

업 무 자 료

프로젝트 2003-18-62

프로젝트 분석 입문

2003. 12



KOICA

한국국제협력단

업 무 자 료

프로젝트 2003-18-62

프로젝트 분석 입문

2003. 12

KOICA 
한국국제협력단

발간에 앞서

금번 발간책자는 영국 East Anglia 대학교에서 출판된 “프로젝트 분석 입문(Introduction to Project Analysis)”을 한국국제협력단 프로젝트 연구회의 회원들이 번역·정리한 것이다. 프로젝트 분석이라는 것 자체가 우리에게 그리 익숙한 것이 아니라 내용이 어려워 교재를 함께 공부하고 번역하는데 어려움이 많았고 아쉬운 점도 많기는 하지만 지난 8주간의 활동성과를 발간하게 된 것을 큰 보람으로 생각한다.

1991년 4월 우리 협력단이 설립된 이래 프로젝트형사업의 비중이 대폭 확대되어 주력 협력사업으로 자리매김하고 있으며 개발조사사업의 주요 형태중의 하나인 “타당성조사”는 사실상 “프로젝트 분석”에 주로 기초하고 있다고 말할 수 있으나, 그 동안 협력단에는 프로젝트 분석제도의 도입을 위한 체계적인 시도가 이루어지지 못하였다.

금번 “프로젝트 분석 입문”의 발간은 다음 몇 가지 점에서 나름대로 의의가 있다고 생각된다.

첫째, 협력단의 주력 협력사업중의 하나인 프로젝트형 사업과 개발조사사업의 분석능력을 향상시켜 국제기준에 부합하는 전문적인 사업수행에 일조할 수 있을 것으로 기대된다. OECD/DAC에서는 1988년 “프로젝트 심사 원칙(Principles for Project Appraisal)”을 마련한데 이어 1992년 개발원조 매뉴얼인 “효과적인 원조를

위한 DAC의 원칙(DAC Principles for Effective Aid)”에서도 프로젝트 심사에 관한 원칙을 제시하여 회원국들이 이를 준수하도록 하고 있다. 조만간 우리나라의 DAC 가입을 앞두고 우리 협력단도 이러한 원칙준수를 위해 사전 대비할 필요가 있을 것이다.

둘째, 자발적인 연구조사 활동분위기 조성에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 최근 세계은행 등 주요 국제기구 및 원조기구의 연구결과에 의하면 개발도상국의 발전을 가로막는 장애요인은 “자본격차”가 아니라 “정책 및 제도격차”의 문제이므로 원조사업의 일차적인 중요성은 개발과 관련된 새로운 교훈을 원조대상국에 습득시키는데 있다는 전제하에 개발과 관련 연구조사의 중요성을 강조하고 있다. 예를 들어 1997년도 영국의 원조백서는 다음과 같이 언급하고 있다.

“개발을 위한 제반활동도 연구조사 활동을 하지 않으면 실패하거나 제대로 효과를 거두기 힘든 반면, 연구조사활동은 상당한 승수효과(multiplier effect)를 가져온다..... 영국정부는 개발과 관련 새로운 지식창출을 위한 지속적인 투자를 국제개발협력의 목적과 목표를 달성할 수 있는 핵심요소로 간주하고 있다.”

우리 협력단도 효과적인 개발원조업무를 추진하기 위해서는 다른 원조기구와 마찬가지로 전문연구소를 설립할 필요가 있으나, 당분간 연구소 설립이나 연구인력 확보가 어려울 것으로 전망되므로 직원들의 자발적인 연구조사활동이 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

셋째, 직원들간 공동노력으로 능력향상(Capacity-building)에도 크

게 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 금번에 학습한 프로젝트 분석은 선진국 대학에서 통상 1년 또는 한 학기 동안 다루는 과목이나, 우리 연구회의 경우 회원들의 적극적인 참여로 불과 8주만에 공부를 마칠 수 있었다. 앞으로 이와 같은 노력이 지속된다면 명실상부한 선진원조기관의 일원으로서의 자격을 갖추게 될 것임을 금번 연구회의 활동으로 확신하게 되었다.

다음은 금번 연구회의 추진배경과 경위이다.

2003년 9월 18일 제 24차 협력단 자문위원회에서 “KOICA 발전비전의 실천과제”가 발표된 바 있는데, 이 발표 내용 중 선진원조기관에서 사용중인 프로젝트 분석기법의 도입 필요성이 강조되어 있다. 이에 관심있는 직원들이 모여 교재를 선택한 후 함께 공부하기로 하고 김상태 인력사업이사과 정우용 IT 협력팀장이 자문역으로 같이 참가하기로 하였다. 아울러 연구회 운영과 관련 다음 몇 가지 원칙을 정하였다.

- 총 8장으로 되어 있는 교재를 8주내 마치도록 한다.
- 매주 1회 1명씩 공부내용을 발표하고 토론하는 형식으로 진행한다.
- 공부내용은 정보공유차원에서 어떠한 형태로든지 유인물로 발간하고, 그 시한은 2003년 내로 한다.
- 동 연구회는 2개의 연구과제에 대한 공부를 마친 후 해체하고 각 회원의 개별 관심주제에 관한 연구회를 추진토록 한다.

* 다음 연구 과제는 개발경제학 교과서로서 가장 정평이 있는 책 중의 하나로 알려져 있는 Michael P. Todaro 및 Stephen C. Smith가 저술한 “Economic Development”를 교

재로 사용키로 하였다. 1985년 이 책의 제3판에 대한 국내 번역판이 나왔으나 그동안 내용이 많이 증보 및 개정되었으므로 최신판인 제8판을 교재로 사용키로 하였다.

금년 10월 28일에 시작된 연구회의 1차 연구과제에 대한 연구 활동은 당초 계획대로 12월 18일 종료되었다. 금번 발간자료가 협력단의 업무개선에 도움이 되고 앞으로 협력단내 유사한 자발적인 연구활동이 활성화되기를 기대한다.

2003. 12. 30

한국국제협력단 프로젝트 연구회원 일동

김상태 인력사업이사, 정우용 IT협력팀장, 신명섭 기획조정팀 과장, 양석웅 프로젝트1팀 과장, 조한덕 협력정책반 과장, 정유아 IT협력팀 대리, 박수영 프로젝트 2팀 직원, 이동현 IT협력팀 직원, 정영선 프로젝트 1팀 직원 (이상 9명)

목 차

1장 프로젝트 분석의 여러가지 측면	1
2장 프로젝트의 수익성 측정	17
2.1 현금흐름할인(Discounted Cash Flow)	20
2.1.1 현재가치(Present Value)	21
2.1.2 순현재가치(Net Present Value)	24
2.1.3 내부수익률(Internal Rate of Return)	27
2.1.4 연도별 누적할인 수익율(Annuity Method)	32
2.1.5 최종가치(Terminal Value)	33
2.1.6 편익-비용률(Benefit-Cost Ratio)	34
2.2 프로젝트 선정	36
2.2.1 상호 배타적인 투자의 경우	39
2.2.2 자본할당(Capital Rationing)	43
2.2.3 어떤 프로젝트의 수익과 비용이 다른 프로젝트의 실행여부에 의해 영향을 받는 경우	47
3장 대출상환계산법(Loan Repayment Calculations) ...	51

4장 사회적 비용편익분석 61

4.1 산출물의 가치를 최대화하는 것 이외의 목적	65
4.1.1 소득분배	65
4.1.2 가치욕구(Merit Wants)	67
4.1.3 국가의 자급자족	71
4.1.4 다른 목적들을 통합하는 방법	74
4.2 시장가격 조정	80
4.2.1 인플레이션	81
4.2.2 프로젝트 외부효과	81
4.2.3 프로젝트에 의한 가격의 변화	85
4.2.4 할당제	86
4.2.5 세금과 관세효과	86
4.2.6 시장의 불완전성	87

5장 프로젝트 심사에서의 위험과 불확실성 .. 101

5.1 위험과 불확실성의 전통적 분석기법	104
5.1.1 비관적 비용-편익 분석	106
5.1.2 원금상환기간법의 사용	107
5.1.3 위험프리미엄 합산 할인율	107
5.2 민감도 분석(Sensitivity Analysis)	108
5.3 확률분석	109
5.4 게임이론	116
5.4.1 비관적 기준(The Maximin Criterion)	117

5.4.2 후회 기준(The Minimax Criterion)	121
5.4.3 비관 지수(Index of Pessimism)	125
5.4.4 라플라스 기준	128
5.4.5 위험과 불확실성의 관련성	131

6장 네트워크 분석 133

6.1 네트워크 분석의 원칙	135
6.2 네트워크 분석의 적용	146

7장 모니터링과 평가 149

8장 모니터링과 평가를 위한 데이터 수집 159

【부록】

1. 계수표	175
1.1 현재가치계수표(Present Value Factors)	175
1.2 누적할인율의 현재가치계수표 (Present Values of Annuities)	187
2. 연습문제	199

주요약어 / 용어 일람

- A -

- Adding a Risk Premium to the Discounting Rate(할인율과 위험수당 합산방식)
- AF (Annuity Factor : 연도별 누적할인율)
- Amount of loan (대출금)
- Annuity method (연도별 누적할인 수익률)

- B -

- Benefit/cost ratio (편익/비용율)

- C -

- Capital Rationing (자본할당)
- Capital repayment (원금상환액)
- Cash flow (현금흐름)
- Cluster Sampling (군집표본추출법)
- Compensation test (보상실험)
- Compound rate (복리)
- Confidence Interval (신뢰구간)
- Contingency allowance (예비비)
- Conversion factor (표준 전환계수)
- Critical Path (결정적 경로)

- D -

- DCF (Discounted Cash Flow : 현금흐름할인)
- Demerit goods (부가치재 : 負價值財)

- Demerit wants (부가치욕구)
- Discount factor (할인율)
- Discounting (할인)
- Dummy Activities (가상 작업)

- E -

- Externalities (외부효과)

- F -

- Free Float (자율 유동성)
- Free Rider (무임승차자)

- I -

- Incremental rate of return (점증적인 수익율)
- Independent Float (독립 유동성)
- Index of Pessimism (비관지수)
- IRR (Internal Rate of Return : 내부수익율)

- L -

- Laplace Criterion (라플라스기준)
- Loan repayment (대출상환)

- M -

- Marginal project (한계 프로젝트)
- Maximin Criterion (비관적 기준)
- Merit goods (가치재, 價値財)
- Merit wants (가치욕구)

- Minimax Criterion (후회 기준)
- Most likely Value (가장 높은 발생확률을 갖는 값)

- N -

- NCF (Net Cash Flow : 순현금흐름)
- Net social benefit (사회적 순이익)
- NPV (Net Present Value : 순현재가치)

- O -

- Outstanding balance (원금잔액)

- P -

- Payback Criterion (원금회수기간법 사용)
- Pessimistic Estimates of Costs and Benefits (비관적 혹은 안전제일 주의적 비용-편익 분석)
- Present Values of Annuities (연도별 누적할인율의 현재가치)
- Public goods (공공재, 公共財)
- Purposive Sampling (유의추출법)
- PV (Present Value : 현재가치)

- Q -

- Quotas (할당시스템)
- Quota Sampling (할당 추출법)

- R -

- Rate of interest (이자율)
- Rate of return (수익율)

- Repayment period (상환기간)

- S -

- Sample size (표본수)
- Sensitivity Analysis (민감도 분석)
- Shadow exchange rate (잠재환율)
- Shadow price (잠재가격)
- Shadow wage (잠재임금)
- Standard deviation (표준편차)
- Standard error (표준오차)
- Stratified Sampling (층화표본추출)

- T -

- Terminal value (최종가치)
- Theory of Insufficient Information (불충분한 정보이론 혹은 라플라스 기준)
- Total Float (총유동성)
- TPV (Total Present Value: 총현재가치)
- Transfer payments (이전거래)

1장 프로젝트 분석의 여러가지 측면

1장 프로젝트 분석의 여러 가지 측면

프로젝트 분석기법을 알려면, 먼저 프로젝트가 무엇인지부터 알아야 할 것이다. 프로젝트란 작게는 소규모 창고를 짓는 것으로부터 특정 지역에 대한 대규모 개발계획과 같은 일련의 다양한 행위를 포함하는데, 대체로 ‘어떤 수익을 창출하기 위해 자원을 투입하는 행위인 동시에, 하나의 독립된 사업단위(unit)로 분석할 수 있는 행위’라고 정의할 수 있다. 한편, 하나의 프로젝트는 다시 작은 단위의 프로젝트들로 구성되어 있다고 생각할 수도 있다. 즉, 앞의 대규모 지역 개발 계획과 같은 프로젝트는 도로 건설, 관개시설 건설, 댐 건설, 주택 건설, 식품가공 등과 같은 많은 다른 작은 프로젝트로 구성되어 있다고 할 수 있다.

그러나, 자원이 한정된 현실세계에서는 프로젝트를 고려할 때 프로젝트를 구성하고 있는 개별 단위별로 구분하여 고려하는 것이 중요한 경우가 많다. 이는 한정된 자원을 유용하지 않은 목적에 사용하는 위험을 피할 수 있도록 하는데 도움을 주기 때문이다. 예를 들어, 특정 작물을 생산하고, 그 작물을 가공하는 공장을 짓는 두 개의 독립된 사업단위(unit)로 구성된 프로젝트 A가 있다고 하자. 또, 프로젝트 A는 수익성이 있는 프로젝트라고 하자. 하지만, 프로젝트 A를 두 개의 독립 사업단위(unit)로 나누어 고려할 경우, 프로젝트 A를 통해 생산되는 작물을 가공할 수 있는 공장이 이미 그 지역에 존재하고 있다면 굳이 작물가공 공장을 자체적으로 건설할 필요는 없을 것이다. 따라서, 프로젝트 A를 구성하고 있는 두 개의 독립된 사업단위(unit)별로 고려하면, 작물재배는 경제성이 있다고 할 수 있으나, 작물

가공 공장 건설은 경제성이 없다고 할 수 있다. 이 경우 프로젝트 A가 전체적으로 수익성이 있다 하더라도 작물가공 공장 신축을 취소하고 작물가공 공장 신축에 투입될 자원을 보다 나은 다른 목적에 이용할 수 있을 것이다.

반면에, 프로젝트를 구성하는 개별 단위요소들이 서로 긴밀하게 연계되어 서로 분리하여 고려할 수 없는 경우도 있다. 예를 들어, B지방의 C 전력화 프로젝트를 예로 들어보자. 이 사업은 크게 발전소를 짓는 사업단위(unit)와 송전선을 설치하는 두 개의 사업단위(unit)로 이루어지지만 이 지방의 전력화사업은 이 두 사업단위(unit) 중 하나가 실행되지 않는다면 C 전력화프로젝트의 목적을 달성하기 불가능하므로 C 전력화프로젝트의 두 사업단위(unit)들은 C 전력화프로젝트에서 분리될 수 없는 관계가 성립되므로 하나의 프로젝트로 고려되어야 한다.

지금까지 프로젝트에 대해 알아보았으므로 이제 프로젝트 분석에 관해 살펴보기로 하자. 대부분의 프로젝트는 자본투입을 포함한다. 즉, 프로젝트들은 미래의 수익(또는 편익, Benefit)을 위해 현재 시점에서 자원을 사용하게 되는데, 프로젝트 분석이란 이와 관련된 비용과 수익(또는 편익, Benefit)을 비교하는 기법, 특히 이들 비용과 수익(또는 편익, Benefit)이 다년간에 걸쳐 있을 때 이를 비교하는 기법을 말한다.

프로젝트를 기획한다는 것은 단순한 작업이 아니다. 따라서, 프로젝트를 기획할 때는 프로젝트 기획의 다양한 측면에서 생각하는 것이 필요하다. 프로젝트 기획의 한 가지 방법으로는 다음과 같이 프로젝트를 행위의 시점에 따라 일련의 연속적인 행위로 파악하는 방법

을 들 수 있는데, 우리는 이러한 방법을 “프로젝트 사이클(cycle)” 분석 기법이라고 한다.

1. 프로젝트의 발굴 (Indentification of possible projects)
2. 프로젝트 형성 및 준비 (Formulation and preparation)
3. 프로젝트 심사 (Appraisal)
4. 프로젝트 실행 (Implementation)
5. 프로젝트 평가 (Evaluation)

프로젝트 기획의 또 다른 방법으로는 프로젝트를 아래와 같이 프로젝트의 다양한 측면에서 고려하는 것이다.

1. 기술적 측면 (Technical aspects)
2. 제도적 측면 (Institutional aspects)
3. 조직 및 관리적 측면 (Organizational and managerial aspects)
4. 환경적 측면 (Environmental aspects)
5. 상업적 측면 (Commercial aspects)
6. 재무적 측면 (Financial aspects)
7. 경제적 측면 (Economic aspects)
8. 사회적 측면 (Social aspects)

프로젝트의 다양한 측면들은 프로젝트 사이클(cycle)의 개별 단계에서 서로 밀접하게 연관되어 있는 경우가 많으며, 또 이들 측면들간에 엄격한 경계를 적용하기도 어렵다. 이제 이들 프로젝트의 여러 측면을 차례로 검토해 보도록 하자.

1-1. 기술적 측면 (Technical aspects)

프로젝트마다 요구하는 기술적 분석은 다양하다고 할 수 있다. 예를 들어, 우리가 고려하고 있는 프로젝트가 농업 프로젝트라면 대체로 아래 사항에 대한 기술적 검토가 필요할 것이다.

- 1) 프로젝트 지역에는 어떤 종류의 토양이 있는가?
- 2) 농업용수는 강수량만으로 충분할 것인가? 아니면 별도의 관개 시설을 준비하는 것이 필요할 것인가? 별도의 관개시설이 필요하다면 이를 어떻게 마련할 것인가?
- 3) 프로젝트 지역에는 어떤 종류의 작물이 적합할 것인가?
- 4) 어떤 종류의 가축을 사육할 것인가?
- 5) 어떤 종류의 종자와 비료를 얼마나 사용할 것인가?
- 6) 기계화를 추진한다면 어느 정도가 적당할 것인가?
- 7) 어떤 종류의 병충해가 프로젝트에 영향을 미칠 것인가? 그리고 이러한 병충해에 대처하는 방법은 무엇인가?
- 8) 얼마만큼의 생산량을 기대할 수 있을 것인가?
- 9) 어떤 종류의 저장시설이 필요할 것인가?
- 10) 가공시설이 필요할 것인가?

상기 검토사항 중 어떤 것은 순수하게 기술적인 측면의 문제만은 아니다. 예를 들어, 바람직한 기계화의 정도는 기계화가 기술적으로 타당한 가에만 영향을 받는 것이 아니라, 자본과 노동의 상대적 이용 가능성에 의해서도 영향을 받을 수 있다. 만약 A라는 나라가 노동력은 풍부하나 자본이 부족하다면, 자본은 풍족한 대신 노동력이 부족한 B라는 나라에서 추진하는 기계화 정도까지 A라는 나라가 기계화를 추진한다면 이는 분별력 있는 행동이라 할 수 없을 것이다. 따라

서, 기계화에 대한 기술적 측면의 고려사항은 경제적인 측면과 재무적인 측면의 분석과 함께 고려하는 것이 바람직하다. 이 경우 선택하는 기계화의 정도는 가장 발전된 선진 기술이 아닐 수도 있다. 기술적인 측면과 프로젝트 기획의 다른 측면들간의 상호 밀접한 관계에 관한 또 다른 예는 프로젝트로부터 발생하는 생산물의 저장시설에 관한 결정을 들 수 있다. 저장시설에 관한 결정은 생산물의 판매와 관련한 마케팅에 의해 영향을 받을 것이며, 이는 다시 저장시설의 기술적인 측면과 생산물의 가격과 관련한 경제적인 측면의 고려사항에 의해서도 영향을 받게 될 것이다.

기술적 측면과 프로젝트 기획의 다른 측면들간의 이러한 상호 긴밀한 관계는 프로젝트의 기술적인 측면을 검토하는 전문가와 다른 측면을 검토하는 전문가들 간의 긴밀한 협조가 있어야 한다는 것을 의미한다. 한 명의 전문가가 프로젝트에 관련된 모든 부문에 정통하다는 것은 현실적으로 거의 불가능하다. 따라서, 프로젝트의 경제성을 분석하는 전문가가 프로젝트의 기술적 고려사항이 경제성 분석에 미치는 영향을 적절히 반영하기 위해서는 이에 관한 충분한 정보를 기술적 측면의 전문가로부터 확보하여야 할 것이다. 마찬가지로 이는 기술적 측면의 전문가에게도 똑같이 적용된다 할 것이다.

프로젝트의 기술적 측면을 다루는 전문가들은 다양한 경로를 통해 확보할 수 있다. 즉, 현장에서 고용할 수도 있을 것이고, 정부부처, 학계, 또 경우에 따라서는 외국으로부터 확보할 수도 있다.

이들 전문가들을 어디에서 확보하던 간에 이들 전문가들은 위에서 언급한 기술적 검토사항에 대해 적절한 해결책을 제시하여야 한다. 이러한 해결책들은 기존의 유사한 프로젝트에 대한 연구결과에

근거할 수도 있으며, 현장 조사 등을 통해서 얻을 수도 있다.

1-2. 제도적 측면 (Institutional aspects)

프로젝트의 제도적 측면과 관련한 고려사항은 프로젝트의 구성과 밀접한 연관이 있다. 기존의 제도적 틀을 적절히 고려하지 못하면 프로젝트를 시행하는 과정에서 어려움에 봉착할 우려가 높다. 프로젝트의 제도적 측면과 프로젝트의 구성은 서로 밀접한 연관이 있기 때문에 종종 함께 다루어진다. 그러나, 프로젝트 분석을 위해서는 기존의 제도적 구조와 프로젝트의 시행으로 인해 변화될 것으로 예상되는 미래의 제도적 구조를 구분하여 고려하는 것이 도움이 된다.

프로젝트가 실시될 지역의 사회구조와 관습 등의 제도적 측면이 프로젝트에 미치는 영향을 고려하기 위해서는 이러한 사회구조와 관습 등에 대한 정보가 필요하다. 예를 들면, 특정 농업 프로젝트의 추진을 고려하고 있다고 하자. 이 때 그 사회의 농업용지 소유권, 농가당 농지의 평균 규모, 농지 임차 형태 등과 관련한 관습을 이해하는 것이 중요하다.

또 다른 중요한 고려사항으로는 프로젝트로 인해 영향을 받게 될 기존의 행정조직의 역할을 들 수 있다. 이에 대한 명확한 고려가 없는 경우, 행정업무의 중복으로 인한 낭비가 있을 수 있으며, 기존 행정기관과 프로젝트 담당 기관과의 비생산적인 마찰이 발생할 우려가 있다.

1-3. 조직 및 관리적 측면 (Organizational and managerial aspects)

프로젝트가 당초 의도한 목표를 달성하기 위해서는 프로젝트를 수행할 관리 조직이 필요하다. 여기서 ‘관리’라 함은 다양한 행위를 포함하는데, 관리와 관련된 행위 모두를 하나의 조직이 담당해야 할 필요는 없다. 따라서, 프로젝트 관리를 위해 기존 조직을 활용할 것인지 또는 하나의 조직으로 프로젝트를 관리할 것인지 아니면 여러 조직이 동시에 프로젝트를 관리하게 할 것인지를 결정해야 한다. 또, 이에 필요한 인력을 내부에서 충원할 것인지 아니면 외부에서 충원할 것인지에 대하여, 그리고 이들을 교육하는 방법에 대하여도 검토가 되어야 할 것이다.

막상 프로젝트가 실행되면 프로젝트에 관한 의사결정을 하기 위해 정보가 필요하게 된다. 따라서 이러한 정보를 수집하고 활용할 수 있는 시스템이 구축되어야 할 것이다.

많은 농업 프로젝트에 있어서 프로젝트 관리와 관련한 대부분의 의사결정은 농부들 자신들이 하게 되는데, 이 경우 농부들이 필요한 지식과 기술을 가지고 있는지의 문제가 발생한다. 만약 농부들이 프로젝트 관리와 관련된 지식과 기술을 가지고 있지 못하다면 어떤 종류의 훈련을 농부들에게 제공하여야 할 것인지의 문제가 고려되어야 할 것이다.

1-4. 환경적 측면 (Environmental aspects)

하천 상류지역의 관개용수 프로젝트가 하류지역의 농부들과 어부

들에게 영향을 미치는 경우, 또는 공장설립으로 인해 공해가 발생하는 경우와 같이 거의 모든 프로젝트는 정도의 차이는 있지만 환경에 영향을 미친다.

이러한 영향을 외부효과(externalities)라고 하는데, 원칙적으로는 외부효과에 금전적 가치를 부여하여 프로젝트의 비용과 수익(또는 편익, Benefit) 분석에 반영할 수 있는 것으로 간주한다. 그러나, 실제로 있어서 외부효과를 반영한다는 것은 결코 쉬운 일이 아니다. 따라서 프로젝트의 비용과 수익(또는 편익, Benefit) 분석에서 외부효과가 고려되지 않는다고 하더라도 프로젝트 담당자는 최소한 프로젝트로 인해 외부효과가 발생한다는 사실만큼은 알고 있어야 할 것이다.

1-5. 상업적 측면 (Commercial aspects)

프로젝트의 상업적(시장성) 측면은 프로젝트에 필요한 투입요소의 공급과 프로젝트의 결과로 인한 생산물의 판매와 관련하여 고려할 사항을 말한다.

프로젝트에 필요한 투입요소들과 관련해서는 이들 투입요소들이 시장에서 구입이 가능한 것들인지, 가능하지 않다면 어떻게 필요한 투입요소들을 조달하여야 할지에 대한 판단이 필요하다.

반면, 프로젝트로 인한 생산물의 판매와 관련해서는 프로젝트 결과로 인한 생산물이 어디에, 어떤 가격으로 팔릴 것인지를 분석하는 것이 필요하다. 만약 특정 프로젝트로 인해 특정 제품의 공급이 증대된다면 공급의 증가로 인한 제품의 시장가격이 어떻게 변화할 것인지가 고려되어야 할 것이다.

1-6. 재무적 측면 (Financial aspects)

프로젝트는 프로젝트와 관련된 개인 및 단체들에게 금전적 수입과 지출을 발생하게 한다. 농업 프로젝트의 경우 프로젝트에 관련된 농민은 프로젝트를 통해 높은 수입을 올릴 수 있지만, 동 프로젝트 수행에 필요한 비용을 부담하여야 한다. 이와 같이 프로젝트를 수행하게 되면 금전적 수입과 지출이 발생하게 되는데 그 관계는 항상 유동적이다. 프로젝트의 재무분석에서 가장 중점적으로 검토하여야 할 부분은 프로젝트에 투입하는 지출행위와 프로젝트로부터 발생하는 수입이 각각 다른 시점에 발생한다는 점이다. 다시 말하면, 미래의 기대되는 수익(수입)을 위해 현재 시점에서 투자(지출)행위가 이루어지므로 투입대비 미래의 예상수익(또는 편익, Benefit)을 비교하여 수행 프로젝트가 사업성이 있는지 평가하는 것이 중요하다. 프로젝트의 시행을 위해 필요한 자금을 금융기관으로부터 대출받았다고 가정하면, 미래의 언젠가는 대출원금과 대출에 따른 이자를 금융기관에 상환해야 한다. 여기서는 편의상 프로젝트에 관계된 개인이나 단체들이 프로젝트로부터 발생하는 수입과 지출로 인해 어떤 영향을 받는지에 대하여만 살펴보기로 한다.

농업 프로젝트를 예로 들어 살펴보자. 농업 프로젝트는 프로젝트에 관련된 농부들의 소득을 증대하는 것을 목표로 할 것이다. 농업 프로젝트가 농부들에게 소득증대를 가져올 것인지의 여부를 분석하기 위해서는 프로젝트가 시행되지 않았을 경우에 농부들의 소득이 어떠했을 것인가에 대한 정보와 프로젝트가 시행됨으로써 농부들의 소득이 어떻게 변할 것인가에 대한 정보가 필요하다. 이러한 정보는 농부들이 농업 프로젝트에 참여하여야 하는지, 참여하지 말아야 하는지에 대한 충분한 판단 자료를 제공하게 된다.

1-7. 경제적 측면 (Economic aspects)

앞에서 살펴본 바와 같이 프로젝트의 재무적 측면은 프로젝트와 관련된 특정 개인이나 조직의 관점에서 프로젝트를 바라보는 것이다. 예를 들면, 농업 프로젝트의 경우 프로젝트와 관련된 농부의 소득이나 기관의 수입 측면에서 프로젝트 효과를 분석하는 것이다. 하지만, 경제적인 측면에서의 프로젝트 분석은 경제 전반에 미치는 프로젝트의 영향을 분석하는 것을 말한다. 경제적인 측면에서의 프로젝트 분석은 재무적인 측면에서의 프로젝트 분석과 다음과 같은 점에서 차이가 있다.

- 1) 이전거래(transfer payments)는 무시된다. 이전거래는 재화나 용역의 반대 급부 없이 이루어지는 금전적 거래를 말하는데, 세금은 이전거래의 대표적인 예이다. 물론 정부는 세금수입으로 국민생활에 필요한 많은 편의시설을 제공해 주지만, 세금 자체가 어떤 반대급부 때문에 이루어지는 것은 아니다. 즉, 세금은 개인이나 기업으로부터 정부에로의 단순한 금전적 이전(transfer)일 뿐이며, 어떤 실질적인 재원의 활용을 의미하지 않는다. 또 다른 이전거래의 예는 보조금을 들 수 있다. 보조금은 정부로부터 개인이나 기업에게로 흘러 들어가는 이전이라는 점에서만 세금과 차이가 있을 뿐, 세금과 같은 맥락에서 이전거래로 이해할 수 있다. 우리가 기업의 관점에서 프로젝트의 재무적 분석을 실시한다면, 세금은 기업이 노동이나 원자재 구입을 위해 지불하는 비용이지만, 경제 전반의 관점에서 바라보는 경제적 분석에서는 기업이 내는 세금은 정부가 받는 세금수입과 일치하면서 실제로는 재화의 거래가 없었으므로 무시되게 되는 것이다.

2) 경제적 측면의 프로젝트 분석은 프로젝트로 인해 발생하는 모든 비용과 수익(또는 편익, Benefit)을 고려하지만, 재무적 측면의 프로젝트 분석은 프로젝트와 관련된 개인이나 조직에게 영향을 미치는 비용과 수익(또는 편익, Benefit)만을 고려한다. 즉, 경제적 측면의 분석은 재무적 측면의 분석과는 달리 외부효과를 고려한다는 것이다. 앞에서 살펴 본 환경적 측면의 프로젝트 분석의 예에서 언급한 상류의 관개용수 프로젝트가 하류의 농부와 양식업자에게 미치는 영향을 예로 들어 보자. 관개용수 프로젝트관련 농부에게 있어서 재무적 분석은 하류의 농부나 어부가 입는 손해를 비용으로 산정하지 않지만, 경제적 분석은 하류의 농부나 어부가 입는 손해를 프로젝트의 비용으로 산정한다. 지금까지는 외부효과의 비용적 측면을 고려한 것이나, 외부효과의 수익(또는 편익, Benefit)적 측면도 동일하게 적용된다.

하지만, 경제적 분석을 하는데 있어서 외부효과를 고려할 때는 두 가지 주의해야 할 점이 있다. 첫째는, 외부효과에 과도하게 가중치를 두어서는 않된다는 점이다. 특정 프로젝트를 주장하는 사람의 입장에서는 별로 가치도 없는 프로젝트를 정당화하기 위해 각종 외부효과의 수익(또는 편익, Benefit)적 측면을 강조하기 쉬운데, 외부효과는 현실적으로 가능한 것에만 가치를 부여하여야 한다. 두 번째 유의사항은 외부효과를 중복계산해서는 않된다는 것이다. 위의 관개용수 프로젝트의 예를 다시 들어 보자. 관개용수 프로젝트로 인해 어부의 어획량이 줄어들게 됨으로써 어부가 소유한 배의 가치가 하락하였다고 가정해 보자. 그렇다면, 우리는 어부의 어획량 감소에 더하여 어부가 소유한 배의 가격이 하락한 만큼의 금액을 외부효과로 인정하여야 할 것인가? 정답은 인정하지 말아야 한다는 것이다. 어부가 소유한 배의 가치가 하락한 것은 어획

량의 감소가 있었다는 사실을 이미 반영하고 있는 것이기 때문이다. 배의 가치 하락을 외부효과로 계산한다면 우리는 외부효과를 중복 계산하는 결과를 갖게 된다.

- 3) 프로젝트의 재무적 분석에서는 프로젝트와 관련된 재화나 서비스 등 용역의 가치가 그 재화나 용역 구입을 위해 실제로 지불되는 시장가격으로 결정되는 반면, 경제적 분석에서의 어떤 재화나 서비스의 가치는 경제 전반에서 그 재화나 서비스가 갖는 가치로 결정된다. 이러한 가치를 “잠재가격(shadow price)”이라고 한다. 예를 들어, 경제전반에 실업이 만연하고 있다고 하자. 이 때 우리가 어떤 프로젝트를 위해 인력을 고용한다면, 이 경우 경제의 다른 분야에서 인력을 빼 오는 것보다는 그 사회의 실업률을 낮추는 결과로 이어질 가능성이 많다. 이 경우 경제적인 측면의 관점에서는 프로젝트를 위해 고용한 인력에게 지급하는 임금은 과장된 것이라고 할 수 있다. 왜냐하면, 이 들 인력이 우리의 프로젝트에 고용되지 않았더라면 이들은 아무것도 생산하지 않았을 것이고 경제에도 지속적인 부담을 안겨 주고 있었을 것이기 때문이다. 이러한 상황에서 ”잠재임금(shadow wage)” 개념을 활용하면 이들 인력을 고용하는데 드는 경제적 비용을 적절히 평가할 수 있다. 잠재임금(shadow wage)을 평가하기 위해서는 많은 변수들을 고려하여야 하지만, 우리의 예에서는 잠재임금(shadow wage)이 프로젝트를 위해 고용한 인력에게 실제로 지급한 임금보다는 낮게 될 것이다.

잠재가격(shadow price)과 관련한 또 다른 예로는 외환의 가치를 들 수 있다. 많은 나라들이 외환이 부족하다고 느끼는 경우가 있는데, 이 경우 경제적 분석은 환율분석에 있어서 “잠재환율(shadow exchange rate)”을 활용하게 된다. 이 때 잠재환율(shadow

exchange rate)은 공식환율보다 외환의 가치를 더 높게 평가한다.

- 4) 프로젝트의 재무적 분석은 금전적 수입과 지출 또는 대출금의 상환 등과 관련된 현금의 흐름이 중요하게 분석되지만, 프로젝트의 경제성 분석에서는 현금흐름보다는 실물의 흐름에 더 관점을 두고 분석한다. 하지만, 경제적 측면의 분석에서는 미래의 실물 또는 현금흐름보다 현재 또는 가장 가까운 시기에 발생하는 실물 또는 현금의 흐름을 더 중요하게 분석한다. 그 이유로는 아래와 같이 두 가지를 들 수 있다.

가) 첫째, 현재 이용 가능한 재화는 경제적 활동에 투자되어 미래에는 더 큰 가치를 제공할 수 있다.

나) 둘째, 사람들은 미래보다는 현재 시점에서 재화를 취득하는 것을 선호한다. 이는 우리의 임금을 예로 들면 명확해 진다. 즉, 우리는 현재의 임금상승을, 장래에 발생하는 똑같은 금액의 임금상승보다 선호할 것이다.

따라서, 우리는 프로젝트의 비용과 편익(또는 수익)의 분석에 있어서 시간적 요소를 고려하여야 한다. 시간적 요소를 고려하는 메카니즘을 “할인(discounting)”이라 하는데, 이에 관해서는 제2장에서 논의될 예정이다.

1-8. 사회적 측면 (Social aspects)

프로젝트의 사회적 측면 분석에서는 다음 두 가지 사항을 고려하

여야 한다. 첫 번째 고려사항으로는 프로젝트를 실행하는 지역의 사회구조나 조직의 유형을 들 수 있다. 이때, 우리가 유의하여야 할 사항은 프로젝트가 이러한 사회구조나 조직의 유형에 가져올 수 있는 영향을 파악하여야 한다는 것이다. 이는 프로젝트가 기존의 사회구조나 조직 유형에 쉽게 적용될 수 있는 경우도 있지만, 사회에 중대한 변화를 초래할 수 있는 경우도 있기 때문이다. 따라서, 프로젝트가 초래할 변화가 그 사회에 바람직한 것일지 아닐 지에 대한 검토가 있어야 하며, 만약 바람직하다면 어떻게 이러한 변화를 가져오는 것이 가장 좋을 것인지를 검토하는 것이 필요하다.

두 번째 고려사항은 사회정책과 관련한 문제이다. 많은 나라들에게 있어서 소득의 공평분배와 고용창출은 정부의 주요 정책으로 자리잡고 있다. 우리가 고려하는 프로젝트가 이러한 정부 정책에 기여할 예정이라면, 프로젝트를 통해 얼마나 기여가 가능할 것인가를 고려할 필요가 있다. 이와 관련한 프로젝트의 사회적 분석은 어떤 경우에는 단순히 프로젝트가 고용과 빈곤층의 소득향상에 기여할 것으로 기대된다고 언급하는 것으로 충분할 수 있다. 반면, 혹자들은 경제적 분석과 더불어 사회적 비용과 편익 분석을 하여야 한다고 주장하는데, 이 경우에는 부유층보다는 빈곤층에게 돌아가는 소득에 더 높은 가중치를 부여하여 사회적 분석을 시도할 수 있을 것이다. 그러나, 이러한 가중치는 결국은 주관적인 가치가 부여되는 것이기 때문에 신중하게 사용되어야 한다.

(번역 · 정리 프로젝트1팀 정영선)

2장 프로젝트의 수익성 측정

2장 프로젝트의 수익성 측정

특정 프로젝트가 타당한지 타당하지 않은지의 여부는 동 프로젝트와 관련한 이해당사자의 관점에 따라 다를 수 있다. 즉, 특정 프로젝트의 비용(cost)과 편익(benefit)은 그 프로젝트의 시행으로 영향을 받는 사람들의 입장과 프로젝트를 수행하는 기관의 입장이 다를 수 있고, 사회 전체적인 관점과도 다를 수 있다.¹⁾ 예를 들어, 우리가 새로운 공항건설을 계획하고 있다고 하자. 새로운 공항은 주변지역에 사는 주민들에게는 소음공해를 유발할 것이므로 이들에게 공항은 비용이 된다. 그러나, 우리가 공항건설을 계획하는 당국자이고 이러한 주민들의 불편을 보상해 줄 필요가 없다면, 우리는 이러한 주민들의 불편을 무시하게 될 것이다. 한편, 공항건설이 경제 전반에 이익을 가져온다면 공항 건설은 사회 전체의 관점에서 매우 바람직하다고 할 수 있을 것이다. 이처럼, 특정 프로젝트의 비용과 편익은 그 프로젝트를 바라보는 이해당사자의 관점에 따라 다르다고 할 것이다.

이해당사자들의 관점이 무엇이든 간에, 특정 프로젝트는 보통 수 많은 비용과 편익을 수반하며, 이들 비용과 편익은 수년간에 걸쳐 오랜 기간 동안 발생하게 되는 것이 일반적이다. 따라서, 우리가 특정 프로젝트의 시행여부를 검토하기 위해서는 장기간에 걸쳐 발생하는 비용과 편익을 특정 시점에서 분석, 검토할 수 있는 수단이 필요한데, 이때 가장 효과적으로 활용되는 방법이 ‘현금흐름할인(DCF: Discounted Cash Flow)’ 방법이다. 이번 장에서는 현금흐름할인 기법의 기본 원칙과 적용시 유의사항을 살펴보도록 하겠다.

1) 물론, 프로젝트 수행기관과 사회 전체적인 관점 또한 다를 수 있다

2.1. 현금흐름할인(DCF: Discounted Cash Flow)

현금흐름할인(DCF)을 이해하기 위해서는 “할인(discounting)”과 “현금흐름(cash flow)”의 개념에 대한 이해가 필요하다. 두 가지 개념을 차례로 살펴보자.

특정 프로젝트의 비용과 편익은 일반적으로 수년에 걸쳐 발생하므로, 그 프로젝트가 수익성이 있는지를 알아보기 위해서는 다른 시점에서 발생하는 비용과 편익을 특정 시점에서 비교 가능한 하나의 수치로 환산하는 것이 필요하다. 그런데, 여기서 유의하여야 할 점은 현재의 1달러는 10년 뒤의 1달러와 같지 않다는 것이다. 왜냐하면, 현재의 1달러를 미래를 위해 투자하면 10년 뒤에 1달러보다 많은 금액을 벌 수 있고, 또 사람들은 미래의 자산보다는 현재의 자산을 중요시하기 때문이다.

이러한 문제를 해결하는 방법이 “할인(discounting)”인데, “할인”은 미래에 발생하는 비용과 편익을 현재의 비용과 편익으로 환산하여 우리가 현재시점에서 비용과 편익을 비교하는 것이 가능하도록 해준다.

“현금흐름”(cash flow)”이라는 용어는 투자 프로젝트의 재무분석에서 유래된 용어인데, 특정 프로젝트는 그 프로젝트의 시행으로부터 발생하는 금전적 수입과 지출의 관점에서 분석되어야 한다는 것을 의미한다. 예를 들면, 자본재의 비용은 동 자본재의 구입에 실질적으로 투입된 지출의 관점에서 파악되어야 하지, 동 자본재를 구입한 기업의 회계장부상의 감가상각 측면에서 고려되어서는 않된다는 것이다. 왜냐하면 후자는 실질적인 지출보다는 회계상의 편익에 의한 고

려사항이기 때문이다. 이는 우리가 프로젝트의 경제·사회적 분석에서 때때로 현금의 지출로 표시되지 않은 비용과 편익을 포함시키고 싶어 하지만, 가능한 동 비용과 편익이 발생된 시점에서 비용과 편익을 고려하여야 하지 회계상의 편익에 의해 다른 시점에 비용과 편익을 배분해서는 않된다는 것을 의미한다.

그러므로 “현금흐름할인(DCF)”은 특정 프로젝트의 수익성과 관련하여 다른 시점에서 발생하였으나 상호 긴밀하게 연관되어 있는 수치들을 다루는 기법이라 할 것이다. 가장 보편적으로 사용되는 DCF 방법으로는 “순현재가치(NPV: Net Present Value)”와 “내부수익율(IRR: Internal Rate of Return)” 기법을 들 수 있다. 여기서는 이 두 가지 DCF 방식을 우선 살펴보고, DCF 방식의 또 다른 기법, 즉 편익/비용율(benefit/cost ratio), 연도별 누적할인 수익율(annuity method) 및 최종가치(terminal value) 분석 기법을 차례로 살펴보도록 하겠다.

2.1.1. 현재가치(PV: Present Value)

우리가 돈을 차입하거나 대출해 주는데 고정적으로 지불하거나 받는 이자율이 연간 10%라고 가정해 보자. 그렇다면, 우리는 오늘 1달러를 남에게 빌려 줌으로써 1년 뒤에는 1.1달러를 받을 수 있을 것이다. 이러한 의미에서, 오늘의 1달러는 1년 뒤의 1.1달러와 같다고 할 것이다. 이를 공식화하면, 연간 이자율이 $r\%$ 일 경우 오늘의 화폐가치 A 달러의 n 년 후 화폐가치를 구하는 방법은 다음과 같다.

$$A\text{달러} \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

예를 들면, 연간 이자율이 10%일 때 오늘의 1달러는 15년 후의 4.18달러와 같다. 즉,

$$\$1 \times \left(1 + \frac{10}{100}\right)^{15} = \$4.18$$

위의 계산방식은 복리(compound rate) 계산방식으로써 이미 널리 활용되고 있는 기법이다. 할인(discounting)은 복리 계산방법과 정반대의 방법을 일컫는다. 즉, 복리 계산방법은 오늘의 A달러가 미래에 얼마와 같을 것인가를 측정하는 방법인데 반해, 할인은 미래의 B달러가 오늘의 얼마와 같은가를 측정하는 방법이다. 이를 통해 얻어지는 미래의 B달러와 동일한 현재의 금액을 ‘미래의 B달러에 대한 현재가치(PV)’라고 한다. 만약, 우리가 오늘 1달러를 투자하여 1년 뒤 1.1달러를 번다면, 이는 1년 뒤의 1.1달러는 오늘의 1달러와 같다는 것을 의미한다. 마찬가지로 1년 뒤의 1달러는 오늘의 0.91달러와 같다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$1\text{달러}/1.1=0.91\text{달러}$$

같은 방법으로 15년 뒤 1달러의 현재가치를 구하면 다음과 같다.

$$\frac{\$1}{(1+10/100)^{15}} = \$0.24$$

이를 일반적인 수식으로 표현하면 n년 뒤의 금액 A달러의 현재가치를 구하는 방법은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$\frac{A\text{달러}}{(1+r/100)^n} = A\text{달러} \times (1+r/100)^{-n}$$

만약 수년간에 걸쳐 발생하는 금액들이 있다고 가정하면, 이들의 현재가치는 매년 발생하는 금액의 현재가치를 모두 합하면 될 것이다. 예를 들어, 어떤 특정 프로젝트에 대한 투자가 금년에는 100달러의 이익을, 내년에는 200달러의 이익을, 그 다음 년도에는 300달러의 이익을, 그리고 다음 7년 동안 매년 400달러의 이익을 가져온다고 가정해 보자. 이를 각각 0차 년도, 1차 년도, 2차 년도 등이라고 하고 연간 이자율이 10%라고 가정해 보자. 이때 각 연도별 현재가치는 매년 발생하는 이익에 할인율(discount factor), 즉 $(1+r/100)^{-t}$ 를 곱해서 얻을 수 있다. 이렇게 해서 얻어지는 연도별 현재가치는 <표 1>과 같으며, 총현재가치(TPV: Total Present Value)는 각 연도별 현재가치를 더하여 얻을 수 있다.

< 표 1 >

(단위: 달러)

연도	(1) 연도별 이익	(2) 할인율 $\frac{1}{(1+r/100)^t}$	(3) 현재가치(PV) = (1)×(2)
0	100	1.0000	100.00
1	200	0.9091	181.82
2	300	0.8264	247.92
3	400	0.7513	300.52
4	400	0.6830	273.20
5	400	0.6209	248.36
6	400	0.5645	225.80
7	400	0.5132	205.28
8	400	0.4665	186.60
9	400	0.4241	169.64
TPV(Total Present Value)			2,139.40

이와 같이 수년간에 걸쳐 발생하는 금액의 총현재가치(TPV)를 구하는 방법을 일반적인 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\sum_{t=0}^n \frac{A_t}{(1+r/100)^t} \quad \text{또는} \quad \sum_{t=0}^n A_t \times (1+r/100)^{-t}$$

여기서 A_t 는 t년도에 발생하는 금액을 의미한다.

2.1.2. 순현재가치(NPV: Net Present Value)

대부분의 프로젝트는 수많은 비용과 편익(또는 지출과 수입)을 유

발한다. 프로젝트에 필요한 설비, 건물, 임금, 재료비 등의 투입물은 비용이며, 생산물의 판매로부터 얻는 수입은 편익이다. 특정 프로젝트를 전체적으로 검토하기 위해서는 모든 비용과 편익을 합하는 게 필요하다. 이때 비용 또는 지출은 부(-)가 되며, 편익 또는 수입은 정(+)이 된다. 우리가 만일 어떤 특정 연도에 발생하는 프로젝트의 비용과 편익에 한정하여 이를 적용하면 우리는 동 프로젝트로부터 발생하는 당해 연도의 순현금흐름(NCF: Net Cash Flow)을 구할 수 있을 것이다. 한편, 이러한 순현금흐름에 대하여 2.1.1.에서 살펴본 것과 같은 할인율을 적용한다면 우리는 동 프로젝트에 대한 순현재가치(NPV: Net Present Value)를 얻을 수 있을 것이다. 물론 NPV는 각각의 비용과 편익의 현재가치를 구하여 비용은 부(-)로 편익은 정(+)으로 하여 각각을 합해서 얻을 수도 있다.²⁾

<표 2>와 <표 3>을 통해 가상의 프로젝트로부터 NPV를 구하는 방법을 살펴보도록 하자.

아래의 <표 2>는 각각의 연도별로 발생하는 실제 비용과 편익, 그리고 연간 순현금흐름(NCF)을 제시하고 있다. <표 2>의 프로젝트는 4개의 비용, 즉, 설비, 임금, 연료 및 원자재와 1개의 편익, 즉 생산물의 판매로부터 얻어지는 수입을 표시하고 있다.

2) 여기서 중요한 것은 특정 프로젝트로부터 발생할 것으로 예상되는 각각의 비용과 편익을 정확히 분석하는 것이다. 그러나, 미래에 발생할 것으로 예측되는 각각의 비용과 편익을 정확하게 예측한다는 것은 매우 어려운 문제라 할 수 있다. 이에 대한 보다 자세한 논의는 제4장에서 다루도록 한다.

<표 2> 실재가치

(단위: 달러)

연도	(1) 설비	(2) 임금	(3) 연료	(4) 원자재	(5) 판매	순현금흐름 = (5)-(1)-(2)-(3)-(4)
0	1,500	0	0	0	0	-1,500
1		100	90	110	500	200
2		150	110	140	700	300
3		250	130	220	950	350
4		250	130	220	950	350
5		250	130	220	950	350
6		250	130	220	950	350
7		250	130	220	950	350
8		250	130	220	950	350
9		250	130	220	950	350
합계	1,500	2,000	1,110	1,790	7,850	1,450

<표 3>은 우리가 할인율을 10%라고 가정했을 때, 각각의 현금흐름의 할인된 가치를 보여주고 있다.

<표 3> 현재가치(연간 할인율이 10%인 경우)

(단위: 달러)

연도	(1) 할인율 (10%/년)	(2) 설비	(3) 임금	(4) 연료	(5) 원자재	(6) 판매	순현금흐름 =(6)-(2)-(3)-(4)-(5)
0	1.0000	1,500	0.00	0.00	0.00	0.00	-1,500.00
1	0.9091		90.91	81.82	100.00	454.55	181.82
2	0.8264		123.97	90.91	115.70	578.51	247.93
3	0.7513		187.83	97.67	165.29	713.75	262.96
4	0.6830		170.75	88.79	150.26	648.86	239.05
5	0.6209		155.23	80.72	136.60	589.87	217.32
6	0.5645		141.12	73.38	124.18	536.25	197.57
7	0.5132		128.29	66.71	112.89	487.50	179.61
8	0.4665		116.63	60.65	102.63	443.18	163.28
9	0.4241		106.02	55.13	93.30	402.89	148.43
합 계		1,500	1,220.75	695.78	1,100.87	4,855.37	337.97

우리는 <표 3>을 통해 연간 할인율이 10%일 때 이 프로젝트의 순현재가치(NPV)는 338달러라는 것을 알 수 있다. 여기서 다른 할인율을 적용(예를 들어 5%, 7%, 13% 등)한다면 다른 수치의 NPV가 얻어질 것이다. 종종 특정 프로젝트의 수익성을 평가하는데 있어서 3-4개의 다른 할인율을 적용해 보곤 하는데, 이는 현실 세계에서 적정 수준의 할인율을 구하기가 매우 어렵다는 것을 의미한다.

2.1.3. 내부수익률(IRR: Internal Rate of Return)

대다수 프로젝트의 경우, 순현재가치(NPV)는 할인율이 낮아지면 높아지고 할인율이 높아지면 낮아지는 경향이 있다. 할인율이 어느 정도 이상으로 높아지면 NPV가 음(-)의 수치를 보이는 경우도 있을 것이다. NPV가 음(-)이 되는 이유는 프로젝트의 초기에는 건물의 건설과 같이 프로젝트에 투입되어야 할 비용이 많은 반면 프로젝트로 인해 발생할 편익은 상당한 시간이 흐른 뒤에 나타나기 때문이다. 이때 할인율이 높다는 것은 미래에 발생할 편익의 상대적 가치가 현재의 비용에 비해 매우 낮다는 것을 의미한다.

내부수익률(IRR)은 NPV가 영(0)이 되는 할인율을 말한다. IRR은 매우 유용하게 사용할 수 있는데, 이는 대부분의 프로젝트에 있어서 IRR보다 낮은 할인율이 적용되면 동 프로젝트의 NPV는 양(+)의 수치를 보이며, IRR보다 높은 할인율이 적용되면 동 프로젝트의 NPV는 음(-)의 수치를 보이기 때문이다. 만약 우리가 어떤 프로젝트를 고려하는데 있어서 적절한 할인율을 확신할 수 없다면 IRR은 동 프로젝트를 시행하는데 있어서 어느 정도의 할인율까지 우리가 수용할 수 있을 것인가를 제시해 줄 수 있다. 프로젝트를 선정하는 잣대로서의

NPV와 IRR의 상대적 장점을 검토해 보기로 하자.

불행히도 IRR을 단번에 구하는 공식은 없다. 즉, IRR을 구하려면 여러 가지 수치를 대입하는 시행착오를 거쳐야 한다는 것이다. 만약 특정 할인율이 정(+)의 현재가치를 보인다면, 보다 높은 할인율을 적용하여야 할 것이다. 반대로 어떤 할인율을 적용한 현재가치가 부(-)라면, 보다 낮은 할인율을 적용하여야 할 것이다. IRR을 구하기 위해서는 이러한 과정을 NPV가 거의 영(0)이 되는 수치를 찾을 때까지 계속하여야 한다.

<표 4-1>은 <표 2>에서 제시한 비용과 편익의 수치가 나오는 프로젝트의 IRR을 구하는 방법을 보여주고 있다.

<표 4-1> IRR 계산 방법

(단위 달러)

연도	순현금흐름 (NCF)	현재가치(PV)		
		할인율 10%	할인율 20%	할인율 15%
0	-1,500	-1,500.00	-1,500.00	-1,500.00
1	200	181.82	166.67	173.91
2	300	247.93	208.33	226.84
3	350	262.96	202.55	230.13
4	350	239.05	168.81	200.13
5	350	217.32	140.67	174.02
6	350	197.58	117.22	151.31
7	350	179.62	97.68	131.56
8	350	163.28	81.41	114.42
9	350	148.44	67.83	99.51
총계(순현재가치: NPV)		337.97	-248.88	1.81

한편, <표 4-1>의 IRR은 다음과 같이 보다 간편하게 구할 수도

있다. 즉, 위의 예에서 할인율이 10%인 경우, 3차 년도부터 9차 년도까지의 순현금흐름(NCF)이 매년 350달러으로 고정되어 있으므로 3년차부터 9년차까지의 할인율의 합(4.0235)에 3년차부터 9년차까지의 연간 고정 NCF인 350달러를 곱하여 얻을 수 있다. 마찬가지로 할인율이 20%인 경우와 15%인 경우의 계산은 <표 4-2>와 같다.³⁾

<표 4-2> IRR 계산방법

(단위: 달러)

연도	순현금흐름 (NCF)	현재가치(PV)		
		할인율 10%	할인율 20%	할인율 15%
0	-1,500	-1,500.00	-1,500.00	-1,500.00
1	200	181.82	166.67	173.91
2	300	247.93	208.33	226.84
3	350	350×4.0235 = 1,408.22	350×2.503 = 876.12	350×3.146 = 1101.16
4	350			
5	350			
6	350			
7	350			
8	350			
9	350			
총계(순현재가치: NPV)		337.97	-248.88	1.81

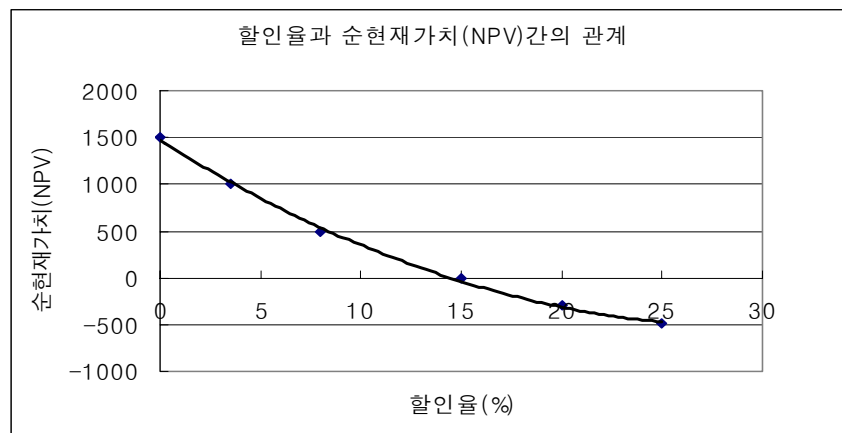
위의 <표 4-1>과 <표 4-2>를 통해 우리는 할인율 10%에서는 순현

- 3) 여기서 유의하여야 할 사항은 NCF가 다른 경우에 이와 같은 방법을 사용해서는 않된다는 점이다. 할인율의 합계는 <첨부2>의 ‘연도별 누적할인율의 현재가치(Present Values of Annuities)’표를 활용하면 쉽게 구할 수 있다. 즉, 할인율이 10%인 경우 3년차부터 9년차까지의 현재가치를 구하는 할인율의 합계는 <첨부2>에서 9년차까지의 연도별 누적할인율의 현재가치 5.759024에서 2년차까지의 연도별 누적할인율의 현재가치 1.735537을 빼서 구할 수 있다.

재가치(NPV)가 양(+)이 되고, 할인율 20%에서는 NPV가 음(-)이 됨을 알 수 있다. 따라서, 우리는 IRR은 10%와 20% 사이에 존재한다는 것을 알 수 있다. 15%를 적용하였을 때 NPV가 1.81이 되므로 우리는 <표 4-1>과 <표 4-2>가 제시하는 프로젝트의 IRR은 15%가 약간 넘는 수치임을 알 수 있다. 보다 정밀한 계산을 시행해 보면 동 프로젝트의 IRR은 15.04%임을 알 수 있다.

일반적으로 할인율과 NPV는 부(-)의 상관관계를 가지고 있다 할 수 있는데, 이는 할인율이 높아질수록 NPV가 낮아지고 할인율이 낮아질수록 NPV가 높아진다는 것을 의미한다. 이를 그래프로 나타내면 <도표 1>과 같다.

<도표 1> 할인율과 NPV의 관계



IRR을 적용하는데는 한가지 유의할 사항이 있는데, 그것은 어떤 경우에 있어서는 동일한 프로젝트에 두 가지의 IRR이 존재할 수 있다는 것이다. 대부분의 프로젝트에 있어서 순현금흐름(NCF)은 처음에 음(-)으로 시작하여 프로젝트가 진행되면서 양(+)이 된다. 그러나, 이러한 순현금흐름(NCF)의 부호가 한번 더 바뀌는 경우가 발생할 수도

있는데, 이러한 경우 우리는 동일 프로젝트에 두 개의 IRR을 가질 수 있다. 이렇게 두 개의 IRR이 발생하는 경우는 프로젝트의 특정 미래 시점에 주요 설비의 교체 투입이 있어야 하거나, 마지막 단계에 조정을 실시해야 하는 광물채굴 프로젝트의 경우와 같이 프로젝트의 종료 시점에 상당한 비용이 수반되는 경우를 들 수 있다. 이는 곧 순현재가치(NPV)가 영(0)이 되는 할인율이 1개 이상 있을 수 있다는 것을 의미한다. <표 5>는 IRR이 20%와 40%가 되는 프로젝트의 예를 나타내고 있다.

<표 5> IRR이 두 개인 사업의 예

(단위: 달러)

연도	순현재금흐름(NCF)	할인율	
		20%	40%
0	-100	-100	-100
1	360	300	257
2	-428	-298	-218
3	168	98	61
순현재가치(NPV)		0	0

IRR이 두 개인 경우는 그리 흔하지 않지만, 두 개의 IRR이 존재하는 프로젝트의 경우에 IRR은 프로젝트의 수익성을 판단하는 적절한 지표로 활용하기 어렵다고 할 수 있다.⁴⁾

4) 이에 대한 보다 자세한 논의는 A. J. Merret & A. Sykes: "The Finance and Analysis of Capital Projects", Longmans, 1963, Appendix to Chapter 5 참조 요망

2.1.4. 연도별 누적할인 수익율(Annuity Method)

순현재가치(NPV)와 내부수익률(IRR)은 프로젝트의 수익성을 측정할 때 사용되는 현금흐름할인(DCF)의 가장 일반적 방법인데, 이 밖의 DCF 방법으로 연도별 누적할인 수익율, 최종가치(Terminal Value), 편익/비용을 분석 등 세 가지 방법이 사용되기도 한다. 이하에서는 이들 방법을 차례로 살펴보기로 하자.

특정 프로젝트의 순현금흐름(NCF)은 해마다 다른 것이 일반적이다. 연도별 누적할인 수익율 방법은 특정 프로젝트로부터 수년간에 걸쳐 발생하는 NCF의 연간 현재가치가 동일하게 되는 수치를 찾는 방법이다.

앞의 예를 들어보자. 할인율이 10%일 때, 우리는 <표 3> 프로젝트의 순현재가치(NPV)가 337.97달러가 되는 것을 알았다. 동 프로젝트의 사업기간은 0차 년도부터 시작하여 9차 년도까지 10년 간이다. 우리는 <부록 2> ‘연도별 누적할인율의 현재가치(Present Value of Annuities)’ 표를 활용하여 0차 년도부터 9차 년도까지의 할인율의 합계는 6.759024가 된다는 것을 알 수 있다.⁵⁾ 따라서, 동 프로젝트의 연도별 수익은 50.003달러가 됨을 알 수 있다.

$$\frac{\$337.97}{6.759024} = \$50.003$$

5) 6.759024는 연도별 할인율을 모두 더해서 얻을 수 있다. 즉, 0차 년도 할인율 1 + 1차 년도 할인율 0.9091 + 2차 년도 할인율 0.8264 + ... + 9차 년도 할인율 0.4241 = 6.759024

즉 동 프로젝트로부터 발생할 것으로 기대되는 순이익의 현재가치는 매년 50.003달러이라는 것이다.

한편, 우리는 이 방법을 약간 달리하여 동 프로젝트의 연간 수익율을 구할 수도 있다. 연간 수익율은 동 프로젝트의 수익에서 운영비용을 뺀 금액을 최초 자본비용에 대한 수익율로 표현하는 방법이다. 우리의 예에서 1차 년도부터 9차 년도까지 발생한 수익 4,855.37달러에서 운영비용인 임금, 연료, 원자재 비용을 차감한 금액의 현재가치는 1,837.97달러이다. 이를 1차 년도부터 9차 년도까지의 ‘연도별 누적할인율의 현재가치’인 5.759024로 나누면 연간 수익의 현재가치는 319.15달러가 된다. 자본 비용이 1,500달러이므로, 우리는 동 프로젝트의 연간 수익율은 21.28%가 됨을 알 수 있다.

$$\frac{\$319.15}{1,500} \times 100 = 21.28\%$$

2.1.5. 최종가치(Terminal Value)

엄밀히 말하자면 이 방법은 할인방식이 아니라 복리 방식이라고 볼 수 있다. 여태까지의 수익율 분석방법은 미래에 발생할 수익을 적절한 할인율로 나누어 현재가치를 구하는 방법이였으나, 이 방법은 반대로 특정 프로젝트가 종료된 시점에 얼마만큼의 순수익이 발생하였는가를 결정하는 방법이다. <표 6>은 위에서 검토한 프로젝트의 예를 다시 한번 활용해서 설명한 것이다. 할인율이 10%일 때 프로젝트의 순현금흐름(NCF)이 다음과 같다면, 이 프로젝트의 최종가치는 797달러임을 알 수 있다.

<표 6>

(단위: 달러)

연 도	순현금흐름 (NCF)	복리이율계수 (Compound Interest Factor)	최종가치 (Terminal Value)
0	-1,500	2.3579	-3,536.85
1	200	2.1436	428.72
2	300	1.9487	584.61
3	350	1.7716	620.06
4	350	1.6105	563.67
5	350	1.4641	512.44
6	350	1.3310	465.85
7	350	1.2100	423.50
8	350	1.1000	385.00
9	350	1.0000	350.00
합 계			797.00

2.1.6. 편익-비용률 (Benefit-Cost Ratio)

어떤 주어진 할인율 하에서의 편익-비용율은 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눔으로써 구할 수 있다. 앞의 <표 3>의 예를 다시 들자면, 연간 할인율이 10%인 상황에서 판매로부터 발생하는 편익의 현재가치는 4,855.37달러이고, 비용의 총 현재가치는 설비 1,500달러, 임금 1,220.75달러, 연료 695.78달러 및 원자재 1,100.87달러를 모두 합한 4,517.40달러이다. 이때 이 프로젝트의 편익-비용율은 1.075가 된다.

$$\frac{\$4,855.37}{\$4,517.40} = 1.075$$

편익-비용율의 한가지 중요한 단점은 편익에서 차감하는 비용의 범위를 어떻게 적용하는가에 따라 편익-비용율이 달라질 수 있다는 것이다. 예를 들어 우리가 농업용수 프로젝트를 고려하고 있다고 하자. 그리고, 이 프로젝트의 비용이 (1)자본비용, (2) 농부의 운영비로 구성되어 있고 농부의 증가된 생산물이 이 프로젝트의 편익(3)이라고 가정해 보자. 이를 도표로 나타내면 <표 8>과 같다.

<표 8>

(단위: 달러)

연도	자본비용(1)	운영비(2)	편익(3)
0	(100)	-	-
1-20	-	(12)/년	25/년
현재가치	(100)	(102.16)	212.84

이때 이 프로젝트의 순현재가치(NPV)는 10.68달러이다.

$$212.84 - 100 - 102.16 = 10.68$$

이 프로젝트의 편익-비용율을 구함에 있어서 총 편익을 분자로 하고, 자본비용과 운영비를 분모로 할 경우, 편익-비용율은 1.053이 된다.

$$\frac{PV(3)}{PV(1)+PV(2)} = \frac{212.84}{100 + 102.16} = 1.053$$

반면, 운영비를 차감한 순편익을 분자로 고려한다면 이 경우 편익-비용율은 1.107이 된다.

$$\frac{PV(3) - PV(2)}{PV(1)} = \frac{212.84 - 102.16}{100} = 1.107$$

그런데, 편익-비용율을 구하는 위의 두 가지 방법 중 어떤 한 방법을 다른 방법보다 선호하여야 할 특별한 이유는 없다.

순현재가치(NPV)와 IRR은 매년 발생하는 편익과 비용의 차이, 즉 순현금흐름(NCF)를 기준으로 하기 때문에 편익-비용율과 같은 모호성은 없다.

2.2. 프로젝트 선정

앞 절에서 우리는 현금흐름할인(DCF) 방식을 활용하여 어떻게 특정 프로젝트의 수익성을 계산하는지에 대하여 알아보았다 이들 DCF 방법은 특정 프로젝트를 실행할 것인지 아닌지에 대한 기준으로 활용이 가능하다. 연도별 누적할인 수익율과 최종가치 방법은 NPV의 변형으로 간주할 수 있으므로, 여기서는 순현재가치(NPV), 내부수익률(IRR), 그리고 편익-비용율을 기준으로 설명하도록 하겠다. 논의의 편의를 위해 다른 시점에서 발생하는 비용과 편익에 대하여 적절한 가중치를 제공하는 할인율을 선정하였다고 가정해 보자.⁶⁾

이 때 한 번에 하나의 프로젝트에 대하여만 그 프로젝트를 실행할 것인지 아닌지에 대하여 고려하는 경우라면 DCF 기법을 활용하여

6) 이러한 할인율을 어떻게 선정하는가에 대한 문제는 뒤에서 다루어질 예정이다.

그 프로젝트의 실행여부를 결정하는 방법은 다음과 같다.

- 1) 순현재가치(NPV)에 의한 프로젝트 선정 방법: 미리 주어진 할인율 하에서 $NPV > 0$ 이면 프로젝트 실행 선택, $NPV < 0$ 이면 프로젝트 실행 포기
- 2) 내부수익율(IRR)에 의한 프로젝트 선정 방법: IRR이 미리 주어진 할인율보다 크면 프로젝트 실행, IRR이 미리 주어진 할인율보다 작으면 프로젝트 실행 포기
- 3) 편익-비용율(B/C ratio)에 의한 프로젝트 선정 방법: 편익-비용율이 1보다 크면 프로젝트 실행, 편익-비용율이 1보다 작으면 프로젝트 실행 포기

순현재가치(NPV)와 편익-비용율을 통한 프로젝트 선정 방법은 동일한 결과를 도출하며, IRR을 통한 프로젝트 선정 방법도 IRR이 하나인 경우는 NPV와 편익-비용율을 통한 프로젝트 선정 방법과 동일하다. 프로젝트를 선정하는데는 보통 NPV와 IRR을 함께 제시하는 경우가 일반적이다. 혹자들은 ‘수익율(rate of return)’이 프로젝트의 수익성을 표현하는데 있어서 사람들에게 보다 친밀한 방법이므로 IRR이 프로젝트를 선정하는데 있어서 NPV보다 유용한 지표라고 주장하기도 하는데, 이는 나중에 살펴보는 바와 같이 동일한 프로젝트에 다른 ‘수익율(rate of return)’이 있을 수 있고 이로 인해 매우 다른 결과를 도출할 수도 있는 점을 감안하면 설득력이 부족하다 할 것이다. 그럼에도 불구하고 IRR은 NPV와는 달리 프로젝트의 규모에 상관없이 프로젝트의 수익성을 분석할 수 있는 지표를 제공한다는 점에서 유용하게 활용될 수 있다는 장점을 가지고 있다.

지금까지 우리는 단일 프로젝트의 실행 여부에 대하여 세 가지

‘현금흐름할인(DCF)’ - NPV, IRR, 그리고 편익-비용율(B/C ratio) - 방법이 동일한 판단기준을 제시하는 경우를 살펴보았다. 그러나, 일반적으로 우리가 어떤 프로젝트의 실행 여부를 판단할 때는 그 프로젝트 자체만 한정하여 고려하는 경우보다는 다른 여타 대안 프로젝트와의 맥락에서 고려하는 경우가 많은데, 이 경우 DCF를 적용하여 프로젝트를 선정하는 문제는 그리 간단하지 않다. 이러한 상황이 발생할 수 있는 경우로는 크게 다음 세 가지를 고려할 수 있다.

- 1) 프로젝트가 상호 배타적인 경우: 예를 들어 동일한 부지에 2층 짜리 건물을 지을 것인지 아니면 3층 짜리 건물을 지을 것인지를 결정하는 경우. 또는, 단일 지역의 전력수요를 수력발전소를 건설하여 충당할 것인지 아니면 화력발전소를 건설하여 충당할 것인지를 결정하는 경우. 즉, 여러 대안 중 하나만을 선택하여야 하는 경우.
- 2) 자본을 할당하여야 하는 경우: 수익성을 충족하는 프로젝트가 다수라도 재무적 제약 또는 프로젝트의 투입에 필요한 다른 자원의 제약으로 인해 이들 프로젝트를 모두 실행할 수 없어 이들 중 몇 개만을 선정하여야 하는 경우.
- 3) 어떤 프로젝트의 편익과 비용이 다른 프로젝트의 실행여부에 의해 영향을 받는 경우: 프로젝트 A가 프로젝트 B의 투입물 가격을 상승시키거나 하락시키는 효과가 있거나, 프로젝트 B 시장의 규모에 영향을 미치는 경우.

아래에서는 이러한 경우에 프로젝트를 선정하는 방법을 차례로 살펴보도록 하겠다.

2.2.1. 상호 배타적인 투자의 경우

한 개의 철도노선을 전철화 하여 운영할 것인지 아니면 디젤 기관차가 이끄는 방식으로 운영할 것인지의 경우와 같이 양립할 수 없는 두개 이상의 투자 계획 중 어떤 하나의 계획을 선택하여야 하는 경우, DCF 방법들은 모든 경우에 있어서 동일한 결론을 내릴 수 있도록 해주지 않는다. 편익-비용율(B/C ratio)의 모호성은 이미 앞에서 검토한 바 있으므로, 여기서는 IRR과 NPV 측정방법에 논의의 초점을 두도록 하겠다. 우리가 프로젝트A와 프로젝트B중에서 하나의 선택을 하여야 한다고 가정하자. <표 9>는 프로젝트A와 프로젝트B의 연간현금흐름(NCF)을 제시하고 있으며, 프로젝트를 선정하는 기준이 되는 할인율은 연간 10%라고 가정하고 있다.

<표 9>

(단위: 달러)

연도	프로젝트A	프로젝트B	A-B
0	-100.000	-100	0.000
1	12.000	25	-13.000
2	14.600	25	-10.600
3	17.280	25	-7.720
4	20.736	25	-4.264
5	24.883	25	-0.117
6	29.860	25	4.860
7	35.832	25	10.832
8	42.998	25	17.998
9	51.598	25	26.598
10	61.917	25	36.917
내부수익률(IRR)	20.0%	21.4%	16%
NPV(할인율 10%)	66.462	53.615	12.847

여기서 우리는 프로젝트B의 IRR이 프로젝트A의 IRR보다 높은 반

면, 프로젝트A의 NPV가 프로젝트B의 NPV 보다 높다는 것을 알 수 있다. 이 경우 프로젝트B의 IRR이 높음에도 불구하고, 우리는 NPV가 높은 프로젝트A를 선정하여야 한다. 만약 이러한 상황에서 할인율 방식을 사용하여 프로젝트 선정의 타당성을 알고자 한다면, '점증적인 수익율(incremental rate of return)' 방식을 사용하여야 한다. '점증적인 수익율'은 두 프로젝트로부터 발생하는 각각의 순현금흐름(NCF) 차이의 현재가치가 0이 되는 할인율을 말한다. <표 9>의 예에서 '점증적인 수익율'은 16%임을 알 수 있다. '점증적인 수익율'이 할인율 10%보다 크므로 프로젝트A의 선정은 타당하다.

'점증적인 수익율' 방식에 의한 프로젝트 선정 방법은 '점증적인 수익율'이 하나만 있는 한, NPV가 높은 프로젝트를 선정하는 방법과 동일하다. 만약 '점증적인 수익율'로 <표 9>의 두 프로젝트에 대한 순 현금흐름(NCF)을 할인한다면 우리는 두 프로젝트로부터 모두 동일한 NPV를 얻을 수 있다. 마지막으로 언급할 사항은 주어진 할인율 하에서 선정된 프로젝트는 보다 높은 NPV를 가지고 있어야 하며 양(+)이어야 한다는 것이다. 만약 NPV가 양(+)이 아니라면 그 프로젝트는 선정할 필요가 없다고 할 것이다.

상호 배타적인 프로젝트의 특별한 경우는 프로젝트를 언제 시작하여야 하느냐에 대한 결정을 하여야 할 때 발생한다. 프로젝트의 수명이 20년인 프로젝트를 고려하고 있다고 하자. 만약 프로젝트의 비용과 편익이 프로젝트가 실행되는 날짜에 영향을 받지 않는다고 한다면, 일반적으로는 그 프로젝트를 가능한 빨리 실행하는 것이 바람직하다. 왜냐하면, 프로젝트의 순현금흐름(NCF)이 양(+)인 경우 프로젝트 실행의 지연은 프로젝트로부터 발생하는 이익의 실현을 지연함으로써 프로젝트의 NCF를 감소시키기 때문이다. 그러나, 프로젝트의

생산물이 시간이 지남에 따라 상승하는 경우와 같이 프로젝트의 비용과 편익이 시간과 관련한 요인(time-dependent factor)에 의해 영향을 받는 프로젝트가 있다고 하면, 프로젝트의 실행을 늦추는 것이 보다 유리할 것이다. 이 경우 일반적으로 따라야 할 기준은 프로젝트의 순현재가치(NPV)를 극대화하는 연도에 프로젝트를 시행하여야 한다는 것이다. 예를 들어, 자본비용이 1,000달러인 프로젝트가 있다고 하자. 이 프로젝트의 자본비용은 최초 1년 차에만 발생하며, 다음 5년 동안 이 프로젝트로부터 발생하는 생산물은 매년 50톤이라고 가정해 보자. 프로젝트는 1993년 또는 그 이후 시작할 수 있고, 첫 번째 생산물은 1994년 또는 그 이후 발생한다고 하자. 생산물의 가격은 1994년에는 1톤당 10달러이고 1995년 이후에는 1톤당 15달러이라고 하자. 또한, 생산에 필요한 운영비는 연간 100달러가 소요된다고 하자. 이를 정리하면 <표 10>과 같을 것이다.

<표 10>

(단위: 달러)

연도	자본비용 (1)	운영비 (2)	이 익 (3)	순현재흐름(NCF) = (3)-(2)-(1)
1993	1,000			-1,000
1994		100	50×10=500	400
1995		100	50×15=750	650
1996		100	50×15=750	650
1997		100	50×15=750	650
1998		100	50×15=750	650

동일한 방법으로 우리는 1994년에 시작하는 프로젝트와 1995년에 시작하는 프로젝트의 순현재흐름(NCF)을 나타내는 <표 11>을 작성할 수 있다.

<표 11>

(단위: 달러)

연도	할인계수 (Discount Factor)	1993년 시작		1994년 시작		1995년 시작	
		NCF	PV	NCF	PV	NCF	PV
1993	1.0000	-1,000	-1,000				
1994	0.9091	400	363.64	-1,000	-909.09		
1995	0.8264	650	537.19	650	537.19	-1,000	-826.45
1996	0.7513	650	488.36	650	488.36	650	488.36
1997	0.6830	650	443.96	650	443.96	650	443.96
1998	0.6209	650	403.60	650	403.60	650	403.60
1999	0.5645			650	366.91	650	366.91
2000	0.5132					650	333.55
1993년 NPV			1,236.75		1,339.93		1,209.93

우리는 <표 11>을 통해 1994년에 프로젝트를 시작하는 것이 가장 유리하다는 것을 알 수 있다. 1993년에 프로젝트를 시작하면 프로젝트로부터 발생한 생산물의 가격상승에 따른 잠재적 이익을 잃게 되며, 1995년 이후에 프로젝트를 시작하게 되면 생산물 가격의 상승이 없는 상태에서 수익을 얻는 시기만 지연됨으로써 프로젝트의 현재가치(PV)가 하락하게 된다.

2.2.2. 자본할당 (Capital Rationing)

자본할당은 자본 또는 기타 자원의 부족으로 인해 특정 할인율 하에서 순현재가치(NPV)가 양(+)을 나타내는 프로젝트 모두를 실행할 수 없는 경우에 발생한다. 즉, 우리는 어떤 프로젝트는 실행하고 다른 프로젝트는 포기하여야 하는 선택의 문제에 직면하게 되는데, 이때 적용하여야 할 기법이 자본할당이다.

혹자들은 희소한 자원을 분모로 하고 편익에서 비용을 차감한 순편익을 분자로 하는 편익-비용율(B/C ratio) 방법이 자본할당 방법으로 가장 적합하다고 주장한다. 예를 들어, 앞의 편익-비용율 분석에서 살펴본 농업용수 프로젝트에서 편익-비용율을 분석한 두 가지 방법 중 후자 쪽을 활용함으로써 프로젝트에 사용된 희소 자원의 1달러당 순편익을 측정할 수 있다는 것이다. 이 방법에 따르면, 여러 개의 프로젝트가 있는 경우, 편익-비용율이 가장 높은 순서대로 프로젝트를 선택하여 한정된 자원이 모두 소모될 때까지 프로젝트를 선정하면 된다. 이러한 방법의 가장 큰 단점은 프로젝트의 선택이 어떤 주어진 단일시기에만 이루어지는 문제로 취급하는 것이라는 점이다. 따라서, 우리가 취할 수 있는 유일한 선택은 어떤 특정 프로젝트를 실행하느냐 아니면 포기하느냐 하는 것이다. 그러나, 현실 세계에서는 프로젝트에 필요한 재원이 비록 어떤 특정 연도에는 제한되어 있다 하더라도 그 다음 연도에 프로젝트에 활용할 수 있는 재원이 발생할 수도 있다. 따라서, 자원할당 문제는 시간상의 문제와 밀접한 연관이 있다 할 것인데, 편익-비용율 방법은 이를 충분히 반영하지 못한다는 문제점이 있다 할 것이다.

자본할당의 방식으로 내부수익율(IRR)이 적절하다는 의견도 있다.

이러한 의견은 자본할당을 함에 있어서 한계 프로젝트(marginal project)에 대한 수익율을 적정 할인율로 하여 선정하여야 한다고 주장한다.⁷⁾ 이에 따르면, 이러한 할인율을 적용했을 때 NPV가 양(+)이면 프로젝트를 선택하고, NPV가 음(-)이면 프로젝트를 포기하여야 한다. 만약 각각의 프로젝트가 하나의 IRR만을 가지고 있다면(하나의 IRR만 있는 경우가 일반적인 경우임), IRR의 순위대로 예산이 소진될 때까지 프로젝트를 선정해도 동일한 결과를 얻을 수 있다.

IRR을 통한 자본할당 방식도 위에서 언급한 편익-비용율(B/C ratio)과 같은 단점을 가지고 있다. 즉, IRR을 통한 자본할당 방식은 프로젝트들을 연기하거나, 다른 프로젝트들을 포기함으로써 다른 결과를 기대할 수 있는 가능성을 고려하지 못하고 있는 것이다.

IRR을 통한 자본할당의 두 번째 단점은 다음과 같다. 미리 정해진 할인율은 여러 해에 걸쳐 발생하는 비용과 편익에 대한 상대적인 가중치를 반영하기 위한 것이다. 프로젝트 선정기준의 목적은 여러 해에 걸쳐 발생하는 비용과 편익의 가중치가 적절하게 고려되었을 때, 총비용에 대한 총편익을 극대화하기 위한 것이다. 예를 들어, 어떤 한 기관이 한정된 재원으로 여러 가지 농업용수 프로젝트들의 실행을 고려하고 있고, 이 기관은 프로젝트들의 실행으로 인해 발생할 사회적 순이익(net social benefit)이 극대화되도록 프로젝트들을 선택하고자 한다고 가정하여 보자. 또, 여러 해에 걸쳐 발생할 비용과 편익의 상대적 비용과 편익의 사회적 가치를 적절히 반영하는 할인율은 8%라고 해 보자. 이 기관은 당연히 고려되는 모든 농업용수 프로젝트에서 순현재가치(NPV)가 극대화되도록 투자계획을 수립하고자 할

7) 한계 프로젝트(marginal project)는 실행과 포기의 경계선상에 놓여 있는 프로젝트를 말한다.

것이다. 그러나, IRR에 의한 프로젝트의 우선순위 결정 방식은 NPV가 극대화되도록 투자계획을 수립해 주지 못한다. 왜냐하면, IRR은 미리 정해진 할인율에 의해 주어진 가중치와는 다른 가중치를 제시하고, 또 그렇게 함으로써 여러 해에 걸쳐 발생하는 사회적 비용과 이익의 상대적 가치를 적절하게 반영하지 못하기 때문이다. (이는 앞에서 살펴 본 기술적으로 양립이 불가능한 ‘상호 배타적인 프로젝트’의 선정에서 IRR을 적용하려 할 때 발생하는 문제이기도 하다.) 즉, IRR은 미리 정해진 할인율 하에서 고려할 수 있는 전체 투자계획의 NPV를 극대화하도록 해 주지 못한다. IRR의 이러한 문제점은 프로젝트를 지금 실행할 것인가 아니면 아예 포기할 것인가에 대한 선택의 경우에도 해당된다. 이런 경우에는 편익-비용을 방식이 보다 적절한 자본할당을 가능하게 하는 방법일 수 있다. 그러나, 편익-비용을 방식은 앞서 설명한 바와 같이 프로젝트를 연기할 수 있는 가능성이 있는 경우 올바른 자본할당의 지표가 될 수 없는 문제점이 있다.

이를 <표 12>에서 제시하는 프로젝트 A,B,C,D의 경우로 살펴보자. 각각의 프로젝트는 0차 년도에 자본비용으로 100달러가 소요되며, 우리에게 주어진 재원은 200달러로 한정되어 있고 선택에서 제외되는 프로젝트는 미래에는 실행될 수 없다고 하자. 또, 사용될 할인율은 8%라고 하자.

<표 12>

(단위: 달러)

	프로젝트A	프로젝트B	프로젝트C	프로젝트D
NPV at 8%	1	5	12	11
B/C ratio at 8%	1.01	1.05	1.12	1.11
IRR	9.1%	10.7%	12.4%	10.4%

우리가 IRR을 기준으로 프로젝트를 선정한다면 프로젝트 C와 B를 선택할 것이다. 그러나, IRR을 기준으로 선택한 프로젝트 C와 B의 NPV는 17달러으로, NPV를 기준으로 선택한 프로젝트 C와 D로부터 얻을 수 있는 NPV 23달러에 미치지 못하는 것을 알 수 있다. 편익-비용을 방법도 프로젝트 C와 D의 선택하게 함으로써, NPV와 동일한 프로젝트 선택을 할 수 있도록 해 주는 것을 알 수 있다. 그러나, <표 12>에서 편익-비용율이 NPV와 동일한 프로젝트 선정을 가능하게 해주는 것은 각 프로젝트에 투입되는 재원이 동일하게 상정되어 있기 때문이라는 점에 유의하여야 한다.

<표 12>에서 한 가지 주목하여야 할 사항은 <표 12>의 프로젝트와 관련된 논의는 프로젝트를 시행하는 기관의 재원이 제약되어 있기 때문에 경제 전반의 입장에서 선택한 할인율을 적용하였을 때 양(+)의 NPV를 갖는 프로젝트 모두를 실행할 수 없는 그 기관의 입장에서만 고려하고 있다는 것이다. 프로젝트 평가 기법에 있어서, 경제 전반(또는 공공부문)의 차원에서 선택하는 할인율은 양(+)의 NPV를 갖는 모든 프로젝트는 실행될 수 있다는 방식으로 선택되어 진다. 그러므로, 경제 전반의 입장에서 선택되는 할인율은 특정 기관이 직면하는 할인율과는 다소 다르다고 할 수 있다. 이 문제는 추후 다시 다룰 예정이다.

지금까지의 논의사항을 요약하면, 자본할당을 하여야 하는 상황에 처해 있는 기관의 입장에서 사용되어 지는 의사결정 기준의 목적은 그 기관이 계획하고 있는 프로젝트 투자 계획의 NPV를 극대화하도록 하여야 한다는 것이다. 프로젝트의 실행이 지연될 수 없다면, 이는 편익-비용을 방식에 의한 우선순위 선정 방법에 의한 프로젝트 선택과 동일한 결과를 나타낼 것이다. 왜냐하면 편익-비용을 방식의 분

모는 한정된 자원에서 그 프로젝트에 사용된 자원의 양을 나타내기 때문이다. 그러나, 프로젝트의 실행이 지연될 수 있다면, 즉 향후 추가 자원의 확보가 가능하다면, 매년 실행할 수 있는 프로젝트의 최적 조합을 선택할 수 있도록 투자 계획을 조정하는 것이 필요하다 할 것이다.⁸⁾

2.2.3. 어떤 프로젝트의 편익과 비용이 다른 프로젝트의 실행여부에 의해 영향을 받는 경우 (Dependence between the Costs and Benefits of Different Projects)

프로젝트 A와 B, 두 개의 프로젝트의 실행에 대한 결정을 하여야 하는데, 하나의 프로젝트로부터 발생하는 비용과 편익이 다른 하나의 프로젝트의 실행 여부에 영향을 받는다고 가정해 보자. 이 경우는 앞에서 살펴 본 자본할당 문제와는 달리 두 가지 프로젝트를 실행하는데 필요한 자원이 충분하다는 것을 전제로 한다. 이러한 상황에서 프로젝트 선택과 관련된 의사결정은 다음과 같이 간단히 할 수 있다.

- 1) 각각의 프로젝트만을 실행하는 경우의 NPV를 계산한다.
- 2) 두 개의 프로젝트 함께 실행할 경우의 NPV를 계산한다.
- 3) 두 개의 프로젝트를 함께 실행함으로써 얻는 NPV가 양(+)이고, 각각의 프로젝트를 실행하는 경우의 NPV보다 크다면 두 개의

8) 이와 관련한 보다 자세한 논의는 Baumol & Quant (1965): "Investment and Discount Rates under Capital Rationing: A Programming Approach", Q.J.E. 와 S.A. Marglin (1963): "Approaches to Dynamic Investment Planning", North Holland.를 참조.

프로젝트를 함께 실행한다.

만약, 두 개의 프로젝트를 함께 실행하는데 필요한 위의 조건을 충족하지 못하고 단일 프로젝트를 실행하는 경우의 NPV가 두 개의 프로젝트를 실행하는 경우의 NPV보다 높다면 단일의 프로젝트를 실행한다. 물론 이 경우 선택하는 프로젝트의 NPV는 양(+)이어야 한다.

예를 들어, 우리가 프로젝트 A와 B를 검토하고 있다고 하자. 프로젝트 A는 제재소를 건립하는 것이고, 프로젝트 B는 동일 지역에서의 농업개발 프로젝트라고 하자. 만약 프로젝트 B를 실행하게 된다면 프로젝트 A의 편익은 감소하게 된다. 왜냐하면, 프로젝트 B의 실행으로 인해 장기적으로는 프로젝트 A에 사용할 목재의 양이 줄기 때문이다. 미리 정해진 연간 할인율이 10%인 경우의 NPV가 다음과 같다고 하자.

1) 프로젝트 A

- 프로젝트 B가 실행되지 않을 경우, 프로젝트 A의 NPV는 210,000달러
- 프로젝트 B가 실행되는 경우, 프로젝트 A의 NPV는 150,000달러

2) 프로젝트 B: 프로젝트 B의 단독 실행인 경우 NPV는 80,000달러

이 때 고려할 수 있는 프로젝트 실행의 조합은 세 가지 - 프로젝트 A만 실행, 프로젝트 B만 실행, 그리고 프로젝트 A와 B의 동시 실행

행 - 경우이다. 각각의 프로젝트 선택에 대한 NPV를 구하면 <표 13>과 같다.

<표 13>

(단위: 달러)

프로젝트A만 실행	210,000
프로젝트B만 실행	80,000
프로젝트 A와 B 모두 실행	150,000+80,000 = 230,000

<표 13>에서 가장 높은 NPV는 프로젝트 A와 B를 모두 실행하는 경우임을 알 수 있으므로, 여기서는 프로젝트 A와 B를 모두 선택하여야 한다.

지금까지 살펴 본 논의의 일반적 결론은 ‘상호 배타적’인 프로젝트들 중 특정 프로젝트를 선정하는 문제이냐는 것과 여러 프로젝트 중에서 제한된 자본의 제약을 고려하여 ‘자본할당’에 의해 몇몇 프로젝트를 선정하는 문제이냐에 따라 내부수익률(IRR)과 편익-비용율(B/C ratio)을 프로젝트 선정의 기준으로 활용할 수도 있으나, 프로젝트의 편익성을 판단하는데 있어 최우선 지표로 활용할 수 있는 가장 무난한 방법은 IRR이나 편익-비용율 방법보다는 순현재가치(NPV) 방법이라는 것이다.

(번역 · 정리 협력정책팀 조한덕 과장)

3장 대출상환계산법
(Loan Repayment Calculations)

3장 대출상환계산법

(Loan Repayment Calculations)

프로젝트를 수행할 때 우리는 종종 프로젝트 자금을 은행에서 빌리게 된다. 이렇게 빌린 대출금에는 이자가 발생하기 마련이며, 우리는 미래의 특정기일까지 원금과 이자를 상환하여야 한다. 따라서, 프로젝트를 위해 대출 받은 자금의 원금 및 이자를 상환하기 위한 자금의 대출상환 계획을 수립하는 것이 필요하다

대출상환(loan repayment)에 관한 문제는 앞장에서 검토한 현금흐름할인(DCF: discounted cash flow) 분석기법과 아주 유사하다. 현금흐름할인(DCF) 기법은 자금을 빌려 왔을 때는 갚아야 할 이자율을, 그리고 자금을 빌려주었을 때는 받아야 할 이자율을 설명하기 위한 도구이기도 하다. 현금흐름할인(DCF) 기법은 복리이자계산법의 역으로 하면 된다. 즉, 복리이자는 원금에 복리이자율을 곱하여 계산하는 반면 현금흐름할인(DCF)는 원금을 복리이자율로 나누어 계산한다. 따라서, 우리는 현금흐름할인(DCF) 기법을 대출상환(loan repayment) 계산에 활용할 수 있다.

이와 관련한 원칙은 간단하다. 즉, 이자를 포함한 대출상환액의 현재가치(PV : Present Value)가 대출금의 현재가치(PV)와 같아야 한다는 것이다. 대출상환(loan repayment) 과정에 원금 분할상환이라거나, 원금상환이 해마다 다르게 적용된다거나, 프로젝트가 실행된 이후 몇 년간의 거치기간을 거친 이후에 원금을 상환한다거나 하는 복잡한 경우가 포함되어 있을 수 있지만, 이들 모두의 경우에도 대출상

환(loan repayment)과 관련한 원칙에는 변함이 없다.

논의의 편의상 대출금은 이자를 포함하여 매년 동일한 액수로 상환되어야 한다고 가정하자. 그리고, 대출이 있는 이후 1년 뒤부터 대출금 상환을 시작하는 경우와 수년이 지난 뒤에 상환을 시작하는 경우로 나누어 생각해 보도록 하자.

우선 대출금의 상환이 대출 이후 1년 뒤부터 시작할 경우의 연도별 상환액은 다음과 같이 결정된다.

대출금(Amount of loan)
연도별 누적할인율(AF : Annuity Factor)

여기서 연도별 누적할인율(AF)은 대출금에 부과되는 이자율과 상환되는 연도와 밀접한 연관이 있다. 다음의 경우를 예로 들어보자.

대출금 (Amount of loan)	\$5,000
이자율 (Rate of interest)	연간 10%
상환기간 (Repayment period)	6 년

<부록 2>의 ‘연도별 누적할인율(AF)의 연도별 누적현재가치(Present values of annuities)’에서 우리는 할인율이 10% 조건에서 6년 차의 ‘연도별 누적할인율(AF)’은 4.355261이라는 것을 알 수 있다. 이를 활용하면, 연도별 상환액은 다음과 같다.

$$\frac{\text{대출금(Amount of Loan)}}{\text{연도별 누적할인율(Annuity factor)}} = \frac{\$5,000}{4.355261} = \$1,148.04$$

한편, 우리는 매년 상환해야 하는 1,148.04달러 중에서 얼마만큼이 이자로 지출되고 얼마만큼이 원금을 상환하는데 사용되는지를 알 필요가 있다. 연도별 상환액중 이자와 원금의 상대적 비중은 해마다 다를 것이다. 왜냐하면 상환이 이루어지면서 원금의 잔액(outstanding balance)이 줄어들게 되므로, 이에 대한 이자 지급액도 줄어들 것이기 때문이다. 따라서, 매년 1,148.04달러로 연도별 상환액이 책정되어 있는 상황에서 원금 상환액은 시간이 지날수록 증가하게 된다. 아래 <표 3-1>를 통해 알아보도록 하자.

<표 3-1>

(단위: 달러)

(1) Year	(2) Balance at start of year	(3) Total payment	(4) Interest	(5) Capital Repayment	(6) Balance at end of year
1	5000.00	1148.04	500.00	648.04	4351.96
2	4351.96	1148.04	435.20	712.84	3639.12
3	3639.12	1148.04	363.91	784.13	2854.99
4	2854.99	1148.04	285.50	862.54	1992.45
5	1992.45	1148.04	199.25	948.79	1043.66
6	1043.66	1148.04	104.37	1043.67	0.01 ¹

주 1) 잔액 0.01달러는 (6)월 금액의 절삭 때문에 발생한 것임.

표의 각 열은 다음사항을 나타낸다.

- (1)열 : 연도를 나타냄. 대출은 1차년도가 시작하면서 이루어진 것으로 가정.
- (2)열 : 각 상환연도가 시작하는 시점의 원금 잔액. 1년차에는 당연히 처음 대출금과 같으며, 그 다음 연도부터는 전년도 원금 잔액과 동일. 전년도 원금 잔액은 (6)열에 표시되어 있음.
- (3)열 : 연도별 상환액. 우리의 예에서 연도별 상환액은 위에서 계산한 바와 같이 1,148.04달러
- (4)열 : 매년 지급하는 이자. 이자율이 연간 $r\%$ 라하면 이자는 다음과 같이 결정됨.

$$\text{각 상환연도의 원금 잔액} \times \frac{r}{100}$$

상기 예에서는 (2)열에 10/100, 즉 10%를 곱하여 이자를 산정

- (5)열 : 원금 상환액. 원금 상환액은 다음과 같이 산정.

$$\text{원금상환액(capital repayment)} = \text{연도별 상환액(total payment)} - \text{이자(interest charge)}$$

- (6)열 : 원금잔액(outstanding balance). 산정은 각 상환연도의 원금 잔액(balance at start of year)에서 원금 상환액(capital repayment)을 감하여 구함.

각 상환연도의 최종 원금잔액은 그 다음 연도의 원금잔액과 같다.

<표 1>에서 보는 바와 같이 원금잔액(outstanding balance)은 마지

막 연도에 0이 되며, (5)열의 원금 상환액의 총 합계는 최초의 대출금과 같게 된다.

이제 원금 상환이 1년 뒤에 이루어지는 게 아니라 몇 년 뒤에 이루어지는 경우를 고려해 보자. 이 경우에도 이자를 포함한 대출 상환액의 현재가치(PV)는 대출액의 현재가치(PV)와 동일해야 한다는 원칙이 적용된다.

앞의 예와 같이 우리가 빌린 은행 대출금이 5,000달러이고 이자율은 매년 10%라고 하자. 그러나, 대출상환(loan repayment)을 은행 대출이 있는 1년 뒤부터 시작하는 것이 아니라, 2년 뒤부터 시작한다고 가정해 보자. 또, 상환은 앞의 예와 동일하게 6년 간 이루어진다고 하자. 이 경우, 대출이 1년차가 시작하는 시점에 이루어진다면 상환은 3년차부터 시작하여 8년차까지 이어지게 될 것이다.

앞의 예에서와 같이 연도별 상환액은 대출금을 적정한 '연도별 누적할인율(AF)'로 나누어 구할 수 있다. 그러나, 1차년도와 2차년도에는 상환이 이루어지지 않으므로, <부록 2>의 '연도별 누적할인율(AF)'의 현재가치 (Present values of annuities)'에서 8년차의 연도별 누적할인율(AF)에서 2년차의 연도별 누적할인율(AF)를 차감해야 우리의 예에 적합한 연도별 누적할인율(AF)를 구할 수 있다.

연도별 누적할인율(AF)는 아래 표와 같이 구할 수 있다.

8년차 annuity factor	5.334926
2년차 annuity factor	1.735537
차이(annuity factor for years 3 to 8)	3.599389

이에 따라 연도별 상환액은 1,389.12달러임을 알 수 있다.

$$\frac{\text{Amount of loan}}{\text{Annuity factor}} = \frac{\$5,000}{3.599389} = \$1,389.12$$

이제 우리는 <표 3-1>에서와 같이 연도별 상환액 중 얼마만큼이 이자로 지급되고 얼마만큼이 원금 상환에 사용되는 가를 알 수 있다. <표 3-2>는 이를 요약 정리한 것이다.

<표 3-2>

(단위: 달러)

(1) Year	(2) Balance at start of year	(3) Total Payment	(4) Interest	(5) Capital Repayment	(6) Balance at end of year
1	5000.00	-	500	-	5500.00
2	5500.00	-	550	-	6050.00
3	6050.00	1389.12	605	784.12	5265.88
4	5265.88	1389.12	526.59	862.53	4403.35
5	4403.35	1389.12	440.33	948.79	3454.56
6	3454.56	1389.12	345.46	1043.66	2410.90
7	2410.90	1389.12	241.09	1148.03	1262.87
8	1262.87	1389.12	126.29	1262.83	0.04 ¹

주 1) 잔액 0.04달러은 (6)열 금액의 절삭 때문에 발생한 것임.

<표 3-2>는 처음 2년간의 경우를 제외하고는 <표 3-1>과 동일한 원리에 의해 작성된 것이다. <표 3-2>에서는 2년차까지 원금이 상환

되지 않고, 이자가 원금에 누적되고 있음을 알 수 있다. 이에 따른 (5)열의 원금상환액(capital repayment)은 2년차 마지막의 누적원금 6,050달러과 같음을 알 수 있다.

앞에서 이미 언급한 바대로 <표 3-1>과 <표 3-2>에서 살펴 본 경우보다 더 복잡한 대출상환(loan repayment) 조건이 있을 수 있으나, 이러한 경우에도 대출금의 현재가치(PV)가 연도별 상환액의 현재가치(PV)와 동일하게 되어야 한다는 원칙을 적용하면 어렵지 않게 해결할 수 있다.

(번역 · 정리 프로젝트1팀 정영선)

4장 사회적 비용편익분석

4장 사회적 비용편익 분석

프로젝트의 재무 심사(financial appraisal of a project)에만 국한한다면 프로젝트에서 발생하는 재무 및 상업적 이익을 측정하기 위해 수입과 지출만을 따져, 여기에 현금흐름할인(Discounted Cash Flow)을 적용하면 된다. 이러한 재무심사는 프로젝트를 수행하는 상업적 이익의 목적이 있더라도 필요한데, 재무의 흐름을 점검할 수 있고 재정 부족으로 인해 프로젝트가 실패할 위험을 줄여줄 수 있기 때문이다.

경제이론의 완전경쟁 모델을 적용한다면 프로젝트의 상업적 이익은 프로젝트가 경제, 혹은 사회 전체에 가져다주는 가치를 측정함으로써 알 수 있다. 완전경쟁 모델에서 시장가격은 재화 및 생산요소의 사회적 가치에 대한 지표이다. 프로젝트의 사회적 이익은 프로젝트로 인해 발생하는 이익으로 측정할 수 있다. 프로젝트에서 발생하는 산출물의 가격은 소비자가 산출물에 기꺼이 지불하고자 하는 가치를 나타내며, 프로젝트에 투입되는 생산요소 및 중간 투입물에 지불되는 가격은 이러한 생산요소들의 한계생산물을 나타내기 때문이다. 그러므로 프로젝트 산출물과 프로젝트 비용의 차가 프로젝트로 인해 발생하는 사회적 이익이며 프로젝트 주관자(project owners)가 얻는 상업적 이익이다.

<완전경쟁시장의 조건>

- ① 다수의 구매자와 판매자
- ② 상품의 동질성
- ③ 기업 진입과 탈퇴의 자유성
- ④ 기타 조건 : 완전정보, 비독점성 등

그러나, 현실세계에서는 시장가격이 사회, 경제적 가치를 제대로 반영하지 못하여 사회적 가치를 제대로 측정하기 위해서는 상업적 이익을 측정하는데 몇 가지의 조정이 필요하다. 이 장의 나머지 대부분이 이러한 조정 문제에 할애되었다. 우리는 여기서 프로젝트의 사회적 비용과 이익에 대한 측정도구로서 시장가격이 제대로 역할을 하지 못할 때 발생하는 문제를 살펴보도록 한다.

시장가격이 사회적 비용과 이익을 제대로 반영하지 못한다는 주장은 곧 완전경쟁 모델이 현실세계에서 의사 결정을 내리는데 만족스러운 기초가 아니라는 것이다. 이와 같이 완전경쟁 모델을 사용하는데 반대하는 주장은 두 그룹으로 나눌 수 있다.

- (a) 완전경쟁은 소득의 주어진 분배만을 위해 자원의 최적 배분만을 가져오지 소득 분배 자체가 최적인지를 판단해 주지는 않는다. 여기서 완전경쟁의 최적(optimality)은 한계가 있는 최적으로 우리가 두개의 상황에서 하나를 선택해야 할 때 우리가 고려하고자 하는 모든 요소를 반영하지는 못한다.
- (b) 완전경쟁 이론은 현실세계를 충분히 설명하지 못한다. 많은 시장 불완전(market imperfection)이 존재하며 생산과 소비에 있어서도 외부효과(externalities)가 존재한다. 그러므로 프로젝트를 심사할 때 시장가격을 사용하면 경제의 산출물을 최대화하는데 실패한다.

사회적 이익을 측정할 때 시장가격 사용에 반대하는 위의 두 그룹은 완전경쟁을 유용한 의사결정 도구로 만들기 위해 필요한 규범적이고(normative)이고 서술적인(descriptive) 가정들이 불만족스럽다고 말하는 것으로 요약할 수 있다.

4.1 산출물의 가치를 최대화하는 것 이외의 목적

완전경쟁에서 최적의 의미는 경제 전체 산출물의 가치가 최대화되어 어느 개인의 후생이 감소되지 않고서는 다른 어떤 이의 후생도 증대가 되지 않는 상태를 말한다. 경제학자들은 이를 파레토 최적이라고 한다.

그러나, 산출물의 최대화를 경제적 결정을 하는데 있어 유일한 기준으로 삼을 필요는 없으며, 이를 대신하여 혹은 이에 더하여 우리가 고려하고 싶은 많은 다른 목적이 있다. 경제적 결정을 하는데 있어 산출물의 최대화 외에 아래의 사항을 중요한 기준으로 삼을 수 있다

- ① 소득분배의 개선
- ② 소비자가 기꺼이 지불하려는 가격보다 저평가되는 편익 제공
- ③ 국가의 자급자족(national self-sufficiency) 향상

완전경쟁이론은 위의 목적들 또는 다른 목적들은 전혀 고려하지 않고 산출물 최대화라는 목적에만 한정한다. 비용편익 분석을 다룬 문헌들에서 산출물 최대화는 보통 효율성 목적(efficiency objective)으로 표현된다. 위에 주어진 세 개의 목적들을 좀 더 상세하게 알아보기로 하자.

4.1.1 소득분배

소득분배는 셋중에서 가장 중요한 것으로 자원배분에서 거의 모든 변화는 실제소득 분배에 영향을 끼친다. 어느 개인의 후생은 증대하였으나 다른 어떤 이의 후생 악화가 없었을 때 이때의 경제적 변

화는 가치가 있다고 말할 수 있다. 이것이 파레토 최적의 개념이다. 그러나 모든 변화는 한 개인의 후생을 증대시키면 다른 개인의 후생을 감소시키기 때문에, 파레토최적은 유용하지 못하다. 이러한 어려움이 보상 기준(compensation criteria)에 대해 지식습득의 측면에서는 흥미로우나 궁극적으로는 무미건조한 논쟁을 가져왔다. 기본적인 개념은 소득증가자(gainers)가 소득감소자(losers)를 보상할 수 있을 때 이 변화는 가치가 있다는 것이다. 그러나 이 만족스런 기준은 처음에 언뜻 보기보다는 매우 복잡하다. 예로 시토브스키(Scitovsky)는 변화가 있을 후에 소득증가자가 소득감소자를 보상하고 후생이 증대된 상태에 이를 수 있음을 보여주었으나 반대로 이전의 상황으로 돌아가기 위해 소득감소자가 소득증가자를 보상하는 것도 가치가 있을 것이다. 이런 상황에서 제안된 보상 테스트는 모호하다. 왜냐하면 변화가 일어나야 하는가 일어나지 말아야 하는가 하는 두가지 모두를 상정하기 때문이다. 또 다른 어려움은 가설상의 보상 문제에 있다.

보상이 실제 이루어지지 않으면 변화 후 소득감소자는 이전보다 후생이 더욱 감소한다. 그러나, 보상이 실제 이루어져야 한다는 것은 당초의 실제소득 분배가 어떤 의미에서는 최적이었음을 가정하는 것이다.

좀더 복잡한 보상실험(compensation test)이 발전되었으나, 부과해야 할 조건이 너무 제한적이어서 이 기준은 이전의 파레토 기준보다 유용하지 못한 것으로 판명되었다.

이로부터 얻는 결론은 자원의 최적 사용에 대한 문제를 최종 산출물의 최적 분배 문제로부터 따로 떼어내어 생각할 수 없다는 것이다. 자원 사용에 있어서의 변화는 소득분배의 변화를 가져오며 그 변

화가 바람직한가를 결정하기 위해서는 변화가 소득분배에 미치는 효과를 고려해야 한다.

위의 주장은 추상적인 경제이론에 근거한 것이나 그 결론은 직관적인 호소력을 갖는다. 많은 사람들은 1달러로 부자의 소득을 증대시키기보다는 1달러로 가난한 자의 소득을 증대시키는게 좋다고 생각한다. 말하자면, 자원배분의 변화에서 오는 이익의 사회적 가치는 누가 그 이익을 가져가느냐에 달려있다.

물론 실제로 수혜자 개인이 누구인지는 알 수 없으나 수혜자를 소득그룹별로 구분하고 각 그룹에 주어지는 이익에 다른 가중치를 부여하는 것은 가능할 것이다. 많은 경우, 개인은 어느 지역의 소득 그룹에 속하게 되고, 이 경우 각 지역에 부여되는 이익에 다른 가중치를 부여할 수 있다. 같은 방법을 비용에도 적용할 수 있을 것이다.

가중치의 사용과 달리, 프로젝트 심사에 소득분배를 고려하기 위한 다른 방법들이 있다. 그러나, 이 장의 처음에 명기된 다른 목적들을 다루기 위해 유사한 방법이 적용될 수 있기에 이러한 방법에 대한 논의는 이 장의 끝으로 남겨두겠다.

4.1.2 가치욕구(Merit wants)

완전경쟁모델이 이상적이라면 소비자가 원하는 재화와 서비스에 대한 소비자의 결정을 수용해야 한다. 일용품의 사회적 가치는 소비자가 기꺼이 지불하려는 의사에 의해 결정된다. 말하자면 소비자 주권을 수용하는 것이 필요하다.

그러나, 소비자 주권이 적용되지 않는 재화와 서비스도 있다. 예

를 들면, 교육은 소비자가 기꺼이 지불하려는 가격보다 저평가되어 있다고 생각할 수 있다. 머스그레이브(Musgrave)는 이러한 재화와 서비스를 가치욕구라고 명명하였다. 시장가격에 기초한 프로젝트 심사 제도(project appraisal system)는 이러한 재화와 서비스에 부가된 사회적 부가가치를 무시하기 때문에 혹은 이에 부과된 낮은 사회적 가치 때문에 반대에 부딪힌다.

가치욕구 [價值欲求 , Merit Wants]

사회경제 또는 자유경쟁 체제에만 맡겨둘 수 없는 재화 · 서비스로 충족되는 욕구.

머스그레이브가 자원배분에서 정부의 기능을 설명하기 위하여 사회적 욕구(social wants)와 함께 도입한 개념이다. 정부는 어떤 특정한 재화 · 서비스에 대하여 그 이용을 개인의 자유선택에만 맡기는 것을 바람직하지 않다고 판단하여 이용을 조장하거나 강제하기도 하고 그 반대로 억제 또는 금지시키는 경우가 있다. 전자의 경우로는 의무교육 실시, 학교의 급식에 대한 보조, 임대주택의 공적 공급 등을 들 수 있는데, 이같은 재화 · 서비스를 가치재(價值財:merit goods)라고 한다. 한편, 마약의 단속, 주류에 대한 과세 등은 후자의 경우인데, 이같은 재화 · 서비스를 부가치재(負價值財:demerit goods)라고 한다. 그리고 이와 같은 개인의 선택에 대한 정부의 의도적인 정책적 개입하에서 가치재 또는 부가치재에 의하여 충족되는 욕구를 각각 가치욕구(merit wants), 부가치욕구(demerit wants)라고 한다.

민주주의사회에서 이와 같은 정부의 개입이 정당화될 수 있는 경우로서 다음 두가지 경우를 생각할 수 있다. 첫째, 개인의 선택이 정보의 부족, 합리적인 판단의 결여 등으로 인하여 최선의 선택을 하기 어려운 경우이다. 이 때 정부는 정확한 정보를 제공하거나 적절한 지도를 통하여 잘못된 선택을 시정해 줄 필요가 생긴다.

예를 들면 주류에 대한 과세는 과대소비를 억제하려는 것이고, 의무교육과 같이 교육 서비스의 소비를 일시적으로 강제하는 것은 그 편익에 대한 인식을 깊게 하고 장기적으로는 개개인의 자유로운 선택을 합리적인 것으로 해 줄 것이다. 둘째, 어떤 특정한 재화나 서비스를 다른 사람으로 하여금 소비하게 함으로써 자기자신도 정신적 만족을 얻는 효용의 상호의존관계가 성립되는 경우가 있다. 이 경우 용도를 특정화하지 않는 현금 형태의 재분배에 대해서는 합의를 얻기 힘들지만 이와 같은 재화나 서비스를 정부가 가치재로서 공급하는 일에 대해서는 합의가 이루어지기 쉬울 것이다. 저소득층을 대상으로 하는 임대주택의 공적인 공급이나 학교급식에 대한 보조 등은 이와 같은 효용의 상호의존관계를 고려하여 정부가 실물형태로 재분배하는 것이라고 볼 수 있다.

근본적으로 이 주장은 완전경쟁 모델의 순응적인 가정 즉 유일한 목적은 소비자가 지불하고자 하는 가격으로 측정된 산출물(혹은 소비)의 최대화에 반대하는 입장에 서있다. 그러나 특별한 경우, 이 주장은 현실세계를 묘사하는 것으로서 완전경쟁 모델의 한계에 대한 주장에 가려지기도 한다.

가치육구의 다른 예는 높은 자양분을 가진 음식의 경우이다. 여기서 소비자는 실제 영양가가 더 없는 음식과 비교하여 자양분이 높은 음식을 평가절하 한다고 주장한다. 이는 프로젝트 평가에서 시장가격을 사용하는 것에 반대하는 두 부류 중 어느 쪽인지는 명확치 않다.

소비자가 어떤 음식을 평가절하 하는 것은 이에 대한 충분한 정보가 없기 때문이라고 주장하는 이도 있다. 이는 완전경쟁이 모든 소비자가 충분한 정보를 갖고 있다고 상정한다는 점에서 현실적인 모델이 아니라는 것을 말하는 것이다. 반대로 어떤 이는 소비자는 이성적이지 않아서 어떤 자양분에는 많은 가중치를 주고 어떤 자양분에는 너무 낮은 가중치를 주기 때문이라고 주장한다. 이러한 경우를 여기서 논의할 가치욕구의 범주에 넣겠다.

소비자가 재화와 서비스의 사회적 가치에 대한 척도로서 기꺼이 지불하려 하는 가격을 수용하지 않는 두 가지 이유가 있다.

- (a) 소비자 자신이 자신의 행복에 대해 최상의 판단을 내리지 못한다고 믿는 이도 있다. 즉 소비자 주권에 근거한 기준을 거부하는 것이다.
- (b) 소비자 주권을 수용하더라도 불완전한 정보, 외부효과, 다음 부분(section 2)에서 다뤄질 다른 이유 때문에 자유시장은 최적(optimum)에 도달하지 못하고, 시장가격은 적절한 신호역할(signaling device)을 하지 못한다고 주장한다.

이러한 구별이 늘 명확하지는 않더라도 위 두 경우 중 첫째 이유 때문에 가치욕구는 기억해 두어야 한다. 위의 두 주장은 사회적 가치에 대한 척도를 얻기 위해서 시장가격에 어떤 조정을 하고 싶어하는데 대한 이유일 수도 있다

위의 두 가지를 구별하는데 너무 많은 시간을 할애하였는지도 모르며 이는 단지 학문적인 것으로만 보일 수도 있다. 그러나 사회적 가치와 시장가격의 괴리가 비이성적인 소비자의 선호가 아닌 시장의

불완전성 때문이라면 이 사회적 가치와 시장가격의 괴리를 측정하려는 시도는 중요한 일이다. 예를 들면, 선진화된 기술 그 자체가 가치가 있기 때문에 어떤 특정 프로젝트에서는 기술적으로 선진화된 장비가 사용되어야 한다는 주장이 있다. 그러나 상당수의 경우, 덜 발전된 장비를 사용하고 좀 더 많은 사람을 고용하는 것이 더 효과적이다. 기술적 선진화가 그 자체만으로도 가치 있는 것으로 여긴다면 이는 별개의 목표로 다루어져야 한다. 단순히 산출물과 생활수준을 향상시키기 위한 수단으로 기술적 선진화가 요구된다면 목적을 이루기 위해 이 선진화된 기술이 공헌한 바를 측정해 볼 수 있는 것이다. 두 개의 연관된 목적 사이에 구별이 명확하지 않다면 불필요하게 복잡한 프로젝트를 아무 생각 없이 받아들일 위험이 있다.

4.1.3 국가의 자급자족(National Self-Sufficiency)

이 목적은 여러 방법으로 해석될 수 있다. 자급자족이 단순히 수지균형(balance of payments equilibrium)을 맞추기 위한 것이라면 다음 장에서 논의될 위의 두 번째 범주에 해당된다. 완전경쟁이론이 국제무역에 적용된다면 환율은 수지균형에 이르도록 탄력적이다. 그러나, 현실세계는 이렇지 않으며 국제시장에서는 많은 불완전이 존재한다. 자급자족이 수지균형을 이룬다는 의미에서 본다면 별개의 목적으로서가 아니라 시장의 힘이 불완전할 때 다른 목적을 이루는 수단으로서 보아야 한다.

자급자족을 설명하는 다른 방법은 한 국가가 외국과의 무역으로부터 독립적이라 한다는 것이다. 이는 그 자체가 목적이 아니며 어떤 것 즉 군대의 안정, 정치적 안정 혹은 국가적 위신을 높이기 위한 수단으로 사용된다(이는 개인에게 개별적으로 제공되지 않고 사회 전체

에 이익을 주는 공공재이다. 공공재는 다음 장에서 논의된다). 많은 나라들은 자급자족을 공공연하게 목표중의 하나로 공언한다. 이런 이유 때문에 여기에 포함하였다.

공공재 [公共財 , public goods]

정부재정에 의하여 공급되어 모든 개인이 공동으로 이용할 수 있는 재화 또는 서비스.

A. 스미스는 정부가 맡아야 할 일로서 첫째 국방, 둘째 사법행정, 셋째 공공사업과 공공시설을 들고 있는데, 이것들은 모두 민간부문에서는 수행할 수 없는 일들이다. 국방·경찰·소방·공원·도로 등과 같이 정부에 의해서만 공급할 수 있는 것이라든가 혹은 정부에 의해서 공급되는 것이 바람직하다고 사회적으로 판단되는 재화 또는 서비스가 공공재이다. 공공재에 대립되는 것은 사유재 혹은 민간재이다. 사유재는 일반적으로 시장기구를 통하여 공급되지만 공공재에는 보통 시장가격은 존재하지 않으며 수익자부담 원칙도 적용되지 않는다. 따라서 공공재 규모의 결정은 정치기구에 맡길 수밖에 없다. 사유재와 대비되는 공공재의 성질로는, 어떤 사람의 소비가 다른 사람의 소비를 방해하지 않고 여러 사람이 동시에 편익을 받을 수 있는 비경쟁성·비선택성, 대가를 지불하지 않은 특정 개인을 소비에서 제외시키기가 기술적으로 곤란하다는 비배제성 등을 들 수 있다.

공공재에 관한 가장 중요한 과제는 정치기구를 통하여 적절한 공공재의 크기를 어떻게 정할 것인가 하는 기준을 정하는 일이다. 만일 사람들이 그 공공재에 대하여 인정하는 중요성에 상응하는 자세를 부담하는 데 반대하지 않는다면 공공재의 크기는 이것을 적정수준으로 하여 결정할 수 있다. 그러나 공공재의 비배제성의 성질에 의하여 비용을 부담하지 않는 사람도 공공재의 이익을 누릴 수 있으므로, 이른바 ‘무임승차자(free rider)’의 문제가 생기게 된다.

소비를 극대화하는 효율성목적 외에도 다른 많은 목적이 있으며 세 개의 다른 목적은 위에서 다루었다. 많은 경우 위에서 보았듯이 이러한 부가적인 목적은 그 자체가 목적이 아니고 어떤 것에 대한 수단으로서 요구된다. 효율성목적과는 다른 목적을 갖는 아마도 가장 명백한 경우는 소득분배의 경우이다. 다음에서 이를 집중적으로 논의할 것이다. 프로젝트나 프로그램의 심사에 있어 다른 목적을 다루는 방법은 대체로 유사하나 그 차이도 주목해야 한다.

이 장의 서두에서 언급하였듯이 최적이 무엇인가라는 질문이 효율성목적 외의 다른 기준을 고려하여 판단하면, 프로젝트의 상업적 이익을 측정하기 위한 척도로 시장가격을 사용하는 것은 자원의 최적 분배를 가져오지 못한다. 그러므로 우리는 두 가지의 의문을 갖게 된다.

- (i) 소비를 최대화하는 목적 외의 다른 목적들은 프로젝트 심사를 위한 기준에서 어떻게 고려되어야 할 것인가?
- (ii) 경제학자는 소비를 최대화하는 외의 다른 목적들을 고려해야 하는가, 혹은 프로젝트가 산출물과 소비에 미친 영향에 한정해서만 프로젝트를 심사해야 하는가?

우리는 위의 두 문제를 차례로 다룰 것이다.

4.1.4 다른 목적들을 통합하는 방법 (Methods of incorporating other objectives)

- (i) 소비를 최대화하는 목적 외의 다른 목적들은 프로젝트 심사를 위한 기준에서 어떻게 고려되어야 할 것인가?

위에서 언급한 것처럼 여기서는 소득 분배를 향상시키는 목적에 논의의 주안점을 둔다. 왜냐하면 소득분배라는 목적이 가장 중요하며 많은 문헌에서 가장 폭넓게 논의되어온 주제이기 때문이다. 기술적인 면을 다루기에 앞서 예비적이지만 중요한 점이 하나 있다. 프로젝트의 비용과 이익을 가치화(valuation) 하는 것은 최대화하려는 목적에 따라 다르다; 무엇이 비용이고 무엇이 편익인가의 문제는 목적에 따라 다르다는 것이다. 예로, 수익을 최대화하려 한다면 봉급을 주는 것은 비용으로 산정 되나 소득분배의 측면에서는 이는 수익으로 산정 한다. 소득의 이전(transfer payment)은 효율성목적 측면에서 본다면 무시할 수 있고 소득재분배라는 목적으로 보면 의미가 있다는 것이다. 이러한 많은 유사한 예들이 생산물 최대화라는 목적 외의 소득분배의 목적 혹은 다른 목적의 경우에는 고려되어야 한다. 이러한 점은 “수혜자가 누구이냐에 따라 이익에 다른 가중치를 두는(weighting the benefits according to their recipients)” 문구가 사용되는, 다음의 논의에서는 기억되어야 한다. 어느 그룹에 대한 이익은 단지 소비 목적(consumption objective)만을 고려한다면 다른 그룹에게는 비용으로 상쇄(offset)될 수도 있다.

프로젝트 선정을 위한 기준에서 총 산출물을 최대화하는 것 이외의 다른 목적을 통합하는 세 가지 주요한 방법이 있다.

- (a) 다른 목적에 상대적인 가중치를 부여할 수 있다. 예로, 평균소득그룹에 주어지는 이익을 측정의 단위로 사용시 평균소득그룹에게 주어진 1달러는 사회적 가치가 1달러이나, 빈곤층에게는 사회적 가치가 2달러이며, 부자 그룹에게는 0.5달러일 수 있다.

물론 이러한 가중치를 조정하는 많은 방법이 있다. 측정 단위를 달리해 1달러가 가난한 자에게는 1달러, 평균 소득자에게는 0.5달러, 부자에게는 0.25달러이게 할 수도 있다. 측정 단위를 선택하는 문제는 길이의 단위를 야드로 할 것인가 마일로 할 것인가의 문제처럼 중요하지 않다.

또한 대안으로 효율성 편익(efficiency benefit)과 소득분배 편익(income distribution benefit)을 구별하여 두 가지를 별개로 측정 할 수도 있다. 물론 전체 편익은 이 두개의 합계이다. 위에서처럼 똑같은 상대적인 가치화(valuation)를 사용하여 누가 부가소득을 가져가느냐는 무시하고 부가 실제소득 1달러를 효율성 편익 1달러를 나타내는 것으로 간주하고, 평균소득을 가진 사람에게 주어지는 1달러에 대해서는 소득분배 이익의 1달러를 증가시키고 가난한 자에게 주어지는 1달러에 대해서는 3달러를 증가시킬 수 있다.

어느 방법이 사용되든, 비용에도 편익의 경우와 같은 방법이 적용될 수 있다.

- (b) 한 개 이상의 목적을 고려하는 두 번째 방법은 제약조건(constraints)을 사용하는 것이다. 예를 들면, 개별 프로젝트로

부터 발생한 순이익의 일정 부분을 특정한 그룹에 귀속되게 할 수 있다. 이때 이 제약조건에 따라 효율성목적에 대해 프로젝트의 공헌도를 최대화하기 위한 프로젝트로만 선정할 수 있다. 또는 효율성을 최소한 수용 가능한 수준만을 허용하는 제약조건 하에서 특정한 그룹에 가는 이익을 최대화하기 위한 프로젝트들로만 선정할 수도 있다. 이런 식의 제약조건을 사용하는 것은 다른 목적들을 취급하는 다소 조잡한 방법일 수도 있다. 그러나 경제 전체적으로 산출물의 최대화 외에 다른 목적을 증진하기 위해 설립된, 그렇지만 여전히 합리적으로 효율적인 방식으로 운영되도록 요구받는 기관에게는 매우 유용한 기술이다. 예를 들면, 한 기관이 중앙정부로부터 재정 지원을 받아 빈곤지역의 발전을 향상시키기 위해 설립된 경우, 중앙정부는 경제 전반으로 보았을 때 수행된 프로젝트가 효율성목적에는 최소한의 기여만 하더라도 그 기관이 책임지는 지역의 소득은 최대화하는 것으로 기관의 목적을 상정한다. 재정적 보상(return)이 효율성목적에 프로젝트가 공헌하는 정도를 나타내주는 훌륭한 지표라면 이 최소한의 기준(위에서 상정한 경제 전반에는 최소한의 기여만 하더라도 특정지역의 소득은 최대화하는)은 단순히 투자에 대한 재무수익율(financial rate of return)로 표현될 수 있다.

- (c) 하나 이상의 목적을 고려하는 세 번째 방법은 비용효과성(cost-effectiveness)의 방법이다. 다른 수단으로 특정한 목적에 도달하기 위한 비용을 비교할 수 있다. 이 기술은 목적이나 이익을 돈으로 환산하기 어려워서 비용과 편익을 비교하기 어려울 때 유용하다. 이때에도 다른 수단을 이용해 목적에 도달하기 위한 비용을 비교하는 것은 여전히 가능하다.

빈곤지역에서 소득 증가를 위한 프로젝트를 선택할 때 위의 기술을 사용하는 것을 볼 수 있다. 어느 지역에 두개의 프로젝트가 모두 100개의 일자리를 창출하나 하나를 선택해야 할 때를 가정해보면, 효율성목적의 관점에서는 두개의 프로젝트를 모두 시행하는 것이 더 좋을 것이다. 이때 우리는 다른 방법으로 주어진 숫자의 고용을 창출하기 위한 비용을 비교할 수 있고 선택을 해야 한다면 효율성목적 측면에서 비용이 더 작은 프로젝트를 선택할 수 있다.

ii) 우리는 효율성목적 외의 목적들을 제안된 프로젝트 및 프로그램의 양적인 분석에 통합하는 다양한 방법을 논의하였다. 그러나, 이러한 방법의 시행 당위성에 대해서는 여전히 논란의 소지가 있으며 이것이 우리가 고려해야 할 문제이다. 문제는 아래 두 개의 질문으로 나뉠 수 있다.

- (a) 프로젝트를 선택할 때 효율성목적 외의 다른 목적들을 고려해야 하는가?
- (b) 고려해야 한다면, 경제학자는 이러한 목적들을 프로젝트의 공식적인 분석에 포함시켜야 하는가 혹은, 다른 목적들은 의사결정을 위한 정치적 과정에 맡겨두고 효율성목적에 프로젝트가 기여하는 것에만 집중해야 하는가?

질문(a)는 소득분배를 향상시키는 목적과 관련하여 주로 다루어졌다. 프로젝트를 선택할 때 소득분배를 고려하는 것에 반대하여 제기된 주요한 주장은 소득을 재분배할 수 있는 다른 방법(예로 재정정책)이 있으며 이 방법이 프로젝트 선정시 관련된 비효율성을 피할 수 있게 해준다는 것이다. 산출물을 최대화하는 방향으로 자원배분에 대

한 결정이 이루어져야 한다는 것이다; 소득분배가 최적이지 않다면 진보적인 소득세 체계와 사회안전망을 결합함으로써 수정할 수 있다는 것이다. 이에 대하여 세 가지의 주요한 주장이 있다

(a) 재정정책은 사실상 최적의 소득분배를 이루기 위해 사용되지 않을 거라는 것이다. 최적에 도달하기 위해 요구되는 비율로 세금을 부과하는 것은 정치적으로 불가능하다. 이러한 경우, 정부는 소득분배를 향상시키기 위한 프로젝트를 선택하려 한다. 이는 “효율성 (efficiency)과 형평(equity)”을 조합하게 만든다. 어느 정도까지 소득분배를 향상시키기 위해 재정정책을 사용하면서 효율성에 근거하여 프로젝트를 선정하는 것이다. 원칙적으로 다른 목적을 이루기 위해서 다른 수단을 사용함으로써 더 좋은 조합을 얻어낼 수 있을지 모른다. 그러나 이 선택안을 사용할 수 없다면 이는 적절하지 않다. 실제로 실행될 수 있는 선택안에서 선택은 이루어진다; 이는 프로젝트를 선택할 때 “형평”을 고려함으로써 소득분배를 향상시키기 위해 어느 정도의 효율성을 희생시킨다는 것을 내포한다.

(b) 마지막 문단에서 소득분배를 고려함으로써 프로젝트 선정이 영향을 받는다면, “효율”에 손실이 있을 것이나 똑 같은 목적을 위해 “재정정책의 사용“에는 손실이 없다고 가정하였다. 그러나 실상은 이와 같지 않다. 소득분배를 향상시키기 위한 세금과 보조금의 도입은 경제의 산출물을 감소시키면서 자원 배분과 이용을 왜곡시키는 효과를 가져온다. 이렇다면 소득을 재분배하기 위하여 재정정책을 사용하는 주장은 매우 약화된다. 재정정책만 사용되었을 때보다 프로젝트 선정에 의한 방법을 사용하는 것이 소득 재분배시 비용이 적게 소요된다는 것이다. 만약 이러하다면, 프로젝트 선정의 방법이 좋은 본보기가 될 것이다.

(c) 사회는 소득을 재분배하는 각각의 방법에 무관심하지 않기에 소득 재분배라는 목적만 주장하는 것은 지나치게 단순한 일이다. 좀 더 구체적으로 말하면 프로젝트 선정을 통해서 소득분배를 이루는 것이 더 좋을 수 있다. 예를 들면, 프로젝트를 빈곤지역에 실행하거나 실업자에게 정부 보조금을 지급함으로써 소득을 재분배할 수 있다. 프로젝트를 타 지역에 실행하거나 빈곤지역에 실업수당을 계속해서 지원함으로써 전체 산출물의 정확히 같은 수준 및 소득의 똑같은 분배를 얻을 수 있을지라도 프로젝트 선정이 더 선호된다.

산출물의 최대화 외의 다른 목적이 프로젝트 선정시 고려되어야 한다는 주장이 받아들여진다면 두 번째 질문이 문제된다. 경제학자는 이러한 다른 목적들을 고려해야 하는가 혹은 자기가 가장 전문성이 있다고 생각하는 분야 즉 효율성목적에 대한 프로젝트의 공헌도를 측정하는 것에 집중해야 하는가? 어떤 프로젝트의 수행여부를 결정하는 것은 비용편익 분석에 의해서만 결정되지 않고 경제학자 외의 다른 사람들도 참여하는 정치적 과정을 거쳐 결정된다 많은 이들이 다른 목적들 사이의 균형이 이러한 정치적 과정(정치적 과정에서 프로젝트 이익에 반하는 이들은 그들의 이익을 대변하는 정치인을 두고 있다) 의해 적절하게 결정되고, 다른 목적에 상대적인 가중치를 부여하려하는 경제학자는 자기의 것도 아닌 권력을 사칭하고 있다고 주장한다. 그러나 프로젝트 심사와 관련된 질문에 대해 UNIDO의 "Guidelines for Project Evaluation"과 World Bank Research Publication의 "Economic Analysis of Projects"와 같은 가장 최근의 접근법에서는 산출물의 최대화 외에 다른 목적들이 분명 고려되어야 한다고 주장한다.

(번역 · 정리 프로젝트1팀 양석웅 과장)

4.2 시장가격 조정(Adjustment to market prices)

본 장에서는 효율성목적(efficiency objective: maximization of output) 기반 이외의 프로젝트 심사에 대한 내용을 다루고 있다. 이와 별도로, 프로젝트 심사에 있어 시장가격(market price)을 조정해야하는 여러 이유가 존재하는데 그 중요내용은 아래와 같다.

- 인플레이션(inflation)
- 프로젝트의 외부효과(external effects of projects)
- 프로젝트에 의한 가격의 변화(changes in prices brought about by the project)
- 독점 또는 쿼터 시스템 등에 의해 발생하는 특정 재화의 시장가격과 경제적 비용 또는 가치사이의 차이(differences between the market prices of particular goods and their economic cost or value brought about by such things as monopolies or quotas)
- 세금과 관세효과(the effects of taxes and tariffs)
- 노동, 자본 및 외환 등과 같은 주요 자원에 대한 시장의 불완전성(imperfections in the markets for major resources, such as labour, capital and foreign exchange)

상기 사항에 대해 차례로 살펴보기로 한다.

4.2.1 인플레이션(Inflation)

상업적인 프로젝트 심사 및 사회·경제적 편익 분석 시, 인플레이션이 반영되어 조정될 필요성이 있다. 일반 물가수준이 증가한다면 1년 후의 1달러는 오늘의 1달러 만큼의 가치를 갖지 못하게 된다. 우리는 통상적으로 상대가격의 변화가 고려되어야 함에도 불구하고 고정가격⁹⁾ 측면에서 분석을 실시하는데 프로젝트에 대한 투입가격이 일반가격의 수준보다 빠르게 증가할 것이 예상된다면 위와 같은 추가적인 가격수준의 변동(증가)이(가) 반영되어야 할 것이다.

4.2.2 프로젝트 외부효과(External effects of projects)

프로젝트 운영자 이외의 사람에게 영향을 주는 비용과 편익이 존재한다. 고전적인 예는, 공장 주위에 사는 사람들에게 불편을 초래하는 굴뚝의 연기를 들 수 있는데 이 경우, 주변인들에게는 비용으로 인식되지만 공장주에게는 비용으로 인식되지 않는다.

따라서, 사회 또는 경제단위 전체 차원에서 프로젝트 효과를 고려할 때, 이러한 외부비용 및 편익에 대한 고려가 필요할 것이다. 그러나, 이러한 외부효과를 감안하여 분석할 때, 중복 계산이 되지 않도록 유의할 필요가 있다. 즉, 기술적(technological) 외부성 및 금전적

9) constant price(values) : 특정연도의 가격체계로 당해연도의 경제활동을 평가한 고정연차 가격 표시. 경제통계의 대부분은 금액에 의해서 표시되는데, 그 가격은 조사당시의 가격이다. 그런데 가격은 해마다 변화하며 생산량이 동일하더라도 가격이 상승하면 생산금액이 불어나게 된다. 따라서 가격의 변동효과를 제거한 통계가 통상의 금액표시 통계와 함께 작성된다면 편리하다.

(pecuniary) 외부성의 구분이 필요하게 된다. 여기서 기술적 외부성(technological externalities)은 생산 또는 소비가능성에 있어 실질적인 변화를 야기하는 외부효과를 의미하며 금전적 외부성(pecuniary externalities)은 단순한 시장의 변화만을 반영한 외부효과를 의미한다.

일반적으로 외부효과를 고려할 때, 기술적 외부성만을 대상으로 해야 하며 금전적 외부성에 대한 고려는 결국, 중복계산의 결과를 초래하게 된다.

아래의 예를 통해 상기 외부효과에 대해 자세하게 살펴보기로 한다.

예) 사례 : 빅토리아 라인(신규 개통 지하철)의 개통

<기술외부효과>

- 동 라인의 개통으로 주변 지역에서 런던 중심부로의 접근성이 용이해짐.
- 동 지역에 사는 사람에게는 편익이며 이러한 편익의 가치는 절약된 시간 등을 분석함으로써 측정 가능함.
- 동 경우, 편익은 기술적 외부효과임. 이러한 편익은 실질적인 변화를 초래했으며 프로젝트의 운영자(London transport)보다 동 지역 주민들에게 더 많은 이익이 발생
- 따라서, 사회적 비용편익분석에 있어 외부편익으로 포함되어야 함.

<금전적 외부효과>

- 런던 중심가로의 접근개선은 walthamstow와 같은 주변지역의

주택가격을 상승

- 이 경우 아파트 가격의 상승 등이 프로젝트의 추가적인 편익으로 이해되어야 할 것인지에 대한 의문이 제기
- 주택가격의 상승은 단지 런던 중심부로의 접근성 개선의 반영일 뿐 이미 이러한 편익은 이미 기계상 되어 있음
- 동 경우는 금전적 외부효과로 간주, 외부편익에 포함시키지 않음.

한편, 기술적 외부성을 측정하기 위해 금전적 외부성을 차용하기도 하는데 예를 들어, 공항 주변 사람들에게 영향을 주는 비행기 소음 문제를 들 수 있다. 이 경우 사회적 비용편익 분석에 있어서 비행기의 소음은 외부비용(기술외부효과)으로 간주할 수 있는데 이러한 비용을 어떻게 측정할 수 있는가에 대한 문제가 제기될 수 있다.

주택가격에 대한 소음의 영향을 구별해 내기 위해 소음에 의해 영향 받지 않는 지역의 주택가격과 영향 받는 지역의 주택가격을 비교하여 외부비용을 측정하는 것이 분석의 용이성을 제고시킬 수 있다. 즉, 소음에 부과되는 가치를 측정하기 위해 금전적 외부성을 차용한다는 것이다. 자칫, 금전적 외부효과(아파트 가격의 변화)를 편익에 반영하고 있다고 생각할 수 있으나 단순히 실질적인 외부효과에 대한 가치를 측정하기 위해서만 사용했기 때문에 중복계산이 아니라고 볼 수 있다.

만약, 우리가 소음을 다른 방법으로 가치를 부여하고 이것과 주택가격에의 영향을 함께 고려했다면 동일 비용을 두 번 계상한 결과를 초래하게 된다.

상기에서 설명된 외부효과에 대한 이해를 위해 아래 <외부효과>를 참고하기 바란다.

<외부효과>

1. 정의

한 개인의 행동이 제3자에게 의도하지 않은 이익이나 손해를 가져다 주는데도 이에 대한 대가를 가격 기구를 통해 지불하지도 받지도 않을 때 외부효과가 발생했다고 한다. 이때, 이로인 외부효과를 외부 경제, 해로운 외부효과를 외부불경제라고 한다.

☞ 외부성(Externalities)

- 외부경제효과: 사회적 편익의 발생
- 외부불경제효과: 사회적 비용의 발생
- 정부의 정책개입이 필요(계몽활동 등에 의해서도 가능)

2. 종류

(1) 소비의 외부 효과

시장과 관계없이 타인과 비교하여 생기는 것을 말한다.

[구체적인 예]

- 사랑하는 사람과 함께 차 한잔을 마시니 기분이 좋다.
- 해수욕장에 갔더니 예쁜 여자(멋진 남자)들이 많이 있었다.
- 합성세제 줄이기 운동의 결과 강물이 깨끗해져 낚시가 잘 되었다.
- 점심 식사를 하는데 친구가 코를 풀었다.
- 사촌이 땅을 사니 배가 아프다.
- 공공 장소에서 일부 사람들이 껌을 소리내어 씹거나 담배를 피웠다.

(2) 생산의 외부 효과

생산의 외부 효과란 공장의 폐수와 양식업자 간의 관계 등과 같이 우리 생활의 편익을 위해서는 재화의 생산이 꼭 필요하지만 그것을 생산하는 과정에서 폐수, 공해 등과 같은 인간 생활에 불필요한 '필요악'의 부작용이 나타나기도 한다. 이런 문제는 시장에서 해결할 수가 없다.

개인의 이익추구가 많은 사람에게 이익을 주면서도 한편으로는 불이익도 주므로 공공의 이익에 반하는 셈이다. 시장의 실패의 하나인 환경오염이 바로 외부효과에 속한다.

[구체적인 예]

- 과수원 옆집에 사는 양봉업자가 그 과수원으로 인하여 300달러의 이익을 보았다.
- 술 공장에서 방출한 폐수로 인하여 근처에 있는 양식업자가 300달러의 손해를 입었다.

4.2.3 프로젝트에 의한 가격의 변화 (Changes in prices brought about by the project)

프로젝트가 충분한 재화를 공급시켜 가격하락을 유도한다고 가정하면, 상업적인 견지에서의 프로젝트 심사의 경우, 단순히 프로젝트 운영기관의 이익을 고려하게 된다. 그러나, 재화의 가격하락은 일반 구매자들에게는 이익이 될 수 있으며 따라서, 프로젝트의 경제적 편익으로 계상되어야 할 것이다.

반대로, 프로젝트의 효과(프로젝트를 위한 투입요소와 관계되어진 재화의 가격 상승 등)가 몇몇 재화의 가격을 상승시킨다면 다른 사용자가 필요로 하는 재화의 가격상승을 유도, 경제분석에서 비용으로 계상되어야 합리적이다.

4.2.4 할당제 (Quotas, etc)

프로젝트 운영을 위한 투입물 중에 하나의 특정 요소(item)가 수입되고 이러한 투입물이 할당시스템(Quotas)에 적용되어 진다면, 국내가격을 상승시키는 결과를 초래한다. 이러한 재화에 대한 가치평가를 위해, 일반 사용자에게 의해 해당 재화에 적용되는 가치를 반영한 국내가격을 선정해야 할 것인가? 아니면 재화를 구매하는 경제 전체에 대한 비용을 반영한 국제가격으로 택해야 할 것인가? 에 대한 문제가 제기될 수 있다. 이는 곧 측정하는 단위에 좌우되어진다고 말할 수 있다.

할당제의 효과를 고려한다면, 그 절차는 다음과 같이 이루어지는 것이 통례이다. ① 프로젝트(투입물 등)에 대한 각종 자격기준 제시 등을 통해 할당량이 증가된다면, 이때, 경제에 대한 비용은 추가적인 재화의 수입에 대한 비용으로 국내가격보다는 재화의 수입에 대한 비용이 투입비용에 대한 측정기준으로 선택된다. ② 만약 할당제가 그 양을 증가시키지 않고 같은 기초를 유지한다면 프로젝트의 영향은 다른 사용자들이 사용할 유용한 양을 감소시키게 된다. (이는 동 재화를 사용하는 경제적 비용에 대한 가치임) 이때에는 국내가격이 재화의 가치를 나타내는 기준으로 선택될 수 있다.

한편, 공급이 독점 공급자 등에 의해 제한되어지는 현상을 가정하면 위와 동일한 원칙이 적용 가능할 것이다.

4.2.5 세금과 관세효과

특정 재화에 세금이 부여된다면 해당 세금은 재화의 구매자에게

비용의 일부분으로 작용한다. 그러나, 이러한 세금은 경제 전체에게는 비용이 아니라 단순히 재화의 구매자로부터 정부로의 이전으로 간주된다. 따라서 경제 및 사회적 분석에 있어서는 비용의 일부로 해석되지 않는다.

4.2.6 시장의 불완전성

저개발국의 일반적인 불완전 시장현상은 높은 수준의 실업, 수지의 적자, 투자재원의 부족 등을 들 수 있다. 경제적 심사를 위해서 시장의 불완전성을 반영한 제 연구는 최근 많은 주목을 받고 있는데 1969년 I.M.D. Little 과 J.A. Mirrlees의 OECD "Manual"¹⁰⁾ 및 UN이 발간한 “UNIDO Guidelines”¹¹⁾을 주요 실적으로 평가할 수 있다.

이들의 공통점은 주요 자원을 위한 잠재가격²⁾ 체계를 옹호하고 있으며 많은 부분에 있어서 공통점을 지니고 있다. 그러나 ①사용하는 측정단위(계산가격: numeraire)¹³⁾, ②강조하는 프로젝트의 목적, ③

10) I.M.D. Little and J.A. Mirrlees: "Manual of Industrial Project Analysis in Developing Countries. Volume II: Social Vost-Benefit Analysis“, OECD 1969.

11) UNIDO: "Guidelines for Project Evaluation" , UN, 1972.

12) Shadow price (그림자가격). 시장가격이 존재하지 않거나 왜곡되어 있을 때 비용이나 편익의 가격을 설정하는 방법. 재화의 가격이 그 재화의 기회비용을 올바르게 반영하는 가격을 말한다. 가격통제나 독점적 행동 등의 이유로 가격이 자유롭게 움직이지 못하고 어떤 점에 고정될 경우, 이 고정된 가격을 완전경쟁 하에서 성립될 경쟁가격과 비교할 때 동 개념이 생긴다.

13) 화폐경제내에서는 재화의 가격은 보통 화폐단위로 표시되므로 화폐의 기능 중의 하나는 가격의 계산단위로서의 역할을 수행하는 것이다 예를 들면, 어떤 재화 1단위가 100달러 20장과 교환되면, 그 재화의 가

(다소간이긴 하지만)프로젝트 기획자의 역할에 따라 상이하다 말할 수 있다. 그러나 이들의 기본적인 접근방식은 매우 유사한 것으로 평가된다.

우리는 여기에서는 개별적인 잠재가격을 위한 세부적인 체계에 대해서는 언급하지 않을 것이다. 대신에 몇 가지 사항에 대해 언급하며 해당사항에 대한 시장가격 조정의 이유에 대해 살펴볼 것이고 이러한 조정에 대한 이론적 논의에 기본지침을 제공하고자 노력하고 있다. 아울러 제 분석에 있어서는 앞서 언급한 Little-Mirrlees와 UNIDO methods에 치중하여 전개할 것이다.

그럼, 시장의 불완전성과 관련, 고려대상인 몇 가지 사항에 대해 차례로 살펴보기로 한다.

● 자본비용(cost of capital)

현재의 소득이 미래의 소득보다 가치 있다고 인식되어지는데 이

격은 2,000달러이며, 1달러지폐 5장과 교환되면 5달러이다. 그러나 계산단위는 반드시 실제로 유통하는 본래의 화폐만이어야 할 필요는 없고, 예를 들어 소맥 이외의 재화가 소맥 몇 개와 교환되는가에 따라 그 재화의 가격을 표시하는 것도 가능하다. 그리고 이 경우에는 소맥을 단위로 하여 각 재화의 가격이 표시되는 것으로 된다. 또한 상품에 투하된 노동시간을 계산단위로 가격을 표시하는 것도 이론적으로는 가능할 것이다. 이처럼 본래의 화폐뿐만 아니라, 그에 의해서 여타의 모든 교환 가치를 표시하기 위한 기준으로 되는 재화를 일반적으로 계산화폐 혹은 뉴메레르라고 한다. 뉴메레르의 값은 언제나 1이다. 왜냐하면 100달러권은 1장의 100달러권과 교환되며, 1붓셀의 소맥은 1붓셀의 소맥과 교환되기 때문이다.

는 대부분의 사람들은 나중보다 현재의 것을 선호하며, 현재 사용 가능한 자원이 투자로 가능하게 되어 따라서 미래에 많은 소득을 창출할 수 있기 때문이다.

이상적인 상황 하에서는 투자이익률이 사회의 시간적 선호율(time preference rate)과 동등하게 된다. 이와 관련, 만약 투자수익률이 우수하다면, 투자에 많은 재원을 사용하고, 현재 소비에 덜 사용하는 것이 합당할 것이다. 그러나 각종 제한요소(정부의 세금징수 능력의 부재 등)에 따라 투자를 위한 가용 재원의 부족이 발생가능한데, 이는 투자수익률이 사회의 시간적 선호율(consumption rate of interest라 불리기도 함) 보다 우수함을 의미한다.

할인률의 선택은 사용되어지는 측정단위에 의존하게 된다. 만약 현재소비가 계산화폐로 사용된다면(UNIDO) 할인률은 차별적인 시간대의 소비에 대한 상대가치를 반영할 것이며 이는 또한 소비이율(consumption rate of interest)과 일치하게 된다. 저축이 소비보다 가치 있다는 사실은, 프로젝트 투입요소의 가치(투자의 비용)와 저축으로 투자가능 한 프로젝트의 모든 편익을 측정하기 위해 사용되는 자본의 잠재가격에 반영된다.

다른 한편으로, 저축이 측정단위라면 할인율은 사회적 투자수익률(social rate of return to investment)을 반영하며, 이때 소비는 투자보다 덜 가치 있다는 사실을 반영하는 잠재가격에서 측정되어 진다.

●노동가치측정(valuation of labour)

노동의 가치, 특히 비숙련 노동에 대한 문제에서 비롯되는 제 사

항에 대해 살펴보기로 하자. 프로젝트 심사에서 근로자에게 지불되는 임금을 기준으로 노동비용을 측정하는 것이 관례이다. 만약, 이러한 근로자가 비고용 되었더라면 이때 그들에게 지불된 임금은 그들의 고용에 대한 사회경제적 비용을 과대평가한 것이 된다 엄밀하게 말하면, 그들에 대한 고용효과가 다른 곳에서 고용 가능한 수를 줄이기 보다는 단순히 실업자의 수를 감소시킨다는 상황을 가정하면 이해가 용이하다.

예를 들어, 그들이 한계생산이 이루어지는 농업분야에 종사한다면 추가적인 근로자에 의해 생산되어지는 추가생산은 다른 장소에서의 생산의 손실이 될 수 있다.(물론 이 과정에서도 적절한 계산가격의 관점에서 측정해야 한다) 그러나 이러한 과정에서 고려해야 할 요소가 존재하는데, 만약 추가적인 근로자가 고용된다면 그들의 소득은 증가될 것이며 이는 결과적으로 그들 개인의 소비 및 가족전체에 대한 소비의 증가로 귀결된다. 따라서 투자를 위한 금액을 감소시키게 된다. 투자의 목적이 생활수준을 향상시키는 것이기 때문에 소비 그 자체가 일정 가치가 있다는 점을 고려하더라도, 통상적으로 미래의 소비를 증가시키기 위해 사용되는 현재의 투자보다 그 가치가 덜하다고 평가된다.

따라서, 저축을 희생시켜(비용으로) 얻은 현재의 소비는 노동의 잠재가격(shadow wage)에 반영되어야 한다. 이는 또한 사용되어지는 측정단위에 의존하게 된다. 투자 가능한 자원(외환)이 측정단위가 되는 little-mirrlees 분석방법에 따르면 소비에 낮은 가치가 부여되고 있다. 소비 자체가 측정단위로 제공되는 UNIDO의 접근방법에 따르면 저축에 프리미엄이 부여되고 저축을 오도시키는 소비는 따라서 그 중요성이 낮게 평가된다(Penalized)된다.

●외환(foreign exchange)

잠재가격이 종종 적용되어지는 주요한 자원은 외환이다. little-mirrlees에 의해 제안된 분석기법은 외환이 계산화폐이고 수입이든 수출이든 무역으로 거래된 재화는 단순히 그들의 국경가격에서 가치가 결정되어짐을 가정하고 있다. 국내에서 생산된 재화는 교역재(traded)와 비교역재(non traded)로 재분류한 후, 적절한 잠재가격을 결정하게 된다. 아울러, 그리 중요치 않은 재화는 표준 변환계수(Conversion Factor/즉, 국내시장가격과 잠재가격 사이의 적절한 경제 전체의 이율을 평균 반영하여 산출)을 사용하여 결정한다.

이러한 점에서 한 국가가 외환의 부족현상을 경험하고 있고, 국내 자원이 측정단위라면, 분석에 있어 잠재가격율의 산출이 필요할 것이다. 즉, 국내에서 생산된 재화일지라도 동 재화의 생산비용에는 외환의 요소가 내재하는데 이러한 점이 재화의 잠재가격에 반영되어야 한다.

상기 논점들에 대한 이해를 높이기 위해 아래의 간단한 예제를 분석해 보자.

우리가 검토할 프로젝트는 전장 “프로젝트 수익성 분석”에서 사용되었던 예제를 그대로 사용하고 있다. 상기 예제에서 우리는 상업적 이익 및 프로젝트의 편익과 비용에 치중하여 검토하였다. 이러한 비용편익은 아래 <표 1>에 나타나 있다. 프로젝트의 상업적 수익성을 측정하기 위해 우리는 연 10%의 할인율을 적용하였으며 결과적으로 337.97달러의 순현재가치를 산출할 수 있었다. 아울러 내부수익률은 15.04%라는 결과를 도출한 바 있다.

<표 1> Commercial costs and benefits

(1) year	(2) equipment	(3) wages	(4) fuel	(5) raw materials	(6) sales	(7) net cash flow =(6)-(2)-(3)- (4)-(5)
0	1500	0	0	0	0	-1500
1		100	90	110	500	200
2		150	110	140	700	300
3		250	130	220	950	350
4		250	130	220	950	350
5		250	130	220	950	350
6		250	130	220	950	350
7		250	130	220	950	350
8		250	130	220	950	350
9		250	130	220	950	350

Little and Mirrlees의 분석방법에 기초하여 사회 전체입장에서의 프로젝트를 분석해 보기로 하자. 측정단위는 외환이며 투자를 위해 사용되어지는 것도 외환이다. 분석의 명확성과 이해 제고를 위해, 분석과정에서 고려해야 할 복잡다단한 요소들은 가급적 배제하여 단순한 원칙을 중심으로 살펴보기로 한다.

경제 전체의 관점에서의 프로젝트 가치를 측정하기 위해서는 비용과 편익을 각각 산정 후, 이에 상응하는 외환의 관점으로 표현, 사회적 비용편익을 도출하게 된다. 이에 대한 분석과정 및 결과를 먼저 요약해 보면 아래와 같이 정리할 수 있다

- ①상기 <표1>의 commercial profitability의 예를 그대로 적용하여 분석
- ②이를 적용 사회적 비용편익 분석 시도(잠재가격 등을 반영)
- ③<표1>에 나타난 투입 및 산출, 즉 비용과 수익요소들을 외환의 관점에서 잠재가격(Accounting Price)을 재 산정
- ④이를 다시 순 현재가치로 분석하기 위해 연 12%의 할인률을 적용하여 NPV를 산출
- ⑤경제 전체의 관점에서 비용편익 분석시 NPV는 484 도출
- ⑥동 결과를 상업적인 프로젝트 평가와 비교하면, 경제 전체에 대한 비용편익 분석의 관점이 더욱 이익이 많음

● 기자재(equipment)

기자재는 해외로부터 구매되어지며 10%의 관세를 가정한다. 이러한 관세가 프로젝트 운영자에게는 비용이 되어 프로젝트의 상업적인 분석에서는 비용으로 간주되지만 경제 전체의 입장에서 이는 비용이 아니다. 단지, 기자재의 구매자로부터 정부로의 이전이기 때문이다. 관세가 기자재의 가격을 10% 증가시키기 때문에 외환가격을 구하기 위해서는 국내가격을 1.1로 나누어 결과를 도출할 수 있다. 동 과정에 대한 산출식은 아래와 같이 정의할 수 있다

$$1500/1.1 = 1363.6$$

● 임금(wages)

우리는 여기에서 프로젝트에 사용되어지는 노동은 비숙련 노동으로 가정을 하게 된다. 위에서 살펴보았듯이 이러한 노동은 다음 2가지 요소를 반영한 잠재임금을 사용하여 가치를 측정할 수 있다. 첫째는, 경제 전체에 대한 생산의 손실이며, 두 번째는 추가적인 고용으로부터 발생하는 증가된 소비(결국 저축의 감소)이다. 앞서 언급한 대로 이러한 소비 자체가 일정한 가치를 가지고 있다고는 하나 선행된 저축보다는 덜 가치 있다고 평가할 수 있다. Little-Mirrlees에 근거하면 잠재임금률(shadow wage rate: SWR) 산출은 아래와 같이 제시될 수 있다.

$$swr = m + (c - m) - [(c - m)/s]$$

m : 생산의 손실(어딘가에서 이루어졌을 산출)

c : 새롭게 고용된 비숙련노동자의 소비

***c-m** : 추가적인 소비

s : 저축단위에 상응하는 소비금액

*** c-m/s** : 소비가 그 자체로 가치가 있음을 감안해서 산정한 추가적인 소비

상기 공식에서 m 즉, 생산의 손실은 그 자체로 이해가 가능할 것이다. 두 번째 와 세 번째 c-m과 c-m/s에 대한 설명은 약간의 이해가 필요하다. 이 두 가지 형태는 저축의 관점에서 측정된 추가적인 소비에 대한 비용을 반영하고 있다. c-m은 추가적인 소비의 총액이다. 만

약 소비가 어떠한 가치도 없다고 인정된다면 동 계산식은 여기에서 완료된다. 그러나 추가적인 소비는 앞서 언급한 대로 그 자체로 일정 가치를 가지고 있으며 잠재임금률을 산정하기 위해서는 $c-m/s$ 을 추가적으로 계산식에 적용하게 된다.

이상을 종합적으로 표현하면 아래와 같은 잠재임금률 산출식이 작성될 수 있다.

$$SWR = C - [(C-M)/S]$$

동 예제에서는 C와 M이 노동자 임금의 비율로 표현되었다고 가정한다. 이는 잠재가격으로 측정되어진 노동의 비용에 대한 근사값을 얻기 위해 전체 임금에 적용시킬 수 있는 계수(FACTOR)를 제공한다.

- $c = 0.95$ (임금의 95%가 소비됨)
- $m=0.5$ (노동의 한계생산이 노동자의 새임금의 반)
- $s=1.5$ (저축이 소비보다 1.5배 가치가 있음)

이상과 같이 가정할 때, $c - (c-m)/s = 0.95 - (0.95-0.5)/1.5 = 0.65$ 즉, $swr=0.65$ 가 산출된다. 이는 임금의 0.65배를 의미함에 다름 아니다. 이를 이용 각 연도별 임금에 대한 잠재가격(accounting price)의 산출이 가능하게 된다. 그 결과는 아래와 같다.

year	money wage	labour cost at accounting prices
1	100	65
2	150	97.5
3	250	167.5

● 연료(fuel)

연료는 수입되고 100%의 관세율이 적용된다고 할 때, 연료의 국내가격은 국제가의 2배가 된다. 따라서 연료의 국내가격을 2로 나누어 잠재가격을 산정할 수 있다. 이에 대한 결과는 아래와 같다.

year	fuel costs at domestic prices	fuel cost at accounting prices
1	90	45
2	110	55
3	130	65

● 원자재(raw materials)

이들 원자재는 국내산 재화로 이루어지며 세부적인 계산을 요할 만큼 중요한 투입 요소가 아니라고 설정한다. 이러한 경우, Little과 Mirrlees는 표준 전환계수(conversion factor)를 이용, 시장가격을 잠재가격으로 전환하여 적정가격을 산출한다. 이는 경제 전체의 관점에서 차지하는 국내가격과 잠재가격 사이의 평균율이 될 것이다. 우리는 여기에서 2/3을 전환계수로 이용, 원자재의 잠재가격을 산정하기로 한다. 결과는 아래와 같다.

year	raw materials at domestic prices	raw materials at accounting prices
1	110	73.33
2	140	93.33
3	220	146.67

● 판매(sales)

프로젝트의 산출물은 국내시장에서 판매되지만 그러나, 이 경우 재화의 수입을 대체하는 효과, 즉 ‘수입대체효과’가 발생한다. 따라서, 동 관점에서의 프로젝트 효과는 결과적으로 외환의 절약을 창출, 편익의 구성요소로 자리잡게 된다. 동 편익을 가치분석하기 위해서는 상기 절약의 정도를 측정해야만 할 것이다.

관세의 영향 때문에 재화의 국내가격은 국내로 수입될 당시의 가격보다 25% 상승한다고 가정할 때(= factor 1.25)외환의 관점에서 편익을 표현하기 위해서는 상업적 편익에 0.8($1/1.25=0.8$)을 곱해 결과를 얻을 수 있다. 이런 절차로 판매의 잠재가격(accounting price)은 아래와 같이 산정 가능하다.

year	sales at domestic prices	sales at accounting prices
1	500	400
2	700	560
3	950	760

상기와 같은 절차를 통해 우리는 모든 품목의 잠재가격을 산출할 수 있을 것이며 따라서, 매년도의 순경제적 편익을 계산할 수 있다. 이를 종합하면 아래<표2>와 같다.

<표2> 경제적 비용과 편익

(1) year	(2) equipment	(3) wages	(4) fuel	(5) raw materials	(6) sales	(7) net benefit flow
0	1363.64	0.00	0.00	0.00	0.00	-1363.64
1		65.00	45.00	73.33	400.00	216.67
2		97.50	55.00	93.33	560.00	314.17
3		162.50	65.00	146.67	760.00	385.83
4		162.50	65.00	146.67	760.00	385.83
5		162.50	65.00	146.67	760.00	385.83
6		162.50	65.00	146.67	760.00	385.83
7		162.50	65.00	146.67	760.00	385.83
8		162.50	65.00	146.67	760.00	385.83
9		162.50	65.00	146.67	760.00	385.83

우리가 살펴본 상기 예에서 사회경제적 분석에서 고려해야할 비용과 편익은 프로젝트의 상업적인 심사와 동일한 조건으로 가정했다. 그러나 프로젝트가 외부효과 등을 창출한다면 이러한 조건은 수정되어야 한다. 우리는 또한 프로젝트에 의한 추가적인 소비만을 잠재임금에 반영하였는데 만약, 이익의 일부가 소비되어진다면 상대적인 저축과 소비의 가치측정을 반영하기 위해서 좀더 세부적인 조정이 필요할 것이다.

상기 <표2>와 같이 프로젝트 순 편익에 대한 결과를 얻었기 때문에 순현재가치와 내부수익률을 도출하기 위해 앞서 설명한 바 있는 할인율 기법을 적용, 분석기로 한다. 이러한 할인율은 최소한의 경제적인 수익률을 반영하기 위함이고 이는 잠재수익률(accounting rate of interest)로 알려져 있기도 하다. 12% 할인율을 적용하여 분석한 현재가치는 아래와 같다.

equipment	1363.64
wages	726.97
fuel	320.51
raw materials	673.49
sales	3568.60
net present value	484.00

따라서, 프로젝트의 순경제적 편익은 484이다. 내부수익률은 시행착오방법(trial and error method)에 의해 산정이 가능한데 약 20%로 도출된다. 더욱 정확한 수익률을 얻고 싶다면 컴퓨터 활용이 가능하는데 이를 적용하면 19.92%가 내부수익률로 산출될 것이다.

이러한 “사회경제적 비용편익 분석” 결과를 상업적 심사 등과 비교해 본다면 동 프로젝트는 프로젝트 운영자의 관점에서 보다 경제 전체적인 관점에서 더욱 이익이 많을 것으로 분석된다. 그러나 이러한 분석결과 해석에 있어서 주의를 기울여야 한다. 왜냐하면 상기 두 가지 관점의 분석결과는 서로 다른 영역(dimension)을 측정하며 차별적인 함의를 내포하고 있기 때문이다.

(번역 · 정리 기획조정팀 신명섭 과장)

5장 프로젝트 심사에서의 위험과 불확실성

5장 프로젝트 심사에서의 위험과 불확실성

2장의 투자 적격성 판단기준에 대한 논의에서, 우리는 어떤 한 프로젝트의 비용과 편익을 정확히 알 수 있다는 가정 하에 분석을 수행했다. 그러나, 프로젝트의 비용과 편익(benefits)은 모두 미래에 발생하는 것인 바, 이러한 가정은 현실적이지 못하다. 물론 우리는 비용과 편익이 어느 정도의 범위 안에 속할지를 예측할 수는 있으나, 비용과 편익의 정확한 값을 확실히 알 수는 없다. 프로젝트마다 이러한 비용과 편익의 불확실성(uncertainty) 정도는 서로 다르며, 우리는 프로젝트를 수행하며 결정을 내릴 때 이러한 불확실성의 정도를 고려해야한다.

원칙적으로 우리는 위험(risk)과 불확실성의 분석기법, 즉 일정한 프로젝트의 예상되는 결과에 대한 확신도와 우리가 실제 의사결정을 내릴 때의 판단기준을 구분할 수 있다. 그러나, 이 둘은 서로 밀접하게 연관되어 있으므로, 이 장에서는 분석기술의 종류별로 구성했다. 공공부문의 의사결정에서도 위험과 불확실성을 다뤄야 하는가의 문제는 이 장의 마지막에 간략히 논의될 것이다.

이 장에서 위험과 불확실성은 다음과 같이 구분될 것이다. 위험과 불확실성은 둘 다 어떤 상황이 발생할지 모른다는 것과 관련된다. 그러나, 몇몇의 경우, 우리는 서로 다른 결과의 발생가능성을 알 수도 있다. 예를 들어, 우리가 농업 프로젝트를 수행하고 있고, 프로젝트의 성패는 특정한 미래 몇 년간의 강우량에 달려있다고 가정하자. 미래의 강우량을 알 수 없다 하더라도, 우리는 과거 강우량 데이터를 통해 서로 다른 결과의 발생 확률을 예측할 수 있다. 즉, 확률분포

를 알 수 있는 상황에서의 문제점이 위험이다. 반면, 불확실성은 가능한 결과의 확률분포를 알 수 없는 상황에 사용된다. 새로운 제조 공정 개발 시의 위험성은 불확실성의 한 예가 될 수 있겠다.

이러한 위험과 불확실성 간의 구분은 개념적으로는 유용하나, 현실에서는 별로 중요하지 못하다. 극단적인 경우 확률분포를 도출할 수 있는 대량의 데이터를 갖게 될 수도 있고, 또 한편으로 우리는 서로 다른 결과들의 상대적인 가능성을 추측할 수 있을 정도의 정보만 갖게 될 수도 있다. 어느 경우이든지, 우리는 이용 가능한 정보들에 기초해서 의사결정을 내려야만 한다.

이 장에서 우리는 첫째로 위험과 불확실성의 전통적 분석기법인 보수적 비용-편익 분석, 투자판단기준으로서의 원금회수기간활용법, 할인율에 위험프리미엄(Risk Premium)함산방식에 대해 논하겠다. 제2절에서는 민감도 분석을, 제3절에서는 확률이론의 프로젝트심사예의 응용에 대해 살펴보고, 제4절에서는 게임이론의 기법들에 대해 논해보겠다. 마지막으로 제5절에서는 공공프로젝트 선택에서 위험과 불확실성을 얼마만큼 고려해야 하는가에 대해 알아볼 것이다.

5.1 위험과 불확실성의 전통적 분석기법

프로젝트 분석에서 위험과 불확실성을 다루는 대부분의 기법들은 사람들이 어느 정도는 “안전제일주의”를 따른다는 가정에서 출발한다. 좀더 전문적인 용어로 바꿔 말하면, 프로젝트를 결정하는 정책결정자들이 위험회피(Risk Aversion)적인 성향을 보인다고 가정하는 것이다. 예를 들어, 우리가 두 개의 프로젝트 중 하나를 선택해야

한다고 가정하자. 첫 번째 프로젝트는 순편익(benifits) 1,000달러를 거둘 확률이 100%이며, 두 번째 프로젝트는 수익률이 0%일 확률과 2,000달러의 편익(benifits)을 거둘 확률이 각각 50%로 동일하다고 할 때, 두 개 프로젝트는 모두 순수익의 예상가치(상황이 여러 번 반복 되어 발생할 때의 평균값)가 1,000달러로 동일하지만, 정책 결정자들은 가능한 한 위험이나 불확실성을 회피하려 하므로, 확실한 편익 (benifits)을 보장하는 첫 번째 프로젝트를 항상 선택한다는 것이다.

Project 1		Project 2	
확률	기대이익	확률	기대이익
100%	1,000\$	50%	0\$
		50%	2,000\$
예상순이익	1,000\$	예상순이익	1,000\$

프로젝트 평가에서 위험과 불확실성을 고려하는 전통적인 방법은 위험한 프로젝트에 어떤 방식으로든 불이익을 가하는 방식을 선택하며, 아래와 같이 세 가지로 나누어진다.

1. 비관적인(안전제일주의적) 비용-편익 분석
(Pessimistic Estimation of Costs and Benefits)
2. 원금회수기간법 사용 (Payback Criterion)
3. 할인율과 위험수당 합산방식
(Adding a Risk Premium to the Discounting Rate)

이제 이 세 가지 방식에 대해 논해보자.

5.1.1. 비관적 비용-편익 분석

(Pessimistic Estimation of Costs and Benefits)

위험과 불확실성은 비관적 혹은 비관적 비용-편익분석을 사용하여 다루어야 한다는 주장을 때로 접한다. 비관적 비용-편익분석은 말 그대로 어떤 한 프로젝트에 여러 가지 경우의 비용과 편익(benefits)의 발생가능범위가 있다고 할 때, 범위 내에서 비용은 최고값을 선택하고, 편익(benefits)은 최저값을 선택하여 프로젝트의 수익성을 계산하는 것이다. 이 방식은 프로젝트의 예상수익을 과도하게 계산할 가능성을 최소화하는 장점이 있으나, 너무 단순한 계산법이라는 단점도 있다. 즉, 비관적 비용-편익분석법은 단순히 정책결정자들이 최악의 상황을 상정하며, 모두 위험회피를 최우선 시 한다고 가정하며, 각 프로젝트별 위험의 정도를 비교하는 체계적인 방식을 제시해 주지 못하고 있다. 어떤 프로젝트는 위험도가 높으나 고수익을 낼 확률이 있을 수 있고, 반면에 다른 프로젝트는 위험도는 상대적으로 적은 반면 보다 확실한 수익을 보장해 줄 수도 있다. 이러한 두 가지 종류의 프로젝트를 단순히 비관적인 예측을 통해서만 평가하는 것은 선택의 본질을 드러내지 못할 수 있다.

한편, 비관적 비용-편익분석방식은 건축비 계산 등에 사용되는 예비비(contingency allowance)와는 다르다. 예비비는 예상비용을 상세하게 계산한 뒤, 악천후 등으로 인한 공기연장 등 상세히 계산할 수는 없으나 충분히 합리적으로 예측가능한 예상상승비용을 포함하여 산정된다. 이러한 추가비용은 일반적으로 예측할 수 있으므로, 임시비용은 위험과 불확실성을 다루기 위한 조정과는 별개의 문제로 다루어진다.

5.1.2 원금상환기간법의 사용 (Payback Criterion)

원금상환기간법은 제 2장 “프로젝트의 수익성 측정방법”에서 기 설명한 바 있으며, 특히 위험한 프로젝트를 평가할 때 유용한 기법이다. 원금상환기간법의 핵심은 위험성이 높은 경우, 가능한 최단기간 내에 초기투자비용을 회수하는 것이 바람직하다는 것이다. 그러나, 위험한 프로젝트를 수행하는 이유는 고수익을 거두기 위해서인데 원금상환기법은 초기투자 회수 기간만을 고려할 뿐 프로젝트의 수익정도를 고려하지 않기 때문에 그다지 큰 설득력을 갖지는 못한다.

<원금상환기간법의 정의>

- ▶ Payback Period란 자본회수기간을 계산하여 프로젝트 수익성을 측정하는 방법으로, 투자에 소요된 자금을 그 투자로부터 발생하는 현금흐름으로부터 모두 회수하는 데 걸리는 기간을 파악한다
- ▶ 회수기간을 통한 투자결정은 ①방법이 간단하고 ②유동성을 간접적으로 파악할 수 있으며 ③경영자에게 투자 위험에 대한 정보를 제공해 주는 장점을 가지고 있다. 반면 ①투자대상의 가치를 수익성이 아닌 시간의 개념으로 나타내고 ②현금흐름의 시간적 가치를 무시한다는 단점이 있다.

5.1.3 위험프리미엄 합산 할인율

(Adding a Risk Premium to the Discounting Rate)

이 방식은 상대적으로 높은 위험도를 갖는 프로젝트의 경우, 그렇지 않은 프로젝트 보다 더 높은 할인율을 사용하여 비용과 편익을 계산하여야 한다는 논리에 기초한다. 상대적으로 안전한 프로젝트에 비해 위험한 프로젝트의 경우 더 높은 수익을 거두어야한다는 일반 상식으로 볼 때, 이러한 주장은 언뜻 합리적인 것처럼 보인다. 그러

나, 할인율의 영향은 기간이 길어질수록 즉, 미래로 갈수록 커지기 때문에, 이 방법은 암묵적으로 위험은 시간에 비례하여 커진다는 가정을 내포하게 된다.

물론, 위험과 시간이 비례할 수도 있으나, 항상 그런 것은 아니다. 어떤 프로젝트에서는 가장 불확실한 항목이 가까운 미래에 발생하는 초기투자비용일 수도 있다. 따라서, 이 기법은 프로젝트가 수행기간 중 갑자기 종료될 확률이 있는 경우가 아니면, 유용한 방법이 되지 못한다.

결론적으로, 위험과 불확실성을 분석하는 전통적인 방법들은 간단 명료하기는 하지만, 만족스럽지는 못하다.

5.2. 민감도 분석(Sensitivity Analysis)

민감도 분석은 프로젝트에 특별히 중요하거나 혹은 불확실한 소수의 변수가 있을 때 특히 유용하게 사용된다. 우선 이러한 변수들이 가질 수 있는 예상치들을 계산한 뒤, 이러한 변수의 변화가 프로젝트의 수익에 어떠한 영향을 미치는지 검증하여, 변수의 변화에 의한 프로젝트 수익의 변화정도(민감도)를 확인한다. 예를 들어, 특정 프로젝트 산출물의 판매가격이 불확실할 때, 민감도 분석을 적용할 수 있다. 또한, 이 방법은 프로젝트의 위험성에 대한 지표로써 뿐 아니라, 다른 측면에서도 유용하다. 프로젝트의 성공을 위해 꼭 필요한 변수들을 명확히 해 주므로, 민감도 분석은 프로젝트 심사자들이 위험성 분석결과의 신뢰도를 높이기 위해 어느 정도의 노력을 투입해야 할지 알려준다. 만약에 프로젝트 수익에 거의 영향이 없는

특정한 변수에 대한 가정의 변화가 있을 경우, 대략적인 평가만으로도 충분할 것이다. 그러나 만약에 중요한 변수라면 어떤 값을 갖게 될지에 대한 보다 명확한 심층적인 연구가 수행되어야 할 것이다. 중요한 변수가 어떤 것들인지 정의하는 과정에서 우리는 또한 그 변수들의 불확실성을 줄이는 방법을 찾아낼 수도 있다. 예를 들어, 어떤 프로젝트의 성공을 위해 물공급이 특히 중요하다고 판명되었다고 하자. 만약 프로젝트가 대규모라면, 확실한 물공급을 위해 추가작업을 수행하여 프로젝트의 불확실성을 줄이는 것도 가능할 것이다.

5.3. 확률분석

확률분석은 세계은행에 의해 사용되었고, 아래의 책자들을 통해 설명되어져 있다.

L.Y.Pouliquen: "Risk Analysis in Project Appraisal", World Bank Occasional Staff Papers No.11, IBRD 1970.

S.Reoutlinger, "Techniques for Project Appraisal under Uncertainty", World Bank Staff Occasional Papers, "No.10, IBRD 1974.

확률분석방법으로 프로젝트를 평가하는 방법은 아래와 같다. 위에서 언급되었던 바와 같이, 일반적으로, 비용과 편익의 정확한 값을 알 수 없다하더라도, 비용과 편익에 대해 두, 세 개의 발생가능한 가치를 구한 뒤, 각각의 값에 발생확률을 곱한 값을 구한다. 이 값이 구해지면, 확률을 가중치로 사용하여 각각의 비용과 편익에 대해 평균값 혹은 예상값을 구한다. 예를 들어, 특정 프로젝트의 값이 80달

러일 가능성이 1/5, 100달러일 가능성이 3/5, 140달러일 가능성이 1/5
라고 한다면, 가중평균 즉, 예상가치는 아래와 같이 계산되어진다.

$$(0.2 \times 80) + (0.6 \times 100) + (0.2 \times 140) = \$104$$

확률분석은 프로젝트 분석에 응용된다. 각각의 비용(지출)과 편익(수입)에 대해 위와같은 계산을 수행한 뒤, 앞 장에서 설명한 할인기법을 적용하여 프로젝트의 예상순현재가치를 계산하는 것이다. 여러 방법들이 있으나, 프로젝트의 수행여부를 결정할 때, 가장 적절한 판단자료는 바로 이 확률분석을 통해 얻어진 평균값이다.

위험과 불확실성 분석을 위해 가중평균값이 아닌 Most likely Value(가장높은 발생확률을 갖는 값)를 이용해야 한다는 주장도 있을 수 있다. 그러나, Most Likely Value는 확률분석에 사용한 가중평균과 다르며, 프로젝트 분석에 사용하는데 적합하지 못하다.

예를 들어, 위의 예에서, Most Likely Value는 100달러인 반면, 예상가치 즉, 모든 확률에 대한 가중평균가치는 104달러로 서로 같지 않다. 한편, Most Likely Value가 아닌 가중평균가치를 사용하는 데에는 몇 가지 이유가 있다. 아래와 같은 두 가지 프로젝트가 있다고 가정하자. 프로젝트 A는 100달러의 순이익을 가져다줄 것이 확실하다. 즉, 순이익(순편익) 100달러를 가질 확률이 100%이다. 프로젝트 B의 경우, 순이익 또는 순편익 100달러가 발생할 확률이 60%, 순손실 200달러가 발생할 확률이 40%이다. 두 개의 프로젝트 모두 Most Likely Value는 100달러이다. 만약에 우리가 Most Likely Value만을 판단기준으로 삼는다면, 우리는 두 프로젝트의 차이, 즉 프로젝트 B는 200달러의 손실을 가져다 줄 수 있다는 확률을 간과하게 되는 것

이다. 프로젝트 B의 예상순현재가치는 20달러의 손실이다. 다시말해서, 만약 프로젝트B와 같은 프로젝트를 다수 수행하게 되면, 각각의 프로젝트에 대해 평균 20달러의 손실이 발생할 수 있게되는 것이다. (또한, 수학적 측면에서 볼 때, 예상가치는 Most Likely Value에 비해 다루기 쉽다.)

	Project A	Project B
	$\$100 \times 100\%$	$3/5 \times \$100, 2/5 \times -\$200$
MLV	\$100	\$100
WAV	$(1.0 \times 100) = 100$	$(0.6 \times 100) + (0.4 \times -200) = -\$20$

몇몇 경우에 있어, 예상순현재가치분석만으로도 위험과 불확실성 분석이 충분할 수도 있으나, 때로는 다른 결과들을 알아두는 것이 도움이 된다. 예를 들어, 100달러의 편익(benefits)을 가져다 줄것이 확실한 프로젝트 A와 다른 프로젝트C가 있다고 가정하자. 프로젝트 C는 500달러의 순이익을 갖게될 확률과 100달러의 순손실을 갖게될 확률이 각각 50%로 동일하다. 두 프로젝트의 예상순현재가치는 모두 동일한 100달러이다. 그러나, 프로젝트 C가 더 큰 위험도를 갖고 있으므로, 어떤 사람들은 프로젝트A 보다 프로젝트C를 선호할 수도 있고, 또 다른사람들은 C 보다 A를 선호할 수도 있다. 위험을 회피하려는 사람들은 프로젝트A의 예상순이익이 프로젝트C의 예상가치보다 적다하더라도 프로젝트A를 선택할 수도 있다. 따라서, 프로젝트의 위험성에 대한 지표를 제시하기위해 다양한 가능한 결과의 확률을 계산하는 것이 유용하다.

예를 들어서 2,000달러의 자본비용을 갖는 프로젝트가 있다고 가정하자. 이 자본비용이 발생할 확률은 100%이다. 프로젝트가 갖는

다른 비용은 임금뿐이다. 임금비용은 자본을 투자한 다음연도부터 발생하여 10년간 지속적으로 투입된다. 연간노동비용이 100달러일 확률은 50%, 200달러일 확률도 50%이다. 프로젝트의 수익은 산출물의 판매로 얻어지며, 수익 또한 노동비용, 즉 임금과 동일한 기간동안 발생한다. 연간수익이 600달러일 확률은 60%이고, 400달러일 확률은 40%이다. <표 1>은 이 값들을 보여주고 있다.

<표 1> 프로젝트의 비용 및 편익

년도	확률	가치(\$)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
자본	100%	2,000										
임금	50%		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	50%		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
판매	60%		600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
	40%		400	400	400	400	400	400	400	400	400	400

(현실성과 단순화를 위해서) 우리는 프로젝트 전체에 각각 다른 확률이 아닌 동일한 확률을 적용했다. 즉, 프로젝트 기간 내내 연간임금이 100달러일 확률이 50%이며, 200달러일 확률도 50%이고, 첫 번째 년도에는 연간임금이 100달러, 두 번째 해에는 200달러으로 변화하지도 않는다. 그러나, 연간비용, 연간수익 등의 값이 매년마다 동일해야 할 필요는 없다. 값은 매년 100달러, 110달러, 150달러 이렇게 변화할 수도 있다. 그러나, 이책에서는 연간변화가 없는 일정한 값들을 가정했기 때문에, 우리는 2,000달러의 마이너스 현금흐름을 갖는 영년도를 제외한 매년 4가지의 순현금흐름의 가능성을 갖게 된다.

<표 2> 순현금흐름

	비용	수익
1	100	600
2	100	400
3	200	600
4	200	400

각각의 순현금흐름의 확률은 현금흐름을 구성하는 비용과 편익의 값의 확률을 곱하여 계산할 수 있다. 확률은 <표 3>에 퍼센티지가 아닌 소수점으로 표시되어있다. 예를 들어 실제로 계산해보자. 연간임금이 100달러일 확률이 0.5이고, 판매수익이 600달러일 확률이 0.6이므로, 두 개의 사건이 동시에 일어날 확률은 $0.3 \times (0.5 \times 0.6)$ 이다. <표 3>의 열(3)은 연간수익을, 열(4)는 10년간 총 수익의 현재가치를, 열(5)는 프로젝트의 순현재가치를 보여준다. 프로젝트의 순현재가치는 프로젝트의 순현금흐름의 현재가치에서 초기투자비용 2,000달러를 제하고 구할 수 있다.

<표 3>

(1) 항목	(2) 확률	(3)연간합계(\$)	(4)현재가치(\$) (할인율=10%)	(5)프로젝트 순현재가치(\$)
임금	0.5	100	614.46	
판매액	0.6	600	3,686.76	
순현금흐름	0.3	500	3,072.30	1,072.3
임금	0.5	100	614.46	
판매액	0.4	400	2,457.84	
순현금흐름	0.2	300	1,843.38	-156.62
임금	0.5	200	1,228.92	
판매액	0.6	600	3,686.76	
순현금흐름	0.3	400	2,457.84	457.84
임금	0.5	200	1,228.92	
판매액	0.4	400	2,457.84	
순현금흐름	0.2	200	1,228.92	-771.08

위와 같이 도출된 네 가지의 프로젝트 순현재가치에 대해 각각 해당하는 발생확률을 곱하여 우리는 프로젝트의 예상순현재가치를 구할 수 있다.

$$(0.3 \times 1072.3) + (0.2 \times -156.62) + (0.3 \times -457.84) + (0.2 \times 771.08) = \$273.5$$

우리는 이제 가능한 결과에 대한 정보를 얻었고, 따라서 프로젝트의 위험성에 대한 지표를 갖게 되었다¹⁴⁾

우리가 살펴본 예들은 상대적으로 발생 가능한 결과의 수가 적기 때문에, 직접 계산을 수행하는 것이 가능했다. 보다 복잡한 경우에 확률분석방식을 사용하기 위해서는 컴퓨터를 사용해야 하며 이를 위한 프로그램들도 개발되어있다. 프로젝트의 불확실성 정도는 프로젝트가 갖는 가능한 순현재가치들이 얼마나 넓게 분포하고 있느냐(또는 프로젝트 수익을 판단하는 다른 방법들)로 판단되며, 이러한 방법들의 하나가 분산이다. 분산이란 서로다른 값들이 산술평균 즉 예상가치 주변에 얼마나 넓게 분포하는가를 알려주는 통계학적 지표이다.

14)아래의 표는 확률분석을 위한 여러 가지 표를 일목요연하게 정리한 것임.

	비용 (A)	비용발생 확률(a)	수익 (B)	수익발생 확률 (b)	연간순수 익 (B)-(A)	순수익 발생확 률 (a)*(b)	순수익의 현재가치(C)	프로젝트 순현재가치 (C)-초기비용
1	100	50%	600	60%	500	30%	3072.30	1072.3
2	100	50%	400	40%	300	20%	1843.38	-156.62
3	200	50%	600	60%	400	30%	2457.84	457.84
4	200	50%	400	40%	200	20%	1228.92	-771.08
예상 순현재가치	$(0.3 \times 1072.3) - (0.2 \times 156.62) + (0.3 \times 457.84) - (0.2 \times 771.08) = 273.502$							

분산값이 크면 클수록, 프로젝트의 위험 또한 커진다.

위의 예에서, 불확실성과 관련된 요소들은 서로 독립적인 관계를 갖는다. 그러나, 실제로 항상 그런 것은 아니다. 예를 들어, 프로젝트의 산출물이 판매되는 가격에 불확실성이 있을 수 있으며 이것은 다시 프로젝트 산출물량의 불확실성과 연관을 갖게 된다. 다른 예를 들어보면, 산출물량의 불확실성은 원자재 투입에 불확실성을 가져오게 될 가능성이 크다. 프로젝트의 가치에 대한 전반적인 평가를 위해서 확률 분포를 계산할 때 이러한 관계는 반드시 고려되어야 한다.

우리가 살펴본 예는 또한 각각의 변수가 갖게 되는 값들의 수를 매우 적게 계산했다. 하지만 보다 정교한 확률분포를 사용해야 할 때가 있으며, 이 경우 변수의 값의 수는 늘어난다. 예를 들어, 우리는 판매수익값을 특정한 평균과 분산을 이용하여 정상분포로 나타낼 수 있다.

프로젝트 분석용 컴퓨터 프로그램을 이용하여 이러한 보완이 가능하다. 일반적으로 시뮬레이션 기법을 이용하여 프로젝트 수익성을 측정하기 위한 확률분포를 계산한다. 위의 예에서, 프로젝트의 가능한 결과들은 비용과 수익을 확률과 곱하여 계산했다. 그러나, 비용과 수익, 확률 값의 수가 늘어나게 되면, 발생가능한 결과의 수도 급격히 증가하게 되어, 컴퓨터를 이용한다 하더라도 모든 결과의 수를 계산하는 것은 매우 복잡하고 귀찮은 일이 된다. 시뮬레이션을 이용하면 발생가능한 결과 중 전체 결과를 계산했을 때와 동일한 결과를 도출할 수 있을 정도의 숫자만큼 샘플을 취하여 계산하므로 이러한 복잡성을 피할 수 있다. 시뮬레이션에서 컴퓨터는 실제로 각각의 비용과 수익의 값들 중 하나만을 갖는 프로젝트들을 여러 개 구성하여

분석한다. 즉, 시뮬레이션을 위해서 컴퓨터는 각각의 비용과 수익의 값이 같은 확률과 비용과 수익의 값들 중 한 개가 선택될 확률을 동일하게 하여 샘플을 선정한다. 예를 들어, <표 1>에서 구성되고 분석될 첫 번째 프로젝트는 초기자본비용 2,000달러, 연간임금 200달러, 연간판매수익 600달러로 구성될 수 있다. 프로젝트가 선택되면 해당 프로젝트의 순현재가치 또는 내부수익률이 구해진다. 이 경우, 연간할인을 10% 일 때, 순현재가치는 437.84달러이다. 두 번째 프로젝트는 초기자본비용 2,000달러, 연간임금 100달러, 연간판매수익 600달러로 구성될 수 있고, 순현재가치는 1,072.3달러가된다. 우리가 초기자본비용 2,000달러이 발생할 확률을 100%로 가정했기 때문에, 2,000달러는 매번 선택된다. 평균적으로, 컴퓨터에 의해서 “구성되는” 프로젝트 100개마다 50개는 연간임금이 200달러일 것이고, 50개는 100달러일 것이며, 60개는 연간판매수익이 600달러, 40개는 400달러일 것이다. 이런 식으로 많은 수의 “프로젝트“를 ”구성함으로써, 우리는 프로젝트의 발생 가능한 모든 결과물과 그 확률을 계산하여 얻는 것과 동일한 분포를 보이는 순현재가치 혹은 내부수익률들을 얻게된다. 물론 샘플의 크기가 클수록, 즉 많은 수의 프로젝트가 구성될수록, 이론적으로 보다 만족스런 방법인 발생가능한 모든 경우의 수를 계산하는 방법으로 도출된 값과 ”프로젝트“를 ”구성“하는 시뮬레이션방식으로 도출된 값간의 차가 줄어들게 될 것이다.

5.4. 게임이론

어떤 문제들은 특히 프로젝트 계획과 운영과 관련된 문제들은 게임이론에 기초한 분석이 가능하다. 그 이름이 말해주듯, 게임이론은 경쟁게임에 대한 연구에서 파생되었다. 그러나, 다른 문제 분석에서

도 유용하게 쓰인다. 이번 절에서는 우리는 게임이론을 적용한 분석 방법 중 비관적 기준, 후회기준, 비관주의지수, “불충분한 이론의 원칙“, 4가지에 대해 알아보겠다.

- ▶ 게임이론의 방법들은 불확실한 상황(uncertainty)하에서 의사결정을 내려야 할 때, 즉 미래에 발생 가능한 자연상태에 어떠한 것들이 있는지에 대해서만 알 수 있을 뿐, 그 외 다른 정보가 전혀 없는 경우 사용되며, 의사결정문제의 구성요소는 아래와 같다
- 대안(Alternative) : 의사결정문제를 해결하기 위해 의사결정자가 택해야 할 행동
 - 자연상태(state of nature) : 의사결정을 하고난 뒤 미래에 발생하게 될 상황들
 - 성과(payoff) : 의사결정을 하고 난 뒤 미래에 발생하게 될 자연상태의 결과에 따라 의사결정자에게 돌아오는 수익 또는 손실

5.4.1. 비관적 기준 (The Maximin Criterion)¹⁵⁾

이 방식은 “안전제일주의”를 따른다. 비관적 기준을 따르면 몇 개의 행동대안을 선택할 수 있을 때, 더 높은 수익을 거둘 수 있는 가능성을 가진 대안이 아닌, 보장된 수익 중 최고수익을 주는 대안을 선택한다. 예를 들어 설명해 보자. 자신이 재배한 곡물을 판매하는데 세가지 선택을 갖고 있는 농부가 있다고 하자. 농부가 선택할 수 있는 세가지는,

- (i) 농부는 거대식품회사에 장기간 계약을 맺고 작물을 판매한다.

15) 이 방법은 Pessimistic Criterion 혹은 Safety First Rule이라고도 불리우며, 비관적 기준으로 번역됨.

이 방식을 “계약”대안 이라고 부르자.

(ii) 농부는 출하준비가 끝나는 대로 시장에 직접 작물을 판매할 수도 있다. 이 방식을 “시장판매” 대안이라고 부르자.

(iii) 농부는 수확한 작물을 저장한 후에 나중에 판매할 수 있다. 이 방식을 “저장”대안이라고 부르자.

농부가 각각의 대안에서 얻을 수익은 재배기간 동안의 날씨에 따라 달라지며, <표 4>에 그 결과가 나타나 있다.

<표 4>

대안	날씨 상태	
	습한 날씨	건조한 날씨
계약	800	900
시장판매	700	1200
저장	400	600

농부는 더 나은 수익을 가져다 주는 건조한 날씨를 원하겠지만, 날씨는 농부가 선택할 수 있는 것이 아니다. 농부가 선택할 수 있는 것은 표의 첫 번째 열에 나타난 계약, 시장판매, 저장이라는 세 가지의 대안들 뿐이다. 또한, 비관적 기준은 농부가 날씨가 어떻게 될지 알기 전에 대안을 선택해야 한다고 가정한다. 습한 날씨에서, 농부가 선택할 수 있는 최상의 대안은 “계약”이지만, 날씨가 건조한 것으로 나타나면 농부는 “시장판매”를 선호하게 될 것이다. 농부는 어떤 대안을 선택해야 하나? 만약 농부가 비관적 기준을 사용하면, 농부는

가능한 최고의 수익을 보장해 주는 대안을 선택할 것이다. 우리는 각각의 대안을 차례로 비교하는 방식으로 가능한 최고수익을 보장하는 대안을 선택할 수 있다. 만약 농부가 "계약"을 선택하면, 농부가 갖게될 최악의 자연상태는 습한 날씨이고 이 경우 농부는 800달러의 수익을 얻게 된다. 만약 농부가 "시장판매"를 선택하게 되면 그는 동일한 자연상태에서 최소 700달러의 수익을 거두게 된다. 마지막으로, 농부가 "저장"대안을 선택하면, 그는 적어도 400달러의 수익을 얻게될 것이다. 각각의 대안에 대한 가능한 최소 수익은 <표 5>에 정리되어 있다.

<표 5>

대안	(\$)
계약	800
시장판매	700
저장	400

비관적 기준을 사용하면, 농부는 이 세가지 중 최고의 수익을 주는 대안을 선택할 것이다. 그리고, 우리가 사용한 예에서, 농부는 800달러의 수익이 보장되는 "계약"을 선택할 것이다.¹⁶⁾

비관적 기준은 두 가지 단점이 있다. 첫째로, 이 방법은 가능한 최악의 결과에 초점을 맞추는 매우 보수적이고 안전제일주의적인 의사결정방식이다. 위의 예에서, 농부는 단지 100달러의 편익(benifits)을 더 얻기위해, "시장판매"가 아닌 "계약" 대안을 선택한다. 그러

16) 즉, 한 문장으로 정의하면, 비관적 기준은 각 대안을 선택했을 때 가장 최악의 자연상태가 미래에 실현된다고 가정하고, 각 대안에 따른 가장 나쁜 성과들 중에 최대값을 주는 대안을 선택한다.

나, 만약 건조한 날씨가 나타날 경우, 그는 300달러의 편익(benifits)을 더 얻을 수 있는 “시장판매”대안을 선택하지 않은 것을 후회할 것이다. 즉, 이 방법을 사용할 경우 가능성이 있는 큰 수익을 비교적 작은 보장된 수익을 위해 포기해야한다. 이 방식은 때때로 타당성이 있으며, 특히 게임참가자가 자신의 상대가 최악의 결과를 갖게 될 것이라고 추측할 수 있는 경쟁 게임에서는 현명한 전략이 될 수도 있다. 그러나, 경쟁자가 없는 위와 같은 상황에서는 최악의 상황을 가정한 것은 적절하지 않다.

두 번째로, 비관적 기준은 논리적 약점을 갖는다. 즉, 의사결정과 명백하게 관계없는 문제가 의사결정에 영향을 미칠 수 있다는 점이다. 예를 들어, 농부가 건조한 날씨가 발생할 경우, 350달러의 비용을 들여 관개시설을 설치해야 한다고 가정하자. 물론 관개시설의 설치문제는 작물판매방식을 결정하는 문제와 관계가 없다. 그러나, 비관적 기준을 사용하는 경우, 관개시설 설치문제는 작물판매방식 결정에 영향을 미치게 된다. 즉, 위의 예에서 농부는 곡물 판매방식과 날씨와의 관계를 생각하고 있으나, 판매방식과는 관련 없이 건조한 날씨에 관개시설비용 350달러를 고려해야 한다는 점이 추가되는 경우, 의사결정에 변화가 발생한다. <표 6>은 관개시설 비용을 감안한 농부의 예상수익의 변화를 보여준다.

<표 6> 관개시설비용 추가

대안	자연상태(\$)	
	습한 날씨	건조한 날씨
계약	800	550
시장판매	700	850
저장	400	250

아래의 <표 7>은 각각의 대안에 대한 가능한 최저수익을 보여준다.

<표 7>

대안	(\$)
계약	550
시장판매	850
저장	250

<표 7>에 나타난 것처럼, 비관적 기준은 이제 “시장판매”대안을 선택해야 한다는 결과를 보여준다. 관개시설비용이라는 완전히 분리된 별개의 문제가 판매전략 선택에 영향을 준 것이다. 비관적 기준이라는 전략의 중심은 발생 가능한 최악의 상황에 대비하는 데 초점을 두고 있으며, 위의 예에서 선택결과는 습한 날씨와 건조한 날씨라는 두 개의 자연상태 중 상대적인 선호도, 즉 자연상태의 수익의 크기의 변화가 대안선택에 변화를 가져다 주었다. 그러나, 두 개의 자연상태가 갖는 서로다른 세 가지의 대안을 비교하였을 때, 각 대안이 갖는 수익간의 차이에는 변화가 없었음에도, 우리의 선택에는 변화가 발생하였다.

5.4.2. 후회 기준(The Minimax Criterion)¹⁷⁾

후회기준은 주어진 하나의 자연상태 하에서, 서로다른 대안의 수익간의 차이에 초점을 맞춘다. 즉, 의사결정자가 아무리 어떤 자연상태가 발생하길 바란다고 하더라도, 자연상태는 의사결정자가 통제할 수 있는 것이 아니므로, 통제가능한 것, 즉 의사결정자가 선택하는

17) Regret Criterion이라고도 불리우며, 후회기준으로 주로 번역됨.

대안을 고려하여, 어떤 결정을 내렸을 때, 다른 대안을 선택하지 않음으로써 후회¹⁸⁾하게 될 손실의 정도를 최소화한다는 것이 후회기준의 의사결정방식이다.

후회기준이 실제 적용법을 알기 위해 우리는 5.4.1 비관적 기준에서 사용한 예를 들어 그 차이를 살펴보자 (<표 4> 참조). 앞선 예를 사용하여 우리는 <표 8>과 같이 “위험행렬“ 또는 ”후회행렬“을 도출해 낼 수 있다. ”후회행렬“을 작성하는 방법은 다음과 같다. 우선, 습한 날씨가 발생한다고 가정했을 때, 우리가 선택할 수 있는 최상의 대안은 ”계약“이 된다. <표 8>의 첫 번째 행, 첫 번째 열의 0은 우리가 습한 날씨에서 ”계약“을 선택하면, ”계약“이 줄 수 있는 수익이 습한 날씨라는 자연상태에서 최대의 수익이므로, 후회는 0이라는 사실을 의미한다. 그러나, 만약 우리가 습한 날씨에서 ”시장판매“를 선택하면, 우리는 100달러의 수익(”계약“대안의 수익 800달러와 ”시장판매“대안의 수익 700달러의 차)을 얻지 못하게 되는 손실, 즉 ”후회“를 갖게된다. 동일한 방법으로, 습한 날씨에서 “저장”대안을 선택하면 우리는 “계약”을 선택했다면 얻을 수 있는 400달러 만큼의 손실(800달러-400달러)을 갖게된다. <표 8>의 두 번째 열은 자연상태가 건조한 날씨라고 가정하고, 따라서 최대 수익을 주는 “시장판매”를 최적의 대안으로 삼아 위와 같은 방법을 사용하여 도출된 “후회” 즉, 상대적 손실이다. 두 번째열의 다른 숫자는 습한 날씨의 경우와 동일하게, 최적대안인 “시장판매”의 수익과 다른 대안들의 수익의 차의 값이다.

18) 후회란, 어느 특정한 자연상태에서 최적의 대안을 선택하지 못함으로써 입게 되는 상대적인 손실(opportunity loss)를 말함.

<표 8> 후회 행렬 (<표 4>에서 도출)

대안	자연상태		최대후회
	습한 날씨	건조한 날씨	
계약	0	300	300
시장판매	100	0	100
저장	400	600	600

세 번째 열은 (기회를 놓치게 됨으로써) 우리가 잃게되는 최대값을 보여준다. 최대값은 같은 행의 두 값 중 큰 값이다. 기회를 선택하지 않으므로 갖게되는 위험을 최소화하기 위해서는 우리는 세 번째 열의 세가지 값 중 가장작은 값을 선택해야 한다. 위의 예에서, 후회기준은 “시장판매”대안이 가장 바람직 하다는 것을 보여준다.

후회기준은 서로다른 대안들이 갖는 결과(여기서는 수익)간의 상대적인 차를 비교하기 때문에, 비판적기준이 직면했던 논리상의 문제를 극복할 수 있다. 그러나, 후회기준은 명백하게 상관관계가 없는 다른 대안이 추가되면 의사결정에 영향을 미친다는 또다른 논리적인 모순을 갖는다. 위의 예에 “수출“이라는 네 번째 대안을 추가해보자. <표 9>는 네가지 대안의 수익을 보여준다

<표 9> 네가지 대안의 농장수익

대안	자연상태(\$)	
	습한날씨	건조한날씨
계약	800	900
시장판매	700	1200
저장	400	600
수출	1600	100

<표 10>의 “후회행렬” 역시 각각의 대안에 대한 최대 후회값을 마지막 열에서 보여준다.

<표 10>

대안	자연상태(\$)		최대후회
	습한날씨	건조한날씨	
계약	800	300	800
시장판매	900	0	900
저장	1200	600	1200
수출	0	1100	1100

후회기준은 이제 “계약”이 최상의 선택임을 보여주고 있다. 하지만 “수출”대안이 없었던 때에는 후회기준은 “시장판매”가 최상의 전략이라는 결론을 도출했었다. 곡물수출이 금지되었다고 가정해보자. 수출이 불가능한 상황에서 “수출”대안이 선택되었기 때문에 우리는 수출금지가 다른 대안들 간의 선택에 영향을 미칠 수 있다고 예상하지 않을 것이다. 그러나, 우리가 지금 살펴본 바와 같이, ”계약“과 ”시장판매“대안 사이의 선택은 ”수출“이라는 또 다른 대안의 포함여부에 의해 의사결정은 영향을 받게 된다.

5.4.3. 비관 지수(Index of Pessimism)¹⁹⁾

비관적기준과 후회기준은 모두 위험을 최소화하는 방식으로, 이 두 방식간의 차이는 위험을 정의하는 방식에 달린다. 그러나, 비관지수법은 각각의 대안에 대해 예상가능한 최상과 최악의 결과를 모두 고려하므로, 두 방식사이에서 균형을 갖춘다. 비관지수법은 아래의 공식을 사용하여 계산된다.

$$a m_i + (1-a) M_i$$

a (비관 계수) $0 \leq a \leq 1$, 의사결정자의 주관적 비관 정도
 m_i 대안 i 의 가능한 최소성과
 M_i 대안 i 의 가능한 최대성과

예를 들어, 비관계수 a 값이 0.4라고 가정하자. 이 값을 <표 3>의 예에 적용하면 우리는 <표 11>과 같은 결과를 얻게된다.

19) 게임이론을 이용한 의사결정방식에는 후르비쯔 기준(Hurwicz Criterion)이라는 것이 있다. 이것은 비관지수법과 비슷한 방법으로 동일한 결과를 도출하나, 더 널리 쓰이므로 여기서 소개하도록 하겠다. 후르비쯔 기준은 비관적 기준과 낙관적 기준을 절충한 방법으로, 낙관계수(Optimism Coefficient) a , ($0 \leq a \leq 1$, 의사결정자의 주관적인 낙관 정도) 최소성과인 m_i , 최대성과인 M_i 를 구하여, $a M_i + (1-a) m_i$ 값이 최대인 대안을 선택한다.

<표 11> 세가지 대안에 대한 α -지수값 ($\alpha=0.4$)

대안	자연상태		α -지수 $=0.4m_i + (1-0.4)M_i$
	습한 날씨	건조한 날씨	
계약	800	900	$320+540=860$
시장판매	700	1200	$280+720=1000$
저장	400	600	$160+360=520$

우리는 가장 큰 α 지수값을 갖는 대안을 선택하게 되므로, 위의 예에서는 “시장판매”를 선택하게 된다. 정책결정자가 좀더 비관적인 성향을 갖거나 또는 안전을 중요하게 여긴다면, 큰 α 값을 취하게 될 것이다. 예를 들어, α 값을 0.8로 가정하면, <표 12>와 같이 대안의 선택에 변화가 오게된다.

<표 12> 세가지 대안에 대한 α -지수값 ($\alpha=0.8$)

대안	자연상태		α -지수 $=0.4m_i + (1-0.4)M_i$
	습한 날씨	건조한 날씨	
계약	800	900	$640+180=820$
시장판매	700	1200	$560+240=800$
저장	400	600	$320+120=440$

새로운 α 값은 각각의 대안에 대해 최소성과에 보다 큰 가중치를 부여하게 되므로, “계약”대안이 선택된다.

위의 단순화된 예에는 잘 나타나지 않는 계산상의 문제점을 살펴보자. 첫 번째로, 위의 예에서 우리는 습한 날씨와 건조한 날씨라는 두 가지의 자연상태만을 가정했다. 따라서, 두 가지의 상태가 모두

계산에 포함되었다. 그러나, 2개 이상의 만약 더 많은 자연상태를 갖는 경우에는, 최대성과와 최소성과만이 계산에 포함된다

두 번째로, 위의 예에서는 모든 대안이 습한 날씨의 자연상태에서 최소성과를 갖고 있다. 따라서 습한날씨의 결과가 항상 α 값의 가중치를 갖게 되고, 건조한 날씨일 때의 결과는 항상 $(1-\alpha)$ 값의 가중치를 갖게된다. 만약, 어떤 대안의 경우, 습한날씨의 결과가 건조한 날씨보다 좋다면, 이 대안에 대해서는 가중치의 값이 서로 바뀌어야 한다. 즉 α 값은 항상 가능한 최소성과의 가중치가 되며, $(1-\alpha)$ 값은 항상 가능한 최대성과의 가중치가 되는 것이지, 어떤 특정한 자연상태와 연결되지 않는다.

이 두가지 사항은 아래의 <표 13>에 설명되어 있다. <표 13>의 예는 세가지의 자연상태 A, B, C와 세 개의 대안 1, 2, 3을 가정하고 있으며, α 값은 0.7이 사용된다.

<표 13> 세가지 자연상태가 있을 때의 비관지수법

대안	자연상태			α - 지수 $=0.7m_i + (1-0.7)M_i$
	A	B	C	
1	10	20	40	$(0.7 \times 10) + (0.3 \times 40) = 19$
2	60	20	30	$(0.7 \times 20) + (0.6 \times 60) = 32$
3	30	40	50	$(0.7 \times 30) + (0.3 \times 50) = 36$

만약 대안 1을 선택하면, A상태에서 최소성과를 C상태에서 최대성과를 갖는다. 따라서, 마지막 열의 α 지수는 A상태의 값과 C상태의 값을 이용하여 계산되었다. 만약 대안 2를 선택하면, A상태에서 최대성과를 B상태에서 최소를 갖게 된다. 대안 3에서는, A상태에서 최

소성과를 C상태에서 최대성과를 갖게 된다. 따라서, 최대의 α 값을 갖는 대안은 대안3이며, 따라서 대안3이 선택된다. 물론 α 값이 변화하면 선택의 결과도 변화할 수 있다.

비관지수법은 서로 다른 결과에 가중치를 사용한다는 점에서 확률분석과 비슷해 보일 수 있다. 그러나, α 값은 특정한 자연상태가 아닌 특정한 대안이 갖는 “최대”와 “최소”결과와 계산된다는 점에서 확률과 다르다.

- α 지수는 의사결정자의 비관성 정도를 나타내므로, 변화가능하며, α 지수가 변화하면, 의사결정결과도 변화한다.
- 비관지수방식을 사용 시, 2개 이상의 자연상태가 있다하더라도 각 상태별 최대, 최소결과만을 계산한다.
- 또한, α 는 특정 자연상태와 연결되는 것이 아니라, 최소값이 도출되는 상태와 계산되며, 자연상태와 관계없이 최대값에 $(1-\alpha)$ 를 곱해준다. 즉, 아래와 같이 A, B, C 세 개의 자연상태와 3개의 대안이 있을 경우, 각 대안 별 최대, 최소값을 확인한 후, 최소와 α 값을 최대와 $(1-\alpha)$ 값을 곱하여 비교한 후, 최대값을 선택한다.

5.4.4. 라플라스 기준(Theory of Insufficient Information)²⁰⁾

이 방법은 서로 다른 자연상태나 확률에 대한 지식이 전무한 상

20) Theory of Insufficient Information은 라플라스기준(Laplace Criterion)으로 주로 번역되는 바, 편의를 위해, 이 책에서는 라플라스 기준으로 번역하겠음. 이 방법은 미래상황에 대한 정보가 전혀 없다고 가정한다는 점에서 위에 소개된 다른 세 가지 방식과 다르다.

황에 사용된다. 이런 상황에서는 어떤 대안이 어떻게 발생할지 예측하는 것이 무의미하게 되므로, 이 방법은 모든 대안이 동일한 확률을 갖고 있다고 가정한다. 두 개의 자연상태(습한 날씨, 건조한 날씨)를 갖는 첫 번째 예로 돌아가 보자. 우리는 확률을 알 수 없는 바, 두 상태가 똑같이 50%의 확률을 갖는다고 가정한다. 그런 뒤에 모든 가능한 자연상태에서 각각의 대안이 갖는 결과들의 평균을 구함으로써, 우리는 각각의 대안에 대한 예상가치를 구할 수 있다. <표 14>는 계산결과를 보여준다.

<표 14> 라플라스 기준을 이용한 “예상”수익

대안	자연상태		“예상”가치 (평균)
	습한 날씨	건조한 날씨	
계약	800	900	850
시장판매	700	1200	950
저장	400	600	500

계산결과에 따라 우리는 최대의 예상가치를 갖는 대안 위의 예에서는 “시장판매”를 선택한다.

라플라스 기준은 두 가지의 문제점을 갖는다. 첫 번째는 자연상태의 분류방식에 따라 결과가 변할 수 있다는 문제이다. 위의 <표 13>에서, 우리는 두 가지의 자연상태만을 가정했다. 만약 우리가 건조한 날씨와 습한 날씨라는 두 가지의 자연상태가 아닌, 매우 습한, 약간 습한, 약간 건조한, 매우 건조한의 네 가지의 자연상태를 가정한다면, 라플라스기준에 따라 각각의 상태는 25%의 확률을 갖게 되고, 이 때 우리는 <표 15>와 같은 결과를 얻게 된다.

<표 15> 네 가지 자연상태

대안	자연상태				“예상”가치 (평균)
	매우 습한	약간 습한	약간 건조한	매우 건조한	
계약	800	900	900	900	875
시장판매	700	700	700	1200	825
저장	400	850	550	600	600

데이터의 구성방식의 변화로 인해, 선택의 결과가 “시장판매”에서 “계약”으로 바뀌게 되었다.

두 번째 문제점은 보다 근본적인 문제로 우리가 확률에 대해 어떠한 정보도 알 수 없다고 판단하는 라플라스 기준의 기본가정의 문제이다. 만약 이러한 가정이 사실이라면, 자연상태가 동일한 발생 확률을 갖는다는 가정 또한 아무런 근거가 없게 된다. 미래의 발생 확률에 대한 아무런 사전지식을 갖고 있지 못하다고 가정하고 있는 바, 우리는 임의로 다른 확률들을 선택할 수도 있게 되는 것이다.

게임이론을 이용한 분석방식은 각 대안의 객관적인 확률 측정이 아닌 의사결정자들의 각 대안별 선호문제를 판단하므로 논리적인 약점을 지닌다. 프로젝트 평가 시, 우리는 일반적으로 특정한 결과가 일어날 가능성에 대한 정보를 갖게 된다. 따라서, (정보의 부족 및 부정확성 등으로 어느 정도 근사치를 사용하게 된다하더라도)이러한 정보를 체계적인 확률분석을 통해 이용하는 것이 정보를 완전히 사용하지 않는 것 보다는 합리적인 평가법이 되겠다.

5.5 위험과 불확실성의 관련성

이상과 같이 우리는 프로젝트 평가를 위해 위험과 불확실성을 측정, 평가하는 방법에 대해 논해보았다. 기업체 등 사기업의 관점에서 프로젝트를 관찰할 때, 이러한 분석은 매우 중요하다. 프로젝트의 실패는 회사 전체의 흥망을 좌우할 수도 있으며, 심한 경우, 회사는 문을 닫게 될 수도 있기 때문이다.

그러나, 공공프로젝트나 사회전체의 관점에서 프로젝트를 분석할 때 프로젝트를 평가하는 우리의 자세는 약간 달라진다. 때때로 일부사람들은 공공프로젝트의 경우 위험이 사회구성원 모두에게 분배되고 특정 프로젝트의 성공과 실패는 경제전체의 소득과 비교해 볼 때 그 영향이 작기 때문에, 공공프로젝트 평가시, 프로젝트의 위험성 분석은 의미가 없다라고 주장한다. 그러나, 이러한 주장이 항상 옳은 것은 아니다. 작은 국가의 경우, 어떠한 한 프로젝트의 성패는 전체 사회와 직결되는 상당한 중요성을 가질 수도 있다. 큰 국가라 하더라도, 특정 프로젝트는 프로젝트 사업대상지역 주민 전체의 소득에 심대한 영향을 미칠 수도 있다. 이런 경우, 프로젝트가 갖는 위험 정도는 프로젝트 수행여부를 결정할 때, 중대한 관련성을 갖는다고 말할 수 있다.

(번역·정리 프로젝트2팀 박수영)

6장 네트워크 분석

6장 네트워크 분석

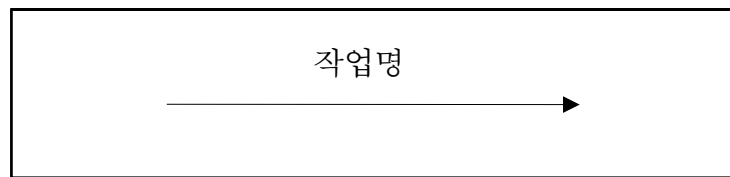
네트워크 분석은 특정 목적을 달성하기 위해 필요한 상이한 작업들간의 관계를 분석하는 기법이다. 목재 주택을 만든다고 하면 땅고르기, 기반 건축, 벽 및 지붕 제작, 벽 세우기, 지붕 설치, 벽 채색 등의 작업이 필요할 것이다. 이 중에는 동시에 진행될 수 있는 작업도 있지만, 어떤 작업은 특정 작업이 종료되어야 시작할 수 있다. 이러한 관계는 시간에 영향을 주므로, 사업을 계획하기 위해서는 작업항목을 체계적으로 배치할 필요가 있다. 네트워크 분석은 이를 가능하게 하는 방법론의 하나이며, 시간 내에 목적을 달성하기 위해 타이밍이 특히 중요한 작업들을 가려낼 수 있게 한다. 타이밍을 맞추기 위해 이러한 작업의 속도를 높이는 것이 가능하지만, 한편 그것은 추가 노동의 고용과 같은 추가비용의 발생을 의미하는 것이다.

가장 잘 알려진 “네트워크 분석” 으로는 1950년대 후반 미국에서 발전된 PERT(Project Evaluation and Review Technique)과 CPM(Critical Path Method)가 있다. 이 장에서는 네트워크 분석의 기초와 적용의 문제를 다룬다.

6.1 네트워크 분석의 원칙

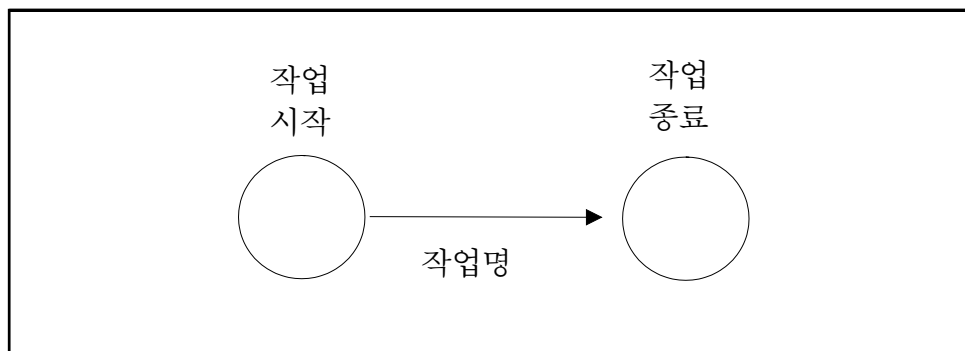
1) 작업(Activities)

하나의 작업은 아래와 같이 나타낼 수 있으며, 화살표의 길이 및 방향은 작업의 중요성과 무관하다. 작업을 얼마나 자세하게 나누는가는 프로젝트의 종류와 목적에 따라 다르다. 세부적 관리를 원한다면 기반 건축을 땅파기와 콘크리트 채우기로 나눌 수도 있고, 대규모 프로젝트의 경우 집짓기를 하나의 작업으로 간주할 수도 있다.



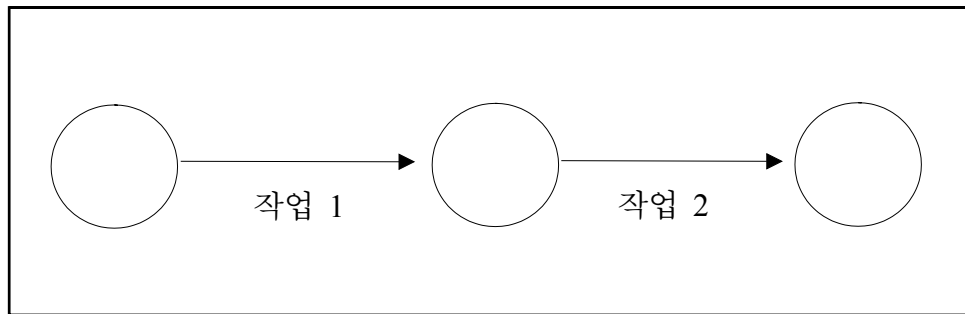
2) 사건(Events)

작업의 시작과 종료를 "사건"이라 하며, 다음과 같이 원으로 나타낸다.

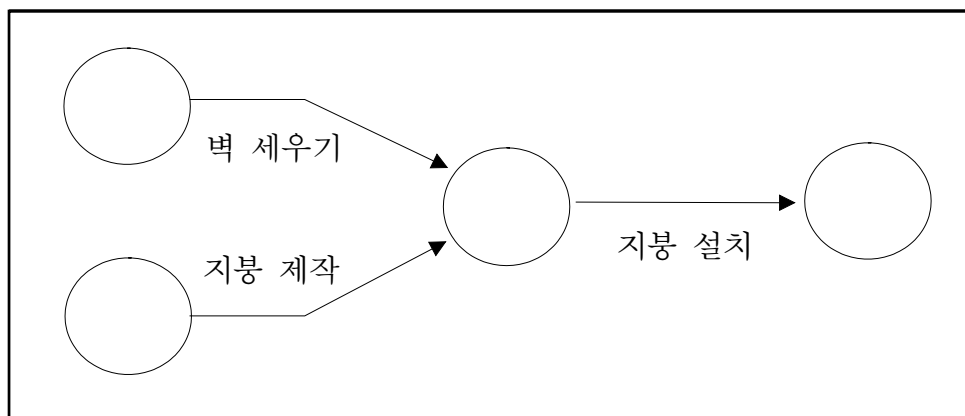


3) 작업간 관계

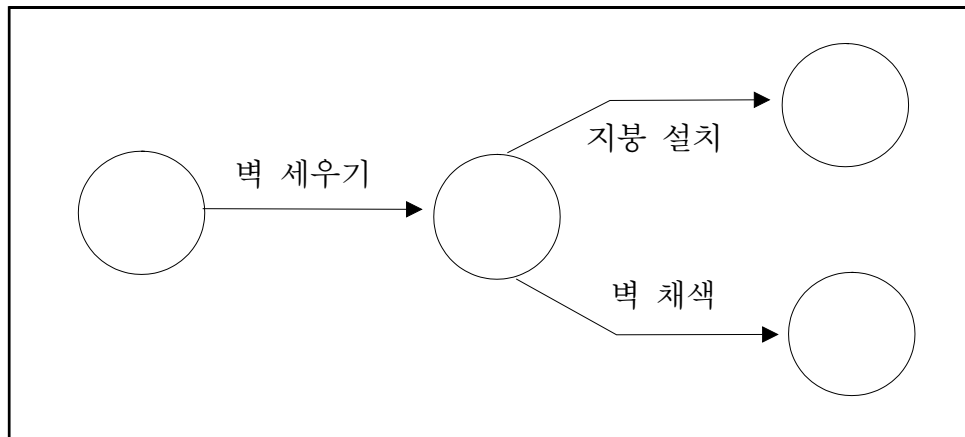
다른 작업이 시작되기 전에 한 작업이 완성되어야 한다면 다음과 같이 순서적으로 표현할 수 있다.



어떤 경우에는 여러 작업이 완성되어야 한 작업을 시작할 수 있다. 주택 건축의 예를 들면, 지붕제작과 벽 세우기가 완료되어야 지붕이 설치될 수 있다.

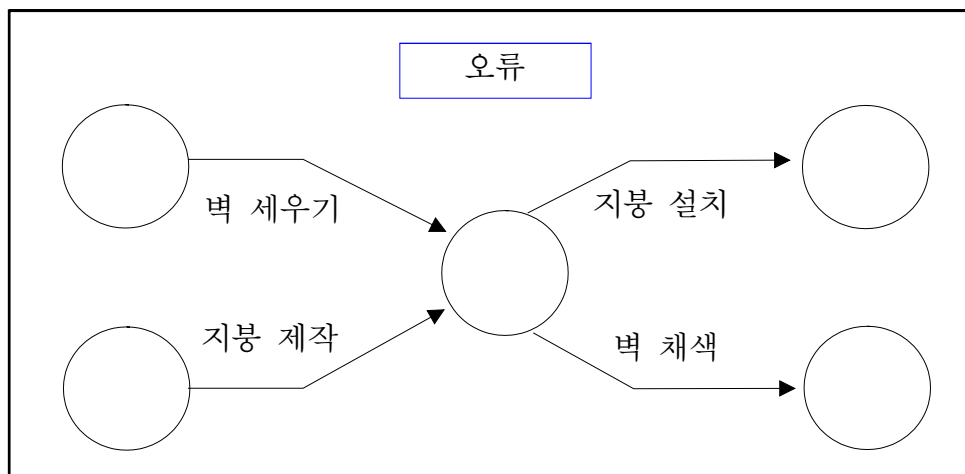


역으로 한 작업이 종료되고 나서야 여러 작업의 시작이 가능할 수도 있다. 벽 세우기가 종료된 후 지붕설치와 벽 채색을 시작될 수 있다면 다음과 같이 표현할 수 있다.



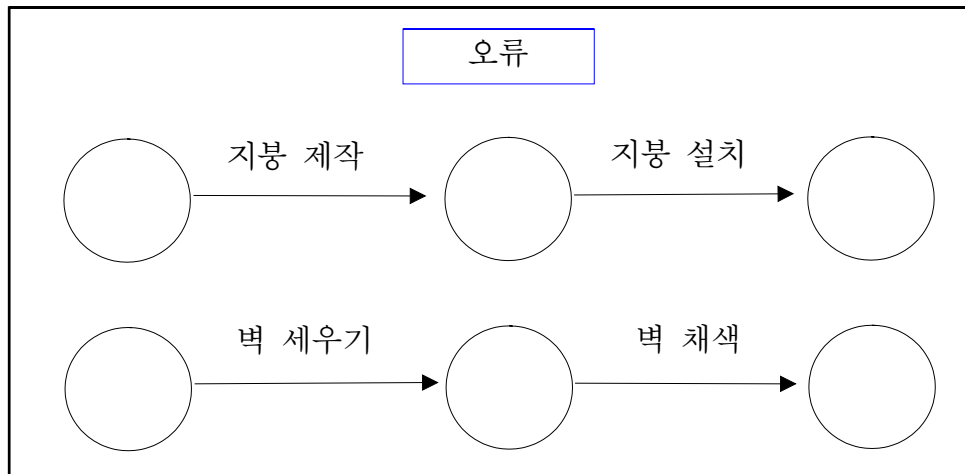
4) 가상 작업(Dummy Activities)

상기에서 언급된 네 가지 작업의 관계를 단순히 조합하면 다음과 같이 표현할 수 있으나, 아래 다이어그램은 지붕 제작이 종료되지 않으면 벽 채색을 할 수 없다는 것을 의미하게 되므로 적절하지 않다.

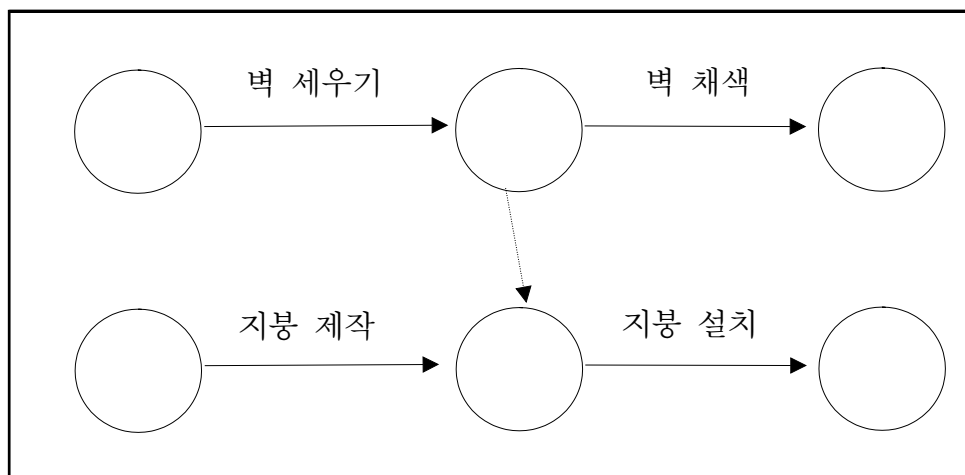


그렇다고 아래 다이어그램과 같이 두 그룹으로 작업을 분리하면, 벽을 세우기 전에 지붕을 설치할 수 없다는 사실을 무시하는 것이

된다.



이러한 어려움은 가상 작업(dummy activities)이라는 개념을 도입하면 해결할 수 있다. 이것은 실제 작업은 아니지만, 작업의 우선순위를 표현해 주며 점선으로 나타낸다.



5) 네트워크 구성

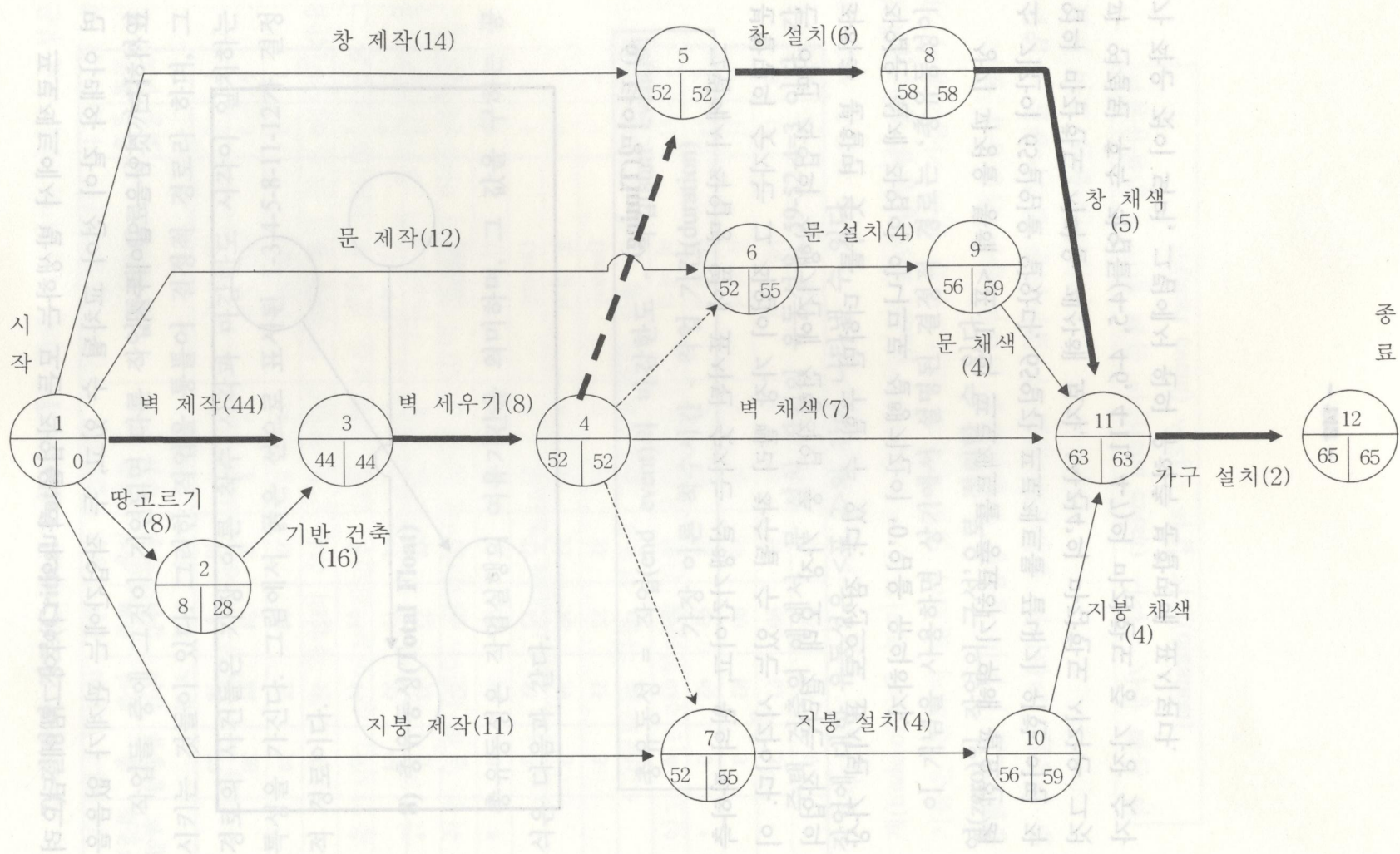
<표 1>을 사용하여 종합적 다이어그램을 만들어 보자. <표 1>에는 주택 건축 프로젝트에 필요한 여러 가지 작업들이 나열되어 있고, 각 작업을 상징하는 문자와 선행되는 작업들에 대한 설명이 있으며, <그림1>과 같이 다이어그램으로 그릴 수 있다.

【 표 1: 주택 건축의 작업들 】

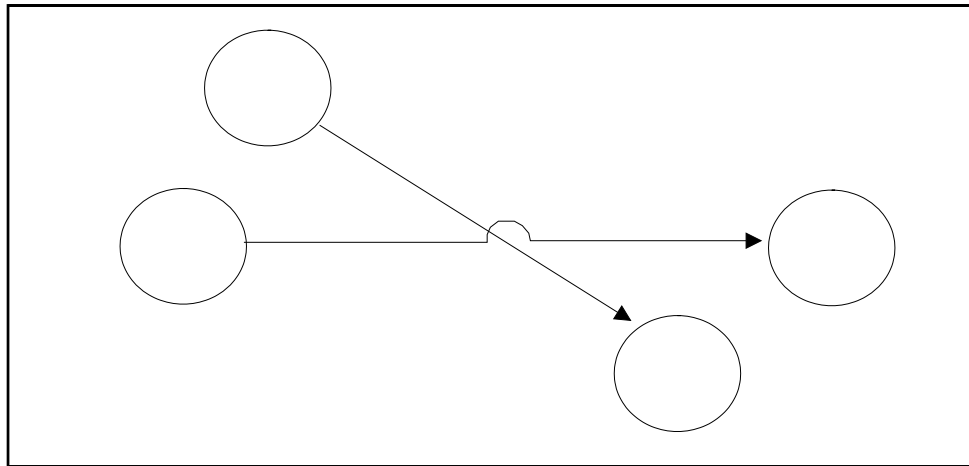
작업		선행 작업
A	땅고르기	
B	기반 건축	A
C	창문 제작	
D	문 제작	
E	벽 제작	
F	지붕 제작	
G	벽 세우기	B,E
H	창 설치	C,G
I	문 설치	D,G
J	지붕 설치	F,G
K	벽 채색	G
L	창 채색	H
M	문 채색	I
N	지붕 채색	J
O	가구 설치	K,L,M, N

그림에서 분할된 원의 상반면에 표기된 번호는 사건을 명명하는 것이고 중요성과는 상관없다. 예를 들어 기반 건축은 1-2와 같이 간략히 표현할 수 있다.

<그림 1>



프로젝트에서 발생하는 모든 작업을 하나의 다이어그램에 담으려면 아래와 같이 선이 교차될 수 있고, 두 작업간에는 관계가 없음을 표시하는 것임을 알아두자.



6) 타이밍(Timing)

그림에서 작업명 옆에 표시된 숫자는 실행기간이고, 원의 좌하측 분할면의 숫자는 그 작업이 가장 빨리 착수될 수 있는 시각이다. 이는 어떤 작업의 실행기간에 선행작업 중 가장 오래 걸리는 작업의 좌하측 분할면 숫자를 더하면 구할 수 있다. 점선으로 표시된 가상 작업은 실제 작업이 아니므로 실행기간이 '0'임을 유의하자.

상기 과정을 통해 <표 1>의 프로젝트를 종료하기 위해 필요한 최소 기간이 65일임을 알았다. 65일간 프로젝트를 끝내기 위한 어떤 작업의 마감한도 시각을 계산해 보자. '사건4'의 마감한도 시각은 그것과 연결된 후속 작업들(4-5, 4-6, 4-11, 4-7)의 마감한도 중 가장 숫자가 작은 것이 되며, 그림에서 원의 우하측 분할면에 표시된다.

7) 결정적 경로(Critical Path)

작업들 중에 그것이 지연되면 다른 작업들의 완료 시기까지 지연시키는 것들이 있다. 그러한 작업을 통틀어 결정적 경로라 하며, 그 경로의 사건들은 가장 이른 착수 시각과 마감한도 시각이 일치하는 특성을 가진다. 그림에서 굵은 선으로 표시된 1-3-4-5-8-11-12가 결정적 경로이다.

8) 총유동성(Total Float)

총유동성은 작업실행의 여유기간을 의미하며, 그 값을 구하는 공식은 다음과 같다.

$$\text{총유동성} = \text{작업(end event)의 마감한도} - \text{작업(start event)의 가장 이른 착수시간} - \text{작업 기간(duration)}$$

주택 건축의 예에서, 문 설치 작업의 유동성은 $59-52-4=3$ 이다. 각 작업에 대한 유동성은 <표 2>와 같이 나타낼 수 있다.

이 개념을 사용하면 상기에서 설명된 결정적 경로는 ‘총유동성이 영(zero)인 작업의 구성’으로 정의할 수 있다.

【 표 2 】

공정 시작	공정 종료	작업	기간	가장 빠른 착수 시각	가장 늦은 착수 시각	가장 빠른 마감 시각	가장 늦은 마감 시각	총 유동성	결정적 작업
1	2	땅고르기	8	0	20	8	28	20	
2	3	기반 건축	16	8	28	24	44	20	
1	5	창문 제작	14	0	38	14	52	38	
1	6	문 제작	12	0	43	12	55	43	
1	3	벽 제작	44	0	0	44	44	0	*
1	7	지붕 제작	11	0	44	11	55	44	
3	4	벽 세우기	8	44	44	52	52	0	*
4	5	Dummy	0	52	52	52	52	0	*
5	8	창 설치	6	52	52	58	58	0	*
4	6	Dummy	0	52	55	52	55	3	
6	9	문 설치	4	52	55	56	59	3	
4	7	Dummy	0	52	55	52	55	3	
7	10	지붕 설치	4	52	55	56	59	3	
4	11	벽 채색	7	52	56	59	63	4	
8	11	창 채색	5	58	58	63	63	0	*
9	11	문 채색	4	56	59	60	63	3	
10	11	지붕 채색	4	56	59	60	63	3	
11	12	가구 설치	2	63	63	65	65	0	*

9) 자율 유동성(Free Float)

자율 유동성은 다음 작업의 총유동성에 영향을 미치지 않고 해당 작업의 실행기간을 증가시킬 수 있는 여유분을 의미하며, 결정적 경로의 바로 전에 위치한다.

$$\text{자율유동성} = \text{가장 빠른 마감(end event) 시각} - \text{가장 빠른 착수(start event) 시각} - \text{작업 기간(duration)}$$

그림에서는 ‘2-3 작업(기반 건축)’이 이에 해당되며, 자율 유동성은 $20(=44-8-16)$ 이다. 만약 이 작업에서 지연이 발생한다면 바로 이전 작업의 유동성에만 영향을 미치게 된다.

10) 독립 유동성(Independent Float)

전후 모든 작업의 유동성에 아무런 영향을 주지 않고 실행기간을 증가시킬 수 있는 작업은 독립 유동성을 갖는다. 이러한 작업은 그 자체로는 결정적 경로에 속하지 않으면서도 결정적 경로의 ‘사건’을 직접 연결시킨다. 그림에서는 ‘4-11 작업(벽 채색)’이 이에 해당된다.

11) 간트 차트(Gantt Charts)

<그림1>을 다른 식으로 그래픽화하면 <표 3>과 같이 나타낼 수 있고, 이러한 형태를 간트 차트라고 한다.

12) 비용

지금까지 주로 시간의 문제를 다루었으나, 비용과 시간은 상충 관계(trade-offs)에 놓이므로 비용도 고려되어야 한다. 여기서 그 구체적인 기술은 논하지 않으나 몇몇 컴퓨터 프로그램을 통해 기술적용이 가능하다.

【 표 3 】 간트 차트

작업	기간						
	0	10	20	30	40	50	60
땅고르기	*****						
기반 건축	*****						
창문 제작	*****						
문 제작	*****						
벽 제작	*****						
지붕 제작	*****						
벽 세우기	*****						
창 설치	*****						
문 설치	*****						
지붕 설치	*****						
벽 채색	*****						
창 채색	*****						
문 채색	*****						
지붕 채색	*****						
가구 설치	**						

6.2 네트워크 분석의 적용

1) 계획(Planning)

네트워크 분석에 의해 다양한 작업을 스케줄링하고 나면, 필요한 자재 및 인력 등 자원의 배치 계획을 세울 수 있다. 또한 결정적 경로와 작업 실행의 목표기간을 알기 때문에, 실행기간 변동에 따른 자원배치의 조정이 가능하게 된다.

2) 계획 변경

사업을 아무리 신중하게 계획해도 실행을 하다보면 계획에 수정이 발생하기 마련이며, 따라서 네트워크를 자주 업데이트하여 계획의 변경이 마감 및 자원배치에 미치는 중요성(significance)을 명확히 드러내어 의사결정 자료로 활용할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

3) 컴퓨터 소프트웨어

저자는 Power Project 2, Pertmaster Advance, Project Manager Workbench, Micro Planner for Windows, Harvard Project Manager 3등을 추천하고 있으나 오래된 버전들이며, 최근 가장 일반적으로 활용되는 소프트웨어는 MS Project 2003이고 관련 강의도 쉽게 접할 수 있다.

(번역 · 정리 IT협력팀 정유아 대리)

7장 모니터링과 평가

7장 모니터링과 평가

(Introduction of Monitoring & Evaluation)

‘모니터링(monitoring)과 평가(evaluation)’는 지난 몇 년사이에 유행어가 되었다. 프로젝트 분석 시 두 단어는 하나의 활동처럼 인식되어 그 의미를 진지하게 검토하지도 않고 그저 '좋은 것'으로 생각하는 경향이 있다.

넓은 의미에서 ‘모니터링과 평가는 프로젝트의 목적을 제대로 달성하고 있는지에 대한 조사를 포함하지만 실시시기와 조사범위에 있어서 두 행위는 상이하다. ‘모니터링’은 프로젝트 실행도중에 실시되며 프로젝트 세부계획의 실현여부에 초점이 맞춰져 있다면 ‘평가’는 프로젝트 시행시기 이후에 행해지며 프로젝트의 궁극적인 목적 달성 여부를 조사한다. 두 행위의 차이는 불명확하고 상당 부분 중복되지만 중요할 뿐만 아니라 실시 방법에 있어서 밀접한 연관성을 갖고 있다.

우선 프로젝트 사이클상의 맥락에서 양자의 차이를 인식할 수 있다. 프로젝트 사이클 단계는 다양할 수 있지만 사업발굴(Identification), 사업형성(Preparation), 사업심사(Appraisal), 사업실행(Implementation), 사업종료(Completion)가 일반적이다. 여기에서 모니터링은 사업실행(Implementation) 단계에서, 평가는 사업종료단계(Completion)에서 각각 이루어진다.

또한, 모니터링과 평가를 아래의 예를 통해 논의해보면예: 농업프로젝트)

1. 투입물(Inputs) : 비료, 관개수로, 서비스 확대
2. 산출물(Outputs) : 생산량 증대
3. 효과(Effects) : 농민들의 소득증대 및 농산물 소비증가
4. 영향(Impacts) : 농촌의 경제적 사회적 변화

상기 프로젝트가 특정지역 농민들에게 비료, 관개수로, 서비스 확대를 제공한다고 가정하면, 이것들은 프로젝트 투입물이다. 투입물은 물질적인 것으로 한정되는 것이 아니라 관련기관 공무원의 확대 등 서비스도 포함된다. 산출물은 농민들이 생산한 농작물의 증가로 구성된다. 효과는 농민 수입의 증가 및 농산물 소비 확대 등이며, 프로젝트 영향은 농촌공동체 생활의 사회적, 경제적 변화 등 좀 더 광범위하다. 이와 같은 구분에서 모니터링이 투입과 산출 등 프로젝트의 즉각적인 효과를 조사대상으로 하는 반면, 평가는 좀 더 장기적인 효과와 경제적, 사회적 영향을 대상으로 한다. 장기적인 효과와 경제적, 사회적 영향 사이의 구분은 엄격하진 않지만 유념해야 할 유용한 개념이다.

상기의 구분에서, 1번에서 4번으로 갈수록 그 내용을 구성하는 것은 용이하지 않다. 직접적인 투입과 산출은 계량화가 용이하고 단기 일내에 드러나 비교적 쉽게 판단할 수 있다. 그러나 장기적인 효과와 전반적인 경제적, 사회적 영향에 대한 평가는 불명확할 뿐만 아니라 프로젝트의 결과인지 아니면 그 외의 변화에 기인하는지 판단하기가 상대적으로 어렵기 때문이다. 예를 들어 프로젝트 실행 후에 농부들의 수입이 증가하였다고 하더라도 프로젝트의 영향이 아니라 농부들의 농작방법 개선의 결과일 수 있기 때문이다. 따라서 프로젝트 평가시, 변화의 다양한 종류와 원인, 즉 프로젝트에 의한 변화에 대한 정확한 판단이 중요하다.

모니터링과 평가의 목적은 프로젝트 실무자의 능력과 오류를 판단하는 것에 있지 않다. 모니터링과 평가는 프로젝트의 효과적인 추진을 위한 교훈을 획득하고자 함이다. 따라서 이와 같은 목적을 성취하기 위해 모니터링과 평가에 대한 보고서는 실무자 개개인의 능력 평가를 피해야 한다.

이런 모니터링과 평가를 독립적으로 검토해보면 모니터링은 시기적으로 앞서며 일반적으로 계량화가 용이한 프로젝트 투입과 산출을 조사대상으로 한다. 모니터링의 중요기능인 프로젝트 관리자를 위한 정보 제공을 고려, 독립된 전문 모니터링팀 보다는 프로젝트 관리팀의 일원이 모니터링을 담당해야한다 그러나 통계 및 기술상의 자문이 필요할 경우, 외부 전문가를 이용할 수 있다.

모니터링에 필요한 정보인 재정지출 인력지원등급, 투입물량 등은 프로젝트 보고체계 상의 핵심부분에서 획득할 수 있으며 농업생산량 등 그 외 정보는 외부로부터 얻을 수 있다

프로젝트의 효과적인 모니터링을 위해 진척사항에 따른 명확한 목표제시가 필요하다. 이런 목표제시는 ‘1995년 말까지 1000헥타르에 대한 농업용수제공과 같이 수량 및 기간 등으로 표현된다. 따라서 이 목표의 성공여부 판단이 가능하다. ‘궁극적인 관개수로농지의 증대’처럼 목표가 모호하면, 프로젝트의 성공여부 판단이 상당히 난해해진다. 프로젝트 관리의 직접적인 관리대상인 재정지출 및 인력지원등급의 경우, 계획대비 실제 실행여부판단이 용이하다. 또한, 자연조건에 많은 영향을 받는 점을 고려, 농산물 등급 등의 경우, 계획대비 미량의 오차에 과도한 중요성 부여를 경계할 필요가 있다

정보수집은 그 자체만으로는 특별한 유용성은 없다. 실행의 기초 자료로서 활용될 경우에만 정보는 가치가 있다. 따라서 모니터링 담당자는 관리팀의 일원으로서 계획대비 미진 사항의 원인을 파악, 적절한 개선책을 제시할 필요가 있다.

평가를 검토해보면, 기간상 장기이며 프로젝트 목적상 궁극적인 프로젝트 효과와 영향을 대상으로 한 활동이다. 물론 평가는 프로젝트 모니터링과 부분적으로 긴밀한 관계이지만 모니터링은 궁극적으로 프로젝트의 투입과 산출을 조사대상으로 한다. 투입과 산출이 프로젝트 계획과 상이하다면 효과와 영향 또한 계획된 의도와 다를 수 있다. 이 경우 모니터링의 정보가 평가단계에서 필요하다. 그러나, 모니터링과 평가는 상이한 별개의 활동이다. 모니터링이 프로젝트 실행의 일일 업무인 반면, 평가는 프로젝트 실시에 따른 교훈을 얻기 위한 장기적인 활동이다. 따라서 평가는 프로젝트 관리팀의 일원보다는 전문적인 지식과 기술을 보유한 독립적인 평가팀에 의해 수행되는 경우가 많다.

조사대상이 광범위한 변화와 장기간인 점을 고려할 때, 평가의 경우에 프로젝트에 의한 변화와 그 이외 요인에 의한 변화를 구별하기가 일반적으로 모니터링보다 어렵다. 따라서 상기의 변화를 구분하기 위해 프로젝트 시행지역과 그 이외의 지역을 비교할 필요가 있다.

자연과학의 경우, 이런 비교는 통제된 실험에 의해 행해지는 경우가 많다. 신약에 대한 영향을 조사하고자 할 때, 두 그룹의 환자들에게 신약을 투입하지만 한 그룹만 실제 약물을 투입하고 나머지 그룹에게는 실제 약물과 유사하지만 효과는 없는 약물을 제공한다. 이와 같이 통제된 환경에 의한 실험을 통해 양 그룹을 비교, 실제 약물의 효

과를 정확히 측정할 수 있다.

농업개발 프로젝트에 대한 모니터링의 경우, 자연과학의 실험과 유사한 통제된 실험을 실시하기는 사실상 불가능하다. 그러나, 프로젝트 실시지역의 농민과 그 외 지역의 농민을 비교할 수 있다. 몇 가지 점에서 타 지역과 다른 농민들이 프로젝트에 포함되는 경우가 많다. 소득이 낮고 개간을 통한 특정한 발전에 적합한 토양을 가지는 경우이다. 이럴 경우에는 프로젝트만의 순수한 영향력이 농민들의 생산량을 증대시킬 수 있다. 그러나 이 프로젝트는 단기간 효과적이지만 지속적인 효과는 쉽지 않고 프로젝트가 제공한 구체적인 투입에 따른 결과로 판단할 수 없다.

위와 같이 프로젝트의 평가를 위한 통제된 실험환경을 조성할 수 없는 한계를 극복하고자 Casley & Lury²¹⁾가 두 가지 방안을 제시했다.

1) 비동일집단분석법(The non-equivalent group method)

프로젝트 내의 수혜자와 프로젝트 밖의 집단을 선정, 비교하여 프로젝트의 영향을 평가하는 방법이다. 두 집단은 가능한 한 유사한 조건에 있어야 하며, 서로 다른 조건을 고려하여 프로젝트 영향을 평가한다. 이때 회귀분석(regression analysis) 및 분산분석(the analysis of variance) 등 다양한 통계방법을 적용, 두 집단에서 일어난 차이가 프로젝트의 영향인지 서로 다른 조건에 의한 것인지를 판단한다. 이 방

21) D. J. Casley and D. A. Lury : "The Monitoring and Evaluation of Agriculture and Rural Development Projects", Johns Hopkins University Press, 1982.

법의 적용시 프로젝트 초기 때부터 프로젝트 평가계획을 수립하여 필요한 자료를 수집해야만 한다.

2) 비연속시기비교분석법(The interrupted time-series method)

프로젝트 실시전과 실시후를 비교 분석하는 방법이다. 프로젝트에 의한 변화가 짧은 기간에 발생하였을 때 유용하다. 비교 기간이 길어 질수록 변화에 영향을 미치는 요소가 많아져 객관적인 프로젝트 영향을 평가하기가 어려워진다. 그러나 단기간에 대한 비교분석일지라도 항상 프로젝트 외의 요소를 고려해야 한다.

<모니터링과 평가 비교분석표>

구분	모니터링	평가
시기	프로젝트 실행단계에서 실시	프로젝트 종결 후
분석자료	투입(Inputs)과 산출(Outputs)	효과와 영향
중요기능	프로젝트관리자에게 유용한 정보제공 함으로써 효과적인 프로젝트 추진을 도모	프로젝트 종결후 타프로젝트 수행을 위한 장기적인 개선책 마련
주관	프로젝트 실무팀의 일원	독립적인 평가 전문팀
특이사항	○ 측정이 용이 ○ 프로젝트 보고 시스템에서 중요 근간이 되는 정보 Ex) 재정지출, 인력 수준, 물품량 ○ 효과적인 모니터링을 위해 수치화 할 수 있는 명확한 목표를 제시할 필요가 있음. Ex) 1995년까지 1000헥타르에 관개시설 설치 ○ 농산물 등급같은 경우에 자연환경의 영향이 강하기 때문에 계획대비 작은 편차에 과도한 의미 부여를 피해야 함. ○ 모니터링은 단순한 정보수집을 뛰어넘어 프로젝트 실행중의 시행착오를 최소화하고 즉각적인 개선방안 마련에 그 목적이 있음.	○ 모니터링 단계에서 수집된 정보를 이용하기 때문에 추진단계에서의 문제점 등이 평가에도 영향을 미침. ○ 고려해야할 범위와 기간이 상대적으로 많기 때문에 프로젝트에 의한 영향과 타요인에 의한 영향 구분이 어려움.

8장 모니터링과 평가를 위한 데이터 수집

8장 모니터링과 평가를 위한 데이터 수집

모니터링과 평가를 위해선 다양한 정보들이 필요하다 여기에선 자료 수집 방법에 대해 논의해 보기로 한다.

자료 분류 방법 중의 하나는 특정 프로젝트 범위내에서 특화된 자료와 일반적인 자료로 분류하는 것이다. 일반적인 자료는 특정 이슈에 대한 공식 통계 및 보고서와 다양한 기관, 대학, 기업 등의 보유자료 등을 통해 수집 가능하다. 이와 같은 방식의 정보수집이 가능할 때 별도의 수집노력은 불필요하다. 또한 기관방문 정보수집시 방문 목적 및 이유 등을 정확히 설명, 방문기관의 이해를 제고, 시의적절한 정보획득을 도모할 필요가 있다.

프로젝트에 특화된 자료는 프로젝트 실행단계에서 이미 작성된 자료와 특정한 방법으로 수집해야할 자료로 분류가능하다. 후자는 다시 크게 비정형적(informal) 정보수집과 정형적(formal) 정보수집으로 나눌 수 있다. 비정형적 정보수집은 정보수집자의 주관에 따라 계획수집, 분석이 이루어지며 신속평가와 사례연구가 대표적이다. 이에 비해 정형적 정보수집은 정보수집자가 일반적인 방법론에 따라 계획이 수립되어 실시된다. 보통 통계학적 접근법이라고 부른다. 프로젝트에 관련된 정보수집은 상기의 다양한 방법 들 중 프로젝트 성격과 환경에 따라 적합하다고 판단되는 여러 개의 방법론이 혼용된다.

우선 비정형적 방법의 대표적인 수집방법을 검토한 후, 통계학적 접근법을 정리해보기로 하자.

1) 신속평가(rapid assessment)

프로젝트 사이트를 직접 방문, 프로젝트의 영향 및 결과를 관찰하고 관련된 소수의 사람들을 면담하여 정보를 수집하는 비정형적 방법이다. 여기서 ‘비정형적이라 함은 방문계획 및 답변이 필요한 질문 준비 등 신속평가(rapid assessment)계획이 조사자의 주관적 판단과 경험에 의해 수립된다는 것을 의미한다. 답변이 필요한 질문준비가 답변에 대한 선입견까지 포함하는 것은 아니다. 또한, 조사결과 분석시 적은 사람과 장소를 접촉한 사실을 고려해야 한다. 이 방법은 정형화된 절차 수립은 어렵지만 조사활동에 대한 평가는 명확하다 따라서 정형화된 절차 수립보다 경험과 판단력이 우수한 조사자 파견이 더 중요하다. 조사활동이 상기의 조건을 고려하여 실시될 경우, 프로젝트 과정상의 문제점 등 프로젝트에 대한 최초 정보를 단 시간 내에 수집할 수 있는 장점이 있다.

2) 사례연구(Case Study)

일정한 기간과 지역에서 프로젝트의 결과와 영향 등을 조사, 정보를 수집하는 비정형적 수집방법이다 소수의 사례(소수의 사람 혹은 특정한 지역)들을 장시간 동안 세부적으로 연구한다. 보통 연구자는 조사기간동안 연구대상지역 근처에 거주하며 원인(cause)과 효과가 발생한 과정에 대한 정보를 수집할 필요가 있을 경우, 시의적절한 방법이다. 예를 들어 농업프로젝트 후에도 사업대상지역의 농민들이 신기술이용을 회피할 때 이에 대한 사회적, 문화적 이유 등을 이해하기에 용이하다. 신속평가와 마찬가지로 정형화된 연구절차가 없기 때문에 전문지식을 갖고있는 숙련된 전문가가 조사를 수행해야 한다.

이와 달리 정형적 방법은 통계적 접근(formal statistical approach)이 광범위하게 사용된다. 통계적 접근은 크게 전수조사법(census method)과 표본조사법(sampling method)으로 구분할 수 있다.

전수조사법은 조사대상 전원에 대해 정보를 수집하는 방법이다. 가장 일반적인 예는 국가내의 전국민을 대상으로 정보를 수집하는 인구조사다. 일반적으로 10년에 한번씩 실시한다. 이런 일반적인 전수조사(census)인 인구조사와 달리 현 논의에서 전수조사법은 특정농산물, 수확량, 가축수 등 토지와 관련된 농가에 대한 전수조사를 의미한다. 이 경우, 전수조사는 관련 지역의 모든 농가들에 대한 정보수집을 가리킨다. 표면적으로 가장 정확한 조사결과를 얻을 수 있는 최선의 정보수집방법처럼 보이지만 조사대상인원 및 항목 전부에 대한 조사이기 때문에 과다한 비용과 시간이 소요되고 단순문항에 대한 정보수집만 가능한 다수의 비숙련 조사자가 참여할 가능성이 높아 조사결과가 단순하다는 단점이 있다. 문항이 정교해지고 복잡해질수록 조사에 소요되는 비용은 증가한다. 최종결과를 얻기 위해 컴퓨터를 이용할지라도 상당한 시간이 소요된다. 따라서 조사대상인원과 조사지역이 적을 경우 정확한 정보를 얻기 위한 유용한 방법일 수 있으나 다수를 대상으로 한 조사에는 최선의 방법은 아니다.

이에 비해 표본추출법(sampling method)은 이와 같은 문제점을 보완한 통계학적 방법이다.

<통계학용어설명>

- 모집단(Population) : 통계적 조사결과의 대상이 되는 모든 개체, 개인. 표본추출의 대상임.
- 표본(Sample) : 통계적 조사를 위해 모집단에서 추출된 임의의 작은 집단이며 직접적인 조사대상임.
- 표본추출(Sampling) : 표본을 얻기위해 일정한 규칙하에 모집단에서 표본을 추출하는 통계학적 단계
- 정보(Information) : 표본를 조사, 분석한 결과이며 오차한계내에서 모집단의 정보를 대표함
- 표준편차(Standard Deviation) : 통계집단의 단위의 계량적 특성값에 관한 산포도를 나타내는 도수특성값. 표본의 값의 분산정도를 나타내며 표본의 값이 모두 같을 때 표준편차는 0이다.

편잡(Punjab, 인도와 파키스탄의 접경지역)의 평균수입을 산출하고자 할 때, 편잡 인구 약 500만명(47,116,000명, 1981년 조사결과)중 500명을 추출, 조사하여 나온 평균을 편잡의 평균수입으로 파악한다. 이때 실제의 평균수입과 표본추출을 통한 평균수입은 일치할 수도 있다.

구체적인 표본추출법에 대해 논의하기 전에 일반적인 통계학적 오해에 대해 검토해 보도록 한다.

지역(Area)	인구 (Population)	표본 (Sample)	인구대비 표본비율 (Sample as percentage of population)
이슬라마바드 (Islamabad)	201,000	500	0.2488
편잡 (Punjab)	47,116,000	500	0.0011

상기 표에 의하면 모집단 대비 표본비율이 이슬라마바드 (Islamabad)가 편잡보다 200배 이상이다. 따라서 일반적으로 이슬라마바드의 경우에 더 정확한 평균수입을 산출할 수 있다고 생각하지만 실제로는 양 조사결과, 평균수입의 정확도는 다르지 않다. 모집단이 상기와 같을 때, 모집단 대비 표본비율이 문제가 되는 것이 아니라 표본의 절대적인 크기가 문제가 되기 때문이다.

지역	인구
이슬라마바드	$100\% - 0.2488 = 99.7512\%$
편잡	$100\% - 0.0011\% = 99.9989\%$

역으로 표본에 배제된 비율을 계산해 보면 양쪽 전부 대부분의 인구가 표본에 포함되어 있지 않다. 인구가 적당히 많을 때, 표본조사는 인구대비 표본비율을 200배 이상 차이가 난다고 해도 대부분의 모집단이 조사대상에서 제외되기 때문에 그 차이를 무시할 수 있다. 표본의 절대적인 크기가 문제일 뿐이다.

따라서, 전체 모집단을 대표할 수 있는 표본을 추출하는 방식이 표본추출법에서 가장 중요하다. 이런 표본추출법은 아래와 같이 분류

할 수 있다.

<임의추출법, Simple Random Sampling>

모집단에서 무작위로 표본을 추출하는 방법이다 표본의 동일한 연관성 및 표본의 합리적인 크기가 성립되면 표본은 전체 모집단을 대표할 수 있다. 이 경우, 다양한 통계학적 기술에 의해 전체 모집단에 대한 표본의 신뢰도를 측정할 수 있다. 여기에 대한 다수의 교과서가 있지만 간단한 예를 통해 대략적인 과정만을 검토해보도록 한다.

임의추출법으로 모집단의 평균수입을 산출하는 경우 모집단의 실제 평균수입과 표본집단의 평균수입 간에는 오차가 있다 이 오차를 감안한 실험평균수입이 존재할 수 있는 가치구간을 제시함으로써 더 유용한 정보의 획득이 가능하다. 표본의 표준편차를 산출하면 아래의 공식에 의해 표준오차를 계산이 가능하다.

$$\text{표준오차(Standard error)} = \frac{\text{표준편차(Standard deviation)}}{\sqrt{\text{표본수(Sample size)}}$$

따라서, 표준오차는 표본수의 제곱근에 반비례하고 표준편차에 비례한다. 표준오차를 결정하는 요소들에 대해 정리해보면

i) **표본수(sample size).** 표준오차는 표본수의 제곱근에 반비례한다. 표본의 크기가 클 수록 표준오차는 작아지지만 모집단대비 표본수의 비율은 표준오차와 무관하다. 따라서 표준오차를 반으로 줄이기 위해

선, 즉 정확도가 2배정도 향상된 결과를 얻기 위해선, 4배 더 많은 표본을 추출해야한다.

ii)표준편차(standard deciation). 표본의 편차와 표준오차는 비례한다. 극단적인 두가지 예를 통해 이유를 알 수 있다. 평균수입을 구하고자 할 경우, 모든 사람들의 수입이 같으면 표준편차는 “0”이다. 모집단에서 임의로 표본을 산출할때 동일한 평균수입을 산출할 수 있고 평균수입은 실평균수입과 일치한다 이와 반대로, 모집단의 수입이 극단적으로 양분될 경우, 추출되는 표본의 신뢰도는 떨어진다.

iii)신뢰구간(Confidence Interval). 가치폭(range of values)을 의미한다. 모집단평균 실가치가 이 범위 밖에 존재할 수 있는 확률이다 '95%신뢰구간'은 실가치가 이 범위 밖에 존재할 수 있는 확률이 5%라는 것을 의미한다. 95% 신뢰구간일 때, 오차한계계수는 1.96의 범위(대략 2)이다. 표준오차대신 표준편차를 사용하는 실수를 범할 수 있다. 이 경우 실가치 범위가 과도하게 넓어진다.

Ex.> Sample size=500명, 500명의 평균수입=400달러, 실모집단평균 수입의 95% 신뢰구간은? (표준편차=300달러, 오차한계=1.96)

① 표준오차를 구함(표준오차=표준편차 ÷ $\sqrt{\text{표본수}}$)

$$\text{표준오차} = 300\text{원} \div \sqrt{500\text{명}} = 13.42$$

② 95% 신뢰구간 = $400 \pm (1.96 \times 13.42) = 374.7\text{달러} \sim 426.3\text{달러}$

<유의추출법, Purposive Sampling>

조사자가 판단할 때, 모집단을 대표한다고 판단되는 집단을 선정

그 집단내에서 무작위 표본추출(sampling)하는 방법이다. 대통령 선거에서 서울의 종로, 중구의 후보지지도가 전국적인 지지도를 대표한다고 판단, 조사자 나름대로 대표성 있는 그룹으로 삼고, 이 지역에 대해 무작위 표집하는 방식이다. 임의추출법보다 모집단에 대한 더 많은 정보가 있어야 하며 조사자의 주관적 판단에 따라 조사결과에 대한 오류가 발생할 가능성이 높다.

<할당추출법, Quota Sampling>

모집단이 갖는 특성 비율에 따라 표본을 추출하는 방법이다. 근자에는 확률표집방법과 병행된다. 모집단의 특성(성별, 나이, 수입별)을 정확히 알아야 이에 근거하여 할당기준을 마련할 수 있다. 각 분석유목별로 사전에 정해진 사례수의 응답자들을 얻기 위해 면접조사원들이 각 유목별로 할당된 수만큼의 응답자들을 임의로 추출 조사한다. 이 과정에서 조사원들의 편견이 들어갈 가능성 있다. 예를 들어 농가의 수입을 조사 시 저소득, 중소득, 고소득 각각에 해당하는 비율을 알고 있으나 개개의 농가수준에 대한 정보가 없을 경우, 미리 정해진 각 분석유목별 표본대상수를 할당하고 면접조사원들이 할당된 수만큼 응답자들을 임의로 뽑아서 조사하기 때문에 면접조사원이 개인적인 사정 등 주관적 판단에 의해 조사대상자를 추출할 수 있다

<층화표본추출, Stratified Sampling>

모집단에서 표본을 단순무작위 추출하는 것보다 모집단을 소집단으로 나눈 후 각 소집단별로 동수, 혹은 비율별로 무작위 추출할 때 조사결과에 미치는 변수의 영향이 줄어들 경우 사용한다. 모집단에 대한 조사결과를 얻기 위해 집단별 무작위 추출후 결과를 집계해야

한다. 동일한 표본수일 경우 임의추출법보다 신뢰성이 높을 수도 있다. 유의추출법과 같이 임의 추출법보다 모집단에 대한 더 많은 정보를 필요로 한다. 유의추출법과의 차이점은 표본추출(sampling)의 목적에 있다. 유의추출법의 표본의 대표성을 높이기 위한 방식이라면 층화표본추출법(stratified sampling)은 추정치 산출의 정확성을 향상시키기 위한 기술이다. 다른 소집단으로부터 추출한 다른 표본비율에 의해 전체적인 표본의 정확성을 향상시킬 수 있지만 계산방법은 다소 복잡해진다.

<군집표본추출법, Cluster sampling>

집락(지역 혹은 집단, cluster)을 추출단위로 하는 방법이다. 정확한 거주자 명단 등 모집단에 대한 정보가 없지만 조사지역이 광범위하여 효과적인 조사활동이 비용과 시간 측면에서 현실적으로 어려울 경우, 특정지역을 무작위 추출하여 그 지역만을 조사활동의 범위로 하고 표본이 되는 개인들을 무작위로 추출한다. 표본 범위가 제한되어 있어 정확한 조사결과를 얻기 힘든 단점이 있다. 일단계로 지역을 선택하고, 이단계로 표본을 임의추출한다. 3개 혹은 4개의 단계로 세분화 할 수 있다.

표본추출법을 고려할 때 적은 수보다는 많은 수의 표본에서 정확도가 향상된 결과를 얻을 수 있다. 그러나 많은 수의 표본 추출시 비용감소를 위한 비숙련 조사자를 이용할 필요가 있고 이는 비표본오차(non-sampling error)를 증가시키는 원인이 된다. 따라서 비표본추출오차 최소화를 위해 비교적 적은 수의 표본추출을 이용할 필요도 있다. 표본추출오차(sampling error) 감소를 위해 표본수를 조정해야만 한다.

정보수집을 위한 계획단계에서 이때와 같이 다양한 요소들을 고려해야만 한다. 질문자는 명확한 답변을 유도할 수 있는 질문을 세심하게 준비해야 한다. 수치화가 용이한 닫힌 질문과 답변자에게 더 많은 권한을 부여하는 열린 질문 중 무엇을 고려해야만 하는가? 열린 질문은 조사자가 고려하지 못한 많은 쟁점을 답변자가 제시할 가능성이 있지만 여러 단점도 아울러 가지고 있다. 요약, 정리하기가 어렵고 현장조사자들의 주관적 결심들이 정확한 기록물에 영향을 미칠 수도 있다. 따라서 질문의 상당부분은 일반적으로 닫힌 질문이어야 한다. 답변내용의 정확도도 문제다. 수년전의 사건 내용에 대한 기억은 어렵기 때문이다. 현장조사자들은 정보를 제공하는 답변자의 기억에 의존하기보다는 주기적인 방문조사를 통해 답변의 정확도를 향상시키기 위한 노력을 해야 한다. 또한 현장조사자의 주관적인 관심에 따라 정보 자체가 왜곡될 수 있는 위험을 인식할 필요도 있다. 질문은 짧아야한다. 답변자의 관심도와 협력의지를 저하시키는 장문의 질문 및 불필요한 질문은 지양해야한다.

초기단계(an early stage)에 정보처리과정(data processing)에 대해 고려할 필요도 있다. 컴퓨터에 의해 자료 처리의 효율성이 증가하였다. 자료 검토 및 처리를 고려한 계획수립은 여기에 필요한 시간을 감소시킬 수 있다. 실제로 표준 컴퓨터 프로그램 이용을 통해 자료호환성을 향상시킴으로써 비용과 시간을 절감할 수 있다. 이와 같은 정보처리에 대한 고려없이 수집된 미지의 수많은 정보들이 이용되지 못하고 있으며 이에 따른 불가피한 기간과 비용이 낭비되고 있다.

마지막으로, 수집정보의 타당성(relevance)검토의 중요성이다. 일일 활동(day-to-day business)에 의해 축적된 자료는 타당성 검토없이 유용한 정보로 받아들이기 쉽지만 타당성 검토를 통한 건설적 활동의 근

거를 제공하는 경우에만 정보는 유용한 가치를 갖는다. 따라서 수집 정보의 축적뿐만 아니라 타당성 검토에 따른 유용한 정보의 체계적인 저장이 중요하다.

(7장, 8장 번역 · 정리 IT협력팀 이동현)

【 부록 】

1. 계수표

1.1 현재가치계수표(Present Value Factors)

1.2 누적할인율의 현재가치계수표 (Present Values of Annuities)

2. 연습문제

현재가치계수표
(Present Value Factors)

Table 1: Present Value Factors

Year	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%	3.5%
1	0.995024	0.990099	0.985221	0.980392	0.975609	0.970873	0.966183
2	0.990074	0.980296	0.970661	0.961168	0.951814	0.942595	0.933510
3	0.985148	0.970590	0.956316	0.942322	0.928599	0.915141	0.901942
4	0.980247	0.960980	0.942184	0.923845	0.905950	0.888487	0.871442
5	0.975370	0.951465	0.928260	0.905730	0.883854	0.862608	0.841973
6	0.970518	0.942045	0.914542	0.887971	0.862296	0.837484	0.813500
7	0.965689	0.932718	0.901026	0.870560	0.841265	0.813091	0.785990
8	0.960885	0.923483	0.887711	0.853490	0.820746	0.789409	0.759411
9	0.956104	0.914339	0.874592	0.836755	0.800728	0.766416	0.733730
10	0.951347	0.905286	0.861667	0.820348	0.781198	0.744093	0.708918
11	0.946614	0.896323	0.848933	0.804263	0.762144	0.722421	0.684945
12	0.941905	0.887449	0.836387	0.788493	0.743555	0.701379	0.661783
13	0.937219	0.878662	0.824027	0.773032	0.725420	0.680951	0.639404
14	0.932556	0.869962	0.811849	0.757875	0.707727	0.661117	0.617781
15	0.927916	0.861349	0.799851	0.743014	0.690465	0.641861	0.596890
16	0.923300	0.852821	0.788031	0.728445	0.673624	0.623166	0.576705
17	0.918706	0.844377	0.776385	0.714162	0.657195	0.605016	0.557203
18	0.914136	0.836017	0.764911	0.700159	0.641165	0.587394	0.538361
19	0.909588	0.827739	0.753607	0.686430	0.625527	0.570286	0.520155
20	0.905062	0.819544	0.742470	0.672971	0.610270	0.553675	0.502565
21	0.900560	0.811430	0.731497	0.659775	0.595386	0.537549	0.485570
22	0.896079	0.803396	0.720687	0.646839	0.580864	0.521892	0.469150
23	0.891621	0.795441	0.710037	0.634155	0.566697	0.506691	0.453285
24	0.887185	0.787566	0.699543	0.621721	0.552875	0.491933	0.437957
25	0.882771	0.779768	0.689205	0.609530	0.539390	0.477605	0.423146
26	0.878379	0.772047	0.679020	0.597579	0.526234	0.463694	0.408837
27	0.874009	0.764403	0.668985	0.585862	0.513399	0.450189	0.395012
28	0.869661	0.756835	0.659099	0.574374	0.500877	0.437076	0.381654
29	0.865334	0.749342	0.649358	0.563112	0.488661	0.424346	0.368748
30	0.861029	0.741922	0.639762	0.552070	0.476742	0.411986	0.356278
31	0.856746	0.734577	0.630307	0.541245	0.465114	0.399987	0.344230
32	0.852483	0.727304	0.620992	0.530633	0.453770	0.388337	0.332589
33	0.848242	0.720103	0.611815	0.520228	0.442702	0.377026	0.321342
34	0.844022	0.712973	0.602774	0.510028	0.431905	0.366044	0.310476
35	0.839823	0.705914	0.593866	0.500027	0.421371	0.355383	0.299976
36	0.835644	0.698924	0.585089	0.490223	0.411093	0.345032	0.289832
37	0.831487	0.692004	0.576443	0.480610	0.401067	0.334982	0.280031
38	0.827350	0.685153	0.567924	0.471187	0.391284	0.325226	0.270561
39	0.823234	0.678369	0.559531	0.461948	0.381741	0.315753	0.261412
40	0.819138	0.671653	0.551262	0.452890	0.372430	0.306556	0.252572
41	0.815063	0.665003	0.543115	0.444010	0.363346	0.297628	0.244031
42	0.811008	0.658418	0.535089	0.435304	0.354484	0.288959	0.235779
43	0.806973	0.651899	0.527181	0.426768	0.345838	0.280542	0.227805
44	0.802958	0.645445	0.519390	0.418400	0.337403	0.272371	0.220102
45	0.798964	0.639054	0.511714	0.410196	0.329174	0.264438	0.212659
46	0.794989	0.632727	0.504152	0.402153	0.321145	0.256736	0.205467
47	0.791033	0.626463	0.496702	0.394268	0.313312	0.249258	0.198519
48	0.787098	0.620260	0.489361	0.386537	0.305671	0.241998	0.191806
49	0.783182	0.614119	0.482129	0.378958	0.298215	0.234950	0.185320
50	0.779286	0.608038	0.475004	0.371527	0.290942	0.228107	0.179053

Table 1: Present Value Factors

Year	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%	7.0%
1	0.961538	0.956937	0.952380	0.947867	0.943396	0.938967	0.934579
2	0.924556	0.915729	0.907029	0.898452	0.889996	0.881659	0.873438
3	0.888996	0.876296	0.863837	0.851613	0.839619	0.827849	0.816297
4	0.854804	0.838561	0.822702	0.807216	0.792093	0.777323	0.762895
5	0.821927	0.802451	0.783526	0.765134	0.747258	0.729880	0.712986
6	0.790314	0.767895	0.746215	0.725245	0.704960	0.685334	0.666342
7	0.759917	0.734828	0.710681	0.687436	0.665057	0.643506	0.622749
8	0.730690	0.703185	0.676839	0.651598	0.627412	0.604231	0.582009
9	0.702586	0.672904	0.644608	0.617629	0.591898	0.567353	0.543933
10	0.675564	0.643927	0.613913	0.585430	0.558394	0.532726	0.508349
11	0.649580	0.616198	0.584679	0.554910	0.526787	0.500212	0.475092
12	0.624597	0.589663	0.556837	0.525981	0.496969	0.469682	0.444011
13	0.600574	0.564271	0.530321	0.498560	0.468839	0.441016	0.414964
14	0.577475	0.539972	0.505067	0.472569	0.442300	0.414100	0.387817
15	0.555264	0.516720	0.481017	0.447933	0.417265	0.388826	0.362446
16	0.533908	0.494469	0.458111	0.424581	0.393646	0.365095	0.338734
17	0.513373	0.473176	0.436296	0.402446	0.371364	0.342812	0.316574
18	0.493628	0.452800	0.415520	0.381465	0.350343	0.321889	0.295863
19	0.474642	0.433301	0.395733	0.361579	0.330513	0.302243	0.276508
20	0.456386	0.414642	0.376889	0.342728	0.311804	0.283797	0.258419
21	0.438833	0.396787	0.358942	0.324861	0.294155	0.266476	0.241513
22	0.421955	0.379700	0.341849	0.307925	0.277505	0.250212	0.225713
23	0.405726	0.363350	0.325571	0.291872	0.261797	0.234941	0.210946
24	0.390121	0.347703	0.310067	0.276656	0.246978	0.220601	0.197146
25	0.375116	0.332730	0.295302	0.262233	0.232998	0.207138	0.184249
26	0.360689	0.318402	0.281240	0.248562	0.219810	0.194495	0.172195
27	0.346816	0.304691	0.267848	0.235604	0.207367	0.182625	0.160930
28	0.333477	0.291570	0.255093	0.223321	0.195630	0.171479	0.150402
29	0.320651	0.279015	0.242946	0.211679	0.184556	0.161013	0.140562
30	0.308318	0.267000	0.231377	0.200644	0.174110	0.151186	0.131367
31	0.296460	0.255502	0.220359	0.190183	0.164254	0.141958	0.122773
32	0.285057	0.244499	0.209866	0.180269	0.154957	0.133294	0.114741
33	0.274094	0.233971	0.199872	0.170871	0.146186	0.125159	0.107234
34	0.263552	0.223895	0.190354	0.161963	0.137911	0.117520	0.100219
35	0.253415	0.214254	0.181290	0.153519	0.130105	0.110347	0.093662
36	0.243668	0.205028	0.172657	0.145516	0.122740	0.103612	0.087535
37	0.234296	0.196199	0.164435	0.137930	0.115793	0.097289	0.081808
38	0.225285	0.187750	0.156605	0.130739	0.109238	0.091351	0.076456
39	0.216620	0.179665	0.149147	0.123923	0.103055	0.085775	0.071455
40	0.208289	0.171928	0.142045	0.117463	0.097222	0.080540	0.066780
41	0.200277	0.164525	0.135281	0.111339	0.091719	0.075625	0.062411
42	0.192574	0.157440	0.128839	0.105535	0.086527	0.071009	0.058328
43	0.185168	0.150660	0.122704	0.100033	0.081629	0.066675	0.054512
44	0.178046	0.144172	0.116861	0.094818	0.077009	0.062606	0.050946
45	0.171198	0.137964	0.111296	0.089875	0.072650	0.058785	0.047613
46	0.164613	0.132023	0.105996	0.085189	0.068537	0.055197	0.044498
47	0.158282	0.126338	0.100949	0.080748	0.064658	0.051828	0.041587
48	0.152194	0.120897	0.096142	0.076538	0.060998	0.048665	0.038866
49	0.146341	0.115691	0.091563	0.072548	0.057545	0.045695	0.036324
50	0.140712	0.110709	0.087203	0.068766	0.054288	0.042906	0.033947

Table 1: Present Value Factors

Year	7.5%	8.0%	8.5%	9.0%	9.5%	10.0%	10.5%
1	0.930232	0.925925	0.921658	0.917431	0.913242	0.909090	0.904977
2	0.865332	0.857338	0.849455	0.841679	0.834010	0.826446	0.818984
3	0.804960	0.793832	0.782908	0.772183	0.761653	0.751314	0.741162
4	0.748800	0.735029	0.721574	0.708425	0.695574	0.683013	0.670734
5	0.696558	0.680583	0.665045	0.649931	0.635227	0.620921	0.606999
6	0.647961	0.630169	0.612945	0.596267	0.580116	0.564473	0.549321
7	0.602754	0.583490	0.564926	0.547034	0.529786	0.513158	0.497123
8	0.560702	0.540268	0.520669	0.501866	0.483823	0.466507	0.449885
9	0.521583	0.500248	0.479879	0.460427	0.441848	0.424097	0.407135
10	0.485193	0.463193	0.442285	0.422410	0.403514	0.385543	0.368448
11	0.451343	0.428882	0.407636	0.387532	0.368506	0.350493	0.333437
12	0.419854	0.397113	0.375701	0.355534	0.336535	0.318630	0.301753
13	0.390561	0.367697	0.346268	0.326178	0.307338	0.289664	0.273080
14	0.363313	0.340461	0.319141	0.299246	0.280674	0.263331	0.247131
15	0.337966	0.315241	0.294139	0.274538	0.256323	0.239392	0.223648
16	0.314386	0.291890	0.271096	0.251869	0.234085	0.217629	0.202396
17	0.292453	0.270268	0.249858	0.231073	0.213776	0.197844	0.183164
18	0.272049	0.250249	0.230284	0.211993	0.195229	0.179858	0.165759
19	0.253069	0.231712	0.212243	0.194489	0.178291	0.163507	0.150008
20	0.235413	0.214548	0.195616	0.178430	0.162823	0.148643	0.135754
21	0.218988	0.198655	0.180291	0.163698	0.148697	0.135130	0.122854
22	0.203710	0.183940	0.166167	0.150181	0.135796	0.122845	0.111180
23	0.189498	0.170315	0.153149	0.137781	0.124015	0.111678	0.100616
24	0.176277	0.157699	0.141151	0.126404	0.113255	0.101525	0.091055
25	0.163979	0.146017	0.130093	0.115967	0.103430	0.092295	0.082403
26	0.152538	0.135201	0.119902	0.106392	0.094456	0.083905	0.074572
27	0.141896	0.125186	0.110508	0.097607	0.086261	0.076277	0.067486
28	0.131996	0.115913	0.101851	0.089548	0.078777	0.069343	0.061073
29	0.122787	0.107327	0.093872	0.082154	0.071943	0.063039	0.055270
30	0.114221	0.099377	0.086518	0.075371	0.065701	0.057308	0.050018
31	0.106252	0.092016	0.079740	0.069147	0.060001	0.052098	0.045265
32	0.098839	0.085200	0.073493	0.063438	0.054795	0.047362	0.040964
33	0.091943	0.078888	0.067735	0.058200	0.050041	0.043056	0.037071
34	0.085528	0.073045	0.062429	0.053394	0.045700	0.039142	0.033549
35	0.079561	0.067634	0.057538	0.048986	0.041735	0.035584	0.030361
36	0.074010	0.062624	0.053030	0.044941	0.038114	0.032349	0.027476
37	0.068847	0.057985	0.048876	0.041230	0.034807	0.029408	0.024865
38	0.064043	0.053690	0.045047	0.037826	0.031788	0.026734	0.022502
39	0.059575	0.049713	0.041518	0.034702	0.029030	0.024304	0.020364
40	0.055419	0.046030	0.038265	0.031837	0.026511	0.022094	0.018429
41	0.051552	0.042621	0.035267	0.029208	0.024211	0.020086	0.016678
42	0.047956	0.039464	0.032505	0.026797	0.022110	0.018260	0.015093
43	0.044610	0.036540	0.029958	0.024584	0.020192	0.016600	0.013659
44	0.041498	0.033834	0.027611	0.022554	0.018440	0.015091	0.012361
45	0.038602	0.031327	0.025448	0.020692	0.016840	0.013719	0.011186
46	0.035909	0.029007	0.023454	0.018983	0.015379	0.012472	0.010123
47	0.033404	0.026858	0.021617	0.017416	0.014045	0.011338	0.009161
48	0.031073	0.024869	0.019923	0.015978	0.012826	0.010307	0.008291
49	0.028905	0.023026	0.018362	0.014658	0.011714	0.009370	0.007503
50	0.026889	0.021321	0.016924	0.013448	0.010697	0.008518	0.006790

Table 1: Present Value Factors

Year	11.0%	11.5%	12.0%	12.5%	13.0%	13.5%	14.0%
1	0.900900	0.896860	0.892857	0.888888	0.884955	0.881057	0.877192
2	0.811622	0.804359	0.797193	0.790123	0.783146	0.776261	0.769467
3	0.731191	0.721398	0.711780	0.702331	0.693050	0.683931	0.674971
4	0.658730	0.646994	0.635518	0.624295	0.613318	0.602582	0.592080
5	0.593451	0.580264	0.567426	0.554928	0.542759	0.530909	0.519368
6	0.534640	0.520416	0.506631	0.493270	0.480318	0.467761	0.455586
7	0.481658	0.466740	0.452349	0.438462	0.425060	0.412125	0.399637
8	0.433926	0.418601	0.403883	0.389744	0.376159	0.363105	0.350559
9	0.390924	0.375427	0.360610	0.346439	0.332884	0.319916	0.307507
10	0.352184	0.336706	0.321973	0.307946	0.294588	0.281865	0.269743
11	0.317283	0.301978	0.287476	0.273729	0.260697	0.248339	0.236617
12	0.285840	0.270833	0.256675	0.243315	0.230705	0.218801	0.207559
13	0.257514	0.242899	0.229174	0.216280	0.204164	0.192776	0.182069
14	0.231994	0.217847	0.204619	0.192249	0.180676	0.169847	0.159709
15	0.209004	0.195378	0.182696	0.170888	0.159890	0.149644	0.140096
16	0.188292	0.175227	0.163121	0.151900	0.141496	0.131845	0.122891
17	0.169632	0.157154	0.145644	0.135022	0.125217	0.116163	0.107799
18	0.152822	0.140945	0.130039	0.120020	0.110812	0.102346	0.094561
19	0.137677	0.126408	0.116106	0.106684	0.098063	0.090173	0.082948
20	0.124033	0.113371	0.103666	0.094830	0.086782	0.079447	0.072761
21	0.111742	0.101678	0.092559	0.084294	0.076798	0.069998	0.063826
22	0.100668	0.091191	0.082642	0.074928	0.067963	0.061672	0.055987
23	0.090692	0.081785	0.073787	0.066602	0.060144	0.054336	0.049112
24	0.081704	0.073350	0.065882	0.059202	0.053225	0.047873	0.043080
25	0.073608	0.065785	0.058823	0.052624	0.047101	0.042179	0.037790
26	0.066313	0.059000	0.052520	0.046777	0.041683	0.037162	0.033149
27	0.059741	0.052914	0.046893	0.041579	0.036887	0.032742	0.029078
28	0.053821	0.047457	0.041869	0.036959	0.032644	0.028848	0.025507
29	0.048487	0.042562	0.037383	0.032853	0.028888	0.025416	0.022374
30	0.043682	0.038172	0.033377	0.029202	0.025565	0.022393	0.019627
31	0.039353	0.034235	0.029801	0.025958	0.022623	0.019730	0.017216
32	0.035453	0.030704	0.026608	0.023073	0.020021	0.017383	0.015102
33	0.031940	0.027537	0.023757	0.020510	0.017717	0.015315	0.013247
34	0.028775	0.024697	0.021212	0.018231	0.015679	0.013494	0.011620
35	0.025923	0.022150	0.018939	0.016205	0.013875	0.011888	0.010193
36	0.023354	0.019865	0.016910	0.014404	0.012279	0.010474	0.008941
37	0.021040	0.017816	0.015098	0.012804	0.010866	0.009228	0.007843
38	0.018955	0.015979	0.013480	0.011381	0.009616	0.008131	0.006880
39	0.017076	0.014331	0.012036	0.010116	0.008510	0.007164	0.006035
40	0.015384	0.012853	0.010746	0.008992	0.007531	0.006311	0.005294
41	0.013859	0.011527	0.009595	0.007993	0.006664	0.005561	0.004644
42	0.012486	0.010338	0.008567	0.007105	0.005898	0.004899	0.004073
43	0.011248	0.009272	0.007649	0.006315	0.005219	0.004316	0.003573
44	0.010134	0.008315	0.006829	0.005614	0.004619	0.003803	0.003134
45	0.009129	0.007458	0.006098	0.004990	0.004087	0.003351	0.002749
46	0.008225	0.006688	0.005444	0.004435	0.003617	0.002952	0.002411
47	0.007410	0.005999	0.004861	0.003943	0.003201	0.002601	0.002115
48	0.006675	0.005380	0.004340	0.003504	0.002832	0.002291	0.001855
49	0.006014	0.004825	0.003875	0.003115	0.002507	0.002019	0.001628
50	0.005418	0.004327	0.003460	0.002769	0.002218	0.001779	0.001428

Table 1: Present Value Factors

Year	14.5%	15.0%	15.5%	16.0%	16.5%	17.0%	17.5%
1	0.873362	0.869565	0.865800	0.862068	0.858369	0.854700	0.851063
2	0.762761	0.756143	0.749611	0.743162	0.736797	0.730513	0.724309
3	0.666167	0.657516	0.649013	0.640657	0.632444	0.624370	0.616433
4	0.581805	0.571753	0.561916	0.552291	0.542870	0.533650	0.524624
5	0.508127	0.497176	0.486508	0.476113	0.465983	0.456111	0.446488
6	0.443779	0.432327	0.421219	0.410442	0.399985	0.389838	0.379990
7	0.387580	0.375937	0.364691	0.353829	0.343335	0.333195	0.323396
8	0.338497	0.326901	0.315750	0.305025	0.294708	0.284782	0.275230
9	0.295631	0.284262	0.273377	0.262952	0.252968	0.243403	0.234238
10	0.258193	0.247184	0.236690	0.226683	0.217140	0.208037	0.199352
11	0.225496	0.214943	0.204926	0.195416	0.186386	0.177809	0.169661
12	0.196940	0.186907	0.177425	0.168462	0.159988	0.151974	0.144392
13	0.172000	0.162527	0.153615	0.145226	0.137329	0.129892	0.122887
14	0.150218	0.141328	0.133000	0.125195	0.117879	0.111019	0.104585
15	0.131195	0.122894	0.115151	0.107927	0.101183	0.094888	0.089008
16	0.114580	0.106864	0.099698	0.093040	0.086853	0.081101	0.075752
17	0.100070	0.092925	0.086318	0.080207	0.074551	0.069317	0.064469
18	0.087397	0.080805	0.074735	0.069144	0.063993	0.059245	0.054867
19	0.076330	0.070265	0.064705	0.059607	0.054929	0.050637	0.046696
20	0.066663	0.061100	0.056022	0.051385	0.047149	0.043279	0.039741
21	0.058221	0.053130	0.048504	0.044297	0.040472	0.036991	0.033822
22	0.050848	0.046200	0.041994	0.038187	0.034739	0.031616	0.028785
23	0.044409	0.040174	0.036359	0.032920	0.029819	0.027022	0.024497
24	0.038785	0.034934	0.031479	0.028379	0.025596	0.023096	0.020849
25	0.033873	0.030377	0.027255	0.024465	0.021971	0.019740	0.017744
26	0.029584	0.026415	0.023597	0.021090	0.018859	0.016872	0.015101
27	0.025837	0.022969	0.020430	0.018181	0.016188	0.014420	0.012852
28	0.022565	0.019973	0.017689	0.015673	0.013895	0.012325	0.010938
29	0.019707	0.017368	0.015315	0.013511	0.011927	0.010534	0.009308
30	0.017212	0.015103	0.013259	0.011648	0.010238	0.009003	0.007922
31	0.015032	0.013133	0.011480	0.010041	0.008788	0.007695	0.006742
32	0.013128	0.011420	0.009939	0.008656	0.007543	0.006577	0.005738
33	0.011466	0.009930	0.008605	0.007462	0.006475	0.005621	0.004883
34	0.010014	0.008635	0.007450	0.006433	0.005557	0.004804	0.004156
35	0.008745	0.007508	0.006451	0.005545	0.004770	0.004106	0.003537
36	0.007638	0.006529	0.005585	0.004780	0.004095	0.003510	0.003010
37	0.006671	0.005677	0.004835	0.004121	0.003515	0.003000	0.002562
38	0.005826	0.004937	0.004186	0.003553	0.003017	0.002564	0.002180
39	0.005088	0.004293	0.003624	0.003062	0.002589	0.002191	0.001855
40	0.004444	0.003733	0.003138	0.002640	0.002223	0.001873	0.001579
41	0.003881	0.003246	0.002717	0.002276	0.001908	0.001600	0.001344
42	0.003389	0.002822	0.002352	0.001962	0.001637	0.001368	0.001143
43	0.002960	0.002454	0.002036	0.001691	0.001405	0.001169	0.000973
44	0.002585	0.002134	0.001763	0.001458	0.001206	0.000999	0.000828
45	0.002258	0.001856	0.001526	0.001257	0.001035	0.000854	0.000705
46	0.001972	0.001613	0.001321	0.001083	0.000889	0.000730	0.000600
47	0.001722	0.001403	0.001144	0.000934	0.000763	0.000624	0.000510
48	0.001504	0.001220	0.000990	0.000805	0.000655	0.000533	0.000434
49	0.001313	0.001061	0.000857	0.000694	0.000562	0.000455	0.000369
50	0.001147	0.000922	0.000742	0.000598	0.000482	0.000389	0.000314

Table 1: Present Value Factors

Year	18.0%	18.5%	19.0%	19.5%	20.0%	20.5%	21.0%
1	0.847457	0.843881	0.840336	0.836820	0.833333	0.829875	0.826446
2	0.718184	0.712136	0.706164	0.700267	0.694444	0.688693	0.683013
3	0.608630	0.600959	0.593415	0.585998	0.578703	0.571529	0.564473
4	0.515788	0.507138	0.498668	0.490375	0.482253	0.474298	0.466507
5	0.437109	0.427964	0.419049	0.410355	0.401877	0.393608	0.385543
6	0.370431	0.361151	0.352142	0.343393	0.334897	0.326646	0.318630
7	0.313925	0.304769	0.295917	0.287358	0.279081	0.271075	0.263331
8	0.266038	0.257189	0.248670	0.240467	0.232568	0.224959	0.217629
9	0.225456	0.217037	0.208966	0.201228	0.193806	0.186688	0.179858
10	0.191064	0.183154	0.175602	0.168391	0.161505	0.154927	0.148643
11	0.161919	0.154560	0.147565	0.140913	0.134587	0.128570	0.122845
12	0.137219	0.130430	0.124004	0.117919	0.112156	0.106697	0.101525
13	0.116287	0.110068	0.104205	0.098677	0.093463	0.088545	0.083905
14	0.098548	0.092884	0.087567	0.082575	0.077886	0.073482	0.069343
15	0.083516	0.078383	0.073586	0.069100	0.064905	0.060980	0.057308
16	0.070776	0.066146	0.061837	0.057824	0.054087	0.050606	0.047362
17	0.059979	0.055819	0.051963	0.048388	0.045073	0.041997	0.039142
18	0.050830	0.047105	0.043667	0.040492	0.037561	0.034852	0.032349
19	0.043076	0.039751	0.036695	0.033885	0.031300	0.028923	0.026734
20	0.036505	0.033545	0.030836	0.028355	0.026084	0.024002	0.022094
21	0.030936	0.028308	0.025912	0.023728	0.021736	0.019919	0.018260
22	0.026217	0.023888	0.021775	0.019856	0.018113	0.016530	0.015091
23	0.022218	0.020159	0.018298	0.016616	0.015094	0.013718	0.012472
24	0.018829	0.017012	0.015377	0.013904	0.012579	0.011384	0.010307
25	0.015956	0.014356	0.012921	0.011635	0.010482	0.009447	0.008518
26	0.013522	0.012114	0.010858	0.009737	0.008735	0.007840	0.007040
27	0.011460	0.010223	0.009124	0.008148	0.007279	0.006506	0.005818
28	0.009711	0.008627	0.007668	0.006818	0.006066	0.005399	0.004808
29	0.008230	0.007280	0.006443	0.005705	0.005055	0.004481	0.003973
30	0.006974	0.006143	0.005414	0.004774	0.004212	0.003718	0.003284
31	0.005910	0.005184	0.004550	0.003995	0.003510	0.003086	0.002714
32	0.005009	0.004375	0.003823	0.003343	0.002925	0.002561	0.002243
33	0.004245	0.003692	0.003213	0.002798	0.002437	0.002125	0.001853
34	0.003597	0.003115	0.002700	0.002341	0.002031	0.001763	0.001532
35	0.003048	0.002629	0.002269	0.001959	0.001692	0.001463	0.001266
36	0.002583	0.002218	0.001906	0.001639	0.001410	0.001214	0.001046
37	0.002189	0.001872	0.001602	0.001372	0.001175	0.001008	0.000864
38	0.001855	0.001580	0.001346	0.001148	0.000979	0.000836	0.000714
39	0.001572	0.001333	0.001131	0.000960	0.000816	0.000694	0.000590
40	0.001332	0.001125	0.000950	0.000804	0.000680	0.000576	0.000488
41	0.001129	0.000949	0.000799	0.000672	0.000566	0.000478	0.000403
42	0.000957	0.000801	0.000671	0.000563	0.000472	0.000396	0.000333
43	0.000811	0.000676	0.000564	0.000471	0.000393	0.000329	0.000275
44	0.000687	0.000570	0.000474	0.000394	0.000328	0.000273	0.000227
45	0.000582	0.000481	0.000398	0.000329	0.000273	0.000226	0.000188
46	0.000493	0.000406	0.000334	0.000276	0.000227	0.000188	0.000155
47	0.000418	0.000342	0.000281	0.000231	0.000189	0.000156	0.000128
48	0.000354	0.000289	0.000236	0.000193	0.000158	0.000129	0.000106
49	0.000300	0.000244	0.000198	0.000161	0.000131	0.000107	0.000087
50	0.000254	0.000206	0.000166	0.000135	0.000109	0.000089	0.000072

Table 1: Present Value Factors

Year	21.5%	22.0%	22.5%	23.0%	23.5%	24.0%	24.5%
1	0.823045	0.819672	0.816326	0.813008	0.809716	0.806451	0.803212
2	0.677404	0.671862	0.666389	0.660982	0.655640	0.650364	0.645150
3	0.557534	0.550706	0.543991	0.537383	0.530883	0.524487	0.518193
4	0.458876	0.451399	0.444074	0.436897	0.429865	0.422973	0.416219
5	0.377675	0.369999	0.362509	0.355201	0.348068	0.341107	0.334312
6	0.310843	0.303278	0.295926	0.288781	0.281837	0.275086	0.268524
7	0.255838	0.248588	0.241572	0.234781	0.228208	0.221844	0.215682
8	0.210566	0.203761	0.197201	0.190879	0.184783	0.178906	0.173238
9	0.173305	0.167017	0.160981	0.155186	0.149622	0.144279	0.139147
10	0.142638	0.136899	0.131413	0.126167	0.121151	0.116354	0.111765
11	0.117398	0.112212	0.107276	0.102575	0.098098	0.093834	0.089771
12	0.096623	0.091977	0.087572	0.083394	0.079432	0.075672	0.072105
13	0.079525	0.075391	0.071487	0.067800	0.064317	0.061026	0.057915
14	0.065453	0.061796	0.058357	0.055122	0.052078	0.049214	0.046518
15	0.053871	0.050652	0.047638	0.044814	0.042169	0.039689	0.037364
16	0.044338	0.041518	0.038888	0.036434	0.034145	0.032007	0.030011
17	0.036492	0.034031	0.031745	0.029621	0.027647	0.025812	0.024105
18	0.030034	0.027894	0.025914	0.024082	0.022386	0.020816	0.019362
19	0.024720	0.022864	0.021155	0.019579	0.018127	0.016787	0.015551
20	0.020345	0.018741	0.017269	0.015918	0.014677	0.013538	0.012491
21	0.016745	0.015361	0.014097	0.012941	0.011884	0.010918	0.010033
22	0.013782	0.012591	0.011508	0.010521	0.009623	0.008804	0.008058
23	0.011343	0.010321	0.009394	0.008554	0.007792	0.007100	0.006472
24	0.009336	0.008459	0.007668	0.006954	0.006309	0.005726	0.005199
25	0.007684	0.006934	0.006260	0.005654	0.005108	0.004618	0.004176
26	0.006324	0.005683	0.005110	0.004596	0.004136	0.003724	0.003354
27	0.005205	0.004658	0.004171	0.003737	0.003349	0.003003	0.002694
28	0.004284	0.003818	0.003405	0.003038	0.002712	0.002422	0.002164
29	0.003526	0.003130	0.002780	0.002470	0.002196	0.001953	0.001738
30	0.002902	0.002565	0.002269	0.002008	0.001778	0.001575	0.001396
31	0.002388	0.002103	0.001852	0.001632	0.001439	0.001270	0.001121
32	0.001965	0.001723	0.001512	0.001327	0.001165	0.001024	0.000900
33	0.001618	0.001412	0.001234	0.001079	0.000944	0.000826	0.000723
34	0.001331	0.001158	0.001007	0.000877	0.000764	0.000666	0.000581
35	0.001096	0.000949	0.000822	0.000713	0.000618	0.000537	0.000466
36	0.000902	0.000778	0.000671	0.000579	0.000501	0.000433	0.000374
37	0.000742	0.000637	0.000548	0.000471	0.000405	0.000349	0.000301
38	0.000611	0.000522	0.000447	0.000383	0.000328	0.000281	0.000241
39	0.000502	0.000428	0.000365	0.000311	0.000266	0.000227	0.000194
40	0.000413	0.000351	0.000298	0.000253	0.000215	0.000183	0.000156
41	0.000340	0.000287	0.000243	0.000206	0.000174	0.000147	0.000125
42	0.000280	0.000235	0.000198	0.000167	0.000141	0.000119	0.000100
43	0.000230	0.000193	0.000162	0.000136	0.000114	0.000096	0.000080
44	0.000189	0.000158	0.000132	0.000110	0.000092	0.000077	0.000064
45	0.000156	0.000129	0.000108	0.000090	0.000074	0.000062	0.000052
46	0.000128	0.000106	0.000088	0.000073	0.000060	0.000050	0.000041
47	0.000105	0.000087	0.000072	0.000059	0.000049	0.000040	0.000033
48	0.000087	0.000071	0.000058	0.000048	0.000039	0.000032	0.000027
49	0.000071	0.000058	0.000048	0.000039	0.000032	0.000026	0.000021
50	0.000059	0.000048	0.000039	0.000031	0.000026	0.000021	0.000017

Table 1: Present Value Factors

Year	25.0%	25.5%	26.0%	26.5%	27.0%	27.5%	28.0%
1	0.800000	0.796812	0.793650	0.790513	0.787401	0.784313	0.781250
2	0.640000	0.634910	0.629881	0.624912	0.620001	0.615148	0.610351
3	0.512000	0.505904	0.499906	0.494001	0.488189	0.482469	0.476837
4	0.409600	0.403111	0.396750	0.390515	0.384401	0.378407	0.372529
5	0.327680	0.321204	0.314881	0.308707	0.302678	0.296789	0.291038
6	0.262144	0.255939	0.249906	0.244037	0.238329	0.232776	0.227373
7	0.209715	0.203936	0.198338	0.192915	0.187660	0.182569	0.177635
8	0.167772	0.162498	0.157411	0.152502	0.147764	0.143191	0.138777
9	0.134217	0.129481	0.124929	0.120555	0.116350	0.112307	0.108420
10	0.107374	0.103172	0.099150	0.095300	0.091614	0.088084	0.084703
11	0.085899	0.082208	0.078690	0.075336	0.072137	0.069085	0.066174
12	0.068719	0.065505	0.062453	0.059554	0.056800	0.054184	0.051698
13	0.054975	0.052195	0.049565	0.047078	0.044725	0.042497	0.040389
14	0.043980	0.041589	0.039338	0.037216	0.035216	0.033331	0.031554
15	0.035184	0.033139	0.031220	0.029419	0.027729	0.026142	0.024651
16	0.028147	0.026405	0.024778	0.023256	0.021834	0.020503	0.019259
17	0.022517	0.021040	0.019665	0.018384	0.017192	0.016081	0.015046
18	0.018014	0.016765	0.015607	0.014533	0.013537	0.012612	0.011754
19	0.014411	0.013358	0.012386	0.011488	0.010659	0.009892	0.009183
20	0.011529	0.010644	0.009830	0.009082	0.008393	0.007758	0.007174
21	0.009223	0.008481	0.007802	0.007179	0.006608	0.006085	0.005605
22	0.007378	0.006758	0.006192	0.005675	0.005203	0.004772	0.004379
23	0.005902	0.005385	0.004914	0.004486	0.004097	0.003743	0.003421
24	0.004722	0.004290	0.003900	0.003546	0.003226	0.002935	0.002672
25	0.003777	0.003419	0.003095	0.002803	0.002540	0.002302	0.002088
26	0.003022	0.002724	0.002456	0.002216	0.002000	0.001806	0.001631
27	0.002417	0.002170	0.001949	0.001752	0.001575	0.001416	0.001274
28	0.001934	0.001729	0.001547	0.001385	0.001240	0.001111	0.000995
29	0.001547	0.001378	0.001228	0.001094	0.000976	0.000871	0.000777
30	0.001237	0.001098	0.000974	0.000865	0.000768	0.000683	0.000607
31	0.000990	0.000875	0.000773	0.000684	0.000605	0.000536	0.000474
32	0.000792	0.000697	0.000613	0.000540	0.000476	0.000420	0.000370
33	0.000633	0.000555	0.000487	0.000427	0.000375	0.000329	0.000289
34	0.000507	0.000442	0.000386	0.000338	0.000295	0.000258	0.000226
35	0.000405	0.000352	0.000306	0.000267	0.000232	0.000202	0.000176
36	0.000324	0.000281	0.000243	0.000211	0.000183	0.000159	0.000138
37	0.000259	0.000223	0.000193	0.000166	0.000144	0.000124	0.000107
38	0.000207	0.000178	0.000153	0.000131	0.000113	0.000097	0.000084
39	0.000166	0.000142	0.000121	0.000104	0.000089	0.000076	0.000065
40	0.000132	0.000113	0.000096	0.000082	0.000070	0.000060	0.000051
41	0.000106	0.000090	0.000076	0.000065	0.000055	0.000047	0.000040
42	0.000085	0.000071	0.000060	0.000051	0.000043	0.000037	0.000031
43	0.000068	0.000057	0.000048	0.000040	0.000034	0.000029	0.000024
44	0.000054	0.000045	0.000038	0.000032	0.000027	0.000022	0.000019
45	0.000043	0.000036	0.000030	0.000025	0.000021	0.000017	0.000014
46	0.000034	0.000028	0.000024	0.000020	0.000016	0.000014	0.000011
47	0.000027	0.000023	0.000019	0.000015	0.000013	0.000010	0.000009
48	0.000022	0.000018	0.000015	0.000012	0.000010	0.000008	0.000007
49	0.000017	0.000014	0.000012	0.000009	0.000008	0.000006	0.000005
50	0.000014	0.000011	0.000009	0.000007	0.000006	0.000005	0.000004

Table 1: Present Value Factors

Year	28.5%	29.0%	29.5%	30.0%	30.5%	31.0%	31.5%
1	0.778210	0.775193	0.772200	0.769230	0.766283	0.763358	0.760456
2	0.605611	0.600925	0.596294	0.591715	0.587190	0.582716	0.578293
3	0.471293	0.465833	0.460458	0.455166	0.449954	0.444821	0.439767
4	0.366765	0.361111	0.355566	0.350127	0.344792	0.339558	0.334423
5	0.285420	0.279931	0.274568	0.269329	0.264208	0.259205	0.254314
6	0.222116	0.217001	0.212022	0.207176	0.202458	0.197866	0.193395
7	0.172853	0.168217	0.163723	0.159366	0.155140	0.151043	0.147068
8	0.134516	0.130401	0.126427	0.122589	0.118881	0.115300	0.111839
9	0.104681	0.101086	0.097627	0.094299	0.091097	0.088015	0.085048
10	0.081464	0.078361	0.075388	0.072538	0.069806	0.067187	0.064675
11	0.063396	0.060745	0.058214	0.055798	0.053491	0.051287	0.049183
12	0.049335	0.047089	0.044953	0.042921	0.040989	0.039151	0.037401
13	0.038393	0.036503	0.034713	0.033016	0.031409	0.029886	0.028442
14	0.029878	0.028297	0.026805	0.025397	0.024068	0.022814	0.021629
15	0.023251	0.021935	0.020699	0.019536	0.018443	0.017415	0.016448
16	0.018094	0.017004	0.015983	0.015028	0.014132	0.013294	0.012508
17	0.014081	0.013181	0.012342	0.011560	0.010829	0.010148	0.009511
18	0.010958	0.010218	0.009531	0.008892	0.008298	0.007746	0.007233
19	0.008527	0.007921	0.007359	0.006840	0.006359	0.005913	0.005500
20	0.006636	0.006140	0.005683	0.005261	0.004872	0.004514	0.004182
21	0.005164	0.004760	0.004388	0.004047	0.003734	0.003445	0.003180
22	0.004019	0.003690	0.003388	0.003113	0.002861	0.002630	0.002418
23	0.003127	0.002860	0.002616	0.002394	0.002192	0.002007	0.001839
24	0.002434	0.002217	0.002020	0.001842	0.001680	0.001532	0.001398
25	0.001894	0.001718	0.001560	0.001417	0.001287	0.001170	0.001063
26	0.001474	0.001332	0.001204	0.001090	0.000986	0.000893	0.000808
27	0.001147	0.001032	0.000930	0.000838	0.000755	0.000681	0.000615
28	0.000892	0.000800	0.000718	0.000645	0.000579	0.000520	0.000467
29	0.000694	0.000620	0.000554	0.000496	0.000443	0.000397	0.000355
30	0.000540	0.000481	0.000428	0.000381	0.000340	0.000303	0.000270
31	0.000420	0.000373	0.000330	0.000293	0.000260	0.000231	0.000205
32	0.000327	0.000289	0.000255	0.000225	0.000199	0.000176	0.000156
33	0.000254	0.000224	0.000197	0.000173	0.000153	0.000134	0.000118
34	0.000198	0.000173	0.000152	0.000133	0.000117	0.000102	0.000090
35	0.000154	0.000134	0.000117	0.000102	0.000089	0.000078	0.000068
36	0.000120	0.000104	0.000090	0.000079	0.000068	0.000060	0.000052
37	0.000093	0.000080	0.000070	0.000060	0.000052	0.000045	0.000039
38	0.000072	0.000062	0.000054	0.000046	0.000040	0.000034	0.000030
39	0.000056	0.000048	0.000041	0.000035	0.000030	0.000026	0.000023
40	0.000044	0.000037	0.000032	0.000027	0.000023	0.000020	0.000017
41	0.000034	0.000029	0.000024	0.000021	0.000018	0.000015	0.000013
42	0.000026	0.000022	0.000019	0.000016	0.000013	0.000011	0.000010
43	0.000020	0.000017	0.000014	0.000012	0.000010	0.000009	0.000007
44	0.000016	0.000013	0.000011	0.000009	0.000008	0.000006	0.000005
45	0.000012	0.000010	0.000008	0.000007	0.000006	0.000005	0.000004
46	0.000009	0.000008	0.000006	0.000005	0.000004	0.000004	0.000003
47	0.000007	0.000006	0.000005	0.000004	0.000003	0.000003	0.000002
48	0.000005	0.000004	0.000004	0.000003	0.000002	0.000002	0.000001
49	0.000004	0.000003	0.000003	0.000002	0.000002	0.000001	0.000001
50	0.000003	0.000002	0.000002	0.000002	0.000001	0.000001	0.000001

Table 1: Present Value Factors

Year	32.0%	32.5%	33.0%	33.5%	34.0%	34.5%	35.0%
1	0.757576	0.754716	0.751879	0.749063	0.746268	0.743494	0.740740
2	0.573921	0.569597	0.565323	0.561096	0.556916	0.552783	0.548696
3	0.434789	0.429885	0.425054	0.420296	0.415609	0.410991	0.406442
4	0.329385	0.324441	0.319590	0.314829	0.310156	0.305570	0.301068
5	0.249534	0.244861	0.240293	0.235827	0.231460	0.227189	0.223013
6	0.189041	0.184801	0.180671	0.176649	0.172731	0.168914	0.165195
7	0.143213	0.139472	0.135843	0.132321	0.128904	0.125586	0.122366
8	0.108494	0.105262	0.102137	0.099117	0.096197	0.093373	0.090642
9	0.082192	0.079443	0.076795	0.074245	0.071788	0.069422	0.067142
10	0.062267	0.059957	0.057740	0.055614	0.053573	0.051615	0.049735
11	0.047172	0.045250	0.043414	0.041658	0.039980	0.038375	0.036840
12	0.035736	0.034151	0.032642	0.031205	0.029836	0.028532	0.027289
13	0.027073	0.025774	0.024543	0.023374	0.022265	0.021213	0.020214
14	0.020509	0.019452	0.018453	0.017509	0.016616	0.015772	0.014973
15	0.015537	0.014681	0.013874	0.013115	0.012400	0.011726	0.011091
16	0.011771	0.011080	0.010432	0.009824	0.009253	0.008718	0.008215
17	0.008917	0.008362	0.007843	0.007358	0.006905	0.006482	0.006085
18	0.006755	0.006311	0.005897	0.005512	0.005153	0.004819	0.004508
19	0.005117	0.004763	0.004434	0.004129	0.003845	0.003583	0.003339
20	0.003877	0.003594	0.003334	0.003092	0.002870	0.002664	0.002473
21	0.002937	0.002713	0.002506	0.002316	0.002141	0.001980	0.001832
22	0.002225	0.002047	0.001884	0.001735	0.001598	0.001472	0.001357
23	0.001685	0.001545	0.001417	0.001299	0.001192	0.001094	0.001005
24	0.001277	0.001166	0.001065	0.000973	0.000890	0.000814	0.000744
25	0.000967	0.000880	0.000801	0.000729	0.000664	0.000605	0.000551
26	0.000732	0.000664	0.000602	0.000546	0.000495	0.000450	0.000408
27	0.000555	0.000501	0.000452	0.000409	0.000369	0.000334	0.000302
28	0.000420	0.000378	0.000340	0.000306	0.000276	0.000248	0.000224
29	0.000318	0.000285	0.000256	0.000229	0.000206	0.000184	0.000166
30	0.000241	0.000215	0.000192	0.000172	0.000153	0.000137	0.000123
31	0.000182	0.000162	0.000144	0.000128	0.000114	0.000102	0.000091
32	0.000138	0.000122	0.000108	0.000096	0.000085	0.000076	0.000067
33	0.000104	0.000092	0.000081	0.000072	0.000063	0.000056	0.000050
34	0.000079	0.000069	0.000061	0.000054	0.000047	0.000042	0.000037
35	0.000060	0.000052	0.000046	0.000040	0.000035	0.000031	0.000027
36	0.000045	0.000039	0.000034	0.000030	0.000026	0.000023	0.000020
37	0.000034	0.000030	0.000026	0.000022	0.000019	0.000017	0.000015
38	0.000026	0.000022	0.000019	0.000017	0.000014	0.000012	0.000011
39	0.000019	0.000017	0.000014	0.000012	0.000011	0.000009	0.000008
40	0.000015	0.000012	0.000011	0.000009	0.000008	0.000007	0.000006
41	0.000011	0.000009	0.000008	0.000007	0.000006	0.000005	0.000004
42	0.000008	0.000007	0.000006	0.000005	0.000004	0.000003	0.000003
43	0.000006	0.000005	0.000004	0.000004	0.000003	0.000002	0.000002
44	0.000004	0.000004	0.000003	0.000003	0.000002	0.000002	0.000001
45	0.000003	0.000003	0.000002	0.000002	0.000001	0.000001	0.000001
46	0.000002	0.000002	0.000002	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001
47	0.000002	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000000	0.000000
48	0.000001	0.000001	0.000001	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
49	0.000001	0.000001	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
50	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

누적할인율의 현재가치계수표
(Present Values of Annuities)

Table 2: Present Values of Annuities

Year	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%	3.5%
1	0.995025	0.990099	0.985222	0.980392	0.975610	0.970874	0.966184
2	1.985099	1.970395	1.955883	1.941561	1.927424	1.913470	1.899694
3	2.970248	2.940985	2.912200	2.883883	2.856024	2.828611	2.801637
4	3.950496	3.901966	3.854385	3.807729	3.761974	3.717098	3.673079
5	4.925866	4.853431	4.782645	4.713460	4.645828	4.579707	4.515052
6	5.896384	5.795476	5.697187	5.601431	5.508125	5.417191	5.328553
7	6.862074	6.728195	6.598214	6.471991	6.349391	6.230283	6.114544
8	7.822959	7.651678	7.485925	7.325481	7.170137	7.019692	6.873956
9	8.779064	8.566018	8.360517	8.162237	7.970866	7.786109	7.607687
10	9.730412	9.471305	9.222185	8.982585	8.752064	8.530203	8.316605
11	10.677027	10.367628	10.071118	9.786848	9.514209	9.252624	9.001551
12	11.618932	11.255077	10.907505	10.575341	10.257765	9.954004	9.663334
13	12.556151	12.133740	11.731532	11.348374	10.983185	10.634955	10.302738
14	13.488708	13.003703	12.543382	12.106249	11.690912	11.296073	10.920520
15	14.416625	13.865053	13.343233	12.849264	12.381378	11.937935	11.517411
16	15.339925	14.717874	14.131264	13.577709	13.055003	12.561102	12.094117
17	16.258632	15.562251	14.907649	14.291872	13.712198	13.166118	12.651321
18	17.172768	16.398269	15.672561	14.992031	14.353364	13.753513	13.189682
19	18.082356	17.226008	16.426168	15.678462	14.978891	14.323799	13.709837
20	18.987419	18.045553	17.168639	16.351433	15.589162	14.877475	14.212403
21	19.887979	18.856983	17.900137	17.011209	16.184549	15.415024	14.697974
22	20.784059	19.660379	18.620824	17.658048	16.765413	15.936917	15.167125
23	21.675681	20.455821	19.330861	18.292204	17.332110	16.443608	15.620410
24	22.562866	21.243387	20.030405	18.913926	17.884986	16.935542	16.058368
25	23.445638	22.023156	20.719611	19.523456	18.424376	17.413148	16.481515
26	24.324018	22.795204	21.398632	20.121036	18.950611	17.876842	16.890352
27	25.198028	23.559008	22.067617	20.706898	19.464011	18.327031	17.285365
28	26.067689	24.316443	22.726717	21.281272	19.964889	18.764108	17.667019
29	26.933024	25.065785	23.376076	21.844385	20.453550	19.188455	18.035767
30	27.794054	25.807708	24.015838	22.396456	20.930293	19.600441	18.392045
31	28.650800	26.542285	24.646146	22.937702	21.395407	20.000428	18.736276
32	29.503284	27.269589	25.267139	23.468335	21.849178	20.388766	19.068865
33	30.351526	27.989693	25.878954	23.988564	22.291881	20.765792	19.390208
34	31.195548	28.702666	26.481728	24.498592	22.723786	21.131837	19.700684
35	32.035371	29.408580	27.075595	24.998619	23.145157	21.487220	20.000661
36	32.871016	30.107505	27.660684	25.488842	23.556251	21.832252	20.290494
37	33.702504	30.799510	28.237127	25.969453	23.957318	22.167235	20.570525
38	34.529854	31.484663	28.805052	26.440641	24.348603	22.492462	20.841087
39	35.353089	32.163033	29.364583	26.902589	24.730344	22.808215	21.102500
40	36.172228	32.834686	29.915845	27.355479	25.102775	23.114772	21.355072
41	36.987291	33.499689	30.458961	27.799489	25.466122	23.412400	21.599104
42	37.798300	34.158108	30.994050	28.234794	25.820607	23.701359	21.834883
43	38.605274	34.810008	31.521232	28.661562	26.166446	23.981902	22.062689
44	39.408232	35.455454	32.040622	29.079963	26.503849	24.254274	22.282791
45	40.207196	36.094508	32.552337	29.490160	26.833024	24.518713	22.495450
46	41.002185	36.727236	33.056490	29.892314	27.154170	24.775449	22.700918
47	41.793219	37.353699	33.553192	30.286582	27.467483	25.024708	22.899438
48	42.580318	37.973959	34.042554	30.673120	27.773154	25.266707	23.091244
49	43.363500	38.588079	34.524683	31.052078	28.071369	25.501657	23.276564
50	44.142786	39.196118	34.999688	31.423606	28.362312	25.729764	23.455618

Table 2: Present Values of Annuities

Year	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%	7.0%
1	0.961538	0.956938	0.952381	0.947867	0.943396	0.938967	0.934579
2	1.886095	1.872668	1.859410	1.846320	1.833393	1.820626	1.808018
3	2.775091	2.748964	2.723248	2.697933	2.673012	2.648476	2.624316
4	3.629895	3.587526	3.545951	3.505150	3.465106	3.425799	3.387211
5	4.451822	4.389977	4.329477	4.270284	4.212364	4.155679	4.100197
6	5.242137	5.157872	5.075692	4.995530	4.917324	4.841014	4.766540
7	6.002055	5.892701	5.786373	5.682967	5.582381	5.484520	5.389289
8	6.732745	6.595886	6.463213	6.334566	6.209794	6.088751	5.971299
9	7.435332	7.268790	7.107822	6.952195	6.801692	6.656104	6.515232
10	8.110896	7.912718	7.721735	7.537626	7.360087	7.188830	7.023582
11	8.760477	8.528917	8.306414	8.092536	7.886875	7.689042	7.498674
12	9.385074	9.118581	8.863252	8.618518	8.383844	8.158725	7.942686
13	9.985648	9.682852	9.393573	9.117079	8.852683	8.599742	8.357651
14	10.563123	10.222825	9.898641	9.589648	9.294984	9.013842	8.745468
15	11.118387	10.739546	10.379658	10.037581	9.712249	9.402669	9.107914
16	11.652296	11.234015	10.837770	10.462162	10.105895	9.767764	9.446649
17	12.165669	11.707191	11.274066	10.864609	10.477260	10.110577	9.763223
18	12.659297	12.159992	11.689587	11.246074	10.827603	10.432466	10.059087
19	13.133939	12.593294	12.085321	11.607654	11.158116	10.734710	10.335595
20	13.590326	13.007936	12.462210	11.950382	11.469921	11.018507	10.594014
21	14.029160	13.404724	12.821153	12.275244	11.764077	11.284983	10.835527
22	14.451115	13.784425	13.163003	12.583170	12.041582	11.535196	11.061240
23	14.856842	14.147775	13.488574	12.875042	12.303379	11.770137	11.272187
24	15.246963	14.495478	13.798642	13.151699	12.550358	11.990739	11.469334
25	15.622080	14.828209	14.093945	13.413933	12.783356	12.197877	11.653583
26	15.982769	15.146611	14.375185	13.662495	13.003166	12.392373	11.825779
27	16.329586	15.451303	14.643034	13.898100	13.210534	12.574998	11.986709
28	16.663063	15.742874	14.898127	14.121422	13.406164	12.746477	12.137111
29	16.983715	16.021889	15.141074	14.333101	13.590721	12.907490	12.277674
30	17.292033	16.288889	15.372451	14.533745	13.764831	13.058676	12.409041
31	17.588494	16.544391	15.592811	14.723929	13.929086	13.200635	12.531814
32	17.873551	16.788891	15.802677	14.904198	14.084043	13.333929	12.646555
33	18.147646	17.022862	16.002549	15.075069	14.230230	13.459088	12.753790
34	18.411198	17.246758	16.192904	15.237033	14.368141	13.576609	12.854009
35	18.664613	17.461012	16.374194	15.390552	14.498246	13.686957	12.947672
36	18.908282	17.666041	16.546852	15.536068	14.620987	13.790570	13.035208
37	19.142579	17.862240	16.711287	15.673999	14.736780	13.887859	13.117017
38	19.367864	18.049990	16.867893	15.804738	14.846019	13.979210	13.193473
39	19.584485	18.229656	17.017041	15.928662	14.949075	14.064986	13.264928
40	19.792774	18.401584	17.159086	16.046125	15.046297	14.145527	13.331709
41	19.993052	18.566109	17.294368	16.157464	15.138016	14.221152	13.394120
42	20.185627	18.723550	17.423208	16.262999	15.224543	14.292161	13.452449
43	20.370795	18.874210	17.545912	16.363032	15.306173	14.358837	13.506962
44	20.548841	19.018383	17.662773	16.457851	15.383182	14.421443	13.557908
45	20.720040	19.156347	17.774070	16.547726	15.455832	14.480228	13.605522
46	20.884654	19.288371	17.880066	16.632915	15.524370	14.535426	13.650020
47	21.042936	19.414709	17.981016	16.713664	15.589028	14.587254	13.691608
48	21.195131	19.535607	18.077158	16.790203	15.650027	14.635919	13.730474
49	21.341472	19.651298	18.168722	16.862751	15.707572	14.681615	13.766799
50	21.482185	19.762008	18.255925	16.931518	15.761861	14.724521	13.800746

Table 2: Present Values of Annuities

Year	7.5%	8.0%	8.5%	9.0%	9.5%	10.0%	10.5%
1	0.930233	0.925926	0.921659	0.917431	0.913242	0.909091	0.904977
2	1.795565	1.783265	1.771114	1.759111	1.747253	1.735537	1.723961
3	2.600526	2.577097	2.554022	2.531295	2.508907	2.486852	2.465123
4	3.349326	3.312127	3.275597	3.239720	3.204481	3.169865	3.135858
5	4.045885	3.992710	3.940642	3.889651	3.839709	3.790787	3.742858
6	4.693846	4.622880	4.553587	4.485919	4.419825	4.355261	4.292179
7	5.296601	5.206370	5.118514	5.032953	4.949612	4.868419	4.789303
8	5.857304	5.746639	5.639183	5.534819	5.433436	5.334926	5.239188
9	6.378887	6.246888	6.119063	5.995247	5.875284	5.759024	5.646324
10	6.864081	6.710081	6.561348	6.417658	6.278798	6.144567	6.014773
11	7.315424	7.138964	6.968984	6.805191	6.647304	6.495061	6.348211
12	7.735278	7.536078	7.344686	7.160725	6.983839	6.813692	6.649964
13	8.125840	7.903776	7.690955	7.486904	7.291178	7.103356	6.923045
14	8.489154	8.244237	8.010097	7.786150	7.571852	7.366687	7.170176
15	8.827120	8.559479	8.304237	8.060688	7.828175	7.606080	7.393825
16	9.141507	8.851369	8.575333	8.312558	8.062260	7.823709	7.596221
17	9.433960	9.121638	8.825192	8.543631	8.276037	8.021553	7.779386
18	9.706009	9.371887	9.055476	8.755625	8.471266	8.201412	7.945146
19	9.959078	9.603599	9.267720	8.950115	8.649558	8.364920	8.095154
20	10.194491	9.818147	9.463337	9.128546	8.812382	8.513564	8.230909
21	10.413480	10.016803	9.643628	9.292244	8.961080	8.648694	8.353764
22	10.617191	10.200744	9.809796	9.442425	9.096876	8.771540	8.464945
23	10.806689	10.371059	9.962945	9.580207	9.220892	8.883218	8.565561
24	10.982967	10.528758	10.104097	9.706612	9.334148	8.984744	8.656616
25	11.146946	10.674776	10.234191	9.822580	9.437578	9.077040	8.739019
26	11.299485	10.809978	10.354093	9.928972	9.532034	9.160945	8.813592
27	11.441381	10.935165	10.464602	10.026580	9.618296	9.237223	8.881079
28	11.573378	11.051078	10.566453	10.116128	9.697074	9.306567	8.942153
29	11.696165	11.158406	10.660326	10.198283	9.769018	9.369606	8.997423
30	11.810386	11.257783	10.746844	10.273654	9.834719	9.426914	9.047442
31	11.916638	11.349799	10.826584	10.342802	9.894721	9.479013	9.092707
32	12.015478	11.434999	10.900078	10.406240	9.949517	9.526376	9.133672
33	12.107421	11.513888	10.967813	10.464441	9.999559	9.569432	9.170744
34	12.192950	11.586934	11.030243	10.517835	10.045259	9.608575	9.204293
35	12.272511	11.654568	11.087781	10.566821	10.086995	9.644159	9.234654
36	12.346522	11.717193	11.140812	10.611763	10.125109	9.676508	9.262131
37	12.415370	11.775179	11.189689	10.652993	10.159917	9.705917	9.286996
38	12.479414	11.828869	11.234736	10.690820	10.191705	9.732651	9.309499
39	12.538989	11.878582	11.276255	10.725523	10.220735	9.756956	9.329863
40	12.594409	11.924613	11.314520	10.757360	10.247247	9.779051	9.348292
41	12.645962	11.967235	11.349788	10.786569	10.271458	9.799137	9.364970
42	12.693918	12.006699	11.382293	10.813366	10.293569	9.817397	9.380064
43	12.738528	12.043240	11.412252	10.837950	10.313762	9.833998	9.393723
44	12.780026	12.077074	11.439864	10.860505	10.332203	9.849089	9.406084
45	12.818629	12.108402	11.465312	10.881197	10.349043	9.862808	9.417271
46	12.854539	12.137409	11.488767	10.900181	10.364423	9.875280	9.427394
47	12.887943	12.164267	11.510384	10.917597	10.378469	9.886618	9.436556
48	12.919017	12.189136	11.530308	10.933575	10.391296	9.896926	9.444847
49	12.947922	12.212163	11.548671	10.948234	10.403010	9.906296	9.452350
50	12.974812	12.233485	11.565595	10.961683	10.413707	9.914814	9.459140

Table 2: Present Values of Annuities

Year	11.0%	11.5%	12.0%	12.5%	13.0%	13.5%	14.0%
1	0.900901	0.896861	0.892857	0.888889	0.884956	0.881057	0.877193
2	1.712523	1.701221	1.690051	1.679012	1.668102	1.657319	1.646661
3	2.443715	2.422619	2.401831	2.381344	2.361153	2.341250	2.321632
4	3.102446	3.069614	3.037349	3.005639	2.974471	2.943833	2.913712
5	3.695897	3.649878	3.604776	3.560568	3.517231	3.474743	3.433081
6	4.230538	4.170294	4.111407	4.053839	3.997550	3.942505	3.888668
7	4.712196	4.637035	4.563757	4.492301	4.422610	4.354630	4.288305
8	5.146123	5.055637	4.967640	4.882045	4.798770	4.717735	4.638864
9	5.537048	5.431064	5.328250	5.228485	5.131655	5.037652	4.946372
10	5.889232	5.767771	5.650223	5.536431	5.426243	5.319517	5.216116
11	6.206515	6.069750	5.937699	5.810161	5.686941	5.567857	5.452733
12	6.492356	6.340583	6.194374	6.053476	5.917647	5.786658	5.660292
13	6.749870	6.583482	6.423548	6.269757	6.121812	5.979434	5.842362
14	6.981865	6.801329	6.628168	6.462006	6.302488	6.149281	6.002072
15	7.190870	6.996708	6.810864	6.632894	6.462379	6.298926	6.142168
16	7.379162	7.171935	6.973986	6.784795	6.603875	6.430772	6.265060
17	7.548794	7.329090	7.119630	6.919818	6.729093	6.546936	6.372859
18	7.701617	7.470036	7.249670	7.039838	6.839905	6.649283	6.467420
19	7.839294	7.596445	7.365777	7.146523	6.937969	6.739456	6.550369
20	7.963328	7.709816	7.469444	7.241353	7.024752	6.818904	6.623131
21	8.075070	7.811494	7.562003	7.325647	7.101550	6.888902	6.686957
22	8.175739	7.902685	7.644646	7.400575	7.169513	6.950575	6.742944
23	8.266432	7.984471	7.718434	7.467178	7.229658	7.004912	6.792056
24	8.348137	8.057822	7.784316	7.526381	7.282883	7.052786	6.835137
25	8.421745	8.123607	7.843139	7.579005	7.329985	7.094965	6.872927
26	8.488058	8.182607	7.895660	7.625782	7.371668	7.132128	6.906077
27	8.547800	8.235522	7.942554	7.667362	7.408556	7.164870	6.935155
28	8.601622	8.282979	7.984423	7.704322	7.441200	7.193718	6.960662
29	8.650110	8.325542	8.021806	7.737175	7.470088	7.219135	6.983037
30	8.693793	8.363715	8.055184	7.766378	7.495653	7.241529	7.002664
31	8.733146	8.397951	8.084986	7.792336	7.518277	7.261259	7.019881
32	8.768600	8.428655	8.111594	7.815410	7.538299	7.278642	7.034983
33	8.800541	8.456193	8.135352	7.835920	7.556016	7.293958	7.048231
34	8.829316	8.480891	8.156564	7.854151	7.571696	7.307452	7.059852
35	8.855240	8.503041	8.175504	7.870356	7.585572	7.319341	7.070045
36	8.878594	8.522907	8.192414	7.884761	7.597851	7.329816	7.078987
37	8.899635	8.540723	8.207513	7.897565	7.608718	7.339045	7.086831
38	8.918590	8.556703	8.220993	7.908947	7.618334	7.347176	7.093711
39	8.935666	8.571034	8.233030	7.919064	7.626844	7.354340	7.099747
40	8.951051	8.583887	8.243777	7.928057	7.634376	7.360652	7.105041
41	8.964911	8.595414	8.253372	7.936051	7.641040	7.366213	7.109685
42	8.977397	8.605753	8.261939	7.943156	7.646938	7.371113	7.113759
43	8.988646	8.615025	8.269589	7.949472	7.652158	7.375430	7.117332
44	8.998780	8.623341	8.276418	7.955086	7.656777	7.379233	7.120467
45	9.007910	8.630799	8.282516	7.960077	7.660864	7.382585	7.123217
46	9.016135	8.637488	8.287961	7.964513	7.664482	7.385537	7.125629
47	9.023545	8.643487	8.292822	7.968456	7.667683	7.388138	7.127744
48	9.030221	8.648867	8.297163	7.971961	7.670516	7.390430	7.129600
49	9.036235	8.653692	8.301038	7.975076	7.673023	7.392450	7.131228
50	9.041653	8.658020	8.304498	7.977845	7.675242	7.394229	7.132656

Table 2: Present Values of Annuities

Year	14.5%	15.0%	15.5%	16.0%	16.5%	17.0%	17.5%
1	0.873362	0.869565	0.865801	0.862069	0.858369	0.854701	0.851064
2	1.636124	1.625709	1.615412	1.605232	1.595167	1.585214	1.575373
3	2.302292	2.283225	2.264426	2.245890	2.227611	2.209585	2.191807
4	2.884098	2.854978	2.826343	2.798181	2.770481	2.743235	2.716432
5	3.392225	3.352155	3.312851	3.274294	3.236465	3.199346	3.162921
6	3.836005	3.784483	3.734070	3.684736	3.636450	3.589185	3.542911
7	4.223585	4.160420	4.098762	4.038565	3.979786	3.922380	3.866307
8	4.562083	4.487322	4.414513	4.343591	4.274494	4.207163	4.141538
9	4.857714	4.771584	4.687890	4.606544	4.527463	4.450566	4.375777
10	5.115908	5.018769	4.924580	4.833227	4.744603	4.658604	4.575129
11	5.341404	5.233712	5.129506	5.028644	4.930990	4.836413	4.744791
12	5.538344	5.420619	5.306932	5.197107	5.090978	4.988387	4.889184
13	5.710344	5.583147	5.460547	5.342334	5.228308	5.118280	5.012071
14	5.860563	5.724476	5.593547	5.467529	5.346187	5.229299	5.116657
15	5.991758	5.847370	5.708699	5.575456	5.447371	5.324187	5.205665
16	6.106339	5.954235	5.808397	5.668497	5.534224	5.405288	5.281417
17	6.206409	6.047161	5.894716	5.748704	5.608776	5.474605	5.345887
18	6.293807	6.127966	5.969451	5.817848	5.672769	5.533851	5.400755
19	6.370137	6.198231	6.034157	5.877455	5.727699	5.584488	5.447451
20	6.436801	6.259331	6.090179	5.928841	5.774849	5.627767	5.487192
21	6.495023	6.312462	6.138683	5.973139	5.815321	5.664758	5.521015
22	6.545871	6.358663	6.180678	6.011326	5.850061	5.696375	5.549800
23	6.590281	6.398837	6.217037	6.044247	5.879880	5.723397	5.574298
24	6.629066	6.433771	6.248517	6.072627	5.905477	5.746493	5.595147
25	6.662940	6.464149	6.275772	6.097092	5.927448	5.766234	5.612891
26	6.692524	6.490564	6.299370	6.118183	5.946307	5.783106	5.627992
27	6.718362	6.513534	6.319801	6.136364	5.962495	5.797526	5.640845
28	6.740927	6.533508	6.337490	6.152038	5.976391	5.809851	5.651783
29	6.760635	6.550877	6.352805	6.165550	5.988318	5.820386	5.661092
30	6.777847	6.565980	6.366065	6.177198	5.998557	5.829390	5.669014
31	6.792880	6.579113	6.377546	6.187240	6.007345	5.837085	5.675757
32	6.806008	6.590533	6.387485	6.195897	6.014888	5.843663	5.681495
33	6.817475	6.600463	6.396091	6.203359	6.021363	5.849284	5.686379
34	6.827489	6.609099	6.403542	6.209792	6.026921	5.854089	5.690535
35	6.836235	6.616607	6.409993	6.215338	6.031692	5.858196	5.694072
36	6.843873	6.623137	6.415579	6.220119	6.035787	5.861706	5.697083
37	6.850544	6.628815	6.420414	6.224241	6.039302	5.864706	5.699645
38	6.856370	6.633752	6.424601	6.227794	6.042320	5.867270	5.701826
39	6.861459	6.638045	6.428226	6.230857	6.044909	5.869461	5.703681
40	6.865903	6.641778	6.431365	6.233497	6.047133	5.871335	5.705261
41	6.869784	6.645025	6.434082	6.235773	6.049041	5.872936	5.706605
42	6.873174	6.647848	6.436435	6.237736	6.050679	5.874304	5.707749
43	6.876135	6.650302	6.438471	6.239427	6.052085	5.875473	5.708722
44	6.878720	6.652437	6.440235	6.240886	6.053292	5.876473	5.709551
45	6.880978	6.654293	6.441762	6.242143	6.054328	5.877327	5.710256
46	6.882950	6.655907	6.443084	6.243227	6.055217	5.878058	5.710856
47	6.884673	6.657310	6.444229	6.244161	6.055980	5.878682	5.711367
48	6.886177	6.658531	6.445219	6.244966	6.056635	5.879215	5.711802
49	6.887491	6.659592	6.446077	6.245661	6.057198	5.879671	5.712172
50	6.888638	6.660515	6.446820	6.246259	6.057680	5.880061	5.712487

Table 2: Present Values of Annuities

Year	18.0%	18.5%	19.0%	19.5%	20.0%	20.5%	21.0%
1	0.847458	0.843882	0.840336	0.836820	0.833333	0.829876	0.826446
2	1.565642	1.556018	1.546501	1.537088	1.527778	1.518569	1.509460
3	2.174273	2.156978	2.139917	2.123086	2.106481	2.090099	2.073934
4	2.690062	2.664116	2.638586	2.613461	2.588735	2.564397	2.540441
5	3.127171	3.092081	3.057635	3.023817	2.990612	2.958006	2.925984
6	3.497603	3.453233	3.409777	3.367211	3.325510	3.284652	3.244615
7	3.811528	3.758003	3.705695	3.654570	3.604592	3.555728	3.507946
8	4.077566	4.015192	3.954366	3.895037	3.837160	3.780687	3.725576
9	4.303022	4.232230	4.163332	4.096266	4.030967	3.967375	3.905434
10	4.494086	4.415384	4.338935	4.264657	4.192472	4.122303	4.054078
11	4.656005	4.569944	4.486500	4.405571	4.327060	4.250874	4.176924
12	4.793225	4.700375	4.610504	4.523490	4.439217	4.357572	4.278450
13	4.909513	4.810443	4.714709	4.622168	4.532681	4.446118	4.362355
14	5.008062	4.903327	4.802277	4.704743	4.610567	4.519600	4.431698
15	5.091578	4.981711	4.875863	4.773843	4.675473	4.580581	4.489007
16	5.162354	5.047857	4.937700	4.831668	4.729561	4.631187	4.536369
17	5.222334	5.103677	4.989664	4.880057	4.774634	4.673184	4.575512
18	5.273164	5.150782	5.033331	4.920550	4.812195	4.708037	4.607861
19	5.316241	5.190534	5.070026	4.954435	4.843496	4.736960	4.634596
20	5.352746	5.224079	5.100862	4.982791	4.869580	4.760963	4.656691
21	5.383683	5.252387	5.126775	5.006519	4.891316	4.780882	4.674951
22	5.409901	5.276276	5.148550	5.026376	4.909430	4.797412	4.690042
23	5.432120	5.296436	5.166849	5.042993	4.924525	4.811131	4.702514
24	5.450949	5.313448	5.182226	5.056898	4.937104	4.822515	4.712822
25	5.466906	5.327804	5.195148	5.068534	4.947587	4.831963	4.721340
26	5.480429	5.339919	5.206007	5.078271	4.956323	4.839803	4.728380
27	5.491889	5.350143	5.215132	5.086419	4.963602	4.846310	4.734199
28	5.501601	5.358770	5.222800	5.093238	4.969668	4.851709	4.739007
29	5.509831	5.366051	5.229243	5.098944	4.974724	4.856190	4.742981
30	5.516806	5.372195	5.234658	5.103719	4.978936	4.859909	4.746265
31	5.522717	5.377380	5.239209	5.107714	4.982447	4.862995	4.748980
32	5.527726	5.381755	5.243033	5.111058	4.985372	4.865556	4.751223
33	5.531971	5.385447	5.246246	5.113856	4.987810	4.867681	4.753077
34	5.535569	5.388563	5.248946	5.116198	4.989842	4.869445	4.754609
35	5.538618	5.391192	5.251215	5.118157	4.991535	4.870909	4.755875
36	5.541201	5.393411	5.253122	5.119797	4.992946	4.872123	4.756922
37	5.543391	5.395284	5.254724	5.121169	4.994122	4.873131	4.757786
38	5.545247	5.396864	5.256071	5.122317	4.995101	4.873968	4.758501
39	5.546819	5.398197	5.257202	5.123278	4.995918	4.874662	4.759092
40	5.548152	5.399323	5.258153	5.124082	4.996598	4.875238	4.759580
41	5.549281	5.400272	5.258952	5.124755	4.997165	4.875717	4.759984
42	5.550238	5.401074	5.259624	5.125318	4.997638	4.876113	4.760317
43	5.551049	5.401750	5.260188	5.125789	4.998031	4.876443	4.760593
44	5.551737	5.402321	5.260662	5.126183	4.998359	4.876716	4.760820
45	5.552319	5.402802	5.261061	5.126513	4.998633	4.876943	4.761008
46	5.552813	5.403209	5.261396	5.126789	4.998861	4.877131	4.761164
47	5.553231	5.403552	5.261677	5.127020	4.999051	4.877287	4.761293
48	5.553586	5.403841	5.261913	5.127214	4.999209	4.877417	4.761399
49	5.553886	5.404085	5.262112	5.127375	4.999341	4.877524	4.761487
50	5.554141	5.404291	5.262279	5.127511	4.999451	4.877613	4.761559

Table 2: Present Values of Annuities

Year	21.5%	22.0%	22.5%	23.0%	23.5%	24.0%	24.5%
1	0.823045	0.819672	0.816327	0.813008	0.809717	0.806452	0.803213
2	1.500449	1.491535	1.482716	1.473990	1.465358	1.456816	1.448364
3	2.057983	2.042241	2.026707	2.011374	1.996241	1.981303	1.966557
4	2.516858	2.493641	2.470781	2.448272	2.426106	2.404277	2.382777
5	2.894533	2.863640	2.833291	2.803473	2.774175	2.745384	2.717090
6	3.205377	3.166918	3.129217	3.092254	3.056012	3.020471	2.985614
7	3.461216	3.415506	3.370789	3.327036	3.284220	3.242316	3.201297
8	3.671783	3.619268	3.567991	3.517916	3.469004	3.421222	3.374535
9	3.845089	3.786285	3.728972	3.673102	3.618627	3.565502	3.513683
10	3.987727	3.923184	3.860386	3.799270	3.739779	3.681856	3.625448
11	4.105125	4.035397	3.967662	3.901846	3.837878	3.775691	3.715220
12	4.201749	4.127375	4.055234	3.985240	3.917310	3.851363	3.787325
13	4.281275	4.202766	4.126722	4.053041	3.981627	3.912390	3.845241
14	4.346728	4.264562	4.185079	4.108163	4.033706	3.961605	3.891760
15	4.400600	4.315215	4.232717	4.152978	4.075876	4.001294	3.929124
16	4.444938	4.356734	4.271606	4.189413	4.110021	4.033302	3.959136
17	4.481430	4.390765	4.303352	4.219035	4.137669	4.059114	3.983242
18	4.511465	4.418660	4.329267	4.243118	4.160056	4.079931	4.002604
19	4.536185	4.441525	4.350422	4.262698	4.178183	4.096718	4.018156
20	4.556531	4.460266	4.367691	4.278616	4.192860	4.110257	4.030647
21	4.573277	4.475628	4.381789	4.291558	4.204745	4.121175	4.040680
22	4.587059	4.488220	4.393297	4.302079	4.214369	4.129980	4.048739
23	4.598403	4.498541	4.402691	4.310634	4.222161	4.137080	4.055212
24	4.607739	4.507001	4.410360	4.317588	4.228470	4.142807	4.060411
25	4.615423	4.513935	4.416621	4.323243	4.233579	4.147425	4.064588
26	4.621747	4.519619	4.421731	4.327839	4.237716	4.151149	4.067942
27	4.626952	4.524278	4.425903	4.331577	4.241066	4.154152	4.070636
28	4.631237	4.528096	4.429309	4.334615	4.243778	4.156575	4.072800
29	4.634763	4.531227	4.432089	4.337086	4.245974	4.158528	4.074538
30	4.637665	4.533792	4.434358	4.339094	4.247752	4.160103	4.075934
31	4.640053	4.535895	4.436211	4.340727	4.249192	4.161373	4.077056
32	4.642019	4.537619	4.437723	4.342054	4.250358	4.162398	4.077956
33	4.643637	4.539032	4.438958	4.343134	4.251302	4.163224	4.078680
34	4.644969	4.540190	4.439965	4.344011	4.252066	4.163890	4.079261
35	4.646065	4.541140	4.440788	4.344724	4.252685	4.164428	4.079728
36	4.646967	4.541918	4.441460	4.345304	4.253186	4.164861	4.080102
37	4.647709	4.542555	4.442008	4.345776	4.253592	4.165211	4.080404
38	4.648321	4.543078	4.442455	4.346159	4.253921	4.165492	4.080645
39	4.648823	4.543507	4.442821	4.346471	4.254187	4.165720	4.080840
40	4.649237	4.543858	4.443119	4.346724	4.254402	4.165903	4.080996
41	4.649578	4.544146	4.443362	4.346930	4.254577	4.166051	4.081121
42	4.649859	4.544382	4.443561	4.347098	4.254718	4.166170	4.081222
43	4.650089	4.544575	4.443723	4.347234	4.254832	4.166266	4.081303
44	4.650279	4.544734	4.443856	4.347345	4.254925	4.166344	4.081368
45	4.650436	4.544864	4.443964	4.347435	4.255000	4.166406	4.081420
46	4.650564	4.544970	4.444052	4.347508	4.255061	4.166457	4.081462
47	4.650670	4.545058	4.444124	4.347567	4.255110	4.166497	4.081495
48	4.650757	4.545129	4.444183	4.347616	4.255150	4.166530	4.081522
49	4.650829	4.545188	4.444231	4.347655	4.255182	4.166556	4.081544
50	4.650888	4.545236	4.444270	4.347687	4.255208	4.166578	4.081561

Table 2: Present Values of Annuities

Year	25.0%	25.5%	26.0%	26.5%	27.0%	27.5%	28.0%
1	0.800000	0.796813	0.793651	0.790514	0.787402	0.784314	0.781250
2	1.440000	1.431723	1.423532	1.415426	1.407403	1.399462	1.391602
3	1.952000	1.937628	1.923438	1.909428	1.895593	1.881931	1.868439
4	2.361600	2.340740	2.320189	2.299943	2.279994	2.260338	2.240968
5	2.689280	2.661944	2.635071	2.608650	2.582673	2.557128	2.532006
6	2.951424	2.917884	2.884977	2.852688	2.821002	2.789904	2.759380
7	3.161139	3.121820	3.083315	3.045603	3.008663	2.972474	2.937015
8	3.328911	3.284318	3.240726	3.198105	3.156428	3.115666	3.075793
9	3.463129	3.413800	3.365656	3.318660	3.272778	3.227973	3.184214
10	3.570503	3.516972	3.464806	3.413961	3.364392	3.316057	3.268917
11	3.656403	3.599181	3.543497	3.489297	3.436529	3.385143	3.335091
12	3.725122	3.664686	3.605950	3.548851	3.493330	3.439328	3.386790
13	3.780098	3.716881	3.655516	3.595930	3.538055	3.481826	3.427180
14	3.824078	3.758471	3.694854	3.633146	3.573272	3.515157	3.458734
15	3.859263	3.791610	3.726074	3.662566	3.601001	3.541300	3.483386
16	3.887410	3.818016	3.750853	3.685823	3.622836	3.561804	3.502645
17	3.909928	3.839057	3.770518	3.704208	3.640028	3.577885	3.517692
18	3.927942	3.855822	3.786125	3.718741	3.653565	3.590498	3.529447
19	3.942354	3.869181	3.798512	3.730230	3.664225	3.600391	3.538630
20	3.953883	3.879825	3.808343	3.739313	3.672618	3.608150	3.545805
21	3.963107	3.888307	3.816145	3.746492	3.679227	3.614235	3.551410
22	3.970485	3.895065	3.822338	3.752168	3.684430	3.619008	3.555789
23	3.976388	3.900451	3.827252	3.756654	3.688528	3.622751	3.559210
24	3.981111	3.904741	3.831152	3.760201	3.691754	3.625687	3.561883
25	3.984888	3.908161	3.834248	3.763005	3.694295	3.627990	3.563971
26	3.987911	3.910885	3.836705	3.765221	3.696295	3.629796	3.565602
27	3.990329	3.913056	3.838655	3.766973	3.697870	3.631213	3.566877
28	3.992263	3.914785	3.840202	3.768358	3.699110	3.632324	3.567873
29	3.993810	3.916164	3.841430	3.769453	3.700087	3.633195	3.568650
30	3.995048	3.917262	3.842405	3.770319	3.700856	3.633878	3.569258
31	3.996039	3.918137	3.843178	3.771003	3.701461	3.634414	3.569733
32	3.996831	3.918834	3.843792	3.771544	3.701938	3.634835	3.570104
33	3.997465	3.919390	3.844280	3.771971	3.702313	3.635165	3.570394
34	3.997972	3.919833	3.844666	3.772309	3.702609	3.635423	3.570620
35	3.998377	3.920185	3.844973	3.772577	3.702842	3.635626	3.570797
36	3.998702	3.920466	3.845217	3.772788	3.703025	3.635785	3.570935
37	3.998962	3.920690	3.845410	3.772955	3.703169	3.635910	3.571043
38	3.999169	3.920869	3.845564	3.773087	3.703283	3.636008	3.571127
39	3.999335	3.921011	3.845685	3.773191	3.703372	3.636085	3.571193
40	3.999468	3.921124	3.845782	3.773274	3.703443	3.636145	3.571245
41	3.999575	3.921215	3.845859	3.773339	3.703498	3.636192	3.571285
42	3.999660	3.921287	3.845920	3.773390	3.703542	3.636229	3.571316
43	3.999728	3.921344	3.845968	3.773431	3.703576	3.636258	3.571341
44	3.999782	3.921390	3.846006	3.773463	3.703603	3.636281	3.571360
45	3.999826	3.921426	3.846037	3.773489	3.703625	3.636299	3.571375
46	3.999861	3.921455	3.846061	3.773509	3.703642	3.636313	3.571387
47	3.999888	3.921478	3.846080	3.773525	3.703655	3.636324	3.571396
48	3.999911	3.921496	3.846095	3.773537	3.703665	3.636332	3.571403
49	3.999929	3.921511	3.846107	3.773547	3.703673	3.636339	3.571409
50	3.999943	3.921523	3.846117	3.773555	3.703680	3.636344	3.571413

Table 2: Present Values of Annuities

Year	28.5%	29.0%	29.5%	30.0%	30.5%	31.0%	31.5%
1	0.778210	0.775194	0.772201	0.769231	0.766284	0.763359	0.760456
2	1.383821	1.376119	1.368495	1.360947	1.353474	1.346075	1.338750
3	1.855114	1.841953	1.828954	1.816113	1.803428	1.790897	1.778517
4	2.221878	2.203064	2.184520	2.166241	2.148221	2.130456	2.112941
5	2.507298	2.482996	2.459089	2.435570	2.412430	2.389661	2.367255
6	2.729415	2.699997	2.671111	2.642746	2.614889	2.587527	2.560650
7	2.902269	2.868214	2.834835	2.802112	2.770030	2.738571	2.707719
8	3.036785	2.998616	2.961262	2.924702	2.888912	2.853871	2.819558
9	3.141467	3.099702	3.058890	3.019001	2.980009	2.941886	2.904607
10	3.222931	3.178064	3.134278	3.091539	3.049815	3.009073	2.969283
11	3.286328	3.238809	3.192493	3.147338	3.103307	3.060361	3.018466
12	3.335664	3.285899	3.237446	3.190260	3.144296	3.099512	3.055868
13	3.374057	3.322402	3.272159	3.223277	3.175706	3.129399	3.084310
14	3.403936	3.350699	3.298965	3.248675	3.199775	3.152213	3.105939
15	3.427187	3.372635	3.319664	3.268211	3.218218	3.169628	3.122387
16	3.445282	3.389640	3.335648	3.283239	3.232351	3.182922	3.134895
17	3.459363	3.402821	3.347990	3.294800	3.243181	3.193070	3.144407
18	3.470322	3.413040	3.357522	3.303692	3.251480	3.200817	3.151640
19	3.478850	3.420961	3.364882	3.310532	3.257839	3.206731	3.157141
20	3.485486	3.427102	3.370565	3.315794	3.262712	3.211245	3.161324
21	3.490651	3.431862	3.374954	3.319842	3.266446	3.214691	3.164505
22	3.494670	3.435552	3.378343	3.322955	3.269307	3.217321	3.166924
23	3.497797	3.438412	3.380959	3.325350	3.271500	3.219329	3.168763
24	3.500231	3.440630	3.382980	3.327192	3.273180	3.220862	3.170162
25	3.502126	3.442349	3.384541	3.328609	3.274467	3.222032	3.171226
26	3.503600	3.443681	3.385746	3.329700	3.275464	3.222925	3.172035
27	3.504747	3.444714	3.386676	3.330538	3.276210	3.223607	3.172650
28	3.505640	3.445515	3.387395	3.331183	3.276789	3.224127	3.173118
29	3.506334	3.446135	3.387950	3.331679	3.277233	3.224525	3.173474
30	3.506875	3.446617	3.388378	3.332061	3.277573	3.224828	3.173744
31	3.507296	3.446990	3.388709	3.332355	3.277834	3.225060	3.173950
32	3.507623	3.447279	3.388964	3.332581	3.278034	3.225236	3.174107
33	3.507878	3.447503	3.389162	3.332754	3.278187	3.225371	3.174225
34	3.508076	3.447677	3.389314	3.332888	3.278304	3.225474	3.174316
35	3.508230	3.447811	3.389432	3.332991	3.278394	3.225553	3.174385
36	3.508351	3.447916	3.389523	3.333070	3.278463	3.225613	3.174437
37	3.508444	3.447997	3.389593	3.333131	3.278515	3.225659	3.174477
38	3.508517	3.448059	3.389647	3.333177	3.278556	3.225694	3.174507
39	3.508573	3.448108	3.389689	3.333213	3.278587	3.225720	3.174530
40	3.508617	3.448146	3.389721	3.333241	3.278611	3.225741	3.174548
41	3.508652	3.448175	3.389746	3.333262	3.278629	3.225756	3.174561
42	3.508678	3.448198	3.389765	3.333279	3.278643	3.225768	3.174571
43	3.508699	3.448215	3.389780	3.333291	3.278653	3.225777	3.174579
44	3.508715	3.448229	3.389792	3.333301	3.278662	3.225784	3.174585
45	3.508728	3.448239	3.389800	3.333308	3.278668	3.225789	3.174589
46	3.508738	3.448248	3.389807	3.333314	3.278673	3.225793	3.174592
47	3.508745	3.448254	3.389813	3.333319	3.278676	3.225797	3.174595
48	3.508751	3.448259	3.389817	3.333322	3.278679	3.225799	3.174597
49	3.508756	3.448263	3.389820	3.333325	3.278681	3.225801	3.174598
50	3.508759	3.448266	3.389822	3.333327	3.278683	3.225802	3.174600

Table 2: Present Values of Annuities

Year	32.0%	32.5%	33.0%	33.5%	34.0%	34.5%	35.0%
1	0.757576	0.754717	0.751880	0.749064	0.746269	0.743494	0.740741
2	1.331497	1.324315	1.317203	1.310160	1.303186	1.296278	1.289438
3	1.766285	1.754200	1.742258	1.730457	1.718795	1.707270	1.695880
4	2.095671	2.078641	2.061848	2.045286	2.028952	2.012840	1.996948
5	2.345205	2.323503	2.302141	2.281113	2.260412	2.240030	2.219961
6	2.534246	2.508304	2.482813	2.457763	2.433143	2.408944	2.385157
7	2.677459	2.647777	2.618656	2.590084	2.562047	2.534531	2.507523
8	2.785954	2.753039	2.720794	2.689202	2.658244	2.627904	2.598165
9	2.868147	2.832482	2.797590	2.763447	2.730033	2.697326	2.665308
10	2.930414	2.892439	2.855331	2.819061	2.783607	2.748942	2.715043
11	2.977587	2.937690	2.898745	2.860720	2.823587	2.787317	2.751884
12	3.013323	2.971842	2.931387	2.891925	2.853423	2.815849	2.779173
13	3.040396	2.997616	2.955930	2.915300	2.875689	2.837063	2.799387
14	3.060906	3.017069	2.974384	2.932809	2.892305	2.852835	2.814361
15	3.076444	3.031750	2.988258	2.945924	2.904705	2.864561	2.825453
16	3.088215	3.042830	2.998690	2.955748	2.913959	2.873280	2.833669
17	3.097133	3.051193	3.006534	2.963107	2.920865	2.879762	2.839755
18	3.103888	3.057504	3.012432	2.968620	2.926019	2.884581	2.844263
19	3.109006	3.062267	3.016866	2.972749	2.929865	2.888165	2.847602
20	3.112884	3.065862	3.020200	2.975842	2.932735	2.890829	2.850076
21	3.115821	3.068575	3.022707	2.978159	2.934877	2.892809	2.851908
22	3.118046	3.070623	3.024592	2.979894	2.936475	2.894282	2.853265
23	3.119732	3.072168	3.026009	2.981194	2.937668	2.895377	2.854270
24	3.121009	3.073334	3.027074	2.982168	2.938558	2.896191	2.855015
25	3.121977	3.074215	3.027875	2.982897	2.939223	2.896796	2.855567
26	3.122710	3.074879	3.028478	2.983444	2.939718	2.897246	2.855975
27	3.123265	3.075380	3.028931	2.983853	2.940088	2.897581	2.856278
28	3.123685	3.075759	3.029271	2.984160	2.940364	2.897830	2.856502
29	3.124004	3.076044	3.029527	2.984389	2.940570	2.898015	2.856668
30	3.124246	3.076260	3.029720	2.984561	2.940724	2.898152	2.856791
31	3.124428	3.076423	3.029864	2.984690	2.940839	2.898254	2.856882
32	3.124567	3.076545	3.029973	2.984787	2.940925	2.898330	2.856950
33	3.124672	3.076638	3.030055	2.984859	2.940989	2.898387	2.857000
34	3.124751	3.076708	3.030117	2.984913	2.941036	2.898429	2.857037
35	3.124812	3.076761	3.030163	2.984954	2.941072	2.898460	2.857064
36	3.124857	3.076801	3.030198	2.984984	2.941098	2.898483	2.857085
37	3.124892	3.076831	3.030224	2.985007	2.941118	2.898501	2.857100
38	3.124918	3.076853	3.030243	2.985024	2.941133	2.898514	2.857111
39	3.124938	3.076870	3.030258	2.985037	2.941144	2.898523	2.857119
40	3.124953	3.076883	3.030269	2.985046	2.941152	2.898530	2.857125
41	3.124964	3.076893	3.030278	2.985053	2.941158	2.898535	2.857130
42	3.124973	3.076900	3.030284	2.985059	2.941163	2.898539	2.857133
43	3.124980	3.076906	3.030289	2.985063	2.941166	2.898542	2.857136
44	3.124985	3.076910	3.030292	2.985066	2.941169	2.898544	2.857138
45	3.124988	3.076913	3.030295	2.985068	2.941171	2.898546	2.857139
46	3.124991	3.076916	3.030297	2.985070	2.941172	2.898547	2.857140
47	3.124993	3.076918	3.030298	2.985071	2.941173	2.898548	2.857141
48	3.124995	3.076919	3.030300	2.985072	2.941174	2.898549	2.857141
49	3.124996	3.076920	3.030300	2.985073	2.941175	2.898549	2.857142
50	3.124997	3.076921	3.030301	2.985073	2.941175	2.898550	2.857142

연 습 문 제

<연습문제>

1. Calculate the NPV at 10% discount rate and IRR of below development project.

The case study development project involves an initial capital investment of \$100. It is expected to operate over five years. All the capital investment is completed in the first year of the project, i.e. year 0. It begins operation in year 1, reaching full capacity in year 2. The detail costs and benefits incurred during the project periods are as follows;

- ☐ Working Capital(※) is added during the year 1 and year 2 as follows;

1) Stocks		
- Materials	2.0	1.0
- Final goods	3.0	1.5
2) Accounts receivable	15.0	7.5
3) Accounts payable	1.0	0.5

- ☐ Operating costs and sales revenue are incurred as following schedules;

Project year	0	1	2	3	4	5
Labour		21.0	31.0	31.0	31.0	31.0
Materials		12.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Overheads		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Sales revenue		60.0	90.0	90.0	90.0	90.0

※ Working capital : There are two categories of capital costs, the main investment costs (including plant, buildings and equipment) and working capital. The latter includes stocks of materials, spares, fuel, etc, and finished products. These are elements of "physical" working capital. There is also a "financial" element of working capital which reflects short-term credit for purchases and sales. At the end of the project's life working capital is recovered and is treated as a benefit to the project.

2. Which projects among the following projects will maximize the surplus in the economy within the constraint of the available investment funds?

< Selection of Case Projects >

	Initial Investment Costs	NPV @8%	B/C ratio @8%	IRR
Project 1	1,000	597	1.11	18.0%
Project 2	450	373	1.10	23.0%
Project 3	2,200	712	1.06	14.0%

The case projects show that insufficient funds are available to finance them all. Total investment in all three requires 3,650 won. Total funds available are only 2,300 won.

3. Calculate the NPVs using Little-Mirrlees approach and UNIDO approach based on following information.

- o The example project operates for three years only, and the discount rate is assumed to be 10%
- o All output is exported with annual value of \$3,000 for year 1 and year 2
- o The cost of the investment in year 0 has a foreign component of \$1,000 and a local (non-traded) component of 1,000 rupees
- o There are traded input costs of \$1,000 and non-traded input costs of 1,000 rupees for year 1 and year 2
- o The official exchange rate is 1 rupee per dollar, that the shadow exchange rate is 1.25 rupees per dollar, that the shadow price of foreign exchange (P_f) = 1.25 and that the standard conversion factor for converting non-traded goods prices into world price is 0.8, that is $1/1.25$.

4. A country is going to build a fiber plant but has to import a key raw material of B from overseas. Calculate conversion factor of the raw material, B, based on below information.

- The cif price of B is 2.40.
- Import duty is 0.48.
- Each transport cost (port to project) and distribution cost (port to project) is 0.10 and their respective conversion factors are 0.80 and 0.68.

<연습문제 해답>

1. NPV: 16.3, IRR: 14.7%

Annual Statement of costs and benefits							
Project year	0	1	2	3	4	5	
Investment costs	100.0						
Working capital							
stocks							
materials		2.0	1.0			-3.0	
final goods		3.0	1.5			-4.5	
account receivable		15.0	7.5			-22.5	
account payable		1.0	0.5			-1.5	
subtotal		19.0	9.5			-28.5	
operating costs							
labour		21.0	31.0	31.0	31.0	31.0	
materials		12.0	18.0	18.0	18.0	18.0	
overheads		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
Subtotal		38.0	54.0	54.0	54.0	54.0	
sales revenue		60.0	90.0	90.0	90.0	90.0	
Net benefits	-100.0	3.0	26.5	36.0	36.0	64.5	
df(10%)	1.000	0.909	0.826	0.751	0.683	0.621	
NPV (10%)	-100.00	2.73	21.90	27.05	24.59	40.05	16.3
df(15%)	1.000	0.870	0.756	0.658	0.572	0.497	
NPV (15%)	-100.0	2.6	20.0	23.7	20.6	32.1	-1.04
df(14%)	1.000	0.877	0.769	0.675	0.592	0.519	
NPV(14%)	-100.0	2.6	20.4	24.3	21.3	33.5	2.1
IRR= lower dr + difference between dr * (NPV at lower dr/absolute difference							
			between NPVs at lower and upper dr)				
IRR= 14+ (2.1/3.14) = 14.7%							

2. Project 2 and Project 1

A choice based simply on the NPV may no longer be appropriate in a situation of a shortage of investment funds. If the NPV criterion is adopted Project 3 with the highest NPV will be chosen. However the issue is whether the choice of Project 3 would maximize the surplus in the economy within the constraint of the available investment funds. If the limited investment funds are allocated first to Project 2 and then to Project 1 there will be a

total NPV generated of $597 + 373 = 970$, exceeding the 712 of Project 3. Also from the available funds of 2,300 there will be a residual of 850 which can be invested in other projects at an 8 per cent rate of return, which is the return assumed obtainable on additional investment. The absolute returns on the investment of 850 will clearly exceed those on the residual of 100 investment units if Project 3 is chosen. This combination of Project 2 and Project 1 would not be selected if the NPV is used as the decision criterion where there is a shortage of investment funds.

3. R 282.6, R 353.2 (풀이 다음 페이지 참조)

4. **0.827**

Input B

	Domestic market price	CF	shadow price(world price numeraire)
cif price	2.40	1.0	2.40
import duty	0.48	0.0	0
Transport cost	0.10	0.80	0.080
Distribution cost	0.10	0.68	0.080
Price to project	3.80		2.548

Conversion factor of B = $2.548/3.080 = 0.827$

3. 상세 풀이

	Little-Mirrlees			UNIDO			
	Year 0	Year 1	Year 2		Year 0	Year 1	Year 2
Investment Cost				Investment Cost			
1. Foreign Component	R 1,000			1. Foreign cost converting into rupees at shadow exchange rate of 1.25	R 1,250		
2. Local Component = 1,000 rupees x conversion factor of 0.8	R 800			2. Local Component	R 1,000		
Input Costs				Input Costs			
1. Traded Inputs		R 1,000	R 1,000	1. Traded Inputs converting into rupees at shadow exchange rate of 1.25		R 1,250	R 1,250
2. Non-traded inputs = 1,000 rupees x conversion factor of 0.8		R 800	R 800	2. Non-traded inputs		R 1,000	R 1,000
Benefit flow		R 3,000	R 3,000	Benefit flow		R 3,750	R 3,750
Net benefit	R -1,800	R 1,200	R 1,200	Net benefit	R -2,250	R 1,500	R 1,500
NPV	$-1,800 + 1,200/1.1 + 1,200/(1.1)^2 = \mathbf{R\ 282.6}$			NPV	$-2,250 + 1,500/1.1 + 1,500/(1.1)^2 = \mathbf{R\ 353.2}$		