

情報通信分野ヒアリング資料（文部科学省）

1 施策名	最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用				
2 概要	スーパーコンピューティングについて、今後とも我が国が世界をリードし、科学技術や産業の発展を牽引し続けるため、スーパーコンピュータを最大限活用するためのソフトウェア等の開発・普及、世界最先端・最高性能の汎用京速（京速 = 10ペタ FLOPS）計算機システムの開発・整備、これを中核とする世界最高水準のスーパーコンピューティング研究教育拠点の形成により、研究水準向上と世界をリードする創造的人材の育成を総合的に推進する。				
3 予算額	分類	FY18 要求	FY17	FY16	FY15
【百万円】	科振費	4,051			
	一般会計	0			
	特別会計	0			
	合計	4,051			
	決算額				
4 必要性	<p>大学や公的研究機関では、物質・材料（ナノテクノロジーなど）、ライフサイエンス、環境・防災、原子力、航空・宇宙等の幅広い研究活動において、実効性能でペタ FLOPS 超級（理論性能で京速（10ペタ FLOPS）級）の計算環境におけるシミュレーションや高度なデータマイニング等のニーズが顕在化している。</p> <p>民間企業においても、国際的な産業競争力の維持・強化の観点から、設計から製品化までの開発期間や開発コストの大幅な縮小や生産性を飛躍的に向上させる製造プロセス一貫シミュレーションや、個人差に応じた合理的な医薬品の開発など、最先端の「知的ものづくり」を実現可能とする計算環境のメリットが認識されつつある。具体的には、産業界におけるペタ FLOPS 超級スーパーコンピューティングの推進を図るべく、平成17年中に「利用促進協議会（仮称）」が設立される予定である。</p> <p>さらに、国や地方行政に対しても、台風や豪雨、地震・津波等の自然災害の正確な予測やその都市・地域スケールでの影響評価を踏まえたきめ細かな対策の提案等により、より安全・安心な社会の構築に向けた施策の検討材料を提供することが可能となる。</p> <p>これまでの我が国におけるスーパーコンピュータの開発は、リーダーシップシステムの開発プロジェクト（数値風洞＜平成元年～平成5年＞、CP-PACS＜平成4年～平成8年＞、地球シミュレータ＜平成9年～平成14年＞）が牽引してきた。プロジェクトの終了直後から、これらのシステムがテクノロジードライバとなって製造された商用機が、研究や教育のインフラストラクチャ（以下「インフラシステム」）として大学や研究機関へと垂直展開してきた歴史がある。しかしながら、地球シミュレータ以降はリーダーシップシステムの開発プロジェクトが無く、我が国における商用機の性能向上ペースが落ち、国全体のスーパーコンピュータ資源量の拡大ペースについても鈍化が見られる。このため、科学技術・学術研究の現場からの性能要求に十分に答えられない上、計算資源量の逼迫による待ち時間の増大が問題となっている。このためリーダーシップシステムがドラ</p>				

イバとなって、インフラシステムまで含めた計算性能・計算資源量の飛躍的拡大が待望されている。

ニーズとして、広汎な分野において複雑で多様な現象の系全体シミュレーションや高度なデータマイニング等により優れたコストパフォーマンスで対応することが要求されている。このため、分散処理に優れた逐次処理計算機部及び特定のアプリケーションの処理効率を加速する各種の特定処理計算加速部、大規模数値データ処理に優れた大規模処理計算機部等を、柔軟かつ効率的に利用できる計算機システムを開発することが、最小限の費用で最大の効果を発揮する観点から合目的である。なお、高度情報通信時代の今日、スーパーコンピュータの整備にあたっては、学術情報ネットワーク(サイバーサイエンスインフラストラクチャ構想)上に位置づけ、場所や時間の制約を越えコンピュータ上で世界中の研究者・技術者やそのエージェントが協同して大きな相乗効果を生み出すことが必須である。よって、これまでの実績(I T B L、超高速コンピュータ網形成プロジェクト(N A R E G I))を活かし、ネットワーク時代に対応した国際標準のソフトウェアの開発・普及促進を強化する必要がある。

さらに、スーパーコンピュータの開発のみにとどめず、国際的COEとして、たゆまず世界の英知を結集し、最高の英知による最上の教育研究を通じた世界最高水準の人材育成を継続することが重要である。これにより、我が国からトップレベルの人材が途切れることなく輩出され、広く世界で活躍し、理論・実験と並ぶ科学技術の「第3の方法」であるシミュレーションや高度なデータマイニング等で、世界のリーダーとしての地位が確立する。この「第3の方法」を通じた科学技術ヘゲモニーを掌握することで、国是である科学技術創造立国としての基盤を盤石なものとするのが可能となる。また、スーパーコンピュータの世代交代ともいべきアーキテクチャの革新は、アプリケーション側の要求を実現するために図られてきた。COEの形成は、シミュレーションの革新のみならず、新世代スーパーコンピュータへの萌芽を生み出す所でもあり、スーパーコンピューティングの総合力を涵養する場として重要である。

このように、大学から民間企業、行政までの幅広い方面での利活用を促進するとともに、国際的COEであり続けるため、世界最高性能のスーパーコンピュータの開発・整備はもとより、これを最大限有効に使いこなすための利用技術(ソフトウェア等)と併せ、研究開発・整備・運用・普及を総合的かつ一体的に推進することが必要不可欠である。このため、知的基盤(成果を体系化、組織化することで更なる研究開発等の促進のベースとして活用できるよう成形した集合体)を整備するという目標の下、COE形成段階及び運用段階で優れた成果を挙げることを主眼として推進することが肝要である。

本プロジェクトは、「イノベータ日本」を牽引するために重要なIT分野の発展に対する貢献度が高い。中でも我が国が優位にあるメモリー、ストレージ、光通信等の最も高度な半導体デバイス技術を必要とすることから、これらの基礎から応用、実装技術やシステム統合・運用技術の向上へ

のインパクトが大である。その上、このようなハードウェアの性能を極限まで引き出すための自動並列化コンパイル技術やグリッド技術が必要でソフトウェア開発力のより一層の向上に寄与する。このようにソフトウェア開発を含めたシステムの研究開発を一体的に進めることで、スーパーコンピューティング分野における技術のブラックボックスを無くすとともに、大規模ITシステムを作り上げる総合的な技術力の維持・強化が期待できる。また、本プロジェクトを通じ、ソフトウェアを含むシステム全体に通暁し俯瞰力のある高度な人材の輩出についても期待できる。

また、以下の通り、様々な機関、団体、委員会などからスーパーコンピュータに関連する提言、報告や例示が挙がっている。

科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会の下部組織である国として戦略的に推進すべき基幹技術に関する委員会の「基幹技術について」（平成16年12月）では、「ペタフロップス超級スーパーコンピュータの開発」と「スーパーコンピュータ活用のためのソフトウェア開発」が各種の要素技術の統合化・システム化技術のプロジェクトとして明示されている。

科学技術・学術審議会基本計画特別委員会「第3期科学技術基本計画の重要政策（中間とりまとめ）」（平成17年4月）では、世界最高水準の次世代スーパーコンピューティング技術について、科学技術の発展を強力に牽引し、先端的成果が得られる世界最高性能の研究設備を実現する国家基幹技術として取り上げられている。

「平成18年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針」（平成17年6月 総合科学技術会議）では、国の発展の基幹としての科学技術の一つとして、次世代スーパーコンピューティングが例示されている。

自民党文部科学部会の「科学技術創造立国の実現に向けて取り組むべき重要政策について（中間報告）」（平成17年5月）や自民党科学技術創造立国推進調査会がとりまとめた「科学技術駆動型の国際競争力強化について - フロントランナー時代に対応する新たな科学技術システムの構築 - 」（平成17年6月）では、次世代スーパーコンピューティングが、国が責任を持って推進すべき国家重要技術に位置付けられている。

（社）日本経済団体連合会による「科学技術をベースにした産業競争力の強化に向けて - 第3期科学技術基本計画への期待 - 」（平成16年11月）では、将来の経済・社会の姿の実現に向けて持続的発展の基盤となる不可欠な重要技術のうち、科学技術の発展への大きなインパクトが期待できる技術として、スーパーコンピューティングが例示されている。

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 情報科学技術委員会 計算科学技術推進ワーキンググループの第2次中間報告書（平成17年8月24日）においても、広範かつ最先端のニーズがある科学技術や産業の発展を牽引するために、世界最性能の汎用スーパーコンピュータを擁するナショナル・リーダーシップ・システム（NLS）の開発・整備を推進し、大学・研究機関等のナショナル・インフラストラクチャ・システム（NIS）を含めた我が国のトータルな計算力の向上を図る必要があるとの提言を受けている。

<p>5 計画性 (実績及び17年度の実施内容)</p>	<p>ペタ FLOPS 超級の計算環境の遠隔利用をユニバーサルなサービスとして提供するためNAREGI(平成15年度開始)やITBL(平成17年度完了)で開発されたグリッドミドルウェア等に関する成果を継承する。</p>					
<p>(18年度の実施内容)</p>	<p>ソフトウェア(OS、ミドルウェア、アプリケーションソフトウェア)等の設計・研究開発(2,347百万円)【新規】 異機種統合ソフトウェアの設計開発、遠隔利用・連携ミドルウェアの設計・研究開発、汎用京速計算機における、将来の実アプリケーションに関する設計・研究等を実施。 ハードウェア(計算機システム及び超高速インターコネクション)の設計・研究開発(1,300百万円)【新規】 ハードウェア構成決定・評価のためのベンチマークテストプログラム作成、汎用京速計算機の構成要素の調査および仕様策定、汎用京速計算機システムの最適構成の仕様策定等を実施。 「先端計算科学技術センター(仮称)」の形成に関する調査研究(78百万円)【新規】 「先端計算科学技術センター(仮称)」の立地条件の整理と調査研究およびその運営・運用に関する必要条件・技術の調査研究等。</p>					
<p>(推進体制)</p>	<p>国の責任で設備の整備から運用まで一体的に推進する。また、設備の整備・運用を行うに当たり、産学官の様々な組織から最も適したところを選択し、そのポテンシャルを活用する。</p>					
<p>(全体計画)</p>	<p>始期</p>	<p>平成1 8年度</p>	<p>終期</p>	<p>平成2 4年度</p>	<p>総事業費</p>	<p>115,400百万円(国費)</p>
<p>6 有効性 (研究開発目標)</p>	<p>特に研究開発段階(平成22年度まで)の成果については、1)HPCチャレンジ(注)での検証、2)Linpack(注)で10ペタ FLOPS を達成しランキングで世界第1位を奪取。更に、平成23年度以降の成果については、1)「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発プロジェクト」等で開発されるナノサイエンス、ライフサイエンス、環境・防災、原子力、航空・宇宙等の実問題のアプリケーションでの評価、2)アルゴリズムを限定しない多様性を持つシステムの比較に適したベンチマークテストでの検証。また、平成24年度以降のCOE形成・運用評価に当たっては、本プロジェクトに参加した人数と参加者の評価も指標とする。(注：いずれもスパコンのベンチマークテスト)</p>					
<p>(個別政策目標)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・異分野融合による新たな知識の創造 ・先端研究施設・設備を活用する限界の突破 ・世界を先導する省エネルギー社会の実現 ・現在の半導体の動作限界を打ち破る革新的デバイスの実現 ・ナノテクノロジーを駆使するものづくり革命 ・バイオテクノロジーを駆使する医薬と医療機器・サービスの実現 ・バイオテクノロジーとITやナノテクノロジーを融合した新たな医療の実現 ・災害に強い新たな減災・防災技術の実用化 					
<p>(両目標の関係)</p>	<p>世界最高性能の科学技術計算環境を実現し、複雑で多様な現象の系全体のシミュレーションや高度なデータマイニング、大規模配列の解析等を、ナノサイエンス、ライフサイエンス、デジタルエンジニアリング、防災等の幅広い分野で行い、「知的ものづくり」(例えば、ナノ物質の構造・機能解析に基づく機能設計、個々人の分子レベルから個体レベルまでの統合解</p>					

	<p>析による医薬品の設計、製品の設計から製造工程・製品評価まで一気呵成にシミュレーションする等)や「科学的未来設計」(例えば、津波による火災、漂流物の挙動、危険物質流出等の二次災害までを含めた総合的な被害軽減策の検討等)を実問題で可能とし、先端的スーパーコンピューティングにおける国際的リーダーシップを確立。科学技術・学術や産業の競争力強化、安全・安心な社会の構築に貢献する。</p> <p>また、世界の英知を結集し、世界水準の人材育成を行い、シミュレーションや、高度なデータマイニング、大規模配列の解析等における我が国の国際的な地位を確固たるものとする。</p> <p>本事業の効果をあげることにより、世界最先端・最高性能の研究会開発基盤の開発利用が図られ、ひいては「先端研究施設・設備を活用する限界の突破」という成果に結びつくと考えられる。</p>
7 効率性	<p>桁違いの性能を発揮するリーダーシップシステム1サイトの開発は、その規模がインフラシステム10サイト以上のシステムの開発に相当する。特に、コンピュータの製造は設備依存性が高いことから「規模のメリット」が大きく作用するため、開発投資効率を極大化できる。我が国のスーパーコンピュータの大半(9割以上)が、大学や公的研究機関において整備するものであり、その開発投資については、予算執行組織の違いはあれ、結果的に、国費に負うところが極めて大きい。したがって、リーダーシップシステムに開発投資を集中することで、インフラシステムに係る開発投資を軽減することが可能となり、大学や公的研究機関において、より費用対効果の高いスーパーコンピュータの整備を可能ならしめることとなる。リーダーシップシステムの開発は、その直接の利用者に留まらず、インフラシステムを利用する幅広い分野の研究者・技術者に、より高度な計算環境を提供する契機となる。</p> <p>また、国際的なシミュレーションCOEは、世界最高性能のスーパーコンピュータを擁する世界最高水準の研究環境があつてこそ、世界中の英知が結集して形成されるものである。特に、世界最高性能のシステムから生み出される世界に先がけた成果や発信力の高い国際的なリーダーの存在により、優秀な若手研究者や青少年に夢やロマンを与え、学術・科学技術に対する関心と理解を高める効果が期待できる。</p> <p>つまり、リーダーシップシステムの開発こそが、最高の投資効率でCOEの形成とシミュレーション科学技術力の全体的なレベルアップを実現する最善の方法である。</p>
8 評価等の実施・反映状況	<p>(各府省における評価の実施・反映状況)</p> <p>平成17年8月24日に開催された科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 情報科学技術委員会(第28回)において事前評価を実施し、概ね妥当であるとの評価を得た。</p> <p>(総合科学技術会議の指摘事項の反映状況)</p>
9 類型	
10 担当	<p>研究振興局 情報課 氏名 正岡秀章 TEL:03-6734-4076 E-mail:masaoka@mext.go.jp</p>

目的: 世界最先端・最高性能の汎用京速計算機システムの開発・整備及び利用技術の開発・普及

趣旨及び効果: 理論、実験と並び、現代の科学技術の方法として確固たる地位を築きつつあるスーパーコンピューティング(シミュレーション(数値計算)や高度なデータマイニング等)について、今後とも我が国が世界をリードし科学技術や産業の発展を牽引し続けるため、

- (1) スーパーコンピュータを最大限利活用するためのソフトウェア等の開発・普及
- (2) 世界最先端・最高性能の汎用京速^(注)計算機システムの開発・整備 (注)京速 = 10ペタFLOPS
- (3) 上記(2)を中核とする世界最高水準のスーパーコンピューティング研究教育拠点(COE)「先端計算科学技術センター(仮称)」の形成により研究水準向上と世界をリードする創造的人材の育成を総合的に推進する。

世界最高性能の科学技術計算環境を実現し、複雑で多様な現象の系全体のシミュレーションや高度なデータマイニング等を、幅広い分野で行い、「知的ものづくり」や「科学的未来設計」を実問題で可能とし、先端的スーパーコンピューティングにおける国際的なリーダーシップを確立。科学技術・学術や産業の競争力強化、安全・安心な社会の構築に貢献。

また、世界の英知を結集し、世界水準の人材育成を行い、シミュレーションにおける我が国の国際的な地位を確立。

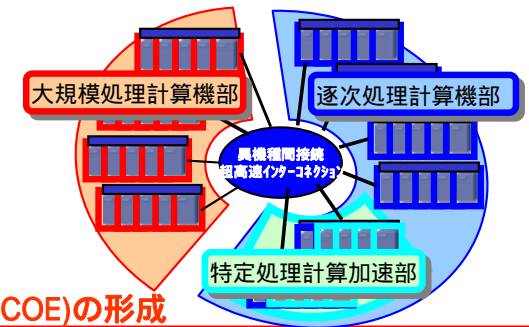
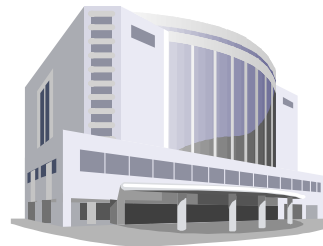
概要: 平成18年度は、世界最先端・最高性能の汎用京速計算機システムの開発・整備の前提であるシステム全般の設計・研究開発等に着手する。

1. ソフトウェア(OS、ミドルウェア、アプリケーションソフトウェア)等の設計・研究開発
2. ハードウェア(計算機システム及び超高速インターコネクション)の設計・研究開発
3. 「先端計算科学技術センター(仮称)」の形成に関する調査研究

体制: 国の責任で設備の整備から運用まで一体的に推進する。また、設備の整備・運用を行うに当り、産学官の様々な組織から最も適したところを選択し、そのポテンシャルを活用する。

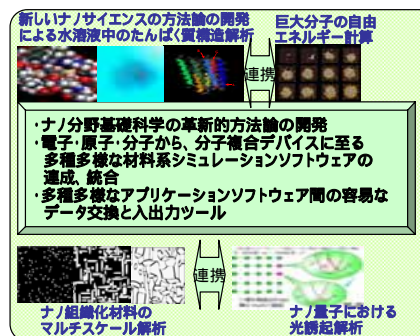
事業期間: 平成18年度～24年度

先端計算科学技術センター(仮称)



スーパーコンピューティング研究教育拠点(COE)の形成

次世代ナノ統合シミュレーション



次世代生命体統合シミュレーション



エンジニアリング、防災等の様々な分野のシミュレーション

研究開発スケジュール(案)

年度		平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	費用計	
開発項目	評価等	★ 研究開発チーム発足	計画本格化判断 (設計仕様、開発体制、立地・運用方針、 採用する半導体プロセスの決定等)			研究開発状況評価 (システム性能・機能等)		COE形成、運用評価 (利用状況、研究成果、 人材育成状況等)			
ソフトウェア	システムソフトウェア	NAREGI ⁽⁴⁾ (平成15年度より)	異機種統合ソフトウェア設計・製作			異機種統合ソフトウェア評価					
			グリッドミドルウェア設計・製作			グリッドミドルウェア評価					
	グランドチャレンジアプリケーション	(4)	次世代ナノ統合シミュレーション設計・製作			次世代ナノ統合シミュレーション評価					
			次世代生命体統合シミュレーション設計・製作						次世代生命体統合シミュレーション評価		
	革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発										
	次世代高精度・高分解能シミュレーション技術の開発 ⁽³⁾										
	費用小計		23	26	30	33	33	3	3	151	
ハードウェア	要素技術開発	将来のスーパーコンピューティングのための要素技術の研究開発 ⁽¹⁾									
		通信・演算情報量の爆発的増大に備える超低消費電力技術の創出 ⁽²⁾									
	大規模処理計算機部		設計	実装技術設計・評価			製作	システム強化			
	逐次処理計算機部		設計	実装技術設計・評価			製作	システム強化			
	特定処理計算加速部		設計	実装技術設計・評価			製作				
	異機種間接続超高速インターコネクション		設計	実装技術設計・評価			製作				
	遠隔可視化装置				実装設計・評価		製作				
	費用小計		13	23	71	107	179	180	40	613	
その他	ファイルシステム等				設計	製作			システム強化		
	立地調査、建屋建設、付帯設備整備		検討	設計	建設			付帯設備整備			
	研究統括										
	費用小計		4	21	44	132	80	94	14	389	
	費用総計		41	70	145	272	292	277	57	1,154	

■:「最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用」以外のプロジェクトを示す。

■:プロジェクト部分に該当。

- 「次世代IT基盤構築のための研究開発」の研究開発領域の一つ。
- 科学技術振興機構「戦略的創造研究推進事業」の一戦略目標下の研究領域として、「情報システムの超低消費電力化を目指した技術革新と統合化技術」を設定。
- 科学技術振興機構「戦略的創造研究推進事業」の一戦略目標下の研究領域として、「マルチスケール・マルチフィジックス現象の統合シミュレーション」を設定。
- 「超高速コンピュータ網形成プロジェクト(National Research Grid Initiative)」。平成15年度よりグリッドミドルウェアとナノシミュレーションソフトウェアの開発を進めている。

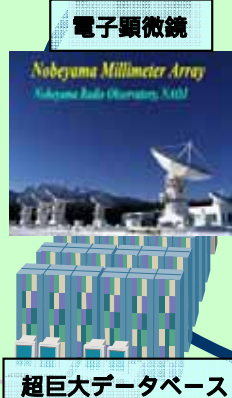
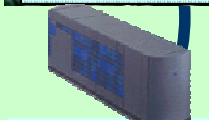
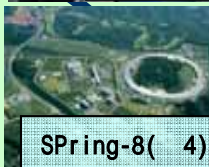
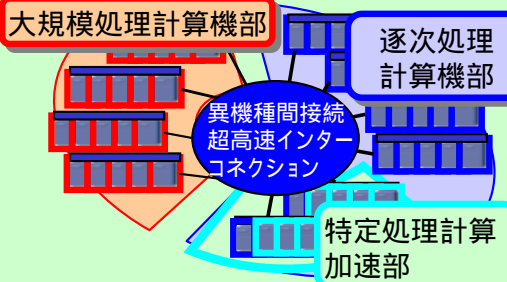
1. ソフトウェア (OS、ミドルウェア、アプリケーションソフトウェア) 等の設計・研究開発

OS、ミドルウェア (1)

- 各地に散在する実験装置、データベース、
- スパコンを自在にどこからでも利用可能

膨大なデータの効率的利用のため、
スパコンの性能を最大限活用

グリッドミドルウェア (2)
(遠隔利用と外部資源接続支援)
平成15~22年度
異機種統合ソフトウェア
平成18~22年度



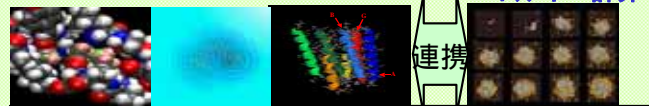
- 1: ハードウェアを直接制御したり、システム使用者を支援するソフトウェア
- 2: 「超高速コンピュータ網形成プロジェクト(National Research Grid Initiative;NAREGI)」。
平成15年度よりグリッドミドルウェアとナノシミュレーションソフトウェアの開発を進めている。
- 3: Nuclear Magnetic Resonance(核磁気共鳴)。物質の構造を同定するのに用いる装置。
- 4: 兵庫県播磨科学公園都市にある第三世代の大型放射光施設。

アプリケーションソフトウェア

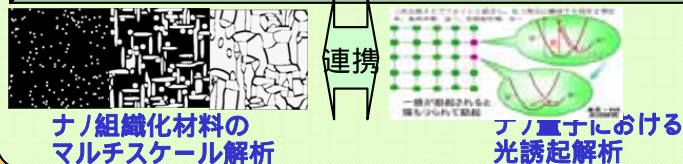
次世代ナノ統合シミュレーション:平成15~22年度

次世代ナノ材料(新半導体材料等)を創出するなど最先端の知的ものづくりを実現するため、ナノ材料系全体統合シミュレーション基盤ソフトウェアの研究開発を行う。NAREGIの成果をベースに開発を行う。

新しいナノサイエンスの方法論の開発
による水溶液中のたんぱく質構造解析



- ・ナノ分野基礎科学の革新的方法論の開発
- ・電子・原子・分子から、分子複合デバイスに至る
- ・多種多様な材料系シミュレーションソフトウェアの連成、統合
- ・多種多様なアプリケーションソフトウェア間の容易なデータ交換と入出力ツール



- 化学材料
- 医薬品
- 化粧品
- 磁気ナノデバイス
- 光ナノデバイス

次世代生命体統合シミュレーション:平成18~24年度

テーラーメイド医療・創薬などを実現するため、遺伝子レベルから細胞、循環器、人体スケールの個々の要素から全体に至るまで人間系を最適に解析可能な統合シミュレーション基盤ソフトウェアの研究開発を行う。

