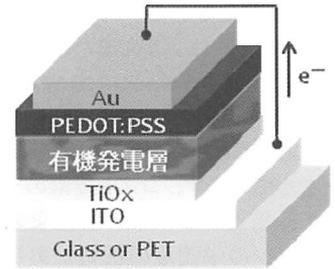


【第1部門】有機薄膜太陽電池部門ロードマップ（H23年度作成、H24年度微改訂）

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）

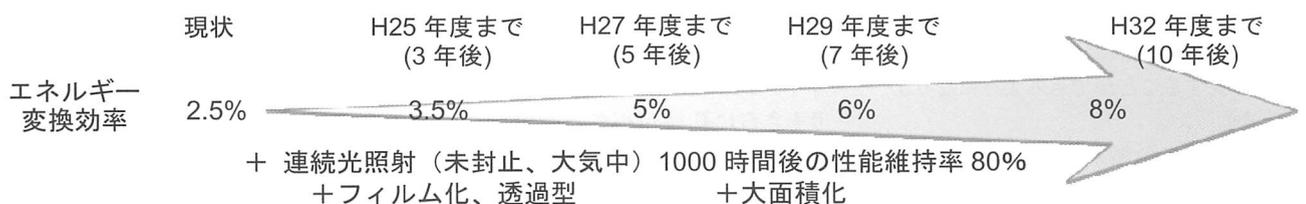
2. 年次計画【要素技術開発の実施予定表】

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2部門】自然エネルギー活用部門ロードマップ

取組課題名：地産地消対応型の自然エネルギー活用技術システムの開発

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

取組課題の内容：

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

1. 技術開発項目

(1)高効率・低騒音な風力発電システムの開発

①集風加速装置を用いた高効率な風力発電システムの開発

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

②静穏な風車の開発

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

(2)風力発電出力変動補完用燃焼システムの開発

①マイクロ波を用いた高応答性燃焼促進システムの開発

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

②液体バイオ燃料用内燃機関による変動補完発電システムの開発

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

2. 年次計画

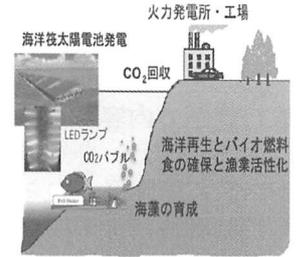
(1)高効率・低騒音な風力発電システムの開発		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
①集風加速装置を用いた高効率な風力発電システムの開発		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
②静穏な風車の開発				●	●	●	●	●	●	●	●	●
(2)風力発電出力変動補完用燃焼システムの開発		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
①マイクロ波を用いた高応答性燃焼促進システムの開発		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
②液体バイオ燃料用内燃機関による変動補完発電システムの開発				●	●	●	●	●	●	●	●	●

【第3部門】炭素循環技術部門ロードマップ

取組課題名：炭素循環型社会に向けた環境エネルギー革新技術の開発

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

取組課題の内容：エネルギー環境問題の背景として、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倍発電量倍増し、2050年原子力と石炭火力発電がエネルギーの柱になると予想している。また、国家戦略「エネルギー基本計画」では、石炭を化石燃料の中でCO₂排出が大きいものの、コスト・供給安定性の面で優れたエネルギー源であり、CO₂回収・貯留（CCS）や石炭ガス化複合発電（IGCC）等地球環境と調和した石炭利用技術を確立し（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 ・圧力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0を実証 (回収CO ₂ 濃度 70%、回収率 70%)	● 性能向上施策を追求 ● 海藻育成に適したCO ₂ 濃度で回収率90%	② 温室効果ガスの削減(20%)・温暖化防止 回収CO ₂ 濃度 90%以上 回収率90%以上 (火力発電に限らず燃焼排ガス全般に適用)
石炭灰 (Fly ash)	土木/建設資材として再利用 (50%) 残り50%は産業廃棄物 電気集塵	● 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 ● 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	● 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 ● エコブロックの成形・アッシュコンクリート ● 石炭灰中金属の固定化法の開発	● 藻類バイオエネルギー生産 (光合成) ● 人工藻場群集における炭素固定量 (500gC/m ²) ● マリーンプロックへの海藻成長 ● 石炭灰の有効利用 90%	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 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、産学協同で大電流遮断技術の高度化、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ロードマップ

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

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

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

2. 達成目標

① 未利用系バイオマスの利用技術の開発

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

② システムの最適化によるクリーンエネルギー創造

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

3. 課題達成のためのロードマップ

研究項目	第1期（1-3年目） 要素技術の開発と実証試験実施環境の構築	第2期（4-5年目） 具体的なシステム構築と実証試験計画の策定	第3期（6-10年目） 実証試験の実施と評価	
堆肥化・消化・光合成によるエネルギー・資源回収技術	<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 ● バイオマス発酵熟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 	● 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	
バイオエタノール製造技術	<ul style="list-style-type: none"> ● バイオマス原料（海藻、林産廃棄物等）の発掘 ● エタノール生産速度向上技術 	<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 ➢ 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	