

7. EU の SusChem の活動

ヨーロッパの sustainable chemistry 活動のプラットフォーム (European Technology Platform ; ETP) として CEFIC (欧州化学協会) が設立した SusChem は、05 年 11 月に関係者会議を開催、今後 20 年の化学の課題と戦略をまとめた Strategic Research Agenda (SRA) を策定、発表した。その概要を紹介する。

1) 関係者会議 (第 3 回)

2005 年 11 月 25 日ロンドンで開催された関係者会議での報告は、イギリス、ドイツの関係者、EU、Cefic 代表、BASF など企業 5 社から 10 件の報告が行われた。

人類、惑星、利益のための Sustaining Chemistry

イギリスの化学工業協会 (CIA) の事務局長 J.Hackitt は、Sustainable development は、レスポンシブルケアに付け足すものではなく、もっと基本的なものであって、負荷なしに明らかなメリットを化学と化学産業に齎す、と述べ、さらに 2050 年に 90 億人といわれる人類は化学なしには生きていられないだろうと述べて、衣料・飲料水・衛生的環境の供給に占める化学の役割を強調した。

イギリス政府商工省 (DTI) の D.Hughes は、ヨーロッパへの中国、韓国の挑戦について、R&D の質が重要でヨーロッパは新規な高付加価値分野に集中する必要があるとして、マーケットの要請に応えられる研究協力が求められていること、中でも各産業分野から支持されている SusChem の推進は重要であると述べ、DTI、イギリスが将来に亘って SusChem を支援する事を約した。

欧州議会の見解についてイギリスの議員 M.Honeywell から説明があり、REACH に関する交渉を通じて産業界と規制側とが前向きに協力する事が可能である事が明らかになり、欧州の化学業界が世界経済に占める力と持続可能性に果たす役割が大きいことが分かったと述べ、REACH の動物試験に代わる方法の確立が重要な課題であると述べた。

EC の研究部長 A.Tilche は、EU の研究開発が研究費、GDP 比率、など特許出願件数以外の指標で劣っている事を示し、教育・研究・改良の三角形の中心には知識があり、その強化の為に欧州技術プラットフォーム (ETP) が重要なツールになる事を述べた。ETP が公的資金による青空研究と企業の応用研究・市場開発との間の開発危険ギャップを埋める可能性を説明、その中で化学とバイオケミストリーは重要な役割を果たすであろうと述べた。共同プロジェクト (JTI) の提案を歓迎するし、EC として SusChem からのアクションプラン (IAP) 提案を期待している。

SusChem とイノベーション、インテグレーション、インベストメント

Unilever の E.Meijer は、SusChem の価値についてまとめ、化学なしには持続可能な発

展はあり得ないこと、Sustainable Chemistry はイノベーションのエンジンであると述べた。若い研究者の流出を防ぎ、ヨーロッパを魅力あるものにする為にも SusChem のビジョンを確立する必要がある。SRA（戦略的研究アジェンダ；下記）はエネルギー生産住宅、バイオリファイナリー、個人医療という 3 つのプロジェクトを計画している。必要な資金は年間 55 億ユーロ（約 7,700 億円）でこの 1/3 を EC および国家から、2/3 を企業が負担する必要がある（なお、企業の研究開発費総額は年 100 億ユーロである）。

ドイツ教育研究省の A.Zickler は、SusChem と EC 各国の研究プログラムとの関係について説明した。各国に共通な課題には、再生可能資源、ナノテクノロジー、触媒とプロセス統合、サステイナブルケミストリー等がある。これらを整理して重複を避けて研究を進める事がヨーロッパの化学産業強化に重要である。

P.van Houtte は、EIF（欧州投資基金）について解説。EC、欧州投資銀行（EIB）、その他 32 の機関からなる EIF は今までに総額 26 億ユーロの研究投資をしている。10 年以内に実現するような開発に限って投資しており、主としてバイオ分野を支援してきている。

SusChem と技術

- ・ 工業バイオテクノロジー（C.Laane、DSM）

再生可能資源による新規製品開発とコスト・エコ効率にすぐれた製法の開発、新規生物（strain）・バイオ触媒の発見を目指す。

7 研究分野；新規酵素と微生物

微生物ゲノミクスとバイオインフォーマティクス

代謝工学とモデル化

バイオ触媒作用と最適化

バイオ触媒設計

革新的発酵科学と工学

革新的加工技術

3 研究課題；工業バイオ触媒 oxidoreductase

バイオベース機能材料とナノコンポジット

バイオマス燃料

その他、バイオリファイナリー、社会・経済・環境インパクト研究も推進する。

- ・ 材料技術（R.Iden、BASF）

材料技術（MT）はその他分野、ダウンストリーム産業を含めてヨーロッパの活力の源であり、中でもナノ科学がその基盤となっている。2010 年のナノ科学ベース製品の市場規模は 5,000 億ユーロ（最終製品ベース）と見込まれ、年率 10 - 15% の伸びが見込まれている。材料市場も少なくとも 50 - 100 億ユーロ（約 7 千億～1 兆 4 千億円）と推定される。

Roadmap には、分野、開発状況、優先度、潜在市場規模、見通しなどを付して以下の分野について作成した；

エネルギー
情報通信技術
医療健康
生活の質 (Quality of Life)
住民安全
輸送

2 プロジェクト；(上述した通り)

エネルギープラス住宅 (新断熱材料、発電材料、自己浄化材料)
個人医療 (新インプラント材料、ドラッグデリバリー、センサーを含む診断・治療法)

さらに、優先度を付ける事と欧州研究機関内のシナジー効果について検討を進める。
(MT 分野のアクションプログラム作成会議は 06 年 1 月 26 日に開催予定)

・ 反応とプロセス設計 (K.Sommer、Bayer)

反応とプロセス設計 (R&PD) は、省エネルギー、再生可能資源原料、廃棄物ゼロによる環境負荷と気候変動削減、雇用と経済成長を目的にする。推進する 7 分野として、

合成のコンセプト
触媒変性 (マイクロウェーブ、光の反応への利用を含む。触媒の医療用センサーへの応用を含む)
バイオプロセッシング
高集積プロセス (マイクロシステム、連続化、局所制御、熱と物質の統合を含むプロセス集積、オンデマンド生産、など)
in-silico 技術
精製・調合工学
プラント制御・サプライチェーン管理

を掲げた。

・ 共通事項 (R.Mills、Dow)

上記 3 分野 (バイオ、材料、プロセス) 共通事項 (HIG) として、社会的関心と開発促進を掲げる。アメリカではリスクは manage するものと捉えるのに対してヨーロッパではリスクを limit するものと考え、EU の第一優先は規則であるのに対してアメリカでは技術である。どちらが技術への投資を促進するかは明らかである。また、教育・訓練も技術開発に不可欠である。

ヨーロッパで Sustainable Chemistry を sustainable なものにするには、妥協ではなく

ベストに拘って行く必要がある。

実行計画 (IAP)

IB、MT、R&PD、HIG の 4 つの領域についてその実行計画 (IAP : Implementation Action Plan) についてのワークショップが開かれ、議論された。その結果に基づいて SRA (Strategic Research Agenda) が用意される。

2) Sustainable Vision および Strategic Research Agenda (SRA)

05 年 11 月の議論 (上記) に基づいて「戦略的研究基本方針」(SRA) が公表され、EC 並びに関係諸国の検討に付されている。これに先立ち 05 年 3 月に決定している Vision for 2025 and beyond とともにその内容を概観する。

(1) Vision for 2025 and beyond

ETP (European Technology Platform for Sustainable Chemistry) の総合ビジョン並びに、MT (材料技術) / R&PD (反応・プロセス) / IB (工業バイオ) / HIG (共通基盤 : このビジョンではフレームワーク及び経済性とされている) 4 分野それぞれのビジョンを示している。(上記最近の 4 分野とは順序並びに名称が異なっている)

Sustainable vision

1. 技術の主導と革新によりヨーロッパ化学関連産業の競争力を維持する
2. ナノ、バイオに見られるような分子レベルでの解明を進め、新製品と優れた物性の開発により多くの産業分野での新しい用途を生み出す
3. 化学とバイオテクノロジーを効果的に用いて化学産業のエコ効率を向上させる
4. 化学産業は信頼でき、安全で責任ある社会のパートナーであるとの認識を広める
5. ヨーロッパは化学及びバイオテクノロジーの革新に関して効率的な枠組みを構築し、その優れた技術基盤を強化する

上記ビジョン遂行の為に、バイオの工業化を含む化学 (ケミカルサイエンス) 研究を優先、推進する。ETP (テクノロジープラットフォーム) はこのための仕組みを提供する。

材料技術 (MT) のビジョン

1. ヨーロッパは先端材料の供給で世界のリーダーになる
 2. 社会のニーズによる材料技術の進歩により欧州市民の生活の質 (quality of life) の向上に貢献する
 3. 新しく優れた特性を持つ材料を開発する機会をユーザー産業と協力して作り出す
 4. 必要なマクロ物性を有する材料を分子構造から設計する
 5. 既存材料とナノ材料の改良と複合による統合システムに基づく製品を作る
 6. 材料分野での市場と技術の統合による新規企業の設立推進
- 進めるべき分野 ;

- ・ 機能性材料 生物適合・生分解性材料、医療補綴材料、診断・治療用材料、医薬品調合技術、農業化学品、栄養化学品、化粧品材料、バイオナノコンポジット
- ・ 知能材料 電気特性、光学特性、有機電子材料用のセンサー材料、ディスプレイ用機械・磁気材料
- ・ サステイナブル技術用材料 エネルギー発生・貯蔵・輸送・変換材料
- ・ 製造技術 重合技術、未知材料の触媒合成技術

工業バイオ（或いはホワイトバイオ）技術（IB）のビジョン

1. バイオプロセスの利用による化学品・材料の製造
（一部にバイオプロセスを用いる場合を含めて、利用が増大する）
2. 再生可能資源の利用の増大
3. 各産業での IB による経済性・環境負荷に優れる製造技術の進展
4. バイオマス起源エネルギー利用の増大
5. 化学原料の効率的な製造
6. 産・学・農・社会の連携で欧州社会の革新性と競争性を維持

これらビジョン実現には、

- ・ 戦略的研究方針とロードマップの策定
- ・ 技術・経済・規制の障害撤廃
- ・ 利害関係者の対話に基づいた意思決定への社会の参画

新規技術の LCA 的な評価と比較検討が必須であり、真にエコ効率的な技術の持続可能な手法による実行が求められる。

反応・プロセス設計（R&PD）のビジョン

1. 高生産性、低製造コストプラント
2. 制御システムを有し、規模の変更可能なフレキシブルプラント
3. 環境負荷が小さく、環境に優しい原料を用い、リサイクルが大きな生産設備
4. 生産設備の本質安全設計

これらの実現の為に、

- ・ スマートな反応ルート的设计
- ・ マイクロプロセス技術（プロセス統合、反応蒸留、隔壁塔、イオン流体による分離、熱・電力統合、など）
- ・ 触媒開発、触媒と触媒反応器の同時開発
- ・ in-silico 技術（コンピュータ技術）の利用

イノベーションのフレームワークと経済性に関するビジョン（HIG）

1. 科学的基盤並びに調和の取れたリスク・ベネフィット考察に基づく透明性の高い規制体系
2. イノベーション誘導型の法・経済・社会体系を有するヨーロッパ
3. 本プラットフォームのイノベーション効果による EU 化学及び関連産業の量的拡大と貿易収支改善、雇用増大
4. 持続可能で競争力を有するヨーロッパ製造業の中核としての化学産業の繁栄
5. 化学・工業バイオ産業主導によるヨーロッパ製造業の再活性化と経済成長、QOLの向上

これらの為に、他の EU の諸戦略・アクションプランとの整合が必要であるばかりでなく、熟練労働力の確保、教育訓練、若者の科学（化学）への関心の増大が必要で、そのためにも化学・化学工学のイメージ向上が必要とされる。

経済効果；

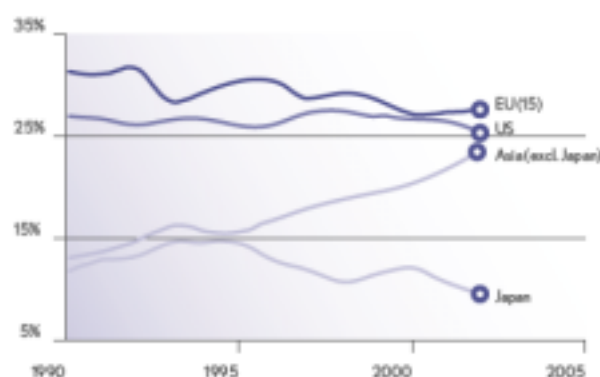
楽観ケースでは、EU の化学産業の成長率は年率 3.3%、医薬品を除いた出荷額は 2002 年の 3,600 億ユーロから 2015 年に 5,500 億ユーロに達し、1,100 億ユーロ以上の貿易黒字となる。

(2) Strategic Research Agenda 2005 (SRA2005)

上の Vision に従って、Agenda 2005 が定められている。全体で 100 ページを超える冊子となっているが、内容は Vision に定める通りである。概略を紹介するが上と重複するところもある。

EU 化学産業の現状

日本ほどではないが、近年のウェイトは減少している。



EU 化学産業の強み・弱み

インフラの強みは依然としてあるが、研究開発の実用化に時間がかかるなど R&D に関連する弱点も目立っており、アメリカ、アジアを脅威と認識している。

Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> • EU has a good chemical manufacturing infrastructure • EU has the most efficient production capability in terms of resource use and CO₂ emissions • EU has a supply of highly skilled workers • World-leading in chemicals (pharmaceuticals and fine chemicals), enzymes and (bio)specialities • Access to a wide diversity of renewable resources in the EU 	<ul style="list-style-type: none"> • Shortage of entrepreneurs • Slow translation of R&D into commercial products • Shortage of some skill sets to exploit new opportunities • Shortage of specialist technology institutes • Insufficient funding for R&D • Lack of awareness among industry of biotechnology applications • Insufficient coordination of national and EU research programmes
Opportunities	Threats
<ul style="list-style-type: none"> • The EU is better placed than its competitors to develop innovative, world leading products based on its highly successful chemicals sector • The EU is well-placed: <ul style="list-style-type: none"> - to become the market leader in sustainable chemistry - to build on its world-leading position in industrial biotechnology to gain competitive market advantage - to exploit increasingly stringent global environmental targets 	<ul style="list-style-type: none"> • Competition from US and Asia • Lack of societal acceptance of new products and processes • Risk of chemical companies leaving the EU • Inappropriate regulation and excessive bureaucracy (shifting production to regions with lower standards) • Unfavourable fiscal and monetary conditions

FP7 (7th Framework Program 第7次科学技術振興計画)の重点課題

EUの共同研究開発計画としてFP7(第7次科学技術振興計画)が以下の9分野で策定されている。

- Health;
- Food, Agriculture and Biotechnology;
- Information and Communication Technologies;
- Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and new Production Technologies;
- Energy;
- Environment (including Climate Change);
- Transport (including Aeronautics);
- Socio-economic Sciences and the Humanities;
- Security and Space.

この重点課題の中で SusChem に関連する課題は以下の通りである ;

- エネルギー 触媒
- ナノ構造での省エネ
- 再生可能エネルギー
- 輸送・交通 燃料電池
- 食糧・農業・バイオ 安全で健康な食品

人間・地球・利益 (People, Planet, Profit)

人間生活、地球環境に関する課題を列挙すると下表のようになる。

分野	課題
エネルギー	発生、変換、貯蔵、管理（損失防止、利用効率アップ、軽量化）
情報・通信	新電子材料 超伝導、半導体材料、高分子導電材料、誘電体、コンデンサー、 フォトレジスト、レーザー材料、ルミネセント材料、接着剤、ハンダ、パッケージ材料 光通信材料 非線形光学材料、分子スイッチ材料、光ファイバー材料 電子ペーパー
医療	インプラント材料 DD 材料 新規バイオポリマー 診断・治療薬 先端医薬中間体（API）、光学活性体、抗生物質 センサー
Quality of Life	防汚塗料、超寿命電池材料、センサー材料、機能性衣料、補綴材料、 インプラント材料 新規触媒 ゼロエミッション触媒、バイオミミック、自己清浄化
安全	センサーシステム 爆発物、化学物質、生物、その他
交通・輸送	非化石燃料システム、交通安全システム、バイオ燃料、

開発の優先度

各研究分野のプライオリティーを定める為に、ロードマップを作成した。その一例としてエネルギーに関する研究ロードマップを以下に示す。

他に情報通信、健康、QOL、安全、運輸・交通に関する研究ロードマップが作成され、随時改訂されている。

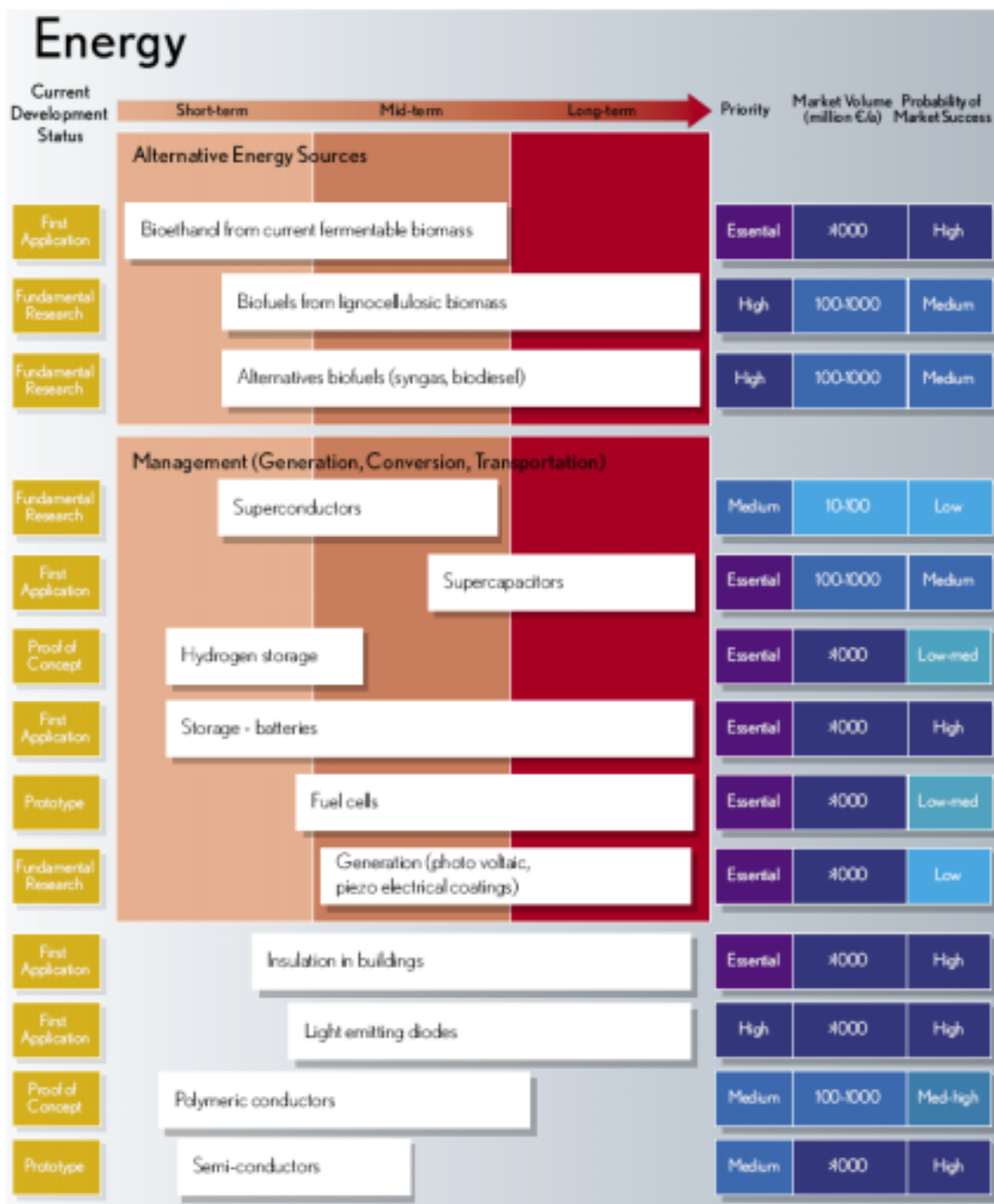
（ロードマップの例）エネルギー研究

Product roadmap：代替エネルギー、エネルギー管理

代替エネルギー源としては、バイオマス発酵によるエタノールを優先度の高い中期課題として位置づけている。市場は 10 億ユーロ / 年以上と見ており、しかも成功確率が高い。

エネルギー管理では、蓄電用電池、スーパーキャパシター、水素貯蔵、燃料電池、光発電などの優先度が高く、蓄電用電池は確度が高くて市場は10億ユーロ以上と見ている。また、建物の断熱の優先度も高くなっている。

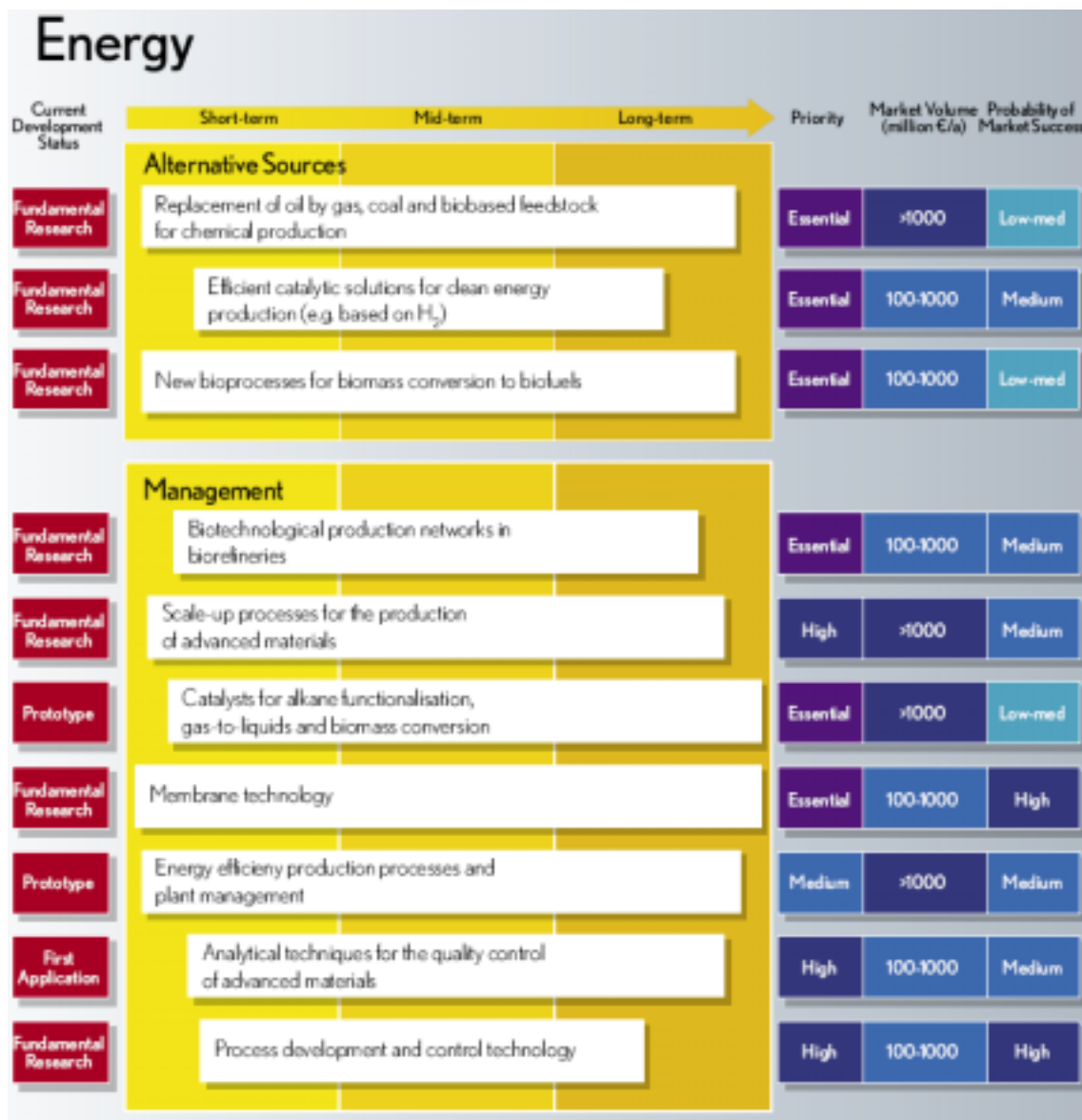
エネルギー研究ロードマップ；代替エネルギー、エネルギー管理



また、現在基礎研究段階にある課題についてのロードマップ（次図）では、化学工業用原料を石油からガス、石炭、バイオ由来に転換することが最優先課題になっており、その効果は10億ユーロ以上、成功の確率は低～中という事になっている。

膜技術のエネルギー利用についても優先度は高く、成功確率も高いと見られている。

技術開発ロードマップ：代替エネルギー源、エネルギー管理（現在基礎研究レベルのもの）

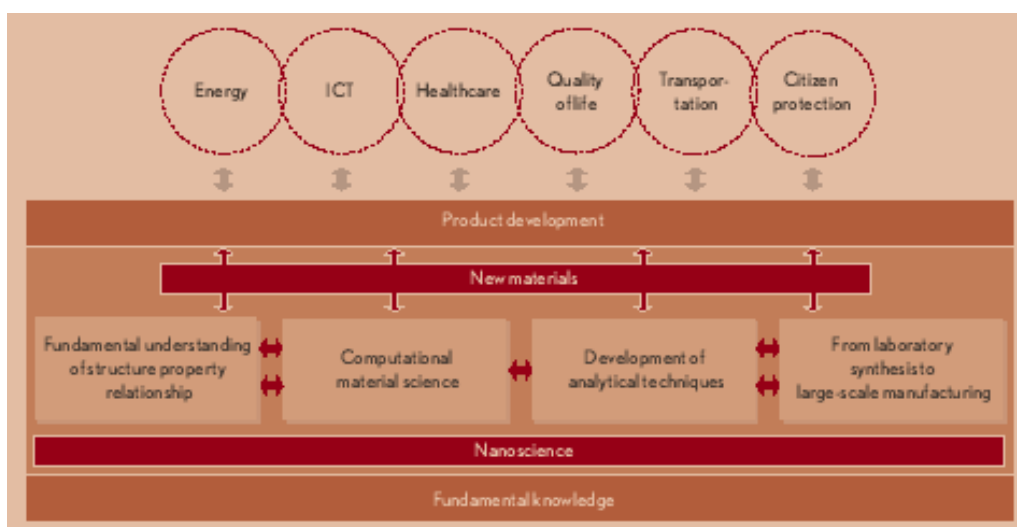


工業バイオ
研究分野

分野	研究テーマ	目標（例）
バイオ触媒	Novel enzymes and microorganisms.	強い酵素

	Microbial genomics and bioinformatics.	ゲノミクス
	Metabolic engineering and modelling.	代謝モデル
	Biocatalyst function and optimisation.	新規触媒
バイオリアクター	Biocatalytic process design.	実用プロセス
	Innovative fermentation science and engineering.	微生物生理学
後処理プロセス	Innovative downstream processing.	高効率

材料技術

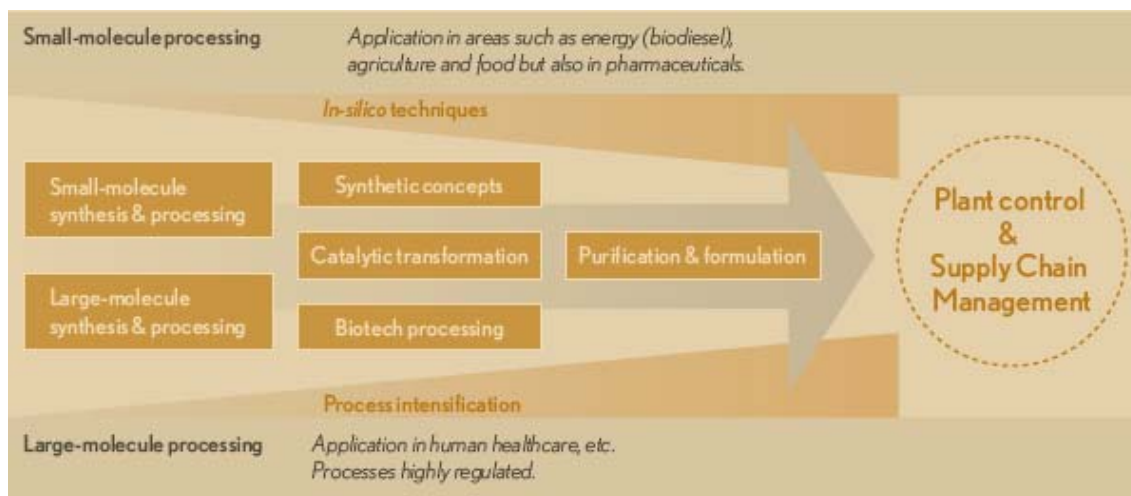


研究分野

分野	テーマ
Fundamental understanding of structure property relationship.	Catalysis, design of new catalysts.
	Interfaces and nanointerfaces.
	Controlled functional properties.
	Synthetic strategies and new chemical reactions.
	Polymer nanostructures used as nanoreactors for metal nanoparticle formation.
	Controlled surface-induced co-polymerization to functional co-polymers (capable of pattern recognition).
	Effect of synthesis conditions, catalyst composition and structure on the chemical and material structure and composition.
Growth kinetics, surface grafting and modification, polymorphs, etc.	

	Design of advanced materials and composites
	Nanoporous polymeric materials.
Computational material sciences.	Development of new computational tools to describe the fundamental material properties.
	Development of computational methods that bridge the length-time scales.
	Development of new empirical methods to describing mixing and diffusion effects.
	Development of new computational methods for formulations: nanocomposites, real interfaces and biological systems.
Development of analytical techniques.	Pattern/cluster recognition systems for high-volume throughput analysis.
	Nanomaterials as self-sensors/analytes.
	Large scale efficient quality control (QC) of nanoscale structures (e.g. coatings).
New production processes for the scale-up of laboratory synthesis for improved materials.	The production and the processing of ultra-pure nanomaterials.
	Integration of nanomaterials into continuous production processes and reel-to-reel manufacturing.
	The development and production of large-scale self-assembled materials, systems and devices.
	Health, safety and environmental issues of nanomaterial production.
Bio-based performance and nanocomposite materials.	Bio-based materials created by controlled self-assembly.
	Detectors based on synthetic biological sensors.

反応・プロセス



研究分野

分野	テーマ
Novel synthetic concepts	Tap biomass, gas and coal as feedstocks for a wide range of products thereby reducing dependency on oil.
	Substitute organic solvents and develop solvent-free synthetic concepts.
Catalytic transformations	Towards 100% selectivity and zero-emission processes.
	Use of non-conventional energy sources.
	Use of alternative and/or renewable raw materials.
	Catalysis for environment.
	Clean energy and mobility.
	Improving health and quality of life.
	Towards tailor-made production of nanoscale materials.
	Integrate reactor-catalyst-separation design.
	Develop nanoscale reactors.
	Explore unconventional reaction conditions.
	Biomimicking catalysts.
Improved methods of understanding of the working catalysts.	
Biotechnological processing	Biocatalyst improvement by strain optimisation.
	New technologies as the basis for novel optimized biocatalysts.

	<p>More rapid development and industrial application of biocatalysts - shorter time-to-market.</p> <p>Biocatalyst optimisation by protein design.</p> <p>Bioprocess control and intensification.</p> <p>Enable competitive biotechnological processes and facilitate the production of new products.</p> <p>Chemical engineering development on advanced separation methods for bioproducts.</p> <p>Combine synthetic chemistry methods with bioproduct recovery to shorten the reaction times,</p>
Process intensification	<p>Improving quality and reliability of intensified components and devices.</p> <p>Developing local process control and energy supply.</p> <p>Extending processing options for continuous operation.</p> <p>Process intensification through integration of heat/mass, reaction/separation, etc.</p> <p>Creating reliable risk and benefit assessment methods.</p> <p>Adapting design procedures and operational and supply chain management.</p> <p>Identifying the design targets for achieving minimum utility demand.</p> <p>Adapting intensified process equipment to advances in nanotechnology.</p> <p>Implementing self-adapting process devices.</p> <p>Creating intensified product engineering.</p>
In-silico techniques	<p>The theoretical modeling of complex homogeneous and heterogeneous systems</p> <p>Establish accurately the reaction cycles and kinetic models.</p> <p>Data mining, optimum selection and integrative analytics</p> <p>Development and validation of models for the complex multiphase systems</p> <p>Process systems engineering (PSE) techniques</p>

Purification and formulation engineering	Separations with alternative sources of fuels and raw materials
	Integrated separations
	Formulation of designed products with defined particulate structure,
	Efficient computer aided modeling of purification and formulation processes and their sequences
	Developing the base sciences
	New CO2 capture and separation technologies.
	Purification and formulation methods for technology to enable the increased use of biomaterials and bioprocesses.
	Development of perfect mixing
	High purity products by innovative purification/ formulation
	Ongoing effort on the development of more environmentally benign technology
Plant control and supply chain management	Innovation in process modeling
	Process analyzer technology
	Supply chain management

Horizontal Issues (横断的事項)

研究分野

分野	テーマ
Societal concerns	Promoting public dialogue on SusChem technologies
	Providing stakeholders with balanced information for decision-making
	Lifecycle thinking
	Effective communication of the risks and benefits of new technologies
	A pan-European communication strategy
	Cooperation with other technology platforms on common issues of concern
	Risk assessment and management strategies

	Regulatory decision support framework
Support for innovation	Education, skills and capacity building
	Motivating skilled young people