

2024 年度冬期
グラデュエーションペーパー
予稿

題 目	
現場の人材不足に対応する 建設業「ヨコウケ」ビジネスモデル ～施工管理の DX と EX の推進～	
技術経営論文	ビジネス企画提案

学籍番号	8823226	氏名	齋藤 祐磨
------	---------	----	-------

教 員	
主査	若林 秀樹 教授
審査委員 担当	中山 裕香子 教授

現場の人材不足に対応する建設業「ヨコウケ」ビジネスモデル ～施工管理の DX と EX の推進～

目次

1 章	はじめに	5
1-1	建設業界の概要	5
1-2	自社紹介	7
1-3	筆者の紹介	8
1-4	研究の動機	8
1-5	本論文の構成	8
2 章	自社の SWOT 分析	10
2-1	強み (S)	10
2-2	弱み (W)	10
2-3	機会 (O)	10
2-4	脅威 (T)	10
2-5	自社の SWOT 分析の整理	10
3 章	自社の新たなビジネスモデルへの問い	12
3-1	自社の DX の取組み	12
3-1-1	スマートシールド	12
3-1-2	i-NATM	12
3-1-3	土工事の DX	13
3-2	自社の DX の取組みの課題とあるべき方向性	13
3-3	土木事業のバリューチェーンの変化潮流	15
3-4	問いと自社のクロス SWOT 分析	16
4 章	先行研究・先行事例	18
4-1	国内ゼネコンの新しいビジネスモデルについての先行研究	18
4-2	国内ゼネコンの新しいビジネスモデルの先行事例	18
4-3	DX 活用の国内先行事例	19
4-3-1	i-Construction	19
4-3-2	i-Construction システム学	19
4-3-3	A ⁴ CSEL	20
4-3-4	OGENTS	20
4-3-5	自社の取り組みを踏まえた DX 活用の国内先行事例のまとめ	20
4-4	「ヨコウケ」の先行事例	22
5 章	仮説と検証方法	23
5-1	自社のクロス SWOT 分析	23
5-2	仮説	24
5-3	仮説検証方法	25
6 章	検証	26

6-1	シールド工法のケースにおける「ヨコウケ」ビジネスの可能性	26
6-1-1	スマートシールド（掘進管理システム）について	26
6-1-2	シールド工事の施工管理	26
6-1-3	シールド工事の DX 進捗度	27
6-1-4	海外企業の建設 DX のケーススタディ	28
6-1-5	まとめ	31
6-2	効果的な DX による人材リソース確保のために必要な要素	32
6-2-1	日本 ECMOnet とは	32
6-2-2	日本 ECMOnet の活動および教育システム	32
6-2-3	個別アンケート結果	33
6-2-4	シールド施工管理ノウハウと ECMO 治療ノウハウの比較	34
6-2-5	まとめ	35
6-3	「ヨコウケ」ビジネスの海外展開の効果確認	36
6-3-1	ケーススタディ～国内ゼネコンの海外土木事業事例	36
6-3-2	まとめ	38
7 章	考察	39
8 章	自社安藤ハザマのシールド工法「ヨコウケ」ビジネスの提案	40
8-1	シールド工事における「ヨコウケ」ビジネス	40
8-2	改良版スマートシールドと教育システムの住み分け	41
8-3	シールド工事における「ヨコウケ」ビジネス概要のまとめ	42
9 章	自社安藤ハザマのシールド工法「ヨコウケ」ビジネスの展開方法	43
9-1	STEP0 新規事業の組織作り	44
9-1-1	「ヨコウケ」ビジネスを推進する組織に求められる個性や文化について	44
9-1-2	新規事業部の立ち上げ	45
9-1-3	「ヨコウケ」ビジネスを推進する新人事制度	45
9-1-4	STEP0 まとめ	47
9-2	STEP1 AH シールド施工支援システムの構築	48
9-2-1	AH シールド施工支援システムの開発体制	48
9-2-2	改良版「スマートシールド」	49
9-2-3	教育システム	50
9-3	STEP2 ASEAN へ「ヨコウケ」ビジネスを展開	52
9-3-1	「ヨコウケ」ビジネス展開体制	52
9-3-2	教育システムの先行展開による市場シェア確保	53
9-3-3	インドネシアでの展開例	55
10 章	おわりに	57
	謝辞	59
	参考文献	60
	主査コメント	61

第 1 章 はじめに

自社も属するゼネコン業界は、長年硬直し安定しており、図 1 に示すように請負業としてのビジネスモデルで事業を長年行ってきた。しかし、人材不足や生産性の低さ、また、DX 導入の加速等から、近年ゼネコン業界にも変化の兆しがあり、自社安藤ハザマ¹においても新たな環境に適応できるビジネスモデルが求められている。

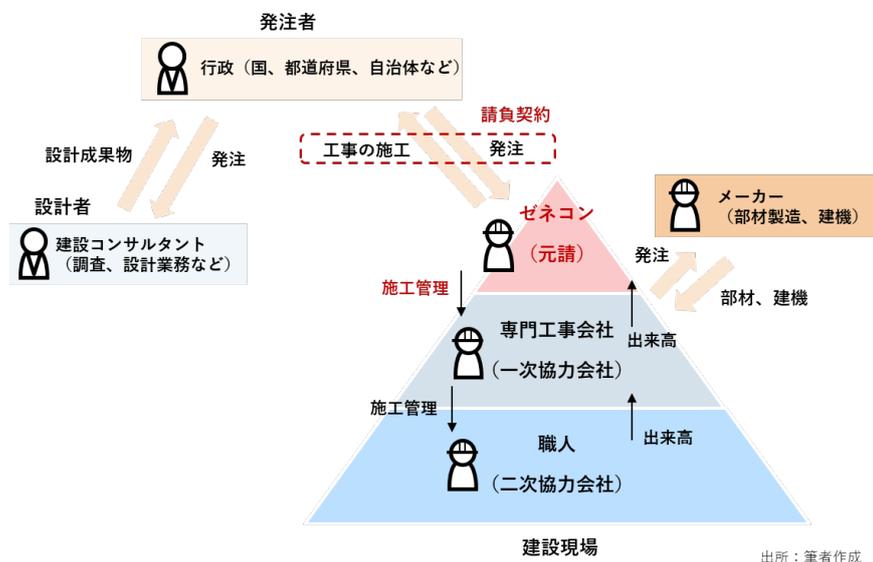


図 1 建設業の業界構造

第 2 章 自社の SWOT 分析

本章では、次章の問いを立てるために自社に対して SWOT 分析を行う。

表 1 自社の SWOT 分析

	好影響	悪影響
内部環境	<p>強み (S)</p> <ul style="list-style-type: none"> 長年の施工経験によって蓄積された技術・施工管理ノウハウ 業界でも上位のダム、トンネルの施工実績 	<p>弱み (W)</p> <ul style="list-style-type: none"> 海外事業のノウハウが不足 請負一本のビジネスモデル 施工管理人員の不足
外部環境	<p>機会 (O)</p> <ul style="list-style-type: none"> ASEAN 等、海外における建設市場の堅調なニーズ 防災・減災、国土強靱化のための 5 年加速化対策 	<p>脅威 (T)</p> <ul style="list-style-type: none"> 業界が大きな転換期を迎え、長年安定していた業界構造に変化の兆し 押し寄せるデジタル化の波

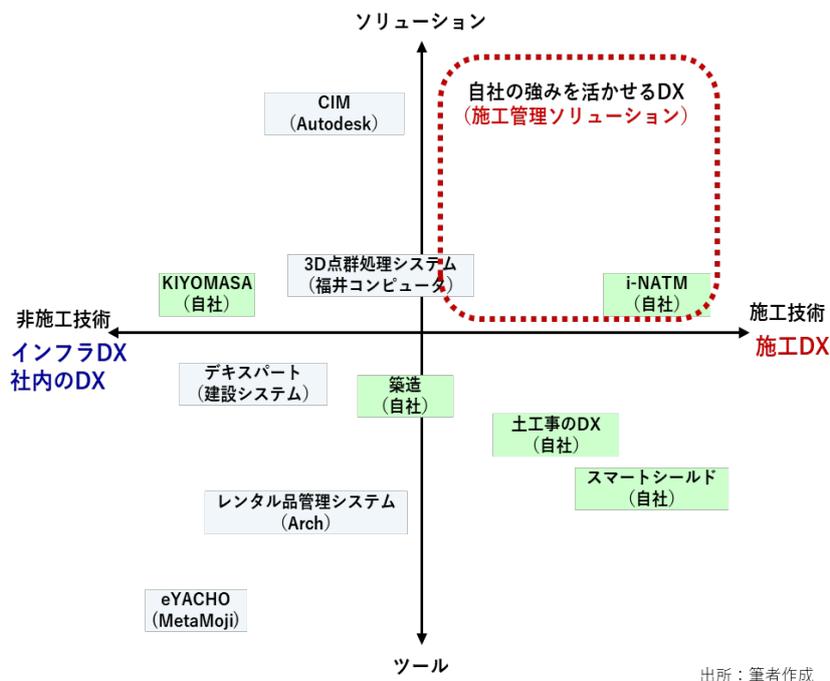
第 3 章 自社の新たなビジネスモデルへの問い

自社の DX の取組みについて、DX の進捗度と施工技術/非施工技術の二軸マップで整理

¹ 売上が約 4000 億円の準大手ゼネコン、売高の内訳は土木事業の売上が約 4 割とゼネコンの中では比較的土木事業の売上割合が大きいのが特徴

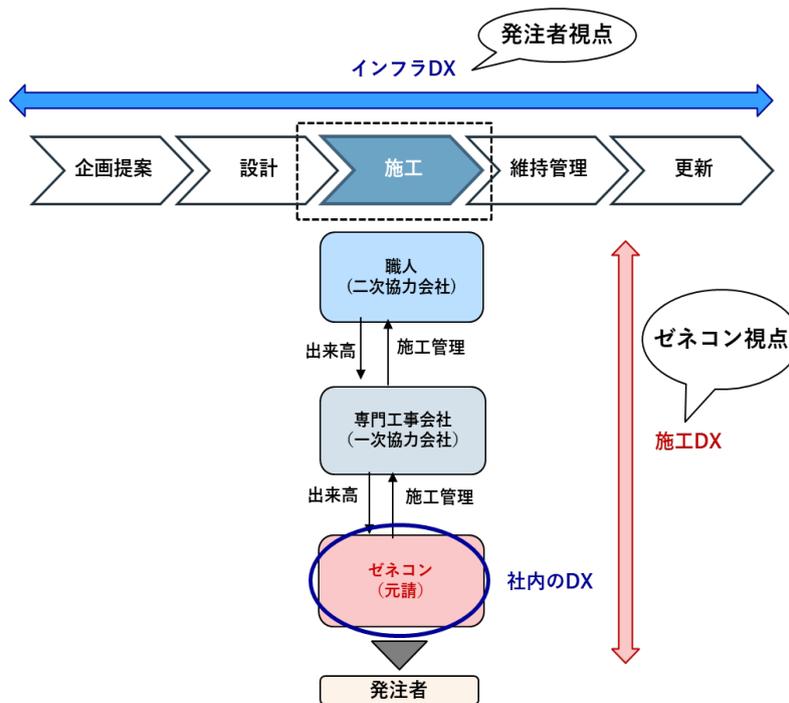
した図 2 の右上の領域、すなわち施工管理ソリューションが高度になるにつれて、自社の持つ経験工学的な施工管理ノウハウが形式知化され、自社が技術者を通して与えてきた付加価値の提供元が徐々にシステムに置き換わることが予測される。

以上を踏まえて、本稿では、「将来的な土木事業のバリューチェーンの変化を見越して、施工管理ソリューションを高度化させていくことが重要なのではないか」との問いを立てる。



出所：筆者作成

図 2 自社における DX の取組みの 2 軸マッピング



出所：筆者作成

図 3 施工に焦点を置いた土木事業のバリューチェーン

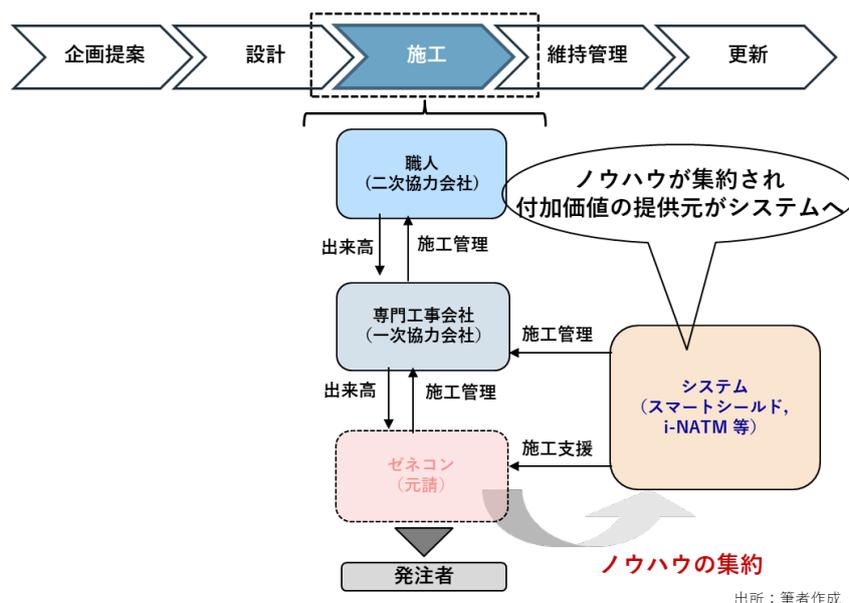


図 4 土木事業のバリューチェーンの変化予測

表 2 自社の新たな SWOT 分析

	好影響	悪影響
内部環境	<p>強み (S)</p> <ul style="list-style-type: none"> 長年の施工経験によって蓄積された技術・施工管理ノウハウ 業界でも上位のダム、トンネルの施工実績 	<p>弱み (W)</p> <ul style="list-style-type: none"> 海外事業のノウハウが不足 請負一本のビジネスモデル 施工管理人員の不足
外部環境	<p>機会 (O)</p> <ul style="list-style-type: none"> ASEAN 等、海外における建設市場の堅調なニーズ 防災・減災、国土強靱化のための 5 年加速化対策 	<p>脅威 (T)</p> <ul style="list-style-type: none"> 業界が大きな転換期を迎え、長年安定していた業界構造に変化の兆し 押し寄せるデジタル化の波
	<p>新たな機会</p> <ul style="list-style-type: none"> システムによるビジネスチャンス 	<p>新たな脅威</p> <ul style="list-style-type: none"> ソフトウェア企業の参入 元請の付加価値が下がる

第 4 章 先行研究・先行事例

国内ゼネコンの新しいビジネスモデルについての先行研究や先行事例の調査の結果、ゼネコンの強みである長年蓄積された施工管理ノウハウを活かすような新しいビジネスモデルは見受けられない。

建設 DX 活用の国内先行事例としては、鹿島建設が開発した自動化施工システムである「A⁴CSEL」[3]や、大林組が開発中のシールド工事における作業工程を統合した自動化システム「OGENTS」[4]等があるが、何れも事業的な要素は途上であり、ゼネコンのビジネスモデルの変化にまでは至っていないのが現状である。

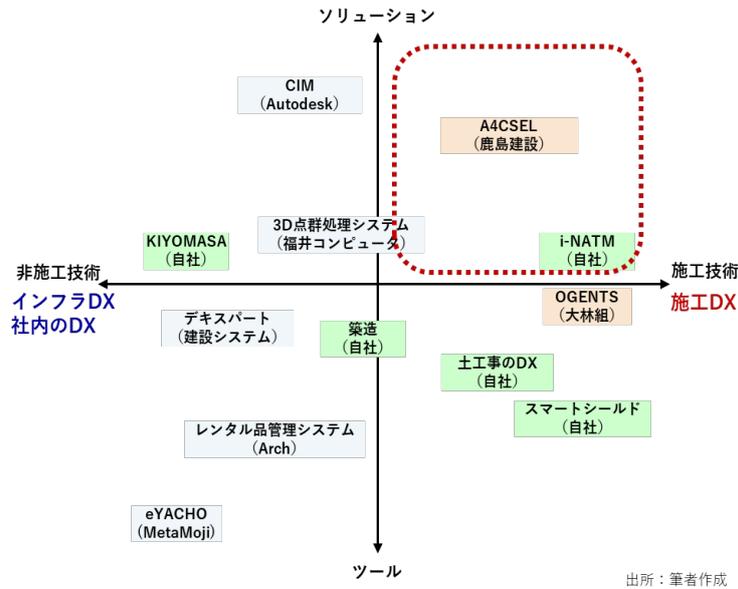


図 5 国内先行事例を含めた自社における DX の取組みの 2 軸マッピング

第 5 章 仮説と検証方法

前章までの議論および自社の新たな SWOT 分析を受けて、「ヨコウケ」ビジネスによって、自社の請負業以外の収益基盤を生み、あわせて成長市場である ASEAN にて現地人材リソースと自社のノウハウの共創を図れる」と仮説を立てる。本稿では、図 6 のように、発注者から直接請負わずに施工管理ソリューションによって収益を得るビジネスモデルを「ヨコウケ」ビジネスと定義する。仮説の妥当性を確認するための確認事項および確認方法について表 3 に示す。

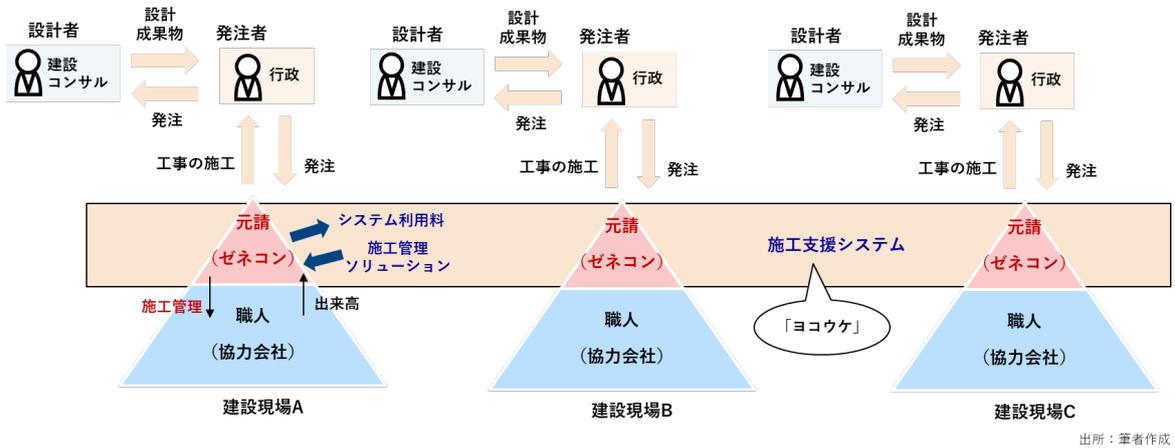


図 6 「ヨコウケ」ビジネスの概要

表 3 仮説妥当性確認のための確認事項と確認方法

確認事項	確認方法
①シールド工法のケースにおける「ヨコウケ」ビジネスの可能性	海外企業の建設 DX のケーススタディ
②効果的なノウハウ横展開のために必要な要素	医療業界のケーススタディ
③ 「ヨコウケ」ビジネスにおける海外展開の有効性	国内ゼネコンの海外土木事業のケーススタディ

第 6 章 検証

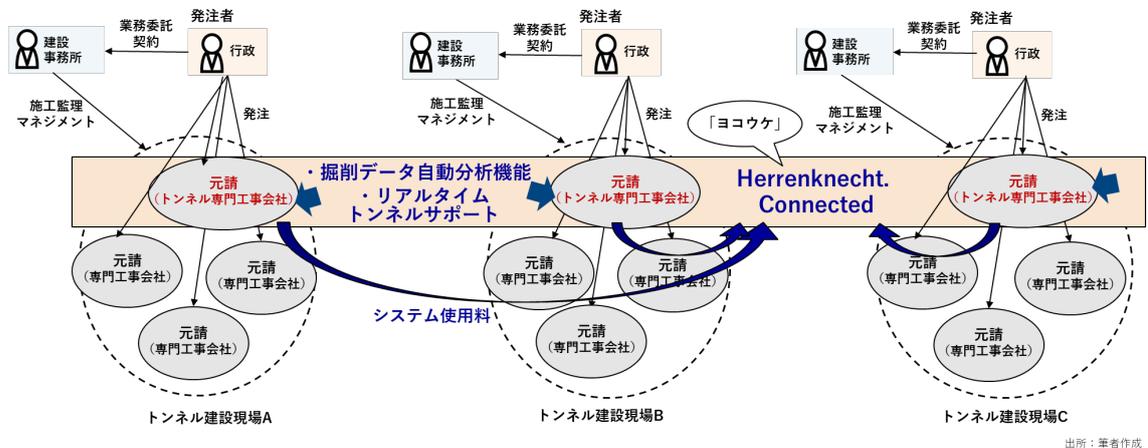
6-1 シールド工法のケースにおける「ヨコウケ」ビジネスの可能性

シールド工法における「掘進管理システム」である自社が開発している「スマートシールド」は、掘進に関するあらゆるデータのデジタル化に寄与しており、シールド工事において「ヨコウケ」ビジネスを展開するためのシステムとなるポテンシャルを秘めている。

海外企業の建設 DX のケーススタディとして、Herrenknecht（へレンクネヒト）社の事例を調査する。Herrenknecht 社は、ドイツに本社を置く、世界最大のトンネルボーリングマシン（以下、TBM）製造・エンジニアリング企業であり、TBM の製造事業、および幅広くトンネル施工向けの機械製造およびソリューション事業を手がける。

ソリューション事業の一例として、山岳トンネル施工向けのソリューションとして「Herrenknecht.Connected」[5]という施工支援システムを建設現場に提供している。これにより施工判断のサポートや、リモートでの熟練技術者の技術サポートを可能にしており、施工管理ノウハウを横展開させ、施工管理ソリューションを提供しており、「ヨコウケ」ビジネスを展開していると言える。

よって、自社も「スマートシールド」によって施工管理ソリューションを目指すことで、シールド工事における「ヨコウケ」ビジネスの可能性があることが分かった。



出所：筆者作成

図 7 Herrenknecht 社の「ヨコウケ」ビジネス

6-2 効果的なノウハウ横展開のために必要な要素

施工管理ソリューションを提供するためには、施工管理ノウハウをどのように横展開させるか、すなわち技術の展開方法が課題となる。よって、ECMO に関する医療ノウハウを日本全国の医療従事者に普及させた日本 ECMOnet の事例を参考とする。日本 ECMOnet は、ECMO という特殊な医療ノウハウが必要である装置に対して、コンサルタント業務および教育システムによるサポートで補うことで人工呼吸技術の普及に成功している。

日本 ECMOnet 会長の竹田先生への個別アンケートを行った結果を踏まえ、シールド施工管理のノウハウと ECMO 治療のノウハウの比較を行う。ここで、醸造匠 AI というシステムを使ってビール醸造ノウハウの継承を行っている事例があるため、これを参考として比較対象に加える。

比較結果から、比較的リスクレベルが低く一般解となる基本的な暗黙知については、AI 等により積極的に形式知化しつつも、リスクレベルが高い、もしくは特別解となるノウハウについては暗黙知のままとして教育で補い、形式知と暗黙知のバランスを取ってノウハウを横展開させることが効果的である。

表 4 シールド施工管理と ECMO 治療のノウハウの特徴の比較

	シールド施工管理	ECMO治療	ビール醸造（参考）
ノウハウ習得者	現場監督	医師、看護師	醸造技術者
ノウハウ対象	工事現場、地山	患者	ビール、酵母
特別解	掘進管理のノウハウについては、 △ 施工条件が各現場ごとに異なり、 比較的特別解になりやすい	○ 患者の状態に関するパラメータ が多いため、 ノウハウはほぼ特別解	× 少ない
一般解	△ 工程管理や原価管理、工事関係書類作成のノウハウについては、比較的一般解である	× 少ない	○ ビールの味については、 比較的再現性が高く一般解になりやすい
定性的・定量的	掘進管理のノウハウについては、 定性的なノウハウが多いが、 定量的に管理できる部分もある	—	酵母は生き物でありデータ化が 難しい、ビールのスペックは比較 的数値化しやすい
リスクレベル	中 常時は低いが、異常発生時には 周囲の安全に影響与える可能性あり	高 患者の命に係わる	低 命や安全とは直接的に関係ない
ノウハウ展開方法 （現在）	OJT	日本ECMOnet（教育システム）	醸造匠AI

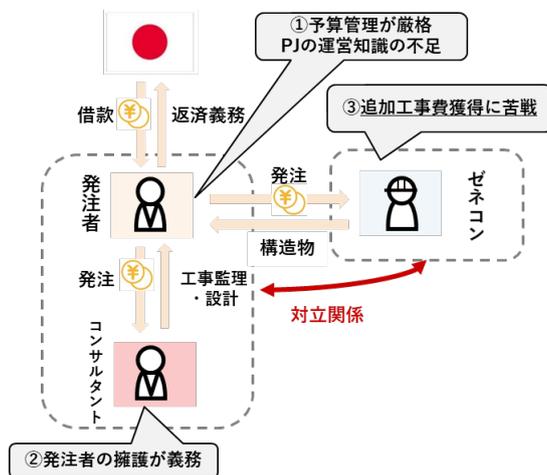
6-3 「ヨコウケ」ビジネスにおける海外展開の有効性確認

国内ゼネコンの海外土木事業のケーススタディを行った結果、自社に限らずゼネコン各社、発注者との交渉や現地での経験不足が原因となり苦戦している事例が多い。特に有償 ODA 件での失敗が多く、この原因は、図 8 に示すように、海外の発注者は日本から円を借入して返済義務があるため予算管理が厳格であり、現地発注者との対立関係が生じやすいことが考えられる。

一方、図 9 に示すように、「ヨコウケ」ビジネスの場合、元請ではなく施工管理ソリューションという形態で事業に携わることができるため、上記の対立関係を回避できる。これにより、従来、元請として海外土木事業に取り組み、発注者との対立関係によって低い利益率によって苦戦してきたが、「ヨコウケ」ビジネスによって利益率を確保しながら海外土木事業を展開できる可能性がある。

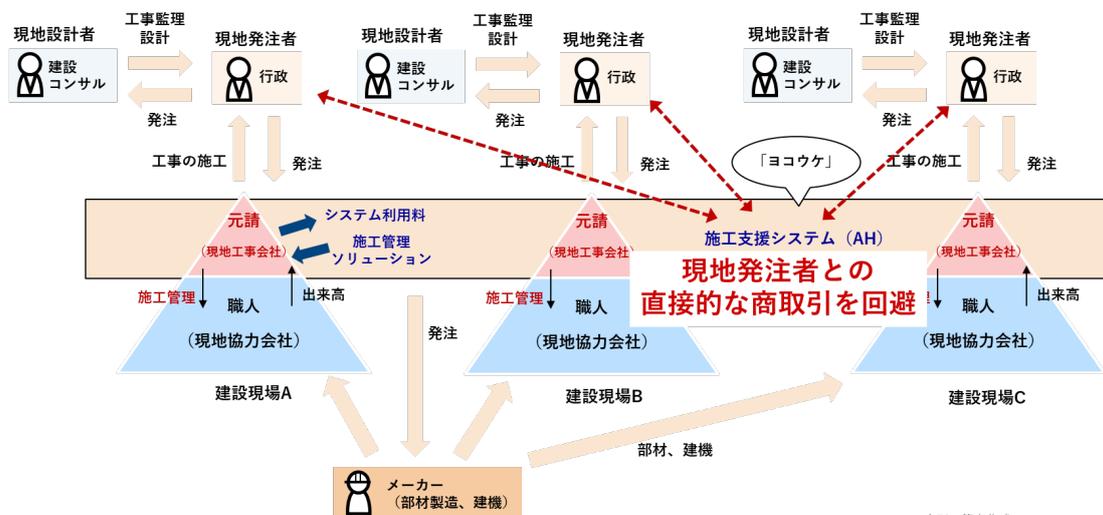
表 5 国内ゼネコンの海外土木事業の事例調査

Who	-	-	-	-	- (参考)
What	高速道路工事	鉄道工事 (シールド工事含む)	道路トンネル (山岳)	シールド工事	原発
Where	アルジェリア	ドバイ	ネパール	シンガポール	アメリカ
Result	× 失敗	× 失敗	× 失敗	○ 成功	× 失敗
Why	× 行政制度や商慣習の違い、言語の壁による発注者とのコミュニケーション速度の低下	× 追加工事分の費用交渉が難航、中東での経験不足	× 地元住民の反対運動による工期延伸、発注者との交渉が上手くいかず、追加費用を元請が100%負担	○ SBや下請けで工事に入る	× ノウハウが不足 設計変更による増加コストの負担
How much	× △約800億円	× △約800億円以上	×	○ 元請で工事を行うよりも高い利益率を確保	× 減損損失7125億円
行った対策		○ 進出先の建設会社を買収して自社の海外拠点化			撤退



出所：筆者作成

図 8 海外土木事業の課題 (ODA 案件の例)



出所：筆者作成

図 9 海外土木事業における「ヨコウケ」ビジネスのメリット

第7章 考察

表 6 に示すように、前章の結果から、先手戦略として「ヨコウケ」ビジネスを取ること
で、他の戦略もカバーされることが期待できる。

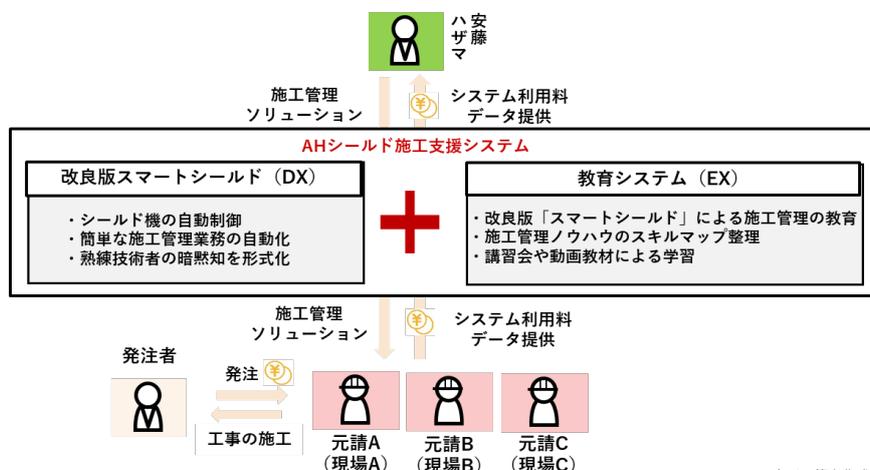
検証では、シールド工事に焦点を当てて仮説の妥当性を確認したが、他工種においても、
取り組んでいる DX を活かし、施工管理ソリューションによって「ヨコウケ」ビジネスは展
開可能であると考えます。また、「ヨコウケ」ビジネスは、自社だけでなく他のゼネコンにお
いても同様に有効性があると考えます。そのため、他社に先駆けて「ヨコウケ」ビジネスの展
開に成功し、先行者利益を獲得することが重要である。

表 6 自社のクロス SWOT 分析

	強み (S)	弱み (W)
機会 (O)	積極化戦略 施工管理ノウハウを活かして ASEAN へ の拡大	段階的戦略 成長する ASEAN に対応できる運営体 制
脅威 (T)	差別化戦略 受注するプロジェクトの選択・集中	守備戦略 請負い業以外の収益基盤の確保
新たな機会 新たな脅威	先手戦略 「ヨコウケ」ビジネスの展開	

第8章 自社安藤ハザマのシールド工法「ヨコウケ」ビジネスの具体的提案

シールド AI ナレッジを搭載した改良版「スマートシールド(DX)」と「教育システム(EX)」
をセットにしたシールド施工支援システムによって、施工管理ソリューションを提供する
シールド工事「ヨコウケ」ビジネスを提案する。常時の掘進管理など、一般解に近い暗黙知
を積極的に AI や自動化により形式知化し、一方でリスクが大きい、または特別解に近く形
式知化が難しいノウハウについては暗黙知のまま教育システムにて横展開する。ここで、
EX とは Educational Transformation の略であり、本稿では現場監督に対する教育の革新
のことを意味する。



出所：筆者作成

図 10 シールド工法「ヨコウケ」ビジネス

第9章 自社安藤ハザマのシールド工法「ヨコウケ」ビジネスの展開方法

安藤ハザマのシールド工事における「ヨコウケ」ビジネスの ASEAN への展開について、その手順を示す。

STEP0 として、「ヨコウケ」ビジネスを担う部署を組織する。新規事業部を立ち上げ、既存事業部とは異なる新人事制度を導入し、「ヨコウケ」ビジネスを推進する挑戦的な組織を作る。STEP1 として、AH シールド施工支援システムの構築を行う。現場の知見を取り入れながら、IT 企業とシールド AI ナレッジを搭載した改良版「スマートシールド」を開発し、教育システムの構築として、既存 OJT シートを基に改良版「スマートシールド」による施工管理に必要なスキルを再整理し、講習教材や動画教材の制作を行う。STEP2 として、ASEAN へシールド工法「ヨコウケ」ビジネスを展開する。現地専門工事会社技術者に対して、教育システムを教育事業として先行展開し、シールド施工管理システムの需要増および現地専門工事会社のスイッチングコストを狙い、現地専門工事会社との長期的な関係を構築する。また、教育システムの認証や、受注条件への追記等のルール作りについて、発注者を巻き込んで行い参入障壁を図る。

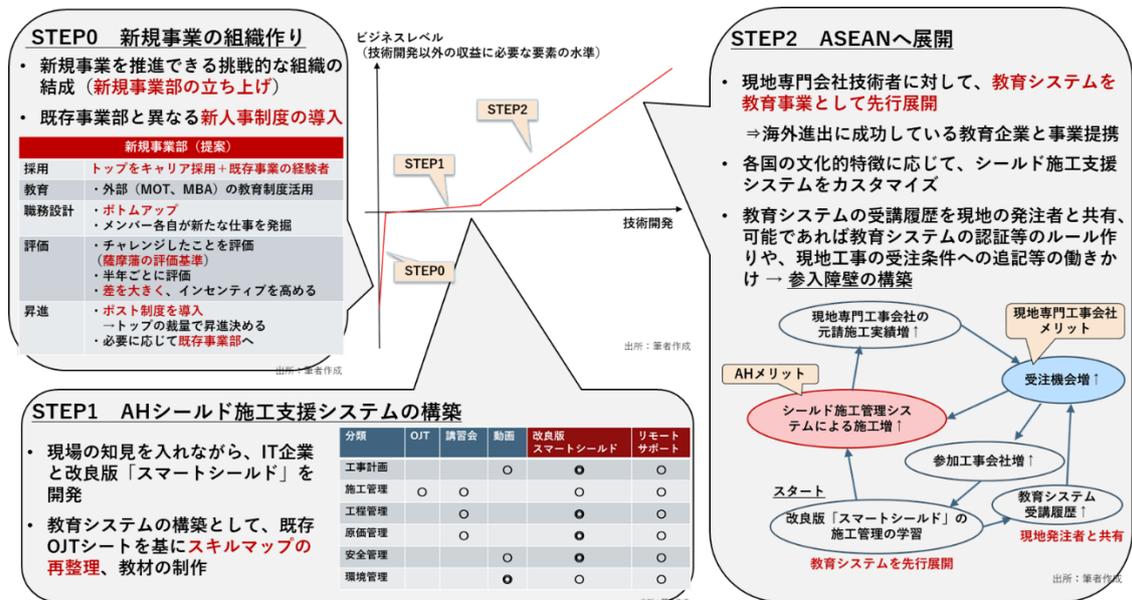


図 11 シールド工法「ヨコウケ」ビジネス展開手順

第10章 おわりに

10-1 まとめ

DX による土木事業のバリューチェーンの変化を予測し、それを活かした「ヨコウケ」ビジネスを提案し、その妥当性を確認した。その結果を以下に示す。

- ① 非請負という形態でも、自社に蓄積された施工管理ノウハウによって現場に対して付加価値を与えられる。
- ② 施工管理ノウハウの横展開において、形式知化が難しい暗黙知については教育によって補い、形式知と暗黙知のバランスをとることが効果的である。
- ③ 非元請という形態のため、海外土木事業の失敗要因であった発注者との対立関係を回避しながら、海外土木事業において自社のノウハウにより付加価値を与えられる。

10-2 本研究の成果

- ① 自社に対して、改良版「スマートシールド」(DX) と教育システム (EX) をセットとした AH シールド施工支援システムによるシールド工法「ヨコウケ」ビジネスを提案した。
- ② シールド工法「ヨコウケ」ビジネスの展開方法について、新しい組織作りから、ASEAN の市場獲得に至るまで 3STEP に分けて、組織改革、人材育成やエコシステムの観点から整理した。

10-3 課題と解決策

「ヨコウケ」ビジネスの妥当性は確認したが、それによる収益化については検証が必要である。今後この成果を社内に展開し、自社の協力会社等に対して、「ヨコウケ」ビジネスの PoC を進めていきたい。

参考文献

- [1] 那須隆博,「総合建設業における新たな垂直統合モデルの提案」, 研究・イノベーション学会, 2021
- [2] 奥村晃史,「清水建設(株)における成長戦略の可能性について」, 慶應義塾大学大学院経営管理研究科, 2021
- [3] 鹿島建設(株)HP, 「A4CSEL®とは」
- [4] (株)大林組 HP, 「シールド自動化施工への挑戦「OGENTS (オージェンツ) ®」」
- [5] Herrenknecht 社 HP, 「Herrenknecht. Connected」
- [6] 日本 ECMOnet HP, 「活動内容」
- [7] 東洋経済新聞社, 「鹿島、アルジェリア案件の失敗で学んだ教訓」, 東洋経済オンライン, 2016, 08, 14
- [8] 日刊工業新聞社, 「ズームアップ／難航するドバイ・メトロ-大林組、追加工事の交渉佳境に」, 日刊工業新聞, 2010, 01, 08