

大規模スーパーコンピュータを活用した危機対応における 新しい意思決定法の調査研究

(財)高度情報科学技術研究機構 飯塚 幹夫

先般の東日本大震災のような、地震・津波破壊、原発事故、電力エネルギー供給の不安、さらには部品供給不足から世界経済への景気減速の波及など、社会的インパクトが連鎖的に広範囲に起こる国家的危機を適切に防御、抑制、管理し、社会が合理的に迅速に対応し、国民の安心・安全な生活を保障することは、我が国にとって喫緊の課題である。危機に対応するためには、それに関する情報を収集し、複数の対応策を作成し、最も適切な対応を選択する意志決定が必要である。

しかし、東日本大震災のような社会的インパクトが連鎖的に広範囲に起こる場合、その事象自体が複雑で、次々に行なう意志決定がどのような効果、影響を与えるかを推定することは難しい。そのため、不確かな情報、長年の経験、勘などに頼り対応してしまい、結果的に見落としのある想定外のケースもある状況である

そのような課題に対し、日本が得意とする先端科学技術を積極的に投入した危機対応システムの構築が期待される。先端技術としては、「京」のような近年のスーパーコンピュータの進歩による HPC 技術がある。この HPC 技術により詳細かつ精度が飛躍的に向上した地震や津波等の個別事象のシミュレーションによる予測能力の向上が期待される。またそうした膨大な数の大規模詳細予測シミュレーションのもたらす膨大なデータと、自然災害、社会インフラの災害、災害時の社会のうける影響に関する膨大なデータをあわせた大容量のデータ群を、網羅的に解釈し、合理的で最適な解を基に対応策を導く HPC 技術を応用した意思決定法が期待される。

そこで、本調査研究では、想定外の事象の生起や事象発展経路を高い HPC 力を応用し予見・予測できる新しい意思決定法の調査を実施した。意志決定では、その支援技術が中心的な役割を負うため、本調査研究では意志決定法での支援技術に着目し調査を進めた。

新しい意思決定法の調査を実施するあたり、初めに従来および近年の意思決定法について調査を実施した。その結果、近年の意思決定法の研究開発では、基本プロセス（情報収集、代替案の作成、評価・選択、フィードバック）は変わらないものの、先端的な IT 技術の応用により、収集される情報の多様性と量の拡大、データ管理・解析、見える化（可視化）とその伝達における伝達速度と正確さを飛躍的に向上させる支援技術に重点がおかれている傾向であることが分かった。また、今後、想定外の危機へさらに総合的に対応するためには、意思決定の支援技術として、IT 技術利用による情報重点の技術に加え、

- (a) HPC 技術を導入することにより、平時においても詳細で膨大な数の大規模複雑事象進展シミュレーションを多量に実施することにより、想定外の事象発生やその進展の予

測・推定能力を高めること

(b) 収集された膨大な危機に係わる観測データと想定外の事象発生やその進展の予測シミュレーション結果からなるビッグデータからの情報の抽出技術を向上させ、情況判定のための高次情報の抽出や意思決定のための最適選択肢的の評価等へ応用していくこと

(c) 平常時からの危機への準備段階、発生後の短時間から長時間への対応、さらに各段階・時間スケールでの対応策を統合すること

が必要であることが分かった。このような高度な支援技術を実現するためには、益々進歩する大規模スーパーコンピュータの高速処理性能を基盤に、多重空間の膨大なデータから効果的に最適解を探索する支援技術が必要となる。そこには、膨大なデータから合理的な対応策を選び出す新しいモデル・アルゴリズムが必要である。そのモデル・アルゴリズムを高速に実行するために、新しいソフトウェア群、大規模スーパーコンピュータの莫大な計算力を効果的に利用する技術が必要である。

そのため、新しい意思決定法の支援技術の計算科学的特徴に基づき、関連が深いと想定されるモデル・アルゴリズム群とその高速実行に適合する今後の大規模計算資源の研究開発動向を調査した。

その結果、「新しい意思決定法の支援技術」に関連のあるモデル・アルゴリズム群に関して以下のことが分かった。従来の計算科学シミュレーションで中心的に利用されている比較的均質で膨大な量の線形演算に関するモデル・アルゴリズム群 (Berkeley レポート (本文 2.2(3)) の1~7の7つのモデル・アルゴリズム) も、複雑大規模なシステムの構成が動的に変化し、分岐 (整数、分類) が膨大な数発生し、ネットワーク的關係が動的進展し、その規模が累乗で増加する等の特性を持つ危機対応の支援技術を扱うために必要なモデル・アルゴリズム群 (Berkeley レポート (本文 2.2(3)) の8~13のモデル・アルゴリズム) も必要あることが分かった。ただし、後者及びデータマイニング用のモデル・アルゴリズム群は、これまでのHPCでの扱いは少なく不慣れなため、HPCへ適合するようモデル・アルゴリズムを改良していくことが必要であることがわかった。従来の計算科学シミュレーションで必要とされてきた均質で膨大な量の線形演算に関するモデル・アルゴリズム群のより一層の高性能化は引き続き必要である。

また、ビッグデータに係わる支援技術では、(a) 多様、(b) 莫大な量、(c) 不確実な時間空間での人の意志決定が絡む複雑な関係データの絡みを扱うことが必要である。このような関係を扱うためには、確率・統計、時間空間で動的に変化していく関係を適切に扱う必要がある。そのため、動的グラフ技術等も組み合わせた、動的グラフ空間上での新しいデータマイニング技術等が必要であろうことが分かった。

さらに、将来の計算資源との適合性においては、並列性とデータ移動性に課題があることが分かった。

以上の調査をもとに、新しい意思決定法の概念設計を行い(図-1)、「新しい意思決定法の研究開発計画」について、約10年程度の開発期間を想定する計画(案)を立案した。災害時の危機対応のための意思決定法開発の戦略において、日本に固有な、また世界にも貢献できる新しい意思決定法を最先端のHPC技術を利用して、素早く実施できるようにすることは、今後のわが国の新しい安全保証の創成へとなろう。

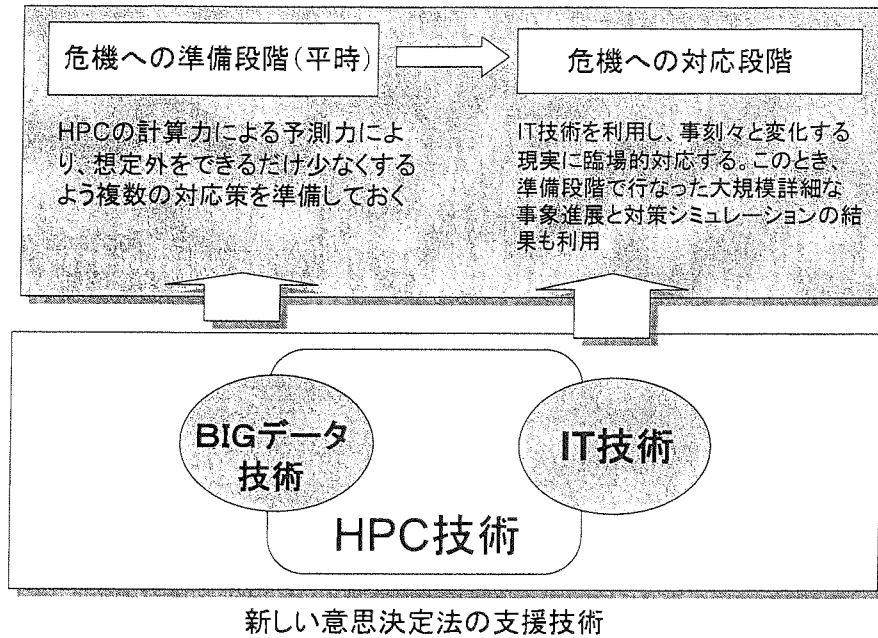


図-1 新しい意思決定法の概念設計