

令和 5 年 6 月 25 日現在

機関番号：34315  
研究種目：基盤研究(C)（一般）  
研究期間：2017～2022  
課題番号：17K03980  
研究課題名（和文）建設生産システム革新にみるデジタルものづくりの実態調査

研究課題名（英文）Research of Digital Monozukuri for i-Construction

## 研究代表者

善本 哲夫（Yoshimoto, Tetsuo）

立命館大学・経営学部・教授

研究者番号：40396825

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：デジタル技術実装によって生産性向上を目指す日本建設業の建設プロセス革新や働き方改革の実態を調査し、現状の課題発見と建設業固有の生産システムにおける強みを洗い出すことができた。他方で、デジタル技術実装が先行するあまり、カイゼン思想にみる全体最適からのパフォーマンス向上の視点が欠けているケースも散見された。デジタル技術の活用とリーンプロダクション/マネジメント発想の両面から建設生産システムを高度化させる視点とその実践シナリオおよび課題と制約条件を明らかにしたことが、本研究の成果である。

## 研究成果の学術的意義や社会的意義

深刻な労働力不足に悩む日本建設業において、生産性向上および働き方改革を実現するデジタル技術活用とカイゼン思想・リーンマネジメント発想の両面戦略の方向性を示し、特に地方圏の社会インフラ整備・更新、自然災害復旧・復興および防災の基軸となる地場中小建設業者のプロセス革新に寄与することは、まちづくりや地域活性化等に波及効果を見込めるものであり、社会的意義は大きいと考えている。また、これまで建設プロセスの全体最適ではなく、各作業や施工方法の効率化にみる部分最適からの脱却するシナリオを描いたことが学術的意義である。

研究成果の概要（英文）：We investigated the actual status of construction process innovation and work style reform in the Japanese construction industry, which aims to improve productivity through the implementation of digital technology, and were able to discover current issues and identify strengths in the construction industry's unique production system. On the other hand, there were some cases where the implementation of digital technology was so far ahead that the viewpoint of performance improvement from the perspective of total optimization, as seen in the kaizen philosophy, was lacking. The results of this research are the clarification of viewpoints and practical scenarios for upgrading construction production systems from the perspective of both the use of digital technology and the lean production/management concept, as well as the challenges and constraints.

研究分野：経営学

キーワード：i-Construction プロセス革新 建設DX リーンコンストラクション デジタル技術実装 生産性向上

## 1. 研究開始当初の背景

本研究は深刻な就業者・労働力不足、高齢化問題の解消を目指す建設業界の生産システムのありようを対象にデジタル技術活用のありようを分析し、論点を考察するものである。建設業は「i-Construction」のコンセプトのもと、デジタル技術活用による生産性革新を強く推進する方向性にある。建設プロセス全体のデジタル技術実装と生産性向上の取り組みに関する実態調査を試み、課題と潮流を掴み、現場の変動性が極めて高い中で生産システム高度化の制約条件を明らかにすることが本研究のミッションの一つである。移動生産を基本とする建設業の産業的課題と論点は、日本製造業の論点となっているデジタルものづくりの新たな方向性に深い示唆がある。建設業界全体の取り組みを分析し、インプリケーションを見出すことで建設業・製造業の業界を超えた新たな生産システム革新の制約条件、克服すべき問題を明らかにすることが可能となる。

## 2. 研究の目的

日本建設業は i-Construction を旗印に、デジタル技術実装による建設プロセス革新、生産システム高度化に邁進している。その背景には新規就業者減少と高い高齢化率、そして猶予期間が設定されていた時間外労働上限規制の適用猶予期限終了を眼の前とする働き方改革の実践など、業界で常態化している労働力不足問題への対応が急務となっている。デジタル技術実装は建設 DX、インフラ DX の文脈で多様なツール活用が進んでいる。特に、生産システムとしてフォーカスされるのは無人化施工、自動化施工、AI 活用といった先端技術導入である。それらが熱気を帯びる一方で、他方では建設プロセスそのもののムダ・ムリ・ムラの削減・排除といった論点は軽薄であることが否めない。本研究は製造業発のカイゼン思想やリーンマネジメントの発想をデジタル技術実装とともに建設業に導入、適応させる試みを産学官連携の枠組みで取り組むものである。

地方圏社会インフラの更新・維持により地域の暮らしの立脚基盤を支えているのは地方中小建設業であり、また同時に、自然災害が大規模化、多発する日本国内において、地方の災害復旧・復興、防災をも担う。本研究の目的は、円滑な地域生活にとって不可欠である中小建設業へのデジタル技術実装とプロセス革新に向けた制約条件の洗い出しと具体的社会実装のシナリオ考察により、事業の持続可能性に大きなハードルが立ちふさがる建設業の新たな方向性の基軸を見出すことである。

建設業の取り組みと方向性、課題、生産システムとしての固有性を明らかにすることで、デジタル技術実装を基軸とする業界横断的な生産システム・生産プロセスの革新に向けた知見を得ることも本研究のターゲットである。

## 3. 研究の方法

国交省直轄事業や地方自治体事業の建設現場を中心に、施工プロセス全体の革新に向けたデジタル技術活用、生産性向上の取り組みを先行研究や政策の精査とともに、実態調査、インタビューによるフィールドワーク研究を実施してきた。受注者である大手ゼネコン、準大手ゼネコン、地場ゼネコン、中小施工業者の i-Construction の導入、運用、また、製造業のリーンマネジメントの知見を研究協力先に実験的に導入依頼し、その成果評価等から、生産システムの課題・論点の抽出と、建設業固有の強みの再考から、建設業の戦略的方向性の探索を試みた。

また、アクションリサーチとして建設施工業者と建設機械レンタル業者との協働プロジェクトを実施し、実際の施工への研究成果適用による課題発見・解決に取り組む手法を展開した。さらに、発注者、受注者向けの建設 DX をテーマとするワークショップの実施から、実務上の具体的問題や現状認識のデータ、および協働による課題解決のアイデア創出に取り組み、今後の研究発展および社会貢献・普及に向けた制約条件やフォーカスするポイントの抽出を試みた。

さらに、建設業と製造業の業界横断的な研究意見交換会を実施することで、それぞれの生産システムの固有性と共有できる領域を見出すことから、広義のデジタルものづくりの視点から生産システム革新の制約条件や論点を明らかにする試みを実施した。

## 4. 研究成果

- (1) デジタル技術の進歩による建設業と製造業の生産システム高度化に向けた近似性を見出すことができた。建設業では建機による繰り返し作業、定性的作業の自動化によって、製造業の量産オペレーショナルなシステム、つまり「建設現場の工場化」が目指されている。その一方で、本邦建設業が蓄積してきた生産システムの強みは、常態的可変性に対する柔軟な対応力、フレキシビリティの高さである。建設 DX、インフラ DX のコンテクストのもと、進歩するデジタル技術活用のターゲットの一つは、自律分散制御型の自動化施工による建設生産システム革新である。その実現に向けた論点は、フレキシビリティの高さをどのようにデジタル実装によって活かすことができるか、にある。この建設生産システム革新のターゲットは、

自動化された多品種・多仕様・小ロット生産システムを目指してきた製造業のFA、FMSと同じ方向性にあるといってもよい。本研究成果の第1は、建設業と製造業の両業界が、デジタル技術を活用した生産システムの革新や現場能力構築に関する知見や論点を分野横断的に相互利用する方向性、特に、建設業と製造業の両者による「付加価値生産性」の向上に向けた生産技術的視点と生産/現場管理的視点の両アプローチをもとに、異業種融合的協働や集合知から自律分散制御型生産システムの新たな類型が見出しうる論点を整理したことになる。この研究成果は査読誌に投稿、掲載された。

- (2) 第2の研究成果は、第1の研究成果をもとに、建設業に製造業にみる作業カイゼンアプローチを適用、実装していく試みに着手したことである。北海道の地場ゼネコンを中心とする研究チームとして活動し、遠隔臨場システムによるムダ排除のありようを分析した。当該取り組みでは、受注者である建設業者だけではなく、公共事業発注者側との両者のコンセンサス形成を重視し、従来の建設プロセスを見直し、移動のムダや付随作業の効率化に向けた実践へと結びつけた。この研究成果は大学紀要論文1本、日本建設機械施工協会シンポジウムでの発表、また、リーンマネジメント実装による生産性向上をテーマに、国交省PRISM令和3年度「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」として採択された。さらに、研究成果のさらなる発展的方向性を見出す試みとして、国土技術研究センター研究助成に「リーンマネジメント実装による建設生産システム高度化の研究」をテーマに採択された。
- (3) 第3の研究成果は、生産性向上を働き方改革と結びつけ、プロセス革新の思考モードとして現役世代就業者の「加齢」をプロダクティブ・エイジング (Productive Aging)の視点から積極的の意味を与え、作業者の「高齢化」を付加価値生産性向上に活用する研究シナリオ検討へと研究を発展させた。つまり、加齢の積極的な戦力化を志すプロセス革新として、中核人材育成に関する論点を描いた。デジタル技術実装の促進が進む他方で、ヒト作業をすべて機械作業やICTへと置換することは不可能である。そのため、生産性向上には超高齢社会下で推測されるさらなる深刻な人材不足の問題予備軍を迎え撃つ発想が必要となってくる。また、建設業では3K職場(キツイ、キタナイ、キケン)から新3K職場(給与・休暇・希望)への転換を目指す「働き方改革」に注力している。その実現プロセスと並行して欠かせない論点の一つが、現役世代のシニア世代移行後の戦力化を見据えた健康寿命延伸の諸施策である。生産性向上が時間外労働時間の上限規制対応とともに、働き方改革の寄与するためのフォーカスを明らかにすることが、当該研究成果の意義である。本研究成果は大学紀要論文1本として発表している。
- (4) 第4の研究成果は、大手ゼネコンが展開する自動化施工の取り組みの現状を捉え、それら成果を中小建設業者が活用できるように必要な条件やフォーカスすべき視点を明らかにしたことである。地方圏の地場業者が自動化施工システムにトライするための不可欠な論点として、工事規模・企業規模を規定しない実装自由度の高さと、現場が持つ建設フレキシビリティ能力活用の両軸をしっかりと保つことが重要になってくる。これら論点をからフレキシビリティと実装スコープの可変性を持たせた自律施工技術ベースのシステムを新たな建設生産システム開発の方向性の一つとして提起した。
- (5) 第5の研究成果は、深刻な労働力不足の中で、生産性向上を働き方改革と結びつける論点として、ポジティブ・エイジングドライバの思考モードとともに、外国人エンジニア、女性スタッフなどが活躍できる経営環境や仕組みづくりに関する建設インクルージョン・マネジメントの発送を提起したことである。外国人エンジニア、女性スタッフを育成し、活躍する仕掛けづくりによって建設業の生産性向上に寄与する事業や取り組みの調査へと研究を発展させた。本研究成果は「現場技術者の潜在能力を引き出す建設インクルージョン・マネジメント研究」としてR4年度の近畿建設協会研究助成に採択された。研究成果は2023年度中に研究発表、また、大学紀要論文として発表する予定である。
- (6) 第6の研究成果は、建設業と製造業の相互交流の場づくりによって、互いの知見をマッチングアップする、また、議論する機会を設けることで、社会貢献・普及に努めたことである。例えば、大手ゼネコンによる世界最先端の自動化施工の現場見学・意見交換の場として大手電機メーカーのファクトリー・オートメーション事業が参加する研究会を実施、また大手電機メーカーの産業用コンピューター事業と建設プロセス革新に向けた意見交換会を実施するなどを展開し、本研究テーマである「建設生産システム革新にみるデジタルものづくりの実態調査」の今後のさらなる発展展開とともに、社会実装の活動を
- (7) 第7の研究成果は、国交省、また建設業の業界団体の研究協力を得て、建設業におけるデジ

タル技術実装の課題抽出と今後の戦略的方向性を共有・議論することができたことである。建設生産システムを高度化するデジタル技術実装の政策的論点について、業界を超えて製造業の知見を積極的に活用する視点を設けた。これら研究成果は、2022年度に国交省、日本建設機械施工協会の国際建設工程改善調査として欧州のデジタル技術実装、リーンマネジメントの実態を捉え、日本の現状との比較分析を実施する協働活動に結びついた。

- (8) 総合的な研究成果として、深刻な労働力不足に悩む日本建設業において、生産性向上および働き方改革を実現するデジタル技術活用とカイゼン思想・リーンマネジメント発想の両面戦略の方向性を示し、特に地方圏の社会インフラ整備・更新、自然災害復旧・復興および防災の基軸となる地場中小建設業者のプロセス革新に寄与することは、まちづくりや地域活性化等に波及効果を見込めるものであり、社会的意義は大きいと考えている。また、これまで建設プロセスの各作業や施工方法の効率化にみる部分最適からの脱却し、デジタル技術実装から全体最適志向のシナリオを描いたことが学術的意義である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 善本 哲夫	4. 巻 60巻4号
2. 論文標題 建設DXとカイゼン：中小建設業の付加価値生産性向上	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 立命館経営学	6. 最初と最後の頁 69～95
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.34382/00015479	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 善本哲夫	4. 巻 1
2. 論文標題 建設生産システム革新とフレキシビリティ —自律分散制御型生産システム構築に向けた業種横断的論点—	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 デザイン科学研究	6. 最初と最後の頁 1-37
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.34382/00016123	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 善本哲夫	4. 巻 56巻5号
2. 論文標題 オープン・イノベーションの推進と機能化に関する試論	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 立命館経営学	6. 最初と最後の頁 235-257
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.34382/00001283	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 善本哲夫	4. 巻 61巻4号
2. 論文標題 付加価値生産とプロダクティブ・エイジング・ドライバー 建設業におけるプロセス革新の思考モード	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 立命館経営学	6. 最初と最後の頁 119-141
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.34382/00018154	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 善本哲夫	4. 巻 61巻1号
2. 論文標題 デジタル技術実装の趨勢と可変スコープ型建設生産システム開発-ボトムアップ型技術, スピルオーバー効果, 問題提起型事業-	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 立命館経営学	6. 最初と最後の頁 85-137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34382/00017152	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件(うち招待講演 2件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 善本哲夫
2. 発表標題 ナラティブものつくりに向けた論点
3. 学会等名 日本工学会アカデミー 『EAJ 未来の製造業シンポジウム』(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 善本哲夫
2. 発表標題 リーンマネージメントの意義・無駄無理を削げ落す発想で手間を解消
3. 学会等名 『令和3年度国土交通省「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」阿部建設コンソーシアム公開見学会～監理技術者の負担軽減と生産性改革～』
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 善本哲夫
2. 発表標題 ナラティブものつくりに向けた論点
3. 学会等名 山形大学CNVFAB x EAJ未来の製造業シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 善本哲夫
2. 発表標題 他産業におけるリーンマネジメントの成功事例 -建設生産システム高度化の両面戦略に向けて-
3. 学会等名 JCMA 令和3年度建設施工と建設機械シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 善本哲夫
2. 発表標題 「中小建設業におけるリーンマネジメント」
3. 学会等名 「中小建設業を対象とした映像を活用したIoT施工法の開発」(環境風土テクノ：国交省令和元年度建設技術研究開発助成) 第一回産学官テーマ推進委員会, ラビオ会議室, 愛知県小牧市
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 善本哲夫
2. 発表標題 「人手不足時代を乗り切るために」
3. 学会等名 「2019年度生産性向上セミナー」(滋賀県産業支援プラザ, 滋賀県), 滋賀県大津合同庁舎, 滋賀県大津市
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 善本哲夫
2. 発表標題 建設生産システムの革新とデジタルものづくり
3. 学会等名 映像情報メディア学会年次大会(2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 横山隆明・善本哲夫・建山和由
2. 発表標題 建設イノベーションに向けた映像情報の定量化と活用
3. 学会等名 映像情報メディア学会冬季大会（2018）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shuheii Okabe, Tetsuo Yoshimoto, Masato Nakayama
2. 発表標題 " Innovation and Social Implementation for Regional Activation
3. 学会等名 UK-Japan Collaboration seminar "Social Innovation in an Aging Population & Diversifying Society"
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------