

On Difference and Relationship between Computational Finance and Experimental Finance

Rulin Yuan

School of Information Management, Shanghai Finance University, Shanghai, 201209, China

Email: yuanrl@shfc.edu.cn

Abstract: Due to the rapid development of computer technology, scientific computing, side by side with the scientific theories and scientific experiments, has become one of three basic research methods of exploring natural and researching community. This paper discusses the difference and relationship between computational finance and experimental finance from the perspective of scientific methodology. According to three basic research methods, we consider that computational finance independent from the experimental finance is more accord with the general development of academic disciplines patterns and trends and more conducive to the healthy development of computational finance and experimental finance.

Keywords: computational finance; experimental finance; methodology; new disciplines

试论计算金融学与实验金融学的区别和联系

元如林

上海金融学院信息管理学院, 上海, 中国, 201209

Email: yuanrl@shfc.edu.cn

摘要: 由于计算机技术的迅速发展, 科学计算与科学理论、科学实验并列成为探索自然研究社会的三大基本研究方法之一。本文从科学研究方法论的角度, 讨论了计算金融学与实验金融学的区别与联系, 认为按照三大基本研究方法进行分类, 将计算金融学从实验金融学中独立出来, 更符合学科发展的一般规律和趋势, 更有利于我国计算金融学和实验金融学的健康发展。

关键词: 计算金融; 实验金融; 方法论; 新学科

科学理论、科学实验和科学计算是人们探索自然研究社会的三大基本研究方法, 与此对应, 许多学科形成了三大学科分支, 例如物理学科有理论物理学、实验物理学和计算物理学, 化学学科有理论化学、实验化学和计算化学之分等。

经济学的发展也不例外, 除了理论经济学外, 实验经济学和计算经济学逐渐出现[1-4]。金融学科也出现了实验金融学和计算金融学两个新的分支学科[5-8]。但实验金融学和计算金融学出现的时间还很短, 我们对计算金融学和实验金融学的概念常常混淆。正确认识和理解计算金融学与实验金融学的区别和联系, 对我国实验金融学和计算金融学的健康发展具有重要意义。

1 探索自然的三大基本科学方法

为了阐明自然界的科学技术现象, 人们通常采用

科学理论与科学实验两种基本研究方法, 但随着计算机技术的迅速发展, 科学计算已经与科学理论、科学实验并列成为科学研究的三大基本方法之一。

与三大基本科学活动对应, 许多学科形成了三大学科分支, 例如物理学科有理论物理学、实验物理学和计算物理学, 化学学科有理论化学、实验化学和计算化学之分等。

科学理论指人类对自然、社会现象进行科学观察, 并按照已有的科学知识和认知, 经由演绎推理等方法, 进行的推论性总结。科学理论是系统化的科学知识, 是关于客观事物的本质及其规律的相对正确的认识, 是经过逻辑论证和实践检验并由一系列概念、判断、推理和数学公式表达出来的知识体系。

科学实验是根据研究目的, 运用一定的物质手段, 通过干预和控制研究对象而观察和探索研究对象有关规律和机制的一种研究方法, 它扩大了科学观察的范

围和手段。它的特点是可控性和可重复性，主要使用分析和归纳推理等方法。

科学计算的内容涵义是极为丰富的，它包括数值计算、计算机模拟和符号演算等内容，主要处理现代科学技术中的大规模、非线性、非均匀性和几何非规则的巨型问题，也可运用符号演算即用计算机进行公式的推导和逻辑推理，进行纯推理科学的研究。

科学计算可以理解为一整套的过程，即从给定的实际问题（计算任务）出发，进行分析研究，建立数学模型，研究计算方法，直到配置算法程序，利用计算机执行计算任务，最终检验实际效果，如果不合要求，还要进行反复，回到修改数学模型，设计计算方案等过程[9]。

科学实验一般需要实验仪器设备和实验装置，而科学计算则只需要计算机，可以用计算机模拟实验仪器设备和实验装置进行计算机模拟实验。不仅如此，在很多情况下，科学计算可以比理论和实验做得更深刻、更全面、更细致，可以做一些由于现有实验条件所限制，目前无法做或很难做的试验。因此科学计算才从科学实验中独立出来，成为与科学理论、科学实验并列的三大基本方法之一。

例如，新设计的飞行器等要进行风洞实验，需要建设风洞实验室，新设计的汽车等要进行碰撞实验，需要建汽车碰撞实验场，这些实验都是非常昂贵的。而科学计算则可以通过建立数学模型，设计软件，通过在计算机上进行计算来模拟风洞实验和汽车碰撞实验，可大大节约实验成本。再比如，计算机模拟的核爆炸实验比实际的核试验不仅成本大大降低，而且避免了对环境的破坏。又比如，目前核电站核燃料废物的处置主要用深埋方法，但要评价 50 年甚至更长时间对环境的影响，现在只能用计算机模拟实验进行科学计算。

科学计算从科学实验中独立出来的另一个原因是从方法论的角度看，科学计算的模拟实验严格意义上讲并不是真正的科学实验，它实际上是用计算机扩大了人们的进行繁杂计算的能力和复杂逻辑推理的能力，还是一种计算和推理演算，其结果并不能完全代替真正的实验，还需要通过真正的科学实验进行验证或通过科学观察的证实。比如，本来需要十次风洞实验，则可先进行八、九次计算机模拟的风洞实验，再进行一、二次真正的风洞实验进行验证。计算机模拟核燃料废物深埋法对环境影响的结论，要等 50 年甚

至更长时间后的科学观察结果，才能真正得到证实。

科学理论、科学实验和科学计算是探索自然和研究社会的三种相辅相成的科学研究方法，三种方法既有区别又有联系，三者互为补充。科学理论是以科学观察和科学实验为基础，并要通过科学观察和科学实验进行检验。科学实验要以科学理论为指导，同时它又是检验新理论的重要手段，也是发展新理论的源泉，科学实验扩大了科学观察的范围和手段。科学计算则是进一步通过计算机技术扩大实验能力，做一些由于现有实验条件所限制，目前无法做或很难做的试验，它与科学理论的推理演算和计算更相近，是一种借助计算机技术的更高层次的计算和推理演算，还需要通过科学实验的最后验证或通过科学观察的证实。

科学计算的主要特点是使用计算机来解数学模型，计算机性能、计算机软件性能和计算方法的每一次重大进步，都会使得过去由于计算技术限制而无法解决的问题可以在新的计算技术条件下解决，使人们求解数学问题的范围得到很大的扩展，这时，正是我们重新审视各门学科中各种未解决的实际问题可否定量化和数学化的极好时机，也是可能取得自主创新成果的好机遇，必将加速各类学科向定量化和数学化发展[10]。由此可见，随着计算机技术的迅速发展，人们采用科学理论、科学实验和科学计算三种基本科学活动共同对自然和社会进行研究和探索，必将使人类的科学技术进入一个前所未有的高速发展的新时期。

2 计算金融学与实验金融学的区别和联系

我国金融市场化的改革不断深化，各种金融衍生产品逐步推出，资产定价和风险管理已成为金融业的核心竞争和发展能力。随着我国金融业的不断开放和走向世界步伐的加快，金融全球化对我国金融业的影响越来越大，我国金融学科的发展势必与全球金融学科发展一体化。

20 世纪 50 年代以来，以马科维茨的资产组合管理理论、夏普和罗斯创立的资本资产定价理论以及布莱克和舒尔茨创立的期权定价理论为主要基础，建立起了现代金融理论，它广泛应用数学工具，进行数学建模、理论分析、数值计算等定量分析。在现代金融理论基础上，金融工作者借助衍生金融工具创造了许多新的金融产品，并建立了许多用于识别和量化风险的风险管理模型和技术。这些产品、模型和技术被人们视为“金融领域的高科技” [11]。正是在这种背景

下，金融学科也出现了实验金融学和计算金融学两个新的分支学科。实验金融学和计算金融学也被介绍引入我国。

由于实验金融学和计算金融学出现的时间还很短，被引入我国的时间更短，我们对计算金融学和实验金融学的概念常常混淆，不利于我国计算金融学和实验金融学的发展。正确认识和理解计算金融学与实验金融学的区别和联系，对处于起步阶段的我国实验金融学和计算金融学的健康发展具有重要意义。

实验金融学是金融学与实验科学交叉融合产生的一门金融学的分支学科。实验金融学的主要研究方法是科学实验方法，是指在受控制的实验室里，以简单、抽象的形式模仿在金融市场和其它金融环境中出现的场景，以研究这些场景中的人类行为，来揭示金融市场宏观特性的形成原因和规律。这种模拟的微观金融市场和金融环境中人类行为的实验结果，可以检验金融理论并为金融理论的发展提供重要信息。这里的实验虽然可以使用计算机，但进行交易活动的被实验者必须是自然人，需要更多地结合心理学的研究。

计算金融学是金融学与计算科学交叉融合产生的一门金融学的分支学科。计算金融学的主要研究方法是科学计算方法，是指从给定的实际金融问题（计算任务）出发，进行分析研究，建立数学模型，研究计算方法，直到配置算法程序，利用计算机执行计算任务，最终检验实际效果，如果不合要求，还要进行反复，回到修改数学模型，设计计算方案等过程。金融市场的计算机仿真模拟实验就是典型的计算金融学实验，它利用计算机建模方法，直接在计算机系统里构建金融市场的仿真模型，来模拟实际金融市场，如股票市场、外汇市场、期货市场等，并用计算机软件模拟市场参与者和监管部门（统称为 Agent 或代理者），在既定的市场结构下，通过研究金融市场微观层次 Agent 的行为来揭示金融市场宏观特性形成原因和规律。这里与实验金融学不同，连参与交易活动的被实验者都是用计算机软件来模拟的，更多地依赖人工智能技术的发展。

计算金融学的实验中计算机技术的作用已经不仅仅是实验的辅助手段，而是实验过程的主体，连参与交易活动的人也是用 Agent 来模拟的，实验软件系统设计好后，整个实验就可以完全在计算机上自动完成，并自动收集实验数据，进行分析处理。随着计算机处理速度的加快，或利用集群和网络技术，实验规模可

以不断增大，可以满足金融市场的大数据量和高实时性等要求。计算金融学扩大了金融实验的范围和能力。因此，计算金融学应从实验金融学中独立出来，与理论金融学、实验金融学并列，成为金融学的分支学科之一。

理论金融学、实验金融学和计算金融学是金融学科三个相辅相成的分支学科，它们的区别主要是采用的科学研究方法不同。它们的研究对象和研究目的都是相同的。理论金融学要以科学观察和实验金融学为基础，并要通过科学观察和实验进行检验。实验金融学要以理论金融学为指导，同时又是检验新金融理论的重要手段，也是发展新金融理论的源泉，它扩大了科学观察的范围和数据的来源。实验金融学实验可研究微观金融市场的运行以及各经济主体（真实的人）在不同金融环境下的心理反应和行为方式等，为计算金融实验的 Agent（模拟的人）设计提供依据。计算金融学则是进一步通过计算机技术扩大实验能力。三个学科分支可以互相取长补短，共同推进现代金融学科的快速的发展。

目前我国学者常常将计算金融学看成是实验金融学的一部分，但是，按照科学理论、科学实验和科学计算三大基本方法进行分类，将计算金融学从实验金融学中独立出来，更符合学科发展的一般规律和趋势，更有利于我国计算金融学和实验金融学的健康发展。

如果将实验金融学实验比喻为真正的风洞实验，计算金融学实验则可比喻为计算机模拟的风洞实验。计算金融实验成本更低，更适宜广泛普及。根据真实金融市场的交易环境已经计算机化的特点，与物理学科等先有理论物理，后有实验物理，最后才有计算物理不同，可以同时发展实验金融学和计算金融学，甚至应优先发展计算金融学。

3 我国需要发展计算金融学和实验金融学

国际化浪潮势不可挡，金融活动影响整个经济生活，金融危机不断出现，特别是这次美国金融危机波及全球，引发全球金融危机和经济危机，影响人们生活的方方面面，引起全社会的普遍关注，引起了学术界、金融实务部门和政府监管部门的深刻反思。

面对我国金融市场化和国际化的趋势，面对激烈的国际竞争，面对我国金融的主要问题仍然是创新不足和金融产品不丰富的现实，为了要加快建设上海国际金融中心，今后一段时期，我们必须不断创新金融

工具，不断推出新的金融衍生产品，同时不断加强金融监管。因此，我们要从多种角度认识金融市场，我们不仅要研究金融市场的宏观情况，还要研究产生这些宏观现象的微观基础。发展计算金融学和实验金融学就是我们的必然选择。正如 20 世纪 30 年代的大萧条促使计量经济学的创立和发展一样，对这次由美国开始的全球金融危机和经济危机的反思，也可能促进新的金融学分支学科的产生，这也许正是计算金融学和实验金融学的迅速发展和广泛应用的良机。

计算金融学的发展，对于金融创新产品的测试、市场效益模拟实验和评估、政策效果的模拟实验和预评估，监管制度的模拟实验和预评估等各个方面，都能起到有力的支持作用。

例如，清华大学金融工程实验室致力于发展人工金融市场微模拟技术，利用计算机建模方法，直接在计算机系统里构建金融市场的仿真模型，模拟市场参与者和监管部门的行为，考察各种监管措施和政策可能产生的市场反应。由此评估政策效果和制度建设的可行性[6]。这就是计算金融学应用的最好实例。

实验金融学的重点可进行微观金融市场的运行以及各经济主体在不同金融环境下的心理反应和行为方式等，为计算金融实验的 Agent 设计提供基础。

实验金融学的发展可以用来指导我国的金融改革实践，我国的每项重大改革方案的出台和经济政策的实施，几乎都是采用“先试点后推广”的模式，这与实验经济学的精神在本质上是一致的，而且与一般实验经济学的实验放在狭小的人为仿真实验室环境下不同，我国金融改革实践是放在某个地区或单位的大舞台上来进行的，当然所受到的限制也更大[12]。

创新金融理论、积极开展计算金融学实验和实验金融学实验，再加上“先试点后推广”的金融改革实践模式，必将为我国金融改革的成功提供坚实的科学基础，为实现我国的金融强国的目标贡献力量。

References (参考文献)

- [1] GAO Hongzheng. Introduction to Experimental Economics [M]. Beijing: China Statistics Press, 2003.
- [2] LIU Xiaoguang, LIU Xiaofeng. Progress in Computational Economics Research - Agent-based computational economics perspective [J]. Economic Dynamics, 2003, 11, P58-61 (Ch).
刘晓光, 刘晓峰. 计算经济学研究新进展——基于 Agent 的计算经济学透视 [J]. 经济学动态, 2003 年第 11 期, 58-61.
- [3] FAN ying, WEI Yiming, YING Shangjun. Financial Complex Systems: Model and Empirical [M]. Beijing: Science Press, 2006, P 109-118 (Ch).
范英, 魏一命, 应尚军. 金融复杂系统: 模型与实证 [M]. 北京: 科学出版社, 2006 年, 109-118.
- [4] SHI Chunyi, ZHANG Wei. Agent-based computing [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2007, P353-374 (Ch).
石纯一, 张伟. 基于 Agent 的计算 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2007 年, 353-374.
- [5] ZHANG Wei, LIU Wen-cai, WANG Qiwen, LIU Bao. Complexity of capital market-oriented modeling: Agent-based Computational Experiment Finance [J]. Modern Finance: Tianjin University of Finance, 2003, 1, P3-7 (Ch).
张维, 刘文财, 王启文, 刘豹. 面向资本市场复杂性建模: 基于 Agent 计算实验金融学[J]. 现代财经: 天津财经学院学报, 2003 年第 1 期: 3-7.
- [6] SONG Fengming. The developments of experimental finance, and promote the standardization of the capital market [J]. The capital market, 2007,11, P34 (Ch).
宋逢明. 发展实验金融学, 推动资本市场的规范化 [J]. 资本市场, 2007 年第 11 期: 34.
- [7] MA Jinsheng, QIU Wan-hua. Based computational finance review [J]. Beijing: Beijing University of Aeronautics: Social Sciences, 2007, 20 (2), P14-17(Ch).
马进胜, 邱宛华. 基于主体的计算金融学综述 [J]. 北京:北京航空航天大学学报: 社会科学版, 2007, Vol. 20(2): 14-17.
- [8] TAN Shimin, RAN Yi. Agent-Based Computational Experiment Finance Research [J]. Southwest Financial, 2009, 3, P33-34(Ch).
谭仕敏, 冉易. 基于 Agent 的计算实验金融学研究 [J]. 西南金融, 2009 年 03 期: 33-34.
- [9] XU Lizhi. On the role of scientific computing in the theory [J]. Mathematics in Practice and Theory, 1987, 4, P63-65(Ch).
徐利治. 略论科学计算在理论研究中的作用 [J]. 数学的实践与认识, 1987 年第四期:63—65.
- [10] YUAN Rulin. Scientific Computing and Its Application in Crystal Growth Research [J]. Engineering Mathematics, 1998, 14(2), P40-43(Ch).
元如林. 科学计算及其在晶体生长研究中的应用 [J]. 工科数学, 1998, Vol. 14(2): 40-43.
- [11] CENG Zhongyang. Financial Risk Analysis and Management [M]. Beijing: China Renmin University Press, 2001(Ch).
陈忠阳. 金融风险分析与风险管理研究 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2001 年.
- [12] JIN Xue-Jun, FU Qiang. Experimental Economics and Financial Reform in China [J]. China Economic Review, 2003, 3(9), P18-20(Ch).
金雪军, 付强. 实验经济学与我国的金融改革[J]. 中国经济评论, 2003, Vol. 3(9), 18-20.