



二次燃焼炉
高さ・幅：5.5メートル
奥行き：2.5メートル
最大燃焼発熱量：480万kcal/h

火災科学研究センター実験棟の屋外、南壁面地上約5mの高さに、直径80cmの大きなパイプが走っていて、その先は東側に設置されている二次燃焼炉に繋がっている。まず目に飛び込んでくるのは、注射針の先端を巨大化したような、直径が1.2mもある排煙口である。立方体の箱の上に水平に煙突を乗せたような形で、高層の実験棟に寄り添うように見えるこの二次燃焼炉は、高さが5.5m、幅5.5m、奥行きが2.5mで、燃焼用ガスバーナーを備え、毎分400m³の排煙を処理する能力のある燃焼排煙処理装置で、完成は実験棟竣工と同年の2005年（平成17年）である。

実験棟では、火災時における建築構造物の挙動研究の大型実験、材料の燃焼性状研究の実大規模燃焼実験、及び燃焼で発生した煙の流動性やガスの有害性の分析等、火災関係の研究的実験を実施している。これら火災研究の実験では、材料の燃焼特性を解明する研究や可燃物が構造体に与える影響への研究等、必然的に材料を燃やすこと、しかも

大規模に燃やすことから、結果的に煙、煤、ガスなどの有害な燃焼生成物が大量に発生する。二次燃焼炉は、それら実験棟で発生する燃焼生成物を高温で再燃焼し、無煙、無臭、無害化して排出する重要な付帯設備である。

燃焼炉の内部は、高さ5.1m、幅5.1m、奥行き2.1mで、内側にはセラミックファイバーブロックで断熱した上下二層構造のチャンパーに、4基のガスバーナーが設置されている。これら4基のガスバーナーで400m³/h（一般平均家庭の約1年分（経済産業省「家庭用ガス料金一覧表」より）の天然ガスを燃焼させて、最大480万kcal/hの燃焼発熱量を発生させ、二次燃焼炉内の温度を800℃に維持する。その燃焼熱により、実験棟で発生した煙・ガスを再燃焼させて、煙、ガスや臭いを分解して排出する装置である。以前、塩ビ系の材料や塩素系の防腐剤などの材料を300℃～400℃で燃焼させると、有毒な有機塩素系化合物ダイオキシンが発生し、人体や環境に悪影響であると問題となったことから、この二次燃焼炉では二倍以上の温度の800℃に設定している。

排煙ダクトから燃焼炉内に送風された燃焼生成ガスや未燃ガスは、下部ゾーンで一度燃焼分解され、上昇しながら更に上部ゾーンで再度燃焼分解される二段方式を経て、無煙、無臭化して排煙口から排出される。二次燃焼炉の制御は、自動制御装置で行い、バーナーの失火などを検知するフレーム検知装置や、異常燃焼時にはガスを緊急遮断するシステム等、安全機能を備えたものである。

（文/技術者・棚池裕）

実験棟のご案内

#002

二次燃焼炉

「火災安全科学研究拠点」

共同利用・共同研究 公募について

当センターでは、文部科学省より共同利用・共同研究拠点として認可されたことを受けて、研究課題及び研究課題に参加する研究者を募集しています。

公募は、原則として年一回とし、研究開始は年度初めです。（今年度の採択はすでに終了しています）ただし、緊急の研究課題については、年度の途中からの申請を認める場合もあります。

【公募研究テーマ】

下記A～Dの4つのカテゴリに関して、共同利用・共同研究の公募を行います。

※来年度は変更される可能性があります。

- A. 建築物の耐火火・避難対策等に関する実験的研究
（研究課題例）
 - ・高気密・高断熱と火災安全
 - ・地震後の火災に関する諸問題
 - ・木質系建築部位・部材の耐火
- B. 特殊空間における建築・土木分野等の融合
（研究課題例）
 - ・原子力発電所の火災安全対策
 - ・地下鉄・トンネル内の火災安全
- C. その他の実験・調査研究
（研究課題例）
 - ・東アジアの火災被害低減のための研究
 - ・防火に関する技術基準（ISO, JIS等）に関連する研究
- D. 若手研究者による独創的な着眼点を有する研究

詳しい内容は下記のホームページをご覧ください。

⇒ <http://gcoe.moritalab.com/>

詳細は下記までお問い合わせ下さい。また、新しい研究課題の提案をお持ちの方、あるいはそれをどのように進める事が出来るのか分からない場合などの相談にも対応致します。

【連絡・相談窓口】

東京理科大学 総合研究機構 火災科学研究センター
担当者：松山 賢
TEL：04-7124-1501（内線 5032）
FAX：04-7123-9873
E-mail：kmatsu@rs.noda.tusac.jp

【東京理科大学 総合研究機構 火災科学研究センター】

住所：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641
TEL：04-7124-1501 内線 5036（研究事務課）
FAX：04-7123-9763
HP：<http://gcoe.moritalab.com/>

【サテライトオフィス】

住所：〒102-0071 東京都千代田区富士見 1-4-11
九段富士見ビル 5F
TEL：03-3263-0431
FAX：03-3263-0432



Tokyo University of Science
Global COE Program

火災科学

東京理科大学 総合研究機構 火災科学研究センター
グローバル COE プログラム
「先導的火災安全工学の東アジア教育研究拠点」

Newsletter

2009年 秋号

Vol.2

2010年4月新設予定 大学院生募集

国際火災科学研究科 火災科学専攻（修士課程） 社会人特別選抜のご案内

強い意欲を持つ社会人に対し、大学院教育（修士課程）の門戸を広げるために、一般の選抜とは別に社会人特別選抜を設けております。

- 募集人員 28名のうち若干名
- 講義 夜間（18時00分～21時10分）を基本とし、社会人に対応
場所は交通の便の良い神楽坂校舎（実験・実習は土曜日に野田校舎で実施します）
- 出願資格 企業勤務等の職業的経験を有する社会人であること、かつ、以下のいずれかの条件を満たすこと
ア. 学士の学位を有する者又は平成22年3月取得見込みの者
イ. 外国において学校教育における16年の課程を修了した者及び平成22年3月までに修了見込みの者
ウ. 文部科学大臣の指定した者
エ. 大学を卒業した者と同等以上の学力があると認められた者
※出願資格エ.により出願する者は、出願資格認定に係る審査が必要となるため、必ず事前にお問い合わせください。
なお、審査の結果は、直ちに本人あてに通知します。
- 入試概要 出願期間：2010年1月15日（金）～2010年2月5日（金）
受付時間は15時～21時30分（18時30分～19時20分は除く）土曜・日曜・祝日は除く
[郵送出願の場合は締切日消印有効]
選考日時：2010年2月20日（土）10:00～
選考方法：書類審査、口頭試問
合格発表：2010年3月11日（木）10:00～

* 詳細は東京理科大学ホームページをご覧ください <http://www.tus.ac.jp/>

お問合せ先：東京理科大学 工学事務課 工学部第二部事務室
〒162-8601 東京都千代田区九段北 1-14-6
03-5228-8386（直）

研究紹介



内田 英建
Hidetake Uchida

総合研究機構 火災科学センター
講師 (COE)

火災数値シミュレーションの新しい計算方法の研究について

自然現象や社会現象は、偏微分方程式によって記述することができる。これらの方程式を解くことによって、それらの現象をシミュレーションすることができる。しかし、多くの現象は非線形偏微分方程式で表わされており、それらを完全な形(数学的にいえば関数)で解くことが難しい。そこで、数値計算の手法を用いて、方程式の数値解を得ることによってシミュレーションを行う必要がある。ただし、数値計算による解は近似解であるので、いかに真の解に近い値を得る方法を開発するかが重要になる。

火災で発生する熱気流の挙動は、非線形非定常2階連立方程式で表わすことができる。当然のことながら一般的な解(厳密解)を得ることが現在では難しい状況にあり、数値解を求めることが必要となり、数値計算における様々な手法を考案することが研究の対象となっている。

偏微分方程式の数値解法としては、有限差分法、有限要素法、境界要素法が知られている。この中で有限差分法は、方程式に適用することは比較的容易に行うことができ、多くの研究者によって用いられている。しかし、有限差分法は、計算の精度を下げると誤差が問題になり、上げると計算が難

しくなる。場合によっては解けなくなることがある。

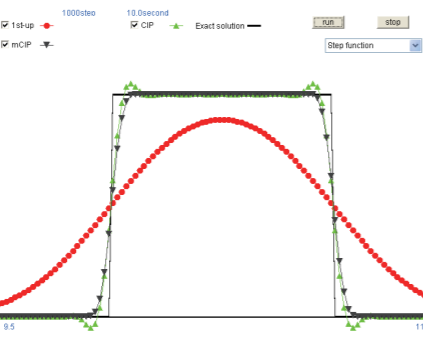
特に火災における微分方程式の解は、気体の速度や温度の急な変化があり、数値解を得ることが容易ではない。前述にあるように、計算の精度を下げれば数値解を得ることができるが、誤差が大きくなる可能性があり、計算の精度を上げると微分方程式の強い非線形性のおかげで、解を得ることができなくなり、この問題を克服することが課題となっている。

次のような流体における簡単な偏微分方程式を例にとりて考える。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + v \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \quad 0 \leq x \leq L, 0 < t \leq T,$$

$$u(x, 0) = \varphi(x) = \begin{cases} 1, & 0 < x < 1, \\ 0, & \text{otherwise,} \end{cases} \quad 0 \leq x \leq L.$$

この偏微分方程式は、初期関数 $\varphi(x)$ の形状を、速度 v (一定) で時間と共にそのまま平行移動させる。その有限差分法の様々な方法を用いた数値解 ($\Delta t = 0.01$ (時間刻み), $\Delta x = 0.02$ (空間刻み), $v = 1.0$) を図に表わした。



1次風上差分法(図では●に赤線)は、解を直線で補間する方法で、これを用いると数値粘性と呼ばれる現象が起き、時間と共に解の関数の形状が著しく崩れる。これは、計算の精度の点で問題である。

また、CIP法(図では▲に緑線)と呼ばれる2点における3次の多項式関数における関数値と導関数値を用いて数値解を得る方法がある。この方法は導関数値を用いるため、ある程度形を保存するが、数値振動と呼ばれる本来は発生するはずのない振動が起る。この振動は、誤差の点では数値粘性に比べあまり問題にならないが、非線形性の強い微分方程式を扱うときには、振動が拡大していき、時には計算不能になってしまう。

そこで、計算の精度を上げ、できる限り真の解に近く、かつ計算を行うことができる方法を開発する必要がある。現在、森田昌宏教授(東京理科大学)らと共に、こういった問題を解決する方法に取り組んでいる。その一つとして、切り換えスキームと呼ばれる手法を用い、高精度の数値計算で数値振動のある程度除去することに成功した。図のmCIP法(図では▼に黒線)は、通常の2点間では、CIP法を用い、数値振動が発生するような区間では、数値振動が発生しない1次風上差分法を用いる方法である。これにより、精度は擬3次精度であり、関数の形状的にも真の解(図では厳密解)とさほど変わらないものが得られる。

前述にあるように、従来の計算精度の高い数値計算方法を用いると、非線形偏微分方程式では数値振動が拡大していく恐れがあり、計算を難しくしている。火災現象に現れる微分方程式は、非線形の方程式が多く、こういった方法を用いることが必要であると考えられる。

上海にサテライトオフィスを開設しました!

2009年10月1日、中国・上海に『グローバルCOE中国サテライトオフィス』を開設いたしました。「中国留学生博物館」の施設の一部をオフィスとして使用させていただくもので、双方の長年の友好関係に基づき、このたび実現いたしました。

これに伴い、10月17日に同オフィスにて、開設式典を開催いたしました。本センターからは、辻本誠教授、松山賢講師が参加し、記念講演を行いました。中国からは、中国留学生博物館・李克欣館長(本センター客員准教授)をはじめ、上海理工大学、上海同済大学の学生および教員を中心に、約30名の列席者がありました。

中国サテライトオフィスには、展示・宣伝用のスペースが設置され、来訪者に火災科学センターおよびグローバルCOE拠点



形成事業についての説明、案内を行います。また、事業の推進について、中国内への情報発信を行います。

中国サテライトオフィスの開設により、「先導的防火安全工学の東アジア教育研究拠点」として、今後ますます東アジア地域における防火安全に貢献できるものと確信しています。

親子科学教室



炎と煙を科学する

毎年恒例の東京理科大学親子科学教室が、2009年7月25日～27日(2泊3日)に野田キャンパスセミナーハウスで開催され、親子合わせ約90名の参加がありました。

親子科学教室では、毎年4～5テーマを設定し、親子で協力しながら実験などを行う形式をとっています。今年は、本学生涯学習センターから、「火災科学」に関する実験も親子科学教室のテーマの一つに加えたという依頼がありました。そこで、「炎と煙を科学する」というテーマで、グローバルCOEのメンバーである松山講師、棚池COE技術者、野村COE技術者、大宮で担当いたしました。この「炎と煙を科学する」の中では、2つの実験を用意し、講義および実演を行いました。

1つ目は、ロウソク燃焼実験です。ファラディのロウソク実験に関する著書「ロウソクの科学」は、つとに有名ですが、その内容の一部を参考にしながら、実験内容を吟味し、各親子に配布したロウソクを使いながら、燃焼現象のおもしろさを体感してもらいました。ロウソクは、生活の中でも比較的身近なものですが、その燃え方について、日頃意識することの無かった現象をあらためて知ることが出来、興味深かったという感想を多くいただきました。

2つ目は、模擬火災旋風実験です。これについては、本学オリジナルの実験装置を使用し、各自で火災旋風のミニチュアを再現してもらいました。参加者の大半が、実際に火災が旋回する現象を目の前で観察したのは初体験だったでしょう。自分で容易に火災旋回現象を引き起こすことが出来た瞬間、まさに自然と感嘆の声があがっていたのが印象的でした。子供ばかりでなく、保護者にも高い関心を示していただき、実験終了後、基本的なことから専門なことまで、幅広くご質問をいただきました。

実験講義を主催する側としても、満足のいくイベントとなりました。このような実験を体験したことにより、将来、火災科学に関係する研究や実務に興味をもっていた方が少しでも増えることを望んでいます。

理工学部建築学科 准教授・大宮喜文

オープンキャンパス報告

実験棟において、公開模擬実験を行いました —オープンキャンパス2009—

2009年8月8日・9日の2日間、野田キャンパスにおいて、オープンキャンパス2009が開催されました。

火災科学センターでは、大宮准教授および同研究室学生の協力の下、実験棟にて公開模擬火災実験を行いました。真夏の暑い中、高校生を中心に、両日とも40名を超える参加者がありました。

実験では、①映画にもなった「バックドラフト」再現実験、②液体燃料を使用した基本燃焼実験、③火災旋風の模擬実験、④火災旋風の体験実験の4つを行いました。

解説を聞きながら、①～③の実験を見学することで、参加者には燃焼現象のおもしろさと火災の恐ろしさを実感してもらいました。③火災旋風の模擬実験では、火災の四方を壁で囲み、炎の竜巻を起こす実験を行いました。火災が渦を巻き、火災の高さが自由空間の倍以上にもなったときには、参加者からは驚きの声があがりました。また、④火災旋風の体験実験では、各自で火災旋風現象を再現してもらいました。参加者は、火災旋風を自分で作れたことに、感銘を受けているようでした。



②液体燃料を使用した基本燃焼実験の様子



④火災旋風の体験実験の様子

こうした体験から、一般の方にも火災科学の研究に興味を抱き、火災被害の低減に関心を示していただける機会を、今後も提供したいと考えています。

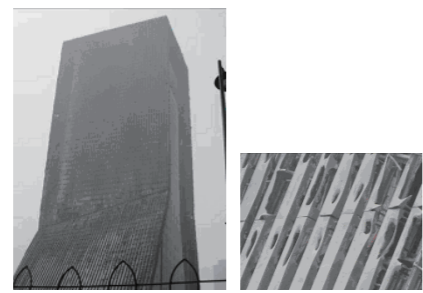
調査報告

中国にてTVCC火災調査、および共同セミナーを開催いたしました

2009年8月11日～8月15日、拠点リーダー・菅原進一、事業推進担当者・松山賢、鈴木淳一に加え、(独)建築研究所・吉岡英樹氏、および東京大学・北垣亮馬特任助教、田村政道氏、熊英氏、楊欣潔氏の8名により、中国・北京にて火災現場の調査を行いました。

2009年2月9日、北京・テレビ文化センター(TVCC)で火花に起因すると思われる火災が発生しました。当該建物は、チタン亜鉛合金板と外断熱用のXPSがスペースフレーム部分の外装材として使用されていたとされており、火災時の燃焼拡大の状況が特異だったため、現地調査を行いました。

火災状況としては、火災の影響で建物の外装材が広範囲に亘って溶融し、外装材の金属下地が露出している他、断熱材は完全に焼失しており、下地の鋼製デッキが露出していました。建物最上階付近のレストラン階は、南面、北面ともにガラスが破損しており、延焼したことが確認できました。



TVCC 全景 (東側)

外装材の火災状況

南側のホテル居室は、低層階から上層階までほぼ全域に延焼している一方、北側は東西の外壁近傍を除いて延焼していませんでした。建物内部に大規模のアトリウム空間(高さ約100m)があったため、建物内部において、南側のホテル居室から北側のホテル居室へは延焼しなかったと推察されます。また、低層部の屋根の破損部分にチタン亜鉛合金板の溶融がみられることから、断熱材の延焼が低層部にまで進行していた可能性を指摘することができます。



セミナー会場の様子

8月13日には、中国清華大学にて、「日中建築防火技術研究交流セミナー」と題し、中国・日本共同セミナーを開催いたしました。日本側からは、グローバルCOEの紹介、外断熱の防火、防火材料および構法、設計火源、耐火性能に関する発表がありました。これに対し、BUCCのBao氏からは外断熱高層建築物の火災事例と外装材試験について、中国清華大学のHuang教授、Su副教授からは、それぞれ火災研究におけるCFD活用、北京五輪時に用いられた防火システムについて紹介がありました。外断熱に用いられる材料の種類や構法に対する日中における規制について、質疑・討論も行き、双方にとって大変有意義なセミナーとなりました。



Tokyo University of Science
Global COE Program

HPでは、さらに詳しい情報を公開しています。ぜひご覧ください。

<http://gcoe.moritalab.com/>