

# たまごを用いた 生体シミュレータの開発

川原 知洋  
准教授  
大学院生命体工学研究科  
九州工業大学  
kawahara@lisse.kyutech.ac.jp



## 代替動物を用いた実験

ゼブラフィッシュ ツメガエル  
線虫 ニワトリ

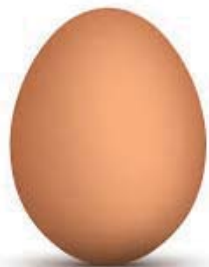
たまご (胚)

例) ヒトがん細胞

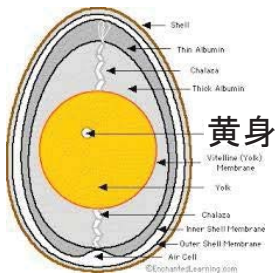
薬や化学物質の検査

(Seabra et al., "In vivo research using early life stage models," *In Vivo*, 2010)

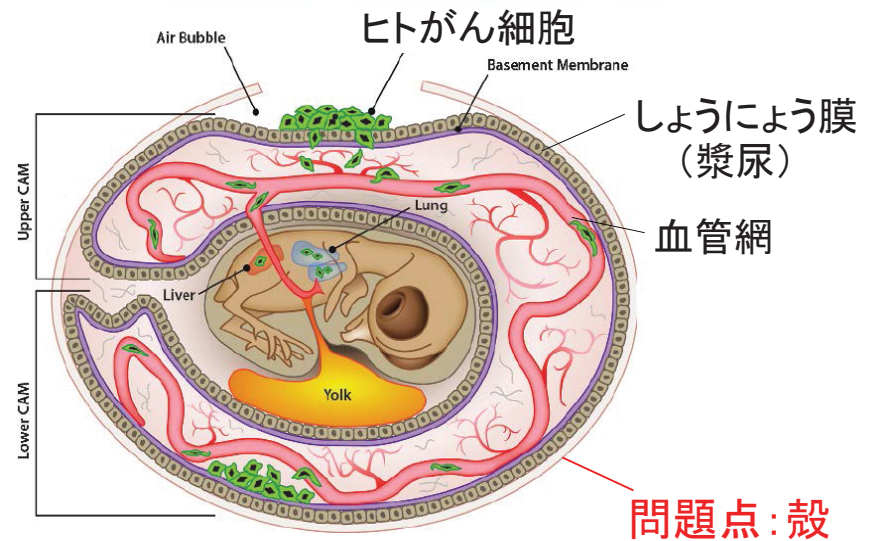
## たまご (ニワトリ胚) の利点



- 倫理的な敷居の低さ  
- SCAW (Scientists Center for Animal Welfare), 1987
- 低価格  
- 1個65円  
- 黄身で成長する(培養液等不要)
- 循環器の形成  
- 心臓・血管  
- in ovo (生体内と生体外の中間)
- 逃げ出さない!



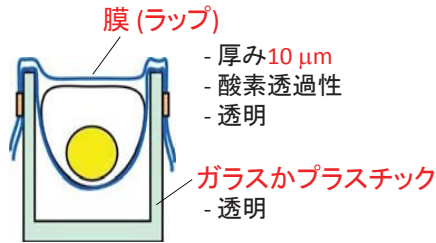
## 利点を活かした研究例



M. Liu et al., *Translational Oncology* (2013)

## 従来の人工殻とその問題点

72時間以内



Kamihira et al., *Develop Growth Differ*, 1998

Datar et al., *Rev Diabet Stud*, 2005

### 自由自在な「観察」+「操作」

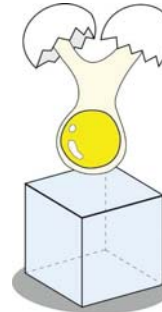
要求仕様: **培養:** 殻の酸素透過性・生体適合性

**観察:** 殻の高い透明性

**操作:** 適切な殻の剛性と形状

## 新しい人工殻の設計

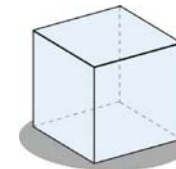
### フレーム構造



1. 形状
2. 自立できる剛性(硬さ)
3. 生体適合性

= +

立方体形状



1. 酸素透過性(適切な厚み)
2. 透明性
3. 生体適合性

膜構造

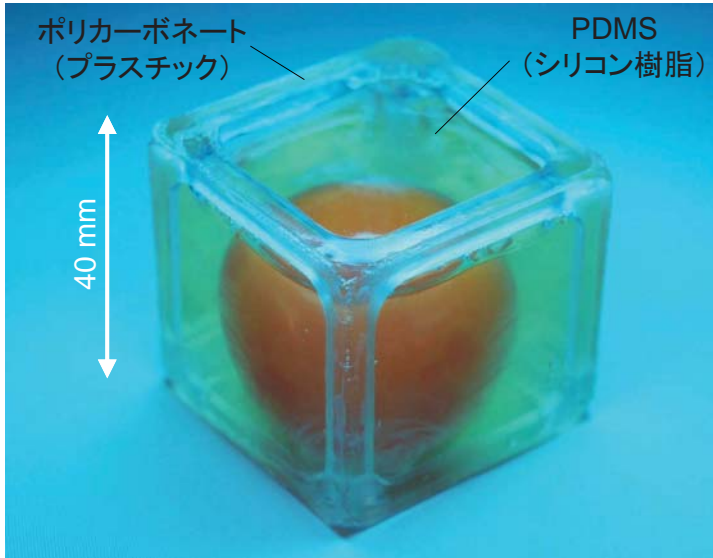
## Egg in Cube

(特許第5939536号, PLoS ONE 2015)

ポリカーボネート  
(プラスチック)

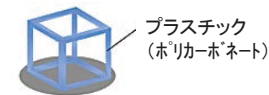
PDMS  
(シリコン樹脂)

40 mm



## 作製プロセス

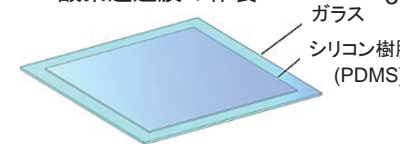
1. フレーム構造の作製



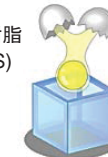
4. リークテスト・滅菌



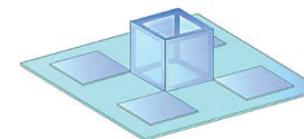
2. 酸素透過膜の作製



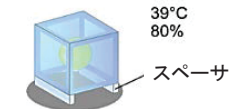
5. ニワトリ胚の外植(移殖)



3. 組み立て



6. 培養



## 特徴

**1. 観察性**

**2. アクセシビリティ**

**3. 拡張性**

(PLOS ONE 2017)

## 応用可能性と今後の課題

Regulation for Fetus Experiment [Animals (Scientific Procedures) Act, 1986]

卵

胚

胎児

孵化

倫理的な敷居が高くなる

医療トレーニング

- 1 mm サイズの血管
- 羽が無い(観察性が高い)

医学部での実証実験

医薬品評価・遺伝子組換えニワトリ

- 臓器を用いた試験
- 操作性の良さを活かす

カルシウム添加、血管の接続

## まとめ

工学技術

ロボティクス

微細加工

材料

生物

有精卵

移植

機能性人工殻

孵化

ニワトリ

医薬品・化粧品評価

手術・看護トレーニング

代替実験動物

遺伝子組換えニワトリ

手術ロボット評価

教育教材