



nVIDIA®

GPU フィジックス

サイモン・グリーン (Simon Green)
NVIDIA Developer Technology

ゲーム・フィジックスとは？



- 物理法則に基づいてオブジェクトの動きをシミュレートすることによりゲーム体験を強化
- オブジェクト自体およびオブジェクト同士の相互作用をシミュレート
 - リジッド・ボディ、「ぬいぐるみ人形」、パーティクル、クロス、流体、その他。
 - コリジョン、コンストレイン、流体力、その他。
- ゲームの物理処理による アート表現の現状:
 - 現在のCPUでのコリジョン・オブジェクト処理能力 ~1-2K



NVIDIA



目標: 拡張可能なゲーム・フィジックス

- フィジックスによる大量処理
 - 1万個のオブジェクト
 - リジッド・ボディ
 - パーティクル
 - 流体
 - クロス
 - その他
- フィジックスの効果はプラットフォームの機能に合わせて拡張できる必要あり

GPUとフィジックスを併用するのはなぜ？



- ここ数年の間にピクセル品質が格段に向上
 - マテリアルのシェーディング、ライティング、シャドイング
- しかし物理学的見地からまだまだ改善の余地がある
 - オブジェクト数が少ない、相互作用の処理に制約がある
- 現在のゲームの制約の多くがCPUによるもの
 - レンダリング類似のシミュレーション実施が有効

GPUとフィジックスを併用するのはなぜ？



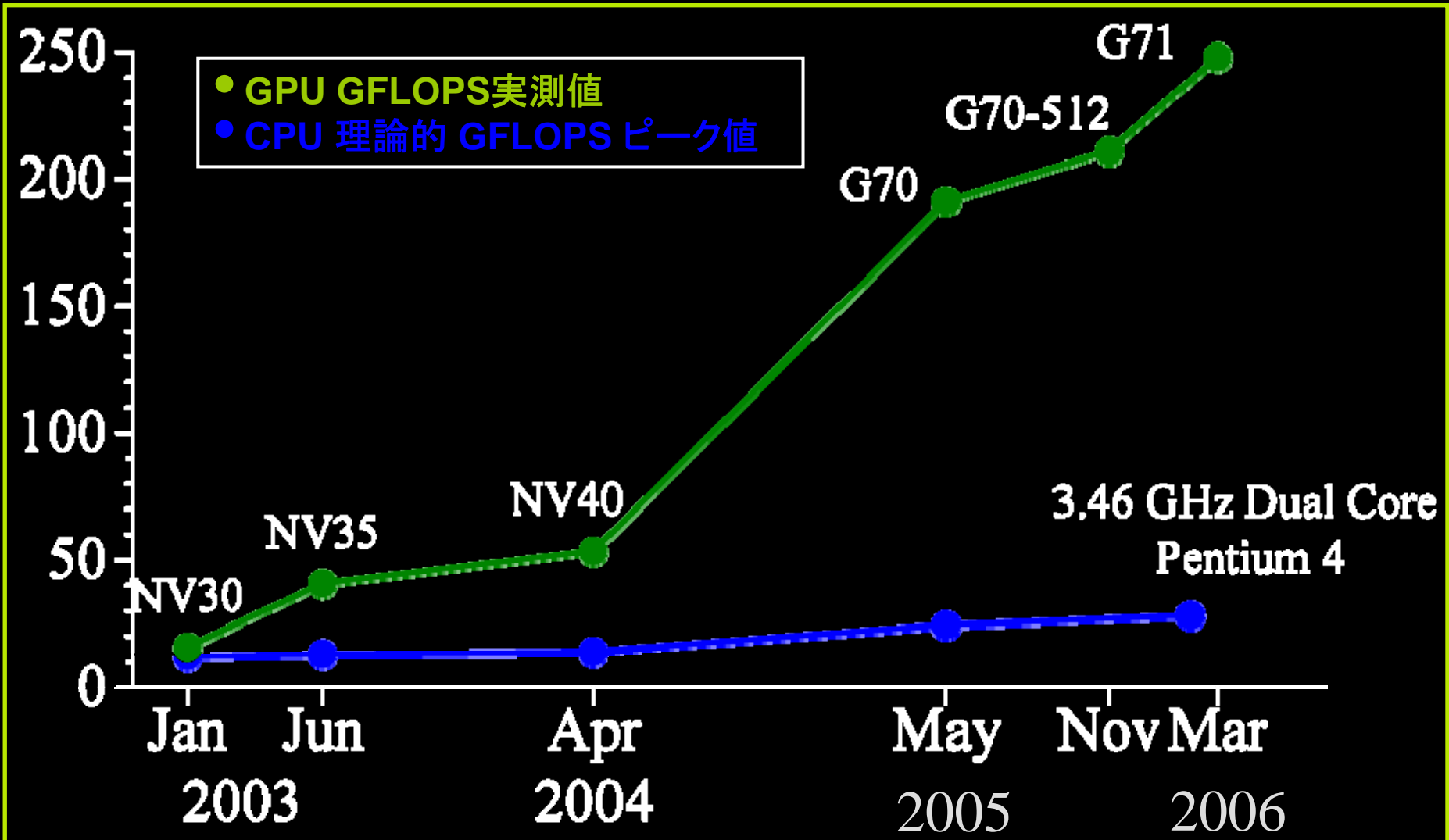
- **GPU: 非常に高度なデータ並列処理機能**
 - G70: 24 ピクセル・パイプライン、48 シェーディング・プロセッサ
 - 1000個のスレッドを同時処理
 - 大容量メモリ帯域
 - システム1台にSLI 対応GPUを1～4個搭載可能

- **フィジックス: 非常に高度なデータ並列処理機能**
 - オブジェクト10,000個
 - フレーム毎に1000単位のコリジョンを処理
 - 1つのコリジョンごとに1000単位の浮動小数点演算が必要

NVIDIA GPU Pixel Shader GFLOPS



NVIDIA



GPUによる汎用計算

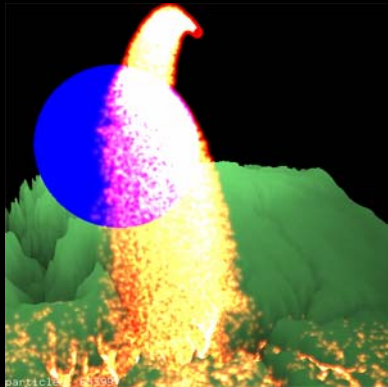


- GPU は多数の並列処理アプリケーションの処理速度向上に使用されている
 - 物理理論に基づくシミュレーション
 - 画像処理
 - 科学計算
 - コンピュータ・ビジョン
 - コンピュテーショナル・ファイナンス
 - 医用画像処理
 - 生物情報科学



www.gpgpu.org

GPUを使用したフィジックスに基づくシミュレーション



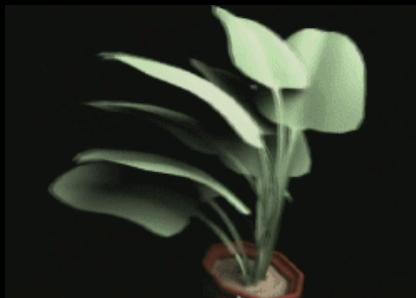
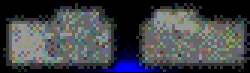
← パーティクル系 →



Jens Krüger, TU-Munich

流体シミュレーション

クロス シミュレーション



ソフト・ボディ・シミュレーション

Doug L. James, CMU



NVIDIA



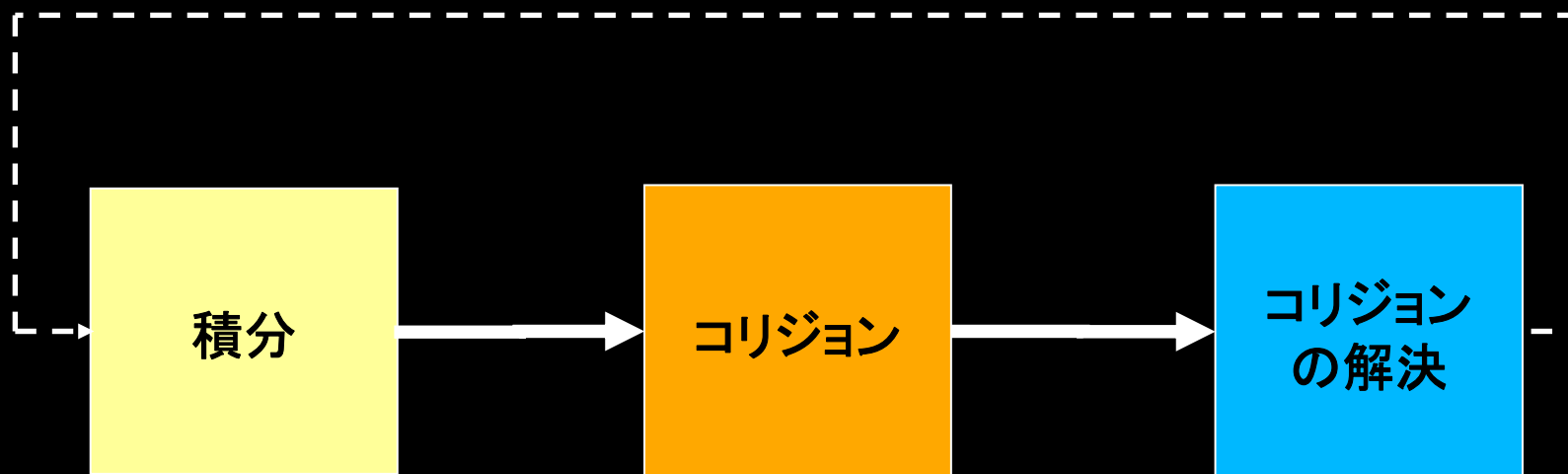
リジッド・ボディの物理特性は？

- 流体、パーティクル、クロスはGPUに最適
 - データには高度の並列性、独立性がある
- リジッド・ボディの物理特性は複雑
 - 形状が千差万別
 - 相互作用および依存性がまちまち
 - 並列性の抽出が困難

物理のおさらい



NVIDIA

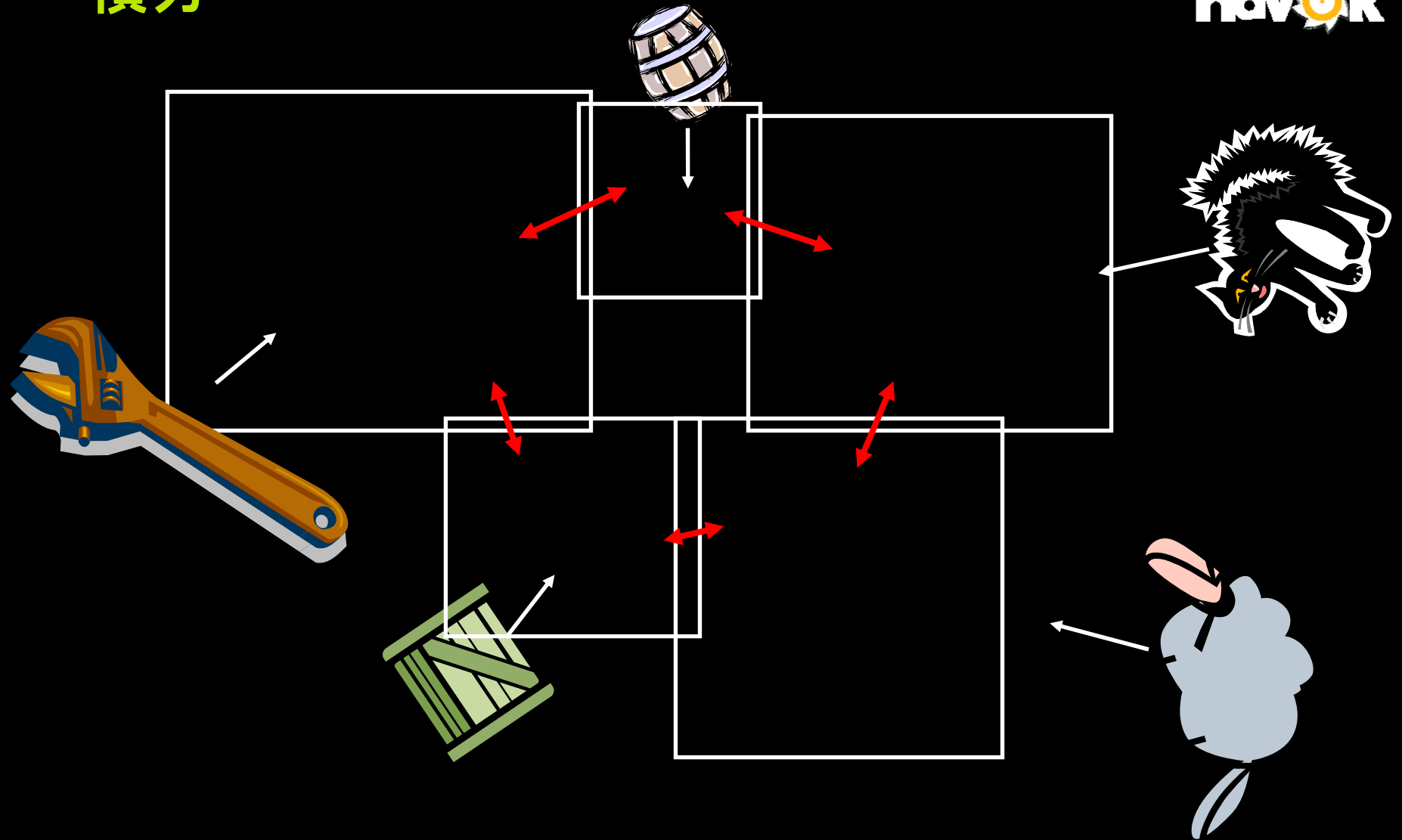


ブロード・フェーズ・コリジョン検知 積分

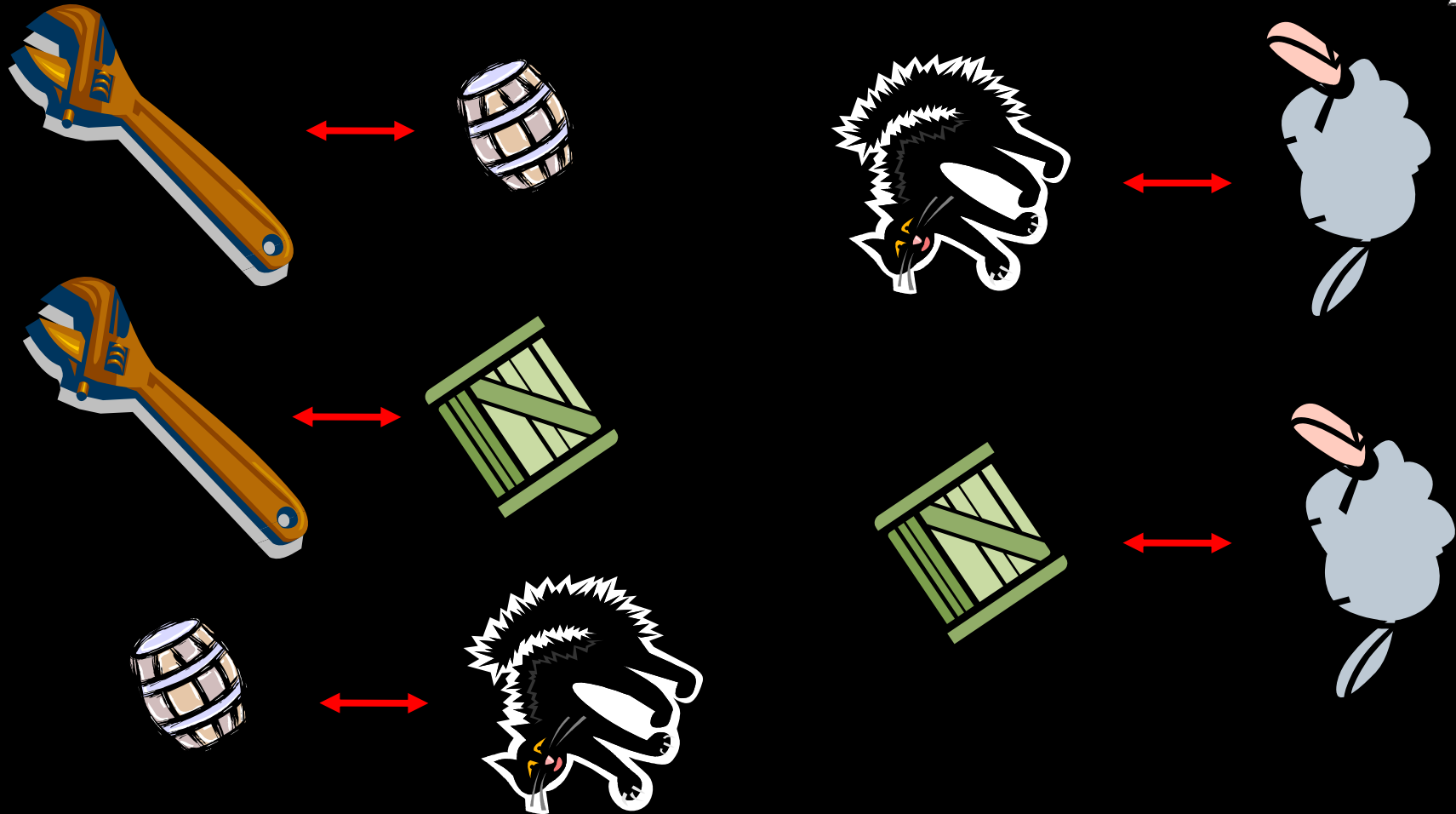


NVIDIA

hAVOK



ナロー・フェーズ・コリジョン検知

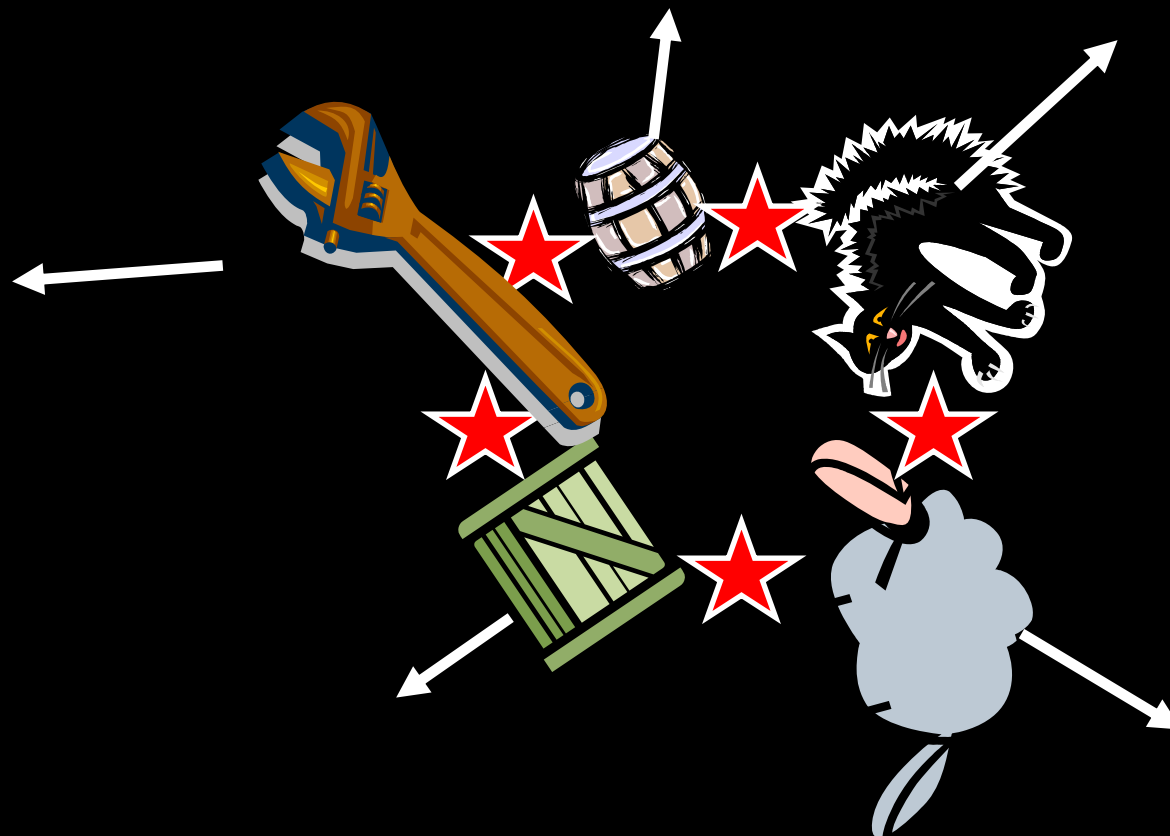


コリジョンの解決

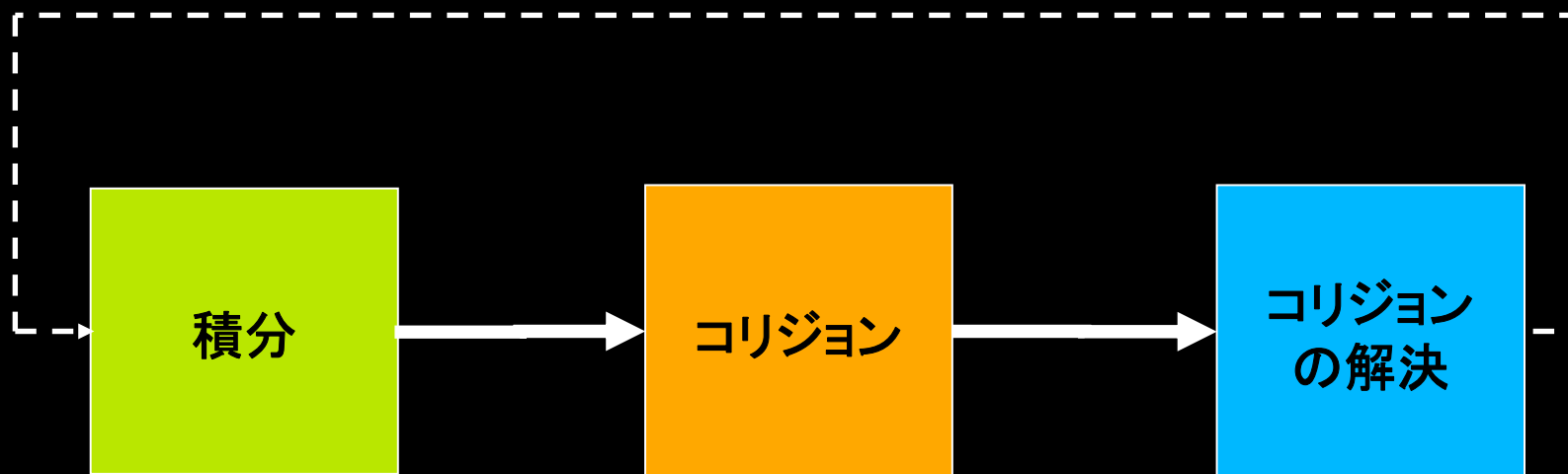


NVIDIA

havoK

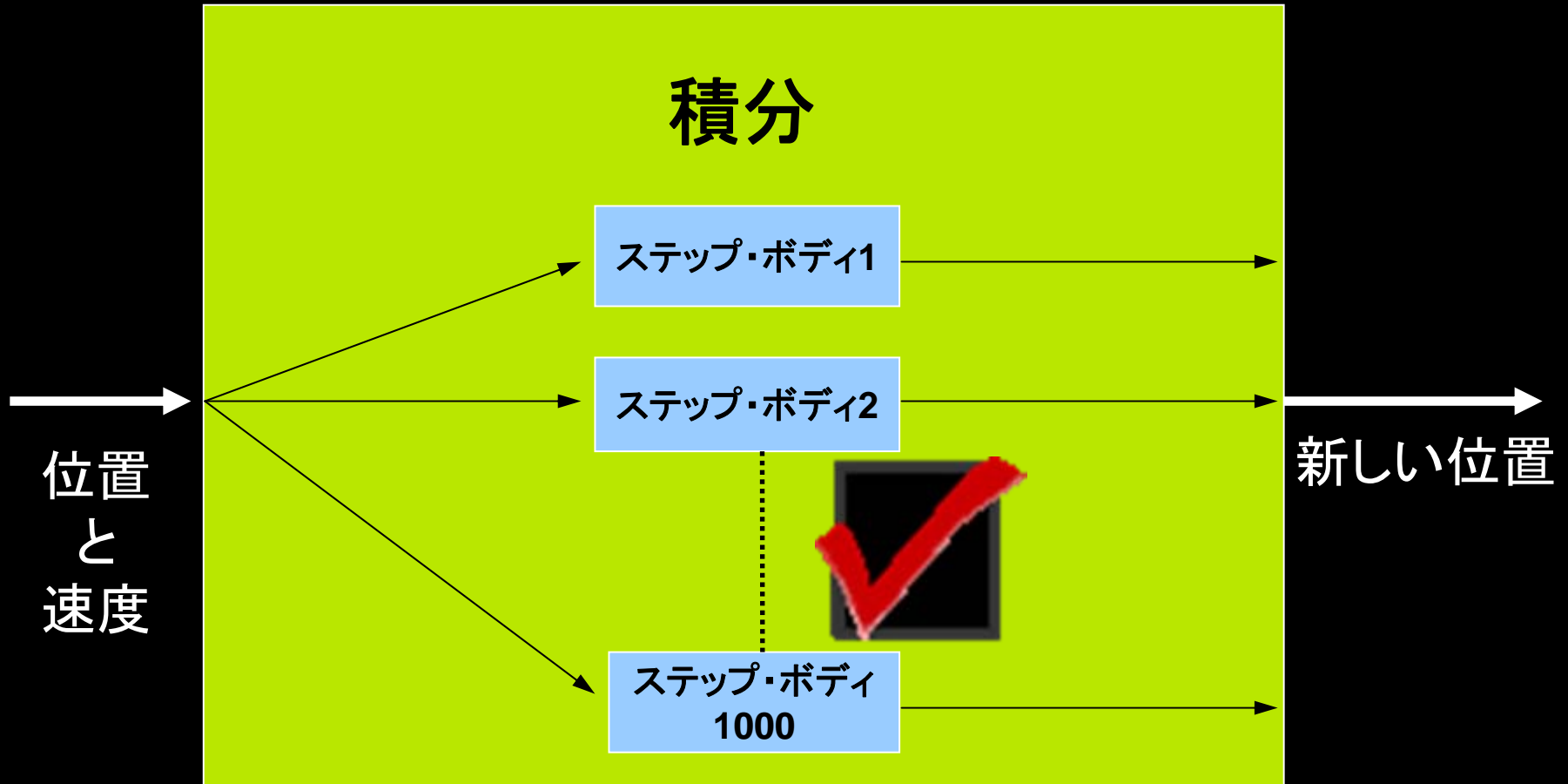


フィジックスはデータ並列処理タスクか？

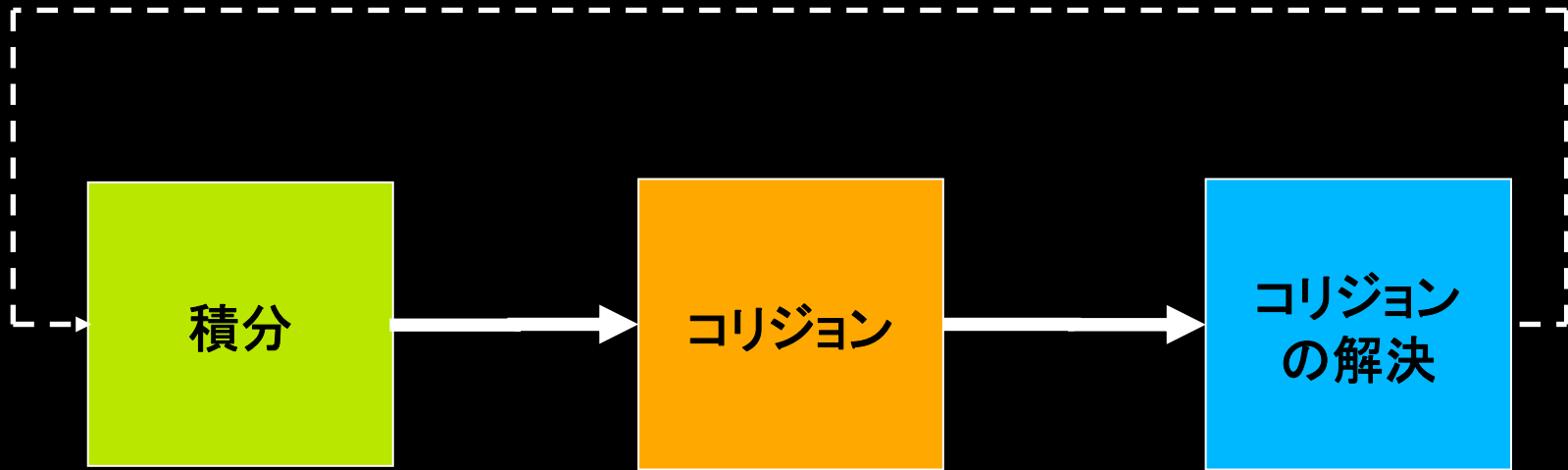


クロック動作の構造

フィジックスはデータ並列処理タスクか？

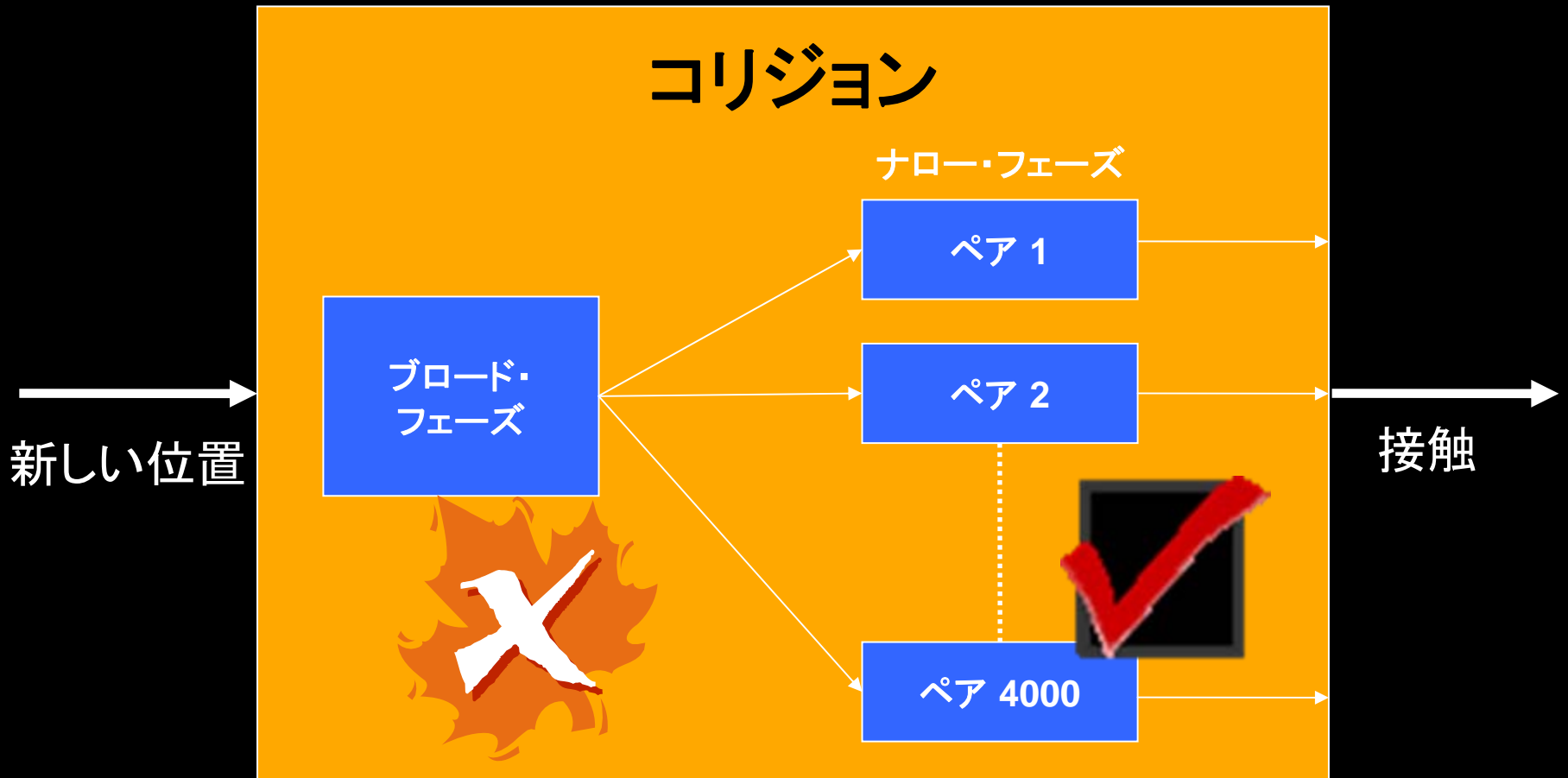


フィジックスはデータ並列処理タスクか？

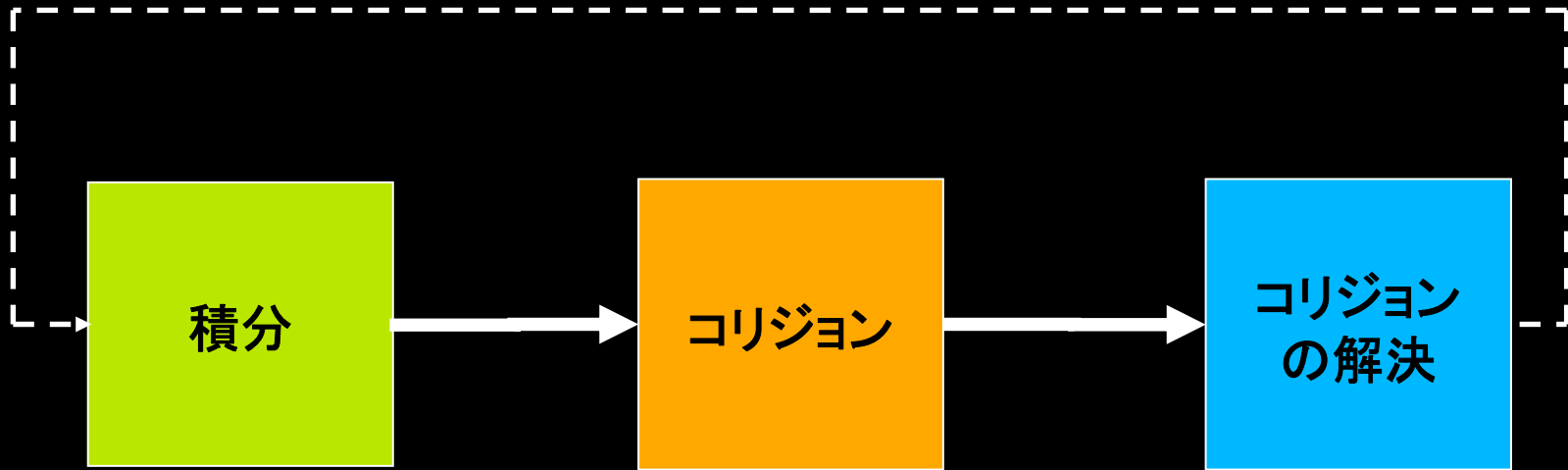


クロック動作の構造

フィジックスはデータ並列処理タスクか？



フィジックスはデータ並列処理タスクか？



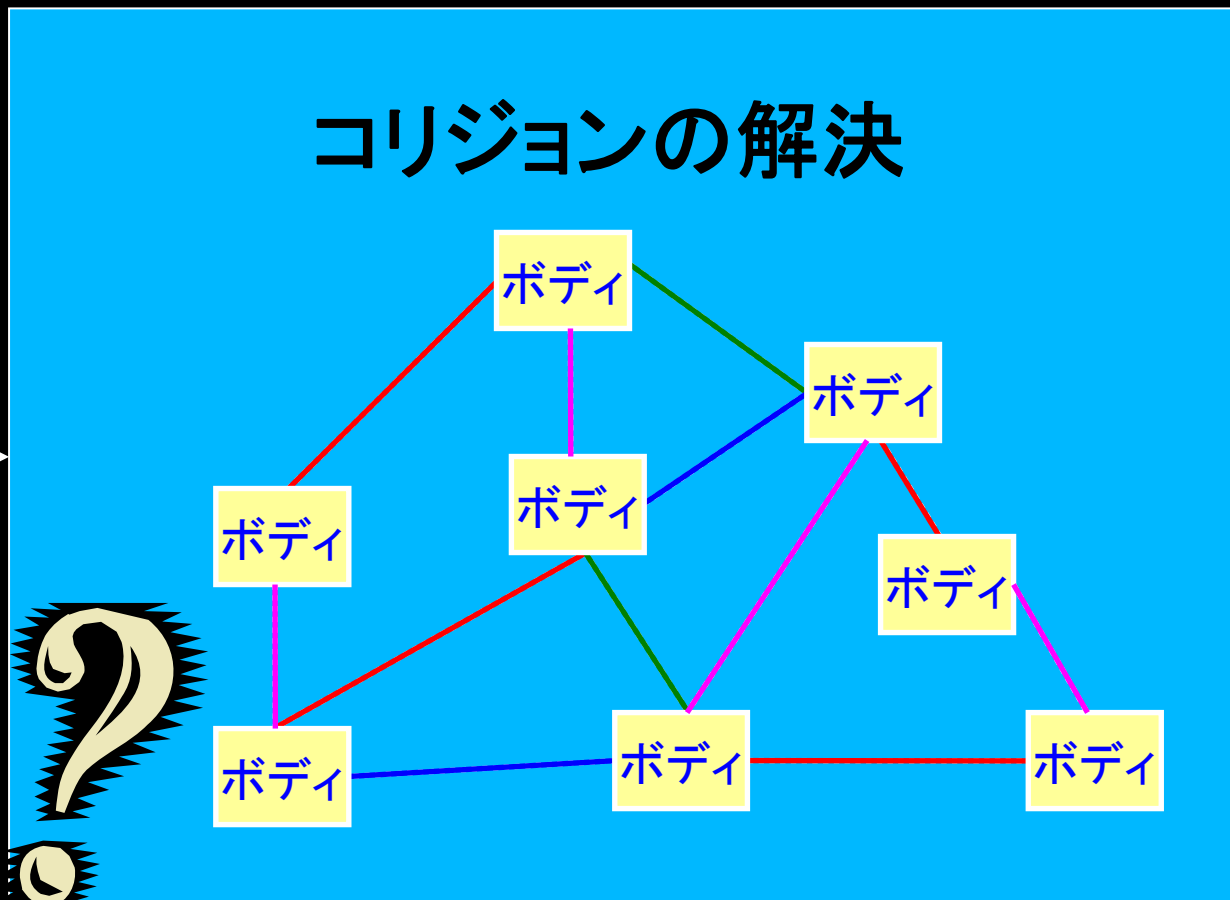
クロック動作の構造

ゲーム・フィジックスはデータ並列処理か？



コリジョンの解決

接触と速度

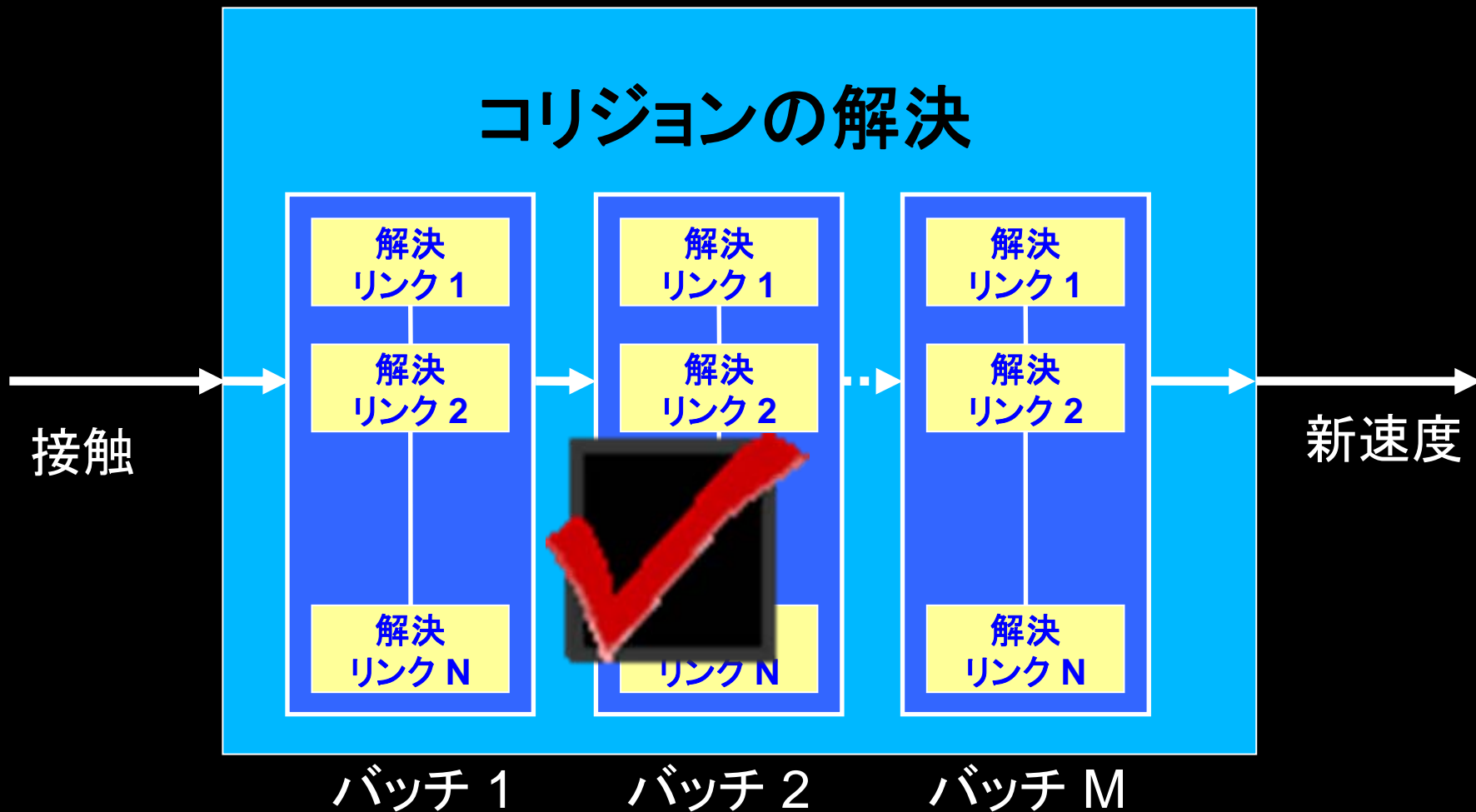


新速度

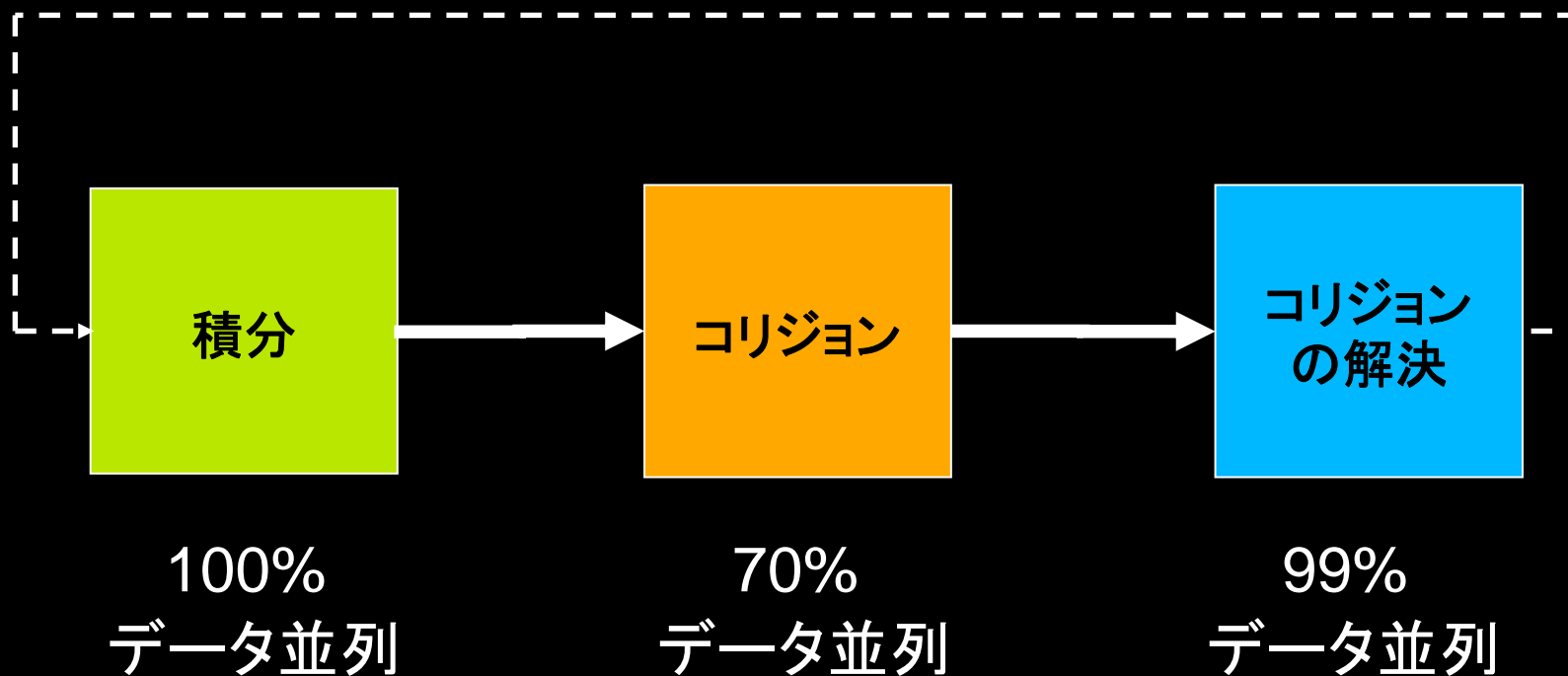
ゲーム・フィジックスはデータ並列処理か？



コリジョンの解決



フィジックスはデータ並列処理タスク



Havok と NVIDIA



NVIDIA



- Havok はフィジックス・ミドルウェアの世界的リーダー企業
- NVIDIAは2005年、GPUへのフィジックスの応用について Havokと共同研究開発プロジェクトを開始
- NVIDIAプラットフォームに合わせて最適化

Havok FX



- Havok FX は世界初のGPU加速ゲーム・フィジックス・ソリューション
 - Havok 4 SDKに搭載
- ゲームに従来になかった大規模なフィジックス効果を導入することが可能
- ゲーム開発者はすでに採用している

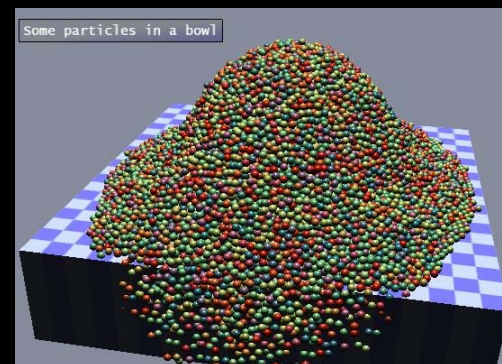
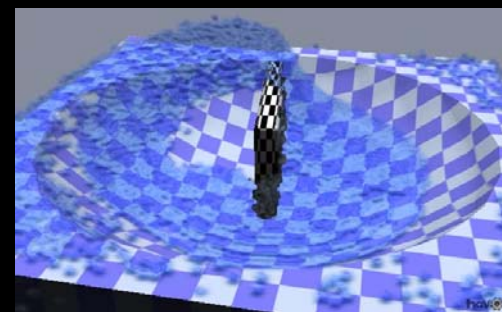
Havok FX の機能概要



NVIDIA



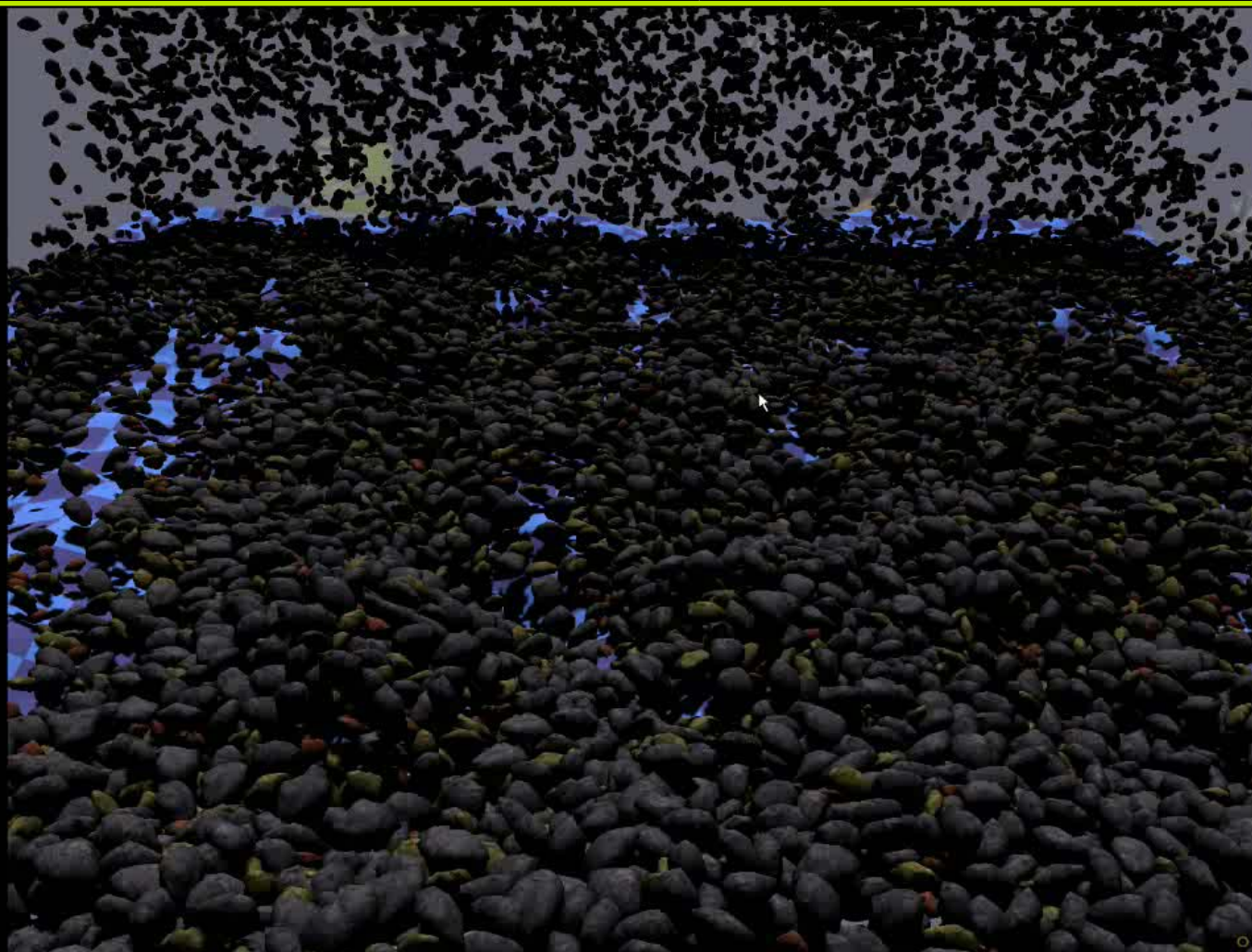
- リジッド・ボディ
 - 凸状コリジョン・ボディ
 - 安定スタッキング
- パーティクル
 - コリジョン
 - 流体、クロス、その他
- すべてのものがすべてと衝突
- Lightweight API
 - Havok 4に完全組み込み
- Integrated Toolchain
 - 3DSMax、Maya、Softimage XSI



フィジックス特化パフォーマンス



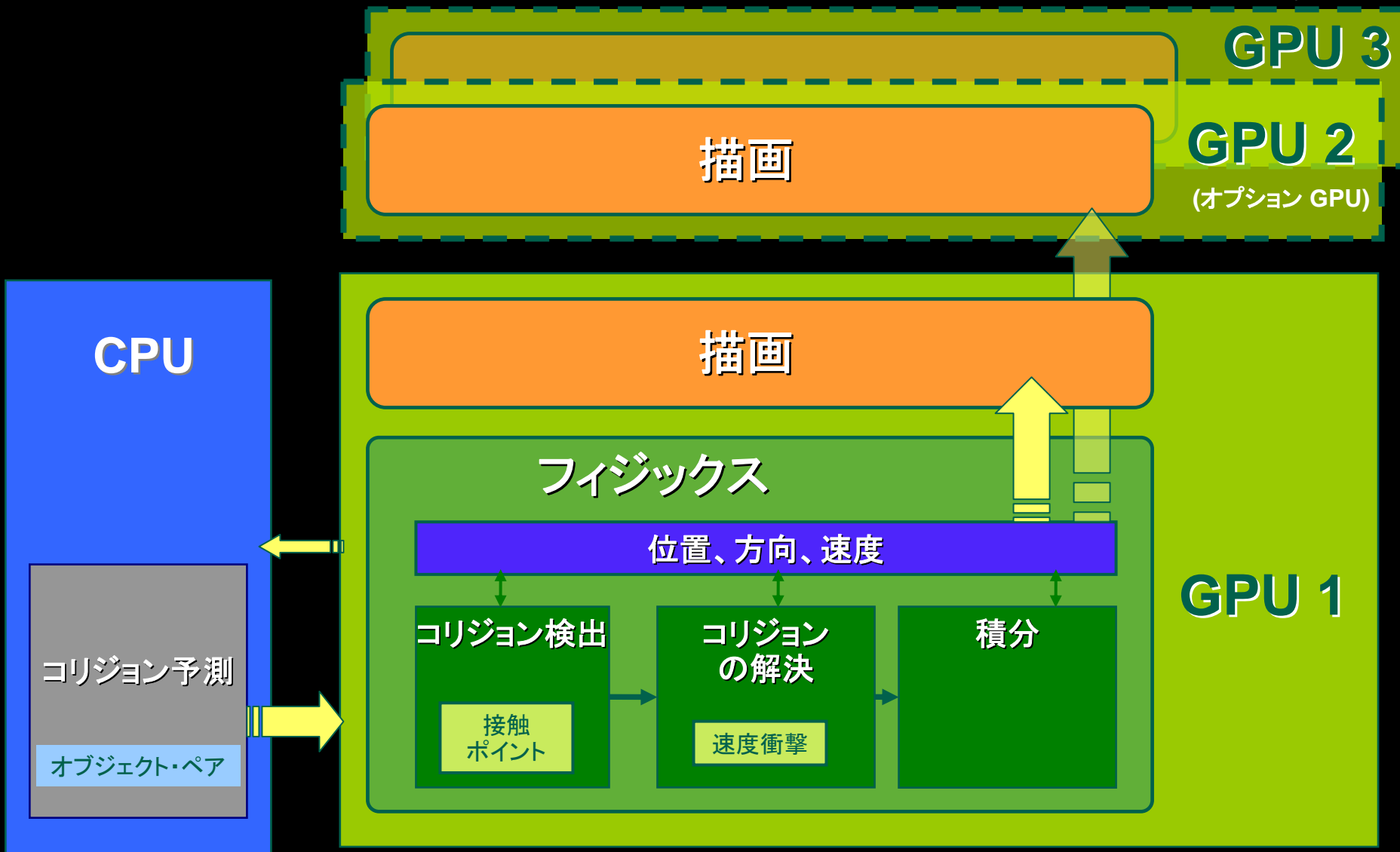
パフォーマンス測定方法



Havok FXフィジックス



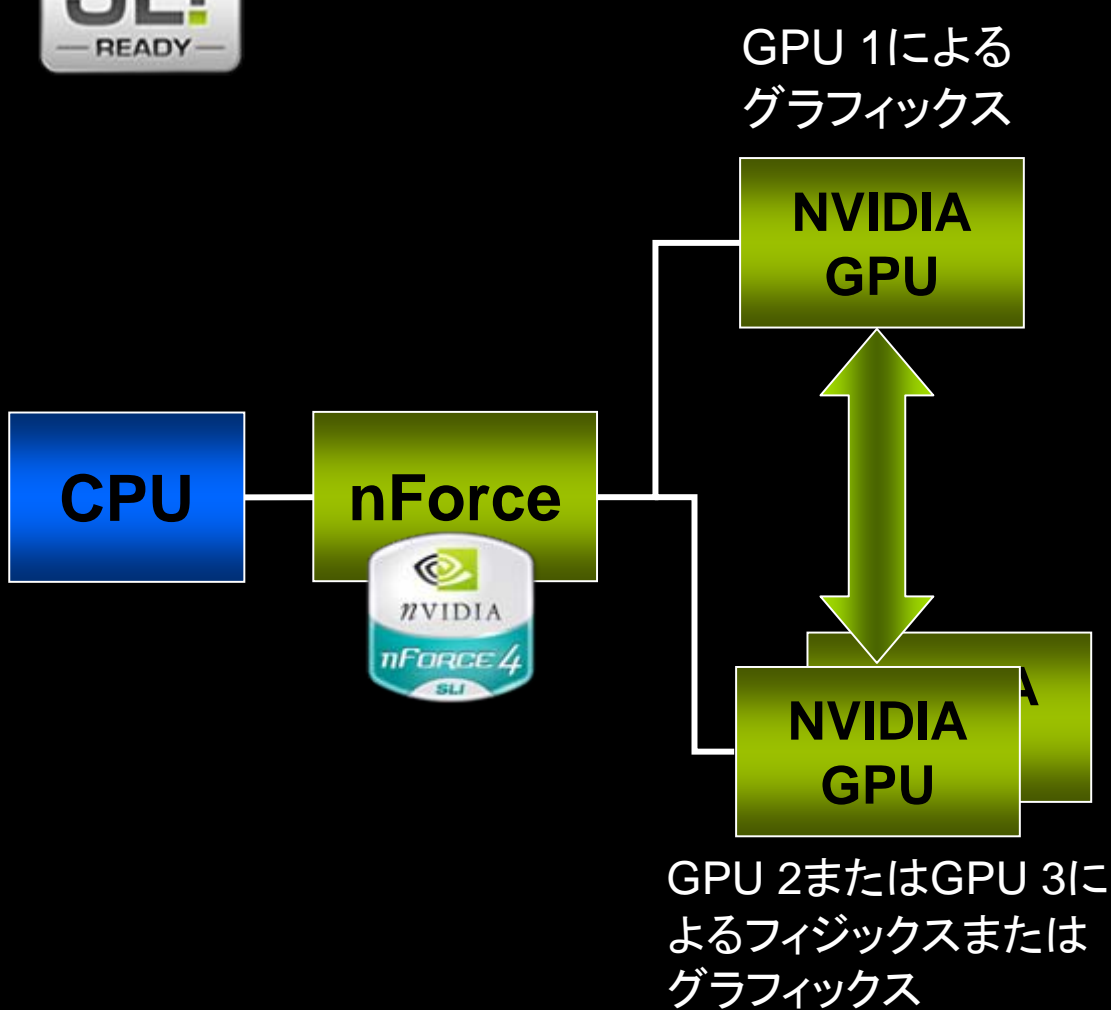
NVIDIA



マルチGPU上でのフィジックス



2つ目のGPUをSLIグラフィックス、補助モニタ、
フィジックス・シミュレーションに使用



NVIDIA GPU Physics



- マルチGPU構成、同一タイプまたは異なるタイプのGPUの組み合わせ
 - 1つのGPUがグラフィックスとフィジックスの両方を実行
 - 1つのGPUがグラフィックスを、もう1つがフィジックスを実行
 - FXがアクティブでない場合、補助GPUで描画を実行
 - 2つのGPUでグラフィックスを、1つのGPUでフィジックスを実行
 - フル・スピード・レンダリング、フル・スピード・フィジックス・シミュレーション



GeForce 7600 GS



GeForce 7900 GTX SLI

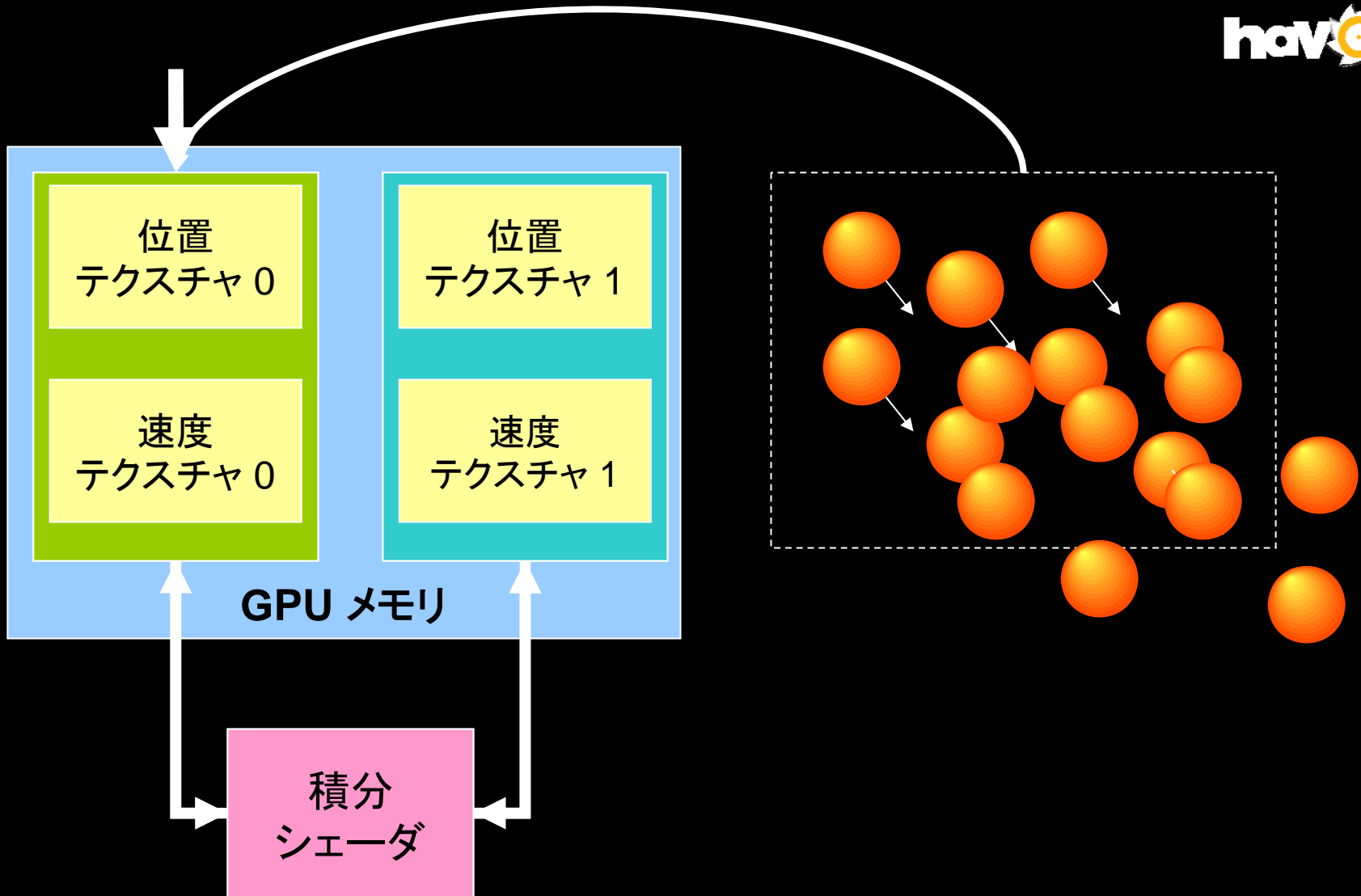


GeForce 7950 GX2 +
GeForce 7600

データはGPUが保持



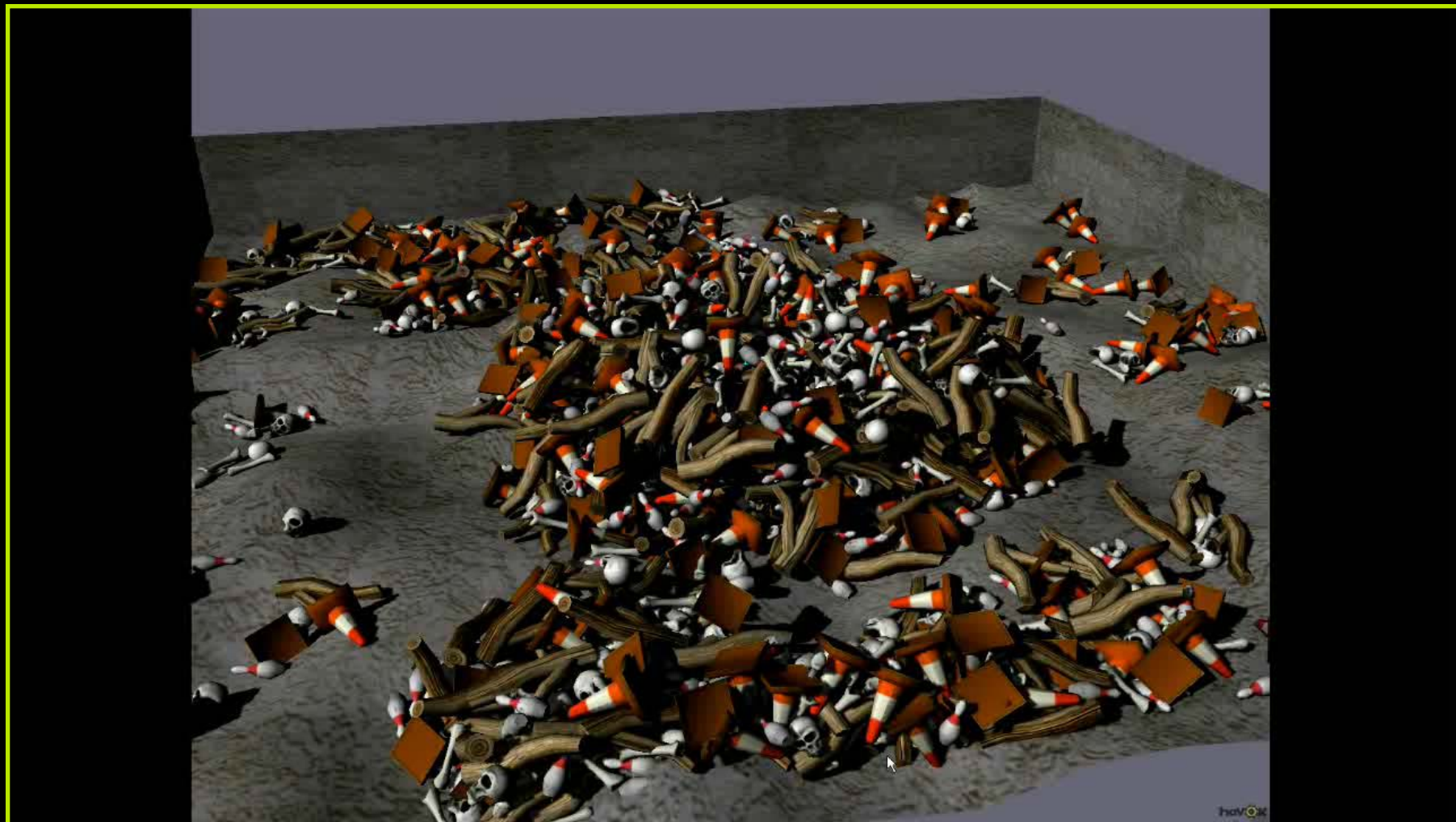
NVIDIA



カスタム動作



NVIDIA



ゲームプレイ・フィジックスの相互作用



NVIDIA



Camera mode: Tracking (follow)



havok

NVIDIA のフィジックス・テクノロジー



- Shader Model GPU × 3



- SLI マルチGPUテクノロジー



- Cg コンパイラ



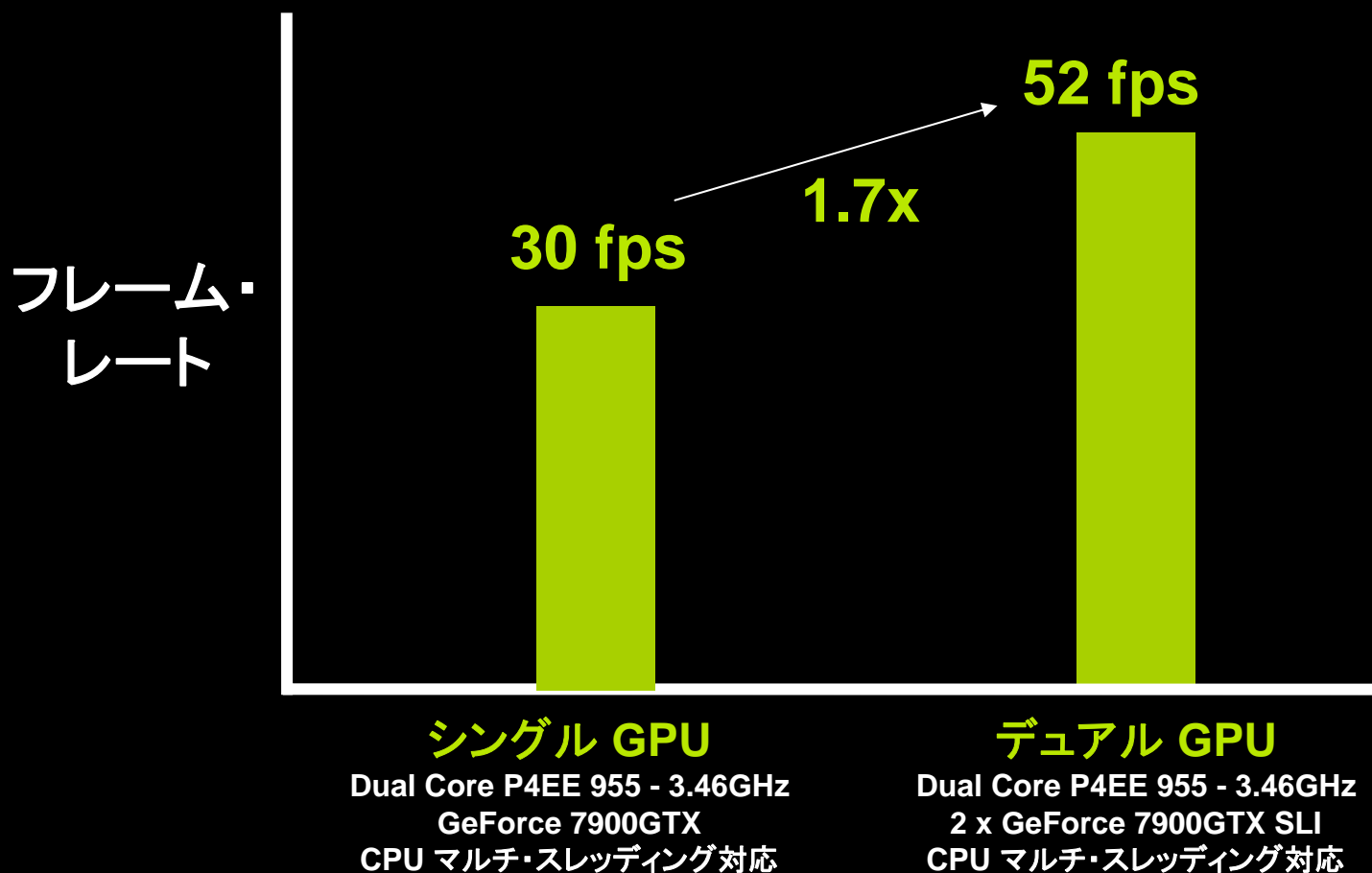
- フィジックス用ドライバ新技術



SLI パフォーマンスの向上



パフォーマンス測定方法
シャドーつき丸石15,000個を描画



レンダリング



NVIDIA



- レンダリングはアプリケーションが完全制御
- Havok FX は位置、速度、オプション・ユーザー・データを含む頂点バッファを返す
 - OpenGL と Direct3Dをサポート
- インスタンスングを使用したリジッド・ボディ・レンダリング
 - Direct3D または OpenGL NVX_instanced_arrays 拡張
- パーティクルはポイント・ストライプとしてレンダリング
 - モーションブラーをサポート
 - 時間の経過によりパーティクルの色とサイズを変更
 - パーティクル・アニメーションにテクスチャ・アトラスを使用可能

GPUフィジックスの将来



- 複数のGPUにフィジックスを分散
 - 例: GPUをフィジックスに2個、レンダリングに2個
- 脆性破壊
- 高度な煙/雲の描画
 - ボリュームリック・シャドウイング
- 高度な流体描画
 - スムーズな粒子流体力学
 - DirectX 10 Geometry Shaderによる等値面抽出

質問がありますか？



NVIDIA

