

ゼロ・エネルギービルに関する研究

研究代表者 田辺 新一
(創造理工学部 建築学科 教授)

1. 研究課題

本研究は、ネット・ゼロ・エネルギービル (ZEB) およびネット・ゼロ・エネルギーハウス (ZEH) を実現するための省エネルギー手法、再生可能エネルギー利用技術、運用時性能評価手法に関する研究開発を行うものである。2025 年度からは、従来個別に進めてきた ZEB・ZEH に関する研究と、住宅・建築の快適性、健康性、知的生産性、ウェルビーイングに関する研究を統合し、脱炭素化とウェルネスを両立する住宅・建築環境の研究として再構成した。具体的には、都市、建築、住宅におけるネット・ゼロ実現、ZEB・ZEH、住宅・建築のウェルネス性能、レジリエンス性能の高い住宅・建築、建築分野のホールライフカーボン、変動型再生可能エネルギー大量導入時のエネルギーマネジメント、既存建築物の省エネルギー改修を主要な研究対象とした。

ZEB の社会実装においては、単に一次エネルギー消費量を削減するだけでなく、在室者の快適性、健康性、知的生産性を確保し、災害時のレジリエンスやライフサイクル全体の環境負荷低減も同時に評価する必要がある。本研究では、建築計画、設備システム、運用制御、室内環境評価、人的資本、ホールライフカーボンを統合的に扱い、ネット・ゼロ社会の実現に資する建築環境研究の体系化を目指した。

2. 主な研究成果

2.1 ZEB・ZEH およびネット・ゼロ建築の設計・運用評価

オフィスビル、研究施設、集合住宅、戸建住宅を対象として、ZEB・ZEH の設計、運用、実測評価に関する研究を進めた。特に、Nearly Net Zero Energy Office におけるパーソナル環境制御システムの統合評価、ZEB 関連技術を結集した実証棟の設備計画・運用検証、既存集合住宅の ZEH 改修、ヒートポンプ給湯機や太陽光発電を含む住宅のエネルギーマネジメントに関する知見を得た。

2.2 住宅・建築のレジリエンスとエネルギー自立性の評価

停電時における ZEH の電力自給性および温熱快適性を対象に、冬季・夏季の実験およびシミュレーションを行った。太陽光発電、蓄電池、ヒートポンプ給湯機、生活スケジュールの調整を組み合わせることで、災害時にも一定の居住性を確保しつつエネルギー自立性を高める可能性を示した。

2.3 ウェルネス、ABW、知的生産性、人的資本に資する室内環境評価

住宅・建築のウェルネス性能に関して、ABW オフィス、人的資本向上オフィス、ワーカーの主観的ウェルビーイング、精神的状態、座席選択行動、オフィス志向度、音環境、バイオフィリックデザイン、睡眠環境などを対象とした実測・実験研究を行った。これにより、脱炭素建築の普及において、エネルギー性能と人的価値を一体的に評価する重要性を示した。

2.4 ホールライフカーボン、エンボディドカーボン、既存建築物改修に関する研究

建築物の運用時エネルギーだけでなく、建設時・改修時・設備更新時に発生するエンボディドカーボンを含めたホールライフカーボン評価に取り組んだ。空調衛生設備のエンボディドカーボン実態分析、放射空調システムの WLC 評価、既存市街地における 2050 年ネット・ゼロシナリオ、既存中小ビルの外皮改修効果の可視化などにより、ストック活用時代における脱炭素化手法を検討した。

2.5 施設園芸・都市スケール・変動 CO₂原単位を含むネット・ゼロ概念の拡張

施設園芸分野におけるネット・ゼロ・エネルギー・グリーンハウス (ZEG) の定義、設計要件、実証温室の性能評価に関する研究を進めた。また、大規模スマートメーターデータを用いた都市内の時空間的 CO₂排出係数の定量化、変動型再生可能エネルギー導入下での需要応答型ヒートポンプ給湯機の活用、動的 CO₂原単位に基づく TABS 運用など、エネルギー供給側の変動を考慮した建築運用の研究を展開した。

3. 共同研究者

木村 建一	早稲田大学・名誉教授
秋元 孝之	招聘研究員 (芝浦工業大学・教授)
岩田 利枝	招聘研究員 (東海大学・名誉教授)
金 炫兌	招聘研究員 (久留米工業大学建築・設備工学科・教授)
合原 妙美	招聘研究員
篠田 純	招聘研究員 (デンマーク工科大学・助教)
堤 仁美	招聘研究員 (昭和女子大学・准教授)
富樫 英介	招聘研究員 (工学院大学・教授)
中川 純	招聘研究員 (東京都市大学・准教授)
長澤 夏子	招聘研究員 (お茶の水女子大学・教授)
中野 淳太	招聘研究員 (法政大学・教授)
西原 直枝	招聘研究員 (日本女子大学家政学被服学科・准教授)
野元 彬久	招聘研究員 (シドニー大学建築学部・博士研究員)
深和 佑太	招聘研究員 (日本工業大学・助教)
舟木 理香	招聘研究員 (一般社団法人建材試験センター)
山本 佳嗣	招聘研究員 (東京工芸大学工学部・准教授)
菅野 颯馬	理工学術院総合研究所・次席研究員
鶴飼 真成	早稲田大学建築学科・講師
新藤 幹	早稲田大学建築学科・講師

4. 研究業績

4.1 学術論文

1. Jungmin Kim, Minayo Imai, Mizuho Akimoto, Seiichi Kashihara, Yosuke Chiba, Naoya Watanabe, Shin-ichi Tanabe, Resilience of a net-zero energy house to winter power outages: experimental assessment of energy self-sufficiency and thermal comfort, Results in Engineering, 29, 2026, <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2026.109797>
2. Masanari Ukai, Daiki Takehara, Kazuki Aono, Naoki Aizawa, Kentaro Kimura, Daisuke Hatori, Yuka Mutoh, Tsubura Watanabe, Shin-ichi Tanabe, Integrated evaluation of

- personal environmental control systems in a nearly net zero energy office, *Building and Environment*, 2026, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2026.114275>
3. Kazuya Matsuo, Soma Sugano, Toru Shiba, Shin-ichi Tanabe, Development of an Adaptive Model of Thermal Comfort in a Mixed-Mode Japanese Multi-Family Apartment, *Japan Architectural Review*, 2026, <https://doi.org/10.1002/2475-8876.70071>
 4. Jing Xiong, Toby Cheung, Yuta Fukawa, Nadine Noelle, Thomas Parkinson, Jungsoo Kim, Shin-ichi Tanabe, Richard de Dear, Stefano Schiavon, Measuring what matters: A benchmarking system for occupant satisfaction with workspace environments, *Building and Environment*, 2025, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.113783>
 5. Mizuho Akimoto, Xiaojun Fan, Li Lan, Chandra Sekhar, Shin-ichi Tanabe, David P. Wyon, Pawel Wargocki, New research on bedroom ventilation and sleep quality suggests that building standards should be revisited (ASHRAE 1837-RP), *Science and Technology for the Built Environment*, 2025, <https://doi.org/10.1080/23744731.2025.2531317>
 6. Yiming Xiang, Kanta Amada, Asit Kumar Mishra, Shin-ichi Tanabe, Lei Fang, Pawel Wargocki, Assessing the performance of portable gas-phase air cleaners and implications for their use in buildings, *Energy and Buildings*, 2025, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.116152>
 7. Hikari Harasaki, Kan Shindo, Shin-ichi Tanabe, Toru Shiba, Shun Kawakubo, Takashi Akimoto, Toshiharu Ikaga, Validation of energy simulations for multi-family residences with photovoltaic power and gas cogeneration: Case study on balancing energy efficiency and resident health, *Energy and Buildings*, 2025, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.116088>
 8. Hikari Ryuzaki, Yoshiichi Ozeki, Akihisa Nomoto, Reika Miura, Kan Shindo, Yasuki Moriya, Hiromu Hiruma, Shin-ichi Tanabe, Effect of Low-E glass on local skin temperature and thermal sensation in vehicle cabins under cold winter environments, *Indoor Environments*, 2025, <https://doi.org/10.1016/j.indenv.2025.100108>
 9. Mizuho Akimoto, Jun Shinoda, Mariya P. Bivolarova, Shin-ichi Tanabe, Pawel Wargocki, Effect of bedding on total thermal insulation in different sleeping postures measured with thermal manikin and modelled with JOS-3, *Building and Environment*, 2025, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.113074>
 10. Tomoki Takano, Yiming Xiang, Masayuki Ogata, Yoshihide Yamamoto, Satoshi Hori, Shin-ichi Tanabe, Effects of speech duration and voice volume on the respiratory aerosol particle concentration, *Environmental Health and Preventive Medicine*, 30, 14, 2025, https://www.jstage.jst.go.jp/article/ehpm/30/0/30_24-00251/_article
 11. Soma Sugano, Yu Fujimoto, Yuto Ihara, Masataka Mitsuoka, Shin-ichi Tanabe, Yasuhiro Hayashi, Quantifying spatio-temporal carbon intensity within a city using large-scale smart meter data: Unveiling the impact of behind-the-meter generation, *Applied Energy*, 2025, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2025.125373>
 12. 深和佑太、小野田亮介、南和宏、渡邊輔祐太、飯田隆義、田辺新一、執務行動タイプを考慮した知的生産性モデルに関する研究、*日本建築学会環境系論文集*、90、838、666-677、2025、<https://doi.org/10.3130/aije.90.666>

13. 平須賀信洋、新藤幹、諫早俊樹、石井朱音、中村駿介、羽鳥大輔、飯田隆義、小林大樹、川野裕希、田辺新一、国際基準に基づいた空調衛生設備のエンボディドカーボンの実態分析、日本建築学会環境系論文集、90、838、657-665、2025、<https://doi.org/10.3130/aije.90.657>
14. 鶴飼真成、仲西亮、丸山英寿、新藤幹、久保井大輔、宮嶋裕基、萩谷玲香、田辺新一、3D点群データと拡張現実を活用した中規模オフィスビルの外皮改修効果の可視化手法、日本建築学会技術報告集、31、79、1425-1430、2025、<https://doi.org/10.3130/aijt.31.1425>
15. 兒玉花朋、菅野颯馬、高橋好斗、下山千明、高野智希、仲野潤平、堀野桜子、岩泉秀隆、内山祐樹、鈴木晶子、森谷泰樹、野口玲奈、平間香菜理、佐々木真人、田辺新一、オフィスにおける昼光導入と補助照明が木本植物の生育に及ぼす影響の実験的評価、日本建築学会環境系論文集、90、834、2025、<https://doi.org/10.3130/aije.90.372>
16. 富田奈歩、項奕銘、田島和、岩泉秀隆、平松功至、浅野颯光、森谷泰樹、山野井瞳、菅野颯馬、中川純、田辺新一、熱画像と機械学習を用いた在室者の温冷感推定法に関する研究、日本建築学会環境系論文集、90、833、2025、<https://doi.org/10.3130/aije.90.291>
17. 渡邊百花、金ジョンミン、今井美奈代、秋元瑞穂、柏原誠一、千葉陽輔、渡辺直哉、藤戸咲希、田辺新一、居住環境の充実を目指した既存集合住宅のゼロ・エネルギー・ハウスへの改修に関する研究、日本建築学会環境系論文集、90、832、261-272、2025、<https://doi.org/10.3130/aije.90.261>

4.2 総説・著書

該当なし

4.3 学会発表

- ・ Kan Shindo, Shin-ichi Tanabe, A guide to whole life carbon reduction in radiant systems: a case study in Japan, SBETOKYO 2025, 2025 ほか国際会議発表 26 件。
- ・ 田中絢葉、稲山智也、竹田雄紀、高橋幹雄、和田一樹、徳村朋子、高橋祐樹、伊藤彰悟、田辺新一、これからのスマートなワークスタイルに対応した人的資本向上オフィスデザインの研究 その 6 ABW オフィスで他者から受ける影響についての位置情報を用いた分析、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1-2、2025 ほか国内学会発表 77 件。

4.4 受賞・表彰

- ・ 令和 7 年 11 月 3 日、紫綬褒章受章。

4.5 学会および社会的活動

- ・ 経済産業省 総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会委員として、エネルギー政策の検討に参画した。
- ・ 経済産業省 省エネルギー小委員会委員長として、省エネルギー政策および住宅・建築物分野の脱炭素化に関する議論に貢献した。
- ・ 国土交通省 社会資本整備審議会委員として、建築物の省エネルギー化、脱炭素化、室内環境性能に関する政策検討に参画した。
- ・ 経済産業省 日本産業標準調査会 (JISC) 標準第一部会部会長として、産業標準化および国際標準化に関する活動を推進した。

5. 研究活動の課題と展望

2025 年度は、ZEB・ZEH に関する研究と、住宅・建築の快適性・健康性・知的生産性に関する研究を統合し、脱炭素化とウェルネスを両立する住宅・建築環境研究として順調に展開した。査読論文 17 件、国際会議発表 27 件、国内学会発表 78 件の成果を公表し、ZEB・ZEH、ウェルネス、レジリエンス、ホールライフカーボン、既存建築物改修、施設園芸、都市スケールのネット・ゼロ評価など、多面的な成果を得た。

今後の課題は、エネルギー性能、室内環境質、健康性、知的生産性、レジリエンス、ホールライフカーボンを個別指標として扱うだけでなく、建築物の総合的価値として統合評価する枠組みを構築することである。特に、変動型再生可能エネルギーの大量導入、電力の動的 CO₂原単位、既存建築物ストックの改修、人的資本経営に資するワークプレイス評価を結びつけることにより、2050 年ネット・ゼロ社会の実現に貢献する研究を継続する。