企業用

【共同研究可能テーマ】　電通大　田野研

①詳細　2～5頁

＜テーマ1＞　特殊HMDと3D認識技術を活用したARの実応用

特殊HMD

×

2D画像処理（2D画像探索）
Ubic3D（3D形状探索）
TMR素子による3D磁気計測
N次元➡N+1次元再構成
（超音波エコー・海中エコー）

＝

デザイン
ピッキング
（物流）
ドローンUI
（航空機、船舶など）

③詳細　13頁
⑥詳細　27～38頁
②詳細　6～12頁
⑤詳細　26頁
④詳細　14～25頁

＜テーマ2＞　高度計算処理に基づくヒューマンアクチュエータ・センサの実用化

⑦詳細　39～41頁

＜テーマ3＞　ビッグデータを用いたイノベーション創出

⑧詳細　42～49頁

興味のある方は、田野 (tano@is.uec.ac.jp)まで連絡ください。
詳しく説明します。

企業用

電気通信大学　情報理工学研究科

情報学専攻　メディア情報学プログラム
田野・橋山研究室

教　授　田野　俊一　tano@is.uec.ac.jp
准教授　橋山　智訓　hashiyama@is.uec.ac.jp

協力研究員　市野順子　（東京都市大学　教授）
岩田満　（都立高専　准教授）

研究室　西10号館339号室

ホームページ：http://www.media.is.uec.ac.jp/tano

専門分野（田野）

2D/3D＋力覚メディア（電通大）

・2D/3D画像シームレス連携

・音声・画像の1D/2D/3D利用

・単一カメラベース協調的
　3D位置検出

高度メディア処理

知的・創造的・感性的活動の分析（電通大、MIT）

・体験的認知vs内省的認知

・短期記憶容量とアイデア喪失
　（キーボード、多層メニュー）

人間の認知モデル

人間の知的・創造的
活動支援メディア

知的処理

知識工学、高速推論（日立）
自然言語処理（CMU）
ファイジィ理論（東工大、国際ファジィ工学研究所）

・シンボル発現（単語と文法の発現（抽象化））
・Deep Fusion of Symbolic & Computational Intelligence

研究成果

人間の知的・感性的・創造的活動の支援

●人間の知性・感性．創造性を阻害する情報システムの分析と認知実験

●NewペンUI

RVI-Desk，散在するタブレット，

DynaGraffiti，デジタルPaper，論理的思考

1996年『知的マルチモーダルユーザインタフェース基本ソフトウエアの開発』 IPA 2億円

●スケッチ支援（UI，感性，画像処理）

2D ← 電通大発ベンチャー トリプルアイ（清書画楽）2010

2D－3Dシームレス（ゴジラシステム） ← 2001年『2D画像と3D画像をシームレスに用いるデザイン支援環境の開発』 IPA 4億5千万円

3D＋力覚

実物大デザイン環境 ← 科研費＋JST

●知的活動支援

デザイナ，幼児プログラミング，初心者向けデバッグ，会議，スポーツ

●認知モデル

デジタル情報家電

2005-10 フナイ情報家電プロジェクト

●インフォーマル情報の活用

情報推薦（Informal Social Filtering）

ユビキタスメモ

ライフログ

●ホームエージェント（基本理念，知的処理，インタラクション）

新領域

●Computational & Symbolic知的処理（サッカー，文字認識，ロボット身振り指示）

ビッグデータ発見，ロボットself学習，超スマート社会

JST未来社会創造事業「超スマート社会の実現」領域，2018

●新UI　注視と瞳孔反応，MEMS，TangibleGUI，視覚非依存，Human S+A

●医療　医療AR，3D画像合成

科研費＋電通大事業化支援＋ふくしま医療機器開発補助金

共同研究テーマ（企業、大学、研究機関）

●オフィス環境（デスク環境）でのRVIコンセプトの実現：RVI-DESK　（日立製作所）
●マルチモーダル情報（視線、動作、身振り）を用いた戸惑いの検出と
　マルチメディア情報を用いたヘルプ教示（オムロン、東大、宇都宮大）
　　複雑な機能を有する機器の操作
●環境評価システムにおけるユーザインタフェイス（工業技術院　物質研）
　化学物質汚染推定システムのユーザインタフェイス
●ネットワークコンピュータを中心にしたホームコンピュータの将来像（フナイ、ムトー）
●ゴジラプロジェクト
　『2D画像と3D画像をシームレスに用いるデザイン支援環境の開発』
　（日本IBM、エリジオン、東洋情報システム、三洋電機 、トヨタ自動車）
●バリアフリーカーにおける適応的情報的提示手法（シバックス）
●ペンを中心としたユーザインタフェース（リコー）
●最適GUI／WEBの自動生成（東芝テック）
●パーキンソン病患者の歩行支援ツール（順天堂大学、オリンパス）
●タブレットPCを用いた知的活動支援（マイクロソフト）
●デジタル情報家電プロジェクト（フナイ）
●電子ペーパを用いた知的活動支援（エプソン）
●2Dペン（トリプル・アイ）
●AR医療診断システム（菊池製作所、JR病院（昭和病院）、日立アロカメディカル）
●スポーツと知的創造的活動（ミズノ・富士ゼロックス）

＜現在進行中＞ ◇AR医療診断システム（菊池製作所、TCC Media Lab）
◇次世代AR情報環境（TIS）
◇DeepLearningとARを組み合わせた地震対策（竹中工務店）
◇音波と6DOF　IMUデータを用いた水中ロボットの位置推定（農研機構）

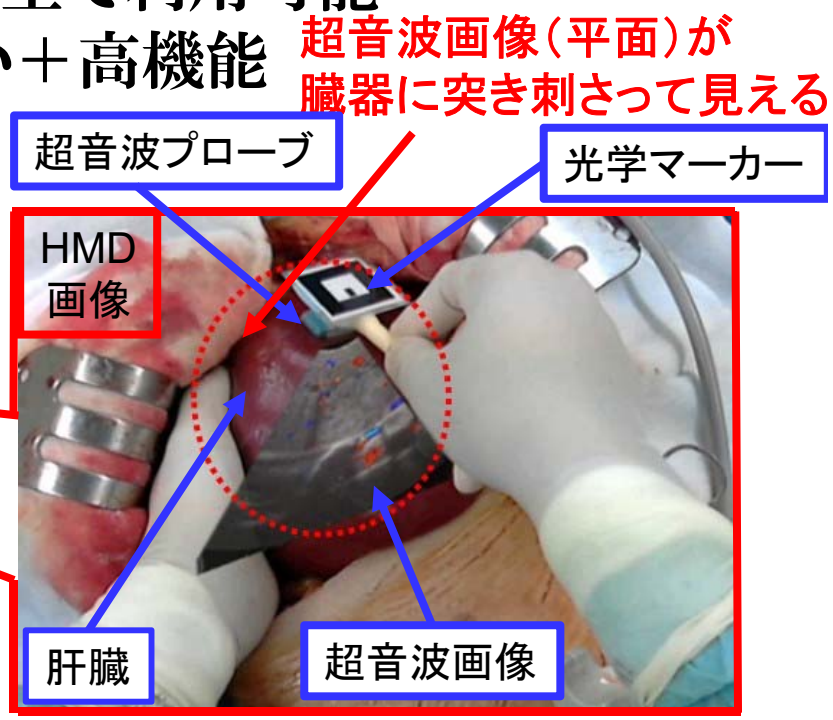
超音波画像に基づく高度医療情報を提示可能とする汎用かつ簡便な医療3D-ARシステムの開発

概要

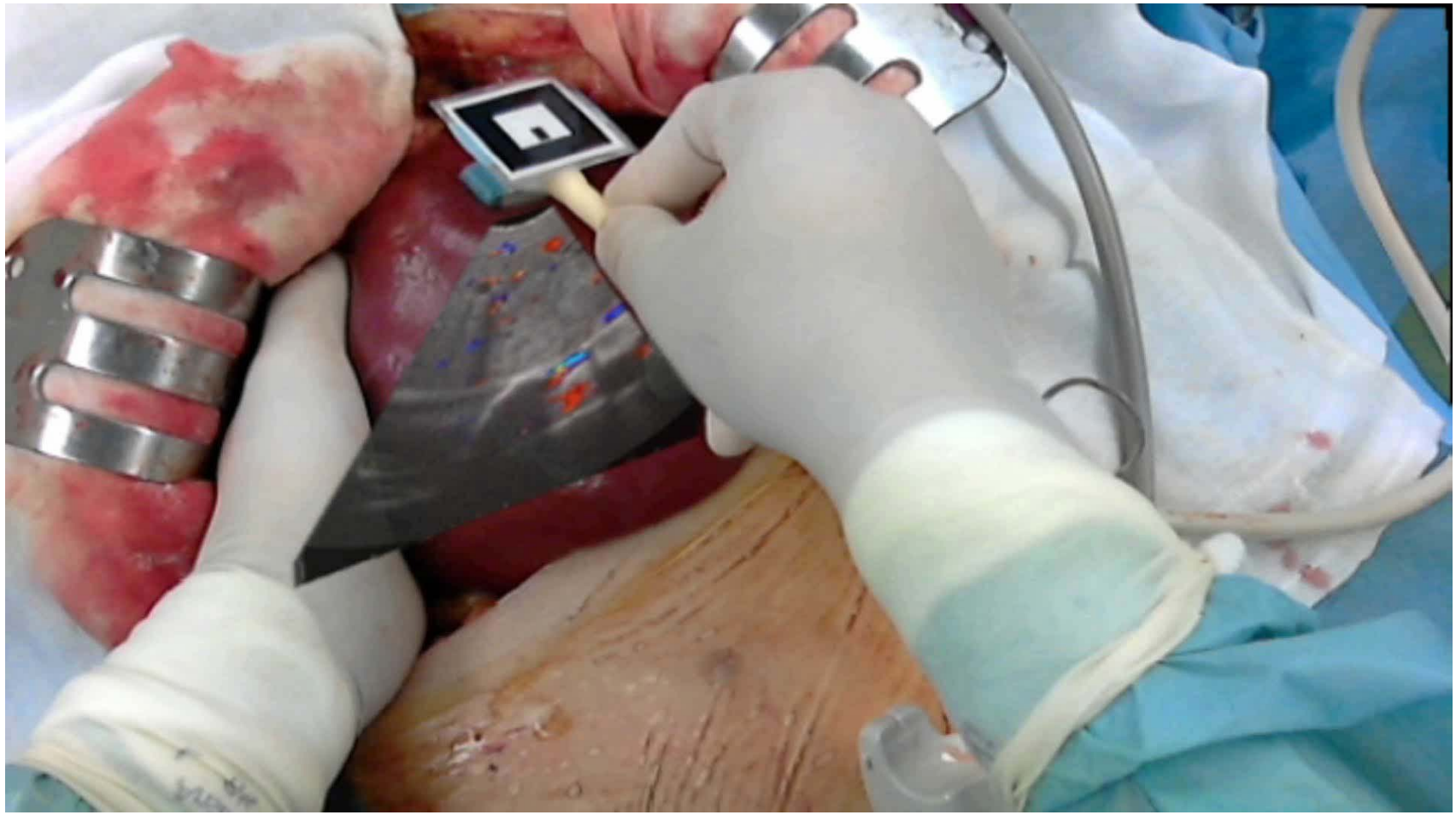
超音波プローブの先端に位置する患者の体内の正確な3D位置に、立体画像として、超音波画像を、重畳表示する

【特徴】

- 術中に利用可能な「高精細画像の高速・低遅延表示」
- 3Dの断面画像を患者体内に重畳表示
- キャリブレーションが不要、明るい手術室で利用可能
- すぐ使える＋簡単に使える＋見やすい＋高機能



実行例:ビデオ 超音波画像(平面)が突き刺さって見える



2種のビデオシースルーHMD

光学シースルーHMD

◆ 外界は透明なガラスを介して見える
◆ 情報は、ハーフミラーなどの機構を介して提示

○外界が自然に見える
×見にくい（外界の輝度、色に左右）。
×提示情報と外界の位置合わせが困難（本質的には、瞳孔をトラックする必要がある）

ビデオシースルーHMD

◆ カメラで撮像した画像をクローズドなHMDで見る

○カメラ画像をマーカー認識に用いれば、提示情報と外界の位置合わせが容易
×外界が見にくい。閉塞感。

2種のビデオシースルーHMD

表示形態：HMD

●2種の仕組み

- クローズド型ビデオシースルーHMD

- オープン型ビデオシースルーHMD
  （連続的に光学シースルーからビデオシースルーに変化）

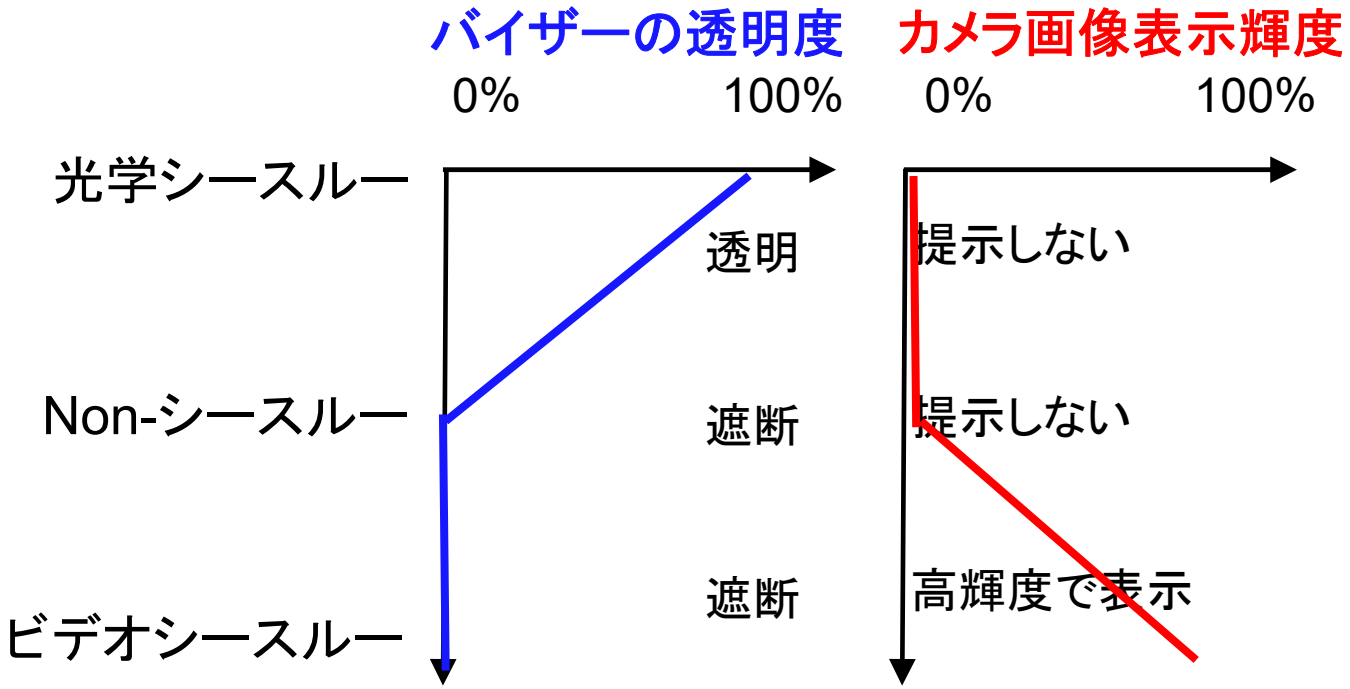
光学シースルーHMD ＋ バイザー（ LCD サングラス）

＋

（ 例： **CTRL ONE** ）

オープン型ビデオシースルーHMDの制御

連続的にビデオシースルーに変化する「光学シースルーHMD」



想定するHMDの形状

●形状が問題

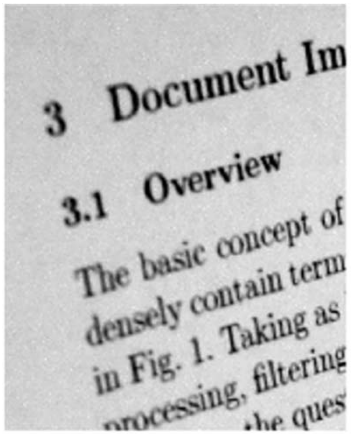
	クローズド型 ビデオシースルー	オープン型 ビデオシースルー
固定タイプ		
脱着容易タイプ		
跳ね上げタイプ		

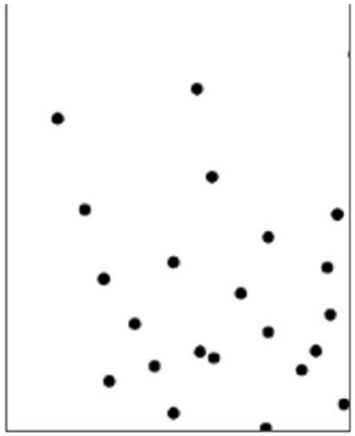
（PENTAX　PRISMVUE NF3）

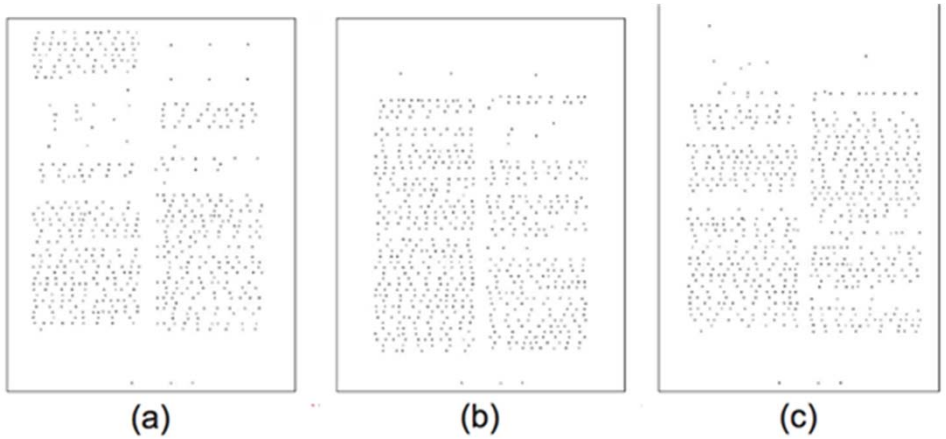
現在、3種類のHMDを試作中 ➡ 画面に映すだけ

2D画像探索は高速に実行可能

●数十億の画像片からの検索
●元画像（任意角度、距離、小部分） → 特徴点
●画像DBの中から文書を検索する（数百万ページ）







➡ つまり、現在の視野内で、過去登録した画像のリアルタイム検索が可能
➡ 過去登録した画像の大きさがわかれば、3D位置もわかる。
（汎用APIといて一部公開されている）

（2D画像間のハッシュを用いた高速照合：黄瀬 浩一，岩村 雅一[16] ）

協調的3D位置検出アーキテクチャ UbiC3Dの概要

（1） 基本方式：単一カメラによる視覚特徴量の3Dマップ作成

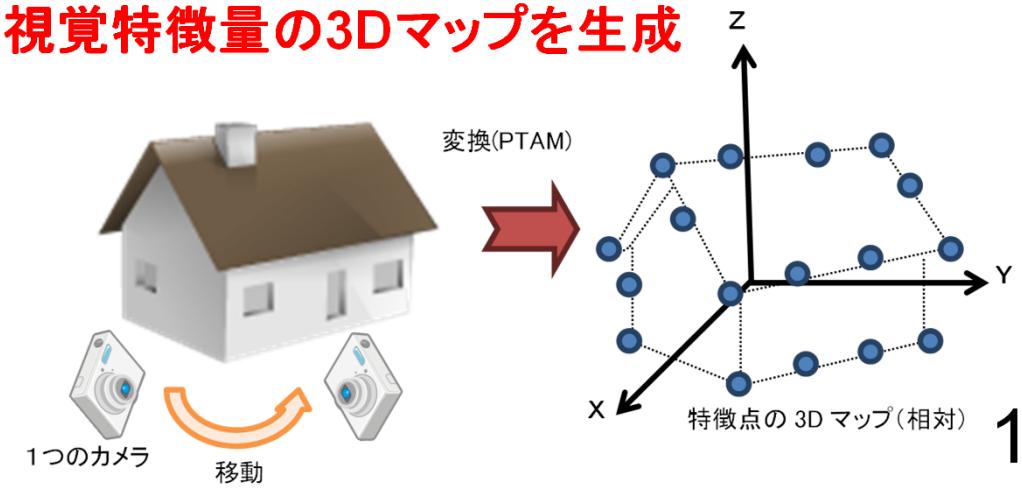
●特別な信号（磁気や超音波やレーザなど）ではなく，
視覚的な信号を用いる

我々の目的 ＝ 人間の知的・創造的・感性的活動の支援
人間の3D位置知覚が前提とする視覚的特徴に依存してもよい

●要件（1），（2），（3）を満たす可能性

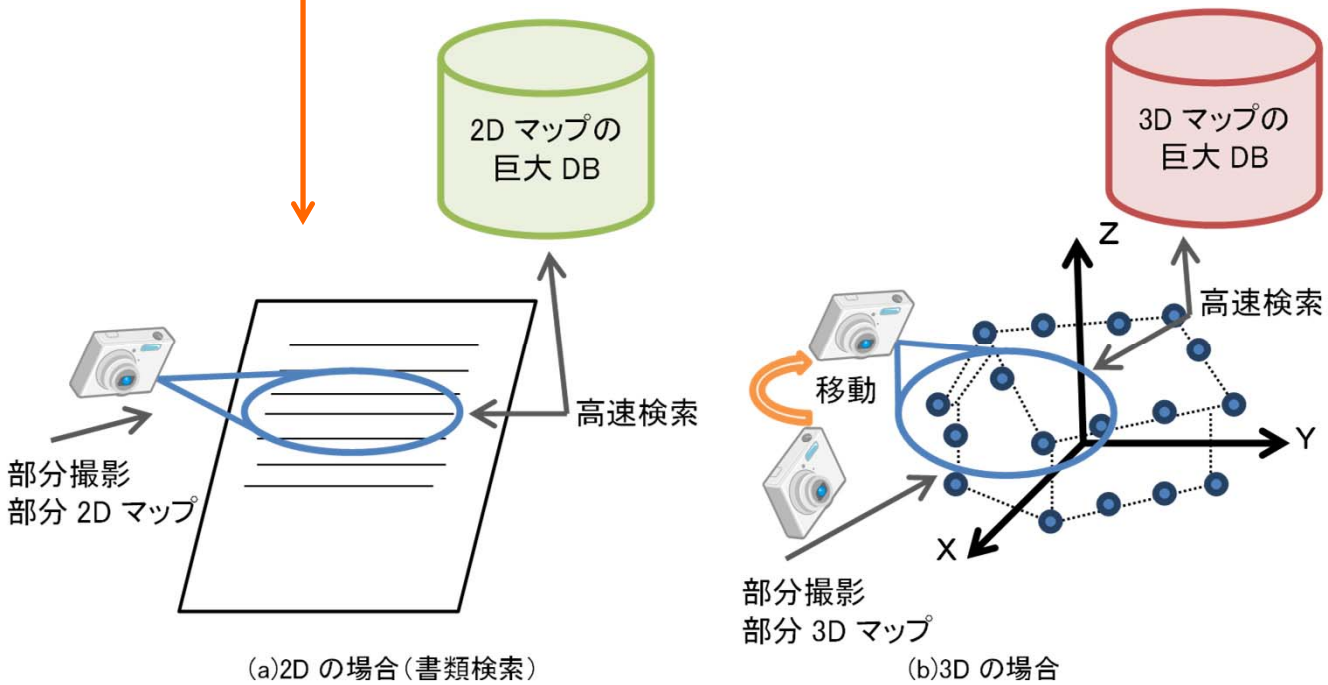
●**単一カメラを移動しながら対象物を撮影**

⇨ **そこに含まれる視覚特徴量の3Dマップを生成**



（4）拡張3：ハッシュを用いた高速な3Dマップ間マッチング

●大問題：部分3Dマップと，全体3Dマップのマッチング問題
●2Dでの解決法（Hush利用）を3Dに拡張



原理実証実験

（1）原理実験処理フロー

初期の3D マップ生成（PTAM）

↓

十分性の検証（方向のみのチェック）

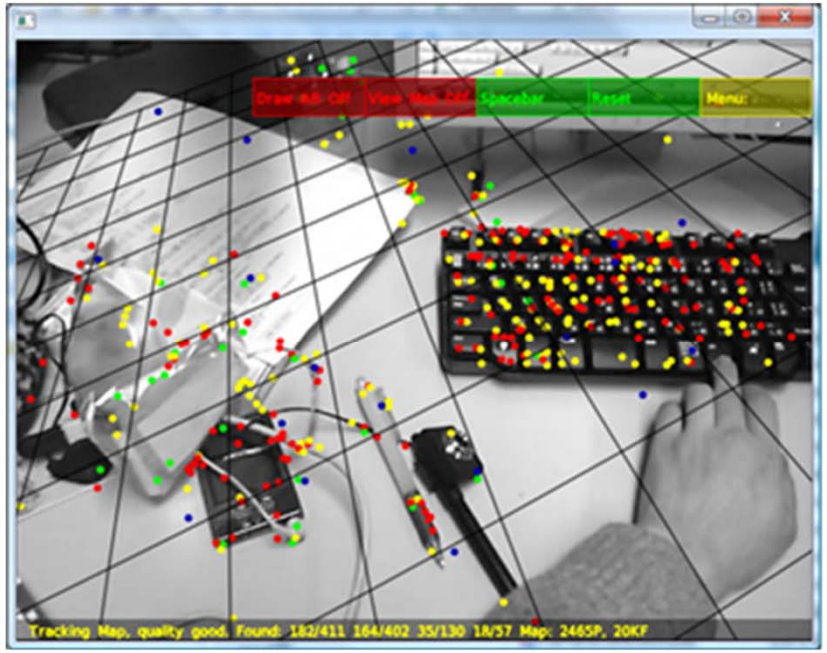
↓

不足領域の再撮影による 3D マップ追加

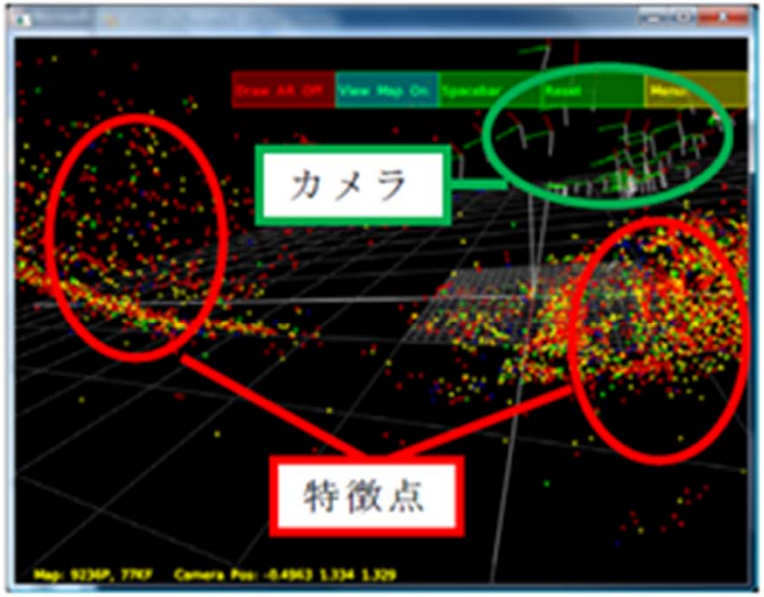
↓

3D 描画（トラッキング処理）

（2）PTAM（初期の3Dマップ作成で利用）

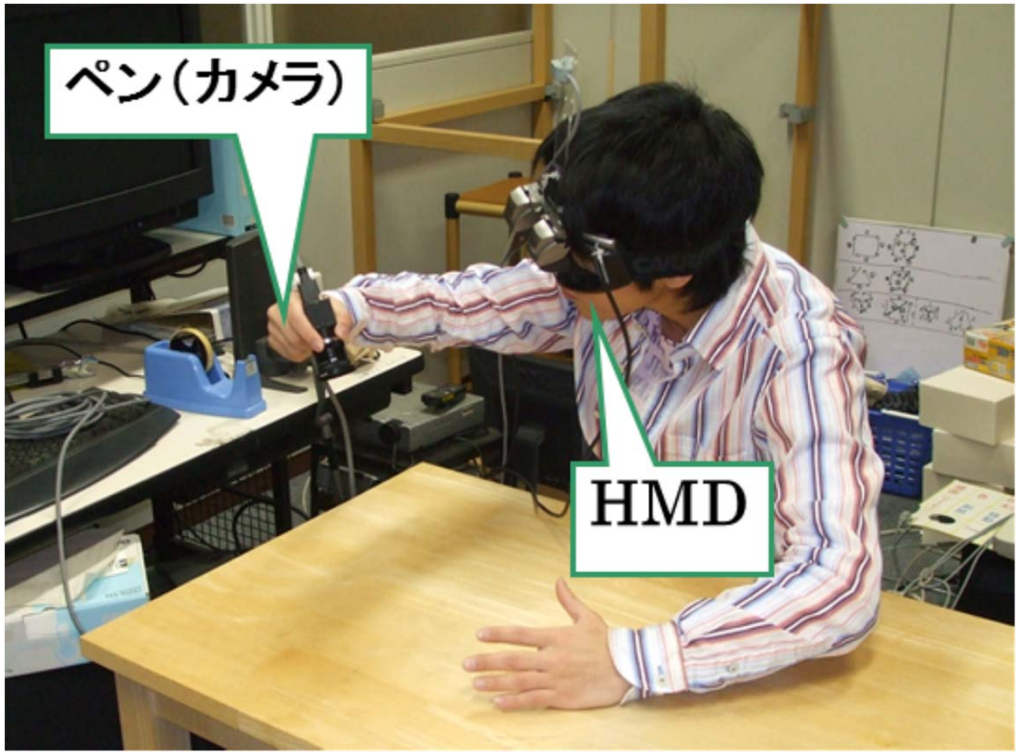


(a) PTAMによる特徴点



(b) PTAMの3Dマップとカメラ位置

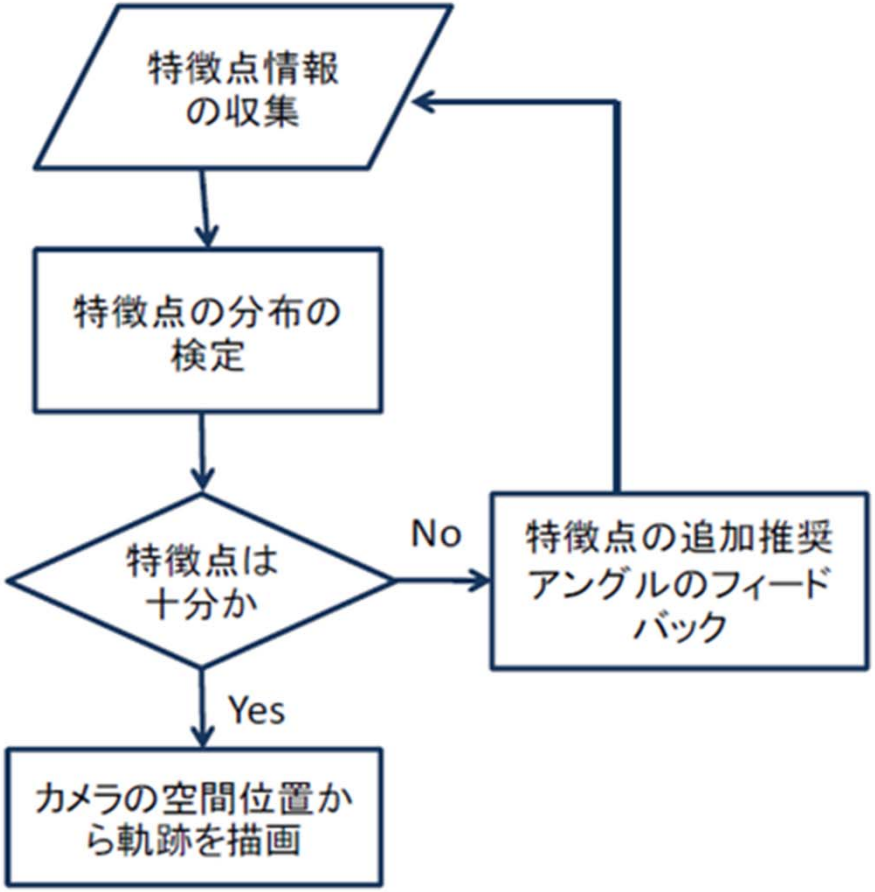
(3)プロトタイプ



OS	Windows vista
CPU	Intel® Core™2 6700 2.67GHz
Video	NVIDIA Quadro FX 540
Camera	Ponit Grey FL2-03S2C
HMD	島津製作所　シースルーHMD

(4)実験結果:十分性の検証

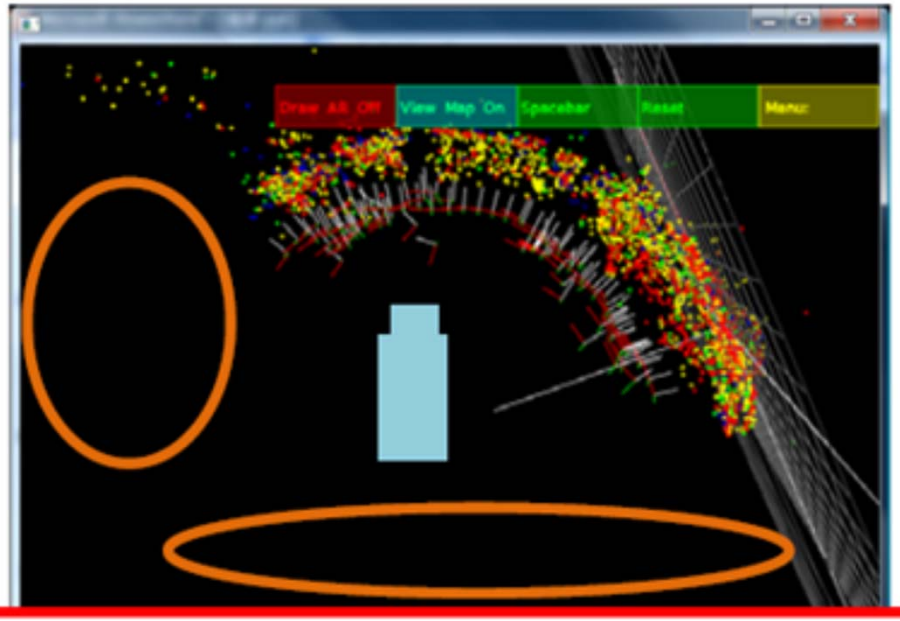
フロー



(4)実験結果:十分性の検証

計算例1

●左と下部の部分の特徴量が不十分
●この方向にカメラを向け，追加撮影することを指示

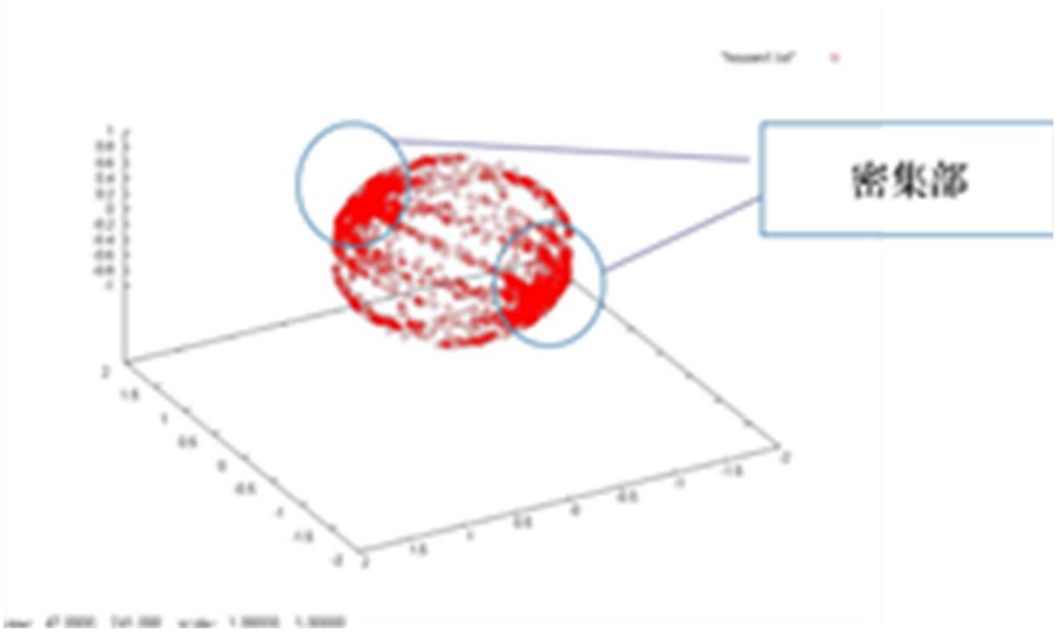


全周から特徴点を検出できていないので正しいカメラの移動量を検出できない

(4)実験結果:十分性の検証

計算例2

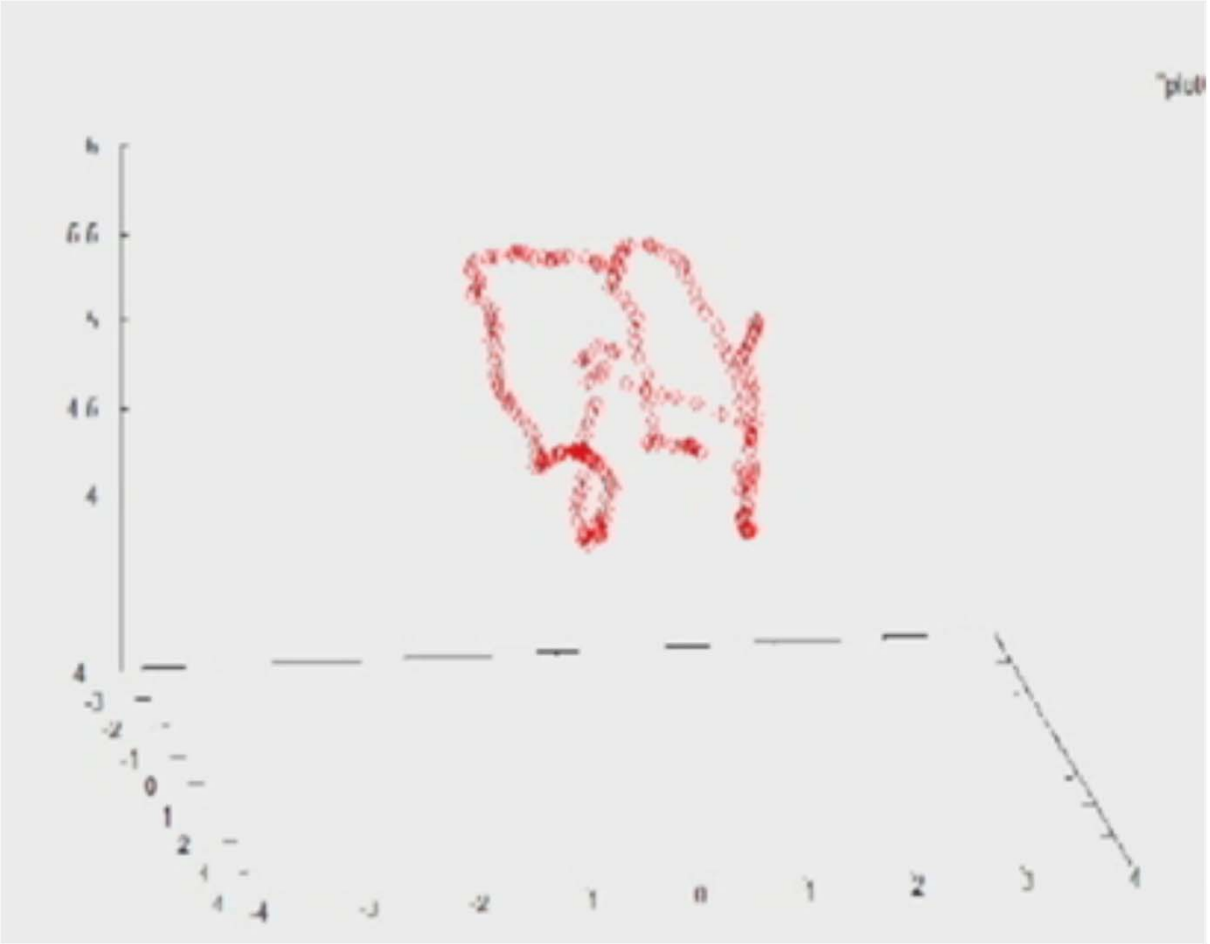
- 特徴点が分布しているかを，半径1の球として表現
- 特定の2方向に特徴が集中しており，この方向にカメラが向いた場合，高精度で3D位置が計算でき，それ以外の部分では精度が落ちる



(5)実験結果:描画結果

(a) 実験風景

(5)実験結果:描画結果



(b) 描画例

ビデオ：立方体の描画実験1　(65 sec.)

ビデオ:立方体の描画実験2 (100 sec.)

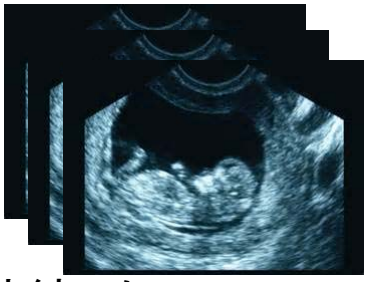
連続N次元データからのN+1次元データ再構成

（超音波エコー、海中エコー、レーダーなど）

●N+1次元での対象の連続性を仮定すれば、

連続的にN次元データを得られれば、
計測の方向ベクトルが得られなくても、
N+1次元データを再構成できる場合がある。

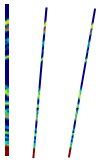
＜例＞



連続した2Dエコーデータ
＜位置情報なし＞

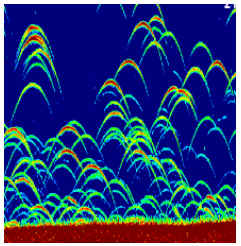
➡

3D形状データ



連続した1D海中エコー

➡

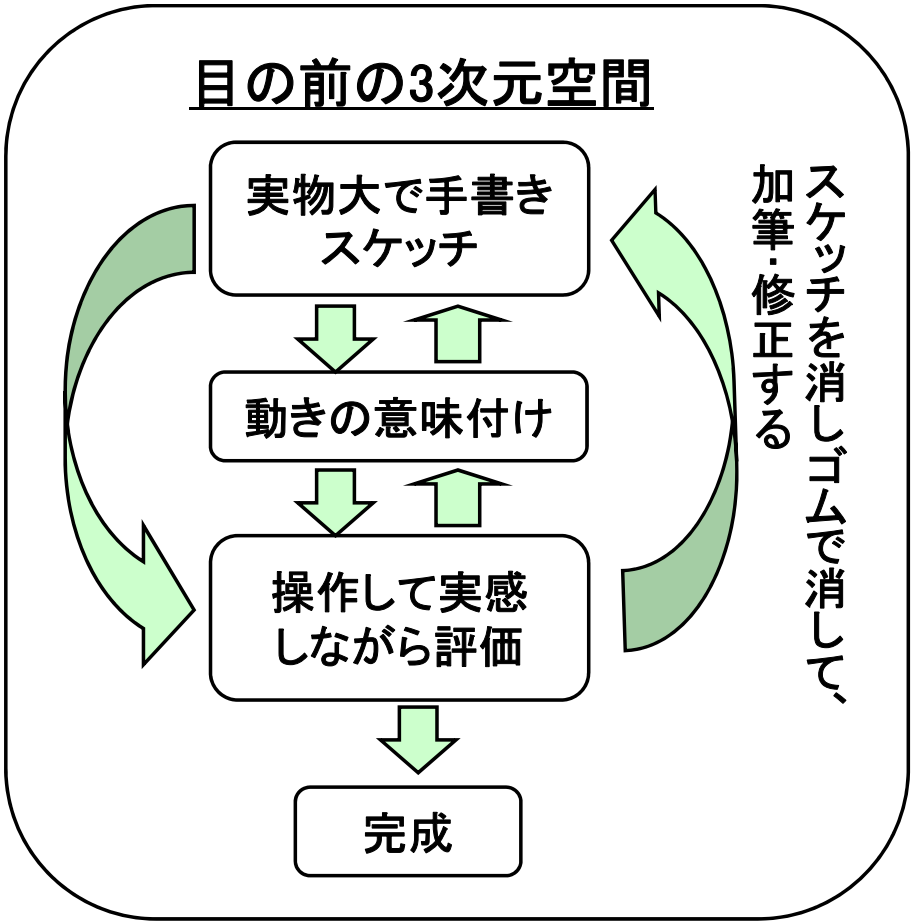


2D海中エコー

「実物大＋実操作可能」3Dデザインシステム

（1）新たなデザインフロー

新たな3Dデザインフロー

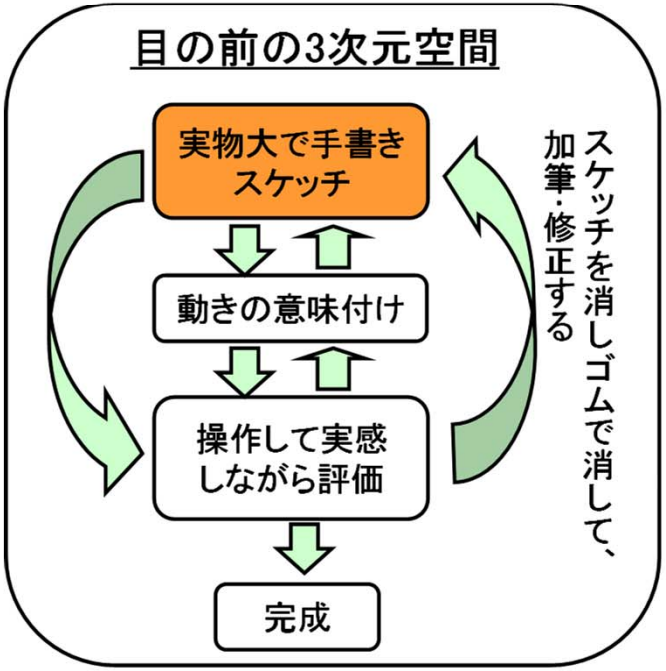


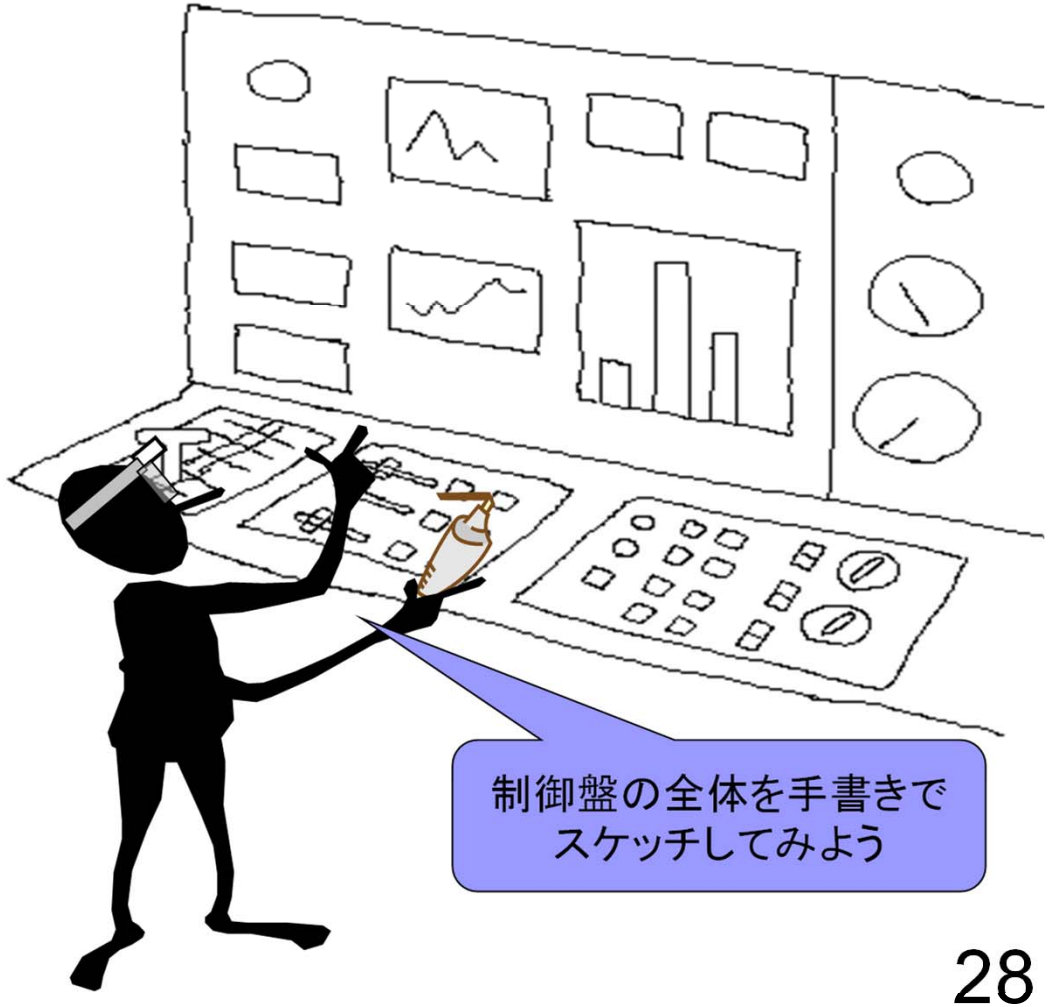
目の前の3D空間に、
自由に落書きし、
落書きを動かしてみて、試行錯誤する！

3D形状においても、創造的な活動が可能

（1）新たなデザインフロー

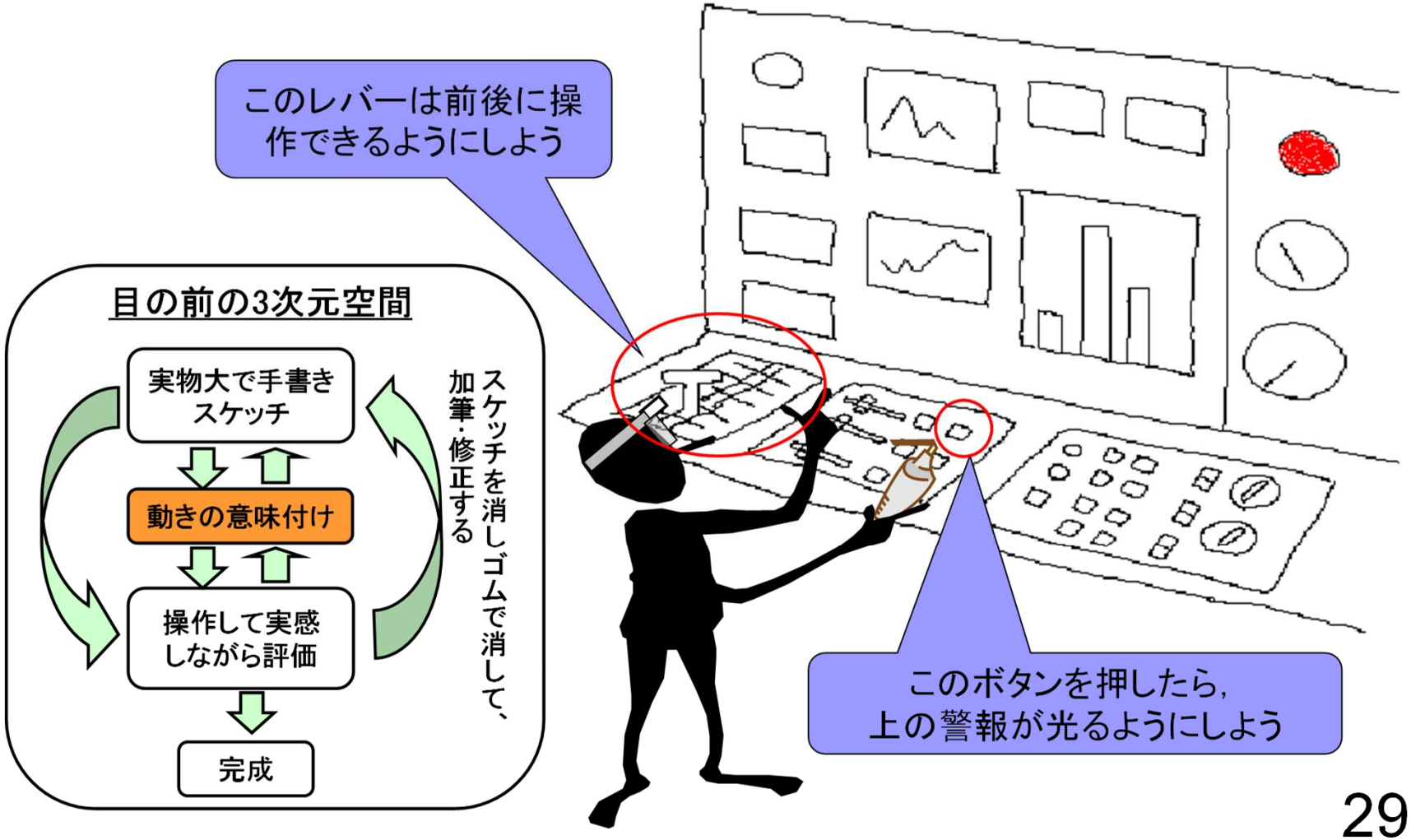
デザインフローシナリオ（1／4）





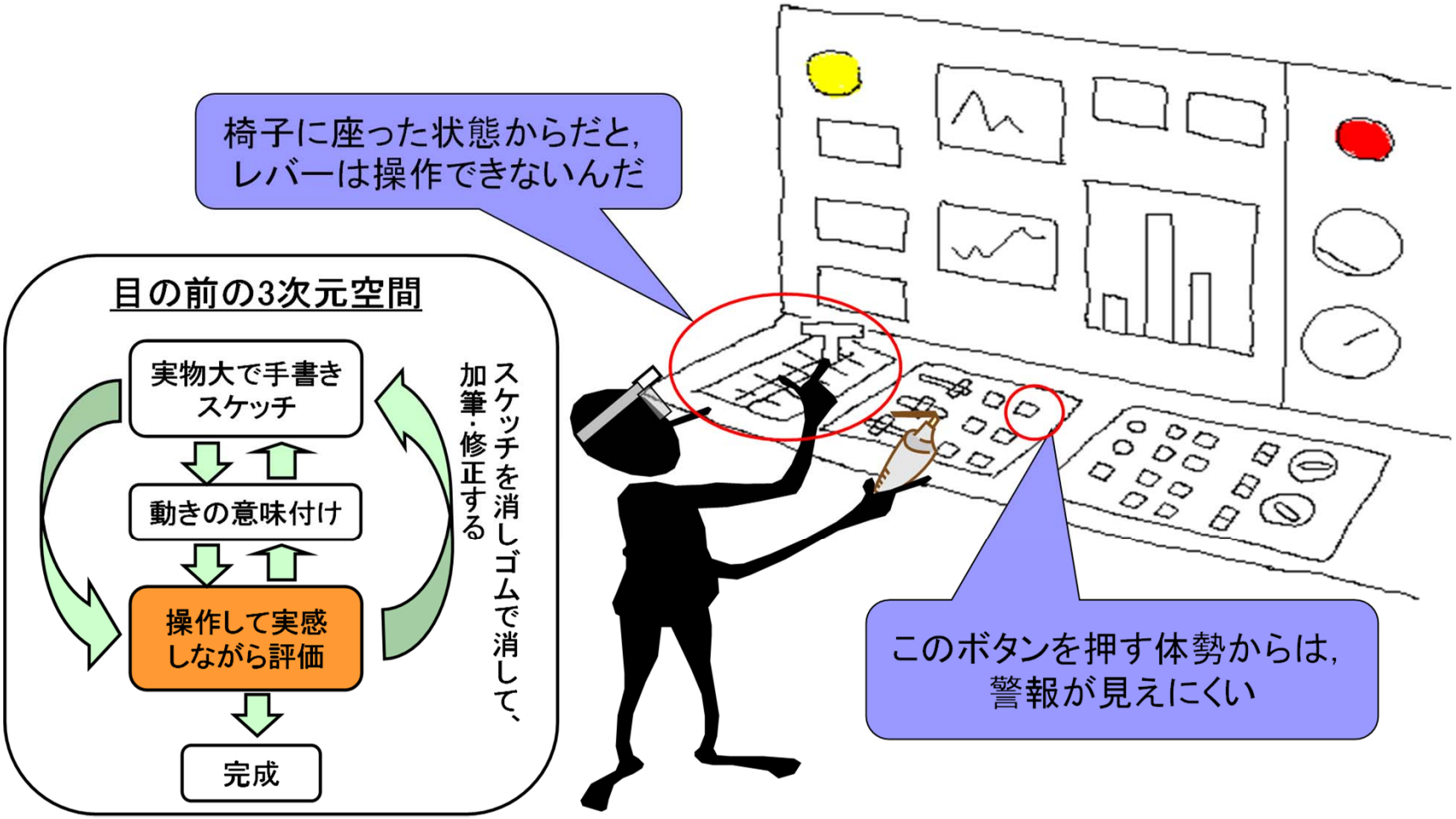
（1）新たなデザインフロー

デザインフローシナリオ（2／4）



（1）新たなデザインフロー

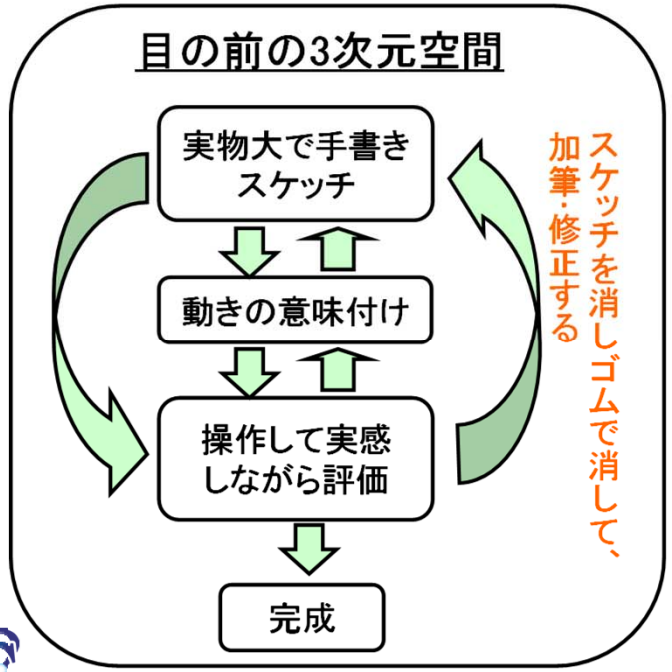
デザインフローシナリオ（3／4）

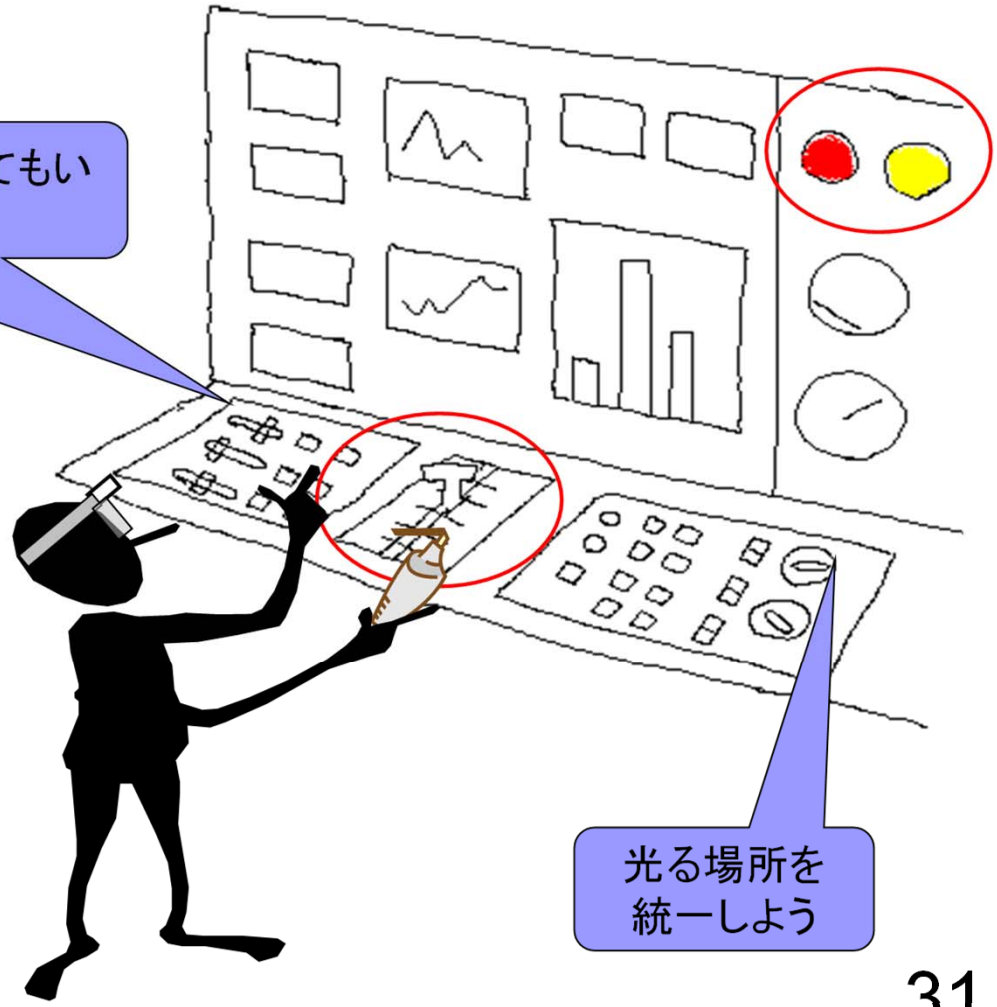


（1）新たなデザインフロー

デザインフローシナリオ（4／4）

レバーの位置は椅子を立たなくてもいいように，真ん中にしよう

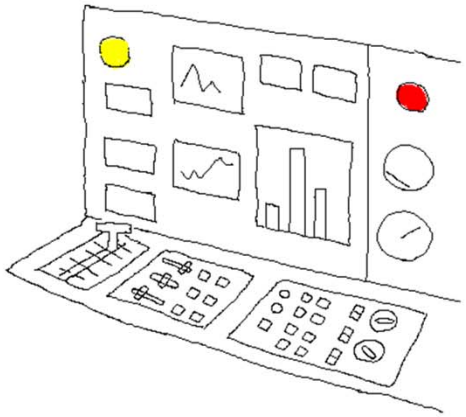




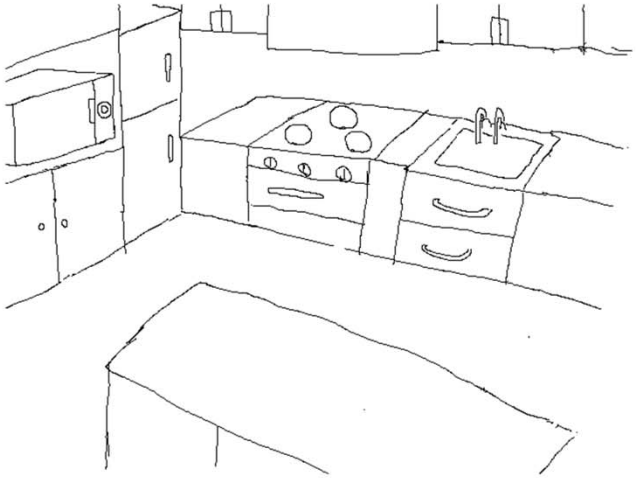
光る場所を統一しよう

（1）新たなデザインフロー

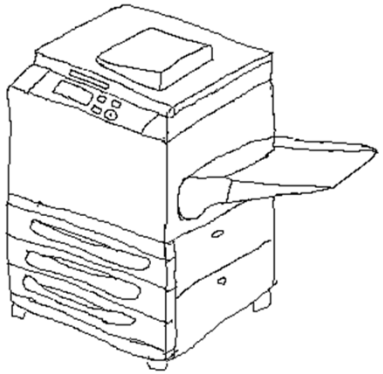
利用可能分野



コントロールセンタ



キッチン



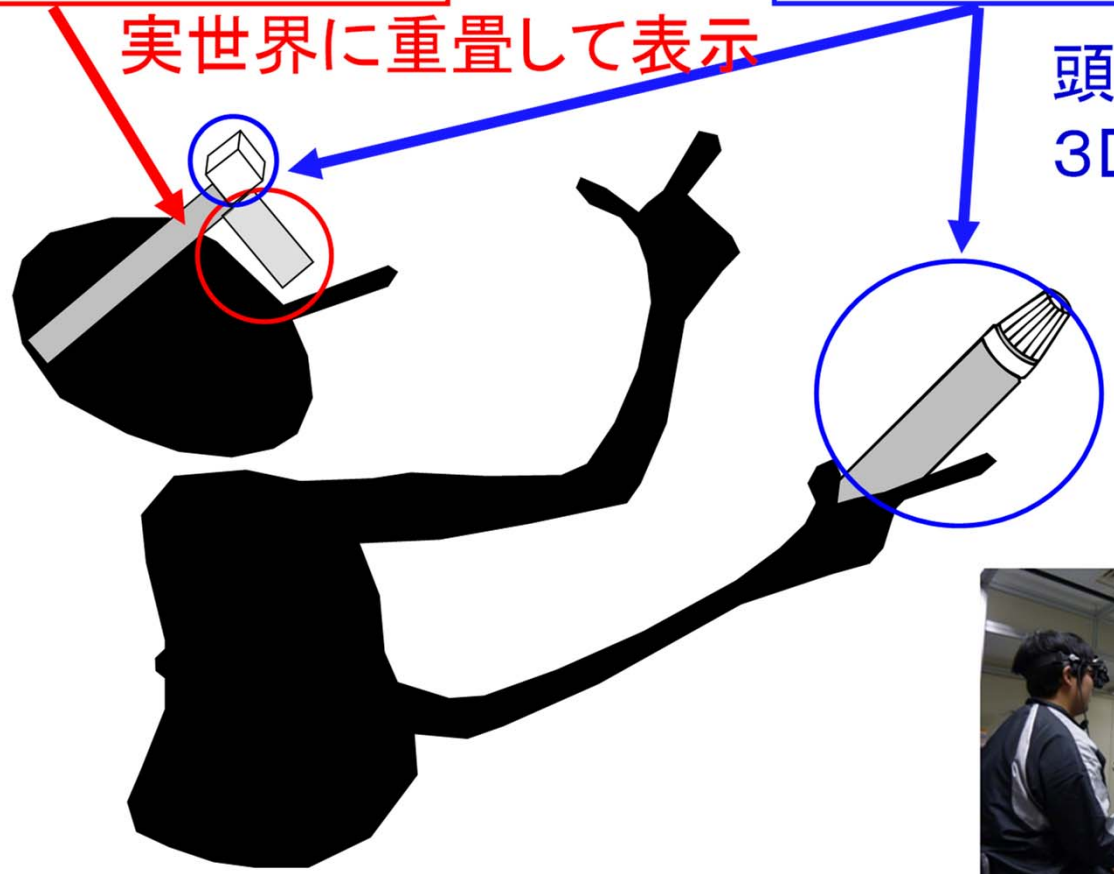
コピー

＜人間が手足を動かして操作をするもの全て＞

（3）現在のプロトタイプ

シンプルなハードウエア構成

（1）シースルーHMD と 3D位置センサ のみ



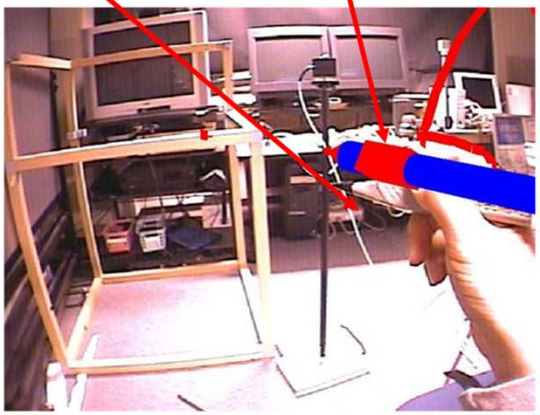
（3）現在のプロトタイプ

シンプルなハードウエア構成

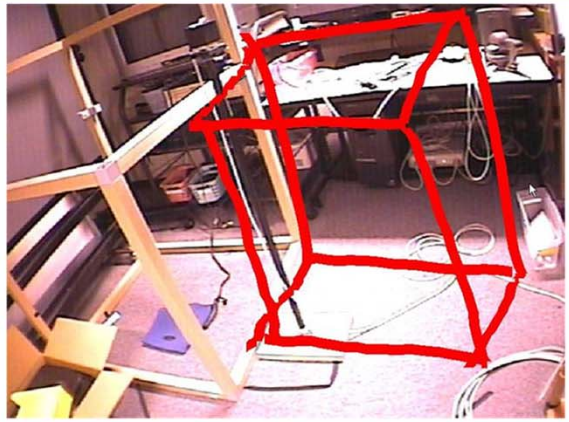
（2）実世界に、手書きの線がそこにあるかのように見える

実世界のペン

仮想のペン



実世界の物を基準にスケッチ

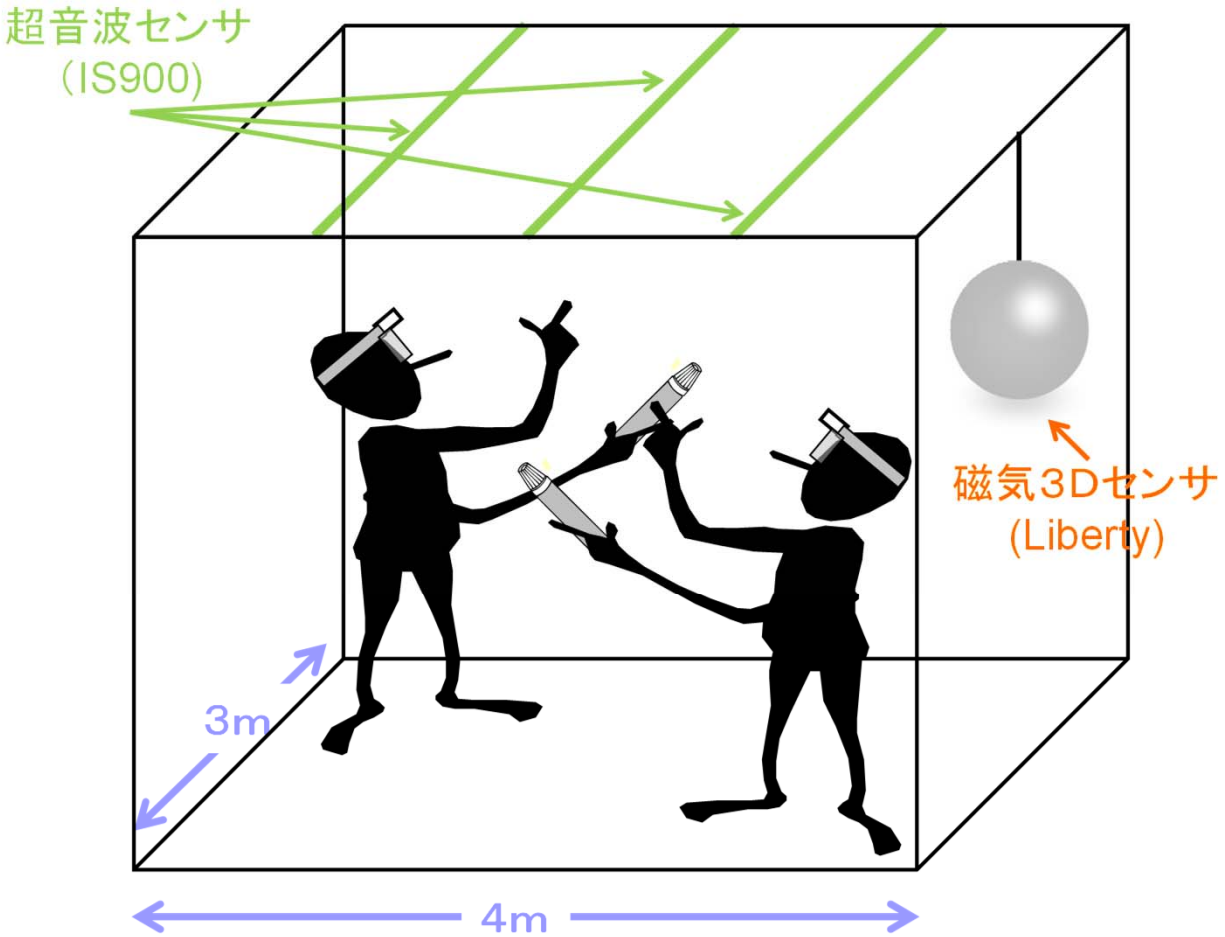


直方体がそこにあるかのように見える

◆デザイナの腕や手や実世界の背景が見える
◆デザイナの姿勢の動きに対応して見える
◆複数人でのデザイン活動においても相手を確認し自然にコミュニケーションできる

（3）現在のプロトタイプ

デザイン空間：広空間（3m×4m）＋多人数（6人）



全体

IS900

Liberty

ビデオ:「指定された簡単な制御盤」のデザイン (56 sec.)

ビデオ:「前からでも後ろからでも操作できるコピー機」の自由デザイン (56 sec.)

特許

2011年7月に特許が成立

特許番号	第4769942号
発明の名称	3Dデザイン支援システム及び3Dデザイン支援方法
特許権者	国立大学法人電気通信大学
発　明　者	田野　俊一，山本　伸也
出 願 番 号	特願2006-069747
出　願　日	2006/3/14
登　録　日	2011/7/1

技術トレンド：UIのための低価格の皮膚表面電位計測器

MYO（マイオー。約2万5千円）

●腕に付ける8チャンネルのEMG（表面筋電位）

MYO

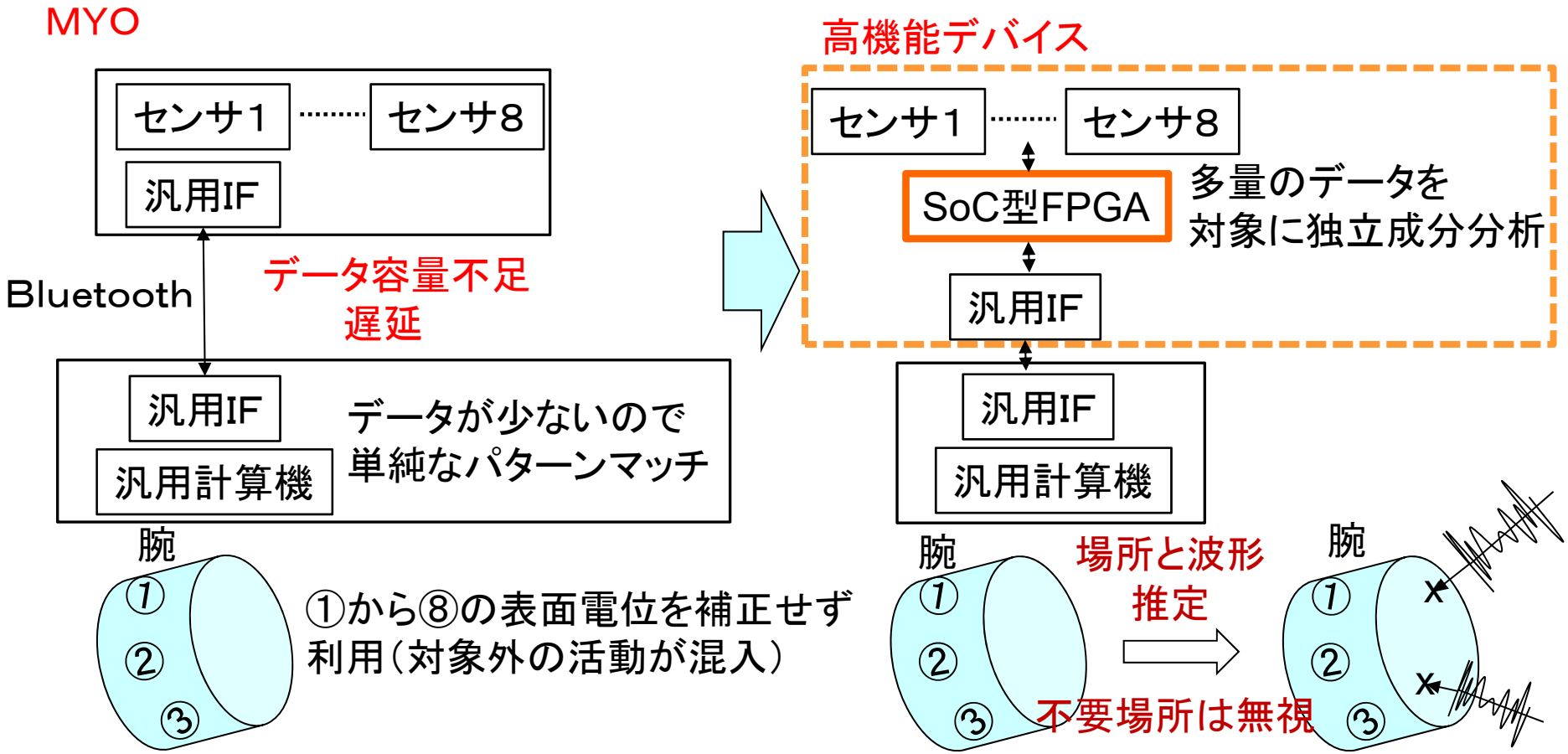
1チャンネル×8

他にも
- Bluetooth接続
- 加速度＋地磁気＋角速度＝9軸
- バイブレータ

（通常、「8チャンネル生体アンプ+無線」100万円程度）

https://www.thalmic.com/en/myo/

汎用センサ＋FPGA＋アルゴリズム ⇒断面筋電位センサ



●医療ARに使える（手術室）
●高精度汎用UIデバイスとしても利用可能 ⇒ ある程度台数が見込める
●新しい仕組みのデバイス（他社の追従が難しい）
＜新規研究は不要。すべて既知＞

＜+αの機能も＞

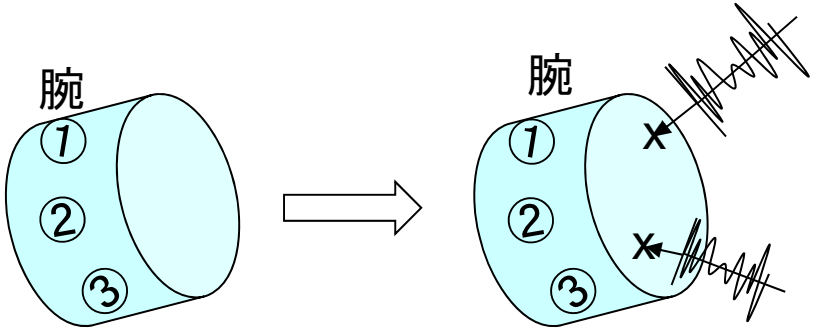
さらに一歩進めて、ヒューマンアクチュエータ・センサ

センサ

高周波独立成分分析処理

表面筋電位計測

場所と神経信号が判明

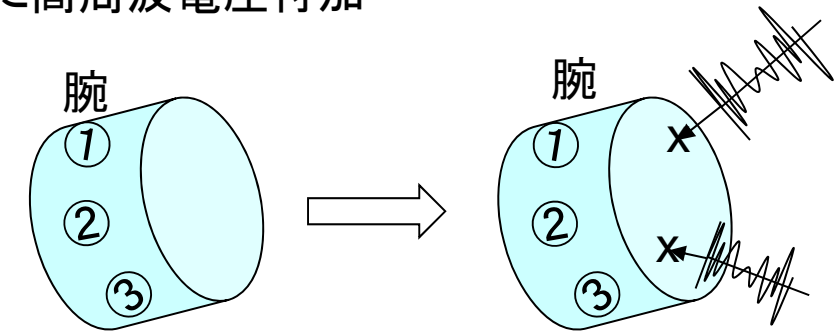


アクチュエータ

高周波波形合成処理

表面に高周波電圧付加

特定の場所に低周波信号を生成



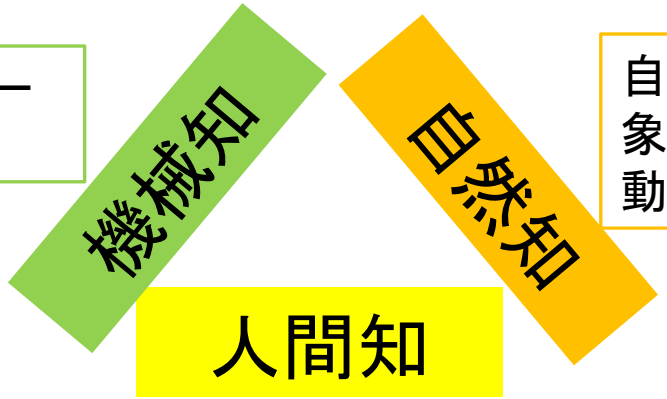
ビッグデータ関連の共同研究テーマ案

統合システム「Innovative Gaia」構想

人間知・機械知・自然知の融合によるInnovation創出情報環境

⇒　拡張された「ビッグデータ」＋知的・創造的活動支援

自律的に新たなイノベーションシーズを発見



自然の営みに現れる物理現象や動植物（含む人間）の行動をイノベーションの糧とする

人間や集団の創造的活動を支援する高度な情報環境によりイノベーション創出を強化

●詳細　　⇒参考資料（本資料の後ろに添付）

×現代の「ビッグデータ」研究の問題点
➡広い問題設定で取り組む

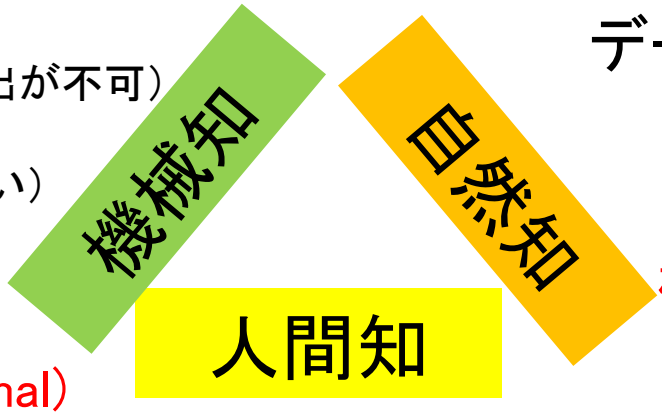
IoT, 物流、、、

×統計解析（同時生起）のみ

表層的な分析のみ（意味の抽出が不可）
新しい知見が得られにくい
（当たり前の知識しか得られない）

⇩

深い意味の獲得
（Symbolic+Computational）



×計算機に取り込みやすい
データのみ

⇩

自然の営み、物理現象、動植物（含む人間）行動も収集

×２つの観点で人間の知を生かしていない

⇩

（１）知的活動の微小な変遷
もビッグデータ化

（２）総合的な知的・創造的活動
支援環境

オフィスでの知的作業、スポーツでのひらめき

2018 tano@is.uec.ac.jp

Innovative ガイア構想　電通大　田野

ICTを共通基盤とした人間知・機械知・自然知の
融合コミュニケーションによるInnovative社会の実現

問題意識

現状分析
国際的な競争→イノベーション創出が必須
→「その源泉＝人間力」

↓

問題意識
しかし皮肉なことに、ICTによる教育・情報の平等化が進み人間力はグローバルに急速に均質化
→日本の衰退

↓

Innovative Gaia
日本の社会自体を「ICTにより強化された人間知・機械知・自然知の融合システム」へ変革

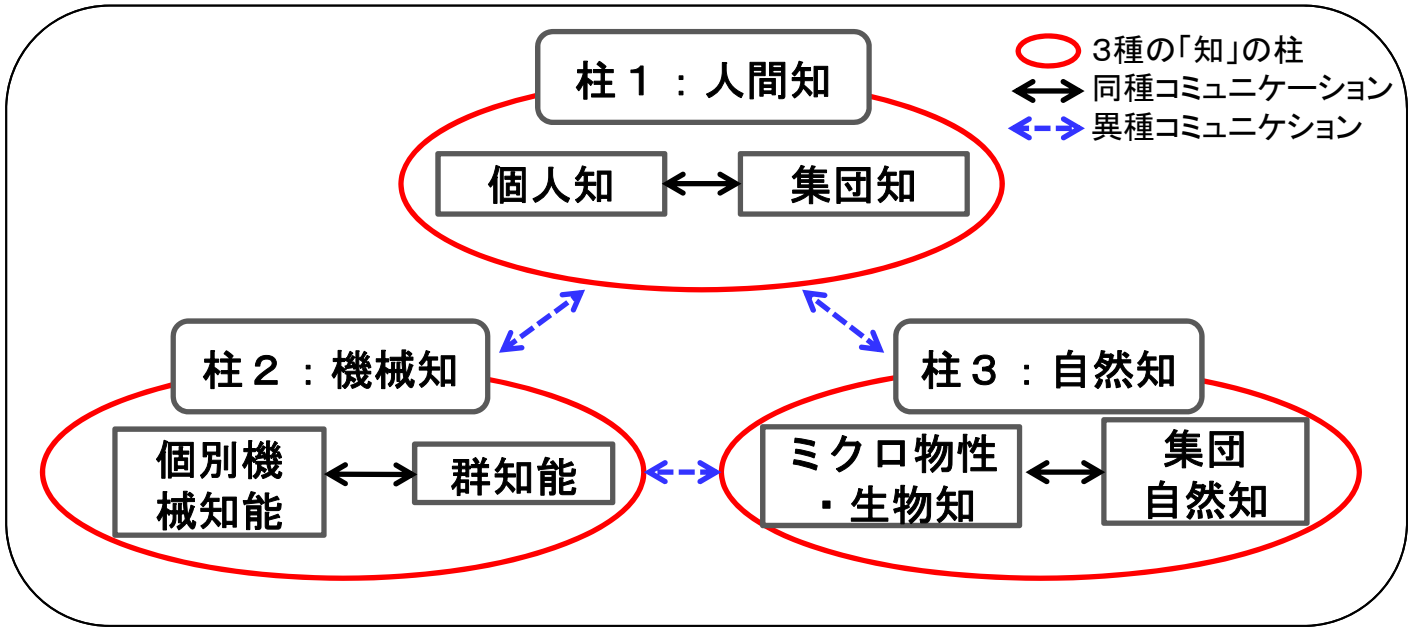
↓

日本の復活

イノベイティブ・ガイアのアーキテクチャ

Innovative Gaia

人間知・機械知・自然知のICTによる
強化・融合によるInnovation創出



【アプローチＡ】
ICTによる
「３つの柱の革新的強化」

【アプローチＢ】
ICTによる「異種・創発
コミュニケーションの実現」

高度ICTインフラストラクチャ

イノベイティブ・ガイアの特徴（1）

アプローチA：ICTによる3種×2レベル「知」の強化

人間知	人間や集団の創造的活動を支援する高度な情報環境によりイノベーション創出を強化	単体知 群知
機械知	自律的に新たなイノベーションシーズを発見しうる機械知能	単体知 群知
自然知	自然の営みに現れる物理現象や動植物の行動をイノベーションの糧とする	単体知 群知

イノベイティブ・ガイアの特徴（2）

アプローチB：ICTによる異種コミュニケーションによる創発

・3種×2レベルの「知」の異種コミュニケーション
・個々の同種の知がコミュニケーション
　→群知能
　　→異なる種別間での異種コミュニケーション
　　→次元の異なる高度なイノベーションが創発

イノベーションのパラダイムシフト

現在のイノベーション ＝ 人間個人の知的活動の産物

↓

次世代のイノベーション ＝ ICTで強化された「人間知」「機械知」「自然知」のシステマティックな融合の成果物

イノベイティブ・ガイアの技術課題

	現在のレベル		要求されるレベル
人間知	現状	様々な情報メディアを活用した環境が出現	イノベーション創出の認知過程の解明に基づく高度情報環境
	課題	創造性を生まない（例：熟考できないメディア、逆に閉じこもるインターネット）	
			異種知能の連携支援
機械知	現状	多量データ（Bigdata）をBruteに（単純に）記憶・統計解析するレベル	知的好奇心、本能、データの本質的な意味、物理世界との対応を理解し、インターネット上の知識も活用し、イノベーションのシーズを自ら創出
	課題	BigDataが生かされていない	
			異種知能の連携支援
自然知	現状	興味を持つ観測者が物理現象を観測し新たな法則を見いだす	観測対象を全地球（ガイア）に拡大、観察する主体をICTインフラに任せ、自然界で起きているすべての物理現象や動植物の活動をイノベーションに活用
	課題	個人の努力に依存、機会が限定	

一定のレベルに到達し限界が見えてきた

大きなブレークスルーが必要

イノベイティブ・ガイアのシナリオ例

シナリオ１：ユーリカ（アルキメデスが浮力を発見した時発した言葉）

アルキメデスが自然知に浮力の問題を提起
→自然知が自然界の活動をウォッチし、こぼれ出る水の現象を発見
→アルキメデスにヒントを与える
（人間知と自然知の異種コミュニケーションによるSerendipity発現）

シナリオ２：複雑系

自然知が鳥の群れのデータを機械知に通報
→機械知が少数のルールで表現できることを人間に通知
→人間が非線形複雑系として理論化

シナリオ３：フィボナッチ

人間が数学としてフィボナッチ数列を考え、自然知に指示
→　自然知が、蝶や巻貝に同様の規則性をから見つけ通報
→　人間がフィボナッチを普遍的構造の原則としてさらに研究開始