

### 3 分野連携による新しい科学の創出

でも定量的理解への転換が可能となりつつある。

## 分野連携による新しい科学の創出

### 基礎科学の連携と 統一的な理解

### 基礎物理(素粒子・原子核・宇 宙天体物理)における連携

**目標・目的、克服すべき学術的課題**

- 細分化し分野ごとに発展・深化してきた基礎物理の各分野を計算科学の手法により強く連携させ、新たな学術フロンティアを切り開いていくこと(未知への挑戦)
- 各分野の基礎法則のみでは理解できない、新たな実験事実や観測事実を明らかにし、究極的な物理法則の解明と多様な物理現象を理解すること(森羅万象の統一理解)

**従来の研究**

- 個別分野での物理法則の理解(計算機性能の限界による単一の時間または空間スケールにおける物理学)

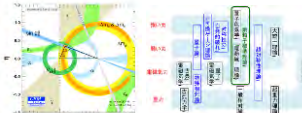
分野連携の方策

➔

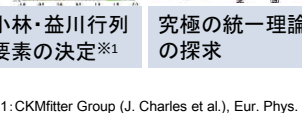
**大規模計算で実現されること**

- 究極的な物理法則の解明と多様な物理現象の理解
- 重大未解決問題解明に向けた知的フロンティアでの研究の促進
- 大規模計算により、定性的理解から定量的理解へ

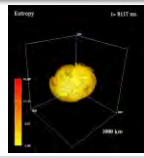
小林・益川行列要素の決定※1



究極の統一理論の探求



超新星爆発と物質の起源



※1: CKMfitter Group (J. Charles et al.), Eur. Phys. J. C41, 1-131 (2005) [hep-ph/0406184].  
updated results and plots available at: <http://ckmfitter.in2p3.fr>

基礎法則の連携と計算科学の手法を仲立ちとした分野連携により、重大未解決問題の解明に向けた知的フロンティアでの研究が促進され、究極的な物理法則の解明と多様な物理現象の理解につながっていく。

基礎物理における連携において今後、必要となる計算機性能を下表に示す。

課題	要求性能 (PFLOPS)	要求メモリ/バンド幅 (PB/s)	要求ファイルI/O性能 (TB/s)	メモリ量/ケース (PB)	ストレージ量/ケース (PB)	計算時間/ケース (hour)	ケース数	総演算量 (EFLOP)	概要・計算手法	問題規模	備考
自己重力N体流体シミュレーション	1,200	5		0.3	500	30	100	13,000,000			on-chip memory 1TB が必要
宇宙天気予報	1,000			2	500	100	50	18,000,000			on-chip memory 1TB が必要
カイラル対称性とQCDに基づく有効バリオン間相互作用の決定とその応用	500	8.4	0	0.066	0.00016	0.28	32,000	16,000,000	格子QCD (カイラル5次元型)	問題規模 格子点: 128 <sup>4</sup> ×32 格子間隔: 0.1[fm]以下	200MB, 6TB/s の on-chip memory が必要。実効で総演算量100PFlops*年とし、実行効率20%を仮定。ネットワークレイテンシ 1μsec程度の性能が必要。ノード数は16 <sup>4</sup> ノードを仮定。メモリ量はノードあたり1GB、バンド幅はノードあたり128GB/sを仮定。モンテカルロ法のためケース数はある程度まとめなければならない。パラメータのケース数は約10/パラメータほど。
閉殻を仮定しない殻模型計算	100	10	0.0001	1	0.0001	28	100	1,000,000	モンテカルロ殻模型法による原子核の構造計算、軽い核	空間を調和振動子基底で展開し、7~8主殻までを考慮。	メモリ量は10000ノード x 100GBで計算
超新星爆発のシミュレーション	1,000	200		0.02	1.3	1200	1	4,300,000	ニュートリノ輻射輸送計算(超新星爆発)	空間 512x64x128 位相空間24 <sup>3</sup> で1秒分の時間を計算	100Tflops/ノード x 10000ノード、主記憶100GB/ノード、主記憶バンド幅 20TB/s/ノード、オンチップメモリ容量 2MB/コア、1000コア/ノード、通信速度60GB/s/ノード

※ 本見積もりは、9月末日での見積もりである。未だ精査の余地があり、最終版では、より精度の高い数値を記載する予定である。