

令和 3 年 6 月 10 日現在

機関番号：33903

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K03993

研究課題名（和文）固体粒子の燃焼完結に不可欠な粒子活性化を誘引する限界粒子径の明確化に関する研究

研究課題名（英文）Study for identifying critical diameter that can stimulate particle activation of solid fuel

研究代表者

牧野 敦 (MAKINO, Atsushi)

愛知工業大学・工学部・教授

研究者番号：60165678

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）： エネルギーの有効利用に関連して固体燃料粒子の燃焼限界が、実験・解析の両面から調べられた。実験においては大気圧高温（1300 K以上）の酸化剤雰囲気中に、粒径が明確な固体炭素粒子を投入し、燃焼状態への移行が生じるのかが調べられ、粒径が70 μm 以上でないと燃焼が観察されないことが確認された。解析においては、燃焼への移行（着火）ないしは燃焼の停止（消炎）が生じる温度や粒径が調べられ、燃焼可能な領域は限定されていること、実験において用いられた条件下では73 μm 以上の粒子でないと燃焼へと移行できないこと、燃焼の進行により粒径が17 μm 以下となると、燃焼が維持できなくなることなどが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

固体燃料粒子の燃焼においては、粒子と酸化剤との接触面積（反応表面積）を増大させるため、燃料粒子の微細化が推奨されているが、伝熱工学的観点からすれば、粒子の表面積は熱が出入りする伝熱表面積に他ならず、その増大は熱損失の増大を引き起こし、ひいては燃焼維持すら困難にさせる可能性がある。過度の微細化は微細化費用のムダを引き起こすばかりか、粒子自体の燃焼維持をも妨げる要因であることを学術的に示すとともに、限界の粒径がいかなる要因（雰囲気温度、酸化剤濃度、圧力など）に依存しているのかを、実験・解析の両面から明らかにしている。

研究成果の概要（英文）： Critical conditions relevant to the combustion of solid fuel particles have been examined not only experimentally but also theoretically/analytically, related to the effective utilization of energy. In experiment, use has been made of an atmospheric oxidizer flow at 1300 K or higher, in order for carbon particles to be introduced, for burning. It has been observed that only those particles bigger than 70 μm can be activated to burn. In analysis, the critical particle temperature and/or diameter, at which particles are to be activated or not, have been examined. It has been found that particles can burn only in the restricted region, that only those particles bigger than 73 μm are to be activated to burn in the experimental conditions described, and that particle combustion ceases to be maintained as the particle diameters are reduced to 17 μm in the course of combustion.

研究分野：熱工学

キーワード：固体粒子の燃焼 限界粒径 着火条件 燃焼活性化条件 消炎条件

1. 研究開始当初の背景

エネルギーの有効利用に関連して固体の粒子を速やかに燃焼させたいとのニーズが厳然として存在している。石炭火力における微粉炭燃焼しかり、推進剤の高性能化を目して添加される高エネルギー密度燃料(Al, Mg, B, Ti, Zr, C など)の燃焼もまたしかりである。粒子の燃焼においては、「細かければ細かいほどよく燃える」との俗説がまことしやかに広まっているが、これは発言者不明な上、学問的根拠も薄弱で、それ故この上もなく無責任な発言内容となっている。Essenhighの解説論文[1]によれば、粒子燃焼に及ぼす粒径の影響を真摯に探究した研究は、実験的にしる解析的にしる、その研究例は少ないのが現状で、未解明な点が多々存在することが述べられている。それでも、粒径を小さくすることは、反応工学的には粒子と酸化剤との接触面積(反応表面積)を増大させる効果があったため、過度の微細化であっても燃焼促進に寄与するかのときに受け止められてしまい、この効果のみに注目した研究が多く行われてきたとの経緯がある。ところが、視点を変えて伝熱工学的観点から現象をながめると、粒子の表面積は熱が入り出る伝熱表面積のほかならず、雰囲気温度よりも粒子温度が高い燃焼状態では、伝熱表面積の増大にともない熱損失が助長され、燃焼維持すらおぼつかない状況にまで陥ることとなる。つまり、粒径の微細化には限界が存在していてもおかしなく、過度な微細化は、微細化費用のムダを引き起こすばかりか、粒子自体の燃焼維持をも妨げる要因にもなっている。

申請者は、高温雰囲気中に投入された炭素粒子を研究対象とし、粒子温度や粒径の時間変化を解析的・数値的に調べることを行ってきたが、雰囲気温度に到達した粒子については、特定の条件を満足した場合以外では燃焼状態への移行が不可能で、粒子の燃焼完結が達成されないことを確認してきた。しかも、燃焼状態へと移行する条件を「漸近解析」により求めると、粒径が限界値以上でなければこの移行はありえないこと、粒径と酸素濃度(質量分率)と雰囲気圧力から構成される包括パラメタが存在しており、これを用いれば雰囲気温度との対応が一義的に行えることなど、これまで報告例のない知見を見出し、学術誌にて公表してきた[2, 3]。しかしながら、これを実証する系統的な実験結果は存在していなかったため、解析結果が真に有用なものとして認識されるには至っていなかった。とはいえ、微粉炭燃焼炉や空気吸込み式ロケットといった機器の設計において、この知見が果たす役割ははなはだ大きく、しかもこれらの高性能化に寄与する可能性も誠に大であるため、何としても実験結果との比較検証を行っておく必要があった。このため、苦肉の策として、過去数十年にわたって文献中に報告されてきた炭素粒子またはコークス粒子の実験結果から、粒子燃焼が観察された条件を収集・取得し、これをもって解析の妥当性検証を行おうとの試みも実施してきた[2-12]。これにより、燃焼が観察されたとの実験報告においては、粒径、酸素濃度、雰囲気圧力のいずれについても、解析で得られた限界条件よりも大きな場合のみであることを確認し、解析の妥当性検証の用に用いてきた。しかしながら、文献から収集可能な燃焼条件は、多数の研究者のそれぞれ独自の実験結果で、しかもさまざまな炭素やコークスを用いての結果であったため、とても系統的な研究成果と言えるような状況ではなかった。

2. 研究の目的

これまでは、解析の妥当性検証のため、文献中に報告されてきた炭素粒子ないしはコークス粒子の実験結果から、粒子燃焼が達成される条件を収集・取得してきたが、ここでは自ら実験を実施し、粒子の燃焼条件を取得するとともに、これを解析結果と直接比較検討し、解析の妥当性をも検証しようとするものである。実験においては、平面状火炎を用いて高温雰囲気を作り出す現有的実験装置に改良修正を加えることにより、実験条件である燃焼雰囲気温度や粒子径や酸素濃度(質量分率)を広範囲に変えられるようにするため、酸素ガス供給系ならびにメタンガス供給系のさらなる拡充を行っている。そして、高温雰囲気の温度ならびに酸素濃度(質量分率)を明確にした上で、そこに粒径が明確な粒子を投入し着火が達成され、燃焼状態への移行が生じるのかを目視ないしはビデオにて観察していく。得られた結果の整理においては、解析結果が明示しているように、包括パラメタのアレニウス線図(縦軸: 包括パラメタの対数、横軸: 雰囲気温度の逆数)を用いつつ、粒径や酸素質量分率がそれぞれの限界値以上の場合においてのみ粒子燃焼が観察され、かつ燃焼が進行することを確認しつつ、これにより解析結果の妥当性の検証を行っていくことを考えている。なお、申請者は、固体炭素の燃焼に長年従事してきており、その取扱いに精通しているため、実験には固体炭素の粒子を使用して、燃焼完結条件を見極める研究を実施する予定である。

また、固体粒子の燃焼に関連した研究の中には同様の手法を用いて実施可能な研究も存在している。それは、二酸化炭素(CO₂)の回収を想定して考案されたOxy-fuel燃焼の研究で、そこで

用いられる酸化剤は、空気中の窒素をCO₂に置換えたもので、これゆえ燃焼後の気体にはCO₂が大部分を占めている。このような燃焼場を作るにはCO₂ガスの供給系を付加的に整備すれば可能であるため、この燃焼形態の研究も実施可能である。粒子燃焼の最適条件については、現行の微粉炭燃焼ではかなり明確に把握されているのに対して、新たなOxy-fuel燃焼を用いた場合には、最適条件がどこに存在しているのかも、未だ系統的な調査がなされていないのが現状で、これを明確にする研究にも、ここでの手法が適用可能である。そこで、この課題にも取り組み、粒子の燃焼条件をより明確にするように、一連の実験を実施していきたいと考えている。また、これと並行して、この場における着火や消炎の解析的研究も実施していく所存である。

以上、要するに、本研究では、固体の燃焼において、粒径を小さくすることが真に燃焼促進に寄与するものなのかどうかという基本的な問いかけに源を発しつつ、世界に先駆けてこの問題に取り組むとともに、燃焼工学ないしは伝熱工学といった学術的観点からこれを探求し、最終的には、燃焼促進に不可欠な工学的指針を取得していこうとするものである。そして、まさにここに本研究の学術的な特色、ないしは独創的な点が存在している。

3. 研究の方法

(1) 実験的アプローチ 実験においては、メタン(CH₄)と空気の予混合気を用いることにより、焼結板の下方に平面状火炎を形成させ、高温雰囲気を作り出すとともに、この高温雰囲気中に粒径が明確な固体炭素粒子を投入し、着火が達成されるか、燃焼状態への移行が生じるかを目視ないしはビデオにて観察し、燃焼へと移行できる条件(雰囲気温度、酸素濃度、粒径など)を明確にしていく。図1に装置の概略を、図2に投入粒子の燃焼の様子を示す。粒子を燃焼させる高温雰囲気の温度は1100~1500 K、酸素濃度は質量分率で0.15~0.25に変化させることが可能となっている。また、固体炭素の粒子については、粒径8~300 μmの粉末をふるいにて10段階に分粒して実験に用いている。雰囲気温度については、自作のR型熱電対を用いて、酸素濃度については、購入したジルコニア酸素センサーを用いて測定していく。また、外部加熱の影響を調べる際には、購入した赤外線導入加熱装置を用いて実施していく。

着火の達成ないしは燃焼への移行の判断は、投入した粒子の色でもって行っていく。固体炭素粒子の色は表1のように表面温度と密接に関連しており、橙黄熱の状態(赤みがかった黄色)より高い温度でのみ粒子燃焼の進行が確認されている。

なお、空気の供給系に替えて二酸化炭素(CO₂)の供給系を設置すれば、Oxy-fuel燃焼の研究も可能で、空気を用いた実験と同様に、燃焼へと移行できる条件(雰囲気温度、酸素濃度、粒径など)を明確にしていく。また、空気燃焼に比べて、燃焼途中での消炎が早い時期に生じると推察されるため、粒径の時間履歴ないしは消炎時の粒径測定をも行っていく所存である。

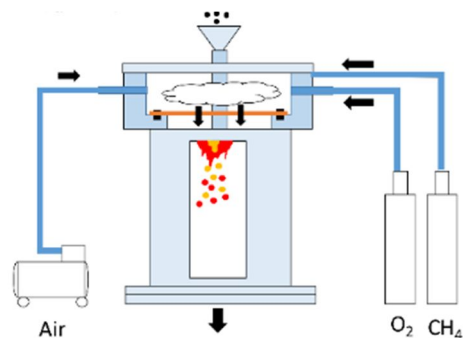


図1 装置の概略図



図2 粒子の燃焼

表1 色温度
理科年表(平成15年版)

色	温度(K)
初期の赤熱	773
暗赤熱	973
桜赤熱	1173
鮮明なる桜赤熱	1273
橙黄熱	1373
鮮明なる橙黄熱	1473
白熱	1573
眩しい白熱	1773

(2) 解析的アプローチ 燃焼状態への移行条件については、申請者によりすでに解析的に解明されていたものの、粒子燃焼の進行にともなう粒径の減少、そしてこれに起因する燃焼の停止(消炎)については、これまで全く取り扱われてこなかった。ここでは、燃焼への移行(着火)と燃焼の停止(消炎)とを統一して取り扱える解析を目指している。検討対象は静止雰囲気(温度 T_∞ 、酸素 Y_{O_2} 、二酸化炭素 Y_{CO_2} 、水蒸気 Y_{H_2O})中の炭素粒子(温度 T_s 、粒径 $2r_s$)の燃焼である。表面では $2C + O_2 \rightarrow 2CO$ 、 $C + CO_2 \rightarrow 2CO$ 、 $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$ の反応を、気相では総括反応を考える。

粒子の過渡変化を記述する支配方程式[13-16]から出発し、燃焼への移行(着火)ないしは燃焼の停止(消炎)が開始される温度、粒径、時間を用いて「漸近解析」を実施すると、それぞれの限界条件が決定される[17-19]。この限界条件の中には、表面の反応性と熱損失パラメータが含まれており、しかもそれぞれには粒子半径 r_c が変数として含まれている。このため、酸化剤がO₂のみの空気燃焼の場合には、限界粒径は r_c に関する二次方程式の解で与えられること[17]、水蒸気のないOxy-fuel燃焼では、酸化剤がO₂とCO₂のみであるため、限界粒径は r_c に関する三次方

式の解で与えられること[18]，そして水蒸気を含んだ Oxy-fuel 燃焼では，酸化剤が O_2 と CO_2 と H_2O であるため，限界粒径は r_c に関する四次方程式の解で与えられること [19]が，本研究の実施により見い出されており，いずれの場合にも解析的に求めることが可能となっている．これらの解析結果を求めるとともに，実験結果とも比較し，限界粒径の存在自体を明確にしていく所存である．なお，三次方程式や四次方程式の解法については解説[20, 21]が存在している．

4. 研究成果

(1) 空気燃焼時の着火限界条件 高温雰囲気の酸素濃度を大気中の値と同程度とした場合の実験結果を図3に示す．この図は，粒径と酸素濃度（質量分率）と雰囲気圧力から構成される包括パラメタのアレニウス線図（縦軸：包括パラメタの対数，横軸：雰囲気温度の逆数）で，燃焼が観察された条件が○印で，観察されなかった条件が×印で示されている．大気圧で雰囲気温度 1300 K 程度の場合には，粒径が $70 \mu m$ 以上でないと燃焼が観察されないこと，1400 K 程度の雰囲気では，粒径が $30 \mu m$ 程度以上でないと燃焼が観察されないことが判明した．なお，図中の線は解析により求められた空気燃焼時の着火限界線[10-12]で，酸素が空气中を拡散する場合の拡散係数が用いられている．パラメタは圧力比である．実験および解析において，傾向ならびに概略値に妥当な一致が見受けられる．

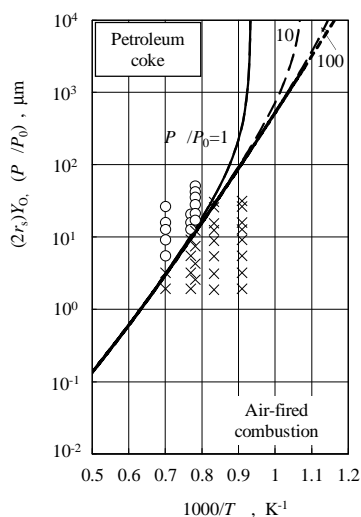


図3 着火の限界条件（空気燃焼）

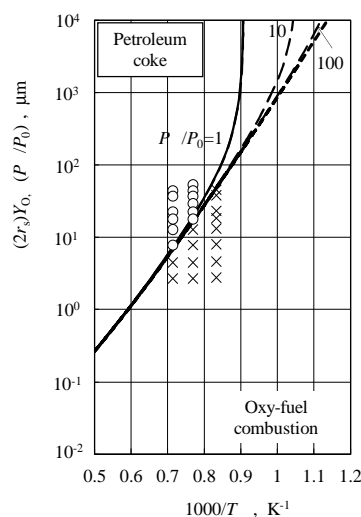


図4 着火の限界条件（Oxy-fuel 燃焼）

(2) Oxy-fuel 燃焼時の着火限界条件 空气中の窒素を二酸化炭素 (CO_2) に置換えた酸化剤を使用しての実験結果を図4に示す．図3と同様な結果が示されている．なお，解析により限界線を求める際には，酸素が CO_2 中を拡散する場合の拡散係数が用いられている．このため限界線はわずかに上方に移動しており，より大きな粒子でないと燃焼への移行が難しくなっている．

(3) 空気燃焼時の燃焼可能な領域 温度 1300 K，酸素濃度（質量分率）0.20 の高温雰囲気にて観察される炭素粒子燃焼の実験結果を図5に示す．縦軸は粒径と圧力比とで構成される包括パラメタ，横軸は粒子温度の逆数である．なお粒子温度は，表1に示した色温度の目視観察結果である．この実験条件では粒径が $70 \mu m$ 以上でないと燃焼が観察されないことが判明した．

図中の曲線は解析結果であり，パラメタは雰囲気温度である．燃焼可能な領域を上下の限界線が挟み込んでおり，限定された領域でのみ燃焼が可能となっている．下側の限界線の極大値と極小値は，それぞれ，燃焼へと移行可能な最小粒径と，燃焼可能な最小粒径を示している．つまり， $73 \mu m$ 以上の粒子でないと燃焼へと移行しえないし，燃焼の進行により粒径が $17 \mu m$ 以下となると燃焼が維持できなくなっている．なお，雰囲気温度の上昇により可燃領域が広がっている．

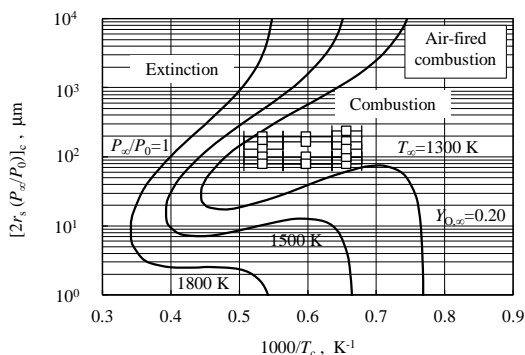


図5 燃焼可能な領域（空気燃焼）

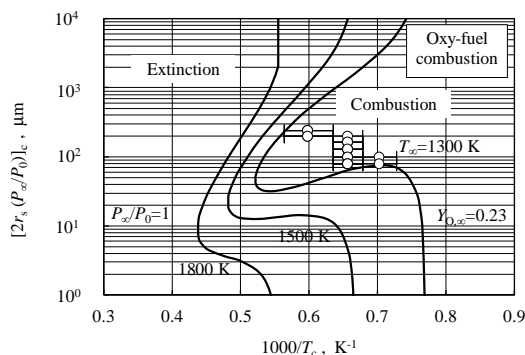


図6 燃焼可能な領域（Oxy-fuel 燃焼）

(4) Oxy-fuel 燃焼時の燃焼可能な領域 温度 1300 K, 酸素濃度(質量分率) 0.23 の高温雰囲気における Oxy-fuel 燃焼の実験結果を図 6 に示す。縦軸や横軸は図 5 と同様である。空気燃焼の場合と同様、粒径が 70 μm 以上でないと燃焼が観察されないことが判明している。

図中の曲線は解析結果で、空気燃焼に比べて燃焼可能な領域が狭くなっており、高温での燃焼が抑制されている。また、下側の限界線の極小値(約 31 μm)からは、消炎が生じ燃焼が維持できなくなる限界粒径が、空気燃焼の場合に比べてかなり大きいことを示しており、微粉炭燃焼に Oxy-fuel 燃焼を適用する際には、この点が空気燃焼と大きく異なることを認識すべきである。なお、雰囲気温度の上昇にともない可燃領域が広がることは、空気燃焼の場合と同様である。

(5) 消炎時の粒径 図 7 は Oxy-fuel 燃焼時の粒子の光跡写真であり、光跡の最後部においては有限の幅で終了している。用いている粒子の平均粒径が 260 μm ということから、光跡の最大幅と光跡最後部の幅との比からは、粒子が消炎した際の粒径が 26 μm 程度と推測される。この値は、解析により求められた消炎時の粒径 31 μm と同程度の値であり、この写真は燃焼粒子の消炎時の様子を記録したものと考えられる。つまり、初期粒径が着火限界粒径よりも大きくないと燃焼が開始されないという結果に加えて、燃焼の進行にともなう粒径の低下、そして消炎限界粒径への到達が生じると、反応はこれ以上進行しなくなり、消炎が生じるということ強く指し示す結果が得られたと考えられる。



図 7 燃焼粒子の光跡

引用文献

- Essenhigh, R. H. Fundamentals of coal combustion. In: M. A. Elliott (Ed.), Chemistry of Coal Utilization, Wiley-Interscience, New York, 1981, pp. 1153-1312.
- Makino, A. Critical Size for the Particle Burn-out of Solid Carbon and/or Boron as the High-Energy-Density Fuel. *Combust. Flame*, **160** (2013) 742-744.
- 牧野. 炭素やホウ素といった高エネルギー密度燃料粒子の燃焼完結に不可欠な条件に関して. (2013), JAXA-RR-12-003.
- 牧野. 炭素粒子の燃焼完結に及ぼす粒子径の影響 - 着火限界に関する解析的研究 -. 第 49 回燃焼シンポジウム講演論文集(12 月, 横浜), 2011, pp. 76-77.
- 牧野. 高エネルギー密度燃料の燃焼完結に及ぼす粒子径の影響 - 炭素とホウ素の類似点に着目して -. 平成 23 年度宇宙輸送シンポジウム(1 月, 相模原), 2012, STCP-2011-080.
- 牧野. 高エネルギー密度燃料の燃焼完結に及ぼす粒径の影響 - 炭素を想定しての解析とホウ素への適用 -. 第 50 回燃焼シンポジウム講演論文集 (12 月, 名古屋), 2012, pp. 80-81.
- 牧野. 高エネルギー密度燃料の燃焼完結に及ぼす粒径の影響 - 炭素を想定した解析のさらなる精緻化 -. 第 51 回燃焼シンポジウム講演論文集 (12 月, 東京), 2013, pp. 474-475.
- 牧野. 固体粒子の燃焼に及ぼす粒径の影響 - 固体炭素の燃焼率ならびに燃焼完結条件に関連して -. 第 52 回燃焼シンポジウム講演論文集 (12 月, 岡山), 2014, pp. 478-479.
- 牧野. 固体燃料の燃焼に及ぼす粒径の影響 - 燃焼率ならびに燃焼完結条件に関する実験的比較 -. 第 53 回燃焼シンポジウム講演論文集 (12 月, つくば), 2015, 講演番号 E111.
- Makino, A. and Shintomi, M. Critical Condition Related to the Activation of Solid Fuel Particles; Comparisons with Experimental Results for Char Combustion in a Quiescent Environment. *Combust. Flame*, **162** (2015) 3156-3165.
- Makino, A. Critical Condition for the Particle Combustion of Carbon, Activated in a Hot, Quiescent Environment: Comparisons with Experimental Results. *Combust. Sci. Technol.*, **189** (2017) 991-1012.
- Makino, A. Critical Condition for the Combustion of Carbon Particle, to be Activated: Theory and Experimental Comparisons. *Combust. Sci. Technol.*, **191** (2019) 607-628.
- Makino, A. and Law, C. K. An Analysis of the Transient Combustion and Burnout Time of Carbon Particles. *Proc. Combust. Inst.* **32** (2009) 2067-2074.
- Spalding, D. B. Combustion of Fuel Particles. *Fuel*, **30** (1951) 121-130.
- Caram, H. S. and Amundson, N. R. Diffusion and Reaction in a Stagnant Boundary Layer about a Carbon Particle, *Ind. Eng. Chem., Fundam.* **16** (1977) 171-181.
- Libby, P. A. and Blake, T. R. Theoretical Study of Burning Carbon Particles. *Combust. Flame* **36** (1979) 139-169.
- Makino, A. and Sano, H. Critical Condition Relevant to the Extinction of a Carbon Particle in the Course of Combustion. *Proc. Combust. Inst.* **38** (2020). An open access publication at <https://doi.org/10.1016/j.proci.2020.06.339>
- 佐野, 牧野. 燃焼する炭素粒子の消炎に関する限界粒径-Oxy-fuel 燃焼への拡張-. 機械学会東海支部第 69 期総会・講演会講演論文集 (3 月, 名古屋), 2020, 講演番号 320.
- 牧野. 固体燃料の燃焼に及ぼす粒径の影響 - Oxy-fuel 燃焼における限界粒径 -. 第 58 回燃焼シンポジウム講演論文集 (12 月, Web 開催), 2020, 講演番号 D311.
- Wikipedia, Cardano's formula, Cubic equation, from https://en.wikipedia.org/wiki/Cubic_equation#Cardano's_formula
- Wikipedia, The general case along Ferrari's line, Quartic equation, from https://en.wikipedia.org/wiki/Quartic_equation#The_general_case,_along_Ferrari's_lines

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Makino, A. and Sano, H.	4. 巻 38
2. 論文標題 Critical condition relevant to the extinction of a carbon particle in the course of combustion	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. Combust. Inst.	6. 最初と最後の頁 4291-4299
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.proci.2020.06.339	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Makino, A.	4. 巻 5
2. 論文標題 Critical Condition for the Mass Burning Rate Constant of a Carbon Particle Activated; Comparisons with Experimental Result	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 SCIREA J. Energy	6. 最初と最後の頁 32-59
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Makino, A. and Sano, H.
2. 発表標題 Critical condition relevant to the extinction of a carbon particle in the course of combustion
3. 学会等名 The 38th International Symposium on Combustion（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 牧野 敦
2. 発表標題 固体燃料の燃焼に及ぼす粒径の影響—Oxy-fuel燃焼における限界粒径—
3. 学会等名 第58回燃焼シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐野颯飛, 牧野 敦
2. 発表標題 燃焼する炭素粒子の消炎に関する限界粒径 - Oxy-fuel 燃焼への拡張 -
3. 学会等名 日本機械学会東海支部第69期総会・講演会講演論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 牧野 敦
2. 発表標題 固体燃料の燃焼に及ぼす粒径の影響 - ふく射加熱時における限界条件 -
3. 学会等名 第57回燃焼シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐野颯飛, 牧野 敦
2. 発表標題 燃焼する炭素粒子の消炎に関する限界粒径
3. 学会等名 第57回燃焼シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 牧野 敦
2. 発表標題 固体燃料の燃焼に及ぼす粒径の影響 - 質量燃焼速度定数に関する限界条件 -
3. 学会等名 第56回燃焼シンポジウム
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------