

feature article

産業空間の人間指向

Toward Human-oriented Industries

石田 智利 Tomotoshi Ishida

湯田 晋也 Shinya Yuda

鈴木 辰哉 Tatsuya Suzuki

産業活動では、各種の人間指向的な取り組みが必須となっている。例えば、製造業では、商品企画における顧客の深層心理の推定、多数の行動を適切にコントロールするプロジェクトマネジメント、働きやすく高い生産性を支える各種の業務支援などが行われている。日立グループは、製品の組立性および組立信頼性の改善支援技術、RFIDを利用したケーブル接続作業支援技術、作業動作測定による業務改善支援技術などを開発している。人間特性の計測技術や計測データの分析技術などを活用することにより、革新的なイノベーションが期待できる。

1. はじめに

産業活動は、産業革命によって工業的生産性が、また20世紀後半の情報化によって知的生産性が大きく拡大した。これらはいずれも、主として定型的な繰り返し作業の生産性を向上させたものであり、これをコントロールするための状況判断や意思決定は人間の知恵によって担われている。これに加えて、21世紀には情報インフラの変革によってまったく新しい人間社会の知能が築かれることが予想されており、産業活動においても人間の役割が変わっていくことが予想される。

ここでは、産業空間における人間指向研究の概要と事例、および今後の方向について述べる。

2. 産業空間における人間指向

まず、製造業を例にして産業空間における人間指向の位置づけを述べる。

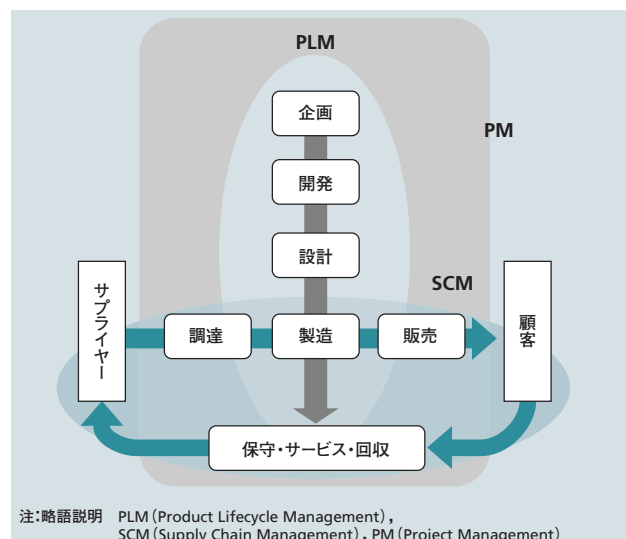
製造業の活動を人間との関係でとらえると、PLM (Product Lifecycle Management)、SCM (Supply Chain Management)、PM (Project Management) に整理できる (図1参照)。

PLMは、新たな製品を企画し、機能や性能の実現方法を定めて製造に結び付ける活動である。SCMは、部材を調達し、PLMで定めた仕様の製品を実際に製造して顧客に提供する活動である。量産品の場合、1種類の製品に対して、PLMは1回だけの活動であるが、SCMは製造販売する製品の数に応じて複数回繰り返す活動である。プラントや大規模な情報システムなど、顧客仕様に基づく注文品ではSCMも1回だけとなり、PLMとSCMを並行して実

行することが多いが、実現方法を決めることと、それを実際に製造することという考え方は変わらない。PMは、PLMやSCMの活動自体をコントロールして効率よくスムーズに業務を進める活動である。

こういった活動の主要業務では、いずれも人間指向的の視点が不可欠であり、これらは対外的なもの内部的なものに分類することができる (表1参照)。

商品企画における人間指向的な視点は、製造業において最も重要なものである。かつては、顧客ニーズを把握し、それを満たす製品を提供するという考え方で進めていたが、最近は顧客すら気づいていない深層の「思い」を推測し、それを満たす製品を提供して感動を与えることをめざしている。



注:略語説明 PLM (Product Lifecycle Management), SCM (Supply Chain Management), PM (Project Management)

図1 製造業における人間的活動の構成
製造業における人間的活動は、PLM、SCM、PMの視点で整理できる。

表1 製造業の主要業務と人間指向

製造業における人間指向的な業務は、PLM、SCM、PMに分類でき、それらはさらに対外的、内部的業務に分類できる。

分類	対外的	内部的
PLM	商品企画（顧客要求の把握）	部門間調整 主業務（働きやすい環境づくり、生産性向上）
SCM	調達（取引先との有効的な関係構築） 営業（顧客が欲するものを適時に提供）	
PM	共同プロジェクト推進（ウィンウィン関係の構築）	プロジェクト推進（人、モノ、金、時間の計画立案とその実行）

コンシューマ製品はもとより、機能や性能を求めがちな業務向け製品であっても、当初は顧客自身が気づいていない新たな機能が、顧客にとってきわめて有効であることが多い。顧客に感動を与えられる機能を発掘するには、顧客の利用場面を調査、推測し、そのときの顧客の深層心理を予測するという人間指向的な考え方が不可欠である。

日立グループは、これを実践するため、QFD（Quality Functional Deployment）など品質工学的な手法を生かすとともに、顧客ニーズ調査手法の開発なども行い、商品企画の場に活用している。

一方、プラント建設や大規模な情報システムの開発など、多人数が関与するプロジェクトの推進にはPMが不可欠である。プロジェクトは、多種の部門に属する多様な専門分野の人が連携し合い、適正な設備、コスト、期間をかけて実行するものである。大規模になるとルールを定めて組織的に推進するとともに、計画に基づいて進捗（ちよく）させる必要がある。

日立グループは、プロジェクトを問題なく推進するために、プロジェクトの各工程で状況を正確に把握する技術を開発し、計画との差異を早期に発見するとともに、フェーズ管理と称して、プロジェクトのフェーズ間に

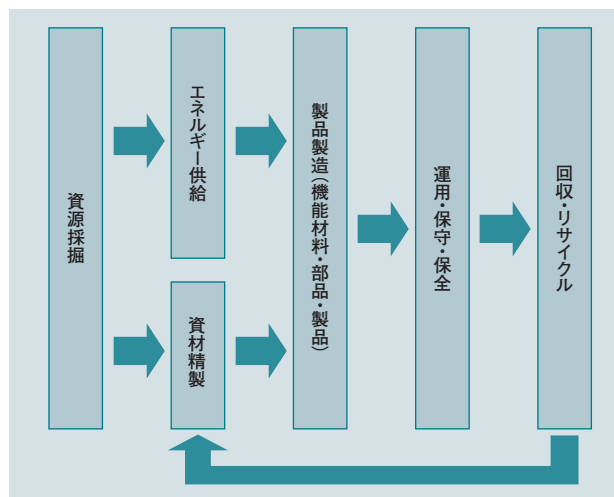


図2 モノのサプライチェーンに基づく関連産業の関係
モノは資源採掘から流れるとともに、回収・リサイクルから戻る流れがある。

チェックポイントを設けて管理している。設計、開発、製造など主業務は、働きやすい環境の下で、生産性や信頼性が向上することが望ましい。これらの対応のために行うIT化による業務支援やIE（Industrial Engineering）的手法による業務改善では、人が自然に受け入れられ、自然に実施できるようにするために、人間指向的な手法が不可欠である。

日立グループは、これらの活動に加え、人に負荷をかけずに改善を行うため、後述する各種の技術を開発して実行している。

製造業における上述の考え方は、産業空間でも同様に適用可能である。モノのサプライチェーンに基づく、関連産業は図2のように表される。また、産業空間にはこれ以外に金融、流通、サービスなど各種の産業が存在する。各業種によって個々の業務の目的は異なっているが、人間指向の観点では各業務は表1のような軸で分類可能であり、それぞれは製造業の場合と同様の特性がある。

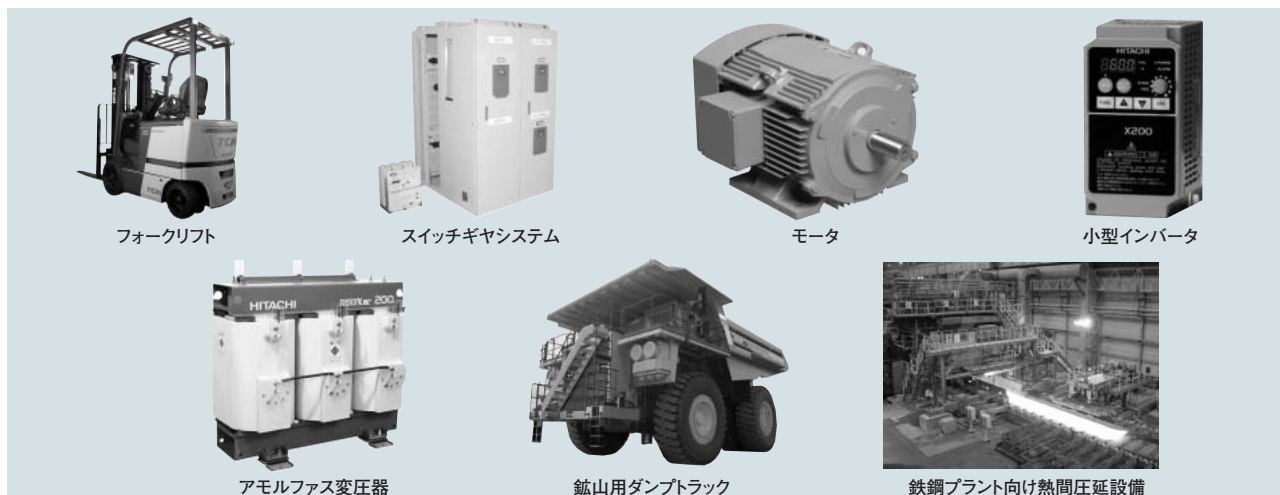


図3 幅広い産業を支える日立グループの各種製品
日立グループの製品は、資源採掘、エネルギー供給、製品製造など幅広い産業を支えている。

日立グループは図3に示すような各種の製品を通じて、幅広い産業の業務を支援している。これらの製品に人間指向の視点を盛り込むことにより、製品を通して顧客の業務を支援できると考える。

3. 人間に関する研究の事例

3.1 製品の組立性および組立信頼性の改善支援

この事例は、表1の主業務に含まれる設計業務において、生産性向上のために、熟練者が経験的に把握している特性を定量化し、誰でも同一の評価・改善ができるようにする技術である。

製品の仕様を決める作業である設計では、製品の機能や性能と合わせて、製造のしやすさである製造性を考慮することが不可欠である。それを効率的に実行するため、製造性の一部である組立性および組立の信頼性を評価する手法として組立信頼性評価法「AREM (Assembly Reliability Evaluation Method)」およびその支援ツールを開発した(図4参照)。

この手法は、製品の設計情報である部品の組付け動作と部品特性、組立職場の情報である過去の組立不良率や組立

時間の実績値に基づいて、部品ごとの組立時間と組立不良率を予想するものである。これまでに、家電・情報機器、自動車部品、産業機器など幅広い分野の製品に適用して改善活動に利用し、組立コスト、組立不良率をいずれも約30%削減するという実績を上げている。

簡単な改善事例を図5に示す。これは部品を本体に取り付ける際にはり付ける小さな4個の部品である。この方式を利用した評価により、(1) 視認性の悪い箇所への組付けが必要なこと、(2) 目視確認を伴う高い位置決め精度が要求されること、(3) 部品数が多いことの3点が原因で組立不良率が高い構造であることがわかった。そこで、突き当てれば位置決めされる構造(目視確認不要)、一体化による部品数削減によって目標値を達成した。

3.2 RFIDを利用したケーブル接続作業支援

これは、主業務である製造において、人間がある確率で起こすまちがいを、人間の特性を利用することによって効率的に防止する技術の事例である。

発電プラント建設では数万本という膨大な数のケーブルの接続を施工する。結線作業は、ケーブルの心線を取り付けるべき端子の番号を目視で読み取り、同じ番号が印字された端子へ結線する。しかし、心線と端子の形状はほぼ同じであるために識別が難しいうえ、さらに作業は決められた時間内に細かい作業を繰り返す行わなければならない。このような状況下でも結線ミスを起こさないように、心線を色分けしたり、結線の確認を複数の作業者によってチェックしたりするなどの工夫を施してきた。

しかし、人によるチェック方法の精度は、チェックする人の技量や環境に依存してしまう。そこで、心線と端子台の端子番号を目視して識別する代わりに、RFID (Radio-frequency Identification) を用いて心線と端子のペアを識別する方式を考案した(図6参照)。このシステムは、ケーブルの心線に付けたRFID(心線タグ)と端子台側のRFID

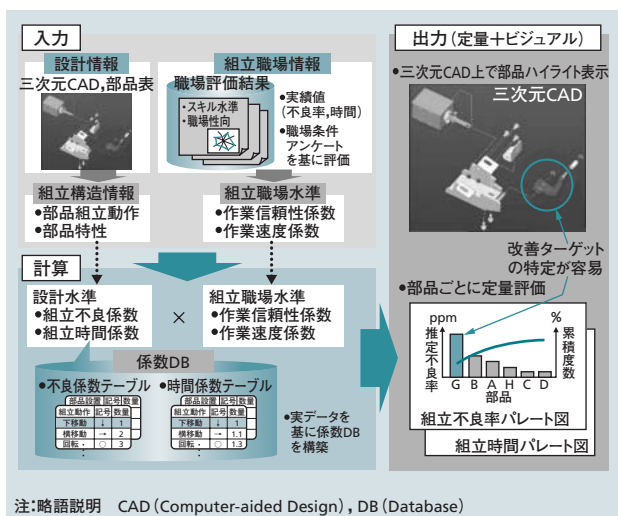


図4 組立信頼性評価支援ツールの構成
設計情報と組立職場情報を入力すると、実績に基づく係数データベースを参照して組立時間、組立不良率を計算して出力する。

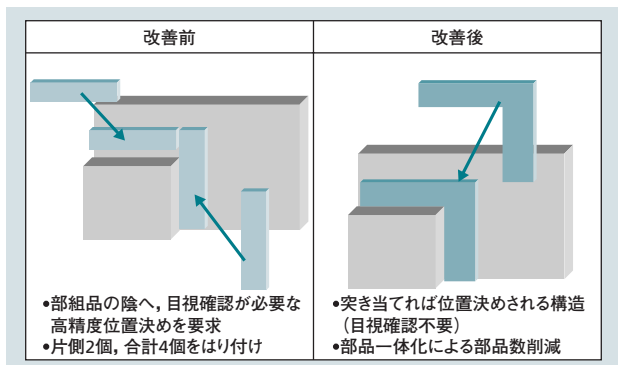


図5 改善事例(改善前と改善後の製品の構造)
AREM (Assembly Reliability Evaluation Method: 組立信頼性評価法) により、組立不良率の高い構造であることが定量的にわかり、改善を行った事例である。

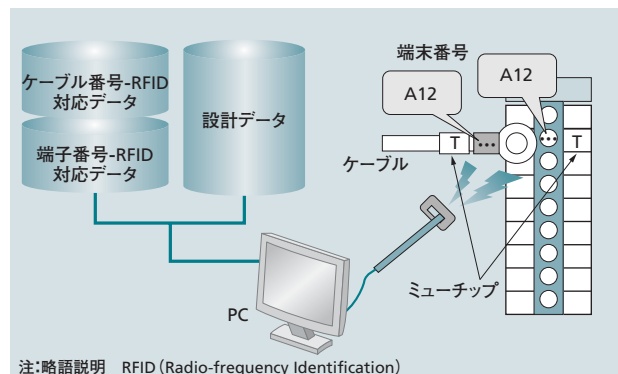


図6 RFIDケーブル接続システムの概要
このシステムは、管理対象となるケーブル心線RFIDと端子台RFID、接続チェックするリーダ群で構成される。

(端子台タグ)、これらRFIDの読み込みとケーブル接続図を表示するリーダ端末、ケーブル接続図、および作業実績を管理するデータベースによって構成されている。心線と端子のペアは設計で決めており、設計データを用いることによってまちがうことなく正誤を判定することができる。この方法によれば目視作業を軽減し、個人の技量に左右されにくい作業が実現できる。

4. 産業空間における人間指向研究の今後

前述したように、人間の知の構造と、これまで効率化をめざして開発した情報システムの構造とでは処理の方式が異なっている。従来の情報システムは、最終的に必要なデータだけを入力、管理してきた。例えば、3.1で示したAREMでは、組立の作業を構成する要素動作ごとの評価値を管理しており、3.2で示したケーブル接続作業支援システムでは、ケーブル接続図および作業実績のデータを管理している。人間の特性を利用すると、これらのシステムはさらにレベルアップする可能性がある。例えば各作業時の作業者の脳や行動を計測し、その結果を分析すると、端子番号の対応関係の確認、正誤判定結果を確認する際の脳の挙動、行動の挙動がわかり、使い勝手の向上や操作手順の簡略化などのヒントになると考える。以下にこのような利用方法をめざした例を示す。

2名の作業者が15～18分間同一の作業を行ったときの挙動を足に付けた加速度センサーで測定し、その類似動作部分を対応づけた結果を図7に示す。2名の作業者には作業種類ごとに得意不得意があり、対応関係は比例しないことがわかる。

また図8は、図7の対応部分の伸縮度合いを縦軸に表したものであり、一連の作業の各工程で2名が作業に要した時間の相対値の変化がわかる。これまでストップウォッチなどを用いて工程ごとに測定する必要があった各要素の作業時間を、自動的に測定できるようになる。これにより、個人差、繰り返し差などを詳細に分析できるようになり、より人間の特性に合致する設備配置、作業手順などの設計が可能になる。

5. おわりに

ここでは、産業空間における人間指向研究の概要と事例、および今後の方向について述べた。

情報システムの進展、各種センサーの小型化などによって人間の特性把握は今後ますます容易になる。把握した特性を活用することによって、業務の改善や信頼性の向上、これまで人間にしかできなかった業務の自動化が可能になり、革新的なイノベーションの可能性があると考える。

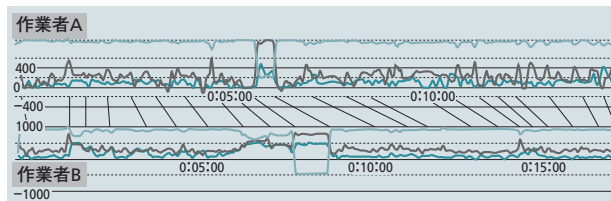


図7 作業時間の比較

同一作業を行う作業者2名の足の挙動を比較して類似動作部分を対応づけると、所要時間は比例せずそれぞれに速い部分と遅い部分があることがわかる(横軸は時刻、縦軸は加速度値)。

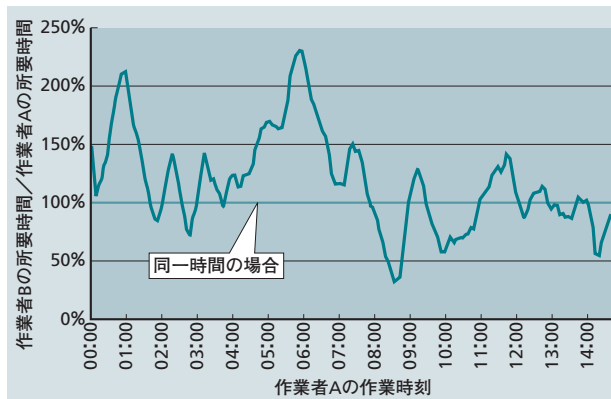


図8 単位時間作業ごとの所要時間の比率

作業者Bの所要時間/作業者Aの所要時間について、工程の前半には作業者Bが長時間を要している二つの山があるが、後半には短時間で終わっている部分がある。

参考文献

- 1) 鈴木, 外: 組立信頼性評価法(AREM: エイレム)活用による組立性設計改善, 機械設計, 日刊工業新聞社, p.44~47 (2008.11)
- 2) 恩田, 外: 原子カプラントへのRFID高度応用システムの開発, 日立評論, 90, 2, 156~161 (2008.2)

執筆者紹介



石田 智利

1985年日立製作所入社, 生産技術研究所 生産システム第一研究部 所属
現在, 製造業の生産改革に関する研究に従事
工学博士
日本機械学会会員, 精密工学会会員, 情報処理学会会員, 日本設計工学会会員



湯田 晋也

1995年日立製作所入社, 日立研究所 情報制御第二研究部 所属
現在, 機器設備の予防保全技術に関する研究に従事
技術士(機械)
日本機械学会会員, 精密工学会会員, 日本原子力学会会員



鈴木 辰哉

1986年日立製作所入社, 生産技術研究所 生産システム第一研究部 所属
現在, 製品の生産性設計技術に関する研究に従事
精密工学会会員, 日本信頼性学会会員, ヒューマンインタフェース学会会員