

# THEO WHITE PAPER

2017年9月

株式会社お金のデザイン

## 目次

- I. 運用概論 (P.4)
  - 1. 分散投資
  - 2. ETF
  - 3. スマートベータ
  - 4. 再投資による複利効果
  - 5. ポートフォリオ管理における機能的アプローチ
  - 6. 米ドル建て運用
  
- II. 運用モデル (P.16)
  - 1. グロース・ポートフォリオ
  - 2. インカム・ポートフォリオ
  - 3. インフレーションヘッジ・ポートフォリオ
  
- III. 運用方針 (P.20)
  - 1. ポートフォリオ診断
  - 2. 投資ユニバースに入れる ETF の選定
  - 3. 売買の執行
  - 4. 追加入金・一部出金
  - 5. 取引執行の手順
  
- IV. 投資政策委員会 (P.30)

## はじめに

お金のデザインが提供するロボアドバイザーTHEO[テオ]は、アカデミックアドバイザーである加藤康之京都大学特定教授の監修のもと、いわゆる機関投資家と呼ばれるプロの投資家が享受している資産運用サービスと同水準の資産運用を、テクノロジーを駆使することであらゆるユーザーに提供することを主眼としています。

THEO の運用における特徴としては、以下の点が挙げられます。

- ・ ユーザーひとりひとりが資産運用に何を求めているかを、アルゴリズムにより分析する。
- ・ 最大 30 種類を超える ETF（Exchange Traded Fund/上場投資信託）の組み合わせにより「国際分散投資」を実現している。
- ・ 人の予想や感情などを排除し、定量的な分析に立脚してアルゴリズムが行う「クオンツ運用」によって運用を行なっている。
- ・ 伝統的な資産運用手法のみならず、リーマンショックなどの事象も踏まえた投資理論に立脚した運用を行なっている。
- ・ ETF の売買においても、人の感情や手間を排除したアルゴリズムが活用されている。
- ・ 継続的なポートフォリオのメンテナンスを行っている（リバランス）。
- ・ 定期的にポートフォリオの内容の見直しを行っている（リアロケーションと投資対象銘柄（ETF）の見直し）。
- ・ 加藤特定教授、資産運用部、その他資産運用のプロフェッショナルによって構成される投資委員会により、運用のモニタリングと改善が行なわれている。

## I. 運用概論

本章では、お金のデザインが用いている運用手法の概念について論じています。

### 1. 分散投資

分散投資とは、投資する地域、資産、タイミングを分散させることにより、それぞれ個別の対象資産に付随するリスクを分散させて、運用全体としてのリスクを低減させるための投資手法です。以下、3つの分散について説明します。

#### (1) 地域の分散

分散投資のひとつの方法として、投資先の分散（地域分散）が挙げられます。

日本国内の株式だけに投資した場合、日本独自のリスクにさらされることとなります。たとえば、世界経済が成長するなかで日本だけが低成長にとどまり、日本国内の株式も低調だった場合には、自分が保有する資産の成長も低位にとどまります。

そこで、地域を限定せず、米国、欧州、アジア、アフリカなど世界のあらゆる地域に分散して投資をすることで、個別地域のリスクを大きく背負うことなく、リスクを分散させることができます。世界中の資産に分散投資ができるようになったのも、金融市場が発達した恩恵のひとつと言えるでしょう。

THEO では、最大 30 種類以上の ETF に投資することによって、実質的に世界約 80 ヶ国に投資することを実現しています。

[ THEO の投資対象（国別、2017年9月29日時点） ]

アジア・オセアニア	ヨーロッパ	中東・アフリカ	中南米	北米
AUSTRALIA	AUSTRIA	BAHRAIN	ARGENTINA	CANADA
CHINA	AZERBAIJAN	EGYPT	BRAZIL	UNITED STATES
HONG KONG	BELGIUM	ISRAEL	BRITISH VIRGIN ISLANDS	
INDIA	BULGARIA	NIGERIA	CHILE	
INDONESIA	CROATIA	QATAR	COLOMBIA	
JAPAN	CZECH REPUBLIC	SAUDI ARABIA	COSTA RICA	
MALAYSIA	DENMARK	SOUTH AFRICA	GUATEMALA	
MARSHALL ISLANDS	FINLAND	TURKEY	JAMAICA	
NEW ZEALAND	FRANCE	UNITED ARAB EMIRATES	MEXICO	
PAKISTAN	GERMANY		PANAMA	
PHILIPPINES	GREECE		PERU	
SINGAPORE	HUNGARY		TRINIDAD AND TOBAGO	
SOUTH KOREA	IRELAND		URUGUAY	
SRI LANKA	ITALY		VENEZUELA	
TAIWAN	KAZAKHSTAN			
THAILAND	LUXEMBOURG			
	NETHERLANDS			
	NORWAY			
	POLAND			
	PORTUGAL			
	RUSSIA			
	SPAIN			
	SWEDEN			
	SWITZERLAND			
	UKRAINE			
	UNITED KINGDOM			

## (2) 資産の分散

地域分散をしたのちも、その地域のどの資産（アセットクラス）に投資をするのかという問題があります。株式、債券、不動産、金、通貨など、世界には投資対象として様々な資産が存在しますが、それぞれの関係性を考慮した上で、幅広く投資する必要があります。

たとえば、株式市場が上昇している時に債券価格が下落する場合があります。一方、債券価格が上昇している時に株式価格が下落する場合があります。このような二つの関係を、相関関係が低いと言います。

相関関係は高いほど同じような動きをし、低いほど別々の動きをします。そのため、リスクを分散させるためには、特定の事象にすべての資産価格が左右されないように相関関係の低いアセットクラスを組み合わせる必要があります。

THEO では、株、債券、実物資産などの多様なアセットクラスに投資しています。

[THEO の投資対象（アセットクラス別、2017 年 9 月時点）]

グロース・ポートフォリオ		インカム・ポートフォリオ		インフレヘッジ・ポートフォリオ	
EWG	ドイツの大型・中型株	HYG	米ドル建てのハイイールド社債	DBA	農作物の先物
EWJ	日本株	IEF	残存期間7-10年の米国債	DBC	コモディティの先物
EWT	台湾の大型株・中型株	IHY	米国を除く世界各国の企業のハイイールド社債	IAU	金（現物）
EWY	韓国の大型株・中型株	LQD	米ドル建ての投資適格の社債	SLV	銀（現物）
EWZ	ブラジルの大型株・中型株	MBB	米国政府機関が発行・保証した投資適格のモーゲージ・バズスルー証券（住宅ローン担保証券）	IGF	インフラ関連株
FXI	中国の大型株	VMBS	米国政府機関が発行・保証した投資適格のモーゲージ・バズスルー証券（住宅ローン担保証券）	RWX	米国を除く世界各国のリート・不動産株
QQQ	NASDAQに上場している大型株（金融セクターを除く）	TLT	残存期間20年超の米国債	IYR	米国のリート・不動産株
VBK	米国の小型の成長株	SRLN	米ドル建てのバンクローン（シニア・ローン、担保付債務）	TIP	米国の物価連動国債
VPL	アジア太平洋地域の先進国の大型・中型株			WOOD	林業関連株
VTV	米国の大型の割安株				
VWO	新興国全体の株式				
VBR	米国の小型の割安株				
VGK	ユーロ圏の大型株				
VOE	米国の中型の割安株				
VOT	米国の中型の成長株				
EPP	日本を除くアジア太平洋地域の先進国の大型・中型株				

## (3) 時間の分散

金融資産の価格は日々動いています。いつがその価格の高値か、あるいは安値かは、誰にもわかりません。

市場にはサイクル（周期的変動）があると言われていています。時代の変化に伴う長期的な変動から、景気サイクルに伴う中期的な変動、需給の変化に伴う短期的な変動が見受けられます。また、リーマンショックのような突発的かつ大きな変動もあります。

たとえば、日本の株式市場を見ても、80年代の不動産バブル、90年代の失われた10年、90年代末のITバブルとITバブル崩壊、世界的な好景気、リーマンショック、アベノミクスによる回復と、長い目で見ると周期的に上げ下げを繰り返しています。そういったなか、高い時に買い、安い時に売るというのは、最も非効率な投資と言わざるを得ません。

しかし、特定の資産への投資をたった一度のタイミングで行うのではなく、複数回に分けて行うことで、価格変動のリスクを分散することができます。

たとえば、自分の投資資金が200万円あったとします。初月に商品の価格が100万円であった場合、商品は2つ買えます。この商品価格が翌月に50万円にまで下がったとしたら、自分の保有資産の合計は100万円になってしまい、価値は半減します。

一方で、200万円ある資金を毎月100万円ずつ2回に分けて買う場合を考えてみましょう。初月は100万円で1つ購入し、翌月は50万円になった商品を残りの100万円で2つ買うことができます。すると手持ちの資産価値は、200万円で一括購入した前者が100万円に半減するのに対し、後者では150万円に留まります。

このように、時間を分散して投資をすることにより、高値で買ってしまうリスクを低減することができますと言われてしています。

## 補足 資産分散によるリスク低減効果に関して

たとえば、ある証券*i*とする)のリターンを $R_i$ としたときに、 $R_i$ は、市場全体の動き $\xi$ と、証券*i*固有の動き $\eta_i$ と、証券*i*の超過リターン $\alpha_i$ で表すことができるが ( $R_i \equiv \xi + \eta_i + \alpha_i$ )、ここでは計算を単純にするために、証券*i*の超過リターン $\alpha_i$ は0とする。

ここで、ポートフォリオにおける証券*i*の割合を $w_i$ とする ( $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ )。ポートフォリオのリターンを $R_{\text{port}}$ とすると、ポートフォリオのリターンは、組み入れ証券のリターンの加重平均で表せるので

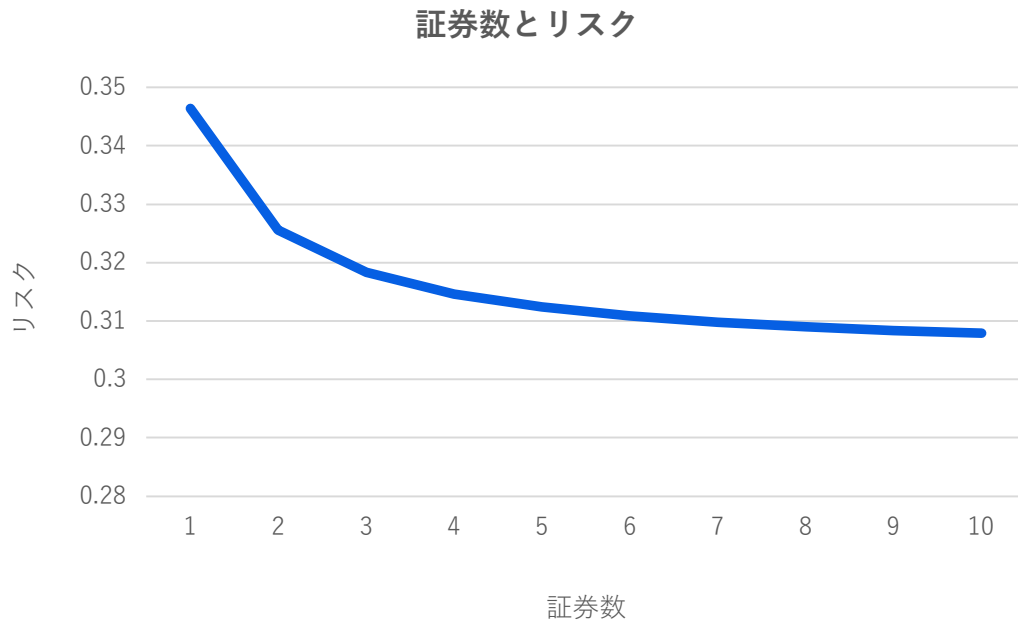
$$R_{\text{port}} = \sum_{i=1}^n w_i R_i = \xi + \sum_{i=1}^n w_i \eta_i$$

となる。次にこの式の分散を求めると、

$$E[R_{\text{port}}^2] = E[\xi^2] + 2 \sum_{i=1}^n w_i E[\xi \eta_i] + \sum_{i,j=1}^n w_i w_j E[\eta_i \eta_j]$$

となる。ここで、右辺第1項は市場に共通の因子なので、ポートフォリオの組み方によらず一定である。右辺第2項は個別証券の因子と市場因子との共分散、右辺第3項は個別因子同士の共分散であり、第2項と第3項は証券の数が増えるに従って減少する。

市場因子リスク（ボラティリティ、分散の平方根  $\sqrt{E[\xi^2]}$ ）を 0.2、個別因子リスク（ $\sqrt{E[\eta_i^2]}$ ）を 0.2、市場因子と個別因子との間の相関係数を 0.5、個別因子同士の相関係数を 0.3 とした単純なモデルを考える。このとき、ポートフォリオのリスクは以下のように、証券数が増えるに従って減少していく。



### 補足 時間分散に関して

時間分散（ドルコスト平均法）の有効性に関しては議論があり、否定的な見解から肯定的な見解まで様々である。この点、加藤特定教授によるドルコスト平均法のシミュレーションによると、投資元本 12 万円を一括で投資した場合と、毎月 1 万円で 12 ヶ月投資した場合の 12 ヶ月間の運用結果を計測したところ、ドルコスト平均法を用いると資産残高のばらつきが小さく、いわゆるテールリスクが小さいことが実証されている。一方で、長期的な視点で見るとその効果はさほど大きくないという評価もある。

参考：加藤康之. 2015. 「高齢化時代の資産運用手法」, 一灯舎, 2015

Malkiel, B.G. 1996. "A Random Walk down Wall Street: The Best Investment Advice for the New Century", W.W.Norton&Co., New York.

Vanguard. 2012. "Dollar-cost averaging just means taking risk later", Vanguard Research.



## 2. ETF

ETF（Exchange Traded Fund/上場投資信託）は「金融商品における 20 世紀で最大の発明のひとつ」とも言われており、効率的なポートフォリオの構築に最適なツールだと考えられます。約 6,000 種類の ETF が世界中の証券取引所に上場され、機関投資家・個人投資家を問わず幅広く活用されています。

ほとんどの ETF は株価などの指数（インデックス）に連動するように運用されています。指数の内容は様々で、資産クラスに対応した ETF が多数存在します。そのため、ETF を利用すれば世界中の様々な投資対象、たとえば、株式・債券・リート（不動産投資信託）・コモディティ（商品）などに低コストで分散投資することが可能です。

[世界の ETF 市場の図表]



参照：<https://www.blackrock.com/za/getting-started/ishares-etf>

ETF は一般的な投資信託と比較して売買および保有コストが低いといわれ、また株式・債券・リート（不動産投資信託）・コモディティ（商品）など多様な資産に分散投資が可能のため、長期の資産運用を行う対象として魅力が高いと考えられます。また、市場に上場していることから流動性も高く、市場規模も年々拡大を続けており、今後も拡大が予想されています。

お金のデザインでは、ETF の種類が多い米国を中心とした上場市場から、ユーザーに適した ETF を選別して投資します。ETF の選別方法については、「IV. 運用方針 2. 投資ユニバースに入れる ETF の選定」をご参照ください。

### 3. スマートベータ

スマートベータとは、市場の動きに連動して得られるリターン（マーケットリターン連動部分のリスクプレミアム）だけではなく、サイズ（小型）やバリュー（割安）といったその他の要因がもたらすリスクプレミアムも獲得しようとするベンチマークインデックスです。機関投資家、いわゆるプロ向けの資産運用には採用が進んできています。

たとえば、全米教職員保険年金協会・大学退職年金基金（TIAA）、カリフォルニア州教職員退職年金基金（CalSTRS）などの世界最大級の年金基金はもとより、日本の年金積立金管理運用独立行政法人（GPIF）も採用しています。

スマートベータの画一的な定義はありませんが、時価総額加重の考え方に依拠しないもの、たとえば、客観的なファンダメンタル指標（企業利益、売上高、様々な株式指標（PBR/PER）など）にもとづくウェイトに従って算出されるインデックスであると整理されています。

一般的には、

1. 時価総額加重型ではないインデックス
2. システマティックなルールで作られたもので、市場インデックスをアウトパフォームしようとするインデックス
3. 市場ベータに加え、それ以外のリスクファクター（リスクプレミアムをもたらすファクターや持続するアノーマリー）にもエクスポージャーを持つインデックス

といった要素を持つものと言われています。

スマートベータのお金のデザインによる活用方法の詳細については、「II. 運用モデル」をご参照ください。

参考：

平成26年度年金積立金管理運用独立行政法人業務実績報告及び自己評価書 P.6

Fama, E.F., French, K.R. 1993. "Common risk factors in the returns on stocks and bonds", *Journal of Financial Economics* 33.

#### 4. 再投資による複利効果

再投資とは、運用中に得た利益（たとえば配当金など）を再度投資して運用資産に組み入れることで、複利効果を狙うという投資方法です。

有名なマンハッタン島のたとえをご存知でしょうか？ マンハッタン島は1626年にネイティブインディアンから Pilgrim Fathers（イギリスからアメリカに渡った清教徒たち）に、たった24ドルで売られたと言われています（これについては諸説あるようですが）。ネイティブインディアンたちが手にした24ドルを毎年6%の利回りが得られる資産に現在まで投資し続けたとすると、今では1,776億ドル、日本円で17.7兆円近くになるので、マンハッタン島を買い戻してもお釣りがくるのではないかというお話です。

もちろん400年近くにわたって6%の利回りを出し続ける資産が今後もあるかどうかは定かではありませんが、毎年6%の利回り分を投資に回すと、最初の年は $24+1.44=25.44$ になり、翌年には $25.44+1.5264$ となるように、投資元本が増えるにつれて、6%の利回り分も大きくなります。これが再投資によって得られる複利の効果です。

中長期で運用を考えているのであれば、再投資は非常に効果的といえます。たとえば100万円で年率6%の利回りの資産に投資して利回り分を再投資すると、5年で139万円、10年で179万円になります。

もっとも、分散投資を行いつつ再投資をするには、得た利回りを適切な配分で再投資しなくてはなりません。お金のデザインでは、アルゴリズムがユーザーひとりひとりの資産運用状況を把握しており、配当金が発生した場合には、これをユーザーに代わって適切な配分で再投資しています。

## 5. ポートフォリオ管理における機能的アプローチ

資産運用サービスあるいは商品の伝統的な分類は、「投資対象の属性」またはリターン／リスクの水準を目標にした「運用手法」によるものでした。投資対象の属性としては、株式、債券といったアセットクラスや、先進国資産、新興国資産といった地域が挙げられます。運用手法としては、パッシブ運用、アクティブ運用や、絶対収益型、バランス型運用が挙げられます。

しかし、金融サービスをよりその目的や機能で分類する考え方が議論されるなかで、資産運用サービスにおいても、そのサービスを利用する投資家がどの機能を求めているのかという視点に立脚した運用が行われるようになってきています。投資対象の属性や運用手法はわかりやすく、リスク水準などの大まかなパフォーマンス特性を理解する上では重要ですが、それらは投資家が求める機能を表しているとは言えません。投資家がどのような目的で運用をするのかはそれぞれであり、その目的を達成するために必要な機能を実現するサービスを組み合わせなくてはなりません。そこで、投資家が何を求めているのかという主体的な観点から資産運用を考えること、すなわち、資産運用の機能的視点に関心を集めています。資産は、属性や運用手法ではなく運用の目的によって分類され、自分が達成したい目的に応じてポートフォリオを構築するのです。

たとえば、米国最大級の年金基金 CalPERS では、運用目的を「グロース」、「インカム」、「実物資産」、「流動性」、「インフレーション」とラベル付けされたカテゴリーに分けています。グロースは上場または非上場の株式から構成され、高い収益率を目的としています。インカムは国内外の債券から構成され、リスクを分散し低くすることを目的とする一方で、収益率も改善しようとしているのが特長です。実物資産カテゴリーは、不動産、森林地、インフラストラクチャーから成り、債券よりもインフレーションに強い長期配当を得ることを目的としています。流動性カテゴリーは現金もしくは現金代替から成り、年金基金からの支払いに備えています。インフレーションカテゴリーは物価連動債とコモディティから成り、インフレーションへの備えと、収益源泉の多様化を目指しています。

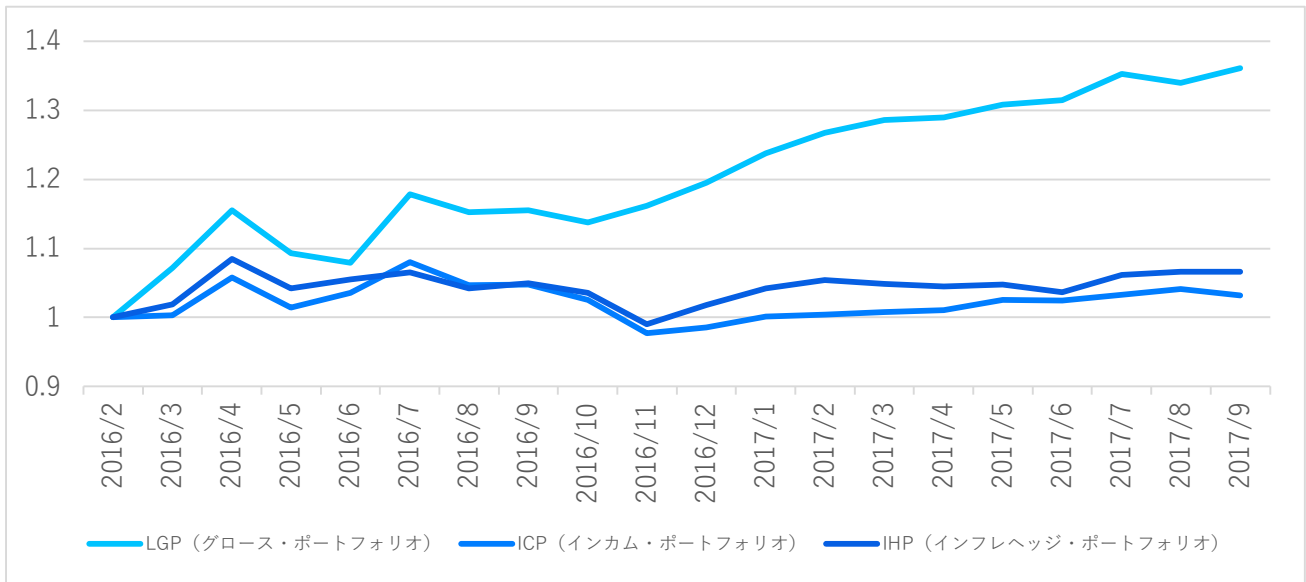
THEO では、ユーザーの資産運用に対する目的を達成するために必要な機能として、「グロース」、「インカム」、「インフレーションヘッジ」という3つの機能に対応するポートフォリオを設定して、その組み合わせによる運用を行っています。

グロース・ポートフォリオは、長期的に高いリターンを獲得することを目標としているため、世界の様々な株式 ETF を中心に投資しています。インカム・ポートフォリオは、リスクを低く抑えつつ安定的にリターンを得るため、世界の様々な債券 ETF を中心に投資しています。インフレーションヘッジ・ポートフォリオは、コモディティ、不動産、物価連動債など、実物資産やインフレーションに追随する資産に投資し、国内物価への影響が大きい日本の輸入物価指数に対してより高いパフォーマンスを達成すること、および世界の株式に対する相関を低くすることを目標としています。

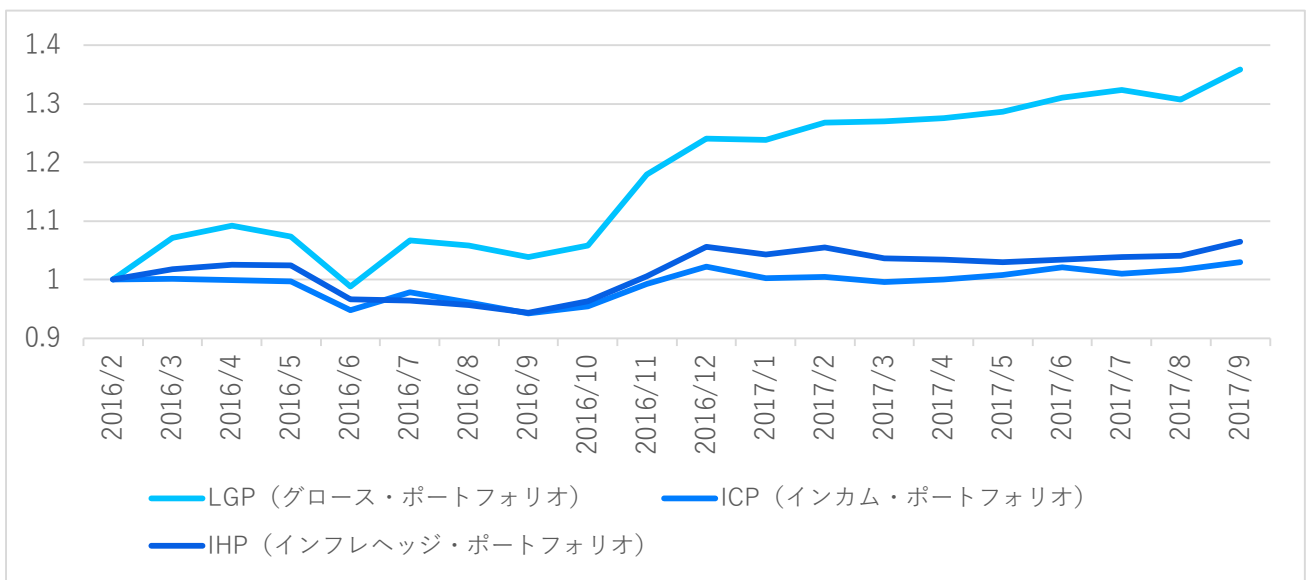
これら3つの機能ポートフォリオを組み合わせることで、よりユーザーが達成したい目的のための運用を行うことが可能になります。

なお、2016年3月1日から2017年9月29日までの各機能ポートフォリオの推移は以下の通りです。

■米ドル建て



■円建て



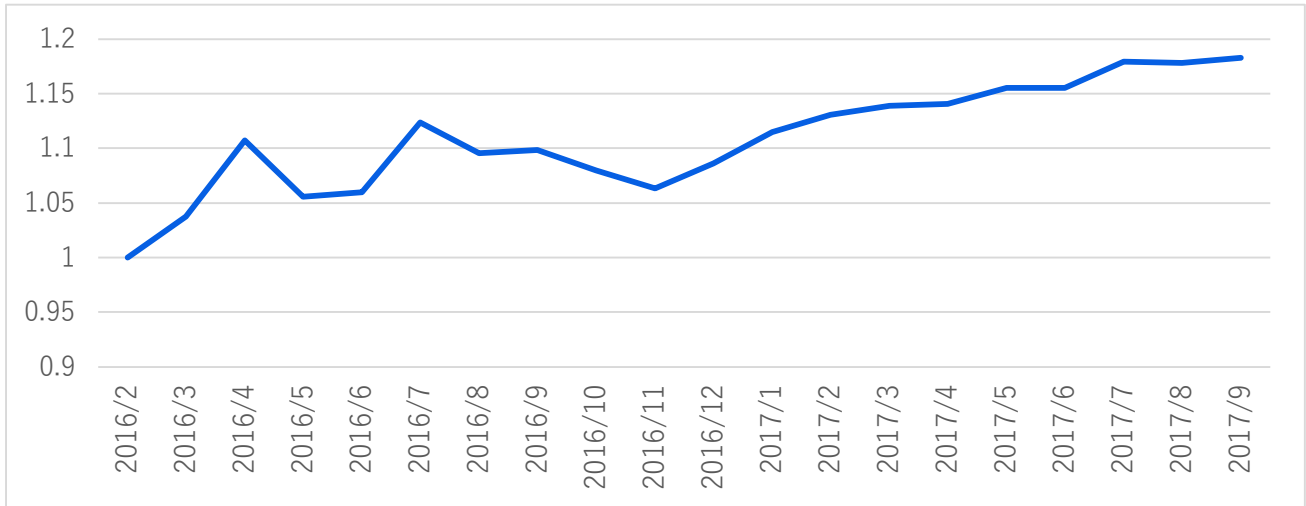
データ出所：株式会社お金のデザイン

THEO 社内データより算出（期間：2016年3月1日～2017年9月29日）

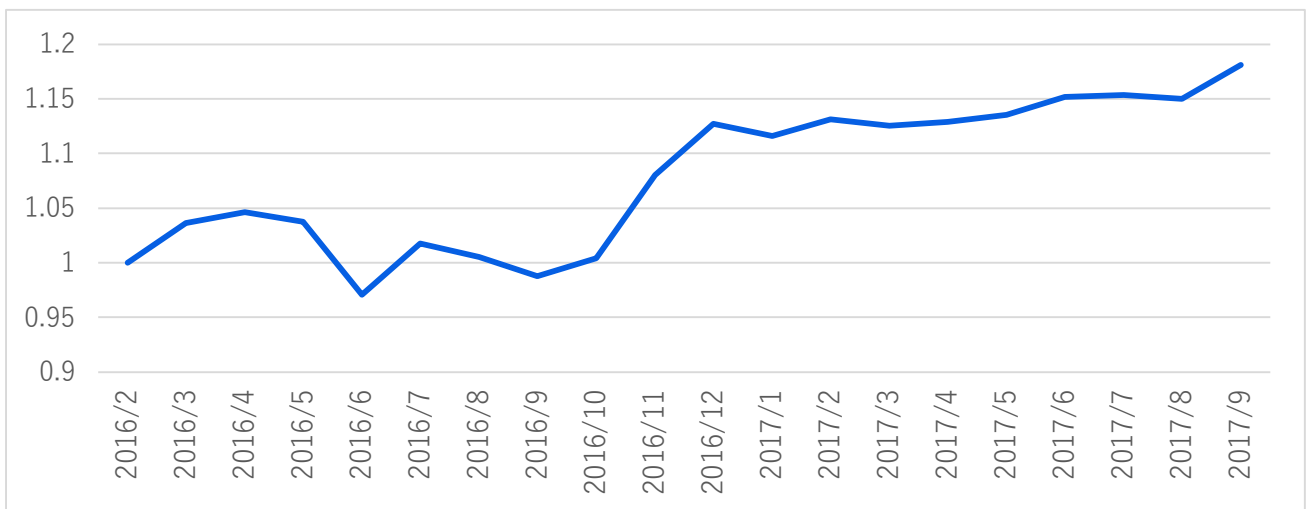
2017年9月29日現在、申し込みベースで算出した THEO ユーザーのポートフォリオ全体の平均割合は、グロース・ポートフォリオ 46.7%、インカム・ポートフォリオ 36.8%、インフレーション

ヘッジ・ポートフォリオ 16.5%です。この割合で 2016 年 3 月 1 日から 2017 年 9 月 29 日まで運用した場合のポートフォリオの推移は、以下の通りです。

■米ドル建て



■円建て



データ出所：株式会社お金のデザイン

THEO 社内データより算出（期間：2016 年 3 月 1 日～2017 年 9 月 29 日）

参考：

CalPERS, 2010.11, ALM Workshop

6. 米ドル建て運用

THEO は、ユーザーの資産を日本円でお預かりしたのち、日本円を米ドルに為替交換して海外の ETF を買い付けているため、日本円/米ドルの為替レートの影響を受けます。

THEO では、世界の国・地域を投資対象とする ETF を購入することで、80 以上の国・地域への分散投資を実現しています（2017 年 2 月 15 日時点）。ETF に組み入れられている原資産はそれぞれの国・地域の通貨をベースとしているため、本質的な意味での通貨分散は実現できています。

## II. 運用モデル

本章では、THEO が採用する 3 つの機能ポートフォリオの目的とモデルの概要を説明しています。

### 1. グロース・ポートフォリオ

グロース・ポートフォリオの目的は、過度のリスクを取ることなく長期的に高いリターンを得ることです。そのため、グロース・ポートフォリオは高い長期収益率を持つ資産、すなわち株式へ投資します。また、その対象はさまざまな国の株式へ分散されています。

イボットソンによる 1926 年-2013 年の米国証券市場の長期リターン（幾何平均）を見てみると、大型株式が 10.1%となっています。これは、社債の 6.0%、長期国債の 5.5%に比べて大きいことがわかります。日本の証券市場でも、1952 年-2013 年の株式リターンは 10.3%に対し、債券のリターンは 5.0%です。一方で、株式は債券に比べて価格の変動性（ボラティリティ）が大きく、その意味で債券に比べてリスクは高いといえます。

現在の投資理論の基礎をなす Markowitz のポートフォリオ理論、Sharpe の CAPM（キャピタル・アセット・プライシング・モデル）などには「前提」があり、必ずしも実際の市場の動きを正確に反映しているとは言えません。リーマンショックなどの経験を通じて、こうした既存のアプローチによって大きな損失を抱えかねないことが理解されるようになりました。グロース・ポートフォリオは、リーマンショック以降再度注目された最小分散ポートフォリオを基本とし、調整を加えて運用されています。

グロース・ポートフォリオの目的は高いリターンを得ることですが、個別企業の業績などによって株式の将来のリターンを推定するということは事実上困難なので、いわゆる期待リターンは投資対象のウェイト計算に用いられません。一方で、リスクを最小化する最適化手法が効果的であることが実証されています。そのため、グロース・ポートフォリオでは、リスク、言い換えるとボラティリティ（値動きのブレ）の最小化を基本的な最適化手法として用いています。

グロース・ポートフォリオは、長期的なリターンを高めるためにインカム・ポートフォリオなど他の機能ポートフォリオと比べて高いリターンとリスクを持つ株式 ETF に投資しているため、リスクを最小化するというの是一見矛盾しているように思われるかもしれません。しかし、実際に構築されるポートフォリオのリスクは、通常、債券 ETF で構築されるポートフォリオのリスク水準までは低くなりません。株式 ETF で構築されるポートフォリオのうち、ある一定の条件下で最適化により取り除くことができるリスクを限界まで削ぎ落としたものになります。

また、グロース・ポートフォリオでは、この方法で構築した資産配分（基本ウェイト）から、さらに割安か割高か（バリュー）、上昇・下落基調にあるかどうか（モメンタム）を判断する指標を用いてより戦術的に資産配分を行っています。



参考：加藤康之. 2015. 「高齢化時代の資産運用手法」, 一灯舎, 2015

Haugen, R.A., Baker, N.L. 1991. "The efficient market inefficiency of capitalization-weighted stock portfolios", *Journal of Portfolio Management*, 1991 Spring

Haugen, R.A., Baker, N.L. 1996. "Commonality in the determinants of expected stock returns", *Journal of Financial Economics*, 41.

Roger G. Ibbotson and Rex A. Sinquefeld, "the Ibbotson SBBI Yearbook 2016"

[2017年9月時点のグロース・ポートフォリオ組み入れ銘柄一覧]

ETF	アセットクラス	詳細
EWY	新興国株	iシェアーズ MSCI 韓国 キャップト上場投資信託
EWZ	新興国株	iシェアーズ MSCI ブラジル・キャップト上場投資信託
FXI	新興国株	iシェアーズ 中国大型株上場投資信託
VWO	新興国株	バンガード FTSE エマージング・マーケット上場投資信託
EPP	先進国株	iシェアーズ MSCI パシフィック(除日本)
EWG	先進国株	iシェアーズ MSCI ドイツ上場投資信託
EWJ	先進国株	iシェアーズ MSCI ジャパン上場投資信託
EWT	先進国株	iシェアーズ MSCI 台湾上場投資信託
QQQ	先進国株	パワーシェアーズ QQQ トラスト・シリーズ 1 上場投資信託
VBK	先進国株	バンガード・米国スモールキャップ・グロース上場投資信託
VBR	先進国株	Vanguard Small-Cap Value
VGK	先進国株	バンガード FTSE ヨーロッパ
VOE	先進国株	Vanguard Mid-Cap Value
VOT	先進国株	VANGUARD MID-CAP GROWTH ETF
VPL	先進国株	バンガード・FTSE・パシフィック上場投資信託
VTV	先進国株	バンガード・バリュー上場投資信託

## 2. インカム・ポートフォリオ

債券 ETF を中心として構成されるインカム・ポートフォリオは、ポートフォリオ全体に大きな損失を発生させることなく、相対的に安定的かつ着実にリターンを達成するために設計されています。加えて、グロース・ポートフォリオとの組み合わせによって分散効果も期待できます。

債券 ETF の内容としては、ソブリン債、投資適格社債やモーゲージ債などを中心とし、比率としては小さくなりますがハイイールド社債や新興国債券などにも投資しています。これらの債券は多様な国々を投資対象としています。

株式とは対照的に、債券の投資リターンは、その債券の直近利回りと大きく関連しており、大まかに予測することができます。一方で、利回りの高い債券ばかりを組み入れると、リスクの高いポートフォリオになってしまいがちです。そのため、インカム・ポートフォリオの最適化は、条件付きバリュアットリスク(CVaR)に対する平均的な債券利回りを、ある一定のデュレーション制約下で最大化することによって行います。なお、平均とは ETF に組み入れられている債券の加重平均利回りのことを指しています。

[2017年9月時点のインカム・ポートフォリオ組み入れ銘柄一覧]

ETF	アセットクラス	詳細
HYG	ハイイールド債券	iシェアズ iBoxx 米ドル建 ハイイールド社債上場投資信託
IHY	ハイイールド債券	マーケット ベクトル 国際ハイイールド債上場投資信託
SRLN	ハイイールド債券	SPDR BLACKSTONE/GSO SEN LOAN
IEF	先進国国債	iシェアズ 米国国債 7-10 年上場投資信託
TLT	先進国国債	iシェアズ 米国国債 20 年超上場投資信託
LQD	投資適格債券	iシェアズ iBoxx 米ドル建 投資適格社債上場投資信託
MBB	投資適格債券	iシェアズ 米国 MBS 上場投資信託
VMBS	投資適格債券	Vanguard Mortgage-Backed Securities

### 3. インフレーションヘッジ・ポートフォリオ

インフレーションヘッジ・ポートフォリオは、輸入物価指数に連動しつつ、さらにこれを上回るようにデザインされています。また、世界の株式との相関を下げ、大きなイベントが起きた時のリスクを低減させる働きもあります。ベンチマークとしている輸入物価指数に直接影響すると考えられる資産クラスのほか、原油、工業用金属、貴金属、不動産、米国短期国債や物価連動債などのETFにも投資します。

まず、輸入物価指数に対してコモディティや不動産で重回帰分析を行い、これらのETFに対する配分比率を決定します。指数を年次ベースでトレースするためには年次リターンが用いられますが、できるだけ多くのデータポイントを取るために、一部重複したデータ期間を活用します。この重回帰分析の更新は、そのコストと効用を考慮して四半期毎に行われます。

さらに、貴金属、インフレ連動債などのETFを用いて世界の株式との相関（共分散）を最小化します。この際、流動性が低いETFは、ウェイトの上限を低く設定するなどして流動性に乏しい資産を保有しすぎないようにします。

[2017年9月時点のインフレーションヘッジ・ポートフォリオ組み入れ銘柄一覧]

ETF	アセットクラス	詳細
DBA	コモディティ	パワーシェアーズ DB アグリカルチャー上場投資信託
DBC	コモディティ	パワーシェアーズ DB コモディティ インデックス
IAU	コモディティ	iシェアーズ ゴールド トラスト
SLV	コモディティ	iシェアーズ シルバー トラスト
IYR	リート・不動産	iシェアーズ 米国不動産上場投資信託
RWX	リート・不動産	SPDR ダウ・ジョーンズ・インターナショナル・リアル・エステート 上場投資信託
IGF	先進国株	ISHARES GLOBAL INFRASTRUCTUR
WOOD	先進国株	ISHARES GLOBAL TIMBER & FORE
TIP	先進国国債	iシェアーズ 米国物価連動国債上場投資信託

### III. 運用方針

この章では、これまでご紹介した運用概論や運用モデルに従って、実際にどのように THEO によってユーザーの資産が運用されているのかを論じます。

#### 1. ポートフォリオ診断

THEO では、まずユーザーが資産運用にどのような目的を持っているのかを診断するために、スマートフォンや PC を通じて 3 つの質問を投げかけます。その回答結果に基づき、ユーザーに最適と考えられる運用方針を提案します。

その診断方法は、THEO 独自の理論に基づいています。これまでの伝統的な資産運用では、リスク（価格変動によるリターンの振れ幅）と期待リターン（将来平均的にどのくらいの利益を生み出すか）からポートフォリオ（ある資産をどの割合で保有するか）を決定するのが一般的でした。しかし THEO では、前述のとおり 3 つの機能ポートフォリオを用意しています。ユーザーの資産運用に対する目的に沿ってこれらを組み合わせ、最適なポートフォリオを作ることを目指しています。そのため、リスクとリターンのみに着目した定量的な方法である伝統的手法は必ずしもなじみません。このような複数の目的の条件下で意思決定をするために、階層分析法（AHP: Analytical Hierarchy Process）という分析手法を用います。

ユーザーにうかがう質問は以下の 3 つです。

##### 1. 年齢

若いほど資産運用期間が長くなるので、リスクを取って長期的に高い収益を目指すことができます。

##### 2. 金融資産額

資産が多いほど、インフレーションから資産の実質的な価値を保全するニーズが高まります。インフレーションとは物価上昇を意味し、資産価値が相対的に下がる可能性があることから、実物資産などを中心としたインフレーションヘッジ・ポートフォリオを用意しています。

##### 3. 就業状況（契約申込後に編集可）

就業している場合、損失が出ても定期的な収入で埋め合わせることができることから、退職している場合よりも高いリスクを取ることができます。

これらの質問をもとに、AHP の手法を用いてユーザーにとってどの目的がどれだけ重要なのかを推定し、これを 3 つの機能ポートフォリオのウエイトに変換します。AHP については補足をご参照ください。

- i. 期待リターン、リスク（リターンの変動）、キャッシュフロー、インフレヘッジの4つの要素を設定します。
- ii. この4つの要素のうち、どの要素がどのくらい重要なかをプロファイリングの質問から推定します。この要素 $k$ のウェイトを  $w_k$  とします ( $k = 1,2,3,4$ )。
- iii. 次に、各要素に対する3つの機能ポートフォリオの影響割合をそれぞれのポートフォリオの過去データから推定します。機能ポートフォリオ $n$ が要素 $k$ に影響する割合を  $w_{k,n}$  とします ( $n = 1,2,3$ )。ここで、 $\sum_{n=1}^3 w_{k,n} = 1, (k = 1,2,3,4)$  です。
- iv. 最終的に機能ポートフォリオ $n$ のウェイトは  $w_{AHP,n} = \sum_{k=1}^4 w_k \cdot w_{k,n}$  で与えられます。

上記 ii. で推定される各要素の重要度により、リスク許容度、インカムを重視する度合い、インフレーションに対する感じ方の3つのパラメータが決まります。それぞれ19個、3個、4個の値を取りうるように設定されているため、3つの機能ポートフォリオだけに投資する場合も加えて  $19 \times 3 \times 4 + 3 = 231$  通りの機能ポートフォリオが提案されます。

なお、ユーザーは推奨されたものと異なるポートフォリオの組み合わせを選ぶことも可能です。

### 補足 階層分析法：AHP について

AHP は、Saaty (1980) によって開発された意思決定方法。階層的な構造によって代替案の評価を行うもの。意思決定プロセスを複数の階層に分けて、階層ごとに各評価要因に対する重要度を定量的に測定する。AHP は多様な要素が影響する意思決定や個人の好みといった感覚的な要素の影響を受ける意思決定に用いられる。



AHP では、まず複数の階層の全体構造を決めて、第1階層に問題設定（機能ポートフォリオの最適配分）を、第2階層に4つの要素（リスク、リターン、キャッシュフロー、インフレーションヘ

ッジ)を、また、第3階層に3つの代替案(グロース・ポートフォリオ、インカム・ポートフォリオ、インフレーションヘッジ・ポートフォリオ)を設定する。

次に、要素間の関係と、各要素における代替案間関係を設定する。これらの関係は全て2つの組み合わせに関する関係であるため、一対比較と呼ばれる。全ての関係は一対比較行列で表現される。この比較に使う数値(例:前の項目が後の項目より絶対的に重要、かなり重要、重要、若干重要、同じくらい重要)を設定する。次に、各要素における代替案との間の一般的な関係を測る。このように、4つの要素に関するそれぞれ3つの代替案の特性について、全ての一対(ペア)について比較を行う。

そのあと、各階層でその下の階層の要素や代替案に関するウエイトを一対比較行列から計算する。最後に代替案への最適ウエイトを計算する。

参考: Saaty, T.L. 1980. "The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill

## 2. 投資ユニバースに入れる ETF の選定

THEO では主に米国で上場されている ETF のうち、THEO が設定する投資要件に合致する銘柄を選別して、投資ユニバースに組み入れています。

### (1) 3つの機能ポートフォリオへの振り分け

まず、6,000種類以上あるETFのうち、インデックス型（ベンチマークと呼ばれるインデックスに連動するような運用を行なっているETF）の銘柄が選別されます。次に、それらを3つある機能ポートフォリオに割り振ります。

さらに、機能ポートフォリオごとに、地域やセクターといった細かい区分（サブカテゴリー）を設定して、それぞれに適切と考えられるETF銘柄を選別します。

### (2) 投資要件に合致したETFの選別

ETFを機能ポートフォリオのサブカテゴリーごとに振り分けても、あるETFがほとんど取引されておらず売買時に高いコストがかかることや、同じ投資テーマで設定されたETFが複数存在し、重複していることもあります（たとえば、同じサブカテゴリーにVanguardとiSharesのETFがある）。THEOでは、ETFが投資対象として適した銘柄かどうかを選別するために投資要件を設定しており、合致しているかを精査しています。基本的な投資要件の内容は以下のとおりです。

#### ① ETFの資産規模

投資するETFの資産規模（ETFは上場銘柄なので、それぞれの時価総額と同視できる）の下限を定めて、THEOが当該ETFの取引市場で大きなポジションを取りすぎないようにする。

#### ② ETFの流動性

投資するETFの流動性（取引が頻繁になされていること）の下限を定めて、当該ETFを売買する際にコストがかかり過ぎないようにする。

#### ③ 経費率

ETFの運用にかかるコスト（ETF経費率（後述））はETF運用会社によってそれぞれ開示され、適宜改定・更新されるところ、そのETF経費率が比較的低い銘柄を選定する。

#### ④ 運用期間の長さ

当該ETFが短期間の運用にとどまらず、一定期間安定的にその投資テーマであるインデックスに即した運用をしているものに限る。

ETFには、ETFの運用会社が設定している運用報酬や記録管理、税金、法律・監査などETFを運用するための諸費用（一般的に年率で表示され、ETF経費率という）が発生しており、ETFの

ネットアセットバリュー（NAV：ETF の原資産総額（もし負債があればこれを差し引く）÷ETF の株数。投資信託と異なり、取引時間中は毎 15 秒で更新される。）は、この ETF 経費率に応じて目減りします。一方で、ETF は株式市場で取引される金融商品なので、ETF を購入したり売却したりする時の価格は、NAV ではなく、株式市場で値付けされる価格になります。THEO で ETF を保有しているのはユーザーなので、ETF 経費率は間接的にユーザーが負担していることになります。

もしあるサブカテゴリーが当社の投資戦略として有用であるものの、適切な ETF がない場合は、要件充足に近い ETF を採用することもあります。ただし、全体の投資ユニバースでその ETF に配分できるウェイトの上限は制限されます。定期的に（少なくとも毎年）全ての米国上場 ETF のうち、日本国内の証券会社及び一任運用会社として取り扱いが可能な銘柄全てについて見直し、これまでの投資ユニバースで補足していなかった特徴の ETF があるかどうか、または、投資ユニバースに組み入れている ETF より経費率が低いもので、最近投資要件を具備するに至った銘柄などがないかを精査します。また、運用中も投資ユニバースをモニターしており、運用中の ETF 銘柄がいずれも投資要件を満たしているかを監視しています。

新しい ETF は毎年上場されており、年々サイズも大きくなっていて、運用成績も積み上がっています。新しい ETF を組み入れることで投資ユニバースにバラエティが増すことも、反対に、流動性の低下などによってすでに組み入れた ETF を投資ユニバースから外すこともあります。

## 補足      ETF 売買の際にかかるコスト

隠れたコストとしてよく言われるのが、売買時に発生する売り値（Bid）と買い値（Ask）の差分である Bid/Ask スプレッドである。

THEO では、上場市場を通じて ETF を売買するが、上場市場では、売りたい方は極力高値で、買いたい方は極力安値で取引したいので、その売値と買値の開きを Bid/Ask スプレッドという。ある ETF 銘柄の商い量が少ない（流動性が低い）場合などは、このスプレッドが広くなり、その時購入したい場合は比較的高値で、売却したい場合は比較的低値で取引してしまい、その分コスト高だったという評価になる。購入資金はユーザーのお金なので、その分ユーザーが実質的にコストを負担することになる。たとえば、どの値段でも売買するといった、いわゆる成行注文に近い発注の仕方を取ると、こういった高値買いや安値売りのリスクは相当高まるといえる。

THEO では、こういった Bid と Ask になるべく近づいた時点で取引を行うようアルゴリズムが組まれている。詳しくは、「3.売買の執行 (3)取引の執行」を参照。



### 3. 売買の執行

#### (1) ポートフォリオの組成

ユーザーから入金があった時点で、当該ユーザーの機能ポートフォリオの組み合わせ（目標ウェイト）に従って、ETFを購入します。その手続きは概略して以下のとおりです。

- ① ユーザーから入金があった金銭（円）を、Interactive Brokers LLC（IB証券）に送金。
- ② 金銭（円）をIB証券を通じて米ドルに交換する。
- ③ （同時に）IB証券を通じてETFを発注する。

なお、THEOでは入金があった日が米国・日本双方の金融機関の営業日であれば、その日に①ないし③を行います。また、通常同じ日に多数のユーザーから入金を受け付けていますが、その場合、THEOはユーザーの売買取引を一括発注しているため、IB証券との間の執行コストを低減しています。

#### (2) ETF発注量の計算アルゴリズム

THEOでは、自社開発のアルゴリズムを用いてETFの発注量を計算しています。

AHPに基づき推奨されたユーザーの目標ポートフォリオと、運用アルゴリズムによって判断される各機能ポートフォリオ内でのウェイトにより計算された、ユーザーごとに異なるETFの目標ウェイトと取引時点でのETFの市場価格により取引口数が決定されます。

#### 補足 計算アルゴリズムの詳細

ETFの取引は整数単位でしかおこなわれず、またユーザーの現金の範囲内でETFを取引する必要があります。言い換えると、以下の最適化問題を解く必要がある。

$$\min \{ \|NAV \times w_a - xp\|, x: \text{integer}, (x, p) \leq C \}$$

ここで、 $NAV$ は資産額、 $w_a$ はETF $a$ のウェイト、 $k$ はETFの口数、 $p$ はETFの価格、 $C$ は現金残高。これは整数計画法なので、この問題を直接解く代わりに以下の近似的なアルゴリズムを用いる。

ETF購入の場合、まず小数点以下の口数を切り捨てて現金が足りなくならないようにする。残った現金を最も効率的な方法でETFに投資するために、各銘柄の目標金額と実際の金額（ETFの市場価格と口数との積）を計算し、乖離が大きいものから順に購入する。

少額のポートフォリオ、具体的には各機能ポートフォリオの目標NAVが10万円を下回る場合、この方法ではETFを全く購入しない恐れがある（ETFの目標口数が0.5未満になるため、一口購入するよりも何も購入しない方が目標ウエイトとの差異が小さくなる）。この問題を避けるため、各ETFをその目標ウエイトに近づけ、かつ各機能ポートフォリオに含まれるETFウエイトの合計をその機能ポートフォリオのTHEO全体に占める目標ウエイトに近づけるようなアルゴリズムを用いる。

更に少額のポートフォリオ、具体的にはTHEO全体で10万円を下回るポートフォリオの場合、購入できるETFの数が非常に限定されることから、目標ウエイトとの差異よりも、効率良く10万円のポートフォリオに近づけることに主眼をおいたアルゴリズムを用いる。

### (3) 取引の執行

取引の執行は自社開発のアルゴリズムにより行われます。

米国市場時間（日本時間23時30分、但し米国夏時間時は22時30分開始）において、最新の市場価格を用いてユーザーごとのETF注文量を決定します。まだ米国市場が開いていない時間帯に現地証券会社に注文を出す執行方法と比べ、より効率的に執行することが可能です。ユーザーごとのETF注文量は前節のアルゴリズムを用いて瞬時に計算され、弊社証券部を通して米国証券会社に取り次がれます。

執行においては市場の買い気配と売り気配の差額（Bid/Ask スプレッド）をモニターし、このスプレッドが通常よりも大きい場合においてはあえてスプレッドを補正した価格（市場の価格より良い価格。必ずしも約定できるとは限らない）で注文を出し、執行の様子や価格変動を見ながら価格を調整して注文します。

価格変動の激しい銘柄や取引量の小さい銘柄、スプレッド補正をした銘柄、また発注量の多い銘柄などについては即時約定できない可能性があります。過去の取引データと市場データを基に確率フィルタリングと汎関数 Brown 運動に対する確率計算の手法を用いて、最適な執行方法を決定します。

これらの取引にかかる米国証券会社への手数料は、お金のデザインが負担します。

#### 4. ポートフォリオの調整

前述のとおり、ユーザーのプロファイリングから決定された機能ポートフォリオの目標ウェイトと、各機能ポートフォリオ内での ETF の相対ウェイトからユーザーごとの各 ETF の目標ウェイトが決定されます。THEO では、ユーザーのポートフォリオを常に最適な状態に保つために定期的なポートフォリオのウェイトの調整や、機能ポートフォリオ内部の ETF の入れ替えを行っております。

##### (1) 機能ポートフォリオの価格変動によるリバランス

ETF の価格が変動すると、その ETF の全体における割合が変化します。たとえば、ある ETF がポートフォリオの 10% を占めていたとして、その ETF の価格が 5% 上昇したとき、他の ETF の価格が変わらなかったとすると、ポートフォリオにおける割合は 10% から

$$\frac{\text{ETF の価値}}{\text{ポートフォリオの価値}} = \frac{10\% \times (1 + 5\%)}{1 + 10\% \times 5\%} = 10.4478\%$$

に上昇します。このとき、この ETF を 0.4478% 分売却し他の ETF を購入することで、ポートフォリオ内におけるこの ETF の割合を 10% に保つことができます。THEO では、原則として毎月リバランスを行なっています。

##### (2) 機能ポートフォリオ内での ETF の配分・ETF 銘柄の入れ替え

前述のとおり、過去の ETF のパフォーマンスなどにより、各機能ポートフォリオにおける ETF の目標割合が更新されます。これにより、各機能ポートフォリオを常に最適な状態に保つことができます。THEO では、機能ポートフォリオの内容に応じて、月次、四半期、半年、一年、または適宜の頻度で、機能ポートフォリオ内の ETF 銘柄のウェイトや銘柄自体の入れ替えを行なっています。

##### (3) ユーザーの申し出による機能ポートフォリオの目標ウェイトの変更

THEO では、原則として年 2 回まで、ユーザーによって機能ポートフォリオの目標ウェイトを変更することができます。この変更によって、ウェイトを下げられた機能ポートフォリオに含まれている ETF を売却し、ウェイトを上げられた機能ポートフォリオに含まれている ETF を購入することでユーザーのご希望のポートフォリオに変更します。

## 5. 追加入金・一部出金

ユーザーから追加入金や出金の依頼があった際、その時点での各 ETF の目標ウェイトとユーザーの現在の保有ウェイトを比較し、目標ウェイトに達していない銘柄を購入し（追加入金の場合）、目標ウェイトを上回っている銘柄を売却します（一部出金の場合）。これにより、ポートフォリオをより最適な状態にするという、リバランスと同様の効果を得ることができます。

## 6. 取引執行の手順

### (1) 入金があった場合

ユーザーが日本の営業日 15 時までに入金した場合、通常は次営業日（日本・米国）の米国時刻に取引が行われます。15 時以降もしくは日本の休日に入金した場合、日本の翌営業日の次営業日（日本・米国）の米国時間に取引が行われます。

ユーザーの入金額を為替交換によって米ドルにしたのち、ETF を購入します。

### (2) 一部出金の申し込みがあった場合

ユーザーが日本の営業日 15 時までに一部出金を申し込んだ場合、通常はその日の米国時間（米国が休日のときは翌米国営業日）に取引が行われます。まず為替交換により米ドルを売却し、出金額と税金（キャピタルゲイン課税）の推定額を合わせた相当額の円を購入します。その後為替交換によって売却された米ドル現金相当額の ETF を売却し米ドル現金を得ます。なお、最終的な課税額は日本翌営業日の対顧客直物電信為替レートを用いて計算されます。

### (3) 全部解約の申し込みがあった場合

ユーザーが日本の営業日 15 時までに解約を申し込んだ場合、通常はその日の米国時間（米国が休日のときは翌米国営業日）に ETF の売却取引が行われます。同日に為替交換を行い、米ドル現金を円現金に交換します。ユーザーが保有していた ETF の銘柄によっては、その時点で未支払いの分配金がある場合があります。その場合は一旦 ETF の売却によって得た資金を返還し、未支払いの分配金から得た資金に関しては、分配金が払われ次第速やかにユーザーの口座に返還します。

### (4) ユーザーの申し出による機能ポートフォリオの目標ウェイトの変更の場合

通常ユーザーから申し出があった日に ETF の売却と購入を同日に行います。売却と購入の時間差を最小にすることにより、市場変化によるユーザーへのリスクを最小化します。

参考：

*De Bondt, Werner, F.M., and Thaler, R. 1984. "Does the Stock Market Overreact?", The Journal of Finance, vol.40.*

*Poterba, J.M., Sammers, L.H. 1988. "Mean Reversion in Stock Prices: Evidence and Implications", Journal of Financial Economics, vol.22.*

## IV. 投資政策委員会

THEO では、運用アルゴリズムの内容を決定する投資政策委員会を設置しており、以下のような議題に沿って運用状況の確認、改善について議論しています。

- 機能ポートフォリオが想定した内容の投資ガイドラインに沿った運用がなされているかモニタリングを行う
- 各顧客向けのポートフォリオ提案のモニタリングを行う
- ポートフォリオ構築の方法論の変更について議論を行い、変更を承認する

投資政策委員会は最低でも月に 1 回開催されます。CEO（最高経営責任者）が議長を務め、CIO（最高投資責任者）、その他の運用部のメンバー、コンプライアンス部長、COO（最高執行責任者）、マーケティングの責任者、業務部の責任者、取締役副会長、アカデミックアドバイザー（京都大学大学院加藤特定教授）で構成されます。加藤特定教授は THEO のポートフォリオ運用の投資哲学および投資手法の枠組みの提供者です。投資政策委員会のメンバー 11 名のうち 6 名は、金融業界にて 20 年以上の経験を積んでいます。