

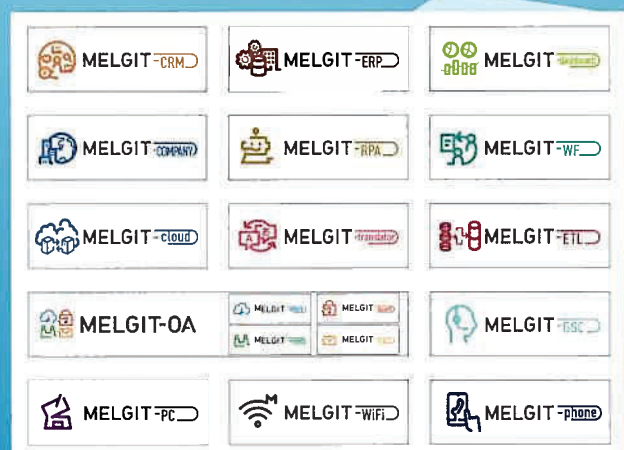
# 三菱電機技報

5

2021

Vol.95 No.5

「持続可能な社会の実現に向けた設計・生産技術」  
「業務の変革と働き方改革に資する情報システム」



表紙：持続可能な社会の実現に向けた設計・生産技術



三菱電機のものづくり力強化に向けた取組みのイメージである。商談から保守サービスまでのSCM(Supply Chain Management)プロセスと、マーケティングから生産までのECM(Engineering Chain Management)プロセスの全領域で、品質第一の精神を前提として、環境に配慮した開発を国内外に展開し、継続的に改善していく。



VE : Value Engineering

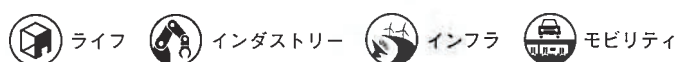
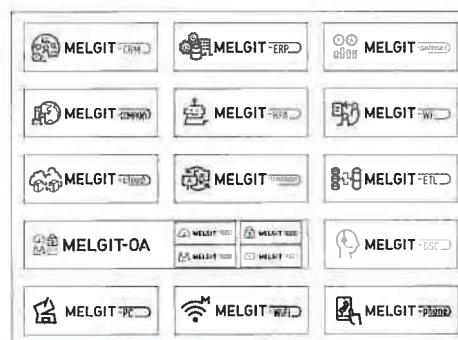
表紙：業務の変革と働き方改革に資する情報システム



三菱電機グループは、当社ならではの強みを発揮して新たな価値を提供し、多様な社会課題の解決に貢献するとともに、仕事の本質を見極めた“業務の変革”を進めて、社員がいきいきと働くことを目指している。

これらを実現するためには、デジタル環境下での成長戦略の推進と業務環境の整備が必要であり、MELGITシリーズと名付けた統一のIT基盤やITツールを導入している。

表紙デザインは、MELGITシリーズのロゴ一覧を示している。



## 特集 持続可能な社会の実現に向けた設計・生産技術

## Design and Manufacturing Technology toward Realization of Sustainable Societies

## 巻頭言

- 持続可能な社会の実現に向けた設計・生産技術…………… 4  
竹野祥瑞

- Design and Manufacturing Technology toward Realization of Sustainable Societies  
Shozui Takeno

## 巻頭論文

- 持続可能な社会の実現と安心・安全・快適性  
を両立させるものづくり力の強化…………… 6  
山秀之

- Strengthening Production Engineering that Balance Sustainable Society and Safety, Security, and Comfort  
Hideyuki Ichiyama

- 生産技術を活用した各種プロセス改善…………… 12  
玉谷基亮・高山和義・小島裕治・加藤哲也・中野智晴

- Manufacturing Technologies for Various Process Improvement  
Motoaki Tamaya, Kazuyoshi Takayama, Yuji Kojima, Tetsuya Kato, Tomoharu Nakano

- 製品の高効率化を実現する設計技術の進化  
—空調冷熱製品の省資源・省エネルギー設計事例— …… 16  
谷口貴也・小林 孝

- Advancement of Design Technology to Realize High Efficiency of Products  
—Material Usage and Energy Saving Design Cases for Air Conditioning and Refrigeration Products—  
Takaya Taniguchi, Takashi Kobayashi

- パワーモジュールの性能向上を支えるパッケージ技術…………… 20  
平松健司・中島 泰

- Packaging Technologies to Improve Power Module Performance  
Kenji Hiramatsu, Dai Nakajima

- 三菱電機での設計品質作り込み活動…………… 24  
長江雅史・新 壮一郎

- Design Quality Improvement Activities at Mitsubishi Electric  
Masashi Nagae, Souichiro Atarashi

- 三菱電機グループでの環境配慮設計の取組み…………… 28  
深井泰雄・広瀬悦子

- Mitsubishi Electric Group's Initiatives of Design for Environment  
Yasuo Fukai, Etsuko Hirose

## 特集 業務の変革と働き方改革に資する情報システム

## Information Systems for Business Process Re-engineering and Work Style Reforms

## 巻頭言

- 三菱電機での情報システムが果たしてきた役割と今後…………… 32  
熊手剛彦

- Role of Information Systems in Mitsubishi Electric : Past, Present, Future  
Takehiko Kumade

## 巻頭論文

- 業務の変革と働き方改革に資する情報システム…………… 34  
山田敬喜・山中秀昭

- Information Systems for Business Process Re-engineering and Work Style Reforms  
Keiki Yamada, Hideaki Yamanaka

- テレワークの急拡大に対するIT基盤の迅速な整備 …… 40  
藤田 陽・吉村貞司・清水悠太郎

- Rapid Enhancement of IT Infrastructure for Sudden Shift to Telework  
Taka Fujita, Shinji Yoshimura, Yutaro Shimizu

- 業務システムを三菱電機グループクラウド  
"MELGIT-cloud"へ移行する三つの取組み …… 44  
岡本 望・岩崎和憲

- Three Actions to Migrate Business Systems to Mitsubishi Electric Group Cloud  
"MELGIT-cloud"  
Nozomu Okamoto, Kazunori Iwasaki

- 業務のペーパーレス化を推進する  
ワークフロー基盤の構築と展開…………… 48  
岡 稔久・小瀧義久・森原一朗

- Implementation and Deployment of Workflow System Platform to Promote Paperless Operations  
Toshihisa Oka, Yoshihisa Kodaki, Ichiro Morihara

- 適正な労働時間管理に向けた  
就業時間管理システム刷新の取組み…………… 52  
伊藤香織・村田和司

- Efforts of Attendance Management System Renewal for Proper Management of Working Hours  
Kaori Ito, Kazushi Murata

- 営業業務革新と事業シナジーを  
実現する顧客対応標準基盤の構築…………… 56  
上野剛史・村上叔恵・滝澤康太・阿部 繁

- Building the Customer Relationship Management System for Sales Business Innovation and Business Synergies  
Takefumi Ueno, Yoshie Murakami, Kota Takizawa, Shigeru Abe

- くらしのエコテクノロジー…………… 60

- Webサイト紹介(エコちゃんの“環境ですよ。”)…………… 62

新型コロナウイルス感染症で亡くなられた方々に謹んで  
お悔やみを申し上げますとともに、罹患(りかん)された  
皆さまとご家族及び関係者の皆さまに心よりお見舞い  
申し上げます。

# 巻頭言

## 持続可能な社会の実現に向けた設計・生産技術

Design and Manufacturing Technology toward Realization of Sustainable Societies



竹野祥瑞 Shozui Takeno

常務執行役 生産システム本部長

Executive Officer, Group President, Corporate Total Productivity Management & Environmental Programs Group

人類が安定してこの地球で暮らし続けるためには、貧困、紛争、気候変動、感染症等、解決していかなければならない多くの社会課題があります。国連は、これらの課題を解決していくため、“持続可能な開発のための2030アジェンダ”を採択し、15年間でこれらの課題を達成するため17の持続可能な開発目標(SDGs)を示しました。三菱電機は、当社が最も貢献できる三つの目標“7. エネルギーをみんなに そしてクリーンに”“11. 住み続けられるまちづくりを”“13. 気候変動に具体的な対策を”を対象に、製品・システム・サービスを組み合わせたソリューションの提供に取り組み、これら三つの目標に対して価値創出を追求するとともに、17の目標に対しては、全ての企業活動を通じて貢献していきます。

日本政府は、2020年11月に開催された主要20か国・地域首脳会議(G20サミット)で2050年までに温暖化ガス排出量を実質ゼロにするという目標(2050年カーボンニュートラル)を“国際公約”として決意表明し、12月に“グリーン成長戦略”として14の重点分野ごとに課題と対応策を示した工程表をまとめました。

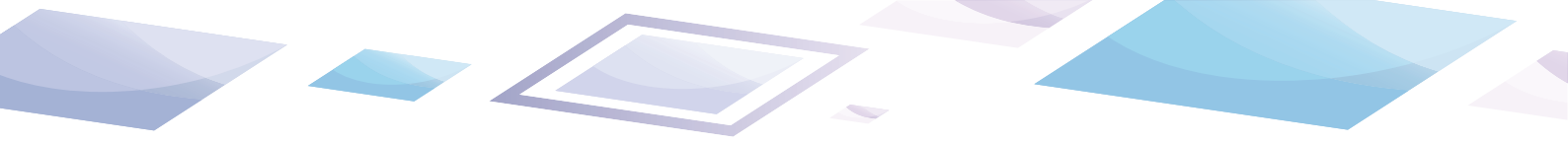
2021年2月1日に100周年を迎えた当社は、“多様化する社会課題の解決に向けて100年培ってきた経営基盤の強化に加えて事業モデルの変革によって、ライフ、インダストリー、インフラ、モビリティの四つの領域で、グループ内外の力を結集した統合ソリューションを提供する。”という経営戦略を掲げています。国が示した“グリーン成長戦略”と当社が掲げる経営戦略の“四つの領域”で取り組む社会課

題、環境問題、資源・エネルギー問題などは、多くで重なっており、製品・システム・サービスを組み合わせたソリューションの提供を始めとする価値創出をより一層推進することによって、カーボンニュートラルの達成にも貢献します。

生産システム本部の機能は、大正13年(1924年)にウェスチングハウス社との技術提携に合わせて神戸製作所内に設置された本店技術課に始まります。基準総覧の編集、図面方式の整備、設計要覧の作成等を行っていました。その後、生産技術部が新設され、技術を横通しする技術研究会(現在、技術委員会)の運営、社外技術の導入等、生産技術に関する幅広い活動を行ってきました。昭和39年(1964年)に技術本部が発足し、時代の趨勢(すうせい)に対応して部門の統廃合が行われ、平成5年(1993年)に生産システム本部が設立され、現在の組織に至っています。

その流れを汲(く)んで生産システム本部は、当社の製品、システム、サービスなどの設計・生産に関わるサプライチェーンマネジメント(SCM)／エンジニアリングチェーンマネジメント(ECM)の全領域にわたって、効率や生産性の向上のために設計・生産技術開発を推進するとともに、製品の性能や機能を向上させるコア技術開発も担っています。また、当社が生産する製品、システム、サービスに対して、最高の品質を提供できるように品質管理システムの整備と人材育成も推進しています。さらに、低炭素社会や循環型社会の形成に貢献するために長期環境経営ビジョンとし





て“環境ビジョン2050”を策定し、当社の環境改善活動を牽引(けんいん)しています。その活動は、ESG(Environment, Social, Governance)投資を行う機関投資家が注目する英国の非政府組織であるCDP(Carbon Disclosure Project)<sup>(注1)</sup>から“気候変動”“ウォーター”の二つの分野で2020年のAリスト企業として、高い評価を受けています。

この特集では、SCM/ECM全領域にわたり、生産性を高める改善活動として、JIT(Just In Time)改善活動、ロジスティクス改善活動、原価企画の強化に向けたVE(Value Engineering)・標準化活動やソフトウェア生産性改善活動について事例を含めて紹介します。“生産技術を活用した各種プロセス改善”としてDX(Digital Transformation)を推進する技術である各種センサを活用した自動化技術、生産現場に適用可能なAI技術、輸送効率の改善に向けたITツール、工場のリモート管理技術、AR(Augmented Reality)/VR(Virtual Reality)技術を活用した保守サービス改善システム等の開発とそれらの活用事例を紹介します。“製品の高効率化を実現する設計技術の進化”として、空調冷熱製品の開発に3Dシミュレーションや、制御ソフトウェアのパラメータ調整に強化学習を導入することで、小型・軽量化による省資源や製品の高効率化の実現に加えて、効率の良い設計プロセスを実現した事例を紹介します。“パワーモジュールの性能向上を支えるパッケージ

技術”として、基板にシリコン(Si)やシリコンカーバイド(SiC)を用いた半導体素子を搭載したパワーモジュールの性能や信頼性の向上を最大限に引き出す素子の接合、配線、絶縁封止などのパッケージ技術の開発事例を紹介します。“当社の設計品質作り込み活動”として、当社が掲げる“社会と顧客の満足が得られる製品・サービスを最高の品質で提供する”の実現に向けて、全社で推進する設計品質向上活動、品質不具合の再発防止のためのデータベース“失敗GAKU知恵Q増”の取組みを紹介します。最後に、“当社グループの製品環境配慮設計の取組み”として、“環境ビジョン2021”で進めてきた環境への取組みを紹介するとともに、ファクタX及びライフサイクル思考を実現する評価手法を用いた環境配慮設計の進め方を紹介します。

生産システム本部は、これからも当社の製品、システム、サービスなどの効率や生産性の向上など設計・生産に関わる技術開発、品質の設計段階からの作り込みを推進するとともに、CO<sub>2</sub>削減、生物多様性の維持向上等を進める環境改善活動も着実に牽引していきます。この活動によって、経営戦略で掲げる“四つの領域”での社会課題の解決に貢献するとともに、持続可能な社会の実現に向けても貢献していきます。

(注1) 企業や都市の環境への取組みを調査・評価・開示する国際NGO(非政府団体)。

## 持続可能な社会の実現と安心・安全・快適性を両立させるものづくり力の強化

Strengthening Production Engineering that Balance Sustainable Society and Safety, Security, and Comfort



一山秀之\*  
Hideyuki Ichiyama

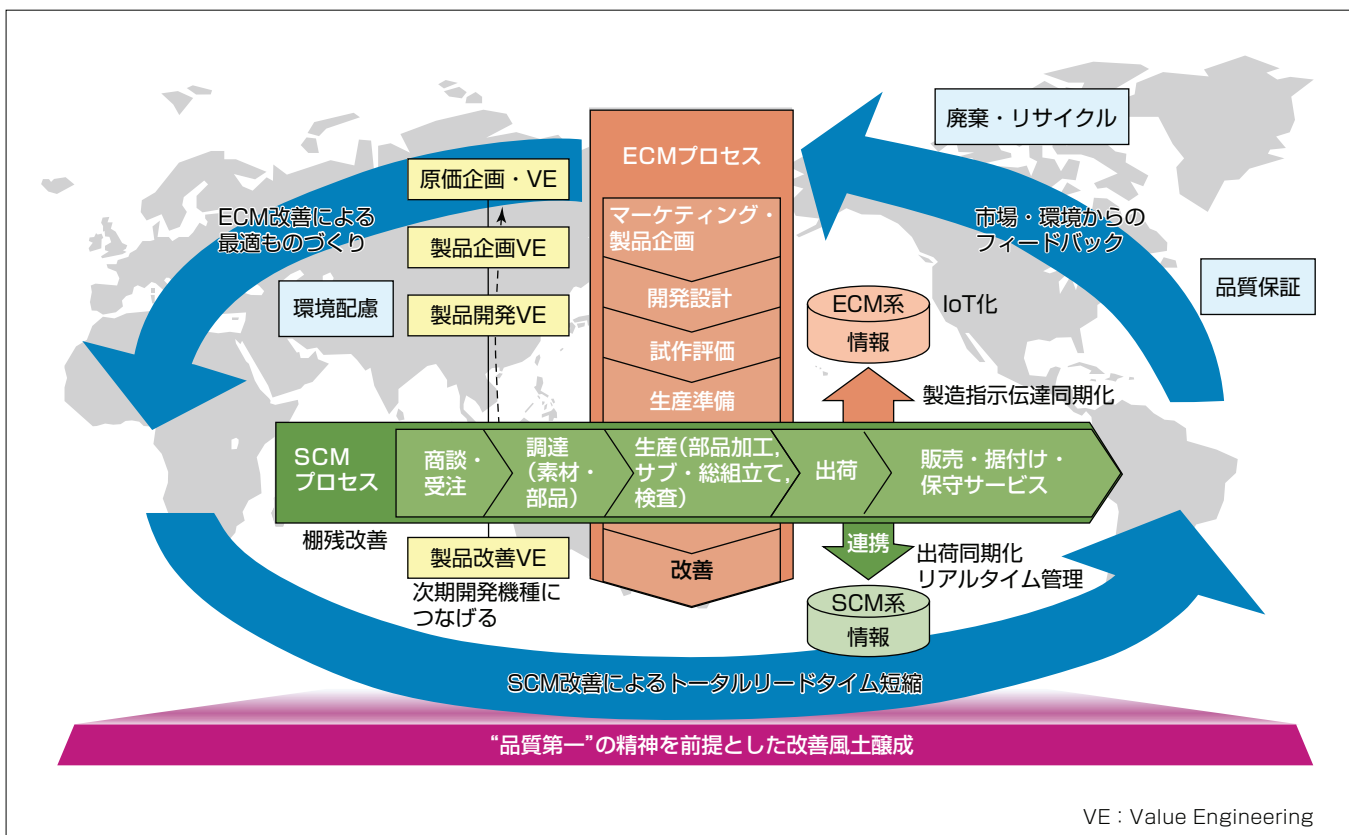
### 要 旨

昨今の急激な社会環境の変化による社会課題の多様化に対して、三菱電機は持続可能な社会と安心・安全・快適性の両立の実現に向けたものづくり力の強化に取り組んでいる。

当社の生産システム本部は、品質第一の精神を前提として、商談・受注、調達、生産、出荷、販売・据付け・保守サービスのSCM(Supply Chain Management)全領域における当社グループ全体でのトータルL/T(リードタイム)短縮を意識した改善、マーケティング・製品企画、開発設計、試作評価、生産準備、生産のECM(Engineering Chain Management)全領域での最適ものづくりを追求した改善を推進している。さらに市場・環境からのフィードバックによって、市場変化に俊敏に追従できるものづくりのあるべき姿に向けた継続的な改善を推進している。

2002年から行っているJIT(Just In Time)改善、調達・生産・保管・販売に至るまでの物流やプロセス管理でのロジスティクス改善、製品の開発・競争力の強化や企業体質の強化につながるVE・標準化、ソフトウェアの高品質化と生産効率化を目的としたソフトウェア生産改善などの全社SCM/ECM改善活動に取り組んでいる。

今後は、業務効率・生産性の向上を目的とした社内業務DX(Digital Transformation)化、生産現場のIoT(Internet of Things)化を推進し、これまでの設計資産やノウハウを体系化/標準化して情報共有できる仕組み、各製作所/拠点が自律的に製品開発に活用できる改善効果の見える化ツール等を提供し、継続的な改善と経営基盤の強化を図っていく。



### 持続可能な社会の実現と安心・安全・快適性を両立するものづくり力の強化

持続可能で安心・安全・快適な社会を実現するためには、商談から保守サービスまでのSCMプロセスと、マーケティング・製品企画から生産までのECMプロセスの全領域での改善、品質第一の精神を前提とし、環境に配慮した開発を国内だけでなく海外へも展開し、継続的に改善していくことが重要である。

## 1. ま え が き

社会を取り巻く環境は、世界的な新型コロナウイルスの感染拡大の影響によって大きく変化し、社会課題も多様化している。

当社は経営戦略の中で、多様化する社会課題の解決を通じて活力とゆとりある、持続可能な社会の実現に全力で取り組むことを掲げて、“持続可能な社会と安心・安全・快適性の両立”を始めとする価値創出への取り組みをより一層推進している。そのためには当社グループ全体の力を結集することが必要であり、生産システム本部は、国内・国外を問わず、グループ全体のものづくり現場での改善活動を行ってきた。

本稿では、全社SCM/ECMでの改善活動について、事例を交えて述べ、さらに新たな活動について述べる。

## 2. 全社SCM/ECM改善活動について

### 2.1 ものづくり力強化に向けて

当社は、持続可能な社会と安心・安全・快適性の両立、市場変化に俊敏に追従できるものづくりのあるべき姿の実現に向けて、ものづくり革新の継続とSCM/ECMの事業領域全プロセスの改善を推進し、ものづくり力強化に取り組んでいる。

SCM軸では、商談・受注、調達、生産、出荷、販売・据付け・保守サービスの全領域で当社グループ全体でのトータルL/T短縮を意識した改善を推進し、ECM軸では、マーケティング・製品企画、開発設計、試作評価、生産準備、生産の全領域で製品企画段階からの最適ものづくりを追求した改善を推進している。

### 2.2 全社SCM/ECM改善活動の取り組み

ものづくりを取り巻く環境は、これまでも時代とともに変化してきたが、コロナ禍の影響によって生まれたニューノーマルという大きな変化へも対応していく必要がある。

総合電機メーカーに位置付けられる当社は、様々な製品、システム、サービス・ソリューションを提供しており、ものづくりにも様々な形態がある。また、それらはSCMとECMの両軸で行われるため、片方の軸だけ改善しても総合的改善には結び付かない。さらに、個別の改善だけにとどめることなく、標準化/普遍化して全社に展開していくことも重要である。

3章から、徹底したムダ取りによって筋肉質な会社にするJIT改善活動、国内に加えて海外まで範囲を拡大し、出

荷平準化と在庫削減を推進するロジスティクス改善活動、原価企画の強化に向けたVE・標準化活動、高品質化と生産効率化を目的としたソフトウェア生産改善活動の取り組みと事例を述べる。

## 3. JIT改善活動

### 3.1 当社のJIT改善活動について

当社は2002年から生産体質強化を目的に、5S(整理・整頓・清掃・清潔・躰(しつけ))3定(定位・定品・定量)、徹底したムダ取り、自発的継続的改善を基本としたJIT改善活動を開始している。当社のJIT改善活動のDNAともいえる基本的な考え方は、ムダのない筋肉質の会社にするための活動で、製造現場だけでなく、設計、営業、保守も含めて、経営に結び付く指標を改善することである。それは、①ムダ(問題点)の見える化、②ムダ取りの実行(見える化した問題点の解決)、③自発的継続的改善である(図1)。

ムダとは付加価値を高めない業務・作業や停滞のことを表し、自分の仕事の付加価値を意識して、ムダを顕在化し、改善によって付加価値の割合を高めることがムダ取りの実行である(図2)。このJIT思想に基づいて製造現場からスタートしたJIT改善活動は、部門間連携を重視して活動領域を生産全プロセスに拡大してきた。SCM軸では商談・受注、調達、生産、出荷、販売・据付け・保守サービスの全領域でトータルL/T短縮、棚残削減を目的として、ムダ取り活動、ムダを評価する指標等の導入による活性化を、ECM軸ではマーケティング・製品企画、開発設計、試作評価、生産準備、生産の全領域で開発L/T短縮、原価低減を目的として、業務プロセス改善によるコスト削減を進めてきた。これらの活動は、海外を含めた当社グループ全体に拡大して進めている<sup>(1)</sup>。

### 3.2 改善風土醸成の取り組み

JIT改善活動を国内外の拠点で定着させるためには自発的・継続的な改善風土を醸成することが重要である。その

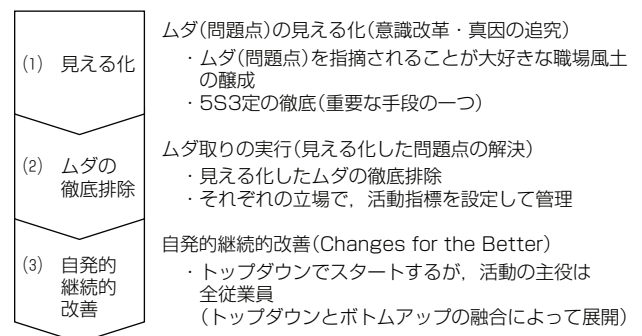


図1. 当社のJIT改善活動の考え方

ためには、肥沃な土壌(活動活性化する仕組み)、太陽(脚光を浴びる仕組み)、木(活動推進の仕組み)を整備することが重要である。これらの考え方を踏まえてJIT改善活動の自立化を評価するツールとして6軸のプラットフォームを構築した(図3)。活動推進の仕組みの評価軸として①方針展開と②活動計画の策定の2軸を設定した。また、活動活性化する仕組みとして③推進体制の確立と④活動展開の仕組み及び⑤人材育成の仕組みの3軸を設定した。最後に脚光を浴びる仕組みとして⑥モチベーションアップの仕組みを設定し、6軸に分類した点検項目で評価・改善することで、改善風土の醸成を促進してきた。

活動活性化する仕組みの例として(④, ⑤)、製造現場では異なる事業本部・製作所のメンバーが集まり、3日間で対象現場の作業分析・改善立案・改善実施を行う“工場3日間改善”を年数回開催し、改善マンの実践能力向上・交流を図っている。工場3日間改善例として、これまで各部材をそれぞれ運搬していたが、キッティング台車で一括して運搬することによって運搬時間を短縮した(図4)。

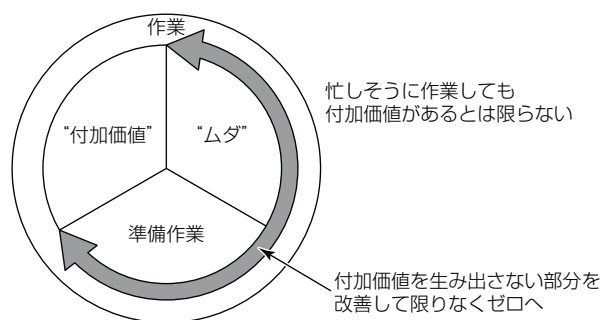


図2. ムダ取りの実行

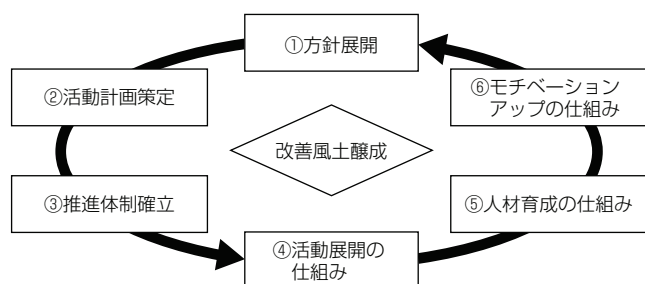


図3. JIT改善活動の6軸プラットフォーム



図4. 工場3日間改善で製作したキッティング台車

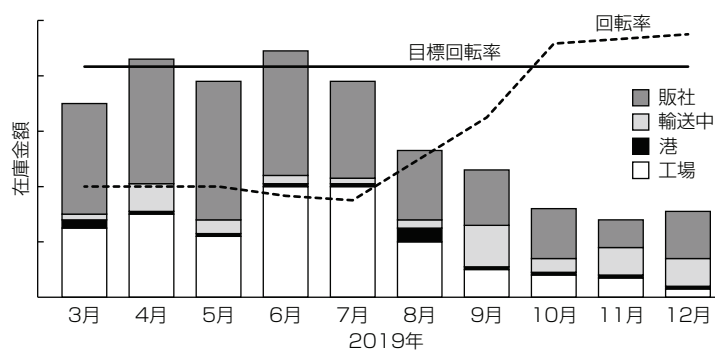


図5. グローバル在庫の見える化

### 3.3 グローバルでの在庫削減活動

事業のグローバル展開が進んで、サプライチェーンの複雑化・大規模化が加速していくと、各プロセス間、グローバル拠点間の連携強化がより一層重要になっている。連携強化が行われないと各プロセス間での停滞による在庫増や、欠品による機会損失といった問題が発生する。その改善策としてグローバルでの在庫状況の見える化を始めた。グローバルでの在庫の増減が把握できるようになり(図5)、在庫増・欠品の兆しを早期につかんで生産計画・部品の手配の調整を行えるようになった。これによって市場変動追従力が強化され、またトータルL/T・棚残削減につながっている。

この改善はJIT改善活動の考え方の①問題点の見える化及び②ムダ取りの実行をした事例になる。

## 4. ロジスティクス改善活動

ロジスティクスとは調達・生産・保管・販売に至るまでの物流、又はそれらのプロセスを管理する過程である。したがって、ロジスティクスの改善活動の対象範囲は工場内にとどまらず、海外拠点を含めた広範囲にわたる。

ロジスティクス改善活動の目的はQCD(Quality Cost Delivery)の改善であるが、特に在庫最適化による棚卸資産の削減は会計上重要な活動である。

### 4.1 グローバル輸送実績を活用した在庫削減活動

海外向け出荷製品の荷動きを記録・分析して不要在庫を削減することを目的として、当社グループ内でグローバル輸送実績把握の仕組みを構築した。

この仕組みを用いて輸出貨物状況を工場と海外販社で見える化し、平準出荷による海外販社の在庫削減を推進している(図6)。

### 4.2 物流従事者の負荷軽減

国内では、労働人口の減少に伴って物流従事者不足が深



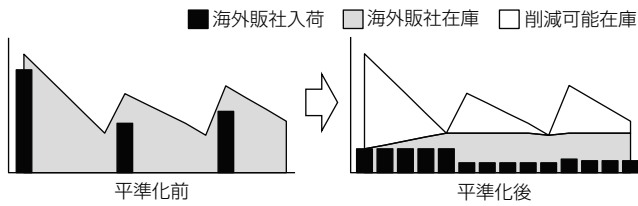


図6. 在庫量削減活動



図7. 製品倉庫内での保管棚搬送ロボットの稼働風景

刻化している。当社グループでも倉庫内作業員の確保が困難になってきており、保管棚搬送ロボットを導入した(図7)。従来、製品の入出荷情報に基づいて保管棚へ足を運んで作業する必要があったが、保管棚搬送ロボットが入出荷に必要な保管棚を作業ステーションに搬送するため、作業不足の解消につながっている。

トラックドライバー不足も年々深刻化している。特に改善要求が多いのは、当社のような荷主先での待ち時間と荷役時間の短縮である<sup>(2)</sup>。この問題に対して、2019年に貨物自動車運送事業法が改正され、荷主の配慮義務、荷主勧告制度などが強化された<sup>(3)</sup>。

こうした背景から、当社はトラックドライバーの荷主先での待ち時間短縮に向けて、トラック予約受付システムを導入し、トラックの滞留時間の平準化に有効な入場予約と、誘導指示、荷待ち／積込時間の記録と分析を可能にした。

#### 4.3 包装改善の取組み

包装改善活動はSCM・ECM双方を考慮しなければならない。物流過程で生じる外力や温湿度環境等の影響を包装設計の制約事項として、包装設計プロセスを規定し(図8)、適切な包装を実現するために、包装設計のツール化や海外

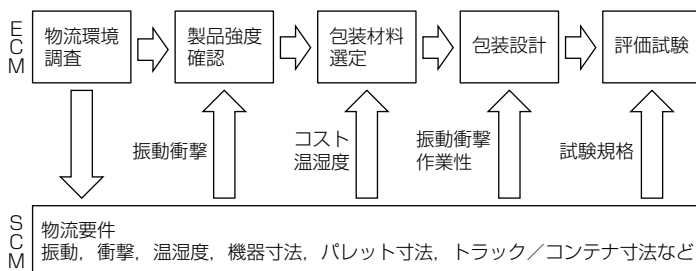


図8. ECMと連携した包装設計プロセス

設計教育、設計知識の形式知化を進めた<sup>(4)</sup>。

また、資源保護の観点から包装材料の省資源化に貢献するリターナブル包装<sup>(5)</sup>や、持続可能な社会の実現に向けた脱プラスチック包装化を進めている。

## 5. 原価企画の強化に向けたVE・標準化活動

### 5.1 当社のVE・標準化活動について

当社は、国内外関係会社を含めたグループ全体で“原価企画・VE活動”に取り組んでいる。VEは、メーカーにとって“空気”の存在のように必要不可欠なもので、このVEが当たり前実践される風土を形成することが製品の開発・競争力の強化や企業体質の強化につながる<sup>(6)</sup>。この考えを基に、製品開発の各段階で原価を作り込む原価企画活動にVEを適用し、現品ではなく顧客要求を基にした機能追求型分析を実践している。また、VE実践の風土づくりとして、実務者層にVEリーダー(公益社団法人 日本VE協会認定資格：社内で4,445人が取得)を配置することで、VEという同じ言語、同じ価値観、同じベクトルで思考し、意志決定ができる体制を構築してきた。

さらに、より高い効果が見込める開発上流段階からのVE活動推進によって製品価値向上を目指してきた(図9)。多様化する顧客の価値観を先取りして対応する製品企画VEの実践、モジュラ設計及び部品標準化活動を推進している。

### 5.2 製品企画VEの推進

顧客の価値観多様化によって、顧客要求を把握したり、明確化したりすることは一段と難しくなっている。その中で、将来の市場展開なども見越して、製品ラインアップを整備し、他社との競争に勝ち残っていく必要がある。

このため、顧客視点を強化するために製品企画VE手法を適用し、ターゲット市場でオンリーワンになるような訴求機能の抽出や自社コア技術(強み)を生かし、複数年度に

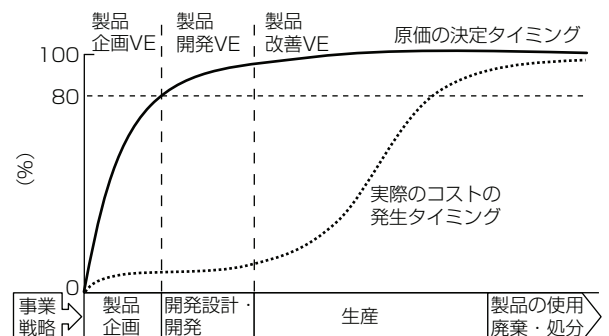


図9. 事業戦略・開発ステップとVEの位置付け

わたって市場投入できる製品ラインアップの整備を推進している。また、活動円滑化のため、起こる可能性のある複数の未来に対する事業戦略を作成するシナリオプランニングなどの各種ツールをメニュー化し、その使用方法や使用例とともにマニュアルなどにまとめ、当社グループ内に展開し、活用を促している。

### 5.3 モジュラ設計手法の展開

製品ラインアップを適正コストで具現化するには、標準モジュールとカスタム部品の組合せでバラエティを吸収するモジュラ設計が有効である(図10)。

顧客要求に基づく新たな製品機能と既存部品の不整合が散見され、これに機種固有部品の追加で対応した結果、生産時の効率低下を招いていた。そのため、5.2節で述べた製品企画VEで明らかにした顧客視点の製品機能を満たす互換性が高いモジュールを組み合わせて多様な製品を設計するモジュラ設計手法を機種横断で取り入れて、開発初期段階で標準モジュール／カスタム部品を定義し、標準モジュールの適用比率を向上させ、列車用空調装置などで開発費の削減や生産効率を向上させた。これらの良好事例を社内展開し、モジュラ設計の適用拡大を推進している。

### 5.4 購入部品の標準化

モジュラ化を進める中では、適正に品質とコストを作り込み、サービスフェーズも考慮したモジュール構成部品の標準化が必要になってくる。一方で、近年、自動車産業の事業環境変化や5G化の通信インフラの整備などによる社会のデジタル化に伴って調達環境も大きく変化し、サプライヤーの不採算事業撤退などからも調達リスクが顕在化している。そのため、複数の事業間で流用性があり、BCP(Business Continuity Plan)対応の必要性が高まっている汎用電子部品を最優先に標準化活動を進めている。

このようなBCP対策まで含めた購入部品標準化を進めるため、資材部門と技術部門が連携した推進体制を整備した(図11)。この推進体制は、資材部門の集中購買拡大活動を技術部門が設計・製造・品質の面で迅速かつ的確に技術支援する構成になっており、関連部門間の定例会(オン

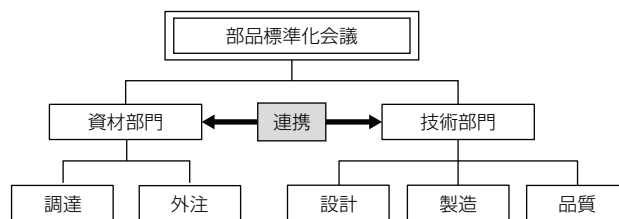


図11. 購入部品の標準化推進体制

ライン会議)や共同体制での部品メーカー(海外含む)との交渉などを通して強く結び付いている。この推進体制の下、コスト競争力があり安定的に調達できる部品を選定・集約化する標準化を進めて、事業競争力の向上を図っている。

## 6. ソフトウェア生産の改善活動

当社は、ソフトウェアの高品質化と生産効率化を目的に定量的品質管理やプロジェクト完遂力向上などを推進する全社改善活動に取り組んでおり、その一つとしてテレワーク強化を推進している。

テレワークは通勤や出張に伴う移動を減少させることによって生産効率を向上させるだけでなく生産時CO<sub>2</sub>排出量削減にも貢献する。さらにコロナ禍でも社会と顧客に製品・サービスを提供し続けることにも役立つ。この章では、ソフトウェア生産でのテレワーク強化の取組みを述べる。

### 6.1 ソフトウェア生産の現状

ソフトウェアは、顧客要求や仕様の分析、構造や動作の設計、プログラミングを行う実装、動作を確認する試験の工程を経て生産される。これまでは設計レビューやプログラミングで用いる開発環境を工場内でしか利用できなかった。また試験では、プログラミングしたソフトウェアを動作させる実機が工場内にしかなかった。このため、工場に出社や出張して作業する必要があった(図12)。

### 6.2 テレワーク強化に向けたアプローチ

ソフトウェア生産の工程にはテレワーク化が容易な作業と困難な作業がある。特に実機を使用する作業を実機が存在しないテレワーク環境で実施するのは難しい。そのため、

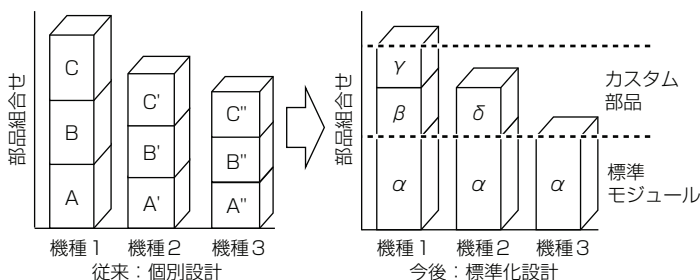


図10. モジュール化設計の推進

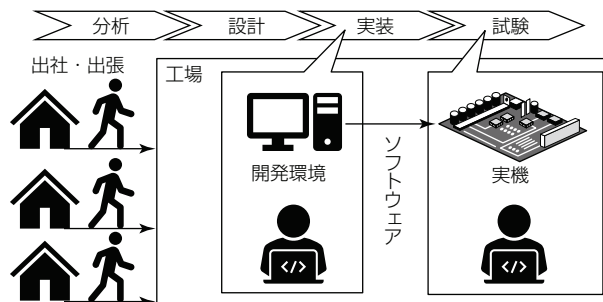


図12. ソフトウェア生産の現状

作業形態を実機の使用有無で分類し、テレワーク強化に向けたアプローチを次の3通りに設定した(図13)。

#### (1) 実機を使用しない作業のテレワーク化

工場外から工場内のサーバへアクセスする際のセキュリティ制限等が理由でテレワーク未対応であった作業(プログラミング等)に対して、IT技術を活用して制約を解消する。

#### (2) 実機の代替手段を整備してテレワーク化

実機上の物理的なボタンの操作やランプの点灯確認等が不要な作業(実機上のソフトウェアの動作を確認する等)に対して、実機を用いなくても同等の作業を実施できるようにソフトウェアツールを整備し、それらを(1)と同様にテレワーク環境で利用可能にする。

#### (3) 実機を使用するための工夫を施してテレワーク化

実機が不可欠な作業(ソフトウェアをインストールした実機を実際に操作して確認する等)に対して、安全性と機密性を確保しつつテレワーク環境から実機を操作可能にする。

### 6.3 テレワーク強化の取組み事例

6.2節で述べた三つのアプローチごとに代表的な取組み事例を述べる(図14)。

#### (1) 開発環境のクラウド化

従来は工場内にあったソフトウェア開発環境を、インターネット上にクラウドサービスとして構築することに取り組んでいる。これによって工場外のテレワーク環境でも開発環境を利用できるようになる。この際、クラウドサービスを社内のユーザー認証基盤と連携させることで、工場のサーバと同じユーザー管理の下で開発環境を利用可能にした。

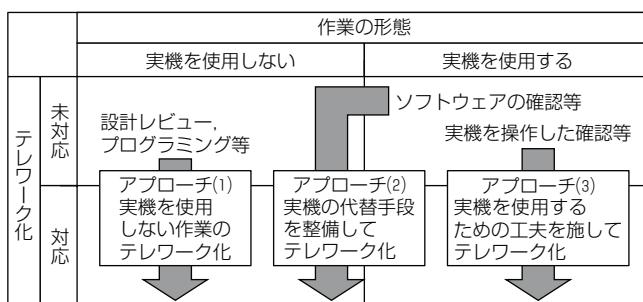


図13. テレワーク強化に向けたアプローチ

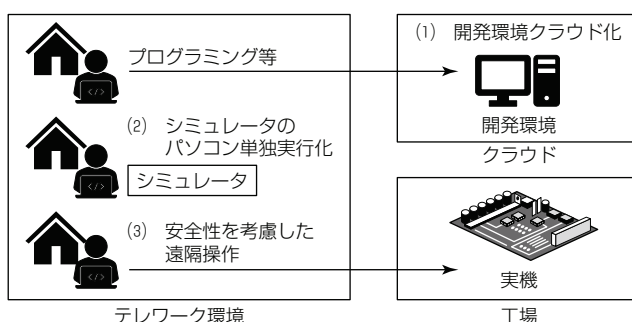


図14. テレワーク強化の取組み事例

#### (2) シミュレータのパソコン単独実行化

大型の実機は工場外に持ち出せないため、実機を用いた試験は工場内で実施していた。そこで実機を模擬するシミュレータを用いて実機使用前にテレワーク環境でソフトウェアの動作を確認することに取り組んでいる。この際、従来のシミュレータは大型の試験機材との接続を要し、テレワーク環境のパソコンだけでは実行できない場合があった。そこで、シミュレータの模擬範囲を試験機材まで拡大し、パソコン単独で実行できるようにすることでテレワークを可能にした。

#### (3) 安全性を考慮した遠隔操作

試験時に開発途中の実機上でソフトウェアを動かす場合は、実機の予想外の挙動や発熱が生じたときに即座に対応できる必要がある。そのような場合に実機を非常停止できるように、ネットワーク経由で制御できるリモート電源タップやネットワークカメラを使用するなどの方法で安全性を確保した上で工場内の実機を遠隔操作可能にした。

## 7. む す び

これまで述べたとおり、当社ではものづくりでの改善活動を行ってきた。今後も市場変化に俊敏に追従できるものづくりのあるべき姿に向けて、収益力最大化と持続的な経営基盤強化に向けた“ものづくり力”の強化を、SCM/ECMの全領域で更なる改善を図っていく。

そのためには、SCMでは連結視点によるトータルL/T短縮、ECMでは製品企画段階からの最適ものづくりの追求に向けた改善活動を推進し、それらを全職場に定着させるための人材育成も行っていく。

今後は、業務効率・生産性の向上を目的にした社内業務DX化と生産現場のIoT化を推進し、これまでの設計資産やノウハウを体系化/標準化して情報共有できる仕組み、各製作所/拠点が自律的に製品開発に活用できる改善効果の見える化ツール等を提供し、継続的な改善と経営基盤の強化を図っていく。

### 参 考 文 献

- (1) 玉置哲也, ほか: JIT改善活動の深化と拡大, 三菱電機技報, 93, No.12, 679~682 (2019)
- (2) 公益社団法人 全日本トラック協会: 日本のトラック輸送産業—現状と課題—2020 (2020)  
[https://www.jta.or.jp/coho/yuso\\_genjyo/2020.pdf](https://www.jta.or.jp/coho/yuso_genjyo/2020.pdf)
- (3) 国土交通省: 貨物自動車運送事業法の一部を改正する法律(議員立法)の概要 (2018)  
<https://www.mlit.go.jp/jidosha/content/001346007.pdf>
- (4) 潮 敬之, ほか: グローバル事業における設計問題と対策: (梱包設計事例と教育), 日本機械学会 第27回設計工学・システム部門講演会 (2017)
- (5) 潮 敬之, ほか: グローバル事業拡大に対応した梱包設計技術, 三菱電機技報, 90, No.12, 707~710 (2016)
- (6) 下村節宏: VEを社内共通言語に, バリュエエンジニアリング, No.277, 1 (2014)



# 生産技術を活用した各種プロセス改善

Manufacturing Technologies for Various Process Improvement

玉谷基亮\*

Motoaki Tamaya

加藤哲也\*

Tetsuya Kato

高山和義\*

Kazuyoshi Takayama

中野智晴\*

Tomoharu Nakano

小島裕治\*

Yuji Kojima

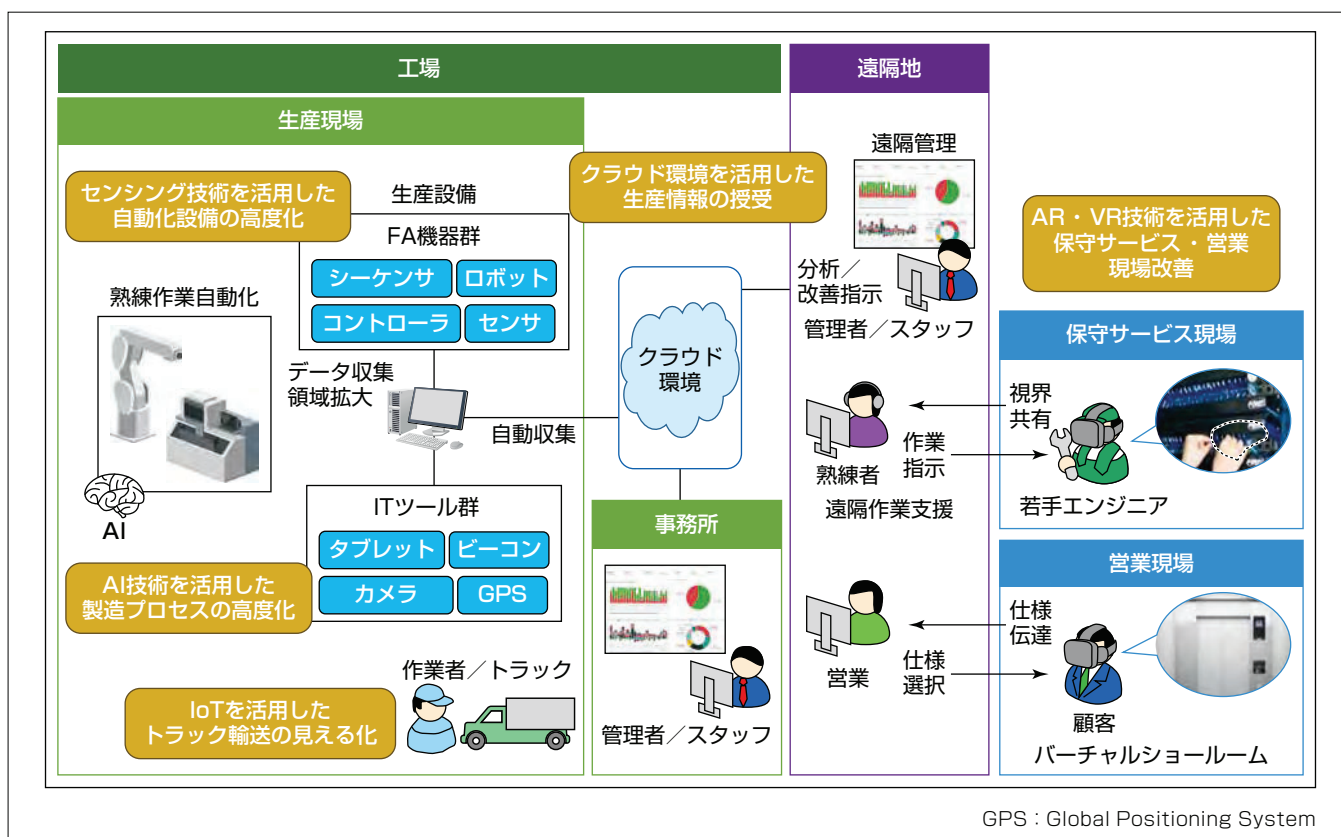
## 要 旨

三菱電機グループは多様化する社会課題の解決に向けて、統合ソリューションの提供、また、持続可能な社会と安心・安全・快適性の両立を始めとする価値創出への取り組みをより一層推進することを目指している。

当社生産技術センターはグループ内のものづくり、生産技術を牽引(けんいん)する部門として、サプライチェーン全域で、製品開発・量産化だけでなく、ものづくりに関連する各種業務も対象に様々な事業課題の解決に取り組んでおり、そのために進めている保有技術の高度化、先進技術の開発・実用化の中には、ニューノーマルの進展に伴って重要性が増している自動化と、近年、着目されているデジタルトランスフォーメーション関連で、AI、IoT(Internet of

Things)、クラウド、AR(Augmented Reality)、VR(Virtual Reality)技術の活用がある。

自動化は熟練作業者のノウハウを形式知化した後、様々なセンシング技術、自律制御技術、多関節ロボットなどを統合させたものであり、AI技術はプロセスパラメータ調整、官能検査、設備点検・保守分野などへ適用し、IoTは生産工場内から工場外物流分野へ適用範囲を拡大し、クラウドは国内・海外工場間の生産情報授受手段として活用し、AR・VRは保守サービス現場での熟練者ノウハウの共有手段として、また営業現場での顧客との新たなコミュニケーション手段として活用する。



## 生産技術を活用したプロセス改善の取組み分野

サプライチェーン上には様々な事業課題が存在する。生産技術の活用によって継続的に改善を進め、事業競争力を強化していく必要がある。デジタルトランスフォーメーション関連の取組みでは、センシング技術を活用した自動化設備の高度化、AI技術を活用した製造プロセスの高度化、IoTを活用したトラック輸送の見える化、クラウド環境を活用した生産情報の授受、AR・VR技術を活用した保守サービス・営業現場改善がある。



## 1. ま え が き

当社グループは多様化する社会課題の解決に向けて、ライフ、インダストリー、インフラ、モビリティの四つの領域で、グループ内外の力を結集した統合ソリューションの提供、また、持続可能な社会と安心・安全・快適性の両立を始めとする価値創出への取組みをより一層推進することを目指している。

生産技術センターは当社グループ内のものづくりと生産技術を牽引する部門として、生産現場だけでなく、上流の商談、受注、調達から下流の出荷、販売、据付け、保守までのサプライチェーン全域で、製品開発・量産化だけでなく、ものづくりに関連する各種業務も対象に品質・信頼性・付加価値の向上、需要に合わせた安定かつタイムリーな生産体制の構築、製品構造革新・生産性向上・ムダ取りによるコスト削減といった事業課題の解決に取り組んでいる。

本稿では生産技術センターが課題解決のために進めている保有技術の高度化、先進技術の開発・実用化の中から、ニューノーマルの進展に伴って重要性が増している自動化と、近年、着目されているデジタルトランスフォーメーション関連で、AI、IoT、クラウド、AR、VR技術の活用事例について述べる。

## 2. 生産技術を活用した様々な改善の取組み

### 2.1 センシング技術を活用した自動化設備の高度化

市場のグローバル化、顧客嗜好(しこう)の多様化に対応するためには製品仕様の多様化・高機能化、生産の変種変量化は避けられず、製造方式・工程の複雑さは増すばかりである。従来のような単なる自動化だけでは品質・付加価値の向上は難しい。また、海外市場での需要変動・短納期要求に対応するために海外工場建設を構想するものの、従来の人手に頼った生産ラインでは技能獲得に習熟を要する熟練作業の立ち上げと安定化にリスクがあり、新たな視点と技術を取り入れた自動化がより重要になってきている。

熟練作業者は作業ルールなどの形式知だけでなく、①個人で獲得してきた作業ノウハウなどの暗黙知と、②視覚・力覚といった知覚を、③複合的に組み合わせて状況判断し、④作業動作を行っている。そこで、作業ノウハウを丹念に分析して形式知化し、知覚に代わるセンシング手段としてカメラ・位置センサ・力覚センサなどを活用して、センサデータに基づき次作業動作を自律制御し、多関節ロボットによって作業動作を模擬することによって(図1)、当社では自動化が困難とされていた微小ねじ締め、微小領域へ

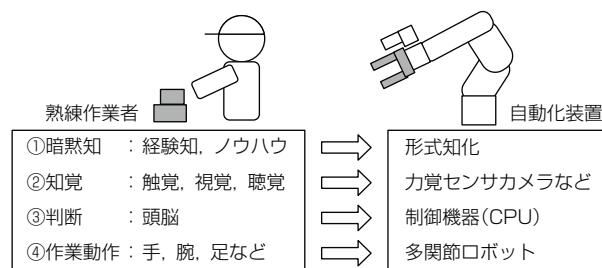


図1. 熟練作業の自動化要素

の接着剤塗布、溶接のでき栄え検査の自動化を実現した。

自動化設備の高度化に伴い、立ち上げ調整・保守にも熟練度が求められることから、これを回避するため、設備本体に詳細な動作状態を検出・記録し、外部から監視・制御できる機能の組み込みも進めている。この機能はコロナ禍によって国内移動・海外渡航が制限を受ける中でより効果を発揮している。

引き続き、センシング技術の高度化に加えて、AI、IoT技術などの活用・高性能化によって今は実現が困難とされている作業領域まで自動化を進めていくとともに、多種多様な情報を活用し、スマートなものづくりを追求していく。

### 2.2 AI技術を活用した製造プロセスの高度化

近年、機械学習、ディープラーニングといったAI技術が急速に発展してきており、広範かつ最新のAI技術は基本的にオープンソースソフトウェアとして提供され、誰でも自由に使える環境になってきている。一方、センシング技術の高度化、当社のFA-IT統合ソリューション“e-F@ctory”に代表される生産設備からデータを収集する仕組みの普及によって、生産ラインの多様かつ豊富なデータの収集・分析が可能になってきている。これら状況の変化から、ものづくりの様々な領域でAI技術を活用する取組みが活発化している。

当社では、生産現場に適用可能なAI技術の開発及び活用の取組みを2017年から本格化させ、生産現場への展開を順次進めている。ターゲットとしているAI応用領域、具体的事例を次に挙げる(図2)。

#### (1) プロセス品質向上

樹脂成形、機械加工、半導体加工プロセスでのパラメータ調整、不良要因分析の自動化

#### (2) 官能検査

外観、動作音などの異常検知の自動化

#### (3) 設備点検・保守

半導体設備、マシニングセンタ、成形機といった高額かつ生産ネックになる設備の故障兆候の検知

#### (4) 熟練作業

ろう付け、溶接、高精度な位置調整などの熟練が必要な作業プロセスの良否判断、それら作業のロボットへの置き換え

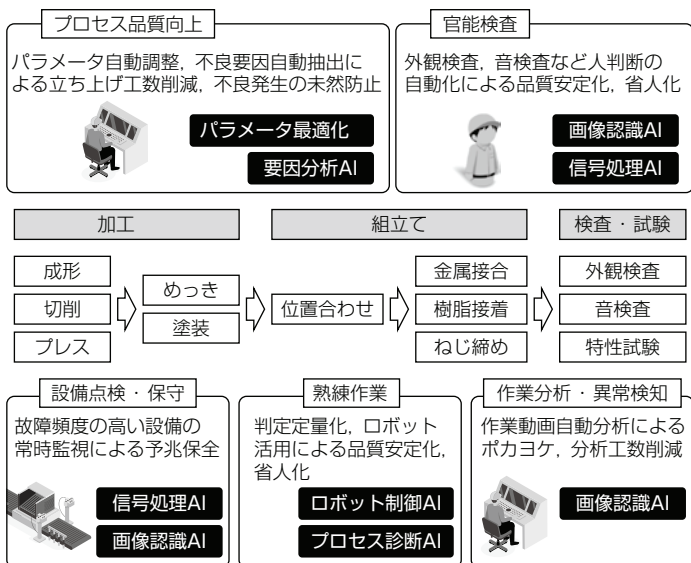


図2. 生産現場でのAI技術の活用領域

(5) 作業分析・異常検知

作業動画による作業ミス検知と作業動作分析の自動化

少子・高齢化に伴う熟練作業者減少への対応，ニューノーマル時代での生産現場内の密回避など，生産現場をより少ない人員で，よりスピーディに運営していくことが経営課題になっていく中で，AI技術の重要性はますます高まっていくと予想される。AIをものづくり競争力の源泉の一つと捉えて，引き続き，精度・速度向上に向けた技術開発，生産計画・管理などへの活用領域拡大に取り組んでいく。

### 2.3 IoTを活用したトラック輸送の見える化

当社グループでの改善活動では、①問題点の見える化、②ムダ取りの実行(見える化した問題点の解決)、③自発的・継続的改善風土の醸成を基本的な考え方としている。問題点の見える化するには、対象現場での実態調査、データ収集・整理が必要であるが、時間を要する作業であることから、問題点の早期解決につながるようにIoTを組み入れたITツールの開発・活用を進めている<sup>(1)</sup>。ここでは、工場外の物流を対象とした取組み事例について述べる。

部品納入や製品出荷ではトラックが輸送手段として利用されており、輸送費として工場運営費用の一部を占めているものの、稼働範囲が工場外になるために輸送実態の把握が容易ではなく、どこにどういったムダが潜んでいるかが分かりにくかった。そこで、GPSをトラックに搭載し、トラックの位置情報(緯度・経度)、状態(移動/荷役/待機/休憩)を時刻情報とともにサーバへ送信・集積させ、輸送単位ごとの積載率を取得できるような工夫を加えて、工場パソコンでトラックの稼働実績を時系列で見える化するITツールを開発した(図3)。このITツールを用いることによって従来は定量的な把握が難しかったトラックの待機

空輸送といったムダの発生時刻・頻度の実態を関係者間で共有可能になり、改善に向けた的確な要因分析が可能になった。例えば、図4の例では7時台に待機時間が長く発生していることから、荷役開始を早めることによって待機時間削減が可能になる。また、空輸送の多いトラック便を集約し、トラック車両数を減らすことによって輸送費削減だけでなく、CO<sub>2</sub>削減への貢献も可能になる。

引き続き、サプライチェーン上に潜む問題点の見える化と解決に向けて、IoTを始めとする先進技術を活用し、対象現場に適したITツールの開発を進めていく。

## 2.4 クラウド環境を活用した生産情報の授受

海外に新工場を建設する際には生産ラインの立ち上げとともにITを活用した作業管理と品質管理の仕組みも導入し、稼働後は海外工場の稼働情報や品質情報といった生産情報に基づき、国内工場側の製造管理者が海外工場の状況把握と改善指導を行っている。

従来は、国内側が海外側の生産情報を参照する場合、工場間のデータ転送量を抑制する観点から、海外側に生産情報を収集・蓄積するデータサーバを構築し、国内側のクライアントパソコンから必要な情報にアクセスする方式を採用していた。しかし、この方式では、海外側にデータサーバを維持管理するための高度なサーバ管理者が必要であった。

昨今、外部事業者に構築・維持管理の委託が可能であるクラウド環境が関連技術の高度化・低価格化によって普及してきている。当社でも当社グループ向けのグローバルIT基盤サービス“MELGIT(Mitsubishi Electric Global IT platform service)”のグループクラウド“MELGIT-cloud<sup>(2)</sup>”によって、クラウド環境へのデータ蓄積が可能になり、海

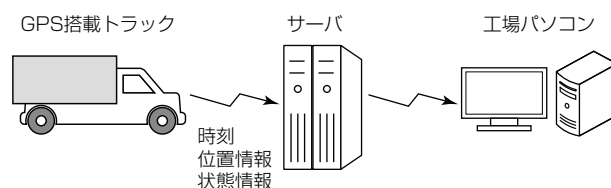


図3. トラック輸送の見える化ツール概要

凡例	移動				荷役	待機	休憩
	空	50%以下	90%以下	満載			

6時						7時						8時					
0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	

駐車場						工場											
待機		満載				待機						荷役		空			

図4. トラックの運行状況の例

外新工場への適用を開始した。

具体的な適用例としては、生産情報を自動収集し、関係者がクラウド環境でファイルを共有できる“MELGIT-share”上への生産・品質管理関連の表・グラフを更新する仕組みの構築、また、リアルタイムに拠点間で映像・音声共有する“MELGIT-comm”の導入・活用である(図5)。これらによって、高度なサーバ管理者に依存しなくても生産情報を共有でき、国内側からの迅速なサポートと早期の改善推進が可能になった。

この仕組みの活用によって海外工場の生産情報を国内工場内からだけでなく、自宅からも閲覧可能になることから、製造業でも、テレワークで対応できる業務領域を拡大できるというメリットもある。引き続き、この仕組みの適用先拡大、レベルアップを推進していく。

## 2.5 AR・VR技術を活用した保守サービス・営業現場改善

保守サービス現場では、対象機種が過去の機種を含めて多種多様であり、特に若手エンジニアが保守マニュアルと電話での熟練者への相談だけで対応していくことは容易ではない。そこで、AR技術を用いてトラブル対応時の技術的な指示を遠隔で受けられるシステムを開発した(図6)。熟練者がネットワークを介して遠く離れた保守現場と映像・音声を共有し、現場状況、作業結果の確認、対応方法の指示を行うことができ、熟練者の知恵を共有可能にしている。このシステムでは実機での熟練者作業を手本・教育映像としてリアルタイムで配信し、質疑応答できることから若手教育の効率化にも役立つ。

次に営業現場では、カタログや動画を用いた説明だけで顧客に製品を利用する場面をイメージしてもらうことは容易ではない。そこで、顧客が製品の意匠確認や機能体験などをVR技術を用いたバーチャルショールームで行える遠隔商談システム<sup>(3)</sup>を開発した(図7)。通常、VRでは当事

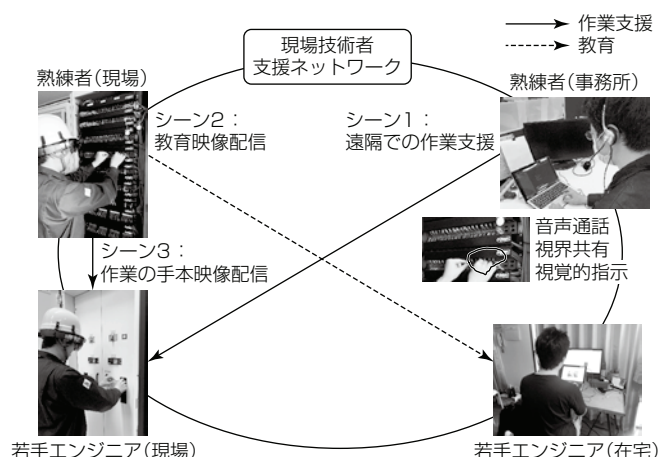


図6. 遠隔支援による現場技術者支援ネットワーク

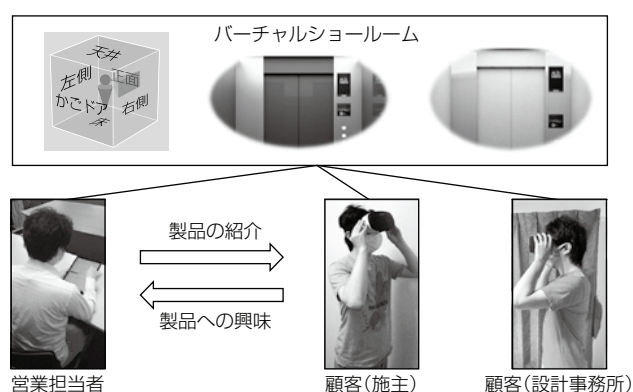


図7. バーチャルショールームを活用した遠隔商談システム

者しか体験内容を把握できないが、営業担当者も仮想空間上の顧客の視線を共有し、顧客の興味・関心を確認できるようにしている。

ソーシャルディスタンスの確保といったニューノーマルな社会様式が進展する中、保守サービスや営業の現場での新しいコミュニケーションの取り方としてAR・VR技術の適用領域・適用製品の拡大を進めていく。

## 3. む す び

本稿で述べた技術の適用先を引き続き拡大させて、5G、ビッグデータ、シミュレーション、センシングといったデジタル関連技術の積極的な活用を推進していく。また、持続可能な社会の実現に向けては、あらゆる生産技術を活用し、資源投入量の削減、省エネルギー性・リサイクル性の向上、廃棄物の削減などによって貢献していく。

### 参考文献

- (1) 玉置哲也, ほか: JIT改善活動の深化と拡大, 三菱電機技報, 93, No.12, 679~682 (2019)
- (2) 岡本 望, ほか: 業務システムを三菱電機グループクラウド“MELGIT-cloud”へ移行する三つの取組み, 95, No.5, 328~331 (2021)
- (3) 中野智晴, ほか: 営業活動へのバーチャルリアリティ適用, 第25回バーチャルリアリティ学会大会論文集 (2020)

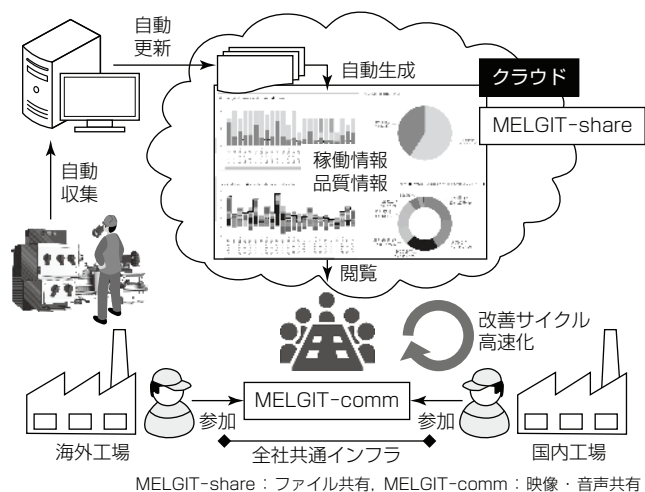


図5. 生産情報の授受を行う仕組み



## 製品の高効率化を実現する設計技術の進化 —空調冷熱製品の省資源・省エネルギー設計事例—

谷口貴也\*  
Takaya Taniguchi  
小林 孝†  
Takashi Kobayashi

Advancement of Design Technology to Realize High Efficiency of Products  
—Material Usage and Energy Saving Design Cases for Air Conditioning and Refrigeration Products—

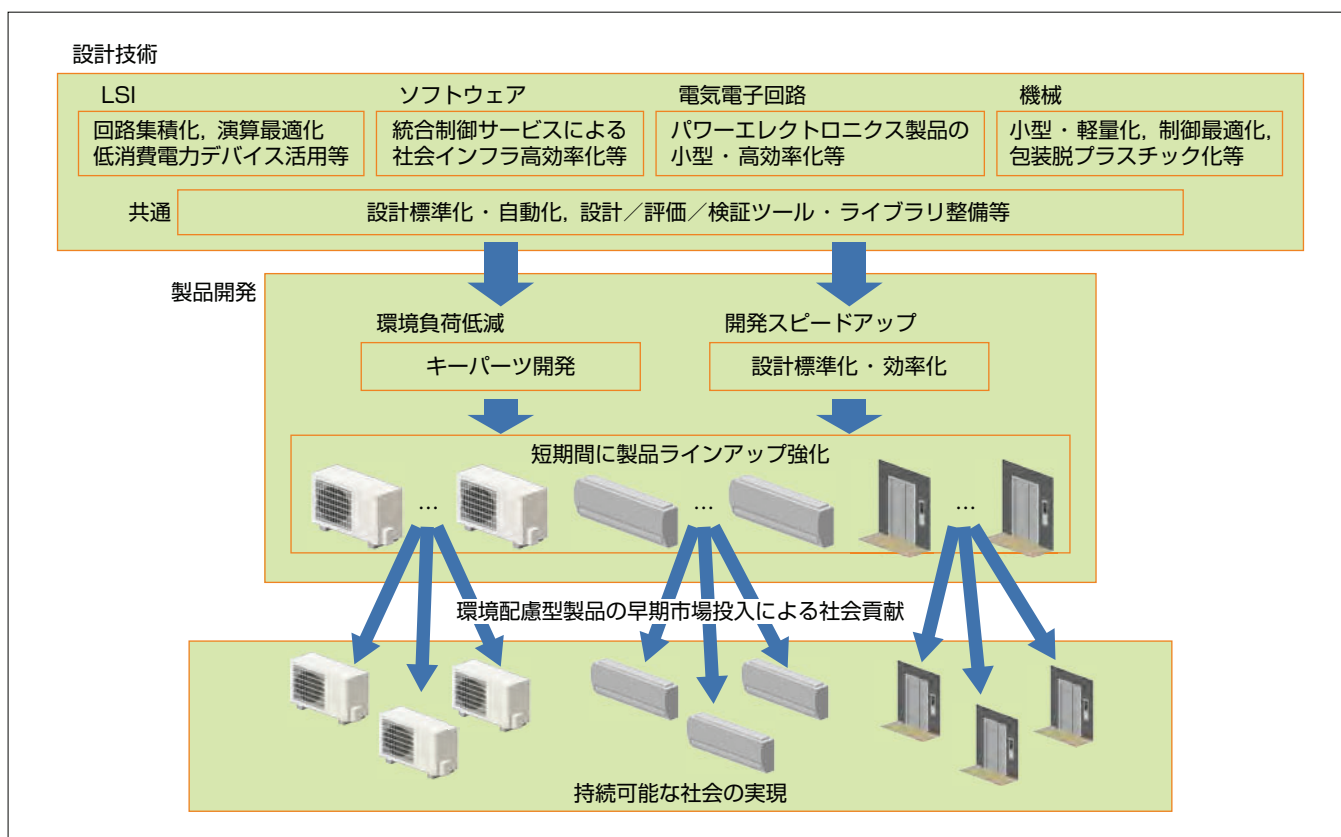
### 要 旨

持続可能な社会の実現には環境配慮型の製品開発が重要であり、設計技術の果たすべき役割は大きい。三菱電機では、製品を構成するLSI、ソフトウェア、電気電子回路、機械の各分野で設計技術を高度化することで、環境負荷低減を実現するキーパーツ開発や開発スピードアップを実現する設計標準化・効率化を進め、短期間の製品ラインアップ強化を目指している。これによって、環境負荷低減の効果がより高い新製品の早期市場投入を実現して社会貢献を最大化する。

例えば、LSI分野では低消費電力デバイスの活用、ソフトウェア分野では空調の遠隔監視等のIoT(Internet of Things)を活用した統合制御サービスによる社会インフラの高効率化、電気電子回路分野ではパワーエレクトロニクス

製品の小型・高効率化、機械分野では高効率なキーパーツ開発や制御パラメータの最適化による省エネルギー、各分野共通ではツール・ライブラリ整備による開発スピード向上、試作回数削減等に取り組んでいる。

空調冷熱製品での機械分野の取組みでは、エアコン室外機のプロペラファン開発で、省資源・省エネルギーを実現する基本構造を開発してハードウェア物理モデルを構築し、パラメトリックにスケール変更することで効率的な機種展開を可能にした。また、エアコンの気流制御設計や冷蔵庫の温度制御設計で、ソフトウェア制御モデルを構築し、三次元熱流体解析と強化学習を組み合わせたり、温度測定データと実機へのフィードバック制御を組み合わせたりしてシステム化し、制御パラメータの調整を容易化した。



### 環境問題や資源・エネルギー問題を考慮した製品開発の全体像

持続可能な社会の実現に向けた製品を設計するため、各設計技術分野で省資源・省エネルギー・環境負荷低減等の課題を解決するキーパーツ開発や開発スピードアップを実現する設計技術の進化に取り組んでいる。



## 1. ま え が き

持続可能な社会を実現するには環境問題や資源・エネルギー問題を考慮した環境配慮型の製品開発が重要であり、設計技術の果たすべき役割は大きい。当社は、製品を構成するLSI、ソフトウェア、電気電子回路、機械の各分野で設計技術を高度化し、事業横断で製品や設計プロセスを改善することで、製品の小型・軽量化による省資源、高効率化による省エネルギー、包装の脱プラスチック等による環境負荷低減等に取り組んでいる(表1)。

一方で、安心・安全・快適性や、製品のIoT化、セキュリティ強化等、多様な社会ニーズへの対応によって、製品開発はますます複雑・高度化しており、設計段階の高度な擦り合わせと、効率の良い設計プロセスの両立も急務になっている。

このような状況の中、持続可能な社会の実現に不可欠な環境配慮型製品を早期に市場投入して社会貢献を最大化するには、環境負荷低減を実現するキーパーツの開発と、開発のスピードアップを実現する設計標準化・効率化によって、短期間に製品ラインアップを強化することが課題<sup>(1)</sup>である(図1)。

本稿では、空調冷熱製品のラインアップ開発で、省資源・省エネルギーを実現するために小型・軽量で高効率なキーパーツを基本設計してパラメトリック設計によって機種展開した事例<sup>(2)</sup>と、製品の制御システムの開発期間を短縮するために、制御モデルを構築して三次元熱流体解析と強化学習や、温度測定データと実機へのフィードバック制御を組み合わせることで制御パラメータの調整を容易化した事例<sup>(3)</sup>を述べる。

当社では、この手法に基づくラインアップ開発によって、設計作業そのものの効率化だけでなく、設計品質の向上による評価作業の手戻り抑制や、次期ラインアップ開発の前倒しを実現しており、最新技術を搭載した省資源・省エネルギー・環境負荷低減の効果がより高い新製品の早期展開に貢献している。

表1. 省資源・省エネルギー・環境負荷低減の主な取組み例

技術分野	取組み例
LSI	回路部品の集積化による小型化、演算最適化による省エネルギー、低消費電力デバイスの活用
ソフトウェア	空調の遠隔監視等のIoTを活用した統合制御サービスによる社会インフラの高効率化
電気電子回路	回路方式や実装構造の開発によるパワーエレクトロニクス製品の小型化、高効率化
機械	小型・軽量化による省資源、高効率なキーパーツ開発や制御最適化による省エネルギー、包装の脱プラスチック化による環境負荷低減
共通	設計標準化・自動化、設計／評価／検証ツール・ライブラリ整備による開発スピード向上、試作回数削減

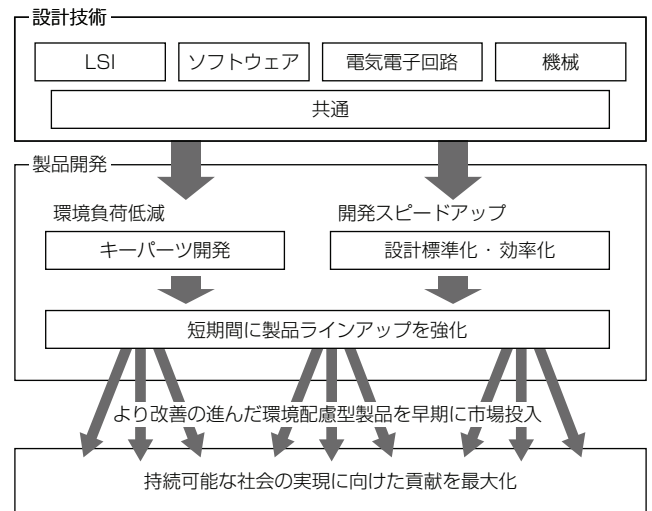


図1. 環境配慮型製品の開発による社会貢献

## 2. 空調冷熱製品の省資源・省エネルギー・環境負荷低減

### 2.1 キーパーツの高効率化による省資源・省エネルギー・環境負荷低減

#### 2.1.1 エアコン室外機の高効率プロペラファン開発

ルームエアコンの室外機では、プロペラファンの送風効率向上と、プロペラファン成形樹脂の削減・軽量化が、省資源・省エネルギー・環境負荷低減を実現する上で重要な設計課題である。

三次元熱流体解析でプロペラファン表面の気流を見える化した結果、気流がプロペラファンの中心部に滞留していることが分かった。そこで、中心部の形状を円筒型から新たに考案したターボファン型リブにすることで、滞留していた気流を翼面に送り出すことができ、効率的な送風を実現した(図2)。

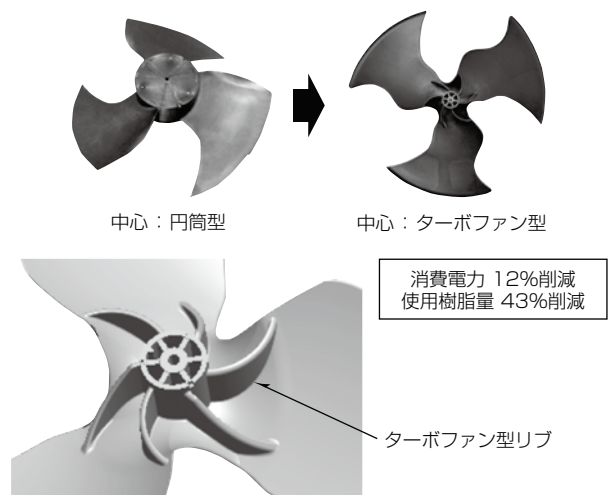


図2. ターボファン型リブを持つ高効率プロペラファン

また、中心部は、翼の遠心力や駆動モータの加振力等の外力が加わる構造部材でもあるため、構造検討では、構造解析や実機評価に基づき、ターボファン型リブの必要枚数を決定することで、従来と同等以上の破壊強度や騒音品質を実現した。

そのほか、翼形状の見直しによって駆動モータの消費電力を12%削減する省エネルギーと、リサイクル困難なガラス繊維が配合された樹脂の43%削減による省資源及び環境負荷低減を実現した。また樹脂の削減によって成形時間も20%削減でき、生産時の省エネルギー化にも貢献した。

## 2.1.2 高効率プロペラファンの機種展開

ラインアップ開発では、製品を構成する構造や部品を標準化し、適切な物理モデルによって構成要素をパラメトリックにスケール変更することが、効率的な機種展開に有効である。

室外機サイズに適合したプロペラファンの機種展開では、流体力学や材料力学の相似則に基づく数式等の物理モデルによって、形状をパラメトリックにスケール変更することで、目標性能を満足する効率的な機種展開を実現した(図3)。

## 2.2 ソフトウェア制御による省エネルギー

空調冷暖製品はプロペラファンや熱交換器等のハードウェア最適化だけでなく、風向やファン・圧縮機回転数のソフトウェア制御も組み合わせて最適化することで、目標になる省エネルギー性能を実現している。

ハードウェアのキーパーツ開発と同様に、制御ソフトウェアの開発でも制御モデルの標準化が効率的な機種展開に有効である。しかしながら、ソフトウェアの制御パラメータは数が多く、設計でパラメータを決定する作業や、実機で性能を評価しながらパラメータ調整する作業に時間がかかるという課題があった。

そこで、これを解決するためにパラメータ調整に強化学習やフィードバック制御を活用した設計手法の開発事例について次に述べる。

### 2.2.1 三次元解析を活用したエアコンの気流制御設計

ルームエアコンは、フラップの角度や風量を制御するこ

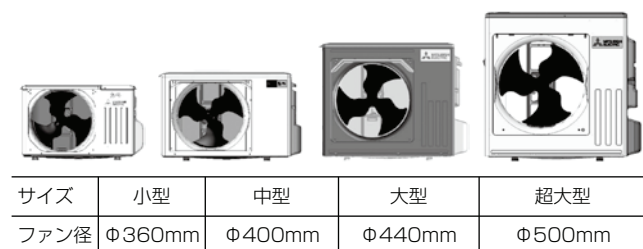


図3. 高効率ファンを搭載した室外機のラインアップ

とで、効率よく観測点の目標温度や快適性を実現するように気流制御している(図4、図5)。

今回、三次元熱流体解析と強化学習を連成し、実用的な設計時間内で制御パラメータを自動決定する設計手法を開発した(図6、図7)。強化学習では、観測点の目標温度と三次元流体解析で計算した温度の差異を最小化する学習過程を繰り返すことで最適な制御パラメータを同定している。

これによって、実機を製作して温度測定しながら調整していた制御パラメータを、開発上流段階で設計できるようになり、強化学習によるパラメータ調整の容易化と、制御パラメータのフロントローディング設計による設計手戻り抑制とで、機種展開の効率を更に向上させることができる。

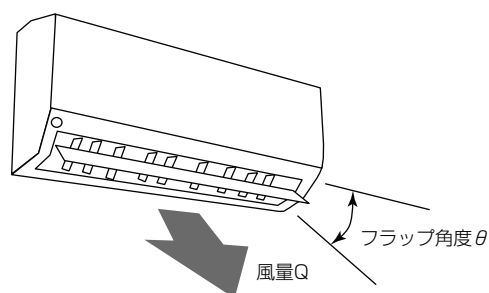


図4. 気流制御パラメータ

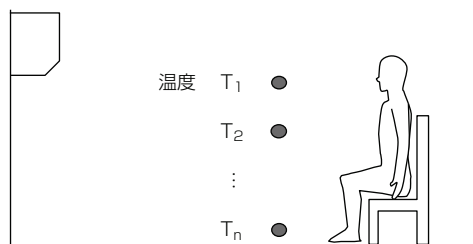


図5. 観測点の目標温度

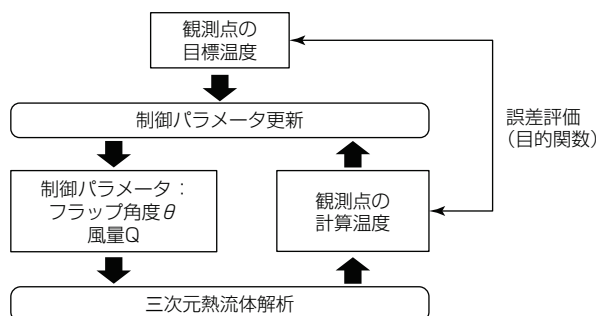


図6. 三次元解析を活用したパラメータ自動決定

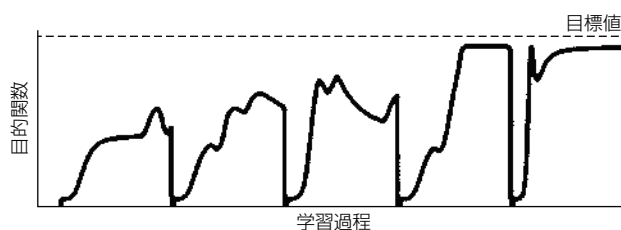


図7. 強化学習の計算過程

## 2.2.2 実測データを活用した冷蔵庫の温度制御設計

冷蔵庫は、冷媒用圧縮機の回転数や庫内の空気を循環するファンの回転数を制御することで、効率よく目標の庫内温度に到達するように省エネルギー設計している(図8、図9)。

これまで、制御パラメータは量産前の実機を用いて人手で調整して決定しており、時間を要していた。そこで、目標の庫内温度推移と実機の温度測定データから制御パラメータを効率よく決定するシステムを開発した(図10)。このシステムでは、一定の時間間隔で温度データを取得し、目標温度と実測の差に応じた回転数の補正量を、事前に整



図8. 温度制御パラメータ

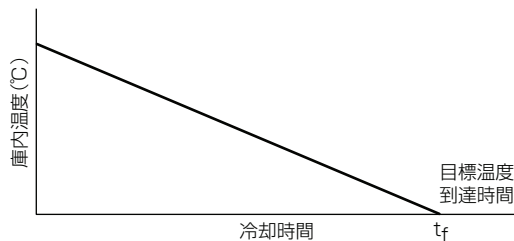


図9. 目標の庫内温度推移

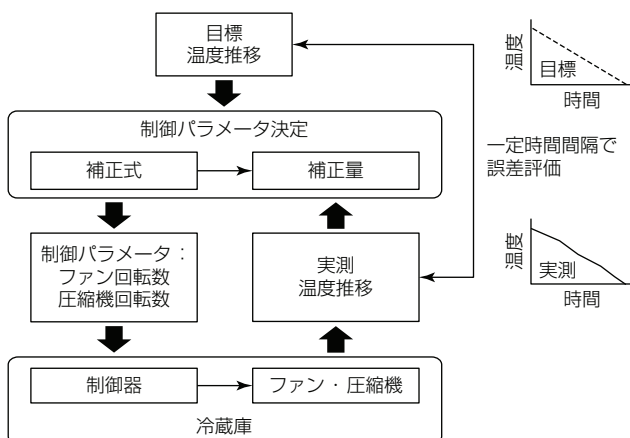


図10. 実測データを活用したパラメータ自動決定

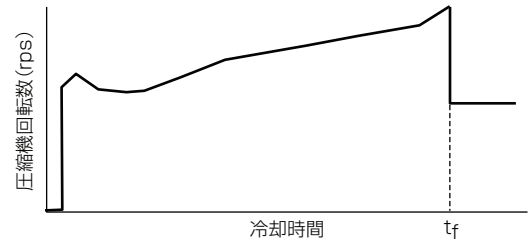


図11. 自動決定した圧縮機回転数

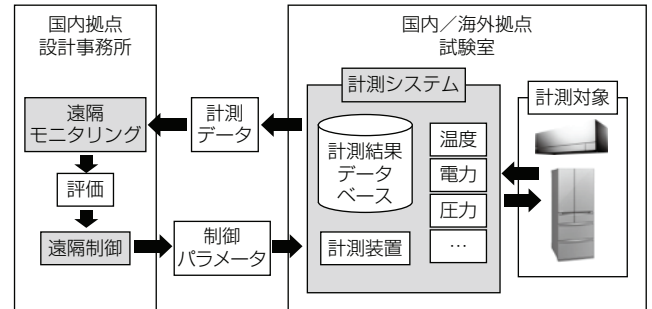


図12. リモート設計検証環境による遠隔地の開発支援

備した関係式に基づいて自動決定してフィードバック制御している。

これによって、実機を用いた複数回の人手調整を1回で完了でき(図11)、機種展開の効率を更に向上させることができる。また、このシステムは図9に一例として示した直線的な冷却制御以外にも適用できるため、環境に配慮した複雑な冷却制御や製品知能化にも展開が可能である。

## 3. む す び

持続可能な社会の実現に向けた環境負荷低減に貢献する空調冷熱製品を事例に、キーパーツの開発による省資源・省エネルギー、物理モデルや制御モデルを活用した設計の標準化・効率化による開発スピードアップを進めることで、ラインアップ開発を効率化し、社会貢献を最大化する取り組みについて述べた。

今後は新型コロナウイルスの世界的な影響を契機にしたニューノーマルな開発プロセスとして、国内拠点から海外拠点の開発をリモートできめ細かく支援するため、リモート設計検証環境の構築にも取り組み、国内と海外の両拠点からグローバルに社会貢献できる仕組みを整備していく(図12)。

## 参考文献

- (1) 小林 孝, ほか: 製品プラットフォームを活用した負荷平準型フロントローディング開発法の提案, 日本機械学会 第28回設計工学・システム部門講演会 (2018)
- (2) 濱田慎悟, ほか: 中心部にターボ型リブを有する高効率・軽量プロペラファンの開発, 日本機械学会 第94期流体工学部門講演会 (2016)
- (3) 池田 孟, ほか: 気流制御問題における設計手法の検討, 日本機械学会 第29回設計工学・システム部門講演会 (2019)

# パワーモジュールの性能向上を支える パッケージ技術

平松健司\*  
Kenji Hiramatsu  
中島 泰\*  
Dai Nakajima

Packaging Technologies to Improve Power Module Performance

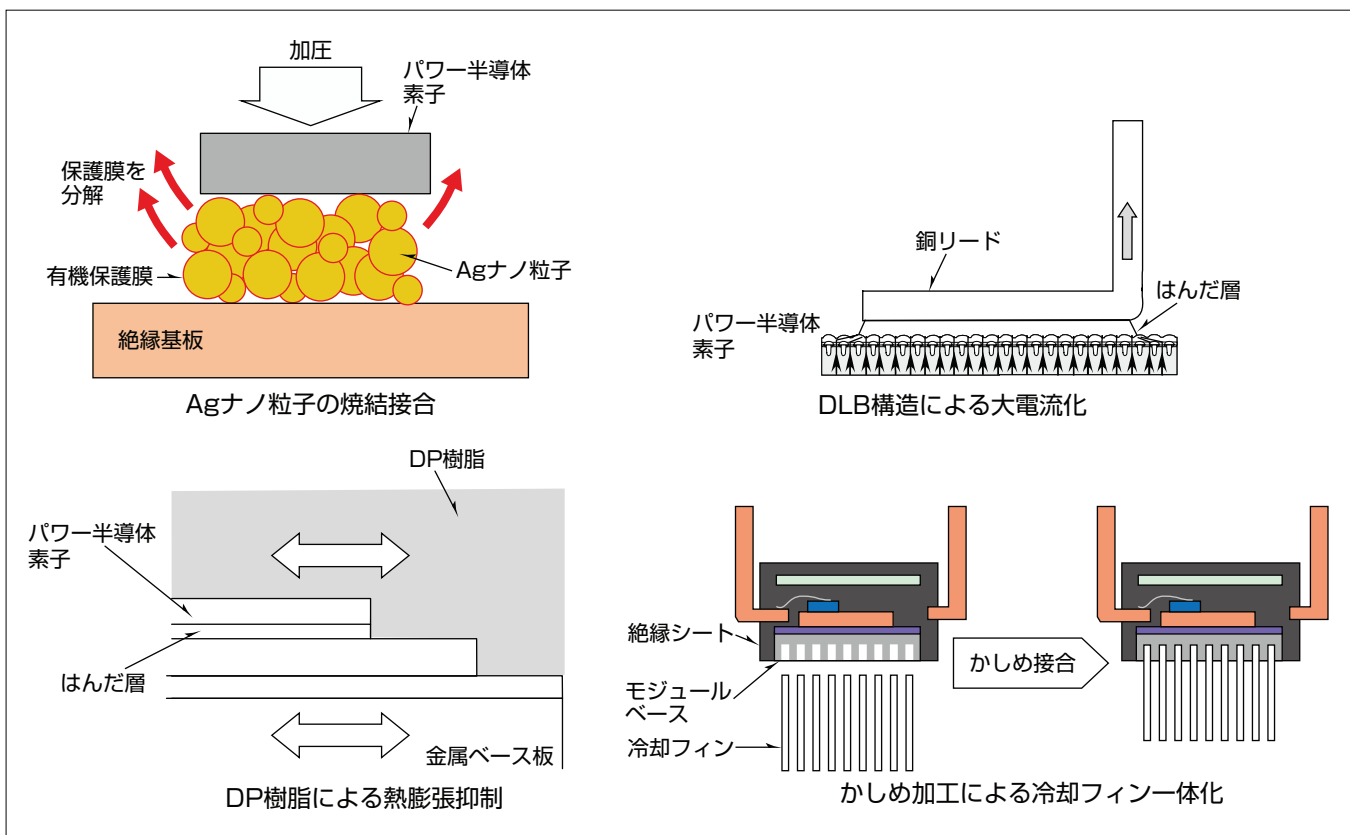
## 要 旨

持続可能な社会の実現に向けて温室効果ガスの発生を削減するために、化石燃料使用の抑制や再生可能エネルギー利用の拡大が求められている。これらを実現するためには、電力を効率よく変換する高度なパワーエレクトロニクス技術が不可欠である。三菱電機は家電、自動車用、電鉄、発電・変電、産業向け機器などの各分野で、パワーエレクトロニクス技術を応用した省エネルギー化に資する事業を推進している。

パワーエレクトロニクス機器に搭載されるパワーモジュールは電力変換を行うパワー半導体素子をパッケージ化した電子部品であり、数十～数千Aの電流を通電する機能がある。パワーモジュールには、高電流密度化、高電圧・大電

流化及び高温動作化に加えて高信頼化などの性能向上が求められている。

当社はこれまでにシリコン(Si)基板を用いたパワー半導体素子を継続的に進化させてきたが、更なる低損失化のためにシリコンカーバイド(SiC)基板を用いた製品を実用化した。これらのパワー半導体素子の進化に対応して、銀(Ag)ナノ粒子の焼結接合による高耐熱化、ダイレクトリードボンディング(DLB)による大電流化、硬質樹脂封止による高信頼化、ヒートシンク一体構造による高放熱化などのパッケージ技術の開発によって、パワーモジュールを小型・軽量化、高信頼化など高性能化させて、社会の要請に応え続けている。



## パワーモジュールの性能と信頼性の向上を支える当社のパッケージ技術の開発事例

パワーモジュールに求められる高電流密度化、高電圧・大電流化、高温動作化、高信頼化などの性能向上に対して、ナノAg焼結接合によるチップ接合の高耐熱化、DLB構造による内部配線の大電流化、DP(Direct Potting)樹脂封止による高信頼化、冷却フィン一体化による高放熱化などを実現してきた。持続可能な社会の実現に貢献するためにパワーモジュールのパッケージ技術を進化させ続ける。



## 1. ま え が き

気候変動及びその影響の軽減を目的としてCO<sub>2</sub>排出量の削減が求められている。太陽光や風力などの再生可能エネルギーによる発電や、自動車の電動化など、CO<sub>2</sub>排出量削減に有効な技術がパワーエレクトロニクスである。身近なところではエアコンや冷蔵庫などのヒートポンプをインバータ制御して省エネルギーを実現している。これらに用いるキーパーツが、電力を効率よく変換するパワーモジュールである。パワーモジュールは複数のパワー半導体素子を組み合わせた電力変換回路を一つのパッケージに収めた電子部品である。

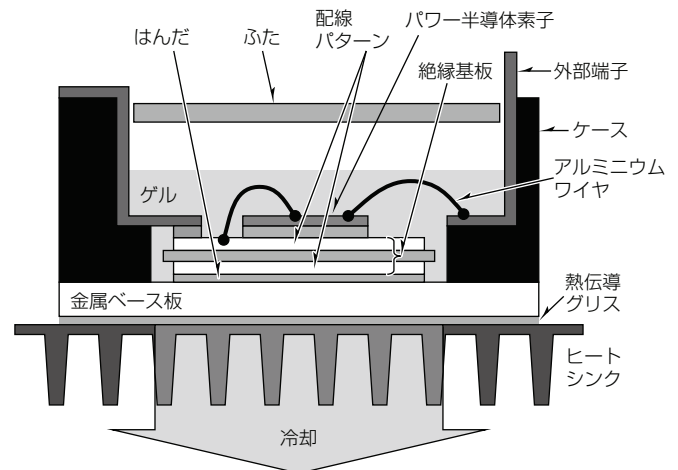
当社では、Si素材に加えて、SiC素材のパワー半導体素子を搭載した製品をラインアップしてきた<sup>(1)</sup>。低損失化や小型・軽量化、長寿命化などの要求に応えるため、パワー半導体素子の更なる損失改善や高耐電圧チップの開発を進めると同時に、パワー半導体素子の性能を最大限に引き出すパッケージ技術の開発に継続的に取り組んでいる。

本稿では、パワーモジュールの性能と信頼性の向上を支える当社のパッケージ技術の開発事例を述べる。

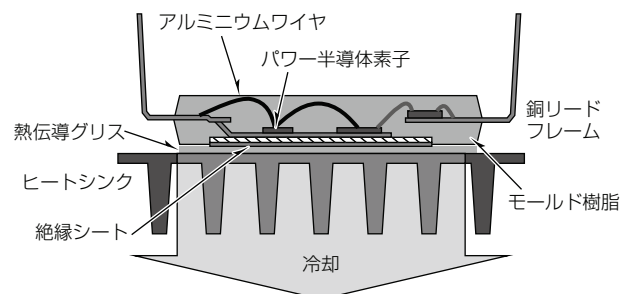
## 2. パワーモジュールのパッケージ構造

パワー半導体素子を直接装置に組み込んで使用できないため、パッケージ化する必要がある。図1に当社の代表的なパワーモジュールのパッケージ構造を示す。ケース型パッケージは主に大電流や高電圧の産業機器に用いられる。金属ベース板の上にパワー半導体素子と絶縁基板をはんだで接合した積層構造になっている。パワー半導体素子と絶縁基板の回路電極やケースに内蔵された外部端子とはアルミワイヤで接続されている。ケースの内側はシリコンゲルで封止して外部環境からの保護と回路間の絶縁の役割を果たしている。熱伝導グリスを介してヒートシンクに固定され、パワー半導体素子で発生した熱がはんだから、絶縁基板、金属ベース板、熱伝導グリスを経てヒートシンクから外部へ放出される。一方のモールド型パッケージは、銅リードフレームにはんだ接合したパワー半導体素子にアルミワイヤで配線し、絶縁シートと一体に重ねてモールド樹脂で絶縁封止した構造になっている。ケース型パッケージと同様に、パワー半導体素子で発生した熱は、はんだから、銅リードフレーム、絶縁シート、熱伝導グリスを経てヒートシンクから外部へ放出される。こちらはトランスファー成形を用いて量産され、主として比較的小電流の家電機器に用いられる。

差異はあるものの、パワー半導体素子を絶縁基板又は銅



(a) ケース型パッケージ



(b) モールド型パッケージ

図1. パワーモジュールのパッケージ構造

リードフレームに接合し、回路電極や外部端子と配線し、それを絶縁材料で封止することと、パワー半導体素子で発生した熱を外部へと放出する経路を形成する点が共通する。すなわち、チップ接合技術、内部配線技術、封止技術、放熱構造の形成技術、これら四つの技術がパワーモジュールに欠かすことのできないパッケージ技術である。

## 3. パワーモジュールのパッケージ技術

パワーモジュールのパッケージ技術は、高電流密度化（低熱抵抗）、高電圧・大電流化（高耐電圧）及び高温動作化（高耐熱）に加えて高信頼化（長寿命）の開発が中心になる。

### 3.1 チップ接合技術

パワー半導体素子と絶縁基板やリードフレームの接合部には高い熱伝導性と耐熱性が求められる。鉛(Pb)の使用を制限する環境規制にのっとり、当社では主に錫(すず)(Sn)合金系はんだ材料を使用している。接合部の疲労破壊寿命の向上のため、高耐熱のはんだ材<sup>(2)</sup>や、後述する封止技術による熱応力の抑制技術<sup>(3)</sup>を適用し、高耐熱や長寿命を実現している。

更なる高耐熱化のためにAgナノ粒子の低温焼結性を用いたチップ接合技術を開発している<sup>(4)</sup>。図2にAgナノ粒

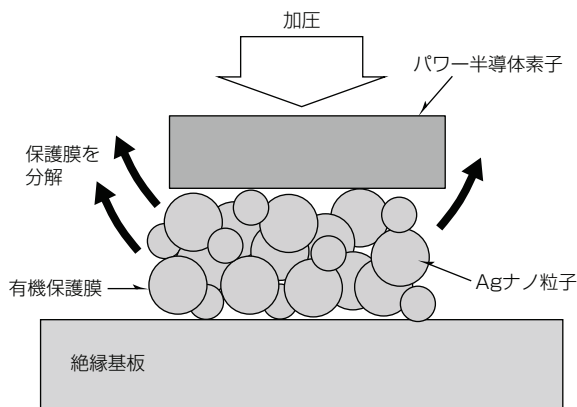


図2. Agナノ粒子の焼結接合の概念図

子の焼結接合の概念を示す。有機保護膜に覆われたAgナノ粒子と溶剤で構成されたペーストを絶縁基板に塗布し、その上にパワー半導体素子を搭載し、加熱・加圧して接合する。加熱によって溶剤を揮発させ、有機保護膜を熱分解させると、Agナノ粒子が互いに接触し、微細粒子の表面エネルギーを駆動力としてAg粒子同士が焼結し、接合層が得られる。ナノサイズのAg粒子を適用するため、従来のSn合金系はんだと同程度の加熱温度で接合可能であり、900℃以上の融点を持つチップ接合部を得られた。また、従来のSn合金系はんだに比べて約5倍の通電サイクル寿命を示し、はんだ接合部で生じた網目状の亀裂もナノAg焼結接合部では認められなかった。このナノAg焼結接合をパワー半導体素子の動作温度が175℃になる高温動作パワーモジュール<sup>(2)</sup>のほか、自動車用パワーユニット4GL-IPU (Intelligent Power Unit)のパワーモジュール<sup>(5)</sup>に適用し、チップ接合部の熱抵抗の低減を実現した。

### 3.2 内部配線技術

内部配線には大電流化と長寿命化が求められる。当社ではアルミワイヤを用いたワイヤボンド(W/B)を多くの製品に適用している。高電流密度化や長寿命化のため、より高強度なアルミ合金ワイヤや銅ワイヤの適用に取り組んでいる<sup>(6)</sup>。

従来のワイヤ配線に加えて、銅リードをパワー半導体素子の表面にはんだで接合するDLB技術を開発した<sup>(7)</sup>。図3に従来のW/B構造とDLB構造を示す。W/B構造ではパ

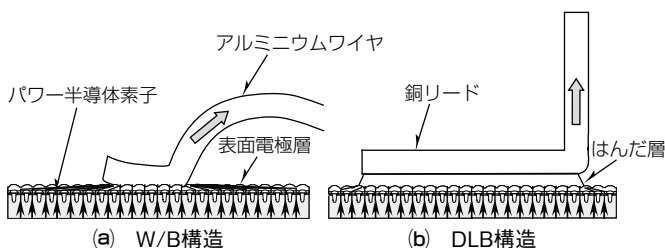


図3. W/B構造とDLB構造

ワー半導体素子の表面の薄い電極層の面内方向が電流経路になる。一方、DLB構造では電流経路が電極層の厚さ方向に短縮され、かつ、接合面積を大きくすることで電流分布が均一化される。これによって、電気抵抗が低減し、大電流化が容易になった。また、電流分布の均一化によって通電発熱による温度分布もW/B構造に比べてDLB構造では広がり、平坦になる。従来のW/B構造では熱応力の繰り返しによるアルミワイヤの疲労破壊が主な故障モードであり、寿命設計の支配因子になるが、DLB構造のはんだ接合部は比較的低温に抑制されるので疲労破壊の起点になる亀裂が進展しにくく、通電サイクル寿命を向上させることができる。DLB構造を採用したトランスファーモールド型パワーモジュールT-PM(Transfer molded-Power Module)を業界で初めて<sup>(注1)</sup>HEV(Hybrid Electric Vehicle)に供給して以降、自動車用パワーモジュール“J1シリーズ”へ適用を拡大した<sup>(8)</sup>。

(注1) 2011年4月7日現在、当社調べ

### 3.3 封止技術

封止材料は発熱源のパワー半導体素子と直接接するため、耐熱性と回路間の絶縁を確保する密着性が求められる。

SiC素子による高温動作化を見据えて最大接合部温度( $T_j$ )>200℃達成のために、当社ではモールド型パッケージ技術で培った硬質の熱硬化性樹脂による封止技術をケース型パッケージに応用したDP封止技術を開発した<sup>(9)</sup>。すなわち、固体状から一旦加熱軟化させた熱硬化性樹脂を金型へ圧入するトランスファー成形に対して、液状の熱硬化性樹脂をケースの内側へ注入して封止するものである。エポキシ系樹脂を適用することで200℃を超える耐熱性を得ることが可能になった。また、セラミックスフィラーや添加剤を調整することによって、密着性を高め、パワー半導体素子や絶縁基板と熱膨張率を合わせてチップ接合部に生じる熱応力を低減することで疲労破壊の起点になる亀裂進展を抑制し、温度サイクル寿命を向上させた。図4にDP樹脂による熱膨張抑制の概念を示す。さらに、構成材料の熱膨張率差によって生じるパワーモジュールの反りを抑制

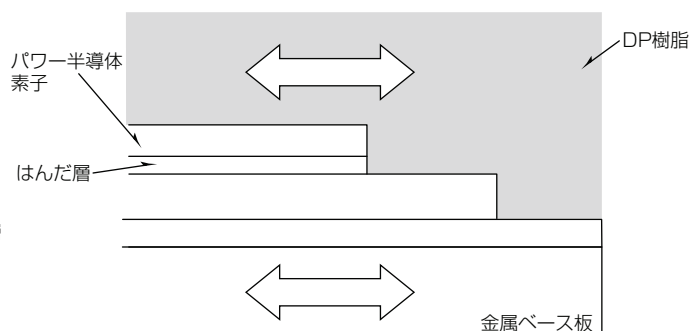


図4. DP樹脂による熱膨張抑制の概念図

し、ヒートシンクとの間の熱伝導グリスが押し出される現象(ポンプアウト)の防止にも効果をもたらす。産業機器用IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)モジュール“Tシリーズ”に適用し、自動車用パワーモジュールJ1シリーズへと展開している<sup>(5)</sup>。

### 3.4 放熱構造の形成技術

一般にパワーモジュールの発熱は熱伝導グリスを経由してヒートシンクへと伝えられる。パワーモジュールには銅やアルミニウムなどの熱伝導率が高い金属や窒化アルミニウムなどの高熱伝導セラミックス材料が用いられる。ヒートシンクにはアルミニウムが主に用いられる。しかしながら、熱伝導グリスの熱伝導率は1～5 W/mK程度であり、他の構成材料に比べて非常に小さいため、放熱を阻害する一因になる。損失改善によってパワー半導体素子の小型化が進むと、面積縮小の背反として発熱密度が高くなるため、より高い放熱性能が必要になる。これに対応するため、熱伝導グリスを必要としない直接冷却構造が使われ始めている<sup>(10)</sup>。

当社では、産業機器用のパワーモジュールの放熱性向上を目的に、底面に薄板の冷却フィンをかしめ加工によって一体化した放熱構造を開発した<sup>(11)</sup>。図5にかしめ加工による冷却フィン一体型パワーモジュールの構造を示す。パワー半導体素子などの回路部品を実装し、封止の完了後に、モジュールベースの凹部に冷却フィンを挿入し、凸部を加圧・変形して複数の冷却フィンを固定するモールド型パッケージ構造を適用した。硬質の熱硬化性樹脂でモジュール内部を充填することで剛性が向上し、かしめ加工の荷重を受ける構造として適している。熱伝導グリスを介さずにヒートシンクの一体化によって低熱抵抗化したことで、出力密度を従来の約2倍に向上させた。

また、自動車向けにアルミニウム回路(パターン)とアルミニウム製冷却フィンをセラミックス製絶縁基板と一体化した放熱構造を開発し、熱伝導グリス層を削減することによる低熱抵抗化と小型化、DP樹脂で封止して接合部の熱応力を低減することによる温度サイクル寿命の向上を果たしている<sup>(8)</sup>。図6に当社の自動車用パワーモジュールJ1シリーズの構造を示す。先に述べたDLB構造や冷却フィン

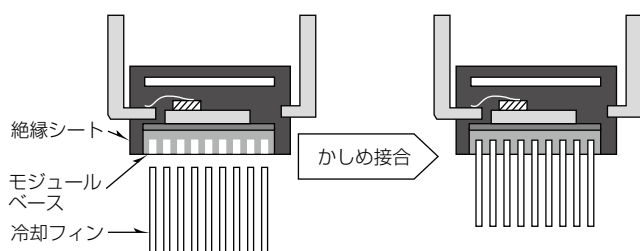


図5. かしめ加工による冷却フィン一体型パワーモジュール

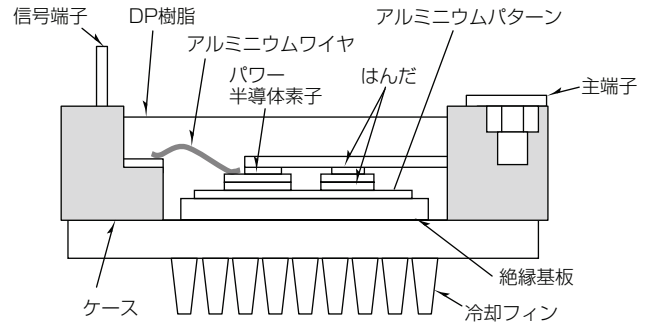


図6. 自動車用パワーモジュールJ1シリーズの構造

一体構造の採用で、従来に比べて搭載面積を約40%、熱抵抗を約30%低減した。

さらに、自動車用の2モータを駆動するパワーモジュールと昇圧回路、降圧回路を統合した4 GL-IPUでは、パワーモジュールと冷却器の間に熱伝導グリスを介する構造から、パワーモジュールを冷却器に直接はんだ接合する構造に変更して、熱抵抗の低減と小型化・軽量化を実現した<sup>(5)</sup>。

## 4. む す び

パワー半導体素子の性能を最大限に引き出し、かつ、安定的に、長期にわたって使用できるパワーモジュールを実現するには、パワー半導体素子に発生する熱を効率よく拡散させる技術が必要になる。また、パワー半導体素子に低損失で電流を運ぶ配線技術や高温・高湿のほかに腐食性雰囲気などの厳しい環境下でも安定した絶縁封止技術など、パッケージ技術も同時に進化させる必要がある。当社では、持続可能な社会の実現に貢献するためにパワーモジュールの性能向上をパッケージ技術の進化で支え続ける。

### 参考文献

- (1) 西原秀典, ほか: パワーモジュールの最新動向と展望, 三菱電機技報, 94, No.3, 148~152 (2020)
- (2) 中原賢太, ほか: 高温動作パッケージ構造, 三菱電機技報, 92, No.3, 167~170 (2018)
- (3) 中島 泰, ほか: 高放熱樹脂封止型パワーモジュール, 三菱電機技報, 78, No.10, 645~648 (2004)
- (4) 日野泰成, ほか: 高耐熱パワーモジュールパッケージ要素技術, 三菱電機技報, 88, No.5, 313~316 (2014)
- (5) 石橋誠司, ほか: 4 GL-IPU: 2モータシステム用パワーユニット, 三菱電機技報, 93, No.5, 312~315 (2019)
- (6) 内田祥久, ほか: パワーモジュールの性能向上を実現する配線技術開発の取り組み, 三菱電機技報, 94, No.3, 169~172 (2020)
- (7) 菊池正雄, ほか: ダイレクトリード接合型大容量パワーモジュール, 三菱電機技報, 84, No.4, 232~235 (2010)
- (8) 吉松直樹, ほか: 自動車用パワー半導体モジュール“J1シリーズ”のパッケージ技術, 三菱電機技報, 88, No.5, 317~320 (2014)
- (9) 浅田晋助, ほか: 産業用高信頼性パッケージ技術, 三菱電機技報, 90, No.5, 291~294 (2016)
- (10) Stockmeier, T.: From Packaging to “Un”-Packaging-Trend in Power Semiconductor Modules, Proc. of 20th ISPSD, 12~19 (2008)
- (11) 中島 泰, ほか: かしめ工法によるヒートシンク一体型高放熱パワーモジュール, 三菱電機技報, 93, No.12, 717~720 (2019)



# 三菱電機での設計品質作り込み活動

Design Quality Improvement Activities at Mitsubishi Electric

## 要 旨

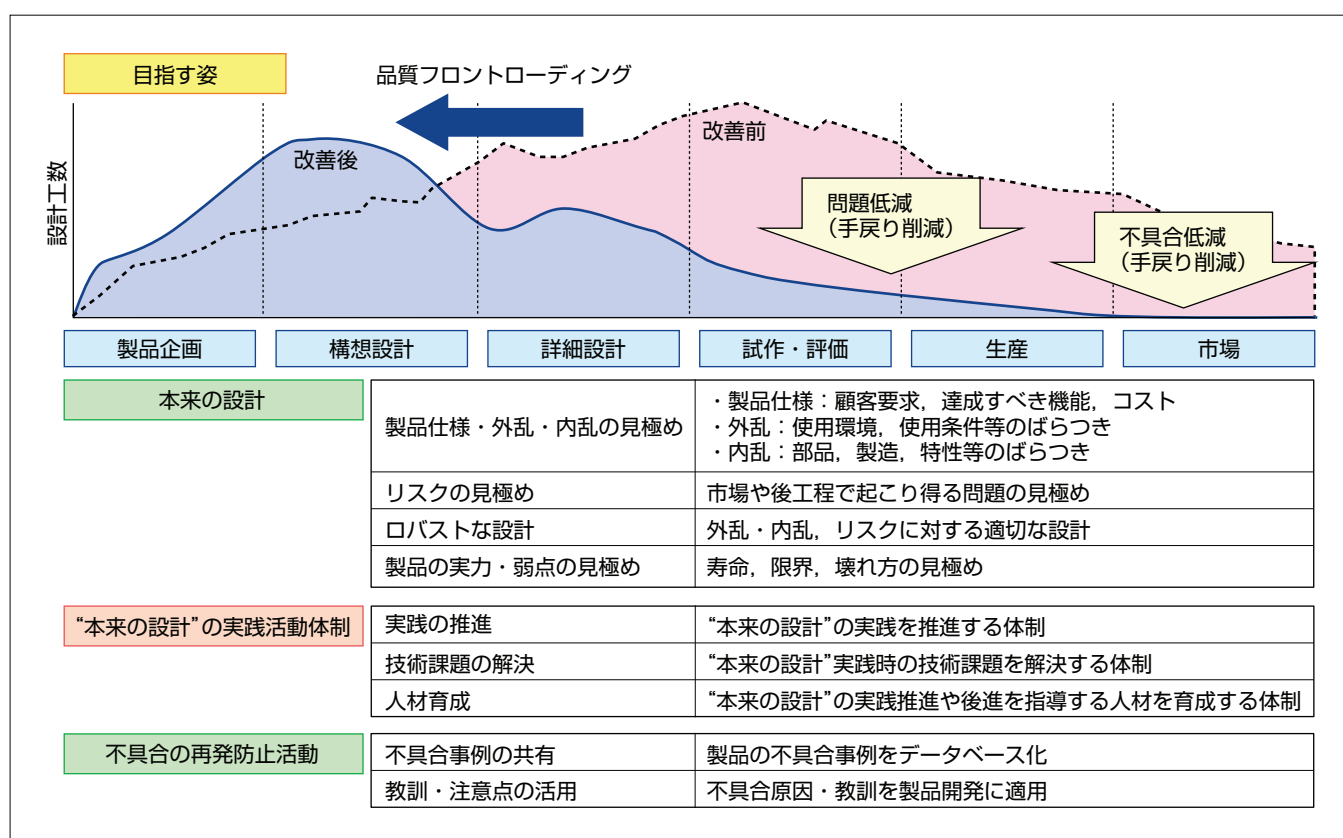
三菱電機の企業理念体系での“私たちの価値観”に掲げる“社会と顧客の満足が得られる製品・サービスを最高の品質で提供する”を実現するための一つとして、製品開発の上流である設計段階の品質作り込み活動をDQI(Design Quality Improvement)活動と称して推進している。

この設計段階の品質作り込みでは、独自に定義した“本来の設計”の実践や“不具合の再発防止”などの活動を通じて、市場での不具合や試作段階での問題の削減を図っている。その結果、それらに対応する手戻り作業を削減する品質面でのフロントローディング化(以下“品質フロントローディング”という。)を図り、設計部門の働き方改革にも寄与することを狙いとしている。

“本来の設計”の実践活動では、“本来の設計”を実践する設計品質キーパーソンの育成と、実践時の技術課題の解決、継続的な実践の推進の三つの体制で活動を推進している。

また、“不具合の再発防止”活動では、顧客に迷惑を掛けた不具合や迷惑を掛ける可能性があった内容を二度と発生させないために、過去に経験した失敗事例やその原因と失敗経験から得た知識や教訓を共有し、製品設計にフィードバックする取組みを行っている。

これらの取組みを通じて設計段階で品質を作り込み、不具合を削減するとともに、社会と顧客の満足が得られる製品・サービスの提供を図っている。



## 設計品質作り込み活動

製品・サービスの品質向上を狙いにして取り組んでいる設計品質作り込み活動を示す。設計段階から品質の作り込みを行うことで、市場での不具合や試作段階での問題を未然に防止し、品質フロントローディングを図るとともに、その結果として設計部門の働き方改革の実現も図っている。その具体的な取組みとして、“本来の設計”の実践活動や“不具合の再発防止”活動を推進している。



## 1. ま え が き

当社の企業理念体系での“私たちの価値観”に掲げる“社会と顧客の満足が得られる製品・サービスを最高の品質で提供する”を実現するための一つとして、製品開発の上流である設計段階の品質作り込み活動をDQI活動と称して推進している。

この設計段階の品質作り込み活動では、不具合の未然防止のための取組みとして独自に定義した“本来の設計”の実践活動と、顧客に迷惑を掛けた案件や迷惑を掛ける可能性があった案件を二度と発生させないための取組みとして“不具合の再発防止”活動を行っている。

これらの活動を通じて、市場での不具合や試作段階での問題の削減によって、これらの不具合や問題に対応する手戻り作業を削減する品質フロントローディングを図り、設計部門の働き方改革にも寄与することを狙いとしている。

“本来の設計”の実践活動では、製品仕様とリスクを見極めて、ロバストな設計を行い、製品の実力を現物で見極める設計と定義して実践している。そして、実践する設計品質キーパーソンの育成、実践時の技術的課題の解決、継続的な実践の推進の三つの体制を構築し、設計品質の作り込みに取り組んでいる。

また“不具合の再発防止”活動では、過去に経験した失敗事例やその原因と失敗経験から得られた知識や教訓を共有し、製品設計にフィードバックを行っている。

本稿では、“本来の設計”の実践活動と“不具合の再発防止”活動について述べる。

## 2. “本来の設計”の実践活動

### 2.1 “本来の設計”とは

不具合の未然防止を狙いに、図1に示す品質作り込み設計フローに従って実施する設計を“本来の設計”と定義した。

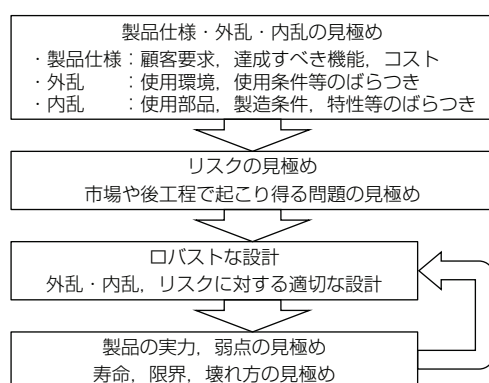


図1. 品質作り込み設計フロー

この品質作り込み設計フローは、当たり前に設計すべき事項と一連の流れを示したフローであり、まず、使用環境や使用条件等のばらつき、使用部品や製造条件、特性等のばらつきを考慮した製品の仕様を決定する。次に、決定した仕様を実現する際のリスクを過去の不具合事例などを活用して見極め、続いて、リスクに対応したロバストな設計を行う。そして、現物で寿命、限界、壊れ方を見極めることで製品の実力、弱点を見極め、設計にフィードバックするフローにしている。

### 2.2 実践活動の体制

“本来の設計”の実践活動を全社で2011年度に開始した。“本来の設計”を継続的にかつ確実に実践するために、三つの体制を構築した。図2に“本来の設計”の実践活動の体制を示す。一つ目は“人材育成”の体制であり、実践者かつ推進者、後進の指導者になる設計品質キーパーソン(以下“KP”という。)を育成する。二つ目は“技術課題の解決”の体制であり、“本来の設計”を行う際の共通的な技術課題を効率的・効果的に解決する。三つ目は“本来の設計”“実践の推進”の体制であり、育成したKPによる実践を推進・支援する。次にこれらの体制の取組みを述べる。

### 2.3 実践活動の取組み

#### 2.3.1 人材育成

人材育成の体制では、KPの体系と育成方法を設定し、KPの育成を行っている。

事業所でのKPの体系は図3に示すとおり、事業所を統括する“事業所KP”，製品設計を担当する部レベルで“本来の設計”を牽引(けんいん)する“部KP”，課レベルで牽引する“課KP”からなるピラミッド型にした。このKP体系を基に、“事業所KP”が“部KP”を、“部KP”が“課KP”を、“課KP”が技術者を育成する体制を構築した。

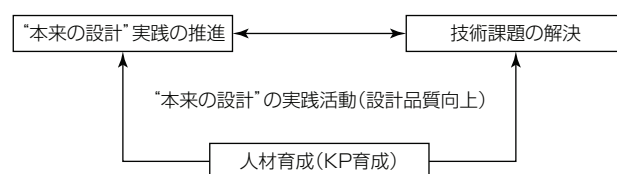


図2. “本来の設計”の実践活動の体制

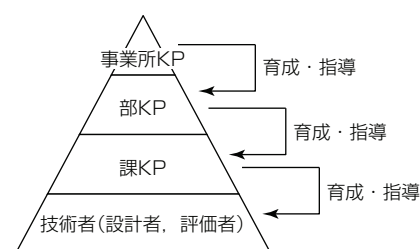


図3. KPの体系と育成・指導

KPの育成方法として、育成の開始後3年目に自立して“本来の設計”の実践活動を実施できる人材として育成するために、2か年計画のカリキュラムを構築した。図4にKP育成方法を示す。

1年目は社内ゼミナールの座学によって、①設計品質の向上のためのマインド、②“本来の設計”の考え方や実践するための手法などのスキル、③担当部門を牽引するためのリーダーシップに必要なことを習得し、担当部門の課題抽出と解決に向けて行うことを提言としてまとめる。

2年目は“本来の設計”の実践活動に対する理解を深めるために、提言内容を基に設計品質向上活動を実践し、その成果を報告する。

この体系と育成方法によって、確実にかつ早期育成を図り、現在、約1,150名(2020年度初め)をKPとして認定し、現在も継続してKP育成を行っている。

### 2.3.2 技術課題の解決

“本来の設計”を実践する際には、様々な問題が発生する。“技術課題の解決”の体制では、これらの問題で技術的な課題を効率的・効果的に解決するために、“事業所KP”をメンバーとした分科会を設置している。

この分科会では、主に①共通的な技術課題の抽出、②技術課題を解決する手法の検討とガイドラインなどの文書整備、③全事業所への迅速な展開を行ってきた。各種ガイドラインには、理論や考え方に加えて、既に実践している事業所の良好事例を掲載することで、より具体的な改善内容を理解でき、改善の加速につながっている。

また、ガイドラインの内容や解決方法の説明会を従来の人が集まる集合形式から、リモート形式にすることで、受講者の規模を約20名/回から約500名/回に拡大し、展開の迅速化を図っている。

構築したガイドラインとチェックシートの例を次に挙げる。

- ①不具合原因となる設計(耐防食、耐劣化、強度確保等)の方法や注意点を掲載したガイドライン
- ②デザインレビュー実施方法や実施時の勘所などを掲載したガイドライン
- ③機能限界の確認方法や製品の弱みの把握方法に関するガイドライン
- ④使用環境・使用条件を見極めるためのチェックシートなどである。

1年目 社内ゼミナール	2年目 実践試行	3年目 実践、推進
・“本来の設計”の実践活動の考え方、解決策(設計ツール)を習得 ・各部門の課題解決を提言	各事業所で提言内容(課題解決)を実践	各事業所で、自立して“本来の設計”の実践活動の実践と後進指導を実施
提言報告	成果報告	KP認定

図4. KP育成方法

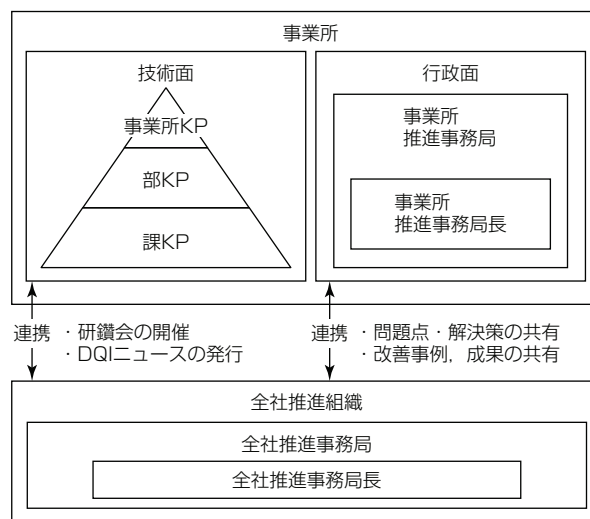


図5. “本来の設計”実践の推進体制

### 2.3.3 実践の推進

“本来の設計”を確実に実践し続けるために、行政面の課題を解決する体制として、個々の事業所を統括する“事業所推進事務局”と全事業所を統括する“全社推進事務局”を設置した。体制を図5に示す。

“事業所推進事務局”は、各事業所が自立して“本来の設計”の実践を推進する組織であり、21の事業所に設置している。既に育成したKPと連携し、“本来の設計”を実践しやすい環境構築や独自の改善施策の構築、“課KP”の育成などを行っている。

また、“全社推進事務局”は、当社の設計品質の状況を捉えて、問題点や解決策、改善事例・改善成果を“事業所推進事務局”に展開している。また、育成したKPが継続して実践するために、研鑽(けんさん)会の開催やDQIニュースの発行を行っている。

この研鑽会は、改善事例の共有、課題に対する改善策の検討などKP同士が切磋琢磨(せっさたくま)する会として開催し、設計品質を見つめ直す場になっている。また、DQIニュースは、KPのモチベーションアップを狙いに、会社幹部による設計品質向上のためのメッセージやKP紹介、良好事例を掲載して年2回発信している。

これらの取組みを通じて、育成したKPによって約150件/年の改善活動に取り組み、不具合の削減などの設計品質向上に寄与している。

## 3. 不具合の再発防止活動

### 3.1 過去不具合のデータベースの構築

不具合は、使用環境や使用条件、構造部材の検討不十分などの失敗が原因で多く発生する。しかし、不具合が起こ

表 1. 知恵Q増での失敗事例の分野

1.電気・電子部品	2.材料	3.生産	4.機械	5.電気・電子	6.ソフトウェア	7.環境
(1)絶縁不良 (2)接触・結線不良 (3)腐食・破裂・破損 (4)半導体	(1)金属材料 (2)プラスチック (3)マグネットワイヤ・絶縁被膜・ゴム (4)ガラス・セラミック (5)接着剤	(1)機械加工・表面処理 (2)成形・注型・鋳造 (3)接着・結合 (4)基板実装・はんだ付け	(1)構造部材の変形・破壊 (2)機械要素の損傷 (3)振動・機構 (4)熱/流体・騒音	(1)絶縁 (2)静電気 (3)EMC (4)電磁気 (5)パワエレ (6)電子回路	(1)組み込み系 (2)エンタープライズ系	(1)廃棄物・リサイクル (2)公害防止 (3)土壌・地下水汚染

EMC : ElectroMagnetic Compatibility

る原因に関する知識があれば、その知識に基づいて危険を予知して十分な検討と対策を行うことができ、未然に不具合(失敗)を防ぐことが可能である<sup>(1)(2)</sup>。特に、当社は、家庭で使用する家電製品や公共で使用する電力向けや鉄道向けの電機機器など様々な製品を社会・顧客に提供しており、失敗した当該製品の経験を他製品の知識として展開することは当社製品の品質を高めるために非常に有効である。したがって、不具合から得られた教訓を知識として蓄えて、同じ失敗を繰り返さない、さらには類似した失敗を起こさないように有効活用することが重要である。

当社では、各事業所に散在する過去に経験した失敗事例や失敗に至る可能性があった事例と、得られた教訓、社内意識者による留意事項を蓄積したデータベース“失敗GAKU知恵Q増”(以下“知恵Q増”という。)を2004年10月に構築した。そして、継続して失敗事例の充実化や拡充を図るとともに、知恵Q増の周知と活用による不具合の再発防止活動を推進している。図6に知恵Q増の概念を示す。

周知徹底のため、失敗事例とその教訓や、再発の可能性が高い失敗の注意喚起をメールで週次配信している。また、活用では、失敗の知識や教訓を基にした設計仕様や製品評価条件の検討や、失敗事例の原因を基に発生した不具合の原因究明につなげている。また、失敗事例の確認時の技術

的質問、より詳細な内容の確認などのために、社内意識者に問い合わせる窓口を設置している。

現在では、知恵Q増に約1,500事例を蓄積し、当社グループの約10,000人が利用している。

### 3.2 知恵Q増による不具合の再発防止の取組み

知恵Q増に蓄積した失敗事例は、設計段階での確認を容易化するために、表1の七つの設計分野に分けて、さらに、技術分野を細分化している。また、個々の失敗事例は、現象、教訓、留意事項の項目に分けて記載するとともに、類似する事例と関連付けている。

利用者は、失敗事例を分野やキーワードで検索することで、自身の担当業務に関連する失敗事例を見つけて、教訓や留意事項の知識を不具合の再発・未然防止に活用している。

### 3.3 知恵Q増の継続的な改善

知恵Q増の有効性や利便性を向上させるためにシステムの改善にも取り組んでいる。

システムの改善では、利用状況をリアルタイムに把握する機能や“役立ったボタン”によって有効性を定量的に集計できる機能などの強化を行ってきた。また、利用者の声を反映させるための改善チームを編成し、利便性を向上させるとともに、活用促進による類似不具合の削減を図っている。

## 4. む す び

“社会と顧客の満足が得られる製品・サービスを最高の品質で提供する”を実現する設計品質の作り込みについて、今回、“本来の設計”の実践と“不具合の再発防止”活動について述べた。これらの設計品質作り込み活動を通じて設計品質の向上を図り、当社製品の不具合削減に貢献している。

当社が提供する製品の更なる品質向上や変化している市場ニーズに対応するため、継続的に品質改善活動を推進していく。

### 参 考 文 献

- (1) 畑村洋太郎：失敗学のすすめ、音声言語医学、43、No.2、182～188 (2002)
- (2) 飯野謙次：失敗知識の活用、イベント学会2004年度研究大会発表論文集、5～20 (2004)

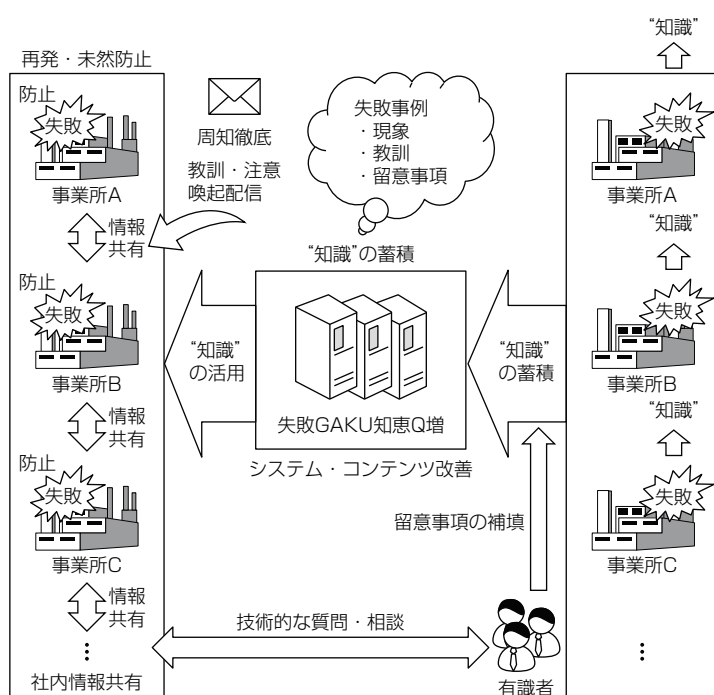


図6. 失敗GAKU知恵Q増の概念図



# 三菱電機グループでの環境配慮設計の取り組み

深井泰雄\*  
Yasuo Fukai  
広瀬悦子†  
Etsuko Hirose

Mitsubishi Electric Group's Initiatives of Design for Environment

## 要 旨

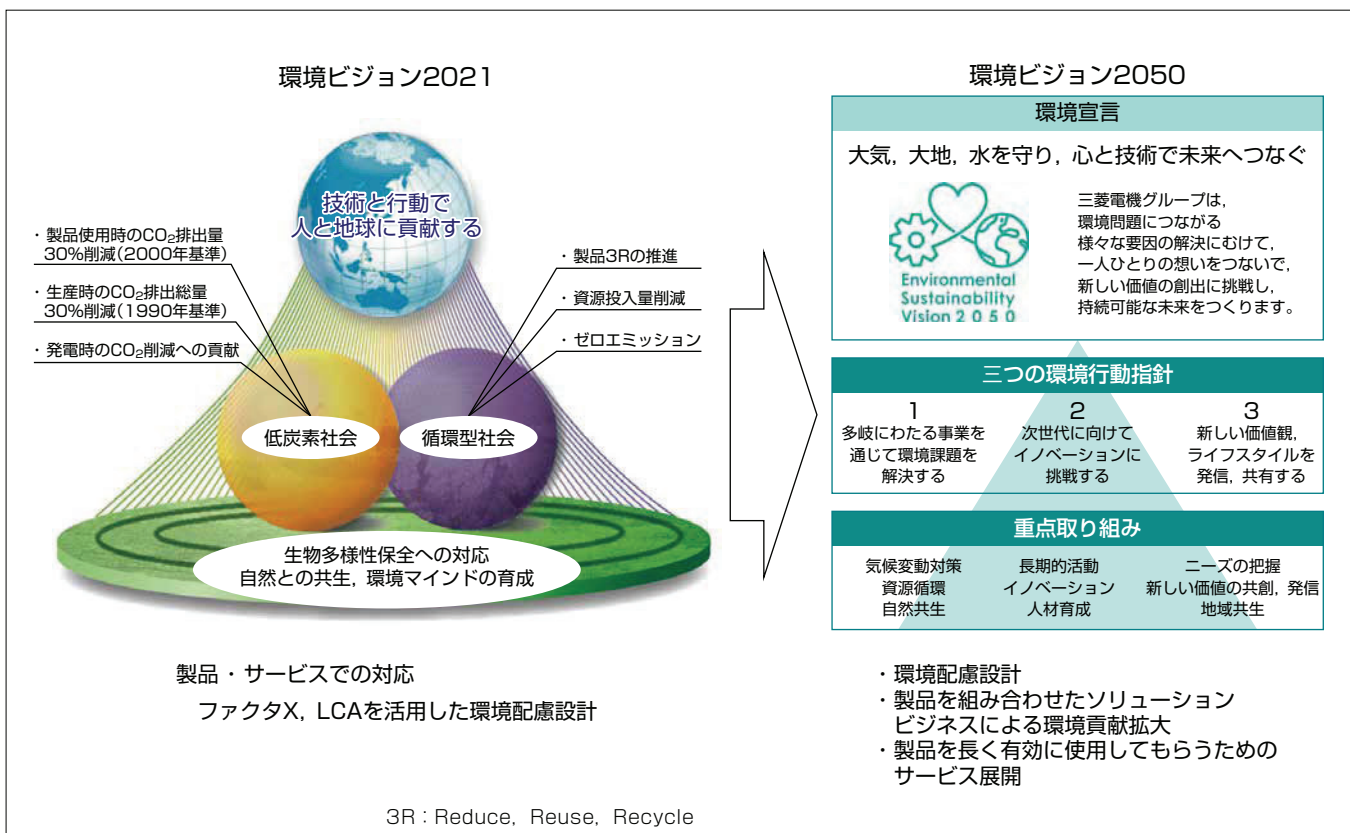
三菱電機グループは、三菱電機の創立100周年である2021年を目標年とする“環境ビジョン2021”を策定し、“低炭素社会の実現”“循環型社会の形成”“自然共生社会の実現”の三つのテーマに分けて取組みを推進してきた。

特に、低炭素社会の実現では、“製品使用時のCO<sub>2</sub>削減”と“製品使用時CO<sub>2</sub>削減貢献量の拡大”を重要課題と定めて、製品の改善に取り組んできた<sup>(1)</sup>。

製品の設計開発段階では、資源の採取から設計・製造、使用後までの製品ライフサイクル全体を俯瞰(ふかん)し、環境負荷の低減を志向する“ライフサイクル思考”を取り入れるため、“資源の有効活用”“エネルギーの効率利用”“環境リスク物質の排出回避”の視点で定めた製品環境アセス

メントを導入し、製品開発も推進してきた。また、製品環境アセスメントでの定量評価を実現するため、製品の環境配慮設計を数値化するツールとして、ファクタXやLCA (Life Cycle Assessment)を独自に開発し、製品での環境負荷の特定や評価に活用してきた。

当社グループでは、環境ビジョン2021の下で環境配慮設計を主に進めてきたが、2019年6月に新たに“環境ビジョン2050”を策定して、新しい取組みを開始した。環境ビジョン2050では、製品単体だけでなく、製品を組み合わせたソリューションビジネスや、製品を長く有効に使用してもらうためのサービスなども評価していき、製品やサービスを通じた環境貢献の拡大につなげていく。



## 当社グループの“環境ビジョン2021”と“環境ビジョン2050”の概念

環境ビジョン2021では、独自に定量評価ツールを開発し、設計開発段階の製品環境アセスメントに導入することで、環境配慮設計を推進してきた。環境ビジョン2050では、環境配慮設計だけでなく、“製品を組み合わせたソリューションビジネス”や“製品を長く有効に使用してもらうためのサービス”による環境負荷を評価・低減し、当社グループの製品やサービスを通じた環境貢献を更に拡大していく。

## 1. ま え が き

当社グループでは、環境ビジョン2021の下で、“製品使用時のCO<sub>2</sub>削減”と“製品使用時CO<sub>2</sub>削減貢献量の拡大”について目標を定めて、環境配慮設計を進めてきた。

製品の設計開発段階では、新規開発製品を対象に、社内規定で定められた“製品環境アセスメント”を実施し、環境配慮製品の開発に取り組んできた。この製品環境アセスメントでは、CO<sub>2</sub>削減の貢献にとどまらず、“MET(Material(資源の有効活用)Energy(エネルギーの効率利用)Toxicity(環境リスク物質の排出回避))”の視点で定めた定量評価も実施してきた。

また、製品環境アセスメントの中でライフサイクル思考を実現するため、当社グループでは、LCAやDfD(Design for Disassembly)のツールを使って、製品を評価する独自のシステムを開発した。これによって、当社グループの製品での環境負荷に影響を及ぼす材料の特定や、当社グループが推進する自己循環サイクルによる、温室効果ガス排出量の削減効果の定量化を行うことができた。

## 2. 環境ビジョン2021と成果

当社グループは、“低炭素社会の実現”に向けて、製品の省エネルギー性向上や温室効果ガスの抑制に取り組んできた。環境ビジョン2021の最終年度となる2020年度には、“2000年度比で、製品使用時のCO<sub>2</sub>排出量について平均削減率35%”という目標を掲げて取組みを推進してきた。

直近の集計データになる2019年度では、パワーデバイスや空調機を中心にエネルギー効率を向上させ、また省エネルギー性能の高いパワーデバイスや給湯システム機器などの販売を促進したことから、平均削減率は98製品群で2000年度比で37%になっており、2020年度以降も引き続き、省エネルギー性能の改善を進めている(図1)。

また、当社グループでは、“製品使用時CO<sub>2</sub>削減貢献量”の見える化・拡大にも取り組んできた。CO<sub>2</sub>削減貢献量とは、旧製品から省エネルギー性能の高い新製品への置き換えによって削減できたとみなすCO<sub>2</sub>の量で、式(1)で定義する。

$$\text{CO}_2\text{削減貢献量} = 1\text{台当たりの製品使用時CO}_2\text{削減効果} \times \text{当年度販売台数} \cdots \cdots (1)$$

CO<sub>2</sub>削減貢献量の算出に当たっては、公的規格や業界で定めた算定方法を用いているが、算定方法がないものについては、独自に製品の使用シナリオを定めて算出する。中間製品は、GHG(GreenHouse Gas)プロトコルのScope 3ガイドラインに基づき、製品質量や売上高比で按分(あんぶん)して算出する。

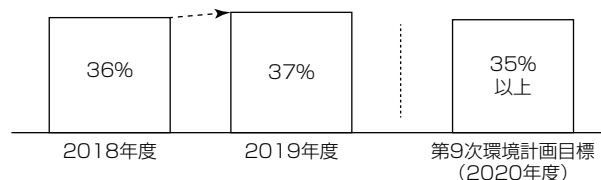


図1. 2000年度を基準とした製品使用時CO<sub>2</sub>の平均削減率

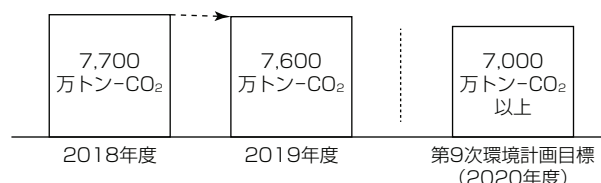


図2. 製品使用時のCO<sub>2</sub>削減貢献量

第9次環境計画(2018~2020年度)では“CO<sub>2</sub>削減貢献量7,000万トンの維持”という目標を掲げた。2019年度は、国内外の設備投資の需要停滞や各国での新車販売の減少などによって、産業メカトロニクス部門の事業が低迷した影響を受けて、2018年度よりも低い結果になった。しかし一方で、パワーデバイスや空調機を中心にエネルギー効率を向上させ、また省エネルギー性能の高いパワーデバイスや給湯システム機器などの販売を促進したことから、CO<sub>2</sub>削減貢献量は7,600万トンになり、目標を達成できた(図2)。これら製品やシステムによる省エネルギー効果は、当社グループが2019年度に排出したCO<sub>2</sub>の約70倍に相当する。製品やサービスを通じた温室効果ガスの排出抑制は、ますますその重要性や社会からの期待が大きくなっていると感じており、製品のエネルギー効率を高めながら、製品使用に伴うCO<sub>2</sub>排出量の削減に引き続き貢献していきたい。

また、当社グループは、2020年1月に2030年に向けた当社グループの温室効果ガス削減目標を設定し、科学的な根拠に基づいた目標であると承認され、SBT(Science Based Targets)イニシアチブの認定を取得した。今後、長期的な温室効果ガス削減に向けたロードマップをより具体化し、更なる削減施策を進めていくことにしている。

## 3. 環境配慮設計の推進

### 3.1 ファクタXによる環境配慮設計評価

当社グループでは、2003年度から全ての新規開発製品を対象に“MET”の視点で定めた“製品環境アセスメント”を実施してきた。2015年度からは、ライフサイクル思考をベースとする国際標準規格に対応した環境適合設計のルールに基づいて運用している。そして、製品の環境効率の向上度指標“ファクタX”についても、“製品環境アセスメント”に使用できるよう、これに合わせたMET基準での独自の算出法を定めて取り組んできた<sup>(2)</sup>。

式(2)で定義するファクタは、製品の価値(性能)と環境負荷について新旧製品など複数製品の比較を行う指標であり、多機能化する製品での環境負荷の増加の妥当性を評価する手段の一つになる。

$$\text{ファクタ} = \frac{\text{現在の評価製品の環境効率}}{\text{基準年の製品の環境効率}} \dots\dots\dots (2)$$

ファクタの基になる“環境効率”については、2012年5月に国際標準規格ISO 14045が発行され、価値を分子、環境負荷を分母として評価することが一般的になっている。そこで、当社グループのファクタでは、環境効率は式(3)のように価値を製品性能、環境負荷は資源(M)、エネルギー消費(E)、有害物質(T)を考慮したMETを用いて、環境配慮設計を評価してきた。

$$\text{環境効率} = \frac{\text{価値(製品性能)}}{\text{環境負荷(資源・エネルギー消費・有害物質)}} \dots\dots (3)$$

環境負荷は、METそれぞれで与えられたベクトルの合成方式によって算出されるため、この方式では、バランスの取れた環境性能の改善を行うことによって、より環境効率を高めることができる(図3)。

また、環境負荷の考え方では、エネルギー消費(E)では、製品使用時だけでなく、製品ライフサイクル全体で発生するCO<sub>2</sub>排出量を、有害物質(T)では、RoHS(Restriction of Hazardous Substances)対象物質などの環境負荷物質の含有量を、それぞれ加味させた計算式を導入している。この考え方によって、製品ライフサイクル全体を考慮した定量評価を実現し、新規開発製品の環境配慮評価に適用してきた。

### 3.2 ライフサイクル思考を実現する評価・設計手法

LCAは、製品の環境負荷を原料調達から製造、輸送、使用、廃棄のライフサイクル全体にわたって評価する手法であり、環境配慮設計に不可欠である。一方、DfDは、各素材や部品構成から製品のリサイクルコストや資源の有効利用の観点でリサイクル率などを評価する手法であり、解体・リサイクル性も環境配慮設計の重要な要素である。そこで、製品環境アセスメントを行うに当たって、LCAとDfDを同時に評価できる簡易評価ツールを開発した。この

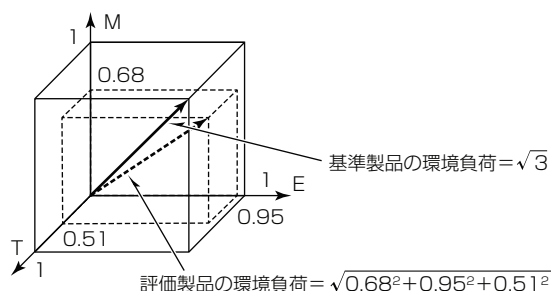
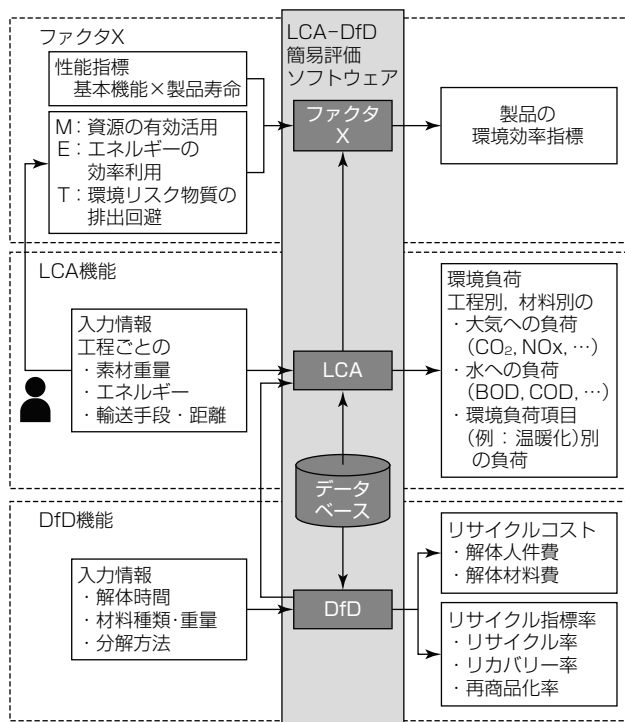


図3. 環境負荷の考え方(基準製品=√3固定)

ツールでは、社内共通部品や廃棄処理プロセスなど、当社独自のLCA用データベースを構築し、評価手順も規格化した。また、DfD評価時に入力した構成部品のリサイクルデータを共有化することで、従来に比べて少ない入力項目で使用材料や製造・工程プロセスの見直しなどが可能になり、さらにファクタXとの連携も確立した(図4)。

LCAは国際規格(ISO 14000/14040)に基づいて評価することで客観性・信頼性もあり、定量化した自社製品の評価結果の公表に適している。当社グループでも、1単位面当たりに制御・計装・監視の三つの機能を複合した“電子化複合機能盤”やコンパクトで屋外設置可能な低消費電力タイプの屋外光ネットワーク装置“MELNET-ES1100/ES1200”にLCAを用いて、環境情報を定量的に開示する“エコリーフ環境ラベル”を取得し、製品カタログなどの資料にこのラベルを表示することで、製品環境情報を積極的に公開してきた(図5)。

近年、環境意識の高い欧州では、顧客からLCA結果の情報開示を要求されるケースがある。当社グループの欧州向け製品“ATW(Air to Water)ヒートポンプシステム”に



BOD : Biochemical Oxygen Demand, COD : Chemical Oxygen Demand

図4. DfD-LCA簡易評価ツールの構成

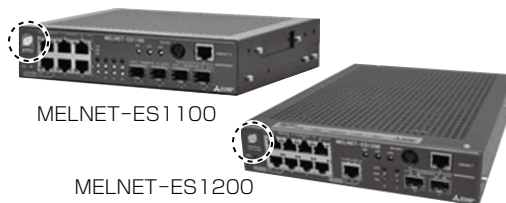


図5. 製品へのエコリーフ環境ラベルの表示



についても、海外販社に対して情報開示要求があり、ライフサイクル全体を通して排出される温室効果ガスの排出量を算定した。この算定結果については、クリティカルレビュー(ISO 14071準拠)を受審し、空調機器で国内初<sup>(注1)</sup>のLCA認証を取得できた。

さらに、ATWについては、地球温暖化だけを重視したLCAではなく、水や資源、人間健康など15項目の環境影響評価を対象とする“環境フットプリント”についても評価した<sup>(3)</sup>。その結果、15の影響領域の中から重要な領域と、その中から環境負荷に影響を及ぼす材料を特定し、対策として熱交換器の伝熱管の材料変更を行い、それに伴う環境負荷低減効果を検証できた<sup>(4)</sup>。

(注1) 2015年3月12日現在、当社調べ

### 3.3 LCAによるリサイクル工程の評価

当社グループでは、1999年から業界初になる家電リサイクル工場を稼働させ、手解体で回収したプラスチックを再び家電製品に用いる“自己循環リサイクル”を推進してきた。2010年には、これまでシュレッダーダストとして埋立て又は焼却処分されてきた使用済み家電の混合破碎プラスチックから、主要3大プラスチック(PP(ポリプロピレン)、PS(ポリスチレン)、ABS(アクリルニトリルブタジエンスチレン))を自動選別・回収し、高純度で家電製品に利用可能な国内初<sup>(注2)</sup>の“大規模・高純度プラスチックリサイクル”を開始した<sup>(5)</sup>。これによって、安定的に高純度のPP、PS、ABSが調達可能になり、冷蔵庫、エアコンを中心に従来の手解体工程では6%程度であったプラスチックの“自己循環リサイクル”を80%へと飛躍的に拡大した(図6)。これまでに、この一連の家電リサイクル工程での温室効果ガス排出量を定量化し、自己循環リサイクルの優位性を検証してきた<sup>(6)</sup>。

現在は、リサイクルプラントの処理量、処理時間、マテ

リアルバランス、各処理工程のエネルギー量などのデータを基に、温室効果ガス排出量を算出できる評価ツールを使用している。このツールでは、混合プラスチックの構成比と破碎・選別、リペレット工程のデータを入力することによって、工程別の温室効果ガス排出量や他のプラスチック処理法との比較が可能になり、混合プラスチック処理時の環境負荷の定量値を毎年更新できる仕組みを構築している。

このツールを使用し、各リサイクル処理で不足する産物を新規材料によって補い、アウトプットが等価になるように設定した製品バスケット法で算定したところ、2019年度の自己循環リサイクルでは、埋立て時に比べて約76%、ケミカルリサイクルに比べて約82%の温室効果ガス排出量の削減につながる結果が得られた。

このように、環境負荷物質からの温室効果ガスの排出量を定量化することによって、製品のライフサイクル全体にわたる各工程で様々な分析が行われ、環境負荷になる主要因の特定が可能になる。また、その結果を製品の設計開発にフィードバックすることで、より効果的な環境対策を講じることができると考える。

(注2) 2010年6月2日現在、当社調べ

## 4. む す び

今後は、全ての新規開発製品について、製品の基本データと合わせて、製品環境アセスメントの環境データを登録・分析するシステムを構築し、当社グループでの環境配慮設計を一元管理できる仕組みを構築することとしている。これによって、環境配慮設計のきめ細かな管理が可能になり、全製品で環境配慮設計が着実に推進されることを目指す。また、当該システムでは、製品を組み合わせたソリューションビジネスや、製品を長く有効に使用してもらうためのサービスなどによって生まれる環境負荷の低減も評価する仕組みも導入する。これによって、環境ビジョン2050の達成に向けて、当社グループの製品やサービスを通じた環境貢献の拡大につなげていく。

### 参 考 文 献

- (1) 三菱電機グループ 環境報告2020  
<https://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/environment/report/pdf/2020/all.pdf>
- (2) 高橋徹也, ほか: 持続可能な社会の実現を目指した指標“ファクターX”の評価手法とその適用事例, 三菱電機技報, 79, No.5, 321~325 (2005)
- (3) Product Environmental Footprint Pilot Guidance, Version 5.2-February 2016 (2016)  
[https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/Guidance\\_products.pdf](https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/Guidance_products.pdf)
- (4) 廣瀬悦子, ほか: 空調冷熱システムを対象とした環境フットプリント, 第13回日本LCA学会研究発表会, 414~415 (2018)
- (5) 遠藤康博, ほか: 使用済み家電混合プラスチックのリサイクル技術, 三菱電機技報, 81, No.6, 385~388 (2007)
- (6) 廣瀬悦子, ほか: 大規模・高純度プラスチックリサイクルの環境負荷評価, 第6回日本LCA学会研究発表会, 422~423 (2010)

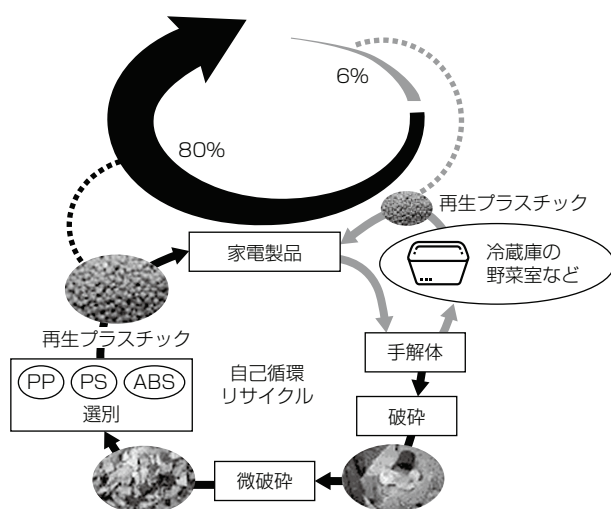


図6. プラスチックの自己循環リサイクルフロー

# 巻頭言

## 三菱電機での情報システムが果たしてきた役割 と今後

Role of Information Systems in Mitsubishi Electric : Past, Present, Future



熊手剛彦 *Takehiko Kumade*

ITシステム推進室 専任

*Manager, Corporate IT Division*

三菱電機の創立100周年に当たり、主に当社の事務処理分野で情報システムが果たしてきた役割を振り返り、今後の情報システムの方向性・展望について紹介します。

当社での社内情報システムの適用は1952年、紙カードを記録媒体とした穿孔(せんこう)カードシステムを用いた統計表や帳簿の作成が始まりとされています。その後、事業拡大に伴って業務量が飛躍的に増え、適用領域も拡大し、業務の効率化と平準化に大きく寄与してきました。

1968年には家庭電器などの量産事業が売上高の過半を占めました。そこで、1972年にメインフレームを用いた国内最初のオンライン物流システムMOLDIS(Mitsubishi On Line Distribution Information System)を稼働し、これら製品の物流効率化に大きく寄与しました。

1980年代に入るとデータベースやデータ通信を効率的に処理できるミドルウェア技術が普及しました。当社でもこれらの技術を用いた本格的なオンラインシステムを開発し、処理の高速化と業務処理の短サイクル化を実現しました。会計システムでは手書き伝票によるバッチインプットが各部門での端末による都度インプットになり、経理部門の業務平準化と決算日程の短縮化に大きく寄与しました。

1990年代に入るとコンピュータのパラダイムシフトが始まりました。当社でもメインフレームは基幹システムを中心に、その周辺システムはUNIX<sup>(注1)</sup>やWindows<sup>(注2)</sup>サーバで開発したシステムが数多く導入されるようになりました。特にExcel<sup>(注2)</sup>などパソコンのOAソフトウェアとの連携が容易なシステムではユーザーが、自らシステムからダウンロードしたデータを活用して管理資料を効率的に作成する、いわゆるEUC(End User Computing)が普及しました。また、このころ当社では中国への生産移管を進めて、さらに北米、欧州、東南アジア、中国に販売会社や

製造会社を設立しました。これらはグローバルレベルでの調達・生産・販売・在庫に加えて、物流の最適化を目指す、いわゆるグローバルオペレーション業務の高度化を必要としました。情報システムでは海外会社へのシステム導入に加えて、各拠点と販売、生産、在庫等のデータを逐次収集し、グローバルオペレーションを支えるPSI(Production, Sales, Inventory)とSCM(Supply Chain Management)のシステム開発を加速し、最適な販売、生産調整と供給網を整備しました。

2000年代に入るとインターネット通信をベースとしたWebシステムの全盛を迎えます。当社でもこれらの技術を用いて全社会計システムをメインフレームからUNIXサーバへのダウンサイジングを行い、オープン化システムの先駆けになりました。そしてこれらは、情報システム費用の大幅な削減を果たしました。このころ世の中ではBI(Business Intelligence)に代表される優れた分析ツールが普及し始め、当社でも経営指標による経営分析から生産部門の品質分析、販売部門の売上分析まで広く適用されるようになりました。また、ERP(Enterprise Resources Planning)パッケージも進化し、様々な企業に導入されていきました。当社では1990年代半ばから他社に先駆けてERPパッケージ導入を始めていますが、部分的な業務の適用にとどまり、また機能追加も多く、バージョンアップに苦慮しています。この反省は、今後の業務パッケージ導入に生かしていかなければなりません。

当社の情報システムは、これまで、事務部門の合理化から始まり、事業の拡大に合わせて販売・調達・生産・アフターサービスといった個々の事業の最適化・効率化に加えて、海外拠点の情報システムをつなぐことによって事業全体のグローバル化を支える情報システムを開発・整備して

きました。これらは一定の役割を果たしてきましたが、グループ全体を俯瞰(ふかん)すると多数のシステムが稼働し、重複した機能・システムも多く存在しています。結果としていわゆるサイロ化が進み、システム間インタフェースが複雑になり、必要な情報がタイムリーに収集できているとは言いがたい状況にあります。さらにはシステム数が多いことによって運用の煩雑さに加えて、法改正、監査への対応、組織改編、事業再編への負荷も高くなってきています。

2018年経済産業省から発表された“DXレポート～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～”<sup>(1)</sup>では事業や部門ごとに個別最適で開発された多くの業務システムが、組織の垣根を越えた全社的なデータ活用を阻害しているという報告がありました。当社も同様の状況にあります。当社では事業の変革と業務の変革の両輪で経営の変革を進めています。業務の変革の一つの施策として業務の標準化を進めていますが、情報システムでは、システムを統合・集約化して真のデータドリブン経営を目指しています。

昨今、システムの特性を顧客とつながりのあるSoE(System of Engagement)と、安定稼働と高品質が求められるSoR(System of Record)に分類し、従来のシステムをSoR、今後企業が強化すべきシステムをSoEとし、SoEの強化が叫ばれるようになりました。当社ではSoEの取組みを強化しつつも、まずSoR領域の徹底した業務の標準化・集約化を追求し、システム全体の単純化・軽量化を進めています。この領域は全体最適の観点から社内では合意を取りつつグローバルスタンダードの業務を目指し、事業軸と機能軸で協調して順次適用していきます。

当社では業務の変革の推進に合わせて、システム面ではEA(Enterprise Architecture)視点で全体最適化を推進しています。EAは全体最適化の観点から四つの階層で各々ITガバナンスを強化し、経営の視点からIT投資効果を高めるための手法です。

まず上位階層の“ビジネスアーキテクチャ(BA)政策、業務体系”では、業務を全社で共通化できる業務、見込み生産／受注生産といった事業タイプごとに共通化できる業務、事業ごとに異なる業務の大きく三つに分類し、各々の業務の変革の施策とシステム化を検討していきます。

2階層目の“データアーキテクチャ(DA)データ体系”では複数の業務領域をまたがる主要コード(機種、部品・材料、BOM(Bill Of Materials)、取引先、勘定等)とその粒

度、利活用の標準化方針が必要です。システムで管理すべきデータは事業によって多少の違いはあるものの普遍的なデータが多く存在します。このため全体のデータアーキテクチャに十分な時間をかけて設計することで、受注前活動から製品出荷、検収に至る一連の業務や拠点横通しでの各種管理が可能となります。

3階層目の“アプリケーションアーキテクチャ(AA)適用処理体系”ではBA階層に沿って各領域の業務やルール、それを支えるシステム要件についてハイレベルなガイドラインを策定します。

最下層の“テクノロジーアーキテクチャ(TA)技術体系”では、従前はコンピュータ技術の変化に追従して最新プラットフォームへ移行していく必要がありましたが、昨今普及しているクラウドのマネージドサービスを最大限活用することによって、プラットフォーム更新を最小限に抑えることが可能になってきました。当社ではクラウド優先に舵(かじ)を切っていますが、比較的品质の安定した製品も採用し、プラットフォームの移行コスト及び運用コストを抑えていきます。

SoE又は競争領域と言われる業務にはCRM(Customer Relationship Management)、SCM、ECM(Engineering Chain Management)、MES(Manufacturing Execution System)などがあります。これらはSaaS(Software as a Service)などを活用しつつ、ビッグデータ活用やIoT(Internet of Things)、さらにはAI(人工知能)といったデジタルテクノロジーを使って、アジャイルに開発し、データを収集・分析・活用し、顧客への新たなサービスを提供できる環境を整備していきます。

社内情報システムは事業拡大に合わせてSoR領域への投資によって企業活動を支えてきました。企業の更なる発展を支えるために、まずはSoR領域を業務の変革に合わせてシステムを再整備しつつ、事業部門と連携してSoE領域の強化、いわゆるDX(デジタルトランスフォーメーション)を推進していきます。

(注1) UNIXは、The Open Groupの登録商標です。

(注2) Windows、Excelは、Microsoft Corp.の登録商標です。

## 参考文献

- (1) 経済産業省 デジタルトランスフォーメーションに向けた研究会：DXレポート～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～(2018)



## 業務の変革と働き方改革に資する情報システム

Information Systems for Business Process Re-engineering and Work Style Reforms



山田敬喜\*  
Keiki Yamada



山中秀昭†  
Hideaki Yamanaka

### 要 旨

三菱電機は、2021年2月1日に創立100周年を迎えた。設立以来、多様な製品・サービスを提供し続け、活力とゆとりある社会の実現に貢献してきた。

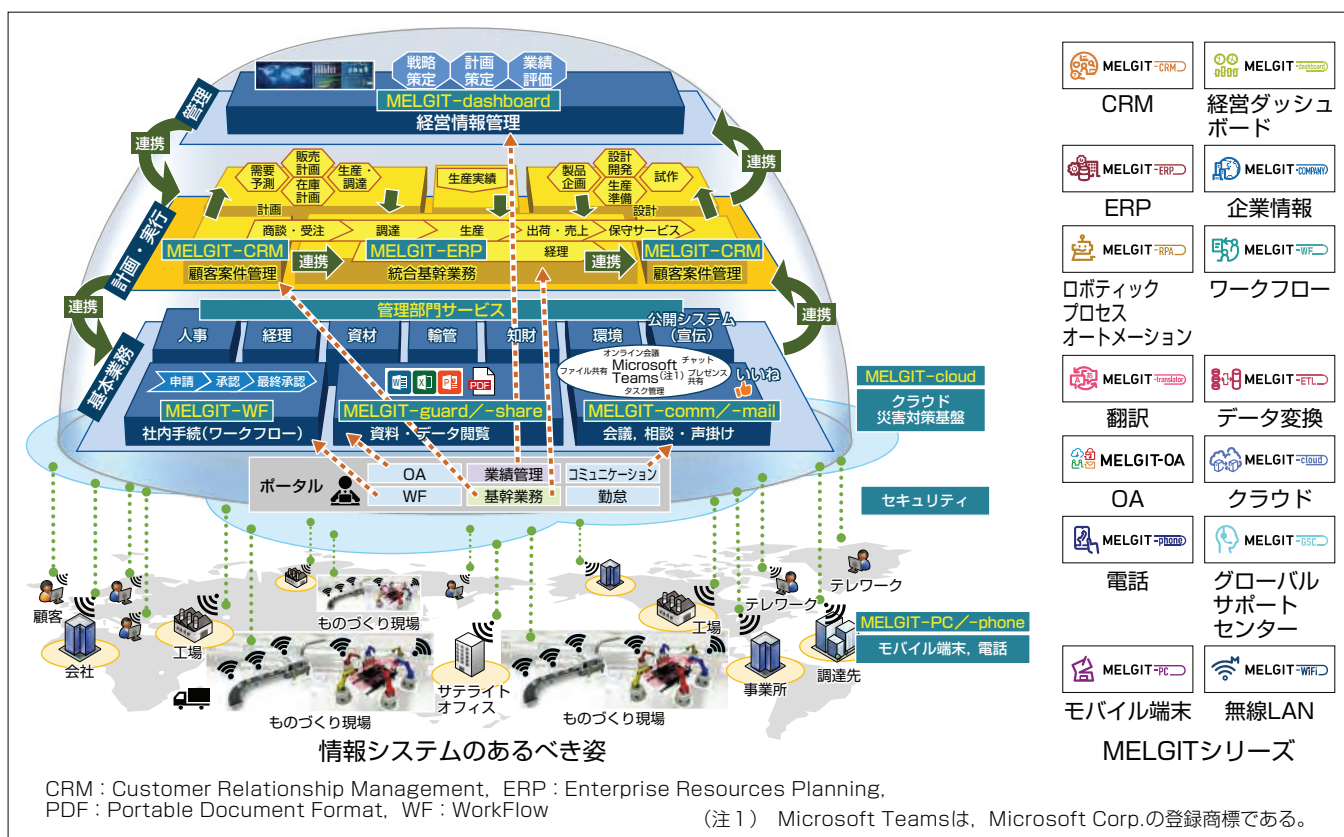
社会構造や環境が変化していく中で、求められる社会課題や解決策も変わっていく。技術・事業のシナジー、事業間連携の更なる推進で“事業の変革”を進め、当社ならではの強みを発揮して新たな価値を提供し、多様な社会課題の解決に貢献する。また、仕事の本質を見極めた“業務の変革”も必要であり、IT活用による新たな働き方への挑戦などで、社員がいきいきと働くことを目指している。

近年、新型コロナウイルス感染防止対策を通して、世の中の価値観が大きく変わった。当社グループは、新たな価値観を取り入れて、テレワークやオンライン会議の本格活

用を始めとする業務の変革を目指してきた。デジタル環境下でのマーケティング、商取引、サービス提供なども早期に確立する。2016年4月から取り組んできた“働き方改革”をもう一段高いステージに引き上げる。

各拠点で個々に情報システムを構築することは非効率であるため、コーポレートとして、業務の標準化を進めて、統一したIT基盤やITツールを導入し、“MELGIT(Mitsubishi Electric Global IT platform service)シリーズ”と名付けた一連のサービスを各拠点に展開する。

企業経営に果たす情報システムの役割はますます重要度を増している。事業オペレーション力、リスクへの対応力、ITの利活用などを向上させていくために、“業務の変革”と“働き方改革”に資する情報システムを構築していく。



### 業務の変革と働き方改革に資する情報システムのあるべき姿とそれを実現するMELGITシリーズ

社員の多様な働き方と生産性の向上を可能にし、経営の見える化・高度化を実現するための情報システムを整備・拡充する。現場を含めて、ペーパーレス化を推進し、相互にデータを連携させ、業務の変革を加速する。コーポレートとして、業務の標準化を進めて、統一したIT基盤やITツールを導入し、MELGITシリーズを各拠点に展開する。

## 1. ま え が き

当社は、2021年2月1日に創立100周年を迎えた。設立以来、家庭から宇宙に至る広範な事業領域で、高い技術力と創造力によって多様な製品・サービスを提供し続け、活力とゆとりある社会の実現に貢献してきた。

当社グループは、多様化する社会課題の解決に向けて、グループ内外の力を結集した統合ソリューションを提供し、グループ全体で持続的な成長を目指す経営戦略を掲げている。社会構造や環境が変化していく中で、求められる社会課題や解決策も変わっていく。技術・事業のシナジー、事業間連携の更なる推進で“事業の変革”を進めて、当社ならではの強みを発揮して新たな価値を提供し、現代、そして未来社会に起こり得る多様な社会課題の解決に貢献する。また、仕事の本質を見極めた“業務の変革”も必要であり、IT活用による効率化、テレワークといった新たな働き方への挑戦など、社員がいきいきと働くことを目指している。

近年、新型コロナウイルス感染防止対策を通して、世の中の価値観が大きく変わった。当社グループは、新たな価値観を、自身の新たな働き方やビジネススタイルに取り入れて、変化する需要への対応や社会課題の解決に取り組んでいる。具体的には、テレワークやオンライン会議の本格活用を始めとする当社グループ全体の業務の変革を目指してきた。デジタル環境下でのマーケティング、商取引、サービス提供なども早期に確立する。

当社は、2016年4月から、社員が仕事と生活のバランスを取りながら、心身の健康を維持し、いきいきと働ける職場を実現することを目的とした“働き方改革”を重要な経営施策に定め、推進してきた。これをもう一段高いステージに引き上げるため、“ワークスタイルの変革”と“業務の質的向上”を主眼として取り組みの深化を図っている。

これらの施策を実現するためには、デジタル環境下での成長戦略の推進と業務環境の整備が必要であり、それらに資する情報システムの取り組みが求められている。

## 2. 当社経営戦略と当社を取り巻く環境

### 2.1 当社経営戦略

当社グループは、“バランス経営の継続と持続的成長の更なる追求”を経営方針としてきた。多様化する社会課題の解決に向けて、100年培った経営基盤の強化に加えて事業モデルの変革によって、“ライフ”“インダストリー”“インフラ”“モビリティ”の四つの領域で、グループ内外の力を結集した統合ソリューションを提供する。経営戦略に基

づき、社会課題の解決に向けた価値創出を追求するとともに、全ての企業活動を通じて世界共通の目標であるSDGs (Sustainable Development Goals)<sup>(1)</sup>の17の目標達成に貢献し、“持続可能な社会と安心・安全・快適性の両立”を始めとする価値創出への取り組みをより一層推進する。

### 2.2 当社を取り巻く環境

当社を取り巻く環境の変化は様々であるが、情報システムの視点から代表的な変化について述べる。

#### 2.2.1 新たなグローバル化の進展

近年、新型コロナウイルス感染症が世界に拡大し、自国中心主義や、感染拡大によるサプライチェーンの途絶が生じた。その結果、経済性・効率性を高めるための“集中”に対するリスクが顕在化した。一方で、新型コロナウイルス感染症拡大によって、デジタル技術の浸透によるリモートワークの普及や、紙でなく電子データを活用した業務への移行が加速した。これによって、今までと異なったグローバル化が進むと見られる。途絶を避けるために、臨機応変で強靱(きょうじん)なサプライチェーンへの変革も必要になる。当社グループでも、グローバルな供給体制を整備し、調達・生産・販売で国をまたがる水平・垂直分業を行っていくため、拠点間での情報連携を高度化する。

#### 2.2.2 企業リスクの多様化・複雑化

企業を取り巻くリスクは常に変化しており、特に近年、社会の複雑化や各国での法令の厳格化、技術進歩等によってリスクが一層多様化・複雑化する傾向にある。

サイバー攻撃の手口は年々巧妙になっており、脅威はより広範囲の事業活動に及んでいる。そして、個人情報と企業機密の流出を避けるために、より一層のセキュリティ対策が必要である。サイバー攻撃の中でも特に標的型攻撃と呼ばれる明確な目的を持って特定のターゲットに仕かけるサイバー攻撃が脅威になっている。防御には、これまで以上の多層防御態勢を整備していく必要がある。

世界的に個人情報保護に関する法律が強化されている。欧州は諸外国の中でも特に個人情報保護の意識が高く、欧州連合は、2018年5月に従来の法令から規定内容・罰則を大幅に厳格化したGDPR(EU(European Union)一般データ保護規則)を施行した。規定に抵触すると判断された場合に高い制裁金が科せられる。米国の最近の動向としては、2020年1月にCCPA(カリフォルニア州消費者プライバシー法)が施行された。中国では2017年6月に中国サイバーセキュリティ法が施行された。多数の関連法制度とともに、個人情報、重要データ保護制度などの規定が進んでいる。日本では改正個人情報保護法が2020年6月に成

立した。世界的な規則の強化に呼応するように日本国内の規定や罰則が強化される。

米中対立が激化しており、輸出規制、投資、調達、人材に対して、事業継続上のリスクを未然に防ぐ必要性が高まっている。当社は、2020年10月に各国の経済安全保障政策の変化に対応して当社グループ全体のリスク管理を担う“経済安全保障統括室”を新設した。

2011年の東日本大震災以降、多くの企業が、事業を継続させるという企業の社会的責任を果たすためのBCP (Business Continuity Plan)対策を進めてきた。地震に加えて、2018年7月の“西日本豪雨”や2019年9・10月の台風15・19号など、気候変動による風水害や大規模停電の頻度が高くなっている。企業で、業務は様々な基幹システムで成り立っているため、自然災害でも止まらない基幹システムの実現が経営の課題になっている。

近年発生した新型コロナウイルス感染症では、自然災害とは異なるBCP対策が必要になった。疫病が自然災害と異なることは、地理的な影響範囲が広範囲で場合によっては全世界的であること、被害の量と期間が不確定であることである。加えて、通常業務が急減することではなく、更に感染対策等の業務が一時的に増加することである。社員の健康・身体・生命を守ることを優先的に維持しつつ、テレワークやオンライン会議を通常の業務形態として、デジタル環境下でのマーケティング、商取引、サービス提供などへ移行することが必要になった。

## 2.2.3 働き方改革の推進

2019年4月から働き方改革関連法案が順次施行され、日本の多くの企業にとって働き方改革が重要な経営課題の一つとして認知された。新型コロナウイルス感染症拡大に伴い、これまでの働き方を見直す機会になっている。

当社は2016年度から経営施策として“働き方改革”に取り組んできた。近年、“職場内コミュニケーションの深化”と“業務のスリム化と質的向上”によって、“仕事”と“生活”双方の充実を図ってきた。今後は、社員一人一人が出社とリモートワークのベストミックスを見いだして仕事の質と効率を上げていく。

## 2.2.4 情報システムの老朽化・ブラックボックス化

2018年9月に経済産業省から“DXレポート～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～”が発表された<sup>(2)</sup>。企業はDX(デジタルトランスフォーメーション)を推進しようと試みてはいるものの、多くはビジネス変革につながっていないと指摘された。その大きな要因の一つが、老朽化や複雑化、ブラックボックス化している既存の基幹システムの存在としている。多くの企業で自社システ

ムの中身がブラックボックス化していることによって、根本的に解消しようとしても、期間と費用を要する上、失敗のリスクもある中で、根本的にシステム刷新をするとの判断をしづらい。経済産業省は、2025年までに既存のITシステムを廃棄や塩漬けにするなどの仕分けをし、刷新を進めるシナリオにも言及している。

## 3. 当社情報システムの取組み

この章では、当社情報システムの取組み内容及び具体的な事例について述べる。

### 3.1 情報システムの将来像

当社グループでは、目指すべき情報システム像を描き、それを実現していくことで取り巻く環境の変化に対応し、当社グループの持続的な成長を支えている(図1)。

目指すべき情報システム像の一番目の柱は、経営の見える化・高度化の取組みである。業務プロセスシステムを標準化することで、事業運営を効率化する。グループ全体の情報システムを集約・統合し、開発・運用コストを削減し、IT人材を高付加価値業務にシフトする。さらには基幹システムを刷新することで、設計、営業、調達、在庫、生産、会計データを一元化する。データ連携とデジタル化を可能にして、迅速な経営判断によって、顧客満足度を高めていく。

二番目の柱は、業務の生産性を向上させる取組みである。新型コロナウイルス感染症拡大防止のために、グループ社員の働き方が変化しているが、グループ社員に対して“いつでも、どこからでも、安心して、快適に利用できるIT環境”を提供し、働き方改革を実現する。

三番目の柱は、グループ全体のサイバー攻撃対策などのセキュリティ対策である。さらに、ITコンプライアンスや事業継続性など、グループ全体でGRC(Governance, Risk, Compliance)を強化し、様々な企業リスクに対してITの視点で対応していく。

### 3.2 共通基盤・共通ツールとしてのMELGITシリーズ

当社グループの各拠点で個々に情報システムを構築することは非効率であり、データ連携が困難になるなどの弊害ももたらす。コーポレートとして、業務の標準化を進め、統一したIT基盤やITツールを導入している。導入に際しては、市場で最も広く使われているデファクトスタンダードのツールを選定し、当社グループの共通要件を実装して、コーポレートから各拠点にサービスを展開する方針である。これらの一連のサービスをMELGITシリーズと名付けた(図2)。



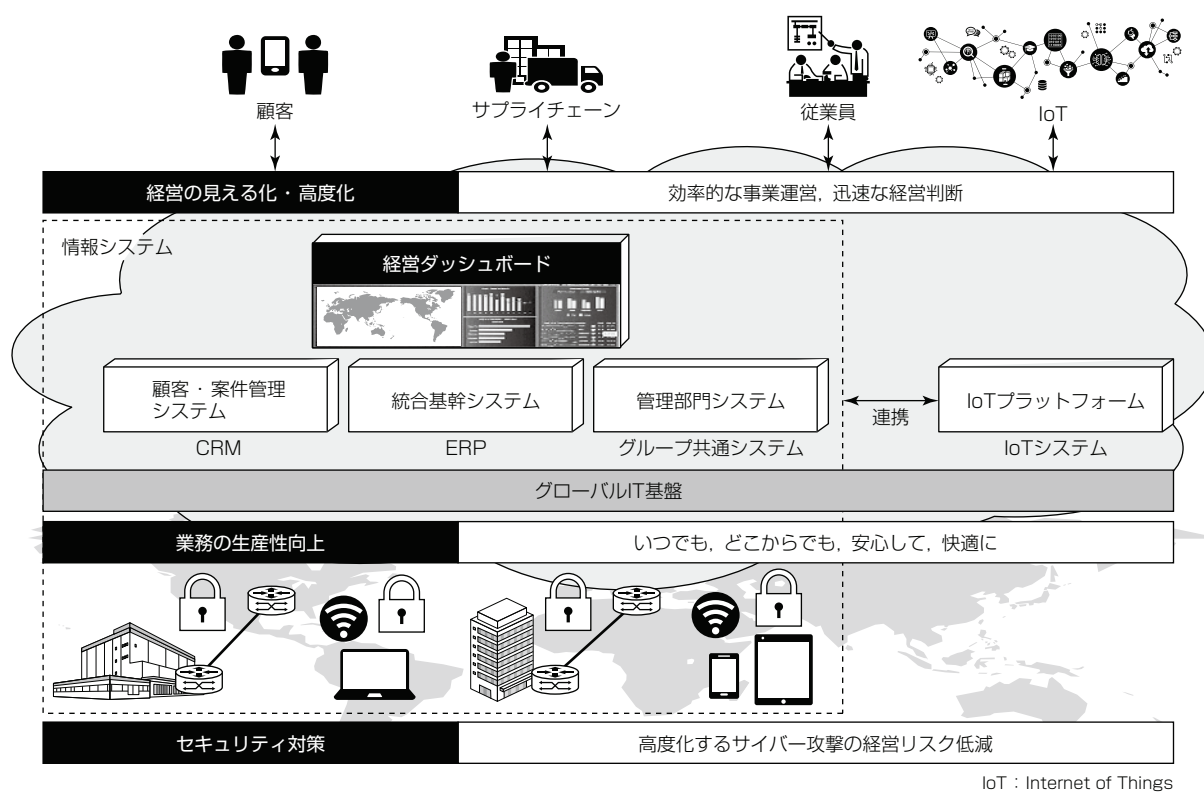


図1. 目指すべき情報システム像

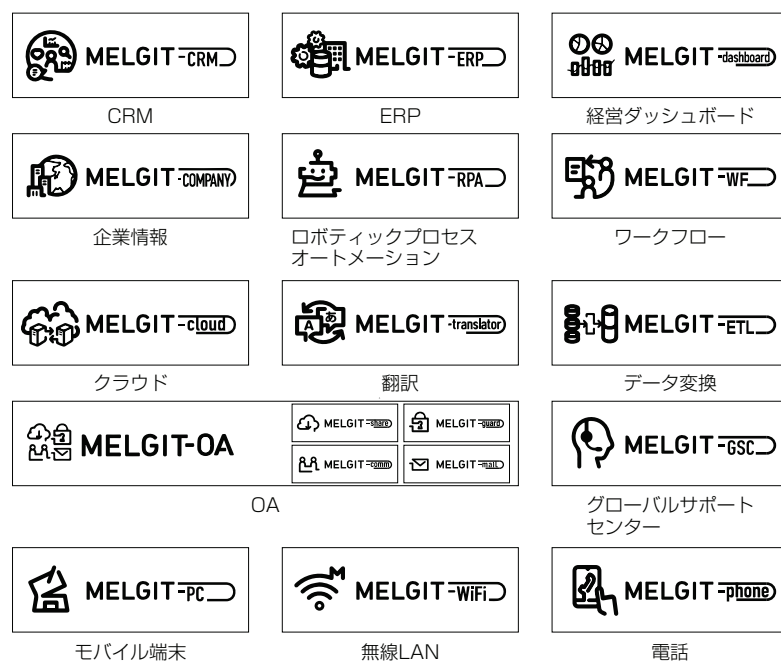


図2. MELGITシリーズ

### 3.3 経営の見える化・高度化

経営管理を俊敏化させるためには、業務やプロジェクトの進捗を確認でき、かつ意思決定を迅速化するためのKPI (Key Performance Indicator)を設定し、経営者がいつでもそれを確認できるような基幹系システムが必要である。次に、基幹系システムの主要施策について述べる。

#### 3.3.1 営業活動での顧客対応標準基盤の整備

当社グループの営業活動では、顧客生涯価値向上や統合ソリューションの提供を目指している。さらに、複数の事業間のシナジー効果を高めることも重要になってきた。

従来は、電話やメールで断片的に共有していた顧客や商談情報を個別に管理し、都度資料を作成して会議で共有することが多く、非常に非効率であった。今回、顧客を中心に据えたデータを共有し活用するための顧客対応標準基盤“MELGIT-CRM”を構築した。今後、これを当社グループに幅広く展開し、事業シナジーを発揮させるだけでなく、新型コロナウイルス感染症拡大防止のためのオンライン営業にも活用して、営業業務の変革を実現していく。

#### 3.3.2 統合基幹システム刷新に向けた取組み

当社グループの製品は多種多様であるため、商談・受注、調達、生産、出荷・売上、保守サービスで個別の業務プロセスを回してきたことが多かった。その個々の業務プロセスに合わせて個別の業務システムを開発してきた経緯がある。そのため、データを一気通貫かつリアルタイムで共有することが難しかった。さらには、データの転記作業や重複入力作業も発生していた。

精度の高いリアルタイムの経営データを活用し、生産性を向上させる“業務の変革”を推進するためには、統合基幹システムの刷新が必須になる。今後、コーポレートとして“MELGIT-ERP”を構築し、これを各拠点に効率よく展開していく。展開の効率を上げるため、コーポレート側で、ERP領域の基本方針を策定し、当社グループの共通ルールと事業タイプ別の共通要件を盛り込んだリファレンスモデルを提供する手法を取っていく。各拠点で統合基幹システムを刷新することで、システム運用の容易化やコンプライアンス強化といった効果も期待できる。

### 3.3.3 KPIを表示する経営ダッシュボードの提供

当社は将来のあるべき姿に向けて経営目標を定めている。その目標をブレイクダウンした中間目標的な位置付けでKPIを設定し、経営している。

経営ダッシュボードである“MELGIT-dashboard”は、経営管理資料のワンストップ閲覧や経営データの推移と年度比較など多角的分析結果を表示する。さらにSNS(Social Networking Service)での当社グループに関するつぶやき情報数の推移も表示が可能である。

### 3.4 業務の生産性向上

社員が日々の業務を効率的に行うことを支援する“いつでも、どこからでも、安心して、快適に”利用できるIT環境を実現し、業務の生産性向上を推進してきた。

当社グループは2020年3月から新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、本格的に在宅での勤務にシフトした。これを可能にするため、テレワークに必須となる“モバイル端末”“通信インフラ環境”“社内コミュニケーションツール”を重点的に整備した。

世界での新型コロナウイルス感染症のリスクはすぐにはゼロにならず、各国の社会的な行動制約は短期間では終わらない。ビジネス形態の変化はある程度長期化が予想され、その変化の一部は不可逆的なものになっている。当社グループでは、働き方改革の一環として業務のペーパーレス化を推進するため、全社統一の新たなワークフロー基盤を構築し、展開している。

ここでは、テレワーク拡大に対するIT基盤の整備と、ペーパーレス化の推進に加えて、働き過ぎを防止するための適正な労働時間の管理について述べる。

#### 3.4.1 テレワーク拡大に対するIT基盤の整備

当社は、2020年7月に予定されていた東京2020オリンピック・パラリンピックをテレワークの本格実施時期としてIT基盤の整備を進めていた。また、テレワークの対象は首都圏の社員を対象にしていた。今回、時期を早め、対

象を拡大して整備することになった。

働き方改革を加速させるため、当社は2018年3月からパソコンを使って業務を行う社員に対してモバイル端末“MELGIT-PC”を配付していた。2020年11月現在で、約40,000台のモバイル端末を配付した。

当社は、出張時や在宅時の勤務に対して、VPN(Virtual Private Network)サービスをIT基盤として整備してきた。2020年2月現在でのVPNの利用者は、定常的に1,000人/日程度であり、最大2,500人分の同時接続まで収容可能であった。東京2020オリンピック・パラリンピック開催に向けて2020年5月までに最大7,500人分の同時接続まで拡張する準備を進めていた。しかし、新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、冗長構成としていた既存VPN機器をシングル構成に変更したり、機器故障に備えて確保していた保守機や検証機など入手できる機器を全て活用したりして、2020年5月に約30,000人分の同時接続を可能にした。

在宅での勤務者の増加によって、固定電話機による内線電話でない社内コミュニケーションツールの統一が必要になった。音声品質が良く、オンライン会議、チャット、ファイル共有がオールインワン化されたMicrosoft Teamsを当社グループの標準として定めて、普及に向けて職場でのセミナーを開催した。さらには、アプリケーションや設定ファイルを自動配信する管理者ツールを利用して標準設定を端末に配信し、利用者の負担を軽減した。

#### 3.4.2 ペーパーレス化の推進

当社グループには、会社に行かないと仕事に必要な書類を閲覧できない“紙文化”、承認申請に紙を使って押印や日付印をする“ハンコ文化”など、伝統的な業務が数多く残っていた。そのため、ワークフローの整備が急務になったが、当社グループには多種多様な業務とフローが存在する。導入部門自らがワークフローを設定・導入できる新たなワークフロー基盤“MELGIT-WF”を構築し、業務の見直しを進めることにした。

組織情報データベースを始めとした社内の業務システムとの連携が必須であったので、MELGIT-WFをコーポレートのIT部門が一括運用し、当社グループ内の各拠点には、PaaS(Platform as a Service)形式でサービス提供することにした。

#### 3.4.3 適正な労働時間の管理

当社は、社員が仕事と生活のバランスを取りながら、心身の健康を維持し、いきいきと働ける職場を実現することを目的とした“働き方改革”を、2016年4月に重要な経営施策に定めた。

総労働時間の削減と適正な労働時間管理の実現に向けて

は、正しい労働時間の把握が重要であり、客観データに基づいた勤怠管理を目指している。従来は、ビル入退館時刻データを就業時間管理システムに表示させて、社員はそれを参考にしながら就業時間を入力し、上長がそれを承認していた。しかし、テレワークではビル入退館時刻データが取得できないため、パソコンイベントログを収集して、就業時間管理システムに入力する仕組みを構築した。社員は就業時間を入力する際に、ビル入退館時刻とパソコンイベントのログ時刻の両方を参照することが可能になった。

### 3.5 セキュリティ対策

当社グループは、米国国立標準技術研究所(National Institute of Standards and Technology : NIST)の規格である“サイバーセキュリティフレームワーク<sup>(3)</sup>”の考え方にのっとり、事業内容に応じたサイバーセキュリティ対策を講じてきた。近年、当社グループ全体のサイバー攻撃対策を、デスクトップパソコンや持ち運び可能なモバイル端末から、クラウド上に構築したシステムやネットワーク接続機器まで拡大し、これらをカバーする端末一元管理を進めて、グローバルCSIRT(Computer Security Incident Response Team)の体制を構築した。

しかし、高度化・巧妙化する標的型攻撃を防御するには、これまで以上の多層防御態勢を整備していく必要がある。関係機関と連携して、最新情報を取り入れながら強化することも必要である。以下、サイバーセキュリティ対策及び監視体制の強化のため、“侵入防止”“拡散防止”“流出防止”“グローバル対応”の四つの視点での技術対策について述べる。

“侵入防止”では、地域間・拠点間ネットワークのアクセス制限の強化と全サーバのネットワークレベルアクセス制御を厳格化する未公開脆弱(ぜいじゃく)性対策を実施する。併せて、挙動検知機能を全端末に配備する標的型攻撃対策を行う。

“拡散防止”では、地域間・拠点間ネットワークのリアルタイム監視や、端末リアルタイム監視と感染端末の即時遮断といったグループ内感染防止対策を実施する。

“流出防止”では、不正アクセス先への通信遮断機能の強化といった出口対策を行う。

“グローバル対応”では、防御・監視機能のグローバル一元管理やグローバルCSIRTの機能強化によって、グローバルセキュリティレベルを向上させる。

### 3.6 災害対策基盤の更新

高い水準での事業継続性を担保するために、当社の基幹系業務システム用の災害対策基盤は2013年1月に稼働を開始した。更新時期を迎えた2018年1月に一斉にプライベートクラウド上の新たな災害対策基盤へと移行した。

次の更新時期である2022年に新たな災害対策基盤へ移行し、災害対策基盤の実効性(目標復旧時間4時間以内)を維持して、高い水準でのIT-BCPを担保する。

## 4. む す び

企業の競争力は、事業で提供する製品、システム、サービスに負うところが大い。一方で、グローバルな販売や供給体制などの事業オペレーション力、災害や情報セキュリティなどのリスクへの対応力、働き方を変えるITの利活用など、総合的な評価が企業の価値に影響する。

企業経営に果たす情報システムの役割はますます重要度を増している。今後、データとデジタル技術を活用したグループ全体での“業務の変革”，その中核をなす基幹業務プロセス改革と、それらを実現するIT戦略の立案と実行に取り組む。これらの取り組みによって“経営管理の高度化・迅速化”“業務の効率化”“データ利活用のための基盤整備”を図っていく。

### 参考文献

- (1) 国連開発計画(UNDP)駐日代表事務所：持続可能な開発目標  
<https://www.jp.undp.org/content/tokyo/ja/home/sustainable-development-goals.html>
- (2) 経済産業省 デジタルトランスフォーメーションに向けた研究会：DXレポート～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～(2018)  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/mono\\_info\\_service/digital\\_transformation/20180907\\_report.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation/20180907_report.html)
- (3) National Institute of Standards and Technology : Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity (2014)  
<https://www.nist.gov/system/files/documents/cyberframework/cybersecurity-framework-021214.pdf>



# テレワークの急拡大に対するIT基盤の迅速な整備

藤田 陽\*

Taka Fujita

吉村真司†

Shinji Yoshimura

清水悠太郎\*

Yutaro Shimizu

Rapid Enhancement of IT Infrastructure for Sudden Shift to Telework

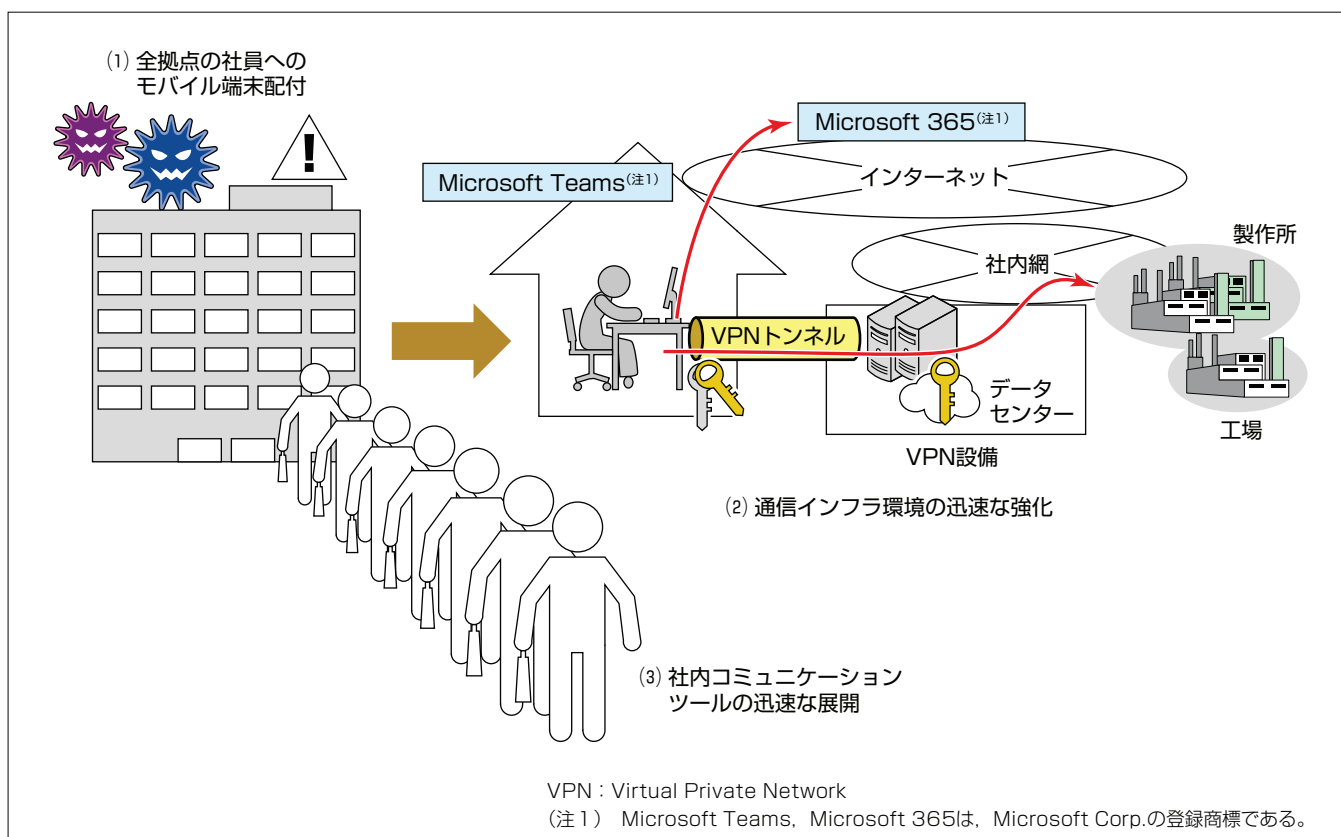
## 要 旨

三菱電機では、働き方改革の一環として、2018年から在宅勤務のためのIT基盤の整備を進めており、2020年7月の東京2020オリンピック・パラリンピックまでに完了予定としていた。

しかし、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い2020年3月から当社内の在宅勤務者が増え始めた。当初は首都圏だけの在宅勤務にとどまっていたが、2020年4月には日本政府から緊急事態宣言が発出され、当社全拠点で在宅勤務によるテレワークが拡大した。当初の整備計画は首都圏の社員だけを対象にしていたが、想定より早く、かつ全

国規模で在宅勤務者が急増したため、様々な課題が発生した。これらの課題対策として、在宅勤務に必須となる“モバイル端末”“通信インフラ環境”“社内コミュニケーションツール”を重点的に整備し、約1か月で完了した。その結果、2020年5月には当社の社員36,000人が、在宅勤務でも出社時と同様に業務ができるようになった。

テレワークの一部である在宅勤務の環境を整備したが、今後、サテライトオフィスの拡大や内線電話の完全廃止等の更なるIT基盤の強化を進め、業務のデジタルトランスフォーメーションを支えていく。



## 当社でのテレワーク拡大と重点強化ポイント

在宅勤務者の急増に対応し、次の三つの取組みに注力して、当社の3万人を超える社員に対して短期間で環境を整備した。

- (1) パソコンを使って業務を行う全ての社員に対して会社と自宅で共用できるモバイル端末を配付した。
- (2) ネットワーク関連設備の強化に加えて、Microsoft 365への通信を見直してデータセンター内のトラフィックを削減した。また、運用での工夫を実施した。
- (3) 主なコミュニケーション手段であったメール・内線電話からMicrosoft Teams、公衆電話網を用いた内線通話への移行を実施した。

## 1. ま え が き

当社は、2020年7月に予定されていた東京2020オリンピック・パラリンピックを在宅勤務の本格実施時期と見据えてIT基盤の整備を進めていた。また、在宅勤務の対象は首都圏の社員を対象にしていた。しかし、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、2020年3月から当社社員の働き方は在宅勤務主体に変化してきた。当初、首都圏にとどまっていた在宅勤務は、2020年4月に日本政府から緊急事態宣言が発出され、全拠点に急拡大した。

想定より早い時期に、かつ全国の拠点で在宅勤務が急増したことで、様々な課題が発生した。これらの課題に対処するため、在宅勤務に必須なIT基盤である“モバイル端末”“通信インフラ環境”“社内コミュニケーションツール”の三つを重点的に整備した。

本稿では、これら三つの整備項目の背景・課題と実施事項について述べる。

## 2. 背景・課題

当社は、働き方改革を加速させるため、2018年3月からパソコンを使って業務を行う社員に対してモバイル端末を配付してきた。2020年11月現在で、約40,000台のモバイル端末を配付している。また、働き方が在宅勤務主体に変化し、社員のサポートも急務になった。

通信インフラ環境は、一部の社員の出張や外出、在宅勤務時の利用を想定したVPNサービスを整備しており、2020年2月現在での利用者は、定常的に1,000人/日程度であった。そのため、VPNサービス関連の設備は、必要十分なキャパシティとして最大2,500人分の同時接続にとどめていた。また、2020年7月に予定されていた東京

2020オリンピック・パラリンピックに際しての首都圏での社員の在宅勤務を見込み、2020年5月までに最大7,500人分の同時接続まで拡張する準備を進めていた。しかし、新型コロナウイルス感染症の拡大によって想定していたVPNサービスのキャパシティを超えて、大幅に同時接続数の拡張が必要になった。

社内コミュニケーションツールの面では、リアルタイム性の高いコミュニケーションツールやPHS・固定電話機による内線電話を利用していた。しかし、多くの社員が在宅勤務主体になり、コミュニケーションツールの活用促進や既存内線電話に代わる連絡手段が必要になった。

## 3. 実施事項

### 3.1 モバイル端末

既にモバイル端末のキittingから返却までのライフサイクルを集約・標準化しており、どこでもモバイル端末を安心・安全に利用できる仕組みを構築していた。そのため、不足分約1,000台のモバイル端末を1か月で追加配付できた。

また、図1に示すように働き方は在宅勤務主体に変化し、モバイル端末を社外で初めて利用する社員も多くなってきた。そのため、VPNサービスの操作手順の動画を作成し、各部門に展開するなど急速な働き方の変化をサポートした。

### 3.2 通信インフラ環境

#### 3.2.1 VPN同時接続数の拡張

急増した在宅勤務者に対応するため、最優先でVPN機器を増強する必要があった。VPN機器の手配を早期に着手したが、世の中全般で機器が品薄になっていた。また、

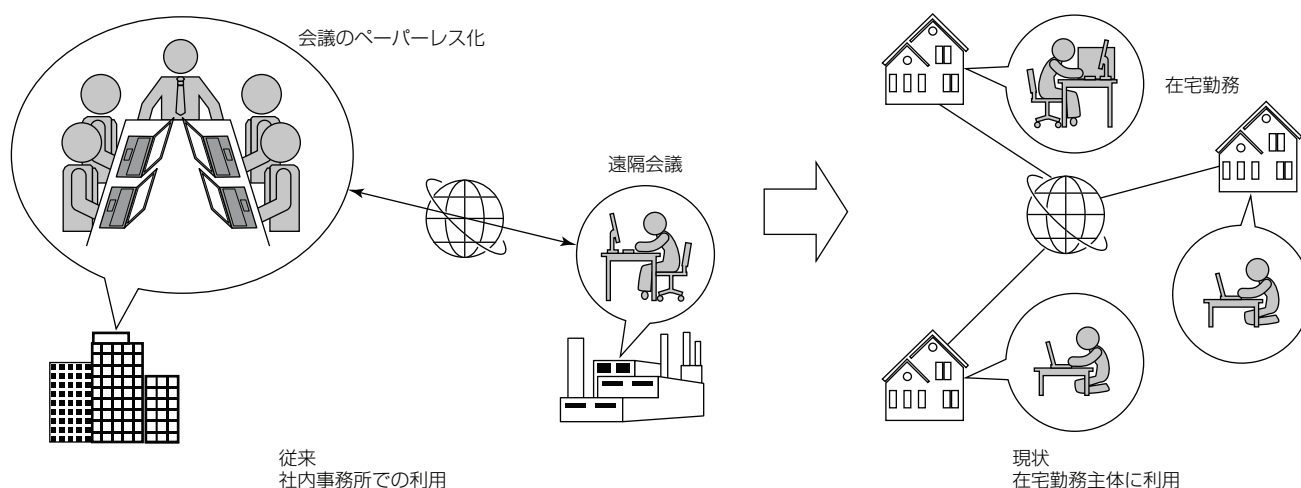


図1. モバイル端末利用形態の変化

新型コロナウイルスに起因した物流遅延の影響も受けて、通常よりもVPN機器の調達に時間を要することが分かった。

そこで、VPN機器入手までの暫定対応として、機器故障に備えて確保していた保守機や検証機など、入手できる機器を全て活用して設備を増強した。2020年3～5月の期間で段階的に設備増強を繰り返し、最終的には最大同時接続数を2,500人分から30,000人分まで拡張した(図2)。

### 3.2.2 Microsoft 365通信のスプリットによるトラフィック削減

当社では、主に不正サイトの利用規制を目的として、インターネットアクセス時はデータセンターを経由している。VPNサービス利用時も、同様にデータセンター内のVPN機器経由でインターネットアクセスする経路にしていたため、在宅勤務者の増加と比例してデータセンター内のトラフィックが急増した。

そこで、データセンターを経由する必要のないセキュアなアクセスについてはモバイル端末から直接通信させる方式(以下“スプリット方式”という。)を適用した(図3)。その結果、データセンターへ流入するトラフィックは激減し、一部のネットワーク機器については増強も不要になった。

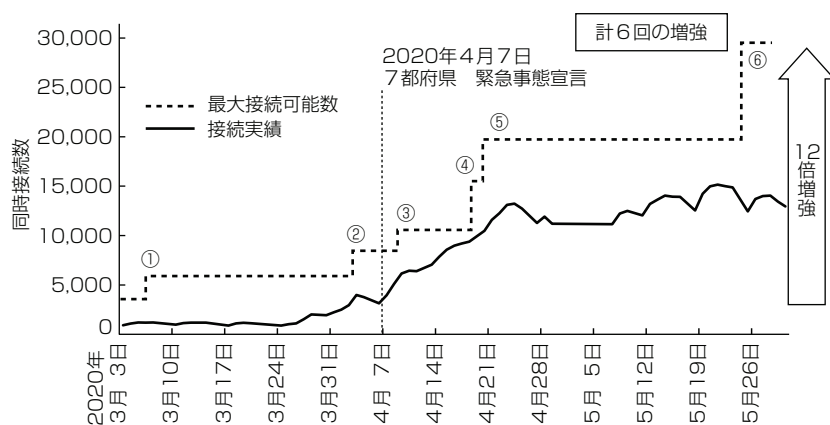


図2. VPN機器の最大接続可能数と接続実績の推移

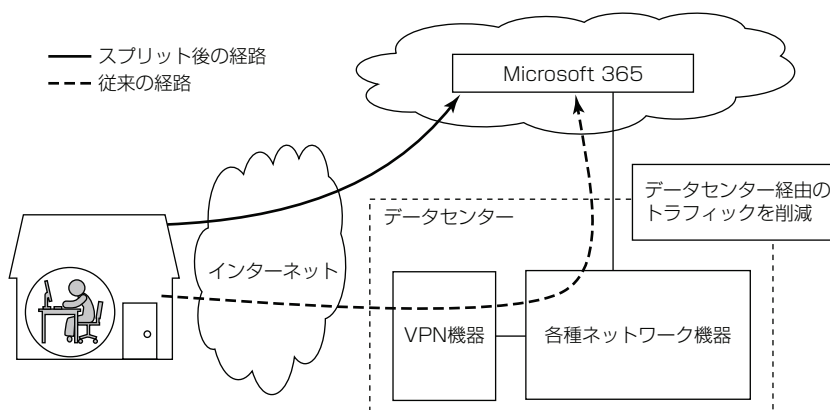


図3. Microsoft 365通信のスプリット

### 3.2.3 運用の工夫による設備逼迫(ひっばく)の回避

3.2.1項及び3.2.2項で述べた施策を実施したが、急増した在宅勤務者全てに対してVPNサービスを同時に利用させることはできず、設備増強が完了するまでの暫定策として、様々な運用面の工夫を実施した。

具体的には、“VPNサービスを利用できる時間帯をシフト制にして、VPNサービス利用不可能な時間はその他の業務を実施する”“メールやチャットはVPNサービスを利用せずにスマートフォンで確認する”など、限られたVPN機器のリソースを共用した。

また、納期最優先で機器を増強したため、新たなVPN機器へ動的に接続振替する機能は導入できなかった。そのため、各VPN機器の接続状況を常時監視し、各拠点の在宅勤務者数をシミュレーションすることで拠点ごとに接続先を定期的に見直し、VPN機器のリソースを有効活用した。

### 3.3 社内コミュニケーションツール

#### 3.3.1 活用促進のための情報発信及び環境整備

当社では、コミュニケーションツールとして音声品質が良く、オンライン会議、チャット、ファイル共有がオールインワン化されたMicrosoft Teams(以下“Teams”という。)を利用している。在宅勤務主体になったことで、対面での打合せができなくなり、コミュニケーションツールの活用を促進した。

##### (1) 活用のための様々な情報発信

Teamsに関する一般的な情報はインターネット上に公開されているが、当社では利用制限している機能もあり、社員がTeamsを効率よく利用するための情報が不足していた。そこで、当社独自の利用マニュアルに加えて、動画を作成して各部門に展開し、さらに社内向けセミナーを複数回開催した。

##### (2) 各拠点の利用状況が見える化

双方でTeamsを利用できないとツール自体の利便性が低下するため、拠点ごとのTeams利用状況を一覧化し、拠点間でコミュニケーションを取る際に積極的にTeamsを利用するように促した。

##### (3) 社員目線でのサービス向上

社員の意見をサービスに反映させるため、Teamsアンバサダー(注2)の意見を運用にフィードバックし、利便性を向上さ



せた。また、質問やアイデアを社員間で共有できるオンラインコミュニティを整備し、ノウハウ共有を促進した。さらに、アプリケーションや設定ファイルを自動配信する管理者ツールを利用してTeamsのクライアントアプリケーションや標準設定を端末に配信し、社員が意識することなく利用できるようにした。

これらの各施策によってTeamsの活用を促進し、2021年1月現在では約48,000人(派遣社員含む)がTeamsを利用している(図4)。

(注2) 自らも情報収集を積極的に行い、発信・拡散を能動的に行う社員

### 3.3.2 セキュリティの確保

クラウドサービスであるTeamsは、日々新しい機能が追加され、当社のセキュリティルールに反する機能が提供されることがある。例として、外部クラウドストレージとの連携機能などが挙げられる。

対策としてTeams機能専用の評価チームを組み、セキュリティリスクを事前確認した上で新機能を利用可能にする機能選別の体制を構築した(図5)。

これによって、セキュリティリスクを最小限に抑えて、必要な機能だけを社員に展開することを可能にした。また、社員からのフィードバックを基に、利用要望の多い機能を

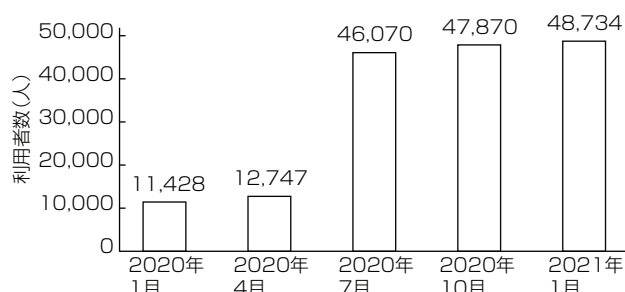


図4. Teamsの利用者数の推移

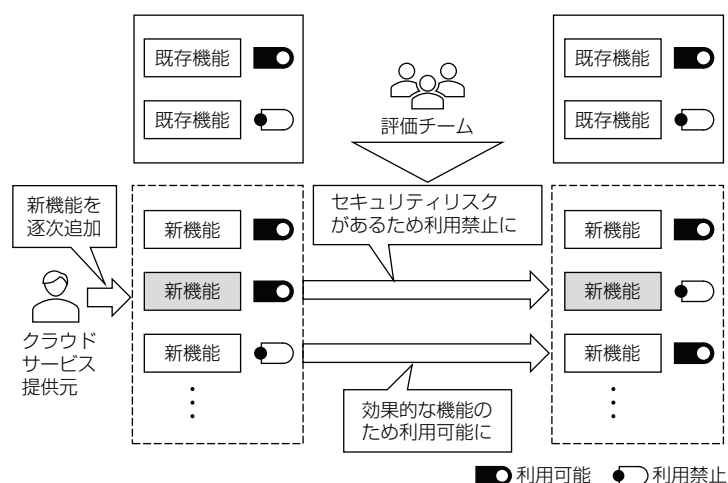


図5. 機能の選別イメージ



図6. Teams会議品質の見える化

迅速に評価し、展開できるようになった。

### 3.3.3 通信品質の確保

Teamsの利用者数増加と合わせて、社員が安定的にTeamsを利用できるように3.2節で述べたスプリット方式をTeamsの通信にも適用し、Teams会議の品質を向上させた。また、当社内での全Teams会議の品質を見える化し(図6)、これを用いてTeams会議が不安定になった箇所を早期に検知し、原因を突き止めて対処する運用スキームを構築した。これらによって、安定したTeams会議を社員に提供した。

### 3.3.4 内線電話の置き換え

2章で述べたとおり、当社はPHSや固定電話機による内線電話を主な通話手段としており、在宅勤務時にはこれらの機器が使えず、通話手段に影響が生じた。そのため、公衆電話網を用いて内線通話を実現するFMC(Fixed Mobile Convergence)を積極的に導入した。

在宅勤務に際しては、Teamsが通話も含む主要なコミュニケーション手段になりつつあるが、製造現場などとの通話手段として内線電話へのニーズも一定数存在するため、TeamsとFMCの双方を展開推進した。

## 4. む す び

当社では、在宅勤務が広く浸透し、社内制度の見直しを含めた“働き方改革”が急速に推進されている。しかし、当社グループ内には在宅勤務のためのIT基盤が十分に整備されていない関係会社があるので、本稿で述べた取組みを全グループ会社に展開していく。

また、テレワークの一部として在宅勤務の環境を整備したが、今後、サテライトオフィスの拡大等、更なるテレワーク拡大を進めて、グループ社員の安心・安全と、業務のデジタルトランスフォーメーションを支えていく。

# 業務システムを三菱電機グループクラウド“MELGIT-cloud”へ移行する三つの取組み

岡本 望\*  
Nozomu Okamoto  
岩崎和憲\*  
Kazunori Iwasaki

Three Actions to Migrate Business Systems to Mitsubishi Electric Group Cloud "MELGIT-cloud"

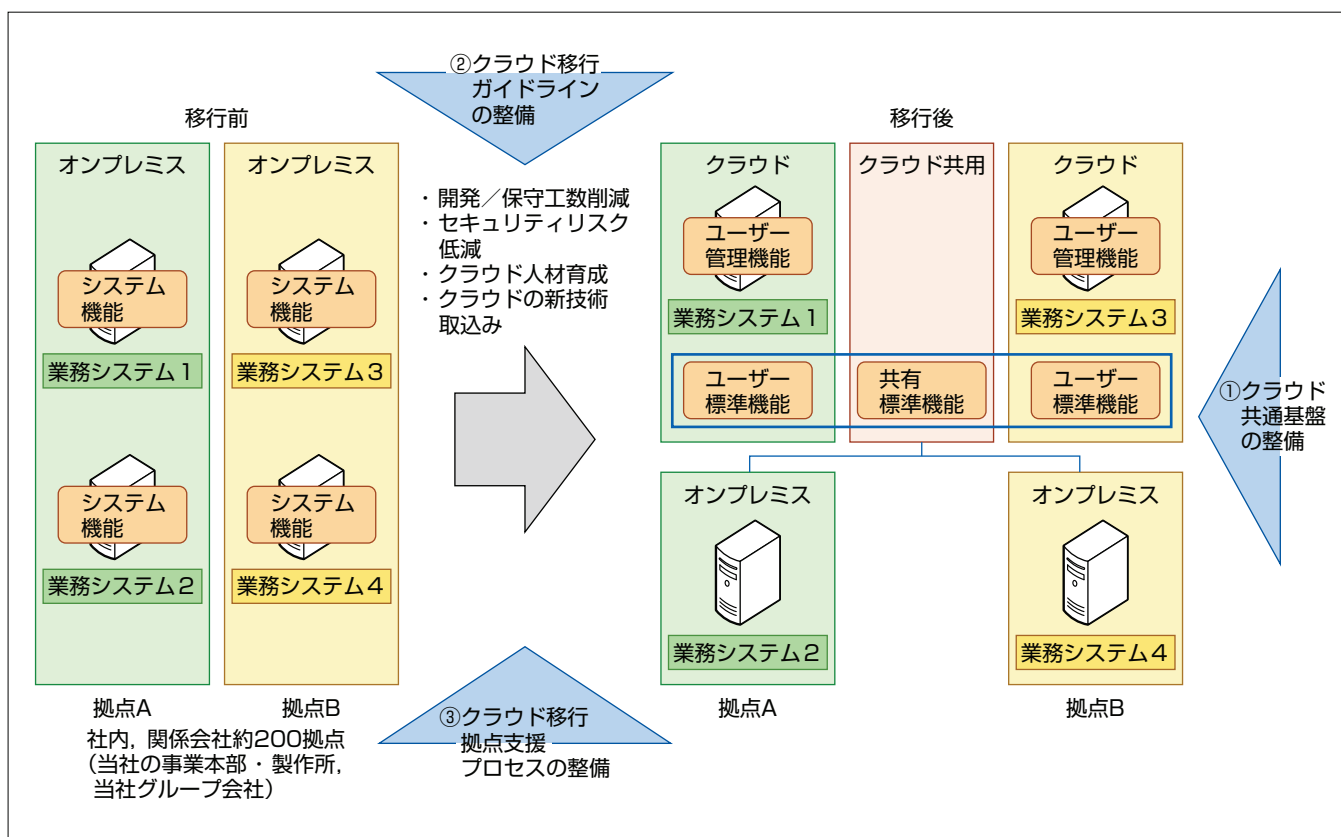
## 要 旨

多くの国内企業では、技術的負債(複雑化・老朽化・ブラックボックス化した既存システム)がデジタルトランスフォーメーション(DX)実現の足かせになり、事業に資する“攻めのIT”へ十分な資金・人材が投入されていない。技術的負債が残存した場合、IT人材の引退や製品のサポート終了等に伴って巨額の損失が発生し、デジタル競争の敗者となるおそれがある<sup>(1)</sup>。これに対して日本政府では、“クラウド・バイ・デフォルト”を掲げて、技術的負債の解消のためにクラウド移行の方針を出している<sup>(2)</sup>。

三菱電機グループでは、開発・保守工数削減、セキュリティリスク低減を目的に、当社グループ全体で利用可能なパブリッククラウド上の共通システム基盤である当社グルー

プクラウド“MELGIT-cloud(Mitsubishi Electric Global IT platform service-cloud)”を2018年4月に構築した。そして、DX加速のためにオンプレミス上の業務システムのクラウド移行を進めている。

しかし、業務システムのクラウド移行は、コスト効果が見えない等の理由によって進んでいない。そこで、クラウド移行を推進するために、“クラウド共通基盤の整備”“クラウド移行ガイドラインの整備”“クラウド移行拠点支援プロセスの整備”に取り組んでいる。これらによって技術負債を解消していくとともに、今後、クラウド人材の育成や、クラウドの新しい技術を取り込み、DXを更に加速させていく。



## 業務システムのクラウド移行推進のための三つの取組み

業務システムの三菱電機グループクラウドMELGIT-cloudへの移行を推進するため、①セキュリティレベルを担保しつつクラウドサービス利用の自由度を上げ、さらに、効率よく運用できるクラウド共通基盤の整備、②クラウド移行に必要なナレッジやテンプレートなどのベストプラクティスをクラウド移行ガイドラインとして整備、③移行の適合性と効果を見える化するプロセス、最適なクラウドサービスを選択・設計するプロセス、システム移行プロジェクトを支援するプロセスからなるクラウド移行拠点支援プロセスの整備に取り組んでいる。

## 1. ま え が き

当社グループでは、DX加速のためにオンプレミス上の業務システムのパブリッククラウド上に構築し三菱電機グループクラウドMELGIT-cloudへの移行を進めている。しかし、業務システムのクラウド移行は、コスト効果が見えない等の理由によって進んでいない。そこで、業務システムのクラウド移行を推進するために、“クラウド共通基盤の整備”“クラウド移行ガイドラインの整備”“クラウド移行拠点支援プロセスの整備”に取り組んでいる。

本稿では、現状の課題と、これら三つの解決策の実施事項について述べる。

## 2. 現状の課題と解決策

業務システムのクラウド移行が進まない課題として、次の点が挙げられる。

- (1) コスト効果が見えない
- (2) 成功事例が少ない
- (3) 既存業務負荷が高く、クラウド利用に割く時間がない
- (4) クラウド学習の仕方が分からない
- (5) 現行システムが安定稼働しており、移行に踏み切れない

これらを解決し、セキュリティリスク低減、運用効率化、クラウド移行の投資抑制、ガバナンス強化、クラウド技術の早期活用のために、以下の三つのクラウド移行推進に取り組んでいる(図1)。

- (1) セキュリティリスク低減と運用効率化のために、クラウド共通基盤を整備した。随時更新される技術のメリットを享受するため、基本的にはクラウドベンダー提供の機能を自由に利用可能にした。また、当社として定めているセキュリティ規則を実装した“ユーザー標準機能”、共有可能な機能を集約した“共有標準機能”を整備した(図2)。
- (2) クラウド移行投資抑制とガバナンス強化のために、クラウド移行ガイドラインを整備した。クラウドのメリットを生かしたアーキテクチャを設計するため、クラウド利用の学習コンテンツ、業務システムのシステム移行事例、クラウドシステム標準モデル、システム機能別移行ケースを整備した(図2)。
- (3) クラウド技術の早期活用のために、クラウド移行拠点支援プロセスを整備した。クラウド移行が可能なシステムの選定やコストを算出する拠点移行計画策定支援、移行方針によって機能を選択してアーキテクチャの方針を決定するためのシステム移行評価支援、アーキテクチャ設計・構築のためのシステム移行プロジェクト支援プロセスを整備した(図2)。

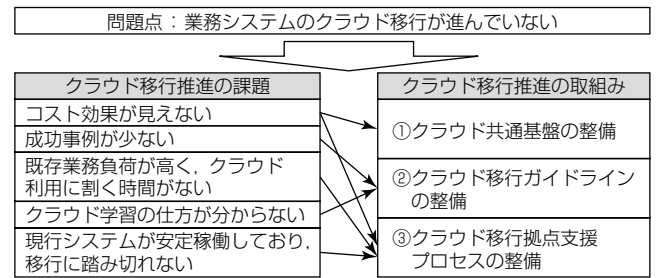


図1. クラウド移行推進の課題と取組み

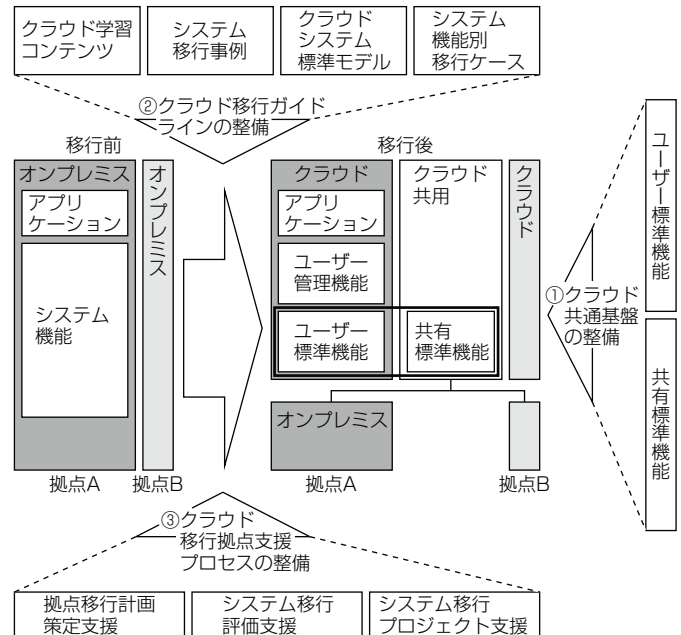


図2. クラウド移行推進の三つの取組み

## 3. 実施事項

### 3.1 クラウド共通基盤の整備

2018年4月に構築したMELGIT-cloudでは、強い機能制限によって、クラウドベンダーが提供するサービスの利用が限定的で、多様なニーズにこたえられず、拠点単位で業務システムをクラウドに移行することが困難であった。そこで、クラウドベンダーのサービスを自由に利用でき、社内セキュリティ規則の適用と、効率よく管理可能なクラウド共通基盤を整備した(図3)。

クラウド共通基盤は2種類の機能を整備した。一つはセキュリティ要件を満たした“ユーザー標準機能”、もう一つは運用効率化のための“共有標準機能”である。なお、システム要件によって個別にアーキテクチャ設計が必要な“ユーザー管理機能”の領域については、効率的にアーキテクチャを構築するための取組みとして、3.2節及び3.3節で述べる。



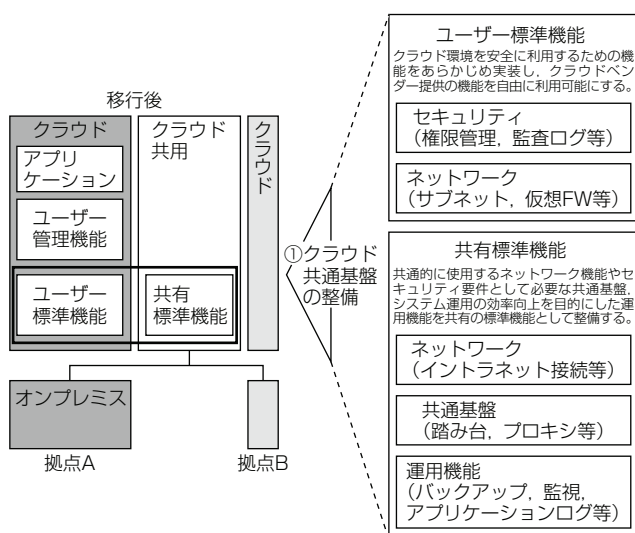


図3. クラウド共通基盤の整備

### 3.1.1 ユーザー標準機能

随時更新される技術のメリットを享受するため、基本的にはクラウドベンダー提供の機能を自由に利用可能にした。ただし、当社として定めているセキュリティを実装し、全社としてガバナンスを効かせる仕組みにした。具体的には、クラウド環境を安全に利用するために、アカウント・権限に制限を設けて、監査ログの取得を標準実装した。また、セキュリティルールにのっとってサブネット構成、仮想FW(Fire Wall)についてもあらかじめ実装した。

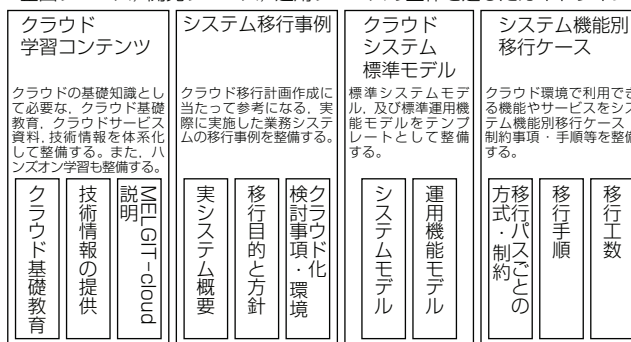
### 3.1.2 共有標準機能

共通的なネットワーク機能とセキュリティ機能について共通化して“共有標準機能”とした。ネットワーク機能は、拠点との接続を標準化し、イントラネット接続機能として整備した。セキュリティ要件として必要な、踏み台、プロキシ等は、標準化しマネージドサービスとした。また、システム運用の効率化向上を目的として、バックアップ、監視、アプリケーションログ収集機能も整備した。

## 3.2 クラウド移行ガイドラインの整備

業務システムをクラウド移行するに当たって、クラウドに関する基礎知識の習得、クラウド移行に伴う変更箇所の調査及び新機能や性能の評価検証を実施する必要がある。クラウド移行を効率的に行うために、ユーザー管理機能を利用するためのナレッジやテンプレートなどを、ガイドラインとして整備した。ガイドラインは、企画フェーズ、開発フェーズ、運用フェーズ全体を通じており、クラウド学習コンテンツ、実システム移行事例、クラウドシステム標準モデル、システム機能別移行ケースとして整備した(図4)。

企画フェーズ、開発フェーズ、運用フェーズの全体を通じたガイドライン



②クラウド移行ガイドラインの整備

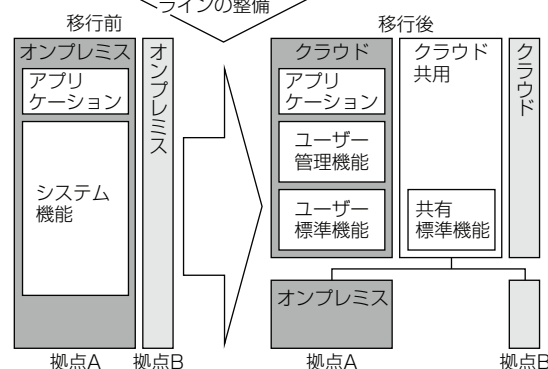


図4. クラウド移行ガイドラインの整備

### 3.2.1 クラウド学習コンテンツ

DX人材育成のため、クラウドの基礎知識としてクラウド基礎教育、クラウドサービス資料、技術情報を体系化して整備した。最新技術の理解を深めるためにハンズオン学習も整備し、机上評価だけでは理解できないオンプレミスとの違いを体験できるようにした。また、グループクラウドとして構築したMELGIT-cloudの役割・位置付けをまとめた。クラウド学習コンテンツはアプリケーション担当者、インフラ担当者向けに整備した。なお、クラウドの基礎だけでなく、運用管理等の教育も順次整備していく。

### 3.2.2 システム移行事例

各拠点でのクラウド移行計画作成に当たって参考になる、実際に実施した業務システムのクラウド移行事例をまとめた。システム移行事例には、プロジェクトの概要、移行目的・方針、移行方式、コスト効果、運用についてテンプレート化して述べている。また、成功事例だけでなく失敗事例(陥りやすいポイント)もまとめていく。

### 3.2.3 クラウドシステム標準モデル

設計・構築の負荷軽減及び期間短縮を狙って、標準的なシステム構成の構築テンプレートをシステムモデルとして整備した。また、標準的な運用機能についてもテンプレート化し、運用機能モデルとして整備した。

### 3.2.4 システム機能別移行ケース

オンプレミス環境のシステムを機能単位で分解(データベース, Webサービス等)し, クラウド環境で利用できる機能を洗い出して, システム機能別移行ケース・制約事項・手順等をまとめた。また, 代表的な移行ケースは, 実際に評価・検証を行ってナレッジとしてまとめた。

### 3.3 クラウド移行拠点支援プロセスの整備

業務システムのクラウド移行を短期間で実施するため, クラウド移行拠点支援プロセスを整備した。支援プロセスは拠点移行計画策定支援, システム移行評価支援, システム移行プロジェクト支援の三つのプロセスからなる(図5)。

#### 3.3.1 拠点移行計画策定支援プロセス

拠点としてクラウド移行を計画するに当たって, 移行方針の決定, 移行対象システムの選択, 投資対効果の検証と移行スケジュールの策定が必要である。このプロセスを整備して支援することで効率的なクラウド移行計画の策定を行う。クラウド移行を計画するための標準プロセスはシステム棚卸, 移行先検討, 移行ロードマップ策定, 概算コスト算出で構成する。初年度に各拠点の移行計画策定を支援し, 次年度以降各拠点で定期的に見直しを実施する。

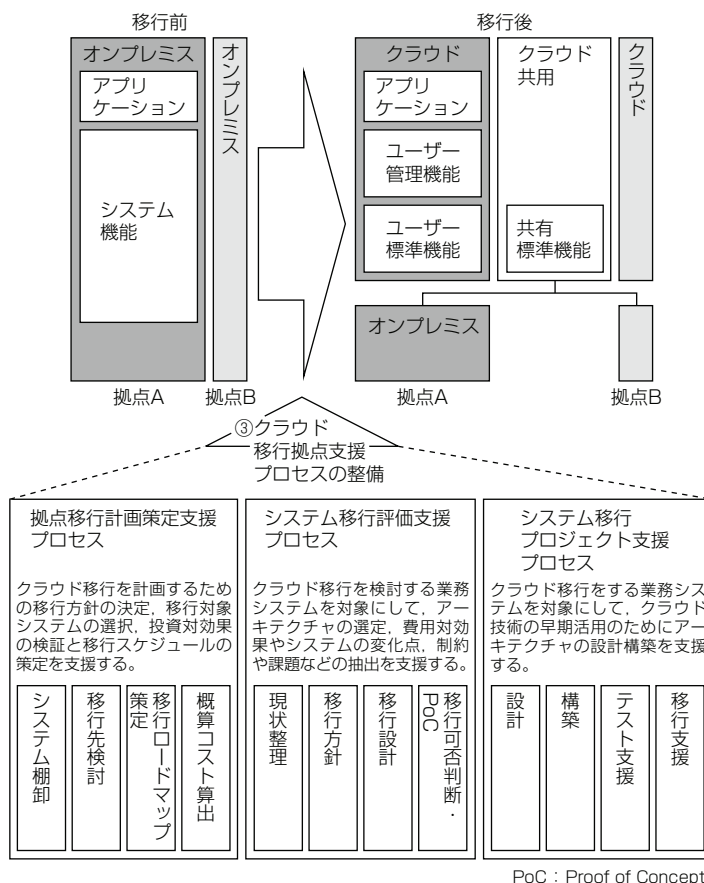


図5. クラウド移行拠点支援プロセスの整備

### 3.3.2 システム移行評価支援プロセス

オンプレミス上で稼働する業務システムを, クラウドへ移行する場合のアーキテクチャやコスト等を評価し, 目的, クラウド移行に適したアーキテクチャの選定, 費用対効果やシステムの変化点, 制約や課題などを抽出するプロセスを整備した。このプロセスを使用し, 業務システムのクラウド移行評価を支援する。

### 3.3.3 システム移行プロジェクト支援プロセス

クラウド技術の早期活用のために, 移行後の運用も考慮し, 設計・構築・テストを支援する標準プロセスとテンプレートを整備した。このプロセスを使用し, 業務システムのクラウド移行を支援する。

## 4. む す び

先行実施した業務システムのクラウド移行作業を通して, クラウド共通基盤, クラウド移行ガイドライン, クラウド移行拠点支援プロセスを整備した。また, 先行システムのクラウド移行作業では, システム稼働時間の短縮やオートスケール機能によるリソースの効率的な利用, マネージドサービスの活用による設計・構築期間短縮を実現した。オンプレミスでのシステムに合わせて機能を作るシステム開発とは異なり, クラウドサービス提供の機能を組み合わせてアーキテクチャを組み立てるクラウド利用の考え方への変換が必要である。

今後は, 各拠点に対して, 拠点移行計画策定支援, システム移行評価支援, システム移行プロジェクト支援を行い, 短期間でのクラウド移行とDX人材育成を推進していく。さらに, 拠点のクラウド移行支援を通して, ナレッジの蓄積を行うとともに, 今回作成した学習コンテンツやナレッジの拡充, 拠点移行計画策定支援, システム移行評価支援, システム移行プロジェクト支援のプロセス改善, 及びクラウド共通基盤の強化を継続的に行っていく。これらの取組みによって, 業務システムのクラウド移行を推進することで, クラウドの新しい機能を活用してDXの加速を実現する。

## 参考文献

- (1) 経済産業省 デジタルトランスフォーメーションに向けた研究会: DXレポート～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～ (2018)
- (2) 内閣官房IT総合戦略室: 政府情報システムにおけるクラウドサービスの利用に係る基本方針 (2018)  
[https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/cloud\\_%20policy.pdf](https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/cloud_%20policy.pdf)

# 業務のペーパーレス化を推進する ワークフロー基盤の構築と展開

岡 稔久\*  
Toshihisa Oka  
小瀧義久†  
Yoshihisa Kodaki  
森原一朗\*  
Ichiro Morihara

Implementation and Deployment of Workflow System Platform to  
Promote Paperless Operations

## 要 旨

三菱電機では、働き方改革の一環として業務のペーパーレス化を推進するため、全社統一の新たなワークフロー基盤を構築し、展開した。

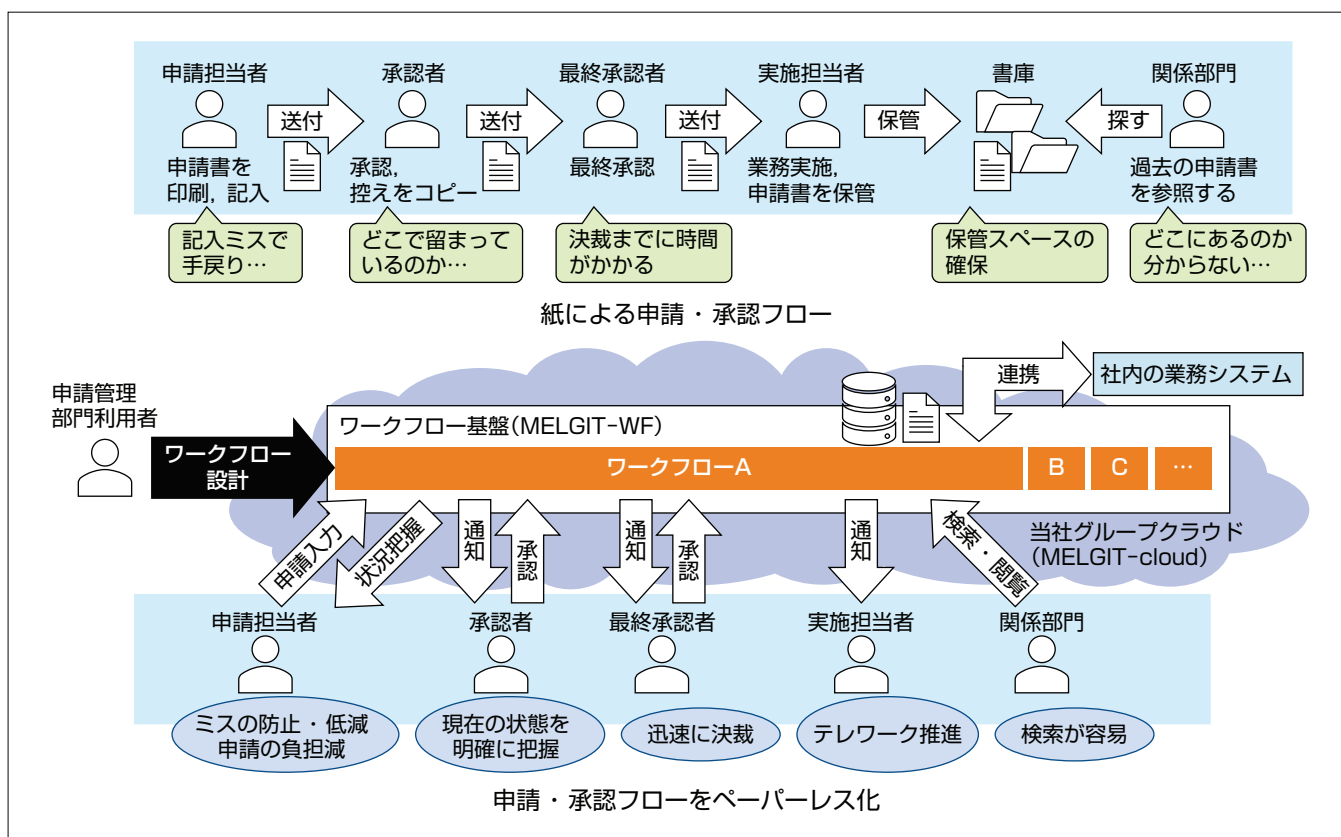
2020年、新型コロナウイルス感染症の拡大を受けて、テレワークの推進や業務効率化の必要性が急速に高まった。しかし、当社内に数多く残る紙とハンコを前提とした業務がペーパーレス化を進める阻害要因になっていた。

そこで、従来のワークフロー基盤を刷新し、多種多様な業務に対して利用者自らがワークフローを設定・導入できる新たなワークフロー基盤“MELGIT-WF(Mitsubishi ELectric Global IT platform service-WorkFlow)”を構築し、業務の見直しを進めることにした。

MELGIT-WFに求める要件として、“早期導入できるこ

と”“社内の業務システムと連携できること”を掲げた。これらの要件を実現するため、ワークフロー機能を持つクラウドサービスを利用するのではなく、ワークフローパッケージ製品をパブリッククラウド上の共通システム基盤である当社グループクラウド“MELGIT-cloud”<sup>(1)</sup>上で構築する方式を採用した。その結果、3か月間でMELGIT-WFを構築し、各種業務での運用を開始することができた。併せて、定着化を図るための取組みや仕組みづくりを実施し、業務のペーパーレス化を進めた。

また、全社的な業務効率化・ペーパーレス化推進活動プロジェクトを立ち上げて、2023年9月までに当社の関係会社や取引先を始めとした社外との取引業務についても、ペーパーレス化を進めていく。



## ワークフロー基盤による申請・承認フローのペーパーレス化

様々な業務での申請・承認の手続きをペーパーレス化するワークフロー基盤MELGIT-WFを構築した。当社グループクラウドMELGIT-cloud上で動作し、紙による申請・承認フローを不要にする。また、利用者自らがワークフローの項目や経路設定をWebブラウザで設定できるため、業務への適用が早くできる。



## 1. ま え が き

2020年、新型コロナウイルス感染症が拡大し、同年4月には日本政府から緊急事態宣言が発出され、密を避けるテレワークなどの働き方の必要性が急速に高まった。テレワークを推進するに当たって、社内でその阻害要因を調査した。その結果、業務手続の見直し・簡素化、資料のペーパーレス化、電子検認や柔軟性の高いワークフロー基盤等による業務のペーパーレス化の必要性が改善項目として挙げられた。そこで、業務のペーパーレス化を推進するため新たなワークフロー基盤“MELGIT-WF”を構築した。

本稿では、MELGIT-WF構築での背景・課題、構築の概要及び利用推進の取組みについて述べるとともに、全社的な業務効率化・ペーパーレス化推進活動プロジェクトについても述べる。

## 2. 背景・課題

2020年8月に実施した社内調査の結果、半分以上の業務が紙出力や押印を前提にした業務であることが判明した。そのうちの大半は従来の紙・ハンコ文化を踏襲していることが原因で、業務の見直しとペーパーレス化を進める必要があることが分かった。

ペーパーレス化できていない理由としては、図1に示すとおり四つの要因があった。その中で、技術・システムの要因として、以前から利用されているワークフロー基盤も含まれていた。従来は、社内の各種決裁や伺いなど各業務をペーパーレス化させる個別のワークフローを作成するには専門のIT部門へ開発を依頼する必要がある、それに要する時間が課題になっていた。また、他の部門が用いているワークフローを容易に流用できないことも課題であった。

## 3. MELGIT-WFの構築

この章では、MELGIT-WFに対する業務要求と、これを実現するためのワークフローパッケージ製品の選定、インフラの基盤、システム構成について述べる。

✓ 文化・風土的要因
✓ 規則・法的要因
✓ 技術・システムの要因
✓ 対外的要因(取引先・法令等)

図1. ペーパーレス化の阻害要因(2020年8月)

## 3.1 業務要求

### 3.1.1 迅速かつ効率的なペーパーレス化

新型コロナウイルス感染症は、2020年夏に一旦収束したとしても、冬には再度感染が拡大することが想定され、それまでに様々な申請業務をペーパーレス化することが必要であった。このために、次の事項を要件として挙げた。

- (1) 利用者自らが業務のワークフローを設定・導入できる
- (2) ワークフロー化の際にサーバ構築が不要である

### 3.1.2 社内の業務システムとの連携

申請業務は、単独で完結しないものも多く、社内の業務システムとの連携が必要であった。このために、次の事項を要件として挙げた。

- (1) 申請業務起票のための先行システムとの連携
- (2) 承認結果投入のための後続システムとの連携
- (3) 申請経路設定のための組織情報データベースとの連携

## 3.2 システム構築

### 3.2.1 ワークフローパッケージ製品の選定

従来、当社では、自社開発のワークフロー基盤を社内標準にしていた。このワークフロー基盤は、利用する事業本部・製作所・関係会社(以下「拠点」という。)ごとにサーバを構築する方式で、その構築に時間を要していた。また、ワークフロー自体も専門のIT部門が開発する必要があった。これを改善するにはワークフロー基盤の大規模改修が必要であり、新型コロナウイルス感染症の拡大に迅速に対応できなかった。そこで、ワークフローパッケージ製品を活用する方針にした。

製品選定では、迅速で効率的なペーパーレス化のため、利用者が申請項目と経路をWebブラウザから設定でき、かつ操作の習熟が容易な製品を選択した(図2)。

なお、選定候補であったワークフローパッケージ製品には、ソフトウェアベンダーがSaaS(Software as a Service)形式での提供を行っているものも存在した。この場合、サーバ構築の期間を短縮できるが、組織情報データベースを始めとした社内の業務システムとの連携が難しく、インフラを自社で構築することにした。そして、これらのワークフロー基盤を本社のIT部門が一括運用し、当社グループ内の各拠点には、PaaS(Platform as a Service)形式でサービス提供することにした。従来のワークフロー基盤の運用方式との比較を図3に示す。この方式によって、拠点ごとのサーバ構築を廃止し、運用の効率化を実現した。

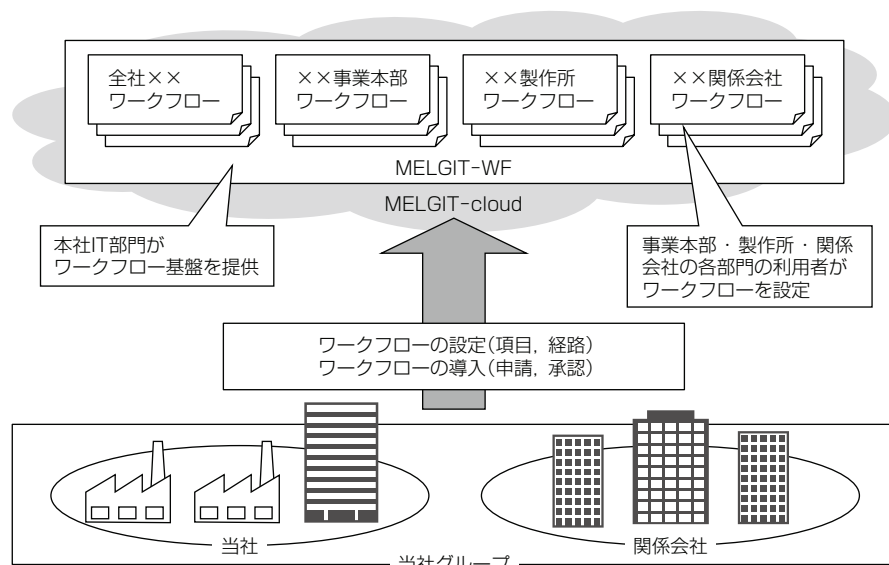


図2. MELGIT-WFのサービス

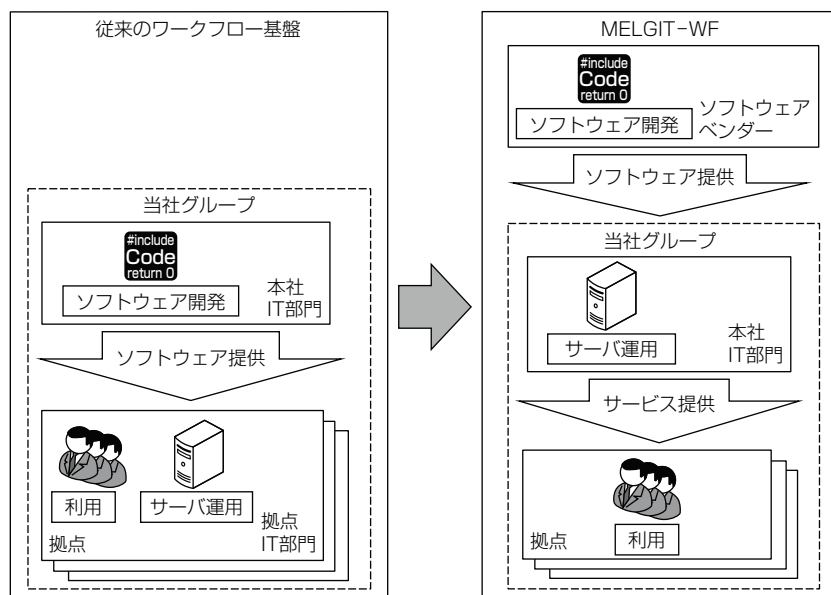


図3. MELGIT-WFによる運用の効率化

### 3.2.2 インフラ基盤

インフラ基盤には、当社グループクラウド“MELGIT-cloud”の“イントラ延伸サービス”を採用した。これは、AWS<sup>(注1)</sup>(Amazon Web Services)上に構築されたプライベートクラウドである。この中に閉じたネットワークを構築し、社内ネットワークとVPN(Virtual Private Network)接続することで、AWS上のサーバを社内ネットワーク上に配置する方式である。

MELGIT-cloudを用いることで、サーバのスケールアウトが容易になり、当社グループ全体への展開を前提にすることができた。また、サーバ調達スピードアップも可能になり、迅速に構築できた。

(注1) AWSは、Amazon Technologies Inc.の登録商標である。

### 3.3 システム構成

MELGIT-WFのシステム構成を図4に示す。

MELGIT-WFの核になるワークフローパッケージ製品をAmazon EC2<sup>(注2)</sup>(Elastic Compute Cloud)サーバで稼働させ、データベースにはAmazon RDS<sup>(注2)</sup>(Relational Database Service)、ロードバランサにはAmazon ELB<sup>(注2)</sup>(Elastic Load Balancing)、ファイル共有にはAmazon EFS<sup>(注2)</sup>(Elastic File System)といったAWSで提供されるIaaS(Infrastructure as a Service)サービスを活用した。

利用者がMELGIT-WFを利用する際の認証は、従来のワークフロー基盤で利用してきた自社開発の認証システムではなく、当社グローバルIT基盤サービス“MELGIT”の認証基盤<sup>(2)</sup>であるAzure<sup>(注3)</sup> AD(Active Directory)を採用した。これは、ワークフローパッケージ製品がAzure ADとの連携機能を備えており、最も迅速に構築でき、かつ当社グループ全体で運用してきた実績があるためである。

(注2) Amazon EC2, Amazon RDS, Amazon ELB, Amazon EFSは、Amazon Technologies Inc.の登録商標である。

(注3) Azureは、Microsoft Corp.の登録商標である。

### 3.4 ワークフローの共有化

各拠点の利用者がワークフローを効率よく作成できるようにするため、他の部門が作成したワークフローをテンプレートとして利用できる仕組みを構築した(図5)。

各部門が作成した来客申請や出張者受入れ申請などのワークフローをMELGIT-WFからエクスポートし、社内イントラネット上のポータルサイトにアップロードできる。アップロードされたワークフローは他の利用者がテンプレートとして自由にダウンロードし、自部門のワークフロー作成に活用することが可能になっている。また、ダウンロード数に応じて人気のテンプレートを識別することも可能である。この仕組みによってテンプレート共有を促進し、ワークフローの作成を効率化した。

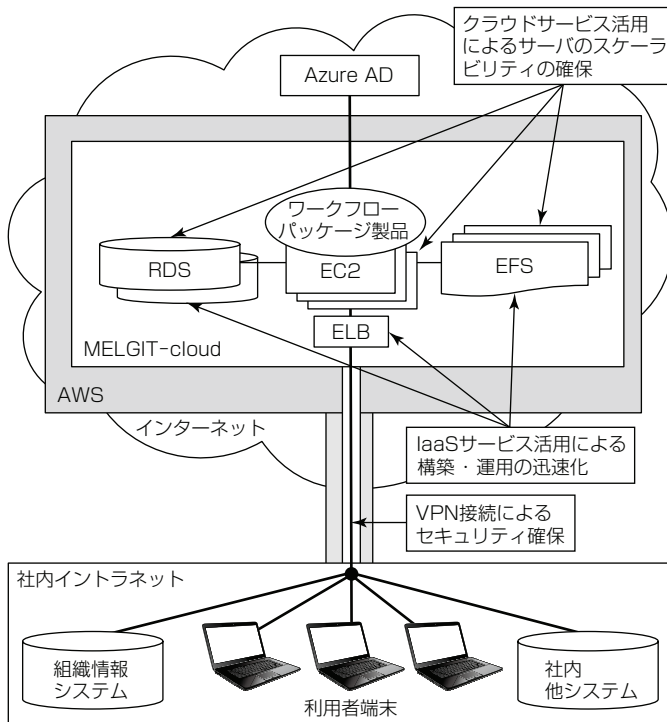


図4. MELGIT-WFのシステム構成

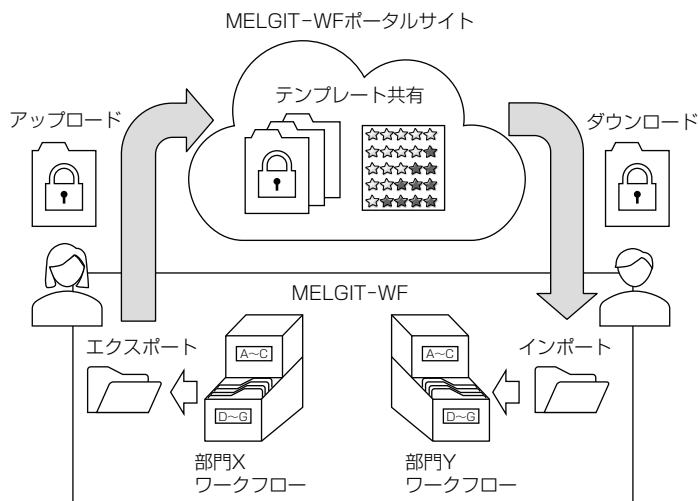


図5. テンプレートの共有

## 4. 利用定着化の取組みとペーパーレス化の推進

### 4.1 MELGIT-WF利用定着化の取組み

MELGIT-WFの適用拡大と定着化を図るため、MELGIT-WFの構築と併せて次の取組みを実施した。

- (1) 社内講習会の開催
- (2) 運用ガイドランスの策定
- (3) ナレッジと良好事例の共有
- (4) ワークフロー化を担当する部門の明確化

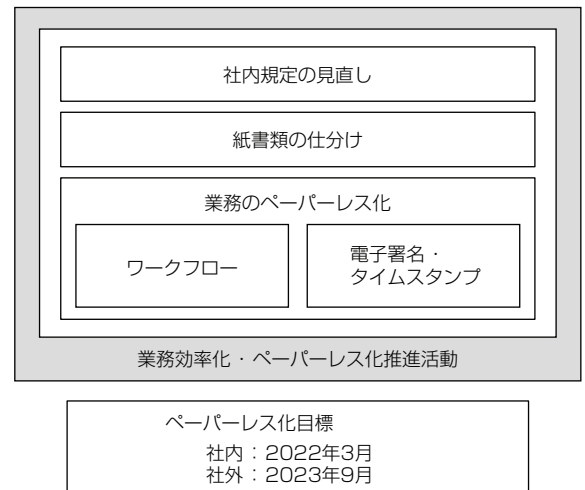


図6. 業務効率化・ペーパーレス化推進活動

### 4.2 全社のペーパーレス化推進活動

業務効率化とペーパーレス化を推進するために、全社規模のプロジェクトを立ち上げた。主な取組みを図6に示す。

- (1) 業務のペーパーレス化の障害になる社内規定の見直し
- (2) 過去の紙書類を参照するために出社する必要がないように、参照する可能性がある紙書類のペーパーレス化
- (3) 既存の業務を棚卸し、見直し・効率化した業務のペーパーレス化

これらの主な取組み3点のうち、業務のペーパーレス化の活動では、本稿で述べたMELGIT-WFと、社外顧客やサプライチェーンとの取引の際に、押印やサインを不要にする電子署名やタイムスタンプ等を活用することにした。

## 5. む す び

MELGIT-WFを2020年8～10月の3か月間で構築し、11月から本稼働を開始した。これによって、2021年冬の新型コロナウイルス感染症拡大の第3波の前に業務のペーパーレス化を開始できた。今後、2022年3月までに社内業務を、2023年9月までに当社の関係会社や社外取引先との取引業務をペーパーレス化し、業務効率化を進めていく。

### 参 考 文 献

- (1) 板倉建太郎, ほか: 三菱電機グループでのパブリッククラウド活用を支援するグループクラウド, 三菱電機技報, 92, No.12, 694～697 (2018)
- (2) 上西 司, ほか: 三菱電機グローバルIT基盤サービスを導入するためのITインフラ, 三菱電機技報, 92, No.12, 669～672 (2018)



# 適正な労働時間管理に向けた 就業時間管理システム刷新の取組み

伊藤香織\*  
Kaori Ito  
村田和司\*  
Kazushi Murata

*Efforts of Attendance Management System Renewal for Proper Management of Working Hours*

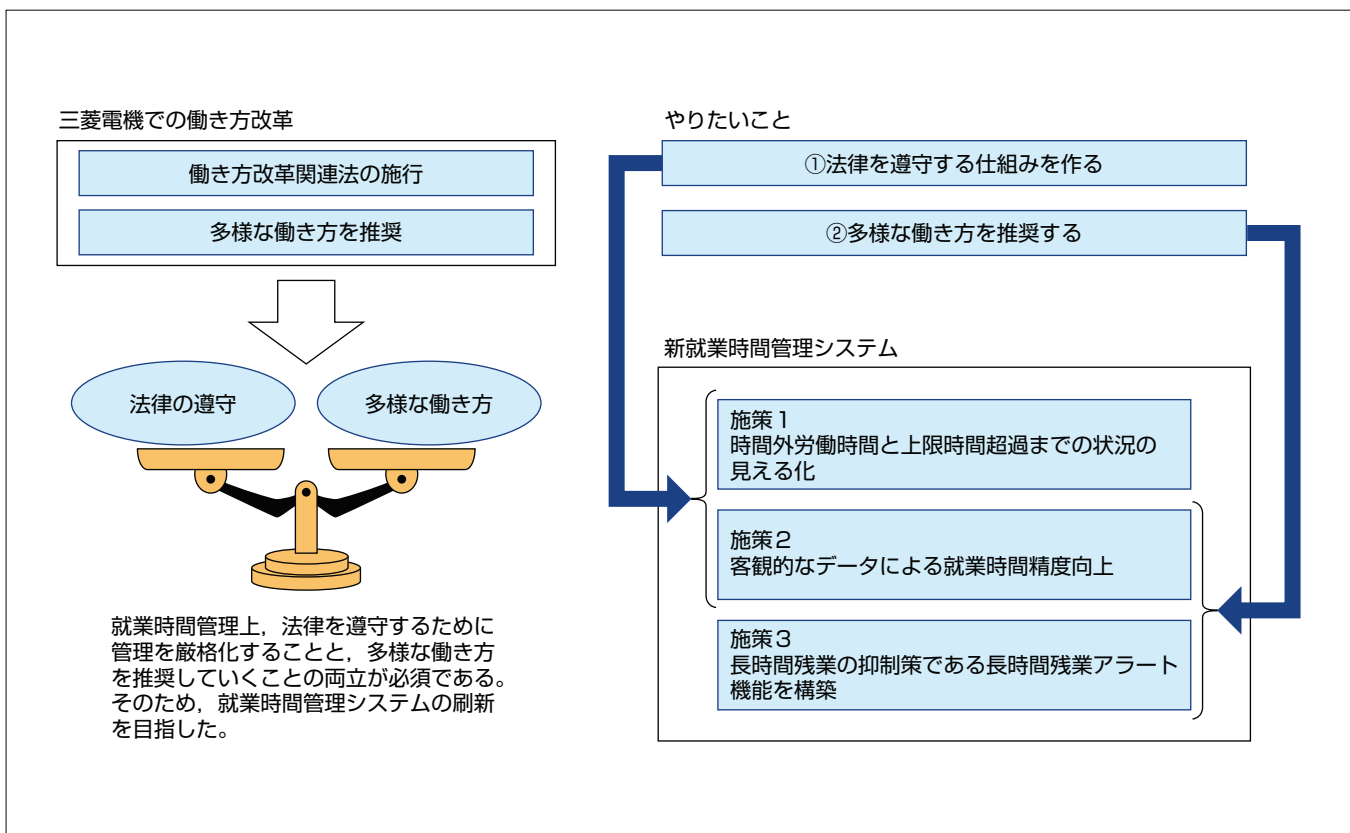
## 要 旨

三菱電機では、2016年4月から社員が仕事と生活のバランスを取りながら、心身の健康を維持し、いきいきと働ける職場を実現することを目的とした「働き方改革」を重要な経営施策に定めて、総労働時間の削減と適正な労働時間管理の実現に向けて施策を推進している。その中、2019年4月1日に施行された「働き方改革関連法」では、労働時間のより厳格な管理が求められるようになった。一方で、働き方が多様化する昨今、日本政府から東京2020オリンピック・パラリンピック期間中の出社自粛要請があり、当社では在宅勤務を推奨するなど多様な働き方の必要性が高まっていた。そこで、法律遵守の観点から労働時間の管理を厳格化することと、多様な働き方を推奨していくことを両立するため、2018年4月に就業時間管理システム刷新

プロジェクトを発足した。

就業時間管理システムの刷新として、三つの施策に取り組んだ。一つ目は、法改正によって時間外労働時間の上限が強化されたため、社員が上限時間を超えないよう時間外労働時間と上限時間超過までの状況が見える化した。二つ目は、社員が入力する就業時間の精度を向上させるため、客観的なデータに基づいて判断できるようにした。三つ目は、社員に長時間残業の抑制と気付きを与えるため、長時間残業アラート機能を構築した。

この就業時間管理システムを利用することで、新型コロナウイルス感染症の拡大によって在宅勤務主体の働き方になった際にも、法律の遵守と多様な働き方を推奨することの両立が実現できるようになった。



## 就業時間管理強化の背景及び新就業時間管理システム刷新での施策

法律の遵守及び多様な働き方を推奨するため、三つの施策に取り組んだ。施策1と施策2によって法律を遵守する仕組みを構築し、施策2、施策3によって多様な働き方を推奨することを実現した。

## 1. ま え が き

当社は、2016年4月から社員が仕事と生活のバランスを取りながら、心身の健康を維持し、いきいきと働ける職場を実現することを目的とした“働き方改革”を重要な経営施策に定めて、総労働時間の削減と適正な労働時間管理の実現に向けて施策を推進している。その中、2019年4月1日に施行された働き方改革関連法では、従来の労働法に対して時間外労働の罰則付き上限が新しく規定された。従来は時間外労働の原則上限時間は月45時間かつ年360時間で、上限時間の延長を行う36協定を締結すれば、時間外労働が可能であった。この改正によって、上限時間の延長に対して、罰則付きの上限として月100時間未満、年720時間の規制が設定された。また、休日労働を含む時間外労働時間上限を、連続する2か月から6か月平均で月80時間以内とする規制も設けられた。さらに、原則で定められている月45時間、変則労働時間制の場合42時間を上回るのは年間で6回までに変わった<sup>(1)</sup>。

一方、東京2020オリンピック・パラリンピックの開催に伴い、当社では、公共交通機関の混乱や他社カレンダーの状況も踏まえて、同期間中を在宅勤務奨励期間とし、オフィスにいなくても勤務ができる、場所を選ばない多様な働き方を促進していた。

就業時間管理という観点では、法律遵守の観点から管理を厳格化することと、多様な働き方を推奨していくことの両立が必須のため、労働時間の管理徹底を行い、かつ多様な働き方を推奨することを目的に、就業時間管理システムを刷新するプロジェクトを2018年4月に発足させた。

本稿では、就業時間管理システム刷新の背景と課題、施策について述べる。

## 2. 背景と課題

### 2.1 働き方改革関連法での上限時間への対応

当社では、以前から36協定での上限時間やそれを超えた場合の上限時間を設定して管理を行っていた。しかし、従来の就業時間管理システム(以下“旧システム”という。)では、社員は過去の時間外労働時間を画面上では確認できず、就業データをファイルに出力して集計しており、時間と手間がかかっていた。その中、法改正での上限時間が設けられたため、より厳格な時間外労働時間管理が必要になった。特に連続する2か月から6か月平均で時間外労働時間を月80時間以内とする上限が設けられたため、過去月の時間外労働時間を含めた就業時間管理をより簡易化す

る仕組みが必要であった。

### 2.2 就業時間入力での客観的判断の対応

旧システムでは、ビルの入退館時でのゲート利用時間の客観的なログデータと連携し、社員はその客観ログを参考にして就業時間を入力する運用であった。しかし、在宅勤務を行う場合、ビル入退館の客観ログが取得できないため、社員が就業時間を入力する際の参考情報がなかった。また、上長の承認時又は人事部の就業時間管理時に確認できる情報が主観的な就業データだけになり、客観的な判断ができなかった。そこで、客観的な判断ができる仕組みが必要であった。

### 2.3 長時間残業に対する抑制対応

当社が目指す“働き方改革”の施策である適正な労働時間管理を実現するため、長時間残業を抑制していた。しかし、社員が就業時間管理システム画面を開いているときは本人の残業状況を確認できるが、実際に業務を行っているとき長時間残業であることを意識せずに作業に没頭してしまうことがあった。また、オフィスで勤務する場合は、所定就業時間の開始や終了時にチャイムが鳴ったり、上長の声かけがあったり所定就業時間外の勤務に対する気付きがあったが、在宅勤務の場合、会社で勤務するときと同様の気付きがなかった。そこで、残業状況の気付きを与える仕組みが必要であった。

## 3. システム刷新の施策

当社では、人事業務支援システムとして、社員の人事情報管理や給与計算を行う人事給与管理システムと、社員の就業時間管理や休暇管理を行う就業時間管理システムがある(図1)。今回はこのうちの就業時間管理システムを刷新した。

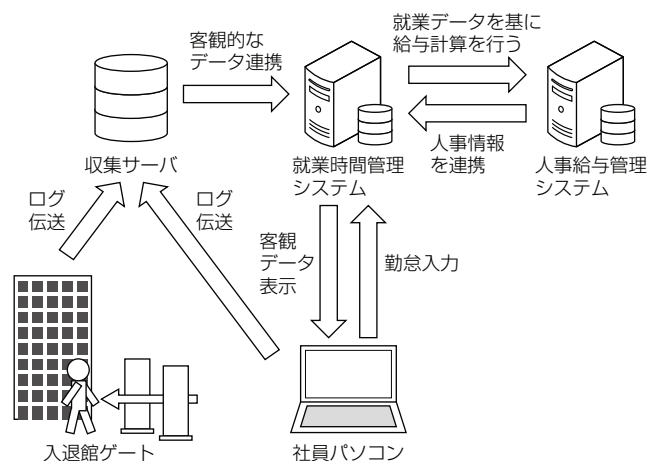


図1. 人事業務支援システムの概念図

3. 1 時間外労働時間と上限時間超過までの状況の見える化

法改正によって強化された時間外労働時間の上限を超えないようにするため、社員の時間外労働時間と上限時間超過までの残時間の見える化に取り組んだ。

3. 1. 1 残業状況の指標化

1 か月、年間、複数月平均(2 か月から6 か月)、そして36協定での上限時間を超過した年間月数の上限時間を管理するため、新就業時間管理システム(以下“新システム”という。)では、管理すべき上限時間の二つと、それに近づいたことを警告するための二つ、合計四つの残業しきい値を定義した(表1)。各しきい値は、働き方改革関連法での上限時間を第四しきい値、36協定での上限時間を第二しきい値とし、第四しきい値、第二しきい値の各々に近づいたことを警告するための時間を第三しきい値、第一しきい値とした。社員が就業時間を入力すると、システム上で1 か月だけでなく過去を含めた複数月の時間外労働時間を計算し、動的に画面に表示するようにした。画面では、残業しきい値の超過度に応じて文字色や背景色を変更し、本人の現在の時間外労働時間と、上限時間にどれだけ近づいているかを一目で把握できるようにした。また、残業しきい値を超えた際にはメールを上長、人事部門、本人に送信して気付かせるようにした。これらによって、社員は上限時間までの残りの時間が把握でき、その後の就業時間の使い方について計画できるようになった。

3. 1. 2 新システムへのアクセスしやすさの向上

パソコンで最初にブラウザを起動するとポータル画面を表示し、本人の時間外労働時間が一目で把握できるようにした(図2)。この画面でも残業しきい値の超過度によって文字色や背景を変更している。また、新システムへ遷移するためのボタンを設けて、ブラウザ起動後、すぐに新システムへアクセスできるようにした。これらによって社員の日々の就業時間入力の実現した。

表 1. 残業しきい値の定義				
	第一しきい値	第二しきい値	第三しきい値	第四しきい値
定義	第二しきい値に近づいたことを警告するための時間	36協定締結が必要な原則上限時間、又はそれよりも少ない時間	第四しきい値に近づいたことを警告するための時間	働き方改革関連法での上限時間、又はそれよりも少ない時間
1 か月(例)	35時間	40時間	60時間	80時間
年間(例)	260時間	360時間	620時間	720時間
複数月平均(例)	50時間	40時間	60時間	80時間
年間超過回数(例)	3 回	4 回	5 回	6 回

3. 2 客観的なデータによる就業時間の精度向上

客観的なデータを活用して就業時間管理を行うことで就業時間の精度を向上させる仕組みについて述べる。

3. 2. 1 客観データに基づいた勤怠管理の徹底

旧システムではビル入退館データだけを連携し、社員がビル入退館データを参考にして就業時間を入力する運用を行っていた。また、ビル入退館データと社員の登録時刻に一定時間の乖離(かいり)がある場合は、システム上で乖離チェックを行っていた。原則、乖離がないよう就業時間入力をする必要があるが、やむを得ない理由がある場合は乖離理由を本人が入力し、その内容を上長と人事部門がチェックしていた。これに加えて、パソコンのイベントログを新システムに連携させ、就業時間入力画面にその日のビル入退館時刻だけではなく、パソコンの起動と停止のログ時刻を並べて表示した。また、パソコンのログ時刻と社員の入力時刻とでそれぞれ一定時間以上乖離がある場合には、エラーメッセージを表示した(図3)。同様に、上長の画面でも、部下の入力した就業時刻と客観的なデータの時刻に乖離がある場合は、背景色を変更して一目で判別できるようにした。ほかに、半月に一回、乖離がある社員の情報を取得して、人事部門に通知メールを送ることで、乖離が多い社員に対してチェックする運用にした。これらによって客観的なデータを基にした就業時間管理の運用を実現した。また、在宅勤務時でも、パソコンログを利用することで客観的なデータに基づいた勤務管理を実現した。

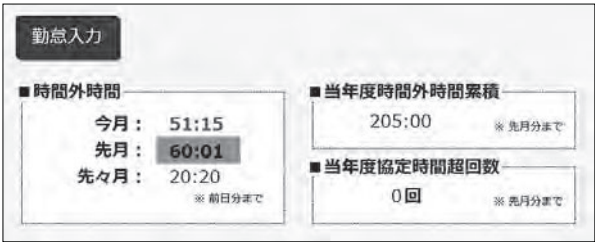


図2. ポータル画面での表示例

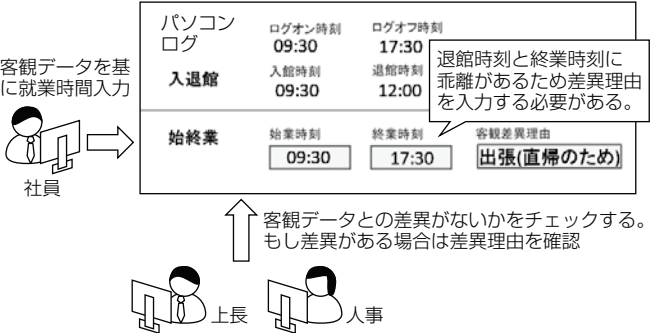


図3. 客観データを用いた就業時間管理の流れ



表2. 長時間残業アラート機能の動作

時間外労働時間	長時間残業アラート機能の動作	メッセージ例
残業しきい値1 超過	所定就業時間後、定期的にメッセージを表示する。	“効率よく仕事を進めて、早めに帰ることを心がけましょう。”
残業しきい値2 超過	所定就業時間後、定期的にメッセージを表示する。	“残業時間が増加しています。早めに帰ることを心がけましょう。”
残業しきい値3 超過	所定就業時間後、定期的にメッセージを表示する。	“残業上限に近づいています。超過するとパソコンが自動停止します。”
残業しきい値4 超過	所定就業時間の終業時刻30分前にパソコンを自動停止するアラートメッセージを表示する。所定就業時間後、5分間のカウントダウンを開始し、カウントが尽きるとパソコンを自動でシャットダウンする。	“残業上限を超えています。所定就業時間を超えるとパソコンは自動的に停止します。”

### 3.2.2 客観的なデータ連携の仕組み

ビル入退館ログは、社員がビルのゲートを通る際に社員証の情報と入退館時刻のログを取得し、就業時間管理システムの収集サーバへ伝送することで連携を行っている。また、パソコンイベントログは、パソコンのログイン、ログオフ、シャットダウンなどのイベントを察知し、ログイン時のID(Identification)とイベント名、イベントの発生時刻等の情報をパソコンログとして取得し、収集サーバへ伝送する。新システムは、収集サーバに収集された膨大なパソコンログを基に就業入力画面に表示する。

### 3.3 長時間残業に対する抑制策

長時間残業への抑制には、先に述べた二つの施策よりも強力な施策が必要であった。そこで、自動的に社員の残業状況を把握してパソコン上にメッセージを表示し、本人に気付かせる仕組みを実現した。

#### 3.3.1 社員に長時間残業を気付かせる仕組み

長時間残業に対する抑制策として長時間残業アラート機能を構築した。これは長時間残業をしている社員が所定就業時間外で就業している場合、社員の残業時間に応じたメッセージをパソコン上に定期的に表示し、所定就業時間外での就業であることや、その社員の残業状況を知らせる仕組みである(表2)。また、働き方改革関連法での上限時間を超えそうな社員に対しては、これ以上残業をすると自動でシャットダウンするアラートメッセージを表示し、その後も残業をしている場合はパソコンを自動でシャットダウンする。これによって、オフィスでの勤務でも在宅勤務でも、長時間残業を行っていることを気付かせ、抑制することが可能になった。

#### 3.3.2 長時間残業アラート機能

長時間残業アラート機能は、新システムで管理している社員の時間外就業時間と残業しきい値の超過情報を日に一回連携させる。また、社員のパソコンにクライアントアプリをインストールし、クライアントアプリと長時間残業ア

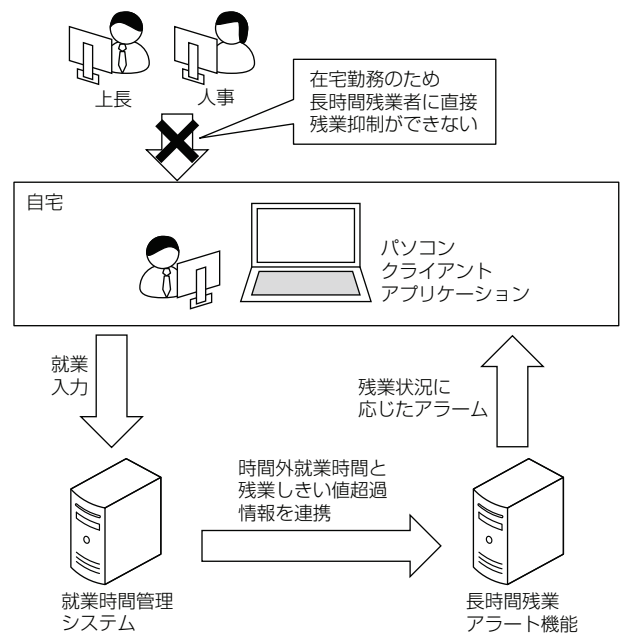


図4. 長時間残業アラート機能の概念図

ラート機能とで一定時間の頻度でデータ連携をする。所定就業時間を過ぎたら長時間残業を行っている社員に対してクライアントアプリが残業しきい値の超過度に応じたメッセージを出す仕組みである(図4)。

## 4. む す び

新就業時間管理システムを利用することで、新型コロナウイルス感染症の拡大によって、在宅勤務主流主体の働き方になった際にも、法律の遵守と多様な働き方を推奨することの両立が実現でき、円滑に就業時間管理が行われた。今後、当社グループとして統一した就業時間管理を実現するために、関係会社に対しても、この就業時間管理の仕組みを展開していく。

### 参 考 文 献

- (1) 厚生労働省・都道府県労働局・労働基準監督署：時間外労働の上限規制 わかりやすい解説 (2019)  
<https://www.mhlw.go.jp/hatarakikata/pdf/000463185.pdf>

# 営業業務革新と事業シナジーを実現する顧客対応標準基盤の構築

上野剛史\*  
Takefumi Ueno  
村上叔恵\*  
Yoshie Murakami  
滝澤康太\*  
Kota Takizawa

阿部 繁\*  
Shigeru Abe

*Building the Customer Relationship Management System for Sales Business Innovation and Business Synergies*

## 要 旨

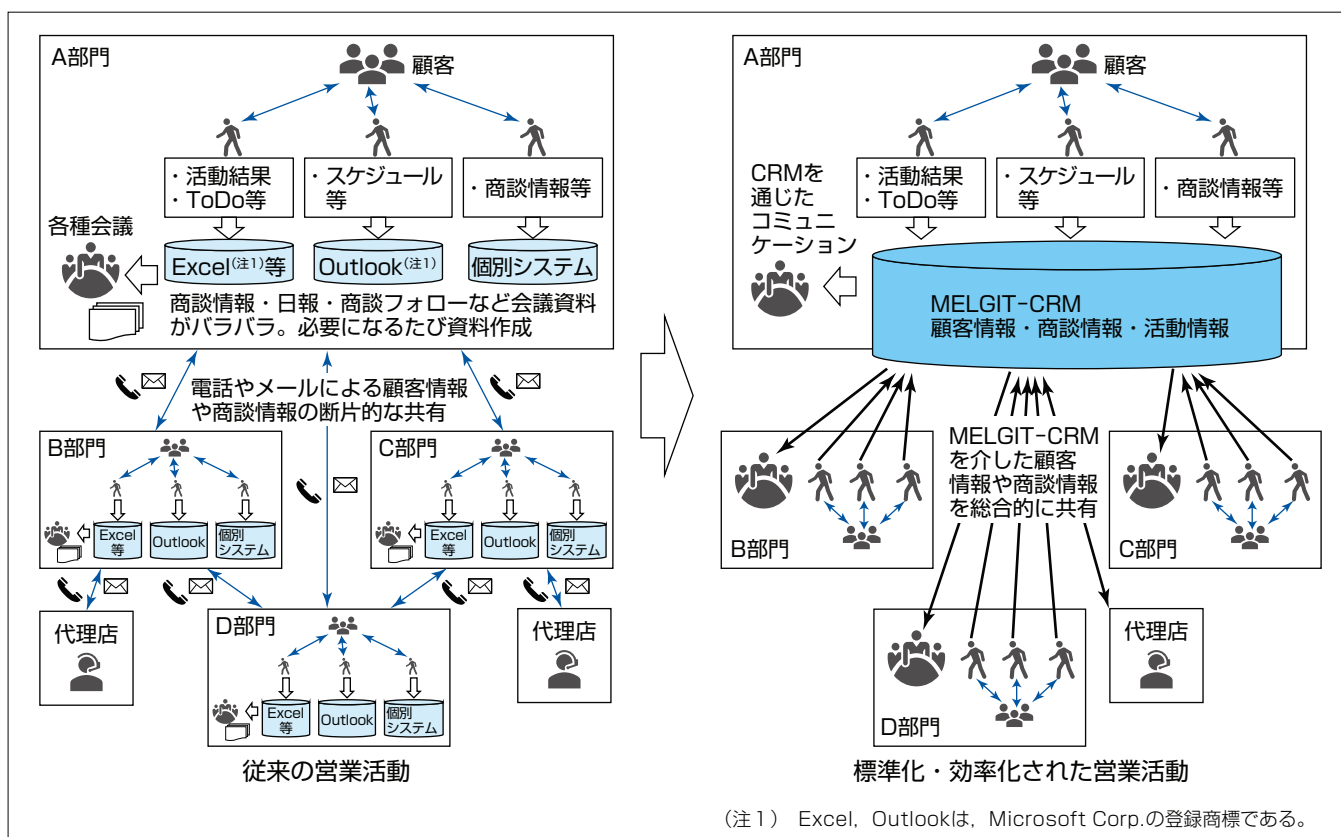
営業業務革新のため、三菱電機グループ内の顧客対応標準基盤を構築した。

これまで、当社グループは各事業部門で技術の深掘りを行いながら事業部門間のシナジーを模索してきた。しかし、昨今の技術の進化や社会の変化に追随するためには、更に事業部門間の連携を増やし、新たな事業の創出や顧客の開拓が必須である。

そこで、基幹系システムでの業務変革の一つとして、営業活動を対象とする当社グループ内の顧客対応標準基盤“MELGIT-CRM(Mitsubishi ELectric Global IT platform service-Customer Relationship Management)”を構築した。

MELGIT-CRMがもたらす効果は次の3点である。

- (1) 従来、活動結果やスケジュール、商談情報が個別に管理され、その都度資料を作成して会議で共有していた営業業務を、標準化したCRMで集積・管理し、その情報を活用してコミュニケーションすることによって業務を標準化・効率化する。
- (2) 従来、電話やメールで断片的に共有していた顧客や商談情報をCRMを介して総合的に共有する。
- (3) グループ内CRMを共通基盤化することによって開発・運用・保守プロセスを効率化する。



## “MELGIT-CRM”導入による営業業務の革新

これまで、Excelやメールなど個別のツールでIT化されていた営業活動の管理をMELGIT-CRMに集約した。週報などの報告資料や会議等でその都度作成した資料を、MELGIT-CRMを参照することで不要にした。メールや電話で人が個々に行っていた顧客情報や案件情報の部門間共有も、MELGIT-CRMを参照することによって、総合的に手間なくリアルタイムに共有できるようにした。

## 1. ま え が き

当社グループは、“制御やパワーエレクトロニクスなど広範にわたる技術資産”“事業特性の異なる複数の事業群による事業活動の展開”，及びこれらを支える“生産・品質管理・販売・サービス等の全ての現場に定着した改善文化”を強みとしている。そして、これに基づいた技術シナジーと事業シナジーを最大限に発揮することによって、課題解決に向けた価値創出に取り組むことを成長戦略の核に据えている。これに加えてコロナ禍の下、非対面での顧客接点の構築や維持など柔軟な働き方にも対応が必要になっている。

本稿では、事業シナジーの発揮やコロナ禍での柔軟な働き方の実現を支援する顧客対応標準基盤であるMELGIT-CRMについて、構築の背景・課題やその解決法について述べる。

## 2. 背景・課題

これまで、当社グループでは部門ごとに営業の業務プロセスが異なっており、営業情報も部門ごとに管理していた。また、システムも部門ごとに構築し、部分最適を進めてきた。その結果、次のような課題が生じていた。

- (1) 事業ごとに異なる営業プロセスの標準化と効率化
- (2) 事業ごとに分断された顧客や案件などの営業情報の集約
- (3) システム開発・運用の統合による効率化

さらに、顧客ニーズの多様化、働き方改革、グローバル化、コンプライアンスリスクへの対応などの環境変化への対応が必要になってきた。

そこで、営業業務を対象にしてこれらの課題を解決するために顧客対応標準基盤を構築することにした。

## 3. MELGIT-CRMの構築

この章では2章で挙げた三つの課題を解決するために構築した顧客対応標準基盤であるMELGIT-CRMのアーキテクチャを示すとともに、課題を解決するために実施した営業プロセスの類型化・標準化、事業間での営業情報の共有、開発・運用・保守プロセスの効率化について述べる。

### 3.1 MELGIT-CRMのアーキテクチャ

当社グループでは、重電システム、産業メカトロニクス、情報通信システム、電子デバイス、家庭電器など様々な製品を製造している。その販売も当社が直接販売するものや、代理店を通じて間接販売するものなどがあり、商習慣も多様である。これらの多彩なビジネスを一つの営業スタイル

に統一することは困難であるため、事業を幾つかのタイプに分けた上で、当社グループ共通要件、事業タイプ別共通要件、事業ごとに異なる要件の3層に分けて標準SaaS (Software as a Service) サービス上に顧客対応標準基盤を構築することにした(図1)。

当社グループ共通要件は全社共通システムのインタフェースや、規則やセキュリティへの対応などの共通機能など、事業タイプ別共通要件は業務フローや顧客との関係構築方法など、事業ごとに異なる要件は事業固有のインタフェースなどを定義した。ここで、事業タイプ別共通要件については、事業ごとに共通要件を見いだして分類する必要がある。

### 3.2 営業プロセスの類型化・標準化

事業タイプ別共通要件を見出すため、営業プロセスの類型化・標準化を行うことにした。MELGIT-CRMでは、顧客情報、商談情報、活動情報の三つの情報を集約・管理する。このうち、顧客情報・活動情報については事業ごとの差異が小さいため、商談情報の扱いを中心に各事業の営業業務を分析した。類型化に当たっては、図2のように個産・中量産・量産の生産形態と、間接販売・直接販売の販売形態でマトリックスを作成し、各事業をマッピングした。その結果、販売形態ではなく、生産形態によって営業プロセスが似ていることが分かった。そこで個産・中量産・量産の三つのパターンで類型化し、事業タイプ別の共通機能である“リファレンスモデル”を提供することにした。

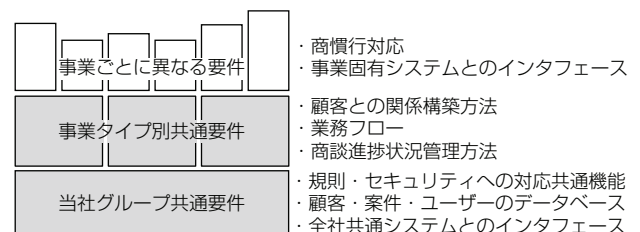


図1. MELGIT-CRMのアーキテクチャ

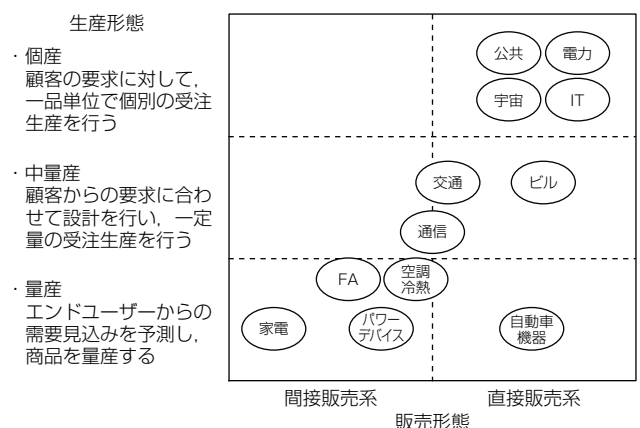


図2. 営業プロセスの類型化(案件情報)



リファレンスモデルは、事業タイプごとの営業プロセス標準化を目的としている。そのプロセスは営業業務を“ステージ”に分けて、ステージごとに完了条件を設定することで商談を定量的に進捗管理できるよう、ステージ管理と業務プロセスフローを定義した。表1に個産の場合の営業活動のステージ管理例を、図3に営業業務のプロセスフロー例を示す。

例えば“概算見積り・仕様提案”ステージでは、顧客を訪問し、商談を重ねた上で提案書と概算見積りを提示することによってステージ完了と判断する。上長は商談一覧の中から同じステージに長期間とどまっている商談をピックアップし、部下への指導を行う目安にできる。

3.3 事業間での営業情報の共有

3.3.1 事業間営業情報共有のハブ

MELGIT-CRMは部門間の営業情報共有を目的としている。構想を開始した際、既にCRMを独自に導入している部門が存在したが、これらは相互で情報共有する仕組みがなかった。このため、MELGIT-CRMではMELGIT-CRMに関係ない独自のCRM間でも相互に営業情報を共有できるよう、MELGIT-CRMを情報共有のハブとして位置付けた(図4)。MELGIT-CRM内に他のSaaS製品のAPI(Application Programming Interface)にも対応して連携できる仕組みを用意した。

表 1. 営業業務のステージ管理例(個産)

ステージ	概要	完了条件例
関係構築	ターゲット顧客選定	顧客の基本情報把握
情報収集	ターゲットプロジェクト選定	顧客ニーズ・課題把握
引き合い	顧客の予算化支援	概算見積り依頼受領
概算見積り・仕様提案	概算見積りと仕様調整実施	提案書・概算見積り提示
最終提案	条件交渉して最終提案実施	最終提案書・見積り提示
応札	応札	応札
契約・受注	契約締結	契約締結・注文書受領

3.3.2 営業情報の開示範囲

MELGIT-CRMは顧客情報、商談情報、活動情報を共有することを目的としている。しかし、全ての情報を全ての利用者が自由に閲覧・更新できるのではなく、次のような要件を満たすようにデータセキュリティ権限を設計した。

- (1) 顧客情報については、システム管理者だけが作成可能である。更新・閲覧は原則として全利用者が可能である。
- (2) 商談情報は、原則全利用者が閲覧可能である。ただし、更新は該当商談情報を登録した部門の利用者だけが可能である。
- (3) 代理店が登録した商談情報は、他の代理店には競合情報になるため開示不可である。
- (4) 顧客との守秘義務契約等がある機微な顧客情報や商談情報については、登録した部門が開示範囲を指定可能である。
- (5) データの削除はシステム管理者だけが可能である。

表2にメーカー会社のデータセキュリティ権限例を示す。顧客情報や商談情報は全ての利用者が閲覧し、事業シナジーを発揮できるよう設計した。担当者の日々の活動記録

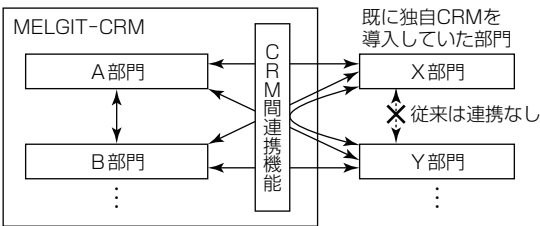


図4. MELGIT-CRMをハブとした情報共有

表2. メーカー会社のデータセキュリティ権限例

	更新	閲覧
顧客情報	全利用者が更新可能	全利用者が閲覧可能
商談情報	登録した部門の利用者だけが更新可能	全利用者が閲覧可能
活動情報	登録した部門の利用者だけが更新可能	登録した部門の利用者だけが閲覧可能

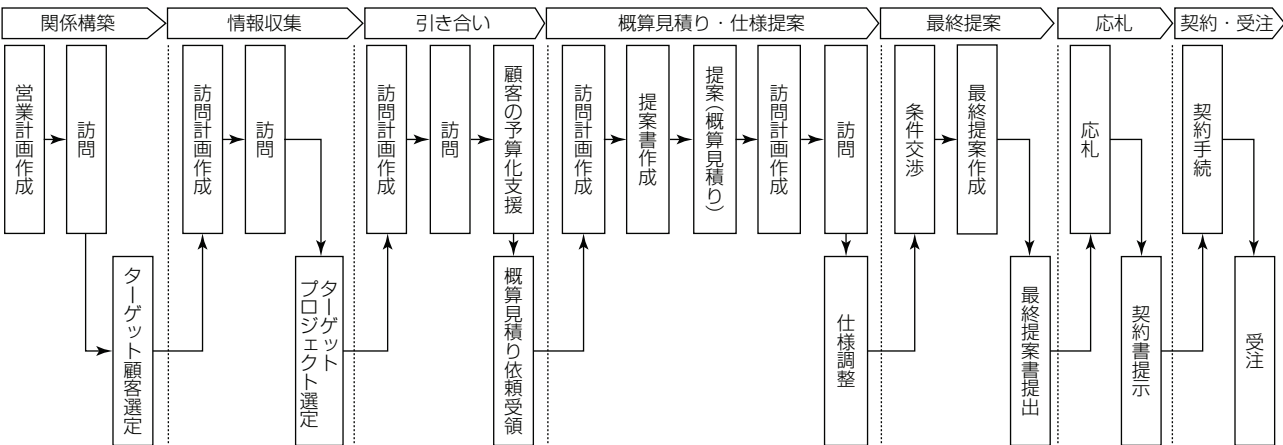


図3. 営業業務のプロセスフロー例(個産)

については、他部門には開示せず部下からの相談や上長からの指示なども登録しやすいよう配慮した。表中には示していないが、データの誤削除を防ぐため、削除はシステム管理者だけが可能である。

表3に、代理店のデータセキュリティ権限例を示す。競合になる代理店の情報は見えないようにする一方、メーカーから紹介された案件については閲覧や更新を可能にした。

### 3.4 開発・運用・保守プロセスの効率化

#### 3.4.1 開発・運用・保守体制の共通化

これまでは部門ごとに開発・運用・保守をする体制を持ち、部門独自の要求に小回りが利く対応をしていた。MELGIT-CRMでは全体最適を図り、同一業務を集約するという考えの下、全社IT部門に開発・運用・保守を行う組織“CoE(Center of Excellence)”を立ち上げて、ノウハウの蓄積や要員の共通化による効率化を図った。また、CoEが複数の部門の業務分析を行うことによって、営業プロセスの標準化にも寄与している。

#### 3.4.2 開発・運用・保守の品質向上

品質を確保したCRMシステムを効率よく短納期で導入するため、CRMを開発する上で必要なドキュメントやツールを整備した(図5)。具体的にはCoEの役割・機能・ルールをまとめた共通CoE定義書、システム導入・運用をまとめたガイドラインや手順書、テンプレート、CoEで先行実施してノウハウを蓄積した案件ステージやインスタンス方針等をまとめたプラクティス集である。

表3. 代理店のデータセキュリティ権限例

	更新	閲覧
顧客情報	自社が登録した情報とメーカーから紹介された案件だけを更新可能	自社が登録した情報とメーカーから紹介された案件だけを閲覧可能
商談情報		
活動情報	登録した会社の利用者だけが更新可能	登録した会社の利用者だけが閲覧可能

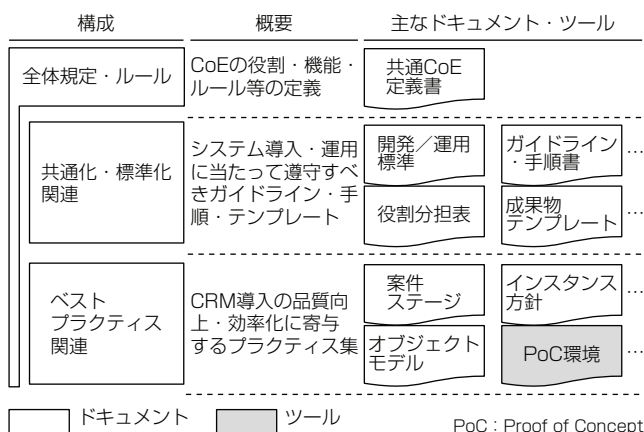


図5. MELGIT-CRM導入の全体規定・ルール

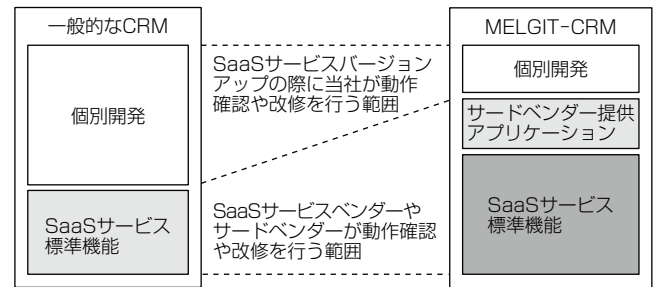


図6. MELGIT-CRMカスタマイズ方針

開発・運用・保守フェーズを担当するベンダーにも、これらのドキュメントを遵守、ツールを活用してもらうことによって作業品質の向上と効率化を実現した。

#### 3.4.3 保守を容易にする実装方法

標準SaaSサービスは多数のカスタマイズを個別開発することによって、使い勝手を向上させることができる。一方で、年に数回発生する標準SaaSサービスのバージョンアップの際には、その都度動作確認や改修を行う必要がある。そこで、MELGIT-CRMでは、この動作確認や改修を最小限に抑えるため、図6に示すように現業務をそのままCRMに実装するのではなく、SaaSサービスの標準機能を最大限活用するとともに、既存のサードベンダー提供アプリケーションを活用し、可能な限り個別開発を行わずに実装する。

## 4. 今後の計画

今回、営業業務の領域を対象にして顧客対応標準基盤を構築したが、続いて、マーケティング業務の領域と、アフターセールス業務の領域の顧客対応標準基盤を構築し、全ての顧客接点をカバーする計画である。

また、事業ごとの視点でCRMを構築したが、今後は支社や海外販売会社など地域ごとの視点でも情報活用ができるよう改善を図る計画である。

## 5. む す び

MELGIT-CRMの導入によって、営業プロセスの類型化、事業間での営業情報共有の容易化及び開発運用プロセスの改善を実現できた。これによって、当社グループ各社が“事業シナジー”を発揮する基盤を整えることができた。

また、コロナ禍の下、担当者は日々の活動をCRMに登録し、上長はその進捗や活動記録を見て部下に指示やアドバイスができるようになるなど、非対面での職場内でのコミュニケーション改善など柔軟な働き方にも対応する基盤を構築できた。



環境に貢献する製品・技術を分かりやすくご紹介します

# エコちゃんの“環境ですよ。”

緑あふれる豊かな社会を作るため、三菱電機グループは様々な製品・技術での環境への貢献を追求しています。

このサイトは、たくさんの方に“環境”への興味を持っていただき、当社グループの“環境への取り組み”を知っていただくことを目的としています。

[https://www.mitsubishielectric.co.jp/me/eco\\_changes/it\\_is\\_the\\_env/](https://www.mitsubishielectric.co.jp/me/eco_changes/it_is_the_env/)

## コンテンツ紹介


“エコちゃんの“環境ですよ。””は、“環境”という、一見、堅苦しく専門的な分野に対して、多くの方に興味・関心を持っていただくために、“1分で分かる”ことをコンセプトに掲げて、分かりやすさと親しみやすさに重点を置いたサイト作りをしています。構成は、環境に貢献する製品や取り組みについて紹介する“個別ページ”と、それらの入り口をまとめた“扉ページ”による2階層になっており、どちらも、他の環境の情報サイトとは趣が異なる、ほのぼのとした自然のイラストに癒されるトーンのサイトになっています。“個別ページ”では、“博士”と“エコちゃん”の掛け合い(会話)によって、題材を分かりやすく紹介した後、ニュースリリースや三菱電機技報などの参考情報を引用して、最後に製品の関係者の顔写真とともにコメントを掲載しています。

これまでに、七つの製品による環境貢献について紹介するページをアップしていますが(2021年4月現在)、今後は事務所や製作現場での取り組みについても同様の構成で広



く紹介して、多くの方に長く親しまれるサイトにしていくことを目指しています。

**学校用ロスナイ®**  
※「ロスナイ」は、三菱電機株式会社の登録商標です。



これは、  
ここが便利！  
ここがスゴい！

学校用の換気設備にゃ。教室の中の空気をキレイにするぞ。

CO<sub>2</sub>センサーで検知したCO<sub>2</sub>濃度に応じて換気風量を自動で切り替えるぞ。

換気といえば、「ロスナイ」じゃ。必要量の換気量を実現し、エアコンなどの空調機への負担を低減するんや。

博士 → エコちゃん

あー、「換気」については全くのシロウトでして。。。窓を開ければいいんじゃないんや。。。そもそも「ロスナイ」ってどういうものですか。

おねーさん、そこから来たか。。。たとえば、冬、換気のために窓を開けると、せっかく、暖房が温まっているのに、外の冷気が入ってきてしまっちゃうや。

そうね、夏はその逆で、室内は心ゆくまで冷えているのに、窓を開けると、当然外の暑い暑い空気が入って来ちゃうわ。

製品名

製品概要

“博士”と“エコちゃん”の掛け合い

“個別ページ”の構成(一部)



▶ 詳しくはWEBサイトでご覧いただけます。

三菱電機 エコちゃん

検索