

あなたは磁界の中にいる。
あなたに磁力が襲いかかる。



自由部門:20059

対象者: 科学を愛する少年少女



磁界の可視化

幼い頃、誰しも磁石のもつ不思議な力に夢中になったことがあるのではないのでしょうか。

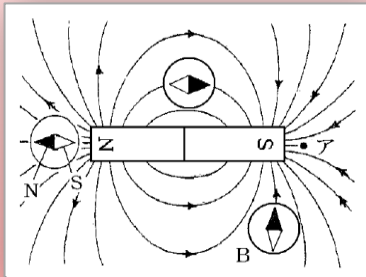
私たちの身の回りでは、磁気を利用した数多くの工業製品が日々の生活を支えています。

- エアコンや洗濯機などのモーター
- ビデオテープやハードディスクなどの記録メディア
- MRI(核磁気共鳴画像法)などの医療機器
- 磁気を用いて血流を促進させる健康器具 etc...



しかし、磁石について興味を持ち学習しようとした時

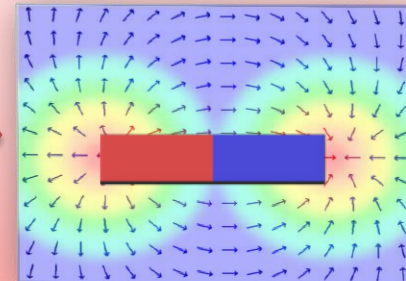
教科書の
こんな図より、



こんな実験の方が
楽しくて、



こんなほうがもっと
分かりやすいと思いませんか？



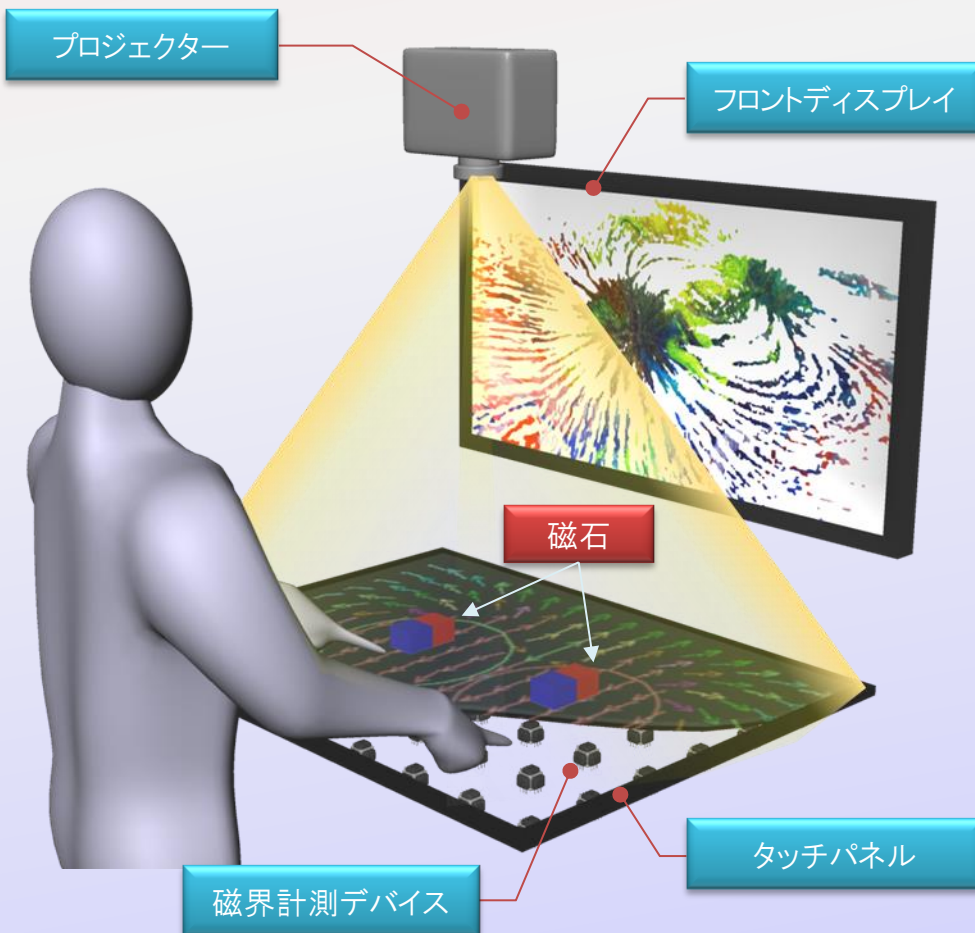
もし、磁界を目で見て実際に動きを確かめることができれば、より興味をもって学ぶことができ、学習成果もあがるのではないのでしょうか？

そこで、私たちは学習の補助として「磁界の可視化システム」を提案します



磁界可視化システム Z!BA

本システムは**磁力を入力**として、普段見ることのできない「**磁界**」をリアルタイムで計測・可視化し、さらに磁力で描くアートやゲーム等を通じて、楽しみながら**磁力への理解をサポート**する学習支援システムです。



磁界のリアルタイム計測

「磁界計測デバイス」により、磁石を近づけることで発生する**磁界のベクトル分布をリアルタイムに計測**できます。磁石を動かしたり、向きを変えたり、複数の磁石で生じる磁界も計測できるため、複雑な磁界を活用したアプリケーションへの応用ができます。

2画面を活用した磁界のビジュアライズ

磁界検出面に重ねて映像を投影することで、**計測位置における磁界をわかりやすく可視化**できます。また、フロントディスプレイには入力磁界に応じた3D映像を生成し描画します。

マルチタッチパネル

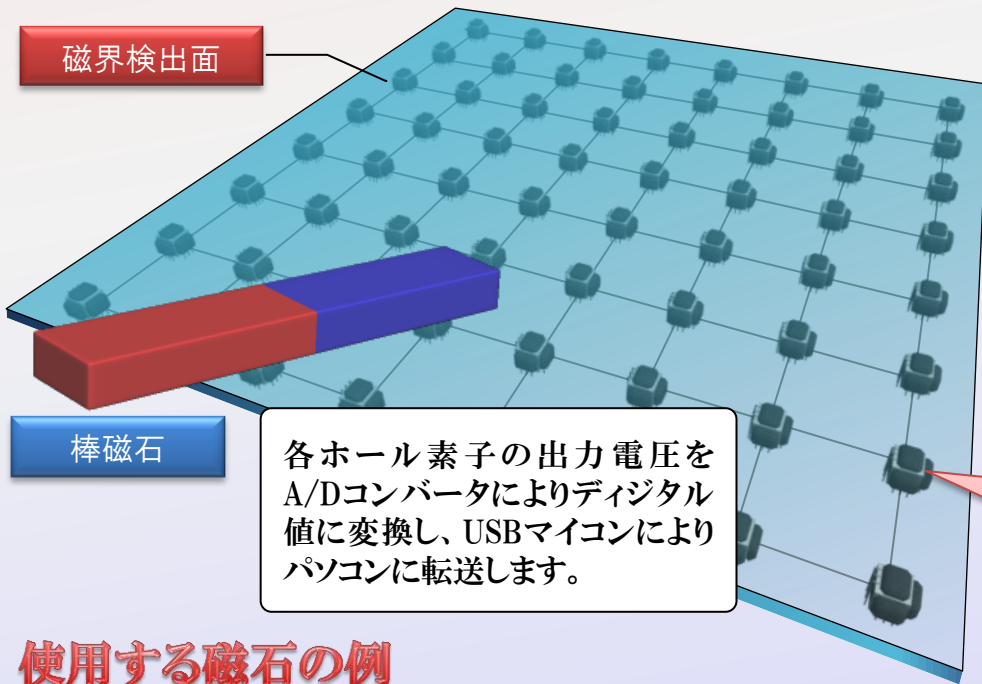
デバイス面上に設置したマルチタッチパネルにより、**磁力に加えてタッチ入力にも対応**し、磁力を応用したアートやゲームに活用する他、GUIの操作に使用します。



磁界計測デバイス 「Magboard」

磁界計測デバイスは、本システムの中核をなすセンサデバイスで、磁気センサ(ホール素子)をアレイ状に配置し、入力平面上の**3次元的な磁界の向きや大きさをリアルタイムに計測**する新しい入力デバイスです。

磁界検出面



棒磁石

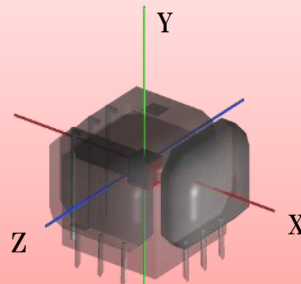
各ホール素子の出力電圧をA/Dコンバータによりデジタル値に変換し、USBマイコンによりパソコンに転送します。

ホール素子とは

ホール効果を利用した磁気センサで、磁気量を電気量に変換する磁電変換素子です。



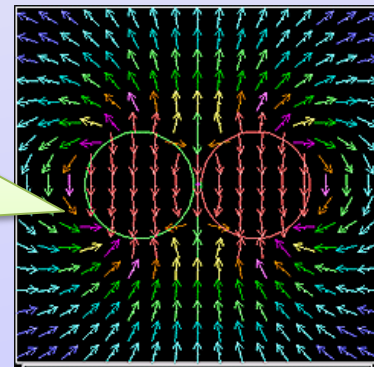
3軸ホール素子ユニット



ユニット化

3個のホール素子を直交するように配置してユニット化し、各ユニット位置での3次元磁界ベクトルを計測します。

入力磁界ベクトルのイメージ

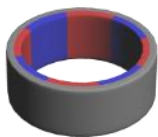


入力面に磁石を近づけることでこのような磁界ベクトルの分布をリアルタイムにパソコンに取り込むことができます。

使用する磁石の例



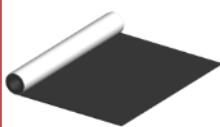
ボタン磁石



ラジアル磁石



U字磁石



マグネットシート



ペン型電磁石デバイス

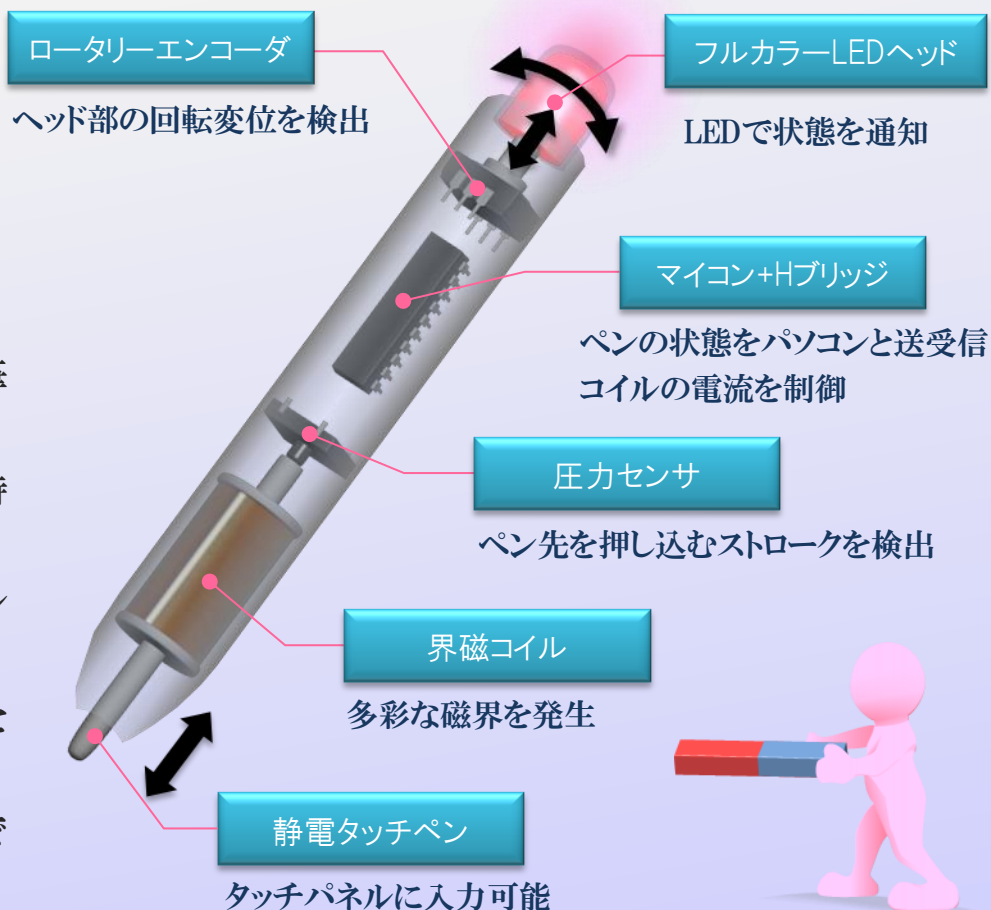
永久磁石だけでなく、**電磁石による入力**も用意します。本ペン型デバイスは**磁力のコントロール**に加え、**タッチパネルにも反応**するタッチ入力装置としても使用できます。

柔軟な磁界の発生装置

永久磁石ではできない磁界を発生させます。コイルに流れる電流を変化させることで、**磁界のON/OFF、強弱の制御、磁極の反転**など、柔軟な磁界を自在に発生可能です。

多彩な入出力機能

- 圧力センサを使用して、ペン先を押し込む筆圧を検出できます
- ヘッド部の押し込み、回転を検知し、ペンに持たせる機能を柔軟に変えることができます
- ヘッド部のLEDの色や点滅パターンが、ペンの現在の状態をユーザーに通知します
- 静電容量方式のタッチパネルに入力することができます
- パソコンからペンの状態を変化させることもできます





システムの主な機能

「**Z!BA**」には主に3つのモードがあります。

可視化モード

直観的で分かりやすく

様々な磁石を「Magboard」の上に置くことで発生した磁界を、3DCGを駆使してリアルタイムに可視化することができるモードです。磁石、磁界の特性の理解が直感的にでき、理科実験に活用できます。

アートモード

今までにないアートの世界

磁石とペン型デバイスを駆使して、磁石の特性を生かした新感覚のアートを楽しむモードです。普通では描くことのできない、独創的なアートを描くことができます。

アミューズメントモード

ゲーム感覚で学ぶ

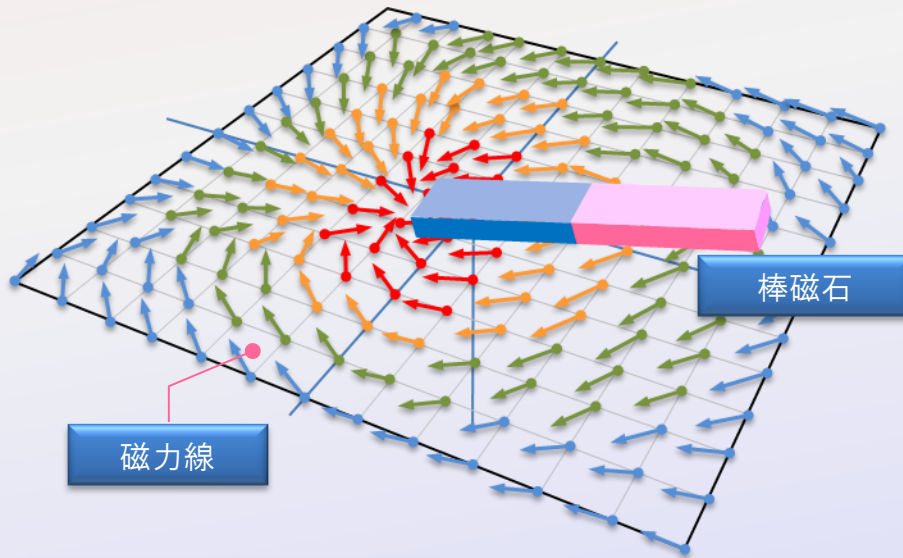
磁石の使い方を工夫することによって、楽しみながら磁石の特性を理解していくモードです。様々な磁石があるので、それぞれの特性を知ることがクリアのカギとなります。



可視化モード

このモードでは磁界検出デバイスを使用して、磁石を近づけることで**磁界を可視化**します。

可視化表現イメージ



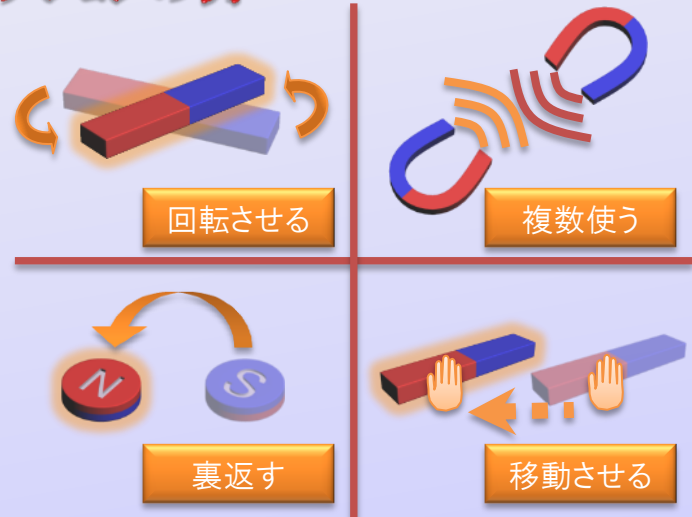
磁力の可視化方法

- 等磁界を統一することもでき磁力を効果的に可視化することができる
- 磁界の強度の色分けを行い、アニメーションによって磁界の動きを表現できる

可視化モードの特徴

- 様々な方法で磁石にアクションを加える事で変化する磁界をリアルタイムに可視化できる
- 3Dグラフィックスによる立体表現によってより直観的な理解を期待できる
- 想像していた磁界と実際の磁界との比較をすることでさらに好奇心を高める

アクションの例





さらに磁力を楽しむ2つのモード

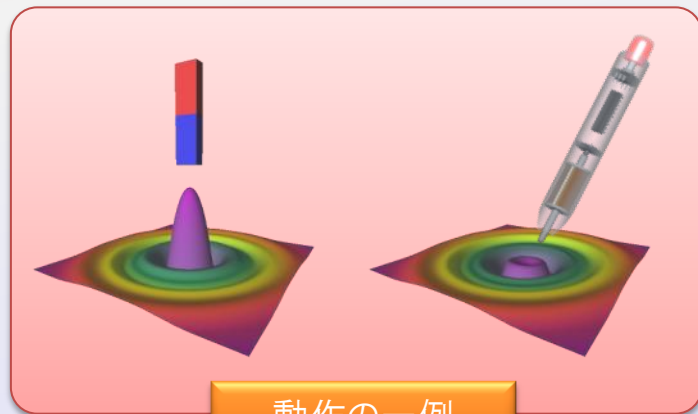
次の2つのモードは、**楽しみながら**磁石の性質を知ってもらうためのモードです。
理科体験やパフォーマンス実験への応用が期待できます。

アートモード

磁石の特性を生かした新感覚のアートを楽しむモードです

例えば・・・

- 引力によって任意の点を引っ張る
- 磁界を変化させて波を作り出す



動作の一例

アミューズメントモード

磁石の使い方を工夫することによって楽しみながら磁石の性質を理解していくモードです

例えば・・・

- イライラ棒
- エアーホッケー



内容の一例



技術的な課題

磁界の変化をリアルタイムに取得するためのデータ通信

磁界計測デバイスに 20×16 個の3軸ホール素子ユニットを配置した場合

必要な通信速度 約691kbps (センサー960個 A/D 12bit 60回/秒)

- ADコンバータ→マイコン 16Mbps (SPI 1Mbps \times 16並列)
- マイコン→パソコン 12Mbps (USB2.0 Full Speed 対応マイコン)

磁界計測デバイスと投影映像の位置のずれの補正方法

プロジェクターとデバイスの設置位置によって映像がずれた場合

- **タッチパネル入力**で映像のずれを補正する
- 映像を歪ませて磁界計測デバイスに合わせる

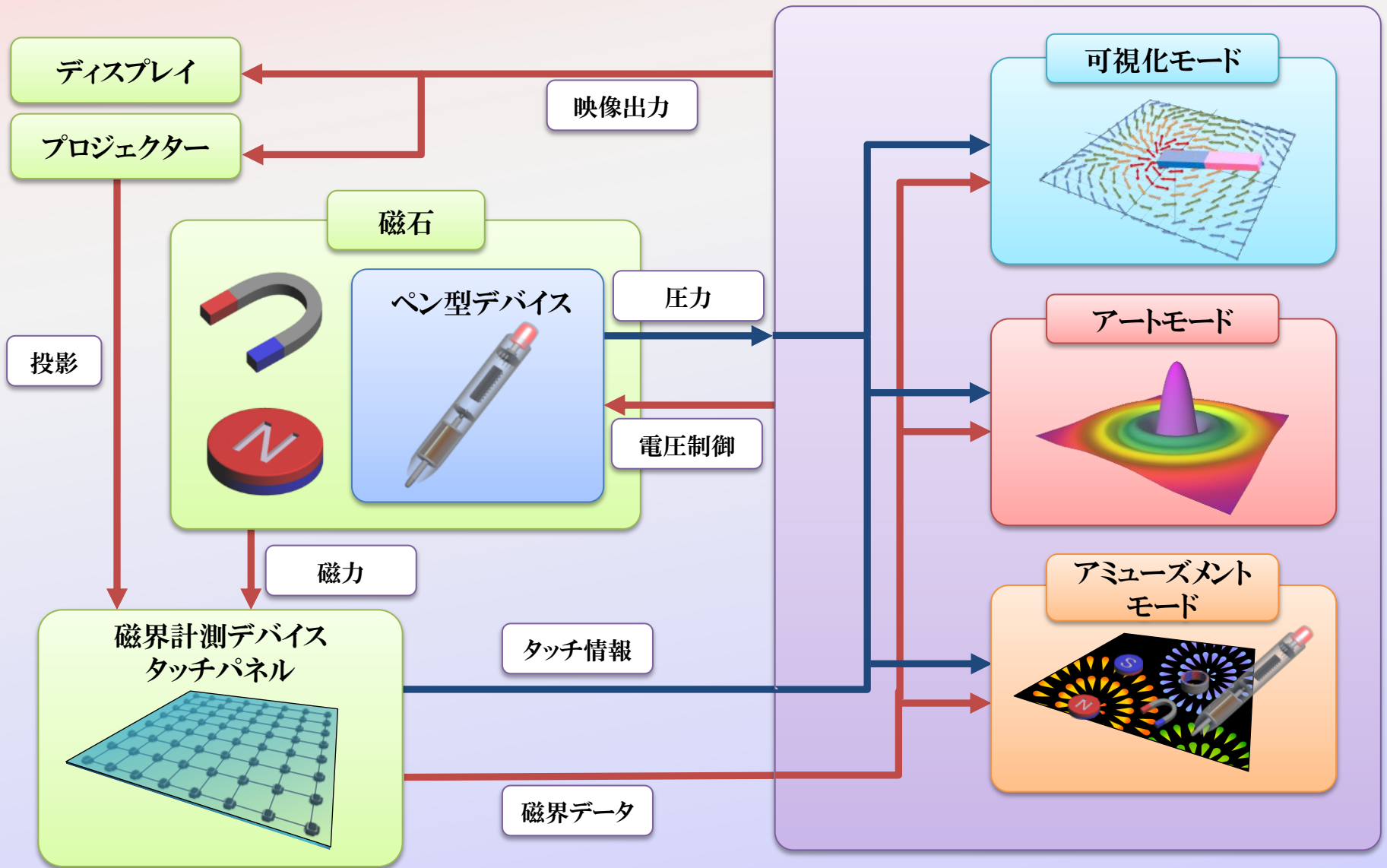
取得した磁界ベクトル分布の分かり易い可視化の検討

グラフィックスにこだわり、より伝わりやすい表現方法を考える

- 磁界ベクトルを**3次元グラフィックス**を用いてアニメーション表示する
- ベクトルの方向を実感できるように**立体視**を用いる
- 実際の磁石と仮想の磁石の磁力の干渉を**物理シミュレート** (nVidia PhysXを使用)



システムの処理フロー

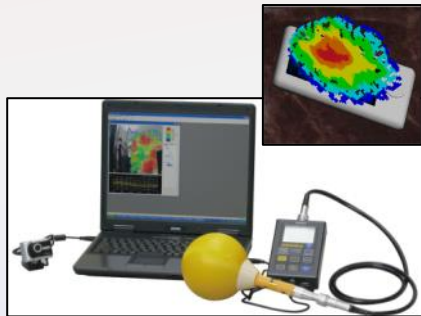




類似品との比較

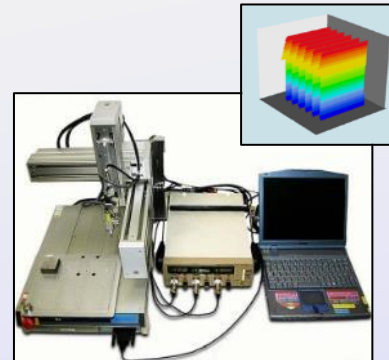
類似するシステム

「EPS-02(H)EMF system」
(ノイズ研究所、日置電機、ローデ・シュワルツ・ジャパン)



空間における磁界レベルをカメラやセンサーを使用して周波数解析を行うことで、強度レベル分布により、可視化する

「3次元フィールドマグネットアナライザー」
(東洋磁気工業株式会社)



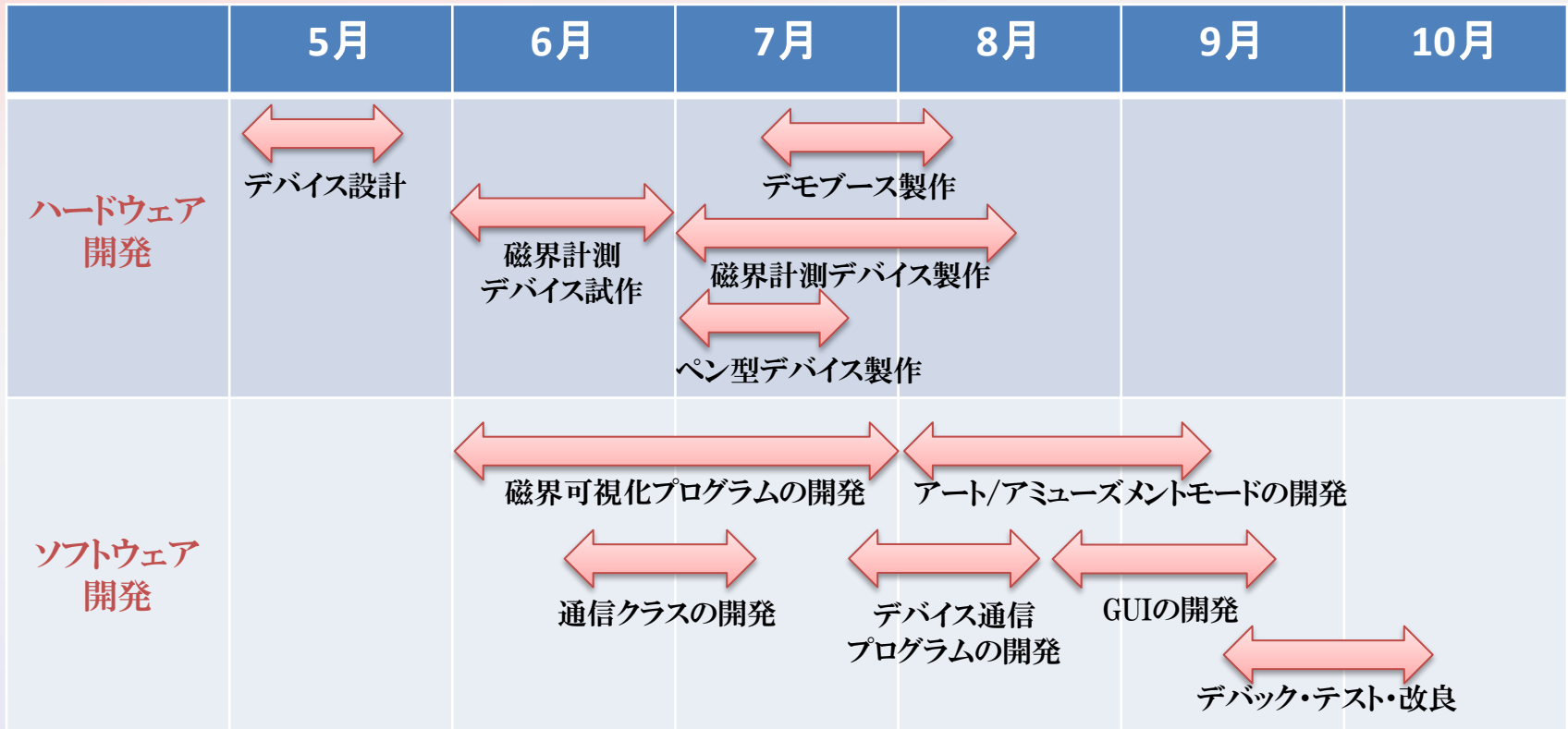
対象物周囲を3次元的に走査し空間磁界分布を計測することで、磁気ベクトルや各磁界成分を3Dグラフなどにより、可視化する

本システムとの相違点

- 上記のシステムは、研究や工業への応用を目的として高精度な磁界計測や空間磁界分布の測定を行うシステムであるが、本システムは利用者が簡単な操作で楽しみながら**直感的に磁界について学ぶことを目的**としている点で異なる
- 上記のシステムは、本システムにはない3次元の空間磁界分布を計測できる機能を有するが、本システムのように**リアルタイムに磁界を計測**することができないため、時間とともに変化する磁界を計測して瞬時に可視化することができる点においては本システムの方が優れている



開発計画・開発環境/実行環境



開発環境

- 開発OS Microsoft® Windows 7(32bit)
- 開発環境 Microsoft® Visual Studio 2012
LPCXpresso(マイコンプログラミング)
- 開発言語 Microsoft® Visual C++
- ライブラリ Microsoft® DirectX SDK (3DCG)

実行環境

- 使用OS Microsoft® Windows Vista/7/8
- ライブラリ DirectX エンドユーザーランタイム
- ハードウェア 磁界計測デバイス (自作)
ペン型電磁石デバイス (自作)
マルチタッチパネル(HT-2236B)