

スーパーコンピュータによるゲノム情報解析で 患者さんに最適な個別化医療を実現

東京大学 医科学研究所 ヒトゲノム解析センター

東京大学 医科学研究所 ヒトゲノム解析センターは、がん研究に貢献するヒトゲノム情報の効率的な解析と個別化医療の実現に向け、日立との協創によりスーパーコンピュータシステム「SHIROKANE」を構築し、運用を行っています。

世界トップレベルの研究を推進するヒトゲノム解析センター

ヒトゲノム解析^{※1}の研究は、さまざまな疾病の診断、予防、治療法の開発はもとより、生物学の発展にも欠かすことができない基盤研究です。東京大学 医科学研究所 ヒトゲノム解析センター（以下、HGC）は、ヒトゲノム解析の中心拠点として、常に世界トップレベルの研究を推進してきました。

ヒト一人の遺伝情報（DNA配列）であるヒトゲノムは30億文字もあり、日々大量に生成されるゲノム情報の解析には膨大な時間がかかります。そこでHGCでは1993年に初めてスーパーコンピュータシステムを導入。以後、段階的なシステム強化と拡張を重ね、歴代のシステムを日立が構築し、稼働させています。

「HGCではスーパーコンピュータと数理的手法を駆使して、がんの基礎研究を行っています。がんはゲノムに変異が起こり、正常な細胞の営みが異常を起こした状態です。そのため、がん患者さんのゲノム情報をシーケンス（解析）して、がんの原因となっている変異を特定し、臨床情報とすり合わせれば、それぞれの患者さんに最適な個別化医療につなげることができます。こうした研究を“がんゲノミクス”と呼んでいますが、日本におけるがんゲノミクスのトップ研究

の成果の多くがスーパーコンピュータシステム「SHIROKANE」を活用して生み出されています」と語るのは、バイオインフォマティクス（生命情報学）の第一人者であり、HGCセンター長の宮野 悟氏です。

SHIROKANEは、2015年1月から運用を開始したShirokane3と2017年4月から運用を開始したShirokane4（ともに日立が構築・運用）で構成されており、ライフサイエンス分野のスーパーコンピュータシステムとしては国内トップクラスの演算性能（550 TFLOPS^{※2}以上）を誇ります。ストレージ容量は合計57.2PB^{※3}もの大容量で、約200万人分のゲノム情報の格納が可能です。

- ※1 すべての遺伝情報のセットであるヒトゲノムの構造や機能を解析すること
- ※2 1TFLOPSは浮動小数点演算を1秒間に1兆回実行する能力
- ※3 1PBは1,000TB

臨床シーケンスを5日間で完了させる原動力に

東京大学 医科学研究所 附属病院と連携した個別化ゲノム医療では、患者さんの同意取得から検体採取、次世代シーケンサーと呼ばれる高速ゲノム解析装置によるゲノム解析、そのデータのスーパーコンピュータ解析による“がん細胞変異遺伝子”候補の特定、さらに人工知能や専門医の力を借りた薬剤候補の検討、主治医と協調した個別化医療開始までのプロセスを2011年から「臨床



HGCの研究を支えるスーパーコンピュータシステム「SHIROKANE」



東京大学 医科学研究所 ヒトゲノム解析センター
http://hgc.jp/

所在地 東京都港区白金台4-6-1
設立 1991年

シーケンス」として体系化しており、わずか5日間で全遺伝子の解析・解釈結果を患者さんに返す体制を確立しています。

「他の医療研究機関では実現困難な“5日間”という驚異的なスピードを実現できたのは、ゲノム情報の解析を深く理解し、SHIROKANEの計算機リソースを最大限に活用できる構成を組んでくれた日立のおかげです。日々の運用改善と研究者の立場に立った積極的な提案は、われわれHGCだけではなく、外部からSHIROKANEのリソースを使っている他研究機関のユーザーからも高く評価されています。国際がんゲノムコンソーシアムのゲノム解析共同研究でもSHIROKANEの計算機リソースをフルに活用し、肝がんの解析などで大きく貢献しています」と宮野氏は語ります。

間接蒸発式冷却装置で 電力消費を削減

SHIROKANEは処理性能だけでなく省電力性能でも大きな価値を生み出しています。国内の大学・研究機関のスーパーコンピュータシステムでは初となる「間接蒸発式冷却装置」を採用し、省電力性能の目安となるPUE^{*4}が平均1.14以下という高い値を実現しているのです。同装置の導入に力を注いだDNA情報解析分野 技術専門職員 博士(学術)の齊藤 あゆむ氏は、その経緯と効果を「従来のスーパーコンピュータであるShirokane2までは、通常の空調機で冷却していました。しかし電力使用量が膨



大だったためShirokane3の導入を機に抜本的な解決策として採用したのが、国内では大変めずらしい間接蒸発式冷却装置でした。このシステムは計算機室内の温まった空気を室外に運び、その空気を水が散布された熱交換器に通し熱を発散、気化熱でさらに冷却して再び計算機室に戻すという仕組みです。電力消費の大きいコンプレッサーを使用せず、年間を通じてほとんどファンのみで冷却できるため、電力使用量を下げることができました。さらに日立は間接蒸発式冷却装置をリアルタイムに制御するツールを開発し、計算機室の室内温度をマシン障害が発生しないギリギリの室温に保つ提案をしてくれました。これによりデータセンターの最高レベルが1.2程度といわれるPUE値を平均1.14以下に抑えることができました」と説明します。

環境に配慮したSHIROKANEのシステム運用により、HGCのある白金台キャンパスの電力使用量は年間15%も削減さ

れ、低炭素キャンパスづくりをめざす「東京大学サステイナブルキャンパスプロジェクト」にも多大な貢献を果たしました。

※4 Power Usage Effectiveness。
値が1.0に近いほど電気効率が良い

SHIROKANEを さらに進化させていく

HGCでは今後もSHIROKANEの性能・機能の強化を続けていく方針で、コンテナ型仮想化方式「Docker」の導入検証など、その時期の最新技術への対応も積極的に進めています。

「SHIROKANEは医科学研究所に所属する研究者のほか、他機関のがん研究者や生命科学系の研究者にも利用いただくことで、ヒトゲノム解析研究の社会的な発展に寄与する重要な基盤となります。これからもわれわれは最先端のがんゲノム医療を追究していくため、日立との協創でSHIROKANEをさらに進化させていきたいと思っています」と、宮野氏は将来に向け、展望を力強く語りました。

お問い合わせ先

(株)日立製作所 公共システム営業統括本部 カスタマ・リレーションズセンター
http://www.hitachi.co.jp/pchannel-inq/