

성과 향상 R&D (연구개발) 시스템을 위한 솔루션 Package

“R&D 과제의 선정과 예산배분, 성과평가에 대한

객관적이고, 합리적이며, 신뢰성 있는 제도의 구축과 운영”

2008

[주]디시전사이언스

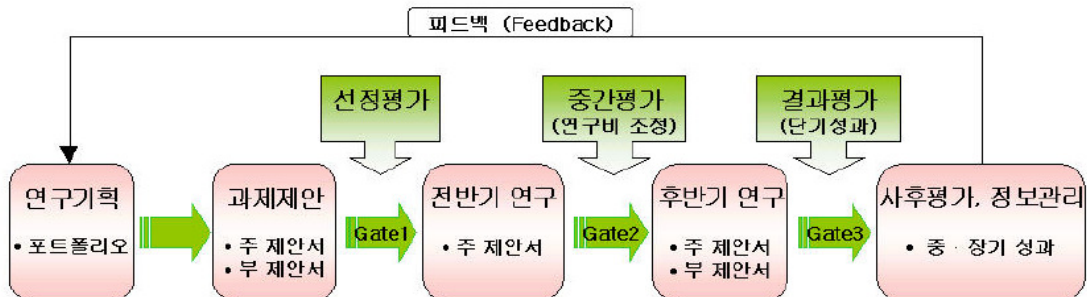
성과 향상 R&D (연구개발) 시스템을 위한 솔루션

Package

- 『과학기술정책연구원(STEPI)』에서 발간한 “이공계 정부출연연구기관의 연구생산성 제고를 위한 기관고유사업 성과평가모형 설계 및 활용방안(2005. 3)”에서는 연구개발 프로젝트(및 과제)의 성과향상을 체계화/과학화하기 위해 AHP와 DEA 방법론의 활용을 제안하였습니다. 이는 공·사(公·私)를 막론하고 모든 조직의 R&D 프로그램(및 과제)에 매우 유용하게 활용될 수 있을 것입니다.

- 주요 내용은 다음과 같습니다.

- 연구개발활동은 복합적 요인들이 영향을 미치기 때문에 측정에 어려움이 있으며 주관적 요소의 개입 여지가 매우 높음.
- 이를 극복하고 성과향상을 체계화하기 위해 연구개발활동에도 생산성에 대한 개념의 정립이 필요하며, 객관적이고 공정한 측정과 신뢰할 수 있는 평가를 수행하는 것이 매우 중요함.
- 신뢰할 수 있는 평가를 위해서는 단계별 연구개발활동에 대한 적합한 평가항목과 지표, 그리고 계량화를 통한 객관적이고 투명한 평가가 이루어져야 함.
- 이를 위해 계층분석법(AHP, Analytic Hierarchy Process), 자료포락분석(DEA, Data Envelopment Analysis), 그리고 선형계획법(LP, Linear Programming) 등 수리적 기법을 활용함.
- 연구생산성을 투입물이 산출물로 전환됨에 있어서의 경제성을 나타내는 “효율성”과 투입된 자원의 목표달성 및 가치창출 기여도를 나타내는 “효과성”으로 구분하여 측정 평가함.
- 구체적 업무흐름은 다음과 같음.

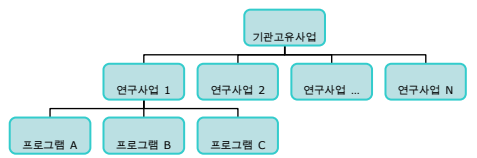
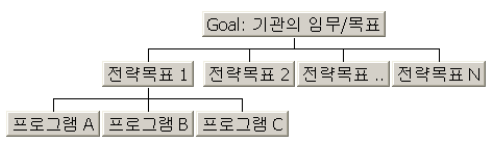
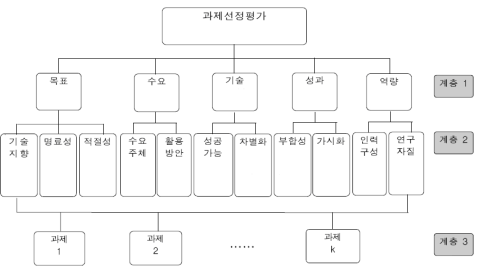
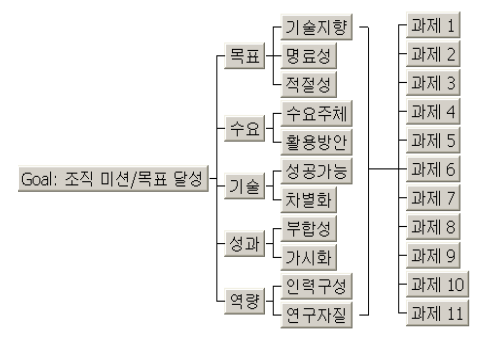


- 다음은 이 내용을 기반으로 수정·보완하여 공·사(公·私) 조직의 R&D(연구개발) 활동의

성과향상을 위한 선정평가, 중간평가, 결과평가 모형을 구현하는 방법론과 관련 소프트웨어를 일체화한 솔루션 Package와 그 활용에 관한 것 입니다.

제 1 부. R&D 과제 선정 시스템

개별적인 과정과 절차에 의해 이루어지는 과제선정과 연구수행결과와 평가를 서로 연계하는 시스템을 운용함으로써 평가의 일관성을 유지하고 불필요한 평가절차를 제거하여 효율성을 기하며 나아가 하나의 범주로 처리함으로써 객관성과 공정성, 그리고 합리성을 증대할 수 있어야 합니다.

과학기술정책연구원(STEPI) 모형의 내용	솔루션 Package 활용을 통한 구현	비고
<p>목표: 한정된 연구사업 예산을 최적으로 배분하여 연구 생산성을 극대화</p> <p>수단: 1. 기관의 임무와 목표에 부응하는 전략적 연구사업 도출 2. 포트폴리오 방법론을 적용한 과제별 자원배분</p>	<p>AHP 방법론, DEA 방법론과 관련 소프트웨어인 Expert Choice와 Frontier Analyst를 활용하여 STEPI의 제안 내용을 실제 구현함</p>	
<p>기관고유사업의 연구사업 및 프로그램 구성도</p> 	<p>기관고유사업의 미션 및 전략목표 달성 체계도</p> 	<p>핵심 사항을 보다 잘 반영할 수 있도록 제목을 변경함</p> <p>기관 임무/목표 달성과 이를 위한 전략이 R&D 프로그램(및 과제)의 선정기준임을 명확히 하고 이를 반영 함</p>
<p>수행 절차 및 내용</p> <p>1. AHP 분석 실시</p> <p>가. 계층구조(Hierarchy)를 형성한다 나. 쌍비교를 통하여 프로그램 별 중요도를 도출한다 다. 불일관성률이 0.1보다 큰지를 점검하여, 0.1보다 큰 경우에는 산출한 모든 값을 기각하고 쌍비교를 다시 시행한다</p> <p>*AHP는 입력자료에 대한 일관성 여부를 직접 파악할 수 있어 산출된 중요도에 대해 신뢰성을 확보할 수 있음.</p> <p>가. Hierarchy 형성: 기관고유사업 예산을 프로그램 단위로 배분하기 위해 기관의 임무와 사업의 목적에 따른 프로그램 단위 별 목표를 설정하고, 이들 목표를 달성하기 위하여 요구되는 각각의 기준을 마련함. 목표와 기준을 연구사업을 수행하는 전략적 단위의 프로그램과 함께 개념적인 계층구조를 형성함</p>  <p>나. 계층 요소(평가항목)간의 중요도 쌍비교: 다음으로 AHP 분석을 통하여 기준과 프로그램의 중요도를 도출함. 즉 기준과 대안(프로그램 또는 과제)의 중요도를 각각의 쌍비교(pairwise comparison)를 통해 도출함. 중요도의 산출은 계층별로 고유벡터(eigenvector)를 사용하여 계층별 중요도 값(local priority)을 구하고, 이를 토대로</p>	<p>수행 절차 및 내용</p> <p>1. AHP 분석 실시</p> <p>가. 계층구조(Hierarchy)를 구축한다 나. 쌍대비교(pairwise comparison)를 통하여 선정기준(전략 목표 등)과 프로그램 별 중요도를 도출한다 다. 비일관성비율이 0.1보다 큰지를 점검하여, 0.1보다 큰 부분에 대해서 쌍대비교 판단 값을 재검토한다</p> <p>가. Hierarchy 구축:</p>  <p>나. 계층 요소(평가항목)간의 중요도 쌍대비교: 다음으로 AHP 분석을 통하여 기준과 프로그램의 중요도를 도출함. 즉 기준과 대안(프로그램 또는 과제)의 중요도를 각각의 쌍대비교(pairwise comparison)를 통해 중요도를 도출함. 최종 중요도의 산출은 최하위 요소의 고유벡터(eigenvector)를 소속 cluster의 상위계층 요소의 고유벡터에 곱하고 이 과정을 최상위 계층까지 해감으로써 산출함</p>	<p>Hierarchy를 구성하는 것이 AHP분석의 가장 중요한 부분이며, Hierarchy가 구성된 다음에는 구성요소에 대하여 쌍대비교를 실시하여 중요도를 도출하는 것이 이를 반영하여 수정함</p> <p>일반적으로 많이 쓰는 용어로 변경함</p> <p>'위에서 아래로' 표시할 경우 많은 기준과 과제가 있는 Hierarchy는 표시하기가 어려우므로, '좌에서 우로' 표시하는 것이 보다 편리함</p>

차 하위계층의 요소 별로 종합적 중요도 값(global priority)을 도출해 낸

*AHP는 다목적, 다기준을 포함하는 의사결정이나 자원배분 등의 문제 해결에 유용하게 사용됨. 또한 AHP는 이해하기 쉽고 응용 가능한 체계로 이루어져 있으며 명확한 논리와 일관성이 있는 방법임

즉 계층을 구성하고 있는 모든 요소에 대하여 상위요소를 기준으로 쌍비교함. 아래 표는 '계층 1의 모든 요소'와 '계층 1의 "목표" 요소의 세부항목'에 대한 쌍비교 예임

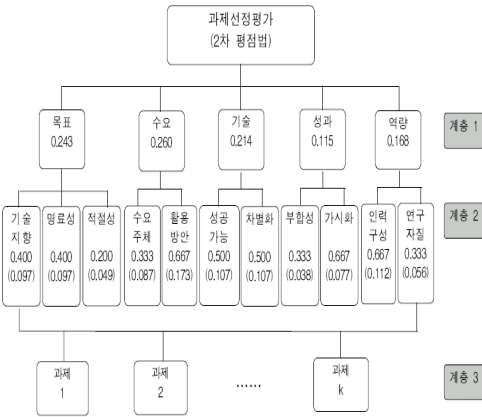
<계층 1의 요소(평가항목) 간의 중요도 쌍비교>

	목표	수요	기술	성과	역량
목표	1	1/2	1	3	2
수요	2	1	1	2	1
기술	1	1	1	2	1
성과	1/3	1/2	1/2	1	1
역량	1/2	1	1	1	1

<계층 1의 목표항목에 대한 세부항목 간의 중요도 쌍비교>

	기술지향	명료성	적절성
기술지향	1	1	2
명료성	1	1	2
적절성	1/2	1/2	1

위와 같은 방법으로 모든 요소에 대하여 쌍비교하고 통합한 결과가 hierarchy에 표시되어 있음. 예를 들어, "목표"의 중요도 값이 0.243이고 소속 세부항목 중 "기술지향"의 중요도 값이 0.400이므로 기술지향의 최종 중요도는 0.097(0.243*0.400)이 됨



다음으로 불일관성률(inconsistency ratio)을 측정하게 되는데 이는 사용될 자료의 일관성 정도를 나타내 주는 지표로써 이 값이 0.1을 초과할 경우에는 자료의 일관성이 결여된 것으로 간주하여 쌍비교를 다시 시행함. 예를 들어, 위 2개의 쌍비교 매트릭스의 불일관성률은 각각 0.05, 0.00으로 0.1보다 낮으므로 실제 적용에는 문제가 없음

<계층 1의 요소(평가항목) 간의 중요도 쌍대비교>

Compare with respect to: Goal: 조직 미션/목표 달성

	목표	수요	기술	성과	역량
목표		2.0	1.0	3.0	2.0
수요			1.0	2.0	1.0
기술				2.0	1.0
성과					1.0
역량					

Incon: 0.05

*쌍대비교 매트릭스에서 짙은 회색으로 표시된 부분은 매트릭스의 대각선에 위치하는 셀을 기준으로 역수의 관계로써 자동 산출되므로, 솔루션에서는 흰색 부분만 입력하면 됨

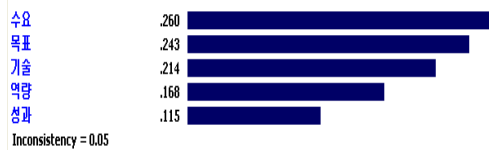
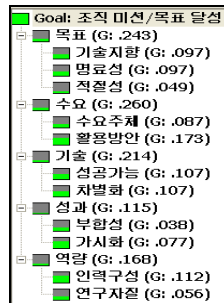
<계층 1의 항목에 대한 세부항목 간의 중요도 쌍대비교>

Compare the relative importance with respect to: 목표

	기술지향	명료성	적절성
기술지향		1.0	2.0
명료성			2.0
적절성			

Incon: 0.00

모든 요소에 대한 쌍대비교 결과를 통합한 최종 중요도(priority)를 솔루션에서 계산한 화면은 다음과 같음



위 그림에서 볼 수 있는 바와 같이, 비일관성비율(Inconsistency)이 각각 0.05, 0.00으로 기준인 0.1보다 낮으므로 수용할 수 있는 정도의 비일관성으로 나타남

왼쪽 그림은 맨 왼쪽의 쌍대비교 매트릭스를 솔루션에 입력한 그림임

inconsistency ratio의 범역을 일반적으로 많이 쓰는 비일관성비율로 변경함

솔루션에서는 inconsistency ratio가 쌍대비교 매트릭스 내에 즉시 자동으로 제시되고 있어 비일관성비율을 별도로 계산할 필요가 없어 편리함

2. 과제 선정 평가

과학기술평가연구원의 책자에서는 과제 선정평가와 관련하여 주 제안서와 부 제안서를 평가하는 독특한 방법을 제안하고 있음. 주 제안서는 핵심적인 연구개발활동과 최저 수준의 예산을 포함하는 연구계획서이며, 부 제안서는 주 제안서의 연구효과를 향상시키기 위하여 추가비용을 들여 수행하고자 하는 연구계획서임

프로그램 별 응모과제 평가는 과제 별로 주 제안서를 우선 심의 평가하고, 주 제안서 통과 시에만 부 제안서를 평가함

가. 주 제안서 평가

(1) 1단계 평가: 과제의 통과 여부를 결정하는 단계로 구체적 예는 아래 표와 같음

평가 항목	적격 여부		
	적격	보통	부적격
타 연구와의 중복성	0		
해당 연구사업(프로그램)의 목표 및 취지와 부합성	0		
참여 연구인력의 전문성	0		
연구기자재 확보 및 활용계획의 적합성	0		
과제 수행에 요구되는 경제·사회·기술적 환경의 적절성			0
⋮			
※ 통과기준 : 부적격이 두 항목 이상일 경우 기각			
평가결과 : 통과 (0), 기각 ()			

주) 구체적인 평가항목 선정은 별도의 방법과 절차를 통해 결정.

(2) 2단계 평가: “과학·기술적인 가치” 부문에 대한 평가를 통해 역시 과제의 통과 여부를 결정함. 이를 위해 아래와 같이, 평가척도의 결정, 평가척도에 대한 쌍비교 및 평가척도의 중요도 산출, 주 제안서에 대한 평가 등의 단계를 거칠 것을 제안하고 있음

<평가척도에 대한 (AHP) 쌍비교>

	아주 우수	우수	보통	미흡
아주 우수	1	2	4	8
우수	1/2	1	4	6
보통	1/4	1/4	1	3
미흡	1/8	1/6	1/3	1

<평가척도의 중요도 (표준화 값)>

평가척도	중요도 값
아주 우수	0.500 (1.000)
우수	0.332 (0.665)
보통	0.117 (0.234)
미흡	0.051 (0.102)

2. 과제 선정 평가

가. 주 제안서 평가

(1) 1단계 평가: 좌와 동

(2) 2단계 평가:

<평가척도에 대한 (AHP) 쌍대비교>

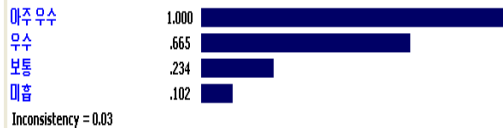
Compare the relative importance with respect to: Goal				
	아주 우수	우수	보통	미흡
아주 우수		2.0	4.0	8.0
우수			4.0	6.0
보통				3.0
미흡				

Incon: 0.03

<평가척도의 중요도>



<평가척도의 중요도 (표준화 값)>



1단계 평가는 기관이나 과제에 따라 필요하지 않을 수도 있음

평가척도에 대해 쌍대비교 및 중요도를 도출하는 것은 제안 과제가 많을 경우, 각 기준에 대하여 제안 과제 모두를 쌍대비교하는 노력을 줄이기 위한 것임

평가척도는 필요에 따라 증감할 수 있음(예, 아주 우수, 우수, 보통, 미흡, 아주 미흡 등 5단계)

<주 제안서 평가: "과학·기술적인 가치" 부문에 대한 평가>

평가항목 ^{주)}	중요도 값	평가 척도				평가치	비 고
		아주 우수 (1.000)	우수 (0.665)	보통 (0.234)	미흡 (0.102)		
연구개발 목표의 세계적인 수준	0.170		0			0.113	연구개발 목표달성 여부는 차후 연구성과 평가시 큰 비중으로 반영
연구개발 내용의 창의성/혁신성/완결성	0.385	0				0.385	
연구개발 추진전략 및 체계의 완성도	0.239		0			0.159	
상·하류 연구개발 부문의 연계성	0.067			0		0.016	
과학·기술적 파급효과	0.129		0			0.086	
평가치 합 (항목별 중요도 값과 평가척도의 곱을 합산)							0.769
2단계 평가점 (평가치 합 × 기준)							0.769 × 30 = 23.07
평가결과 ("2단계 평가점"이 18 미만의 과제는 기각(0), 기각()							

주) 구체적인 평가항목 선정 및 항목간의 중요도 값은 별도의 방법과 절차를 통해 계층분석법을 활용하여 결정. 연구유형별로 달리 선정·사용함.

(3) 3단계 평가: 1, 2 단계 평가를 통과한 과제들을 대상으로 연구사업 및 프로그램 구성도를 기반으로 AHP 분석을 실시함. 이 분석은 한정된 자원의 효율적 배분과 생산성의 극대화를 위해 평가항목에 '연구비'를 포함시키고 중요도를 충분히 높임으로써 신청 연구비가 실질 소요비용에 근접하도록 함

연구비의 평가는 응모과제 간에 계상된 단위기간의 연구비(예, 1년간의 소요비용)의 상대적인 비교를 통해 이루어짐. 예를 들어, 최저 연구비를 계상한 과제를 만점으로 하고, 최대 연구비를 계상한 과제는 0점을 부여하며, 중간 순위의 과제는 일정 방식에 의해 점수를 부여함

평가항목 ^{주)}	중요도 값	평가 척도				평가치
		아주 우수 (1.000)	우수 (0.665)	보통 (0.234)	미흡 (0.102)	
계승 1	계승 2					
목표 (0.243)	목표의 중·장기적인 기술지향성 (0.400)	0.097	0			0.097
	목표의 명료성 및 구체성 (0.400)	0.097		0		0.065
	최종목표대비 연차별 연구목표의 적절성 (0.200)	0.049	0			0.049
수요 (0.290)	기술수요 주체의 명확성 (0.333)	0.087	0			0.087
	활용방안의 명확성 (0.667)	0.173		0		0.040
기술 (0.214)	기술개발 성공 가능성 (0.500)	0.107		0		0.071
	선진국과의 경쟁 및 차별화의 승산 (0.500)	0.107	0			0.107
성과 (0.115)	개발대상 기술의 중·장기 발전 방향과의 부합성 (0.333)	0.038		0		0.025
	향후 성과의 가시화 (0.667)	0.077		0		0.051
역량 (0.168)	연구인력 구성의 적절성 (0.667)	0.112	0			0.112
	연구책임자의 자질 (0.333)	0.056	0			0.056
평가치 합 (항목별 중요도 값과 평가척도의 곱을 합산)						0.760
2차 평점 (평가치 합 × 기준)						0.760 × 55 = 41.8
연구비 평가						
연구비 평점 (기준: 15)						14 (12 과제 중 3위)
3단계 평가점 (2차 평점 + 연구비 평점)						41.8 + 14 = 55.8

주) 구체적인 평가항목 선정 및 항목간의 중요도 값은 별도의 방법과 절차를 통해 계층분석법을 활용하여 결정. 연구유형별로 달리 선정·사용함. ()는 평가항목의 각 계층에서의 중요도 값

<주 제안서 평가: "과학·기술적인 가치" 부문에 대한 평가>

매주 우수		우수		보통		미흡	
1 (1.000)		2 (.665)		3 (.234)		4 (.102)	
Move							
Ideal mode							
AID	Alternative	Total	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS
			연구개발 목표의 세계적 연 수준 (G: .170)	연구개발 내용의 창의성/혁신성/완결성 (G: .395)	연구개발 추진전략 및 체계의 완성도 (G: .239)	상하류 연구개발 부문과의 연계성 (G: .067)	과학기술적 파급효과 (G: .129)
A1	과제 1	768	우수	매주 우수	우수	보통	우수

왼쪽 그림에서 Total 점수가 일정점수(예, 0.6) 미만인 과제는 탈락시킬 수도 있음 것임 (*STEPI의 경우처럼, 기존 점수 30점 등을 또 곱하여 18점 미만인 경우에 탈락시키는 것처럼 2중 계산할 필요는 없는 것으로 보임)

솔루션을 활용하여 하나의 표에서 모든 평가 완료할 수 있음(Total 란에 있는 값이 0.769로 왼쪽에 있는 표의 값과 동일)

(3) 3단계 평가: 미션 및 전략목표 달성 체계도 기반 AHP 분석

연구비 평가는 1년간의 소요비용이 아니라, 수년 간에 걸쳐 소요될 총 비용을 대상으로 하는 것을 고려할 필요가 있음(단, 편성/배정/집행은 연간단위)

매주 우수		우수		보통		미흡		
1 (1.000)		2 (.665)		3 (.234)		4 (.102)		
Move								
Ideal mode								
AID	Alternative	Total	목표	목표	수요	기술	성과	
			기술지향성 (G: .097)	명료성 (G: .097)	적절성 (G: .049)	수요주체 설명력 (G: .173)	성공가능 (G: .107)	개발과 부합성 (G: .107)
A1	과제 1	760	매주 우수	우수	매주 우수	매주 우수	우수	

왼쪽 표에서 Total 점수가 일정점수(예, 0.6) 미만인 경우에는 탈락시킬 수도 있음 것임(*STEPI의 경우처럼, 기존 점수 55점 등을 또 곱하는 등 이중 계산을 할 필요는 없는 것으로 보임)

특히, 연구비 평점은 방법이나 기준의 합리성을 찾기가 쉽지 않으며, 포트폴리오 분석의 관점에서도 활용 가치가 크지 않음. 연구비는 프로그램이나 과제 별 B/C 분석 시 별도의 요소(즉 비용 요소)로 활용하고, 이를 토대로 포트폴리오 최적화 분석을 하는 것이 보다 효과적임

뿐만 아니라, 부 제안서를 별도로 만들고 이를 추가 평가하는 것도 업무를 필요 이상으로 과중하게 하는 면이 있음

나. 부 제안서의 평가

부 제안서 평가는 연구비의 효율을 나타내는 '한계편익 (marginal benefit, 증분편익(부 제안서의 종합평점)/상대적 증분비용(제안서의 연구비에 대한 확장 연구비의 비율))'의 개념을 도입하여 평가함

우선 증분비용을 세밀히 검토하여 부적절 판정을 받으면 제안을 기각함. 구체적 예는 아래 표와 같음

<부 제안서의 비용효과 분석>

비용 효과 분석	
주 제안서의 연구비	1,000
부 제안서의 연구비	200
상대적 증분비용 (0.3 이상이면 기각)	0.2 (= $\frac{\text{확장연구비}}{\text{주연구비}}$)
평가결과 :	통과(O), 기각()

다음으로 AHP 분석을 통하여 추가연구계획의 적정성과 효율성을 평가하고 증분편익을 산출함. 평가항목으로는, 예를 들어, "상용화 가능성", "성과", "역량" 등과 관련된 항목을 사용함. 여기서도 증분편익이 일정기준 이하인 부 제안서는 기각함. 증분편익이 일정기준 이상인 과제를 대상으로 상대적 증분비용에 대한 증분편익의 비율로 한계편익을 산정함. 구체적 예는 아래 표와 같음

한계편익을 과제선정 및 자원배분 시 우선순위의 기준으로 활용함

<부 제안서의 적절성 평가>

증분편익 분석						
평가항목 ^{*)}	중요도 값	평가척도				평가치
		아주 우수	우수	보통	미흡	
계층 1	계층 2					
상용화 가능성 (0.50)	기술이전 가능성 (0.667)	0.333	O			0.333
	시장조성 환경의 적절성 (0.333)	0.167	O			0.111
성과 (0.25)	개발대상 기술의 중·장기 발전 방향과의 부합성 (0.333)	0.083	O			0.055
	기반의 가시화된 성과물로의 인정 가능성 (0.667)	0.167	O			0.111
역량 (0.25)	연구인력 구성의 적절성 (0.667)	0.167	O			0.167
	연구책임자의 자질 (0.333)	0.083	O			0.083
평가치 합 (항목별 중요도 값과 평가척도의 곱을 합산)		0.890				
증분편익 (평가치 합 × 기준, 60 미만 기각)		0.890 × 100 = 89				
평가결과 :		통과(O), 기각()				

↓ 한계편익 분석

증분편익	89
상대적 증분비용	0.2 = 430

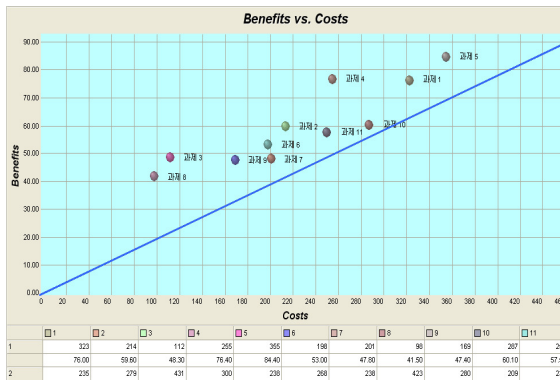
*) 구체적인 평가항목 선정 및 항목간의 중요도 값은 별도의 방법과 절차를 통해 계층분석법을 활용하여 결정. 연구유형별로 달리 선정·사용함. ()는 평가항목의 각 계층에서의 중요도 값

나. 본 평가

(1) 우선 탈락된 제안과제를 제외한 고려 대상 제안과제에 대하여 아래 표에서 볼 수 있는 바와 같이 효율과 비용이 모두 판단함 (Total 란에 있는 값이 각 과제의 효율이며 Costs 란에 있는 값이 예산 비용임)

Alternative	Total	Costs	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS	RATINGS
			기술개발 (G. 097)	목적성 (G. 097)	목적 수 (G. 097)	수용 수 (G. 097)	수용 수 (G. 173)	기술 성공가능 (G. 107)	기술 위험 (G. 107)	성과 부합성 (G. 038)	성과 가치 (G. 077)	역량 연구개발 (G. 112)	역량 연구개발 (G. 056)
과제 1	760	323	매우 우수	우수	매우 우수	매우 우수	보통	우수	매우 우수	우수	우수	매우 우수	매우 우수
과제 2	536	214	우수	보통	보통	매우 우수	매우 우수	미흡	우수	우수	보통	우수	우수
과제 3	483	112	보통	우수	우수	보통	미흡	매우 우수	우수	보통	우수	우수	보통
과제 4	754	255	매우 우수	우수	매우 우수	우수	매우 우수	보통	우수	매우 우수	매우 우수	우수	우수
과제 5	844	355	보통	우수	매우 우수	매우 우수	매우 우수	우수	매우 우수	우수	매우 우수	매우 우수	매우 우수
과제 6	530	190	우수	우수	보통	미흡	보통	우수	우수	보통	우수	우수	우수
과제 7	478	201	우수	우수	보통	매우 우수	우수	보통	미흡	보통	우수	보통	보통
과제 8	415	98	보통	보통	우수	우수	보통	우수	미흡	매우 우수	우수	보통	보통
과제 9	474	169	보통	보통	보통	우수	우수	보통	우수	보통	우수	우수	보통
과제 10	601	287	매우 우수	매우 우수	우수	우수	우수	보통	미흡	우수	매우 우수	보통	우수
과제 11	578	250	미흡	미흡	우수	보통	우수	매우 우수	우수	보통	우수	매우 우수	우수

(2) 그런 다음, 각 과제에 대해 B/C 분석을 실시함. 아래 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 모든 과제가 대각선 위에 있는데, 이 경우 대각선에서 멀리 있는 과제일수록 B/C 비율이 높은 과제일 가능성이 있으며, 구체적인 수치는 그림의 아랫부분에 있는 표에서 확인할 수 있음(분석의 편의를 위해 효율은 위 표에 있는 효율값*100을 함).



여기서 주의해야 할 사항은 예산의 범위 내에서 B/C 비율이 높은 사업부터 예산을 지원하고 나머지는 탈락시키는 방식을 취하면 예산의 최적화를 이룰 것으로 생각하기 쉬우나 거의 대부분의 경우 그렇지 않다는 것임. 예산의 최적화를 위해서는 앞에서와 같이 개별 과제 별 B/C 비율 값을 참고로 하되 포트폴리오 관점에서 최적화 분석을 실시해야 함.

(3) 포트폴리오 관점에서 최적화 분석을 실시하기 위해서는, 프로젝트의 상관관계, 리스크, 제약조건(예, 부서당 최소 1개 프로젝트 선정, 사장 지시사항 등) 등을 고려하여야 함.

■ 프로젝트의 상관관계 반영: 프로젝트(및 과제) 간에 어떤 형태의 관계가 있는 경우가 많으며 이를 반영해야 함(M: 상호의존적 관계, X: 상호배타적 관계, D: 어느 하나가 다른 하나에 종속된 관계 등)

	과제 1	과제 2	과제 3	과제 4	과제 5	과제 6	과제 7	과제 8	과제 9	과제 10	과제 11
과제 1	■										
과제 2		■									
과제 3			■								
과제 4				■							
과제 5					■						
과제 6						■					
과제 7							■				
과제 8								■			
과제 9									■		
과제 10										■	
과제 11											■

Legend
 D: The row element depends upon the column element. The row element is not funded unless the column element is funded.
 M: The row and the column are mutually dependent; both must be funded or neither is funded.
 X: The row and the column are mutually exclusive; funding one precludes funding the other.

부 제안서 평가 없이 바로 본 평가를 실시할 수 있음

STEPI가 제안하는 비용 효과분석은 "부 제안의 연구비/주 제안의 연구비"로써, 본래의 B/C 분석과는 거리가 있을 뿐만 아니라 기각의 기준이 되는 상대적 증분비용 0.3의 타당성도 확인하기 어려움

또한 과제 별 한계편익을 과제 선정 및 자원배분의 기준으로 삼는 것은 자원 배분의 최적화와 거리가 있으며, 선진국의 경우처럼 포트폴리오 최적화의 관점에서 과제를 선정하고 자원을 배분하는 것이 보다 타당함

- 프로젝트의 리스크 반영: 프로젝트(및 과제) 별로 성공가능성 등 AHP 분석 등을 통해 도출된 효용에 영향을 미칠 리스크를 반영함. 아래 그림은 과제 2, 과제 6, 과제 10의 리스크가 각각 0.2, 0.5, 0.15인 예를 나타냄

Import as Risks		Import as Probability of Success	
Instructions: Import from associated Risk model or... enter a value between 0 and 1 for either the Risk or Probability of Success			
Alternatives	Benefits	Risks	Probability of Success
과제 1	.760	0	1.0000
과제 2	.596	0.2	0.8000
과제 3	.483	0	1.0000
과제 4	.764	0	1.0000
과제 5	.844	0	1.0000
과제 6	.530	0.5	0.5000
과제 7	.478	0	1.0000
과제 8	.415	0	1.0000
과제 9	.474	0	1.0000
과제 10	.601	0.15	0.8500
과제 11	.575	0	1.0000

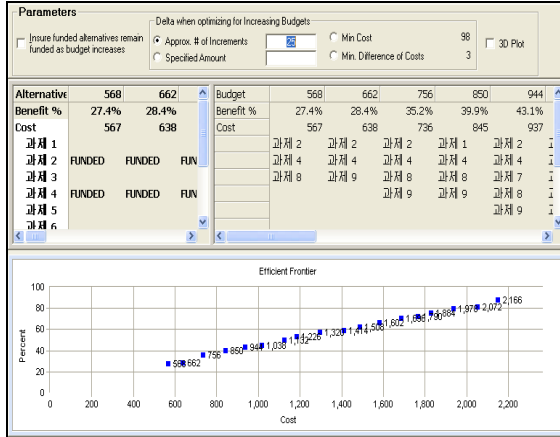
- 프로젝트의 그룹 상황 반영: 어떤 그룹에 속한 프로젝트(및 과제) 중에서(예, 기초연구, 응용연구, 개발연구 등), 최소 1개 이상의 프로젝트(및 과제)가 선택되도록 하거나, 1개만 선택되도록 하거나, 1개 이하가 선택되도록 하는 등의 제약조건을 반영할 수 있음.

Alternatives	Group	Alternative
과제 1	기초연구	과제 1
과제 2	기초연구	과제 2
과제 3	기초연구	과제 3
과제 4	기초연구	과제 4
과제 5	기초연구	과제 5
과제 6	기초연구	과제 6
과제 7	기초연구	과제 7
과제 8	기초연구	과제 8
과제 9	기초연구	과제 9
과제 10	기초연구	과제 10
과제 11	기초연구	과제 11

- 기타 여러 가지 필요한 제약조건을 둘 수도 있음.
- 예산 최적화(optimization): 필요한 모든 제약조건이 반영하면 다음과 같이 최적화(optimization) 결과가 자동으로 나타남. 다음 예에서는 과제 11개를 모두 추진하기 위해서는 총 2,462억원이 필요하나 예산이 1,500억원인 경우를 나타냄. 최적화 결과 과제 2, 3, 6, 7, 11은 탈락되고 과제 1, 4, 5, 8, 9, 10이 선정됨

Budget Limit 1500	Expected Benefits 3.7579	% 62.32	Set Base Case <input checked="" type="checkbox"/> Feasibility Switch <input checked="" type="checkbox"/> AutoSolve																																																																																																
Funded Cost 1,487	Base Case Maximum 6,0456	=																																																																																																	
Ignore <input type="checkbox"/> Musts <input type="checkbox"/> Must Not <input type="checkbox"/> Custom Constraints <input type="checkbox"/> Dependencies <input type="checkbox"/> Groups <input type="checkbox"/> Funding Pools <input type="checkbox"/> Risks																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Alternative</th> <th>Funded</th> <th>E.Benefit</th> <th>Cost</th> <th>Partial</th> <th>Min %</th> <th>Must</th> <th>Must Not</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>과제 1</td><td>YES</td><td>.7600</td><td>323</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>과제 2</td><td>NO</td><td>.4768</td><td>214</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>과제 3</td><td>NO</td><td>.4830</td><td>112</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>과제 4</td><td>YES</td><td>.7640</td><td>255</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>과제 5</td><td>YES</td><td>.8440</td><td>355</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>과제 6</td><td>NO</td><td>.2650</td><td>198</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>과제 7</td><td>NO</td><td>.4780</td><td>201</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>과제 8</td><td>YES</td><td>.4150</td><td>98</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>과제 9</td><td>YES</td><td>.4740</td><td>169</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>과제 10</td><td>YES</td><td>.5109</td><td>287</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>과제 11</td><td>NO</td><td>.5750</td><td>250</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table>				Alternative	Funded	E.Benefit	Cost	Partial	Min %	Must	Must Not	과제 1	YES	.7600	323	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	과제 2	NO	.4768	214	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	과제 3	NO	.4830	112	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	과제 4	YES	.7640	255	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	과제 5	YES	.8440	355	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	과제 6	NO	.2650	198	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	과제 7	NO	.4780	201	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	과제 8	YES	.4150	98	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	과제 9	YES	.4740	169	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	과제 10	YES	.5109	287	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	과제 11	NO	.5750	250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alternative	Funded	E.Benefit	Cost	Partial	Min %	Must	Must Not																																																																																												
과제 1	YES	.7600	323	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																												
과제 2	NO	.4768	214	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																												
과제 3	NO	.4830	112	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																												
과제 4	YES	.7640	255	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																												
과제 5	YES	.8440	355	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																												
과제 6	NO	.2650	198	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																												
과제 7	NO	.4780	201	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																												
과제 8	YES	.4150	98	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																												
과제 9	YES	.4740	169	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																												
과제 10	YES	.5109	287	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																												
과제 11	NO	.5750	250	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																												

■ 조직의 효율곡선(efficient curve) 도출: 위와 같은 분석의 결과, 아래 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 최종적으로 조직의 효율곡선을 도출할 수 있음. 이를 활용하여 회계 예산의 증감 사유가 발생한 경우 예산 최적화를 달성할 수 있도록 프로그램(및 과제)의 추진 여부를 신속하게 결정할 수 있게 됨. 뿐만 아니라 특정 과제의 조기 달성, 중단, 신규 과제의 대두 등의 경우 조직 성과에 미치는 영향을 즉시 확인할 수도 있음.

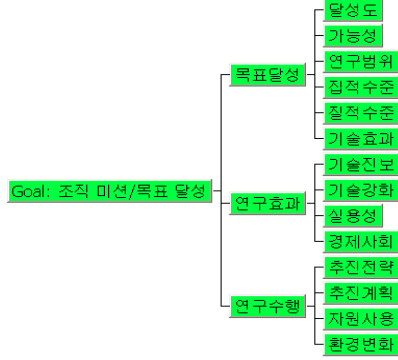


제 2 부. R&D 과제 중간 평가 시스템

연차 또는 단계 평가로써의 중간평가는 과제의 연구성과 및 과제의 기관에 대한 기여도를 점검, 평가함으로써 연구의 생산성을 제고하는 것이 목적으로, 이를 위해 수리계획 모형을 구축하여 연구생산성을 최대화할 수 있는 연구과제의 조합을 도출해 내고 과제의 우선순위에 따라 연구비의 증감 등을 실행하여 연구과제에 대한 최적의 자원배분을 달성해야 합니다.

중간평가는 목적에 따라 진행평가와 중단평가로 분류하는데, 진행평가는 과제의 진행 상황을 점검하고 과제의 성공적인 수행을 위해 여러 가지 대책을 수립하기 위한 것이며, 중단평가는 현재까지의 연구 상황에 비추어 볼 때 본래의 목표와 부합되지 않거나 대내외적 사유로 인하여 성공적인 수행이 어렵다고 판단되는 과제를 조기에 찾아내어 중단시키는 것입니다.

과학기술정책연구원(STEPI) 모형 내용	솔루션 Package 활용을 통한 구현	비고
<p>목표: 한정된 연구사업 예산을 최적으로 배분하여 연구 생산성을 극대화</p> <p>수단: 1. 과제의 기관의 임무 및 목표 등에 대한 기여도 점검 2. 포트폴리오 방법론을 적용한 과제별 자원배분</p>	<p><좌 동></p>	
<p style="text-align: center;">수행 절차 및 내용</p> <p>1. 진행 평가</p> <p>과제의 성과가 아직 구체화되지 않은 시점으로 다음과 같은 항목을 중심으로 평가할 것을 제안하고 있음</p> <p>가. 명확한 목표설정 나. 기술적 업무의 성공적 수행 다. 적절한 인력활용 라. 일정 및 계획의 달성 마. 이들 요소에 대한 모니터링 및 적절한 피드백 바. 외부환경 변화에 대한 대처 능력 등</p> <p>2. 중단 평가</p> <p>해결하기 어려운 기술적 문제의 봉착, 대내외적 환경의 변화, 기관에 대한 기여도의 유명무실화 등으로 기술개발의 의미를 상실한 연구과제를 가능한 한 조기에 파악, 중단시키거나 연구비를 삭감함으로써 불필요한 자원의 소모를 방지하고 다른 가치 있는 과제에 재분배할 수 있도록 함</p> <p>가. Hierarchy 형성: 목표달성, 연구효과, 연구수행 및 관련 세부 평가항목으로 다음 예와 같이 hierarchy를 형성함</p>	<p style="text-align: center;">수행 절차 및 내용</p> <p>1. 진행 평가 및 중단 평가</p> <p>가. Hierarchy 구축: 목표달성, 연구효과, 연구수행 및 관련 세부 평가항목으로 다음 예와 같이 hierarchy를 구축함</p>	<p>포트폴리오 분석을 위한 검토 자료로 진행평가와 중단 평가를 실시하는 것으로 이해하면 좋을 것임. 진행 및 중단에 대한 최종 결정은 새로운 포트폴리오 분석을 통해서 하는 것이 보다 타당한 것으로 판단됨. 선진국들도 진행 과제, 신규 과제 등 모든 과제를 하나의 포트폴리오로 구성하여 분석함으로써 진행 과제와 중단 과제를 도출하고 있으며, 자원배분의 최적화를 달성하고 있음.</p>



<등급 척도>

Intensity Name	Priority
아주 우수	1.0000
우수	.6650
보통	.2340
미흡	.1020

나. 계층 요소(평가항목)간의 중요도 쌍비교: 다음으로 선정 평가에서와 마찬가지로 계층을 구성하고 있는 모든 요소에 대하여 상위요소를 기준으로 쌍비교함. 아래 표는 '계층 1의 요소'에 대한 쌍비교 값과 그 중요도의 예임.

나. 계층 요소(평가항목)간의 중요도 쌍대비교: 다음으로 선정 평가에서와 마찬가지로 계층을 구성하고 있는 모든 요소에 대하여 상위요소를 기준으로 쌍대비교함. 아래 표는 '계층 1의 요소'에 대한 쌍대비교 값과 그 중요도의 예임.

<계층 1의 요소(평가항목) 간의 중요도 쌍비교>

	목표달성	연구효과	연구수행
목표달성	1	1/2	2
연구효과	2	1	2
연구수행	1/2	1/2	1

<계층 1의 요소(평가항목) 간의 중요도 쌍대비교>

	목표달성	연구효과	연구수행
목표달성		2.0	2.0
연구효과			2.0
연구수행			Incon: 0.05

< 계층 1의 요소(평가항목) 간 중요도 값 >

평가항목	중요도 값
목표달성	0.311
연구효과	0.493
연구수행	0.196

< 계층 1의 요소(평가항목) 간 중요도 값 >



다. 과제의 종합평점 산출: Hierarchy를 구성하고 있는 모든 요소에 대한 쌍비교가 끝나면, 이를 바탕으로 과제의 종합평점을 산출함. 아래 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 각 열에 있는 모든 평가항목에 대하여 각 과제를 평가하고, 이를 통합함.

다. 과제의 종합평점 산출: Hierarchy를 구성하고 있는 모든 요소에 대한 쌍대비교가 끝나면, 이를 바탕으로 과제의 종합평점을 산출함. 아래 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 각 열에 있는 모든 평가항목에 대하여 각 과제를 평가하고, 이를 통합함.

과제	목표달성 평점	목표달성		연구효과		연구수행		종합평점
		담당도	가능성	연구범위	집적수준	기술효과	기술진보	
1	0.257	아주우수	우수	아주우수	우수	우수	아주우수	0.0628
2	0.222	아주우수	아주우수	우수	우수	보통	우수	0.0396
3	0.181	우수	우수	보통	우수	우수	우수	0.0356
4	0.203	보통	아주우수	우수	아주우수	보통	아주우수	0.0628
5	0.270	아주우수	아주우수	우수	우수	아주우수	우수	0.0628
6	0.263	보통	아주우수	아주우수	아주우수	아주우수	아주우수	0.0628
7	0.108	보통	보통	우수	보통	우수	미흡	0.0356
8	0.127	미흡	아주우수	미흡	아주우수	미흡	보통	0.0356
9	0.222	아주우수	미흡	아주우수	미흡	아주우수	아주우수	0.0396
10	0.280	아주우수	아주우수	아주우수	아주우수	우수	아주우수	0.0628

Used node	RATINGS													
	목표달성	목표달성	목표달성	목표달성	목표달성	연구효과	연구효과	연구효과	연구효과	연구수행	연구수행	연구수행	연구수행	연구수행
Alternative Total	(G: 0.020)	(G: 0.020)	(G: 0.056)	(G: 0.056)	(G: 0.020)	(G: 0.051)	(G: 0.106)	(G: 0.106)	(G: 0.171)	(G: 0.121)	(G: 0.567)	(G: 0.402)	(G: 0.343)	(G: 0.587)
과제 1	0.05	아주우수	우수	아주우수	우수	우수	아주우수	아주우수	아주우수	우수	보통	아주우수	아주우수	미흡
과제 2	0.05	아주우수	아주우수	우수	우수	보통	우수	아주우수	우수	우수	아주우수	우수	보통	우수
과제 3	0.05	우수	우수	보통	우수	우수	보통	아주우수	아주우수	우수	우수	미흡	아주우수	아주우수
과제 4	0.05	보통	아주우수	아주우수	보통	아주우수	보통	아주우수	아주우수	아주우수	아주우수	우수	우수	우수
과제 5	0.05	아주우수	아주우수	우수	우수	아주우수	우수	보통	보통	아주우수	보통	미흡	우수	우수
과제 6	0.05	보통	아주우수	아주우수	아주우수	아주우수	아주우수	아주우수	우수	우수	아주우수	아주우수	우수	아주우수
과제 7	0.05	보통	보통	우수	보통	우수	미흡	보통	보통	아주우수	미흡	우수	보통	미흡
과제 8	0.05	미흡	아주우수	미흡	아주우수	미흡	보통	보통	아주우수	보통	아주우수	우수	우수	보통
과제 9	0.05	아주우수	미흡	아주우수	아주우수	아주우수	미흡	미흡	아주우수	아주우수	아주우수	아주우수	우수	아주우수
과제 10	0.05	아주우수	아주우수	아주우수	아주우수	우수	아주우수	아주우수	아주우수	아주우수	아주우수	아주우수	우수	보통

솔루션을 활용하여 하나의 표에서 모든 평가를 완료함

과제	연구과제 평점	기술개발				연구수행 평점	환경변화				
		기술개발 0.1695	기술개발 0.1095	실용성 0.1710	경제사회 0.1215		추진전략 0.0567	추진계획 0.0482	자원사용 0.0345	환경변화 0.0567	
1	과제 1	0.343	매우우수	매우우수	우수	보통	0.165	매우우수	매우우수	미흡	매우우수
2	과제 2	0.402	매우우수	우수	우수	매우우수	0.085	우수	보통	우수	보통
3	과제 3	0.376	보통	매우우수	매우우수	우수	0.134	우수	미흡	매우우수	매우우수
4	과제 4	0.339	보통	보통	매우우수	매우우수	0.149	매우우수	우수	우수	우수
5	과제 5	0.251	우수	보통	보통	매우우수	0.079	보통	미흡	우수	우수
6	과제 6	0.361	매우우수	우수	우수	우수	0.185	매우우수	매우우수	우수	매우우수
7	과제 7	0.230	보통	보통	매우우수	미흡	0.078	우수	보통	우수	미흡
8	과제 8	0.285	보통	매우우수	보통	매우우수	0.135	우수	우수	보통	매우우수
9	과제 9	0.272	미흡	미흡	매우우수	우수	0.185	매우우수	매우우수	우수	매우우수
10	과제 10	0.493	매우우수	매우우수	매우우수	매우우수	0.125	매우우수	우수	우수	보통

주) 점수상자안의 숫자는 해당 평가항목의 종합지(Global) 중요도 값을 나타냄.
주) 예컨대, '과제 1'의 '목표달성 평점'부분은 세부평가항목의 종합지 중요도의 값과 평가척도의 값의 곱을 합산한 것임.

라. 연구과제의 최적 조합 도출: 프로그램 단위 별 최적의 예산배분을 위해서는 한정된 예산과 기타 자원의 제한 조건 하에서 기관의 연구생산성을 최대로 창출할 수 있는 연구과제들의 조합을 찾아야 함. 이를 위해 과제의 종합평점과 함께 연구비 규모를 반영하여 기관의 이익을 최대화하는 수리계획 모형을 구축함.

<과제의 종합평점 및 연구비 등>

과제	종합평점*	연구비 (단위: 천만 원)		연구부서
		금년도 수행 연구비	차년도 신청 연구비	
1	0.765	20	25	1
2	0.709	20	20	2
3	0.701	30	30	1
4	0.691	35	30	3
5	0.600	30	25	4
6	0.809	15	18	5
7	0.416	30	30	2
8	0.547	30	30	1
9	0.679	10	15	3
10	0.908	20	25	4

주) 종합평점 (목표달성, 연구효과, 연구수행 부분의 평점을 모두 합산한 값)

<기관 이익 최대화 수리계획 모형>

모형에서 각 과제의 종합평점을 목적함수의 계수로 사용하였으며 제약식 ①은 각 과제의 연구비 총액에 대한 프로그램 예산을 나타내며 제약식 ② ~ ⑥은 각 부서 또는 팀별 집행 연구비 대비 배분될 연구비의 상한선과 하한선을 나타냄.

$$\begin{aligned}
\text{Maximize } & 0.765X_1 + 0.709X_2 + 0.701X_3 + 0.691X_4 + 0.600X_5 + 0.809X_6 \\
& + 0.416X_7 + 0.547X_8 + 0.679X_9 + 0.908X_{10} \\
\text{Subject to } & 20X_1 + 20X_2 + 30X_3 + 35X_4 + 30X_5 + 15X_6 + 30X_7 + 30X_8 \\
& + 10X_9 + 20X_{10} \leq 210 \quad \dots\text{①} \\
& (20+30+30) \times 0.8 \leq 25X_1 + 30X_3 + 30X_8 \leq (20+30+30) \times 1.2 \quad \dots\text{②} \\
& (20+30+30) \times 0.8 \leq 20X_2 + 20X_7 \leq (20+30+30) \times 1.2 \quad \dots\text{③} \\
& (20+30+30) \times 0.8 \leq 35X_4 + 10X_9 \leq (20+30+30) \times 1.2 \quad \dots\text{④} \\
& (20+30+30) \times 0.8 \leq 30X_5 + 25X_{10} \leq (20+30+30) \times 1.2 \quad \dots\text{⑤} \\
& (20+30+30) \times 0.8 \leq 15X_6 \leq (20+30+30) \times 1.2 \quad \dots\text{⑥} \\
& 0 \leq X_i \leq 1, \quad i=1, 2, \dots, 10
\end{aligned}$$

라. 연구과제의 최적 조합 도출: 프로그램 별 B/C 분석과 이 결과를 토대로한 최적화(optimization) 분석을 통해 주어진 예산 범위 내에서 기관의 연구생산성을 최대로 창출할 수 있는 연구과제들의 조합을 도출함. 또한 향후의 시나리오 분석을 위해 조직 고유의 효율곡선(efficient curve)와 기관의 이익을 최대화하는 수리계획 모형을 도출함.

<과제의 종합평점 및 연구비 등>

Ideal mode	Total	Costs
과제 1	765	25
과제 2	709	20
과제 3	701	30
과제 4	691	30
과제 5	600	25
과제 6	809	18
과제 7	416	30
과제 8	547	30
과제 9	679	15
과제 10	908	25

왼쪽 그림 Total 란에 있는 과제 1의 값이 0.765로 맨 왼쪽에 있는 표에 있는 과제 1의 종합평점 값과 동일함

<기관 이익 최대화 수리계획 모형>

$$\begin{aligned}
\text{Maximize Benefits } & 765A1 + 709A2 + 701A4 + 691A6 + 600A7 + 809A8 + 416A9 + 547A10 + 679A11 + 908A12 \\
\text{Budget Constraint } & 25A1 + 20A2 + 30A4 + 30A6 + 25A7 + 18A8 + 30A9 + 30A10 + 15A11 + 25A12 \leq 210
\end{aligned}$$

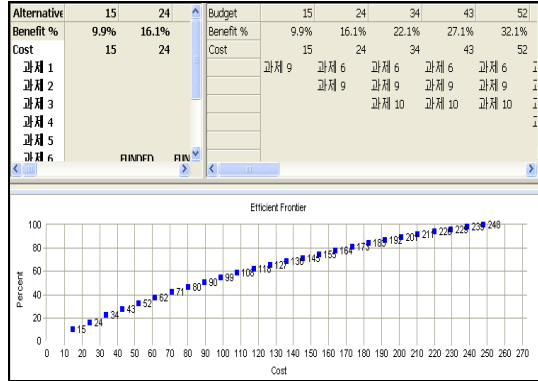
<모형의 최적해 결과표>

	A	B	C	D	F
1	과 제	총인원점	신청 연구비	의사결정변수	연구비 배분
2	1	0.765	25	1.00000	25
3	2	0.709	20	1.00000	20
4	3	0.701	30	1.00000	30
5	4	0.691	30	0.76667	23
6	5	0.600	25	1.00000	25
7	6	0.809	18	1.00000	18
8	7	0.416	30	0.66667	20
9	8	0.547	30	0.30000	9
10	9	0.679	15	1.00000	15
11	10	0.908	25	1.00000	25
12					
13				총 연구비 비용	210
14				연구비 예산	210
15				(단위:천만원)	

위 표에서 볼 수 있는 바와 같이, 최적화 결과 과제 4, 7, 8은 연구비가 상당부분 감액됨. 특히 과제 8은 신청 연구비의 30% 수준에서 배분됨으로써 실질적으로 과제 수행이 어려워 중단할 수밖에 없을 것임. 중단된 과제의 연구비는 포트폴리오를 다시 운용하여 감액된 연구과제 중에서 다시 선정하여 연구비를 조정할 수도 있을 것임.

<최적화 결과>

Alternative	Funded	Benefit	Cost
과제 1	YES	.765	25
과제 2	YES	.709	20
과제 3	YES	.701	30
과제 4	YES	.691	30
과제 5	YES	.600	25
과제 6	YES	.809	18
과제 7	NO	.416	30
과제 8	(.733)22	.547	30
과제 9	YES	.679	15
과제 10	YES	.908	25



STEPI의 경우와는 달리, 과제 7만 탈락되며, 과제 8은 신청 예산의 73.3%의 예산을 배정함으로써 예산의 최적화를 달성하고 있는 것으로 나타남.

Resource Aligner 모델을 활용하여 STEPI의 경우 처럼 2~3 단계의 포트폴리오 분석을 거치지 않고 단 1차례의 포트폴리오 분석으로 간편하게 최적화를 달성하고 있음.

주) STEPI도 Expert Choice 소프트웨어(구 버전)를 사용하였음.

제 3 부. R&D 과제 결과 평가 시스템

연구생산성은 효과성과 효율성의 관점에서 측정 평가됩니다. 효과성은 과제 제안 시 제시하였던 연구개발목표의 달성여부 등 산출가치의 적합성을, 그리고 효율성은 다수의 투입물과 산출물에 대한 경제성으로써 과제 간의 상대적 효율성을 평가합니다. 효과성 평가는 과제 선정 및 중간 평가 시 활용하였던 AHP 방법을, 효율성 평가는 DEA 방법론을 활용합니다.

과학기술정책연구원(STEPI) 모형 내용	솔루션 Package 활용을 통한 구현	비고																																																																																														
<p>목표: 한정된 연구사업 예산을 최적으로 배분하여 연구 생산성을 극대화를 위한 올바른 평가</p> <p>수단: 과제별 기관의 임무/목표 등에 대한 최종 기여도 및 상대적 효율성 점검</p>																																																																																																
<p style="text-align: center;">수행 절차 및 내용</p> <p>1. 효과성 평가</p> <p>제안서에 명시한 연구개발 목표 및 기대효과, 연구개발활동의 계획 대비 달성 여부의 정도를 AHP 방법론을 활용하여 평가함. 다음은 그 예임(실제 평가 시 구체적인 상황에 따라 평가항목, 선정 및 항목 간 중요도 등은 별도의 계층분석법(AHP)을 활용하여 결정, 연구유형 별로 달리 선정·사용할 수 있음).</p> <p style="text-align: center;"><결과의 효과성 평가></p>	<p style="text-align: center;">수행 절차 및 내용</p> <p>1. 효과성 평가</p> <p style="text-align: center;"><결과의 효과성 평가></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; font-size: small;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">RATINGS</th> <th colspan="2">RATINGS</th> <th colspan="2">RATINGS</th> <th colspan="2">RATINGS</th> <th colspan="2">RATINGS</th> <th colspan="2">RATINGS</th> <th colspan="2">RATINGS</th> <th colspan="2">RATINGS</th> <th colspan="2">RATINGS</th> </tr> <tr> <th>목표달성도</th> <th>역동적성도</th> <th>역동성도</th> <th>역동성도</th> <th>역동성도</th> <th>역동성도</th> <th>역동성도</th> <th>역동성도</th> <th>역동성도</th> <th>역동성도</th> <th>역동성도</th> <th>역동성도</th> <th>역동성도</th> <th>역동성도</th> <th>역동성도</th> <th>역동성도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>최종목표의</td> <td>연구개발</td> <td>연구개발</td> <td>연구개발</td> <td>연구개발</td> <td>연구개발</td> <td>연구개발</td> <td>연구개발</td> <td>연구개발</td> <td>연구개발</td> <td>연구개발</td> <td>연구개발</td> <td>연구개발</td> <td>연구개발</td> <td>연구개발</td> <td>연구개발</td> </tr> <tr> <td></td> <td>달성도</td> <td>역동성</td> <td>도달성</td> <td>달성수준</td> <td>달성수준</td> <td>달성수준</td> <td>달성수준</td> <td>달성수준</td> <td>달성수준</td> <td>달성수준</td> <td>달성수준</td> <td>달성수준</td> <td>달성수준</td> <td>달성수준</td> <td>달성수준</td> <td>달성수준</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>(G: 103)</td> <td>(G: 104)</td> <td>(G: 103)</td> <td>(G: 104)</td> <td>(G: 103)</td> <td>(G: 104)</td> <td>(G: 103)</td> <td>(G: 104)</td> <td>(G: 103)</td> <td>(G: 104)</td> <td>(G: 103)</td> <td>(G: 104)</td> <td>(G: 103)</td> <td>(G: 104)</td> <td>(G: 103)</td> <td>(G: 104)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><등급 척도></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; font-size: small;"> <thead> <tr> <th>Intensity Name</th> <th>Priority</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>아주 우수</td> <td>1.0000</td> </tr> <tr> <td>우수</td> <td>.6650</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>.2340</td> </tr> <tr> <td>미흡</td> <td>.1020</td> </tr> </tbody> </table>	RATINGS	RATINGS		RATINGS		RATINGS		RATINGS		RATINGS		RATINGS		RATINGS		RATINGS		목표달성도	역동적성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도		최종목표의	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발		달성도	역동성	도달성	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	Total	(G: 103)	(G: 104)	(G: 103)	(G: 104)	(G: 103)	(G: 104)	(G: 103)	(G: 104)	(G: 103)	(G: 104)	(G: 103)	(G: 104)	(G: 103)	(G: 104)	(G: 103)	(G: 104)	Intensity Name	Priority	아주 우수	1.0000	우수	.6650	보통	.2340	미흡	.1020	<p>왼쪽 그림에서 볼 수 있듯이 STEPI 표의 내용을 솔루션에 간단히 입력하여 평가할 수 있음</p>
RATINGS	RATINGS		RATINGS		RATINGS		RATINGS		RATINGS		RATINGS		RATINGS		RATINGS																																																																																	
	목표달성도	역동적성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도	역동성도																																																																																
	최종목표의	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발	연구개발																																																																																
	달성도	역동성	도달성	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준	달성수준																																																																																
Total	(G: 103)	(G: 104)	(G: 103)	(G: 104)	(G: 103)	(G: 104)	(G: 103)	(G: 104)	(G: 103)	(G: 104)	(G: 103)	(G: 104)	(G: 103)	(G: 104)	(G: 103)	(G: 104)																																																																																
Intensity Name	Priority																																																																																															
아주 우수	1.0000																																																																																															
우수	.6650																																																																																															
보통	.2340																																																																																															
미흡	.1020																																																																																															

평 점 법							
평가항목구		중요도 값	평가척도				평가치
			아주 우수 (1.000)	우수 (0.665)	보통 (0.234)	미흡 (0.102)	
계층 1	계층 2						
목표 달성도 (0.429)	최종목표의 달성도 (0.254)	0.109	O				0.109
	연구범위의 적정성 (0.113)	0.048		O			0.032
	연구내용의 포괄성 (0.080)	0.034	O				0.034
	연구결과의 질적 수준 (0.134)	0.057	O				0.057
	연구결과의 질적 수준 (0.286)	0.123		O			0.082
	기술지변 확대효과 (0.134)	0.057	O				0.057
연구성과 (0.429)	연구성과의 우수성 (0.288)	0.124		O			0.082
	과학기술 진보효과 (0.112)	0.048	O				0.048
	기반기술 강화효과 (0.112)	0.048	O				0.048
	연구의 실용성 (0.244)	0.104	O				0.104
	경제사회적 효과 (0.244)	0.104		O			0.069
연구수행 방법의 적정성 (0.143)	연구추진 전략의 적정성 (0.289)	0.041		O			0.027
	연구추진 계획의 적정성 (0.246)	0.035		O			0.023
	연구자원 사용의 적정성 (0.175)	0.025	O				0.025
	환경변화에의 대응성 (0.289)	0.041	O				0.041
평가치 합 (항목별 중요도 값과 평가척도의 곱을 합산)		0.838					
평가치 합 × 기준							

주) 구체적인 평가항목 선정 및 항목간의 중요도 값은 별도의 방법과 절차를 통해 계층분석법을 활용하여 결정. 연구유형별로 달리 선정·사용함. ()는 평가항목의 각 계층에서의 중요도 값

2. 효율성 평가

계량화할 수 있는 수리적 방법론을 사용하여 연구과제들의 상대적인 효율성을 평가하는 것이 필요함. 상대적 효율성을 평가하는 방법으로는 현재까지 시도된 수많은 접근방법 중에서도 DEA가 가장 효과적인 방법으로 제시되고 있음.

DEA 기법은 측정 대상이 되는 단위들의 투입과 산출에 적절한 가중치를 부여하거나, 어떤 투입이나 산출의 가중치들이 불확실하거나 불일치할 가능성이 높을 때 적합하게 응용될 수 있음. 이 분석에서는 투입요소로 연구인력, 연구비, 과학기술적 가치 등을, 산출요소로 특허, 논문, 기술료 수입 등을 설정 하였음.

가. DEA 모형: DEA 모형은 일반적으로 아래 첫 번째 수식과 같으나, 이를 선형계획기법을 응용할 수 있도록 선형의 형태로 전환하면 아래 두 번째 수식과 같음.

$$\text{Maximize } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}$$

Subject to

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad j=1, \dots, m,$$

$$u_r, v_i \geq \epsilon, \quad r=1, \dots, s, \quad i=1, \dots, m.$$

y_{rj} = 과제 j에서 산출 r의 양,

x_{ij} = 과제 j에서 투입 i의 양,

u_r = 산출 r에 주어지는 가중치 값,

v_i = 투입 i에 주어지는 가중치 값,

s = 산출의 수,

f = 산출원의 수,

m = 투입원의 수,

ϵ = 아주 작은 값을 가지는 양의 수.

2. 효율성 평가

가. DEA 모형

나. 투입요소 값 산출

<직급 간의 중요도 상대비교>

	책임급	선임급	원급
책임급			
선임급		2.0	5.0
원급			3.0
Incon: 0.00			

<직급 간 상대비교를 통해 산출한 중요도 값 >

책임급	.582	
선임급	.309	
원급	.109	
Inconsistency = 0.00352		

<직급 간 상대비교를 통해 산출한 중요도 값(표준화 값)>

책임급	1.000	
선임급	.531	
원급	.188	
Inconsistency = 0.00352		

$$\text{Maximize } h_0 = \sum_{i=1}^m v_i x_{ik}$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 100,$$

$$\sum_{i=1}^l u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad j=1, \dots, m,$$

$$u_r, v_i \geq \epsilon, \quad r=1, \dots, l, \quad i=1, \dots, m.$$

나. 투입요소 값 산출: 각 과제 별로 투입요소 값을 산출해야 함.

아래 예에서와 같이 연구인력의 경우에는 책임, 선임, 원급으로 분류하고 이들의 중요도는 AHP 분석을 통해 산출함. 또한 과제 당 각 직급에서 1명씩 참여하고 과제수행 전기간(예, 12개월)에 걸쳐 각각 50%, 60%, 70%의 비율로 참여하는 예를 살펴 봄.

<직급 간의 중요도 쌍비교>

	책임급	선임급	원급
책임급	1	2	5
선임급	1/2	1	3
원급	1/5	1/3	1

<직급 간 쌍비교를 통해 산출한 중요도 값 >

연구인력	중요도 값(표준화 값)
책임급	0.582(1.000)
선임급	0.309(0.531)
원급	0.109(0.187)

연구비는 연구에 직접적으로 투입된 비용을 사용하며, 과학기술적 가치는 제안서 평가 시의 평점을 사용하는 것으로 가정함.

다. 산출요소 값 산출: 각 과제 별로 산출요소 값을 산출해야 함.

과제의 종료 시점에서는 당시의 확실한 성과물인 논문과 특허만을 사용하며 이후 시차를 두고 시행하는 추적평가에서는 기술이전과 기술로 수입 등의 산출요소를 추가할 수 있을 것임.

논문과 특허의 경우 각각 SCI 논문의 여부, 등록과 출원 여부에 따라 AHP 분석을 통해 중요도 값을 아래 표에서와 같이 산출, 적용함.

<투입요소 값 및 산출요소 값 산정 방법 예>

투입요소						산출요소					
연구인력 (평점)	직급	중요도 값	인원 (명)	참여율 (%)	기간 (월)	투입가	구분	중요도 값	건수	산출가	
	책임급	1.000	1	50	12	6					논문 (평점)
선임급	0.531	1	60	12	3.82	비SCI 논문	0.333	5	1.67		
원급	0.187	1	70	12	1.57	계			3.67		
계						11.30					
연구비 (천만원)	30					투입가	구분	중요도 값	건수	산출가	
						30					특허 (평점)
과학기술적 가치(평점)	23.07					투입가 23.07	등록	1.000	1	1	
							출원	0.250	3	0.75	
							계			1.75	

아래 표는 과제 별 투입 및 산출요소 값 산출과 과제별 효율성 점수표의 예임.

<과제 별 연구인력 현황, 논문 및 특허 자료>

다. 산출요소 값 산출

<과제 별 투입 및 산출 요소 값>

단위 이름	활성화 됨	연구인력	연구비	과학기술적 가치	논문	특허
과제 A	<input checked="" type="checkbox"/>	12.48	20.00	20.06	3.00	1.75
과제 B	<input checked="" type="checkbox"/>	10.02	20.00	25.44	1.67	2.75
과제 C	<input checked="" type="checkbox"/>	10.17	30.00	24.62	3.33	4.00
과제 D	<input checked="" type="checkbox"/>	10.51	35.00	27.05	1.33	0.50
과제 E	<input checked="" type="checkbox"/>	13.06	30.00	23.07	4.67	3.00
과제 F	<input checked="" type="checkbox"/>	7.28	15.00	20.06	2.00	0.75
과제 G	<input checked="" type="checkbox"/>	10.80	30.00	28.96	2.33	1.50
과제 H	<input checked="" type="checkbox"/>	9.85	30.00	24.06	3.00	2.50
과제 I	<input checked="" type="checkbox"/>	14.01	10.00	16.84	0.67	0.25
과제 J	<input checked="" type="checkbox"/>	12.27	20.00	18.92	1.33	1.50

모든 입력과 산출 요소를 Frontier Analyst 소프트웨어의 한 화면에서 간편하게 처리함

라. 과제 별 효율성 점수 산출

이 DEA 분석은 CCR 모드 (규모에 따른 투입과 산출의 관계에 차이가 없다고 가정)를 기준으로 함

(BCC 모드 (규모에 따른 투입과 산출의 관계에 차이가 있다고 가정)로 분석해 볼 수도 있음

과제	연구인력								논문 (건수)		특허 (건수)		
	인원 (명)	참여율 (%)	기간 (월)	인원 (명)	참여율 (%)	기간 (월)	인원 (명)	참여율 (%)	SCI 논문	비SCI 논문	등록	출원	
1	1	60	10	1	70	12	1	90	12	2	3	1	3
2	1	50	9	1	70	10	1	80	12	1	2	2	3
3	1	60	8	1	80	10	1	50	6	2	4	3	4
4	1	60	8	1	70	8	1	60	8	1	1	0	2
5	1	70	10	1	60	6	1	100	12	3	5	2	4
6	1	50	6	1	70	7	1	90	10	1	3	0	3
7	1	60	7	1	80	8	1	40	4	2	1	1	2
8	1	50	8	1	70	8	1	100	12	2	3	2	2
9	1	70	11	1	90	11	1	70	8	0	2	0	1
10	1	50	12	1	80	10	1	90	12	1	1	1	2

라. 과제 별 효율성 점수 산출: 위와 같은 방법을 통해 각 과제 별로 투입요소 값과 산출요소 값이 산출되면 이를 활용하여 상대적 효율성 점수를 DEA 분석을 통해 산출함. 아래 식은 관련 DEA 모형임

<DEA 모형>

$$\begin{aligned} & \text{Maximize } h_1 = 3u_1 + 1.75u_2 \\ & \text{Subject to } 12.48v_1 + 20v_2 + 20.06v_3 = 100 \\ & 3.00u_1 + 1.75u_2 - 12.48v_1 - 20v_2 - 20.06v_3 \leq 0 \quad \dots \text{과제 1} \\ & 1.67u_1 + 2.75u_2 - 10.02v_1 - 20v_2 - 25.44v_3 \leq 0 \quad \dots \text{과제 2} \\ & 3.33u_1 + 4.00u_2 - 10.17v_1 - 30v_2 - 24.62v_3 \leq 0 \quad \dots \text{과제 3} \\ & 1.33u_1 + 0.50u_2 - 10.51v_1 - 35v_2 - 27.05v_3 \leq 0 \quad \dots \text{과제 4} \\ & 4.67u_1 + 3.00u_2 - 13.06v_1 - 30v_2 - 23.07v_3 \leq 0 \quad \dots \text{과제 5} \\ & 2.00u_1 + 0.75u_2 - 7.28v_1 - 15v_2 - 20.06v_3 \leq 0 \quad \dots \text{과제 6} \\ & 2.33u_1 + 1.50u_2 - 10.80v_1 - 30v_2 - 28.96v_3 \leq 0 \quad \dots \text{과제 7} \\ & 3.00u_1 + 2.50u_2 - 9.85v_1 - 30v_2 - 24.06v_3 \leq 0 \quad \dots \text{과제 8} \\ & 0.67u_1 + 0.25u_2 - 14.01v_1 - 10v_2 - 16.84v_3 \leq 0 \quad \dots \text{과제 9} \\ & 1.33u_1 + 1.50u_2 - 12.27v_1 - 20v_2 - 18.92v_3 \leq 0 \quad \dots \text{과제 10} \\ & u_r, v_i \geq 0, \quad r=1,2, \quad i=1,2,3 \end{aligned}$$

위 DEA 모형에서 목적함수(Maximize)는 과제 1의 산출물의 가중합을 나타내며 첫 번째 제약식은 과제 1의 투입물의 가중합을 일정수(100)로 고정한 것이고, 그 외의 제약식들은 모든 측정대상 과제의 투입 대비 산출을 나타내는 제약식임(어떤 과제를 기준으로 하더라도 DEA 분석에는 차이가 없음)

<과제 별 효율성 점수>

과제	투입가			산출가		효율성
	연구인력	연구비	과학기술적 가치	논문	특허	
1	12.48	20	20.06	3.00	1.75	0.9636
2	10.02	20	25.44	1.67	2.75	1.0000
3	10.17	30	24.62	3.33	4.00	1.0000
4	10.51	35	27.05	1.33	0.50	0.3539
5	13.06	30	23.07	4.67	3.00	1.0000
6	7.28	15	20.06	2.00	0.75	0.8666
7	10.80	30	28.96	2.33	1.50	0.6065
8	9.85	30	24.06	3.00	2.50	0.8785
9	14.01	10	16.84	0.67	0.25	0.4304
10	12.27	20	18.92	1.33	1.50	0.5765

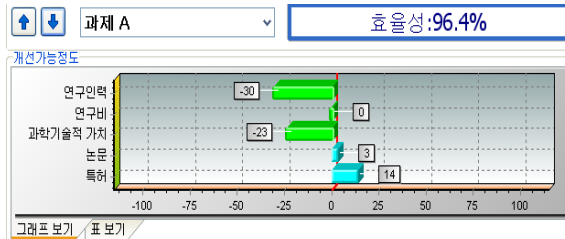
DEA 분석 결과, 과제들의 상대적 효율성이 위 표와 같이 나타났음. 10개의 과제 중 과제 2, 3, 5는 효율성 값이 1로써 효율적인 것으로 나타난 반면, 다른 과제들은 비효율적으로 나타남. 이 중 과제 4의 효율성 값이 0.3539로 상대적으로 가장 비효율적인 것으로 나타났음

<과제 별 효율성 점수>

단위 이름	Score	비교 1	
		Efficient	Condition
과제 A	96.4%		●
과제 B	100.0%	✓	●
과제 C	100.0%	✓	●
과제 D	35.4%		●
과제 E	100.0%	✓	●
과제 F	85.7%		●
과제 G	60.3%		●
과제 H	87.9%		●
과제 I	43.0%		●
과제 J	57.7%		●

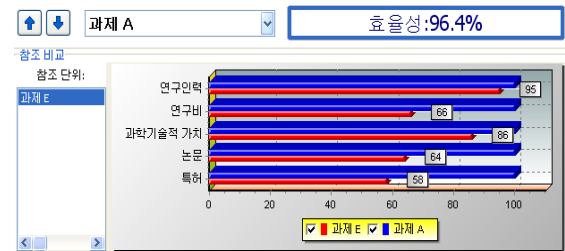
맨 왼쪽에 있는 STEPI의 효율성 값과 FA의 분석 결과가 동일함을 확인할 수 있음

<과제 A의 개선가능부문 및 개선가능수준>



위 그림에서 과제 A의 경우 연구인력, 연구비, 과학기술적 가치 등은 크게 줄이면서도(연구인력의 경우: 30%까지) 논문, 특허 등은 더 늘릴 수 있음을 보여주고 있음(특허의 경우: 14%까지)

<과제 A의 벤치마킹 대상 과제>



위 그림은 과제 A의 벤치마킹 대상이 과제 E임을 보여주며, 동시에 양자의 차이까지 보여주고 있음.

FA는 동시에 비효율적 과제에 대해 과제 별로 개선가능부문과 개선가능수준을 자동으로 산출하여 보여 줌. 왼쪽 그림은 과제 A의 경우임

뿐만 아니라 FA는 비효율적 과제에 대해 벤치마킹 대상도 자동으로 선정하여 보여 주고 있음

3. 효과성과 효율성 평가 통합

<효과성과 효율성 간의 중요도 상대비교>

효과성	효과성	효율성
효과성		3.0
효율성	Incon: 0.00	

STEPI의 결과와 동일한 결과를 보여 주고 있음

<과제별 효과성/효율성 점수 및 종합 연구생산성>

Alternative	효과성 (G: 750)	효율성 (G: 250)
과제 1	0.723	0.174
과제 2	0.750	0.205
과제 3	0.750	0.210
과제 4	0.265	0.150
과제 5	0.750	0.225
과제 6	0.642	0.187
과제 7	0.453	0.201
과제 8	0.659	0.186
과제 9	0.323	0.128
과제 10	0.432	0.145

Synthesis with respect to: Goal: 과제 별 연구생산성 도출



전략목표 2

4 효율성 평가 통합

산성을 산출하기 위해서는 효과성과 효율성을 합산하여
으로 평가해야 함. 효과성과 효율성에 대한 기준은 협
통해 일방적인 점수를 부여하기 보다는 평가위원회에서
사용한 수리적 방법을 활용하여 객관적으로 결정해야
래 표는 효과성과 효율성의 중요도를 도출하기 위한 쌍
표와 이 것을 이용해 각 과제의 종합 생산성을 산출함

<효과성과 효율성 간의 중요도 쌍비교>

	효율성	효과성
효율성	1	3
효과성	1/3	1

<과제별 종합 연구생산성>

과제	효율성 (75기준)	효과성 (25기준)	연구생산성 (100 기준)	평가등급*
1	72.3	17.4	89.7	우 수
2	75.0	20.5	95.5	아주우수
3	75.0	21.0	96.0	아주우수
4	26.5	15.0	41.5	미 흠
5	75.0	22.5	97.5	아주우수
6	64.2	18.7	82.9	우 수
7	45.3	20.1	65.4	보 통
8	65.9	18.6	84.5	우 수
9	32.3	12.8	45.1	미 흠
10	43.2	14.5	57.7	미 흠

주) 아주우수: 90.0이상, 우수: 80.9-90.0, 보통: 70.9-80.0, 미흡: 65.0미만

위 표에서 볼 수 있는 바와 같이 과제 2, 3, 5는 '매우 우수'한 것으로, 과제 1, 6, 8은 '우수'한 것으로, 과제 7은 '보통'으로, 과제 4, 9, 10은 '미흡'한 것으로 평가되었음.