

확률지배를 활용한 DC형 퇴직연금의 목표연계 투자전략*

Goal-Based Investing with Stochastic Dominance in Defined Contribution Plans

김 용 태** · 성 주 호*** · 정 도 영****

Yongtae Kim · Joo-ho Sung · Doyoung Cheong

마코위츠로 대표되는 평균·분산기준이 투자이론의 주류를 이루고 있음은 주지의 사실이다. 그러나, 이 이론을 개인의 투자사결정에 접목시키는 데에는 상당한 어려움이 있었다. 본 연구에서는 그 대안으로 자산관리 분야에서 이론적 틀이 정립되고 있는 목표연계 투자전략(GBI: Goal-Based Investing)의 내용을 확인하고, 확정기여형 퇴직연금에 있어서 ‘확률지배’ 개념을 GBI와 연계하여 적용하는 방안을 살펴보고자 한다. GBI는 전통적인 마코위츠 이론과 행동재무적 포트폴리오 이론의 장점을 통합하려는 투자이론이다. GBI에서는 개인의 전체자산을 멘탈 어카운팅에 따라 각기 다른 서브포트폴리오(subportfolio)로 구분하고, ‘투자목표 달성에 실패할 확률’을 투자위험으로 재정의 한다. 또한 최근의 연구동향은 몬테카를로 시뮬레이션과 같은 시나리오 분석을 통해 투자안의 성과를 확률적으로 추정하는 방법이 확산되고 있는 추세이다. 이와 같은 확률지배적 GBI를 통해 개인 가입자들은 본인의 전체자금을 서로 다른 서브포트폴리오로 구분하고 그 각각의 위험감내한도를 설정함으로써, 본인의 투자목표에 보다 더 적합한 포트폴리오를 구축할 수 있게 될 것이다.

국문 색인어: 목표연계 투자전략, 확률지배, 멘탈 어카운팅, 확정기여형 퇴직연금, 서브포트폴리오, 투자위험

한국연구재단 분류 연구분야 코드: B051602, B050704

* 논문의 완성도를 위해 유익한 검토 및 제안을 해주신 익명의 검토자에게 감사 말씀드립니다.

** 경희대학교 박사과정 수료(andykim1971@gmail.com), 주저자

*** 경희대학교 경영대학 교수(jhsung@khu.ac.kr), 교신저자

**** KDB 금융대학 겸임교수(doyoung@unitel.co.kr), 교신저자

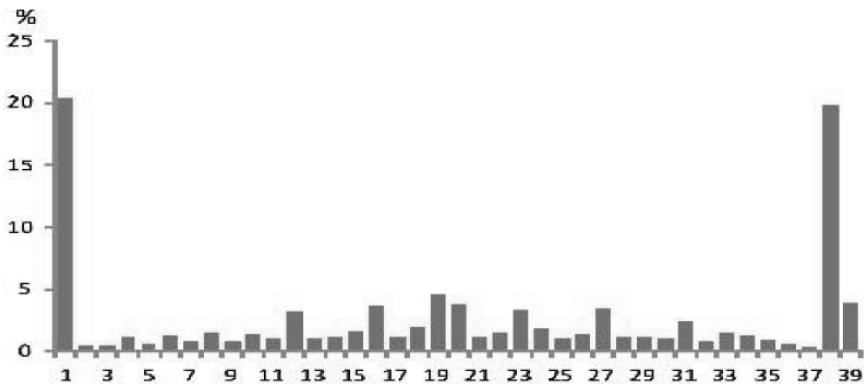
논문 투고일: 2017. 09. 03, 논문 최종 수정일: 2017. 11. 14, 논문 게재 확정일: 2017. 11. 16

I. 서론

퇴직연금 자산관리의 대표적인 문제점은 계속 거론되어 왔던 과도한 원리금보장상품 비중이다.¹⁾ 그러나, DC형 연금자산운용의 경우 관련통계를 보다 상세히 살펴보면 원리금 보장상품에 편중된 자산배분 외에 또 다른 문제가 나타난다. 아래 <Figure 1>은 같은 기업에 근무하면서 동일한 DC제도에 가입한 근로자들의 주식투자 비중 선택 분포이다. 전체 가입자 중 약 20%에 해당되는 근로자들의 주식투자 비중은 0%로 나타났고, 다른 23% 근로자들의 주식투자 비중은 해당 시점의 관련 법규상 최고한도에 해당되는 37~39%의 비율을 보였다.

각 개인들의 투자목표와 위험선호가 상이하다는 점을 감안한다면, 이 정도로 강한 수준의 양봉(bimodal) 분포는 합리적인 의사결정의 결과로 보기는 어렵다. 또한 퇴직연금의 역사가 우리나라보다 상대적으로 오래된 미국의 401(k) 가입자를 대상으로 했던 Agnew et al.(2003)의 연구에서도 유사한 결과가 나타났다는 점에서 그 원인이 퇴직연금제도나 국가 간의 차이가 아님을 알 수 있다.

<Figure 1> Stock Allocations of DC Participants



Notes: Horizontal axis means the stock allocation weights(%) in each participant's overall portfolio.

Source: An Analysis for the Behavior of Asset Allocation in a Defined Contribution Plan, Hyesung Kim, Kyonghee Lee(2013)

1) 금융감독원 보도자료(2015. 6. 15), “퇴직연금, 노후소득 대체 위해 수익률 제고 절실”

DC형 퇴직연금은 장기간 투자가 이루어지며 그 성과가 개인의 노후자금 마련에 직접적인 영향을 미치게 되므로 합리적인 투자의사결정이 필수적이다. 이를 유도하기 위해 과거 10년간 가입자 교육 강화, 자산운용 규제 개선 등 다양한 노력이 있었다. 그러나 현 시점에도 위와 같은 문제점들의 개선 조짐은 뚜렷이 보이지 않는다. 이 문제의 해결을 위해서는 개인의 투자의사결정 방식 개선과 같은 보다 본질적인 대안마련이 필요하다고 판단된다.

주식, 채권 등 위험자산의 투자의사결정에 있어서 현재 가장 폭넓게 활용되고 있는 방법론은 마코위츠의 포트폴리오 이론(MVT: Mean-Variance Portfolio Theory)이다. 본 연구에서는 기존의 마코위츠 이론이 기관투자자에게는 적합한 수단이 될 수 있으나, DC형 가입자와 같은 개인투자자가 활용하기에는 상당한 어려움이 있다는 점에 주목한다. 이러한 측면에서 볼 때 MVT의 문제점은, 첫 번째로 복수의 투자목표를 고려하지 않는다는 점과, 두 번째로 '분산(variance)'과 같은 위험지표의 값을 개인투자자가 직접 측정하기는 현실적으로 매우 어렵다는 점이다.

개인의 투자의사결정에 있어서 이와 같은 문제점을 보완하기 위한 연구로 행동재무적 포트폴리오 이론(BPT: Behavioral Portfolio Theory)이 있다. BPT에서는 개인의 기대부, 목표달성 욕구, 실패확률 등 심리적 요인이 투자의사결정에 중요하게 작용한다고 보았다. 그러나 BPT의 일부 가정들은 MVT에 부합하지 않기 때문에 이 두 가지 이론 사이에는 상당한 괴리가 있었다. 이러한 부분들을 해결하면서 개인투자자에게 적합한 투자의사결정 체계를 마련하기 위한 대안으로 목표연계 투자전략(GBI: Goal-Based Investing)이 최근 활발하게 연구되고 있다.

본 연구에서는 다양한 GBI 전략들 중에서 각각의 투자목표에 대한 위험감내한도를 목표달성 실패확률을 통해 측정하고 이러한 실패확률이 가장 낮은 투자안 즉, 확률지배적 투자안을 채택하는 전략이 DC형 퇴직연금의 자산운용에 있어서 효과적인 수단이 될 수 있는지를 확인해 보고자 한다. 이 전략이 효과적이라고 판단하기 위해서는 최종적으로 산출되는 자산배분의 결과가 합리성을 가져야 되고, 그 실행과정 또한 개인이 직접 수행하기에 어렵거나 무리가 없어야 한다.

이를 위해 먼저 제2장에서 GBI의 이론적 배경 및 선행연구를 살펴보고, 제3장에

서는 GBI 전략의 일반모형을 정리한다. 제4장에서는 확정기여형 퇴직연금 가입자에 대해 확률지배를 통한 GBI 전략을 실제로 적용해 보고 그 유효성을 확인한다. 마지막 결론에서 시사점 및 연구의 한계점을 제시한다.

II. 이론적 배경 및 선행연구

합리적 자산배분 전략에 관한 전통적인 이론은 Markowitz(1952a)에 의해 정립된 MVT이다. MVT에서는 각 투자자산들의 기대 수익과 분산을 측정하여 지배원리에 따라 위험 대비 기대부가 우월한 자산들을 효율적 투자선상에 표시한다. 이 과정은 시장의 전체 자산군 중에서 투자대상 최적자산군을 선별하는 단계로 이해할 수 있다. 다음 단계는 투자자가 감내할 수 있는 위험수준을 설정한 후, 효율적 투자선상에 제시된 최적 자산군 중에서 그에 직접 대응되는 자산을 선택하는 과정이다.

이와 같이 그동안 MVT가 논리적인 기반을 갖춘 실용적인 투자의사결정 방법론의 역할을 해 왔다는 점은 논란의 여지가 없다. 그러나 MVT에서는 개인투자자가 복수의 투자목표 달성에 최적화된 포트폴리오를 어떻게 구성하는지, 그 포트폴리오의 효율적인 것인지, 투자자의 구체적 위험성향을 어떻게 측정하는지 등에 대한 명확한 답을 제시해 주지는 못했다.

MVT 이론이 많은 장점에도 불구하고 개인에게 적용할 경우 다양한 문제점이 노출되는 이유는, 개인의 의사결정 행동에는 비합리성이 내재되어 있는데 비해 MVT 이론은 합리적 투자자를 전제로 하기 때문이다. 이러한 개인의 특성을 파악하기 위해서는 행동경제학의 전체적인 흐름을 이해할 필요가 있다. 행동경제학은 개인의 비합리성에 대하여 인지심리학의 성과를 바탕으로 지속적인 연구가 이루어지고 있는 분야이다. 행동경제학은 Kahneman & Tversky(1979)의 프로스펙트 이론(Prospect Theory)을 계기로 본격적으로 발전하게 된다. 기존 경제학에서는 기대효용의 크기가 보유한 부(wealth)의 규모에 따라 정해지는데 비해, 프로스펙트 이론에서는 개인이 의사결정 기준으로 인식하는 가치(value)는 이득(gain)과 손실

(loss)로 측정된다. 어디까지가 이득이고 손실인지에 대한 판단은 준거점(reference point)과의 비교를 통해 결정된다. Thaler(1985)²⁾는 투자자가 보유자산 전체에 대해서 단일의 의사결정을 하기 보다는, 본인의 다양한 투자목표가 반영된 각기 다른 멘탈 어카운팅(Mental Accounting)에 대하여 개별적인 의사결정을 하는 경향이 있다고 보았다. 이러한 Thaler의 소비자 선택이론은 이후 BPT와 같은 행동재무와 관련된 후속연구의 토대가 되었다. Shefrin and Statman(2000)은 개인의 투자자산 선택은 전체 자산이 아니라 각기 다른 투자목표를 가진 서브포트폴리오(sub-portfolio) 별로 이루어진다는 BPT를 제시하였다. BPT에서도 효율적 투자선을 구하게 되지만, 이는 평균분산 기준에서의 효율적 투자선과 완전히 일치하지는 않는다. 그 이유는 마코위츠 기준의 투자자는 평균과 분산을 기준으로 의사결정 하는데 비해, BPT 투자자는 기대부, 목표달성 욕구, 목표달성 실패확률을 기준으로 의사결정하기 때문이다. 또한 투자자는 각 서브포트폴리오별로 상이한 달성욕구를 보이므로 감내할 수 있는 위험수준도 각기 다르게 된다. 즉, 각 서브포트폴리오에는 적절히 정의된 목표(goal)가 있어야 된다.

또한, Chhabra(2005)는 투자의사결정을 하는데 있어서 시장리스크 외에 개인적인 투자목표와 관련된 욕구를 고려해야 되며, 이를 위해서는 복수의 투자목표에 따라 총자산을 계층적으로 분해한 후 그 각각에 따른 투자전략을 적용하는 것이 투자자의 목표달성 확률을 제고시킨다고 주장하였다. Chhabra의 연구가 GBI의 개념적 측면에 대한 필요성 주장에 그쳤다. 이에 대해 Das et al.(2010)은 투자위험을 특정수익률(threshold level of return) 달성에 실패할 확률로 정의하고, MVT와 BPT를 통합하는 새로운 형태의 투자의사결정 모델인 멘탈 어카운팅 포트폴리오이론(Mental Accounting Portfolio Theory)을 제시하였다. 이 이론은 BPT에서 위험추구적 성향, 비대칭적 수익률 분포 등의 가정을 제한할 경우 하위 포트폴리오들이 평균-분산 효율적 투자선상에 존재한다는 것을 수학적으로 증명한 연구이다. 즉, 일부 무리한 가정을 제외한다면 행동재무의 성과는 기존 MVT이론의 시각으로 볼

2) Richard Thaler(1945~) 시카고대학교 교수가 행동경제학에 대한 공헌으로 2017년 노벨경제학상을 수상함에 있어서 언급된 넛지이론(Nudge Theory)과 더불어 그의 대표적 논문으로 평가받고 있다.

때에도 효율성이 유지되므로 투자전략으로 활용하는데 문제가 없다는 점을 명확히 하였다. 또한, 공매도 및 레버리지에 대한 제한이 없을 경우 하위 포트폴리오들의 조합 또한 평균-분산 효율적 투자선상에 존재한다. 공매도 및 레버리지에 대한 제한이 존재할 경우 평균-분산 최적포트폴리오 대비 일부 비효율이 존재할 수 있으나 투자자들의 투자 성향을 정확하게 판단하지 못하여 발생하게 되는 비효율에 비해 매우 작은 수준의 손실이라고 주장하였다. 또한 Das et al.(2011)은 후속연구를 통해 투자자의 목표를 리스크 회피 계수(risk aversion coefficient)를 기준으로 상속, 자녀교육, 은퇴자금 마련의 3가지로 구분하여 최적 포트폴리오를 제시하는 실증분석결과까지 제시하였다. 결과적으로 Das et al.(2010, 2011)의 연구는 GBI 투자전략이 마코위츠 기준으로도 효율적임을 이론적으로 증명함과 동시에 실증분석 방법론까지 제시하였기 때문에 후속으로 이어지는 다양한 GBI 실행방법론 연구의 토대가 되었다. 투자위험의 정의와 관련하여 Nevins(2004)와 Brunel(2011)은 ‘의미 있는 투자목표를 달성하는데 실패 또는 성공할 확률을 투자자 위험성향의 척도로 보아야 되며, 이에 근거한 투자의사결정이 GBI이다’라고 주장하였다.

이후의 후속연구들은 GBI의 개념적 틀보다는 구체적인 실행방안과 관련한 연구가 주를 이룬다. Wang et al.(2011)은 최적화를 통한 GBI 실행방안을 제시하였다. 이는 투자목표를 달성할 수 있는 확률을 설정하고 그에 따른 최소투자금액이 얼마인지에 대한 최적해를 산출하는 방법론이다. 투자목표와 관련하여 주택 구입, 자녀교육, 은퇴자금 마련의 3가지의 목표를 설정하고, 목표별로 투자기간, 목표치, 목표달성 확률을 가정하여 투자 개시 시점의 투입 현금을 최소화하는 하위 포트폴리오들을 산출하였다. 만일 현재 보유 자산을 통해 목표를 달성할 수 없다면 투자목표나 투자전략을 수정하여야 한다. GBI에서 투자위험을 목표달성에 실패할 확률로 정의함에 따라 해당 확률을 산출하는 방안과 관련한 연구로 Basu et al.(2011)의 몬테카를로 시뮬레이션 방법론이 있다. 이 연구는 다양한 투자대안을 대상으로 가상시장에서 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 특정수익률 수준을 달성할 수 있는 누적확률분포를 생성하고 확률지배(stochastic dominance)에 따라 최적 포트폴리오를 선택하는 형태이다. 한편, Janssen et al.(2013)은 개인에게 있어서

GBI 전략이 기관투자자의 ALM(Asset Liability Management) 전략과 유사하다는 점을 들어 사적 ALM(private ALM) 전략으로 보았다. Merton(2014)은 투자대상 자산을 기존의 전통적 주식, 채권과 같은 단일자산이 아닌 투자자의 목표에 부합하는 수익구조를 가지는 구조화 상품에 투자함으로써 목표달성 확률을 높이는 형태의 GBI 전략을 제시하였다. 각 실행방안 연구들이 공통적으로 전제하고 있는 GBI 투자전략의 일반적 모형에 대해서는 제3장에서 상세히 살펴본다.

Das et al.(2010) 이후부터 최근까지의 GBI 연구의 흐름은 최적화 방법론과 확률지배를 활용한 시나리오 방법론으로 대별할 수 있다. 두 가지 유형은 실행방법론 측면에서 차이점이 있으나 서브포트폴리오별 투자의사결정, 투자위험의 정의와 같은 GBI의 핵심요소에 대해서는 동일한 가정을 유지함으로써 GBI 전략으로서의 일관성을 유지하고 있다. 특히 최적화 방법론의 경우 확정급여형 퇴직연금의 LDI(Liability Driven Investment)와 유사한 형태인 잉여금 최적화의 방법으로 구체화되거나(정도영 외 2, 2016), 선형계획법을 활용하여 투자자 문제에 대해 직접적으로 최적해를 제시하는 형태(Wang et al.,2011)가 되기도 한다. 확률지배를 활용한 시나리오 방법론은 본 연구에서처럼 투자안별로 목표달성 확률을 구하고 이를 투자자의 입장에서 직접 선택하도록 하는 방법이다. 이 방법은 시뮬레이션을 통해 산출된 매우 다양한 투자안들의 목표달성 확률을 제시함으로써 투자자에게 맞춤형으로 투자안을 선택할 수 있는 기회를 준다는 장점이 있다. 본 연구는 방법론 측면에서는 확률지배를 활용한 시나리오 방법론의 형태를 취하고 있다. 또한 개인투자자가 장기투자를 하는 대표적인 유형인 확정급여형 퇴직연금을 통한 구체적인 사례연구 결과를 제시했다는 점에서 다른 연구와 차이가 있다.

III. GBI 전략의 일반적 모형

GBI 모형은 MVT 등 다른 투자의사결정 방법론과 비교해 볼 때 네 가지 특징을 보인다. 첫 번째, (위험성향이 내포된) 투자위험은 ‘목표달성에 실패할 확률’로 정의된다. 두 번째, 총자산을 투자목표에 따라 각기 다른 서브포트폴리오로 구분한다. 세 번째, 최적 자산배분안의 결정은 투자위험의 허용범위(즉, 위험감내한도)를 투자자가 사전에 직접 설정한 후 이 범위에서 기대부(expected wealth)를 최대화시키는 전략을 선정한다. 네 번째, 복수 목표, 복수 투자기간, 복수 자산을 가정할 경우의 최적화 문제는 비선형(non-linear) 구조를 띠는 것이 일반적이므로 엄격한 최적해(closed optimal formula)를 직접 도출해 내기에 어려움이 크다. 따라서 선행연구에서처럼 확률적 몬테카를로 시뮬레이션(stochastic Monte-Carlo simulation)을 수행하고 분석 방법론은 확률적 지배구조를 적용하여 각 서브포트폴리오 전략에 따라 최적해를 구한다. 이러한 특징들을 감안하여 GBI의 일반모형을 정리해 보면 아래와 같은 단계적 흐름을 보이게 된다.

1. 투자목표, 위험감내한도의 설정

GBI에서의 투자목표(goals)는 ‘특정 용도에 사용하기 위해 투자기간 종료 시점에 보유하기를 원하는 장래부의 금액(EMV: ending market value)’으로 정의할 수 있다. 이때 특정 용도는 총 보유자산을 서브포트폴리오로 분류하는 근거가 된다. 투자위험은 ‘기말에 투자의 결과로 확보된 금액이 투자목표에 미달할 가능성(확률)’으로 정의되며, 투자자는 본인의 목표달성 욕구의 수준(aspiration level)에 따라 위험을 감내할 수 있는 위험감내한도(risk tolerance)를 설정한다. 이를 정리하면 아래 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\Pr[W(T) \leq \overline{W}] \leq \alpha \quad (1)$$

여기서 $W(T)$ = 기말(시점 T) 보유자산 총액(EMV)

\bar{W} = 투자목표 금액(goal-threshold)

$\Pr[\cdot]$ = 조건을 만족시킬 확률

α = 목표달성 실패를 허용할 수 있는 최대확률(위험감내한도)

위 식 (1)에서 \bar{W} 과 α 는 본인의 주관적 선호에 따라 투자자가 직접 결정하는 변수이다. $W(T)$ 는 특정 투자안 선택의 결과로 나타난다. 무위험자산을 선택한 경우 확정적으로 $W(T)$ 를 도출할 수 있고, 위험자산의 경우 시뮬레이션을 통한 확률적 추정을 통해 목표를 달성하지 못할 확률 $\Pr[\cdot]$ 을 산출할 수 있다. 결과적으로 위 식 (1)은 투자목표와 실패확률을 감안하여 특정 투자안을 선택하는 의사결정 기준이 된다.

2. 가상시장 환경의 설정 및 시뮬레이션

투자목표를 달성할 가능성을 추정하기 위해서는 투자대상 자산의 가격변동 예측이 필요하다. 투자실행의 결과인 장래부 $W(T)$ 에 대한 예측모형에는 확정적(deterministic) 모형과 확률적(stochastic) 모형이 있다. 본 GBI 연구에서는 다양한 자산선택과 결과해석에 보다 용이하다고 인정되는 확률적 모형을 사용하기로 한다. 위험자산의 가격예측에 있어서 일반적으로 사용되는 확률적 모형은 기하브라운운동(GBM: Geometric Brownian Motion) 모형³⁾이다. 이 경우 확률미분방정식(SDE: stochastic differential equation)은 아래 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz \tag{2}$$

여기서 S = 자산가격

μ = 연간 수익률로 표현된 순간 수익률의 기댓값

σ = 연간 변동성으로 표현된 순간 수익률의 표준편차

3) 주식가격에는 기대 수익률만큼의 예측 가능한 추가상승효과(drift)가 있으며 일정수준의 예측 불가능한 변동성을 보이는 특성이 있다. 따라서 임의보행(random walk)과정만 적용할 경우 부적합한 모형이 되기 때문에 drift와 Wiener 프로세스를 포함시켜 위의 두 가지 특징을 반영한 모형이 기하브라운운동(GBM) 모형이다.

z 는 Wiener 프로세스⁴⁾를 따르는 변수로 다음 식 (3)과 같이 정의된다. ε 는 평균이 0, 분산이 1인 표준정규분포를 따르는 확률변수이다.

$$dz = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \varepsilon \sqrt{\Delta t}, \quad \varepsilon \sim N(0, 1) \quad (3)$$

여기에 Ito's lemma⁵⁾를 적용하여 연속적인 움직임을 갖는 GBM 모형을 다시 표현하면 아래 식 (4)와 같다.

$$S(t) = S(0) \exp \left[\left(\mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) t + \sigma dz \right] \quad (4)$$

여기서 $S(t) = t$ 시점의 자산가격

$\mu =$ 연간 수익률로 표현된 순간 수익률의 기댓값

$\sigma =$ 연간 변동성으로 표현된 순간 수익률의 표준편차

연속형으로 표현된 식 (4)를 아래 식 (5)와 같이 이산형으로 전환시키면 자산가격 예측 시뮬레이션이 가능하게 된다.

$$S_{t+\Delta t} = S_t \exp \left[\left(\mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t} \right] \quad (5)$$

이러한 가상시장 환경에서 몬테카를로 시뮬레이션을 실시하면, 그 결과로 각 투자안별 $W(T)$ 의 누적확률분포를 구할 수 있다. 이를 통해 투자자는 이 $W(T)$ 가 최초 투자계획 수립 시 정한 목표치(\bar{W})를 상회 또는 하회할 확률을 사전적으로 추정할 수 있게 된다. 투자목표가 복수인 경우에는 이와 같은 과정을 각 목표에 따라 개별적으로 적용하면 된다.

4) 시행횟수 n 이 무한히 커질 때의 임의보행(random walk) 모형을 Wiener 프로세스 또는 브라운운동(Brownian motion)이라고 한다.

5) Ito's Lemma는 변수 x 가 어떠한 확률과정을 보일 때, x 의 함수인 $y = f(x)$ 는 어떤 확률과정을 따르는지를 정리한 것이다.

3. 확률지배적 투자안의 선택

GBI 투자자의 의사결정은 구체적인 투자목표의 달성을 위해 투자자금을 배분한 후 위험가내범위(최대 실패확률 범위) 이내에서 기대부를 최대화하는 투자안을 선택하는 것이다. 이러한 과정은 Markowitz의 지배원리에 따른 효율적 투자선(efficient frontier) 상에서 최적 포트폴리오를 선택하는 것과 이론적 배경을 같이한다. 왜냐하면 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 도출되는 목표달성 확률 역시, 특정 자산의 위험·수익 프로파일을 사용하기 때문이다. 다만, 확률지배적 투자안의 선택과 효율적 투자선상에서 최적 포트폴리오의 선택은 의사결정 순서 측면에서 차이가 있다.

효율적 투자선상에서의 최적 포트폴리오 선택은 모든 투자가능 자산의 위험·수익 프로파일을 파악하여 위험·수익 좌표평면에 위치시키고 지배원리에 따라 우월한 자산과 열등한 자산을 구분한다. 이후 투자자는 스스로의 위험성향에 따라 우월한 자산 중에서 각 자산별 투자 비중을 최적화 과정을 통해 산출하는 방법이다. 세부적인 최적화 과정은 기대부 극대화 또는 변동성 최소화와 같은 형태로 나눌 수 있다.

이에 비해 확률지배적 투자안의 선택 과정은 투자자가 투자목표를 설정하고 이를 달성하는데 실패할 확률을 어느 정도까지 허용할지를 먼저 결정한다. 몬테카를로 시뮬레이션의 결과로 각 투자안별 허용 가능한 최대 실패확률 범위 내에서 가용 가능한 투자안(feasible investment opportunities) 중에서 기대부를 최대화하는 투자안은 기타 투자안에 비해 확률적 지배 상태에 있다고 평가할 수 있다.⁶⁾ 일반적으로 장기투자의 관점에서 가용 가능한 투자안 중에서 주식 비중이 채권 비중보다 상대적으로 많은 투자안이 선정된다. 이는 MVT 관점에서 리스크와 수익은 상호 상쇄관계에 있기 때문이다. 오히려 목표달성 실패확률의 허용한도를

6) 본 연구에서 채용하고 있는 확률지배 개념은 특정 위험감내한도(α) 범위 이내에서 기대부를 최대화하는 투자안을 선정하는 원칙 즉, 제한적 확률지배(bounded stochastic dominance)를 적용한다. 부연하면, α 값이 달라진다면 최적 투자안 선택도 달라지므로 본 논문에서 사용한 확률지배는 일반적인 확률지배이론과 다소 차이가 있기에 제한적이란 표현을 사용하고 있다.

결정하는 이전 단계에서 주관적 효용극대화를 위한 최적화 과정은 이미 완료된 것으로 볼 수 있다.

IV. DC형 퇴직연금에 대한 확률지배 GBI 전략의 적용

본 장에서는 우리나라 DC형 퇴직연금 가입자의 대표적인 환경을 가정하여, 실제 상황에서 확률지배 GBI를 적용한 사례를 제시한다. 본 사례연구에 적용할 표준 가입자는 DC형 퇴직연금제도를 도입한 대기업에 입사하여 30년을 근무하는 것으로 가정하였다. 최근 조사결과에 따르면 가입자의 초년도 연봉은 약 4,075만원이며, 협약 임금상승률은 연 4.5% 수준으로 나타났다.⁷⁾ 회사는 이 가입자에게 향후 30년간 연봉의 1/12만큼에 해당하는 금액을 매년 현금으로 지급하게 되고, 가입자는 동 금액을 DC형 퇴직연금에서 본인이 원하는 투자대상자산에 지속적으로 투자한다. 따라서 이와 같이 퇴직연금에서의 부담금 납입과 관련한 현금흐름 특성을 시뮬레이션에 반영하기 위해서는 식 (5)를 아래 식 (6)과 같이 일부 수정하여 적용할 필요가 있다.

$$S_{t+\Delta t} = (S_t + C_t) \exp \left[\left(\mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t} \right] \quad (6)$$

여기서 C_t = t년도의 정기 표준납입금(normal contribution)

전체 근로기간 동안의 퇴직연금 투자와 관련하여 수익이나 손실이 없다고 가정하면, 이 가입자는 근로가 종료되는 30년 후 DC형 적립금으로 약 2.1억 원을 보유하게 된다. 이 금액은 투자자가 위험성향 판단의 기준으로 삼게 될 투자원금에 해당된다.

7) 한국경영자총협회(kefplaza) 보도자료(2016. 2), “우리나라 대졸초임 분석결과”

1. 투자목표의 설정

투자목표는 각 개인이 처한 상황별로 상당한 편차가 있을 수밖에 없다. 그러나, 본 논문에서는 연구의 목적에 맞도록 은퇴자금과 관련하여 <Table 1>과 같은 가장 일반적인 상황을 가정하고자 한다.⁸⁾ 각 투자목표는 은퇴자금의 지출과 관련한 조사결과 은퇴 후 지출 비중이 가장 높은 것으로 예상되는 1~3위 항목으로 구성되었다.

<Table 1> Investor's Subportfolios & Goals(Example)

Mental Account Sub portfolios & Goals	Dollar Amount (KRW millions)	Weights	Types of Goal
Health Care	94.5	45%	essential
Recreation	65.1	31%	discretionary
Social Expenses	50.4	24%	extra
Total	210	100%	-

다음 단계를 위해 가장 중요한 항목은 <Table 1>의 자금성격(Type of Goal)이다. 자금성격은 투자자가 감내할 수 있는 위험감내한도를 결정하는데 있어서 가장 큰 영향을 미친다. 본 연구에서는 해당 설문자료를 토대로 목표설정 취지와 일반적인 투자자 성향을 고려하여 목표항목과 구성비율, 자금성격을 설정하였다(각주 6 참조).

8) 한국가계의 은퇴준비에 관한 연구(여운경 외 2, 2007)의 설문조사 결과 중 은퇴 이후 지출이 가장 많을 것으로 생각되는 비용목록 1순위에 근거하여 각 투자목표와 가중치를 가정하였다. 주요 항목은 보건의료비(36.1%), 외식비(24.5%), 교양오락비(19%) 등 7개 항목으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 해당 7개 항목을 성격에 따라 <Table 1>과 같이 3가지 유형으로 분류하여 사용하였다.

2. 위험감내한도: 최대 손실폭 및 미달 확률

GBI의 위험감내한도는 투자에 따라 발생 가능한 최대 손실폭 및 투자성과가 그에 미달할 확률이 포함된 개념으로서 투자안을 선택하는데 있어서 제약조건의 역할을 하게 된다. 아래 <Table 2>는 표준 가입자의 세 가지 투자목표에 대한 위험감내한도를 가상으로 설정해 본 것이다. 투자성향은 금융감독원에서 제시하는 5가지 투자유형⁹⁾ 중에서 적합한 유형을 선택하였으며, 최대 손실폭은 개인자산관리 분야의 연구에서 일반적으로 인정되는 기준을 적용하였다.¹⁰⁾

<Table 2> Risk Tolerance for Each Goals

Goals	Types of Goal	Risk Tolerance	Maximum Loss	Maximum Probability of Failure
Health Care	essential	conservative	0%	0%
Recreation	discretionary	moderate	10%	10%
Social Expenses	extra	aggressive	20%	20%

각 투자목표별 위험감내한도의 의미는 다음과 같다. 첫 번째, 투자자는 보건의료비(Health Care)와 관련하여 무슨 일이 있어도 투자원금이 보존되어야 한다는 인식을 갖고 있다. 따라서, 최대 손실폭은 원금의 0% 즉, 원금보존으로 설정하였고, 이에 미달할 확률 또한 0%로 제한하였다. 두 번째, 여가생활비(Recreation)¹¹⁾의 경우 준 필수자금으로서 원금보존을 고려해야 되지만 투자수익도 중요하다는 입장이다. 이에 따라 원금의 10%까지 손실을 감수할 용의가 있으며, 이에 미달할 확률은 10%로 제한시켰다. 세 번째, 대외활동비(Social Expenses, 각주 9 참조)는 기대부가 높다면 투자위험이 높아도 상관하지 않겠다는 입장으로, 원금의 20%까지의

9) 금융감독원 제정 현행 표준투자권유준칙은 고객정보를 점수화(scoring)하여 고객의 투자성향을 5단계로 분류(안정형, 안정추구형, 위험중립형, 적극투자형, 공격투자형)하고 있다.

10) 차경욱, 정다운(2013. 8), “개인투자자의 손실회피성향·위험태도와 가계금융자산 보유특성”

11) 두 번째 목표인 여가생활비는 외식비용, 문화생활 등과 같은 필수적이지는 않지만 평균적인 삶의 질을 유지할 수 있도록 해주는 비용을 의미하며, 세 번째 목표인 대외활동비는 동창회, 해외여행 등 평균적인 여가생활 이상의 추가적인 지출항목을 의미한다.

손실이 발생할 가능성이 20% 이내라면 기꺼이 위험을 감수하겠다는 입장이다. 두 번째와 세 번째 목표의 경우 손실위험을 일정수준으로 제한시킨 상태에서 수익극대화 전략을 취하고 있다는 점을 알 수 있다.

3. 투자안별 몬테카를로 시뮬레이션

다음 단계는 가상시장에서 특정 투자대안을 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 실행시키고 투자종료 시점의 결과들을 누적확률분포를 통해 확인하는 작업이다. 이에 앞서서 구체적인 투자 대상자산은 <Table 3>과 같이 국내주식과 국내채권 두 가지를 선정하였고, 실행가능 투자안과 관련하여 아래 <Table 4>에서처럼 주식과 채권의 투자 비중을 각 0~100%까지 증감시키는 방식으로 총 101개의 투자안을 마련하였다.

<Table 3> Statistics of Available Assets

	Domestic Stock	Domestic Bond
Expected Annual Return(μ)	11.27%	5.55%
Annual Volatility(SD, σ)	20.99%	2.31%

Notes: annualizing monthly return and standard deviation from 2001 to 2016
 correlation: 0.8845(p value = 6.31442E-64)
 domestic stock: KOSPI
 domestic bond: Hankyung-KIS-Reuter composite bond index

<Table 4> Investment Strategy

Strategy	Stock	Bond	Notes
No.1	100%	0%	These allocations are for research. Stock weight over 70% is not allowed by law.
No.2~No.100	stock weights 1~99%		
No.101	0%	100%	-

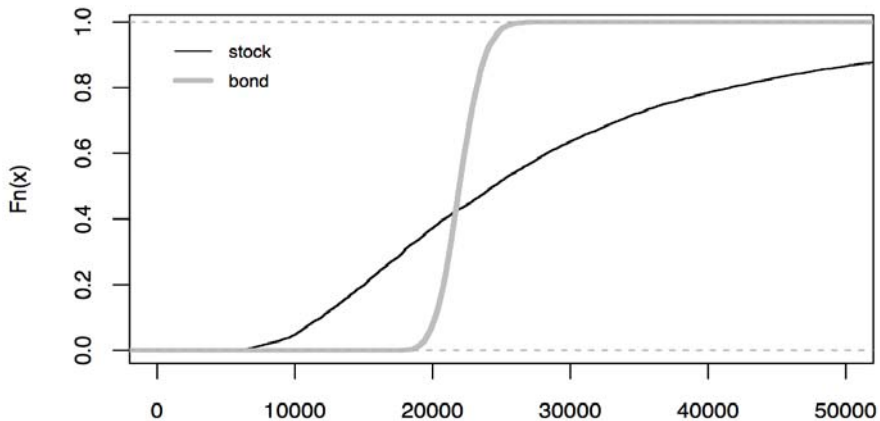
이후 각 투자안별로 <Table 5>와 같이 몬테카를로 시뮬레이션 작업을 실행한다.

〈Table 5〉 Market Environment for Monte-Carlo Simulation

assets	domestic stock → KOSPI domestic bond → Hankyung-KIS-Reuter composite bond index
parameters	correlation, expected return, standard deviation of two indexes according to the past time-series (time-series: monthly data(2001. 1 ~ 2016. 12))
forecasting model ¹²⁾	GBM model with Wiener process 5,000 scenarios of 30 years forward correlated time-series of the above two indexes (using R S/W, 2017)

위와 같은 과정을 거쳐 몬테카를로 시뮬레이션을 실시한 후 확인된 각 투자안 별로 장래부(EMV)가 목표치(goal-threshold)를 달성하지 못하는 누적확률분포도(CDP: cumulative distribution plot)는 아래의 〈Figure 2〉와 같다.¹³⁾

〈Figure 2〉 Cumulative Distribution Plots for Two Strategies



Note: x-axis: Threshold at retirement year after 30 years of working period(unit: KRW 10 thousands)
y-axis: cumulative probability of failing to reach the threshold in 5,000 scenarios

12) 채권 수익률의 예측에는 이자율 모형을 활용하는 방법과 채권지수를 이용하는 방법이 있다. 이자율 모형에서는 수익률 곡선을 추정하고 금리 시나리오 생성모형을 예측한 후 모수들을 결정하는 과정을 거치게 된다. 이와 달리 채권지수를 활용하는 방법은 시장가격 관측치를 바탕으로 Log-Normal 분포를 전체로 한 GBM 모형을 적용하는 것으로 상대적으로 간단한 방법이다. 본 연구에서 후자를 채택하였다.

13) 〈Figure 2〉에서 목표치를 달성할 확률은 “1-Fn(x)”임을 의미한다.

가로축은 최초연도 339.6만 원으로 시작하여 매년 협약임금상승률 4.5%만큼 증액된 기여금을 30년간 계속 투자할 경우(투자원금은 약 2.1억 원)의 목표치를 나타낸다. 세로축은 5,000회 시뮬레이션 결과치 중에서 목표치만큼의 성과를 달성하지 못할 누적확률이다. 기울기가 급한 채권 그래프는 국내채권에 100% 투자한 경우로서 투자성과의 변동성이 상대적으로 낮다는 점을 확인할 수 있다. 기울기가 완만한 주식그래프는 국내주식에 100% 투자한 경우로서 변동성이 크지만 높은 수익을 기대할 수 있는 확률 또한 상대적으로 높다는 것을 보여준다. 나머지 99개 투자안의 누적확률분포 그래프는 각각의 투자 비중에 따라 이 두 투자안 그래프 사이에 위치하게 된다. 101개 투자안 전체에 대한 시뮬레이션 결과값은 [Appendix]에서 확인할 수 있다.

4. 투자의사결정

본 단계는 확률지배적 GBI 전략의 최종단계로서 각 투자목표별로 구체적인 투자안을 선택하는 과정이다. 표준 가입자는 2단계에서 투자목표별 최대 손실폭과 목표달성 실패확률을 설정하였다. 그리고 3단계에서는 투자안 101개 전체에 대하여 5,000회 시뮬레이션을 수행한 결과를 확보하였으므로, 확률지배에 근거한 최종적인 투자의사결정이 가능해졌다. 각 투자목표별 위험감내한도 및 그에 매칭되는 투자안은 아래 <Table 6>과 같다.

<Table 6> Simulation Results

Goals	Maximum Loss	Maximum Probability of Failure	Selected Strategy
Health Care	0%	0%	No matched strategy
Recreation	10%	10%	No,82(stock 19%)
Social Expenses	20%	20%	No,29(stock 72%)

상기의 결과는 투자안의 선택에 있어서 확률지배 원칙이 적용되고 있음을 보여준다. 예컨대, 두 번째 투자목표인 여가생활비에 매칭이 되는 투자안은 82번으로

주식 : 채권 비중은 19 : 81이 된다. 이 투자안보다 주식 비중이 높은 투자안 즉, 투자안 1번부터 81번은 투자자가 사전에 위험감내한도로 정한 제약조건을 충족시키지 못한다. 왜냐하면 시뮬레이션 결과 투자안 82번이 원금손실 -10%보다 나은 성과를 보일 확률이 90% 이상이기 때문이다. 즉, 투자안 1번부터 81번까지는 원금손실 -10%보다 나은 성과를 보일 확률이 90%보다 낮기 때문에 투자안 82번에 의해 확률적으로 지배된다. 따라서 이 투자안들은 제약조건을 만족시키지 못하는 실행불가능 투자안이 된다. 반면, 투자안 83번부터 101번까지의 경우 주식투자 비중이 19% 미만으로 위험감내한도를 충족시키므로 실행가능 투자안으로 분류되지만, 위험감내한도 범위 내에서라면 기대부 극대화가 투자자 효용을 증가시키기 때문에 투자안 82번이 마코위츠 기준으로 투자안 83~101번을 지배한다. 즉, 위험감내한도를 충족시키는 투자안이라면 그 중에서 위험·수익 프로파일이 가장 우월한 투자안을 선택하는 것이 최선의 선택이 된다. 위의 의사결정 과정을 정리하면, 투자자는 첫 번째 단계에서 본인의 위험감내 범위 내에 있는 실행가능 투자안을 선별하고, 두 번째 단계에서 가장 기대부가 높은 투자안을 선택하게 된다. 대외활동비의 경우에도 의사결정 과정은 상기의 여가생활비와 동일하다.

〈Table 7〉 Final Results of Investment Decision

Goals	Maximum Loss	Probability of Fail	Investment Decision
Health Care	0%	0%	risk free asset
Recreation	10%	10%	stock 19 : bond 81
Social Expenses	20%	20%	stock 72 : bond 28

	Goals	Allocated Amount	Stock	Bond	Risk Free Asset
Sub-portfolios	Health Care	45%	-	-	100%
	Recreation	31%	19%	81%	-
	Social Expenses	24%	72%	28%	-
Aggregate Portfolio		100%	23.2%	31.8%	45%

이와 같은 개별적 투자목표에 따른 투자의사결정 사항을 전체 포트폴리오 관점에서 최종 투자대상자산과 비중을 다시 정리하면 <Table 7>의 결과를 얻게 된다.

5. 실증분석결과 해석

실증분석을 통해 표준적인 가입자는 3가지 투자목표를 추구함에 있어서 최적 자산배분 비율로 주식 23.2%, 채권 31.8%, 원리금보장상품 45%의 결과를 얻었다. 반면, 우리나라 확정기여형 퇴직연금 자산배분 비율과 관련한 고용노동부(2016) 최근 통계에 의하면, 원리금보장형 상품 78.8%, 실적배당형 상품 18.6%, 기타 2.6%의 비율로 나타났다. 이에 비해 GBI 전략의 실증분석결과는 통계치 대비 상대적으로 고른 분산투자를 실시하고 있다. 투자목표가 3가지로 세분화되고 각 목표별로 위험감내한도가 상이하다면 각기 다른 위험수익 특성을 보유한 투자대상자산에 골고루 분산투자하는 것이 MVT 기준으로 볼 때에도 합리적인 의사결정이다.

V. 결론 및 시사점

DC형 퇴직연금에 있어서 투자의사결정은 투자행위의 최종목표가 무엇인지 구체적으로 결정하고, 그 목표를 달성하는데 성공할 확률이 가장 높은 투자안을 선택하는 형태가 합리적이다. GBI를 통해 투자자는 본인의 투자목표 및 위험선호를 직접 설정하고 그에 따른 맞춤형 포트폴리오를 구축할 수 있다. 특히 투자목표를 분해하여 서브포트폴리오를 구축하는 과정에서 이러한 투자자 위험성향은 더욱 정교하게 측정된다. 또한, 몬테카를로 시뮬레이션을 통한 각 투자안별 목표달성 확률을 확인하는 작업은 투자자의 투자의사결정에 직접적인 근거를 제공해 준다.

투자자는 첫 번째 단계에서 본인의 위험감내한도 범위 내에 있는 투자안을 선별할 수 있게 된다. 이 단계에서 투자자의 주관적 위험선호와 관련한 확률지배의 원리가 작동한다. 이후 선별된 투자안 중 기대부가 가장 높은 투자안을 선택하게

되는데, 이 과정은 마코위츠 기준의 지배원리와 동일하다.

본 연구에서는 위와 같은 GBI 방법론의 유효성을 국내의 대표적인 상황을 가정한 사례연구의 형태로 검증하였다. 투자목표를 현실화하여 3개로 설정하고, 각각의 위험감내한도를 목표별로 달리하여 구체적인 포트폴리오를 생성시켜 본 결과, 주식 23.2%, 채권 31.8%, 원리금보장상품 45%라는 결과를 얻었다. 전체 자산으로 판단하기보다는 서브포트폴리오별로 판단할 때 투자자의 이해가능성이 극대화됨을 확인하였고, 표준편차를 제시하기보다는 위험감내한도를 설정하는 방식이 개인 투자자의 효용 관점에서 훨씬 용이하다는 점도 알 수 있었다.

이와 같은 확률지배적 GBI는 그동안 모호한 개인적 판단에 의존해 왔던 개인투자자, 특히 DC형 퇴직연금 투자자의 의사결정과 관련하여 매우 유용한 수단이 될 수 있다. 본 연구는 그동안 자산관리 분야에서 연구되고 있었던 GBI의 흐름과 방법론을 정리하고, DC형 퇴직연금과 같은 활용도가 높은 분야에 실제 적용한 사례를 제시함으로써, 이론적 가치와 함께 실무적 유용성을 동시에 확인했다는 데 그 의미가 있다.

다만, 멘탈 어카운팅에 근거한 서브포트폴리오별 최적화가 전체 포트폴리오의 최적화로 연결될 수 있다는 연구결과가 있지만,¹⁴⁾ 이에 대한 학계의 논의는 현재도 계속 진행 중이다. 또한, 본 연구의 시뮬레이션에는 해외자산, 대체투자자산 등 다양한 자산군이 포함되지 못하였고, 세금효과와 거래비용에 대해서도 고려하지 않았다. 본 연구에서 사용한 가상시장 환경은 2001년부터 2016년까지의 기간을 분석 대상기간으로 하여 생성되었다. 분석 기간이 짧은 관계로 실증분석결과의 신뢰성에 한계가 있을 수 있다. 연구의 단순화를 위해 가격변동 모형으로 GBM을 사용하였으나, 후속연구에서는 대상자산별로 보다 정교한 모형을 활용한 분석이 필요할 것이다.

기관투자자에게 적용되는 ALM 전략 역시 넓게 보면 GBI의 영역으로 볼 수 있다. GBI에서의 투자목표와 ALM에서의 부채 개념을 연계시키는 후속연구가 필요하다.

14) Barberis and Huang(2001)에 따르면, 개별적인 투자목표들은 서로 독립이며, 그에 따른 서브포트폴리오 간의 공분산은 무시할 수 있는 수준이라고 주장하였다.

본 연구에서 다루지 못했던 영역 중에 동적자산배분이 있다. 동적자산배분은 목표달성 확률을 증가시키는 효과가 있기 때문에 Glide-Path, Target Dated Fund 등 많은 연구가 이어지고 있어서 이에 대한 GBI 측면의 관심도 필요하다.

〈Appendix〉 Prob(EMV ≥ Threshold)

Strategy No.	Weights		Threshold				
	Stock	Bond	-20%	-10%	0%	+10%	+20%
1	1.00	0.00	0.7432	0.6720	0.6036	0.4914	0.3408
2	0.99	0.01	0.7442	0.6726	0.6036	0.4902	0.3392
3	0.98	0.02	0.7454	0.6730	0.6038	0.4888	0.3370
4	0.97	0.03	0.7474	0.6740	0.6040	0.4874	0.3362
5	0.96	0.04	0.7486	0.6750	0.6046	0.4868	0.3344
6	0.95	0.05	0.7494	0.6754	0.6046	0.4852	0.3338
7	0.94	0.06	0.7518	0.6758	0.6046	0.4842	0.3324
8	0.93	0.07	0.7536	0.6758	0.6050	0.4832	0.3308
9	0.92	0.08	0.7542	0.6774	0.6054	0.4828	0.3288
10	0.91	0.09	0.7560	0.6784	0.6062	0.4822	0.3260
11	0.90	0.10	0.7580	0.6792	0.6066	0.4816	0.3238
12	0.89	0.11	0.7598	0.6812	0.6068	0.4808	0.3214
13	0.88	0.12	0.7624	0.6822	0.6074	0.4804	0.3202
14	0.87	0.13	0.7652	0.6830	0.6082	0.4794	0.3178
15	0.86	0.14	0.7670	0.6852	0.6086	0.4780	0.3158
16	0.85	0.15	0.7696	0.6866	0.6088	0.4760	0.3138
17	0.84	0.16	0.7722	0.6876	0.6094	0.4748	0.3122
18	0.83	0.17	0.7742	0.6890	0.6098	0.4734	0.3098
19	0.82	0.18	0.7770	0.6906	0.6104	0.4728	0.3066
20	0.81	0.19	0.7790	0.6914	0.6112	0.4714	0.3056
21	0.80	0.20	0.7806	0.6936	0.6120	0.4694	0.3030
22	0.79	0.21	0.7832	0.6958	0.6128	0.4682	0.3010
23	0.78	0.22	0.7854	0.6976	0.6138	0.4672	0.2974
24	0.77	0.23	0.7878	0.7004	0.6146	0.4666	0.2950
25	0.76	0.24	0.7896	0.7028	0.6148	0.4648	0.2918
26	0.75	0.25	0.7932	0.7048	0.6150	0.4628	0.2900
27	0.74	0.26	0.7962	0.7066	0.6156	0.4618	0.2866
28	0.73	0.27	0.7990	0.7076	0.6168	0.4608	0.2844
29	0.72	0.28	0.8004	0.7096	0.6172	0.4598	0.2824
30	0.71	0.29	0.8024	0.7112	0.6176	0.4594	0.2798
31	0.70	0.30	0.8064	0.7132	0.6182	0.4582	0.2768
32	0.69	0.31	0.8086	0.7156	0.6186	0.4570	0.2750
33	0.68	0.32	0.8122	0.7176	0.6190	0.4558	0.2724

34	0.67	0.33	0.8146	0.7186	0.6196	0.4548	0.2700
35	0.66	0.34	0.8180	0.7208	0.6204	0.4530	0.2662
36	0.65	0.35	0.8212	0.7222	0.6206	0.4516	0.2644
37	0.64	0.36	0.8244	0.7242	0.6212	0.4506	0.2608
38	0.63	0.37	0.8280	0.7258	0.6218	0.4500	0.2586
39	0.62	0.38	0.8298	0.7264	0.6232	0.4474	0.2556
40	0.61	0.39	0.8326	0.7286	0.6246	0.4460	0.2520
41	0.60	0.40	0.8364	0.7304	0.6250	0.4448	0.2488
42	0.59	0.41	0.8388	0.7326	0.6256	0.4426	0.2472
43	0.58	0.42	0.8422	0.7336	0.6264	0.4410	0.2448
44	0.57	0.43	0.8464	0.7356	0.6268	0.4396	0.2436
45	0.56	0.44	0.8500	0.7378	0.6284	0.4378	0.2402
46	0.55	0.45	0.8550	0.7414	0.6296	0.4350	0.2366
47	0.54	0.46	0.8586	0.7444	0.6306	0.4322	0.2332
48	0.53	0.47	0.8630	0.7482	0.6316	0.4300	0.2300
49	0.52	0.48	0.8654	0.7506	0.6324	0.4282	0.2272
50	0.51	0.49	0.8694	0.7524	0.6328	0.4266	0.2242
51	0.50	0.50	0.8726	0.7542	0.6346	0.4236	0.2206
52	0.49	0.51	0.8770	0.7576	0.6356	0.4218	0.2188
53	0.48	0.52	0.8818	0.7612	0.6366	0.4200	0.2152
54	0.47	0.53	0.8854	0.7642	0.6376	0.4164	0.2112
55	0.46	0.54	0.8902	0.7678	0.6384	0.4140	0.2076
56	0.45	0.55	0.8954	0.7710	0.6392	0.4100	0.2046
57	0.44	0.56	0.8990	0.7748	0.6400	0.4072	0.2010
58	0.43	0.57	0.9044	0.7784	0.6412	0.4032	0.1974
59	0.42	0.58	0.9082	0.7824	0.6420	0.4002	0.1936
60	0.41	0.59	0.9116	0.7872	0.6434	0.3970	0.1898
61	0.40	0.60	0.9158	0.7914	0.6440	0.3942	0.1834
62	0.39	0.61	0.9210	0.7946	0.6452	0.3918	0.1790
63	0.38	0.62	0.9264	0.7974	0.6464	0.3874	0.1738
64	0.37	0.63	0.9316	0.8016	0.6470	0.3848	0.1702
65	0.36	0.64	0.9364	0.8056	0.6484	0.3814	0.1660
66	0.35	0.65	0.9426	0.8110	0.6500	0.3774	0.1626
67	0.34	0.66	0.9464	0.8164	0.6522	0.3738	0.1568
68	0.33	0.67	0.9504	0.8220	0.6530	0.3698	0.1514
69	0.32	0.68	0.9546	0.8264	0.6558	0.3660	0.1464
70	0.31	0.69	0.9592	0.8326	0.6572	0.3636	0.1428
71	0.30	0.70	0.9630	0.8368	0.6594	0.3598	0.1378
72	0.29	0.71	0.9652	0.8438	0.6610	0.3548	0.1320
73	0.28	0.72	0.9686	0.8500	0.6628	0.3512	0.1276
74	0.27	0.73	0.9720	0.8552	0.6654	0.3474	0.1232
75	0.26	0.74	0.9752	0.8596	0.6674	0.3412	0.1176
76	0.25	0.75	0.9784	0.8656	0.6698	0.3368	0.1114

77	0.24	0.76	0.9798	0.8704	0.6720	0.3316	0.1070
78	0.23	0.77	0.9834	0.8766	0.6750	0.3246	0.1016
79	0.22	0.78	0.9866	0.8814	0.6792	0.3182	0.0952
80	0.21	0.79	0.9886	0.8890	0.6834	0.3104	0.0894
81	0.20	0.80	0.9910	0.8952	0.6874	0.3030	0.0834
82	0.19	0.81	0.9924	0.9022	0.6912	0.2958	0.0760
83	0.18	0.82	0.9940	0.9090	0.6944	0.2890	0.0712
84	0.17	0.83	0.9952	0.9172	0.6986	0.2806	0.0640
85	0.16	0.84	0.9966	0.9236	0.7020	0.2722	0.0576
86	0.15	0.85	0.9974	0.9300	0.7078	0.2634	0.0510
87	0.14	0.86	0.9984	0.9350	0.7138	0.2544	0.0446
88	0.13	0.87	0.9986	0.9412	0.7186	0.2442	0.0400
89	0.12	0.88	0.9990	0.9472	0.7236	0.2340	0.0340
90	0.11	0.89	0.9990	0.9532	0.7284	0.2242	0.0288
91	0.10	0.90	0.9996	0.9592	0.7344	0.2128	0.0242
92	0.09	0.91	1.0000	0.9630	0.7410	0.1998	0.0194
93	0.08	0.92	1.0000	0.9670	0.7496	0.1858	0.0156
94	0.07	0.93	1.0000	0.9708	0.7582	0.1694	0.0110
95	0.06	0.94	1.0000	0.9756	0.7676	0.1558	0.0088
96	0.05	0.95	1.0000	0.9806	0.7760	0.1400	0.0052
97	0.04	0.96	1.0000	0.9846	0.7840	0.1208	0.0030
98	0.03	0.97	1.0000	0.9870	0.7924	0.1006	0.0008
99	0.02	0.98	1.0000	0.9892	0.8008	0.0794	0.0002
100	0.01	0.99	1.0000	0.9914	0.8070	0.0566	0.0000
101	0.00	1.00	1.0000	0.9940	0.8170	0.0310	0.0000

Notes: Goal-Threshold = (Sum of Contributions during 30 years) × 80%, 90%, 100%, 110% or 120%

No.29, No.82 Bold type each are selected according to each sub portfolio strategies.

참고문헌

김혜성 · 이경희, “확정기여형 퇴직연금 가입자의 자산배분행동에 대한 연구 -1개 대기업 제도를 중심으로”, **리스크관리연구**, 24권 2호, 한국리스크관리학회, 2013, pp. 3-39.

(Translated in English) Hyesung Kim, Kyonghee Lee, “An Analysis for the Behavior of Asset Allocation in a Defined Contribution Plan”, *The Journal of Risk Management*, Vol. 24(2), Korea Risk Management Society, 2013, pp. 3-39.

류건식 · 이경희 · 김동겸, “확정급여형 퇴직연금의 자산운용”, 연구보고서, 보험연구원, 2008, pp. 1-117.

(Translated in English) Keon-shik Ryu, Kyonghee Lee, Dong Gyum Kim, *Asset Management for DB Pension*, Research Report, Korea Insurance Research Institute, 2008, pp. 1-117.

성주호 · 정도영, “리스크패리티를 활용한 확정급여형 퇴직연금제도의 부채연계 투자 전략”, **보험학회지**, 101권, 한국보험학회, 2015, pp. 1-32.

(Translated in English) Joo-Ho Sung, Do Young Cheong, “Liability Driven Investment Strategy using Risk Parity in Occupational Defined Benefit Pension Plans in Korea”, *Korean Insurance Journal*, Vol. 101, Korea Insurance Academic Society, 2015, pp. 1-32.

여윤경 · 정순희 · 문숙재. “한국가계의 은퇴준비에 관한 연구”, **소비문화연구**, 제 10권 제3호, 한국소비문화학회, 2007, pp. 129-155.

(Translated in English) Yuh Yoonkyung, Joung Soon-Hee, Moon Sook-Jae, “Preparation for Retirement of Korean Households”, *Consumption Current Study*, Vol. 10(3), Korean Consumption Culture Association, 2007, pp. 129-155.

이경희 · 성주호, “잉여금 최적화 전략에 따른 퇴직연기금의 자산배분”, **보험학회지**, 80권, 한국보험학회, 2008, pp. 169-202.

(Translated in English) Kyonghee Lee, JooHo Sung, “Pension Fund Asset Allocation via Surplus Optimization Strategy”, *Korean Insurance Journal*, Vol. 80, Korea Insurance Academic Society, 2008, pp. 169-202.

정도영 · 배상현 · 최윤호, “확정급여형(DC) 퇴직연금가입자를 위한 부채연계투자(LDI) 전략”, **연금연구**, 6권 1호, 한국연금학회, 2016, pp. 1-16.

(Translated in English) Doyoung Cheong, Sanghyun Bae, Yoonho Choi, “Liability Driven Investment(LDI) Strategy for DC Pension Plans”, *Journal of Pension Studies*, Vol. 6(1), Korean Pension Association, 2016, pp. 1-16.

정도영 · 성주호, “레버리지를 활용한 확정급여형 퇴직연금 제도의 부채연계투자 전략”, **보험금융연구**, 79호, 보험연구원, 2015, pp. 3-32.

(Translated in English) Do Young Cheong, Joo-Ho Sung, “Levered Liability Driven Investment Strategy for Occupational Defined Benefit Pension Plans in Korea”, *Journal of Insurance and Finance*, Vol. 79, Korea Insurance Research Institute, 2015, pp. 3-32.

창경욱 · 정다은, “개인투자자의 손실회피성향 · 위험태도와 가계금융자산 보유 특성”, **Financial Planning Review**, 제6권, 한국 FP 학회, 2013, pp. 119-141

(Translated in English) Kyung-Wook Cha, Da-Eun Jung, “Individual Investors’ Loss Aversion, Risk Attitude and Financial Asset Allocation”, *Financial Planning Review*, Vol. 6, Korean Academic Society of Financial Planning, 2013, pp. 119-141

한종현 · 성주호 · 서동원 “시뮬레이션을 활용한 DC형 퇴직연금의 Pension Risk 분석”, **한국시뮬레이션학회 논문지**, 제23권 제4호, 한국시뮬레이션학회, 2014, pp. 163-170.

(Translated in English) Jong-Hyun Han, Joo-Ho Sung, Dong-Won Seo, “Pension Risk Analysis in DC plans using Stochastic Simulation”, *Journal of the Korea Society for Simulation*, Vol. 23(4), The Korea Society for Simulation, 2014, pp. 163-170.

- Agnew, Julie, P. Balduzzi, and A. Sunden, "Portfolio Choice and Trading in a Large 401(k) Plan", *The American Economic Review*, Vol. 93, 2003, pp. 193-215.
- Barberis, N., and M. Huang., "Mental Accounting, Loss Aversion and Individual Stock Returns", *Journal of Finance*, Vol. 56 No. 4, 2001, pp. 1247-1292.
- Basu, A.K., A. Burn, and M.E. Drew., "Dynamic Lifecycle Strategies for Target Date Retirement Funds", *The Journal of Portfolio Management*, Vol. 37, 2011, pp. 83-96.
- Brunel, J.L.P, "Goal-Based Wealth Management in Practice", *The Journal of Wealth Management*, Vol. 14, 2011, pp. 17-26.
- Chhabra, A., "Beyond Markowitz : A Comprehensive Wealth Allocation Framework For Individual Investors", *The Journal of Wealth Management*, Vol. 7, 2005, pp. 8-34.
- Das, S., H. Markowitz, J. Sheid, and M. Statman., "Portfolio Optimization with Mental Accounts", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 45, 2010, pp. 311-334.
- ___, "Portfolios for Investors Who Want to Reach Their Goals While Staying on the Mean-Variance Efficient Frontier", *The Journal of Wealth Management*, Vol. 14, 2011, pp. 25-31.
- F.J. Parker, "Goal-Based Portfolio Optimization", *The Journal of Wealth Management*, Vol. 19, 2016, pp. 22-30.
- Janssen, R., B. Kramer, and G. Boender., "Life Cycle Investing : From Target-Date to Goal-Based Investing", *The Journal of Wealth Management*, Vol. 16, 2013, pp. 23-32.
- Kahneman, D., and A. Tversky, "Prospect Theory: An Analysis of Decision Making under Risk", *Econometrica*, Vol. 47, 1979, pp. 263-291
- Markowitz, H., "Portfolio Selection", *The Journal of Finance*, Vol.7, No. 1, 1952, pp. 77-91.

- Nevins, D., “Goals-Based Investing : Integrating Traditional and Behavioral Finance”, *Journal of Wealth Management*, Vol. 6, 2004, pp. 8-23.
- R.C. Merton, “Foundations of Asset Management : Goal-based Investing the Next Trend”, MIT Finance Forum, 2014
- R Core Team, R: A language and environment for statistical computing, Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2017.
- Sharpe, William F., “Lockbox Separation”, *Working paper*, June 2007
- Shefrin, H., and M. Statman, “Behavioral Portfolio Theory”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 35, 2000, pp. 127-151.
- Thaler, R.H., “Mental Accounting and Consumer Choice”, *Marketing Science*, Vol. 4, 1985, pp. 199-214.
- Wang, H., A. Suri, D. Laster, and A. Almadi, “Portfolio Selection in Goal-Based Wealth Management”, *The Journal of Wealth Management*, Vol. 14, 2011, pp. 55-65.
- <http://ecos.bok.or.kr/>, 2017.11.10
- <http://kosis.kr/index/index.jsp>, 2017.11.10
- <http://pension.fss.or.kr/fss/psn/main.jsp>, 2017.11.10
- <http://www.kefplaza.com/index.jsp>, 2017.11.10
- <http://www.moel.go.kr/pension/index.do>, 2017.11.10
- <https://www.R-project.org/>, 2017.11.10

Abstract

There exist lots of difficulties for individual investors to apply the mean-variance framework to their investment decision making, although the framework has been the mainstream of modern investment theory. According to the recent research papers, many of DC participants' portfolios are carelessly focused on risk-free assets with low expected returns. In this paper, we introduce Goal-Based Investing using stochastic dominance for DC participants. GBI is an investment theory that integrates the advantages of traditional Markowitz theory and Behavioral Portfolio Theory. Hereby, the investment risk is measured as not the standard deviation of return but the probability of failing to reach goals. Also, GBI investors can divide their aggregated assets into the subportfolios which have different investment goals. Through this solution, investors will be able to make the more accurate estimation of their risk attitudes and invest their pension assets to the appropriate financial products. We hope that this paper could contribute to asset allocation strategies for DC participants to achieve investment goals.

※ **Key words:** goal-based investing, stochastic dominance, mental accounting, DC pension plan, investment risk, subportfolios