



# ePhysicsプロジェクトの紹介

2004年8月21日(日) 山陽素粒子合同合宿2004夏

稲垣知宏、太田朱美、佐々井祐二、隅谷孝洋、  
長登康、中村純、林雅子、服部雄、平方正樹、  
深澤謙次、福永優、藤原隆浩

# 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（情報端末）の普及
- 高校で「情報」科目の必修

➡ 教室環境、家庭環境でも気軽に  
マルチメディアコンテンツ利用

➡ 新世紀型教育への改革の波

# マルチメディア教材利用

- 市販の教材

- ✓ 効果的な教材と利用法のセットがあるか？
- ✓ 授業に合わせた細かい改変が困難

➡ 教材開発から出発

- 教材開発と効果的な利用

- ✓ 知識、スキル、時間→教官単独では限界
- ✓ 教材開発環境は成熟→難しくない開発者育成
- ✓ 多くの教材開発プロジェクト

➡ 教材開発コミュニティの形成

# 現代科学とシミュレーション

## 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

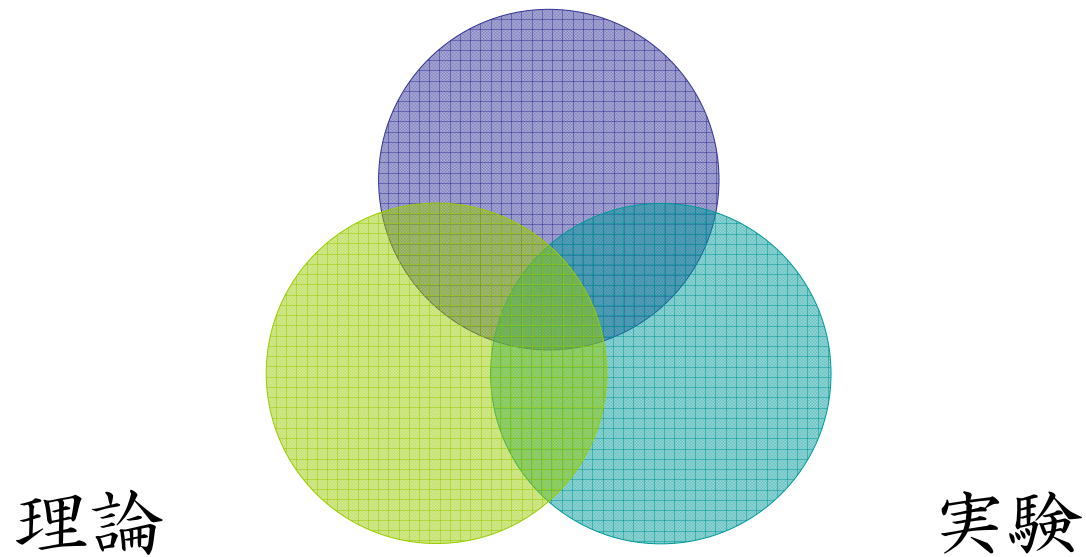
理論と実験

## 20世紀後半以降

理論、実験とシミュレーション

# 学問体系の変化

シミュレーション



→ 学問のパラダイム変化に合わせた  
教育改革

# 本日のメニュー

- 計算機シミュレーション教材
- ActionScript教材開発
- 教材開発コラボレーション
- まとめ

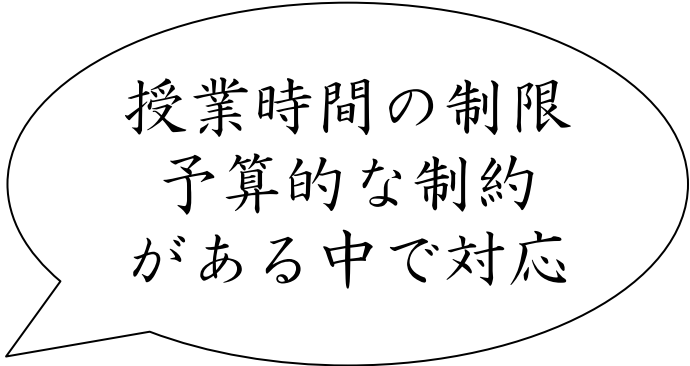


# 計算機シミュレーション教材 (複雑系を例に)



# 自然（法則）を体感する

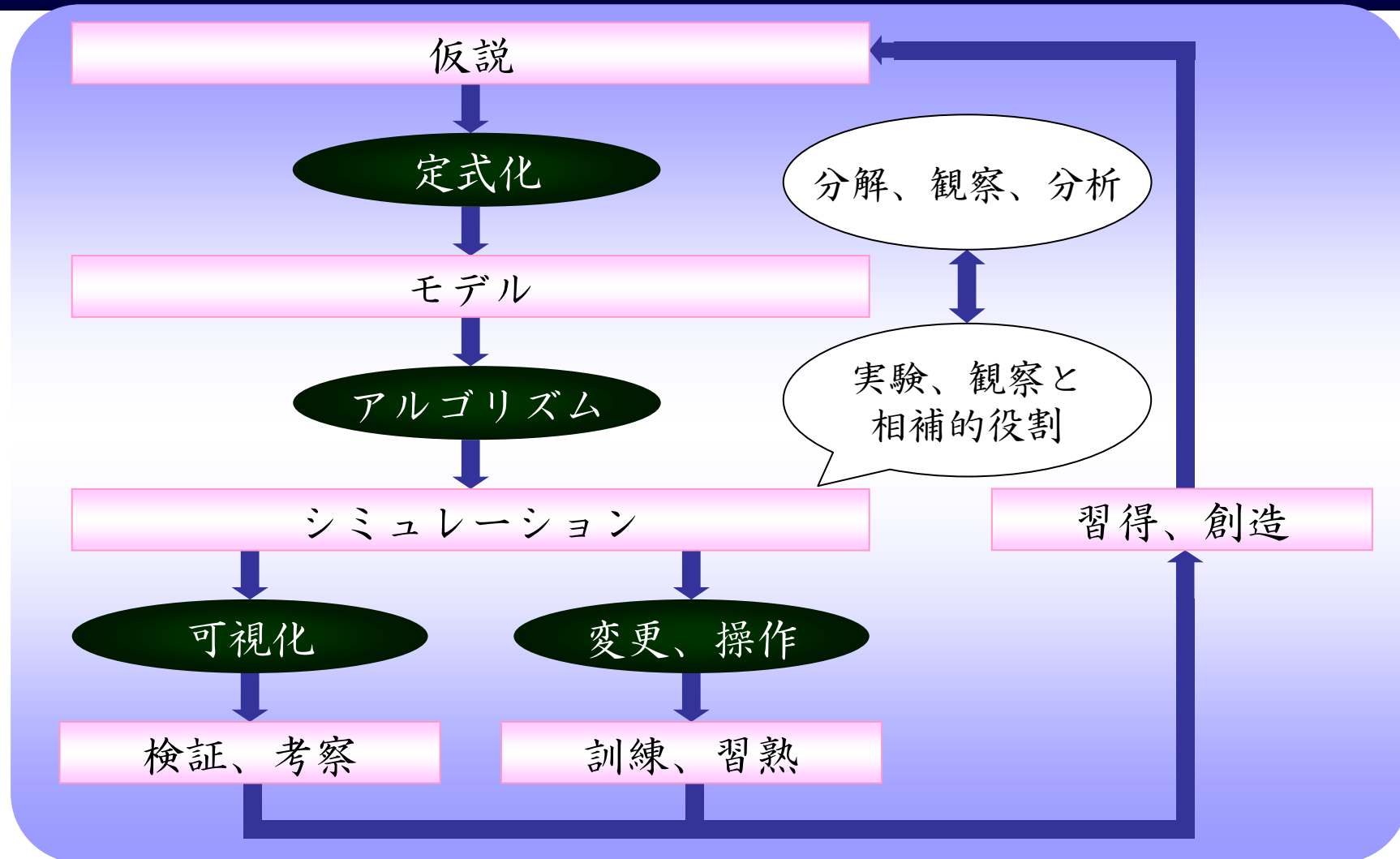
- 自然を知らない学生
  - ✓ 希薄な実生活での体験
  - ✓ 不十分な観察訓練
  - ✓ 少ない実験機会



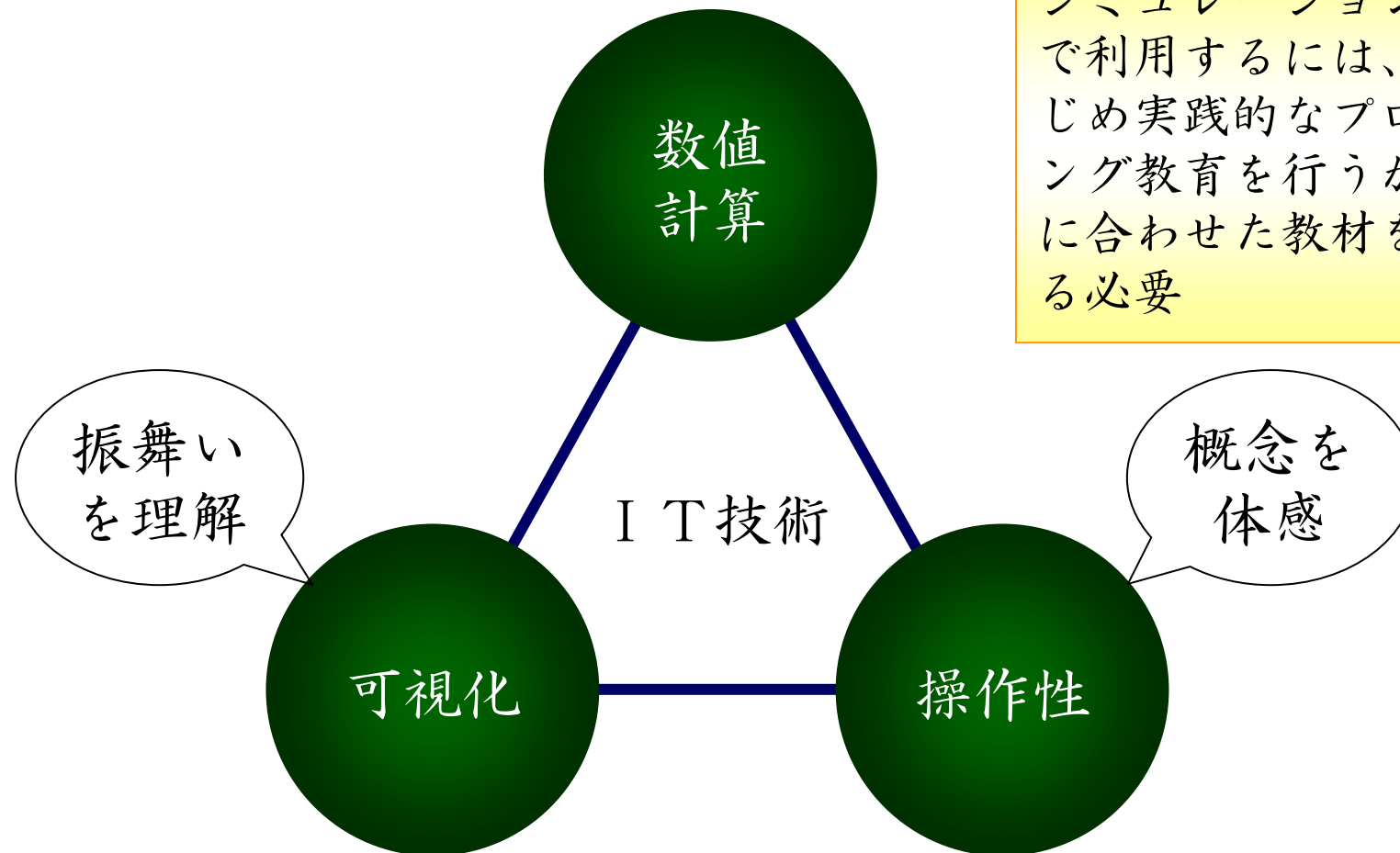
授業時間の制限  
予算的な制約  
がある中で対応

- I T技術による補完
  - ✓ 理想的なモデル、ただし、仮想的
  - ✓ 教室内で実施可、安全、特別な資格不要
  - ✓ 汎用な環境 ⇔ 実験毎の設備

# シミュレーションによる学習



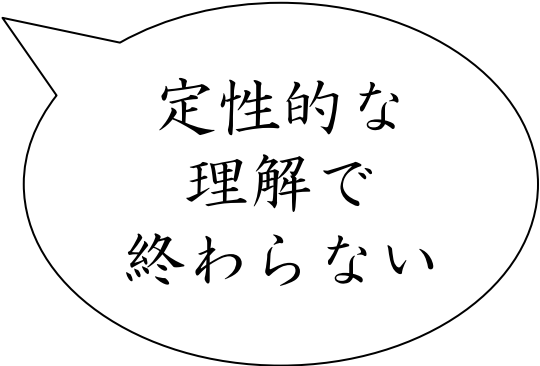
# シミュレーションの利用



シミュレーションを教育で利用するには、あらかじめ実践的なプログラミング教育を行うか、用途に合わせた教材を用意する必要

# シミュレーションと学習

- シミュレーションによる理解
  - ✓ プロセスの可視化
  - ✓ 動きのアニメーション化
  - ✓ パラメーターを操作しながら観察
- 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



定性的な  
理解で  
終わらない

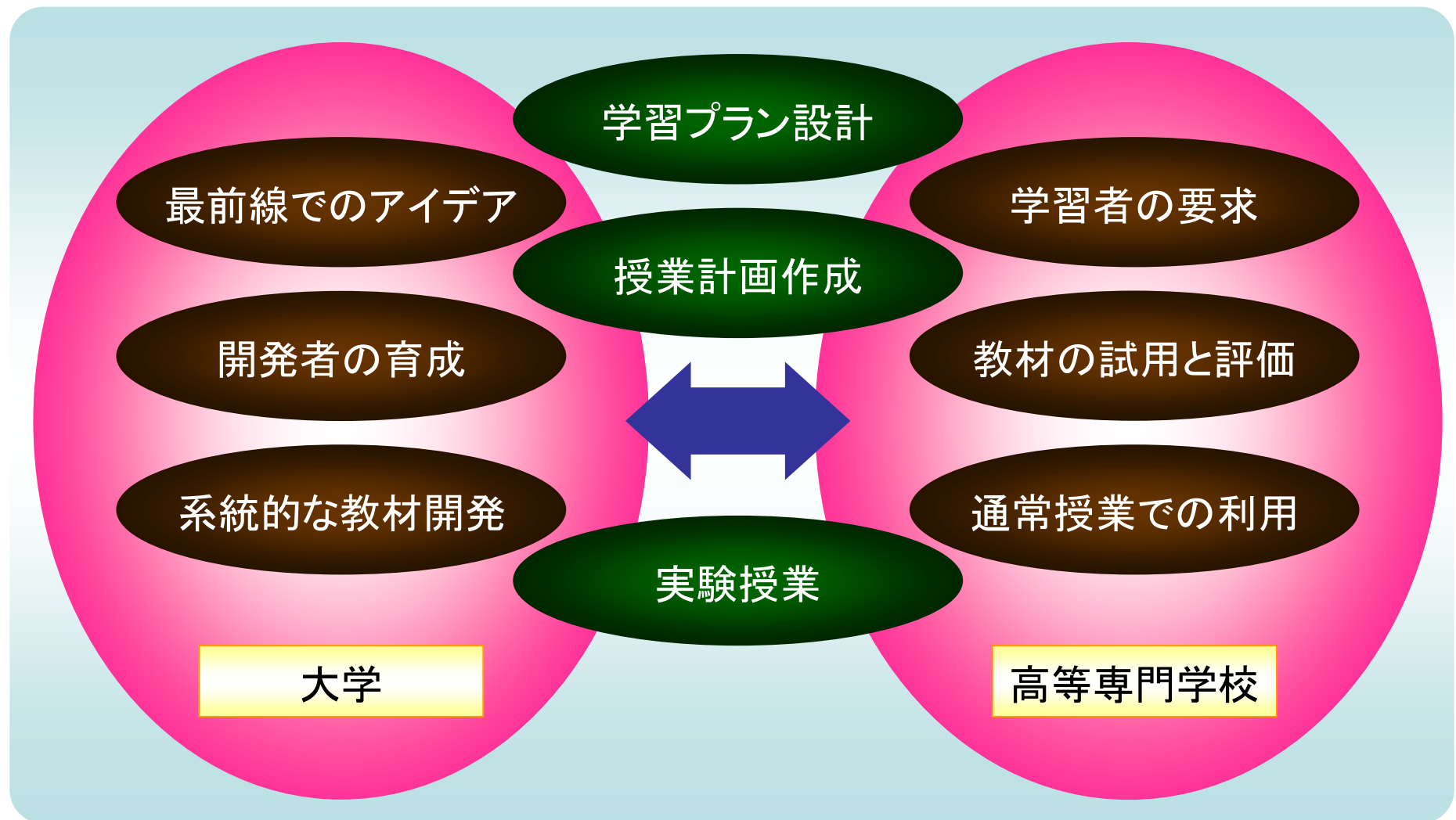


ActionScript教材開発

# ActionScriptの利用

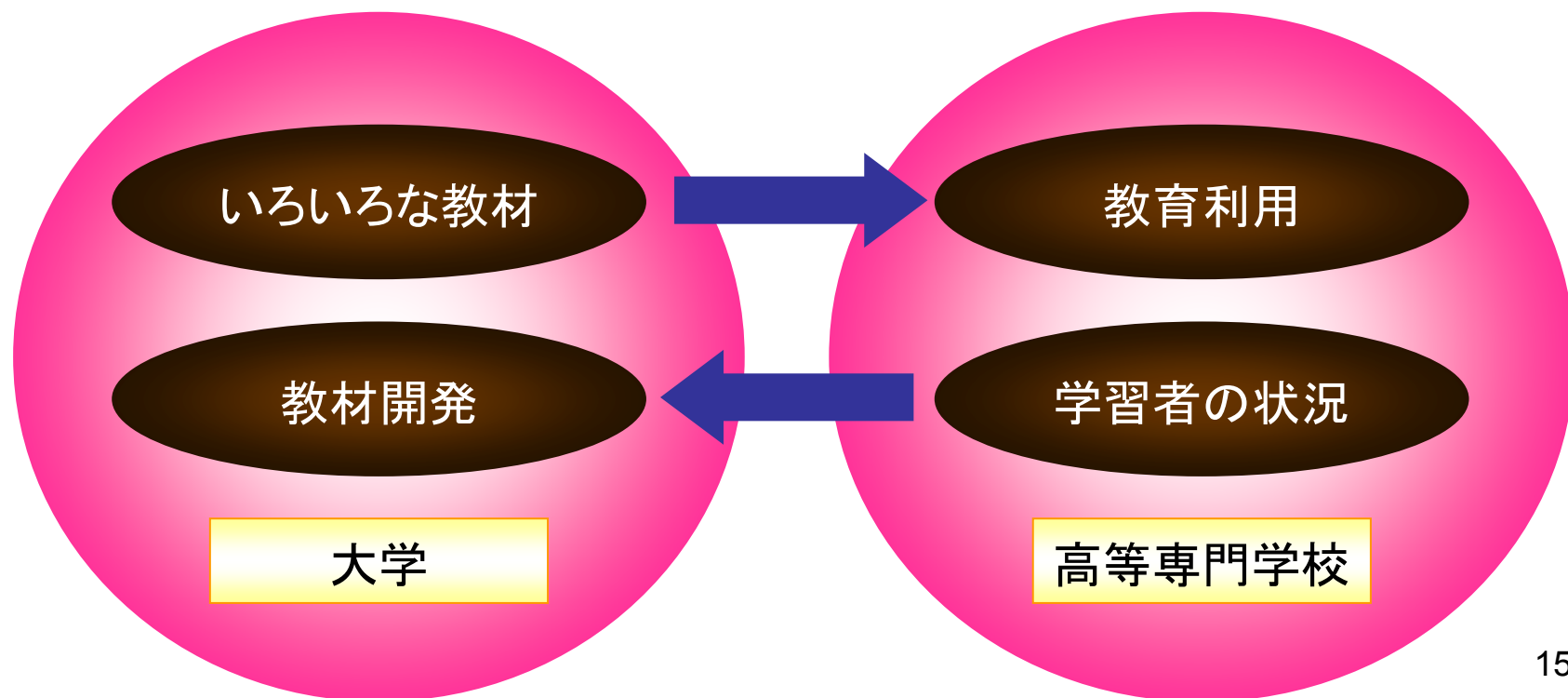
- 管理の厳しい教室環境、細いネットワーク環境でも利用可
- グラフィックデザインとプログラミングの統合開発環境
- Webコンテンツ環境として国際的に普及、SCORM対応
- 容易な開発者育成

# 大学と高専で連携



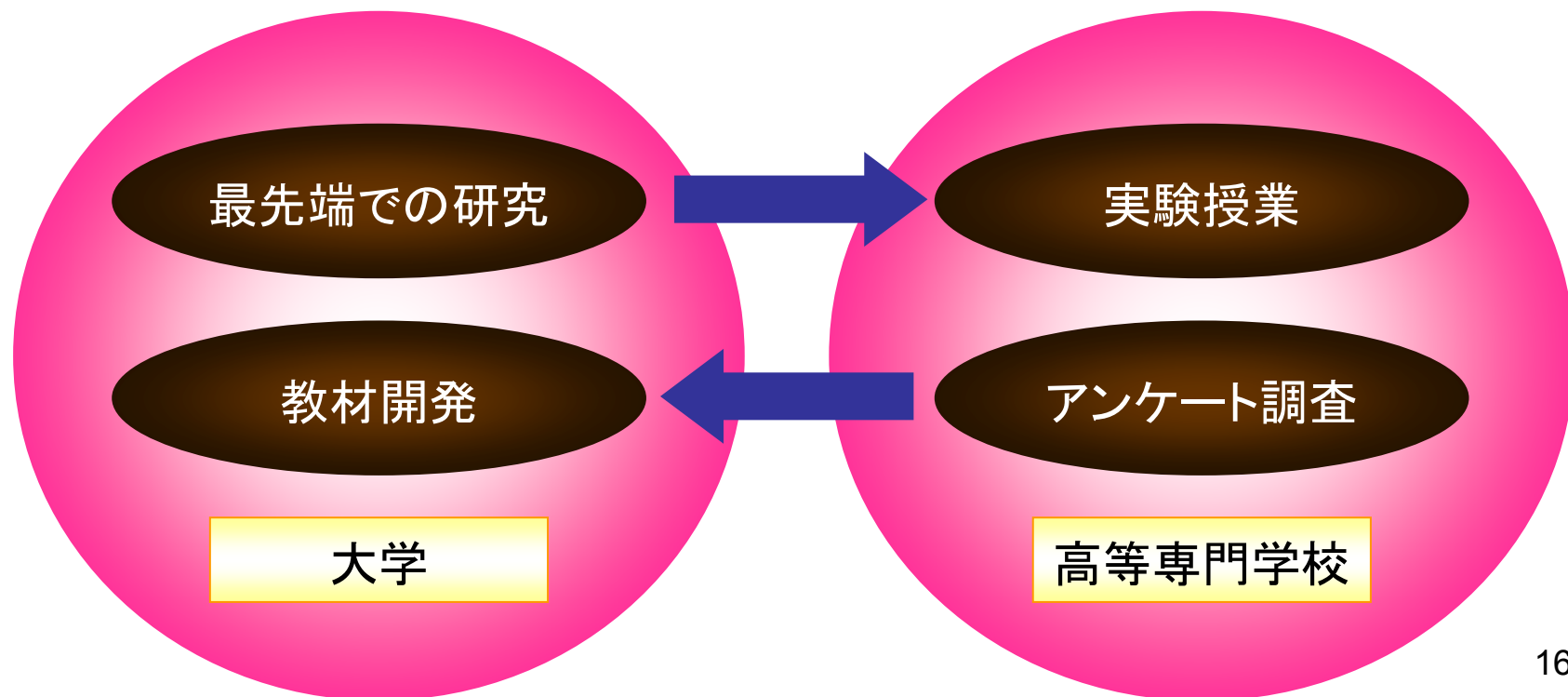
# 通常の授業の中で

- 理解の難しい項目に異なる視点を提供
- 実験が難しいパラメータ領域で現象把握



# (現在は) 特別な授業として

- 自然科学の新しい側面として「複雑系」
- 計算機シミュレーションが重要な役割



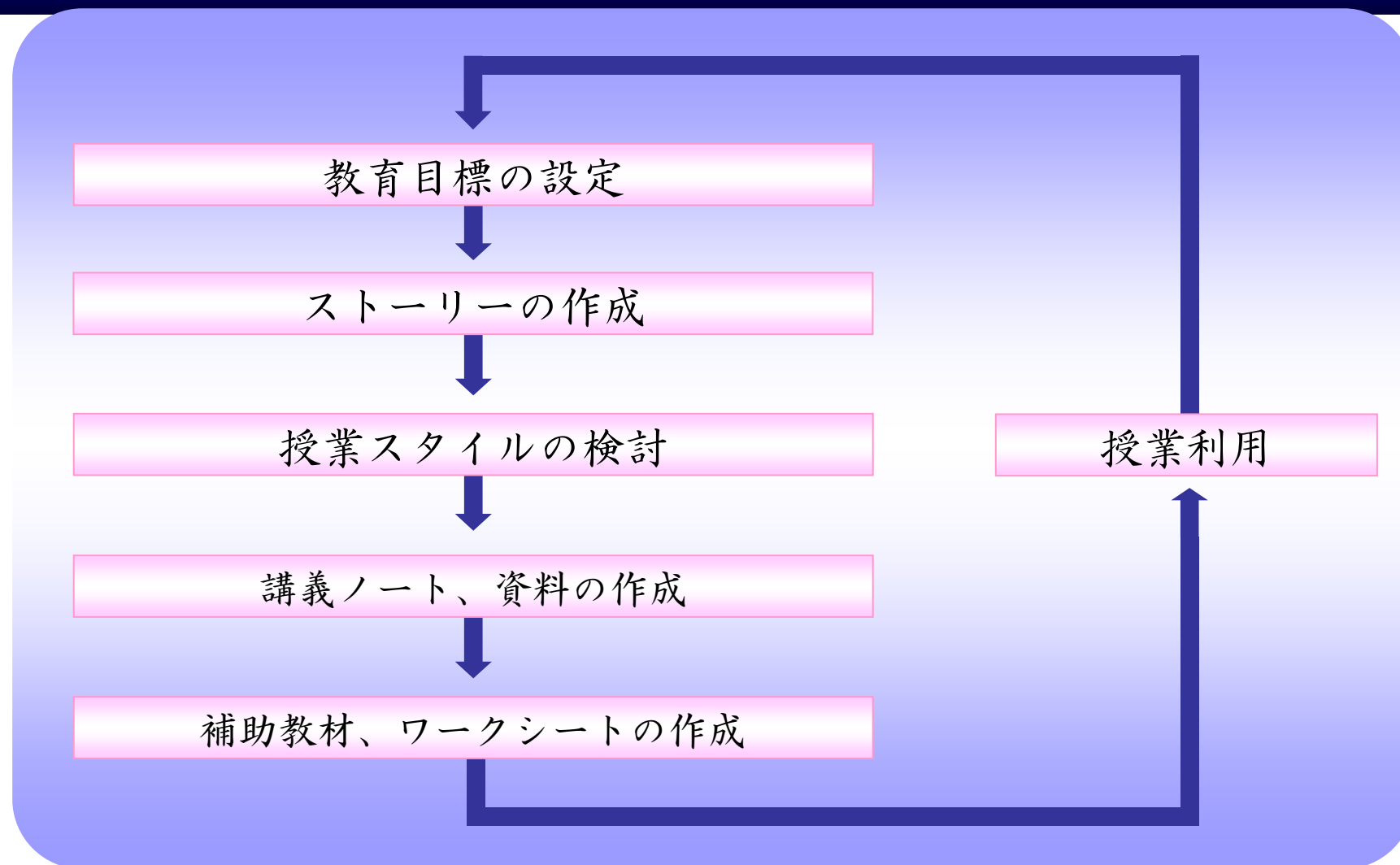
# 研究開発のキーワード

高校(高専)物理:  
シミュレーションが有効な項目を  
ピックアップし系統的な教材開発

複雑系教育:  
単純な系の複雑な振る舞い  
複雑な振る舞いの中の規則性  
を理解するためのコース作成

新しい情報環境:  
新しい情報環境の試用と  
教育利用の模索

# 教材開発までの流れ



# 教育の目標

- 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理解する。カオス、複雑系に注目する。
- 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体感し、身に付ける。
- 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。

# ストーリーの概略

高校「物理II」程度の内容

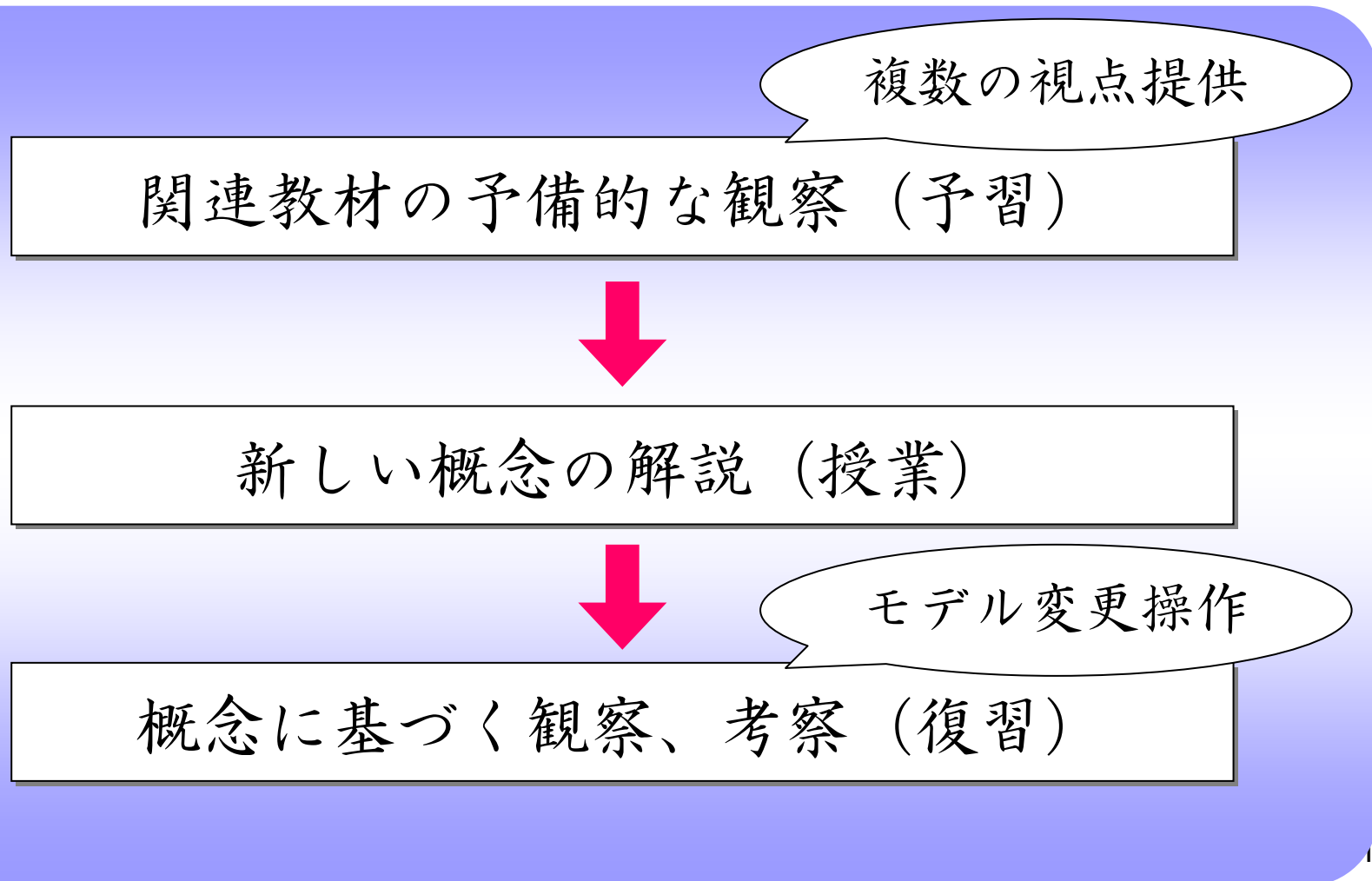


3体問題、セルゲーム、2次写像



結果のカオス的振舞い

# 授業スタイルの概略



# 電子教材開発

<http://www.riise.hiroshima-u.ac.jp/ePhysics/>

*ePhysics*

- 学習者、教育者
  - ✓ 高校、高専、大学初年レベルの学生を対象
  - ✓ まずは、開発スタッフで授業を実施
- 教材の利用
  - ✓ モデルの可視化による振舞い理解
  - ✓ パラメータ操作による仮想体験

# 実験授業の実施

「複雑系について」 中村純（広島大学）

1月21日(水)大島商船高専で3クラス  
情報工学科

3年生 43名

電子機械工学科

4年生 36名

3年生 43名

アンケート結果



# 電子教材の課題

- 各種表現
  - ✓ 3次元表現 → 見えない部分を見せる
  - ✓ 数式の展開 → 板書と同様の効果
  - ✓ 見せる（可視化）と体感する（操作）のバランスと教育効果
- コンピュータ性能
  - ✓ パソコンの性能向上に期待
  - ✓ 大学の所有する演算サーバ等による支援



教材開発コラボレーション

# 教材開発支援サイト

<https://www.riise.hiroshima-u.ac.jp/wiki/ePhysics/>

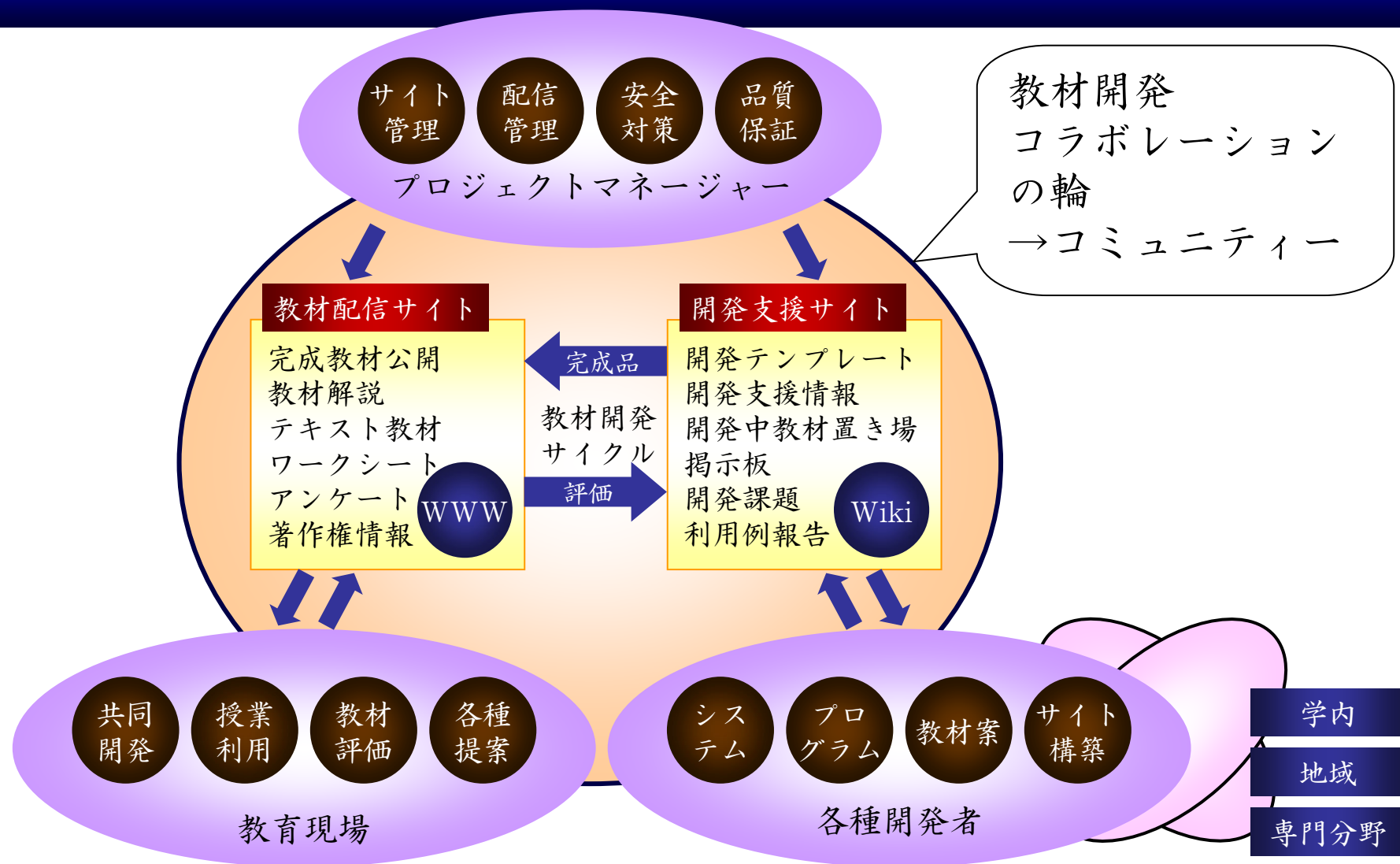
*ePhysics*

- 教材開発者が集うサイト
  - ✓ 開発中教材について議論
  - ✓ 各種情報共有
  - ✓ 継続的な開発支援
- Wiki
  - サイトにアクセスした誰もが
    - ✓ 教材ファイルをアップロード
    - ✓ 簡単な操作でページの追加、変更

# 目指しているサイト

- 電子教材の提供
- 教材開発と利用支援情報提供
- 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
- 支援ツールの提供
- 継続的な情報提供

# 教材開発コラボレーション



# Wikiサイトの課題

- コミュニティ形成に向けた課題
  - ✓ 本当にコラボレーションの輪が広がるのか？
  - ✓ 内容の信頼性、レベル保持
  - ✓ 継続的な開発のための費用？
- 授業での活用に向けた課題
  - ✓ 教材と授業の間を繋ぐインストラクショナルデザイナー的役割をどうするか？
  - ✓ 著作権処理等の問題



今後の課題

# 教材開発の普及

- 教材開発の輪
  - ✓ 研究グループをコアに連携→コアから輪へ
  - ✓ 研究者 → 教員 → 生徒
- 支援体制の確立
  - ✓ 教材利用と教材開発
- 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
  - ✓ 分野を超えた教材利用、開発コミュニティー



いっしょに教材  
作りませんか！

# 教材配布、開発支援サイト

教材配布サイト

<http://www.riise.hiroshima-u.ac.jp/ePhysics/>

教材開発支援サイト

<https://www.riise.hiroshima-u.ac.jp/wiki/ePhysics>