

# 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26～28年度)

野口貴文、棚池裕、安藤達夫（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】

- 本技術開発では、火災時に建築材料から発生する燃焼生成物(煙及びガス)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

現行の建築防火材料のガス有害性試験に基づく試験体毎の結果の概要情報について、ヒアリング等により可能な範囲で収集する。(木質系材料、木質系以外の材料ともに)

## ( 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う。

なお、各種燃焼試験については、概ね以下の順で4種類の実験を行う予定である。

- 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)、
- ④コーンカロリメータ(ISO 5660-1) (特に低放射)。

試験体としては、現行のガス有害性試験の認定を取得している物とそうでない物双方が含まれる様に留意する。

## ( 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 13344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新たに開発し、動物実験結果との相関が可能な手法として提案する。**

# 技術開発・実用化のプロセス等



( i ) 既往のガス有害性試験の情報収集 (手始めとして)



①ガス有害性試験の燃焼攪拌装置

+

FTIR構造分析

②SDC (Smoke Density Chamber) (ISO 5659)

+

FTIR構造分析

③チューブ炉(ISO 19700)

+

FTIR構造分析

④コーンカロリメータ(ISO 5660-1) (特に低放射)

+

FTIR構造分析



( iii ) 各実験結果に基づく代替評価手法の開発  
( ① ) ( ④ ) のどれが最適かも含めて検討

年度毎の作業予定は概ね、以下の通り。

【1年目 (H26年度)】( i ) + ( ii ) ①②

【2年目 (H27年度)】( ii ) ①③

【3年目 (H28年度)】( ii ) ②④ + ( iii )

3年間(当該技術開発)の終了後、  
実用化の一環として、JIS規格原案を作成予定。

# 技術開発の必要性・緊急性

---

## 【必要性】

- 防火材料試験の主たる手法である発熱性試験において発熱性状の基準を満たす試験体であっても、現行のガス有害性試験をクリア出来ない物は少数ながら存在する事が指定性能評価機関の経験からも指摘されている。
- 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。

## 【緊急性】

- 現在、建築防火材料のガス有害性は、試験体(220mm角)を加熱して発熱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されているが、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となっている。
- 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く、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にある。

# 現行のガス有害性試験（参考まで）



不燃材料等の防火材料の性能評価

「避難上有害な煙又はガスを発生しないものであること」(建築基準法施行令第108条の2)

試験体を加熱して発熱した**燃焼ガスにマウスを暴露した際のマウスの平均行動停止時間**によって評価。基準値を超えた場合を合格とする。

試験体：22cm角

使用するマウスの数：8匹

マウスの平均行動停止時間基準値：6.8分

基準材：赤ラワン



# 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】

- 本提案では、**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, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, 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ている。
- **4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、コーンカロリーメータ)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探り、最適な代替手法を開発**する。
- 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**を行いながら進める予定である。

# 【技術開発の実現可能性】

## 【実用化・製品化の見通し】

---

### 【技術開発の実現可能性】

- **情報収集**にあたり、元・試験機関耐火試験課長（現在・東京大学野口研究室・技術補佐員）棚池裕を中心に行う。
- 建研・国総研、性能評価機関とも、適宜情報交換、および協力予定。
- **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する。
- 試験体の選定作業や**関連する国内外情報収集**や**必要な半額資金の出資**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する。
- **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する。
- 上記の様に**資金・体制面からも万全の計画**を立てており、**目標達成の技術的可能性は極めて高い**。

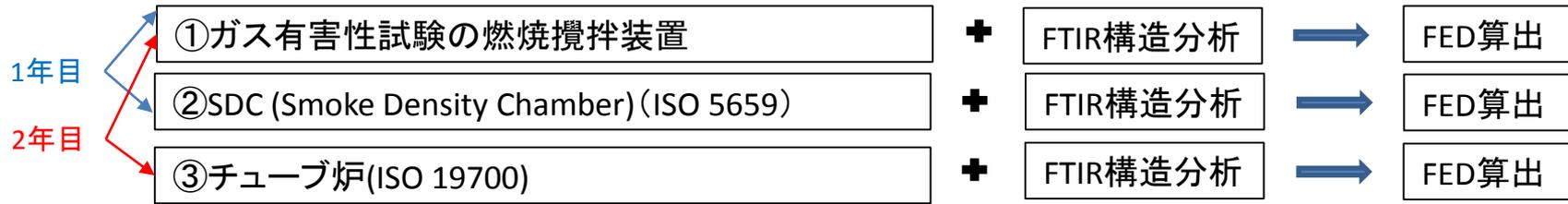
### 【実用化・製品化の見通し・実現可能性】

当該提案で開発する動物実験に替わる代替手法について、**技術開発終了後、当該成果を基に2年間を目途に、JIS規格化を行う予定**である。実現可能性は極めて高い。

### 【JIS化に至るロードマップ(案)】

- 終了翌年：JIS規格原案を作成して、JSAに提出する。
  - 終了翌々年：パブコメ、各評価委員会を経て、最終的な発行に至る。
- JIS規格「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)

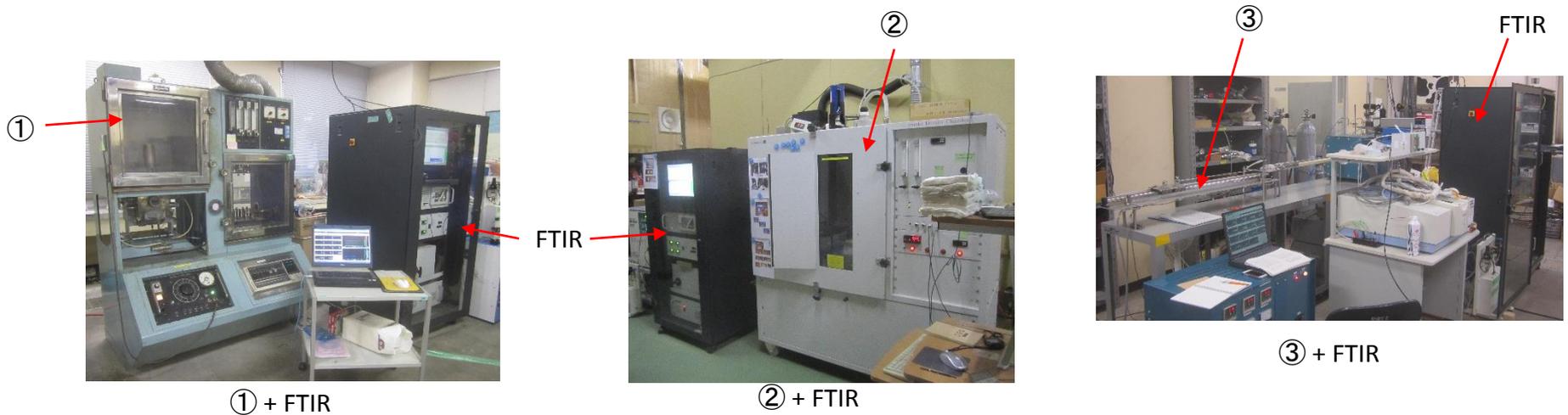
# 昨年度までの技術開発の成果



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し、下記の通りである。

- ・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,SO<sub>2</sub>,NO<sub>2</sub>,Acrolein, Formaldehyde)を使用して、2種類のFED計算(ISO13344, ISO13571)を実施し、計算結果の分析を実施した。



- 1年目・2年目の結果から、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。
- 最終年度は、木質系以外の試験体についても検討を進めると共に、コーンカロリー計(低酸素)+FTIRの実験を行う。更に、最も相応しい実験方法、及び、評価計算方法についても、提示する。