

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
RSEET

平成25年度研究活動報告



吸着式ガス分離装置



室内培養したホンダワラ類ヤツタマモク幼体

RSET

Research center for Sustainable Energy and Technology (RSET)

研究活動報告

目次

CONTENTS

1. 巻頭言	1
2. センター長挨拶	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25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) アドバイザリーボード報告	
3) 第3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	21
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	29
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	38
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	47
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	56
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. プレーンストーミング報告	65
13. 中間外部評価アンケートの集計と分析	75
14. RSET関係者一覧	81
15. 編集後記	82

巻 頭 言



理工研究域長
RSET 運営会議議長

福森 義宏

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（略称：RSET）が平成23年4月に発足し、3年が経過しました。現在、総勢40名の専任教員、兼任教員、協力教員が5つの部門、有機薄膜太陽電池部門、自然エネルギー活用部門、炭素循環技術部門、エネルギー・環境材料部門、バイオマス利用部門で研究活動を活発に進めています。本年度は、設置後3年ということで最初の中間評価が2014年1月に実施されました。RSETは10年の期限付きのセンターです。評価委員からは、これまでの3年間で準備期間ととらえるならば、今後の更なる発展が期待される研究成果が得られているとの評価をいただきました。只、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」を達成するためには、5つの部門がそれぞれ独自に研究活動を活発に進めるだけでなく、各部門長が中心となり部門間の交流や共同研究の立ち上げ、さらには、大型研究資金の獲得を目指すことが必要であると考えます。また、金沢大学では、2013年12月に金沢大学改革基本方針（中間まとめ）が発表され、「サステナビリティ科学研究機構（仮称）」の創設が提案されました。その機構においては、四つの柱があり、その内の一つとして「持続可能なエネルギーの創成と貯蔵に関する研究開発」が提案されています。今、RSETは、理工研究域を超えて金沢大学の顔としての活躍が強く期待されています。その期待に応え、グリーンイノベーション研究拠点となるため、今後も理工研究域として支援する所存です。最後になりますが、多忙な中、アドバイザーボード委員および中間評価委員をお引き受け下さった方々に対して、心より謝意を表します。

センター長挨拶



RSET センター長

高橋 光信

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部門から構成されている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)は、「エネルギーと暮らし」の関わりを大事にして教育研究を展開して行くというコンセプトのもと、平成23年4月1日に開設された。それから3年が経過した。RSETの研究活動を皆様に広く知って頂きたいという趣旨に沿って、本報告書では例年同様の項目に加えて、各部門で開催したブレインストーミングのまとめ、及び評価委員7名(内訳:大学外6名、大学内1名)による第1回中間評価アンケートの集計と分析を掲載した。

RSETの掲げる「暮らしに根ざす地産地消型エネルギーの開発、持続可能社会実現のための炭素循環社会や電気エネルギー高度利用に関わる基盤技術の開発」というコンセプトは、理工研究域の工学系教員の叡智をRSETに結集するためのコンセプトとして大変誇れるものである。これまでの3年間をこのコンセプト実現のための準備期間と捉え、この期間が終わろうとしている平成25年度に、平成26年度以降の更なる躍進を見据えて、ブレインストーミングによって研究活動の方向性を一層明確にすることを意図した。しかし、当初の目的をある程度達成できた半面、困難な課題も浮き彫りになった。また、第1回の中間評価アンケートでは、中間評価委員からある程度の評価を頂くと共に、これからのRSETの発展を見据えた貴重なコメントや叱咤激励を戴いた。この内容満載の平成25年度RSET研究活動報告書を、3年間のRSET活動総括に立脚した建設的指針を含む羅針盤と捉えたい。そして、これからのRSET研究活動を更に活発、かつ、実質あるものにして行く礎としたい。

この報告書を手にとられた皆様方には是非ともご一読して頂き、忌憚のないご意見を頂ければ幸いです。今後ともご指導、ご鞭撻のほど、何卒よろしくお願い致します。

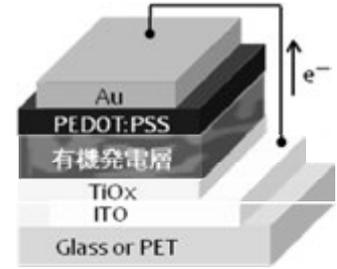
【第1部門】有機薄膜太陽電池部門ロードマップ（H23年度作成、H24年度微改訂）

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など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ー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 低温処理で機能する塗布用発電材料探索と化学的、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

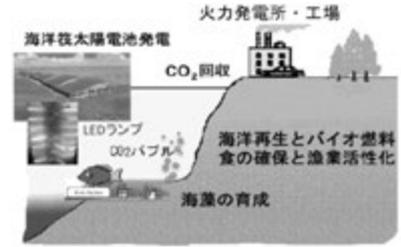
3. 高効率・高耐久性の逆型フィルム有機薄膜太陽電池開発のマイルストーン



【第3部門】炭素循環技術部門

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、IEA（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を確認し（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 ↓ 火力発電の稼働時間削減 二酸化炭素排出量の削減	
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)
		● 海藻育成コンクリートブロックよりも2倍以上の増殖促進効果を持つエコブロックの開発	● 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	● 藻類バイオエネルギー生産(光合成) ● 人工藻場群集における炭素固定量(500gC/m ²)	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
石炭灰 (Fly ash)	電気集塵 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	● 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」、「プラズマ支援による高効率燃焼技術の開発」、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）
北陸電力（環境調和型排水処理）

【第5部門】 バイオマス利用部門

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、協力教員：高橋憲司教授、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リファイナリー技術の開発

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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 <div style="text-align: center;">↓</div> <ul style="list-style-type: none"> ● パイロットスケールでの実証試験
直接燃焼技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 	<ul style="list-style-type: none"> ● 燃焼熱の利用手法 ● 環境負荷評価手法 	● 技術改良	
バイオリファイナリー技術	<ul style="list-style-type: none"> ● バイオマス原料（木質系バイオマス、林産廃棄物等）の前処理 ● バイオ燃料・化成品原料生産速度向上技術 	<ul style="list-style-type: none"> ● 効率的生産技術のプロセス設計手法 	● 技術改良	
共通課題	<ul style="list-style-type: none"> ● 当部門主催による「バイオマス利用研究会（仮称）」立ち上げ <ul style="list-style-type: none"> ➢ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	

理工研究域サステナブルエネルギー研究センター【RSET】・10年間事業スケジュール

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 ア付与に 係る場合 審査には テニエ	部門1 TT准教授	着任 H24年 1月1日		中間審査 開始 H26年1月	中間審査 期限 H26年12月	テニエ審査 開始 H28年1月	テニエ審査 期限 H28年6月		(テニエ付 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2 TT助教	着任 H24年 3月1日		中間審査 開始 H26年3月	中間審査 期限 H27年2月	テニエ審査 期限 H28年3月	テニエ審査 期限 H28年8月		(テニエ付 与された場 合)中間評価				
	部門3 教授	着任 H23年 10月1日			中間評価 H26年8月頃	中間評価 H26年8月頃		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 開始 H25年11月	中間審査 期限 H26年10月	テニエ審査 開始 H27年11月	テニエ審査 期限 H28年4月	テニエ審査 開始 H28年4月	(テニエ付 与された場 合)中間評価 (継続時) 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8月頃	中間評価 H26年8月頃		継続審査 期限 H28年4月					
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 発刊	RSET年報 vol.2の発行 H25年5月 発刊	RSET年報 vol.3の発行 中間評価	RSET年報 vol.4の発行 中間評価	RSET年報 vol.5の発行 中間評価	RSET年報 vol.6の発行 中間評価	RSET年報 vol.7の発行 中間評価	RSET年報 vol.8の発行 最終評価	RSET年報 vol.9の発行 最終評価	RSET年報 vol.10の発行 最終評価	RSET年報作成を 通して、センター内 の自己評価を行う。 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2回アドバイ ザリーボード 委員会 H25/1/26	第2回 公開シンポ H25/11/16 開催	第4回アドバイ ザリーボード 委員会 H26/1/25	第3回 公開シンポ 委員会	第6回アドバイ ザリーボード 委員会	第7回アドバイ ザリーボード 委員会	第8回アドバイ ザリーボード 委員会	第9回アドバイ ザリーボード 委員会	第10回アドバ イザリーボード 委員会		

平成25年度 理工研究域サステナブルエネルギー研究センター【RSET】・年間事業スケジュール

事業区分	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	備考	主担当者	
研究活動	部門1 (太陽電池)	175委員会 (県立音楽堂) 5/23・24	EM-NANO国際会議(県立音楽堂) 6/17-20		第62回高分子討論会(金沢大学) 9/11-13				公開セミナー(金沢大学) 12/26	熱流体特別講演会 1/24	公開セミナー(金沢大学) 2/21			高橋	
	部門2 (自然エネルギー)								地熱セミナー 12/2		第5回シンポジウム 2/24			木綿	
	部門3 (炭素循環)			コンクリートフォーラム① 6/27								グリーン・ハイブリッド・エネルギーセミナー 2/15			三木
	部門4 (エネルギー・環境材料)	学術講演会 5/15 (金沢大学)	学術講演会 6/4 (金沢大学)								ITPA Meeting 1/20-23 (金沢駅前アパホテル)		学術講演会 3/24 (金沢大学)		上杉
	部門5 (バイオマス利用)	施設見学会							第3回バイオマスセミナー(講演会)			第4回バイオマス研究会		関	
	専任教員WG								専任教員シンポジウム 11/16						三木
	部門1 (太陽電池)	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					高橋
	部門2 (自然エネルギー)	第15回部門ミーティング	第16回部門ミーティング		第17回部門ミーティング			第18回部門ミーティング	第20回部門ミーティング	第21回部門ミーティング					木綿
	部門3 (炭素循環)	部門ミーティング 4/25				部門ミーティング 8/9				専任・兼任 ミーティング 12/4					三木
	部門4 (エネルギー・環境材料)	第1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	グループミーティング	第4回部門ミーティング	グループミーティング		上杉
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		第1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	グループミーティング	第2回部門ミーティング				関	
専任教員WG		専任ミーティング 5/29		専任ミーティング 7/12		専任ミーティング 9/12		専任ミーティング 11/1	専任ミーティング 12/25			専任ミーティング 3/31		三木	
年報作成	各部門平成25年度研究活動計画のHP上公開														
HP/パンフレット															
アドバイザリーボード	アドバイザリーボード準備														
公開シンポジウム	公開シンポジウム準備														
その他	専任教員シンポジウムと合同開催 11/16(土)														
	アドバイザリーボード会合 1/25(土)														
	センター活動報告、各部門の活動報告と研究成果年報発刊 H26年5月														
	木綿 長谷川														
	高橋 上杉														
	高橋 三木														

平成25年度【RSET全体の活動状況】

会議等の開催実績

【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> 福森理工研究域長（議長）、加納自然科学研究科長、櫻井物質化学系長、浅川物質化学系教授、上田機械工学系長、山根電子情報学系長、飯山電子情報学系教授、前川環境デザイン学系長、高橋RSETセンター長、三木RSET副センター長、上杉RSET副センター長、木綿RSET第2部門長、関RSET第5部門長 以上13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：6月12日（水）
- <主な議題> (1) 平成25年度の活動案及び予算案について（議事）、(2) 平成24年度決算報告について（報告）
- ・第2回サステナブルエネルギー研究センター運営会議（書面付議）：
平成26年1月20日（月）～平成26年1月24日（金）
- <主な議題> (1) 金沢大学理工研究域附属研究センターにおける任期付教員の再任に関する内規（案）；承認、(2) 金沢大学理工研究域附属研究センターにおける任期付教員の再任に関する審査委員会内規（案）；承認
- ・第3回サステナブルエネルギー研究センター運営会議（書面付議）：
平成26年2月27日（木）～平成26年3月3日（月）
- <議題> センター長の指名について

【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（委員長）、前田、當摩、桑原、(部門2) 木綿、榎本、河野、木村、(部門3) 瀧本、三木、長谷川、児玉、(部門4) 上杉、田中、石島、森本、(部門5) 関、古内、池本、本多

(開催日と主な議題)

- ・第1回RSETセンター（RSET）会議：4月16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) 第2回アドバイザーボード会合の反省会、(4) 平成25年度の活動計画について、(5) WG委員の確認
- ・第2回RSETセンター会議：5月21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) アドバイザーボードWG、公開シンポジウムWG、中間評価WGの合同会議報告、(3) 専任教員WGの活動状況、(4) 平成25年度の活動計画について、(5) 平成25年度予算案について
- ・第3回RSETセンター会議：7月16日（第3火曜日）

<主な議題> (1) 平成 25 年度第 1 回サステナブルエネルギー研究センター運営会議の報告、(2) 公開シンポジウム (11/16 (土) 午後) の準備状況について、(3) RSET 中間評価のための評価形式検討 WG 報告、(4) 専任教員 WG の活動状況、(5) 第 3、第 4、第 5 部門のブレインストーミング報告および準備状況について、(6) アドバイザリーボード会合の日程について、(7) 工学分野のミッション再定義について

・第 4 回 RSET センター会議：9 月 26 日 (木)

<主な議題> (1) 平成 25 年度予算計画について、(2) 公開シンポジウム (11/16 (土) 午後) の準備状況について、(3) RSET 中間評価のための評価形式検討 WG 報告、(4) 専任教員 WG の活動状況、(5) 第 1 回平成 26 年度理工研究域科研費獲得対策委員会議事要旨について、(6) RSET アドバイザリーボード会合全体会合のメニューについて、(7) 平成 25 年度 RSET 研究活動報告書への各部門ブレインストーミングまとめの掲載について

・第 5 回 RSET センター会議：10 月 22 日 (火) (第 3 火曜日)

<主な議題> (1) 公開シンポジウム (11/16 (土) 午後) の準備状況について、
(2) RSET 中間評価のための評価形式の検討、(3) 専任教員 WG の活動状況

・第 6 回 RSET センター会議：11 月 19 日 (火) (第 3 火曜日)

<主な議題> (1) RSET 公開シンポジウム (11/16 (土) 午後) の実施報告について、
(2) 専任教員 WG の活動状況、(3) RSET 中間評価の準備状況について、(4) RSET アドバイザリーボード会合の準備状況について、(5) サステナビリティ科学研究機構 (仮称) について

・第 7 回 RSET センター会議：平成 26 年 1 月 14 日 (火) (第 3 火曜日) 開催

<主な議題> (1) RSET アドバイザリーボード会合準備の最終確認、(2) 中間評価スケジュールの承認

【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 25 年度・専任 WG 開催日と主な議題)

・第 1 回専任教員 WG：5 月 29 日 (水) 16:00～17:15

<主な議題> (1) 第 2 回 RSET シンポジウム (兼 専任教員主催セミナー) 準備について、

(2) 専任教員 WG の今年度活動計画について

・第2回専任教員 WG : 7月12日(水) 9:00~11:00

<主な議題> (1) 外部資金応募に関する情報交換、

(2) 第2回 RSET 公開シンポジウム(兼 専任教員主催セミナー) 準備について

・第3回専任教員 WG : 9月12日(木) 18:00 ~19:00

<主な議題> (1) 第2回 RSET 公開シンポジウム準備について、

(2) 外部資金応募についての情報交換

・第4回専任教員 WG : 11月1日(金) 10:00 ~11:00

<主な議題> (1) 第2回 RSET 公開シンポジウム準備について、

(2) 外部資金応募についての情報交換

・第5回専任教員 WG : 12月25日(水) 18:00 ~19:00

<主な議題> (1) アドバイザリーボード準備について、

(2) 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)

代表者：金沢工業大学、分担者：第5部門・高橋憲司、仁宮一章、本多了、第1部門・前田勝浩、生越友樹、井改和幸

(2) 里山グリーンイノベーションを目指した研究拠点形成とグローバル人材育成(金沢大学次世代重点研究プログラム)(平成 24-25 年度)

代表：高橋憲司(第5部門協力教員)、分担(RSET関係者のみ記載)：第1部門・前田勝浩(兼任)、生越友樹、井改和幸(協力)、第2部門・榎本(兼任)、山本茂(協力)、第4部門・石島達夫(専任)、第5部門・本多了(専任)、仁宮一章(協力)

(3) 水中プラズマによるバイオマス転換プロセスの基礎検討(平成 24-25 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処理等における利用可能性を共同して研究開発する。(第4部門・石島達夫(プラズマ工学)、第5部門・高橋憲司(化学工学))

JEMEA ベストポスター賞」受賞/第7回日本電磁波エネルギー応用学会シンポジウム
"マイクロ波バブルプラズマによるリグニンモデル分子の反応"

山瀬 亮(M2) <自然システム学専攻・高橋憲司研究室>

(4) 機能性液中プラズマによる火力発電プロセス排水の環境調和型処理法の開発

(平成 24-25 年度) 火力発電プロセス排水中の化学物質を、低環境負荷で高速処理する手法としての機能性液中プラズマを研究開発し、その適用可能性を検討する。

(第4部門・石島達夫(プラズマ工学)、第5部門・池本良子(水工学))

(5) 人の細胞組織に対する低環境負荷型大気圧非平衡プラズマ照射効果の検討

(平成 24-25 年度)

医療応用や先進製造プロセスに適用可能な低環境負荷型の非平衡大気圧プラズマ源の開発を行い、プラズマにより生成される様々な活性種診断を行うとともに、その適用可能性を検証する。創傷治癒効果の検証は、保健学系・中谷壽男と共同して実施する。

(第 4 部門・石島達夫、上杉喜彦、田中康規 (プラズマ工学)、第 5 部門・仁宮一章 (バイオ工学)、高橋憲司 (化学工学)、第 2 部門・榎本啓士 (熱・流体工学))

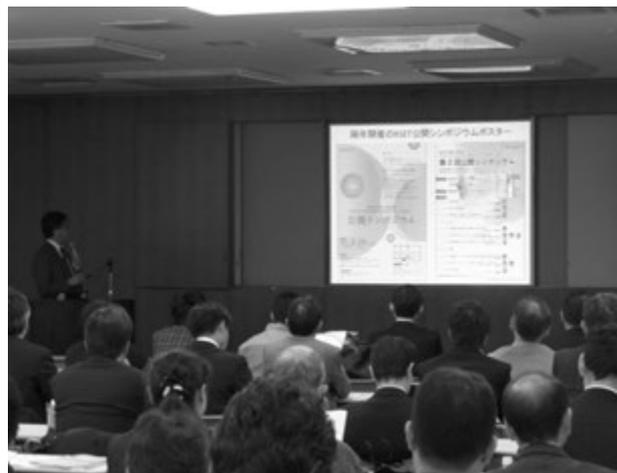
共著論文(1報): Kazuaki Ninomiya, Tatsuo Ishijima, Masatoshi Imamura, Takayuki Yamahara, Hiroshi Enomoto, Kenji Takahashi, Yasunori Tanaka, Yoshihiko Uesugi and Nobuaki Shimizu, Evaluation of extra- and intracellular OH radical generation, cancer cell injury, and apoptosis induced by a non-thermal atmospheric pressure plasma jet, Journal of Physics D, 46, 425401 (2013).

3. RSET 全体に係るシンポジウム・セミナー等

【RSET 第 2 回公開シンポジウム報告】

(平成 25 年 11 月 16 日 (土) 13:00~17:30、北国会館香林坊プラザホールに於いて)

平成 23 年 4 月 1 日に発足しました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) の第 2 回公開シンポジウムが、平成 25 年 11 月 16 日 (土) に北国会館香林坊プラザホールで開催されました。大学関係者、地方自治体、企業等から 105 名の方々の参加を頂きました。本シンポジウムでは、当センター 5 部門から最新の研究活動状況を報告するとともに、東京大学教授花木啓祐先生から特別講演を頂きました。シンポジウムでは、発表内容に関して、会場からの活発な質疑応答が行われました。



第 2 回 RSET 公開シンポジウムの様子

プログラムは、以下に示す通りです。

13:00-13:10	開会の挨拶 (福森義宏 理工研究域長)
13:10-13:20	RSET の活動状況 (高橋光信 RSET センター長)
13:20-14:20	特別講演：「地域からつくる低炭素社会」 花木啓祐 (はなきけいすけ) 東京大学大学院工学系研究科教授・サステイナビリティ学連携研究機構 兼任教授
14:20-14:35	休憩
14:35-15:05	有機薄膜太陽電池部門 (當摩哲也) －有機薄膜太陽電池の研究展開と実用化の検討－
15:05-15:35	自然エネルギー活用部門 (木綿隆弘、河野孝昭、榎本啓士) －熱流体に係る自然エネルギー活用技術の研究開発－
15:35-16:05	炭素循環技術部門 (三木 理) －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－
16:05-16:20	休憩
16:20-16:50	エネルギー・環境材料部門 (石島達夫) －重相構造プラズマを利用する革新的な産業応用技術の研究開発－
16:50-17:20	バイオマス利用部門 (本多 了、高橋憲司) －里山バイオリファイナリー構想～草木資源による石油代替－
17:20-17:30	閉会の挨拶 (加納重義 自然科学研究科長)

冒頭、福森義宏理工研究域長から、金沢大学での RSET 設立の背景、RSET の社会的意義や果たすべき役割などの紹介があり、続いて、高橋光信 RSET センター長から、発足後 2 年間の RSET 活動状況を総括して説明がありました。

基調講演では、「地域からつくる低炭素社会」と題して、東京大学大学院工学系研究科・教授 花木啓祐先生から、「めざすべき低炭素社会」は、単に二酸化炭素の排出が少ない社会ではなく、「循環型社会」や「自然共生社会」をあわせて形成し、しかも「高い生活の質」や「社会の活力」の維持も果たせる社会であるなど、工学的な視点ばかりでなく社会科学的な視点を含めたご説明をいただきました。



花木先生「基調講演」の様子

さらに、地域におけるエネルギー供給側、需要側双方の具体的な対策の必要性や持続可能な都市の将来像として「コンパクトシティ」の考え方についてご説明いただきました。

続いて、各部門から、部門の研究概要と最新の研究進捗状況が説明されました。第1部門は、色素や高分子、炭素材料からなる有機半導体を用いた有機薄膜太陽電池の研究開発と実用化に幅広く取り組んでおり、変換効率が高く、かつ、高耐久性を有する有機薄膜太陽電池の最新の研究成果について報告されました。第2部門は、熱流体に係わる自然エネルギー活用技術の研究開発に幅広く取り組んでおり、高効率・低騒音な風車の開発、風車後流の数値流体解析および事業所向け小型高温ガス化炉の開発状況が報告されました。第3部門は、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に取り組んでおり、排ガスからのCO₂高効率分離回収技術、炭化水素生産性藻類の高効率生産技術およびフライアッシュ有効活用技術の開発状況が報告されました。第4部門は、固体・液体・気体・プラズマの4つの異なる相が混在する重相構造プラズマに着目した研究を進めており、環境負荷低減を考慮した新しい水中プラズマプロセスなど、種々の産業応用分野での研究開発状況が報告されました。第5部門は、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について幅広く研究を進めており、イオン液体を活用したバイオリファイナリーによる天然由来素材の開発と今後の革新複合材料への展開について報告されました。

最後に、加納重義自然科学研究科長から、特別講演を頂きました花木啓祐様およびシンポジウムにご出席いただきました方々への感謝が述べられ、今後のRSETの研究活動に対する期待の言葉で閉幕となりました。

このような公開シンポジウムを通じましてRSETの研究活動に対するご理解・評価を頂くことは極めて重要と考えており、今後も隔年で開催していくことを予定しております。

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)
<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>平成 25 年度年間事業スケジュール表にはほぼ沿った形で、RSET 活動を行うことができた。11 月には第 2 回公開シンポジウムを盛大に開催することができ、また、本年度が実施初年度となる中間評価に向けた良い準備ができた。さらに、専任教員 5 名が中心となって、部門間の連携強化に向けた下地構築が徐々に実を結びだしている。一昨年度のコメントにあった「工学的な目標をしっかりと作り上げること」については、全部門が部門毎にブレインストーミングを行って、今後の研究展開に向けた方向性を明確にした。総括すると、かなりの成果が出たものと考えられるが、さらに高い目標を掲げているため、目標達成度 B と自己評価する。</p>
<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> <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>次年度は専任教員の間審査を実施する年にあたる。専任教員個人としての研究業績はもとより、RSET 全体および各部門の活動姿勢が問われるところでもある。換言すると、これまでの研究成果が、各部門が設定した「工学的な目標」に合致しているかを RSET 全体で議論し、しっかりと見直しをして行く必要がある。また、外部資金獲得や研究成果の社会的還元に向けた RSET としての取組をいっそう強化して行く。以上、これまでの研究活動を基礎にしっかりと先を見据えた計画となっており、次年度の研究内容と目標は B と評価した。</p>

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)
<p>各課題がブレインストーミングという方法で、各課題としての出口イメージを追求した点は極めて高く評価される。その結果として、各課題がどのようにサステナブルエネルギー社会に貢献できるかを、課題全体で考えることが出来、地域性も考えた課題解決型の目標を持たせた点は、大きな進展であったと思われる。この検討に基づいて、現在までの研究成果の蓄積を課題解決に向けて集中することが、今後の大きな使命であると思われる。成果を見せ、発信していくことがこれからの課題である。</p>
<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> <p>添付の資料に示したように、RSET 全体としての特徴の出し方は、どこでも太陽電池のイメージ (適用先に地域特性を含む)、高効率・低騒音な風力発電システムと変動出力補完用燃焼システムの開発 (地域特性を反映)、地球規模の物質循環・エネルギー有効利用の促進 (排熱・海洋利用で、地域を生かした適用)、地域特性を活かして、地産地消のバイオマス最適ネットワークを構築する、また、それを支援する熱プラズマ・非平衡(低温)プラズマの両方の特徴を活用する機能的プラズマの産業の高機能化への適用 (特徴のある共通基盤技術) であると思われる。</p> <p>また、RSET 全体の活動内容は、地域特性 (石川県、北陸地方、能登、地域ニーズを把握し特徴を示す) を活かしたエネルギー最適システムの構築であり、地域特性の例は、工場排熱が種々存在する、農業におけるエネルギー利用、温室の炭酸ガス利用、バイオマス資源が豊富、風力資源が豊富、工場におけるコンスタントな電力需要がある、都市部における融雪の必要性がある、工場からの処理してほしい廃棄物が存在する (フライアッシュなど) などが挙げられる。</p>

RSET 全体へのコメント 矢部 彰(産総研)

第4期科学技術基本計画の大方針

マーケット・プルな研究開発の強化

マーケット・プル：市場の欲しているもの、技術ニーズ、社会ニーズの把握（技術プッシュではない、技術の動的な変化に対応） そのためには、技術の出口イメージを議論し、社会貢献の観点から中長期的に重要な研究課題として設定することが重要。研究レベルは一流であるが、全体としてどんな特徴があるのかを、社会に対して説明することが出来ることが重要。その前提が、各部門が工学的な目標をしっかりと持っていること。全体として、RSETの特徴を一言で言えるようになることが目標。特に、何を目指しているかを体系的に作り上げる。「工学的な目標をしっかりと作り上げること」を目指してほしい。

第1部門のブレーンストーミング

有機薄膜太陽電池部門：

大学院の学生さん達の主体的な参加・主導的な役割

「有機薄膜太陽電池」の出口イメージ

どこでも太陽電池のイメージ、めがね発電でGPS表示、日傘発電で地図表示、融雪シート、ステンドグラス発電、ロールカーテン発電（大量生産目的ではなく、特徴を出す）

第2部門：

自然エネルギー活用部門：

技術の出口に関するブレーン・ストーミング：

高効率・低騒音な風力発電システムと変動出力補完用燃焼システムの開発

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

②静穏な小型風車の開発

③マイクロ波を用いた高度燃焼促進システムの開発

④液体バイオ燃料利用内燃機関発電システムの開発

風力発電の不安定性を、補う、変動出力可能なバイオ燃料発電装置という特徴を出すことが出来た

第3部門：炭素循環技術部門

排熱活用技術に関する研究開発の強化

（低温排熱の積極活用）

- ・デシカント空調（機能化、適用拡大、社会実装）
- ・排熱利用（バイオガス分離、分離CO₂農業利用）

海洋バイオマス高効率生産技術

- ・屋外大量培養プロセス
- ・海洋バイオマス有効活用シーズ（燃料化、原料化）

産業副産物（フライアッシュなど）有効利用技術

- ・フライアッシュコンクリートの用途拡大
- ・産業副産物の新規用途開発・資源化シーズ技術

地球規模の物質循環・エネルギー有効利用の促進（排熱・海洋利用） →地域を生かした適用例で構成

第4部門：エネルギー・環境材料部門

重相構造プラズマの概念

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

産業応用（産業の高機能化への適用）：

- ・エネルギー（加熱手段としての高機能化）
- ・電力輸送
- ・材料加工
- ・環境浄化
- ・薄膜材料
- ・単結晶ダイヤモンド

第5部門：バイオマス利用部門

未利用系バイオマスの利用技術の開発

+

システムの最適化によるクリーンエネルギー創造

能登地方とその近隣都市において展開可能な独自の「地産地消技術」の開発推進

地域特性を活かして、地産地消の最適ネットワークを構築する

（堆肥化、バイオマス燃焼技術、バイオエタノール製造技術）

全体としての特徴の出し方：（想定されるイメージの例）

- ・どこでも太陽電池のイメージ(適用先に地域特性を含む)
- ・高効率・低騒音な風力発電システムと変動出力補完用燃焼システムの開発（地域特性を反映）
- ・地球規模の物質循環・エネルギー有効利用の促進（排熱・海洋利用）→地域を生かした適用例
- ・地域特性を活かして、地産地消のバイオマス最適ネットワークを構築する
- ・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の産業の高機能化への適用（特徴のある方法論で上記の技術を支援、共通基盤技術）

RSET全体の活動内容：(想定されるイメージの例)

地域特性（石川県、北陸地方、能登、地域ニーズを把握し特徴を示す）を活かしたエネルギー最適システムの構築

地域特性の例：

- ・工場排熱が種々存在する
- ・農業におけるエネルギー利用
- ・温室の炭酸ガス利用
- ・バイオマス資源が豊富
- ・風力資源が豊富
- ・工場におけるコンスタントな電力需要がある
- ・都市部における融雪の必要性がある
- ・工場からの処理してほしい廃棄物が存在する（フライアッシュなど）

第3回 RSET アドバイザリーボード全体会合報告

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）の第3回アドバイザリーボード全体会合が平成26年1月25日（土）に金沢大学自然科学図書館棟で開催された。全体会合では、当センター5部門で実施されたブレインストーミング（今後の研究の展開について）結果が報告され、活発な質疑応答が行われた。プログラムは、以下に示す通りである。

13:00-13:05	開会の挨拶 福森義宏理工研究域長
13:05-13:15	RSET 活動報告 高橋光信 RSET センター長
13:15-14:30	第1部門、第2部門、第3部門、第4部門、第5部門でのブレインストーミング報告と今後の展開 三木 理 RSET 専任教授 平子紘平 特任助教 先端科学・イノベーション推進機構 地域イノベーショングループ
14:30-14:40	ご講評 RSET チーフアドバイザー 矢部 彰様 独立行政法人 産業技術総合研究所 理事
14:40-14:45	閉会の挨拶 加納重義自然科学研究科長
14:45-	部門別アドバイザリー会合へ移動

福森義宏理工研究域長の開会の挨拶、高橋光信 RSET センター長からの本年度の RSET 活動状況についての説明の後、各部門のブレインストーミングの結果が順次発表された。各部門の質疑応答の概要を以下に示す。

■第1部門：

有機薄膜太陽電池について、矢部チーフアドバイザーより、どこでも発電できるというのが大きな魅力であるとのコメントをいただいた。また、吉田アドバイザーと松井アドバイザーからは、世界の研究開発における位置づけと強みについて質疑をいただき、高橋センター長から、企業の参入により研究開発が激化していること、RSET での有機薄膜太陽電池開発では、大気中で製造可能なことが一つのアドバンテージであることの説明がなされた。また、製造コストについて松井アドバイザーより質疑を頂き、鈴木アドバイザーから、製造量増加による大量生産が可能となれば現在より安価になる旨の説明がなされた。

■第2部門：

荒川アドバイザーと矢部アドバイザーより、風力発電とそれを補完する内燃系発電との組み合わせは非常によいアイデアとのコメントをいただいた。また、再生可能エネルギーとして第1部門の太陽電池、内燃系発電における第5部門のバイオマス利用技術も含めたトータル・システムとしてのケーススタディ・シミュレーションが示されると非常によいとのコメントをいただいた。山崎副学長からは、外部資金獲得のために振動発電との組み合わせなどのもう一工夫が必要であるとのコメントをいただいた。

■第3部門：

大垣アドバイザーより、実装する具体的地域を設定すると開発のターゲットが明確になり魅力的になるとのコメントがあり、三木教授より、現在能登の漁村を対象とした藻場再生プロジェクトを行っているとの説明がなされた。また、矢部チーフアドバイザーより、地球規模の課題をローカルな場合に適用することは意義があるとのコメントをいただいた。

■第4部門：

矢部チーフアドバイザーより、第4部門は高温から低温まで様々な独自のプラズマの特徴を有していて、それを重相構造という概念をもとに生かして様々な産業応用に向かうという方向性が明確になったとのコメントをいただいた。松井アドバイザーより、プラズマの高機能化と国内でのプラズマ技術のアピールの仕方について質疑があり、上杉教授より、ガス化する気体、媒体となる気体・液体などの選択により機能選択ができる旨の説明がなされた。また、重相構造プラズマについては、成果発表等を通じてアピールしており、学会・関連企業からも問い合わせが来ているが、こちらから積極的にアピールしていくことも重要との説明が上杉教授・石島准教授からなされた。

■第5部門：

矢部チーフアドバイザー・松井アドバイザーより、能登地方など具体的な地域を対象にした地産地消のモデルケースで成果を上げ、アジアに展開していくことが望まれ、そのためのシーズ技術開発が重要であるとのコメントをいただいた。大垣アドバイザーより、地方ではニーズが伴わないことがしばしばあるので、日本とアジアの比較を含めた需給バランスの把握が重要とのコメントをいただいた。荒川アドバイザーより、第2部門と共同して小規模でもよいので、再生可能エネルギーとバイオマス由来燃料による電力供給の具体的事例に期待したいとのコメントをいただいた。

■矢部チーフアドバイザーからのご講評：

矢部チーフアドバイザーより、各部門及び部門をまたいだ技術開発の出口イメージを明確にすることが重要であること、また、成果・出口を分かりやすく（例えば一言で）表現する努力が必要であるとの総評をいただいた。

最後に、加納重義自然科学研究科長からの閉会の挨拶で第3回アドバイザー全体会合を閉幕し、部門別アドバイザー会合へ移動した。



第3回アドバイザー全体会合会場風景

部門名	(第 1 部門) 有機薄膜太陽電池	部門長	高橋 光信
1. 研究成果の概要			
<p>(1) キノイド構造安定化を分子設計基盤とした新規ポリマーを合成 (合成 G)</p> <p>(2) バンドギャップ、電荷移動度、溶解性、アクセプターとの相溶性等を効率的にチューニングできる π 共役高分子のコンビナトリアルケミストリー的合成 (合成 G)</p> <p>(3) 高分子合成グループから提供されたドナー性高分子発電材料の逆型素子への適用を開始し、製膜法等に関する要素技術を検討 (素子 G)</p> <p>(4) 無機半導体バッファ層の代わりに有機半導体を導入した低分子系順型太陽電池の開発 (素子 G)</p> <p>(5) 製膜中の基板回転による低分子系太陽電池の高性能化 (素子 G)</p> <p>(6) 金属/有機界面制御による高分子塗布系順型太陽電池の高性能化 (素子 G)</p>			
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			
<p>【成果報告】 (1, 2) 2 種類のチエノチオフェン (TT) ユニットの組成比が異なる π 共役高分子 (PTB) 系ポリマーを合成した (図 1)。得られたポリマーの薄膜状態における吸収スペクトルを測定したところ、フルオロフェニル基の導入率 (r) が増加するに従い、吸収領域が長波長側へシフトし、バンドギャップ (E_g) が小さくなった。ポリマー薄膜の X 線回折測定の結果から、r が増加するにつれて π-π スタッキング間隔が狭くなる</p>			
<p>ことが分かった。この結果は、エステル結合を介して導入した側鎖のフルオロフェニル基が主鎖の平面性を高めていることを示唆しており、吸収スペクトルの結果とも一致している。HOMO 準位と r の間には良好な線形的相関がみられ、ドナー材料の分子軌道準位を制御可能であることが明らかとなった。</p>		<p>図 1 新規高分子の合成法</p>	
<p>(3) 合成 G の創製した新規物質の物性と、それらを発電層材料に使った素子 (ITO/ZnO/PCBM:polymer/PEDOT:PSS/Au or Ag) の電池性能を評価した。前項図 1 に示される PTB-F75 高分子を用いたとき、従来の P3HT:PCBM 系の V_{oc} (0.57V 前後) に比べて約 120mV 増加し、PCE 4.3%を示した。また、2 時間の大気中連続光駆動においても保持率 9 割以上の高い耐久性を示した。さらに、電極を Au から Ag に変えることにより、反射光による有機発電層での再吸収によって光電流が増加し、PCE が 4.5%まで向上した。また、既知化合物であるが、基本骨格にジチエノシロールユニットを導入した π 共役高分子 (PTPD5DTSa) を使った逆構造の太陽電池で PCE 6.1% (J_{sc} 11.7 mA cm⁻², V_{oc} 0.90 V, FF 0.57) を達成した。</p>			
<p>(4, 5) 昨年度の成果として、CuI バッファ層を立体のナノロッド状にすれば、その上に積層する有機半導体層の配向や山谷構造を制御でき、結晶性までも制御できることが分かっている。本年度は、新た</p>	<p>図 2 PTB-F75 をドナー材料に用いた有機薄膜太陽電池の電流—電圧曲線。 青線：金電極、赤線：銀電極</p>		

なバッファ層として無機物ではなく有機半導体を適用した。ITO 上に平板剛直なペリレン誘導体 DIP の結晶性の高い薄膜をテンプレートとし、その上に DBP/C60 の積層太陽電池を作製した。DIP の結晶性を高めるために基板加熱をしながら蒸着膜を形成させたところ、温度と共に DIP 膜の結晶性が向上し、ナノロッド状に製膜されていることが分かった。変換効率が 5.5%、Voc が 0.93V、Jsc が 8.1mA/cm²、そして FF が 0.72 と大幅な性能向上が観測された。

(6) 有機薄膜太陽電池の高性能化において、金属電極と有機層との界面の制御は極めて重要である。PTB7:PC₆₁BM 活性層と Al 電極との間に積層型界面層である C60/LiF を挿入したところ、Voc が 0.75V まで向上して理論値に近い値となり、FF も 0.52 から 0.71 へと大幅に向上し、6.8%の性能を発現した。

【活動報告】H25 年 1 月から現時点まで、合成 G では国内学会で 7 件、国際学会で 2 件の発表を行った。また素子 G でも、国内学会で 27 件、国際会議で 7 件の発表を行った。さらに、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・依頼講演を 6 件行った。また、部門内での成果報告会を 5 回行った。金沢大学が技術シーズを提供し、(株)イデアルスターおよび(株)倉元製作所が開発・製造した有機薄膜太陽電池パネルの JR 山手線・目白駅 (JR 東日本) での実証試験が開始された。太陽電池により得られた電力を使って、電子ペーパーを駆動させ、電車情報 (のりば・上下線案内など) の表示に用いている。(平成 25 年 11 月～)

3. 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 (6) は項目①および②に対応しており、本年度はロードマップに沿った研究が実施された。高効率化研究においては、ドナー性新規有機発電材料を用いた系において、材料のポテンシャルの大部分を引き出すことに成功し、効率面だけを見れば、数値目標を超える成果 (平成 27 年度までの PCE 目標値: 5%、現時点での PCE の最高値: 6.1% (逆型素子)、6.8% (順型素子)) を達成できた。研究成果 (4)、(5) は項目①および②に対応できるよう基礎検討を行った研究成果であり、来年度以降のロードマップの達成に寄与する技術開発を達成することができた。

4. 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、①の耐久性については、大きな課題が残った。ドナー材料のポテンシャルを最大限に活かした耐久性確保に向けて、今後一層、注力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、本年度はこれまでのところ、思うように獲得できていない。一方、北陸先端科学技術大学院大学・村田英幸先生、筑波大学・丸本一弘先生、筑波大学・櫻井岳暁先生との新しい学外ネットワークの構築ができ、有機薄膜太陽電池開発に幅広い英知の結集がさらに可能となった。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 25 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	Efficient Small-Molecule Photovoltaic Cells Using a Crystalline Diindenoperylene Film as a Nanostructured Template	<i>Adv. Mater.</i> , 25, 6069-6075.	2013. 9	Y. Zhou, T. Taima, T. Kuwabara, K. Takahashi	4
2	Development of Bifacial Inverted Polymer Solar Cells Using a Conductivity-controlled Transparent Poly(3,4-ethylenedioxythiophene):Poly(4-styrene sulfonic acid) and a Striped Au electrode on the Hole Collection Side	<i>Jpn. J. Appl. Phys.</i> , 53, 02BE07-1-4.	2014. 2	T. Kuwabara, S. Katori, K. Arima, Y. Omura, T. Yamaguchi, T. Taima, K. Takahashi	3
3	Effect of the Solvent Used to Prepare the Photoactive Layer on the Performance of Inverted Bulk Heterojunction Polymer Solar Cells	<i>Jpn. J. Appl. Phys.</i> , 53, 02BE06-1-6.	2014. 2	T. Kuwabara, M. Kuzuba, N. Emoto, T. Yamaguchi, T. Taima, K. Takahashi	3
4	Factors Affecting the Performance of Bifacial Inverted Polymer Solar Cells with a Thick Photoactive Layer	<i>J. Phys. Chem. C</i> , 118, 4050-4055.	2014. 3	T. Kuwabara, Y. Omura, T. Yamaguchi, T. Taima, K. Takahashi, K. Higashimine, V. Vohra, H. Murata	4

(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	Effect of UV Light Irradiation on Photovoltaic Characteristics of Inverted Polymer Solar Cells with Various Zinc Oxide Electron Collection Layer(EM- NANO 2013, Kanazawa)	EM-nano 2013 technical digest, P2-56, p160.	2013. 6	Y. Omura T. Kuwabara, T. Yamaguchi, T. Taima, K. Takahashi	B
2	HOMO Level Tuning of the Novel Dithienosilole/Thienothiophene-based π -conjugated Polymers Bearing Various Phenyl Ester Pendants (EM- NANO 2013, Kanazawa)	EM-nano 2013 technical digest, P3-5, p169.	2013. 6	T. Kudo, T. Ikai, K. Maeda, S. Kanoh	B
				その他 5 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, San Francisco, USA)	2014. 2	*T. Taima, Y. Zhou, T. Kuwabara, K. Takahashi

4. 著書、編書

番号	書名	発行所	発行年月	著者名
1	「技術シーズを活用した研究開発テーマの発掘」第5節 有機系太陽電池を活用した研究開発テーマの発掘	株式会社 技術情報協会	2013. 7	當摩哲也

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	期待膨らむ有機薄膜太陽電池	北陸経済研究 417 巻・11月号、pp. 44-45	2013. 10	高橋光信、 桑原貴之

6. 特許等

番号	発明の名称	種別	出願番号	登録番号	氏名
1	金属材料を支持体とする有機薄膜太陽電池	特願	2012-0077		高橋、桑原、 河野、野呂、 石川

(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	Efficient Nanostructured Organic Solar Cells Based On Crystal-line Template(EM-NANO 2013, kanazawa)	2013. 6	* Zhou, Taima, Kuwabara, Takahashi
2	アミン類による ITO 電極の表面修飾と逆型有機太陽電池への応用(平成 25 年度 北陸支部秋季大会・表面技術協会中部支部講演・見学会 合同大会 (金沢工業大学))	2013. 10	* 久住、南、桑原、 當摩、山口、高橋
3	フルオロフェニル基を側鎖に有するチエノチオフェン系 π 共役高分子の合成と有機薄膜太陽電池への応用 (第 62 回高分子学会北陸支部研究発表会、長岡技術科学大学)	2013. 11	* 山本、鹿取、 井改、桑原、前田、 高橋、加納
	その他 12 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）（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
- ・挑戦的萌芽研究（H24～H25）紡織によって大面積化が可能な繊維型有機薄膜太陽電池の開発代表・高橋光信、分担・桑原貴之
- ・JST-さきがけ（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）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＞

- ・民間との共同研究 1 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＞

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）

- ・高橋産業経済研究財団、有機薄膜太陽電池の発電効率に及ぼす電子捕集層/発電層界面の化学的および物理的性質の解析、代表・桑原貴之

(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

- ・平成 24 年度 金沢大学と北陸先端科学技術大学院大学との教育研究活動支援、代表・高橋光信

9. 関連の学位論文提出数

- ・博士論文 0 件、修士論文 5 件、卒業論文 7 件

10. 国内・国際共同研究活動

- ・當摩、桑原の 2 名が、6/17-20 開催の EM-NANO 国際会議（石川県立音楽堂）組織委員として活動した。
- ・前田、生越、井改の 3 名が、9/11-13 開催の第 62 回高分子討論会（金沢大学）組織委員として活動した。

11. 国内・国際研究拠点形成状況

特になし

平成25年度 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	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
2	第四回次世代太陽電池研究会（七尾市 参加者 30名）	2014. 1	當摩*
3	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 21名）	2014.1	高橋*、前田生越、桑原*井改*、當摩
4	平成25年度金沢大学と北陸先端科学技術大学院大学との教育研究活動支援による「有機太陽電池の実用化へ向けた界面化学技術の応用」開催（第4回有機薄膜太陽電池部門公開シンポジウムに相当、金沢、70名）	2013. 12	高橋*、前田生越、桑原井改、當摩*
5	第25回有機薄膜太陽電池勉強会（金沢、20名）	2013. 11	高橋*、前田生越、桑原*井改、當摩
6	第24回有機薄膜太陽電池勉強会（金沢、20名）	2013. 8	高橋*、前田生越、桑原井改、當摩
7	第23回有機薄膜太陽電池勉強会（金沢、20名）	2013. 6	高橋*、前田生越、桑原井改*、當摩
8	第22回有機薄膜太陽電池勉強会（金沢、20名）	2013. 4	高橋*、前田生越、桑原井改、當摩

平成25年度のテレビ放映、新聞報道など
特になし

アドバイザーボード報告（第1部門）

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>本年度は、ロードマップに沿った研究がほぼ実施された。高効率化研究においては、主に材料合成グループが創製したドナー性有機発電材料を用いて、素子作製評価グループが材料のポテンシャルの大部分を引き出すことに成功し、効率面だけを見れば、数値目標を超える成果（平成27年度までのPCE目標値：5%、現時点でのPCEの最高値：6.1%（逆型素子）、6.8%（順型素子））を達成できた。しかし、耐久性については大きな課題が残った。ドナー材料のポテンシャルを最大限に引き出しながら、耐久性確保に向けて、今後一層、注力して行かねばならない。総括すると、ほぼ計画通り推進しているが、実用化に対して最重要な耐久性の確保に関して課題が残るため、達成度はBと判断した。</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>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た。そのためには、キャリア捕集層/発電層界面での電氣的接着性の改善や、発電層におけるマイクロ相分離構造の安定化など、多くの課題が山積している。一方、エネルギー変換効率は“瞬間値”ではあるものの目標以上の進捗で向上しているため、計画を前倒しして、ロードマップの最終年度（H32年度）到達目標値8%を視野に入れて、H26年度は7%を達成できるよう努力したい。そのためにも、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る。以上、本年度の研究成果を手掛かりとして、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ているものの、その具体的方針は必ずしも明確に打ち出せていない。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。</p>

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)
<p>コメント（200字程度）</p> <p>自己評価にも記されているように耐久性に大きな課題があるものの、材料の研究、界面制御の研究、デバイス構造の研究、各々が目標を共有化しロードマップに沿った研究が着実に行われ、太陽電池実用化における一つの重要ファクターであるエネルギー変換効率では目標値を上回る成果を達成できたこと、高く評価する。</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 (A)
<p>コメント（200字程度）</p> <p>エネルギー変換効率を維持・向上させながらも耐久性に力点を置くことは、実用化を加速させることに繋がり、大変有意義なことであると評する。材料自体の視点、界面制御の視点、構造の視点、各々様々な観点より仮説を立て実証テストを繰り返し、実際の生産工程設計に役立つ“劣化のメカニズム”構築を願う。</p>

第1部門アドバイザーボード会合の報告

開催日時：平成26年1月25日(土)15:00~17:00

開催場所：金沢大学 自然研1号館Cブロック会議室(1C614)

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dealスター 代表取締役副社長 表 研次 様

プログラム

- 15:00~15:05 はじめの挨拶 高橋光信 部門長
- 15:05~15:35 素子グループ(當摩研) 研究報告(30分)
山本晃平 「素子構造の耐久性への影響とペロブスカイト太陽電池の開発」
田中潤 「高分子薄膜太陽電池における金属電極/有機層の界面の制御」
- 15:35~15:50 合成グループ(加納研) 研究報告(15分)
山本倫行 「フェニルエステル基含有チエノチオフェン系 π 共役高分子の合成」
- 15:50~16:00 合成グループ(生越研) 研究報告(10分)
生越友樹 「グラフト化及び両親媒性分子導入によるPEDOT/PSS界面の制御」
- 16:00~16:45 素子グループ(高橋研) 研究報告(45分)
鹿取晋二 「HOMO準位チューニングした新規PTB系共役高分子をドナーに用いた逆型有機薄膜太陽電池の光電変換特性」
大村佳弘 「Dithienosilole/Thienopyrrolodione系共役高分子をドナーに用いた逆型有機薄膜太陽電池の光電変換特性」
久住拓司 「アミン修飾ITO電極を電子捕集極に用いた逆型有機薄膜太陽電池の開発」
- 16:45~16:50 アドバイザーコメント1 鈴木 様
- 16:50~16:55 アドバイザーコメント2 表 様
- 16:55~17:00 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】

事象を真摯に捉え、課題の共有化ができています。界面がキーワードだと思うので、界面を取り扱っている様々な分野の勉強が必要だと感じた。有機-無機ハイブリッド(ペロブスカイト)など、幅が広がってきた。産総研矢部理事の「どこでも太陽電池」のコメントに加えて、デザイン力を忘れないでほしい。

【株式会社 イdealスター 表代表取締役副社長のコメント】

RSETへの期待として、独自で材料を作って、デバイスまで作れることは利点。今年は材料班とデバイス班のやりとりがスムーズに見えた。C60挿入がトピックだと思った。他大学も応用を目指しているが、効率+耐久性を兼ね備えているのは金沢大で、他大よりも強い特徴といえる。我々は金沢大発の材料を大量合成・生産できるネットワークを作りたいと思っている。

【書面でいただいた表代表取締役副社長のアドバイザーコメント】

<研究成果の目標達成度>高効率化について昨年度から大きく進展し、目標値を達成した点は高く評価できる。新規材料の開発、界面制御、大気中プロセス製造可能なデバイスの開発等優れた成果が得られている。耐久性については各種実験により追及して研究結果を出しており高く評価できるが、設定している目標値を達成するという点ではクリアできていないという評価になる。新規デバイス構造の研究も積極的に進めていることも高く評価できる。

<次年度の目標設定>研究進捗に合わせて発電効率を上方修正して設定しており適切な目標値といえる。耐久性を明確な数値目標としている点も高く評価できる。耐久性は新規開発を進める材料に依存するため、材料としての耐久性向上材料設計指針と、材料開発とは独立にデバイス実験を進め、デバイスとして耐久性向上指針を明確にすることもぜひトライしていただきたい。新規発見につながる高付加価値技術の創出を目標にあげていることも高く評価できる。



部門名	(第 2 部門) 自然エネルギー活用	部門長	木綿 隆弘																		
1. 研究成果の概要																					
<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に関して、可変ピッチ式直線翼ダリウス風車、オルソプタ風車、及びフェンス上部に設置したクロスフロー風車の出力向上の条件や、建築物屋上の風条件に建物の水平アスペクト比が与える影響を明らかにした。自励振動する角柱による振動発電に及ぼす流れの乱れの影響の検討を行い、さらに、地下タンクへの蓄熱過程について明らかにした。</p> <p>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と分散発電システムの構築のために、最大 20MPa の雰囲気中で微小液滴の挙動を観察するシステムと、1000K 以上の高温雰囲気での蒸発・反応挙動を観察するシステムを完成させた。EGR 付小型汎用火花点火式内燃機関を用いて灯油・ガソリン混合燃料での試験を実施、EGR のノック強度低減効果を検証した。並行して、タール除去装置付数 kW 級木質バイオマスガス化装置を開発、中小型発電装置開発企業との連携を模索している。</p>																					
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																					
① 高効率な垂直軸風車の設計・開発																					
<p>部門代表者が開発した可変ピッチ式直線翼ダリウス風車を対象に数値流体力学(CFD)解析を実施し、乱流モデルの違いが出力(トルク)に与える影響を明らかにした。</p> <p>オルソプタ風車について、翼形状の影響を調べ、楕円翼よりも平板翼の方の出力が大きいことを風洞実験で明らかにした。CFD 解析の結果、平板翼の自転トルクが大きいことがその原因であることが分かった。</p>																					
② フェンス上部やビル屋上の増速域を利用した高出力な小形風車の開発																					
<p>図 1 (a)のように、防風フェンス上部にクロスフロー風車を水平に設置した場合に、斜め風の流入角度 θ(図 1 (b))が出力に及ぼす影響を風洞実験で調べた結果、出力特性の変化は風車単体の場合と同じく $\cos^2\theta$ に概ね比例することを示した(図 1 (c))。さらに、フェンス風上面に垂直な偏向板を設置した場合の出力に与える効果を把握した。</p> <p>水平アスペクト比が 1:1、1:2、1:4 の建築物を対象にその屋上の風条件を CFD 解析し、アスペクト比 1:2、1:4 の建築物屋上の風速及び乱れ分布は、アスペクト比 1:1 建築物屋上のものと類似するが、値は小さくなる傾向があることを明らかにした。</p>																					
③ 静穏な小形風車の開発																					
<p>可変ピッチ式直線翼ダリウス風車を対象に風洞実験を行い、マイクロホンアレイによる空力音計測から、騒音レベルの鉛直分布と水平分布を取得した(図 2)。その結果、主要な騒音</p>																					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="1114 887 1433 1144"> <p>(a) 風洞実験概略図</p> </div> <div data-bbox="1161 1144 1401 1335"> <p>(b) 流入風角度 θ</p> </div> <div data-bbox="1098 1335 1433 1592"> <table border="1"> <caption>Figure 1(c) Data: Ratio of maximum power coefficient vs. inflow angle</caption> <thead> <tr> <th>流入風角度 θ [°]</th> <th>風車単体 $C_{p,max}(\theta)/C_{p,max}(\theta=0)$</th> <th>風車+フェンス $C_{p,max}(\theta)/C_{p,max}(\theta=0)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>0.92</td> <td>0.92</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0.82</td> <td>0.82</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>0.72</td> <td>0.72</td> </tr> </tbody> </table> <p>(c) 各 θ での最大出力係数と $\theta = 0^\circ$ での最大出力係数の比</p> </div> </div> <p>図 1 フェンス上部に設置したクロスフロー風車の実験</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div data-bbox="667 1715 1082 2029"> <p>(a) 空力音測定実験概略図</p> </div> <div data-bbox="1098 1760 1433 2029"> <p>(b) 騒音レベルの水平分布の例</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">図 2 可変ピッチ式直線翼ダリウス風車の風洞実験</p>				流入風角度 θ [°]	風車単体 $C_{p,max}(\theta)/C_{p,max}(\theta=0)$	風車+フェンス $C_{p,max}(\theta)/C_{p,max}(\theta=0)$	0	1.0	1.0	10	0.98	0.98	20	0.92	0.92	30	0.82	0.82	40	0.72	0.72
流入風角度 θ [°]	風車単体 $C_{p,max}(\theta)/C_{p,max}(\theta=0)$	風車+フェンス $C_{p,max}(\theta)/C_{p,max}(\theta=0)$																			
0	1.0	1.0																			
10	0.98	0.98																			
20	0.92	0.92																			
30	0.82	0.82																			
40	0.72	0.72																			

源は、風上側の翼から放出された渦と風車のアームやシャフトとの干渉に起因している可能性があることが分かった。

④ 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

回流水槽を用いて、片持ち弾性支持された矩形柱の振動特性について、接近流の乱れ強さが及ぼす影響を調べた。乱れが大きいほど、振動開始流速が増加し、その増加割合は小さくなることを示した。

⑤ 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、熱交換器径に基づくレイリー数、タンク内における熱交換器の鉛直方向位置が重要なパラメータとなることを明らかにした。

⑥ 様々なバイオマス燃料に対応した燃焼状態計測システムの設計・開発

一般的な噴霧を校正する液滴程度の大きさ(直径数 μm)を高い精度で再現、計測するシステムの開発に成功した。この装置を用いて火炎近傍の液滴挙動を観察した結果、 $30\mu\text{m}$ 程度の大きさの液滴の場合、火炎近傍でも軌道はほとんど変化しないことがわかった。

⑦ 市販の汎用内燃機関の改良と各燃料毎の最大効率運転条件の探査

汎用単気筒火花点火機関を改良、点火時期、燃料噴射時期、燃料噴射量、EGR 割合、燃料噴射方法(ポート噴射と筒内直接噴射)を自由に制御できるシステムの開発に成功した。その結果、酸素濃度を数ポイント低減することで、ノック強度が小さくなることがわかった。バイオマス気体燃料を生成するため、数 kW 級タール除去機能付木質バイオマスガス化装置を開発、その設計指針を確立した。

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、最適な偏向板形状を用いた増速効果による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、風洞実験における騒音計測システムが整えられ、直線翼ダリウス風車の騒音発生源の評価が可能となった。

(2)風力発電出力変動補完用燃焼システムの開発の「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」に関して、シミュレーションによる加熱部設計が可能となったので、その効果を考察する。「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」に関して、数 kW 級タール除去機能付木質バイオマスガス化装置の目処が立ったので、システムとしての特徴を検証する。

4. 反省点

実施計画は概ね達成しているが、「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、クロスフロー風車以外の垂直軸風車用の集風装置の最適形状の検討が進んでいないため、CFD 解析により継続して設計を実施する。さらに、「風力発電変動の補完手法の開発」に関して、風車出力の変動の解析を継続中であるが、出力の最大化・安定化に向けた制御方法について検討を進める必要がある。また、大型外部予算の獲得を来年度も引き続き目指す。

平成 25 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	レベルの自己判定
1	直線翼垂直軸風車の空力騒音に関する風洞実験	日本機械学会論文集 B 編、Vol. 79、 No. 808、 pp.2577-2581	2013. 12	河野孝昭、東大輝、木綿隆弘、木村繁男、小松信義	3
2	Behavior of Small Fuel Droplet near Butane Diffusion Flame	Society of Automotive Engineers Paper, 2013-32-9123 (6pages)	2013. 10	Enomoto, H, Kunioka, S, Hieda, N	3
3	L 字フレームを用いた磁歪式振動発電デバイスの特性評価	日本 AEM 学会誌、Vol.21、 2、 pp. 179-183	2013. 4	上野敏幸、三浦英充、山田外史	3
4	速応性とロバスト性を考慮した並列接続インバータの比例負荷分担達成のための分散制御	電気学会論文誌 C、Vol. 134、 No. 1、 pp.63-68.	2014. 1	浦大輔、山本茂	3
他 8 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	Numerical and Experimental Study on the Flow Characteristics around a Cross-flow Wind Turbine (FLUCOME2013, Nara, Japan)	Proceedings of the 12th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, OS18-04-4 (USB)	2013. 11	Yamagishi, A, Kono, T, Kiwata, T, Kimura, S, Komatsu, N	B
2	Measurement of Aeroacoustic Noise from a Straight-bladed Vertical-axis Wind Turbine (FLUCOME2013, Nara, Japan)	Proceedings of the 12th International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization, OS18-04-3 (USB)	2013. 11	Higashi, D, Kono, T, Kiwata, T, Kimura, S, Komatsu, N	B
他 9 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

なし

4. 著書、編書

番号	書名	発行所	発行年月	著者名
1	電気工学ハンドブック第7版	オーム社	2013.9	電気学会編 金子修 他約700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	解説	磁歪材料を用いた振動発電とアクチュエータ実用化、現状と展望	精密工学会誌、Vol.79、No.4、pp.305-308	2013.4	上野敏幸

6. 特許等

番号	発明の名称	種別	出願番号	登録番号	氏名
1	木質バイオマスのガス化装置、発電装置及びガス化方法 他3件	特願	2013-258184		榎本啓士

(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	直方体建築物屋上における小形風車設置高さの風条件に建築物の縦横比が及ぼす影響について (第35回風力エネルギー利用シンポジウム、東京) その他 23件	2013.11	河野孝昭*、 小垣哲也、 木綿隆弘

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、齋藤武久

(2) 政府出資金事業等（事業名、出資機関名、代表・分担等）

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＞

・民間との共同研究 2 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＞

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）

なし

(8) その他

・能登キャンパス学生教育・活動支援事業（能登キャンパス構想推進協議会）「再生可能エネルギーの暮らし」可能性調査事業、代表：木綿隆弘

9. 関連の博士論文、修士論文、卒業論文の提出数

・博士論文 0 件、修士論文 7 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

- ・河野が日本風力エネルギー学会の 2012 年度の論文賞を受賞
- ・木綿が日本風力エネルギー学会の 2012 年度の論文賞を共同受賞
- ・河野の指導する博士前期課程 1 年生の山岸啓が国際会議 FLUCOME2013 で Best Student Paper Award を受賞
- ・上野が 7 社の企業との特許実施権許諾契約

平成 25 年度 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	第15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)	2013.4	木綿*、 榎本、 小松、 河野、
2	第16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、26名)	2013.5	木綿*、榎本 小松、河野
3	第17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、26名)	2013.6	木綿*、榎本 小松、河野
4	第18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)	2013.7	木綿*、 榎本、 寺岡、 小松、 河野
5	第9回北信越エンジンシステム研究会 (石川、40名)	2013.7	榎本*、 大嶋
6	第19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)	2013.10	木綿*、榎本 寺岡、小松、河野
7	第11回北信越エンジンシステム研究会 (石川、42名)	2013.10	榎本*、大嶋
8	第20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)	2013.11	木綿*、木村 榎本、寺岡、小松 河野
9	第21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、21名)	2013.12	木綿*、寺岡、 小松、河野
10	セミナー「地熱資源立国を目指して」 (金沢、82名)	2013.12	木村*、 村岡
11	特別講演会「着氷現象：対策と課題」 (金沢、36名)	2014.2	木綿*、 河野、 木村
12	特別講演会「Smooth Switching LPV Control and Its Potential Applications」 (金沢、20名)	2014.3	山本*、 金子、 長棟

平成 25 年度のテレビ放映、新聞報道など

- ・北国新聞 (石川全県)、2013 年 4 月 12 日【朝刊】、発電する防風柵 製品化
- ・北国新聞 (石川全県)、2013 年 12 月 8 日【朝刊】、再生エネの開発「重要」

アドバイザーボード報告（第2部門）

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「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、防風フェンスに設置したクロスフロー風車について偏向板による出力アップを行い、実用化に目処を付けた。さらに、建物物周辺における風条件及び風車の性能について、数値流体解析による評価を進めるとともに、屋外実測の準備を整えた。「静穏な風車の開発」では、直線翼ダリウス風車からの騒音発生源等の計測が可能になった。</p> <p>②風力発電出力変動補完用燃焼システムのための「マイクロ波を用いた高応答性燃焼促進システムの開発」では、実機に搭載した試験を行える状態となり、「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」では、数 kW 級タール除去機能付木質バイオマスガス化装置の目処が立った。</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。なお、科研費以外の外部予算に関しては、採択に至らなかった。海外との共同研究も視野に入れて、国際会議での発表を18件行った。</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、今年度の成果を踏まえ、建築物周辺で風力発電システムを設置するための風車の高効率化・低騒音化に向けたデータ取得を重点的に推進する。また、補完用燃焼システムは、数 kW 級の出力では風車出力の変動がとて大きいことがわかったので、バイオマス由来燃料対応を中心に機器の安定運用を目指す。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。なお、大型外部予算に関しては、次年度も引き続き申請を行っていく。</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 (B)
<p>風力およびバイオ燃料のそれぞれの分野で研究が着実に進んでいることを評価する。風力では小型風車の垂直軸風車をフェンス上部に設置するなどの、地域に応用可能な個性的な研究が進んでいることを歓迎する。また、バイオ燃料を効率的に利用する内燃機関の運転条件の確立が図られた。一方、両分野を統合する出力変動補完燃焼システムの開発が、小型風車と内燃機関の発電出力の規模が異なるため、困難に直面していることが確認された。</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>それぞれの基礎研究についてはさらに確実に進展を図ること。両者の融合については、直接的には難しいところがあるものの、相当台数を併置した適正規模の風車の仮想的な出力変動を想定して、バイオ燃料の内燃機関を実際に運転し、出力一定の可能性を実証するなどの、半経験的な手法を試みてほしい。また、地産地消を目指したプロジェクトを計画し、各省庁の大規模予算の獲得を目指してほしい。</p>

II-II 外部アドバイザー（（株）IHI・藤森俊郎様）のご意見

<p>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> <p>クロスフロー風車の研究は、実証試験が行われるなど、実用化に向けて着実に研究開発が進めれていると評価する。実証試験結果から見えてきた課題を明確にして、今後の研究開発にフィードバックすることが、焦点が絞れてより実用化が進むと思われる。高効率化、低騒音化については、研究開発課題としては妥当であるが、定量的な目標を設定して取り組むべきである。バイオマスについては、タールを低減するガス化技術の見通しをたてたことは評価される。今後の研究開発の進展が期待される。</p>
<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> <p>クロスフロー風車については、課題を明らかにして、実用化を目指して頂きたい。風車要素研究（高効率、低騒音化）については妥当な課題であるが、目標値を設定して、研究開発を進めるべきと考える。バイオマスガス化については、引き続き実証に注力してほしい。風車と燃焼技術の組み合わせについては、現状の要素研究を統合することを目標とせず、モデルを設定して、試験、シミュレーション結果を活用して、評価することが良いと考える。</p>

第2部門アドバイザーボード会合の報告

開催日時： 2014年1月25日（土） 15:00～17:30

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. 15:00 - 15:10 第2部門の目標と3年間の取り組み概要（木綿 部門長）
2. 15:10 - 16:10 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（河野）：

- (a)直線翼垂直軸風車の高効率化・低騒音化
- (b)オルソプタ風車の高効率化
- (c)フェンス上部に設置するクロスフロー風車の開発
- (d)矩形柱構造物を用いた振動発電装置の開発
- (e)建物屋上における風条件と風車発電量の実測



3. 16:10 - 17:30 熱機関グループの報告と部門の方向性についてのディスカッション

研究活動報告（榎本）：

- (a)様々なバイオマス燃料に対応した燃焼状態計測システムの設計・開発
- (b)市販の汎用内燃機関の改良と各燃料毎の最大効率運転条件の探査

【東京大学 荒川教授の主なコメント】

①RSET のプロジェクトとして、何か一つ、自然エネルギーによる発電で閉じた電力網を作ると、世の中に訴えることができる。個々の技術開発はそれぞれ進め、それぞれを結び付けたシミュレーションをある地域に適用して、動いているところを見せると良いのではないかと。②市街地空間に導入する小形風車について、最初から非常用電源として開発する必要性は低い。非常時にも使えるという位置づけが妥当。デザイン性と環境教育の観点から、研究開発をおこなうことには、価値がある。高効率化の研究開発を行うことは、離島や山岳地域等の電力が高額な場所に普及させるうえで重要である。③大規模洋上風車には、垂直軸風車が適しているという機運が出てきている。実験・開発は、徹底して小形風車を対象に行い、大形風車については、アドバイザー的な立場でやると良い。

【（株）IHI 藤森副所長の主なコメント】

①直線翼垂直軸風車については、世の中に与えるインパクトを考えて、高効率化・低騒音化の目標値を設定すべき。小形風車の騒音の評価方法自体が研究になる可能性がある。人間にとって、小形風車から発生する騒音の何が耳障りなのか等、人間工学分野の専門家と組んで調べてはどうか。②高温雰囲気中における液体燃料の燃焼状態の分析については、再生可能エネルギーと無理に関連付けをせず、燃焼の純粋な研究として進めると良いのではないかと。③内燃機関による風力発電の変動補完については、小形風車ではなく、世の中にある風車を想定すれば良い。技術として、実機のサイズまで実証する必要は無く、そこに提供できる研究成果が出れば十分。風力発電の変動データは海外で公表されているのでそれを入手して、個々の技術を伸ばし、最後にシミュレーションでつなげれば良い。

平成 25 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>RSET 設置の3年目にあたる平成年度は、ロードマップに示した 2nd stage (2013 年度) の主要 3 研究開発項目 (CO₂ 分離回収の高効率化に関する研究、フライアッシュ有効利用および海洋バイオマス育成に関する研究、排熱回収方法と余剰排熱の有効利用法に関する研究) の目標達成に向け研究を推進した。2nd stage の目標はほぼ達成したと考えられる。</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 (各研究課題の個別成果)</p> <p>2. 1 CO₂ 分離回収の高効率化に関する研究 (児玉・大坂)</p> <p>大規模施設から排出される CO₂ の高回収率、高濃縮を同時達成させるため、温度スイングに蒸気脱着操作を付与した新規 CO₂ 回収システムを提案した。昨年度その有効性を実験的に検討した。本年度は、プロセスの最適化 (蒸気投入量、各サイクル時間、再生ガス温度) を行うため、数学モデルの構築を行った。物質移動係数を用いた簡易モデルを構築し、そのモデルで吸脱着現象を表現する物質移動係数を、容量法を用いた評価装置 (吸着剤層内物質移動係数の評価) ならびに吸着破過評価装置 (境界物質移動係数の評価) により実験的に求め、数学モデルへ展開を行った。</p> <p>また、小規模な CO₂ 排出源への適用を視野に模擬バイオガス (CH₄ 60%+CO₂ 40%+水蒸気) の PSA 分離実験を行った。従来型 CO₂ 吸着剤であるゼオライト 13X は、水蒸気共存によって、その CO₂ 吸着能は消失するが、分子篩炭 (日本エンバイロ社製 KP-432) は、CH₄ 回収率が低いものの水蒸気の影響を受け難いことがわかった。</p> <p>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に関する研究 (瀧本・多田・長谷川・三木・鳥居)</p> <p>(1) 藻類バイオリアクタ：多量の炭化水素を生産する微細藻である <i>Botryococcus braunii</i> を対象に、生長効率の向上を目的とした培養における攪拌条件の検討を行った。スターラを用いた場合は 500 rpm が最適速度、エアレーションでは 500 ml/min が最適流量となった。また、エアレーションでは攪拌作用に加えて CO₂ が供給されることから、より光合成が促進されると考えられ、容器サイズとの関係からさらに最適化を追求される。</p> <p>(2) 海藻育成技術：藻類の生長に必要な不可欠な鉄は、自然水中において腐植物質と錯体を形成することが知られており、腐植物質と鉄の錯形成挙動を求めることは鉄の bioavailability (生物可用性) の解明において重要な課題である。本年度は、室内実験により大型藻類や微細藻類の増殖に適した栄養条件を探索した。微細藻類の培養試験より、沿岸藻類への安定な鉄の供給には、亜炭を原料として化学的に生成した腐植様物質の併用が有効であることが分かった。この増殖促進効果を決定する理論的根拠として、天然由来の腐植物質よりも鉄に対する錯形成能が高いこと、溶存態やコロイド態の分子量が比較的 low 海中における滞留時間が長いことを明らかにした。</p> <p>(3) 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：北陸地方で産出するフライアッシュ (FA) と安山岩を用いた北陸特産のポーラスコンクリートを開発するとともに、室内試験において通常のコンクリートと比較し、ホンダワラ類 (ヤツマタモク) の着床基質としての有効性を明らかにした (特許出願)。さらに、地元企業との共同研究によって能登半島におけるフィールド実験を実施することが決定し、海域での実証実験を開始した。</p>			



写真 FA高含有ポーラスコンクリート上で成長したホンダワラ類

2. 3 排熱回収方法と余剰排熱の有効利用法に関する研究（児玉・大坂・汲田）

利用対象を分散型発電や工場排熱などの低温排熱に拡大し、デシカント空調や吸着冷凍機の高度化研究を推進している。

・デシカント除湿／空調： 水蒸気移動現象の解明を目的として細孔径分布の異なるシリカゲルロータを準備し、水蒸気吸脱着挙動と吸着材ロータ特性の関係を見出すべく検討中である。ここで得られた知見は数値シミュレーションの高度化につなげる。また、熱交換器の伝熱面に吸着材を直接塗布した「吸着熱交換器」を利用したバッチ式連続除湿装置について、流路切換直後の温湿度変化を抑制する手法として流路切換の遅延操作を提案し、その効果を検証している。

デシカント除湿の新たな展開先として農業分野が考えられる。例えば、園芸用ビニルハウスには作物の育成管理や病気の抑制のため、除湿需要がある。相対湿度が高い温室内の空気を除湿対象とし、冬季の乾燥した外気を再生空気とする湿度スイング操作を行えば、温室内を減湿できる。同時に吸着熱発生によって暖房効果も得られる。市販のシリカゲルデシカントロータを用いて予備実験を行ったところ、外気温度の影響が極めて大きいことがわかった。これは湿度スイング幅の縮小とロータ自体の温度低下に起因する。解決策として農地浅層地中熱による予熱を提案した。この他、農作物の育成速度上昇を狙って、デシカントロータを用いた大気中二酸化炭素の分離濃縮の可能性検討を進めている。

・吸着冷凍機： 低温排熱の回収・有効利用技術のひとつである吸着式冷凍機の小型化と冷熱出力向上を目指し、その内部に封入する冷媒水蒸気吸着材の高度化に取り組んだ。水との収着性に富む塩化カルシウム／アルマイト複合材では、担持層となる多孔質アルマイト皮膜の細孔構造と塩化カルシウム添着特性の関係を把握するとともに、ナノ空間に析出した塩化カルシウムの状態が水蒸気収着挙動に及ぼす影響について明らかにした。また、ゾル・ゲル法で調製した多孔質シリカ微粒子とアルミニウム平板との複合吸着材の調製では、調製条件の最適化等により mm オーダのシリカ粒子厚膜の形成が可能となることを見出し、この成果発表に対して、日本冷凍空調学会優秀講演賞を受賞した。

2. 4 活動報告：平成25年4月から公開シンポジウム、セミナーを7件開催した。また、部門内の連絡会を四半期毎に実施した。

3. ロードマップから見る研究成果の位置づけ

ロードマップに示した各研究項目の2nd stageの目標はほぼ達成していると考えられる。

4. 反省点

3rd stage以降の各研究項目のフィールド適用・実証実験による実用化開発への展開を考えると、研究資金がまだ十分であるとはいえない。今後さらに外部大型予算の獲得が必要となるため、外部ネットワークとも協力し、来年度以降もひきつづき外部大型予算の獲得を目指したい。

平成 25 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 の自己 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> (accept,27-Nov.-2013)	掲載決定	T. Nagai, <u>O. Miki</u> , C. Okumura	3
2	Effect of Nitrate on the Determination of Iron Concentration in Phytoplankton Culture Medium by Liquid Scintillation Counting (LSC) Method Using ⁵⁵ Fe Radioisotope Tracer	<i>J. Radioanal. Nucl. Chem.</i> , 296 , 1295-1302	2013. 5	C. Okumura, M. A. Rahman, <u>A. Takimoto</u> , <u>H. Hasegawa</u>	3
3	Potential of Proteins and Their Expression Level in Marine Phytoplankton (<i>Prymnesium parvum</i>) as Biomarker of N, P and Fe conditions in Aquatic Systems	<i>Advances in Biological Chemistry</i> , 3 , 338-346	2013. 6	<u>H. Hasegawa</u> , M. M. Rahman, S. Kato, T. Maki, M. A. Rahman	3
4	Growth characteristics and Growth rate Estimation of Japanese Precious Corals	<i>J. Exp. Mar. Biol. Ecol.</i> , 441 , 117-125	2013. 3	N. T. Luan, M. A. Rahman, T. Maki, N. Iwasaki, <u>H. Hasegawa</u>	3
5	The Development of Highly Durable Concrete Using Classified Fine Fly Ash in Hokuriku District	<i>Journal of Advanced Concrete Technology</i> , Vol.11, pp.312-321	2013. 11	T. Hashimoto, <u>K. Torii</u>	3
6	ASTM C1260 によるフライアッシュ含有モルタルの安山岩に対する ASR 抑制効果の評価	材料 Vol.62, No.8, pp.235-240	2013. 8	広野真一、 <u>鳥居和之</u>	3
7	SAPO-34 を用いた圧カスイング吸着プロセスによる模擬バイオガス（メタン・二酸化炭素・水蒸気）の分離	化学工学論文集 Vol.39, No.6, pp.503-507	2013. 11	<u>児玉昭雄</u> 、 瀬尾光弘、 宮下裕一、 <u>大坂侑吾</u>	4
	他 30 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	Determination of Growth Rings and Microstructure in Skeleton of Japanese Precious Corals. (The 12th Asian Conference on Analytical Sciences (ASIANALYSIS XII), Fukuoka, Japan)	Proceedings of the 12 th Asian Conference on Analytical Sciences	2013. 8	L. T. Nguyen, M. A. Rahman, T. Yoshimura, Y. Tamenori, T. Maki, N. Iwasaki, <u>H. Hasegawa</u>	A
	他 14 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	北陸地方の電気エネルギー事情とフライアッシュのリサイクル(NTT 環境エネルギー研究所連携講座シンポジウム、金沢)	2013. 11	鳥居和之*
	他 4 件		

4. 著書、編書

番号	書 名	発行所	発行年月	著者名
1	改訂版 デシカント空調システム ((財) 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著)	日本工業出版	2013. 7	児玉昭雄 (執筆担当 第3章 pp.38-86、第 6章 pp.170-202、第 7章 pp.203-218)
	他 4 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	総説	水環境改善・修復材としての鉄鋼スラグとその物理化学的特性	環境技術、Vol.42, No.7, pp.386-391	2013. 7	<u>三木 理</u>
		他 2 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	特許	特願 2013-151328		<u>三木 理</u> 、 <u>鳥居和之</u> 、 <u>参納千夏男</u>

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	Effects of Chlated Iron on the Growth of Sargassum Species at Germling and Immature Stages (Water and Environment Technology Conference, WET2012, Tokyo, Japan)	2013. 6	T. Nagai*, O. Miki, C. Okumura
	他 34 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 C(一般)、超音波を利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、分担・瀧本昭、大西元
- ・特別研究員奨励費、分子認識技術を用いた埋立廃棄物中レアメタルに対する新規回収法の開発、代表・長谷川浩
- ・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の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
- ・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
- ・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

(2) 政府出資補助金等（事業名、出資機関名、代表・分担等）

- ・平成 24-25 年度、JST、生分解性水溶性キレート剤による放射性セシウム汚染廃棄物洗浄法の開発、復興促進プログラム (A-STEP)、代表・長谷川浩
- ・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）

(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鐵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
- ・地下水利用空調の能力シミュレーションの研究、代表・瀧本 昭、分担・多田幸生
- ・重金属汚染土壌及び廃棄物に対する洗浄方法の開発、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
- ・重金属の不溶化剤に関する共同研究、代表・長谷川浩

- ・環境中における放射性物質低減技術の開発、代表・長谷川浩
- ・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
- ・浚渫砂を混合したフライアッシュ高含有コンクリートの製造技術の研究、代表・鳥居和之
- (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＞
- (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）
 - ・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
 - ・(財) 三谷研究開発支援財団、放射性セシウム汚染廃棄物に対する新規湿式除染技術の開発、代表・長谷川浩
 - ・公益社団法人日本冷凍空調学会 学術賞（平成 25 年 5 月）、「吸着材デシカントロータの最適操作設計指針」、辻口拓也、児玉昭雄
- (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
 - 鳥居 2 件、児玉 3 件、 汲田 1 件（総計： 6 件）
- (8) その他
 - ・平成 24-25 年度 金沢大学・戦略的研究推進プログラム（次世代重点研究プログラム）、グリーン・メディシナルイノベーションに向けた異分野融合研究の推進、代表・長谷川浩
 - ・SCMT-3 国際会議（グランビア京都（京都市）、2013.8.20）にて優秀論文表彰、 鳥居和之

9. 関連の学位論文提出数 博士論文 3 本、修士論文 16 本、卒業論文 24 本

10. 国内・国際共同研究活動

- ・ Bangladesh・ Chittagong University, M.A. Majid 教授（環境改善化学） 長谷川浩
- ・ Australia・ SIdney University, M.A. Rahman 博士（環境分析化学）長谷川浩
- ・ Bangladesh・ Chittagong University, 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
- ・ Australia・ CSIRO とのジオポリマーの共同開発（電力中央研究所）鳥居和之
- ・ Thailand の ASR 劣化橋梁の対策とその支援活動（タマサート大学）鳥居和之
- ・ デシカントロータの数值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

11. 国内・国際研究拠点形成活動

- ・平成 24-25 年度 金沢大学・戦略的研究推進プログラム（次世代重点研究プログラム）、グリーン・メディシナルイノベーションに向けた異分野融合研究の推進、代表・長谷川浩、 分担・三木理、児玉昭雄
- ・北陸地方における FA コンクリートの普及活動（北陸電力）鳥居和之
- ・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

平成 25 年度 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	産学官連携による「北陸地方におけるコンクリートへのフライアッシュの有効利用促進検討委員会」事業報告（福井県民ホール、148名）	2013.6	鳥居和之*
2	平成 25 年度第 1 回コンクリートフォーラム 「北陸地方におけるコンクリートへのフライアッシュの有効利用促進」に関する講習会（金沢大学、156名）	2013.8	鳥居和之*
3	RSET 第 3 部門主催セミナー「炭素循環に関する海洋バイオマス研究開発最前線」（プログラム）①鉄鋼業におけるブルーカーボンへの取り組み、新日鐵住金（株）、堤直人氏②バイオマスリファイナリーの現状について、（株）IHI 北野誠氏（金沢大学、41名）	2013.8	三木 理* 瀧本 昭 児玉昭雄 長谷川浩 鳥居和之 多田幸生 汲田幹夫 大阪侑吾
4	北陸道路研究会 60 周年記念シンポジウム (KKR 金沢、160名)	2013.9	鳥居和之*
5	平成 25 年度北陸道路研究会総会・研究集会（富山県民会館、172名）	2013.10	鳥居和之*
6	RSET 第 2 回公開シンポジウム、第 3 部門研究紹介、「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」、RSET 専任教授、三木 理（香林坊プラザホール、105名）	2013.11	三木 理* 瀧本 昭 児玉昭雄 長谷川浩 鳥居和之 多田幸生 汲田幹夫 大阪侑吾
7	金沢大学・次世代戦略拠点形成プロジェクト「グリーン・メディシナルイノベーションに向けた異分野融合研究の推進」講演会・大気科学（プログラム）①金沢大学機械工学系教授、児玉昭雄②金沢大学薬学系准教授、鳥羽 陽（金沢大学サテライトプラザ）	2014.2	長谷川浩* 児玉昭雄 三木 理

平成 25 年度のテレビ放映、新聞報道など

1. 「再生可能エネルギー固定価格買取制度の導入について」石川テレビ、2013.5.16 放送 瀧本 昭
2. 「北陸地方のトンネル・橋は大丈夫か」、アクタス（北国新聞社）、No.283、2013.2 鳥居和之
3. New York Times、“Reefs Suffer Amid Surging Demand for Jewelry Coral”、2013.11.12. 長谷川浩

アドバイザーボード報告（第3部門）

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。</p> <p>本年度は、各研究課題について大学と民間企業との共同研究を構築・推進し、例えば、地元企業とフィールド実証実験を能登半島で開始するなど、ロードマップの 2ndstage の目標をほぼ達成した。また、一層の産学連携推進拡大を視野に企業関係者を含めた分野横断的活動（セミナー講演会7回）も活発に実施した。今後の課題は、3rdstage 以降の各研究項目の大型実証実験にむけた大型外部研究予算の獲得である。</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 (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 25 年度は、各研究課題において、産学連携のもと、基礎研究、フィールド実証研究を継続して実行し、着実に研究成果を得る。さらに、得られた研究成果を基に、企業や他大学との研究ネットワークをさらに拡大し、課題である 3rdstage 以降の大型実証研究を推進するための大型外部研究予算獲得を目指す。</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 (B)
<p>コメント</p> <p>フィールド実験を開始し、それを通じた新しい海藻、新しい着床素材などに関する新規課題を開拓しており、良い成果を出している。また、大型実証実験への展開も期待できる。</p> <p>海藻などの他の専門分野の蓄積を研究交流や共同研究により積極的に導入し、学術研究領域を横断する新工学課題として位置づけて積極的な展開を期待したい。</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>コメント</p> <p>研究ネットワークを拡大する計画は大いに推奨できる。しかし、本部門の研究は、地域性と分野横断的色彩が強い。地域特性を持つ課題に関しては、十分、客観的な他地域あるいは国際比較の実施が、また、横断的な課題に関しては他分野の成果（知識）の間違いのない導入が重要であり、それにより普遍性のある工学分野を確立することができる。このような強い目的意識を持ったネットワーク活動を期待したい。</p>

第3部門アドバイザーボード会合の報告

- ・開催日時：2014年1月25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：独立行政法人 産業技術総合研究所理事
（環境・エネルギー分野研究統括）矢部 彰様、
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、瀧本 昭、児玉昭雄、長谷川浩、
鳥居和之、多田幸生、汲田幹夫）
- ・プログラム：



写真 報告会場風景

15:00-15:30	炭素循環技術部門活動概要、研究進捗事例報告（三木 理）
15:30-16:00	研究進捗事例報告（大坂侑吾）
16:00-16:30	研究進捗事例報告（長谷川浩）
16:30-16:40	休憩
16:40-17:10	実験室案内（三木 理、児玉昭雄、大坂侑吾）
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：

①三木教授から海洋バイオマス（大型海藻）の育成プロセスに関する研究開発状況について報告がなされた。培養海水の栄養塩濃度の数値、能登半島で開始した藻場再生の目的、フライアッシュの使用量、資源循環的な鉄の活用等について質疑応答がなされた。

②大坂助教から蒸気脱着操作を付与したTSA法によるCO₂の濃縮回収法の高度化に関する研究開発状況について報告がなされた。ハニカム吸着剤の壁厚みなどの最適化、二酸化炭素脱着のための水蒸気吸着活用の理由などの質疑応答、また、農業利用などへの展開を見据えた除湿への適用推進などの提案があった。

③長谷川教授から廃棄物中における重金属除去と有用金属回収を可能とする新しい化学的回収技術について報告がなされた。超分子型固相吸着剤の元素選択性、廃棄物からのレアメタル抽出についてコスト的視点からの今後の方向性、コンクリートの耐久性向上のためNaなどのアルカリ金属固定化への適用可能性、汚染土壌や焼却灰中における放射性セシウム処理への適用可能性について質疑応答がなされた。

2. 第3部門の研究開発活動に対する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、地域特性を生かすという視点から研究を進めることが重要で、また、大学の研究の独自性も明確化するとのご指摘があった。地域で堆肥を作っても結局は地域で消費できなかった過去の事例紹介もあり、地域での地産地消の事前シミュレーションの重要性についてアドバイスがあった。さらに研究成果が科学技術として何が新しく加えることができるようになったのかというような視点からの説明も必要とのアドバイスもいただいた。第3部門の今後の研究活動や成果報告に反映させていきたい。

部門名	(第 4 部門) エネルギー・環境材料	部門長	上杉 喜彦
-----	---------------------	-----	-------

1. 研究成果の概要 (全体成果概要)

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。

平成 25 年度の成果として、以下の個別課題「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」、「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」、「高強度レーザーアブレーションによる重相プラズマを用いた機能性デバイス作成プロセスの開発」、「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た継続的な取り組み、また、連携研究における進展が出始めていることが挙げられる。

以下に、個々のグループが取り組んだ課題の具体的な成果を示す。

2. 2013 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)

2.1 「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」

→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<田中、上杉、石島>

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。これらナノ粒子を使用した技術を産業化するには、ナノ粒子の量産化技術の開発が必須である。この問題に対して、本研究グループでは昨年度までに、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手法を独自開発している。今年度は、より高度な機能性ナノ粒子の大量生成を目的に、金属イオンドーパド酸化物ナノ粒子の大量生成に着手した。例えば Al doped TiO₂ ナノ粒子はアトピー性皮膚炎の外用剤材料として、Fe-doped TiO₂ ナノ粒子は可視光用光触媒材として使用できる。その結果、開発手法により、Al-doped TiO₂ ナノ粒子を平均粒径 50-60 nm、生成率 400 g/h@20 kW で大量に生成できることを確認した。生成粒子に対し、FE-SEM, BF-TEM, XRD, TEM/EDX, 分光光度計により分析し、Al ドープが示せた。図 1 は TEM/EDX 結果である。(ナノ粒子制御プロセス工学グループと共同)。また、変調型誘導熱プラズマの応用例として炭素膜の高速生成手法の開発に着手している。その一つとして原料ガス CH₄/H₂ を誘導熱プラズマに間歇投入する変更を施し、ガスが間歇的に投入できることを確認した (薄膜デバイス工学グループと共同)。

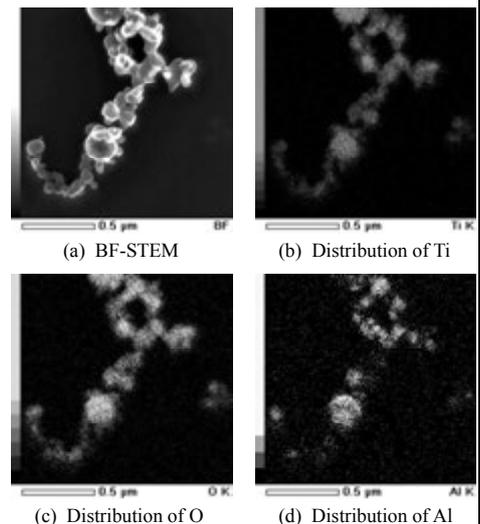


図 1. 生成した Al-doped TiO₂ ナノ粒子の TEM/EDX マッピング

2.2 「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」

→マイクロ波気泡プラズマを用いた環境調和型高速レジストアッシングプロセスの開発<石島、田中、上杉>

マイクロ波をスロットアンテナより放射させ液中気泡内に扁平なプラズマを生成する技術(MBP)を用い、レジスト膜の除去特性を調査した。従来の薬液を用いたウェットのレジスト膜除去プロセスや酸素プラズマを用いたプロセスと異なり、基板温度

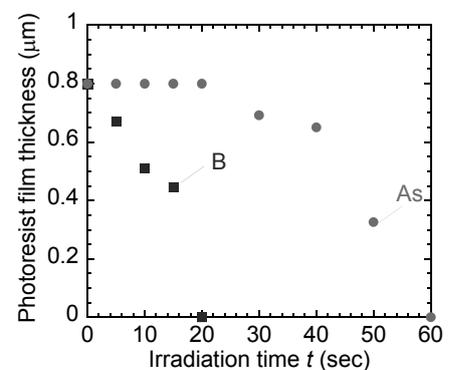


図 2. イオン注入により硬化したレジスト膜の除去特性。

が水に浸されているため室温程度の低温度であるにも関わらず $1 \mu\text{m}/\text{min}$ 以上の極めて早いレジスト膜の除去速度を達成できることが分かった。基板とアンテナ間距離を遠ざけるとレジスト膜除去速度が急激に減少したことから、水由来の短寿命ラジカル(OH, O, H 等)によりレジスト膜が除去されているものと考えている。さらに本手法はリン(P)、ヒ素(As)を加速エネルギー70 keV、注入密度 $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ と極めて高エネルギー・高密度のイオン注入により硬化したレジスト膜に対しても高速除去が可能であることがわかった。今後、実プロセスへの適用に向けた研究開発を行っていく予定である。

→機能性液中プラズマを用いた環境調和型バイオマス処理プロセスの開発<石島、田中、上杉>

持続可能な資源である草木・藻類バイオマスの有効性に向けて、バイオマスを低コスト、高速、高効率に処理する技術開発が求められている。バイオマスを構成する物質の1つであるリグニン(化学合成の基幹物質を作るために有用な化学構造を多数含んでいるが反応性が乏しい。そこで高い反応性の活性種を生成できるマイクロ波励起液中気泡プラズマ(MBP)装置を用い、リグニン低分子化への適用可能性を検討した。MBP 処理前後の有機物を GC-MS により定性分析を行った。MBP 処理前の溶液には存在しなかったフェノールやヒドロキノンの生成が確認された。これらはリグニンの末端基に類似もしくは派生したものであることから、MBP 処理によりリグニンが分解され低分子物質が生成することを確認した。(第5部門：高橋(憲)教授と共同研究)

2.3 「高強度レーザーアブレーションによる重相プラズマを用いた機能性デバイス作成プロセスの開発」

→パルスレーザー堆積法と機能性液中プラズマ法を用いた酸化物電子デバイスの環境調和型製造プロセスの開発<森本、川江>

PLD 法および CSD 法による機能性酸化物材料の創製、デバイスプロセスの研究開発に取り組んでいる。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、圧電体材料は結晶方位により性能が著しく変化する事から高温を介した結晶成長とマッチしたプロセス技術が必須である。さらに環境負荷の高いプロセス排出物の抑制も求められる。この要求に対して、本研究グループは独自の低環境負荷な圧電体ナノ・マイクロ構造形成プロセスを考案した。その結果、潮解性 $\alpha\text{-CaO}$ を鋳型とした圧電体 $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ (PZT) の選択成長と水による選択的パターニングを用いる事で、配向制御した PZT の $0.7 \sim 50 \mu\text{m}$ サイズのナノ・マイクロ構造体を有害な排出物を出さずに形成可能であることを確認した。さらにプロセスの高速化検討として、 $\alpha\text{-CaO}$ の潮解が水中活性種を増加させる事により進行するものと予想し、当該プロセスに大気圧プラズマジェット (APPJ) 照射を併用した高速パターニングを試行した(プラズマ工学グループとの共同開発)。その結果、APPJ 照射を併用する事で PZT マイクロパターンの形成速度が従来法に比べて約 3.8 倍に増加する事を確認した。

2.4 「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」

→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>

我々の独自の技術である「マイクロ波プラズマ CVD によるダイヤモンドのホモエピタキシャルラテラル成長」を応用し、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に必須であり、またダイヤモンド基板及び pn ダイオード等のデバイスの低コスト化に極めて重要である。昨年度は、(111)において $10 \mu\text{m}/\text{h}$ 以上の高速成長を実現したが、今年度は、(100)において $5 \mu\text{m}/\text{h}$ を超える成長速度を実現した。今後は、(110)の高速成長も実現し、単結晶ダイヤモンド基板の3次元的な成長による大口径化を目指す。

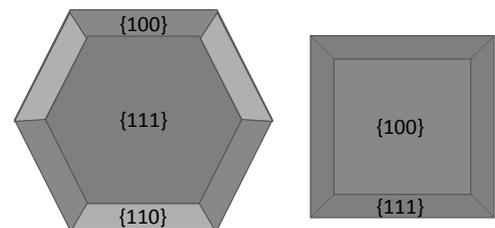


図3 3次元成長用ダイヤモンド基板

3. 反省点・今後の課題

部門内・センター内の連携研究が少しずつではあるが着実に進展している。ネットワーク濃度を一層高めることで最新の研究成果を共有するとともに、センターの目標に直結する「サステナブルエネルギー」関連の研究をさらに積極的に進めていくことが今後の課題である。

平成 25 年度 第 4 部門研究成果

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	A High-speed Photoresist Removal Process using Multibubble Microwave Plasma under a Mixture of Multiphase Plasma Environment	Appl. Phys. Lett. 103, 142101	2013. 9	T. Ishijima, K. Nosaka, Y. Tanaka, Y. Uesugi, Y. Goto, H. Horibe	4
2	Evaluation of Extra- and Intracellular OH Radical Generation, Cancer Cell Injury, and Apoptosis Induced by a Non-thermal Atmospheric Pressure Plasma Jet	Journal of Physics D, 46, 425401	2013. 9	K. Ninomiya, T. Ishijima, M. Imamura, Y. Tanaka, Y. Uesugi, N. Shimizu 他	4
3	Removal of Carbon Deposited Film and Hydrogen Retention Control by Low Temperature H-C-N Reactive Plasmas	Journal of Nuclear Materials, 438, S1092-S1095	2013. 1	A. Sasaki, Y. Takai, Y. Uesugi, 他 3 名	4
4	Development of a Quasi-direct Temperature Control System of Modulated Induction Thermal Plasmas for Advanced Materials Processings	Plasma Sources Sci. Technol., Vol.22, 065016, doi:10.1088/0963-0252/22/6/065016	2013. 11	Y. Tanaka, Y. Tsubokawa, Y. Uesaka, Y. Uesugi	4
5	Fabrication and Characterization of MFIS Capacitor Structure with Ferroelectric (Bi,Pr)(Fe,Mn)O ₃ Thin Films	Jpn. J. Appl. Phys. 52 04CH03	2013. 2	T. Kawae, Y. Seto, A. Morimoto	3
6	Formation of Graphene-on-Diamond Structure by Graphitization of Atomically Flat Diamond (111) Surface	Jpn. J. Appl. Phys. Selected Topics in Applied Physics Vol. 52 110121.	2013. 10	N. Tokuda, M. Fukui, T. Makino, D. Takeuchi, S. Yamasaki, T. Inokuma	4
7	Influence of Nitrogen Excited Species on the Destruction of Naphthalene in Nitrogen and Air Using Surface Dielectric Barrier Discharge	J. Hazard Mater. 246-247, pp. 26-33.	2013. 2	Ayman A, Abdelaziz, T. Seto, M. Abdel-Salam, Y. Otani	4
8	Formation of Highly Charged Nanodroplets by Condensation Electro spray Device	Chemical Engineering Science, Vol. 85, pp. 46-49.	2013. 1	T. Seto, T. Maekawa, S. Osone, K. Kawamura, T. Yamauchi, Y. Otani	4

他 10 報 (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	Development of Novel Photoresist Removal Process using Multi-Phase Plasma	Int. Conf. on Surface Engineering, ICSE2013, p.143, Busan, Korea	2013. 11	T. Ishijima*, K. Nosaka, Y. Goto, H. Horibe, Y. Tanaka, Y. Uesugi	B
2	Study on Erosion Processes of Hot Molten Cathode in the Stabilized Arc Plasmas	Asia Plasma and Fusion Association Conf. APFA2013, H01-3, Gyeongju City, Korea	2013. 11	Y. Uesugi*, T. Ito, N. Takata, Y. Tanaka, T. Ishijima, Y. Yamaguchi	B
3	Micro patterning of Oxide Films by Atmospheric Pressure Plasma Jet assisted Water Lift-off Process	Int. Conf. on Advanced Electromaterials ICAE 2013, FD-2620, jeju, Korea	2013. 11	T. Niwa*, T. Kawae, T. Ishijima, K. Nakanishi, Y. Imazawa, A. Morimoto	B
4	Development of a Thermally and Chemically Non-equilibrium Model for Decaying SF ₆ arc Plasmas	2nd Int. Conf. Electric Power Equip. ICEPE2013,	2013. 10	Y. Tanaka, K. Suzuki, T. Iijima, T. Shinkai	B
5	Fabrication of Polycrystalline Diamond Films using Modulated Induction Thermal Plasmas into Reverse-Sawtooth-Waveform	Int. Symp. on Dry Process DPS2013, pp.89-90, Jeju, Korea	2013. 8	S. Horita*, Y. Haruta, Y. Tanaka, Y. Uesugi, T. Ishijima	B
他 24 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

T. Ishijima, K. Nosaka, Y. Goto, H. Horibe, Y. Tanaka, Y. Uesugi (Invited Talk)
Development of Novel Photoresist Removal Process using Multi-phase Plasma
1st International Conference on Surface Engineering, Busan, Korea, (21st November 2013)

Norio Tokuda, Satoshi Yamasaki, Takao Inokuma (Invited Talk)
Atomically Controlled Diamond: Homoepitaxy, Doping, and Surface Structures
2013 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM)
Hilton Fukuoka Sea Hawk, Fukuoka, Japan, (2013. 9)

T. Kawae, Y. Nomura, K. Nomura, and A. Morimoto (Invited Talk)
High Temperature Operations of Pb-free BiFeO₃ Film Capacitor
International Conference on Advanced Materials, Energy and Environments (ICMEE '13), Yokohama, Japan

T. Kawae, N. Tokuda, Y. Takano, and A. Morimoto (Invited Talk)
Fabrication of BiFeO₃/p-diamond Hetero Structure for Power Device Applications
Collaborative Conference on Materials Research 2013 (CCMR2013), Jeju, Korea

T. Kawae, N. Tokuda, Y. Takano, and A. Morimoto (Invited Talk)
Fabrication of BiFeO₃/B-doped Diamond Layered Structure and Its High Temperature Operation
Annual World Congress of Advanced Materials-2013 (WCAM-2013), Suzhou, China

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	重相構造プラズマを用いた環境調和型プロセスの開発	ケミカルエンジニアリング、58巻12号、特集「プラズマプロセスの新しい応用」pp.47-53	2013.12	石島達夫
2	資料	原料間歇供給を伴う変調誘導熱プラズマを用いた Fe-doped TiO ₂ ナノ粒子の大量生成実験	電気学会プラズマ研究会 PST-13-120 (6pp)	2013.11	北健太郎、 兒玉直人、 田中康規、 上杉喜彦、 石島達夫、 渡邊 周、 中村圭太郎
3	報告書	学会だより ICDCM 2013	NEW DIAMOND、第111号、Vol. 29、No. 4、pp.44-45	2013.10	竹内大輔、 井村将隆、 田村尚之、 徳田規夫、 西出大亮
4	実用化トピックス	ダイヤモンド合成用プラズマCVD装置	NEW DIAMOND、第109号、Vol. 29、No. 2、pp.13-15	2013.4	有屋田修、 徳田規夫

他6件

6. 特許等

番号	発明の名称	種別	番号	登録番号	氏名
1	塩水処理方法	特許	特願 2013-048459		上杉喜彦、 田中康規、 石島達夫、 住石裕次郎
2	プラズマ生成装置	特許	特願 2013-156805		榎本啓士、 石島達夫、 中谷壽男
3	消弧絶縁材料および消鼓装置	特許	特願 2013-194534		田中康規、 上杉喜彦、 石島達夫、 中野智之、 石田昌弘、 堀邊英夫
4	プラズマ切断機および切断方法	特許	特願 2012-284784		山口義博、 上杉喜彦、 田中康規、 石島達夫

7. 口頭発表・・・67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)、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

- ・基盤研究(A)、スマート変調制御高熱流メゾプラズマシステム開発による革新的高効率ナノ材料生成、代表・田中
 - ・挑戦的萌芽研究、ナノ・マイクロ/スポー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
 - ・新学術領域研究(研究領域提案型)、高分子表面への液中プラズマ照射により発現する界面反応場の解明、代表・石島
 - ・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
 - ・基盤研究(B)、マクロ分子イオンを用いたナノ粒子フィルタ捕集性能試験法の開発、代表・大谷
 - ・基盤研究(B)、エアロゾルプロセスによるシリコン量子ドット材料創製、代表・瀬戸
- (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 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
 - ・JST A-STEP フィージビリティスタディ FS ステージ探索タイプ 4 件
- (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、代表・上杉
 - ・大阪大学接合科学研究所公募共同研究、代表・田中
 - ・東北大学流体科学研究所公募共同研究、代表・田中
- 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） 6 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 2 件（代表・徳田、代表・石島、各 1 件）
- (8) その他
- ・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研究拠点形成、金沢大学戦略的研究推進プログラム・次世代重点研究プログラム、代表・田中
 - ・里山グリーンイノベーションを目指した研究拠点形成とグローバル人材育成、金沢大学戦略的研究推進プログラム・次世代重点研究プログラム経費、分担・田中、石島
 - ・ダイヤモンドエレクトロニクス研究拠点の形成、金沢大学戦略的研究推進プログラム・次世代重点研究プログラム、代表・徳田

9. 関連の学位論文提出数

- 学士 9 名、修士 5 名、博士 0 名（プラズマ工学）
- 学士 7 名、修士 3 名、博士 1 名（機能性材料工学）
- 学士 8 名、修士 3 名、博士 1 名（薄膜工学）
- 学士 13 名、修士 12 名、博士 0 名（微粒子プロセス工学）

部門合計：学士 37 名、修士 23 名、博士 2 名

10. 国内・国際共同研究活動

- ・JSPS 特定国派遣事業（デンマーク工科大学）1 件

11. 国内・国際研究拠点形成状況 なし

第4部門 平成25年度 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	Plasma Flows in High-density Plasma Edge and Research Flows in Korean Energy Technology-Fission and Fusion Nuclear Energies (Prof. Kyu-Sun Chung, Hanyang University, Republic of Korea) (金沢、参加者 20 名)	2013. 5	上杉喜彦*、 田中康規、 石島達夫
2	学術講演会「大型ヘリカル装置(LHD)における高速カメラによるプラズマ周辺部のダストの三次元軌道計測」講師：庄司主、増崎 貴 (自然科学研究機構・核融合科学研究所ヘリカル研究部高密度プラズマ物理研究系) (金沢、参加者 20 名)	2013. 6	上杉喜彦、 田中康規*、 石島達夫
3	19th International Tokamaks Physics Activities (ITPA) Divertor-SOL Topical Group Meeting (金沢、参加者 60 名)	2014. 1	上杉喜彦*、 田中康規、 石島達夫
4	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*、 上杉喜彦、 石島達夫

平成25年度のテレビ放映、新聞報道など

特になし

アドバイザーボード報告（第4部門）

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)
電気エネルギーを高度に利用する基盤技術として重相構造プラズマを取り扱い、エネルギー・環境材料への応用を目指した研究課題に対して個別に取り組むとともに、重相構造プラズマを利用した材料開発や新プロセスの開発研究に部門内・センター内で連携して取り組み、一定の成果・進捗が得られ始めている。固体熔融・蒸発・プラズマ化を起点とするプラズマ切断機用高熱流アークプラズマについては、熔融陰極スポット部の表面温度の動的挙動観測により電極の損耗抑制に向けた制御手法の開発につながるなどの成果が出ている。一方、液体-プラズマ相互作用を基にした重相構造プラズマ応用は新しい試みによる成果が出ているものの現象の理解には診断技術の高度化が必要である。
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)
重相構造プラズマは時間的・空間的に近接し存在すると考えられるため、2次元的に可視化し変化の様相を捉える診断手法として高速度ビデオカメラと2次元の画像分光計測を駆使した診断技術の高度化に向けた取り組みを開始している。詳細な動的空間分布計測により重相構造プラズマの様相を明らかにし理解を深めるとともに制御技術を高める。また、連携研究の強化・推進により研究成果を積み重ね、さらに積極的な外部資金の獲得へのアクションにより研究を発展させ、社会への成果発信と還元を行いつつ目標達成を目指す。

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)
コメント（200字程度） 第4部門としての課題：「重相構造プラズマの物性解明と制御手法の開発展開により、材料開発に向けた新プロセス、及び環境調和型のプロセスを開発する。」に向け、4グループが単に興味ある材料作製やプロセス展開をするのではなく、その素過程をプラズマ診断によって明らかにする方向で研究を開始し始めた事は高く評価される。今後のRSET全体の課題「地産地消対応型エネルギーに関わる研究開発」に向けた明確な対応策提示にも有益となる。その意味で、近々、他の地産地消対応型の研究部門との共同研究展開が望まれる。個人的には、既提示の「プラズマ支援による高効率燃焼技術の開発」などが第一段階として適当であるように思う。
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） 次年度の重点目標を「重相構造プラズマの診断技術の高度化と、それに基づく制御技術の高度化」とし、具体的な診断手法を挙げている事は、学術的成果進捗が期待され高く評価される。他方、連携研究の強化においては、多様な連携が考えられるが、前記した意味で、センター内他部門との共同研究に向けた検討開始を期待する。その意味でも、研究提案書をまとめるとの意識をもった有意なワークショップを企画主催し、他部門や企業との意思疎通も諮っておく必要がある。これらを通して、現在検討されていると聞く全国規模のネットワーク連携研究の拠点となるべく、夢ある提案書を提示しうよう準備しておく事が望ましい。

第4部門アドバイザーボード会合の報告

日時： 2014年1月25日（土）15:00～17:15

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）、森本章治、田中康規、川江 健、徳田規夫、
瀬戸章文、石島達夫（敬称略）

部門アドバイザー：東京大学大学院工学研究科マテリアル工学専攻 吉田豊信 教授

○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	平成25年度エネルギー・環境材料部門活動概要報告（上杉喜彦）
15:15-15:35	プラズマ工学グループ研究進捗報告（田中康規）
15:35-15:55	プラズマ工学グループ研究進捗報告（石島達夫）
15:55-16:10	休憩
16:10-16:20	機能性材料工学グループ研究進捗報告（川江健）
16:20-16:30	薄膜電子工学グループ研究進捗報告（徳田規夫）
16:30-16:40	ナノ粒子制御プロセス工学グループ研究進捗報告（瀬戸章文）
16:40-17:00	アドバイザーからの総評（吉田豊信様）

○部門アドバイザーとの意見交換

パルス変調熱プラズマを用いた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。アドバイザーより、金属含有ナノ粒子の適用先として医薬品ではなく化粧品であれば実用化までの時間を短縮できるのでよいだろうとのコメントがなされた。また、年間のナノ粒子生産量を仮定し、これを生産するのに必要な装置規模を提示することによって、広範なメーカーが本技術を利用する判断材料を提示し宣伝することの重要性が述べられた。

低温非平衡プラズマ源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、液体を含んだ重相構造プラズマはすべきことが多くターゲットを絞るべきであるとのコメントがなされた。これに対して、環境調和型高速レジスト除去プロセスの開発に注力しているとの回答がなされた。

川江准教授より環境調和型水リフトプロセス工程における液中・液界面プラズマ技術の応用研究状況について、徳田准教授より半導体ダイヤモンド成膜プロセスの開発と現状について、瀬戸教授より、高強度レーザー重相プラズマを用いたコアシェル型ナノ粒子製造プロセスに関する研究について報告があり、アドバイザーと意見交換がなされた。

アドバイザーより本部門で製造したフラーレンや TiO₂ ナノ粒子等の機能性材料を有機薄膜太陽電池に提供するなど部門間連携を行うことにより、センター内での位置づけや貢献を外に向けて分かり易く提示することも重要ではないか、とのコメントがなされた。

平成 25 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
<p>1. 研究成果の概要</p> <p>(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</p> <p>(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</p> <p>(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</p> <p>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</p> <p>【成果報告】</p> <p>(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</p> <p><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></p> <p>昨年度に行った室内実験結果に基づき、中能登町の下水処理場（鹿島中部クリーンセンター）に容積 1m³ のプラントの運転を行っている。投入バイオマスは、下水汚泥、農集排汚泥、し尿、浄化槽汚泥、食品廃棄物（廃油揚げ）、生ごみを混合したものを用いた。有機酸の蓄積やアンモニアの阻害は認められず、順調なメタン発酵が進行している。現在、分解性の悪い OD 汚泥の分解率向上のための前処理の効果について検討を行っている。別に、500L の消化槽 4 基を共同研究先の企業に設置し、生ごみと草本バイオマスの高濃度高温消化実験を行っている。投入 TS 濃度 30% で、生ごみと草本比率 1:2 の条件で順調にメタン発酵が進行しており、今後生ごみの比率を増加させて運転を継続する。</p> <p><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></p> <p>昨年度に行った微量栄養成分の影響実験の結果を基に培地成分を見直し、種株として <i>Chlorella vulgaris</i> と <i>Botryococcus braunii</i> を用いた連続培養実験を試みたが、フォトバイオリクター内に硝化菌または従属栄養細菌とみられる他の細菌が増殖し、その後微細藻類の増殖がみられなかった。温度などの諸条件を再検討して培養を試みている。また、湿潤状態での微細藻類細胞から油脂抽出のための細胞破壊方法として、溶藻ウイルスの探索を行った。<i>Chlorella vulgaris</i> を供試株として石川県内の 5 地点（角間キャンパス濁水処理場、兼六園瓢池、木場潟、菖蒲園）にて採取した水試料のうち、木場潟と菖蒲園の水試料から溶藻因子が見つかった。</p> <p><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></p> <p>伝熱モデルの妥当性が確認できた昨年度の結果を踏まえて、実用規模システムを想定し、輪島市で 50m³ の竹チップ槽の発酵熱を回収し、1m³ の（想定上の）養殖槽の加温実験を実施した。その結果、発酵槽温度が 50-60℃であれば熱抽出配管間隔を約 0.5m とすることにより 2 か月程度の発酵熱の安定回収が可能であることが確認できた。さらに、養殖槽規模を 2m³ に拡大して竹チップ発酵熱の抽出・利用実験を実施中である。また、牛糞ベースの種菌を竹チップに加えることで 70-80℃の高温状態の確保と発熱期間の延長が見込まれ、実用可能性が大きくなってきた。次年度は制御システムを導入し、ドジョウ、エビの幼魚養殖槽の加温システムのパイロットプラント実験を実施する予定である。</p> <p>(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</p> <p>既存の排出インベントリデータを整理し、東南アジア地域の大部分で、バイオマス燃焼と関連付けられる大気汚染物質の排出源が Residential（住居）にあることが判明した。また、これまで調査</p>			

した都市や郊外の大気中粒子状物質(TSP)と各種発生源から排出される粒子状物質の炭素成分を分析し、文献データと合わせて整理した結果、バイオマス燃焼由来を示す指標の組み合わせで大気中粒子状物質の発生源を簡単に分類することができた。バイオマス燃焼への展開を提案している充填層フィルタの基礎性能を実験と理論の両面から検討し、非球形の充填粒子であっても、相当径を仮定して粒子捕集性能を予測可能であることを確認した。現在、効果的な充填層フィルタの条件を検討するため、形状が粒子捕集性能に及ぼす影響を実験的に検討している。

(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

木質系(リグノセルロース系)バイオマスから燃料・化成品原料への完全変換を目指し、実バイオマス中の結晶性セルロースをイオン液体と超音波を用いて、短時間・低エネルギーで非結晶化することに成功した。この前処理バイオマスからは、極めて効率的にエタノール発酵を行うことができた。リグノセルロース系バイオマスに対してイオン液体を作用させることで、非結晶性セルロース+リグニン+回収イオン液体へと分画を行った。分画リグニンの樹脂・炭素繊維への変換を試みている。

実際に金沢大学角間地区にて里山害竹となっている孟宗竹を伐採し、亜臨界水処理(水蒸気爆砕処理)を行い、メタン生産について検討した。発酵は、金沢市城北水質管理センターの一次消化汚泥を用いて実施した。水蒸気圧 3.53 MPa(243°C)で種々の蒸煮時間爆砕した結果、蒸煮時間 5 min の時に最大メタン生産量 215 mL が得られ、理論値の約 80%のメタンが生産できた。

【活動報告】本年度は、計 10 件のシンポジウム等イベントを行った。主要なものを下記に記す

- 第3回・第4回バイオマスセミナー(2013年11月と11月開催、金沢)
- 第4回バイオマス研究会(2013年2月開催予定、金沢)
- Workshop on Environmental Issues related to Agriculture and Agro-industries in Thailand(2013年9月開催、バンコク)
- Sci-Mix in Kanazawa 2013 II, III(2013年7月と9月開催、海外招待研究者計3名、金沢)

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。また、第4回バイオマス研究会では行政機関からの講師を迎え行政機関との連携を図る。また、関連研究を行う外部講師による勉強会として、本年度も2回のバイオマスセミナーを開催した。

4. 反省点

【研究面】(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。(1-3)については、順調に研究が進んでおり、次年度、制御システムの検討を行いつつ、パイロットプラント規模の実験を行う予定である。

【活動面】外部大型資金として、文部科学省「COI STREAM」が採択されるとともに、科研費や受託研究などの競争的資金についても、新規・継続合わせて23件が採択されており、順調である。また、中部科学技術センター・海外研究者招へい事業助成により、タイ・カセサート大学から研究員1名を迎え、これらの資金・人員を活かした成果発現を今後目指していく。

平成 25 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	レベルの自己判定
1	Organic Carbon Recovery and Photosynthetic Bacteria Population in an Anaerobic Membrane Photo-bioreactor Treating Food Processing Wastewater.	Biores. Technol. 141, 65-74	2013. 8	S. Chitapornpan, C. Chiemchaisri, W. Chiemchaisri, <u>R. Honda</u> , K. Yamamoto	4
2	An Experimental System for the Recovery, Accumulation, and Utilization of Heat Generated by Bamboo Chip Biodegradation Using a Small-scale Apparatus	J. Agric. Meteorol. 70(1), 1-11	2014. 3	<u>H. Seki</u> , S.Kiyose, S.Sakida	4
3	オキシデーションディッチ汚泥と廃油揚げを用いた高濃度混合嫌気性消化	土木学会論文集 G (環境) Vol. 69	2013.11	戸荻文仁、 <u>池本良子</u> 、中木原江利、中出 貴大、古 婷婷、 <u>本多丁</u>	3
4	Sonocatalytic-Fenton Reaction for Enhanced OH Radical Generation and its Application To Lignin Degradation	Ultrason. Sonochem., 20(4) 1092-1097	2013. 7	<u>K. Ninomiya</u> , H. Takamatsu, A. Ohnishi, K. Takahashi, N. Shimizu	3
他 9 編					
(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	Effects of Rice Straw Addition on Microbial Community in Sewage Sludge Digester	Proceedings of The 5th IWA-ASPIRE Conference and Exhibition, Daejeon (Korea)	2013. 9	E Tsuchiya-Nakakihara, <u>R. Yamamoto-Ikemoto</u> , <u>R. Honda</u> , S. Ohtsuki, T. Nakade, H. Nishida, <u>M. Takano</u> ,	B
2	Methane Recovery of Lakeside Reed Cut by Volunteers in a Municipal Wastewater Treatment Plant	Proceedings of The 5th IWA-ASPIRE Conference and Exhibition, Daejeon (Korea)	2013. 9	S. Miyamoto, E. Nakakihara and <u>R. Yamamoto-Ikemoto</u> ,	B
3	PM0.1 Personal Sampler for Evaluation of Personal Exposure to Aerosol Nanoparticles	Proc. 7th Asian Aerosol Conference, 2013	2013. 12	Thunyapat Thongyen, <u>Mitsuhiko Hata</u> , Akira Toriba, Bao, Linfa, Takuji Ikeda, Hiromi Koyama, Yoshio Otani, <u>Furuuchi, Masami</u>	A

4	Pretreatment of Lignocellulosic Biomass using ionic Liquid (Korean Society for Microbiology and Biotechnology KMB's 40th Anniversary International Symposium, Pyeongchang, Gangwondo) (Oral)	Proc. of the Korean Society for Microbiology and Biotechnology KMB's 40th Anniversary International Symposium, p#	2013. 7	<u>K. Takahashi</u> , <u>K. Ninomiya</u>	B
5	Bio-derived Ionic Liquids for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass, (5th Congress on ionic liquids (COIL5), Algarve) (Poster) 他 9 件	Proc. of the 5th Congress on ionic liquids (COIL5), p#	2013. 4	<u>K. Ninomiya</u> , C. Ogino, <u>K. Takahashi</u> , N. Shimizu	A

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	Biomass Refinery Using Ionic Liquids, (33th International Conference on Solution Chemistry, Post Symposium on Ionic Liquids from Science to Green Chemical Application, Tokyo) (Oral) (invited)	2013. 7	<u>K. Ninomiya*</u> , <u>K. Takahashi</u>
2	Pretreatment of Lignocellulosic Biomass Using Ionic Liquid (Korean Society for Microbiology and Biotechnology KMB's 40th Anniversary International Symposium, Pyeongchang, Gangwondo) (Oral) (Korean Society for Microbiology and Biotechnology) (invited)	2013. 7	<u>K. Takahashi</u> , <u>K. Ninomiya*</u>

4. 著書、編書

番号	書 名	発 行 所	発行年月	著者名
1	基礎から学ぶ生物化学工学演習 (日本生物工学会編)	コロナ社	2013. 8	大政健史、 荻野千秋、 滝口昇、 中島田豊、 <u>仁宮一章</u>
	他 1 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	次世代の下廃水処理とは ～ 静脈インフラから動脈インフラへ、という夢～	月刊「水」 第55巻(3月号)、月刊水発行所、p.31.	2013. 3	<u>本多 了</u>
2	解説	イオン液体とラジカルを用いたリグノセルロースリファイナリー	化学工業、64(6), 38-45	2013. 6	青森有香、 大澤浩二、 <u>仁宮一章</u> 、 <u>高橋憲司</u>
	他 3 編				

6. 特許等

番号	発明の名称	種別	出願番号	登録番号	氏名
1	熱交換機能を有する発酵処理装置	特願	2012-173272		川北英治 関 平和
2	イオン液体の分離方法、 他1件	特許	特願 2013-0023		高橋憲司、 仁宮一章、

(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	FO膜を利用した藻類バイオマスの濃縮培養プロセスにおける膜面配置がファウリング特性に与える影響 (第48回日本水環境学会年会、仙台)	2014. 3	寺岡祐大*、 W. Rukapan、 E. M. V. Hoek、 本多 了
2	複数イオン共存下でのセルロースアセテート (CTA) 正浸透膜による窒素・リンイオンの濃縮特性 (第48回日本水環境学会年会、仙台)	2014. 3	吉澤 遼、 W. Rukapan、 本多 了、 E. M. V. Hoek
3	竹チップ発酵熱の回収・利用システムに関する研究の現状と課題 (いしかわの里山里海学習リーダー教員養成研修、珠洲市)	2013. 11	関 平和
4	大気エアロゾルの粒子径分布に及ぼす要因: エアフィルタ試験粒子特性の考察 (日本エアロゾル学会第30回エアロゾル科学・技術研究討論会、京都)	2013. 8	葛 弁*、 大垣 豊、 畑 光彦、 鮑 林発、 大谷吉生、 古内正美
5	イオン液体により分画されたリグニンの樹脂材料への利用、 化学工学会 第45回秋季大会、岡山、岡山大学 津島キャンパス	2013. 9	青森有香*、 上田雄喜、 井上健、 仁宮一章、 高橋憲司
	他 21 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)

- ・ 若手研究 (B)、膜ろ過を利用した藻類濃縮培養による下水処理水からのバイオマス生産プロセスの開発、代表・本多 了
- ・ 基盤研究 (B)、竹チップ発酵熱抽出・利用システムの実用化手法の開発、代表・関 平和
- ・ 基盤研究 (C)、平成24-26年度、イオン液体とラジカルを利用したリグノセルロースのトータルリファイナリー、代表・仁宮一章

他 6 件

(2) 政府出資金事業等 (事業名、出資機関名、代表・分担等)

- ・ 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) 文部科学省、代表者・金沢工業大学、分担者・高橋憲司、仁宮一章、本多 了

- ・ 戦略的創造研究推進事業 先端的低炭素化技術開発(ALCA) (平成 23-28 年度) 独立行政法人科学技術振興機構、「イオン液体とラジカルを利用したリグノセルロースリファイナリー」、代表・高橋憲司、分担・仁宮一章

他 4 件

(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>

- ・ 黄砂の有害性防御を想考した繊維製品の評価と応用システムに関する研究、民間との共同研究、分担・小林史尚

(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>

- ・ 熱帯地域に適した水再利用技術の研究開発、JST-JICA・地球規模課題対応国際科学技術協力、分担・本多 了
- ・ 環境省地球温暖化対策技術開発・実証研究事業 (生ゴミ・草本バイオマスの複合高効率メタン発酵の技術開発)、代表・池本良子

(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)

- ・ 鉄鋼環境基金・環境研究助成、下水処理水を利用した二酸化炭素回収・藻油生産プロセスの開発、代表・本多 了
- ・ 中部科学技術センター・海外研究者招へい事業助成、正浸透膜ろ過による下水処理水中の栄養塩濃縮技術の開発、代表・本多 了

他 3 件

(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 (関)

(8) その他 3 件

9. 関連の学位論文提出数

- ・ 博士論文 0 本、修士論文 14 本、卒業論文 25 本

10. 国内・国際共同研究活動

- ・ 東南アジアの水環境における薬剤耐性菌の発生と耐性獲得経路；国際共同研究先：タイ・カセサート大学；国内共同研究先：山形大学、東北大学 (H24~26)
- ・ 熱帯地域に適した水再利用技術の研究開発；国際共同研究先：タイ・カセサート大学、環境研究研修センター；国内共同研究先：東京大学、山形大学、東北大学 (H23~25)
- ・ 光合成微生物を利用した下廃水からのバイオマス生産プロセスの開発；国際共同研究先：タイ・カセサート大学 (H23~26)

11. 国内・国際研究拠点形成状況

- ・ 東アジア・東南アジアナノ粒子観測ネットワークの構築；国際共同研究先：中国・韓国・タイ・カンボジア・ベトナム
- ・ 地域資源等を活用した産学連携による国際科学イノベーション拠点整備事業 (H25) 文部科学省、「次世代複合材料研究開発センター」代表者・金沢工業大学、分担者・高橋憲司、仁宮一章

平成 25 年度 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	Sci-Mix in Kanazawa 2013 II、(主催:金沢大学理工研究域化学反応工学研究室、金沢大学理工研究域アモルファス地球物質学研究室)、(金沢、参加人数 34 名)	2013. 7	高橋憲司*
2	Post-symposium on Ionic Liquids : From Science to Green Chemical Applications, (Joint conference with the Ionic Liquid Research Association, Japan and the Prioritized Research Program for the Future Generation, Kanazawa University) (東京、参加者 58 名)	2013. 7	高橋憲司*
3	第 1 回部門ミーティング「第 5 部門のブレインストーミング」 (金沢、参加者 11 名)	2013. 8	関 平和*、 本多 了
4	Workshop on Environmental Issues related to Agriculture and Agro-industries in Thailand (バンコク、参加者約 30 名)	2013. 9	古内正美*、 畑 光彦、 本多 了
5	Sci-Mix in Kanazawa 2013 III、(主催:金沢大学理工研究域化学反応工学研究室)(金沢、参加人数 22 名)	2013. 9	高橋憲司*
6	第 3 回 RSET バイオマスセミナー「正浸透膜による水処理と栄養塩濃縮技術の開発」(金沢、参加者約 20 名)	2013.11	本多 了*
7	第 4 回 RSET バイオマスセミナー「熱帯諸国の水衛生と健康」 (金沢、参加者 15 名)	2013. 12	本多 了*
8	第 4 回バイオマス研究会 (金沢、参加者約 20 名)	2014. 3	関 平和*、 本多 了
9	農産業とバイオマス利用の環境負荷に関するワークショップ (バンコク、参加者 30 名予定) 他 2 件	2014. 3	古内正美*、 畑 光彦

平成 25 年度のテレビ放映、新聞報道など

- ・日本水道新聞 (平成 24 年 12 月 3 日、特別連載・行こう!!AP-YWP)、共同執筆記事 (本多)
- ・北國新聞 28、29 面「炭素繊維から革新複合材料へ～活気ある持続可能な社会構築へ向けて～」
2013 年 10 月 30 日 (高橋)

アドバイザーボード報告（第5部門）

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>部門所属の研究者は、これまで独自に、公共団体、他大学、民間企業、農業者等との連携により研究を進めてきており、かつ、学会、市民をも対象とした技術報告会、研究紹介、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の成果があり、研究のすそ野が広がりつつある。次年度からの第2ステージにおいて、実用化に向けての研究推進をおこなうための素地がおおむねで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>研究費確保については、研究者各位の努力の結果、いくつかの競争的資金の確保ができたが、研究の推進にはまだ十分とはいえ、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を行い、それに対する相応な評価を得るよう更に尽力する。研究者間の情報交換については、部門ミーティング（ブレイクアウトミーティング）を通じて方向性を確認したが、引き続き、部門間もしくは部門を越えた連携を進めていく予定である。</p>

II 外部アドバイザー（榎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>第1ステージの公共団体、他大学、民間企業、農業者等との連携により研究を進める目標を概ね達成している。学会、市民をも対象とした技術報告会、研究紹介、海外の研究者を交えたワークショップなどを開催してきたが、第5部門の研究課題は、相対的に実施しやすいテーマと、引き続き基礎的研究が必要なテーマがあり、研究の成果を実践に移す対象者との交流は、肌理細かく実行し、研究内容の方向を発信する努力が必要である。</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>コメント (200字程度)</p> <p>個別研究の次年度目標は、概ね適切である。やや長期的に実践に移すことが可能な研究と、比較的短期で実践に移すことが可能な研究がある。実践に移すことが可能な研究は、外部資金獲得を努力して公共団体、民間企業、農業者との連携を深める一層の努力が必要である。</p>

第5部門アドバイザーボード会合の報告

日時：2014年1月25日（土）15:00～17:30

会場：金沢大学自然科学2号館 2C614号室

出席者：（アドバイザー） 松井三郎 京都大学名誉教授、

（RSET第5部門）関 平和、古内正美、本多了、高橋憲司、仁宮一章、畑光彦、小林史尚、（環境デザイン学専攻博士前期課程）戸苺丈仁

プログラム

1. H25年度第5部門活動報告（関）
2. 専任・兼任教員活動報告（報告15分＋討議5分）
 - (1) 関、(2) 戸苺（池本研）、(3) 古内・畑、(4) 本多
3. 協力教員活動報告（報告15分＋討議5分）
 - (1) 高橋憲司・仁宮、(2) 小林史尚
4. 全体討議（30分）

アドバイザーからのコメントおよびディスカッション

各教員の研究・活動報告について

- ・ 関研究室の竹チップ発酵熱利用に関して、熱利用先としての養殖池の水温設定や堆肥化物の魚餌利用についての質疑応答・コメントがされた。
- ・ 池本研究室の未利用バイオマスと下水汚泥の混合消化に関して、前処理法としてのマイクロ波に要する電力を再生可能エネルギーで賄うことなどに関する提案がされた。
- ・ 古内・畑研究室のバイオマス燃焼技術に関して、直接燃焼時の粒子発生特性などについての質疑応答と、広葉樹利用のための木質ボイラー開発の重要性についてのコメントがされた。
- ・ 本多研究室の下水処理水からの藻類バイオマス生産プロセスに関して、海水淡水化による膜目詰まりの主要な原因物質として微生物細胞成分だった例があるとのコメントと、下水処理プロセスにおける薬剤耐性菌の動態について、畜産や養殖における薬剤規制の世界的動向についてコメントがされた。
- ・ 高橋憲司・仁宮研究室のイオン液体によるリグニンからのバイオリファイナリー研究に関して、他大学のリグニン分解研究との優位性や技術の経済性に関する質疑応答とコメントがされた。
- ・ 小林史尚研究室の竹材の亜臨界水処理とメタン発酵に関して、竹材を下水汚泥と混合消化することでプラントの規模確保を図ることができるとのコメントがされた。

第5部門全体の研究・活動に関して

- ・ 比較的実用化に近い研究開発を行っている部門であるので期待しており、同時に、バイオリファイナリーのような基礎段階の研究も、将来のすそ野の広がりを目指して研究開発を進めることが望ましい、とのコメントがされた。

ブレインストーミング報告

● はじめに

矢部チーフアドバイザーのコメント「皆で議論し合い、エネルギーについて議論し合い、工学的な出口について語り合う雰囲気を維持することに心がけてほしい。社会ニーズの把握、経済性の議論など、社会との接点に当たる技術の議論をさらに深めてほしい。」（平成24年度RSET研究活動報告23ページ参照）を受けて、部門毎にブレインストーミングを行うこととした。第1、第2、第4、および第5部門においては、先端科学・イノベーション推進機構（o-FSI）特任助教の平子紘平先生にブレストの司会進行を依頼し、さらに、そのまとめの執筆を「第三者的立場で思うところを進言して欲しい」旨を添えてお願いした。また第3部門においては部門独自でブレストを行い、そのまとめを執筆して戴いた。手探りの試みであり、今後の研究活動の羅針盤となることを期待したい。（センター長記）

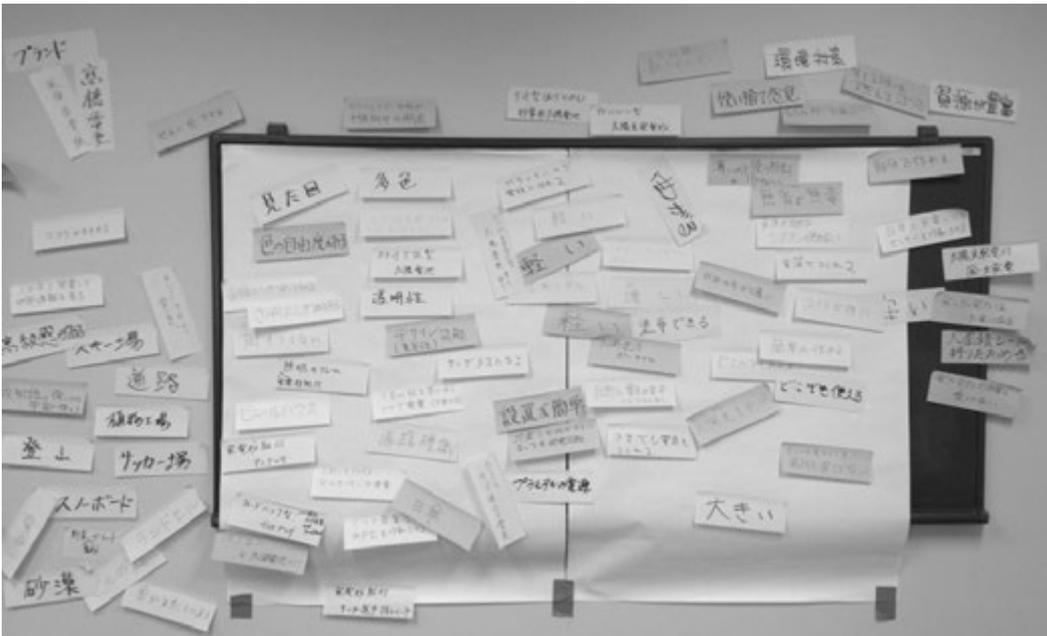
● 有機薄膜太陽電池部門（第1部門）ブレインストーミングまとめ

ブレインストーミング概要

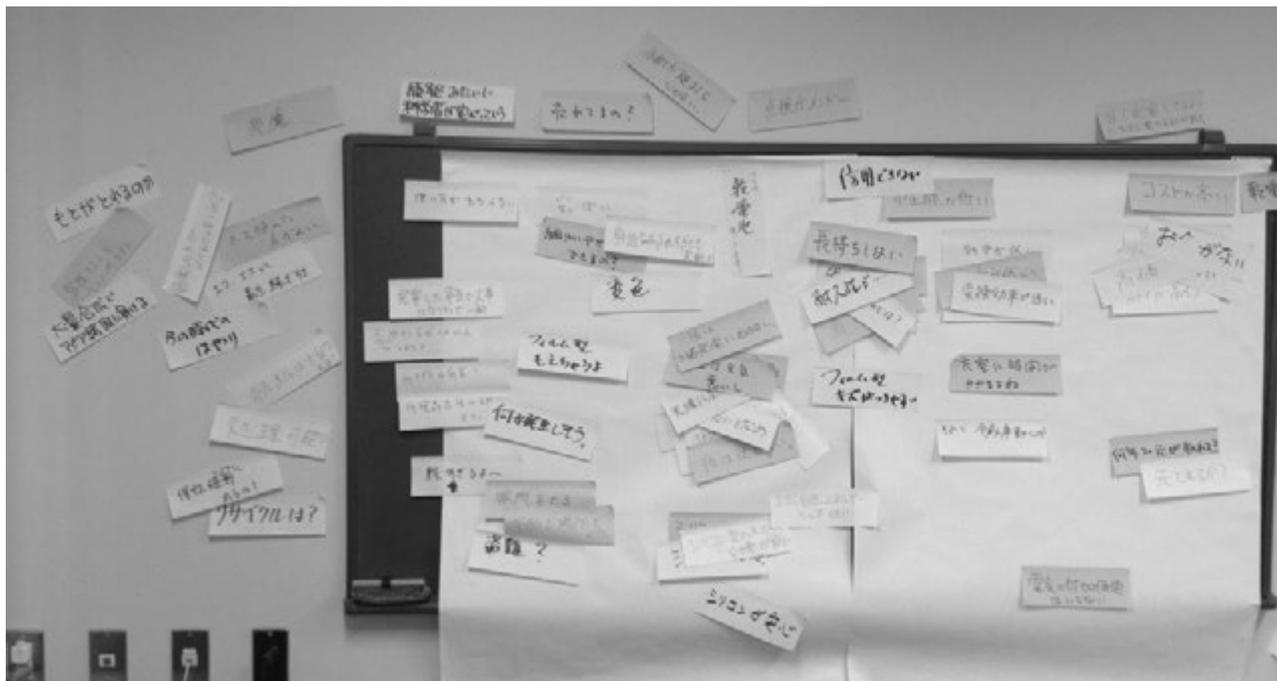
「OPV（有機薄膜太陽電池）を使った新商品開発に関するアイデア発掘」というテーマにてブレインストーミングを行った。教員、学生、事業化を担う企業、という3方面からの参加者があったが、教員と学生が大多数を占めたため『研究者の視点を中心に持つ参加者が、事業化後の製品に向き合う消費者の視点を体験すること』を目的として取り組んだ。

1. OPVの利点について

大きく3つ、（1）自然エネルギーを利用した発電装置であること（環境配慮、無尽蔵など）、（2）既存の太陽光パネルに比べて優れていること（薄い、半透明、稀少資源を使わない）、（3）OPVによってもたらされる全く新しい価値（繊維状の電源、使い捨て感覚の電源）が挙げられた。その他では、高橋電池・風紙雷紙など、個々の要素ではなく、新しいイメージを想起する意見も挙がった。

2. OPVの欠点について

OPVの現状では不十分な点として、研究課題としても挙げられている、発電効率の低さや、耐久性、製造コストなどが最初に挙げられた。一方で、自然エネルギーそのものに対する社会の漠然とした問題意識や疑問、北陸特有の少ない日照という気候条件から想起される悪印象、新しい素材・仕組みである事に対する安全性や廃棄を含めた商品サイクルへの懸念など、実用化・商品化後に消費者が抱く可能性のある悪印象について、また、半透明や多色など、電池としての機能以外の付加価値として挙げられている点についても、実用化の際に利点として維持できるのか？といった意見などが、結果的には多くを占めた。これらの点については、主要な研究課題からは外れるものの、事前に説明のための準備を併せて行うことができれば、事業化の際の障害を多く排除できると考えられる。



3. OPVの商品アイデアについて

商品化アイデアとしては、(1) 薄さを活かして、様々な商品の表面に貼り付ける方法、(2) 同じく薄さを活かしたシート状の物の置き換え、(3) 透明性を活かしてガラスやビニールなどの代替品に、など、OPVの特徴を軸に、既存商品への追加・置換えから、補助電源としての機能を持たせることが多く挙げられた。他には、(4) 軽量・フレキシブルの特性を活かした携帯用・非常用の電源として、など、PCや携帯ゲーム機への追加、震災のイメージを強く反映するなど、各自の日常生活から利用シーンを想起されるものが挙げられた。また、宇宙空間など、電源が必須であるが重量や大きさに強い制限を受ける場などに向けたハイエンド製品としての可能性、ポスターや葉書など、紙に電源を持たせる可能性、風船発電や、OPV製の葉の形を模した木による発電する森などの案も挙げられた。

※その他

今回のプレーンストーミング会合では、第1部門においては「OPV」という、非常に明確なテーマ設定がなされていたため、議論の設定・実施が非常にやりやすかった印象を受けた。OPVの良い点、課題と考える点を、それぞれ「中学生でもわかる言葉」を用いて意見を出す。という手段を採ったことや、最終商品のイメージを示しながらOPVの良さや未来について検討したことで、「自身の直近の研

究開発が、最終的にどのような「商品」として自分たちの未来の生活を豊かにするのか？」を、参加教員・学生の方々に研究の際に意識できるようになることや、研究活動の価値をわかりやすく伝え、さらに周囲を巻き込んで研究を加速し、社会実装への機運・期待を高めて行くこと、などに少しでも寄与できたのではないかと考える。

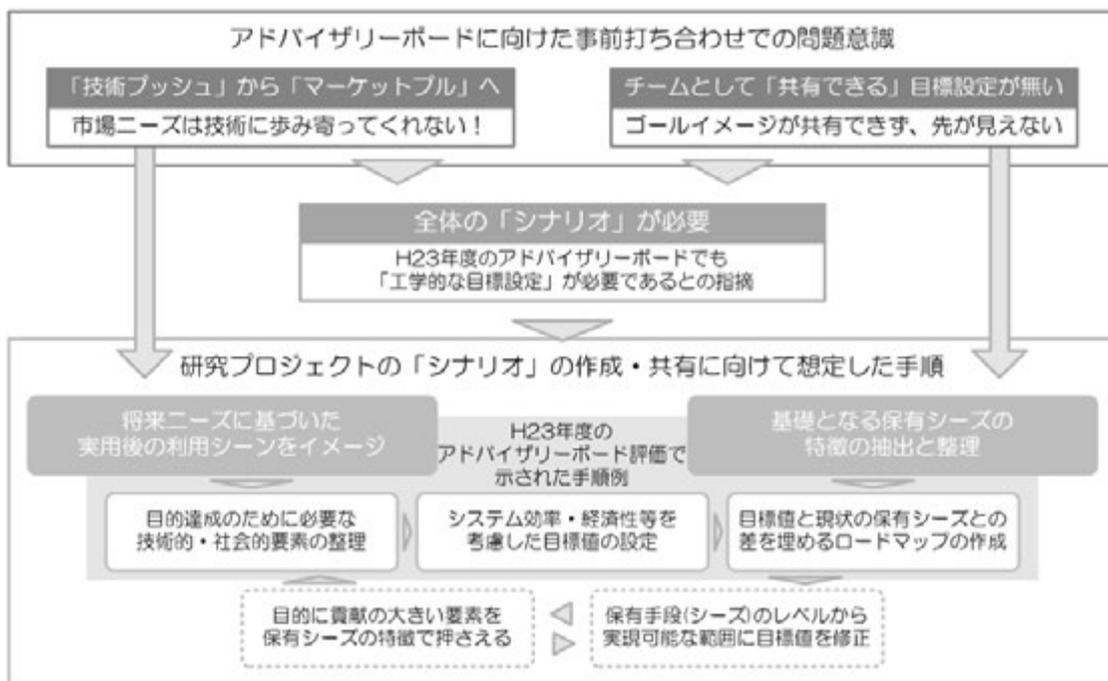
● 自然エネルギー活用部門（第2部門）ブレインストーミングまとめ

ブレインストーミング（ワークショップ・部門打ち合わせ）概要

第2部門では、研究活動報告書・アドバイザーボード報告などで、個々の研究活動については評価を得ているが、第2「部門」として掲げている、出力の不安定な「風力」をベースに、「燃焼」技術によってそれを補完する「システム」としてのアプローチが進展していない、という指摘があった。そこで、評価を得ている部門の個々の研究活動（シーズ）を活かし、風力と燃焼をシステムとして組み合わせるための枠組みづくりを狙いとして設定した。

1. 事前検討について

ブレインストーミング本番前に複数回行われた事前打ち合わせにおいて、参加研究者の個別の研究成果を持ち寄ることで「実績欄」を埋めることはできるが、所謂「ホチキス止めの成果報告」に止まり、第2部門の研究者「チーム」としての成果が見えるとは考えにくい、という問題について、専任・兼任教員の間で改めて指摘・合意された。また、大学における研究活動の特徴である「研究者の自由な発想に基づいた研究」を活かす為にも、参加研究者の各シーズの特性が最大限活かせる共通の出口・市場・実用イメージを研究者チーム『自ら』が検討して掲げる事が重要であるとの意見も確認された。このような事前検討の中で「中規模・独立型・中品質の『スマートコミュニティインフラ』の基盤構築」を第2部門の仮設テーマとして掲げ、ブレインストーミングに臨む事となった。また、参加者については、検討テーマについて、自由な発想も必要であるが、具体的な検討には、技術内容や研究スピードのイメージを有している事が求められるため、研究者及び外部アドバイザーのみに参加者を絞って実施した。



2. ブレーンストーミング会合（アドバイザーリーボード時ワークショップ）

アドバイザーリーボード会合時に行われたブレーンストーミングでは、3つのテーマに沿って議論を行った。

（1）将来のエネルギーに関する「社会ニーズ」について

人口減少・過疎化、またそれに伴う大規模インフラの維持困難化など、小回りの効く電源などエネルギーの新しい形の提案が求められている事。その変化に伴う新産業・雇用創出も視野に入れると力強い事。また、小規模電源の有用性として、離島・山岳地などの特殊地域や、災害時などに優位性があることなどが将来社会ニーズとして挙げられた。また、その際には、法規制・経済合理性等、現在・将来の社会的な制約への対応・対策も早期から考慮すべきとの意見も挙がった。

（2）社会ニーズを満たす「工学的目標」項目と数値/技術・社会的制約となりそうな要素について

発電機単体では無く「電源システム」として可能であればシミュレーション技術・メンテナンスまで一体的に捉えること、長持ち（頑丈で壊れない／壊れるがメンテナンスが容易）や、高価な専用品で無く、汎用部品の組み合わせで構成されるものなど、費用対効果も意識すること。大学の研究という立ち位置ではあるが、理論だけでは無く、実機があり、一定期間稼働することなど、社会ニーズを満たす「実用」の求めるハードルの高さ、経済合理性を考慮する際の要素の複雑さについて再認識できた。

（3）第2部門（金沢大学）の保有する技術的強み/業界全体として欠けていると思われる要素について

他大学、他機関等との差別化要因として、まず企業等に対しては、企業等の商品開発と異なり、その原理・運用・修正等、技術内容を深く理解できる人材を同時に育成することで、商品としてのモノ単体での完成度を無理に高めずとも（技術的完成度という意味ではない）、ヒト+モノとして新しい価値提供ができる点、大学という公で大きな組織であればこそ持ち、また活用し得る知的財産や法規制等の専門家も最大限活かす事ができる点が強みとして挙げられた。他大学等に対しては、ヴァナキュラー要素（その土地・気候風土・文化的特性に沿わせる考え方）を真剣に意識した取組みを行う事、また、チームとしての目標を明確に掲げ、象徴としての「モノ」を作り上げる事などが、大きな強みになると議論された。

3. ブレーンストーミング会合後の検討と今後について

ここまでの活動で「研究チームとしての目標設定が必要である」という問題意識がより明確になり、その後、1泊2日の合宿形式の検討、少人数ワークショップなどの検討を継続した。その中では、様々なアイデアと共に、研究チームとして共通目標を掲げ、象徴的なモノを協力して作り、経済合理性や法規制も研究段階から意識して、部門内の教員が研究を進めることは、学生教育にも非常に良い影響を与える可能性が高いことも浮き彫りとなった。しかし、一方で、システムとしてのアプローチは、個々の研究活動を繋ぐことが必要となる点、具体的な事例が無い最初の実証試験のための予算獲得が難しい点など、課題も改めて共有することとなった。

今年度中の議論の中では、部門としての共通目標をどう掲げ、どう進めていくか、についての最終的な解は出ていない。今後の展開として、大きな費用が必要な実証実験が困難なのであれば、小規模でも良いので「風力+燃焼」によるシステムとしてのプロトタイプ作成に取り組む。そのプロトタイプ作成も予算面等で難しいのであれば、成果を期待させるような緻密なシミュレーションモデル企画を作成するなど、一歩でも前に進んでいくことも、一つの手段なのでは無いかと考える。

● エネルギー・環境材料部門（第4部門）ブレインストーミングまとめ

ブレインストーミング（ワークショップ・部門打ち合わせ）概要

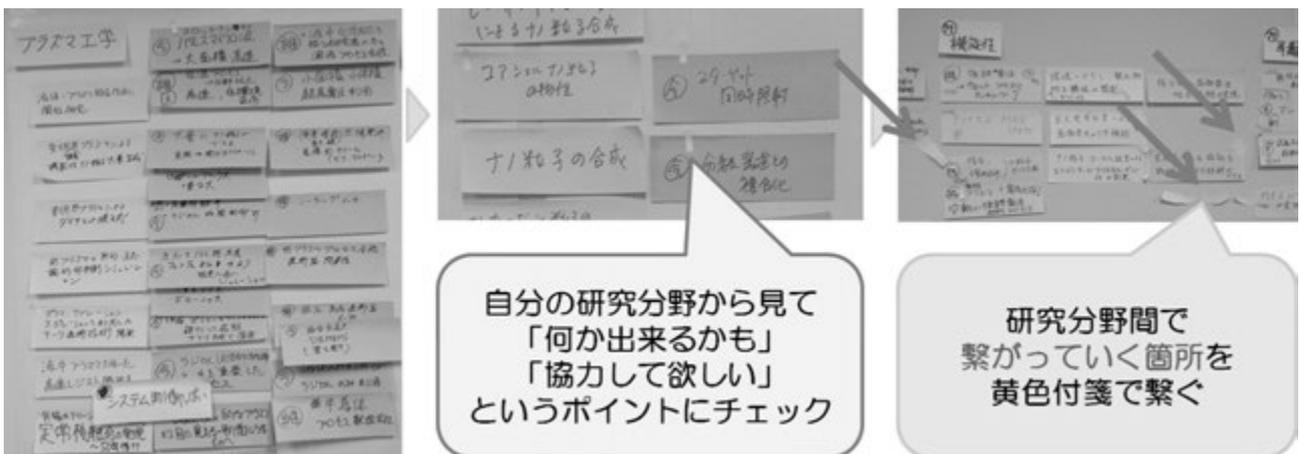
第4部門では、研究活動報告書・アドバイザーリーボード報告などで、産業応用の可能性、外部資金の獲得状況などが評価されている一方、専任・兼任教員の研究内容である「重相構造プラズマ」について、その概念・特徴・強みについての解説・アピールが十分ではないことが課題とされていた。そこで、第4部門では、評価を得ている個々の研究成果や部門内連携による取り組みをベースとしながら、部門としての中核シーズである「重相構造プラズマ」の概念をよりわかりやすくアピールしていくための整理を、狙いとした。

1. ブレインストーミング会合（ワークショップ）

ブレインストーミングでは、（1）部門内連携での研究活動の強化、（2）重相構造プラズマの概念をより「わかりやすく」すること、この2つについて議論を進めた。

（1）部門内連携での研究活動の強化

部門内連携での研究活動の強化に向けて、個々の研究内容の共有と、協力関係の可視化・再確認を行った。まず、部門員の個別の研究内容について、その新規性、他の同様の研究と比べた特徴、どのような出口を目指した内容か、を示した。その上で、それぞれの内容を解説し、質疑の上で、他の研究者に対して「協力できること」「協力して欲しいこと」について、マーカーをつけた。さらに、研究連携ができている箇所、できそうな箇所を繋ぐ線を入れ、各研究内容と要素・協力関係の可視化を行った。



(2) 重相構造プラズマの概念をより「わかりやすく」

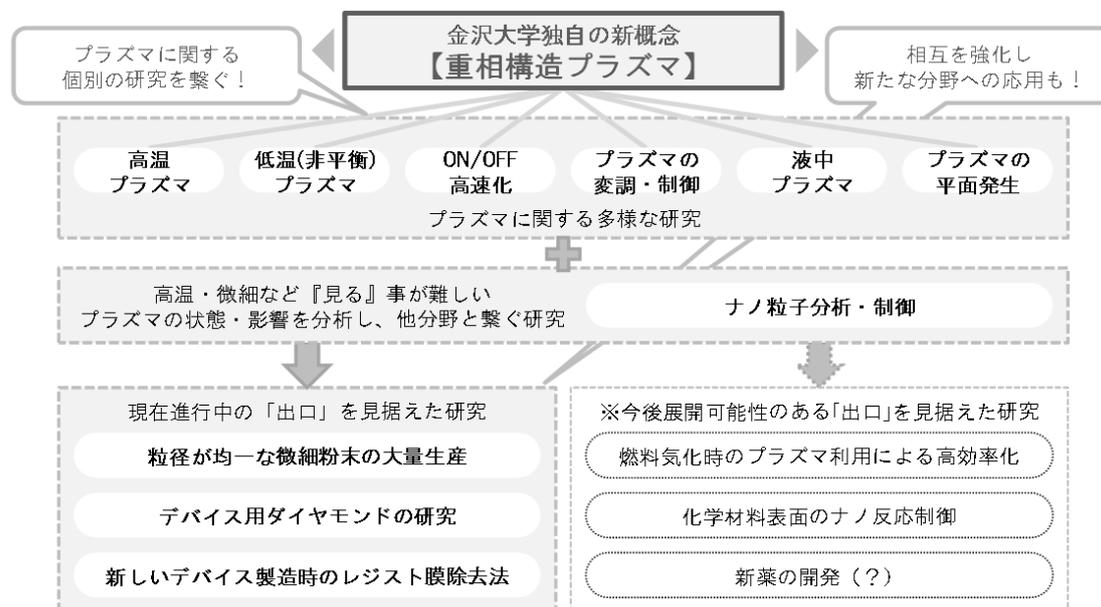
次に、重相構造プラズマの概念を「わかりやすく」示すため、各研究内容が、どのような「出口」に繋がっていくのかを、「過去・現在・将来」と「社会・製品（システム）・要素技術」の2軸・9マスの枠組みを使って整理した。この枠組みから、それぞれの研究と「重相構造プラズマ」が、どのように将来的に、そのような社会ニーズに基づき、どのような製品・システムに活かされていく技術となるのか、を示した。



3. ブレーンストーミング会合後の検討と今後について

このような課程を経て、「重相構造プラズマ」の概念を中心に、その特徴と、部門内でどのような要素で協力が行われているのか、どこに金沢大学の独自性があるのか、などについて整理し、図を作成した。

『重相構造プラズマ』の概念によって繋ぐ様々な研究と、切り拓く新分野を整理した図



『重相構造プラズマ』の概念を軸に、多様な研究を展開！

1枚の図の作成には至ったものの、「重相構造プラズマ」の概念は未だわかりにくい印象が残った。しかし、検討・整理を通じて、研究内容が「わかりにくい」という点を解消していく事は、予算獲得の際（特に社会実装など、マーケットプルの視点が求められるような資金）、優秀な学生を獲得する際など、研究を進める上で重要なポイントであることを、改めて認識することができた。また、今回のように、「部門」などある程度大きな枠組みで、それぞれの研究内容を相互に、改めて説明する機会を持つことが、研究内容を「わかりやすく」説明するために一定の効果があることもわかった。今後は、より高い頻度で、可能であれば定期的に近い研究者同士で研究内容を説明し合う場を設け、相互の理解促進を強化するとともに、「わかりやすい」説明をするための練習として利用することも、一つの手法なのでは無いかと考える。

● バイオマス利用部門（第5部門）ブレインストーミングまとめ

ブレインストーミング（ワークショップ・部門打ち合わせ）概要

第5部門では、研究活動報告書・課題達成のためのロードマップにおいて、次年度以降を第二期（4～5年目）と位置づけ、バイオマス利用部門として「具体的なシステム構築」と「実証試験計画の策定」を目標として掲げている。そこで、第5部門では、第二期に向けての現状の整理と、目標達成に向けてのアプローチについて検討を行った。

1. 事前検討について

第5部門の第二期（4～5年目）達成目標、「具体的なシステム構築」と「実証試験計画の策定」について、計画書では、第一期（1～3年目）で開発された部門の各研究者の個別研究をベースに、未利用バイオマスエネルギーの賦存量、地理的分布・地域特性を考慮し、里山・里海で発生する農林水産系バイオマスを現在地、もしくは近隣都市において資源・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構築、を行うとされている。これら要素を含んだ計画を最終的に達成していくためには、（1）対象となるバイオマス資源を決めること、（2）具体的なシステム構築のための場所を選定すること、が要件となることを事前検討で整理した。

2. ブレインストーミング会合（ワークショップ）

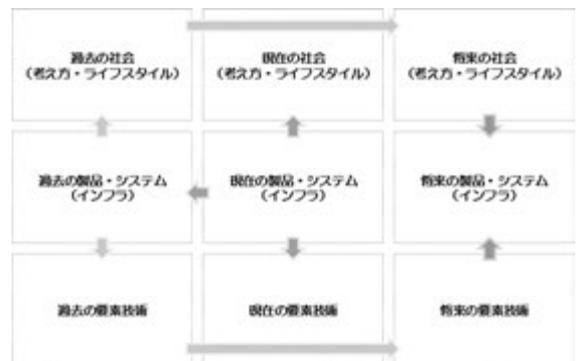
ブレインストーミングでは、（1）第一期で開発された「個別研究」の整理、（2）「個別研究」を活かした「対象バイオマス資源」と「具体的な地域」を想定した提案モデルづくり、この2つについて議論を進めた。

（1）第一期で開発された「個別研究」の整理

各研究成果としての「個別研究」が、どのようなバイオマス資源を対象として、どのような切り口で社会実装に繋がっていくのかを、「過去・現在・将来」と「社会・製品（システム）・個別研究」の2軸・9マスの枠組みを使って整理し、各部門員から、内容の説明を行った。

（2）「対象バイオマス資源」と「具体的な地域」を想定した提案モデルづくり

第二期の目標である「具体的なシステム構築」と「実証試験計画の策定」に向けて、①実証フィールド（どこで、なにを）、②基盤となる個別研究、③実証フィールドにおける利用者にとってのメリット、④同じく実証フィールドにおける利用者にとってのデメリット(リスク)、⑤経済性（費用対効果）、⑥エネルギー量（対象地域におけるインパクトの大きさ）、の6点を意識して、提案モデルの作成を行った。





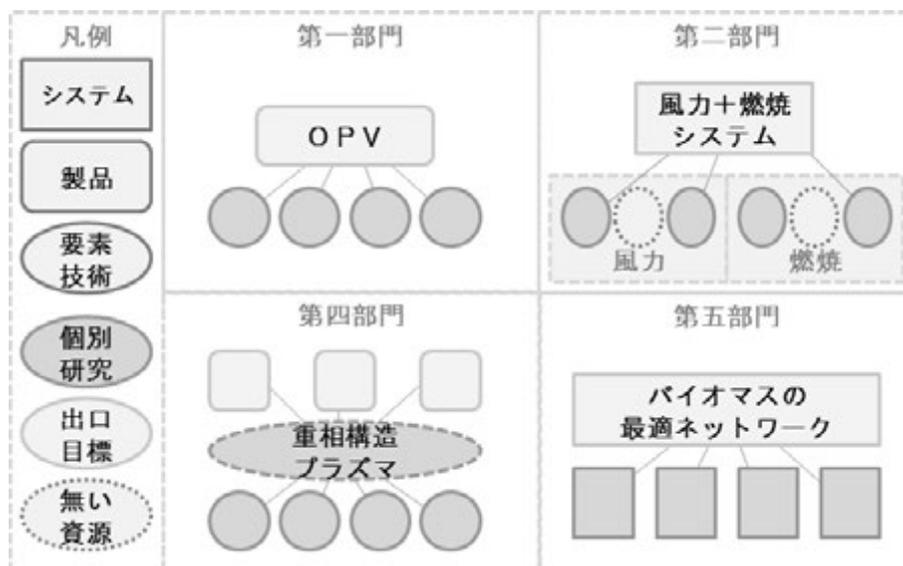
3. ブレインストーミング会合後の検討と今後について

このような課程を経て、第二期の目標である「具体的なシステム構築」と「実証試験計画の策定」に向けての整理・検討を行った。個別研究に基づいた具体的なシステム構築の像はある程度明らかになったが、「部門」としての最終目的に掲げている「未利用バイオマスの最適ネットワークシステム」という概念には明確な繋がりが見えにくいことが課題として残った。ブレインストーミング後の検討の中で、「特定の個別研究に、部門全体のシーズを繋げる」「各研究者が個別に繋がっている東アジア諸国との連携を部門がハブとなって繋ぐ」など、いくつかの案はあがったが、いずれも、強力なインパクトを得るものには至らなかった。

※その他

第5部門において、社会実装が見える部門共通目標を、他部門と同様に掲げることは、他の部門と比較すると、その困難さが際立っているように思われる。

図のように、第1部門ではOPVという明確な製品イメージを個別研究が支えており、第2部門では、風力・燃焼の要素技術から、風力+燃焼のシステムを目指し、第4部門は、各要素技術・個別研究が、重相構造プラズマという概念をハブにして様々な出口に繋がっている。第5部門は、個別研究がそれぞれ対象となるバイオマス資源に対してのシステムレベルの研究となっているため、部門として、一つの社会実装モデルとしてまとめようとすると、大きすぎる概念となり、少し見えにくい枠組みになってしまうと考えられる。第5部門においては、部門目標設定には、他の部門とは異なるアプローチが必要であり、今回のブレインストーミング、およびその後の検討の手法設定において、問題があったと考える。



以上 平子

● 炭素循環技術部門（第3部門）ブレインストーミングの報告

1. 開催日時、開催場所

第1回：平成25年8月9日（金）16:30～17:30、全員、金沢大学O-FSI会議室

第2回：平成25年10月29日（火）16:30～17:30、全員、金沢大学自然科学3号館3A314

第3回：平成25年12月4日（水）16:30～18:00、専任教員+兼任教員、

金沢大学自然科学3号館3A313

2. 参加者: RSET 第3部門教員

三木理、瀧本昭、児玉昭雄、長谷川浩、鳥居和之、多田幸生、汲田幹夫、大坂侑吾

3. 実施方法

現在の研究開発計画をベースに、第3部門として今後取り組むべき研究開発の方向性を、現在の課題認識を含め自由に意見交換（会議後メール等も活用）。その後、専任および兼任教員が第3部門の今後の方向性を取りまとめた。

4. ブレインストーミング結果

RSET 第3部門における今後の方向性について、3テーマに分けて以下に記載する。

(1) 排熱 (CO₂) 有効利用技術

[意見]

- ・ 現在の研究開発計画の中では「排熱利用」の位置づけがわかりにくい。
- ・ 石炭火力発電所に排熱の有効利用を限定すると、有効利用可能な排熱が限られており、研究シーズの展開が困難となる。
- ・ 大規模なCO₂の発生源（発電所や製鉄所）からのCO₂回収については、化学吸収法による先行の大型研究が多く走っており、大学のシーズ技術（吸着法）を生かすにはむしろ小～中規模のCO₂発生源をターゲットとすべき。

「今後の方向性について」

- ・ 石炭火力発電所ばかりでなく、大学のシーズ技術を地域の分散熱源や農林水産業への展開を含めて推進する。
- ・ デシカント空調の社会実装のためのシステム検討を産学連携のもとで推進する。
- ・ 吸着材デシカントロータの高機能化と適用拡大をはかる。
(空気汚染物質除去、吸着熱による低温排熱の昇温利用、電気自動車や農業用温室用の冬季除湿暖房など)
- ・ 物質、エネルギー生産のための排熱利用を推進する。
(バイオガス中のメタン濃縮、分離CO₂の農業利用など)

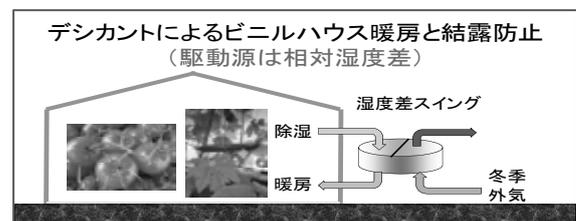


図1 事例紹介(農業用温室の冬季除湿暖房)

(2) 海洋バイオマス生産技術

[意見]

- ・ 微細藻類のエネルギー化については、国外はもとより国内でも先行の大型研究が多く走っており、オイル生産性微細藻類の新たな開発の視点から特徴をだすのは難しい。

- ・一方でエネルギー利用としての微細藻類の生産には複数の企業も取り組んでいるが、コストに課題があり、実用化にはまだ至っていないと思われる（基礎～応用段階）。
- ・大型藻類については、エネルギー利用の視点ばかりでなく、藻場再生や水産魚介類の増産などの地域ニーズが存在している。

「今後の方向性について」

- ・微細藻類については、産学連携のもとで、例えば産業の排水処理プロセスの中の1要素として組み込み、排水処理や排熱・排ガス利用も含めた産業全体システムの中でのプロセス化を検討する。産業界で実用化が期待できる藻類活用プロセス案を提示する（産学連携を強化）。
- ・大型藻類育成については地域社会と連携し、地域のニーズを優先する形で研究開発を継続して進める。
- ・回収した藻類の有効利用方法については、エネルギーとしての有効活用ばかりでなく、水産・家畜飼料や化学・薬品原料化なども視野に含め、RSET 他部門および学内外の研究者との連携を強化し推進する。



図2 事例紹介(能登半島での大型藻類育成)

(3) 産業副産物（フライアッシュなど）有効利用技術

[意見]

- ・石炭火力発電所の拡大にともないフライアッシュ発生量の拡大は続く。産業界でのフライアッシュ有効利用のニーズも強く、産業界でのフライアッシュの管理や生産体制もかなり進んできている。
- ・レアメタル回収、放射性廃棄物処理、コンクリートの耐久性向上などにも大学のシーズ技術の適用の可能性がかなり有るのでは？

「今後の方向性について」

- ・フライアッシュについては、地域社会と連携し、地域から発生する素材を用いた地域特産のフライアッシュコンクリートの用途適用拡大研究を今後も継続して進める（産学連携を強化）。
- ・地域から発生する産業副産物からのレアメタル回収などについても大学のシーズ技術適用による展開を提案、産学連携を強化し推進する。



図3 事例紹介（レアメタル回収フロー）

以上 三木

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)
RSET 活動 中間外部評価 アンケート集計

●はじめに

サステナブルエネルギー技術に関して造詣の深い大学外の方および金沢大学研究担当理事の合計 7 名に RSET 中間評価委員にご就任戴き、RSET が発足してから 3 年間の中間評価をアンケート形式で行った。この中間評価を行うに際して、その評価内容や評価形式の準備から、評価結果の集計・分析までを行うワーキンググループを平成 25 年 7 月に RSET 内に立ち上げ、RSET センター会議への提言をまとめて頂いた。ここに掲載したアンケート集計を RSET 内で良く議論し、改革・改善に移せるものから、優先順序を決めて順次実施して行きたい。関係各位には、ご支援、ご鞭撻のほど、宜しくお願いしたい。(センター長記)

●下記の項目に対し、5 段階評価

評点 5：著しく高いレベルで進んでいる。

評点 4：高いレベルで進んでいる。

評点 3：計画通りで適切。

評点 2：低いレベルで遅れており、改善が必要。

評点 1：著しく低いレベルで遅れており、抜本的な見直しが必要。

		矢部	鈴木	大垣	松井	荒川	吉田	山崎	平均値	分 析
1	<u>組織と管理・運営について</u>									
1-1	組織構成：適切な組織構成が組み立てられているか。	5	4	4	4	4	4	4	4.14	組織と管理・運営については比較的高い点である。
1-2	運営：センター内部で会合などを通じた適切な運営がなされているか。	5	4	4	4	4	4	4	4.14	
1-3	研究者の受け入れ、サポート体制：組織として人材採用、強化、育成に努めているか。	5	5	4	4	4	5	4	4.43	
2	<u>研究活動について</u>									
2-1	研究活動の方向性：時代にマッチした、先駆けた、オリジナリティのある研究活動ができているか	4	4	4	4	4	4	4	4.00	特に外部資金調達に低い点がついている。
2-2	研究業績：インパクトある十分な研究業績が得られているか。	4	4	4	4	4	4	3	3.86	
2-3	研究費の外部資金調達：十分な外部資金を獲得できているか。	3	3	4	3	3	3	4	3.29	
2-4	学会、研究会、講演会、シンポジウムの開催状況	4	5	4	3	4	4	5	4.14	
2-5	情報公開状況：研究成果の積極的な公開活動が行えているか。	4	4	4	3	4	3	4	3.71	
3	<u>国内外学会・国際交流について</u>									
3-1	国内会議・国際会議での基調招待講演、招待講演などがあるか。	4	3	3	3	4	3	3	3.29	国内外の研究活動、拠点形成状況について特に点数が低い。これから強化する必要がある。
3-2	国内・国際共同研究活動	3	2	3	3	4	3	3	3.00	
3-3	国内・国際研究拠点形成状況	4	2	3		3	3	2	2.83	

※特に点数の低いものに網掛け

●ご意見・ご助言

1. 組織と管理・運営について

＜矢部＞サステナブルエネルギー研究センターの運営に関しては極めて高く評価する。特に、5つの研究部門に関して、研究の出口をどこに置くか、自分たちの技術の特徴はどこにあるのか、技術の弱点はどこにあるのかの観点から、全研究部門が3年間の間にブレインストーミングを実施し、真剣な議論を繰り返して地域におけるサステナブルエネルギー社会実現への貢献を目指す形で目標を作り上げた点が極めて高く評価される。地域に根差したサステナブルエネルギー研究開発の出口の観点から出発すれば、足が地に着いた形で、日本全体、さらには、世界全体への大きな展開が可能と思われ、今後の発展が大いに期待される。また、5つの部門が全体として、自分たちの役割を自覚し、全体としてどのように大きく展開するか、体系化するかを考える状況を作り上げている点は、連携をとる機会の少ない先生方をうまく議論に巻き込んで、運営を進めている点で極めて高く評価される。

＜鈴木＞テニユアトラック制も活用し、総勢40名の研究体制が組まれており、目的遂行集団として適切に運用されている。今後も10年という時限をプラスの“時間的目的”として捉え、一人ひとりが手段と目的を取り違えることなく、研究を進めていくことを願う。

＜大垣＞部門ごとのブレインストーミングを実施するなど、部門ごと、あるいは、センター全体の理念の共有化を図る努力をしており、適切な運営を行っている。構成メンバーの研究推進を進める立場からの研究課題の俯瞰のみならず、今後、客観的な俯瞰作業をより強く展開することを期待したい。相対的に少ない構成教員数の中で、人材育成に十分努めている。

＜松井＞RSETの全体の運営は、概ね順調に進んでいると評価できる。専任教員が充足したことで、部門間の足並みが整い、部門間の協力体制も進んでいると見える。部門により、部門で比較的独立して研究事業が進めることができるところと、他部門の協力で問題が解決できる場合がある。このような課題は、専任教員が協力して情報交換を行い、前進できる。

＜荒川＞新しい人材の採用など、計画に従って、専任教員について、適切に運営、管理されている。望むらくは、協力教員の一層の有機的な協力によって、本センターの研究層の厚みをさらに深くしてほしい。1年目は、協力教員も熱心に議論に参加したが、3年目となった現在、その貢献が小さくなってきていると感じる。専任教員の採用もあり、遠慮している所もあるのかもしれないが、多くの教員、研究者が一体化することにより、センターとしての新しい方向性や深さも発揮されるものと期待している。

＜吉田＞運営会議（13名）－センター会議（20名）－専任委員WG（5名）、他2WGの構成はセンター関係の組織構成としては一般的であるが、本センターが立ち上げ期間である事を考えれば、運営会議が年一回は少なすぎる。少なくとも、本センターを10年事業と銘打つ以上、運営会議が常に支援しているということ内外に示す意味においても2回は必要。さもなくば、単なる承認会議のみとなる可能性がある。他方、センター会議の8回は少し多いくらいで、良く練ったagendaにより会議の効率化を図り、なるべく全員出席の会を目指すことが必要。専任WGに関しては専任教員の経過&成果発表セミナーを含め各人年2回を目処に主催し、学生、教員の参加を呼びかけるなど、広報的役割もかねるのが良い。なお、本センターの予算関係が不明であるが、単なる勉強会ではなく研究提案書をまとめるとの意志を持ったセンター全体の戦略的ワークショップを毎年開き、最新の提案書を常にセンターが準備するなどが必要との印象を受ける。

＜山崎＞センター長等には以前より何度か期待を表明してきたとおり、5部門それぞれの研究課題をもっとスリム化、先鋭化して部門構成員が協力して、集中的に特定の先端的先進的研究課題に取組み、外部資金獲得、研究成果の公表ができる研究拠点の形成を目指してほしい。そのためのバックキャスト手法を取り入れたワークショップ、研究打合せ、ミニシンポジウム等がそれぞれ独自に頻繁に開催できる体制を強化され

たい。また全体会議でも指摘があったとおり、部門間が共同して取組む研究課題の設定、ネットワーキングが今後、大いに望まれる。それらの活動を通して、センター全体のミッション、研究課題の絞り込みを加速し、大学が構想するサステナビリティ科学研究機構（仮称）への中心的な貢献にも思いを巡らせてほしい。

（分析と対応）特に部門間協力の強化、運営会議の回数検討（1回→2回）、なるべく全員参加（協力教員を含む）の高効率会議の開催、「研究提案書」の作成を目的とした戦略的ワークショップの設置、その「研究提案書」を基盤とした RSET 意識の統一が必要。また、部門再編、領域化を検討し、サステナビリティ科学研究機構の核となり発展できる部門・領域・人員の先鋭化を行っていくべきである。

2. 研究活動について

<矢部>各研究者が、全体の中での自分の果たすべき役割を自覚しつつ、研究活動に真剣に励んでおり、論文の形で成果をしっかりと発信している点は高く評価される。また、その成果を、公開シンポジウムの形で社会に対して積極的に発信している点も高く評価される。今後は、社会に役立つ形での成果を求められる段階に至るので、社会にどのように役立つ技術を作ろうとしているのかを分かり易く発信し、興味を持つ企業との共同研究を積極的に実施していくことが強く要望される。また、大規模な外部資金を調達し、研究開発の実証に積極的につなげていくことも期待される。

<鈴木>特許取得もあり、ユニークかつ目的に沿った研究が行われている。また、金沢におけるセミナーやシンポジウムなどを通して、地域に対しても目的、目標、そして研究内容・成果の公開が積極的に行われ、地域を巻き込んだ活動となっているものと捉える。外部資金の獲得においては、容易でないのが実情であるが、社会への貢献・還元が目的でありそれを軸とした活動を遂行することにより、手段である外的資金の獲得に繋がっていくものと考えられる。

<大垣>各部門のそれぞれの学術分野あるいは産業分野は、通常であれば大きく離れた分野である。しかし、各部門あるいは教員が個別の特色を出しながら、サステナブルエネルギーの傘の下に、積極的に新しい展開を図ることに努力している。新しい工学分野が形成されていくこと、あるいは、産業分野に新しい革新を起こすことを期待する。

<松井>研究資金調達が一番難しい。部門内の新しい研究協力体制を強い条件にして、新しい発想で外部資金調達をする努力が必要。

<荒川>研究業績として、学会発表や文部科学省の補助金などの、大学としての常識的なレベルでの成果を挙げている。一方、大規模な政府出資金事業や民間との共同研究による資金調達が十分とは言えない。これまでの成果を利用し、センターが一つとなり、あるいは民間企業との共同研究により、大規模な研究業績が上げられるよう、努力を望む。

<吉田>研究活動&業績については、部門間でバラツキがみられるので、平均的なイメージにならざるを得ない。やはり、センター全体での動きが見えてこない限りセンター全体の評価は出てこない。例えば、現在最も成果が出ている、または出そうである人&部門をセンターが重点的に支援するなどの戦略が必要かもしれない。多分、組織としてのセンターを強くするには、国内外を問わず同程度のサイズのバーチャルな競争相手の設定が有効で、内部は協調し外部とは競争している、とのメンバーの意識形成が必要。ただ、これも経費資金の裏付けが必要で、現時点では、支援する産業界を積極的に表に出し、地域として JST や NEDO などにアピールする事も必要。

未だ個々の研究活動の範囲を出ていないので、センター全体としての活動と内外が認知するような活動が必要。個人の研究の単発的な活動業績を報告されても、それらが連続して次々に出てこない限り、センターの名は外には余り出てこない。やはり、先にも述べたセンター全体のワークショップ開催と、的を絞った具体的な研究提案書の早期提示を期待したい。

<山崎>

COI STREAM 事業によるバイオリファイナリ研究についても、センター第5部門の中心的課題としてとりあげ、進捗度管理を強化していただきたい。また蓄電池、燃料電池に関する研究も、今後、関係研究者を取り込んで中心的課題のひとつに据えていただきたい。

(分析と対応) 外部資金調達については、今後も戦略的に獲得していくことが必要。(仮想) 競争相手の設置も有用。産業界との積極的な共同研究を表に出しつつ、JST、NEDO などの国家プロジェクトに敏感に申請していくことが重要。NEDO、JST の人的なつながりも重要。

3. 国内外学会・国際交流について

<矢部>各専門分野に関して、招待講演等が見られる点は高く評価できる。今後は、金沢大学サステナブルエネルギー研究センターとして、存在感を示すような国内外への活動を活発にし、地域に根差しながら世界を視野に入れてサステナブルエネルギーの研究開発をする重要性を大きく発信し、今後の招待講演や大規模な外部資金の獲得につなげることを期待したい。また、サステナブルエネルギー研究センターの研究拠点としての存在感は、国内に対しては大きくなりつつあると評価できるので、今後さらに活動を強化し、存在感が国内外に大きくなるように努力していただきたい。

<鈴木>国内・国際の連携・交流においては、実績に繋がっていないのが現状と捉える。しかしながら、「地産地消対応型エネルギーに関わる研究開発」という軸を持ち研究開発を進め成果に繋げていくことにより、RSET としてブランドが構築されネットワークが広がり、それにより、RSET の“フィロソフィー共有体”が形成されていくものと考えます。

<大垣>サステナブルな、すなわち持続的なエネルギーに関わるテーマは、地域性が強い。国際的な共同研究もその地域性が色濃く出る。地域特性を持つ課題に関しては、十分、客観的な国際比較が重要であり、それにより普遍性のある工学分野を確立することができる。また、異分野の最新の知識を導入するにも国内・国際交流は重要である。たとえばこのような2つの目的意識を持った交流活動を期待したい。

<松井>研究成果の発表は、一般的に成果を大きく発表することも重要であるが、対象者、団体別にきめ細かく行うことも必要。外部資金を調達することが重要。

<荒川>学術交流が進んでいることを評価する。しかし、国際的な拠点というイメージにはまだ遠く、何らかの方法で、国際化を図る必要がある。センター教員に外国人は採用されているのだろうか？ ぜひ、国際化に積極的な工夫を施し、少なくとも一分野において、国際的な拠点を形成する方向性を見出してほしい。

<吉田>センター全体としての成果は具体的にはまだ見えていないので、上記3点に関して意見を述べるのは時期尚早と考える。

<山崎>まだまだ世界のトップランナーを目指した研究課題設定、体制とはなっていないのでは？ 国際的なネットワーク形成や、海外での国際会議に中心的な研究者がもっと積極的に参加するなどの活動を活発化させるべきである。文科省の「頭脳循環を加速させる戦略的国際研究ネットワーク推進事業」への申請、若手研究者の海外研究機関への派遣などにも積極的に挑戦していただきたい。

(分析と対応) 国内外の連携・交流・拠点形成においては、サステナブルエネルギーのテーマは、地元連携を出しつつも、普遍性のある工学分野を確立することが重要である。そのためには、客観的な国際比較が重要。海外機関とのつながりを強化することも必要。

4.センターの総括と展望（これまでの経緯・業績に対する総合評価、および今後のセンターの方向性についてのご助言）

<矢部>この3年間の活動により、ばらばらになりがちな各研究部門内の研究の連携、また、各研究部門間の連携に関して、相互の関連や連携の仕方、さらに、全体としての体系的なまとまり、全体としての大きな目標の設定の仕方に関して、イメージが出来てきたように思われる。特に、金沢大学の地理的な特徴である、北陸地域の気候や産業を考慮した地域エネルギーのサステナブル化の推進を大きな目標にできることに目途を付けた点は、高く評価できる。また、全体としての特徴をより明確化すること、出口のより具体的なイメージを発信すること、さらに、研究者が連携することにより大きなスケールでのエネルギーシステムの実証を実現することなど、今後さらに実施すべきことは多く、全力で推進されることを期待したい。

<鈴木>これまで RSET の各部門、目的・目標を共有し、高いレベルで研究を遂行していると評する。今後は、RSET の特長でもある部門の“際”をつくらない「分野横断型」の機能を更に強化し、RSET の基本コンセプトである「暮らしと密接に関わるエネルギーおよびエネルギーに関わる技術に対して、教育研究を通して研究開発を推進し、社会貢献していく」を軸として、各分野の技術の組合せによる暮らしを豊かにする価値創造、ならびに、その技術を活かすプラットフォーム創造の追求を行って頂きたい。

<大垣>社会のエネルギー、環境、資源の課題を持続的なシステムにするための工学的な貢献を図ることが目的のセンターである。拠点形成のこの理念の実現を目指して運営されており、今後のさらなる展開が期待される。それぞれの研究分野の展望に関する客観的な俯瞰作業、あるいは、空間的な地域特性とその課題の独自性への対応と同時に普遍性を意識した研究成果の位置づけ作業などにより、センターの特徴を打ち出すべきであろう。

<松井>第1ステージでは、概ね成功している。部門ごと、研究ごとに比較的早く実用化に向かう研究と、しばらく基礎的課題を追及し、その後実用化に進むものがある。これらを適切に仕分けして、部門内の協力、部門間の協力、場合によっては他大学、他研究機関との協力を得て、早く目標達成を行う。RSET の目標は、現下のエネルギー・環境課題を解決することであるから、解決の手段を提案し、実用化が分かりやすい成果を示す。

<荒川>順調にセンターの運営がなされている。活動の後半に入る機会に、センターとして、部門の活性化と併せて、その融合は学際性を増し、当センターならではの強いオリジナリティを発揮してほしい。そのためには、地域に根差した再生可能エネルギーのPJを提案し、大学と民間企業、地方行政が一体となった活動を行ってはどうだろうか？ 地域と連携した新しいPJを展開することにより、一層、情報発信の強いセンターを構築してほしい。もちろん、国際化の必要性も言うまでもない。個性的な発展を期待する。

<吉田>現在は専任教員5名が配属された段階であるにもかかわらず、センターへの参加教員の熱意を感じる。立ち上げは成功と見る。ただ、ある意味では手弁当的なセンター形成への熱意を持ったメンバー参加は、近々の研究費獲得の裏付けがなければ継続が困難となることも予想されるので、そのための戦略を詰める必要があるとの感じを強く受ける。

<山崎>以上述べたとおり、世界的なサステナビリティ・エネルギー研究拠点形成を目指して、徐々に研究課題を先鋭化、先端化して、それに合わせた人材確保と育成に全力で取り組んでいただきたい。

もはやポスト拠出母体の教員組織の意見や意向に縛れることなく、金沢大学理工系の最先端科学技術研究のメッカ、先導としての役割を存分に発揮するよう、構成員全員の意思と方向性を統一して、一丸となって研究に専念し、本学の特色といえる研究分野の抄出、拠点化を実現されることを大いに期待したい。

また引き続き、さきがけ、CRESTをはじめ大型資金の獲得にも鋭意努力されたい。

(分析) 以下が RSET 全体としての直面の課題である。

◎以下の件を意思統一するための「研究提案書」の作成と、作成のための戦略 WG の設置：

- ・外部資金 (JST、NEDO、さきがけ、CREST) の戦略的獲得 ←とくに喫緊の問題
- ・地域連携によるオリジナリティある研究内容の探索と人材投入
- ・国際連携 (アピールと、これによる地域性ある研究からの普遍的工学分野の確立)

◎上記を先進的に行うために以下を実施：

- ・サステナビリティ科学研究機構の核となり発展できるように、「部門・領域・人員の再編と先鋭化」の検討

RSET 関係者一覧

【外部アドバイザー】

独立行政法人産業技術総合研究所理事 矢部 彰様 (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

【中間評価委員】

独立行政法人産業技術総合研究所理事 矢部 彰様
 (株) 倉元製作所代表取締役社長 鈴木 聡様
 東京大学大学院工学系研究科教授 荒川 忠一先生
 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
 金沢大学研究国際担当理事 山崎 光悦先生

【RSET運営会議委員】

福森理工研究域長 (委員長)、加納自然科学研究科長、櫻井物質化学系長、浅川物質化学系コース長、上田機械工学系長、山根電気情報学系長、飯山電気情報学系コース長、前川環境デザイン学系長、高橋 RSET センター長、上杉 RSET 副センター長、三木 RSET 副センター長、木綿 RSET 第2部門長、関 RSET 第5部門長、以上13名

【RSET センター会議委員】

<部門1>高橋 (委員長、部門長)、前田、當摩、桑原、<部門2>木綿 (部門長)、榎本、河野、木村
 <部門3>三木 (部門長)、瀧本、長谷川、児玉、<部門4>上杉 (部門長)、田中、石島、森本
 <部門5>関 (部門長)、古内、池本、本多、以上20名

【RSET 構成員】

<部門1>當摩 (専任)、高橋 (光) (兼任)、前田 (兼任)、桑原 (兼任)、加納 (協力)、山口 (協力)、生越 (協力)、井改 (協力)、<部門2>河野 (専任)、木綿 (兼任)、榎本 (兼任)、木村 (協力)、山本 (協力)、金子 (協力)、上野 (協力)、<部門3>三木 (専任)、瀧本 (兼任)、長谷川 (兼任)、児玉 (兼任)、鳥居 (協力)、多田 (協力)、汲田 (協力)、大坂 (協力)、<部門4>石島 (専任)、上杉 (兼任)、田中 (兼任)、森本 (協力)、川江 (協力)、猪熊 (協力)、徳田 (協力)、大谷 (協力)、瀬戸 (協力)、<部門5>本多 (専任)、関 (兼任)、古内 (兼任)、池本 (兼任)、高橋 (憲) (協力)、小林 (協力)、畑 (協力)、仁宮 (協力)

【中間評価案作成 WG 委員】前田、榎本、児玉、田中 (委員長)、古内

編集後記

センター長挨拶でも述べたが、今回の研究活動報告書は内容満載である。例年通りの研究成果やアドバイザーボード報告に加えて、各部門で行ったブレインストーミングのまとめ、そして、第1回中間評価アンケートの集計と分析を掲載した。この3年間の10年時限のRSETの助走期間と捉え、これからの飛躍のための道標を提供する貴重な一冊となった。我々に課せられている責務と期待の大きさに、身の引き締まる思いである。(K.T.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



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

Research center for
RSET Sustainable
Energy and
Technology