令和8年3月31日発行　第34巻第2号

ISSN 0916−9407
Jpn J Clin Ecol 臨床環

臨床環境医学

Japanese Journal of Clinical Ecology

Volume 34　Number 2 2025

原著論文

アルカリ性電解水を使用した粉末培養液が筋芽細胞培養に及ぼす影響　寺　山　隼　人（49）

報　　告

第33回日本臨床環境医学会学術集会
室内環境の視点からみた住まいのアレルギー対策：提言発表記念シンポジウム
環境アレルギー分科会（60）

研究室紹介シリーズ

前橋工科大学 建築設備研究室〜省エネで快適・健康な住環境の創造〜　三田村　輝　章（69）

日本臨床環境医学会役員名簿　（71）
日本臨床環境医学会会則　（72）
「臨床環境医学」投稿規定　（75）
編集後記　（79）

JSCE
日本臨床環境医学会
The Japanese Society of Clinical Ecology
http://jsce-ac.umin.jp

理事長	坂部　貢	
副理事長	吉田貴彦	
	野崎淳夫	
常任理事	財務担当理事	坂部　貢
	総務担当理事	坂部　貢
	編集担当理事	吉田貴彦
編集委員長	鍵　直樹	
編集委員	佐藤　勉	
	東　賢一	
	石竹達也	
	平　久美子	
	水越厚史	
	吉田貴彦	

（2025. 7 . 31現在）

装丁ロゴデザイン　㈲カナリーコーポレーション　保坂肖子
〒158-0093 世田谷区上野毛1-15-14　グリーンテラス上野毛104　TEL 03-3704-3055　FAX 03-6411-6823

第34巻　第 2 号　臨床環境医学　　2025（ 2 ）

原著論文

アルカリ性電解水を使用した粉末培養液が筋芽細胞培養に及ぼす影響　…　寺山　隼人　……　49

報　　告

第33回日本臨床環境医学会学術集会
室内環境の視点からみた住まいのアレルギー対策：提言発表記念シンポジウム
…… 環境アレルギー分科会　……　60

研究室紹介シリーズ

前橋工科大学 建築設備研究室～省エネで快適・健康な住環境の創造～　…　三田村輝章　……　69

日本臨床環境医学会役員名簿　…… 71
日本臨床環境医学会会則　…… 72
「臨床環境医学」投稿規定　…… 75
編集後記　…… 79

原著論文

アルカリ性電解水を使用した粉末培養液が筋芽細胞培養に及ぼす影響

寺山隼人[1,2)*]，清島大資[2,3)*]，田中喜典[2)]，
戸髙恵美子[3)]，坂部　貢[3,5)]，佐藤　勉[2,3,4)]
*These authors contributed equally to this work

１）千葉大学予防医学センター山田養蜂場・環境予防医学寄附研究部門
〒263-8522　千葉県千葉市稲毛区弥生町１-33千葉大学工学系総合研究棟１-７階
２）東海大学医学部医学科基礎医学系生体構造学
〒259-1143　神奈川県伊勢原市下糟屋143
３）千葉大学予防医学センター
〒263-8522千葉県千葉市稲毛区弥生町１-33千葉大学工学系総合研究棟１-７階
４）（公益財団法人）ルイ・パストゥール医学研究センター
〒606-8225 京都市左京区田中門前町103-５
５）（一般財団法人）北里環境科学センター
〒252-0329　神奈川県相模原市南区北里１-15-１

（略題：アルカリ性電解水を使用した粉末培養液が筋芽細胞培養に及ぼす影響）

和文抄録

加齢による骨格筋量や筋力の低下はサルコペニアと呼ばれ、酸化ストレスの関与が報告されている。アルカリ性電解水（AEW）は水の電気分解により生成され、弱アルカリ性を呈し、抗酸化作用が報告される水素が溶存している点で水道水と異なる。本研究では、AEWで調製した培地が筋芽細胞の細胞増殖に与える影響を検証した。マウス筋芽細胞（C２C12細胞）を５日間培養した。５日間培地交換しない群において、蒸留水、生成直後のAEW、水道水、溶存水素濃度を低下させたAEWを用いた培地の４群を作成した。生成直後のAEWを用いた群では筋芽細胞数が有意に増加し、AEWによる増殖促進効果が示唆された。しかし培養２日後に生成直後のAEWにて培地交換した群では、細胞数は増加しなかった。生成直後のAEWを用いた群で様々な酸化ストレス関連因子mRNAを調べたが、有意な変化は認められなかった。今後は網羅的な遺伝子発現を検証し、生体応用の可能性を探る予定である。

＜和文キーワード＞　アルカリ性電解水、骨格筋、水素

受付：2025年12月25日　　採用：2025年２月21日
対応責任著者
氏名：寺山隼人・清島大資
所属：東海大学医学部医学科基礎医学系生体構造学
住所：〒259-1143　神奈川県伊勢原市下糟屋143
電話：0463-93-1121
Eメールアドレス：terahaya@tokai.ac.jp・kiyoshima@tokai.ac.jp

Effect of dissolving powdered culture medium with alkaline electrolyzed water on myoblast cell proliferation

Hayato Terayama[1,2)*], Daisuke Kiyoshima[2,3)*], Yoshinori Tanaka[2)], Emiko Todaka[3)], Kou Sakabe[3,5)], Tsutomu Sato[2,3,4)]
*These authors contributed equally to this work

1）Department of Environmental Preventive Medicine（Yamada Bee Company, Inc.）, Center for Preventive Medical Sciences, Chiba University
2）Department of Anatomy, Tokai University School of Medicine
3）Center for Preventive Medical Sciences, Chiba University
4）Louis Pasteur Center for Medical Research
5）Kitasato Research Center for Environmental Science

英文抄録

Age–related declines in skeletal muscle mass and strength are termed sarcopenia, with oxidative stress implicated in this process. Alkaline electrolyzed water（AEW）is produced by water electrolysis, exhibiting weak alkalinity and containing dissolved hydrogen with antioxidant properties, distinguishing it from tap water. This study investigated the effects of AEW–prepared culture medium on myoblast proliferation. Mouse myoblasts（C 2 C12 cells）were cultured for 5 days. In experiments without medium changes, four groups were created using medium containing distilled water, freshly generated AEW, tap water, and AEW with reduced dissolved hydrogen concentration. The group using freshly generated AEW showed a significant increase in myoblast numbers, suggesting a cell proliferation–promoting effect of AEW. However, in the group where the medium was replaced with freshly generated AEW after two days of culture, cell numbers did not increase. Analysis of various oxidative stress–related factor mRNAs in the group using freshly generated AEW showed no significant changes. Future plans include verifying comprehensive gene expression and exploring potential applications in living organisms.（164 words）

<英文キーワード> Alkaline electrolyzed water, skeletal muscle, hydrogen

Corresponding authors
Daisuke Kiyoshima・Hayato Terayama
Department of Anatomy, Tokai University School of Medicine
143 Shimokasuya, Isehara–si, Kanagawa, 259–1193, Japan
Tel.: +81–463–931121
E–mail: kiyoshima@tokai.ac.jp・terahaya@tokai.ac.jp

１．はじめに

水の電気分解にて得られる水は、陽極側と陰極側で化学的特性が異なる。陽極側ではpHが酸性を呈し溶存酸素濃度が増加しているのに対し、陰極側ではpHがアルカリ性に傾き電気分解前には存在しない水素が溶存する事が特徴である。陰極側から得られる水は、アルカリ性電解水（Alkaline electrolyzed water：AEW）[1)]と呼ばれる。中でも日本産業規格（JIS T2004）に適合した家庭用電解水生成器（アルカリイオン整水器）を用いて水道水を電気分解することで陰極側に生成される弱アルカリ性（pH9～10）のアルカリ性電解水は飲用アルカリ性電解水と呼ばれ、飲用することで「胃腸症状の改善」に有効とされている[1) 2)]。

Shirahataらはヒポキサンチン–キサンチンオキシダーゼ系での無細胞系で、AEWにより、スーパーオキシドアニオンの産生量や過酸化水素の減少が促進されることを報告した[3)]。また、マウス膵β細胞に対してアロキサンで１型糖尿病を誘発するときに生じる活性酸素種をAEWで培養する事により抑制することによってアポトーシスを抑制した事が報告された[4)]。このように、AEWは抗酸化作用、抗アポトーシス作用など様々な作用が期待されている。Ohsawaらは、分子状水素（水素ガス：H_2）の投与により脳虚血障害が抑制されることを報告した[5)]。炎症・虚血疾病モデルにおいて、H_2投与により臓器障害が抑制・減弱されることが多数報告され、H_2には抗酸化・抗炎症作用があると示唆されている[6)]。したがって、現在、AEWにおける抗酸化・抗炎症作用はH_2が主役となって惹起していると考えられている。

日本の65歳以上人口は2019年に29.3％に達しており、現在の状況が続けば、2065年には、約2.6人に１人が65歳以上となると予想されている[7)]。老化仮説の１つに1956年に提唱された酸化ストレス説がある[8)]。活性酸素やフリーラジカルの発生要因は様々であるが、ミトコンドリアから産生される活性酸素が最も多いことが明らかになっている[9)]。一方、その活性酸素やフリーラジカルを除去するシステムがカタラーゼやスーパーオキシドジスムターゼなどの抗酸化酵素である。この酸化システムと抗酸化システムのバランスが崩れると酸化ストレスが生じ、身体へ様々な影響を与える。細胞に蓄積した酸化ストレスは、ミトコンドリアからの活性酸素によってアポトーシスが誘導されるというメカニズムが報告された[10)]。アポトーシスが誘導されると，個体老化を促進することにも繋がるため、酸化ストレスと老化は密接に関わっていると考えられる。実際に、培養されたヒト胎児二倍体線維芽細胞[11)]やラット脳[12)]などでは、培養期間や加齢に伴い酸化ストレス物質の一つである過酸化脂質が増加することが報告されている。

近年、高齢化社会に伴い、加齢により心身が疲れやすく弱った状態であるフレイル（虚弱）とフレイルの原因となる骨格筋量の減少および筋力が低下する症状であるサルコペニアが注目されている。サルコペニアでは日常生活動作が著しく阻害されることから、その対策は健康長寿の実現を目指す上で極めて重要な課題と言える。サルコペニアはヒトだけでなく犬や猫においても報告されている[13)]。サルコペニアの発症には加齢だけでなく、様々な原因が示唆されている中、酸化ストレスも関わっている事が報告されている[14)]。骨格筋の基底膜と筋線維の間には組織幹細胞であるサテライト細胞が存在しており、骨格筋の高い再生能力を支えている[15, 16)]。通常、サテライト細胞は増殖しない細胞周期（G０期）に維持されているが、筋肉の損傷によって筋芽細胞へと分化を開始する。筋芽細胞はさらに増殖し、細胞同士が融合することで筋管細胞に分化し、最終的に筋線維となる[15, 16)]。サルコペニアの場合、サテライト細胞の増殖や分裂能の低下により新たに作られる筋線維が減少し、筋肉量の減少や筋萎縮につながると考えられている。実際、加齢に伴ってサテライト細胞数や分裂能が減少することが分かっている[17)]。一方で、サテライト細胞を欠損させた老齢マウスでは、野生型の老齢マウスと比較して、筋萎縮の度合いに変化が見られないことが報告されている[18)]。この事からサテライト細胞以外にもサルコペニアに関わる因子があると考えられ、その一つに、筋芽細胞の増殖や分化能があげられ

る。加齢に伴う筋芽細胞の増殖や分化能の低下が、サルコペニアにおける筋肉量低下や筋萎縮に関与する可能性が示唆されている[19]。

一般に、加齢に伴う筋萎縮や再生能力の低下には、細胞内での過剰な活性酸素種の蓄積、すなわち酸化ストレスが深く関与している。本研究にて、アルカリ性電解水が持つ抗酸化作用が細胞内の環境維持に働き、筋芽細胞が増殖しやすくなるのかどうかを検証することとした。

2．材料と方法

2.1 培養実験1

マウス筋芽細胞であるC2C12細胞はATCC（American Type Culture Collection）より購入した。細胞の培養は、37℃，5％CO_2インキュベーター内で行った。培地は高グルコース型Dulbecco's modified Eagle's medium（DMEM 培地）の粉末をDW（Distilled Water：蒸留水）およびAEWで溶解し、牛胎児血清を10％と抗生物質を1％加えた。各溶解液は0.45μm poreサイズのフィルターで濾過し、微生物などを除去した。DWにて調製した培地で培養する群（以下DW群）とAEWにて調製した培地で培養する群（以下AEW 5 d−1群）の2群を作成し、それぞれ9ディッシュ作成した。AEWはPanasonic社製の試作器にてpH9.5で生成し、培地調製後は2群いずれもpHは7.4とした。C2C12細胞を播種し（1.5×10^2個）、5日間培養後に両群の細胞数をカウントした。培養は再現性を確かめるため、2回行った。

2.2 培養実験2

マウス筋芽細胞であるC2C12細胞はATCCより購入した。細胞の培養は、37℃，5％CO_2インキュベーター内で行った。培地はDMEM培地の粉末を水道水、水素を抜いたAEWおよびAEWで溶解し、牛胎児血清を10％と抗生物質を1％加えた。各溶解液は0.45μm pore サイズのフィルターで濾過し、微生物などを除去した。水道水にて調製した培地で培養する群（以下Normal群）、生成後に24時間放置し水素を可及的になくしたAEWにて調製した培地で培養する群（以下Control群）、生成直後のAEWにて調製した培地で培養する群（以下AEW 5 d−2群）の3群を作成し、それぞれ3ディッシュ作成した。AEWはPanasonic社製の試作器にてpH9.5で生成し、最終的に3群いずれも培地のpHは7.4とした。C2C12細胞を播種し（1.5×10^2個）、各群を5日間培養後に細胞数をカウントした。培地交換の影響や水素の長期暴露の影響を検討するため、培地交換を行わない群（Normal 5 d群、Control 5 d群およびAEW 5 d−2）と培養2日後に培地交換を行った群（Normal 2 d群、Control 2 d群およびAEW 2 d−2群）を作成し、培養は再現性を確かめるため、2回行った。

2.3 水素測定

水素測定はポータブル溶存水素計（東亜DKK株式会社DH-35A：隔膜型ポーラログラフ電極）を用いた。培地中の水素濃度はC2C12細胞を播種する直前で測定した。培養実験1はDW群およびAEW 5 d−1群において、培地調製時と5日後の水素濃度の測定を行った。培養実験2はNormal 2 d群、Control 2 d群、AEW 2 d−2群およびAEW 5 d−2群において、培地交換を行った群と培地交換を行わない群を培地調製時（Day 0）、2日後（Day 2）、5日後（Day 5）における培地中の水素濃度を測定した。水素濃度の値は原理的に水素を含まない蒸留水（DW群）や水道水（Normal群）の測定値を測定機の0値として補正後、小数点以下切り捨てた。測定範囲は0.0 ppb ～10.00 ppmであった。

2.4 Real-time reverse transcription（RT-）PCR

培養実験1において1回目と2回目のDW群およびAEW 5 d−1群の細胞はTRIzolに保存し、クロロホルム、イソプロピルアルコール、エタノールを用いてtotal RNAを抽出した。cDNA合成はcDNA合成キットHigh Capacity cDNA Reverse Transcription Kit（Thermo Fisher Scientific Inc., MA, US）を用いてマニュアルに従い、complementary DNA（cDNA）に逆転写した。合成されたcDNAはTakara

SYBR premix Ex TaqⅡを用いて、Cobas Z 480 Analyzer（Roche-diagnostics）でreverse-time reverse transcription-Polymerase Chain Reaction（PCR）を行った。プライマーは細胞増殖因子関連遺伝子であるPI３K（Phosphatidylinositol-３kinase)、Mef２a（Myocyte enhancer factor ２a)、CDK１m（Cyclin-dependent kinase １m)、酸化物質関連遺伝子であるTXNIP（Thioredoxin interacting protein)、GRP78（glucose-regulated protein, 78kDa)、OGG１（８-oxoguanine DNA glycosylase １)、抗酸化酵素関連遺伝子であるSOD１（Super oxide dismutase １)、SOD２（Super oxide dismutase ２)、SOD３（Super oxide dismutase ３)、CAT（Catalase)、GPx（Glutathione peroxidase)、Trx１（Thioredoxin １)、Trx２（Thioredoxin ２)、GR（Glutathione reductase)、HO-１（Heme Oxygenase １)、Nrf２（Nuclear factor E２-related factor ２）ミトコンドリア障害関連遺伝子であるPGC-１α（Peroxisome proliferators-activated receptor-γ co-activator-１α)、Nrf１（Nuclear factor E２-related factor １)、Drp１（Dynamin-related protein １)、アポトーシス関連遺伝子であるFas、FasL（Fas ligand)、Bax、Bcl-２、Caspase ３、オートファジー関連遺伝子であるLC３B（Microtubule associated protein light chain ３B)、p62（Sequestosome １)、Beclin-１（B-cell lymphoma-２ interacting protein １)、Atg７（Autophagy-related protein ７）を作成した。データ解析はthermal cycler dice real time system software（Takara-Bio Co., Shiga, Japan）を使用し、２ΔΔCt法を用いて行った。内部標準遺伝子はGAPDHを用いた。

２.５ 統計

統計はIBM SPSS（International Business Machines Co., NY, US）を用いて、Shapiro-Wilk検定で正規性を確認後、２群間はt検定（効果量：Cohen（d））およびMann-WhitneyのU（効果量：r）の検定を、３群間以上は一元配置分散分析（ANOVA、効果量：η^2）およびKruskal-Wallisの検定（効果量：ε^2）を行い、多重比較はTukey法およびDunn-Bonferroni法を行った。有意水準（p値）は５％未満とした。Real-time RT-PCRのデータは統計学的有意であっても、値が２倍以上１/２以下でない限り、有意な差はないと判断した。

３．結果

３.１ 培養実験１

DW群と比較しAEW５d-１群で有意に１回目（p<0.001、r=0.612）および２回目（p<0.001、r=0.764）ともに細胞数の増加がみられた（表１a)。

３.２ 培養実験２

培地交換を行わなかった場合、培養５日後のNormal５d群およびControl５d群と比較してAEW５d-２群で１回目（p<0.001、η^2=0.832：Normal５d vs AEW５d-２; p<0.001、Control５d vs AEW５d-２; p<0.001）および２回目（p<0.001、η^2=0.784：Normal vs AEW５d-２; p<0.001、Normal５d vs AEW５d-２; p<0.001）ともに有意に細胞数が増加した（表１b)。

培地交換を行った場合、１回目の培養５日後のNormal２d群、Control２d群およびAEW２d-２群の間（p<0.001、ε^2=0.602：Normal２d vs Control２d; p<0.001、AEW２d-２ vs Control２d; p=0.015）では有意な差を認めたが、２回目（p=0.125、η^2=0.159）は有意な差を認めなかった（表１c)。

表1　培養実験1および2における筋芽細胞数

a）培養実験1におけるDW群とAEW 5 d−1群の筋芽細胞数

培養回数	グループ	平均（cell/mm^2）	標準偏差
1回目	DW	79.9	35.1
	AEW5d−1	131.9*	40.6
2回目	DW	214.0	46.0
	AEW5d−1	337.6*	59.1

b）培養実験2におけるNormal 5 d群、Control 5 d群およびAEW 5 d−2群の筋芽細胞数

培養回数	グループ	平均（cell/mm^2）	標準偏差
1回目	Normal5d	114.9	26.6
	Control5d	122.0	22.5
	AEW5d−2	267.5**	35.4
2回目	Normal5d	138.0	22.9
	Control5d	166.1	28.3
	AEW5d−2	472.0**	139.3

c）培養実験2におけるNormal 2 d群、Control 2 d群およびAEW 2 d−2群の筋芽細胞数

培養回数	グループ	平均（cell/mm^2）	標準偏差
1回目	Normal2d	62.4	9.1
	Control2d	105.1***	18.0
	AEW2d−2	76.0	12.5
2回目	Normal2d	84.8	29.4
	Control2d	113.0	34.0
	AEW2d−2	110.4	26.6

*DW vs AEW 5 d−1、**Normal 5 d or Control 5 d vs AEW 5 d−2、***Normal 2 d or AEW 2 d−2 vs Control：$p<0.05$

3.3 水素測定

培養実験1において（表2a）、Day 0の平均水素濃度はAEW 5 d−1群で約20ppbであり、全群で検出限界以下であった。培養実験2において、培地交換を行わなかった場合（表2b）、Day 0の平均水素濃度はAEW 5 d−2群のみ約6 ppbの水素が検出され、全群で検出限界以下であった。培地交換を行った場合（表2c）、Day 0の平均水素濃度はAEW 2 d−2群のみ約6 ppbの水素が検出され、Day 2には全群で検出限界以下となった。なお、再度各培地に交換した後のAEW 2 d−2群では水素濃度が約8 ppbで検出されたが、Day 5では全群で再び検出限界以下となった。各実験におけるDay 0の水素濃度の違いはAEWを生成してから培養開始までの間にAEWの溶液外に放出してしまった水素量の差異によるものと推測される。

表2　培養実験1および2における培地の水素ガス濃度

a）培養実験1におけるDW群とAEW 5 d−1群の培地の水素ガス濃度

グループ	Day 0	Day 5
DW	N.D.	N.D.
AEW5d−1	20ppb	N.D.

b）培養実験2におけるNormal 5 d群、Control 5 d群およびAEW 5 d−2群の培地の水素ガス濃度

グループ	Day 0	Day 5
Normal5d	N.D.	N.D.
Control5d	N.D.	N.D.
AEW5d−2	6ppb	N.D.

c）培養実験2におけるNormal 2 d群、Control 2 d群およびAEW 2 d−2群の培地の水素ガス濃度

グループ	Day 0	Day 2	Day 2	Day 5
Normal2d	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Control2d	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
AEW2d−2	6ppb	N.D.	8ppb	N.D.

*水素濃度は小数点以下を切り捨てで表す。

3.4 Real-time RT-PCR

培養実験1の1回目と2回目のDW群およびAEW 5 d−1群の抗酸化酵素（図1a）（SOD1、

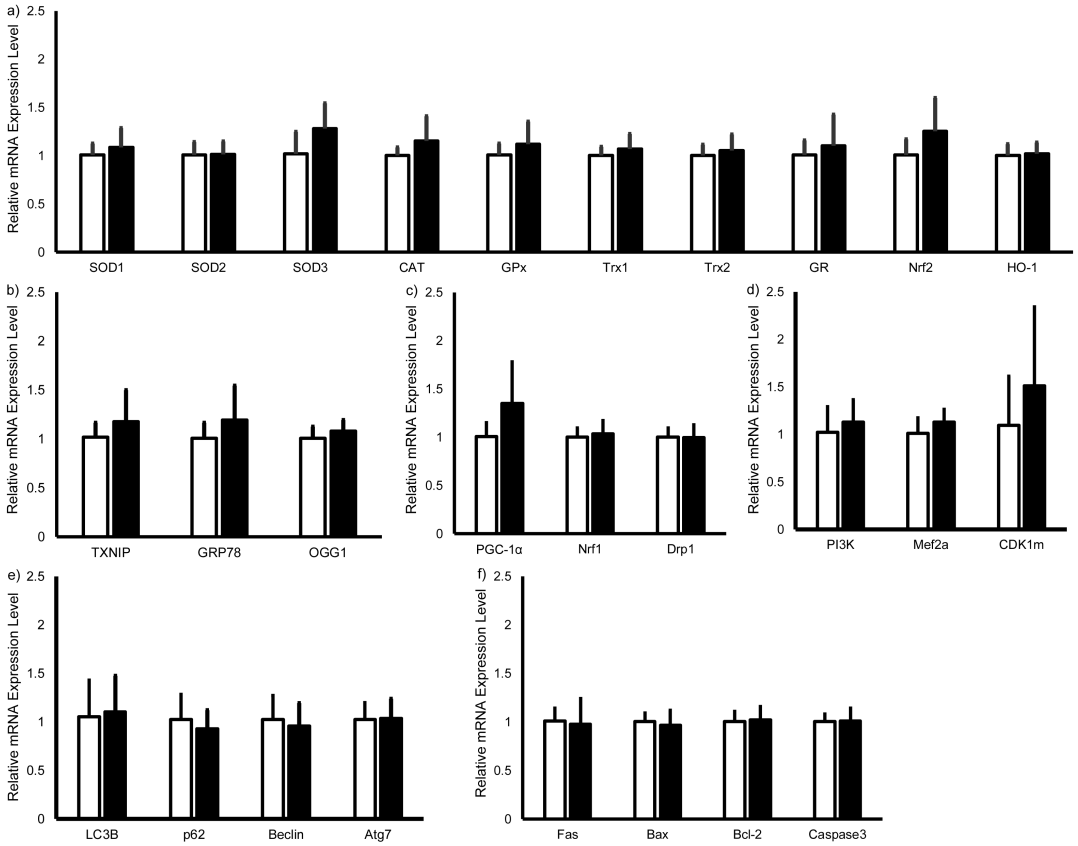

図１ 培養実験１におけるDW群（□）とAEW５d-１群（■）のmRNAの変化

SOD２、SOD３、CAT、GPx、Trx１、Trx２、GR、HO-１、Nrf２）酸化ストレス物質（図１b）（TXNIP、GRP78、OGG１）、ミトコンドリア障害（図１c）（PGC-１α、Nrf１、Drp１）、細胞増殖因子（図１d）（PI３K、Mef２a、CDK１m）、オートファジー（図１e）（LC３B、p62、Beclin-１、Atg７）、アポトーシス（図１f）（Fas、FasL、Bax、Bcl-２、Caspase３）関連mRNAの発現を比較したところ、有意差はなかった。図１のデータは２回目を使用し、効果量とp値は表３に示した。

a）培養実験１におけるDW群とAEW５d-１群の抗酸化酵素関連因子であるSOD１（Super oxide dismutase １）、SOD２（Super oxide dismutase ２）、SOD３（Super oxide dismutase ３）、CAT（Catalase）、GPx（Glutathione peroxidase）、Trx１（Thioredoxin １）、Trx２（Thioredoxin ２）、GR（Glutathione reductase）、HO-１（Heme Oxygenase １）、Nrf２（Nuclear factor E２-related factor ２）mRNAの変化

b）培養実験１におけるDW群とAEW５d-１群の酸化物質関連因子であるTXNIP（Thioredoxin interacting protein）、GRP78（glucose-regulated protein, 78kDa）、OGG１（８-oxoguanine DNA glycosylase １）mRNAの変化

c）培養実験１におけるDW群とAEW５d-１群のミトコンドリア障害関連因子であるPGC-１α（Peroxisome proliferators-activated receptor-γ co-activator-１α）、Nrf１（Nuclear factor E２-related factor １）、Drp１（Dynamin-related protein １）mRNAの変化

d）培養実験１におけるDW群とAEW５d-１群の細胞増殖因子関連因子であるPI３K（Phosphatidylinositol-３ kinase）、Mef２a（Myocyte enhancer factor ２a）、CDK１m（Cyclin-dependent kinase １m）mRNAの変化

e）培養実験1におけるDW群とAEW 5 d–1群のオートファジー関連因子であるLC 3 B（Microtubule associated protein light chain 3B）、p62（Sequestosome 1）、Beclin–1（B–cell lymphoma–2 interacting protein 1）、Atg 7（Autophagy–related protein 7）mRNAの変化

f）培養実験1におけるDW群とAEW 5 d–1群のアポトーシス関連因子であるFas、FasL（Fas ligand）、Bax、Bcl–2、Caspase 3 mRNAの変化

DW群とAEW 5 d–1群のmRNAの変化のデータは平均値±標準偏差で表す。

表3　培養実験1におけるDW群とAEW 5 d–1群のmRNAの統計結果

Gene	Significance level（p–value）	Effect size（Cohen（d）or r）
SOD1	0.144	d=0.165
SOD2	0.85	d=0.133
SOD3	0.002	d=0.244
CAT	0.024	r=0.355
GPx	0.149	r=0.231
Trx1	0.096	d=0.126
Trx2	0.28	d=0.14
GR	0.698	r=0.064
HO–1	0.925	r=0.015
Nrf2	0.007	d=0.269
TXNIP	0.063	r=0.295
GRP78	0.002	d=0.182
OGG1	0.62	r=0.081
PGC–1 α	0.002	d=0.321
Nrf1	0.369	r=0.143
Drp1	0.878	d=0.114
PI3K	0.19	r=0.296
Mef2a	0.955	d=0.152
CDK1m	0.143	r=0.338
LC3B	0.688	d=0.375
p62	0.529	r=−0.144
Beclin	0.684	r=−0.102
Atg7	0.739	r=0.076
Fas	0.661	d=0.21
Bax	0.379	d=0.124
Bcl–2	0.654	d=0.122
Caspase3	0.834	d=0.109

4．考察

本研究は様々な水を用いて培地を調製し、培地交換をせずに筋芽細胞を5日間培養した。蒸留水（DW群）、水道水（Normal 5 d群）、生成後に24時間放置し水素を可及的になくしたAEW（Control 5 d群）を使用した培地で培養した筋芽細胞数と比較し、AEW（AEW 5 d–1群、AEW 5 d–2群）を使用した筋芽細胞数の方が有意に増加した。また、2日目で培地交換を行った場合、Normal 2 d群やControl 2 d群と比較し、AEW（AEW 2 d–2群）を使用した培地で培養した筋芽細胞数で有意な差は認められなかった。しかしながら、酸化ストレス物質、抗酸化酵素、ミトコンドリア障害、アポトーシス、オートファジー、細胞増殖因子関連mRNAの発現の有意な差はなかった。

培地交換を行わない場合、Control 5 d群やNormal 5 d群と比較し、AEW 5 d群に有意な筋芽細胞数の増加が認められたため、AEWによる細胞増殖効果の可能性が示唆された。白幡らは電解還元水（AEW）がSOD様活性を有し、DNAを酸化ダメージから保護することを初めて報告した[20]。李らは、電解還元水がDNA、RNA、タンパク質の酸化ダメージから保護することを報告した[21]。花岡は、電解還元水が抗酸化物質の活性を高め、フリーラジカルや活性酸素（ROS）を除去する可能性があることを示し、過酸化水素活性は電解還元水中に生成される活性水素分子の濃度に依存する可能性がある事を示唆した[22]。水素ガスはヒドロキシラジカルと水素分子の化学的反応だけでなく、抗酸化・炎症系経路へ影響している。水素ガスの吸入、水素ガス含有水の飲水や腹腔内投与などでMAPK、MEK–1、NF–κB、caspase–3、caspase–12が抑制されていることから、水素ガスの作用は単に標的ラジカルとの化学反応により酸化ストレスを軽減することに留まらず、抗酸化系システムの増強など多面的な作用で酸化ストレスを制御している可能性も想定され、それが炎症性サイトカインの発現抑制、抗酸化系の低減抑制と繋がっている可能性がある[23]。本研究と同様に、西川らはBalb/c 3T3細胞（マウス胎児線維芽細胞）の培養（MEM培地）において、通常の培

養よりも電解還元水（AEW）を用いた方が早い日数で密集状態に達する事を報告した[24]。したがって、筋芽細胞を培養する事で発生した酸化ストレスがAEW中の水素ガスによって抑制された可能性が考えられた。

水素ガスはスーパーオキシド，過酸化水素（H_2O_2），一酸化窒素等の反応性の低いROSとは反応しない[25]。市販のMEM培地はH_2O_2が含まれているため[26]、MEMを改良し、アミノ酸やビタミン濃度を高め、グルコースなどの成分をより多く含むDMEM培地も同様にH_2O_2が含まれている可能性が考えられる。また、細胞培養においてビタミンC（アスコルビン酸）が酸化され（プロオキシダント作用）、その酸化生成物が活性酸素の発生を促し、酸化ストレスを誘導することがあり、様々な物質が酸化されると逆に酸化ストレスを誘導してしまう事もある。したがって、培地交換をした方が培養細胞にとって酸化ストレス物質を除去でき、水素ガスの供給にもなるため、より細胞増殖効果が得られると考えていたが、培地交換を行った場合、１回目はNormal２d群やAEW２d–２群と比較しControl２d群で有意差は認められたものの、２回目はすべての群で有意差は認められなかった。培地交換頻度が低い場合、hiPS細胞の短期培養において細胞品質の低下は見られず、細胞増殖率が向上したという報告がある[27]。したがって、筋芽細胞の場合、水素の細胞増殖効果やH_2O_2の除去に比べ外的な物理的ストレスの方がより細胞の増殖に悪影響を与えている可能性が考えられた。

培地交換を行わない場合、DW群とAEW５d–１群を比較したところ、酸化ストレス物質、抗酸化酵素、ミトコンドリア障害、アポトーシス、オートファジー、細胞増殖因子関連mRNAの発現の有意差はなかった。AEWはアスコルビン酸の抗酸化活性に対する増強効果があるが、AEWの電気伝導率（EC）もpHもアスコルビン酸の抗酸化活性と直線関係を示さなかった。さらに、AEWと同じpHとEC値に調整したH_2バブル水はコントロールとほぼ同じ抗酸化活性を示し、pH、EC、水素気泡はSOD活性を増強する主な要因ではなかったことが報告された[28]。また、マウスBalb/c ３T３細胞は、形質転換すると接触阻害能力を失うため、形質転換実験に広く使用され、合成された白金ナノコロイド（Pt nps）を補充した電解還元水が Balb/c ３T３細胞の形質転換を強力に抑制したが、電解還元水またはPt npsの個別によっては抑制されなかった[29]。したがって、水素以外に他の因子も細胞増殖効果へ大きく影響を与えている可能性も考えられた。今後は次世代シークエンサーを用いてトランスクリプトーム解析（網羅的遺伝子解析：RNA–seq）を行い、水素にこだわらず、他の因子についても網羅的に検討したい。

利益相反

本研究は株式会社山田養蜂場、Panasonic株式会社、一般財団法人機能水研究振興財団企画共同研究助成の補助を受けた。本稿の内容および結論に資金提供者の影響はない。

謝辞

この度は、第32回および33回日本臨床環境医学会学術集会での発表において奨励賞を頂き深謝致します。本論文は第32回および33回日本臨床環境医学会学術集会において発表した内容を一部改変致しました。本研究は東海大学研究イノベーションセンター生命科学統合支援センターの技術職員の方々、東海大学医学部医学科基礎医学系生体構造学の林省吾先生、隅山香織先生、山本将仁先生、飯島崇利先生、上田容子先生、永堀健太先生、高木美穂様、千葉大学予防医学センターの櫻井健一先生（栄養代謝医学）、山本緑先生、江口哲史先生（環境健康学）、大森百合香様（山田養蜂場・環境予防医学寄附研究部門）のご支援およびご協力によって行いました、深謝致します。なお、本研究は株式会社山田養蜂場、Panasonic株式会社、一般財団法人機能水研究振興財団企画共同研究助成の補助を受けました、この場をお借りして深謝致します。

参考文献

1）Tanaka, Y. Structure and function of alkaline ionized water apparatus. J. Funct. Water 12: 29–34. 2017（English Abstract）

2）厚生労働省　https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=81aa6906&dataType= 0 &pageNo= 1

3）Shirahata S, Kabayama S, et al. Electrolyzed reduced water scavenges active oxygen species and protects DNA from oxidative damage. Biochem Biophys Res Commun 234：269–74. 1997

4）Li Y, Nishimura T, et al. Protective mechanism of reduced water against alloxan–induced pancreatic beta–cell damage：Scavenging effect against reactive oxygen species. Cytotechnology 40：139–49. 2002

5）Ohsawa I, Ishikawa M, et al. Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals. Nat Med 13：688–94. 2007

6）Ohta S. Recent progress toward hydrogen medicine：potential of molecular hydrogen for preventive and therapeutic applications. Curr Pharm Des 17：2241–52. 2011

7）内閣府. 令和元年版高齢社会白書. 2019 https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/index–w.html

8）Harman D. Aging: A theory based on free radical and radication chemistry. J Gerontol 11, 298–300. 1956

9）Indo H, Devisdon M, et al. Evidence of ROS generation by mitochondria in cells with impaired electron transport chain and mitochondrial DNA damage. Mitochondrion 7（1－2）, 106–118. 2007

10）Majima HJ, Oberley TD, et al. Prevention of mitochondrial injury by manganese superoxide dismutase reveals a primary mechanism for alkaline–induced cell death. J Biol Chem 273（14）:8217–24. 1998

11）Suzuki T, Miyazawa T, et al. Age–related accumulation of phosphatidylcholine hydroperoxide in cultured human diploid cells and its prevention by α–tocopherol. Lipids 28:, 775–778. 1993

12）Miyazawa T, Suzuki T, et al. Age–Dependent Accumulation of Phosphatidylcholine Hydroperoxide in the Brain and Liver of the Rat. Lipids 28: 789–793. 1993

13）Freeman LM. Cachexia and sarcopenia: emerging syndromes of importance in dogs and cats. J Vet Intern Med Jan–Feb;26（1）: 3 –17. 2012

14）Dickinson Jared M, Volpi Elena, et al. Exercise and Nutrition to Target Protein Synthesis Impairments in Aging Skeletal Muscle. Exercise and Sport Sciences Reviews 41（4）: 216–223. 2013

15）Yin H, Price F, Rudnicki MA. Satellite cells and the muscle stem cell niche. Physiol Rev Jan 93（1）:23–67. 2013

16）町田　修一、船越　智子. 骨格筋再生と老化制御：筋サテライト細胞の役割. 基礎老化研究 40（1）: 13－17. 2016

17）García–Prat L, Sousa–Victor P, et al. Functional dysregulation of stem cells during aging : A focus on skeletal muscle stem cells. The FEBS journal 280: 4051–4062. 2013

18）Fry CS, Lee JD, et al. Inducible depletion of satellite cells in adult, sedentary mice impairs muscle regenerative capacity but does not contribute to sarcopenia. Nature medicine 21, 76–80. 2015

19）Meng SJ, Yu LJ. Oxidative stress, molecular inflammation and sarcopenia. International journal of molecular sciences 11, 1509–1526. 2010

20）Shirahata S, Kabayama S, et al. Electrolyzed–reduced water scavenges active oxygen species and protects DNA from oxidative damage. Biochemical & Biophysical Research Communications 234（1）: 269.1997

21）Lee MY, Kim YK, et al. Electrolyzed–reduced water protects against oxidative damage to DNA, RNA and Protein. Applied Biochemistry and Biotechnology 135（２）: 133–144. 2006
22）Hanaoka K. Antioxidant effects of reduced water produced by electrolysis of sodium chloride solutions. Journal of Applied Electrochemistry 31（12）: 1307–1313. 2001
23）中山 昌明. 電解アルカリ水（水素水）を用いた透析液（基礎・臨床）, 日本透析医学会雑誌 48 巻, 2 号, 94–98. 2015
24）Ryuhei N, Kiichiro T, et al. Electrolyzed reduced water supplemented with platinum nanoparticles suppresses promotion of two–stage cell transformation. Cytotechnology 47:97–105. 2005
25）大澤 郁朗. 老年医学の展望 水素分子の生理作用と水素水による疾患防御, 日本老年医学会雑誌 = Japanese journal of geriatrics 49（６）: 680–688. 2012.
26）Kelts J.L., Cali, J.J., Duellman, S.J. et al. Altered cytotoxicity of ROS–inducing compounds by sodium pyruvate in cell culture medium depends on the location of ROS generation. SpringerPlus 4 :269. 2015
27）小長谷 周平, 安藤 健, 他.　ヒトiPS細胞の培地交換頻度が細胞品質に与える影響, 生体医工学53Supplement 号, S237_01. 2015
28）Tongjiao Wu, Masahiro H, et al. Comparative Study of Alkaline Electrolyzed Water and Tourmaline Water in terms of their Enhancing Effect on the Antioxidant Activity of Ascorbic Acid. J. Functional Water 6 （２）: 1 –9. 2022

報　告

第33回日本臨床環境医学会学術集会 室内環境の視点からみた住まいのアレルギー対策：提言発表記念シンポジウム

環境アレルギー分科会

2025年６月22日に開催された第33回日本臨床環境医学会学術集会において、環境アレルギー分科会は、「室内環境の視点からみた住まいのアレルギー対策」と題する提言を2025年２月21日に公表したことを踏まえ、記念シンポジウムを開催した。本稿は、その際に報告された内容についての概要を各発表者が取りまとめたものである。

１．増え続けるアレルギー疾患 アレルギー対策の重要性,化学物質過敏症,シックハウス症候群との関係（平久美子：東京女子医科大学付属足立医療センター麻酔科）

近年増加したアレルギー疾患（アレルギー性鼻炎、気管支喘息、アトピー性皮膚炎）の多くは、ダニ、カビ、花粉、動物上皮などの室内環境アレルゲンに対する免疫反応として発症する。これらの疾患は、２型応答、すなわち原因アレルゲンの曝露時に、外界と接する上皮細胞が破壊されることで細胞内のサイトカイン（TSLPなど）が放出され、２型自然リンパ球を刺激されることにより始まる。アレルゲンが樹状細胞に貪食されると細胞表面に抗原として提示され、T細胞を刺激し、それがB細胞に伝えられ抗原特異的IgE抗体が産生されるようになるが、このプロセスを、活性化された２型自然リンパ球から分泌されるサイトカインIL–４およびIL–13が促進する。最近使用が開始されたデュピルマブは、IL–４、IL–13両者の作用を抑制し、重症アレルギー疾患の治療に良好な治療成績を上げている。ホルムアルデヒドやイソシアネートなど建材由来の化学物質は、上皮細胞を傷害することで２型応答を促進し、アレルギー疾患の発症増悪をもたらすと考えられている。同時に、顔面や気道の神経刺激により、化学物質過敏症発症の引き金となることを示す証拠が蓄積されつつある。

いくらよい薬が開発されても、不適切な室内環境を放置することでは、患者数は減らず、医療費の増大にも歯止めがかからない。何よりその過程で、患者や家族が失うものは非常に大きい。残念ながら、換気と清掃の重要性に対する認識は、建築物関連業務に携わる人においてさえ、未だ十分とは言えない（コラム参照）。今回発表した「提言」は、健康的な室内環境を実現するため必須の知識であると同時に、全国津々浦々で実践されるべき目標であると我々は考えている。

コラム

＜大手業者によるフルリノベーション工事後のマンションに入居したところ、10代男性のアトピー性皮膚炎急性増悪、50代女性のシックハウス症候群と化学物質過敏症、70代男性のシックハウス症候群が同時に起きた事例＞

X年６月、築19年のマンション15階 専有面積100m^{2}のフルリフォームを着工し、９月の竣工引き渡し時に24時間換気のスイッチを入れモーターの動作音を確認し10月末に入居

した。10代男性は、幼少時から食物アレルギーとアトピー性皮膚炎があり、６歳時にはほぼ寛解状態だったが、11月中旬から突然アトピー性皮膚炎が増悪し、初診時の総IgEは3,687 IU/mL（基準値＜180IU/mL）、その後プレドニゾロン、ウバダシチニブ投与にもかかわらずTARC（基準値＜450pg/mL）は増加し、X+１年２月に4,068pg/mLに達した。50代女性は、11月下旬より倦怠感、めまい、頭痛が出現し、12月初旬より手掌、さらに中旬には首、頭、耳の強いかゆみが始まり、X+１年１月に思考力低下、書字拙劣、頭重感、X+１年２月に意識消失発作、前胸部痛、不整脈、下腿攣縮としびれ、尿漏れが頻繁に生じるようになり脳外科を受診したが、頭部MRI所見に異常はみられなかった。70代男性もX+１年１月から倦怠感、疲労感、耳の痒みを自覚するようになった。

X+１年３月に洗面所・浴室から異臭がし、リビングに結露が生じたため業者に連絡し、X+１年４月に業者が点検したところ、換気システムの配線が１本繋がれておらず、入居後の４ヶ月間全く作動していなかったことが判明した。ただちに換気システムの運転を開始し、X+１年６月に室内環境測定を行ったところ、ホルムアルデヒド、トルエン、二酸化炭素は指針値内で、カビ量は外気より少なく清浄な環境だった。10代男性の部屋のダニ量は、寝具で75.3 μg/g（基準値10未満）、クローゼットで 188頭/m^2（基準値30未満）と高値だった。温度湿度の24時間連続測定を実施したところ、換気システムを停止時に、洗面脱衣所、70代男性寝室、10代男性の寝室の湿度は、それぞれ最大96.3%、75.9%、73.0%に上昇した。その後10代男性は、通学を継続しているが、皮膚症状の改善がみられず、X+１年10月 に 総IgE 7,152 IU/mL、TARC 2,243 pg/mLとなりデュピクセントを開始、１ヶ月後TARCは462 pg/mLに低下し、皮膚症状は徐々に改善し、以後X+２年９月まで継続した。50代女性は、X+１年６月以降、ガソリン、印刷インク、整髪料、制汗剤などの臭いにより頭痛、意識消失発作、めまいが頻繁に起きるようになり、X+３年６月当外来受診、化学物質過敏症と診断された。70代男性はX年10月以降、特に就業には支障なく就労中である。

本事例について、リフォーム業者に苦情を伝えたところ、工事の不備は認めるが、同様のマンションで換気システムを作動させずに居住している事例は多くあり、健康障害との因果関係については認めないという回答だった。

２．衛生仮説の現在（国立保健医療科学院：金勲）

アレルギー症増加の原因としては諸説あるが、中でも衛生仮説[1)]がよく知られている。例えば、農村育ちやペットを飼っている家庭の子供はアレルギー症が少ないという話で、乳幼児期の汚染因子（非衛生的な環境）への曝露が成長・成人期における病気やアレルギー罹患に密接に関係し、その代表的な原因物質として陰性グラム群生物が産生するエンドトキシン（Endotoxin）であるとしている。

衛生仮説の前から、Greenwoodはマラリア曝露が頻繁なナイジェリア西部で関節リウマチの発症率が低く[2)]、Gerrardはカナダ北部の先住民のアレルギーの有病率が都市部の白人の有病率よりも低い[3)]ことを観察している。

衛生仮説は疫学的研究と実験的証拠によって広く支持されるようになったが、現在ではDNA解析技術の進歩により、アレルギー罹患の過程には自然免疫系と獲得免疫系の両方が関与すると理解されている。

その後、更にOld friends仮説が提案され、昔からヒトが共生してきた腸内細菌や寄生虫などの微生物（old friends）が免疫システムに大きく関与しており、産業革命以降の過去100年間に及ぶ大規模な環境変化がヒトのold friendsにも変化をもたらしたことから、免疫系にも影響を及ぼしているとしている[4) 5)]。これらの微生物や寄生虫によ

る広範な免疫調節作用は、炎症性腸疾患、関節リウマチ、１型糖尿病を含む自己免疫疾患の臨床試験にも既に活用され始めている。

３．エアコンにおけるカビ汚染の実態と対策（柳　宇：工学院大学・建築学部）

（１）エアコンにおけるカビ汚染の実態

カビの増殖には、温度、湿度、栄養源といった条件が必要である。冷房運転時のエアコン内部は高湿環境となるため、カビの生育および増殖に適した条件が形成されやすい。業務用空調機内部における真菌汚染の実態については、これまでに多くの調査結果が報告されている。海外の研究では、空調機の熱交換コイル表面から*Alternaria*（ススカビ）、*Aspergillius*（コウジカビ）、*Cryptostroma*、*Exophiala*が検出されたとの報告がある。国内においては、住宅用ルームエアコンを対象とした調査が行われており、WatanabeらはITS２領域の解析により、検出頻度上位10属として*Toxicocladosporium*、*Filobasidium*、*Vishniacozyma*、*Mycosphaerella*、*Aspergillus*、*Malassezia*、*Fusarium*（アカカビ）、*Cladosporium*（クロカビ）、*Trametes*、*Peniophorella*を報告している。また、ShiraishiらはITS１領域を対象とした解析により、検出頻度２％以上の属として*Toxicocladosporium*、*Cladosporium*、*Aureobasidium*、*Neoantrodiella*、*Aspergillus*、*Ganoderma*、*Rhodotorula*、*Pseudopithomyces*、*Solicoccozyma*、*Perenniporia*、*Trametes*、*Resinicium*、*Neosetophoma*、*Exophiala*、*Didymella*、*Alternaria*（ススカビ）、*Acrodontium*を検出したと報告している[6]。

（２）エアコン内カビ汚染の対策

エアコン内のカビ汚染に対する基本的な対策は、①カビを増殖させないこと、②既存の汚染を除去することの二点に大別される。①については、冷房運転終了後に乾燥モードを使用し、エアコン内部を乾燥させることが有効である。②については、エアコン内部の洗浄が有効な対策とされている。Shiraishi らの研究では、エアコン洗浄後にカビ由来DNA量が有意に低下したことが報告されている[7]。

４．アレルギー患者宅におけるダニ対策（髙岡正敏：（株）ペストマネジメントラボ）

わが国における屋内塵中のダニの調査が始まった1964年から2000年までの36年間の追跡調査によると、屋内塵中のダニ数は明らかに増加の傾向を示しており、その増加はチリダニ類に起因している。それらはアレルギー疾患に関与するアレルゲンとして重要で、調査家庭の多くでアレルギー発症の基準値である1,000匹/ｇを超えている。また、ダニ数は明確な夏季増加型の季節消長を示すが、ダニアレルゲン量はそれより約２カ月遅れの秋季にピークとなる。そのため、アレルギー疾患の治療に環境中のアレルゲン対策が重要となる。

（１）ダニおよびダニアレルゲンが近年増えた要因

ダニおよびダニアレルゲンが近年増えた主な要因は、①気象の変化と気候変動：季節変動、温暖化、ヒートアイランドなど、②住居様式の変化：構造・用材の変化、内装材の変化等、③生活様式の変化：一人住まい、共働き、少子・高齢化、レジャー等による住居管理の不備、④住居内環境の変化：ダニ繁殖場所の増加、空調機器の普及などが挙げられる。

（２）住居内のダニ対策

住居内のダニ対策は、殺滅法と環境制御法に分けられる。殺滅法は生きているダニによる被害に効果的（寄生・刺咬・感染症媒介など）であるが、ダニは死滅してもダニアレルゲンは残る。一方、環境制御法はダニの増殖を抑制するため、アレルギー疾患に効果的である。

（３）アレルギー患者家庭おける環境制御法によるダニ対策

環境制御法によるダニ対策とは、①掃除の徹底および寝具類や衣類の洗濯などの管理、②年に２回程度の大掃除：日常行っていない場所の除塵、③居住生活やライフスタイルの見直し、④建築様式の改善、⑤住居内の環境整備、⑥ダニ等の対策商品の開発など。

ただし、アレルギー疾患への対策は、臨床対策と環境対策の両面で対応することが重要で、それらは患者対策による治療対策と患者予備軍に対す

る予防対策の両面が必要となる。

５．室内環境における花粉対策（山野裕美：（株）シミズ・ビルライフケア）

アレルギーと聞いて、真っ先に思い浮かぶのは花粉症ではないだろうか。花粉はそもそも屋外が発生源であるため、室内での増加要因は、①何らかの形で侵入すること、②室内に持ち込まれること、の２つが考えられる。花粉はダニやカビとは違い、花粉粒子そのものが環境条件によって自ら増加していくことは考えづらい。

スギ花粉は、30μmの大きさがあり、室内のような気流が少ない場所では落下しやすい。

粒径としてはもう一つ、この30μm粒子の表面に存在するオービクルと呼ばれる0.4μmの微粒子がある。このオービクルにもアレルゲンがみとめられ、室内でもほとんど落下せず浮遊し続けると考えられる。室内環境のアレルギー対策としてスギ花粉を考えた場合、30μm粒子と0.4μmのオービクルという、二つの粒径を考慮する必要がある。

室内にはどれくらいの花粉が存在しているのだろうか。筆者らの一般住宅におけるスギ花粉実態調査では、室内を「窓際」と「窓際以外」と分けた場合、窓際では屋外の１/10、窓際以外の室内では屋外の１/100程度の花粉が存在することが明らかとなった。また事務所ビルにおいて、換気のための窓開放を行った場合、窓から８m離れた場所でも花粉が観測され、窓開け換気は室内への花粉侵入に直結することが考えられた。

次に、室内へ持ち込まれる花粉はどれくらいあるだろうか。屋外に洗濯物や寝具を干した場合には、Tシャツ一枚あたり約1,000個、寝具表面には10,000個もの花粉が付着することが明らかとなった。これをそのまま持ち込んだ場合には、室内の花粉が増加すると考えられる。持ち込む花粉を減らすために、洗濯物を室内に干した場合には、屋外干しに比べて、花粉の付着量を１/10に減少出来ることが明らかとなった。室内に入ってしまった花粉の対策として、オービクルの場合には空気清浄機による除去が有効と考えられた。

６．ペットとアレルギー（阪口雅弘：東京環境アレルギー研究所）

家庭内でのネコやイヌのアレルゲンの曝露状況を調べるために、室内でネコ、イヌが飼われている家庭内の床の室内塵中のネコ・イヌ主要アレルゲンの絶対量を測定し、ダニの主要アレルゲン（Der 1, Der 2）量との比較を行った。床のアレルゲン量は細塵（fine dust）１gあたりの量として表した。ネコ、イヌがいる家庭の床のネコ主要アレルゲン（Fel d 1）とイヌ主要アレルゲン（Can f 1）のこれらのペットアレルゲン量はダニに比べ、それぞれ59, 50倍も多いことが分かった。上述の同じ家庭で空中アレルゲン量を測定した。空気中に浮遊するネコ、イヌアレルゲンはダニアレルゲンに比べ、154および463倍も多いことが明らかになった。これは床に存在するアレルゲン量が多く、さらにイヌやネコ自身が活動することにより、動物それ自身がアレルゲンの発生源となっていると考えられた。

ペットアレルゲンの対策としてペットを家庭内から除くこと、または野外で飼育することが最も効果的な方法である。しかし、現実問題としては、アレルギー対策としてペットを家庭から除くことは、かなり困難である。さらにペットを家庭内から除いたとしても、すぐにアレルギー症状は改善しないかもしれない。その理由として、上述したように家庭内には高濃度のペットアレルゲンが存在するため、それらが減少するまでに、数ヶ月くらいかかると考えられている。

次善の策としては以下の方法がある。①ペットを飼う場所を限定する。できれば飼育する部屋の床はフローリングが望ましい。または、ペットアレルギー患者の寝室にはペットを入れないようにすることが重要であると思われる。②ペットを洗う。ペットアレルゲンの曝露を減少させるため、ペットを定期的に温水で洗うことが奨励されている。実際にネコやイヌを洗うと家庭内の空中のアレルゲン量が減少することが報告されている。③寝具等を洗う。ネコアレルゲンに汚染されている寝具を水洗いすることにより、95%以上のFel d 1を除くことができる。定期的な寝具の水洗いは、

睡眠中におけるペットアレルゲンの曝露量を減少させるのに効果的な方法と考えられる。

7．化学物質対策（角田和彦：かくたこども＆アレルギークリニック）

アレルギー反応は、生体に有害な物質を検知し体内に侵入しないように働く哺乳動物しか持っていない高度な免疫システムで、微量な毒性物質も検知できる。

最近では毒性物質イソシアネートにアレルギーを起こす例が多くなってきた。イソシアネートは発がん性のある有毒物質で、神経系、粘膜、皮膚などに障害を起こす。ウレタン塗料・樹脂、ポリウレタン製衣類、柔軟仕上げ剤中のマイクロカプセル壁剤など様々な日常の生活環境品に使われ、劣化によって毒性が強いモノマーのイソシアネートが放出されて室内を汚染する。当院では、イソシアネートによるアレルギーを検討するために、血液中トルエンジイソシアネート（TDI）特異IgE値を測定してきた。若い人を中心に乳児から老人までで陽性者が存在している実態が分かった。2014年厚生労働科学研究では一般人191名の調査でTDI特異IgE陽性者は皆無であった。しかし、2019年の当院実施の調査では、０歳から70歳代までの320例でTDI特異IgE値陽性者（>0.34Ua/ml）は35例10.9％であった。この結果から、環境中にイソシアネートが増えており、イソシアネートにアレルギーを起こして体内侵入を阻止しようとしている現れであると推定した。

2024年２月、Keetらは、食物IgE（牛乳、卵、エビ、ピーナッツなど）陽性症例では心血管死亡率が有意に上昇することを報告した[8)]。ところが食物IgEが陽性でもその食品を食べていない人では心血管死亡率は増加しないことも分かった。食物アレルギーにおけるIgE陽性を無視せず、IgE陽性の食物を食べないようにすることで心血管疾患の発症・悪化を予防できる可能性がある。アレルギーを起こしている食品には有害な化学物質が含まれていて、それを無視して食べることで心血管系臓器に障害が生じ、心血管死亡が増加している可能性が考えられる。

8．汚染防止のための技術的対策（池田耕一、元日本大学理工学部建築学科）

室内汚染物質の建築技術的な除去方法としては、①室内への侵入とそこでの発生を許さない、②侵入・発生は許したのちそれを除去する手段の２つに大別される。前者は、さらに汚染発生源を除去、隔離する方法と、発生源の性質を変え無害化する方法の２つに分けられ、後者も、空気清浄機等によって汚染物質を除去する方法と、換気により室外へ排出する方法の２つに分けられる（図１）。

これら４つの汚染防止対策のうち、換気による室内空気中の汚染物質の除去は、汚染物質がガス状物質であろうとエアロゾルであろうと、また、それらの汚染物質の挙動等がそれほどよく分かっていなくとも、さらには除去しなければならない汚染物質が何種類あろうとも確実に全ての汚染物質を室外へ排除できると言う長所を持っている。特に、カビの胞子である浮遊微生物のような複雑な特性を持った汚染物質の除去法としては、最も実用性の高い方法として奨励される。ただし、換気により室内に流入する外気の汚染物質の濃度は、室内空気中にある汚染物質の濃度より低いことが前提となっていることを忘れてはならない。

このほか、カビ・ダニは生き物であるので、条件が揃うと成長してその量が増えることから、カビやダニが成長しにくい温湿度条件を保つことも

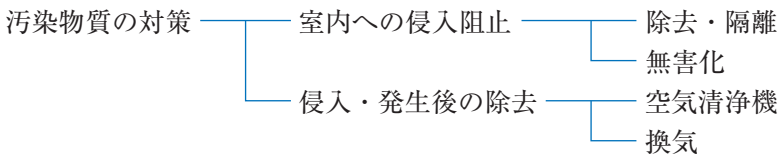

図１ 室内汚染物質の建築技術的な除去方法

大切である。カビもダニもあたたかく湿度が保たれた環境を好むので、室内の温度は 28℃以下とし、相対湿度は70％以下に維持することが望ましい。なお、建築物における衛生的環境の確保に関する法律では温度は18℃以上28℃以下、相対湿度は40～70%が基準となっている。

9．空気清浄機の効果的な使い方（野﨑淳夫：東北文化学園大学）

空気清浄機の使用にあたっては、機器の選定、メンテナンス、配置に留意する必要があり、以下にその内容を記述する。

（１）機器選定

機器風量が大きく、フィルタ性能の高い、いわゆる相当換気量[注1)]の大きな空気清浄機を選定し使用する。

（２）機器メンテナンス

空気清浄機はメンテナンスや使用法の影響を受け、集塵性能はプレフィルタのほこりを取り除くことで回復する。活性炭や化学吸着剤を利用した脱臭フィルタは、半年程度の使用でも脱臭性能が大きく低下するものが多い。使用環境によっても異なるが、脱臭性能が低下したと警告表示された脱臭フィルタは、当然のことながら交換する必要がある。

（３）機器配置

空気清浄機の置き場所に留意する。エアコン使用時は、エアコンの気流を考慮して空気清浄機を配置する。例えば、暖房時に上吸込み－下吹出しのエアコンの場合、空気清浄機を室の対角に配置することで、室内に大きな気流が形成される（図２）。このエアコンと空気清浄機による気流により、室内温度はより均一化され、また汚染物質が効果的に除去される。

注1) 相当換気量とは、対象汚染物質を含まない空気清浄機で浄化した空気の１時間あたり供給量を示す。大型チャンバー内に試験対象の汚染物を飛散させ、空気清浄機運転に伴うチャンバー内濃度の測定することで求まる空気清浄機の除去能力を表す性能指標である。

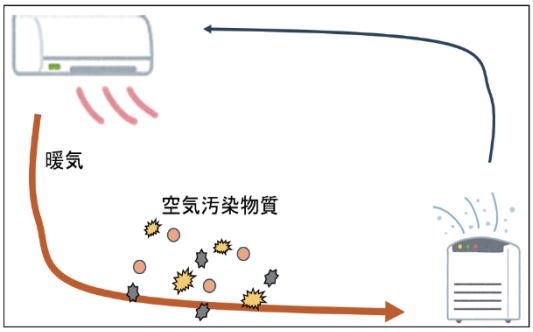

図２　エアコン使用時の空気清浄機の置き場（暖房時）

10．空気清浄機能を搭載した全館空調の効果（三田村輝章：前橋工科大学）

空気清浄機能を搭載した全館空調住宅が室内アレルゲン量と居住者のアレルギー症状に及ぼす影響についての実測調査の結果を基に、その有効性を概説する。

アレルギー疾患の症状緩和には、花粉、カビ、ダニ・ハウスダスト、$PM_{2.5}$などのアレルゲンを室内環境から取り除くことが有効であり、室内に空気清浄機を設置することは、その対策の一つとして位置づけられる。一般的な家電製品としての空気清浄機が主として室内空気中に浮遊する汚染物質を除去するのに対し、アレルギー対策を目指した住まいとして開発された電気集塵式の空気清浄機能を備えた全館空調住宅は、換気により室内へ外導入される外気中の汚染物質を除去するとともに、住宅全体の室内空気を循環させながら、室内空気中の汚染物質も効率的に除去できる点に特徴がある。

空気清浄機能を搭載した全館空調の効果を明らかにすることを目的として、群馬県、栃木県、埼玉県、東京都の33世帯を対象に、空気清浄機能を搭載する全館空調住宅への転居前後での室内アレルゲン量および居住者のアレルギー症状について比較検証を行った。評価項目は、空気中の微粒子濃度、浮遊真菌濃度、ダスト中のダニアレルゲン量、ならびにアレルギー反応に関与する血中の活性化CD４+T細胞比率（CD４陽性T細胞のうち、活性化状態にある細胞が占める比率）である。調査の

結果、室内アレルゲン量はいずれの項目においても転居後１か月後および６か月後で有意な低下を示した。一方、活性化CD４+T細胞比率は転居後４か月以降に有意な低下が認められ、アレルギー症状の改善には一定の居住期間を要することが示唆された。

以上より、空気清浄機能を搭載した全館空調住宅は、室内アレルゲン量の低減を通じて居住者のアレルギー症状の緩和に寄与する居住環境を実現する手段として有効であると考えられる。

11. 災害に関連したアレルギー疾患対策の重要性、基礎編～仮設住宅や放置住宅の室内環境～（篠原 直秀：国立研究開発法人産業技術総合研究所）

東日本大震災後の福島県南相馬市の仮設住宅へのアンケート調査では、室内で問題がないという回答は、気温については冬50%・夏80%の住宅だった一方、湿度については冬20%・夏90%だった。冬には、80%以上の住宅で結露が観察され、カビが目視された住宅も37%であった[9]。これらの住宅における2012年冬、2012年夏、2014年夏の室内浮遊真菌濃度は、平均1,200、1,700、2,100CFU/m^3、I/O比は9.8、2.0、3.2、日本建築学会規準の1,000CFU/m^3を超過している住宅は47%、71%、63%だった[10]。一方、能登における仮設住宅室内の浮遊真菌濃度は、おおむね低濃度であり、一般住宅と同様に冬季に下がる傾向が見られた。６月や７月の調査で浮遊真菌濃度が高かった３軒の仮設住宅の室内でも、12月の調査では1,000CFU/m^3を大きく下回る濃度にまで低減していた。ただし、１軒のみは年間を通じて異常に高い浮遊真菌濃度を示した。該当の住宅室内は、床面が見えないほど荷物が散らかっており、ホコリも多く、真菌が繁殖しやすい住まい方をしていることが、真菌濃度が高くなった要因だと考えられる。東日本大震災の仮設住宅では、室内の真菌叢で特徴的だった冬季の異常な真菌数高値（仮設住宅では１年中特徴的に真菌数が高い）は、能登半島地震後の仮設住宅では観察されなかった。住宅の断熱性能の向上のため、結露等の問題が解消されたために真菌濃度が高くなっていない可能性がある。

福島県南相馬市小高区の放置された一般住宅６軒（福島第一原発から20km以内；居住制限区域内（調査当時））を対象として室内の浮遊真菌濃度とハウスダスト中の真菌濃度を測定した結果では、夏季（2012年８月）と冬季（2013年２月）共に、震災以降の帰宅頻度が多いほど室内の真菌濃度は低い傾向が見られた[11]。福島第一原発近傍（双葉町、大熊町、浪江町、富岡町）の放置された一般住宅で収集したハウスダストでは、真菌は小さい粒子ほど多かった[12]。ダニ（虫体）の計数結果は63–180μmの粒子で最も高かったが、ダニアレルゲンは排泄物由来（Der １）・虫体由来（Der ２）共に20–63μmの粒子で最も高かった。また、エンドトキシンは粒径が大きくなるほど濃度が高かった。

12. 災害に関連したアレルギー疾患対策の重要性、臨床編（釣木澤尚実：国立病院機構横浜医療センター呼吸器内科）

大地震や水害などの自然災害では建物の崩壊や住環境の温度・湿度調節が困難となり真菌が増殖し、その結果ダニも増殖する状態となる。東日本大震災では日本における過去最大の地震とそれに引き続く巨大津波が発生し、津波被害を受けた住民の多くは住宅を失い、仮設住宅に住むことを余儀なくされた。我々は震災後仮設住宅に在住し、室内に大量に発生した*Eurotium herbariorum*によるアレルギー性気管支肺真菌症の一例を報告した[13]。この症例の経験から仮設住宅での居住が喘息を増加させるかについて検証した。

宮城県石巻市の仮設住宅に在住歴のある15歳以上の住民を対象とし、2014年から６年間、３名の呼吸器内科専門医が診察する集団検診を実施し、喘息の有病率を調査した[14]。また、血清を採取しアラスタット３g AllergyにてDer fに対する特異的IgE抗体価（Der f–IgE）を測定した。さらに寝具Der １量をELISA法で定量し、希望者に対して環境整備指導を実施し、介入効果を検証した。受検者の平均年齢は、2014年実施時は61.3±15.8

歳であり、６年間を通じて喘息有病率は20%を超えた。喘息と診断した住民のDer f–IgE陽性率は仮設住宅入居期間と正の相関を、仮設転出後の期間と負の相関を認めた[15]。2019年調査時の喘息発症時期は震災前24.1%、避難所・仮設入居後51.7%、仮設転出後24.1%であった。環境整備を行い喘息が改善した住民の寝具Der １量は低下し、Der f–IgEも有意に低下した[16]。その後、石巻市内の小学生の保護者を対象として、成人と同様に環境整備介入により喘息やアレルギー性鼻炎が改善するかについて調査した。結果、防ダニシーツを使用し、環境整備指導を受け、かつ励行した保護者では、児童の寝具Der １量が減少し、喘息やアレルギー性鼻炎、アトピー性皮膚炎の症状が改善した[17]。

以上の結果から震災による住環境変化により、成人、特に高齢者においてもダニアレルゲン感作が成立すること、仮設入居後だけでなく転出後も喘息を発症する可能性があること、環境整備介入により小児も成人も喘息症状は改善し得ることが証明された。

引用文献

1）Strahan DP. Hay fever, hygiene, and household size. BMJ 1989;299:1259–60.

2）Greenwood BM. Acute tropical polyarthritis. Q J Med. 38:295–306.1969.

3）Gerrard JW, Geddes CA, Reggin PL, Gerrard CD, Horne S. Serum IgE levels in white and metis communities in Saskatchewan. Ann Allergy. 37:91–100. 1976.

4）Rook GA, Adams V, Hunt J, Palmer R, Martinelli R, Brunet LR. Mycobacteria and other environmental organisms as immunomodulators for immunoregulatory disorders. Springer Semin Immunopathol. 25:237–55. 2004.

5）Graham A W Rook. The old friends hypothesis: evolution, immunoregulation and essential microbial inputs. Frontiers in Allergy. 2023 Sep; 4 :1220481. doi: 10.3389/falgy.2023.1220481: 01–15. 2023.

6）柳宇．アレルギー性気管支肺アスペルギルス/真菌症の診療手引き．医学書院. 2025. pp. 14–15.

7）Shiraishi Y, Harada K, Maeda C, Ogino F, Suzuki Y, Okada N, Tomomatsu K, Sekine Y, Yanagi U, Imanishi T, Oguma T, Asano A. A method to evaluate and eliminate fungal contamination in household air conditioners. Indoor Air. 2023. https://doi.org/10.1155/2023/8984619.

8）Keet C et al. IgE to common food allergens is associated with cardiovascular mortality in the National Health and Examination Survey and the Multi–Ethnic Study of Atherosclerosis. Journal of Allergy and Clinical Immunology. 153: 471–478. 2024.

9）Shinohara N et al. Indoor air quality and thermal comfort in temporary houses occupied after the Great East Japan Earthquake. Indoor Air. 24: 425–437. 2014.

10）Shinohara N et al. Indoor fungal levels in temporary houses occupied following the Great East Japan Earthquake of 2011. Building and Environment. 129: 26–34. 2018.

11）Shinohara N et al. Fungal levels in houses in the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant evacuation zone after the Great East Japan Earthquake. J Air Waste Manag Assoc. 67:1106–1114. 2017.

12）Shinohara N et al. Fungi, mites/ticks, allergens, and endotoxins in different size fractions of house dust from long–term uninhabited houses and inhabited houses. Building and Environment, 229: 109918. 2023.

13）Oshikata C, Watanabe M, Saito A, et al. Tsurikisawa N. Allergic bronchopulmonary mycosis due to exposure to Eurotium herbariorum after the Great East Japan Earthquake Prehosp Disaster Med. 32: 1 –3. 2017.

14）Oshikata C, Watanabe M, Ishida M, et al. Increase in asthma prevalence in adults in temporary housing after the Great East Japan Earthquake. International Journal of Disaster Risk Reduction 50:101696. 2020.
15）Oshikata C, Watanabe M, Ishida M, et al. Association between temporary housing habitation after the 2011 Japan earthquake and mite allergen sensitization and asthma development. Int Arch Allergy Immunol. 2021. doi: 10.1159/000515870
16）Oshikata C, Watanabe M, Ishida M, et al. Mite avoidance decreased mite–specific IgE levels and ameliorated asthma symptoms in subjects who lived in temporary housing after natural disasters. Allergologia et Immunopathologia 49:171–179. 2021.
17）Oshikata C, Watanabe M, Hashimoto K, et al. Mite allergen avoidance decreases allergic symptoms in children in Ishinomaki city of Japan after natural disasters. Allergol Immunopathol（Madr）. 50:23–32. 2022.

研究室紹介シリーズ

前橋工科大学 建築設備研究室 ～省エネで快適・健康な住環境の創造～

三 田 村 輝 章

前橋工科大学　環境・デザイン領域

前橋工科大学は，戦後の人材育成や勤労青年に高等教育の機会を提供する等の地域社会の要望に応え，1952年（昭和27年）に設置された前橋市立工業短期大学が前身です。以来40有余年にわたり夜間開講を特色とした公立短大として技術者養成に取り組んできました。その後，1997年（平成９年）に四年制大学として開学し，2013年（平成25年）に公立大学法人に移行しました。全国的にも数少ない工科系の公立単科大学として，地域に根ざした教育研究を通じて地元産業の発展に貢献しています。また，2022年（令和４年）４月からは２学群制（建築･都市･環境工学群，情報･生命工学群）に再編され，筆者が主担当となっている建築・都市・環境工学群に属する建築都市プログラム（旧建築学科）は短大時代から設置されている最も古い組織の一つです。

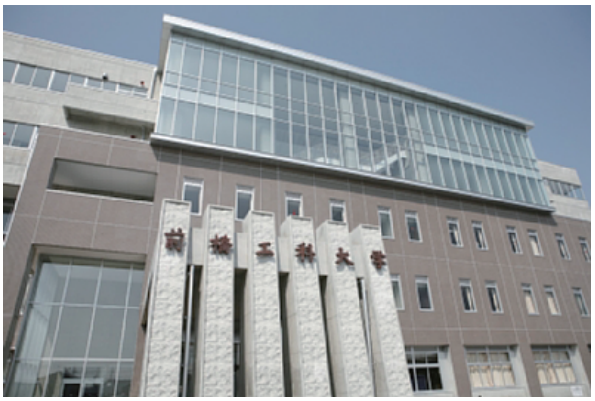

写真１　前橋工科大学１号館

当研究室では，室内の熱・空気環境，湿気環境の問題を扱い，主に住宅を中心とした現場実測に基づく実環境の評価を重視した研究に取り組んでいます。また，建物内の熱・換気連成解析が可能なシステム・シミュレーション・ツールを併用し，建物の外皮性能や空調・換気設備等が室内環境へ与える影響を検討することで「省エネで快適・健康な住環境の創造」を目指して研究を行っています。現在（2026年２月）研究室には，教員１名以外に，大学院生が博士後期課程１名（社会人），博士前期課程２名，学部生が12名の計16名が在籍しています。毎年恒例のゼミ旅行では，群馬県内の温泉地や隣県の軽井沢などを訪れ，研究室内での親睦を深めています。地方の小規模大学ではありますが，全国から集まった学生たちとともに，各地に実測調査へ出かけるなど，少人数体制の利点を活かした実証的研究を継続しています。

本稿では，特に室内環境と居住者の健康性に関連する最近の研究をとりあげ，その内容を紹介したいと思います。

（１）群馬県内の戸建住宅を対象とした居住環境に関する実態調査

群馬県内の戸建住宅における居住環境の実態把握を目的として，県内の持ち家戸建住宅を対象に2015年および2025年冬季にアンケート調査を実施し，断熱水準の推定やダンプネス（高湿度状態）の評点，冷暖房・換気設備の利用実態について把握しました。10年間で断熱性能や換気設備の運転

率は向上し，温冷感などの主観的な室内環境の評価には改善傾向がみれた一方，居住者の有病率には大きな変化は確認されませんでした。

（2）梅雨期・夏期におけるダンプネスの評価に関する研究

梅雨期・夏期における住宅のダンプネス（高湿度状態）の実態把握を目的に，従来の冬期におけるダンプネスの評価法を再構成し，新たな評価法を提案しています。全国約2,500件のアンケート調査を実施し，結露・カビ・乾燥状況・外的要因を組み込んだ評価指標を構築しました。ダンプネスの評点を4ランクに分類してクロス集計を行った結果，地域差や日当たり，換気状況との関連が確認され，さらにダンプネスの重篤度が高いほど，居住者の有病率も高まる傾向が示されました。

（3）住宅におけるダンプネスシミュレータの開発

本研究は，アンケート調査による主観評価で算出される住宅におけるダンプネスの評点を，室内温湿度や窓ガラス表面温度などの物理量から予測する「ダンプネスシミュレータ」の開発を目的としています。全国約300件の室内温湿度や窓ガラス表面温度の実測データを用い，結露・カビに関するダンプネスの評点と物理量との関係を統計的に分析しました。その結果，物理量に基づく評点算出式を提案し，ダンプネスの危険度の高い住宅の判別において概ね良好な精度を確認しました。現在は，室内温湿度の数値シミュレーションと連携し，ダンプネスの防除策の効果について検討を行っています。

以上は，研究内容の一部ですが，この他にも建材メーカーや工務店等との産学連携研究にも取り組んでいます。換気しながら高断熱を実現するダイナミックインシュレーション窓システムの開発や，ドイツ発祥の超高断熱・高気密住宅であるパッシブハウス認定住宅の性能評価など，住宅の高性能化とそれに伴う課題について検討しています。

今後も住環境の物理的実態を科学的に解明し，その知見を臨床医学研究と連携させながら，健康影響に関するエビデンスの構築に貢献していきたいと考えています。

日本臨床環境医学会役員名簿

理　事　長
坂部　貢　（東海大学名誉教授・東京医科大学客員教授）

副 理 事 長
吉田　貴彦　（旭川医科大学名誉教授）
野﨑　淳夫　（東北文化学園大学大学院健康社会システム研究科教授）

常 任 理 事
財務担当理事
坂部　貢　（東海大学名誉教授・東京医科大学客員教授）
総務担当理事
坂部　貢　（東海大学名誉教授・東京医科大学客員教授）
編集担当理事
吉田　貴彦　（旭川医科大学名誉教授）

理　事
東　賢一　（近畿大学医学部予防医学・行動科学教室）
網中　雅仁　（くらしき作陽大学食文化学部教授）
石竹　達也　（久留米大学医学部環境医学教授）
鍵　直樹　（東京科学大学環境・社会理工学院教授）
篠原　直秀　（産業技術総合研究所上級主任研究員）
関根　嘉香　（東海大学理学部化学科教授）
平　久美子　（東京女子医科大学附属足立医療センター麻酔科医師）
高野　裕久　（京都先端科学大学国際学術研究院教授）
長谷川兼一　（秋田県立大学システム科学技術学部教授）
黄　琳　（正修科技大学Assistant Professor）
水越　厚史　（近畿大学医学部予防医学・行動科学教室准教授）
柳　宇　（工学院大学建築学部教授）
森　千里　（千葉大学名誉教授）

監　事
清野　正子　（北里大学薬学部公衆衛生学教室教授）

評　議　員
井上健一郎　（静岡県立大学看護学部教授）
今津　寛介　（旭川市長）
角田　和彦　（かくたこども&アレルギークリニック院長）
加藤　明　（東海大学医学部基礎医学系生体機能学領域准教授）
金　勲　（国立保健医療科学院上席主任研究官）
木村　五郎　（南岡山医療センター呼吸器・アレルギー科第一診療部長）
清野　正子　（北里大学薬学部公衆衛生学教室教授）
小島　貴志　（森産科婦人科病院）
寺山　隼人　（東海大学医学部基礎医学系生体構造学領域准教授）
林　基哉　（北海道大学大学院工学研究院招聘教員）
深田　秀樹　（日本薬品開発㈱研究開発部）
本堂　毅　（東北大学大学院理学研究科准教授）
松村　光明　（東京医科歯科大学歯学部歯科アレルギー外来臨床教授）
吉富　寧寧　（東京医科大学教授）
渡井健太郎　（近畿大学医学部講師）

顧　問
相澤　好治　（北里大学名誉教授）
池田　耕一　（前日本大学理工学部建築学科教授）
内山　巌雄　（京都大学名誉教授）
木村　穣　（東海大学医学部客員教授）
佐藤　勉　（東海大学医学部客員教授
財）ルイ・パストゥール医学研究センター研究員）
鈴木　達夫　（NPO法人バイオメディカルサイエンス
研究会監事）
柳沢　幸雄　（東京大学名誉教授）
吉野　博　（東北大学名誉教授）

名　誉　会　員
阿岸　祐幸　（北海道大学名誉教授）
石川　睦男　（元旭川医科大学副学長）
黒河　輝久　（北里研究所病院名誉院長）
高須　俊明　（長岡西病院神経内科）
北條　祥子　（尚絅学院大学名誉教授・
東北大学大学院歯学研究科研究員）
宮田　幹夫　（そよ風クリニック）

（令和８年３月31日現在）

日本臨床環境医学会会則

第Ⅰ章　総　　則

第１条　本会は日本臨床環境医学会（The Japanese Society of Clinical Ecology）と称する（設立年月日：1992年４月４日）。

第２条　本会の事務局を千葉県千葉市に置く。ただし事務業務を委託する場合は理事会の承認を得る。

（2024年６月９日改正）

第Ⅱ章　目的および事業

第１条　本会は臨床環境医学に関する研究の発展を促進し、会員相互の学術的協力を行う。また国際的な活動を進めるとともに、関連機関との連携を図る。

第２条　本会は前条の目的を達成するため次の事業を行う。

１）学術集会の開催および学会誌の発刊
２）臨床環境医学に関する知見の国際的交流
３）その他本会の目的達成に必要な事業

第Ⅲ章　会　　員

第１条　本会員は本会の目的達成に協力するものとする

第２条　本会に入会を希望するものは所定の手続きを経て本会事務局に申し込むものとする。

第３条　会員は毎年会費を支払わねばならない。但し理事会推薦の客員と名誉会員はこの限りではない。

第４条　退会または転居する場合は事務局に通知せねばならない。

第５条　３年以上会費を支払わないものは退会とみなす

第６条　名誉会員は本会に顕著な功績のあったもので理事会で審議推薦されたものを評議員会及び総会で審議のうえ承認する。

第７条　本会の目的に賛同し、これを支援する個人または団体を賛助会員とすることが出来る。

第８条　本会会員としての品位を著しく傷つけ、もしくはその資格を維持することが不可能と認められたものは理事会の決定により除名することが出来る。

第Ⅳ章　構　　成

第１条　本会の構成は次の通りである。

顧　　問	若干名
理 事 長	１　名
副 理 事 長	若干名
会　　長	１　名
常 任 理 事（財務）	１　名
常 任 理 事（総務）	１　名
常 任 理 事（編集）	１　名
理　　事	若干名
編集委員長	１　名
監　　事	若干名
評 議 員	若干名
名 誉 会 員	若干名
会　　員	
購 読 会 員	
賛 助 会 員	

第２条　理事長および副理事長は理事会に於いて理事の互選により選出し、評議員会に報告、総会で承認する。任期は２年とし、再任を妨げない。

第３条　会長は理事会の推薦による。会長の任期は次期総会開催までの１年間とし再任を妨げない。

第４条　理事長は理事会を主宰し、会長は評議員会を主宰する。

第５条　理事および監事は理事会が推薦し、評議員会に報告、総会で承認する。任期は２年とし、再任を妨げない。

第６条　顧問は理事が推薦で行い、理事会で審議し、評議員会、総会で承認する。
顧問は理事会に出席することが出来る。

第７条　日常の会務を処理する常任理事を若干名おく。

１）総務担当理事は理事長が理事会の承認を得て委嘱し、本会の庶務を行う。
２）編集担当理事は理事、評議員の中より理事会がこれを任命し、学会誌「臨床環境医学」編集ならびに発行に関する業務にあたる。

第８条　評議員は評議員会内規により会員の中から選出される。

第９条　編集委員長は理事長が指名し、理事会および評議員会、総会で承認する。
第10条　監事は理事長が理事会の承認を得て委嘱し、本会の会計の監査を行う。
第11条　理事、監事の定年は70才とし、任期は原則として70才を経過した年の理事会開催期日までとする。

第Ⅴ章　学術集会、総会、理事会および評議員

第１条　本会は原則として毎年１回、学術集会、総会および評議員会を開催し、理事会は毎年１回以上開催する。
第２条　総会は会員をもって構成する。総会の運営に関する細目は、理事長が理事会に諮り決定する。総会は理事会の決定に基づき、理事長が召集し、会長が議長をつとめる。総会の議事は出席者の過半数の賛成を得て決定する。可否同数の時は議長が決定する。また学術集会業務は会長が別に執り行う。
第３条　理事会は本学会に関する重要事項を審議する。理事会は委任状を含めた半数以上の出席によって成立し、議事は理事長を含めた多数決により決定する。
次の事項については評議員会の審議を経たのち総会に報告し承認を求める。
１）会長の選出
２）会計報告および予算
３）その他理事会で必要と認めた事項

第Ⅵ章　会　　計

第１条　本会の運営費のうち事務局業務（別規則）は年会費、その他の収入を持って充てる。前年度収支決算は総務担当理事が監事の監査を得た上で理事会に報告し審議する。毎年総会において監事が監査の結果を報告する。
第２条　会費の年額は理事会で決定し、評議員会で承認を得る。その結果は総会に報告する。なお、会計年度は４月１日から翌年３月31日までとする。

附　　則

第１条　本会則は平成４年４月４日よりこれを実施する。
第２条　本会会則の改正については理事会で決定し評議員会の承認を得る。その結果を総会に報告する。

運　営　規　則

本臨床環境医学会は会員制を敷くに当たり、次のごとき運営規則を設定する。

第１条　会員は入会に際し、入会手数料、年会費を次のとおり負担する。これらは「事務局業務」として、取り行う。
１）入会手数料 2,000円
２）年会費

理　　事	12,000円
評 議 員	10,000円
会　　員	8,000円
学生会員	3,000円
購読会員	8,000円
賛助会員　１口	100,000円

（学生会員、講読会員、賛助会員は入会手数料免除）

第２条　会員は、①学術集会に参加すること、②学会誌を受けることが出来る。
賛助会員は、①学術集会に１口に対し５名まで無料で参加すること、②学会誌を受けることが出来る。但し①、②は「事務局業務」として取り行う。
第３条　「学術集会業務」として年１回の学術集会を開催するが、学会費、会場費などの費用、案内、プログラム、抄録集など準備から運営業務に関わる全ての要件は会長が執り行う。
第４条　学術集会演題出題の際、発表者は原則として会員登録を必要とする。
第５条　会員以外の学術集会出席者に対しては、当日会員としての学会費、会場費などを徴収する。
第６条　本規則の改正については理事会で決定し、評議員会の承認を得る。

（2023年６月24日改正）

評議員会内規

第Ⅰ章　総　　則

第１条　評議員は学会に貢献している会員、あるいは将来貢献が期待される会員の中から第Ⅱ章に定める評議員選出方法にしたがって選出し、理事会が承認し委嘱する。

第２条　評議員会は、年１回日本臨床環境医学会の総会開催の時に開催する。
第３条　選出された評議員は評議員会を組織し、学会運営に協力する。
第４条　評議員会は、理事会の審議事項について報告を受け、審議する。
第５条　評議員は原則として若干名とする。

第Ⅱ章　評議員選出および解任

第１条　評議員候補者は、理事を除く会員の中から、学会発表歴、業績などを考慮して、理事会が一定人数を推薦する。
第２条　評議員は評議員候補者名簿の中から、総会により選出される。
第３条　本学会運営上ふさわしいと考えられる会員を、理事会の推薦により評議員として若干名追加できる。
第４条　本学会の評議員としてふさわしくない行為があった場合は、理事会はこれを解任することができる。

附　則

第１条　本内規の改正については理事会で決定し、評議員会の承認を得る。

（2022年６月25日の総会で改正）

「臨床環境医学」投稿規定

編集方針

臨床環境医学「Japanese Journal of Clinical Ecology」は生活環境（住宅、食物、衣料、大気、水などを広く含む）に起因および影響される臨床疾患の予防、病態解明、診断および治療などに係わる基礎ならびに臨床医学的な研究論文ほか、健康影響を視野にいれた生活環境の解析や改善などに関連する建築工学、生命科学を含む幅広い学際的な研究に対する論文を受け付ける。

１．本誌は臨床環境医学に関する総説・原著・症例報告・短報などの範疇の論文を受け付ける。他の雑誌に投稿されておらず、またその予定のないものとする。

２．論文は会員による著述とする。原則として筆頭著者、対応責任者（Corresponding author）を含め全員が会員であること。筆頭著者は１名に限る。また対応責任者も１名に限る。両者を兼ねるのは差し支えない。

３．投稿論文の採否は編集委員会が決定する。

４．ヒトを対象とした研究などは、ヘルシンキ宣言およびこれに準拠した倫理規定に従い実施されていることが必須である。原則として所属施設の倫理委員会等の許可を得たこと、インフォームドコンセントが得られたことを論文中に記載する必要がある。動物を取り扱った研究においても施設内の動物実験に関連した委員会等の承認を得た旨を記載すること。

５．投稿論文に関して助成金を受けている場合は、その旨を記載すること。特に企業製品の評価に関する論文に関して助成金を受けている場合や、conflict of interest（COI: 利益相反）に関する事項があれば、必ずその旨を記載すること。なお、COI は無い場合にも、本文末尾に別項を設けて記載すること。

６．原稿は、ワードプロセッサーでA４ 縦サイズとし、原則として電子媒体で編集室宛にE メール（後述）に添付して送付のこと。ファイル容量などの問題でE メール添付ができない場合などは、CD-R やUSB メモリースティックなどの電子媒体に記録し、簡易書留便にて郵送すること。また事情により電子媒体による送付が困難な場合には、原本１部ならびに複写２部（図は原本を３部）を、簡易書留便にて郵送すること。

７．論文のスタイルについて以下の項に従って記載すること。

⑴　投稿される電子媒体は、表題･抄録･本文･引用文献･図の説明（Legend figures）を含む「テキスト」のファイル、「表」のファイル、「図」のファイルに分けること。それぞれ筆頭著者名と「テキスト」「表」「(パワーポイントであれば）図」「(JPEG かTIFF であれば）図と図の番号（例：図１)」をファイル名とする。例：「大槻 本文」、「大槻 表」、「大槻 図（パワーポイントの場合)」「大槻 図３（JPEG 等の場合)」など。

⑵　「テキスト」ファイルはワードプロセッサーで作成する。Microsoft word（Mac 版あるいはWindows 版）が推奨されるが、doc、rtf 形式、もしくはPDF ファイルであれば受け付ける。なお、初ページよりページ番号を附し、査読等の円滑化のために行番号も附されていることが望まれる（ソフトのヘルプ機能などを参照)。

⑶　「テキスト」ファイルの第１ページには、和文による表題、著者、所属機関とその所在地、略題（30字以内、running title 用)、和文キーワード（５語まで)、対応責任（別刷請求先）著者（氏名、所属、住所、電話、FAX 番号、E メールアドレス。誌面には原則として著者の氏名、住所、E メールアドレスが記載される。)、投稿希望範疇を記載のこと。複数の所属がある場合には、筆頭著者の所属先から順に１)、２）……と著者名最後に上付きで表示し、所属機関欄には、１)○□○大学△◇▽科□○□教室、２)……のように記載すること。

⑷　第２ページには、英文による表題、著者、所属機関、対応責任者（Corresponding author）（氏名、所属住所、電話、FAX 番号、E メールアドレス）を記載のこと。複数の所属のある場合は、和文の記載法に準じること。

⑸　第３ページには、和文抄録（400 字以内)、和文キーワード（５項目以内）を掲載すること。抄録は「背景」「方法」「結果」などの区分を行わずに記載すること。

⑹　第４ページには、英文抄録（250 words 以内)、和文キーワードに相当する英文key words（５項目以内）を掲載すること。区分を行わないことは和文と同様である。英文抄録に関しては著者の責任において、適切なネイティブチェックを受けた上で投稿すること。

⑺ 第５ページより本文を記載すること。行間は 1.5 ～２行が望ましい。原則として本文は、原著論文の場合「緒言」「材料（もしくは対象）と方法」「結果」「考察」に区分すること。症例報告では「緒言」「症例」「考察」に準拠すること。必要があればその後に「結語」「謝辞」を加えること。

⑻ 外国語の固有名詞（人名、地名など）は原語とするが、日本語として一般化している外国語はカタカナ表記でも良い。薬品名などは一般名を使用し、商品名は括弧内にいれて記載し、® を上付きで附す。また商標登録されている様なものも、名称の最後に TM を上付きで附すことが望ましい。

⑼ 数字は算用数字を用い３桁ごとに「,」を附ける（例：12,500 など）。ただし西暦などはこの限りではない。度量衡は CGS 単位を用いること。

⑽ 本誌読者の専門領域は幅広いので、著者領域の専門用語であっても簡単な説明や略語についても留意すること。なお略語については、初出の場合にフルスペルを記した上で、略語を提示すること。和文抄録、英文抄録、本文のそれぞれでこれに従うこと。

⑾ 引用文献は論文に用いられたものだけを挙げ、引用番号は引用順による。引用箇所（文末の場合は句読点の前）に数字で表し上付き表示で、以下のように掲載する。その際に、複数著者の場合には、最初から２名を記載し、３番目以降は和文の場合には「他」、英文の場合には「et al」として略すこと。雑誌名は略称を使用し、欧文誌の場合には Pubmed（US National Library of Medicine, National Institutes of Health）の中の Journals in NCBI Databases に採用の略称を用いる、あるいはこれに準拠して用いること。雑誌略称の後の「.」は不要。初頁、終頁の数字は略さないこと。以下に記載例を挙げるので参考とすること。

① 雑誌論文の場合

著者名．題名．雑誌名 巻：初頁 - 終頁，発行年

１）Aikawa H, Kinoue T, et al. Tokai High Avoider rat（THA rat）that maintains as inborn highlearning ability. Jpn J Clin Eco 12: 101-109, 2003

２）相川浩之，遠藤整，他．THA ラット脳発育期に母体を介して低濃度ホルムアルデヒド曝露を受けた仔の行動への影響．臨床環境 12：32-41, 2003

② Epub の場合には、可能な限り doi（デジタルオブジェクト識別子：Digital Object Identifie）も記載する。

ⅰ．Epub ahead of print の場合

著者名：題名．雑誌名 Epub 掲載日付［Epub:］doi

１）Kumagai-Takei N, Nishimura Y, et al. Effect of asbestos exposure on differentiation of cytotoxic T lymphocytes in MLR of human PBMCs. Am J Respir Cell Mol Biol［Epub: Mar. 1, 2013］doi:10.1165/rcmb.2012-0134OC

ⅱ．Epub のみの刊行物（論文によって、巻や頁の記載などが多種多様である可能性があり、その場合でも doi については必ず記載すること）

著者名．題名．雑誌名 巻:e 頁（付与されていれば），発行年、Epub 掲載日付［Epub:］（可能であれば）．doi

１）Hu A, Yang Z, et al. Dynamics of autotrophic marine planktonic thaumarchaeota in the East china sea. PLoS One 8: e61087, 2013. [Epub: Apr. 2, 2013] doi:10.1371/journal.pone.0061087

２）Matsuzaki H, Maeda M, et al. Asbestos-induced cellular and molecular alteration of immunocompetent cells and their relationship with chronic inflammation and carcinogenesis. J Biomed Biotechnol 492608, 2012. doi: 10.1155/2012/492608

３）Sun AL, Kido T, et al. The relationship between Agent Orange and prostate specific antigen: a comparison of a hotspot and a non-sprayed area in Vietnam. Environ Health Prev Med 2013.［Epub: Mar. 23, 2013］, doi: 10.1007/s12199-013-0330-1

③　単行本

ⅰ．単一著者による本の場合

著者．書名（２版以降は版番号）．出版社名，出版社の都市名，国名（日本の場合は不要）．発刊年．

１）Yoshihito Y：Cell membrane. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, Germany. 2003

２）佐々木和信：解剖学ワークブック．東京，中外医学社．2004

ⅱ．単一著者による本の章などの場合

著者．章などの題名．In．書名（２版以降は版番号）．出版社名，出版社の都市名，国名（日本の場合は不要）．発刊年．pp 初頁 - 終頁．

１）Crosby DG. Inorganic toxicants. In. Environmental toxicology and chemistry. Oxford University Press, New York, U.S.A. 1998, pp205-225.

２）吉村昌雄．総有機塩素系農薬による健常日本人の汚染度．In．人体汚染－法医学からの検証－．金原出版，東京．1993, pp87-98.

ⅲ．単行本：編者のいる単行本の一部（章など）の引用の場合

著者：章などの題名．In．編者（編者は２名以内の記載とし、それ以上は「他」あるいは「et al」で略す）（編）もしくは（ed あるいは eds）：書名（２版以降は版番号）．出版社名，出版社の都市名，国名（日本の場合は不要）．発刊年．pp 初頁 - 終頁．

１）Otsuki T, Takahashi K, et al. Establishment of negatively-charged indoor air conditionsand their biological effects. In. Nemecek J, Schulz P（eds）. Buildings and the environment. Nova Science Publishers, Inc., New York,U.S.A. 2009, pp201-214.

２）坂部貢．治療と今後の課題をさぐる．In．井上雅雄，藤田清臣（編）．シックハウス対策の最新動向－環境設計・測定・治療－．エヌ・ティー・エス，東京．2005, pp324-328.

④　インターネット上に公開されている資料の場合

URL、アクセス確認日

１）http://www.mhlw.go.jp/houdou/2004/02/h0227-1.html（2011.5.9.）

⑿　表は、「テキスト（表紙、和文及び英文抄録、引用文献、図の説明含む）」や「図」とは別ファイルとする。上部に表のタイトルを付け、表の中の略語の説明や表自体の説明が必要な場合には、表下部に記載する。これら表のタイトル等と図の説明の言語は定めないが和文か英文に統一すること。エクセルやパワーポイントではなく、ワードプロセッサーで作成されることを推奨する。なお表については印刷所にて一定の様式に調整することがあるので留意されたい。表の説明を別ファイルに記載する必要はない。また、通常、学術雑誌掲載の表の場合、各セルの線による囲いや縦線は用いない。最低限の横線のみを使用することが多い。この点にも留意の上作成されたい。

⒀　図や写真等は、パワーポイント、JPEG、TIFF 形式が望ましい。パワーポイントの場合、一つのスライドに一つの図を入れること。一つの図の中のパネル A、B などを別のスライドに分けずに投稿されたい。パワーポイントの場合には、スライド番号順に図１、２……とするが、それぞれの図の左下隅に図１、図２と記述し、わかるようにすること。縦長と横長の図が混在する場合には、パワーポイントが複数のファイルとなると考えられる。その場合には、図の順番が分かるように別途説明を附けること。ファイル名は「図、著者名」で構わない。JPEG、TIFF などのファイルの場合には、解像度に留意すること。また。JPEG、TIFF などのファイルの場合、ファイル名に図番号を入れること（例「図１、著者名」など）。

⒁　図の説明（含:タイトル､Legends for figures に相当）は､「テキスト」ファイルの引用文献の後に､改頁の上、記載すること。

８．掲載された論文の著作権（copyright）、図表の版権は、日本臨床環境医学会に帰属する。著者が別論文で使用する場合には、編集部に連絡の上、別途論文には、「文献 OX を改変文献番号）」の様に記載し、本誌の論文を引用すること。

９．原稿ファイル等は掲載後原則として返却しない。

10. 受理後であっても、和文論文の英語部分（タイトルや抄録など）について、明らかな文法上の誤りなどがあると編集部が判断した場合には、英文校正を行うが、その場合の費用は著者負担とする。編集部判断にて英文校正が行われた場合には、初回ゲラ校正時には、著者の意図と合うか特に注意して確認されたい。
11. 掲載料および別刷代金について。
   ⑴ 仕上がり頁数 10 頁以内は無料とし、超過した場合には、1 頁につき 15,000 円を請求する。
   ⑵ カラー図版費（製版および印刷）：著者負担
   ⑶ 図版製作費（トレース・修正など）：実費
   ⑷ 著者校正は原則として 1 回行うが、その際大幅な修正が生じた場合、その費用を請求する。
   ⑸ 別刷代金：有料とし、別途請求する。
12. 非営利団体（大学、研究所等）の情報リポジトリによる掲載論文の公開は、E メールもしくは FAX による「臨床環境医学」編集部への請求と、それに対する編集部よりの許諾の連絡ののちに許可されるものとする。

連絡先：
〒252-0329
神奈川県相模原市南区北里 1 丁目15番 1 号
一般財団法人　北里環境科学センター内
E-mail: jjce-adm@umin.ac.jp

編　集　後　記

2026年の幕開けを迎えましたが，会員の皆様におかれましては益々ご清祥のこととお慶び申し上げます。

昨夏は記録的な酷暑が９月以降も続き，環境と健康の関わりを改めて痛感する一年となりました。一転してこの冬は，厳冬と大雪で日本の環境の厳しさを改めて感じることとなりました。

さて，１年ぶりに，２号目を発刊することになり，編集委員会一同，会員の皆様のご協力に感謝しております。

本号では，原著論文（１編），昨年の学術集会のまとめとしてアレルギー分科会からの報告報告（１編），研究室紹介（１編）が掲載されております。是非ご一読いただければ幸いです。

「臨床環境医学」は，臨床と環境が交差する議論の場です。皆様からの意欲的な原著論文のご投稿を，編集委員一同，心よりお待ちしております。

鍵　　直樹

複写をご希望の方へ

日本臨床環境医学会は、本誌掲載著作物の複写複製，転載複製及びAI利用に関わる著作権を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター（(社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体）と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません（社外頒布目的の複写については、許諾が必要です)。

権利委託先　一般社団法人学術著作権協会
〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル２F
FAX：03-3475-5619　E-mail: info@jaacc.jp

複写以外の許諾（著作物の引用、転載、翻訳等）に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。直接、日本臨床環境医学会へお問い合わせください。

Reprographic Reproduction outside Japan

Making a copy of this publication

Please obtain permission from the following Reproduction Rights Organizations (RROs) to which the copyright holder has consigned the management of the copyright regarding reproduction rights, reuse rights and AI ML rights.

Obtaining permission to quote, reproduce; translate, etc.

Please contact the copyright holder directly.

→Users in countries and regions where there is a local RRO under bilateral contract with Japan Academic Associationfor Copyright Clearance (JAACC)

Users in countries and regions of which RROs are listed on the following website are requested to contact the respective RROs directly to obtain permission.

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)
Address　9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan
Website　http://www.jaacc.jp/
E-mail　info@jacc.jp　Fax: +81-33475-5619

臨床環境医学　第34巻第２号

2026年３月31日　本号頒価　4,000円（送料とも）

編集室：「臨床環境医学」編集室
〒252-0329　神奈川県相模原市南区北里1丁目15番1号
一般財団法人　北里環境科学センター内

発行所：日本臨床環境医学会本部事務局
〒252-0329　神奈川県相模原市南区北里1丁目15番1号
一般財団法人　北里環境科学センター内

印刷所：三陽メディア株式会社
〒260-0824 千葉県千葉市中央区浜野町1397
TEL：043-266-8437

本会会費：入会金　￥2,000-　年会費　￥8,000-
学生年会費　￥3,000-（入会金免除）
入会希望者は学会HP（http://jsce-ac.umin.jp）をご覧になるか、
上記学会事務局にお問い合わせください。