

提 言

日本の未来価値を拓く「限界突破」新産業の創出

2009年11月26日

社団法人日本工学アカデミー
政策委員会

目 次

要旨

はじめに

- | | |
|-----|---------------------|
| 第1章 | 現在の危機の本質と新産業育成の意義 |
| 第2章 | 新しい未来価値としての産業の創出 |
| 第3章 | 提言する「限界突破」新産業候補 |
| 第4章 | 新産業の実現の基本戦略 |
| 第5章 | 新産業の成立要件や必要となる制度設計 |
| 第6章 | 新産業ロードマップによる産業形成の強化 |

最後に

要旨

我が国は、未曾有の経済危機を脱しつつあるが、しかし、これまでの産業基盤となってきた石油資源等諸資源や大量生産や大量消費社会は、限界を迎えつつあり、新しい産業や社会生活の展開が必須になっている。その限界を突破することが、日本の豊かさを築くことになる。

1. 「限界突破」新産業の創出

社会価値・未来価値を実現する新産業として「限界突破」新産業の創出と育成強化を提言する。

限界突破とは、有限である資源・環境を有効に活用し、再生開発することによる「資源・環境限界突破」、生命の限界を超えて、生命の機能保持・維持を図りまた生命の未解明機能を解明し、活用する「生命限界突破」、時間の限界や空間の限界を超える新しいITの技術を展開する「時間空間限界突破」、膨大な知識の拡大に対応して、処理や検索や伝達等を行う「知識限界突破」の4つの限界突破が考えられ、このような新産業の重点的な創造と育成を図り、社会価値・未来価値の実現を強化することが必要である。

2. 新産業の実現のための産業モデルの策定と基本戦略

新産業の実現のために、それぞれの産業別の産業モデルを策定する。

そのために、関係する専門家を集積し、目指すべき社会イメージ、開発すべきまたは応用できる要素技術（基礎技術、応用技術等）、モデルの概要や成立条件等を持ち寄り、体系的な纏めを行うことが必要である。また、官民一体となって、迅速な産業化を行うことが重要となる。さらに、新たな技術開発には、専門分化を統合する場を創造し、国際的な知の集積や人材流動化をプログラムに盛り込み、統合的な知の配置を行う。

3. この新産業の創出と育成は、従来からの技術の積み上げ型またはそれぞれの既存産業の延長で重点分野を強化するのではなく、まず、社会価値・未来価値を創造し、構築すべき産業の将来像となるビジョンを作成し、これを実現するための必要な技術・制度を開発準備していくリクワイアメント型の展開が必要である。このために、全体像を見据えた総合政策を策定し、これを受けて実現のためのアクションプランを作成し、実現ステップを時系列として提示する必要がある。

4. その際、新産業形成のプロセスを産業ロードマップとして構築し、実現ステップとその成果をフォローでき、国民に形成過程を報告する仕組みを作ることが重要である。そして、我が国の社会生活の変革と一体となって新産業形成を推進する。その実現プロセスにおける新しい知見や成

果物は、科学技術の体系化を行い、教育や人材育成の現場に戻し、科学技術体系として、新たな知の体系作りを強化していくことが我が国の産学連携にとって、重要な要素となる。

- * 「社会価値」－社会的な課題を解決することで、社会の発展に貢献する価値
- 「未来価値」－未来社会において、価値として認められる、あるべき価値
- 「限界突破」－新たな価値を獲得するために、限界として存在する課題を克服すること

はじめに

米国に端を発した金融危機は、世界的な経済危機として、実体経済にも重大な局面を招き、早期に解決すべき課題が緊急となっている。

そもそも、長期的な課題としては、エネルギーピーク問題、環境問題、資源・食糧問題、人口問題、高齢化問題、富の格差問題、グローバル化に伴う雇用問題、国家を超えた制御不可能なマネー問題、民族間紛争問題等が横たわり、新たな転換を必要としていた。

経済危機をもたらした原因となる金融危機は、金融商品開発によって生み出された投機マネーの投資やレバレッジを効かせた投資構造等が、膨大なリスクを内在化し、金融商品価値の下落によって、破綻したものである。これも以前から長期的な課題として認識すべきものであったが、有効な方法が見いだせなかったのである。

これらの諸問題を解決するためには、国際的な連携を強化して、経済危機(金融システム不安、需要低迷、雇用悪化、企業業績悪化、株価低迷、社会不安、政策の不透明性等)を乗り越えることが先決であるが、しかし今後既存産業の延長による石油資源依存や大量生産、大量消費を前提とした産業構造の持続には、限界があることも事実である。

我が国は、現状の産業をこのまま持続することで、危機を乗り越えることはできない。こうした環境状況を踏まえたならば、今後の産業構造の大転換を余儀なくされていると言っても過言ではない。

この提言は、現在の危機を乗り越えるべき課題として把握し、その解決を新たなチャンスとして、未来価値を拓く新産業の創出とその推進を提言する。

第1章 現在の危機の本質と新産業育成の意義

1. 現在の危機の本質

現在の経済危機は、金融システムの持つ「投機的体質」と「金融工学」という高度なリスク管理手法とによって生み出された金融商品が、透明性のないまま、世界的な投資の対象として存在することにより、生じたものである。その影響が資本主義経済のメカニズムにおいては、実体経済に否応なく波及するということを露呈した。

これは無秩序な経済システムの限界を示すものでもあり、ひいては資本主義経済の本質的限界や課題を提示したものとも言えるのである。

また、長期的な世界的課題及び日本の課題は、今後も持続的な成長の制約条件として、事業環境に大きく影響を与え続ける。

①エネルギー危機（石油ピーク）等有限資源問題、環境・CO₂問題、食糧問題、人口問題、国際金融のリスク問題、地域紛争問題、富の格差問題、安全保障問題等将来課題は多い。

②我が国は、少資源国家であり、世界的な協調を前提にして成立せざるを得ない上に、超高齢化社会、財政基盤の脆弱性、世界的な競争力低下、GDPの世界ランクの低下、創造的な社会価値実現の科学技術者数及びその希望者数の低下、社会負担の増加、グローバルに活躍する人材不足等今後重要な転換条件の決め手に弱体傾向がある。

2. 新産業育成の意義

世界各国は、エネルギー・資源問題、環境問題等の解決に向けて、国家戦略としての政策とその実施を急いでいる。

国際競争力強化と両立する形で新エネルギー開発、再生エネルギー開発、環境関連新産業への重点化を強めているのである。

特に我が国は、資源少国であり、資源関連の新産業の強化は急務であり加えて、将来の知識社会構築のためのプラットフォームとなる新産業の創出強化を行い、科学技術開発や事業化を早めるために、産官学連携を強化しながら、着実に育成する必要がある。

すでに電機産業や自動車産業等日本の有力基幹産業も、環境対応を軸として、再編統合等を含めた大きな事業内容の変更や戦略の転換を迫られている。したがって、こうした産業を下支えた関連中小企業も、これまで蓄積したノウハウを生かしながら、転換しなくてはならない状態となっている。

しかし、既存業界の転換は、これまでの事業の延長持続を重視した新

産業創出になりがちで、自ずと限界がある。

今後の新産業形成は、従来の産業の枠を超えて、新たな産業モデル創造、新産業開発に関する融合技術や融合システムの開発、事業の運営等を含めたエンジニアリング技術、個別分野のみにとらわれない事業ノウハウの統合等、新たな国際競争力と未来価値を拓く産業形成としての意義が大きいのである。

第2章 新しい未来価値としての産業の創出

我が国は、資源少国という制約条件を抱えており、この条件を踏まえた新たな社会の構築に向けて、今、大転換期にある。

したがって、未来価値を構築するためには、これらの制約条件—限界を突破することによって、始めて、新産業の価値が形成できるのである。

しかも、この価値は、日本の限界を突破するだけでなく、世界の限界を突破するということで、世界的な価値として発展することができるものである。

この新産業は、限界を突破することによって、新たな未来価値を創出することができる産業として位置づける。

1. 有限である地球の「資源限界」及び「環境限界」を突破することによって、創造される価値の実現
 - 1) 資源の使用量削減や使用量を拡大しない等の価値
(低エネルギー社会を実現する社会経済システム)
 - 2) 資源の再利用、代替、獲得、備蓄、未利用資源の開発等の価値
 - 3) 環境の維持、保全等の価値
 - 4) 環境の制御、創造の価値

2. 「生命や健康の限界」や人間や生命の「能力の限界」を突破することによって創造される価値の実現
 - 1) 健康、医療、介護等安心安全生活の価値
 - 2) 能力の付加、能力支援の価値
 - 3) 生命機能応用の価値
 - 4) 少子化等智慧の支援の価値

3. 時間も持つ瞬間性の「時間の限界」、距離移動や場の乖離性に基づく「空間の限界」を突破する価値の実現
 - 1) 時間短縮、延長、計測、保存等時間を管理する価値
 - 2) 視覚、聴覚、触覚等感性伝達や臨場感等の価値
 - 3) 空間の再現、同時体験等による価値
 - 4) 見えない空間の可視化による価値

4. 知識の膨大さや処理の困難性の「知識限界」を突破する価値の実現
 - 1) 知識の処理、編集、加工による「使いこなす」マネジメントの価値
 - 2) ネットワークによる知の応用の価値

- 3) 知識の構造化、統合化を支援する価値
- 4) 情報セキュリティー確保や情報リテラシー向上の価値

これらの価値を創造する産業を創造する過程で、

- 1) 有限資源という制約条件を克服するモノづくりや流通・物流づくりの確立
- 2) 日本の優位性や独自の強さを生かした構造への転換
- 3) 国際的な優位性を持つ未来価値・社会価値の形成・創造
- 4) 高効率・高付加価値を実現する制度や仕組み等に結びつけることも重要である。

第3章 提言する「限界突破」新産業候補

我が国の「限界突破」新産業を、検討する際には、「限界突破新産業を生み出す仕組み」(図1)のように、コアとなる問題意識を基本にしながら、この問題意識において限界とされる事項を克服するアイデアを「限界突破型アイデア」として創出し、さらにそのアイデアの実現のために必要な技術、産業・ビジネスイメージを想起することを通じて新産業候補を選定した。多様な「限界突破」を発想することにより、未来価値を生み出すものとして、新産業を設定することができる。

I. 地球の限界を超える新産業

人類の文明の進歩発展は、石油資源等の資源が重要な役割を果たしてきたが、世界的な資源の限界は、資源消費量の減少や新たな資源開発や低エネルギー・低資源へのシステムの開発促進が不可欠となっている。また環境の破壊に対応する産業育成も緊急である。

1. 有限資源(資源と環境)の限界を突破する新産業

1) 使用量を減少させるまたは余計な量を拡大させない産業

(1) 省資源技術による産業

- ① 単一電子で動くCPU、メモリ等超省電力デバイス産業
- ② 常温の最適帯での動力システム産業

(2) エネルギーの適正制御や効率伝送産業

- ① スマートグリッド等エネルギーの適正制御や効率伝送産業
- ② 省エネデータセンター等最適化や平準化を可能にする通信産業

(3) 余分な空間の排除や分散空間産業

- ① ナノスケールプロダクト産業(ナノサイズ歯車等)
- ② パーソナルモビリティ産業(自動車等の余分空間移動を人数によって、分割・合体可能な移動体)

③ 住居の空間の部分リサイクルや循環空間産業

(4) 工程や部品点数の大幅な減少や使用量減少産業

- ① 製造や試作及び工程管理等シミュレーション技術支援産業

(5) メンテナンスの延長やメンテナンス時期の適格管理産業

- ① メンテナンス時期早期発見診断等の寿命延長産業

(6) 空間(建造物・人工物)の効率移動支援産業

(7) 規格の統一化による産業

- ① ソフト・アップデート産業(ソフトウェアや部品のみを交換出来る自動車等)

- 2) リサイクル・リユース産業
 - (1) 食糧リサイクル産業
 - ① ゴミの分解による再食糧化産業
 - (2) 水リサイクル産業
 - ① 簡易型水の分散処理及び排水汚水処理産業
 - (3) 衣／住リサイクル産業

- 3) 代替資源開発産業
 - * 原子力発電、太陽光、太陽熱発電等既存産業の展開をここでは除く。
 - (1) 生物磁石応用産業（生物磁石による稀少資源収集等）
 - (2) 海水電池（海水を電解質として応用する巨大電池）、マグマ利用熱発電産業
 - (3) 体内植物エネルギー利用（体内の食物エネルギーの過剰な部分を化学変化させ電源利用）メタボ電池産業
 - (4) 太陽光応用マグネシウム水素燃料開発産業
 - (5) 水素発生微生物（ハイドロカーボン等から水素を取り出す微生物応用）産業

- 4) 有限資源の別の方法による開発
 - (1) 生物機能利用低エネルギー工場産業（C, H, O, N, 等のありふれた元素のみを利用して生物のように低エネルギーでモノを作る技術開発）
 - (2) 希少元素転換・生成技術産業
 - (3) 発光タンパク質利用照明産業
 - (4) 資源エネルギー自給自足システム産業
 - (5) 太陽光等の自然エネルギー応用によるCO₂からの石油・石炭製造産業

- 5) 従来利用しなかったまたは不可能だった資源採取及び有効利用
 - (1) 非在来型石油回収分離バクテリア等微生物産業
（深海中、地殻中眠る非在来型石油資源を掘り、吸収し、持ち帰る生物）
 - (2) インスタント式海中プランクトン採取（海水をキットに通して可食部分を選別して食べられる調理器具等）産業
 - (3) 宇宙エレベーター応用産業（宇宙等の資源活用）

(4) 森林資源の活用産業

(5) 人や自動車等の動きからの振動発電（振動靴等）産業

2. 適切な環境の維持・保全

1) 未利用資源の有効活用

(1) 作物成長サイトカイン産業（サイトカインー細胞から分泌されるタンパク質で、特定の細胞に情報伝達をするモノをいう。痩せた土壌で数日で成長可能な植物）

2) 利用できなくなった資源回復産業

(1) 瞬間汚水ろ過薬及び処理装置産業

3) 放置有害資源解消産業

(1) 高速サンゴによるCO₂固定化産業

(2) マイクロCCS産業

3. 環境の制御または環境創造産業

1) 環境制御産業

(1) 気象制御装置産業（ロケット等で降雨促進）

(2) 地震波回避産業（巨大リングで被害低減）

2) 環境創造産業

(1) 環境モニタリングと環境創造産業

II. 生命の限界を突破する新産業

健康・医療等に関し、予防医療、高度診断、再生医療、生体機能の回復、生体機能の解明と応用、迅速な創薬方法等による生命の限界や健康の限界の突破や人間の能力の限界の突破、生命機能応用等から生まれる新産業が、世界的な競争分野で、付加価値の高い産業となりうる。また国民健康保険料等の増大を防ぐことができる。

1. 生命や健康関連の限界を突破する新産業

1) 微生物情報から健康状態や将来予測の可能な産業

- (1) 体内の微量な変化を活用して健康診断管理が可能な新産業
(磁気、微量の尿、細胞、微量オゾン等での健康診断管理)
－Personal Health Diagnostic Services)
- (2) DNA診断 (マイクロDNAチップ)

2) 診断治療の高度化産業

- (1) ナノ粒子応用 (ナノ粒子が病気の原因である細菌や細胞を探し、破壊し、治療する) 産業
- (2) 細胞や血液中の成分解明によるテーラーメイド医療産業

3) 病気の総合診断産業

- (1) 個人健康プログラム産業 (健康服一きるだけで健康維持、履歴からの健康チェック、健康行動の習慣化産業)
- (2) 病気の総合診断産業

4) 生体機能の回復

- (1) 人工臓器・臓器保存・臓器適合産業
- (2) 再生医療産業 (感覚器や臓器の自然再生を行う再生医療)

5) 脳機能の解明応用産業

- (1) 神経系や脳機能の解明産業 (メンタルストレス、職業的慢性病、情報通信処理系、機能回復、リハビリ等)
- (2) 病原菌の可視化産業 (特定する病原菌を蛍光体と結合して可視化する)
- (3) 人間認知機能増強産業 (記憶、視覚、聴覚等)

- 6) 創薬自動化産業
 - (1) 自動で新薬を作るシミュレーション応用産業
 - (2) 多様な治験を効率化・迅速化する産業

2. 人の能力の限界を超える産業
 - 1) 体力・能力付加産業
 - (1) 人工知能（知識）内蔵の知識支援ロボット及び
パワードスーツ産業（知識ノウハウや瞬間体力支援が可能で
また随時修正が可能な能力支援）
 - 2) 新機能付加産業
 - (1) 光合成塗付・皮膚産業（人口光合成での栄養補給等）
 - (2) スキル・トランスファー産業
（子育て等育児や母性のスキルをスーツ等で支援する）
 - (3) テレパシー（念力）通信や動物語翻訳等超言語解明産業
 - (4) 人間間の好悪左右する気分等解明し応用する産業（モテ薬等）
 - 3) 思考支援知能付加産業
 - (1) スーパーブレイン産業（思考ネットワーク等）

3. 生命機能及び生命体の応用産業
 - 1) DNA応用産業（コンピュータ、新素材等）
 - 2) 昆虫脳幹利用産業（昆虫の脳を利用した、低階層処理の省エネ型
コンピュータ等）

4. 少子化対策産業
 - 1) マザースーツ、赤ちゃん翻訳機、子育て支援ロボット等の子育ての
初歩的な知識支援を可能にする産業

Ⅲ. 時間・空間の限界を突破する新産業

時間的制約や空間・距離的制約を超えるための新たな技術（たとえば視覚のみでなく聴覚、臭覚、触覚等を伝える新技術、や立体可視化及び別地点に空間を再現する新技術）の開発応用によって実現する、新しいIT産業を革新する可能性のある新産業である。

1. 時間限界を超える新産業

1) 時間短縮（時間短縮、処理短縮等）

- (1) 超高速処理（超伝導回路による量子コンピュータ等）コンピュータ産業
- (2) 迅速成長及び成長スキップ産業
- (3) 携帯電話等の余剰計算能力応用の携帯グリッドコンピューティング産業
- (4) コグニティブ無線産業（いつでもどこでも最適な回線で遅延を回避できる通信）
- (5) 大陸間超伝導列車及び国際移動インフラ産業

2) 時間制約を延長する産業

- (1) 記憶メモリ及び大容量記憶装置産業
- (2) 迅速学習（学習機能の基本動作を迅速化する）産業
- (3) ワンストップサービス産業

3) 時間を動く産業

- (1) 過去の履歴や未来予測の可視化による時間超越体験産業
- (2) 将来予測、予知産業

4) 計測・適正対応産業

- (1) 人の寿命や建造物の寿命の計測産業

5) 保存産業

- (1) 長期保存技術応用産業

2. 空間の限界を超える新産業

- 1) 現在存在する空間を視覚のみでなく嗅覚、触覚までも含めてあたかもその場に存在するように再現する産業

- (1) 森林浴ボックス、森の車内等空間移転産業
- (2) 電子スクリーン壁産業
- (3) 感触や相手の感覚を伝えるアミューズメント産業
- 2) 過去未来の立体的空間の表現産業
 - (1) 文化遺産、自然遺産の表現や修繕の産業
- 3) 対象物があたかもそこにあるように表現する産業
 - (1) 視覚以外の伝達方式開発による立体表現産業
 - (2) 粒子組成再現産業
- 4) 自分がリアルに体験したように感じる産業
 - (1) 雰囲気演出サービス産業（感覚センサー等の立体配置による雰囲気自在表現演出サービス産業）
 - (2) ロボット等の配置による遠隔操作による実感伝達産業
- 5) 相手の反応を離れている場においても予想し伝達する産業
 - (1) シミュレーション技術応用を含めて、反応予測の伝達産業
- 6) 見えない空間の可視化産業
 - (1) 高温度、高圧等の世界の可視化産業
 - (2) 体内の特定疾患が発生するに由来を特定して、病気の状態を可視化する産業
- 3. 空間の小型化、低速、共有の高度化産業
 - (1) 空間を短縮し、伝達側での等身大空間再現産業
- 4. 未踏空間産業
 - (1) 高度シミュレーション技術応用等での未踏空間再現応用産業

IV. 膨大に広がる知識の処理限界を突破する産業

人間生活・社会生活において、今後ますます必要とされる知識やデータが膨大に広がり、その利用の高度化が必要となっているが、現在これらの処理能力には大きな制約・限界が存在する。

この拡大する知を処理したり、編集、加工等のマネジメントの複雑化と迅速性に対応して、有効性を発揮できるような価値を持つ新産業はますます発展する。

1. 拡大する知の限界を突破して処理する産業

1) 膨大な知のデータ処理産業

(1) クラウド・コンピューティング産業

2. 知の構造化や知の統合を支援する産業

(1) 知の構造化を行い、また統合化を支援する産業

3. データのマネジメント産業

1) データの処理や統合化等のマネジメント産業

(1) 知識の目的に合わせた迅速な処理や統合等のマネジメント産業

このような新産業について、科学技術の各専門家、社会科学の各専門家が多様な分野から集結して、具体的な産業モデルを策定することが必要である。その際には、目指すべき社会イメージ及び狙うべき未来価値、実現のための必要技術、産業のモデル、産業の成立条件、創出する社会生活及び社会インフラ等を必要要素として、体系的に策定する。

第4章 新産業の実現の基本戦略

1. 基本戦略

1) 実現に必要な戦略

この「限界突破」新産業の基本戦略は、目指すべき社会イメージを明確にして、「未来価値を実現」することが重要になる。

そのためには、全体を見渡した「リクワイアメントの発想」「オープンイノベーションによる技術やソフト等の開発」「マネジメント人材の集積」「社会インフラの整備」が必要である。

①「リクワイアメントの発想」とは、分野を超えて、社会価値をいかに創出するか、またそのための技術やソフトは何が必要なのか等を官民一体となって発想することが重視される。こうした発想は現存する技術を積み上げて、何が産業になるかを考える発想とは異なる。

②また、目標の実現のために必要な手段を、多様な分野の叡智を結集することが重要であり、かつこの発想をさらに発展させる融合的な発想プロセスや発想の進化していく段階が持続的に重要で、このためには「オープンイノベーション」による発想の高度化の仕組みが必要となる。

(我が国で通常意識されるような「多様な分野の研究者の交流」よりも一歩踏み込んだ、目的解決型のオープンイノベーションであることが重要な鍵である)

③オープンイノベーションを進めながらも、未来価値実現のために必要な様々な要素の展開をプロデュースするためには、国際的な知の集積、人材流動化によって、統合的な展開を可能にする「マネジメント人材」を必要とするものである。

2) 実現を早める戦略

この新産業の実現する時期を早めるためには、

- (1) 既存産業の枠を超える資源連携と活用（資源移行、経営資源流動化）の強化
- (2) 分野融合、技術融合（含経営人材及び事業コーディネーター人材）要素の強化と獲得
- (3) 優位性のあるコア技術の活用と進化の支援
- (4) 産学官一体の戦略連携やカーブアウト等のダイナミックな活用連携
- (5) 公的資金誘導による初期キーマンの支援

(6) この新産業を展開するプロセスと並行して、さらに実現時期を早める社会インフラ（制度や仕組み）の整備等が重要である。

2. 新産業実現のための統合的な投資

この新産業を実現するための投資構造は、従来の科学技術開発の投資に加えて、未来価値を先行して、科学技術開発を行うばかりでなく、人材育成や市場開発や国際標準化等産業形成及び国際競争力を確実にするための推進構造を確立するための投資を行う必要がある。

- 1) 既存コア技術への投資
- 2) 新コア先行技術投資
- 3) 連携やカーブアウト等事業モデル形成の初期先導投資
- 4) プロデュース等マネジメント人材育成（融合人材、キー経営者）投資
- 5) 国際標準／特許先行の獲得意識と戦略的誘導のための投資
- 6) 共通基盤設備投資
- 7) 試作シミュレーション技術投資
- 8) 社会課題創造的解決のための需要創造モデルの構築投資
- 9) 海外需要喚起等市場開発投資

等の支援要素への投資を統合的に行う必要がある。

第5章 新産業の育成要件や必要となる制度設計

この新産業は、「限界突破の新産業」であり、今後の未来価値を先行して作り出す産業育成である。

1. 新産業育成の仕組みの強化

- 1) 新産業育成のために、官民一体となって、「新産業育成の仕組み」(図2)のように、まず産業の育成のための、全体像を取りまとめることが重要になる。

この全体像には、目標やコンセプト、実現方法、産業ロードマップ(産業の成立までのプロセス)、行動計画、必要な法整備、標準化戦略等を総合的に作成し、これを基本に、産業化の必要条件を政策的に推進強化する必要がある。

- 2) さらにこの全体像に基づいて、各事業内容を推進組織別に落とし込み、技術、ソフト、サービス等の内容を企業等が中心になって詰めるという、従来の積み上げ方式ではない産業化計画の推進が必要である。
- 3) このようにして、産業育成のプロセスにおいては、それぞれ開発完成時期の異なる技術開発を纏め上げ、事業が実現するための投資の持続と事業の受け皿体制、製品やシステムの完成、その対象となる市場の導入に関する社会的仕組み、対象顧客のニーズのさらなる把握、国際的な競争や国際標準等の戦略推進等、産業として成立するための要件や投資や人材育成を強力に進める必要がある。

* 1テーマごとに、多数の有識者を集め、計画の策定を行う必要がある。

これまでの我が国の産業は、技術開発は強くとも、国際制度作りへの働き掛けや金融制度、社会インフラの変革などの産業育成の総合的な政策マネジメントを行う視点が欠けていたため、産業となっても、技術は強いが、ビジネスとしての強さのないことが多かった。新産業の育成は、これまでの弱点を補強し、新たな産業のビジョン策定を先行的に行い、それに基づく実現の仕組みを強力に推進する仕組みへと変革する必要がある。

2. 新産業育成の重要事項

新産業育成のための重要事項は、以下のような要素が含まれる。

- 1) 国家政策として、新産業の明確なビジョンの策定

新産業のビジョンを策定し、官民一体となって、総合政策としてプログラム化する。

- 2) ビジョンの具体的なブレイクダウン

このビジョンを具体的に展開するための技術やサービスをコンセプト

段階から各目標にブレークダウンを行う。

また、官民一体となって、実現のロードマップ、アクションプランを作成し、推進内容と組織を明確にする。

3) 技術開発の強力な推進と投資の持続

先行する技術の早期発見と育成を含めて、それぞれ実現に必要な技術の統合開発の推進と産官学による投資の継続を行う。

要素技術等は既存産業に存在する場合が多いが、産業のプロセスや競争条件が異なるため、新産業としての枠組みを設定し、新産業の獲得すべき市場範囲を明確にして、世界競争のできる産業として育成することが可能な技術の獲得が重要である。

4) コア技術と推進人材のオープンイノベーションによる集積の強化

コア技術の展開を迅速化し、推進人材をオープンイノベーションによって、国際的に集積を強化する。

5) 科学技術政策とイノベーション産業政策を連動した事業育成の組織としての受け皿の仕組みの強化

科学技術政策に止まることなく、早期に産業政策と連動させて、事業育成及び国際競争力強化の上、受け皿を産業界と連携して強化する必要がある。

科学技術と産業政策が整合した形で推進できるようにする。

6) 産業育成に必要な制度や社会の仕組みの法的な整備

産業成立条件となる制度や社会的な仕組みを、将来方向を見据えて整備し、迅速な産業育成発展の基盤を整備する。

7) 国際的競争条件の整備

この新産業が、今後のグローバル化オープン化に対応し、国際的な競争条件を持つためには、以下のような点を確保する必要がある。

(1) 世界競争条件の戦略的な獲得

- ・世界対象市場の設定や世界競争可能条件の獲得（人的交流等）の連鎖的発展プロセスの強化
- ・国際標準の獲得への誘導

(2) 国際連携の強化

- ・国際資源の活用のための連携や共同開発の強化

(3) 人材の集積と統合

- ・融合人材及びメタナショナル人材の集積と知の統合

(4) 投資規模（リスク資金としての先行投資）の獲得

- ・公的資金誘導等の制度化

(5) 事業モデルを意識したマネジメントの確立

・戦略的な実現の仕組みと産業／事業モデルの育成との協調戦略

8) 実現するプロセスでの課題や成果内容の評価とフォロー

産業化するプロセスで生じる課題や問題点を明確にし、またその課題解決や成果の内容を第三者が評価し、検討項目とロードマップをフォローする。

さらに、新たな知見を大学、企業等の科学技術及び工学の現場に戻し、知見を生かす教育やノウハウとして蓄積する。

第6章 新産業ロードマップによる産業形成の強化

新産業の育成には、技術ロードマップとは別に、産業として成立・成長するためのステップを、時系列的に克服すべき課題として列挙し、確実に実現していく必要がある。

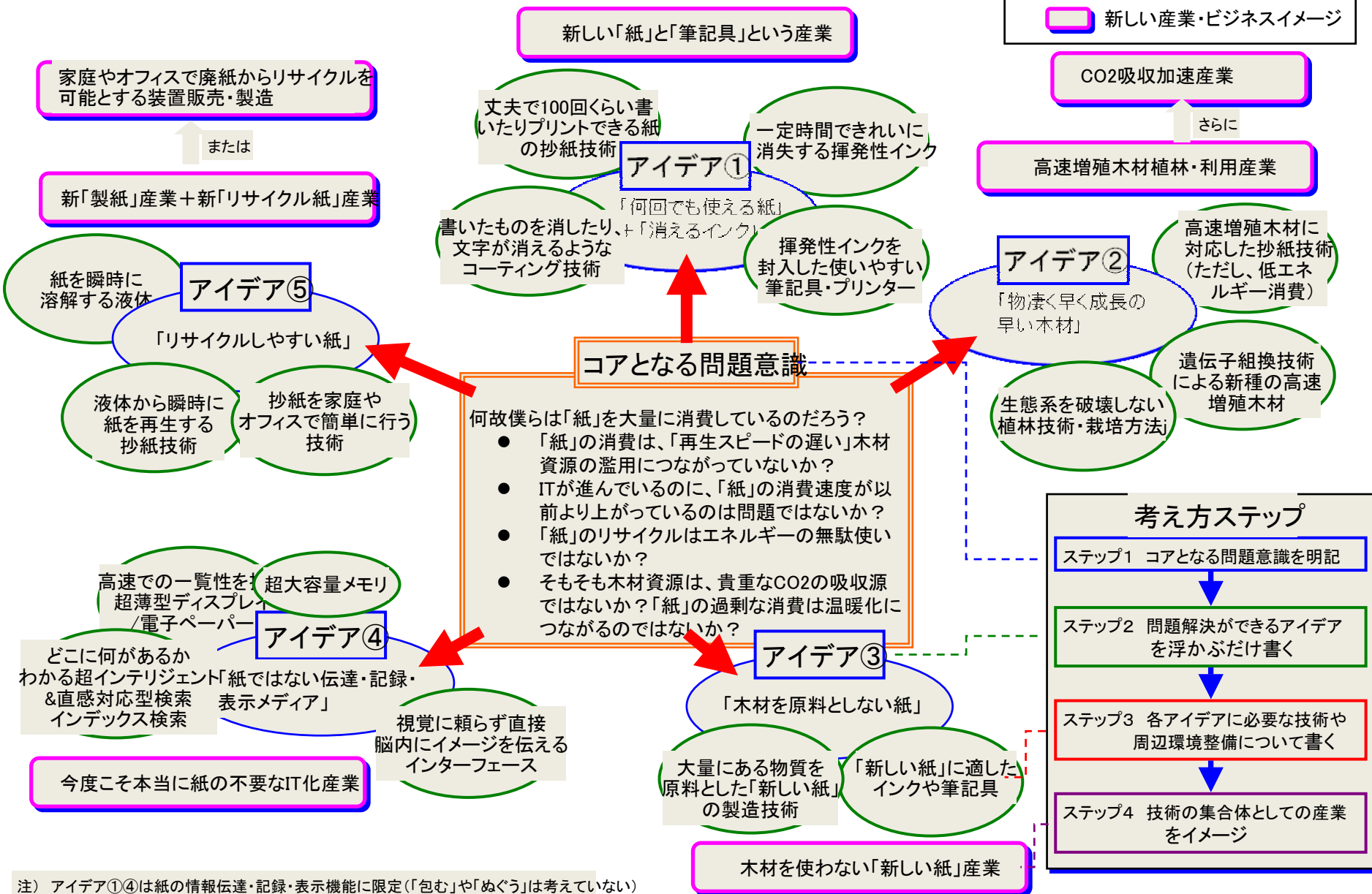
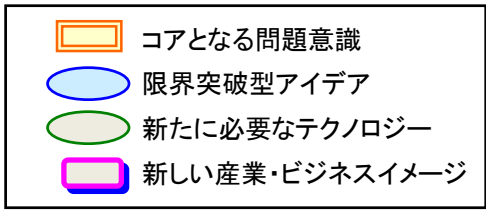
産業ロードマップ（図3）には、産業としての成立必要要件を基本に、達成時期を明記することになるが、その要件は、

1. 基本技術及び技術レベル
 - （1）コアとなる基本技術の開発とその進展
 - （2）新たな関係技術の動向
 - （3）世界的な技術比較による技術レベルの相対的チェック
 - （4）国際的な展開条件と標準化等の動向
2. 投資内容及び規模
 - （1）開発投資、生産投資
 - （2）実証、実験の成果フォローと評価
3. 産業としての成立要件や産業基盤とその進展
 - （1）市場の創出
 - （2）潜在顧客の存在や規模
 - （3）市場の拡大（国内、国際）や産業展開の範囲
4. 産業成立に関する制度や仕組みの進展と課題
5. 実現する社会価値
 - （1）社会還元のプロセスと社会環境の将来展望
 - （2）成果の教育と内容

等であり、また環境の変化や競争条件の変化に対応し、随時見直しをしながら、展開を確実に実行することが必要である。

新産業の推進には、産業ロードマップを策定し、実現ステップをフォローできる仕組みが重要となる。

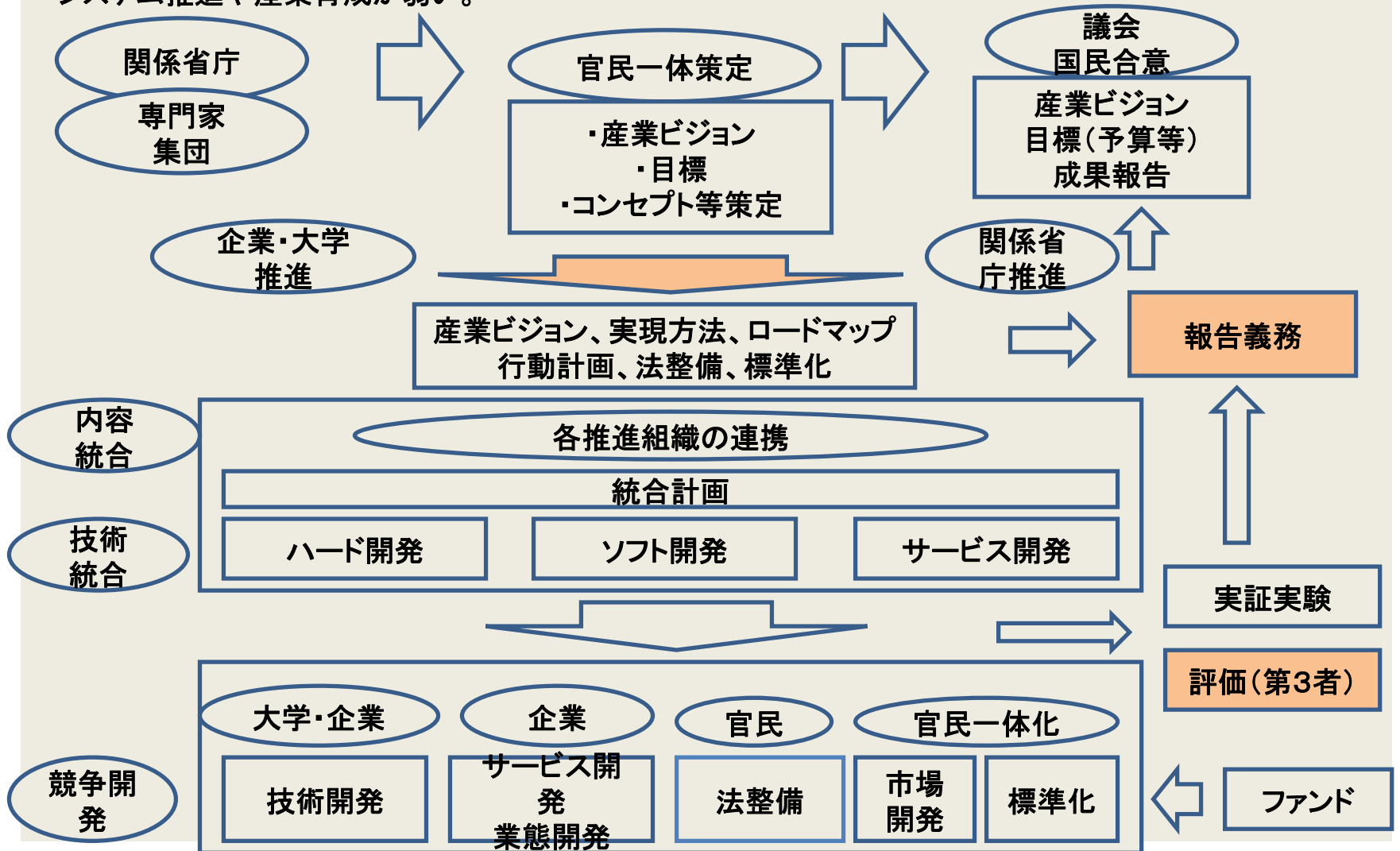
(図1) 限界突破新産業を生み出す仕組み(例)



注) アイデア①④は紙の情報伝達・記録・表示機能に限定(「包む」や「ぬぐう」は考えていない)

(図2) 新産業育成の仕組み (国際比較を含めて)

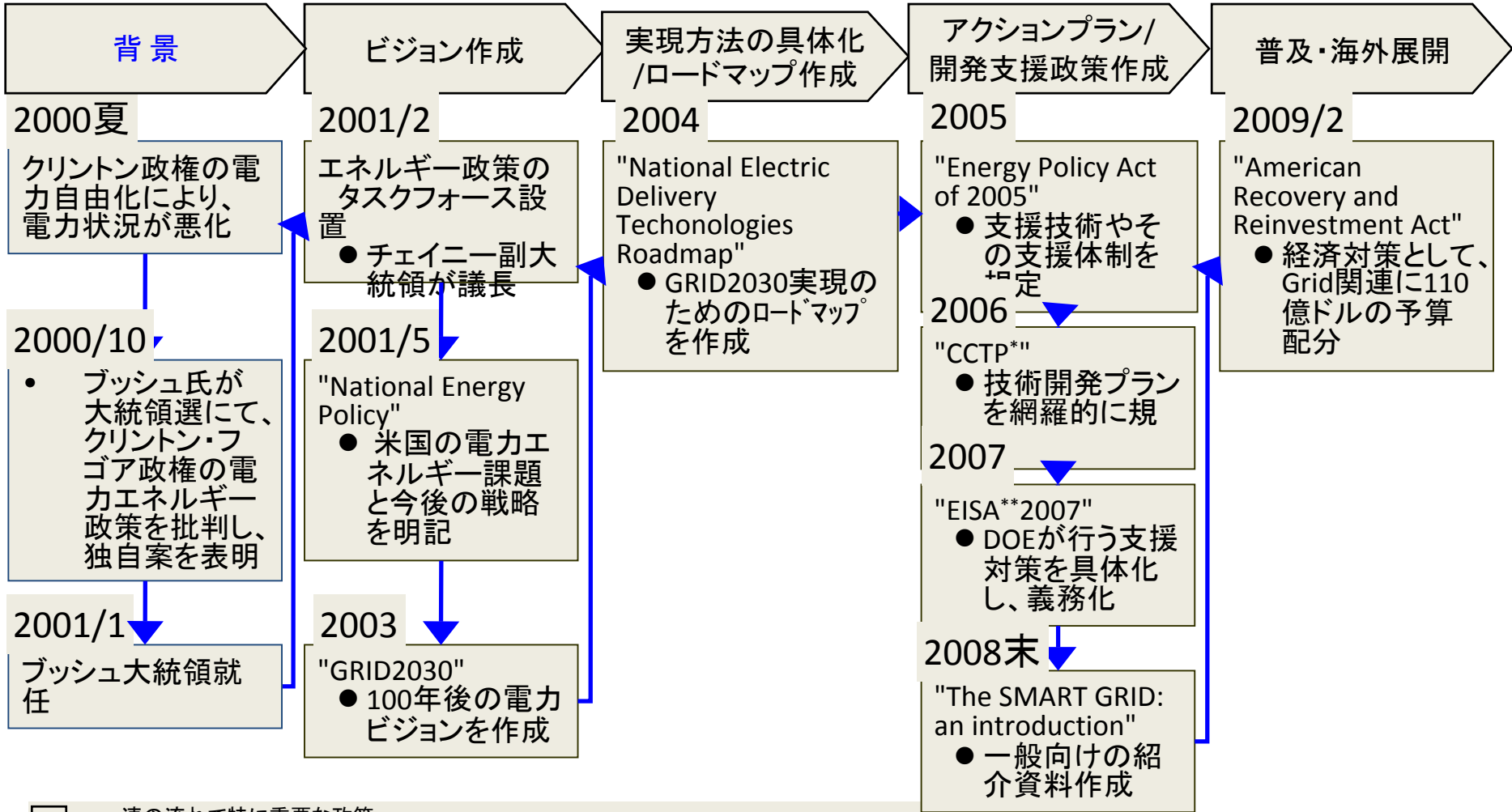
○米国、欧州等は、戦略計画、ビジョン先行型、日本の計画は、個別積み上げ型で、整合性やトータルシステム推進や産業育成が弱い。



事例：環境エネルギー分野における米国の取り組み

8年前から“New Business”として磨かれてきてきた

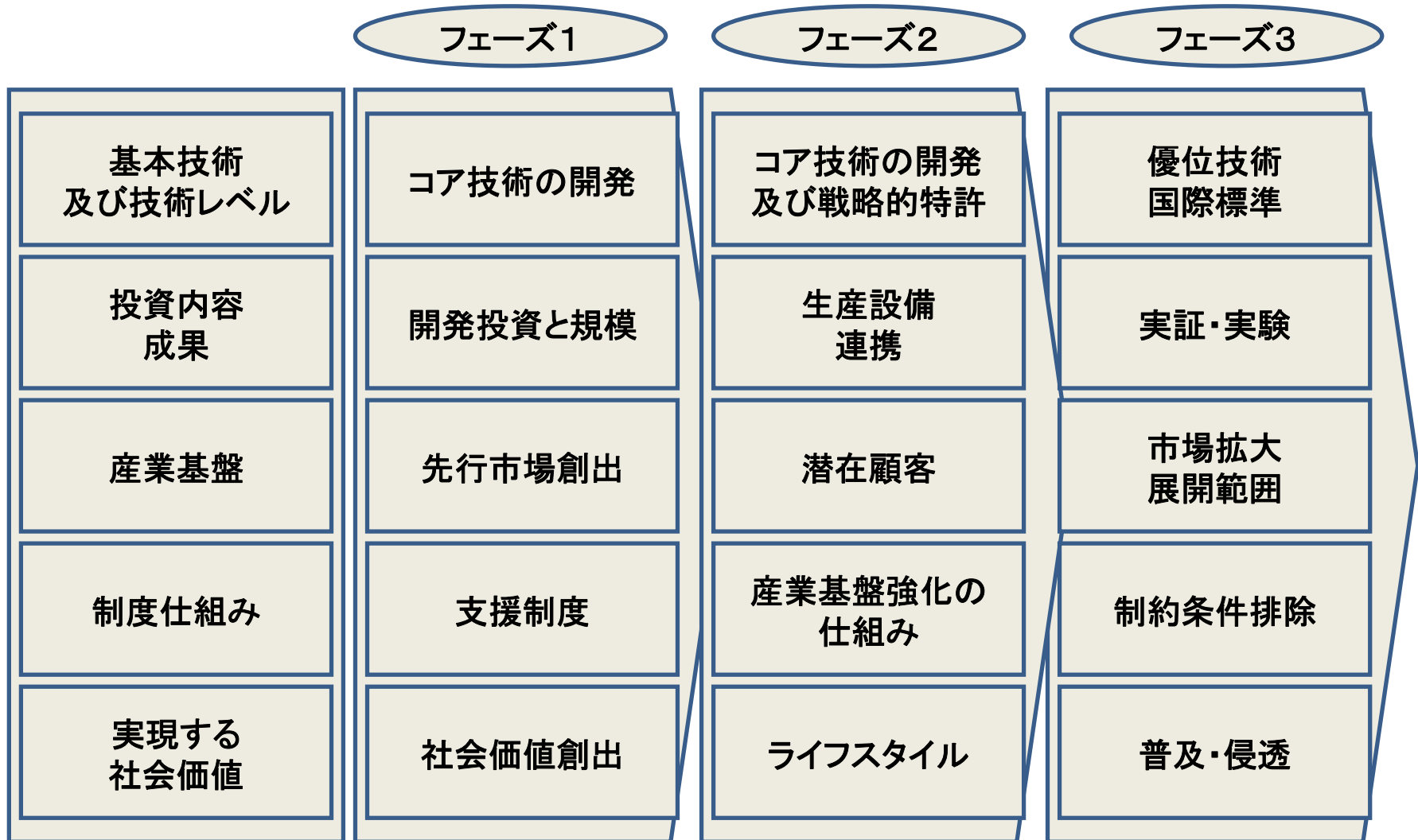
← ブッシュ大統領 → オバマ大統領 →



□ 一連の流れで特に重要な政策
* US Climate Change Technology Program
** Energy Independence and Security Act

出所： United States Department of Energy Office of Electricity Delivery and Energy Reliability HP、記事検索

(図3) 産業ロードマップ例



最後に

「限界突破」新産業の創造と実現戦略は、発想の限界突破でもあり、「新たな知の体系や知の再構成」を重要な要素としての実現するプロセスである。したがって、国家戦略として、この実現に向けて、新たな推進体制やキーマン人材の迅速な集積とその活用環境基盤の強化が緊急でもある。

また、この実現プロセスにおける新しい知見や成果物は、科学技術の体系化を行い、教育や人材育成の現場に戻し、科学体系として、新たな知の体系作りを強化していくことが我が国の産学連携にとって、重要な要素となる。

すなわち、科学技術を社会価値に結合するための実践的な方法と教育を緊急に確立することが重要なのである。

付録：(参考) 未来価値を産業化するために

我が国を含む先進諸国においては、高齢化や知識社会化への対応を迫られる一方で、社会の成熟化に伴い新産業の基盤整備のための投資余力が減退している。したがって、既存のストックを有効に活用しつつ、真に必要とされる新産業を構想・選択して投資する戦略性が強く求められている。新産業をどのように創造するかは、該当する産業基盤システムに関わる将来社会の姿、実現すべき価値やビジョン、それを支える科学技術や政策・社会のイノベーションの動向を織り込みながら相互に調整・総合させて検討する必要がある。次世代の基幹的な新産業の課題も、未来価値からの戦略的アプローチが要求されている課題領域である。

「社会・経済ニーズを発掘・形成し、それを研究開発と結合させた戦略として立案し、広く国民の合意形成を図るという段階を経た上で、資金配分を行い、多様なアクターを編成して戦略を具体的に展開していく一連のプロセスの全てである」

この未来価値形成の背景には、産業の創出といった目的のみがただ漠然とあるのではない。そこには、知識社会における社会経済効果、加えて、技術の進展に伴う知識化の競争、さらには世界的な産業の展開競争といった動向も視野に入れながら、その推進組織と実現プロセスが稼働し、最終的にはこの未来価値の創造が未来の産業や事業に結びついていく、という一貫したプロセスがある。

この産業化において、省庁の組織構造の問題も見逃せない。我が国では、省庁体制によって事業が分断されたまま推進されてきた。理想的には、1つの省庁（現政権下での国家戦略局等）に計画を集約しながら組織的に推進していくか、もしくは明確に形成されたコンセプトのもと、上部構造となる組織を新たに設立し、適切にブレークダウンする、といった体制が望ましい。これは何も官僚組織だけの問題ではなく、民間も含めて従来のシステムの中に様々な利権が絡んでいるため、イノベーションそのものに対する抵抗があることも当然考えられる。

我が国の課題をさらに挙げれば、規制や投資構造の問題がもたらすインフラの脆弱性、計画の成果に対する評価の不足、システムやコンセプトの統合力の不足、環境変化への対応能力の弱さ、教育を含めた人材開発、技術蓄積、顧客との連携、事業化プロセス、推進を取りまとめるべき組織の脆弱性、データやソフトの集積、マネジメント能力の不足などと枚挙にいとまが無い。

米国では、連邦議会での承認プロセスを経ると同時に、関係省がその推進、資源配分、連携、州との連携、実験と評価の仕組み、教育・人材育成と、非常に多岐にわたる項目を扱い、整合的に実行に向けて推進しているということが分かる。民間を中心とした政策推進の核となる組織をつくり、ここでも実行計画、推進組織、調整の取りまとめといったことが精力的に取り組まれている。ここでシステム・アーキテクチャー（システム仕様）の統一などを取りまとめている人材についてみてみても、NASA等で様々な種類のソフトをまとめた経験を持つディレクターが中心となっており、NASAのシステムプ

ロジェクトの方法論がこの場でかなりの程度活かされてきた。

米国においてはリクワイアメント（要求機能）からブレークダウンしていくという方法論を採用していることである。このことは、コア技術から技術の積み上げ方式を得意としている我が国が、まさに不得手としている点でもある。

通常、未来価値から出発してシステムを具体化していく際には、まずリクワイアメントを決める必要がある。つまり、あるディマンドをサービスにまでブレークダウンする際には、ユーザー・サービスとは何かというところから出発しなければならない。リクワイアメントが先にあって、どういったユーザーを対象にサービスを行うのか、システム開発をどうするのか、サブシステムについては、コア技術は、という順序でブレークダウンしていくのが産業化に本来求められる道筋である。

ある産業化では、NASA 出身の人材がリーダー役を務めながら、約 200 項目にも渡る膨大なユーザー・サービスの中から 1 つのコア技術を作り上げていく。これが完成すると、アーキテクチャーの戦略を実行に移しやすいばかりではなく、デファクト・スタンダード（法律によらない事実上の標準）の形成も容易にする。我が国の場合、ディマンドがあったとしても、実行段階においては技術から積み上げていくという逆の手順を踏んでいるため非効率である。

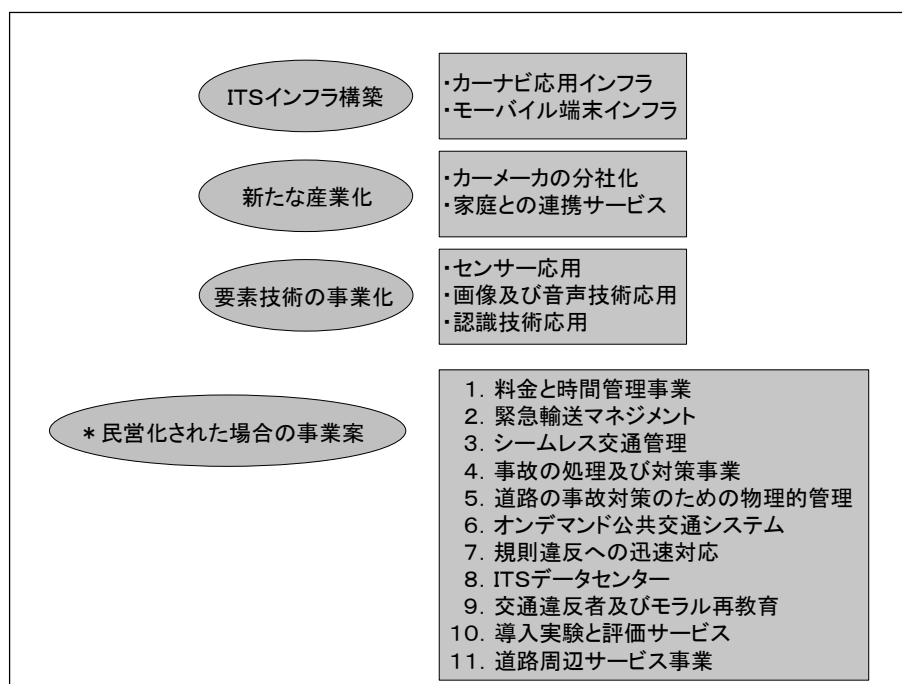
こうした両国間にみられる推進方式の差を産業育成の特性の観点から言い換えれば、設備や製品、アプリケーションをそれぞれどうするかというレベルで実行されるのが我が国の積み上げ方式であり、一方、そのアプリケーションと設備の間にある問題に対して官と民のそれぞれがどういう仕組みを採用するのかといった課題にもアプローチしているのが米国にみられるリクワイアメント方式である、といえる。後者の場合、官も民も常にソーシャル・イノベーションを念頭に置きながら、国家としての、または企業としての意思を重視し、ブレークダウンを進める方式がとられるが、この点についても我が国は後塵を排しているといえる。

産業化に対して、実証実験をする場合は、政府もしくは政府が指定した独立の企業や大学が、実験の結果について統計的な推論とテストデータの分析によって厳格な評価を行っていく。

産業化の方向としては、たとえば、通信技術、センサー応用、ヒューマン・インターフェースを応用した事業、ソフト応用の事業など、競争力をもった事業が幾つか現れるであろう。さらには、ヒューマン技術応用産業、データ応用産業に加えて、情報端末化されていくことも考えられ、また大きな社会システムとして構築されていくことも予想される。その上部構造として、総合マネジメント、セキュリティシステム、統合コンセプト、アーキテクチャー標準化といったインフラに関わる部分についてもますます発展していくであろうことは想像に難くない。

一方、我が国の場合には、まずインフラ構築の内容としての総合的なマネジメントという仕組みを欠いている。例えば、ITS では、総合交通マネジメントから見た道路と

は、自動車を通るだけのものではなく、如何に利益をあげるかという観点でマネジメントされるべき対象としてみることもできる。例えば、緊急に移動する必要のあるユーザ



ーに対しては道路の値段を高く設定するというようなことも考えられる。あるいは、空港、港、駅を含めていかにシームレスな交通システムを作るかといったトータルでの交通マネジメントの考え方に基づかなければ実現が難しいものも多々存在している。我が国の場合、カーナビの応用システムはおそらく今後も成長していくであろうし、モバイルの端末インフラもより進化していくであろうが、裏を返せば、社会インフラとしてこうしたものしか考えられていないといえる。

しばしば起こる環境変動に対して、ディマンドの見直しがより有効に行われる必要もある。そうすることで、新たな環境に対応しながらディマンド構造を見直し、最終的にはまた次の新しいディマンドに向かっていくという循環的な構造になることが見込まれる。また、そのためには、実現レベルからの問題の本質的な理解や成果の分析が重要となってくる。

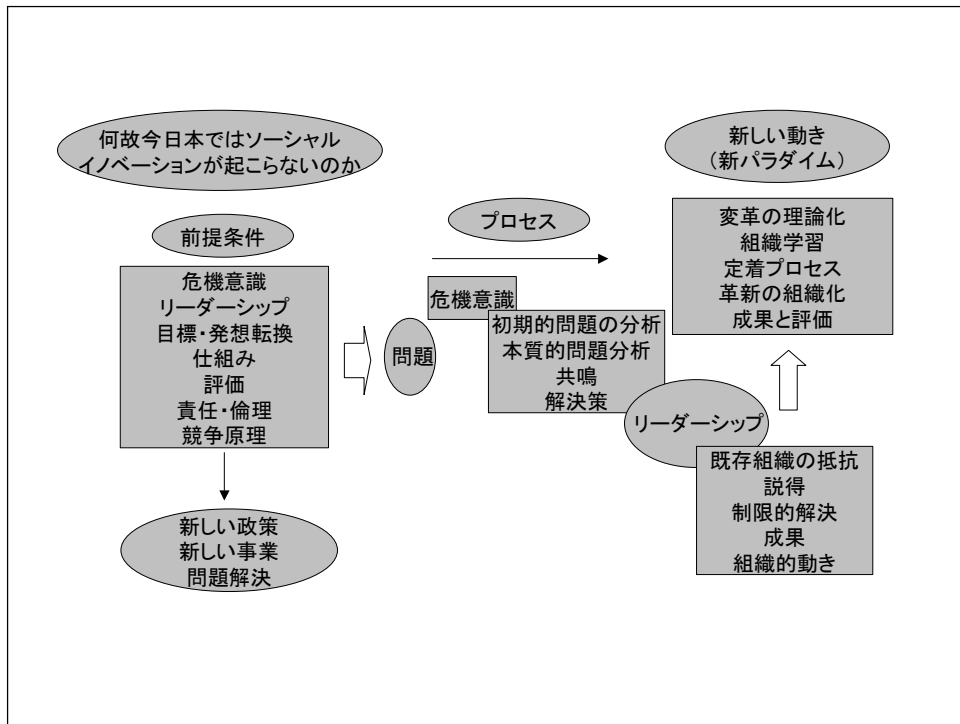
そのためには、

プロフェッショナル人材の育成

こうした環境変化に対するディマンドの再構造化を行うには、人材の問題も重要になってくる。ここで人材に求められる資質とは、直観力や構想能力に加え、何にもましてプロフェッショナルとしての諸能力である。プログラムを組み立てる、目標管理を行う、成果その他を分析していくといった作業はプロフェッショナルのみが行えるものである。こうしたプロフェッショナルとしての能力をもつ人材が我が国では非常に不足しており、そういった人材の育成なしにはディマンドそのもののレベルもますます下がっていくことが危惧される。

ソーシャル・イノベーション

また、ソーシャル・イノベーションに関わる問題も重要である。大規模な事業を実現するためには、社会のイノベーションが欠かせないが、我が国においてはまったくといっていいほどその種のイノベーションが起こっていない。この背景には、国家としての危機意識が薄いということに加えて、パラダイム変換に基づき新しいイノベーションを定着させていくという一連のプロセスが上手く機能していないことが挙げられる。そういう意味では、リーダーシップの不足も指摘されるべき1つの問題である。



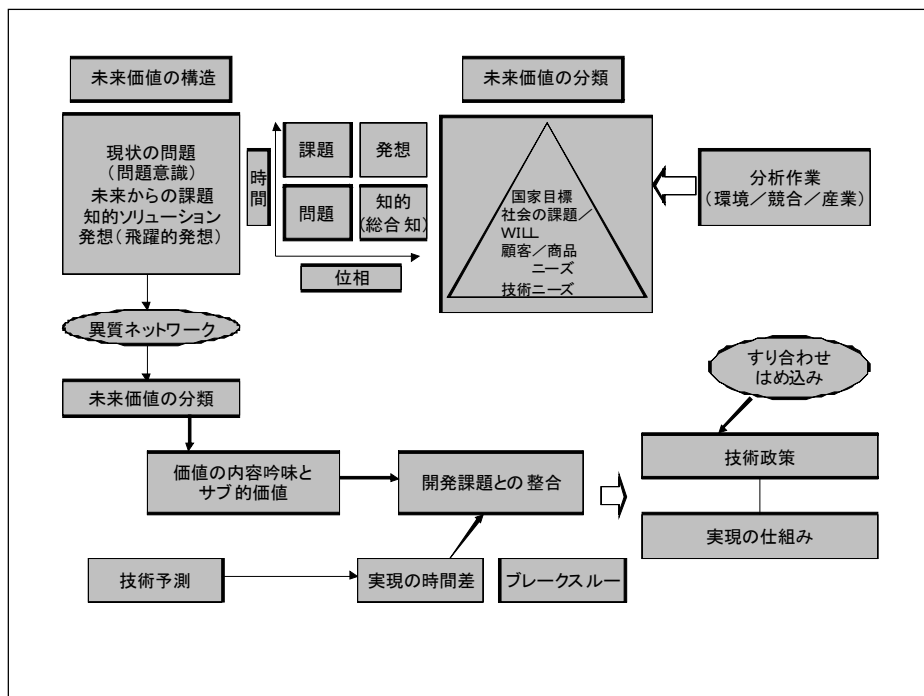
未来価値の体系化

さらには、未来価値の分類から実践に至るプロセス体系の構築が挙げられる。ここで強調しておきたいのは、何を未来価値として捉えるかということである。未来価値の分類は国家目標的なレベルから技術・商品ニーズのようなレベルまで非常に広範囲に渡る。その中には、分析などの合理的な考え方からは必ずしも出てこない飛躍的な発想を必要とする価値もあるだろう。特に、国家の意思にあたるような未来価値や社会システムそのものに変化を強いるような未来価値は、未来を切り開く価値といえ、価値観の多様化した現代においても、社会にとって非常に重要な要素である。

こうした多岐に渡る価値ニーズを把握するためには、技術予測なども1つの有効な手段であろう。しかし、その場合にも実現までの時間差の問題に加えて、技術をどのようにブレークスルーするかということも考えていかなければならない。こうした一連の作業が未来価値の体系化戦略であるといえる。

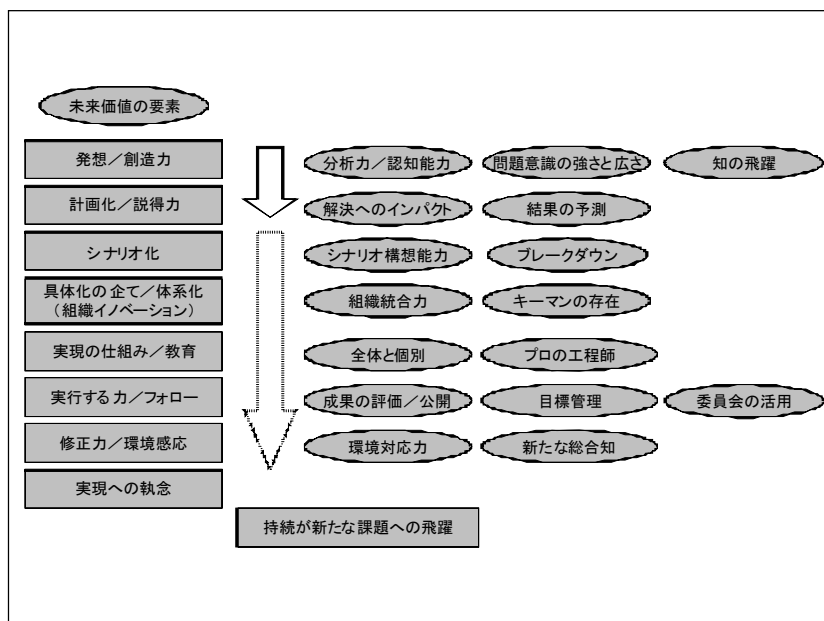
未来価値実現のためのシステム

以上の未来価値の展開・実現に至る要素をまとめたものが、以下の図である。未来価



値を構成、実現する要素としては、まずはその発想・創造力、価値の計画化・説得力といった要素が最初のレベルとして挙げられる。続いて価値のシナリオ化、具体化のための企画・体系化、実現の仕組みといった要素が挙げられる。

また新産業の育成には、「プロのエンジニア」とでもいうべき人材、すなわち、工程をいかにエンジニアリングするか、いかに里標石をうちたてるかといった問題に精通した人材の教育が、ブレークダウンされた項目として含まれる。そして、未来価値を実行する力、

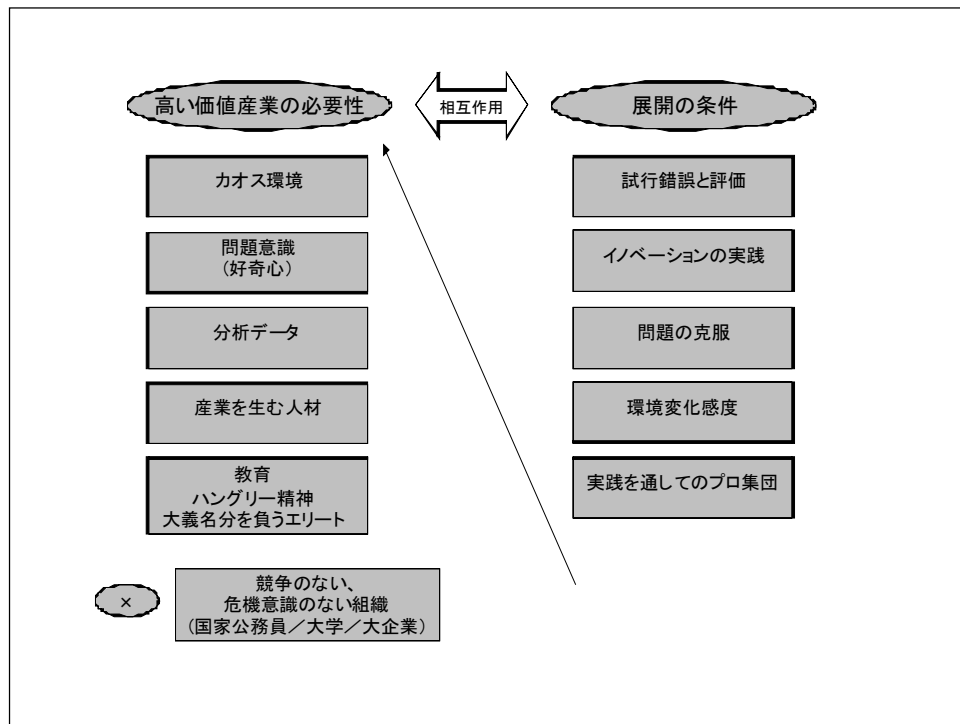


環境変化への対応能力も含めた価値の修正能力、最後には未来価値実現への執念といった意思的な要素が一体となって1つの価値を実現する仕組みになるといえる。

こうした価値実現のための必要要件の中でも、とりわけ発想は、知の飛躍というブレークスルーを前提とすることが多く、困難な作業であるといえる。それは、前述のように、未来価値そのものをいくつか実現した経験を必要とし、また、そうした経験を得ないと価値のレベル向上が起これないからである。未来価値をただの夢や願望で終らせずに、実現するプロセスを経てからこそ、新たに次なる価値へのステップを踏み出すことができるのである。つまり、こうした相互作用を通して価値のレベルを上げることと同時に、価値そのものの仕組みとそれを実現する仕組みの双方をあらかじめ設定することが必要であるといえる。

より質の高い未来価値を形成するために

新産業創出戦略がもつ社会にとっての有効性は、結局のところ、より質の高い価値を形成していくことにある。そのための必要な要件をまとめたものが下図である。その要件とは、カオス環境の醸造、問題意識の向上、分析データの蓄積、価値を生む人材の育成、教育の充実といったことに加え、官公庁や大学、そして大企業等の組織環境の改善



である。こうした土壌の中から産業を新たに展開していくためには、試行錯誤と評価、イノベーションの実践、問題の克服、環境変化への感度の高い認知、実践を通してのプロ集団化という個々のプロセスを経て、さらに次なる価値へとつながる相互作用が必要である。こうしたプロセスを通じてはじめて、さらに高い価値の産業へと展開することが可能となるのである。

(社) 日本工学アカデミー政策委員会
タスクフォースメンバー

幹事：旭岡勝義氏（日本工学アカデミー政策委員会副委員長、社会インフラ研究センター代表取締役）

有本建男氏（科学技術振興機構社会技術開発センター長、日本工学アカデミー政策委員）

鳥海弘光氏（東京大学大学院新領域創成科学研究科教授）

岡田真人氏（東京大学大学院新領域創成科学研究科教授）

重中圭太郎氏（賛助会員企業：東芝 技術企画室 参事）

佐々木吾朗氏（賛助会員企業：住友電工 研究企画部部長補佐）

住吉宏一氏（Y R P 研究開発推進協会 新規事業部長、総務省出向）

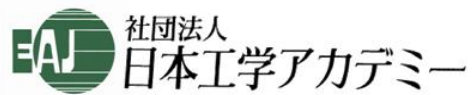
野口昌克氏（研究技術計画学会、ドリームインキュベーション社）
：事務局

アドバイザー：

安永祐幸氏（北陸先端科学技術大学院大学客員教授、経済産業省原子力安全・保安院ガス安全課長）

進藤秀夫氏（経済産業省製造産業課紙業生活文化用品課長）

岩瀬公一氏（文部科学省科学技術・学術政策局 科学技術・学術総括官）



〒108-0014 東京都港区芝 5-26-20 建築会館 4F

Tel: 03-5442-0481, Fax: 03-5442-0485

E-mail: academy@ej.or.jp, URL: <http://www.ej.or.jp>

© Copyright Reserved 2009