

科学的可視化による 因果関係の探索

2015/10/05

小山田耕二

京都大学学術情報メディアセンター

トーゴーの日 シンポジウム 2015



自己紹介

- 1960 神戸生まれ
- 1983 京都大学工学部卒業
- 1885 京都大学工学研究科修士課程修了
- 1985 日本アイビーエム(株)関西営業本部
- 1988 日本アイビーエム(株)東京基礎研究所
- 1998 岩手県立大学ソフトウェア情報学部助教授
- 2001 京都大学大型計算機センター助教授
- 2004 京都大学学術情報メディアセンター教授
- 2014 自然科学研究機構客員教授

Collaborator : [Fujitsu Cybernet](#)

内容

- 可視化の歴史
- 科学的方法と可視化
- 因果関係の探索
- まとめ

科学的可視化による因果関係の探索

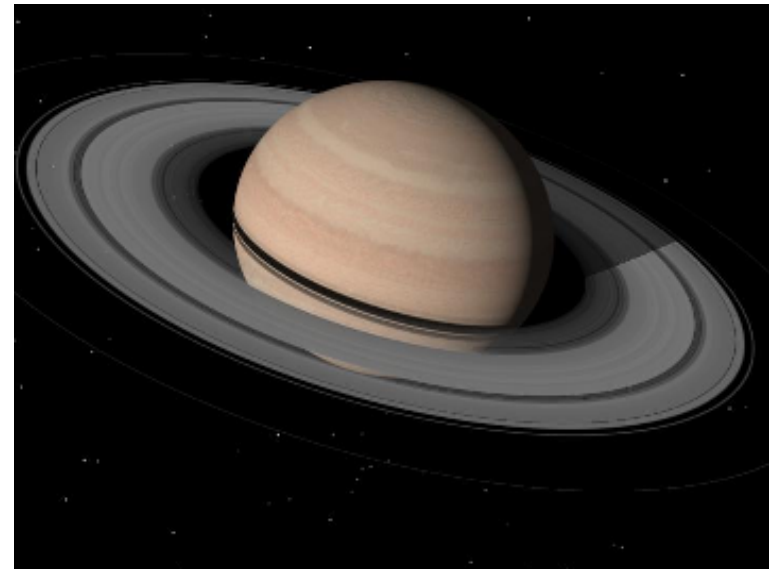
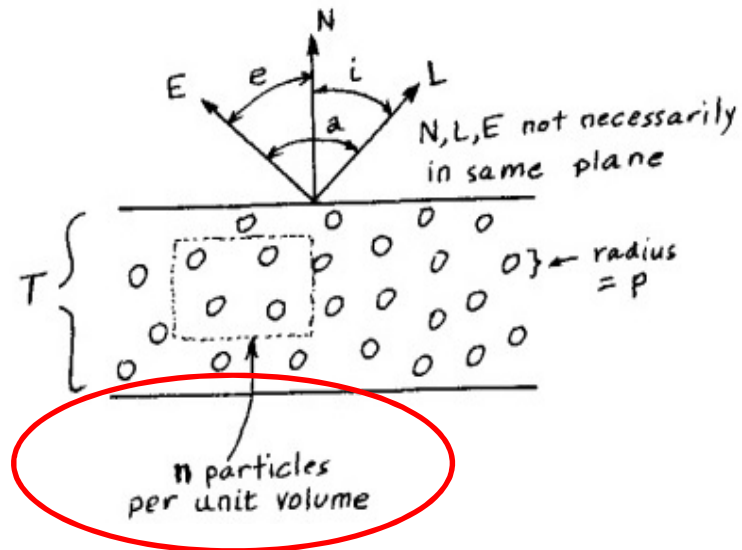
可視化の歴史

トーゴーの日 シンポジウム 2015

粒子モデル

J. F. Blinn, "LIGHT REFLECTION FUNCTIONS FOR SIMULATION OF CLOUDS AND DUSTY SURFACES," 1982

- 粒子はポアソン分布に従う



All other particles are assumed to be of radius p also. For such a particle to be completely outside the cylinder its center must be outside this volume. Statistically, then, the attenuation of light traversing a cylinder of radius p and volume V is $P(0;V)$ = the probability of 0 particles in volume V . Now the expected number of particles in a given volume V is nV . If n is small this can be modelled as a Poisson process and

$$P(0;V) = \exp(-nV)$$

レンダリング方程式

James T. Kajiya. Brian P. Von Herzen. , "Ray tracing Volume Densities," 1984

- 吸収と散乱を考慮した光学モデル

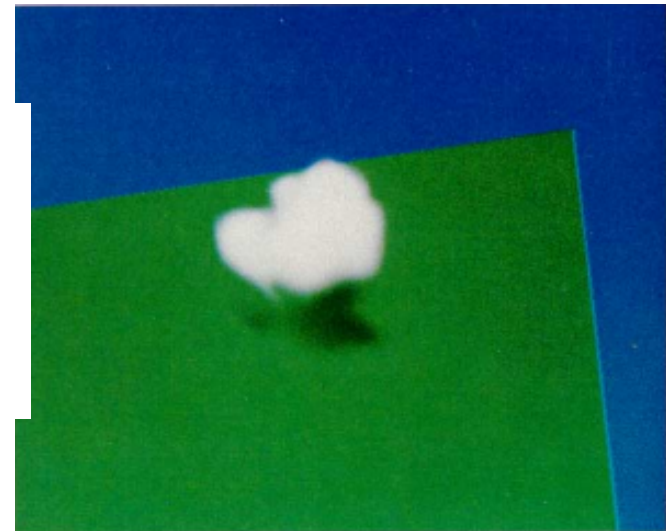
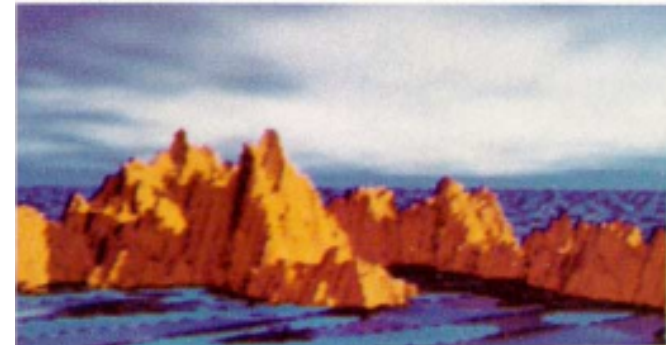
$$\begin{aligned}dI &= -\text{absorbed} + \text{emitted} \\ &= -\kappa\rho ds d\sigma d\omega + \int \rho ds d\sigma d\omega\end{aligned}$$



$$\frac{dI}{ds} = \mathbf{s} \cdot \nabla_{\mathbf{x}} I.$$



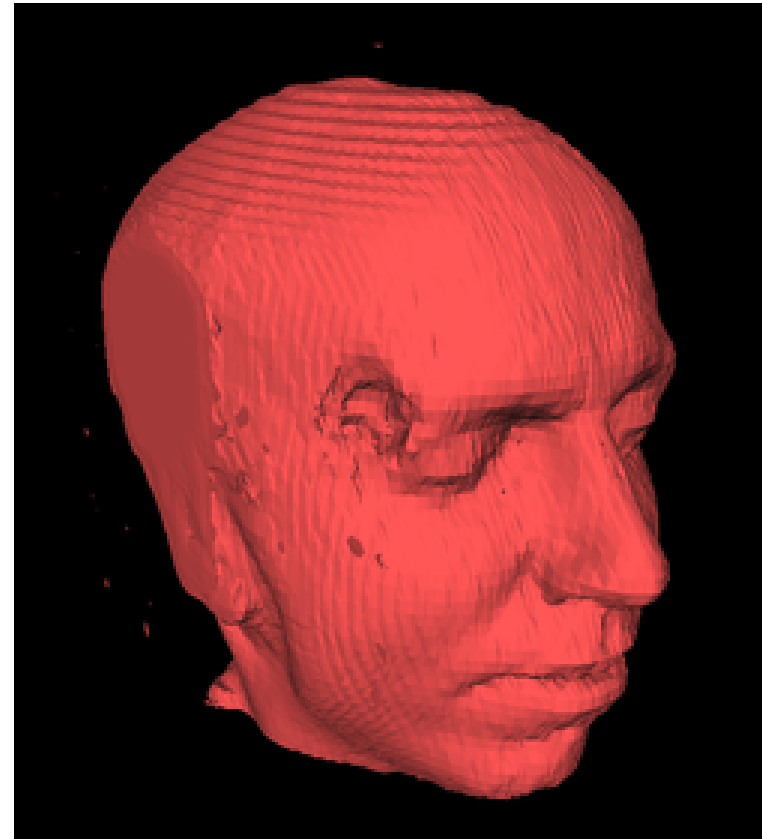
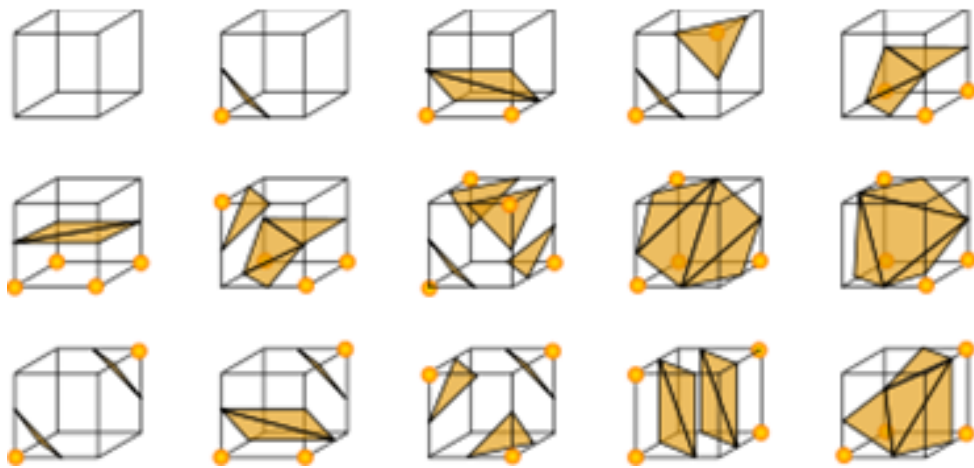
$$\begin{aligned}\frac{-1}{\kappa\rho} \mathbf{s} \cdot \nabla_{\mathbf{x}} I(\mathbf{x}, \mathbf{s}) - I(\mathbf{x}, \mathbf{s}) \\ + \frac{1}{4\pi} \int_{\|\bar{\mathbf{s}}\|=1} p(\mathbf{s}, \bar{\mathbf{s}}) I(\mathbf{x}, \bar{\mathbf{s}}) d\bar{\mathbf{s}} = 0.\end{aligned}$$



マーチングキューブ

WE Lorensen, "Marching cubes: A high resolution 3D surface construction algorithm," 1987

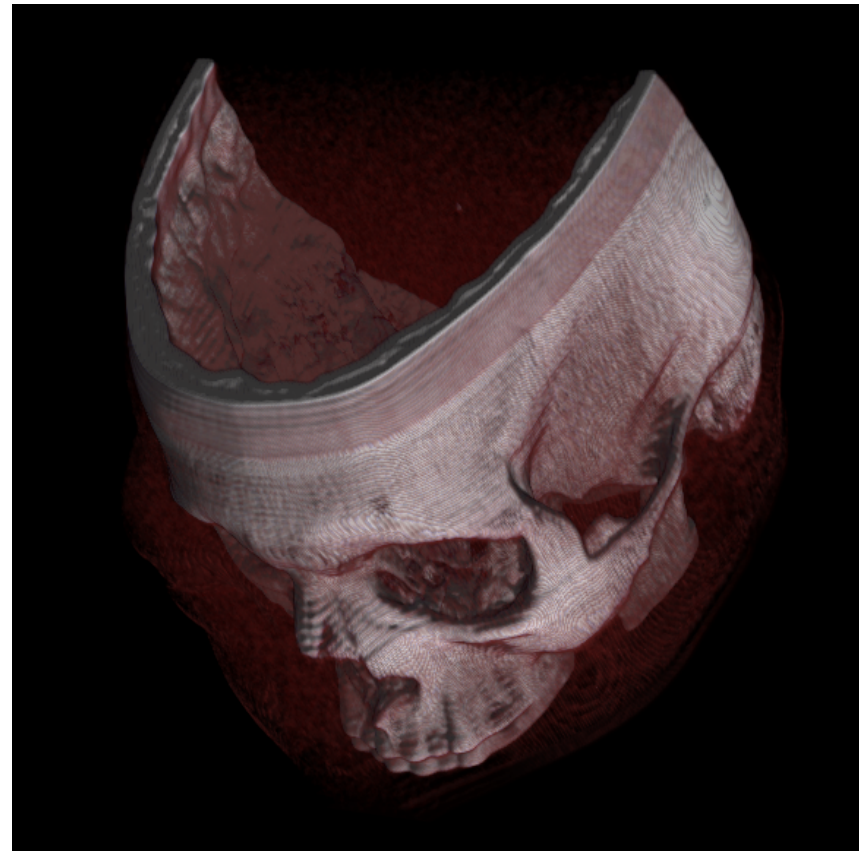
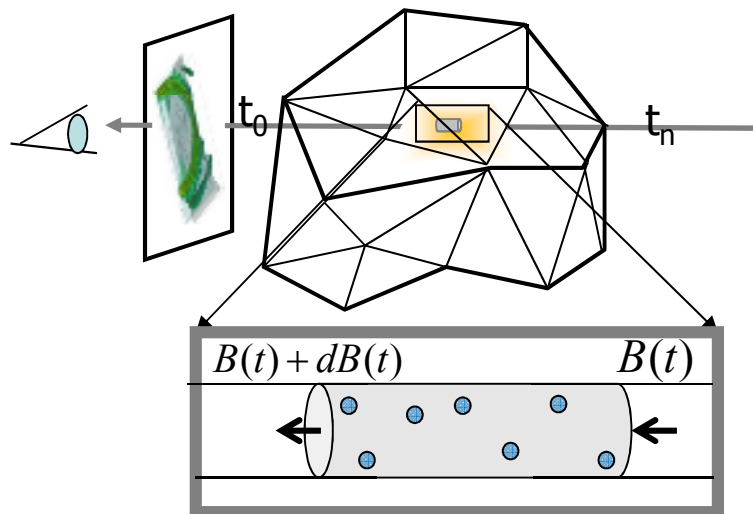
- 等値面のポリゴン表現



ボリリュームレンダリング

Paolo Sabella, "A rendering algorithm for visualizing 3D scalar fields," 1988
Craig Upson, Michael Keeler, "V-buffer: visible volume rendering," 1988
Robert A. Drebin, Loren Carpenter, Pat Hanrahan, "Volume rendering," 1988

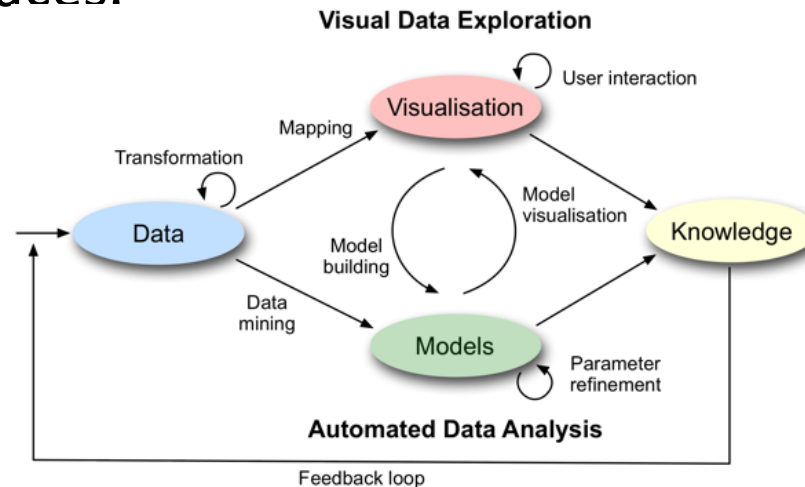
- スカラ場の雲状表現



視覚的分析

J J Thomas and K A Cook "Illuminating the Path: The R&D Agenda for **Visual Analytics**" 2005

- The science of analytical reasoning supported by interactive visual interfaces.



"If we are to build a science of analytical reasoning,
we must apply **the scientific method**"

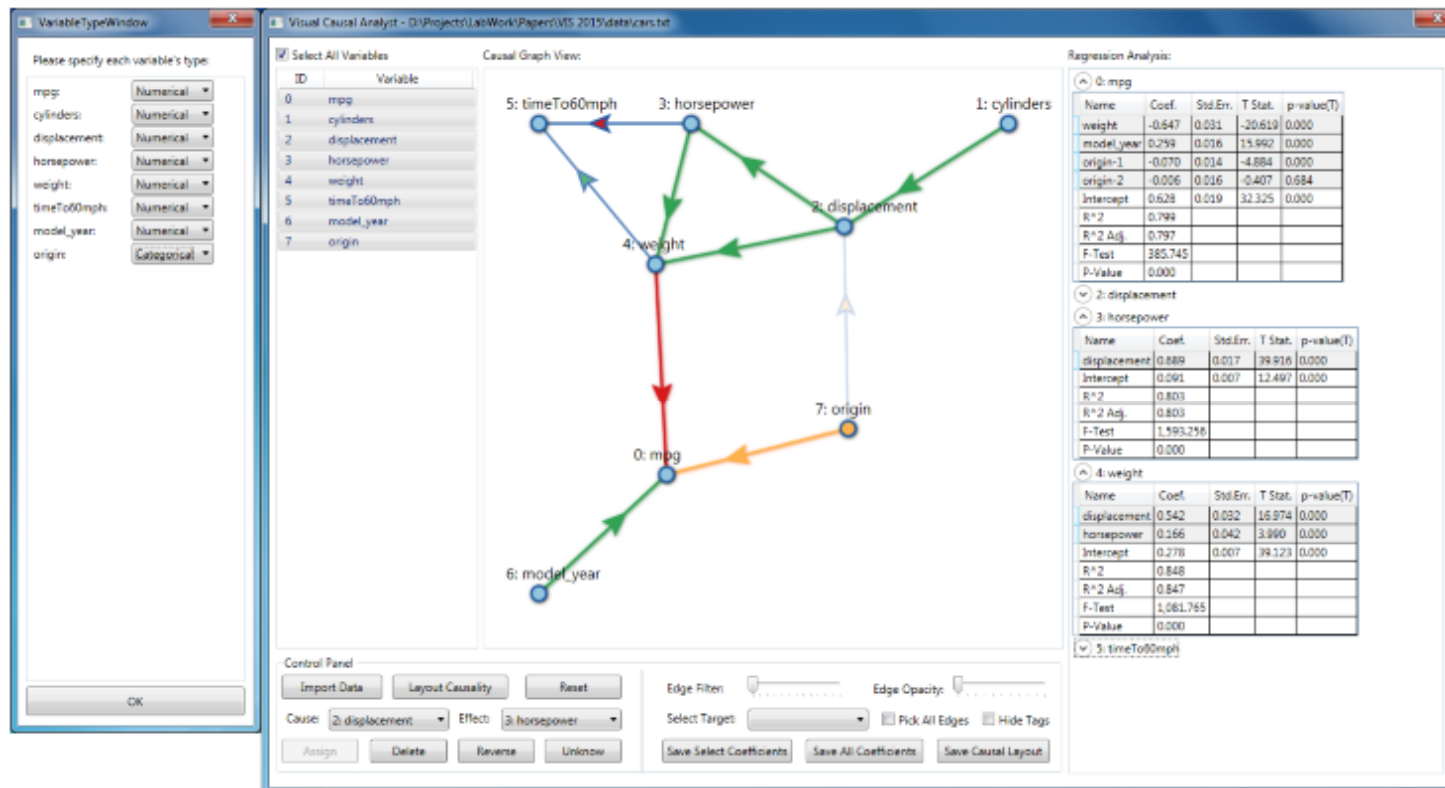
W. Ribarskya, B. Fisherb, W M. Pottengerc, "Science of Analytical Reasoning," Information visualization, 8 (4), 2009

トーゴの日 シンポジウム 2015

The Visual Causality Analyst: An Interactive Interface for Causal Reasoning

Jun Wang and Klaus Mueller, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 30(1)

- 専門家による因果関係のエラーチェックを支援



潜在変数や時系列データが扱えない

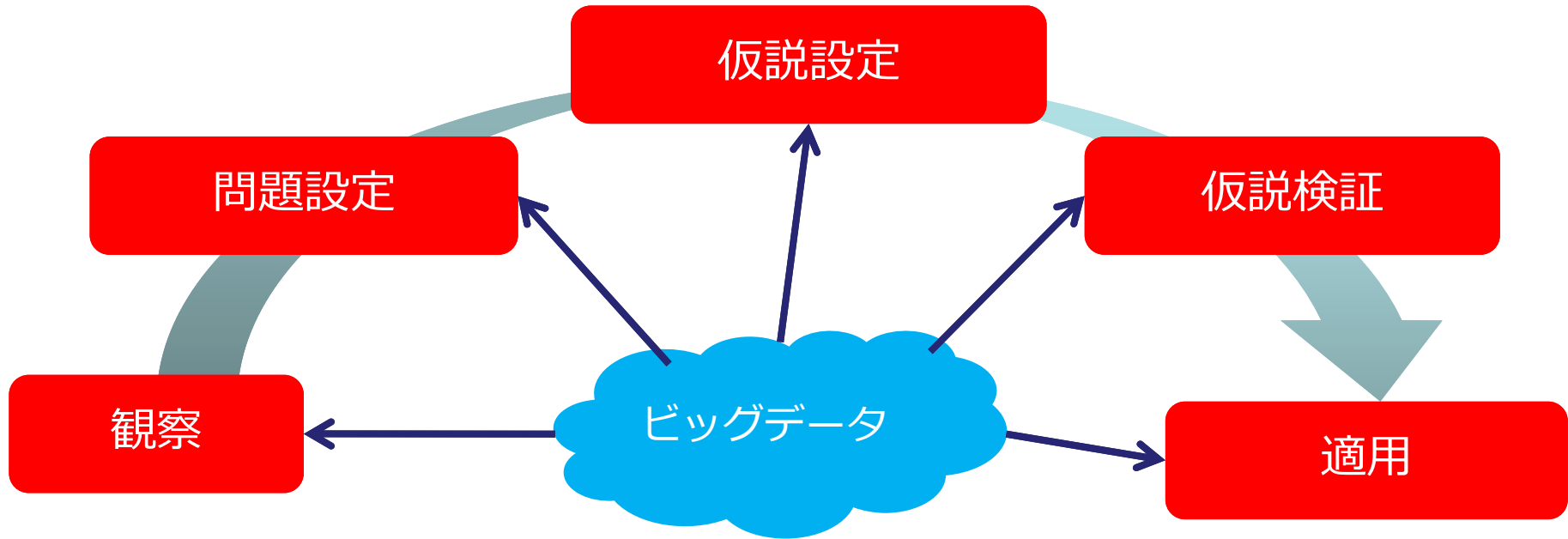
トーゴーの日 シンポジウム 2015

科学的可視化による因果関係の探索

科学的方法と可視化

トーゴーの日 シンポジウム 2015

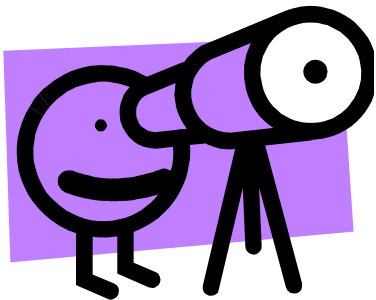
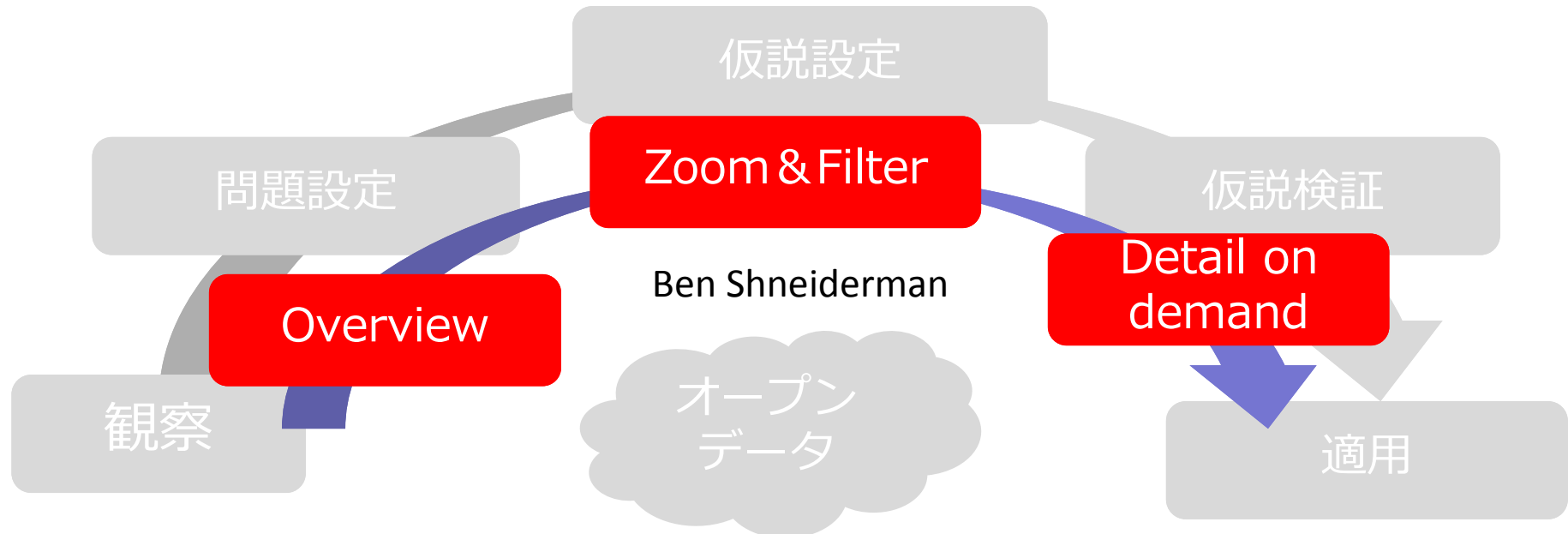
科学的方法



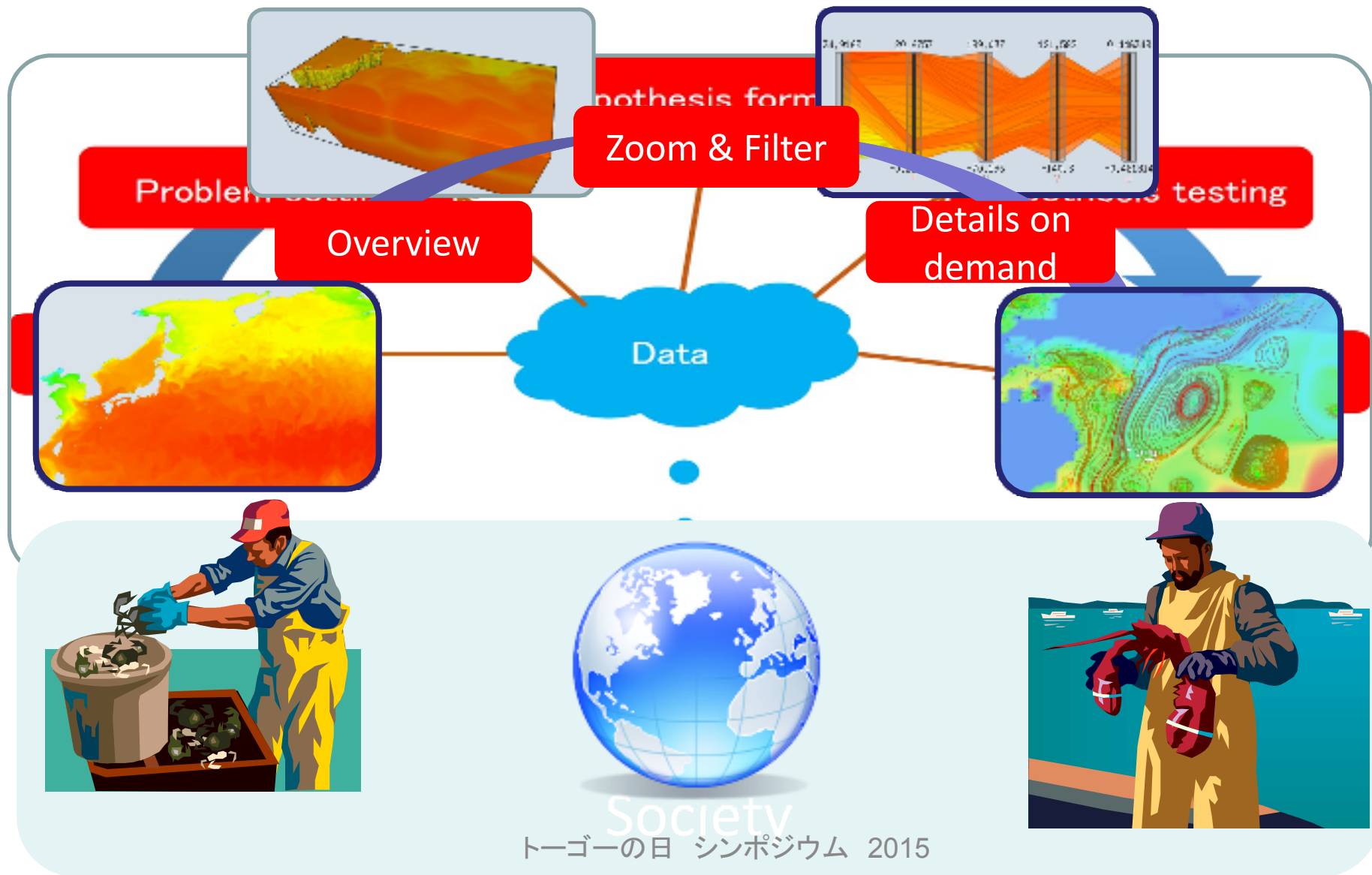
科学的可視化

科学的方法を支援する可視化

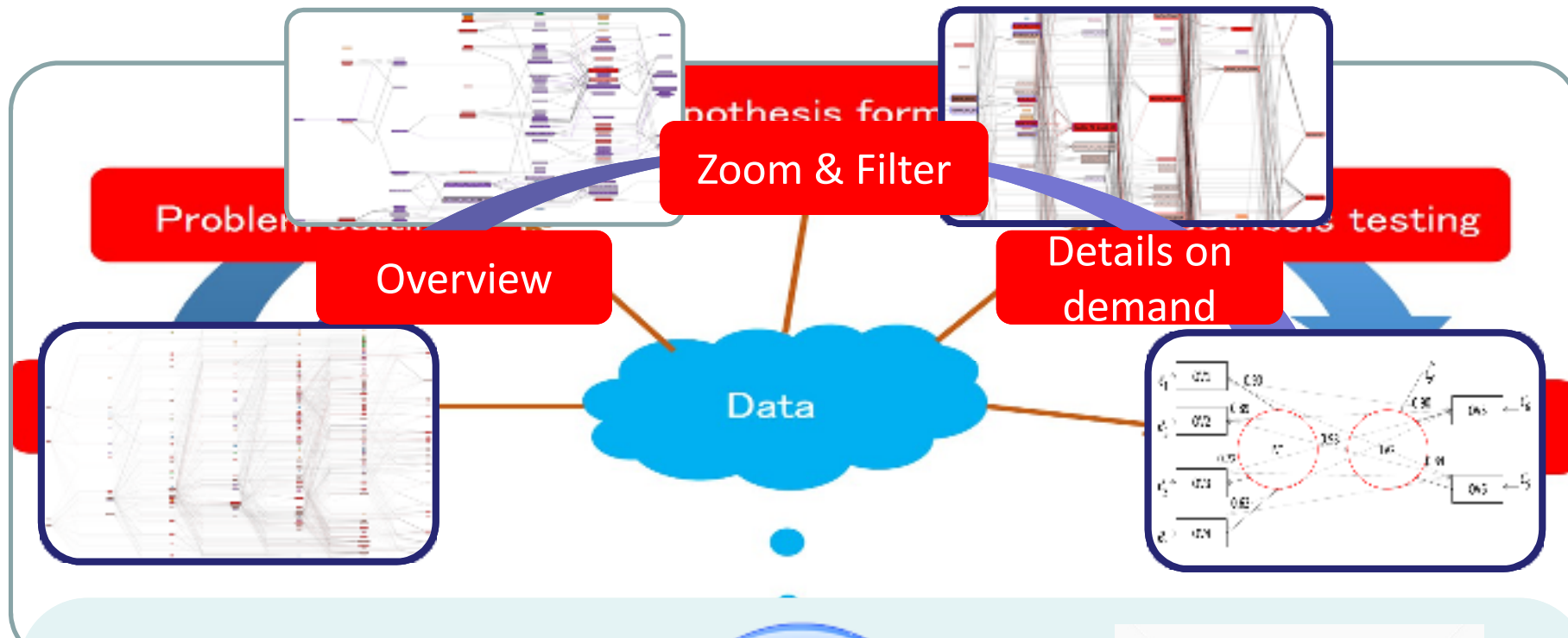
オープンデータサイエンスに必要不可欠な基盤



海洋科学における可視化



生命科学における可視化



Society

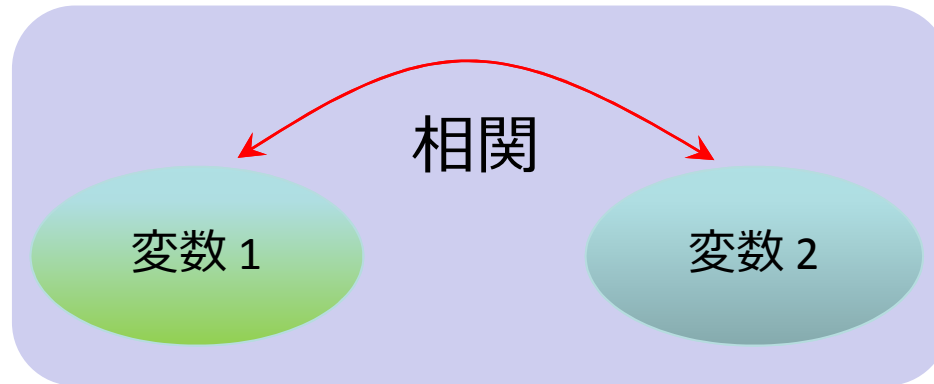
科学的可視化による因果関係の探索

因果関係の探索

トーゴーの日 シンポジウム 2015

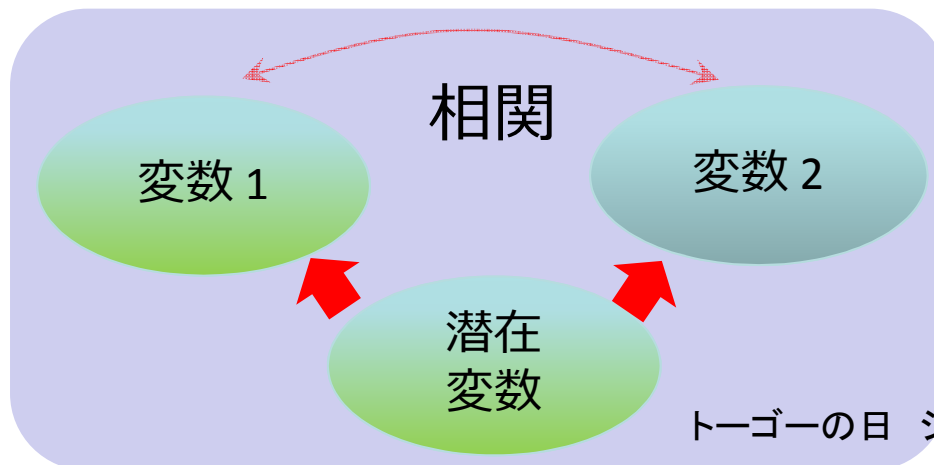
因果関係

An assertion of a causal relationship between two 変数s.

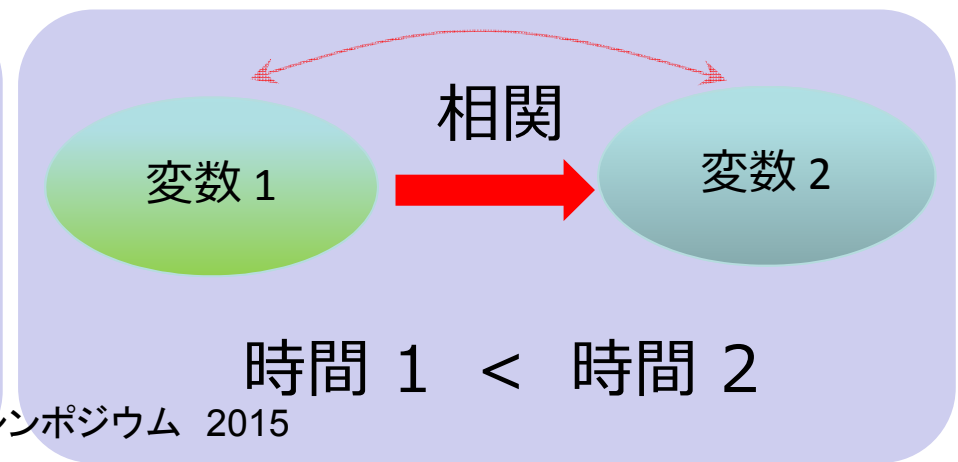


Correlation does not imply causation

タイプ1 因果関係

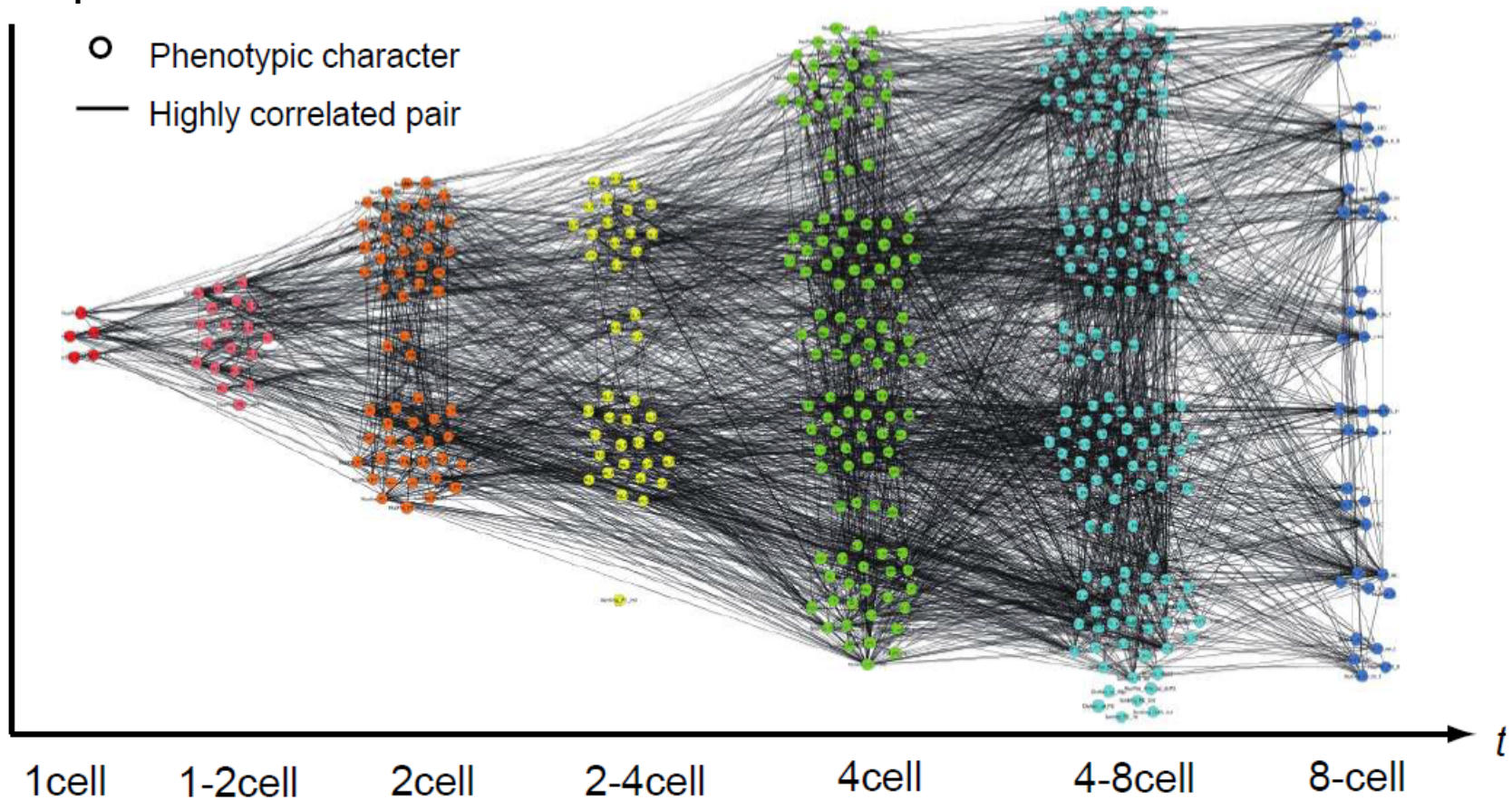


タイプ2 因果関係



線虫の発生過程

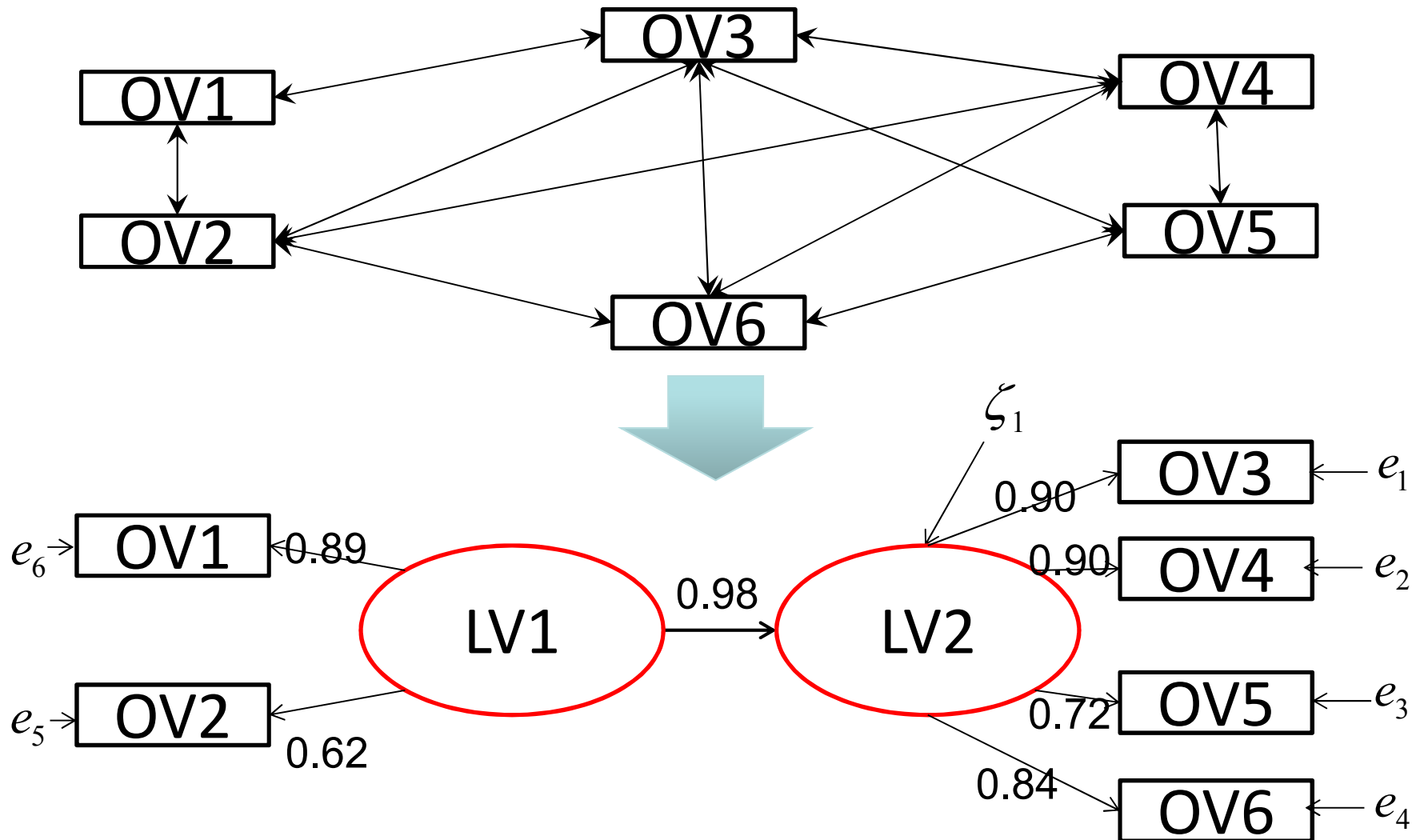
Correlations between phenotypic features in the *c. elegans* development



Data courtesy: Dr. Omani of RIKEN

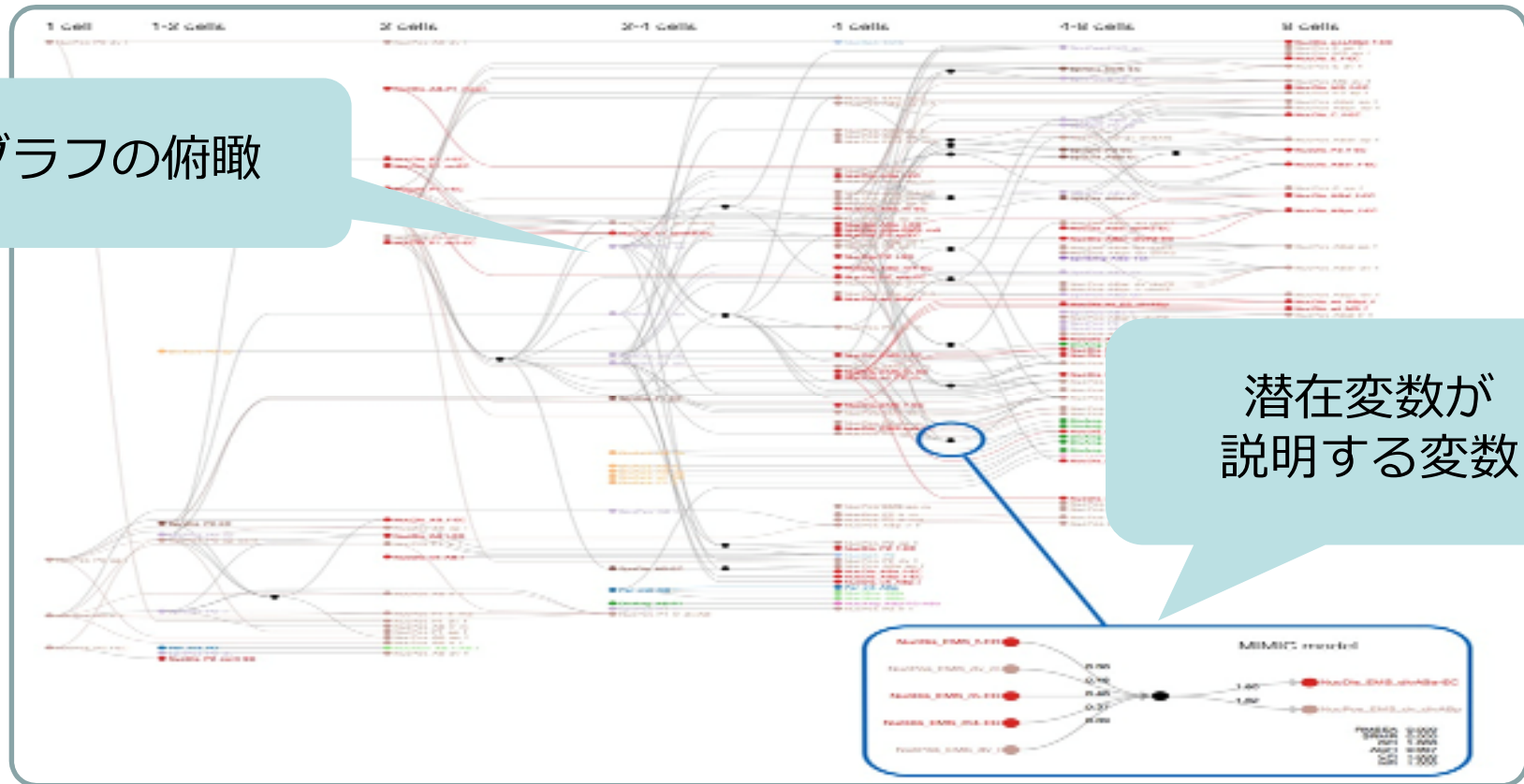
タイプ1 因果関係

構造方程式モデルによる潜在変数の導入



因果グラフにおける対話的可視化

グラフの俯瞰



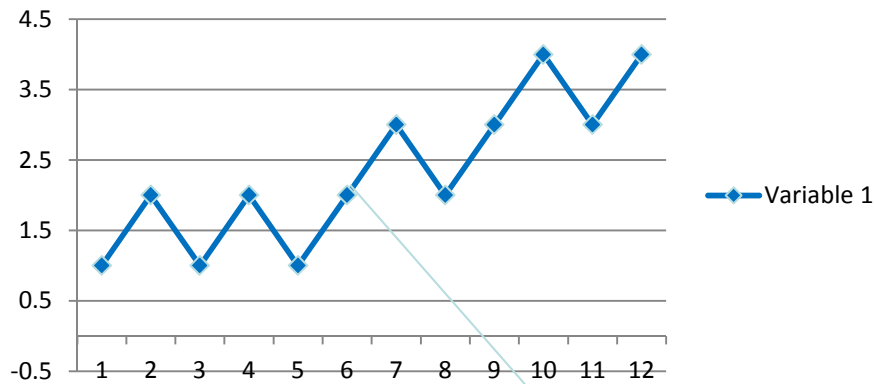
潜在変数が
説明する変数

潜在変数の適切な設定のために
対話的グラフ可視化技術が重要

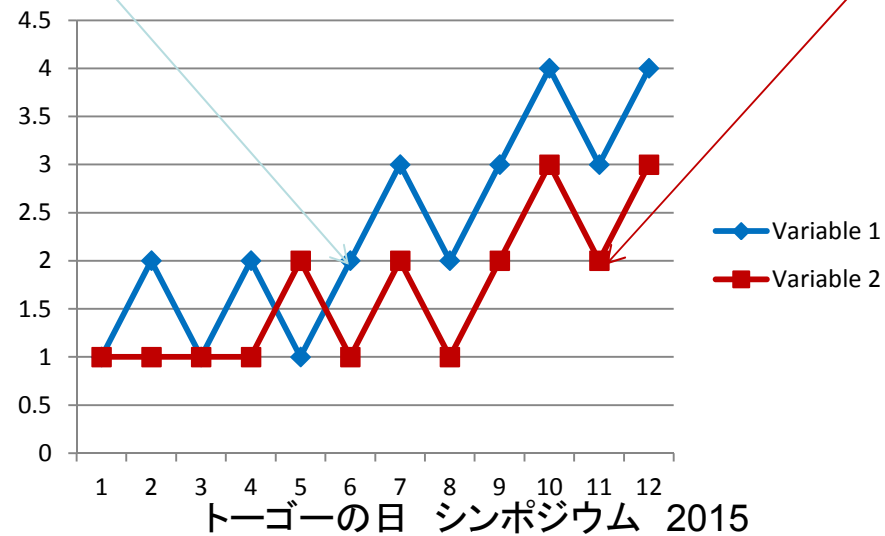
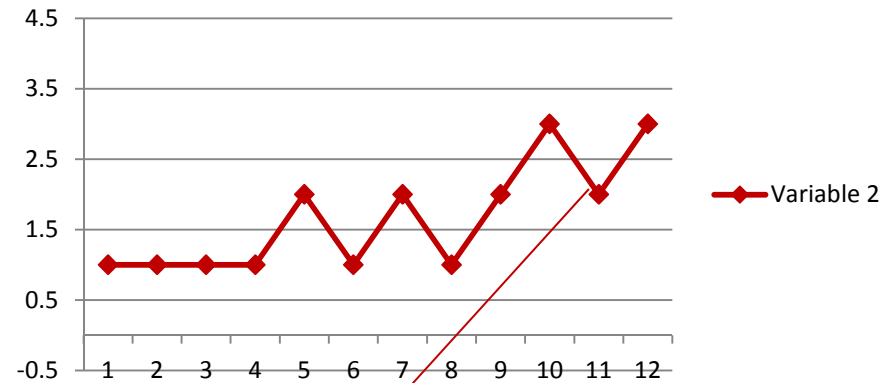
タイプ2 因果関係

時系列データ間の比較

変数 1



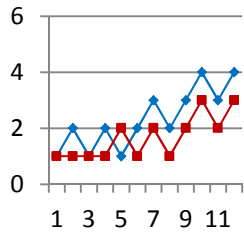
変数 2



R=0.798023875

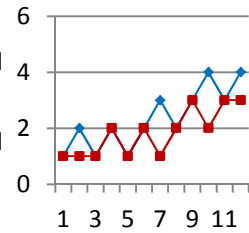
時間移動による相関計算

時間 shift = 0



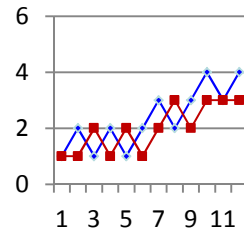
Variable e1
Variable e2

時間 shift = 1



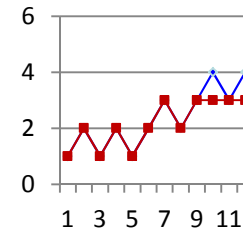
Variable e1
Variable e2-1

時間 shift = 2



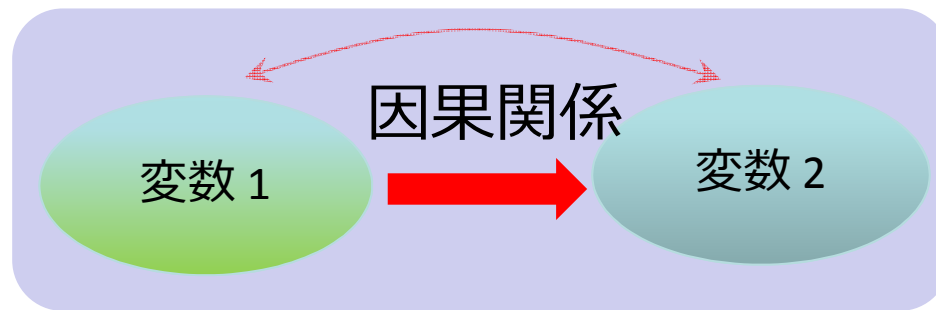
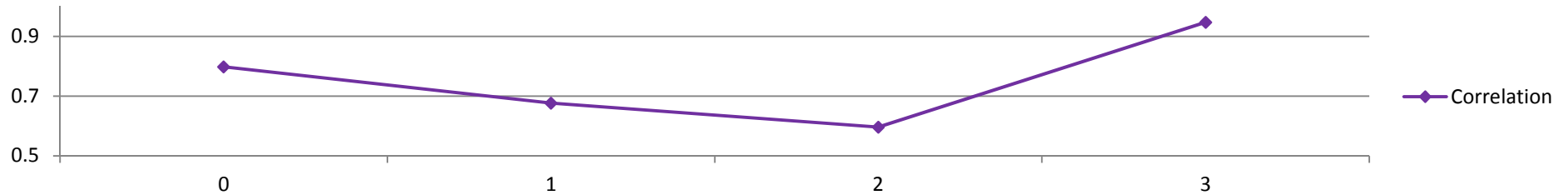
Variable e1
Variable e2-2

時間 shift = 3

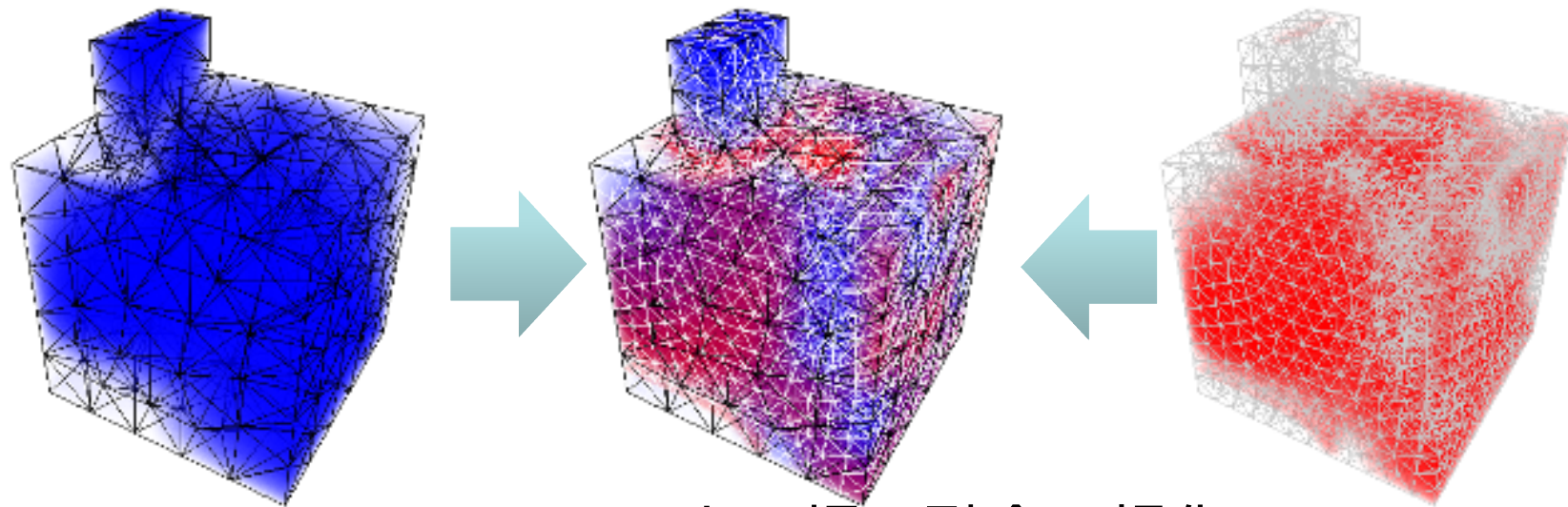


Variable e1
Variable e2-3

相関



時系列ボリュームデータ向け因果関係探索



二つのスカラー場の融合可視化

時間移動の適切な設定のために
対話的ボリュームレンダリング技術が重要

Kun Zhao, Naohisa Sakamoto, Koji Koyamada, Adaptive Fused Visualization for Large-scale Blood Flow Dataset with Particle-based Rendering, Journal of Visualization, doi:10.1007/s12650-014-0260-z, 2014,

トーゴの日 シンポジウム 2015

科学的可視化による因果関係の探索

THANK YOU !

トーゴーの日 シンポジウム 2015