

資料

令和 6 年度第 1 回国土技術政策総合研究所研究評価委員会
分科会（第二部会） 議事次第・会議資料・議事録

令和 6 年度第 1 回国土技術政策総合研究所研究評価委員会分科会（第二部会）

議 事 次 第

日時：令和 6 年 7 月 10 日（水）

場所：WEB 開催

1. 開会
2. 国総研所長挨拶
3. 分科会主査挨拶
4. 評価方法・評価結果の扱いについて
5. 議事
 - ＜令和 7 年度新規研究課題の事前評価＞
 - ・ガス成分分析技術を用いた建築材料の燃焼毒性評価に関する研究
 - ・事務所ビル・学校等における適切な空気環境の確保と省エネ評価に関する研究
6. 国総研副所長挨拶
7. 閉会

会 議 資 料

	頁
資料 1 国土技術政策総合研究所研究評価委員会分科会（第二部会）委員一覧	17
資料 2 評価方法・評価結果の扱いについて	18
資料 3 研究課題資料	
3-1 ガス成分分析技術を用いた建築材料の燃焼毒性評価に関する研究	20
3-2 事務所ビル・学校等における適切な空気環境の確保と省エネ評価に関する研究	29

注) 資料 3 については、研究評価委員会分科会当日時点のものである。

注) 資料 3 の一部の図表等について、著作権等の関係により非掲載とすることがある。

国土技術政策総合研究所研究評価委員会 分科会
（第二部会）委員一覧

第二部会

主査

伊香賀 俊治

慶應義塾大学 名誉教授

（一財）住宅・建築SDGs推進センター 理事長

委員

太田 啓明

（一社）住宅生産団体連合会 建築規制合理化委員会
副委員長

三井ホーム株式会社 技術研究所 所長

河野 守

東京理科大学創域理工学研究科国際火災科学専攻
教授

藤井 さやか

筑波大学システム情報系 准教授

松本 由香

横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院
教授

水村 容子

東洋大学福祉社会デザイン学部人間環境デザイン学
科 教授

※五十音順、敬称略

評価方法・評価結果の扱いについて

（第二部会）

1 評価の目的

「国の研究開発評価に関する大綱的指針」、「国土交通省研究開発評価指針」に基づき、外部の専門家による客観性と正当性を確保した研究評価を行い、評価結果を今後の研究の目的、計画等へ反映することを目的とする。

2 評価の対象

令和7年度新規研究課題の事前評価

3 評価の視点

必要性、効率性、有効性について、以下の観点を踏まえ、事前評価を行う。

【必要性】科学的・技術的意義、社会的・経済的意義、目的の妥当性等

【効率性】計画・実施体制の妥当性等

【有効性】目標設定の妥当性、新しい知の創出への貢献、社会・経済への貢献、人材の育成 等

【評価指標】

- 1 実施すべき
- 2 一部修正して実施すべき
- 3 再検討すべき

評価にあたっては、研究開発課題の目的や内容に応じ、研究課題毎に初期、中期、後期の段階に振り分け、それぞれの段階に応じて、以下の留意すべき点を踏まえた評価を行う。

（ 初期段階：先進的あるいは挑戦的な取組
中期段階：実用化に向けた取組
後期段階：普及あるいは発展に向けた取組 ）

4 進行方法

(1) 研究課題の説明（10分）

(2) 研究課題の評価（20分）

- ① 主査及び各委員により研究課題について議論を行う。
- ② 審議内容、評価等をもとに、主査が総括を行う。

5 評価結果のとりまとめ及び公表

評価結果は審議内容、評価用紙等をもとに、後日、主査名で評価結果としてとりまとめ、議事録とともに公表する。

なお、議事録における発言者名については個人名を記載せず、「主査」、「委員」、「事務局」、「国総研」等として表記する。

6 評価結果の国土技術政策総合研究所研究評価委員会への報告

本日の評価結果について、今年度開催される国土技術政策総合研究所研究評価委員会に分科会から報告を行う。

ガス成分分析技術を用いた建築材料の 燃焼毒性評価に関する研究

研究代表者 : 建築研究部長 長谷川 洋
 課題発表者 : 防火基準研究室 主任研究官 趙 玄素
 研究期間 : 令和7年度～令和9年度
 研究費総額 : 約45百万円
 技術研究開発の段階 : 中期段階



National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN



1. 建築火災時の有毒性ガスの影響

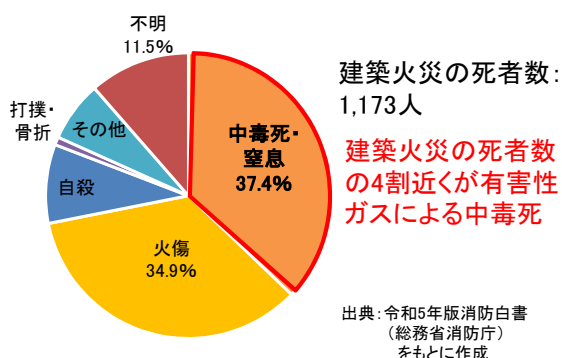
研究開発の背景・課題

背景①

- 建築火災の一番の死因は煙に含まれる有害性ガスによる中毒死。火災時に生成される有害性ガスの拡散速度は火災の広がりよりも早いため、避難者に大きな影響を及ぼす。

【表】主な火災における有害性ガスによる死者数

2001年 歌舞伎町ビル火災	2019年 京都アニメーション スタジオ火災	2021年 大阪北区ビル火災	2023年 神戸市共同住宅 ビル火災
死者44名 ガス中毒死: 全員	死者36人 ガス中毒死: 少なくとも5人	死者25人 ガス中毒死: 全員	死者4人 ガス中毒死: 全員



【図】建物火災の死因別死者発生状況 (令和4年)

燃焼生成ガスの拡散速度に関する図

背景②

- 建築基準法では、**防火材料の大臣認定に係る試験**※1として「**ガス有害性試験**」を規定。
 ※1 新たに開発された材料等・仕様の不燃性能を国土交通大臣が個別に認定する制度。認定に先立ち、**国土交通大臣が指定する性能評価機関**において、**大臣の認可を受けた「業務方法書」**に基づき試験・評価を実施。
- 現行の「**マウス試験法**」は**定性的評価**を行う**動物実験**。アニマルライツ※2や働き方改革（実験従事者の心身の健康リスクがある）、国際標準化等の世界的潮流に対応するためには、**代替試験法への移行が必要不可欠**。 ※2 EUでは2009年より、化粧品の動物実験を全面禁止。

マウス試験法	
概要	チャンバーの扉を開けると煙やガスが流出 実験者 健康リスク マウス試験装置 試験体 燃焼ガス 燃焼生成ガスに最長15分間曝露 8匹のマウス アニマルライツの流れに反する 行動停止時間を計測し、6.8分以内であれば合格 【導入経緯】 昭和51年建設省告示で導入 当時からガス成分分析の必要性は認識されていたが、技術的に困難であるため、マウス試験法を導入 実験従事者の精神的ストレス
導入国	日本、韓国等（建築分野）
特徴	○ マウスの行動停止時間のみを計測し合否判定するため、簡便で誤差が少ない × アニマルライツの流れに反する × 実験従事者のストレスや健康被害が懸念 × 試験装置の製造が中止 × 燃焼毒性の定量的評価ができない

3

課題

- 代替試験法である「**ガス成分分析法**」は、燃焼生成ガス成分の種類や濃度等进行分析し、燃焼生成物全体の有毒性を評価するもので、**クリーンかつ定量的な評価が可能**。
- しかし導入には、**分析の精度向上、マウス試験法との結果の相関性の確保、ガス有害性の評価基準の設定等**に係る技術的知見が不足。

ガス成分分析法	
概要	チャンバーの扉を開ける前に機械排煙が可能 安全 SDC装置: Smoke Density Chamber FTIR装置: フーリエ変換赤外分光光度法 燃焼試験法は様々あるが、(欧米諸国での使用実績や研究の連続性等から) SDC試験法を代替法として主に検討予定 SDC装置は国内に4台。うち国総研(立原)に1台 ガス成分分析 クリーンで、定量的評価が可能 燃焼生成ガスの成分や濃度等をもとに毒性指数を定量的に算出 FTIR装置も国総研(立原)に1台導入済
導入国	欧米諸国(鉄道車両・船舶分野等。建築分野は適用外※) ※ 建築は可燃物の量などにより燃え方にばらつきが大きく、評価が難しいため、欧米ではこれまで規制の対象になっていなかった。しかし近年、欧米の建築分野の研究者間でも研究が活発化している。
特徴	○ 燃焼毒性の定量的評価が可能で、より安全性の高い防火材料の開発や選定に繋がる ○ クリーンかつ迅速な試験が可能 × 分析に一定の技術的知見や経験等が必要

4

4. 研究の必要性及び目的・目標

必要性

① 現行の「マウス試験法」には様々な問題点がある

- 〈試験環境〉・動物愛護の点や実験従事者の健康面で問題が大きい。
・試験装置の製造も中止。
- 〈技術面〉・燃焼生成ガスの種類や濃度は、加熱条件や酸素濃度により大きく異なるが、加熱条件が固定のため、実際の火災での燃焼環境を再現できていない。→実際の火災時の避難安全性の評価が困難
・定性的評価のため、国際標準化の流れに対応できない。

➡ 「ガス成分分析法」に移行※1することでこれらの問題点を解決できる。

※1 動物試験の国際原則3Rの第一は「Replacement(動物を用いない代替法への置換)」

② 「ガス成分分析法」の分析精度を高めるためにはノウハウが必要

- ・ガス成分分析法は、試験をすれば自動的に結果が得られるものではなく、試験従事者がFTIR装置を用いて分析を行うことが必要。決められた手順を実施するだけでは正しい結果が得られるとは限らず、精度よく測定するにはノウハウが必要。

➡ 「ガス成分分析法」の導入に向けた技術開発が必要※2。

⇒アウトプット①の「ガス成分分析法の実施方法マニュアル」

※2 火災時に生成するガスは複雑で技術的な測定が困難なためこれまでガス成分分析法への移行できなかったが、基礎研究の蓄積、装置の整備、測定技術の習得を行い、移行の技術的可能性が見えてきた。

5

4. 研究の必要性及び目的・目標

目的・目標

- ・ガス成分分析法を用いた試験法と結果の評価基準を開発し、建築物の用途・規模等に応じた、有害性ガスを発生しにくい防火材料を選びやすくするための環境を整備する。

【アウトプット】

- ① ガス成分分析法によるガス有害性試験の実施方法マニュアル
- ② 燃焼毒性からみた建築防火材料(内装材)の要求性能に係る技術資料



- ① 各指定性能評価機関の業務方法書に反映
- ② 国際規格ISOに提案し、世界標準化※



グレンフェル・タワー火災(2017年・ロンドン)

- ・死者72人の多くが有害性ガスによる中毒死。
- ・これらを受けて、近年、欧米の建築分野でもガス有害性の規制に向けた研究や議論が活発化。
- ・従来よりガス有害性を規制している日本から評価法を提案することで世界標準をリードできる。そのためには「ガス成分分析法」への移行に向けた技術開発が不可欠。

【アウトカム】

- ・避難安全性が確保された建築物の普及促進
- ・有害性ガスの生成を抑制した新建材の開発促進、商品の差別化による海外展開

建築分野のガス有害性は欧米で規制されていない

ガス成分分析法を用いた代替法の開発

日本からISOに建築材料を対象とした評価法を提案

従来よりガス有害性を抑えて製品開発している日本企業の製品にアドバンテージ

日本製品の海外展開を後押し

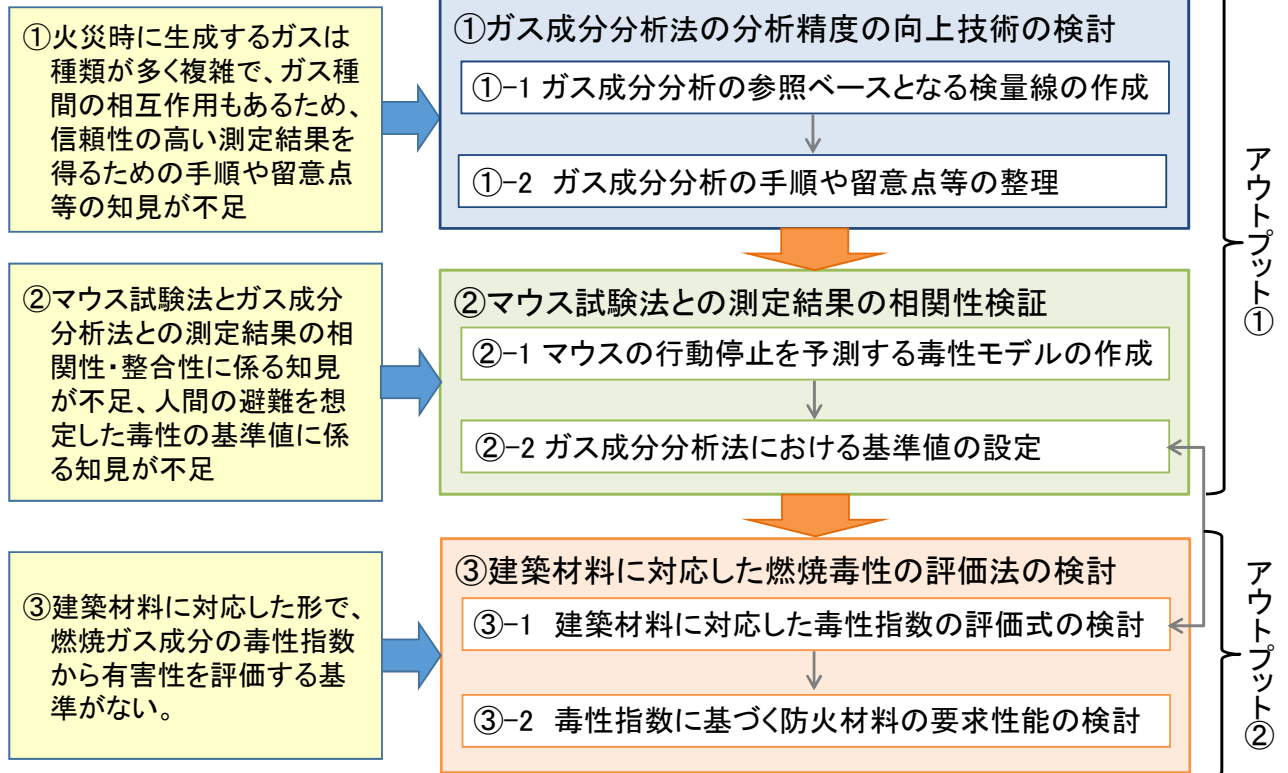
有効性

- ・ガス有害性試験の実施環境の改善、評価の高度化による建築物の避難対策の強化

6

【欧州の船舶・鉄道分野で用いられている
ガス成分分析法を日本の建築分野に導入
するための技術的課題】

【研究開発課題】



7

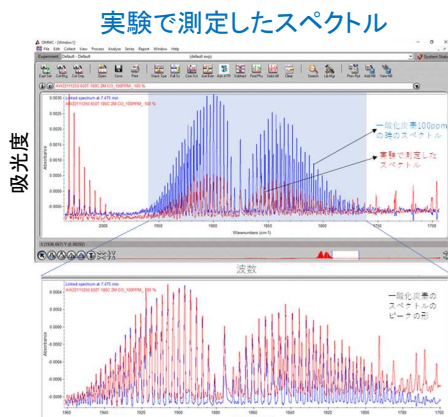
6. 研究内容: ①ガス成分分析法の分析精度の向上技術の検討

- FTIR(フーリエ変換赤外分光光度法)を使用して分析精度を高めるための技術的知見を整理する。

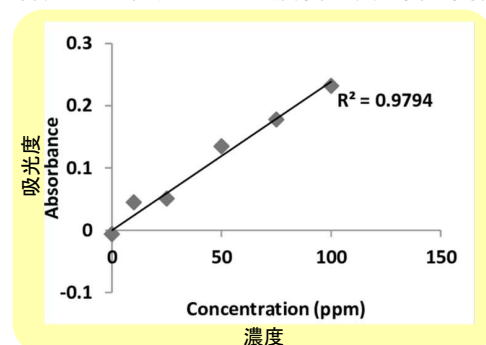
①-1 ガス成分分析の参照ベースとなる検量線の作成

R7~8

- ガスはその種類ごとに、光を当てた場合の波形や検量線(濃度と吸光度の関係を示したグラフ)が異なる特性を活かし、多様なガス種の検量線を作成する。検量線を用いることで、燃焼生成ガスの種類や濃度を求める精度を高めることが可能。



検量線の作成例
(特定の波数域における濃度と吸光度の関係)



①-2 ガス成分分析の手順や留意点等の整理

R9

- FTIRを使用して信頼性の高い測定結果を得るための分析の手順や留意点等の整理。

8

6. 研究内容:②マウス試験法との測定結果の相関性検証

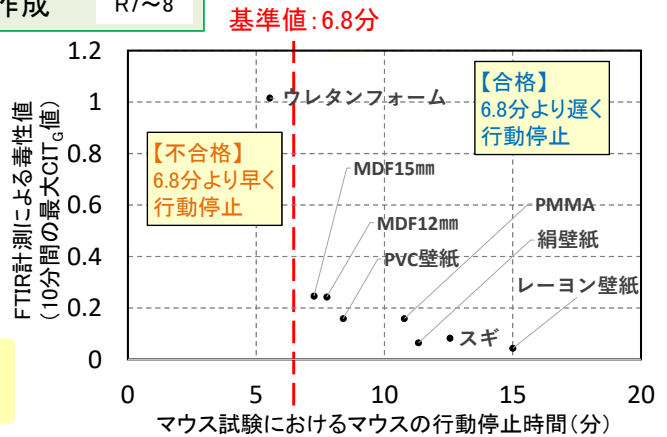
- 試験結果の連続性を確保するため、マウス試験法とガス成分分析法との測定結果の相関性・整合性を検証。
- 現行のガス有害性試験と整合性の取れた、ガス成分分析法による評価基準値を検討。

②-1 マウスの行動停止を予測する毒性モデルの作成

R7~8

- マウス試験を実施し、マウスの行動停止時間に加えて、曝露されたマウスの血液中のガス濃度を調査。
- SDC試験を実施し、結果のFTIR計測により毒性指数(CIT_G値)を計算。
- 両試験の結果の整合性を確認し、マウスの行動停止を予測する毒性モデルを作成。

【整合性あり】 CIT_G値が大きい = 行動停止時間早い
CIT_G値が小さい = 行動停止時間遅い



②-2 ガス成分分析法における基準値の設定

R9

- マウスと人間とではガスに曝露された際の生理反応が異なるため、作成したマウスの行動停止を予測する毒性モデルと、「人間の避難安全モデルFED/FEC (ISO13571)」※とを比較し、安全側から、ガス成分分析法における有害性評価に係る基準値を設定。

※ 有害性ガスが避難者に及ぼす影響を「窒息性モデルFED(CO,HCN)」と「刺激性ガスモデルFEC(ホルムアルデヒド,HClなど)」に分けて評価する国際規格。

9

6. 研究内容:③建築材料に対応した燃焼毒性の評価法の検討

- 国際規格ISOに定められているFED/FEC評価式や、欧米で鉄道車両・船舶分野で用いられている燃焼毒性(毒性指数:CIT_G値)の評価式を参考に、建築材料に対応した燃焼毒性の評価式法を検討・提案。

③-1 建築材料に対応した毒性指数の評価式の検討

R8~9

- 建築分野で一般的に用いられる各種材料について、評価式における係数や考慮すべきガス成分種類等を検討し、建築材料に適した評価法を提案。

$$C_n = \left(\frac{P_{chamber} \times M_{gas}}{R} \right) \times \left(\frac{c_{gas}}{T} \right) \quad \dots \text{式 (1)}$$

$$CIT_G = 0.0805 \times \sum_{i=1}^{i=8} \frac{c_i}{C_i} \quad \dots \text{式 (2)}$$

C_n : 計測したガス成分の質量濃度 [mg/m³]

$P_{chamber}$: チャンバー内の圧力 [Pa]

M_{gas} : ガス成分のモル質量 [kg/mol]

R : 8.31 [J · mol⁻¹ · K⁻¹]

c_{gas} : 計測したガス成分の体積濃度 [μl/l]

T : チャンバー内の温度 [K]

c_i : 計測したガス成分の質量濃度 [mg/m³]

C_i : 基準濃度 [mg/m³]

体積濃度から質量濃度に変換

鉄道車両や船舶に用いられている係数

建築材料の評価に適した係数の提案

表 CITGの算出に用いる各ガス成分の基準濃度及びモル量

ガス成分	基準濃度 [mg/m ³]	モル質量 [g/mol]
CO ₂	72,000	44.01
CO	1,380	28.01
HBr	99	80.908
HCl	75	36.458
HCN	55	27.028
HF	25	20.008
NO _x	38	NO 30.01
		NO ₂ 46.01
SO ₂	262	64.07

建築材料の評価に適したガス成分の提案

【燃焼毒性(毒性指数:CITG値)の評価式の場合】

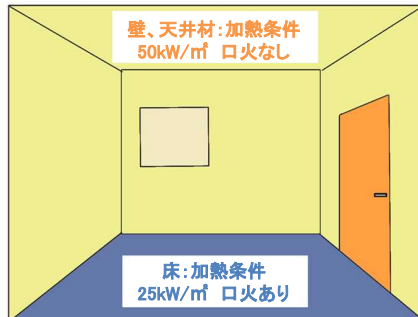
10

6. 研究内容:③建築材料に対応した燃焼毒性の評価法の検討

③-2 毒性指数に基づく防火材料の要求性能の検討

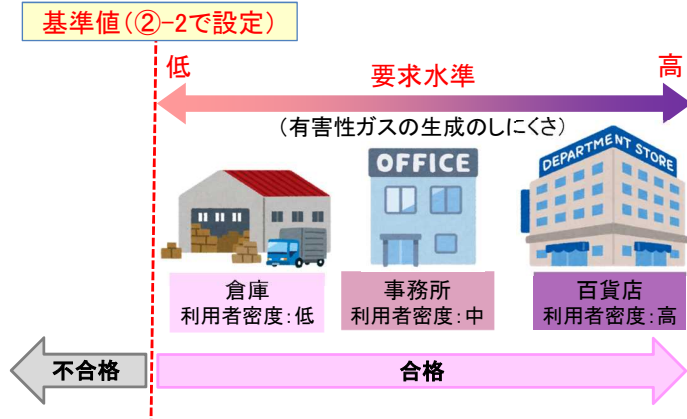
R9

- 防火材料の使用部位に応じた、**燃焼毒性の等級化**の検討・提案。
- 建築物の用途・面積、空間容量等に対応した、**利用可能な建築防火材料(内装材)の要求水準(等級レベル)**の検討・提案。



CIT _G 値	等級	使用用途
0~0.75	L1	不燃材料
0.75~0.9	L2	準不燃材料
0.9~1.2	L3	難燃材料

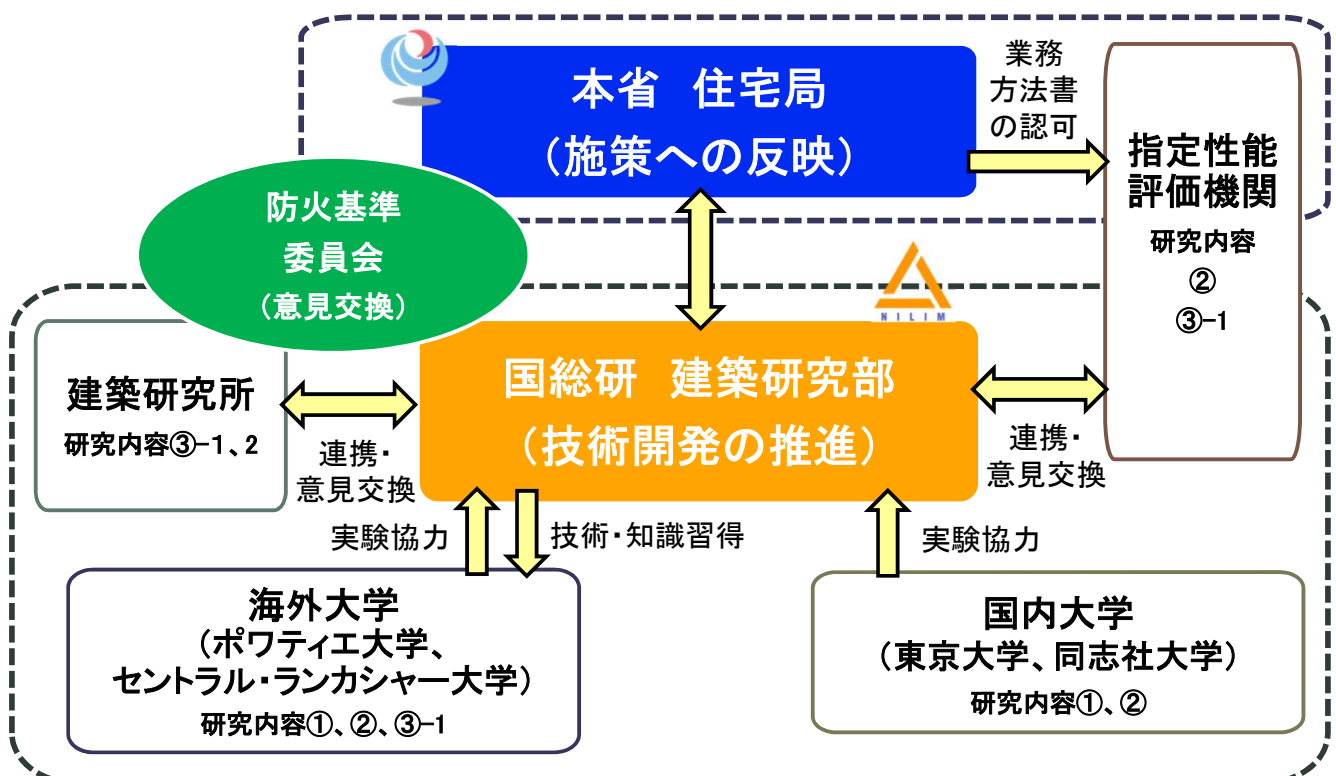
【防火材料の使用部位に応じた燃焼毒性の等級化のイメージ】



【建築物の用途・面積に応じた建築防火材料の要求水準の設定イメージ】

11

7. 研究の実施体制



12

区分(目標、テーマ、分野等)	実施年度			総研究費
	R7	R8	R9	研究費配分
(研究費[百万円])	15	15	15	総額45
①ガス成分分析法の分析精度の向上技術の検討				10
①-1 ガス成分分析の基礎となる検量線の作成				7
①-2 ガス成分分析の手順や留意点等の整理				3
②マウス試験法との測定結果の相関性検証				20
②-1 マウスの行動停止を予測する毒性モデルの作成				15
②-2 ガス成分分析法における基準値の設定				5
③建築材料に対応した燃焼毒性の評価法の検討				15
③-1 建築材料に対応した毒性指数の評価式の検討				10
③-2 建毒性指数に基づく防火材料の要求性能の検討				5

効率性

- これまでの研究成果(基礎重点研究等でのフィージビリティ研究)を活かして効率的に研究を実施。
- 先行整備した試験装置を有効活用して実施。整備されていない試験装置は、海外の大学で整備されている装置を活用し、協力体制のもと実験を実施する。
- 防火基準委員会で技術政策について議論するとともに、指定性能評価機関やISOと緊密に連携し、成果の効率的な社会実装を図る。

13

補足説明資料

建築防火材料の不燃性能に係る大臣認定のしくみ

- ・ 建築基準法で定める防火材料（火災時に不燃性能が持続する時間に応じて不燃材料、準不燃材料、難燃材料に3区分）は、「**告示で定められた材料・仕様**」か、「**個別に大臣認定を受けた材料・仕様**」のいずれかであることが必要。
- 告示で定める不燃材料の例：コンクリート、瓦、モルタル、ガラス、鉄、アルミニウム、石膏ボード12mm以上 等
- ・ 大臣認定は、国土交通大臣が指定する性能評価機関において個別に試験を行い、その評価結果をもとに国土交通大臣が認定。**試験は大臣が認可した「業務方法書」に基づいて実施。**
- ・ 防火材料に求められる不燃性能として、①**燃焼しないこと**、②**変形等しないこと**、③**煙又はガスを発生しないこと**、の3つの要件を満たすことが必要。

建築材料の不燃性能等に係る規定（建築基準法）

【建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）】

（**不燃性能及びその技術的基準**）

第108条の2 法第2条第9号の政令で定める性能及びその技術的基準は、建築材料に、通常の火災による火熱が加えられた場合に、加熱開始後20分間次の各号（建築物の外部の仕上げに用いるものにあつては、第一号及び第二号）に掲げる要件を満たしていることとする。

- 一 **燃焼しないものであること。**
- 二 **防火上有害な変形、溶融、き裂その他の損傷を生じないものであること。**
- 三 **避難上有害な煙又はガスを発生しないものであること。** →

防耐火性能試験・評価業務方法書 【ガス有害性試験方法】

ガス有害性試験は、2に規定する試験体について、3に規定する試験装置を用いて、4に規定する試験条件を与え、5に規定する測定を行い、その測定結果が6に規定する判定基準を満足した場合に、その試験体を合格とする。

5. 測定：加熱を始めてからマウスが行動を停止するまでの時間を個々のマウス毎に、加熱開始後15分を経過するまで記録する。

6. 判定：加熱試験の結果、8匹のマウスの平均行動停止時間（平均値－標準偏差）の値が6.8分以上の基準を満足する場合に、その試験体を合格とする

15

昭和44年建設省告示第3415号：

防火材料について「避難上著しく有害なガスの発生がないこと」という定性的な規定

昭和46年10月消費者保護会議において、「火災時において有害ガスを発生する建材の危険性の判定基準を明らかにし、その結果にもとづいて使用規制を充実する」ことの指摘。

⇒ **建設省において、有害性ガスの発生を定量的に評価する試験法を開発**

「一つの建材から発生する燃焼生成ガスは非常に多くの種類に及び、ガス同士の相互作用等もあること認識されていたが、成分分析法による評価は当時の技術力では困難」

昭和51年建設省告示第1231号：

有害性ガスの発生の定量的評価法として、「**ガス有害性試験（マウス試験法）**」を導入

○社会環境の変化

- ・アニマルライツ（動物愛護）の意識の高まり（EUでは2009年から動物実験を全面禁止）
- ・働き方改革（試験従事者の健康リスクが懸念）
- ・試験装置の製造中止（現装置が壊れると試験継続できない）

○研究環境の変化

- ・欧州でのガス成分分析の普及（鉄道車両・船舶分野等）
- ・国際的な議論の活発化
- ・国総研においても試験装置の整備、基礎研究の一定の蓄積

クリーンで、より高度な定量的評価ができる試験法として、「**ガス成分分析法**」への移行へ

16

修士・博士論文 2012～2017

- ・火災やガス有害性試験装置から生成するガスの種類・影響の調査
⇒一酸化炭素のみで評価することが難しい
- ・ガス有害性試験とチューブ炉試験の比較
⇒火災進展段階によって生成するガスが異なり、ガス有害性試験装置での再現が難しい
新たな試験装置が必要
- ・火災時に生成する有害性ガスを考慮した避難活動のケーススタディ
⇒避難時に有害性ガスを考慮した避難設計の考え方

建築研究所・国総研での研究開発（2018～現在）

- ・信頼性の高い測定技術を得るための系統的实验
⇒信頼性の高い結果を得るための試験手順
- ・ガス成分分析結果からマウス行動停止時間の予測
⇒マウスの行動停止モデルの作成（現在、基礎研究中）⇒【技術的課題②】
- ・ガス有害性試験とSDC試験の比較 SDC試験装置+FTIRの整備

【本研究課題で実施】

- ・FTIRを使用して信頼性の高い測定結果を得るための実験手法について整理
⇒長期的に取り組む必要がある ⇒【技術的課題①】
- ・ガス有害性試験とSDC試験の整合性を確認
⇒追加実験が必要 ⇒【技術的課題②】
- ・建築材料の燃焼生成ガスの毒性値の検討 ⇒【技術的課題③】

17

6. 研究内容：①ガス成分分析法における燃焼試験法について

ガス成分分析法で用いる燃焼試験法について

- ・ガス成分分析法における燃焼試験法は様々ある。
- ・本研究では、SDC試験法を主な代替法として中心的に検討する予定であるが、その他の燃焼試験法についても現行のマウス試験法との整合性の検証を行う。

【ガス成分分析法における燃焼試験法及び評価法】

★：国総研・立原に整備済みの試験装置等

国際規格等	燃焼試験法・分析法・評価法
国際規格 ISO/TC92/SC3 「火災安全・人間及び環境への火災による脅威」において検討されている火災時のガス毒性の評価法	①燃焼試験の種類（SC1/WG5 火災の発生と発達・小規模火災試験方法） ・スモークチャンバー試験（SDC試験）★ ・チューブ炉試験（SSTF試験）★ ・低酸素コーンカロリーメータ ②燃焼生成ガスの分析方法（WG2 分析法） ・フーリエ変換赤外分光光度計（FTIR）★ ・化学分析法 ③燃焼生成ガスの毒性の評価方法（WG5 燃焼生成物の毒性作用の予測） ・FED/FECモデル（ISO13571, ISO13344）
欧州の鉄道車両・船舶分野：車両に使用する材料の防火性能の評価法（EN45545-2, EN17084）	①燃焼試験の種類（SC1/WG5 火災の発生と発達・小規模火災試験方法） ・スモークチャンバー試験（SDC試験）★ ②燃焼生成ガスの分析方法（WG2 分析法） ・フーリエ変換赤外分光光度計（FTIR）★ ③燃焼生成ガスの毒性の評価方法（WG5 燃焼生成物の毒性作用の予測） ・CIT _G 値

18

事務所ビル・学校等における 適切な空気環境の確保と省エネ評価 に関する研究

研究代表者 : 住宅研究部長 藤本秀一
 課題発表者 : 建築環境研究室 主任研究官 赤嶺嘉彦
 研究期間 : 令和7年度～令和9年度
 研究費総額 : 約36百万円
 技術研究開発の段階 : 中期段階



National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN



1. 研究開発の背景・課題

背景

- 多数の者が利用する**事務所・学校等**では、室内CO₂濃度が1,000ppmを超え**換気不足**となっている。

民間において換気不足の改善が進みにくい要因

- ・ 在室者が認知しにくい、**問題が顕在化しにくい**。
- ・ 設計・施工・運用の分業化に伴い、**責任範囲が不明瞭**となり改善方策が見いだせない。

換気不足の状態を放置することで、執務者や児童・生徒等における深刻な**健康被害**、**社会問題**(執務・教育環境の悪化)の発生等が懸念。

適切な**技術ガイドライン**等を示し、民間の**建築活動・設備計画**等を誘導する必要がある。

- 2050年カーボンニュートラルに向けて、換気に関する**省エネ技術**の導入促進が望まれるが、**建築物省エネ法では未評価**(省エネ技術が無いものとして評価)となっている。

未評価の理由

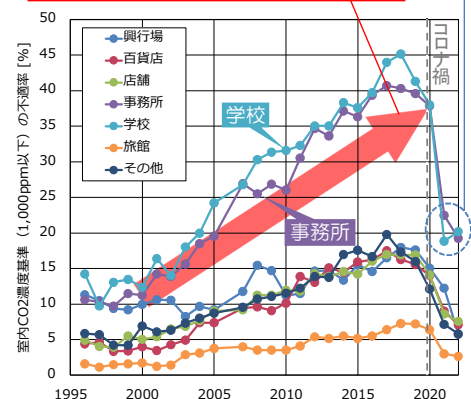
- ・ 実現する室内空気環境や省エネ効果等の検証データが不十分であり、評価手法が無い。

建築物省エネ法で未評価のままでは、**省エネ技術の向上・普及が進みにくい**

適切な室内空気環境の確保を前提とした**省エネ評価手法の開発**が必要。

コロナ禍の感染症対策中は、不適率は改善したが(約20%は不適のまま)、“**窓開け**”などによる**換気優先**の結果。コロナ禍後の現在、再び悪化することが予想される。

2000年からの20年間で約3倍の悪化



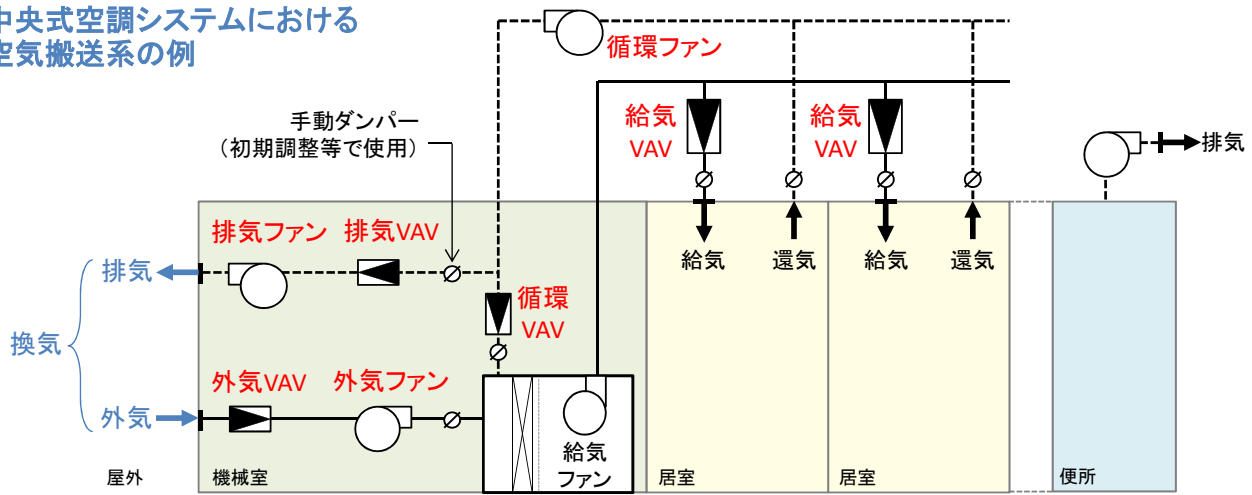
建築物衛生法に基づく定期検査における建物用途別の室内CO₂不適率の経年変化(室内CO₂濃度の基準:1,000ppm以下)

1. 研究開発の背景・課題

課題

- 新技術の導入やシステムの複雑化・高度化などが進み、現状の換気(空調)設備の計画に関する実態が不透明になっており、適切な室内空気環境を確保するための空調換気設備計画(システムを構成するファン・ダンパー・ダクト等の装置や制御方法)や運用方法等が定まっていない。
- 省エネ効果を評価する手法が無いため、建築物省エネ法では未評価となっており、省エネ技術の向上・普及が進まない。

中央式空調システムにおける空気搬送系の例



VAV: 必要な風量になるように自動で調整するダンパーユニット。VAVはVariable Air Volumeの略。

※ 赤文字の各装置は、空調換気設備計画の考え方によって設置の有無が異なる。

→ 適切な室内空気環境を確保するために必要な装置・制御等を検討

3

2. 研究開発の目的・目標

必要性

- 民間活動において改善が進みにくい換気不足を放置すると、執務者や児童・生徒等における深刻な健康被害、社会問題(執務・教育環境の悪化)の発生等が懸念されるため、国において、まずは適切な技術ガイドラインを示し、民間の建築活動・設備計画等を誘導する必要がある。
- 建築物省エネ法において省エネ効果が未評価のままでは、省エネ技術の向上・普及が進みにくいいため、適切な室内空気環境の確保を前提とした省エネ評価手法を開発する必要がある。

目的・目標

適切な室内空気環境を確保するための空調換気設備計画の技術ガイドラインを作成・公表するとともに、高度な換気風量制御システムの省エネ効果の評価手法を開発する。

【アウトプット】

- 適切な室内空気環境を確保するための空調換気設備計画の技術ガイドライン
- 建築物省エネ法における高度な換気風量制御のエネルギー消費性能の評価手法原案

【アウトカム】

- 平時からの適切な換気による安全・安心で快適な建築物の普及
- 省エネ技術の適切な評価と普及

有効性

- 省エネ効果の高い空調換気設備の普及
- 適切な室内空気環境の確保

4

① 換気に関する実態の調査・把握

- 換気(空調)設備計画等の実態把握
- 新たな建築・設備ニーズを踏まえた高度な換気風量制御の傾向把握

② 適切な室内空気環境を確保するための 空調換気設備計画の検討

- ②-1 一般的な空調換気設備計画の検討(換気ファン定格運転固定条件)
- ②-2 高度な換気風量制御を用いた省エネ計画の検討

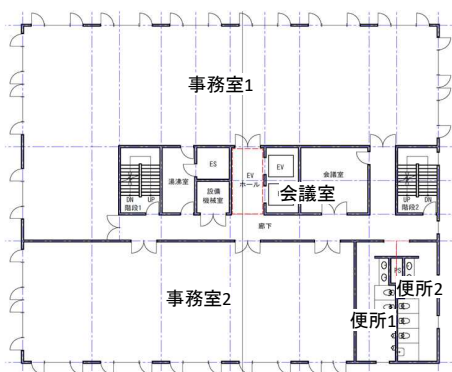
③ 高度な換気風量制御に関する 省エネ効果評価手法の開発

④ 空調換気設備計画の 技術ガイドラインの作成

5

● 換気(空調)設備計画等の実態把握

- ・ 建物用途や規模・空調方式等に応じて、換気(空調)設備システムの構成、ファンやダクト系等をどのように計画するかを中心に、**実務者ヒアリング等**により把握する。
 - 具体的に図面を提示し、「中央式空調方式」と「個別分散空調方式」ごとに考え方等を確認する。



提示する図面の例
(事務所・大規模)

中央式空調方式の場合

- ・ 空調システムの構成
 - 装置の有無(本資料p.3参照)
 - 給気口・還気口の配置
 - 変風量制御の有無
 - 全熱交換器の有無
- ・ ファンの容量・選定方法
- ・ ダクトの種類・径、取り回し
- ・ 便所の局所換気の計画
- ・ システムの運用方法 など

個別分散空調方式の場合

- ・ 換気システムの構成
 - 給排気口の配置
 - 外調機(外気を温調する機器)の有無
 - 全熱交換器の有無
- ・ ファンの容量・選定方法
- ・ ダクトの種類・径、取り回し
- ・ 便所の局所換気の計画
- ・ システムの運用方法 など

ヒアリング時の確認事項(案)

● 新たな建築・設備ニーズを踏まえた高度な換気風量制御の傾向把握

- ・ 高度な換気風量制御の傾向(設備システム・制御方法等)について、実務者ヒアリングやサステナブル建築物等先導事業採択プロジェクト等の既往データを活用し、把握する。

6

②-1 一般的な空調換気設備計画の検討(換気ファン**定格運転固定条件**)

- 換気ファンを**定格運転固定条件**とした一般的な計画において、適切な室内空気環境を確保するための**空調換気設備計画**を**実証実験・シミュレーション**(実験を補足する数値計算)によって検討する。

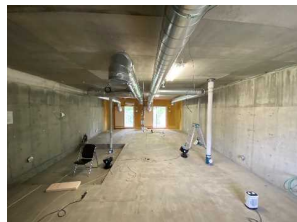
中央式空調システム実証実験装置(立原庁舎敷地内)



実験棟外観



機械室(2階)



事務室を模した区画
(2階に2区画、3階に3区画)

- システムを構成する**装置の有無を設定可能**

- ✓ 排気ファン(定格運転固定)
- ✓ 外気ファン(定格運転固定)
- ✓ 外気VAV、排気VAV、還気VAV等



各装置の組合わせの条件ごとに
実証データを取得

各区画における暖冷房のための風量等によらず、**適切な換気を維持できる計画**を検討。

②-2 **高度な換気風量制御**を用いた省エネ計画の検討

- 高度な換気風量制御**を採用した場合について、適切な室内空気環境を確保するための**省エネ計画**とその**省エネ効果**を**実証実験**によって検討する。

高度な換気風量制御の実験装置による検討: **CO2濃度制御**の例

室内のCO2**濃度をセンシング**し、換気風量を制御して、より**省エネ**を目指す

- 換気風量を増減する装置・制御を各種設定
 - ✓ 排気ファンの周波数制御
 - ✓ 外気ファンの周波数制御
 - ✓ 排気VAVによる排気量の制御
 - ✓ 外気VAVによる外気導入量の制御
 - ✓ 還気VAVによる排気量・外気導入量の制御
- 各区画に**在室者の呼気を想定してCO2ガスを散布**・濃度計測し、適切な室内空気環境(1,000ppm以下)が維持されているかを確認

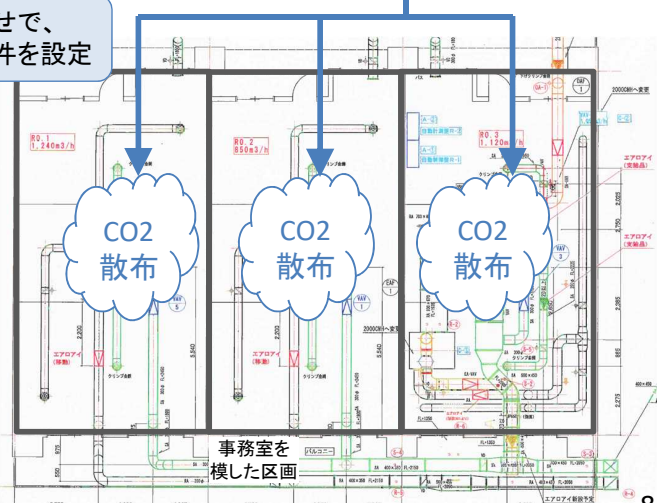


適切な室内空気環境を確保することを前提とした
省エネ計画の検討と省エネ効果の定量把握。



CO2ガスボンベ

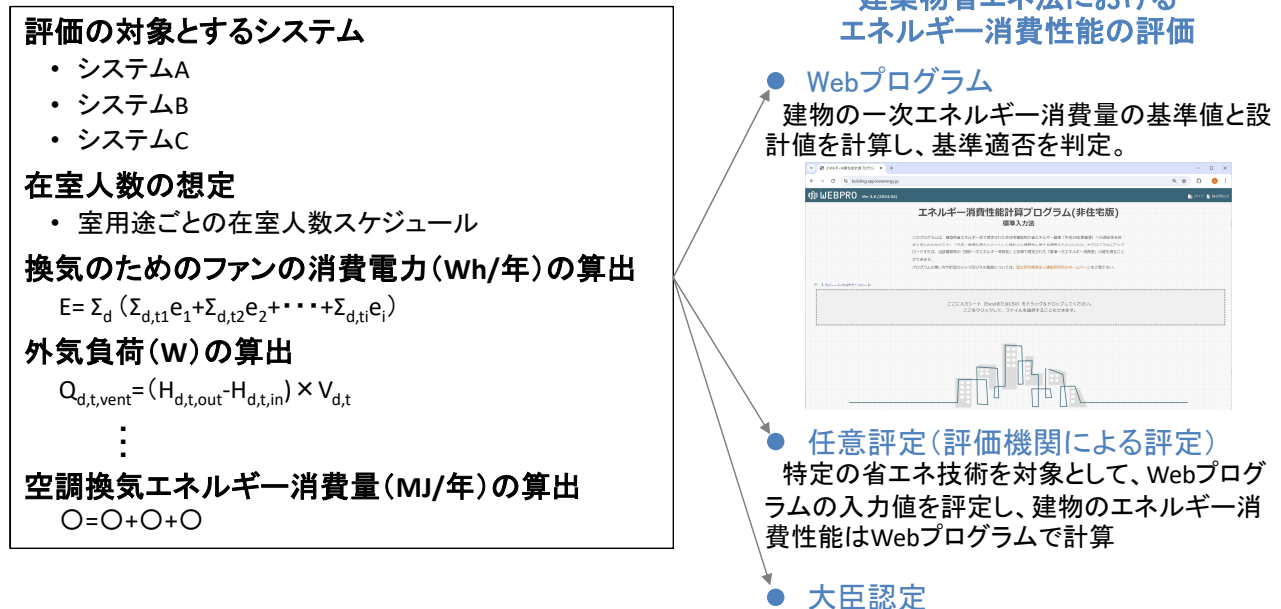
組合わせて、
実験条件を設定



4. 研究内容:③高度な換気風量制御に関する省エネ効果評価手法の開発

- 適切な室内空気環境の確保を前提とした、高度な換気風量制御に関する**省エネ効果評価手法**の検討を行い、**建築物省エネ法**における**エネルギー消費性能の評価手法**の原案を作成する。

高度な換気風量制御に関する省エネ効果評価手法のイメージ



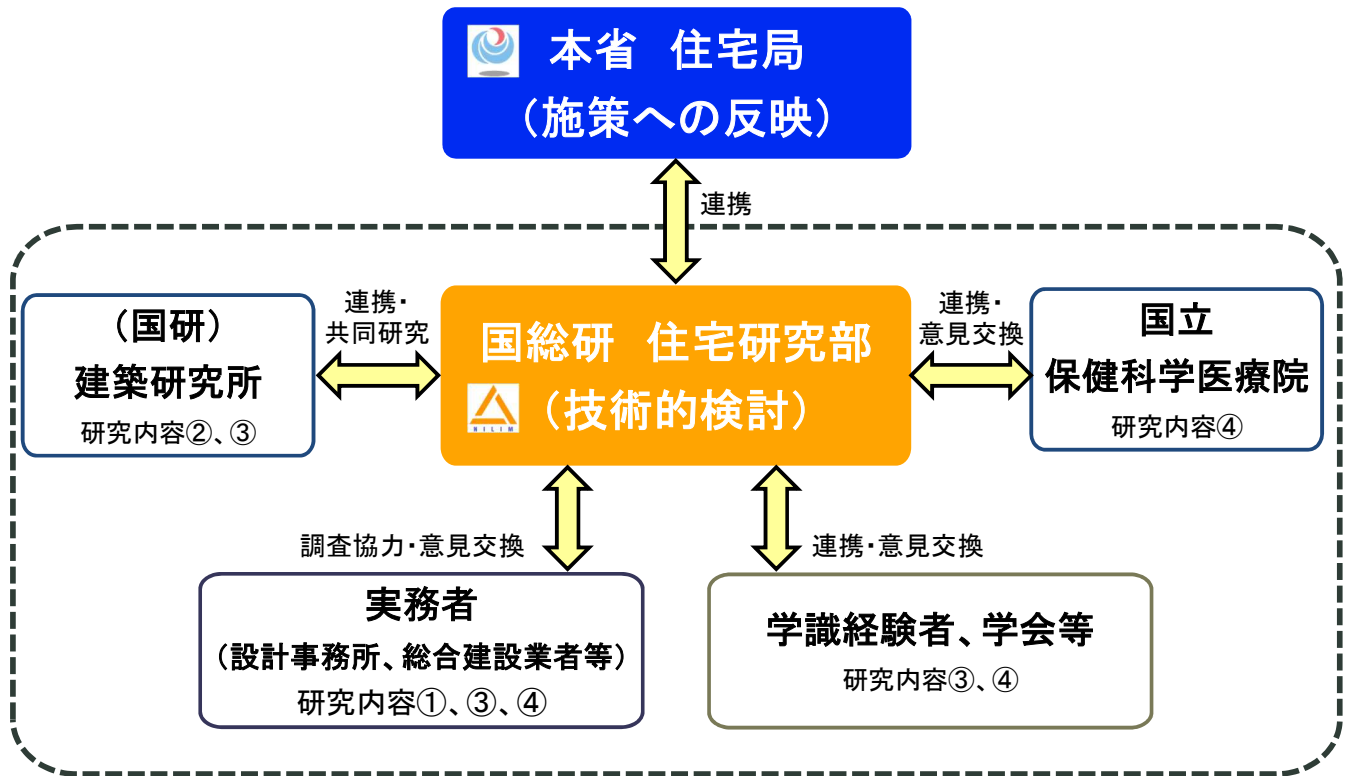
9

4. 研究内容:④空調換気設備計画の技術ガイドラインの作成

- 研究内容①、②の結果をとりまとめ、適切な室内空気環境を確保するための空調換気設備計画と省エネ計画に関する技術ガイドラインを作成する。

技術ガイドラインの記載内容のイメージ

- 適切な室内環境の確保と省エネの関係
- 適切な室内環境を確保するための空調換気設備計画
(中央式空調方式と個別分散空調方式に分けて記載)
 - 空調換気システムの基本構成
 - ファン・ダクト系の計画
 - 初期調整方法
 - 運用・メンテナンス方法
 - ⋮
- 高度な換気風量制御を用いた省エネ計画
 - 換気風量制御の定義とシステムの基本構成
 - ファン・ダクト系の計画
 - 初期調整方法
 - 運用・メンテナンス方法
 - ⋮
- 既存設備の改修計画、及び、運用改善
- ⋮



区分(目標、テーマ、分野等)		実施年度			総研究費
		R7	R8	R9	研究費配分
(研究費[百万円])		12	12	12	総額36
①	換気に関する実態の調査・把握	■			約6
②-1	一般的な空調換気設備計画の検討 (換気ファン定格運転固定条件)	■	■		約10
②-2	高度な換気風量制御を用いた省エネ計画 の検討	■	■	■	約10
③	高度な換気風量制御に関する省エネ効果 評価手法の開発		■	■	約5
④	技術ガイドラインの作成		■	■	約5

効率性

- ・サステナブル建築物等先導事業の採択プロジェクト等の既往データ(高度な換気制御等)を最大限活用して研究を進める。
- ・設計実務者及び学識経験者だけでなく、本省や厚労省関係の研究機関と連携・意見交換を行い、本研究の成果物(ガイドライン・評価手法)の社会実装を想定しつつ検討を行う。

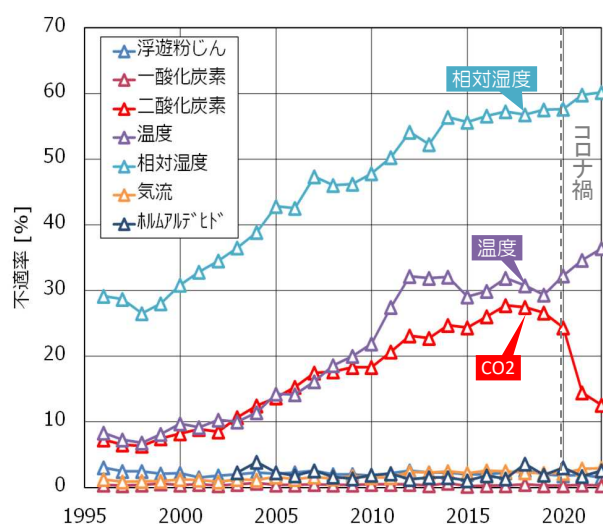
補足説明資料



建築物衛生法に基づく「空気環境の調整」に関する定期検査の概要と結果の推移

補足説明資料1

- 建築物衛生法では、**3,000㎡以上（学校は8,000㎡以上）**の特定建築物は、**2ヶ月に1度**、「空気環境の調整」について検査することとしている。
 - 基準に不適合だけでは、直ちに行政措置や罰則の対象とはならない。
 - ただし、特定建築物内の人の健康を損なう恐れがある場合等は、都道府県知事は改善命令等を出すことができる。
- 空気環境の項目と基準
 - ✓ 浮遊粉塵: 0.15mg/㎡以下
 - ✓ 一酸化炭素: 10ppm以下
 - ✓ 二酸化炭素: 1000ppm以下
 - ✓ 温度: 18以上、28℃以下
 - ✓ 相対湿度: 40%以上、70%以下
 - ✓ 気流: 0.5m/s以下
 - ✓ ホルムアルデヒド: 0.08ppm以下
- 相対湿度・温度・CO2について、不適率が年々悪化。
- コロナ禍においては、**換気を優先したため**、CO2不適率が改善した一方で、**相対湿度・温度の不適率が悪化**。



全建物における空気環境不適率の経年変化
(調査件数: 約15,000件/年)

- **省エネを優先**するために、設定温度の緩和や換気ファンの停止や弱運転を行い、換気が不十分になっている。
- 窓サッシ等の性能向上に伴い、**建物の気密性が高まり**、外気の漏入が減少。
- **建物の高層化等**により窓を開けなく(開かなく)なった。
- 中央式空調における変風量制御など、**設備の高度化に伴う意図せぬ換気量不足**が発生(最大風量時の外気導入量は竣工時に調整されるが、風量抑制時は確認方法が定まっていない)。
- 個別空調(室単位で暖冷房するエアコンなど)が普及しているが、**各居室に適切な換気設備が設置されていない**。
- **オフィスレイアウトの可変性**が高まる中、換気が行き届かない吹き溜まりのような場所が発生。
- 設備設計・施工・運用の分業が進む一方で、建物全体で換気設備が適切に機能するかを確認する建築設備士のような専門性の高い**技術者が不足**。

令和6年度 第1回 国土技術政策総合研究所研究評価委員会分科会（第二部会） 議事録

日時：令和6年7月10日（水）13:00～14:10

場所：WEB開催

1. 開 会

事務局より研究評価委員会分科会（第二部会）委員の紹介
国土技術政策総合研究所 所長挨拶
以降の議事進行：主査

2. 令和6年度のスケジュール

事務局より、令和6年度の国総研研究評価委員会のスケジュールについて説明

3. 評 価

事務局より、評価の目的および評価方法・評価結果の扱いについて説明

〈令和7年度新規研究課題の事前評価〉

（１）「ガス成分分析技術を用いた建築材料の燃焼毒性評価に関する研究」

国総研より、資料について説明。

【質疑応答】（●：委員側発言 ○：国総研側発言）

● 毒性について、医学や生理学分野の方々や、国際的な連携についてどのように考えているのか。

○ 医学・生理学分野との連携予定はない。日本国内には、過去に医学分野と共同研究をおこなった成果があるため、これらの成果を参考にしながら研究を進めることを考えている。

また、国際的な連携について、ISO/TC92/SC3に、火災安全・人間及び環境への火災による脅威のワーキンググループがあり参画している。その中で議長や国外の先生方との打合せ、情報交換を行っているほか、海外へ滞在し関連した研究開発を行うことも予定しており、ISOとは密接に連携を取りながら研究を進めていく予定である。

- ガスのチャンバーは日本に4カ所ほどあるという説明だったが、実際の試験イメージは、試験体を1回燃焼させて10種類程度のガスの濃度を測定するというので、簡易で早く試験を実施し、試験結果が得られる手法は見えているのか。
- 測定方法についてはご認識のとおりであり、10種類ほどガスの濃度を測定し、測定結果を式に入れて計算することで評価ができる最終的な成果はイメージしている。しかし、中には測定ができないガスも出てくる可能性があり、そのような場合については材料の種類や含まれる成分に応じ、試験方法、放火方法を工夫することも研究課題の中で検討していきたいと考えている。

- 新たなガスが出てきた場合は、評価するガスの成分も変わってくるということか。
- 新たに出てくるガスの成分にもよるが、欧州の船舶・鉄道分野だと、決められたガスの種類を評価している状況であり、それが日本で受け入れられるかどうかという問題もある。また、危険なガスが新たに出てきた場合、きちんと検討して後からでも規制できたらよいと考えている。

- 元々は欧米で鉄道や船舶の領域で確立されている分析手法を建築空間に適用するために、どのような手法が必要かを検討することと理解したが、鉄道・船舶の領域と建築空間で検討する際の大きな違いや独自性はどこにあるのか。
- 毒性指数であるCIT₆値を主に検討し、将来的にはこの式を変更して評価式として使用することを考えている。

この式の場合、係数が空間と空間内にある燃焼物量に依存するため、建築空間に置き換えた場合、この係数について、実際の火災でどのようなものが燃えて、どのように拡散しているのかを想定しながら変えていく必要がある。また、建築材料の場合だと鉄道・船舶とはガス成分の種類が異なってくるため、この2点を主に検討して、建築材料に適したものに換えようと考えている。

- 建築物の規模や用途によってガス成分の種類が異なるような表現が資料中に記載されていたが、空間規模によって係数を導き出して、建築空間でも適用できるようにしていきたいということか。
- ご認識のとおり、空間の容量、規模、用途に応じて評価の係数を決めることを考えている。

- 有害性のあるガスが発生するかどうかは、建物の建材、用途、内包物などの物質の組み合わせによって、様々なものが発生し得るものだと思う。この場合、どのような毒性ガスが発生するの

かを絞り込むのは難しいのではないかと不安に思う。

例えば、このような物質がある場でこれくらいの温度に到達すると、このようなガスが発生し得るなど、ある程度絞り込める条件下において、より有害性の低い防火材料を選定するなどの方法で使用するのであれば有効と考える。

新しい建材の開発や、発生するガスが特定しきれないなどのケースに対して、評価の係数が適用されてしまうと危険と思うので、適用範囲を判断するガイドラインがあった方がよいように感じた。

参考にいただければと思う。

○ 研究を進める上での参考にさせていただく。

（２）「事務所ビル・学校等における適切な空気環境の確保と省エネ評価に関する研究」

国総研より、資料について説明。

【質疑応答】（●：委員側発言 ○：国総研側発言）

● 研究のメインターゲットが事務所ビル、学校等となっているが、例えば住宅用でも高度な制御ができる換気空調システムが複数世の中に実装されていると思うが、そのようなものも同じように評価ができるイメージでよいか。

○ 住宅にも応用ができるものと考えているが、建物用途のターゲットとしては、今回は非住宅としている。

住宅については、平成15年にシックハウス対策に係る法令等が施行され、対応が取られているため、少し優先度を落として実施していく予定としている。

● これまで省エネ基準に関して様々議論してきたが、換気の問題は対応がうまくなされていなかったもので、今回３年間かけてしっかりと対策をしつつ、換気の問題は空気質の問題とも絡むので、一緒に解決していく研究という理解でよいか。

○ そのとおりである。省エネ基準の中で評価していく際には、カタログ性能だけではなく、実際に装置が建物に実装されたときに正しく機能して省エネ効果が発揮されるかというところであり、換気だけでなく空調などもすべて実証データを取りながら検討を進めてきたところ。

その中で換気についてはシステムだけでなく、空調と合わさってくることにより複雑になり、全ての室が適切に換気されているかといった明確な実証データがないのが実情であるため、きちんとデ

ータを取りながら検討を進めていきたいと考えており、研究期間を3年間としている。

- 換気の問題は、どう使うかが重要と思われる。例えばファンの音が気になることや、スイッチの入れ忘れなど。建物管理者や一般の利用者の立場から見て使いやすいものか、などの観点から研究、検証が可能な体制で進められてはどうかと感じた。道筋ができていれば教えていただきたい。

- ご質問のとおり、使用者側の状況は非常に重要なものと認識している。

建築物衛生法に基づく実態調査の結果をお示ししているが、これは厚生労働省の管轄で、実際のデータ収集や分析等を国立保健医療科学院等で行っているものである。

現場調査をおこなった際、これらの機関や、運用者、管理者に対し速やかに情報提供し、使用者側にも速やかに成果を反映できるような体制で検討を進めていこうと考えている。

- コロナ禍での換気改善は、人々の換気に対する行動変容の影響が大きいものと感じており、換気だけでなく省エネに関しても、施設管理者等の行動が大きく関わっていると思われる。

先ほどの委員への質問回答では、そういった内容についても実施していくということだったが、研究成果の技術ガイドラインの内容イメージには、運用・メンテナンス方法という記載がある。

ここには、管理や制御に関してこのような方法が有効であるなどの内容が明示されるとの理解でよいのか。

- そのとおりである。運用改善についてもきちんとガイドラインに盛り込んでまいりたい。

- 領域が異なるのかもしれないが、AIなどの活用も効率的な制御につながるのではないかと考えている。今回の研究ではそこまで至らない理解でよいのか。

- 省エネや室内環境の維持へのAI活用について、民間企業で出されているものもあるが、ガイドラインに盛り込むのは難しいと考えている。しかし、省エネ技術に関する実態把握において、どのような工夫がなされているのかなどの情報はしっかり把握したいと考えている。

- 実態把握の手段として、サステナブル建築物等先導事業の採択物件を中心にすることで理解したが、採択プロジェクトには小規模な建物も含まれている。例えば、建築物衛生法の特定建築物は、3,000平米以上が対象になるため、3,000平米未満の特定建築物において機械換気設備の容量が小さく設計されていたり、中央管理方式の空調を導入していないプロジェクトも含まれている。

また、学校建築物も相当数採択されているが、文部科学省の学校環境衛生基準において、教室はCO₂濃度1,500ppm以下になるよう設計すればよいことが定められており、そもそも機械換気設備の容量を1,500ppm以下にできない設計になっている。窓開け換気を併用しない場合1,000ppmの基準値を満たさない設計になっているが、窓開け換気しない状態に運用が変わって以降、教室内のCO₂濃度がどの程度高くなっているのかの実態は、特に小規模建築物を調査していくことで明らかになり、課題が見えてくるのではないかと考える。

大規模建築物は1,000ppmの濃度をある程度満たしているものの、小規模建築物を中心に課題が見つかるのではないかと問題意識を持っているため、ぜひ今回の研究で小規模建築物の換気の実態を明らかにして、運用上どう改善するかを検討いただきたい。

これらの改善は省エネ側でなく増エネ側になるかもしれないが、どの程度の増エネで済むのかなどの知見をまとめていただけると参考になるのではないかと考える。

- ご指摘のとおり、特に小規模になると個別分散方式が多くなり、そういった場合に換気設備をどのように計画しているのか、また、局所換気で抜かれているか、各室に給気口が設置されているのかは懸念すべき点である。

また、建築物衛生法には中央方式以外の個別分散も検査対象に入っているため、そういった情報も含まれている。

小規模建築物や設備方式が様々なものを含めてきちんと把握して参りたい。

学校について、文部科学省と厚生労働省とで求める基準に若干の相違があり、またコロナ禍が落ち着き以前の状態に戻りつつあることについて、過去に建築学会において学校の空気環境を調査したものがあつたため、そういった成果を活用しながら、情報を整理して参りたい。

4. 閉 会

国土技術政策総合研究所 副所長挨拶