

京都大学	博士（工 学）	氏名	秋 月 有 紀
論文題目	視認性に基づく避難経路の設計手法に関する研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、災害時の円滑な避難行動を可能にするために、視認性に基づく避難経路の計画手法の確立を目的として行った研究の成果を取り纏めたもので、9章からなっている。本論文の2～8章は2部構成となっており、第一部を構成する2章と3章では一般災害時など煙の存在しない非火災環境下における建築・都市空間における視環境設計について、また第二部を構成する4～8章では煙の存在する火災環境下における避難経路の視環境設計について論じている。</p> <p>第1章は序論であり、研究の背景を述べ、既往の関連研究の整理を行い、その上で円滑な避難の観点から未解決の課題を明らかにし、既往の知見だけでは避難経路のサイン計画には不十分であることを論じた上で、本論文の目的および構成について記述している。なお、本論文で言うサイン計画とは、避難誘導標識は勿論広告等のサインも含めた全般の計画を意味している。</p> <p>第2章では、適切なサイン配置計画の基礎として、避難経路探索のし易さを避難経路を通る避難者の視野における各種サインの立体角投射率を用いて評価する方法について検討し、探索し易さの評価式をサインの立体角投射率の関数として求めている。これにより、避難誘導標識の立体角投射率が大きいほど避難経路探索に寄与する一方で、視野内に存在する避難経路探索のノイズとなる広告等などのサインの立体角投射率の合計が大きくなるほど、経路探索のし易さが損なわれることが評価できる。また、この評価式を国内の空港と地下街に適用し、避難経路を指し示すためのサインである避難口誘導灯や通路誘導灯が避難経路上の視野内に占める立体角投射率は非常に小さい反面、広告サインの立体角投射率が占める割合は非常に大きく、避難誘導面の観点からは改善が望まれる状況であるという結果を得ている。</p> <p>第3章では、建築屋内外の避難誘導サインの整備の現状と課題について分析している。建築内部空間については、不特定多数の国内外旅行者が利用する国際空港ターミナルや地下鉄駅舎を対象として第2章で得られた評価式を適用し、西欧圏に比較しアジア圏の国際空港ターミナルや駅舎では、広告等のサイン量が多すぎるため、避難経路探索上の負荷になっていることを示した。屋外空間については、多くの観光客が訪れる京都市東山区を対象として検討し、京都市東山区の広域避難場所への誘導標識では、夜間や広域停電などの場合には十分な視認性が確保出来ないこと、および関連部局ごとに異なったデザインで設置されているサインは配置計画の調整が必要であることを明らかにした。</p> <p>第4章では、火災時に発生する煙による空間照度低下を想定した条件下で歩行実験を行い、歩行速度は年齢によらず、歩行空間の照度における歩行者の視力のみによって定まることを明らかにした。また、照明が十分あっても、歩行空間での歩行者の視力が0.25以下になると歩行速度が低下し、これに伴って歩行者の不安感も増大することを明らかにしている。この実験結果に基づいて、火災の煙により照度が低下した避難経路環境下における避難速度等の避難行動予測モデルを構築している。</p> <p>第5章では、火災の煙が照明光源や区画内壁面に付着することによる視野輝度の低下を予測するため、火災時の区画火災を想定した実験を行った。発生煙の性質が異なる代表的な火源3種</p>			

氏名	秋月有紀
----	------

について、煙に暴露された時間と煙の光学的濃度から煙付着係数を求め、これを基に、くん焼燃焼時や有炎燃焼時の煙粒子の付着量と、それに伴う光源輝度等の減衰を予測するモデルを構築している。

第6章では、光透過の基礎式に煙付着の影響を加味し、火災時の煙層形成条件下における視対象輝度予測モデルを構築した。実大空間実験による測定結果と比較することによってモデルの妥当性を確認した上で、それを導入して避難空間における煙層厚さの増加に伴う避難誘導標識の視認性の経時的変化を予測するモデルを構築した。また、一般事務室を対象にして、避難者から見たときの避難誘導標識の視認性が煙層の降下に伴う煙付着と光吸収によって低下してゆく様子をそのモデルを用いて視覚的に表現する手法を示した。さらに韓国大邱での地下鉄火災における車両内サインの視認性を予測評価している。

第7章では、建築物の火災安全設計への適用を目的として、既往の逐点法および作業面切断法を応用し、火災時の空間上部に煙層が形成される二層環境下の床面照度を予測する簡易計算法を構築した。また、水溶液を用いた模型実験による測定結果と比較することによって、この計算法の妥当性を検証している。この簡易計算モデルは、火災時の煙が黒煙である場合には煙濃度によらず精度の高い予測を与え、白煙の場合には適用範囲の限界があるが、火災時の煙は大半の場合に黒煙となるため、この予測モデルは火災時の視環境を予測する実務上の観点からは十分に有効なものと言える。

第8章では、第4～7章の結果を踏まえ。二層ゾーン煙流動モデルと視認性予測モデルを統合して構築されたモデルを用いて、京都市の地下街駐車場の車両火災を対象としたケーススタディーを行い、火災時の煙流動、床面照度、避難者の歩行速度、避難経路の見にくさなどの予測を行う手法を示している。

第9章は、本論文の総括であり、本研究で得られた成果の概要と今後の課題を整理して記述している。

氏名	秋月有紀
----	------

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、火災など災害時に円滑な避難行動が行えるような避難経路計画に資するために、避難誘導標識の視認性や避難経路の照度の評価手法の構築を目的とした一連の研究結果を取り纏めたものであり、その成果は下記に要約される。

1. 避難経路上の各種サインの視認し易さは、避難者から見たそれらサインの立体角投射率投射率の値に依存すると仮定して一般店舗や空港での避難経路探索実験を行い、経路の避難し易さの評価式を、避難出口誘導灯など避難経路探索のための避難誘導サイン、および一般商業サインなど避難経路探索の阻害要因となるサインの立体角投射率の関数として求めた。
2. 煙による空間照度低下や暗順応など火災時に想定される視環境を想定した歩行実験を行い、歩行者の年齢に関係なく、歩行空間の照度の下での歩行者の視力のみによって定まることを明らかにした。また、この実験結果を用いて、火災の煙により照度が低下した環境下における避難者の歩行速度を予測するモデルを構築した。
3. 火災の煙が照明光源に付着することによる光源輝度の低下を予測するため、代表的火源3種について付着量を測定し、それぞれについて付着係数を求めた。この結果を用いて、くん焼および有炎燃焼の場合に発生する性質の異なる煙粒子の付着量および光源輝度の低下量予測モデルを構築した。また、煙付着の影響を加味して、火災時の煙層形成下における視対象の輝度予測モデルを構築し、煙層厚さの増加に伴う避難誘導標識の視認性の経時的変化を可視化する方法を示した。
4. 逐点法と作業面切断法を応用して、火災時に空間上部に煙層が形成される二層環境下における床面照度を与える簡易計算法を構築し、水溶液を用いた模型実験による測定結果と比較することによってその妥当性を検証した。
5. 京都市の地下街駐車場の車両火災を対象としたケーススタディーを行い、二層ゾーンモデルにより予測される煙伝播性状と、その予測される煙層条件における床面照度、歩行速度、避難経路の見易さなどの評価で構成されるところの、火災時の視認性に基づく避難行動の予測手法を提案した。

以上の内容により、本論文は、火災時など災害時の避難安全のための誘導標識の設計に対して有用な知見と手法を提示しており、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成24年1月25日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。