

次世代計算科学研究開発プログラム (次世代生命体統合シミュレーション ソフトウェアの研究開発)について

現在のライフサイエンスとコンピュータの関わりと、その将来

ライフサイエンス上の課題

- 生命
- 進化
- 発生と分化
- 知性(脳の高次機能)
- などなど

手術

社会

制御

近い将来

再現

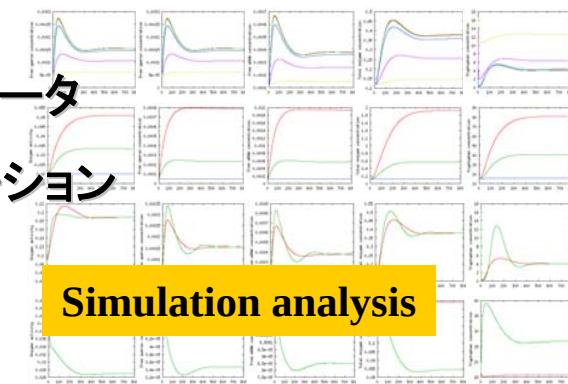
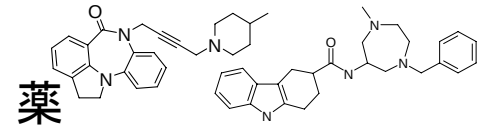
コンピュータ
シミュレーション

これから

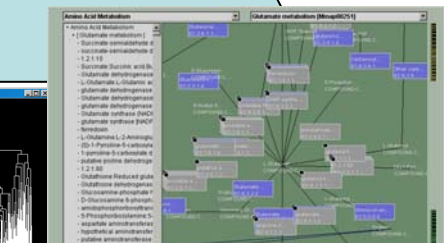
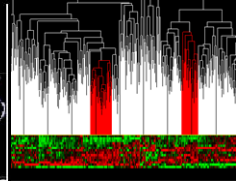
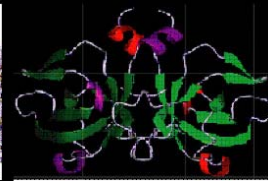
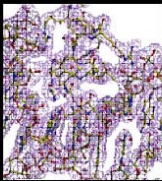
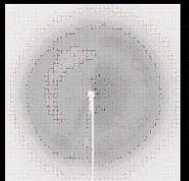
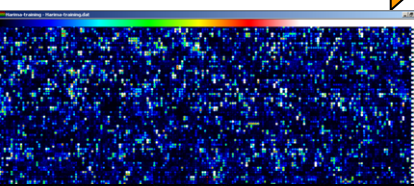
理解

大量の
データ処理

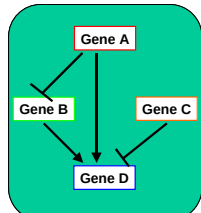
現在



Simulation analysis

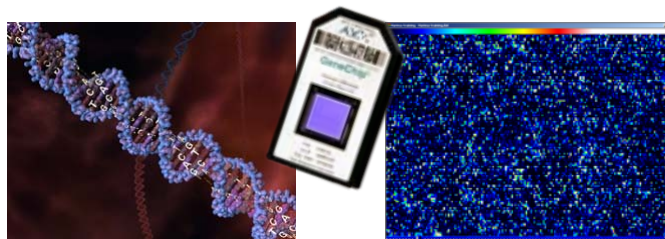


Metabolic pathway map



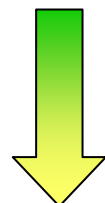
Gene network
prediction

生命のシミュレーションのスケールの広がり と計算方法



ゲノム情報等情報
そのものは大きさ0

バイオインフォマティクス・データ解析



方法論が未知
の領域

ミクロからのアプローチ

量子化学・MDシミュレーション

マクロからのアプローチ

連続体シミュレーション

空間スケール

タンパク
DNA
10nm

細胞 10 μ

組織

器官

10cm

全身
循環器

1m

10^{-8}

10^{-5}

$10^{-3 \sim -2}$

10^{-1}

10^0

Micro

Meso

Macro

大きさ

次世代スーパーコンピュータ利用に向けた 生命体統合シミュレーションソフトウェアの開発体制 の構築について

・理化学研究所(和光研究所)は、次世代スーパーコンピュータ開発利用プロジェクトにおけるグランドチャレンジアプリケーションの一つである「次世代生命体統合シミュレーションソフトウェア」の開発拠点として選定され、平成18年10月に「次世代計算科学研究開発プログラム」を発足。

・平成18年度には、現体制によりH19年度以降の研究開発の本格実施に向けた準備を進め、各研究テーマに共通する柱を掲げ、プロジェクトとして一体的に研究を展開していくよう研究計画を構築し、各機関で研究を開始。

これまでの経緯と今後の予定

2006(H18)年 8月	和光研究所が「次世代生命体統合シミュレーションソフトウェア」の研究開発拠点に選定
10月	和光研究所に「次世代計算科学研究開発プログラム」を設置、プロジェクトスタート(予算1.5億(6月))
2007(H19)年 1月	プロジェクト関係者によるワークショップを実施、H19年度以降の研究開発の本格実施に向け、研究計画を検討
2007(H19)年 4月	各協力研究機関含め、本格的な研究を開始(年額予算16億)
11月	アプリケーションの開発支援を行う新規チーム(生命体基盤ソフトウェア開発・高度化チーム)を設置。 新規研究開発課題のフィージビリティスタディを開始。
2007(H19)年12月	シンポジウムを実施、チーム間連携・産業連携について検討
2007(H19)年12月 ～2008(H20)年2月	評価委員会を実施(計4回)
～2010(H22)年度	各研究開発チームでシミュレーションソフトウェアを開発、平行して産業応用等に向けたアプリケーションの改良を検討
2011(H23)年度	開発したシミュレーションを次世代スパコンでチューニング
2012(H24)年度	チューニング完了、本格活用

研究開発体制

2008年2月22日現在

独立行政法人理化学研究所

本所・各研究所

- ・次世代スーパーコンピュータ開発実施本部
- ・情報基盤センター 等

密接な連携

密接な連携

次世代計算科学研究開発プログラム(和光研究所)

(次世代生命体統合シミュレーション開発拠点)

プログラムディレクター(PD) 茅 幸二

運営委員会

アドバイザリー委員会

サーチ委員会

評価委員会

副プログラムディレクター: 姫野龍太郎

コーディネーター: 高田 俊和

次世代生命体統合シミュレーション研究推進グループ グループディレクター 梶谷 文彦

分子スケール研究開発チーム チームリーダー: 木寺 詔紀

細胞スケール研究開発チーム チームリーダー: 横田 秀夫

臓器・全身スケール研究開発チーム チームリーダー: 高木 周

データ解析融合研究開発チーム チームリーダー: 宮野 悟

生命体基盤ソフトウェア開発・高度化チーム (※平成19年11月発足)
チームリーダー: 泰地 真弘人

企画調整グループディレクター 中津 健之

分子スケールWG

木寺詔紀(横浜市大)
高田彰二・林重彦(京大)
佐藤文俊(東大)
中村春木(阪大)

細胞スケールWG

末松誠・安井正人・柳川弘志
(慶応大)
横田秀夫・安達泰治(理研)
倉智嘉久(阪大)
清野進(神戸大)
後藤信哉(東海大)

臓器全身スケールWG

松本洋一郎・大島まり・久田俊明(東大)
姫野龍太郎・高木周(理研)
山口隆美(東北大)
松澤照男(北陸先端大)
野村泰伸・和田成生(阪大)
劉浩(千葉大)
岡澤重信(広島大)
野間昭典(京大)

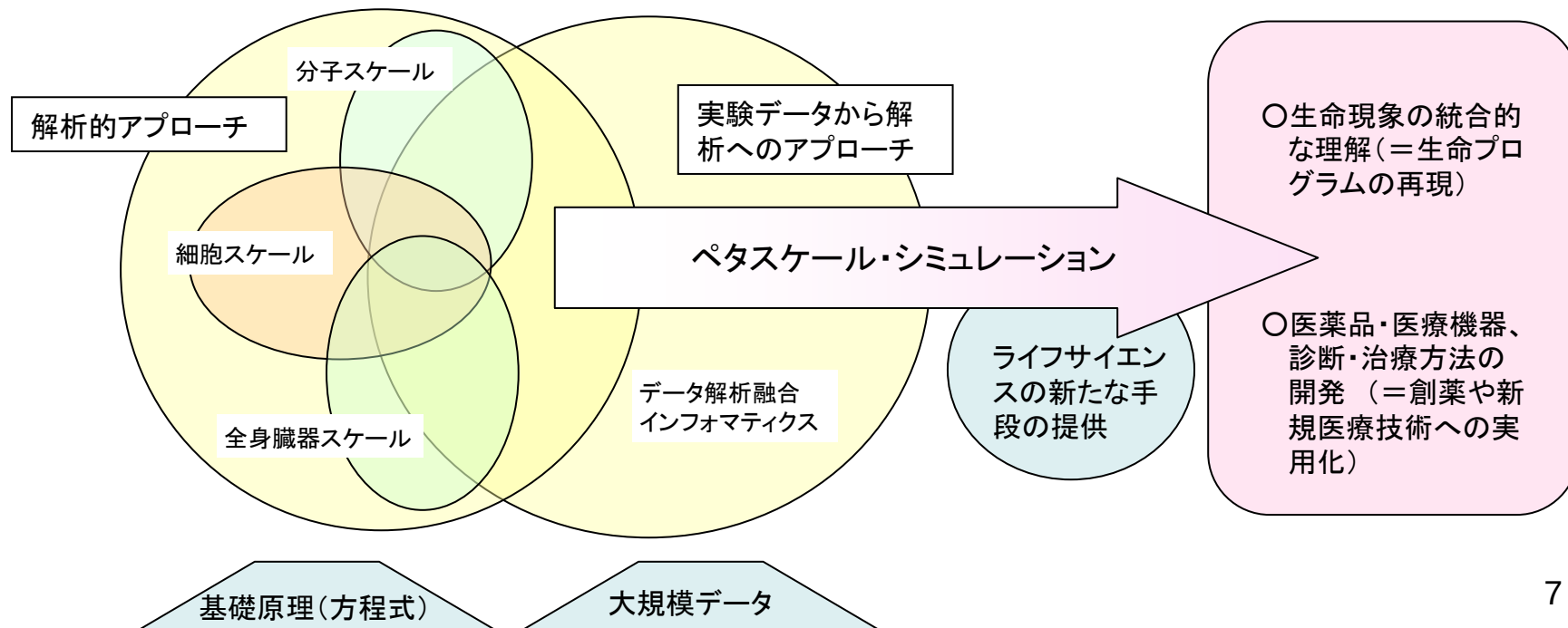
データ解析融合WG

宮野悟(東大)
樋口知之(統数研)
秋山泰(東工大)
鎌谷直之(理研)

・理研と
連携し
研究開
発を実
施。

研究開発の概要と達成目標

基礎方程式に基づく解析的アプローチと、大量の実験データから未知の法則に迫る実験データから解析へのアプローチにより、異なるスケールの研究と実験データを統合的かつ有機的に結びつけ、ペタスケールという桁違いの性能を持つスーパーコンピュータの性能をフルに発揮し、生体で起こる種々の現象を理解し医療に貢献するためのソフトウェアを開発する。



分子スケール

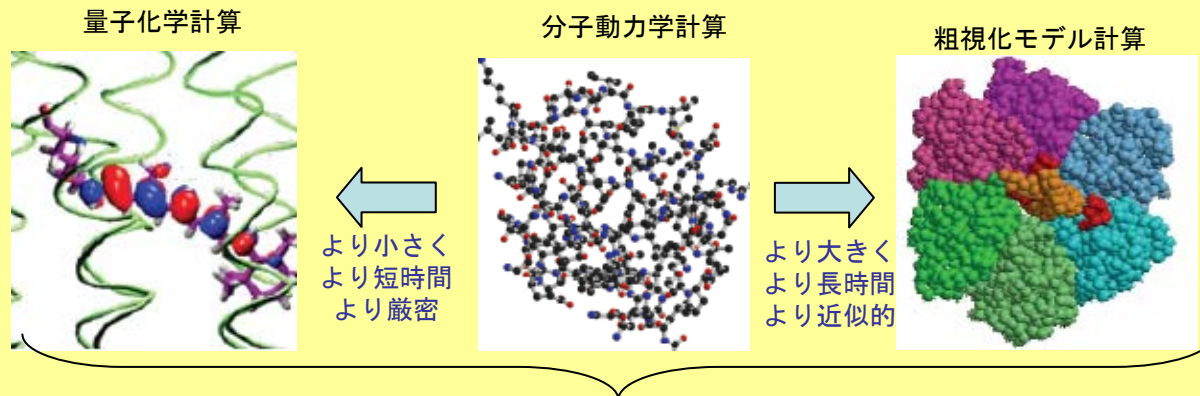
・具体的(定量的)な達成目標

●～平成22年度

量子化学計算・分子動力学計算・粗視化モデル計算を総合化する技術を開発する。

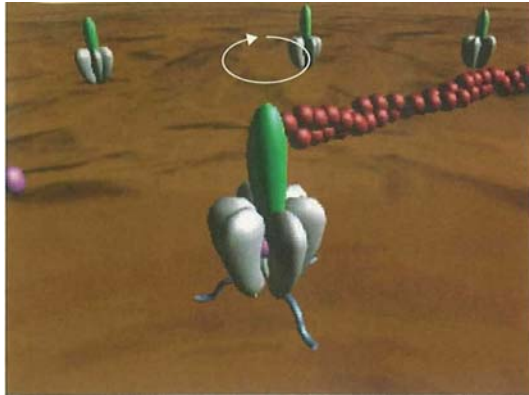
●～平成24年度

作成した分子シミュレーションを次世代スパコンに実装し、薬剤設計に関わる計算科学技術手法を提供するとともに、タンパク質や細胞の機能発現過程のシミュレーションを構築して細胞スケールとの有機的な連携を図る。

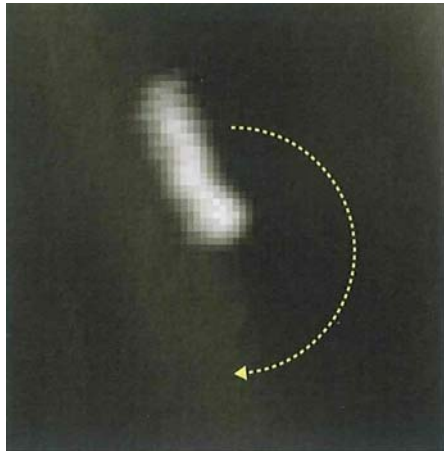


★数万原子レベルで、ミリ秒オーダーの分子シミュレーションを目指す。これにより、薬剤設計の基盤となる計算科学的手法の構築につなげる。

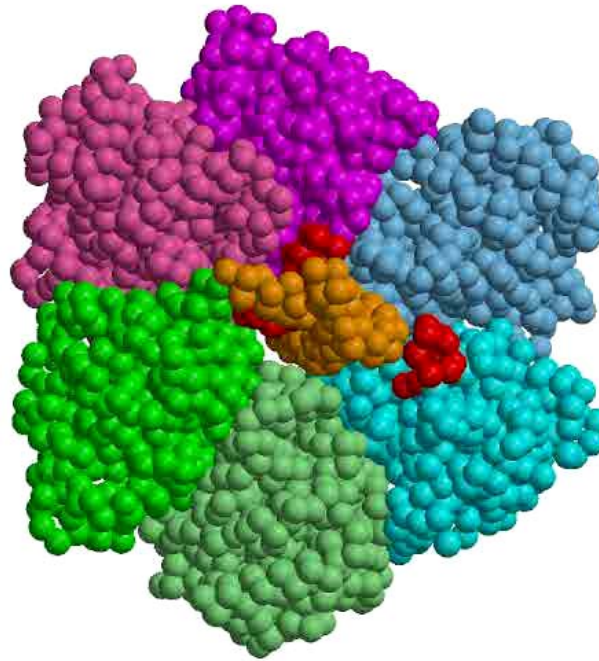
分子シミュレーションの現状



分子モータ

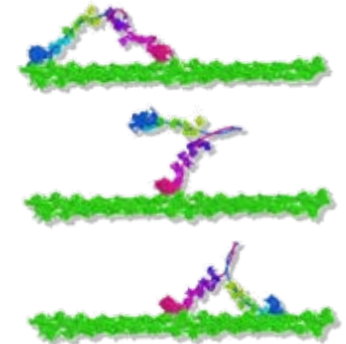


実験的観察



F1-ATPase : 回転モーター

超分子複合体の動態



ミオシンVのアクチンフィラメント上の2足歩行：線形モーター

高田彰二（京都大学）

脂質2重膜と核酸のモデル化

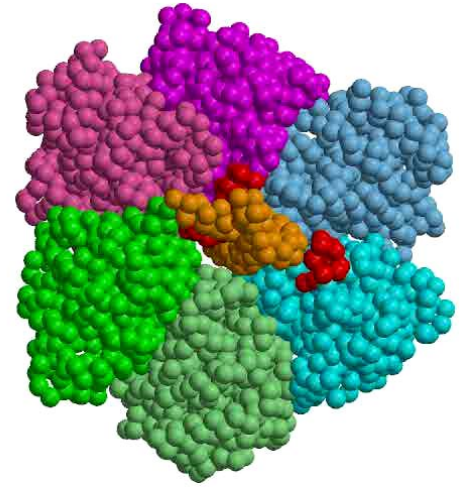


分子レベルから細胞の高次生命現象への接続

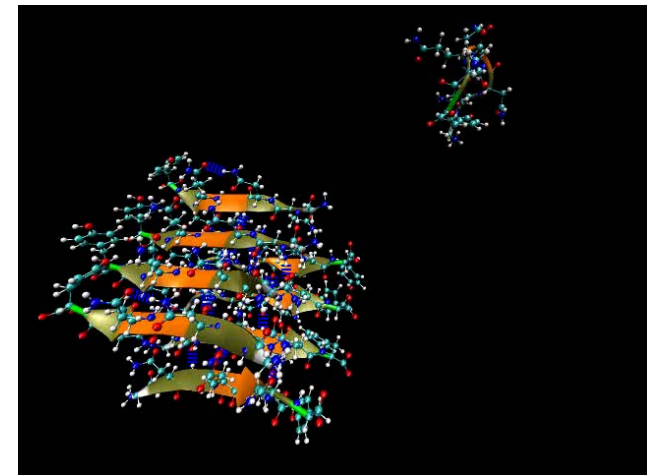
現在の分子生物学的シミュレーション

- 量子化学計算
 - 原子数: 数千～万
 - 原子数の並列では、並列数が不足、計算アルゴリズムから工夫が必要
- 分子動力学
 - 原子数: 数十万まで可能
 - 動的変化の時間: マイクロ秒。
 - 原子数で並列化、並列数は十分、計算容量だけが問題
- 粗視化モデル
 - 原子数: 分子モーターの例で50万
 - 一回転の時間: 0.1秒

3つの方法を有機的につなぎ、原子数と長時間の計算を実現する



粗視化モデル計算
高田彰二（京都大学）



分子動力学計算 10
GSC泰地G

細胞スケール

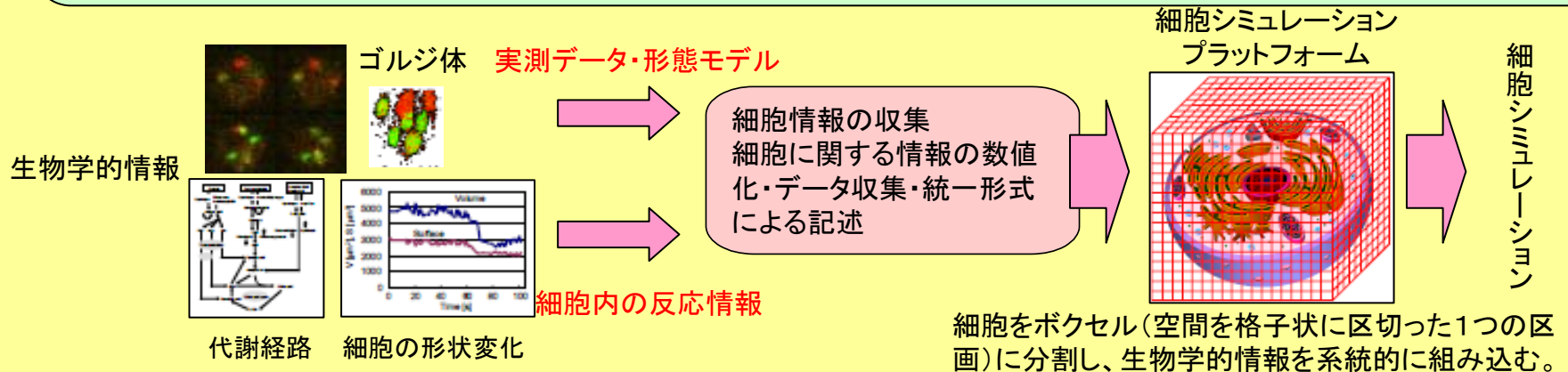
・具体的(定量的)な達成目標

●～平成22年度

生物の空間的情報を入れ込むことが出来るプラットフォームの開発と平行して、プラットフォームに実装するためのデータ収集とモデルの構築を進める。また、プラットフォームと各種データ・モデルとの有機的連携を図る。

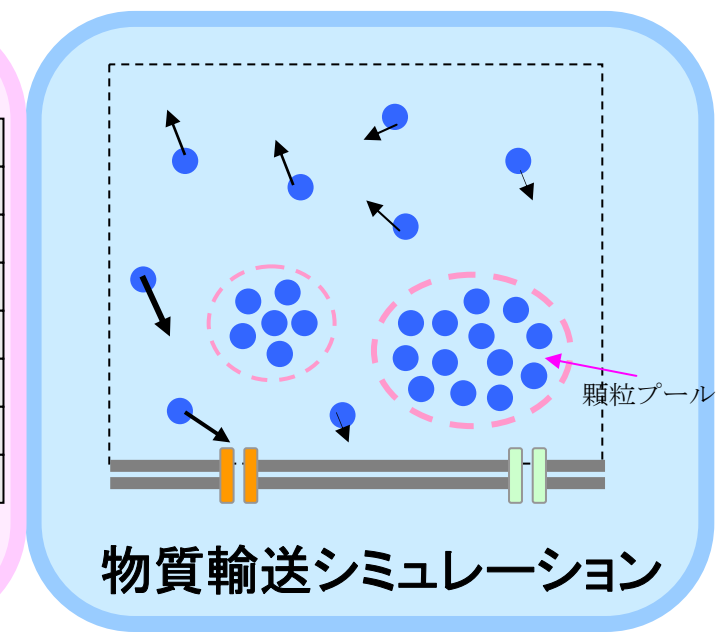
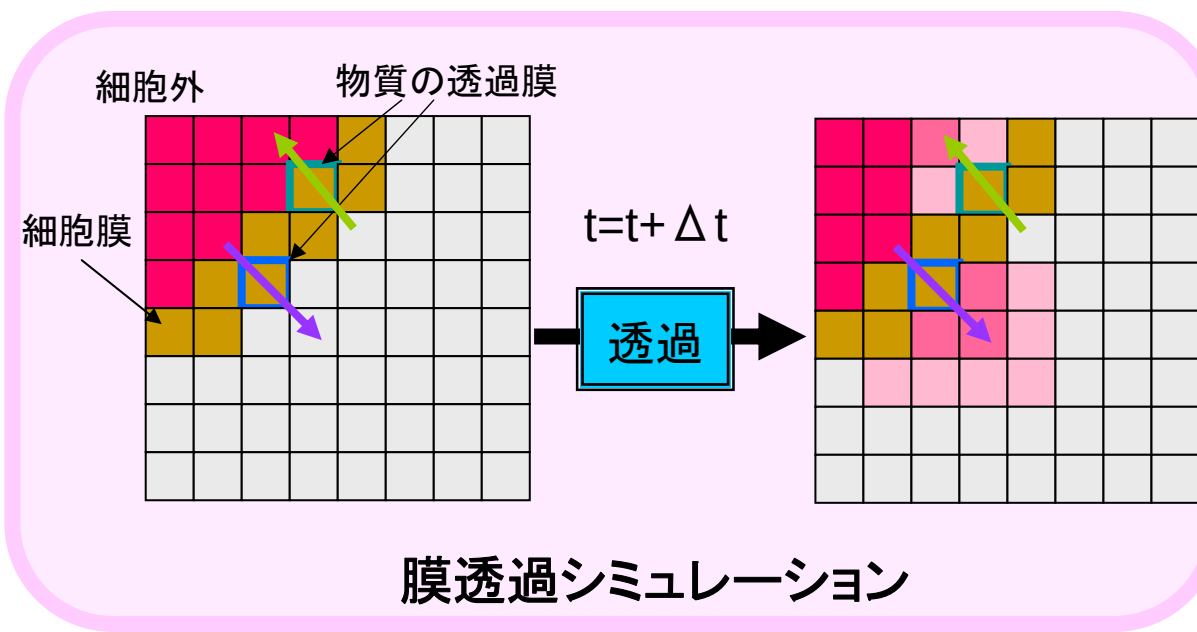
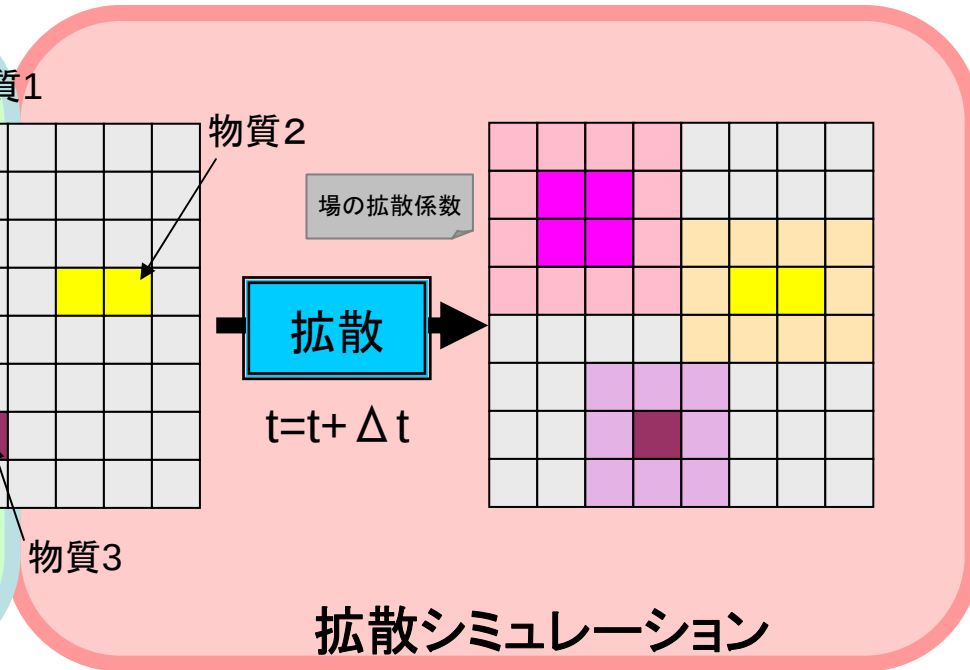
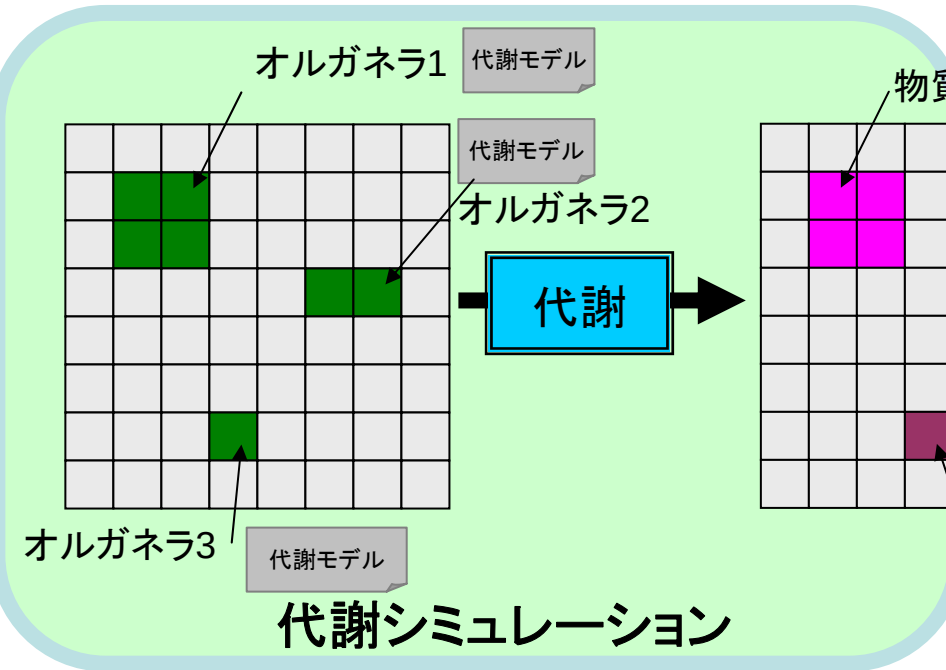
●～平成24年度

プラットフォームを次世代スパコンに実装すると共に、収集した各種実証データやモデルを組み込む。これにより、細胞局所レベルの実証データと分子集合レベルのデータの照合を実現。



★ペタフロップス級の計算力を活かして細胞を10万のボクセルに区画し、そこに包括的な実証データを組み込んだシミュレーションの実現を目指す。これにより、薬剤等の作用や副作用の予測を行うシミュレーションの開発につなげる。

細胞シミュレーション統合プラットフォーム

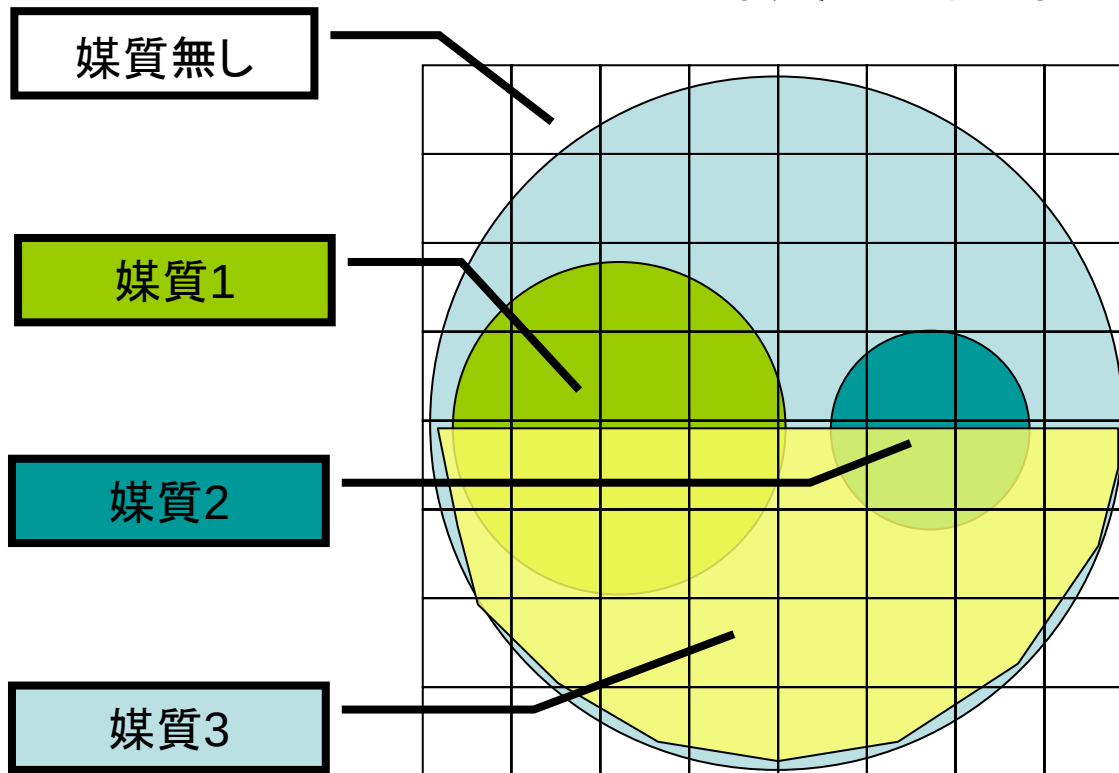


細胞シミュレーション統合プラットフォーム

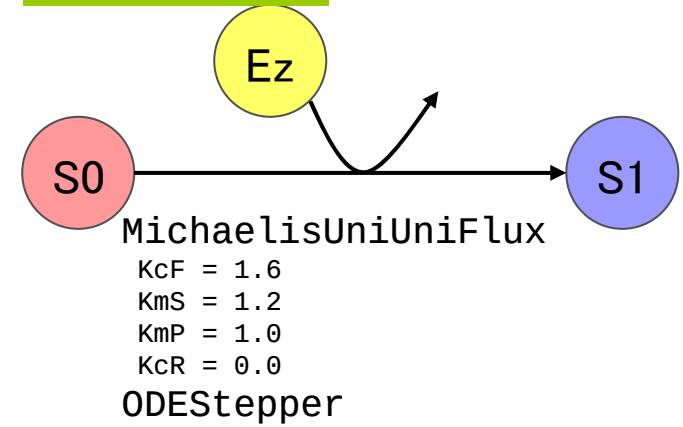
代謝拡散連成解析例

代謝: E-cell、拡散: 濃度勾配

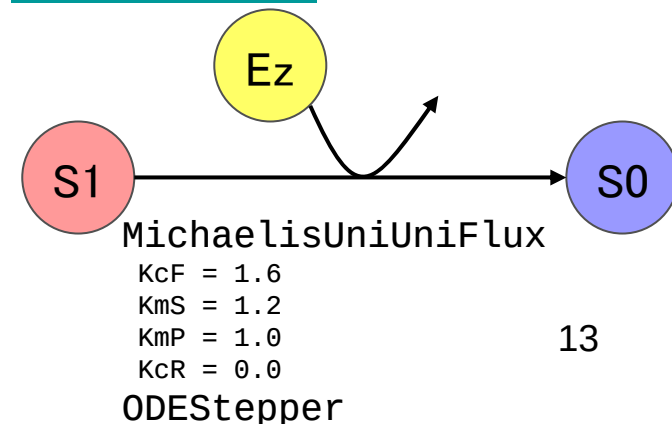
モデル内の媒質と代謝系



媒質1の代謝

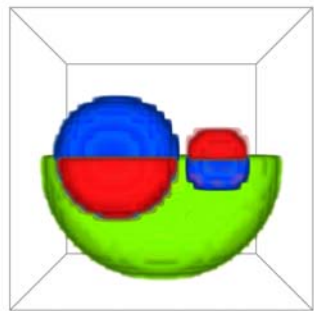
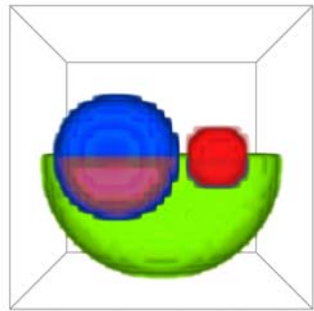
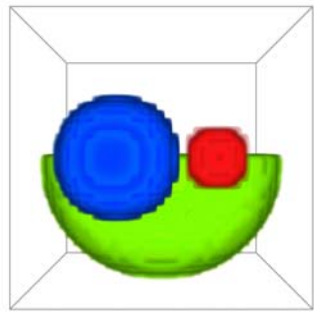


媒質2の代謝

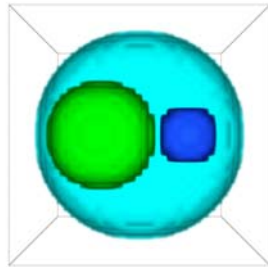


※媒質3には代謝系は存在しない

代謝Simulation(拡散無し)



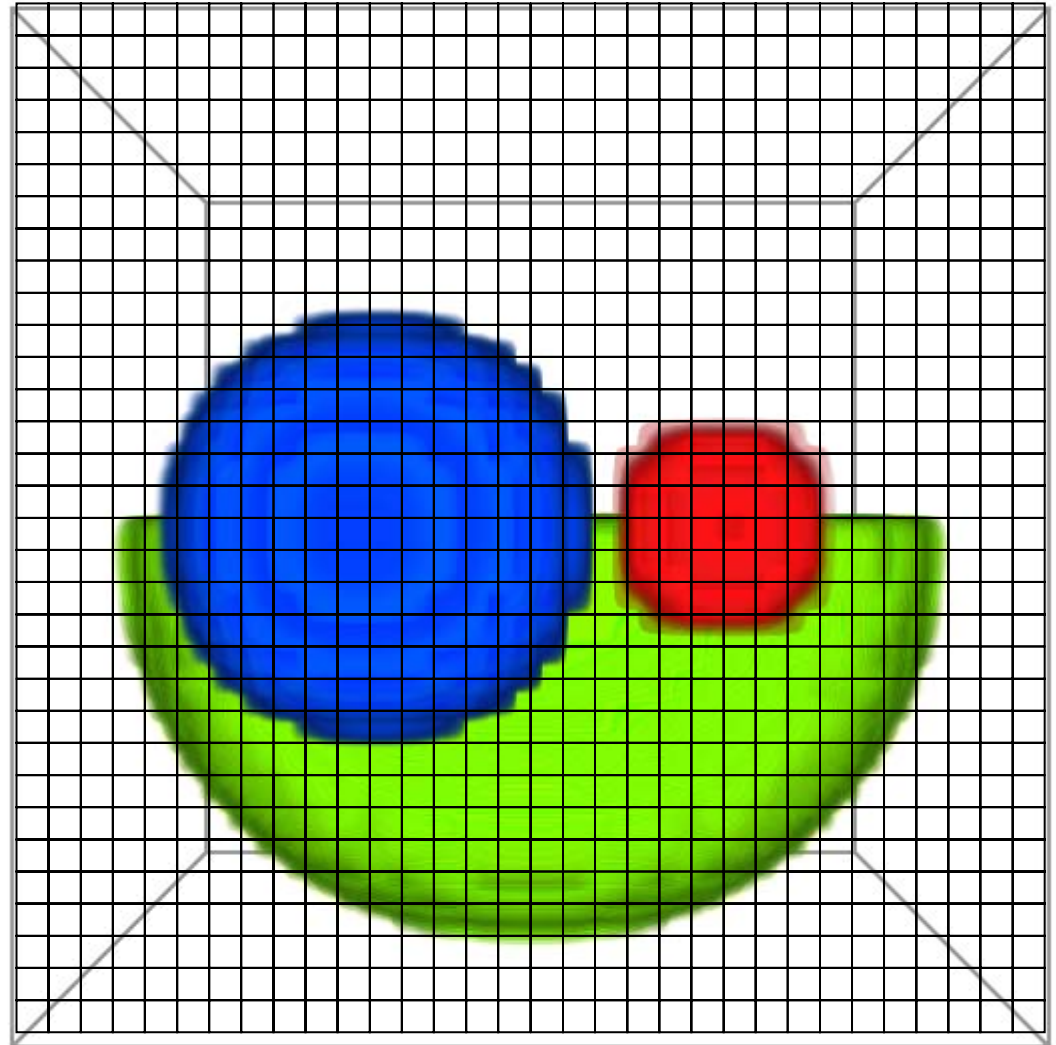
媒質モデル ↓
緑・青:
代謝可能領域



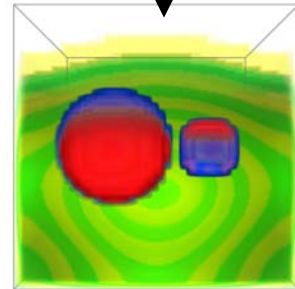
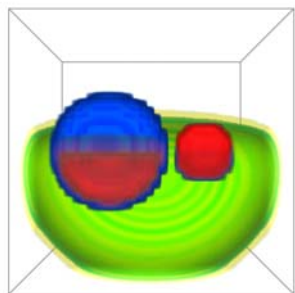
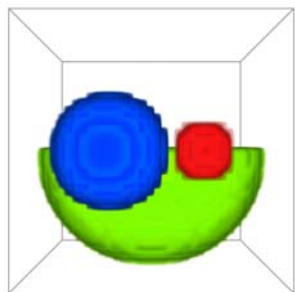
青: S0 拡散なし
赤: S1 拡散なし
緑: Ez 拡散なし

5 fps でAVIにビデオ化

50 step毎にV-Isioで可視化

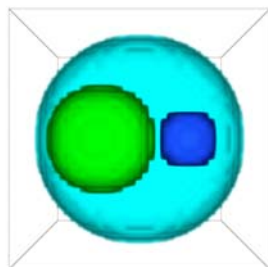


代謝＋拡散Simulation

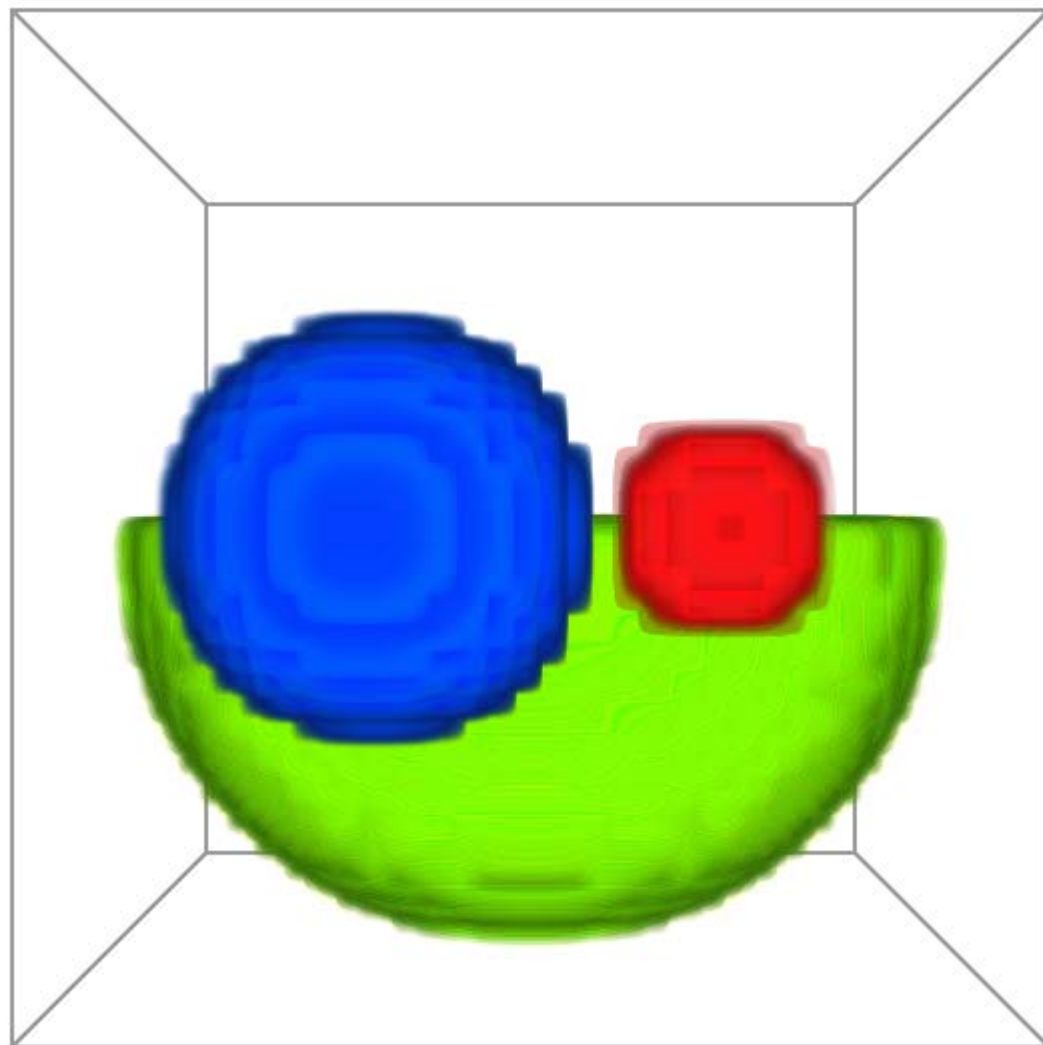


媒質モデル↓

緑・青:
代謝可能領域



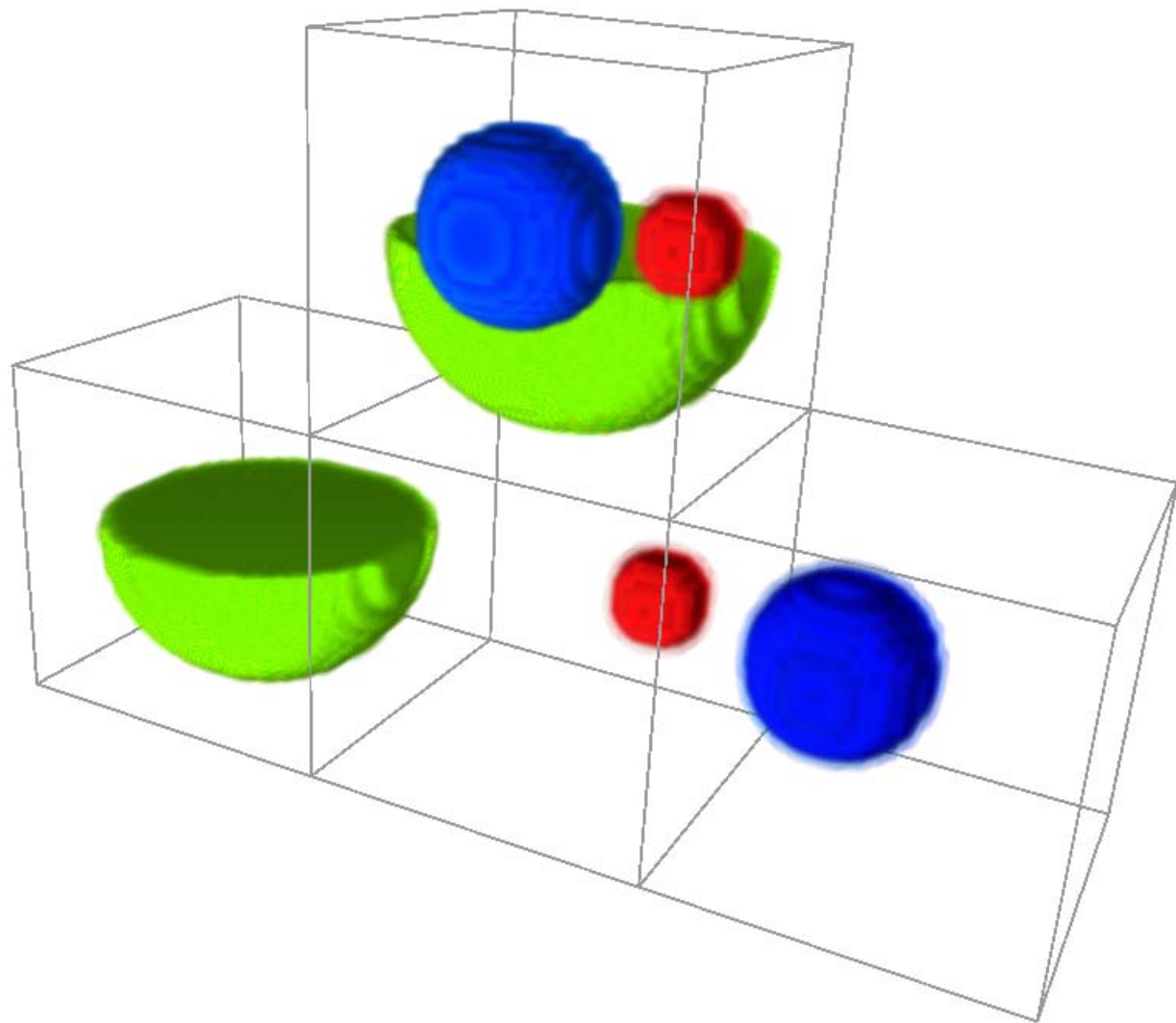
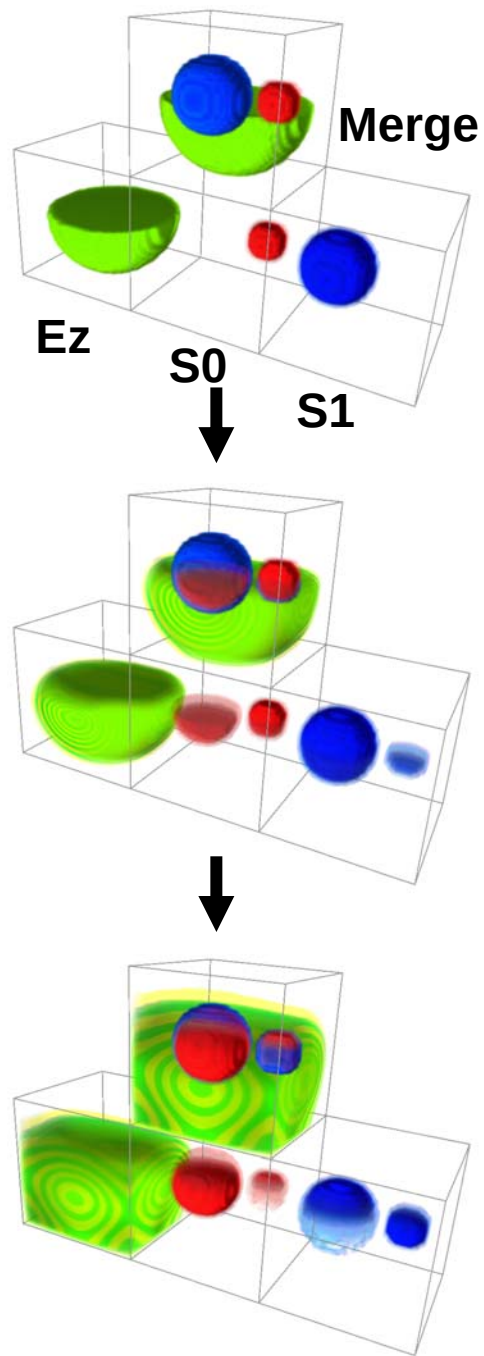
青: S0 拡散なし
赤: S1 拡散なし
緑: Ez 拡散あり



5 fps でAVIにビデオ化

50 step毎にV-Isioで可視化

代謝 + 拡散 Simulation



臓器全身スケール

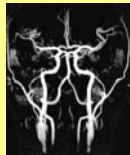
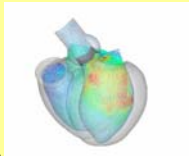
・具体的(定量的)な達成目標

●～平成22年度

血管網、各種臓器、全身を3次元的に再現した臓器全身モデルを構築する。

●～平成24年度

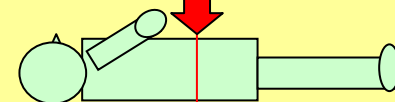
病態予測や治療予測を行う臓器全身モデルを次世代スパコンに実装し、循環器系疾患を始めとする種々の病態のシミュレーションと治療支援シミュレーションを構築する。



臓器全身モデルの構築



治療・診断の例(超音波を用いた悪性腫瘍の治療予測)



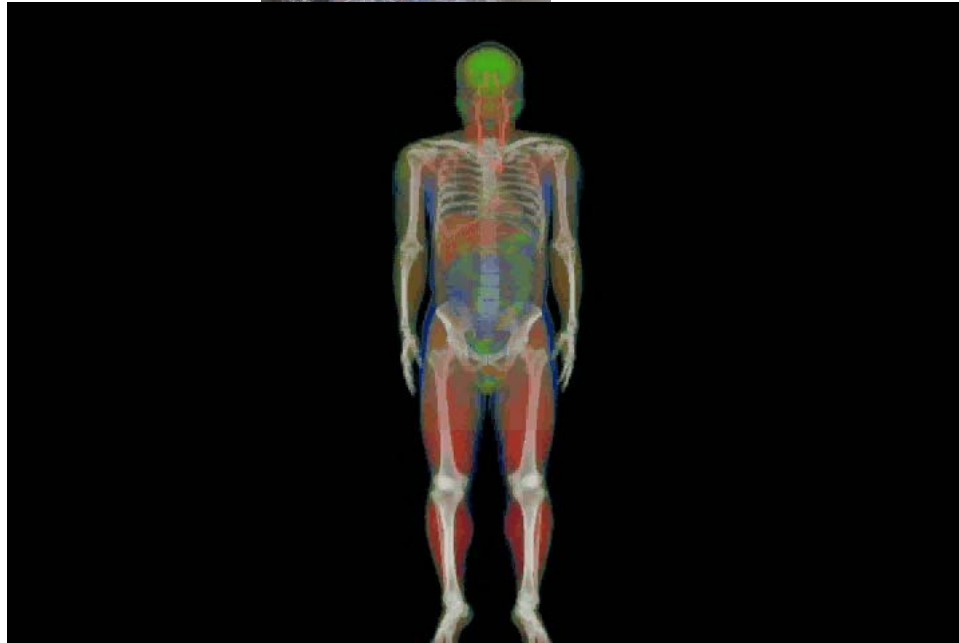
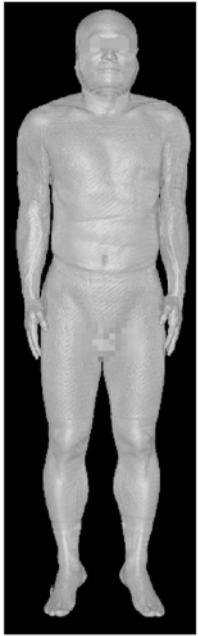
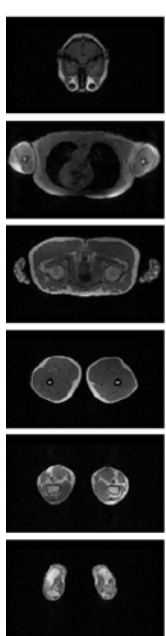
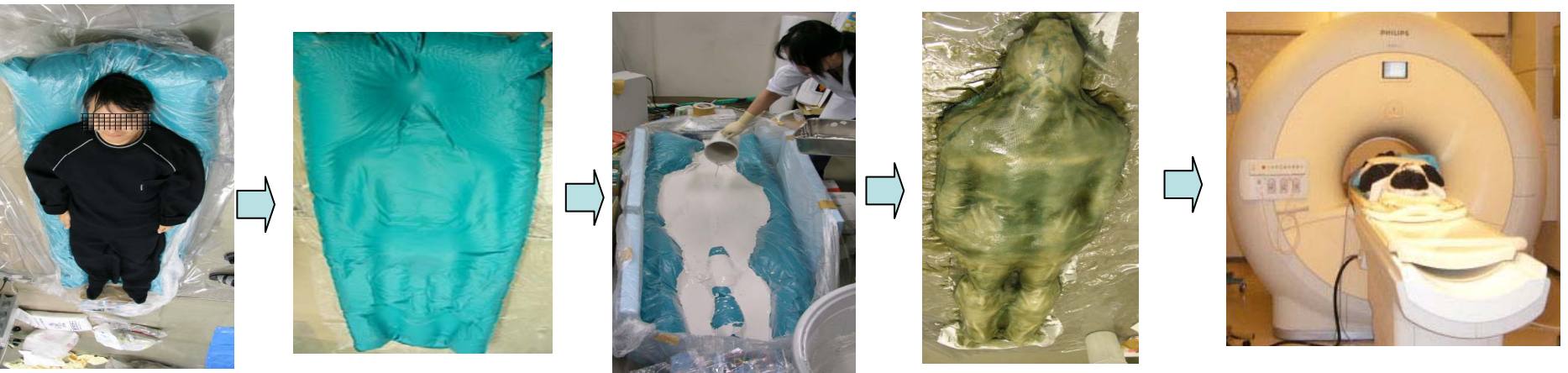
個別患者のモデルを作成



超音波伝搬シミュレーション

★ペタフロップス級の計算量を用いて、数時間で実行可能な臓器全身シミュレーションの構築を目指す。これにより、病態予測や治療予測等の医療支援ツールの開発につなげる。

人体ボクセルデータの構築

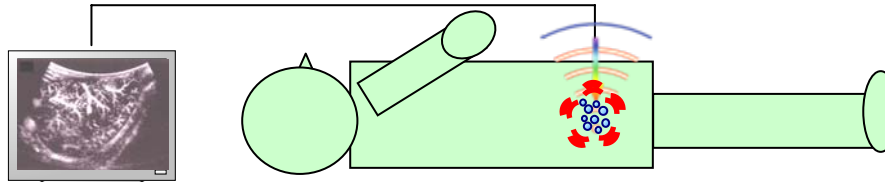


1mm分解能の人体モデルのボリュームレンダリング

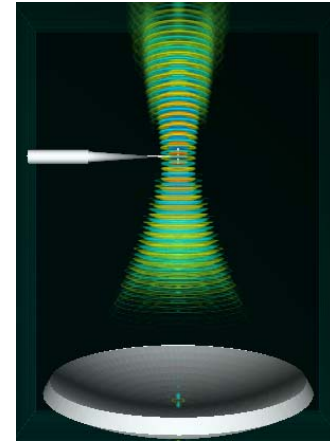
CTからのヤンダ
率の推定

ボクセル超音波伝播プログラム

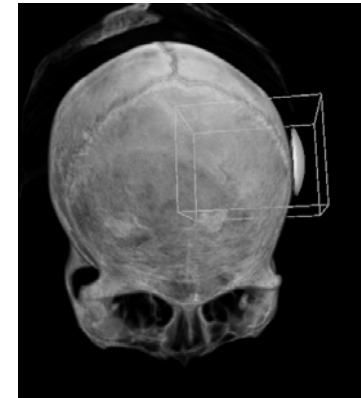
- どんなプログラムか
 - ボクセル型固定格子を用い、人体内の超音波の伝播挙動を再現する.
- 何ができるか
 - 骨や臓器など音響特性の異なる多媒質体内を伝播する超音波の計算が可能.
 - 超音波パネルの位相制御にともなう集束点の位置の見積もりが可能.



- 将来は
 - 人体ボクセルデータと組み合わせ、強力集束超音波を用いた手術支援シミュレータとして利用.
 - 発熱効果の導入による腫瘍焼灼に要する時間の検討
 - **重粒子線治療**や電子線治療など(方程式系のみ入れ替えればほぼ同様の計算プロセスが適用可能)
- これまでの開発状況と今後の計画
 - H18年 軸対称計算手法の開発
 - H19年 軸対称計算の実施と3次元計算手法の開発・実施
 - H20年 人体ボクセルデータを用いた人体内超音波伝播シミュレーションの実施, 重粒子線治療シミュレータの開発
 - H21年以降, 温度上昇を含めた強力集束超音波による腫瘍焼灼の計算, 各種, 照射型治療法の検討.



強力集束超音波(HIFU)



頭蓋骨越しのHIFU照射

生体内超音波伝播シミュレータ

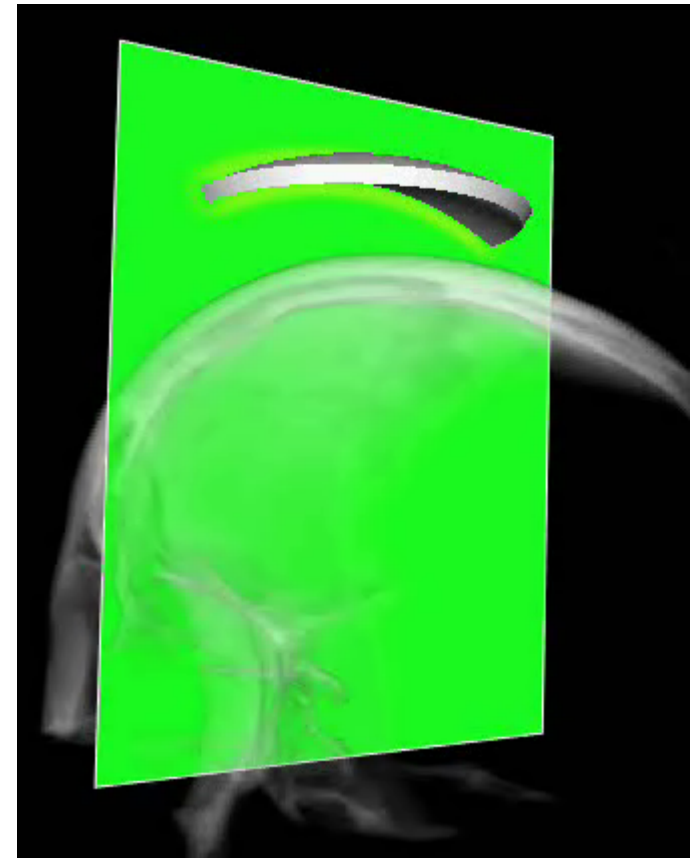
CT/MRI



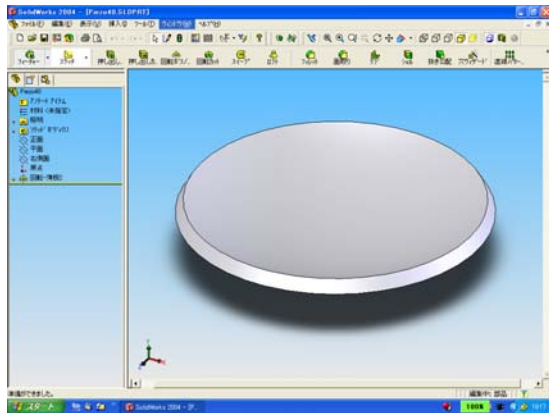
生体ボクセルモデル



超音波シミュレーション



CAD

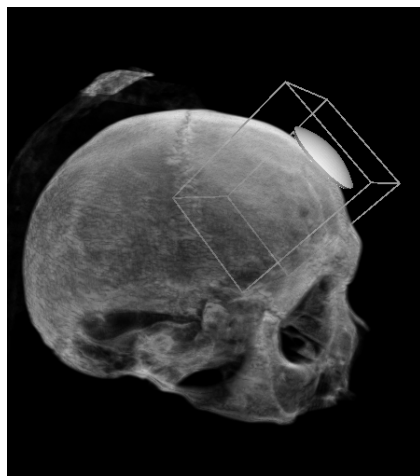


計算領域

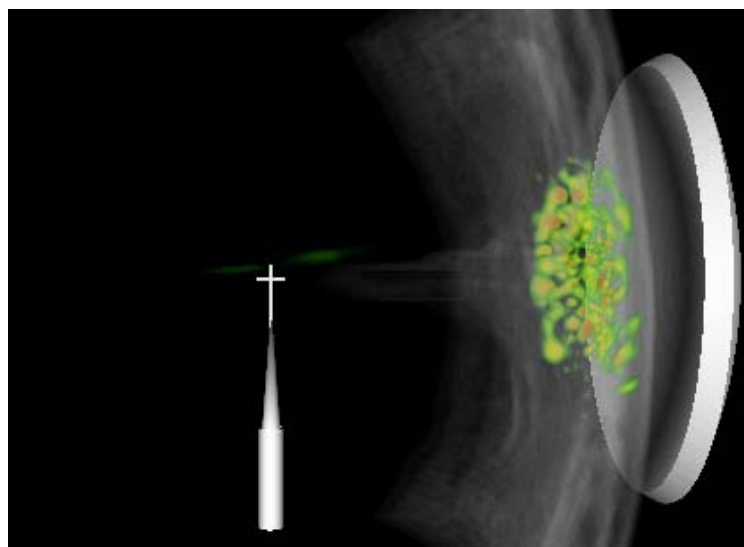
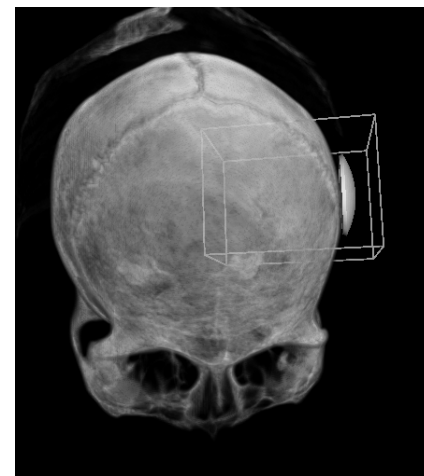


頭蓋骨内超音波の集束計算

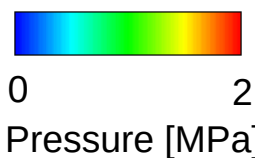
頭部正面から照射



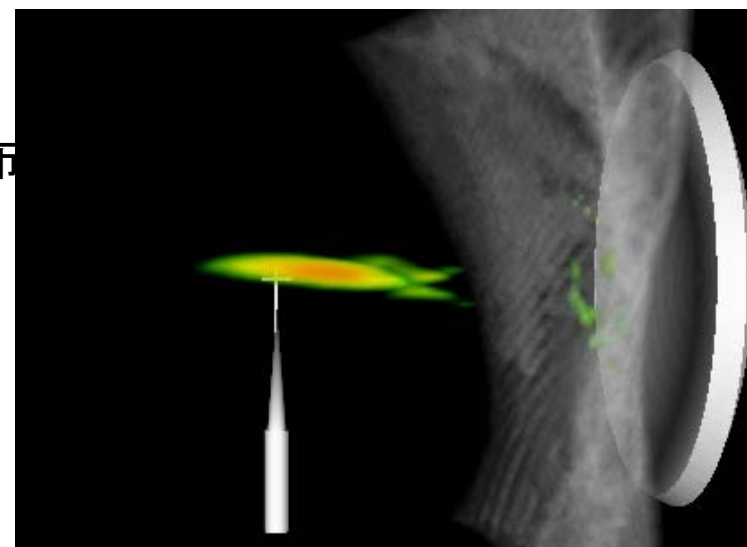
頭部側面から照射



圧力振幅の分布



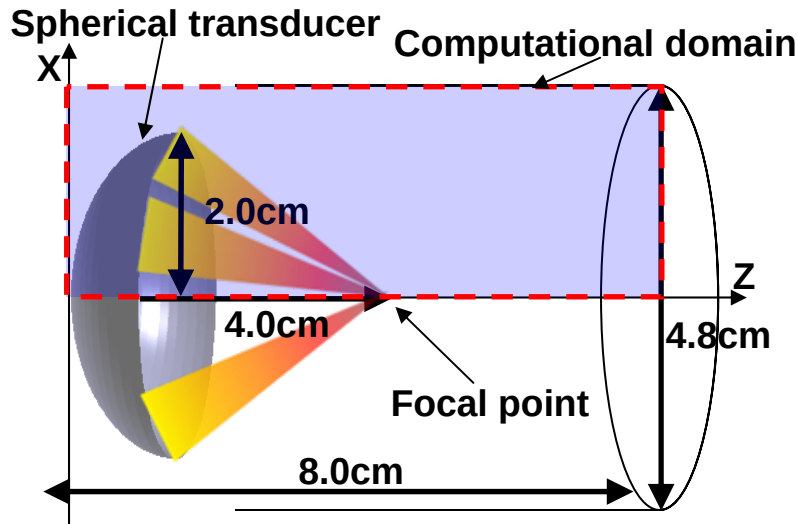
この条件ではターゲット部で十分な圧力振幅が得られず.



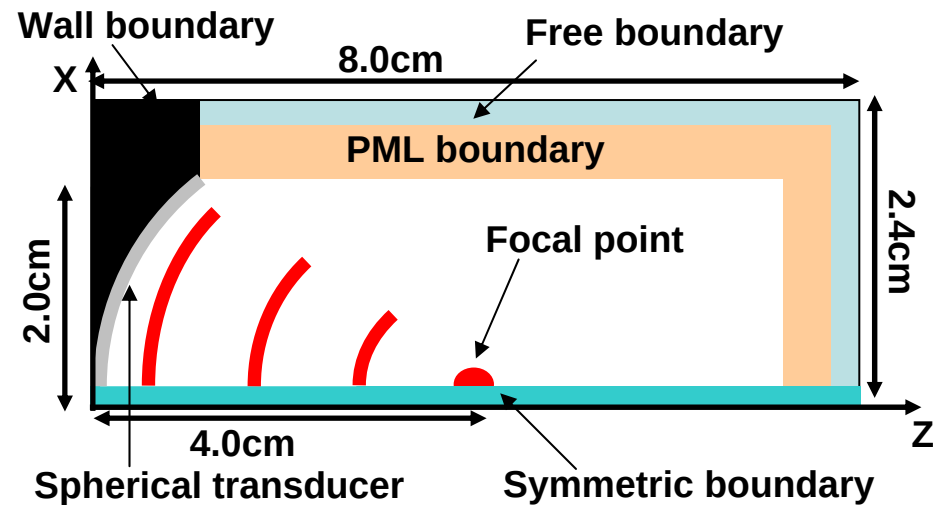
ターゲット部で有意な²¹圧力振幅の発生.

超音波伝播シミュレーター・計算規模

■ 計算領域



□ 領域全体



□ 計算領域(現状)

■ 計算条件(現状, 2次元計算)

超音波周波数: 2.2[MHz]
開口半径: 20[mm], 焦点距離: 40[mm]
領域: 8.0cm x 2.4cm,
時間: 46[μs], 格子点数: 2855 x 985

■ 計算性能(現状)

計算機: NEC, SX7(1CPU)
CPU時間: 33時間
ベクトル化率: 99.28[%], メモリ量: 1408[MB]

■ 次世代スパコンでは, 3次元複雑形状へ

領域: 20cm x 10cm x 10cm,
時間: 1000[μs],
格子点数: 8000 x 2000 x 2000
CPU時間(概算): 100[min]
メモリ量(概算): 15[TB]

データ解析融合

・具体的(定量的)な達成目標

●～平成22年度

遺伝子ネットワーク推定・タンパク質ネットワーク推定・ゲノム多型解析技術等の研究、ならびにデータ同化技術の開発を行う。

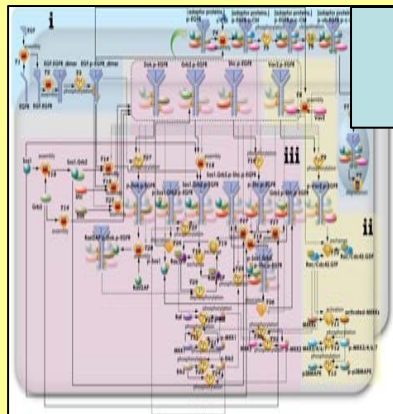
●～平成24年度

開発した解析法やデータ同化技術を次世代スパコンに実装し、データ解析とシミュレーションを融合した技術を開発。遺伝情報の網羅的解析に基づく創薬ターゲット探索の確立を目指す。

シミュレーションモデルの構築

関連するデータをモデルに同化

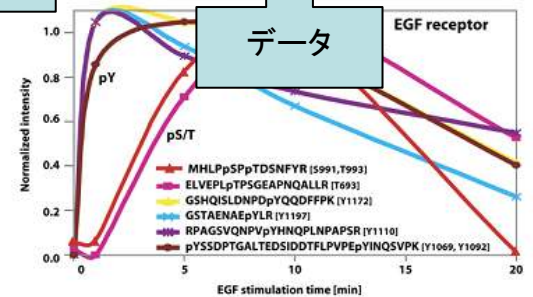
病気のシステムの理解による医療開発イノベーション



モデル

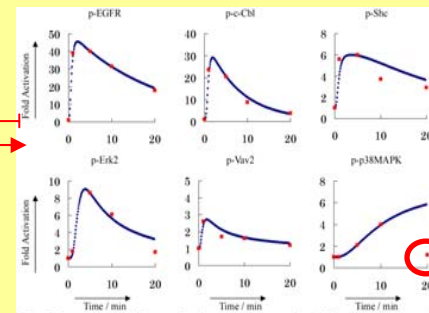
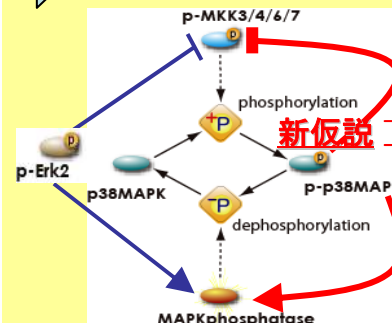
データ同化技術

データ



仮説の自動生成

予測とエラーの発見

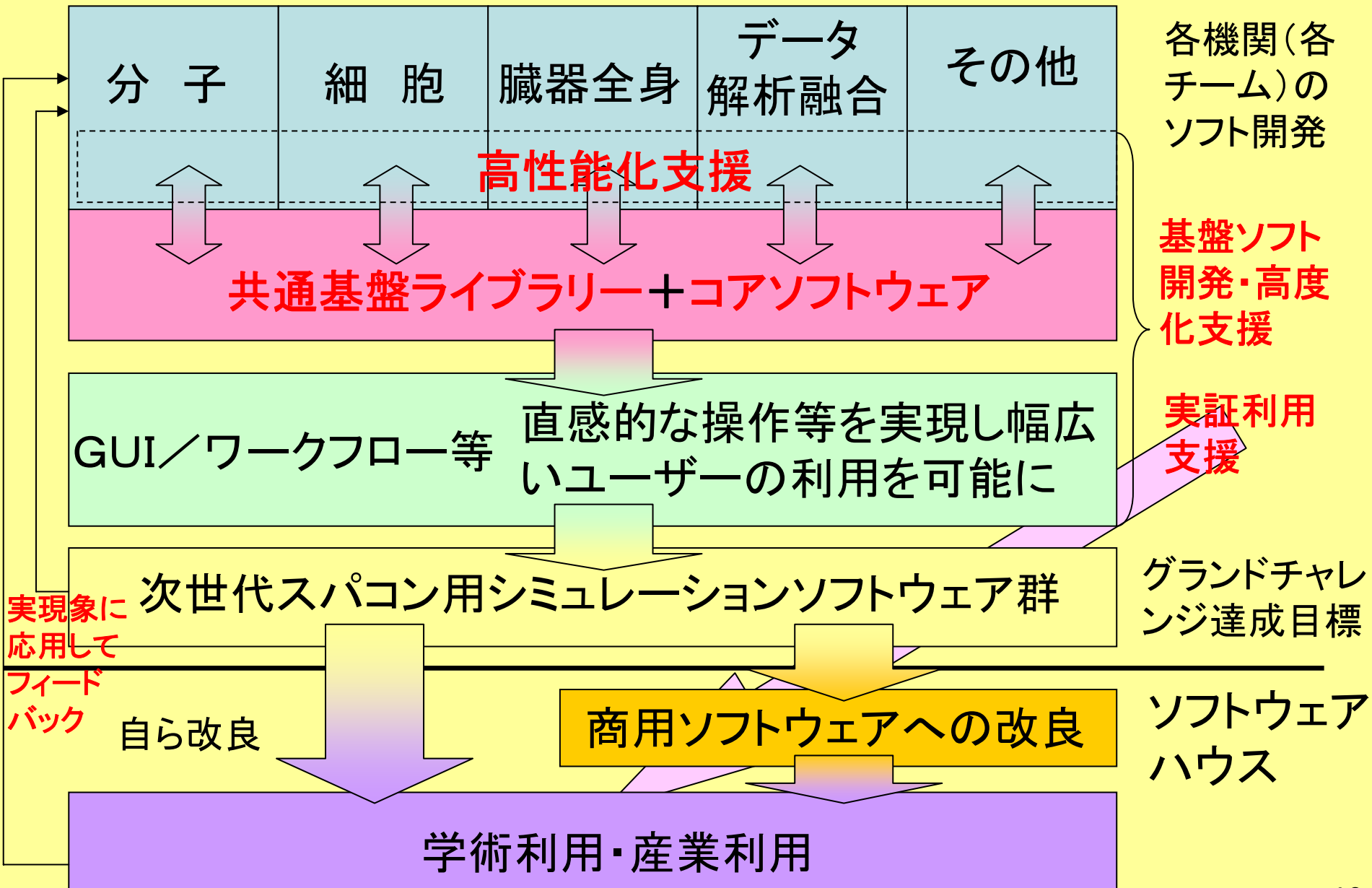


データエラーの発見

(癌などの病気に関わっているモデル) (関連たんぱく質の時系列データ)

★ペタフロップス級の計算によって、創薬ターゲット探索や個人差を考慮した医療のための基盤情報技術の構築を目指す。これにより、ヒト全遺伝子(現行、全遺伝子の数%レベル)を対象とした創薬ターゲット遺伝子探索の実現につなげる。

「生命体基盤ソフトウェア開発・高度化チーム」 (平成19年11月発足)



以下、添付資料

ライフサイエンスにおけるグランドチャレンジ

背景

ライフサイエンスの研究手法

生命現象のトータルな理解に迫る
新しいアプローチの必要性

実験に基づく実証的・疫学的アプローチだけでは、部分的・個別な解明するにとどまり、生命のトータルな理解が課題。

技術的制約

ライフサイエンスのシミュレーション
に必要な計算量が不足

複雑な生命現象をシミュレーションで再現するためには、現状の計算量をはるかに凌ぐコンピュータが必要



次世代スパコンを用いてライフサイエンスに
おける新しい研究分野の開拓に挑戦
(グランドチャレンジ)

次世代生命体統合シミュレーション



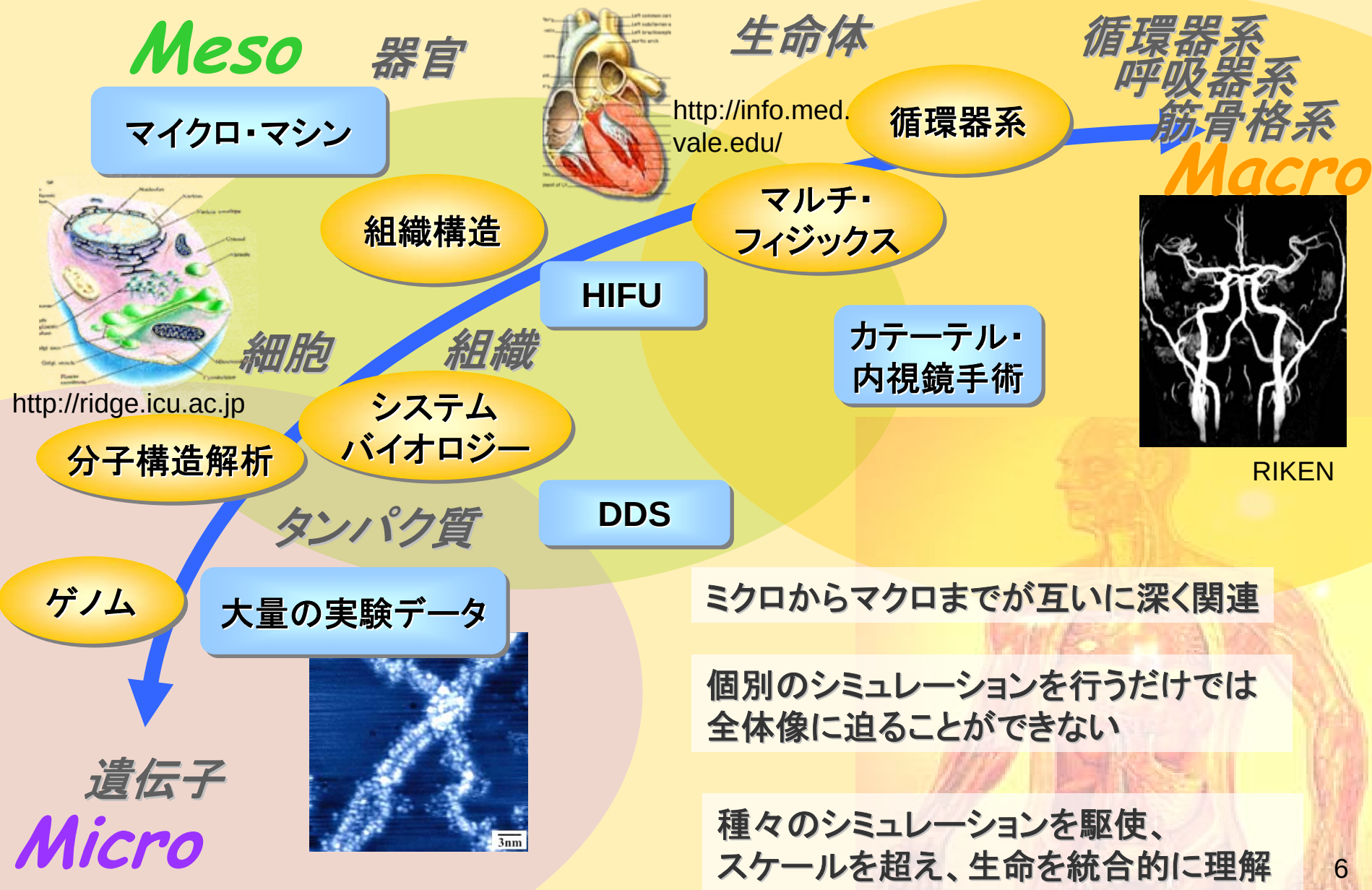
目指す方向

ペタスケールのシミュレーション技術によって、ライフサイエンスの諸課題解決にブレークスルーをもたらす新たな手段を提供し、計算科学により生命現象を統合的に理解・予測・解明する。

最終目標

- 生命科学に仮説－検証型の新たな研究手法を提供
- 生命プログラムの理解・再現・予測を実現
- 創薬・ヘルスサイエンスへの貢献、新規医療技術の実用化

生命体統合シミュレーションの狙い



アプリケーション開発への取り組み(分子スケール)

分子スケール（平成19年度予算額158百万円）

- タンパク質系量子化学シミュレーション
- タンパク質系分子動力学シミュレーション
- タンパク質系粗視化モデルシミュレーション
- タンパク質の構造バイオインフォマティクス

ータンパク質の化学反応を正確に
予測

ースケール問題の克服

分子からより大きな問題へ

マイクロ秒からミリ秒への挑戦

分子スケール 予算	タンパク質系の量子化学 計算	阪大	中村 春木	生体高分子生化学的機能解析のための分子 計算技術の開発
		東大	佐藤 文俊	全電子計算に基づくタンパク質反応シミュ レーションの研究
		京大	林重彦	ハイブリッドQM/MM法による生体分子内化 学反応と機能の解析
	タンパク質系の分子動力 学シミュレーション	横浜市大、理研	◎木寺詔紀	タンパク質の機能発現過程の分子動力学計 算法の研究
	タンパク質系の粗視化モ デルシミュレーション	京大	高田彰二	生体分子系の粗視化シミュレーション技術 の開発
	タンパク質の構造バイオ インフォマティクス	横浜市大、理研	木寺詔紀	蛋白質の構造サンプリング技術の開発、蛋 白質の分子動力学シミュレーションの結果 を解析する技術の開発

アプリケーション開発への取り組み(臓器全身スケール)

臓器全身スケール (平成19年度予算額145百万円)

- 全身ボクセルデータ作成技術、臓器全身力学モデルの構築
- 人体内超音波伝播シミュレーション
- 心筋細胞レベルからの心臓完全シミュレーション
- 血管網の構築と血液循環統合シミュレーション
- 肺呼吸・肺循環統合シミュレーション

ー3次元シミュレーションによる人体構造の理解

ー収束超音波を使ったがんの治療支援ツールの確立

臓器全身スケール	全身ボクセルデータ作成の高度化と臓器全身モデルの構築	◎高木周(理研)・松澤照男(北陸先端大)・野村泰伸(阪大)・岡澤重信(広島大)	医療画像に基づく全身ボクセルモデルの作成とボクセルベース固体-流体連成シミュレーション及び運動シミュレーション
	低侵襲治療法支援のための人体内超音波伝搬シミュレータ	高木周(理研)・松本洋一郎(東大)	次世代低侵襲治療に向けたシミュレーションツールの開発
	心筋細胞レベルからの心臓完全シミュレーション	久田俊明(東大)・野間昭典(京大)	多階層生命現象を再現する心臓シミュレーション
	血管網の構築と血液循環統合シミュレーション	劉浩(千葉大)・大島まり(東大)・山口隆美(東北大)	システム循環統合シミュレーション(実血管形状を用いた流体構造連成解析技術の開発、粒子法など離散的手法による微小循環系シミュレータの開発等)
	肺呼吸・肺循環統合シミュレーション	高木周(理研)・和田成生(阪大)	微小循環系のシミュレーション・末梢気道系のガス交換シミュレーションを含む肺呼吸・肺循環統合シミュレーション

アプリケーション開発への取り組み(細胞スケール)

細胞スケール（平成19年度予算額94百万円）

- 細胞をボクセルで区切って生命情報を入れ込む
「細胞シミュレーション統合プラットフォーム」の構築
- 血栓止血シミュレーション
- インスリン分泌シミュレーション
- エネルギー代謝シミュレーション
- 水輸送細胞機能シミュレーション

—新たな細胞シミュレーション技術の確立
—代謝経路の推定
—分子から臓器全身までの時間的・空間的な解離の解決

細胞スケール	細胞の場を考慮した統合シミュレーション	理研	◎横田 秀夫、 安達 泰治、 加瀬 究	細胞の場を考慮した統合シミュレーションに関する研究開発
	統合的な血栓止血シミュレーター基盤細胞モデル	東海大	後藤 信哉	細胞シミュレーションプラットフォームを血栓止血の主要細胞である血小板に応用することによる統合的な血栓止血シミュレーター基盤モデルの開発
	インスリン分泌シミュレーター	神戸大	清野 進	インスリン分泌シミュレーターの研究開発
	分子・細胞・臓器モデル構築のための系統的エネルギー代謝解析	慶應義塾大	末松 誠	系統的分子探索に立脚した細胞シミュレーション開発による臓器代謝モデル構築
	イオンチャネルによるイオン及び水輸送細胞機能シミュレーション	阪大	倉智 嘉久	イオンチャネルによるイオン及び水輸送細胞機能シミュレーション

アプリケーション開発への取り組み(データ解析融合)

データ解析融合（平成19年度予算額102百万円）

- 大規模遺伝子ネットワーク推定
- タンパク質間相互作用ネットワーク推定
- 大規模ゲノム多型と表現型データの関連推定
- データ同化技術の開発
(データ解析とシミュレーション科学を融合)

ー生命科学をPredictive Science
にするための基盤情報技術の構築

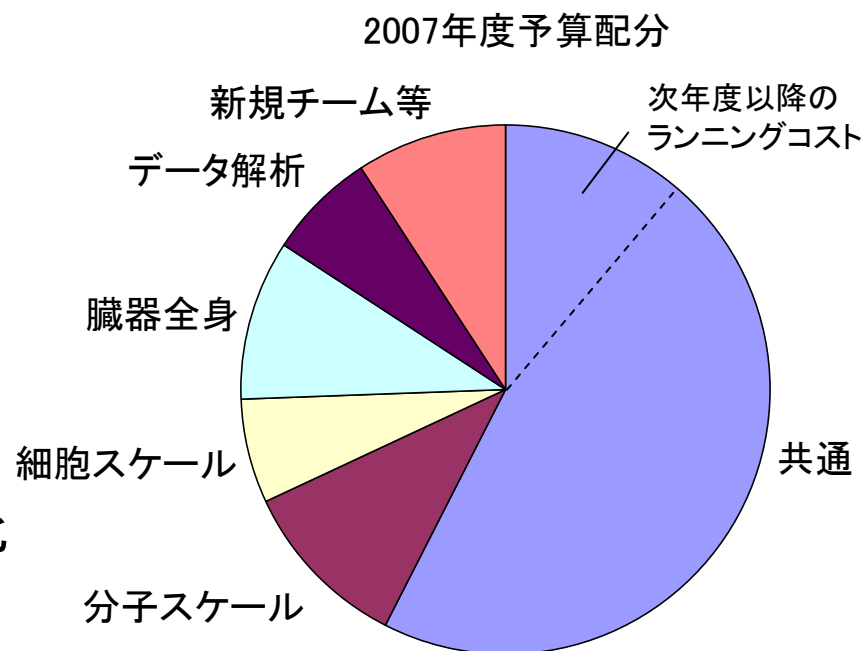
データ解析融合	遺伝子ネットワーク推定	東大医科研	◎宮野 悟	大規模遺伝子ネットワーク推定とその応用
	タンパク質間相互作用解析	東工大	秋山 泰	タンパク質間相互作用ネットワークの推定とその応用に関する研究
	遺伝子多型表現型解析	理研	鎌谷 直之	大規模ゲノム多型と表現型データを関連付ける新規アルゴリズムの開発と、妥当性、有用性の検討
	データ同化技術の開発	統数研	樋口 知之	生命体シミュレーションのためのデータ同化技術の開発

生命体基盤ソフトウェア開発・高度化チームの機能

1. 次世代生命体統合シミュレーションプロジェクトで開発されるアプリケーションの高性能化
 - 1-1. 各アプリケーションの大規模並列化への対応、高性能化支援
 - ー 次世代スーパーコンピュータ開発実施本部と連携して対応
 - 1-2. コアソフトウェア開発
 - ー 基本部分のみを独自開発、諸機能は他チームと協力
 - ー PetaFlops級の実効性能を出すようなMD／MOコードを開発
 - 1-3. 共通基盤ライブラリの開発
 - ー スケール横断的なシミュレーションの連携等に対応するため、プログラムをコンポーネント化
 - 1-4. 生命体基盤アプリ向けの可視化ソフトウェアの開発
 - ー 大規模データを可視化して理解するためのツールを開発
2. 産業利用等に対応するための基盤整備
 - 2-1. 産業応用(創薬、医療、健康関連企業等の利用)に向けたソフトウェア環境の整備
 - ー 利用しやすい、GUI／ワークフローの整備
 - ー 開発したプログラムを産業界で使えるよう機能を付加(プログラムを修正)
 - ー 産業界のニーズの把握、利用の相談窓口
 - 2-2. 実証利用支援(産業利用・学術利用支援)
 - ー 人材の受け入れ・指導
 - ー 産業界等がソフトウェアを活用する際の高性能化・効率化をサポート

平成19年度予算配分の方針

- 今年度以降共通で利用するための、計算機環境整備に重点投資:約8.5億円(次年度以降ランニングコストとして1.5億円程度)
- 分子・細胞・臓器全身・データ解析融合の各研究チームには、開発が必要となるプログラムの規模に応じて配分:約5億円
- 来年度以降のプログラム開発体制の強化に向けた準備(生命体基盤ソフトウェア開発・高度化チームの発足・整備、新規研究開発課題のフィージビリティスタディの実施):約1億円



次世代生命体統合シミュレーション 研究開発プロジェクト シンポジウム2007

1. 開催趣旨

「次世代生命体統合シミュレーションの研究開発」プロジェクトの研究の進捗状況を報告するとともに、今後の研究展開に資するよう幅広い分野、組織の方々と意見交換を行う。

2. 実施概要

日 時 : 平成19年12月25日(火)10:00-18:00

場 所 : MY PLAZA ホール(東京都千代田区丸の内)

主 催 : 理化学研究所

参加者数 : 181名

3. プログラムならびに講演概要 (以下、敬称略)

(1) 基調講演 郷 通子(お茶の水女子大学長)

「シミュレーションが切り開く新しい生物学 ―夢と発想の展開へー」

(2) プロジェクト紹介 姫野 龍太郎(副プログラムディレクター)

(3) セッション I 「階層を越えるモデリングへの挑戦」

モデレータ: 姫野 龍太郎(副プログラムディレクター)

パネリスト: 木寺 詔紀(分子スケール)、横田 秀夫(細胞スケール)、

高木 周(臓器全身スケール)、

樋口 知之(データ解析融合(統計数理研究所教授))

次世代生命体統合シミュレーション 研究開発プロジェクト シンポジウム2007

(4) セッションⅡ 「医療を通じた社会への貢献に向けて」

モデレータ : 加藤 千幸 (東京大学生産技術研究所教授)

コメンテーター: 安東 敏彦 (味の素)、藤原 巖 (大日本住友製薬)、
朝比奈 宏 (東芝メディカルシステムズ)

パネリスト: 杉田 有治 (分子スケール)、末松 誠 (細胞スケール)、
高木 周 (臓器全身スケール)、宮野 悟 (データ解析融合)、
泰地 真弘人 (基盤ソフトウェア開発・高度化)

(5) セッションⅢ 講演会 「生命科学の新しい地平を拓く」

司会: 梶谷 文彦 (次世代生命体統合シミュレーション研究推進グループディレクター)

講演:

上田 泰己 (理研・神戸研) 「生命システム制御のための次世代シミュレーション」

甘利 俊一 (理研・脳研) 「全脳シミュレーション — 脳の秘密の解明」

北村 一泰 (大正製薬株式会社) 「創薬と超高速コンピュータ」