



計算機シミュレーションを用いた 理数系教育電子教材

稲垣、長登、隅谷、中村
広島大学情報メディア教育研究センター
佐々井 大島商船

2003年11月15日（土） A04 第一グループ中間発表会

本プロジェクトの目標

- 計算機シミュレーションを通じて自然を理解する
 - ✓ カリキュラムの企画
 - ✓ 電子教材作成
 - ✓ 教材作成支援システム開発
 - ✓ 実験授業
- ➔ 電子教材作成支援サイトを構築

目指しているサイト

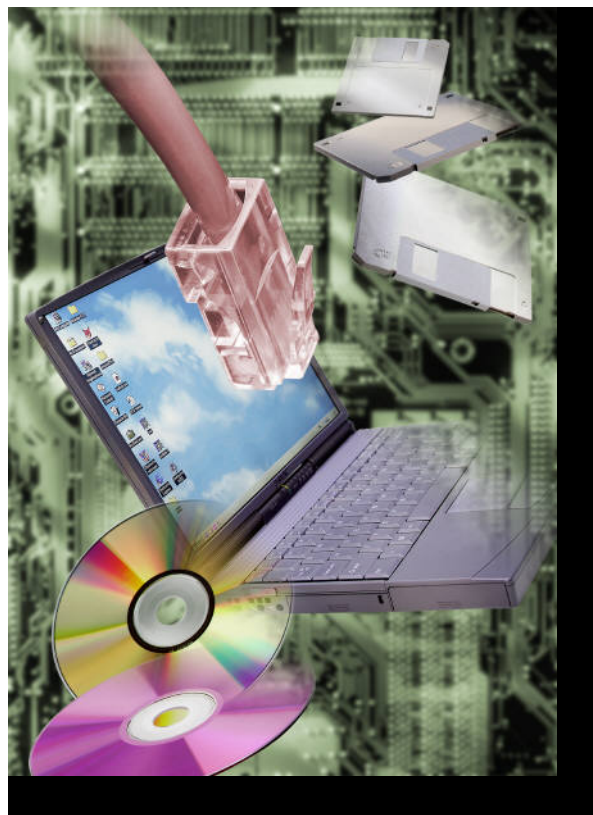
- 電子教材の提供
- 計算機シミュレーションを利用した教育の実践的カリキュラム（テキスト）提供
- 教材利用を支援するための情報提供
- 支援システム構築
- 継続的な情報提供の仕組み??

本年度の計画

- 計算機シミュレーションを利用した理数系教育カリキュラムを作成
- 電子教材作成と教材作成に必要な支援体制の調査、実験的なサイトの構築
- 配信の実験とモニターによる受講

目次

- はじめに
 - ✓ 物理を学ぶ
- 新世紀型電子教材
 - ✓ 何が新世紀型か？
- プロジェクトの現況
 - ✓ サンプル教材とスケジュール
- まとめ



はじめに

物理を学ぶ

物理は難しいか？

- 市民講演会でのアンケート調査

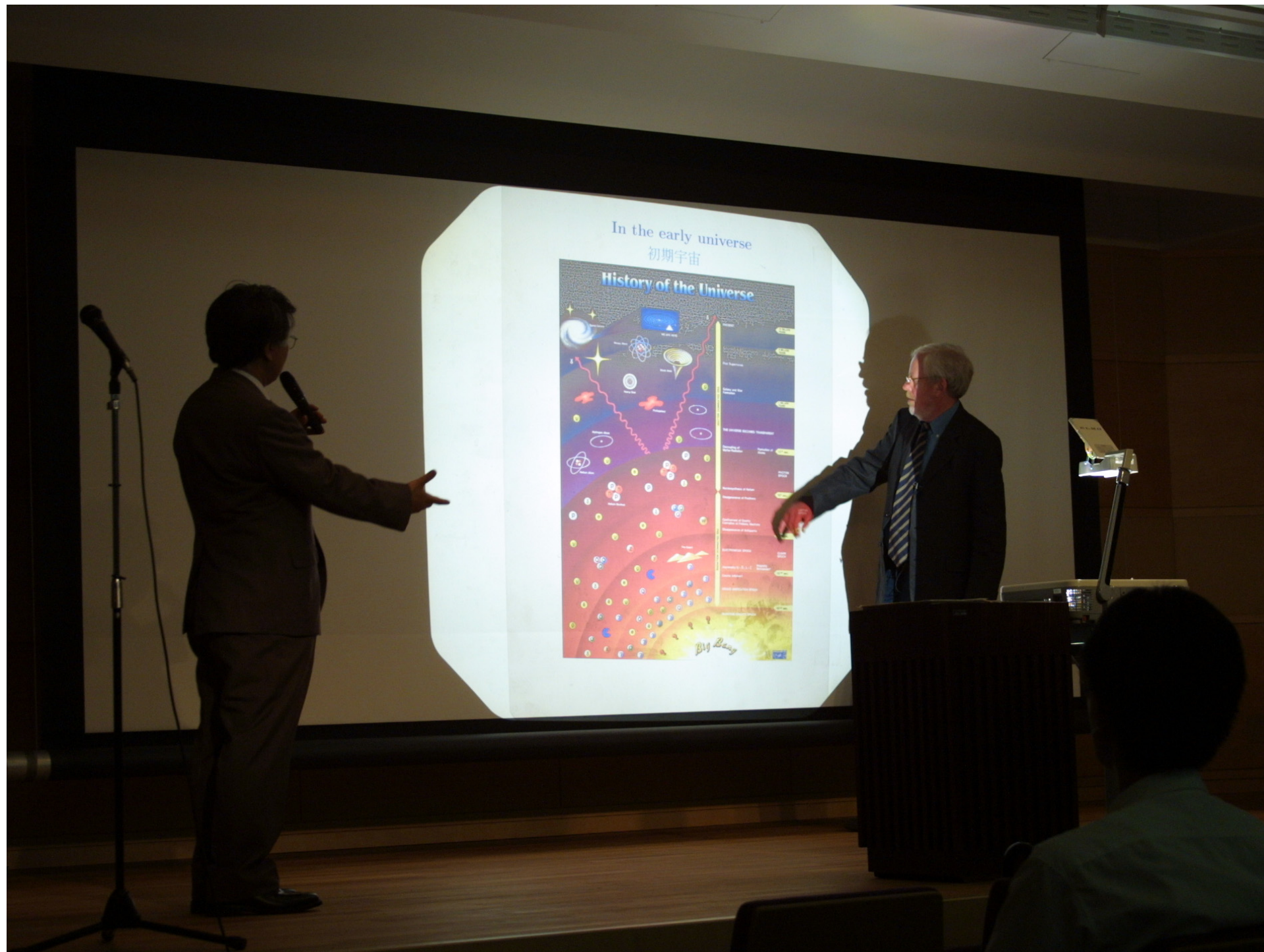
「素粒子の閉じ込め」

B. ピーターソン教授（ビーエフェルト大学）
奈良国立博物館

国際会議「有限密度QCD」で議論されている
テーマについて市民に解説。



アンケート結果



In the early universe
初期宇宙

History of the Universe



分かるということ

- 定性的な理解

現象として何が起きるのか

何がおもしろいのかの雰囲気

- 物理学の考え方に基づく理解

自然の観察、観測

自然の理想化、モデルの構築

モデルの検証、シミュレーション

シミュレーションと物理

計算機シミュレーション

解析的には行えない複雑な計算

単純な計算の繰り返し

→ 自然の新しい側面、新しい世界観

20世紀前半までの自然科学

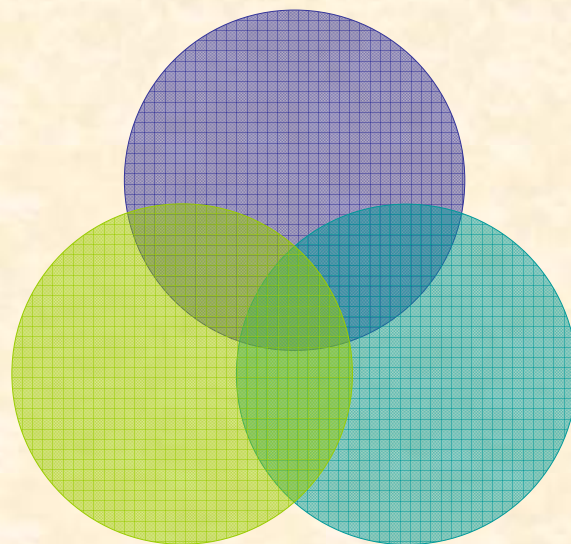
理論と実験

20世紀後半以降

理論、実験とシミュレーション

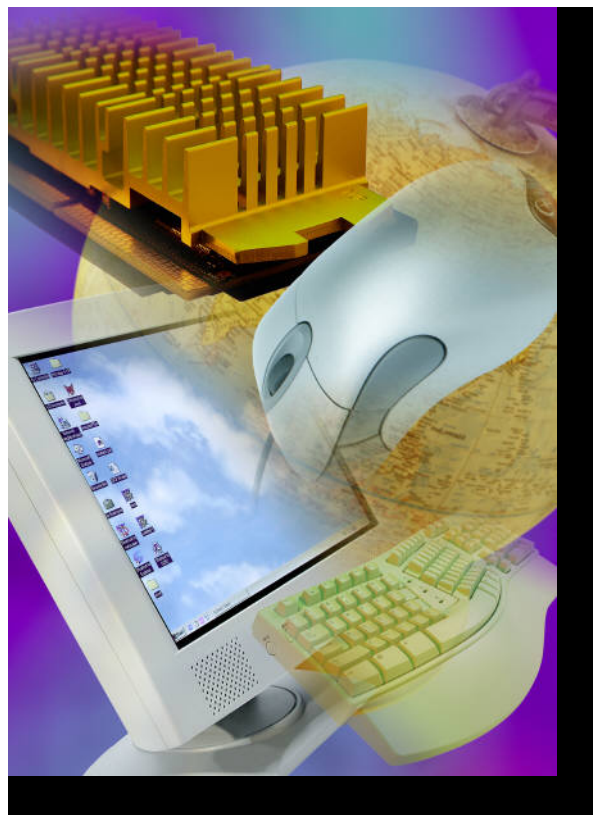
物理学の学問体系

シミュレーション



理論

実験



新世紀型電子教材

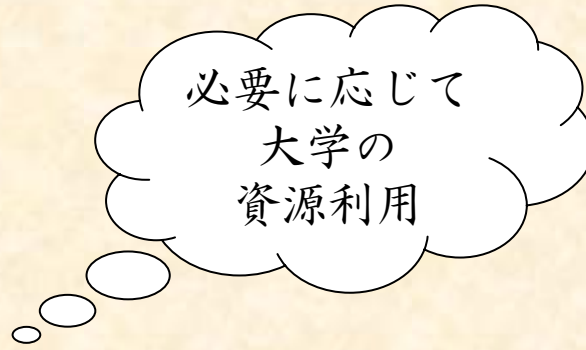
何が新世紀型か？

21世紀のIT基盤

- パソコンの性能向上
 - ✓ テキスト、音声、映像等のさまざまなメディアを融合して処理（マルチメディア）
 - ✓ 扱いやすいコンピューティング環境
- ネットワーク環境整備
 - ✓ ブロードバンド、ユビキタス環境
 - ✓ ネットワーク越しのコミュニティー構築

家庭、学校の情報処理環境

- コンピュータの購入、設置
- インターネット接続環境整備
- 携帯電話の普及
- 「情報」科目の導入



必要に応じて
大学の
資源利用

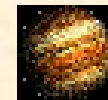
➔ 家庭、小中高校にある環境でも比較的
高度な科学（物理）シミュレーション

シミュレーションと学習

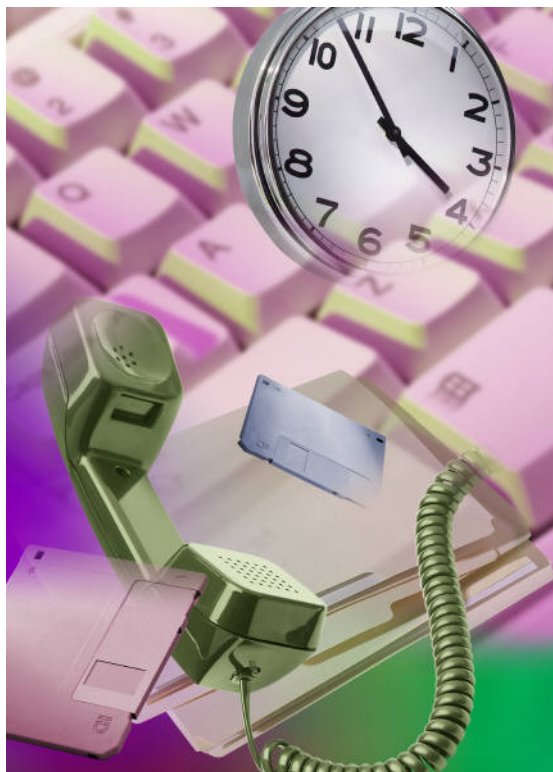
- シミュレーションによる理解
 - ✓ 動きのアニメーション化
 - ✓ プロセスの可視化
 - ✓ 確率的事象の観察
- シミュレーションの理解
 - ✓ 自然のモデル化
 - ✓ モデルのデジタル表現
 - ✓ モデルの解析アルゴリズム

電子教材開発環境

- マルチプラットフォーム、ブラウザ利用
 - ✓ Java
- マルチメディア、ストリーミング配信
 - ✓ Real Media と SMIL
- ➔ 今回は Flash (Action Script) を利用
 - ✓ 使いやすいオーサリング環境
 - ✓ 小さいファイルサイズ
 - ✓ SCORM 対応



サンプル



プロジェクトの現況

カリキュラム（テキスト）作成
教材開発とサイトの立ち上げ

カリキュラムの方針

- シミュレーションを用いた教育
- シミュレーションの教育

コンピュータを用いたアプローチとそこから得られる自然に対する新たな認識について教育する。

カオス、複雑系に注目する。

カオスの簡単な例

むかし*i*年に山に*N*匹のクマさんが住んでいました。次の年、*i*+1年には子供が産まれて増えました。その数は

$$N_{i+1} = C \times N_i$$

でした。しかしだんだん増えすぎて、 $N_{\max}$ に近づくとエサの鮭が無くなり減ってしまいます。その関係は

$$N_{i+1} = C \times N_i \times (N_{\max} - N_i)$$

となります。両辺を $N_{\max}$ で割り、 $x_i = N_i / N_{\max}$ とすると

$$x_{i+1} = a \times x_i + (1 - x_i)$$

但し $a = C \times N_{\max}$

それでは、 $x_i = 0.5$ として、*a*をいろいろ変えて山のクマさんの数がどうなるか調べてみましょう。

教育の目標

- シンプルなモデルから複雑な現象が説明されうることをシミュレーションで体感
 - 複雑な現象の中にも何らかの規則性があり、シンプルなモデルから複雑な自然の振舞いを理解しうることを知る。
- 眺めて終わりにはしない

ストーリーの概略

高校「物理II」程度のシミュレーション



3体問題、非線形効果の導入



結果のカオス的振舞い

開発中の教材

- 高校「物理II」程度のレベルから始める
 - ✓ 力と運動
 - ✓ 電気と磁気
 - ✓ 物質と原子
 - ✓ 原子と原子核
- Action Script で記述
- インタラクティブ教材

この部分も
見直すべき?

e-Physics

今後のスケジュール

- 10月～11月 研究支援者等の教育
- 11月 テキストの項目と必要な教材検討
 - ✓ 本年度どこまで作るか
- 12月～2月 テキスト執筆と教材開発
 - ✓ 1月には完成の目処が立つこと
- 2月 教材サイトの立ち上げと配信実験
- 3月 教材等の中間評価と見直し



今後の課題

教材完成に向けて
まず実践

教材作成

- テキストと教材の充実
 - ✓ 内容、分野に広がり、他のメディア
 - ✓ 大学の演算サーバ利用
- より有効な形に
 - ✓ 雰囲気分かる、おもしろい → 深い理解
- 教材開発の広がり
 - ✓ 大学 → 高専、高校 → 家庭
 - ✓ 大学院生 → 教員 → 生徒

サイト運用体制

- 学習支援の内容
 - ✓ 教材利用と教材開発
- 学生の興味と満足感
 - ✓ 学生の動機付け
 - ✓ 通常カリキュラムとの関係
- 中期的な大きな課題
 - ✓ 継続的な教材更新に関する投資対効果
 - ✓ 他領域、分野との関係

発展と展開

- 他のプロジェクトとの連携
 - ✓ 研究領域での連携
 - ✓ 地域の教職員コミュニティー
 - ✓ 産業との接点を探る