

ダイナミックな力触覚を可視化するリアルハプティクス

慶應義塾大学発ベンチャー

モーションリブ株式会社

取締役COO 緒方 仁是



モーションリブは、慶應義塾大学理工学部発のベンチャー企業です。

リアルハプティクス®という独創的な制御技術で未来を創ります。

Company profile

会社名	モーションリブ
設立日	2016年4月1日
所在地	神奈川県川崎市幸区新川崎7-1
資本金	90,000,000円
従業員数	13名
事業内容	リアルハプティクスに関する下記事業 -ソリューション事業 -キーデバイス事業 -ライセンス事業
代表 役員	代表取締役CEO 溝口 貴弘 取締役 COO 緒方 仁是 取締役 CTO 飯田 亘

History

2016/4	慶應義塾大学発ベンチャーとして 合同会社運動設計研究所設立
2017/2	小笠原科学技術振興財団 インキュベンチャー 助成採択
2017/4	モーションリブ株式会社に社名・法人格変更
2017/8	第99回新技術開発助成に採択
2018/8	JST,NEDO主催大学発ベンチャー 表彰 「アーリーエッジ賞」受賞
2020/3	日本ベンチャー キャピタル協会 「ポストコロナ社会を構築するベンチャー リスト」掲載





ロボットの現状

しかし、これまでの機械は**ちょうどいいチカラ加減**でモノをつかめず
生活環境に**普及**していません。



当社が実現する未来

当社の技術は、機械を**やさしいチカラ加減**で制御する技術。

機械がモノに触れたり、人と協働する**未来を創造**します。



力制御と位置制御を統合制御 できるのはリアルハプティクスだけ やわらかい動作から硬い動作まで実現する

力触覚（人の力加減やモノの感触）を解析力学の観点から位置、速度、力の統合情報により完全に数値化

解析力学/ハミルトン力学の学理にもとづき

力、位置、時間をあやつることにより

実際の物理現象を再現し完全な力触覚の制御を実現します

解析力学により運動をエネルギーで表した式

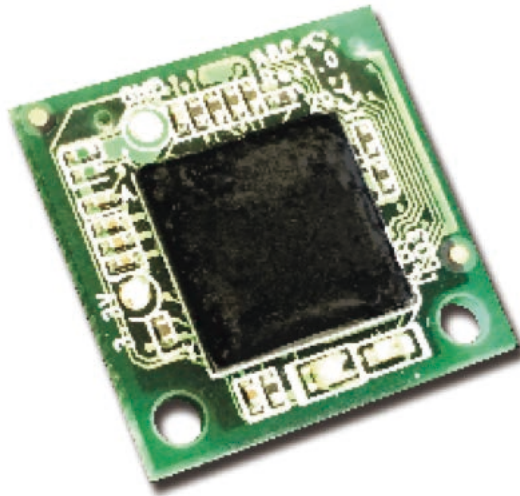
$$\dot{p} = -\frac{\partial H(q, p, t)}{\partial q} \quad \dot{q} = \frac{\partial H(q, p, t)}{\partial p}$$



この3つの変数があやつれば、全ての運動が表現できる

- q : **位置**
- p : 運動量 = **力** で定まる
- t : **時間**

リアルハプティクスของアルゴリズムを 搭載した制御ICチップ「AbcCore」



リアルハプティクスICチップ

AbcCore

特徴①：力加減の計測と制御

位置、速度、力を統合制御し
手術にも使える繊細な力加減を制御
熟練職人の肌感覚をも可視化

特徴②：力触覚の伝送

離れた場所へ力触覚を伝送可能
近距離であれば1チップで遠隔操作を実現

特徴③：力センサレス

力を測定するセンサを使わずに
独自アルゴリズムで推定

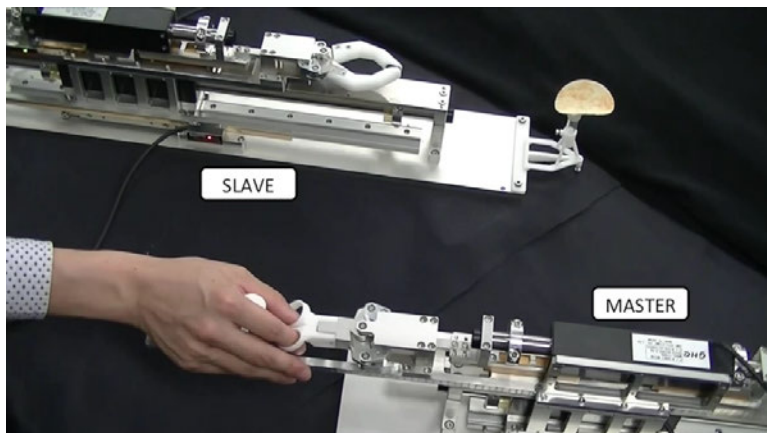
特徴④：高い汎用性、拡張性

特殊なセンサやモータが不要で
市販の装置が利用可能

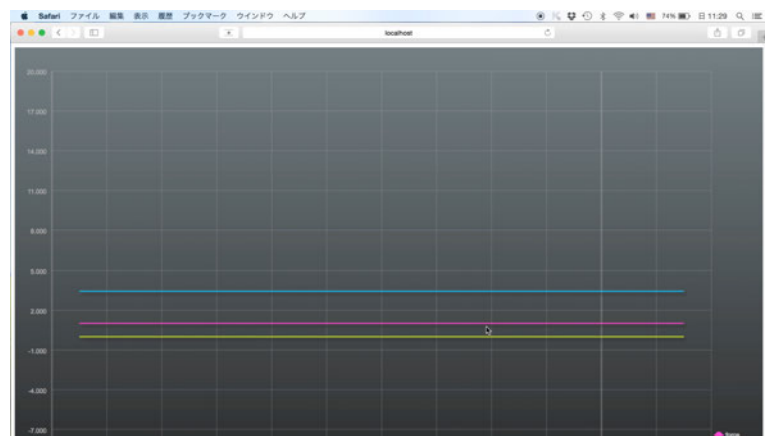


リアルハプティクスでできること モノの感触や人間の動きのデータ化によって 伝達・記録・編集・再実行

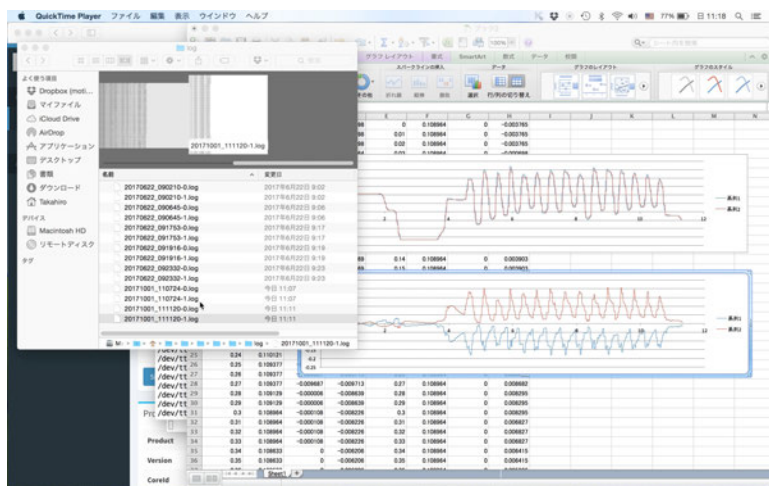
伝達



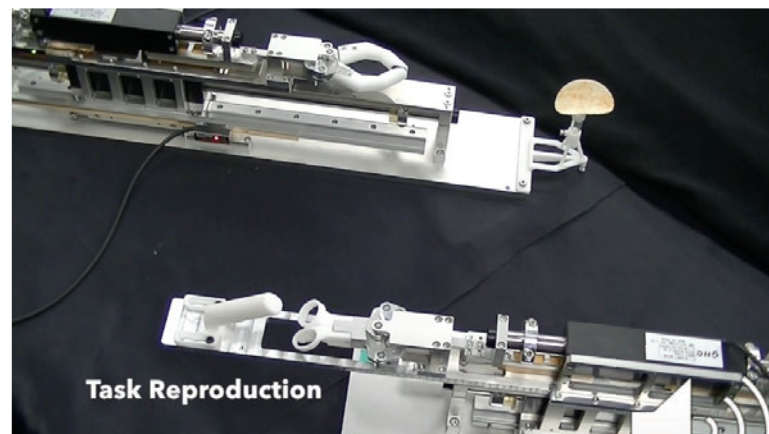
記録



編集



再実行



リアルハプティクスを使ったアプリケーション

1. 遠隔操作

作業者が力を感じる遠隔操作を実現
位置、力の拡大・縮小により、人間の自然な動作範囲で巨大（あるいは微細）な遠隔作業が可能

2. 可視化・分析

人の力加減や、物の感触を数値化
取得したデータから物理特性（剛性・粘性・慣性）や物体内部の力学的な物性構造の分析も可能

3. 自動化

機械に力触覚を持たせることで人のような力加減での動作を実現
熟練技術者の動作を記録することで、技術者のスキルを再現することも可能

4. 仮想化

接触対象物の力学的物性構造をモデル化
VR空間で感触と力加減のあるインタラクションが可能
熟練技術者の手技を記録することで、力加減を含めたトレーニングも可能



AbcCore を使ったセンシング

力触覚の可視化・分析

可視化・分析

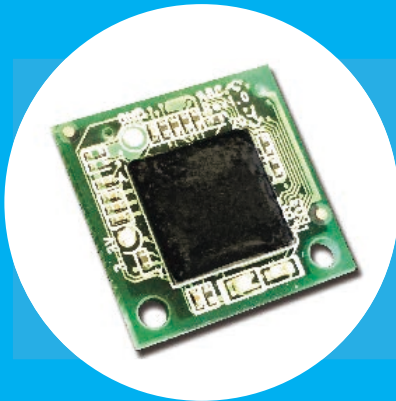
人の力加減や、物の感触を数値化
取得したデータから物理特性（剛性・粘性・慣性）や物体内部の力学的な物性構造の分析も可能

課題	製造・加工・検査などのプロセスにおいて、力加減を伴う判断・判定が属人的、定性的で製品品質にバラつきが出る。
効果	力加減の定量化により、判断・判定を自動化し、品質管理精度向上、人的コスト削減
事例	<ul style="list-style-type: none">・ 製造プロセスにおけるリアルタイム物性計測・ 品質検査における押圧非破壊検査



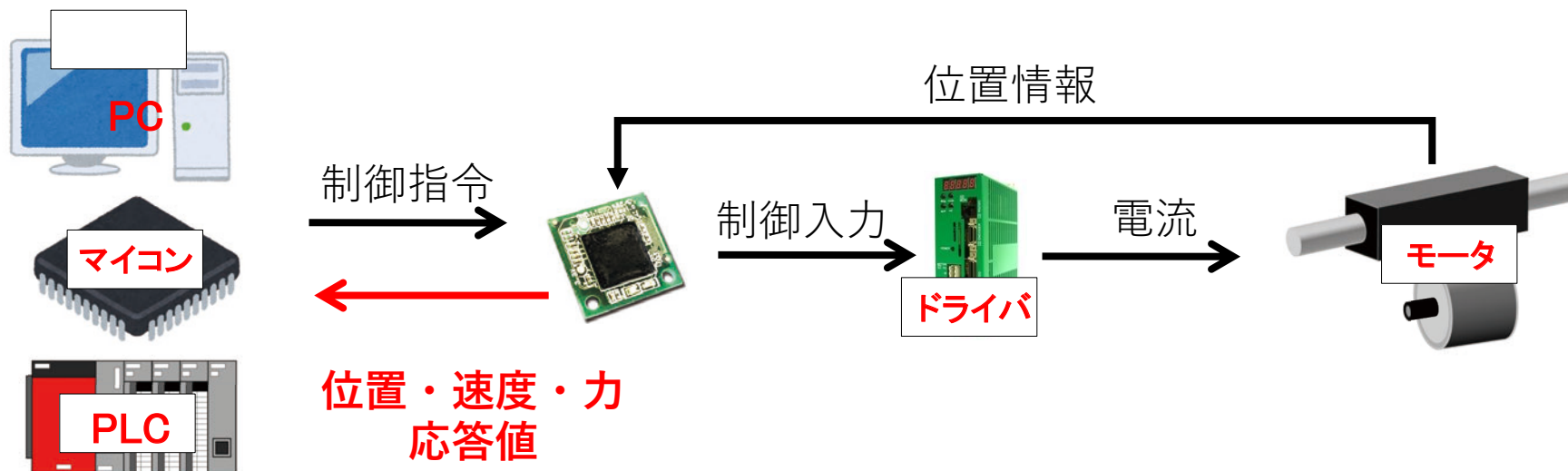
リアルハプティクスICチップ

AbcCore



カセンサレス

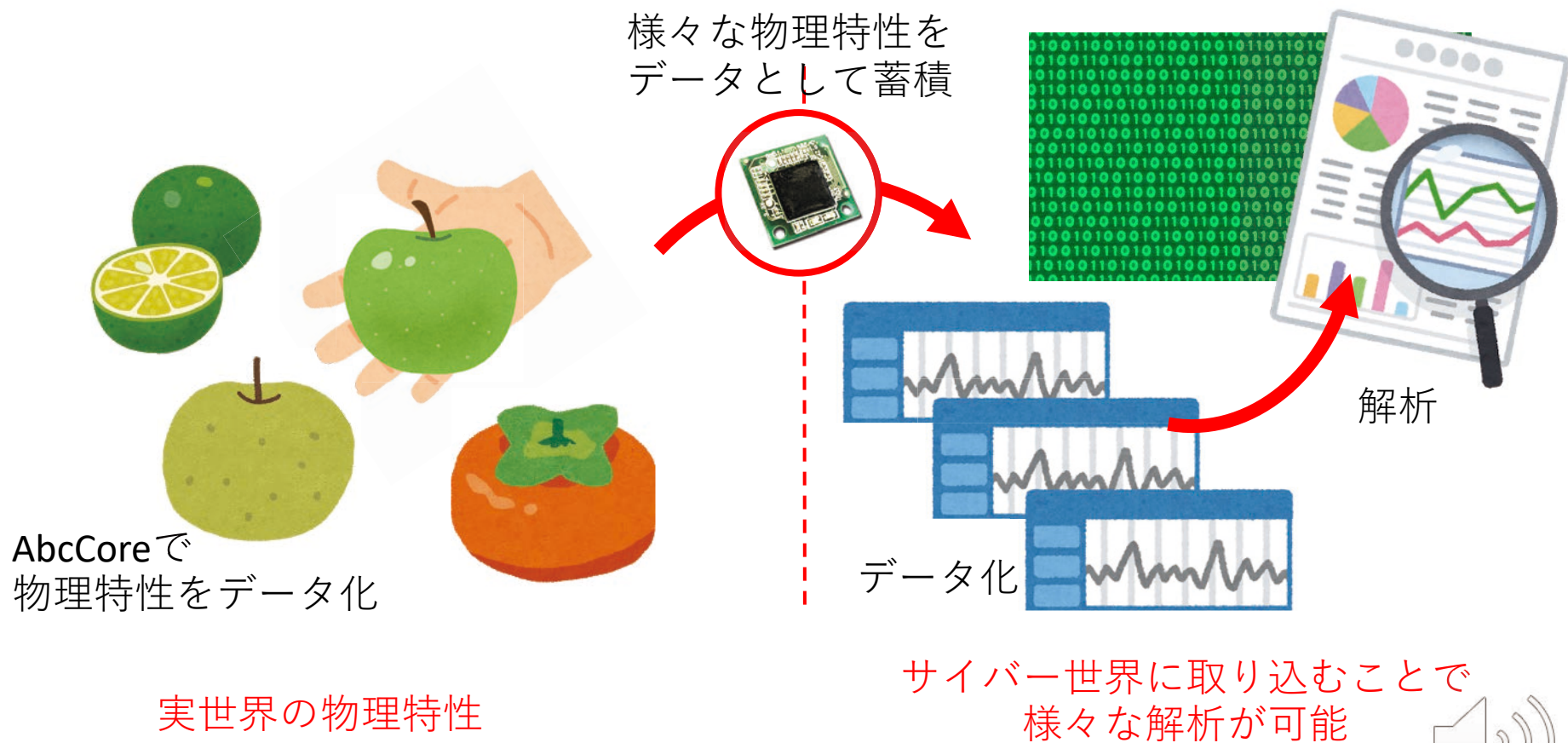
独自アルゴリズムで力を推定



力応答値について、

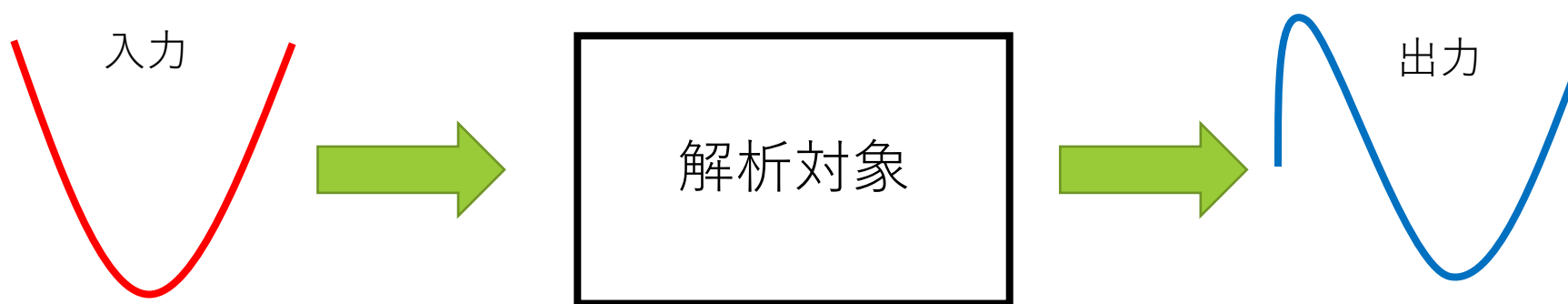


AbcCore を使った可視化分析



代表的な力触覚の解析方法

制御工学におけるモデル推定やシステム同定を応用



入出力を比較することで、解析対象がどのような特性を持っているか調べます

特に力触覚では下記の解析を行うことで対象物を調べています

位置・速度・力解析

物理特性解析

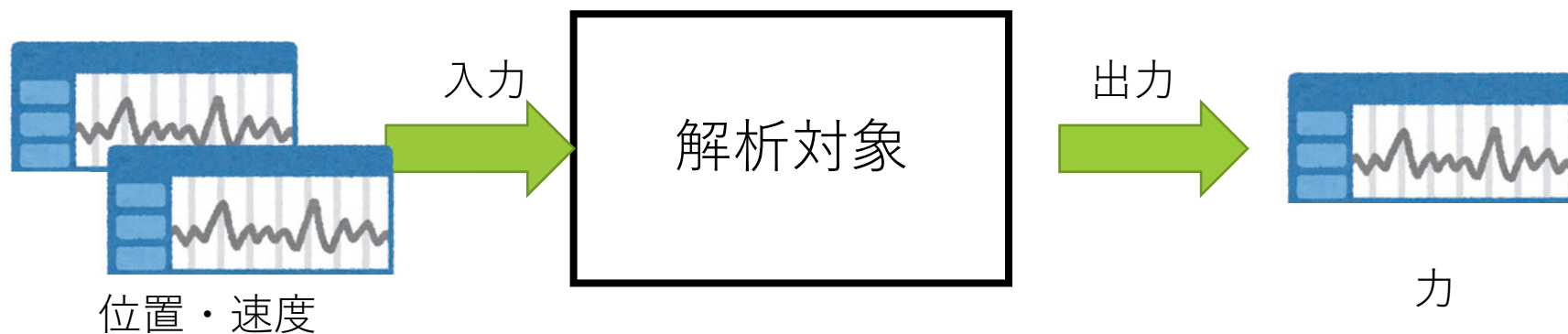
周波数特性解析



位置・速度・力解析

AbcCoreを使うことで動作に紐付いたダイナミックな力触覚を計測することが可能となります。

位置・速度を対象物に入力し、出力として力を可視化することで、対象物がある物理特性を評価します。



物理特性解析

線形な物理特性は運動方程式で表すことができます。位置、速度、加速度、力を計測することができれば推定アルゴリズムによって、質量（重さ）、粘性（粘り気）、剛性（硬さ）を求めることができます。

$$F = m\ddot{x} + d\dot{x} + kx$$

力

加速度

速度

位置



慣性



粘性

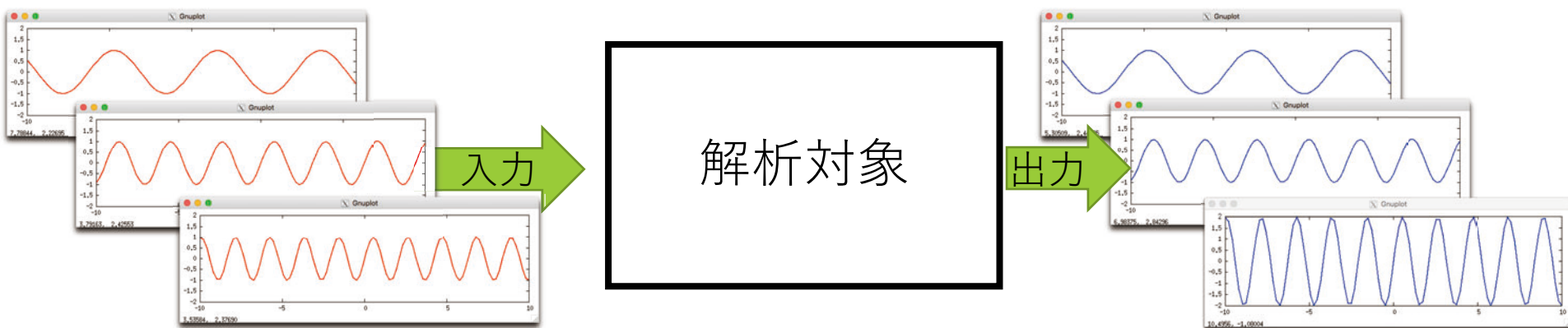


剛性



周波数特性解析

物体はある決まった周波数の振動が加わると大きく揺れる共振という性質があります
共振する周波数は物体の構造や材料、大きさ、重さ等の要因によって決まります
対象物を振ってみることで特性を識別したり、分類したりできるようになります



いろいろな周波数の入力を行い、出力を確認することで解析対象の特性をしらべます



可視化を応用したアプリケーション事例

路面情報を認識する移動体

可視化

解析

動作へ反映

路面情報を可視化

路面情報に応じて

- ・減速
- ・方向変更
- ・トルク増加

等を行う

安定した走行や
異常対応を実現

AbcCoreで可視化

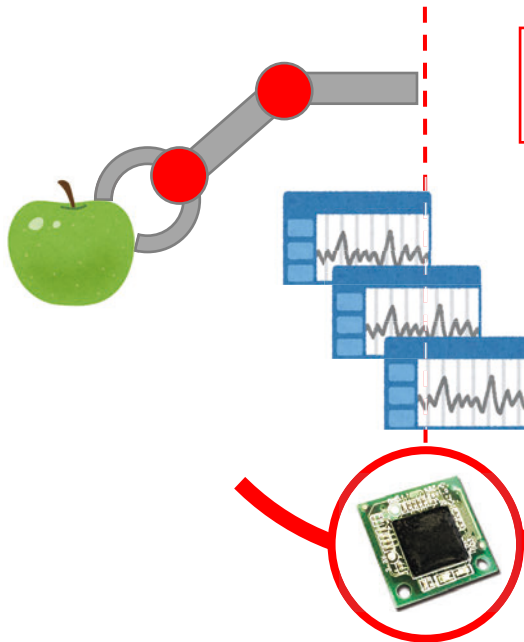


AbcCoreで動作調整



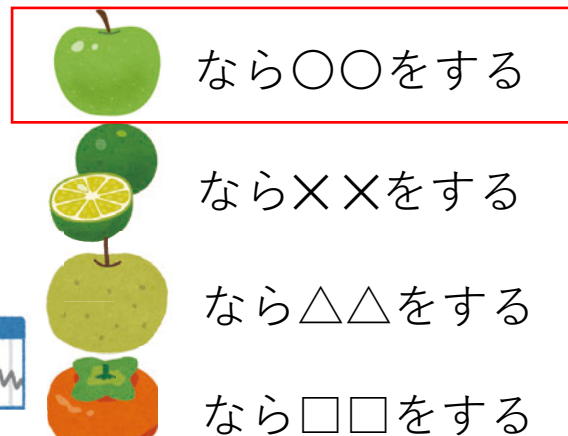
物理特性を認識するロボットアーム

可視化

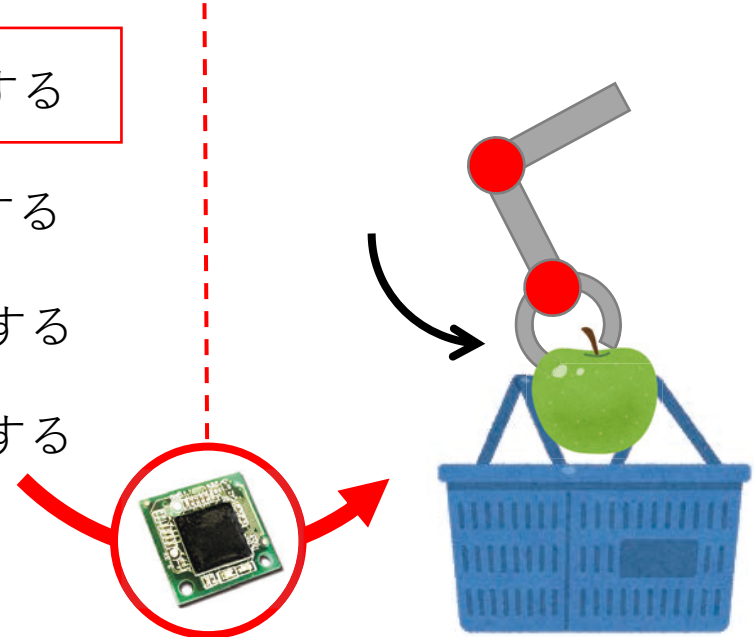


可視化した物理特性と
予め持っているデータを
フィッティングし物体認識

解析



動作へ反映

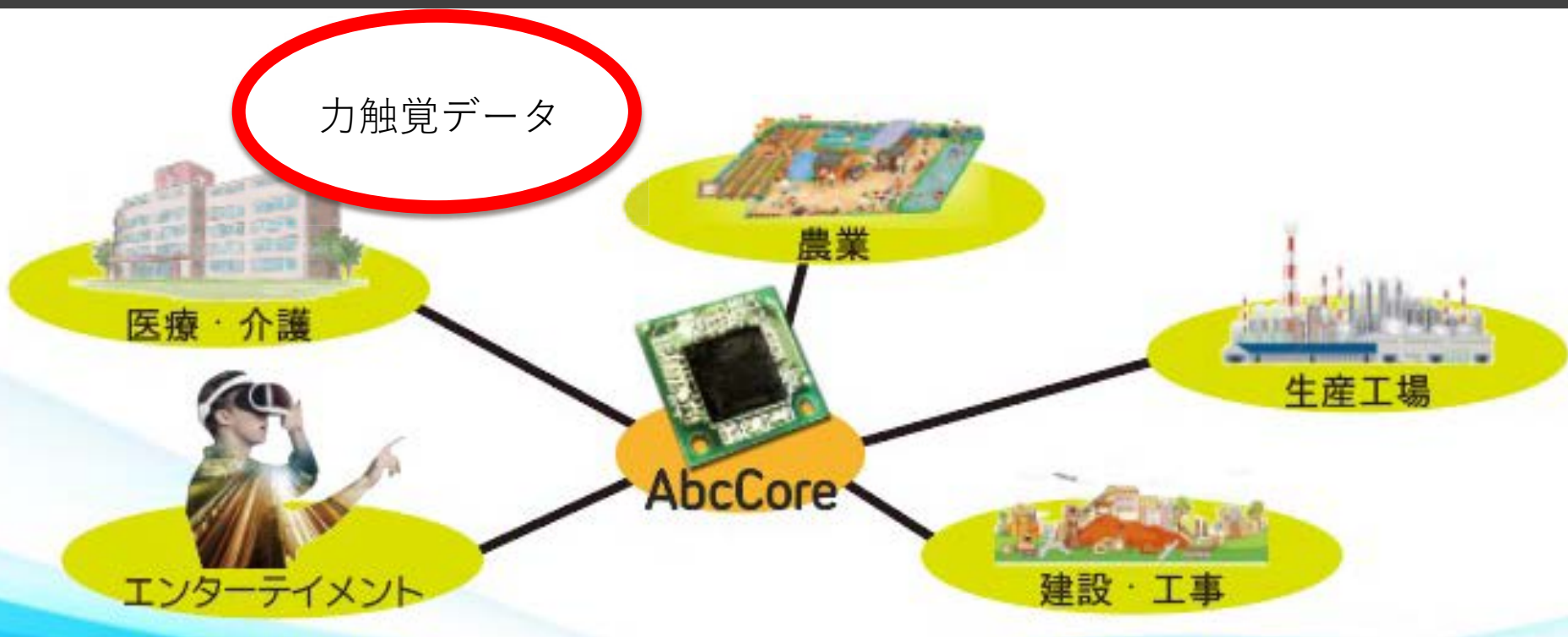


認識した物体に応じた動作を行う
例) ・潰れないようにやさしく持つ
・籠へ入れる
・別の物体を掴みに行く



AbcCoreを活用した技術開発は既に始まっている

大学と共同で様々な分野の先進的企業と製品開発を開始しています



サイバー世界で抽象化された力触覚データは、
任意の場所・時刻で自由に再利用可能です



世界と触れ合う**やさしいチカラ**を、あらゆる装置に

Real-Haptics technology by

 MOTION LIB

ご質問、お問い合わせ: contact@motionlib.com