ノルウェー科学文学アカデミーは 2007 年度のアーベル賞を
ニューヨークのクーラン数理科学研究所の

スリニヴァサ. S. R. ヴァラダーン に

その確率論への基本的貢献、とりわけ大偏差に関する統一理論の創造に対して授与することを決定した。

確率論は偶然に支配される状況を解析するための数学的な手段である。 18 世紀にヤコブ・ベルヌーイによって発見された大数の法則は、硬貨投げを長く繰り返した結果の平均は通常は期待値に近くなることを示している。 しかし期待しないことも起こりうるのであり、それが如何にして起きるのかということが問題となる。 大偏差理論は稀少事象の発生について研究するものである。 この研究課題は、物理学、生物学、経済学、コンピューター・サイエンス、工学といったさまざまな分野に具体的に応用されている。

大数の法則は、ある水準を超えた偏った事象の起こる確率は零に近づくと主張する。 しかしながら実際的な応用では、如何に速く零になるかを知ることが極めて重要である。 例えば、保険会社の債務不履行の確率を容認しうる水準以下に保持するためにはどれだけの予備資本が必要だろうか？ 1937 年にハラルド・クラメールは、このような保険統計の「破産問題」を分析することによって、（釣鐘型の曲線で記述されるような）中心極限定理に基づいた標準近似は誤解を招きやすいということを発見した。 そして彼は、独立確率変数列の大偏差に関する最初の厳密な評価法を見出した。 それから 30 年を経て、ヴァラダーンはその根底にある一般的諸原理を発見し、独立試行という古典的設定をはるかに超えて、それら諸原理の適用範囲の途方もない広がりを明らかにし始めたのである。

ヴァラダーンは、1966 年の彼の画期的な論文「漸近確率と微分方程式」と 1969 年におけるユークリッド量子場の理論におけるポラロン問題の驚くべき解決によって、収束の速さの定量的改良という段階をはるかに超えた大偏差理論の形成を開始した。それは次の基本的な問いに答えようとするものである：確率的システムが何らかの大数の法則によって予想されるエルゴード的挙動から隔たったり、あるいは決定論的なシステムからの微小な摂動として隔たりが生じる場合、それらの隔たりの定性的挙動は如何なるものであろうか？ 答えの鍵は、初期確率測度からのエントロピー距離を最小にするという新しい確率モデルによって、隔たりの挙動を記述するという強力な変分原理である。 ヴァラダーンはモンロー. D. ドンスカーとの一連の共著論文において、マルコフ過程の設定の下での大偏差の諸階層を究めることにより、この新しい接近法の妥当性と強力さを証明した。 その見事な応用として、二人はブラウン運動の見本路の管状近傍、所謂「ウイーナー・ソーセージ」での長時間漸近挙動に関するマーク・カッツの予想を解決した。

大偏差に関するヴァラダーン理論は、量子場理論、統計物理学、ポピュレーション・ダイナミックス、計量経済学、ファイナンスやトラフィック・エンジニアリングといったさまざまな分野での複雑な確率システムにおいて生じる多様な諸現象を解明するための統一的で効果的な方法を提供している。 その理論はまた私達がコンピュータを用いて稀少事象の発生のシミュレーションと解析を行う能力を大幅に拡大してきた。 過去 40 年にわたって、大偏差理論は、現代における純粋確率論および応用確率論の双方の礎石となってきている。

ヴァラダーンは確率論の他のいくつかの分野でも重要な貢献をしてきた。 ダニール W. ストルックとの共同研究において、彼は確率微分方程式の解をはじめとする拡散過程を特徴付けるマルチンゲール法を開発した。 この新しい接近法は、新しいマルコフ過程、例えば集団遺伝学において生じる無限次元拡散過程など、を構成する極めて強力な方法であることが分かってきた。 もう一つの主要なテーマは相互作用のある大量粒子システムの巨視的な挙動を記述する流体力学的極限の解析である。 最初の重大な発見が成されたのは、マオチェン・グオとジョージ C. パパニコラウとの勾配モデルに関する共同研究によってであった。 ヴァラダーンは更に進んで非勾配モデルをどのように扱うかをも示し、理論の範囲を大きく拡大した。 彼の考え方はランダムな環境下おける酔歩の解析にも強い影響を及ぼしている。 彼の名は、現在では、この分野での数少ない一般的な道具の一つである「旅する粒子の目で環境を見る」という方法に結び付けられている。

ヴァラダーンの仕事には大いなる概念的な強さと不朽の美しさがある。 彼のアイデアは非常に大きな影響力を発揮してきたし、今後も遠い将来まで、更なる研究の発展を刺激し続けるであろう。