

コンピュータ活用研究部会

「サステナビリティ」における コンピュータ活用(DX)

天神 良久 (部会長)
東洋大学客員教授
認定ファシリティマネジャー



秋山 克己
(副部会長)

日本メックス株式会社
認定ファシリティマネジャー



久野 誠
(部会員)

日比谷総合設備株式会社
認定ファシリティマネジャー



田邊 邦夫
(部会員)

株式会社東急コミュニティー
認定ファシリティマネジャー



1. はじめに

「サステナビリティ」におけるコンピュータ活用は重要なアイテムであり、DXは中心的な課題である。「環境負荷の最小化」における二酸化炭素排出量削減には、建物長寿命化による更新に伴う負荷の削減、センサー利用による使用エネルギー縮減が挙げられる。また、「ウェルビーイングの最大化」をテーマにしたスマートビルでは「ICT技術がビルをつくる」とも言われたが、コンピュータ活用研究部会では、部会員4名により、現在のFM領域でのコンピュータ活用の事例をテーマに解説を行う。

2. 二酸化炭素削減と建物長寿命化 (天神良久)

日本社会において、公共建物を中心に建物の長寿命化(例えば、鉄筋コンクリート造建物であれば竣工後80年~100年間、適時に修繕しながら建物を使用することを言う)の推進が始まっている。この流れは一部民間の建物でも事例が現れ始め、2022年3月にリファイニング建築された賃貸住宅(鉄骨鉄筋コンクリート造:既存建物1971年竣工)事例では「二酸化炭素削減効果」に関する「新築建て替え」対「既存建物の長寿命化」に関する興味深い調査研究が発表されている。

SDGsでは、二酸化炭素削減と建物長寿命化に大きな係わりが有ることが分りつつある。本章では、建物長寿命化(耐震補強、大規模の模様替え工事の実施)での二酸化炭素削減事例、公共建物での建物長寿命化実施事例、長寿命化を実現するコンピュータ活用技術を解説する。

(1) 建物長寿命化での二酸化炭素削減事例

書籍「Ud42・建築都市デザイン11(発行日:2022年3月25日、発行:株式会社コーポレートデザイン研究所)」内に掲載されている「テクニカルノート⑤ CO₂排出量の削減への挑戦」を参照し概要を解説する。

建物は、青木茂建築工房がリファイニング設計した東

京都新宿区に1971年に建設された共同住宅である。模様替え設計は、耐震補強、設備更新、内外装を一新する大規模なデザイン変更と、検査済証を再取得する計画である。建物概要→「賃貸住宅(32戸)・店舗1戸、構造:高層棟SRC造・低層棟RC造、延床面積/建築面積:2,612㎡/405㎡」。CO₂排出量削減の共同研究は、青木茂建築工房、三井不動産株式会社、東京大学大学院新領域創成科学研究科清家剛教授により実施された。既存建物の躯体を再利用するため、「鉄、セメントなど建築資材の製造時に発生するCO₂」が新築時に調達する場合からは削減される。研究結果から72%削減という大きな削減効果が検証された。(図表1)

建築資材の製造に伴うCO ₂ の排出量		
建替え	躯体: 1,761t	内外装設備: 614t 合計: 2,375t
リファイニング建築	躯体: 40t	内外装設備: 614t 合計: 654t
躯体の再利用により[-1,721t]全体で72%削減		

図表1 二酸化炭素削減効果検証

(2) 公共建物での建物長寿命化事例

筆者(天神良久)の書籍『よくわかる!公共建物の長寿命化~先進事例から学ぶ~ vol.1、2、3』(株式会社クレヴィス)を参照・引用し長寿命化実施事例を解説する。

・弘前市庁舎



写真1 弘前市庁舎前川本館

弘前市庁舎本館は、RC造4階建て1958年竣工。改修設計者：前川建築事務所。2015年9月より居ながら改修工事が始まり、2017年10月共用開始。弘前市庁舎前川本館は国の登録有形文化財に登録された。

・吉本興業東京本部（旧新宿区立四谷第五小学校）



写真2 吉本興業東京本部（旧四谷第五小学校）

旧新宿区立四谷第五小学校は、RC造地下1階地上3階建て1934年竣工。地域住民会により旧小学校施設の地域活性化への活用が要望され、新宿区は吉本興業株式会社との定期借家契約を締結、長寿命化改修工事は耐震補強と内装の大規模改修が行われたが、外観は当時のままのインターナショナルスタイルのデザインを維持している。工事費は吉本興業が負担。2008年4月改修オープン。

・京都国際マンガミュージアム（旧龍池小学校）



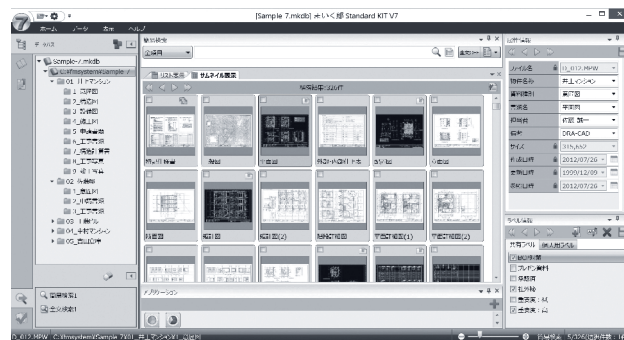
写真3 京都国際マンガミュージアム（旧龍池小学校）

旧京都市立龍池小学校は、RC造地下1階地上3階建て1928年竣工。京都市、京都精華大学、龍池地域との「三者協議会」が設立。京都精華大学運営による「京都国際マンガミュージアム」が2006年11月改修オープン。大規模改修工事費は京都精華大学が負担。

(3) 建物情報管理システム活用の広まり

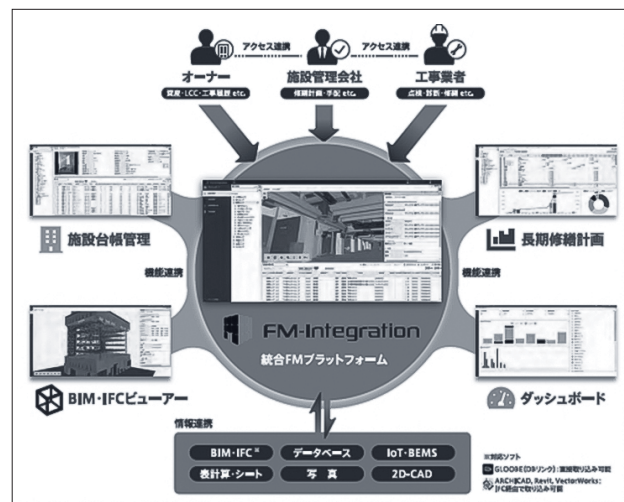
建物長寿命化の実現には、既存建物の情報（図面、書類）管理が特に重要になる。竣工図書、建築確認申請図書、確認済証、構造計算書等々、また、運用後の模様替え工事に伴う変更図面等も重要になる。製本、青図等で当初

は保全されているが、年月が経つと情報の管理が煩雑になる。そこで、図面管理システム（図表2）の導入を推進している建物オーナーも多く現れている。



図表2 図面管理システム

また、FM領域では統合された建物情報管理システム導入の動きも加速している。施設の所有者、設計者、施工者、維持管理担当等さまざまな関係者が建物の情報のデジタル化を進め、よりスピーディに、より簡単に施設情報をクラウド環境上で管理する仕組みが求められている。図表3の解説図は、施設台帳管理、図面（2次元、3次元含め）管理、長期修繕計画、各種エネルギー使用状況管理等を関係者で共有できるICTシステムのイメージ図である。



図表3 建物情報管理システムのイメージ

3. SDGsとロボット化(床清掃・警備)の最新動向 (秋山克己)

2030年までに達成する世界共通の目標としてSDGsの17のゴールが決められているが、その中でロボット化に関する目標が多く存在する。

ここではロボット化の中でも床清掃と警備についての最新動向を紹介する。まず床清掃として除塵型業務用床面清

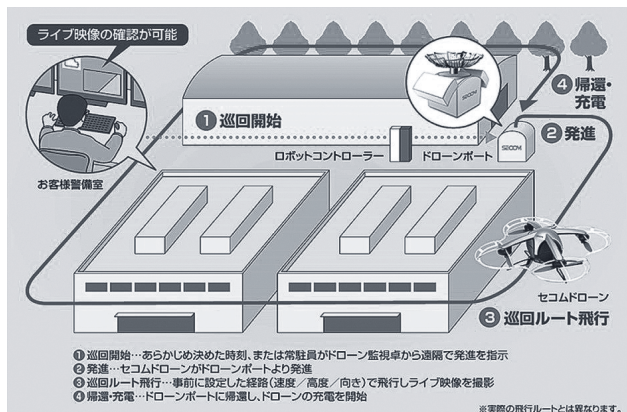
掃ロボットを取り上げる。この領域では現状、ロボット自身で作成する対象床面清掃マップ等に基づいて清掃するというのが主流だが、2022年6月23日の建設通信新聞によれば広島工業大学建築保全業務ロボット研究センターではBIMと連携したセンサーを建物に整備し、建物内で動く搬送や清掃ロボットに位置情報を共有するシステム「Building Positioning System(BPS)」を開発した。このシステムの実現により、BIMの情報に基づいてロボットを制御するほか、ロボットから得られるさまざまな情報（人の動きや温湿度、床の汚れ度合いなど）を位置情報とともにストックすることが可能となった。BIMの空間情報や属性情報に基づいて行われるロボットによるメンテナンス行為からさまざまな情報を収集することで、メンテナンス行為のデジタル化「デジタルメンテナンス」が可能となると発表している。

続いて警備についてはドローンを使った巡回警備を紹介する。セコム株式会社では2018年3月1日から自社開発した民間防犯用の自律型飛行監視ロボット「セコムドローン」を活用した「巡回監視サービス」を山口県美祢市にあるPFI刑務所でサービス展開している。同社ではドローンを巡回警備の用途で使用し、かつ発進から飛行、帰還・充電までを完全自律で行うサービスは日本初の実運用であり、当サービスは主に、郊外型店舗や工場、スーパーなど比較的規模の大きな施設向けに提供するとしている。

その仕組みは、決めた時刻やお客様の警備室などに設置したドローン監視卓からの遠隔操作により「ドローン」が発進すると事前に設定した経路（お客様の敷地を現地調査した情報を基に作成した3Dの飛行可能エリアマップ及び速度/高度/向き）で敷地内を自律飛行し、警備室の監視卓でドローンが撮影した映像により、リアルタイムで安全確認を実施。ドローンによる「巡回監視サービスの利用イメージ」を図表4に示す。

これにより、屋上等の危険な個所の監視が容易になることや、さらに上空から監視することで、地上の固定監視カメラのみの場合と比べて死角が少なくなる。また、撮影した映像は保存可能であり、過去の映像の確認や、記録・証拠として残せることや「常駐者の巡回」と「ドローンでの巡回」を組み合わせることで巡回時間の短縮ができることなど、より高度なセキュリティを実現できるとしている。

今後、ロボット化の進展は急速な不可逆的展開が想定されるが、それによってもたらされる技術革新はもとより作業危険の排除や労働環境の改善など期待される効果は大きい。その中でロボット化し任せる領域と人が労働することに意義ある領域を探求することも極めて重要である。



図表4 巡回サービスの利用イメージ（出典：セコム株式会社）

4. SDGsへの貢献に向けたBEMSの活用（久野 誠）

中規模以上のオフィスビルや商業施設において、その活動上必要なエネルギーを無駄なく効率的に使用するため、空調設備、照明設備、給排水衛生設備などの運転状況を計測、制御し、消費状況や運転効率の見える化によりさらなる削減を図るために、BEMS（ビル・エネルギー・マネジメント・システム）が多くの建物に導入されている。

大規模ビルにおいては、ビル管理の専門技能を持った運転管理員が、設備の日常管理や、監視画面、日報、トレンドグラフなどから得られるさまざまな情報から、適切な運転の実現と、日々の最適性向上が図られている一方、中小規模の施設では、そうした熟練の運転管理者を十分に配置することが難しいことと、また設備の運転状態を詳しく知ることのできるセンサーなども経済的な理由から省略化されることが多い。そのため、管理者が、比較的簡易なエネルギー管理画面を通じて、前年との比較などで消費の傾向変化や、異常を見つけやすいようなシステムが装備されることとなる。

しかしながら、わが国の民生業務用建物に占める10,000㎡超の大規模ビルは建物数でわずか2.5%^{*1}に過ぎず、ほとんどの建物において、大型ビルのようなBEMSを活用することができていない現状である。

こうした課題の解決につながる取り組みとして、近年のIoT進展により、遠隔地の建物の設備運転データをクラウドで収集・処理し、複数建物を効率的に管理・運用する取り組みが増加しつつある。IoTという言葉が登場する以前より、複数棟管理、建物群管理といった名称のシステムが存在していたが、これらは中小ビルを管理するというよりも大型ビルの複数棟管理といった事例や、各地に点在する工場施設に多く適用されてきた。

こうした時代変遷を経て、現代のクラウド BEMS は、大規模ビルにも、中小ビルにも対応すべくその性質を変化させてきている。通信の信頼性は向上し、かかる装置、回線費用は低下、計測・計量に必要なセンシングは、計装グレードの高価なものだけでなく、いわゆる IoT センサー、IoT クラウドプラットフォームにより、低コスト化が進んでいる。信頼性に影響する制御には使いにくいとしても、執務者の居住域を把握するためのセンサーや、在室者数、入場者数をカウントするセンサーなどの従来、把握が難しかったアイテムが次々と開発されている。

コスト低下だけでなく、データ活用においてもクラウドの計算能力を活かした高度な統計処理や AI 処理などにより、従来と異なる価値創造が進んでいるといえる。また複数の広域の建物データが集まることによるビッグデータとしての価値も期待される。大規模な太陽光発電所における雲の移動に伴う発電量の推移予測などの事例をヒントにすると、広域エリアにおける多数のビルが自動デマンドレスポンスに参加することによって、電力の安定利用、自然エネルギーの活用強化なども期待される。

SDGs の目標である「11.住み続けられるまちづくりを」「12.つくる責任 つかう責任」を果たすために、大規模ビルのみならず、中小ビルにおいてこそクラウド BEMS によりその運営管理を効率化していくことが大きな意味を持つと考える。

* 1 建物の延べ床面積別建物件数割合（住宅を含まない）・平成 25 年法人土地・建物基本調査・国土交通省

5. 不動産業界におけるSDGsとIoT (田邊 邦夫)

(1) 世界共通の社会課題

SDGs（持続可能な開発目標）は、世界に貧困、不平等、環境問題等が山積するなか、今よりより良い世界を目指すために 2015 年国連総会で採択された提言である。

一方、近年は社会変革につながるような世界的事象が数多く発生し、経済活動もその影響を受けてきた。1995 年、マイクロソフト社 Windows95 の展開は、インターネット社会を大きく変貌させ、それは 2011 年以降に誕生した機器とインターネットをつなぐ IoT（モノをインターネットでつなぐ概念）へと発展した。

また、2008 年のリーマンショック、2019 年のコロナウィルス感染症拡大は、人類の働き方そのものに影響し、ニューノーマルの活動を推進してさまざまな社会課題を浮き彫りにした。

環境問題でも地球温暖化が年々進行し、近年では気候変動の影響と思われる異常気象が世界各地で多様な被害をもたらしている。TCFD（気候関連財務情報開示タスクフォース）の提言は、ガバナンス、戦略、リスク管理、指標と目的の 4 項目の情報開示を推奨し、各国における環境保護活動に大きな力を与えている。詰まるところ、2000 年以降の世界は、経済、環境そして平和という共通の社会課題を抱えていたのである。

(2) 不動産業界と SDGs

不動産業界は、他の業界と同様に多くの社会課題と向き合う中、不動産証券化（流動化）という課題も抱えていた。建築物を所有する者もしくは組織にとっては、維持保全や建築物のバリューアップを行うには、所有不動産に資産としての流動性、換金性を持たせる必要があった。

1931 年の「抵当証券法」施行から半世紀以上を経た 2000 年に「特定目的会社による特定資産の流動化に関する法律（SPC 法）」「証券投資信託法」が施行され、不動産業界の証券化（流動化）の基盤が整備された。

このように、建築物に資産価値を求める流れが不動産業界には存在したが、企業の SDGs 取り組みの理由を鑑みても、企業イメージの向上、新規事業創出への期待、働く者のモチベーションアップなどが挙げられており、これらは不動産業界の持つ資産価値向上の考え方と合致した。

また、SDGs には、身近なものから取り組むという考え方があるが、不動産が日常的に関係する項目として「業務上の協業」「エネルギー消費」「廃棄物排出」などがあった。これらのテーマを SDGs の取り組み課題とすることは、不動産業界での資産価値向上の観点からも当然の帰結であった。

(3) 不動産業界と IoT

不動産の資産価値については、建築意匠、設備機器、立地というコンストラクション的要素以外に、近年では、内装、ワークプレイス、照明、什器等での差別化を図る動きが顕著である。

加えて、IoT の進化により、エネルギーの見える化、トイレの空き待ち表示等、建物利用者に向けた情報提供サービスや RFID（無線通信による個体識別技術）を利用したカードセキュリティ、ごみ収容量をセンサーにより自動的にチェックするなどの新たなサービスも生み出している。

また、IoT 技術は、すでに設備制御や IT 機器として既存建物設備の多くに備えられていたが、それらの技術を活用することがその不動産のコアコンピタンスを活かし、SDGs の取り組みを推進することになる。

(4) SDGs と IoT の関係事例

小職は総合不動産管理会社である東急コミュニティーに属しているが、東急不動産ホールディングスの一員としてデベロッパーの存在も身近にある。

東急不動産株式会社（現 東急不動産ホールディングス）では、1998年に「環境理念」（2011年、環境ビジョンに改訂）を策定したが、環境マテリアリティとして、SDGs 取り組みテーマを「7. エネルギーをみんなにそしてクリーンに」「11. 住み続けられるまちづくりを」「17. パートナリシップで目標を達成しよう」の3項目としている。

エネルギー事業については、2014年より再生可能エネルギー事業（ReENEブランド）を立ち上げており、2019年にはRE100（再エネの活用を促す国際的イニシアティブ）に不動産業で初めて参画した。

特に、再生可能エネルギー事業は事業規模としては81事業所、定格発電容量1,311MW（2022年3月実績）に拡大した。2050年のカーボンニュートラル実現に向け、広域渋谷圏での再生可能エネルギー利用構想にも着手している。この取り組みは、所有不動産と関連するパートナーシップ、そしてIoTでつながる建築設備を活用した点で、SDGsの目的・ゴールに沿ったものと言える。



図表5 TFHD 再生可能エネルギー事業ポートフォリオ (出典: TFHD 環境経営レポート 2022)

グループ企業である東急コミュニティーでも「TFHD 環境理念（環境ビジョン）」が意識されていて、省エネルギーや廃棄物減量について建物管理者として取り組んでいる。

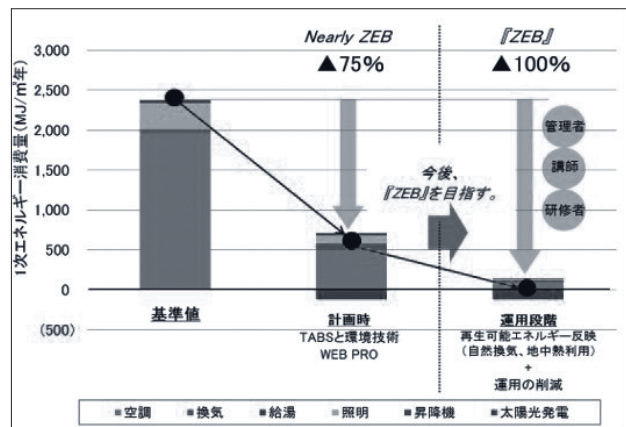
2019年には東急コミュニティー技術研修センター NOTIA（写真4）を竣工、事務所建築物としては東京都初めてのBELS 認証 / Nearly ZEB（一次エネルギー75%以上を削減した建築物）を取得するなど、エネ

ルギー、廃棄物を通してSDGsの推進に貢献している。



写真4 東急コミュニティー技術研修センター NOTIA

SDGsは、世界的な規模かつ困難な問題の解決を目指しより良い世界を作ろうとする取り組みである。不動産業界においても、コアコンピタンスである建築物に存在するIoTやその知見を活用し、企業ごとに設定したゴールを目指すことが肝要である。



図表6 ZEB 実現プロセス

6. おわりに

アムステルダム郊外に2015年に建設された賃貸オフィスビル The Edge では、現在でもサステナビリティとウェルネスという視点から多くの見学者の訪問を受けている。ビル内には多くのセンサーが配置され、光環境・温熱環境がコントロールされ、そのウェルネスな環境はワーカーの思考能力をアップさせた。また、これらセンサーとICTの利用により、使用エネルギーの最小化も実現したスマートビルが継続供給されている。今回FMにおけるコンピュータ活用の事例をテーマに解説を行って、サステナビリティとコンピュータ活用 (DX) は不可欠ではなく、むしろ中心的な課題であることを実感した。今後もSDGsとFMとコンピュータ活用の新たな展開が始まると期待している。◀