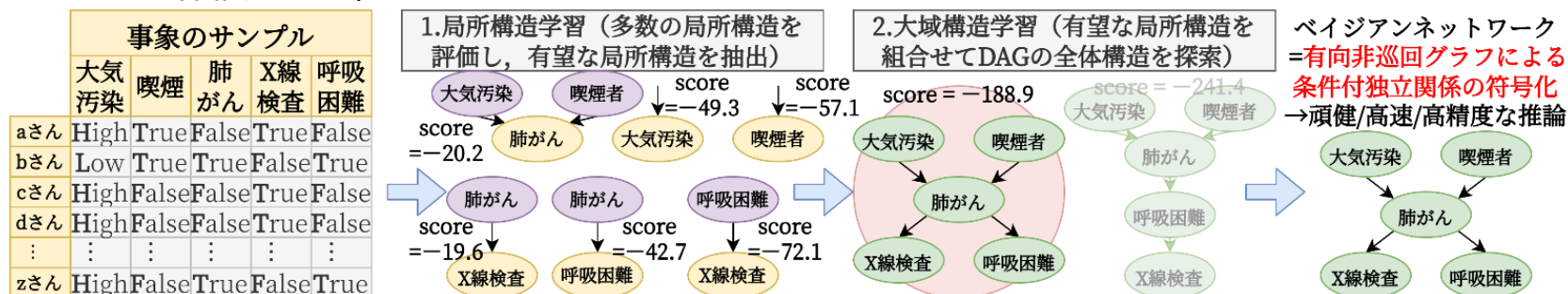




研究題目：大規模ベイジアンネットワークの構造学習の高速化

研究の背景 ベイジアンネットワーク (BN) は、離散確率変数間の条件付独立関係を有向非巡回グラフ (DAG) で表現する確率モデルである。BNはパラメータ数の組合せ爆発を抑え、離散確率変数の同時確率分布をコンパクトに表現し、スパースな学習データからも高速かつ高精度に事後分布を推定することができるため、医療診断や故障検査などの様々な応用例を持つ。しかし、BNを活用するためには、データから確率変数間の条件付き独立関係を適切に符号化するDAG構造を学習する**構造学習**が必要となる。候補となるDAG構造の数が確率変数の数に応じて指数的に増加するため、大規模なBNの構造学習は一般に困難であり、BNの利活用の障壁となっている。BNの構造学習は右図のように、**局所構造学習**と**大域構造学習**の2-Stepに分割される。局所構造学習では、多数の局所構造を評価して有望な局所構造を抽出する。大域構造学習では有望な局所構造を組合せてDAGの全体構造を探索する。



研究の進展 局所構造学習では、組み合わせ爆発によって膨大な数となる局所構造のスコアの計算が必要であり、構造学習全体のボトルネックとなることが問題となっている。我々はFPGAを用いた高速化のアプローチを提案した。FPGAは資源制約の中で任意の論理を再構成することができるハードウェアデバイスであり、FPGAを用いて問題領域に特化した計算アーキテクチャを構成することで、汎用計算機と比べて低消費電力かつ高い処理性能が実現できる。我々は、FPGA上に計算プロセスを空間的に配置し、計算プロセスを担う計算ユニット間で直接データを転送するデータフローアーキテクチャにより、局所構造のスコア計算を高速化するアクセラレータ Elastic Sample Filter (ESF) を提案し、マルチスレッド手法に対して**最大5.0倍**、木構造を利用する競合アルゴリズムに対して**最大6.7倍**の高速化を達成した。さらに、申請者は複数のESFを直列に接続し、一つの大きなデータフローを構成することで、スケーラブルな形に拡張した Elastic and Scalable Sample Filter (ESSF) を提案している。ESSFは、FPGAカード間に十分な通信帯域幅があれば大幅な性能向上が見込まれ、理化学研究所の所有するFPGAクラスタ概念実証システム: ESSPERでの実装評価中である。今後の課題として、構造学習全体を高速化するために、大域構造学習の高速化アプローチについて検討している。