

○菊田 隆，大竹裕之（未来工研），横田慎二（文科省・科学技術政策研）

はじめに

新しい科学技術の発展や複雑で多様な社会の要請に対応するためには、技術分野間の融合や境界領域への注力が重要であり、本年4月に発表になった文部科学省の「第3期科学技術基本計画の重要施策」においても、『振興・融合領域は、画期的な応用可能性や革新的技術などのブレークスルーをもたらすとともに、関連領域の研究開発を相乗的に発展させ得るものとして重要であり、機動性を持つて的確に対応する』と指摘している。

そこでここでは、将来どのような技術分野間の融合・連携が求められるのか、そのような連携・融合を実現するためにどのような課題があるのか、などについて最近の調査データから検討を行う。

なお、本稿で利用するデータは、「科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査 デルファイ調査 2005.7 文部科学省科学技術政策研究所」の結果に依拠している。

1. 技術分野

上記調査で対象とした技術分野は、①情報・通信、②エレクトロニクス、③ライフサイエンス、④保健・医療・福祉、⑤農林水産・食品、⑥フロンティア、⑦エネルギー・資源、⑧環境、⑨ナノテクノロジー・材料、⑩製造、⑪産業基盤、⑫社会基盤、⑬社会技術、の13分野である。このうち、フロンティアは宇宙、海洋、地球を包含する分野で、また、産業基盤は経営・管理、流通など、社会基盤は都市・建築・土木、交通などを含んでいる。さらに社会技術は安心・安全、公共サービス、高齢者・障害者の支援、脳と教育、文化、知識、遊び、テクノロジーアセスメントなどを対象とする分野である。

これらの各技術分野に対して、我が国の科学技術分野の展開について、①今後5～10年を考えた場合、現在融合・連携すべき分野、及び、②その先10年（2016年～2025年）を考えた場合、融合・連携の必要性が高い分野を調査した結果を次に示す。

2. 融合・連携が求められる分野

(1) 現在、融合・連携を進めるべき分野

表1は今後5～10年を考えた場合、現在融合・連携すべき分野として30%以上の回答を得た分野を示したものである。

各技術分野が現在の融合・連携先と考えているのは、情報・通信、環境、社会技術などであり、今後10年程度を見通した場合、これらの分野が融合・連携の中心と考えられていることがわかる。特に情報・通信には、環境、農林水産・食品を除く10分野から融合・連携先としての期待が集まり、そのうちの7分野で回答割合が50%を超えている。環境分

野との連携を必要とする割合が高い分野は、農林水産・食品、フロンティア、エネルギー・資源、製造、産業基盤、社会基盤、社会技術であり、産業基盤を除く他のすべての分野で回答割合が50%を超えている。また、社会技術分野との融合・連携が必要とする割合が高い分野では、情報・通信、保健・医療・福祉、社会基盤の3分野で回答割合が50%を超えており、そのほか農林水産・食品、環境、産業基盤で回答割合が30%を超えている。

一方、農林水産・食品、社会基盤などでは、これらと融合・連携を進めるべきとする回答割合が30%を超えるのはそれぞれ2分野だけである。また、フロンティア、製造、産業基盤を融合・連携先とする回答割合が30%を超える分野はなかった。

表1 現在、融合・連携を進めるべき分野（回答割合30%以上）

分野	現在、融合・連携を進めるべき分野													
	情報・通信	情報・通信	電子デバイス	ライフサイエンス	富栄養化	医療・福祉	農林水産・食品	フロンティア	エネルギー・資源	環境	製造	産業基盤	社会基盤	社会技術
情報・通信	■	■												
エレクトロニクス	■	■												
ライフサイエンス	■	■		■	■	■								
保健・医療・福祉	■	■		■	■	■								
農林水産・食品				■	■	■								
フロンティア														
エネルギー・資源	■	■												
環境									■	■	■			
ナノテク材料														
製造										■	■			
産業基盤											■	■		
社会基盤												■	■	
社会技術													■	■

2. 2016年以降、融合・連携の必要性が高い分野

表2は2016年以降、融合・連携の必要性が高い分野として30%以上の回答を得た分野を示したものである。

2016年以降では、環境、ライフサイエンス、社会技術、エネルギー・資源が融合・連携の中心となると考えられている。2015年までの融合・連携先と比較すると、環境、社会技術については継続して2016年以降の融合・連携も必要とされるが、情報・通信との融合・連携の必要度が相対的に減少し、これに代わってライフサイエンスとエネルギー・資源の必要度が増加している様子がわかる。

環境との融合・連携を必要とする分野は、他の12分野全てで、そのうち7分野で回答割合が50%を超えている。ライフサイエンスとの融合・連携を必要とする分野は、エネルギー・資源及び社会基盤を除く10分野となっているが、環境と同様に7分野で50%を超す回答割合となっている。エネルギー・資源分野との融合・連携を必要とする分野は、情報・通信、エレクトロニクス、保健・医療・福祉を除く9分野で、やはり7分野で50%を超す回答割合となっている。社会技術との融合・連携を必要とする分野はライフサイエンス、ナノテクノロジー・材料を除く10分野であるが、回答割合が50%を超えるのは情報・通信、環境、産業基盤、社会基盤の4分野となっている。

一方、農林水産・食品、フロンティア、エレクトロニクスでは、将来の融合・連携の必要

性についての回答割合が30%を超えたのは1～2分野であった。また、製造、産業基盤、社会基盤を将来の融合・連携先とする回答比率が30%を超える分野はなかった。2015年までの融合・連携の必要度と比較すると、エレクトロニクス、フロンティア、社会基盤などで融合・連携の必要性が低下している傾向がみられる。

表2 2016年以降、融合・連携の必要性が高い分野（回答割合30%以上）

分野	2016年以降、融合・連携の必要性が高い分野												
	情報通信	エレクトロニクス	ライフサイエンス	保健医療福祉	農林水産・食品	フロンティア	エネルギー資源	環境	ナノテクノロジー	製造	産業基盤	社会基盤	社会技術
情報・通信	■												
エレクトロニクス	■	■											
ライフサイエンス			■	■									
保健・医療・福祉			■	■									
農林水産・食品					■								
フロンティア						■							
エネルギー資源						■							
環境							■						
ナノテク材料								■					
製造									■				
産業基盤										■			
社会基盤											■		
社会技術												■	

3. 融合・連携のマッチング

今後5～10年を考えた場合、現在融合・連携すべき分野について、情報・通信とエレクトロニクス、ライフサイエンスと保健医療、エレクトロニクスとナノテクノロジー・材料、エネルギー・資源と環境の4組では、相手を融合・連携先とする回答割合が双方70%を超えている。これらの分野間ではこれまでも、技術的な課題が互いにクロスオーバーあるいは補完するような部分も多く、今後10年程度についてもさらなる融合・連携の必要性が双方ともに認識されていると考えられる。

2016年以降の融合・連携の必要性については、上記4組をはじめとして相互に比較的強い結びつきを示す分野はあるものの、相互に70%を超えるような絶対的な融合・連携の必要性を示す分野はない。10年を超える将来については、あまり明確な方向性が予想されるわけではなく、むしろ多様な連携先を想定あるいは確保することが必要とされている結果とも考えられる。

これに対して、融合・連携先と融合・連携元の意向にギャップがある分野の組み合わせがいくつか見られる（表3）。

向こう10年くらいのレンジでは、情報・通信は多くの分野から融合・連携先として期待されているが、これに対してフロンティア、製造、産業基盤などは情報・通信自身が希望する融合・連携先としての回答割合は他の分野に比べて低い。同様の傾向は環境とフロンティアの関係、ナノテクノロジー・材料と製造の関係にも見られる。

2016年以降の融合・連携に関しては、ライフサイエンスやエネルギー・資源が中心的な役割を果たすとみられることは前述のとおりであるが、その一方でエレクトロニクス、製造、産業基盤、農林水産・食品などの分野との融合・連携について認識にギャップがみら

れる。

以上のような結果からみると、例えば、ナノバイオという融合分野はライフサイエンスの側からもナノテクノロジー・材料の側からも注目されているが、バイオエレクトロニクスという融合領域は、エレクトロニクスの側が重要視するほどにはライフサイエンスの側ではあまり認識されていないということであろうか。

表3 ミスマッチの例（回答割合の差が50%以上）

		連携元→連携先	連携先←連携元	
2015まで	情報・通信	3%	71%	フロンティア
	情報・通信	3%	75%	製造
	情報・通信	10%	72%	産業基盤
	環境	17%	72%	フロンティア
	ナノテクノロジー・材料	11%	73%	製造
2016以降	ライフサイエンス	16%	78%	エレクトロニクス
	ライフサイエンス	2%	54%	製造
	ライフサイエンス	0	61%	産業基盤
	エネルギー・資源	6%	60%	農林水産・食品
	エネルギー・資源	4%	60%	製造
	環境	3%	66%	産業基盤
	社会技術	3%	53%	産業基盤

4. 今後の課題

今後10年程度は情報・通信を中心に分野間の融合・連携がすすめられ、その後の10年程度はライフサイエンスと環境が融合・連携の中心的な役割を果たすことが確認できた。しかしながら、各技術分野では将来の重点と考える課題の優先順位の違いのためか、融合・連携の意向に大きなギャップのみられるケースも存在する。

融合・連携を求める相手先の関心が低いような場合には、自然発生的に研究開発が進展していく可能性だけに期待することは難しいため、政策的にそれを支援する方策が必要である。研究開発の担い手は人であり、長期的には人材養成、例えば

◆複数専攻を重視する教育プログラムの構築

などが重要であることは言うまでもない。

一方、短中期的には、分野の融合・連携のハードルを低くするような方策を検討する必要があり、例えば

◆PO/PD などによる連携・融合課題への誘導とその周知

◆研究者の専門分野変更を容易にするグラントの創設

◆異分野の研究プロジェクトに研究者を一時的に派遣するような、教育効果を主眼にしたプログラムの創設

◆連携・融合を指向する研究者の情報を集積するDBの構築

◆異分野交流機会の充実

などが考えられる。