

技術研究所 75 周年 ～創設からの歴史を振り返る～

技術研究所 75 年史準備委員会

1. はじめに

清水建設の研究開発組織は、1944年9月に設計部研究課として創設された。それ以降、1949年に研究部、1960年に研究所、1984年に技術研究所と改称され、2019年9月に75周年を迎えた。

1994年10月には技術研究所の50年間の活動がまとめられ、『技術研究所の年輪—50年のあゆみ—』¹⁾として刊行されている。今回75周年を迎えるにあたって、記録と記憶を元にその後の25年間の活動をまとめておくこととなり、75年史準備委員会が立ち上がった。くしくも2019年は元号が平成から令和に変わった年であり、対象となる期間は平成の30年間とほぼ重なっている。この間、政治経済ではベルリンの壁崩壊、同時多発テロ、バブル経済の終焉、リーマンショックなどが耳目を集めたが、技術面でも大きな変化がもたらされた。変化の時代に対応してきた研究員にも協力を得て、議論を重ねた結果、社内資料として活動記録をまとめることができた。

最終的に『技術研究所 75 年史』としての刊行を見送ったため、その資料を配布することができない。その代わりに、まとめる過程において準備委員会などで議論された興味深い内容を中心に、清水建設の研究開発の歴史および技術研究所の果たした役割を報告する。これまで取り組んできた研究開発活動のすべてを報告することはできないが、建設業の研究開発に少しでも関心をもっていただければ幸いである。

2. 創設からの 50 年をいま一度顧みる

わが国の建設会社は、工事そのものを請負うだけでなく、施主の要望と信頼に応じて専門的な知識と経験をもった技術者が建設全般に関わる体制を確立することで、請負業から総合建設業として発展してきたと思われる。それとともに、戦後の拡大する建設領域に対応すべく、品質の向上、新技術の開発・適用、規基準策定などを目的に、欧米の建設会社にはほとんど見られないような研究開発組織を社内保有するに至ったととらえられる。

ただ、そこに求められる役割や組織は、社会や建設業を取り巻く状況に応じて常に変化してきた。ここでは、技術研究所の創設からの50年を、『技術研究所の年輪—50年のあゆみ—』に沿って回顧する。

2.1 創設から研究部の時代(1944年～1959年)

当社は明治期から新たな技術の導入や開発に積極的であったが、現在につながる研究開発組織は、第二次世界大戦中に誕生している。1943年、社内に発足した技術委員会において時局の技術的課題が検討されるようになり、1944年、それを受けて研究課が設計部の一部署として組織された。そこでは、一般的な建造物の実現が困難な中で、建設活動を継続していくための戦時基準作成や代用資材研究などが行われた。

戦後間もない1946年に研究室、1949年には研究部に改称されたが、この頃までは実質的な研究を担う研究員はわずか2～4名(1949年度従業員数2,299名)であった。戦後、沖縄の基地建設を通して米国との技術格差が認識され、まず機械化をはじめとする技術情報を移入して社内に展開する役割を果たす。1952年、旧本社の地下に試験室を設けたことで試験や実験にもとづく検証が可能となり、技術的な支援体制が確立した。研究内容は、基礎工事と躯体工事に関するものが多く、戦後復興が本格的に始まった。1950年以降、ウエルポイント排水工法、AEコンクリート、軽量コンクリート、スライディングフォーム工法などの成果が案件に適用された。1952年にはコンクリートプラントが初めて現場で利用された。

2.2 研究体制の基盤づくり(1960年～1971年)

1960年に研究所に改称され、同年に増改築された旧本社の6階に研究室、地下1階に実験室(写真-1)が設けられた。研究所員は1962年に38名(従業員数4,524名)となり、建築を中心に力学、計画、土質、材料、施工の各研究部からなる体制が整った。創設当初は、現場からの依頼による試験所的な仕事や不具合処理などが多かったとされるが、1950年代後半にはじまる高度経済成長とともに、次第に建設基盤技術の確立という研究所としての性格を強めていった。東海道新幹線、東名・名神高速道路、都市地下鉄などの大規模なインフラ整備や、1964年第18回オリンピック競技大会

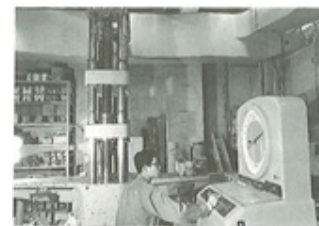


写真-1 旧本社地下の実験室
(200t 万能試験機)

(東京)、1970年日本万国博覧会(大阪)を契機に、オフィスビル・競技場などの大型化・高層化する建設工事に新技術や新工法が求められ、新たな領域へ拡大と挑戦を行った。1969年には技術開発業務を統括する技術開発本部が新設され、研究と開発の組織を分離するとともに、社内組織を横断した大型の技術開発が促進されるようになった。1970年には、公害が社会問題化する中で、汚染対策研究部が新設され、排水処理、排煙処理、排気ガス処理などの環境浄化といった研究開発にも積極的に取り組むようになった。なお、『清水建設研究報告』(本誌)は1962年に創刊され、長年にわたって当社の研究開発の取り組みを紹介している。

2.3 越中島移転の時代(1972年～1983年)

「技術力の向上と技術革新は、企業の至上命題」という当時の社長の号令のもと、当社創業170周年事業の一環として、1972年に研究所は旧本社から現在地である越中島に移転した。超高層建物、原子力発電所、海洋構造物、LNG地下タンクといった新しい構造形式の要求に対応するため、研究開発分野の拡充と強化が行われた。実験施設も1972年の5階建ての旧本館(写真-2)を皮切りに、1975年には大型実験棟と音響実験棟、1982年には風洞実験棟と中央実験棟など、建設基盤分野の実験棟が整備された。研究員数も急速に増え、1973年に125名(従業員数9,000名)になった。1973年と1978年の二度のオイルショックによる低成長時代は、エンジニアリング事業の拡大が図られ、研究開発領域も新たな分野、特にエネルギー問題への要望が高まった時代でもあった。受注活動に密着した技術開発の例として、1975年にスウェーデンのスカンスカ社と岩盤内石油貯蔵の技術提携を行い、ロックオイルタンクの実証プラントに結び付けた。



写真-2 旧本館

1982年には大崎順彦東京大学名誉教授を副社長に迎えて大崎研究室を設立し、原子力発電所の建設にむけた地震動評価などを目的に、高度な数値解析の研究に着手した。

2.4 技術研究所の時代(1984年～1994年)

技術研究所と改称されたのは、建設業冬の時代と呼ばれていた最中の1984年であった。会社の長期事業ビジョンとして「受注体質から開発体質へ企業体質の転換」が示され、求められる研究開発も、従来の建築・土木分野にとどまらない新たな領域へと広がった。1987年には、未利用空間の活用を目的に、建設業界初の宇宙開発特別プロジェクト室が社長直轄の組織として新設された。その後、バブル景気とその崩壊は研究開発を取り巻く環境を激変させ、半導体産業やバイオ産業の急激な成長に伴うクリーンルーム、建物のインテリジェント化や電磁遮蔽などへニーズも拡大し、研究開発にとっては大変革もたらされた。また、高層建物の耐震性や火災対策、液状化対策など、安全で安心に暮らせる技術の高度化が求められた。それらの研究開発を行うために、1984年にクリーンルーム実験棟、1986年に振動実験棟、1988年にウルトラクリーンルーム実験棟、1991年に遠心・制振実験棟(写真-3)などが整備された。この時期の研究開発成果は、1995年に発生する阪神・淡路大震災後の防災対策に活かされていく。制振実験棟の建設には、施工合理化の先駆けとなるビル自動施工システム SMART-System(4.1③参照)が実証実験として活用された。1989年の研究員数は172名(従業員数15,000名)、出身専攻内訳は建築39%、土木21%、その他(機械、電気、物理、化学、地質、農学、医学、薬学など)が40%であった(文末の付録参照)。



写真-3 遠心・制振実験棟

『技術研究所の年輪-50年のあゆみ-』の刊行にあたって、研究員OBの座談会が開かれている(写真-4)。その中で、「企業の研究所の良さは、異分野の人間と自由に交流できることにある。ユニークな人材が豊富にいて、研究開発の幅が広がった。」と記載されている。最後には、「人間にとって、知りたいことがわかったときの喜び、人の役にたつて感謝されたときの喜びは、何にもかえがたいものがある。世の中に役にたつ、みんなが幸せになるために役立つ、そういう願いが研究の根底にはある。」とある。その願いこそが、研究員の本質ではないかと思われた。



写真-4 OB座談会出席者

左から ※右記は技研在職期間(年)
 星野一郎氏 (元副社長) 1952-58
 清水達夫氏 (数学者) 1957-88
 近藤芽美氏 (歌人) 1944-66
 太田利彦氏 (四代目所長) 1959-94
 烏田専右氏 (三代目所長) 1960-86

3. 平成の技術研究所の役割

2.で述べてきたように、昭和の研究開発は、大型構造物、超高層建築、原子力施設、公害対策など、建設基盤技術領域の拡大・発展の時代であった。平成に入り、多発する自然災害への防災・減災、地球規模の環境問題への対策、情報化の進展に伴う活用の他、再生可能エネルギーや ZEB、労働者不足に起因する建設生産革新など、新たな研究開発領域への挑戦が加わった。

平成の前半は、バブル景気終焉に伴い、会社も技術研究所もしばらく苦しい時代が続いた。営業に直結し、投資に見合った効果を上げるために研究よりも開発が優先された。越中島という立地条件を活かし、顧客に近接し社会ニーズに呼応する「都市型研究所」として、将来を見据えた研究開発拠点、開発技術の実証の場、技術情報の発信の場を目指すことになった。「技術のショールーム」の役割を担うため、2003年に本館(写真-5)、2005年に風洞実験棟、2007年にクリーンルーム実験棟などが、開発技術を盛り込んだ形で建替えられた。また、地球規模の環境問題など、多様化した課題解決に向けた研究開発が行われ、2006年には再生の杜ビオトープやマイクログリッド実験施設などが新設された。2008年には、将来のものづくりを担う人材育成を目的に、CSR活動の一環としてシミズ・オープン・アカデミー(SOA)²⁾を開講した。



写真-5 本館

後半になると、「技術開発が改革や創造の担い手になる」という方針のもと、2011年度より中期施設整備計画³⁾がスタートした。平常時のecoと非常時のBCPを併せ持つecoBCPソリューションに関する研究開発や実証を強化するとともに、東日本大震災の教訓を研究開発に活かせるよう内容が盛り込まれている。主な施設として、2013年に多目的実験棟と材料実験棟(写真-6)、2015年に先端地震防災研究棟が建設された。近年では、建設生産性の向上が建設業の喫緊の課題となっており、2017年に旧振動実験棟を改装してロボット実験棟を新設し、人工知能(AI)を搭載したロボットの研究開発が実施されている。新たな価値と技術の創造を目指した「10年後を準備する」活動は、令和の時代になっても引き継がれていく。

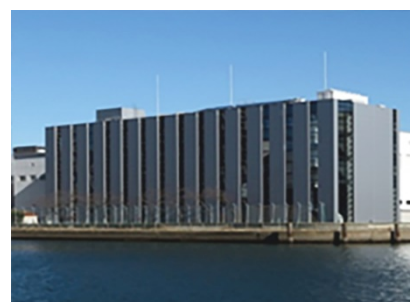


写真-6 材料実験棟

4. 社会に影響を与えた研究開発

研究開発の目的は、新たな技術を創出し、社会の発展に大きく貢献することである。ここでは、「建設基盤」「安全・安心」「地球環境」「設計計画」の各技術分野、および「フロンティア開発」「技術広報活動」に焦点を当て、平成に取り組まれた特徴的な研究開発成果と活動を中心に紹介する。特に、社会の要請への対応や、時代を予測し先取りした活動など、社会に大きな影響を与えた当社の研究開発の中で技術研究所が担った役割を、主に研究員が執筆している『清水建設研究報告』に依拠しつつ振り返ってみる。

4.1 建設基盤

① コンクリート(材料・構造)⁴⁾

コンクリート材料の研究開発は、1970年代までは施工や品質管理に関する技術が中心であったが、1980年代には耐久性の向上や長寿命化および高強度コンクリートなど、社会要請に対応した研究開発へとシフトした。その後、1997年の容積率と日影規制の緩和が契機となって超高層集合住宅の建設ブームが到来し、設計基準強度60N/mm²を超える超高強度コンクリートを採用する気運が高まっていく。超高強度コンクリートは、火災時のコンクリート表層部の爆裂による耐力低下が懸念されていたため、当時欧州で検討が始まっていた合成繊維を混入して爆裂を抑制する技術を導入し、竹中工務店と共同でAFR(Advanced Fire Resistant)コンクリート⁵⁾(写真-7)を開発・実用化した。AFRコンクリートは、2002年に日本コンクリート工学協会賞(技術)を受賞し、高層集合住宅などに適用された。長寿命化に関しては、コンクリートの宿命である収縮ひび割れに対して、2012年には乾燥収縮が実質ゼロのコンクリート、ゼロシュリンク⁶⁾を実用化し、2017年には先端技術大賞(産経新聞社賞)を受賞した。



写真-7
AFRコンクリート

技術研究所内にゼロシュリンクを用いたコンクリート・デザイン・ウォーク(写真-8)を設置し効果を検証中であるが、施工後5年経過してもひび割れは生じていない。

コンクリート構造の研究開発では、コストと工期を意識した施工生産性向上を可能とする構法開発が行われた。柱・梁部材のプレキャストコンクリート(PCa)化、圧縮力に強い鉄筋コンクリート(RC)柱と大スパン化に対応できる鉄骨(S)梁の混合(ハイブリッド)構造などが生産性向上技術の代表例である。特にハイブリッド構造は1980年代の初頭より行われており、RCSS 構法(RC 柱+S 梁)⁷⁾、1990年代には RCST 構法(CFT 柱+S 梁)、2000年代には鋼材単価の高騰に対応した Hy-ECOS(RC 柱+混合構造梁)⁸⁾⁹⁾ など多様な構法(図-1)を開発し、施工合理化や工期短縮に貢献するとともに業界をリードしてきた。

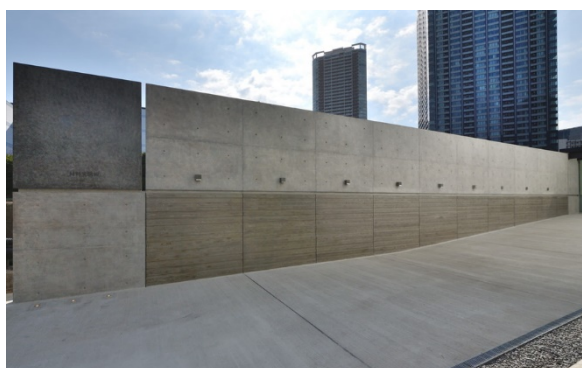


写真-8 コンクリート・デザイン・ウォーク

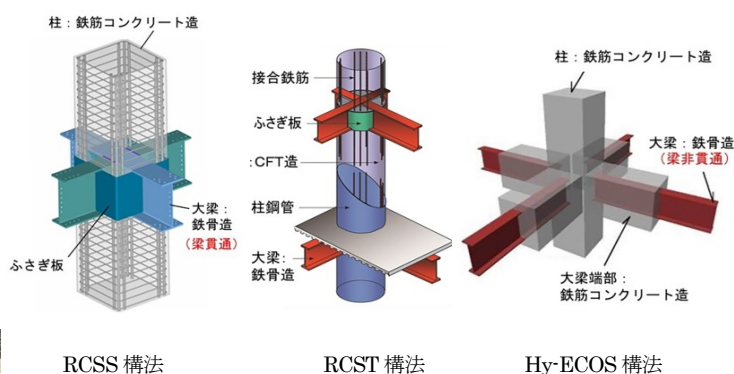


図-1 シミズのハイブリッド構造

② 地盤・基礎¹⁰⁾

地盤・基礎の分野では、地下や基礎の大型化対応技術、コストダウンや工期短縮に直接貢献できる技術、設計や施工に起因するトラブル防止技術、地震など自然現象への対応技術、環境問題への対応技術など、さまざまな目的の研究開発を実施してきた。高性能・高品質な設計要件に対応しながら、一方で施工時には生産性向上も求められ、その両立が最大の課題である。

1964年の新潟地震以来、地震のたびに地盤の液状化による被害が報告されている。当社では、地盤の液状化や側方流動の評価技術、液状化後の地盤性能の評価技術を他社に先駆け研究し、その知見を実務に展開している。三次元液状化解析システム(HiPER)¹¹⁾(図-2)は、1991年に液状化を含めて地震時における地盤の揺れや構造物の損傷過程を三次元モデルで精度高く解析する手法として開発し、最適な液状化や側方流動対策の検討に寄与している。2009年には1998年に提案されたポスト液状化理論をシステムに反映し、2011年の東日本大震災後の地盤沈下予測や対策工法の提案などに用いた。また、グラベルサポート工法(図-3)は、地表に礫を敷き、液状化層の水分のみ排出することにより構造物の沈下や傾斜を抑制可能な工法として開発した。通常の液状化防止対策が困難な既存および新築の小規模構造物や駐車場などに適した工法として、2017年に日本建築学会賞(技術)を受賞した。1991年に導入した遠心力模型実験装置(写真-9)は振動台も備えており、地盤の液状化や側方流動などの地震による地盤の現象評価や、地盤・基礎・上部構造の地震時挙動解析法の研究、地盤災害の対策法の開発に大いに貢献している。ユニークな免震として提案した地盤免震は、地震被害調査時に液状化した地域の墓石が液状化しなかった地域の墓石に比べ転倒率が低かったことから発想し、遠心振動実験とHiPERにて効果を確認し実現したものである。

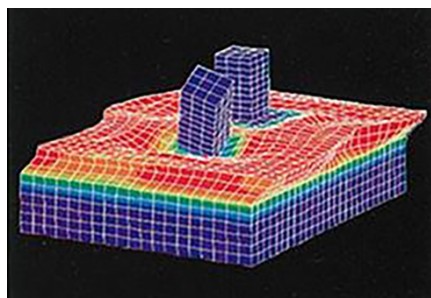


図-2 三次元液状化解析システム

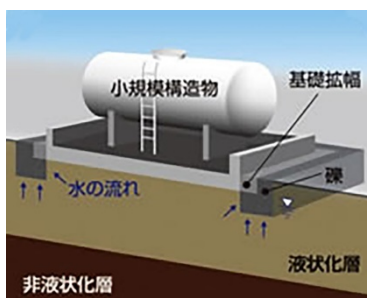


図-3 グラベルサポート工法



写真-9 遠心力模型実験装置

③ 機械化・ロボット化・自動化

1980年代初頭から、建設現場での生産性を向上させたいとの機運が盛り上がり、耐火被覆吹付ロボット¹²⁾(写真-10)、コンクリート床仕上げロボット、天井ボード貼ロボット、外壁タイル検査ロボットなどの多種多様な建築作業用ロボットや自動化システムを開発した。これらの取り組みは、3K(きつい・汚い・危険)作業からの解放や労働災害の低減には一定の成果を上げたが、工数の削減や工期の短縮など建設生産性の向上については十分な効果は上げられなかった。

1990年前後からは、ビル建築工事の全体を対象とした自動施工システムを開発する動きが始まった。「現場を工場のように」というキャッチフレーズのもと、ビル自動施工システム SMART-System¹³⁾(図-4)を実用化した。数件の案件で適用し、労務削減や作業時間の短縮の面で一定の成果を上げることができたが、2000年代に入り経済の長期的な低迷が続く中でコスト効果が厳しく問われるようになり、使われなくなった。

近年、労働者不足対応としての生産性向上や働き方改革の観点から、ロボット開発が再び着目されてきた。AI、IoT、センシング技術が急速に進化している現在において、過去の反省を踏まえ、「人と協業できるロボット、自分で考え働ける知恵を持つロボット」というコンセプトのもと、当社は新時代の建築生産システムであるシミズ・スマート・サイトを提案した。若者が働いてみたいと感じるような魅力ある現場の実現を目指し、水平搬送ロボット(Robo-Carrier)(写真-11)、溶接ロボット(Robo-Welder)、作業ロボット(Robo-Buddy)などの開発を技術研究所内のロボット実験棟¹⁴⁾で進めている。



写真-10 耐火被覆吹付ロボット 図-4 ビル自動施工システム

写真-11 水平搬送ロボット¹⁴⁾

4.2 安全・安心

① ハザード評価・リスクマネジメント

平成の時代には、阪神・淡路大震災(1995年)と東日本大震災(2011年)の2つの地震災害に見舞われた。震度7クラスの地震は他にも発生し、台風などの豪雨災害を含めて自然災害が頻発した時代であった。『清水建設研究報告』においても、第62号(1995年)には阪神・淡路大震災で14編、第89号(2012年)には東日本大震災で8編の特集が生まれ、関連論文が掲載されている。また、第96号(2018年)には、「平成30年7月豪雨災害調査報告」¹⁵⁾がまとめられている。このように災害発生時の学術的な調査も技術研究所の重要な役割であり、災害の現場を直接見ることが研究開発の基本であると認識されている。

地震防災では1982年大崎研究室の発足当初より、特に原子力施設の地震動評価の分野をリードしてきた。当時は、数少ない地震記録をもとに地震動を予測して評価していたが、地震の発生によって知見が得られるたびに新たな地震動評価技術を提案し、多くの成果を研究論文として公表してきた(図-5、図-6)。その成果は、社内で重要施設の設計に活用されるだけでなく、建設業界や原子力業界を含めて国内外の学会からも高く評価された。また、構造躯体の耐震性が向上するにつれて、天井や家具などの非構造部材の耐震性にも社会的な関心が高まってきた。当社は1990年代から家具転倒の研究

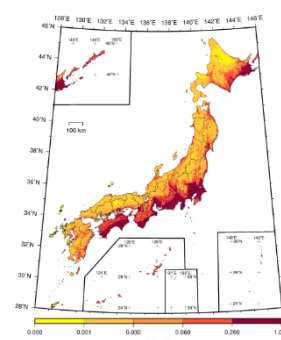


図-5 確率論的地震動予測地図

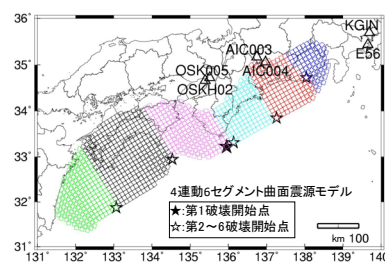


図-6 南海トラフ沿い巨大地震の震源モデル

(写真-12)に先駆けて取り組み、学术界をリードしてきた。東日本大震災を契機に、天井をはじめとする非構造部材の耐震化の技術開発も精力的に行ってきた。

これらの活動を通じ、日本建築学会賞(論文)を2007年、2014年、2017年に、日本地震工学会論文賞を2011年、2012年に受賞している。2014年と2017年の日本建築学会賞(論文)はともに女性研究員が受賞しており、民間女性研究者での受賞は現時点で当社だけである。

先端地震防災研究棟は、技術研究所の中期施設整備計画の一環で2015年に完成した。東日本大震災で得た教訓をいち早く研究開発活動に反映していくために、「地震防災に関する先端技術の開発拠点」として活動し、「ワンランク上のBCP」を社会に提案することを目指した。先端地震防災研究棟には、過去に経験したさまざまな特徴の地震動を再現できる大型振動台(E-Beetle)と、超高層建物最上階の長周期地震動による揺れも再現できる世界初の大振幅振動台(E-Spider)を設置した(写真-13)。この2台の振動台を活用することで、種々の架構や装置類の耐震性を「その場所」での揺れで予測・確認することが可能となり、「ワンランク上のBCP」を目指し秀でた研究成果を創出し、安全安心の向上に寄与できる。

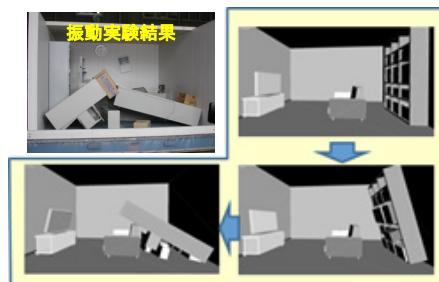
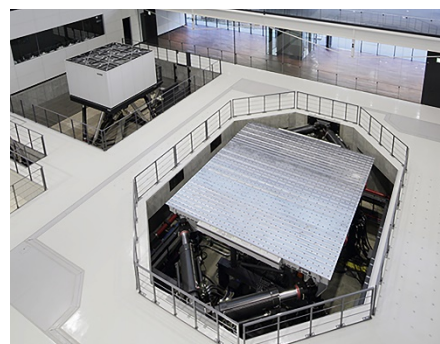


写真-12
家具挙動シミュレーション



大振幅振動台(奥) 大型振動台(手前)

写真-13 先端地震防災研究棟

② 免震構造

当社は、東北大学と共同研究¹⁶⁾で日本初の免震実証試験建屋(写真-14)を1986年に建設するなど、免震構造の研究開発を他社に先駆けて行ってきた。阪神・淡路大震災でその有効性が周知されると、免震構造を採用した建物は飛躍的に増加した。

歴史的価値の高い既存の建物を免震化して保存する免震レトロフィットは、国立西洋美術館本館の改修工事(1996~98年)において日本で初めて採用された。その後、国立西洋美術館は2016年にル・コルビュジェの建築作品の一つとして世界遺産登録された¹⁷⁾。東北大学での免震実証試験建屋において実施していた建物の自重を支えている積層ゴムを交換する施工ノウハウは、期せずして免震レトロフィット工事前の予行演習となった(写真-15)。

技術研究所の建物は、技術のショールーム、最新技術の実証試験、顧客への技術提案を目的に、革新的な技術を適用している。異なるタイプの免震構造も複数採用し、代表例として、技術研究所本館にはピロティ空間の有効利用を可能にする柱頭免震(写真-16)、風洞実験棟には上部構造の自重の1/2を浮力で支持し積層ゴムの剛性を小さくすることでより長周期化を図った世界初のパーシャルフロート免震(図-7)、安全安震館には吊り構造の塔頂免震(写真-17)などがある。これらの建物では、継続的に地震観測が行われており、2011年の東日本大震災における観測記録により、その免震効果が実証された^{18) 19)}。パーシャルフロート免震は2007年に日本建築学会賞(技術)を受賞している。



写真-14
東北大学免震実証試験建屋



写真-15
積層ゴムの交換



写真-16
柱頭免震

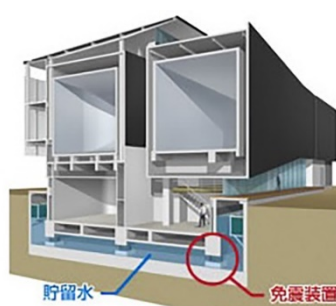


図-7
パーシャルフロート免震

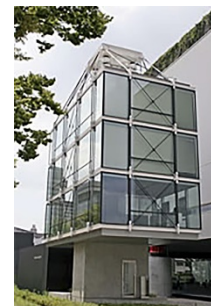


写真-17
塔頂免震

◎ スーパースロッシングダンパーの商品化

当社は制振構造の研究開発にも取り組んできた。中でも水を入れた複数の容器で構成されるスーパースロッシングダンパー(写真-18)は、水の揺れの周期を建物の周期と同調させることで強風による建物の揺れを低減することが可能となる。既存建物に置くだけの簡単な仕組みであり、現在も利用されている。当初、研究開発の一部の幹部からは疑問視され期待されなかったようであるが、構造系だけでなく流体系の研究員とのコラボレーションと熱意により商品化にこぎつけた。



写真-18
スーパースロッシングダンパー

③ 防火

1998年の建築基準法改正により、2000年には旧建築基準法第38条が幕を降ろし、性能的な防火規定が誕生した。一方で、この25年間には、情報技術の進展、高齢化の拡大、木材利用の促進などがみられ、大震災も発生した。これらを踏まえ、その先も見据えながら、国内初となる各種の火災安全技術を研究開発し、火災安全計画や設計に展開した。

加圧防煙システムは、空間圧力差により避難経路などへの煙侵入を防止でき、廊下加圧²⁰⁾、全館加圧、付室加圧、ゾーン加圧(図-8)などの各種方式を具現化し、案件に導入した。最初に手掛けた廊下加圧方式は、空気調和・衛生工学会の技術賞を1993年に受賞した。次世代型防耐火技術²¹⁾は、火災安全性とフレキシビリティが両立したオフィスビルを実現するため、火災フェイズ管理型防災システム(写真-19)、ドレンチャー水幕型防火区画システム(図-9)、新耐火設計概念・設計システムの火災進展段階に対応した3つのシステムで構成されている。2003年には技術研究所本館に実装され、火災フェイズ管理型防災システムで総務省消防長官賞を受賞した。高層病棟の火災時避難安全システム²²⁾は、迅速な水平避難と避難先に安全地帯を具現化するために、病院用の火災フェイズ管理型防災システムと水平避難用防火区画、加圧防煙、避難誘導用エレベーターを組み合わせパッケージ化したものである。介助避難行動も予測し、評価を行った。高層病棟の案件に適用され、2014年に総務省消防庁長官賞、2018年に空気調和・衛生工学会の技術賞を受賞した。本案件では、火災時避難安全システムの特徴を医師や看護師の方々に理解していただくために、担当研究員が車椅子に乗って水平避難を行う患者役で出演したビデオマニュアル(写真-20)も作成された。

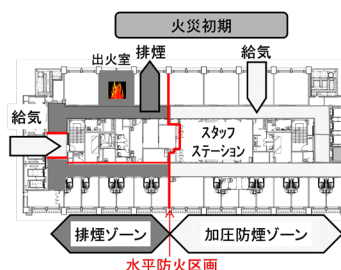


図-8
ゾーン加圧防煙システム



写真-19
火災フェイズ管理型
防災システム

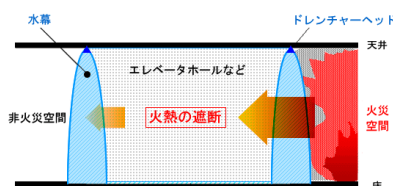


図-9
ドレンチャー水幕型
防火区画システム



写真-20
ビデオマニュアル

4.3 地球環境

① エネルギーマネジメント

エネルギーマネジメントへの取り組みの歴史は古く、統合ビル管理システム BECSS (Building Environment Control System by Shimizu)²³⁾の開発を1970年代から始めた。技術商品として展開するために、設備機器とコンピュータ間の接続方法の改善が必要になり、伝送制御装置の試作をマイクロプロセッサを使って研究員自ら行い BECSS-I、BECSS-II (写真-21)を開発



写真-21 BECSS-II

した。運転監視の目的ではなく、設備の自動制御システムにコンピュータを組み込んだのは国内では最初であった。その後、コンピュータの性能向上、OS やユーザインターフェイスの進歩、インターネットの普及などにより、BECSS は機能拡張を繰り返した。2012 年にバージョン 6 の開発を終え、当社京橋本社ビルなどに多数導入されている。

設備分野では、快適性を維持しつつ省エネルギーと運用コストの削減を実現する空調システムの開発を行ってきた。全面床吹出し空調システムフロアフロー(写真-22)は、穴あき OA フロアと通気性タイルカーペットを用いて床全面からゆっくりとしたスピードで給気し、熱や汚染空気を天井から排出する置換空調システムである。快適性や健康性が高く、天井ダクトが不要なため室内のレイアウトに制約がないという特長があり、1999 年には空気調和・衛生工学会の技術賞を受賞した。また、アンビエント域にフロアフロー、タスク域にパーソナル空調用床吹出し口を採用したタスク&アンビエント空調システムを技術研究所本館で実証し²⁴⁾、快適性をほとんど損なわずに省エネルギーを達成できることを確認した。2005 年に京都議定書が発効された後は CO₂ 削減が主命題となり、ZEB という概念が登場した。さらなる省エネルギー、省 CO₂ かつ快適な空間を創造するための新たな空調方式として放射空調システム S-ラジシステム(写真-23)を開発し、2012 年に当社京橋本社ビルに全面的に導入した²⁵⁾。施工性やコストの改善のために水配管を天井内チルドビームに集約した S-ラジシステム・ライトも開発し、2016 年に当社四国支店社屋に適用された²⁶⁾。

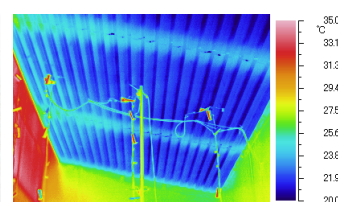
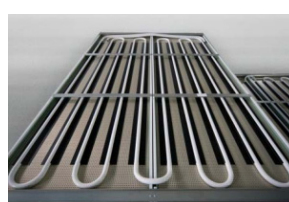
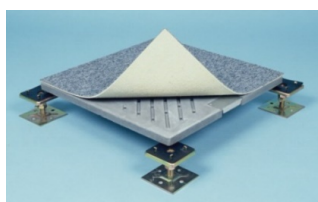
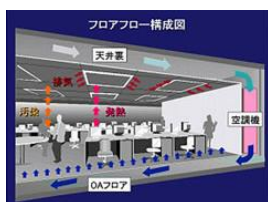


写真-22 全面床吹出し空調システムフロアフロー

写真-23 放射空調システム S-ラジシステム

21 世紀に入り、将来の再生可能エネルギー時代の到来を見据え、マイクログリッド制御技術²⁷⁾の研究開発に着手した。マイクログリッド制御とは、太陽光発電設備などの再生可能エネルギーと発電設備や蓄電設備などの分散型電源をネットワーク化し、最適制御することで安定したエネルギーを供給できる仕組みである。技術研究所では、敷地内に 2 台のガスエンジン、複数の蓄電装置、制御装置からなる 600kW 級のマイクログリッドの実運用を 2006 年に開始した(写真-24)。また中国杭州では太陽光発電設備の電源構成が 50%のマイクログリッドを実証した。商品化にあたっては BECSS を基盤とし、2010 年には太陽光発電設備、蓄電池設備、既存の熱源、照明設備を統合制御するスマート BEMS(Building Energy Management System)として開発し技術研究所本館に導入した。東日本大震災直後の 2011 年夏期には最大 38%の電力ピークカットを達成し、節電・省エネルギーへの取り組みが評価され、2012 年度省エネ大賞(省エネ事例部門)省エネルギーセンター会長賞を受賞した。積極的な社外連携が功を奏し、同業他社に先行して本分野の地位を確立して多数の施設へ展開している。2016 年から国立研究開発法人産業技術総合研究所と共同で、建物付帯型の水素エネルギー利用システムの実証運転を行ってきた²⁸⁾。そのシステム全体の監視・制御は、スマート BEMS を利用している。



写真-24 マイクログリッド

② 生態系保全

1992 年にリオデジャネイロで開催された「環境と開発に関する国際連合会議(地球サミット)」を機に、建設事業に伴う生態系への影響を軽減する生物多様性の保全に取り組んできた。緑の少ない都市部においては、新たにつくる緑地を既存の緑地と連続的に配置し、地域全体としての生き物の生息環境を維持・回復する必要がある²⁹⁾。都市生態系ネットワーク評価システム UE-Net³⁰⁾(図-10)は、都市内の樹林や草地、水辺を対象に自然回復の指標となる生物を選定し、環境の棲み易さを広域的かつ迅速に分析・評価する手法として開発した。分析・評価は高解像度の人工衛星データを用い、生態系ネットワークを可視化し、複数の緑化計画について周辺への波及効果の違いをシミュレーションすることが可能である。2012 年に土木学会環境賞、2013 年にエンジニアリング功労者賞を受賞した。

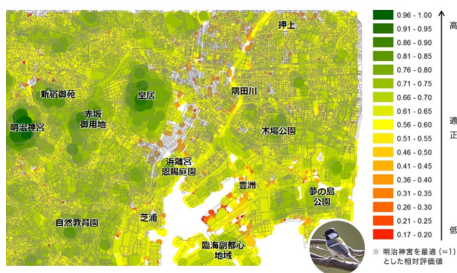


図-10 UE-Net



写真-25 中庭ビオトープ「再生の杜」



写真-26 コガモの誕生

2003年に技術研究所本館屋上へ建設した屋上ビオトープ「万葉の里」に続き、2006年に面積2,000m²の中庭ビオトープ「再生の杜」(写真-25)を整備した。運河に囲まれた敷地の特性を活かし、水鳥が飛来する650m²の水域と、水域から陸域へと植生が徐々に変わるエコトーンを設けた。10年にわたるモニタリングを実施し、目標としたカワセミの他、アオサギやゴイサギなどの大型鳥類の飛来を確認、都市部の人工的な緑地が生物多様性の向上に寄与することを実証した。池内の浮島では4～5月にかけてカルガモが営巣し、誕生したコガモ(写真-26)は技術研究所員のアイドル的な存在となっている。「再生の杜」は、2010年に財団法人都市緑化基金の社会・環境貢献緑化評価システムSEGESの「生物多様性保全につながる企業のみどり100選」に選定、2015年には一般社団法人いきもの共生事業推進協議会ABINCの「いきもの共生事業所」に認証された。

◎ 地球環境問題研究会の活動

技術研究所では1989年10月に「地球環境問題研究会(GAIA研)」が発足し、専門分野に関係なく約40名の研究員が自主的に集まり、今後に取り組むべき研究開発課題などを議論した。その活動の中で、「身近な問題を放置したままでは社会に貢献できない」との意見で一致し、再生紙の導入と古紙の分別回収を提案、1990年6月から実施した。1992年の地球サミットにおいて「持続可能な開発(Sustainable Development)」が中心的な考えとして具体化されたが、地球環境問題の解決にはコストアップと効率性の低下という課題があった。当時は経済活動との両立は難しくトレードオフの関係にあると認識され、技術研究所内でもかなりの抵抗感があった。そのために、古紙の分別回収に費用がかけられず、100箱近い回収ボックスを手作業で作成した(写真-27)。SDGsの位置付けで今では当たり前の活動となっているが、社内に展開・定着するまでに10年近い年月を要したことを考えると、これも10年後を準備した活動であった。



写真-27 古紙の回収ボックス

4.4 建築計画

① オフィス計画

現在、フリーアドレスを推進している専門家でも、フリーアドレスオフィス(写真-28)が当社で提案されたことを知る人は少ない。技術研究所では1980年代半ばから世界に先駆けて研究課題として取り組み、1987年に技術研究所の旧本館で実現させた。当時の最先端技術であったラップトップパソコンと無線電話を採用し、それに移動式キャビネットを加え「三種の神器」(写真-29)として活用した。行動領域形成とレイアウト計画に関する研究³¹⁾などへ発展し、1998年に日本建築学会奨励賞を受賞した。しかし、自分の机がなくなることへの抵抗と、バブル経済以降に豊



写真-28 フリーアドレスオフィス



写真-29 三種の神器

かになったオフィス環境により、その後はあまり顧みられず、2003年の技術研究所本館の建替えでは採用されなかった。現在では、インターネットの高速化・大容量化と無線技術の進展、ノートパソコンの軽量化やタブレットPCの出現、データやアプリケーションのクラウド化などにより、フリーアドレスは再び脚光を浴び、「オフィス改革」の代名詞ともなっている。

一方、1980年代末から通商産業省を中心に「分散型オフィス実証研究」が進められた。通勤時間削減を目的としたサテライトオフィスや、良好な環境で新たなビジネスアイデアの創出を狙ったリゾートオフィスが対象であった。当社も阿蘇や八ヶ岳のリゾートオフィスで長期滞在の実証研究に参画するとともに、リゾートオフィスの使われ方の研究も実施した。当時はインターネットの普及前で、電話とファクシミリとパソコン通信の時代であったが、研究はワークライフバランスに配慮した「働き方改革」の先駆けであった。

オフィスを対象にした研究開発は、一時中断していたが、その後、次世代執務環境の提案として、位置情報取得技術の活用と個人の行動や好みに応じた環境制御が可能となり、執務者の利便性・快適性と省エネルギーを両立するスマートワークプレイス³²⁾を2010年に実現した。

◎ ヒューマンファクターへの取り組み

1988年、環境シミュレーション実験棟(写真-30)が完成した。室内環境が人間の心理や生理にどのような影響を与えるかを評価し、快適な室内環境の構築を目指すというものであった。芳香の持つ生理的・心理的効果を、リフレッシュや気分転換に利用しようとする社会傾向に対応し、建築室内環境において「環境芳香」を積極的に利用するために実験的に評価した³³⁾。また、窓のない閉鎖空間などが心理や生理に与える影響の研究も行った。さらに、建物の超高層化に伴い高速化したエレベーターの気圧変化が人の内耳に与える影響に関する研究に発展し、1997年には東京大学より博士(医学)が授与された。環境シミュレーション実験棟は豊洲地区再開発による周辺道路の整備拡張のために現在は存在しないが、ヒューマンファクターに関する研究は多目的実験棟で引き継がれている。次なる博士(医学)の取得者が出ることを期待したい。



写真-30 環境シミュレーション実験棟

② 歴史建造物保存

日本における歴史建造物保存の制度としてはじまりは、明治30年(1897年)の古社寺保存法とされている。これは明治維新における廃仏毀釈や社寺領の終焉による社寺の荒廃を受けてのことであった。また、戦後の高度経済成長期には、民家やまちなみ、あるいは明治以降の近代建築といった、これまで保存の対象として顧みられなかったものの取り壊しが増加したことを受け、重要文化財指定などにより保存の対象として保護されるようになった。このように、歴史建造物の保存は、それらの存続の危機を契機として発展してきたともいえる。阪神・淡路大震災以降、伝塗木造の耐震化や煉瓦造、RC造の免震レトロフィットなども、大震災という危機への対応の表れととらえることができる。

当社は明治以降、多数の建築物を施工した実績がある。その一つ、渋沢栄一翁の喜寿を記念して建てられた誠之堂(写真-31)は、清水組の設計施工により1916年に竣工した組積造の建物である。現地での保存が困難であるため、1998~99年にかけてその移築・保存工事が当社の設計施工で実施された。移築という保存手段は、木造建造物では一般的であるが、組積造では先例がなかった。また、移築には煉瓦躯体の解体が伴うが、それはある意味歴史的価値の毀損につながる行為でもある。しかし原位置での保存ができないための苦肉の策として取られた方法であった。

当社は、移築・保存に万全を期すため、保存方針決定のための史的調査、移築に関する技術的な可能性の検討、材料試験など各種調査研究が必要と判断し、社内横断組織として「移築検討委員会」を設置して全社的な



写真-31 深谷市に移築された誠之堂

対応を行った。委員会には、復元設計チーム、解体移築チーム、建物調査チーム、報告書編集チームが編成され、技術研究所のさまざまな専門分野の研究員が参加した。

この工事を契機に、歴史的価値がどこにあり、それをどのように保存・修復するかを当社が主体的に考えて提案・設計・施工する必要性が認識されるようになった。これに応えるべく、技術研究所では1999年に「歴史建造物保存チーム」を発足させ、以降、当社の保存・修復工事³⁴⁾(表-1)について、コンサル業務として調査方法・記録作成方法・史料調査などさまざまな協力を実施している。建造物の歴史的価値を語れる複数の研究員が在籍しているのも、技術研究所の特徴である。

表-1 当社の保存修復実績
(主に当社の施工後、指定・登録されたもの)

名称	保存・修復工事	文化財指定・登録
晚香廬	1998年	重文(2005年)
誠之堂	1999年	重文(2003年)
新宿御苑旧洋館御休所	2000年	重文(2001年)
大阪市中央公会堂	2002年	重文(2002年)
日本工業倶楽部会館	2003年	登録(1999年)
青淵文庫	2003年	重文(2005年)
清風亭	2004年	県指定(2004年)
旧第四銀行住吉町支店	2004年	登録(2005年)
山口銀行旧本店	2005年	県指定(2005年)
三越本店本館	2008年・2015年	重文(2016年)
日本銀行本店2・3号館	2009年	未指定
東京大学講堂(安田講堂)	2014年	登録(1996年)

4.5 フロンティア開発

当社は、1990年前後に、アーバン・ジオ・グリッド(地下)、マリネーション(海洋)、デザート・アクアネット(沙漠)、TRY2004(空中)など、未利用空間に都市を構築する未来構想を提案してきた。

未利用空間の中でも宇宙に関しては、1987年に建設業界初の宇宙開発特別プロジェクト室が設置され、組織として30年以上も取り組んでいる。1988年には月面基地、1989年には宇宙ホテル(図-11)などの未来構想も提案されている。1990年には技術研究所に宇宙建設特別研究グループが誕生したように、技術研究所の関わりも深い。提案した月面基地はコンクリート製であり、月の資源を利用し現地での製造可能性を検討する必要があった。技術研究所では、真空環境や月の重力環境下でのコンクリートの製造・利用方法に関して検討を実施した³⁵⁾。地球の重力の1/6での実験が必要であったため、アメリカ航空宇宙局 NASA にて弾道飛行を行う航空機 KC-135 での実験も行った(写真-32)。さらに建材としての利用やローバーなどの掘削機の動作確認のために、鉱物組成や粒度分布などを月の土に合わせた模擬土シミュラントを製造し活用した。シミュラントは国内外の研究機関や教育機関からも注目され、引き合いが多く寄せられた。

未来構想に関しては「シミズ・ドリーム」として引き継がれ、2008年グリーンフロート、2009年ルナリング、2014年オーシャンスパイラルの各構想が提案されている。研究員には自分の専門分野にとらわれることなく、自由な発想とチャレンジ精神により、新たな「シミズ・ドリーム」の提案を期待したい。



図-11 宇宙ホテル構想



写真-32 KC-135 機内実験

4.6 技術広報活動

技術研究所に「広報」の名称がついた組織が誕生したのは1990年が最初である。1988年には中央実験棟2階に最初のショールーム(写真-33)が完成し、研究施設と研究開発成果の両面から当社技術のPRを図る体制が強化された。当社創業200周年事業として2003年に建替えられた技術研究所本館では、「技術のショールーム」という基本方針を掲げ、建物の随所に導入した技術を見学者にご覧いただけるように工夫した。その結果、都心に近いという立地条件にも恵まれ、見学に来所されるお客様が飛躍的に増加した。1990年前後は年間3,500人程度であった来所



写真-33 最初のショールーム

者も、新たな当社京橋本社のコンセプト「超環境型オフィス」の完成後の環境を体験できるスマートソリューションラボ(SS ラボ)の見学キャンペーンがあった 2010 年には、技術研究所史上最大の年間 11,000 人を超える来所者を記録した。その後、先端地震防災研究棟の地震体験などもあり、来所者は年間平均 8,000 人前後で推移している。

技術研究所は、CSR(社会貢献)活動として、1990 年から公益社団法人土木学会主催の「土木の日」、2004 年から独立行政法人(当時)科学技術振興機構主催の「サイエンスキャンプ」に協力してきた。その後、全社 CSR 活動の一環として 2008 年 9 月 26 日に「シミズ・オープン・アカデミー(SOA)」を開講した(写真-34)。大きな目的は建設業界への貢献であるが、その中身は、青少年に対してもものづくりや建設への興味を喚起し、日本のものづくりの将来を担う人材育成に寄与するとともに、学生の就職活動も支援することである。また、CSR 活動として当社のブランドイメージの向上を図ること、および建設業への理解ともに当社の歴史、文化、技術力を広く社会に伝えることとしている。開講当初に年間 2,000 名の受講者を見込んでいたものの、建設業界初の試みとあって予想以上に好評を博し、開講翌年には年間 5,000 名を超えた。今でも全国の中学、高校、大学などから多数の受講申し込みが殺到している。他に類を見ないこの活動は、学生を中心とした受講者に建設技術のみならず建設業の情報が広く理解できるものとして評価され、2011 年に民間企業組織としては初となる日本建築学会教育賞(教育貢献)、2012 年には日本地震工学会功績賞を受賞している。SOA のプログラムを実施する際には、受講者の理解のために手元資料(写真-35)を必ず配布している。研究員の専門とする分野について講義と実習、施設見学を組み合わせ、分かり易く内容を説明するために手さぐりで準備した。その独創的な内容は、学生の建設への興味を強く刺激するものであり、近年では高校時代に SOA を受講した経験を持つ複数の社員が入社している。

技術広報活動は、多くの研究員の協力で成り立っている。研究員の研究開発業務の時間をとられる面は否定できないが、SOA 開講当時の技術研究所長の挨拶で、「より社会に開かれた技術研究所として貢献しつつ、建設にかかわる情報が集まるようにすれば、オープンイノベーションが一層推進される。このような活動から、異業種や異分野との技術の融合によってイノベーションが推進される。主体的に、活き活きと、おもしろく活動するところに新たなものが生まれるものと信じている。」と、研究員の協力の意義と期待が述べられている。技術研究所 100 年に向け、さらに進化していく施設と技術、そして豊かな人材も含め、1 つのシミズ・ブランドとしての技術研究所を、多種多様な手段を用いて社会にアピールしていく予定である。



写真-34 SOA 開講イベント



写真-35 SOA 配布資料

5. 今後に向けて

昭和に入社したメンバーが半数以上の準備委員会の検討の中で、社会に大きな影響を与えた話題に挙げた活動の一部を報告した。その他にも多くの研究開発成果が創出されているが、残念ながらすべてを紹介することができなかった。巻末に関連活動のデータ推移と簡易年表を示すとともに、『清水建設研究報告』には参考文献としたもの以外にも多岐にわたる論文が掲載されているので、参照していただければと思っている。

技術研究所の 75 年の歴史を振り返ると、諸先輩方は自分の取り組みたい研究開発課題を、社内事情や社会情勢に上手く結び付けてテーマとして提案していたように感じられる。時には社内外の関係者に理解されないなど壁にぶつかることも多かったが、自分のやりたことに関しては寝食を忘れ、時間に関係なく研究開発活動を楽しみ、結果としてオリジナリティのある大きな成果に結び付けていたように思われる。数えきれないほどの失敗も繰返し、中には早過ぎた取り組みも見受けられたが、時間が経過してから花開いたものも数多くあった。社会システムが複雑化し、技術の進歩も格段と早くなっている現在では、利害関係者も多くスピードも求められるため、研究開発活動の乗り越えるハードルは高くなっている。しかしながら、研究員としての本質は変わっていないと思われる。今後の技術研究所を背負っていく研究員には、研究員としての働き方を意識しつつ、自主性と熱意と誠意を忘れず、プロフェッショナルな民間企業研究者としての取り組みが期待される。

2019年5月に公表した「SHIMZ VISION 2030」では、レジリエント・インクルーシブ・サステナブルな社会に向けて新たな価値を創造する「スマートイノベーションカンパニー」の姿が示された。その実現には新しい技術に依拠したソリューションや社会システムの構築が不可避であり、技術面での旗手を続けることが技術研究所の使命である。これからも次代を先読みした研究開発に磨きをかけ、社会の期待を超える技術と価値の創出を行いながら、100周年、200周年を目指していきたい。

謝辞

技術研究所は、社内外の関係者の方々に支えていただき75周年を迎えることができました。また、多くの方にご協力いただき、75年間の記録もまとめることができました。ここに記して深く感謝申し上げますとともに、今後の活動に関してもさらなるご支援をお願いしたい。

<参考文献> ※『清水建設研究報告』は <https://www.shimztechnonews.com/tw/sit/report/index.html> 参照

- 1) 清水建設技術研究所 50年史編纂委員会：技術研究所の年輪－50年のあゆみ－，1994
- 2) 林章二 他：シミズ・オープン・アカデミーの10年，清水建設研究報告，第96号，pp.151-158，2018
- 3) 桂豊 他：技術研究所中期施設整備計画－研究施設3棟の建設を終えて－，清水建設研究報告，第93号，pp.161-169，2016
- 4) 橋田浩：この四半世紀のコンクリートの進化－研究・技術者の喜怒哀楽－，清水建設研究報告，第95号，pp.1-6，2018
- 5) 森田武 他：耐爆裂性能を有する高強度コンクリート($F_c=80\text{N/mm}^2$)の実用化，清水建設研究報告，第69号，pp.1-12，1999
- 6) 辻埜真人 他：バイオミネラル技術を活用した「アートコンクリート」の開発と実用化，清水建設研究報告，第95号，pp.7-15，2018
- 7) 坂口昇 他：鉄筋コンクリート柱と鉄骨はりで構成される架構(RCSS 構法)の構造特性，清水建設研究報告，第45号，pp.27-36，1987
- 8) 山野辺宏治 他：鉄筋コンクリート柱に接合される鉄骨梁端部を鉄筋コンクリート造で巻いた混合構造梁構法による柱梁接合部のせん断耐力および変形性状，清水建設研究報告，第88号，pp.11-18，2011
- 9) 金本清臣 他：シミズ Hy-ECOS・PS Hy-ECOS 構法の適用事例，清水建設研究報告，第88号，pp.81-88，2011
- 10) 桂豊：地盤基礎の研究開発と原位置検証，清水建設研究報告，第96号，pp.1-4，2018
- 11) 福武毅芳：三次元有効応力解析プログラム HiPER (おわんモデル) と液状化シミュレーション，清水建設研究報告，第96号，pp.5-18，2018
- 12) 吉田哲二 他：耐火被覆吹付けロボットの開発(その1)－ロボットシステム－，清水建設研究報告，第39号，pp.85-98，1984
- 13) 前田純一郎：全天候型ビル自動施工システムの開発と適用，清水建設研究報告，第61号，pp.1-10，1995
- 14) 清水建設：ロボット実験棟，清水建設ホームページ (技術研究所「研究施設」)，2019年10月18日閲覧
<https://www.shimz.co.jp/company/about/sit/facility/facility14/>
- 15) 奥野哲夫 他：平成30年7月豪雨災害調査報告，清水建設研究報告，第96号，pp.135-150，2018
- 16) 渡辺弘之 他：免震構造の開発研究－東北大学構内免震実験建屋の実証試験結果について－，清水建設研究報告，第45号，pp.37-46，1987
- 17) 山名善之：世界遺産としてのル・コルビュジェの建築作品群，清水建設研究報告，第94号，pp.1-6，2017
- 18) 半澤徹也 他：2011年東北地方太平洋沖地震における東京湾沿岸の免震構造物の挙動，清水建設研究報告，第89号，pp.1-12，2012
- 19) 斎藤知生：2011年東北地方太平洋沖地震による免震建物の振動特性変化，清水建設研究報告，第89号，pp.13-21，2012
- 20) 掛川秀史 他：実証試験に基づく加圧防煙システムの計画手法の検証，清水建設研究報告，第55号，pp.111-124，1992
- 21) 広田正之 他：次世代型防耐火技術の開発と技術研究所新本館への適用，清水建設研究報告，第80号，pp.63-74，2004
- 22) 野竹宏彰 他：高層病棟の火災時避難安全システムの概要と適用，清水建設研究報告，第92号，pp.29-34，2015
- 23) 佐藤豊勝：建築設備制御システム(BECSS)の運転スケジュールプログラムについて，清水建設研究報告，第25号，pp.69-76，1975
- 24) 大塚俊裕 他：タスク・アンビエント空調の快適性と省エネルギーの評価，清水建設研究報告，第84号，pp.39-44，2006
- 25) 伊藤清 他：ZEBを目指した超高層オフィスビルの天井放射空調システムの冷却能力検証，清水建設研究報告，第91号，pp.65-72，2014
- 26) 川上梨沙 他：四国支店新社屋における省エネ施策の効果と夏期室内環境実態の評価，清水建設研究報告，第95号，pp.163-169，2018
- 27) 森野仁夫 他：分散型電源によるマイクログリッドシステムの開発(その1)－小規模実験システムによる負荷追従制御技術の開発－，清水建設研究報告，第84号，pp.45-56，2006
- 28) 下田英介 他：建物の再エネ余剰電力を有効活用する水素エネルギー利用システムの開発，清水建設研究報告，第96号，pp.109-115，2018

- 29) 小田原卓郎 他：都市の生態系ネットワークに関する実験的研究—都市における緑のコリドー機能について— 清水建設研究報告, 第83号, pp.25-36, 2006
- 30) 横田樹広 他：土岐川・庄内川流域圏の持続可能な発展のための生物多様性評価システム, 清水建設研究報告, 第88号, pp.27-36, 2011
- 31) 山田哲弥：執務スペースのイメージに現われる領域に関する研究, 清水建設研究報告, 第55号, pp.125-138, 1992
- 32) 五十嵐雄哉 他：スマートワークプレイス構築のための位置情報システムの開発, 清水建設研究報告, 第90号, pp.113-118, 2013
- 33) 橋本修左：環境芳香の効果と利用に関する研究(その1), 清水建設研究報告, 第51号, pp.57-64, 1990
- 34) 林章二 他：近現代建築の保存・改修事例, 清水建設研究報告, 第94号, pp.33-44, 2017
- 35) 金森洋史 他：真空環境におけるコンクリートの利用, 清水建設研究報告, 第53号, pp.1-10, 1991

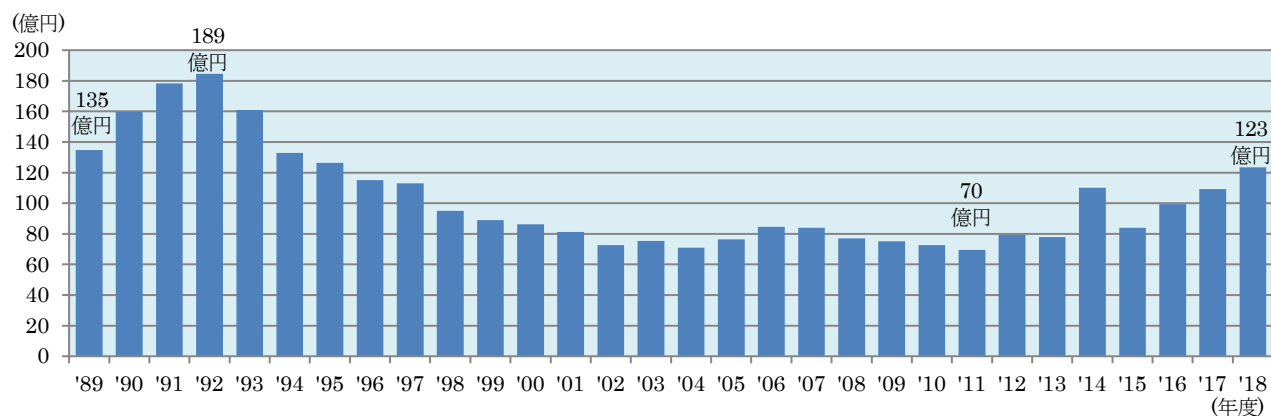
【75年史準備委員会メンバー】

桂豊（リーダー）、高木健治、林章二、広田正之、山本力、宮谷慶一、中澤弘美、平井直樹、渋谷暢恵

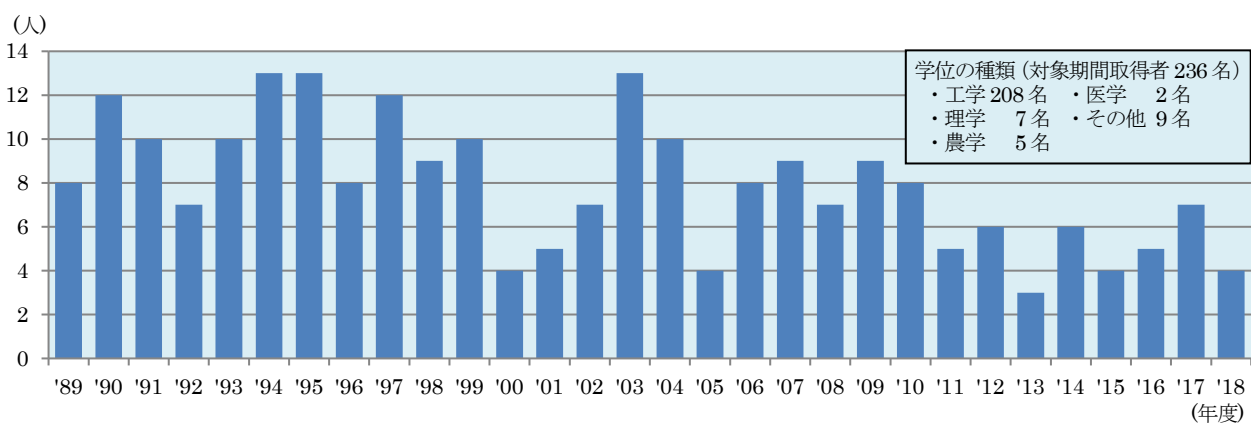
<付録>

- ・ 全社研究開発費、学位取得者数、女性研究員割合の推移
- ・ 技術研究所 主な関連活動簡易年表

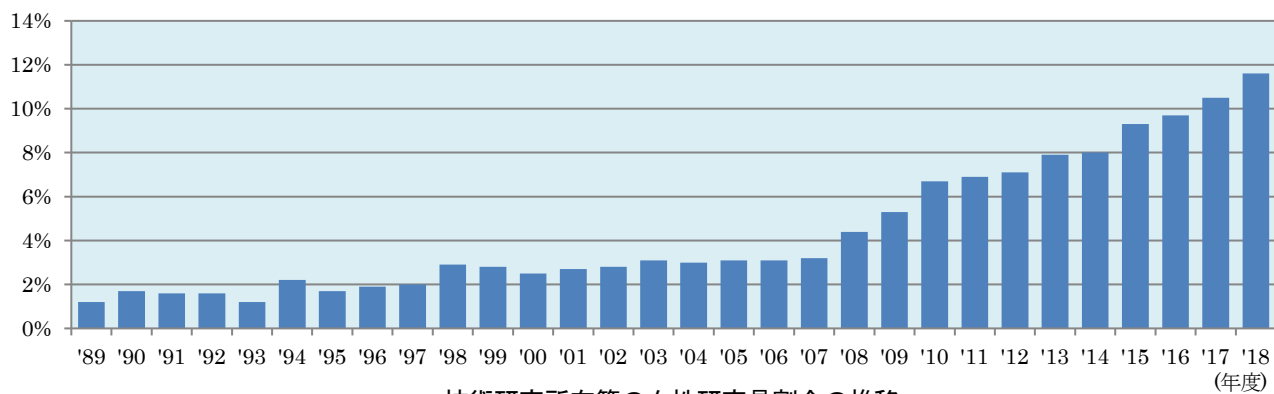
<付録> 全社研究開発費、学位取得者数、女性研究員割合の推移（1989年度～2018年度）



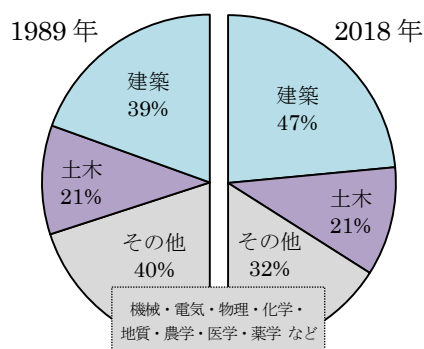
全社研究開発費の推移



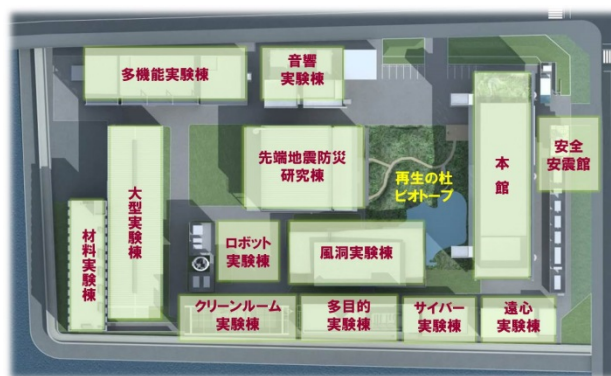
技術研究所在籍の学位取得者数の推移（入社前の取得者も含む）



技術研究所在籍の女性研究員割合の推移



研究員出身専攻内訳



技術研究所敷地内施設（2018年）

<付録> 技術研究所 主な関連活動簡易年表

(年)	技術研究所の動き	技術研究所が関与した案件	社会の出来事
1944 (昭和19)	設計部内に研究課設置(1944)		
1945 (昭和20)	研究室に改称(1946) 研究部に改称(1949) 試験室設置(旧本社地下室)(1952) 	日本相互銀行(1952) プリヂストンビルディング(1952)	第二次世界大戦終戦(1945) 建設院設置、建設省と改称(1948) 建築基準法施行(1950) テレビ放送開始(1953)
1955 (昭和30)	 旧本社裏仮施設での実験風景(1955年頃) 研究所に改称、各種実験室設置(旧本社)(1960) 久良知所長(初代)就任(1960~1962) 大築所長(二代目)就任(1962~1970) 清水建設研究報告創刊(1962)	鎌倉大仏保存修理(1961) 国立代々木競技場(1964) 東海原子力発電所(1964)	国連加盟(1956) 関門トンネル開通(1958) 伊勢湾台風(1959) カラーテレビ放送開始(1960) 新潟地震(1964) 第18回オリンピック競技大会(1964/東京)
1965 (昭和40)	江東区塩浜に分室設置(1965) 鳥田所長(三代目)就任(1970~1982) 江東区越中島に日本館新設(1972)  研究所全景(1973年)	原爆ドーム保存(1967) 東京ガス根岸LNG地下タンク(1970) 朝日東海ビル(1971)	名神高速道路全線開通(1965) 十勝沖地震(1968) アポロ11号月面着陸(1969) 東名高速道路全線開通(1969) 日本万国博覧会(1970/大阪) 第11回オリンピック冬季競技大会(1972/札幌) 沖縄本土復帰(1972) 日中国交正常化(1972) 第一次オイルショック(1973)
1975 (昭和50)	大型構造実験棟新設(1975) 音響実験棟新設(1975) 凍土実験室新設(1977) 耐火実験棟新設(1978) 環境実験室新設(1978) 太田所長(四代目)就任(1982~1994) 中央実験棟新設(1982) 風洞実験棟新設(1982) 大崎研究室創設(1982) 造波実験棟新設(1983) 技術研究所に改称(1984) クリーンルーム実験棟新設(1984) 	サンシャイン60(1979) 東大寺大仏殿昭和の大修理(1980)	沖縄国際海洋博覧会(1975) 第二次オイルショック(1978) 宮城県沖地震(1978) 東京ディズニーランド開園(1983)
1985 (昭和60)	岩石実験棟新設(1985) 熱環境塩浜実験室新設(1985) 振動実験棟新設(1986) 大型実験棟増築(1987) 環境シミュレーション実験棟新設(1988) 見学用ショールーム新設(1988)	研究所全景(1982年)	国際科学技術博覧会(1985/つくば) 日本航空123便墜落事故(1985) バブル景気(1986~1991) 青函トンネル開通(1988)
1989 (平成元)	遠心実験棟新設(1991) 制振実験棟新設(1991) 山原所長(五代目)就任(1994~1999)	グリーンドーム前橋(1990)	昭和から平成に改元(1989) 消費税導入(1989) 建設投資額ピーク(1992)

(年)	技術研究所の動き	技術研究所が関与した案件	社会の出来事
1995 (平成7)	<p>サイバー実験棟新設(1998)</p> <p>藤盛所長(六代目)就任(1999～2006)</p>  <p>技術研究所全景(2000年)</p> <p>音響実験棟増設(2001)</p> <p>本館建替(2003)</p>	<p>東京湾アクアライン(1997)</p> <p>国立西洋美術館免震レトロフィット(1998)</p> <p>誠之堂移築(1999)</p> <p>山王パークタワー(2000)</p> <p>東京ドームホテル(2000)</p> <p>大阪市中央公会堂免震レトロフィット(2002)</p> <p>横浜港大さん橋国際客船ターミナル(2002)</p>	<p>阪神・淡路大震災(1995)</p> <p>京都議定書 (COP3) 採択 (1997)</p> <p>建設就業者数ピーク(1997)</p> <p>第18回オリンピック冬季競技大会(1998/長野)</p> <p>建築基準法改正 (性能規定化) (1998)</p> <p>建設業者数ピーク(1999)</p> <p>国土交通省発足(2001)</p> <p>サッカーワールドカップ 2002 日韓大会(2002)</p>
2005 (平成17)	<p>風洞実験棟建替(2005)</p> <p>建設技術歴史展示室開設(2005)</p> <p>矢代所長(七代目)就任(2006～2011)</p> <p>多機能実験棟新設(2006)</p> <p>再生の杜ビオトープ完成(2006)</p> <p>マイクログリッド実験施設完成(2006)</p> <p>安全安震館新設(2006)</p> <p>クリーンルーム実験棟建替(2007)</p> <p>シミズ・オープン・アカデミー開講(2008)</p> <p>スマートソリューションラボ (SS ラボ) 設置(2010)</p> <p>石川所長(八代目)就任(2011～)</p> <p>建設技術歴史展示室移設(2012)</p> <p>多目的実験棟新設(2013)</p> <p>材料実験棟新設(2013)</p>  <p>風洞実験棟(2005年)</p>	<p>宗谷岬ウインドファーム(2005)</p> <p>トヨタ自動車本館(2005)</p> <p>パイチャイ橋(2006)</p> <p>チャンギ国際空港第3ターミナル(2007)</p> <p>モード学園コクーンタワー(2008)</p> <p>根津美術館(2009)</p> <p>多摩総合医療センター(2009)</p> <p>大橋トンネル(2010)</p> <p>浅草寺本堂改修(2010)</p> <p>富士ゼロックス R&D スクエア(2010)</p> <p>余部橋りょう(2011)</p> <p>清水建設京橋本社(2012)</p> <p>東京ガス扇島 TL22(2013)</p> <p>生長の家森の中のオフィス(2013)</p> <p>GINZA KABUKIZA (2013)</p> <p>順天堂大学医学部附属順天堂医院 B棟(2013)</p> <p>横浜アイマークプレイス(2014)</p> <p>パハンセラランゴール導水トンネル(2014)</p>  <p>清水建設京橋本社(2012年)</p>	<p>京都議定書 (COP3) 発効(2005)</p> <p>耐震偽装問題(2005)</p> <p>リーマンショック(2008)</p> <p>東日本大震災(2011)</p>
2015 (平成27)	<p>先端地震防災研究棟新設(2015)</p> <p>ロボット実験棟新設(2017)</p>  <p>技術研究所全景(2018年)</p>	<p>東大安田講堂耐震改修(2015)</p> <p>ホテルニューグランド本館耐震改修(2016)</p> <p>東急プラザ銀座(2016)</p>	<p>熊本地震(2016)</p> <p>国立西洋美術館が世界遺産に登録(2016)</p> <p>平成30年7月豪雨(2018)</p> <p>北海道胆振東部地震(2018)</p>
2019 (令和元)			<p>平成から令和に改元(2019)</p> <p>ラグビーワールドカップ 2019 日本大会(2019)</p>
(令和2) 予定			<p>第32回オリンピック競技大会(2020/東京)</p>