

실물옵션의 기술/투자 가치평가 방법론

기술기업가치평가 콜로퀴엄
한국기술혁신학회 2002 춘계학술대회

2002. 5. 18.
한남대 경상대학

설성수

주최 (사)한국기술혁신학회
주관 (사)기술가치평가협회

I. 서론

- 신기술 및 신기술 기반 사업은 일반적인 가치평가방법 적용이 어려움.
 - 시장이 매우 불안정하고, 매우 높은 리스크
 - 전통적인 현금흐름할인법(DCF법)에 한계가 존재
 - 실물옵션이론이 가장 최적의 대안이라 평가됨.

- 실물옵션이론의 문제
 - 대단히 복잡하고, 수리적으로 난해할 뿐 아니라, 응용하기 어렵다.
 - 일선 실무자는 실물옵션이론이 이해조차 되지 않는다는 하소연

- 연구목적: 실무형 실물옵션 모형의 예와 활용방안 제시

II. DCF법과 한계

1. DCF 한계

- DCF법의 문제점 요약
 - 1) 연속된 투자에 대한 고려를 못하며,
 - 2) 상호연관된 프로젝트의 보완성에 대한 평가를 못할 뿐만 아니라
 - 3) 경영의 유연성을 반영하지 못한다.
 - 4) 전략적인 문제를 반영하지 못하고,
 - 5) 가격변화 등 프로젝트에 내재한 불확실성을 반영하지 못한다.

- 자원배분 의사결정 구조에 있어서의 문제
 - 자원배분에서는 운영가치의 평가, 기회가치의 평가 및 소유권 평가로 구분
 - 기회가치의 평가에 DCF법은 부적합

2. DCF 대안

○ DCF 대안 - 불확실성과 복잡성 중심 (Trigeorgis, 1996)

1. 민감도분석(sensitivity analysis)
2. 시뮬레이션
3. 의사결정트리 분석
4. 실물옵션

○ DCF 대안 - 불확실성 기준 (Teisberg, 1995)

1. 다이나믹 DCF법
2. 의사결정론
3. 실물옵션

<표 1> 다이나믹 DCF, 의사결정론 및 실물옵션 비교

방법론	적용 권장 상황	적용 불가능 상황
다이나믹 DCF	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시장가치 도출할 때 ○ 리스크가 안정적인 경우 	
의사결정론	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시장가치 필요없을 때 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시장가치 필요할 때
실물옵션	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시장가치 도출할 때 ○ 기초자산, 포기이익 추정이 정확할 때 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기초자산 추정이 안될 때

○ DCF와 옵션이론의 관계: 상호 보완관계

		할인된 현재가치		
		아주 매력적	다소 매력적	매력없음
옵션 가능성	고	1. 투자	2. 투자	4. 위험, 장기
	보통	3. 투자	5. 포트폴리오투자	9. 포기
	저	6. 단기, 저위험	7. 제한적 가능성	8. 포기

* 1~3: DCF법에서도 매우 가치가 높음

4~5: DCF법에 의해 무시되는 영역

III. 실물옵션이론의 한계와 실무형 모형

1. 옵션개요

○ 옵션의 종류

단일옵션: 연기옵션, 포기옵션, 축소옵션, 확장옵션, 연장옵션, 교체옵션
결합옵션: 복합옵션, 무지개옵션, 복합무지개옵션

자료: Copeland & Antikarov(2001)

○ 수학적식에 의한 실물옵션모형의 구분

- 편미분방정식형: 블랙-숄츠형 등
- 다이나믹프로그래밍형: 이산모형 등
- 시뮬레이션형

○ 편미분방정식형의 변형 (Perlitz et al., 1999)

- 기초자산의 확률과정: 연속형, 점프형, 평균회귀형 및 점프-확산형
- 기초자산의 구성함수: 다중 확률과정, 단일 확률과정, 결정모형
- 행사가격: 결정론적인가 아니면 확률적
- 만기: 알려지는 경우와 알려지지 않는 경우, 무한의 경우
- 배당: 지불금액, 지불형태, 지불시점, 수령인 여부

○ 현실

- 가용한 자료의 수는 제한적이며, 일반적으로 10개미만의 시계열 자료
- 경영자의 추정자료에 크게 의존

2. 실무형 모형

○ 실무적 선택기준 (이론적인 기준 생략)

1. 기술의 가치평가에 적합한 모형이어야 하고,
 - 단계별 의사결정, 완성 불확실성, 시장 불확실성, 전략적 결정 등

- 2. 현실에서 기초 데이터를 수집할 수 없는 경우 제외
- 3. 수학적 복잡성이 특히 큰 경우 제외

○ 실무형 실물옵션모형

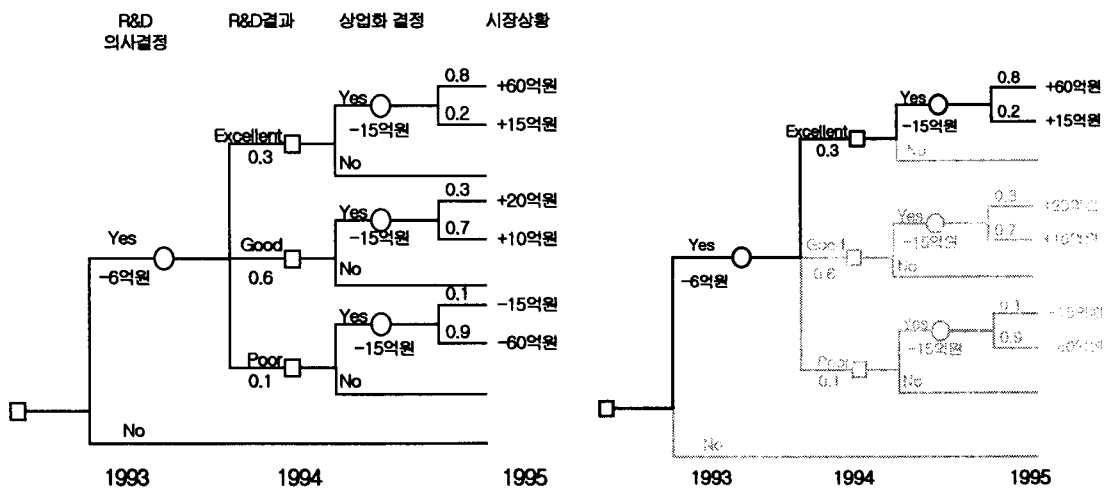
	할인율		확률		옵션고려	비고
	무위험	WACC	실제	위험중립		
다이나믹 DCF모형		●	●			DCF 대안
옵션반영 DCF모형		●	●		●	옵션형 DCF 대안
블랙숄즈 모형	●				●	미분방정식
이산모형	●			●	●	블랙-숄즈모형 계량
옵션트리모형	●			●	●	이산모형 개량

주: WACC은 가중평균자본비용

1) 옵션반영 DCF모형

- 다이나믹 DCF 모형: 의사결정트리 + DCF
- 옵션반영 DCF 방법: 이산모형 + 다이나믹 DCF

<그림> 다이나믹 DCF와 옵션반영 DCF



2) 블랙숄츠 모형

○ 블랙숄츠 모형은 옵션모형의 시초

- 기초자산에 대한 불확실성을 확률분포를 통하여 미분방정식에서 도출
- 콜옵션의 가치계산

$$C = S \cdot N(d_1) - Ke^{-rt} \cdot N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

C = 콜옵션의 가치

S = 기초자산의 현재 가치

K = 옵션의 행사가격

t = 옵션의 잔존기간 또는 만기

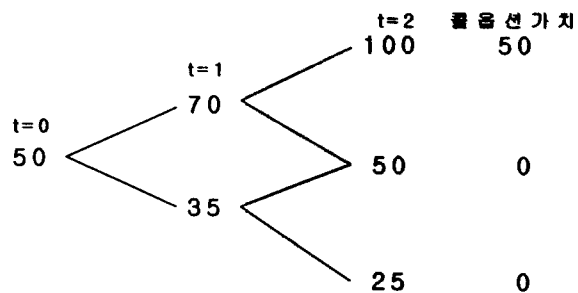
r = 옵션의 잔존기간에 상응하는 무위험이자율

σ^2 = 기초자산의 가치의 변동성 $N(\cdot)$ = 누적정규분포

- 6가지 변수만 알면 옵션가치 계산이 용이
- 그러나 연속모형이라 기술과 같이 단속적인 의사결정에는 사용이 제한적

3) 이산모형 (binomial model)

<그림> 일반적인 이산모형의 형태



○ 옵션 계산식

$$C^0 = P(1+r)^{-t} C^+ + (1-P)(1+r)^{-t} C^-$$

P = 위험중립 확률

r = 무위험 이자율

C^0 = n 기의 옵션의 가치

C^+ = $n+1$ 기의 옵션의 가치 (기초자산이 증가한 경우)

C^- = $n+1$ 기의 옵션의 가치 (기초자산이 감소한 경우)

○ 위험중립 확률

$$P = \frac{(1+r)^t S^0 - S^-}{S^+ - S^-}$$

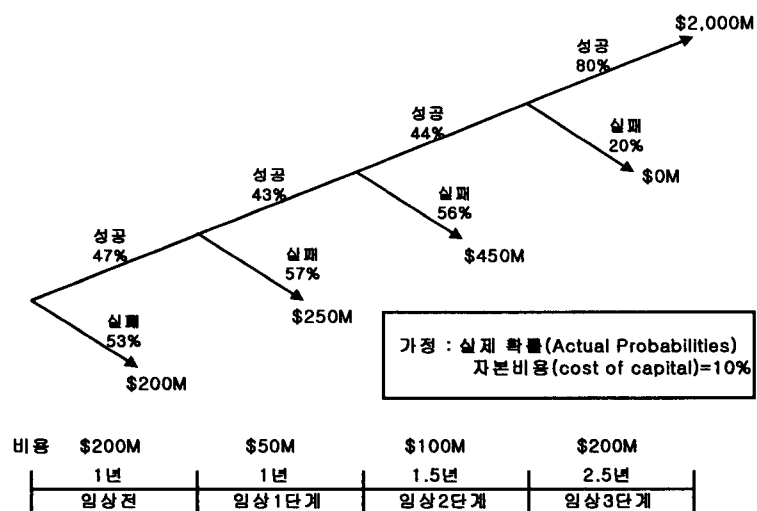
S^0 = n 기의 기초자산의 가치

S^+ = $n+1$ 기의 기초자산의 가치 (기초자산이 증가)

S^- = $n+1$ 기의 기초자산의 가치 (기초자산이 감소)

4) 옵션트리 모형

<그림 2> 신약개발에 적용된 옵션트리 모형 (Jagle, 1999)



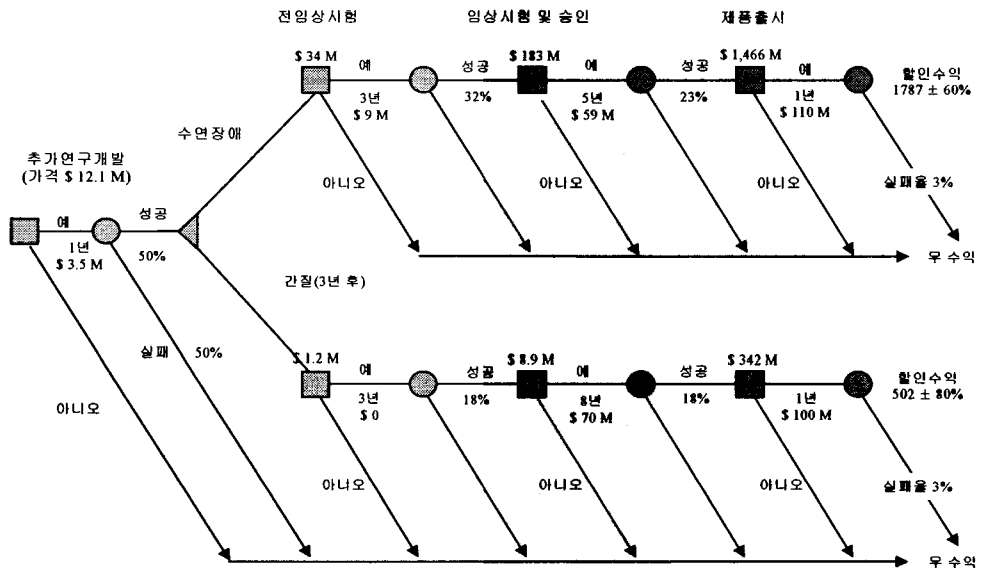
- 옵션트리의 계산: 이산모형의 계산 방법과 동일
 - 1단계로 기초자산의 가치를 계산 (WACC는 평가자)
 - 2단계로 위험중립 확률 계산 (무위험이자율 역시 평가자)
 - 3단계로 옵션가치를 계산, 마지막 노드에서부터 거꾸로 계산

- 추가 의미
 1. 각 노드 가치의 의미
 2. 만약 각 노드에서 추가 투자가 이루어진다면?
 3. 각 노드에서 추가 투자가 갖는 기회의 가치는?

IV. 옵션트리와 이산모형 적용 예 (안두현, 2002) 인용

1. T-type Ca channel

- 수면장애용 약품
- 1단계가 성공하면 3년 후 간질용으로 추가 연구 가능

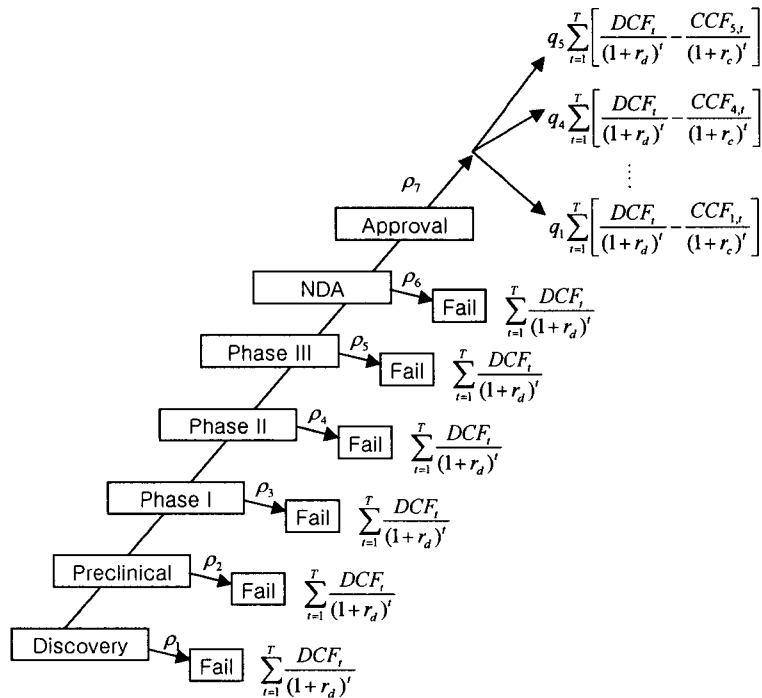


2. Agouron 제약회사

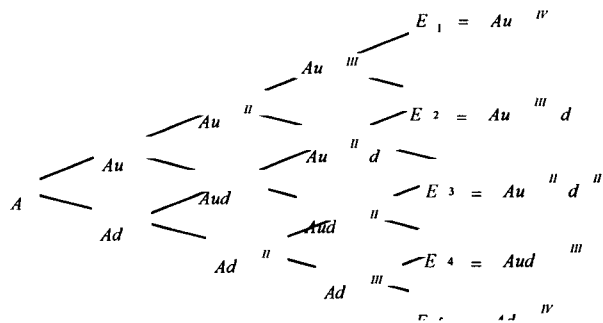
○ 기업개요

- 1984년에 설립되었으며 1987년에 상장되었음.
- 1997년까지 수익을 낼 수 있는 제품이 없고 모든 노력을 개발
- 임상실험 I단계에 속하는 2개의 항암물질과 전임상단계(preclinical)의 1개 항에이즈 신물질

○ 옵션트리 모형



○ 이산분포 모형



○ Agouron사의 추정치와 주식가격 비교

날짜	실질 주식가격	방법론			
		Decision Tree		Binomial	
6/30/1994	\$ 5.63	\$ 4.31	-23.4%	\$ 4.51	-19.8%
10/20/94	5.63	5.70	+1.3	5.87	+4.3
6/30/95	11.81	7.17	-39.3	8.51	-27.9
6/30/96	19.50	10.26	-47.4	10.44	-46.5
12/23/96	33.86	15.05	-55.6	15.45	-54.4

○ 임상실험 1단계 이전에 모형의 설명력 좋음.

- 그렇다면 왜?