

Jコスト論による建築生産の収益性向上に関する研究

BIMによる建築生産の「流れ」の最適化のための基礎理論

○左海 冬彦*

キーワード：建築生産 トヨタ生産方式 BIM
Jコスト 鹿児島建築市場 収益性

1. はじめに

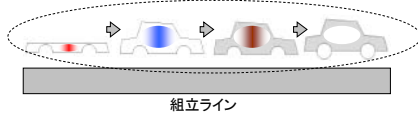
約10年前、日経ロジスティクス大賞を受賞するなど各方面から注目された「鹿児島建築市場」は、90年代からICT技術を在来工法の2~3F建注文住宅の生産管理に積極的に活用して、生産効率と収益性を伸ばすことに成功したが、トヨタ生産方式同様に他者への技術移転は困難であり、一工務店（宅建業兼業）に回帰している。

建築市場の個別受注生産である注文住宅の考え方には、個別受注生産を「志向する」トヨタ生産方式¹⁾との間で、ジャストインタイム配送の採用と表面的な現象にとどまらない多くの類似点を見いだすことができる。

図1で示すように、自動車生産と住宅生産のモノの流れの違いは、部品のあるところに製品をもっていか、製品のあるところに部品をもっていかの違いに過ぎない。

・トヨタの自動車生産

→材と工が工程順に用意された組立ラインに、さまざまな車を流していく



・鹿児島建築市場の住宅生産

→材と工を工程順に、異なる敷地に順次送り込んでいく

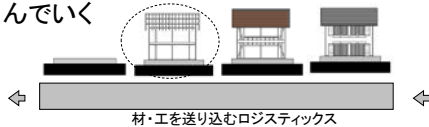


図1 トヨタと建築市場の比較

また、図2で示すように、工程軸を横軸に、時間軸を縦軸にした場合、製品群としての「車」も「家」も、生産の平準化のために整然と一定間隔で時間をずらして生産していくとすると、縦軸の月単位、時間単位のスケールの違いはあれ、鉄道ダイヤのような多くの平行線を描くことができる。ここで、ある特定の時点に着目すれば、工程の進度の異なる車①~③が、生産ライン上に並んでいる状態を実際に観察できるが、同様に家①~③も、仮想的生産ライン上に、製品が並んでいることになる。

本研究においては、既に、ものづくりの多くの業種に

おいてとり入れられているトヨタ生産方式を、建築生産にも幅広く応用することができ、特に「収益性」の改善に効果をあげることができるという認識にたつて、田中正知氏が近年提唱されている「Jコスト論」の考え方を、建築生産に適用する具体的な方法を検討する。

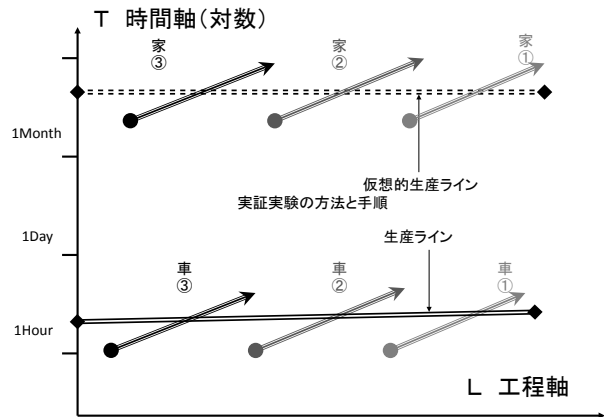


図2 車・工場生産と家・個別生産の比較

なお、田中正知氏は、30年以上にわたりトヨタの生産現場で改善の実践に取り組み、その後、ものづくり大学において、改善の度合いを定量化する「Jコスト論」を提案し、国内外のさまざまな業種の生産現場の収益性の改善の指導に取り組んでいる。

「Jコスト論」は、2004年に、ものづくり大学名誉教授で元トヨタ自動車の田中正知氏が提唱した生産現場における「改善」の度合いを時間軸の要素を取り入れつつ計測し、さらには生産活動の「儲け」の効率性、言い換えると「収益性」を定量的に計測することを可能にする考え方・手法である²⁾。単なる暗黙知や精神論でなく、定量的・具体的にトヨタ生産方式を説明するものである。

本論文は、鹿児島建築市場の木造二階・三階建て現場における実証実験結果を紹介するとともに、「Jコスト論」の適用から見える住宅・建築生産の収益性向上のための抜本的方法論を検討する。そして、BIM (Building information modeling) を設計施工等だけでなく、収益性向上のツールとして使うための基礎的方法論を確立しようとするものである。

2. 「Jコスト論」とは

企業の生産活動の収益性の評価には、GMの経営近代化のなかで確立したと言われる図3の「デュボン・チャート」の「投資収益率」(ROI) が用いられることが多い。

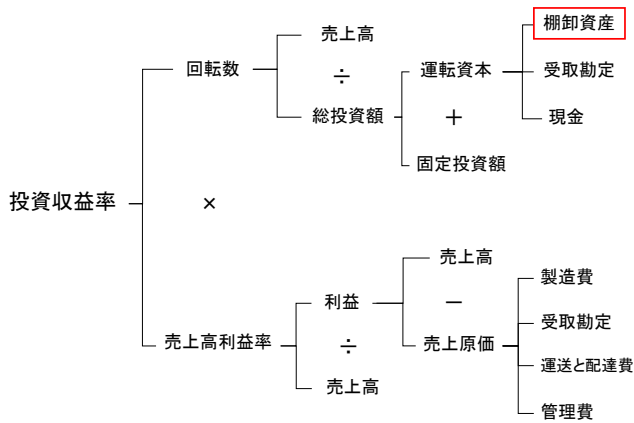
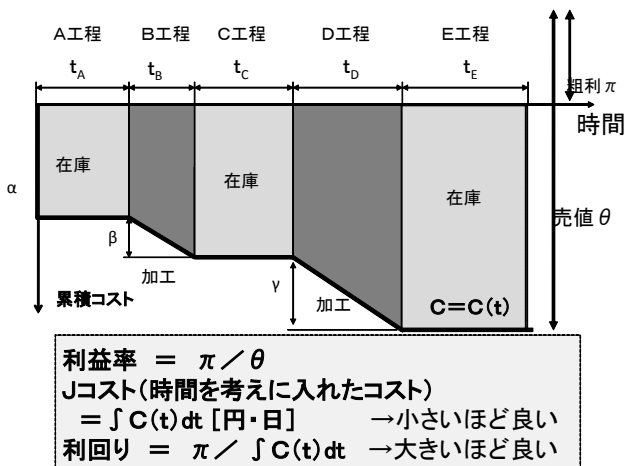


図3 デュボン・チャート

田中氏によると、トヨタ生産方式の『コストダウンだけが重要でなく、回転数向上こそが現場改善の要になる』という考え方は、このデュボン・チャートの投資収益率においては、「回転数」と「売上高利益率（粗利）」が対等に扱われ、両者の積から求めることができる点において、トヨタ生産方式と共通の考え方を見いだせる。³⁾

図4 Jコストとは



Jコスト論においては、大量生産でも、あえて「個別生産志向的」なアプローチをとって、図4のように、1個の製品に着目し、累積的な投入コストを時間軸で積分して、その大きさを「Jコスト」と定義し、「円×時間」単位で計測する。1個の製品から、最終的に得られる粗利をJコストで割ると、「投資に対する利回り」(%/時間)が得られ、収益性評価を定量的に行うことができる。Jコストを削減する最も簡単な方法は、コストダウンではなく、リードタイムを短縮することであることは、上記の定義から明らかである。

建築生産においても、この考え方と方法論を普及させ、材・工の分離積算の徹底という形で、これまでの商慣習にもしメスを入れることができれば、今後、BIMの導入に伴い、時間軸との紐付けが可能なデータベースが整備されれば、技術的には、BIMのひとつの機能として、収益性の「見える化」を図るといった観点から、容易にJコスト図を作成することができるはずである。

なお、財務諸表の流動資産の項目にある棚卸資産は、期末の時点の棚卸資産の金額であり、期末と期首の平均値を指標に使うことが一般的であるが、それに一年間の時間を掛けた値は、大雑把にいうと、一年間の全ての生産物のJコストを合計した値の近似になっている。

全製品のJコストの総合計 = 棚卸資産の平均値 × 1年
この式から、以下の式を導くことができる。

$$\text{棚卸資産粗利率} = \text{粗利} / \text{Jコストの総合計}$$

Jコスト論では、デュボン・チャートの「投資収益率」のなかでも、生産プロセスに直接関係のある「棚卸資産粗利率 = 棚卸資産回転数 × 売上高利益率」(売上高にかえて、通常、売上原価を使用する)に着目している。

このように、財務指標の棚卸資産粗利率と現場の指標Jコストを直接結びつけることができる。つまり、財務会計の「棚卸資産粗利率」の改善は、生産現場のJコストの縮小と相互に密接な関係があることがわかる。

3. S邸における「Jコスト」図作成の実証実験

鹿児島建築市場は、高橋代表の情報透明化の強い意志により、早い時期からフクイの3次元建築設計システム ARCHITREND のユーザーとして、設計・積算データを緻密に管理できるようシステム改善ニーズをフクイにインプットする一方で、独自のITシステムを構築し、時間軸を取り入れた生産管理と情報共有システムを、顧客・職人・専門業者・物流業者・金融機関との間で構築している。ARCHITREND がわが国発の「工務店生産システム」を支えるデファクトな生産支援システムとして、BIMと同等レベルのスペックを具備するに至っている現状の背景には建築市場からの強いインプットによる寄与が大きい。

建築市場では、そのITシステム上で、あらかじめ、いつ、どんな工事が、何人工で、どんな材料が、いくらで現場に投入されるかが計画されている。同時に、JIT配送や作業員のスケジュールが管理されており、材工分離の個々のコストがいつ発生したか特定すること(コストの時間軸と「紐付け」)が容易にできるデータベースが整備されており、S邸、K邸、Y邸において、一円単位のJコスト計測の実証実験を実施した。^{4) 5)}

住宅・建築生産においても材工分離された積算内訳書と、その内容と整合した個々のコスト要素がいつ発生したか特定すること、すなわち時間軸との「紐付け」が可

能となるような正確な工程計画、配送計画があれば、図6のような家一軒分のJコスト図の作成ができる。

現時点で、建築市場において(トヨタの自動車生産においても)、Jコスト図の作成が行われているわけではないが、材・工分離の積算によるコスト管理の徹底、それら材・工を現場に搬入するロジスティクス管理の徹底により、こうした「コスト」×「時間」の管理の緻密さが、一軒の家ごとのJコスト図を描くことで目に見えるように明らかになる。ここまでの徹底した生産情報の管理が、何故必要なのか、どのような効果があるのか同業者からの理解が容易に得られないことが、「鹿児島建築市場方式」の全国的な普及の阻害要因となった可能性がある。

まずS邸の概要、コスト、工事経過等を以下と表1～2に示す。

- ・工期：平成21年4月7日～平成21年8月15日
- ・延床面積：119.23㎡ 1階40.57㎡、2階40.57㎡、3階38.09㎡
- ・工法：木造在来軸組3階建て

	受注額	内原価
総工事費(円)	14,932,555	11,182,358
坪単価(千円)	41.4	31.0
床面積(㎡)	119.23	

表1 S邸の諸元

時点	イベント	日付	経過日数
A	確認申請	2009/3/31	-7
B	建物着工	2009/4/7	1
C	上棟式	2009/4/25	19
D	第1回払い	2009/5/31	55
E	第2回払い	2009/6/30	85
F	第3回払い	2009/7/31	116
G	社内検査	2009/8/8	124
G	完了検査	2009/8/11	127
H	引渡し	2009/8/15	131
I	第4回払い	2009/8/31	147

表2 S邸の工事経過



図5 S邸のJコスト図の一部(左上隅部の拡大)ーコストと時間軸の「紐つけ」

作成したJコスト図の図7の縦軸は、縦1520行の材・工等別のコスト要素があり、横は時間軸(2009/4/7～2009/8/31の147日)であり、それぞれについてどの時点(日単位)でいくらのJコストが発生し、その後、いつの時点で出来高払いからの入金によりコスト負担が消滅したかを、表上で展開している。

縦横全部で223,440個のセルがあるため、実際には、A0用紙(A3で8枚分)にカラーで印刷できるように作成したが、本稿にはグレースケールの縮小版を掲載している。具体的なコストと時間軸の「紐付け」方法を示すために、図5にJコスト図一部の拡大図を掲載している。

コスト要素としては、具体的に種類別(①材、②工、③材工一体)と工事種別(仮設工事、基礎工事、木工事、屋根工事、外壁工事、左官工事、板金工事、木製建具造作、木製建具既製品、塗装工事、内装下地材、内装仕上・造作材工事、住設工事、雑工事、防蟻工事、鋼建工事、電気工事、給排水工事、ガス工事の19区分)等に種類分けし、さらにマクロを作成して、コスト要素の金額の大きさに比例して行幅を伸縮して表現している。なお、設計に関する費用・報酬は、一般管理費に計上されており、粗利の一部に含まれている。

Jコスト図のセルの数字を、縦に日ごとに集計すると図6のように、日々の棚卸資産の推移を知ることが出来る。さらに棚卸資産の推移曲線を工期全体で積分すると家全体のJコストになる。クロス集計すると材、工、材工一体別のコスト要素ごとのJコストがわかる。材工一体のものは、極めて限定されたものとなっている。

- このJコスト図をチェックすることで、
- ① 配送計画の不備により無駄な資金の滞留がないか
 - ② 特に、材の搬入がその加工のタイミングより早すぎるといった時間の無駄が生じていないか
 - ③ 出来高払いの入金は、適切に行われているか
- 等のチェックとフィードバックが可能となり、次回以降の生産活動等の改善を行うことが可能となる

リードタイム(工期)を圧縮したり、資材のジャストインタイムを実施したり(通常、工よりも材のJコストの占める割合が大きいため効果的である)、出来高払いを導入

することにより、日々の棚卸資産とその集積であるJコストの両方の低減が可能であり、詳細な検証結果を踏まえた一層の改善活動へのフィードバック、フィードフォワードの反復により、収益性の改善が実現できる。

試算項目	ケース1 出来高払い有り	ケース2 無しと仮定
Jコスト (円・日)	589,791,004	1,108,361,323
粗利(円)	3,750,197	3,750,197
利回り (/日)	0.64%	0.34%
利回り (/年)	232%	123%

表3 S邸のJコスト計算結果

表3では、Jコストで粗利を除いた利回りを求めているが、極めて高い値を示している。なお、今回の計算では、借入金利、運用金利の加味や、時間価値の換算等を行っていない。これらの金利の数値が1/100未満程度オーダーであり、ほぼ無視できるからである。また、特筆すべきことに、鹿児島建築市場では、この調査時点では金融機関の協力により、月別の出来高払い入金を受けており、工務店が一時的に立て替えなければならない日々の棚卸資産(≒運転資金)と、さらにそれらを累計することで求めることができるJコストが著しく低

減されていることがわかる。

また、取引の事実の発生時点と、実際の現金の入金・出金時点には、掛け売り、掛け払い等により、時間的ずれがある。金融ベースのレイヤー上で、現金の流れをJコスト図上で検討することは、今後の課題である。

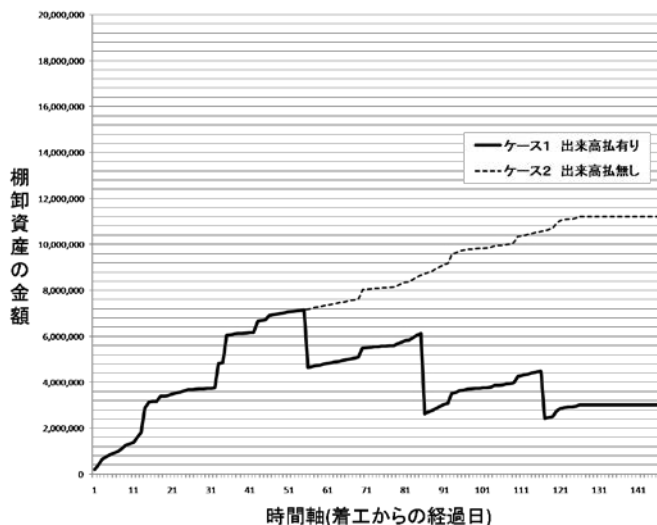


図6 日々の棚卸試算の推移(S邸)

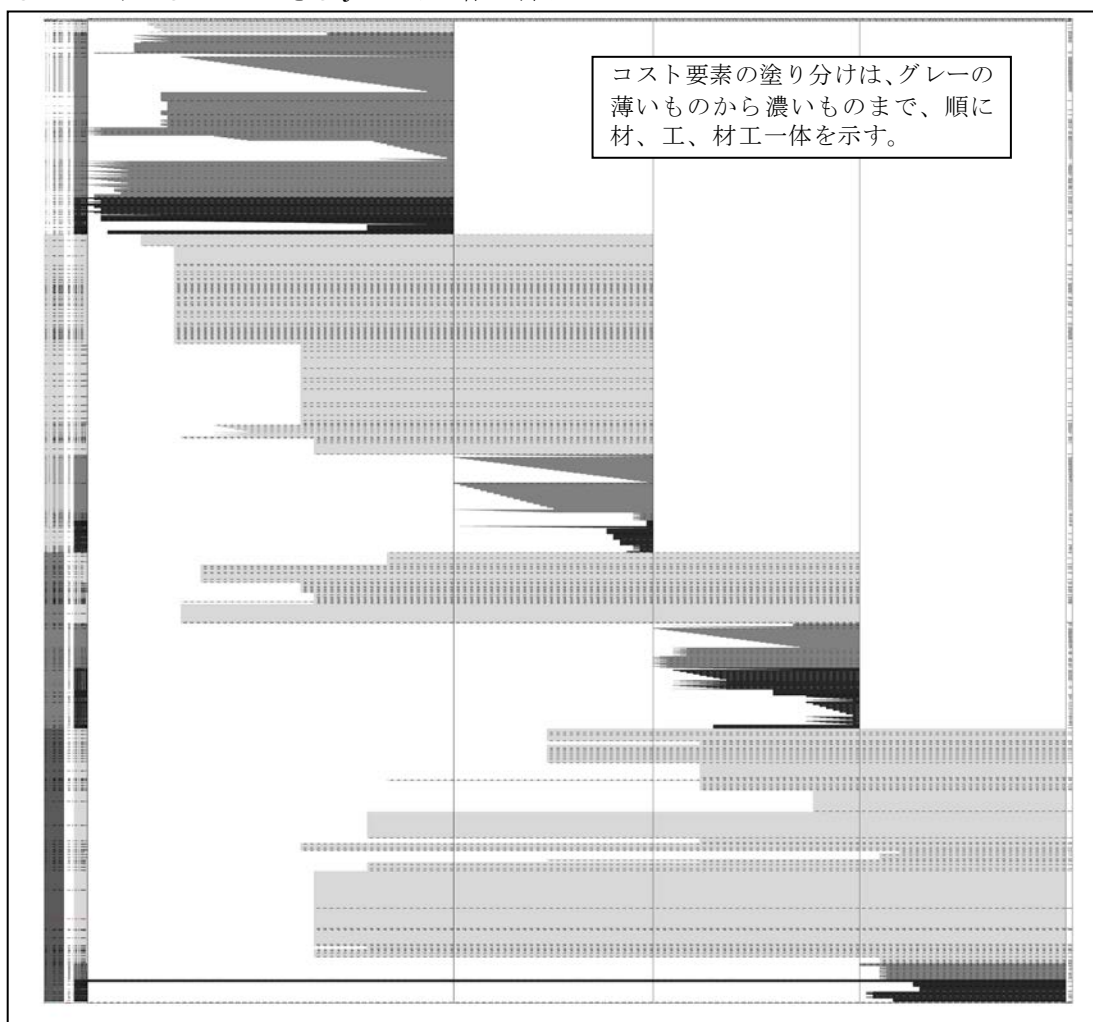


図7 S邸のJコスト図

3. 産業別財務データハンドブックによる分析結果

日本政策投資銀行の公開データを用いると、上場企業（約1800社）の財務諸表のデータについて業界別・個別企業別に、過去10年の時系列で得られる。

棚卸資産粗利率（%/年）

= 売上原価粗利率（%） × 棚卸資産回転数（回/年）

恒等式として上記の関係が成り立つことから、横軸に棚卸資産回転数（回/年）、縦軸に棚卸資産粗利率（%/年）をとって、産業別の値をプロットしたとき、X軸とY軸の積が、棚卸資産粗利率（%/年）になる。このとき、X軸とY軸の積＝一定の棚卸資産粗利率（%/年）の曲線を、図8のように双曲線で描くことができる。これを田中氏は「収益分析図」と呼んでいる。

建設業の値は、棚卸資産粗利率 87.9（%/年）＝売上原価粗利率 12.1（%）×棚卸資産回転数 7.29（回/年）であり、他産業と比較して低い水準にとどまっている。

しかし、主要組み立て産業のなかで、建設業と同様に組み立て型の主要産業と、過去10年の棚卸資産粗利率の推移を図9でみると、他の産業に乱高下が見られる一方で、建設業については、着実な改善効果が見られる。

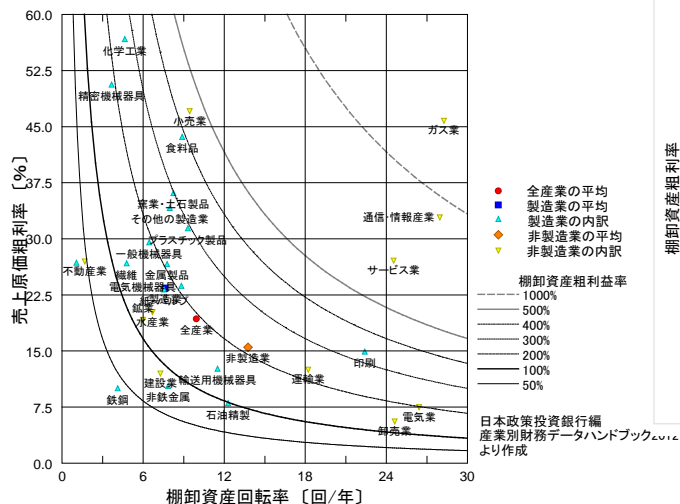


図8 全産業の収益分析図

4. まとめ

本研究では、BIMを設計・施工品質の向上だけに使うのではなく、材・工の要素コストと時間軸上の工程と紐つけることにより、日々の棚卸資産の推移と工期（リードタイム）を「見える化」し、Jコスト（棚卸資産×時間軸）をひとつの有力な評価指標とすることにより、建築物一個あたりのJコストの低減による収益性の改善を積み重ねることにより、企業会計全体の収益性の向上に、生産現場から直接貢献しうる可能性を示した。

一個あたりの製品ごとのJコストを減少できれば、他の条件が変わらないとすると、2.での考察のとおり、棚卸資産も減少する。棚卸資産が減少すれば、貸借対照表の資産の部の計も減少し、資本の部の借入金と同額減

少すると考えられる。無借金経営の企業の場合は、資産・資本とも総額は変わらず、棚卸資産の減少と同額の現金が増えることになる。これらの結果、企業の資金繰りは改善し、資金面から企業の経営余力が増大する。また、棚卸資産の減少が、リードタイム削減による一個あたりのJコストの削減によるものであり、生産量には変化がないとすると、生産能力にも余力が生じることになる。

こうした企業の資金面又は生産面の余力の発生は、経営者にとっては、経営に選択肢を増やすことになる。強い需要があれば、余力を増産に回すことで売り上げ等を増やすこともできるし、仮に増産をしないで、経営・生産の質の改善や新製品の開発等に振り向けることが可能になる。このようなJコスト削減の「波及効果」について、田中正知氏は、『リードタイムを短縮し、回転率をあげれば、収益が後からついてくる』という言葉を紹介するとともに、我が国のものづくり現場では、目先の利益率（%/円）をあげるため、コストカットのみに走っているのは、合理的ではないと指摘しており、建築生産でも同様な取り組みが求められている。

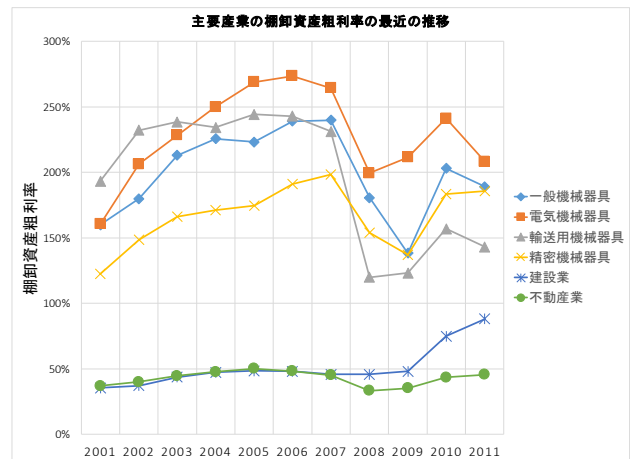


図9 主要産業の棚卸資産粗利率の推移

【参考文献】

- 1) 大野耐一, トヨタ生産方式一脱規模の経営をめざして一, ダイヤモンド社, 1978
- 2) 田中正知: トヨタ式カイゼンの会計学, 中経出版, 2009
- 3) 藤本隆宏, ものづくりとしての建築, 日本建築学会総合論文雑誌第5号, 2007
- 4) 左海冬彦, Jコスト理論による鹿児島建築市場の生産性計測の実証実験と考察ー「時間軸」を取り入れた住宅・建築の生産性に関する基礎的研究一, 第24回「建築生産シンポジウム」発表論文集, 2008
- 6) 左海冬彦, Jコスト論による建築生産の収益性分析についてー「時間軸」を取り入れた住宅生産の収益性分析に関する基礎的研究一, 第24回「建築生産シンポジウム」発表論文集, 2009

* 建築研究所企画部 (併) 建築生産グループ

Research on the improvement in profitability of the building production by J cost theory
Basic theory for optimization of the "flow" of the building production by BIM

○Fuyuhiko SAKAI*

Keywords : Building production, Toyota production system, BIM
J-cost, Kagoshima construction market, Profitability

In this research, building production is regarded as a flow of money using "J cost theory." A time-axis is taken in in that case and the technique of evaluating the profitability of building production quantitatively is proposed.

In wooden order housing production, when making one house, the experiment which measures how much "J cost" occurs was actually conducted.

From the first, "J cost theory" was developed by Mr. Masatomo Tanaka in order to explain Toyota Production System to many people plainly. The view that the same theory cannot apply in a car and a house is not applied by this research.

Toyota Production System shows thickly the character which has aimed at the build to order for every product, though it is mass production.

If certain conditions are fulfilled by this research, it will be shown that a housing and building production can also apply J cost theory. Moreover, if this view is used, this research will have proposed that a profitability design is attained by calculating J cost using BIM.

1 Coordinator for International Research Cooperation, Building Research Institute