

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 22 年 6 月 10 日現在

研究種目：特定領域研究

研究期間：2005～2009

課題番号：17074001

研究課題名（和文）国家的大規模プロジェクトにおける技術融合メカニズム

研究課題名（英文）Technology Fusion in national scale large size engineering projects

研究代表者：野城 智也（Yashiro Tomonari）

東京大学・生産技術研究所・教授

研究者番号：30239743

研究成果の概要（和文）：事例研究をもとに、20世紀後半に日本において実施された、大規模プロジェクトにおいて生じた技術開発の技術融合のプロセスモデル、創造された技術の水平展開・移転プロセスモデルを作成するとともに、技術融合促進・阻害要因、水平展開促進・阻害要因を整理した。

研究成果の概要（英文）：Based on case study analysis, the research project identified and developed the process model of technology fusion in large size engineering project implemented in second half of 20th century in Japan. It also develop of the process model of diffusion of the invented technologies through the projects. The research project also tries to identify enabling and restrictive factors for large project based technology fusion as well as diffusion of invented technologies.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|------------|------|------------|
| 2005年度 | 7,100,000 | 0 | 7,100,000 |
| 2006年度 | 6,500,000 | 0 | 6,500,000 |
| 2007年度 | 4,500,000 | 0 | 4,500,000 |
| 2008年度 | 4,500,000 | 0 | 4,500,000 |
| 2009年度 | 4,500,000 | 0 | 4,500,000 |
| 総計 | 22,600,000 | 0 | 22,600,000 |

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・都市計画/建築計画

キーワード：①プロジェクト②技術融合③超高層④知識⑤水平展開

1. 研究開始当初の背景

20世紀の日本においては、様々な大規模なプロジェクトが実施され、その過程では種々の技術が新規に開発され、イノベーションを引き起こしてきた。そこでは、プロジェクトという有期の臨時組織のなかで、異なる企業・組織に属する、異なる技能・技術を持った技術者たちが協調的に働き、複雑かつ変動

する要求条件に対する技術的解答を生み出してきた。こういったプロジェクトの過程は、日本的特質をもつといわれているが、必ずしも学術的には分析検証されていない。また、仮に何らかの特質が見いださる場合、それが21世紀の日本のイノベーションにとって如何なる教訓を提供するものであるか十分に議論されているとは言い難い。

2. 研究の目的

以上のような背景を踏まえ、本研究は20世紀に展開された国家的な大規模プロジェクトをケーススタディ対象にして、プロジェクトで生起する技術融合について以下の点を明らかにすることを目的とした。

(1) 大規模プロジェクトにおける技術融合プロセス

(2) 技術融合を促進及び阻害する構造的要因

(3) 大規模プロジェクトで創造された技術の水平展開・移転プロセス

(4) 水平展開を促進及び阻害する構造的要因

3. 研究の方法

(1) 本研究では事例分析をもとに理論構築を試みた。

(2) 具体的には、国家的大規模プロジェクトの事例として超高層建物建設プロジェクトなどをとりあげ、文献・図版資料収集、関係者への聞き取り調査から得られた一次資料をもとに、以下の事項について分析した。

- ① プロジェクトのどのような独自条件がどのように技術的課題を生み出したか。
 - ② それらの技術的課題はどのように特定されたか。それらの課題は、プロジェクト開始以前に事前予測可能であったか。
 - ③ それらの課題は、どのような過程を通じて、どのように解決され、どのような新技術を生み出したか。
 - ④ プロジェクト組織の誰が、どのような貢献をしたか。その貢献内容は、事前に想定されていた役割であったのか。言い換えれば、契約など事前に想定された役割とどのくらい異なったものであったのか。
 - ⑤ その貢献内容は、誰のどのような知識・ノウハウ・技能を基盤とするのであったか。このような技術開発の促進要因は何であったか。
 - ⑥ 技術開発を可能ならしめた組織の柔軟性はどこから発するものか。どのようにして、どのようなコミュニケーションがとられたのか。イニシアティブは誰がとったか、それはなぜか。組織内の協調性はどこから生じたのか。
 - ⑦ プロジェクトを通じて生み出された新技術は、その後、どのようにして類似特性をもつプロジェクトにおいて用いられていたか。
 - ⑧ 何が技術の水平展開の推進要因・阻害要因となったのか。
- (3) 以上の分析結果を、英国等海外事例と比較した。
- (4) 以上の分析考察を踏まえ、20世紀に日本の大規模プロジェクトにおいて生起した技術開発の技術融合のプロセスモデル、技術融合促進・阻害要因、大規模プロジェクトで創造された技術の水平展開・移転プロセスモデル、水平展開促進・阻害要因を整理した。

4. 研究成果

(1) 大規模プロジェクトにおける技術融合プロセスについては、以下のことが明らかになった。

- ① プロジェクトのどのような独自条件がどのように技術的課題を生み出したかという観点から、基礎理論・基礎技術開発と新技術創造との関係を分析すると、新規の基礎理論・基礎技術開発がそのまま新技術創造に結びついていく **Science push** 型の技術革新 (例 地震応答解析理論の進展による超高層建築物の実現) だけでなく、プロジェクトにおいて直面した技術的課題が新技術創造を誘発するという **Demand pull** 型の技術革新プロセス (例 超高層建築物というデマンドが促した高速エレベーターの開発) 事例も含んでいる。
- ② 言い換えれば、事例研究対象とした20世紀の国家規模的プロジェクトにおいては、**Science push** 型と、**Demand pull** 型の二種類の技術革新プロセスが混在していることが確認できた。
- ③ **Science push** 型、**Demand pull** 型いずれのプロセスにおいても、複数異種の技術者が専門的知識を融合させて技術革新に結びつけている技術融合が多数生起している。
- ④ **Demand pull** 型の技術革新の技術的課題は、プロジェクト開始前に想定されていたものだけでなく、プロジェクトの進行とともに特定されていった、言い換えればプロジェクトの事前には予測不可能であった技術的課題も含まれている。
- ⑤ 技術的課題は、プロジェクトにおいて公式、非公式に設置された意思疎通・意志決定組織 (例 技術委員会、定例打ち合わせなど) を通じて、プロジェクトに参画関与している複数異種の技術者に共通認識されている。
- ⑥ 課題特定 (**Configuration**) が個人もしくは特定の少数集団でなされた事例も認められる一法で、前記の意思疎通・意志決定組織における議論などを通じてなされる事例も数多く見られる。
- ⑦ 共通認識の拡がり、伝達速度、認識内容の詳細度などについては、プロジェクトや課題内容によって差異がみられる。
- ⑧ また、この点について海外の大規模プロジェクト事例と比較すると、課題認識を共有するコミュニティ範囲は、事例研究対象とした20世紀の日本の国家規模的プロジェクトの方が、海外事例に比べて広く、その伝達速度も速いように思われる (今後のさらなる検証は必要)。
- ⑨ 技術的課題の解決策創造過程においては、時間や経営資源制約のなかで、試行錯誤など何らかのヒューリスティックなプロセス

スを通じて探索的に創造されている事例が多い。

- ⑩ その探索範囲は専門分野・担当分野を超えた範囲に及び、当初は想定しなかった参画者・関与者が提供した知識・能力が、解決手段の創造に貢献している事例が多数認められる。
 - ⑪ さらに、課題解決に寄与する知識調達のために、当初は想定されていなかった技術者が中途から参画関与してきた事例も認められる。
 - ⑫ 少なからぬ割合の事例においては、このような解決策創造への貢献は、事前に想定された参画者・関与者の役割からは逸脱していた。
 - ⑬ 言い換えれば、事前に想定、もしくは契約上取り決められた役割を超えた解決策への貢献がなされやすいプロジェクト組織環境にあったと想像される。
 - ⑭ このような「課題解決のための知識調達のための制約」が少なかった点に、事例分析対象とした 20 世紀に実施された日本の大規模プロジェクトの一つの特徴が認められる。
 - ⑮ 以上の分析を踏まえ、20 世紀後半に日本で実施された大規模プロジェクトにおいて生じた技術開発の技術融合のプロセスモデルを作成した。
- (2) 技術融合を促進及び阻害する構造的要因については、以下のことが明らかになった。
- ① 20 世紀の日本における大規模プロジェクトの基盤となった、**Science push** 型の技術革新については、その基礎的理論・技術の着想・創出からプロジェクト着手または完了に至るまでの期間が、例えば超高層建築は約 40 年では、新幹線は約 20 年、YS 11 は約 12 年乃至 20 年、固体燃料ロケットシリーズは約 50 年など極めて長期間に及ぶ。
 - ② 換言するならば、長期にわたって理念と目標を共有した技術者コミュニティ維持され、長期間に及ぶ技術開発を支えるだけの長期的利益を共有し続けられた社会的環境が存在した。それは、具体的には以下のような環境である。
 - a. この長期的プロセスのほぼ全プロセスに参画関与した、信念をもった顔みえる技術者リーダーの存在が認められる（超高層建築：武藤清、新幹線：島秀雄、YS 11：木村秀政・東条輝雄、固体燃料式ロケット開発：糸川英夫・高木昇）
 - b. 長期の開発を支援する支持者がいた。もしくは、長期にわたる開発研究を継続することをゆるす冗長性、短期目標に対する逸脱性が黙認されていた。
 - ③ プロジェクトが構成される初期の段階や、中止変更が余儀なくされる段階において

経営層・政策担当者と技術者リーダーとの間での個人的信頼感が、整合性のある意志決定を保証した。これらの、個人的信頼関係は、

- a. 技術者コミュニティが比較的小さい反面、そのコミュニケーションが密実で、企業を超えたコミュニケーションを容易にしていたこと
 - b. 旧制高校・中学の同窓などいわゆる **school boy** 的の同士意識に基づくものなどによっていた。いいかえれば、当時の技術者は、今日でいうところの、社会関係資本 (**social capital**) を豊富にもっていた。
- ④ Demand push 型の技術革新の成功事例においては、企業の枠を超えて、技術的すりあわせに伴う情報知識の交換が円滑になされ、解決策の創造や設計・製造における技術的整合性が確保されている。
 - ⑤ このようなコミュニケーション・プロセスにおいては、オーケストラの指揮者型のリーダーは認められない。技術者の関係は少なくとも意識レベルにおいては水平的であり、ジャズの演奏者のようなコンカレントに調整統合していくプロセスが認められる。
 - ⑥ また、その調整統合プロセスにおいて、必ずしも多くのドキュメントが作成されるわけではなく、技術的目標や理念を共有することに童侍者の努力が払われた形跡が認められる。
 - ⑦ 従って、このような多岐柔軟にわたる技術者同士の理念共有型のコミュニケーションが Demand push 型の技術革新における技術融合の促進要因であると想像される。
 - ⑧ 但、何故、20 世紀の日本の技術者が、上記のような複数コミュニティへの帰属意識をもっていたのかについては、推測はできたものの、本研究においては十分に解明できなかった。

(3) 大規模プロジェクトで創造された技術の水平展開・移転プロセスについては、以下のことが明らかになった。

- ① 20 世紀の日本における大規模プロジェクトによって生まれた技術や、ノウハウの水平展開、技術移転については、以下のような現象が認められる。
- ② 事例分析対象プロジェクトにおいて解決された技術的課題（要求条件）に一般性がある場合、開発された技術が汎用部品・製品として商品化され、製造業者を通じて社会全体に普及していく（例 超高層建物における高速エレベーター、バスユニットなど）
- ③ プロジェクトにおける参加組織間の分業関係に着目し分析すると、このような商業化、産業化が進んだ分野については、後続

したプロジェクトにおいては、確立したパッケージとして、その分業関係が固定化する傾向が見られる。

- ④ 言い換えれば、20 世紀における日本の大規模プロジェクトにおける技術組織間の分業分担関係は、その後の類似プロジェクトにおける分業分担の雛形となっている。
 - ⑤ 産業が成立したパッケージについては、プロジェクトにおける分業分担範囲が固定化していく傾向が見られ、類似プロジェクトにおける分業分担関係は固定化する
 - ⑥ 分業分担関係が固定化していくと、パッケージ内の改良改善を契機とする技術革新は連続的におきていることが認められるが、分業分担関係そのものを変えてしまうような大規模は技術革新はおきづらくなる傾向もみとめられた。
 - ⑦ 以上の分析を踏まえ、20 世紀後半に日本で実施された大規模プロジェクトにおいて創造された技術の水平展開・移転プロセスモデルを作成した。
- (4) 水平展開を促進及び阻害する構造的要因については、以下のことが明らかになった。
- ① 特定プロジェクトにおいて創造された技術の前提になった要求条件の汎用性が水平展開の可能性を拡大縮小させる。
 - ② また、要求条件の汎用性を洞察する主体が存在した場合、その技術は汎用部品・製品・システムとして産業化され、水平転換していきやすい。言い換えれば、解決した課題の汎用性のみならず、汎用性を認識した起業家の存在の有無が水平展開にとっては重要因子になる。
 - ③ 20 世紀の大規模プロジェクトは、以上のような水平展開をするための二条件を満たすようなプロジェクトが多かったと推察される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① 吉田敏, 野城智也: 建築ものづくりにおける「設計情報」に関する一考察(第 4 部 学術論文, 建築ものづくりのフロンティア), 日本建築学会総合論文誌 No. 5, pp. 84-89 (2007. 2) 【査読有】
- ② 野城 智也: ものづくりフロンティアと人材育成(第 1 部 総論, 建築ものづくりのフロンティア), 日本建築学会総合論文誌 No. 5, pp. 10-13 (2007. 2)
- ③ 吉田敏, 野城智也: 構成要素の特性の変化に伴う建築生産技術と生産組織の動態的な適合関係, 日本建築学会 計画系論文誌 NO. 598, pp. 137-142 (2005) 【査読有】

- ④ 吉田敏, 野城智也: 「アーキテクチャ」概念による建築の設計・生産システムの記述に関する考察” 日本建築学会 計画系論文誌 NO. 589, pp. 169-176 (2005) 【査読有】
- ⑤ 吉田敏, 野城智也: 「アーキテクチャ」の概念による建築生産における構成要素のモジュラー化に関する考察, 日本建築学会 計画系論文誌 NO. 595, pp. 173-180 (2005) 【査読有】

[学会発表] (15 件)

- ① Hande UNLU, Tomonari Yashiro : MANAGEMENT OF INNOVATION TO ENHANCE THE SAFETY DESIGN IN TALL BUILDING PROJECTS, 日本建築学会第25回建築生産シンポジウム論文集, pp. 93-98 (2009. 7. 30, 東京) 【査読有】
- ② Unlu Hande, 野城智也 : Management of Technology to Enhance the Safety Design in Tall Building Projects: Japan, U.K. and Turkey Comparative Case Survey, CIB W102 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE INFORMATION AND KNOWLEDGE MANAGEMENT IN BUILDING, JUNE 17-19 (2009. 6. 17, Rio-RIO DE JANEIRO, BRAZIL)
- ③ 野城智也: 大規模プロジェクトによる技術革新の日本の特質に関する一考察, 第 4 回 国際シンポジウム 日本の技術革新 —理工系における技術史研究— 論文集 (2008. 12. 10, 東京)
- ④ 高允溶, 野城智也: 建築プロジェクトにおける課題解決のための知識調達に関する研究, 日本建築学会学術講演大会, pp. 1123-1124, F-1 分冊 (2008. 9. 18, 広島)
- ⑤ 高允溶, 野城智也: 建築プロジェクトにおける課題解決のための知識調達に関する研究, 日本建築学会第 24 回建築生産シンポジウム論文集, pp. 183-188 (2008. 7. 25, 東京) 【査読有】
- ⑥ 信太洋行, 野城智也, 小平裕介: 生産条件の変化を踏まえたディテールのあり方に関するケーススタディ 開口部周りにおける各部位構法・部品の「すり合わせ」の現状 その 1, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp. 725-726 (2007. 8. 30, 福岡)
- ⑦ 小平裕介, 野城智也, 信太洋行: 生産条件の変化を踏まえたディテールのあり方に関するケーススタディ 開口部周りにおける各部位構法・部品の「すり合わせ」の現状 その 2, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp. 727-728, (2007. 8. 30, 福岡)
- ⑧ 齊藤慶太, 高允溶, 平尾一紘, 吉田敏, 野城智也: 組織間の技術知識の分布に基

- づいた分業の計画に関する研究(その1),
日本建築学会大会学術講演梗概集, F-1
分冊, pp.1245-1246 (2007. 8. 30, 福岡)
- ⑨ 高兌溶, 齊藤慶太, 平尾一紘, 吉田敏,
野城智也: 組織間の技術知識の分布に基づいた分業の計画に関する研究(その2),
日本建築学会大会学術講演梗概集, F-1
分冊, pp.1247-1248 (2007. 8. 30, 福岡)
- ⑩ 小平裕介, 野城智也, 信太洋行, 村井一:
構法の安定性に関する研究-建築トラブル事例における考察を通じて, 日本建築学会第 23 回建築生産シンポジウム論文集, pp. 45-50 (2007. 7. 19, 東京) 【査読有】
- ⑪ 吉田敏, 平尾一紘, 野城智也: 組織間の技術知識の分布に基づいた分業の計画に関する研究, 日本建築学会第 23 回建築生産シンポジウム論文集, pp. 39-44 (2007. 7. 19, 東京) 【査読有】
- ⑫ 吉田敏, 野城智也: 構成要素間関係性からみた技術革新に関する一考察, 国立科学博物館主催 第 2 回国際シンポジウム研究論文発表, E-6, pp. 84-89 (2006. 12. 16, 東京)
- ⑬ 吉田敏, 野城智也, 平尾一紘: 建築プロジェクトにおけるイノベーションのモデル化に関する研究 その 1 技術知識の基盤化に向けて, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-1 分冊, pp. 1217-1218 (2006. 9. 9, 横浜)
- ⑭ 平尾一紘, 野城智也, 吉田敏: 建築プロジェクトにおけるイノベーションのモデル化に関する研究 その 2 霞ヶ関ビルを題材として, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-1 分冊, pp. 1219-1220 (2006. 9. 9, 横浜)
- ⑮ 平尾一紘, 野城智也, 吉田敏: 建築プロジェクトにおける技術発展プロセスに関する考察, 日本建築学会第 22 回建築生産シンポジウム, pp. 265-270 (2006. 7. 28, 東京) 【査読有】

〔図書〕(計 1 件)

- ① 清水慶一, 三上喜貴, 野城智也: 日本の技術革新, 放送大学教育振興, 229P (2008)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

野城 智也 (Yashiro Tomonari)
東京大学・生産技術研究所・教授
研究者番号: 30239743

(2) 研究分担者

藤森 照信 (Fujimori Terunobu)
東京大学・生産技術研究所・教授
研究者番号: 80159128
(H19→H21: 連携研究者)

西本 賢二 (Nishimoto Kenji)
東京大学・生産技術研究所・助手
研究者番号: 30361645
(H19→H21: 連携研究者)