

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」

Tokyo University of Science  
**Global COE Program**

Newsletter

2010年 冬号



Vol.3



大型壁炉

加熱開口部：最大 3.5m×3.5m  
加熱ガスバーナー：20基  
1基当りの燃焼熱：10万 kcal/h

高層棟の東側にあるこの大型壁炉は、主に垂直区画部材である外壁、間仕切り壁の他に、開口部材の防火設備であるシャッターや防火戸等の耐火性能を試験評価する装置である。また、この装置は準耐火構造に代表される2×4構法やスチールハウスなどの耐力壁には、外部加力を与えながら耐火加熱が行える載荷加熱炉であり、ISO 8334に定められた標準加熱温度および炉内圧力が制御できる加熱設備である。大型壁炉は、大まかに(1)加熱炉部分、(2)試験体固定枠部分、(3)載荷装置部分の3つの部分から構成される。

### 実験棟のご案内

#003

大型壁炉

(1)の加熱炉部分は、高さ約5.3m×幅約4.8m×奥行約1.4mの直方体の蓋の無い箱型で、加熱開口部が最大3.5m×3.5mである。奥の壁面にはフラットフレーム型の加熱ガスバーナーが20基取り付けられており、一基当りの燃焼熱は、10万 Kcal/hの能力がある。また、加熱炉には安全装置が取り付けられており、加熱バーナーの失火

など異常燃焼時やガス圧の異常変化時、地震発生時等にはガス緊急遮断弁の作動によりガス供給を緊急に停止し、燃焼が安全に停止するよう対策がとられている。

(2)の試験体固定枠部分は、試験体を加熱炉に固定し、加熱中に試験体を垂直に保持する他、必要に応じて加熱開口部の大きさを調整するマスクパネルも兼ねている。さらに、載荷試験では、載荷に対応する反力フレームの役目も担っている。

(3)の載荷装置部分は、試験体に必要に応じて最大1MNの加力を与える載荷能力がある。

耐火試験炉の歴史に少し触れると、耐火試験に関する文献 (The Historical Basis of Fire Resistance Testing: Vytenis Babrauskas 他著) によれば、最初の壁の耐火試験は、1891年にドイツで行われている。HUT と呼ばれる建物の居室を模したルーム型の試験で、実際の火災を再現した試験であった。1903年には米国で今日のような壁炉スタイルでガスバーナーを使用した壁の耐火試験が行われ、1916年には UL の柱の耐火試験のために、初めて耐火加熱曲線が提案された。その後、様々な測定技術の研究開発がなされ、炉の材質なども改良され、現在ではコンピューターによる自動制御が主流となっている。

(文/技術者・棚池裕)

### 性能設計 (PBD) の国際動向

性能設計手法の法的導入を一年後に控えた韓国のソウルで、「Performance Based Design (PBD) に関する当面の課題と主要動向および韓国の PBD 政策についての対談」(主催:ソウル市立大学都市防災安全研究所・韓国機械研究院。協賛:(株)パンソニクス・(株)リスクマネージメントサポート)が、2009年8月20日にサムスン本社で開催され、菅原進一が「建築火災害低減のための性能設計のあり方」と題し、招待講演を行った。

その後の討論は、第一部「建築における性能設計—法規と付則、検証法、防火技術者とデザイン集団との衝突、および第二部「定量的リスク分析に基づく性能設計の工場への適用」に分けられて実施された。Anup の報告では、中国や香港では大空間建築・トンネル・可燃外装など既存の概念から逸脱した建築物に PBD を適用し当局の認可を受けている。その受け皿として、「大空間」という研究プロジェクトが活動し設計手法を提示している。WSP は「ドイツ・デリー」などの中東やインドにおける数々の都市・建築プロジェクトで活躍し、CFD や FEM を駆使して目新しい流線形高層建築の防火設計などを手がけ街に夢を与えている(写真)。中国において既存の法では対応できない建築物の

設計認可に関する各防災設計コンサル会社と地域当局との対応は Anup と同様である。また、使用された PBD 手法は多くの評価機関のレビューを経て登録されるべきで、これは欧米も含む基本ルールである。

Samsung や RJP は、PBD の適用と評価に実績があり、工場の性能設計に力点を注いでいる。韓国では消防当局が性能設計された案件を評価し認可する役目を担うため参加した消防員士の緊張感が印象的であった。

写真 Dystyk Center (WSP Group)

(文/火災科学研究センター 教授・菅原進一)

### 共同利用・共同研究拠点

#### 「火災安全科学研究拠点」が先端学術研究人材養成事業に採択されました

「先端学術研究人材養成事業」は、独立行政法人日本学術振興会 (JSPS) が実施する本年度限りの事業で、海外の著名研究者および若手研究者を招へいし、国際的に卓越した研究者の指導・監督の下に若手研究者の育成を図るとともに、研究拠点の研究環境の一層の国際化に資することを目的としています。

火災科学研究センターは、共同利用・共同研究拠点「火災安全科学研究拠点」として本事業に応募し、平成21年10月30日付で採択されました。これを受け、右記のとおり実施を予定しています。

○実施期間：平成21年12月1日～平成22年3月31日

○対象分野：火災安全科学に関する研究分野

○招へい著名研究者

・Elizabeth Weckman 先生 (カナダ・ウオータールー大学)

・James Quintiere 先生 (アメリカ・メリーランド大学)

招へい若手研究者：公募により選出

・Young-sun Kim 氏 (韓国)

・Sung-han Koo 氏 (韓国)

・Wei-yong Wang 氏 (中国)

・Kuang-chung Tsai 氏 (台湾)

・Iqbal Bahar Bulbul 氏 (バングラデシュ)

## 火災科学研究センター実験棟に「多目的水平載荷加熱試験装置」が完成しました

2009年12月24日、「多目的水平載荷加熱試験装置」が完成し、火災科学センター実験棟に、新たな装置として加わりました。

- 装置概要 建築物のはり、床、屋根など水平部材の耐火時間を標準加熱試験 (ISO 8334) により測定する装置で、建築物に使用される全ての水平部材は、本装置を用いた加熱試験で耐火性能評価ができます。実大寸法に準じた試験体 (幅3m×奥行4m) を加熱炉部分の上部に蓋をするように設置し、加熱炉内のバーナーを燃焼させ、試験体を下方より加熱します。幅3m×奥行4m×深さ3.5m
- 炉内寸法
- バーナー エクセスガスバーナー 32台 (定格最大燃焼量：700万 kcal/h)
- 載荷能力 最大5MN



[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

## ● 研究紹介



水野 雅之  
Masayuki Mizuno

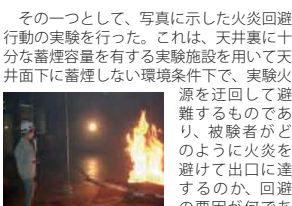
総合研究機構 火災科学センター・講師

### 火災時の避難行動に関する研究

火災時に人が安全に避難するためには、どのように避難させるかを計画し、建築設計において具現化しなければならない。また、その計画が妥当なものであるのか、予測計算などを利用して工学的に評価する必要がある。こうした観点から火災事例における避難行動の実態調査、被験者を用いた避難行動実験、避難シミュレーションの開発など、火災時における人の避難行動に関する研究を行っている。

避難シミュレーション研究の一つとして、三菱重工工業株式会社との共同研究を通じて火災時避難の人の動きを制御するモデルを、ポテンシャル法を用いて作成した。これは建物内の各場所を、ポテンシャル空間と称する仮想空間にモデル化するものであり、危険度の高低をポテンシャル値の高低と捉えて、そのポテンシャル値の分布を起伏のある面としてモデル化することで、まさに玉が勾配の傾く方向に転がるように、人の動きを制御、予測しようとするものである。火元が最もポテンシャルが高く、最終の避難口が最も低くなり、空間全体のポテンシャルを数値計算によって求めている。

また、こうした避難シミュレーションの研究開発と並行して、人間の行動モデルを補完するための避難行動の研究もしている。



その一つとして、写真に示した火災回避行動の実験を行った。これは、天井裏に十分な蓄煙容量を有する実験施設を用いて天井裏に蓄煙しない環境条件下で、実験火源を迂回して避難するものであり、被験者がどのように火災を避けて出口に達するのか、回避の要因が何であり、その要因の物理量はどの程度か、ということ調査した。もちろん、被験者の安全を確保して実験している。既往の研究として、長谷見雄二氏（現・早稲田大学教授）らが放射熱に対する忍限度を評価していたが、この実験では火災回避歩行という「移動中」を主に対象とした。実験前の予想としては、放射熱もさることながら、火災の視覚的な印象に対して離隔距離を保つ、特に天井面を這う火災に視覚的な危険を感じると考えていた。しかし、実験の結果、一般的な空の天井高さであれば、天井面での展炎は視覚的影響よりも放射熱の増大に寄与し、結果的に放射熱の影響が全体の傾向としては支配的となった。すなわち、皮膚が露出する顔などで熱を感じ、放射熱の強度により、火災から離隔を保って回避している。一方、炎が小さい条件では熱の影響がないため、近づきすぎると着衣に火が燃え移ることに危険を感じるといった視覚的影響が支配的となった。そこで、火源から周囲への放射熱の強度に基づく離隔距離をポテンシャル分布に反映するモデルを避難シミュレーションに組み込んだ。

また、煙流動に対する避難経路の選択特性についても実験した。廊下の空間上部に煙が流動している時に、人がどう避難するかを被験者を用いて実験した。この実験では、煙の濃度、煙層の高低、出入り口の位置関係によって避難経路の選択方向に影響を及ぼす傾向が見られたが、まだモデル化には至っておらず、今後開発を進める予定である。

これらのシミュレーション研究成果の一部は東京消防庁からの受託研究を経て実用化され、東京消防庁管轄では消防署への届け出の際、建物の責任者等が安全性をチェックする一つのツールとして活用されている。その一例を図に示す。



このほか、火災の実態調査も行い、ヒアリングから避難のシナリオをまともたり、火災にどの段階で人が気付くのかを、集げ臭に対する反応として被験者実験するなど、行動解析の研究を実施してきた。

今後は、開発した避難シミュレーションを用いて、実際に火災報知を受けた時に、大規模ビル等にある防災センターなどがビルの内の人々を安全に避難できるように誘導する、建物内のセンシングシステムを活用したリアルタイム誘導システムの開発にも取り組むたいと考えている。

### 日本初の火災研究論文！

1881年(明治14年)火災科学に関するわが国最初の論文が書かれ、その著者が東京理科大学の礎を築かれた人であったことは、感慨深いことです。

著者山川健次郎は、会津藩に生まれ、白虎隊の悲劇を目の当たりにした人です。山川先生は、アメリカへ留学の際に、太平洋上の1点で船と船が出会える技術を目の当たりにして、国を伸ばすため科学技術の必要性を痛感し、理学の道へ進むことを選択しました。帰国後東京大学理学部教授となり、東京帝国大学の総長を2回、京都帝国大学の総長も1回勤めて居られます。東京理科大学との関係は、東京理科大学が東京物理学学校として創設した当時、日本初の東京大学物理学教授で、司馬遼太郎の「街道をゆく」にも紹介されていますが、夜学の講義に、東京大学から貴重な物理の実験道具を人力車で借り出すことを強く支持して本学の成立に大きく貢献されました。

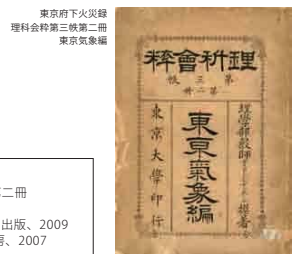
ところで、日本初の火災研究論文は、理科会幹第三輯第二冊東京気象編にある東京府下火災録です。この論文の火災の図には、江戸における焼失直距離15町以上の火災を大火と考え、それに該当する1657年から1881年までの93件の火出点と焼け止まった最遠地点を結ぶ直線が示されています。これを基に論文では発生月や風向と大火の関係などが分析されています。

その中に「たとえ家屋稠密(ちゆうみつ)なるも木造ならざればその蔓延もむなるをもつて、ごとに消防し易し。その外邦大都市に大火災まれるも実にこれに職由(しよくゆう)す。」とあります。

参考文献  
 ◇山川健次郎：東京府下火災録、理科会幹第三輯第二冊 東京気象編 p99～p114、東京大学、1881  
 ◇司馬遼太郎：街道をゆく 36 朝日文庫、朝日新聞出版、2009  
 ◇星亮一：山川健次郎の生涯 ちくま文庫、筑摩書房、2007

東京で大火の多いのは木造密集だからで、そうでなければ外国の大都市のように大火災はほとんど起きない、というもので、江戸における焼失直距離15町以上の火災を大火と捉え、それに該当する1657年から1881年までの93件の火出点と焼け止まった最遠地点を結ぶ直線が示されています。これを基に論文では発生月や風向と大火の関係などが分析されています。

(文/工部部建築学科教授 辻本誠・プロジェクト研究員 西田幸夫)



## ● 調査報告

### ハノイの国立建設大学で 建築防火の集中講義を行いました

東京理科大学火災科学センターでは、2009年12月14日(月)から18日(金)にかけて、1週間、ハノイにある国立建設大学(National University of Civil Engineering)のセミナールームにおいて、同大学都市建築学科(Urban & Architectural Institute; UAI)と協働して、建築防火の集中講義(Building Fire Protection and Safety)を行いました。

この集中講義は、大規模高層ビルの建設ラッシュが始まりつつあるベトナムで、UAI側の「超高層ビルの火災対策をどうすべきか」との問題意識に応えて、GCOEプロジェクトの一環として行ったものです。

集中講義に先立ち、11日(金)には、UAIと本学火災科学センターとの間で、学術交流協定を締結しました。

講義は、建築防火計画の考え方、建物内火災の特性等の基礎的事項から、高層ビルの防火と避難、煙制御、防火区画の計画・設計・施工管理などの実務的知識および耐火性能検証法や避難安全検証法など、最新の性能設計の考え方にまで至る総合的なカリキュラムで、月曜日から木曜日まで毎日6時間、合計24時間(高層ビル建設現場における見学実習3時間を含む)行いました。

講師陣は、菅原進一 GCOE 拠点リーダーを初め、東京理科大学 GCOE メンバーを中心とする15人で構成しました。(右上につづく)



高層ビル建設現場における見学実習



国際学術交流協定を締結

最終日(18日(金))には、「東アジア諸国の火災の実態および防火対策の現状と課題」をテーマとして2時間のパネルディスカッションを行い、韓国、中国、バングラデシュおよび地元ベトナムを代表する各国パネリストからの発表の後、会場参加者を含めたディスカッションを行いました。このディスカッションには、次回候補地として予定しているバングラデシュの現地大使館からも関係者が参加されました。



受講修了証の授与



最終日の記念撮影

今回の企画は、本学 GCOE として初めての海外での大規模な集中講義でしたが、受講生は皆大変熱心で講義内容に対する反応も良く、企画として成功だったと考えています。集中講義についての受講生の感想や意見については現在翻訳中ですが、2010年にはホーチミン市で実施してほしい、との非公式な要請も来ています。UAIにも受講生にも満足して頂けたものと考えています。

このような企画は、大規模高層建築物が多数建設されつつあり、新たな火災危険を内包しつつある東アジアの防火教育、防火研究にとって、極めて有意義なものであると実感しています。

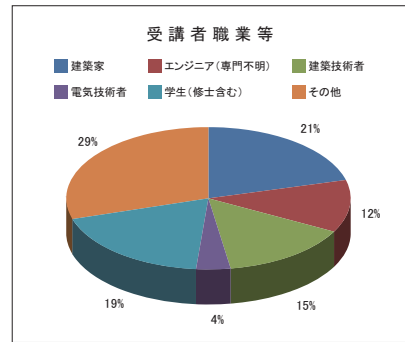
(文/火災科学センター 教授 (COE)・小林恭一)



講義を行う辻本教授

受講者の様子

受講者は101人で、建築家(21%)、建築技術者(15%)などの実務者が過半数(52%)を占め、修士を含む学生が19%、大学講師、消防職員などの「その他」が29%でした。(下段につづく)



### カリキュラム概要と講師

日(月)	時間	内容	講師
14日(月)	1時限目	建築防火計画の考え方(総論)	菅原進一
	2時限目	火災被害の統計と火災事例	西田幸夫
	3時限目	燃焼現象の科学	森田昌宏
	4時限目	建物内火災の特性	大宮晋文
15日(火)	1時限目	建築防火計画の立案方針	辻本誠
	2時限目	建築物の耐火性能と検証方法	鈴木淳一
	3時限目	高層ビルや地下施設等の防火と避難の課題	関沢愛
	4時限目	防火安全対策の実効性確保の重要性とその方策	小林恭一
16日(水)	午前	超高層ビルで現地講義	竹内良平
	3時限目	消火設備の知識	須川修身
	4時限目	防火区画の計画、設計、施工	栗岡均
	5時限目	火災の感知・警報・通報	山内幸雄
17日(木)	1時限目	煙制御	空原勲
	2時限目	避難計画と避難安全性評価	水野雅之
	3時限目	避難行動と用途別避難計画	富松大基
	4時限目	避難行動と用途別避難計画	富松大基
18日(金)		パネルディスカッション「東アジア諸国の火災の実態および防火対策の現状と課題」日本・小林恭一、バングラデシュ・Sanjib Barua、韓国・尹奎英、中国・李克欣、ベトナム・フア一兵	

HPをリニューアルしました！



コンテンツに「共同利用・共同研究」を追加しました。ぜひご覧ください。

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