

# 建設現場密着型「日立統合建設システム」の高度化と今後の展開

Enhancement and Deployment of Hitachi Integrated Construction Coordination System Dedicated for Construction Field

館洞 和人

Tatehoro Kazuto

高田 将年

Takada Masatoshi

岡田 久子

Okada Hisako

河崎 宜史

Kawasaki Takafumi

1990年代より、プロジェクト一貫／調和コントロール、作業効率向上・品質確保を主眼に発電プラント建設へのIT・システム化適用を進めてきた。実機適用と継続的な機能拡張によって効果を上げてきたが、管理側・システム面中心のアプローチでは、さらなる改善・効率化は限界に達している。これに対して、モノづくりの原点に立ち返り、人間中心設計手法や4D視覚化手法を導入したシステム高度化を進めている。

## 1. はじめに

電力を安定的に供給するためのプラント建設の高品質・信頼化とコスト低減は、プラントメーカーの使命であり、必須の課題でもある。これに向けて、日立グループは建設工法や施工技術、管理手法の改善に加え、1990年代から建設分野へのIT (Information Technology)・システム化の適用を進めてきた。建設は、プロジェクトの最下流に位置し、現地工事作業者が主役の作業である。

ここでは、建設現場でのモノづくりの生産性・品質向上に重点を置いたユーザー本位・現場密着システムの構築に着眼した日立グループのこれまでの取り組みと、現在進めている拡張・高度化、およびその展開方針について述べる。

## 2. 日立建設IT化の取り組み

### 2.1 日立統合建設システム

日立グループは、1990年代から建設を基点としたプロジェクトの円滑管理に向け、以下の3点をポイントとする建設IT化の取り組みを進めてきた。

- (1) 建設工事着手前の緻密な計画遂行
- (2) 現地建設に合わせたモノ・情報のジャストインタイム
- (3) 現地PDCA (Plan, Do, Check and Action) 管理(計画～実施～管理)

この設計から調達、建設まで一貫したプロジェクトコン

トロールを実現したのが、「日立統合建設システム」である(図1参照)。

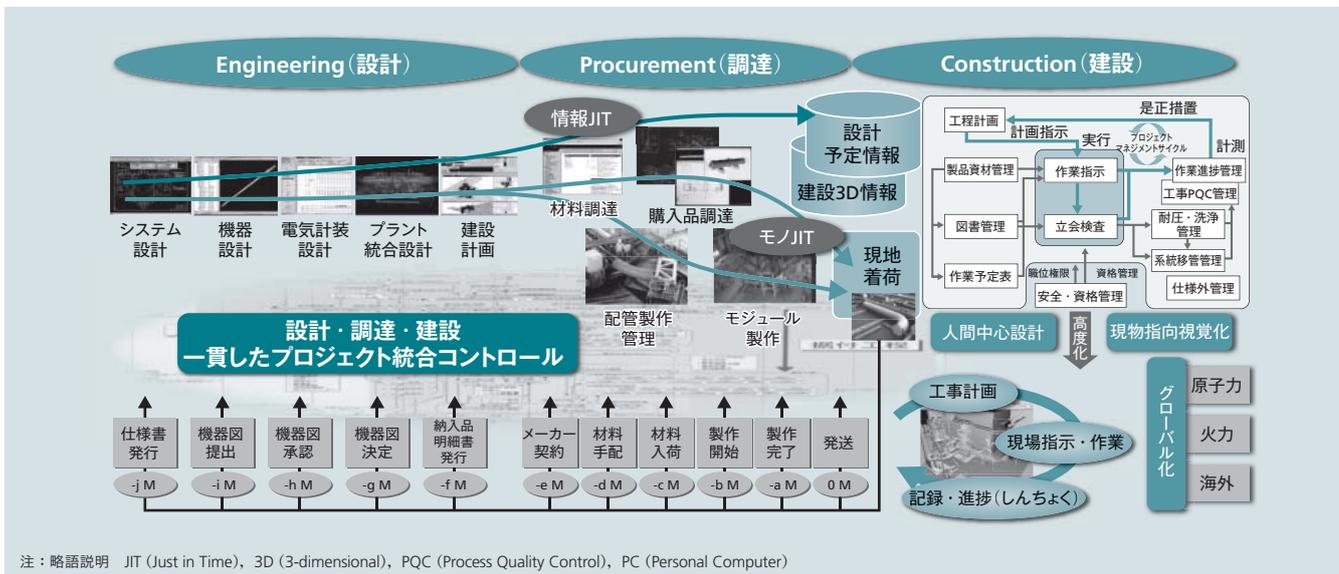
### 2.2 現地建設システム

日立統合建設システムのうち、建設現場で利用する現地建設システムは、以下に示す12のサブシステムで構成されている。これらにより、計画指示、実行、計測、是正措置というプロジェクトマネジメントサイクルが実行できる。

- (1) 工程計画システム
- (2) 作業指示システム
- (3) 立会検査システム
- (4) 作業進捗(しんちょう)管理システム
- (5) 安全・資格管理システム
- (6) 製品資材管理システム
- (7) 図書管理システム
- (8) 作業予定表システム
- (9) 工事PQC (Process Quality Control) 管理システム
- (10) 耐圧・洗浄管理システム
- (11) 系統移管管理システム
- (12) 仕様外管理システム

これらは、現場実態管理のために末端作業・細部にまで踏み込み、現地業務を網羅したシステムである。

例えば、配管作業を現場で行う際には、詳細建設工事工程を基に一次業者の監督が継手箇所ごとに作業指示を行い、二次業者の監督や班長が指示内容を確認したあと、作業指示書兼記録の紙帳票を出力し、現場に携行して作業を行う。作業実施後、その作業記録および合否結果などを作業指示書兼記録に記載し、上位者(施工側・検査側)に対して審査・承認を得るという流れになる。また、作業記録登録時には携帯端末(PDA: Personal Digital Assistant)を用いることもでき、手書きした作業記録をシステムに登録



注：略語説明 JIT (Just in Time), 3D (3-dimensional), PQC (Process Quality Control), PC (Personal Computer)

図1 「日立統合建設システム」の全体構成

設計・調達・建設の情報を一元管理し、一貫性のあるプロジェクト統合コントロールを実現した「日立統合建設システム」の概要を示す。

する際に転記ミスがなくなるという仕掛け作りも行っている。さらに、作業記録として設計指示値から外れる値を登録した場合はアラームを出し、是正するまでは次のステップへは進めないといったインターロック機能も備えている。こうした一連の作業をシステム化したものが、サブシステムの(2)および(3)である。

この作業指示に用いる管理項目と帳票形式は、品質管理区分、製品区分、作業区分(配管の例では、開先合わせ、溶接、非破壊検査、耐圧試験など)の組み合わせに応じて、品質確保を前提に利便性も考慮して定義されている。配管の例では、1プラント当たり50,000以上の継手箇所に対して、1枚当たり数十点の管理項目を含んだ45種類の総数115,000枚に及ぶ帳票の作成・管理を行っている。このように、個別の作業箇所の細部まで踏み込んだ精緻な管理の積み重ねにより、建設の高品質化を実現している。

### 3. 建設現場密着型改善と高度化

日立統合建設システムは、1990年代から約20年間、5プラントにわたって運用を続けて効果を上げてきた。現在では、日立統合建設システムは建設現場に欠かせない存在となっているが、現場密着型として完全定着させるまでには約10年という長い歳月を要した。

今後も信頼性・品質を向上させ、コストを削減するためには、管理・コントロール面の強化だけでは、さらなる改善を望めない状況にある。

いかにシステムやハードウェア技術が発展しても、プラント建設工事の中心は、現場での人間によるモノづくりである。この原点に立ち戻り、システムのさらなる進化・発展のため、人間の側に焦点を当てたシステムの在り方の検

討と改善を行うこととした。

ユーザーの意見を聞き、それを踏まえたシステムの構築は以前から行っていたが、実態としては、必ずしもシステムが意図したとおりに使われていない場合や、ユーザーが満足していない状況も発生していた。そこで、システムやサービスを「より多くの人が使える」、「便利だと感じる」、「使ってよかったと思われる」ように改善する手法である「人間中心設計手法」の活用によるシステム改善の取り組みを行った。

さらに、情報の電子化による新たな付加価値・メリットを生かし、現場作業における指示内容や意図の表現、情報の伝達を抜本的に直感化・効率化するため、現場に即した現物指向の視覚化手法の検討・システム化を実施した。

これらの取り組み内容について以下に述べる。

#### 3.1 人間中心設計手法を用いた建設現場改善

現場モノづくりの実態に焦点を当てて現場作業員が抱える潜在的な思いを解き明かし、これに基づいたユーザーにとって使いやすく分かりやすいモノづくりを実現する「人間中心設計手法」を導入した。人間中心設計は、1999年にISO13047/JIS Z8530(現在ISO9241-210へと改定)として規定されたものであり、その特徴として、ユーザー参加型の開発プロセスであること、心理学や人類学といった人を調査するさまざまな手法やスキルを有する専門家などによる学際的なプロジェクトであることなどが挙げられる。

従来のエンドユーザー視点での開発では、「何に困っているのか」、「どういう機能があればよいのか」を直接ユーザーに尋ねるヒアリングやアンケート調査が一般的であった。しかし、これらは潜在的ではなく表面的な事象しか得

られないことや、ユーザーが口にする欲しい機能の精度が低いという問題がある。そこで、エンドユーザーの潜在ニーズや現場の本質的課題を効率よく抽出できる人間中心設計を、以下の手順で推進することとした。

(1) 現場に潜む本質的課題やユーザーの仕事に対する取り組み姿勢の明確化

知りたいことをユーザーに直接尋ねるヒアリングではなく、現場観察を主体としたエスノグラフィー調査（文化人類学や社会学において、調査対象となる人々と長期間共に生活して観察やインタビューを行うことにより、その集団の文化や生活様式を明らかにする社会科学の方法論）と現場の背景を深く探るインタビュー調査などを繰り返して実施し、現場に潜む本質的課題やエンドユーザーの仕事に対する取り組み姿勢を明確にする。

(2) 顕在的／潜在的ユーザーニーズの明確化

エスノグラフィー調査やインタビュー調査から明らかになった本質的課題を克服するための現場でのさまざまな工夫や努力、顕在的／潜在的なユーザーのニーズを明確にする。

(3) ユーザーニーズに基づいたシステムの開発／改善方針とアイデア展開

得られた顕在的／潜在的なニーズに対し、どのような機能／ユーザーインターフェースを構築すればよいかを検討する。アイデアの一部は、関係者間でその意図を容易に共有するためのプロトタイプやシナリオなどを作成する。

(4) システムのユーザー評価

アイデア展開で作成したプロトタイプやシナリオを実際のユーザーに操作・確認してもらい、開発側の意図が間違っていないかどうか、また、間違っていた場合にはどのように違っていたのかを明らかにする評価検証を行う。改善が必要な場合は、(1) から (3) の手順に戻ってやり直す。

### 3.2 現地建設システム高度化

前述した人間中心設計手法を用いて、2～3日間の現場観察と観察結果を補うためのインタビューをそれぞれ3回実施し、現場の本質的課題を抽出した。その結果に基づいたシステム高度化の取り組み例を紹介する。

#### 3.2.1 作業指示のデジタルペン適用

現場の作業指示と記録作成の改善のため、従来の紙の帳票をシステム化し、現場に携行した携帯端末上で指示内容の確認と併せて記録登録可能なシステムを推進してきた。しかし、前述した人間中心設計手法による観察結果からは、持ち運びやすさや動作速度の問題から携帯端末を使用せず、紙へ手書きした内容を事務所でPC (Personal Computer) に転記入力する場合があります、作業者に負担の

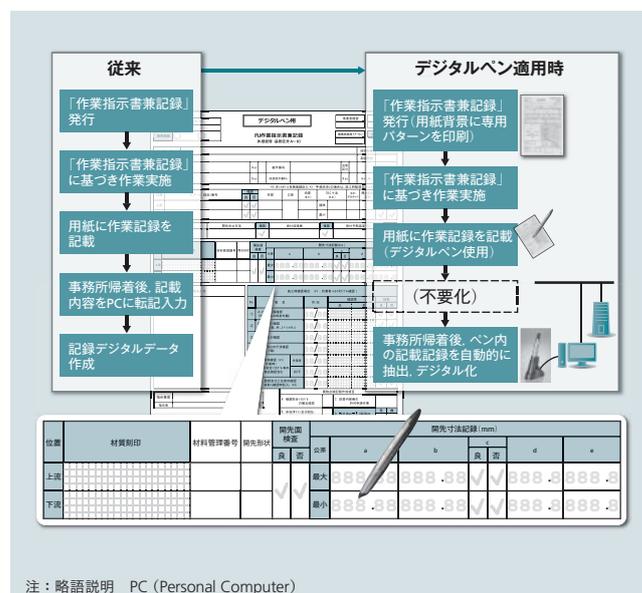


図2 | 作業指示フロー、およびデジタルペンと専用紙の例  
従来の作業指示とデジタルペン適用時を比較した作業フロー、および専用紙の例を示す。

少ない扱いやすい仕組みが求められていることが分かった。そこで、筆記内容をペンに装着された小型カメラによって電子化するデジタルペンを導入した。

従来とデジタルペン適用時の作業フロー、およびペンと帳票例を図2に示す。デジタルペンの利用によって、現場作業時には従来と同じく紙に記録を記載し、事務所では転記入力作業をせずに記録をデジタル登録できるため、効率化と転記ミス低減を図ることができる。また、使い勝手と認識精度向上のため、人間中心設計手法を活用したうえで、入力枠の文字サイズ・配置、入力順序、全体の見やすさを考慮し、帳票レイアウトの見直しを行った。現在はこのデジタルペンと、軽量化・高速化したモバイルPCシステムを、利用者や状況に応じて使い分けて適用し、現場作業の効率化を進めている。

#### 3.2.2 4D視覚化システム適用

現場観察から得られた「作業の取りかかりに必要な情報を、分かりやすく容易な形式で提供してほしい」というニーズに応えるため、4D（三次元の情報に時間軸を加えること）視覚化を取り入れたシステムの適用を行った。

建設工事において、作業計画や作業の進め方、工程表に記載されている計画者の意図を表現するには、文字・記号や数値といった形態だけでは不十分な場合がある。これを解決するため、建設の工程計画、作業指示や進捗管理などのさまざまな場面における情報を、現場作業員・監督者や計画者に、直感的に分かりやすく、誤解なく、かつ容易に理解させ、伝えるための表現形式として、三次元CAD (Computer-aided Design) の空間情報に時間軸を加えた4D形式を適用したシステムを構築している。

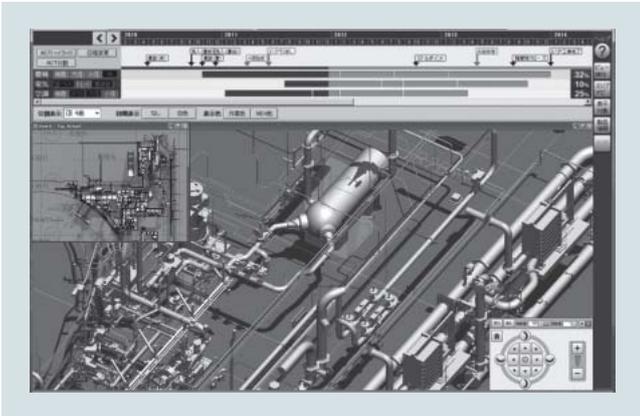


図3 | 4D視覚化システムの例

4D視覚化の適用により、作業手順や状態を、任意の視点・見え方でシミュレーションして表現する。



図4 | 4D日立統合建設システムの全体構成

直感的に分かりやすく、誤解なく容易に理解させ、伝えることができる4D形式情報をベースとした一貫性のある建設システムである。

4D視覚化システムは、建設現場の作業手順・動きや状態を任意の視点・断面・見え方で、現物に合わせた静止画や動画によるシミュレーションで表現する機能を有する(図3参照)。この機能を現場内で利用して現場作業の精度と効率の向上を図るため、タブレット端末類の導入を推進中である。また、「建築作業」、「工程計画」、「先入れ・仮置き計画」、「作業指示」などの現場の各シーンに4Dシミュレーションを適用し、一貫した建設システムを実現している(図4参照)。

#### 4. おわりに

ここでは、建設現場でのモノづくりの生産性・品質向上に重点を置いたユーザー本位・現場密着システムの構築に着眼した日立グループのこれまでの取り組みと、現在進めている拡張・高度化、およびその展開方針について述べた。

この取り組みは、プラント分野や国内/海外の適用対象を横断した展開によるトータル最適化を図るための共通システム化とグローバル化を進めており、現在、国内の原子力・火力の3プラント、海外の1プラントに適用中である。

2012年には、海外初となる火力建設現場への適用を開始した。海外展開にあたっては、その国や地域に特有の課題に対応する必要があるため、以下の点に重点を置いた。

- (1) マルチ言語対応(英語/日本語切り替え)
- (2) 海外特有運用のシステムへの取り込み(製品管理など)
- (3) ITインフラセキュリティ強化(システムサーバ)

海外での建設では、日本人と外国人が同じ体制下で作業するため、文化や考え方の違い、言葉の壁といった問題が避けられない。しかし、そういった環境の中でも膨大な物量を管理し、安全かつ高品質・高効率なプラント建設が求められる。どういった手段で外国人作業員に作業内容を指示し、円滑に作業を進めていくか、いかに直感的に分かりやすく、誤解なく容易に伝え、理解させることができるかが極めて重要になってくるため、人間中心設計手法や4D視覚化システムを取り入れて高度化を図っていく。

これからも、システム運用・改善の活動を積み重ね、現場密着型の建設IT化を推進していく。

#### 参考文献

- 1) 来栖, 外: 原子力統合建設システムの開発, 火力原子力発電, Vol.52, No.9, 火力発電技術協会(2001)
- 2) 河崎, 外: エスノグラフィー調査の活用とその効果—電力プラント建設管理システム高度化に向けた適用事例—, 日立評論, 93, 11, 745~750(2011.11)

#### 執筆者紹介



##### 館洞 和人

1993年日立製作所入社、電力システム社 業革IT推進本部 プロジェクトマネジメント推進部 所属  
現在、プラント建設管理システムの開発および運用業務に従事



##### 岡田 久子

1998年日立製作所入社、電力システム社 業革IT推進本部 プロジェクトマネジメント推進部 所属  
現在、プラント建設管理システムの開発および運用業務に従事



##### 高田 将年

1993年日立製作所入社、日立GEニュークリア・エナジー株式会社 日立事業所 原子カプラント部 所属  
現在、原子カプラント建設管理システムの開発および高度化業務に従事



##### 河崎 宜史

1992年日立製作所入社、デザイン本部 ユーザエクスペリエンス研究部 所属  
現在、エスノグラフィー調査、インタビュー調査、ユーザビリティ評価など人間中心設計活動に従事