

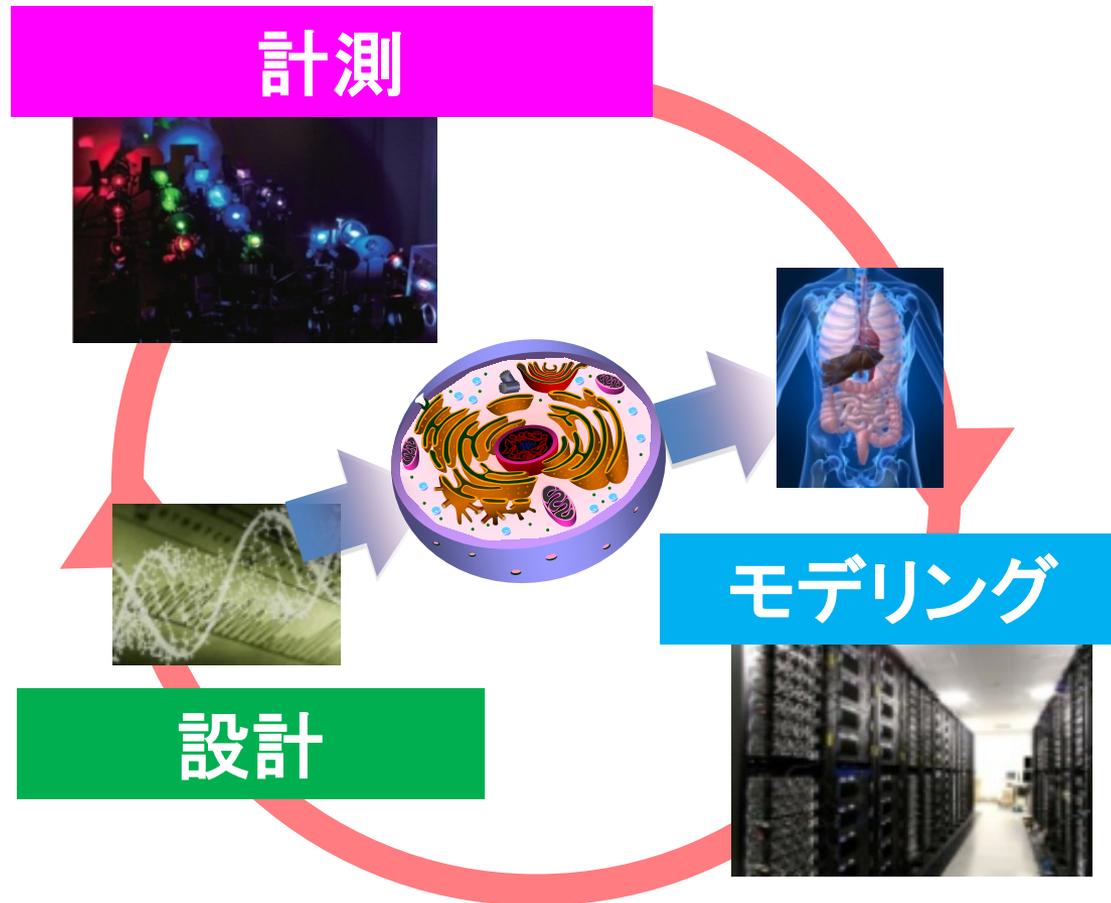
JST-NBDC

平成24年度ライフサイエンスデータベース統合推進事業
統合化推進プログラム研究開発課題（平成24-26年度）

生命動態システム科学のデータベースの統合化

研究代表 理化学研究所生命システム研究センター
大浪修一

生命動態システム科学



複雑な生命現象の動態を時・空間を有する先端定量計測と高精
密モデリングをもとに、in silicoとin vitroで再構成

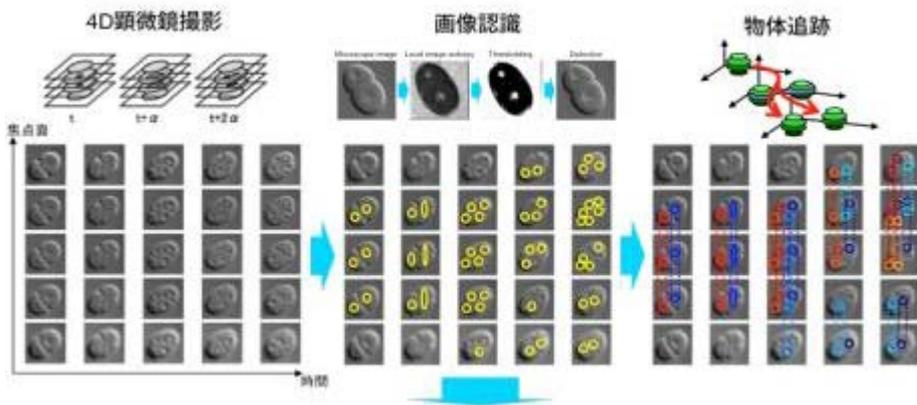
生命動態システム科学のデータ

時空間情報を数値として含む新しい様式の生命科学の研究データが解析の中心に

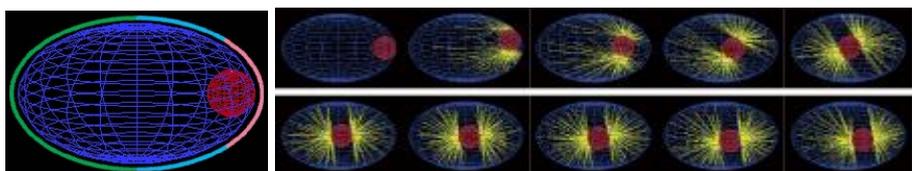
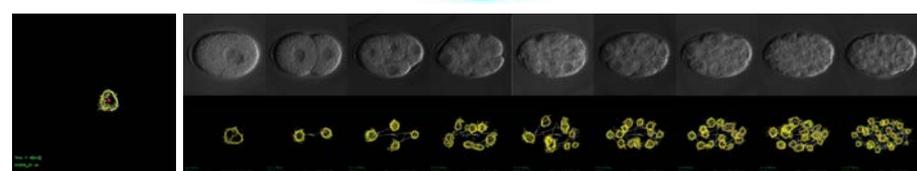
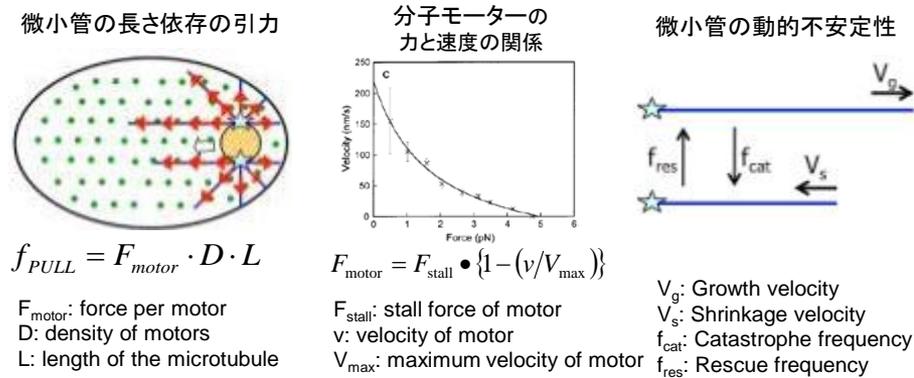
具体例

- 様々な摂動条件下の生命動態の時空間定量計測データ
- 様々なパラメータ下の生命現象の時空間動態シミュレーション結果

線虫胚の細胞核分裂動態計測データ



細胞核動態のシミュレーション結果



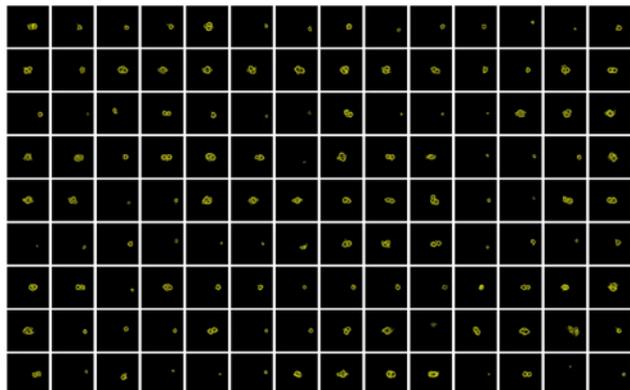
本研究開発の目標

- 我が国の生命動態システム科学分野の全てのデータベースを統合する体制と仕組みの構築
- 研究開発終了時における、我が国の生命動態システム科学分野の全てのデータベースの統合
- 生命動態システム科学分野の全世界のデータベースの統合

生命動態システム科学のデータの課題点

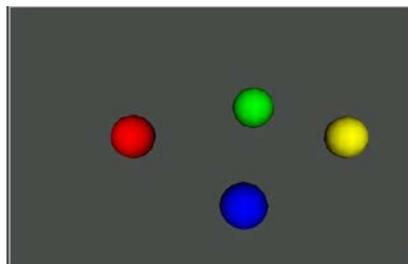
異なるデータ・フォーマットの使用

Onami et al. 2001, Hamahashi et al. 2007, Kyoda et al. 2013



```
0000, 1000, 51.8232, 37.7117, 27.1820, 1, P0, 17  
477, 342, 23, 211111111210111212112.....  
486, 321, 24, 212112222100121222102.....  
.....  
1000, 2000, 33.3146, 32.1893, 25.2702, 2, P0, 17  
320, 257, 23, 211111211111211111112.....  
.....
```

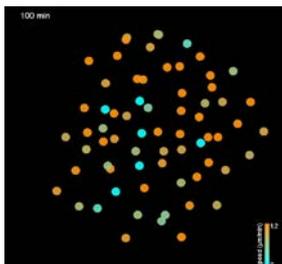
Bao et al. 2006



t001-nuclei
t002-nuclei
.....

```
1, 1, -1, 4, -1, 380, 366, 16.1, 80, EMS, 21281015,  
2, 1, -1, 2, -1, 387, 153, 16.6, 86, ABp, 2836266,  
3, 1, -1, 3, -1, 189, 251, 17.2, 88, ABa, 2850348,  
4, 1, -1, 5, -1, 562, 269, 18.1, 80, P2, 2168825
```

Keller et al. 2008



<68x17 double> →
<69x17 double>
.....

```
611.2904, 563.0863, 80.3444, 13.8991, 14.7172, 606, 551, ....  
485.5862, 546.2255, 91.1758, 14.0556, 18.5152, 480, 534, ....  
562.8646, 459.1969, 95.8143, 14.2670, 17.0606, 556, 450, ....  
.....
```

BDML: Biological Dynamics Markup Language

生命動態システム科学の定量データを記述する言語

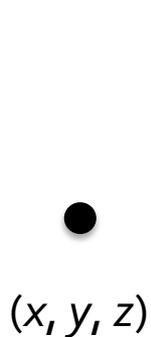
- XMLを基盤
 - 高い可読性
 - 高い拡張性

```
<scaleUnit>
  <tScale>20</tScale>
  <tUnit>second</tUnit>
</scaleUnit>
<component>
  <componentID>100</componentID>
  <time>1</time>
  <measurement>
    <line><coords>10.32,30.42,18.32</coords></point>
  </measurement>
</component>
<component>
  <componentID>101</componentID>
  <time>2</time>
  <prevID>100</prevID>
  <measurement>
    <line><coords>9.57,32.05,14.91</coords></point>
  </measurement>
</component>
```

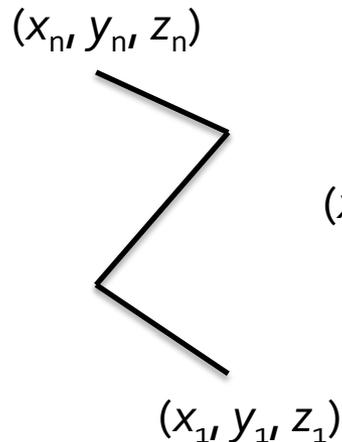
空間情報 (XYZ) の表現

- 位置や形状を表現するための5種類の表現法を準備した。
 - 特徴 (例えば遺伝子発現量) を付加することもできる。

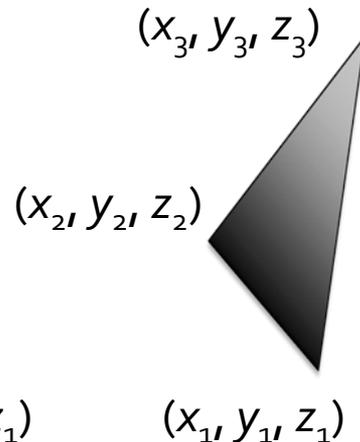
点



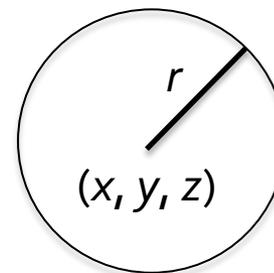
線



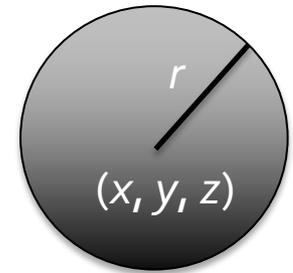
面



円



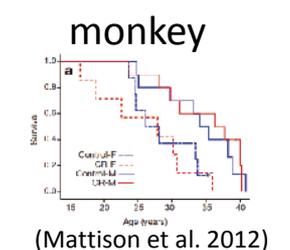
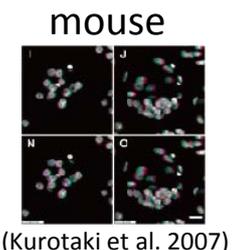
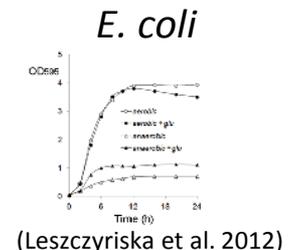
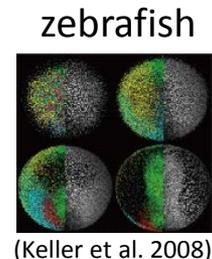
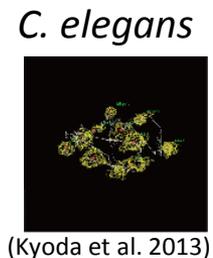
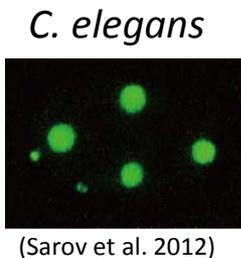
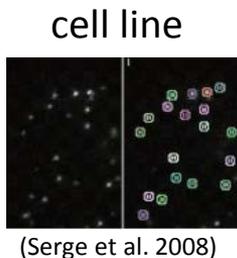
球



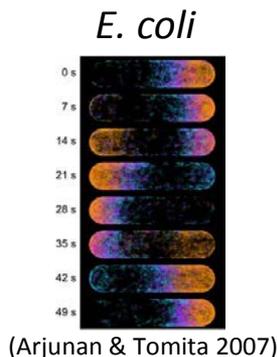
BDMLで記述可能な定量データ

- 分子、細胞、個体から集団の動態まで。

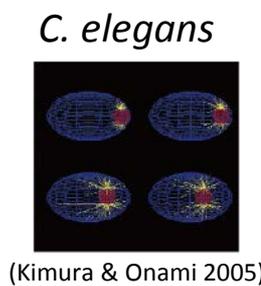
遺伝子発現



一分子



細胞核分裂



核・微小管

増殖・生存

BDML ver. 0.15

計測データ
シミュレーション結果



分子

細胞

個体

集団

BDMLで記述可能な理研QBiCのデータ

BDML ver. 0.15 記述可能

生物種	対象	方法	研究室
Hela細胞	一分子	計測	上田昌宏
Hela細胞	FCS	計測	神 隆
Hela細胞	一分子	モデル	高橋恒一
肝臓細胞	MS	計測	升島 勉
マウス	一分子	計測	岡田康志
マウス	発現	計測	上田泰己
ゼブラフィッシュ	核	計測	岡田康志
線虫	核	計測	大浪修一
線虫	核	計測	大浪修一
線虫	核・微小管	モデル	大浪修一
粘菌	一分子	計測	神 隆
出芽酵母	発現	計測	谷口雄一
大腸菌	生育	計測	古澤 力
大腸菌	一分子	モデル	高橋恒一

生命動態システム科学の統合データベース

SSBD

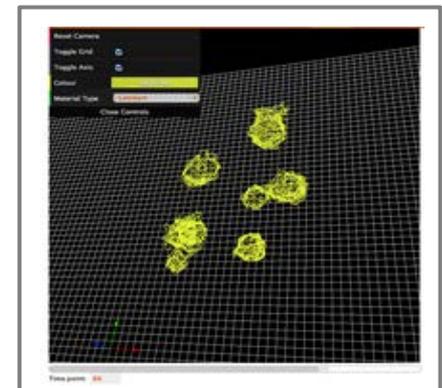
<http://ssbd.qbic.riken.jp/>

The screenshot shows the SSBD Database website. At the top, it says "SSBD Database beta edition" and "Sign in to SSBD". Below that is a navigation bar with "Home", "Resources", "Manuals", "Publicatons", "News", and "Download". A search bar contains the text "C. elegans" [organism] and wild-type [description]. Below the search bar is an "Introduction of SSBD" section with a paragraph of text. To the right of the introduction is a "Menu" section with links for "BDML and PDPML schemas" and "OMERO web". Below the menu is a "News and Events" section with several dates and notices. At the bottom of the news section is a "Copyright notice" section. Below the news section is a "Sample Datasets" section with three images and their descriptions: "Nuclear division dynamics in zebrafish wild-type embryo", "Nuclear division dynamics in C. elegans wild-type embryo", and "Single molecule dynamics in E. coli wild-type".

Image data

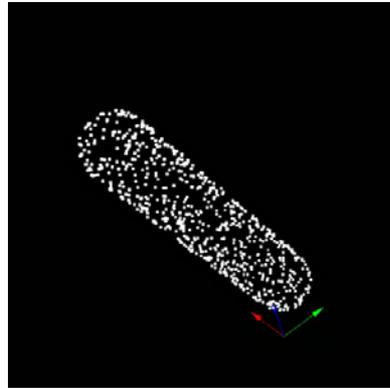


Numerical data



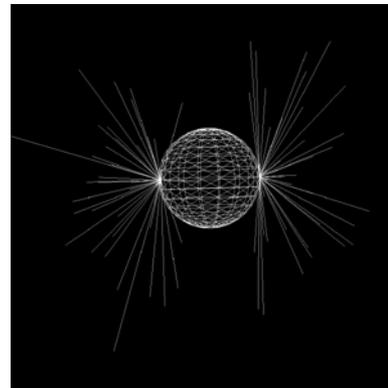
SSBDから公開中のデータ

E. coli



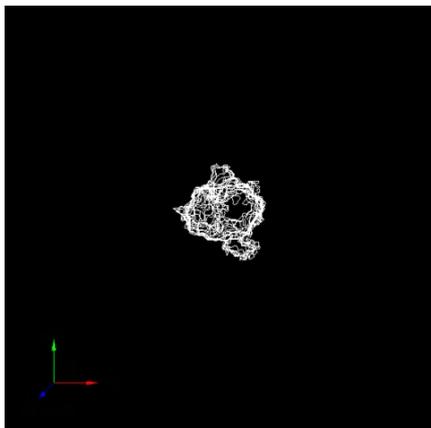
(Arjunan & Tomita 2007)

C. elegans



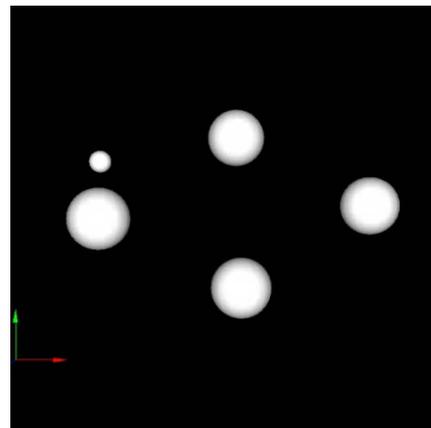
(Kimura & Onami 2005)

C. elegans



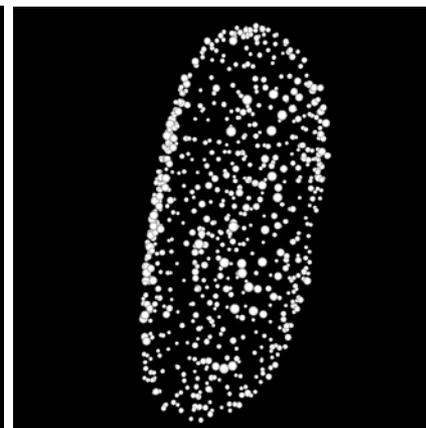
(Kyoda et al. 2013)

C. elegans



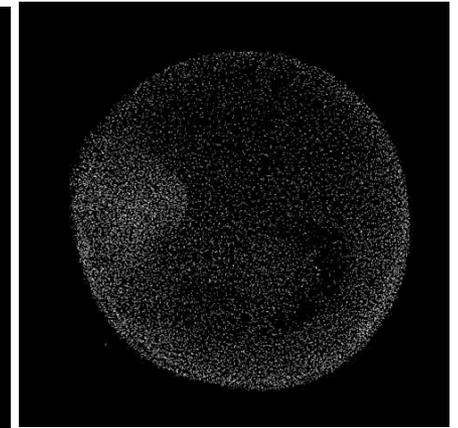
(Bao et al. 2006)

D. melanogaster



(Keller et al. 2010)

Zebrafish



(Keller et al. 2008)

SSBD登録済のデータ一覧

□ 公開待ち, ■ 公開中

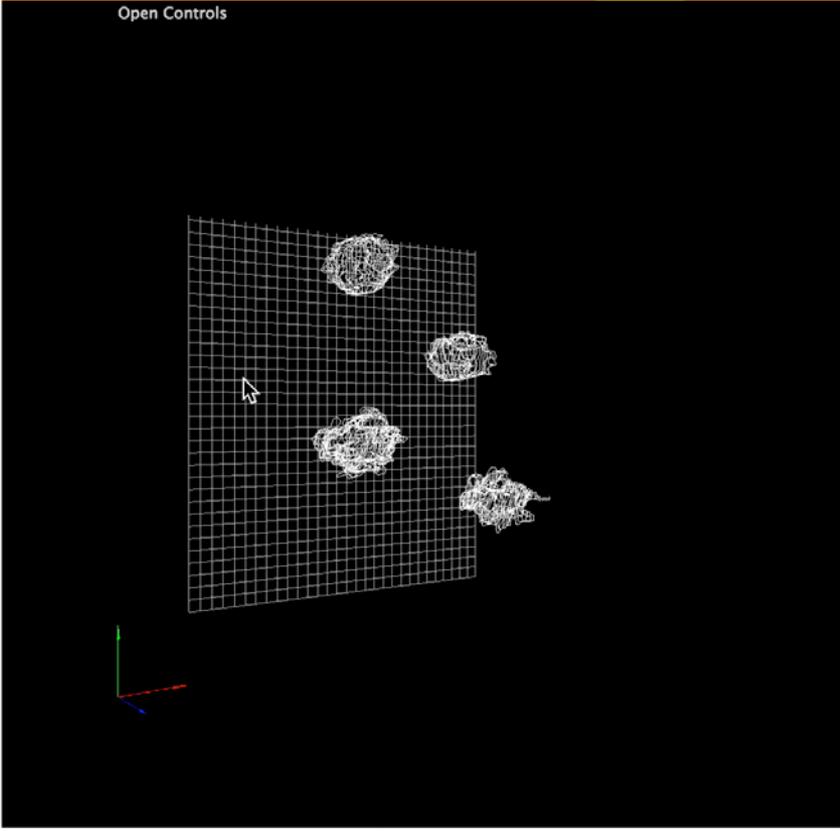
生物種	対象	種類	論文	BDML	Entries	画像
マウス	核	計測	Kurotaki et al. 2007	1	12096	80
マウス	核	計測	Bashar et al. 2012	1		
ゼブラフィッシュ	核	計測	Keller et al. 2008	7	56584840	
ショウジョウバエ	核	計測	Keller et al. 2010	2	5111828	
ショウジョウバエ	核	計測	Supatto et al. 2009	1	40534	
線虫	核	計測	Kyoda et al. 2013	186	75955	33480
線虫	核	計測	Bao et al. 2005	2	24747	
線虫	核	モデル	Kimura & Onami 2005	100	2400100	
線虫	核	計測	Kyoda et al.	261	155873	256
線虫	核	計測	Sönnichsen et al. 2005	979	1913774	
線虫	核	計測	Gonczy et al. 2000	1	2988	
線虫	核	計測	Takayama et al.	12	20966	4899
線虫	発現	計測	Sarov et al. 2012	273	5713854	
線虫	行動	計測	Cronin et al. 2005	11	15822	
細胞性粘菌	一分子	計測	Jin et al.	1	987	1
大腸菌	一分子	モデル	Arjunan & Tomita 2010	1	721	

ブラウザ上でデータを可視化

SSBD Database beta edition Sign in to [SSBD](#)

Browse through categories: [Home](#) [Resources](#) [Manuals](#) [Publications](#) [News](#) [Download](#)

Open Controls



BDML ID: 48eb0bbb-8c18-43de-a05c-154a24cb3710

Title BDML file for quantitative information about nuclear division dynamics of wild-type embryo

Version Version 1, updated on May 18, 2012, CC BY-NC-SA license

Description quantitative information about nuclear division dynamics in wild-type embryo

Organism: *C. elegans*

Datatype nuclear division dynamics

Identifier wt(N2)030210_01

Based on Measurement

Contributor Kyoda, K., Furukawa, M., Arai, R., Onami, S.

PubMed ID [23172286](#)

Contact Information Shuichi Onami, RIKEN, Quantitative Biology Center, Laboratory for Developmental Dynamics

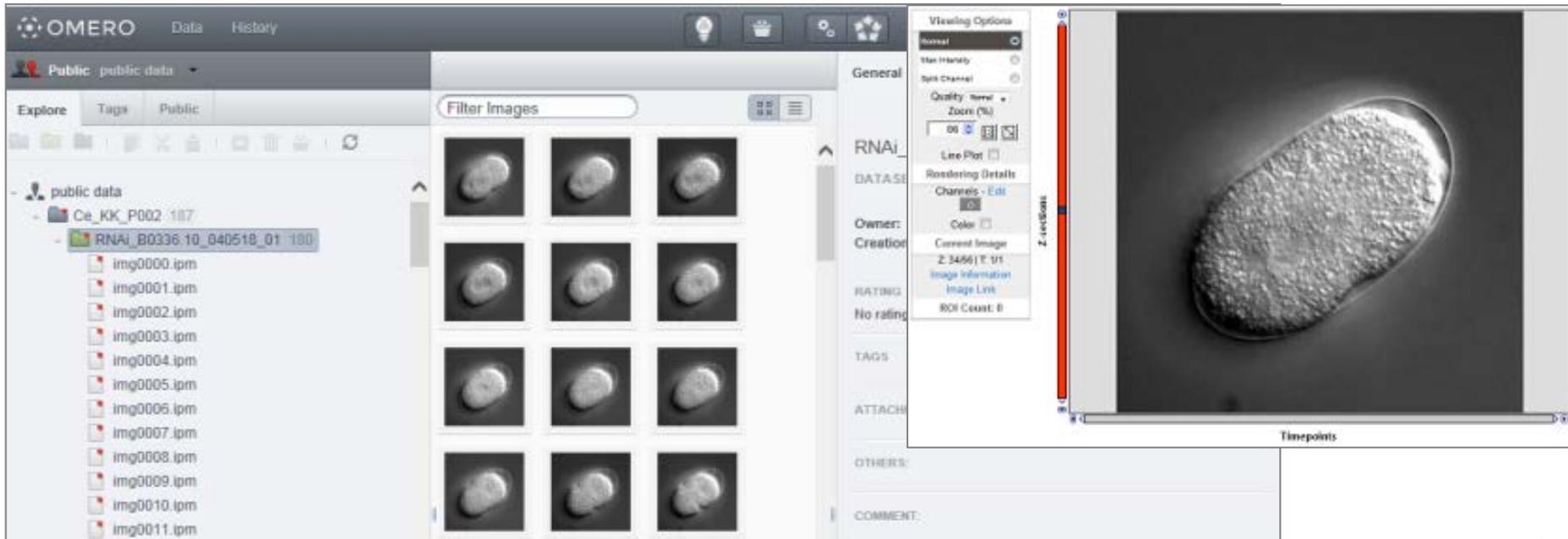
Summary of methods See details in Kyoda et al. (2013) Nucleic Acids Res 41, D732-D737.

Data Scale (XYZ, T) 0.105 x 0.105 x 0.5 (micrometer), 40.0 (second)

Time point: 42

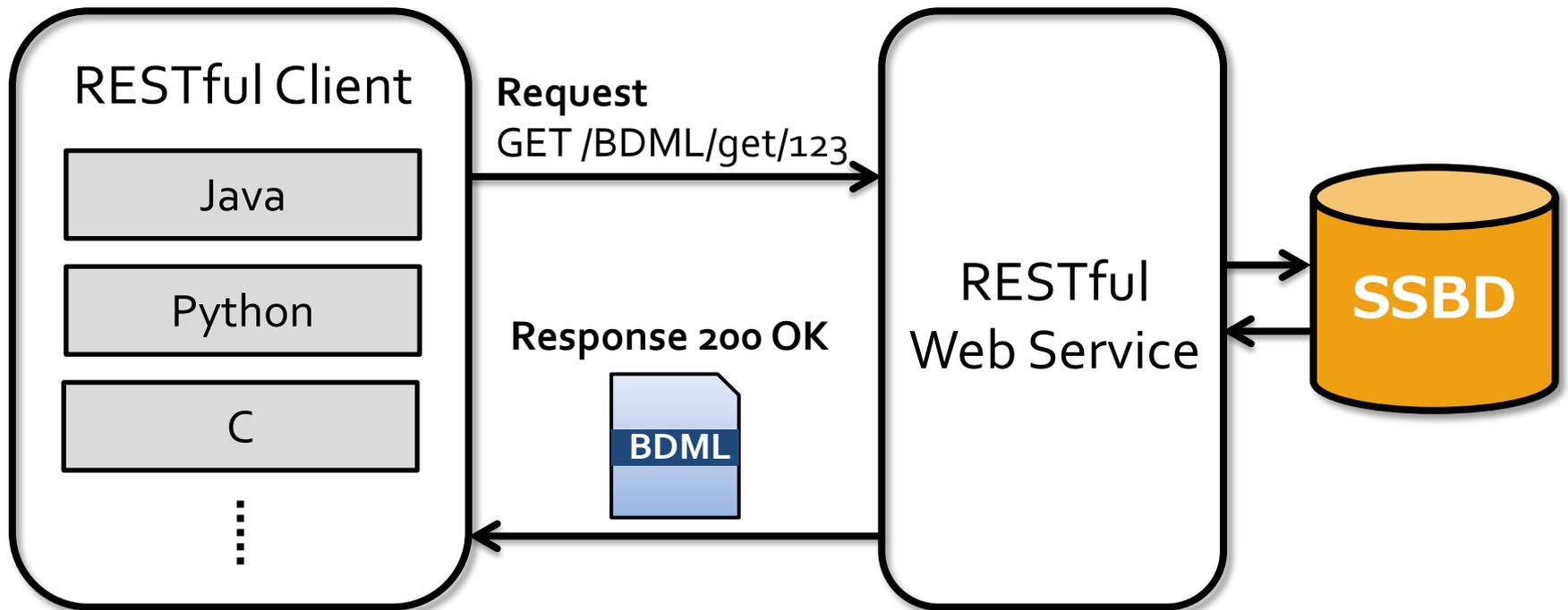
OMEROシステムによる動画像の管理

- 顕微鏡から得られるテラバイト単位の動画像の管理を目的に開発されたフリーのソフトウェア
 - 127種類の動画像のフォーマットに対応
 - ImageJ, MATLAB, Java, C++, Python によるクライアント・アプリケーションの開発が可能



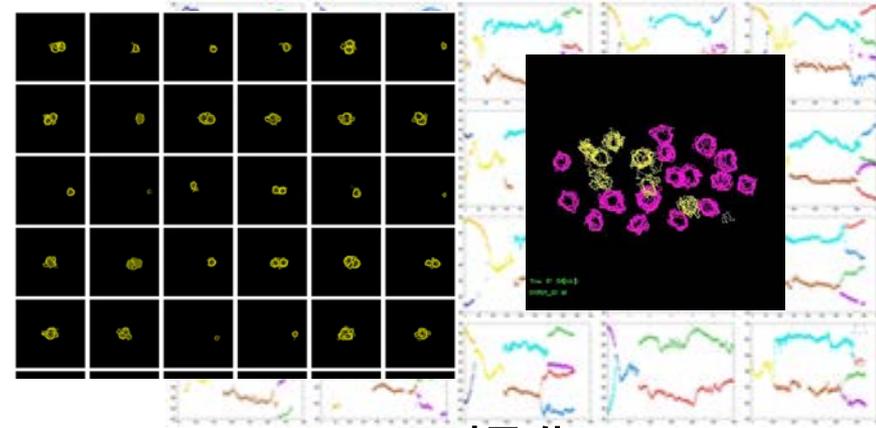
RESTful API を構築

- HTTPのURI (Uniform Resource Identifier) でデータの読み取りができる。
 - 第三者がクライアントのアプリケーションをプログラミング言語やプラットフォームに制限されることなく開発できる。

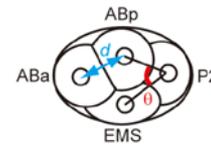
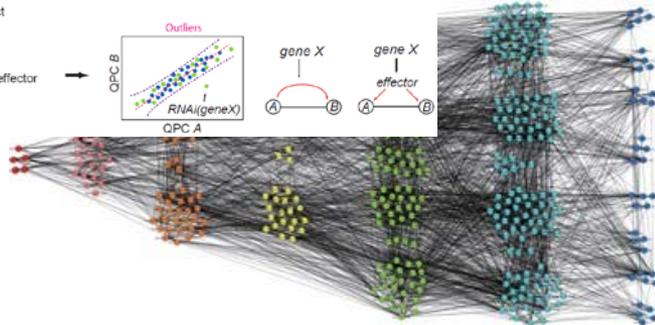
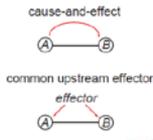
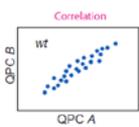


生命動態システム科学計測データの活用

新しいバイオインフォマティクス領域を創成



可視化

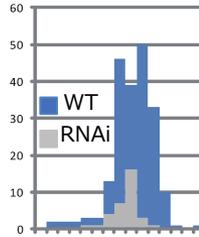


NucDis_ABa-ABp

$$d = \sqrt{(\epsilon_{ABa} - x_{ABp})^2 + (\epsilon_{ABa} - y_{ABp})^2 + (\epsilon_{ABa} - z_{ABp})^2}$$

NucAng_ABp-P2-EMS

$$\theta = \arccos \left(\frac{(\epsilon_{ABp} - x_{P2})(\epsilon_{ABp} - x_{EMS}) + (\epsilon_{ABp} - y_{P2})(\epsilon_{ABp} - y_{EMS}) + (\epsilon_{ABp} - z_{P2})(\epsilon_{ABp} - z_{EMS})}{\sqrt{(\epsilon_{ABp} - x_{P2})^2 + (\epsilon_{ABp} - y_{P2})^2 + (\epsilon_{ABp} - z_{P2})^2} \sqrt{(\epsilon_{ABp} - x_{EMS})^2 + (\epsilon_{ABp} - y_{EMS})^2 + (\epsilon_{ABp} - z_{EMS})^2}} \right)$$

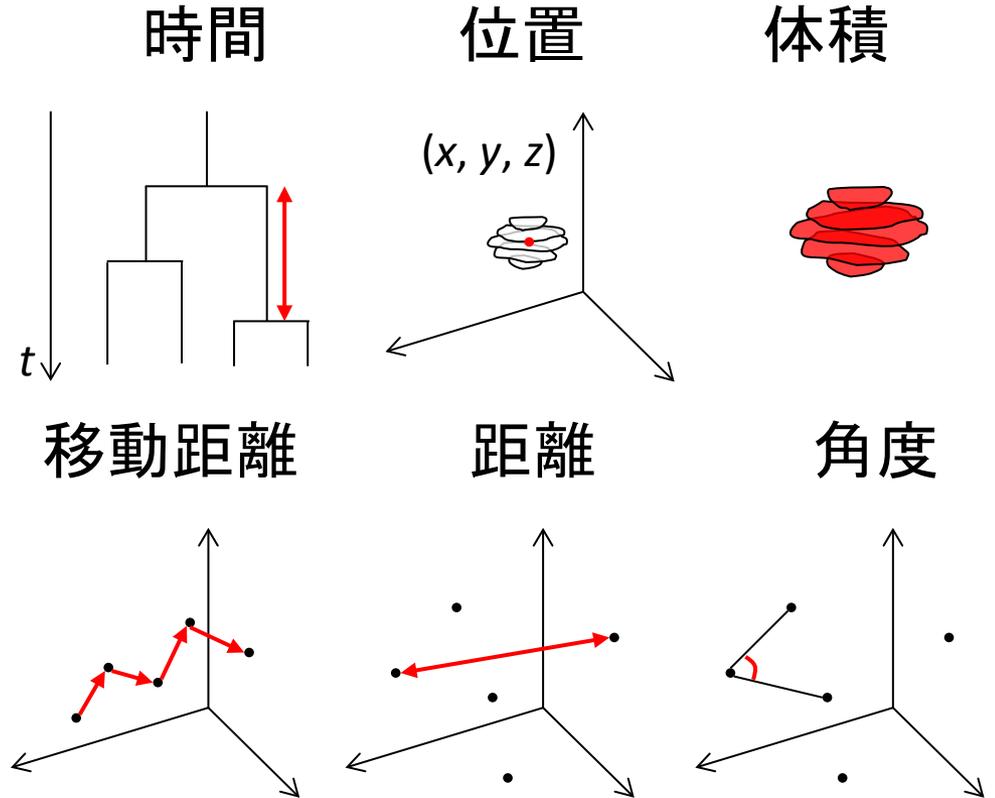
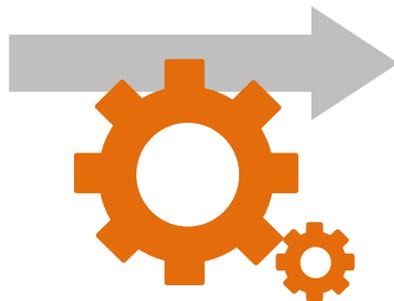


情報・数理解析

計算表現型解析

解析ツールの公開

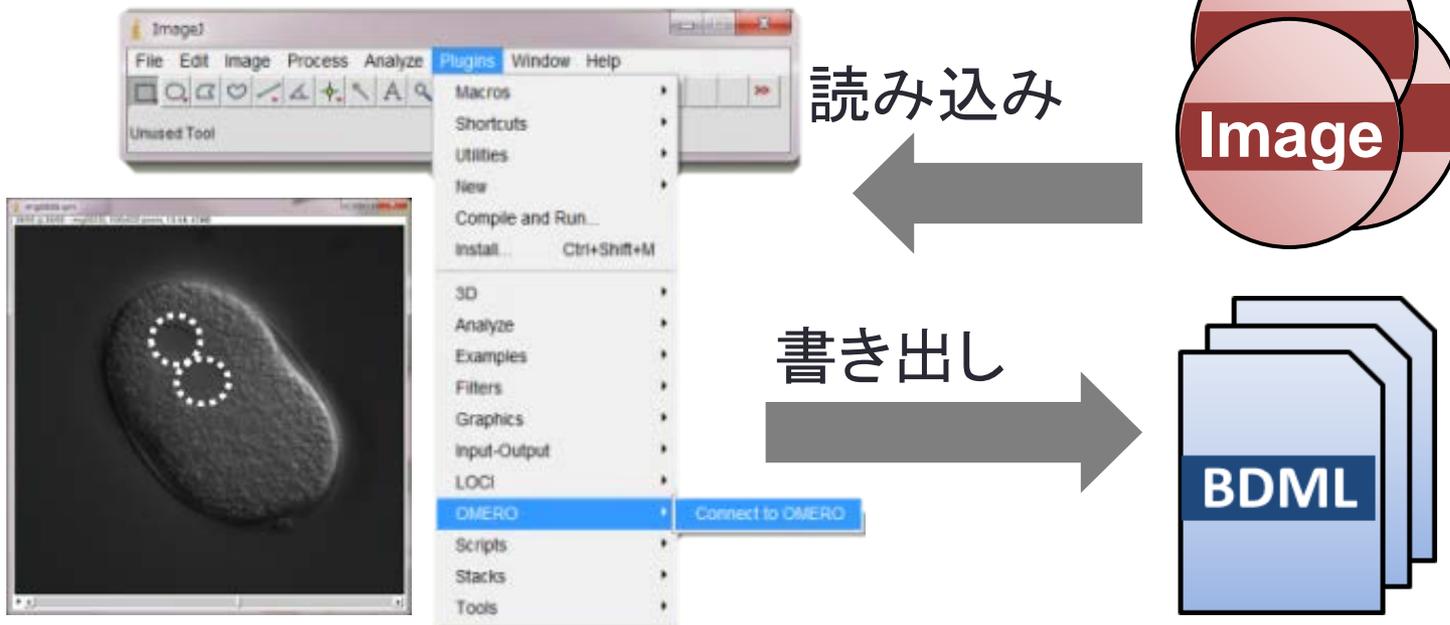
- Phenochar (ver. 1.0)
 - 表現型の特徴量を計算するツール



ImageJとの連携

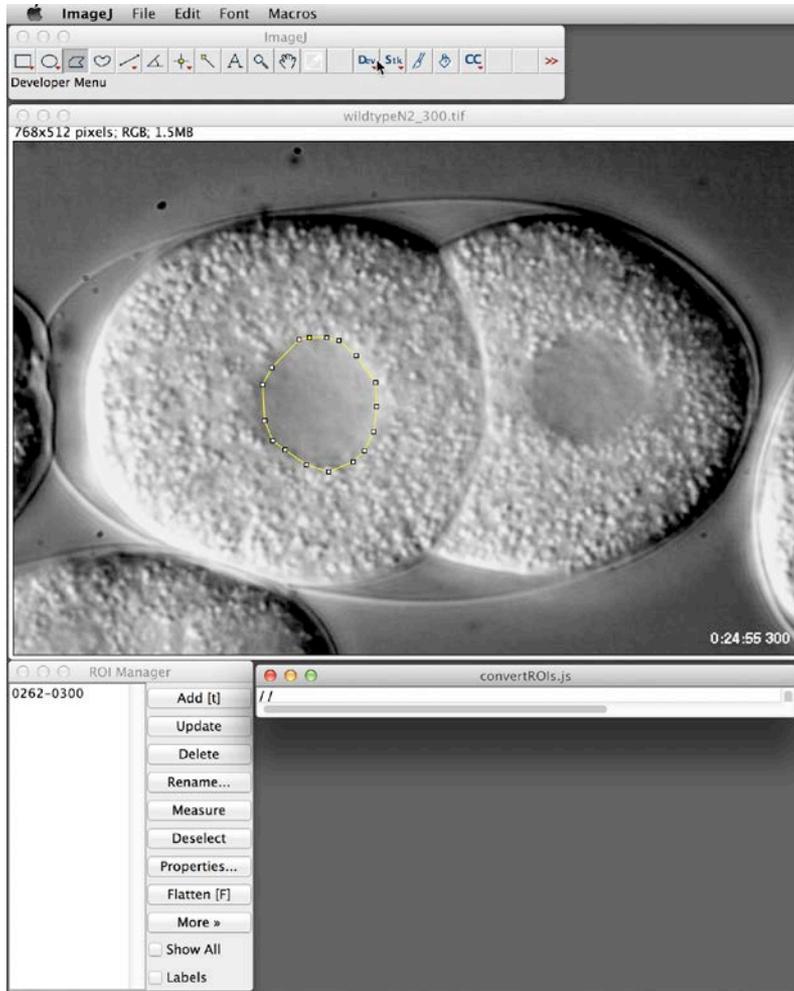
- ImageJに対してBDML/SSBDのソフトウェア群の適用を可能にする。

画像処理

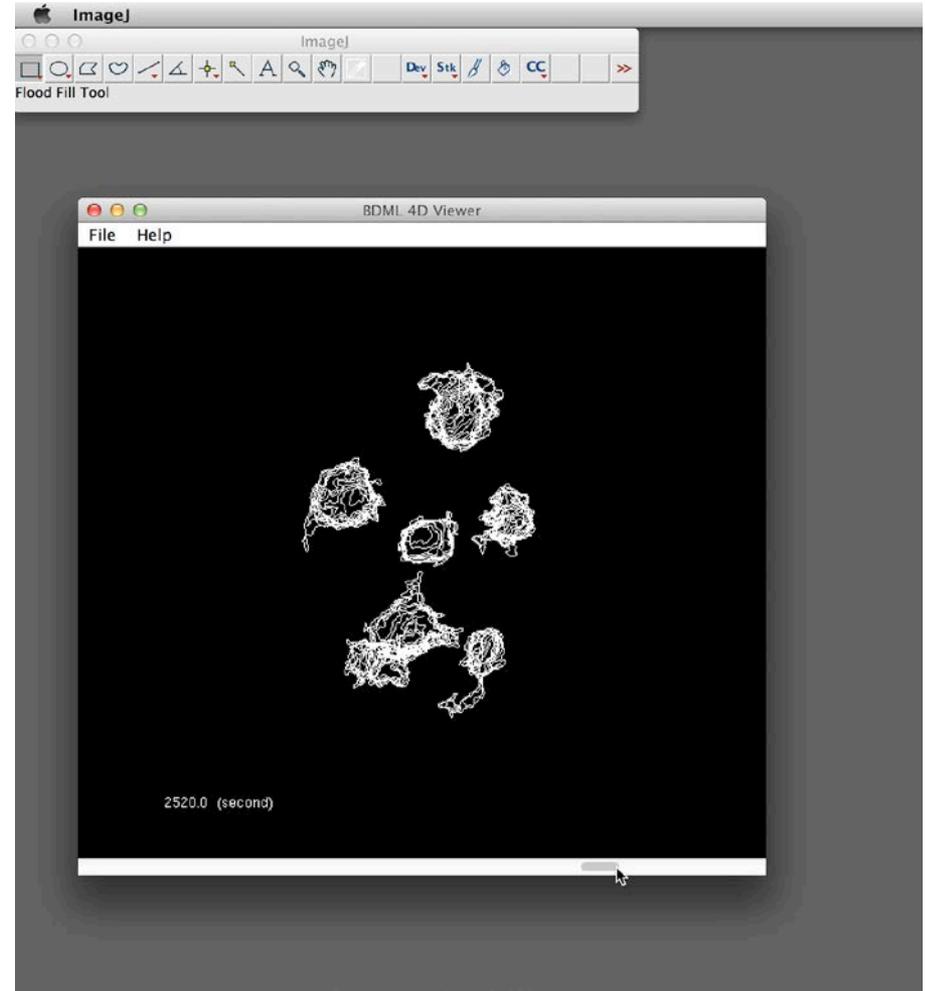


ImageJ plugins for BDML

Extracting quantitative data

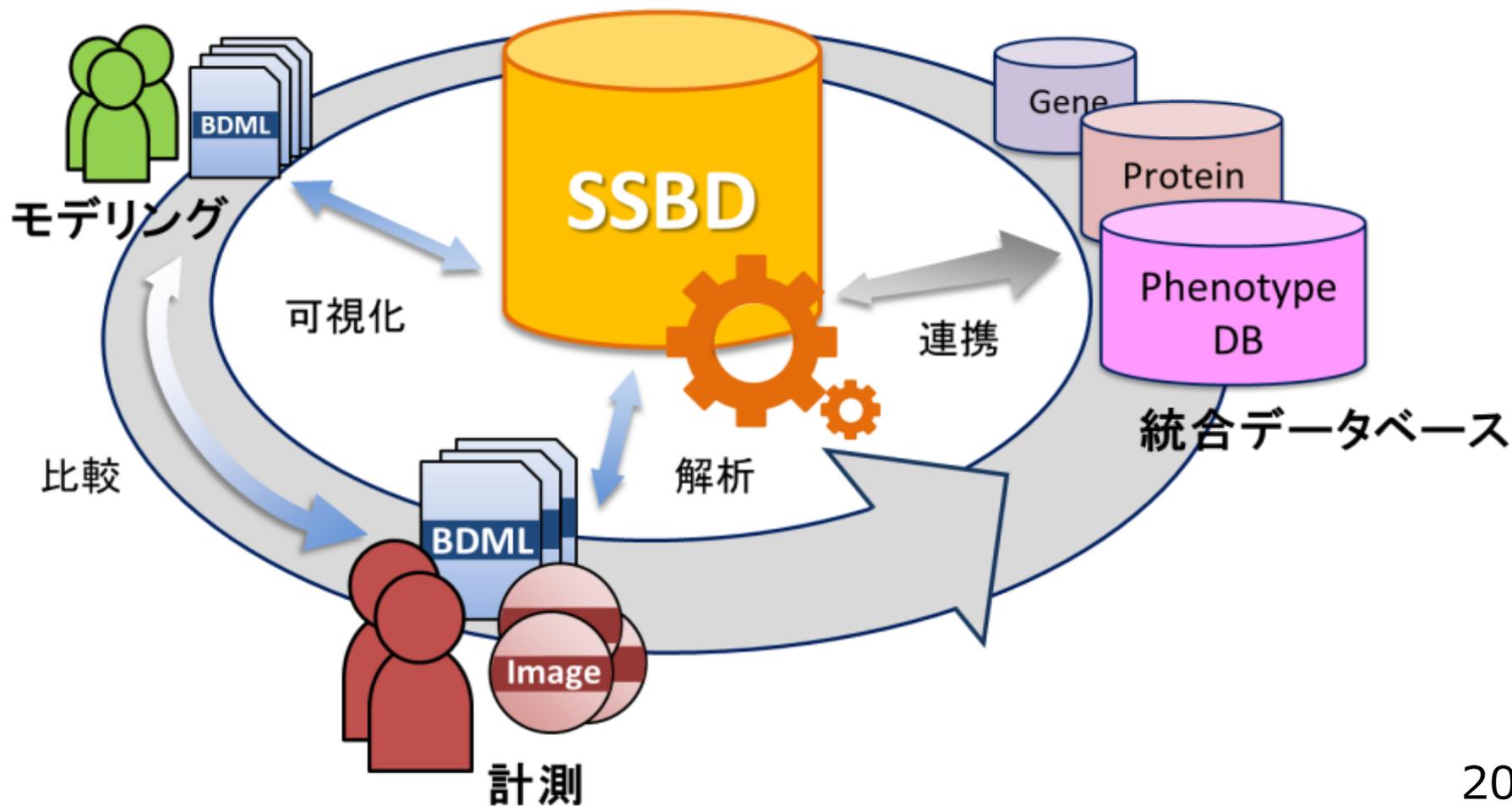


Visualization

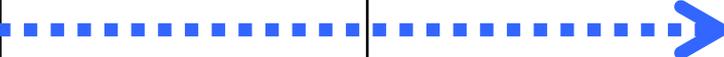


生命動態システム科学のDB統合化

計測とモデリングの有機的な連携を加速する
情報インフラ



研究開発のスケジュール

研究項目	H24年度	H25年度	H26年度
1. DB統合の体制と仕組みの構築			
2. 理研QBiC内のDB統合			
3. 理研QBiC外のDB統合			

H26年度の計画

- DBの統合
 - 国内の全ての大規模データの統合
 - 国外の代表的な大規模データの統合
- DB統合の体制と仕組みの構築
 - データフォーマットの拡張
 - 時空間オミクスデータへの対応など
 - 周辺ソフトウェアツール群の開発
 - 可視化、解析、知識抽出
 - 国際連携の体制や仕組みの構築
 - OMEROとの連携の深化
- DBの活用
 - 新しい生命システム解析手法の開発