

中国における技術予測

中国では、国家中長期科学技術発展計画要綱及び第 11 次 5 年計画の策定に合わせ、中国科学技術部並びに中国科学院が 2020 年までの技術発展を展望する予測調査を実施した。双方とも、デルファイ法（専門家への繰り返しアンケートにより回答を取れんさせるアンケート手法）を主に用いている。

科学技術部の調査は、情報通信、バイオテクノロジー・ライフサイエンス、新材料、エネルギー、資源・環境、先進製造技術の 6 分野を対象とした。分析の結果、今後 10 年間に中国で実現する可能性の高いブレイクスルー技術として、次世代移動通信技術、新種農作物の栽培技術、ナノマテリアル並びにナノテクノロジーなどが挙げられた。また、中国はほとんどの技術においてトップの国から 5 年遅れているが、中国独自の第 3 世代携帯電話方式である TD - SCDMA 技術、植物の遺伝子組み換え技術、ナノ複合材料などは、トップ国と同レベルと自己評価された。

一方、中国科学院の調査では、初めに 2020 年の小康（いくらかゆとりのある）社会像を検討し、グローバル化社会、工業化社会、情報化社会、都市化社会、循環型社会、消費型社会の 6 つのビジョンを掲げた。調査対象分野は、情報通信電子、エネルギー、材料科学、生物及び薬品の 4 分野であり、さらに、製造技術、資源・環境、化学・化学工学、宇宙の 4 分野の調査を実施中である。技術水準比較においては、ほとんどの技術において米国が 1 位であるとしているが、全固体半導体白色照明技術、ハイブリッドカー、高品質・高速の連続鋳造技術、都市ゴミの微生物による処理、漢方薬による治療などは、日本が 1 位と評価している。

中国における今般の予測調査は、政策決定への寄与を明確に意識した初めての調査であった。一方、科学技術政策研究所が実施した「科学技術の長中期発展に係る俯瞰的予測調査」は、政策決定者との密接な連携のもとに実施された初めての調査であった。政策決定者が必要とする情報をいかに提供していくかは、両国の予測関係者にとって益々大きな目標となり、関係者が意見交換を重ねることが有益と考えられる。

中国における技術予測

辻野 照久

横尾 淑子

総括ユニット

1 はじめに

2006年2月、中国政府は、今後15年間の科学技術振興の方針を示す「国家中長期科学技術発展計画要綱」を発表した¹⁾。この要綱では、2020年までに社会全体の研究開発費のGDP比を2.5%以上にまで引き上げ、科学技術進歩の対GDP寄与率を60%以上にし、対外技術依存度を30%以下に下げ、中国人の特許権取得数と科学論文の引用数が世界5位以内に入ることを目指すとしている。また、2020年までの目標として、①イノベーション能力の増強、科学技術による経済・社会の発展促進、国家の安全保障能力の増強により、小康（いくらかゆとりのある）社会の構築を支援する、②基礎科学と先端技術の研究の総合力を強め、世界に大きな影響を与える成果を挙げ、革新型国家の仲間入りを果たし、今世紀半ばに世界の科学技術強国になるための基礎を固める、を挙げている。一方、産業

構造の調整、地域間の調和のとれた発展などを掲げた第11次5か年計画の策定も進み、3月の全国人民代表大会で審議、採択された。

こうした計画策定の動きに合わせ、2002年より科学技術部並びに中国科学院²⁾によって技術予測が実施され、この度、一連の報告書が出揃った。科学技術部は我が国の省に相当する組織、中国科学院は国務院直下の事業部門で、中国最大の自然科学学術機構かつ総合研究センターである。中国科学院は、傘下に6学術部門、約90の研究機関、12支部等を抱え、院士（アカデミー会員）約700名、職員総数46万名からなる組織である（2005年年報より）。これまで、特別行政区である北京市や上海市、また、武漢市などにおいても技術予測が行われてきたが、科学技術振興に係る計画策定に向けて国レベルの技術予測が実施されたのは、今回が初めてである。

科学技術部と中国科学院は、いずれも、将来社会像（あるいはニーズ）を検討した上で、デルファイ法を用いた技術発展に関するアンケートを行うという手順をとっている。デルファイ法とは、多数の専門家に同じ内容のアンケートを繰り返し、回答者の意見を収れんさせる調査方法であり、我が国では1971年よりほぼ5年おきに調査が実施（第5回より科学技術政策研究所が担当）されている³⁾。デルファイアンケートは我が国の手法を模して行われており、2回のアンケートを行って意見を収れんさせる手法、質問項目や評価方法など共通点が多く見られる。

本稿では、中国の両調査の概要を紹介すると共に、注目すべき記述とデータをピックアップし、科学技術政策立案や実行に携わる方々の参考に供したい。

2 科学技術部による技術予測⁴⁾

科学技術部においては、2002年から技術予測が実施されている。実際の調査を担当しているのは、科学技術部傘下の科学技術促進発展研究中心（センター）である。調査の目的には、「国家中長期科学技術発展計画要綱及び第11次

5か年計画策定に合わせ、中国の社会経済発展に重要な技術を明らかにする」と、両計画との関連が明記されている。

調査は、3段階で構成されている。第1段階で社会経済ニーズ及び科学技術動向の分析、並びにデ

ルファイ調査票設計を行い、第2段階でデルファイアンケートと結果分析を実施、第3段階で国家重要技術の選定と報告書作成を行っている。

2 - 1

調査対象分野と設問

まず、2002～2004年にかけて情報通信、バイオテクノロジー・ライフサイエンス、新材料（ハイテク3分野）の調査が実施され、次いで、2004～2005年にエネルギー、資源・環境、先進製造技術の調査が実施された。さらに2005年秋から、農業、公共安全、人口と衛生の3分野の調査が開始された。国家中長期科学技術発展計画要綱で掲げられた11重大領域（エネルギー、水・鉱産資源、環境、農業、製造業、交通・運輸、情報・サービス、人口と衛生、都市化、公共安全、国防）の多くをカバーしており、特に、実施中の3分野は、重大領域をそのまま反映させたものとなっている。現時点で、先進製造技術までの6分野について報告書が公表されている。「国家重要技術」については、別途内部資料が作成されている。

調査対象とした技術は、「分野・サブ領域・技術課題」という区分で整理されている。図表1に示すように、6分野で42サブ領域、483技術課題が設定されている。

技術課題に対する質問項目として、実現予測時期、重要度、効果、中国の技術水準、政府の施策など17項目が設定されている。この中

には、知的財産権の取得可能性、産業化の見通し及びコスト、実現予測時期（産業化時期）といった項目が見られ、また、効果をたずねる5項目のうち3項目が産業関連（ハイテク産業発展促進、既存産業発展促進、国際競争力向上）となっており、社会での適用・産業化を目標に据えた設定になっている。また、国家安全保障が質問項目に含まれていることも特徴であるが、この部分の結果は報告書に掲載されていない。

将来を展望する期間は分野により異なり、今後10年（情報通信、バイオテクノロジー・ライフサイエンス、新材料）、及び、15年（エネルギー、資源・環境、先進製造技術）となっている。

アンケートの回答者（2回目に回答した専門家）は、各分野130～180名程度、計929名である。

2 - 2

科学技術に対するニーズの検討

中国の経済・社会発展のための科学技術に対するニーズとして、次の10の視点からの検討が行われた。併せて、科学技術発展に関わる中国国内外の環境要因の分析も行われた。これらは、技術課題選定の参考となった。

- ①産業構造最適化
- ②農業の発展
- ③ハイテク産業の発展
- ④国際貿易の圧力
- ⑤都市化
- ⑥人口と健康
- ⑦資源の総合利用と社会の持続的発展
- ⑧エネルギー構造の最適化
- ⑨環境改善
- ⑩国家安全保障

2 - 3

注目される調査結果

(1)中国の技術水準の自己評価

約9割の技術課題の技術水準が、世界のトップ国から5年遅れと評価されている。一方、情報通信、バイオテクノロジー・ライフサイエンス分野では、トップと同レベルの課題も約1割存在する。新材料分野では、トップ国と同レベルの課題が9%ある一方で、6～10年遅れの課題も14%存在する。先進製造技術分野が最も遅れていると評価され、5年遅れの課題が7割、6～10年遅れの課題が3割となっている。これらのうち、トップ国と同レベルとされた課題を図表2に示す。

例えば、ナノテクノロジー・ナノ材料の基礎的研究は、トップ国と同レベルにあると評価されている。カーボンナノチューブを代表

図表1 科学技術部調査で設定された42のサブ領域

分野	サブ領域
情報通信（6領域、計75課題）	コンピュータ、コンピュータネットワーク・情報セキュリティ、通信、ソフトウェア、集積回路、ビデオ・オーディオ
バイオテクノロジー・ライフサイエンス（4領域、計83課題）	農業バイオテクノロジー、ライフサイエンス、産業と環境、医学
新材料（4領域、計64課題）	高性能構造材料、新機能材料、電子情報材料、ナノ材料
エネルギー（9領域、計83課題）	石炭、石油及びガス、電力、原子力、再生可能エネルギー、水素エネルギー及びその他新エネルギー、省エネルギー（建築物）、省エネルギー（産業）、省エネルギー（交通）
資源・環境（6領域、計100課題）	生態・環境、固体鉱物資源、石油・ガス資源、土地資源、海洋資源、水資源
先進製造技術（13領域、計78課題）	先進製造モデル、デジタルエンジニアリング、製造工程自動化、デジタル設計、環境に優しい製造技術、マイクロ・ナノ製造技術、エネルギー資源設備、交通設備、プロセス技術、農業設備、環境保全設備、家電、海洋工学

とするナノ材料の合成では国際レベルにあり、また、ナノ複合材料、金属・セラミック・ガラス・重合体のナノ材料、ナノ酸化物、半導体と金属の単一ナノ粒子、ナノ塗膜層、ナノ機能材料などの研究開発でトップ国と肩を並べているが、集積回路への応用などについては、トップ国との差は大きいとの評価である。

遺伝子技術については、ゲノム塩基配列の解析、ヒトの機能遺伝子の研究、遺伝子組み換え技術、分子マーカー、動物体細胞のクローンなどが、すでにトップ国と同

等と評価されている。

情報通信分野については、第3世代移動通信、光ネットワーク、統合スイッチルータ、次世代ネットワークなどが国際レベルに近いと述べられている。一方、コンピュータ、ソフトウェア、ネットワークと情報セキュリティは5年前後遅れており、また、集積回路の研究開発能力はまだ低いと評価されている。

望ましい研究開発の方法としては、全技術課題では6割が自主研究開発によるとしているが、情報通信分野では6割、バイオテクノ

ロジー・ライフサイエンス分野では5割の課題において共同研究が挙げられている。新材料は、自主研究開発の割合が7割を占める。

(2)重要度

重要と評価された上位100課題を見ると、情報通信分野の課題が26課題、バイオテクノロジー・ライフサイエンス分野の課題が22課題となっており、この2分野でほぼ半数を占める。

具体的には、情報セキュリティ技術、ネットワークセキュリティ技術、スーパーコンピュータシステム設計、次世代ネットワークアーキテクチャ研究、低コスト・高性能先端鉄鋼材料、重大疾患及び感染性疾患の迅速な検査と診断試薬、中国語情報処理技術、ネットワークコンピューティング環境管理システム、新型IC及び汎用IC生産、64bit高性能汎用CPUチップの研究と生産、などが挙げられている。

(3)経済効果分析

報告書には、質問項目別の分析と共に総合分析も掲載されている。特に経済的效果については、産業化の見通し、国際競争力、及び産業化コストに関する3設問の結果から経済的效果指数を算出し、経済的效果×ハイテク産業促進効果／既存産業発展促進・改造効果／環境保全・資源開発効果といった2軸で技術課題の性格分類を行っている。

ハイテク産業発展促進効果が高い技術課題については、経済的效果が高いものと低いものが存在する一方、既存産業発展促進効果が高い技術課題は全般的に経済効果が高いとされている。将来的にはハイテク分野を推進する方向にあるが、今後5～10年の中国の経済発展は既存産業に依るため、これらの分野でのイノベーションを加速させることが必要、と分析し

図表2 中国が世界のトップ国と同等の水準であると評価された技術

分野	課題数	課題
情報通信	6	<ul style="list-style-type: none"> ○中国語情報処理技術 ○地域ネットワーク ○ブロードバンド接続技術 ○第3世代携帯電話方式 (TD - SCDMA = Time Division - Synchronous Code Division Multiple Access) ○IPに基づくDVD技術 ○多波長、多段階高密度ビデオディスクの産業化
バイオテクノロジー・ライフサイエンス	7	<ul style="list-style-type: none"> ○ゲノム塩基配列解析の中核技術 ○植物の遺伝子組み換え技術 ○動物の体細胞クローン技術 ○天然薬物原料の調整技術 ○重大及び感染性疾患の迅速な検査と診断試薬 ○主要農作物の分子マーカーとバイオテクノロジーによる新種 ○高品質・多生産量の遺伝子組み換え農作物の新種
新材料	6	<ul style="list-style-type: none"> ○大面積・高品質の人工結晶材料と全固体レーザー技術 ○形状記憶材料 ○ナノ複合材料の製造 ○ナノメートル・オーダーでの構造設計と組立て ○直接操作による原子・分子組立て ○ナノ材料の性能特性とデバイス技術
エネルギー	2	<ul style="list-style-type: none"> ○水力発電所流域開発 ○超大規模電力系統安全保障システム

図表3 今後10年間に中国で実現する可能性の高いブレイクスルー技術

情報通信	次世代移動通信技術、次世代ネットワークシステム、ナノチップテクノロジー、中国語情報処理技術
バイオテクノロジー・ライフサイエンス	ヒト機能ゲノミクス、バイオメディカル技術、バイオインフォマティクス、プロテオミクス、新種農作物の栽培技術
新材料	ナノマテリアル並びにナノテクノロジー

図表4 中国で飛躍的に産業発展する可能性の高い中核技術

情報通信	SoC (System on Chip) 技術、次世代移動通信技術、有機EL (Electroluminescence) 技術、デジタル通信、圧縮、コーデック技術
バイオテクノロジー・ライフサイエンス	薬剤及びワクチン関連のバイオテクノロジー、バイオ触媒並びに遺伝子組み換え技術、高品質・高生産性・抵抗力を実現する遺伝子組み換え農作物
新材料	低コスト・高性能先端鉄鋼材料、材料製造並びに計測技術

ている。

(4)中国で実現する可能性の高い
ブレイクスルー技術
情報通信、バイオテクノロジー

ー・ライフサイエンス、及び新材料分野の技術については、今後10年間に中国で実現する可能性の高いブレイクスルー技術(図表3)、及び、中国で飛躍的に産業発展す

る可能性の高い中核技術(図表4)が挙げられている。我が国の調査では、このように自国に限定した技術発展の見通しについては取り上げていない。

3 中国科学院による技術予測

中国科学院は、2003年から2005年にかけて4つの分野(情報通信電子、エネルギー、材料科学、生物及び薬品)について技術予測を行った。調査を実施したのは、中国科学院傘下の科学技術政策・管理科学研究所である。さらに、別の4分野(製造技術、資源・環境、化学・化学工学、宇宙)の調査を現在実施中であり、2006年夏頃に結果が公表される予定である。

「中国未来20年技術預見」と題する報告書⁵⁾では、technology forecastingを「技術予測」、technology foresightを「技術預見」と使い分けて、20世紀前半から行われている「予測」から近年「預見」に向けて進展したという見解を示している。Foresightとは、未来に求められることを見出し、実現能力を準備することで、forecastingよりも得るところが多いと述べている。「預見」が重視される理由として、以下の4点を挙げている。

①優先すべき領域を確定する道具となる。

- ②国のイノベーションを強化する手段となる。
- ③中小企業が将来の技術の発展方向を把握し、正確な投資戦略を立てるコストを低減する。
- ④将来の技術が社会や環境に与える悪影響を警告できる。

報告書の記述のうち、特に、2003年に策定された「2020年の中国社会の6つのビジョン」(これをもとに技術課題を選定)、及び世界の技術水準の分析結果、特に日本が世界一の水準とされた課題、などが興味深い。以下、これらを中心に報告内容を紹介する。

3 - 1 調査対象分野と設問

中国科学院の調査では、情報通信電子、エネルギー、材料科学、生物及び薬品の4つの分野において、32のサブ領域と409の技術課題を設定し、各課題の重要度、実現時期、実現可能性、第一線にある国と中国の水準、発展を制約す

る要因などを分析している。32のサブ領域の名称を図表5に示す。また、409の技術課題のリストと、実現時期の早いものから順に並べたリストが巻末付録としてまとめられている。将来を展望する期間は、2020年までの15年間である。

サブ領域の専門家(268名)及びアンケート回答専門家(975名)の氏名が「中国未来20年技術預見」の巻末に付録として掲載されている。両者の重複は極めて少ない。

なお、報告書には集計結果がすべて示されているわけではなく、分野ごと、観点ごとに上位10位までという形で示されている場合が多いため、調査全体の詳しい結果を知ることはできない。

3 - 2 2020年の中国の科学技術のイメージ

注目すべき論述として、第3章「小康社会を建設する科学技術に求められること」の第1節「2020年の中国の全面的小康社会のビジ

図表5 中国科学院調査で設定された32のサブ領域

分野	サブ領域
情報通信電子 (12領域、計150課題)	①コンピュータ技術、②ソフトウェア技術、③通信技術、④ネットワーク技術、⑤放送・テレビ技術、⑥マンマシン及び人工知能技術、⑦情報セキュリティ技術、⑧バイオインフォマティクス、⑨マイクロ電子・光電子・マイクロマシン技術、⑩情報収集とセンサ技術、⑪情報保存と表示技術、⑫情報技術の応用
エネルギー (6領域、計72課題)	①石炭・石油・天然ガス、②電気エネルギー、③原子力エネルギー、④水素エネルギー、⑤再生可能エネルギー、⑥熱・機械エネルギー
材料科学 (6領域、計86課題)	①高分子材料、②金属材料、③無機及びセラミック材料、④機能性材料、⑤光電子材料、⑥ナノ材料
生物及び薬品 (8領域、計101課題)	①生物プラットフォーム技術、②生物計測及び生物工学技術、③生物の成長促進・品種改良技術、④農業及び環境科学、⑤病気の予防と治療、⑥新薬発見と開発、⑦幹細胞と再生医学、⑧認知科学及び行動科学

ョン」の中で、次のような6つのビジョンが挙げられている。小康社会とは、「現時点ですでに人口13億人以上に達した中国国民が、ある程度幸せな生活ができる」という社会の状況を意味する。今回の技術予測において、2020年の中国社会は次のように描かれている。

①グローバル化社会

世界の趨勢は、強大な競争力を有する多国籍企業の増加やIT技術を活用した生産と金融のグローバル化など、国境を意識しない方向に動いており、科学技術人材の流動や国際協力なども格段に進展している。

この世界の趨勢に合わせて、中国は2020年までに海外資本の吸引と海外への投資能力拡大を図り、知識生産、技術移転、応用能力、資源開発及びその利用能力など、グローバル化社会における「資源配分能力」を顕著に増強していく。

②工業化社会

中国の産業構成は、現在のところ農業など第1次産業の比率が高く、先進工業国のレベルには至っていない。しかし、既に工業化の進展は顕著である。今後は第1次産業から第2次産業・第3次産業への労働者の移動を促進し、2020年には第1次産業を6.75%まで下げ、第2及び第3次産業で93%以上としていく。

③情報化社会

中国のIT利用は東部の沿岸大都市部を中心に急速に拡大している。情報技術の応用、情報資源の蓄積、情報ネットワークの整備、情報化人材の育成、情報化に伴う法規の整備と標準の策定など、情報化社会に向けて国家的な取り組みを行っているところである。中国は2020年に、人口100人当たり、コンピュータ40台、ネットワークサーバ7台、固定電話50回線、

移動電話50回線、デジタルテレビ50台、インターネットユーザー40人を目指すとしている。

④都市化社会

工業化の進展に比べて、都市化は顕著に遅れている。中国は2020年までに、農村部の余剰人口2億人を都市の労働力に移動させ、都市部人口を64%まで高める。

⑤循環型社会

地球温暖化や工業化による大気汚染などの環境悪化を背景に、中国は循環経済や廃棄物利用などに関心を持っており、科学技術を利用して資源の活用や節約を図る小康社会を目指すことは、循環型社会建設の第一段階であるという。

中国は2020年に沿岸部を循環経済の一大モデル地区とし、エネルギー消費率を2001年比で半減し、単位GDP当たりの二酸化炭素排出量も30～40%低減させるとしている。

⑥消費型社会

ここでいう消費型社会とは、より豊かで、健康で、便利で、安全な生活を目指すことである。衣食を豊かにし、医療や疾病予防の技術を進展させ、公共交通を拡充する、といった消費型社会を実現することが中国の当面目指すことである。中国は2020年に国民1人当たりGDPを3,000米ドル(2002年の3倍)以上と予想している。中国の最富裕層と低所得層(それぞれ全世帯の10%)では現在6倍以上の所得格差があるが、衣食住・医療・光熱・交通などの家計の諸経費の割合はそれほど変わりがない。例えば医療費はどの所得階層でも家計費全体のおよそ8%である。国が医療・薬品・衛生などの技術開発に投資することで、その結果として国民各層の医療費の割合が低下することが期待されている。また、水資源の節約、交通安全、

食品の安全など消費型社会において科学技術に求められる事項が列挙されている。

3 - 3

注目される調査結果

(1)中国から見た日本の技術水準

分野別の記述部分では、それぞれ、①概説、②当該分野の最重要技術課題、③技術課題の実現予測時期、④当該課題の中国の研究開発レベル、⑤技術課題の先進国(米国・EU・日本)、⑥技術課題の実現可能性、⑦技術発展の制約要因、が述べられている。この中で特に、中国と他の3極の技術レベル比較の結果が興味深い。

研究開発レベルは、0～1点の指数で示されている。回答者全員が「世界をリード」と認めた場合に1.0、全員が「世界レベルに接近」と回答した場合に0.5、全員が「世界より遅れている」と回答した場合に0.0となる。中国の研究開発レベルの評価を見ると、最大値でも情報通信電子領域で0.31、エネルギー領域で0.56、材料科学領域で0.60、生物技術領域で0.53などとなっている。世界1位の国が少なくとも0.7以上であることからすると全体的にかなり低いレベルであると自己評価している。

これに対し、技術課題の先進国は、ほぼ米国・EU・日本に限られている(その他の国はロシアと南アフリカのみ)。特に日本についてみると、世界1位とされた技術課題は、情報通信電子で1件、エネルギーで5件、材料科学で12件、生物及び薬品で6件である。中国から見て、日本が世界第1位と評価された技術は何であるのかは興味深いため、米国と同点も含め、世界第1位とされた課題を図表6に示す。

情報通信電子分野は米国の技術が群を抜いて高いレベルにあり、欧州も日本も全く太刀打ちできな

いと見られている。その中で、唯一、米国と同率ではあるが、青色LEDの技術開発により実現された半導体白色照明の技術課題で日本が1位にあると評価されていることは注目される。材料科学分野では、日本の技術の中で高分子材料は米国を上回るレベルの課題がなかったが、その他の5つのサブ領域では1つから4つの技術課題について世界第1位と評価されている。また材料科学分野の課題の多くで日本は欧州を上回るレベル

であると見られている。生物及び薬品分野については、漢方薬（中薬）に関する技術課題が3つ含まれていることが目立つ。これらは本家というべき中国の技術レベルよりもかなり高くなっている。

図表7に分野ごとの各国の1位または2位の課題数を示す。

(2)技術課題の重要度についての評価方法

技術の重要性については、3つの観点から評価し、さらにそれを

総合化した指数を用いて分析を行っている。3つの観点（三要素）とは、①経済成長を促進する、②生活の質を向上する、③国家の安全を保障する、である。

回答は重要度（大変重要、重要、比較的重要、重要でない、の4段階）と回答者の専門性（非常に熟知している、熟知している、比較的良好に知っている、知らない）を組み合わせて重み付けして集計されている。「三要素総合判断」、すなわち総合重要度指数については、「三要素」についてのRSS（二乗和平方根 = Root - Sum - Square value）を用いている。

なお、本報告書では重要度に関する計算結果は一切示されておらず、順位だけで示されている。

(3)発展を制約する要因について

各技術課題の発展を制約する要因については、①技術可能性（フイージビリティ）、②商業化の可能性、③法規／政策／標準、④人材、⑤研究開発資金投入、⑥基盤設備、の6項目から複数回答可能としている。報告書に結果が示されている技術課題はごく一部であるが、その中で第一の制約要因は研究開発資金投入であり、第二の制約要因は人材か基盤設備の場合が多い。

図表6 日本が世界第1位と評価された技術

分野	サブ領域	課題
情報通信電子 (1課題)	マイクロ電子・光電子・マイクロマシン技術	○全固体半導体白色照明技術
エネルギー (5課題)	電気エネルギー	○新型永久磁石電動機 ○各種の節電技術
	水素エネルギー	○高効率光分解による水素の直接製造
	熱・機械エネルギー	○ハイブリッドカー ○都市の生活ゴミの高効率な総合処理
材料科学 (12課題)	金属材料	○環境にやさしい非高炉の製鉄技術 ○無酸化で加熱する圧延技術 ○高品質・高速の連続鋳造技術の開発
	無機及びセラミック材料	○高価電定数と低価電定数の薄膜材料を用いた超大規模集積回路 ○鉛フリーの圧電セラミック材料の情報技術への応用 ○低温焼成多層基板（LTCC）によるプラットフォームの集積技術 ○変換効率10%以上の熱電変換材料
	機能性材料	○扁平な情報セラミック機能材料とデバイス ○稀土類元素の機能材料
	光電子材料	○全固体レーザーのフルカラー大スクリーン投影技術 ○直径450mmのシリコンの研磨と外延片(チップ)
	ナノ材料	○ナノ環境浄化材料
生物及び薬品 (6課題)	農業及び環境科学	○赤潮など水の富栄養化対策技術 ○都市ゴミの微生物による処理 ○健康的で高効率な海の生物の養殖生産
	病気の予防と治療	○漢方薬による治療
	新薬発見と開発	○漢方薬の近代化技術 ○漢方薬のモデル識別法

図表7 世界1位または2位の課題の数

分野	課題	米国		日本		EU		ロシア		南ア	
		1位	2位	1位	2位	1位	2位	1位	2位	1位	2位
情報通信電子	150	150	0	1	97	0	55	0	0	0	0
エネルギー	72	50	17	5	16	15	38	2	1	1	0
材料科学	86	73	11	12	68	2	6	0	1	0	0
生物	101	94	7	6	23	1	74	0	0	0	0
合計	409	367	35	24	204	18	173	2	2	1	0

3 - 4 重要な技術課題の発展動向シナリオ

中国科学院の調査報告は2回に分けて発行された。上に述べた「中国未来20年技術預見」に先立って、2005年に発行された「技術預見報告2005」⁶⁾において、その時点で最も重要と見なされた44の技術課題について専門家が解説を行っている。各課題について概ねその技術の内容、意義、技術動向、課題、中国における戦略などが数ページで述べられている。図表8

に44のテーマ名とその著者、及びデルファイ調査に基づくアンケート結果との突合せを行った結果を示す。重要度についてのアンケート結果を見ると、特にエネルギー分野で上位に入ったものが少ない。そのため、水準指数のデータも不明である。解説を執筆した専門家の大部分は、デルファイ調査のサブ領域の専門家もしくはアンケート回答者である。著者の頭に付した○はサブ領域の専門家、△は回答した専門家を示す。両方に含まれる人物やどちらにも含まれていない人物も見られる。

図表8 「技術預見報告2005」で解説されたテーマ、著者、及び「中国未来20年技術預見」に示されたアンケート結果の突合せ結果

分野	サブ領域	シナリオでとりあげた44件のテーマ、執筆者及び所属			実現時期	中国水準指数	重要順位
		テーマ	執筆者	所属			
情報通信・電子	コンピュータ技術	テラフロップス級MPU	○ 唐志敏	中国科学院計算技術研究所	2017	0.05	41
		グリッドコンピューティング	○ 韓燕波	中国科学院計算技術研究所	2015	0.22	31
	通信技術	多機能無線個人端末	○ 李少謙	電子科技大学	2012	0.22	32
		画像主体の移動通信	△朱近康	中国科学技術大学	2012	0.25	24
		第四世代移動通信	○ 程時晰	上海無線通信研究中心	2015	0.28	23
	ネットワーク技術	次世代ネットワーク(IPV6)	○ 李忠誠	中国科学院計算技術研究所	2013	0.31	43
		無線知的センサ網	△封松林	中国科学院上海微系統与信息技術研究所	2015	0.13	30
		ブロードバンド接続	△王行剛 曾華榮	中国科学院計算技術研究所 西南交通大学計算機与通信工程学院	2010	0.27	50
	マンマシン及び人工知能技術	知識獲得のための言語技術	顔永紅	中国科学院声学研究所	2016		
	情報セキュリティ技術	大規模ネットワークのセキュリティ	魏正耀 文仲慧	中国人民解放军総参謀部第58研究所 北京科学技術情報学会	2018	0.14	26
マイクロ電子・光電子・マイクロマシン技術	1000G集積回路の10nm加工技術	○ 葉甜春	中国科学院微電子研究所	2020	0.07	9	
	マイクロ光機電システム(MOEMS)	○ 王躍林 李 鉄	中国科学院上海微系統与信息技術研究所	2016	0.15	59	
エネルギー	石炭・石油・天然ガス	石炭ガス化	○ 劉振宇	中国科学院山西煤炭化学研究所	2017	0.12	99
		海上油田(浮遊構造物)	岳湘安 吳曉東	中国石油大学	2017		
		海洋天然ガス化合物開発	○ 金慶煥 △張家強	国土资源部広州海洋地質調査局 中国地質調査局発展研究中心	2022	0.12	15
	電気エネルギー	超大規模系統連系	○ 陳樹勇	中国電力科学研究院	2013	0.4	4
		分散型電力	齊智平 ○ 肖立業	中国科学院電工研究所	2016		
	原子力エネルギー	廃棄物処理	△王祥科	中国科学院離子体物理研究所	2021	0.26	
	水素エネルギー	燃料電池自動車	△衣宝廉 △侯 明	中国科学院大連化学物理研究所	2017	0.23	
		分布型水素エネルギー発電	○ 肖雲漢	中国科学院工程熱物理研究所	2016		
	再生可能エネルギー	バイオマスエネルギー	○ 常 傑 ○ 吳創之	中国科学院広州能源研究所	2015		
		高効率太陽エネルギー発電	○ 李安定	中国科学院電工研究所	2017	0.24	
熱・機械エネルギー	高性能大型ガスタービン	○△ 袁新	清華大学熱能工程系	2016	0.09		

次ページに続く

図表8 「技術預見報告2005」で解説されたテーマ、著者、及び「中国未来20年技術預見」に示されたアンケート結果の突合せ結果（前ページからのつづき）

分野	サブ領域	シナリオでとりあげた44件のテーマ、執筆者及び所属			実現時期	中国水準指数	重要順位
		テーマ	執筆者	所属			
材料	高分子材料	高性能ゴム	呂百齡	北京ゴム工業研究設計院	2014	0.16	11
	金属材料	水素エネルギー材料	△楊 柯 呂曼祺	中国科学院金属研究所	2017	0.19	25
		軽量で高強度の金属材料	○ 石力開	北京有色金属研究総院	2014	0.22	3
	無機及びセラミック材料	多機能知的マイクロセンサ	○ 潘 偉 徐 強	清華大学材料科学与工程系	2016	0.12	39
	機能性材料	高温超伝導材料	劉 慶 韓征和	清華大学応用超導研究中心	2025	0.34	53
		変換効率50%の太陽電池	庄大明 張 弓	清華大学機械工程系功能薄膜与納米材料研究室	2022	0.09	1
		光水分解による水素製造	陳啓元 楊垂輝	中南大学化学化工学院	2022	0.13	27
	光電子材料	半導体白色照明	○ 王占国	中国科学院半導体研究所	2016	0.28	12
		超高密度磁気記録	○ 蔡建旺 成昭華	中国科学院物理研究所磁学国家研究室	2016	0.16	29
		超ブロードバンド光ファイバ増幅器	陳 鈔	中国科学院上海珪酸塩研究所	—	—	—
ナノ材料	ナノ材料の生長技術	江 雷	中国科学院化学研究所	2015			
生物	生物プラットフォーム技術	システムバイオロジー	吳家睿	中国科学院上海生命科学研究所	2015		
		高処理能力の遺伝子表現技術	李育陽	復旦大学生命科学院遺伝学研究所	2015		
	生物計測及び生物工学技術	食品中の病原体・有毒成分計測	△張大兵	上海交通大学生命科学技术学院	2011	0.24	7
	生物の成長促進・本種改良技術	実用的なバイオマスエネルギー	○△歐陽平凱	南京工業大学製薬与生命科学学院	2014	0.21	2
	農業及び環境科学	微生物代謝（細胞工場）	△曾竹安	清華大学化工系	—	—	—
		植物の分子育種	○△張愛民 王道文	中国科学院遺伝与發育生物学研究所	2017	0.36	28
	病気の予防と治療 幹細胞と再生医学	複合病の克服	高建軍	中国科学院上海生命科学研究所	2014	0.23	生16
		国家の安全と公共の健康を保障する有害生物防御技術	徐順清	華中科技大学同濟医学院環境医学研究所	2012	0.16	10
		幹細胞分離・増殖分化技術	○△裴雪涛	軍事医学科学院輸血医学研究所	2022	0.11	
	認知科学と行動科学	脳に似た人工知能（BAI）	○△羅躍嘉	中国科学院心理研究所心理健康重点实验室	—	—	—

○：サブ領域の専門家 △：回答者 —：調査から除外 重要順位空欄：100位以下 生：生活の質の観点での順位
出典：技術預見報告2005、中国未来20年技術予測を基に科学技術動向研究センターで作成

4 おわりに

中国で実施された技術予測について、公表された報告書を基に、中国が目指す6つの小康社会ビジョン、中国がトップ国と同等のレベルにあるとする技術、中国から見た日本の技術レベルなど注目される結果を紹介した。これらから、中国の目指す方向や自己評価を知ることができる。

今般の技術予測は、中国にとっては政策検討の基礎資料とすべく実施された初めての調査であり、一方、科学技術政策研究所が実施した「科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査」³⁾も、政策決定者との密接な連携のもとに実施された初めての調査であった。今後、各国において、政策検討において予測調査の必要性、重要性は益々高まると予想される。政策決定者が必要とする情報を信頼性、合理性を備えた形でいかに提供していくかが、予測関係者にとって大きな目標となる。

中国の技術予測、我が国の予測調査とも、アンケートの質問項目

や技術の分類など共通点が多い。将来社会像やニーズの検討、重要な技術の発展動向等の記述など、デルファイ法の限界を補う調査設計を試みていることも共通である。さまざまな手法の統合方法、学際的な領域の取り扱い、有用な情報を得るための手法検討などの今後取り組むべき課題も同様であろう。一方、技術課題設定に当たっての外部専門家の関与、関連研究機関・学会の取り込み、アンケートとその他手法の関連づけなど、各々工夫をこらした点も見られる。各国の予測関係者が経験をもとに意見交換を重ねることが、有益と考えられる。

参考文献

- 1) 人民網日本語版2006年2月10日、日本経済新聞2006年2月10日朝刊等
- 2) 国务院等の組織的位置付け、科学技術動向2004年7月号「急速に発展する中国の宇宙開発」、科学技術部のホームページ：<http://www.most.gov.cn/>、中国科学院のホームページ：<http://www.cas.cn/>
- 3) 連載 日本の科学技術の現状と今後の予測、科学技術動向2005年7月号～11月号
- 4) 技術予測と国家キーテクノロジー選択研究グループ、「中国技術前瞻報告2003 情報通信、ライフサイエンス、新材料」、「中国技術前瞻報告2004 エネルギー、資源・環境、先進製造技術」、科学技術文献出版社、2004年1月、2005年5月、National Research Center for Science and Technology for Development, “China’s report of Technology Foresight (summary)”, 2005年9月
- 5) 中国未来20年技術預見研究グループ「中国未来20年技術預見」科学出版社、2006年1月、ISBN 7-03-016376-1
- 6) 〈技術預見報告〉編集委員会「技術預見報告2005」、科学出版社、2005年7月、ISBN 7-03-015636-6

執筆者



総括ユニット 特別研究員

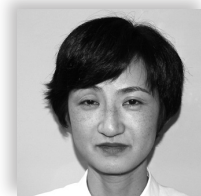
辻野 照久

科学技術動向研究センター

<http://www.nistep.go.jp/nistep/prof/tsujino.html>



専門は電気工学。大学の第2外国語で中国語を履修。1978年から始まった日中鉄道技術協力を支援。宇宙開発事業団では、中国の宇宙開発に関する調査にも従事。現在は総括ユニットで宇宙・海洋・地球の研究動向調査も担当。



総括ユニット

横尾 淑子

科学技術動向研究センター

<http://www.nistep.go.jp/index-j.html>



科学技術政策研究所にて、資源および科学技術人材に関する調査に従事。現在、科学技術予測に関する調査を担当。俯瞰的予測調査では主にデルファイ調査に関わった。