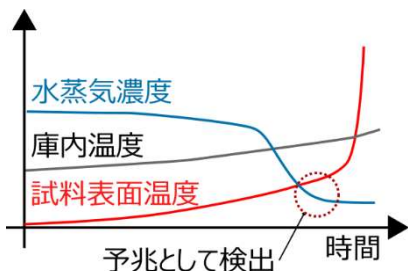
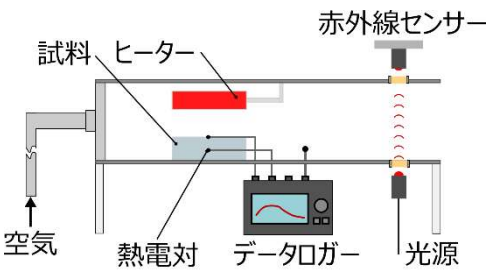


研究状況の概要【中間報告】

氏 名	山崎 拓也
1. 研究題目	グリル内で加熱される可燃物における着火条件の実験的検討
2. 研究内容	研究目的 ガスコンロに起因する火災は安全装置が導入されているにも関わらず、十数年横ばいである。一つの要因として、グリル内で油の多い食材やグリル内の炭化物が過熱により着火し、グリル内の可燃物の燃焼が挙げられる。固体の可燃物は一度着火してしまうと庫内に可燃物が存在する限り燃焼が継続するため、火災のリスクを低減するためには着火を未然に防ぐことが望ましい。一方で、調理される食材やグリル内の汚れ度合いなどは使用状況に依存し、グリル内で可燃物が着火する条件が異なることから、温度のみを閾値として発火を予測することは困難であると考えられる。本研究では、グリル内の可燃物を模擬した試料を製作し、着火の条件と着火に至るまでの兆候となる特徴量を検討する。 実施計画と研究方法 グリル内の可燃物が着火する条件と、着火に至るまでに兆候となる特徴量を実験的に検討するため、着火実験装置及び試料製作と特徴量抽出のためのガス分析方法の構築を、以下の計画で実施する。 2024 年度（1 年目）：グリル内可燃物の模擬試料と着火実験装置の製作と着火実験 2025 年度（2 年目）：着火実験と着火の予兆となる特徴量の検討。 模擬試料の製作 グリル火災の原因となる油の多い食材とグリル内の炭化物の模擬試料の製作を試みる。例えば油の多い食材として魚を考えると、タンパク質と脂肪酸を水に溶かし、固めたものを模擬試料とする。 着火実験装置の開発 Fig.1 に着火実験用の着火実験装置の概略図を示す。矩形の流路を試験部とし一定量の空気を供給する。流路内の上部に試料を加熱するセラミックヒーターを設置する。試料の内部に熱電対を埋め込み、温度履歴を取得する。加熱条件を変化させ着火までの時間を計測し、試料の着火条件を検討する。 着火実験 着火実験装置と模擬試料を用いて着火実験を行う。着火実験では着火までの時間を計測し、試料の着火条件を調査する。着火理論による予測値と比較し、既存の着火理論が適用可能かを検討する。また、着火実験中のガスや煙をセンシングし、着火の予兆（Fig.2）となる特徴量を調査する。  Fig.1. 着火実験装置の概略図。 Fig.2. 着火の予兆のイメージ。

3. 研究成果、課題等

模擬試料の製作と評価

グリル火災の原因となる油の多い食材を模擬した試料の製作を検討した。文献（阿部宏喜，魚介の化学）より市販の魚で最も油分の含有量が多いのはサンマであった。サンマに含まれる水分や油分成分割合を参考に試料の成分を決定する。サンマに含まれる水分や油分成分などの割合を Table 1 に示す。

Table 1 サンマの魚肉中の成分組成.

水分 (%)	タンパク質 (%)	脂質 (%)	炭水化物 (%)
55.8	18.5	24.6	0.1

今回の検討では水分と油分のみで構成される試料を製作した。試料材料として水分には蒸留水、油分には α -オレイン酸を主成分とするえごま油を用いた。試料成型のため、脂肪酸グリセリンエステル（界面活性剤）と粉末寒天を添加した。作成した試料を Fig.3 に示す。本検討では試料が固まりやすいよう、水分が 88%，油分が 11%，寒天が 2%（脂肪酸グリセリンエステルが 0.1%以下）の組成で作成した。実際にグリルで試料を加熱したところ、試料が 100℃近くに達すると溶融する様子が観察された。形状維持にタンパク質が重要であることが予想されたため、今後はタンパク質を追加した模擬試料を作成する。



Fig.3. 模擬試料（水分 + 油分）.

着火実験装置の実験条件の検討

着火実験装置の開発に向け、着火装置の加熱強度を決定する必要がある。そこで、金網中心付近の熱流束の測定を試みた。Fig.4（左）に熱電対での計測位置を示す。熱電対はグリルトレイの金網の上にアルミホイルを敷き、ホイルの中央と、中央から上方向に 10 mm 離れた点に測定部を配置した。Fig.4（右）に、試料なしでのグリル内の温度履歴を示す。点火後、500 秒で安全装置が作動し、グリル内のバーナーが停止した。2 点の温度差から熱流束を算出すると、金網の表面で約 100 W/m² であであった。したがって、着火実験装置では試料表面で 100 W/m² 以上に設定可能な仕様を目標とする。

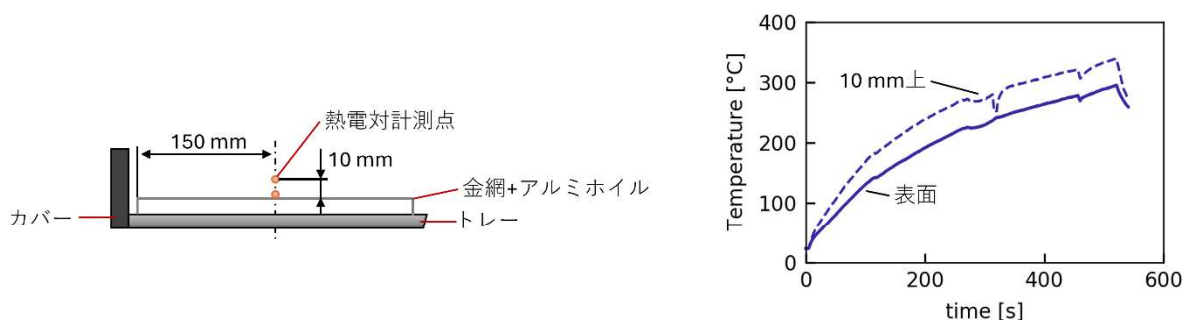


Fig.4. 試料なしでのグリル内の温度履歴.

グリル内での試料の着火挙動の検討

グリル内で可燃物が着火する要因を検討するため、サンマを試料として着火挙動を観察した。試料の観察はグリルのカバーに設置されている観察窓からビデオカメラで撮影した。Fig.5 にグリル内で加熱されるサンマが着火する様子を示す。グリルを点火から 1044.133 秒経過後にサンマの固体表面の着火が確認された。サンマの底面とアルミホイルの間のオレンジ色の部分は、サンマから流出した油分が変色したタール状の物質であるため、1044.066 秒までは未燃の状態である。サンマの表面が着火する直前に、サンマの底面とアルミホイルの隙間に油滴が着火したような火炎片、もしくは変質した油分の滴下が確認された。その直後、グリル内のバーナーから、サンマの表面に火炎が伝播し着火に至った。

Fig.6 にサンマの加熱時の温度履歴と熱電対の計測点を示す。熱電対の測定点はアルミホイル表面とサンマの内部（表面から 1~2 mm）に設置した。温度履歴からサンマが着火した際の試料温度は 190~200℃であった。この温度域でガス化する物質として考えられるのは、油分とタンパク質である。魚類の油分の成分の脂肪酸の引火点は 160~200℃とされ、また、タンパク質が熱分解によってガス化が急激に進行する温度は 200℃と報告されている（瀬戸，分析化学(9)，939-945（1960））。したがって、着火の要因として油分とタンパク質が考えられ、どちらのガス成分が着火の要因かを今後検討したい。

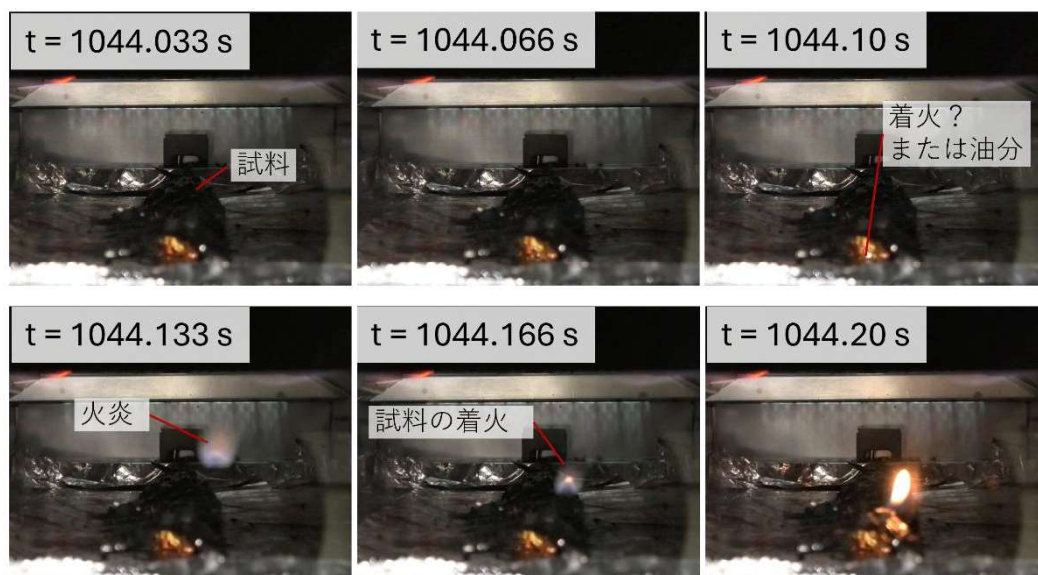


Fig.5. グリル内のサンマに着火する様子。

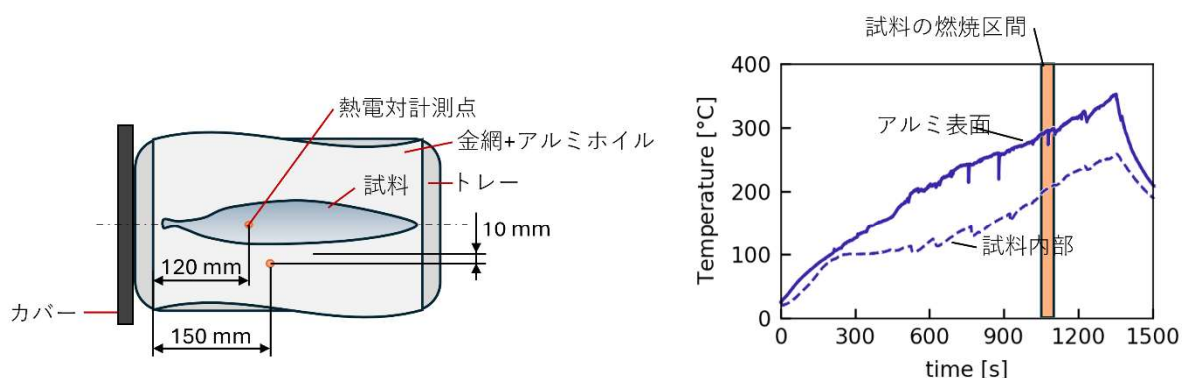


Fig.6. グリル内の試料（サンマ）と温度計測点の配置図とその温度履歴。

4. 今後の予定 （助成希望金額とその使途についてもご記入願います）

実施計画

2024 年 12 月までに、グリル内可燃物の模擬試料の製作方法の検討、着火実験装置の製作のための予備実験、およびグリル内で可燃物が着火する要因の予備検討を、おおむね当初の計画通り実施することができた。今後も当初の計画通り、以下の方針で研究を実施予定である。

- 2024 年度（1 月～3 月）：グリル内可燃物の模擬試料と着火実験装置の製作。
- 2025 年度（2 年目）：着火実験と着火の予兆となる特徴量の検討。

模擬試料の製作と評価

予備実験で製作した試料にはタンパク質が含まれていないため、タンパク質を含めた試料を製作する予定である。“グリル内での試料の着火挙動の検討”の結果から、タンパク質由来の熱分解ガスも着火挙動に影響を及ぼしている可能性があるため、魚や肉などに含まれるタンパク質に性質の近い物質を調査し、選定する。また、魚や肉、製作した模擬試料の熱重量分析を実施し、熱分解特性を評価する。

着火実験装置の製作と着火実験

予備実験により、グリル内での試料の加熱条件が明らかとなったため、着火実験用の装置製作を進める予定である。着火条件における温度以外の特徴量の検討のため、可燃物の加熱時に生成される煙と水蒸気を簡易な赤外線センサーを用いて計測する予定である。

成果発表

本研究に関する成果を、日本燃焼シンポジウム、または日本火災学会研究発表会で発表予定である。