

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実績報告書

本様式の内容は一般に公表されません

研究課題名	反応速度の壁を突破する炭素資源の低温迅速ガス化
研究機関・ 部局・職名	国立大学法人九州大学・先導物質化学研究所・教授
氏名	林 潤一郎

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	129,000,000	129,000,000	0	129,000,000	129,000,000	0	0
間接経費	38,700,000	38,700,000	0	38,700,000	38,700,000	0	0
合計	167,700,000	167,700,000	0	167,700,000	167,700,000	0	0

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	335,116	49,472,616	23,217,356	19,034,122	92,059,210
旅費	0	435,018	780,093	662,190	1,877,301
謝金・人件費等	82,576	9,098,821	10,717,871	13,908,645	33,807,913
その他	0	569,275	101,009	585,292	1,255,576
直接経費計	417,692	59,575,730	34,816,329	34,190,249	129,000,000
間接経費計	129,000	15,426,000	11,095,562	12,049,438	38,700,000
合計	546,692	75,001,730	45,911,891	46,239,687	167,700,000

4. 主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関名
キューリーポイントインジェクター	日本分析工業(株)製 JCI-22	1	2,144,100	2,144,100	H23/ 5/27	九州大学
超微量フィーダー「マイクロフィーダー」	TF-70-CT	1	1,438,500	1,438,500	H23/ 6/30	九州大学
パイロコーキング実験装置	(株)三松製	1	4,725,000	4,725,000	H23/ 6/30	九州大学
炭化物化学組成解析装置	米国パーキンエルマーライファント・アナリティカルサイエンス社製	1	6,615,000	6,615,000	H23/ 6/23	九州大学
芳香族化合物詳細分析システム	米国パーキンエルマーライファント・アナリティカルサイエンス社製	1	8,925,000	8,925,000	H23/ 6/23	九州大学
流動層反応容器システム	(株)三松製	1	745,500	745,500	H23/ 8/11	九州大学
高速・小型ガス分析計490マイクロGC	シーエルサイエンス株式会社製	1	4,620,000	4,620,000	H23/10/18	九州大学
Clarus SQ8Sガスクロマトグラフ質量分析システム	米国パーキンエルマーライファント・アナリティカルサイエンス社製	1	6,195,000	6,195,000	H23/12/13	九州大学
キューリーポイントパイロライザー	JHP-22型	1	1,050,000	1,050,000	H24/ 2/ 8	九州大学

MSP1S型 マグネトロン加熱装置	Au-Pdターゲット付	1	609,000	609,000	H24/ 4/16	九州大学
高速・小型ガス分析計 490マイクロGC	ジーエルサイエンス(株)製	1	4,620,000	4,620,000	H24/ 5/28	九州大学
耐圧硝子工業(株)製 ホータブルリアクター	TPR1-VS2-500	1	1,302,000	1,302,000	H24/ 9/10	九州大学
燃焼酸化方式 全有機体炭素計 TOC-VCPH	株式会社島津製作所製	1	2,257,500	2,257,500	H24/12/13	九州大学
ホータブルリアクター TVS-N2-500 本体1台外3点	TVS-N2-500	1	535,500	535,500	H25/ 2/26	九州大学
株式会社キーエンス製 3Dリアルサーフェスビュー顕微鏡	VE-9800基本部	1	4,987,500	4,987,500	H25/ 2/25	九州大学
高倍率観察モジュール		1	1,470,000	1,470,000	H25/ 3/ 7	九州大学
SEM調整機能グレートアップキット	観察時自動調整機能	1	892,500	892,500	H25/ 3/19	九州大学
顕微鏡用試料帯電除去ツール		1	1,291,500	1,291,500	H25/ 3/28	九州大学
フーリエ変換赤外分光分析装置 Spectrum Two	米国パーキンエルマー社製	1	2,625,000	2,625,000	H25/ 6/21	九州大学
ユニバーサル遠心機 Sorvall Legend X1		1	598,500	598,500	H25/ 8/ 8	九州大学
高速小型ガス分析計	ジーエルサイエンス株式会社製 490-GC	1	4,410,000	4,410,000	H25/10/28	九州大学
電気化学アナライザー	ピー・イー・エス株式会社製 モデル611E 専用ソフト付	1	1,499,400	1,499,400	H25/12/19	九州大学
示差熱重量同時測定装置	株式会社日立ハイテクサイエンス製 STA7200 標準型	1	2,546,250	2,546,250	H26/ 2/27	九州大学

5. 研究成果の概要

本研究は、炭素資源のガス化に関して、熱化学反応制御法の根本からの見直しと、エンジニアリング科学を駆使した反応器システムの再構築とによって、転換に伴う化学エネルギー損失を20%以上(従来法;第一世代ガス化)から4%未満にまで低減する新ガス化法(第四世代ガス化)を提案した。これに加えて、次世代高温燃料電池との組み合わせによって70%を超える発電効率が期待できる第三世代ガス化法、さらには、原理的に化学エネルギー損失をほぼゼロでできる亜臨界水中のガス化(接触水熱ガス化;第五世代ガス化)も新提案した。

第四世代ガス化に関しては、対象とした低品位炭素資源(木質バイオマス、褐炭)のいずれについても、プロセス数値シミュレーションから導きだされる「化学エネルギー損失<4%」を満足する反応操作条件範囲で、資源の炭素転換率=100%、合成ガス中の残留タール濃度<100 mg/Nm³、および合成ガス中メタン濃度<3 vol%をいずれも達成し、これにより、目標であった第四世代ガス化の概念実証に成功し、成果初の成果を獲得した。

第三世代ガス化に関しては、まず、原料となる無煙(タールフリー)活性チャーを製造できる熱分解反応条件、適用触媒種(安価なCa, Fe)、触媒担持条件を明らかにした。そのなかで、100年以上にわたる熱分解技術分野において未だになされていなかった「無煙の科学的定義」、「炉の設計に必要なタール蒸気の熱力学物性の高精度推定法開発」に成功した。ついで、第三世代ガス化のキーである、「水蒸気のみを酸化剤として800°C以下の低温でチャーを完全ガス化する」ことにも成功し、触媒の最適担持率の存在、そして触媒適用による反応器のコンパクト化に関する定量的知見を世界に先駆けて明らかにした。

第五世代ガス化は、300°C程度の温度の亜臨界水中でこれに「溶解した」炭素資源を接触ガス化(触媒ガス化)するものであるが、本研究は、バイオマス中のリグニン・ヘミセルロース(非セルロース成分)や褐炭を溶解できるアルカリ性水を媒体とする接触ガス化、すなわち、アルカリ性亜臨界水中で溶解資源の99%以上をガスに転換することに初めて成功した。加えて、溶解リグニンを酸素あるいは空気を使って酸化前処理することによってリグニンを高濃度化しても触媒への炭素析出を抑えた高効率ガス化が可能であることも明らかにした。この酸化処理は、褐炭のアルカリ性水への溶解率を飛躍的に高め(～95%)、しかも、リグニンの場合と同様に接触ガス化の効率と高濃度化を著しく改善した。第五世代ガス化、とくにアルカリ性亜臨界水を媒体とするガス化はこれまで未踏の領域であったが、本研究はこの新技術分野を開拓した。

課題番号	GR081
------	-------

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
研究成果報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名 (下段英語表記)	反応速度の壁を突破する炭素資源の低温迅速ガス化
	Breaking through Rate/Temperature Limitations in Gasification of Carbon Resources
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	九州大学・先導物質化学研究所・教授
	Professor / Institute for Materials Chemistry and Engineering, Kyushu University
氏名 (下段英語表記)	林 潤一郎
	Jun-ichiro Hayashi

研究成果の概要

(和文): ガス化は, 種々の炭素系資源を水素・一酸化炭素等を主成分とする合成ガスに変換・統合する技術であり, 次世代エネルギー・化学産業ネットワークにおいてハブの役割を担うと期待されるが, 現状では, 炭素資源が持つ化学エネルギーの約 20%が損失する。本研究は, この損失を 3~4%程度に低減する世界最高効率の気固系ガス化法(第四世代ガス化)を提案し, 性能を実証した。加えて, 次世代ガス化・燃料電池スーパー複合発電のための活性炭化物(チャー)水蒸気ガス化(第三世代ガス化), さらに, 亜臨界水をガス化剤とする究極の低温ガス化(第五世代ガス化)の概念実証にも初めて成功し, 炭素資源利用に係るグリーン・イノベーションに貢献した。

(英文): Gasification is a process that converts and integrates various types of carbon resources into syngas, i.e., a mixture of H₂, CO and/or CH₄, and will therefore plays a role of “hub” in the future energy/chemical industrial network. The current gasification, however, loses about 20% of the chemical energy of the carbon resource. This work proposed a novel gasification (4th generation gasification) and has demonstrated its performance with the chemical energy loss as small as 3–4%. This work has also demonstrated steam gasification for future super integrated gasification/fuel-cell combined cycles (3rd generation gasification) and the extreme low-temperature gasification with subcritical water (5th generation gasification). This work has thus promoted greatly the green innovation in the utilization of carbon resources.

1. 執行金額 167,700,000 円

(うち、直接経費 129,000,000 円、 間接経費 38,700,000 円)

2. 研究実施期間 平成 23 年 2 月 10 日～平成 26 年 3 月 31 日

3. 研究目的

ガス化は、炭素資源(石炭等の化石資源、再生可能資源としてのバイオマス)および産業排熱等の熱エネルギーを水素・一酸化炭素あるいはメタンを主成分とする合成ガスに変換・統合する熱化学プロセスである。合成ガスは、燃料(燃料源)であると同時に化学原料である基幹物質であり、即ち、エネルギー・化学産業の共通プラットフォームである。それ故に、ガス化は次世代エネルギー・化学産業ネットワークにおいてハブの役割を担うと期待され、その効率向上の意義は極めて大きい。

図 1 に示すように、現状のガス化法(第一世代ガス化)によれば、変換に伴う炭素資源の化学エネルギー損失は約 20%である。本研究提案者は、それまでに蓄積した炭素資源、とりわけバイオマスと低品位石炭(褐炭)の熱化学反応機構・速度論に関する独自の知見と専門である反応工学の知識を駆使し、熱的に自立し、しかも反応系出口における合成ガスの温度(T_{exit} , 図 1 の横軸)を第一世代ガス化よりも 800°C 以上低くできる革新的なガス化法(第四世代ガス化)を提案した。第四世代ガス化における化学エネルギー損失は、原理的には 3~4%と予想され、これは第一世代ガス化のわずか 1/6~1/5 である。本研究の第一の目的は、第四世代ガス化の原理を実験的に示すこと、すなわち、第四世代ガス化を模擬する連続反応系において、机上計算から得られるガス化性能を実証すること、であった。

後述するが、第四世代ガス化の研究開発は、その過程における発見等によって当初の想定を超えて進捗し、平成 24 年度までに当初目標を達成できる目処がついたため、同年度～平成 25 年度に、新たに二つの異なる次世代ガス化技術の開発に挑戦した。一つは、次世代のガス化・燃料電池スーパー複合発電(発電効率>70%の究極の発電法)を実現するための接触水蒸気ガス化(第三世代ガス化)であり、他は、水に溶解した炭素資源を亜臨界条件下でメタンリッチガスに変換する接触水熱ガス化(第五世代ガス化、究極の低温ガス化)である。本研究では、第三および第五世代のガス化について予想される性能(図 1 を参照)を連続反応系において実証することを、それぞれ第二、第三の目的として研究期間中に新規追加した。

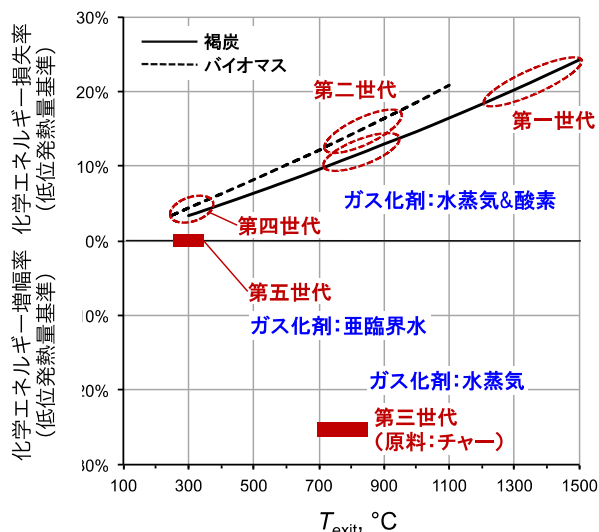


図 1. 反応系出口における合成ガス温度 (T_{exit}) と化学エネルギー損失率あるいは増幅率の関係。シミュレーションの詳細(Hayashi *et al.*, 2014)は省略する。

4. 研究計画・方法

(1) 第四世代ガス化

図2は、第四世代ガス化反応器の模式図である。本研究では、この反応器を模擬した実験室規模の連続反応装置(原料炭素資源の供給速度=0.1~0.3 kg/h)を設計・製作し、バイオマス(木質)および褐炭(豪州ヴィクトリア褐炭)のガス化試験に用いた。

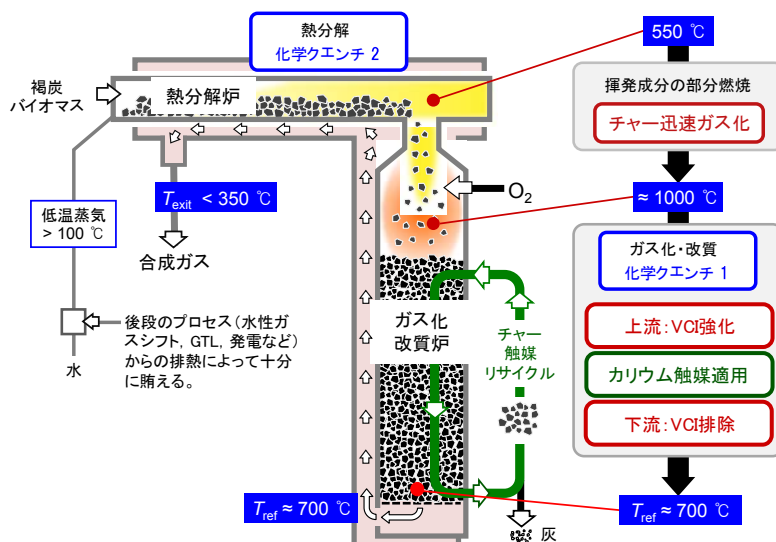


図2. 第四世代ガス化反応器システムの概略と特徴。

詳細は省略するが、この

反応器のポイントは、(a)初期反応=熱分解と後段の反応=改質・ガス化の物理的分離、(b)改質・ガス化炉上部の部分燃焼によって発生する高温ガスの触媒(カリウム;チャー表面におけるモバイル触媒)担持チャー粒子充填層における化学的冷却(吸熱反応である水蒸気ガス化・改質による第一段化学クエンチ)、(c)揮発成分(軽質ガス, タール)とチャー粒子の接触と両者の化学的相互作用(VCI)の強化による前者の水蒸気改質と後者の水蒸気ガス化の迅速な同時進行、(d)合成ガス(温度;700~750°C)の顕熱による熱分解の駆動(熱エネルギーの化学再生;第二段化学クエンチ)、である。ガス化性能については、(i)動的炭素転換率(合成ガス発生速度/原料供給速度, ただし定常値) ≥ 99%, (ii)合成ガス中の残留タール濃度 ≤ 100 mg/Nm³-dry, (iii)チャー充填層温度 ≤ 700~750 °C, (iv)酸素/炭素比および水蒸気/炭素比がいずれも化学エネルギー損失 ≤ 4%を満足する、の四点をすべて実現することを目標とした。

(2) 第三世代ガス化

第三世代ガス化(図3)には、(a)ガス化剤は水蒸気のみ、(b)ガス化温度 < 800 °C、(c)合成ガス中残留タール濃度 < 1 mg/Nm³-dry、(d)ガス化反応器は流動層、であることが要求されるが、これを可能とするためには、バイオマスあるいは褐炭ではなく、これらの

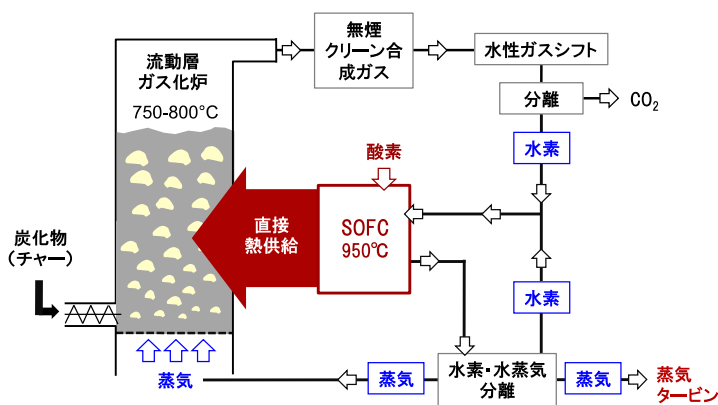


図3.ガス化・燃料電池スーパー複合発電のための流動層ガス化。

熱分解によって製造可能である無煙(タールフリー)のチャーを原料とし、さらに、水蒸気ガス化反応の迅速化のために、流動媒体(珪砂等)と反応して低融点化合物を生成せず、かつ安価な金属種(触媒)を高分散担持する必要がある。本研究では、無煙かつ高活性のチャーを製造する熱分

解プロセスを開発し、流動層におけるチャーの迅速ガス化(定常状態の動的炭素転換率=100%)を実証することを目標とした。

(3)第五世代ガス化

第五世代ガス化は、300~350 °C で水中に溶解した炭素資源を触媒存在下で合成ガス(メタンリッチガス)に変換する究極の低温ガス化である。バイオマス中のリグニン、褐炭を溶解するためにはアルカリ性水が必須であり、加えて、アルカリ性亜臨界水中で高い触媒能を発揮する触媒が欠かせない。そこで、本研究では、報告例が皆無である(a)褐炭を90 wt%以上溶解するためのアルカリ熱水処理法(リグニンのアルカリ可溶性は既知)、(b)アルカリ性亜臨界水中で溶解リグニンおよび溶解褐炭を完全ガス化する触媒および反応法の開発、の二点を目標として実験研究を展開した。

5. 研究成果・波及効果

表 1. 第四世代ガス化模擬試験結果の一例.

(1)第四世代ガス化

バイオマスを原料とした場合のガス化試験結果を表 1 に示す。ガス化・改質温度(図 2, 表 1 における T_{ref} に対応)を 700~720 °C とした場合に、動的炭素転換率 $\geq 99\%$, 重質タール濃度 $\ll 100$

Run ID	R5	R7	R8	R10	R11
改質炉温度 T_{ref} , °C	630 等温	670 等温	700 等温	720 等温	940 \Rightarrow 650 温度勾配
触媒(K)添加率, wt%-原料	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
O ₂ /C, mol/mol	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
H ₂ O/C, mol/mol	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
動的炭素転換率, %	64	76	99	100	100
重質タール, mg/Nm ³	54	51	4.9	1.4	1.4
軽質タール, mg/Nm ³	7,260	1,410	135	8.6	22.7
H ₂ O反応率, %	3	45	43	82	84

mg/Nm³ となり、前述の条件をいずれも満足する性能が得られている。軽質タールを含めてタール濃度をさらに厳しく評価した場合でも、 $T_{ref} = 720$ °C において全条件を満足する。を表中の酸素/炭素比および水蒸気/炭素比は、いずれも化学エネルギー損失 $< 4\%$ を満足する上限値以内である。実反応器においては、チャー充填層温度は > 1000 °C(最上部)~700 °C(底部)に分布すると考えられるが、表中の R8, R10 は、充填層の全域を 700~720 °C に保持した。このことは、実炉では表中に示した以上の性能が得られることを意味する。このように、当初目標に掲げたガス化の性能をすべて実証することができた。紙面の都合により詳細は省略するが、褐炭を原料とした場合は、例えば、 $T_{ref} = 750$ °C, 酸素/炭素比 = 0.21, 水蒸気/炭素比 = 0.7 とした場合に動的炭素転換率 = 100%(化学エネルギー損失 $< 4\%$)を達成した。バイオマス、褐炭のいずれについても、本研究では、かつて報告例のない低酸素/炭素比、低水蒸気/炭素比において完全ガス化を実証し、これにより世界最高レベルのガス化性能を示した。

(2)第三世代ガス化

第三世代ガス化の開発では、まず、チャーの無煙化度を、”900 °C 以上の高温への加熱における芳香族化合物の総発生量(10^{-8} ~ 10^{-1} wt%)”として世界に先駆けて測定・定義し、ついで、無煙化度 < 0.01 wt%のチャーを得るための最低熱分解温度をバイオマス(550 °C)、褐炭(600 °C)

のいずれに関しても明らかにした。熱分解法として、無煙化度 < 0.01 のチャーと蒸発残さフリーの軽質油のみを選択的に製造可能な高付加価値熱分解（重質油完全リサイクル式熱分解法）の開発にも成功したことも付け加えておきたい（図3）。ついで、経済的に合理性のあるCaを事前担持して調製した褐炭チャーの流動層水蒸気



図3. 新熱分解法によって製造した軽質油(左: バイオオイル, 中: 褐炭オイル)および無煙バイオマスチャー(右).

ガス化試験を実施し、チャー層内平均滞留時間 $t_r < 100$ min および動的炭素転換率 = 100%となる触媒担持条件および反応条件を見いだした。加えて、実質的なCa触媒担持の効果(t_r 短縮効果; 1/7~1/15)を初めて明らかにするとともに、関連する効果に関する従来の認識の誤りを指摘し、包括的・定量的な反応速度モデルと最適担持率を示した。Caと同等以上の触媒能を持つFe担持法として、廃鉄、水およびCO₂のみを用いるグリーンプロセスの開発にも成功した。

(3) 第五世代ガス化

バイオマスに関しては、アルカリ性熱水に可溶であることが知られているリグニンを原料とする接触水熱ガス化法を検討した。活性炭をはじめとするマイクロ多孔性炭素を担体とする種々の金属触媒をスクリーニングした結果、Ru触媒のみが炭酸ナトリウムに溶解したリグニンの完全ガス化(350 °C)を可能とすることがわかった。アルカリ性亜臨界水中の有機物ガス化の困難さは過去に報告事例があったが、本研究が世界初の完全ガス化達成事例となった。この成果は、製紙プロセスにおける黒液の革新的変換につながる成果でもある。接触水熱ガス化の実用化には、「高濃度リグニン」のガス化が条件となるが、リグニン濃度が10,000 ppm-TOCを超えると、触媒への炭素析出が顕著となることも判明した。そこで、酸素を使う事前液相酸化(解重合)、事前アルカリ熱水処理を導入し、触媒失活を生じない完全ガス化の濃度範囲を少なくとも20,000 ppm-TOCまで拡張することに成功した。

褐炭については、250~300 °Cのアルカリ熱水処理および液相酸素酸化処理によって95 wt%以上の溶解率(溶解褐炭濃度 $> 30,000$ ppm-TOC)を得ることに成功した。溶解褐炭のガス化にはリグニンと同様のRu触媒を適用し、ガス化率(TOC低減率) = 99%を得ることに成功した。

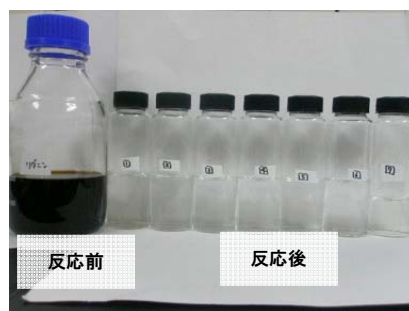


図4. ガス化前のリグニン溶液(黒液)と接触水熱ガス化後のアルカリ水.

以上に述べたように、本研究は、現状技術よりも化学エネルギー損失を大幅に低減、あるいは化学エネルギー増幅を可能とする炭素資源の超高効率・クリーンガス化技術(第三、第四および第五世代ガス化)の開発に取り組み、プロセス実証を含む当初目標を達成した。関連する熱分解技術、水熱処理・水熱ガス化に関する新技術の開発も含め、本研究の成果は、次世代エネルギー・化学産業のハブとなる次世代グリーンガス化技術の社会実装に貢献すると期待される。

6. 研究発表等

雑誌論文	(掲載済み一査読有り) 計 18 件 原著学術論文(査読付き)
計 26 件	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sou Hosokai, Koyo Norinaga, Tokuji Kimura, Masaki Nakano, Chun-Zhu Li, Jun-ichiro Hayashi. Reforming of volatiles from the biomass pyrolysis over charcoal in a sequence of coke deposition and steam gasification of coke. <i>Energy & Fuels</i>, 25(11), 5387-5393 (2011) 2. Yong Huang, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Masaki Amaike, Jun-ichiro Hayashi. Selective Production of Light Oil by Biomass Pyrolysis with Feedstock-mediated Recycling of Heavy Oil. <i>Energy & Fuels</i>, 26 (1), 256–264 (2012) 3. Saruul Idesh, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Catalytic Hydrothermal Reforming of Water-soluble Organics from the Pyrolysis of Biomass Using Ni/carbon Catalyst Impregnated with Pt. <i>Energy & Fuels</i>, 26(1), 67–74 (2012) 4. Tsukasa Sueyasu, Tomoyuki Oike, Aska Mori, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Simultaneous Steam Reforming of Tar and Steam Gasification of Char from the Pyrolysis of Potassium-Loaded Woody Biomass. <i>Energy & Fuels</i>, 26(1), 199–208 (2012) 5. Nozomu Sonoyama, Jun-ichiro Hayashi. Characterisation of coal and biomass based on kinetic parameter distributions for pyrolysis. <i>Fuel</i>, 114, 206–215 (2013) 6. Shi-Chao Qi, Xian-Yong Wei, Zhi-Min Zong, Jun-ichiro Hayashi, Xin-Hua Yuan, and Lin-Bing Sun. A Highly Active Ni/ZSM-5 Catalyst for Complete Hydrogenation of Polymethylbenzenes. <i>ChemCatChem</i>, 5, 3543–3547 (2013) 7. Hyun-Seok Kim, Kudo Shinji, Keisuke Tahara, Yasuyo Hachiyama, Hua Yang, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Detailed Kinetic Analysis and Modeling of Steam Gasification of Char from Ca-Loaded Lignite. <i>Energy & Fuels</i>, 27(11), 6617–6631(2013) 8. Shinji Kudo, Zhenwei Zhou, Kento Yamasaki, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Catalytic Hydrothermal Reforming of Jatropha Oil in Subcritical Water for the Production of Green Fuels: Characteristics of Reactions over Pt and Ni Catalysts. <i>Catalysts</i>, 3(4), 757–773 (2013) 9. Hua Yang, Kudo Shinji, Seira Hazeyama, Koyo Norinaga, Ondrej Masek, Jun-ichiro Hayashi. Detailed Analysis of Residual Volatiles in Chars from the Pyrolysis of Biomass and Lignite. <i>Energy & Fuels</i>, 27(6), 3209–3223(2013) 10. Hua Yang, Kudo Shinji, Hsia-Po Kuok, Koyo Norinaga, Ask Mori, Ondrej Masek, Jun-ichiro Hayashi. Estimation of Enthalpy of Bio-oil Vapor and Heat Required for Pyrolysis of Biomass. <i>Energy & Fuels</i>, 27(5), 2675–2686 (2013) 11. Li-xin Zhang, Toru Matsuhara, Kudo Shinji, Jun-ichiro Hayashi, Koyo Norinaga. Rapid pyrolysis of brown coal in a drop-tube reactor with co-feeding of char as a promoter of in situ tar reforming. <i>Fuel</i>, 112, 681–3686 (2013) 12. Yong Huang, Shinji Kudo, Ondrej Masek, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Simultaneous Maximization of the Char Yield and Volatility of Oil from Biomass Pyrolysis. <i>Energy & Fuels</i>, 27(1), 247–254 (2013) 13. Li-xin Zhang, Toru Matsuhara, Shinji Kudo, Naoto Tsubouchi, Jun-ichiro Hayashi, Yasuo Ohtsuka, Koyo Norinaga. Catalytic effects of Na and Ca from inexpensive materials on in-situ steam gasification of char from rapid pyrolysis of low rank coal in a drop-tube reactor. <i>Fuel Processing Technology</i>, 113, 1–7 (2013) 14. Shinji Kudo, Keigo Sugiyama, Koyo Norinaga, Chun-Zhu Li, Tomohiro Akiyama, Jun-ichiro Hayashi. Coproduction of clean syngas and iron from woody biomass and natural goethite ore. <i>Fuel</i>, 103, 64–72 (2013) 15. Koyo Norinaga, Tetsuya Shoji, Shinji Kudo, Jun-ichiro Hayashi. Detailed chemical kinetic modeling of vapor-phase cracking of multi-component molecular mixtures derived from the fast pyrolysis of cellulose. <i>Fuel</i>, 103, 141–150 (2013) 16. Shi-Chao Qi, Lu Zhang, Xian-Yong Wei, Jun-ichiro Hayashi, Zhi-Min Zong, Lu-Lu Guo.

	<p>Deep hydrogenation of coal tar over a Ni/ZSM-5 catalyst. RSC Advanced, 4, 17105–17109 (2014)</p> <p>17. Jun-ichiro Hayashi, Kudo Shinji, Kim Hyun-Seok, Koyo Norinaga, Matsuoka Koichi, Hosokai Sou. Low temperature Gasification of Biomass and Lignite: Consideration of Key Thermochemical Phenomena, Rearrangement of Reactions, and Reactor Configuration. Energy & Fuels, 28(1), 4–21(2014)</p> <p>18. Shinji Kudo, Yasuyo Hachiyama, Yuka Takashima, Junya Tahara, Idesh Saruul, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Catalytic Hydrothermal Reforming of Lignin in Aqueous Alkaline Medium. Energy & Fuels, 28(1), 76–85(2014)</p> <p>総説(査読付き)</p> <p>19. 林潤一郎. 石炭のガス化とガス化複合発電. ペトロテック, 35, 899-894 (2012)</p> <p>20. 林潤一郎. 石炭エネルギーの将来. 日本エネルギー学会誌, 91, 23-28 (2012)</p> <p>21. 林潤一郎. 反応速度の壁を突破する炭素資源の低温迅速ガス化, 化学工学, 76, 190-192 (2012)</p> <p>22. 林潤一郎, 松下洋介. 褐炭の高度改質と転換に関する九州大学の取り組み. 化学工学, 76, 566-568(2011)</p> <p>23. Jun-ichiro Hayashi. Research Into a High-Efficiency Polygeneration From Low- Grade Carbon Resources which Centers on Gasification "Kyushu University G-COE Program: Novel Carbon Resource Sciences News Letter (ISSN:1884-6297), Vol.8, 37–38(2013)</p> <p>24. Jun-ichiro Hayashi. Breaking through Rate/Temperature Limitations in Gasification of Carbon Resource. Kyushu University G-COE Program: Novel Carbon Resource Sciences News Letter (ISSN:1884-6297), Vol.5, 13–16(2011)</p> <p>25. Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Applications of Catalysis in the Selective Conversion of Lignocellulosic Biomass by Pyrolysis. Journal of Novel Carbon Resource Sciences (ISSN:1884-6300), 6, 1-8 (2012)</p> <p>(掲載済み一査読無し) 計 0 件</p> <p>(未掲載) 計 1 件</p> <p>1. 林潤一郎. 次世代低温ガス化:鍵となる熱化学現象,反応再編成および反応器構成の考察. 日本エネルギー学会誌, 93, 印刷中(2014)</p> <p>※現在投稿中の論文, 投稿準備中の論文(7 件)は, 7(2)に記した。</p>
<p>会議発表 計 61 件</p>	<p>専門家向け 計 52 件(国際学会等:32 件, 国内学会等:20 件, これらのうち依頼・招待講演:16 件)</p> <p>1. 林潤一郎. 固体炭素資源の熱化学変換におけるタールの改質と組成制御. 日本学術振興会 石炭・炭素資源利用技術第 148 委員会第 128 回研究会, 東京, 日本学術振興会 (2011/05/20)(依頼講演)</p> <p>2. 林潤一郎. 劣質炭素資源の改質とガス化の新展開. 平成 23 年度第 2 回材料プロセス談話会 特別講演会「エネルギーの有効利用と CO₂ 削減」, 福岡, 日本鉄鋼協会 (2011/04/22)(依頼講演)</p> <p>3. 末安 司, 森明日香, 工藤真二, 則永行庸, 林潤一郎. カリウム担持木質バイオマスの熱分解・改質ガス化二段変換. 九州地区若手ケミカルエンジニア討論会, 鹿児島, 化学工学会 (2011/07/22-23)</p> <p>4. 津奈木省吾, 工藤真二, 則永行庸, 林潤一郎. 官能基熱分解が駆動する褐炭チャーの水蒸気ガス化. 九州地区若手ケミカルエンジニア討論会, 鹿児島, 化学工学会 (2011/07/22-23)</p> <p>5. Idesh Saruul, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Development of Ni/carbon Based Catalysts for Catalytic Hydrothermal Reforming of Water-soluble Organics from the Pyrolysis of Biomass. 9th Korea -China-Japan Joint Symposium on Carbon Materials to Save the Earth, Cheju, Korean Institute of Energy Research (2011/08/25-27)</p> <p>6. Jun-ichiro Hayashi. Next-generation Gasification of Carbon Resources: Consideration of Chemistry, Process and System. 9th Korea -China-Japan Joint Symposium on Carbon</p>

	<p>Materials to Save the Earth, Cheju, Korean Institute of Energy Research (2011/08/25-27) (依頼講演)</p> <p>7. 末安司, 森明日香, 工藤真二, 則永行庸, 林潤一郎. カリウム保持チャーをタール改質材とするバイオマスからの水素リッチガス製造. 化学工学会第43回秋季大会, 名古屋, 化学工学会 (2011/09/14-16)</p> <p>8. 工藤真二, Saruul Idesh, 則永行庸, 林潤一郎. バイオマス由来水溶性有機物の水熱接触ガス化. 化学工学会第43回秋季大会, 名古屋, 化学工学会 (2011/09/14-16)</p> <p>9. Nozomu Sonoyama, Jun-ichiro Hayashi. Characterisation of Coal and Biomass based on Kinetic Parameter Distributions for Pyrolysis. International Conference on Coal Science and Technology 2011, Oviedo, Instituto Nacional del Carbon (2011/10/09-13)</p> <p>10. Shinji Kudo, Saruul Idesh, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Pt/Ni/Carbon Catalyst for Catalytic Hydrothermal Reforming of Water-Soluble Organics from the Pyrolysis of Biomass. 7th International Conference on Clean Coal Technology and Fuel Cells, Fukuoka, Central Research Institute of Electric Power Industry & Kyushu University (2011/11/08-09)</p> <p>11. Tomoyuki Oike, Tsukasa Sueyasu, Shinji Kobo, Koyo Norinaga Jun-ichiro Hayashi. Two-Stage Conversion of Potassium-loaded Biomass into H₂-rich Syngas. 7th International Conference on Clean Coal Technology and Fuel Cells, Fukuoka, Central Research Institute of Electric Power Industry & Kyushu University (2011/11/08-09)</p> <p>12. Tomoyuki Oike, Tsukasa Sueyasu, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Two-stage Low-temperature Gasification of Potassium-loaded Woody Biomass. The 24th International Symposium on Chemical Engineering, Gyeongju, Korean Institute of Chemical Engineering & Society of Chemical Engineering, Japan (2011/12/3)</p> <p>13. Tsukasa Sueyasu, Tomoyuki Oike, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Simultaneous Steam Reforming of Tar and Steam Gasification of Char from the Pyrolysis of Potassium-Loaded Woody Biomass. 2011 Sino-Australian Symposium on Advanced Coal and Biomass Utilisation, Wuhan, Curtin University & Wuhan University (2011/12/09-10) (依頼講演)</p> <p>14. Huang Yong, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Masaki Amaike and Jun-ichiro Hayashi. Selective Production of Light Oil by Biomass Pyrolysis with Feedstock-mediated Recycling of Heavy Oil. 2011 Sino-Australian Symposium on Advanced Coal and Biomass Utilisation, Wuhan, Curtin University & Wuhan University (2011/12/09-11)</p> <p>15. Idesh Saruul, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Catalytic Hydrothermal Gasification of Water-Soluble Organics from the Pyrolysis of Biomass. 2011 Sino-Australian Symposium on Advanced Coal and Biomass Utilisation, Wuhan, Curtin University & Wuhan University (2011/12/09-11)</p> <p>16. Tomoyuki Oike, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Examination of Catalysis of Potassium in Sequential Pyrolysis and Steam Re-forming/gasification of Biomass in a Two-stage Reactor. 25th Int. Symp. Chem. Eng., Okinawa, 化学工学会 (2012/12/10-11)</p> <p>17. Yusuke Koya, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Preparation of Co/C catalyst from Co²⁺-exchanged resin and its application to Fischer-Tropsch synthesis. 25th Int. Symp. Chem. Eng., Okinawa, Society of Chemical Engineering, Japan (2012/12/10-11)</p> <p>18. Keisuke Tahara, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Steam Gasification of Tar-free and Catalyst-loaded Lignite Char in Fluidized Bed. 25th Int. Symp. Chem. Eng., Okinawa, 化学工学会 (2012/12/10-11)</p> <p>19. Yong Huang, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Biomass Pyrolysis with Internal and Full Recycling of Heavy Oil, Asian Conf. Environmental & Energy Chem. Eng. 2012, Hualien, Taiwan Institute of Chemical Engineer (2012/11/11-14)</p> <p>20. Shinji Kudo, Saruul Idesh, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Catalytic Hydrothermal Reforming of Vegetable Oil for the Production. Asian Conference on Environmental & Energy Chem. Eng. 2012, Hualien, Taiwan Institute of Chemical Engineers (2012/11/11-14)</p> <p>21. Karnowo, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Removal of Potassium from Rice Husk Char by Treatment with Bio-oil. The 9th International Symposium on Novel Carbon Resource Sciences, Fukuoka, Kyushu University (2012/11/02-03)</p> <p>22. Hua Yang, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Low Temperature Gasification of Victorian Brown Coal in a Two-Stage Reactor based on a concept of Decoupling and Recoupling of Thermochemical Reactions. The 9th International</p>
--	--

	<p>Symposium on Novel Carbon Resource Sciences, Fukuoka, Kyushu University (2012/11/02-03)</p> <p>23. Yong Huang, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Biomass Pyrolysis with Internal and Full Recycling of Heavy Oil. The 9th International Symposium on Novel Carbon Resource Sciences, Fukuoka, Kyushu University (2012/11/02-03)</p> <p>24. Saruul Idesh, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Catalytic Hydrothermal Reforming of Vegetable Oil for the Production of Hydrocarbons. The 9th International Symposium on Novel Carbon Resource Sciences, Fukuoka, Kyushu University (2012/11/02-03)</p> <p>25. Tomoyuki Oike, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Reduction of steam/carbon and oxygen/carbon ratios in biomass gasification by intensification of volatile-char interaction and catalysis of potassium. 3rd Int. Symp. Gasification and its Applications, Vancouver, Canadian Society for Chemical Engineering (2012/10/14-17)</p> <p>26. Hua Yang, Seira Hazeyama, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Ondrej Masek, Jun-ichiro Hayashi. Detailed Investigation of Residual Volatiles in Biochar and Lignite Char from Pyrolysis. 3rd Int. Symp. Gasification and its Applications, Vancouver, Canadian Society for Chemical Engineering (2012/10/14-17)</p> <p>27. Shinji Kudo, Yasuyo Hachiyama, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Kinetics of Non-catalyzed Steam Gasification of Biomass and Lignite Chars. 3rd Int. Symp. Gasification and its Applications, Vancouver, Canadian Society for Chemical Engineering (2012/10/14-17)</p> <p>28. 工藤真二, 津奈木省吾, 則永行庸, 林潤一郎. 褐炭チャー水蒸気ガス化の速度論に対する熱分解性官能基の影響. 化学工学会第44回秋季大会, 仙台, 化学工学会 (2012/09/19-21)</p> <p>29. 八山靖代, 工藤真二, 則永行庸, 林潤一郎. 褐炭/バイオマスチャーの無触媒ガス化機構. 化学工学会第44回秋季大会, 仙台, 化学工学会 (2012/09/19-21)</p> <p>30. 尾池智幸, 工藤真二, 則永行庸, 林潤一郎. タール・チャー接触とカリウム触媒作用強化による低酸素比・低水蒸気比バイオマスガス化. 化学工学会第44回秋季大会, 仙台, 化学工学会 (2012/09/19-21)</p> <p>31. Jun-ichiro Hayashi. Next-generation Gasification of Biomass and Coal. 1st Joint Seminar on Utilization of Coal and Biomass. Jiangsu, China University of Mining Technology (2012/09/13-14) (招待講演)</p> <p>32. Jun-ichiro Hayashi, Shinji Kudo, Koyo Norinaga. Low-temperature Gasification of Coal and Biomass. 2nd KIER-Kyushu University Joint Symp. Green System and Materials, Cheju, Korean Institute of Energy Research (2012/09/11-12) (依頼講演)</p> <p>33. 黄 勇, 則永行庸, 工藤真二, 林潤一郎, 戸村啓二, 堀内 聡, 高須展夫. 高収率炭化物製造のためのバイオマス移動層熱分解プロセスの開発. 粉体工学会第48回夏期シンポジウム, 山梨, 粉体工学会 (2012/07/24)</p> <p>34. 林潤一郎, 平島 剛, 松下洋介, 寺岡靖剛. 九州大学における炭素資源研究への取り組み-炭素資源国際教育研究センターの活動を中心として-. 日本化学会第92春季年会, 横浜, 日本化学会 (2012/03/26-28) (依頼講演)</p> <p>35. 石川文晴, 柏木隆宏, 中川潤, 遠藤克己, 坂本哲夫, 林潤一郎. カリウム担持バイオマスの炭化物表面の高面分解能 TOF-SIMS 分析. 日本化学会第92春季年会, 横浜, 日本化学会 (2012/03/26-28) (依頼講演)</p> <p>36. 林潤一郎. 次世代石炭ガス化の概念実証. 日本学術振興会/石炭・炭素資源利用技術第148委員会/第132回研究会, 東京, 日本学術振興会 (2012/02/10) (依頼講演)</p> <p>37. 高島由花, 今村和史, 田中亮太, 則永 行庸, 工藤真二, 林潤一郎. セルロース気相熱分解反応における芳香族炭化水素の生成機構. 第7回バイオマス科学会議, 盛岡, 日本エネルギー学会 (2012/01/18-20)</p> <p>38. Huang Yong, 工藤真二, 則永行庸, 林潤一郎. 重質油リサイクル熱分解によるバイオチャー収率およびバイオオイル揮発性の最大化. 化学工学会第78年会, 大阪, 化学工学会 (2013/03/16-18)</p> <p>39. 工藤真二, 高島由花, 則永行庸, 林潤一郎. 金属担持触媒を用いたリグニンのアルカリ水熱接触改質によるフェノール類への分解. 化学工学会第78年会, 大阪, 化学工学会 (2013/03/16-18)</p> <p>40. 田原啓右, 八山靖代, 工藤真二, 則永行庸, 林潤一郎. Ca 担持褐炭チャーの水蒸気ガス化速度論および流動層ガス化特性. 化学工学会第78年会, 大阪, 化学工学会 (2013/03/16-18)</p>
--	---

<p>41. Saruul Idesh, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Vegetable oil conversion to hydrocarbon fuels by catalytic hydrothermal reforming. 化学工学会第 78 年会, 大阪, 化学工学会 (2013/03/16-18)</p> <p>42. 林潤一郎. 炭素資源変換反応およびプロセスに関する研究. 化学工学会第 79 年会, 岐阜, 化学工学会 (2014.3.19) (招待講演)</p> <p>43. Jun-ichiro Hayashi. Low temperature Gasification of Biomass and Coal. A Seminar on Utilization of Carbon Resources, Ulaanbaatar, Mongolian University of Science and Technology (2013/03/29) (招待講演)</p> <p>44. Jun-ichiro Hayashi. Gasification of Lignite and Biomass. A Coal Research Seminar, Ulaanbaatar, National University of Mongolia (2013/03/28) (招待講演)</p> <p>45. Jun-ichiro Hayashi. Low Temperature Gasification of Biomass and Lignite: Temporal/Spatial Rearrangement of Chemical Reactions and Chemical Recuperation of Heat. Curtin University Chemical Engineering Seminar, Perth, Curtin University (2013/09/03) (招待講演)</p> <p>46. Jun-ichiro Hayashi. Pyrolysis of biomass: Production of light bio-oil, tar-free biochar and metallurgical coke. Curtin University Energy & Fuels Seminar, Perth, Curtin University (2013/09/04) (招待講演)</p> <p>47. 林潤一郎, 則永行庸, 工藤真二. 炭素資源ガス化における化学エネルギー回収率の最大化. 2013 化学工学に関する日本-韓国-台湾会議および九州セミナー, 熊本, 化学工学会 (2013/11/09-11) (依頼講演)</p> <p>48. Jun-ichiro Hayashi, Shinji Kudo, Hyun-Seok Kim, Koyo Norinaga, Koichi Matsuoka, Sou Hosokai. Low Temperature Gasification of Biomass and Lignite: Consideration of Key Thermochemical Phenomena, Rearrangement of Reactions, and Reactor Configuration. 4th (2013) Sino-Australian Symposium on Advanced Coal and Biomass Utilization Technologies, Wuhan, Curtin University & Wuhan University (2013/12/09-11) (招待講演)</p> <p>49. Shinji Kudo, Yasuyo Hachiyama, Yuka Takashima, Junya Tahara, Saruul Idesh, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Catalytic Hydrothermal Reforming of Lignin in Aqueous Alkaline Medium. 4th (2013) Sino-Australian Symposium on Advanced Coal and Biomass Utilization Technologies, Wuhan, Curtin University & Wuhan University (2013/12/09-11)</p> <p>50. Hua Yang, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Potassium-catalyzed steam-O₂ gasification of lignite in a two-stage moving and fixed bed reactors. The 26th International Symposium on Chemical Engineering, Pusan, Korean Institute of Chemical Engineering (2013/12/07-08)</p> <p>51. Karnowo, Shinji Kudo, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Leaching of Alkali and Alkaline Earth Metallic Species from Rice Husk with Bio-oil. The 26th International Symposium on Chemical Engineering, Pusan, Korean Institute of Chemical Engineering (2013/12/07-08)</p> <p>52. Shinji Kudo, Yasuyo Hachiyama, Yuka Takashima, Junya Tahara, Koyo Norinaga, Jun-ichiro Hayashi. Gasification of Lignin Dissolved in Alkaline Aqueous Solution by Catalytic Hydrothermal Reforming using Ru Catalyst. 12th Japan-China Symposium on Coal and C₁ Chemistry, Fukuoka, Japan Institute of Energy (2013/10/29-31)</p> <p>一般向け 計 9 件</p> <p>1. 林潤一郎. 石炭エネルギーの将来. 九州大学第 151 回 KASTEC セミナー, 福岡, 九州大学 (2011/08/02) (依頼講演)</p> <p>2. 林潤一郎. 炭素資源利用のいまと将来. 平成 23 年度九州大学総合理工学セミナー. 吹田, 九州大学 (2011/9/16) (依頼講演)</p> <p>3. 林潤一郎. 石炭のガス化. 平成 23 年石炭基礎講座, 東京, 石炭エネルギーセンター (2012/02/10) (依頼講演)</p> <p>4. 林潤一郎. 反応速度の壁を突破する炭素資源の低温迅速ガス化. 九州大学 NEXT プログラム 発表会, 福岡, 九州大学 (2012/2/28) (依頼講演)</p> <p>5. 林潤一郎. 石炭とバイオマス - エネルギー安全保障と技術・産業・経済. コンソーシアム福岡 平成 24 年度公開講座, 福岡 コンソーシアム福岡 (2012/09/24) (依頼講演)</p> <p>6. 林潤一郎. 石炭ガス化研究への取組状況と新展開. エコテクノ 2012 / CCT セミナー, 北九州, 北九州 (2012/10/11) (依頼講演)</p> <p>7. 林潤一郎. 石炭のガス化. 平成 24 年度「石炭基礎講座」, 東京, 石炭エネルギーセンター (2013/01/22-23) (依頼講演)</p>
--

	<p>8. 林潤一郎. エネルギーのいまと将来. 修猷館高校平成 24 年度キャリアセミナー, 福岡, 福岡県立修猷館高校(2013/5/26) (依頼講演)</p> <p>9. 林潤一郎. 持続的炭素サイクル:化石資源・バイオマスエネルギー・化学共通プラットフォームに統合する. KRI クライアントコンファレンス&ワークショップ, KRI, 京都(2013.10.25) (招待講演)</p>
図書 計 2 件	<p>1. Jun-ichiro Hayashi. Biomass Method. Nuclear Hydrogen Production Handbook (Series: Green Chemistry and Chemical Engineering, ISBN 9781439810835, CRC Press, 165-176 (2011))</p> <p>2. 林潤一郎. 5.1. 熱分解反応の特徴と制御. 石炭の科学と技術, ISBN 978-4-339-06629-6, コロナ社, 149-150(2013)</p>
産業財産権 出願・取得 状況 計 11 件	<p>(取得済み) 計 9 件(ガス化・改質, ガス化発電および熱分解に関する特許)</p> <p>1. 特許第 4719029 号. 木質ガスのコジェネレーション装置. 林潤一郎, 谷端一樹, 宮本正泰, 小山 斎, 玉川準之介, 佐藤 肇, 村田逞詮, 青木成道(2011/4/8)</p> <p>2. 特許第 4741686 号. ガス化方法, 発電方法, ガス化装置, 発電装置, 木質チップ, 及びエネルギー源として活用することが可能な液相の軽質油及び水溶性有機物を溶解した水. 林潤一郎, 上杉浩之(2011/5/13)</p> <p>3. 特許第 4986042 号. バイオマス燃料対応型のエンジンシステム. 谷端一樹, 水野庸司, 木本浩介, 村田逞詮, 宮本正泰, 玉川準之介, 小山 斎, 佐藤 肇, 林潤一郎, 浅見直人(2012/5/11)</p> <p>4. 特許第 5054051 号. エンジンシステム. 谷端一樹, 木本浩介, 玉川準之介, 小山 斎, 松田 誠, 村田逞詮, 梅垣孝文, 青木成道, 小関秀一, 林潤一郎(2012/8/3)</p> <p>5. 特許第 5148308 号. 廃食油の改質反応器. 谷端一樹, 木本浩介, 村田逞詮, 宮本正泰, 玉川準之介, 林潤一郎, 則永行庸, 隈部和弘, 中野真輝, 青木成道(2012/12/7)</p> <p>6. 特許第 5254072 号. 揮発性有機化合物の処理システム. 谷端一樹, 瀬野比呂司, 村田逞詮, 玉川準之介, 重枝誠一, 小山 斎, 松田 誠, 岡田康生, 宇野利夫, 山倉健三郎, 浜松 健, 青木成道, 小関秀一, 林潤一郎(2013/4/26)</p> <p>7. 特許第 5372343 号. タール改質反応器. 谷端一樹, 水野庸司, 木本浩介, 村田逞詮, 宮本正泰, 玉川 準之介, 小山 斎, 佐藤 肇, 林潤一郎, 隈部和弘, 大下幹夫, 浅見直人(2013/9/27)</p> <p>8. 特許第 5460970 号. 木質バイオマスガスの改質システム. 宮本正泰, 小山 斎, 小関秀一, 木本浩介, 村田逞詮, 松田 誠, 林潤一郎, 玉川準之介, 谷端一樹, 青木成道(2014/1/24)</p> <p>9. 特許第 5498692 号. 改質炭と炭化水素油の製造法. 園山 希, 林潤一郎, 増田隆夫, 多湖輝興(2014/3/14)</p> <p>(出願中) 計 2 件</p> <p>1. 特願 2011-057083. 褐炭をチャー・原料ガス製造と発電に利用する複合システム. 原田達朗, 持田 勲, 潤一郎, 松下洋介, 山本 剛(2011/3/15)</p> <p>2. 特願 2011-279245. バイオマス炭化方法, バイオマス炭化物収率の増加方法及びバイオマス炭化装置. 戸村啓二, 堀内 聡, 高須展夫, 則永行庸, 工藤真二, 林潤一郎(2011/12/21)</p>
Web ページ (URL)	<p>下記の web サイトにおいて本研究を紹介している。</p> <p>http://www.cm.kyushu-u.ac.jp/sentan/</p> <p>http://www.carbonres.com/</p> <p>http://web.mac.com/exergy/hayashi-norinaga-lab/Projects_2.html</p>
国民との科学・技術対話の実施状況	<p>前述の一般向け講演会, シンポジウム(9 件)において本研究の背景(社会における当該・関連技術の意義と現状), 概念, 進捗等を発表し, 国民との科学・技術対話に努めた。</p>
新聞・一般雑誌等掲載 計 1 件	<p>日経産業新聞(2014.5.29)解剖-先端拠点「電池・エネ循環効率追求」の記事において, 本研究成果が実験室の写真つきで紹介された。</p>
その他	

7. その他特記事項

(1)受賞等

1. Best Speaker Award in The 24th International Symposium on Chemical Engineering, Gyeongju. Tomoyuki Oike. Two-stage Low-temperature Gasification of Potassium-loaded Woody Biomass (2011/12)
2. Best Paper Award in 25th Int. Symp. Chem. Eng., Okinawa. Tomoyuki Oike. Examination of Catalysis of Potassium in Sequential Pyrolysis and Steam Re-forming/gasification of Biomass in a Two-stage Reactor (2012/12).
3. 化学工学会平成 25 年度研究賞(玉置明善記念賞). 林潤一郎. 炭素資源変換反応およびプロセスに関する研究 (2013/12)

(2)投稿中の論文等

平成 25 年度研究成果の一部を纏め, 下記論文を投稿中, あるいは準備中(補足データ取得を含む)である。

1. Sequential pyrolysis and potassium-catalyzed steam-oxygen gasification of woody biomass in a continuous two-stage reactor(投稿中)
2. Preparation and steam gasification of Fe-ion exchanged lignite prepared with iron metal, water, and pressurized CO₂(投稿中)
3. Mechanism and kinetics of non-catalytic steam gasification of char from biomass and lignite and development of porous structure(投稿中)
4. Experimental examination of Type IV gasification of lignite with a continuous reactor system (投稿準備中)
5. Catalytic hydrothermal gasification of lignin black liquor: Effects of preheat treatment and O₂ oxidation on the conversion and carbon deposition onto catalyst(投稿準備中)
6. Lignite gasification in a sequence of dissolution into aqueous alkaline solution and catalytic hydrothermal gasification(投稿準備中)
7. Simultaneous leaching of K-rich biomass with bio-oil and preparation of K-catalyst enriched bio-oil for steam reforming(投稿準備中)