

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)
研究領域「環境・エネルギー分野「地球規模の環境問題の解決に資する
研究」」

研究課題名「低品位炭とバイオマスのタイ国におけるクリーンで効率的な
利用法を目指した溶剤改質法の研究」

採択年度：平成 25 年度/研究期間：5 年/相手国名：タイ王国

平成 27 年度実施報告書

国際共同研究期間*1

平成 25 年 12 月 16 日から平成 30 年 12 月 15 日まで

JST 側研究期間*2

平成 25 年 5 月 20 日から平成 31 年 3 月 31 日まで

(正式契約移行日 平成 25 年 12 月 20 日)

*1 R/D に記載の協力期間 (JICA ナレッジサイト等参照)

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=R/D に記載の協力期間終了日又は当該年度末

研究代表者：三浦 孝一

京都大学エネルギー理工学研究所・特任教授

I. 国際共同研究の内容（公開）

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

平成 27 年度はほぼ計画に沿って研究を実施した。一部の変更については表中に赤線で表に示すとともに表の下に変更に至った理由を記した。

表 1 研究計画

| 研究題目・活動 | スケジュール | | | | | |
|--|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | H25年度 (10ヶ月) | H26年度 | H27年度 | H28年度 | H29年度 | H30年度 |
| 研究項目1:「溶剤改質法」による低品位炭とバイオマスの効率的脱水と改質 | | | | | | |
| 1.1 オートクレーブ(0.5 L)を用いたバッチ試験による低品位炭、バイオマスの溶剤改質挙動評価 | → | | | | | |
| 1.2 オートクレーブ(0.5 L)を用いたバッチ試験による最適条件の探索 | → | | | | | |
| 1.3 Soluble、改質燃料の詳細な特性評価 | | → | | | | |
| 1.4 小規模半連続抽出装置 (1 kg/h) の設計と製作 | | → | | | *1 | |
| 1.5 小規模半連続抽出装置 (1 kg/h) を用いた試験 | | ← | 輸出 | | → | *2 |
| 1.6 溶剤改質法のパイロットプラント建設 (10 ton/day) のための概念設計 | | | | | ← | → |
| 研究項目2:「溶剤改質」と「高効率脱硫・改質」によるバイオマスからの新規Bio-fuelの製造への本改質法の適用性の検討 | | | | | | |
| 2.1 回分反応器 (0.5 L) 試験によるBiofuels製造の最適条件の探索 | → | | | | | |
| 2.2 溶剤改質物の脱硫ならびにアップグレード法の開発 | | → | | | | |
| 2.3 製造した新規Biofuelのガスタービンによる燃焼試験 | | | | → | | |
| 2.4 新規Biofuel 製造プロセスのフィージビリティスタディ | | | | | | → |
| 研究項目3:「溶剤改質」で生成するSolubleの機能性炭素材料への変換 | | | | | | |
| 3.1 Solubleの炭素材料源としての特性評価 | → | | | | | |
| 3.2 Soluble からの炭素繊維ならびにカーボンブラックの製造可能性検討 | → | | | | | |
| 3.3 小規模炭素繊維製造装置の製作とそれによる炭素繊維製造試験 | | | ← | → | | |
| 3.4 パイロットプラント建設のための概念設計 | | | | | | → |
| 研究項目4:「溶剤改質」で生成する改質燃料・残渣の高効率・クリーン燃焼・ガス化 | | | | | | |
| 4.1 熱天秤 (TG) を用いた改質燃料・残渣の燃焼・ガス化挙動基礎検討 | → | | | | | |
| 4.2 気流層反応装置 (DTF) を用いた改質燃料・残渣の燃焼・ガス化挙動検討(CRIEPI) | → | | | | | |
| 4.3 流動層反応装置 (FB) を用いた改質燃料・残渣の燃焼・ガス化挙動検討(CRIEPI) | | → | | | | |

- 1) 発注業務は 28 年度 5 月に開始したが、国際入札に 3 カ月、さらに製作に 7 カ月を要することから、設置は 29 年 3 月になる予定である。
- 2) 1) の変更に伴い、導入機材を用いた実験は装置設置後から開始となる。
- 3) 炭素繊維製造の可能性が示唆されたので前倒しで実施。
4.1 に関連して、DTF の発注は国際入札に 3 カ月、さらに製作・設置に 7 カ月を要したが、28 年 1 月に JGSEE への設置が完了した。

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト

(1) プロジェクト全体

・プロジェクト全体のねらい

本プロジェクトでは、タイ国と日本の研究者が緊密な連携をとりながら、「溶剤改質法」という新規な技術を基盤技術として、低品位炭とバイオマス廃棄物を高効率で液体燃料、炭素材料、電力などに転換することによって、低品位炭とバイオマス利用の抱える問題を解決し、地球規模のエネルギー・環境問題の解決への貢献を目指す。

・当該年度の成果の達成状況とインパクト等

① プロジェクトの円滑な遂行に向けた協議

また、JST 代表者 2 名、JICA タイ事務所所長他 2 名と、日本側、タイ側のほぼ全メンバー参加の下にアユタヤの PTT-RTI にて成果報告会を開催、全研究機関からの成果報告と今後の計画について協議した。併せて JCC 会議を開催し、研究進捗状況と今後の計画について共通の認識を得ることができた。また、タイ側主要メンバーの参加も得て、平成 28 年 2 月には秋田大学にて全体集会を開催した。これら以外に、導入機材の選定、設計、運転などに関して日本側のそれぞれの研究機関がタイ側と密接に協議した。特に、本年度 JGSEE に導入した大型機材のドロップチューブ炉の設計、試運転には電力中央研究所のメンバーが全面的に支援した。さらに、神戸製鋼所メンバーの全面的支援を得て、平成 28 年度に PTT へ導入予定の大型の半連続型溶剤改質装置（研究題目 1，2 に関連）についての概念設計、設置場所の決定、仕様策定が終了し、平成 28 年度早々に入札・発注手続き開始の予定である。





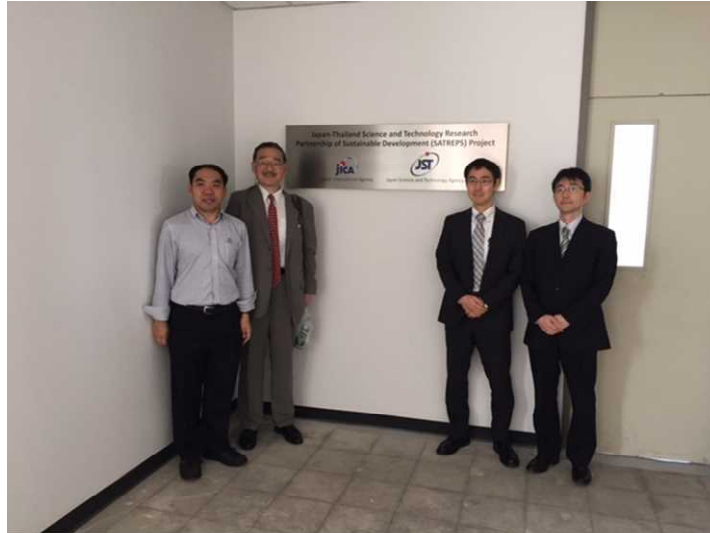
アユタヤの PTT-RTI における成果報告会と JCC 会議の開催（平成 27 年 11 月 16 日）



秋田大学における全体会議（平成 28 年 2 月 12 日）

② 専門家の派遣と研修員の受入れ

添付資料と各研究グループの活動に記すように、日本側メンバーのべ 34 名が 271 人日間にわたりタイ国に出張、タイ側メンバーのべ 9 人を 123 人日間にわたって日本の研究グループが分担して受入れ、種々の実験技術の習得と技術移転に努めた。また、JGSEE/KMUTT の Bangkhuntien キャンパス 3 号館 6 階に本プロジェクト専用の事務所が開設され、JICA 業務調整員が常時駐在するとともに、日本側専門家の活動拠点となっている。



JST 見学者のプロジェクト事務所訪問（平成 27 年 6 月）

③ 共通試料の調製と全研究機関への配布

26 年度に稲わらを原料として、350°C・1 時間の抽出条件でメチルナフタレンを溶剤として共通評価試料を神戸製鋼所グループが調製し、連携する研究機関へ提供したが、今年度は PTT から供給された石炭を用いて同様に共通評価試料を神戸製鋼所グループが調製し、連携する研究機関へ提供するとともに収率構造と製造試料の物性値を整理した。

④ 機材の導入によるタイ側の研究の本格化

小型炭素繊維紡糸装置、EDS 機能付操作電子顕微鏡、熱天秤、熱天秤用水蒸気導入装置、炭素・硫黄同時分析装置、原子吸光分光光度計の併せて 5 点の機材を JGSEE/KMUTT へ 5 月に導入した。すべての機材調達は京都大学で実施し、タイ国に輸出した。さらに、ドロップチューブ炉（0.1 kg/h）を国際入札し、輸出等の諸手続きを経て平成 28 年 1 月 4 日に JGSEE/KMUTT へ導入した。研究代表者は、すべての機材の設置・調整と運転に立ち合い、無事すべての機材が導入され、正常に作動することを確認した。これら導入機材と前年度に導入された機材を用いてタイ側の研究が徐々に軌道に乗りつつある。



熱天秤と熱天秤用水蒸気導入装置



炭素・硫黄同時分析装置



EDS 機能付操作電子顕微鏡



小型炭素繊維紡糸装置



原子吸光分光光度計

平成 27 年 5 月に JGSEE/KMUTT へ導入した機材



平成 28 年 1 月に JGSEE/KMUTT へ導入したドロップチューブ炉 (0.1 kg/h)

(2) 京都大学グループ

研究題目：研究総括ならびに溶剤改質法の高効率化と Soluble の高機能性炭素材への転換

① 研究のねらい

原料種、溶剤種、処理条件が「溶剤改質」の生成物分布に及ぼす影響と、溶剤と抽出物の効率的分離法を神戸製鋼所グループ、JGSEE/KMUTT、PTT と連携して詳細に検討し、「溶剤改質」技術の高効率化を図るとともに社会実装のための基礎データを蓄積する。さらに、神戸製鋼所で稲わら（RS と略記）、ならびに PTT から供給された石炭（PTT Coal と略記）から調製され各機関に配布された共通 Soluble 試料を原料として、炭素材料、特に炭素繊維を製造する技術開発のための諸基礎的検討を実施する。また、研究が全体として所期の目的を達成できるよう統括する。

② 研究実施方法

溶剤改質技術の高効率化については、前年度に引き続き、特にバイオマスを対象に改質過程の変化を詳細に調べることで、改質機構の検討を実施した。炭素材料、特に炭素繊維を製造する技術開発に関しては、2種類の共通 Soluble 試料を原料として、紡糸に適した特性を持つように改質する方法について検討を加えた。

③ 当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

(a) 溶剤改質法の高効率化に関する研究

1. 緒言

提案プロセスの操作条件最適化のためには、改質機構を詳細に理解することが必要であるとの考えのもと、前年度に引き続き、特にバイオマスを対象に改質過程の変化を詳細に調べることで、改質機構の検討を実施した。

2. 実験

2.1 溶剤処理実験

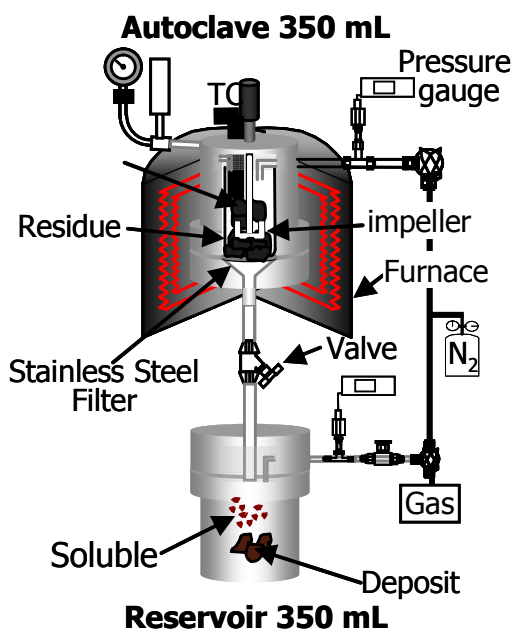


図1 溶剤処理に用いた実験装置の概要

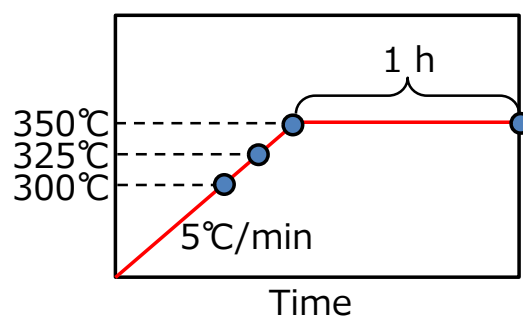


図2 溶剤処理実験の温度プロファイル

試料には、バイオマス廃棄物の主成分であるセルロース（試薬）を用いた。溶剤には 1-メチルナフタレン（1-MN）を用いた。

溶剤処理に用いた実験装置の概要を図 1 に示す。下部に孔径 0.5 μm の SUS 製フィルターを設けた容量 350 cm^3 の SUS 製オートクレーブに、水分を含んだままの試料約 15 g-daf を充填し、1-MN を約 300 cm^3 導入した。図 2 に示すように、約 5°C/min の昇温速度で 350°C までオートクレーブを加熱後、1 hr 保持する処理過程の途中、すなわち 300°C、325°C、350°C 到達時、ならびに 350°C で 1 hr 保持した時点で処理を止め、それぞれの温度でフィルター下のバルブを開放することにより、抽出液と抽出されない成分（Residue）をろ過分離した。取り出した抽出液を常温まで冷却、ろ過することにより、常温では析出する成分（Deposit）と常温でも溶剤に可溶性成分に分離した。後者の成分について、ロータリーエバポレーターで 140°C において溶剤を除去した後に回収される固体成分を Soluble、溶剤とともに蒸発する成分を Liquid とした。

比較として昇温速度を大きくした溶剤処理実験を実施するため、容量約 12 cm^3 の小型 SUS 製オートクレーブを用いた。試料約 0.5 g-d.a.f. と 1-MN 10 cm^3 を導入後、窒素置換して封入した小型オートクレーブを 350°C に保たれた流動砂浴に投入して、約 60°C/min の速度で昇温した。350°C に到達後、保持なし、あるいは 1 hr 保持の条件で処理を行った後、急冷し、室温でろ過分離することにより、1-MN に不溶性固体（Deposit と Residue の混合物に相当）と 1-MN に可溶性成分に分離した。後者の成分について、ロータリーエバポレーターで 140°C において溶剤を除去した後に回収される固体成分を Soluble、溶剤とともに蒸発する成分を Liquid とした。

2.2 生成物の分析

各固体生成物の分析として、元素分析（CHN コーダー、Yanako; MT-6）、熱重量分析（Shimadzu; TGA-50）を実施した。熱重量分析では、試料を窒素雰囲気下で 10°C/min の昇温速度で 900°C まで加熱した際の重量変化を測定した。また、Liquid に含まれる H₂O 以外の成分を同定するため、ガスクロマトグラフ（Shimadzu; GC-2010, カラム DB-5HT (Agilent Technologies)）による分析を行った。

3. 結果と考察

図 3 に典型的な処理条件の処理過程における各生成物の収率を示す。300°C での主生成物は Residue であったが、300°C から 350°C に昇温する過程で Residue の収率は大きく減少し、ガス、Deposit、Soluble の収率が増加した。350°C に到達した時点での主固体生成物は Soluble であり、その収率は 34 wt% に上った。一方、Liquid の収率は 300°C から 325°C の間では増加し、325°C から 350°C の間で減少に転じた。Liquid の主成分は元素収支から H₂O であることがわかっているが、H₂O 以外の成分、すなわち、有機成分（含炭素成分）の挙動を調べるため、処理過程における各生成物の炭素収支を取った結果を、図 4 に示す。図より、Liquid の有機成分の炭素収率は 300°C での 8% から 325°C での 29% まで増加し、325°C から 350°C の間にほぼ消失した。325°C から 350°C で炭素収率が増加したのは、Soluble のみであったことから、少なくとも Liquid となる低分子量の有機成分から Soluble に転化する反応経路が存在することが明らかとなった。言い換えると、目的生成物の Soluble（の少なくとも一部）は、セルロースが一度 Liquid となるぐらいまで低分子化した後に、逐次的に高分子化して生成した可能性を示しており、この逐次反応の相対的な反応速度を、温度プロファイル、サンプル/溶剤比、溶剤種により変えることによって Soluble の収率や性状を制御しうる可能性を示唆している。

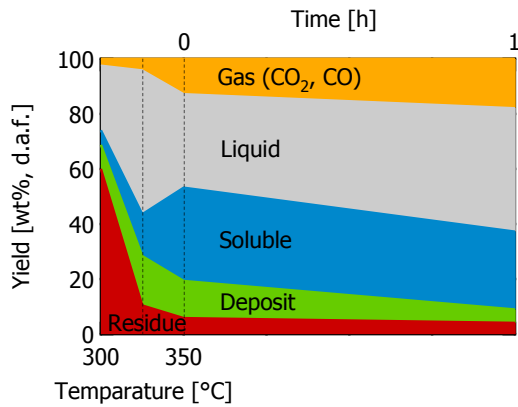


図3 処理過程における各生成物の収率

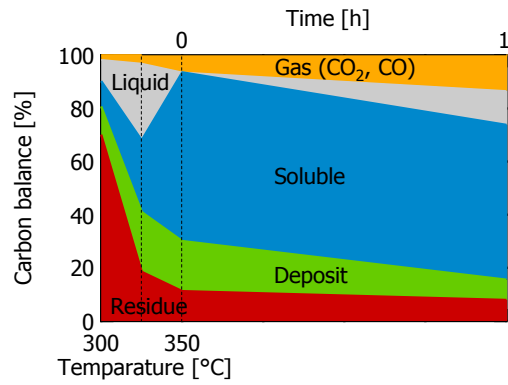


図4 処理過程における各生成物の炭素収率

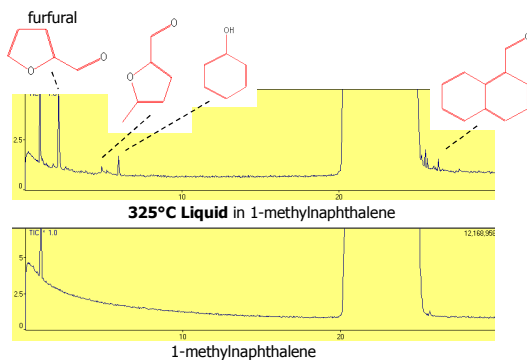


図5 Liquid のガスクロマトグラム

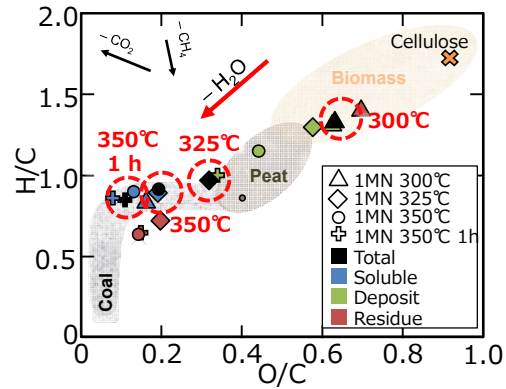


図6 各処理過程の生成物の O/C vs H/C プロット

図5に325°Cで得られたLiquidを含む1-MNのガスクロマトグラムを、1-MNのガスクロマトグラムとともに示す。図より、325°CのLiquidにはフルフラールなどの5員環化合物が主に存在し、フェノールも検出された。これらの含酸素化合物がSolubleの前駆体となっていることが示唆された。

図6に生成物のO/C vs H/Cプロットを示す。脱水反応をとめない固体生成物全体のO/Cは300°CまでにセルロースのO/Cの約2/3となり、325°CではセルロースのO/Cの約1/3にまで大きく減少した。325°Cでの固体生成物のH/Cは0.99、O/Cは0.33であり、同温度のLiquidに多く含まれたフルフラールのH/C(0.8)、O/C(0.4)と比較的近かったことから、図5の結果は妥当であると考えられる。これらの結果より、セルロースは大きな脱水反応をとめないながら最小でフルフラール程度まで低分子化されることが明らかとなった。

以上の結果を踏まえ、Solubleの収率、性状を制御すべく、温度プロファイル、サンプル/溶剤比、溶剤種の影響を検討することとした。一例として、温度プロファイルの影響を検討した結果を示す。図7に、従来よりも大きい昇温速度(約60°C/min)で処理を行った場合の各成分の収率を示す。図3と図7を比較すると、昇温速度の増大によってLiquidの収率が増加し、Solubleの収率は減少したことから、両方で反応挙動が大きく異なることがわかる。その結果、図8に示すようにSolubleの性状が大きく変化した。反応機構にもとづき処理条件を適切に選択すれば、例えば炭素繊維の製造にとって望ましい性状のSolubleを、溶剤処理の段階で製造しうる可能性が示唆された。

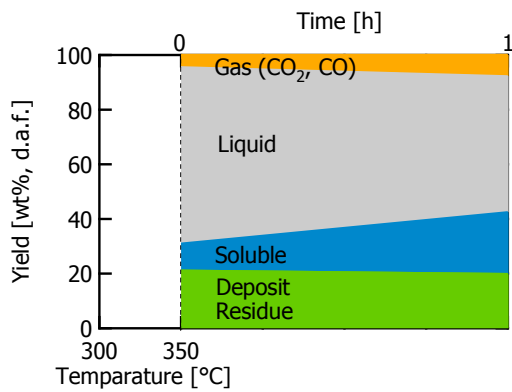


図7 約60°C/minでの各生成物の収率

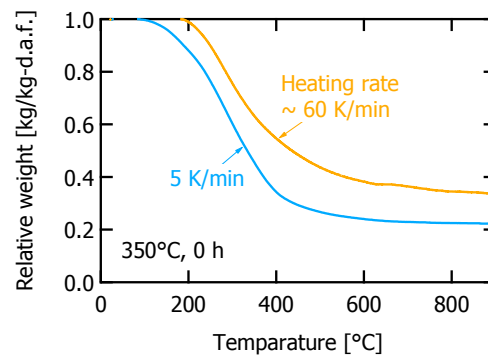


図8 Solubleの熱重量変化挙動に及ぼす昇温速度の影響

4. まとめ

提案プロセスの操作条件の最適化を目的に、特にバイオマスを対象に溶剤改質法における改質機構を検討したところ、セルロースが脱水反応をとめないながら、一度溶剤と同程度の沸点を有する成分にまで低分子化した後に、逐次的に高分子化して目的生成物の Soluble (の少なくとも一部) が生成する機構が明らかとなり、この逐次反応の相対的な反応速度を、温度プロファイル、サンプル/溶剤比、溶剤種などの条件により変えることによって、Solubleの収率や性状を制御しうる可能性が示された。

(b) Soluble から炭素繊維を製造するための要素技術の高度化に関する検討

1. はじめに

上に述べたように、計画通り小型の単繊維連続紡糸装置を JGSEE/KMUTT へ導入した。これにより、京都大学と JGSEE/KMUTT がより緊密に連携をとりながら諸検討を実施できるようになった。原料として、前年度までの共通試料の稲わら由来の Solubleに加えて、石炭からの Soluble として、PTT から供給された石炭から調製した Soluble を用いた。本年度は両 Soluble について、紡糸に適した特性を持つように改質する方法について検討を加えた。

2. 実験、実験結果と考察

2.1 用いた共通 Soluble 試料の特性と炭素繊維製造のための前処理

表1 検討に用いた Soluble と炭素繊維用 Oil pitch の元素分析値

| Soluble | Elemental composition [%, d.a.f.] | | | |
|------------|-----------------------------------|-----|-----|----------|
| | C | H | N | O (dif.) |
| PTT coal | 83.0 | 7.4 | 0.7 | 8.9 |
| Rice straw | 82.3 | 7.0 | 1.6 | 9.1 |
| Oil pitch | 94.0 | 5.3 | 0.3 | 0.5 |

共通試料として、神戸製鋼所から平成26年度に提供された RS Soluble と平成27年度に供給された PTT Coal Soluble の元素分析値を表1に示す。併せて、炭素繊維の工業的製造に用いられている石油由来のピッチ (Oil pitch と略記) の元素分析値も示す。2種類の Soluble の元素分析値は非常に近い値をとる。

Oil pitch と比べると、Soluble は炭素含有率が小さく、酸素と水素の含有率が大きい。

図 9 と図 10 に、窒素気流中で 10 °C/min の昇温速度で測定した Soluble と Oil pitch の熱重量 (TG) 曲線と熱重量 (TG) 曲線を示す。400°C程度までの重量変化は、原料にもともと含まれていた低分子量成分の揮発、それより高い温度域では原料の分解によって生成した低分子量成分の揮発による重量減少と考えられる。元素分析値からも予想される通り、Soluble は Oil pitch よりも多くの低分子量成分を含んでいることがわかる。これを反映して、TMA 曲線に示すようにいずれの Soluble も 100°C程度でほぼ完全に溶融した。一方、Oil pitch は 150°C程度から軟化し、250°Cで完全に溶融した。

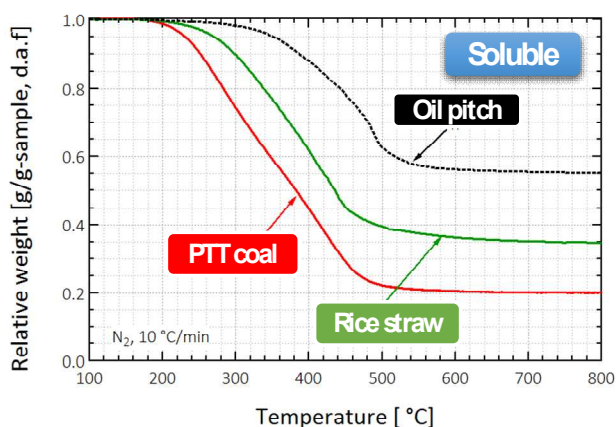


図 9 用いた Soluble の熱重量 (TG) 曲線

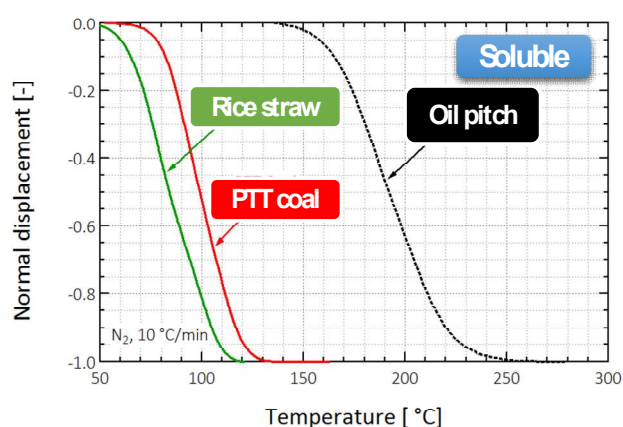


図 10 用いた Soluble の熱重量 (TG) 曲線

一般に、融点の低い原料を用いると紡糸は容易であるが不融化が困難、融点の高い原料では不融化は容易だが紡糸が難しいというように、紡糸の容易さと不融化の容易さとはトレードオフの関係にあることが知られている。Oil pitch はそれらの条件を最適化するように調製されたものと考えられたので、紡糸の容易さと密接に関係する融点が Oil pitch と近く、すなわち、Soluble の TMA 曲線は Oil pitch の TMA 曲線とほぼ同じになるように Soluble を前処理することとした。融点を上昇させる前処理法としては、~400°Cで空気を試料中に流通させて原料の一部を酸化する方法 (Air blowing と呼ばれることがある) と、低分子量成分のみを取り除く方法として窒素気流中で処理する方法が考えられた。そこで、まず、両法によってどのように重量が変化するかを、熱天秤を用いて検討した。図 11 は、10 mg程度の RS Soluble を試料皿に入れて、100 mL/min の流量の窒素あるいは空気を流しながら 10 °C/min の昇温速度で昇温した際の重量変化を示す。窒素中での重量変化 (Pyrolysis と表記、図 1 の TG 曲線に対応) は上述のように、400°C程度までは原料にもともと含まれていた低分子量成分の揮発である。固体有機物の空気中での重量変化は、一般に低温度域では酸化速度が小さいためほぼ窒素中での重量変化 (すなわち低分子量成分の揮発) と一致するが、300°C程度からは酸化速度が揮発速度 (あるいは熱分解速度) より大きくなるため、窒素中よりも大きく重量が減少することが知られている。ところが、RS Soluble の場合は 230°C程度までは窒素中、空気中での重量変化はほぼ同じであるが、230°Cを超すと窒素中ではさらに大きく重量が減少するのに対して、空気中では大きな重量減少が見られず、400°C付近からようやく重量が大きく減少し始め、500°C付近でやっと窒素中よりも大きな重量減少を示すようになった。これは予想外の結果であるが、空気中 230~500°Cで重量減少しないということは、Soluble のような炭化水素混合物をこの温度域にて空気 (酸素) で処理することにより、収率を大きく減らすことなく原料をより分子量の大きい炭化水素に変換できることを示している。これが Air blowing が炭素繊維の原料の前処理法とし

て用いられる理由と考えられる。

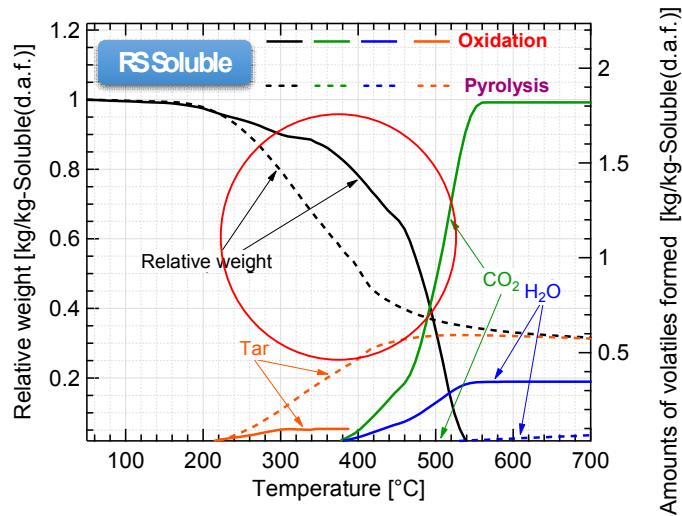


図 11 RS Soluble を空气中 (Air blowing) と窒素気流中で昇温した時の重量変化と揮発分の生成速度

紡糸性は原料の軟化・溶融性と密接に関係するので、まず Soluble の TMA 曲線をできるだけ Oil pitch のそれに一致させ得る前処理法を探索した。図 12 に、RS Soluble を 2 つの方法により 300~350°C で種々の条件下で処理した結果の例を示す。最終的に、窒素気流中 300°C で 1 時間、あるいは空气中 300°C で 85 分処理することにより、Oil pitch とほぼ同じ TMA 曲線を示すように処理できた。一方、PTT Soluble の場合は、種々の条件で検討したところ、図 13 に示すように、250~300°C の Air blowing により Oil pitch に TMA 曲線を示す試料が得られた。しかし、これらを紡糸することはできなかった。その原因は、図 5 に示すように処理した Soluble は Oil pitch より低温で軟化が始まり、かつ完全に溶融するにはより高温が必要なことから判断して、Air blowing によってもまだ低分子量成分が残留しているにもかかわらず、一部はより高分子化したためと考えられた。これは、図 9 に示すように、PTT Soluble がより低分子の成分を含んでいるためである。そこで、2 つの前処理を施す前に、シクロヘキサンで PTT coal Soluble を抽出処理 (室温で、150 μm 以下に粉碎した Soluble とシクロヘキサンを 1 : 12 で混合) して軽質分を除いた Soluble (Ext. Soluble と略記) に 2 つの処理を施した。

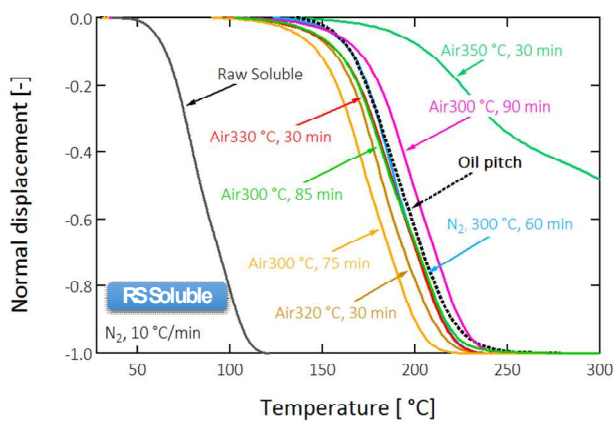


図 12 前処理を施した RS Soluble の TMA 曲線

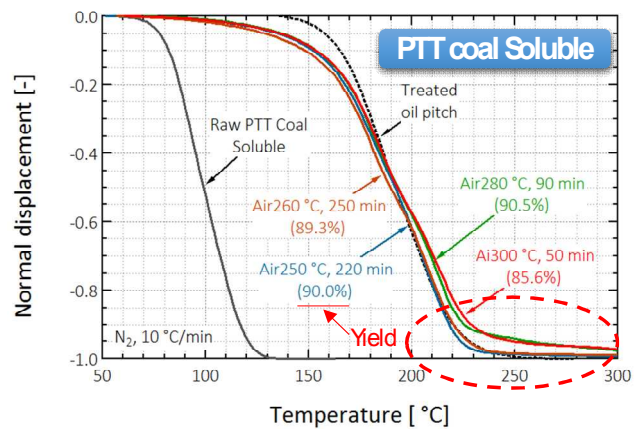


図 13 前処理を施した PTT coal Soluble の TMA 曲線

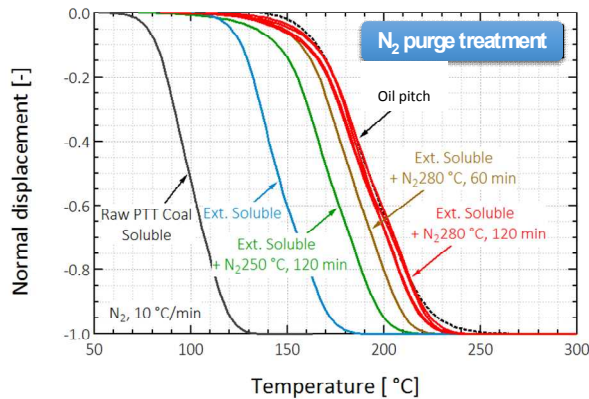


図 14 ヘキサン抽出後に窒素気流中での前処理を施した PTT coal Soluble の TMA 曲線

その結果、図 14 に示すように、窒素気流中 280°C で 2 時間処理することによって、Oil pitch に TMA 曲線を示す試料が得られた。

TMA 曲線で示される変化の他に、前処理により Soluble がどのように変化したかの検討結果の一例として、RS Soluble から得られた処理試料の FTIR スペクトルを Oil pitch と比較した結果を図 15 に示す。処理した Soluble は Oil pitch と同じ波数で吸収が見られ、Oil pitch が Aromatic C-H に富んでいる以外はほぼ同じスペクトルが得られた。

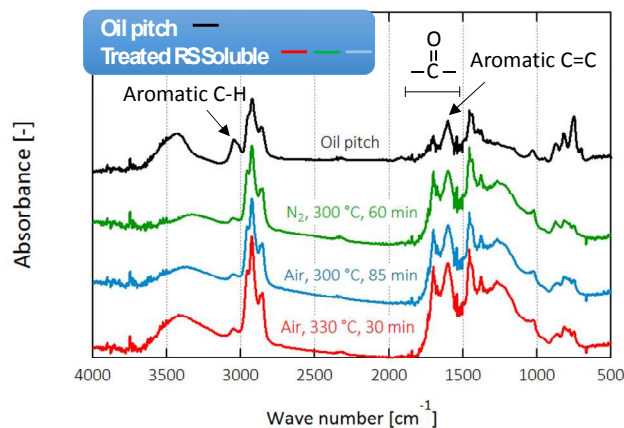


図 15 RS Soluble の前処理に伴う FTIR スペクトルの変化

2.2 炭素繊維の製造法と得られた炭素繊維の特性

以上のように処理した Soluble を、図 16 に示す紡糸装置を用いて図中の条件で紡糸してピッチ繊維 (Spun fiber と略記) を得た。得られたピッチ繊維を 10 cm 長に切断して石英製のボートに入れ、空気気流中で室温から 300°C まで 0.5 °C/min で昇温し、300°C で 1 時間保持 (不融化) して不融化繊維 (Stabilized fiber) を得た。最後に、不融化繊維を窒素気流中で室温から 900°C まで 5 °C/min で昇温し、900°C で 1 時間保持して炭素繊維 (Carbon fiber) を得た。

図 17 に、例として RS Soluble を空気中 300°C で 85 分処理した Soluble を紡糸したピッチ繊維をロールに巻取る様子を示す。繊維は切れることなく巻き取られている。図 18 には得られたピッチ繊維と、それから得られた不融化繊維と炭素繊維の写真を示す。不融化、炭素化と処理するに伴い、繊維が収縮しているのがよくわかる。

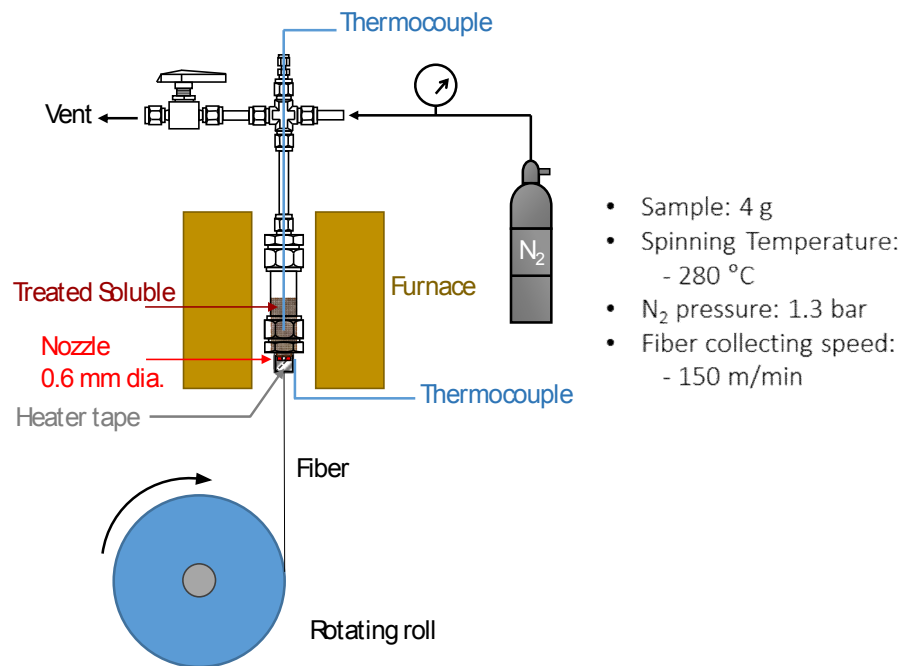


図 16 用いた紡糸装置と採用した紡糸条件

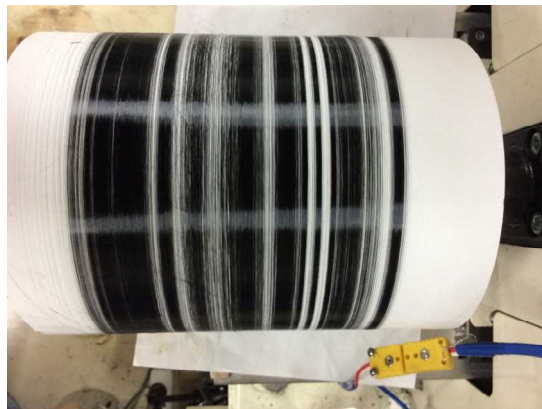


図 17 RS Soluble を空气中 300°C で 85 分処理した Soluble を紡糸したピッチ繊維をロールに巻きとった様子

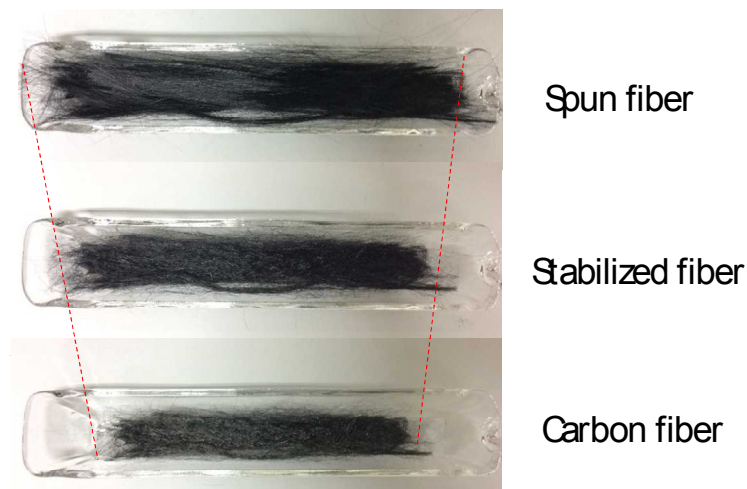


図 18 RS Soluble を空气中 300°C で 85 分処理した Soluble から得られたピッチ繊維、不融化繊維、ならびに炭素繊維（白金ボートの長さは 10 cm）

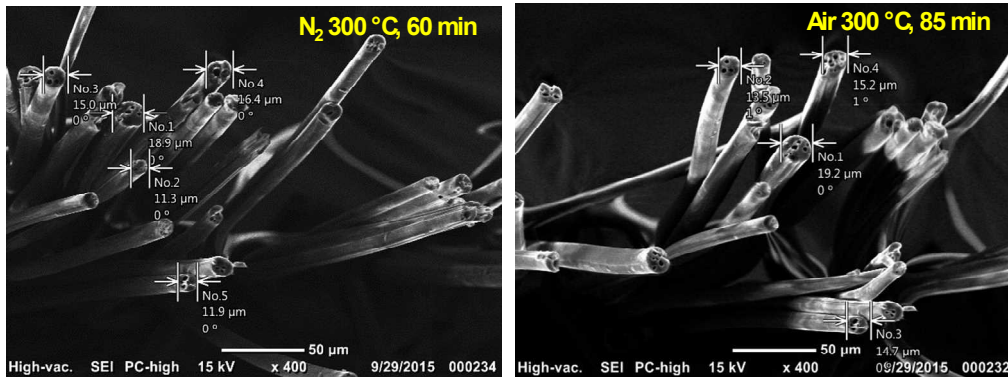


図 19 RS Soluble を窒素気流中 300°C で 1 時間、ならびに空气中 300°C で 85 分処理した Soluble から得られた不融化繊維の SEM 写真

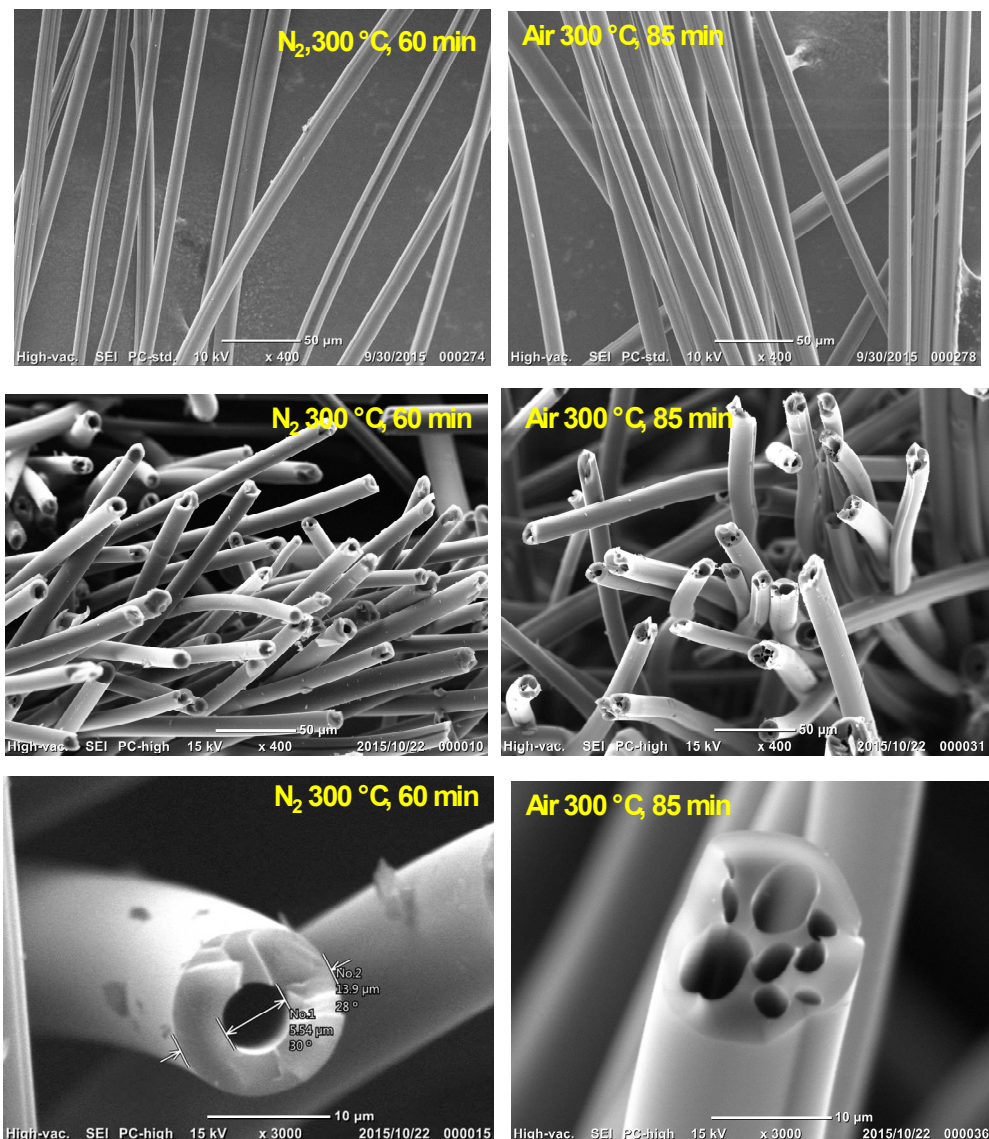


図 20 RS Soluble を窒素気流中 300°C で 1 時間、ならびに空气中 300°C で 85 分処理した Soluble から得られた炭素繊維の SEM 写真

図 19 に、RS Soluble を窒素気流中 300°C で 1 時間、ならびに空气中 300°C で 85 分処理した Soluble

から得られた不融化繊維の写真および図 20 には炭素繊維の SEM 写真を示す。図 20 より、直径 10 数 μm の均一な炭素繊維が得られたことがわかる。断面を観察すると、非常に興味深いことに、窒素気流中で処理した Soluble の場合は大きな一つの細孔が、空气中で処理した Soluble の場合は複数の細孔が、いずれも繊維の軸方向に存在する中空状の炭素繊維が得られた。この細孔は、図 21 に示すように、不融化繊維に存在することから、紡糸、不融化のいずれかの段階で生成したと考えられるが、不融化時には種々のガスが生成することから、不融化に生成したと思われる。いずれにしても、RS Soluble を原料として中空状の炭素繊維を製造することができた。

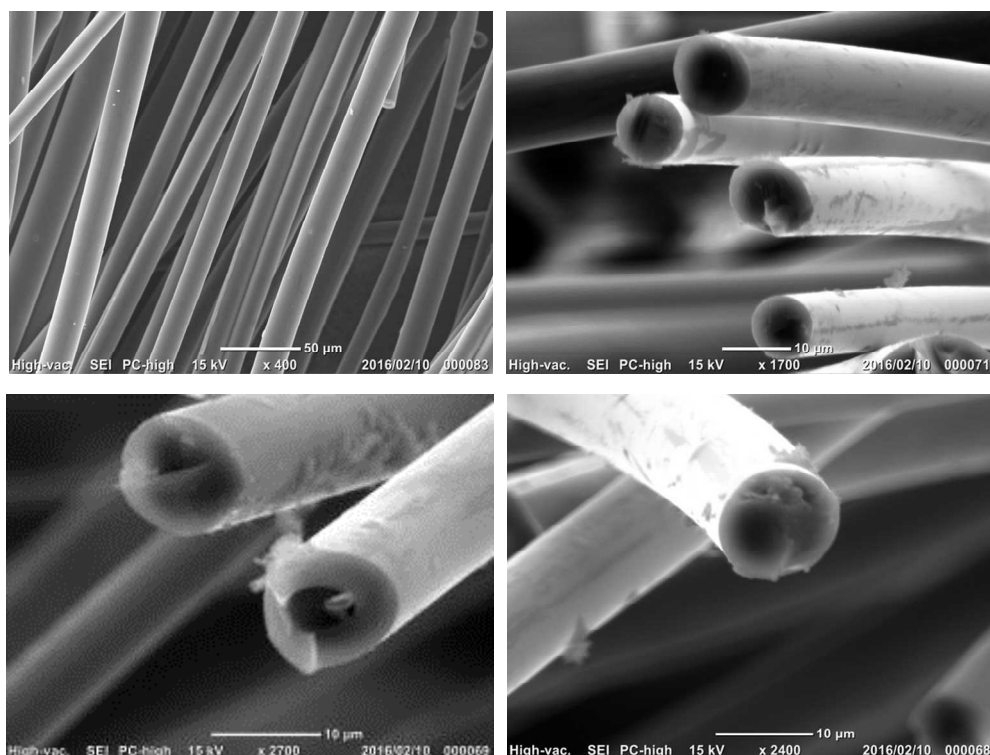


図 21 PTT Coal Soluble をヘキサン抽出したのち窒素気流中 280 $^{\circ}\text{C}$ で 2 時間処理した Soluble から得られた炭素繊維 PTT の SEM 写真

表 2 Soluble の前処理、不融化処理、炭素化処理に伴う収率と元素組成の変化

| Sample | Elemental composition [%, d.a.f.] | | | | Yield [wt %] | |
|--|-----------------------------------|-----|-----|----------|--------------------|---------------|
| | C | H | N | O (dif.) | Ext. Soluble basis | Soluble basis |
| Rice Straw (RS) | | | | | | |
| Soluble | 82.3 | 7.0 | 1.6 | 9.1 | - | - |
| Treated RS Soluble (N ₂ 300 $^{\circ}\text{C}$, 60 min) | 84.4 | 6.5 | 2.0 | 7.2 | - | 77.3 |
| Stabilized fiber | 61.8 | 2.5 | 1.6 | 34.2 | - | 70.4 |
| Carbon fiber (Air 300 $^{\circ}\text{C}$, 85 min) | 82.1 | 1.6 | 1.8 | 14.5 | - | 40.1 |
| Stabilized fiber | 84.7 | 6.6 | 1.7 | 7.0 | - | 89.3 |
| Carbon fiber | 61.8 | 2.8 | 1.7 | 33.8 | - | 81.6 |
| Carbon fiber | 83.8 | 1.5 | 1.7 | 13.0 | - | 44.4 |
| PTT coal | | | | | | |
| Soluble | 83.0 | 7.4 | 0.7 | 8.9 | - | - |
| Extracted Soluble | 80.0 | 6.8 | 0.8 | 12.4 | - | 69.7 |
| Treated Soluble (N ₂ 280 $^{\circ}\text{C}$, 120 min) | 80.1 | 6.5 | 0.8 | 12.6 | 88.4 | 61.6 |
| Spun fiber | 80.7 | 6.4 | 0.8 | 12.1 | 88.4 | 61.6 |
| Stabilized fiber | 63.7 | 2.3 | 0.8 | 33.2 | 80.5 | 56.1 |
| Carbon fiber | 94.5 | 0.3 | 1.5 | 3.7 | 43.0 | 30.0 |

図 21 には、PTT Coal Soluble をヘキサン抽出したのち窒素気流中 280℃で 2 時間処理した Soluble から得られた炭素繊維 PTT の SEM 写真を示す。この場合も直径 10 μm 程度の均一な炭素繊維が得られた。断面を観察すると、一部には中空のものが見られたが、ほとんどのものは中空ではない繊維であった。

最後に、表 2 に Soluble の前処理、不融化处理、炭素化处理に伴う収率と元素組成の変化をまとめて示した。PTT Coal Soluble の場合、ヘキサン抽出では軽質の成分が除去されているので、Ext. Soluble を出発原料とみなすと、RS Soluble、PTT Coal Soluble のいずれの場合も炭素繊維の原料基準の収率は 40% 程度であった。元素組成に注目すると、PTT Coal Soluble を原料とした場合は炭素含有率が 94.5%に達したが、RS Soluble の場合は、窒素気流中、空気中のいずれの前処理の場合でも 82~84%と、原料 Soluble とほぼ同じであった。このように、原料によって大きく元素組成の異なる炭素繊維が得られた。

3. まとめと今後の予定

神戸製鋼所で稲わら (RS)、ならびに PTT から供給された石炭 (PTT Coal) から調製され各機関に配布された共通 Soluble 試料を原料として、炭素繊維を製造するための前処理法を見出すことができた。PTT Coal Soluble についての検討は、当初計画よりも前倒しの成果である。また、RS Soluble を原料にすると、中空の炭素繊維が製造できることを明らかにできた。

今後の課題は、

- ・次年度 JGSEE/KMUTT へ導入する強度測定装置を用いて得られた炭素繊維の強度評価を実施することと、
- ・本年度見出した前処理によって Soluble が改質される機構の検討と、それに基づいた合理的な前処理の方法の開発、
- ・最適条件下で、種々の用途検討が可能なだけの量の炭素繊維の製造。

これらの成果をもとに、得られた炭素繊維の用途を提案する計画である。

④カウンターパートへの技術移転の状況

のべ 8 名のタイメンバーを京都大学に研修員として受け入れ、溶剤改質の最適化、Soluble から炭素繊維を製造するための要素技術、残渣のガス化・燃焼速度の解析法などについて実習を行い、京都大学のノウハウの移転に努めた。さらに、炭素繊維の製造に関しては、上述のように JGSEE/KMUTT に京都大学保有と同様の小型連続紡糸装置を導入し、京都大学と同様の検討が JGSEE/KMUTT でもただちに実施できる体制を整えた。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし。

(3) 秋田大学グループ

研究題目：低品炭・バイオマス由来液体燃料の高効率脱硫

①研究のねらい

「溶剤改質」を用いて石炭やバイオマス廃棄物を高収率でクリーンな燃料や化学原料に変換する技術の確立に関する研究の一環として、溶剤改質物中の硫黄含有量を極力低減する手法を開発する。

②研究実施方法

溶剤改質物中の有機硫黄量を低減することを目的として、イオン液体を用いた抽出分離ならびに酸化による事前脱硫を試みる。本年度は、(1) 石炭の溶剤改質による改質物の調製、(2) 溶剤改質に伴う硫黄の分配状態の把握、(3) XANES による石炭ならびに改質物中硫黄形態の定性ならびに定量分析、(4) 酸化処理による石炭からの硫黄の除去技術の開発を行った。

③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

当初の計画に沿って、予定通り研究が進捗している。

④カウンターパートへの技術移転の状況

2015年に JGSEE/KMUTT, Nakorn Worasuwannarak 准教授、Supachita Krerkkaiwan 博士研究員が、秋田大学に滞在し、石炭や溶剤改質物中の硫黄の分析を行った。また 2015年6月17日-25日、8月21日-9月3日、2016年3月2日-24日にかけて加藤が JGSEE/KMUTT に滞在し、2015年8月21日-27日、2016年3月2日-9日には菅原が訪問し、指導等を行った。

⑤当初計画では想定されなかった新たな展開

特になし。

3.2 現時点での研究成果等

3.2.1 研究グループ/研究題目別の成果

研究項目2 「溶剤改質」と「高効率脱硫・改質」によるバイオマスからの新規 Biofuel の製造への本改質法の適用性検討の一環として、タイ産の石炭2種ならびにインドネシア産の石炭1種を用いて溶剤改質による改質物の製造を行うとともに、溶剤改質に伴う改質物への硫黄の分配状態を明らかにした。そして XANES による石炭ならびに改質物中硫黄形態の定性ならびに定量分析を行った。さらに酸化処理による石炭からの硫黄の事前除去技術の有効性を明らかにした。

(1) 溶剤改質における硫黄の分配

JGSEE/KMUTT に設置されたオートクレーブを使用し、1-メチルナフタレン (1-MN) を用いて溶剤改質実験を行った。実験条件は、石炭と 1-MN 混合比 1:20 (重量比)、温度 350°C、保持時間 1hr とした。Table 1 に原炭ならびに各種溶剤改質物の硫黄含有量を示す。Mae Moh 炭では、無機硫黄が他炭種より多く含まれることから Residue の硫黄含有量が 3.9 %と高い値となり、Soluble には有機硫黄のみが含まれ 2.1%となった。Mae Tan、PTT とともに Soluble の硫黄量は原炭とほぼ同程度となった。

(2) XANES による硫黄形態の分析

石炭ならびに溶剤改質物に含まれる硫黄形態の分析は、高エネルギー加速器研究機構フォトンファクトリー、ビームライン 11B を用いて Sulfur K-端 X線吸収構造解析 XANES により行った。Fig.1 に、測定結果の一例として Mae Moh 炭の吸収スペクトルを示す。また図中には、各種硫黄モデル物質の吸収スペクトルも併せ示した。原炭中に含まれる各種硫黄の解析結果を、Table 2 に示す。XANES スペクトルを用いた硫黄化合物の定量分析は、G. Huffman と F. Huggins らの方法 (*Energy & Fuel*, 1991, 5, 574) を参考にして行った。すなわちモデル硫黄化合物の吸収スペクトルを組み合わせた最小自乗法により、測定した試料の吸収スペクトルについてカーブフィッティングを行った。吸収スペクトルは、Gaussian 15% プラス Lorentzian 85%の関数を用いて表現した。

Table 1 原炭および溶剤改質物中の硫黄 [wt%, d.b.]

| Sample | Raw coal | Soluble | Residue | Deposit |
|---------|----------|---------|---------|---------|
| Mae Moh | 4.4 | 2.1 | 3.9 | - |
| Mac Tan | 1.5 | 1.3 | 0.9 | 0.8 |
| PTT | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.3 |

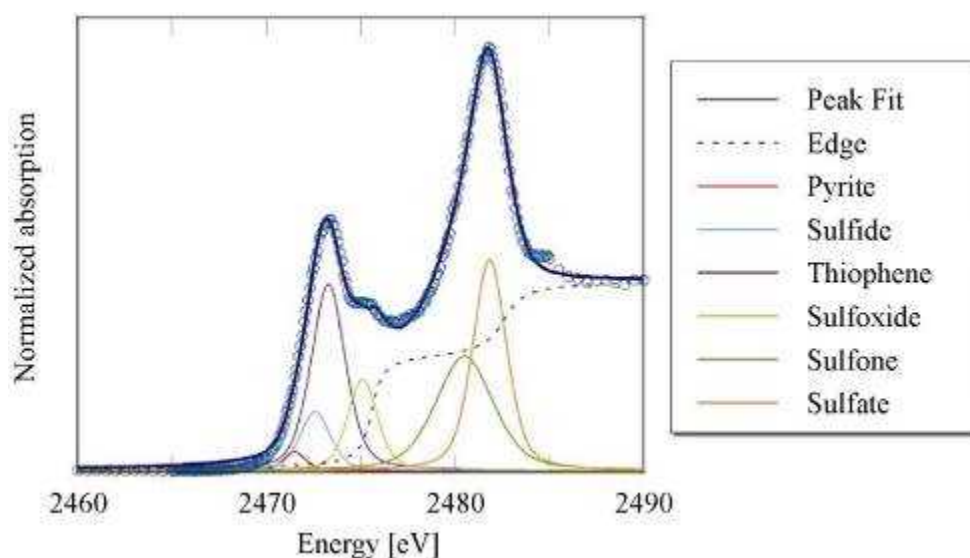


Fig.1 Mae Moh 炭の Sulfur K-edge XANES スペクトル

またそれぞれの石炭から得られた Residue ならびに Soluble 中の硫黄形態の割合を、Table 3 に示した。Residue 中には、黄鉄鉱硫黄が多く含まれており、一方有機硫黄はチオフェンと硫酸塩から成ることが分かる。また Soluble 中の硫黄はすべて有機硫黄であり、とくにチオフェンが殆どであることが明らかとなった。本研究で使用しているイオン液体がとくにチオフェンに選択性を有することから、Soluble 中の硫黄の除去にはイオン液体が有効であると推定される。

Table 2 原炭中の硫黄形態の割合 [% of total S]

| Sample | FeS ₂ | Thiol | Sulfide | Thiophene | Sulfone | Sulfate |
|---------|------------------|-----------|---------|-----------|---------|---------|
| Mae Moh | 20 | 30 | 6 | 26 | 1 | 16 |
| Mac Tan | 36 | 0 | 0 | 60 | 0 | 3 |
| PTT | 9 | 12 | 6 | 72 | 0 | 1 |

Table 3 Residue および Soluble 中の硫黄形態 [% of total S]

(a) Residue

| Sample | FeS ₂ | Thiol | Sulfide | Thiophene | Sulfone | Sulfate |
|---------|------------------|-------|---------|-----------|---------|---------|
| Mae Moh | 68 | 0 | 0 | 15 | 0 | 17 |
| Mac Tan | 57 | 0 | 0 | 28 | 0 | 15 |
| PTT | 25 | 0 | 0 | 74 | 0 | 1 |

(b) Soluble

| Sample | FeS ₂ | Thiol | Sulfide | Thiophene | Sulfone | Sulfate |
|---------|------------------|-------|---------|-----------|---------|---------|
| Mae Moh | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| Mac Tan | 0 | 0 | 2 | 98 | 0 | 0 |
| PTT | 0 | 0 | 2 | 98 | 0 | 0 |

(3) 酸化処理による硫黄の事前除去

水素や触媒を用いずかつ穏やかな反応条件下で石炭中の硫黄を除去することを目的として、過酸化水素水を用いた酸化処理による硫黄の事前除去の可能性を検討した。Fig.2 に、過酸化水素と石炭の反応の様子ならびに実験条件を示した。また Fig.3 に、Moe Moh 炭を試料としたときの反応時間と硫黄含有量並びに炭素収率の関係を示した。Fig.3 より、反応時間 2 時間以内で硫黄の 9 割以上が石炭から除去されることが明らかとなった。但し、炭素収率も反応時間とともに減少する傾向にあり、反応時間 2 時間で

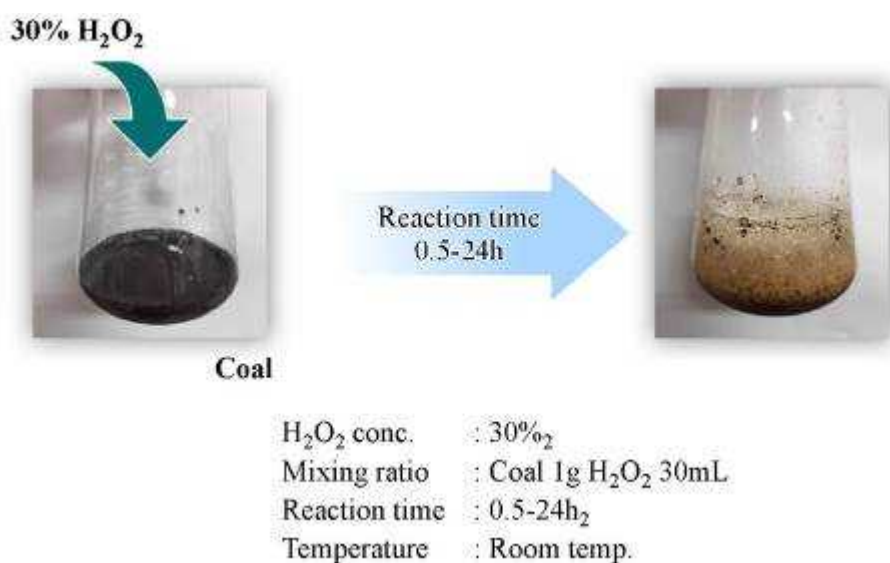


Fig.2 過酸化水素による石炭の前処理

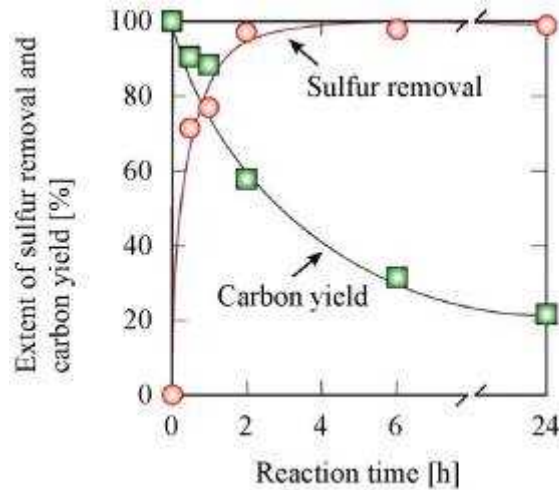


Fig.3 過酸化水素処理の反応時間に伴う硫黄含有量ならびに炭素収率の変化

約 4 割が溶解していることが分かった。Fig.4 に、過酸化水素処理した石炭に含まれる硫黄形態の変化を XANES により追跡した結果を示す。反応時間 0.5 時間までに無機硫黄の全てが除去されていること、またチオフェンを含む有機硫黄も反応時間の経過とともに除去されていることが分かる。褐炭である Mae Moh 炭では、チオフェンも反応時間とともに減少したものの、高炭化度炭ではチオフェン類の酸化が進行しづらい結果が得られたことから、過酸化水素による酸化脱硫は低炭化度炭に有効であると言える。

(4) 酸化処理した石炭の溶剤改質

過酸化水素で 2 時間前処理した石炭を、1-MN により改質したときの硫黄含有量の変化を Table 4 に示す。Mae Moh では、過酸化水素処理で原炭の 4.4% から 0.5% まで低減し、それを溶剤改質して得られた Soluble には 1.0% の硫黄が含まれていた。酸化脱硫していない石炭の Soluble には 2.1% の硫黄が含まれていたことから、事前脱硫が有効であると言える。一方、Mae Tan ならびに PTT では硫黄が減少傾向にあるものの、さらなる効率的な低減のための反応条件を探る必要がある。

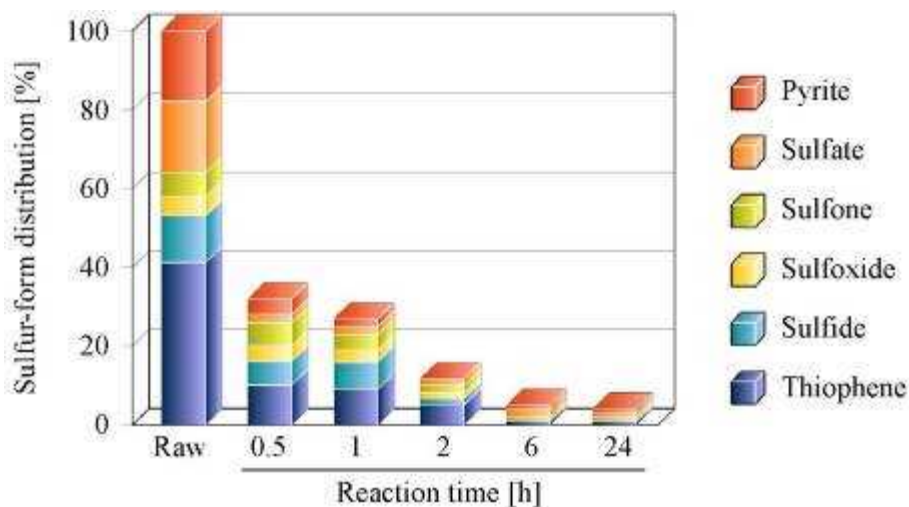


Fig.4 過酸化水素処理の反応時間に伴う石炭中硫黄形態の変化

Table 4 酸化処理と溶剤改質に伴う硫黄含有量の変化

| Sample | Raw coal | H ₂ O ₂ treated coal | Soluble |
|---------|----------|--|---------|
| Mac Moh | 4.4 | 0.5 | 1.0 |
| Mac Tan | 1.5 | 0.8 | 0.7 |
| PTT | 0.5 | 0.4 | 0.7 |

(5) 技術移転・研修に関する事項

研修内容

研修 : Soluble などの抽出物中の硫黄形態のキャラクタリゼーション

研修者 : Nakorn Worasuwannarak 氏、Supachita Krerkkaiwan 氏

場所 : 秋田大学理工学部 4 号館 226 号室

情報交換

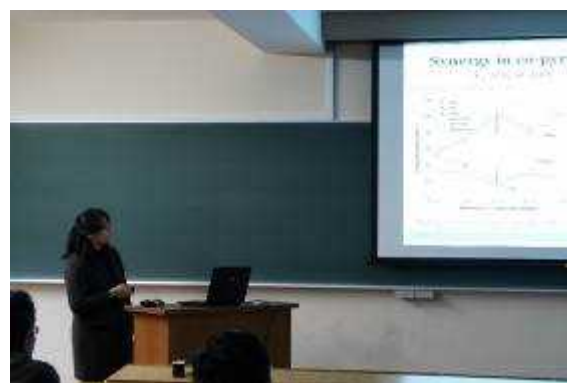
○講演会

講演者 : Nakorn Worasuwannarak 准教授, 期日 : 2015 年 10 月

Supachita Krerkkaiwan 博士研究員

会場 : 秋田大学理工学部 4 号館 228 号室

参加者 : 30 名



(4) 電力中央研究所グループ

① 研究のねらい (研究題目 4)

「溶剤改質」による生成物のうち、改質残渣を主な対象として、燃焼・ガス化反応特性を評価する。さらに、JICA 経費にて JGSEE に導入されるドロップチューブ型反応器 (DTF) の設計・現地設置について助言して、様々な原料から製造された改質燃料の燃焼、ガス化挙動を JGSEE 独自で評価できるようサポートする。

②研究実施方法

DTF や熱天秤 (TG) などを用いて、共通試料や平成 26 年度に参照試料として選定した高灰分の石炭 (HA 炭,表 1) の基礎燃焼・ガス化反応特性評価を行う。

③当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

研究題目 4 に関する研究では、平成 27 年度期首の予定通り、神戸製鋼所で調製された石炭 (PTT 炭) の溶剤改質残渣 (以下、改質残渣) の燃焼・ガス化反応性評価に着手した。今年度はまず、改質残渣と改質前の原炭 (表 1) の燃焼反応実験を DTF により実施した。

DTF による燃焼反応実験では、炉内に乾燥空気を供給し、炉内温度を 850°C になるように設定した上で、予め 125 μm 以下 (体積基準中位径は改質残渣が 48 μm、原炭が 54 μm) に粉砕した試料を投入した。サンプリングプローブを滞留時間 2 秒の位置に設置し、粒子およびガスを捕集して分析した。その結果、改質残渣は原炭に比べて燃焼率が低かった (図 1)。原炭に比べて改質残渣の方が、軽質な成分が抽出された残りであるために、揮発分が少ないことにより、燃焼性が低いと考えられる。一方で、石炭燃焼における重要な指標の一つとして NO_x 濃度に注目すると、改質残渣の方が原炭よりも低かった (図 2)。これは改質残渣の N 分が原炭より低いことに起因する。NO_x を低減するためには、バーナー近傍の空気比を抑制する運転方法が取られる。今回の対象のように NO_x の生成が原炭よりも改質残渣の方が少なくなった場合は、原炭よりも空気比を高くして運転することにより、燃焼性が低いという特性を補うことができると考えられる。

表 1 使用した試料の性状

| wt%(無水基準) | C | H | N | O(diff) | Ash | 揮発分 |
|-----------|------|-----|-----|---------|------|------|
| PTT炭改質残渣 | 72.3 | 4.1 | 0.8 | 16.4 | 6.4 | 36.8 |
| PTT炭(原炭) | 64.2 | 4.9 | 1.1 | 25.3 | 4.5 | 42.6 |
| 参照炭(HA炭) | 42.6 | 3.1 | 1.0 | 10.4 | 42.9 | 26.5 |

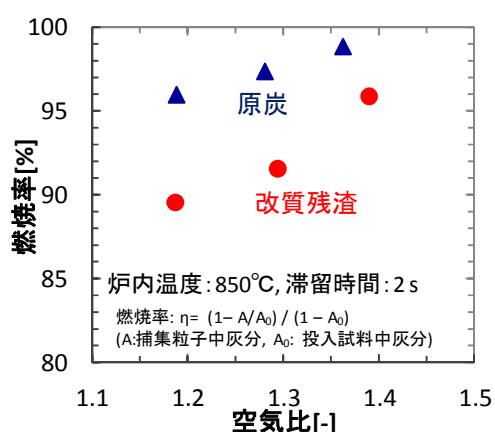


図 1 DTF による PTT 炭溶剤改質残渣の燃焼試験結果 (燃焼率)

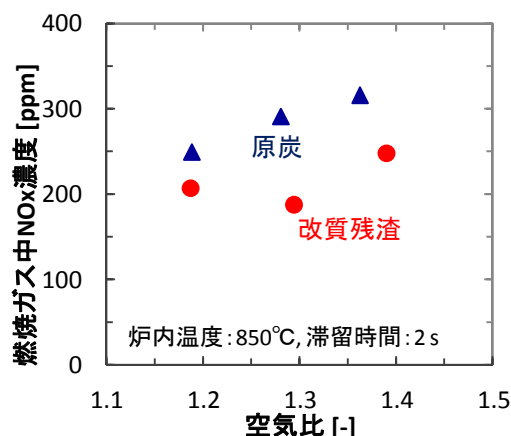
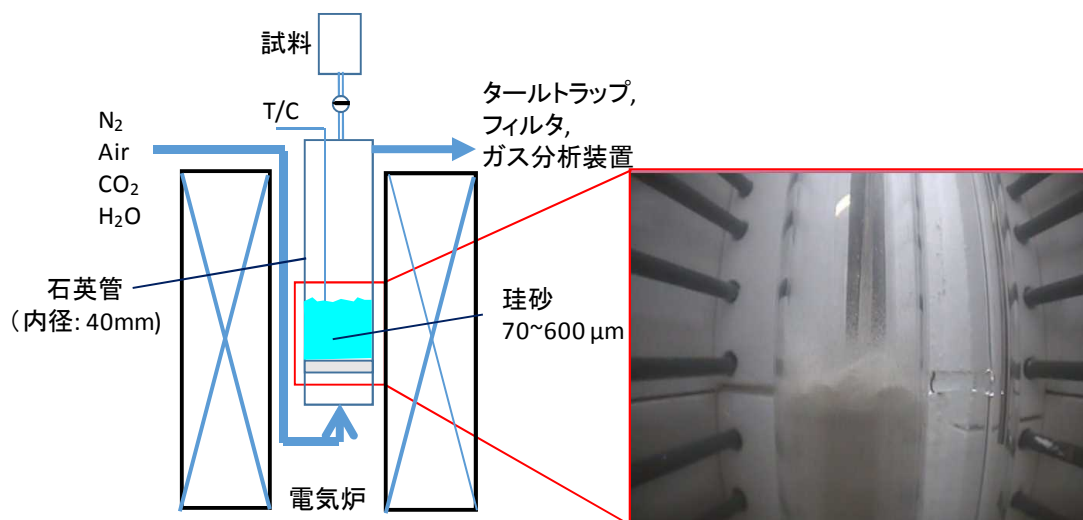


図 2 DTF による PTT 炭溶剤改質残渣の燃焼試験結果 (NO_x 濃度)

また、昨年度末に導入した流動層型燃焼・ガス化実験装置を用いた反応性評価手法検討の一環として、参照炭 (HA 炭,表 1) による動作確認実験を実施した (図 3)。珪砂が良好に流動することと、珪砂と石

炭が十分に混合されることを確認した。次年度は、本装置と気流層型反応装置である DTF 装置で熱分解実験を実施し、それぞれで生成したチャーの燃焼・ガス化反応性を比較する予定である。



④カウンターパートへの技術移転の状況

電力中央研究所が仕様検討などに協力した DTF 設備は6月より日本国内での製作開始、10月に輸出、11月より JGSEE/KMUTT 構内で設置工事が行われ、1月に完成した (図4)。3月には電力中央研究所より2名が JGSEE/KMUTT に赴き、石炭燃焼反応実験に立ち会った (図5)。

また、それに先立ち、6月には、JGSEE/KMUTT の研究員による研修を受け入れた (図6)。研修では、DTF による燃焼反応実験の準備と、実験当日作業、後作業を紹介した。

⑤研究題目4の当初計画では想定されていなかった新たな展開特になし。



図4 JGSEE/KMUTT へ導入された DTF 装置



図 5 JGSEE/KMUTT における DTF 試運転の様子



図 6 JGSEE/KMUTT 研究員による電力中央研究所における DTF 試験研修の様子

(5) 神戸製鋼所グループ

(研究題目) 低品位炭およびバイオマス廃棄物の改質技術実装化概念の構築

①研究のねらい

低品位炭およびバイオマス廃棄物の溶剤改質技術実装化概念の構築を狙いとし、具体的には溶剤改質プロセスの工業化イメージとしてのプロセス概念を構築し、社会実装化にむけた支援を行う。

本年度は溶剤改質試料の製造を継続して各研究グループを支援するとともに、溶剤改質半連続試験装置の設計仕様を具体化することにより、プロセス設計に繋がるプロトタイププラントとしての社会実装の起点構築をねらった。

②研究実施方法

(a) サンプル製造

PTT 提供の低品位炭を用い、1-MN を溶剤として 10L 規模の高温高圧抽出濾過装置を用いて試料を製造した。

(b) プロセス概念構築と半連続装置仕様検討

自生留分を溶剤として循環させるプロセスを主眼とし、3L 規模のオートクレーブを用い、稲わらの改質条件下で生成する分解油の化合物構成と収率を GC-MS 分析等により調べた。半連続式溶剤基質試験装置の仕様については、類似する神戸製鋼所所有設備の各種知見を元に装置フローを検討するとともに、新たに得られた収率構造や生成油分の化合物構成を元に蒸気圧変化を検討し、設計条件を決定した。

③当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

(a) サンプル製造

今年度は PTT から提供された低品位炭を用いて溶剤改質実験を行い、所定量の改質サンプル (Soluble

および Residue) を製造し京都大学に提出した。なお図 5-1 に示すように、PTT 提供の石炭から得られる抽出物の収率は 20%(daf)程度と低い。また、稲わらと収率構造を比較しても成分構成が大きく違い、両者を扱い得るような同一プロセスを設計することは困難であり、プロセス対象の絞り込みが課題となることを提起した。

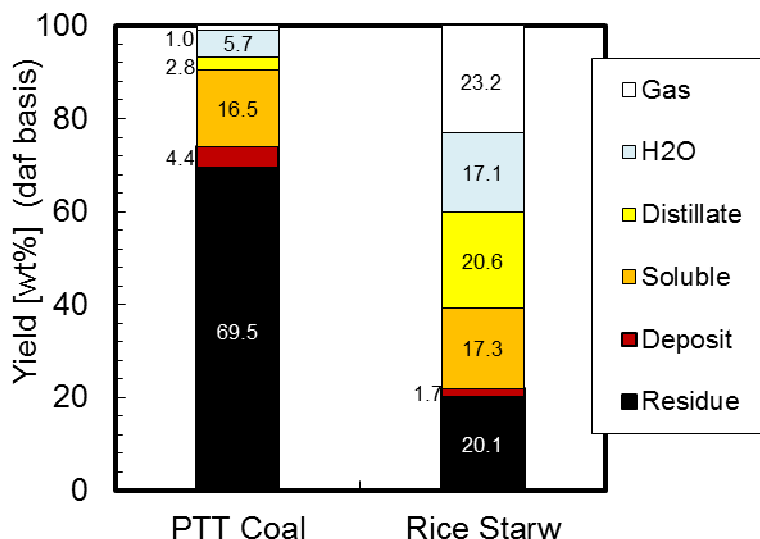


図 5-1 PTT 提供炭と稲わらの溶剤改質処理における収率構造の比較 (1-MN, 350°C)

(b) プロセス概念構築と半連続装置仕様検討

溶剤改質プロセスの概念構築として、まず重要となるのは溶剤設計にある。本検討では外部より補填することなく溶剤を循環させるプロセスを念頭に置いた。スラリー調製、加熱、抽出、固液分離、溶剤回収といったプロセス操作の過程で溶剤の化学変化や損耗といったロスは避けられないので、溶剤の完全循環においては原料からの自生留分を溶剤として循環する必要がある。すなわち、平衡溶剤の組成としては自生留分の組成となるが、稲わら由来の自生留分の組成は不明であり、今年度の研究対象とした。結果として、稲わらの溶剤改質過程で生成する油分は主に含酸素環状化合物で占められるが、一部は2環芳香族のような縮合環構造を有するものが生成する事がわかった。また、これら化合物で構成される溶剤モデルは稲わらに対して十分な溶剤力を有する事を確認した。

半連続式溶剤改質実験装置については、収率構造が大きく異なる石炭とバイオマスの両方に対応でき、さらには沸点範囲が広い溶剤を使用して 400°C といった高い改質温度にも適応可能で、なおかつ実験装置としての機動性と安全性を具備する設計条件およびフローを検討した。また、海外への輸送や現地での設置が容易なよう、装置は 20ft コンテナに収まるようスキッドモジュール化する事として、仕様書案を作成し、京都大学に提案した。図 5-2 はスキッドモジュール化後の装置組立概念図である。

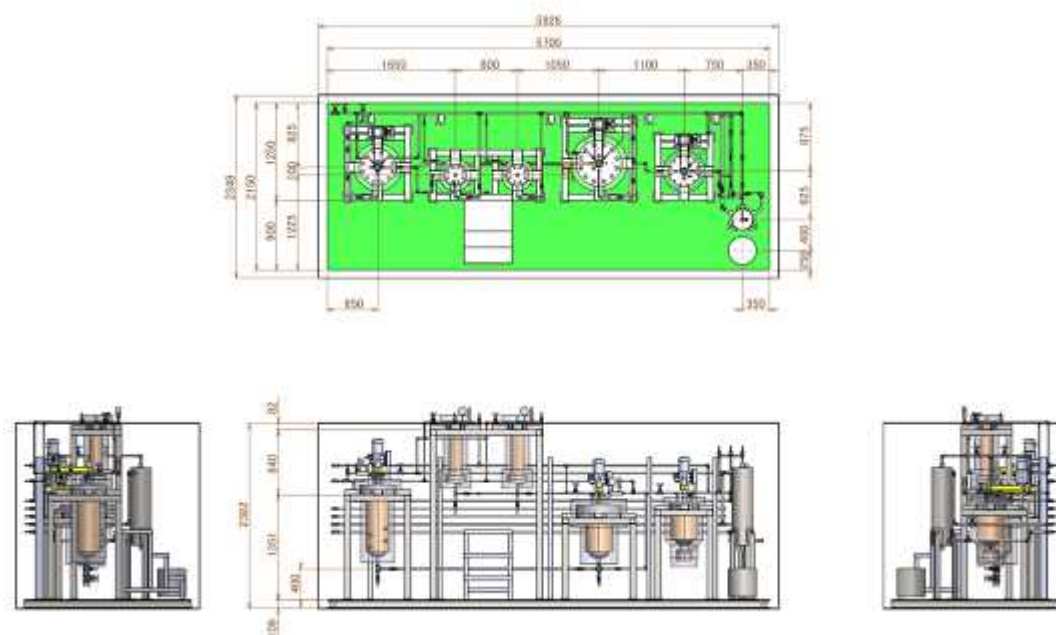


図 5-2 PTT に設置予定の半連続式溶剤改質装置組立概念図（参考図面）

④カウンターパートへの技術移転の状況

半連続式溶剤改質実験装置の概念については 2014 年度より提案してきたが、2015 年 6 月にバンコクで行われたワークショップの場で改質温度や溶剤沸点範囲の拡大要望を受け、設計変更することとした。設計変更後の仕様検討内容については 2015 年 11 月に PTT、JGSEE/KMUTT および京都大学と打合せを行い、合意を得た。同時に PTT 側が準備するユーティリティの仕様および供給方法の確認および設置場所での工事内容といった担当役務の確認と現地調査を行いその結果を反映した仕様書案として京都大学に提出した。その後 2016 年 1 月に京都大学による入札に至った。

決定された装置仕様については 2016 年 2 月に秋田で行われた平成 27 年度合同成果報告会で確認された。また、2016 年 3 月に開催された日-タイ SATREPS ワークショップの場で、社会実装としての半連続装置の位置づけと最終的に提案される 10t/d 規模のパイロットプラントプロセス概念設計の意義を発表し、ASEAN 諸国へ本プロジェクトのアピールを行った。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開

想定外の事由による計画外の事項は発生していない。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

今後のプロジェクトの進め方および留意点

平成 27、28 年度で最大の課題はドロップチューブ炉（平成 27 年度）と半連続抽出装置（平成 28 年度）のタイへの導入である。いずれの装置も高額である上に既成装置ではないため、装置の設計、発注、製作、導入の全工程を日本側において実施することになっている。前者は電力中央研究所の全面的な支援を得て詳細仕様策定がなされた。平成 27 年度 2 月の国際入札、5 月の発注先の決定、発注先による製作を経て、平成 28 年 1 月 4 日に JGSEE/KMUTT の Bangkhuntien キャンパスの実験棟に設置が完了した。

平成 28 年 3 月からは電力中央研究所のメンバーの支援を受けて装置の運転が開始された。後者は上述のように神戸製鋼所の全面的な支援を得て、仕様策定を完了し、前倒しで平成 28 年 1 月に国際入札を開始した。あいにくこの入札には応札者がなかったが、平成 28 年 5 月に再度国際入札を行い、本年度末までには PTT に設置できるように準備を進めている。これら半連続抽出装置を用いた検討結果が本プロジェクトの成否を左右するので、綿密な計画の下に導入に取り組んでいるが、今後事務的手続きを含めて予想外の事態の発生も予想されるので、慎重に取り組む予定である。

各研究題目については、各グループが引き続き独自の研究を進めると同時に、タイ側のメンバーとより緊密に連携しながら、導入機材を活用したタイでの研究に重点を移してプロジェクトを進める予定である。たとえば、炭素繊維の強度測定には平成 28 年度に JGSEE/KMUTT へ導入予定の強度評価装置が不可欠である。種々の検討を効率的に進めるために、引き続き研究代表者やメンバーのタイへの長期を含めた複数回の出張を計画している。

成果達成の見通し

各研究グループの研究は、タイ側のグループも含めて軌道にのりつつある。特に、タイ側のグループでは平成 26 年度と 27 年度に導入された小型オートクレーブ、種々の分析機器、小型炭素繊維紡糸装置を活用した実験・検討が進展しつつある。研究題目 1 と 2 に関連する溶剤改質処理の実験が小型オートクレーブを活用して JGSEE/KMUTT と PTT でも実施できるようになり、特に実用溶剤の選定の検討が進展した。研究題目 2 で計画している新規 Bio-fuel の製造の可能性も示されつつある。また、研究題目 3 の主要課題である Soluble からの炭素繊維の製造に関しても京都大学と JGSEE グループがそれぞれの小型炭素繊維紡糸装置を用いて炭素繊維製造実験ができるようになり、所期の計画通りの成果が期待される。研究題目 4 の研究は、平成 27 年度のドロップチューブ炉の導入によって、平成 28 年度以降に大きく進展することが期待される。以上のように、すべての研究題目について、ほぼ計画通りに研究が進みつつあり、技術的な面では所期の目的を達成できると考えている。

上位目標に向けての貢献や成果の社会的なインパクトの見通し

上位目標の達成には上述の 2 点の大型機材を含めたすべての機材が導入・設置され、それらを活用した研究が所期の計画通りに進展することが条件となる。そのため、平成 28 年度には半連続抽出装置の円滑な導入・設置を最重点課題としてプロジェクトに取り組んでいる。

Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

(1) プロジェクト全体

・ プロジェクト全体の現状と課題

基本的に所期の計画に従って研究が進行していると認識している。現時点での最大の課題は、上述の半連続抽出装置の本年度中のタイへの円滑な導入・設置である。技術面では神戸製作所の全面的な支援を得て、綿密な計画の下に導入に取り組んでいるが、今後事務的手続きを含めて予想外の事態の発生も予想されるので、さらに慎重に取り組む予定にしている。

・ 研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・自立発展性・インパクトを高めるために実際に行った工夫

タイ国での自立研究体制を整えることが最重要との認識のもとに、実験に不可欠な諸分析機器と日本

側が開発した特殊装置の速やかな導入を最優先に取り組んでいる。すでに、予定した分析機器は 11 点が JGSEE/KMUTT に導入された。残る 5 点の分析機器もすでに発注が終了しており、平成 28 年度早々に導入される予定で、分析機器の導入はこれで完結する。特殊装置の小型オートクレーブ（2 台）、小型炭素繊維紡糸装置、ならびにドロップチューブ炉の導入も平成 27 年度までに円滑に実施された。最後の導入機材である半連続抽出装置については、下の写真に示すように装置仕様の詳細な打ち合わせと PTT メンバーの神戸製鋼所での複数回の研修を経て、上述のようなスケジュールで PTT に導入される予定である。PTT において半連続抽出装置が運転できるようになると大量の抽出物をタイで製造できるようになり、種々の検討が大きく進展するものと期待している。



PTT メンバーの神戸製鋼所での研修(平成 28 年 4 月)



神戸製鋼所での詳細打ち合わせ(平成 28 年 4 月)

PTT での詳細打ち合わせ(平成 28 年 11 月)

- ・ 今後相手国（研究機関・研究者）が取り組む必要のある事項

半連続抽出装置の受入れ・設置に向けた準備と、ドロップチューブ炉、半連続抽出装置の運転のための資金面も含めた綿密な計画の作成が不可欠である。

タイ国においても日本の高圧ガス保安法等にあたる法規整備は必要であるが、受入れ側である PTT は高圧ガス関連設備に関する多くの経験と高いスキルを有し、独自の安全推進部署があることを確認した。今後の装置設置や運転においては PTT 側による自主的な作業標準確立への助言を行っていく。

- ・ 類似プロジェクト、類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓、提言等

高圧機器や危険物を取扱う技術開発への協力実施においては、学問的知識、技術や最新機器の供与のみならず、安全な作業環境や作業技術を整備する法規則や教育体制の構築に向けた支援も必要と考えられる。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

本プロジェクトでは、平成 27, 28 年度の大型の実験装置が導入されタイ側での研究の成果が確認された後に、本格的に技術移転や実用化に向けた道筋を検討する計画であるので、現時点では成果展開の事例はない。なお、活動状況、成果については下記 URL にて公開している。

<https://sites.google.com/a/kura.kyoto-u.ac.jp/jtsatreps/>

(2) 社会実装に向けた取り組み

本研究で得られた成果は、以下のような道筋での実装化を計画している。

1. PTT（タイ石油公社）は、バイオマスさらには輸入低品位炭からの液体燃料の製造と高付加価値製品製造の技術開発を、重要開発課題としてロードマップに位置づけて技術開発に取り組んでいる。そのような背景から、PTT は今回の提案に積極的に参画し、実用化を目指して連続試験装置による検討を計画している。特に、研究題目 2 と 3 に注目しており、本プロジェクトの成果をもとに、Bio-fuel、炭素繊維の新規製造技術が PTT を中心に、タイ国において実用化される可能性は高い。
2. 本提案の実用化は、溶剤改質法と Soluble を液体燃料化する技術の確立の成否に大きく依存している。㈱神戸製鋼所は、1980~2000 年にかけて褐炭の直接液化の技術開発に取り組み、豪州において石炭処理量 50 トン/日のパイロットプラントの建設に取り組むなどして、褐炭の溶剤処理、接触水素化液化などの多くの技術を蓄積している。さらに、最近では一般炭を溶剤で処理してハイパーコールと呼ばれる無灰炭を製造する技術開発に取り組んでおり、一般炭の溶剤処理法、生成物の分離などに多くの経験を有している。これらの経験は、本提案の褐炭やバイオマスの溶剤改質にも適用できると予想されるので、神戸製鋼所の参加による開発段階からの種々の助言と指導は、タイ国における本提案の実装化に大きく貢献すると考えている。
3. 我が国の製鉄業は、研究題目 3 で検討される低品位炭・バイオマスからのコークス製造用粘結材に注目している。基礎的検討から、それが従来の粘結材に優ることが明らかにされていることから、たとえば、某製鉄会社では粘結材が瀝青炭並みの価格で供給されれば導入することを確約している。

低品位炭とバイオマスを大量に利用している ASEAN の多くの国はタイと同じ問題を抱えている。近未来に、本研究で得られた成果と実装化の果実をこれらの国に普及することにより、アジア諸国での本研究成果の実装化が進展するとともに、地球規模のエネルギーと環境の問題へ貢献できると考えている。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

SATREPS プロジェクトの成果を世界に発信する JST の企画提案に、「低品位炭とバイオマスのクリーンで効率的な利用法を目指した溶剤改質法の ASEAN 地区における普及のためのワークショップ開催」というタイトルで応募したところ幸い採択され、平成 28 年 3 月 1 日に JGSEE/KMUTT の Bangkhuntien キャンパスにて、下記写真に示す次第でワークショップを開催した。その詳細は、「平成 27 年 SATREPS

企画提案 結果報告書」に記したが、ここではその概要を紹介する。

ワークショップは、1. 本プロジェクトの成果を広く ASEAN 諸国に紹介するとともに、本プロジェクトの成果の ASEAN 諸国への展開の可能性を探る、2. ASEAN 諸国での SATREPS プログラムのさらなる展開のための情報提供、3. 我が国が主導する JASTIP 等の他プログラムとの連携を目的として開催した。参加者は、タイを除く ASEAN 諸国から 14 名、インドから 1 名、日本から 18 名、タイから 20 名、併せて 53 名に達した。ワークショップでは、まず本プロジェクトで JGSEE/KMUTT に導入された実験設備の見学とポスターによる成果の説明を実施した後に、SATREPS の内容、本プロジェクトの成果紹介と、ASEAN の 4 ヶ国代表者の講演会を催した。ASEAN からの参加者は SATREPS プログラムと本プロジェクトに大きな関心を示し、わが国のプレゼンスを示し得たと評価している。



Japan - Thailand SATREPS Workshop 2016

"Development of Clean and Efficient
Utilization of Low Rank Coals and
Biomass by Solvent Treatment"

1 March 2016
Sattabongkot room,
Pilot Plant Development and Training
Institute building,
KMUTT(Bangkhuntien campus)



VI. 成果発表等（公開）

別紙参照。

VII. 投入実績（非公開）

VIII. その他（非公開）

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

| 年度 | 著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ～おわりのページ | DOIコード | 国内誌/ 国際誌の別 | 発表済 /in press /acceptedの別 | 特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。) |
|----|--|--------|---------------|---------------------------------|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 件
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

| 年度 | 著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ～おわりのページ | DOIコード | 国内誌/ 国際誌の別 | 発表済 /in press /acceptedの別 | 特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。) |
|----|---|--------------------------------------|---------------|---------------------------------|--|
| 26 | Xian Li, Ryuichi Ashida, Mitsunori Makino, Atsushi Nishida, Hong Yao, Kouichi Miura, "Enhancement of Gasification Reactivity of Low-Rank Coal through High-Temperature Solvent Treatment", Energy & Fuels, 2014, vol. 28, No.9, pp. 5690-5695 | dx.doi.org/ 10.1021/ef 501305s | 国際誌 | 発表済 | |
| 26 | Ryuichi Ashida, Sho Nagaya, Kouichi Miura, Yukihiro Kubota, Yuko Nishibata, Atsushi Kotani, "Co-pyrolysis Behavior of Low-Grade Coal and Binder Using High Temperature Solvent Fractionation", ISIJ International, vol. 54, No. 11, pp. 2432-2438 | | 国際誌 | 発表済 | |
| 27 | Xianqing Zhu, Xian Li, Ryuichi Ashida, Kouichi Miura, et al., Novel carbon-rich additives preparation by degradative solvent extraction of biomass wastes for coke-making, Bioresource Technology, 2016, Vol. 207, 85-91 | | 国際誌 | 発表済 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

論文数 3 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 3 件
 公開すべきでない論文 0 件

③ その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

| 年度 | 著者名, タイトル, 掲載誌名, 巻数, 号数, 頁, 年 | 出版物の種類 | 発表済 /in press /acceptedの別 | 特記事項 |
|----|-------------------------------|--------|---------------------------------|------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

著作物数 0 件
 公開すべきでない著作物 0 件

④ その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

| 年度 | 著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ～おわりのページ | 出版物の種類 | 発表済 /in press /acceptedの別 | 特記事項 |
|----|--|--------|---------------------------------|------|
| 26 | 蘆田隆一, 三浦孝一, "穏和な溶剤処理による褐炭の脱水・改質", 日本エネルギー学会誌, 2014, Vol. 93, No. 11, pp. 1066-1075 | 総説 | 発表済 | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

著作物数 1 件
 公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

| 年度 | 研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数 | 開発したテキスト・マニュアル類 | 特記事項 |
|----|------------------------------------|-----------------|------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

①学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

| 年度 | 国内/ 国際の別 | 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等 | 招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別 |
|----|-------------|--|----------------------------|
| 26 | 国際学会 | Kouichi Miura, Ryuichi Ashida, Nakorn Worasuewannarak, Bundit Fungtammasan, Degradative Solvent Extraction for Utilizing Biomass and Low Rank Coal in Thailand, 23rd International Symposium on Chemical Reaction Engineering, Bangkok(Thailand), Sep. 7-10, 2014 | 招待講演 |
| 26 | 国際学会 | Janewit Wannapeera, Kenshiro Okuda, Ryuichi Ashida, Nakorn Worasuwanarak, Hideaki Ohgaki, Osamu Kato, and Kouichi Miura (Kyoto Univ. and JGSEE) "Examination of Carbon Fiber Production from the Extracts Produced from the Solvent Treatment of Biomass" The 5th International Conference on Sustainable Energy and Environment (SEE2014), Bangkok(Thailand), November 19-24, 2014 | 口頭発表 |
| 26 | 国際学会 | Ryuichi Ashida, Ryo Takahashi, Janewit Wannapeera, Nakorn Worasuwanarak, Motoaki Kawase, Kouichi Miura (Kyoto Univ. and JGSEE) "Development of efficient separation method of extract and solvent in degradative solvent extraction of low-rank coals or biomass wastes" The 5th International Conference on Sustainable Energy and Environment (SEE2014), Bangkok(Thailand), November 19-24, 2014 | 口頭発表 |
| 26 | 国際学会 | Hiroyasu Fujitsuka, Wannapeera Janewit, Ryuichi Ashida, Hideaki Ohgaki, Kouichi Miura (Kyoto Univ. and JGSEE) "Thermal behavior of upgraded product obtained from low carbonaceous materials by solvent treatment" The 5th International Conference on Sustainable Energy and Environment (SEE2014), Bangkok(Thailand), November 19-24, 2014 | 口頭発表 |
| 26 | 国際学会 | Ryuichi Ashida, Ryo Takahashi, Motoaki Kawase, Kouichi Miura, Janewit Wannapeera, Nakorn Worasuwanarak (Kyoto Univ. and JGSEE), "Effect of Extract-Containing Solvent Recycling in Degradative Solvent Extraction of Low-Grade Carbonaceous Resources", The 31st Annual International Pittsburgh Coal Conference, Pittsburgh (USA), Oct. 6-9, 2014 | 口頭発表 |
| 26 | 国際学会 | Kouichi Miura, Ryuichi Ashida, Kenshiro Okuda, Hideaki Ohgaki, Osamu Kato, Janewit Wannapeera (Kyoto Univ. and JGSEE), "Production of Carbon Fiber from the Low-Molecular-Weight Compounds Prepared from Low Rank Coal and Biomass by the Degradative Solvent Extraction", The 31st Annual International Pittsburgh Coal Conference, Pittsburgh (USA), Oct. 6-9, 2014 | 口頭発表 |
| 26 | 国内学会 | 藤埴大裕, 蘆田隆一, 三浦孝一, Janewit Wannapeera (Kyoto Univ. and JGSEE), 低品位炭素資源の溶剤改質物の熱分解挙動, 第51回石炭科学会議, 仙台, 10月22-23日 | 口頭発表 |
| 26 | 国内学会 | 三浦孝一, Janewit Wannapeera, 大垣英明, 蘆田隆一, 奥田賢史郎, 加藤 攻 (Kyoto Univ. and JGSEE), 石炭・バイオマスの溶剤改質物からの炭素繊維の製造, 第51回石炭科学会議, 仙台, 10月22-23日 | 口頭発表 |
| 27 | 国際学会 | Supachai Jadsadajerm, Nakorn Worasuwanarak (JGSEE/KMUTT) and Kouichi Miura (Kyoto Univ.), Upgrading of Rice straw and Leucaena by Degradative Solvent Extraction using 1-Methylnaphthalene, Palm Oil Biodiesel and Kerosene at 350 ° C, 2 th Eco-Energy and Materials Science and Engineering (EMSES2015), Ao Nang, Krabi, Thailand, 11-14 June 2015. | 口頭発表 |
| 27 | 国際学会 | Supachita Krerkkaiwan, Suneerat Fukuda, Nakorn Worasuwanarak (JGSEE/KMUTT) and Kouichi Miura, Pyrolysis and Combustion behaviours of Hydrocarbons from Degradative Solvent Extraction of Thai Rice Straw by Thermogravimetric Analysis, 2 th Eco-Energy and Materials Science and Engineering (EMSES2015), Ao Nang, Krabi, Thailand, 11-14 June 2015. | 口頭発表 |
| 27 | 国際学会 | Janewit Wannapeera, Kenshiro Okuda, Ryuichi Ashida, Nakorn Worasuwanarak, Hideaki Ohgaki, Osamu Kato and Kouichi Miura (Kyoto Univ.), Preparation of carbon fibers from the low-molecular-weight extracts obtained from the degradative solvent extraction of biomass, 2 th Eco-Energy and Materials Science and Engineering (EMSES2015), Ao Nang, Krabi, Thailand, 11-14 June 2015. | 口頭発表 |
| 27 | 国際学会 | Suchada Butnark, Suttipong Tunyapisetsak, Krittanai Pongpunlert, Nakorn Worasuwanarak (JGSEE/KMUTT) and Kouichi Miura (Kyoto Univ.), The production of new type liquid biofuel from degradative solvent extraction of rice straw, 2 th Eco-Energy and Materials Science and Engineering (EMSES2015), Ao Nang, Krabi, Thailand, 11-14 June 2015. | 口頭発表 |
| 27 | 国際学会 | Worasuwanarak N, Wannapeera J, Jadsadajerm S, and Miura K. Upgrading of low rank coal and biomass by degradative solvent extraction using 1-methylnaphthalene and kerosene at 350 oC. International Conference on Coal Science and Technology 2015, Melbourne, Australia, 27 Sep - 1 Oct 2015. | ポスター発表 |

1
11
1
件
件
件

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

| 年度 | 国内/ 国際の別 | 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等 | 招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別 |
|----|-------------|---|----------------------------|
| 26 | 国際学会 | Xian Li, Ryuichi Ashida, Mitsunori Makino, Atsushi Nishida, Hong Yao, Kouichi Miura (Kyoto Univ.), "Enhancement of Gasification Reactivity of Low-Rank Coal through High Temperature Solvent Treatment", The 35th International Symposium on Combustion, San Francisco (USA), Aug.3-8, 2014 | 口頭発表 |
| 26 | 国際学会 | 塚康爾, 木下 繁, 吉田拓也, 奥山憲幸(神戸製鋼所) Effect of Solvent Treatment of Rice Straw, 5th International Conference on Sustainable Energy and Environment, バンコク(タイ国), 11月19-21日 | 口頭発表 |
| 26 | 国内学会 | 蘆田隆一, 高橋 諒, 河瀬元明, 三浦孝一, (京都大学), 低品位炭・バイオマス廃棄物の溶剤改質法における溶剤と抽出物の分離方法および改質機構の検討, 第51回石炭科学会議, 仙台, 10月22-23日 | 口頭発表 |
| 27 | 国際学会 | Ryuichi Ashida, Ryo Takahashi, Motoaki Kawase, Kouichi Miura (Kyoto University), "Upgrading Mechanism in Degradative Solvent Extraction of Biomass Wastes", The 12th Eco-Energy and Materials Science and Engineering Symposium (EMSES 2015), Krabi, Thailand, 11-14 June 2015 | 口頭発表 |
| 27 | 国際学会 | Kouichi Miura (Kyoto Univ.), Developing New Technologies for Utilizing Low Rank Coals and Biomass Wastes in Asian Countries - Introduction of A Japan-Thailand SATREPS Project - 2 th Eco-Energy and Materials Science and Engineering (EMSES2015), Ao Nang, Krabi, Thailand, 11-14 June 2015. | 招待講演 |
| 27 | 国際学会 | Atsushi Ikeda, Satoshi Umemoto, Kenji Tanno, Shiro Kajitani, Hisao Makino (CRIEPI), "Study on gasification reactivity of rice straw residue char by CO2 or steam", 12th Eco-Energy and Materials Science and Engineering Symposium (12th EMSES), Krabi (Thailand), Jun.11-14, 2015 | 口頭発表 |
| 27 | 国際学会 | 塚 康爾, 神戸製鋼所, Study of Components included in Recycle-Solvent from Rice Straw by Solvent Treatment, EMSES2015, Krabi, 2015年6月12日 | 口頭発表 |
| 27 | 国内学会 | 蘆田隆一、高橋諒、河瀬元明、三浦孝一(京都大学)、低品位炭・バイオマス廃棄物の溶剤改質法における改質機構の検討、第24回日本エネルギー学会大会、札幌コンベンションセンター、2015年8月3日、4日 | 口頭発表 |
| 27 | 国際学会 | Kouichi Miura (Kyoto Univ.), Science and Technology towards Clean and Efficient Use of Low Rank Coal, 2015 ICCS&T/ACSE, Melbourne, Australia, 27 Sept - 01 Oct 2015. | 招待講演 |
| 27 | 国際学会 | Hiroyasu Fujitsuka, Trairat Muangthong-on, Hideaki Ohgaki, Ryuichi Ashida, Kouichi Miura (Kyoto University), "Pyrolysis and Gasification Characteristics of Upgraded Products Produced by Degradative Solvent Extraction of Low Rank Coal", International Conference on Coal Science and Technology (ICCS&T), Melbourne, Australia, 29 September-1 October 2015 | ポスター発表 |
| 27 | 国際学会 | Ryuichi Ashida, Ryo Takahashi, Motoaki Kawase, Kouichi Miura (Kyoto University), "Upgrading Mechanism in Degradative Solvent Extraction of Low-Rank Coals or Biomass Wastes", International Conference on Coal Science and Technology (ICCS&T), Melbourne, Australia, 29 September-1 October 2015 | 口頭発表 |
| 27 | 国際学会 | 奥山 憲幸, 神戸製鋼所, Concept of solvent system in the Solvent Upgrading Process compare with a Coal Treatment and a Biomass Treatment, ICCS&T, Melbourne, 2015年9月30日 | 口頭発表 |
| 27 | 国際学会 | 田村真実、加藤貴弘、菅原勝康ら(秋田大学): Desulphurization of Coal Soluble Using Ionic Liquids, International Conference on Coal Science & Technology (Melbourne, Australia, 9月29日,) | 口頭発表 |
| 27 | 国内学会 | 蘆田隆一、高橋諒、河瀬元明、三浦孝一(京都大学)、低品位炭・バイオマスの溶剤改質法における改質機構の検討、第52回石炭科学会議、伊勢市観光文化会館、2015年10月28日~30日 | 口頭発表 |
| 27 | 国内学会 | 田村真実、加藤貴弘、菅原勝康ら(秋田大学):イオン液体による石炭抽出物の脱硫、第52回石炭科学会議(伊勢、10月28日) | 口頭発表 |
| | | | 口頭発表 |

招待講演 2 件
口頭発表 13 件
ポスター発表 1 件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 国内出願

| | 出願番号 | 出願日 | 発明の名称 | 出願人 | 知的財産権の種類、出願国等 | 相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無 | その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい) | 関連する論文のDOI | 発明者 | 発明者所属機関 | 関連する外国出願※ |
|------|------|-----|-------|-----|---------------|-------------------------|-----------------------------------|------------|-----|---------|-----------|
| No.1 | | | | | | | | | | | |
| No.2 | | | | | | | | | | | |
| No.3 | | | | | | | | | | | |

国内特許出願数 0 件
 公開すべきでない特許出願数 0 件

② 外国出願

| | 出願番号 | 出願日 | 発明の名称 | 出願人 | 知的財産権の種類、出願国等 | 相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無 | その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい) | 関連する論文のDOI | 発明者 | 発明者所属機関 | 関連する国内出願※ |
|------|------|-----|-------|-----|---------------|-------------------------|-----------------------------------|------------|-----|---------|-----------|
| No.1 | | | | | | | | | | | |
| No.2 | | | | | | | | | | | |
| No.3 | | | | | | | | | | | |

外国特許出願数 0 件
 公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①受賞

| 年度 | 受賞日 | 賞の名称 | 業績名等 (「〇〇の開発」など) | 受賞者 | 主催団体 | プロジェクトとの関係 (選択) | 特記事項 |
|----|------------|----------------------------|---|--------------------|-----------|--------------------|------|
| 26 | 2014/10/22 | 優秀賞 | 低品位炭素資源の溶剤改質物の熱分解挙動 | 藤墳大裕 | 日本エネルギー学会 | 1.当課題研究の成果である | |
| 26 | 2014/11/21 | Best paper runner-up award | Examination of Carbon Fiber Production from the Extracts Produced from the Solvent Treatment of Biomass | Janewit Wannapeera | JGSEE | 1.当課題研究の成果である | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

2 件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

| 年度 | 掲載日 | 掲載媒体名 | タイトル/見出し等 | 掲載面 | プロジェクトとの関係 (選択) | 特記事項 |
|----|------------------------|---|---|-----|--------------------|------|
| 26 | Thai-Japan research to | Thai-Japan research to increase the value of coal | Thai-Japan research to increase the value of coal | 科学面 | 1.当課題研究の成果である | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

1 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

| 年度 | 開催日 | 名称 | 場所 (開催国) | 参加人数 (相手国からの招聘者数) | 概要 |
|----|------------|--|--------------------------------------|---|--|
| 26 | H26年11月18日 | SATREPS Workshop | Anantara Bangkok (Bangkok, Thailand) | JST研究主幹, JICAタイ事務所代表, 両国プロジェクトメンバー, オブザーバー全体で26名 | JICA主催のタイで実施されている3つのSATRPSの合同ワークショップ。各SATREPSの意義・成果をタイ国 |
| 26 | H27年2月7日 | 17th Kyoto University Southeast Asia Forum | Twin Tower (Bangkok, Thailand) | 21人(KS:3人, 国内:13人, タイ国:5人) | “Developing New Technologies for Utilizing Biomass Wastes in Thailand”- Introduction of A Japan-Thailand SATREPS Project - |
| 27 | H27年6月12日 | The 12th Eco-Energy and Materials Science and Engineering Symposium, | Krabi (Thailand) | 21人(国内:10人, タイ国:11人) | JICA主催のタイで実施されている3つのSATRPSの合同ワークショップ。各SATREPSの意義・成果をタイ国 |
| 26 | H27年3月1日 | Japan-Thailand SATREPS Workshop 2016 | KMUTT Bangkuntien Campus (Thailand) | 21人(JST:1名, JICA:1名, ASEAN招待者:18人, 国内:16人, タイ国:20人) | JST特別経費により開催。本プロジェクトのASEAN諸国への紹介、導入機材見学会の実施、ASEAN諸国への成果の展開について議論。 |

4 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

| 年度 | 開催日 | 議題 | 出席人数 | 概要 |
|----|------------|-----------------------------|---|------------------------------|
| 26 | H26年11月18日 | 2014年度の研究総括と2015年度以降の研究計画 | JST研究主幹, JICAタイ事務所代表, 両国プロジェクトメンバー, オブザーバー全体で26名 | 2014年度までの進捗報告と今後の進め方について意見交換 |
| 27 | H27年11月16日 | 2015年度までの研究総括と2016年度以降の研究計画 | JSTより2名, JICAタイ事務所代表他2名, 両国プロジェクトメンバー, オブザーバー全体で33名 | 2014年度までの進捗報告と今後の進め方について意見交換 |
| | | | | |

2 件

| | |
|------------------|--|
| 研究課題名 | 低品位炭とバイオマスのタイ国におけるクリーンで効率的な利用法を目指した溶剤改質法の開発 |
| 研究代表者名 (所属機関) | 三浦 孝一 (京都大学エネルギー理工学研究所) |
| 研究期間 | 平成25年12月20日～平成31年3月31日 (2013/Dec/20～2019/Mar/31) |
| 相手国名/主要 研究機関 | タイ王国/The Joint Graduate School of Energy and Environment King Mongkut's University of Technology Thonburi(JGSEE/KMUTT), PTT Research and Technology Institute, PTT Public Company Limited(PTT-RTI) |

付随的成果

| | |
|--|---|
| 日本政府、 社会、産業 への貢献 | ・ 共同研究、研究者交流を通じてタイ国における日本の科学技術外交への貢献 |
| 科学技術の 発展 | ・ 溶剤改質という新規な技術により、低品位炭、バイオマスの新たな利用法の開発 ・ 東南アジア諸国への展開による低品位炭、バイオマス資源利用技術の一層の発展 |
| 知財の獲得、 国際標準化の 推進、生物資源 へのアクセス 等 | ・ 知的財産における特許出願・取得数10 ・ 関連する知的財産に関する守秘義務協定や技術移転協定等の知財管理ノウハウの蓄積 ・ ASEAN諸国への技術の普及による知財の国際化 |
| 世界で活躍 できる日本人 人材の育成 | ・ 日本側の若手研究者の問題解決力や国際共同研究運営能力の向上 ・ SATREPSと、京都大学主催のSFE Forumの強化により、東南アジア規模での若手研究者の養成 |
| 技術及び人的 ネットワークの 構築 | ・ タイ国と我が国の企業・大学研究者研究ネットワーク構築及び産学官連携の推進 |
| 成果物 | ・ 査読付き論文誌への掲載数15 ・ 合同ワークショップを開催し、ASEAN諸国への技術の普及 |

上位目標

低品位炭や食料と競合しない廃バイオマス資源を高効率でクリーン液体燃料、機能性炭素材料、化学原料に変換する基盤技術の成果が東南アジア諸国に広く還元される。

Solubleの粘結材としての優位性、新規Bio-fuel、炭素繊維製造技術の優位性が製鉄業、石油精製業などに認められて実用化の促進

プロジェクト目標

低品位炭及びバイオマス廃棄物の高効率かつクリーンな利用技術の開発。
(低品位炭：灰分・水分含有量1%以下の改質物。バイオマス廃棄物：Biofuelの転換率Max. 70%(炭素基準)、S分10ppm以下)

