

可視化の世界

計算科学が拓く世界

2012年7月18日（水）

高等教育研究開発推進機構

小山田耕二

内容

- 可視化の歴史
- 可視化の事例
- 可視化の効能
- ビジュアルデータ同化

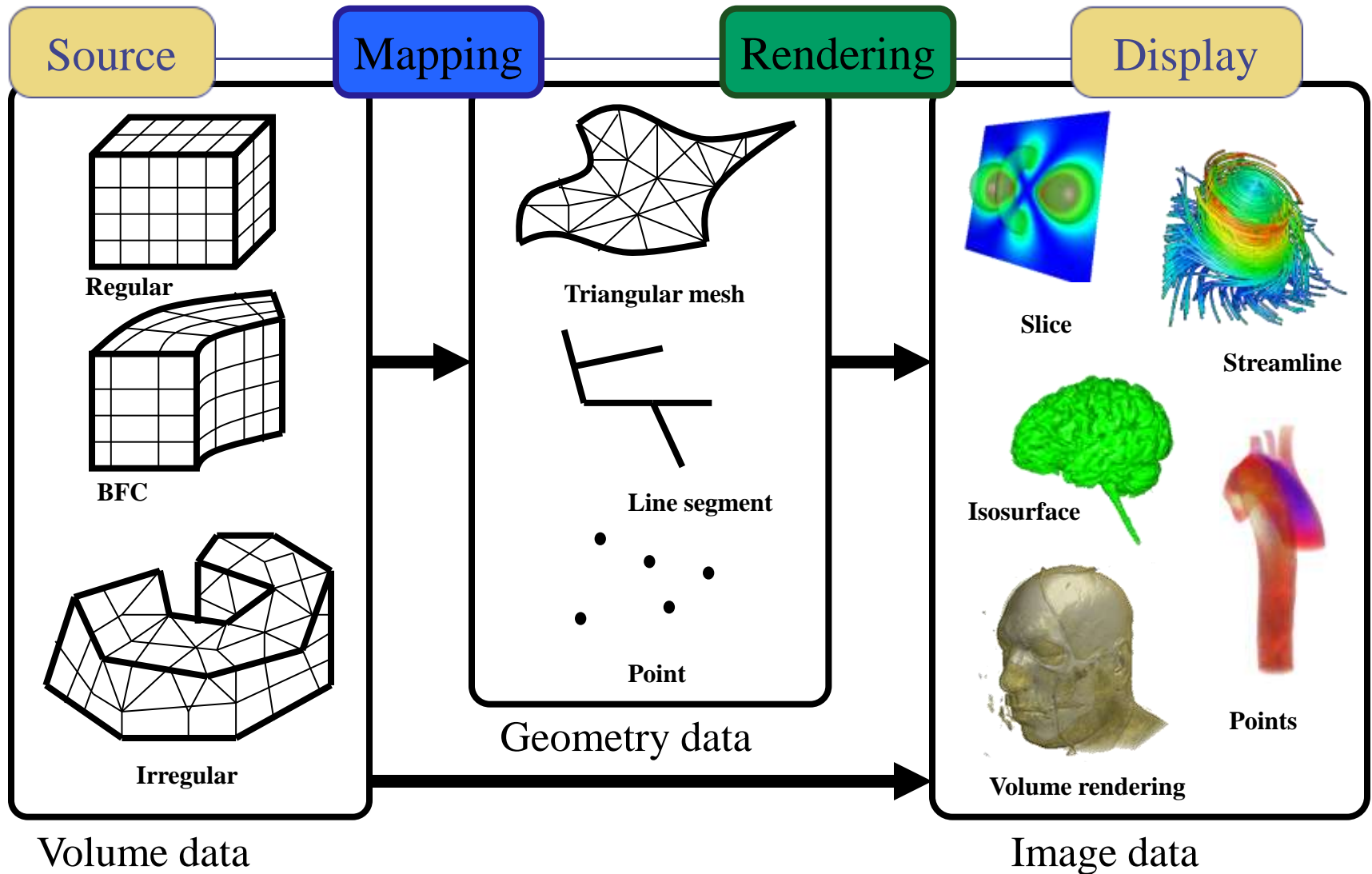
本日のテーマと目的

- 可視化は、計算機や計測装置等から生成される膨大な数値データから気付きを得るための基盤技術として重要になっている。本講義では、計算科学と密接な関係にある可視化技術の基礎と応用について説明する。

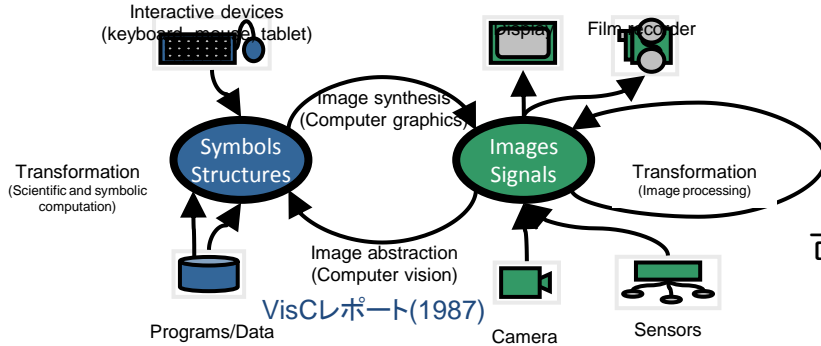
可視化の世界

可視化の歴史

可視化について



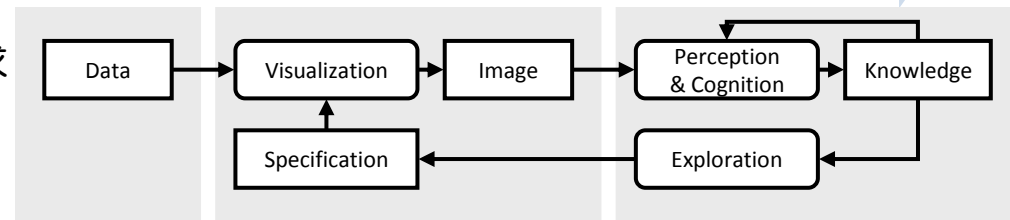
歴史



可視化技術の整備

技術分野	評価パラメータ	1987	1992	1997	2002	2007
可視化	処理速度	1MVps				1GVps
	手法	等値面	3DLIC	GPUベース	ポイントベース	テンソル
ポリウムレンダリング				リモート可視化	ポリウムインタラクション	
表示装置	機能	立体視	没入表示	裸眼立体視	全方位型	タイルド表示
	解像度				1MPixel	
ネットワーク	伝送速度	10Mbps				10Gbps
スパコン	処理速度	1TFLOPS				1PFLOPS

可視化の意義追求



Data

Visualization

VRレポ(2005) User

次世代スパコンプロジェクト

<http://www.nsc.riken.jp/K/diary.html>

- 10ペタフロップス世界最速スパコンの開発
 - スパコンを遠隔協調研究支援基盤に接続
 - 現時点で実行不可能な大規模・複雑シミュレーションを実行
 - 省エネルギー・省スペース設計
 - 全体予算：Total Budget: 1000億円
 - プロジェクト期間: FY2006-FY2012

TOP500リストに登録した「京」のシステムは、現在整備途中段階のもので、672->864筐体（CPU数68,544個->88,128個）の構成です。LINPACK（リンパック）ベンチマークでは、世界最高性能の8.162->10.51ペタフロップスを達成し、TOP500リストの首位を獲得しました。また、実行効率は93.0%と高水準の記録を達成しました。日本のスーパーコンピュータがTOP500リストで第1位となるのは、2004年6月以来のこととなります。

京
K computer



順位	システム名称	設置場所	ベンダー	国名	LINPACK 演算回数 (テラ FLOPS)
1	K computer	理研 計算 科学研究機 構	Fujitsu	日	10,510
2	天河1A号	天津スパコ ンセンタ	NUDT	中	2,566
3	Jaguar	オークリッジ 研	Cray	米	1,759
4	Nebulae (星 雲)	深圳スパコ ンセンタ	Dawning	中	1,271
5	TSUBAME2. 0	東京工業大 学	NEC/HP	日	1,192
6	Cielo	ロスアラモ ス研(サン ディア研)	Cray	米	1,110
7	Pleiades	NASA・エイ ムズ研究セ ンタ	SGI	米	1,088
8	Hopper	ローレンス・ パークレイ 研	Cray	米	1,054
9	Tera-100	原子力庁 (エネル ギー研)	Bull	仏	1,050
10	Roadrunner	ロスアラモ ス研	IBM	米	1,042

データ爆発時代

- 年間1.8ゼタバイトのデータ生成
 - データとは、何かを文字や符号、数値などのまとまりとして表現したものとして定義される。
 - 人間にとって意味のあるものや、データを人間が解釈した結果のことを情報と呼ぶ。
 - 情報かどうかは、データが可視化されてはじめて気付くことが多い。

データ

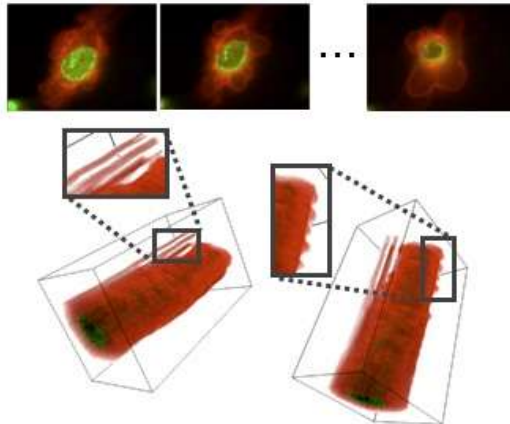
可視化

情報

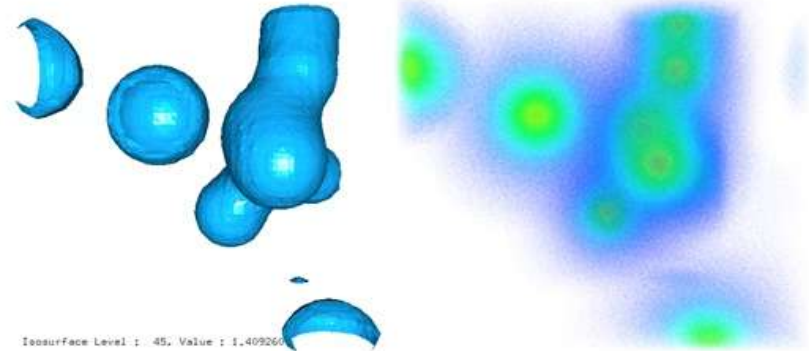
可視化の世界

可視化の事例

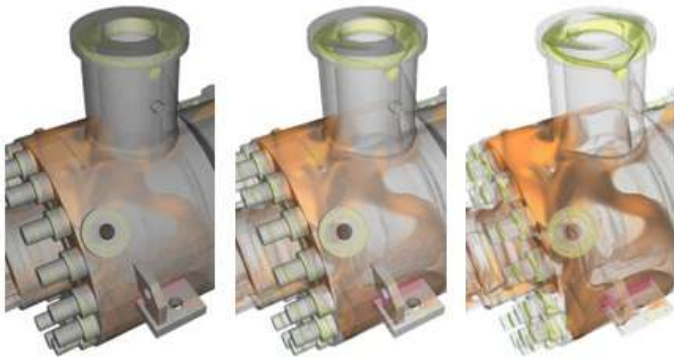
可視化事例1



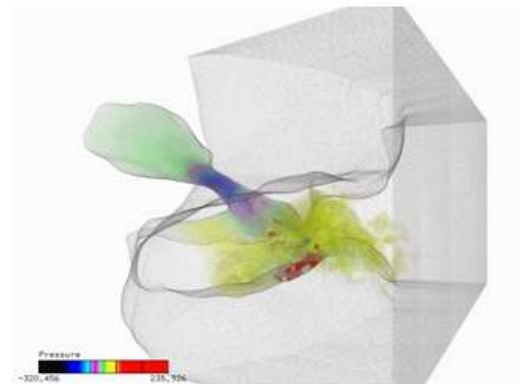
細胞死(アポトーシス)の可視化
(酒巻先生@京大生命科学)



プラズマ粒子シミュレーション結果の可視化
(臼井先生@神戸大学)

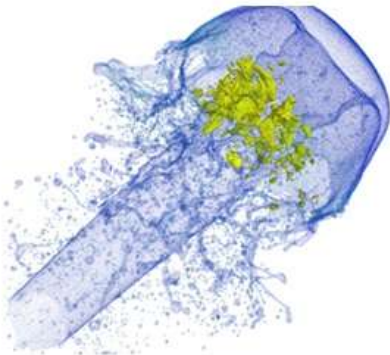


大規模ポンプの構造解析結果
(奥田先生@東京大学)

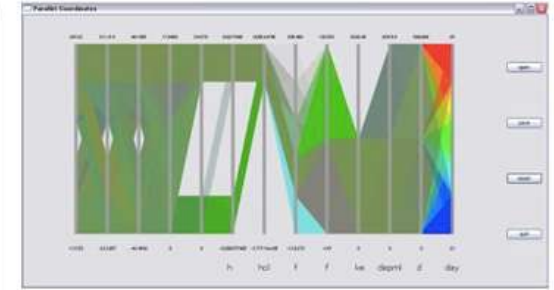
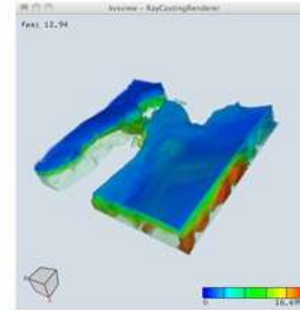
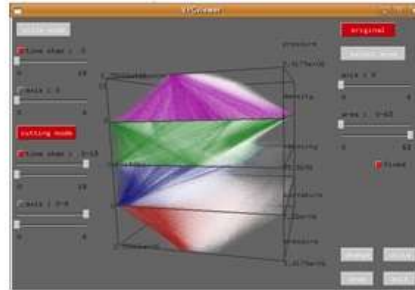


大規模口腔流体解析結果
(野崎先生@大阪大学)

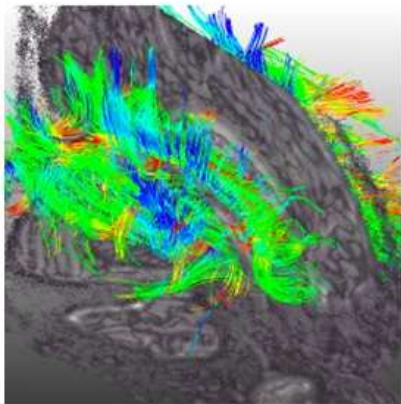
可視化事例2



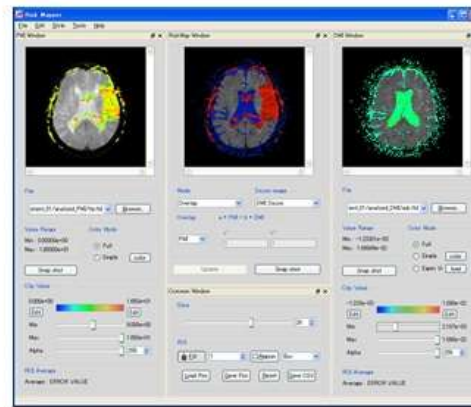
液体の微粒化シミュレーション結果の可視化
(新城先生@JAXA)



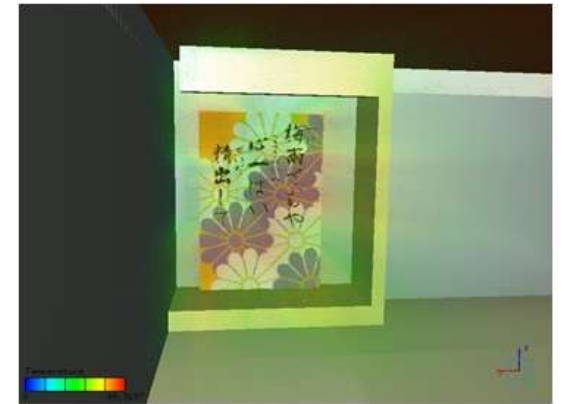
海洋データの可視化
(石川先生@京大理学研究科)



脳神経繊維束の可視化
(山田先生@京都府立医大)



脳疾患領域の可視化(DWI・PWI画像解析)
(山田先生@京都府立医大)



俳句の可視化
(土佐尚子先生@京大学術情報メディアセンター)

TDWを使った対話的可視化環境



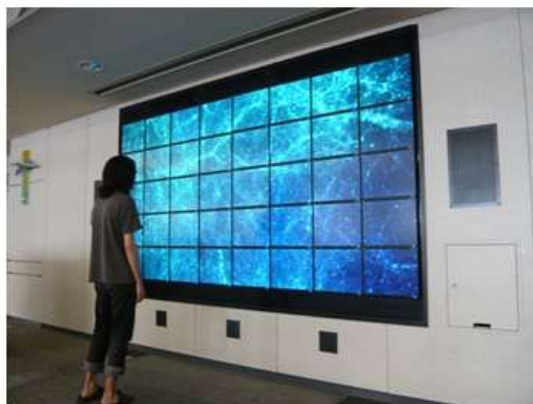
複数アプリケーションの表示例



星間物質の乱流シミュレーション結果
(村主先生@白眉プロジェクト)



立体映像提示(アナグリフ方式)
(キッズサイエンススクール)



N体シミュレーション結果(暗黒物質)
(矢作先生@京大メディアセンター)



大規模ポンプの構造解析結果
(奥田先生@東京大学)

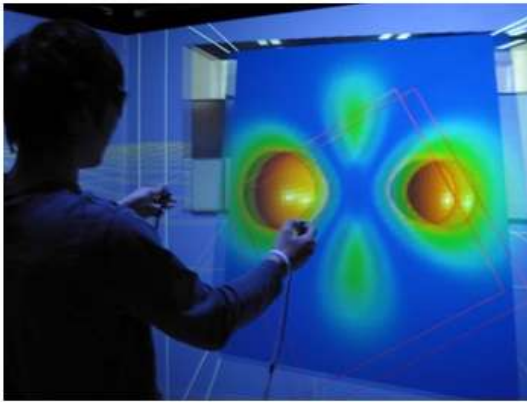


システム構成

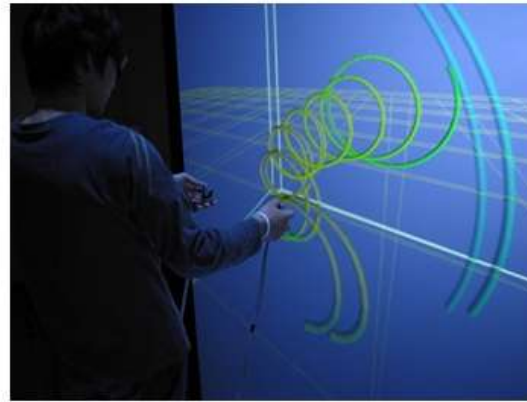
PC x 11
NIC: 1Gbps
LCD: 40

Demo

CAVEを使った対話的可視化環境



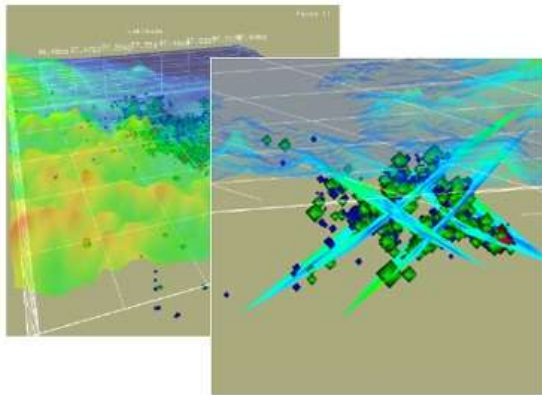
任意断面可視化



流線可視化



没入仮想空間提示



新潟中越地震の震源分布(断層面の推定)
(片尾先生@京大防災研)



- ・ PC x 4
- ・ 磁気装置
- ・ 偏光メガネ
- ・ 操作デバイス

システム構成

[Demo](#)

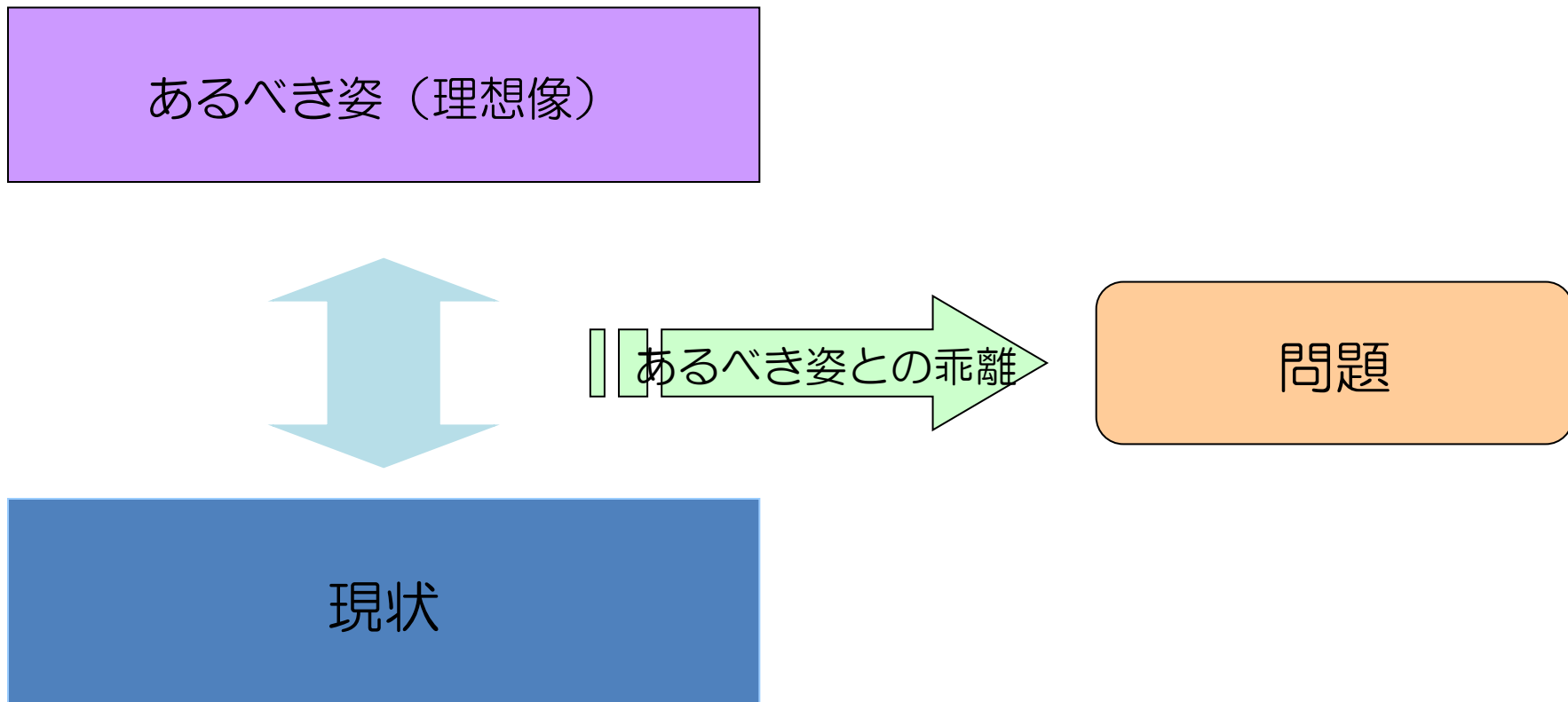
可視化の世界

可視化の効能

見える化

遠藤功著 “見える化強い企業をつくる「見える」仕組み” 東洋経済

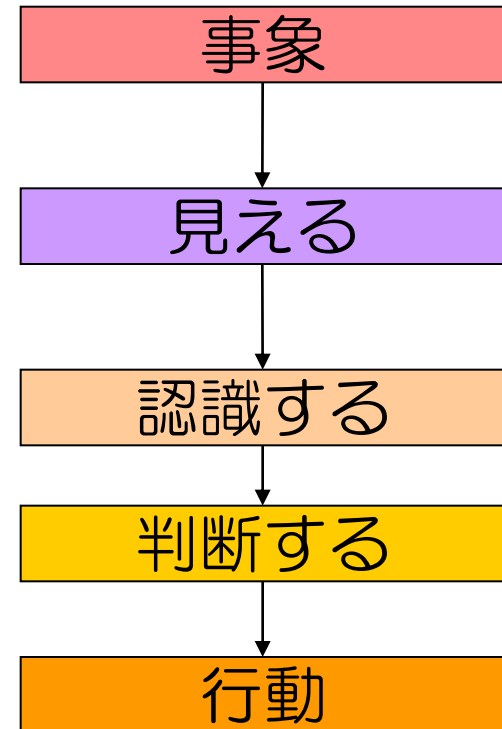
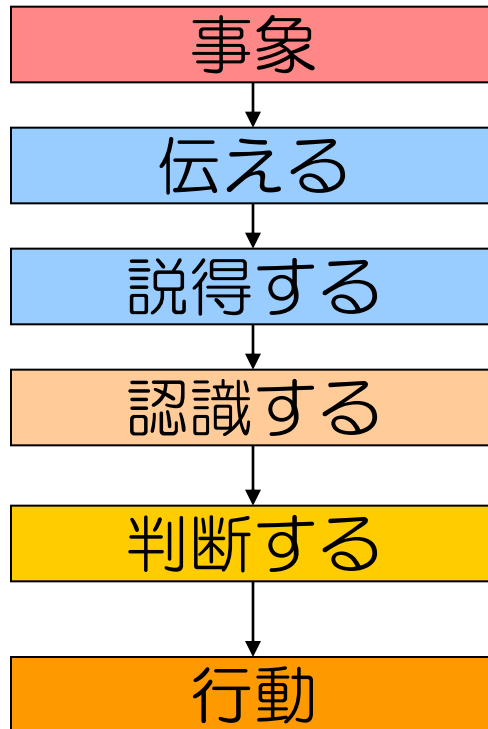
- あるべき姿と現実の姿とのギャップ



見える化の効能

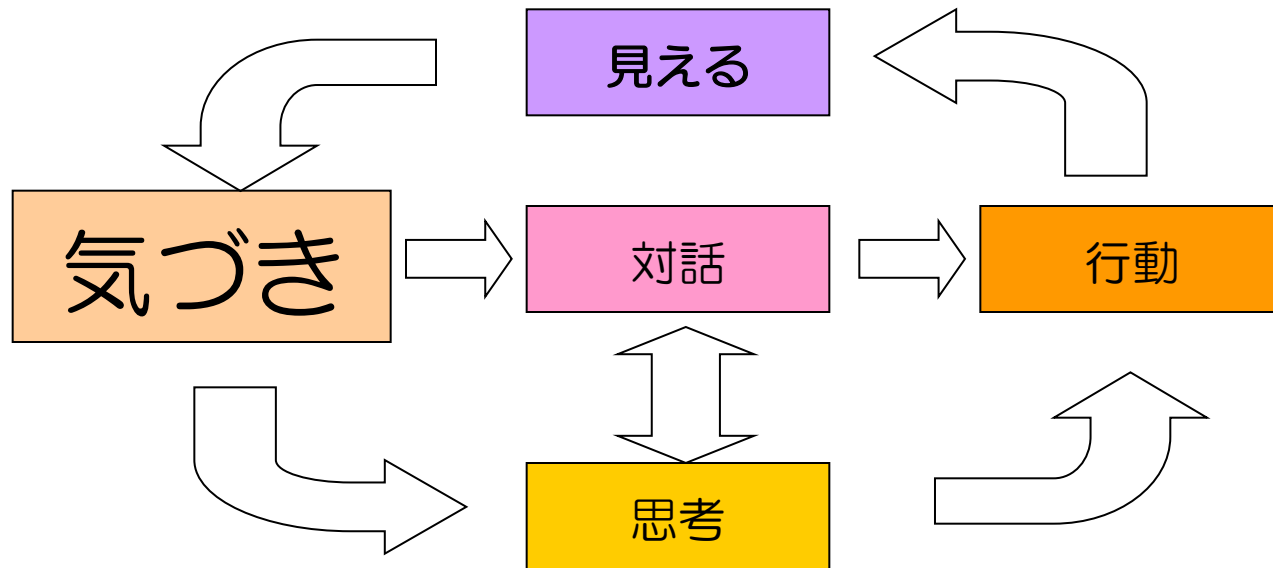
遠藤功著 “見える化強い企業をつくる「見える」仕組み” 東洋経済

- 火事場の馬鹿力



みえる化がもたらす連鎖

- 見える化効能



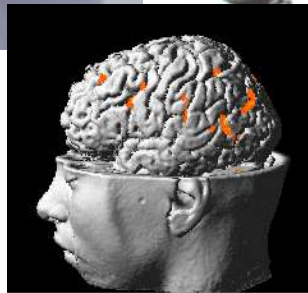
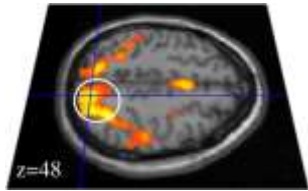
アハ体験

<http://aha.sega.jp/index.html>

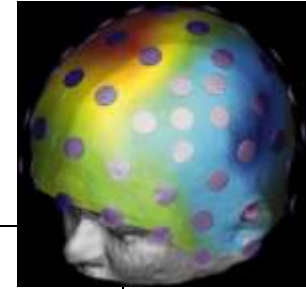
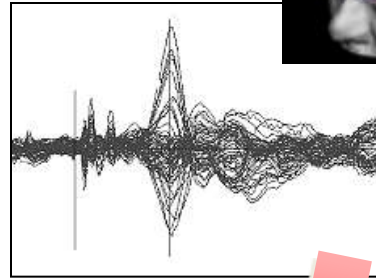
- アハ！体験（aha! experience）は、「わかったぞ」という体験を表す言葉として、英語圏では広く使われているとともに、人間の脳の不思議な能力を表すキーワードとして、最先端の脳科学で注目されています。
- アハ！体験では、0.1秒ほどの短い時間に、脳の神経細胞がいっせいに活動して、世界の見え方が変わってしまいます。神経細胞がつなぎかわって、「一発学習」が完了し、今までと違った自分になってしまうのです。

Exploration of visual perception by brain function measurement

MRI



MEG



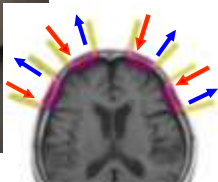
EEG



Integration

Space-time resolution

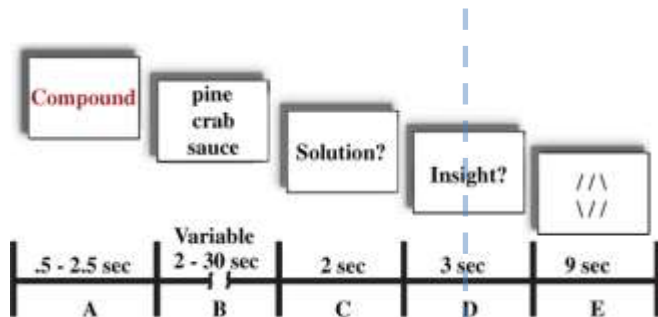
Exploration of visual perception



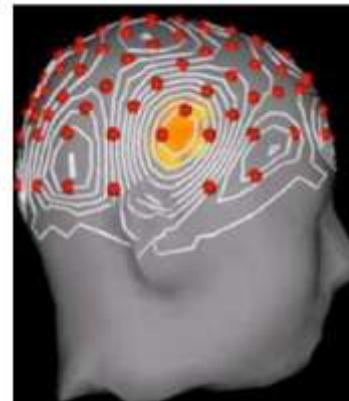
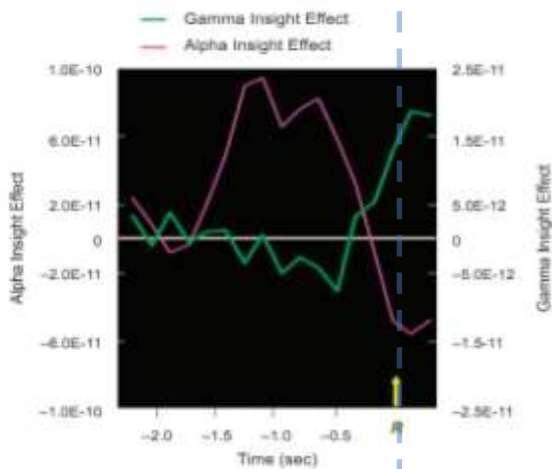
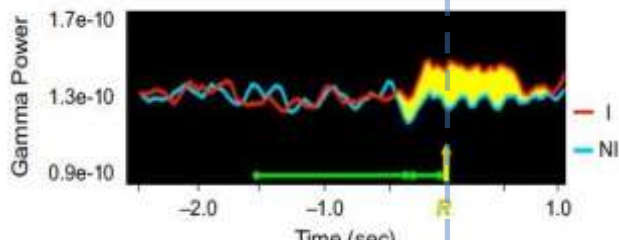
NIRS

Cognitive Experiments on the Aha! Moment

Kounios, J, Beeman, M, "The Aha! Moment-The Cognitive Neuroscience of Insight," 2009



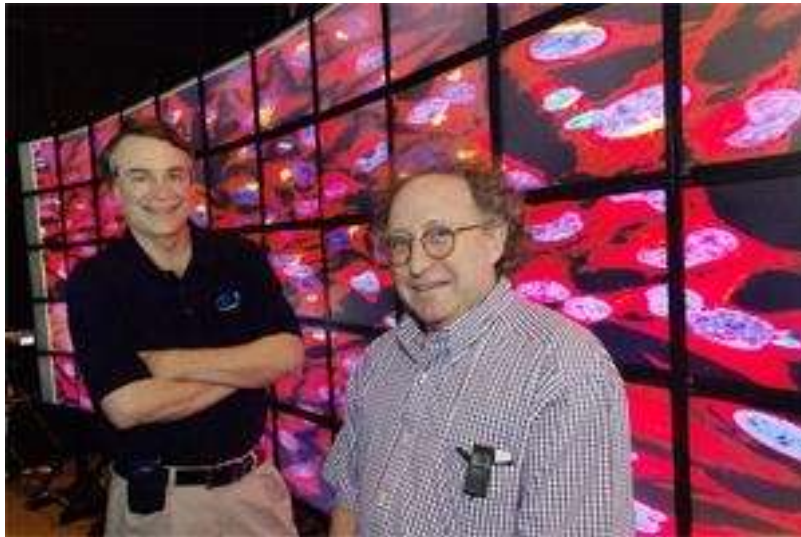
- Compound remote associates Problem
 - Gamma-band (approximately 40 Hertz) EEG activity associated with problem solution.
 - Alpha-band (10 Hertz) insight effect
 - Topographic distribution of the gamma-band activity.
 - Corresponding insight effect for the fMRI experiment



タイルド表示装置

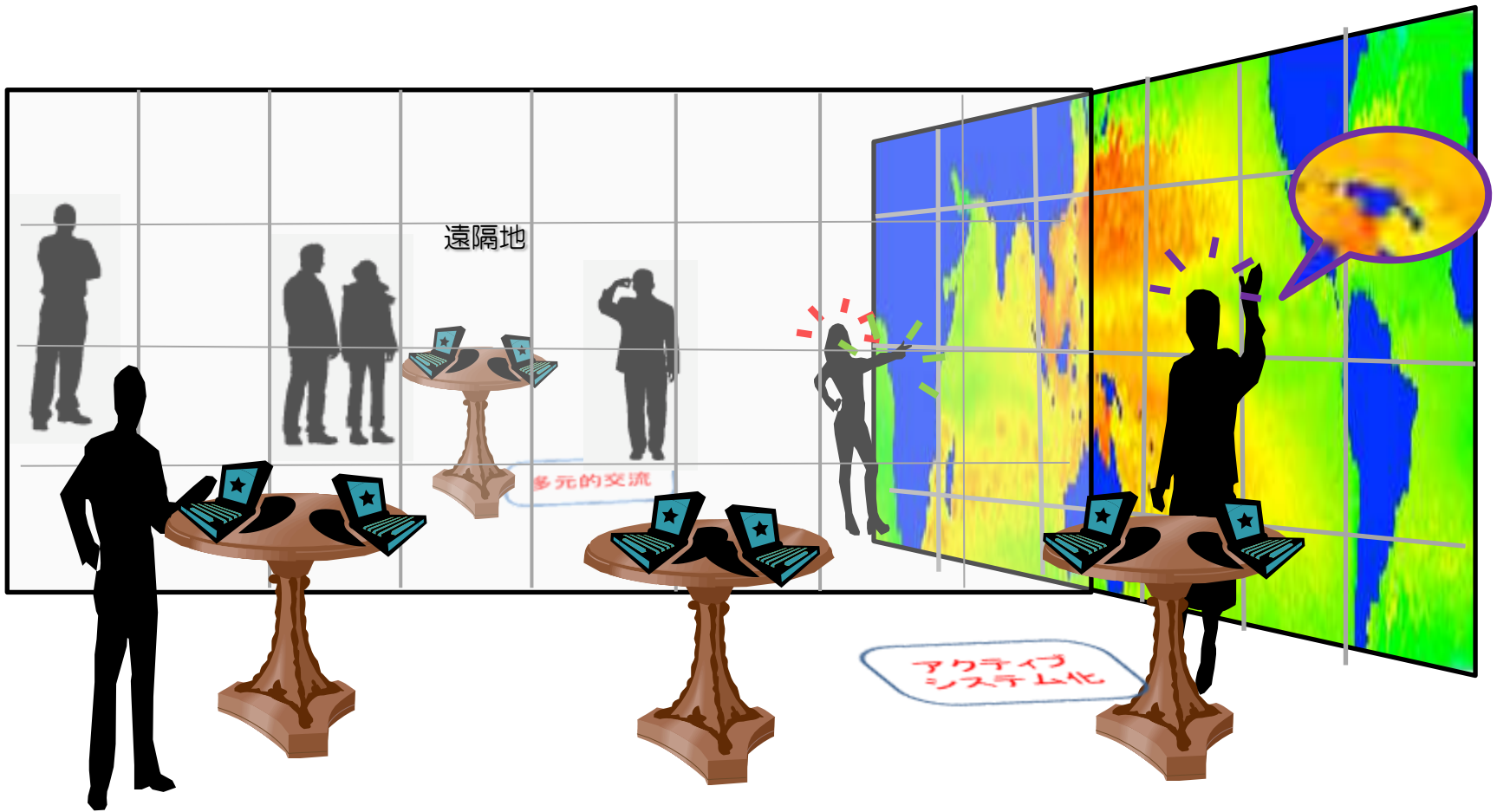
Tiled Display Wall (TDW)

- 75 high-resolution Dell 30" displays, arranged in 15 columns of five displays each.
- Each display has a resolution of 2560x1600 for a combined total of 307 million pixels.



- [http:// www.calit2.net/newsroom/release.php?id=1307](http://www.calit2.net/newsroom/release.php?id=1307)
- http://www.utexas.edu/news/2008/11/18/tacc_display/

教育・研究空間へのTDWの活用



可視化の世界

データ同化

3/11東日本大震災

- 三重苦の悲劇
 - 大地震
 - 大津波
 - 放射能汚染

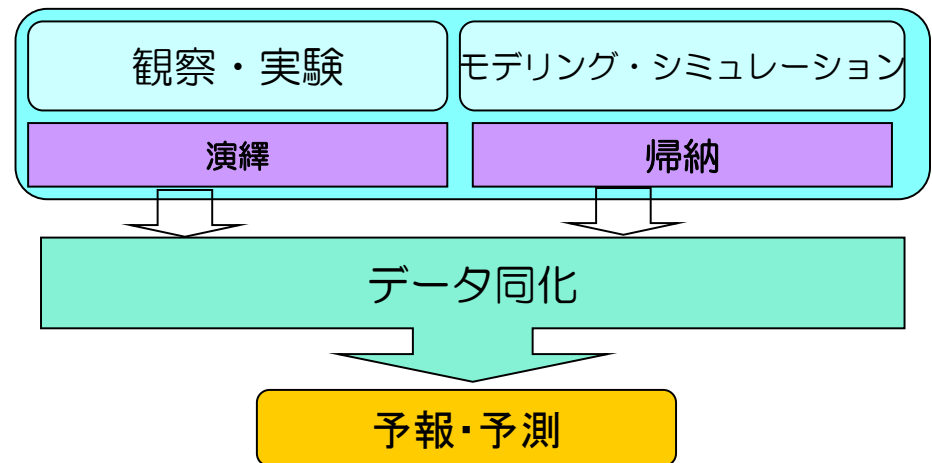


- 平常時には取得困難な観測データ
 - ・ 自然科学
 - ・ 社会科学
 - ・ 人文科学

データ同化(Data Assimilation)

中野慎也, データ同化の考え方とその方法

- 数値シミュレーションに実測データを埋め込み、馴染ませること
 - シミュレーションモデルの精度・性能を改善する
 - 観測の不足を補ったり観測誤差を修正する
- データ同化の用途
 - 気象予報・予測
 - 海洋物理
 - 超高層大気分野



可視化の世界

地球環境データベースの活用

データ統合解析システム

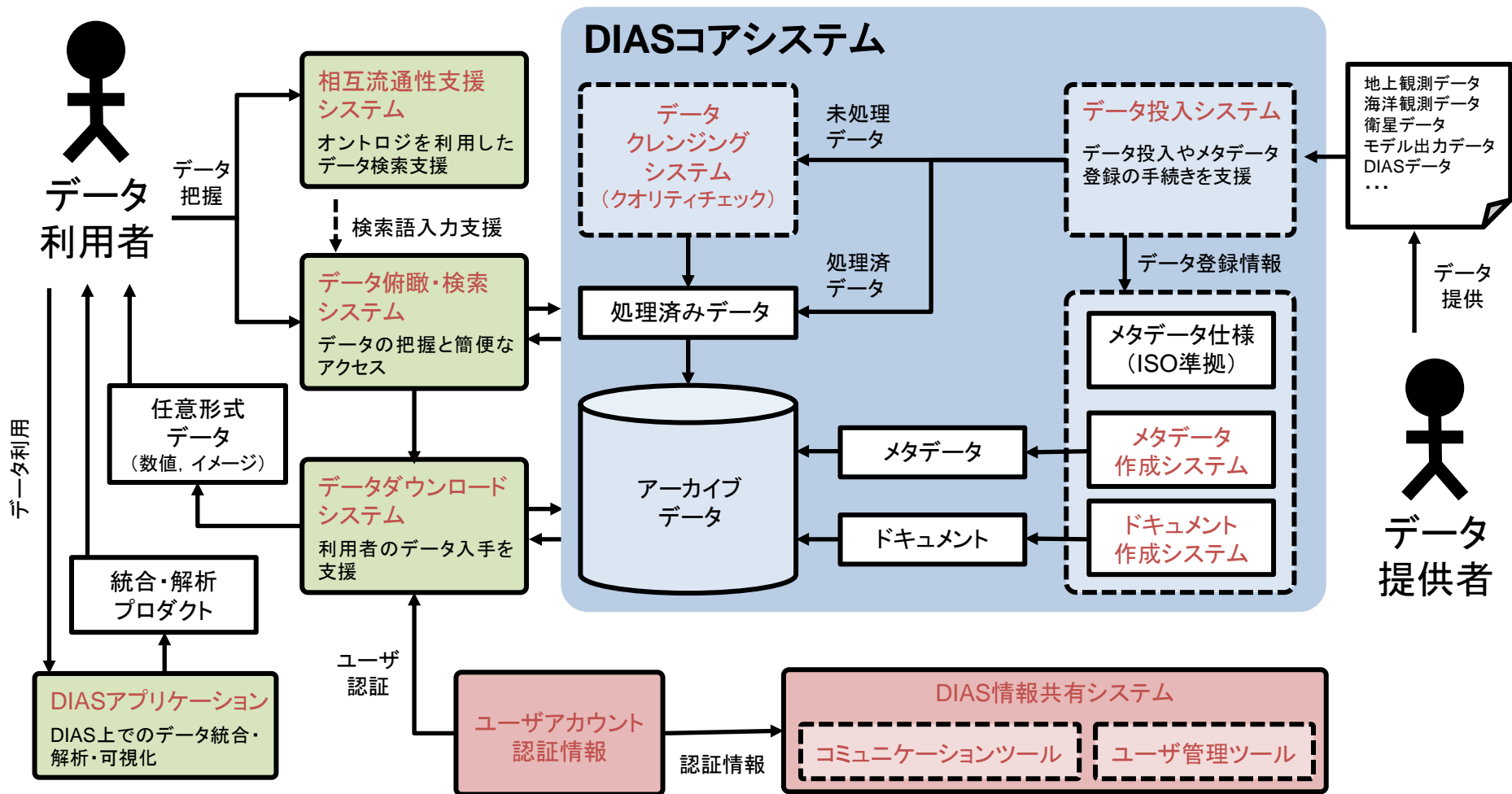
- 多種多様な観測データを収集し、品質管理・フォーマット変換を行うとともに、大容量データの検索、可視化、時間的・空間的な相関関係の解析など高度な情報処理を集中的に行うことによって社会的、科学的に有用な情報に変換して提供するシステムの実現を図る。
- 実施期間(プロトタイプ開発)
 - 5年間(平成18~22年度)
- 実施機関
 - 東京大学、海洋研究開発機構、宇宙航空研究開発機構
 - 京都大学、名古屋大学、慶應義塾大学
 - 情報・システム研究機構、農業環境技術研究所
 - 農業・食品産業技術総合研究機構

メタデータ

- DIASの全てのデータセットに対し、データセットレベルのメタデータを作成
 - データセットによってはさらに詳細なメタデータがある場合もある
- ISO19115 / ISO19139 に準拠したXML形式
- メタデータ作成のためのツールを開発
 - データ提供者とシステム開発者が協同して開発
 - データ提供者が作成したドキュメントから共通の情報を抽出し、メタデータ入力項目の検討を行った

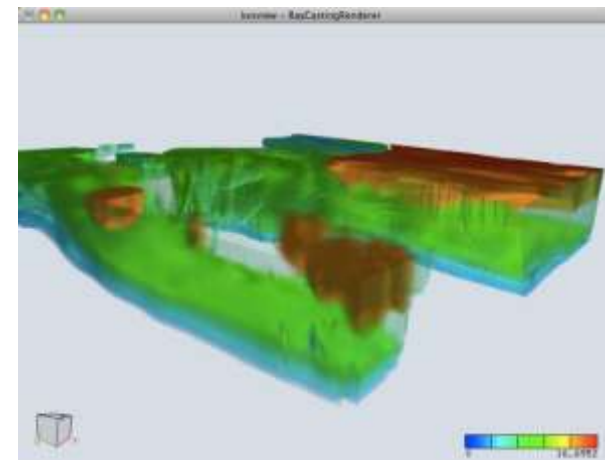
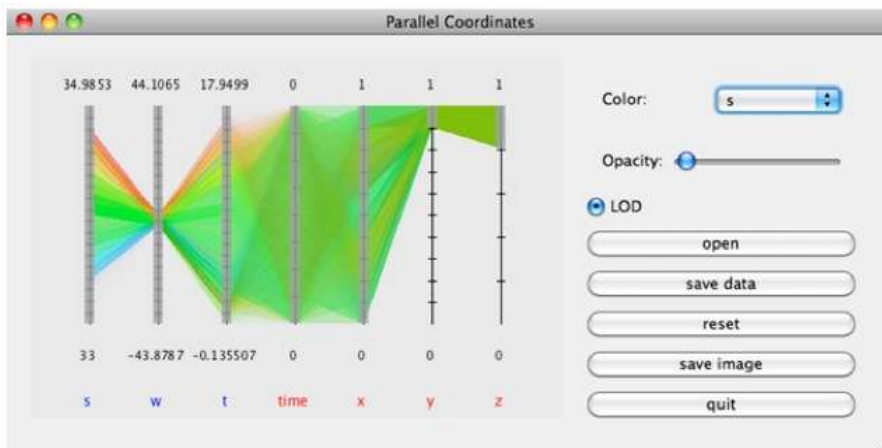
全体システム構成

http://www.iugonet.org/meetings/2010-08-16/14_shimizu.pdf



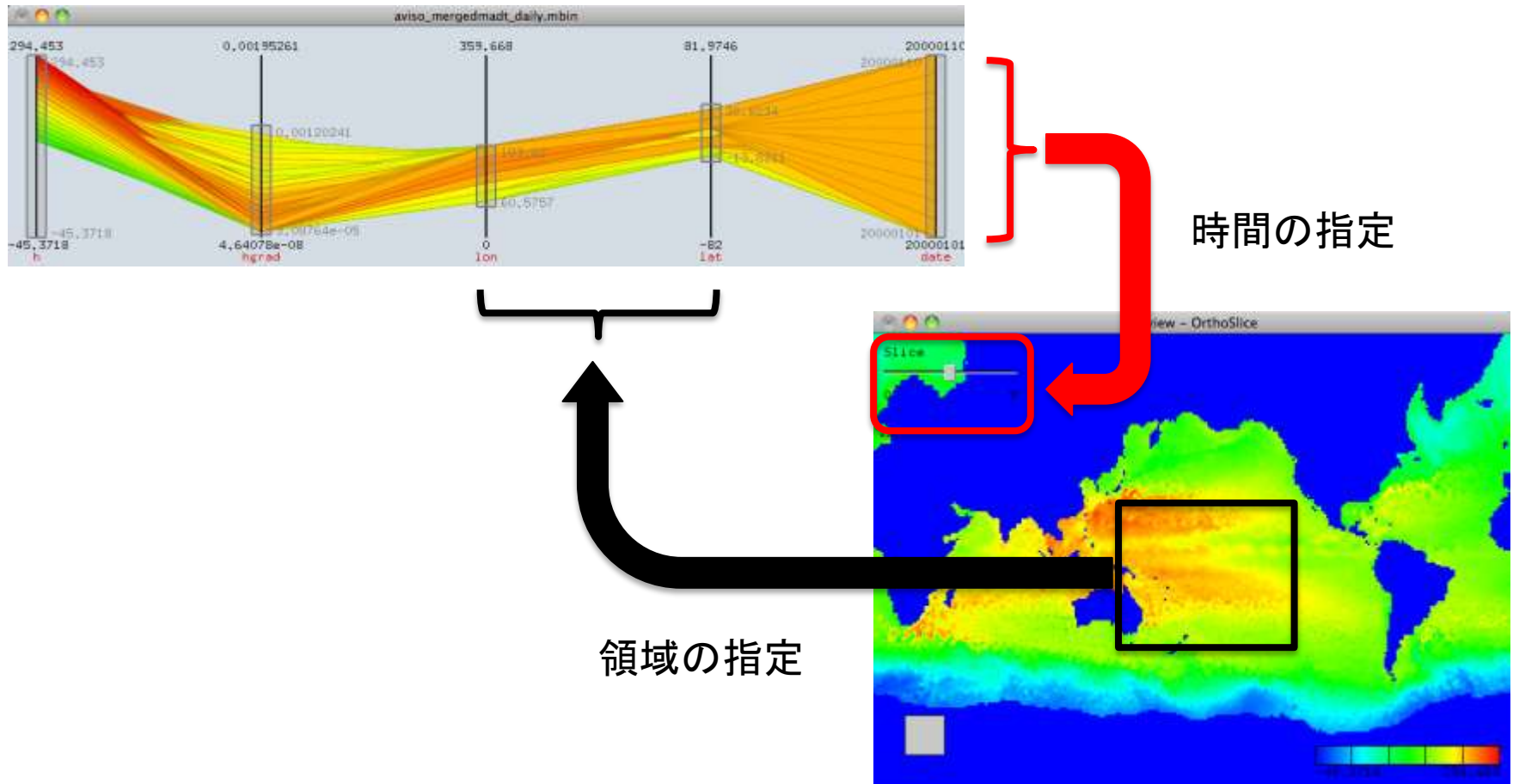
検索支援用俯瞰システム

- 海洋環境場データ向け統合可視化環境
 - 平行座標表示技術とボリュームレンダリング技術を統合し、大規模多変量データの効果的な分析および可視化を行うことで新たな知的発見を促す環境を構築する。



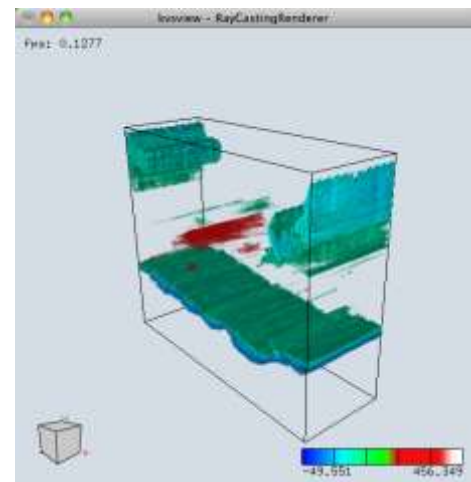
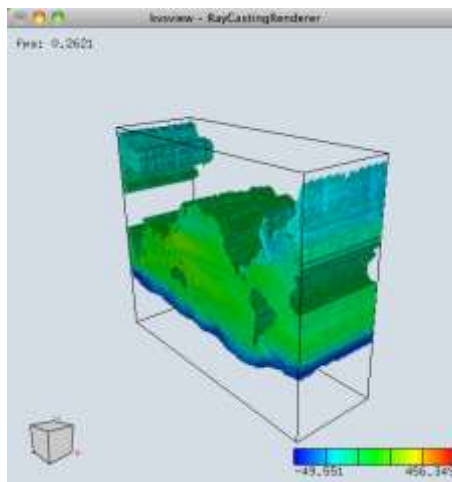
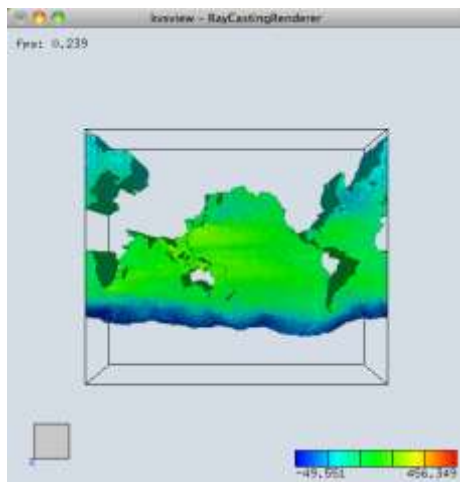
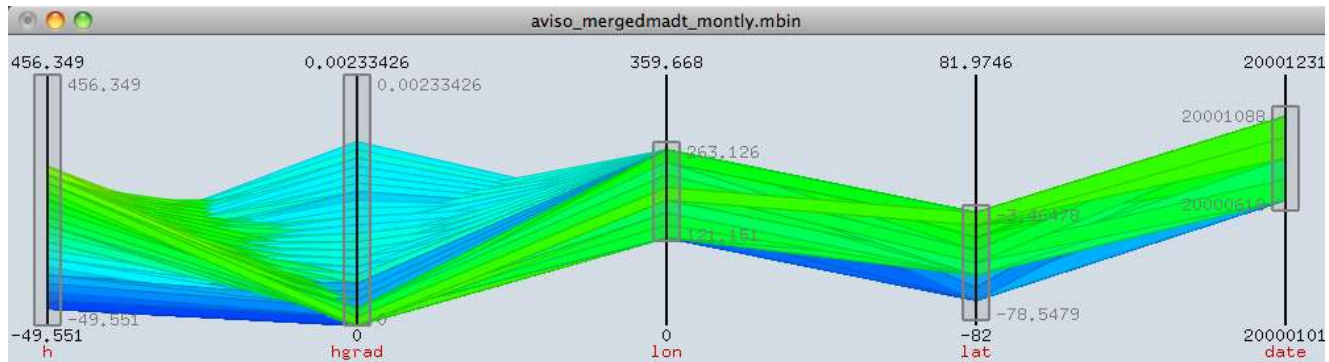
解析領域の指定

- 緯度軸、経度軸の範囲指定



時空間解析

- 特定物理量の時間変化を可視化



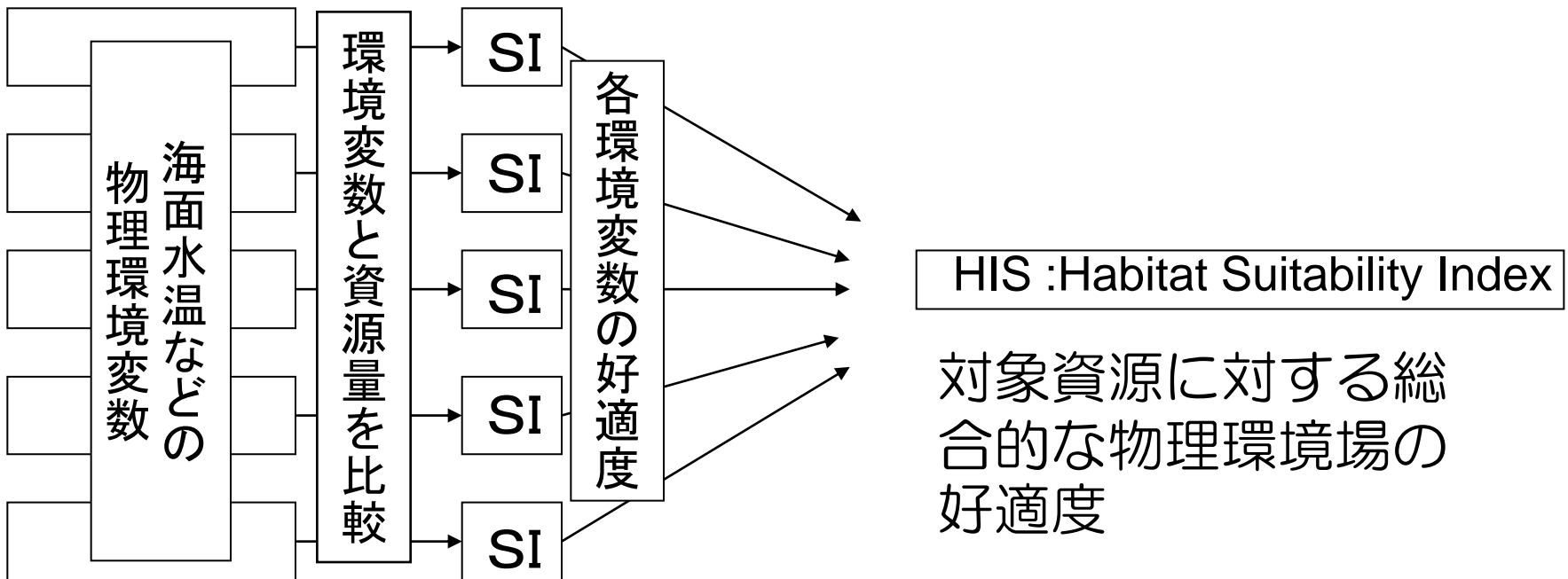
可視化の世界

ピンポイント漁場予測

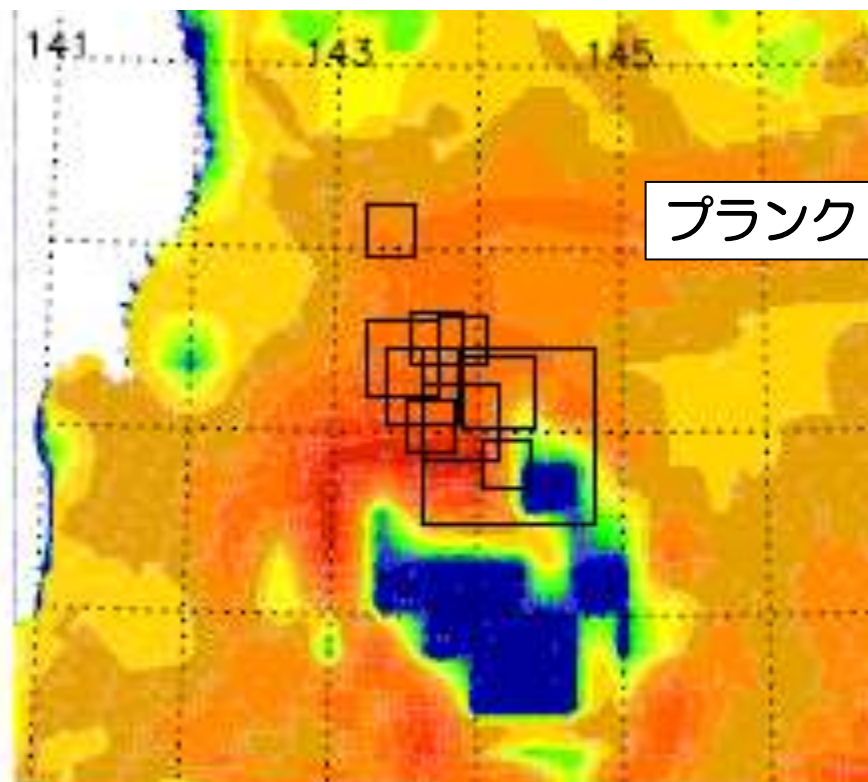
[HTTP://WWW.MEXT-ISACC.JP/_PUBLIC/EVENT2011_DATA/POSTER/RECCA_AWAJI.PDF](http://www.mext-isacc.jp/_PUBLIC/EVENT2011_DATA/POSTER/RECCA_AWAJI.PDF)

HSI統計予測モデル

- ・ 評価対象の資源量と海洋環境変数の関係を統計的に示す手法。
- ・ 対象資源にとってどの様な海洋環境場が好適であるかを推定することが出来る。



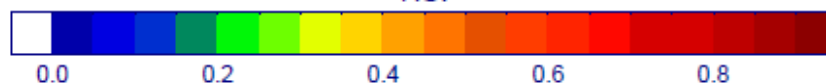
HSI統計予測モデルの実例



プランクトンの生産にとって好適な環境

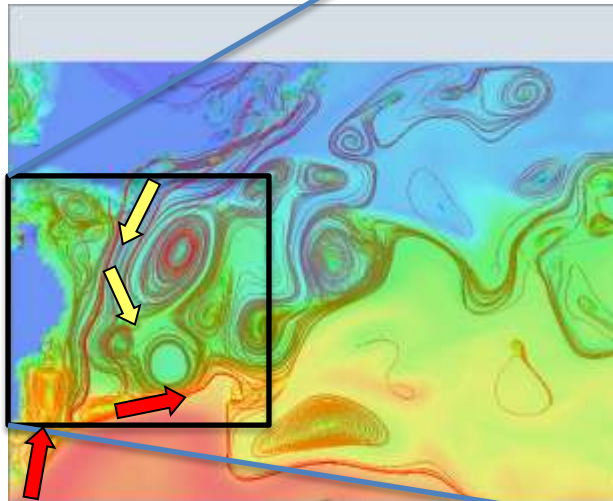


CPUE (Catch Per Unit Effort)



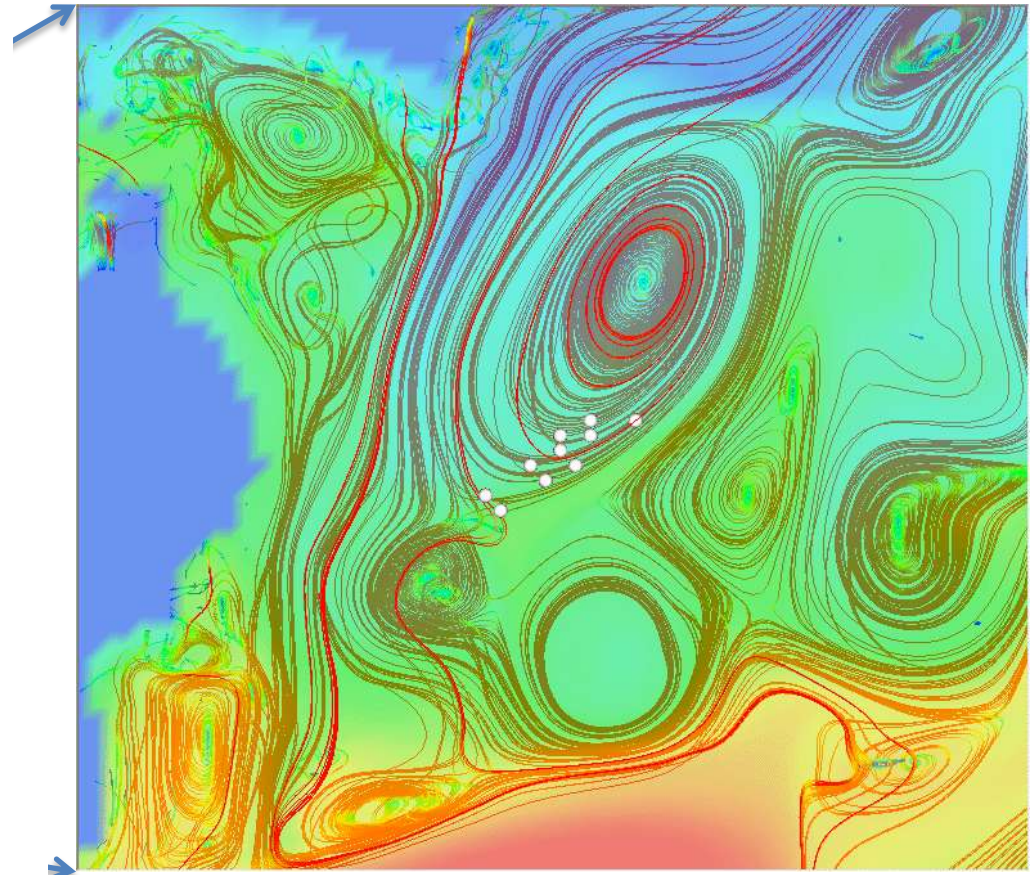
- 2007年2月のアカイカを対象にしたHSIモデルの例
(海面水温データと海面高度データから求めた)

親潮：湧昇の強い亜寒帯域であるため栄養塩が豊富だが冷たい海水



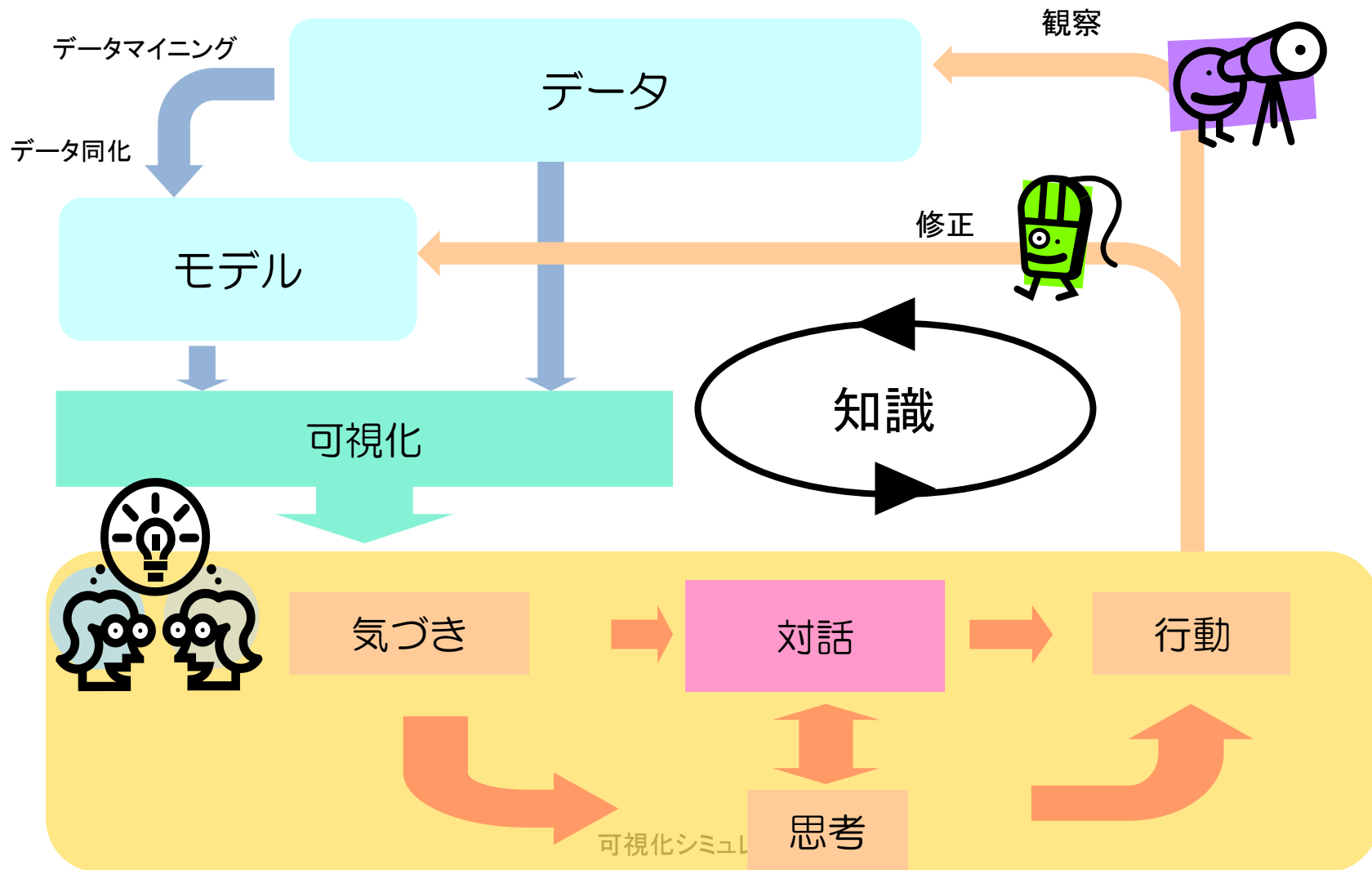
黒潮：暖かく栄養塩の少ない海水

渦の周りで漁場が形成されている



プランクトンの生産にとって好適な環境である、鉛直輸送が盛んで栄養塩が豊富だが冷たい亜寒帯系の親潮水と暖かい栄養塩の少ない黒潮の海水が混合する海域でH S Iが高くなる

ビジュアルデータ同化にむけて



まとめ

- 可視化技術の基礎と応用について理解した
 - 可視化の歴史
 - 可視化の事例
 - 可視化の効能
 - データ同化への利活用
- 計算科学シミュレーション結果の社会実装（たとえば、科学技術イノベーション政策など）を考えてみよ。50字程度で、researchworlda@gmail.comまでメールせよ。件名：社会実装とし、氏名・所属・学籍番号を1行目に記述のこと。（期限7月31日）
 - 参考：「社会実装」という言葉は、科学技術振興機構の「社会技術」という概念から生まれてきた。「社会技術」とは、「人間や社会のための科学技術」という意味である。