

요 약 문

□ 연구의 필요성 및 목적

- 세계는 지금 NT, BT, IT가 융합된 신기술을 이용하여 미래사회 기술 및 시장을 선점하기 위한 경쟁이 가속화 되고 있으며, 우리나라도 국가융합기술 발전계획 등 정책적으로 융합기술 육성에 박차를 가하고 있음
- 주요 과학단체 및 언론에서는 다가오는 시대를 융합과학의 시대로 규정하고, 대학에서는 융합기술원, 융합기술대학원 등을 설립하여 대응함
- 현재 융합기술 확보를 위한 국가적 정책이 시행되고 있지만 그 목표를 달성해 나가는 데 있어 일정한 기준과 평가가 없으므로 세계적 융합기술의 변화와 방향성의 판단이나 국가 전체적 융합연구의 과부족 현상, 필요한 부분의 강·약 점의 판단 및 대처에 주도적일 수 없음
- 융합연구스코어보드(Converging Research Scoreboard ; CRS)는 국가가 추진하고자 하는 융합기술 발전 정책의 목표를 이루기 위한 노력들을 지표화하여 국가융합연구역량을 평가하고 제시하기 위해 개발됨

□ 융합연구의 정의와 범위

- 우리는 융합기술기본계획을 통해 융합연구가 「미래 경제 사회와 사회·문화의 변화를 주도하는 첨단 신기술간의 상승적 결합」임을 알 수 있으며, 넓은 의미로는 「문제해결을 위한 학문간, 분야간, 기술간 협력 연구」로 정의함
- 본 연구에서 국가융합기술 발전 기본계획 및 NBIC 국가융합기술지도를 통해 전략적으로 확보하고자 하는 특정 분야에 대한 연구와 투자 등을 포괄함

※ 융합기술을 Converging Technology로 정하고 있으므로 융합연구는 Converging Research로 정의함

□ 융합연구 스코어보드의 정의

- 국가의 융합연구역량 및 발전가능성을 종합적으로 평가하여 우리나라의 위치를 주기적으로 검토할 수 있는 지표체계

○ **융합연구스코어보드는 한 국가의 융합연구역량 및 발전가능성을 종합적으로 평가할 수 있는 평가 지표**

○ **제도/인프라, 연구인력 및 양성프로그램, 연구성과, 융합연구투자에 대한 종합적 평가 지표 체계**

※ **CRS(Converging Research Scoreboard)**

□ 융합연구스코어보드 개발

- CRS는 CRCI(Converging Research Capacity Index)를 도출하기 위한 지표 체계로 국가융합기술 발전 기본계획의 목표, 추진전략을 기초로 전 세계적으로 대표적인 과학기술관련지표를 분석하여 적정한 지표체계를 제안
- 융합연구스코어보드(안)는 전문가 등의 설문 및 자문위원회를 통해 4대 부문 22개 세부지표로 구성하고 각각의 가중치를 결정함

<Converging Research Scoreboard>

부문	세부지표	가중치	
1. 융합연구투자 (5개 지표)	1-1. 융합연구 투자액	20	
	1-2. 전년대비 투자증가율	20	
	1-3. R&D 예산 중 융합연구 투자액 비중	20	
	1-4. 중점분야(3대 분야) 투자액	1-4-1. 바이오 의료	20
		1-4-2. 에너지 환경	
		1-4-3. 정보통신	
1-5. GDP 대비융합연구 투자액 비율	20		
2. 융합연구인력 및 교육 시스템(5개 지표)	2-1. 융합분야 총 연구원 수	20	
	2-2. 인구 만명당 융합연구 참여 연구원 수	20	
	2-3. 국가총 연구원 수 중 융합분야 연구원 수	20	
	2-4. 융합연구 전문 박사급 인력양성 수	20	
	2-5. 융합연구 전문 석사급 인력양성 수	20	
3. 융합연구 성과 및 활동(6개 지표)	3-1. 논문수	20	
	3-2. 특허 등록건수	15	
	3-3. 투자대비 특허건수	15	
	3-4. 기술이전 건수	15	
	3-5. 기술료	15	
	3-6. 전년대비 기술료 증가율	20	
4. 지원제도 및 인프라 (6개 지표)	4-1. 관련법 제정 유무	10	
	4-2. 관련 정책의 유무(시책 포함)	10	
	4-3. 국가규모의 계획 수립 유무	20	
	4-4. 분야 간 조정 및 소통 제도	20	
	4-5. 전문가 네트워킹/커뮤니티	20	
	4-6. 지원 및 관리조직	20	

□ 융합연구역량지수(CRCI)(안)

○ 국가 간 비교를 위해 측정값 표준화

- 국가과학기술혁신역량평가 등 주요 지표에서 사용하는 'Re-scaling' 방법 적용

* 최대치를 갖는 국가를 1, 최소치를 갖는 국가를 0으로 하고 각 국의 표준화 값은 최대치-최소치와의 거리로 변환

$$\text{표준화 값} = \frac{\text{실제값}-\text{최소치}}{\text{최대치}-\text{최소치}}$$

○ 결측치가 있는 경우 다른 연도 표준치의 평균으로 적용하는 등의 값 보정 필요

○ 융합연구 스코어보드 환산식

- 부문별 융합연구역량(CRC*)

* Converging Research Capacity

$$\text{CRC} = \sum_{i=1}^n X_i \times W \times r$$

(X_i = 지표의 표준치, w = 가중치, r = 보정지수)

- 융합연구 역량 지수(CRCI*)

* Converging Research Capacity Index

$$\text{CRCI} = \sum_{i=1}^4 \text{CRC}_i$$

□ 시범 적용

○ 국내 융합연구에 대해 스코어보드를 시범 적용함

부문	세부지표	실측치	
1. 융합연구투자 (가중치 25%)	1-1. 융합연구 투자액(억원)	15,311	
	1-2. 전년대비 투자증가율(%)	-1.0	
	1-3. R&D 예산 중 융합연구 투자액 비중(%)	11.0	
	1-4. 중점분야 (3대 분야) 투자액(억원)	1-4-1. 바이오 의료	4,289
		1-4-2. 에너지 환경	
		1-4-3. 정보통신	
1-5. GDP 대비 융합연구 투자액 비율(%)	0.14		
2. 융합연구인력 및 교육시스템 (25%)	2-1. 융합분야 총 연구원 수	6,960*	
	2-2. 인구 만명 당 연구원 수	1.39*	
	2-3. 국가 총 연구원 수 중 융합분야 연구원 수	2.8*	
	2-4. 융합연구 전문 박사급 인력양성 수	1,860	
	2-5. 융합연구 전문 석사급 인력양성 수	3,309	
3. 융합연구 성과 및 활동(25%)	3-1. 관련분야 논문 수	12,173	
	3-2. 특허 등록건수	1,389	
	3-3. 투자대비 특허건수	0.09	
	3-4. 기술이전 건수	395	
	3-5. 기술료(억원)	269.5	
	3-6. 전년대비 기술료 증가율(%)	37.6	
4. 지원제도 및 인프라 (25%)	4-1. 관련법 제정 유무	문항개발 및 설문준비 완료	
	4-2. 관련 정책의 유무(시책 포함)		
	4-3. 국가규모의 계획 수립 유무		
	4-4. 분야 간 조정 및 소통 제도		
	4-5. 전문가 네트워킹/커뮤니티		
	4-6. 지원 및 관리조직		

* : 추정치

- 국제비교 시범적용을 위해 미국과 EU의 자료를 수집하여 우리나라와 비교함

부문	세부지표	한국	미국	EU	
1. 융합연구투자 (가중치 25%)	1-1. 융합연구 투자액(억원)	15,311	94,976	53,679	
	1-2. 전년대비 투자증가율(%)	-1	4.7	7	
	1-3. R&D 예산 중 융합연구 투자액 비중(%)	11	5.7	48	
	1-4. 중점분야 (3대 분야) 투자액(억원)	1-4-1. 바이오의료	4,289	82,060	52,363
		1-4-2. 에너지환경			
1-4-3. 정보통신					
1-5. GDP 대비 융합연구 투자액 비율(%)	0.14	0.057	0.03		

※ 수집 가능한 자료는 융합연구투자 부문에 한정되고 EU는 EU소속 국가전체 자료가 아닌 공동연구 프레임워크 프로그램(FP)에 토대함

- 위 자료를 이용해 한국, 미국, EU간의 자료수집이 가능한 융합연구투자 부문 융합연구역량(CRC₁)을 시범 적용함

부문	세부지표	한국	미국	EU	
1. 융합연구투자 (가중치 25%)	1-1. 융합연구 투자액(억원)	0	20	9.6	
	1-2. 전년대비 투자증가율	0	14.2	20	
	1-3. R&D 예산 중 융합연구 투자액 비중(%)	2.6	0	20	
	1-4. 중점분야 (3대 분야) 투자액(억원)	1-4-1. 바이오의료	0	20	12.4
		1-4-2. 에너지환경			
		1-4-3. 정보통신			
	1-5. GDP 대비 융합연구 투자액 비율(%)	20	5	0	
계	22.6	59.2	62		
부문 가중치 적용(CRC ₁)	5.65	14.8	15.5		

- ※ 최대치를 갖는 국가를 1, 최소치를 갖는 국가를 0으로 하여 상대적 거리를 계산하고 지표별 가중치 20과 부문 가중치 0.25를 곱한 값임
- ※ EU 자료는 공동연구 FP로부터 얻은 자료로 실제 값과 차이가 있을 수 있음 또한 각 국가마다 융합에 대한 개념이 달라 제시되는 데이터의 의미가 다르므로 결과치를 객관적으로 받아들이기 어려울 수 있음
- ※ 표본수는 작지만 시범적으로 국가간 융합연구역량을 수치로 표현한 것에 의미를 둠

□ 문제점 및 개선방안

- 어느 지표든 개발당시 지표에 해당하는 자료를 충분히 구하기는 어려우나, 특히 융합연구분야는 각 국가마다 그 정의와 관리체계가 달라 현재 구할 수 있는 자료가 매우 부족함
- 국내 융합연구도 관리가 어려운 실정으로 연구단위까지의 자료에 접근하는 것이 불가능하며 문제점을 지적해 보면,
 - 연도별 사업 재편에 따라 지속적인 추적이 어려움
 - 타 부처의 연구는 해당 부처에서 종합된 자료를 교육과학기술부에서 다시 취합하므로 세부 연구에 대한 통계자료 수집이 어려움
 - 사업 및 연구의 구분 단계에 따라 통계자료의 구분이 불일치하는 경우가 많음
 - 연구자의 조사분석평가 입력시 작은 오류로도 융합연구의 분석에서 제외되거나 편입 되어 통계가 잘못되는 사례가 많음
- 융합연구 관리를 위한 종합적인 계획을 통해 관리주체를 만들고, 현황 및 실적을 정확히 파악할 수 있는 시스템이 필요
 - 정부는 이를 위해 교육과학기술부를 주관부처로 하여 (가칭) 「융합기술정책연구센터 설립을 추진하고 그 주요 기능 중 하나로 「통계개발 및 관리」를 정하고 있음
 - 「융합기술정책연구센터」를 통해 융합연구자에 대한 연구지원은 물론, 연구관리 시스템 개발, 교육, 매뉴얼 화 등을 추진하여야 함
- OECD 등 주요 과학기술 통계 기관을 대상으로 융합연구 스코어보드의 홍보 및 통계항목 편입을 시도하고 「융합기술정책연구센터」를 중심으로 국제적 협력 네트워크를 구성하여 지표의 근거자료를 입수하고 설문조사를 요청하는 등 국제비교를 위해 노력하여야 함
- 융합스코어 보드의 지속적인 개선과 발전을 위해 지표를 계속 추적 보완하며 (국가과학기술혁신역량평가 지표도 매년 수정함) 향후 우리나라가 융합연구에 대한 기준을 선도할 수 있도록 노력 필요

Summary

□ Requirement and Goal

- Countries have had fierce competitions to preempt future technologies and markets using new and converging technologies of NT, BT and IT and Korea has pushed forward nurturing the convergence on policy basis including the development plan for the national technological convergence
- Major science organizations and media define the upcoming society as the era of converging science and universities cope with the phenomena by establishing converging technology institutes and graduate schools
- National policies are implemented to secure converging technologies but there are no specific standards and evaluation on achieving the goal, causing Korea not to judge direction on global converging technology changes, extreme converging researches at the national level, evaluate advantages and disadvantages or lead the trend
- The Converging Research Scoreboard (CRS) is developed to evaluate and propose Korea's capability for converging researches by indicating efforts to achieve goals of developing converging technologies pursued by the nation

□ Definition and Scope

- The converging research is defined as 'Synergic integration among cutting-edge technologies leading changes in future economy, society and culture' through the framework plan on converging technologies and 'the collaboration research among academics, sectors and

technologies' for a wide perspective

- The study includes researches and investment in certain fields which Korea seeks to strategically acquire framework plan on developing national converging technologies and the NBIC national converging technology guide.

Definition of Converging Research Scoreboard

- It is an indicator which periodically reviews the status of Korea by evaluating converging research capability and potential development of Korea

The converging research scoreboard (CRS) is an evaluation indicator which may evaluate converging research capacity and potential development for a country.

An evaluation indicator system on system/infrastructure, research workforce and nurturing programs, performances and converging research investment.

Developing the CRS

- The CRS is an indicator system to calculate the Converging Research Capacity Index (CRCI) and proposes proper indicator system by analyzing representative science and technology-related indicators based on goals and strategies of the framework plan on national converging technology development
- The CRS (draft) consists of 24 specific indicators in 4 sectors and with weighting factors through questionnaires from experts and the advisory council.

<Converging Research Scoreboard>

Sector	Specific Indicator	Weighting Factor	
1. Converging Research Investment (5)	1-1. Investment in Converging Researches (100M KRW)	20	
	1-2. Investment increase rates from the last year (%)	20	
	1-3. A portion of Converging Researches in the R&D budget (%)	20	
	1-4. Investment in the 3 sectors (100M KRW)	1-4-1. Bio-medicine	20
		1-4-2. Energy and environment	
		1-4-3. ICT	
1-5. Investment against the GDP (%)	20		
2. Converging Research Workforce and Education System (5)	2-1. Total number of researchers in the converging field	20	
	2-2. Number of researchers per 10,000 people	20	
	2-3. Number of converging researchers against the total number of researchers in Korea	20	
	2-4. Number of nurturing doctors in the converging field	20	
	2-5. Number of nurturing masters in the converging field	20	
3. Achievement and performance of converging researches (6)	3-1. Number of papers	20	
	3-2. Number of patent registrations	15	
	3-3. Number of patents against investment	15	
	3-4. Number of technology transfers	15	
	3-5. Technology fee	15	
	3-6. Increasing rates of technology fee from the last year	20	
4. Supporting System and Infrastructure (6)	4-1. Establishing relevant acts	10	
	4-2. Relevant policies (including implementation)	10	
	4-3. Establishing plans at the national scale	20	
	4-4. Cooperation and communication system among sectors	20	
	4-5. Network/community for experts	20	
	4-6. Support and management organization	20	

□ Converging Research Capacity Index (draft)

○ Standardizing Measurements for Comparison among Nations

- Apply the 'Re-scaling' methods widely used in major indicators including evaluating innovation capability for national science and technology

* Set 1 for a country with maximum value and 0 with minimum value and then convert the standardization value to the distance between the two values

$$\text{Standardized value} = \frac{\text{Actual value} - \text{minimum value}}{\text{Maximum value} - \text{minimum value}}$$

- Require calibration including applying the average of standardized values for missing years

○ Conversion formula for the CRS

- Converging Research Capacity for each Sector (CRC*)

* Converging Research Capacity

$$\text{CRC} = \sum_{i=1}^n X_i \times w \times r$$

(X_i = Standardized value of an indicator,
 w = weighting factor, r = calibration index)

- Converging Research Capacity Index (CRCI*)

$$\text{CRCI} = \sum_{i=1}^4 \text{CRC}_i$$

□ Pilot Application

- Pilot application of the scoreboard for the national converging researches

Sector	Specific Indicator	실측치				
1. Converging Research Investment (25% of weighting factor)	1-1. Investment in Converging Researches (100M KRW)	15,311				
	1-2. Investment increase rates from the last year (%)	-1.0				
	1-3. A portion of Converging Researches in the R&D budget (%)	11.0				
	1-4. Investment in the 3 sectors (100M KRW)	<table border="1"> <tr> <td>1-4-1. Bio-medicine</td> <td rowspan="3">4,289</td> </tr> <tr> <td>1-4-2. Energy and environment</td> </tr> <tr> <td>1-4-3. ICT</td> </tr> </table>	1-4-1. Bio-medicine	4,289	1-4-2. Energy and environment	1-4-3. ICT
	1-4-1. Bio-medicine	4,289				
1-4-2. Energy and environment						
1-4-3. ICT						
1-5. Investment against the GDP (%)	0.14					
2. Converging Research Workforce and Education System (25%)	2-1. Total number of researchers in the converging field	6,960*				
	2-2. Number of researchers per 10,000 people	1.39*				
	2-3. Number of converging researchers against the total number of researchers in Korea	2.8*				
	2-4. Number of nurturing doctors in the converging field	1,860				
	2-5. Number of nurturing masters in the converging field	3,309				
3. Achievement and performance of converging researches (25%)	3-1. Number of papers	12,173				
	3-2. Number of patent registrations	1,389				
	3-3. Number of patents against investment	0.09				
	3-4. Number of technology transfers	395				
	3-5. Technology fee	269.5				
	3-6. Increasing rates of technology fee from the last year	37.6				
4. Supporting System and Infrastructure (25%)	4-1. Establishing relevant acts	Developing questions and questionnaire preparation completed				
	4-2. Relevant policies (including implementation)					
	4-3. Establishing plans at the national scale					
	4-4. Cooperation and communication system among sectors					
	4-5. Network/community for experts					
	4-6. Support and management organization					

- Collect data from the U.S. and the EU for comparison with Korea

Sector	Specific Indicator	Korea	U.S	EU	
1. . Converging Research Investment (25% of weighting factor)	1-1. Investment in Converging Researches (100M KRW)	15,311	94,976	53,679	
	1-2. Investment increase rates from the last year (%)	-1	4.7	7	
	1-3. A portion of Converging Researches in the R&D budget (%)	11	5.7	48	
	1-4. Investment in the 3 sectors (100M KRW)	1-4-1. Bio-medicine	4,289	82,060	52,363
		1-4-2. Energy and environment			
1-4-3. ICT					
1-5. Investment against the GDP (%)	0.14	0.057	0.03		

- Use the data above to calculate the CRC for investment (CRC₁)to collect data from Korea, the U.S. and the EU

Sector	Specific Indicator	Korea	U.S	EU	
1. Converging Research Investment (25% of weighting factor)	1-1. Investment in Converging Researches (100M KRW)	0	20	9.6	
	1-2. Investment increase rates from the last year	0	14.2	20	
	1-3. A portion of Converging Researches in the R&D budget (%)	2.6	0	20	
	1-4. Investment in the 3 sectors (100M KRW)	1-4-1. Bio-medicine	0	20	12.4
		1-4-2. Energy and environment			
		1-4-3. ICT			
	1-5. Investment against the GDP	20	5	0	
Total	22.6	59.2	62		
Applying partial weighting factor (CRC ₁)	5.65	14.8	15.5		

□ Problem and Improvement

- It is difficult for any indicator to sufficiently collect data for an indicator at the development phase. In particular, the converging research sector has very little data due to different definition and management system for each country
- Currently, it is difficult to manage the converging research status in Korea and impossible to access data to the research unit. Problems include:
 - Difficulty in continuously tracking due to project reshuffling for each year
 - Difficulty in collecting statistical data for specific researches because the MEST collects integrated data from each division for other ministries
 - Discrepancy in statistical data depending on project and research categories
 - Miscalculated statistical data due to exclusion from or inclusion in converging research analysis from a small error in survey analysis evaluation by a researcher
- Establish a management entity through integrated plans for converging research management and require a system to precisely understand status and achievement
 - The Korean government propels to establish 'Converging Policy Research Center' and defines 'Developing Statistical Method and Management' as a major function
 - The center supports converging researchers, as well as develops, trains and documents research management systems

- Try to promote the CRS to major science and technology organizations including the OECD and attract statistical items and form international cooperation network based on the CRS to collect basic indicators and ask surveys for international comparison

- Trace and supplement indicators for continuous improvement and development in the converging research scoreboard for Korea to take a lead in converging researches