

住宅・建築物技術高度化事業

動物実験に替わる 建築防火材料のガス有害性評価手法 の技術開発

(平成26年度～平成28年度)

野口貴文 (東京大学)

藤本郷史 (宇都宮大学)

長谷善博 (三菱樹脂株式会社)

早川哲哉 (株式会社東京システムバック)

背景と目的



【背景】

- 現在、建築防火材料のガス有害性は、試験体(220mm角)を加熱して発生した燃焼ガスをマウスに暴露した際の行動停止時間によって評価。
- 動物愛護の気運の高まりと共に運用が困難となりつつあり、早急にそれに替わる試験の構築が急務。
- 先進各国では当該目的で動物実験が行われる事例はほぼ無い。
- 日本のマウス試験を引用していた韓国でもマウス試験を廃止してガス分析手法を採用する方向の研究プロジェクトが開始された状況。

【目的】

- 本研究では、火災時に建築材料から発生する燃焼生成物について赤外線による吸光度スペクトル波数構造分析を行い、現行のガス有害性試験で認可される試験体とされない試験体の結果の差異や傾向を定量的に把握し、動物実験に替わる成分分析に基づく代替手法案を開発・検討する。

技術開発の概要



(i)ガス有害性試験の結果に関する情報収集

現行のマウスを用いる建築防火材料のガス有害性試験の概要や、欧米で実施されている最新のガス分析手法について、ヒアリング等により可能な範囲で収集した。

(ii)実験の実施

各種燃焼試験のガスサンプルラインをFTIR(フーリエ変換赤外分光光度計)に接続して成分分析を行った。

なお、各種燃焼試験については、以下の実験を行った。

- ①ガス有害性試験で現在使用されている燃焼攪拌装置、
- ②SDC (Smoke Density Chamber) (ISO 5659)、
- ③チューブ炉(ISO 19700)

(iii)動物実験に替わる代替試験手法の提案

(ii)の結果に基づいて成分分析結果に基づいて、例えばISO 13571に規定される実験結果(各種ガス濃度)を各々固有の基準値で除した値を加算するFED(Fractional Effective Dose)計算手法等を参考にして計算し、動物実験結果との相関について検討した。

技術開発の先導性

【既往の開発(動物実験以外の手法)】

- 指定性能評価機関の防火担当者らによって自発的に実施された検討(2004年～2007年)によって、木質系材料については、**燃焼試験時のCO濃度結果**を使用する事によって**現行のマウス試験結果との相関性**が見られる可能性が既に示されている。

【本技術開発の特徴・優位性】

- 本申請では、**木質系材料に限らず広く全般的な建材を試験体**として扱うと同時に、先進諸国で使用されるFTIR(フーリエ変換赤外分光光度計)を利用し、**CO濃度に限らず、10種類程度の発生ガス**(例:CO, HCN, HCL, HBr, HF, SO₂, NO₂, アクロレイン, ホルムアルデヒド等)を対象とし、国際的にも整合のとれる代替手法案を提案する事を目的とした。
- **3種類の燃焼試験装置**(ガス有害性試験で使用される燃焼攪拌装置、スモークチャンバー装置、チューブ炉)を使用して、**各々にFTIRを接続して構造分析**を行いその結果をFED(Fractional Effective Dose)手法等を参考に評価計算して**動物実験結果との相関性を検討**した。
- ISO等の場で先導的立場にある**先進諸国の専門家らと密な情報交換**を行いながら進めた。

技術開発の効率性

- **情報収集**にあたり、東京大学野口研究室を中心として、各性能評価機関を対象にヒアリングや情報交換を実施した。
- **実験実施**に際しては、東京大学の技術スタッフに加え、宇都宮大学藤本研究室メンバーも主力として実施した。
- 試験体の選定作業や**関連する国内外情報収集**や**必要な資金の出資**にあたっては、三菱樹脂の国際的な情報網や豊富な資金を主に活用した。
- **実験機器の用意**や**細かい実験作業**については、東京システムバックがこれまでの豊富な経験を生かしてサポートした。
- 最新の国際動向やISO動向について、当該分野に詳しいフランスの大学や試験研究機関と密に情報交換を実施した。

実用化・市場化の状況

【必要性】

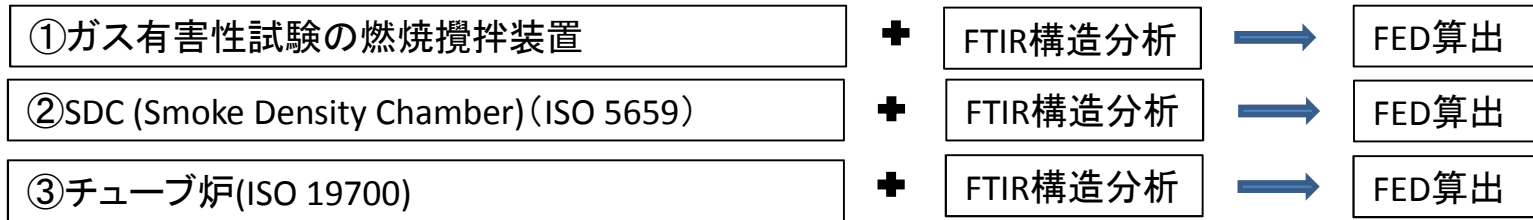
- 発熱性試験のみで選別する事は大変危険であり、建築材料の燃焼時におけるガス有害性の確認自体は、国民の環境および安全面からも継続が必要である。
- 特に新しく開発された建築材料について、ガス有害性の確認は重要であるが、動物実験ではなく、成分分析による代替手法によって確認する事を可能にする必要がある。

【実用化の見通し】

当該課題で開発する動物実験に替わる代替手法について、**JIS規格化を行う予定**である。

「建築材料の燃焼時発生ガス濃度分析に基づく有害性評価手法」(仮称)

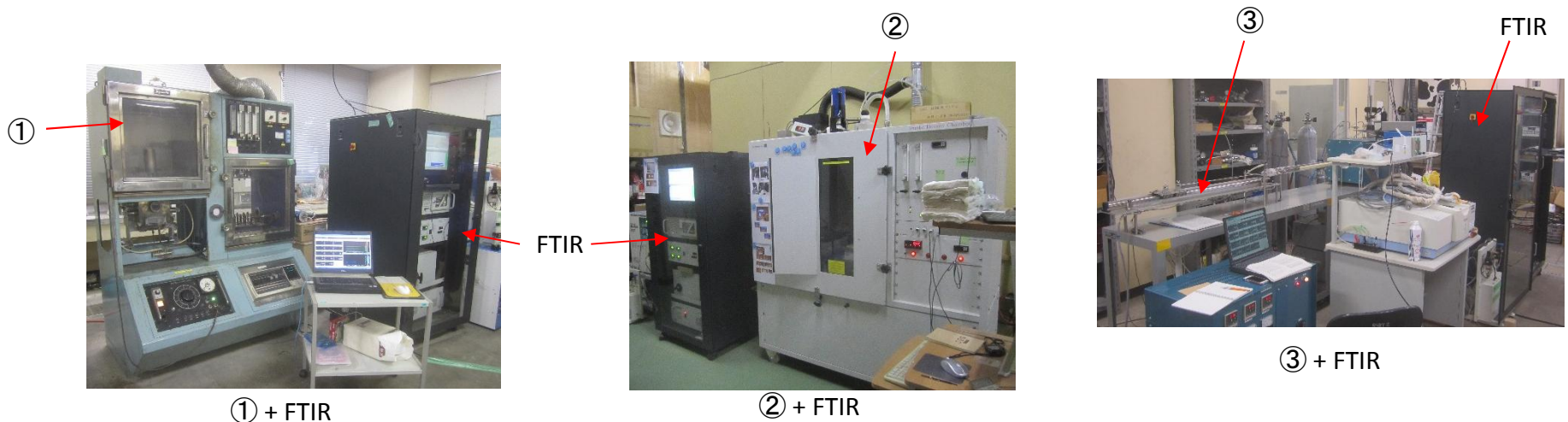
技術開発の完成度、目標達成度



試験体については、国内で一般的に用いられる建築内装材料を中心に選定。

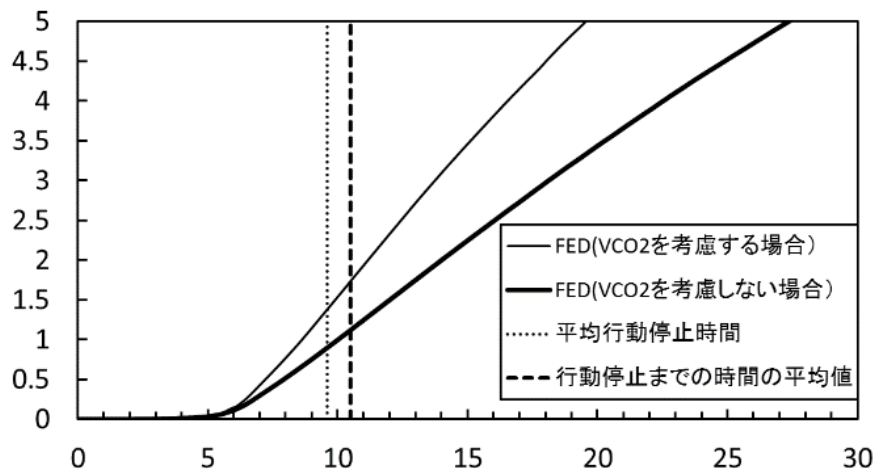
- ・壁紙(ポリエステル、レーヨン、布、塩化ビニル)
- ・サンドイッチパネル芯材(ウレタン、ヌレート、フェノール、水酸化アルミ混入ポリエチレン)
- ・難燃処理木材(不燃材料相当、準不燃材料相当)
- ・無処理木材

これらのFTIR構造分析結果(CO,HCN,HCL,HBr,HF,SO₂,NO₂,Acrolein, Formaldehyde)を使用して、FED計算(ISO13571)を実施し、計算結果の分析を実施した。

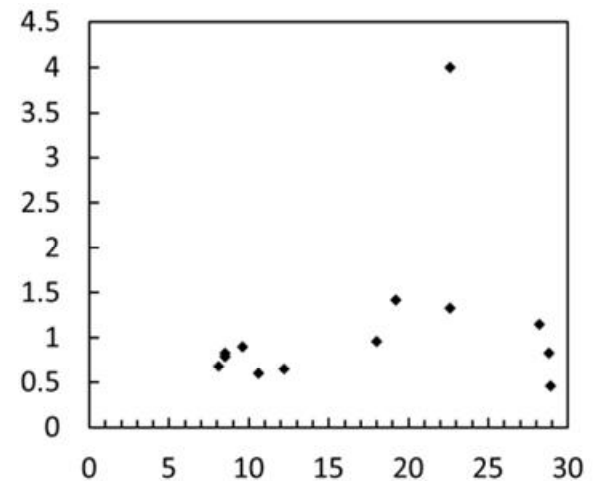


- 各種建築材料を試験体として、ガス有害性試験、SDC(Smoke Density Chamber)、チューブ炉を各々、FTIRと接続した実験を実施し、FED計算を実施した。
- 特に木質系の試験体については、マウスの平均行動停止時間とFTIR分析結果に基づくFED計算結果に相関性がある程度見られる事が確認された。

技術開発に関する結果 (成功点)



FED算出結果と行動停止時間(スギ無垢材)
(横軸:経過時間、縦軸:FED)



FEDと平均行動停止時間
(横軸:経過時間、縦軸:FED)

左図にFEDの算出結果の一例。平均行動停止時間の時のFEDは、杉では概ね1。

右図に各材料の平均行動停止時間の時のFED。

無垢の木材(Aグループ)や薬剤処理した杉(Bグループ)では、いずれもFEDは1程度であった。これらの結果から、FEDから平均行動停止時間を予測可能と考えられる。

技術開発に関する結果(残された課題)、 及び、今後の見通し

- 残された課題

- 当該技術開発中に実施した全ての試験体(国内で使用される建築材料)の燃焼試験時における各種発生ガス成分分析結果に係る取り扱い易いデータ集計システムの作成。
- 異なる機関・実験実施者において再現実験を行い、結果を比較検討する。いわゆる、ラウンドロビン試験を実施して、上記集計システムを用いて、各機関の結果を相互に比較検討し、再現性を確認する。

- 今後の見通し

- 上記ラウンドロビン試験を実施して、試験結果の妥当性・再現性を判断した上で、当該開発成果に基づく新しいJIS規格原案の作成作業を行う。