

持続可能なものづくり技術分野

環境・資源・エネルギーは、今後の世界の経済成長の大きな制約要因となっており、機能重視から環境重視・人間重視の技術革新・社会革新としてのイノベーション（エコイノベーション）が求められている。すなわち、環境保全と経済成長が両立する21世紀型の持続発展可能な産業・社会への転換を図るためには、エネルギーや地球環境と人間社会の持続性を確保しつつ成長も同時に確保することが必要不可欠となっている。ものづくり国家戦略ビジョン（2005年11月）【参考資料1：ものづくり国家戦略ビジョンの概要】においても、今後求められる国家像を脱資源発展国家として位置づけ、そのためには従来型の製造業から環境・資源・人口制約を乗り越えるものづくりへとパラダイムシフトを果たすことが必要である旨述べられている。

このような状況の下、これまでの既存の技術分野ごとに策定されてきた技術戦略マップとは異なり、各分野・業種を超えた横断的な観点かつ部分最適から全体最適へと視野を広げる観点から技術を俯瞰し、エネルギーや環境制約等を逆手にとる将来の持続可能な産業・社会像を念頭に置き、その実現に向けて、既存技術の枠組みを超えた分野横断型ロードマップ（持続可能なものづくり技術分野）を策定した。

具体的には、設計・製造・加工、グリーン・サステナブルケミストリー、生物機能活用技術、3Rの4分野から、持続可能なものづくり技術の視点から必要となる技術の抽出を図り、これら技術を俯瞰しうる技術開発の道筋を示す技術戦略マップを策定する検討作業を行った。

本分野は、このようにエコイノベーションの進展に資するためのものづくり技術を上記の4つの分野を対象に分野横断的な「持続可能なものづくり技術分野」としたものである。また、様々な角度から本分野の分析を行うことが可能な体系を有しており、かつ技術の効果や技術相互の関連性・類似性が分かり易い体系をとっている。今後、分野横断的な見地から、異分野協調的なエコイノベーション技術の研究開発課題の創出が期待されるところである。

持続可能なものづくり技術分野の技術戦略マップ

．導入シナリオ

(1) 持続可能なものづくり技術の実現する将来社会像と目標

日本の将来像を様々な予測データから俯瞰してみると、以下のような課題が課せられている。

日本における将来の人口や高齢化は不可避であり、これに伴う形で経済活動の規模も大きな伸びが望めないこと。

エネルギーに関して我が国は最貧国であることに加え、CO₂排出の2050年半減という長期目標を掲げていること。

資源に関しても我が国は最貧国であることに加え、RoHS、REACHや各種リサイクル法等の規制が今後一層厳しくなること。

その一方で、日本はこれまでもものづくりにおいて非常に多くの先端的な技術や製品を開発してきており、これらのものづくり技術の基盤を活用して、将来の人類にとって必要不可欠な数多くのイノベーションの実現に資する研究開発が今後期待されている。なお、導入シナリオには、既存の将来社会像として、「イノベーション25」中間とりまとめ(2007年2月)に描かれている2025年に目指すべき将来の社会イメージと、それぞれの社会イメージを実現するために必要な技術を整理した。

このような状況の下で、克服すべき課題について社会的必要性和経済的必要性に集約・大別し、具体的に目標を示すと次のとおりと考えられる。

- 生活の質 (社会的必要性)
- 安全安心 (社会的必要性)
- 高付加価値 (社会的必要性和経済的必要性の両方)
- 国際競争力強化 (経済的必要性)
- 技術伝承 ((広い意味で) 経済的必要性)

こうした課題に対応し、社会・経済を持続的に発展させていく目標を実現させるためには、次の4つの視点が重要である。

- 持続可能な産業構造
- 持続可能な社会インフラ
- 持続可能な生活
- 持続可能な街づくり

このうち、「持続可能な産業構造」について、製造業を中心に置いてライフサイクル全般に着目するのが、「持続可能なものづくり技術」である。【参考資料2：持続可能なものづくり技術の実現する将来社会像と目標及び技術マップの位置づけ】

本分野の検討に際して、持続可能なものづくり技術とは、より具体的には、“環境と調和した持続的な経済の発展と生活の質の向上を目指すものづくり技術”である。その

基本的な要件は、資源や原材料の調達、開発・製造とその使用及び再利用・リサイクル・処分の一連の製品ライフサイクル全体を通じて、「エネルギー利用最小化」、「資源の採取・投入最小化」、「環境負荷最小化」を実現することであり、これら3つの制約条件を逆手にとって、グローバルな経済的競争力の向上、社会的な安心・安全、さらに生活の質の向上に資する新しい意義や付加価値を生み出す技術である。”と定義した。

(2) 研究開発の取組み

持続可能なものづくり技術分野は、これまでの技術戦略マップにおいて策定されてきた分野の多くと比較して、下記の点で様相を異にしている。

既存分野の多くが、初めに“技術”や“製品”ありきで、これを現時点から将来へ発展させていくような技術戦略マップの構築思想であるのに対し、特定の分野に縛られない横断的な視点が必要な持続可能なものづくり技術分野は、まず将来社会像の予測やシナリオが先に描かれ、これに伴う“悲観的要素を除くため”あるいは“望ましい要素を実現に導くため”現時点からどのような技術開発に取り組んでいくべきか、といった視点がこれまでの既存分野の技術戦略マップ以上に必要となる。

持続可能なものづくり技術分野は、その定義や技術の整理方針においても述べたように、“ものづくり”におけるライフサイクルプロセス全般を網羅し、“ものづくり”における制約条件及び実現目標の1つ1つについて俯瞰していくものであり、分野を特定せず包括的・横断的な捉え方をしなければならない。

今回の検討に際しては、技術戦略マップの既存分野で持続可能なものづくり技術と関連の深い生物機能活用技術分野及び3R分野と、同じく関連が深い分野として新規に策定を行うグリーン・サステイナブルケミストリー分野及び設計・製造・加工分野の、併せて4分野を俯瞰することにより、研究開発課題を抽出・融合し、本分野において取り組むべき本分野の研究開発課題を設定した。

(3) 関連施策の取組み

持続可能なものづくり技術分野は、ある“技術”や“製品”を特定の示すものではなく、予測される将来社会像に鑑みて現時点の“ものづくり”のシステムを革新していこうとするものである。その意味で、イノベーション政策として採られている様々な方策が、本分野にも適合するものと考えられる。

このことを踏まえつつ、本分野に係る関連施策・環境整備としては、本分野の検討の基盤となった次の分野での関連施策・環境整備が持続可能なものづくり技術の主要な構成要素になるものと想定される、

グリーン・サステイナブルケミストリー分野

生物機能活用技術分野

3R分野

設計・製造・加工分野

したがって、これらの4分野において検討、取り組まれる関連施策・環境整備が、本分野においてもそのまま適用されるものとした。

. 技術マップ

(1) 技術マップ

本分野においては、上記で定義した持続可能なものづくり技術の概念について、次の考え方に基づいて技術テーマを分野横断的に可視化・整理し、技術マップ検討の際のフレームワークとした。

「持続可能」の観点から、製品(モノ)のライフサイクルプロセスに着目し、「原料調達・原料製造」/「製品開発・製造・使用」/「処理・処分」の3フェーズに区分し、1つの整理軸として設定する。その重なり部分にも技術相互の関連性や融合性等の新たな発見を促すための意味がある。

「ものづくり技術」は、「環境」「資源」「エネルギー」「人口」といった制約条件及び社会・経済の維持・向上に密接に関連しているものと考えられるため、「エネルギー制約の克服」、「資源制約の克服」、「環境制約の克服」、「将来における社会・経済の維持・向上」の4つの克服制約及び実現目標をもう1つの技術の整理軸として設定している。

4つの克服制約および実現目標項目毎に技術テーマの機能・効用を明らかにするため、持続可能性による技術分類を2分類設けることにより、合計で8分類のフレームによる技術マップ及び技術ロードマップの体系化を行っている。【参考資料3：持続可能性の特性による技術分類】さらに、製品ライフサイクルなどを含むトータルな最適性を目標とした技術テーマを明示できるように、「全体最適化」のフレームを8分類とは別に設けた。

技術マップを作成するに際し、本分野で対象とする全技術テーマ数が500を超えており、全ての技術テーマを1枚のスペースの技術マップに収めることが出来ないため、「エネルギー制約の克服」、「資源制約の克服」、「環境制約の克服」、「将来における社会・経済の維持・向上」の4つに分けて技術マップの作成を行った。しかし、このように作成した技術マップも複数枚になるため、技術テーマの関連性、類似性および特定の注目技術のポジションが分かりづらい。そこで、技術テーマを簡略表記し、4つの克服制約及び実現目標毎に1枚に収まるような技術マップの俯瞰図を作成し、さらに、それら4つの俯瞰図から骨格となる技術テーマを選択することで、技術マップの俯瞰図全体の見取り図となるような技術マップ俯瞰見取り図を作成している。

また、上記の2軸を用いて、技術テーマの相互の関連性を把握するため、多次元的なマトリクス形式でとらえることが可能になる。例えば、「エネルギー制約の克服」(横軸)と「資源制約の克服」(縦軸)を選び、項目ごとに2分類した技術項

目を用いて構成される4象限のフレームに該当する技術テーマをプロットすることで、技術テーマの持つ意味や関係性をより深く分析することができる。この考え方により作成した技術マップを技術テーマ分析用マップと名づけて、2組の分析軸を組み合わせるにより6種類の技術テーマ分析用マップを作成した。

(2) 重要技術の考え方

本分野においては、日本の競争力、共通基盤性、他分野への波及効果、市場へのインパクト等を指標として絞り込むことが重要であると考えられる。一方、4分野においてもそれぞれ評価項目を設定し、重要技術が選定されている。

これら4分野の重要技術の絞り込みの考え方について、暗黙の前提を加味して推測をすると、本分野の絞り込みの考え方と概ね一致することから、今回の検討に当たっては、4分野それぞれで重要技術と選定された技術を、本分野においても重要技術とすることとした。

なお、4分野それぞれの重要技術の絞り込みの考え方については、それぞれの技術戦略マップを参照されたい。

. 技術ロードマップ

技術ロードマップについては、俯瞰性を持たせる観点から、4分野の技術ロードマップから重要技術の骨格を成す技術テーマを引用し、本技術戦略マップで検討した2軸を用いて、分野横断的に比較できるような1つの統一的な検討の枠組みを示す形式とした。1つ1つの技術テーマのロードマップは、各分野で何年先まで見通すかが異なっているが、検討されたロードマップを統一的なフォーマットに転記する方式をとっている。

したがって、本分野における1つ1つの技術テーマは、個々の4分野における技術ロードマップの詳細は分野毎の技術戦略マップを参照する方式を前提としている。

今後、技術の分類を活かした技術マップの有効なあり方を検討していくことの出発点となる枠組み(フレーム)を用いた整理を行っている。様々な角度から分類軸を設定することにより、技術融合のための技術テーマの分析可能性が見えてきた。これらの分析方法を活用することにより、分野横断による融合的な研究開発課題の発見が容易になることが期待される。

持続可能なものづくり技術分野の技術戦略マップの構成

導入シナリオ	持続可能なものづくり技術分野の導入シナリオ
技術マップ	持続可能なものづくり技術分野の技術マップ俯瞰見取り図 持続可能なものづくり技術分野の技術マップ俯瞰図 ・ エネルギー制約克服技術マップ俯瞰図 ・ 資源制約克服技術マップ俯瞰図 ・ 環境負荷制約克服技術マップ俯瞰図 ・ 将来における社会・経済の維持・向上技術マップ俯瞰図 持続可能なものづくり技術分野の技術マップ 技術テーマ相互関連性分析マップ
技術ロードマップ	持続可能なものづくり技術分野の技術ロードマップ
参考資料 1	ものづくり国家戦略ビジョンの概要
参考資料 2	持続可能なものづくり技術の実現する将来社会像と目標および技術マップの位置づけ
参考資料 3	持続可能性の特性による技術分類

持続可能なものづくり技術分野の導入シナリオ

目標	環境・人間重視の豊かで質の高い持続可能な社会を目指した循環型ものづくりシステムの創造
将来の潮流 克服すべき制約	[エネルギー制約] 省エネルギー、エネルギー効率改善、未利用エネルギー
	[資源制約] 枯渇資源(可採埋蔵量・年数の限界)、資源地域の偏在
	[環境制約] 地球温暖化防止、大気汚染防止、水質汚濁防止、土壌汚染防止
	[人口制約] 少子・高齢化の進展、熟練労働者の急激な減少、労働人口の減少、GDPの鈍化

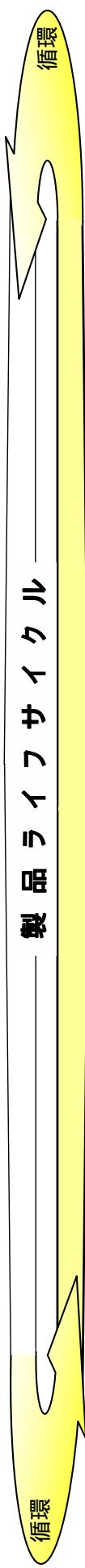
目指すべき未来社会像 インベーション25(中間目標)の達成 (1) 環境・人間重視のものづくりシステム	世界のモデルとなるような日本の姿 生涯健康な社会 安全・安心な社会 多様な人生を送れる社会 世界的課題解決に貢献できる社会 世界に開かれた社会	目指すべき未来社会像を実現するための必要な技術例
	健康 家庭における健康診断システム、介護ロボット、超小型健康管理デバイス	
	医療 広域医療情報システム、生体用モビリティ、がん治療法、コンピュータによる義肢制御、在宅・遠隔医療、遺伝子治療法、7R/8R/9R-病根治療、神経幹細胞移植	
	環境・水・エネルギー 海水淡水化、汚染水浄化、クリーン燃料、砂漠における積雪再生・緑化、燃料電池交通機関、人工光合成技術	
	生活 折り畳み型ディスプレイ、遠隔健康管理システム、多機能電子タグ、身体装着型自動翻訳装置、お手伝いロボット	
	産業 生産流通履歴情報システム、生産流通履歴情報システム、知能ロボット、非7R/8R-食品製造	
地域社会 所在確認支援、リモートワーク・商業運転、自動監視システム、自動運転システム、気象予測技術、地震予測技術		

ここに記載された技術例は、インベーション25において例示としてあげられた要素技術であり、今般抽出した要素技術との直接的な因果関係の分析を必ずしも行ってない。しかしながら、これら技術例を実現するために、今般とりまとめた本技術分野の要素技術が必要となる。

研究開発の取組	グリーンサステイナブル	プロセス開発	分離プロセス、エネルギー併産プロセス、触媒利用プロセス、水処理プロセス、ノロゲンプロセス、臨界流体利用プロセス、廃棄物削減合成プロセス
	機能材料開発	軽量・高強度材料、低摩擦材料、電子材料、複合材料、微細構造・精密構造形成、省電力材料、二次電池材料、燃料電池用材料、太陽電池材料、フッ素化学	
	用途材料開発	ライフサイクル設計向け材料、生活環境材料、アメニティ増進	
	環境保全	排ガス処理、水環境の保全	
	資源開発	海洋開発、元素資源の確保	
	エネルギー開発	水素エネルギー	
	新しい利用	新しい反応場の利用、未利用エネルギー-変換・活用、デバイス利用	
	生物機能活用	生物機能を活用した物質生産	微生物、植物、動物細胞、デバイス利用
	生物機能を活用したエネルギー生産	植物、バイオ燃料、廃棄物有効利用	
	生物機能を活用した環境維持修復	排出源、環境放出後、モニタリング	
共通基盤の整備	生物遺伝資源の収集保存、各種DBの整備		
3R分野	最終処分量削減	最終処分量削減技術開発、新たな用途開拓	発生抑制・変換技術開発、最終処分場の再生
	建設ストック	再生利用用途開発	
	金属資源3R	長寿命化のメンテナンス、設計技術開発	
	3Rイコデザイン/再生生産	分離回収、高効率化、不純物混入防止(有用資源回収促進化)、代替品開発(再生品の高付加価値化)	
	共通要素設計	生産・管理、ライフサイクル設計(全体最適化)	
設計・製造・加工	ライフサイクル思考	LC設計技術、設計現場でのLC設計の導入	広範な製品でのLC最適設計の実現、シュミレータによる社会の評価
	高付加価値化	製品コア技術のブラックボックス化、カスタマイゼーションのための技術、RF-IDの大容量化等の基本技術	製品価値、サービス価値の可視化、トレーサビリティの確保
	最小化	製造プロセスの省エネ、省資源技術、サステナビリティを考慮した高歩留まり加工プロセス	高効率的多品種変量生産、スーパーニード仕上げ加工技術実用化
	技術の伝承	技術、知識のデジタル化	技能者の感性等の評価、分析、形式知化

関連施策・環境整備	グリーンサステイナブル	社会基盤整備	国民認知度の促進(GSC賞の充実、NPO育成)、異分野の学問・技術領域を統合した学術体系の創出	社会、産業、行政間のコミュニケーション拡大(GSCセッション、GSCフォーラムの設置)、教育プログラムの体系化(初等教育～高等教育)	
	国内施策・国内の取り組み	社会性、経済性を含めたGSC評価手法の確立、GSC基盤技術開発	異産業間のイコールパートナーシップ構築と連携	税法制度/グリーン調達等による素材の導入支援策	
	国際的取り組み (OECD)	国際標準化とそれに基づく規制強化、国際資源総合ネットワークの構築	ODA等による開発途上国への技術移転	国際シンポジウムの支援とネットワークの構築	
	国外の制度的枠組みの動き (EU)	RoHS指令、REACH規制	(中国)		
	生物機能活用	社会基盤整備	法的基盤整備(カルパ法の適切な施行等)、研究開発支援人材の確保・育成	遺伝子組換え体に対する国民理解の促進、国内外におけるバイオ原料確保	バイオマスへの原料転換を促す促進策の導入
	知的基盤整備	各種DB(遺伝子情報等)の運営、生物遺伝資源の収集・保存・提供、ゲノム解析、等			
	国際標準化等の推進	生分解性DNA-測定法、環境中免疫化学測定法、等の標準化			
	国際社会との協調	海外生物遺伝資源へのアクセス方法の確立、微生物資源の保存と利用に関する多国間協力体制の構築			
	3R分野	国内施策(法体系整備)	循環型社会形成基本計画、資源有効利用促進法	容器包装リサイクル法、家電リサイクル法	食品リサイクル法、自動車リサイクル法、建設リサイクル法
		国内施策(ガイドライン、人材育成)	品目別・業種別リサイクルガイドライン、人材育成、教育支援、普及啓発		
国内施策(導入普及促進策、標準化施策)		3R実用化補助、グリーン購入法		環境JISの策定、環境配慮設計の国際規格化	
国際的取組み		3Rイニシアティブ			
国外の制度的枠組の動き (EU)		WEEE指令、RoHS規制	ICoデザイン指令、REACH規制	(米国) 電子廃棄物リサイクル法、(中国) 中国版WEEE、中国版RoHS	
設計・製造・加工	規制・制度改革	京都議定書第一目標期間、次期中間目標の合意	中間目標年	Cool Earth 50 実現	
	標準化	排出権取引、環境税制査の検討	排出権取引、環境税制査の検討	外部経済の内部化の進展	
	国際協調	解体情報等の標準化に向けた国際ルール検討開始、リサイクルの高度化のための共通設計技術	標準化	共通要素設計による高品質な製品・部品リユースの実現	
	広報・啓発	海外とのものづくり人材交流に関するシナリオ、グローバル循環社会システム構築に向けた合意	各種LC評価技術の基礎研究、ICAFデータベース、マテリアルフローデータ等の利用可能化	各種LC評価技術の基礎研究、ICAFデータベース、マテリアルフローデータ等の利用可能化	評価結果の普及、エコーラベル、所有と利用の諸形態に伴う環境影響の提示

持続可能なものづくり技術分野の技術マップ俯瞰見取り図

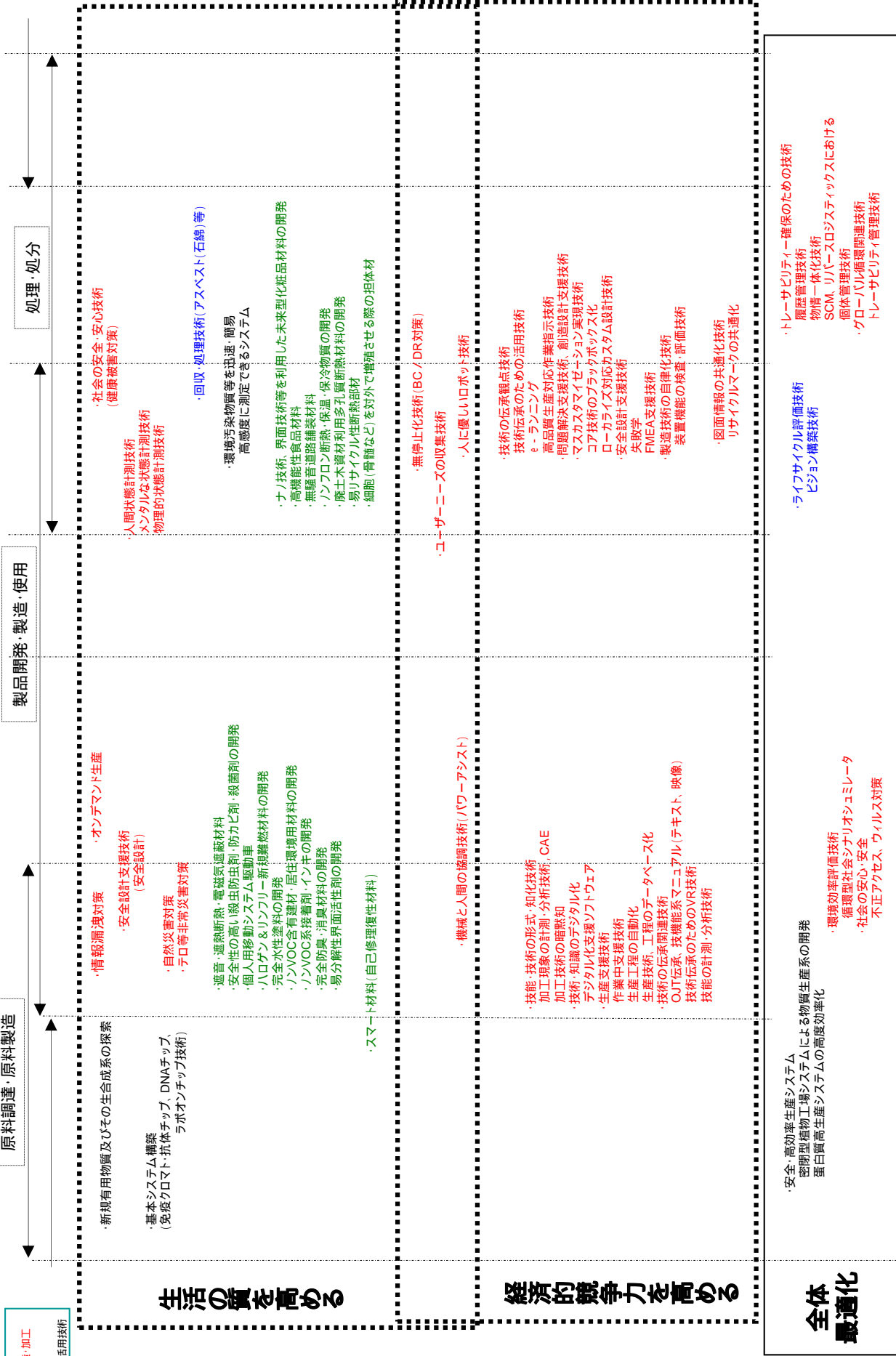


技術分野	原料調達・原材製造	製品開発・製造・使用	処理・処分
未来半導体	消費するエネルギーを少なくする 分離プロセス 新しい反応場の利用 エネルギー併産プロセス 生物機能を活かしたエネルギー生産 技術・エネルギー用植物の創成 バイオ燃料生産 バイオエタノール用原料	3RECOデザイン 再生生産技術 未利用エネルギーの変換・活用 製造プロセスの省エネ技術 生物機能を活かしたエネルギー生産技術 次世代型バイオマスからのエネルギー生産(電池) 高機能微生物・酵素の探索・改良 電極界面設計 太陽電池材料	二次電池材料 軽量・高強度材料 低摩擦材料 燃料電池材料 生物機能を活かしたエネルギー生産 廃棄物の有効利用による生産 排出源での処理 最終処分量削減(エネルギー回収)
	消費する資源を少なくする 微細構造・精密構造形成技術 元素資源の確保技術 触媒利用プロセス 最終処分量削減(資源化技術)	3RECOデザイン 再生生産技術 金属資源3R(リデュース・代替素材) 素材・製品(リデュース・代替素材) ビジネス戦略支援技術 LC設計技術 設計要素技術 LC管理技術/LC評価技術	保全/検査/診断技術 リユース等の高度化技術 最終処分量削減 建設ストック(リサイクル) 金属資源(分離、回収) 素材・製品の資源回収技術
資源	未利用な資源を活かす 生物機能を活かした物質生産技術 微生物を活用/植物を活用/動物細胞を活用 生物遺伝資源の収集・保存/DB化	触媒利用プロセス バイオマス利用 海洋資源開発	
	環境負荷を少なくする フッ素化学 ノンハロゲンプロセス・材料 廃棄物削減合成プロセス	3RECOデザイン 再生生産技術 建設ストック(最終処分対策) 素材・製品の有害物質削減技術	生物機能を活かした環境維持・修復 排出源での処理/環境中放出後の処理 バイオテクノロジーを用いた環境モニタリング 最終処分量削減(環境対策)
環境	環境をより良くする 生物機能を活かした物質生産技術 植物工場 生物機能を活かした環境維持・修復 バイオテクノロジーを用いた環境モニタリング	製品/サービスマージン融合化技術 水処理プロセス/水環境保全 アミニティ増進 生活環境材料	生物機能を活かした環境維持・修復 排出源での処理/環境中放出後の処理
	生活の質を高める 技術:技術の形式知化技術 技術:知識のデジタル化 技術の伝承関連技術/伝承のための活用技術 建設ストック(アスベスト処理技術)	建設ストック(長寿命化・耐震性) 3RECOデザイン・再生生産技術 生活環境材料	水処理プロセス/水環境保全 アミニティ増進 生活環境材料
将来における社会経済の維持向上	経済的競争力の質を高める	技能:技術の形式知化技術 技術:知識のデジタル化 技術の伝承関連技術/伝承のための活用技術 建設ストック(アスベスト処理技術)	
	全体循環・最適化 法制度・基盤	ビジネス戦略支援技術 LC設計技術 設計要素技術 LC管理技術/LC評価技術	ライフサイクル評価 安全性評価基準 3RECOデザイン・再生生産技術 建設ストック(ライフサイクル設計技術)

【凡例】
赤:設計・製造・加工
緑:GSC
青:3R
黒:生物機能活用技術

環境効率評価技術
環境効率指標技術
ライフサイクル評価
安全性評価基準
3RECOデザイン・再生生産技術
建設ストック(ライフサイクル設計技術)

将来における社会・経済の維持・向上技術マップ俯瞰図



[凡例]
 赤: 設計・製造・加工
 緑: GSC
 青: 3R
 黒: 生物機能活用技術

法制度・基盤技術

凡例: (緑) GSC (白) GB (青) 3R

技術マップ

原料調達・原料製造		製品開発・製造・使用		処理・処分	
大項目	中項目	大項目	中項目	大項目	中項目
コード	テーマ名	コード	テーマ名	コード	テーマ名
S001	原料調達・原料製造	S101	製品開発・製造・使用	S101	処理・処分
S002	原料調達・原料製造	S102	製品開発・製造・使用	S102	処理・処分
S003	原料調達・原料製造	S103	製品開発・製造・使用	S103	処理・処分
S004	原料調達・原料製造	S104	製品開発・製造・使用	S104	処理・処分
S005	原料調達・原料製造	S105	製品開発・製造・使用	S105	処理・処分
S006	原料調達・原料製造	S106	製品開発・製造・使用	S106	処理・処分
S007	原料調達・原料製造	S107	製品開発・製造・使用	S107	処理・処分
S008	原料調達・原料製造	S108	製品開発・製造・使用	S108	処理・処分
S009	原料調達・原料製造	S109	製品開発・製造・使用	S109	処理・処分
S010	原料調達・原料製造	S110	製品開発・製造・使用	S110	処理・処分
S011	原料調達・原料製造	S111	製品開発・製造・使用	S111	処理・処分
S012	原料調達・原料製造	S112	製品開発・製造・使用	S112	処理・処分
S013	原料調達・原料製造	S113	製品開発・製造・使用	S113	処理・処分
S014	原料調達・原料製造	S114	製品開発・製造・使用	S114	処理・処分
S015	原料調達・原料製造	S115	製品開発・製造・使用	S115	処理・処分
S016	原料調達・原料製造	S116	製品開発・製造・使用	S116	処理・処分
S017	原料調達・原料製造	S117	製品開発・製造・使用	S117	処理・処分
S018	原料調達・原料製造	S118	製品開発・製造・使用	S118	処理・処分
S019	原料調達・原料製造	S119	製品開発・製造・使用	S119	処理・処分
S020	原料調達・原料製造	S120	製品開発・製造・使用	S120	処理・処分
S021	原料調達・原料製造	S121	製品開発・製造・使用	S121	処理・処分
S022	原料調達・原料製造	S122	製品開発・製造・使用	S122	処理・処分
S023	原料調達・原料製造	S123	製品開発・製造・使用	S123	処理・処分
S024	原料調達・原料製造	S124	製品開発・製造・使用	S124	処理・処分
S025	原料調達・原料製造	S125	製品開発・製造・使用	S125	処理・処分
S026	原料調達・原料製造	S126	製品開発・製造・使用	S126	処理・処分
S027	原料調達・原料製造	S127	製品開発・製造・使用	S127	処理・処分
S028	原料調達・原料製造	S128	製品開発・製造・使用	S128	処理・処分
S029	原料調達・原料製造	S129	製品開発・製造・使用	S129	処理・処分
S030	原料調達・原料製造	S130	製品開発・製造・使用	S130	処理・処分
S031	原料調達・原料製造	S131	製品開発・製造・使用	S131	処理・処分
S032	原料調達・原料製造	S132	製品開発・製造・使用	S132	処理・処分
S033	原料調達・原料製造	S133	製品開発・製造・使用	S133	処理・処分
S034	原料調達・原料製造	S134	製品開発・製造・使用	S134	処理・処分
S035	原料調達・原料製造	S135	製品開発・製造・使用	S135	処理・処分
S036	原料調達・原料製造	S136	製品開発・製造・使用	S136	処理・処分
S037	原料調達・原料製造	S137	製品開発・製造・使用	S137	処理・処分
S038	原料調達・原料製造	S138	製品開発・製造・使用	S138	処理・処分
S039	原料調達・原料製造	S139	製品開発・製造・使用	S139	処理・処分
S040	原料調達・原料製造	S140	製品開発・製造・使用	S140	処理・処分
S041	原料調達・原料製造	S141	製品開発・製造・使用	S141	処理・処分
S042	原料調達・原料製造	S142	製品開発・製造・使用	S142	処理・処分
S043	原料調達・原料製造	S143	製品開発・製造・使用	S143	処理・処分
S044	原料調達・原料製造	S144	製品開発・製造・使用	S144	処理・処分
S045	原料調達・原料製造	S145	製品開発・製造・使用	S145	処理・処分
S046	原料調達・原料製造	S146	製品開発・製造・使用	S146	処理・処分
S047	原料調達・原料製造	S147	製品開発・製造・使用	S147	処理・処分
S048	原料調達・原料製造	S148	製品開発・製造・使用	S148	処理・処分
S049	原料調達・原料製造	S149	製品開発・製造・使用	S149	処理・処分
S050	原料調達・原料製造	S150	製品開発・製造・使用	S150	処理・処分

A 1 消費するエネルギーを少なくする技術

凡例: (緑)ISC (赤)設計・製造・加工 (青)3R

持続可能なものづくり技術分野の技術マップ(B:資源制約の克服)

技術マップ

原料調達・原料製造			製品開発・製造・使用			処理・処分		
大項目	中項目	コード	大項目	中項目	コード	大項目	中項目	コード
B 2	資源を生み出す技術	安全・高効率な生産システム	GB1112	環境負荷低減型生産設備の導入	GB1112	省エネルギー化	GB1112	省エネルギー化
		高性能生産の創成	GB1115	高性能生産設備の導入	GB1115	省エネルギー化	GB1115	省エネルギー化
		物質生産・共通製造	GB1302	共通製造設備の活用への展開	GB1302	省エネルギー化	GB1302	省エネルギー化
		循環型製造	SB105	循環型製造設備の活用への展開	SB105	省エネルギー化	SB105	省エネルギー化
		原料転換・低炭素化(石油系)	S200	低炭素原料調達・製造	S200	省エネルギー化	S200	省エネルギー化
		原料転換・低炭素化(石炭系)	S201	低炭素原料調達・製造	S201	省エネルギー化	S201	省エネルギー化
		原料転換・低炭素化(天然ガス系)	S202	低炭素原料調達・製造	S202	省エネルギー化	S202	省エネルギー化
		原料転換・低炭素化(バイオ系)	S203	低炭素原料調達・製造	S203	省エネルギー化	S203	省エネルギー化
		原料転換・低炭素化(廃棄物系)	S204	低炭素原料調達・製造	S204	省エネルギー化	S204	省エネルギー化
		原料転換・低炭素化(その他)	S205	低炭素原料調達・製造	S205	省エネルギー化	S205	省エネルギー化
		原料転換・低炭素化(その他)	S206	低炭素原料調達・製造	S206	省エネルギー化	S206	省エネルギー化
		原料転換・低炭素化(その他)	S207	低炭素原料調達・製造	S207	省エネルギー化	S207	省エネルギー化
		原料転換・低炭素化(その他)	S208	低炭素原料調達・製造	S208	省エネルギー化	S208	省エネルギー化
		原料転換・低炭素化(その他)	S209	低炭素原料調達・製造	S209	省エネルギー化	S209	省エネルギー化
		原料転換・低炭素化(その他)	S210	低炭素原料調達・製造	S210	省エネルギー化	S210	省エネルギー化
全体最適化	全体最適化	エネルギー効率向上	GB1001	エネルギー効率向上	GB1001	省エネルギー化	GB1001	省エネルギー化
		生産効率向上	GB1002	生産効率向上	GB1002	省エネルギー化	GB1002	省エネルギー化
		生産コスト削減	GB1003	生産コスト削減	GB1003	省エネルギー化	GB1003	省エネルギー化
		生産品質向上	GB1004	生産品質向上	GB1004	省エネルギー化	GB1004	省エネルギー化
		生産環境改善	GB1005	生産環境改善	GB1005	省エネルギー化	GB1005	省エネルギー化
		生産安全向上	GB1006	生産安全向上	GB1006	省エネルギー化	GB1006	省エネルギー化
		生産柔軟性向上	GB1007	生産柔軟性向上	GB1007	省エネルギー化	GB1007	省エネルギー化
		生産持続性向上	GB1008	生産持続性向上	GB1008	省エネルギー化	GB1008	省エネルギー化
		生産効率向上	GB1009	生産効率向上	GB1009	省エネルギー化	GB1009	省エネルギー化
		生産コスト削減	GB1010	生産コスト削減	GB1010	省エネルギー化	GB1010	省エネルギー化
		生産品質向上	GB1011	生産品質向上	GB1011	省エネルギー化	GB1011	省エネルギー化
		生産環境改善	GB1012	生産環境改善	GB1012	省エネルギー化	GB1012	省エネルギー化
		生産安全向上	GB1013	生産安全向上	GB1013	省エネルギー化	GB1013	省エネルギー化
		生産柔軟性向上	GB1014	生産柔軟性向上	GB1014	省エネルギー化	GB1014	省エネルギー化
		生産持続性向上	GB1015	生産持続性向上	GB1015	省エネルギー化	GB1015	省エネルギー化

凡例: (緑)GSC (赤)設計・製造加工 (白)GB (青)3R

持続可能なものづくり技術分野の技術マップ(C:環境制約の克服)

技術マップ

原料調達・原料製造			製品開発・製造・使用			処理・処分		
大項目	中項目	コード	大項目	中項目	コード	大項目	中項目	コード
全体最適化	共通製造技術	3R4004	SCM/CO2を取り込むに配慮	420 企画/計画/実行/可視化	320 グローバル調達計画/調達	120 グローバル調達のための取組/取組		
	共通製造技術	3R4005	製造における省エネルギー削減/水資源削減	442 製造時の廃棄物削減	320 グローバル調達計画/調達	120 グローバル調達に関する社会システム整備		
	共通製造技術	3R4005	省資源/省エネルギー削減/CO2削減	3R412 設計/調達/製造/組立/梱包/出荷/廃棄/リサイクル	3R412 加工/組立/梱包/出荷/廃棄/リサイクル	3R412 加工/組立/梱包/出荷/廃棄/リサイクル		
	共通製造技術	3R4005	省資源/省エネルギー削減/CO2削減	3R412 設計/調達/製造/組立/梱包/出荷/廃棄/リサイクル	3R412 加工/組立/梱包/出荷/廃棄/リサイクル	3R412 加工/組立/梱包/出荷/廃棄/リサイクル		
基法規制技術	共通製造技術	3R4007	安全評価/技術課題/課題/課題	3R324 今後期待される技術/技術/技術	3R324 今後期待される技術/技術/技術	440 環境効果評価/評価		
	共通製造技術	3R324	安全評価/技術課題/課題/課題	3R324 今後期待される技術/技術/技術	3R324 今後期待される技術/技術/技術	440 環境効果評価/評価		

持続可能なものづくり技術分野の技術テーマ相互関連性分析マップ(1 / 6)

エネルギー制約克服技術(A) × 資源制約克服技術(B)

<p>B2 未利用な資源を活かす技術</p>		<div data-bbox="1262 423 1436 524" style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>【凡例】 赤:設計・製造・加工 緑:GSC 青:3R 黒:生物機能活用技術</p> </div> <p>生物機能を活用したエネルギー 生産技術 エネルギー用植物 ・植物以外の利用可能生物 電池 ・高機能な微生物 / 酵素の探索</p>
<p>B1 消費する資源を少なくする技術</p>	<p>循環ビジネス戦略設計 支援技術 LC設計技術 グローバル循環関連技術 LC管理技術 循環型社会評価技術 使用履歴管理技術 寿命管理技術 品質保証技術 各種LCA技術 共通要素設計技術 ビジネス構造のモデル化技術</p> <p>リデュース設計技術 リユースのための循環 マネジメント技術 リユースのための生産技術 ロジスティックスのリーン化技術 効率的な多品種変量製品の即時 開発・製造技術 オンデマンド生産システム リサイクル資源活用のための 生産技術 製造整備の省エネ技術 コンパクト生産システム セル生産 製造プロセスの省エネ / 省支援技術 小型複合生産技術 材料高歩留まり製造プロセス</p> <p>プラスチック エネルギー回収/利用技術 ・セメント利用</p>	<p>生物機能を活用したエネルギー 生産技術 エネルギー用植物 ・単位あたりの植物体の増収 ・生産物増量植物 ・植物以外の利用可能生物 ・油やしなどを利用した油脂生産 基本システム構築 汎用エネルギー創出(バイオ燃料 生産) ・セルロース・ヘミセルロース 前処理工程、糖化工程、発酵工程、副 生物の有効利用 廃棄物の有効利用によるエネルギー 生産 ・メタン(廃棄物利用、液体廃棄物、固形 物を含む液体廃棄物) ・水素(有機物利用、自然物利用) 電池 ・有機物、廃棄物</p> <p>プラスチック 高効率発電 ケミカルリサイクル ・油化技術 ・ガス化改質技術 ・家庭用エネルギー転換 技術 バイオマス 燃料化技術-物質・エネル ギー併産 ・物質・エネルギー再生の 製造プロセス技術</p>
	<p>A1:消費するエネルギーを少なくする技術</p>	<p>A2:エネルギーを生み出す技術</p>

持続可能なものづくり技術分野の技術テーマ相互関連性分析マップ(2 / 6)

エネルギー制約克服技術(A) × 環境制約克服技術(C)

<p>C2 環境を寄り良くする技術</p>		<p>[凡例] 赤:設計・製造・加工 緑:GSC 青:3R 黒:生物機能活用技術</p>
<p>C1 環境負荷を少なくする技術</p>	<p>循環ビジネス戦略設計支援技術 LC設計技術 グローバル循環関連技術 LC管理技術 リデュース設計技術 循環型社会評価技術 環境効率評価技術 使用履歴管理技術 寿命管理技術 品質保証技術 各種LCA技術 共通要素設計技術 ビジネス構造のモデル化技術</p> <p>ライフサイクル設計技術 戦略策定技術 ライフサイクル計画技術 輸送・回収システム設計 共通基盤技術 情報流通・管理技術 ライフサイクル評価技術</p> <p>易リサイクル型コンポジット材料の開発 省エネ成形、易リサイクル型硬化性樹脂の開発 断熱材料 廃土木資材利用多孔質断熱材料の開発 生活環境材料 易リサイクル断熱材料</p> <p>ロジスティックスのリーン化技術 効率的多品種変量製品の即時開発 製造技術 オンデマンド生産システム リサイクル資源活用のための生産技術 変種変量逆生産技術 素材判別技術 製造設備の省エネ技術 セル生産 リユースのための循環マネジメント技術 リユースのための生産技術</p>	<p>生物機能を活用したエネルギー生産技術 エネルギー用植物 ・単位あたりの植物体の増収 ・生産物増量植物 ・植物以外の利用可能生物 ・油やしなどを利用した油脂生産 基本システム構築 汎用エネルギー創出(バイオ燃料生産) ・セルロース・ヘミセルロース 前処理工程、糖化工程、発酵工程、副生物の有効利用 廃棄物の有効利用によるエネルギー生産 ・メタン(廃棄物利用、液体廃棄物、固形物を含む液体廃棄物) ・水素(有機物利用、自然物利用) 電池 ・有機物、廃棄物</p> <p>低温排熱エネルギー変換 用熱電変換材料の開発</p> <p>汚泥 有価物回収技術-エネルギー回収 無機系資材(ダスト・鉱さい等) 高効率発電技術(IGCC等) バイオマス・発電技術 効率的な小規模発電 石炭混焼発電 エタノール発酵 メタン発酵 水素発酵 バイオマス・燃料化技術 高効率BDF製造 ガス化技術 物質・エネルギー 併産コプロダクション技術 ・CO2フリーな水素とカーボン 燃料製造とエネルギー 物質・エネルギー再生の製造プロセス技術 家庭用エネルギー転換 シュレッダーダスト ガス化改質技術</p>
	<p>A1:消費するエネルギーを少なくする技術</p>	<p>A2:エネルギーを生み出す技術</p>

持続可能なものづくり技術分野の技術テーマ相互関連性分析マップ(3 / 6)

エネルギー制約克服技術(A) × 将来における社会・経済の維持向上(D)

<p>D2 経済競争力を高める技術</p>	<div data-bbox="1262 423 1430 521" style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>[凡例] 赤:設計・製造・加工 緑:GSC 青:3R 黒:生物機能活用技術</p> </div>	
	<p>D1 生活の質を高める技術</p>	<p>共通基盤技術 ライフサイクル評価技術 ・安全性評価技術 ・ビジョン構築技術</p> <p>効率的品種変量製品の即時 開発・製造技術 オンデマンド生産システム</p> <p>電池材料 個人用移動システム型動 源 生活環境材料 ノンフロン断熱・保温・保 冷物質の開発 遮音、遮熱、断熱、電磁 波遮蔽材料(再掲)</p> <p>断熱材料 廃土木資材利用多孔質 断熱材材料の開発</p>
	<p>A1:消費するエネルギーを少なくする技術</p>	<p>A2:エネルギーを生み出す技術</p>

持続可能なものづくり技術分野の技術テーマ相互関連性分析マップ(4 / 6)

資源制約克服技術(B) × 環境制約克服技術(C)

<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">C2 環境負荷をより良くする技術</p>	<p>水処理プロセス 民生用浄水技術</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>[凡例] 赤:設計・製造・加工 緑:GSC 青:3R 黒:生物機能活用技術</p> </div> <p>微生物を活用した物質生産 バイオマスの効率的利用にかかる技術 ・廃棄物系の微生物による資化 可能物質への変換技術</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">C1 環境負荷を少なくする技術</p>	<p>メンテナンス技術 循環ビジネス戦略設計支援技術 LC設計技術 グローバル循環関連技術 LC管理技術 リデュース設計技術 循環型社会評価技術 環境効率評価技術 使用履歴管理技術 寿命管理技術 品質保証技術 各種LCA技術</p> <p>ライフサイクル設計技術 ライフサイクル戦略策定技術 ライフサイクル計画技術 輸送・回収システム設計 共通基盤技術 情報流通・管理技術 ライフサイクル評価技術</p> <p>リユースのための循環マネジメント技術 リユースのための生産技術 共通要素設計技術 ビジネス構造のモデル化技術 ロジスティックスのリーニン化技術 効率的多品種変量製品の即時開発・製造技術 リユースのためのプロセス技術 リサイクル資源活用のための生産技術 マテリアルリサイクルの高度化技術 製造における有害物質削減、不使用技術 廃棄における有害物質削減、不使用技術</p> <p>複合材料処理 化学処理による複合材料 混紡繊維等リサイクル技術 カスケード利用 無機系副生物・廃棄物のリサイクル、及びカスケードリサイクル技術 水処理プロセス 次世代水処理技術の開発(工業用) CO2の利用 CO2を原料の一部とする 脂肪酸、芳香族ポリカーボネート樹脂の開発</p> <p>無機系資材(ダスト・鉱さい等) 基盤技術-無害化技術 リサイクル技術-セメント製造技術 リサイクル技術-コンクリート原料化 リサイクル技術-有価物回収技術 最終処分場埋立物 減容化かつ有効利用技術-減容化かつ有効利用技術 ・埋立物の分離技術 ・有価物の回収技術 ・有害成分の除去・回収技術 ・有価物以外の無機成分の再生利用 建設廃棄物 路盤材・再生骨材のJIS化 建設廃材 既存マテリアル紙(ず(現状の60%以上) 再生ボード原料、セメント原料 回収・処理技術 建設ストック 建設廃棄物削減・抑制・省資源・省エネ・省廃棄量 ・資源循環型住宅の開発 手法・評価ツール 有害物質削減設計 有害物質非使用素材技術 プラスチック 基盤技術-分離・分別技術 高炉、コークス炉原料化 バイオマス 発酵技術-堆肥化 燃料化技術-物質・エネルギー併産 プロダクション技術 その他-リグノフェノール用途開発 シュレッダーダスト 電炉利用の鉄とプラスチック複合リサイクル 代替フロン 回収・処理-冷媒回収・分離技術(燃焼、熱分解、化学処理) 回収・処理-洗浄溶剤回収利用 ナノテク素材 分離技術 回収技術 汚泥 有価物回収技術-有用物質回収</p>	<p>微生物を活用した物質生産 品質の高度化関連技術 ・次世代型製錬手法の開発 ・不純物分離・除去 植物を活用した物質生産 密閉系植物工場システムによる物質生産系の開発 環境汚染物質の効率的な除去 微生物による重金属の分離・回収および可溶化技術の開発 植物による重金属吸収能の向上</p> <p>生物機能を活用したエネルギー生産技術 エネルギー用植物 ・単位あたりの植物体の増収 ・生産物増量植物 ・植物以外の利用可能生物 ・油やしなどを利用した油脂生産 基本システム構築 汎用エネルギー創出(バイオ燃料生産) ・セルロース・ヘミセルロース 前処理工程、糖化工程、発酵工程、副生物の有効利用 廃棄物の有効利用によるエネルギー生産 ・メタン(廃棄物利用、液体廃棄物、固形物を含む液体廃棄物) ・水素(有機物利用、自然物利用) 電池 ・有機物、廃棄物</p> <p>潤滑剤 環境対応潤滑油添加剤、生分解性潤滑油の開発 洗浄剤 洗浄機能水の開発 エラストマー 易リサイクル型高弾性ゴム開発 生分解性次世代ゴム、エラストマー及びコンポジット材料</p> <p>フッ素化学 廃蛍石、低品位鉱石等からフッ化水素酸回収・製造技術 ノンハロゲンプロセス 直説法過酸化水素の製造、及び過酸化水素酸化を利用した合成、更に、ノンハロゲン高機能材料製造技術の開発 排ガス処理 クリーン燃焼技術及び新規リーンバーン燃焼触媒の開発</p> <p>無機系資材(ダスト・鉱さい等) リサイクル技術 ・新たなセメント製造技術 リサイクル技術-新規用途開発 ・非セメント化技術</p>
	<p>B1:消費する資源を少なくする技術</p>	<p>B2:未利用な資源を活かす技術</p>

持続可能なものづくり技術分野の技術テーマ相互関連性分析マップ(5 / 6)

資源制約克服技術(B) × 将来における社会・経済の維持向上(D)

<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">D2 経済競争力を高める技術</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <p>【凡例】</p> <p>赤:設計・製造・加工</p> <p>緑:GSC</p> <p>青:3R</p> <p>黒:生物機能活用技術</p> </div>	
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">D1 生活の質を高める技術</p>	<p style="color: red;">グローバル循環関連技術 トレーサビリティ管理技術 循環型社会評価技術 循環社会シナリオシミュレータ 環境効率評価技術 環境効率指標開発 各種LCA技術 LCA ライフサイクルシミュレーション マテリアルフロー分析 製品/サービス融合技術</p> <p style="color: red;">トレーサビリティ確保のための技術 履歴管理技術 物情一体化技術 SCM 個体管理技術 効率的な多品種少量製品の即時開発・製造技術 オンデマンド生産システム</p> <p style="color: blue;">建設廃棄物(建設ストック) 建設廃材のリユース/リサイクル ・回収・処理技術(アスベスト) 建設ストック 資源循環型住宅の開発(省エネ、省資源、省廃棄物) 共通基盤技術 ライフサイクル評価技術 ・安全性評価技術 ・ビジョン構築技術</p> <p style="color: black;">環境汚染物質・生物・遺伝子の簡易モニタリング 免疫クロマト・抗体チェック DNAチップ技術・ラボオンチップ技術</p>	<p style="color: green;">耐熱・伝熱材料 スマート材料<自己修復性材料></p> <p style="color: black;">新規有用物質およびその生合成系の探索 新規有用物質及びその生合成系の探索 安全・高効率生産システム 密閉系植物工場システムによる物質生産系の開発</p>
	<p>B1:消費する資源を少なくする技術</p>	<p>B2:未利用な資源を活かす技術</p>

持続可能なものづくり技術分野の技術テーマ相互関連性分析マップ(6 / 6)

環境制約克服技術(C) × 将来における社会・経済の維持・向上(D)

<p>D2 経済競争力を高める技術</p>		<p>[凡例] 赤:設計・製造・加工 緑:GSC 青:3R 黒:生物機能活用技術</p>
<p>D1 生活の質を高める技術</p>	<p>効率的な多品種変量製品の即時開発・製造技術 オンデマンド生産システム</p> <p>建設廃棄物(建設ストック) 建設廃材のリユース/リサイクル ・回収・処理技術(アスベスト) 建設ストック 資源循環型住宅の開発(省エネ、省資源、省廃棄物) 共通基盤技術 ライフサイクル評価技術 ・安全性評価技術 ・ビジョン構築技術</p> <p>植物を活用した物質生産ー蛋白質 安全・高効率生産システム ・密閉系植物工場システムによる物質生産系の開発</p> <p>環境汚染物質・生物・遺伝子の簡易モニタリング 環境汚染物質等を迅速・簡易・高感度で測定できるシステム</p> <p>グローバル循環関連技術 トレーサビリティ管理技術 循環型社会評価技術 循環社会シナリオシミュレータ 環境効率評価技術 環境効率指標開発 各種LCA技術 LCA ライフサイクルシミュレーション マテリアルフロー分析 製品/サービス融合技術</p>	<p>環境汚染物質の効率的な除去 有害物質 ・難分解性物質の高分解機能菌・酵素の探索・改良</p>
	<p>C1:環境負荷を少なくする技術</p>	<p>C2:環境をより良くする技術</p>

持続可能なものづくり技術分野の技術ロードマップ(1/7)

分野凡例: (緑)GSC (白)GB (赤)設計・製造・加工 (青)3R

技術ロードマップ: 2010年 2020年 2030年 2050年

技術分類	技術	短期課題	中期課題	長期課題
消費するエネルギーを少なくする技術 (A1)	分離プロセス	<ul style="list-style-type: none"> 選択的透過膜を用いた非平衡分離・省エネ化と反応分離同時処理技術 化学分離プロセス(蒸留、抽出、濾過等)の省エネ化 		
	新しい反応場の利用	<ul style="list-style-type: none"> 外場加熱エネルギー利用による高選択合成 マイクロリアクターによる反応プロセスのシンプル化・高速化 		
	エネルギー併産プロセス	<ul style="list-style-type: none"> 化学品、電力、熱のトライジェネレーション 石炭ガス化発電(IGCC)と化学品の併産 		
	軽量・高強度材料	<ul style="list-style-type: none"> 超耐熱性、強度等を有する新規ポリオレフィン 高強度・軽量新規コンポジット樹脂材料 有機・無機ハイブリッド材料 軽量・高機能透明材料 		
	低摩擦材料	<ul style="list-style-type: none"> 低摩擦表面素材/潤滑剤 		
	省電力材料	<ul style="list-style-type: none"> 半導体照明材料 		
	燃料電池用材料	<ul style="list-style-type: none"> PEFC、SOFC用新規材料 		
	触媒利用プロセス(化石資源)	<ul style="list-style-type: none"> 接触法ナフサ分解によるオレフィン、芳香族等製造 		
	LC設計技術	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーション・代替案比較分析 リデュース設計技術・脱物質化設計技術 		製品横断的なライフサイクル設計技術
	持続可能社会評価技術	<ul style="list-style-type: none"> 持続可能社会シナリオ作成技術 到達度評価技術 		
	製造プロセスの省エネ・省資源技術	<ul style="list-style-type: none"> 小型複合生産方式 プロセスの省エネ化設計技術 複合化加工プロセス 現場一部普及 材料・エネルギー最小化加工技術 加工プロセス複合化評価・モデリングシステム エネルギー使用合理化技術 		
	3Rエコデザイン/再生生産技術	<ul style="list-style-type: none"> 3R共通要素設計技術 メンテナンス及び3Rのための生産・管理技術 ライフサイクル設計技術 		

持続可能なものづくり技術分野の技術ロードマップ(2/7)

分野凡例: (緑)GSC (白)GB (赤)設計・製造・加工 (青)3R

技術ロードマップ: 2010年 2020年 2030年 2050年

技術分類	技術	短期課題	中期課題	長期課題
エネルギーを生み出す技術 (A2)	エネルギー用植物の創成	エネルギー用植物創成共通基盤技術の開発	目的生産物増収技術の開発	実用可能エネルギー用植物の栽培技術の開発
	汎用エネルギー創出(バイオ燃料生産)	探検育種による高速発芽種の開発	効率的プロセスの開発	
		モーター・アシスト等の開発・改良	糖化プロセスの確立	
		前処理システムの開発	担子菌の育種・培養技術	7R-CO ₂ 発酵を含む木質等の総合利用システム開発
	廃棄物の有効利用によるエネルギー生産	有用菌の発酵への導入技術の開発	効率的なメタン、水素製造のシステム確立	
	排出源での処理	風/強体利用技術/活性汚泥法	微生物群のデフラグ/効率的空間配置	排出源での高効率処理システムの確立
	未利用エネルギー変換・活用	低品位排熱の蓄熱・輸送・回収システムによる有効利用		
		排熱エネルギー回収用熱電変換材料		
		デシカント空調用高性能湿度吸着材料		
	二次電池材料	高性能リチウムイオン電池材料		
	新しい電池材料			
水素エネルギー	安価な水素製造技術(水蒸気改質、水電気分解等)			
	安全な水素の貯蔵・輸送供給(オンサイト発生)技術			
太陽電池材料	色素増感型太陽電池材料			
	薄膜シリコン系太陽電池材料			
	有機半導体型太陽電池材料			
電子材料	高性能有機半導体材料			

持続可能なものづくり技術分野の技術ロードマップ(3/7)

分野凡例: (緑)GSC (白)GB (赤)設計・製造・加工 (青)3R

技術ロードマップ: 2010年 2020年 2030年 2050年

技術分類	技術	短期課題	中期課題	長期課題
消費する資源を少なくする技術 (B1)	微細構造・精密構造形成技術	印刷(インクジェット等)技術による電子部品製造に適した材料	ナノ・マイクロ構造体の新しい製造技術	
	元素資源の確保	希少元素、貴金属代替新材料	低品位原料/廃棄物からの特定元素高効率抽出・精製	
	触媒利用プロセス	選択的酸化プロセス	有機分子触媒	
	水処理プロセス	次世代水処理技術	民生用浄水技術	
	LC設計技術	シミュレーション・代替案比較分析	リデュース設計技術・脱物質化設計技術	製品横断的なライフサイクル設計技術
	持続可能社会評価技術	持続可能社会シナリオ作成技術	到達度評価技術	
	グローバル循環技術	グローバル循環設計・管理技術		
	製造プロセスの省エネ・省資源技術	小型複合生産方式	プロセスの省エネ化設計技術	複合化加工プロセス 現場一部普及
		材料・エネルギー最小化加工技術	加工プロセス複合化評価・モデリングシステム	
		エネルギー使用合理化技術		
	最終処分量削減	新たな用途、素材等での利用技術	有用物質の回収も含めた最終処分場の再生技術	
	建設ストック	解体廃棄物の再生利用用途拡大技術	長寿命建設物の設計・建築技術	
	金属資源3R	分離回収技術	高効率化、不純物混入防止技術	代替品開発
3Rイテ/デザイン/再生生産技術	3R共通要素設計技術	メンテナンス及び3Rのための生産・管理技術	ライフサイクル設計技術	

持続可能なものづくり技術分野の技術ロードマップ(4/7)

分野凡例: (緑)GSC (白)GB (赤)設計・製造・加工 (青)3R

技術ロードマップ: 2010年 2020年 2030年 2050年

技術分類	技術	短期課題	中期課題	長期課題
未利用な資源を活かす技術 (B2)	微生物を活用した物質生産	<ul style="list-style-type: none"> 国内バイオマスからの糖蜜回収とその活用 物質生産方式の確立 バイオマスからの化学品等生産技術の実用化 (バイオファイバー技術) 	<ul style="list-style-type: none"> バイオ設計に基づいた化学とバイオの融合プロセスの確立 精密な遺伝子発現制御技術の開発 産業用汎用宿主微生物の創出 特殊条件耐性機構の解明 特殊条件耐性酵素の設計技術の開発 複合酵素反応系の構築技術の実用化 	
	植物を活用した物質生産	<ul style="list-style-type: none"> 効率的な遺伝子導入技術の開発 高等植物の代謝系遺伝子の導入発現技術の開発 実用作物の物質生産に特化した組織換え植物開発技術の確立 蛋白質ミミレーション 新規機能蛋白質・最適構造有用蛋白質の生産 閉鎖型植物工場システムによる物質生産系の開発 閉鎖型植物工場による有用物質生産の汎用化への推進 		
	動物細胞を活用した物質生産	<ul style="list-style-type: none"> 高効率な高発現組織換え細胞選別法の開発 高生産性宿主バクテリア系との増殖の構築 		
	生物遺伝資源の収集と保存	<ul style="list-style-type: none"> 微生物遺伝資源ライブラリーの構築及びメタゲノム情報等有用情報の付加 		
	各種DBの整備・管理	<ul style="list-style-type: none"> バイオインフォマティクス技術 データベースユーザービリティの向上 		
	触媒利用プロセス (化石資源)	<ul style="list-style-type: none"> 接触法ナフサ分解によるオレフィン、芳香族等製造 (低品位の)天然ガスからの合成ガスプロセスと誘導体の製造 低利用石油関連資源からのナフサ留分、オレフィン等の製造 		
	バイオマス利用	<ul style="list-style-type: none"> 機能性化学品原料製造技術 非食糧資源からのバイオプラスチック製造 		
	海洋開発	<ul style="list-style-type: none"> 化学技術による海洋開発 		
	複合材料	<ul style="list-style-type: none"> 複層フィルムの代替・易リサイクル化 		
	ライフサイクル設計向け材料	<ul style="list-style-type: none"> 易リサイクル、易分解性粘着剤及び自己剥離材料 		

持続可能なものづくり技術分野の技術ロードマップ(5/7)

分野凡例: (緑)GSC (白)GB (赤)設計・製造・加工 (青)3R

技術ロードマップ: 2010年 2020年 2030年 2050年

技術分類	技術	短期課題	中期課題	長期課題	
環境負荷を少なくする技術 (C1)	排出源での処理	膜/担体利用技術・活性汚濁法	微生物群のデザイニ化/効率的空間配置	排出源での高効率処理システムの確立	
	植物を活用した物質生産	閉鎖型植物工場システムによる物質生産系の開発	閉鎖型植物工場による有用物質生産の汎用化へ到達		
	環境中放出後の処理	高分解微生物の遺伝子解析	植物・微生物を組合わせた環境放出後の処理システムの確立 (ハイブリッドバイオレメディエーションシステム)		
	バイオテクノロジーを用いた環境モニタリング	酵素免疫測定法による有害化学物質の測定	多項目同時ハイストリート測定装置の開発		
	軽量・高強度材料		超耐熱性、強度等を有する新規ポリオレフィン		
			高強度・軽量新規コンポジット樹脂材料		
			有機・無機ハイブリッド材料		
			軽量・高機能透明材料		
	フッ素化学	フッ素系機能化学品			
	触媒利用プロセス	選択的酸化プロセス			
	触媒利用プロセス	有機分子触媒			
	ノンハロゲンプロセス・材料	CO ₂ 、CO ₂ を用いる新規ノンハロゲンプロセス (ポリカーボネート樹脂、ウレタン、ファイバーグラス等の製法)			
		過酸化水素等の酸化剤を利用したノンハロゲン材料の製造			
	臨界媒体利用加工プロセス	亜臨界、超臨界CO ₂ 利用による有機溶剤フリー加工プロセス			
		亜臨界、超臨界流体を利用した高度洗浄技術			
廃棄物削減合成プロセス	新規固体酸・塩基触媒による化学プロセスのクリーン化技術				
	従来型有機合成のシンプル化技術				
資源利用効率の高い電子材料	脱有機溶剤系リソグラフィパターンニング材料				
排ガス処理	クリーン燃焼技術				
LC設計技術	シミュレーション・代替案比較分析				
	リデュース設計技術・脱物質化設計技術				
	製品横断的なライフサイクル設計技術				
動脈静脈一体型生産システム	成分分析、素材分離技術				
	材料の簡易な同定技術、分解、自動選別	材料選別技術			
持続可能社会評価技術	持続可能社会シナリオ作成技術				
	到達度評価技術				

持続可能なものづくり技術分野の技術ロードマップ(6/7)

分野凡例: (緑)GSC (白)GB (赤)設計・製造・加工 (青)3R

技術ロードマップ: 2010年 2020年 2030年 2050年

技術分類	技術	短期課題	中期課題	長期課題
	最終処分量削減	発生量、最終処分量の多いものを中心とした短期的最終処分削減技術	発生抑制、変換技術など的高度化技術	有用物質の回収も含めた最終処分場の再生技術
	建設ストック	解体廃棄物の再生利用用途拡大技術	長寿命化のためのメンテナンス技術	
	3Rエコデザイン/再生生産技術	3R共通要素設計技術	メンテナンス及び3Rのための生産・管理技術	ライフサイクル設計技術
環境をより良くする技術(②)	環境中放出後の処理	高分解微生物の遺伝子解析	植物・微生物を組合わせた環境放出後の処理システムの確立 (ハイブリッドバイオメディアエーションシステム)	
	環境との調和技術	民間用浄水技術	環境中で分解しやすい洗剤	クリーン燃焼技術
	製品/サービス融合技術	環境効率化指標開発	製品価値・サービス価値の可視化	製品・サービスの複合モデルシミュレーション、製品・サービスの統合設計方法論
	最終処分量削減	発生量、最終処分量の多いものを中心とした短期的最終処分削減技術	発生抑制、変換技術など的高度化技術	

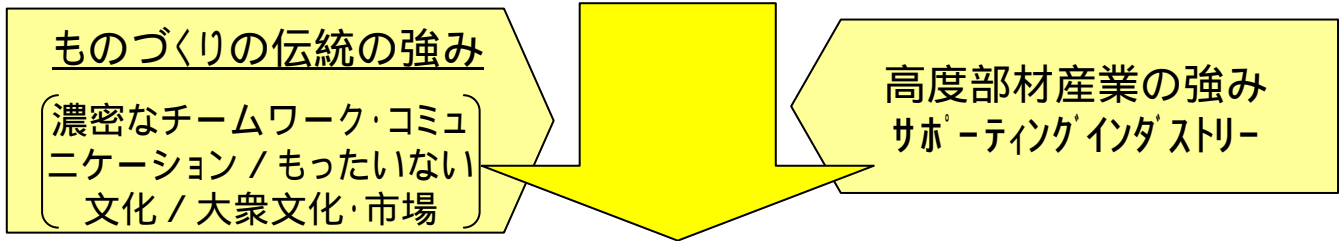
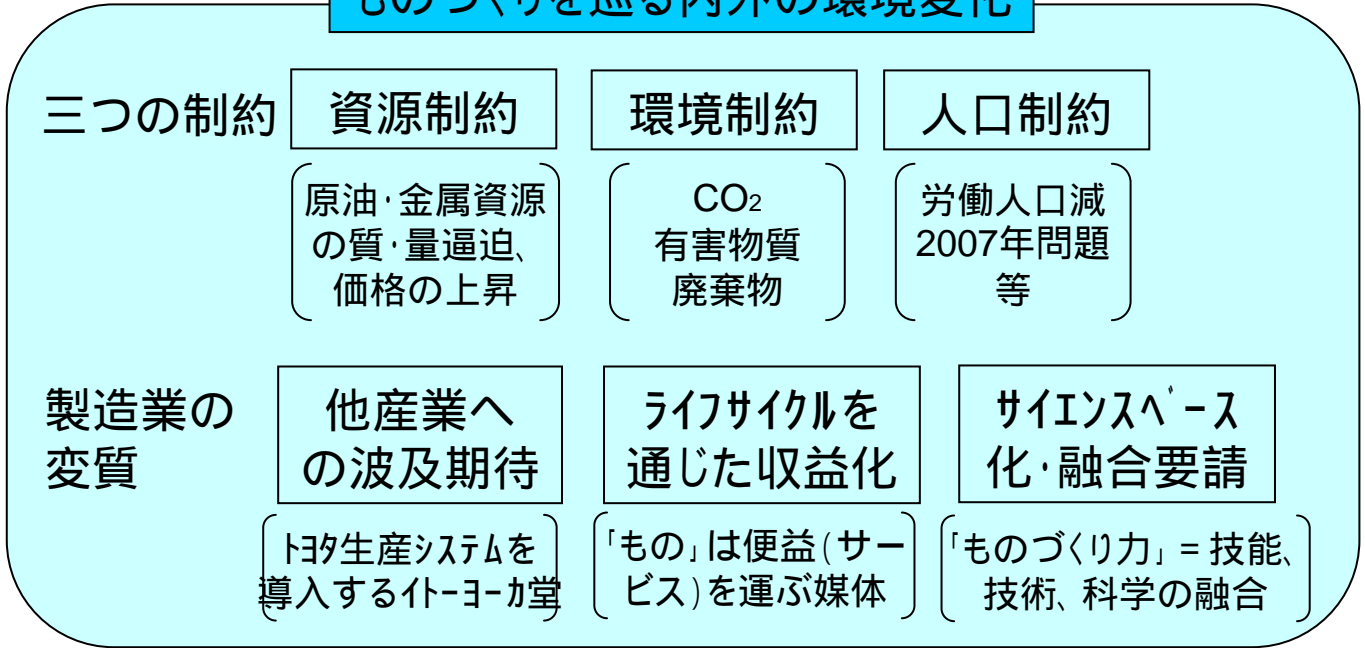
持続可能なものづくり技術分野の技術ロードマップ(7/7)

分野凡例: (緑)GSC (白)GB (赤)設計・製造・加工 (青)3R

技術ロードマップ: 2010年 2020年 2030年 2050年

技術分類	技術	短期課題	中期課題	長期課題
生活の質を高める技術 (D1)	植物を活用した物質生産	閉鎖型植物工場システムによる物質生産系の開発	閉鎖型植物工場による有用物質生産の汎用化へ到達	
	バイオ/ロジックを用いた環境モニタリング	酵素免疫測定法による有害化学物質の測定	多項目同時ハイストリット測定装置の開発	
		酵素中の微量DNAの測定	ラビ・オン・チップの開発	オンサイト・簡易・迅速高感度微生物測定装置の開発
	水処理プロセス	次世代水処理技術		
		民生用浄水技術		
	排ガス処理	クリーン燃焼技術		
	生活環境材料	ハロゲン・リンを用いない新規難燃プラスチック材料		
		各種材料の非有機溶剤系化・安全性強化		
		安全性の高い殺虫防虫剤・防かび剤・除菌剤		
		高性能消臭・防臭剤		
水環境の保全	環境中で分解しやすい洗剤			
アメニティ増進	アンチエージング機能等をふまえた未来型化粧品素材			
	高機能性食品包材			
	個人行動支援・次世代自動車・ロボット・介護装置向け材料 (スマート材料、センサ、アクチュエータ等)			
	遮音、遮熱、断熱、電磁波遮蔽材料			
グローバル循環技術	グローバル循環設計・管理技術			
トレーサビリティ確保	RFIDの小型化/大容量化			
	商品の出荷、輸送、在庫、配送のトレース			
	個別部品、ユニット部品単位のトレース、利用状況、再使用部品の履歴トレース等			
経済競争力を高める技術 (D2)	形式知化	内部・不可視部分計測 / 加工現象のリアルタイム計測	CAE技術による加工現象分析	CAE技術の活用
		技能の計測・分析	技能者の感性計測、評価	
	標準型工場データベース		データベース活用	
デジタル化	データベース構築 / 活用支援			
		自社技能データベース構築と活用支援技術		

ものづくりを巡る内外の環境変化



目指すべき国家像 = 「脱資源発展国家」

ものづくり力を活かして資源制約、環境制約、人口制約の中で成長を果たす。それをMade in Japan製品、Japan Inside製品の競争力・ブランド力とする。

ものづくりパラダイムへの転換

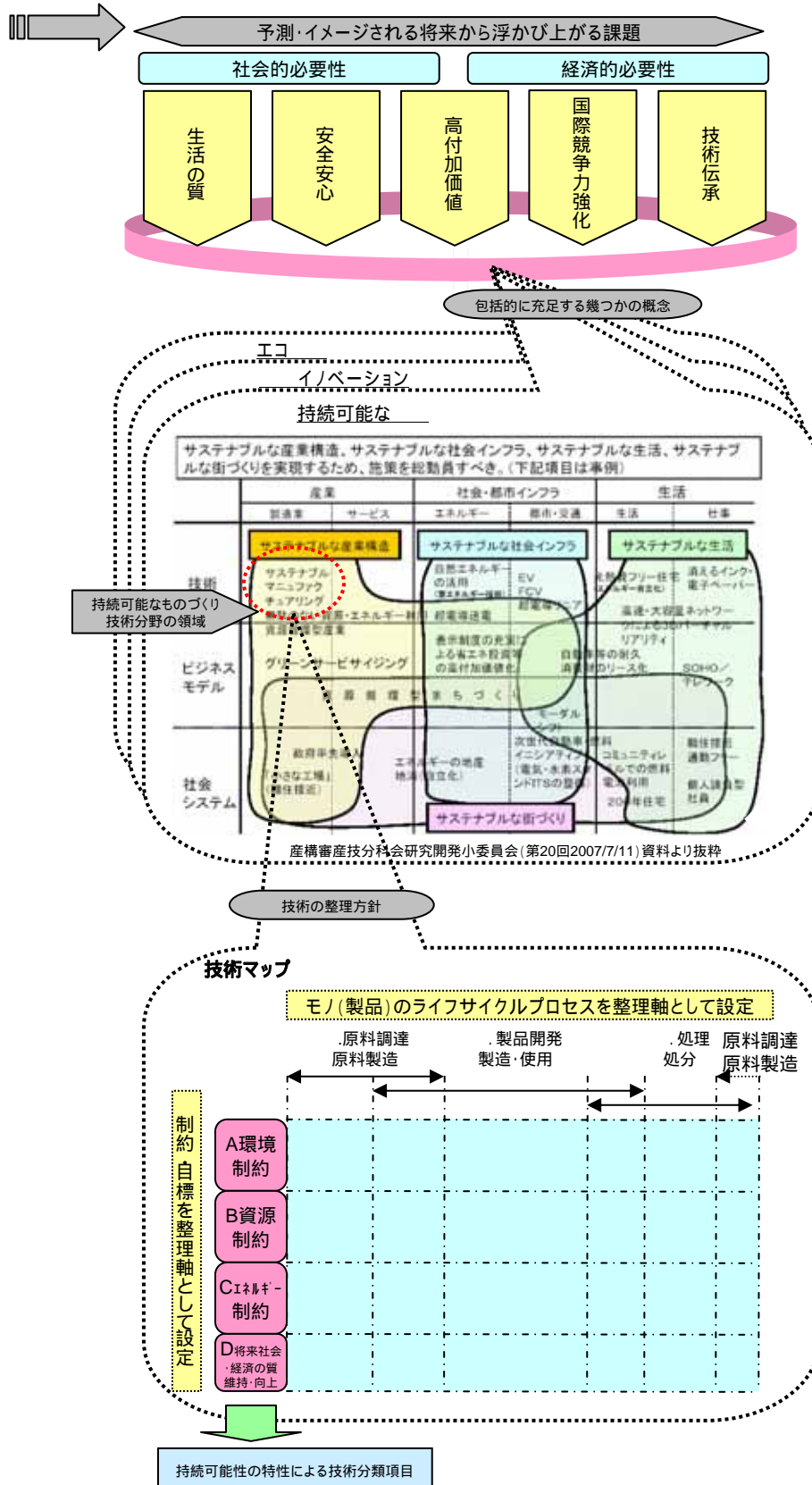
製造業パラダイム	ものづくりパラダイム
物質・労働負荷増大	物質・労働負荷低減
大量生産・大量廃棄	他品種変量・循環型
画一性(同質重視)	多様性(異質の活用)
物的資源	人的資源(知識・情報)

ものづくりパラダイムにおける新たな価値創造 = 「物質負荷・人間負荷をかけずに顧客・消費者の満足を高める」

パラダイム転換に必要な社会システムの変革

企業内部……………価値創造の場
 企業間・組織間……………企業の境界を越えたオープンな連携・ネットワーク
 地域・国家・世界……………アジア・ユーラシアとの最適機能分業(グローバル)、魅力ある地域間(ローカル)の競争

持続可能なものづくり技術の実現する将来社会像と 目標および技術マップの位置づけ



持続可能性の特性による技術分類

A エネルギー制約の克服	
A1	消費するエネルギーを少なくする技術 ・必要な資源の採取や素材、部品、製品の生産、及び製品の使用時、使用後の処理・処分におけるエネルギー消費量を削減するための技術。個々の削減技術だけでなく、全体としてエネルギー消費を最小化するための最適化の視点を含む。
	エネルギーを生み出す技術 ・必要な資源の採取や素材、部品、製品の生産、及び製品の使用に要するエネルギーを、再生可能な資源や循環資源から生み出したり代替したりする技術。
B 資源制約の克服	
B1	消費する資源を少なくする技術 ・原材料となる資源の採取量や、素材、部品、製品の生産に用いる資源の消費量を削減したり、生産・製造時および使用後の処理・処分時に枯渇性、希少性資源を回収・代替する技術。個々の削減技術だけでなく、全体として資源消費量を最小化するための最適化の視点を含む。
	未利用な資源を活かす技術 ・再生可能な生物(植物、微生物)資源や未利用資源を活用する技術や製品の生産に必要な新たな資源を作り出す技術。
C 環境制約の克服	
C1	環境負荷を少なくする技術 ・資源採取による環境負荷を抑制したり、生産活動、使用、廃棄・リサイクルの過程における大気、土壌、水などへの排出ゼロを目指す技術。個々の削減技術だけでなく、全体として環境への負荷を削減するための最適化の視点を含む。
	環境をより良くする技術 ・生物など環境の構成者が有する環境修復・再生機能を活用することによって、環境をよりよくするための技術。
D 将来における社会・経済の維持・向上	
D1	生活の質を高める技術 ・革新的な技術開発に基づいた付加価値の高い製品づくり、安心・安全で快適で利便性に富んだ製品づくり及び高度な社会資本維持保全を通じて、生活の質を高めるための技術
	経済的競争力を高める技術 ・生産人口が減少する時代に対応し、生産性の向上、熟練技術の継承、労働者の安全な労働環境づくりや福祉向上などに資する技術。