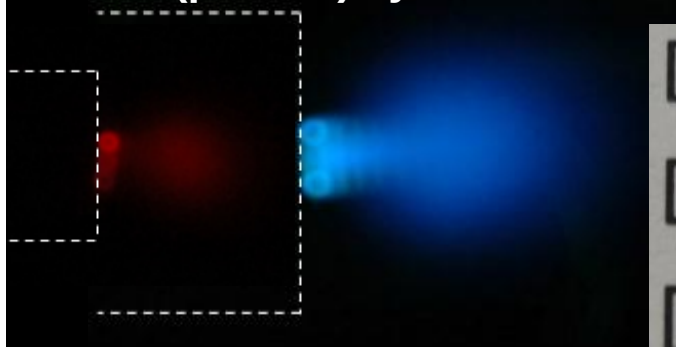


金沢大学理工研究域 サステナブルエネルギー研究センター

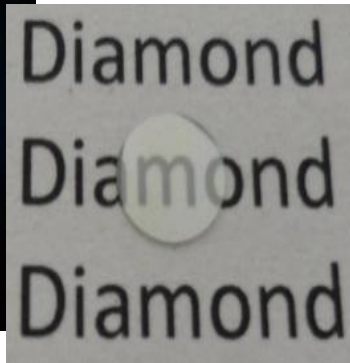
Research center for
Sustainable
Energy and
Technology
RSET

平成 26 年度研究活動報告

Laser (plasma) synthesis



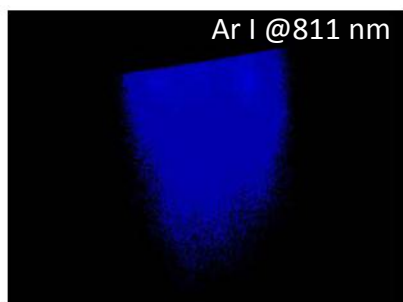
コアシェル型ナノ粒子生成用
レーザープラズマの発光様相



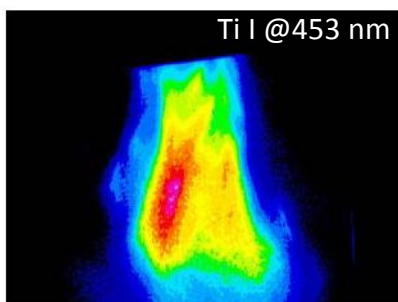
金沢大学製 CVD 単結晶
ダイヤモンドウエハ



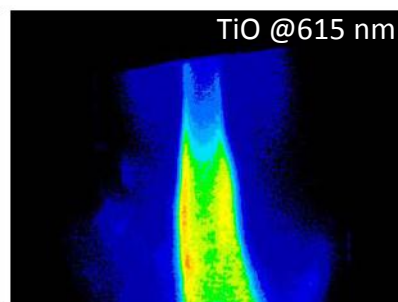
マイクロ波励起水中気泡プラズマ生成装置



Ar I @811 nm



Ti I @453 nm



TiO @615 nm

原料間歇導入時の変調熱プラズマ Torch からのスペクトル放射強度分布

研究活動報告

目次

CONTENTS

1. 巻頭言	1
2. 部門長挨拶	2
3. 研究開発ロードマップ	3
4. RSET10年間事業スケジュール表	8
5. RSET平成26年度年間事業実績表	9
6. RSET全体の活動状況	10
1) 会議、シンポジウム等の開催実績	
2) 第2回RSET専任教員主催セミナー報告	
3) 第4回RSETアドバイザリーボード全体会合報告	
7. 有機薄膜太陽電池部門（第1部門）活動状況	18
1) 研究成果報告	
2) 研究成果リスト	
3) シンポジウム、セミナー、会議等の開催実績	
4) アドバイザリーボード報告	
5) アドバイザリーボード会合の報告	
8. 自然エネルギー活用部門（第2部門）活動状況	27
1) 研究成果報告	
2) 研究成果リスト	
3) シンポジウム、セミナー、会議等の開催実績	
4) アドバイザリーボード報告	
5) アドバイザリーボード会合の報告	
9. 炭素循環技術部門（第3部門）活動状況	34
1) 研究成果報告	
2) 研究成果リスト	
3) シンポジウム、セミナー、会議等の開催実績	
4) アドバイザリーボード報告	
5) アドバイザリーボード会合の報告	
10. エネルギー・環境材料部門（第4部門）活動状況	43
1) 研究成果報告	
2) 研究成果リスト	
3) シンポジウム、セミナー、会議等の開催実績	
4) アドバイザリーボード報告	
5) アドバイザリーボード会合の報告	
11. バイオマス利用部門（第5部門）活動状況	52
1) 研究成果報告	
2) 研究成果リスト	
3) シンポジウム、セミナー、会議等の開催実績	
4) アドバイザリーボード報告	
5) アドバイザリーボード会合の報告	
12. 平成25年度に実施した中間評価アンケート集計と今後の取り組みについて.....	60
13. RSET 関係者一覧	62
編集後記	63

1. 巻 頭 言



理工研究域長
RSET 運営会議議長
加納 重義

金沢大学理工研究域附属サステナブルエネルギー研究センター（RSET）は 10 年の時限付き研究拠点として平成 23 年 4 月に発足し、現在、専任教員、兼任教員、協力教員を含めて総勢 40 名を擁するまでに発展し、有機薄膜太陽電池、自然エネルギー活用、炭素循環技術、エネルギー・環境材料、バイオマス利用の 5 つの部門に分かれて研究活動を活発に進めています。昨年度は、設置後 3 年目を迎えるに当たって中間評価が実施されました。評価委員からは、これまでを雌伏の時と捉えるならば、今後は一層の研究雄飛に転じることが期待されとの評価を戴いたところです。然りながら、RSET が掲げる目標『地産地消対応型エネルギーに関わる研究開発により、グリーンイノベーションの核となる研究拠点を金沢大学に形成する』を完遂するためには、5 部門がそれぞれ独自に研究活動を進めるだけではなく、部門横断型のイノベーション創出研究によってこそ究極の達成目標の一つである大型研究資金の獲得が実現できると考えます。一方で、金沢大学は平成 27 年度特別経費（国立大学の機能強化）概算要求事項として「新学術創成研究機構（仮称）」を申請しています。同機構のリサーチ・コアには 3 つの研究コアが配されて世界トップ 100 を窺う研究拠点形成を標榜しています。その一つの「未来社会創成研究コア」には「再生エネルギーユニット」が設置される予定です。このユニットと RSET との研究上の棲み分けや相互連関、厳しく言えば競合・角逐など幾多の試練を迎えることは必至となります。多くの研究者が経験して来たように、RSET 構成員がこうした艱難を沐雨櫛風の努力で克服してこそ冠たる研究拠点形成が成就できるとの期待と確信の思いが湧溢致します。

最後になりましたが、今年度も開催されました恒例の RSET アドバイザリーボードにご多忙な中を外部委員としてご出席下さいました先生方から有益な御指導を仰げましたことに、巻頭紙面をお借りして心より御礼申し上げます。

2. 部門長挨拶



理工研究域
RSET 自然エネルギー部門長
木綿 隆弘

金沢大学理工研究域サステナブルエネルギー研究センター（RSET）が平成 23 年度に開設して 4 年が経過しました。これまで、報告書での挨拶を高橋光信センター長（第 1 部門長兼任）がされていましたが、今年度から部門長が順次挨拶することになり、自然エネルギー活用部門長の小職が担当することになりました。今年度の報告書も、RSET の研究活動を広く知って頂きたいという趣旨に沿って、例年と同様の項目に「第 2 回 RSET 専任教員主催セミナー報告」と「平成 25 年度に実施した中間評価アンケート集計と今後の取り組みについて」を加えて掲載しました。また、表紙の写真は、第 4 部門のエネルギー・環境材料部門が行っている最新の研究に関連したものであります。

RSET は 5 つの部門から構成されています。第 2 部門である自然エネルギー活用部門では、「①分散型風力・水力・地熱エネルギー利用装置の開発」と、「②バイオマスおよびストレージを燃料とする変動補完用内燃機関発電システムの構築」の 2 つのテーマの研究に取り組んでいます。気象庁の観測によると今年に入って、大気中の二酸化炭素濃度が 400ppm を越える期間が増加しているということでもあります。温室効果ガスの排出削減のためには、第 2 部門が研究対象としている風力、水力、地中熱、木質バイオマスなどからの熱流体に関連した自然エネルギー利用による発電等の重要性が増しています。RSET が掲げる各地域にある自然エネルギーを利用する意味では、“地産地消”の小型分散電源としての自然エネルギー利用の技術開発が急務であることは、もちろんであり、発電技術を含めた総合的なエネルギー利用に関してさらなる技術的イノベーションを進める必要があると感じています。また、洋上風力発電の 1 つをとっても、非常に学際的な分野であり、機械工学、電気工学、建設工学、材料工学などの工学の知識のみならず、気象学、海洋学、経済学、法学などの理系・文系の知識も必要とされ、わが国の風力発電のさらなる導入拡大に向けて、様々な技術的・社会的課題を解決していく必要があります。金沢大学では分野横断で教員グループの形成を行っており、特に RSET 構成員を中心として連携を強めながら、RSET が掲げる目標に向かって邁進していきたいと思っています。この報告書を手に取って見られた皆様方には、是非、忌憚のないご意見を頂きたく存じます。今後ともご指導、ご鞭撻の程、何卒よろしくお願い申し上げます。

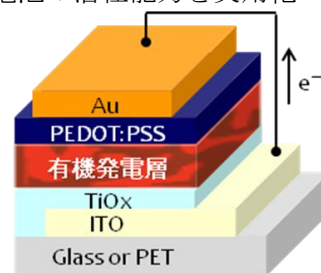
3. 研究開発ロードマップ

【第1部門】有機薄膜太陽電池部門 研究開発ロードマップ（H23年度作成、H24年度微改訂）

取組課題名：有機薄膜太陽電池の開発

取組課題の概要：高耐久かつ高効率な高性能フィルム太陽電池の構築のために、素子開発と材料開発とを有機的に組み合わせた異分野融合による応用基礎研究を推進すると共に、大面積化や低コスト化を可能にするプロセス開発等の実用化を加速させる基盤技術の確立を目指す。

取組課題の内容：これまでに、大多数の研究者・技術者が開発している従来型構造の素子に比べて格段に高い耐久性を示す『逆型有機薄膜太陽電池』（右図）を開発した。この逆型素子は大気中でも安定な材料を用いて作製することができるため、従来型とは異なり、未封止状態でも大気下において高い耐久性を示す。本部門では、このような金沢大学発の高耐久性逆型有機薄膜太陽電池の潜在能力を実用化レベルまで高めることを目指す。その一つが低コスト化（目標値 50 円/W）や高付加価値化であり、その方策として、プラスチックフィルム基板の導入や低温プロセスの開発を行う。さらに、材料創製やプロセス開発などの応用基礎研究を強力に推進し、高性能な逆型有機薄膜太陽電池を完成させる道筋を明らかにする。



1. 技術開発項目

- ① 逆型有機薄膜太陽電池のキャラクタリゼーションから、本素子構造に適した発電層作製法を探索する。すなわち、項目②で合成する有機発電材料から成るバルクヘテロ接合型ブレンド膜のモルフォロジー制御とキャリア移動度の評価による、製膜条件の最適化を行う。（高効率化、高耐久化、分析・評価）
- ② ドナー性新規有機発電材料の合成およびそのホール移動度評価、並びに各種アクセプター性フルレン材料の合成による、逆型素子に適した高効率発電材料の探索を行う。（発電層有機材料の創製）
- ③ プラスチックフィルム太陽電池作製に適用可能な 100℃以下の低温プロセスを開発し、低温処理で機能する塗布用発電材料探索、及びその化学的、物理的性質の評価を行う。（フィルム化、分析・評価）

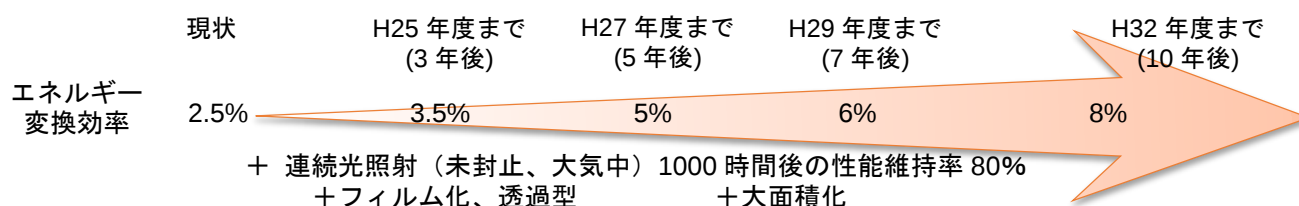
2. 年次計画【要素技術開発の実施予定表】

要素技術開発項目	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32
① 逆型有機薄膜太陽電池のキャラクタリゼーションおよび最適製膜条件の探索	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
② 新規有機発電材料の探索（発電層有機材料の創製）	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
③ 探索と化学的、物理的性質の評価（フィルム化、分析・評価）	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆

上記の要素技術開発と下記協力企業の実用化研究を有機的に組み合わせることにより、高性能なフィルム状の逆型有機薄膜太陽電池の実用化を目指す。

協力企業：(株)イデアルスター、(株)倉元製作所 他

3. 高効率・高耐久性の逆型フィルム有機薄膜太陽電池開発のマイルストーン



【第2部門】自然エネルギー活用部門 研究開発ロードマップ

取組課題名：地産地消対応型の自然エネルギー活用技術システムの開発

取組課題の概要：風力エネルギーを利用した高効率・低騒音な風力発電システムや、様々なバイオ燃料に対応した高性能な燃焼システムの開発を行い、小規模分散型風力発電システムとその発電出力変動を補完する燃焼システムの技術開発を行う。

取組課題の内容：

本部門では、自然エネルギーの1つである風力からエネルギーを抽出する高効率・低騒音な風力発電システムの開発、さらに様々なバイオ燃料に対応した高性能な燃焼システムの開発、及びこれらに関連した制御技術等の開発を行う。研究開発期間(10年間)までに技術の実用化を目指すことで、地産地消対応型の自然エネルギーを用いた小規模分散型発電システムとその発電出力変動を補完する燃焼システムを確立し、環境負荷の低い社会インフラが整備された次世代都市であるスマートシティ構築の一翼を担う。本部門での技術開発項目と実施予定表を以下に示す。

1. 技術開発項目

(1) 高効率・低騒音な風力発電システムの開発

① 集風加速装置を用いた高効率な風力発電システムの開発

垂直軸風車(可変ピッチ式H形ダリウス風車、クロスフロー風車)及び水平軸風車(プロペラ風車)等における最適な集風加速装置の開発を行い、さらに建物やフェンス周囲の風加速領域を利用し、従来型風力発電システムに比較して3倍以上の出力向上を目指す。年間を通じて安定したエネルギーを確保する。

② 静穏な風車の開発

金沢大学の低騒音大型風洞設備を利用して、風力発電導入の障壁の1つとなっている騒音の発生源や伝播のメカニズムを解明し、風車ブレード(翼形)の改良、振動制御等により、騒音低減技術の確立を目指す。住宅地などでも設置可能な静穏な風車の開発を行う。

(2) 風力発電出力変動補完用燃焼システムの開発

① マイクロ波を用いた高応答性燃焼促進システムの開発

風力発電をはじめとする、出力変動の大きなパワーソースの補完機能を向上するために、電力を直接マイクロ波に変換、起動性に優れた多様燃料対応型燃焼システムを構築する。既存の化石由来燃料だけでなく、難燃性バイオマスまで対象にできるので、スマートグリッド安定性に寄与できる。

② 液体バイオ燃料用内燃機関による変動補完発電システムの開発

風力発電設備などからの変動した電力を熱などに変換することで直接的にバイオマス燃料の生産時に利用する。さらに、精製された液体バイオ燃料を使用し、より広範なバイオマス燃料に対応できる内燃機関による変動補完発電システムを開発する。

2. 年次計画

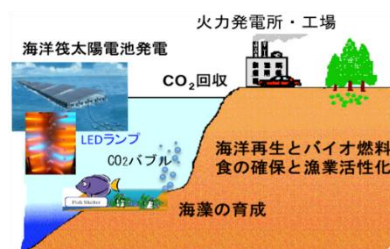
(1) 高効率・低騒音な風力発電システムの開発											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9 10 年目	
①集風加速装置を用いた高効率な風力発電システムの開発	●		●	●	●	●	●	●	●	●	
	技術開発			最適化		技術改良					
②静穏な風車の開発				●	●	●	●	●	●	●	
				発生源解明		技術の確立		技術改良			
(2) 風力発電出力変動補完用燃焼システムの開発											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9 10 年目	
①マイクロ波を用いた高応答性燃焼促進システムの開発	●		●	●	●	●	●	●	●	●	
	技術開発			ベンチ試験			技術改良				
②液体バイオ燃料用内燃機関による変動補完発電システムの開発				●	●	●	●	●	●	●	
				技術開発		ベンチ試験		技術改良			

【第3部門】炭素循環技術部門 研究開発ロードマップ

取組課題名：炭素循環型社会に向けた環境エネルギー革新技術の開発

取組課題の概要：火力発電より排出される副産物や排熱に対する低コスト・低環境負荷型技術として、CO₂の高効率回収濃縮プロセス、排熱の有効利用法、藻類エネルギーを利用した海洋バイオマス生産プロセスに取り組み、それらを統合した炭素循環システムを構築する。

取組課題の内容：エネルギー環境問題の背景として、I E A（国際エネルギー機関）の見通しと国家戦略では世界の石炭の現状は一次エネルギーの25%発電の40%占め、2030年には消費量は1.5倍発電量倍増し、2050年原子力と石炭火力発電がエネルギーの柱になると予想している。また、国家戦略「エネルギー基本計画」では、石炭を化石燃料の中でCO₂排出が大きいものの、コスト・供給安定性の面で優れたエネルギー源であり、CO₂回収・貯留（CCS）や石炭ガス化複合発電（IGCC）等地球環境と調和した石炭利用技術確立（現状：80基、3,950万kW）、今後も適切に活用するとなっている。本部門では、①エネルギーセキュリティと国産化、②環境保全、③安心安全な食の確保を目的として、火力発電の副産物と排出物の再資源化と海洋資源・エネルギーの創生を行う。



1. 技術開発項目

実験室レベルからスタートし、基礎的知見を得た後フィールド実験へ段階的に進める。

- 1) 発電排熱など熱エネルギーの積極利用とデシカント技術の応用による吸着式CO₂分離回収の高効率化と運転費用の低減、藻類生産に適したCO₂濃度を考慮した分離回収システムの構築 → ②
- 2) 低コスト高効率低環境負荷のマイクロCO₂バブルとLED光源を利用した藻類バイオリアクタの開発、石炭灰にジオポリマーを混合生成したエコブロックの魚礁利用と海洋再生 → ①, ②, ③
- 3) 微量元素の化学的制御による有用藻類の育成、石炭灰中における重金属類の溶出抑制 → ②

2. 年次計画

火力発電所	現 状	1 st stage(2011)	2 nd stage(2013)	3 rd stage(2015)	Future(2020)
排熱 (Exhaust Heat)	・排熱回収・有効利用は限定的 ・復水器排熱による海洋熱汚染	● 排熱量と温度レベルの調査 ● 排熱回収システムと有効利用法の提案	● 高性能熱交換器の開発 ● 蓄熱・熱輸送の検討	② コージェネレーションシステム 省エネ技術進展 ＋産業排熱の民生利用	
二酸化炭素 (CO ₂)	・わが国の排出量の3割は火力発電由来 ・回収貯留CCSが国家プロジェクトとして進むが、国内貯留は容量的に困難 (CCSの現状) ・吸収式が主流 ・圧カスイング方式の物理吸着法が試みられるが水蒸気処理と減圧脱着に課題 ・地下/深海貯留 ・処理コスト 4000円/トン	● 温度スイング吸着式回収技術の開発 ● デシカント技術を応用した水蒸気処理	● 実験室規模装置で排熱と太陽熱利用によるランニングコストOを実証（回収CO ₂ 濃度70%、回収率70%）	● 性能向上施策を追求 ● 海藻育成に適したCO ₂ 濃度で回収率90%	② 温室効果ガスの削減(20%)・温暖化防止 回収CO ₂ 濃度90%以上 回収率90%以上（火力発電に限らず燃焼排ガス全般に適用）
石炭灰 (Fly ash)	土木/建設資材として再利用(50%) 残り50%は産業廃棄物	● ジオポリマーエコブロック成形（牡蠣、鉄分） ● ゼオライト化とセメント利用	● エコブロックの成形・アッシュコンクリート ● 石炭灰中金属の固定化法の開発	● 藻類バイオリアクタの開発 ● 海藻育成技術のフィールドへの適用 ● エコブロックの海藻育成土壌としての評価	① 国産エネルギーの確保(10%) ③ 安心安全な食（海藻・魚類）の確保と海洋再生
	電気集塵			● マリーンプロックへの海藻成長 ● 石炭灰の有効利用90%	② 環境保全と海洋再生

【第4部門】エネルギー環境材料部門 研究開発ロードマップ

研究課題：重相構造プラズマを利用したエネルギー・環境材料の創製と環境調和型プロセスの開発

研究概要：

新しい概念である「重相構造プラズマ」の物性解明と制御手法開発を通して、電気エネルギーの高度利用を実現するための革新的な技術開発を目指す。エネルギー分野において「熱核融合炉における炉壁材料の低損傷・低損耗プロセスの開発」、「環境調和型高性能大電流遮断技術の開発」、「金属材料切断や溶射技術の高効率化」、また環境・材料分野において「機能性液中プラズマを用いた環境調和型プロセスの開発」、「次世代低消費電力型パワーデバイス半導体材料や機能性ナノ粒子の高速生成技術の開発」を産学連携の下で行う。

1. 達成目標

電気エネルギー高度利用のために、

- (1) 重相構造プラズマ物性解明とその制御手法の開発を行う。
- (2) 重相構造を有する大電流アークプラズマ利用技術の高度化を行う。
- (3) 核融合炉内・宇宙飛翔体の耐熱材料開発のためのプラズマ-壁相互作用に関する応用研究を行う。
- (4) 重相構造プラズマを利用した多機能性ナノ粒子・低消費電力型パワーデバイス用半導体材料の高効率生成技術、液中プラズマを用いた環境調和型プロセス技術の開発を行う。

2. 年次計画表【基礎研究・応用技術開発の実施予定表】

研究開発項目	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32
(1) 基礎研究：重相構造プラズマ物性解明とその制御手法の開発	基礎研究									
(2) 応用研究：大電流アークプラズマ切断技術の高度化と環境調和型大電流遮断器開発	大電流アークプラズマ基礎特性の解明と金属切断/遮断技術の高度化					高性能大電流プラズマ切断技術実証試験 SF ₆ 代替大電流遮断器プロトタイプの実証試験				
(3) 応用研究：核融合炉第一壁・宇宙飛翔体耐熱壁におけるプラズマ-壁相互作用研究	ELM/Disruption/パルス熱流およびPWI制御手法の開発研究					ELM/Disruption/パルス熱流およびPWI制御の実証試験研究				
(4) 応用研究：重相構造プラズマを用いたエネルギー高度利用のための材料創製、環境調和型技術の開発	重相構造プラズマへの機能性付加と材料創製・環境調和型プロセス技術開発研究					機能性重相構造プラズマを利用した材料創製・環境調和型プロセス実証試験研究				

3. 産学連携研究の実施体制

日本学術会議で検討が進んでいる学術の大規模研究計画の一つである「非平衡極限プラズマ全国共同ネットワーク計画」の研究拠点として、拠点大学間で連携して共同研究を進めるとともに、産学協同で大電力遮断技術の高度化、低消費エネルギー・環境材料の高効率生成、重相構造プラズマ（気液界面プラズマなど）を利用した革新的環境調和型プロセス技術に関する実用化研究を推進する。

ネットワーク連携研究：九州大学、東京大学、東北大学、核融合研（重相構造プラズマ物性）
名古屋大学、大阪大学、電気通信大学、宇宙研、金沢工大
産学共同研究：富士電機、東芝、日立、日本カタン、カネカ（大電流遮断）
コマツ（アークプラズマ切断）、日清製粉（機能性ナノ粒子）
立山マシン（液中プラズマアッシング）

【第5部門】バイオマス利用部門 研究開発ロードマップ

組織：専任：本多 了助教、兼任：関 平和教授、池本良子教授、古内正美教授、高橋憲司教授、協力
教員：小林史尚准教授、畑 光彦准教授、仁宮一章准教授

1. 取組課題：未利用系バイオマスの利用技術の開発とシステムの最適化によるクリーンエネルギー創造

化石燃料枯渇によるエネルギー問題打開策の一つとして、地域に偏在する未利用バイオマスなどの地域資源利用による地域循環圏構築が重要課題となっている。本部門では、里山里海と隣接した都市に立地している金沢大学の地理的特徴を背景として、地域資源としての未利用バイオマスの処理に関する個別の技術開発を、地域、企業、行政との連携により推進するとともに、利用目的・需要に応じた技術選択、バイオマス使用量の拡大に伴って発生する環境負荷（温室効果ガスのみならず、健康および生態系リスクなども含む）の軽減に配慮したシステムの最適化を目標とする。

2. 達成目標

① 未利用系バイオマスの利用技術の開発

- (1) 未利用バイオマスの堆肥化、消化、光合成によるエネルギー・資源回収技術の開発
- (2) 未利用バイオマス分散型燃焼時のリスク評価と環境負荷低減技術の開発
- (3) 未利用バイオマスからのバイオエタノール生産技術の開発

② システムの最適化によるクリーンエネルギー創造

上記の開発技術の適用に当たって、未利用バイオマスエネルギーの賦存量と地理的分布（地域特性）を考慮して、里山・里海で発生する農林水産系バイオマスを、現位置もしくは近隣都市において処理し、資源・エネルギーとして回収・利用するための最適ネットワークを構築する。

3. 課題達成のためのロードマップ

研究項目	第1期（1－3年目） 要素技術の開発と実証試験実施環境の構築	第2期（4－5年目） 具体的なシステム構築と実証試験計画の策定	第3期（6－10年目） 実証試験の実施と評価	
堆肥化・消化・光合成によるエネルギー・資源回収技術	● 下水処理場集約型バイオマス利用技術 ● 二酸化炭素資源化プロセスの開発 ● バイオマス発酵熱の原位置直接利用技術	● 下水処理場への応用 ● 炭化物の利用方法 ● 堆肥化物の利用技術 ● 熱利用施設と制御システム ● 二酸化炭素資源化プロセス設計の最適化	● 技術改良	● 地域特性と環境負荷低減を考慮した最適技術選択と組み合わせを検討 ↓
直接燃焼技術	● 分散型燃焼のリスク評価と環境負荷低減技術 ● 低コスト排出源対策技術	● 燃焼熱の利用手法 ● 環境負荷評価手法	● 技術改良	● パイロットスケールでの実証試験
バイオエタノール製造技術	● バイオマス原料（海藻、林産廃棄物等）の発掘 ● エタノール生産速度向上技術	● 効率的生産技術のプロセス設計手法	● 技術改良	
共通課題	● 当部門主催による「バイオマス利用研究会（仮称）」立ち上げ ➢ 連携趣旨の周知・理解による協力体制構築 ➢ 金沢大学里山里海プロジェクトとの連携 ➢ 行政機関、企業との連携 ➢ 定期的に勉強会開催	● 地域特性に応じた開発システムの導入可能性の検討 ● 実証試験に向けての準備	● 実証試験の実施と総合評価	

4. RSET10年間事業スケジュール表

事業区分		平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	平成31年度	平成32年度	備考
教員評価 ア付(テニユ に係る場合 審査にはテニユ)	部門1 TT准教授	着任 H24年 1月1日			中間審査 H26年11月17日	テニユア審査 開始 H28年1月	テニユア審査 期限 H28年6月		(テニユア付与 された場合) 中間評価			
	部門2 TT助教	着任 H24年 3月1日			中間審査 H27年2月5日	テニユア審査 開始 H28年3月	テニユア審査 期限 H28年8月		(テニユア付与 された場合) 中間評価			「TT教員の中間および最終審査基準と方法」に則って審査を行う。
	部門3 教授	着任 H23年 10月1日			中間報告会 H26年9月24日		中間評価H28 年8月頃		中間評価			
	部門4 TT准教授	着任 H23年 11月1日			中間審査 H26年9月30日	テニユア審査 開始 H27年11月	テニユア審査 期限 H28年4月		(テニユア付与 された場合) 中間評価			
	部門5 任期付き助教	着任 H24年 1月1日			中間評価 H26年12月4日		継続審査 期限 H28年4月		(継続時) 中間評価			
各部門の評価	部門1 (太陽電池)	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	各部門の自主努力として、部門内自己評価を行う。
	部門2 (自然エネルギー)	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	
	部門3 (炭素循環)	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	
	部門4(エネルギー・環境材料)	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	
	部門5 (バイオマス利用)	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	自己評価	
センター全体の評価	RSET外部評価	RSET年報 vol.1の発行 H24年5月 発行	RSET年報 vol.2の発行 H25年5月 発行	RSET年報 vol.3の発行	RSET年報 vol.4の発行	RSET年報 vol.5の発行	RSET年報 vol.6の発行	RSET年報 vol.7の 発行	RSET年報 vol.8の発行	RSET年報 vol.9の 発行	RSET年報 vol.10の発行	RSET年報作成を通して、センター内での自己評価を行う。
				中間評価		中間報告書 (5年目の中間評価;平成28年3月31日締切)		中間評価		最終評価		自己点検書による外部評価
	RSETシンポジウム	第1回 公開シンポ H24/2/10	第1回公開セミナー 11/10	第2回 公開シンポ H25/11/16開催	第2回公開セミナー 11/22	第3回 公開シンポ		第4回 公開シンポ		第5回 公開シンポ		
		第10回アドバイザリーボード 合H24/2/11	第2回アドバイザリーボード 合H25/1/26	第3回アドバイザリーボード 合H26/1/25	第4回アドバイザリーボード 合H27/1/24	第5回アドバイザリーボード 合	第6回アドバイザリーボード 合		第8回アドバイザリーボード 合	第9回アドバイザリーボード 合	第10回アドバイザリーボード 合	
	アドバイザリーボード											

5. RSET平成26年度年間事業実績表													
事業区分	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	備考	主担当	
研究活動	部門1 (太陽電池)									H26年度 OPVセミナー		高橋	
	部門2(自然 エネルギー)					第6回シンポ ジウム (8/23、 金沢大学)				地熱セミナー (1/14、 金沢大学)		木綿	
	部門3 (炭素循環)	第1回フライッ シュコクリート活 用セミナー (4/22、七尾 市市民会館)			北陸道路研 究会特別講 演会(8/4、 KKR金沢、金 沢市)	第2回フライッ シュコクリート活 用セミナー (9/8、アオツ サ、福井市)	北陸道路研 究会総会 (10/24、国 際交流会館、 福井市)		SIPキックオフ シンポジウム (12/9、KKR 金沢、金沢 市)	水環境学会 (3/16-18、 金沢大学)		三木	
	部門4(エネル ギー・環境材料)			電気学会放 電・静止器・ 開閉保護合 同研究会 (6/9-10、金 沢大学)			応物プラエレ分 科会プラスマ新 領域研究会・電 気学会プラスマ 研究会 (大阪府立大学)	シンポジウム、非 平衡電磁波ラズ マ研究の展開と 普遍性 (11/19、朱鷺 マッセ)		学術講演会 (2/24、金沢 大学)		上杉	
	部門5 (バイオマス利用)		第3回プリン スオブシンク ラー大学・金 沢大学合同 ワークショップ (5/10、金 沢)		第2回アジア 環境・エコ技 術と政策に関 する国際シン ポジウム (EETPA-2) (8/1、金沢)					第5回バイオ マス研究会		関	
	専任教員WG									公開市民向 けセミナー (11/22)			三木
	部門1 (太陽電池)		第29回部門 ミーティング			第30回部門 ミーティング							高橋
	部門2(自然 エネルギー)	第22回部門 ミーティング	第23回部門 ミーティング	第24回部門 ミーティング	第25回部門 ミーティング		第26回部門 ミーティング	第27回部門 ミーティング	第28回部門 ミーティング				木綿
	部門3 (炭素循環)			第1回部門ミ ーティング				第2回部門ミ ーティング		第3回部門ミ ーティング	第4回部門ミ ーティング		三木
	部門4(エネル ギー・環境材料)	グループミー ティング	グループミー ティング	グループミー ティング	グループミー ティング	グループミー ティング	第2回部門 ミーティング	グループミー ティング	グループミー ティング	第3回部門 ミーティング	グループミー ティング	グループミー ティング	上杉
自己点検	部門5(バイオマス 利用)	グループミー ティング	グループミー ティング	グループミー ティング	グループミー ティング		グループミー ティング	グループミー ティング	グループミー ティング	専任ミーティング (1/19)		関	
	専任教員WG		専任ミーティング (5/16)		専任ミーティング (7/24)		専任ミーティング (9/2)	専任ミーティング (11/10)			専任ミーティング (3/31)	三木	
	年報作成	各部門平成26年度研究活動計画の HP上公開										年報発刊 H27年5月	
												センター活動報告、各部門の活動報告と研究成果報 告、およびセンター全体の研究業績の取りまとめ	
その他	HP/パンフレット	HP更新											
	アドバイザリー ボード						アドバイザリーボード準備				アドバイザリー ボード会合 1/24(土)	高橋、関	
	公開シンポジウム							第2回市民向 けセミナー 11/22				高橋、三木	

6. RSET 全体の活動状況

1) 会議、シンポジウム等の開催実績

【RSET運営会議の役割と構成員】

- ・センター運営の基本方針、人事及び予算を審議する。
 - ・理工研究域長、自然科学研究科長、関係系長、RSETセンター長、若干名のセンター専任教員、その他、理工研究域長が必要と認める者をもって構成する。
- ＜構成員＞加納理工研究域長（議長）、青木自然科学研究科長、千木物質化学系長、岩田機械工学系長、飯山電子情報学系長、高山環境デザイン学系長、高橋RSETセンター長、木綿RSET第2部門長、三木RSET第3部門長、上杉RSET第4部門長、関RSET第5部門長 以上11名

（開催日と主な議題）

- ・第1回サステナブルエネルギー研究センター運営会議：平成26年7月16日
 ＜主な議題＞（1）平成26年度の活動案及び予算案について（議事）、（2）平成25年度決算報告について（報告）
- ・【書面付議】サステナブルエネルギー研究センター運営会議：平成27年3月17日
 ＜議題＞（1）若手P I採用の発議について、
 （2）若手P Iの選考委員会の設置について

【RSET センター会議の役割と構成員】

- ・当該センターの活動に関することを審議する。
 - ・センター会議は、センター専任教員、センター兼任教員、その他センター長が必要と認める者をもって構成する。
- ＜構成員＞（部門1）高橋（光）（委員長）、前田、當摩、桑原、（部門2）木綿、榎本、河野、木村、上野、（部門3）瀧本、三木、長谷川、児玉、辻口、（部門4）上杉、田中、石島、森本、（部門5）関、古内、池本、本多、高橋（憲）

（開催日と主な議題）

- ・第1回RSETセンター（RSET）会議：4月15日（第3火曜日）
 ＜主な議題＞（1）平成24年度会計決算報告について、（2）RSET研究活動報告書の準備状況について、（3）中間評価アンケートの集計・分析について、（4）兼任教員への新規就任依頼について、（5）平成26年度の活動計画について、（6）WG委員の確認
- ・第2回RSETセンター会議：5月20日（第3火曜日）
 ＜主な議題＞（1）RSET研究活動報告書の準備状況について、（2）今年度予算について、（3）RSET教員配置計画について、（4）RSET改革WGの立ち上げについて、（5）専任教員WGの活動状況
- ・第3回RSETセンター会議：7月15日（第3火曜日）
 ＜主な議題＞（1）第3回理工系教育研究代議員会報告、（2）平成26年度RSET予算案について、（3）RSET改革WGの審議状況、（4）専任教員WGの活動状況、（5）平成26年度に取り組んでいるプロジェクトおよび申請状況
- ・第4回RSETセンター会議：9月24日（水）
 ＜主な議題＞（1）新学術創成研究機構（仮称）について、（2）RSET改革WGの審議状況、（3）研究域附属研究センター中間実施要項（案）、（4）理工研究域研究業績集の作成について、（5）予算案について、（6）アドバイザリーボード会合の形式と開催日程について、（7）専任教員WGの活動状況、（8）平成26年度に取り組んでいるプロジェクトおよび申請状況、会議終了後、三木先生（専任教員）による研究報告会を開催した。

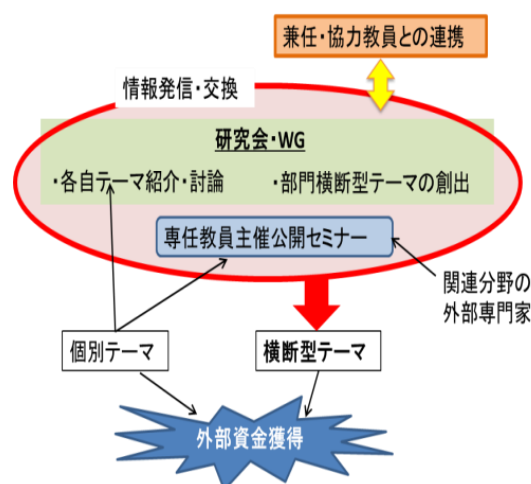
- ・第5回 RSET センター会議：11月18日（火）（第3火曜日）
 <主な議題>（1）第2回 RSET 主催市民向けセミナー（11/22（土）午後）の準備状況について、
 （2）アドバイザリーボード会合の準備状況について、（3）専任教員 WG の活動状況、会議終了後、
 本多先生（専任教員）による研究報告会を開催した。
- ・第6回 RSET センター会議：平成27年1月20日（火）（第3火曜日）
 <主な議題>（1）アドバイザリーボード会合の準備状況について、（2）各種プロジェクトへの申請状況について
- ・第1回臨時 RSET センター会議（メール附議）：平成27年2月2日（月）、回答期限2月6日（金）
 <議題>外国人研究者受け入れについて（担当：當摩専任教員）
- ・第2回臨時 RSET センター会議（メール附議）：平成27年2月27日（金）、回答期限3月4日（水）
 <議題>外国人研究者受け入れについて（担当：本多専任教員）

【RSET 活動全般】

1. RSET 専任教員の研究活動について

■目的と構成員

- ・第1部門～第5部門に属する各々の専任教員がセンター教員として一体的に活動し、研究内容に関する相互の理解を深め、研究活動を推進する。さらに、各部門のメンバーの相互協力のもと、部門単独では推進が難しいような研究テーマについて、分野をまたがる部門横断的な研究プロジェクトの創出を検討する。
- ・専任教員WGは、センター専任教員をもって構成する。
 <構成員>（部門1）當摩、（部門2）河野、
 （部門3）三木、（部門4）石島、（部門5）本多



■平成26年度・専任 WG 開催日と主な議題

- ・第1回専任教員 WG：平成26年5月16日（水） 15:00～17:00

<主な議題>（1）平成26年度戦略的研究推進プログラム（拠点形成型）に関する打ち合わせ→後日第1、第2部門を中心に1件、第3、第4、第5部門を中心に1件応募することに決定。（2）専任教員 WG の今年度活動計画について、（3）外部資金応募についての情報交換

- ・第2回専任教員 WG：平成26年7月24日（水） 18:00～20:00

<主な議題>（1）第2回市民向けセミナー（兼 専任教員主催セミナー）について

- ・今回はテーマを「発電」に絞り、開催することに決定。
- ・第1部門（當摩）、第2部門（河野）を中心に招待講演を決める。招待講演、基調講演候補を仮決定。
- ・開催日（11/22）、会場（金沢大学サテライトプラザ）を仮決定。

（2）外部資金応募についての情報交換

- ・第3回専任教員 WG：平成26年9月2日（火） 16:00～17:00

<主な議題> 第2回市民向けセミナー（兼 専任教員主催セミナー）について

- ・タイトル決定：第2回金沢大学 RSET 主催 市民向けセミナー 「サステナブルな社会を拓く 미래の発電技術 研究開発最前線」
- ・招待講演者、基調講演者、専任教員報告者の確認

- ・プログラム、ポスター、アルバイト、配布物、予算などの確認
- ・懇親会会場を決定。

・第4回専任教員 WG:平成 26 年 11 月 10 日（木）16:30 ～18:00

＜主な議題＞ 第2回市民向けセミナー（兼 専任教員主催セミナー）について

- ・準備状況、当日の運営の役割、持ち物の担当、集合時間、懇親会次第など細部について打ち合わせ、当日の詳細予定を決定。

・第5回専任教員 WG:平成 26 年 1 月 19 日（月）13:00 ～15:00

＜主な議題＞（1）アドバイザリーボード準備について・・・1 月 24 日（土）当日の運営の役割、担当、進行次第などの打ち合わせ。（2）外部資金応募についての情報交換

・第6回専任教員 WG:平成 26 年 1 月 31 日（火）19:00 ～20:00

＜主な議題＞（1）第3回公開シンポジウムについて・・・開催日、開催場所、基調講演者などの打合せ、（2）来年度の専任教員 WG の活動について、（3）外部資金応募についての情報交換

2. RSET 部門間に跨る研究教育活動について

（1）文部科学省・革新的イノベーション創出プログラム（COI STREAM）「革新材料による次世代インフラシステムの構築 ～安全・安心で地球と共存できる数世紀社会の実現～」(平成 25-33 年度)

代表：(第5部門) 高橋憲司（兼任）、分担：(第5部門) 仁宮一章（協力）、本多了（専任）、(第1部門) 前田勝浩（兼任）、生越友樹（協力）、井改和幸（協力）

（2）高熱流プラズマの時空間制御による多機能ナノ粒子の量産技術の開発拠点形成（平成 25-26 年度）

代表：(第4部門) 田中康規、分担（RSET 関係者のみ記載）：(第4部門) 上杉喜彦（兼任）、石島達夫（専任）、瀬戸章文（協力）、第5部門・古内正美（兼任）、畑 光彦（協力）

（3）水中プラズマによるバイオマス連続処理プロセスの開発（平成 24-26 年度）

マイクロ波励起水中プラズマ法を用いて、従来法では処理時間がかかるバイオマスに関し、有用化学物質への転換プロセスや排液の連続処理プロセスとその利用可能性を共同して研究開発する。(第4部門) 石島達夫（専任）、(第5部門) 高橋憲司（兼任）

（4）大気圧プラズマを用いた有機溶媒フリーなペロブスカイト太陽電池作製プロセスの基礎検討

（平成 26 年度）有機-無機ハイブリット太陽電池上の変換できない表面層を溶媒でリンスして除去する溶媒処理工程を大気圧プラズマにより代替するプロセス開発について評価・検討を行う。

((第1部門) 當摩哲也（専任）、(第4部門) 石島達夫（専任）)

（5）グリーンプラン・パートナーシップ事業（環境省）の採択、テーマ「スマートシティこまつプロジェクト推進事業計画策定に関する調査・研究」（平成 26 年度、実施主体：小松市、関係教員：

(第5部門) 関平和（兼任）、(第2部門) 木綿隆弘（兼任）、榎本啓士（兼任）、(第3部門) 児玉昭雄（兼任）、多田幸生（協力）、(第1部門) 高橋光信（兼任）

2) 第2回 RSET 専任教員主催セミナー報告

【第2回 RSET 主催市民向けセミナー 開催報告】

平成 26 年 11 月 22 日（土）に金沢大学サテライトプラザにて、第 2 回 RSET 主催市民向けセミナーを開催しました。今回は「サステナブルな社会を拓く みらいの発電技術研究開発最前線」と題して、基調講演として九州大学応用力学研究所所長の大屋裕二教授に風レンズ技術を用いた高効率風力・水力発電についてご講演いただくとともに、学内外の太陽光発電、風力発電、振動発電の研究開発に携わる研究者の方々より開発の最先端の話題についてお話しいただきました。



大屋 裕二 教授（九州大学
応用力学研究所所長）

高橋光信 RSET センター長からの本セミナーの趣旨説明と開会挨拶の後、大屋教授より基調講演をいただきました。

基調講演では、現在の風力発電技術と各国の導入施策の世界的な潮流について紹介された後、風力発電の高効率化と静穏化を実現したに風レンズ技術とその水力発電への応用について解説いただきました。また、太陽光・風力・波力発電を組み合わせた海上浮体式エネルギーファーム構想について興味深いお話を頂きました。聴衆との質疑応答においては、風車の雷害対策やコストに関する質問が挙がり、風レンズのためのリング状構造体によって避雷針設置が可能と

なり風車への雷害対策が可能となること、小型なものを量産化することで大型風車よりもコストが削減できるのではないかという考え方についてご説明いただきました。



大平 圭介 准教授（北陸先端
科学技術大学院大学グリー
ンデバイス研究センター）

招待講演では、北陸先端科学技術大学院大学グリーンデバイス研究センターの大平圭介准教授と金沢大学理工研究域電子情報学系の上野敏幸准教授からご講演いただきました。

大平准教授からは、昨今の太陽電池に関する技術開発のコストターゲットに関してご解説いただいた後、高効率化および低コスト化を実現するための、3つの技術開発についてご紹介いただきました。聴衆からは、シリコン製膜法に関する技術的質問のほか、実用化へのタイムスパンについて質問が挙がり、シリコンウェハー表面のパッシベーション技術はすでに実用化しつつあり、他の2つの薄膜形成技術については基礎研究の段階であるとの説明がなされました。

上野准教授からは、磁歪材料による振動発電の研究開発の現在についてお話しいただき、磁石化すると伸長する磁歪材料を用いた発電の原理や振動を磁歪材料の伸縮に変換する構造体についてご説明いただいた後、振動発電のさまざまな応用についてご解説いただき、今後の市場規模が数兆円に匹敵することや大学発の特許ライセンスの現状についてご紹介いただきました。聴衆からは、発電効率や橋梁における劣化センサーなどスケールアップにおける課題についての質問が挙がり、振動によって通常は熱となるエネルギーの約 4 割を電気として取り出すことができること、スケールアップにおけるボトルネックは材料の低コスト化であることの説明がなされました。

つづいて、RSET からの研究紹介として、當摩哲也准教授と河野孝昭助教より講演を行いました。

當摩准教授からは、有機薄膜電池において、表裏両面発電を行うための技術開発として、正極の金電極にスリットを入れることによる両面化技術の開発について解説するとともに、テレビニュースで放映された宮城県志津川駅での有機薄膜太陽電池の実証実験についても紹介致しました。聴衆からは、大気暴露に対する脆弱性克服についての質問がなされ、當摩准教授は材料開発が重要と考えている旨の説明を致しました。

河野助教からは、風車の種類や風力発電の効率についての解説がされた後、防風フェンス上部に設置するクロスフロー風車の高効率化や直線翼垂直軸風車の騒音源の特性、建築物屋上における風条件と風車設置に適した場所などが紹介されました。聴衆からは、技術的な質問に加えて、市民の声をどのように研究に反映するのか、特に建築物の屋上に風車を設置することには不安を覚えるとの質問がなされ、IEA Wind（国際エネルギー機関、風力実施協定）のタスクで建物の屋上に設置する風車の規格や設置方法のガイドラインの策定に向けた研究活動が推進中であること、市民が覚える安全性の懸念についても対応していく必要があると考えている旨が回答されました。

最後に、RSET 第 3 部門長の三木 理教授より、講演者と聴衆の方々への感謝の意が延べられ、閉会致しました。



上野 敏幸 准教授(金沢大学
理工研究域電子情報学系)



當摩 哲也 准教授(金沢大学
理工研究域 RSET 第 1 部門)



河野 孝昭 助教(金沢大学
理工研究域 RSET 第 2 部門)

3) アドバイザリーボード報告

【平成 26 年度 RSET 全体アドバイザリーボード会合 報告】

日時：平成 27 年 1 月 24 日（土）13:00～15:00

場所：自然科学図書館棟 G15 会議室

出席者（敬称略・順不同）：

（アドバイザー）矢部，荒川，鈴木，大垣，吉田，松井，表，藤森

（金沢大学）加納，高橋 光信，木綿，三木，上杉，関，當摩，石島，河野，本多，児玉，鳥居，古内，田中，榎本，上野，前田，栞原，大坂，辻口

加納研究域長からの開会のあいさつの後，高橋センター長より，設立からこれまでの活動を振り返るとともに，昨年の中間評価において課題として挙げられた外部資金獲得や国内外の共同研究活動・研究拠点形成に関して，各部門における取組の概要を報告した。また，学内における分野融合研究の支援や新たな研究チームの形成について報告した。アドバイザーより，学長のイニシアティブによって行われている学内の研究グループ形成と RSET の研究テーマの関連に関する質疑応答が行われた。

第 1 部門活動報告として，當摩准教授より，部門の研究体制・研究内容の概要について紹介された後，太陽電池用の新規有機素材開発と，新素材のペロブスカイトを用いた素子による発電特性に関する研究について報告がなされた。アドバイザーより，新素材素子の制御方法などについて質疑応答が行われた。

第 2 部門活動報告では，木綿教授より，高効率風発，低騒音な風発の研究に関する概要が説明された。変動出力補完用の木質バイオマス高温ガス化炉，振動発電，NEDO の流水利用ヒートポンプなどの部門の研究活動について報告がされた。アドバイザーからは，縦軸風車に関するさらなる発展と応用事例についての期待が表明されるとともに，マイクロ波による燃焼促進や流水中熱交換器についての技術的な質問がなされた。

第 3 部門活動報告では，三木教授より，部門の研究活動の概要が紹介された。研究対象は，二酸化炭素の大型排出源から中小規模の排出源を対象とした研究にシフトして，分子ふるい炭の吸着素材開発，ハニカムローターによる吸着システム，ギ酸型燃料電池の開発，藻類による二酸化炭素固定，地域の藻場再生・腐植質による効率化に関する研究について報告した後，国際共同研究の状況についても報告された。アドバイザーからは，炭素吸着素材についての技術的な質問とバイオガス濃縮への応用可能性について質疑応答が行われた。

第 4 部門活動報告では，上杉教授より，部門の研究活動について報告があった。部門の活動が分かりにくいという声に応えるため，多岐にわたる活動内容について部門が目指す研究について整理して，反応性プラズマをキーワードとしていること，研究対象としているプラズマの分類などについて説明があった。また，大型資金として，科研 A，COI STREAM を獲得していること，国内外の共同研究の紹介，半導体ダイヤモンド開発の紹介について報告がされた。アドバイザーからは，低温プラズマによる地域農水産品についての高品質化・高生産性技術の開発プロジェクトについて質問があり，粉粒体食品のプラズマによる殺菌・消毒技術の開発により北陸地域の特産品の国外への輸出を可能とすることを狙っている旨の説明がなされた。

第 5 部門活動報告では，関教授から，研究体制・取り組み課題・ロードマップの紹介がされた後，外部資金獲得の状況，COI STREAM の紹介，国際共同研究・研究拠点形成の活動について報告がなされた。また，下水や廃棄物を利用したバイオマス利用技術，環境負荷低減型バイオマス燃焼技術，及びバイオリファイナリー技術の開発概要について説明を行った。アドバイザーからは，第 5 部門の微細藻類によるバイオマス生産と第 3 部門の大型藻類による二酸化炭素固定との連携の可能性について質問があり，

三木教授より、共同で競争的資金への応募などの具体的な連携を行っている旨の説明がなされた。

最後に、矢部チーフアドバイザーからの講評が行われた。工学的な目標を作成するという過去のアドバイスは達成されており、今後、部門ごとの出口イメージを明確にして、インパクトのある論文・特許や外部資金の獲得を目指すことの期待が示された。矢部アドバイザーからの提案として、どこでも太陽電池（第1部門）、高効率・低騒音風発と変動出力補完用電源（第2部門）、地球規模の物質・エネルギーの地域特性を活かした有効利用（第3部門）、熱プラズマ・非平衡（低温）プラズマの両方の特徴を活用する機能性プラズマ（第4部門）、地域特性を生かした地産地消のグリーンエネルギーシステム（第5部門）などの出口イメージが示された。

高橋光信センター長より閉会のあいさつを行い、個々人の興味研究と目的化した研究それぞれのベクトル設定が難しいが、さまざまな努力を行っている旨が述べられ、会合を終了した。



アドバイザーボード報告（RSET 全般）

I 自己評価（センター長記載）

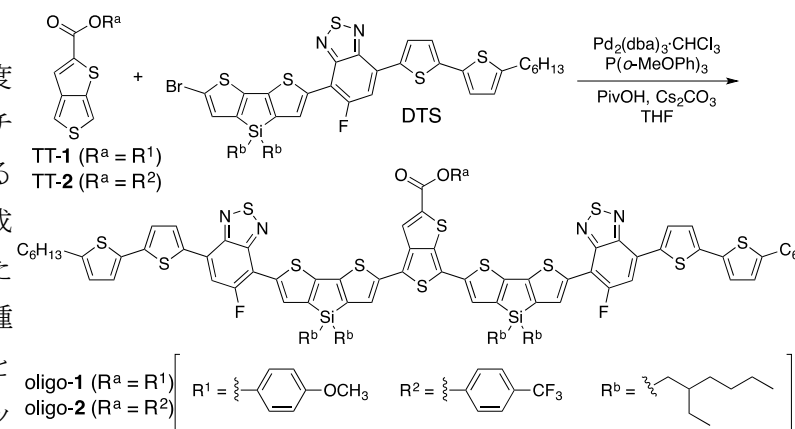
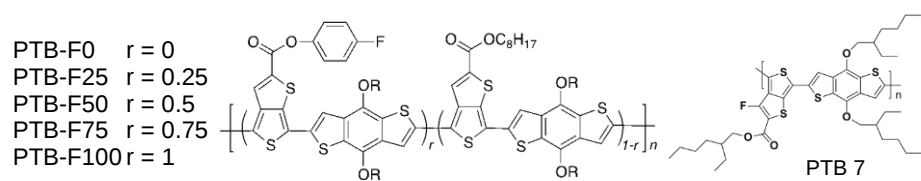
研究成果の目標達成度：A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い (B)
研究開始から現在までの達成状況を評価するとともに、課題を整理・解析してコメントして下さい。 RSET10 年間事業スケジュール及び平成 26 年度年間事業スケジュールにほぼ沿った形で、RSET 活動を行うことができた。特に本年度は TT 教員の中間審査、及び任期付き教員の中間評価を行った年であり、RSET 研究活動を見つめ直す良い機会となった。また、RSET 改革を進言する WG を立ち上げた。この WG からは、昨年度実施した中間外部評価アンケートの集計結果も加味して、RSET を「発電・蓄電領域」と「バイオマス利活用領域」に再編・先鋭化するよう提言があった。この提言を受けて、法人の進める「教員配置計画」や「新学術創生機構（仮称）研究ユニット」などへの申請を行い、RSET 教員の意識改革を推し進めた。一方、前述の 2 領域を中心にした大型予算申請を数件行ったが、本年度は一件の採択に留まった。このように、変革意識を持って RSET 活動の見直しを模索し始めたところである。以上を総括して、目標達成度 B と自己評価した。
次年度の研究内容と目標は適切か：A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切 (B)
前項の評価を反映させ、課題に対する計画の改善点を明示し、コメントして下さい。 本年度実施された TT 教員中間審査及び任期付き教員中間評価に対する比較的辛口の判定結果を受けて、次年度は専任教員の RSET 研究活動への一層のテコ入れをする。また、RSET 改革 WG から提言のあった発電・蓄電チーム及びバイオマス利活用チームを中心として、外部資金獲得を目指す。さらに、平成 27 年度スケジュールとして計画されている公開シンポジウムの開催、及び法人への提出が義務付けられている中間報告書の取り纏めを行う。以上、これまでの活動を踏まえた地に足の着いた計画となっており、次年度の活動内容と目標は B と自己評価した。

II 外部アドバイザー（産総研・矢部 彰様）のご意見

研究成果の目標達成度：A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い (B)
コメント（200 字程度）高乱流域の小型風車としての縦軸風車の高性能化の実証、電気の無い場所での振動発電による IT 利用の展開、液中プラズマによるレジスト膜除去技術の持続可能エネルギーニーズへの展開など、優れた基礎研究の成果をより発展させる方向が見出されるようになってきている点は、高く評価される。今後、RSET としてまとまりのある研究チーム化への努力がなされ、1. 地産地消型のゼロエミッション電源（環境発電）、また、2. バイオマス生産と環境エネルギーの創成・利用、資源・エネルギー循環と水産業振興による過疎地域の産業革新支援、地域農水産品の高品質化・高生産性化に貢献するべく、明確な課題の基礎研究で良い成果を挙げることが期待される。
次年度の研究内容と目標は適切か：A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切 (B)
コメント（200 字程度）全体として、技術が社会に適用される出口をしっかりと意識して研究開発のロードマップを作成しつつある点は、極めて高く評価される。今後は、より RSET 全体として社会に何が発信できるかという視点を重視して研究を進めることが重要である。特に、出口イメージを明確にし、それに対するブレークスルーを提示する特徴のある成果を目指す目的基礎研究の成果を示し、論文として世界から注目され、RSET が持続可能エネルギーの研究成果発信拠点として存在感を高めることが重要である。また、実際の適用を前提にした技術の実証研究を推進し、企業も参加する外部資金プロジェクトを実現し、エネルギーシステムとしての実証により地域社会に貢献する姿を見せることも、極めて重要である。

7. 有機薄膜太陽電池部門（第1部門）活動状況

平成26年度 第1部門研究成果報告書

部門名	(第1部門) 有機薄膜太陽電池	部門長	高橋 光信
1. 本年度の実施計画概要に対応した成果報告及び活動報告			
【成果報告】 (1) ドナー材料合成に関する昨年度までの成果を基軸として、チエノチオフエン (TT) ユニットを含有する新規オリゴマー系電子ドナーの合成及びその光学特性について検討した(図1)。エステル部位の異なる2種類の TT モノマー(TT-1 及び TT-2)とジチエノシロール含有π共役ユニットの臭素化体(DTS)のクロスカップリング反応を行い、新規π共役オリゴマー(oligo-1 及び oligo-2)の合成を行った。それぞれの HOMO 準位は-4.86 及び-5.16 eV であり、エステル部位を変えることで HOMO 準位のチューニングが可能であることが分かった。すなわち、置換基の電子的影響がフェニルエステル基を介して主鎖に伝搬し、オリゴマーの分子軌道レベルの制御に効果的に働くことが明らかとなった。 (2) 高い導電性を示す正孔輸送層の開発を目的として、ポリスチレンスルホン酸/PEDOT 層におけるドーピング効率及び相溶性を改善した新規ポリマーの創製を目指した。EDOT 側鎖にトリエチレンオキシド鎖を導入した新規モノマーを合成し、平滑な PEDOT/PSS 膜製膜を可能とする合成条件を検討した。PEDOT への酸化剤の量、反応時間、及び反応温度の最適化に加えて、PEDOT/PSS 合成時に形成する凝集体を遠心分離により除くことで、導電率が 0.01-0.2 S/cm 程度の平滑な PEDOT/PSS 膜(膜厚 100 nm 程度)を用意することができた。 (3) 合成 G によって創製された新規ドナー材料(図2)において、ポリマー内のフッ素基の導入率(r)と素子性能との相関を調べるために、正孔移動度測定、モルフォロジー測定、及び微小角入射広角 X 線回折(GIWAX)による配向・結晶化度測定を行った。r 値の増加に伴いポリマーと PCBM のドメインサイズが減少し、電荷分離界面の増加を示唆する結果が得られた。一方で、GIWAX 測定から結晶化度の減少が観察され、正孔移動度も小さくなる結果となり、相反する因子の兼ね合いから、PTB-F75 のときに最適値(PCE 4.3%)を示すと結論付けた。一方、市販ドナー材料 PTB7 を用いた逆型素子(ITO/ZnO/PCBM:PTB7/PEDOT:PSS/Au)を大気中作製し、PCE 5.0% (J_{sc} 11.6 mA cm⁻², V_{oc} 0.78 V, FF 0.55)を得た。また、擬似太陽光(1 sun)を25時間連続光照射してもほとんど減衰しない高耐久性素子の開発に成功した。さらに、発電層製膜時に1%のニトロベンゼンを添加したクロロベンゼン溶媒を用いることで、PCE が5.9%まで向上した。			
 図1 新規オリゴマー系電子ドナー材料の合成法			
 図2 新規 PTB-F 系ドナー材料および PTB7 ドナー材料(既知)の構造式			

- (4) 蒸着膜成長過程の“赤外反射吸収分光その場測定 (in situ IR-RAS)”を試みた。無定形固体を形成しやすい DBP 分子をヨウ化銅上に形成したときでも、無機-有機界面の近傍では寝た分子配向を取る DBP 分子が優勢になることが分かり、ナノオーダーでの膜成長を把握することに成功した。
- (5) 真空蒸着法を駆使したペロブスカイト太陽電池の作製において、従来、酸化チタン層は高温プロセス (500℃) が必要なゾルゲル法により製膜されていた。この太陽電池に、金沢大学オリジナル技術である低温プロセス (150℃程度) で製膜可能な化学浴酸化チタン膜を導入した。その結果、大気暴露なしの連続作製システムを用いて、PCE が 5% のペロブスカイト太陽電池の作製に成功した。
- 【活動報告】 H26 年 1 月から現時点まで、国内学会で 13 件、国際学会で 8 件の発表を行った。また、各地で開催されるセミナー、シンポジウム、市民講座における招待・依頼講演は、国際会議を含めて 10 件行った。さらに、論文として 7 報、特許として 1 件の成果をまとめている。また、部門内での成果報告会やセミナーなどを合わせて 4 回行った。また、「大気中で塗って作製できる逆型有機薄膜太陽電池」の長年の研究開発の功績により、高橋光信先生に第 68 回北國文化賞が授与された。

2. ロードマップから見る研究成果の位置づけ

本部門の取組課題における技術開発項目の概略を下記に示す。

- ① 逆型有機薄膜太陽電池の高効率化および高耐久化研究
- ② ドナー性新規有機発電材料の創製
- ③ フィルム太陽電池の大気中作製プロセスの確立

研究成果 (1) (2) は項目①および②に対応し、研究成果 (3) は項目①、②および③に対応している。また、研究成果 (4) (5) は潜在ポテンシャルの大きな新規無機有機ハイブリッド太陽電池の研究開発であり、項目①および②に対応している。以上、本年度はロードマップに沿った研究が実施された。特筆される成果として、市販品の PTB7 と PC60BM のブレンド膜を用いた場合であるが、6 % 程度の変換効率および耐久性を兼ね備えた素子を、大気中で塗って作成できる逆型素子によって達成したことが挙げられる。また、化学構造明確な新規 π 共役オリゴマーの合成に成功し、高性能で再現性のある素子開発に弾みがついた。

3. 反省点

【研究面】技術開発項目①から③のすべての項目については、ほぼ計画通りの成果が得られた。しかし、市販品のドナー材料 PTB7 を用いた場合には比較的高い効率と耐久性は得られるようになったものの、合成 Gr と素子 Gr のコラボレーションにより開発した素子では、特に耐久性の面において大きな課題が残る。両 Gr 間で色んな意味での意思疎通が十分取れるようになっているので、オリジナルなドナー材料を用いての目標の達成は、近い将来には可能と楽観している。今後一層、精進をして行かねばならない。

【活動面】これまで積み重ねた異分野融合による取組みを基礎に大型外部予算の獲得を目指したが、本年度もこれまでのところ、思うように獲得できていない。まだまだ研究活動費が十分でないため、これまで築いてきた多くのネットワークを活用して、大型外部予算の申請など、戦略を練りながら、来年度も引き続き一層努力したい。

平成26年度 第1部門研究成果リスト

1. 研究論文（学術雑誌掲載のもの）

番号	題 目	掲載誌 巻・号・頁	発表年月	著者名	レベルの 自己判定
1	Influence of 4-fluorophenyl pendants in thieno[3,4- <i>b</i>]thiophene-benzo-[1,2- <i>b</i> :4,5- <i>b'</i>]dithiophene-based polymers on the performance of photovoltaics	<i>J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem.</i> , 2015 , in press	2014, 12	T. Yamamoto, T. Ikai, T. Kuwabara, 他 5 名	3
2	Mechanistic investigation into the light soaking effect observed in inverted polymer solar cells containing chemical bath deposited titanium oxide	<i>J. Phys. Chem. C</i> , 2015 , 119, 10, 5274-5280.	2015, 2	T. Kuwabara, K. Yano, K. Takahashi, 他 4 名	4
3	Thieno[3,4- <i>b</i>]thiophene-benzo-[1,2- <i>b</i> :4,5- <i>b'</i>]dithiophene-based polymers bearing optically pure 2-ethylhexyl pendants: synthesis and application in polymer solar cells	<i>Polymer</i> , 2015 , 56, 171-177	2014, 11	T. Ikai, R. Kojima, T. Kuwabara, 他 5 名	3
4	Factors affecting the performance of bifacial inverted polymer solar cells with a thick photoactive layer	<i>J. Phys. Chem. C</i> , 2014 , 118, 8, 4050-4055.	2014, 1	T. Kuwabara, Y. Omura, K. Takahashi, 他 4 名	4
他 3 件					
(レベルの自己判定について4段階で記入)					
4. 国際的に高水準の成果					
3. 国際水準または国内高水準の成果					
2. 外国語による公表または国内水準の成果					
1. 国内誌等への公表成果					

2. 研究論文（国際会議のプロシーディング）

番号	発 表 論 文 題 目 (国際会議名、開催地等)	掲載誌 巻・号・頁	発表年月	著者名	国際会 議の評 価を自 己判定
1	Low Temperature TiOx Compact Layer by Chemical Bath Deposition Method for Vapor Deposited Perovskite Solar cells (IEEE PVSC-40)(Denver, USA)	Conference Record of The 2014 IEEE PVSC-40, in printing	2014, 6	K. Yamamoto, T. Kuwabara, K. Takahashi, T. Taima 他 5 名	A
他 3 件					

(国際会議の位置付け・評価を自己判定して3段階で記入)

A. 世界規模あるいは大規模な国際会議、国際シンポジウム等

B. 中規模の国際会議・国際シンポジウム等

C. 特定分野・小規模な国際会議・国際シンポジウム等

3. 国際会議等の基調講演・招待講演

番号	演 題 (国際会議名、開催地等)	発表年月	著者名・発表者名 (発表者名に*印)
1	Efficient small-molecule photovoltaic cells using nanostructured template, (Photonics West 2014, San Francisco, USA.) 他 1 件	2014.2	* Taima T., 他 3 名

4. 著書、編書

番号	書 名	発 行 所	発行年月	著者名

5. 報告書、解説、資料、展望、総説など

番号	種 別	題 目	掲載誌 巻・号・頁	発表年月	著者名
1	資料	逆型有機薄膜太陽電池の開発とその挙動解析	情報科学用有機材料 142 委員会 ((独) 日本 学術振興会) 合同研究 会資料, pp. 16-23	2014, 11	高橋光信

6. 特許等

番号	発明の名称	種別	出願番号	登録番号	氏 名
1	分光感度測定による有機薄膜太陽電池の評価方法、および、評価装置	特許	特願 2014-036646		當摩哲也、 周英、川端 宏信

(注) ※ 未登録の特許の場合、「登録番号」欄は無記入とする。※ 特許以外は、任意の記載とする。

7. 口頭発表

番号	演 題 (学会名、開催地等)	発表年月	発表者名 (発表者名に*印)
1	Insertion Effects of Interlayers for High Performance Polymer Based Organic Solar Cell, (the 6 World Conference on Photovoltaic Energy Conversion(WCPEC 6), Kyoto, Japan)	2014, 11	* J. Tanaka, T. Kuwabara, K. Takahashi T. Taima
2	逆型有機薄膜太陽電池の開発と展開 (2014 年秋季 第 75 応用物理学会秋季学術講演会分科内招待講演, 18a-A1-1, 北海道)	2014, 9	高橋光信

7. 有機薄膜太陽電池部門（第1部門）活動状況

3	Development of Flexible Inverted Polymer Solar Cells on Pet-ITO Substrate with Zinc Oxide Electron Collection Layer Prepared by Novel Low-Temperature Sol-Gel Methods (The 29th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition(EU-PVSEC), Amsterdam, Netherlands)	2014, 9	* T. Kuwabara T. Yamaguchi, T. Taima, K. Takahashi
4	環状ホスト分子を利用した導電性超分子材料の創製 (ナノテク部会 第57回研究会、芝浦工業大学 豊洲キャンパス)	2014, 11	生越 友樹
	その他 26件 (招待講演・依頼講演含む)		

8. 外部資金の獲得状況について

(1) 科学研究費補助金 (研究種目, 研究課題名, 代表・分担等)

- ・基盤研究 (B) (一般) (H24～H26)、高分子材料創製を基軸とする高性能な逆型有機薄膜太陽電池構築のための基盤技術の確立、代表・高橋光信、分担・前田勝浩、分担・桑原貴之、連携研究者・井改知幸
- ・JST-さがけ、(H21～H27)、“交互分子積層により結晶性を制御した高性能太陽電池の研究開発”、研究代表者 當摩哲也
- ・若手研究 (A) (H25～H27)、1. C60 誘導体アクセプターの配列制御を基軸とした逆型有機薄膜太陽電池の高効率、研究代表者・桑原貴之

(2) 政府出資金事業等 (事業名, 出資機関名, 代表・分担等)

なし

(3) 国, 地方, 民間等との共同研究 (研究題目, 機関名, 代表・分担等) <民間の場合には企業名の記なし>

なし

(4) 受託研究 (研究題目, 委託機関名, 代表・分担等) <民間の場合には企業名の記載なし>

なし

(5) 企業・財団等の助成金 (賞) (企業・財団等名, 研究題目, 事業名又は賞名, 代表・分担等)

なし

(6) 特許等による研究費 (研究費を受ける発明の名称等)

なし

(7) 奨学寄附金 (件数)

1 件

(8) その他

9. 平成 26 年度のテレビ放映、新聞報道など

北國新聞 (平成 26 年 7 月 25 日、33 面社会面 発電効率向上の新構造)

北國新聞 (平成 26 年 10 月 28 日、32 面社会面 道をひらくー北國文化賞)

10. 国内・国際共同研究活動

なし

11. 国内・国際研究拠点形成状況

なし

12. その他

「大気中で塗って作製できる逆型有機薄膜太陽電池」の長年の研究開発の功績により、高橋光信先生に第 68 回北國文化賞が授与された。

平成26年度 第1部門シンポジウム、セミナー、会議等の開催実績

番号	シンポジウム、セミナー、会議等 (開催地、参加者数)	開催年月	開催者名 (責任者名に*印)
1	平成24年度有機薄膜太陽電池部門アドバイザーボード 会合（金沢、参加者30名）	2015, 1	高橋*、前田 生越、桑原 井改、當摩*
2	小松 GPP 事業計画策定に関する OPV 設置場所および設置可 能要件に関する会議（金沢、参加者10名）	2015, 1	高橋*
3	小松 GPP 事業計画策定に関する第1回全体会合（金沢、参加 者10名）	2014, 12	高橋*、井改、當摩
4	第31回有機薄膜太陽電池勉強会（金沢、30名）	2014, 10	高橋*、前田 生越*、桑原 井改、當摩
5	第30回有機薄膜太陽電池勉強会（金沢、30名）	2014, 7	高橋*、前田 生越、桑原* 井改、當摩
6	第29回有機薄膜太陽電池勉強会（金沢、6名）	2014, 4	高橋*、前田 生越、桑原 井改、當摩
7	RSET 有機薄膜太陽電池部門_公開講演会「有機薄膜太陽電 池の高耐久性向上に向けた劣化解析と製品化をにらんだ作 製技術（産総研_山成敏広研究員）」開催（第5回有機薄膜太 陽電池部門公開シンポジウムに相当、金沢、20名）	2014, 2	高橋*、前田 生越、桑原 井改、當摩
8	第4回次世代太陽電池研究会（七尾市 参加者30名）	2014, 1	當摩*

平成25年度のテレビ放映、新聞報道など

特になし

平成26年度 第1部門アドバイザーボード報告

I 自己評価

研究成果の目標達成度：A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い (C)
研究開始から現在までの達成状況を評価するとともに、課題を整理・解析してコメントして下さい。 本年度は、ロードマップに沿った研究がほぼ実施された。特筆される成果として、市販品のドナー材料PTB7とアクセプター材料PC₆₀BMのブレンド膜を用いて、5.5%程度の変換効率と耐久性を兼ね備えた素子を、空気中で作製できたことが挙げられる。また、化学構造の明確な新規π共役オリゴマーの合成に成功したことから、高性能で再現性のある素子開発に道筋が見えてきた。しかし、材料合成グループと素子作製評価グループのコラボレーションにより開発した素子では、耐久性の面において、まだ大きな課題が残る。研究資金の面では、これまで積み重ねた異分野融合による取組みを基礎に大型外部予算の獲得を目指したが、本年度もこれまでのところ、思うように獲得できていない。総括すると、ほぼ計画通り推進しているが、オリジナルなドナー材料を組み込んだ素子による目標達成が出来ていないため、達成度はCと判断した。
次年度の研究内容と目標は適切か：A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切 (B)
前項の評価を反映させ、課題に対する計画の改善点を明示し、コメントして下さい。 今年度の結果を受けて、第一に、耐久性を大きく改善させることを目標とし、主に次の二つの問題点に絞った研究開発を行う。①キャリア捕集層/発電層界面での電氣的接着性の改善、②発電層におけるマイクロ相分離構造の安定化。これら難問を克服するために、材料合成グループと素子作製評価グループがこれまで以上にお互いの結果をフィードバックさせて、綿密に議論して行くことが必要であり、平成27年度研究活動実施計画書にはその意気込みを反映させた。以上、本年度の研究成果を手掛かり、新規開発技術や新規創製した有機材料を採用して高耐久化・高効率化に向けた指針を立てた。したがって、次年度の研究内容の設定に関してBと判断した。

II 外部アドバイザー（(株)倉元製作所・鈴木 聡様）のご意見

研究成果の目標達成度：A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い (B)
コメント（200字程度） オリジナルのドナー材料による素子においては工学的目標達成には至っていないものの、市販材料を用いた素子で高い発電効率を得られたことと共に、材料の生産安定性がポリマーよりも優れているオリゴマー系材料の合成に成功したこと、高く評価できる。また、基板のぬれ性等の表面自由エネルギーからの発電効率向上メカニズムアプローチも実用化における差別化の向上に繋がるものと捉え評価する。 一方、研究資金面においては、太陽電池という枠組みだけでは近年、難しい局面にあるといわざるを得ないを考える。
次年度の研究内容と目標は適切か：A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切 (B)
コメント（200字程度） 実用化において重要な要素となる「耐久性」。この耐久性の向上を第一優先とし、また、その向上の方法がこれまでの研究結果から具体化されていること、高く評価できる。また、材料グループと素子グループの連携をさらに強めてこれに臨むことも併せて評価できる点である。 今後は、OPV単体の研究に加え、他のデバイスや他の研究との組み合わせによるOPVを用いたソリューションづくり、また、出口のValue-upに関しても検討していただきたい。それが、研究資金調達の難局を打破する一つの方法と考える。

II 外部アドバイザー（（株）イデアルスター・表 研次様）のご意見

研究成果の目標達成度：A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い (B)
コメント（200 字程度） 市販材料ではあるが発電効率を 5 %以上に向上した結果、発電効率が最高の材料の素子ではないが耐久性を向上させた結果、新規の発電材料としてオリゴマーを提案して太陽電池製作、特性評価までの研究を実施した成果はいずれも高く評価できる。研究テーマはいずれも金沢大学のオリジナル性が高い点も評価できる。これまでの成果を活かして今後はオリジナルなドナー材料を組み込んだ素子による発電効率向上、耐久性向上を期待したい。
次年度の研究内容と目標は適切か：A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切 (A)
コメント（200 字程度） 耐久性向上の要因を想定した難題の目標を設定している点は意気込みが感じられ、高く評価できる。本年度の表面自由エネルギーをパラメータとして提案した研究の成果のように、電氣的接着性の改善も、ミクロ相分離構造の安定化も難題ではあるが、年度内に成果が挙げられる目標設定になっていると考えられる。ペロブスカイト太陽電池の発電効率向上への挑戦も期待される研究であり、次年度の全体目標とのよいマッチングを期待したい。

平成26年度 第1部門アドバイザーリーボード会合の報告

アドバイザー：株式会社 倉元製作所 代表取締役社長 鈴木 聡様
 株式会社 イデアルスター 代表取締役副社長 表 研次様
 オブザーバー：(株) 倉元製作所 奥寺様、(株) イデアルスター 才田様
 開催日時：平成27年1月24日（土）
 開催場所：金沢大学自然科学研究科棟1号館Cブロック6階1C614

~~~~~プログラム~~~~~

- 15:00~15:05 はじめの挨拶 高橋光信 部門長  
 15:05~15:30 素子グループ（當摩研） 研究報告（25分）  
 ・ペロブスカイト太陽電池の進捗報告 B4 古本 嘉和 （5分）  
 ・IRRASによる分子配向同定 M1 岡本 宏樹 （10分）  
 ・順型高分子太陽電池 M2 田中 潤 （10分）  
 15:30~15:40 合成グループ（生越研） 研究報告（10分）  
 ・正孔捕集層 PEDOT/PSS 合成条件の検討 M1 仙石 大輝 （10分）  
 15:40~15:50 合成グループ（加納研） 研究報告（10分）  
 ・オリゴマー系電子ドナー材料の開発 B4 和田 侑也 （10分）  
 15:50~16:40 素子グループ（高橋研） 研究報告（50分）  
 ・オリゴマー系電子ドナー材料を用いた逆型有機薄膜太陽電池の開発  
 M2 久住 拓司 & M1 浅田 裕貴 （10分）  
 ・PTB7をドナー材料として用いた逆型有機薄膜太陽電池の開発 M1 武市 隼人 （15分）  
 ・P3HT:ICBA系逆型有機薄膜太陽電池における電子捕集層の検討 M2 高橋 駿輝 （15分）  
 ・ピペラジン誘導体を側鎖に有するフラーレンを用いた電子捕集電極の開発と  
 逆型有機薄膜太陽電池への応用 B4 藤森 恭介 （10分）  
 16:40~16:50 アドバイザーコメント 鈴木様 表様  
 16:50~16:55 おわりの挨拶 高橋光信 部門長

## 【株式会社 倉元製作所 鈴木代表取締役社長のコメント】

テーマが増えて、多岐に渡っている印象がある。添加剤としてニトロベンゼンを用いているが、ライフサイクルアセスメント（LCA）の観点からいうと、管理が面倒で施設としては敬遠したい。性能向上は大事であるが、作製手法について、OPVの特性を無くさない方向を目指してほしい。

## 【株式会社 イデアルスター 表代表取締役副社長のコメント】

前回より、耐久性と効率の両立が出来てきた。PCBMの選択的な溶出特性には驚きを感じた。オリゴマー材料にはかなり期待をしているので、頑張してほしい。金沢大学として、ペロブスカイト型太陽電池を使いこなしてほしい。この4月に販売ルートを経由したOPVの設置（真の実用化）がなされるため、来年度は実用化元年と云えるので、ますますの性能向上に期待したい。

【書面でいただいた表副社長からのアドバイザーコメント】＜研究成果の目標達成度＞“市販材料ではあるが、発電効率が5%以上に向上させた結果”、“発電効率が最高の材料を用いた素子ではないが、耐久性を向上させた結果”、“新規の発電材料としてオリゴマーを提案して太陽電池を製作し、特性評価までの研究を実施した成果”はいずれも高く評価できる。研究テーマはいずれも金沢大学のオリジナル性が高い点も評価できる。これまでの成果を活かして、今後はオリジナルなドナー材料を組み込んだ素子による発電効率向上、耐久性向上を期待したい。＜次年度の目標設定＞耐久性向上の要因を想定した難題の目標を設定している点は意気込みが感じられ、高く評価できる。本年度の表面自由エネルギーをパラメータとして提案した研究の成果のように、電気的接着性の改善も、マイクロ相分離構造の安定化も難題ではあるが、年度内に成果が挙げられる目標設定になっていると考えられる。ペロブスカイト太陽電池の発電効率向上への挑戦も期待される研究であり、次年度の全体目標とのよいマッチングを期待したい。



## 8. 自然エネルギー活用部門（第2部門）活動状況

平成26年度 第2部門研究成果報告書

| 部門名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | (第2部門) 自然エネルギー活用 | 部門長 | 木綿 隆弘 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----|-------|
| <p><b>1. 研究成果の概要</b></p> <p>小規模分散型の風力・水力・地熱エネルギー利用装置の開発では、主に次の成果が得られた。(a)垂直軸風車の流入風の水平分布の違いが出力特性に与える影響の把握、(b)フェンス上部に設置したクロスフロー風車の出力特性に風上側に設置した直角偏向板が与える影響の解明、(c)垂直軸風車の主軸またはアームが騒音源の一つである可能性の確認、(d)柱状構造物の自励振動を利用した振動発電における柱状構造物の断面形状や接近流の乱れ性状が発電量に及ぼす影響の把握、(e)地下タンク内の熱交換器の非定常な性能特性を予測する手法の確立。</p> <p>再生可能エネルギーによる発電の出力変動の補完システムの開発では、有力な再生可能エネルギーの一つである木質バイオマスを高温雰囲気中でガス化する装置を開発した。安定駆動条件の範囲と設計指針を策定している。変動補完のためのストレージとして水素と一酸化炭素が有力なので、これらを組成とする燃料を用いて内燃機関を駆動し、その特徴を検証した。バイオエタノールをはじめとする再生可能エネルギー由来の液体燃料を微粒化(霧化)して利用するため、紫外線レーザを用いた二次微粒化機構を開発した。</p> <p><b>2. 本年度の実施計画概要に対応した成果報告及び活動報告</b></p> <p>① <b>高効率な垂直軸風車の設計・開発：</b> 可変ピッチ式直線翼ダリウス風車について、構造物近傍で発生する流れの剥離に伴う増風速を活用することを想定して、多孔板を用いて流入風速分布の水平方向の速度差が出力特性に与える影響を調べた(図1)。その結果、多孔板先端から剥離・増速した流れをうまく利用することで直線翼垂直軸風車の出力を増加させる可能性があることを示した。</p> <p>防風フェンス上部に水平に設置したクロスフロー風車の風上側に設置した直角偏向板(図2)が、風車出力特性及びフェンス下流域の風速分布に与える影響を調べた。その結果、直角偏向板の高さを調整することにより、出力係数が風車単体の場合よりも約3倍増加することが分かった。また、風車後流の風速分布については、風車及び、直角偏向板を設置した場合、フェンス単体の場合より風車後流の減速域は広がることを示した。</p> <p>② <b>静穏な小形風車の開発：</b> 可変ピッチ式直線翼垂直軸風車を対象に風洞実験を行い、マイクロホンアレイを用いて、風車上方で面的に騒音レベルを評価した。その際に、翼から発生する渦と、主軸やアームとの干渉を抑える目的で、主軸、アーム部に柔毛生地を貼り付けた場合でも風車運転中の騒音を測定した。その結</p> |                  |     |       |
| <p>図1 翼位置と流入風の関係</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |     |       |
| <p>図2 直角偏向板設置位置</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |     |       |
| <p>図3 アームと主軸に柔毛材を貼り付けた騒音計測</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                  |     |       |

果、柔毛を貼り付けた場合では 2dB 程度の騒音レベルの低下が確認された（図 3）。

③ 自励振動が生じる柱状構造物による振動発電装置の開発： 回流水槽を用いて、片持ち弾性支持された辺長比 0.2 の矩形柱と D 形柱の振動発電実験を行い、矩形柱の方が発電量が大きい特性を示すこと、高乱流において振動が抑制されることを明らかにした。

④ 地下水などの地中熱を利用した暖冷房装置の設計・開発： 地下帯水層に埋設されたタンク内に熱交換器を設置して、熱(または冷熱)を蓄熱する過程についてスケール解析と数値解析を行い、タンク径に対する熱交換器径の比、レイリー数をパラメータとして、熱交換器の非定常な性能特性を簡便に予測する手法を確立した。

⑤ 木質バイオマスの高温ガス化装置の開発： 木質バイオマスから 10kW 相当の可燃性ガスを連続生成する高温ガス化炉を製作、10 時間以上の連続運転条件を策定した。

⑥ 市販の汎用火花点火内燃機関によるストレージガス・バイオマスガス発電： 有力なストレージ物質である水素と一酸化炭素あるいはバイオマスガスを用いて小型火花点火機関を駆動、各種条件での出力や排ガスを計測した。

⑦ 紫外線レーザーによる液体燃料の二次微粒化機構： 一般的な噴霧を構成する直径 30 $\mu$ m 程度の液滴を、紫外線レーザーを使ってさらに微粒化する機構を開発した。その結果、多くのパラフィンや芳香族が紫外線レーザーで微粒化されることがわかった。

### 3. ロードマップから見る研究成果の位置づけ

(1) 高効率・低騒音な風力発電システムの開発の「①集風加速装置を用いた高効率な風力発電システムの開発」に関しては、最適な形状の直角偏向板を用いた防風フェンス上部に設置するクロスフロー風車の実用化の目途が立ったと言える。「②静穏な風車の開発」に関しては、直線翼ダリウス風車のアームまたは主軸が、顕著な騒音発生源の一つである可能性が高いことが明らかになりつつある。

(2) 風力発電出力変動補完用ストレージを導入することで、より合理的に出力制御ができる目途が立った。有力なストレージは水素と一酸化炭素なので、これらを燃料とする内燃機関とその制御装置、方法を開発した。さらに、再生可能エネルギーである木質バイオマスを高温でガス化する装置も安定稼働条件を設定できたので、設計指針を今後策定する。液体燃料を利用する際に必要となる微粒化機構として、紫外線レーザーを用いる方法を提案、実証実験によるデータベース構築を現在行っている。

### 4. 反省点

実施計画は概ね達成しているが、大型風洞の約半年間の故障により、風洞実験の計画が遅れ、「集風加速装置を用いた高効率な風力発電システムの開発」では、新しいタイプの集風装置の評価、「静穏な風車の開発」では、垂直軸風車のアーム形状が騒音レベルに与える影響の評価に着手できていない。大型外部予算については、「小形風車の支柱の振動特性」と「地中熱」に関連した N E D O 委託事業に採択されたが、本部門が掲げる 2 大テーマの関連では獲得できておらず来年度も引き続き応募していく。

## 平成26年度 第2部門研究成果リスト

## 1. 研究論文（学術雑誌掲載のもの）

| 番号                                                                                                             | 題 目                                                                                               | 掲載誌 巻・号・頁                                                          | 発表年月     | 著者名                                             | レベルの<br>自己判定 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------|--------------|
| 1                                                                                                              | 風車タワーの風車後流に与える影響と空気力の LES 解析                                                                      | 第23 回風工学シンポジウム 論文集, pp. 139-144                                    | 2014,12  | 河野孝昭<br>木綿隆弘<br>小垣哲也                            | 2            |
| 2                                                                                                              | 斜風時のクロスフロー風車の性能に関する研究（風車の円形端板とフェンス前面の偏向板の効果）                                                      | 日本風力エネルギー学会誌, Vol. 111（通巻）, Vol. 38(3), pp. 45-51                  | 2014,11  | 中田博精<br>木綿隆弘<br>檀田禎大<br>坂井 遼<br>河野孝昭<br>古路裕子    | 3            |
| 3                                                                                                              | Water Tunnel Experiments on Transverse-galloping of Cantilevered Rectangular and D-section Prisms | Journal of Fluid Science and Technology, Vol. 9, No. 3, p.JFST0056 | 2014,9   | Kiwata,T.<br>Yamaguchi,M.<br>Kono,T.<br>Ueno,T. | 3            |
| 4                                                                                                              | 画像分析を用いた局所接触型マイクロ波加熱式インジェクタによるエタノール噴霧に対する加熱効果の検証                                                  | 日本機械学会論文集, Vol. 80, No. 820, pp. 1-9                               | 2014, 12 | 榎本啓士<br>野末浩隆<br>稗田登                             | 3            |
| 他 4 件<br>（レベルの自己判定について4段階で記入）<br>4. 国際的に高水準の成果<br>3. 国際水準または国内高水準の成果<br>2. 外国語による公表または国内水準の成果<br>1. 国内誌等への公表成果 |                                                                                                   |                                                                    |          |                                                 |              |

## 2. 研究論文（国際会議のプロシーディング）

| 番号 | 発表論文題目<br>(国際会議名、開催地等)                                                                                        | 掲載誌 巻・号・頁                                                                                                           | 発表年月    | 著者名                               | 国際会議の<br>評価を自己判定 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------|------------------|
| 1  | LES Analysis of the Wake of a Wind Turbine and the Aerodynamic Force on the Wind Turbine Tower (Tokyo, JAPAN) | Proceedings of the Grand Renewable Energy 2014 International Conference and Exhibition, P-Wd-2-2 (DVD-ROM), pp. 1-4 | 2014, 7 | Kono,T.<br>Kiwata,T.<br>Kogaki,T. | B                |

## 8. 自然エネルギー活用部門（第2部門）活動状況

|                                                                                                                     |                                                                                                                                         |                                                           |         |                                                                                                    |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 2                                                                                                                   | Numerical simulation of heating zone detailed structure in the local-contact microwave-heating injector<br>(Tokyo, JAPAN)<br><br>他 11 件 | Grand Renewable Energy2014<br>Proceeding DVD,<br>O-Bm-7-4 | 2014, 7 | Lukas Mangalla<br><u>Hiroshi Enomoto</u><br>Noboru Hieda<br>Yoshikazu<br>Teraoka<br>Hirotaka Nozue | B |
| (国際会議の位置付け・評価を自己判定して3段階で記入)<br>A. 世界規模あるいは大規模な国際会議、国際シンポジウム等<br>B. 中規模の国際会議・国際シンポジウム等<br>C. 特定分野・小規模な国際会議・国際シンポジウム等 |                                                                                                                                         |                                                           |         |                                                                                                    |   |

3. 国際会議等の基調講演・招待講演  
なし

4. 著書、編書  
なし

5. 報告書、解説、資料、展望、総説など

| 番号 | 種別 | 題 目             | 掲載誌 巻・号・頁                           | 発表年月    | 著者名         |
|----|----|-----------------|-------------------------------------|---------|-------------|
| 1  | 解説 | 磁歪式振動発電技術の実用化展開 | 日本 AEM 学会誌, Vol. 22, 3, pp. 368-373 | 2014, 9 | <u>上野敏幸</u> |

6. 特許等

| 番号 | 発明の名称                   | 種別 | 出願番号        | 登録番号 | 氏 名                        |
|----|-------------------------|----|-------------|------|----------------------------|
| 1  | 垂直軸型風力発電装置<br><br>他 4 件 | 特願 | 2014-111075 |      | <u>河野孝昭</u><br><u>木綿隆弘</u> |

(注) ※ 未登録の特許の場合、「登録番号」欄は無記入とする。※ 特許以外は、任意の記載とする。

7. 口頭発表

| 番号 | 演 題<br>(学会名、開催地等)                                                                   | 発表年月     | 発表者名<br>(発表者名に*印)                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------|
| 1  | 速度勾配下における直線翼垂直軸風車の性能に関する研究<br>(第36回風力エネルギー利用シンポジウム, pp.383-386, 東京)<br><br>その他 20 件 | 2014, 11 | 若狭光洋*<br>木綿隆弘<br><u>河野孝昭</u><br>ラチマト・フィルダ<br>ウス |

8. 外部資金の獲得状況について

(1) 科学研究費補助金(研究種目、研究課題名、代表・分担等)

- ・若手研究(B)、「風車タワーが風車後流及び風下側風車に与える影響の解明とそのモデル化に関する研究」、代表：河野孝昭
- ・基盤研究(C)(一般)、「高圧・高温雰囲気における組成が複雑な自由微小液滴の蒸発挙動の観察」、代表：榎本啓士
- ・基盤研究(C)(一般)、「熔融金属からの凝固相内偏析構造設計に関する研究」、代表：木村繁男

- ・基盤研究(B)(一般)、「磁歪式マイクロ振動発電素子を用いた自動車用自律センシングシステムの開発」、代表：上野敏幸、分担：山田外史
- ・挑戦的萌芽、「磁歪式振動発電スイッチを利用した高出力波力発電システムの開発」、代表：上野敏幸、分担：木綿隆弘、斎藤武久

(2) 政府出資金事業等（事業名、出資機関名、代表・分担等）

- ・NEDO 委託事業「再生可能エネルギー熱利用技術開発/地中熱・流水熱利用型クローズドシステム技術開発」, 新エネルギー・産業技術総合開発機構, 再委託, 代表：木村繁男
- ・NEDO 委託事業「風力発電技術開発・風車部品高度実用化開発（小形風力発電部品標準化）」, 新エネルギー・産業技術総合開発機構, 連名契約, 代表：河野孝昭, 分担：木綿隆弘, 古本達明, 小松崎俊彦

(3) 国、地方、民間等との共同研究（研究題目、機関名、代表・分担等）＜民間の場合には企業名の記なし＞

- ・民間との共同研究 5 件

(4) 受託研究（研究題目、委託機関名、代表・分担等）＜民間の場合には企業名の記載なし＞

(5) 企業・財団等の助成金（賞）（企業・財団等名、研究題目、事業名又は賞名、代表・分担等）

(6) 特許等による研究費（研究費を受ける発明の名称等）

(7) 奨学寄附金（件数）

1 件

(8) その他

なし

9. 関連の博士論文、修士論文、卒業論文の提出数

- ・博士論文 4 件、修士論文 12 件、卒業論文 13 件

10. 国内・国際共同研究活動

- ・直線翼垂直軸風車の高性能化に関する研究、レバノン共和国の Lebanese American University の Elkhoury, M. 准教授との共同研究、代表者：木綿隆弘
- ・クロスフロー風車の高性能化に関する研究、カナダの University of Victoria の Oshkai, P. 准教授との共同研究、代表者：木綿隆弘
- ・IEA Wind Task 27（建屋近傍等の高乱流域における小形風車に関する研究）に参画、参画者：河野孝昭

11. 国内・国際研究拠点形成状況

なし

12. その他

なし

## 平成26年度 第2部門シンポジウム、セミナー、会議等の開催実績

| 番号 | シンポジウム、セミナー、会議等<br>(開催地、参加者数)             | 開催年月     | 開催者名<br>(責任者名に*印)                     |
|----|-------------------------------------------|----------|---------------------------------------|
| 1  | 第22回自然エネルギー活用部門ミーティング「学生による研究報告」(金沢, 30名) | 2014, 4  | 木綿隆弘*<br>榎本啓士<br>小松信義<br>河野孝昭         |
| 2  | 第23回自然エネルギー活用部門ミーティング「学生による研究報告」(金沢, 31名) | 2014, 5  | 木綿隆弘*<br>榎本啓士<br>寺岡喜和<br>小松信義<br>河野孝昭 |
| 3  | 第24回自然エネルギー活用部門ミーティング「学生による研究報告」(金沢, 27名) | 2014, 6  | 木綿隆弘*<br>榎本啓士<br>寺岡喜和<br>小松信義         |
| 4  | 第25回自然エネルギー活用部門ミーティング「学生による研究報告」(金沢, 30名) | 2014, 7  | 木村繁男<br>榎本啓士*<br>寺岡喜和<br>小松信義<br>河野孝昭 |
| 5  | 第53回北陸流体工学研究会 (金沢, 70名)                   | 2014, 8  | 川端信義*<br>長谷川雅人<br>木綿隆弘<br>河野孝昭        |
| 6  | 第26回自然エネルギー活用部門ミーティング「学生による研究報告」(金沢, 27名) | 2014, 11 | 寺岡喜和<br>小松信義<br>河野孝昭*                 |
| 7  | 第27回自然エネルギー活用部門ミーティング「学生による研究報告」(金沢, 29名) | 2014, 12 | 木綿隆弘*<br>榎本啓士<br>小松信義<br>河野孝昭         |

平成26年度のテレビ放映、新聞報道など

- ・北國新聞(石川全県)、2014年2月3日【朝刊】、流雪溝で発電、電飾
- ・北國新聞(石川全県)、2014年6月14日【朝刊】、柳田に小水力発電装置設置

## 平成26年度 第2部門アドバイザーボード報告

## I 自己評価

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 研究成果の目標達成度：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い (B)   |
| <p>①高効率・低騒音な風力発電システムの開発の「集風加速装置を用いた高効率な風力発電システムの開発」に関しては、最適な形状の直角偏向板を用いることにより出力が最大で約3倍向上し、防風フェンス上部に設置するクロスフロー風車の実用化の目途が立ったと言える。「静穏な風車の開発」に関しては、直線翼ダリウス風車のアームまたは主軸が、顕著な騒音発生源の一つである可能性が高いことが明らかになりつつある。</p> <p>②再生可能エネルギーによる発電の出力変動の補完システムの開発では、風力発電出力変動補完用ストレージを導入することで、より合理的に出力制御ができる目途が立った。有力なストレージは水素と一酸化炭素なので、これらを燃料とする内燃機関とその制御装置、方法を開発した。</p> <p>以上、概ね計画通りに進んでいるため、目標達成度は B とした。大型外部予算については、「小形風車の支柱の振動特性」と「地中熱」に関連した NEDO 委託事業に採択された。</p> |                               |
| 次年度の研究内容と目標は適切か：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切 (B) |
| <p>「高効率・低騒音な風力発電システムの開発」に向けて、直線翼ダリウス風車やクロスフロー風車の高効率化・低騒音化の研究開発を引き続き推進するとともに、新しくその複合風車の開発にも取り組む。また、補完用燃焼システムは、再生可能エネルギーである木質バイオマスを高温でガス化する装置の安定稼働条件を設定できたので、設計指針の策定に取り組むとともに、液体燃料を利用する際に必要となる微粒化機構として、紫外線レーザを用いる方法の提案、実証実験によるデータベース構築を行う。その他の技術開発項目の今年度目標を概ね達成しており、エネルギーの地産地消の観点から地域との連携を視野に入れ、次年度もロードマップに沿って研究を推進する目標を設定しているため、「B：概ね適切」と判断した。</p>                                                                                               |                               |

## II-I 外部アドバイザー（東京大学・荒川忠一先生）のご意見

|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 研究成果の目標達成度：                                                                                                                                                                                                                                                                         | A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い (A)   |
| <p>垂直軸風車のさきがけ研究として、大きな成果を挙げつつある。クロスフロー風車の直角偏光板設置に伴う効率上昇を達成し、高速道路などの防風フェンスとしての役割を果たせると期待できる。また、ダリウス風車では、可変ピッチを採用し、非一様流における効率向上の可能性を示していることは、この風車の将来性に大きな貢献を果たしている。さらに、風車の低騒音化について、一歩を踏み出す研究が行われたと判断している。</p> <p>以上に基づき、目標達成度はAと評価する。</p>                                             |                               |
| 次年度の研究内容と目標は適切か：                                                                                                                                                                                                                                                                    | A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切 (B) |
| <p>一層の性能向上を目指し小型縦軸風車の研究を進めることはもちろんであるが、それらの応用・普及の視点に明確に重点を移すことも重要であろう。具体的なプロジェクトを立ち上げ、実証試験的なフィールド・プロジェクトを推進することを提案してはどうだろうか？さらに、応用として小型風車に留まらず、大型風車への展開を目指すことも重要である。現在、洋上風車として海外では縦軸風車の検討が始まっていることも視野に、研究成果の大型風車への展開を試みる必要がある。</p> <p>したがって、新しい展開を望むという視点から、次年度の研究内容と目標はBと判断する。</p> |                               |

## II-II 外部アドバイザー（(株) IHI・藤森俊郎様）のご意見

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 研究成果の目標達成度：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い ( B )   |
| <p>それぞれのテーマは、着実に進展していると評価できる。</p> <p>クロスフロー風車については、直角偏向板により出力を最大3倍に増加させることに成功し、実用化の目途が得られたと評価される。風車の低騒音化については、ダリウス風車を対象として騒音源の特定するなどの成果は出ていると評価できるが、さらに、騒音発生メカニズムの解明と抑制技術開発に向けた研究を期待する。</p> <p>バイオマスガス化発電技術の開発については、2kW 発電規模において、発電効率 20%で 10 時間程度の安定運転を達成したことは評価できる。客観的評価が可能なデータを取得し、成果をアピールすることが期待される。例えば、ガス化炉は定常状態となるまでに時間がかかるため、10h の運転時間の発電量や燃料投入量などのトレンドデータを示すことは必要である。長時間運転による炉の閉塞が課題であるが、メカニズムの解明と抑制手段について研究を進めて、連続運転できるレベルに技術を高めることが期待される。タール分析はガス化研究では必須技術であり、自前で分析手法を確立すべきである。</p> <p>フラッタ振動発電については、基礎技術についてはすでに確立されていると評価されるので、最適な用途の開発を進めるべきと考える。</p>                                                                                                                             |                                 |
| 次年度の研究内容と目標は適切か：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切 ( C ) |
| <p>プロジェクトは開始から 4 年が経ち、基礎研究から実証フェーズに向けて、研究テーマ、ロードマップを見直す時期と考える。特に意識して頂きたいことは、このプロジェクトで社会的にインパクトがあり実用化につながる成果を得られたことを示すことで、進捗度の高いテーマを選定し、実用化に向けたロードマップを作成してほしい。</p> <p>クロスフロー風車の研究は、実用化が可能な性能が得られており、開発ターゲットを決めて実用化を目指すべきである。20kW 以下の小型風力の FIT 買取価格は 55 円/kWh と比較的事業性は高く、風車を試作し発電実証を期待する。まずは、1kW の発電モジュールを開発して実証するロードマップを作成してほしい。</p> <p>小型バイオマスガス化発電については、ガス化炉とエンジンの両方を扱うことができる研究室の強味を活かして、ガス化発電システム全体の研究開発を目指すべきです。まずは技術の見通しが得られている 10 時間程度の DSS（日々起動停止）運転を想定し、アジア、アフリカなどのオフグリッド地域向け電源の開発を目指してはどうか。その際には海外研究機関との共同は有効であり、他部門で海外のバイオマス関連の研究機関との連携が進んでおり、部門を横断して共同実施を検討すべきである。</p> <p>風車などの変動電源の出力平準化については、広域グリッドにおける制御が重要となってきた。個別の機器の変動を吸収する必要があるかを検討し、また部門の研究開発の方向に合うよう、テーマを修正、変更すべきと考える。</p> |                                 |

## 平成26年度 第2部門アドバイザーボード会合の報告

開催日時： 2015年1月24日（土） 15:30～17:30

開催場所： 金沢大学 自然科学3号館Bブロック会議室（3B315）

RSET 第2部門担当アドバイザー：東京大学 荒川忠一 教授

第2部門独自に依頼したアドバイザー：（株）IHI 藤森俊郎 基盤技術研究所副所長

教員（4名）：木綿隆弘、榎本哲士、上野敏幸、河野孝昭

## プログラム

## 1. 15:30 - 16:40 風力・水力・地熱グループの報告とディスカッション

研究活動報告（木綿、河野）：

- (a)高効率な垂直軸風車の設計・開発
- (b)フェンス上部やビル屋上の増速域を利用した高出力な風車の開発
- (c)静穏な小形風車の設計・開発
- (d)自励振動が生じる矩形柱構造物による振動発電装置の開発
- (e)地下水などの地中熱を利用した暖冷房装置の開発

## 3. 16:40 - 17:15 熱機関グループの報告とディスカッション

研究活動報告（榎本）：

- (f)木質バイオマス的高温ガス化装置の開発
- (g)市販の汎用火花点火内燃機関によるストレージガス・バイオマスガス発電
- (h)紫外線レーザーによる液体燃料の二次微粒化機構

## 4. 17:15 - 17:30 振動発電グループの報告とディスカッション

研究活動報告（上野）：

- (i)Fe-Ga 合金を用いた磁歪式振動発電デバイスの開発

## 【東京大学 荒川教授の主なコメント】

①浮体式洋上風車の主流は垂直軸型に推移する可能性が高いということを念頭において垂直軸風車の研究に取り組んでいくことが望ましい。②クロスフロー&ダリウス複合風車については、発電機のモータリングで自己起動する方式と比較して、クロスフロー風車を使う方式の利点を明確に示す必要がある。③垂直軸風車を対象とした数値流体解析は、翼の迎角が失速迎角以上にもなるため、適用限界に特に注意する必要がある。④内燃機関による風力発電の出力平準化については、100kW クラスのクロスフロー風車群を10kW クラスの内燃機関で補完することが実証試験の候補の一つとして考えられる。⑤磁歪式振動発電については、再生可能エネルギーのプロジェクトの中にうまく組み込めると、プロジェクトの全体像が分かりやすくなる。



## 【（株）IHI 藤森副所長の主なコメント】

①木質バイオマスのガス化装置および発電装置については、アジア等のオフグリッド地域への導入を想定し、完全な自動化を目指さずに、人による運用管理作業を含めてシステムを構築すると良い。また、RSET のプロジェクト内での位置づけを明確にして、ロードマップを作成すると良い。②風力発電の出力平準化は、経済性からも風車単体ではなくグリッド単位を対象とするべきである。③風力発電による水素製造は、新しい電気分解方法の研究開発を行うと意味がある。

## 9. 炭素循環技術部門（第3部門）活動状況

## 平成26年度 第3部門研究成果報告書

| 部門名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | (第3部門) 炭素循環技術部門 | 部門長 | 三木 理 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|------|
| <p>1. 研究成果の概要</p> <p>ロードマップに示した2nd～3rd stageの目標達成に向け研究を推進した。以下、研究項目を2課題に大別し、今年度の研究進捗状況を報告する。</p> <p>2. 本年度の実施計画概要に対応した成果報告および活動報告</p> <p>2. 1 CO<sub>2</sub>分離回収の高効率化、排熱有効利用、ギ酸製造利用に関する研究（児玉、辻口、汲田、大坂）</p> <p>(1) CO<sub>2</sub>分離回収の高効率化</p> <p>CO<sub>2</sub>の分離回収技術として、圧力スイング吸着法によるCO<sub>2</sub>の濃縮や温度スイング吸着式回収技術の基礎的検討を行った。図1に示すように、圧力スイング吸着に吸着材に分子ふるい炭（CMS）を用いることで、分離対象ガスが水蒸気を含む場合でも高い二酸化炭素吸着能を維持できることがわかった。また、排熱利用による省エネルギーを期待して、温度スイング式ガス分離の検討を開始した。分離対象は、擬似バイオガス（CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O混合物）である。上記の圧力スイング吸着法に用いた分子ふるい炭素CMSを担持したハニカムロータ（図2）を製作し、実験を進めているところである。</p> <p>(2) 排熱利用技術</p> <p>排熱利用技術として、高性能吸着式熱交換器の開発やデシカント空調の高性能化、吸着材を用いた昇温プロセスの開発などに取り組んだ。結果の一例として、湿度スイングによるデシカントローターの運転により、冬季の温室で必要とされる省エネルギー除湿暖房を実現できることを明らかにした。また、密閉式吸着冷凍機の熱出力向上を目指した冷媒蒸気吸着材の高密度成形に取り組み、比較的簡易な方法によって活性炭粒子やメソポーラスシリカ粒子の成形体を得ることができ、それらの見掛け体積あたりの冷媒蒸気吸着を増大させることに成功した。</p> <p>(3) ギ酸製造利用に関する研究</p> <p>回収したCO<sub>2</sub>の利用技術として、再生可能エネルギー由来の電気エネルギーでCO<sub>2</sub>を電気化学還元してギ酸を製造し、得られた蟻酸を直接ギ酸形燃料電池で使用するプロセスの開発に取り組んだ。結果の一例として、従来の10倍近い活性が得られる直接ギ酸形燃料電池触媒の開発に成功した。</p> |                 |     |      |

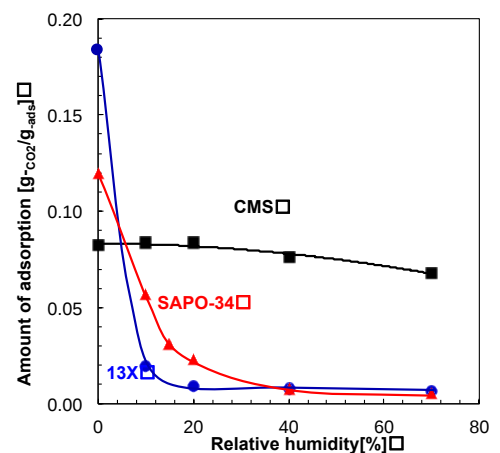


図1 異なる吸着剤における水蒸気濃度がCO<sub>2</sub>吸着量におよぼす影響

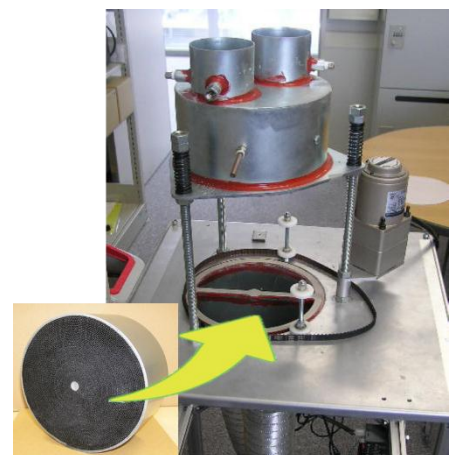


図2 分子ふるい炭素CMSを担持したハニカムロータ

## 2. 2 フライアッシュ有効利用および海洋バイオマス育成・利用に関する研究（三木、長谷川、鳥居、多田）

### （1）フライアッシュ（FA）高含有ポーラスコンクリートを用いた藻場造成フィールド試験

平成25年11月、地元企業との共同研究および漁協のご協力のもと、能登半島・輪島地区におけるカジメ藻場造成の現場実証実験を開始した。平成26年度、北陸産業活性化センターのご支援を得て、今後2年間にわたり海域に設置した藻場造成材上のカジメ幼体の成長過程を潜水調査するとともに海域環境条件（光量、水温、水質等）の調査を実施し、カジメ藻場造成状況を評価していくことに決定。平成26年9月に第1回目のフィールド調査を実施し、海域に設置したポーラスコンクリート上での数体のカジメ幼体の成長を確認した（図3）。今後、地元のご意見を得ながらフィールド実験を継続していく予定である。



図3 輪島地区投入藻場造成材（左）と藻場造成材上で生育中のカジメ（右）

### （2）海域シミュレータを用いた大型水槽試験

平成26年5-6月にかけて、海域シミュレータにより沿岸域におけるワカメ藻場造成の浅場水槽実験を実施した。鉄の供給源に腐植物質を加えた条件で、水温、光量をコントロールした大型水槽でワカメの成長過程と合わせて水質などの化学因子を調査した。特に本年度は、微量無機元素の化学種を詳細に解析する手法として、競争的配位子交換・吸着カソーディックストリッピングボルタメトリー(CLE/ACSV)法を確立し、溶液中で無機元素と結合する有機配位子濃度を測定して、藻場ユニットから供給される微量生元素の生物学的有効性を評価した。以上より、実フィールドにおける大型藻類や微細藻類等の海洋バイオマス育成に適した栄養条件を検討した。

## 2. 5 活動報告

フライアッシュの有効利用分野を中心にセミナー、講演会を実施した。今年度は研究テーマにやや偏りがあったため、次年度はテーマの幅を広げて活動する予定である。

## 3. ロードマップから見る研究成果の位置づけ

CO<sub>2</sub>分離回収の高効率化について、技術開発動向を鑑み、分離回収対象を火力発電所等の大規模発生源から小規模発生源にシフトした。

## 4. 反省点

各研究項目のフィールド適用・実証実験などについて、今年度、一定の運営資金が得られたものの研究予算がまだ十分であるとはいえない。次年度以降も外部機関との連携を強化し、外部大型予算の獲得を目指したい。

## 平成26年度 第3部門研究成果リスト

## 1. 研究論文（学術雑誌掲載のもの）

| 番号 | 題 目                                                                                                                                            | 掲載誌 巻・号・頁                                                                      | 発表年月    | 著者名                                                                                                 | レベル<br>の自己<br>判定 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1  | Effects of Chelated Iron on the Growth of Sargassaceae species at the Germling and Immature Stages                                             | <i>Journal of Water and Environment Technology</i><br>Vol.12, No.3, pp.285-294 | 2014.3  | T. Nagai,<br><u>O. Miki</u> ,<br>C. Okumura                                                         | 3                |
| 2  | A marine phytoplankton ( <i>Prymnesium parvum</i> ) up-regulates ABC transporters and several other proteins to acclimatize with Fe-limitation | <i>Chemosphere</i> , <b>95</b> , 213-219, 2014.1                               | 2014.1  | M. M. Rahman,<br>M. A. Rahman,<br>T. Maki,<br>T. Nishiuchi,<br>T. Asano,<br><u>H. Hasegawa</u>      | 3                |
| 3  | Study on the Optimized Design of DeSOX Filter Operating at Low Temperature in Diesel Exhaust                                                   | <i>Journal of Chemical Engineering Japan</i><br>Vol. 47, No.7, pp. 555-560     | 2014.7  | <u>Y. Osaka</u> ,<br>K. Yamada,<br><u>T. Tsujiguchi</u><br><u>A. Kodama</u> ,<br>H. Huang,<br>Z. He | 3                |
| 4  | Water transport characteristics of the passive direct formic acid fuel cell                                                                    | <i>Journal of Power Sources</i><br>Vol. 250, pp.266-273                        | 2014. 3 | <u>T. Tsujiguchi</u> ,<br>T. Iwakami,<br>S. Hirano,<br>N. Nakagawa                                  | 3                |
| 5  | Study on Performance of Chemical Heat Storage System for Direct Steam Generation,                                                              | <i>J. renewable and sustainable energy</i> , Vol. 6, No.2, pp. 023101          | 2014. 3 | T. Kito,<br><u>Y. Osaka</u> ,<br>K. Kuwata,<br>N. Kobayashi,<br>H. Huang,<br>Z. He                  | 3                |
| 6  | 分級フライアッシュと石灰石骨材によるコンクリートの強度改善メカニズムに関する一考察                                                                                                      | 材料, Vol.63, No.10,<br>pp.694-701                                               | 2014.10 | 橋本徹,<br>白根勇二,<br>高橋晴香,<br><u>鳥居和之</u>                                                               | 3                |
| 7  | 過冷却による二次元凝固におけるマッシュ域の成長（結晶一次アームの選択成長の理論）                                                                                                       | <i>Thermal Science and Engineering</i> , 22-2, pp.33-41.                       | 2014.4  | 義岡秀晃<br><u>多田幸生</u><br>柳谷竜登<br>林勇二郎                                                                 | 3                |

|   |                                                                                           |                                               |        |                                                                   |   |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------|---|
| 8 | Impregnation of Calcium Chloride into Alumina Thin Film Prepared by Oxalic Acid Anodizing | J. Chem. Eng. Japan, Vol.17, No.7, pp.602-607 | 2014.7 | Y. Suwa<br><u>M. Kumita</u><br>H. Komori<br>A. Kodama<br>Y. Otani | 3 |
|   | 他 28 件                                                                                    |                                               |        |                                                                   |   |

（レベルの自己判定について4段階で記入）

4. 国際的に高水準の成果
3. 国際水準または国内高水準の成果
2. 外国語による公表または国内水準の成果
1. 国内誌等への公表成果
2. 研究論文（国際会議のプロシーディング）

| 番号 | 発表論文題目<br>(国際会議名, 開催地等)                                                                                                                                                                                     | 掲載誌 巻・号・頁                            | 発表年月   | 著者名                                                                                                             | 国際会議の評価を自己判定 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1  | Chelant-Assisted Remediation of the Polymeric Fe-Modified Sands Used as Sorbents for Heavy-Metal Removal from Waste Waters (The 3R International Conference on Material Cycles and Waste Management, Kyoto) | Proceedings of 3R International 2014 | 2014.3 | I. M. M. Rahman,<br>Z. A. Begum,<br>H. Sawai,<br>M. Ogino,<br>Y. Furusho,<br>S. Mizutani,<br><u>H. Hasegawa</u> | B            |
|    | 他 20 件                                                                                                                                                                                                      |                                      |        |                                                                                                                 |              |

国際会議の位置付け・評価を自己判定して3段階で記入）

- A. 世界規模あるいは大規模な国際会議、国際シンポジウム等
- B. 中規模の国際会議・国際シンポジウム等
- C. 特定分野・小規模な国際会議・国際シンポジウム等

### 3. 国際会議等の基調講演・招待講演

| 番号 | 演 題<br>(国際会議名, 開催地等)                                              | 発表年月   | 著者名・発表者名<br>(発表者名に*印) |
|----|-------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------|
| 1  | 北陸地方におけるコンクリート橋の早期劣化対策（塩害及びASR）とモニタリング技術<br>(次世代センサー総合シンポジウム, 東京) | 2014.9 | 鳥居和之*                 |
|    | 他 2 件                                                             |        |                       |

### 4. 著書、編書

| 番号 | 書 名            | 発行所     | 発行年月   | 著者名                        |
|----|----------------|---------|--------|----------------------------|
| 1  | 日中韓英対訳 環境工学用語集 | 学術図書出版社 | 2014.3 | 長谷川浩, 児玉昭雄,<br>大坂侑吾 他 13 名 |
|    | 他 3 件          |         |        |                            |

### 5. 報告書、解説、資料、展望、総説など

| 番号 | 種 別 | 題 目                           | 掲載誌 巻・号・頁               | 発表年月   | 著者名         |
|----|-----|-------------------------------|-------------------------|--------|-------------|
| 1  | 解説  | 土壌・廃棄物中の重金属に対する低環境負荷型キレート抽出技術 | ケミカルエンジニアリング, 59, 43-50 | 2014.4 | <u>長谷川浩</u> |
|    |     | 他 4 件                         |                         |        |             |

## 6. 特許等

| 番号 | 発明の名称                                       | 種別 | 出願番号           | 登録番号 | 氏 名                                |
|----|---------------------------------------------|----|----------------|------|------------------------------------|
| 1  | フライアッシュ高含有ポーラスコンクリート及びこれを用いた藻場造成方法<br>他 4 件 | 特許 | 特願 2014-148606 |      | 三木理, 鳥居和之,<br>参納千夏男,<br>田中義人, 吉田晴信 |

## 7. 口頭発表

| 番号 | 演 題<br>(学会名, 開催地等)                                                                                                                                                                                         | 発表年月   | 発表者名<br>(発表者名に*印)                                         |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------|
| 1  | Effects of Steelmaking Slag Leachate Containing Natural Chelated Iron on the Growth of Sargassaceae Species at the Germling Stage<br>(Water and Environment Technology Conference, Tokyo, Japan)<br>他 61 件 | 2014.6 | T. Nagai *,<br>O. Miki, C. Okumura,<br>C. Kosugi, T. Kato |

## 8. 外部資金の獲得状況について

## (1) 科学研究費補助金（研究種目、研究課題名、代表・分担等）

- ・挑戦的萌芽研究、湿度スイング操作型吸着材デシカントロータを用いた施設園芸用温室の除湿暖房、代表・児玉昭雄
- ・基盤研究（B）、デシカントローター内水蒸気移動機構の解明と制御による吸着系エネルギーシステムの拡充、代表・児玉昭雄、分担・汲田幹夫
- ・若手研究（B）、大気圧プラズマを併用したゼロエミッションディーゼル用低温作動脱硫フィルターの開発、代表・大坂侑吾
- ・若手研究（B）、Li イオン電池を代替する次世代高性能燃料電池の開発、代表・辻口拓也
- ・基盤研究 B（一般）、生分解性キレート剤を活用した有害金属汚染土壌に対する高度洗浄技術の開発、代表・長谷川浩
- ・特別研究員奨励費、生分解性キレート剤を用いた土壌中放射性セシウム of 化学的除染法の開発、代表・長谷川浩
- ・基盤研究 B（一般）、高品質フライアッシュを活用した PC 橋梁・PCa 製品の高耐久化への技術開発、代表・鳥居和之
- ・基盤研究 C（一般）、超音波振動と変動磁場を併用した氷晶形成の制御による食品の高品質冷凍技術の開発、代表・多田幸生
- ・基盤研究 B（一般）、実環境を完全再現したエアフィルタ性能試験法の確立、分担・汲田幹夫
- ・挑戦的萌芽研究、粒子成長を利用した液中ナノ粒子カウンタの開発、分担・汲田幹夫

## (2) 政府出資補助金等（事業名、出資機関名、代表・分担等）

- ・平成 25-29 年度、科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業 CREST、精密分子ふるい機能の高度設計に基づく無機系高機能分離材料創製（代表：松方正彦）、児玉昭雄（分担）
- ・平成 26-29 年度、科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業 さきがけ、固体高分子形燃料電池の代替を実現する直接ギ酸形燃料電池の開発、代表・辻口拓也
- ・平成 25-29 年度、科学技術人材育成費補助事業「テニユアトラック普及・定着事業（個人選抜型）」、代表・辻口拓也
- ・平成 26-30 年度、内閣府・JST、コンクリート橋の早期劣化機構の解明と材料・構造性能評価に基づくトータルマネジメントシステムの開発、SIP プログラム、代表・鳥居和之

## (3) 国、地方、民間等との共同研究（研究題目、機関名、代表・分担等）＜民間の場合には企業名の記載なし＞

- ・鉄鋼副産物活用による海域環境修復機構の解明、代表・三木 理

- ・微細藻類を用いた製鉄所排水処理用高効率バイオリアクター、 代表・三木 理
- ・フライアッシュ高含有ポーラスコンクリートの藻場造成材としての評価及び藻場造成技術の開発、  
代表・三木 理、分担・鳥居和之
- ・鉄分供給に適した腐植酸含有物質の評価技術の確立、代表・長谷川浩
- ・廃液中の重金属に対する高度処理方法の開発、代表・長谷川浩
- ・自然由来砒素等による汚染土の処理技術の開発、代表・長谷川浩
- ・腐植酸を用いた植物プランクトンの生長促進に関する研究、代表・長谷川浩
- ・鋳物廃砂（鋳さい）の再利用技術の開発、代表・長谷川浩
- ・汚染泥土の重金属に対するキレート洗浄処理方法の開発、代表・長谷川浩
- ・コンクリート柱の耐久性向上に関する研究、代表・鳥居和之
- ・金属メッシュを用いた粒子状物質検出の研究開発、代表・汲田幹夫
- ・排気熱循環システムの開発、代表・汲田幹夫
- ・内熱外熱併用熱分解装置による多機能熱分解システムの開発、代表・汲田幹夫
- (4) 受託研究（研究題目、受託機関名、代表・分担等）＜民間の場合には企業名の記載なし＞：なし
- (5) 企業・財団等の助成金（賞）（企業・財団等名、 研究題目、事業名又は賞名、代表・分担等）
  - ・平成 24-27 年度、公益財団法人鉄鋼環境基金一般研究助成、大型褐藻を用いた鉄鋼スラグの安全性評価手法の開発、代表・三木 理
  - ・平成 26-28 年度、地域特産の藻場造成材を活用した輪島地区沿岸でのカジメ群落再生フィールド試験、財団法人北陸産業活性化センターR&D 推進・研究助成、代表・三木 理
  - ・平成 25-27 年度、液体燃料循環形社会の構築を想定した安定運転が可能な直接ギ酸形燃料電池の開発、財団法人北陸産業活性化センターR&D 推進・研究助成、代表・辻口拓也
  - ・直接ギ酸形燃料電池の開発に向けた電極近傍の物質移動解析、公益財団法人澁谷学術文化スポーツ振興財団 研究奨励金、代表・辻口拓也
- (6) 特許等による研究費（研究費を受ける発明の名称等）： なし
- (7) 奨学寄附金： 6 件
- (8) その他： なし
- 9. 関連の学位論文提出数
  - ・博士論文 4 件、修士論文 20 件、卒業論文 31 件
- 10. 国内・国際共同研究活動
  - ・バングラデシュ・チッタゴン大学、M. A. Majid 教授（環境改善化学） 長谷川浩
  - ・オーストラリア・シドニー工科大学、M. A. Rahman 博士（環境分析化学）長谷川浩
  - ・バングラデシュ・チッタゴン大学、I. M. M. Rahman 准教授（環境分析化学）を JSPS 外国人研究員として受け入れ（H24. 4. 1-H26. 3. 31）長谷川浩
  - ・デシカントロータの数値シミュレーションに関する連携研究、児玉昭雄、ポルトガル・アルガルヴェ大、C. R. Ruivo 博士、オーストラリア・連邦科学産業研究機構(CSIRO)、M. Goldsworthy 博士
  - ・直接ギ酸形燃料電池の開発に関する連携研究、辻口拓也、国立マレーシア大学、M. Shabudin 博士
  - ・オーストラリア・CSIRO(Dr. C. Kwesi)とのジオポリマーの共同開発（電力中央研究所）鳥居和之
  - ・タイ国の ASR 劣化橋梁の対策とその支援活動（タマサート大学 Prof. T. Somunuk）鳥居和之
- 11. 国内・国際研究拠点形成活動
  - ・公益社団法人日本冷凍空調学会 デシカント・吸着系技術委員会 委員長：児玉昭雄
  - ・一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター低温排熱利用機器調査研究会 委員：児玉昭雄
  - ・北陸地方における FA コンクリートの普及活動とマニュアルの作成（北陸電力）鳥居和之
  - ・公益社団法人化学工学会 エネルギー部会熱利用分科会 代表：汲田幹夫

## 平成26年度 第3部門シンポジウム、セミナー、会議等の開催実績

| 番号 | シンポジウム、セミナー、会議等<br>(開催地、参加者数)                                 | 開催年月    | 開催者名<br>(責任者名に*印)                                                     |
|----|---------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1  | 平成26年度第1回「七尾地区フライアッシュコンクリート活性セミナー」事業報告<br>(七尾市民ホール(七尾)、112名)  | 2014.4  | <u>鳥居和之</u> ＊                                                         |
| 2  | 北陸道路研究会材料部会特別講演会<br>(KKRホテル金沢(金沢)、104名)                       | 2014.6  | <u>鳥居和之</u> ＊                                                         |
| 3  | 平成26年度第2回「福井地区フライアッシュコンクリート活性セミナー」<br>(福井市民ホール・アオッサ(福井)、123名) | 2014.9  | <u>鳥居和之</u> ＊                                                         |
| 4  | 平成26年度北陸道路研究会総会・研究集会<br>(福井国際交流会館(福井)、186名)                   | 2014.10 | <u>鳥居和之</u> ＊                                                         |
| 5  | 第49回日本水環境学会年会<br>(金沢大学(金沢)、約1400名)                            | 2015.3  | 池本良子(実行委員長)＊<br><u>三木 理</u> (幹事長)<br><u>長谷川浩</u> (実行委員)<br>本多 了(実行委員) |

平成26年度のテレビ放映、新聞報道など

1. 橋の長寿命化研究へ 金大・鳥居教授北陸モデルを発進、北国新聞(2014.11.07)
2. 自然由来ヒ素等を含有するシールド掘削土の浄化处理技術を開発、フジサンケイビジネスアイ、(2014.10.21)

## 平成26年度 第3部門アドバイザーボード報告

## I 自己評価

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                           |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|
| 研究成果の目標達成度：                                                                                                                                                                                                                                                                                               | A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い   | ( A ) |
| <p>研究開始から現在までの達成状況を評価するとともに、課題を整理・解析してコメントして下さい。</p> <p>各研究課題ともに科研費、政府出資補助金、共同研究、財団等の研究助成金等を有効活用し、研究開発をロードマップの目標に沿って着実に推進している。1 例として能登半島での海藻藻場フィールド実験は、共同研究や北陸産業活性化センター研究助成（部門採択数：2 件）を活用し研究開発を実行した。さらに平成 26 年度はフライアッシュ有効利用分野（代表：鳥居教授）が戦略的イノベーション推進プログラム（SIP）に採択された。次年度は他の研究課題についても大型外部研究予算の獲得を目指したい。</p> |                           |       |
| 次年度の研究内容と目標は適切か：                                                                                                                                                                                                                                                                                          | A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切 | ( A ) |
| <p>前項の評価を反映させ、課題に対する計画の改善点を明示し、コメントして下さい。</p> <p>平成 27 年度も各研究課題において産学連携を強化しつつ、基礎研究、フィールド実証研究をロードマップの目標に沿って着実に実行し、研究成果を得る。同時に、得られた研究成果を研究領域を横断して国内外に幅広く発信し、客観的評価を得る。さらに地域の独自性と国際化（普遍性）を視野にいたした分野横断的研究開発テーマを構築し、大型外部研究予算の獲得を継続して目指す。</p>                                                                    |                           |       |

## II 外部アドバイザー（水道技術研究センター・理事長・大垣 眞一郎様）のご意見

|                                                                                                                                                       |                           |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|
| 研究成果の目標達成度：                                                                                                                                           | A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い   | ( A ) |
| <p>コメント</p> <p>大型外部研究予算あるいは地場の産業育成のための研究助成を種々獲得している。工学的な独創性を有する研究も進展している。循環型社会を構築するためのイノベーション研究拠点を形成する目的である R S E T の活動として、部門としてその目的を達成しているとみなせる。</p> |                           |       |
| 次年度の研究内容と目標は適切か：                                                                                                                                      | A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切 | ( A ) |
| <p>コメント</p> <p>低炭素技術を軸として幅広い工学の異なる分野の連携を進めつつ、地域との連携、国際的な連携を進める中で、技術を地域に生かす独自性と、技術としての普遍性を目指しており目標は適切である。また、意欲的に社会実装を目指す研究予算の確保を目指す点も心強い点である。</p>      |                           |       |

## 平成26年度 第3部門アドバイザーボード会合の報告

- ・開催日時：2015年1月24日（土）15:00～17:30
- ・開催場所：金沢大学自然科学3号館3A314ゼミ室
- ・出席者：公益財団法人 水道技術研究センター理事長  
大垣眞一郎様、  
RSET第3部門教員（三木 理、児玉昭雄、長谷川浩、  
辻口拓也、鳥居和之、多田幸生、大坂侑吾、汲田幹夫）
- ・プログラム：



写真 報告会場風景

今年度の研究成果について第3部門を構成する3名の教員より報告がなされた。また、報告内容に対応する実験装置をご見学いただいた。

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 15:00-15:30 | 研究進捗事例報告（鳥居和之）      |
| 15:30-16:00 | 研究進捗事例報告（辻口拓也）      |
| 16:00-16:30 | 研究進捗事例報告（多田幸生）      |
| 16:30-16:40 | 休憩                  |
| 16:40-17:10 | 実験室案内（多田、辻口教員の実験装置） |
| 17:10-17:30 | フリーディスカッション、会合まとめ   |

## 1. 研究報告内容に関するアドバイザーとの意見交換：

①鳥居教授から北陸地方におけるフライアッシュコンクリートの普及活動と実績について、有効利用促進検討委員会の3年間の研究成果を中心に報告がなされた。北陸地域から発生するフライアッシュの有効利用を促進する産官学連携委員会の運営主体や運営体制について、また、北陸地域でのフライアッシュの発生量や有効利用状況、全国的なフライアッシュの活用状況等について質疑応答がなされた。

②辻口助教からエネルギーキャリアとしてのギ酸の活用に関する研究開発状況の報告と実験設備の案内がなされた。ギ酸をエネルギーキャリアとすることのメリット・デメリット等についての質疑応答がなされた。また、創エネという新たな研究分野が加わり、第3部門の研究の裾野が広がっている一方で、先鋭化も必要ではないかとの指摘があった。

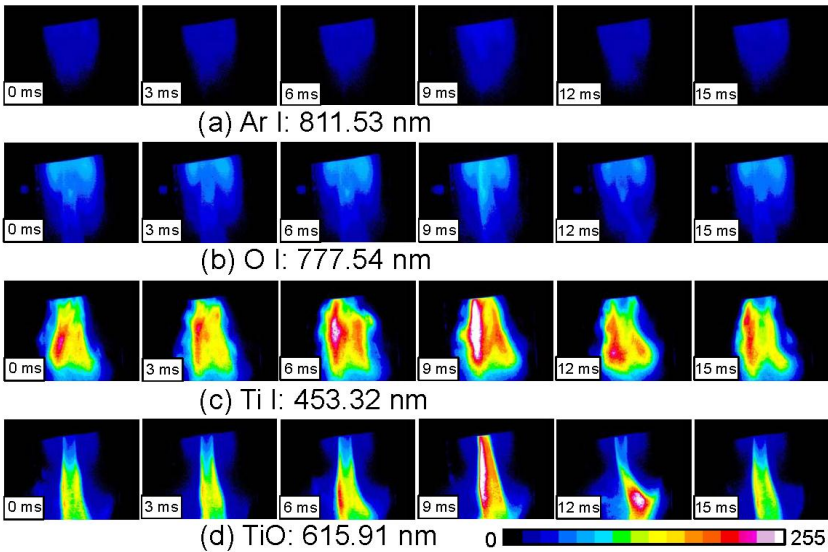
③多田准教授から廃熱駆動型熱音響エンジン・冷凍機の開発の報告と実験設備の案内がなされた。スタックを構成する材料の熱伝導率およびスタック流路径が性能に及ぼす影響について、また、想定する熱源（廃熱、太陽光など）と研究の位置づけ等について質疑応答がなされた。

## 2. アドバイザーからのアドバイス：

北陸地域の地域特性をよく理解し、地域でのシーズ技術の位置づけを明確にするとともに、社会全体の中で次の変化がどのようになるかという視点からの説明も必要とのアドバイスをいただいた。また、今後の社会実装の重要性についてもアドバイスがあった。今後の研究活動や成果報告に反映させていきたい。

## 10. エネルギー・環境材料部門（第4部門）活動状況

平成26年度 第4部門研究成果報告書

| 部門名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | (第4部門) エネルギー・環境材料 | 部門長 | 上杉 喜彦 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----|-------|
| <b>1. 研究成果の概要（全体成果概要）</b><br><p>本部門は、4つのグループ「プラズマ工学」「機能性材料工学」「薄膜デバイス工学」「ナノ粒子プロセス工学」から構成され、電気エネルギーの高度利用形態の一つであるプラズマ状態を軸に、エネルギー、環境、材料分野に関わる技術の研究開発を行っている。固体・液体・気体・プラズマの4相が混在する「重相構造プラズマ」の物性解明と制御手法の開発を通して高度利用に関する知見を深化し発展させることで、産業分野での革新的な基盤・基幹技術や新しい産業の創出につながる新技術の開発を目指している。</p> <p>平成26年度の成果として、以下の個別課題「機能性ナノ粒子の大量・高速生成プラズマプロセスの開発」、「機能性液中・液界面プラズマを用いた環境調和型半導体デバイスプロセスの開発」、「高強度レーザアブレーションによる重相プラズマ生成と機能性デバイスの創成」、「次世代パワーデバイス半導体材料の高度化、高速生成プロセスの開発」に関する基礎研究の推進と産業応用に向け継続的に取り組みを実施した。また、連携研究も継続した実施により深化された。</p> <p>以下に、個々のグループが取り組んだ課題の具体的成果を示す。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |     |       |
| <b>2. 2014年度実施計画概要に対応した成果報告および活動報告（個別成果）</b><br><b>2.1（プラズマ工学グループ）高度に変調制御した高熱流プラズマ・非平衡プラズマの最適化と重相構造が介する材料プロセスへの応用＜上杉，田中，石島＞</b><br><b>→実施計画書：「新規機能性材料創成や機能性ナノ粒子高速生成用プラズマプロセスの開発」</b><br><p>ナノ粒子は次世代エネルギー・環境材料として着目されるが、その普及には、ナノ粒子の量産化技術の開発が必須である。本研究グループではこれまでに、高次変調制御型誘導熱プラズマに、原料粉体を同期して間歇的に投入する独自手法を開発し、20 kWの入力電力で例えば Al doped TiO<sub>2</sub> ナノ粒子を 400 g/h、Fe-doped TiO<sub>2</sub> ナノ粒子は 600 g/h というこれまでの定常熱プラズマ法と比較して 10-20 倍程度の極めて高い生成効率を得ている。例えば Al doped TiO<sub>2</sub> ナノ粒子はアトピー性皮膚炎の外用剤材料として、Fe-doped TiO<sub>2</sub> ナノ粒子は可視光用光触媒材として使用できる。今年度(2014年度)においては、熱プラズマトーチ内での原料粉体投入時における蒸発過程を明らかにするために時分解かつ2次元での分光観測を行った。図1は、ナノ粒子生成中のプラズマトーチの2次元分光観測結果である。同図から固体原料粉体 Ti が蒸発し、すぐに TiO が形成され、下流に対流によって輸送されていくプロセスが読み取れる。</p> <p><b>→実施計画書：「機能性液中プラズマを用いた環境調和型デバイス製造プロセスの開発」</b><br/> 環境負荷を低減するデバイス製造プロセスの1つとして、独自のマイクロ波励起水中気泡内プラズマ(MWBP)を用いたレジストアッシングプロセスの開発を進めている。超純水を原料ガスと</p> |                   |     |       |
|  <p>図1 ナノ粒子生成時におけるプラズマトーチの2次元・時分解分光測定結果</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |     |       |

し、水の解離により生成される OH ラジカル等によりレジスト膜を 1  $\mu\text{m}/\text{min}$  以上の速度で高速除去することが可能である。今年度(2014 年度)は、0.5 インチウェハー上に LSI を製造するミニマルファブへの適用を目指すためクリーンなプラズマプロセスの研究開発を行った。プラズマ生成用のアンテナ近傍は、極めて反応性の高い OH 等の活性種が生成されるため長時間の耐久性が必要となる。金属不純物の混入はデバイス特性の劣化につながるため、半導体材料であるシリコン(Si)のアンテナ材料としての適用可能性を調査した。Si 製アンテナによる MWBP の安定した生成と高速レジスト除去特性 ( $>1 \mu\text{m}/\text{min}$ ) が得られることを確認した。

## 2.2 (機能性材料工学グループ) パルスレーザ堆積法を用いた酸化物電子デバイスの開発<森本, 川江>

→実施計画書:「機能性液中プラズマを用いた環境調和型デバイス製造プロセスの開発、液体プラズマ利用の応用技術開発」

振動発電応用に向けた圧電体ナノロッド構造・デバイスの形成に関して、独自に考案した低環境負荷な圧電体ナノ・マイクロ構造形成プロセス開発に取り組んでいる。今年度の取り組みとして、圧電体  $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$  (PZT) の選択成長と水による選択的パターニング技術に関して、PZT 加工寸法の微細化とプロセス高速化を検討した。主な実績として、本プロセスに EB 描画技術を組み合わせることで PZT 構造体の寸法をサブミクロン域まで微細化することに成功した。さらに、PZT の選択パターニング過程が供給律速であることを明らかにし、プロセス速度を従来法に比べて約 4 倍に高速化することを実現した。

## 2.3 (薄膜デバイス工学グループ) ダイヤモンドの高品質・高速成長技術とダイヤモンド半導体プロセスの開発<猪熊, 徳田>

→実施計画書:「次世代パワーデバイス半導体材料の高度化、高速生成プロセスの開発」

我々の独自の技術である「マイクロ波プラズマ CVD (MPCVD) によるダイヤモンドのホモエピタキシャル成長」を応用し、更なる高速成長を試みた。高速成長技術は、CVD ダイヤモンド自立基板の開発やダイヤモンドデバイスの低コスト化に極めて重要である。昨年度は、ダイヤモンド(100)膜のホモエピタキシャル成長において 18  $\mu\text{m}/\text{h}$  の成長速度を実現したが、今年度はマイクロ波投入電力の高出力化とそれに伴う装置の改造を行うことにより、117  $\mu\text{m}/\text{h}$  の高速成長を実現した。今後は、高速成長技術とダイヤモンドの 3 次元的な成長技術を組み合わせることにより大口径ダイヤモンドの実現を目指す。

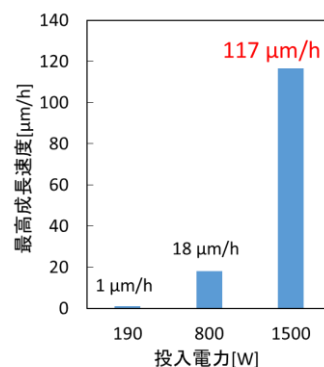


図 2 マイクロ波投入電力とダイヤモンド(100)膜の最高成長速度の関係

## 2.4 (ナノ粒子制御プロセス工学グループ) 表面誘電体バリア放電のキャラクター化と多環芳香族分解への応用<大谷, 瀬戸>

→実施計画書:「プラズマとナノ粒子間の重相相互作用の検討」

大気中の有害有機物を大気圧誘電体バリア放電によって効率的に分解する基礎研究を継続して実施した。有害有機物のモデル物質として多環芳香族原子としてナフタレンを用いた。正弦波、矩形波等の 5 種類の対称放電波形と、2 種類の非対称放電波形により誘電体バリア放電を生成した。正弦波、三角波の場合に、他の放電波形と比較して、よりフィラメント放電となることを見出した。フィラメント放電の場合には、放電時間が長くなるものの平均電流は矩形波やパルス波に比べて小さく、より効率的にナフタレンを分解することができることがわかった。また窒素・酸素混合の誘電体バリア放電において、酸素混合率 0-10%と変化させナフタレンの分解効率を評価した。酸素混合率 0%の場合に最も入力電力が低く最大の分解効率をとることが分かった。これは窒素由来の反応性化学種がナフタレンの効率的な分解に寄与しているものだと考えられる。

## 3. 反省点

部門内・センター内の情報交換と連携が進み、重相構造プラズマとその応用に関わる新たな展開に向けた研究開発が進行しているものの外部資金等の獲得までは至っていない。より密接な連携を行うことで競争的資金への応募に取り組むとともに、産学連携マッチングフェア等を通して、金沢大学独自の研究シーズを一体的に情報発信していくことが今後の課題であると考えられる。

## 平成26年度 第4部門研究成果リスト

## 1. 研究論文（学術雑誌掲載のもの）

| 番号 | 題 目                                                                                                                                                                                            | 掲載誌 巻・号・頁                                                                      | 発表年月     | 著者名                                                                                               | レベル<br>の自己<br>判定 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1  | Two-dimensional spectroscopic observation of a pulse-modulated induction thermal plasma torch for nanopowder synthesis                                                                         | J. Phys.: Conf. Ser., Vol. 550, (2014) 012026, (10pp)                          | 2014, 12 | N. Kodama,<br>K. Kita,<br>Y. Tanaka,<br>Y. Uesugi,<br>T. Ishijima,<br>S. Watanabe,<br>K. Nakamura | 3                |
| 2  | Cold plasma on full-thickness cutaneous wound accelerates healing through promoting inflammation, re-epithelialization and wound contraction                                                   | Clinical Plasma Medicine, Vol.2, Issue 1, (2014) pp.28-35                      | 2014, 7  | Nasruddin,<br>Y. Nakajima,<br>K. Mukai,<br>H. S. E. Rahayu<br>M. Nur, T.<br>Ishijima,他 4 名        | 4                |
| 3  | A method for large-scale synthesis of Al-doped TiO <sub>2</sub> nanopowder using pulse-modulated induction thermal plasmas with time-controlled feedstock feeding                              | Journal of Physics D: Applied Physics, Vol.47, Issue 19, (2014) 195304, (11pp) | 2014, 4  | N. Kodama,<br>Y. Tanaka,<br>K. Kita,<br>Y. Uesugi,<br>T. Ishijima,<br>S. Watanabe,<br>K. Nakamura | 4                |
| 4  | Perfect selective alignment of nitrogen-vacancy centers in diamond                                                                                                                             | Appl. Phys. Express Vol. 7 (2014) 055201                                       | 2014, 4  | T. Fukui,<br>Y. Doi, N.<br>Tokuda, 他 14 名                                                         | 4                |
| 5  | Reduction of n-type diamond contact resistance by graphite electrode                                                                                                                           | Phys. Stat. Sol. RRL Vol. 8 (2014) 137                                         | 2014, 2  | T. Matsumoto,<br>H. Kato, N.<br>Tokuda, 他 6 名                                                     | 4                |
| 6  | Anisotropic lateral growth of homoepitaxial diamond (111) films by plasma-enhanced chemical vapor deposition                                                                                   | Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 53 (2014) 04EH04                                      | 2014, 2  | N. Tokuda,<br>M. Ogura,<br>S. Yamasaki,<br>T. Inokuma                                             | 4                |
| 7  | Density functional studies of surface potentials for hydrogen and oxygen atoms on diamond (111) surfaces                                                                                       | Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 53 (2014) 02BD01                                      | 2014, 1  | S. Moustafa,<br>N. Tokuda<br>T. Inokuma                                                           | 4                |
| 8  | Influences of low-temperature post-deposition annealing on memory properties of Al/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Al-rich Al-O/SiO <sub>2</sub> /p-Si charge trapping flash memory structures | Journal of Vacuum and Science Technology B 32 (2014) 031213                    | 2014,    | S. Ozaki,<br>T. Kato,<br>T. Kawae,<br>A. Morimoto                                                 | 4                |

## 10. エネルギー・環境材料部門（第4部門）活動状況

|                                                                                                          |                                                                                                           |                                                            |         |                                                               |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------|---|
| 9                                                                                                        | Retention properties with high temperature resistance in (Bi,Pr)(Fe,Mn)O <sub>3</sub> thin film capacitor | Physica Status Solidi, Rapid Research Letters 8 (2014) 536 | 2014,   | Y. Nomura, K. Nomura, K. Kinoshita, T. Kawae, A. Morimoto     | 4 |
| 10                                                                                                       | Phase transition and restructuring of carbon nanoparticles induced by aerosol laser irradiation           | CARBON, 70 (2014) 224-232                                  | 2014, 4 | T. Seto, A. Inoue, H. Higashi, Y. Otani, M. Kohno M. Hirasawa | 4 |
| 他 報（レベルの自己判定について4段階で記入）<br>4. 国際的に高水準の成果<br>3. 国際水準または国内高水準の成果<br>2. 外国語による公表または国内水準の成果<br>1. 国内誌等への公表成果 |                                                                                                           |                                                            |         |                                                               |   |

## 2. 研究論文（国際会議のプロシーディング）

| 番号 | 発表論文題目<br>(国際会議名、開催地等)                                                                                                                                                                                        | 掲載誌 巻・号・頁                           | 発表年月    | 著者名                                                                             | 国際会議の評価を自己判定 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1  | Spallation Occurrence Control by Mixing Phthalate Esters in Polyamide Material for Polymer Ablation Assisted Circuit Breakers (GD2014, Orleans, France)                                                       | Abstract of, GD2014, 27062(4pp)     | 2014. 7 | T. Nakano, Y. Tanaka, Y. Uesugi, T. Ishijima, Y. Goto, H. Horibe                | A            |
| 2  | Adoption of Pulse-Modulated Induction Thermal Plasmas with Time-Controlled Feedstock Feeding to High Production Rate Synthesis of Metallic Ion Doped TiO <sub>2</sub> Nanopowder (HTPP2014, Toulouse, France) | Abstract of, HTPP 2014, Topical 5   | 2014. 6 | Y. Tanaka, N. Kodama, K. Kita, Y. Uesugi, T. Ishijima, S. Watanabe, K. Nakamura | A            |
| 3  | Two-Dimensional Spectroscopic Observation in the Plasma Torch for the Pulse-Modulated Induction Thermal Plasmas for Nanopowder Synthesis (HTPP2014, Toulouse, France)                                         | Abstract of, HTPP 2014, PS2-39      | 2014. 6 | N. Kodama, K. Kita, Y. Tanaka, Y. Uesugi, T. Ishijima, S. Watanabe, K. Nakamura | A            |
| 4  | Suppression of hydrogenated carbon film deposition and hydrogen isotope retention by nitrogen addition into cold remote H/D and CH <sub>4</sub> mixture plasmas (21st PSI, Kanazawa, Japan)                   | Abstract of, 21st PSI, 2014, PI-052 | 2014.5  | K. Iida, A. Sasaki, M. Notani, Y. Uesugi, Y. Tanaka, T. Ishijima                | A            |

|                                                                                                                             |                                                                                                                                                  |                                        |         |                                                                  |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------|---|
| 5                                                                                                                           | Development of Environmentally-Friendly Photoresist Removal Process Using Microwave-excited Plasma in Pure Water (ICRP-8/SPP-31, Fukuoka, Japan) | Proceedings of ICRP-8/SPP-31, 4A-PM-02 | 2014. 2 | T. Ishijima, K. Nosaka, Y. Goto, H. Horibe, Y. Tanaka, Y. Uesugi | A |
| 他 件<br>(国際会議の位置付け・評価を自己判定して3段階で記入)<br>A. 世界規模あるいは大規模な国際会議, 国際シンポジウム等<br>B. 中規模の国際会議・国際シンポジウム等<br>C. 特定分野・小規模な国際会議・国際シンポジウム等 |                                                                                                                                                  |                                        |         |                                                                  |   |

他 17 件

## 3. 国際会議等の基調講演・招待講演

Norio Tokuda, Satoshi Yamasaki, Takao Inokuma (Invited Talk)

Atomically controlled diamond: homoepitaxy, doping, and surface structures

The 25th International Conference on Diamond and Carbon Materials

Madrid, Spain, (2014. 9)

## 4. 著書, 編書, 新聞発表

| 番号 | 書 名                                                                                                                    | 発 行 所                               | 発行年月     | 著者名          |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|--------------|
| 1  | 化学便覧 第7版、日本化学会編、II 7.3.1 PVD 技術                                                                                        | 丸善(東京)                              | 2014     | 森本章治, 他      |
| 2  | Novel Aspects of Diamond, Chapter 1(p.1-29), Homoepitaxial Diamond Growth by Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition | Springer-Verlag GmbH, N. Yang (ed.) | 2014, 12 | Norio Tokuda |

2014 年 10 月 6 日 日刊工業新聞 朝刊 20 面, 金沢大など、半導体ダイヤモンドの高速成長法を開発

## 5. 報告書, 解説, 資料, 展望, 総説など

| 番号 | 種 別 | 題 目                                             | 掲載誌 巻・号・頁                                       | 発表年月     | 著者名                        |
|----|-----|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------|----------------------------|
| 1  | 資料  | 大気圧直流プラズマジェットおよび液中アークプラズマが液中セレンイオンの酸化還元反応に及ぼす影響 | 電気学会プラズマ研究会資料, PST-14-039, pp.55-60             | 2014, 9  | 伊藤 卓也, 石島 達夫, 田中 康規, 上杉 喜彦 |
| 2  | 解説  | 原子的に制御されたダイヤモンド表面の創出                            | 精密工学会誌 Vol. 80 (2014) No. 5 p. 433-438          | 2014, 10 | 徳田 規夫, 山崎 聡, 猪熊 孝夫         |
| 3  | 報告書 | 学会だより ICDCM 2014                                | NEW DIAMOND , 第 115 号, Vol. 30, No. 4, pp.44-45 | 2014, 10 | 徳田 規夫, 西出 大亮               |

他 10 件

## 6. 特許等

| 番号 | 発明の名称                   | 種別 | 番号                | 登録番号 | 氏 名                          |
|----|-------------------------|----|-------------------|------|------------------------------|
| 1  | 抵抗変化型メモリ及び抵抗変化型メモリの製造方法 | 特許 | 特願<br>2014-105646 |      | 森本章治<br>川江 健<br>山岸謙太<br>山崎修平 |

## 7. 口頭発表・・・55件

## 8. 外部資金の獲得状況について

## (1) 科学研究費補助金（研究種目、研究課題名、代表・分担等）

- ・基盤研究(A)、原料間歇同期投入を伴う任意波形変調熱プラズマを用いた高純度ナノ粒子の革新量産技術、代表・田中
- ・基盤研究(B)、核融合周辺プラズマにおけるアーク現象と共堆積膜中への水素同位体吸蔵に関する研究、代表・上杉
- ・挑戦的萌芽研究、ナノ・マイクロ／スプレーションポリマ粒子分散系による大電流アーク遮断の新技術創出、代表・田中
- ・基盤研究(C)、プラズマ誘起液中化学反応場の解析、代表・石島
- ・挑戦的萌芽研究、巨大残留分極を用いたカーボン系材料の表面キャリア制御、代表・川江
- ・若手研究(A)、超低損失ダイヤモンドパワーデバイス開発のための基盤研究、代表・徳田
- ・挑戦的萌芽研究、インチスケールダイヤモンドウェハ開発のための基盤研究、代表・徳田
- ・基盤研究(B)、PM2.5除去用エアフィルタ試験法の開発、代表・大谷
- ・挑戦的萌芽研究、粒子成長を利用した液中ナノ粒子カウンタの開発、代表・大谷

## (2) 政府出資金事業等（事業名、出資機関名、代表・分担等）

- ・JST CREST、超低損失パワーデバイス実現のための基盤構築、分担・徳田
- ・JST A-STEP 産学共同促進ステージ（ハイリスク挑戦タイプ）、半導体ダイヤモンドの開発、研究責任者・徳田

## (3) 国、地方、民間等との共同研究（機関名、代表・分担等）

- ・核融合科学研究所共同研究、大阪大学接合科学研究所公募共同研究、企業との共同研究(6件)

## (4) 受託研究（研究題目、委託機関名、代表・分担等） なし

## (5) 企業・財団等の助成金（賞） 3件

## (6) 特許等による研究費 なし

## (7) 奨学寄附金（件数） 企業から3件

## (8) 学位論文

学士 9名、修士 5名、博士 0名（プラズマ工学）  
 学士 7名、修士 8名、博士 0名（機能性材料工学）  
 学士 5名、修士 4名、博士 0名（半導体デバイス工学）  
 学士14名、修士10名、博士 3名（微粒子プロセス工学）  
 部門合計：学士35名、修士27名、博士 3名

## (9) その他（受賞、研究助成等）

- ・日本学術振興会プラズマ材料科学第153委員会 プラズマ材料科学奨励賞、田中康規、2014.10.14「熱プラズマの非平衡モデリング法の開発およびナノ粒子の大量合成法の開発等に関する優れた業績」
- ・平成25-26年度 パワーアカデミー特別推進研究、代表・田中康規  
研究題目：次世代直流・交流電力システムを視野に入れた SF<sub>6</sub>・代替ガスアーク遮断現象の高精度実験および高精度数値解析
- ・中部電気利用基礎研究振興財団 研究助成、代表・川江 健  
研究題目：巨大電荷誘起を利用した超低損失パワーFET デバイスの開発
- ・第6回 北陸銀行若手研究者助成、代表・川江 健  
研究題目：モノレイヤー物質を用いた新規ナノヘテロデバイスの創製と超機能の探索

## (10) 国内・国際共同研究活動

- ・平成26年度LHD計画共同研究  
研究題目：LIBSによる水素同位体リテンションと材料混合のその場計測、代表・西島大輔(UCSD, USA)、分担・上杉喜彦、田中康規、石島達夫

## (11) 国内・国際研究拠点形成状況 なし

## 平成26年度 第4部門シンポジウム、セミナー、会議等の開催実績

| 番号 | シンポジウム、セミナー、会議等<br>(開催地、参加者数)                                                                       | 開催年月    | 開催者名<br>(責任者名に*印)      |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------|
| 1  | シンポジウム「X線吸収微細構造解析法(XAFS)を用いたナノ粒子分析技術の最先端」講師：沼子千弥（千葉大学理学研究科 環境分析化学研究室 准教授）（電気学会北陸支部と共催）（金沢，参加者 20 名） | 2014, 3 | 田中康規*<br>上杉喜彦<br>石島達夫  |
| 2  | 電気学会放電・静止器・開閉保護 合同研究会 協賛（金沢，参加者 30 名）                                                               | 2014, 6 | 田中康規*<br>上杉喜彦<br>石島達夫  |
| 3  | 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会新領域研究会／電気学会プラズマ研究会合同セッション「重相構造プラズマの基礎と応用技術の展開」（大阪，25 名）                        | 2014, 9 | 田中康規*<br>石島達夫<br>上杉喜彦  |
| 4  | Plasma Conference 2014 シンポジウム：非平衡極限プラズマ研究の展開と普遍性（新潟，50 名）                                           | 2014,11 | 非平衡極限プラズマ全国共同連携ネットワーク* |
| 5  | Plasma Conference 2014 インフォーマルミーティング：非平衡極限プラズマ全国共同連携ネットワーク研究計画の現状と今後の展開（新潟，15 名）                    | 2014,11 | 非平衡極限プラズマ全国共同連携ネットワーク* |

## 平成26年度のテレビ放映、新聞報道など

- ・2014 年 10 月 6 日 日刊工業新聞 朝刊 20 面，金沢大など、半導体ダイヤモンドの高速成長法を開発

## 平成26年度 第4部門アドバイザーボード報告

## I 自己評価

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 研究成果の目標達成度：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い (B)   |
| <p>エネルギー・環境材料分野への応用を目指し、重相構造プラズマの物性解明と制御手法に関わる研究開発を実施した。具体的には、1) 高熱流体を用いたナノ粒子大量生成手法の高度化とハイブリッド薄膜太陽電池や燃料電池のエネルギー分野への適用可能性の検討・競争的資金への応募、2) 液体-プラズマ相互作用を基にした低環境負荷プロセスの開発、3) 究極のエネルギー利用効率化社会の実現に向けたダイヤモンドパワーエレクトロニクスの基盤技術の研究開発、である。部門内・センター内での情報共有と連携が深化し、RSET 他部門にとどまらず学外の研究機関も含めた共同研究実施に向け、研究提案書を作成し申請を行ってきた。小規模の共同研究プロジェクトが複数採択されているものの、大型プロジェクトとして共同研究が加速的に進むような形へと具現化するまでには至っていない。部門内外の連携およびその枠組みに関する議論を深め、適切な体制を整えていくことが必要である。</p> |                               |
| 次年度の研究内容と目標は適切か：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切 (B) |
| <p>RSET 全体の課題である「地産地消対応型エネルギーに関わる研究開発」に向け、バイオマスエネルギー生産を基軸とした研究を、RSET 第3部門を主体に第4、第5部門を交えて地域より展開していくことを検討している。また、究極のエネルギー利用効率を普遍的な技術によって実現する1つの手段として、第4部門薄膜デバイス工学グループを中心に、ダイヤモンドウェハによる半導体パワーデバイスの基盤技術の研究開発拠点形成に向けた協議を進めている。本年度に実施された重相構造プラズマに関するワークショップの企画主催やシンポジウム参画を通して得た研究ネットワーク間相互の人的な交流、連携の実績を学内外に対して積極的に成果発信を行う。これにより、外部資金獲得に結びつけ研究を飛躍的に発展させることで目標達成を目指す。</p>                                                                    |                               |

## II 外部アドバイザー（東京大学・吉田 豊信先生）のご意見

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 研究成果の目標達成度：                                                                                                                                                                                                                                                                     | A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い ( B )   |
| <p>コメント (200 字程度)</p> <p>目標に掲げている三つの課題に関する研究は順調に進展し、個々には興味ある成果を上げている。ただ、何れも結果の提示が主であり、プロセスと結果間の関連が学術的観点からは必ずしも明確ではない。より高い成果を上げるには、高いレベルの連携研究が必要であろうが、そのためにはプロセスを特徴付ける物理的あるいは化学的原理の提示が必要である。その意味で、個々のテーマにおいては一層の学術的観点からの深化を期待し、結果としてイノベーションを生むような連携研究への展開を望みたい。</p>              |                                 |
| 次年度の研究内容と目標は適切か：                                                                                                                                                                                                                                                                | A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切 ( B ) |
| <p>コメント (200 字程度)</p> <p>次年度の計画として、エネルギー環境材料部門が全体として、地産地消対応型エネルギーの生産、および利用効率向上を課題として研究展開をはかる第一歩を進めることを掲げていることは適切である。ただ、当該部門規模での計画としては、プロセスとして寄与するのか、出来た材料により寄与するのか、あるいは両者によるのかを明確にして、外部から単純明解に見える体制形成が必要であろう。その意味でも、全体評価での要求にもあったロードマップ作成を各レベルで作成し、議論調整の上全体レベルに集約することを期待する。</p> |                                 |

## 平成26年度 第4部門アドバイザーボード会合の報告

日時： 2015年1月24日（土）15:00～17:00

場所： 金沢大学 自然科学2号館 2B716室

出席者：上杉 喜彦（部門長）、田中康規、川江 健、徳田規夫、  
瀬戸章文、石島達夫（敬称略）

全体アドバイザー：独立行政法人 産業技術総合研究所 理事 矢部 彰 様

部門アドバイザー：独立行政法人 物質・材料研究機構 フェロー 吉田 豊信 様

○部門を構成する4つのグループより、今年度の研究成果について、下記のプログラムに従って報告がなされた。

|             |                                 |
|-------------|---------------------------------|
| 15:00-15:05 | 開会の挨拶（上杉 喜彦 部門長）                |
| 15:05-15:15 | プラズマ工学グループ研究進捗報告（田中 康規）         |
| 15:15-15:25 | プラズマ工学グループ研究進捗報告（石島 達夫）         |
| 15:25-15:35 | 機能性材料工学グループ研究進捗報告（川江 健）         |
| 15:35-15:45 | 半導体デバイス工学グループ研究進捗報告（徳田 規夫）      |
| 15:45-15:55 | ナノ粒子制御プロセス工学研究進捗報告（瀬戸 章文）       |
| 15:50-16:00 | 休憩                              |
| 16:00-16:40 | 実験室案内（プラズマ工学）                   |
| 16:40-17:00 | フリーディスカッション、会合まとめ（矢部 彰様、吉田 豊信様） |

## ○部門アドバイザーとの意見交換

パルス変調誘導熱プラズマの大面積化と大量ナノ粒子生成について田中教授より報告がなされた。ナノ粒子を作る反応場のガス温度・電子温度と生成されるナノ粒子の形状やサイズとの関係について議論がなされた。ナノ粒子の生成コストを見積もっておくと、他の化学的手法と差別化できるという意味で重要であるとの指摘がなされた。

非平衡プラズマの高度利用による低環境負荷型プロセスの開発について石島准教授より報告がなされた。アドバイザーより、プラズマの利用分野を身近な産業でPRできることは評価できる。しかし持続可能なエネルギーという全体像からいうと、もう少し別な応用があるとよいと思われるとのコメントがなされた。

川江准教授より持続可能なエネルギー源として利用するための圧電素子を低環境負荷なデバイスプロセス技術により作成する研究開発状況について、徳田准教授より半導体ダイヤモンドの高速成膜プロセスの開発の現状について報告がなされた。最後に、瀬戸教授より、パルス変調誘導熱プラズマによる高速ナノ粒子生成装置に対する高度な微粒子ハンドリング技術の適用により、ナノ粒子の生成過程メカニズムの解明を目指した研究提案がなされた。また、選択的な粒子捕集の可能性について意見交換がなされた。矢部全体アドバイザー、吉田部門アドバイザーからコメントがあり、活発な質疑応答がなされた。

## 11. バイオマス利用部門（第5部門）活動状況

## 平成26年度 第5部門研究成果報告書

| 部門名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | (第5部門) バイオマス利用 | 部門長 | 関 平和 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----|------|
| 1. 研究成果の概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |     |      |
| (1) 未利用バイオマスの堆肥化, 消化, 光合成によるエネルギー・資源回収技術の開発                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |     |      |
| (2) 未利用バイオマス燃焼時のリスク評価と環境負荷低減技術の開発                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |     |      |
| (3) 未利用バイオマスからのバイオエタノール等の生産技術の開発                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |     |      |
| 2. 本年度の実施計画概要に対応した成果報告及び活動報告                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |     |      |
| 【成果報告】                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |     |      |
| (1) 未利用バイオマスの堆肥化, 消化, 光合成によるエネルギー・資源回収技術の開発                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |     |      |
| <u>(1-1) メタン発酵と炭化を組み合わせた下水処理場集約型バイオマス利用技術の開発</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |     |      |
| 石川県中能登町において, 同処理場から発生するオキシデーションディッチ脱水汚泥と浄化槽汚泥, し尿, 食品廃棄物, 生ごみの混合メタン発酵実証試験を継続し, 連続式の低温マイクロ波処理試験装置を用いた脱水汚泥の前処理により, ガス発生量が増加することを確認した。現在, マイクロ波処理効果のメカニズムを解明するために, 室内マイクロ波照射装置を新たに購入し, 詳細な検討を進めている。また, ガス発生量の増加と脱水性の向上効果が大きい, 下水汚泥と稲わらの混合メタン発酵試験を室内で再開し, 稲わらの添加により溶存態 DOC が増加することを示し, 現在, その組成を検討している。一方, 生ごみと草本バイオマスの高濃度高温消化実験を継続し, 生ごみと草本混合比 1:2 の条件で, 投入 TS40%まで安定したメタン発酵が進行することを示すとともに, 本方式の CO <sub>2</sub> 削減効果を推定した。 |                |     |      |
| <u>(1-2) 下水処理水を利用したバイオマス創生を目指した二酸化炭素資源化プロセスの開発</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |     |      |
| メンブレン・フォトバイオリアクターによる模擬下水処理水を用いた微細藻類の連続培養において, 基質滞留時間 (HRT) をこれまでの 24 時間から 8 時間に短縮した結果, リアクター内のリン基質の不足が改善された。しかし, リアクター内の藻体濃度及び藻類生産性にはちがいが見られなかった。HRT を 8 時間にした場合, 浸漬膜周辺への藻体蓄積が大きくなったために, 引抜を行うバルク中の藻体濃度が変わらなかったことが原因と考えられるため, 今後, 曝気・膜洗浄の方法を改善することで目標とする生産性を確保できる可能性があることが分かった。                                                                                                                                          |                |     |      |
| <u>(1-3) 未利用バイオマス発酵熱の効率的な原位置直接利用技術の開発</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |     |      |
| 昨年度と同様, 実用規模発酵熱利用システムを想定し, 輪島市で 50m <sup>3</sup> の竹チップ槽の発酵熱を抽出し, 2m <sup>3</sup> の (想定上の) 養殖槽の加温実験を実施した。その結果, 熱抽出配管通水により 3 か月程度の発酵熱の安定抽出が可能であったが, 想定養殖槽の温度が 30-40℃と養魚養殖の最適値 (25 度) 以上の値となり, 余剰抽出熱の制御の必要性が生じた。今年度から来年度にわたってドジョウ養殖槽の加温実験を実施する予定である。また, 下水汚泥堆肥化施設の廃熱回収利用と脱臭システムの技術提案を開始し, 理論的な検討を開始した。                                                                                                                      |                |     |      |
| (2) 未利用バイオマス燃焼時のリスク評価と環境負荷低減技術の開発                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                |     |      |
| アジア各地の大気観測で得られた炭素成分指標の組み合わせから, いくつかの地域で, ディーゼル                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |     |      |

とバイオマス以外の発生源の影響が示唆された。農業・農産物などバイオマス生産・利用にかかる大気環境負荷を考察するため、タイで公開されている大気環境測定・地域排出インベントリ・気象・農業生産等のデータを収集し、いくつかの地域の特徴を整理した結果、農業残渣の焼却、焼き畑等の影響が地域や時期によっては、道路交通や工業生産由来を上回るほど大きいことが判明した。さらに、山間部豪雪地帯で大きなコストと環境負荷を生んでいる屋根融雪と暖房をバイオマス燃焼に切り替えるプロジェクトに参加し、技術・社会・経済の面から環境負荷低減型バイオマス直接燃焼技術実証の可能性の検討を開始した。

（3）未利用バイオマスからのバイオエタノール等の生産技術の開発

イオン液体の利用により木質バイオマスをガソリン代替燃料や熱可塑性樹脂へ直接変換した。

亜臨界水処理した害竹材からのセルロース資化性糸状菌を用いたアルコール発酵について検討した。他のセルロース資源と異なり、害竹の場合、セルロース分解が難しいので、セルラーゼの添加が必要であることがわかった。

【活動報告】

- 2nd Workshop on East Asia Nanoparticle Network Workshop (EA-Nanonet-2) (2014 年 5 月開催)
- 3rd Joint Workshop of Prince of Songkla University (PSU-KZU-3) (2014 年 5 月開催)
- 第 2 回アジア環境・エコ技術と政策に関する国際シンポジウム (2014 年 8 月 1 日 - 2 日開催)
- 下水汚泥などのバイオマス資源有効活用技術講習会 in 石川 (2014 年 10 月 28 日開催)
- 白山しらみね薪の会主催 講演会「木を燃やすってどういうこと？」(2014 年 11 月開催・畑)
- 第 5 回バイオマス研究会 (2015 年 2 月開催予定)

3. ロードマップから見る研究成果の位置づけ

本部門の第 1 期（1～3 年目）の目標は、（1）堆肥化・消化・光合成によるエネルギー・資源回収技術、（2）バイオマス直接燃焼技術、（3）バイオエタノール製造技術、に係る要素技術の開発と実証試験実施環境の構築である。本年度の成果は、主に要素技術開発に係るものである。第 1 期の要素技術開発の成果を展開するためのシンポジウム、ワークショップを開催し、第 5 回バイオマス研究会では学外の関連分野の研究者と行政機関からのインプットを得る。

4. 反省点

【研究面】（1－1）については、実証試験期間が短かったことから、前処理装置の効果を十分に実証することができなかった。その効果について、室内で再度検討しているが、明確なメカニズムが会飯されておらず、実用化のための設計方法を明らかにすることができていない。

（1－2）については、微細藻類の安定的な増殖がみられず、予定が遅れている。今後継続的に培養条件の検討を行うとともに、正浸透膜を用いた栄養塩および藻類バイオマス濃縮に係る研究を並行して進める。

【活動面】本年度は、ロードマップ上の要素技術開発の最終年度にあたり、各グループにて第 2 期の具体的なシステム構築へ向けた成果が上がっている。しかし、さらなる改良が必要な要素技術もあり、第 2 期の研究活動と同時並行して実施していく。

## 平成26年度 第5部門研究成果リスト

## 1. 研究論文（学術雑誌掲載のもの）

| 番号                                                                                                    | 題 目                                                                                                                                                        | 掲載誌 巻・号・頁                                                         | 発表年月    | 著者名                                                                                                                              | レベル<br>の自己<br>判定 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1                                                                                                     | Conversion of Organic Carbon in Food Processing Wastewater to Photosynthetic Biomass in Photo-bioreactors Using Different Light Sources                    | Env. Eng. Res. 19(3), 293-298                                     | 2014.9  | Suwan D.<br>Chitapornpan<br>S.<br><u>Honda R.</u><br>et al.                                                                      | 2                |
| 2                                                                                                     | Effect of the addition of rice straw on microbial community in a sewage sludge digester                                                                    | Water Sci. Technol. 70(5), 819-827                                | 2014.5  | Nakakihara E.<br>Ikemoto-<br>Yamamoto R.<br><u>Honda R.</u><br>et al.                                                            | 3                |
| 3                                                                                                     | Nitrogen and Phosphorus Removal from Wastewater Treatment Plant Effluent via Bacterial Sulfate Reduction in an Anoxic Bioreactor Packed with Wood and Iron | Int. J. Environ. Res. Public Health Vol. 11, No. 9, pp. 9835-9853 | 2014.9  | Takahiro<br>Yamashita<br><u>Ryoko</u><br><u>Yamamoto-</u><br><u>Ikemoto</u>                                                      | 4                |
| 4                                                                                                     | Characteristics of nanoparticles emitted from burning of biomass fuels                                                                                     | Journal of Environmental Sciences, 26, 9, pp. 1913-1920           | 2014. 9 | <u>Hata, M.</u><br>Chomanee, J.<br>Thongyen, T.<br>Bao, L.<br>Tekasakul, S.<br>Tekasakul, P.<br>Otani, Y.<br><u>Furuuchi, M.</u> | 3                |
| 5                                                                                                     | Pretreatment of Japanese cedar by ionic liquid solutions in combination with acid and metal ion, and its application to high solid loading                 | Biotechnology for Biofuels, 7, 120                                | 2014. 8 | Ogura, K.<br><u>Ninomiya, K.</u><br><u>Takahashi, K.</u><br>Ogino, C.<br>Kondo, A.                                               | 3                |
|                                                                                                       | ほか11編                                                                                                                                                      |                                                                   |         |                                                                                                                                  |                  |
| （レベルの自己判定について4段階で記入）<br>4. 国際的に高水準の成果<br>3. 国際水準または国内高水準の成果<br>2. 外国語による公表または国内水準の成果<br>1. 国内誌等への公表成果 |                                                                                                                                                            |                                                                   |         |                                                                                                                                  |                  |

## 2. 研究論文（国際会議のプロシーディング）

| 番号                                                                                                                  | 発表論文題目<br>(国際会議名、開催地等)                                                                                                                                                                                               | 掲載誌 巻・号・頁                                                                                                             | 発表年月    | 著者名                                                                                                                  | 国際会議の評価を自己判定 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1                                                                                                                   | Impacts of pH on Concentration of Nitrogen and Phosphorus using Forward Osmosis Membrane.<br>(The 7th International Young Water Professionals Conference Taipei)                                                     | Proceedings of The 7th International Young Water Professionals Conference                                             | 2014.12 | Rukapan W.<br><u>Honda R.</u><br>Yoshizawa R.<br>Hoek E. M. V.                                                       | A            |
| 2                                                                                                                   | Application of forward osmosis membrane in microalgae biomass production from treated sewage.<br>(IWA Specialist Conference on Global Challenges: Sustainable Wastewater Treatment and Resource Recovery, Kathmandu) | Proceedings of IWA Specialist Conference on Global Challenges: Sustainable Wastewater Treatment and Resource Recovery | 2014.10 | Teraoka Y.<br><u>Honda R.</u><br>Rukapan W.<br>Hoek E. M. V.                                                         | A            |
| 3                                                                                                                   | Improvement of dewatering characteristics and methane yield by the addition of rice straw in a sewage sludge digester.<br>(IWA World Congress & Exhibition, Lisbon)                                                  | Proceedings of IWA World Congress & Exhibition                                                                        | 2014.9  | <u>Yamamoto-</u><br><u>Ikemoto R.</u><br>Tsuchiya-<br>Nakakihara E.<br><u>Honda R.</u><br>Suetsugu Y.<br>Watanabe H. | A            |
| ほか 31 件                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                       |         |                                                                                                                      |              |
| (国際会議の位置付け・評価を自己判定して3段階で記入)<br>A. 世界規模あるいは大規模な国際会議、国際シンポジウム等<br>B. 中規模の国際会議・国際シンポジウム等<br>C. 特定分野・小規模な国際会議・国際シンポジウム等 |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                       |         |                                                                                                                      |              |

## 3. 国際会議等の基調講演・招待講演

| 番号 | 演 題 (国際会議名、開催地等)                                     | 発表年月   | 著者名・発表者名<br>(発表者名に*印) |
|----|------------------------------------------------------|--------|-----------------------|
| 1  | 都市開発における持続可能な汚染管理に向けて<br>(環境管理・計画に関する国際シンポジウム, コロンボ) | 2015.2 | 本多 了*                 |

## 4. 著書、編書

| 番号 | 書 名                     | 発 行 所                       | 発行年月   | 著者名                   |
|----|-------------------------|-----------------------------|--------|-----------------------|
| 1  | アジアの環境研究入門 東京大学で学ぶ 15 講 | 東京大学出版会<br>(pp. 259-273 分担) | 2014.7 | <u>本多 了</u><br>他 14 名 |

## 11. バイオマス利用部門（第5部門）活動状況

|   |                           |     |         |              |
|---|---------------------------|-----|---------|--------------|
| 2 | 第4章培養状態の計測・制御<br>実践 有用微生物 | NTS | 2014. 7 | 仁宮一章<br>滝口 昇 |
|---|---------------------------|-----|---------|--------------|

## 5. 報告書、解説、資料、展望、総説など

| 番号 | 種別  | 題 目                                                | 掲載誌 巻・号・頁                               | 発表年月    | 著者名  |
|----|-----|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------|------|
| 1  | 報告書 | 竹チップ発酵熱抽出・利用システムの<br>実用化手法の開発<br>(研究課題番号 23380149) | 文科省科学研究費補助金（基盤研究費（B））研究成果報告書, pp. 1-196 | 2014. 3 | 関 平和 |

## 6. 特許等

| 番号 | 発明の名称      | 種別 | 出願番号        | 登録番号        | 氏 名                                     |
|----|------------|----|-------------|-------------|-----------------------------------------|
| 1  | 多糖類誘導体の製造法 | 特願 | 2014-218237 | 2014-218237 | 覚知亮平,<br>仁宮一章,<br>柴田佳樹,<br>鵜澤潔,<br>高橋憲司 |

（注）※ 未登録の特許の場合、「登録番号」欄は無記入とする。※ 特許以外は、任意の記載とする。

## 7. 口頭発表

| 番号 | 演 題<br>(学会名、開催地等)                                                                                                                                                                                                            | 発表年月    | 発表者名<br>(発表者名に*印)                                                                                                 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2  | Impacts of final sedimentation process on profile of quinolone-resistance genes and their expression in Escherichia coli isolates from a wastewater treatment process (Water and Environment Technology Conference 2014, 東京) | 2014. 6 | Tachi C. *<br><u>Honda R.</u><br>Tsuchiya-<br>Nakakihara E.<br>Gu T.<br><u>Yamamoto-Ikemoto R.</u><br>Watanabe T. |
|    | ほか 28 件                                                                                                                                                                                                                      |         |                                                                                                                   |

## 8. 外部資金の獲得状況について

## (1) 科学研究費補助金（研究種目、研究課題名、代表・分担等）

- 基盤研究 (B) (一般), 畜産排水処理施設から水環境中への窒素流出および薬剤耐性菌の伝搬とその制御, 代表・池本 良子, 分担・本多 了
- 挑戦的萌芽研究, 低出力マイクロ波処理を利用した微生物細胞内部破壊による脱水污泥可溶化, 代表・池本 良子, 分担・本多 了

ほか 6 件

## (2) 政府出資金事業等（事業名、出資機関名、代表・分担等）

- 文部科学省・革新的イノベーション創出プログラム (COI STREAM), 革新材料による次世代インフラシステムの構築, 代表・高橋 憲司, 分担 (第5部門)・仁宮 一章, 本多 了
- 環境省・平成 26 年度里地里山等地域の自然シンボルと共生した先導的な低炭素地域づくりのための事業化計画のための事業化計画の策定・FS 調査, 里山資源を活用した薪ボイラー熱供給ステーションづくりによる白山自然公園の玄関口「白山市白峰」でのイヌワシと共生した先導的な低炭素地域づくり, 代表・森 大顕, 分担・畑 光彦

ほか 2 件

## 平成26年度 第5部門シンポジウム、セミナー、会議等の開催実績

| 番号 | シンポジウム、セミナー、会議等<br>(開催地、参加者数)                                                                                                                                                           | 開催年月    | 開催者名<br>(責任者名に＊印)               |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------|
| 1  | 2nd Workshop on East Asia Nanoparticle Network Workshop (EA-Nanonet-2) (金沢, 参加者 40 名)<br>【プログラム】金沢大学 RSET からの 7 件を含む合計 16 件の講演とディスカッション                                                 | 2014, 5 | 古内正美＊                           |
| 2  | 3rd Joint Workshop of Prince of Songkla University (PSU-KZU-3) (金沢, 参加者 40 名)<br>【プログラム】金沢大学 RSET からの 4 件を含む合計 13 件の講演とディスカッション                                                         | 2014.5  | 古内正美＊                           |
| 3  | Sci-Mix in Kanazawa 2014 II (金沢, 参加者 80 名)<br>【プログラム】Jbei (Joint Bioenergy Institute), Blake Simmons を招待して講演会開催。金沢大学 5 件の講演とディスカッション                                                    | 2014.6  | 高橋憲司                            |
| 4  | The 2nd International Symposium on Environment, Eco-Technology and Policy in Asia (金沢, 参加者 60 名)<br>【プログラム】中国, 台湾, タイ, カンボジアからの招待講演者及び金沢大学 RSET からの 4 件を含む計 18 件の講演とディスカッション            | 2014.8  | 池本 良子＊<br>古内 正美<br>畑 光彦<br>本多 了 |
| 5  | Sci-Mix in Kanazawa 2014 III (金沢, 参加者 30 名)<br>【プログラム】Prof Jay LaVern (Notredame University, USA), Mats Jonson (KIT, Sweeden), James Wishart (BNL, USA) を招待して講演会開催。金沢大学 5 件の講演とディスカッション | 2014.9  | 高橋憲司                            |
| 6  | 第5回バイオマス研究会（バイオマス利用関連の研究事例報告）（金沢, 参加者 20 名予定）<br>【プログラム】野口愛助教（金沢大学）ほかによる講演とディスカッション<br>ほか3件                                                                                             | 2015, 3 | 関 平和＊<br>本多 了                   |

## 平成26年度のテレビ放映、新聞報道など

- 新炭素繊維材 石川で研究 北國新聞 2014.10 仁宮 一章
- 植物から炭素繊維材料 北國新聞 2014.10 仁宮 一章

## 平成26年度 第5部門アドバイザーボード報告

## I 自己評価

|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 研究成果の目標達成度：                                                                                                                                                                                                                                                   | A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い ( B )   |
| <p>研究開始から現在までの達成状況を評価するとともに、課題を整理・解析してコメントして下さい。(200字程度)</p> <p>今年度からロードマップの第2ステージに入り、部門所属研究者は、他研究機関等との連携により研究を進めるとともに、国内・国際学会の企画・参加、海外の研究者を交えたワークショップなどを通じて、研究成果の情報発信を進めてきた。また、今年度は、前年度に比べて科学研究費等の外部資金の件数と獲得金額が増え、実用化に向けての研究推進を進めるのに有利な状況になってきたものと考えている。</p> |                                 |
| 次年度の研究内容と目標は適切か：                                                                                                                                                                                                                                              | A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切 ( B ) |
| <p>前項の評価を反映させ、課題に対する計画の改善点を明示し、コメントして下さい。(200字程度)</p> <p>研究費について、研究者各位の努力の結果、科研費をはじめとする競争的資金をある程度確保できたが、引き続き研究費獲得に積極的に取り組むとともに、研究成果の適切な公表と、それに対する相応な評価を得るよう更に尽力する。国際的な研究拠点形成については一部開始しており、研究者間の情報交換については、引き続き、部門間もしくは部門を越えた連携を強化していく予定である。</p>                |                                 |

## II 外部アドバイザー（㈱松井三郎環境設計事務所・松井 三郎様）のご意見

|                                                                                                                                                                       |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 研究成果の目標達成度：                                                                                                                                                           | A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い ( B )   |
| <p>コメント (200字程度)</p> <p>資源・エネルギー・環境の複合問題解決について社会の認識が進み、有利な条件が整っている時に、他の研究機関が取り組んでいない独自の成果が生まれつつある。この成果を実用化に向けて企業との共同開発を進めることが重要である。既に企業と連携出来ているところは、経済性の検討が必要になる。</p> |                                 |
| 次年度の研究内容と目標は適切か：                                                                                                                                                      | A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切 ( B ) |
| <p>コメント (200字程度)</p> <p>次年度目標は、概ね適切である。成果の実用化に当たって解決すべき問題の見極めが必要な研究と、実用化を早急に進めることができる研究があるが、研究の成果は社会が必要性を理解するかどうにかかっていることから、連携企業と協力を一層進める努力が今年は重要。</p>                |                                 |

## 平成26年度 第5部門アドバイザーボード会合の報告

日時：平成27年1月24日（土）15:30～17:30

場所：自然科学2号館 2C614 会議室

出席者（敬称略）：（アドバイザー）松井三郎，

（金沢大学）関，池本，古内，高橋，仁宮，畑，本多

関部門長からの挨拶の後，専任・兼任教員の各研究グループより活動報告が行われた。

高橋・仁宮グループからは，高橋教授よりイオン液体を用いたバイオリファイナリー技術研究についての活動報告が行われた。イオン液体を触媒としたセルロース・リグニンの修飾反応の高効率化と新規樹脂素材開発について報告が行われた。松井アドバイザーより，木質原料中のセルロース，リグニンの構成割合の影響や林業振興についての討論がなされた。

次に，関教授より発酵熱利用プロセスの開発について能登での実証実験や南砺市の堆肥化工場における高温熱回収とアンモニアの生物脱臭プロセスなどについて，成果報告が行われた。松井アドバイザーより，堆肥化過程の発熱モデルとトキなどの繁殖支援への応用について討論が行われた。

池本教授より，マイクロ波による OD 汚泥の前処理，中能登町での食品廃棄物との混合消化の実証実験，スーパー拠点方式による生ごみ収集に関する研究について報告がなされた。松井アドバイザーと関教授より，消化汚泥炭化によるエネルギー収支と乾式発酵プロセスの普及度合いなどについて討論が行われた。

畑准教授より，もみ殻と木ペレットのバイオマス燃焼における発生粒子特性およびタイのバイオマス燃焼による大気汚染のインベントリ分析などおに関する成果報告が行われた。松井アドバイザーを交えて，微小粒子捕捉フィルターに関する技術的質問やタイでの農業廃棄物燃焼に伴う発生粒子成分などについて討論が行われた。

本多助教より，下水処理水からの微細藻類バイオマス生産プロセスと水環境中の抗生物質耐性菌に関する研究活動について報告が行われた。松井アドバイザーより，微細藻類愛用における栄養条件や抗生物質開発の動向についてアドバイスがあった。

最後に，関部門長から松井アドバイザーへの感謝の意が伝えられ，会合を終了した。

## 12. 平成25年度に実施した中間評価アンケート集計と今後の取り組みについて

### －これまでの4年間のRSET研究活動を振り返って－

平成25年度に実施した外部中間評価アンケート回答の概要は次の通りであった。(1) 組織と管理・運営；比較的良い、(2) 研究費の外部資金調達状況；やや低い、(3) 国内外の研究活動・拠点形成状況；やや低い(平成25年度RSET研究活動報告書 pp.75~80 を参照のこと)。この“やや低い”と評価された(2)と(3)の項目について、その実績を以下に整理した。

#### ●外部資金調達状況(平成23~26年度)

第1部門；科学研究費補助金6件、政府出資金事業等4件、財団などの助成金、企業との共同研究など11件

第2部門；科学研究費補助金10件、政府出資金事業等3件、財団などの助成金、企業との共同研究など16件

第3部門；科学研究費補助金14件、政府出資金事業等7件、財団などの助成金、企業との共同研究など17件

第4部門；科学研究費補助金16件、政府出資金事業等8件、財団などの助成金、企業との共同研究など38件

第5部門；科学研究費補助金23件、政府出資金事業等10件、財団などの助成金、企業との共同研究など20件

科学研究費補助金の中には基盤(A)2件、基盤(B)15件、若手(A)3件、政府出資金事業の中にはJST さきがけ2件、JST・CREST 1件、JST・ALCA 1件、NEDO 2件、COI STREAM 1件、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)1件などの大型資金が多数含まれている。

#### ●部門毎の国内外の研究活動・拠点形成状況(平成23~26年度)

第1部門；環境省ファンドの支援を受けた2企業と5大学によるネットワーク(課題名：新規ナノマテリアルを用いた超フレキシブル有機太陽電池の研究)。その他、大学、国立研究所、そして国内企業とのネットワークをもとにした共同研究を多数展開。

第2部門；レバノンのアメリカン大学と共同研究(課題名：可変ピッチ直線翼垂直軸風車の高出力化に関する研究)。カナダのヴィクトリア大学と共同研究(課題名：クロスフロー風車の集風加速装置の開発)。国際エネルギー機関(IEA)と共同研究(課題名：建屋近傍等の高乱流域における小形風車に関する研究)。

第3部門；戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の採択を受けて、多数の企業、大学と以下の課題で共同研究を行っている。課題名：コンクリート橋の早期劣化機構の解明と材料・構造性能評価に基づくトータルマネジメントシステムの開発。

第4部門；2大学、1国立研究所、1企業によるネットワーク(課題名：新規液中プラズマ方式による低環境負荷型半導体製造プロセスの研究開発)。大手企業との共同研究(課題名：変調型誘導熱プラズマによる機能性ナノ粒子の大量生成手法・粒径制御手法の開発)。1大学、1国立研究所、1企業によるネットワーク(課題名：半導体ダイヤモンドの開発)。

第5部門；アジアを中心として、タイ、ベトナム、カンボジア、中国、スリランカ、米国との国際共同研究活動を展開している。また、大学間協定や東アジア・東南アジアナノ粒子観測ネットワークを活用して、国際研究拠点形成活動を精力的に行っている。

RSET 構成員個々や部門毎ではそれなりの努力の跡が伺えるものの、生活に関りの深い地産地消型エネルギーの研究開発を旗印に掲げた RSET センターとしての“顔の見える成果”は、まだまだ少ないと言わざるを得ない。RSET の設立主旨に賛同した教員が集ったからには、そのミッションにかかわる目に見えた成果が望まれるのも当然である。RSET では、平成 26 年 4 月に金沢大学法人から作成依頼のあった教員配置計画を、RSET の進化のための一步を踏み出す絶好の契機と捉え、RSET 構成員を中心に据えた以下の 2 つのチームを発足させるに至った。この教員配置計画は、研究を伝統的分野で形成するのではなく、分野横断で教員グループの形成を行うことが目的であり、山崎学長のイニシアティブで行われた（加納理工研究域長コメント）。

- 教員配置計画 I の研究課題（異分野融合研究）；地産地消型のゼロエミッション電源に関わる研究開発。概要：地域で独自に生産し、その地域で消費する“地産地消型”のエネルギーの効率の変換・創成・再資源化などを目的とし、これまで捨てられてきたエネルギーや自然エネルギーを効率的に変換する環境発電から高出力発電に至る多種のゼロエミッション型電源に関わる技術開発を行い、低炭素社会の実現に向けたグリーンイノベーションの核となる分野横断型研究拠点を形成する。リーダー；木綿隆弘、参加者総数：11 名（構成員；RSET、機械、物化、電情）
- 教員配置計画 II の研究課題（異分野融合研究）；バイオマス生産と環境エネルギーの創成・利用に関する研究開発。概要：炭素のクローズドサイクル化、低環境負荷型のエネルギー創成とその利用によって、持続可能社会の構築に貢献する。とりわけ、地域資源の活用や環境調和の観点から、未利用バイオマスの高度利用、バイオマスの高効率生産およびその効率的な利用に着目し、バイオマスから燃料や化成品原料を創生するバイオマスリファイナリー技術、バイオエネルギー利用技術、およびこれらを取り巻く環境保全・エネルギー変換技術群を開発する。さらに、これらの統合システムを持続可能社会構築のモデルとして、北陸地域から世界に発信する分野横断型研究拠点を形成する。リーダー；三木 理、参加者総数：10 名（構成員；RSET、機械、自然システム）

矢部チーフアドバイザーからコメントがあった「技術の出口イメージと、社会にどのように貢献できるかの観点が明確な研究開発ロードマップ」を作成し、“RSET センターとしての顔の見える成果”のアウトプットに向かって歩を進めることが、今後の大きな課題となる。

（RSET センター長 高橋光信 記）

### 13. RSET 関係者一覧

#### 【外部アドバイザー】 8 名

独立行政法人産業技術総合研究所理事 矢部 彰様（チーフ）  
 （株）倉元製作所代表取締役社長 鈴木 聡様  
 （株）イデアルスター代表取締役副社長 表 研次様（第1部門独自アドバイザー）  
 東京大学大学院工学系研究科教授 荒川 忠一先生  
 （株）IHI 基盤技術研究所副所長 藤森 俊郎様（第2部門独自アドバイザー）  
 公益財団法人水道技術研究センター理事長 大垣 眞一郎 様  
 東京大学名誉教授、(独)物質・材料研究機構フェロー 吉田 豊信先生  
 京都大学名誉教授、(株)松井三郎環境設計事務所社長 松井 三郎先生

#### 【RSET運営会議委員】 11 名

加納重義理工研究域長（委員長）、青木健一自然科学研究科長、千木昌人物質化学系長、  
 岩田佳雄機械工学系長、飯山宏一電気情報学系長、高山純一環境デザイン学系長、  
 高橋光信RSETセンター長、上杉喜彦RSET副センター長、三木理RSET副センター長、  
 木綿隆弘RSET第2部門長、関平和RSET第5部門長

#### 【RSET センター会議委員】 22 名

（部門1）高橋光信（委員長、部門長）、 當摩哲也、前田勝浩、栗原貴之  
 （部門2）木綿隆弘（部門長）、榎本啓士、上野敏幸、河野孝昭、木村繁男  
 （部門3）三木 理（部門長）、長谷川浩、児玉昭雄、辻口拓也  
 （部門4）上杉喜彦（部門長）、田中康規、石島達夫、森本章治  
 （部門5）関 平和（部門長）、古内正美、池本良子、高橋憲司、本多 了

#### 【RSET 構成員】 40 名

（部門1）當摩哲也（専任）、高橋光信（兼任）、前田勝浩（兼任）、栗原貴之（兼任）、  
 加納重義（協力）、山口孝浩（協力）、生越友樹（協力）、井改知幸（協力）  
 （部門2）河野孝昭（専任）、木綿隆弘（兼任）、榎本啓士（兼任）、上野敏幸（兼任）、  
 木村繁男（協力）、山本 茂（協力）、金子 修（協力）  
 （部門3）三木 理（専任）、長谷川浩（兼任）、児玉昭雄（兼任）、辻口拓也（兼任）、  
 鳥居和之（協力）、多田幸生（協力）、汲田幹夫（協力）、大坂侑吾（協力）  
 （部門4）石島達夫（専任）、上杉喜彦（兼任）、田中康規（兼任）、森本章治（協力）、  
 川江 健（協力）、猪熊孝夫（協力）、徳田規夫（協力）、大谷吉生（協力）、  
 瀬戸章文（協力）  
 （部門5）本多 了（専任）、関 平和（兼任）、古内正美（兼任）、高橋憲司（兼任）、  
 池本良子（兼任）、小林史尚（協力）、畑 光彦（協力）、仁宮一章（協力）

**編集後記**

研究活動報告書の編集は、今年度から主として編集副委員長が行うことになりました。来年度の RSET の予算がどうなるかわからないため、印刷代の経費も節減ということで、編集の作業自体も印刷屋に頼まず、すべて編集委員が行って PDF 化するということになりました。大した作業でないと勝手に思っていました。以外と手間がかかり、編集副委員長が多忙のため、作業時間の確保ができず、〇ヶ月遅れでようやく完成したことを深くお詫び申し上げます。次回からは、ヘッダーとフッターを着けたテンプレートを配布して、統一したフォーマットのファイルを集めることで、編集作業量を出来るだけ少なくする方向に変更すべきだと反省している次第です。一応は、報告書は、印刷屋に頼んだものに匹敵するようなものになったと思っています。何かお気づきの点があれば、各編集委員の方までご連絡頂ければ幸いです。

(T. K. 記)

**編集委員長**

高橋 光信

**編集副委員長**

木綿 隆弘

**編集委員**

當摩 哲也、河野 孝昭、三木 理、石島 達夫、本多 了

製作・編集：金沢大学理工研究域 サステナブルエネルギー研究センター編集委員会  
発行：金沢大学理工研究域 サステナブルエネルギー研究センター  
平成27年3月31日



金沢大学 理工研究域 サステナブルエネルギー研究センター  
<http://www.se.kanazawa-u.ac.jp/rset/index.html>  
〒920-1192 石川県金沢市角間町

---

**RSET** Research center for  
Sustainable  
Energy and  
Technology