

建造物・機械装置・輸送機器		
研究開発/ 実用化におけるプロセス	知る (理論・シミュレーション)	
	デザインする (設計)	●機械装置の省エネ ・シリコンに代わるSiCが小型電力変換器の実用温度下におけるデバイス回路と実装技術で進展し、電気自動車、鉄道に加え、一般産業機器等も対象に検討が活発化している。E-5 ・動力用石油年間使用量を10%減らすグリーントライボシステムを20%普及させることにより、約280万klの使用量削減を実現する。I-new ・ゲルアクチュエータを搭載した1cm1g程度の小型ソフトロボットが飛翔する。この小型ロボットは機械系モーターを有しないので静かに動く。お互いが通信し群を構成して、私たちの日常生活の支援や環境モニタリングなどで活躍する。I-new ●電気自動車の高性能化・普及 ・従来よりも大容量・高エネルギー密度の二次電池が実現し、電気自動車やエネルギーグリッドで結ばれた各種機器に電気を供給する。G-4 ・シリコンに代わるSiCが小型電力変換器の実用温度下におけるデバイス回路と実装技術で進展し、電気自動車、鉄道に加え、一般産業機器等も対象に検討が活発化している。E-5 ・250Wh/kgを超える高エネルギー密度の車載用大型電池が、15円/Whの価格で実用化される。これにより、航続距離400kmの電気自動車が本格普及する。F-3 ・高性能プラグインハイブリッド自動車のために、安全性の高い全固体電解質を用いた蓄電池において、200Wh/kgを可能にする正極材料が開発される(2016年)。J-44 ・動力用石油年間使用量を10%減らすグリーントライボシステムを20%普及させることにより、約280万klの使用量削減を実現する。I-new
	つくる (加工・組立・合成・デバイス化)	●希少元素を使わないモーター用磁石の高保持力化 ・レアアースフリーの新しい強力な磁性体が開発され、エネルギー損失を25%削減できる高性能モーターが実現する。I-5 ・180℃で1.5倍の強さを持つ耐熱性ジスプロシウム(Dy)フリーネオジム焼結磁石が実用化されており、さらに2倍の強さを持つレアアースフリー磁石の開発が完了し、実用化に向けた量産化実証実験が開始されている。I-new ・窒化鉄系磁石のバルク体作製により従来のNd-Fe-B系磁石と同程度あるいはそれを上回るレアアースフリー磁石が市場に出ている。I-new ・材料中の希少元素の存在位置が解明され、Dyフリーの高保磁力ネオジム磁石材料の開発に必要な微細組織制御法が確立する(2016年)。J-16 ・省Dy型 Nd-Fe-B焼結磁石の製造プロセスが開発される。A-8 ・貴重な希土類元素をバランス良く利用された、高い保磁力とエネルギー積が得られる希土類磁石が開発される(2016年)。J-25 ●自動車の燃費向上 ・熱可塑性炭素繊維複合材料(CFRP)を大量生産型製品に適用するための基盤技術として、熱可塑性材料の性能シミュレーション技術、構造解析技術、加工技術が開発され、自動車へ適用される。I-29 ・ナノアロイ化技術により構造材料の安全性、輸送機器の軽量化によるエネルギー効率の向上が実現する。F-5 ・高強度高延性鋼板、複層鋼板、複合鋼板、異種・難接合材接合技術。I-new ・超低燃費用のタイヤ材料が開発される。I-new ●次世代自動車用排ガス触媒の開発 ・貴金属代替触媒によるHC、CO、NOx除去及びPM除去を可能なエンジン排ガス処理用触媒材料が開発され、実用化に向けた実証試験が開始される。D-8 ・貴金属使用量の大幅削減のため、中空形状形態メタリック・セルを担持材料に用いることにより、優れた熱凝集耐性が実現する(2016年)。J-72 ・経年劣化の大幅な改善により、白金族元素の使用量を現状の5%以下に低減した排ガス浄化触媒が開発されている。I-new ●航空機の燃費向上 ・高(疲労)強度、軽量のアルミ合金が開発され、航空機、宇宙機器の一次構造部材としての製造技術が開発される。D-7 ・ナノアロイ化技術により構造材料の安全性、輸送機器の軽量化によるエネルギー効率の向上が実現する。F-5 ・強度7GPa、弾性率400GPaの高強度・高弾性率炭素繊維が上市され、航空機材料として適用が開始される。このことにより、航空機の軽量化による一層のエネルギー効率向上が実現する。F-6

ナノテクノロジー・材料 技術ポテンシャルマップ (『2022年の姿』の俯瞰図) 事務局案 (20: 応用先・適用先視点での整理②) (エネルギー機器)

		エネルギー機器			
		創エネ機器			
研究開発/実用化におけるプロセス	知る (理論・シミュレーション)				
	デザインする (設計)	●太陽光発電の高効率化、低コスト化 ・エネルギー変換効率 (40%以上)で長寿命 (15年以上)の太陽電池の大規模かつ低コスト製造技術が実現する。 ・有機有機薄膜太陽電池の発電コストが≦7円/kWhとなる。 ●PEFC(固体高分子型)燃料電池の高出力化 ・電極用Pt触媒のCOIによる劣化問題が解決された燃料電池で出力 150mW/cm2 (現状の家庭用燃料電池並み) が実現する。			
	つくる (加工・組立・合成・デバイス化)	●高効率コンバインドサイクル(発電効率 57%)を実現するためのガスタービンの開発 ・1700℃のタービン入りロガス温度に耐え得るロバストな超耐熱材料技術が確立する。D-1 ・1700℃のタービン入りロガス温度に耐え得るタービン高温部品に適用可能な高性能で高い遮熱性を有す	●先進超々臨界発電の高効率化(発電効率 46～48%) ・高温条件に耐え得るロバストな耐熱材料開発及びその溶接技術を確立する。D-3	●10MW級超大型・高性能風力発電装置の実現 ・軽量化, 低コスト化に優れ、メンテナンス性及び安全性も優れた複合材ブレードが実現。する。D-5	・量子ドット太陽電池の発電コストが≦7円/kWhとなる。(2016年) ・量子ドット太陽電池の変換効率がラボレベルで 25%になる。 ・色素増感型太陽電池の発電コストが14円/kWh程度になる。(2016年) ・植物の光合成よりも高効率に太陽光を化学燃料に転換するプロセスが実現する。 ●SOFC(固体酸化物)燃料電池の高効率化 ・固体酸化物燃料電池 (SOFC) の高出力密度セルの開発、コンパクト化により、事業用数100MW級発電プラントで発電効率: 70%-LHVを実現する。 D-9
	みる (計測・評価・解析)	FIRST・瀬川 (有機系太陽			
	使う (製品応用・システム化)	●太陽光発電の実用化 ・10umオーダーの薄膜太陽電池が実用化している。 ・コスト≦7円/kWhの有機薄膜太陽電池に関して、半屋用途から実用化が始まっている。 A-1, B-5, G-5, J-17, J-18, F-7 ●SOFC(固体酸化物)燃料電池の実用化 ・(I-new)300-500℃域で高効率運転が可能な小型SOFC電源の普及。静寂性・長時間利用可能な利点を生かして小型電子機器、電動車いす、アウトドア利用、非			

蓄エネ機器	送エネ機器	その他
	●超電導メカニズムの解明 ・(高温)超伝導メカニズムが解明される(2016年) J-19, J-29, J-30, J-39, J-45	
●二次電池の高エネルギー密度化、長寿命化、低コスト化 ・重量エネルギー密度、出力密度は現状のまま、サイクル寿命 現状の4倍、カレンダー寿命15年、20円/Whの電池が開発される。 ・エネルギー密度550～600Wh/Lを目標とした高容量電池の開発競争が激化している。 ・250Wh/kgを超える高エネルギー密度の車載用大型電池が、15円／Whの価格で実用化され、航続距離400kmの電気自動車が本格普及する。 ・全固体電解質を用いて、高性能プラグインハイブリッド自動車のために十分なエネルギー密度である200Wh/kgを可能にする正極材料が開発される(2016年) ・高出力密度Liイオン2次電池用正極および負極材料が開発される。重量エネルギー密度＞250Wh/kg、出力密度1500W/Kg、電池寿命10～15年、高温実装用耐熱材料：耐熱温度＞250℃		●その他 (G-15)生物的酵素の働きを模倣したナノ触媒システムによる燃料の生成ができる。効率的で環境負荷の少ない燃料の生成に貢献する。 (G-16)「バイオマス・メタンの備蓄」へとシステム転換
	●超電導線材の高臨界電流密度化 ・臨界電流性能が400A/mm2(77K)の送電用高温超伝導体が開発される(2016年) FIRST・細野(鉄系超電導) J-19, J-29, J-30, J-39, J-45	
●二次電池の標準化、市場拡大 ・電気自動車用バッテリーの標準化により、リサイクル性・安全性が向上する。 ・電気を経済的・安定して貯蔵し、電気自動車やエネルギーグリッドで結ばれた各種機器に電気を供給する。 ・一般コンピューター型EVが普及期、次世代HEV、PHEVが普及初期となり、本格的EV用のエネルギー密度重視型の蓄電池(エネルギー密度250 Wh/kg、コスト2万円/kWh)が、実用化に向けた量産化実証実験が開始され、電池産業マーケットは、3兆円規模まで急激に拡大している。	●超電導応用 次世代携帯電話基地局用超電導マイクロ波フィルタや分散電源導入時に電力ネットワークを保護する超電導薄膜限流器が実用化されており、超電導薄膜テープ線材の信頼性実証試験と試験導入が進められている。 I-new	●その他 (H-new)宅内ネットワークシステムを用いて、家電機器、太陽光発電機器、蓄電機器等を統合制御し、CO2の排出量の削減する家庭内エネルギーマネジメントシステム(HEMS)が実現している(201

ナノテクノロジー・材料 技術ポテンシャルマップ（『2022年の姿』の俯瞰図） 事務局案 （2012/5/30）

応用先・適用先視点での整理③（半導体・デバイス）

		半導体・デバイス			
研究開発/ 実用化におけるプロセス	知る（理論・シミュレーション）				
	デザインする（設計）	●LSTP（低待機電力）デバイスの低消費電力化、高速化 ・超低消費電力、超高速書換を可能とする大容量不揮発性メモリが実現される ・ゲート長10nm以下のCMOSの実現LSIの高性能化（10倍の高速演算処理、1/10低消費電力化）を可能にする。	●パワーデバイスの高耐圧化、高信頼化 ・高品質・大口径（150mm、6インチ）SiCウエハの製造技術や、自動車・鉄道等に用いる数kV、数百Aに対応可能な高耐圧、高信頼性を有するデバイスが開発される。 FIRST・大木（SiCパワー） E-5, I-6, I-12, J-73	●ナノエレクトロニクス・デバイス ・各種の新規ナノエレクトロニクスデバイスの研究開発が活発化しており、その一部が実用化されている。 （単電子トランジスタ、分子メモリ、ナノ集積回路、高性能な電極、スイッチデバイス、プラズモニック、エレクトロニック、フォトニックデバイス、スピン波デバイス、単分子スイッチ素子、量子ドット、有機薄膜トランジスタ、脳型演算記憶デバイス、ナノアンテナ集積材料、MEMS、小型ソフトロボット、超低電圧トランジスタ等） FIRST・江刺（MEMS） H-11, H-12, G-19, G-27, H-4, H-14~17, I-4, I-7, I-16, I-19, J-23, J-59, H-20, H-21, J-41, J-45	●光デバイス・センサ ・各種の新規光デバイス・センサの研究開発が活発化しており、その一部が実用化されている。（集積化フォトニックシステム、透明電極材料、光学機能製品、赤外透明性を有する結晶、酸化還元型の表示材料、高出力LED、光微小共振器、固体レーザー結晶、量子ドットELディスプレイ、3Dフォトニック結晶デバイス、フレキシブルディスプレイ、GaAs量子ドット、極微プラズモン共振器、超小型の光スキャナーデバイス、レキシブル透明導電膜、CNT電界放出ディスプレイ、高出力レーザー、五感センサー等） FIRST・安達（有機ナノエレ） FIRST・荒川（光エレ） FIRST・小池（光ファイバ） G-28, B-4, I-20~22, J-20, J-62, A-10, F-2, J-15, J-22, J-26, J-58, J-69, I-15, I-18, J-42
	つくる（加工・組立・合成・デバイス化）	・低損失な新構造デバイスの出現により、計算速度、物理サイズ、消費エネルギー等で現在の1桁以上の性能を有する製品が市場投入されている。 ・不揮発メモリを含むロジックのアーキテクチャーが実現する。待機電力を必要としない電子機器が可能になる。			
	みる（計測・評価・解析）	FIRST・大野（スピントロニクス） FIRST・横山（グリーンナノエレ）			
	使う（製品応用・システム化）		●パワーデバイスの実用化、市場拡大 ・SiCに関して電気自動車・鉄道に加え、一般産業機器等も対象に検討が活発化している。 ・SiCパワーモジュールの小型化、高効率化が達成され、パワーエレクトロニクス市場が大幅に拡大している。	●ナノエレクトロニクス・デバイス ・各種の新規ナノエレクトロニクスデバイス、新規光デバイス・センサの実用化。 H-11, H-12, G-19, G-27, H-4, H-14~17, I-4, I-7, I-16, I-19, J-23, J-59, H-20, H-21, J-41, J-45	●光デバイス・センサ ・各種の新規ナノエレクトロニクスデバイス、新規光デバイス・センサの実用化。 G-28, B-4, I-20~22, J-20, J-62, A-10, F-2, J-15, J-22, J-26, J-58, J-69, I-15, I-18, J-42

●その他

G-17, I-47, J-27, J-60, J-28, J-60, B-4, H-7, H-8, H-9

ナノテクノロジー・材料 技術ポテンシャルマップ（『2022年の姿』の俯瞰図） 事務局案 （2012/5/30）

応用先・適用先視点での整理④（医療・健康）

	医療・健康		
	医薬品	機器	細胞組織利用製品
知る（理論・シミュレーション）			
デザインする（設計）	●遺伝子配列、疾患マーカーセットなどナノサイズ材料データが充実し、多因子疾患の治療薬設計に活用されている。E-11,E-13 ・吸収速度制御Mg合金の開発。I-New	●臨床現場において、大量・高速・高精度のゲノム解析技術が、簡便に利用されている。E-8,E-10,E-11,H-32 ・多機能ナノバイオデバイスの実現。FIRST・片岡（ナノバイオデバイス）G-8	
つくる（加工・組立）	●サイズ制御技術が進み、かつ標的指向性の高いナノキャリアを用いた治療が開始される。A-3,G-7,H26,J-51,I-39,F-1	・新規シーケンサー技術。H-27 ・体内埋め込み型機器。E-12 ・インテリジェント材料を用いた診断、治療技術の実証研究が進んでいる。。H-28 ・携帯型非侵襲血糖値モニター。H-31 ・Newナノプロセスによる高機能バイオセンサ。I-36 FIRST・川合（1分子解析）	●ナノ材料、ナノ加工技術を利用して、組織/器官の構築につながるプロセス技術が完成し、実用化に向けて実証研究が進む。皮膚、骨などプリミティブな化学機能部位については自動培養、臨床応用が普及している。 FIRST・岡野（細胞シート） FIRST・山中（iPS細胞） A-4,J-52,J-61,G-6,H-25,E-9,E-13,E-9,E-13,I-37,I-38
みる（計測・評価・解析）	●タンパク質等の単分子の3次元・時間計測、分子間相互作用の理化学機器による計測が実現し、医療や医薬品の開発に有効な新物質の構造・機能の早期把握に貢献している。G-10,G-11,I-42,I-51,I-52,I-53,J-65,J-66,J-67,J-68,H-29,H-	●生体内の分子レベルでの状態・変化を検出した画像診断、病変検出技術が早期診断・治療に生かされている。F-8,I-40,G-9,H-30,J-64、技術戦略マップより内視鏡、放射線治療 ・ナノ材料を利用したバイオセンサ。FIRST・片岡（ナノバイオデバイス）I-41,43 ・呼吸中の疾患マーカーを分析する技術が進み、治療が進む。I-New	
使う（製品、システムへの組み込み）	・細胞試料から全RNAの種類を同定する装置が実用化。H-New	・日常生活圏内で健康状態を管理するユビキタスモニタリングシステム実現H-New	

ナノテクノロジー・材料 技術ポテンシャルマップ (『2022年の姿』の俯瞰図) 事務局案 (2012/5/30)

応用先・適用先視点での整理⑤ (その他)

		その他	
研究開発/ 実用化におけるプロセス	知る (理論・シミュレーション)		その他 ・電磁場・汚染物質センシング用メタマテリアル。B-4 ・温度や化学ポテンシャルなどの変数に応じて、非経験的に精密にシミュレーションする技術。H-new ・工具、研削砥石や高温用型材料。I-new ・フラーレン合成メカニズム。I-44 ・バイオマスポリマー。H-new ・ナノファイバー超長繊維化紡糸技術。I-23 ・ナノファイバー配列化技術・均一分散技術。I-24 ・ナノファイバーのセンサー機能付与。I-25 ・防食被覆技術。J-3 ・高温で作動する形状記憶合金と低摩擦コーティング材料。J-5 ・生物触媒の設計。H-new ・高強度長寿命新合金。I-new ・マイクロリアクタを大量集積した大型化学プラント。E-17 ・ナノファイバーの用途拡大。F-new ・ナノカーボンの大量合成。I-1 ・炭素繊維製造におけるCO₂削減。I-27, 28、new ・グラフェン膜質向上と量産技術。I-50 ・CNTの構造、品質、量産化。I-45 ・化学修飾フラーレンの大量合成技術。I-48 ・高次フラーレンの選択的製造技術。I-49 ・セラミック金型。I-new ・網目構造を創製するプロセス技術。J-46 ・多孔性物質の創成。J-47 ・ナノチューブ、ナノワイヤー、ナノシート、ナノ粒子。J-49 ・高次ナノスケール材料創製プロセス。J-50 ・ナノレベルでの加工・欠陥制御が実現する。J-46 ・CNTを利用した防護服、防火服。ii-32 ・ナノファイバーを利用した多機能複合織布。I-34 ・エネルギーアシスト磁気記録媒体。J-40
	デザインする (設計)		●環境浄化機器 ・CO₂の回収技術として、CO₂/N₂の高効率ガス分離フィルムが提供される。CO₂排出量の削減に貢献する。G-12 ・安価で高効率な水の浄化技術・システムが実現する。G-14,H-23 ・ナノスケールの構造制御、界面制御により異種材料を複合化した新機能材料が実現する(2023年)。H-new ・精密な細孔形成技術により、欲しい物を低エネルギー、低コスト化で分離できる膜が開発される。F-9 ・有害物質の除去性能に優れたネットワーク状高分子が開発される(2016年)。J-48 ・光触媒による土壌汚染分解シートが開発される。I-35 ・自然光のみの利用で有機・有害物質を分解できる可視光応答型光触媒材料と、自然の循環の仕組みを模倣・技術化した超低負荷・高機能性層状珪酸塩などのジオマテリアル吸着・複合材料が創出される。J-70 FIRST・栗原 (水処理)
	つくる (加工・組立・合成・デバイス化)	●製鉄 ・化石燃料に依存しない製鉄原料塊プロセスが開発される。A-5 ・安定的に高品位の鉄を低コストで製造できるプロセスが開発される。A-6 ・鉄中不純物元素を無害化するプロセスが開発される。A-7	
	みる (計測・評価・解析)		
	使う (製品応用・システム化)		