

BIM/CIM の公共事業での活用に適した 契約形態に関する一考察

学生氏名 野澤 優太
指導教員 皆川 勝

所属 東京都市大学工学部都市工学科 計画マネジメント・皆川研究室
E-mail yuta.wv@gmail.com

近年、建設設計・生産プロセスで3次元モデルデータを一元管理する BIM の考え方が世界で急速に広がりを見せている。また、海外のプロジェクトでは IPD による契約によって事業初期から無駄のない工事が行われるようになり成果を上げている。日本において BIM と IPD を導入すべく、海外の事例より導入から普及・発展の流れを調査する。

また、それらを今の日本の建設プロジェクトの契約形態に反映するために改善すべき事項の調査も行い、考察を行う。

Key Words: *Building Information Modeling, Integrated Project Delivery, IFOA, Sutter Health, Infrastructure, Transport and Tourism*

1. 序論

(1) 背景

近年、建設産業界には様々な課題が渦巻いている。産業力の指標の一つである労働生産性では、図-1より製造業等の生産性がほぼ一貫して上昇したのとは対照的に、建設業の生産性は大幅に低下した。これは主として、建設生産の特殊性(単品受注生産等)および就業者数削減の遅れ等によると考えられる。近年は建設業就業者数の減少もあり、概ね横ばいに近い動きとなっている。また、図-2より建設業就業者数を年齢階層別にみると、若年層の減少が目立っており、相対的に高齢層の割合が高まっている。このような高齢化の傾向は、他産業と比べても顕著である。就業者の高齢化は産業活力の維持、強化の点で大きな問題であり、また、団塊世代の多数の技術者、熟練技能者の退職が進行しつつある中で、建設生産システムの中核をなす技術、技能の継承が当面の大きな課題である。

また、日本の首都圏のインフラ施設は、ほぼ完成されている近年で、表-1より建設後50年以上経過したインフラ施設の割合は約20年後には、ほとんどの施設で50%を越え老朽化が危惧されている。また、国内だけでなく、海外に市場を広げていくことは非常に重要な課題である。しかしながら、図-3より日本企業の海外の受注実績は安定していない。

これらの課題解決に向けた有効策の一つとして、建

設設計・生産プロセスで3次元モデルデータを一元管理する BIM の考え方が世界で急速に広がりを見せている。ヨーロッパでも BIM の導入に積極的であり、英国では2016年に公共工事は BIM が義務化される予定である。日本でも、①ITインフラの進化、②「透明性」が要求されてきた。③コストや工期、品質に関する普遍的な要請に対してのメリット、④フロントローディングを効果的にサポートできる。以上の理由により BIM (Building Information Modeling) が日本においても普及・発展していくことが予測される。

また、建設事業における新しい業務形態として、事業関係者の多くが事業の初期から参加する IPD (Integrated Project Delivery) が海外の民間事業等で利用されるようになってきており、建設費の削減や手戻りの防止が期待されている。

(2) 目的

現在、国内外で発展し、今後、益々普及していくと思われる BIM や IPD に関して、先進導入国である海外の事例の調査をするとともに、公共事業の効率化を図るために BIM や IPD が有効であるかを検討した上で日本の建設業界において活用していく方法の提案を目的とする。

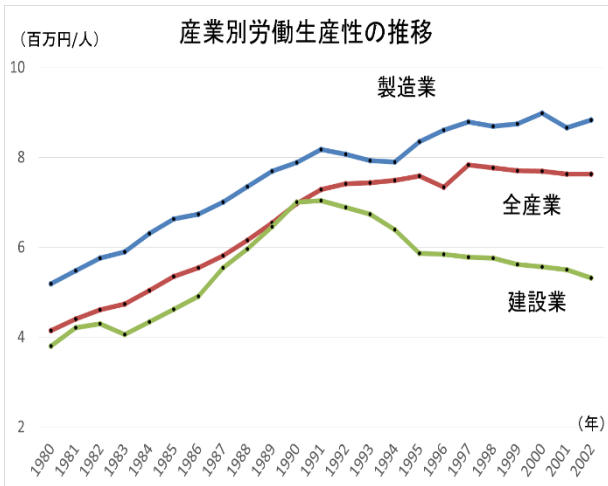


図-1 労働生産性¹⁾

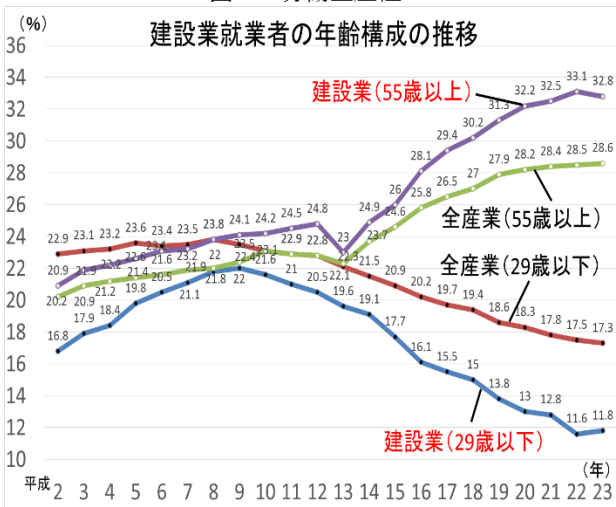


図-2 建設業就業者の年齢構成の推移²⁾

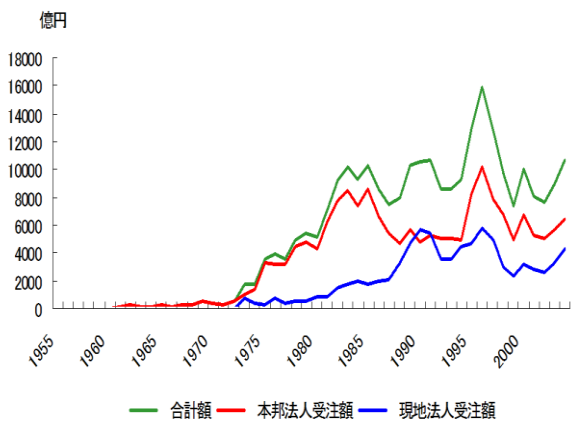


図-3 海外建設受注実績の推移³⁾

表-1 建設後50年以上経過したインフラの割合⁴⁾

	平成22年度	平成32年度	平成42年度
道路橋 ※約15万5千橋 (橋長15m以上)	約8%	約26%	約53%
排水機場、水門等 ※約1万施設	約23%	約37%	約60%
下水道管きよ ※総延長:約43万km	約2%	約7%	約19%
港湾岸壁 ※約5千施設	約5%	約25%	約53%

2. BIMとは

(1) 従来の3Dモデルとの違い⁵⁾

BIMとは、Building Information Modelingの略称であり、コンピュータ上に単に3次元で物体のカタチが表現できるというだけでなく、そこで構成される空間や各部材・機器等に、仕様・性能、コスト等の属性情報を持たせた建物情報モデルを構築することをいう。従来の3Dモデルでは、単なる3次元部材による形状の構成であり、そこに存在する情報は形状と仕上げ・材質のみであった。一方BIMは、コンピュータの仮想空間上に、実際の建物と同じモデルを構築し、設計・建設・運用のシミュレーションを行うことが可能となるものである。また、従来の3Dモデルでは不可能であったモデルからの図面や数量の書き出しも可能となり、かつ、それはモデルと連動しているため不整合も起こらない。以上のようにBIMは、この建設モデルを設計から施工、維持管理に至るまで、建設ライフサイクル全体で一貫したデータを活用することにより、大きな効果が得られると言われている。

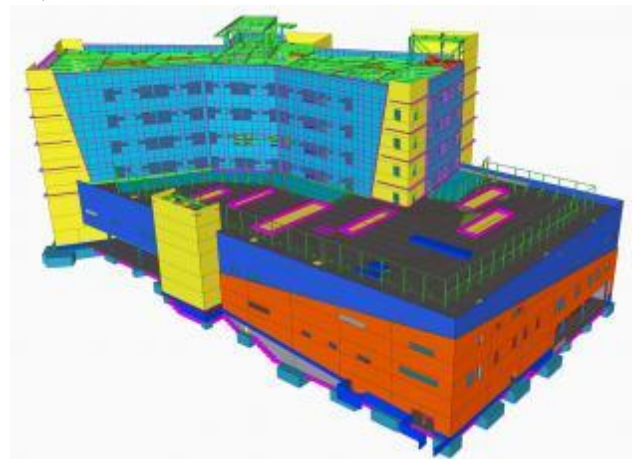


図-4 TEKLA
BIMによる完成予想図

(2) BIMによるメリット

BIMとはプロジェクトの物理的、機能的な情報をICT関連技術を活用して統合した業務執行プロセス

であり、実現すると、以下のメリットが挙げられます。

a) 情報の利活用による設計の可視化

図面とは、建物を色々な方向や切り口から見て、平面図、立面図、断面図といった2次元の組み合わせで表現する手法です。これに対し、BIMは、コンピュータ上に実際の建物を3次元で作り上げる手法。CGと似ているが、見える部分だけをモデル化するCGに対し、BIMは壁や天井裏に隠れた柱や梁、配管や空調ダクト等まで忠実にモデル化出来ます。

b) 設計の最適化（整合性の確保）

図面を途中で変更すると、関連する他の図面も修正して整合させる必要がありますが、実際にはそこで修正間違いが起こりがちです。その点、BIMでは3次元の基データを修正し、図面を描き直すだけで整合性が自動的に取れるので、チェック作業が大幅に省力化できます。

c) 施工の高度化（情報化施工）、判断の迅速化

施工段階では、設計、構造、設備の干渉問題が起こりがちですが、BIMには干渉チェック機能があるため、設計段階でそれを発見することができます。このことをフロントローディング（作業の前倒し）といいます。

d) 維持管理の効率化、高度化

維持管理において必要なデータ（属性データ等）を連携させることにより、維持管理での3次元モデルが構築され、管理の効率化・高度化が可能となる。

e) 構造物情報の一元化、統合化

施工時に時間軸と金を追加（4次元・5次元モデル）するなどの応用し1つのモデルに統一することで、施工計画の最適化、効率的な施工管理、安全の向上等が可能となる。

f) 環境性能評価、構造解析等高度な技術解析の適用

BIMデータを気流・音・熱環境シミュレーションなどに活用し、更に、合理的構造形式の検証や設備機器の立体的納まりの検証に展開されている。

つまり3次元形状を含む、設計、施工、維持管理それぞれの業務で必要なすべての情報を相互連携させたデータベースを必要に応じて参照、活用しながら業務を進める手法と言える。

BIMにより建設事業の各段階で利用する情報を共有化することで、本来であれば後工程でないと利用できない情報（フロントローディング）も前もって利用できるというメリットが特徴です。

(3) 土木における BIM⁶⁾

BIMという言葉はその「Building」という響きから永く建築（Vertical Construction）に特化した技術あるいはプロセスのように思われていた。ところが近年この「Building」を「建設する」あるいは「築造する」のように動詞と捉えることにより土木（Horizontal, Heavy Construction）分野でも使用され始めた。本研究でもCIM=BIMを同義とみなす。BIMは現在建設

業界のさまざまな変化の中で最もその導入効果や影響が顕著かつ期待される情報利用技術の一つと言える。

2009年にMcGraw-Hill社が実施した欧米建設市場調査によると、建設会社や設計事務所、建設コンサルタントのおよそ50%が何らかの形で実務においてBIMを導入している。そして設計者、エンジニア等の実務担当者たちは今後さらにその利用率が上がることを予測している。この利用率の向上の理由としては、多くの実プロジェクトにおいてBIM導入による非常に高い投資対効果を実証されていることが挙げられる。

a) 土木分野でのBIM化は自然な流れ

2次元図面の電子化や属性付与では得られる効果は限定的である。現在でも設計意図を伝えるため、紙上あるいは2次元CAD上に線や文字、記号などを利用して設計図書や仕様書を作成している。これらの表現方法ではそれ自体は有効な情報であるが、それぞれの相互関連性がない。つまり、様々な情報を人間がすべて理解し、関連付け、そして統合して初めて図面間の整合性が保たれ、正しく数量が算出でき設計者の意図が伝わる仕組みである。

一方、製造業界や金融業界など建設業以外の情報化先進産業界では、かなり以前からVR(Virtual Reality)やモデルベース設計(Model-based Design)、DPF(Digital Prototyping and Fabrication)、ICT(Information Communication Technology)に代表されるような情報を高度に連携させたシステムの活用が進んでいる。それらは現在でも年々高度化しており、高い生産性や製品品質向上に寄与し続けている。3次元設計を耳にする機会は確かに増えたが、BIMの登場で建設産業はようやくこのデジタル技術を有効活用できる変化に身をもって体感する段階にきたと言える。現状では建築分野での活用が多く企業の実践され、着々と成果が発表されているが、土木分野でもCAL/ECによる情報連携の手段としてBIMデータベースの研究が始まっている。

b) BIM導入実態調査

McGraw-Hill社はBIM導入実態調査の中で、米国に本拠を置く約1000社の発注者、施工者、建設資材の製造会社らを対象として聞き取り調査を実施した。この調査によりBIMを導入している会社数、その会社がどの程度実務利用しているかあるいは近い将来活用を計画しているか、その程度のBIM導入効果があるか、どの分野がBIM導入によりもっとも効果上がるか、なぜ他社はBIM導入を戸惑っているのかあるいは何時導入しようとしているのかなどの設問に対して興味深い回答があった。

この調査の結果、BIM導入初期には得られ難しかった導入効果が、いったん経験を積むことで多大な効果が期待できるということがわかった。調査対象の約75%がBIM費用対効果を実感し、またBIM上級者の約20%は100%以上のBIM費用対効果を実感している。BIMを利用することで、77%が手戻りを

削減し、72%が追加業務の受託に成功し、71%が作業人工の削減に成功し、71%が新規受託に貢献した。さらに彼らは今後5年間でBIM化が進み、より精密に設計されたプロジェクト、より低リスクかつより正確な効果予測の実現、そしてモデルベースの工場製作による品質、精度、コスト削減などが実現できると予測している。

3. IPDとは

(1) 民間におけるIPD⁷⁾

Integrated Project Delivery (IPD)とは、建築家エンジニア、請負業者、発注者等の利害関係者が計画の初期段階から協力し、最適な構造物を作成するといった共通の目的の基、最も有効な決定を共同で下すことを可能にする協業形態である。民間建築工事における適用が多いのが特徴である。

発注者は設計段階からプロジェクトに関与することにより単に初期費用にとどまらず、品質・コスト・工期といった目標の設定にも関与できるようにしている。同時に、設計、エンジニア、施工のどの各専門家にプロジェクトの結果に対するリスクと報酬を共有させることで、チームの中でお互いの責任の追求や転嫁ではなく結果や問題の解決策に注力する。

図-5のようにIPDの協業形態ではBIM/CIMに関する技術を活用し、常に一貫したプロジェクトの情報をリアルタイムに可視化、共有できる環境が多く求められる傾向がある。

(2) BIMを利用したIPD

BIMを利用した事業では、各段階での変更事項は集約されており、プロジェクトの効率化を可能にしオーナーはより多くの利益を上げる結果となる。

同時にオーナーは完成した施設の質やコスト、将来的な操業によって施設の営業利益を受け取ることが出来る。

新しいIPDの思考は建設計画においてプロジェクトチームの全メンバー間で密接な協力を得るための目標を持たせるようにしている。BIMはIPDチームにとってテクノロジーを可能にさせる鍵となってきた。オーナーの役割はIPDプロジェクトを積極的にさせ、さらに持続させることである。

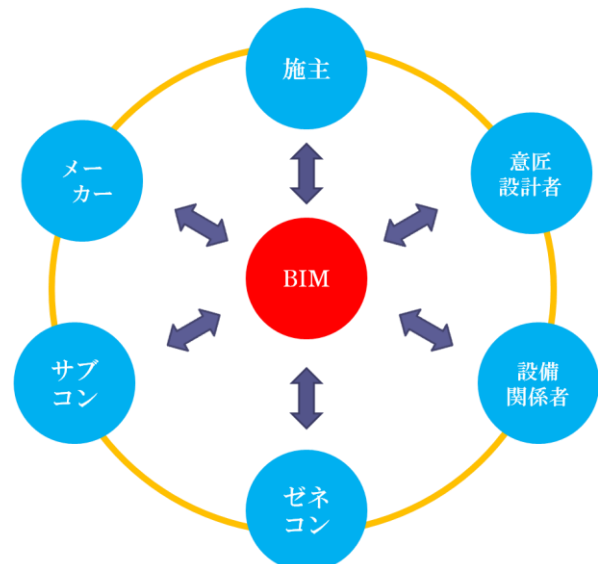


図-5 IPDの概念図



図-6 SMCCV完成予定図 (Sutter Medical HPより抜粋)

4. 海外でのIPD活用事例¹⁾

(1) Sutter Medical Center Castro Valley (SMCCV)

a) SMCCVの概要

この事業はアメリカのカリフォルニア州にある築55年のEden Medical Center (EMC)に替わる新病院の民間建設事業である。EMCはフルサービスで173床のベッドがありカストロ谷に位置する病院でAlameda Countryや周辺地域の住人が必要とするヘルスケアを提供していた。SMCCVプロジェクトはEMCが耐震改良が必要とされたことから計画された。2009年中ごろに計画され2013年の終わりに完成した。

b) IFOAによるプロジェクトチーム編成

IFOAはIntegrated Form Of Agreementの略称で、図-6のようなプロジェクトの中心となるメンバーである。IFOAの特徴は、

- 作業を調整し、結果の予測をする
- 協働環境を作り出す
- 統率されたチームを作る
- プロジェクトを最適化する

- 選りすぐれたマネジメントを促進する
- オーナーのデザインに基づくビジネスプランを利用する等である。

表-2 SMCCVにおけるIFOAメンバー

Function	Firm
オーナー	Sutter Health
請負者・コンクリート・型枠・壁板	DPR Inc.
建築	Devenney Group
機械・配管工事	Capital Engineering
電気設計	The Engineering Enterprise
構造設計	TMAD/Taylor and Gaines
耐火・設計・建設	Transbay Fire Protection
機械設計アシスト・工事請負	Superior Air Handling
工程・技術管理	Ghafari & Associates
配管設計アシスト・工事請負	J.W.McClenahan
電気設計アシスト。工事請負	Morrow-Meadows

表-2 では SMCCV における IFOA のメンバーを示しているが、赤字のメンバーは IFOA の中でも核となるメンバーである。

c) SMCCV に学ぶ IPD の特徴

表-3 は SMCCV において明らかとなった IPD に求められるものを挙げた。IPD を利用した事業ではオーナーの役割というものがとても重要となることがわかった。また、プロジェクトマネージャーの役割も重要であるとされており、オーナーとともに事業全体にわたり継続したリーダーシップが求められる。そして、事業にかかわるすべてのメンバーに対して課題を乗り越えるためのアイデアを提案させる機会を作るということも重要である。

IPD においては設計の段階から施工者が設計図などを確認できるため、設計の段階から建設時に起こりうる問題を解決することが出来た。また、施工段階においても何か変更があればそれは BIM を介して他のメンバーにも情報がいくため細かい変更への対応もしやすくなった。ゆえに関係者間の衝突も減り、チームの関係改善につながった。

表-3 IPD に求められるもの

目標に対する条件の共有
オーナーのリーダーシップ
プロジェクトチームの適切な采配
他のチームメンバーが求めている事を理解する
計画と計画の見直し
最新の 3Dモデルの共有
デザインのマイナーチェンジを無くす
メインでないメンバーも初期から参加する
コスト見積もりを細目に行う
施工者のデザイン段階での早期参加
事前に作成された製品を最大限に生かす

SMCCV の結果として IPD を利用した事業では表-4 に挙げたような効果があるとされている。IPD の最も大きな効果としては問題が事前に解決でき時間

表-4 IPD の効果

信頼関係の構築
順調なプロジェクト進行
情報共有の効率が良いチームの構築
少ない時間と資源で高度なデザイン
不具合の早期発見
ベンダーとの衝突回避
予算の達成
建設上の問題の事前検討
作業工程の簡素化・短縮
作業スペースの確保

もコストも削減することが出来るということである。

5. リーンコンストラクション⁸⁾

(1) トヨタ生産方式

リーンコンストラクション (LC) の基になったトヨタの生産方式 (TPS, Toyota Production System) の原点は、生産ラインを効率よく流す「ジャストインタイ

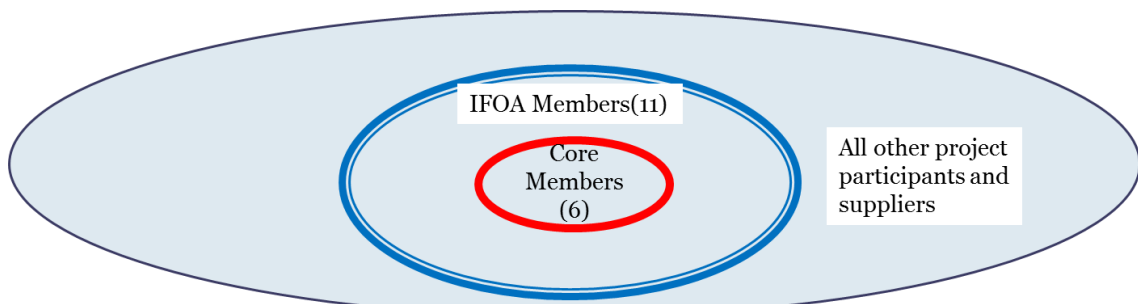


図-6 IFOA の概念

ム」と、何か支障が発生した折にラインを止めるなどして対処する「自働化」の2本柱からなる。このうちジャストインタイムは効率化という観点から、「工場の生産性の向上」の活動と考えられ、自働化は欠陥部品をなくすという観点から「品質の確保」の活動と考えられる。

TPSのジャストインタイムが本格的に工場に適用された1938年から現在に至るまで図-7のようにTPSは進化を遂げるのであるが、それは主として生産性の向上の分野で起こった。ジャストインタイムが現在の工場現場では、平準化・標準化と生産管理に分かれてそれぞれ発展的に適用されるようになっている。

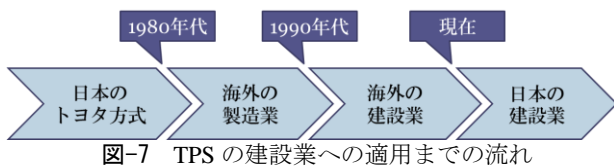


図-7 TPSの建設業への適用までの流れ

(2) リーンコンストラクションの定義

リーンコンストラクションは比較的新しいために世界共通の定義が定まっているとは言えない。しかしリーンコンストラクションはTPSを基礎としており、その基本的性格は定義にも受け継がれている。従来のリーンコンストラクションの定義の多くは、概ね生産性向上と品質確保に相当するものを条件としていることを示した。

「リーンコンストラクションとは、以下の1-3による工事現場の経営手法である。

- 1 機械的な判断などにより欠陥を自動で見つけ、品質を確保する。
- 2 作業を平準化・標準化しあるいは合理的な工程計画を作成して、作業完了目標時間を定め、それと施工結果との差異を明確にすることにより、プロジェクトの進行を管理し、無駄のない高い生産性を実現する。
- 3 目標値と結果との差異などで現状の問題を認識し、改善を継続する。」

6. リレーショナルコントラクト

(1) リレーショナルコントラクトとは

チーム間の信頼やパートナーシップによって、図-8の様に責任と利益を均一で明白に分配する契約方法である。

従来のプロジェクトデリバリーの方法については商品とサービスの交換に依存した取引契約に基づいていた。そのため、製品が容易に設定できたり、各事業の成果が予想できる状況での契約はうまく行われていたが、多くのプロジェクトでは、単純に定義できるものではなかった。

リレーショナルコントラクトは計画を遂行するための密な協力が必要となり、それは、プロジェクトでの施工納品において、更に効率的かつ効果的なシステムを提供することが出来る。関係者間の関係は

商品やサービスの取引を超えており、価値と信頼に基づき共有された一体感を象徴している。

関係者間の労働関係が改善されることは結果的に効果的な作業工程と衝突を減らす効果がある。

結果的にリレーショナルコントラクトの基礎となる最も重要な要因は関係者間のそれぞれの利益のために協力することと、独立することである。

しかし、この契約方法には国民性や性格の違いなどによって成果が出ない可能性がある。研究者たちは成功の特徴として、率直で正直・ポジティブな衝突の出来る密接な関係であることが、リレーショナルコントラクトの成功の鍵であると指摘している。

(2) リレーショナルコントラクトの特徴

- ・チーム間の利害が等しい、もしくは、法で定められたよりもより大きな負担を背負っている。
- ・共有された価値観と同じ目標がある。
- ・関係者間の相互依存はビジネスモデルで認められた範囲内である。
- ・構成したチームの活動が、誠実さや特徴、信頼価値、能力によってチームのメンバーを安心させるために、関係者間の信頼は必要不可欠である。
- ・知識とアイデアの共有を必要条件とする。
- ・財務上の利害は関係者間で分配される。

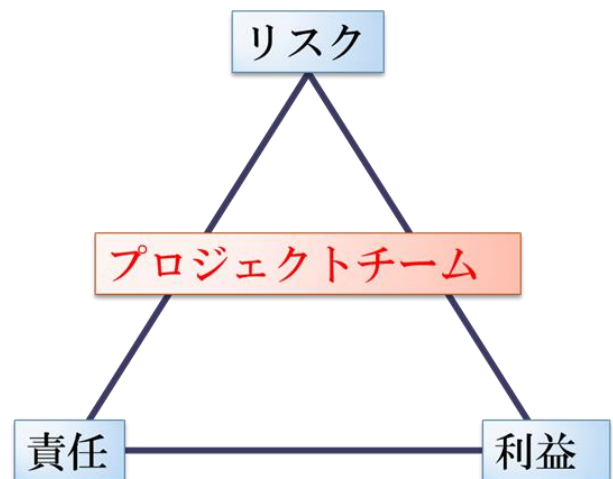


図-8 リレーショナルコントラクトにおける利害分配

(3) リレーショナルコントラクトのメリット

- ・Face To Faceに基づき機能する方法であ、形式上のすべての文書を「必ずしも必要としない。
- ・事業の成果の品質は関係者の多くが話し合いに参加することで向上され、より革新的なアイデアや解決策が生み出される。
- ・発注者側の管理者が受注者の能力や信頼関係に対しての信頼度が高まれば高まるほど、発注者は安心して事業を任せることが出来るようになる。更に、受注者側からしても、正確な仕事をする事で信頼もされ、価格も抑えられるため双方に利益を得られる。
- ・確実迅速な解決策は受注者と同様にオーナーやクライアントの予算節約にもつながる。
- ・より調和の取れた関係性になってくると労働問題

や契約外の問題を扱う関係者とも関係が改善される。
・ICTを利用した情報共有はプロジェクトメンバー同士による重複を避け情報コストを著しく削減する。
あるチームがミスを犯したときにも、その状況を打開するための手助けを周囲がする雰囲気を作られる。

(4) リレーショナルコントラクトの障壁

- ・リレーショナルコントラクトの普及を妨げている一番の理由はリレーショナルアクティビティへの関心の無さが挙げられる。
- ・関係者たちはリレーショナルコントラクトの効果を信じていないことが多い。その状況下で、リレーショナルコントラクトを支持してくれている者のサポートをするとリレーショナルプロセスを効果的にし、持続させることが出来る。
- ・開催されたリレーショナルワークショップのすべてに参加しなかったメンバーは必然的にリレーショナルコントラクトに対する理解度が欠如し、その考え方を完全に受け入れることが出来なくなるため、チーム全体のリレーショナルアクティビティの有効性が抑制されてしまう。
- ・高い離職率はリレーショナルアクティビティに対して多くの問題を引き起こす。離職者の変わりのものはリレーショナルコントラクトの基本概念に慣れていない。また、メンバーと親密な関係性を持っていないためメンバー間の信頼の低下を招く。そして、新たにリレーショナルコントラクトの訓練講習を行う必要があるため、追加の予算が必要となる。

(5) リレーショナルコントラクトの限界

- ・2つの関係団体は必然的に異なったいくつかの目標を持っているため、常に違う持ち場で働いている。ゆえに、契約関係者間の信頼度を気にかけない。
- ・契約者間での競争要素が様々な緊張をもたらす。
- ・信頼は絶対ではない。互いの団体は様々なことにおいて相手を信頼したり、しなかったり、更には虚偽の情報や非公式の情報を信じてしまうことがある。
- ・ほとんどの場合において、互いの団体において信頼に基づいた説明を受け入れた中でも異論が出たりする。

(6) リレーショナルコントラクト成功の鍵

- ・新方式での事業展開に興味があったり、理解のある人材の雇用。リレーショナルコントラクトに対する信頼が必要となる。
- ・講習会の開催や全スタッフのための会社全体の発展。産業界全体の教育はリレーショナルコントラクトの文化を理解し受け入れる労働者を増やすのに一躍買ってくれる。

7. 欧米諸国の多様な契約方式⁹⁾

(1) スコットランドにおける調達ガイドンス

スコットランドにおける調達ガイドンスである「建設工事調達ガイドンス」(Construction Works Procurement Guidance)は、政府の総局、関係省庁及び公益法人にVFM(Value for Money)を達成するための建設工事プロジェクトに係る義務的な政策及

び手続き(ベスト・プラクティスの原則)を提供することを目的とするものである。

a) 各調達方式の概要

「建設工事調達ガイドンス」では7つの調達方式を対象としており、それぞれの調達方式の概要について、以下のとおり整理している。

● 民間資金を利用した非営利分配(NPD)モデルによる資金調達方式(Non Profit Distributing Vehicles using Private Finance)

NPDモデルはスコットランド政府が資金調達事業の調達方式として推奨するものであり、PFI(Private Finance Initiative)モデルの代替手段として導入され、優先的に使用されている。NPDモデルの広範な原則を規定する特徴として、利害関係者の関与の促進、無配当の株式、民間事業者の利益に対する上限設定が挙げられる。

● 従来型ランプサム契約(Traditional Lump Sum Contracts)

従来型ランプサム契約では、発注者が設計チームを直接雇用し、設計チームは入札前に設計を実施し、請負者は施工に関してのみ責任を負う。設計が完全なものであれば、理論的には入札段階において費用が合理的な範囲で確定しているべきであるが、作業時間の制限により入札前に設計が十分に完成しないこともあり、その場合には設計変更が費用の増大を招くことがあり得る。

● マネジメント契約(Management Contracting)

マネジメント契約は「fast-track」(ファースト・トラック)の戦略であり、設計段階と施工段階を同時進行させることにより、設計が完成するよりも前の早期着工を可能とするものである。発注者により任命されるマネジメントコントラクターは、契約全体を管理し、その対価としてマネジメントフィーを得る。設計が完成する前にマネジメントコントラクターが任命される場合には、マネジメントコントラクターは、さまざまな工事パッケージに関する施工性、プログラミング、連続性、調達について助言を行うことができる。工事パッケージの契約はマネジメントコントラクターと個別のトレードコントラクター(専門工事請負者)との間で締結される。工事費用は最後の工事パッケージが発注されるまで確定しない。

● CM(Construction Management)

CMも一種の「fast-track(ファースト・トラック)」の戦略であり、工事パッケージが後の段階の工事パッケージの設計が完成する前に発注される。コンストラクションマネージャは発注者により任命され、全体の契約を管理し、その対価としてマネジメントフィーを得る。また、マネジメント契約の場合と同様、請負者の早期関与という利点を有する。工事パッケージは発注者が直接トレードコントラクター(専門工事請負者)と締結する。発注者は工事の設計段階及び施工段階での高いレベルでの関与を期待できる。マネジメント契約と同様、工事費用は最後の工事パッケージが発注されるまで確定しない。

- **設計・施工一括方式 (Design and Construct)**
設計・施工一括方式においては、単独の請負者が施設の設計及び施工の両方に責任を負う。適切な成果仕様が用いられる場合、請負者は技術革新及び標準化を通じて発注者に最大の成果に基づく貢献をもたらす可能性が高い。
- **プライム契約 (Prime Contracting)**
プライム契約は事業を元請負業者に一括で発注する方式（単一の元請契約者が設計、施工、維持管理を包含するプロジェクトのマネジメント及び納入に全責任を負う契約方式。PFI との違いは、PFI がサービスを購入し、サービスの購入に対して対価を支払うのに対して、プライムコントラクティングでは施設を購入し、施設に対する対価を支払うという点である。）であり、プライムコントラクターは発注者と供給サイドとの間の責任を一括で請け負う。この方式は、継続的に事業がある場合等、一定の条件のもとでの使用が適切とされている。プライムコントラクターはすべての当事者（コンサルタント、請負者、供給業者）をとりまとめる能力を有する組織でなければならない。理論的には、設計者、施設管理者、資金提供者などの組織がプライムコントラクターとなり得る。プライム契約のプロセスにおいては、工事を開始する前にライフサイクル全体のコストモデルを構築することが重要である。
- **フレームワーク方式 (Framework Agreements)**
単独供給業者又は限定数の供給業者とのフレームワーク方式（コールオフ契約（call-of contracts：個別案件ごとの契約）を含む）は、特に複数の事業が関与する場合に発注者と請負者の双方に、大幅な節減を可能とするものである。複数のフレームワーク方式を採用するか否かを決定する際には、発注者にとって、工種ごとにそれぞれ契約を管理する資源が必要となることに留意すべきである。フレームワーク方式は、プライム契約及び設計・施工一括方式の調達手段の範囲を包含すると考えられる。建築物を調達する機会が少ない発注者には適さず、事業に維持管理要件が含まれる場合に特に適する方式である。

b) 調達方式の選定に関する考え方

「建設工事調達ガイドンス」では調達方式の選定の考え方等として「調達戦略」(Procurement Strategies) を策定しており、事業の特性等に応じた各調達方式の適切性をマトリックス形式(表-5)で示している。

(2) 米国 CDOT における調達ガイドンス

米国コロラド州交通局 (Colorado Department of Transportation(CDOT)) の調達ガイドンスである「プロジェクト実施手法の選定アプローチ」(Project Delivery Selection Approach) はコロラド州交通局 (CDOT) が高速道路プロジェクトの実施手法を選定する際の公式なアプローチを提示するものである。

a) 各調達方式の概要

「プロジェクト実施手法の選定アプローチ」では3つの調達方式を対象としており、それぞれの調達方式の概要について、以下のとおり整理している。

● **設計・施工分離方式 (DBB : Design Bid Build)**

設計・施工分離方式 (DBB) は従来型のプロジェクト実施方式であり、発注者が設計を担当するか、発注者が設計者を雇用して設計業務を完成させ、設計者が完成させた施工に係わる図書に基づいて入札を公示し、別途施工を発注するものである。設計・施工分離方式においては施工段階における詳細設計の所有者は発注者であり、従って施工中に明らかとなった誤り・脱漏に係る費用は発注者が負担する。

● **設計・施工一括方式 (DB : Design Build)**

設計・施工一括方式 (DB) は発注者が設計及び施工の両方を同一の契約でデザインビルダーと呼ばれる単独の法人から調達するプロジェクト実施方式である。設計・施工分離方式が入札案内書 (Invitation for Bids(IFB)) を用いる手続きであるのと対照的に、設計・施工一括方式では資格審査要請書 (Request for Qualifications (RFQ)) / 提案要請書 (Request for Proposals (RFP)) を用いるのが一般的である。デザインビルダーは詳細設計を管理し、施工中に明らかとなった誤り・脱漏に係る費用を負担する。

● **CM/GC 方式 (Construction Manager / General Contractor)**

表-5 事業特性等と調達方式の関係

基準		契約戦略の適切性						
パラメータ	対象	民間資金 (NPD)モデル	従来型ラン プサム契約	マネジメ ント契約	CM	設計・施 工一括	プライム 契約	フレーム ワーク方式
時間	早期完成	×	×	○	○	○	×	○
コスト	建設前段階における価格の確 実性	○	○	×	×	○	×	○
品質	設計の制度	○	○	○	○	×	○	×
価格変動	過度な価格変更の回避	×	○	○	○	×	○	×
複雑性	技術的革新性又は高度な複雑 性のある建設	×	×	○	○	×	○	×
責任	契約上の相互関係	○	×	×	×	○	○	○
専門家の 責任	プロジェクト・スポンサーに報告 する設計チームの必要性	×	○	○	○	×	×	○
リスク回避	リスク移転の要望	○	×	×	×	○	○	○
損害回避	請負者からの損害賠償	○	○	○	×	○	○	○
建設可能 性	建設費の経済性	○	×	○	○	○	○	○

CM/GC方式は発注者が設計者とCMとの間で別々に契約を締結するプロジェクト実施方式である。発注者は自ら設計を実施するかあるいは、設計会社と施設設計の提供に関する契約を締結する。本手法の特質として顕著であるのは発注者とCMとの契約において最終的な費用及び施工期間のリスクを負担するのがCMであることである。複雑かつ革新的なプロジェクトにおいて設計検討及び施工性に関して建設業界／工事請負業者から情報を得られるということは、発注者がCM/GC方式の選択する主な理由である。設計・施工分離方式と異なり、CM/GCでは明確な情報提供によりプロジェクトに良好な影響を与えることのできる段階で施工者が設計プロセスに参加することが可能である。CM/GCは発注者が技術要件を設定することが困難な非標準型の新しい設計の場合に特に有効である。

b) 調達方式の選定に関する考え方

「プロジェクト実施手法の選定アプローチ」では、調達方式の選定の考え方等として、選定プロセス並びに関連する選定ツールが提供されている。プロジェクト実施方式の選定プロセスは図-8に示す手順のとおりである。

プロセスを構成する作業項目は以下のとおりである。

- A. プロジェクトの説明及びプロジェクト目標の設定
- B. プロジェクトが影響を受ける制約条件の特定及び評価
- C. 主要な要素（①実施スケジュール、②複雑性及び技術革新、③設計段階、④費用）の評価（多くの場合これらの要素が選定の決め手となる）
- D. 主要な要素が明らかな選択肢を示す場合、⑤初期リスクの評価
- E. 二次的要素の簡易適否分析（⑥発注担当者の経験／確保状況、⑦監督及び管理のレベル、⑧競争性及び請負者の経験）を実施し、それらが決定に影響しないことを確認
- F. B, C, 及びDの各段階を経ても明確な決定に至らない場合には、3つの実施方式の候補（DBB, DB, CM/GC）に対して上記①～⑧の全要素について、より厳密な評価を実施

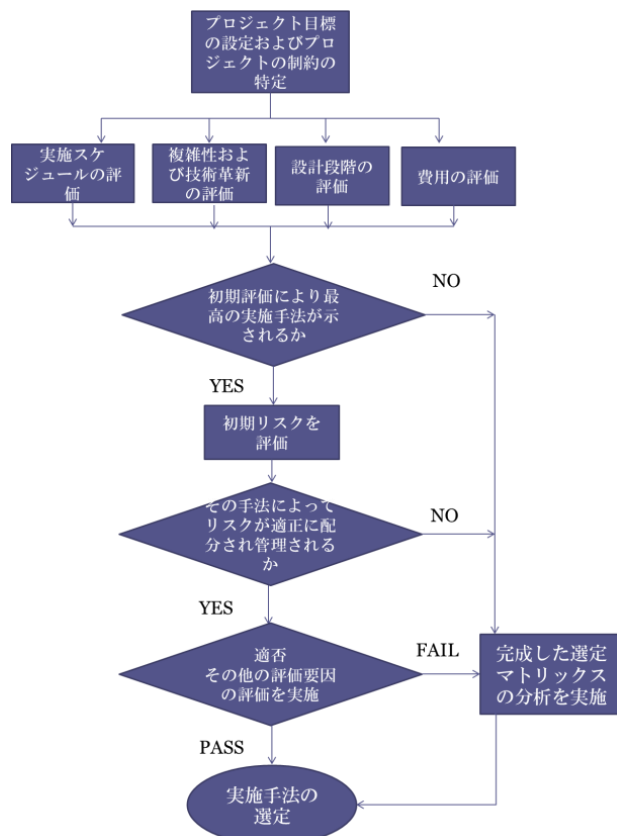


図-9 CDOTのプロジェクト実施方式選定フローチャート

8. 結論

2016年に日本でもBIMの本格導入が始まるとされているが、未だ多くの課題を抱えているのが現状である。

BIMの技術としては海外で多く発展してきているため、建設ツールとして優秀であるということは違いない。しかし、導入には多額の費用と労力を要するため前向きでない企業も多い。中小企業が請け負う工事においてはBIMを使うまでもない工事がほとんどであるため、わざわざ必要のないものを取り入れる必要はないという考え方が影響している。建設業界全体にBIMを普及させるためには国が主体となり進めていくほかはないだろう。国は現在行っている産官学の協力によるBIM導入への活動を継続して行い、どんな工事にも利用できることを示していく必要がある。

産業界においてもBIM導入によりコストの削減、生産性の向上などの効果があることを一般化させを最大限に引き出すために、大企業が多くの手本を示していくことが求められる。

IPDに関しては、設計段階から施工者が関わるといった形態をとるため、現在の日本においては適用は難しいように思える。IPDは事業を効率的に行う上で大変有効な手段ではあるが、公共事業で設計段階に施工者が関わることは談合のように捉えられてしまう恐れもあり、慣れるまで時間がかかるであろう。海外においても公共事業にIPDが用いられたケース

が今のところ見当たらず参考とすることが出来なかった。

しかし、今後法改正などにより IPD が公共事業においても活用できる可能性は十分にある。

IPD を活用するうえでリレーショナルコントラクトによる契約をすると、事業関係者間のコラボレーションがより一層深まり、各種の紛争を減らすことができる。よって、表-4 に挙げられた「信頼関係の構築」や「ベンダーとの衝突の回避」が可能となる。

また、少しでもコストの削減等を図るためにリーンコンストラクトの活用が有効である。リーンコンストラクトは事業の無駄を省き、高い生産性を得られることから、事業において「少ない時間と資源で高度なデザイン」や「作業工程の簡素化・短縮」、「作業スペースの確保」を可能とする。

IPD が今後普及していくにあたって、先にリレーショナルコントラクトやリーンコンストラクトの考え方を取り入れることによって、将来 IPD が導入された時に効率よく浸透していくものと考えられる。

参考文献

- 1) Chuck Eastman : BIM Handbook Second Edition.
- 2) 総務省統計局：労働力調査，2013.
- 3) 海外建設協会：海外建設受注実績の動向，2004.
- 4) 国土交通省：建設後 50 年以上経過したインフラの割合，2011.
- 5) 外崎康弘：営繕部における BIM の試行について-設計段階における成果と課題-，pp1，営繕部 整備課.
- 6) 福地良彦：BIM が拓くモデルベース土木設計プロセス，pp1-2，土木学会第 65 回年次学術講演会，2010.10.
- 7) 影山輝彰：米国における BIM/ CIM の取り組みについて，2013
- 8) 猪熊明・志村満・小泉力：リーンコンストラクションの日本での適用性，2014
- 9) 近藤和正・川俣裕行・森田康夫・松田千周：欧米諸国の多様な調達方式，2014

THE NEW PROPOSAL OF THE CONTACT FORM IN THE CONSTRUCTION PLAN IPD AND ITS CASE IN OVERSEAS

Yuta NOZAWA

In recent years , BIM of the concept of integrated management of three-dimensional model data in the construction design and production process is showing a rapidly spread in the world . In addition , it is paying off now waste no construction work is carried out from the initial business by contract by IPD in overseas projects . In order to introduce a BIM and IPD in Japan , to investigate the flow of the spread and development from the introduction than the case overseas .

Moreover , investigation of matters to be improved in order to reflect them to contract form now Japanese construction project also performed , and performs considerations .