

# 建設生産におけるエンジニアリング・フェデレーション・ネットワーク

岡澤 岳 中村 裕幸 須長 尚久  
(技術研究所) (技術研究所) (技術研究所)

## The Engineering Federation Network in Construction Production

by Takashi Okazawa, Hiroyuki Nakamura and Naohisa Sunaga

### Abstract

As a new framework of production system that reacts with current business environment changing by the progress of network technology, an engineering federation network is defined. And application to the business model in construction production is shown. Furthermore, change of the production structure brought by the engineering federation network and its elements that should be managed are explained. These studies resulted in the discovery that the smooth circulation of resources by the engineering federation network will be achieved by the resource information reengineering, control method construction and change of the project management model.

### 概 要

ネットワーク技術の進歩に伴って変化するビジネス環境に対応した新しい生産の枠組みとして、エンジニアリング・フェデレーション・ネットワークを定義し、建設生産におけるビジネスモデルへの適用を示した。さらに資源流通の観点からアプローチし、仮説を立てることでエンジニアリング・フェデレーション・ネットワーク実現のための問題と技術課題を明らかにした。その結果、エンジニアリング・フェデレーション・ネットワークを用いて資源流通を円滑に行うためには、情報のあり方の見直し、管理手法の構築、プロジェクト・マネジメント方式の転換が必要であることが分かった。

## § 1. はじめに

本論文は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のIMS国際共同研究補助事業として実施しているHARMONYプロジェクトを構成するワークパッケージの1つであるDyACon(Dynamic Acquisition System of Construction Resources)の研究結果から、建設生産におけるネットワーク型エンジニアリング・フェデレーション(Engineer Federation Network 以下EFNと略す)の概念と研究のアプローチについて論ずることを目的とする。

## § 2. HARMONY プロジェクト

### 2. 1 社会背景、動機

ネットワーク技術の進歩がもたらすコミュニケーション速度の向上やコミュニケーション技術の多様化によって今後予想されるビジネス機構の変化を先取りし、それに適合した生産システムの枠組みを整え、生産の

効率化を図ることは、企業規模の大小を問わず製造企業の存続にとって戦略的重要性を持っている。

この状況を捉え、柔軟に対応している一部企業では、事業本部制、カンパニー制、持ち株会社制などの仕組みを取り入れることで、それぞれが事業的自立性をもつ比較的小規模な社内ライン企業を構成するとともに、人事、製品開発などのスタッフ部門を共有維持しながら、ネットワーク化されたゆるやかなビジネス・フェデレーション(連合)の構築を試みている。

社内的機構としてのビジネス・フェデレーションでは、コア・コンピタンス(自社の強みとなる能力・機能)となる組織を核として、部門間をネットワークで結ぶことが基本となるが、さらに先進的企業においては、それまで内部コアだった部門を分社化や売却し、あるいは、外部の業務サービスを自社のビジネスモデルの一部に柔軟に組み込んでいる事例もみられる。

しかし、現状では適用範囲も限られ、試行錯誤の域を超えず、予想されている問題点を十分に把握しているとは言い難い。例えば、製造過程固有の課題解決や開発に関しても、複雑な問題構造を鳥瞰する視点を設

定し、より上位に位置づけられる企業あるいは企業間のビジネスモデルのレベルから再考することで、課題抽出と再解釈を試みなければならないものと考えられる。

## 2. 2 HARMONY プロジェクトの目的

上述のような現在直面している課題に取り組むため、HARMONY プロジェクトではEFNを、「複雑な高付加価値商品を生産する高度技術集約型企業群の競争力を強化するために、質・量共に広範囲で十分な資源の調達およびリサイクルの流動性を高めることを目的とした、人的・物的・経済的資源および技術的・知的資源のネットワーク」と定義する。

そして、このネットワーク化された生産基盤の構築を可能にするために必要な要素技術やシステム技術を確立することをHARMONYプロジェクトの目的とする。

## § 3. DyACon 研究

### 3. 1 建築生産における問題点

日本の建設業が長年にわたって築き上げてきた、下

請け組織による多重請負構造をベースとした生産体制は、経済成長期の社会環境において高度に最適化されてきたものである。しかし、建設産業が現在直面している社会環境の急激な変化には対応しきれなくなってきており、マイナス面が目立つようになってきた。

特に、中小規模の建築工事プロジェクトは大規模プロジェクトに比べて、人的・物的・経済的資源および技術的・知的資源の調達、配分、利用を十分に行うことが困難であり、そのことが生産性の伸びを阻害する要因の1つとなっている。

また、図-1における階層構造を構成する資源供給側から見ると、中小規模プロジェクトは投資対効果が低いために十分な支援体制を準備することができず、タイムリーに労務や資材などを手配できないといった問題点が浮き彫りになってきている。

このような問題を解決するために近年、中小規模建築工事プロジェクトをまとめた群管理や、作業所を頂点とするピラミッド型ビジネスモデルの生産組織(図-1 現状)から複数作業所や複数工事関連組織などを平面的に結合した平面型ビジネスモデルの生産組織(図-1 EFNによる建築生産)へ移行することによって、業務のスピードと効率を高め、社会状況の変化

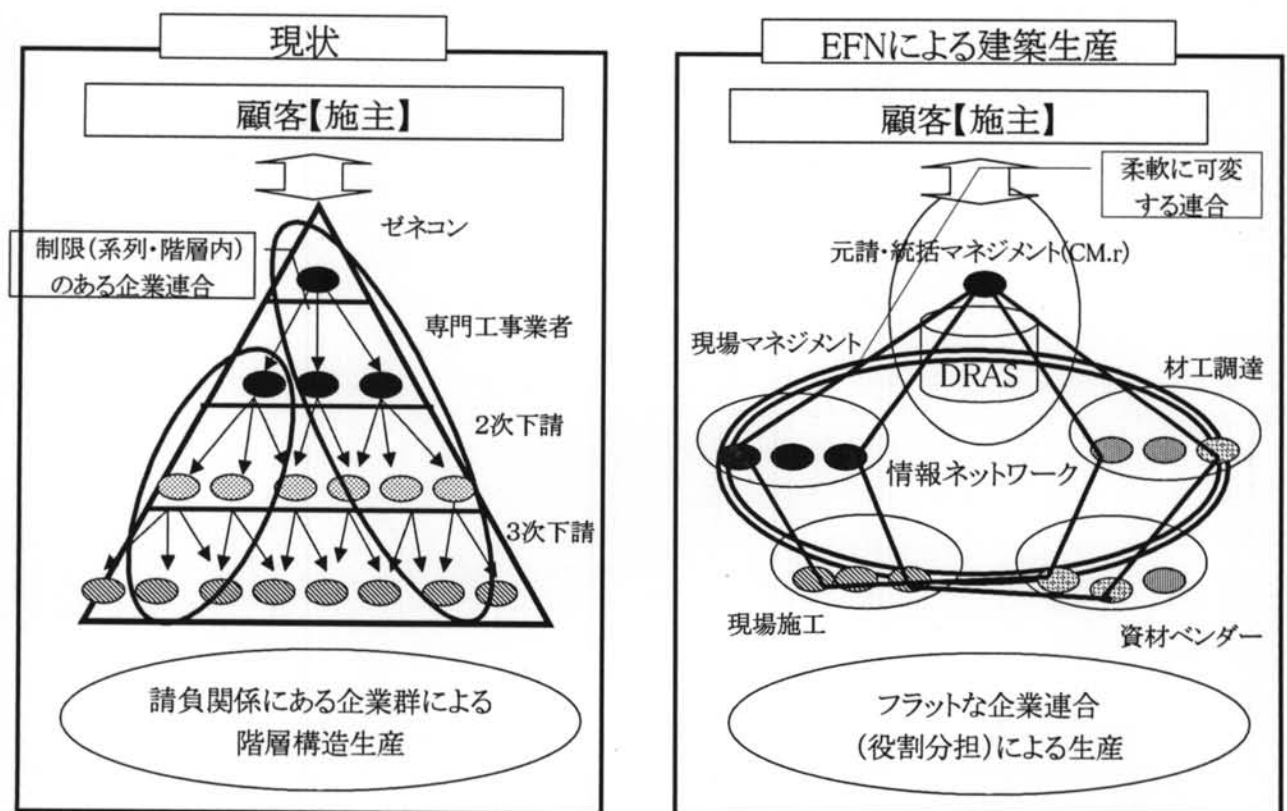


図-1 現状の建築生産組織とEFNによる生産組織体の比較

に柔軟に対応できるようにする試みが見られるようになってきた。

### 3. 2 DyACon 研究の目的

DyACon では、建設生産、特に中小規模建築工事プロジェクトを対象として、EFN の実現に必要なとされる各分野の要素エンジニアリング技術と、これらによって構成されるエンジニアリングプラットフォームの構築を目的とする。

具体的には、建築生産における EFN の構築および運用を支援するツールのプロトタイプ開発を行う。DyACon プロトタイプは、大きく分けて2つの機能から構成される。1つは建築生産における EFN の構築のために必要なビジネスプロセス設計を支援する機能、もう1つは、その運用を効率的に行うためにさまざまなリソースの柔軟な最適配備を支援する機能である。前者については、ビジネスモデル再構築におけるシミュレーション技法およびビジネスプロセスの評価手法等

の、後者については、資源の配備を組織や企業の枠を超えて環境条件の変化に応じて柔軟にダイナミックに行うことを支援するリソースアロケーション最適化ツール、動的資源配分システム (Dynamic Resource Acquisition System 以下 DRAS) の構築を行う。

### 3. 3 研究ステップ

DyACon では、以下のステップで研究を進める。

- 1) 建設生産における資源流通の問題点の分析
- 2) EFN の建設生産システムへの適用に関する仮説の設定
- 3) 仮説に基づく技術課題の設定
- 4) 設定した技術の構築
- 5) プロトタイプ実験による仮説の検証

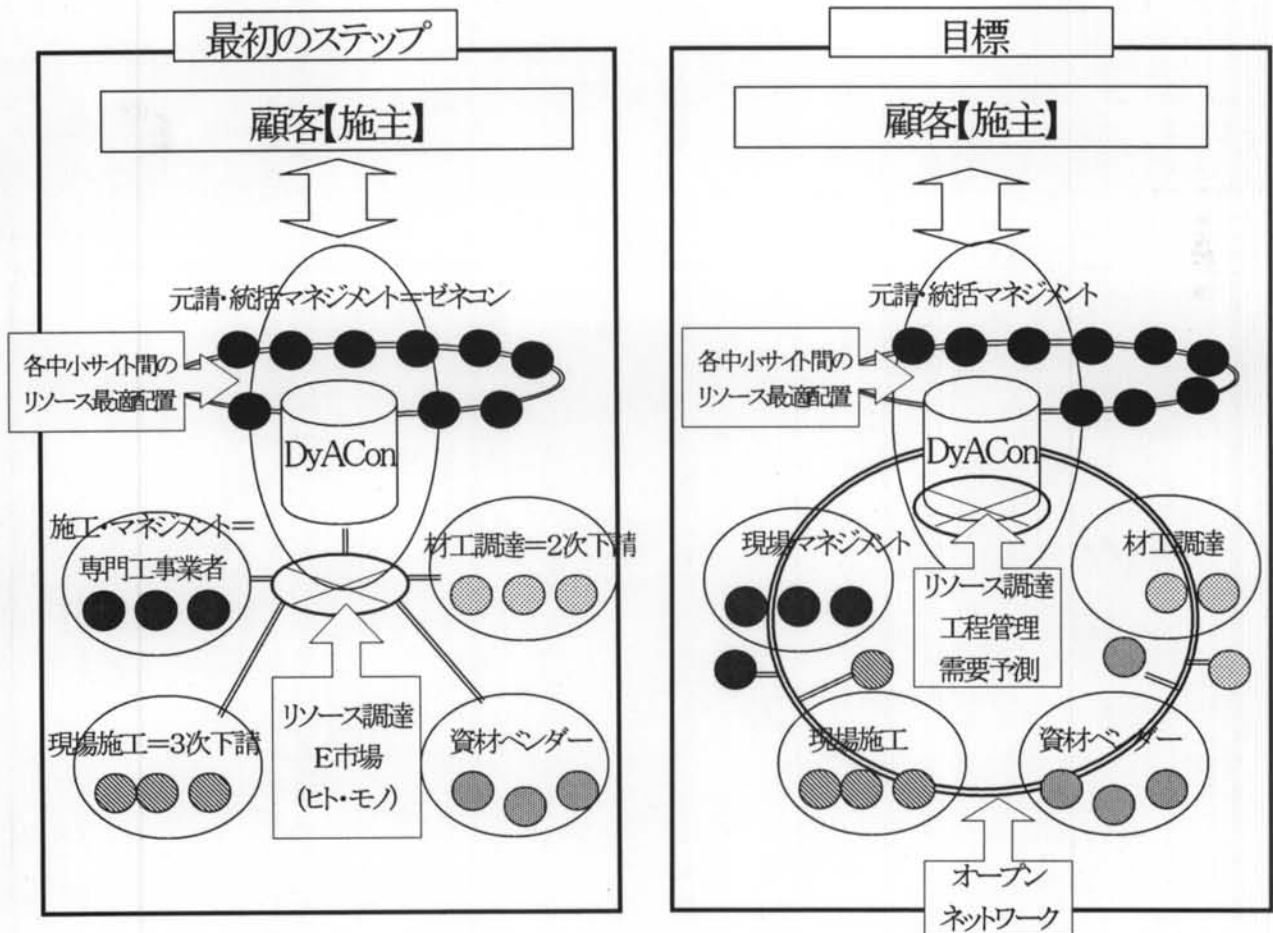


図-2 EFN による生産組織体の構造変化のステップ

#### § 4. 研究の結果とその意味

以上の研究結果を、資源流通情報のあり方、資源流通情報の統合管理、およびプロジェクト・マネジメント方式をキーワードとしてまとめ、以下に示す。

##### 4. 1 資源流通情報のあり方

前述のように、多重階層構造による生産体制の問題点が指摘されているにもかかわらず、階層構造生産を解消しようという動きは少ない。この理由として筆者らは「人的・物的・経済的、そして技術的・知的資源の情報流通が片務的であるため」と分析した。つまり建築生産では、資源需要側が人的・物的・経済的そして技術的・知的資源に関する情報の流れを掌握することでビジネス優位に立っているため、資源供給側は階層構造から積極的に離れることが困難であると考察した。

そこで、図-1に見られる現状の階層構造生産からEFNによる建築生産への移行は、「人的・物的・経済的、そして技術的・知的資源の情報流通を解き放ち、

自由に情報の受発信を行うことによってもたらされる」との仮説を設定した。

この仮説を基に、建築プロジェクトの生産組織体としての構造変化を示したものが図-2である。これまでは専門工事業者を通して行われていた上記資源流通に関する情報提供を、プロジェクト参加パートナー全員に対し、ゼネコン側から積極的に発信し、共有することで参加者の自発的な変革を促すことが最初のステップとなる。

最終的には、EFNに参加することで、1つのパートナーは単に1つの建築プロジェクトとリソースを共有するのではなく、複数のプロジェクトとリソースを共有しあうことができる。

この観点からEFNにおける建築生産を見ると、生産性を高めることとは、「ある時間間隔におけるネットワーク上の資源流通を最大にすることである」と問題設定することができる。

筆者らが行っている一連の物流や調達に関する実験的研究<sup>1~9)</sup>の狙いはここにある。

- ①外部リソース供給と内部リソース需要のマッチングと登録リソースの供給依頼
- ②内部リソース需要・供給のマッチング、
- ③外部へのリソース新規供給依頼(需要予測)

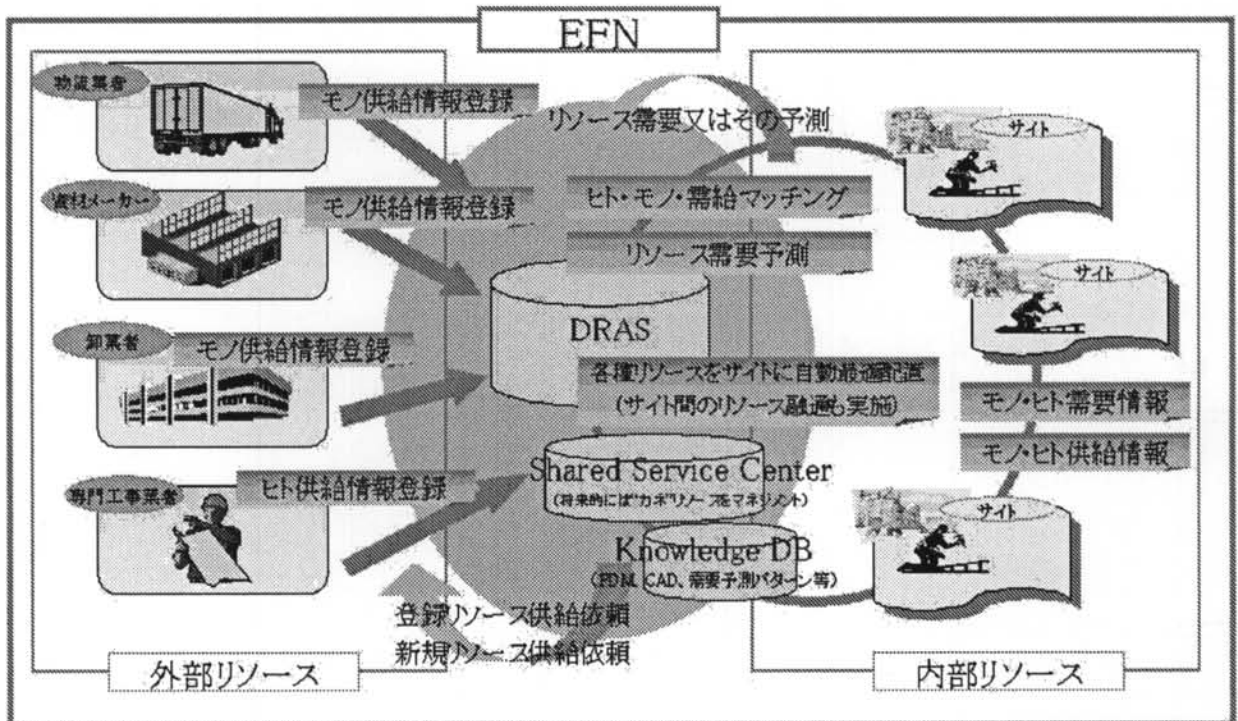


図-3 EFNを構成するパートナーの内部および外部リソースとインターフェイス

#### 4. 2 資源流通情報の統合管理

このとき、共有すべき資源流通情報を、EFNの上で、外部リソースと内部リソースの間でどのように整合を取るかが重要となる。つまり、縦方向の階層組織から横方向の面的組織に移行することによって、プロジェクトの参加者は対等のパートナーとなり、自社の持つコア技術を内部リソースとして他のパートナーに対し提供し、それ以外を外部リソースとして共有し合うインターフェイスが必要となる。

また、プロジェクトにおけるインターフェイスを統合的に管理するためには、図-3に示す次の機能が重要となる。

**Knowledge Data Base:** ダイナミックな資源供給の変動を時系列的に知識として蓄え、新たに発生する資源供給の組み合わせ候補に対し、より良い組み合わせを選択することを支援する DRAS が利用するデータベース。

**Shared Service Center:** 労務や資材に関連する供給情報は各パートナーより提供されるが、新たな組み合わせに際し、与信や技術のプロジェクト内における流れをプロジェクト単位、および複数のプロジェクトを統合して管理するサービスを提供する。

**DRAS:** プロジェクト単位で存在し、EFNを通して

他のプロジェクトの DRAS とも協調を行う。機能は前掲。

#### 4. 3 プロジェクト・マネジメント方式

DyACon研究のアプローチによって建築生産にどのような変化がもたらされるかという点について考察する。

EFN によってもたらされる生産組織体の変化を図-4に示す。今後の更なる検討が必要ではあるが、この中で特に工事計画・管理でのフィードバック方式からフィードフォワード方式への移行が、重要な課題の1つと考えられる。

現状の建築工事では、多くの制約条件や予測不能な事態に対応するために日常的に工程計画を見直しつつ、マイルストーンを遵守することが求められている。この作業には、工事進捗情報のフィードバックによる煩雑かつ迅速な工程計画の見直しが必要であり、ここに工事管理者のコア技術の1つがある。このようなフィードバック方式には柔軟性がある反面、生産システムとしての応答速度が遅く、また、手戻りなどの問題を生じやすい。

一方、フィードフォワード方式は、ある程度長期的なスパンでの計画的な資源流通が可能となるが、最適なスパン計画を行わないと、他のプロジェクトを含めた

	現状の建設生産	EFNによる建設生産
プロジェクト・マネジメント全般	「勘」と「経験」と「度胸」に大きく依存した管理	DRASからの情報に基づく判断。データ分析・予測機能による意思決定支援。
スコープ&タイム	フィードバック方式の工程計画・管理 (翌日の作業計画を今日の状況をもとに調整)	フィードフォワード方式の工程計画・管理 (例えば工程の標準化による計画変更の削減)
コスト&品質	系列・階層内でのコスト削減・品質向上努力に留まる。市場原理が働きにくい。	オープンな調達によって、完全市場原理が各プレイヤーの競争力を求める。
ヒューマン・リソース	おもに階層構造内の柔軟性のみ。階層を越えた柔軟性に乏しい。	系列や階層などの拘束力はないので、プロジェクト組織編成が自由
コミュニケーション (情報共有)	階層毎で分断されており、情報が偏在している。	全プレイヤーが相互に円滑に必要なプロジェクト情報を共有する。
リスク (最終責任)	ゼネコン。種々のリスクをサブコンに分散しているためリスクの総量が不明確。	施工に参加する全プレイヤーがリスクを明確にして負担する。
調達	おもに系列・階層内での調達。市場原理が働きにくい。	系列・階層の枠にとらわれないため、チャネルが多く、調達の自由度が高い。

図-4 EFN 実現で求められるプロジェクト・マネジメントの変化

ネットワーク全体の資源流通の最大化を阻害する可能性がある。

EFN 全体の資源流通最適化のためには、個々の現場において、労務・資材調達や工程計画などについて、適切な時間間隔で目標値をより正確に予測するフィードフォワード方式の計画・管理を行うことが必要であると考えられる。

今後、前述の DyACon プロトタイプ開発の技術課題に加え、このマネジメント方式の問題の解決に取り組む。

## § 5. まとめ

背景・動機に述べたように、企業間のエンジニアリング・フェデレーション構築のためには、複雑な問題構造を鳥瞰する視点を設定し、そこから企業あるいは企

業間のビジネスモデルから再考し、課題抽出と再解釈を試みなければならない。DyACon 研究では、資源流通の観点からアプローチし、仮説を立て、EFN 実現のための問題と技術課題を明らかにした。すなわち、EFN を実現するための 1 つの糸口を見いだすことができた。

今後は、個々の技術課題に取り組むとともに、プロトタイプの実験によって、この資源流通からのアプローチの妥当性について検証する。

本研究に対して、(財)製造科学技術センターIMS センターより平成 13 年度 IMS 成果賞が授与された。

## 謝辞

本研究の検討にあたり、PwC コンサルティング株式会社 川島部長、塩田氏にご協力を頂きました。末筆ながら感謝申し上げます。

## <参考文献>

- 1) 建設ロジスティクスの研究(その4), 作業所への巡回配送実態, 中村他, 日本建築学会大会学術梗概集(九州), 1998年9月, pp981-982
- 2) 建設ロジスティクスと新しい情報化の流れ, 中村, 第5回建築設計および生産情報の流れシンポジウム, 1998年10月, pp21-31
- 3) 建設ロジスティクスの研究(その5), 建設物流システムの考え方, 中村他, 日本建築学会大会学術梗概集(中国), 1999年9月, pp503-504
- 4) 建設ロジスティクスの研究(その6), 情報システムの構築, 須長他, 同上, pp505-506
- 5) 建設作業所の資材搬出入実態と資材輸送費比率の推定, 中村他, 日本建築学会構造系論文集, 第529号, 203-210, 2000年3月
- 6) Construction Logistics System, Nakamura, Fifth International Conference, Asia-Pacific Region of Decision Sciences Institute, 2000, July 24-27
- 7) 建設ロジスティクスの研究(その7) 物流効率化実験, 中村他, 日本建築学会大会学術梗概集(東北), 2000年9月, pp109-110
- 8) 建設ロジスティクスの研究(その8) 建設物流EDIシステム構築のための予備実験, 須長他, 同上, pp109-110
- 9) 建設ロジスティクスの研究(その9) 建設作業の生産性評価, 岡澤他, 同上, pp109-110