）を40m延線するために必要な人数・時間

現場試行後、アンケート調査した結果、当該工具を使用した大多数の技術者から「肉体的負担軽減の効果があった」との回答を得たことから、大きな効果がある【図1】。

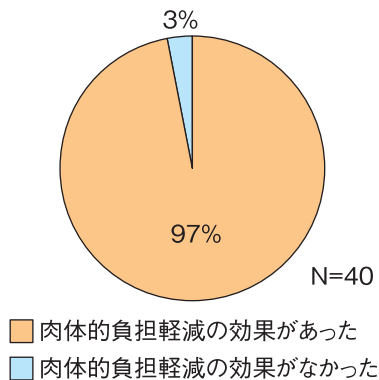


図1 アンケート結果

（2）更なる効率化の取り組み

現場試行のなかで、事業場の技術者から、更に作業を効率化できるアイデアがだされた。

①作業段取りの工夫

工事現場に向かう前に線出工具に束巻き電線を取り付けることによって、現場でおこなう作業量を減らすことができ、更なる効率化につながる【写真7】。



写真7 事業場内で電線を取り付けておく

②線出工具の使い方の工夫

開発した線出工具は、線繰台に2台、またはドラム巻き電線と同時に取り付けることができる【写真8】。この使い方によって、2本同時に延線することができ、更なる効率化ができる。



写真8 2本同時に延線できる

6 今後の予定

今回の開発、現場試行した結果を踏まえ、今年度内に当該工具を正式採用し、標準工具として導入する予定である。また、当社と同様の硬銅線を使用して延線作業している他の電工会社にも、当社同様のニーズがあると想定されるため、他社向けの販売も期待できる。

7 謝 辞

今回の開発において、ご協力をいただいた株式会社永木精機ならびに関係各位、特に更なる効率化のアイデアを協働で検討していただいた豊橋北営業所、高山営業所の皆さまに感謝いたします。

アセットマネジメントに基づいた 需要電気設備の長期保全費用推定ツールの開発

1 はじめに

近年、需要家において、1980年代後半のバブル期に設置された電気設備が高経年となっていることから、電気設備の更新需要が増加している。設備更新を行う場合、一般に、設備管理者は予算計上のため経営層に明確な更新理由を示す必要がある。しかし、現状ではこのような理由を明確に示す手立てがない、という問題がある。

この問題を解決するために、需要電気設備を対象として、アセットマネジメント（AM）に基づき将来の長期的な保全費用を推定するツール（以下AMツール）を開発した。AMとは、故障のリスクや機器の早期更新による損失を考慮したうえで、経済合理性のある保全を実践しようとする考え方である。

一方、当社におけるAMツールの活用目的は、当社保全事業の受注拡大である。

本報告では、AMツールの概略を説明するとともに、実際に当社が保有する電気設備の年次点検記録を利用して、保全費用の推定および削減の検討を行った結果を紹介する。

2 AMツールの概要

(1) 基本機能

AMツールはExcelで作成しており、対象とする機器の保全環境や更新履歴を入力することで、保全方式ごとの保全費用を算出できる。保全方式を大別すると、以下の3種類に分けられる。

- ・事後保全（BM：Breakdown Maintenance）
故障してから機器を更新する。
- ・時間基準型保全（TBM：Time Based Maintenance）
設備更新する周期を定めておく。
- ・状態基準型保全（CBM：Condition Based Maintenance）
機器を劣化診断し、その結果から更新の要否を判断する。

保全費用を推定する機器について、各種データをAMツールの所定のシートに入力する。以下に入力シートおよび出力シートの内容を示す。

(2) 入力内容

(a) 保全情報入力シート（図1）

費用に関するデータおよび保全方式ごとの実施要領を入力する。費用を金額で明確化できない場合には、更新費用を1とした場合の比率で入力することも可能である。

- ①更新費用：機器1台の更新にかかる費用。
- ②故障費用：機器1台の故障により生じる被害額。
- ③診断費用：CBMで機器1台を診断する費用。
- ④更新周期：TBMにおいて機器を更新する周期。
- ⑤診断開始年：CBMにおいて診断を開始する年。
- ⑥診断周期：CBMにおいて診断を実施する周期。
- ⑦費用算出期間：保全費用推定を実施する期間。

(b) 機器台数・履歴入力シート（図2）

費用算出対象機器の経年と台数に関するデータを入力する。これは、機器の累計故障率を導出するために用いる。累計故障率とは、経年ごとの故障率を積み上げたもので、その経年までに初期台数のうちどれだけ故障するかの比率である。

- ①現在の稼働台数：現在稼働している機器の経年毎の台数を入力する。例えば、経年が15年の機器が10台ある場合には、図2の（イ）のように入力する。
- ②過去の故障履歴：過去に故障した機器（点検の結果不良と判断して更新した機器も含む）の経年と台数を入力する。例えば、過去に設置後40年で故障した機器が3台ある場合には、図2の（ロ）のように入力する。
- ③過去の稼働履歴：過去に更新した機器のうち、②に該当しない機器の経年と台数を入力する。

(c) 診断値入力シート（図3）

経年ごとの機器の診断値を入力する。保全費用推定において、CBMを実施する際の診断誤差と裕度を導出するために用いる。ここでは診断誤差を、後述する劣化曲線から最も離れた診断値までの値を最大誤差とし、劣化曲線において寿命値を示す年数と寿命値から最大誤差分オフセットした時点の年数の差と定義している。また、裕度とは、劣化曲線において寿命値を示す年数と注意値を示す年数の差であり、どれくらいの年数の余裕を持って更新するかを表す。

①診断値

CBMで更新を判定する診断手法（例えば絶縁破壊電圧）の経年ごとの診断値。この値を入力することで、劣化曲線の近似式を導出する。

②注意値

劣化が進行し故障確率が高くなってきた診断値であり、機器の更新が推奨される値。

③寿命値

これ以上劣化が進行すると故障に至る確率が極めて高くなる診断値であり、機器の即時更新を促す値。



＜AMツール 保全情報入力シート＞

共通項目

| | | |
|---------------------|----|----|
| 更新費用 | 1 | /台 |
| 故障費用(故障被害額, 更新費用除く) | 2 | /台 |
| 費用算出期間 | 60 | 年 |

CBM(状態基準型保全)関係

| | | |
|-------|------|----|
| 診断費用 | 0.02 | /台 |
| 診断開始年 | 5 | 年 |
| 診断周期 | 1 | 年 |
| 診断誤差 | 3.0 | 年 |
| 裕度 | 2.2 | 年 |

TBM(時間基準型保全)関係

| | | |
|------|----|---|
| 更新周期 | 15 | 年 |
|------|----|---|

計算実行

図1 保全情報入力シート

＜AMツール 台数・履歴入力シート＞

| 現在の稼働台数 | | 過去の故障履歴 | | 過去の稼働実績 | |
|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| No | 経年 台数 | No | 経年 台数 | No | 経年 台数 |
| 1 | 0 7 | 1 | 22 1 | 1 | 1 2 |
| 2 | 8 5 | 2 | 24 1 | 2 | 2 2 |
| 3 | 15 10 | 3 | 26 2 | 3 | 4 1 |
| 4 | | 4 | 28 3 | 4 | 5 11 |
| 5 | | 5 | 30 2 | 5 | 6 2 |
| 6 | | 6 | 36 1 | 6 | 7 5 |
| 7 | | 7 | 40 3 | 7 | 8 3 |
| 8 | | 8 | | 8 | 9 6 |
| 9 | | 9 | | 9 | 10 6 |
| 10 | | 10 | | 10 | 11 2 |
| 11 | | 11 | | 11 | 12 5 |
| 12 | | 12 | | 12 | 14 2 |

図2 台数・履歴入力シート

＜AMツール 診断値入力シート＞

| 年 | 診断値 |
|----|-------|
| 3 | 56.9 |
| 3 | 58.52 |
| 6 | 57.58 |
| 6 | 76.1 |
| 7 | 50.1 |
| 11 | 52.52 |
| 11 | 75.68 |
| 16 | 75.01 |
| 16 | 63.73 |
| 16 | 50.97 |
| 16 | 50.69 |
| 16 | 53.12 |
| 16 | 70.51 |
| 19 | 64.71 |
| 19 | 60.64 |
| 24 | 50 |
| 24 | 46.93 |
| 24 | 59.73 |
| 25 | 46.44 |
| 25 | 38.03 |
| 25 | 36.74 |
| 25 | 36.51 |

二次近似 $y = -0.0292x^2 + 0.3244x + 60.741$
 $R^2 = 0.2831$

測定値 [kV] vs 経年

寿命値 10, 注意値 30

診断名 単位
絶縁破壊電圧 kV
誤差 ± [年] 裕度 [年]
9 2

最大誤差 → 診断誤差 → 裕度 →

図3 診断値入力シート

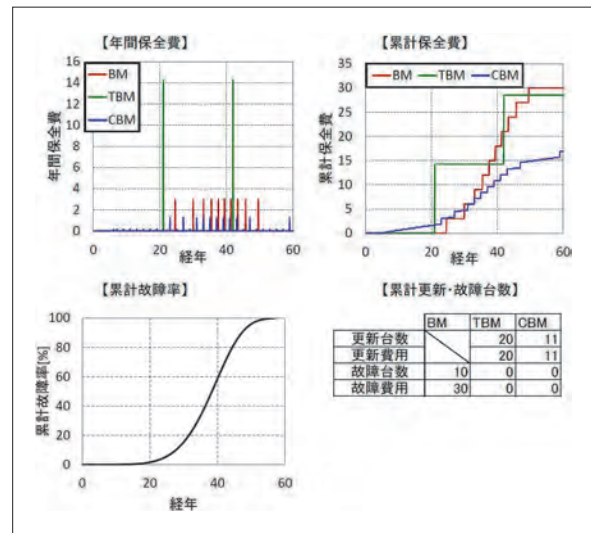


図4 保全費用出力シート

(3) 出力内容

費用算出期間中の更新台数、故障台数を予測し、更新、故障、診断の各費用を算出してその合計を保全費用として出力する。また、時間単位で算出した保全費用を費用算出期間分積算し、累計保全費用として出力する。さらに、更新・故障台数、累計故障率も出力する。

保全費用出力シートの一例を図4に示す。

3 保全費用推定手法

(1) 故障率導出手法

AMツールにおける故障率導出手法として、ハザード解析を用いている。ハザード解析とは、あ

る時間t時まで無事に稼働していた機器が次の t +1時に故障する確率を導出する手法であり、求める時間単位ごとに健全な設備台数に対して事故・故障が発生した設備台数が何台あったかというデータから導出する。

ハザードの計算は煩雑なので、ここでは説明を割愛する。

導出された故障率を累積したものが、累積故障率(図4の左下)である。

(2) 保全費用導出方法

機器が故障したときの保全費用を①、機器を更新したときの保全費用導出方法を②に示す。

①故障時の保全費用

故障費用を C_f 、故障台数を n_f 、更新費用を C_r とする。機器の故障にかかる合計費用を C_{fi} として(a)式で算出する。

$$C_{fi} = C_f \cdot n_f + C_r \dots \dots \dots (a)$$

②更新時の保全費用(残存価値の損失費用を含む)
 機器を寿命より早く更新すると、残存価値の損失となるため更新コストに加えてこれも計上する。

更新費用を C_r 、寿命までの全稼働時間を L 、更新する台数を n_r 、更新までの稼働時間を K とした場合の合計更新コスト C_{rt} を、(b)式で算出する。

$$C_{rt} = C_r \cdot n_r \left(\frac{L-K}{L} + 1 \right) \dots\dots\dots(b)$$

(3) 保全方式毎の保全費用

- ・BMの累計保全費用
 (a)式より求めた故障時の保全費用を設定した費用算出期間分累計する。
- ・時間基準型保全 (TBM) の累計保全費用
 機器の故障時の保全費用は(a)式より、更新時の保全費用は(b)式より求め、設定した費用算出期間分累計する。
- ・状態基準型保全 (CBM) の累計保全費用
 機器の故障時の保全費用は(a)式より、更新時の保全費用は(b)式より求め、設定した費用算出期間分累計する。CBMによる更新の要否は、診断誤差、寿命値、裕度を用いて決定する。また、診断時には診断コストを C_d 、診断対象台数を n_d として(c)式に示す合計診断コスト C_{dt} を保全費用に加算する。

$$C_{dt} = C_d \cdot n_d \dots\dots\dots(c)$$

4 保全費用推定例

(1) 需要家を想定した入力データ

需要家に複数の油入変圧器が設置されていることを想定して長期保全費用推定を実施した。入力データを表1に示す。故障コストなど、需要家ごとに協議して決めるデータについては想定値を入力した。想定値以外の数値の根拠は以下のとおりである。

- ①更新周期：JEMAの判定基準(*1)より、変圧器の更新周期を20年と設定した。
- ②診断開始年：当社保安センターの変圧器診断開始基準を参考に、5年と設定した。
- ③過去の寿命履歴：当社保安センターが所持する油入変圧器の年次点検記録から、点検の結果不良と判定されて更新された記録10件を用いた。
- ④過去の稼働履歴：上記③以外で更新された記

録111件を用いた。

- ⑤診断データ：当社事業所の油入変圧器絶縁油を外部メーカーで分析した26台分のデータを用いた。
- ⑥注意値・寿命値：高圧受変電設備規程より、絶縁破壊電圧の注意値を20kV、寿命値を15kVと設定した。

(2) 保全費用推定結果

はじめに累計故障率の計算結果を図5に示す。実データから導出した油入変圧器の累計故障率の傾向として、経年20年以降から急激に故障率が増加し、経年50年後にはほぼ全ての変圧器が寿命を迎えることが分かった。

次に累計保全費用の計算結果を図6に示す。図6より、今回の条件では、20年目まではCBMが最も高く、30年を超えるとCBMが最も安くなることが分かった。20年目までCBMが高い理由は、診断を開始する新設時から5年目以降、CBMでは診断費用の分保全費用が増加するためである。また、30年目以降でCBMが最も安くなった理由は、TBMにおける故障時や更新時の保全費用(残存価値の損失費用を含む)、BMにおける故障費用がそれぞれ増加し、CBMより高くなったことによる。

図7に累計保全費用の内訳を示す。同図により費用が多くかかっている項目がわかるため、保全費用を削減したいときにどの項目に着目すべきかを知ることができる。

(3) 保全費用削減の検討例

AMツールでは、入力データを変更し、保全費用の削減可能性を容易に検討できる。

表1 入力データ

| 入力項目 | 内容 | 備考 |
|---------|----------------|----|
| 対象機器 | 油入変圧器 | 想定 |
| 費用算出期間 | 60年 | 想定 |
| 更新コスト | 1 | 想定 |
| 故障コスト | 2 | 想定 |
| 診断コスト | 0.02 | 想定 |
| 更新周期 | 20年 | |
| 診断開始年 | 5年 | |
| 診断周期 | 1年 | 想定 |
| 現在の稼働台数 | 新設10台 | 想定 |
| 過去の寿命履歴 | 10件 | |
| 過去の稼働履歴 | 111件 | |
| 診断データ | 絶縁破壊電圧 26台分 | |
| 注意値 | 20[kV]未満 | |
| 寿命値 | 15[kV]未満 | |

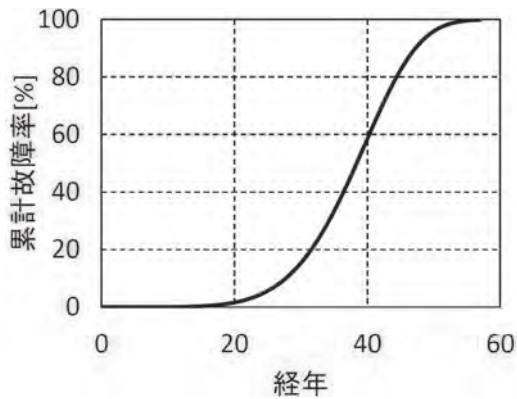


図5 油入変圧器の累計故障率

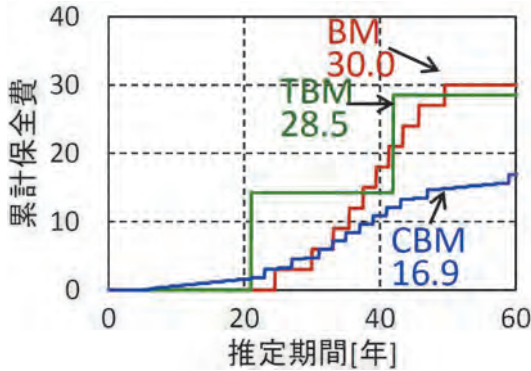


図6 保全方式毎の累計保全費用推移

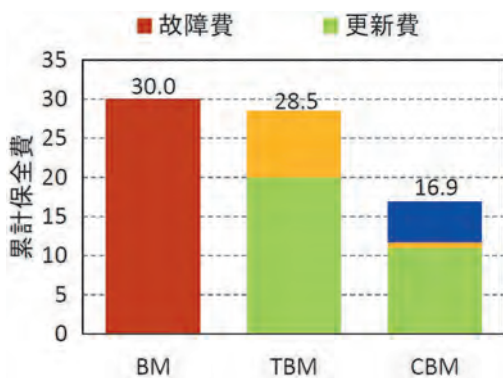


図7 累計保全費用推定結果内訳

一例として、診断開始年を5年から10年に、診断周期を毎年から2年毎にそれぞれ延ばした場合のCBM累計保全費用の比較を図8に示す。同図より、保全費用をさらに約12%削減できる可能性があることが分かる。

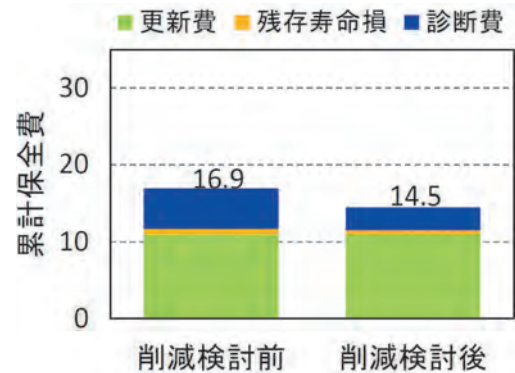


図8 CBM保全費用推定結果の削減検討前後での比較

5 今後の課題

AMツールは、適宜改良する予定であり、現時点では下記の項目への対応を検討している。

(1) 複数の診断手法による保全費用推定

現在は単一の診断手法で更新の要否を判断しているが、実際の需要家では複数の診断手法を併用して更新の要否を判断していることが多いため、これに対応した保全費用推定アルゴリズムを追加する。

(2) 部位別CBM

本稿では油入変圧器単体を対象として保全費用を推定したが、油入変圧器の部位ごと（絶縁紙、絶縁油、ブッシングなど）にパラメータを設定することで、重要部位ではCBM、それ以外はTBMといったように、より保全費用削減に効果的な検討ができる可能性がある。

以上のように、需要家から得た年次点検データを用いて、保全費用の推定を行い、設備管理者と意見交換することで、より実践的なツールに改良していく必要がある。現段階では、2件の需要家で年次点検データを頂戴し、保全費用推定を実施した適用事例がある。

6 おわりに

AMツールでは、これまで活用されずに保管されていた年次点検記録を有効活用し、定量的な分析に基づく経済合理性のある中長期保全計画の提案が可能である。当社独自ツールとして、より実用的な改良を加えていきたい。

参考文献

*1：汎用高圧機器の更新推奨時期に関する調査（平成元年 一社 日本電機工業会）

樹脂成形工場におけるエネルギー最適化システム (MIELPLAS®) の開発

1 はじめに

樹脂成形工場では、図1に示す射出成形機（以下、成形機）を数多く用いて多品種の樹脂製品を製造している。この製造プロセスを概説すると、バンドヒーターで数百℃まで加熱・熔融した樹脂材料を油圧ポンプまたは電動モータによる射出ユニットで金型内に射出・注入した後、金型を冷却することで樹脂材料を固化させる、というものである。成形機ではバンドヒーターや射出ユニットで多くのエネルギーが消費され、かつ複数台の成形機が同時に運転されるため、成形機の消費電力量が工場全体に占める割合は大きく、デマンド電力を押し上げる要因になっている。

一方、これまでの調査によれば、樹脂成形工場では、成形機毎のエネルギーや操業状態の見える化が十分に行われておらず、運用改善の余地が残されていることが明らかとなっている。

本稿では、これらの課題を解決するために開発した、樹脂成形工場におけるエネルギー最適化システム（以下、MIELPLAS®）について紹介する。

2 成形機の運用実態把握

成形機の運用実態を把握するため、数軒の工場で電力計測を実施した結果、以下の問題が明らかとなった。

- 1) 作業員の勘と経験により必要以上に早くから予熱作業（バンドヒーター運転および油圧ポンプ作動油昇温運転）が開始され、生産開始まで無駄な電力を消費していること（図2①）や、段取り作業（金型・材料交換、試作など）が標準作業時間よりも長時間化していること（図2②）、生産完了後の片付けが遅れることで無駄な電力を消費していること（図2③）などによって、待機電力（エネルギーロス）が発生している。
- 2) 複数台の成形機の予熱作業がほぼ同時刻に実施されるため、生産中よりも過大なデマンド電力が発生し、工場の最大デマンド電力発生要因となる場合がある。（図3参照）

工場によっては、建屋や分電盤等の単位で電力計測をしている場合があるが、計測データの整理や分析を行う余裕が無いため、省エネルギー活動に上手く利用できておらず、エネルギーロスが発

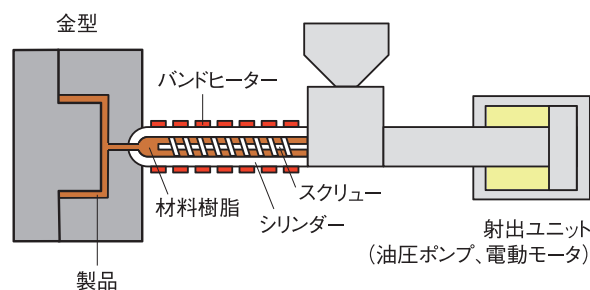


図1 成形機の構成

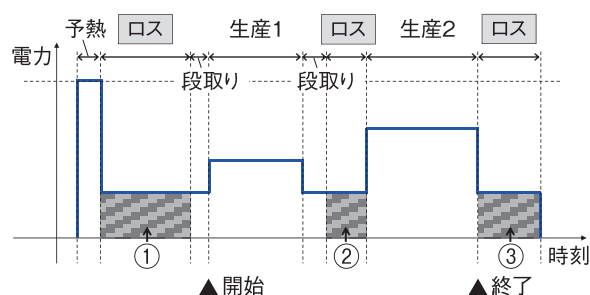


図2 成形機の電力需要のモデル図

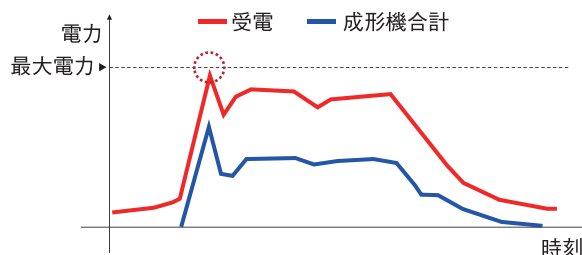


図3 工場受電電力と成形機合計電力の推移

生していることに気づいていない工場が多い。

省エネルギー活動を推進するには、成形機毎に電力の見える化を行い、生産状況・操業状況と合わせた分析が必要である。

3 開発方針

前章に示した問題を解決する方法として、日々の生産計画からエネルギーロスや過大なピーク電力を発生しない成形機の運用方法を指示するための操業計画を立案し（Plan）、その計画に従った運用（Do）後、実際の操業と比較（Check）することでエネルギーロスの発生している時間帯や要因を特定、対策を実施（Action）するといったPDCAサイクルを利用した運用方法が必要と考えた。



そこで、この運用方法を実現するための操業計画立案アルゴリズムやエネルギーロス抽出方法を検討し、ソフトウェアの開発を行った。

4 システム概要

図4に本システムの構成例を示す。複数台の成形機における、消費電力量と生産進捗状況を示す信号を計測し、これらのデータを専用PCに収集する。蓄積したデータは、PCにインストールされたMIELPLAS®で表示・分析される。計測は以下に示す項目を保存間隔10秒～60秒単位で行う。

- 1) 成形機全体電力量：成形機1台当たりの全電力量。すべての成形機で計測。
- 2) バンドヒーター電力量：バンドヒーターの電力量。すべての成形機で計測。
- 3) 金型ヒーター電力量：金型ヒーターの電力量。金型の予熱が必要な成形機で計測。
- 4) 材料乾燥機電力量：材料乾燥機の電力量。材料乾燥機が付帯されている成形機で計測。
- 5) ショット数（生産数）：型閉、材料充填、保圧、冷却、型開、製品取り出しまでの1サイクルで1ショットが計測される。
- 6) 自動運転判別信号：成形機が自動運転で生産中か否かを示す信号。自動運転中のショット数を生産実績上のショット数とする。

また、射出駆動方式が油圧式またはハイブリッド（油圧・電動併用）式の場合は、射出動力電力量を、「成形機全体電力量」から「バンドヒーター電力量」と「金型ヒーター電力量」を引いて算出する。

本システムの計測には当社独自のエネルギーマネジメントシステム「ToEMS(トエムス)」(TDレポートvol.32 P.28)を使用しているため、使用する計測器を限定することなく、お客さまの要望に合わせた計測器の選定が可能である。

5 ソフトウェア機能

MIELPLAS®の主な機能について以下に述べる。

5.1 操業計画立案

図5に操業計画立案のフローチャートを示す。計画入力画面にて、週単位などの長期間にわたる

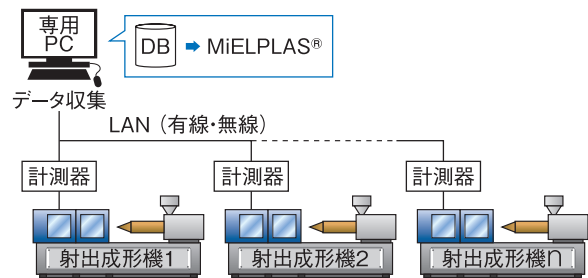


図4 システム構成

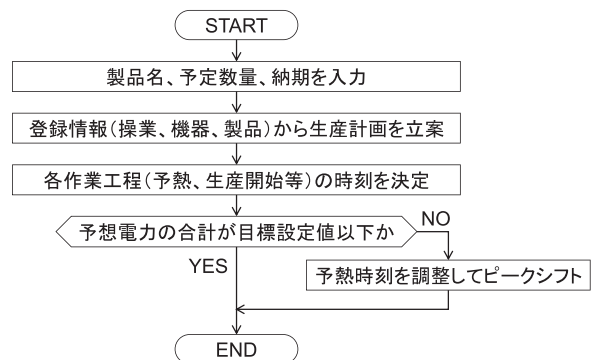


図5 操業計画立案フローチャート



図6 操業計画の表示

予定の製品名、生産数、納期を入力することで、納期を守りつつ、最もエネルギー使用量が少なくなる成形機の操業計画が自動的に立案される。

立案された操業計画において、成形機予想電力の合計が予め設定された上限値を超過する場合、成形機のデマンド電力発生時間帯をシフト（納期を超えないように前倒しにシフト）し、上限値以内に収まるように操業計画を自動的に調整・変更する。ここでシフトする対象は、シフトする時間帯当たりのデマンド電力低減効果が大きいと考えられる比較的定格出力の大きい成形機である。

以上の方法により最適化された操業計画の例を図6に示す。画面下半分に成形機毎の作業時間

帯がチャート形式で表示され、その上には計画通りに操業した場合の予想電力推移が表示される。また、各作業内容を詳細に示した指示書が出力されるため、作業員はその指示通りに作業することで最適なエネルギー利用となる成形機の運用が可能となる。

5.2 リアルタイム監視 (見える化)

図7に、成形機の電力と生産進捗の推移を表す画面の例を示す。この画面では、計画による予想推移 (点線) と実測値 (実線) をリアルタイムに比較可能であり、ピーク電力が計画よりも大きくなった場合には、各ヒーターの電力推移を合わせて表示することでピーク電力の発生原因を確認することができる。

生産進捗に関しては、過去の履歴も含めて見える化することで遅れが発生した時間帯を特定することができる。また、グラフの傾きはサイクルタイムを意味しているため、生産性悪化の確認と原因分析にも役立てることができる。

5.3 エネルギーロスの抽出

成形機の消費電力量が計画値よりも増加した場合、早急な原因分析と対策が必要となる。そこで、図8に示すように、成形機ごとに予熱や生産などの各作業について、時間数と消費電力量を計画と実績で対比させ、自動的に帳票・グラフ表示する機能を設けている。これにより、ロスが発生した作業種別を容易に確認できる。分類する区分は以下の通りである。

- 1) 予熱：各ヒーター、油圧ポンプが予熱運転を行っている時間帯。
- 2) 生産：自動運転で生産中の時間帯。
- 3) 段取り：段取りが計画されている時間帯。
- 4) 待機：1)～3) 以外の時間帯。エネルギーロス。
- 5) 材料乾燥：材料乾燥機の消費電力量。

また、図9に示すように、作業区分ごとの電力量を時間帯別に表示する画面も用意している。待機電力によるエネルギーロスは予熱の完了後や段取りの長時間化、生産終了後の片付け作業遅れなどにより発生するため、その時間帯を特定することで、ロス削減の対策を検討することが可能となる。

抽出されたエネルギーロスは電力量料金としても表示されるため、省エネ意識の向上にも寄与すると考えられる。また、製品別の電力原単位も式

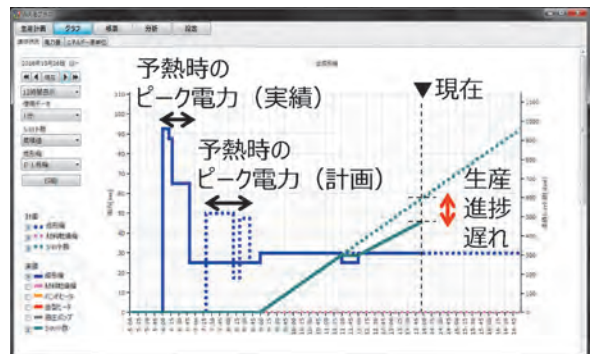


図7 リアルタイム表示

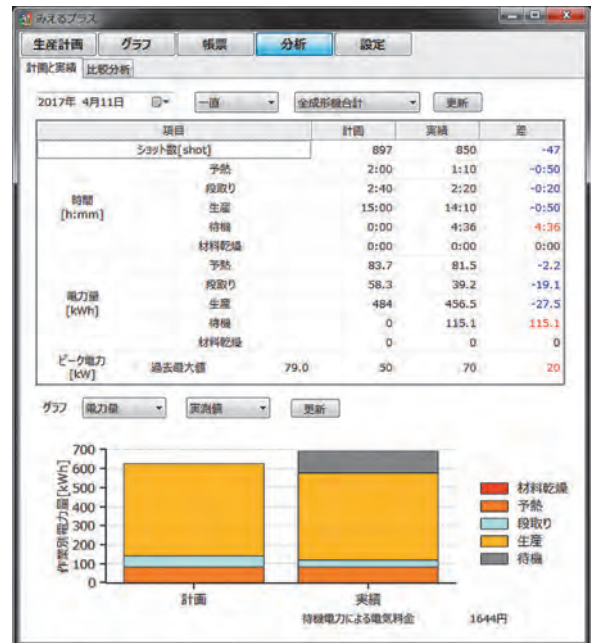


図8 計画値と実績値の対比表示

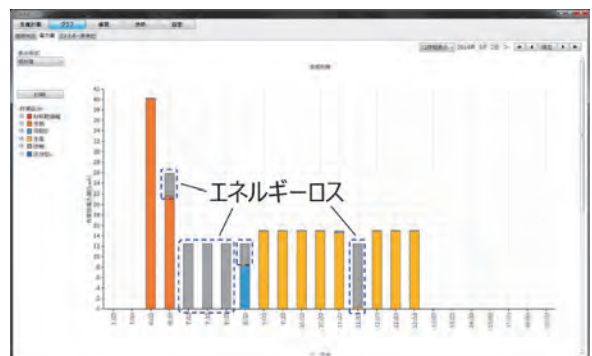


図9 エネルギーロス抽出画面

①より算出しており、製品の製造コストを把握するのに役立てることができる。

$$\text{電力原単位} = \frac{\text{電力量}}{\text{ショット数 or 製品数 or 材料重量}} \dots \text{式①}$$

5.4 その他機能

製品の歩留まり向上や省エネルギー化などを目的として、生産条件の変更や運用改善などを実施した場合、その効果を把握するには対策前後の比較が必要となる。そこで、各種データに対して2つの期間の平均値やばらつきを比較分析する機能なども備えている。図10は分析結果をヒストグラムで表示した一例である。その他にも、省エネルギー支援以外の機能として図11に示す生産進捗管理の画面を用意している。

作業員にとって、生産の進捗管理は最も優先すべき事項である一方で、現状手書きの日報で管理をしているところも多く、省力化の余地が残されている。表示する項目は以下の通りである。

- 1) 計画[shot]

計画作成後、製品毎・直毎の予定ショット数を表示する。
- 2) 実績[shot]

帳票作成（24時間毎）後、製品毎・直毎のショット数の実績を表示する。
- 3) 差（累積）[shot]

一直毎の実績から計画を引いた差について、その製品の生産を開始した日から積算して表示する。値が負の場合は赤字で表示する。
- 4) 進捗

3)で算出した差（累積）[shot]に製品のサイクルタイム[sec/shot]を乗じて、過不足分の時間数を表示する。値が負の場合は赤字で「遅れh:mm」、値が正の場合は黒字で「進みh:mm」と表示する。遅れや進みを時間数で表示することで、必要な残業時間や休日出勤の有無等を把握することが可能となる。
- 5) 残り[shot]

計画作成時の予定ショット数から一直毎の実績を引いた残りを表示する。生産進捗に遅れや進みがある場合、計画を調整する際の値として把握することが可能となる。

以上のように、各成形機の最適な操業計画の立案 (Plan)、指示に基づく操業実施 (Do)、エネルギーロス等の抽出 (Check)、対策検討と実施 (Action) によるPDCAサイクルを継続的に実施することで、工場の省エネルギー化やピークカットおよび生産効率の向上が期待できる。

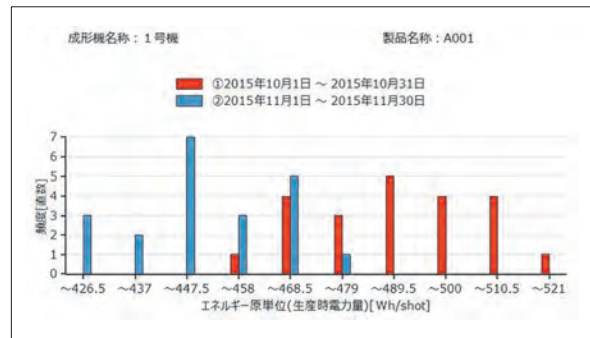


図 10 過去と現在のデータ比較表示

| 日付 | 1号機 | | | | | | 2号機 | | | |
|-----------|---------------|--------------|---------|-----------|---------------|-----------|--------------|----|------|--|
| | 製品名 | | B001 | | 製品名 | | | | | |
| | 予定ショット数[shot] | | 3,600 | | 予定ショット数[shot] | | | | | |
| | 期間 | | 2/10(金) | | 期間 | | 2 | | | |
| 計画 [shot] | 実績 [shot] | 差(累積) [shot] | 進捗 | 残り [shot] | 計画 [shot] | 実績 [shot] | 差(累積) [shot] | 進捗 | | |
| 2/6(月) | 726 | 700 | -26 | 遅れ 0:17 | 2,900 | 726 | 750 | 24 | 進み 0 | |
| 2/7(火) | 726 | 750 | -2 | 遅れ 0:01 | 2,150 | 726 | 720 | 18 | 進み 0 | |
| 2/8(水) | 726 | 720 | -8 | 遅れ 0:05 | 1,430 | 726 | 730 | 22 | 進み 0 | |
| 2/9(木) | 726 | | | | 726 | | | | | |
| 2/10(金) | 696 | | | | 696 | | | | | |
| 2/11(土) | | | | | | | | | | |

図 11 生産進捗管理画面

6 フィールドテスト結果と事業目的

本システムを、中部地区内の樹脂成形工場に試験導入しフィールドテストを実施した結果、ダイヤモンド電力削減効果6.4%、省エネルギー効果5.8%という結果が得られた。

本システムは、お客さまの省エネルギー活動を支援することでエネルギーコスト削減によるメリットを提供する。そこで当社としては、このコスト削減分を原資とした設備投資提案を実施することで、元請工事の受注拡大を目指すことを事業目的とする。

当社の事業拠点である中部エリアは製造業が盛んであり、全国に10,000社以上ある樹脂成形工場のうち、当エリアに占める割合は約25%に及び、市場規模は大きい。

7 おわりに

本システムは、昨年度から当社も事業者として登録した、エネルギー使用合理化等事業者支援事業におけるエネマネ事業にも活用可能である。今後、本システムを用いた樹脂成形工場への省エネルギービジネス拡大に貢献できれば幸いである。

恵那市情報セキュリティ強化対策及びネットワーク整備

1 はじめに

岐阜県恵那市と当社との付き合いは、平成17年度からケーブルテレビ開局を含む情報基盤整備の設計業務に遡る。以来、市街地の光幹線工事やケーブルテレビの加入者工事を行ってきた。

平成23年度から市の情報システム基盤の更改案件の受注を機に、ネットワーク及び情報システム案件の提案を積極的に導入してきた。

本事例は、市のネットワーク機器の老朽化に加え、情報化社会に対応するため、より一層のセキュリティ強化対策を実施した事例を紹介する。

2 背景

恵那市広域行政ネットワークは平成18年の導入から10年が経過しており、環境が大きく変化している。

平成23年3月11日に発生した東日本大震災により「情報通信基盤の安全・信頼性向上」が求められ、また、広域リング伝送路は土砂災害危険地域・鳥獣被害が想定される箇所もあり、行政サービスが継続できるネットワークの強靱化を目指していた。

さらに平成27年6月に公表された日本年金機構における125万件という個人情報の大量流出を発端に、平成29年7月から開始の「マイナンバーを利用した情報連携」の根幹を揺るがしかねない事態から、総務省が「自治体情報セキュリティ対策の抜本的強化」(図1)を各自治体へ通達した。

「抜本的強化」の三本柱

- マイナンバー利用事務系(住基、税、社会保障など)を取り扱う端末からの情報持ち出し不可設定や二要素認証の導入を行い、**住民(個人)情報の流出を徹底して防ぐこと。**
- マイナンバー利用事務系のセキュリティ確保のため、財務会計などの**LGWAN接続系とWeb閲覧などのインターネット接続系の分割。**(両システム間で通信する場合は、無害化処理を行うこと。)
- 都道府県と市区町村が協力してインターネット接続口を集約した上、**自治体情報セキュリティクラウドを構築し、高度なセキュリティ対策を講じること。**

図1 「抜本的強化」の三本柱

3 工事概要

本事例はマイナンバー制度を控えたネットワーク分離計画から始まり、以下の7事業を実施することにより、「自治体情報セキュリティ対策の抜本的強化」を実現した。

また、伝送路の冗長経路追加に伴い、光ケーブル敷設工事は、恵那市単独ではなく、恵那市と㈱アミックスコム「恵那市ケーブルテレビ設置等相互利用基本協定」に基づき、2者の合意のもと、双方で整備された。(以下の③、④)

- ①事業名：基幹系ネットワーク分離設計委託業務
工期：H27.08.20～H27.09.18
施工範囲：基幹系ネットワークを分離するためのネットワーク調査及び設計業務
- ②事業名：基幹系ネットワーク分離窓口端末対応
工期：H27.09.28～H27.10.30
施工範囲：住民情報を取り扱う端末のネットワーク分離及び端末設定変更作業
- ③事業名：恵那市広域ネットワーク強靱化工事
工期：H28.05.25～H29.02.24
施工範囲：広域ネットワーク更新及び冗長経路の整備
- ④事業名：地域ケーブルテレビネットワーク整備事業
工期：H28.04.28～H29.02.24
施工範囲：放送系、通信系センター設備更新及び冗長経路の整備
- ⑤事業名：情報セキュリティ強化対策委託業務
工期：H28.09.30～H29.03.15
施工範囲：ネットワーク分離、インターネット接続系環境の構築
- ⑥事業名：学校事務員用端末導入委託業務
工期：H28.11.28～H29.02.28
施工範囲：小中学校事務員用端末の導入・設置
- ⑦事業名：岐阜県情報セキュリティクラウド接続切替事業
工期：H29.06.07～H29.06.30
施工範囲：岐阜県情報セキュリティクラウド接続に伴う設定変更作業

4 ネットワーク強靱化

更新前の恵那市広域ネットワークは全長127kmのリング型のネットワークである。(図2)

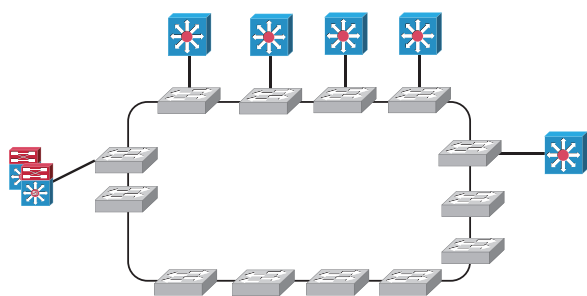


図2 従来のリング型構成

恵那市から以下の課題点の提示があった。

- ①複数個所の断線に対応できない
- ②VLAN数が限界に近い（使用61 / 最大64）
- ③基盤となるMetro Ring Protocol（以下、MRP）が独自規格であるため、拡張性がない
- ④製品修理ができない

また、恵那市から提示されていない以下の課題があった。

- ⑤ネットワークの切替え時間

リング構成の基盤となるMRPの切替え時間は100～300msと非常に高速である。更新後に切替え時間が長くなると、障害発生時の切替え時に救急無線システムが停止する等の問題が生じる可能性がある。

恵那市広域ネットワークの更新は、複数個所の断線および切替え時間に対応するために長い検討を費やした。

リングの中に冗長経路を使用するため、規格から外れてしまう従来のリングプロトコルは使用できない。古くからある冗長規格「Spanning-Tree Protocol」は切替え時間が遅く、設計が複雑になりすぎて、構築後の運用が困難である。

その結果、次世代規格を検討することとなった。

次世代規格として、Shortest Path Bridging（以下、SPB）およびTRILL（Transparent Interconnect of Lots of Links）があり、それぞれを比較検討した結果、恵那市はSPBを採用した。

課題点に関しては、以下のとおり解決された。

- ①複数箇所の断線 ⇒ SPBにより対応可能
- ②VLAN数 最大64個 ⇒ 最大4,000以上
- ③独自規格 ⇒ 標準規格(IEEE802.1aqおよびRFC6329)
- ④製品修理 ⇒ 販売終了後5年間修理可能
- ⑤ネットワーク切替え時間 ⇒ 同程度(100ms～200ms)

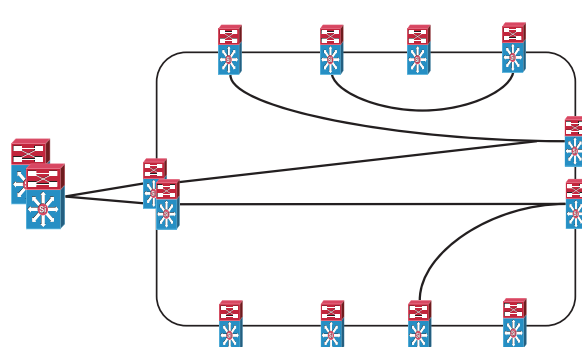


図3 新広域ネットワーク

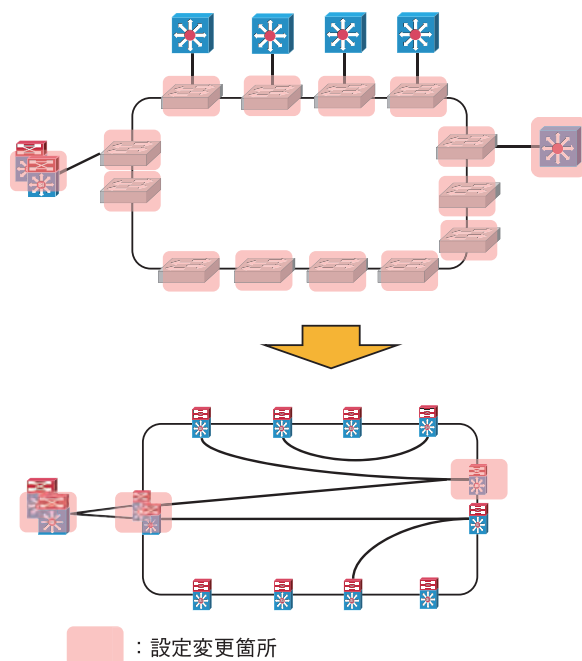
SPBを用いることで従来のリング型に複数の冗長経路を設けることが可能となり、3-③、④の事業が施行された。（図3）

ネットワークは80km増えて全長207kmに達し、可能な限り複線化することで信頼性が向上した。

更新にとまらぬ、従来の論理構成も刷新した。

従来の構成では、センター側もしくは一部のサブセンター側でネットワークの経路制御をしていた。SPBにより、全て分散制御とすることで負荷分散と設定箇所の削減が可能となり、ネットワーク設定の追加／削除が容易になった。（図4）

3-③と3-④、3-⑤の工期が重複しているにも関わらず、期間内に完成したことは、このメリットを享受した結果である。



：設定変更箇所

（出先にVLAN1個追加を想定）

図4 設定変更の簡素化

5 情報セキュリティ強化対策

平成28年1月の「マイナンバー制度の本格運用」及び平成29年7月の「マイナンバーを利用した情報連携」を控え、恵那市では、ネットワーク分離を設計と構築の2段階に分けて考えていた。

第1段階：ネットワーク分離及びシステム構成の設計業務（3-①）

第2段階：ネットワーク分離及びシステム構築

第1段階の設計業務を行っている最中、総務省より平成27年10月5日までに「住民情報を取り扱うネットワークの分離」の指示が出された。

そのため、急遽、必要最低限の業務継続を行えるように窓口端末の分離を行った。（3-②）

また、第2段階の構築を控えた時期に総務省より「自治体情報セキュリティ対策の抜本的強化」が発表され、第1段階の設計が大幅な見直しとなった。

その後、約半年以上の期間をかけ、各種情報システムの比較検討やデモ機による検証も含めた提案を行い、「情報セキュリティ強化対策委託業務」（3-⑤）の受注に至った。

提案における最大の壁はコストであった。機能が豊富であり、実績がある製品は高価である。また、ネットワーク分離を行う上で、既存ネットワーク対応のための費用が割かれる状況であり、トータルコストを抑えるために、低価格で高品質の製品の選定が必須であった。検討事項の一部を「提案時検討事項」（表1）に示す。

●基幹系ネットワーク分離窓口端末対応(3-②)

自治体ネットワークは大きく以下の2つのネットワークに分類されるが、恵那市では実質は混在した環境であった。

基幹系：住民情報を取り扱うネットワーク

行政系：市職員用のネットワーク（LGWAN接続系）

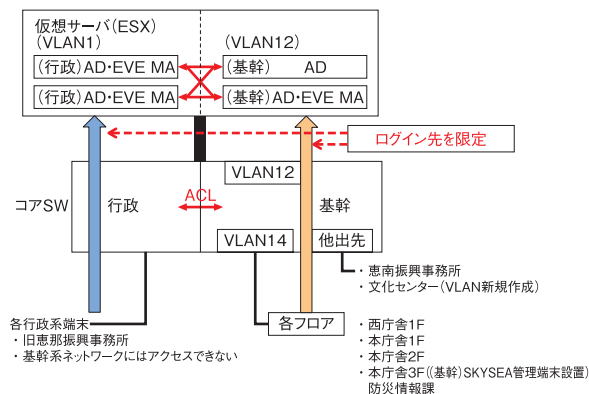


図5 基幹系ネットワーク分離概要

そのため、本事業の目的は以下の3つである。

(図5)

①行政系・基幹系ネットワーク分離及び制御

②共通認証基盤及び管理サーバの分離

③窓口端末分離

お客様と一つ一つ課題をクリアすることにより、ネットワーク分離時及び端末設定変更後、大きなトラブルなく切り替えを行うことができた。

①行政系・基幹系ネットワーク分離及び制御

- ・当社が携わる以前は継ぎはぎのネットワークであり、市全体のネットワークを精査する必要がある。

- ・行政系・基幹系VLANを整理するため、利用端末の精査及び各フロアスイッチの接続ポートを調査確認する必要がある。

- ・行政系・基幹系VLANの通信制御にコアスイッチのアクセスリスト (ACL) を利用するため、CPU負荷及び設定数の上限値を考慮する必要がある。

②共通認証基盤及び管理サーバの分離

- ・多要素認証システム (EVE MA) の分離にあたり、他社導入システムであるため、構成情報を一から精査する必要がある。

| 検討項目 | 検討内容 | 結論 |
|-------------------------|---|---|
| 基幹系用シンクライアントシステムの導入 | ・導入の必要性？ ・導入システムは？ (XenApp or MS RDS) ・基幹系専用の仮想ホストを導入は？ | ・物理端末での運用とする ※トータルコストを抑える ※利用端末を限定することによるセキュリティ強化 |
| 基幹系ネットワーク分離 | ・基幹系ネットワーク分離に伴う出先機関への影響 | ・学校系とも混在しており、学校系との分離も必要 |
| インターネット系分離 | ・インターネット系分離に伴う既設システムの影響 | ・図書システムがクラウドサービスであるため、インターネット系へ移行する必要がある ・その他、各課への利用システムの調査が必要 |
| インターネット系シンクライアントシステムの導入 | ・導入システムは？ (XenApp or MS RDS or SCVX or vDesk) | ・抜本的強化対策方針の解釈、利便性の考慮及びコストを抑えるためMS RDSとする |
| メール無害化 | ・メール無害化システムは？ ※多々ある製品からの選定が必要 | ・コストが抑えられ、ファイル無害化機能を有するファイル転送システムと連携が可能な製品とする |
| 分離後の利用方法の周知 | ・周知・切り替え時期の検討 ・できる限り分かり易い運用となる様、構成検討 | ・混乱を避けるため、段階的な切替を提案 ・利用者目線に立った利用方法の提案 |

表1 提案時検討事項

- ・ ActiveDirectoryサーバを新規に基幹系ネットワークへ構築する必要がある。また、多数ある組織階層及びグループポリシーの見直しが必要である。
- ・ 資産管理システムは、追加ライセンスが発生しない構成とする必要がある。

③窓口端末分離

- ・ 資産管理システムでは用途の整理まではできていなかったため、ネットワークセグメント毎の端末整理から始める必要がある。
- ・ 端末一覧を作成後、恵那市担当者様と作業対象端末の一覧を明確にする必要がある。
- ・ 行政系・基幹系で共通利用しているプリンタの拾い出し及び分離後の取り扱いの検討が必要である。
- ・ 管理サーバの分離に伴う端末ソフトウェア（EVE MA、アンチウイルス、WSUS、資産管理）の切替の作業時間の短縮方法の検討が必要である。

●情報セキュリティ強化対策(3-⑤、3-⑥)

本事業の目的は以下の大きく以下の2つである。

④基幹系ネットワーク完全分離

- ・ L2-VLANによる完全分離
- ・ 専用端末80台の設置
- ・ ICカード・指紋による二要素認証構築

⑤インターネット系構築

- ・ インターネット系ネットワークの構築
- ・ インターネット系システムの構築
(シンクライアント、メール無害化など)

この目的を達成するために、3つのネットワークに分かれる。(図6)

各々単独のネットワークとし、通信を行わせないのが一番のセキュリティ確保であるが、利便性が損なわれる。また、別の手段での情報の受け渡しが行われるなど、別のリスクが発生してしまうため、必要最低限の通信のみを許可する構成とした。

これらのネットワークを構築するにあたり、「4.ネットワーク強靱化」で導入した機器の機能により、柔軟な構成及び設定作業の効率化が図れた。

④基幹系ネットワーク完全分離

基幹系ネットワーク窓口端末対応事業にて、ベースとなるネットワーク分離は構築されていたため、基本設計は順調に進んだ。

また、L2-VLANによる完全分離は「4.ネットワーク強靱化」の構築作業と足並みを揃え、当社で両案件を行ったことによる効果が発揮できた。

基幹系専用端末80台の設置においても、これまでの新庁舎建設に伴う作業等での経験により、LAN配線工事及び端末設定変更作業準備においては、効率よく行えた。ただ、端末設置時にはいくつかの困難な状況が発生した。

- ・ 課の担当者の認識不足で、一度設置した端末を別の場所へ移動する二度手間が発生した。
- ・ 既存端末とのモニタ切替のため、既存端末との相性や切替機の不具合などで切り分けに時間を割いた。等々

二要素認証では、新たに指紋認証デバイスを既存端末を含め、配置した。Windowsログインだけではなく、WEBアプリケーションへのログインへもICカードと指紋による二要素認証を行うため、実施時期をずらし、指紋認証へのログインに慣れていただく時間を設けるなどの工夫を行った。

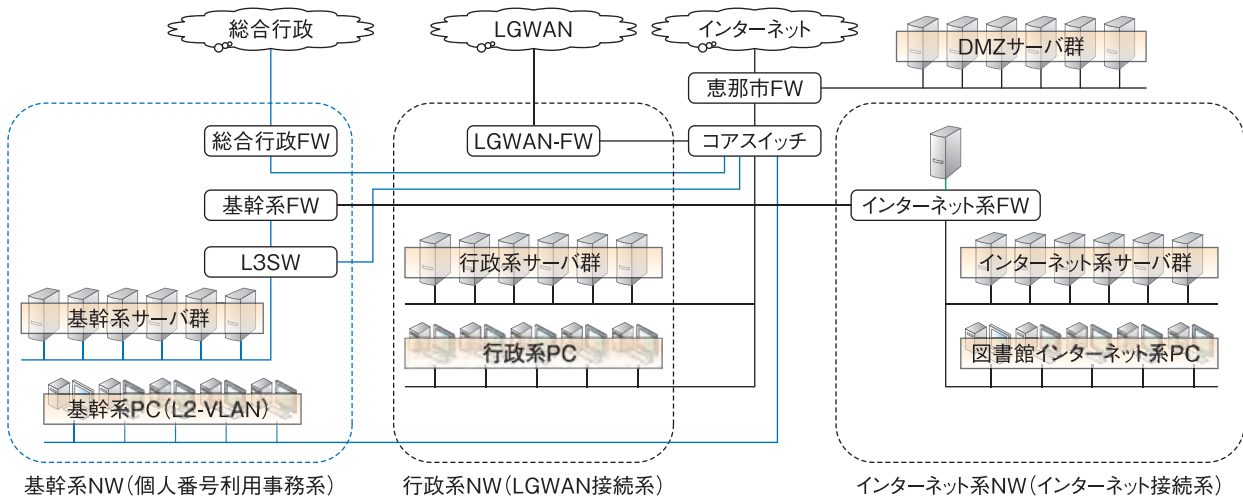


図6 ネットワーク分離概要図

⑤インターネット系構築

インターネット系ネットワーク構築には頭を抱えた。自治体ネットワークは大きく2つのネットワークと先に説明したが、さらに行政系ネットワークと接続している学校系・図書館が存在した。

学校系とも分離する必要がある、学校事務官のみが行政系システムを利用できる端末およびネットワークを急遽提案し、構築を行った。(3-⑥)

図書館で利用する図書システムは、クラウドを利用しているため、次章「岐阜情報セキュリティクラウド」接続時には行政系からは利用できなくなる接続方法であった。そのため、本事業にてインターネット系へ移設する必要があった。また、学校図書館も同様のシステムを利用しており、ネットワーク経路・接続方法を変更する必要があった。(図7)

結果としてインターネット系システムの構築は新規構築システムのため、どのような運用方法にするのが職員の混乱が少なく、運用の手間が少なくなかに頭を悩ませた。インターネット系サーバ上で稼働するサーバ画面情報のみを行政系端末で利用するシンクライアント（以下、MS RDS）

を導入した。MS RDSの利用にも手間を省くため、ICカード認証との連携する工夫を行った。MS RDSでWEB閲覧を行うことで、行政系端末がWEB閲覧によりウィルス感染などを防ぐ仕組みである。また、メール無害化システムの導入が本事業の一番の重要な仕組みである。発端となった日本年金機構の情報漏えいもメールによる標的型攻撃である。その標的型攻撃メールを防ぐため、行政系でメールを受信するためには「HTMLメールのテキスト化」「添付ファイルの切り離し」「ファイルの無害化」を行う必要がある。

職員説明会を開催し、デモを含めた運用説明を行ったが、職員の混乱を避けるため、
第1段階：MS RDS利用によるWEB閲覧
第2段階：メール運用の切替
と段階を踏んだ運用切替の提案を行った。

切替前に検証端末にて何度も検証を行っていたものの、実環境端末では構成が異なり、切替時に不具合事象が発生した。その為、不具合事象・追加要求事項を翌日までにすべて対応する必要があった。

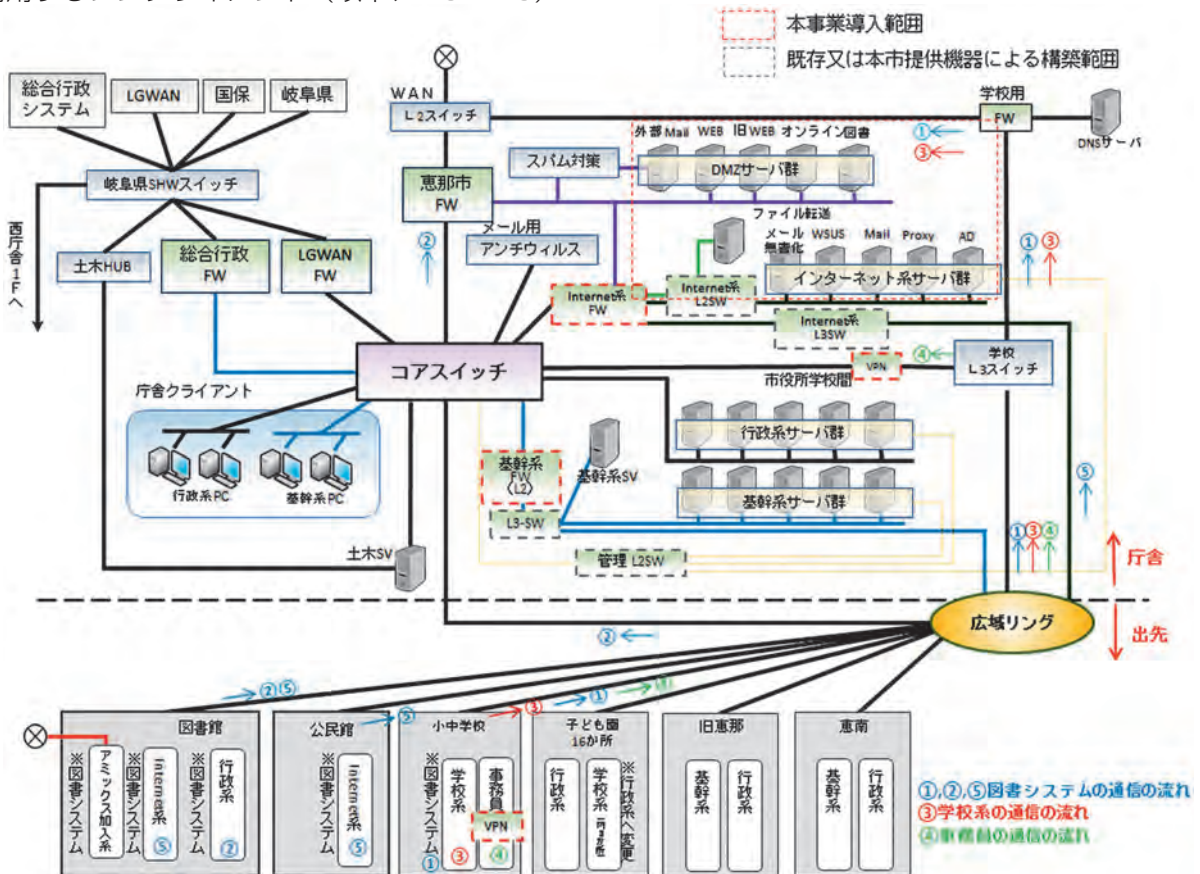


図7 情報セキュリティ強化ネットワーク構成

6 岐阜情報セキュリティクラウド接続について

岐阜情報セキュリティクラウド(受注：NTTビジネスソリューションズ(株))は、必要な情報セキュリティの水準を担保するため、都道府県ごとにインターネットへの接続口を一つに集約し、都道府県と市町村が共同して、高度なセキュリティ監視を行うものである。(図8)

岐阜県セキュリティクラウドにより、各市町のセキュリティ水準が一定され、インシデント対応の運用負荷の軽減が見込まれる。

恵那市ネットワークから直接インターネットへ接続していた環境を岐阜セキュリティクラウド経由での接続に変更する作業である。(3-⑦)

当社作業範囲は、3-⑥までの事業にて岐阜セキュリティクラウドへの接続環境は整えており、上位プロキシへの設定変更及びメールの送受信確認であった。また、切替日も岐阜県内でも最終であり、切替時の問題事象も洗い出されていたため、大きなトラブルなく接続変更を完了した。

7 おわりに

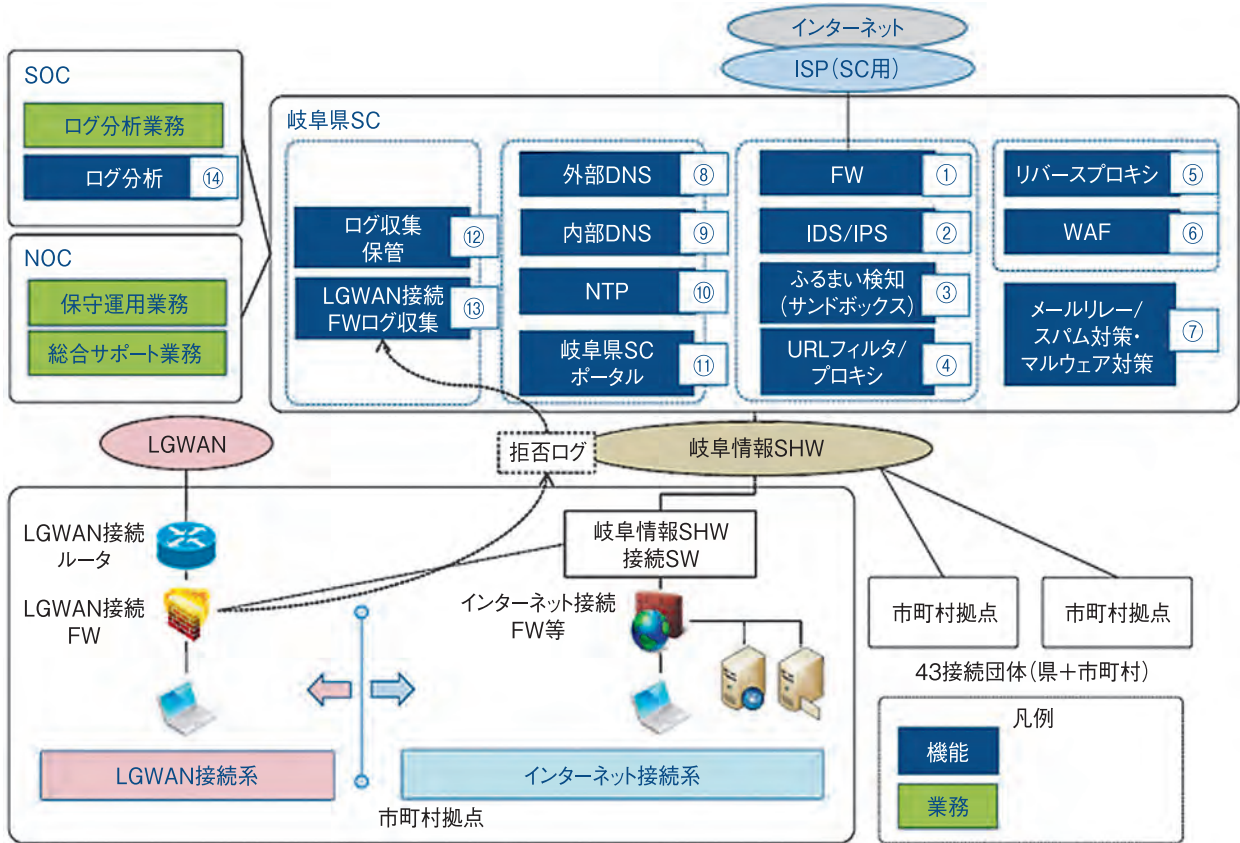
本事例は、総務省からの緊急提言から始まり、要求仕様が確定されない中、導入時期だけが決められた状況下で情報通信のメンバーが一丸となって受注・完工できた事例である。

限られた予算の中、お客さまの要望を実現するために、皆の知恵を集結することによって、最善の提案が行え、導入時の不具合対応においてもお客さまの立場に立った早急な対応を行ったため、窓口の情報担当者からの信頼をさらに得られた。

今後も線路工事～ネットワーク～システムと一連の流れでの受注を目指していきたい。

ネットワーク分離は自治体ネットワークだけに留まらず、来年度以降、文科省・金融庁からも同様のセキュリティ強化対策の実施を求められると考えられている。

当社も本事例を良い実績紹介とし、一つでも多くの受注を目指していきたい。



SOC：セキュリティオペレーションセンター NOC：ネットワークオペレーションセンター

※岐阜セキュリティクラウド説明資料より抜粋

図8 岐阜情報セキュリティクラウド接続概要

製造業における排水処理設備管理提案の事例

1 はじめに

空調管部門では製造業からの受注拡大に向け、各部門と連携を図りながら営業活動を進めている。一方、製造業者は、生産設備の不具合時の対応に特定の業者を常駐させるなどでリスクの低減を図っており、常駐設備業者毎の施工範囲が概ね割り当てられていることが当社にとって新規製造業者からの受注や既存取引製造業者からの受注拡大を難しくしている。

今回、既存取引製造業者に対し、当支店の従来からの配管工事の範囲を超えて「排水処理設備」の管理改善提案を行った結果、受注拡大に繋がることができたのでその対応例を紹介する。

2 製造工場の現状

日本の部門別二酸化炭素（以降、CO₂と称す）排出量における産業部門のCO₂排出量は、2015年度において全産業の約34%と高く、省エネに向けた取り組みが進められている。（図1 部門別二酸化炭素排出量割合参照）

「エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）」で、年間のエネルギー使用量が一定量以上の特定事業所は「エネルギー消費原単位を年平均1%以上低減することを目標とすること」を求められ、取り組みが著しく不十分であれば、国による指導や立ち入り検査・指示・公表・命令・罰則が課せられる。

これにより、多くの製造工場で照明器具のLED化・高効率空調設備への更新などが実施され、CO₂排出量は大幅に削減されてきたが、近年は新たな省エネ対策が模索されるようになってきた。工場の排水処理などの環境対策設備の領域は、以下の要因等により、省エネやCO₂削減がなかなか進まない分野であるが、今後取り組みが強化されると考えられる。

- ①生産設備でないため積極的な投資が行われない。
- ②管理者の「勘」と「経験」により管理される傾向がある。
- ③高齢化により管理者の経験が継承されにくい。

これらのうち、「経験」に基づく管理は、伝承しにくい暗黙知であり、今後は「見える化」、「数値化」により改善していくことが求められている。

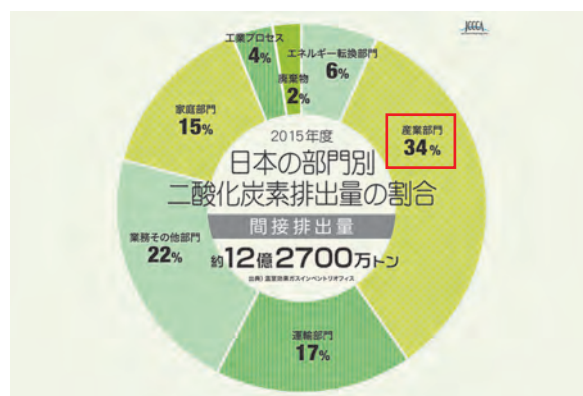


図1 部門別二酸化炭素排出量割合
(JCCCA全国地球温暖化防止活動推進センター引用)

3 製造工場に対する当社の取り組み

当支店ではこれまでも製造業者からの相談には、当社「技術研究開発部」への依頼などにより対応をしてきている。製造業者からの相談内容は以下の項目が多いが、個別対応となることが多く、汎用的な対応策が確立されていないのが現状である。

- ①作業環境対策（オイルミスト等）
- ②周辺環境対策（排水・排気等）
- ③廃棄物対策（産業廃棄物処理等）

上記事項のうち、作業環境対策に関するオイルミストは切削加工を伴う多くの工場で発生し、加工に伴う油煙等が原因である。多くの工場では加工機器ごとに対策機器を設置し対応しているが、工場内全体での換気対策が十分でないところが多く、オイルミスト対策は今後も需要が続くものと想定される。

また、周辺環境対策に関する排水・排気処理設備では専門的な知識が必要であるため、製造業者は外部メーカーへの委託などにより管理されていることが多い。しかしメーカーでは生産設備の変更などによる対応が難しい。本来は、生産設備と排水・排気設備の連携管理が有効であり、ここに当社が強みを持つことで今後、提案機会の増加が期待される。

本稿で対象とした排水処理設備における管理では、現状を把握し、「見える化」「数値化」することにより、外部メーカーへの委託管理からきめ細かな管理ができる製造業者自身の内製化への支援を、当社がハードおよびソフトの両面で進めることが有効と考えている。

岡崎支店 営業部
空調管工事グループ
／村澤 大



岡崎支店 営業部
空調管工事グループ
／中村 明浩



4 排水処理設備の概要

今回対象とした製造業者の排水処理設備は、微生物を利用した活性汚泥方式の排水処理設備である。一般的な活性汚泥方式の処理概要及び排水処理システムを以下に示す。

4.1 活性汚泥処理の概要

活性汚泥法は、排水の汚濁成分である有機物を酸素を用いて分解する微生物群（活性汚泥）を利用した浄水方法で、一般に広く採用されている。図2のようなフローにより排水処理が行われる。

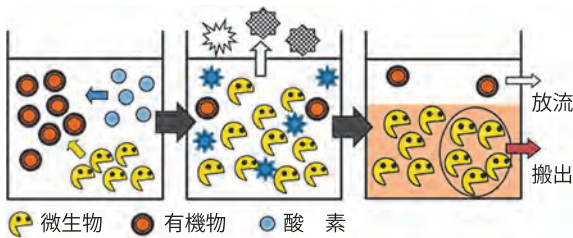


図2 排水処理の流れ

最初は図2左のように流入する有機物量に対応した微生物量と有機物の分解に必要な酸素を供給する。すると図2中央のように有機物は、微生物によって吸着・分解処理される。有機物分解と同時に微生物は増殖し、増加分を処分する必要があり、図2右のように増えすぎた微生物（余剰汚泥）は排出され、産業廃棄物として処分される。

4.2 排水処理システム

一般的な排水処理システムを図3に示す。

工場等からの排水は、まず原水槽に入り、スクリーンで大まかにゴミが取り除かれ、調整槽で排水の量と濃度が平均化され、原水計量槽で計量後、曝気槽へ移送される。移送された排水は曝気槽で

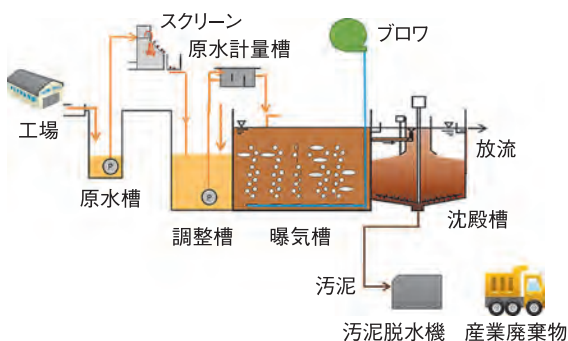


図3 排水処理システム例

微生物により有機物が分解され、沈殿槽では、固体（汚泥）と液体（処理水）に分離され、処理水は河川等へ放流される。

増殖した汚泥は、汚泥脱水機で絞ることで量を減らし産業廃棄物として処分される。

4.3 活性汚泥法の特徴

活性汚泥法の長所は、エネルギーコストが比較的低いことから、処理対象となる有機物の適用範囲が広いことなどがある。短所は、微生物は生き物であるため運転調整が必要で、外気温度の変動により処理性能が大きく変化するなど、一定の性能を維持することが難しい。そのため、運転調整には酸素（空気）量の調整及び汚泥量の調整が必要であるが、経験による運転管理となりやすい。

5 排水処理設備の現状

5.1 管理上の課題

水質汚濁防止法は、工場等特定規模施設からの排水による公共水域への汚濁の防止を図ることを目的に定められているが、排水処理設備を十分に管理できている事業所は少ないと言われている。その要因調査のため管理担当者へのヒアリングを行った結果を以下に示す。

- ①人材不足による後継者の育成ができない
 - ②処理槽に流入する水質が把握できない
 - ③生産能力の変化による処理設備の変更が投資などの理由によりできない
 - ④担当者の勘と経験による管理（暗黙知）から形式知による文書化ができない
 - ⑤トラブル時に専門性が必要なため対応できない
 - ⑥他業務との兼務で時間がない
 - ⑦処理設備の現状や仕様が把握できていない
 - ⑧頻繁に開閉する開口などの安全対策が不十分
- ヒアリングにより排水処理設備管理に人的な課題が多いことを確認できた。このような状況の中でも管理担当者は、試行錯誤により処理水（放流水）の法令等基準値順守に向け努力していることが確認できた。

5.2 運転状況の現状把握

排水処理設備は、流入水量及び流入水の水質により性能が大きく左右され、水質汚濁防止法に規定する放流水基準への影響が大きくなる。今回、

排水処理設備の管理改善提案に向け、現状の各生産ラインからの排水量および排水水質を計測し、現状排水処理設備に掛かる負荷と処理能力の調査を行った。また、排水処理性能の悪化をもたらす発泡現象が見られていたことから、この原因調査を行った。これらについて以下に示す。

(1) 排水負荷の調査

複数の生産ラインから排出される排水量及び排水水質を計測した結果、排水量は一部のラインからの排出量が多いものの、日排水量は平均化していた。また、有機物濃度では排水量の最も多かったラインでは他のラインと比べ10倍程度の濃度であり、排水処理設備の約8割の負荷を占め、特定のラインの流入が排水処理設備に大きく影響を与えていることが確認できた。

高負荷のラインには活性汚泥処理設備の流入前に1次処理装置が設けられ、活性汚泥処理の負荷軽減を行っているが活性汚泥処理能力が排水負荷変動に対応できていないことが明らかとなった。

(2) 発泡現象の原因調査

活性汚泥処理の曝気槽において度々発泡が確認されていた。発泡は処理水質の悪化のほか、槽全体に拡散して風の強い日には槽外に泡が飛ぶことで歩行者に付着することなどが懸念されていた。この発泡現象は有機物の分解が不十分な時の有機物に起きる泡によるものであり、どこの処理装置でも発生する可能性がある。写真1は発泡により曝気槽内に発生した泡対策としてネットにより飛散防止を行った状況である。有機物の分解が十分にできていない原因を明らかにするため、曝気槽内の微生物の状況を調査した。

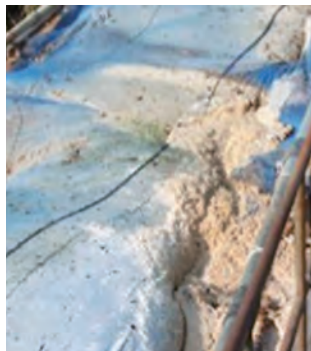
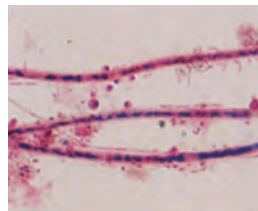


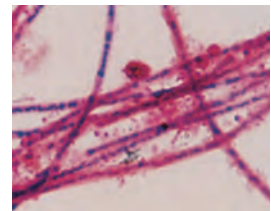
写真1 飛散防止対策

顕微鏡写真を写真2に示す。写真2上段のType1851は糸状性細菌で有機物濃度が低下した低負荷時に出現することが多い。

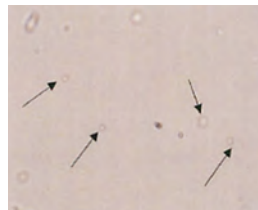
また、繊毛虫類も群体で確認できた。群体で出現する場合は汚泥解体気味のことが多い。繊毛虫類の解体は餌となる有機物が不足した場合に進行し、さらに解体が進むと頭部と柄が分離されることが知られている。写真2ではこのような分離



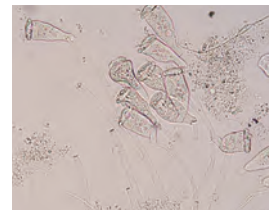
Type1851 (グラム陽性)



Type1851 (グラム陽性)



分散状の細菌類 (水相部)



Epistylis

写真2 曝気槽内微生物顕微鏡写真

された状態が見られている。

前述の発泡現象では有機物の不十分な分解が原因と説明したが、写真2では低負荷（有機物不足）との見解を示しており相反する状況を示す結果となった。活性汚泥方式では、処理対象物にあった微生物が適正数繁殖していないと有機物の分解は進まないことを勘案し、発泡原因を次のように想定した。「過曝気による溶存酸素量の増加により、溶存酸素量に対する有機物量が過少となり、この工場排水の処理に有用な微生物が栄養不足で減少し、発泡が生じた。」

6 排水処理設備の改善

排水処理設備の技術的検討を行った結果をもとに、高濃度負荷水が発生する特定ラインの1次処理装置の調査と過曝気の原因調査を行い、改善提案の後、それを実施した。内容を以下に示す。

6.1 1次処理装置の改善

活性汚泥式の排水処理設備は長時間処理水を曝気槽にとどめ微生物による処理を行っているため、負荷の増加は処理性能に悪影響を及ぼす。5.2(1)で排水負荷が大きかった系統は、活性汚泥処理設備への流入量の減容に加熱分離方式の1次処理装置が設置されているが加熱設定温度が不適切であったため、減容が不十分で大量の排水が処理装置へ流入していた。そこで、1次処理装置の加熱設定温度の変更を提案して適用した結果、活性汚泥処理装置への流入量が適正になった。

6.2 過曝気解消対策

発泡現象の改善策として、曝気槽の空気供給ブローの運転方法を常時運転から間欠運転制御に変更し、曝気槽内の溶存酸素濃度を確認しながら間欠時間の設定を行うことを提案し、これを実施した。これにより発泡の解消と共に排水処理設備の処理能力を回復できた。なお、この提案は無駄なブロー動力を削減できるので省エネ提案としての一面もあった。

発泡現象は過曝気状態を解消すれば対応可能と判断したが、微生物の回復には時間がかかるため初期段階は消泡剤の注入にて対応した。その後は消泡剤を投入しない状態でも発泡は解消された。写真3に発泡解消後の曝気槽を示す。



写真3 発泡解消

6.3 汚泥越流への対応

排水処理設備の曝気槽で処理された排水は、活性汚泥と共に沈殿槽に移送され沈殿槽で汚泥と処理水に沈降分離され放流水となる。

前出の1次処理装置の運用改善及び過曝気の対策により活性汚泥処理設備は本来の処理能力を回復したが、放流水に汚泥が混入する状況（汚泥越流）が確認された。これは上記改善以前にも発生することがあったものの上記改善に伴い解消されることを期待していたが解消されなかった。原因は、日々の排水の流入量や水質の変動により、汚泥性状を沈降しやすい適切な状態に維持できないことが考えられ、運転管理での対策は難しいと判断した。そこで、新たに凝集剤を用いて汚泥沈降性の改善を図ることとし、最適な凝集剤及び添加量を確認するビーカー試験を行った。試験の結果を写真4に示す。

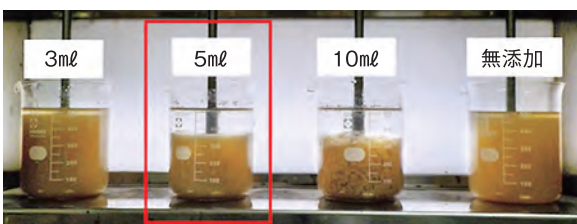


写真4 沈降性ビーカー試験

試験結果より汚泥沈降性の改善及び凝集剤の最適化を図り、仮設ポンプによる運用試験を行った結果、汚泥流出を防止できた。

6.4 管理標準の作成

排水処理設備の運転管理は難しく、管理担当者は上述したように経験や勘に頼っており、ノウハウの継承も十分でないことが課題となっていた。そこで、当社は流入水の状況や集積した運転データから最適な運転管理方法を構築し、標準的な管理基準値を定めた「管理標準」を書面にて作成した。これにより以下の管理改善効果が期待できる。

- ①運転管理方法が統一され、排水処理状況が安定し、不具合リスクが低減する。
- ②管理標準があることで工程の異常が明確になり、不具合を未然に防止できる。
- ③管理標準を文書化することで、運転管理担当者の育成を短時間に実施することが可能となる。

7 おわりに

排水処理設備の管理改善の検討は特定の事業所だけではなく多種多様な事業所でも同様に必要とされる。

今回、排水処理設備の管理改善の取組みとその結果がお客さまから高く評価され、年間設備管理保守契約締結に至り、その後も継続的な提案活動を行っている。また、副次的効果として、工場内の他の排水処理設備の改善提案依頼や他設備での環境及び安全対策などの従来の業務範囲以外の受注に繋げることができた。

設備保守は、単なる設備健全性のチェック・修繕業務のみではなく、省エネ・省力化を顧客と共に取組む姿勢が必要とされている。排水処理設備の保守管理を行ない、省エネ・省力化を実現することで企業 CSR に貢献し、信頼関係を継続させることで当社の将来の新領域での受注拡大に繋がるものと期待している。また、客先の暗黙知の「見える化」「数値化」は今後の営業戦略のひとつになることが確認できた。

最後に当該お客さまの排水処理設備管理提案業務の協働活動会社であり、今回の事例紹介にあたり、図・写真の提供にご協力いただいた(株)エステム殿をはじめ、関係各位に感謝を申し上げます。

三井不動産ロジスティクスパーク稲沢の電気設備

1 はじめに

本物件は、事業主である『三井不動産株式会社』が大規模物流倉庫として計画したものである。ブランド名となる『三井不動産ロジスティクスパーク』(以下、MFLPと記載する)は関東圏を中心に、関西、中部、福岡と展開しており、現在13物件を有する。その中で、『MFLP稲沢』は14番目のロジスティクスパークとして建設された。建設場所を図1に示す。



図1 建設場所



図2 建物外観パース

2 建物の概要

建物外観パースを図2に、建物内部(エントランス)を図3に、建物の断面構成図を図4に示す。

建物名称 三井不動産ロジスティクスパーク
稲沢 (MFLP稲沢)

所在地 愛知県稲沢市奥田大沢町2-1

建築主 三井不動産株式会社 中部支店

主用途 物流倉庫

敷地面積 35,117.56㎡

延床面積 74,797.39㎡

構造 S造

階層 地上4階

テナント 最大8区画(16分割)

設計監理 矢作建設工業株式会社
一級建築事務所

施工会社 建築：矢作建設工業株式会社

電気：株式会社トーエネック

空調衛生：大冷工業株式会社

工期 平成28年6月1日～

平成29年5月31日



図3 エントランスイメージ

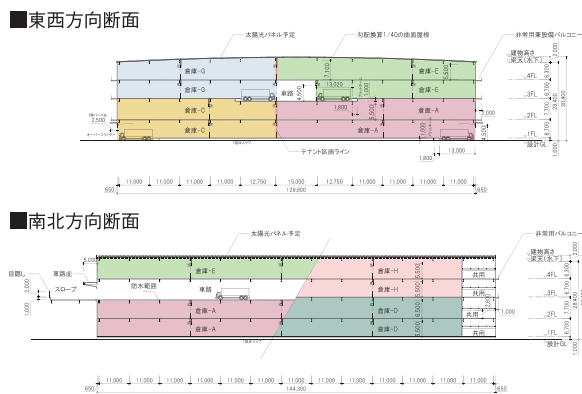


図4 建物断面構成図



写真1 No.1キュービクルおよび非常用発電機・オイルタンク

3 建物の特徴

MFLP稲沢は、準工業地域に建設されたが、敷地北側には住宅街や共同住宅が隣接しているため、地域に配慮された建物となっている。

エントランスを南北2方向に設けることで、人の流れの分散化を図りつつ、セキュリティ対策も充実している。電気錠・カードリーダー、シャッターセンサなどを用いて最大8区画のセキュリティゾーンを管理している。合わせてITVカメラを共用部の至るところに設置し、建物外部・内部を常に監視している。

また、地域の災害拠点となるべく様々な対策が取られていることからその一部を紹介する。

- ①ハザードマップを用いた建物床レベルの設定・重要設備機器の設置レベルの設定
 - ・稲沢市ハザードマップより、洪水による浸水の深さは地盤+0.5～1.0mと想定
 - ・1階倉庫の床高さ 地盤+2.2m
 - ・キュービクル、非常用発電機、オイルタンク、受水槽の設置高さ 地盤+1.5m以上
- ②周囲の河川・水路を活用した雨水の分散放流
- ③BCP対応
 - ・地震PML(予想最大損失率11.3%以下)
 - ・保安電源の確保として、発電機の24時間連続運転による、管理室、中央監視室、事務所、倉庫の照明・コンセント等の5～10%電源供給
- ④全てのエレベータ内にライフセット(水、簡易トイレ)設置
- ⑤マンホールトイレの設置対応

4 電気設備の概要

MFLP稲沢の電気設備に関する概要を次に示す。

- ① 高圧受変電設備

- ・3φ3W 6kV 1回線受電(架空引込)
- ・No.1キュービクル 設備容量 2,025kVA(写真1参照)
- ・No.2キュービクル 設備容量 1,825kVA
- ②非常用発電機設備(写真1参照)
 - ・長時間型ディーゼル発電機(低騒音型) 1台
 - ・600V 3φ3W 365kVA
 - ・燃料種A重油
 - ・燃料料小出槽 1,970リットル
 - ・24時間連続運転
- ③太陽光発電設備
 - ・1.5MW(500kW×3)
 - ・太陽光パネル枚数 6,650枚
- ④その他設備
 - ・電灯、コンセント、誘導灯、非常灯、自動火災報知、放送、中央監視、ITV、入退出、インターホン、呼出、テレビ共同聴視、避雷針

5 電気設備の施工紹介

5.1 多条保護管の敷設

MFLP稲沢は、大規模物流倉庫であり大きな空間を構築した建物である。また、建物の周りは、荷物を載せた大型のトラックが通ることになる。そこで、今回は、トラック通路の埋設配管として『多条保護管』を採用した。

多条保護管の特徴と施工後の感想を纏める。

- ①省スペース配管が可能
 - 今回の施工において、配管サイズφ80、φ130が合計で約180本であったが、管同士を密着して敷設できるため掘削幅も小さく施工できた。
- ②埋戻し
 - 今回の施工では、管路の系統が多く集中していたため掘削埋戻しは決して容易ではなかった。



写真2 床付状況

③継手接続がワンタッチ

多条保護管は、1本約5mのものを繋ぎ合わせるが、管の扱いも含め非常に容易であった。

④ハンドホールとの接合が容易

工場で、ハンドホールに配管接合材（300箇所）を取付けておくことで容易に施工できた。



写真3 配管施工状況

⑤曲げ施工が容易

ハンドホール間の平面的な施工においては、非常に容易であったが、立上げ箇所においては、2段3段と纏まる箇所の施工は苦労した。



写真4 立上げ箇所

⑥優れた耐圧強度

今回の建物用途上、大型のトラックがメイン走行となるので有効であった。

⑦優れた難燃性

JIS C 3653（電力ケーブルの地中埋設の施工方法）附属書3（管路式電線路に使用する管）にある難燃性を有しており自消性のある管である。

⑧ケーブルの入線が容易

今回の施工では、4ノーマルの施工となったが、全く問題なくスムーズに入線ができた。



写真5 配管ノーマル部分

受変電設備から建屋への幹線取込みにおいては、2箇所の受変電設備よりそれぞれ約90本もの幹線が埋設配管にてハンドホールを経由しながら敷設する計画をした。合計で約180本もの埋設配管の敷設においては、施工性、ハンドホールの取合い、またFEP管相互の離隔を確保するために掘削エリアが拡大するといった施工する側にとって非常に厳しい計画であった。そこで、当社から提案したのが今回採用した『多条保護管』であった。採用に当たって材料費は5%程度のコストアップとなったが、施工性の向上、掘削エリアが削減されたことでトータルではコストを抑えることができた。

5.2 メッセンジャーワイヤーにおける配線計画

倉庫内の配線計画において、今回の設計では電灯配線がメッセンジャーワイヤー、コンセント・非常照明・誘導灯等の配線が配管工事となっていた。

また、倉庫内の有効高さを5.5（一部6.5）mの確保が必要な倉庫であり、階高も6.7（一部7.7）mと高所作業が基本となることから、作業効率が悪いことが想定された。そこで、各設備の

施工方法とエリアの統一を図るため、強電関係の配線をすべてメッセンジャーワイヤーでの施工に統一することとした。

メッセンジャーワイヤーのサイズ選定に関しては、施工性の検討、ちょう架されるケーブルの合成荷重から張力計算を行い、設計事務所・建築会社との協議により、1スパン11mに対し、メッセンジャーワイヤーのサイズを14mm²に統一することとした。また、照明器具が1スパン1ラインに3台設置されていることから、メッセンジャ

ーワイヤーの張るラインを照明器具が設置されるラインに集約した。

照明器具は、天井スラブから吊ボルトにて2点吊りで支持されており、振れ止めもあることから、メッセンジャーワイヤーの中間支持、振れ止めは照明器具のものと兼用した。各設備の配線長については、若干延びる事となったが配線ルートを纏めることによる作業ラインの限定、配線支持材等を兼用することで、結果的に作業効率上がることとなった。

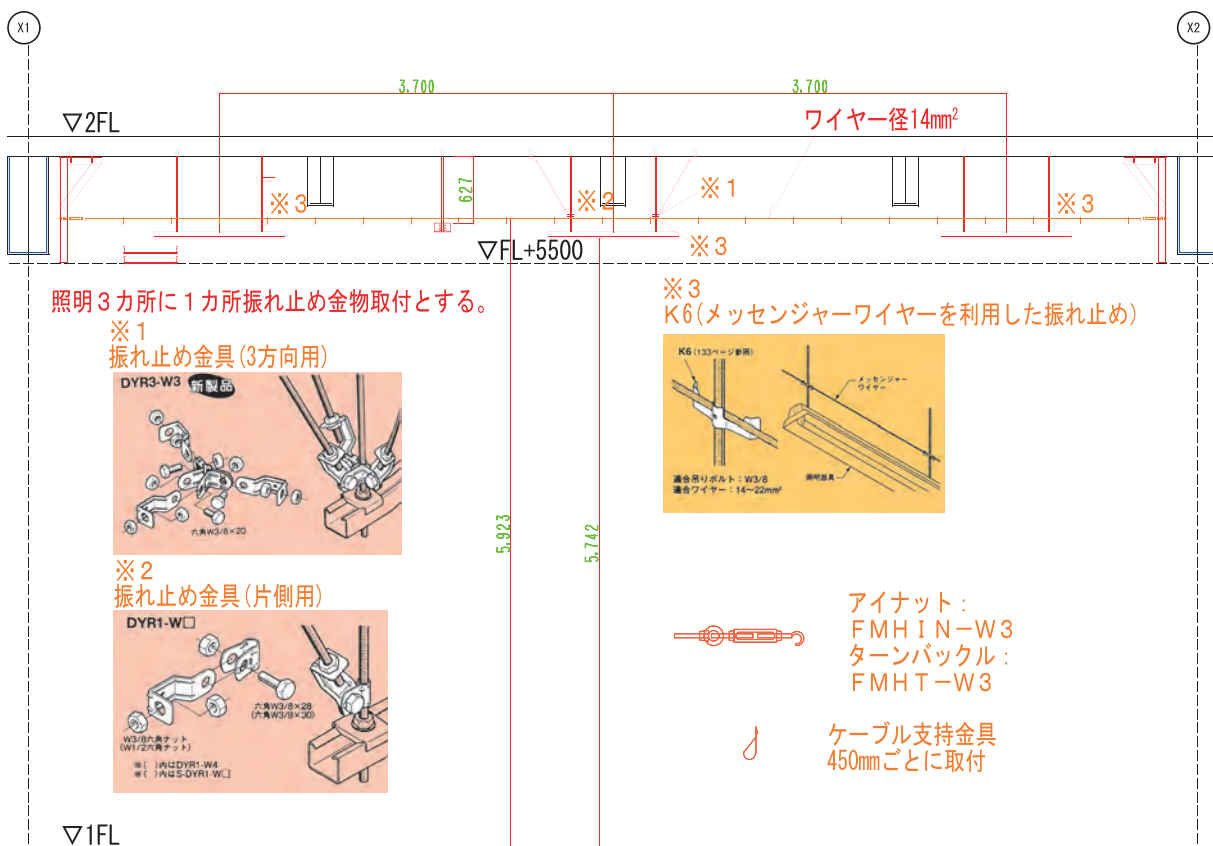


図5 倉庫内配線計画



写真6 倉庫内照明設備設置状況

6 おわりに

『MFLP稲沢』は、今年6月に開庫を迎え、本庫が今後、より多くのテナント様に利用され、地域の象徴的な建物となることを期待しております。

最後になりますが施工に当たり、施主様をはじめ設計事務所、建築・設備工事関係業者、ならびに各資材納入に携われた皆様のご協力により成し得た成果と考えます。この場をお借りして、感謝と御礼を申し上げます。