

# General Contractor Market



1. Market (市場)
2. Issue (課題)
3. Solution (解決策)
4. Competitor (競合他社)
5. Technology (新技術)
6. Sustainability (サステナビリティ)
7. COVID-19 (コロナウィルスの影響)
8. Our Proposal (戦略提案)
9. Prospective Clients (潜在的な見込み顧客)
10. Reference (参照情報)

本レポートでは、上記の10の視点で調査、分析を行った。まず、建設産業がどのような市場環境、市場成長率、業界課題をを持っているかというマクロな視点での分析を行い、日本の建設企業がどのような立ち位置にいるのかを明らかにした。次に、あらゆる産業で導入されるテクノロジーが、建設産業においてどのような影響を与えるのかを分析した。このパートは、本レポートで最も多いページ数となっており、テクノロジーの進歩、そしてテクノロジーが建設業界に与える影響がとて大きなものであることを示している。本編中にもあるように、日本の建設業は変革を迫られている。今までの常識が通用しなくなるということを認識し、未来を憂うのではなく、この変化のときをビジネスの第二成長のチャンスとして活用いただければ、本調査の甲斐があったと言える。最後に、大量の調査を通して、日本の建設企業がどのような戦略を取るべきなのか、その成功の道筋が見えたため、経営アドバイザーの手法を持って提言している(クライアントのみ)。経営戦略のインサイトとしてご活用いただきたい。

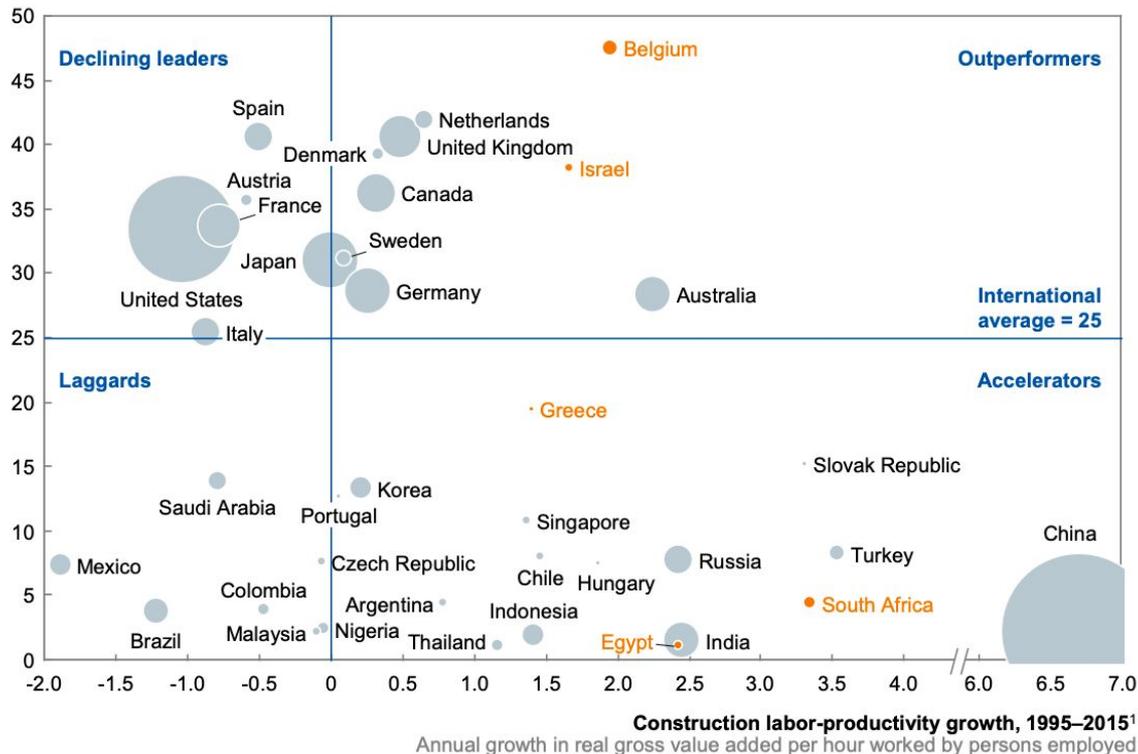
Market



# 世界の建設市場における日本のポジション

## Construction labor productivity, 2015<sup>1</sup>

2005 \$ per hour worked by persons employed, not adjusted for purchasing power parity<sup>2</sup>



マッキンゼーのリーサーチによると、

・日本の建設市場は、労働者一人当たりの労働生産性が約31ドルで、国際平均である25ドルよりも高い生産性である。ただしその労働生産性の成長率は0%であり、今後成長する市場ではないと見られている。これはアメリカ、フランス、スペイン、イタリアなどでも同様の市場環境である**(衰退するリーダー)**

・ブラジル、メキシコ、サウジアラビア、コロンビア、マレーシアは、労働生産性が国際平均以下であり、成長率もマイナス成長である**(ラガード)**

・日本と対局的な市場として、中国は労働生産性は約8ドル以下でとても低い、廉価な人件費と旺盛な労働供給に支えられる形で、労働生産性の成長率は6.3~7.0%の高成長を示している。同様の状況がスロバキア、トルコ、南アフリカ、ロシア、インドなどでも見られる**(アクセラレーター)**

・労働生産性が高く、その成長率も高いのがベルギー、イスラエル、オーストラリア、イギリス、オランダ、カナダなどである**(アウトパフォーマー)**

日本建設市場は5～9年毎に成長と衰退を繰り返している。2020年以降はしばし衰退の流れ

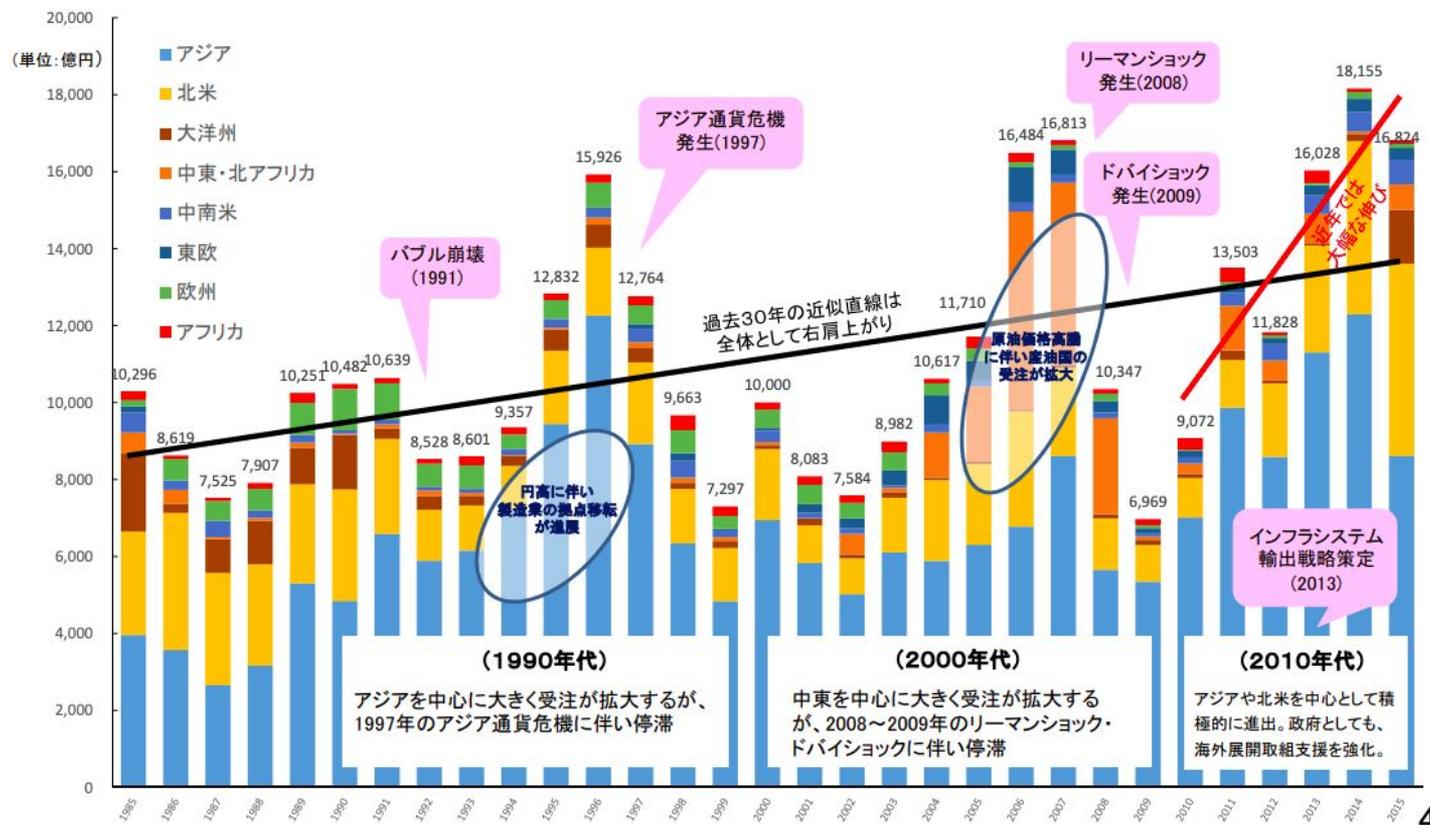
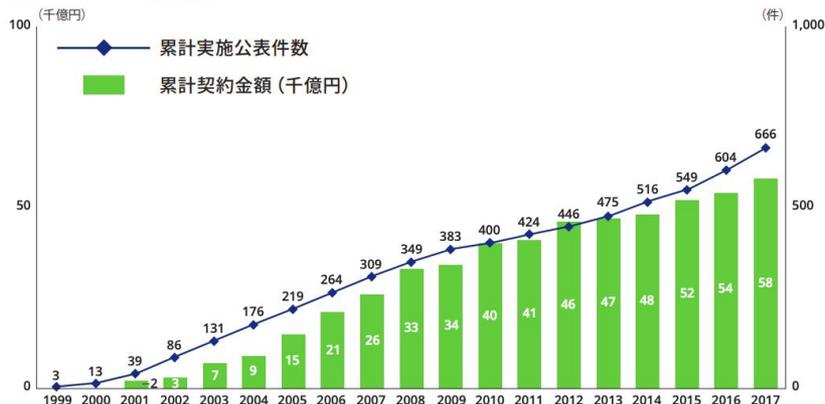


図 7. PFI 事業 実施状況



## PPP/PFIの歴史的変遷

PFIの思想は1970年代末のイギリス政権下で示された構造改革路線を背景に誕生している。国営企業の民営化から始まり、公共サービスのアウトソーシングと続き1992年同国において正式に制度化された。国内でのPFI法(民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律)成立は1999年である。イギリスと同様に当時の構造改革路線を背景としているが、同時に金融危機も発生しており、構造改革路線続行か・経済立て直しのための財政出動かの舵取りの判断が困難な状況下で成立している。

## PFI法改正とコンセッション制度の誕生

PFI法は施行以来、2000年代前半に2回、2010年代前半に2回法改正されている。PPP/PFIには様々な形式があるが特にコンセッション(公共施設等運営権)制度等が導入された2011年の第3回法改正は、対民間への公物管理権の実質的な部分開放となるため重要視された。コンセッション制度の特徴としては、PFIの事業内容及びサービス料金等決定権の民間移譲、運営権への抵当権設定による資金調達円滑化が挙げられる。これによりPFI事業の運営自由度を高め民間事業者に参画インセンティブを付与する狙いがある。事業領域としては愛知県有料道路から始まり関西国際空港等の空港分野へと拡大している。今後については内閣府で事業化目標設定している上下水道やMICE施設等について事業化件数増が期待されている。

## PPP/PFI推進の課題

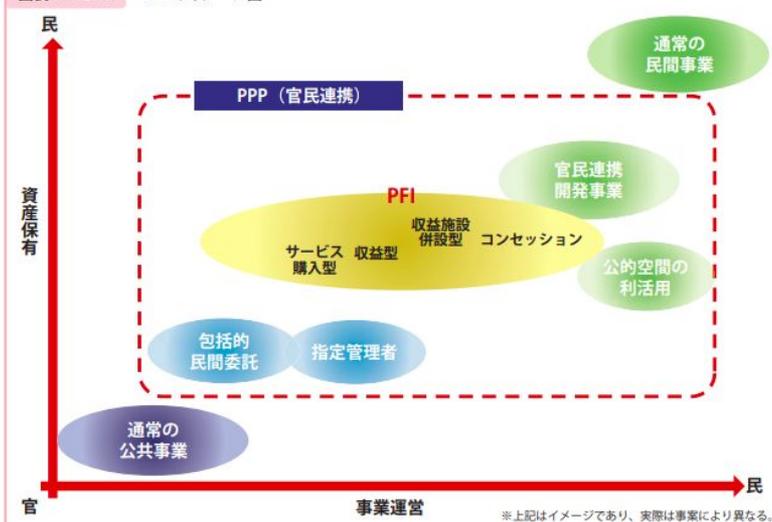
PPP/PFI推進上の課題は推進プロセスの各所で発生する発注側・受注側双方が感じるPPP/PFI事業に対する様々な“不慣れ”であると推進母体である内閣府は見ている。具体的には、発注側では民間事業者からの提案獲得手法や担当職員のスキルノウハウ不足、受注側では施設運営経験の不足や契約時の公民のリスク分担に関するノウハウ不足などである。これらの課題を解決して、①PPP/PFIに対する“不慣れ”の解消→②発注件数増による参画企業の拡大→③PPP/PFI市場の拡大といった正のスパイラルを構築することが今後の施策方針となっている。

PPP/PFIの推進により、空港、高速道路、下水道の民間による運営が加速している。

安全・安心な暮らしを支えるためには、適切な社会資本の整備が必要である。国土交通省では、1999年(平成11年)より、厳しい財政状況の中で民間資金の活用を拡大し、真に必要な社会資本の新規投資及び維持管理を着実に進めていくため、PPP/PFI(官民連携事業/民間資金等活用事業)を推進してきた。PPP(Public Private Partnership)は、民間事業者の資金やノウハウを活用して低廉かつ良好な行政サービスを実施する取組みである。また、PPPの代表的な手法の一つであるPFI(Private Finance Initiative)は、公共施設等の建設、改修、維持管理、運営等を民間の資金、運営能力や技術的能力を活用しながら行う事業である。内閣府調査によると、PFI採用実績は、1999年度の3件から2018年度には740件(事業主体別では国が81件、地方が608件、その他が51件)となっており、その数は近年増加傾向にある。

国土交通省関連のPFI導入実績の一例としては、コンセッション方式による空港運営が挙げられる。我が国の空港管理体制は、滑走路等は国が管理、空港ビル等は民間が管理・運営しており、主体がバラバラであった。しかし、2013年に制定された「民間の能力を活用した国管理空港等の運営等に関する法律(民活空港運営法)」により空港におけるコンセッション方式の導入が可能となったことで、滑走路等の運営を空港ビル等の運営と一体で民間に委託することが可能となり、民間の資金や創意工夫を活かした就航便数・路線の拡大等の空港活性化に向けた取組みが可能となった。例えば、仙台空港は2016年7月より、国管理空港として初めて空港運営を民間の新会社である仙台国際空港(株)に委託し、運営が開始された。これにより、仙台空港から宮城県外の東北地方各所への2次交通の充実、柔軟な着陸料設定や積極的なエアポートセールスによる路線の誘致等、民間の創意工夫を活かした運営が進められている。

図表 1-1-2-17 PPPのイメージ図



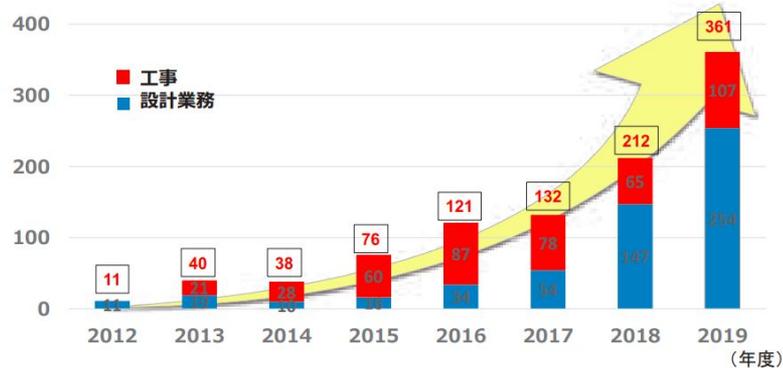
※上記はイメージであり、実際は事業により異なる。

手法	概要	根拠法令	施設所有	資金調達	導入分野の例
PFI方式	公共施設等の建設、維持管理、運営等を民間の資金、運営能力及び技術的能力を活用して行う方式。	PFI法(1999年)	行政/民間	民間	公営住宅庁舎等
コンセッション方式	利用料金の徴収を行う公共施設について、公共施設の所有権を公共主体が有したまま、施設の運営権を民間事業者に設定する方式	PFI法改正(2011年)	行政	民間	空港、道路 下水道等(予定)
指定管理者制度	公の施設の管理、運営を指定管理者(地方公共団体が指定する法人)が代行する制度。法改正により、公の施設の管理主体が民間事業者、NPO法人等に広く開放された。	地方自治法改正(2003年)	行政	行政	公園、港湾等
包括的民間委託	公共施設等の管理運営業務について、詳細な業務運営を定めず、性能発注方式によって一連の業務を民間企業に委ねることで、民間の創意工夫を活かした効率的なサービス提供を行う。	—	行政	行政	下水道等

資料) 内閣府資料より国土交通省作成

BIM/CIMを活用したi-Constructionにより建設生産システムの生産性向上が図られている。

図表 I-1-2-20 BIM/CIMを活用業務・工事の推移



資料) 国土交通省

2016年(平成28年)9月に開催された未来投資会議において、第4次産業革命による『建設現場の生産性革命』に向け、建設現場の生産性を2025年度までに2割向上を目指す方針が示されるなど、建設現場の生産性向上の取組みへの期待は高まっている。国土交通省では、建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場を目指す取組みであるi-Construction(アイ・コンストラクション)を進めている。トップランナー施策として、①ICTの全面的な活用(ICT土工)②全体最適の導入(コンクリート工の規格の標準化等)③施工時期の平準化に注力して取り組んでいる。施工や管理に3次元データ等を活用するICT活用工事は年々増加しており、3次元データを利用した土木工事(ICT土工)における延べ作業時間が約3割縮減するなどの効果が表れている。

特に、コンピュータで3Dの建物情報モデルを構築するBIMや、3次元モデルを活用し社会資本の整備・管理を行うBIM/CIMは、i-Constructionのエンジンとして重要な役割を担っている。BIM/CIMについては2012年度から試行運用を開始し、当時11件だった活用業務・工事は、2019年度には361件となるなど、順調に増加している。また、2019年度には、3次元データ等を活用した取組みを牽引する国土交通省直轄事業の実施事務所を「i-Constructionモデル事務所」に指定するなど、i-Constructionの一層の推進に取り組んでいる。

# Issue



## 建設産業の市場集中度は一般的なイメージに反して低く、利潤率に影響がない。

市場集中度と利潤率の関係については、産業組織論のクールノー・モデル(Cournot model)では比例関係にあることが示される。すなわち、市場集中度が上がると産業の利潤も上昇する。その理由は、「企業数が少なくなれば、各企業の市場シェアが高まり、市場集中度は上昇し、各企業の市場支配力が高くなるので、価格と限界費用の差が増大する。また、企業間のコスト格差が大きくなれば、市場シェアの格差が生じてHHI(ハーシュマン・ハーフィンダール指数)で測った市場集中度が大きくなる。同時に低費用の企業がシェアを高め、高費用の企業はシェアを低めるので、産業全体の平均利潤率も高まる」と説明される。これは1950年代のJ. S. Bainの実証研究以来の古典的命題であり、集中度と利潤率には正の相関があり、これは企業間の協調行動が容易になるためだと解釈された。

しかし、Demsetz[1974]の企業別データによる実証研究では、「高集中産業で企業利潤が高いのはカルテルなど競争制限行為によるものではなく、大企業の方が効率的に生産できるからである。市場シェアのみが企業利潤率に有効な効果を及ぼしている」とした。また、米国の最近の研究(Salinger[1990])では、集中度が上昇した産業では価格が下落する反面、集中度の高い産業では賃金上昇と価格上昇率が高いことを見いだしている。

全国規模の大臣許可企業では格差は拡大傾向にあるが、全体としてはやや格差は縮小している。産業全体としての集中度の低落傾向はこのことに関係がある。大企業に着目すると、全体ほどの格差はなくなる。経営という面で見ると、これまでの企業規模分布は安定していたといえるだろう。その証拠として、上位企業の顔ぶれはこの15年ほどをみてもほとんど変化せず、層化傾向が認められる。これは日本の建設業の特徴の一つであるといってもよい。例えば、英国では大手企業といえどもこの10年で大きく顔ぶれが変わっている。一方、統計データには示していないが、現下のスーパー大手の伸張と中堅以下の低落傾向は集中度を高める方向に作用していると考えられる。

総合工事業では、大手ゼネコン5社の産業集中度は8%にも満たず、50社でようやく20%に至る程度である。これでは大手50社が共謀したりカルテルを結成(談合)したりしても、残る80%にもぼる同業者の同調を得られなければ、価格をつり上げて高利潤を獲得することはできない。つまり、三輪[1999]によれば、この程度の低い集中率では「特殊な要因」が追加的に存在しなければ、カルテル(談合)によって高利潤を長期間にわたって獲得することは不可能というのが常識である。そして「特殊な要因」とは、例えば誰かが「市場」を割振ったり、同調を強制して、カルテル破りが割に合わないようにする「仕組み」に全参加者を組み入れることが必要となる」として、建設業の場合には、地域要件、ランク制、指名競争入札制度等がそれだという。同様の指摘は、小沢[2001]にも見られる。

- 10年後(2025年)の技能労働者数は、コーホート分析により、約286万人と試算(2015年度比で44万人減少)。  
一方、建設市場規模の見通しを踏まえ、2025年度に必要な技能労働者数は333万人～379万人と試算。
- 両方で47万人～93万人の差分が生じる。



※ 建設市場規模の推計は、内閣府の経済成長率(ベースラインケース)を用いた単純推計による試算と、建設経済研究所による将来予測値とを使用  
 ※※ 生産性向上の効果は、他産業との給与水準の格差、業界団体によるアンケート調査等を参考に、技能労働者一人あたりの賄う建設市場規模について約1割の向上効果を仮定

## <概要>

**期間**：2015年度～2022年度末

※2017年11月の告示改正により2020年度以降の在留を可能とした  
(新規受入は2020年度末まで)

**受入対象者**：技能実習（第2号または第3号）修了者

(過去に修了し帰国した者を含む)

**在留資格**：特定活動

**在留期間**：2年以内

※本特定活動開始までの間に、本国に1年以上帰国した者は3年以内

## <賃金水準>

外国人建設就労者の平均賃金

月額218,394円 (最高344,000円) (n=433)

(参考) 建設分野における技能実習生の平均賃金

月額167,914円 (最高288,000円) (n=410)

※最低賃金：月額126,764円～164,776円

(月あたりの労働時間を172時間(上記n=410の平均値)とした場合)  
(平成29年度地域別最低賃金：737円～958円)

【出典】外国人建設就労者受入事業に係る受入状況実態把握調査(平成29年度)

平成29年度に行われた建設企業518社に対する巡回指導において、約4割に当たる204社に対して、賃金支払いの改善指導が行われている。

前スライドの通り、労働人材47～93万人の技能労働者不足への対応策として、外国人労働者の力は必要不可欠であるが、そのためには、外国人労働者にとって公正な賃金支払いやクリーンな労働環境の整備を同時に行う必要がある。

## <外国人建設就労者受入事業における監理体制>



- ・受入計画の認定時に就労者の報酬が「同等の技能を有する日本人」と同等額以上であることを確認
- ・就労者への賃金支払や受入実態をきめ細かに把握するため、第三者機関を設立し、特定監理団体及び受入建設企業への巡回指導や就労者への面談を実施できる体制を構築
- ・認定した計画に基づいた受け入れが行われるよう、ガイドラインを策定し、元請企業の役割として、受入建設企業(下請企業)への指導等を位置づけ

東京オリンピックで多くの建設企業の売上の減少が見込まれる中、このような市場課題に対策を打てるのは資産体力のあるスーパーゼネコンと中堅以上の企業だけになってしまい、そのような渦中で建設会社同士のM&Aの加速も予想される。

図表 2-1-2 年齢別技術者数（建設業）の将来推移（2020年～2030年（No.69 推計））

	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年
15～19歳	395	387	361	336	310
20～24歳	6,959	9,405	9,127	8,849	8,571
25～29歳	16,362	17,601	<b>23,788</b>	23,085	22,382
30～34歳	23,818	20,188	21,717	<b>29,350</b>	28,483
35～39歳	<b>36,353</b>	27,874	23,626	25,415	<b>34,348</b>
40～44歳	32,810	<b>40,947</b>	31,396	26,611	28,627
45～49歳	30,073	36,540	<b>45,602</b>	34,966	29,637
50～54歳	30,483	31,819	38,661	<b>48,250</b>	36,996
55～59歳	<b>32,621</b>	31,394	32,770	39,817	<b>49,692</b>
60～64歳	23,064	29,295	28,193	29,429	35,757
65～69歳	7,211	16,633	21,127	20,332	21,223
70～74歳	2,608	4,958	11,436	14,526	13,979
75～79歳	964	1,425	2,709	6,249	7,937
80～84歳	315	418	618	1,175	2,709
85歳以上	69	119	158	233	444
合計	244,105	269,003	291,289	308,621	321,094

（出典）総務省「国勢調査」及び国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人数」を基に当研究所にて作成

（注）ハッチング部分は各年代、各年齢層において山となる箇所を示している。

図表 2-1-34 都道府県別の技術者数（建設業）の推移（2020～2030年）

都道府県	実績値			ケース1			ケース2		
	2005年	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2020年	2025年	2030年
北海道	16,713	13,371	14,506	15,217	15,249	14,853	12,977	11,204	9,531
青森県	2,907	2,203	2,235	2,179	2,025	1,811	1,877	1,538	1,222
岩手県	3,777	2,784	3,975	5,823	8,229	11,068	4,375	4,713	4,961
宮城県	7,378	5,884	9,720	15,757	24,537	36,813	11,631	13,603	15,602
秋田県	3,181	2,144	2,520	2,854	3,128	3,249	2,217	1,915	1,606
山形県	2,567	2,419	2,513	2,541	2,521	2,079	1,762	1,501	1,201
福島県	4,736	3,855	4,929	6,182	7,308	8,305	5,013	4,924	4,742
茨城県	5,675	5,256	5,528	5,681	5,895	5,708	5,258	4,953	4,691
栃木県	3,529	2,761	3,286	3,818	4,328	4,790	3,130	2,962	2,806
群馬県	3,680	2,755	3,183	3,611	3,972	4,304	2,983	2,769	2,572
山梨県	1,924	1,644	1,662	1,611	1,635	1,600	1,507	1,336	1,173
長野県	6,094	4,585	5,296	5,955	6,411	6,691	4,887	4,380	3,849
埼玉県	17,151	14,939	15,803	16,371	16,524	16,398	14,925	13,944	12,953
千葉県	18,008	14,825	16,583	18,260	19,534	20,471	15,856	15,080	14,313
東京都	24,865	23,244	25,939	28,476	30,382	31,785	26,097	25,787	25,241
神奈川県	24,147	20,540	22,651	24,479	25,712	26,513	21,720	20,609	19,464
新潟県	8,229	6,739	7,193	7,536	7,895	7,783	6,600	5,974	5,423
富山県	3,346	2,946	2,566	2,785	2,922	3,019	2,253	1,972	1,754
石川県	2,903	1,864	2,260	2,697	3,144	3,600	2,070	1,888	1,727
福井県	2,500	2,186	2,015	1,833	1,858	1,486	1,759	1,524	1,319
岐阜県	4,992	3,747	3,899	3,968	3,923	3,779	3,387	2,900	2,449
静岡県	7,346	6,378	5,811	5,247	4,631	4,077	5,090	4,408	3,841
愛知県	14,417	12,165	13,055	13,825	14,325	14,586	12,397	11,700	11,025
三重県	3,903	2,725	2,818	2,882	2,843	2,750	2,383	2,000	1,696
滋賀県	2,903	2,012	2,310	2,589	2,831	3,005	2,079	1,870	1,674
京都府	4,372	3,596	3,536	3,432	3,256	3,048	3,161	2,779	2,428
大阪府	17,239	14,166	15,526	16,708	17,401	17,644	14,740	13,814	12,811
兵庫県	12,362	9,832	10,218	10,494	10,532	10,407	9,252	8,377	7,584
奈良県	2,130	2,243	2,569	2,803	2,960	3,032	2,270	1,969	1,675
和歌山県	1,723	1,437	1,517	1,585	1,568	1,512	1,404	1,263	1,134
鳥取県	1,856	1,490	1,299	1,273	1,212	1,141	1,067	858	686
徳島県	1,872	1,318	1,915	1,871	1,839	1,649	1,408	1,286	1,086
岡山県	4,428	3,927	3,846	3,758	3,639	3,511	3,553	3,268	3,020
広島県	7,653	5,929	5,812	5,822	5,569	5,300	5,165	4,484	3,957
山口県	3,663	2,536	3,068	3,575	4,006	4,426	2,858	2,613	2,399
徳島県	1,810	1,488	1,528	1,584	1,589	1,613	1,396	1,247	1,116
香川県	2,647	2,077	2,012	1,919	1,794	1,652	1,729	1,483	1,270
愛媛県	3,603	2,466	2,728	2,968	3,057	3,071	2,352	1,976	1,676
高知県	2,337	1,787	1,823	1,825	1,765	1,695	1,576	1,321	1,108
福岡県	11,602	10,204	10,625	10,824	10,769	10,644	9,892	9,094	8,391
佐賀県	1,977	1,687	1,729	1,766	1,749	1,666	1,580	1,410	1,241
長崎県	2,880	1,862	2,482	3,253	4,168	5,179	2,420	2,323	2,221
熊本県	3,783	2,502	3,194	3,930	4,627	5,325	2,958	2,677	2,419
大分県	3,025	2,318	2,690	3,025	3,293	3,190	2,459	2,191	1,948
宮崎県	3,056	2,223	2,551	2,801	2,988	3,158	2,266	1,986	1,789
鹿児島県	3,520	2,916	2,896	2,803	2,646	2,480	2,487	2,106	1,802
沖縄県	3,267	2,521	3,184	3,924	4,624	5,226	3,113	2,956	2,771
合計	299,885	244,105	289,003	294,088	316,176	337,845	253,897	237,328	221,804

（出典）総務省「国勢調査」及び国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人数」を基に当研究所にて作成

図表 2-1-35 2015年から2030年の技術者数（建設業）の伸び率

（上位10県と下位10県）

	ケース1			ケース2				
	都道府県	2015年技術者	2030年技術者	2015年に対する伸び率	都道府県	2015年技術者	2030年技術者	2015年に対する伸び率
伸び率上位10県	宮城県	9,720	36,813	3.79	宮城県	9,720	15,602	1.61
	岩手県	3,975	11,068	2.78	岩手県	3,975	4,961	1.25
	東京都	2,482	5,179	2.09	東京都	25,939	25,241	0.97
	福島県	4,929	8,305	1.68	福島県	4,929	4,742	0.96
	熊本県	3,194	5,325	1.67	長崎県	2,482	2,221	0.89
	沖縄県	3,184	5,226	1.64	沖縄県	3,184	2,771	0.87
	石川県	2,260	3,600	1.59	千葉県	16,583	14,313	0.86
	栃木県	3,286	4,790	1.46	神奈川県	22,651	19,464	0.86
	山口県	3,068	4,426	1.44	栃木県	3,286	2,806	0.85
	群馬県	3,183	4,304	1.35	茨城県	5,528	4,691	0.85
伸び率下位10県	高知県	1,823	1,695	0.93	秋田県	2,520	1,606	0.64
	岡山県	3,846	3,511	0.91	香川県	2,012	1,270	0.63
	広島県	5,912	5,300	0.90	岐阜県	3,899	2,449	0.63
	鳥取県	1,299	1,141	0.88	鹿児島県	2,896	1,802	0.62
	京都府	3,536	3,048	0.86	山形県	2,419	1,501	0.62
	鹿児島県	2,896	2,480	0.86	愛媛県	2,728	1,676	0.61
	香川県	2,012	1,652	0.82	高知県	1,823	1,108	0.61
	青森県	2,235	1,811	0.81	三重県	2,818	1,696	0.60
	福井県	2,015	1,486	0.74	青森県	2,235	1,222	0.55
	静岡県	5,811	4,077	0.70	鳥取県	1,299	686	0.53

（出典）総務省「国勢調査」及び国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人数」を基に当研究所にて作成

（注）図表中のハッチングの部分は、ケース1、ケース2の両ケースに重複している県を示している。

【ケース1】2010年から2015年のコーホート変化率(図表 2-1-4 の2)を用いる推計  
 【ケース2】2005年から2010年のコーホート変化率と2010年から2015年のコーホート変化率の平均(図表 2-1-4 の3)を用いた推計



Competitor



本拠地



2017年の  
売上高  
(単位：十億ユーロ)



2016年の売上高  
に対する  
2017年の変化率



2017年の  
時価総額  
(単位：十億ユーロ)



2016年の時価総額  
に対する  
2017年の変化率

	本拠地	2017年の 売上高 (単位：十億ユーロ)	2016年の売上高 に対する 2017年の変化率	2017年の 時価総額 (単位：十億ユーロ)	2016年の時価総額 に対する 2017年の変化率
#1	China State Construction Engineering Corp. Ltd. (CSCEC)	中国	€ 138.1	6%	€ 34.5 (4%)
#2	China Railway Group Ltd.(CREC)	中国	€ 90.2	5%	€ 14.1 (46%)
#3	China Railway Construction Corp. Ltd. (CRCC)	中国	€ 89.2	4%	€ 13.1 (39%)
#4	China Communications Construction Co. Ltd. (CCCC)	中国	€ 60.3	3%	€ 15.2 (48%)
#5	Vinci	フランス	€ 40.2	6%	€ 50.3 32%
#6	Actividades De Construccion Y Servicios, S.A. (ACS)	スペイン	€ 34.8	9%	€ 10.1 7%
#7	Bouygues	フランス	€ 32.9	4%	€ 15.8 31%
#8	Metallurgical Corporation of China Ltd. (MCC)	中国	€ 31.9	7%	€ 5.1 (55%)
#9	大和ハウス工業株式会社	日本	€ 29.5	23%	€ 17.8 9%
#10	Samsung C&T Corp.	韓国	€ 22.9	5%	€ 16.1 (0%)

#: 2017年世界の建設業ランキング上位100社にランク入りしている売上高上位10社

中国の建設会社がトップ4を独占し、その下にフランス、スペインと続いている。日本からも大和ハウス工業がランクインしているが、トップのChina State Construction Engineering Corp (中国建築股份有限公司)の1381億ユーロ(約16.9兆円)に対し、5分の1程度の規模であり、大きく差が開いている。トップ4社+8位にランクインしている中国企業の売上構成を見ると、ほとんどが中国国内の建設によるものであり、中国の建設企業は国内建設で売上を上げていることがわかる。

# 建設企業 時価総額Top10



本拠地



2017年の  
時価総額  
(単位:十億ユーロ)



2016年の時価総額  
に対する  
2017年の変化率

順位	企業名	本拠地	2017年の時価総額 (単位:十億ユーロ)	2016年の時価総額に対する2017年の変化率
#1	Vinci	フランス	€ 50.3	32%
#2	China State Construction Engineering Corp. Ltd. (CSCEC)	中国	€ 34.5	(4%)
#3	Larsen & Toubro Ltd. (L&T)	インド	€ 21.2	41%
#4	大和ハウス工業株式会社	日本	€ 17.8	9%
#5	Samsung C&T Corp.	韓国	€ 16.1	0%
#6	Bouygues	フランス	€ 15.8	31%
#7	China Communications Construction Co. Ltd. (CCCC)	中国	€ 15.3	(48%)
#8	China Railway Group Ltd. (CREC)	中国	€ 14.1	(46%)
#9	Ferrovial	スペイン	€ 13.8	11%
#10	China Railway Construction Corp. Ltd. (CRCC)	中国	€ 13.1	(39%)

#: 2017年世界の建設業ランキング上位100社にランク入りしている時価総額上位10社

世界の建設業ランキング上位30社の時価総額の合計は、3,811億ユーロに相当する。

Vinciは、2017年の売上高では第5位にランク入りしており、2017年の建設業界でも市場価値の高い企業となっている。

建設会社を時価総額の観点でランキングすると、フランスのVinciがトップになり、中国、インド、日本、韓国、スペインと続く。データは2017年の時価総額を対象としている、2016年と比較すると中国市場は下落していたため市場全体の時価総額が縮小している。その結果、中国の建設企業は売上に対する時価総額(PSR)が低く評価され、中国企業によるトップ独占とはならなかった。



本拠地



国外での売上高  
(単位：十億ユーロ)



国外での売上高が  
占める割合

順位	企業名	本拠地	国外での売上高 (単位：十億ユーロ)	国外での売上高が 占める割合
#1	ACS	スペイン	€ 30.4	87%
#2	Vinci	フランス	€ 16.6	41%
#3	China Communications Construction Co. Ltd. (CCCC)	中国	€ 13.9	23%
#4	Skanska	スウェーデン	€ 12.2	75%
#5	Bouygues	フランス	€ 11.9	36%
#6	Strabag	オーストリア	€ 11.3	84%
#7	China State Construction Engineering Corp. Ltd. (CSCEC)	中国	€ 11.1	8%
#8	Ferrovial	スペイン	€ 9.4	77%
#9	Fluor	アメリカ	€ 8.4	48%
#10	Doosan	韓国	€ 7.8	56%

#: 2017年世界の建設業ランキング上位100社にランク入りしている海外売上上位10社(国別)

2017年世界の建設業ランキング上位企業は5つの大陸に存在しており、その企業は自国の市場以外での売上高が総売上高の最大23%を占める。

2017年世界の建設業ランキングでは、ACS、Vinci、CCCCがグローバル市場における上位3企業である。

建設企業を海外売上上でランキングすると、大きく顔ぶれが変わる。1位はスペインのActividades De Construccion Y Servicios, S.A. (通称 ACS)であり、売上348億ユーロに対して海外売上は304億ユーロと87%を占めている。このように国際展開している企業が多数ランクインしており、4位のSkanska(スウェーデン)は海外売上122億ユーロ、海外売上比率75%、6位のStrabag(オーストリア)は海外売上113億ユーロ、海外売上比率85%、8位のFerrovial(スペイン)は海外売上94億ユーロ、海外売上比率77%、10位のDoosan(韓国)は海外売上78億ユーロ、海外売上比率56%である。

企業名	売上高(億円)	シェア
1 大林組	20,396	
2 鹿島建設	19,742	
3 清水建設	16,649	
4 大成建設	16,508	
5 竹中工務店	13,536	
6 長谷工コーポレーション	8,909	
7 五洋建設	5,419	
8 戸田建設	5,104	
9 前田建設工業	4,920	
10 三井住友建設	4,487	

企業名	売上高(億円)	シェア
11 熊谷組	3,890	
12 安藤・間	3,599	
13 西松建設	3,493	
14 東急建設	3,314	
15 高松コンストラクショング	2,497	
16 奥村組	2,208	
17 鉄建建設	1,746	
18 福田組	1,739	
19 東亜建設工業	1,736	
20 東洋建設	1,638	
21 青木あすなろ建設	1,524	
22 大豊建設	1,507	
23 浅沼組	1,357	
24 飛鳥建設	1,288	
25 鏡高組	1,281	

# Technology



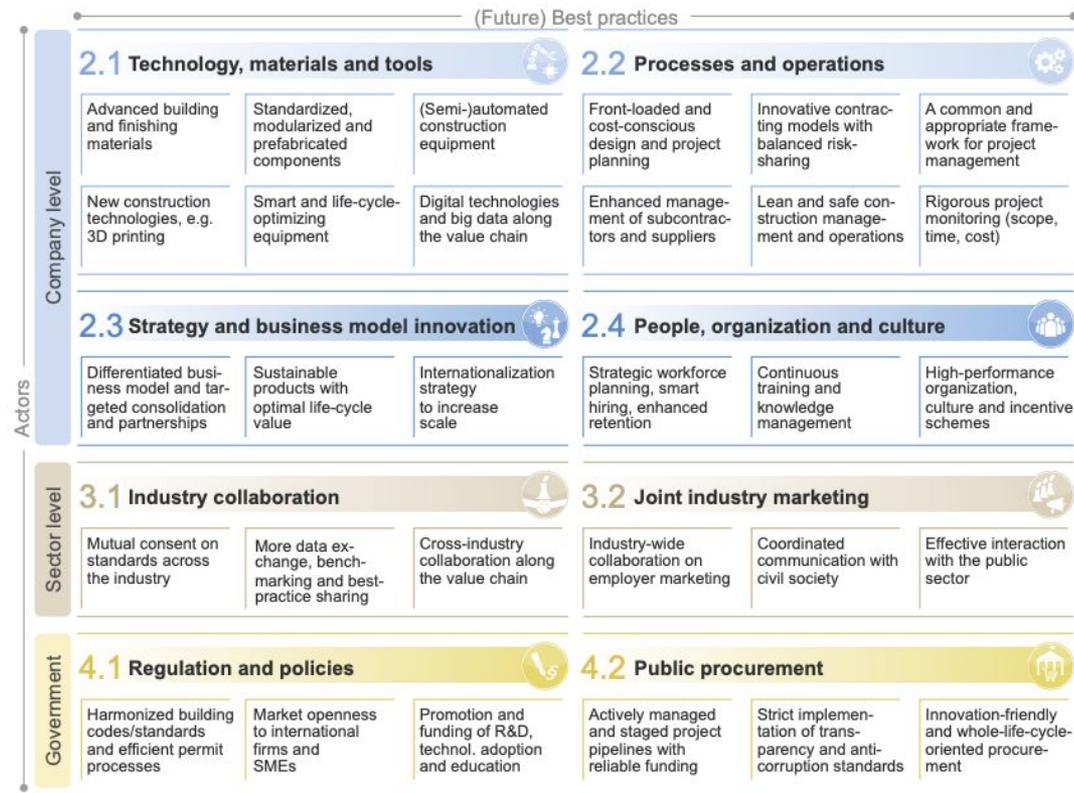
# 世界経済フォーラムによる産業トランスフォーメーションのフレームワーク

産業がトランスフォーメーション(テクノロジーによる変革)をするには、いくつかのステップがあり、左図のフレームワークでその全体像を理解することが有効である。

まず政府による政策と規制という下地である(4.1)。そしてそれを市場に反映させるための政策投資が必要となる(4.2)。

次に産業間を横断したコラボレーションである(3.1)。それぞれの産業が自らの産業の課題解決を測ろうとする純粋な作用によって、結果的にその他の産業にもトランスフォーメーションを波及させることができる(3.2)。

これらの大きな変革の波が起こった上で初めて各企業レベルでのトランスフォーメーションが起こり得る。新しい科学技術、原材料、工業機械の導入(2.1)、業務プロセスの改善(2.2)、ビジネスモデルと経営戦略のイノベーション(2.3)、企業文化、経営体制、労働者の意識改革(2.4)と、波及的にトランスフォーメーションが行われる。



Source: World Economic Forum; The Boston Consulting Group

Incremental innovation

Radical Innovation

Advances on traditional materials and existing characteristics

New material combinations and multi-functional characteristics

Innovative materials with entirely new functionality

— *iQ Natural*, an advanced vinyl flooring, is 100% recyclable, using a bio-based plasticizer. The product has **TVOC<sup>1</sup> values 100 times below the strictest European standards.**



— *Lixil's* super-lightweight ceramic sidings combine fast-hardening cement with organic fibre to **meet the required performance at half the weight**



— Rain-absorbing roof-mats, imitating the process of perspiration, considerably **reduce air-conditioning costs**



— *Neopor* is an enhanced styropor, offering up to **20% efficiency improvement in insulation**



— Self-healing concrete, generated through the addition of bacterial spores, is estimated to **reduce lifetime costs by up to 50%**



— *Micronal*, a micro-encapsulated phase-change material incorporated into building materials, enables **intelligent temperature management**



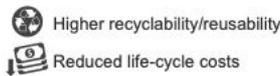
— *ArcelorMittal* has launched organically coated steel that achieves **30-year guaranteed durability** and does not contain genotoxic, hexavalent chromium



— Concrete admixed with special construction chemicals **achieves 50% faster curing times**



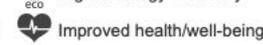
— Slippery liquid-infused porous surfaces constitute **super-repellent surfaces** inspired by the carnivorous nepenthes pitcher plant



Higher recyclability/reusability



Reduced material costs



Higher energy efficiency



Early development/pilot phase<sup>2</sup>

Market-ready<sup>2</sup>

伝統的な素材の変化や特性の変化



新しい材料の組み合わせや多機能特性



完全に新しい機能を持つ革新的な素材

## Improve availability of individual equipment

Continuous monitoring and preventive maintenance and repair of construction equipment result in **better availability of individual equipment**



Volvo Construction Equipment has launched a programme based on a machine-tracking information system that **aims to identify problems before they occur, improving equipment uptime**

はじめに、個人が使う機器の性能が向上します。これは建設現場における継続的な監視と保全対策によって改善するものです。例えばボルボ社では、機械の位置情報を追跡する情報システムによって、機械の稼働時間、すなわち建設の作業効率を改善するプログラムを実施しています。

## Enhance utilization of a company's entire fleet

Central fleet management systems and the tracking of vehicle use **increase the utilization of equipment across the firm**, e.g. by identifying ways to save fuel costs



Teletrac provides GPS fleet-tracking software with a real-time view and analytics, resulting in **reduced fuel consumption of up to 30%** – for instance, by avoiding unauthorized vehicle use

次に、企業内で使われる車両や機械の利用効率が向上します。車両の中央管理システムによって改善されるものです。例えばテレトラック社では、GPSによる全車両の中央管理システムによって、車両の不正利用を30%以上削減することに成功しました。

## Use equipment better across companies

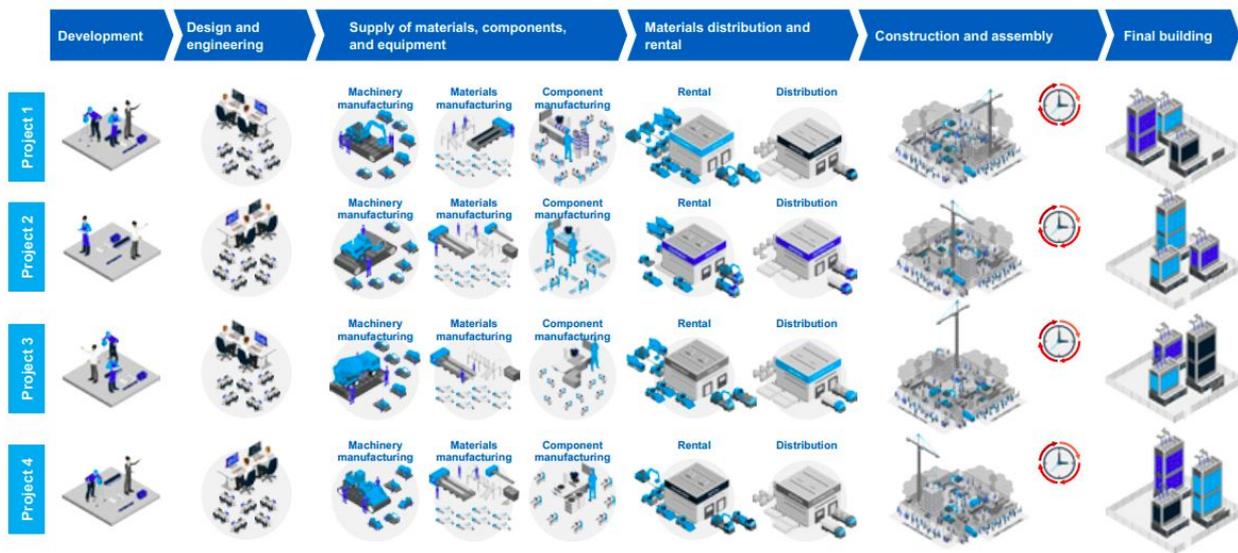
Various forms of equipment leasing and sharing help to **distribute capacity more efficiently** across the industry, e.g.

- traditional leasing
- “power by the hour”
- “pay by intensity”
- B2B sharing platforms



A large construction equipment manufacturer has invested in the start-up Yard Club, which helps owners of heavy equipment to rent out idle machines to other businesses, thereby **reducing the cost of owning equipment**

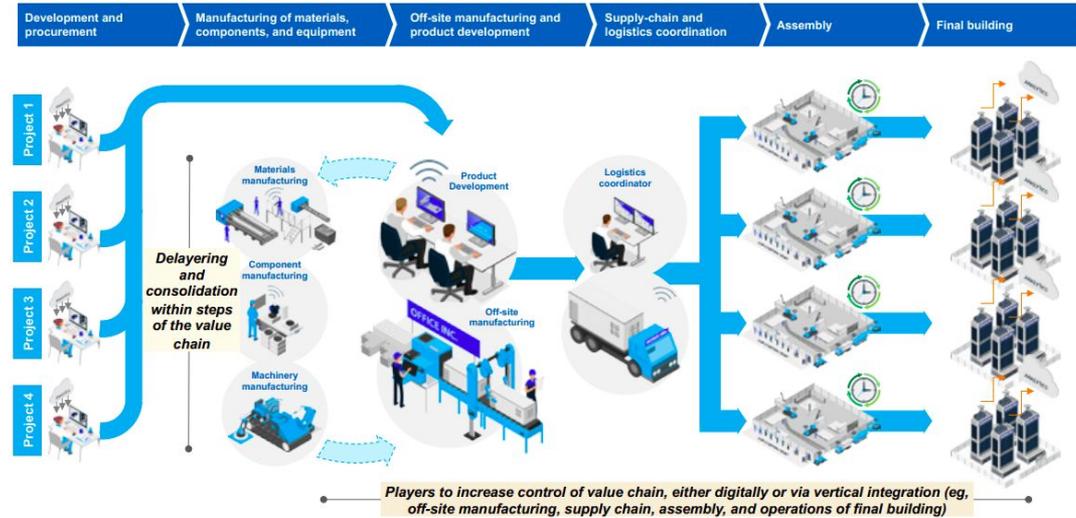
最後に、企業内で全ての建設機械を効果的に使うことによる効率化です。これは従来の機器リースの活用に加えて、時間効率の最大化、法人間の機械シェアプラットフォームの活用などによって実現します。大手の建設機械メーカーから出資を受けたヤードクラブ社では、使用されていない重機を他の企業に貸し出すことを支援するプラットフォームで、これによって重機の所有コストを削減しています。



今日の建設業界の産業構造は、非常に複雑で、断片的で、高度にプロジェクトベースであると言える。建設業は、顧客独自の仕様やデザインの開発から始まり、ほとんどゼロから計画された設計図を使うため、特定のプロジェクトの内容を、別のプロジェクトに汎用できる可能性は極めて低いビジネスモデルです。建設に使用される建材、機材、重機などのサプライヤーと、それを活用し事業を行うプレイヤー（建設会社）は、垂直的なつながりになっており、また、プレイヤー同士の情報交換や技術交換は非常にローカルであるため、広く技術、人材、情報、資源が流通しにくい産業モデルである。また、建設のプロセスの大部分は機械化、AI化することができないような総合スキルを必要とするものであり、ジェネラリスト（建設現場での作業経験のある人材）に依存している。さらにアプリケーションやIoTを用いたエンドツーエンドのデジタルツールの使用は限定的であり、ITによる効率化が行われていない。

McKinsey & Company The next normal in construction June 2020

<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/The%20next%20normal%20in%20construction/The-next-normal-in-construction.pdf>

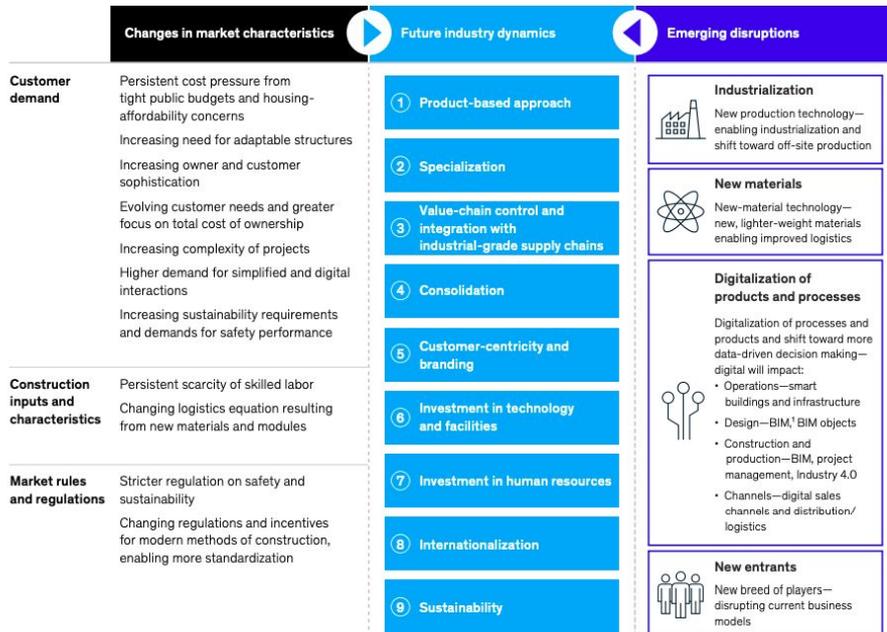


未来の建設産業は、より標準化され、部門連結され、統合されたプロセスによって効率的な産業となっているだろう。まず、建設産業はますます製品ベースの産業となり、特定のエンドユーザーにセグメントしたブランドが、特定の製品の販売に特化する形になります。建物の設計者は、社内の、もしくは社外のデータ上のいくつかの設計図から選択します。デザインや機能も同様に、熟練の設計者でなくても一流の設計ができるようなソフトを活用するようになります。建材、重機などのサプライヤーと、プレイヤー（建設会社）の垂直的な関係は解消され、それぞれが高度に統合することで、建設のノウハウ、情報、人材、モノが流通することで、低価格化、均一化、国際化が進みます。またその過程で、今までいわゆる国、行政からスパークネコン、そして二次受け、三次受けという多段階構造の中で、仲介によって儲けていた企業が淘汰され、プラットフォームが出来上がります。末端にいた請負業者が行うのは、無駄のない、現場での製品の組み立てと、アプリケーションやIoTによって高度に情報管理された作業管理だけになります。

McKinsey & Company The next normal in construction June 2020

<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/The%20next%20normal%20in%20construction/The-next-normal-in-construction.pdf>

## Changing characteristics and emerging disruptions will drive change in the industry and transform ways of working.



<sup>1</sup> Building-information modelling.

マッキンゼーによると、未来の建設業を動かす9つの要素があると、指摘しています。

- 工業製品のなアプローチ
- 専門化
- サプライチェーンの統合と制御
- 業界の統廃合
- 顧客中心主義とブランド構築
- 技術と設備への投資
- 専門的人材への投資
- 国際化
- 持続可能性(サステナビリティ)

また、これらの背景としての以下のような市場の特性が起因しています。

- ① 厳しい公的予算と住宅の注文可能性の懸念からの持続的なコスト圧力
- ② 適応可能な構造の必要性の高まり
- ③ 所有者と顧客の洗練度の向上
- ④ 進化する顧客のニーズと総所有コストへのより大きな焦点
- ⑤ プロジェクトの複雑さの増大
- ⑥ シンプルでデジタルなインタラクションに対する需要の高まり
- ⑦ 持続可能性の要件と安全性能に対する要求の高まり

McKinsey & Company The next normal in construction June 2020

# 建設業の工業化

前2頁のスライドにあるように、建設業の生産性が高まらない原因は、現場での「一品生産」のワークフローにあり、これを改善するためには、「工業製品」のようなワークフローに変える必要があります。

建物などの部材を工業製品のように標準化・モジュール化して工場生産し、計画的な生産・物流体制によって効率的なワークフローにする必要があるということです。こうしたワークフローに変わることで、付加価値が発生する部分は建設会社から工場へとシフトするというのです。つまり、ゼネコンやサブコンは今の業態のままだと「儲からなくなる」ということです。

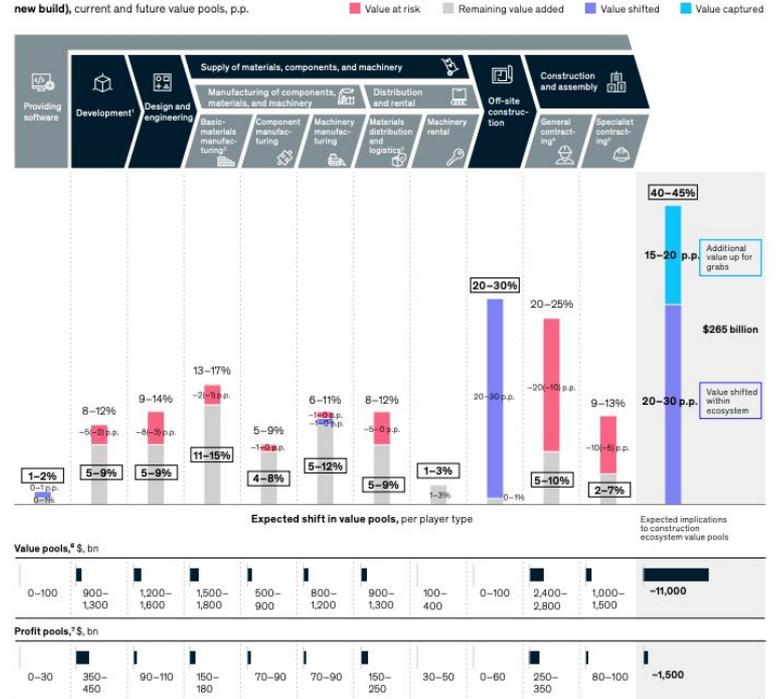
そのような変化の未来は、建設業の工業化によって、工場生産部分の付加価値は大幅に上がりますが、ゼネコンやサブコンは儲からなくなると考えられています。

コロナ前から、こうした動きの兆候がありました。建設市場では施主の要求が多様化して厳しくなり、現場では熟練労働者が少なくなってモジュール化した部材が使われるようになり、安全管理や環境面での基準も厳しくなる一方でした。

また、技術の進歩で工場生産が行いやすくなり、より軽量な部材の開発で物流が改善され、BIM(ビルディング・インフォメーション・モデリング)などのデジタル技術によってより効率的な設計や施工、運用が行えるようになりました。

## Forty to 45 percent of value pools are expected to shift and impact all players along the value chain.

Example of fully productized value chain (eg, real estate new build), current and future value pools, p.p.



McKinsey & Company The next normal in construction June 2020

## **Transformation will take time, but the COVID-19 crisis will accelerate change**

The full transformation of the construction industry could take decades, but the process has already begun. Our survey shows that industry leaders largely agree that the shifts outlined in this report are likely to occur at scale within the next five to ten years, and that the COVID-19 crisis will accelerate shifts.

Our executive survey of 400 decision makers in November and December 2019 found that the attitudes of executives have evolved materially since three to five years ago (see sidebar “About the executive survey” in chapter 1 for more details on the survey). In all, 90 percent of the respondents strongly believe that the industry needs to change and that this sentiment has grown in the past ten years. Eighty percent also believe that the construction industry will look radically different 20 years from now.

**建設業界の完全な変革には数十年かかる可能性がありますが、そのプロセスはすでに始まっています。**

私たちの調査によると、業界のリーダーたちは、このレポートで概説されている業界構造のシフトが、今後5年から10年以内に大規模に発生する可能性があり、COVID-19の危機がシフトを加速すると考えています。

2019年11月と12月に400人の経営者および決裁権者を対象に行ったエグゼクティブ調査では、エグゼクティブの態度が3～5年前から大きく変化していることがわかりました。回答者の90%は、業界構造を変える必要があり、とくにこの10年間でその考えが強くなったと回答しています。また全体の80%は、建設業界は20年後には根本的に変化していると回答しています。

McKinsey & Company The next normal in construction June 2020

<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/The%20next%20normal%20in%20construction/The-next-normal-in-construction.pdf>

# In the face of this transformation, companies all along the value chain need to review where they want to play.

この業界の変革に直面する中で、バリューチェーンのすべての企業は、どこでプレーしたいかを再考する必要があります。  
(建設産業のすべての企業は、今までのビジネスが通用しなくなることを理解し、どのようなビジネスを行うのかを考え直す必要があるのです)

McKinsey & Company The next normal in construction June 2020

<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/The%20next%20normal%20in%20construction/The-next-normal-in-construction.pdf>

## 世界におけるSmart Cityの現状

Smart Cityとは、IoT (Internet of Things:モノのインターネット)をエネルギー、生活インフラの管理に用いることで、効率的な資源配分、無駄のない交通・物流の実現等による生活の質の向上、都市運用の効率化が実現された都市を指す。世界各国で多岐にわたるプロジェクトが進められているが、大きくは2つのパターンに分けられる。既存の都市を改良するブラウンフィールド型の開発と、郊外にゼロから新たな都市を開発するグリーンフィールド型の開発である。前者は、ロンドン、ニューヨーク、東京など大都市での取組みを皮切りに、交通、行政サービス、医療等の様々な領域での取組みが進められている。後者は、代表的な例をあげるとアルファベット社によるトロントのキーサイド、中国の雄安新区等の国家レベルの超大規模プロジェクトが計画されている。ただし、これらいずれの計画も住民の反対や政治的、経済的要因等に起因するなんらかの課題を抱え、必ずしも順調に進んではいないのが現状である。

## 日本におけるSmart Cityの現状

日本においてもSmart Cityに対する取組みが進められているが、世界最大のメガシティといわれる首都東京が人口減少に転じることが予測されており、世界の他の都市と一線を画す特有の都市課題を抱えている。そのため、日本では既存の都市ストックの活用、オーバースペックになる都市インフラの効率化等のブラウンフィールド型の開発が主流となることが想定され、日本独自のSmart Cityが進んでいくことが想定される。

図 9. デロイトの Smart City フレームワーク



## 建設業界のSmart City戦略

今後、建設業界がSmart Cityを新たなビジネスフロンティアとして成長を実現するためには、世界の各都市への参入を視野にいれながら国内の開発に関与していくことが重要である。日本の都市インフラを構築し、支えてきた事業者として、国内のブラウンフィールド型Smart Cityにおいて、その力を発揮できることは想像に難くない。一方、国内に偏ることで、都市課題が大きく異なる世界のグリーンフィールド型開発で存在感を示すためのノウハウ獲得が難しくなる。そのため、足元の国内案件の取組みにおいては海外で生きるノウハウが得られるか、パートナー企業との関係構築ができるか等に視点をおいて関与していくことが必要となる。

# 建設業界への5つのテクノロジーの活用

## クラウド

企業がIT資産の保有からクラウドの利用に舵を切り始めて久しいが、今、企業にとってクラウドの位置づけが変わろうとしている。これまでクラウドは、主にITコスト削減の手段でありデータセンターの延長線上にあったが、今後は事業創造、新商品開発、バリューチェーン変革といった新たな価値創出を目的としたプラットフォームとしてどのくらい活用できるか、という点が鍵となってくる。企業の要求の変化に伴い、クラウドサービスを提供する企業も、IaaS、PaaS、SaaSといった低コストで効率的に利用可能な選択型プラットフォームの提供という価値訴求から、顧客企業がAI、コグニティブ、ブロックチェーンといった新たなテクノロジーにアクセスするためのプラットフォームとしての価値を追求することが想定される。

## アナリティクス

これまでのアナリティクスは、過去に起きたことや今起きていることを明らかにするまでに留まっていたが、今後は将来起こることの予測やそれらを踏まえた提言を可能にしていくことが求められる。そのためには、情報をどのようにデータ化し、自社データだけでなく世の中に存在する非構造化データを含めた膨大なデータにどのようにアクセスし、それらをどのように解析するかが鍵となり、IoTやコグニティブ・テクノロジーの進歩によって、企業はより有意義なインサイトを得られるようになることが期待される。

## コグニティブ・テクノロジー

自然言語処理、音声認識、画像認識、機械学習、RPAなどの技術の進歩により、それらが連携しながら機械が人間の作業を補助、代替するようになった。またビジネスの現場において、膨大なデータと高度化したアルゴリズムが問題解決の重要な要素として認識されるようになり、今後は経営の意思決定にも影響を与える存在になっていくことが期待されている。作業ではなく判断、意思決定の面での貢献に対する期待の高まりとともに、判断材料となるデータのボリューム、正確性を保つためのIoTやセキュリティ技術がより重要性を増している。

## デジタル・リアリティ

視覚技術、聴覚技術の進歩は、VR/AR/MRと呼ばれるような、よりリアルなデジタル世界の提供を可能とした。これまで可視化できなかった現実世界の情報をデータ化し、解析した結果をデバイスを通じてフィードバックするIoTもデジタル・リアリティ領域の重要な技術のひとつである。IoTに関しては、「エッジ・コンピューティング」という考え方が注目されている。ローカルサーバーやマイクロデータセンターなど、データが生成される場所に近い場所やデバイス上で解析を行う技術で、センサーやカメラに小さく低電力の解析用チップを埋め込む開発も進んでいる。判断スピード向上や信頼性の低いネットワークへの依存度を下げるなどの効果も見込まれ、IoTプラットフォームのアーキテクチャ設計において主要なコンセプトとなることが予想される。一方、デバイスに近いところにデータが配置されることに伴い、セキュリティについても合わせて考える必要がある。

## ブロックチェーン

トレーサビリティとアカウントビリティの面で効果を発揮するブロックチェーンは、実証段階から実用段階へと移り、規模、適用範囲、複雑性を増した事例を模索する企業も出てくるなど、着実に拡大路線を歩んでいる。また最近では、ブロックチェーンの分散台帳管理のコンセプトや技術をこの領域に活用し、ICT活用の際に常に課題となる高いセキュリティ要件に応えながら現場のオペレーションをスムーズに行うというコンセプトも出てきており、コグニティブやIoTといった新たなテクノロジーの発展を下支えする位置づけでの活用も期待されている。

## 建設業界におけるテクノロジー活用

建設業界では、主に生産現場の効率化を目的としたICT技術活用が進んでいる。しかし、要求事項の高度化に伴い、個々の課題に単独のテクノロジーを適用するだけでは効果を創出することが難しくなっている。また、海外市場や非建設事業の領域に新たな収益源を求めるとしてもテクノロジーは事業基盤を支える必須の要素であり、建設業界の各企業にとって、最新の技術動向を研究、総合的に理解して自社の中長期的なICTロードマップを明確にすること、建設業界で未だ実績の見られないテクノロジー活用事例の適用または応用可能性について探ること、それらを推進することのできるIT組織・人材・ガバナンスを整備することが非常に重要になってくるであろう。

コンテック(Con-Tech)とは、建設(Construction)と技術(Technology)の略称です。

建築・建設業界において新しい価値を提供したり、業務の効率化を図ったりするために導入される最新の情報技術やテクノロジーのことを指します。コンテックは、主に4つのカテゴリーに分けることができます。

- ・マーケットプレイス型…建設機器の売買・賃貸を行うサービス
- ・プロジェクトマネジメント型…設計から施工まで全工程が見える化するサービス
- ・次世代ブループリント型…設計図とそれに付随する情報を容易に連携するサービス
- ・マッチングプラットフォーム型…発注者と受注者を繋ぐサービス



SELVA 建設業界のあらゆる面倒を解決するテクノロジー！今注目の「Con-Tech(コンテック)」とは  
<https://www.selva-i.co.jp/blog/archives/6096>

先端ICT技術の適用検討例

建設物へのICT技術適用例

【スマートシティの定義】\*2

【建設分野からの5Gへの期待】\*1

建設分野

- 5Gへの期待
- ・高精細画像を伝送するための高速通信回線
  - ・遠隔操縦者の疲労問題から200ms以内の低遅延
  - ・多数の重機の同時制御

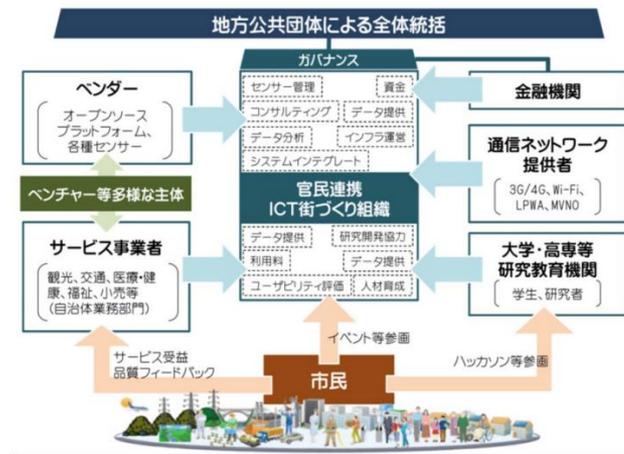


(出典)

- \* 1 : 情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会 基本コンセプト作業班における検討状況 総務省 2017年5月
- \* 2 : スマートシティの実現に向けて【中間とりまとめ】 国土交通省
- \* 3 : 平成30年度予算 データ利活用型スマートシティ推進事業に係る採択候補先の選定結果及び提案の追加公募 総務省 平成30年7月10日



【データ利活用型スマートシティのエコシステム】\*3



米国は2007年、欧州では英国が2011年から開始。  
日本は2014年にBIMガイドライン

【各国のBIM・CIM施策一覧】

各国のBIM・CIM施策
<b>日本</b> 2012年 CIM提言 2014年 BIMガイドライン 2015年 i-Construction提唱
<b>米国</b> 2007年 BIMモデル提出要求(米国連邦調達庁)
<b>欧州</b> 2011年 建設戦略2011(英国) 2015年 戦略的BIMロードマップ(輸送インフラ部門向け)(独) 2015年 Infra BIMモデリングガイドライン2015(フィンランド) 2016年 建築産業のデジタル化計画(PTNB)(仏)
<b>中国</b> 2016年 China BIM Alliance(鉄道分野) 2017年 Infrastructure Room(IFC-Road&Rail)
<b>韓国</b> 2009年 建築BIM適用ガイドライン 2010年 施設事業に関するBIM基本ガイドライン

【施工BIMの試行項目例(日本)】

施工BIMの試行項目

以下のような活用事例について施工BIMを試行的に導入し、多様な関係者間の連携ない合意形成を行い、その**省人化効果**等を検証。

仮設BIM

デジタルモックアップ

吹出・照明等の位置調整

干渉チェック

※ 原典の出典：(一社)日本建築情報協会「施工BIMモデル構築事例2016」

(出典：施工BIM試行工事概要(平成30年度実施) 施工BIMの試行項目 2018年8月 国土交通省)

【i-Construction推進】

i-Construction推進に向けたロードマップ

○全ての建設生産プロセスでICTや3次元データ等を活用し、2025年までに建設現場の生産性2割向上を目指す。  
○建設現場の生産性向上に資する「i-Construction」を着実に進めるため、以下の取組を推進する。

項目	年度	~H28	H29	H30	H31	H32	H33~H37	
ICT活用に向けた取組	ICT土工	○基準額の改訂(検査等15基準、積算基準、発注方式の決定(H27年度末) ○発注・施工(ICT土工方式、直轄) ⇒584件実施中(H29.3現在) ○人材育成(講習・実習)⇒約36,000人参加 ○効果の確認、基準額・発注方式等の見直し	○基準額、発注方式等の見直し ⇒3次元UAV測量の基準緩和等 ○発注・施工(自治体に拡大) ○人材育成(講習・実習)	○各年度にPDCAサイクルを適用				
	ICT舗装 ICT深掘工	○基準額の改訂 ○積算基準策定 ○発注方式の決定	○発注・施工(ICT舗装方式・ICT深掘工方式：直轄) ○人材育成(講習・実習) ○効果の確認・基準額・発注方式等の見直し	○ICT土工方式の拡大(直轄・自治体)				
	i-Bridge		○橋梁上部のICT等適用範囲検討 ○基準額の改訂 ○積算基準策定 ○発注方式の決定	○ICT活用・休日拡大の効果検証				
現場施工の効率化	土工種への拡大(トンネル、ダム、維持管理等)		【トンネル、ダム、維持管理他】 ○ICT技術の適用性検討 ○必要な基準額、発注方式等の改訂	○各年度にPDCAサイクルを適用				
	コンクリート工	○現場施工効率化に関するガイドライン策定(機械式鉄筋定着(7月公表)、流動性を高めたコンクリート、機械式舉手など)	○生産性向上に関するガイドライン策定(生産性向上に資する設計・施工における配座事項の整理) ○フレキシブル活用に向けたガイドライン策定(標準の性能評価方法、標準フレキシブルの適用範囲拡大)	○ICT活用方式の拡大(直轄・自治体)				
	施工時期の平準化	○2か年国債の更なる活用 ○17年度 約300億円 ⇒ 19年度 約700億円 ⇒ 19年度 約1,500億円 ○当初予算における「ゼロ国債」の設定(1,400億円) ○地域単位での発注見通しの統合・公表	○国債の更なる活用、自治体における取組拡大等により4~6月の工事稼働率を向上	○OPDCAの適用等(各年度)				
3Dデータ活用	3Dデータの利活用		○3Dデータ利活用方針の策定 ○CIMガイドライン整備	○3Dデータ利活用ルールの整備 ○プラットフォーム構築	○オープンデータ化			
	コンソーシアム設置	○i-Construction推進コンソーシアムの設立(1/30) ○KPIの設定	○建設生産プロセス全体における3次元モデル構築と適用拡大	H31年におこなった3次元データを活用するためのルールに基づくプラットフォームの構築				
	市民連携の体制構築		○現場の実態調査等による進捗・効果の確認・検証 ○生産性の向上効果を把握するためのKPIの継続的な検討	H31年度までに4割あたり1日増				

新3K給与が良い、休暇がとれる、希望がもてる。魅力ある建設現場を実現

Software 5.0を支えるインフラマネジメントシステムの構築

デジタルディストラクション: デジタルテクノロジーによる破壊的創造・破壊的イノベーションのことで、既存のものを破壊するような革新的なイノベーション。

## 1. ウェアラブルを身につけ、ランウェイでなく大梁をウォーキング

建設は本質的に危険な仕事だ。

目がくらむような高さでの作業や重機の操作を行う必要があり、それが過酷かつ予測不能な気象条件下であることも少なくない。

だからこそ、長年この業界の作業員にはヘルメットやゴーグル、

安全ベストやブーツといった保護具の着用が求められてきた。

そうした装備が頭脳と筋肉を持つようになるとしたら？ 建設作業員が最大90kgを持ち上げられる外骨格スーツなど、スマートウェアラブルが注目を集めている。重量による負担を減らすことで労働者の筋肉疲労を軽減し、労働災害の可能性を低減することが可能だ。それを既にフォードの工場作業員が使っているのも、何ら不思議ではない。

さらに2019年には一部の会社でテストが行われた、建設技術スタートアップ SolePowerの製品のようなスマートワークブーツも存在している。組み込みセンサーと通信技術によって関連ロケーションのトラッキングや関係者の把握を実現し、ブーツ内のRFIDタグによってフィールドサービスや機器チェックのタスク完了も自動的に確認できる。



## 2. 現場で超高速接続を実現する 5G ネットワーク

2020年に世界中で導入が始まる5Gネットワークは、従来は存在しなかった方法で建設効率へ影響を与えることになる。より高速で信頼性の高い接続によって、AIとBIMを活用した施工設計の効率が、さらに向上。この5Gネットワークによって、建設プロジェクトに関わる全ての人々が単一の設計プラットフォーム上で、より迅速に進行中の全プロジェクトの情報へアクセス可能となる。

5Gは、遠隔操作（主にリモートコントロール）とリアルタイムビデオフィードバックの通信も改善する。これは効率の向上と安全な操作には不可欠なものだ。さらに信号の認識、入力を受信、座標や指示のマッピングを行い、瞬時の決断と通信の共有によって、遠隔リモート機器とロボット工学のさらなる発展が可能となる。

## 3. 建設業界による二酸化炭素排出量の管理と最小化

炭素排出量の監視と測定に使用されるツールは、建設の未来が有望であることを示すものだ。例えばスウェーデンに本拠地とするSkanska USAは、建材に内包された炭素排出量を計算するオープンソースツールである同社のEmbodied Carbon in Construction Calculator (EC3)を使うことで、プロジェクトの炭素排出量を最大30%削減する。協力会社と設計者は、このSkanskaのツールを使って一般的な建材のデータを調べ、プロジェクト全体のカーボンフットプリントを把握できる。データの透明性も提供され、プロジェクトを開始する前に、その二酸化炭素排出量を削減可能だ。

## 4. サーキュラー建設で何度も繰り返す再利用

サーキュラー エコノミー（循環経済）は無駄をなくし、資源の継続的な利用の促進を目指す経済システムだ。現在の建設では420億tの資材が消費され、10-20億t（世界全体の 1/3）が埋立地に送られている。このセクターは、今後強化されるべきだ。

デンマークの慈善団体Realdaniaは、方程式から無駄を取り除き、同時に貴重なリソースを生み出すための解決策を見つけるべく、サーキュラー建設チャレンジを立ち上げた。有機廃棄物と真菌の孢子で成長できる建材の開発や、前世代の建物の高品質廃棄物（例えば粘土のパンタイルや木製の垂木）を再利用した次世代のための小屋の建築などのアイデアが賞を獲得している。

PlasticRoadは使用済みのプラスチック廃棄物を使用し、プラスチックから持続可能な道路を構築している。世界初の設置場所はオランダのズボーレにある約30m 自転車用道路で、データ収集用のセンサー（今後の開発に活用予定）と独自の雨水管理システムを備えている。



## 5. 機械学習と AI の台頭

機械学習とAIは、協力会社がデータを活用し、これまでには存在しなかった方法でより良い決定を下すのを支援する。過去の生産性とパフォーマンスのデータが利用できるとしても、それを計画の支援のために掘り下げるのは複雑な作業だ。

現在はAIを活用し、情報に基づいて作業の期間や順序、コストの提案を行うことで、スケジューリングを支援できる。例えばTradeTappとConstruction IQはAIを活用して、ゼネコンに協力会社の資格や分析、リスク低減のカスタム推奨事項を提供している。

## 6. プレファブリケーションとモジュラー建設が郊外へ進出



プレファブリケーションによる住宅は、従来の住宅より遥かに低価格で購入できるため、特にベイヤリアなど非常に高価な地域で大きな波を生み出している。また従来の住宅より耐久性が高く、建設に要する時間が短いことも証明されている。

カリフォルニア州サンノゼ市は最近になって、一戸建てのロットに建てられた二次住宅ユニットである付属住宅ユニット(ADU)の建設許可を、より簡単かつ魅力的に取得できる新たな短期プログラムを発表。オランダに触発され、市が承認した最初のADUは、カリフォルニア州レッドウッドシティを拠点とするAbduによるものだ。ADUは、被災地の重要なニーズを満たすためにも使用されている。Plant PrefabによるSunset BUD Living Homeは、カリフォルニア州マリブの火災被害者の一時的な生活所として設計されたADUだ。工場で建設することで、現場での建設より迅速で費用効率が高く、信頼性も高いものになっている。

## 7. コネクテッド コンストラクションと

### ブロックチェーンではデータが最重要

コネクテッドコンストラクションは、現場や機械、労働者の建設エコシステムの中心にデータがあるべきだという考えに基づくものだ。ベーシックなコンセプトにも思えるが、建設ではさまざまな段階でさまざまなプラットフォームが使われているため、建築家からエンジニアや協力会社、所有者へとハンドオフされる際にデータ、特に建物の運用情報が失われることも多い。

ブロックチェーンは、膨大な数の多様なトランザクションの記録、有効化、保護を行う能力を持っている。これは建設における最も破壊的なテクノロジーのひとつであり、それに触れる全ての人に責任を負わせるものだ。また地理情報システム(GIS)は、建設計画プロセスの全般で計画立案者、設計者、エンジニアが常に考慮すべき、極めて重要な地理データを提供する。ブロックチェーンとGIS、コネクされた建設ワークフローによって、そのデータをより確実に保持することが可能だ。



Sustainability

## 歴史・背景

サステナブル(sustainable)という言葉は近年様々な分野で聞かれるようになってきたが、その定義は必ずしも明確ではなく、近年においても数多くの解釈が示されている。代表的な定義例として、例えば以下のようなものがある。

### 1987年のブルントラント委員会における定義

『後世の人々が彼ら自身のニーズを満足させる能力をいさかも減じることがないという前提にたつて、全ての 人々の基本的なニーズを満たし、かつ人々がよりよき生活を求める機会を増やすこと』

1991年のIUCN(International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources)における定義『基盤となるエコシステムが保有するキャパシティの中で生活するという前提条件の下で、人間の生活の質を改善させるための発展』そして、サステナビリティの最終目標は、人類を含む生物種が永続的に生存可能な地球環境を構築することであると言える。しかし、この地球環境はあまりにも大きすぎる対象であるため、サステナブルの目指す対象は「社会」、「都市・建築」、「生活」、「環境」等に分散して語られる事が多い。このサステナブル問題が捉えにくい一因はこれらの対象の境界と関連が複雑・多岐にわたるといえる点にある。

従って、サステナブルを捉える視点として“時間スケール”と“空間スケール”を尺度として採用し、人体スケール、室スケール、建物スケール、街区スケール、都市・地域スケール、広域スケール、地球スケール等、階層的に分類しそれぞれのスケールにおいて時間スケールを対応させてサステナビリティを捉えることにより、サステナビリティの枠組みを体系的に示す事がより容易になる。

### 「全体概念」からのアプローチ

サステナブルの概念が提示される以前から環境評価・管理の研究は幅広く行われてきた。サステナブルの概念はこの従来から整理されてきた広義の環境概念と融合させて検討することが有効と考えられる。広義の環境構成・体系図を下記に示す。このような大局的な環境の全体概念の検討も重要である。

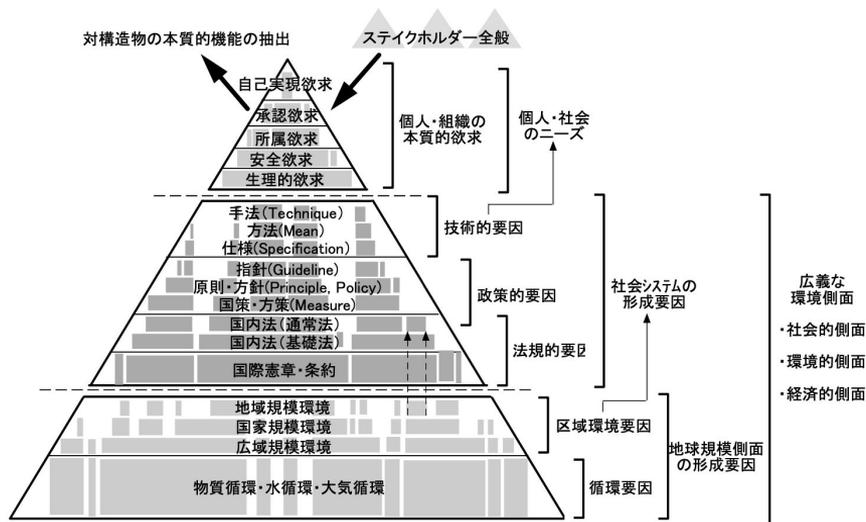


図-1 広義な環境構成・体系図<sup>1)</sup>

Composition and System of the Environment

## 空間デザインの次世代トレンドは「テクノロジー」と「自然」

消費のけん引役として注目されるミレニアル世代の価値観については商品開発などで意識されている企業も多いだろう。ミレニアル世代とは、2000年代に成人を迎える1980年-2000年初頭生まれの世代を指す。この世代の特徴的な価値観として「ノンヒエラルキー（階層構造的でない価値観のあり方）」「体験志向」「プライベートと仕事の共存」「会員制交流サイト(SNS)での情報収集」などがある。

この世代の価値観から着目すべき空間トレンドとして「生活空間へのテクノロジーの浸透」と「リラックス・自然への回帰」だ。最近さまざまなところでこの二つのトレンドに関する動きが見られる。前者の例では、家具や建物の中にテクノロジーが埋め込まれ、ハードウェアを意識せずともさまざまな情報取得や、コミュニケーションツールとして活用できるような空間へのテクノロジーの浸透がある。後者では、北欧のヒュッグという、時間の過ごし方や心の持ち方を大切にする価値観が世界的にブームになっており、リラックスするためのプロダクトが開発されていること、自然と一体の生活が求められてきたことなどが挙げられる。

東京都心のホテルやビルでも、高層階であるにもかかわらずテラスや中庭を設け、植栽を植え込み、自然とつながる空間を作るというデザインが増えてきた。屋外にある自然を取り込むデザインが見直されて増えてきたことは、ミレニアル世代の台頭と無縁ではない。この内と外とのつながりに着目したデザインは、従来縁側文化を持つ日本ではなじみのあるもので、実は日本人が最も得意とする手法なのだ。

ロンドンで開催のホテルデザイン国際コンペティションで私たちが発表した空間デザインも、外部空間を大胆に取り入れた縁側文化を感じさせるもので、海外のデザイナーや来場者から大きな注目と評価をいただいた。

新時代の価値観と日本の建築文化を融合したデザインが、新しいトレンドとして、海外の人の心もとらえたようだ。



表一 環境対策技術の全体像<sup>3)</sup>

The Outline of Technologies for Solving Environmental Problems

業務段階 環境対策	研究・開発	計画／設計	施工	運用／リニューアル	解体	
地球温暖化防止 (CO <sub>2</sub> 削減)	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下ダムによる砂漠化防止技術</li> <li>耐塩成緑化植物の開発</li> <li>砂漠緑化事業の研究</li> <li>風力発電の最適配慮</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水蓄熱による季節蓄熱空調システム</li> <li>コンクリート住宅熱環境システム</li> <li>省エネ診断技術</li> <li>建物緑化技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>活用による環境配慮設計</li> <li>省エネ評価ツールによる省エネ設計</li> <li>LCCO<sub>2</sub>の算定</li> <li>建物LCA評価技術</li> <li>屋上緑化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>省エネ工法の適用</li> <li>省燃費運転指導、アイドリングストップ</li> <li>発生土の相互利用</li> <li>熱帯材型枠代替工法の採用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>フロン使用機器の見直し</li> <li>コージェネレーションの利用</li> <li>最適熱源運転支援システムの導入</li> <li>水蓄熱+躯体蓄熱方式</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>フロン回収</li> </ul>
循環型社会形成	<ul style="list-style-type: none"> <li>建材一体型ソーラーシステム</li> <li>使用済み発泡スチロールのリサイクル</li> <li>製鋼副産物のリサイクル</li> <li>家畜ふん尿メタンガス発酵システム</li> <li>有機性廃棄物による土壌改良材</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生コンクリートの活用</li> <li>コンクリート構造物のLCC評価システム</li> <li>超高層100年住宅の変化対応ビルシステム</li> <li>最終処分場遮水技術、最終処分場再生技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「CFR工法」最強度設計</li> <li>雨水有効利用システム</li> <li>環境配慮型解体コンサルティング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ゼロエミッション施工</li> <li>環境データ管理システムの運用</li> <li>グリーン調達の実施</li> <li>分別収集リサイクル</li> <li>汚泥のリサイクル</li> <li>廃棄物発生抑制</li> <li>伐採材のリサイクル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>長寿命化補修</li> <li>免震/制震/レトロフィット</li> <li>格子型ブロック耐震壁</li> <li>超高層ビル免震</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>文化財の保存 (半解体修理・復元)</li> <li>ゼロエミッション解体</li> </ul>
環境共生	<ul style="list-style-type: none"> <li>カルプランニング</li> <li>ピオトープ</li> <li>ミチゲーション</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>発泡スチロール植生パネル工法</li> <li>底泥置換覆砂工法</li> <li>最終処分場クローズドシステム</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境共生計画</li> <li>既存緑地の保全・郷土種による景観林の創出</li> <li>自然エネルギー利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ランドスケープデザインと法面緑化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>エコロジカルキャンパスの運用</li> <li>低泥浄化工法 (湖沼河川等へのヘドロ・水質の浄化)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>樹木移植</li> </ul>
地域環境保全	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境共生団地研究</li> <li>TQB工法 (立体交差点超高速施工法)</li> <li>上向きシールド工法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境アセスメント</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域への協力</li> <li>地下排水管の敷設による水質保全</li> <li>建設公害対策 (低騒音・低振動建設機械の使用、排水の適正処理)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アンカーレスプレース構法</li> <li>重曹プラスチック工法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>粉塵対策</li> <li>騒音振動対策</li> <li>低騒音・低振動工法</li> <li>ローリング解体</li> </ul>	
化学物質等の低減	<ul style="list-style-type: none"> <li>シックハウス対応</li> <li>化学物質を低減した住宅材料の選定</li> <li>土壌・地下水浄化技術 (VOCs、重金属類、石油類等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ダイオキシンの抑制技術</li> <li>ダイオキシン対応焼却炉解体工法</li> <li>感染症医療廃棄物処理技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地歴調査</li> <li>使用化学物質調査</li> <li>労働安全衛生マネジメントシステム (OHSMS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MSDSに関する指導</li> <li>現場における焼却の禁止</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚染土壌/地下水浄化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アスベスト対策</li> <li>PCBの適正保管</li> </ul>

## リスクと対策の分類

環境は主体に対する対概念であるので、初めから体内環境や建築環境、地域(都市)環境、地球環境という言葉が存在したのではなく、リスクを認識し、対策を講じようとする際に、そのリスクを空間軸と時間軸で分類した結果生じた概念であるとも考えられる。

そうした事を前提に、まずリスクが存在する環境を空間軸・時間軸によって体内環境⇔建築環境⇔地域(都市)環境⇔地球環境と分類し、リスクをそれぞれの環境における環境問題と分類・定義する。下図にリスクと対策の分類(主体と環境)を示す。尚、環境問題はそれぞれ入れ子構造になっており、それぞれが独立して存在するのではなく、物質的に相互に影響を及ぼしあっている場合が多いといえる。例えばエネルギーを例にとると、建築環境問題として2次エネルギー供給が不足したり停止する問題は、室内の環境調整を阻害する事に成り、体内環境問題を起こす原因となりうる。又反対にそうした状況は、地域(都市)環境における災害時のエネルギー供給インフラの断絶や復旧の遅れによって起こる事もあるし、地球環境問題である化石燃料の枯渇や地球温暖化現象によっても起こると思われる。

同様に対策も体内環境における対策⇔建築環境における対策⇔地域(都市)環境における対策と分類・定義できる。(尚、体内環境における対策は医者に拠るところが大きく、建設業では主に建築環境と地域(都市)環境における対策を担っているものと考えられる。)対策はそれぞれ同じ環境にあるリスクに対応するだけではなく、複数の環境におけるリスクに対応している事も多い。例えば、建築環境における設備システムの高効率化は人工排熱の削減により地域(都市)環境問題であるヒートアイランド現象の緩和に寄与するとともに、地球環境問題である化石燃料の枯渇や地球温暖化現象の改善に寄与する事などである。

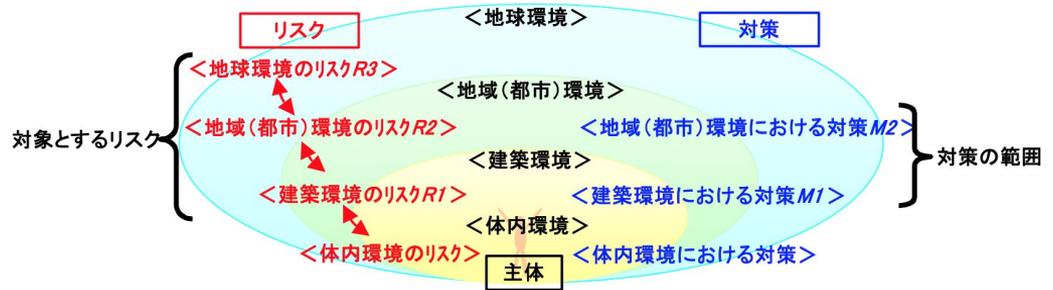


図-2 リスクと対策の分類 (主体と環境)

The Classification of the Risks and the Measures (Subject and Environment)

表-2 サステナブル建築・地域（都市）を構築する為の技術マップ

Technology Map for Creation of "Sustainable Architecture" and "Sustainable City"

	対象とするリスク		リスク対策の対応	建設工学における戦略			
	空間・時間軸での分類	リスクの発生主体による分類		リスクの発生主体(建設工学で対応する主な物)	対策の種類	対策の方針	対策項目
長期間・建物環境を良好に保つ事(健康)を阻害するリスク ↑ 建築環境におけるリスク(R1) ↑ 地域(都市)環境におけるリスク(R2) ↑ 地球環境におけるリスク(R3)	物質的なリスク	地震で倒壊する 災害時逃げ遅れる 窓が不快 (空気が悪い、曇り、うるさい、揺れる) 電気と熱の供給が止まる 等	重要 ↑ 重要 ↑ 重要	建築環境における対策	評価指標: 環境効率 = $Q1 / (1 - (LR1 + LR2 + LR3 + LR4))$	① 室内環境の ② 安全性 ③ 快適性 ④ 生産性 を向上させる	① 耐震構造、防災(災害の拡大防止、避難の確保)技術 ② 断熱性を高める技術 ③ 2次エネルギーの安定供給技術 ④ 室内環境問題(音、振動、空気質等)改善技術
	生物学的なリスク 人対人 人対他種生物	害虫による健康被害 (蚊に刺される等) アレルギーに入られる		建築環境対策 G1 1次エネルギー 資源対策 LR2 浄化技術対策 LR3 景観・生物環境対策 LR4	① 必要低炭素技術(2次エネルギー-需要) ② 設備エネルギー高効率化技術 (2次エネルギー-利用+2次エネルギー-製造過程) ③ 断熱エネルギー-使用技術		
	物質的なリスク	ヒートアイランド現象 災害時エネルギーの断絶 浄化能力の容量が足りない 都市水質汚濁 水質汚濁 等		資源対策 LR2 浄化技術対策 LR3 景観・生物環境対策 LR4	① エコパワでの資源投入量低減技術 ② エコパワでのオン・オフ使用量抑制 = エコパワ材使用の推進技術 ③ エコパワの延長(長寿命化)技術 ④ 断熱効果の制御 = エコパワにまわす技術		
長期間・建物環境を良好に保つ事(健康)を阻害するリスク ↑ 地域(都市)環境におけるリスク(R2) ↑ 地球環境におけるリスク(R3)	物質的なリスク	ヒートアイランド現象 災害時エネルギーの断絶 浄化能力の容量が足りない 都市水質汚濁 水質汚濁 等	重要 ↑ 重要 ↑ 重要	地域(都市)環境における対策	評価指標: 環境効率 = $(Q1 + Q2) / (1 - (LR1 + LR2 + LR3))$	① エコパワでの新築技術及び 防災(災害の拡大防止、避難の確保)技術 ② 断熱性を高める技術 (2次エネルギー-建築環境への安定供給技術 (災害時のエネルギーの分散防止、復旧速度向上)) ③ 騒音・振動、温熱環境、空気質、水質、土壌の改善	① エコパワでの資源投入量低減技術 ② エコパワでのオン・オフ使用量抑制 = エコパワ材使用の推進技術 ③ エコパワの延長(長寿命化)技術 ④ 断熱効果の制御 = エコパワにまわす技術
	生物学的なリスク 人対人 人対他種生物	街中で路上にある 街中の雑草をせられる 暑熱環境の悪化を招くことによる 健康被害の発生を懸念する 生態系の破壊 等		地域(都市)環境対策 G1 景観・生物環境対策 G2 1次エネルギー 資源対策 LR2 浄化技術対策 LR3	① エコパワでの新築技術(2次エネルギー-需要) ② 断熱エネルギー高効率化技術 (2次エネルギー-利用+2次エネルギー-製造過程) ③ 断熱エネルギー-使用技術		
	物質的なリスク	地球温暖化現象 化石燃料の枯渇 都市水質汚濁 水質汚濁 森林破壊 砂漠化減少 気候変動の地球移動 等		景観・生物環境対策 G2 1次エネルギー 資源対策 LR2 浄化技術対策 LR3	① エコパワでの資源投入量低減技術 ② エコパワでのオン・オフ使用量抑制 = エコパワ材使用の推進技術 ③ エコパワの延長(長寿命化)技術 ④ 断熱効果の制御 = エコパワにまわす技術		
長期間・建物環境を良好に保つ事(健康)を阻害するリスク ↑ 地域(都市)環境におけるリスク(R2) ↑ 地球環境におけるリスク(R3)	生物学的なリスク 人対人 人対他種生物	-	重要 ↑ 重要 ↑ 重要	浄化技術対策 LR3	それでも地球・地球へ排出して、 まった汚染物質を重要浄化する技術 及び環境の浄化能力を補う技術	① 汚染物質発生源により近いところで浄化する技術 ② 環境の浄化能力を補う技術	

それぞれの対策の評価にはCASBEEに準じて環境効率の考え方をを用いる。建築環境における対策の評価は建築環境問題の改善度に対する地域(都市)・地球環境への負荷の大きさとなり、地域(都市)環境における対策の評価は地域(都市)環境問題の改善度に対する地球環境への負荷の大きさとなる。

対策の優先順位はより大きいリスクに対応している 対策となる。研究開発の優先順位は対策の優先順位は高いが開発が進んでいない項目であるといえる。

その為にも、現在顕在化しているリスクと将来その発生が予測し得るリスクに対するリスクアセスメントを行い、リスクの大きさを評価する必要がある。

又、改めてどの対策がどのリスクに対応するのか、明確に認識する必要がある。特にシーズ型の開発は特にその必要があると思われる。

従前は建築環境における対策が建築環境工学、構造学として発達してきたが、今後は地域(都市)環境における対策となる技術開発を行い、建築環境における対策と地域(都市)環境における対策の両方をより効率的に行う事が必要であると思われる。

# サステナビリティ時代の新たなラグジュアリー

イタリアから広まる森の高級マンション。新しいラグジュアリーの形



東京ドーム一個分の「森」で覆われたマンション

消費をやめ、物を持たないことを美徳とするミニマリストまでの変容はしなくても、サステナビリティ社会にふさわしい高級志向の姿を創造する動き。これはミラノにおいて突然勃発したものではありません。世界の流行の発信地の1つで、イタリアやヨーロッパの富裕層が住むこの都市では5年前に風変わりなマンションが建造されました。しかし、その建物が新しい時代の高級な住環境としてウケている。

ミラノは近年、公害に悩まされていました。雨が降らない日が続くと光化学スモッグが発生し、そのためにクルマの通行も制限。近年は電気自動車やハイブリッド車など、二酸化炭素の発生が抑えられるクルマでないと市の中心部に入れないことになりました。こうした街の環境の変化に伴い、緑に覆われた静寂な環境に住むことを好む人々が現れました。垂直の森は、市内にいながらこうした住環境を揃えたいという、新たなニーズを掘り起こしたといえます。なお外壁に植えられた植物の管理・保全のために管理人を配置しているそうですが、管理費は普通の建物の家賃並みだとか。サステナビリティ時代の新たなラグジュアリーと言えそうです。



持続可能な社会に向けて、新たな価値観が求められるサステナビリティ時代。その中で、バロック様式の荘厳な中心街に住むことをステータスとしていた富裕層のなかにも、緑のある住環境を得るためにお金をかけるという新たな動きが出ています。高層マンションの外壁を木で覆い、空中庭園しながらに整えた垂直の森は、都市の再緑地化というコンセプトを体現したような建物。日本でも屋上や壁面の緑化を施した豊島区新庁舎「豊島の森」が出現しましたが、これからの時代の都市の景観として波及していくかもしれません。

## オーストラリア:持続可能な建物を星で評価する



地域によって気候や地形が大きく異なるオーストラリアでは、国としての統一した方針を定めることが困難でありながらも、そのための調整が続けられています。

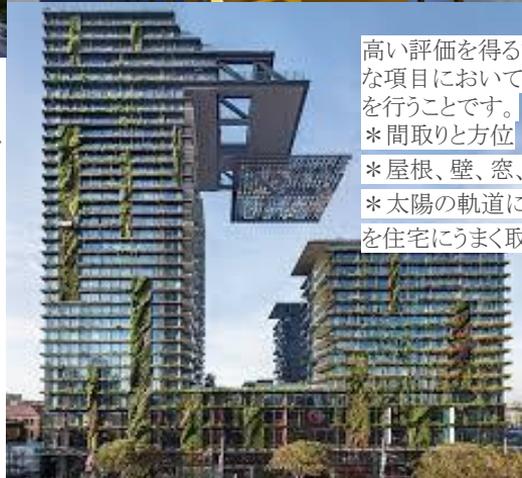
「国の定める法律、州ごとの法律や自治体の政策があります。それに加えて、オーストラリア・グリーンビルディング協議会による格付け制度グリーンスターのような業界基準が、持続可能性の観点で優れた建物を効果的に奨励しています」と、オーストラリア建築家協会会長のヘレン・ロックヘッド氏はいいます。しかし現在オーストラリアでは、新しい住宅の建築や大規模なリノベーションをおこなう際には、国の建築法に基づいて州や準州政府が定める最低限のエネルギー効率要件のみを満たせばよいことになっています。

高い評価を得るためのポイントは、次のような項目において地域の気候に合った設計を行うことです。

\* 間取りと方位

\* 屋根、壁、窓、床の構造、工法、材料

\* 太陽の軌道に合わせた遮光や、局地風を住宅にうまく取り入れる方法



# 世界各国のサステナブルな住宅と取り組み

## イタリア: 経済的インセンティブを用いた地域的アプローチ



イタリアでは、込み入った地形、複雑な官僚制度や歴史的建造物が、持続可能な建築様式の開発事業をとりわけ困難にしています。

「どこを見ても伝統だらけのイタリアのような国では、建築家は地方の条例や法律に加え、ゲニウス・ロキ(土地の特性)を保全・活用することを常に頭に置いておかなければなりません」と、Matteo Thun & Partnersの創設者、マッテオ・トゥーン氏は説明します。

「イタリアでは、住宅を持続可能なかたちでリノベーションしたい人たちに対し、便利な経済的インセンティブを用意しています。しかし、それをうまく活用できる専門家ばかりではありません」と話すのは、ミラノを含むイタリア北西部のロンバルディア州にあるCasa Clima Network代表のアレッサンドロ・ジュリアーニ氏です。

「イタリアはもちろんヨーロッパでも、ひとつの地域や国だけでなく、世界的な視点で考える必要があります。すべての構成要素が力を合わせなくてはなりませんし、互いに助け合うことも可能なのです」

## イギリス: 二酸化炭素排出量を削減するための取り組み



イギリスでは、特に住宅ストックの老朽化や状態などの点でイタリアと同じような課題を抱えています。寒く湿気が多い気候と長く化石燃料に依存してきた背景が、状況をさらに困難なものにしています。

とはいえ、もちろん進歩はしています。「2019年6月、イギリス政府は2050年までに温室効果ガスの排出量を100%削減し、実質ゼロにするという目標を掲げました。この発表後、RIBAは気候の緊急事態を宣言し、10月にはRIBA2030気候チャレンジを始動しました」

「2030年までに、新築および改装した建物から排出される二酸化炭素をその後ずっと実質ゼロ(か、それ以上)にするため、建築家を支援することが目的です。この宣言では、運用エネルギー、炭素含有量、飲料水の使用を削減する取り組みに対して一連の目標を定めています。」

## アメリカ:カーボンニュートラルな未来に向けた建築家の役割

アメリカ建築家協会(AIA)によると、アメリカ国内で消費されるエネルギーの40%は建築物が占めているそうです。そのためAIAでは、二酸化炭素排出量の大幅な削減における重要な役割を建築家が担うと考えています。

AIAは、2030年までにすべての新規建築物、開発、大規模なリノベーションを二酸化炭素排出量ゼロ(カーボンニュートラル)にするという目標を掲げる、2030チャレンジを支援しています。

AIAはアメリカの建築家に対し、カーボンニュートラル達成に向けた進捗を追跡し報告する手段を提供しています。AIAの2030コミットメントプログラムに参加している事務所は、毎年それぞれが手掛けた物件のエネルギー性能について報告を行います。

AIAによると、2018年には、2030コミットメントに参加する建築事務所が二酸化炭素排出量を1,770万トン削減した。



Houzz Japan <https://www.houzz.jp/ideabooks/138440468/list>

## デンマーク:進むべき道はリサイクル建材にあり?

デンマークでは、グリーンビルディング協議会が、環境的、経済的、社会文化的問題を考慮したドイツサステナブル建築協会(DGNB)の国際認証制度に基づいて、建設プロジェクトに関する研修や持続性評価などを実施しています。

「この分野では、さらなる知識と教育の必要性に対する関心が高まっています。建設業界では対応の準備が整っており、自治体や年金機構などの大手デベロッパーは持続可能な建設とリノベーションに投資しています」と話すのは、DGNBのディレクター、メデ・クヴィスト氏。国連のグローバル目標は多くの人々に対する警鐘にはなったものの規制が追いついていない、というのが彼女の意見です。

デンマークでは廃棄物全体の30%が建設現場から排出されています。したがって、取り壊した建物の建材を安価で処分して新しい建材を使用する代わりに、建材をリサイクルするほうが理にかなっているのです。



## ロシア: 耐久性という伝統

「個人住宅の暖房費用を削減するために、さまざまな省エネ技術を活用する可能性は残っています。寒い冬と、個人住宅のヒートロス削減がロシアの大きな課題です」

ロシアの消費者は常に耐久性のある構造を求めてきた。「ロシアではリフォーム後、内装は少なくとも20～30年は使えることが求められます。なので、最も耐久性の高い素材と高品質の家具を購入するのが普通となっています」

## スウェーデン: 木造建築のモダンな解釈

スウェーデンにも、建築だけでなく建築以外の社会全体において、環境に配慮する長い伝統があります。豊かな森林は、建物の基礎として昔から利用されてきた天然資源の木材を提供する場所でもあります。そして今、この資源に注目する現代の建築家が増えているのです。

「これからは建築工程、設計、輸送、材料における持続可能性の問題に目を向ける時なのだと思います」建材として利用できる膨大な量の木材があるにもかかわらず、スウェーデンの建築家の間では何十年にもわたりコンクリートが好まれてきました。それが耐火性能の技術的向上のおかげで、サステナブルで住み心地のよい建材として、木材の利用が増加しています。

## インド: サステナブルな習慣は生活の一部

現在インドには、グリーンビルディングに関する明確かつ包括的な法律はありません。あるのは国が定める建築基準法(NBC)、州の条例、省エネルギー建築基準法(ECBC)、LEED認証などといった法的拘束力のない奨励やガイドラインのみです。

「電化製品の省エネ効率を高めるためのBEE(エネルギー効率局)プログラムの実施、公共施設や個人住宅での低エネルギー設計の照明器具の使用推進、代替エネルギーの使用、ECBCの順守などの中央政府による取り組みが、自治体や開発機関の協力のもとインド全土でおこなわれています」

しかし、インドにはサステナビリティの伝統があります。「インド村々では、持続可能な慣行が、建物や生活様式の不可欠な一部となっています」



# 世界各国のサステナブルな住宅と取り組み

## フランス:エネルギー効率に注目

現在フランスではRT2012という熱規制が施行されています。この規制の目的は、新たな建築物による環境への影響を低減することで、特にエネルギー消費に焦点を当てています。そしてまもなく、より詳細な新しい規制、RE2020が施行されます。これにより、パッシブ建築物やポジティブエネルギー型の建築物が主流となり、二酸化炭素排出量の削減が期待されます。

## スペイン:変わりゆく環境を見据えて

スペインにとって差し迫った問題のひとつは、地方が直面する人口の減少と高齢化です。「現在、スペインでは近い将来に真の生態学的遷移が起こる兆候が見られています」注目すべきは、生態学的遷移および人口問題を取り扱う省庁 (Ministry for Ecological Transition and Demographic Challenges) が新設されたこと。

## シンガポール:持続可能性を構築して、歴史を大切にす

シンガポール政府は2005年から、建築建設庁 (BCA) を通じてサステナビリティの最前線に立っています。建築許可やBCAグリーンマークによりすべての新築や改築を監督しています。

BCAグリーンマークとは、建物の環境影響および環境性能を評価するグリーンビルディングの格付け制度です。集合住宅に住んでいる大部分の国民についても、Studio Wills + Architectsの建築家ウィリアム・ウン氏は、保存できるものは何でも利用するようにすれば、サステナビリティは達成可能だと考えています。

都市再開発庁 (URA) は古くて歴史的意味のある建造物の保存と適応型再利用を監督しています。歴史ある郵便局をラグジュアリーなホテルに生まれ変わらせた事例でもわかるとおり、シンガポールではすでにある建築環境を最大限に活かす手法が多くとられています。

## ドイツ:目標は2050年までに気候中立

ドイツは環境保護と持続可能な暮らしのパイオニアと称されることの多い国です。実際、1991年に世界で初めてパッシブハウスが建てられたのもドイツでした。とはいえ、連邦環境庁によると、現実にはドイツでは最終エネルギー消費の約35%、二酸化炭素排出量の約30%を建築物が占めています。

ドイツが2050年までに気候中立 (温室効果ガスの正味排出量がゼロとなっている状態) を達成することを誓ったのも、このことが理由です。この目標達成のために、政府は2019年に気候保護計画を立ち上げました。新たな対策として、個人住宅のオイルヒーティングを2026年から禁止することにしています。太陽光、風力、水力などの再生可能エネルギーによる発電を拡大し、化石燃料への依存から脱出することも計画しています。

また、暖房システムを最新式のものに変え、エネルギー効率を高めるために住宅をリノベーションするユーザーは政府から補助金や助成金を受けられます。

COVID-19





これより先はクライアント限定公開です。閲覧希望の方は

コンタクト <https://www.hataseholdings.jp/contact/>

または

クライアントサポート [support@hataseholdings.jp](mailto:support@hataseholdings.jp)

までお問い合わせください。

# Our Proposal

A person in a white shirt and tie is sitting at a desk, writing on a document with a red pen. The desk has a laptop, a tablet, and several pens. The text "Our Proposal" is overlaid on the image.



これより先はクライアント限定公開です。閲覧希望の方は

CONTACT <https://www.hataseholdings.jp/contact/>

または

クライアントサポート [support@hataseholdings.jp](mailto:support@hataseholdings.jp)

までお問い合わせください。