

46 大規模空間の火災時における煙の界面形成と拡散に関する研究

【討論】 古林義弘君 (1) 式(3)の左辺対流項, および右辺粘性項が省かれていますが, これの根拠は何でしょうか。

(2) P446の乱流ガス拡散係数 D_a は式(26)から得られるのですか。数値的にはどのような値になりますか。またその値は分子拡散係数に対してどの位大きくなりますか。

【回答】 (1) 細長い閉じた空間で火災が起こった場合には熱対流が生じますが, この場合の温度分布より煙界面の形成条件を解析的に求めるために, $l \gg H$ および各状態量とその勾配の大きさを考慮して, 状態方程式の中で支配的な項のみを選択した式が(2), (3), (4)です。特に, 鉛

直方向の N.S. 方程式では, 火災時に浮力の項が大きく, これが大きな鉛直方向の圧力勾配を生じて対流を引き起こしているため, 移流項や拡散項は相対的に小さく, 1次オーダーの項をとると(3)式となります。

(2) 水平方向の乱流ガス拡散係数 D_{t1} , D_{t2} は乱流シュミット数を 1.0 としているので, 渦動粘性係数と同じ大きさになり, 一方鉛直方向の乱流ガス拡散係数 D_{t3} は(26)式より求めます。火災時の状態にもよりますが, D_{t1} , D_{t2} の値は $0.02 \sim 0.2 \text{ m}^2/\text{sec}$ 程度で, D_{t3} はその $1/2 \sim 1/10$ となります。従って, 分子拡散係数の $0.5 \times 10^4 \sim 10^5$ 倍になります。なお, (26)式の導き方は文献¹⁰⁾に示しています。

47 船舶の乗り心地評価に関する研究 (第2報)

【討論】 田中英夫君 (1) ファジィ測度を同定するとき, (10)式は4個の測度だけになると思います。すなわち, (10)式の a_{jk} は11個が零となるように思いますが, これで同定問題には問題はないのでしょうか。

(2) ファジィ積分モデルの性質から, 評価値 y_j が1または0に近いものは(10)式で表し難いように思います。したがってアンケートの設問 B, C, D, F のスケールを調整する必要があると思いますが, このスケールをどのように取られたかをお教えてください。

(3) ショケ型ファジィ積分の応用上の利点をお教えてください。

【回答】 (1) 御指摘の点に関しましては, 全く問題がないとは言いきれません。本研究においては以下の点を考慮して(10)式による同定を試みました。

- ① サンプルの数を増やす(本報では89個)ことである程度データのばらつきを期待することができる。
- ② 全サンプルで係数 a_{jk} が0になる場合, そのファジィ測度は不定となるが, 単調性の条件((2)式または(13)式)を満足するように同定される。この場合, 加法性を満たす必要はないので他の測度への影響は小さいと考えられる。
- ③ また, 全サンプルで係数が0になるということは, その項目の評価値が小さいということであり, したがってその寄与度(ファジィ測度)の値は小さくなると考えられる。
- ④ 更に, (10)式を導入することによって, ファジィ測度を簡便に同定することの利点は大きいと考える。

しかしながら, より正確にファジィ測度を同定するためにはアルゴリズムの改良・開発が重要な課題であります。

(2) 前報では, 御指摘の点を考慮してスケールの規格化(前報(11)式)を行い, ファジィ測度の同定手法として山登り法や総当たり法を用いました。しかし本報ではファジィ積分値を(10)式のように表し, ファジィ測度の同定手法として数理計画法を用いていますので, スケールの規格化をアルゴリズムの中を含むことができません。しかし, ファジィ測度の条件として $g(X)=1$ を外したことによって積分値が0や1の値をとることが可能であると考えております。一般的には, 総合評価値が0や1をとる, 即ち(非常に不快)から(非常に快適)に変化するあるいはその逆という状態は極めて稀であると考えております。

(3) 本論文では, (3)式で表現される菅野積分と(6)式で表現されるショケ積分について検討を行いました。その結果, ショケ積分の利点として, 以下の事柄が挙げられます。

- ① 菅野積分は重み付き中央値と解釈され, 評価対象の全体像を取り扱うには適しているが, 個々の評価項目に着目することはできない。一方, ショケ積分では積分値が面積(Fig. 4)として表現されるために, 個々の評価項目について局所的に取り扱うことができる。同時に, 視覚的な理解が容易である。また, 従来の線形評価との対応付けも可能である。
- ② ショケ積分は積和のみで表される((7)式)ために, 数値演算が容易である。本報では, ショケ積分を導入することによって, ファジィ積分の同定が極めて簡便

となった。

また、ファジィ測度にも幾つも種類があり、どのファジィ測度、ファジィ積分が最も適しているかは、適用対象の性質、被積分関数の性質に依るところが大きいと考えます。

【討論】村田武一郎 君 (1) これまでの交通機関の設計・製造においては、快適性への配慮が十分ではなかったように思われます。本研究は、交通機関の設計・製造にあたっての指針を高度化し、利用者にとって望ましい交通機関を生み出すことに結びつくものと理解しますが、研究の最終目標をお教えてください。

(2) 今回の実験では、「慣れの影響を除く」ことに配慮され、十分な成果を上げていらっしゃると思いますが、次のステップで、「何に慣れるのか、何に慣れないのか」の観点からの実験を行い、乗り心地改善のための指標の抽出に結びつけていくことができないでしょうか。

【回答】(1) 本研究の最終目標は、御指摘のように利用者にとって好ましい状態を乗り物に作り出すことであると考えております。例えば、船舶においても、快適性の追求のために動揺を抑える、姿勢を制御する等の試みがなされておりますが、波という自然の力による船体の動揺は人間の力で制御しきれものではありません。また、人間の感受性に関する個人差を考えると、特定の周波数帯の動揺を抑えても全ての人間に快適とはならないと思います。快適→不快のプロセスには動揺以外の視覚、嗅覚器官への刺激のみならず、本文中にも述べましたように多くの要因が相互に関連して絡んでおります。従ってこれらの諸要因間の寄与度を量的に把握できれば不快症状への寄与を下げ、快適症状への寄与を向上させるようなコントロールが可能となるのではないのでしょうか。例えば、最近注目を集めている Virtual Reality 等を応用して、各刺激をコントロールした疑似快適空間を個々の乗客に対して作り得れば、多くの人にとって快適な乗り物の設計・製造が可能となるのではないかと想像いたします。

(2) 安易に「慣れ」という言葉を使用いたしました、慣れのメカニズムに関して全く知識を持っておりません。しかし、感覚的には不快な外的刺激およびその刺激に暴される状態に慣れると理解しております。従ってフライトシミュレータのように、本シミュレータを更に大型にした装置で訓練を積んだ後に乗船すれば酔いの改善にはなると考えますが、何を指標とすれば良いのかは見当が付きません。環境、刺激と精神的、肉体的、心理的ストレスとの関係に詳しい貴兄にお教え戴きたいと思っております。

【討論】木原和之 君 本論では、周期 0.1~0.3 Hz、動揺角 10° 程度であるにも関わらず、不快を感じた被験者が少ないようですが、理由は実際の乗物ではないということにあると思われます。また、実際の場面では、酔う人と酔わない人との区別が割合明確に出ようであり、従って、本モデルの評価を行うには、被験者の中で、相当不快を感じ

た人のみを対象にした方がよいのではないのでしょうか。今回の実験の中で、酔いを感じた人のみを対象としたモデル評価の結果があれば、御示し頂きたいと思います。また、乗物酔いにおいては、持続時間の影響が相当大きいので、時間の長短による影響の調査があれば示して頂きたい。

【回答】御指摘の通り、本実験は狭小な実験装置を用いた実験であります。本研究の現時点の目的は健康状態から乗り物酔いに至るメカニズムの量的把握でありますから、計測の容易さ、再現性を考えるとこの手法に頼らざるを得ないと考えております。

実験を実施いたしますと、酔いの症状を呈する被験者の数は相対的に少なく御指摘のように酔った者のデータの収集には時間が必要であります。そこで、本研究では実験前後の心理的变化を解析すればその変化から種々の要因の寄与度を把握できると考えております。

酔った被験者の例は、本文中の Fig. 6(a) に示してありますが、御指摘にありますように各要因の寄与は明白であります。

現状では、暴露時間の長短による影響を調べるに至っておりません。多数の被験者による実験を行うため全ての被験者を酔うまで装置内に拘束することは難しいようです。

本研究で提案致しました解析モデルは実船においても有効であると考えておりますので、その方面の協力を得て実験致したいと考えております。

【討論】中村昌彦 君 動揺実験は振幅 10°, 周波数 0.2, 0.1, 0.3 Hz で行われたとのことですが、どのような船がどのような海象の中を航走することを想定して研究されているのでしょうか。また、性別、年齢差の影響はなかったのでしょうか。

【回答】現在の研究の進捗状況は特定の船舶の航走状態を想定した実験を実施できる段階ではなく、乗り物酔いに至る過程を量的に解析・評価するための方法論の展開段階であります。

将来は、特定の海象を航走する船舶を想定した実験も実施したいと考えますが、実船と模擬装置の差を埋めるのは難しい問題と考えます。

現在までの実験においては、性別、年齢に関する有意な差を見いだすには至っておりません。

【討論】珠久正憲 君 以下の点につき御意見をお聞かせ願いたい。

- (1) 年齢層の幅を拡げたらどうか。
- (2) 男女で有意の差があるのか。
- (3) 横揺れ以外の運動に対してはどうか。
- (4) 集団の場合特異な現象があるか。

【回答】御指摘の諸点は研究課題として考えておりますが現在は解析、評価手法の開発段階であります。諸点に関する著者の見解を述べさせていただきます。

(1), (2) 年齢層、性別

一般に、乳幼児は酔わない。少年期から青年期は男性が、青年期から成人期は女性が酔い易く、老齢期に入ると酔わなくなると言われております。この点に関しては医学的見地から以下のように説明されております。即ち、右脳の発達は最初男性が早く、この段階では男性の方が女性より酔い易い。青年期に入って右脳の発達は男女で同程度となり、この段階に達すると女性の方が酔い易い。老齢期に入ると全てが鈍化するため酔い難くなる。

従って、年齢層を広げた実験を行う場合でもこの点を留意しておく必要があると思います。但し、メカニズムを把握するには現在の被験者（大学生）が最も適していると考えます。

(3) 動揺

船酔いと最も密接な関係があるのは上下揺れであると言われておりますが、装置の調整が遅れたため横揺れしか行っておりません。

(4) 集団の影響

“他人の嘔吐物を見て吐くことがある”等の相乗効果があると考えています。

【討論】 柴原三朗君 (1) 被験者が「船体動揺模擬装置」という非日常空間で、尚且つ脳波や心電等の計測装置を身に付けるという言わば特殊状況下での実験であることから、得られたデータに対する心理的、生理的影響をどのように評価（又は補正）すればよいとお考えでしょうか。

(2) 心理的要因という意味で、複数の被験者を同時に計測することにより、相手の状況を観察した結果生じる影響をとらえることができると思いますが如何でしょうか。（これは、乗り物酔いの原因の一つに、酔っている人又は嘔吐の行為を見て、自分も酔い始めるという現象と関連付けた考えです。）

【回答】 (1) 本実験装置を用いて得られる結果は、健常状態（器具装着、静止）から動揺刺激による乗り物酔い発症状態に至るメカニズムを把握するためのものであり、心理的、生理的な変化に着目した解析を重視しております。従って、本実験のデータを補正して実際の酔いの評価に用いることは考えておりません。

(2) 御指摘の通りであります。このような状態が視覚刺激要因による酔いへの“相乗効果”であると考えております。

【討論】 小野政雄君 結言において、形容詞対の選び方が重要とあるが、本論文における形容詞対はどのようにして選ばれたのか、又、これと実験のパラメータとの関連はどのように考えたらよいのか、御教示頂きたい。

（討論者は不勉強にして心理問題やSD法に通じていないので外的外れかも知れないが、周波数のみを変化させた本実験をベースに、…一例として室の広さを一定にした実験で、「広い、狭い」の形容詞対が選ばれ、「空間環境要因の乗り心地への寄与が小さい」というような評価が議論され得る

のか。）

【回答】 国語辞典より抜き出した多数組の形容詞対（形容動詞対）の中から乗り心地、乗り物酔いに関連のありそうな対を選び出し、更に一般に用いられている4つの影響要因との適合性の考慮、重複の除去の後、30組としました。

本研究において取り扱う外的刺激は低周波動揺ですが、乗り物酔いに寄与する刺激要因としては視覚、嗅覚も大きく寄与することが知られています。また、その他のパラメータとして空間環境、生理的、心理的要因の寄与も大きいと考えられますので、これらの全てに関連のある形容詞対の選択を行って、実験前後における被験者の感覚的、心理的な変化を抽出し、この変化と実験パラメータとの関係を量的に把握することが必要と考えております。

また、御指摘の「空間環境の寄与が小さい」点に関しては次のように解釈しております。一般的傾向として、酔い易い人間は発症によって周囲の全てを否定的に認識する傾向があると言われており、本来はこの環境要因の寄与は大きいかも知れません。しかし、本実験装置は実際の船の持つ空間環境と異なり極めて狭小であります。従って、実験前に既に狭く感じている被験者にとっては酔いの発症後更に狭く感じたとしてもその変化が小さく現れると考えられます。従って、実際との対比を考える場合にはこの点を考慮しなければならないと思います。

【討論】 清水穂高君 Fig.6についてご質問させていただきます。実験結果をみますと周波数0.3 Hzの場合には、他のケースに比べて動揺刺激要因と生理的要因、又は心理的要因のつながりが弱い様に見えます。高周波動揺の場合に動揺刺激要因が依存しても、それが生理的、心理的要因につながらない理由についてご教示頂けたらと思います。

【回答】 本報に示しました例におきましては、一見御指摘のような傾向があるように見えますが、著者の見解は以下の通りであります。

実験によって酔いの症状が出た場合の被験者は周囲のものを全て否定的に見る傾向があり、この傾向が相乗効果となって種々の要因に関連が強く現れる(Fig.6(a))。しかし、外的刺激が不快症状の要因とならない場合には、動揺暴露の被験者は比較的冷静（恒常性）を保ち得るため、要因間の相関は強く現れない(Fig.6(b)~(d))。

以上の見解が正しいか否かについては、更に視覚刺激を加えた場合の実験を行うなどして確かめたいと思っております。

【討論】 今枝彬郎君 我々も乗船実験などによって、乗り物酔いの要因を調べた。乗り物に酔うかどうかは、動揺刺激の大きさによることは勿論だが、被験者の体調など肉体的条件の良否、肉親の病氣、仕事の重圧など精神的ストレスの有無によって酔いの程度が違ってくるのがわかった。

今後この研究において被験者を乗り物酔いに強い群、弱

い群に分けて調査する、あるいは同一被験者で精神的ストレスのある場合と無い場合を比較するなど、色々のケースについて多方面から検討することは重要と思われるが、御意見をお聞かせ願いたい。

【回答】 現段階では御指摘の点を明らかにできる程の実験例を持っておりませんが、文献調査によってもそのような傾向は確認されているようです。

今後、十分な量のデータを収集した後、実験データをグループ分けして整理する必要があると考えます。精神的ストレスの有無に関しては現在では対処の方法を考えつきません。他の心理計測手法の援用が必要になると思っております。

【討論】 小林 幹弘 君 (1) 乗り物に乗っている時、細かい作業をすると酔いやすいと思われます。このような乗り物上での作業との関係はどのような形でとらえることができるのでしょうか。

(2) 酔うこと⇒乗り心地悪いとなるでしょうが、乗り心地悪い⇒酔うとは限らないのではないかと思います。これについてどうお考えでしょうか。

【回答】 (1) 今回の実験では、乗り物酔いを発症した被験者のデータを得るために動揺実験中にクロスワードパズルを課しています。何も課していない予備実験結果（未発表）と比べると乗り物酔いの発症は多かったようです。作業との関連に関する実験は未だ行っておりませんが、一般には作業の内容によっても異なると言われております。例えば、時化に遭遇した場合、乗客は酔い易く、乗組員は酔わないのは、乗組員は使命感（責任感、義務感）を持って作業をしているのに対し、乗客はそのような感覚がないからと言われております。脳神経系（右脳、左脳）の活性化の状態と作業との関連等を調べる必要があるかと思っておりますが極めて難しい課題であると思っております。

(2) 御指摘の通りであります。前者の場合には複数の要因の相乗効果が大きく寄与し、後者の場合にはその寄与がないと考えています。未舗装道路を走るバスの振動は乗

り心地としては悪いでしょうが、これだけでは酔う刺激要因としては効果が小さい（振動の種類にも依りますが）のはこの点を説明する一例と考えます。(1)の御質問とも関連があると思えます。

【討論】 西村 亮 君 著者らの研究の将来における成果として、船舶の設計に際し、一定のコスト制限下で最適な乗り心地を得るために、あるいは同じ乗り心地を得た上で、コスト最適化を図るためには、乗り心地に影響する各種パラメータのデザインターゲットを、どこに設定するのが最も効果的かといった疑問に答えられる評価手法の確立に期待します。以下、この視点から2点の質問をさせていただきます。

(1) SD法における形容詞対と、動揺、振動、騒音といった外的刺激との関係を記述するにもファジィモデルが適用可能かと思われるが、これに関するお考えをご開示下さい。

(2) 今回用いた乗り心地に対する各要因の寄与の度合いは、どの程度汎用性があるとお考えかお教え下さい。今回、空間環境要因が実験時のキャビンの条件により寄与が少なかったとの記述がありますが、このように実験条件に大きく依存しているとすると、設計段階での乗り心地予測を行うためにはこの寄与の度合いには何らかの別の因子を考慮する必要があるのではないかと考えます。

【回答】 (1) 今回用いた形容詞対は被験者の乗り心地に関する評価を総合的に行って貰うため設定したものです。動揺、振動、騒音という外的刺激に対しても、これらを識別できる形容詞対を用いることができれば更に詳しく外的刺激と乗り心地の関係を明らかにできると考えております。

(2) 本研究は、乗り心地（乗り物酔い）と影響要因の間の関係を提案した方法で表現できることを示せた段階であります。本研究の結果がそのまま設計に用いられるとは考えておりませんが、実船を用いた同様の実験を行うことによって汎用的な指標を得ることができると考えます。

48 水中浚渫ロボットの歩行制御システムに関する開発研究

【討論】 小川原陽一 君 (1) 多くのことがらに考慮を払われて複雑なシステムを構築されておられますが、とくに工夫されたり、苦労されたりしたことがあれば教えて頂きたいと思えます。

(2) 本システムの開発にあたられては、高信頼性の確保に努力され、現地で順調に稼働していると述べておられますが、もし、発生した問題点、トラブル、今後改善を要する点等がありましたら、さしつかえない範囲で御教示いただければ幸いです。

【回答】 (1) 本システム構築に当たっての技術的課題の内、主要2点についてお答えします。

第1点はシステムの計画段階で「如何にして遠隔状態監視/遠隔操作機能と、リアルタイム制御を並立させるか」と言うシステムの方式設計に関するものです。

この点に関しては、遠隔監視制御盤と水中のロボットに光多重伝送装置を組み込んでこれを光LANで制御用コンピュータと結ぶ分散システムとして解決致しました。

第2点は、システムの製作段階における課題で「アプリ