

# 금융시장의 발전

Open in Colab

"주식회사 제도 등장과 증권 투자업의 눈부신 발전, 그리고 잦은 위기 부작용"

## 0) 금융업의 탄생

- 세익스피어(1564~1616)의 희곡 베니스의 상인에는 중세의 금융을 이해할 수 있는 이야기 한 토막이 등장
- 기독교 중심의 세계 였던 중세에는 돈을 빌려주고 이자를 받는 것은 나쁜 행위로 여겨짐
- 통상 고리대금업은 당시 천대받던 유대인들의 몫
- 유대인들은 오랜기간 수많은 기독교인들의 핍박과 설움을 받으면서 금융업을 익힘
- 오늘날 로스차일드 골드만삭스 리먼브러더스 등 세계적인 금융회사 대부분이 유대인에 의해 설립, 운영되고 있는 것도 이러한 역사적 배경



역대 노벨상 수상자의 23%가 유대인(175명)

미국 아이비리그 대학교수의 20%가 유대인

미국 100대 부호의 20%가 유대인

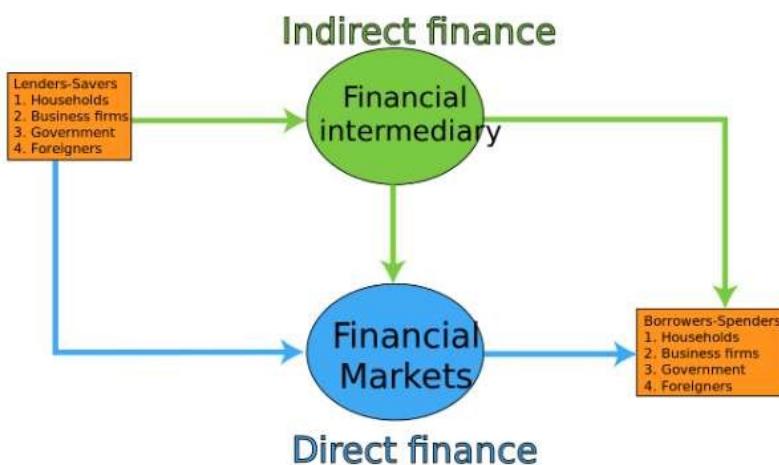
전 세계 300대 슈퍼리치 가운데 35명이 유대인

후손을 위해 기꺼이 희생하는 민족은 영원히 번영한다.

(<http://wealth.moneta.co.kr/column/columnDetail.jsp?seqNo=3371>)

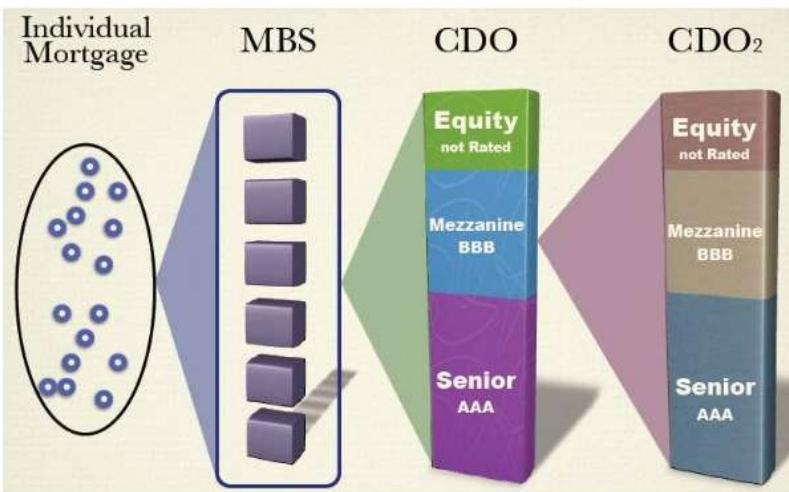
## 1) 주식회사 제도 등장으로 증권시장 발전

- 중세 고리대금업을 뿌리로 하고 있는 금융업은 18세기 이후 자본주의의 발달에 힘입어 비약적으로 발전
- 주식회사 제도와 함께 등장한 증권업은 금융업의 새로운 영역을 탄생시킴
- 사람들이 맡긴 돈을 기업에 대출하는 기존의 은행 대출을 간접금융이라고 한다면 기업이 발행한 주식이나 채권을 투자자들이 구입할 수 있도록 주선해 주는 증권업은 직접금융으로 각광
- 정보통신 기술의 발달로 주식 거래가 한층 자유로워지면서 세계 금융시장은 직접 금융(증권) 시장 위주로 발전



([https://en.wikipedia.org/wiki/Indirect\\_finance](https://en.wikipedia.org/wiki/Indirect_finance))

- 기업들은 이제 은행대출보다는 주식이나 채권을 발행해 직접 자금을 조달
- 사람들도 은행에 돈을 맡기고 고정 이자를 받기보다 위험이 있지만 가격이 올라갈 것으로 기대되는 주식이나 채권을 구매
- 은행 예금보다 주식 채권으로 돈이 몰리자 주식 채권을 활용한 다양한 금융 파생상품이 대거 등장
- 미국에서 서브프라임 모기지(비무량 주택담보 대출) 부실 여파로 베어스턴스 등 투자은행이 파산 위기에 몰린 것도 파생금융상품의 여파
- CDO(Collateralized Debt Obligation)는 모기지 채권이나 주식 등을 혼합해 이를 담보로 다시 발행된 파생 금융상품
- 주택담보 대출자들이 집값 하락으로 이자나 원금을 제때 갚지 못하게 되자 모기지 채권이 부실화 되고 그 여파로 파생금융상품도 연쇄적으로 부실화
- 파생금융상품은 기업이나 금융회사들로 하여금 자금을 보다 수월하게 조달할 수 있도록 해 주지만 자칫 기초자산이 부실화 될 경우 그 파급 영향 또한 엄청날 수밖에 없음



(<https://www.ddanzi.com/ddanziNews/185623752>)

## 2) 금융 안전망 갈수록 중요해져

- 금융시장은 자금의 수요자(기업)와 공급자(투자자)를 연결시켜 주는 중요한 기능을 하기 때문에 흔히 사람의 혈관에 비유
- 혈관은 어느 곳만 막혀도 몸 전체가 움직이지 않는 결과
- 일반 제조업과 달리 금융은 그만큼 경제에 미치는 파급 효과가 크다
- 모든 국가는 금융시장이 안정적으로 돌아갈 수 있는 안전장치 보유
- 우리나라에서는 중앙은행, 금융감독원, 예금보험공사 등을 금융안전망이라고 할 수 있다.
- 중앙은행은 일시적으로 자금이 모자라는 은행에 자금을 빌려 주는 최종 대부자 기능
- 연방준비은행이 베어스턴스에 구제 금융을 지원한 것도 미국 경제의 혼란을 막기 위한 목적
- 금융감독원은 은행 증권 보험 등 모든 금융회사의 설립 요건을 정하고 이들이 규정을 지키는지 관리 감독
- 예금보험공사는 은행 등이 파산 위기에 몰렸을 경우 적립해 둔 보험금으로 예금을 대신 지급 함으로써 사람들이 한꺼번에 은행으로 몰려드는 혼란을 막는 역할

## 미국 주요 금융사건과 법안 개혁 사례

연도	사건	법률안	주요 내용
1929년	대공황	글라스-스티걸 법	상업은행과 투자은행 완전 분리
1990년	저축대부조합 부도사태	지역재투자법(CRA)	중소 은행, 자산의 일부를 지역과 저소득계층 주택자금대출 할애 의무화
1999년	경제활황	글라스-스티걸 법 폐지	금융회사 대형화 열풍에 따라 폐지
2002년	엔론사태	사베인-옥슬리 법	회계 부정 및 분식회계 방지
2010년	금융위기	오바마 법률안(21)	상업은행의 자기자본 투자 법위 제한, 부채 한도 축소

(<https://www.mk.co.kr/news/world/view/2010/01/38961/>)

- 금융 시장의 안전을 위한 제도로 예금을 받는 일과 증권투자 업무를 한 회사에서 할 수 있도록 할 것이냐의 문제도 자주 논란

- 1929년 세계 대공황이 일어나기 전까지만 하더라도 미국은 예금은행과 투자은행(증권투자업) 업무를 같은 회사에서 할 수 있었음
- 대공황 이후 많은 금융회사가 파산해 예금자들이 예금을 인출하지 못하게 되자 1933년 예금은행업과 증권투자업무를 완전히 분리
- 1980년대 들어 금융기법이 발달하고 상품 수요도 다양하게 나타나자 영국은 금융의 내부 업종 간 벽을 허물었고 다른 나라도 금융의 업종 간 벽을 낮추고 있음
- 우리나라는 금융지주회사를 설립한 후 그 아래에 은행 보험 증권 투자은행을 들 수 있도록 간접적으로 겸업을 허용

## 파생금융혁명: 불확실성과 리스크에 대처하기 위한 도구

### 1) 파생금융상품(Derivatives): 주식, 채권, 금리, 외환 등 의 금융상품 대상 권리나 의무를 표시하여 거래를 대비하는 증권

#### (1) 선물(Futures): 차익거래, 헛지거래, 스프레드거래 등 미래 가격을 고정하여 위험 대비

- 파생금융혁명은 선물시장에서 출발
- 밀, 쌀, 옥수수 등 농산물 생산자와 소비자들이 미래의 가격변동을 대비한 거래가 시작
- 1710년 오사카 쌀시장, 1877년 시카고 옥수수시장을 기초자산으로 시작한 것이 최초
- 1970년대부터 석유, 주식, 채권, 지수상품 등 다양한 상품을 기초자산으로 개발됨
- 위험제거 수단을 넘어 선물거래는 점차 투기의 수단으로 사용
- 실제 기초자산의 거래를 할 필요가 없더라도 서류상으로 가격변화에 따른 수익이 가능하기 때문





(2) 옵션(Option): 주식을 사고 팔 수 있는 권리를 거래하여 위험 대비

- 파생금융혁명의 또 다른 계기가 된 것이 옵션거래의 활성화
- 미래에 주식이나 채권을 매입할 수 있는 권리를 콜옵션(Call Option), 매도할 수 있는 권리를 풋옵션(Put Option)
- 싼 가격에 살 수 있길 기대하는 거래가 콜옵션, 비싼 가격에 팔 수 있길 기대하는 거래가 풋옵션
- 예정된 미래(만기)에만 권리를 행사할 수 있는 유럽형 옵션, 그 이전에도 행사할 수 있는 미국형 옵션

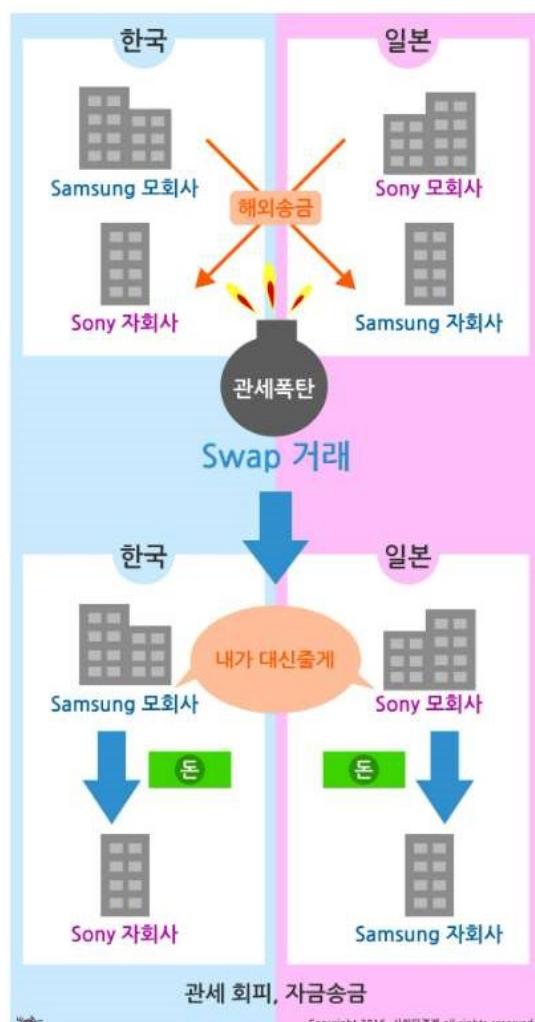
### 선물옵션 투자자의 기대수익률



(https://www.donga.com/news/all/20020204/7785427/1)

(3) 스왑(Swap): 양 거래자가 서로의 금리, 통화율 등을 바꾸어 위험 대비

- 1980년대 초에 첫 스왑계약 체결
- 미래에 발생할 현금흐름의 방식을 교환하는 두 거래자 간의 장외계약
- 선물, 옵션과 같이 파생상품 3형제로 불리며, 한 쪽이 이득을 보면 다른쪽은 손해를 보는 Pay-off 구조인 선물 및 옵션과 달리 거래 당사자 모두에게 이익이 있기 때문에 상대적으로 피해가 적음



Copyright 2016, 사이다경계 all rights reserved. (https://cidermics.com/contents/detail/34)

(4) 캡(Cap): 기초자산의 가격이 상위 경계 아래에선 차액을 내지 않아 위험 대비

(5) 플로어(Floor): 기초자산의 가격이 하위 경계 위에선 차액을 내지 않아 위험 대비

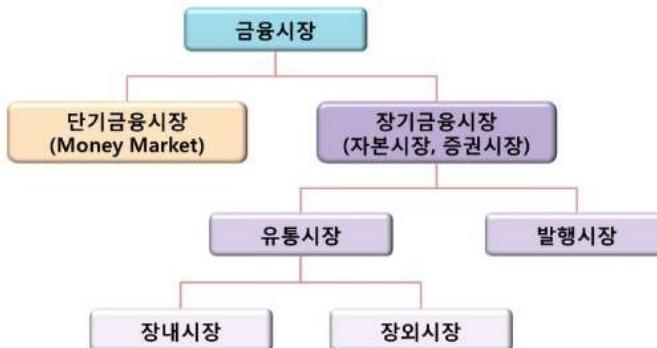
- 전 세계의 금융시장에서 거래되는 파생금융상품은 수천개의 종류에 이르며 수십조 달러
- 기업들의 경제활동에서 불확실성과 위험이 커지면서 파생금융상품을 통해 이를 대처하는 적절한 수단으로 활용
- 기업들의 위험조절을 위한 자연적, 역사적 도구로 적절히 이용하면 기업의 경쟁력을 높이고 효율이 증가되고 국민복지의 안정성이 증가되지만, 그렇지 않을 경우 큰

# 금융시장으로 뛰어든 수학과 공학

"금융자산의 가격은 얼마가 적절한 것인가?"

- 화폐시장으로 전환 후 모든 사물과 행위 시간 등을 가격이 부여
- 주식, 채권, 외환 등 노 가격이 있는데 얼마나 적절할까? 라는게 시장의 문제
- 시장에서 거래되지 않는 각종 파생상품들은 얼마나 적절할까?

## 1) 금융시장:



- 단기시장: 상품의 만기가 1년 이내를 의미하며 풀, CP, CD 등
- 장기시장: 상품의 만기가 1년 이상을 의미하며 주식이나 채권이 거래되는 자본시장 또는 증권시장
- 발행시장: 기업에서 신규로 주식이나 채권을 발행하여 최초로 투자자에게 판매하는 시장
- 유통시장: 발행된 주식, 채권 등의 금융상품이 투자자들간에 거래되는 시장
- 장내시장(Exchanges): 상장된 주식이나 채권을 거래하며 상대를 알 수 없고 거래정보가 투명한 시장
- 장외시장(Over-the-Counter, OTC): 상장/비상장 거래로 양측이 직접거래하거나 딜러 또는 브로커가 중개하며 훨씬 큼



(<https://www.finda.co.kr/post/financial-life/135880>)

## 2) 가격평가(Pricing): 금융자산의 가격을 추정

- 평가값: 평가된 금융자산의 가격
- 평가모델: 가격을 평가하기 위해 사용된 수리적 모델/모형
- 평가사: 자산들의 가격을 전문적으로 평가하는 회사
  - Moody's, Standard & Poor's, Fitch
  - KIS평가, 한국자산평가, NICE평가, FN자산평가
- 장내시장에서는 매수자와 매도자가 실시간으로 거래하는 가격 자체가 평가값
- 장외시장에서는 시장가를 그대로 사용하지만, 그렇지 않고 기초자산의 가격변화에 따라 가치가 변하는 ELS, ELB, DLS, DLB와 같은 구조화 상품은 별도의 프라이싱 과정 필요

⇒ "실제 시장가격과 같진 않으니, 각 업계마다 공개하진 않지만 사용하고 있는 가격결정모형들(Asset Pricing Models)로 도출된 이론가격(Theoretical Price)이 있으며 금융공학(Financial Engineering)의 강점이 드러나는 곳"

⇒ "이론가격이 존재하는 이유는 시장은 없을 수 있으나 거래 또는 비즈니스가 존재하기에 필요하고 합리적 가격추정을 할 줄 아는 능력이 있어야 세일즈 또는 트레이딩이 가능할 것이기 때문"

## 자산가격 결정 원리(Asset Pricing Principle)

"금융상품 평가를 위해 시장가로 알 수 없는 경우, 모델링/알고리즘을 통해 합리적으로 적정가격(총액값)을 추정하는 것"

### 1) 필요성:

- 시장에서 거래되지 않는 구조화상품이나 복잡한 파생상품의 합리적 가격수준을 알고 싶은 경우
- 시장에서 거래되고 있으나 유동성이 낮아 가격자체를 신뢰할 수 없는 경우

### 2) 가격결정원리: 어떤 이론/이치에 부합하는 가격이며 사람들에게 납득 되는 가격



### Asset Pricing

by John H. Cochrane

★★★★★ 4.38 · Rating details · 98 ratings · 6 reviews



PRICING  
Enlarge cover

Winner of the prestigious Paul A. Samuelson Award for scholarly writing on lifelong financial security, John Cochrane's *Asset Pricing* now appears in a revised edition that unifies and brings the science of asset pricing up to date for advanced students and professionals. Cochrane traces the pricing of all assets back to a single idea--price equals expected discounted payoff ...more

Want to Read

Rate this book



GET A COPY

Kindle Store \$75.23

Amazon

Stores ▾

Libraries

Hardcover, 533 pages

Published January 23rd 2005 by Princeton University Press

(first published January 8th 2001)

More Details...

Edit Details

([https://www.goodreads.com/book/show/490648.Asset\\_Pricing](https://www.goodreads.com/book/show/490648.Asset_Pricing))

"To value as asset, we have to account for the delay and for the risk of its payments. Asset pricing theory all stems from one simple concept: Price equals expected discounted payoff (Asset Pricing by John H. Cochrane)"

"어떤 자산을 평가하기 위해서, 우리는 그것의 현금흐름이 미래로 지연되는 것과 그 현금흐름의 실현 가능성을 고려해야 합니다. 따라서 모든 자산가격 이론은 가격은 예상되는 미래 페이오프를 현재로 할인한 값이다 라는 단 하나의 간단한 생각으로부터 출발합니다."

\begin{align\*}

$P = E(mx) \quad \& \quad \text{where } P \text{ is price, } E \text{ is expectation.} \quad \& \quad \text{future cash flow or payoff.} \quad \& \quad \text{and } m \text{ is a current stochastic discount factor.} \quad \end{align*}$

(1) **Expectation:** 미래의 현금흐름을 합리적으로 예상 해보는 작업

- 주식의 경우 미래의 배당금과 차익을 기대
- 채권의 경우 미래의 이자 수익을 기대
- 부동산의 경우 미래의 임대수익과 차익을 기대
- 파생상품의 경우 기초자산의 움직임에 따른 조건부 수익 기대

(2) **Discounted:** 미래의 현금흐름을 현재로 가져오는 작업

- 오늘의 1만원은 10년 뒤의 1만원과 그 가치가 다르고 일반적으로 더 클 수밖에 없음
- 미래의 예상되는 현금가치의 현재시점의 가격을 위해선 적절한 할인율 필요

⇒ "해당 자산의 미리 현금흐름을 합리적으로 뿐이고 그 추정된 미래 현금흐름을 합리적으로 할인 하여 현재 시점으로 거둬들이는 방법으로 모든 투자자산에 공통으로 사용되는 절대원칙"

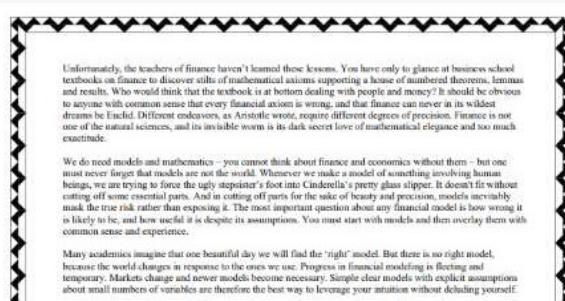


(이이삭 줍는 여인들(1857), 장 프랑수아 밀레(1814~1875) 작, 캔버스에 유채, 오르세 미술관, 파리)

3) 금융 모델러 선언:

"2008 글로벌 금융위기 이후 저명한 금융공학자인 이매뉴얼 더만(Emanuel Derman)과 폴 윌мот(Paul Wilmott)은 금융 모델러 선언을 발표"

- 복잡한 세상을 단순화한 수리적 모델을 사용하지만 인간의 행동을 담은 세상은 절대 단순하지 않음
- 위험관리(Risk Management)와 계량금융(Quantitative Finance or Computational Finance)을 사용함에 있어 좀 더 책임의식을 가져야 함
- 우리는 수학과 모델이 필요하지만 절대 현실세계가 아님을 잊지 말아야 하며, 시장과 증권의 행동 속에서 유의미한 인간의 행동을 모델링 하는 것으로 정성적인 것, 정량적인 것, 상상과 관찰, 예술과 과학을 적절히 융합시킬 필요



In finance we study how to manage funds – from simple securities like dollars and yen, stocks and bonds to complex ones like futures and options, subprime CDOs and credit default swaps. We build financial models to estimate the fair value of securities, to estimate their risks and to show how those risks can be controlled. How can a model tell you the value of a security? And how did these models fail so badly in the case of the subprime market?

Physics, because of its astonishing success at predicting the future behavior of material objects from their present state, has inspired most financial modeling. Physicists study the world by repeating the same experiments over and over again to discover forces and their almost mathematical laws. Galileo dropped balls off the leaning tower, giant teams in Geneva collide protons, over and over again. If a law is proposed and its predictions contradict experiments, it's back to the drawing board. The method works. The laws of atomic physics are accurate to more than ten decimal places.

It's a different story with finance and economics, which are concerned with the mental world of monetary value. Financial theory has tried hard to emulate the style and elegance of physics in order to discover its own laws. But markets are made of people, who are influenced by events, by their ephemeral feelings about events and by their expectations of other people's feelings. The truth is that there are no fundamental laws in finance. And even if there were, there is no way to run repeatable experiments to verify them.

Models are at bottom tools for approximate thinking; they serve to transform your intuition about the future into a price for a security today. It's easier to think intuitively about future housing prices, default rates and default correlations than it is about CDO prices. CDO models turn your guess about future housing prices, mortgage rates and a simplistic default correlation into the model's output: a current CDO price.

Our experience in the financial arena has taught us to be very humble in applying mathematics to markets, and to be extremely wary of arbitrage theories, which are in the end trying to model human behavior. We like simplicity, but we like to remember that it is our models that are simple, not the world.

All models sweep dirt under the rug. A good model makes the absence of the dirt visible. In this regard, we believe that the Black-Scholes model of option valuation, now often ingeniously misaligned, is a model for models; it is clear and robust. Clever, because it is based on true engineering; it tells you how to implement an option out of stocks and bonds. And what that tells you, under ideal circumstances, defines. In a method of valuation, an analogous engineering out of the dirt, the dirt itself is not used, but the value of that value from the dirt of finance, risk and transportation.

The world of markets doesn't exactly match the ideal circumstances Black-Scholes requires, but the model is robust because it allows an intelligent trader to qualitatively adjust for those mismatches. You know what you are assuming when you use the model, and you know exactly what has been swept out of view.

Battling financial models is challenging, and we must take care to distinguish between the quantitative, integrative and observational art and science all in the service of finding approximate patterns in the behavior of markets and securities. The greatest danger is the age-old sin of idolatry. Financial markets are alive but a model, however beautiful, is an artifact. No matter how hard you try, you will not be able to breathe life into it. To confuse the model with the world is to embrace a future disaster driven by the belief that humans obey mathematical rules.

MODELERS OF ALL MARKETS, UNITE! You have nothing to lose but your illusions.

The Modelers' Hippocratic Oath

- I will remember that I didn't make the world, and it doesn't satisfy my equations.

- Though I will use models boldly to estimate value, I will not be overly impressed by mathematics.

- I will never sacrifice reality for elegance without explaining why I have done so.

- Nor will I give the people who use my model false comfort about its accuracy.

Instead, I will make explicit its assumptions and oversights.

- I understand that my work may have enormous effects on society and the economy, many of them beyond my comprehension.

Emanuel Derman Paul Wilmott

Emanuel Derman  
January 7 2009

Paul Wilmott  
January 7 2009

## 금융공학?(Financial Engineering)

### 0) 공학(Engineering):

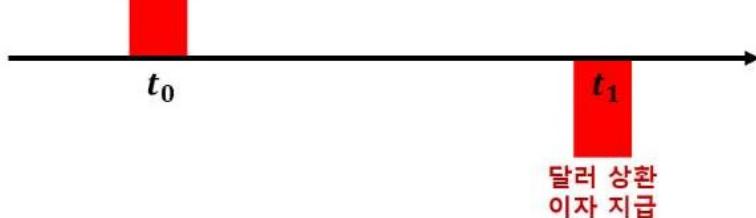
"기술적 문제를 대상으로 문제를 발견하고 기술적 해결책을 제시(Problem Solving) 하는 학문"

- 문제는 다양한 분야에서 나타나기 때문에 다양한 학과 전공들이 개설되게 되었고
- 기술적 해결책 보다 문제 발견 또는 사회적 해결책을 연구하는 학문들로 인문, 사회 전공이 존재하고
- 따라서 금융공학은 문제 발견 + 기술적 해결 + 사회적 해결의 융합 학문

### 1) 금융공학 예시: 문제 발견 + 기술적 해결 + 사회적 해결의 융합 학문

- 문제발견: 달러 유동성이 낮을 때 하필 시중은행이 지금 달러가 필요 할 경우 어떻게 마련하는게 최선인가?

#### 달러 조달

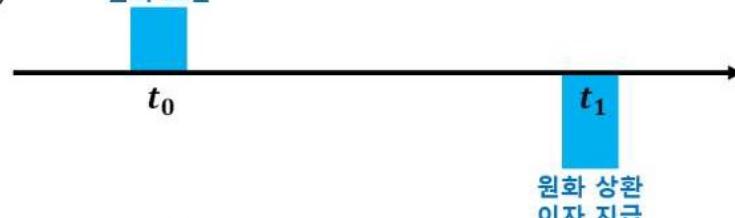


- 기술적 해결: 문제를 해결/타개하기 위해 창의적 방법 구상 필요

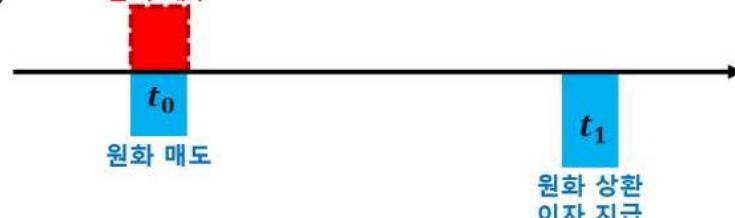
(1) 자금시장에서 일단 원화를 차입

(2) 차입한 원화로 달러 매수

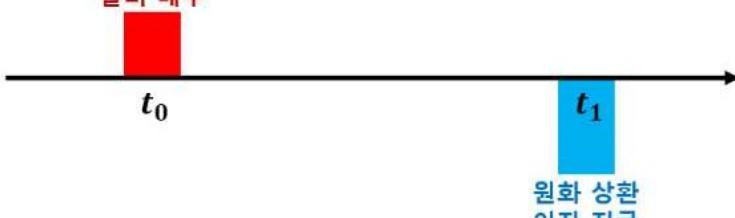
#### (1) 원화 조달



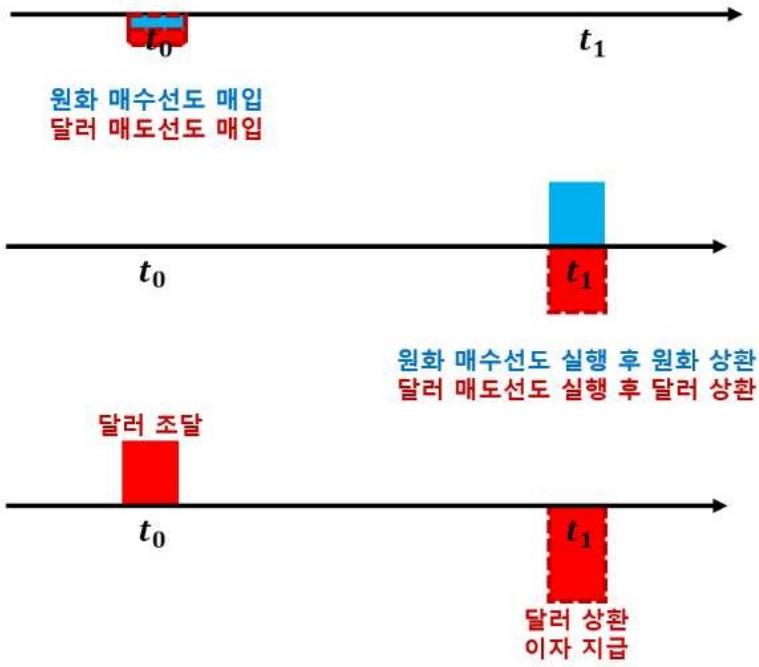
#### (2) 달러 매수



#### 달러 매수



(3)



- 사회적 해결: 합성(Synthetic) 기술을 사용한 달러 복제 포트폴리오(Replicating Portfolio)를 실행하기 위한 공감대와 설득

- 완벽한 방법은 아닐 수 있지만 현재로썬 문제를 해결할 수 있는 최적의 방법
- 선도매입 비용이 추가로 들어가는 단점이 있으나 원화 및 달러 상환시 환차익으로 수익이 날 수 있는 장점들로 인해 여전히 최소한의 불확실성 존재

2) 금융공학의 중요성: 불확실성을 줄이기 위해 정통 수학/공학이 강점을 발휘하면서 쉽게 해결하지 못했던 복잡한 금융문제들을 해결하면서 영향력이 점차 확대

"파생금융상품으로 직접투자보다 간접투자가 증가하고 투자상품으로 점차 인식"

"1년간 직접노동으로 얻은 몇만대의 수출규모 도 금융시장의 순간순실로 하루아침에 헛고생 비즈니스 가 되는 세상 도래"

"불확실성과 리스크를 다룰 수 있게 되었지만, 정량적으로 얼마나 적정 한지 계산하기 어렵다?"

"안정적 금융시장을 위한 위험의 정량화 및 상품들의 미래의 가치를 정량적으로 추정 하기 위한 도구"

"잘 사용하면, 금융상품의 현재가치가 미래에 어떻게 변할지 추정하고 현재의 적정 가격을 계산하여 전략적 행동(효율적인 투자)로 인한 적정가격 달성을 시장안정성 구축"

⇒ "데이터(정보)를 가공, 조립, 분석할 수 있는 능력 + 위기 또는 기회에서 빠른 의사결정을 할 수 있는 아이디어 및 전략을 찾을 수 있는 능력"

### 3) 금융공학:

- 전 세계적인 금융 위기와 핀테크 등장 및 디지털 혁신으로 사람들의 금융에 대한 관심이 증가
- 실제로 세계의 주식, 채권 시장은 국민총생산의 10배 이상이고 점점 증가하고 있음
- 공학적인 마인드로 금융시장을 바라보는 금융공학 역시 사람들의 관심이 지속적으로 이어짐
- 수리적 또는 공학적 도구를 사용하여 금융시장을 분석하는 분야로 경영경제, 산업심리, 응용수학, 산업공학, 컴퓨터공학 등이 어우러진 융합 학문이자 분야
- 금융수학(Financial Mathematics), 금융공학(Financial Engineering), 계산재무론(Computational Finance), 계량재무론(Quantitative Finance) 등으로 불림

Rank	University	Program
1	Columbia University	Financial Engineering
2	University of California - Berkeley	Financial Engineering
3	Cornell University	Financial Engineering
4	New York University	Financial Mathematics
5	Carnegie Mellon University	Computational Finance
6	University of Chicago	Financial Mathematics
7	University of Illinois	Financial Engineering
8	Johns Hopkins University	Financial Engineering
9	Georgia Institute of Technology	Quantitative & Computational Finance
10	Stanford University	Computational and Mathematical Engineering
11	NYU Tandon School of Engineering	Financial Engineering
12	Rensselaer Polytechnic Institute	Quantitative Finance and Risk Analytics
13	Stevens Institute of Technology	Stevens Institute of Technology
14	University of California - Los Angeles	Financial Engineering
15	University of Notre Dame	Computational Finance

13	University of Notre Dame	Computational Finance
16	University of Southern California	Financial Engineering
17	Illinois Institute of Technology	Mathematical Finance
18	Claremont Graduate University	Financial Engineering
19	Baruch College	Financial Engineering
20	University of North Carolina - Charlotte	Mathematical Finance
21	Rutgers University	Mathematical Finance
22	University of Minnesota	Financial Mathematics
23	North Carolina State University	Financial Mathematics
24	Boston University	Mathematical Finance
25	Fordham University	Quantitative Finance
26	Georgia State University	Mathematical Risk Management
27	University of Connecticut	Applied Financial Mathematics
28	Florida State University	Financial Mathematics
29	Rochester Institute of Technology	Computational Finance
30	DePaul University	Computational Finance
31	Worcester Polytechnic Institute	Financial Mathematics
32	Lehigh University	Analytical Finance
33	University of Washington	Computational Finance and Risk Management
34	Stony Brook University	Quantitative Finance
35	Hofstra University	Quantitative Finance
36	New Jersey Institute of Technology	Mathematical and Computational Finance
37	Texas A&M University	Financial Mathematics
38	Temple University	Financial Engineering
39	Oklahoma State University	Quantitative Financial Economics
40	Purdue University	Computational Finance
41	University of Michigan	Quantitative Finance & Risk Management
42	University at Buffalo	Quantitative Finance
43	Washington State University	Computational Finance
44	University of Dayton	Financial Mathematics
45	University of Texas at Arlington	Quantitative Finance
46	Bradley University	Quantitative Finance

(<https://tftetimes.com/best-financial-engineering-program-rankings/>)

#### • 금융수학 vs 금융공학:

- **공학:** 정보와 컴퓨터의 발달로 수많은 빅데이터 속에서 적절한 입력값과 적절한 출력값을 만드는 도구
- **수학:** 출력값의 의미를 정량적 및 논리적으로 분석하여 효과적인 투자를 위한 의사결정을 만드는 도구

- | 금융수학 | 금융공학 | :---: | :---: | 방향 | 리스크 전혀 없이 수익을 창출 (Risk-free Return) | 가능한 적은 리스크로 가능한 많은 수익을 창출 (Low Risk High Return) | | 목적 | Minimize Risk | Maximize Return | | 조건 | Under a guarantee of some Return | Under a controllable Risk | | 리스크 | 분산, VaR (Value at Risk), Shortfall, Coherent Risk Measure | | 분산, VaR (Value at Risk), Shortfall, Coherent Risk Measure |

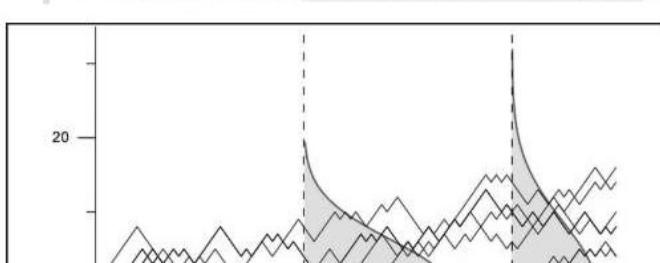
- 리스크 없는 안정적 수익을 추구하던 금융수학의 범위에서,
- 리스크를 0으로 만드는 것이 너무 어렵다보니,
- 감당할만한 리스크 내에서 수익일 최대한 증가시키기 위한 방향도 발전

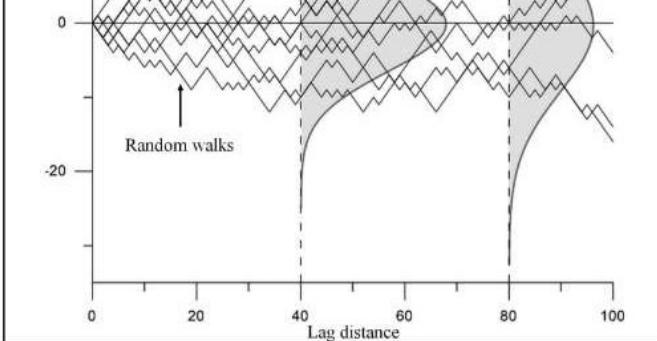
## 금융공학의 역사

### 기초자산과 파상생품의 움직임을 수학적으로 정립

#### 1) 로버트 브라운(Robert Brown):

- 1827년, 로버트 브라운은 꽃가루 입자들의 무작위적인 움직임 발견
- 랜덤워크(Random Walk) 또는 브라운 운동(Brownian Motion)으로 불리는 아이디어는 예측할 수 없는 연속적인 과정을 사용한 다양한 분야와 모델들의 메커니즘에 스며들었음
- 주식시장에도 반영되어 로그점규분포를 따르는 랜덤워크 모델이 금융공학 모델링의 고전



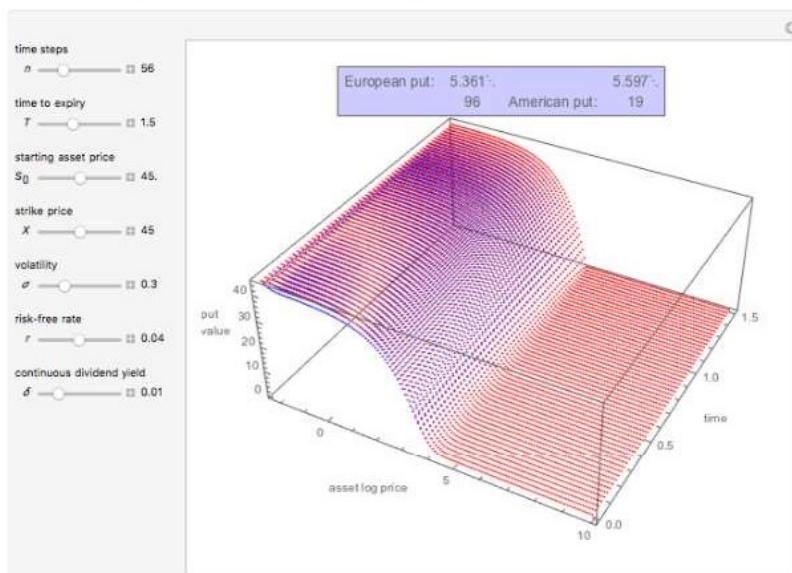


## 2) 루이 바슬리에(Louis Bachelier):

- 브라운 운동을 처음으로 계량화(Quantify) 및 랜덤워크를 수학이론으로 정립
- 아인슈타인에 의해 재발견되고 1900년 당시 생소했던 옵션 상품 가격 모델링 개발

## 3) 루이스 프赖 리차드슨(Lewis Fry Richardson):

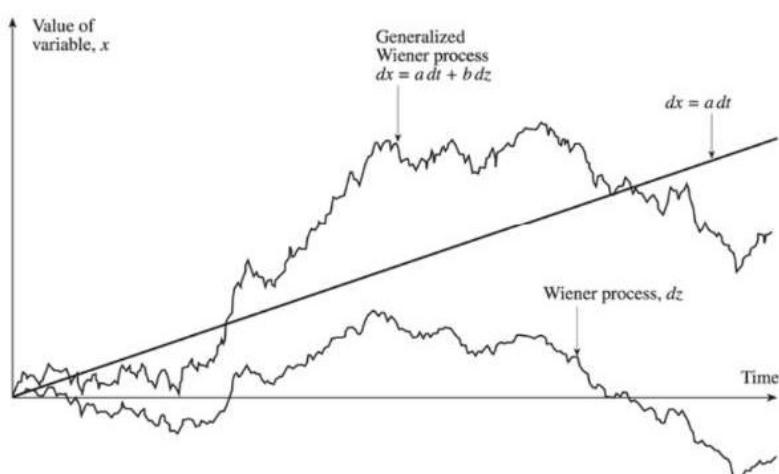
- 오늘날 대부분의 모델링들은 열역학에서 사용한 확산 방정식(Diffusion Equation) 형태
- 이러한 방정식의 해를 찾기 위해 수치해석 방법론이 사용되는데 그 중에서 몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo Simulation, MC)과 유한차분법(Finite Difference Method, FDM)이 주로 사용
- 1911년 방정식을 차분방정식의 형태로 이산화하는 형태를 최초로 제안
- 오늘날 당면한 금융공학 이슈를 거의 해결하게 된 계기가 유한차분법



(<https://demonstrations.wolfram.com/PricingPutOptionsWithTheExplicitFiniteDifferenceMethod/>)

## 4) 노버트 위너(Norbert Wiener):

- 1923년 노버트 위너는 기존 브라운 운동으로 위너 프로세스(Wiener Process)를 개발하여 기초자산의 움직임을 묘사할 수 있게 된 계기 마련
- 모든 금융공학 책과 논문의 가장 처음에 등장하는 편이고 금융공학의 시작은 위너 프로세스의 이해

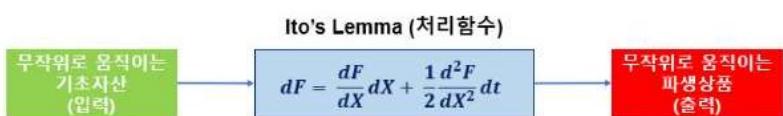


## 5) 폴 새뮤얼슨(Paul Samuelson):

- 거시경제학 및 미시경제학 모두에서 수학적 풍토를 확립하고, 루이 바슬리에의 논문을 재발견하여 한계는 있지만 옵션 가격 결정 이론 기초 확립

## 6) 이토 키요시(Ito Kiyosi):

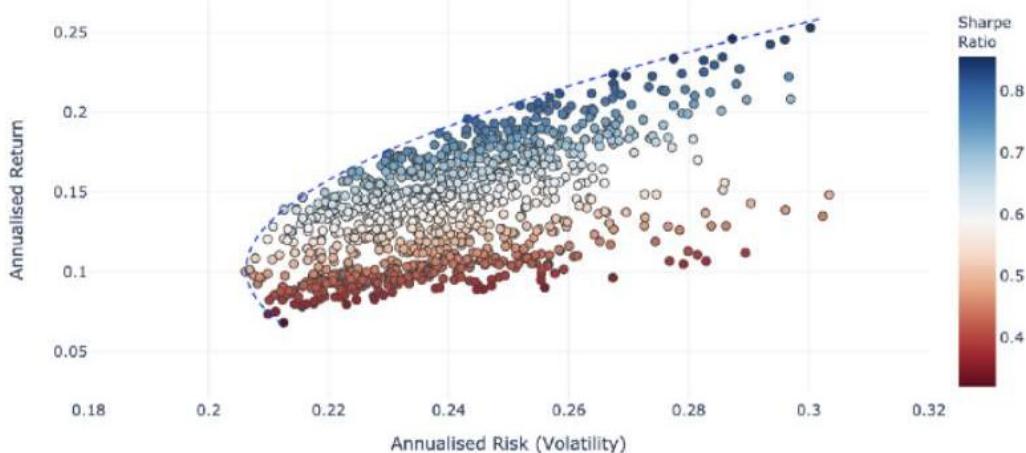
- 자연계의 불규칙한 움직임을 분석해서 수식으로 나타내는 확률미분방정식(Stochastic Differential Equation)을 창조하고 무작위적 독립변수와 종속변수의 연결고리를 설명
- 금융분야로 넘어와 기초자산과 파생상품의 연결고리를 통해 금융공학의 모든것이 시작
- 기존 한계를 해결하고 옵션의 확률미분방정식 정확하게 표현



## 시장 전체의 특징을 수학적으로 판별

### 1) 해리 마코위츠(Harry Markowitz):

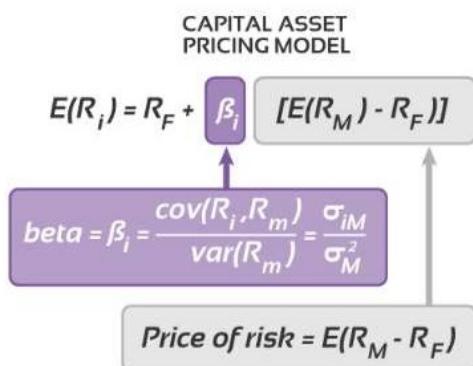
- 1952년 현대적 계량금융 기법을 최초로 창시하고 오늘날의 포트폴리오 이론(Modern Portfolio Theory, MPT)을 창시
- 계란을 한 바구니에 담지 말라는 윌스터릿의 오랜 격언을 수학적으로 증명
- 동일 수준의 위험에서 가장 높은 기대수익률을 포트폴리오를 어떻게 선택할지 최적화 방법 제시
- 효율적 포트폴리오 제시를 통해 노벨 경제학상 수상



(<https://towardsdatascience.com/efficient-frontier-in-python-detailed-tutorial-84a304f03e79>)

### 2) 윌리엄 샤프(William Sharpe), 존 리트너(John Lintner) & 잰 모신(Jan Mossin):

- 1963년 위험자산 가격결정 모형(Capital Asset Pricing Model, CAPM)을 알려진 각 자산마다의 가격을 결정하는 단순한 모형 개발
- 마코위츠의 MPT와 달리 포트폴리오 선택의 파라미터 갯수를 줄이고 실용성 높임
- 각 자산별 베타(Beta)라는 개념을 도입하고 증권업계의 대표적 의사사통 도구로 사용



(<https://www.bablomedia.com/finansy/model-capm-formula-i-raschyt-capm/>)

### 3) 유진 파마(Eugene Fama):

- 주가는 예측 불가능하며 따라서 시장은 효율적이다라는 효율적 시장 가설(Efficient Market Hypothesis, EMH) 창조
- 주식시장의 가격은 시장의 접근 가능한 모든 정보를 반영하고 있고 누구도 수익을 낼 수 없음을 주장
- 학자들과 실무자들이 받아들이는 금융공학 모델링의 기본가정 이자 자산 가격이 랜덤워크라는 이론을 뒷받침 한 개념
- 2013년 노벨 경제학상을 수상했으나 훗날 데이터분석을 통해 효율적 시장 가설이 맞지 않음을 스스로 인정

## 수학적 접근의 금융상품 확장 및 시장 활성화

### 1) 피셔 블랙(Fisher Black), 마이런 솔즈(Myron Scholes) & 로버트 머튼(Robert Merton):

- 1973년 두 편의 논문을 통해 확률미분분석을 사용하여 주식과 옵션의 가격관계를 논문으로 제시하며 블랙솔즈 방정식 세상에 알림
- 피셔 블랙과 마이런 솔즈가 아인슈타인의 브라운 운동 방정식으로부터 고안하였으며 이후 로버트 머튼이 참여하며 블랙-솔즈 방정식으로 명명
- 옵션의 가치를 평가하는 최초의 모형으로 투자 가치의 계산시간을 100분의 1로 단축시켜 옵션시장 및 파생상품시장이 급속히 성장하게 된 계기
- 1997년 사망한 블랙을 제외하고 솔즈와 머튼은 노벨경제학상 수상

\begin{align\*}

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} - rV = 0 \end{align*}$$

- 옵션이라는 파생상품의 위험을 주식과 같은 기초자산들의 포트폴리오로 완벽히 헛지(제거) 할 수 있음을 발견하며 수상
- 옵션의 가격변화를 기초자산의 가격변화를 통해 어떤 관계와 비율이 있는지 설명
- 당시 위험이 걱정되어 거의 거래되지 않았던 옵션을, 정상적인 시장에서 95%까지 위험제거가 가능함을 판명
- 금융상품의 가격 또는 가치가 어떻게 결정되는지 수학적으로 증명하며, 경험과 직관에 의존하던 옵션가격의 판단기준을 좀더 객관적이고 과학적으로 만듬
- 금융산업을 혁명적으로 바꾼 기술적 변화로 이론이나 실무에서 가장 많이 이용

- 파생상품의 위험을 제거하는 방법을 제시하면서, 선물, 스왑 등 각종 금융상품의 개발에 수학적 계산이 깊이 개입하게 된 계기

## 2) 로버트 머튼(Robert Merton):

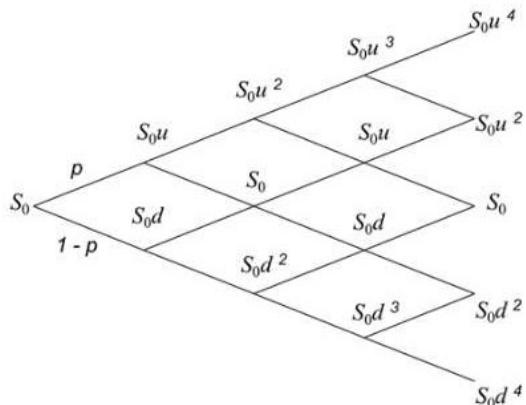
- 1974년 기업의 순자산과 부채를 기초자산과 파생상품으로 접근하여 기업 파생 가능성 예측
- 부도 위험 모델링(Default Risk Modelling)을 위한 구조적 방법론 탄생

## 3) 올드리치 바시체크(Oldrich Vasicek):

- 1977년 단기금리를 랜덤워크로 가정하고 이자율 모델링(Interest Rate Modelling) 창조하여 이자율 파생상품의 가치 산출 방법론 제시
- 채권 가격결정을 위한 편미분방정식을 제시

## 4) 존 콕스(John Cox), 스티븐 로스(Stephen Ross) & 마크 루빈스타인(Mark Rubinstein):

- 이항모형(Binomial Model)이라는 단순한 도구를 사용한 옵션 평가 방법 개발하여 일반인들과 문과들에게 접근 문턱을 낮춤
- 오늘날 월스트리트에는 수학자과 물리학자들이 어렵지 않게 볼 수 있으나, 예전엔 대부분 문과출신들이 대다수다보니 이과들에겐 다소 간단한 수리적 금융시장을 이해하고 다른데 어려움
- 문과생 및 MBA 학생들도 금융공학의 이해도를 갖게 된 계기



(<https://www.bablobmedia.com/finansy/model-capm-formula-i-raschyt-capm/>)

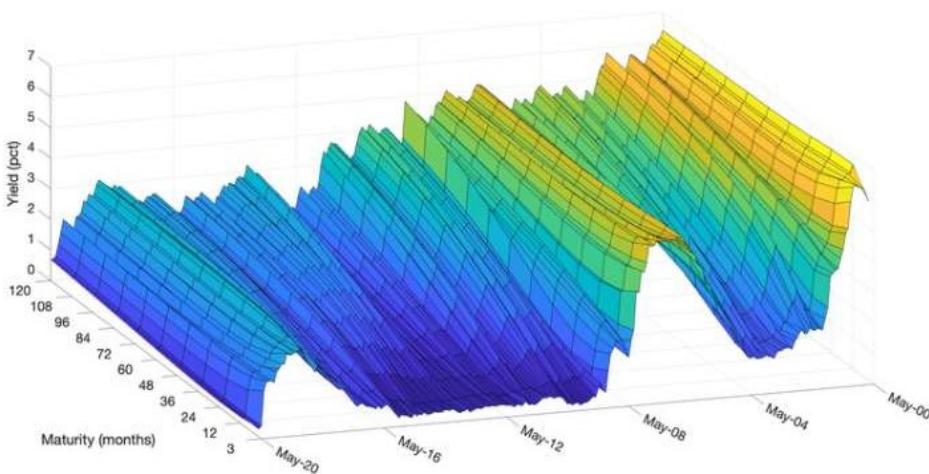
## 기초자산이 여러개인 상품 성장 및 수학적 고도화

### 1)マイ클 해리슨(Michael Harrison), 데이빗 크렙스(David Kreps) & 스탠리 플리스카(Stanley Pliska):

- 기존 방정식들과 접근들은 모두 무위험 차익거래(No Arbitrage) 이론에 기반
- 1979년 및 1981년 이산시간(Discrete) 및 연속시간(Continuous)에서의 확률이론기반 가격결정방식을 설명
- 수학적 및 통계적 연결고리가 생성되고 확률적 접근의 마팅게일 이론(Martingale Theory)을 통해 프라이싱이 여러 관점으로 설명할 수 있는 길이 생성

### 2) 토마스 호(Thomas Ho) & 이상빈(Lee Sang-Bin):

- 기존 바시체크 모형은 채권의 가격을 정확하게 산출하지 못하는 한계
- 1986년 이자율 모형을 실제 시장 가격에 맞추기 위해, 이자율 모델링의 끝판왕으로 불리는 캘리브레이션(Calibration) 또는 수익률 곡선 피팅(Yield Curve Fitting)의 시대를 등장



(The impact of macroeconomic news sentiment on interest rates)

### 3) 존 헐(John Hull) & 앤런 화이트(Alan White):

- 1990년 바시체크 모형의 확장판으로 평균회귀(Mean-Reverting) 성질을 지닌 모델 개발
- 금리가 음수(Negative Interest Rate)인 경우도 적용 가능한데, 당시 현실과 맞지 않아 주목받지 못하다 유럽과 일본의 마이너스 금리현상으로 재조명받아 실무적으로 널리 사용
- 선물옵션 수업에서 주로 사용되는 교재 바이블

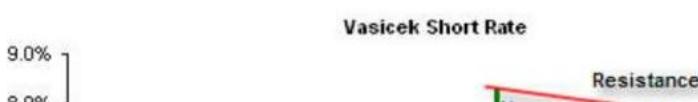




Figure 1: Vasicek Mean Reversion

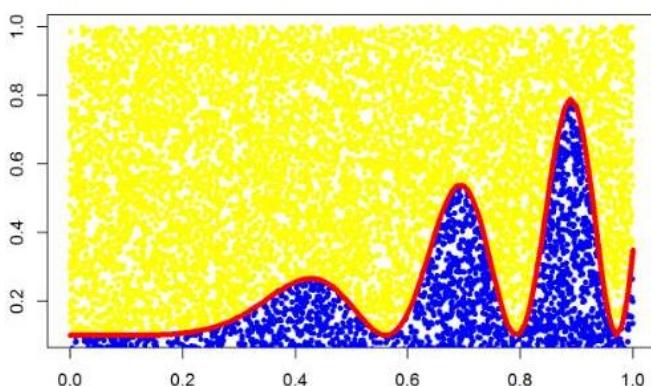
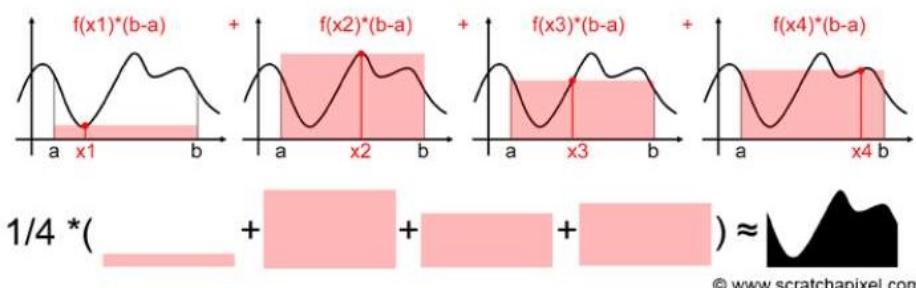
(An Overview of the Vasicek Short Rate Model)

4) 데이빗 히쓰(David Heath), 로버트 재로우(Robert Jarrow) & 앤드류 모顿(Andrew Morton):

- 이전 이자율 모델들은 단기금리를 유일한 독립변수로 사용하는 한계
- 1992년 수익률 곡선(Yield Curve) 전체에 대한 모델링으로 모든 선도 금리를 독립변수로 사용하는 HJM모델 제안

5) 오렌 쉬엣(Oren Cheyette), 존 버렛(John Barrett), 제럴드 무어(Gerald Moore) & 폴 윌мот(Paul Wilmott):

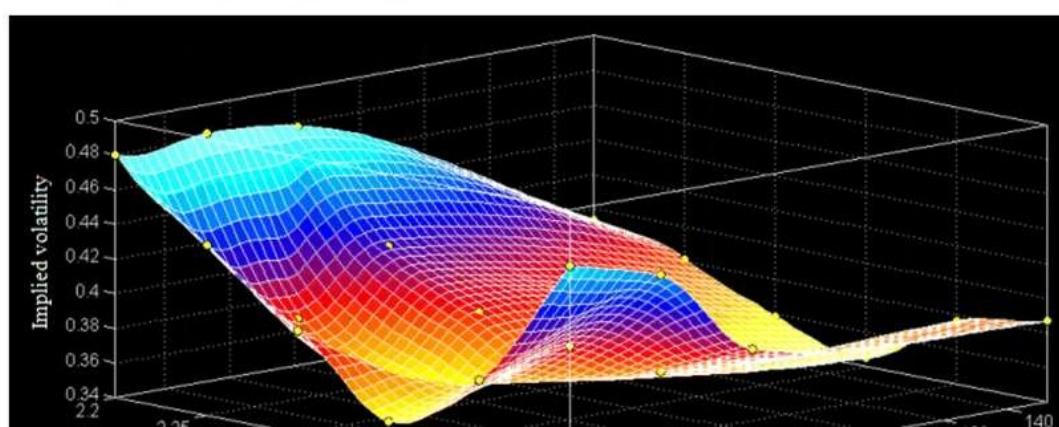
- 2개 이상의 기초자산을 가진 옵션(Multi-Asset Options)은 다중 적분이 필요한데 기초자산의 수가 늘어나면 다차원 적분이 쉽지 않은 현실
- 다중적분 문제를 적분이 단지 전체 계산 영역에 함수 평균을 곱하는 것이라는 기본적 아이디어를 활용하여 1990년대 몬테카를로 기법을 사용하여 수치 적분(Numerical Integration) 해결
- 다차원 금융에서 없어서는 안될 금융공학 기법으로 인식



(An Overview of the Vasicek Short Rate Model)

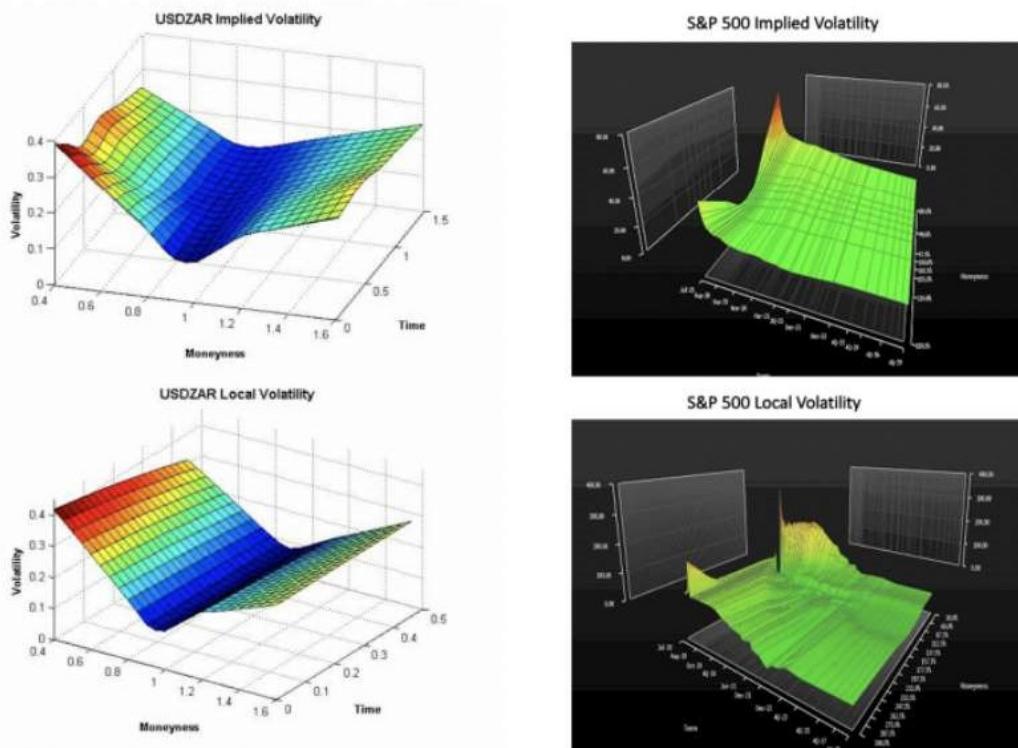
6) 이매뉴얼 더만(Emanuel Derman), 이라џ 카니(Iraj Kani), 브루노 두파이어(Bruno Dupire) & 마크 루빈스타인(Mark Rubinstein):

- 블랫-솔즈 방정식의 최대 문제는 변동성을 일정한 숫자로 가정했다는 점이고, 실제로 옵션들은 내재 변동성값이 행사가격과 만기 예 따라 달라짐
- 1994년 변동성 모델링을 반영한 변동성 곡면(Volatility Surface)를 개발
- 변동성을 기초자산과 만기의 함수로 표현 후, 각 변동성마다 블랫-솔즈 방정식에 입력하여 정확한 옵션가격 산출
- 이해하기 쉽지만 입력값에 예민하게 반응하기 때문에 실제 활용이 어려움
- 문제가 있음에도 불구하고 현실세계를 잘 반영했기 때문에 변동성 모델의 대체





(Research on wave image analysis in the implied volatility of stock options)



(Which one is your volatility — Constant, Local or Stochastic?)

#### 7) 앤런 브레이스(Alan Brace), 다리우스 건타렉(Dariusz Gatarek) & 마렉 뮤즈리아(Marek Musiela):

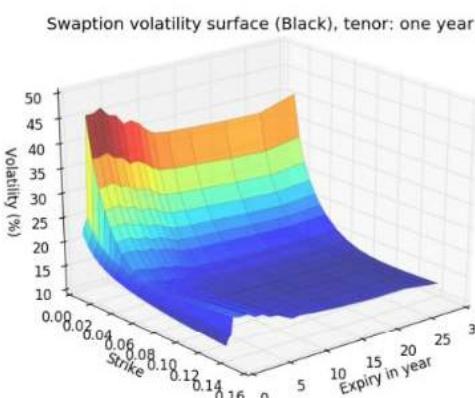
- 1997년 시장에서 실제 거래되는 금리와 시간에 따라 변하는 변동성과 상관계수를 내포한 선도금리를 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 독립변수로 사용하는 LIBOR 시장 모형(LIBOR Market Model, LMM) 제시

#### 8) 데이빗 리(David X. Li):

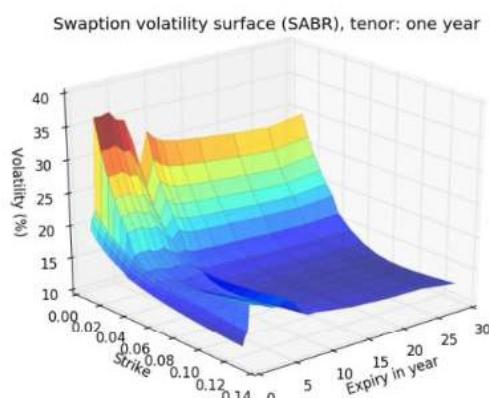
- 폭발적인 기초자산이 여려개인 상품들의 성장을 통해 자연스럽게 기초자산들의 부도(Default)에 관심이 쏠리고 관련 파생상품들이 발전
- 대표적으로 2008 글로벌 금융위기를 촉발시켰던 부채 담보부 증권(Collateralized Debt Obligation, CDO)이며 이를 프라이싱하기 위해서 여러 기초자산들의 부도간 상호작용을 설명할 수 있는 모델이 필요
- 2000년 데이빗 리는 가우시안 콜라파 함수(Gaussian Copula Function)을 사용하여 설명할 수 있는 확률적 접근 제시하였고 서로 독립적인 회사들의 부도 모형을 결합시켜 동시에 부도 확률 모델링
- CDO 가격측정이 가능해졌고 당시 저금리 상황에서 갈곳 없는 자금들이 CDO 시장으로 몰려들어 엄청난 속도로 성장하게 된 계기
- 2008 서브프라임 모기지 사태로 붕괴하였는데, 부동산 호황 데이터만 고려하여 폭락 시나리오는 고려하지 못했기 때문에 단 하나의 수학 공식이 엄청난 재앙 초래

#### 9) 패트 하간(Pat Hagan), 딥 쿠마르(Deep Kumar), 앤드류 레스뉴스키(Andrew Lesniewski) & 다이애나 우드워드(Diana Woodward):

- 2002년 변동성과 선도금리를 독립변수로 사용하는 SABR모형(Stochastic, Alpha, Beta, Rho) 개발
- 가격결정 방식에 컴퓨터이션 기법인 접근적 근사화(Asymptotic Approximation)를 사용하여 실무적으로 정확하면서 다루기 쉬움
- 접근 분석법(Asymptotic Analysis)은 수치해석 문제를 간단하게 만들어주는 장점이 있고, 이러한 접근을 계량금융 분야의 주류로 자리잡게 한 계기



(a) Black implied volatility surface



(b) Fitted volatility surface (SABR)

([https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/faculty-of-natural-sciences/department-of-mathematics/math-finance/Cheng\\_Luo-thesis.pdf](https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/faculty-of-natural-sciences/department-of-mathematics/math-finance/Cheng_Luo-thesis.pdf))

#### 10) 정리:

"금융공학을 포함한 인류의 역사는 무한루프로 인류가 멈춰하지 않는 한 멈출 일이 없음"

"새로운 문제 가 등장하면 기술적 & 사회적 해결 을 하려 애쓰며 주류가 되다가, 시간이 흘러 결함이 발견 되면 보완하기 위해 새로운 해결법 이 등장하는 무한반복 "

"미래 를 해결하기 위해선 현재의 상태 를 정확히 이해해야 하고, 현재 를 이해하기 위해선 과거의 상태 를 돌아볼 필요"



“수동적으로 대응하기 바빴던 불확실성을,  
금융공학 이런 도구를 사용하여,  
능동적으로 인지 및 측정가능한 리스크로 변화”

## 금융공학 모델링 및 데이터사이언스

### 금융데이터분석의 목표와 도구

#### 0) 모델링(Modeling):

- (비수학적) 모형을 제작 한다
- (수학적/공학적) 어떤 현상 또는 특성을 수학적/정량적으로 표현 하는 과정
- 모델링 을 통해 분석가들은 사회현상이나 시스템특성 을 재현/대응 할 수 있는 수학적 함수로 구현 하고 정교한 변화를 대응 및 반영하기 위해 변수들(Variables) 또는 파라미터(Parameters) 를 통제

#### 1) 목적 및 필요성:

- 인간의 뇌 는 복잡한 현실세계를 파악하는데 근본적인 인지적 한계 존재
- 현실 세계를 좀더 쉽고 직관적 으로 이해하기 위한 추상화 과정 필요

• 금융공학에서의 모델링: 높은 정확도 를 도출하는 고도화 데이터사이언스 방법론 들이 결합되기 때문에 고급 수학(특히 미분방정식), 컴퓨터이션 사용이 필수적

| - | 재무 모델링

(Financial Modeling) | 금융공학 모델링

(Modeling in Financial Engineering) | :---: | :---: | :---: | 도구 | 엑셀(전통적) | 엑셀(전통적)/C++&Python(최근) || 입력 | 기업의 과거성과, 미래상황 가정,

각종 재무제표 데이터 | 과거 성과 재무제표 등을 포함한

비즈니스 전반 의 모든 데이터 || 출력 | 기업의 미래 재무성과 | 미래 재무성과 를 포함한

투자전략, 가치평가, 미래상황 시뮬레이션 || 특징 | 한정된 분야 + 느린 속도 + 낮은 정확도 | 모든분야 확장 + 빠른 속도 + 높은 정확도 |

2) 방향: 금융시장의 현실 문제를 수학적 도구 를 사용하여 우리가 이해할 수 있는 단순한 가상의 모델 로 표현한 후, 다시 역으로 단계별 구축 을 통해 현실세계 를 검증하며 반복하는 무한루프 싸이클 이 바로 역사



3) 목표 달성을 위한 도구: 이런 해결과정을 사람의 말로만 진행할 수 없고 도구 필요





- 효과적인 전투를 위해 토르에게는 물너르 가 캡틴에게는 방패
- 집을 짓는데 망치가 필요하고 요리하는데 칼이 필요
- 인류는 날개도 발톱도 이빨도 없어서 살아남기 위해서 여러 도구를 개발하였고 이를 사용해 찬란한 문명 건설
- 금융공학 그리고 데이터사이언스도 당면한 문제 해결을 위해 다양한 도구(확률, 통계, 컴퓨터, 엑셀, 파이썬 등) 사용

## 가상세계를 활용한 현실세계 해결 예시

"금융시장의 현실 문제를 수학적 도구를 사용하여 우리가 이해할 수 있는 단순한 가상의 모델로 표현한 후, 다시 역으로 단계별 구축을 통해 현실 세계를 검증하며 반복하는 무한루프 사이클이 바로 역사"

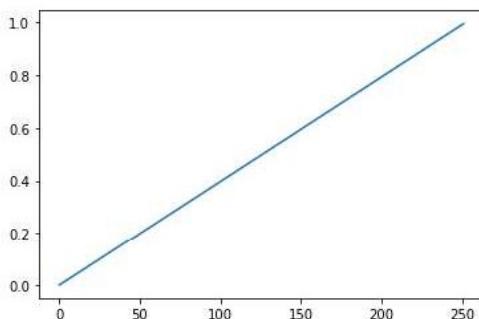


```
In [1]: # 도구 불러오기
import warnings
warnings.filterwarnings('ignore')
import numpy as np
import pandas as pd
import scipy.stats as stat
import matplotlib.pyplot as plt
```

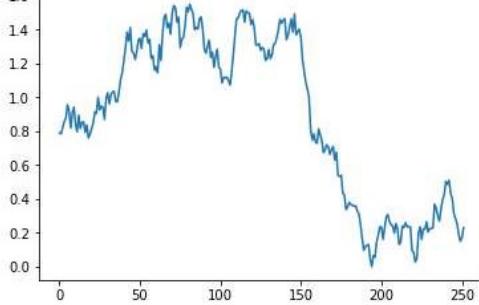
$$dS = \epsilon\sqrt{dt}$$

기초자산의 변화 = 입의 숫자 × 시간변화 반영을 위한 스케일링 변수

```
In [2]: # 내부변수 "시간 데이터" 생성
T = 1
N = T*252
dt = T/N
t = [i for i in np.arange(0,T,dt)]
plt.plot(t)
plt.show()
```



```
In [11]: # 기초자산 "주식(Stock)" 움직임 생성
dS = np.random.randn(N) * np.sqrt(dt)
S = np.cumsum(dS)
S = S - S.min()
plt.plot(S)
plt.show()
```

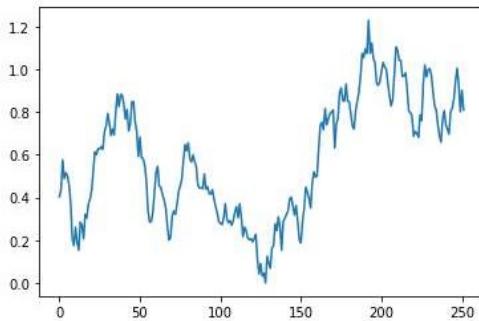


In [20]:

```
# 내부변수를 입력으로 기초자산을 출력으로 하는 할수생성 및 실행
def stock_movement(T):
    N = T*250
    dt = T/N
    dS = np.random.randn(N) * np.sqrt(dt)
    S = np.cumsum(dS)
    S = S - S.min()
    plt.plot(S)
    plt.show()

    return S

T = 1
S = stock_movement(T)
S
```



Out[20]: array([0.40291098, 0.43612543, 0.57616603, 0.48850084, 0.51540617,

```
0.50156568, 0.45826883, 0.37012942, 0.20520508, 0.1748504 ,  
0.26008803, 0.18966076, 0.15320123, 0.28432068, 0.26859918,  
0.2060214 , 0.32035091, 0.30360969, 0.36840497, 0.3920704 ,  
0.43283445, 0.52651278, 0.61357706, 0.60035713, 0.62914192,  
0.62677584, 0.63912204, 0.62582578, 0.7083094 , 0.73354251,  
0.79289299, 0.75101911, 0.68976734, 0.72070527, 0.69318243,  
0.80357568, 0.88503127, 0.82481979, 0.88279637, 0.87875371,  
0.83651875, 0.76760235, 0.81267159, 0.71130452, 0.74423573,  
0.8486449 , 0.84866012, 0.75561526, 0.71130062, 0.59140868,  
0.6825812 , 0.58593354, 0.58136499, 0.54829518, 0.4796851 ,  
0.30904049, 0.20517007, 0.20610095, 0.3291914 , 0.42039914,  
0.51502288, 0.54533978, 0.45305557, 0.4470682 , 0.41264307,  
0.3888866 , 0.35183368, 0.27030064, 0.20106881, 0.21197052,  
0.3118236 , 0.33646549, 0.3210766 , 0.36549943, 0.42803725,  
0.45221833, 0.48499178, 0.57291409, 0.64790224, 0.61846496,  
0.65633692, 0.58155645, 0.56597314, 0.5994173 , 0.56781506,  
0.54268707, 0.45833332, 0.44357764, 0.44529244, 0.44051607,  
0.51017044, 0.43917733, 0.45049228, 0.41729461, 0.4155724 ,  
0.43641488, 0.3933703 , 0.35717663, 0.32909663, 0.28651355,  
0.2802063 , 0.27200875, 0.30422045, 0.37092861, 0.29970121,  
0.28188191, 0.2908678 , 0.26963431, 0.2929095 , 0.33204747,  
0.35775406, 0.3054746 , 0.37079115, 0.30428626, 0.21622932,  
0.2606735 , 0.24437474, 0.20876799, 0.20143244, 0.20671264,  
0.19169513, 0.20734904, 0.22732603, 0.1071867 , 0.04135971,  
0.09082141, 0.03161721, 0.04472772, 0. , 0.12407351,  
0.09216699, 0.06805444, 0.16485705, 0.1734812 , 0.27697129,  
0.24372705, 0.30923009, 0.25942641, 0.15334713, 0.28749419,  
0.30211696, 0.31942572, 0.337933857, 0.39355131, 0.4015013 ,  
0.36111192, 0.31728131, 0.36245295, 0.28708831, 0.20145977,  
0.18782271, 0.286586 , 0.34789095, 0.44796325, 0.42386123,  
0.39570195, 0.35123896, 0.46499487, 0.51973202, 0.49526192,  
0.50180103, 0.62646523, 0.73618413, 0.75223267, 0.71685016,  
0.81745132, 0.7400411 , 0.76498865, 0.79193736, 0.79882611,  
0.80942611, 0.63146052, 0.74524927, 0.77029466, 0.88970277,  
0.91369609, 0.85427754, 0.85107819, 0.93119904, 0.85090763,  
0.84712776, 0.78845417, 0.73472688, 0.7207788 , 0.8068321 ,  
0.85166439, 0.89421057, 0.96565499, 1.07441782, 1.05480366,  
1.09548974, 1.07425386, 1.22899795, 1.07479117, 1.12330068,  
1.05005928, 1.02968971, 0.93591475, 0.92471185, 0.94267696,  
0.98831365, 1.03289095, 1.01111336, 1.00161733, 0.93432522,  
0.87494661, 0.82841446, 0.86145573, 0.97361094, 1.10418797,  
1.0910886 , 1.04331105, 1.04039558, 0.96756819, 0.96910314,  
0.988320205, 0.90327458, 0.80276747, 0.79868991, 0.77906403,  
0.68672921, 0.70864051, 0.70112134, 0.68229448, 0.78672018,  
0.75965515, 0.93823992, 1.02036074, 0.96516629, 0.99902543,  
1.00272469, 0.97248013, 0.89720759, 0.82976009, 0.81030446,  
0.74261148, 0.68942612, 0.65886885, 0.76604214, 0.8068959 ,  
0.74027046, 0.71946527, 0.69724243 , 0.80447097, 0.8182353 ,  
0.8604879 , 0.94409449, 1.00514599, 0.92985168, 0.8019501 ,  
0.90195508, 0.80960637])
```

$$dS = \epsilon \sqrt{dt}$$

기초자산의 변화 = 임의 숫자 × 시간변화 반영을 위한 스케일링 변수

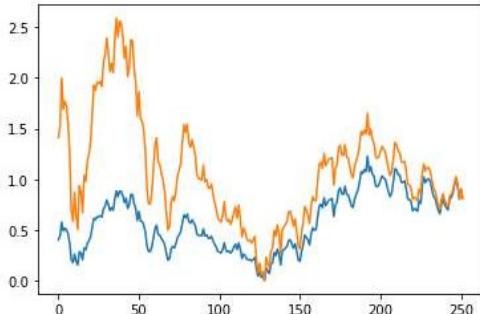
$$F = S_0 e^{(r-d)T}$$

In [23]:

```
# 주식가격을 입력으로 선물가격을 출력으로하는 할수생성 및 실행
def future_price(S, r, d):
    F = []
    for time, S_day in enumerate(S):
        t_remain = S.shape[0] - (time + 1)
        F_day = S.day * np.exp((r-d)*t_remain)
        F.append(F_day)

    return F

F = future_price(S, 0.02, 0.015)
SF = pd.concat([pd.DataFrame(S, columns=['Stock']),
                pd.DataFrame(F, columns=['Future'])], axis=1)
plt.plot(SF)
plt.show()
```



$$dS = \epsilon\sqrt{dt}$$

기초자산의 변화 = 임의 숫자 × 시간변화 반영을 위한 스케일링 변수

$$C = SN(d_1) - Ke^{-rT}N(d_2)$$

$$P = -SN(-d_1) + Ke^{-rT}N(-d_2)$$

(주식을 살수/팔수 있는 권리인 콜옵션/풋옵션 가격)

⇒ "블랙-숄즈 방정식은 1) 구매가, 2) 현재가, 3) 기간, 4) 이자율, 5) 유동성으로 예상 가격을 계산"

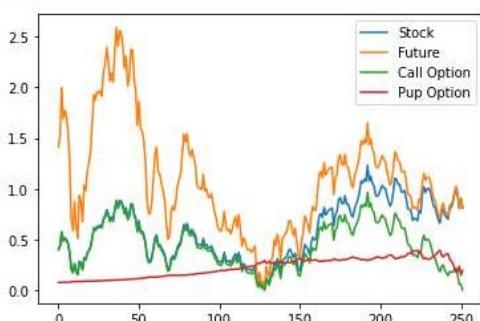
In [24]:

```
# 주식가격을 입력으로 콜옵션&풋옵션을 출력으로하는 할수생성 및 실행
def option_price(S, K, r, sigma, option_type):
    OV = []
    for time, S_day in enumerate(S):
        t_remain = S.shape[0] - (time + 1)
        d1 = (np.log(S_day/K) + (r+0.5*sigma**2) * t_remain) / (sigma*np.sqrt(t_remain))
        d2 = d1 - sigma * np.sqrt(t_remain)

        if option_type == 'call':
            OV_day = S_day * stat.norm.cdf(d1) - K * np.exp(-r*t_remain) * stat.norm.cdf(d2)
        else:
            OV_day = -S_day * stat.norm.cdf(-d1) + K * np.exp(-r*t_remain) * stat.norm.cdf(-d2)
        OV.append(OV_day)

    return OV

C = option_price(S, 1, 0.01, 0.25, 'call')
P = option_price(S, 1, 0.01, 0.25, 'put')
SFCP = pd.concat([pd.DataFrame(S, columns=['Stock']),
                  pd.DataFrame(F, columns=['Future']),
                  pd.DataFrame(C, columns=['Call Option']),
                  pd.DataFrame(P, columns=['Put Option'])], axis=1)
SFCP.plot()
plt.show()
```

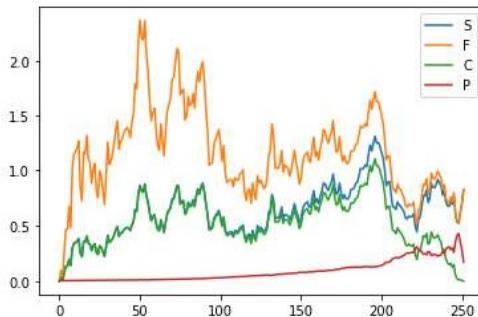
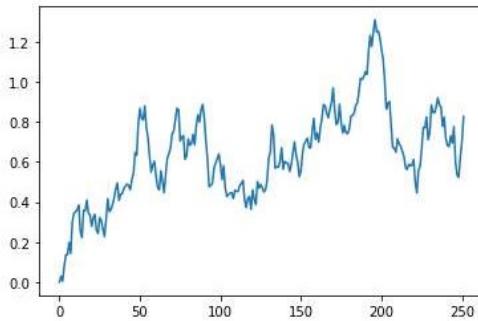


In [27]:

```
# 수십년간 수많은 학자들의 노고로 탄생한 노벨경제학상 결과물을
# 코드 몇줄로 지금 바로 완성 가능!
T = 1
S = stock_movement(T)
F = future_price(S, 0.02, 0.015)
C = option_price(S, 1, 0.02, 0.25, 'call')
P = option_price(S, 1, 0.02, 0.25, 'put')

SFCP = pd.concat([pd.DataFrame(S, columns=['S']),
                  pd.DataFrame(F, columns=['F']),
                  pd.DataFrame(C, columns=['C']),
                  pd.DataFrame(P, columns=['P'])], axis=1)
SFCP.plot()
```

plt.show()



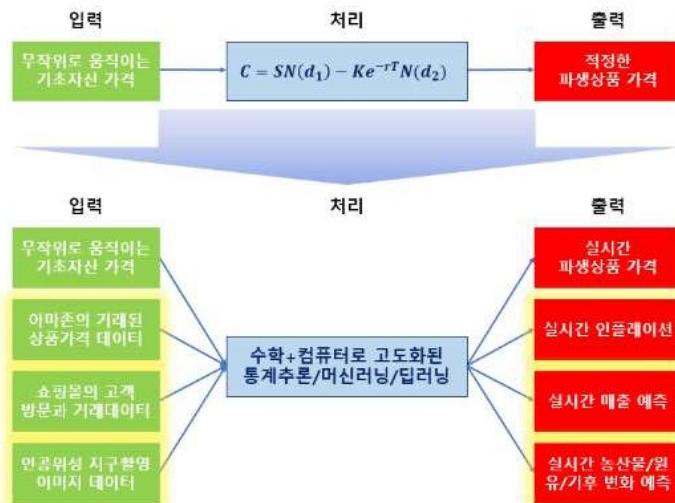
## 빅데이터 및 데이터사이언스 시대

"인터넷과 정보통신, 그리고 관련 기기장치들의 발달로 인간이 남기는 모든 것들이 데이터로 측정되어 저장 되는 시대"

- 투자자들이 방대한 양의 시장 움직임 데이터를 실시간으로 획득 가능
- 아마존에서 판매되는 수백만가지 상품 가격 데이터를 실시간 획득 가능하고 실시간 인플레이션 추정 가능
- 온라인 쇼핑몰의 고객을 방문과 활동들을 모두 데이터로 얻을 수 있고 기업의 매출을 정확하게 추정 가능
- 인공위성의 이미지 데이터들을 통해 농작물 작황 상황, 원유 생산 상황, 기후 변화 상황을 추정 가능

### 0) 비즈니스와 시장의 변화:

- 인플레이션을 알기 위한 월간 CPI, 농작물이나 원유상황을 알기 위한 USDA 농작물 리포트나 주간 원유 출착장비 수, 그리고 매출상황을 알기 위한 소매판매, 도매판매, 분기실적 등의 데이터를 위해 과거에는 오랜시간이 소요되었고 사후적으로 평가되기 때문에 효용이 채감되지 않고 신뢰성도 떨어짐
  - 국가가 발표하는 인플레이션 데이터보다 국민들은 시장에서 이미 체감 함
  - 농작물이나 원유 상황 리포트를 읽기도 전에 이미 가격 폭등을 경험 함
  - 리서치사들이 발행하는 기업들의 비즈니스 현황을 기다리기도 전에 온라인 상에서 기업들의 이슈를 더욱 빠르게 느끼고 있음



- 빅데이터와 컴퓨터 파워 덕분에 투자자/퀀트/분석가들은 더이상 전통적이고 느린 저빈도 데이터가 불필요
- 각종 대체 데이터를 실시간 수집하여 실시간 비즈니스 정보 또는 투자전략 및 의사결정 등을 즉각적으로 반영
- 빅데이터 더미 속에서 의미있는 정보인 숨겨진 보석/인사이트/아이디어를 인간의 직관으로 발견하길 어려워졌으나, 수학과 컴퓨터의 결합으로 고도화 된 머신러닝/딥러닝은 인간의 한계를 넘어 매우 빠르고 의미 있는 결과를 출력

### 1) 빅데이터기반 데이터사이언스 반영을 위한 2가지: 요리를 위한 재료(빅데이터) 준비 및 레시피(통계추론/머신러닝/딥러닝) 연구

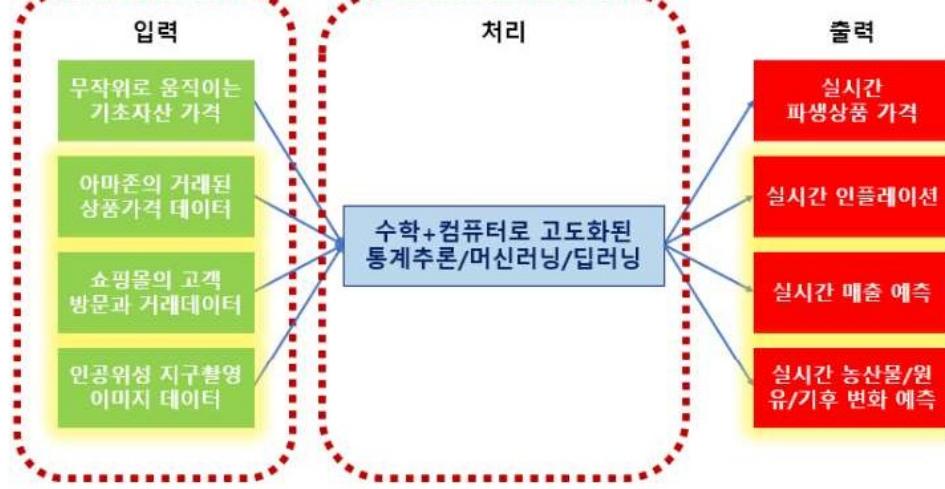
"현재 시장의 상황/트렌드를 면밀히 파악하여 어떤 전략을 생성 할 수 있을까?"

"우리의 전략에 따라 미래에는 어떤 매출이? 또는 어떤 일들이 일어날까?"

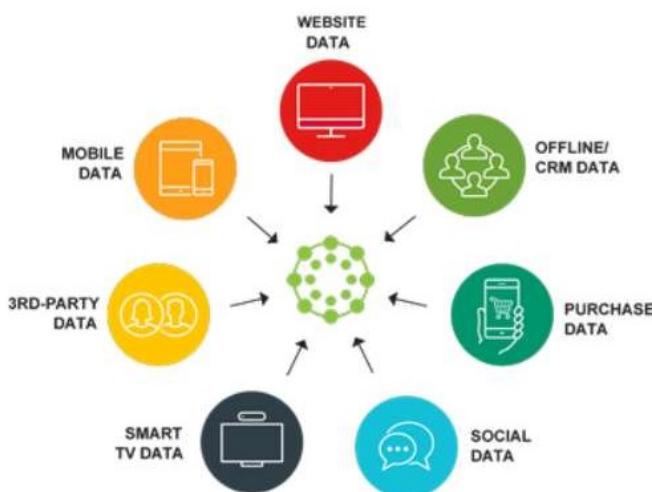
"만약 미래 결과가 좋지 않다면, 지금 무런 어떤 전략으로 방향을 수정 해야 최적의 효과가 나타나게 될까?"

(1) 빅데이터 수집  
(Python)

(2) 분석 방법론 사용  
(Python)



(1) 빅데이터 수집: 시장 트랜드를 가장 빠르게 파악할 수 있는 방법은 실시간 수집되는 다양한 소스의 빅데이터를 온라인 수집하고, 빠른 적용과 활용을 위해 미리 데이터를 전처리 및 가공 필수



(LOTAME / DMP에서 수집 & 분석하는 이용자 데이터 예시)

- Web, CRM, Mobile, IoT, Social, Purchasing, Real-time Log 등 의지만 있다면 다양한 경로를 통해 실시간 고객과 시장 변화 데이터 수집 가능
- 인공위성 이미지, 교통정보, 사물인터넷(IoT) 등 각종 기기장치에서 고객과 사회가 무의식적 행동 및 의사결정 변화 등을 스스로 제공하고 있음
- 소셜 미디어, 평가 및 후기, 검색 기록 등 실시간 고객 의견을 쉽게 확인 가능
- 거래내역, 신용카드 사용기록 등 상품별 수요나 고객들의 현재 행동패턴들로 비즈니스 변화 쉽게 확인 가능
- 사람들을 사회에 적응시키기 위해 오랜시간 교육과정을 운영하듯, 전문학적 가치로 커지고 있는 빅데이터를 다루고 새로운 기술들을 적용하기 위해선 빅데이터를 사람이 이해할 수 있게 미리 처리/가공 필요하고 단기간 수집이 어렵기 때문에 오랜기간 인내심을 가지고 수집 필요

(2) 분석 방법론 사용: 수집된 빅데이터에서 보석을 찾기 위한 통계추론/머신러닝/딥러닝 등을 활용하여 분석할 수 있는 능력

"수집한 데이터가 많을수록 더욱 정확하게 고객과 시장의 트렌드를 추적 할 수 있지만, 모든 데이터를 하나하나 다 들여다볼 수는 없는 노릇"

경험 및 직감 → 데이터집계 → 통계추론 → 기계학습/딥러닝

- 데이터집계(Cross Table):

		What is Your Favorite Baseball Team?			
Cross tabulation Frequency Percent		Toronto Blue Jays	Boston Red Socks	New York Yankees	Row Totals
Boston, MA		11	33	7	51
Row Percent		21.57%	64.71%	13.73%	34.93%
Expected Value		19.56	20.96	10.48	
Cell Chi-Square		3.75	6.92	1.16	
Computations:					
Expected Value		(.3836*51)	(.4110*51)	(.2055*51)	
Cell Chi-Square		(11-19.56)^2/19.56	(33-20.96)^2/20.96	(7-10.48)^2/10.48	
Montreal, Canada		23	14	9	46
Row Percent		50.00%	30.43%	19.57%	31.51%
Expected Value		17.64	18.90	9.45	
Cell Chi-Square		1.63	1.27	0.02	
In What City Do You Reside?	Computation of Cell	Column total percent	Column total percent	Column total percent	
	Expected Value	(.3836*46)	(.4110*46)	(.2055*46)	
	Cell Chi-Square	(23-17.64)^2/17.64	(14-18.90)^2/18.90	(9-9.45)^2/9.45	
Montpiliar, VT		22	13	14	49
Row Percent		44.90%	26.53%	28.57%	33.56%
Expected Value		18.79	20.14	10.07	
Cell Chi-Square		0.55	2.53	1.54	
	Computation of Cell	Column total percent	Column total percent	Column total percent	
	Expected Value	(.3836*49)	(.4110*49)	(.2055*49)	
	Cell Chi-Square	(22-18.79)^2/18.79	(13-20.14)^2/20.14	(14-10.07)^2/10.07	
Column totals		56	60	30	146
Column Percent		38.36%	41.10%	20.55%	100.00%

The sum of all cell Chi-Square Values =	Table Chi-Square:	19.35
Degrees of Freedom = (# Rows -1)*(# Columns -1) = (3-1)*(3-1) =		4
Chi-Square Probability of Independence is not computed here, but can be looked up from a Chi-Square probability table for		
19.35 and 4 df = .00067		0.00067

(<https://www.qualtrics.com/au/experience-management/research/cross-tabulation/>)

Stub: Receptionist made you feel special

	Location						
	Total	Australia	Canada	Ireland	New Zealand	UK	USA
Total Count	5512	701	523	569	399	1091	2229
Extremely satisfied	47.6%	46.4%	49.3%	47.6%	51.6%	48.1%	46.5%
Moderately satisfied	13.9%	12.8%	11.3%	15.8%	13.0%	15.1%	14.0%
Slightly satisfied	14.5%	15.5%	13.4%	13.0%	13.3%	14.0%	15.3%
Neither satisfied nor dissatisfied	14.4%	15.3%	14.9%	12.8%	13.0%	13.5%	15.0%
Slightly dissatisfied	5.5%	5.8%	7.3%	5.8%	5.0%	5.0%	5.1%
Moderately dissatisfied	2.3%	2.1%	2.1%	2.1%	2.0%	2.9%	2.1%
Extremely dissatisfied	1.9%	2.0%	1.7%	2.8%	2.0%	1.3%	2.0%

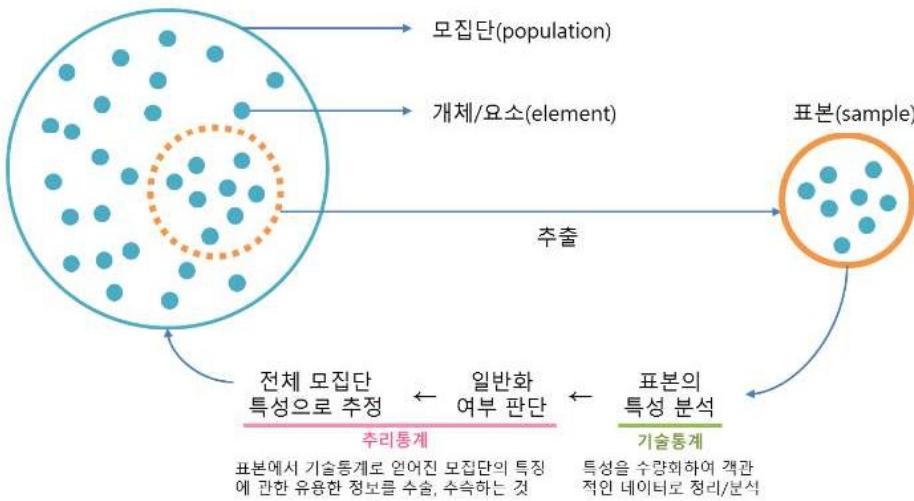
(<https://www.qualtrics.com/design-xm/cross-tabulation/>)

Age of the Respondent		Highly Dissatisfied	Dissatisfied	Partially Satisfied	Satisfied	Highly Satisfied	Total	Mean	S.D
25 & below	06 (3.5%)	25 (14.7%)	32 (18.8%)	86 (50.6%)	21 (12.4%)	170 (100%)	3.5353	1.0038	
26-35	08 (5.6%)	9 (6.3%)	21 (14.7%)	90 (62.9%)	15 (10.5%)	143 (100%)	3.6643	0.949	
36-45	05 (5.7%)	18 (20.7%)	16 (18.4%)	43 (49.4%)	05 (5.7%)	87 (100%)	3.2874	1.0444	
46-55	00 (0.0%)	09 (12.3%)	32 (43.8%)	28 (38.4%)	04 (5.5%)	73 (100%)	3.3699	0.7729	
56 & above	09 (20.0%)	06 (13.3%)	10 (22.2%)	10 (22.2%)	10 (22.2%)	45 (100%)	3.1333	1.4397	
Total	28 (5.4%)	67 (12.9%)	111 (21.4%)	257 (49.6%)	55 (10.60%)	518 (100%)			

(Source: Computed through primary data collected)

(Measurement Of Customer Satisfaction On Demographic Variables Of Banking Sector In National Capital Region - An Empirical Analysis)

- 정량적인 하위 집단의 특성을 파악하기 위해 2차원 형식으로 데이터를 요약하는 것
- 데이터집계는 다차원의 특성을 2차원으로 축약하여 해석하기 때문에 해석이 왜곡될 수 있고 자의적인 해석이 가능하도록 조작도 가능하며, 과거 특정 시점에서의 특성 스냅샷(Snapshot)이기 때문에 사실 현재와 미래에는 맞지 않는 해석을 가능성 높음
- 최근에는 통계주론/기계학습/딥러닝을 사용하기 위한 데이터 전처리 용도 또는 보고서 작성 용도로만 사용하는 편
- 통계주론(Statistical Inference): 소수의 데이터를 통해 다수의 정보를 추정



(<https://www.playnexacro.com/#show:techtip:268>)

- 적은 비용과 시간으로 전체 시장의 변화를 파악하는데 도움 (ex. 출구조사)
- 실제 비즈니스 제도, 전략 또는 의사결정을 생성하거나 변경할 때는 통계주론으로 거시적 변화도 필요하지만 미시적 고객 변화가 더욱 중요
  - 어떤 고객의 보험 가입을 승인?
  - 어떤 프로모션이나 이벤트가 고객들의 반응을 높일지?
  - 특정 상품이 어떤 조건에서 잘 팔리는지?
  - 비용을 최소화하기 위해 재고량을 얼마나 확보?
  - 제조 공정상 데이터로 불량품 검출?
- 기계학습(Machine Learning)/딥러닝(Deep Learning): 데이터집계나 통계주론으로 분석하기 까다로운 방대하고 복잡한 데이터를 효과적으로 분석하여, 빅데이터 속에 숨겨진 인간이 발견하기 힘든 다양한 고객과 시장의 변화 패턴 포착

STATISTICS

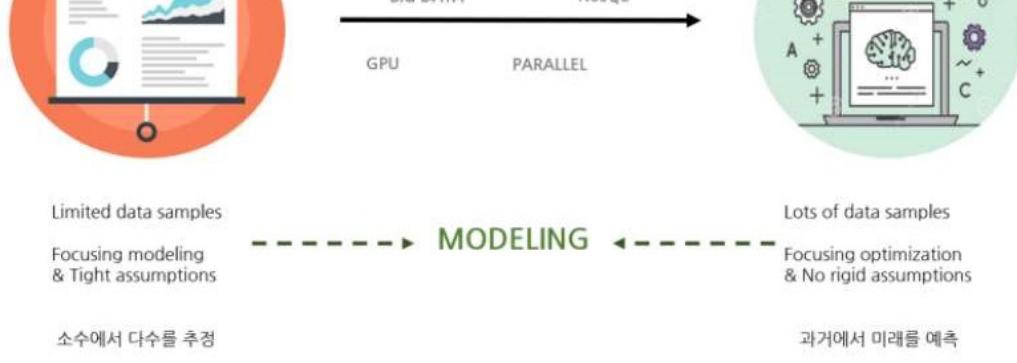


BIG DATA

MACHINE LEARNING



NoSQL

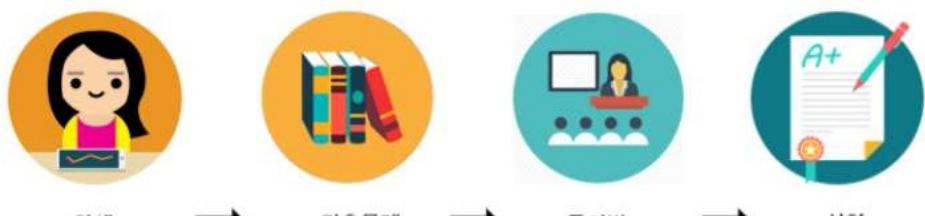


(루이, 다빈치랩스)

"어떤 문제가 나와도 당황하지 않고 시험을 잘 보기 위해서는..."

- 작년도 기출문제(스몰데이터)가 도움이 될 수 있지만 문제의 특성과 범위가 매년 달라질 수 있으니 과거 20년치처럼 많은 기출문제(빅데이터)를 학습하는 것이 좋을 수 있습니다.
  - 많은 기출문제를 풀어서 단순히 정답을 통째로 학습(데이터집계 or 통계추론)하는 것도 좋을 수 있지만, 적은 기출문제라도 풀이 방법과 과정을 학습(기계학습)하면 새로운 문제도 잘 풀어 시험을 잘 풀수 있습니다.

Human Learning



Machine Learning



(루이. 다빈치랩스)

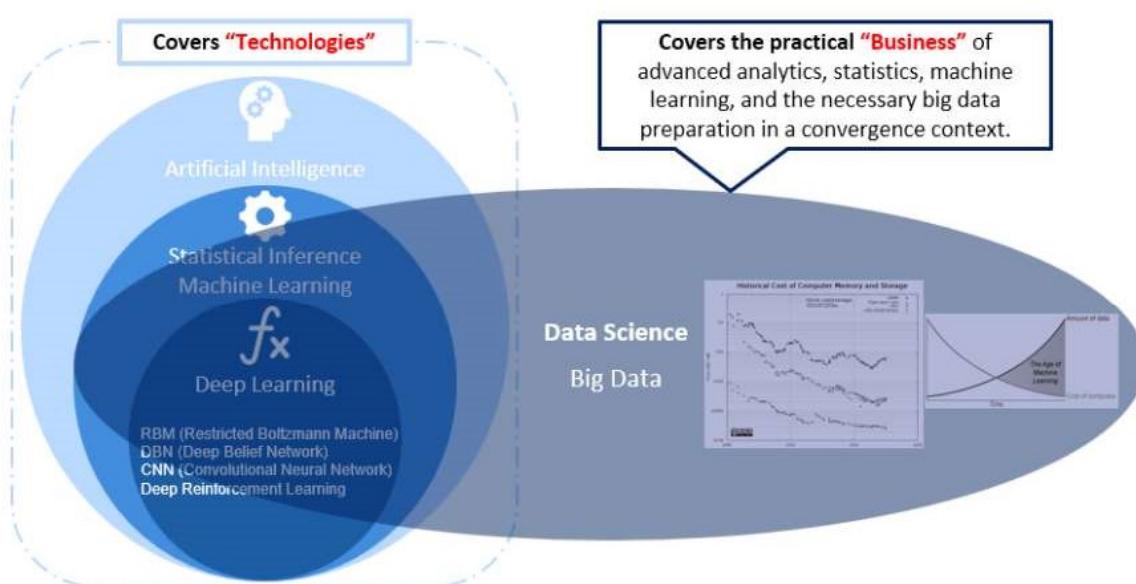
- 인간의 암기력(빅데이터)은 물론이고 학습방식(통계추론/기계학습/딥러닝)을 모방한 수리통계와 컴퓨터의 융합으로 개발된 알고리즘 기술을 사용하여 시험문제 해결

| 인간/엑셀 | 알고리즘 기술 |

|---|---| 스몰데이터 | 빅데이터 | 느린정리 | 빠른정리 | 비정확한정답 | 정확한정답 |

- 인간이나 데이터정리 도구인 엑셀과 달리 알고리즘 기술은 고도화되어 통계추론/머신러닝 → 딥러닝 → 인공지능으로 발전중

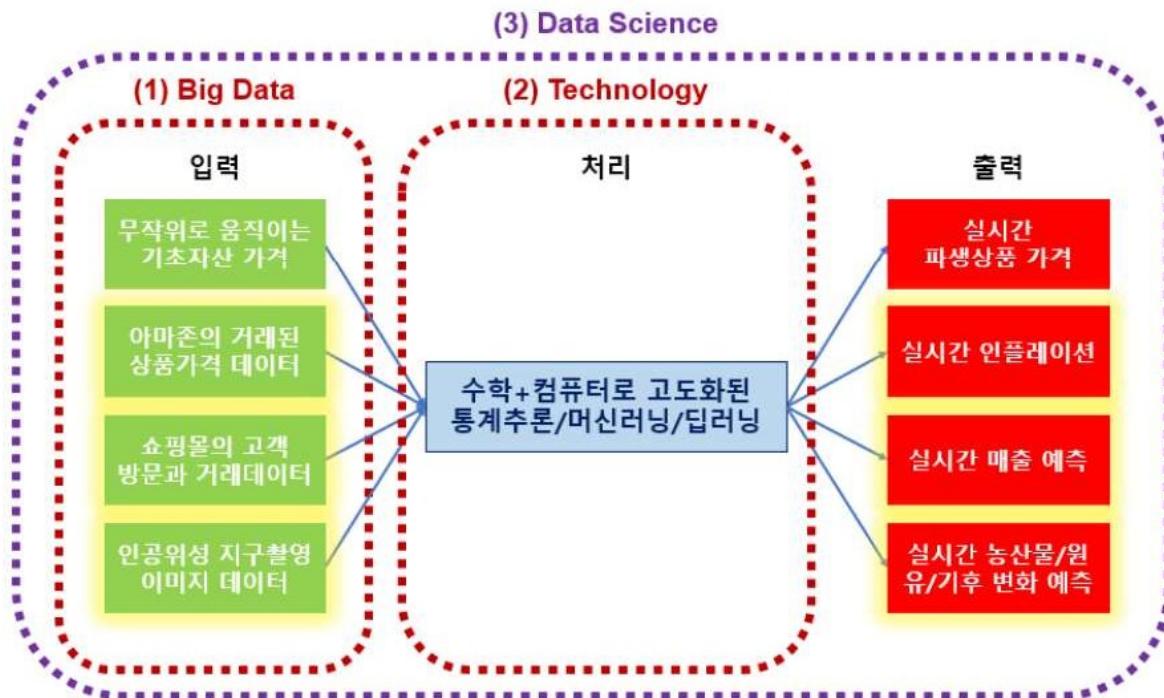
- **Artificial Intelligence:** algorithm or technology which enables computers to behave like a human.
  - **Data science:** an convergence application or business that has skills used in various fields (AI, ML, DL).
    - Enables to find meaning and appropriate information from large volumes of data
    - Use data for making key decisions in business, science, technology, and even politics



## 2) 데이터사이언스(Data Science):

"데이터사이언스는 빅데이터를 활용하는 것으로 알고리즘 기술을 사용하여 기계에게 데이터에서 패턴을 학습 하도록 하여 인간을 대신하여 문제를 해결"

"데이터사이언스를 통해 고객과 시장의 변화를 실시간으로 분석하여 기업의 성장 및 제품 품질 향상에 도움이 되는 의사결정 전략 적용 가능"



- 비즈니스와 인류는 신중한 결정을 내리는 데 도움이 되는 데이터가 필요하고 원시데이터에서 의미 있는 통찰력을 파악하기 위해 데이터과학 필요
- 데이터사이언티스트/매널리스크/분석가 등은 데이터를 사용하여 마법을 만드는 방법을 아는 마법사 어떤 데이터에서는 의미 있는 정보(인사이트)를 캐내어 비즈니스 또는 인류의 삶을 올바른 방향으로 도움을 줌
- 빅데이터 전문가는 방대한 양의 데이터를 수집, 처리, 관리하며, 데이터사이언티스트는 데이터를 분석, 시각화, 통찰력, 스토리텔링 등으로 신뢰성 높은 설득 진행
- 아직은 인간 능력 일부분만이 알고리즘 기술을 갖춘 자동화 기술 또는 로봇이 대체하고 있지만 빠르게 영역을 넓히는 중 (인간은 말도 많고 탈도 많고 합리적이지 않으나 기계는...)

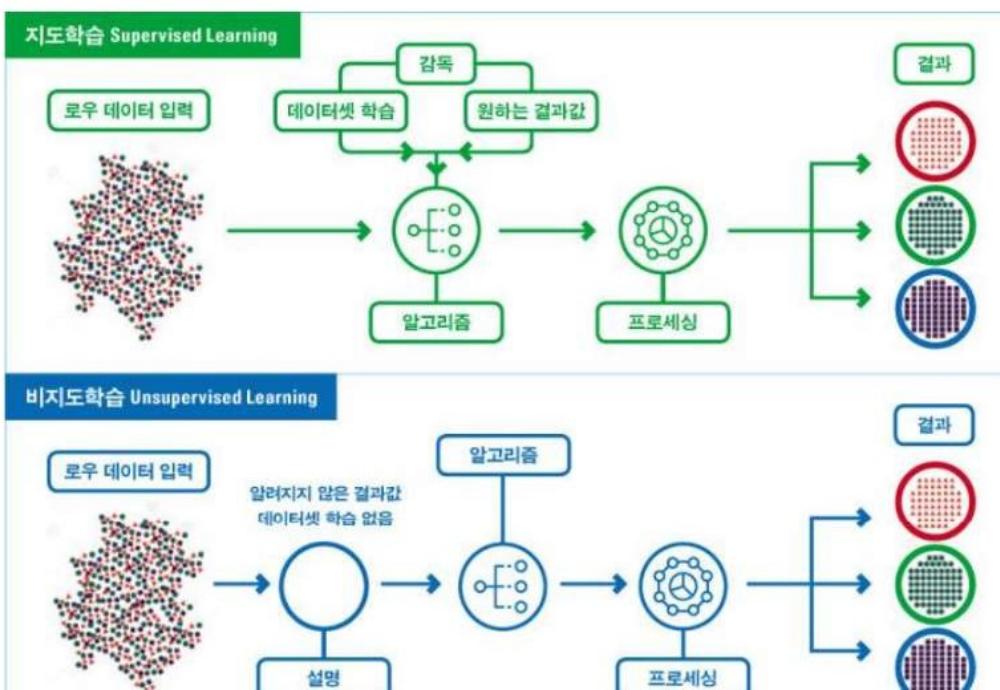
## 데이터사이언스 활용사례

"데이터 사이언스는 오늘날 가장 인기 있는 분야"

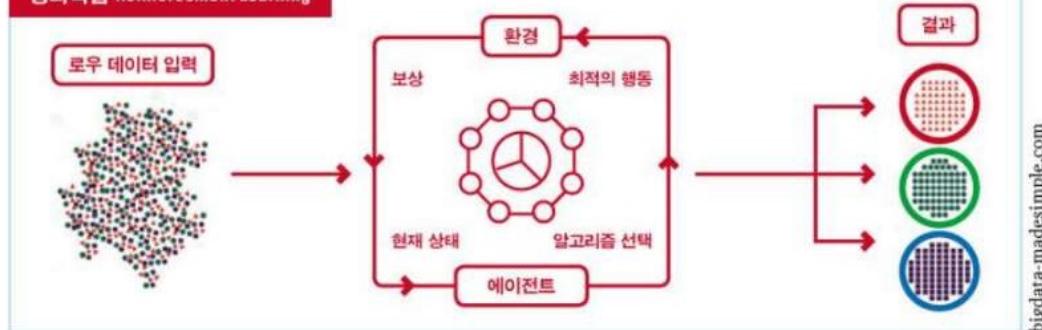
"데이터는 어디에나 기하급수적인 속도로 생성되고 있으며 다양한 정보/통찰력을 포함"

### 0) 어떤 걸 풀수 있는가?

- 전체적으로 지도학습/비지도학습/강화학습 이라는 3가지 종류의 알고리즘으로 해결중



## 강화학습 Reinforcement Learning

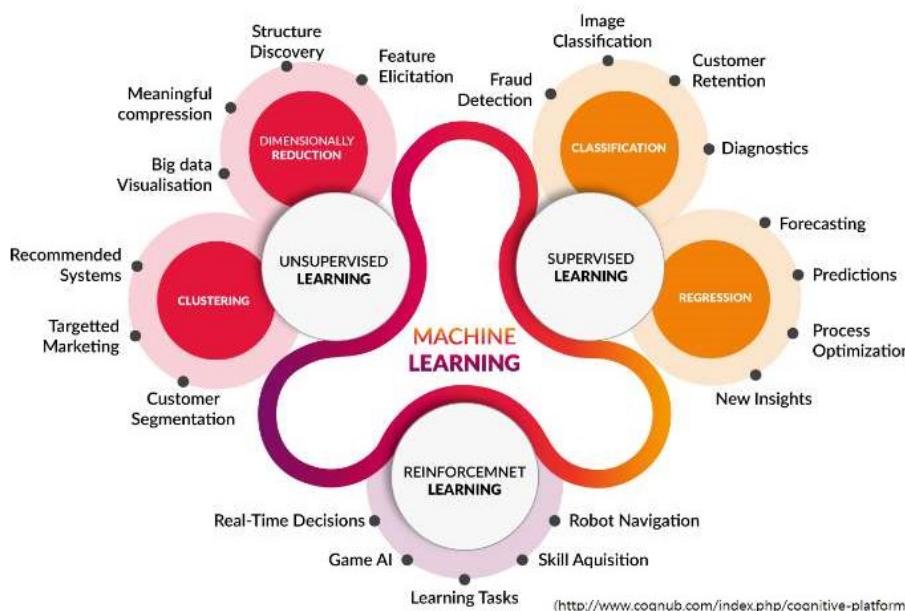


bigdata-madesimple.com

- 각 알고리즘은 인간이 해결하고 싶어하는 특정 세부문제 맞춤해결 방식으로 진화중

| 알고리즘 종류 | 해결문제 종류 | 해결 예시 | 지도학습 알고리즘 | 예측문제 | 주관식 문제의 숫자형태의 정답을 해결 ||| 분류문제 | 객관식 문제의 보기를 중정답을 해결 || 비지도학습 알고리즘 | 군집문제 | 시험문제에 어떤 유형들이 있는지 해결 ||| 차원변환문제 | 시험문제의 풀이법을 다양한 관점으로 변환 || 강화학습 알고리즘 | - | 공교육/사교육 없이 스스로 지도학습/비지도학습 문제를 해결하고 오답노트도 스스로 만들고 학습하여 성적을 계속 끌어올림 |

### 1) 예시 사례 5종:



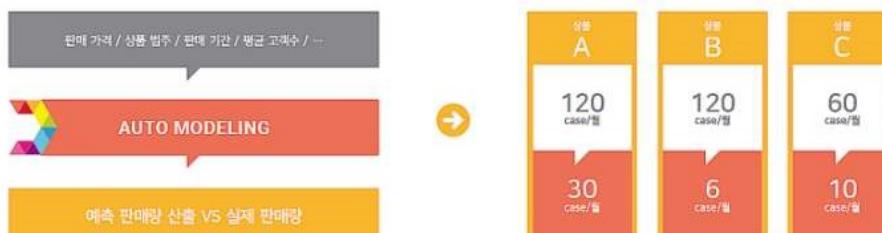
(http://www.cognub.com/index.php/cognitive-platform/)

#### (1) 지도학습 예측문제: 예측 타겟이 명확한 숫자 추정

### 상품의 시험 판매를 통한 실제 판매량 예측

우리는 편의점 사업을 운영하고 있습니다. 전통적으로는 시험 판매를 통해 판매량을 예측했지만 일부 상품에서는 테스트와 실제 판매량에 오차가 극심했습니다.  
앞으로는 정확한 예측을 통해 재고 비용과 운송비용을 최적화하고 싶습니다.

#### 분석과정

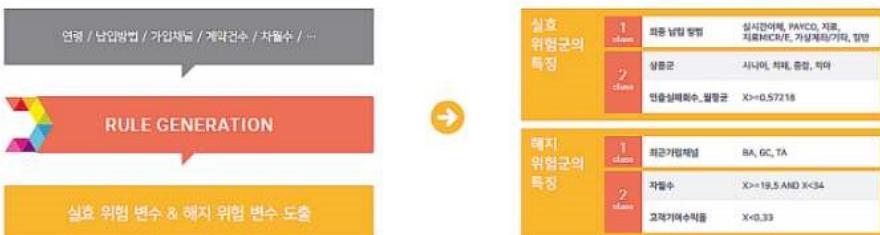


#### (2) 지도학습 분류문제 분류 타겟이 명확한 그룹 추정

### 보험분야 계약 이탈 위험이 높은 고객 집단의 판별

장기보험 분야에서 유지율을 개선하기 위해서 실효 위험성과 해지 위험성이 높은 고객의 특성을 살펴보고 싶은데,  
몇 년 간 해당 상품을 계약했던 고객 이력을 바탕으로 계약 이탈과 관련이 높은 특징을 찾아낼 수 있을까요?  
위험 고객을 세그먼팅하여 맞춤형 대응을 하려고 합니다.

## 분석과정



(3) 비지도학습 군집문제: 특징을 규명하기 힘든 기존과 다른 이상 행위/패턴 추정

## 금융 거래 내역 분석을 통한 부정 사기 행위 탐지

기존에 사기 행위로 판별된 행위들은 이미 시스템에 적용시켜 두었으나  
최근 신종 사기 행위가 발생하면서 기존의 시스템으로는 탐지가 안되는 문제가 있었습니다.  
실시간으로 거래 행위를 분석하여 위험 가능성을 점수로 산출할 수 있다면 사고를 사전에 예방할 수 있을 겁니다.

## 분석과정

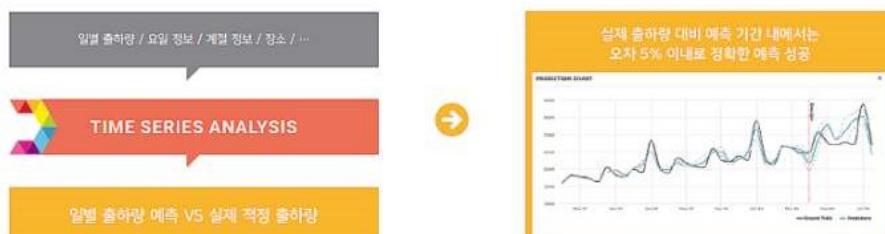


(4) 실제 비즈니스 적용: 현실에는 멀티버스나 닉터스트레인지가 없기 때문에, 시간흐름을 반영하여 지도학습/비지도학습/강화학습 사용하여 문제 해결

## 유통 기업의 향후 10일동안 일자별 출하량 예측

음식은 유통기한을 고려하여 적절한 재고량을 예측하는 것이 중요하는데, 제조업체와의 리드 타임, 배달 시간 등을 고려하면서 많은 어려움이 있었습니다. 재고량이 과다하면 폐기량이 증가하며, 재고량이 부족한 경우 큰 손실로 이어질 수 있기 때문에 상품마다 일별로 정확한 예측을 하는 것이 중요합니다.

## 분석과정



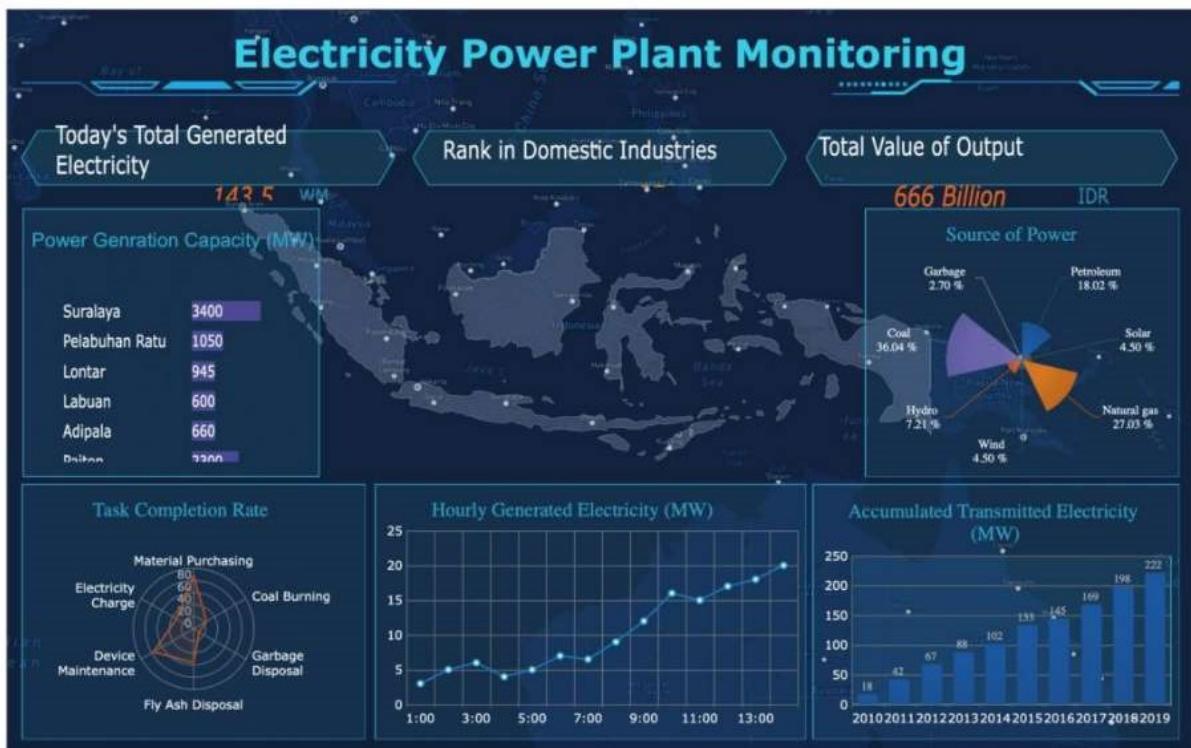
(5) 실제 비즈니스 적용: 현실에는 모든 알고리즘 방법론을 모든 업무 과정 내 반영되어 유기적으로 교류하며 효율화/고도화 달성



(루이, 다빈치랩스)

## (1) 실시간 분석

- 과거에는 데이터 처리를 실시간으로 할 수 없었고 그럴 필요도 없었으나, 비즈니스 경쟁력을 높이기 위해 실시간 데이터를 확보해 현황을 파악해야 하는 문제가 생겼으며, 기술의 진보를 통해 가능해짐



(FineReport)



(<https://www.octoboard.com/dashboards/e-commerce-analytics>)

## (2) 소비자 분석

- 점점 생산자 중심에서 소비자 중심으로 비즈니스가 확산되고 있고, 소비자의 개인화 분석이 주 업무였던 서비스분야를 벗어나 다양한 비즈니스 영역에서도 활용하기 위해 애쓰고 있고, 데이터사이언스를 통해 소비자 행동으로부터 정보를 얻어 적절한 의사결정 가능해짐





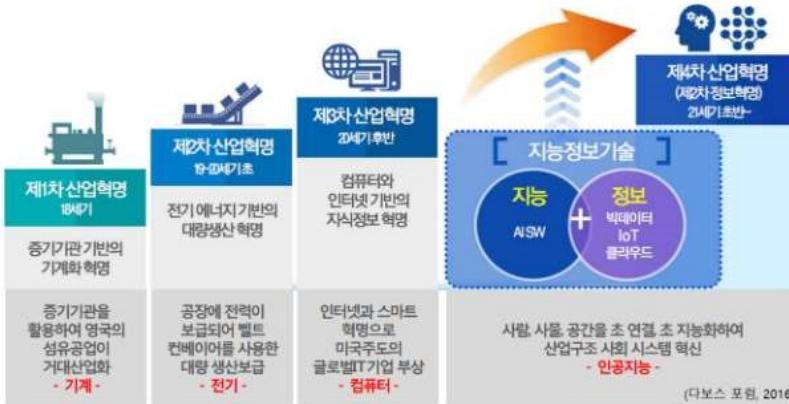
(<https://www.pointillist.com/blog/how-to-successfully-implement-customer-journey-analytics/>)

### (3) 비즈니스 운영 효율화

- 기업들은 디지털전환을 통해 비즈니스 운영방식을 완전히 바꾸었음
- 말, 의지 기반 업무방식에서 정량화된 수치를 제시하지 못하는 의견은 받아들이기 어려움
- 고객의 필요에 따라 차별화된 서비스를 제공하기 위한 비즈니스 방향 전환
- 미래 위험 관리를 통해 전략적 의사결정 및 기업의 신뢰성과 보안 강화

## 데이터사이언스를 알아야 하는 3가지 이유 및 현실

### 1) 미래의 시장과 우리의 삶의 방식 더 나은 방향으로 변화



- 새로운 형태의 산업혁명에 따라 기존의 구체제들이 몰락해왔던 역사적 사이클처럼 구시대적 데이터를 과거의 유물로 취급하게 될 것이고 빅데이터는 점점 더 정형화된 모습을 갖추게 될 것
- 분석가들은 고빈도 데이터를 찾기 위한 끊임없는 노력을 하게 될 것이고, 기존의 전통적 데이터를 개량하거나 보강하기 위한 시도를 계속할 것
- 빅데이터와 데이터사이언스가 야기할 업계 내의 변화는 매우 크고 광범위할 것으로 예상
- 데이터 자체가 비즈니스를 위한 새로운 연료로써 작용하고 데이터 없이 어떠한 의사결정도 내릴 수 없는 시대
- 점점 더 많은 투자자들이 새로운 형태의 대체 데이터를 받아들이게 될 것이고 시장은 지금보다 더 빠르게 반응하게 될 것
- 새로운 형태의 데이터와 분석 방법론을 배우고 받아들이려는 분석가들에게 보다 나은 우위를 제공하게 될 것

코로나19로 인한 비대면 일상이 '뉴노멀(New normal)'로 사회 전반에 확산되면서 개인 및 사회의 일상에 큰 변화를 가져다 줄 것으로 예상하고 있으며, 이에따라 21년에는 업무 공간 생활을 중심으로 사회 변화가 촉진될 전망

### 비대면 생활의 장기화는 비대면 서비스를 발전시켰고, 공동체의 역할 강화 및 일부 민주화의 실현 등 잇따른 효과 촉진

#### 언택트 라이프 스타일

물리적 거리를 유지하는 언택트 일상이 생활화되면서 소비자니즈에 맞춰 산업도 언택트 서비스 창출  
※ 키오스크, 드론, 드라이브 스루, 배달, VOD 플랫폼 등으로 일상 전반을 비대면 환경으로 전환 가능

#### 디지털 콘텐츠

문화 콘텐츠의 인터랙티브 플랫폼이 더 종사하면서 디지털 문화 콘텐츠 인기  
※ OTO 시장의 콘텐츠 A정 선도, 새로운 문화 경쟁 등으로 부가 가치 상승

#### 온라인 쇼핑

비대면 소비 트렌드에 적극적으로 대응한 기업들이 생존할 가능성이 높고  
새로운 비대면 서비스 트렌드로 새로운 가치 창출 전망  
※ 코로나19 이후 세계는 평균 47% 온라인 소비 시장이 증가, 한국은 29% 수준으로 증가

#### 개별 식사 증가

가정 내 식사 빈도 증가하면서 외식 및 단체식사 감소  
※ 식료품의 생산 가공 유동 단계로부터 부드러운 혁신 발생

### 디지털 기술의 영향과 불확실성에 대한 기업의 대응 문제가 서로 얹히면서 새로운 모습의 업무환경 만들 것으로 전망

#### 재택근무 증가

코로나19가 재택근무를 강제적으로 시도하게 됐으나, 이후에도 일상으로 받아들여져면서 관련 장비의 수요도 증가  
※ 리모드와 디자일 전환으로 스마트워크 창비를 수출 유망 품목으로 선정

#### 화상회의 증가

업무공간은 더 이상 사무실에 국한되지 않게 되면서 개인은 자유롭고 능률적인 근무환경에서 노동  
※ 웨비나(Wearna)의 보편화

#### 비정규직증가

불확실성에 대한 대비와 비용 절감 등의 이유로 비정규직 전진 및 계약직 채용이 많아질 것  
※ 기업은 고용의 유연성을 확보하여 위험에 대비하려고 할 것이기 때문에 각 이고노마 회대 전망

#### 디지털 인력 증가

데이터, 인공지능 및 소프트웨어 등을 통한 고액 가치 실현을  
할 수 있는 인력을 글로벌 기업들이 중요시 할 것

※ 디지털 언택트 비즈니스의 중요성은 더욱 증가됨 것 같고

전세계 기업의 20%가 디지털 부서를 만들 것이다의 예상



#### 스마트 인프라 도입

물리적 공간을 넘어서 스마트 인프라 도입  
※ 서울수영장, 스트리트 그로시티, BC 등의  
인프라 도입 가속화

#### 가상현실 도입

가상현실로 공간의 한계를 극복하고  
다양한 체험으로 창작적 체험에도 적절한 역할 기대  
※ 가상현실로 소재의 고립감 해소

#### 홈코노미

뉴노멀 시대에서 집이 중요해지면서 일상의 모든 산업이 '집'이라는 공간을 기반으로 하는 가상현실공간에서의 교육  
※ 코로나19로 인해 같은 필요성에 대한 사회적 공급과 형성

### 홈코노미 산업의 성장은 '집'으로의 공간 변화를 가져왔고, 인프라 구축과 가상현실의 발달로 '공간'의 재정의가 필요해질 전망

(디지털전환의 가속화 이유인 미래 사회 변화 전망)

- 우리는 대략적인 데이터가 어떻게 의미 있는 제품으로 전환되는지를 배워야 하며 내포된 도구와 기술을 활용한 분석방법을 배워야 함
- 빅데이터 & 데이터사이언스는 각종 자선 및 사회조직이 데이터를 활용해 효율적인 이익생성으로 기부나 봉사력을 높이고 있음
- 의료단체는 의사들이 환자의 긴강 상태를 더 잘 파악할 수 있도록 데이터를 활용
- 많은 사람들이 인터넷과 상호작용하면서 더욱 많은 데이터를 스스로 만들어내고 데이터 지식 습득이 필수조건이 된 세상이기 때문에 데이터사이언스는 미래의 일반화된 직업이 될 것

## 2) 국가 및 기업의 발전 동력

- 21세기에 데이터 사이언스는 발전을 촉진하는 새로운 동력으로 금융경제 및 비즈니스 전반에서 일반적인 분석 도구로 자리매김

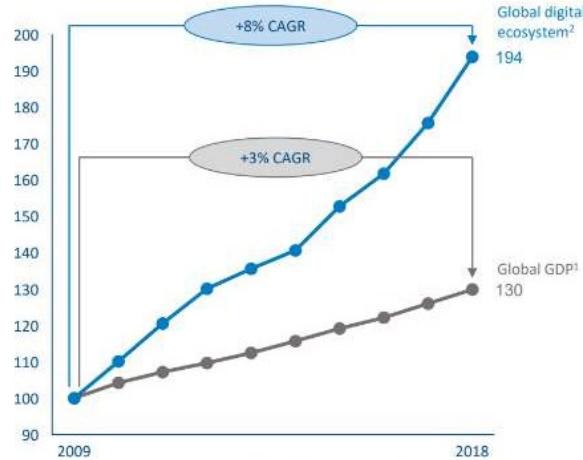


Note \*) ICT Patrons can produce and consume as well

## Revenues of the digital ecosystem vs. GDP<sup>1,2</sup>

World, 2009–2018, base 100 in 2009

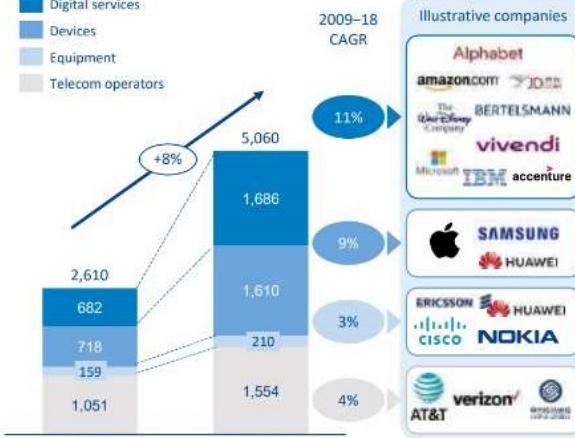
World, 2009–2018, base 100 in 2009



## Revenues of the digital ecosystem by segment<sup>3</sup>

World, 2009–2018, USD Bn<sup>4</sup>

World, 2009–2018, USD Bn<sup>4</sup>



Source: Thomson Reuters, World Bank, Arthur D. Little; Note 1: GDP based on purchasing-power-parity growth of regions captured in the digital ecosystem (same scope); Note 2: Digital ecosystem: top 30 players by 2018 revenues in each category; Note 3: Top 30 per category by 2018 revenues; Note 4: Constant USD

(디지털생태계에 따른 국가의 수익구조 진화)

- 기업들은 그들의 실적을 항상 시켜 그들의 업무 효율성을 증가시키고 그들의 고객에게 더 좋은 제품 및 서비스를 제공
    - 퀀트 투자자들뿐만 아니라 기존의 펀더멘털 방식의 투자자들 에게도 이러한 머신러닝은 필수적인 스킬셋 이 되어가고 있음
    - 위험 프리미엄, 주체주종, 주식 룽숏과 같은 각종 계량투자전략(Quantitative Investment Strategies) 들은 다른 누구보다 머신러닝 도구 및 방 법론들을 빠르게 받아들임
    - 단기 분석에선 이미 사람이 말고 있는 역할은 거의 없는 상황이고 중기 분석도 그 영향력을 넓히며 사람보다 우위에 있음
    - 사람은 할 수 있지만 기계는 매우 빠르게 뉴스 기사와 트위터를 분석하고, 각종 데이터를 처리하며, 웹사이트를 실시간 스크래핑하고 즉각적으로 이를 반영해 의사결정 하기 때문
  - 전통적 제조업인 자동차 업계조차 자동차 자율성과 안전성 제고를 위해 데이터를 활용
  - 매출을 극대화하기 위해 매출 배후에 있는 데이터를 철저히 분석해 고객의 구매 패턴을 파악하고, 그들의 조언을 활용해 제품을 개선하는 데이터사이언티스트 필요

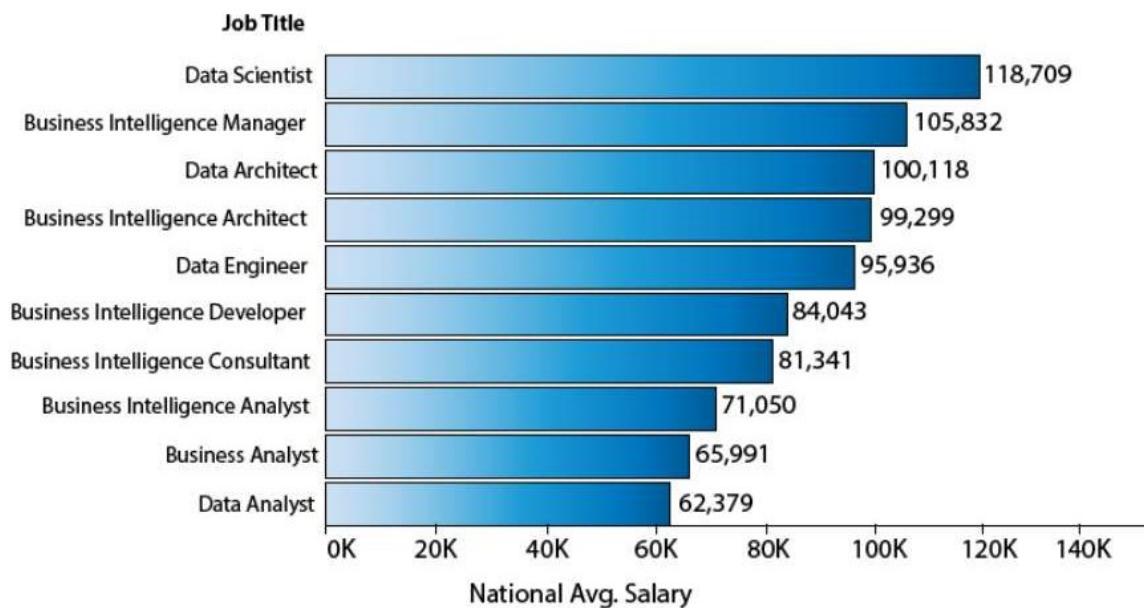
2021년은 코로나19로 인한 디지털 수요가 급증하면서 ICT 산업 전반에 호재로 작용할 것으로 보이며, 신기술·신산업의 도입으로 디지털 전환이 가속화될 전망이다.



(디지털전환의 가속화 이율인 미래 기업비즈니스 전망)

### 3) 고임금직업 및 필요수요

- Glassdoor의 연구에 따르면 데이터 사이언티스트의 평균 연봉은 117345달러로 평균인 44564달러보다 약3배 높은 수준
- 데이터 사이언스는 통계학·수학·컴퓨터과학 등 몇몇 분야에서 숙련과 지식을 요구하기 때문에 데이터 사이언티스트의 가치는 시장에서 높음
- 데이터 사이언티스트는 기업에서 중요한 역할을 담당하기에 전문지식과 데이터를 바탕으로 기업을 효율적이고 올바른 방향으로 향해하도록 가이드를 하기 때문에 고임금에도 수요 높음



(<https://www.finereport.com/kr/>)

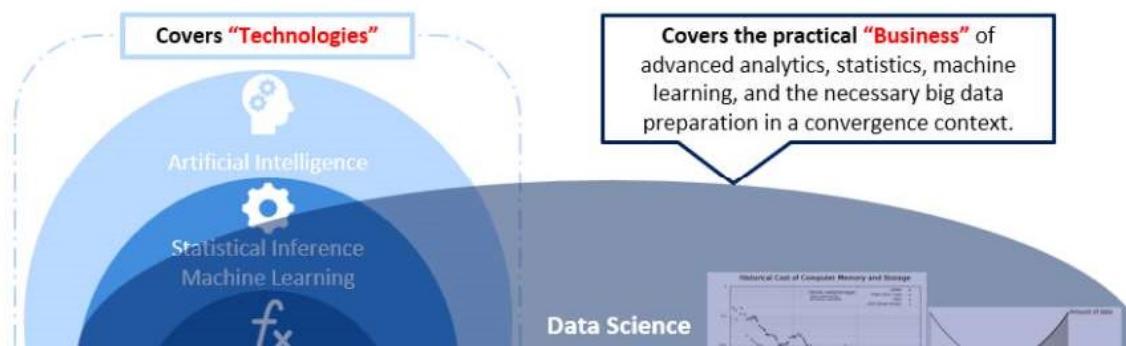


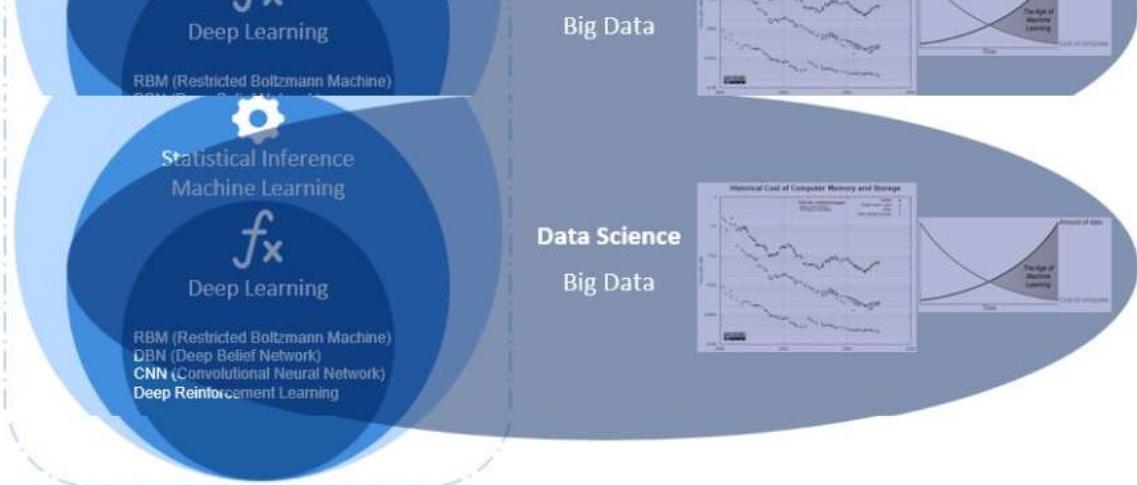
#### 4) 우리의 현실(두려움? 불편함? 위험?): 기존의 방식으로 살아가는 사람들에게 이러한 변화는 생소하고 받아들이기 불편함과 언짢음 느낄 수 있음

- 1950년대 윌마트 창업자 샘 월튼은 비행기를 타고다니며 주차장의 자동차 갯수를 기반으로 투자부지 선정 의사결정에 활용하였고, 최근 인공위성 이미지 데이터 기반 의사결정과 아이디어는 다를게 없고 단기 기술만 달라진 것
- 머신러닝 도수리통계적 방법론의 연장선으로 과거엔 이를 구현할 컴퓨터가 없었을 뿐이고, 오늘날엔 빅데이터와 컴퓨팅 파워의 도움으로 단지 실제로 구현 및 적용을 해본 것 뿐
- 컴퓨팅 비용이 저렴해지고 발전하며 이를 활용해 비즈니스 전반에서 수익을 창출하는 토대가 마련되고 나타나고 있을 뿐

- 아직은 알고리즘 기술들은 인간의 직관과 통찰력을 완벽하게 대체할 수는 없음
- 비즈니스 현장의 문제가 무엇인지 정확하게 인지하고 어떻게 비즈니스 문제를 해결한 것인가에 대한 통찰력을 발휘하는 것이 빅데이터 및 데이터사이언스 전문가에게 가장 중요한 능력
- 아주 복잡한 테크니컬 솔루션을 제시할 수 있는가 아니라, 데이터 패턴 이면에 있는 경제적 함의를 이해할 수 있는가
- 많은 빅데이터, 머신러닝, 인공지능 관련 분석이 곁보기에는 번지르르하지만 실제 성과가 좋지 못한 이유는 바로 시장 또는 시스템이 가지고 있는 비이성 성과 그로 인한 비정상성을 심각하게 고려하지 않은 채 기교와 테크닉에만 집중하기 때문

- **Artificial Intelligence:** algorithm or technology which enables computers to behave like a human.
- **Data science:** an convergence application or business that has skills used in various fields (AI, ML, DL).
  - Enables to find meaning and appropriate information from large volumes of data
  - Use data for making key decisions in business, science, technology, and even politics





- 빅데이터와 머신러닝은 결국 문제를 해결하기 위한 도구 일 뿐, 본질은 문제를 해결하고자 하는 것 이기에 데이터 과학자는 본질에 집중하여 누가 먼저 양질의 데이터를 찾고 분석하여 그 속에서 보석을 창출하는지 선착순 싸움의 출발점에 서야할 때
- 결국 좋던 간에 빅데이터와 기계학습 그리고 인공지능은 향후 인간의 삶과 비즈니스 의사결정에 새로운 세계를 열게 될 것은 자명한 사실
- 관련된 모든 사람들은 이제 빅데이터 그리고 데이터사이언스 방식을 활용하는 삶의 방식과 비즈니스에 익숙해져야만 살아남을 수 있을 것

