

研究課題名：広域火災における火災旋風・飛火による被害の防止に向けた研究 (平成 28 年 4 月～平成 33 年 3 月)	評価の集計結果（人）			合計点	総合評価 (平均点)
	A	B	C	3	B (0.42)
	3	4	0		

評価	委員コメント	コメントに対する回答
1 B	<p>火災旋風のメカニズム、飛火現象の着火性等を解明する研究の面白さはわかるが、研究成果が実際にどのような役に立つのかが分かりにくい。</p> <p>研究成果の役立て方を具体的にイメージし、目標として明示させてから研究を進めるべきである。</p>	<p><b>【火災旋風】</b></p> <p>実際にどのような役に立つのか（役立て方・目標）は、研究計画書（資料 6-2）1 節の目的とスライド 5 頁に記しましたとおり、「同時多発火災発生時に大きな被害を及ぼす火災旋風が発生しそうな場所を少しでも早く予測することによって、優先的に消火すべき火災を特定できるようにし、また、効果的な避難方法も提示できるようにする」ことです。</p> <p><b>【飛火】</b></p> <p>研究計画書 1 節にありますように、「a) 広域火災発生時に飛火の危険性の高い家屋の部位を市民に広報し、b) 効果的な飛火警戒方法を提案し、さらに、c) 飛火被害の少ない家屋を作るための指針を示すために、火の粉による着火メカニズム・火の粉に対する各種材料の脆弱性を解明するとともに、火の粉の着火性に関する評価手法を確立する」ことを目標として研究を進めていきたいと考えております。これによって消防戦術等に効果的なアドバイスをできるようになると考えております。</p>
2 A	<p>建築中の家から火が出て隣家に延焼するところを目の前に見た経験がありますが、火が火を呼ぶといった感じで、大きな火炎が舌の様に伸びて隣家の軒下から二階に延焼していきました。その時感じた恐怖は今も忘れることができません。</p> <p>この研究は、人の生活や生命を守る基礎の基礎とも言うべきものと考えます。</p>	<p><b>【火災旋風】</b></p> <p>我が国にとって地震後の大規模市街地火災への備えは急務です。そこでまずは、「同時多発火災発生時に大きな被害を及ぼす火災旋風が発生しそうな場所を少しでも早く予測することによって、優先的に消火すべき火災を特定できるようにし、また、効果的な避難方法も提示できるようにする（研究計</p>

	評価	委員コメント	コメントに対する回答
		<p>林野火災ですと、ある距離を離して伐採する（燃えるものを無くす）という手法もあるように聞いていますが、この基礎研究から人家や建物の防火、難燃法や都市計画のあり方にまで進んでいけると素晴らしいのですが。</p> <p>火災が多発した場合、風下とはどこかがわからなくなるとというのがこの旋風だろうと想いますので、逃げ道を知るための指標が見つかることを期待します。</p>	<p>画書(資料6-2)1節)」ことを目標として研究を進めたいと考えています。もちろんこの目標到達への過程であっても、避難場所の火災旋風対策を進める必要があると考えております。避難場所は、火災時だけでなく地震・水害・風害など様々な災害時、さらに日常時の使い方も含めて検討すべき課題ですので、現在、都市防災の研究者・行政とも意見交換を進めております。さらにその先には、先生がおっしゃる通り、都市計画上の対策を進めて行かなければなりません。次期研究は、避難場所、都市計画への対策としても役立つものにするという視点を忘れずに進めていきたいと考えております。</p> <p>火災旋風からの「逃げ道を知る」こと、つまり「避難方法の提示」は、まさに次期研究が目指すことの一つです。これの実現のためには、火災旋風の発生条件、火災旋風の風速・挙動などの性質を予測できるようにする必要がありますので、これらの解明を目的に研究します。</p> <p><b>【飛火】</b></p> <p>火の粉は飛距離が長いので、可燃物を一定範囲内で取り除いてもその距離を超えて移動し、着火する可能性があるという点が対策の難しい点です。これを克服するために、長期の目標としては建物への着火防止のための対策を提案できたらと思っています。</p>
3		<p>以下素人意見ですが、ご海容ください。</p> <p>気象環境の変化で林野火災や竜巻の被害が以前より多くなっていませんか。これを海外事例も含めて統計などで整理していただきたい。</p> <p>気象庁のデータと火災のデータを重ね合わせて見るということは可能ですか？</p> <p>室内での実験よりも、現に起こった竜巻・火災旋風や飛び火の事実調査を強化することが、研究を進展させる鍵になるように思います。</p> <p>さらに消火方法も海外では開発が進んでいると思います。水不足に陥ってい</p>	<p><b>【火災旋風】</b></p> <p>林野火災・竜巻の国内外の事例データ整理は、本研究の範囲外です。林野火災も竜巻も、それらを専門とした学者により事例データの整理は進められております。竜巻は見た目は火災旋風と似ていますが、発生状況・発生メカニズムが異なり、別物と考えております。ただ、火災旋風が最も多く目撃されているのは林野火災であり、また、竜巻は火災旋風とは別物と考えているとはいえ、火災旋風に比べて研究が進んでおり参考になることが多いので、林野火災、竜巻ともに、事例データや研究結果の勉強は続けるつもりです。さらに、火災旋</p>

評価	委員コメント	コメントに対する回答
	<p>るカリフォルニア州の山火事などは最も学ぶに値する現場であると思います。</p> <p>避難・救助に関する知見も海外の方がありそうですね。</p>	<p>風が起きた林野火災の事例については、もちろん収集し整理していきます。</p> <p>気象庁のデータと火災のデータの重ねあわせについてですが、国内の市街地広域火災・広域林野火災の発生データと気象データの重ねあわせとすることであれば、市街地広域火災については、市街地大火の研究が古くから行われており、阪神淡路大震災以降、国内では通常の市街地大火はおきておりませんので、過去の文献を見れば気象と火災の関係は分かります。東日本大震災での市街地火災は津波瓦礫の影響があり特殊ですが、これについては我々も調査を行っております。広域林野火災と気象との関係については、火災旋風・飛火研究の基礎となるものではありませんが、この研究を次期計画の範囲に入れるには、研究員の人数の問題から難しいところです。その代わり、この問題については、他機関の研究者による結果を常に見ておく必要があると考えております。国外では大規模林野火災が多発しているため、研究も活発ですので、調べるべき文献は膨大にあります。</p> <p>事実調査は、おっしゃる通り災害研究でまずやるべきことです。これは研究を始めたころから実施しており、現地調査も行い収集事例を増やしております。市街地火災については、関東大震災の文献調査（この結果は中央防災会議の「災害教訓の継承に関する専門調査会」として作った報告書に執筆しております）から始め、最近では東日本大震災で目撃された火災旋風の現地調査を行い、その性状・発生時の状況を明らかにしております。大規模な林野火災はおっしゃる通り、近年海外での報告が多くなっています。林野火災で実際に発生した火災旋風についても、現地調査や文献調査を進めております。これらは実際におきたことですから、確実な教訓を得ることができます。しかし、事例だけから火災旋風の発生条件を求められるほどには事例数も各事例の詳細データもないため、実験・観測などによる研究が必要になってきます。したがって、過去の災害調査結果、過去の大規模実験結果、現地災害調査、実験、野焼き時の実規</p>

	評価	委員コメント	コメントに対する回答
			<p>模火災旋風の観測、計算、理論を総合して、研究を進展させていくというのが、この研究テーマの進め方です。</p> <p>火災旋風の消火・消滅方法というのは、残念ながらまだ発明されておられません。林野火災自体からの避難・救助に関する知見は、おっしゃる通り、頻りに林野火災に襲われるオーストラリアなどには多く蓄えられ、インターネットなどでも公開されております。</p> <p><b>【飛火】</b></p> <p>火の粉の研究に関しては米国国立標準技術研究所と共同研究を行う予定です。そのため、火の粉の建物への着火という点に関して、海外事例の収集も行っております。消火方法に関しては今後の研究の一環として取り組んでいく予定です。</p>
4	B	<p>長年に亘る研究課題であるが、まだ不十分である。消防研において問題点や課題を、更に精査して整理し、研究を推進することは意義がある。</p>	<p>研究の意義を認めていただき、ありがとうございます。研究計画書 3-1 節(4)に記した通り、実験・野外観測の結果だけでなく、過去の災害・(我々および先人の) 実験記録等を総動員して問題解決を目指します。やるべきことは多いので、さらに問題点を精査して、やるべきことの順位を考えながら取り組んでいこうと思います。</p>
5	B	<p>不明な点の多い広域火災について現象の基本的理解のための研究が必要なことは理解できるが、目的や問題意識が漠然としており、担当研究者の関心を超えて、新しく有用な情報を生み出し得るかどうか疑問である。火災旋風といい、飛火といい、少なくとも戦後、細く長く研究されてきた古典的なテーマだが、東日本大震災等では地震火災における新しいリスクも表出している中で、古典的な課題のみが取り上げられているのでは、少々、内向的に過ぎるのではないか。火災旋風に関する課題説明は、10年前でも同様なことを言えそうであり、ことによると、10年後でも同じようなことが課題説明に書かれるかもしれないような内容である。しかし、火災旋風は根源的には大規模</p>	<p><b>【火災旋風】</b></p> <p>【注】本研究で対象にしている火災旋風は、これまで研究の多い「火炎が竜巻状に高く伸びる火災旋風」ではなく、多くの被害を引き起こしてきたが研究が進んでいない「発生時には火炎を含まない竜巻状の渦」です（研究計画書の図1・スライド6、7頁の写真をご覧ください）。これについては、研究計画書2-1節に追記し、次の三宅先生への回答内の【火災旋風の研究の歴史と自身の研究についての解説】に詳述しました。これまで行ってきた研究により、このタイプの火災旋風の発生過程や性質が明らかになって来ましたので、さらに進めることで、発生条件を解明でき、有用な情報を得られると信じております。</p> <p>本計画の最終的な『目的』は、研究計画書(資料6-2)の1節の目的とスライド5頁に記した通り、「同時多発火災発生時に大きな被害を及ぼす火災旋風が発生しそうな場所を少しでも早く予測することによって、優先的に消火</p>

評価	委員コメント	コメントに対する回答
	<p>な発熱を背景とするとしたら、火災旋風に耐える施設等の検討をせずとも、同時多発火災等の抑制策によって対策可能になるであろう。少なくとも不燃化がある程度進んでいる中で、どんな地区で火災旋風が問題になり得るかなどが可視化されるようにしないと、この種の研究は、いずれ相手にされなくなってしまうのではないかと懸念している。飛火については、着火要因が全くわからないと言っているが、説明資料で参照されているのが90年以上前の関東大震災ということになると、着火要因がわからないのは提案者の勉強不足といわれても仕方がないのではないかと懸念している。少なくとも、戦後初期までの大火における飛火については、その後、建築的には木造家屋の屋根の不燃化と軒裏の防火的補強政策、消防的には風下の警戒によってかなり解決がされたはずである。一方、北海道南西沖地震以後の地震では、気象条件次第では大規模な飛火火災が起こっても不思議はなかったと指摘されている事態はいくつも起こっているのだから、現代における飛火火災の可能性について、まず論点をきちんと整理してほしい。少人数の研究チームではできることに限りがあるのだから、飛火火災のリスクとして絞りこめる問題だけをとりあげても、相当な時間と集中力が必要であろう。</p>	<p>すべき火災を特定できるようにし、また、効果的な避難方法も提示できるようにする」ことです。</p> <p>『さらに具体的な研究上の目的』は、研究計画書の2-1節に記した通り、「実際の火災旋風の源の一つとして有力な候補であることが実験によって明らかになった上昇気流中の渦対について、火災旋風の発生メカニズムをさらに解明し、火災旋風の発生条件と、発生する旋風の性質を解明することを目指す。また、いまだ発生メカニズムが明らかになっていないタイプの火災旋風について、ひとつでも多くの発生メカニズムの解明を目指す。」ことです。これにより、最終的な上述の『目的』の実現を目指しています。</p> <p>『問題意識』は、この最初に述べた『目的』が、現在実現不可能なことです。これが可能になれば、人命を救うために有用であると信じております。</p> <p>火災旋風・飛火ともにテーマは古典的ですが、大規模火災での被害拡大要因として解決されてない現象であることは事実です。過去に取り組んだ研究者が解決を断念したからこそ、あるいは、ここで取り組むタイプの火災旋風についてはあまり注目されてこなかった現象であるからこそ、いまだ残されている問題です。国の研究所としては、新たな問題が起きても、それと並行して古くから残されている未解決のテーマも断念することなく、例え細くても長く研究を続け、少しずつでも解明することで対策を目指さなければならないと考えています。測定技術の進歩、周辺分野も含めた研究・技術の進展というのが、現在我々が取り組む際の過去に比べてのメリットです。</p> <p>どんな地区が火災旋風の問題となりうるかを可視化するためには、その前段階として本研究が必要と思っております。なぜならば、どれくらいの火災面積・火災形状が生じたときにどれくらいの脅威（風速）を持った火災旋風が起こるのかを示せるようになる必要があるからです。これを可能にするためには、実際の火災旋風発生時の火災状況・火災旋風の性質・気象状況等のデータが少な</p>

	評価	委員コメント	コメントに対する回答
			<p>い以上、発生メカニズムから解き明かし、火災旋風の発生条件と性質（旋風の風速・挙動）を導きだすしか現時点では方法がないと考えています。導き出した発生条件・性質の検証は、実火災、野焼き、実規模火災実験で発生した火災旋風の記録、今後取得を予定している野焼き時の火災旋風の観測データを利用するつもりです。</p> <p>しかし当然災害は待ってくれないので、現在持っている範囲の過去の実規模火災旋風についての知見から考えられる対策については、本研究計画で示した内容と同時に検討していこうと考えています。</p> <p><b>【飛火】</b></p> <p>着火要因に関しては風速・材料の環境条件・構造等に注目し検討する予定です。もちろん、現代の建築手法が対象になります。飛火の建物着火に関して系統的な研究が行われてきたのはここ10年以内のことで、それ以前の研究は飛距離に関するものがほとんどでした。また、これまでに建築的・消火的に対策が取られていることは勉強しています。防火的な補強策（試験法）に関しては対象としているものが主に火炎・放射による着火であり、火の粉による着火は対象としておりません。火の粉による着火は火炎や放射による着火とは異なるため、改めて検討が必要です。</p>
6	B	<p>データの積み上げは必要である。</p> <p>一方、これまで100年以上も実施されている研究であるとのことだが、100年間での研究進展に比べ、今後の5年間でどこまで成果が期待できるのか、その見通しがよく理解できない。</p> <p>また、近年の研究成果ならびに今後の研究成果の妥当性、特に、小規模実験からスケールアップする際の検証方法が理解できない。研究成果としてのモデルを一般化するための、結果に影響を与える可能性のあるパラメータの抽</p>	<p>今後の5年間では、「有風下で火災域風下に発生する火災旋風」の発生メカニズムを解明し、火災旋風の発生条件、発生する火災旋風の性質までを明らかにすることを目的としています。</p> <p><b>【火災旋風の研究の歴史と自身の研究についての解説】</b>火災旋風は、日本では関東大震災以降90年の間、断続的ですが研究されてきました。海外でも長年研究されてきました。しかし、その多くは「火炎が竜巻状に高く伸びる火災旋風」であり、燃焼学上の興味からこればかりが研究されてきたのだと思います。ところが火災旋風にはいろいろなタイプがあります。</p> <p>現在我々が取り組んでおり、次期計画でも研究を継続する火災旋風は、「発生時には火炎を含ま</p>

	評価	委員コメント	コメントに対する回答
		<p>出はできているのか、不明である。</p>	<p>ない竜巻状の渦」が「有風下で火災域風下に発生するタイプ」のもので。このタイプの火災旋風は、火災時の発生事例報告も多く、関東大震災で大きな被害を出した火災旋風もこのタイプの火災旋風であった可能性が高いと考えております。にもかかわらず、その研究はごくわずかであり、発生メカニズムは仮説の段階で、定量的な発生条件・性質はまったく解明されていません。よって、防災上、このタイプの火災旋風の解明が最優先だと考え、この研究を進めています。</p> <p>これまでの我々の研究により、未解明であったこのタイプの火災旋風の発生過程や性質が解明され始めました。さらにこの研究を進めることで、発生メカニズム・発生条件・性質のさらなる解明に近づくと考えています。</p> <p>近年の発生メカニズムに関する研究成果の妥当性は、実火災で発生する火災旋風の性質と矛盾がないことから妥当であると考えています。</p> <p>今後の研究成果の妥当性の検証は、定性的な発生条件・性質ならばともかく、定量的な面では実火災における火災旋風のデータが少ないので難しいところですが、それでもいくらかはある実火災、野焼き、実規模火災実験で発生した火災旋風の記録や、今後取得を予定している野焼き時の火災旋風の観測データを利用して、検証しようとしています。</p> <p>結果に影響を与える可能性のあるパラメータは、市街地火災のような平地では、研究計画書3-1節(2)に記したとおり、主に、風向・風速・火災域形状・発熱速度であり、さらに地表面粗度・大気安定度なども関係してくると考えています。</p>
7	A	<p>サブテーマ①②に関し、(③は小職知識不足により判断できず)</p> <p>1) 必要性 過去から研究されている課題であり、社会的意義は高い。消防活動・被害低減に資すると判断。</p> <p>2) 効率性 (予算の問題はあるが)小規模実験が多いが本件は大規模でないと解明が難しいのではないか。</p> <p>3) 有効性</p>	<p>5年と言うことでなく息の長い研究を、とのコメントありがとうございます。まさにおっしゃる通りで、問題の解決に向けて、国の研究所として責任を持って、諦めずに、細くとも生涯取り組み続け、さらに次の世代へ有用な研究結果を残せるように精進し続けなければならないと考えております。</p> <p><b>【火災旋風】</b></p> <p>小規模実験から得られた結果の妥当性の検証は、定性的な発生条件・性質ならばともかく、定量的な面では実火災で発生した火災旋風のデータが少ないので難しいところですが、それでもいくらかはある実火災、野焼き、実規模火災</p>

	評価	委員コメント	コメントに対する回答
		消防・防災の観点から意義ありと判断 4) その他 5年ということではなく息の長い研究と判断。	実験で発生した火災旋風の記録と、今後取得を予定している野焼き時の火災旋風の観測データを利用して、検証しようとしています。 <b>【飛火】</b> 火の粉の研究に関しては大規模実験を実施予定です。
8	A	古くか「関東大震災」から4年前の「東北大震災」に至る約100年間、広域火災に関する研究が続けられてきたが、火災旋風も飛び火も、その発生メカニズムや発生条件がいまだに解明されていないことは、驚きである。広域火災では、「酒田大火」の様に、可燃性ガスがアーケードの下を強風によって走り抜け、数百メートルも先で着火するという現象も見られた。「阪神淡路大震災」では、震災後の通電火災が問題となった。南海トラフ上での同時連続大地震や首都圏直下地震が懸念される今、必要かつ緊急を要する研究テーマである。	台風・竜巻のような火災旋風に見た目は似た気象災害に比べ、発生件数が圧倒的に少ないため、実例の観測データから発生メカニズムや発生条件を求めることが難しいことが、いまだ解明されていない理由だと思っています。解明に向けて日々研究に邁進し、断念することなく研究を続けることが国研の役割と考えております。