

ビジネスにおけるモンテカルロ研究

Monte Carlo studies in Business

March 2015

- ▶ モンテカルロ法とは何か
- ▶ モンテカルロ法の歴史
- ▶ モンテカルロ法の使い方
- ▶ モンテカルロ計算の工程

■ モンテカルロ法とは何か

一般的なモンテカルロ法の定義は、1 個の解を求める解析的解法が困難性を伴う場合、乱数を用いて多数回の試行から近似解を求める計算手法の総称である。

ビジネス的解釈を試みると、モンテカルロ法は数値計算テクニックの 1 つで、エクセルアドインのビジネスリスクソフトウェア使用を前提に、目的とする問題の解を確率数値に求め、複数の確率分布を従属変数に求める目的数値を独立変数とした関数モデルを作成し、それぞれの従属変数で乱数によって大量発生させる演算結果から独立変数の確率分布を得る。これから解決すべき問題の評価、意思決定を行う。

■ モンテカルロ法の歴史

モンテカルロ法ルーツは、仏博物学者・哲学者ジョルジュ・ルイ・ルクレール・ド・ビュフォン（Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon）が 1777 年に発表した「ビュフォンの針（Buffon's needle problem）」とされている。ビュフォンはランダムに落下する針が等間隔で描かれた線と交わる数から円周率を求めようとした。

今日のモンテカルロ法の考案者との認識されているのは、ジョン・フォン・ノイマン（John von Neumann）とスタニスラウ・M・ウラム（Stanislaw Marcin Ulam）により 1945 年に開発されたとされている。

1946 年頃に現ロシアモスクワ国立研究所で水爆の開発に従事していたポーランド出身の米国人数学者であるスタニスラウ・M・ウラムが、トランプの 1 人用ゲームを最後までやれる割合がどのくらいになるかを考えた。

すべての可能な組み合わせを計算することは対数的処理量を招き実用的ではないが、ゲームをランダムに試行して、その割合に注目することで近似的な結果が得られる。この考え方を核物質内の中性子の拡散現象の解明に適用できることに気付いたウラムは、ロスアラモスの同僚であるジョン・フォン・ノイマン提案したという。

フォン・ノイマンは、米国陸軍が砲弾の弾道特性を計算するためペンシルベニア大学に依頼していた電子積分計算機 ENIAC に関与しており、計算機で疑似乱数を発生させる方法や決定論的問題を確率モデルに変形する方法を考案してランダムさを解析応用する基礎研究の方向付けを行った。

この方法は確率ゲームを賭けとして数学的に定式化できることからモンテカルロ法と呼称された。命名者はロスアラモスの数学者・物理学者のニコラス・C・メトロポリス (Nicholas Constantine Metropolis) とされる。

モンテカルロ (Monte Carlo) は言わずと知れた西ヨーロッパの都市国家・モナコ公国の都市である。同国はカジノをはじめとする観光が主要産業で 19 世紀には国家収入の 9 割に達したとも言われている。

1949 年にはシンポジウムが開催され、Journal of the American Statistical Association 誌にメトロポリスとウラムの論文『The Monte Carlo method』で決定論問題の確率モデル化が論じられている。

メトロポリスは、ハンガリー出身の物理学者エドワード・テラー (Edward Teller) らとの共同論文 (1953 年) で有限個数標本集団をつくる場合にそれぞれの要素が母集団の分布にしたがって出現するアルゴリズムを考案した。これはベイズ統計学において、事後分布の数値的な評価に多く用いられているマルコフ連鎖モンテカルロ法 (Markov chain Monte Carlo) で、いわばモンテカルロ法とマルコフ連鎖を組み合わせた発展版とものである。

モンテカルロ法発展のビジネス的理解は、解析には不適切な断片的データ (ビジネスでは普通にある不確実な事業環境状況) であっても、モンテカルロシミュレーションによる試行錯誤を繰り返し、作成したサンプリングデータを精査して、ビジネスプロジェクトの可能性を高めることができるということである。

▪ モンテカルロ法の使い方

モンテカルロ法の使い方は、ひとつは確率発生過程を再現するモンテカルロシミュレーションといわれるもので感覚的に理解できる。このことは生産性を著しく要求される現代のビジネスシーンでは非常に有用である。

いまひとつは、サンプリング予測データの利用である。例えば、心理学での試験データ分析には通常、数十から数百前後の限定された標本値が用いられるが、この場合に統計的に期待する性質を持つかどうか否かはモンテカルロ法による試行で証明される。現実ビジネスも同様なことが殆どで、意思決定する者は不確実性のなかで実務を執行している。

学術的なモンテカルロ法の適用領域では、元来核物質内における中性子の軌道計算に考案された経緯から原子物理学に広く応用され、液体や気体中の粒子の解析、粉体の混合など統計物理学・統計力学の主分析手法のひとつになっている。

数学では多重定積分の計算、極値の決定、連立方程式の解法などに利用され、経営工学・OR学では、待ち行列・ランダムウォーク・在庫量問題、金融工学では、価格評価・リスク評価に、その他交通工学、半導体工学、通信工学、信頼性工学、計算機科学、コンピュータ囲碁プログラム、コンピュータグラフィックス、マーケティング、プロジェクトマネジメント、生物学、生態学、社会心理学などの領域で幅広く用いられている。

このようにビジネス実務においては、①モンテカルロ法によるシミュレーション、②予測値サンプリングデータの利用は、ビジネスリスクと共存する必要がある現代ビジネスパーソンに有用性の高い機会を提供する。

- モンテカルロ計算の工程

モンテカルロ法の計算過程流は主に、①数値モデルの作成（モデル化）、②乱数の生成、③解の利用の3段階に分類される。

① モデル化は、モンテカルロシミュレーションではモデル化となり、事象に忠実なモデル作成を試行錯誤することになる。そのことは、言い換えるとサンプリング精度の問題で注意を払い事象を反映した確率分布を設定することである。

② 乱数生成は、問題に適した乱数を提供する。通常はコンピュータやリスク分析ソフトウェアが適用する算術的に生成したものを利用することになる。算術的乱数は規則性が生じそのランダム性が独立でなく疑似乱数と言われる。数学・統計学などの純粋学術上は論争を展開しているようだが、数値実験の再現性がある有用性もある。

③ 解の利用は、得られた標本値に統計処理を施す必要がある。モンテカルロ法は数値実験値で、測定値との間には必ず誤差生じる。そこで、数値計算実験精度を高めるために実験を多く行わねばならぬこと、算出した標本値を適切な統計処理をすることが問題の解を獲得する上で不可欠である。

ビジネスシミュレーションとしては、解の推定で表された確率分布、標本値の統計処理結果に基づき対象とする問題の評価、意思決定を行うことになる。

細谷賢治（DOL）

モンテカルロ法に関連したサービス

Our services related to paper.

モンテカルロ法は不確実な事業環境下でも、自ら可能なリスクを許容することで、実行可能な測定値のサンプリングからシミュレーション予測による問題解決を提供する。

このビジネスツールに関連する次の業務を提供する。

- モンテカルロ法に関する基礎的教育訓練
- モンテカルロ法を用いたプロジェクトマネジメントに関するコンサルティング

具体的には次のサービスである。

- モンテカルロ法を用いたビジネスリスクの計量
- モンテカルロシミュレーションにおけるプロジェクトのモデル化
- モンテカルロ法を用いたビジネスリスクの予測データ作成、シミュレーション

モンテカルロ法を用いた、

- 事業計画の策定
- 事業モデルの設計
- 事業予測データ、シミュレーションデータの作成
- 事業シミュレーションデータの分析、助言

- 事業シミュレーション結果による意思決定の支援
- 事業計画策定に関連した研修

本件に関するお問い合わせ

Contact us.

細谷賢治

DOL

E-Mail kenjihosoya@aol.com

Skype [kenjihosoya](#)



<http://www.livelive.biz/>



[@BaSRI_8686](https://twitter.com/BaSRI_8686) [https://twitter.com/ BaSRI_8686]



[https://www.facebook.com/ BaSRI.8686](https://www.facebook.com/BaSRI.8686)