

# 金融リスク共通計算エンジンの開発

## Development of the Common Financial Risk Calculation Engine

金融機関では、売買目的で保持する金融資産に対して日々リスク評価を行い金融危機に備えている。金融リスク計算エンジンは、為替・債券など各種金融商品の管理システムが取り扱う金融商品のリスク計算を行うシステムである。A銀行殿では、複数の金融商品管理システムに個別に実装されていた金融リスク計算処理を、保守性向上などの利便性から、一つの共通計算エンジンに集約することとした。(株)日立ソリューションズ東日本(HSE)は、A銀行殿の共通計算エンジンの開発を行った。共通計算エンジンを複数のシステム・支店からの計算要求を処理する計算サービスとして稼働し、各商品の入出力インタフェース(以下、I/Fと記す)の共通化を推進してI/Fの平易化を行った。また、効率的な並列実行により、目標処理時間内の計算完了を実現した。共通計算エンジンの導入により、金融リスク計算システムの保守性向上とともに、今後の金融規制に対する計算仕様拡張にも柔軟に対応できることが期待できる。

川崎 真基 Kawasaki Masanori

### 1. はじめに

昨今の金融危機の影響により、金融機関では保持する金融資産のリスク評価を行いマーケット変動に備えることが重要となっている。A銀行殿の市場部門でのフロントシステム(各金融商品の取引データを処理するシステム)は、金融商品/支店毎の特徴から複数のシステムで実現している(図1)。

フロントシステムでは、金利や為替レートの変動により商品の価値がどれだけ変動するかを評価する金融リスク計算を行っている。これまでは個々のシステム毎にリスク計算機能を実装していたため、類似機能を多数実装することになり、開発コストや保守コストが膨らむだけでなく、機能エンハンスのスピード低下、ひいては品質面でのリスクも懸念されていた。

これらの問題を解消すべく、金融当局による新たな規制への対応を契機に、一つの共通計算エンジンを新設して各システムの金融リスク計算タスクを担うことが検討された(図2)。HSEは、金融リスク計算を行う共通計算エンジン開発を受注し、基本設計から総合テストまでの工程を遂行した。

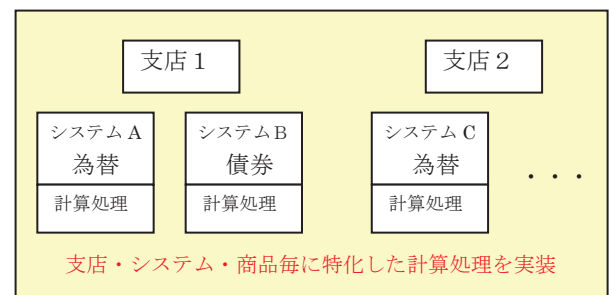


図1 従来のシステム構造

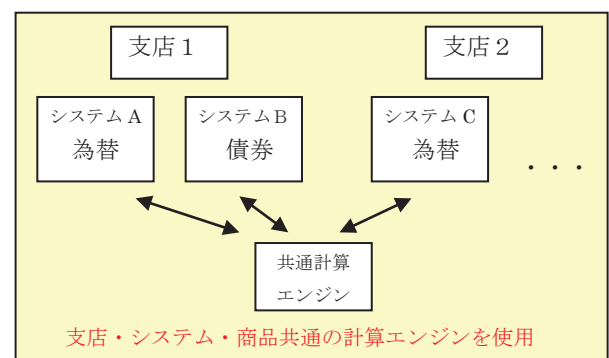


図2 計算処理の共通化

## 2. 金融リスクの評価

金融商品の金融リスクの評価には、金融商品の現在価値(PV: Present Value)と、金利などのマーケットレート変動時の損益変化を主な指標として用いる。現在価値は、利息収入などの将来得られるキャッシュフロー(CF: Cash Flow)に対して、割引率(DF: Discount Factor)を乗じて現在の価値に計算し直したものである(図3)。<sup>1)</sup>マーケットレート変動により現在価値がどれだけ変化するかは損益変化の主要な目安となる。現在価値およびその損益変化は、商品の特性(例:債券の場合、元本・将来発生する利息・満期日など)や日々のマーケットレートを入力として計算により求める。

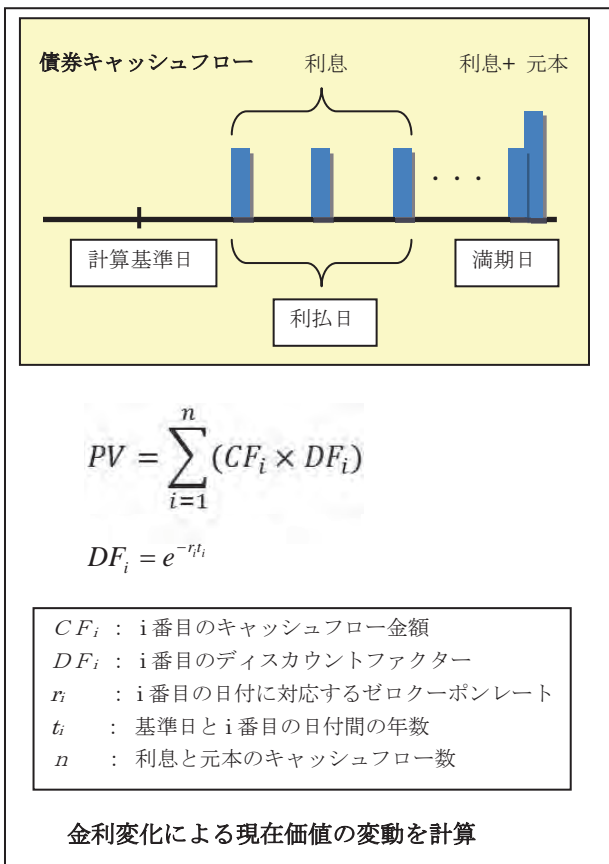


図3 債券の現在価値計算例

## 3. 共通計算エンジンの開発

### 3.1 計算サービスとしての実装

共通計算エンジンは、アーキテクチャとしてサービス指向アーキテクチャ(SOA:Service Oriented Architecture)を採用し、J2EEアプリケーションとして実装する。共通計算エンジンは、計算を利用する各システムに対してサービスプロバイダとして振る舞い、各システムが共通計算エンジンに HTTP サービス要求と計

算に必要なデータ(取引明細)をファイルで提供すると、共通計算エンジンは入力データファイルに基づいた計算を行い、結果を要求元システムに返す(図4)。

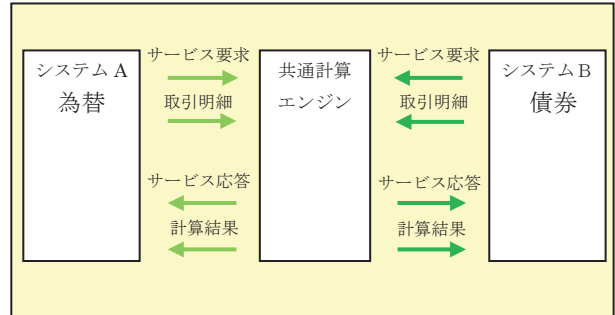


図4 計算サービスとしての実装

### 3.2 I/F 共通化設計

共通計算エンジンには、様々なシステム・支店から金融商品の取引に対する計算要求が到達する。要求元システムからは、計算要求とともに計算対象の取引に関する情報である取引明細が入力 I/F ファイルとして配信される。要求元システムおよび共通計算エンジンの両者で I/F 項目を必要十分なものとし、I/F ファイルをシステム・支店に依存しないものとする。また、個々の商品毎に個別 I/F を割り当てた場合、I/F 数が多くなり、ファイル種類・I/F 項目が増えてしまうため、保守性・統一性が損なわれる。そのため、商品特性により類型化した商品単位の I/F とし、I/F ファイル・データ項目の共通化を念頭に設計を行った。

#### 3.2.1 共通計算エンジンの取り扱う取引・商品

共通計算エンジンに取引明細として入力される対象の取引は、為替取引・現物取引・先物取引およびオプション取引である。各取引の内容は次のとおりである<sup>2)</sup>。

##### ① 為替取引

異なる2つの通貨を売買(交換)する取引で、売買通貨の為替レートを介して取引される。共通計算エンジンが取り扱う為替取引は、売買契約日(約定日)から2営業日後(スポット日)に通貨の受け渡しをするスポット取引、スポット日より先日付の受け渡しとなるフォワード取引、両者を組み合わせたスワップ取引であるが、これらは現在価値を比較的簡素に計算することができるもので、計算コスト(計算に要する CPU リソース・処理時間)は低い、取引量は多い。

② 現物取引

市場で実物の商品を売買する取引である。株式や有価証券をその時点の市場価格で売買して受け渡しが行われる。共通計算エンジンが取り扱う現物取引は、株式・有価証券（国債など）である。取引量は中程度である。

③ 先物取引

将来の予め取り決めた期日に、原資産と呼ばれる特定の商品を約定時に取り決めた価格で売買する取引である。共通計算エンジンが取り扱う先物取引は、債券・金利を原資産とする債券先物、金利先物である。取引量は中程度である。

④ オプション取引

原資産と呼ばれる特定の商品を、将来の予め決められた期日（オプション満期日）に、約定時に取り決めた価格で「売買する権利」を売買する取引である。共通計算エンジンが取り扱うオプション取引は、オプション満期日にのみ権利行使ができるヨーロピアンタイプのもので、原資産が債券先物、金利先物および株価指数である債券先物オプション、金利先物オプションおよび株価指数オプションである。取引量は中程度であるが、①～③の取引と異なり、現在価値計算にはオプション性の評価が必要となり、計算コストは為替に比較して高い。以上をまとめると、表 1 となる。

表 1 取り扱う取引と商品

No.	取引種類	内容	商品	明細数
1	為替	異なる 2 つの通貨を売買	スポット・フォワード・スワップ	数十万
2	現物	実物の商品を市場価格で売買	株式・有価証券	数千
3	先物	指定期日に、特定商品を約定時指定の価格で売買	債券先物・金利先物	数千
4	オプション	指定期日に、特定の商品を約定時に取り決めた価格で売買する権利を売買	債券先物オプション・金利先物オプション・株価指数オプション	数万

3.2.2 I/F 共通化検討

個々の商品の I/F 項目は、計算基準日や支店コードなどの商品共通の項目（全体共通情報）と、商品固有の項目で構成される。複数の商品で I/F 項目を共通化すると、商品共通の項目に加えて、各商品固有の項目を和集合として追加することになる。そのため、I/F 共通化では原則として商品共通の項目の割合を大きくして、商品固有の項目が少なくなるように設計した。

まず、表 1 で分類した各取引に属する商品は、同一取引分類内では共通した商品特性となり、商品固有項目の割合が少なくなり、商品共通項目の割合を極大化できるので、取引分類毎に I/F を設計した。

さらに共通化を進めるため、各取引の類似性を分析し、複数の取引種類で共通 I/F にできないか分析した。オプション取引の取引明細は、オプションに関する情報に加え、原資産の情報を含む。原資産には債券先物、金利先物が使用されるので、多くの項目が先物取引と共通である。このことから、先物取引とオプション取引をグループ化して共通 I/F とし、先物・オプション取引 I/F とした。

為替取引 I/F は、為替固有の項目が多く、共通化のメリットが見込めない。為替取引は他の取引に比べ取引量が多いので、トランザクションサイズの増大を避けるため、専用の I/F とした。

現物取引も、他の取引と共通化した場合、商品固有項目の割合が多くなるため、専用の I/F とした。以上をまとめると、表 2 となる。

表 2 取引 I/F の共通化

No.	I/F 名称	取引種類	商品	構成情報
1	為替 I/F	為替	スポット・フォワード・スワップ	全体共通・為替
2	現物 I/F	現物	株式・有価証券	全体共通・現物
3	先物・オプション I/F	先物・オプション	債券先物・金利先物・債券先物オプション・金利先物オプション・株価指数オプション	全体共通・原資産（先物・株価指数）・オプション

以上の I/F 共通化により、商品個々の I/F の場合は I/F 数が 10 となるところを、I/F 数 3 に集約することができた。

### 3.3 レイテンシ低減性能設計

共通計算エンジンは、リアルタイム計算サービスとしてフロントシステムの計算要求を処理するが、数十万件の為替取引に対する計算要求が複数集中した場合でも要求処理性能を満たすために、レイテンシ（フロントシステムがサービス要求を行ってから計算結果が返信されるまでの待ち時間）を低減する性能設計を行う。

計算要求を行うフロントシステムのジョブスケジュールの都合上、要求される処理性能は同程度のマシンプラットフォームで稼働している既存類似システムを参考に、数十万件の取引明細(為替 50%, オプション 20%, 先物 10%, 現物 10%の割合)に対する計算要求に対してレイテンシ 30 分以内である。

複数の取引明細で重複して使用するマーケットレートはメモリ上にキャッシングし、DB アクセス・I/O の頻度を減らし、DB による検索をメモリ上のハッシュアクセスに変えるなどの基本的な性能設計の他、Java スレッドによる効果的な並列実行の実現を検討した。

各並列実行スレッドに取引明細を割り当てる際、通常は単純にレコード数が均等になるように取引明細レコードを割り当てる(図 5)。しかし、計算コストは取引種類毎に異なり、計算コストの大きい取引の明細が多く割り当てられた並列実行スレッドでは、他スレッドより処理時間が大きくなり並列化効率が悪化する。そこで、下記の手順により取引種類毎の計算コストに着目した負荷分散を行った。

- ①各商品の計算処理コストを実測し、一番処理コストが低い為替商品を 1 として、商品毎に重み付けしたコスト値を割り当てる(表 3)。
- ②取引明細のコスト値の合算値が各並列実行スレッドで一定となるようにスレッドに明細を割り当てる(図 6)。

これにより処理コストを均等に按分した並列実行を実現することができた。図 7 は、為替取引およびオプション取引をそれぞれ同数(数万件)だけ並列実行で計算した場合の並列化率(シングル実行に対して何倍速く実行できたかの割合)である。レコード数均等分割のケースは、計算コストの高いオプション取引が一つの並列実行スレ

ッドに偏って割り当てられた最悪ケースで、並列化率が低くなっている。計算コスト均等分割のケースは、計算コストが均等になるように各並列実行スレッドに取引明細を割り当てており、並列化率が高くなっている。

表 3 取引種類毎の計算コスト

#	取引種類	取引量(件)	1 件あたりの計算コスト値
1	為替	数十万	1
2	現物	数千	3
3	先物	数千	5
4	オプション	数万	13

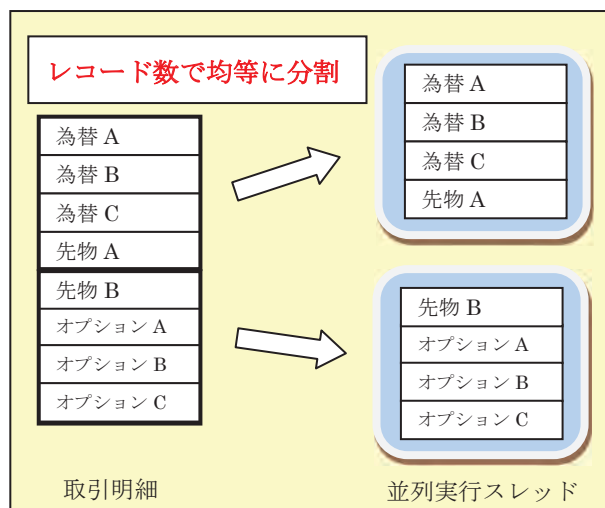


図5 レコード数による並列分割

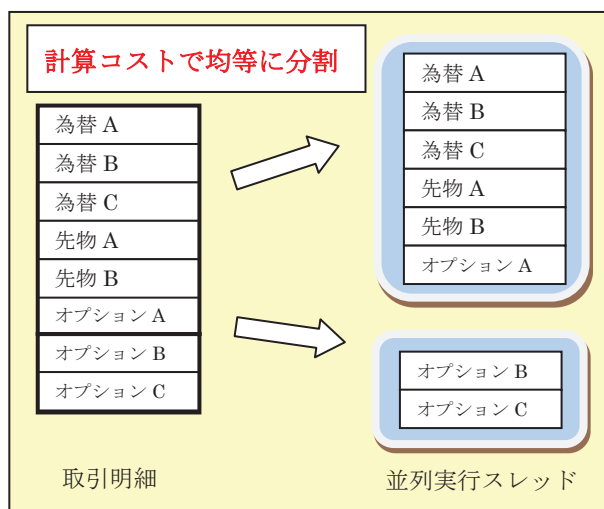


図6 計算コストによる並列分割

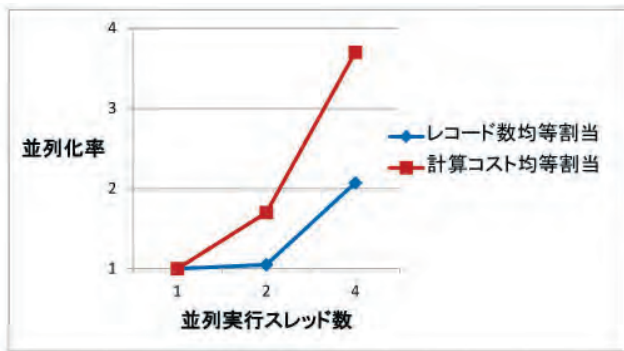


図7 割り当て方式による並列化率の比較

## 4. 結果の検討および効果

### 4.1 共通計算エンジン導入による改善・効果

共通計算エンジンを開発して、SOAによる金融リスク計算サービスとしてシステムに導入することにより、各フロントシステムの金融リスク計算機能を一カ所に集約することができ、下記のような改善が得られた。

- ① I/F 共通化による各システムでの同一取引・商品に対する統一したデータ項目による管理の実現。
- ② 不正データなどによる計算異常終了時のトラブルシューティングが複数システムで共通化され効率向上した。
- ③ 計算仕様変更時のシステム改修が一システム（共通計算エンジン）に局在化することによる実装・テスト工数の削減。

### 4.2 性能評価

性能目標は、数十万件の取引明細(為替 50%, オプション 20%, 先物 10%, 現物 10%の割合)に対する計算要求に対してレイテンシ 30 分以内であるが、当該条件に対して 5 分以下で処理できる性能を実現し、十分な目標を達成した。

## 5. おわりに

共通計算エンジンの導入により、金融リスク計算システムでの取引・商品の統一した取り扱いを実現することができた。

取引種類毎に計算コストを測定し、効果的な並列実行に活用したが、計算コストはマシンプラットフォームや計算に使用する API の改修・バージョンアップなどで変動することが想定されるので、定期的に計算コストの再測定を行い、見直しを行うことが望ましい。また、フロントシステムと共通エンジン間の取引明細と計算結果の送受信は現在ファイル形式で行われているが、データ数

が多くなるほどファイル送受信に要する時間が大きくなる。効率の高いファイル圧縮を行うなど、送受信時間を削減することが今後の課題である。

今後 HSE は、日立グループでの金融リスク管理ソリューションの担い手として、本開発で得られた多様な商品に対する金融リスク計算システムの開発ノウハウを、日立製作所が展開している金融リスク管理ソリューションにも協力していく。

### 参考文献

- 1) John C. Hull: Options, Futures, and Other Derivatives (9th Edition), Pearson, 2014
- 2) 日本取引所グループホームページ  
<http://www.jpx.co.jp/index.html>  
(2016年9月閲覧)



川崎 真基 1998年入社  
金融開発第2グループ  
金融リスク管理システムの開発  
masanori.kawasaki.zu@hitachi-solutions.com