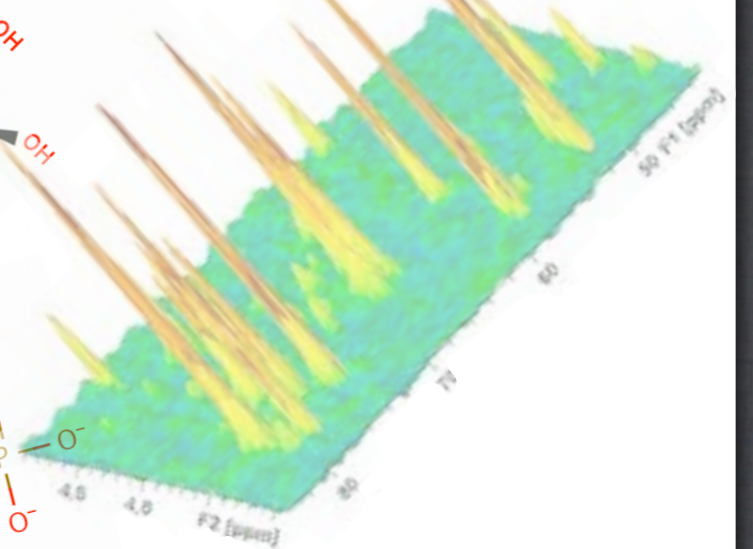
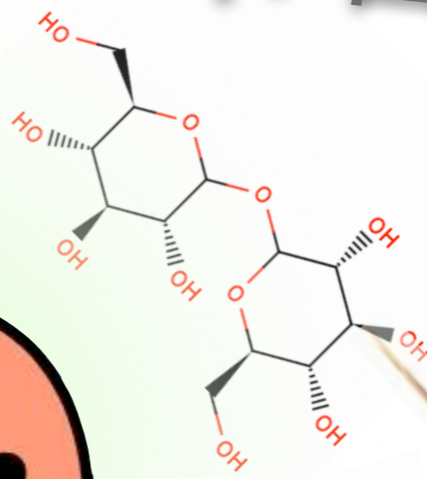
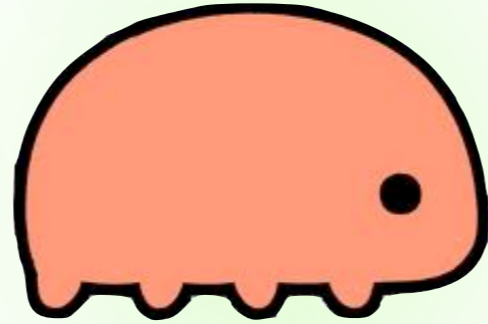
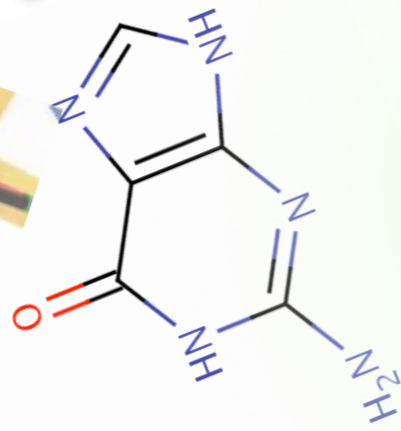


メタボロミクス

ゲノミクス



生命情報解析

あらかわ かずはる

荒川和晴



@gaou_ak

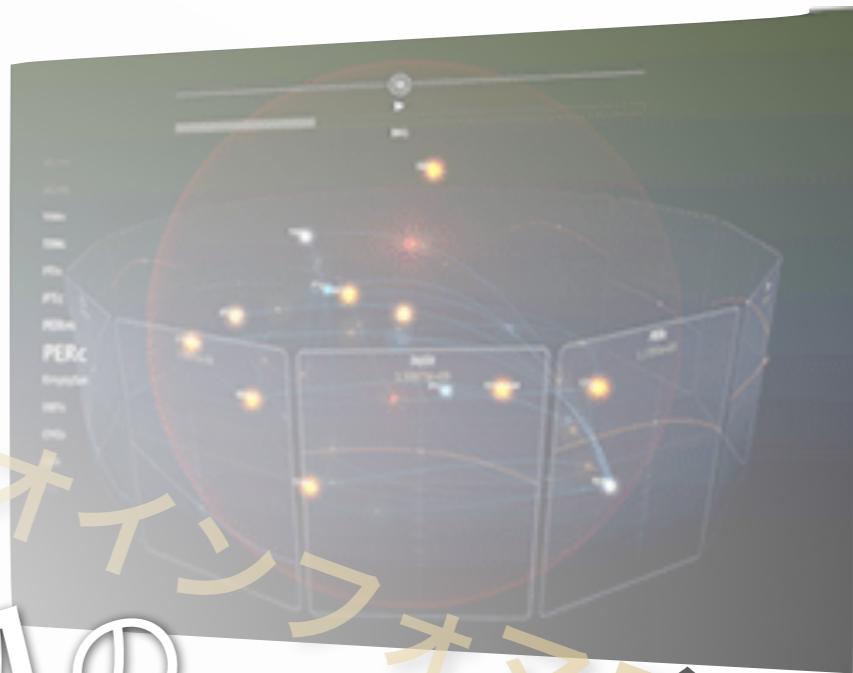
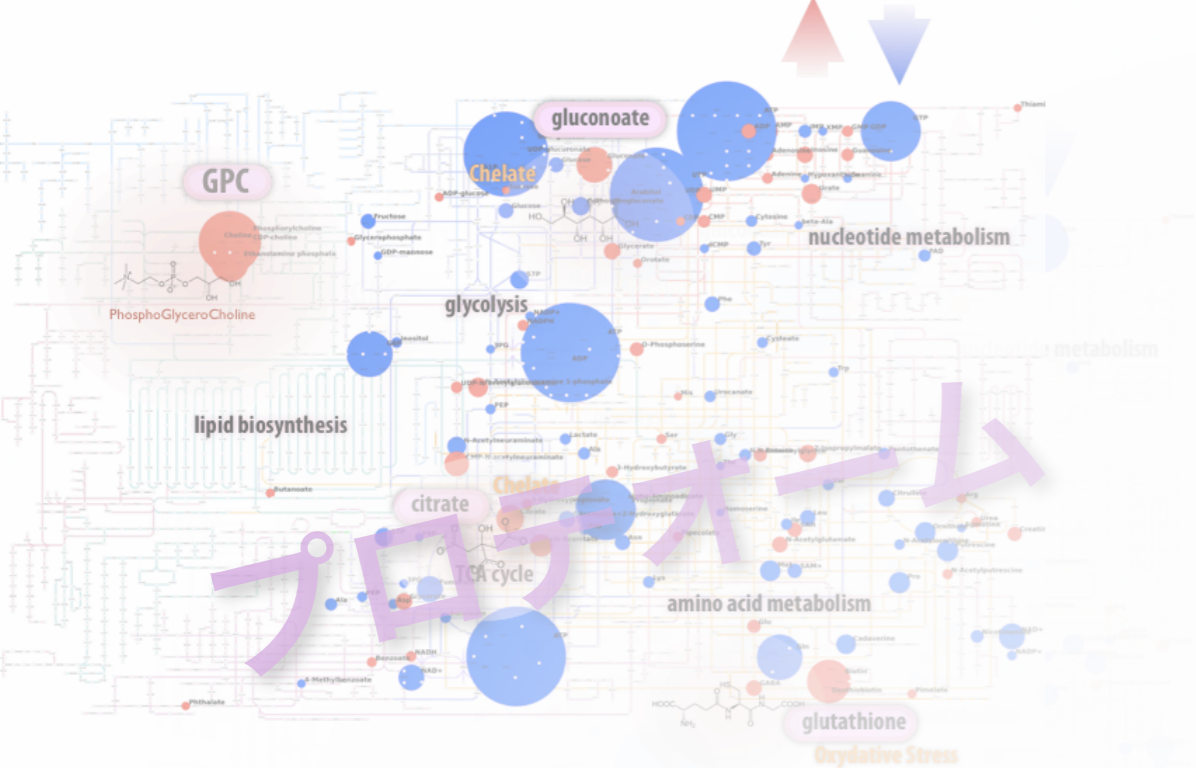
慶應義塾大学 先端生命科学研究所



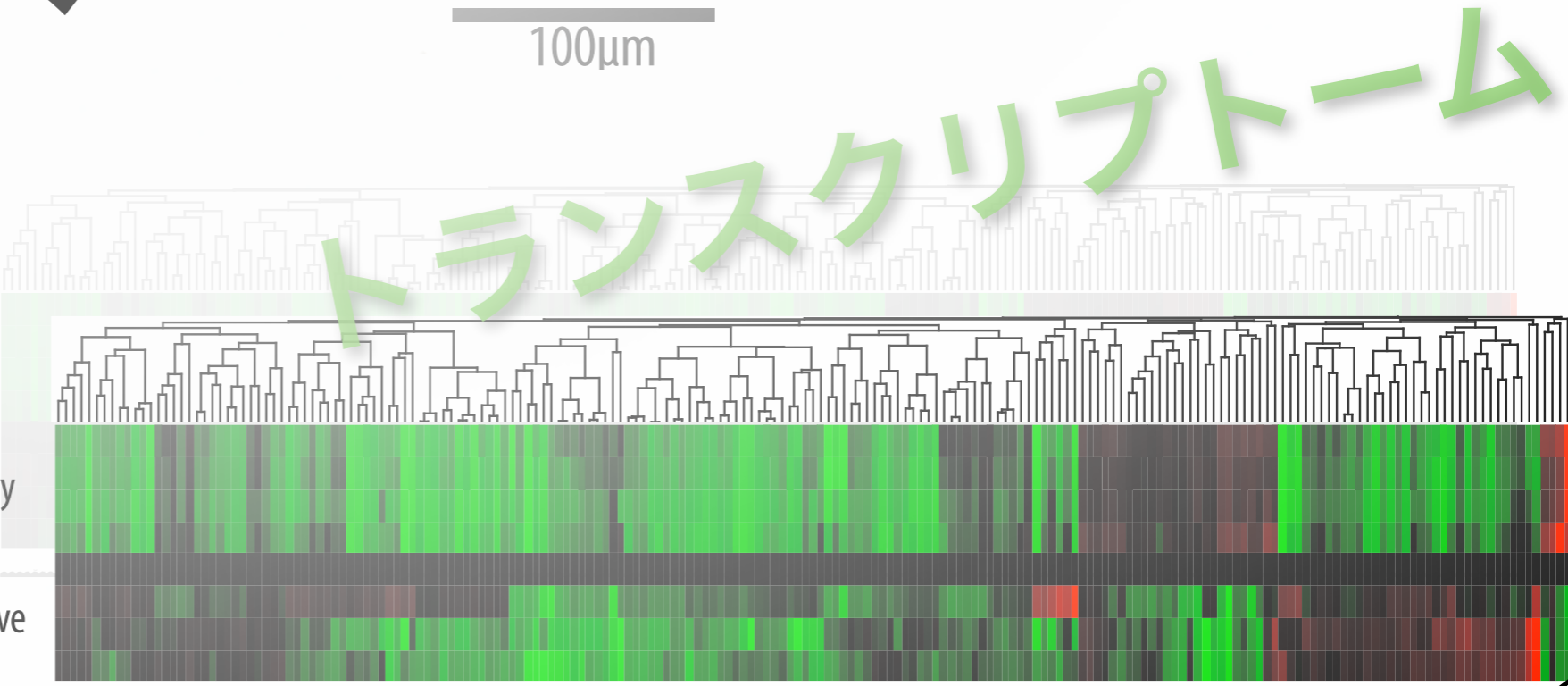
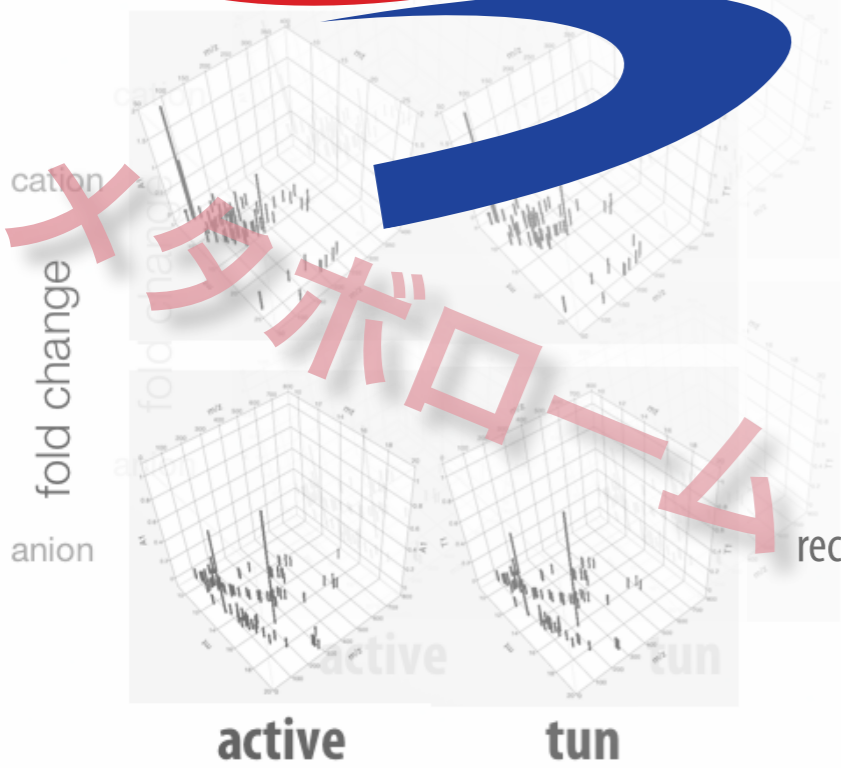
非モデル生物の
システムゲノム科学による
新規有用物質の発見



荒川和晴
慶應義塾大学先端生命科学研究所



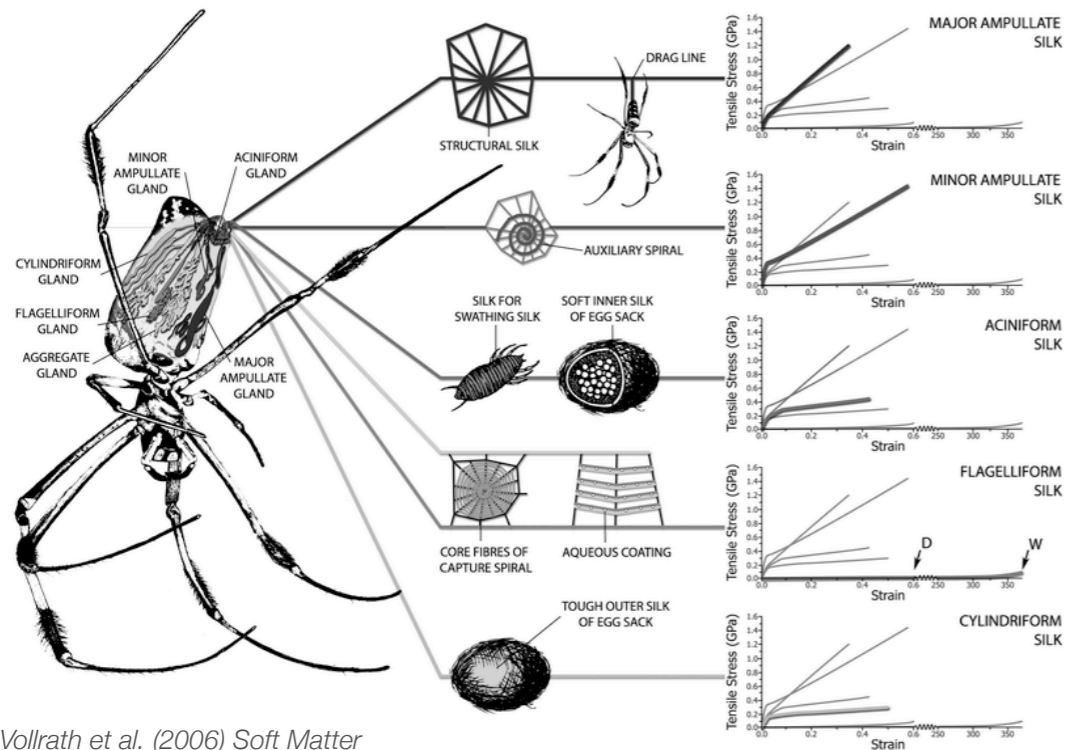
非モデル生物のマルチオミクス解析



トランスクリプトーム

100μm

クモ糸遺伝子のデザイン原理を定量的に理解する



Vollrath et al. (2006) *Soft Matter*

情報

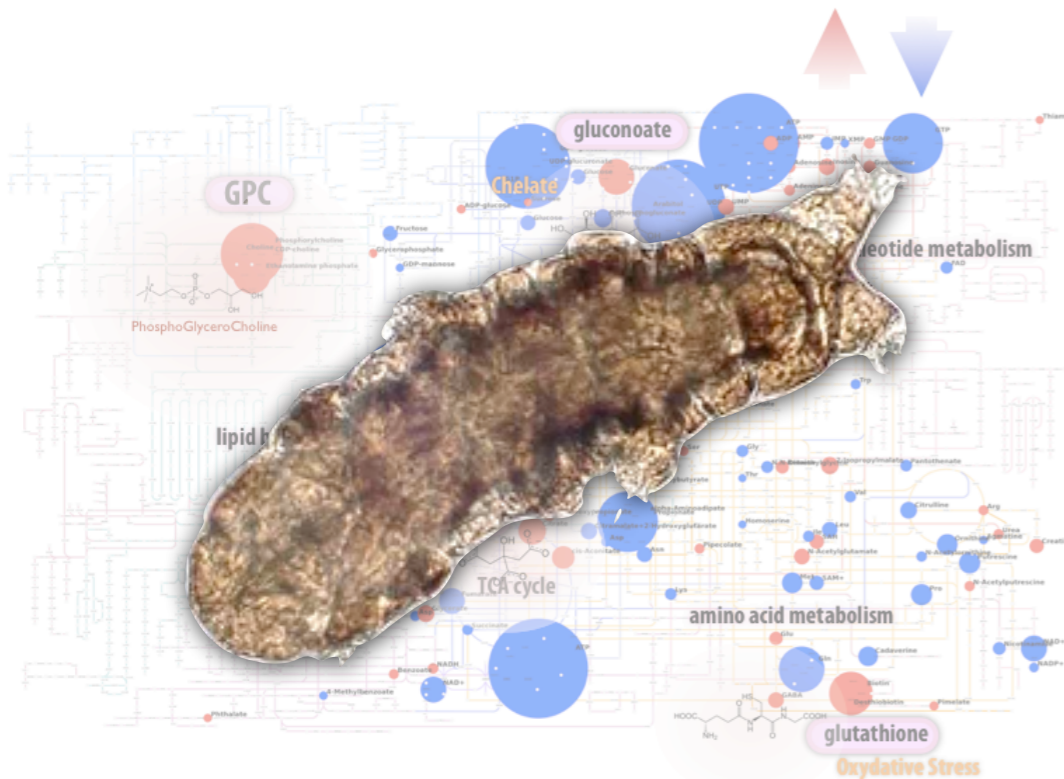
GPGGYGPQQGPGPQQGPSGYGPSGP
 GSAAAAAAAAAGAGPGGYGPQQQ
 GPGQQGPSGYGPSGPGSATAV
 AAATGAGPGGYGPGQQGPGGYGP
 GQQGPSGPGSAAAAAAAAA

有機
 素材



PLoS One (2017)
Mol. Ecol. Res. (2016)

クマムシの生命活動の可逆的な停止を定量的に理解する



生命



物質



PLoS Biology (2017)
PNAS (2016)
Nature Communications (2016)

微小動物「クマムシ」、宇宙空間で生き延びた

2008年09月14日 22:58 発信地:宇宙 [ブログ](#)

関連写真 1枚

【9月14日 AFP】小さな無脊椎（むせきつい）動物「クマムシ」が、強烈な放射線が飛び交う宇宙空間に直接さらされても生き延びたとの論文が、米科学誌「カレントバイオロジー（Current Biology）」（9月9日号）で発表された。

研究を行ったスウェーデンのクリスタンスタード大学（Kristianstad University）のIngemar Jönsson氏が率いる研究チームによると、宇宙空間で動物の生存が実験で確認されたのは今回が初めてだという。

緩歩動物とも呼ばれるクマムシは、8本脚で体長0.1-1.5ミリ。約600種が存在し、山頂から深海まで地球上のあらゆる場所に生息するが、湿った地衣類やコケ類に暮らすものが多い。

クマムシは、マイナス272℃から151℃以上の温度で生存でき、放射線にも強く、数年間の乾燥にも耐え、300気圧の圧力下でも生き延びることができる。

研究チームは、前年9月に打ち上げられた欧州宇宙機関（European Space Agency、ESA）の人工衛星「FOTON-M3」に乾燥させたクマムシを乗せた。クマムシたちは上空270キロの軌道上で、太陽からの放射線が容赦なく飛び交う宇宙空間に直接さらされた。

クマムシたちが地球に戻った後、研究者たちはその多くが宇宙の過酷な環境を生き延びたことを確認した。中には地上より1000倍以上強い強烈な紫外線を浴びても死ななかったものもいた。クマムシは地球帰還後に普通に繁殖したという。

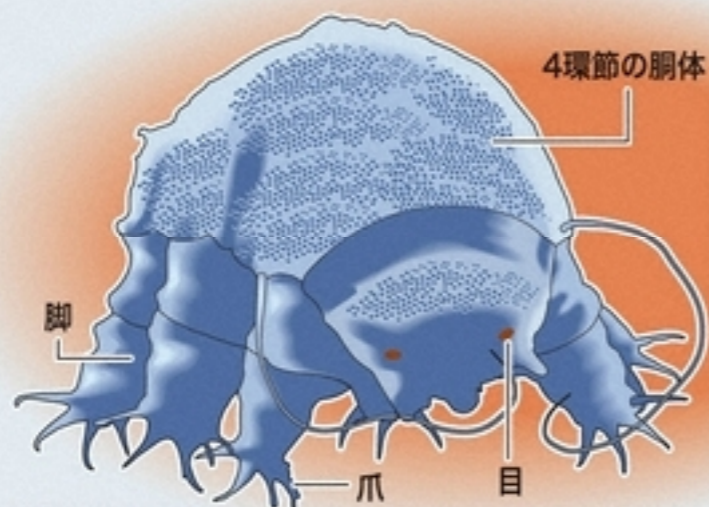
クマムシが紫外線に耐えるメカニズムは分かっていないが、研究チームによると「クマムシを乾燥に強くしている細胞レベルの仕組みが、全体的な耐性の強さに関わっている可能性がある」という。(c)AFP

クマムシ

宇宙環境に耐える8本脚の微小動物

学名: 緩歩動物
体長: 0.5-1.5ミリ
生息地: 世界中に分布

主に湿度の高い環境でコケ類などに生息する。温泉、高地、氷原、海洋堆積物にも生息すると報告されている。



極限条件に耐える動物

実験で、クマムシは以下のような極限条件の下で生息できることが判明。

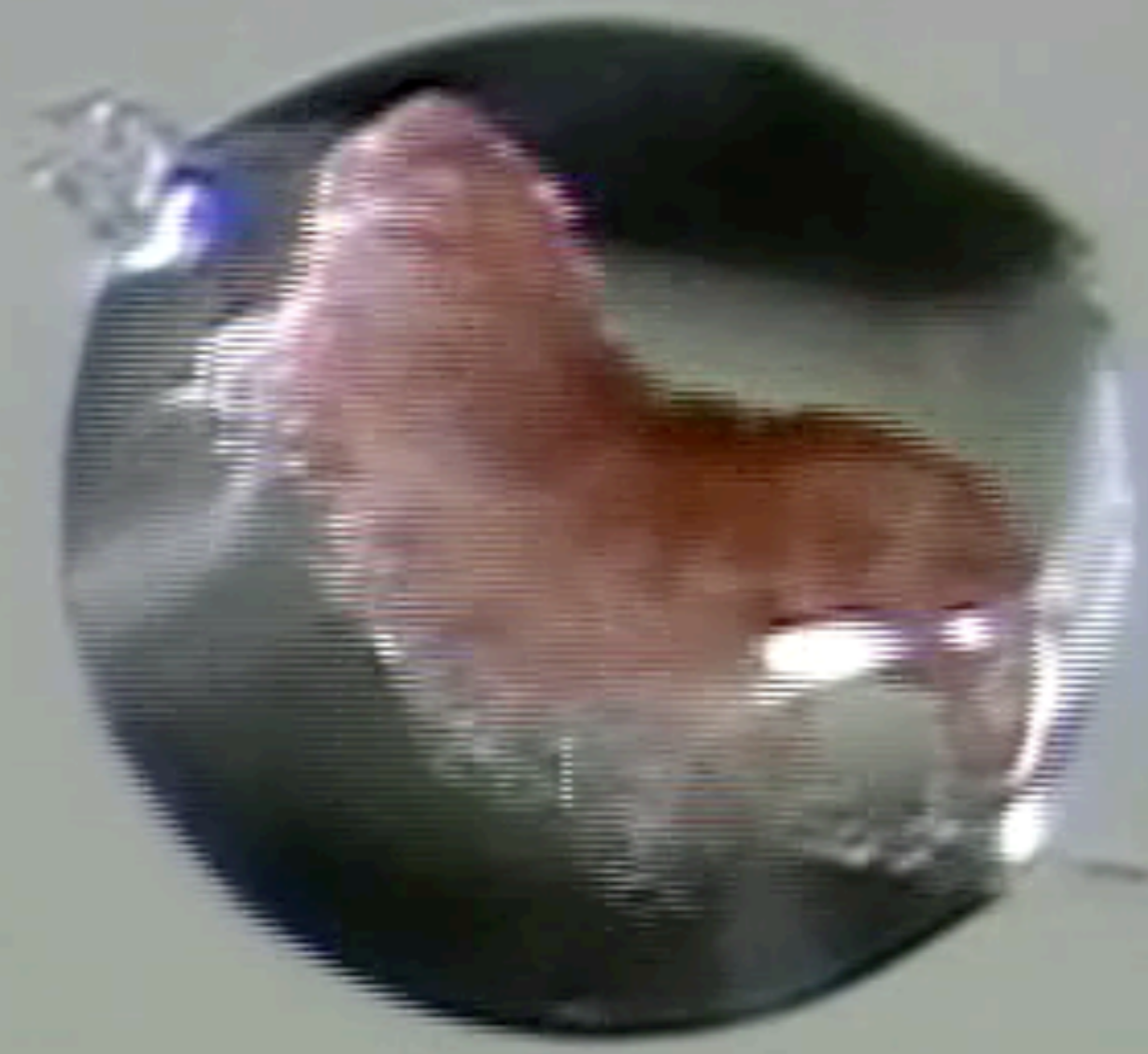
- ▶ 高温(151度)
- ▶ 300気圧相当の圧力
- ▶ 紫外線
- ▶ 低温(マイナス272度)
- ▶ 真空
- ▶ 宇宙放射線

出典: microscopy-uk.org

100908 AFP

宇宙空間で生存できることが確認されたクマムシ (water bear) (c)AFP

[記事をクリック](#) [写真を拡大](#) [写真をブログにつかう](#)





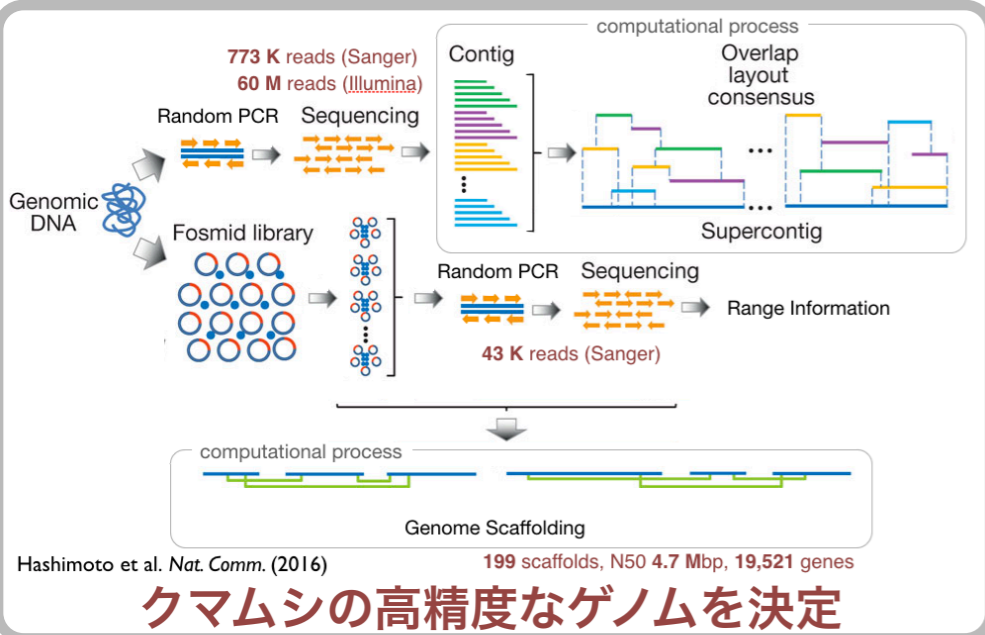


乾眠を可能にするタンパクの探索

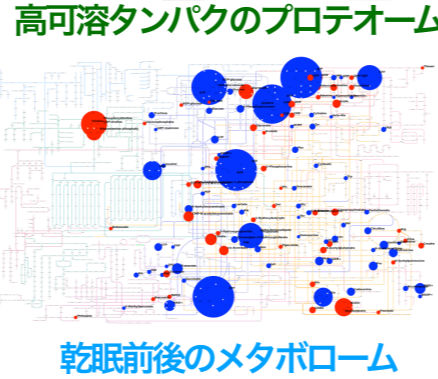
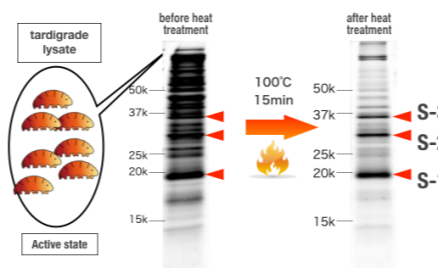
ヨコヅナクマムシの大量飼育系を開発



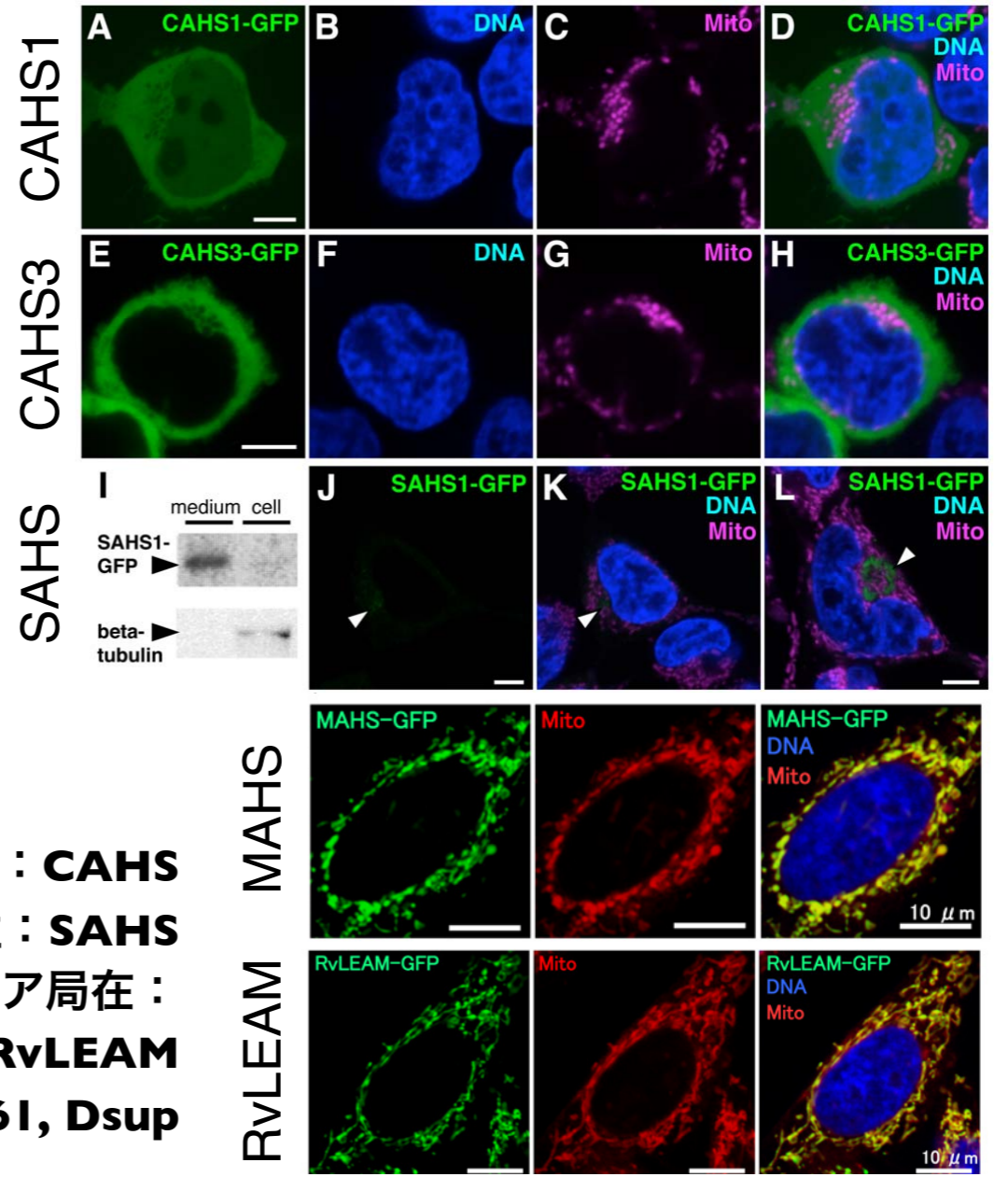
Yoshida et al. (2017) PLoS Biol.
 Arakawa (2016) PNAS
 Hashimoto et al. (2016) Nature Comm.
 Tanaka et al. (2015) PLoS One
 Yamaguchi et al. (2012) PLoS One



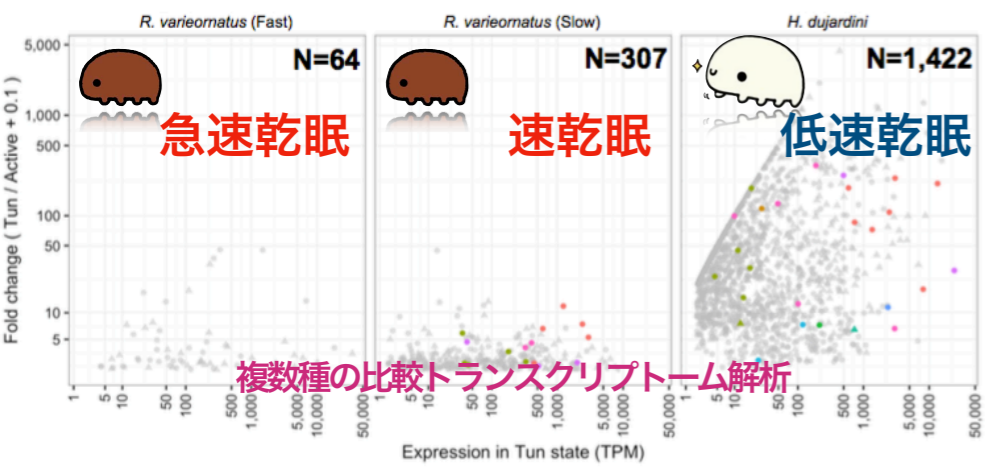
Hashimoto et al. Nat. Comm. (2016) **クマムシの高精度なゲノムを決定**
 199 scaffolds, N50 4.7 Mbp, 19,521 genes



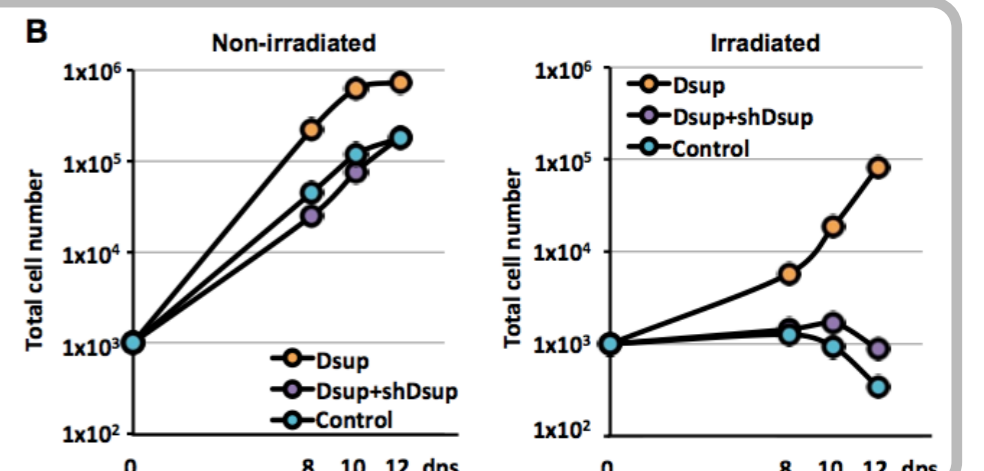
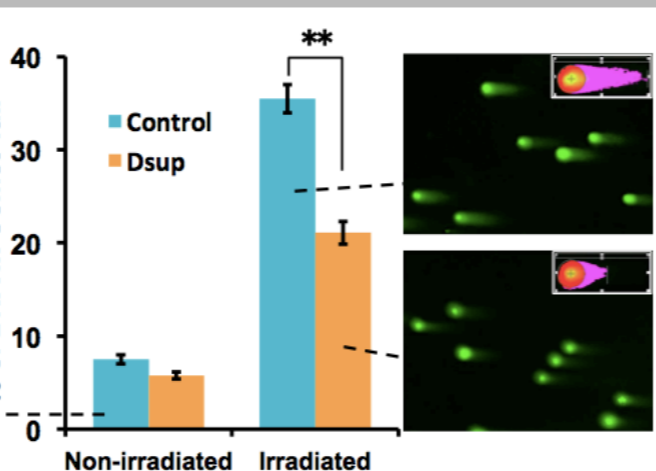
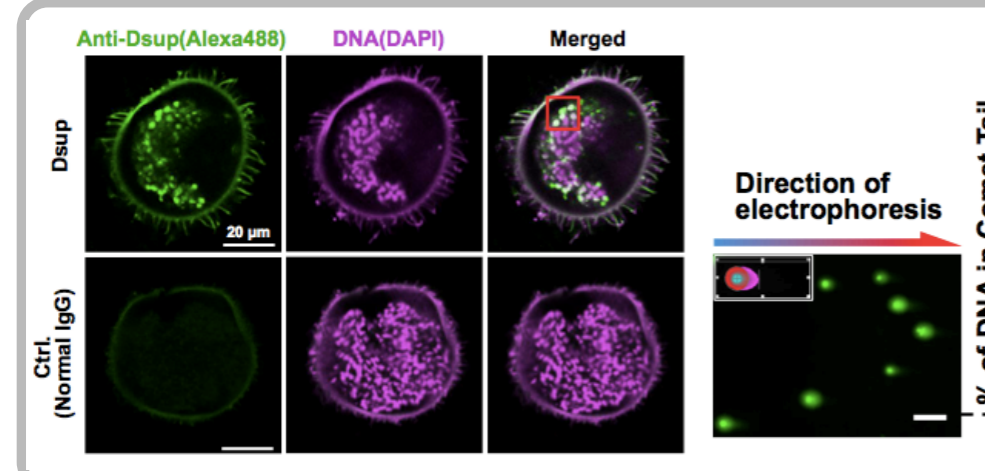
高可溶タンパクのプロテオーム
 乾眠前後のメタボローム



細胞質局在：CAHS
 分泌性：SAHS
 ミトコンドリア局在：MAHS/RvLEAM
 核局在：S26 I, Dsup



複数種の比較トランスクリプトーム解析
クマムシ固有の新規タンパクファミリーを発見



最強生物クマムシの新種発見

慶應先端研
荒川准教授

鶴岡市内で「シヨウナイチヨウメイムシ」と命名

慶應義塾大先端生命科学研究所は1日、荒川和晴准教授(38)が鶴岡市内でクマムシの新種を発見し、「シ



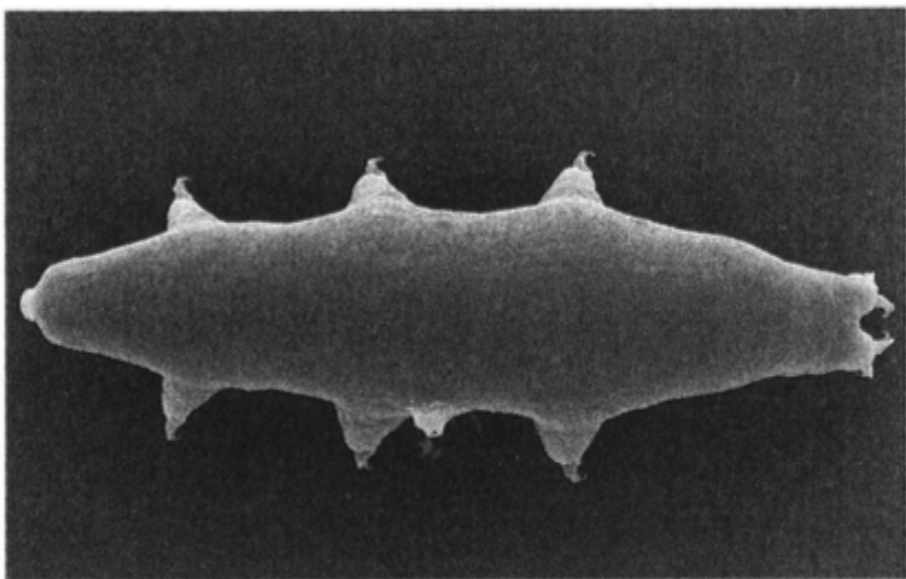
荒川和晴准教授

ヨウナイチヨウメイムシ」と命名したと発表した。真空や超低温などの極限環境に耐性を持ち、「最強生物」と呼ばれるクマムシは世界で約1200種が確認されているが、日本での新種発見は珍しく、県内では初の発見場所にちなんで「庄内」の名を冠した。

ほ完全に脱水できる「乾眠」状態に入り、超低温や放射線、宇宙の真空状態など極限環境への驚異的な耐性を保持。乾眠状態で数年経過しても水を与えると生命活動を再開する。日本では167種が確認されているが、新種の発見は少なく、今回が27番目となる。

ムシは雌しか存在しないが、シヨウナイチヨウメイムシには雌雄が存在しており、クマムシの生殖に関する研究への応用も期待できる。研究成果は米国科学専門誌「プロス・ワン」のオンライン版に掲載された。

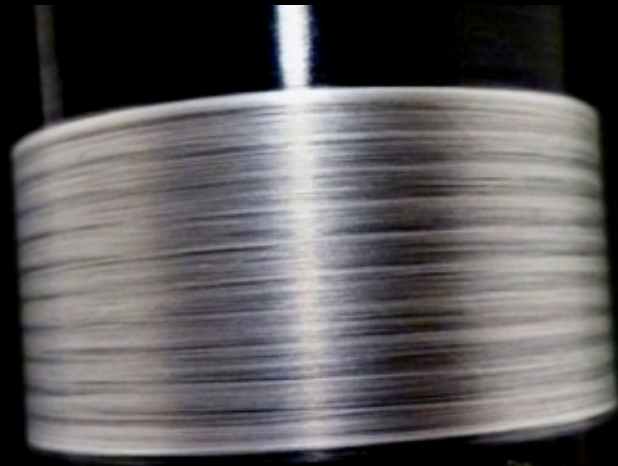
荒川准教授は「あまりにも身近な場所での新種発見に驚いた。庄内の豊かな生態系の良い例では。庄内地方の名を冠したこのクマムシの研究が、世界中に広まっていくことを願っている」とコメントした。



幅広く生息するクマムシは体長1ミリの下の微小動物で人間には無害な生き物。周辺環境の乾燥に伴い、ほ

電子顕微鏡で上部側から撮影したシヨウナイチヨウメイムシ(慶應義塾大学先端生命科学研究所・荒川和晴准教授提供)

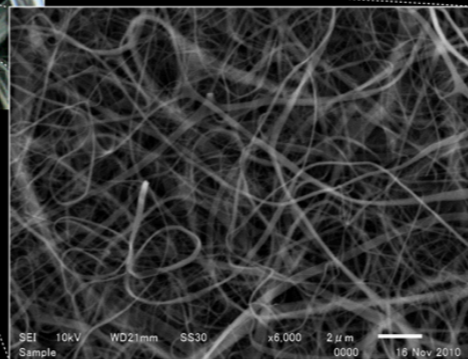
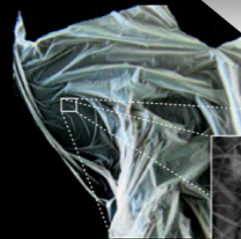
極限環境耐性の研究などに多く用いられるヤマクマ



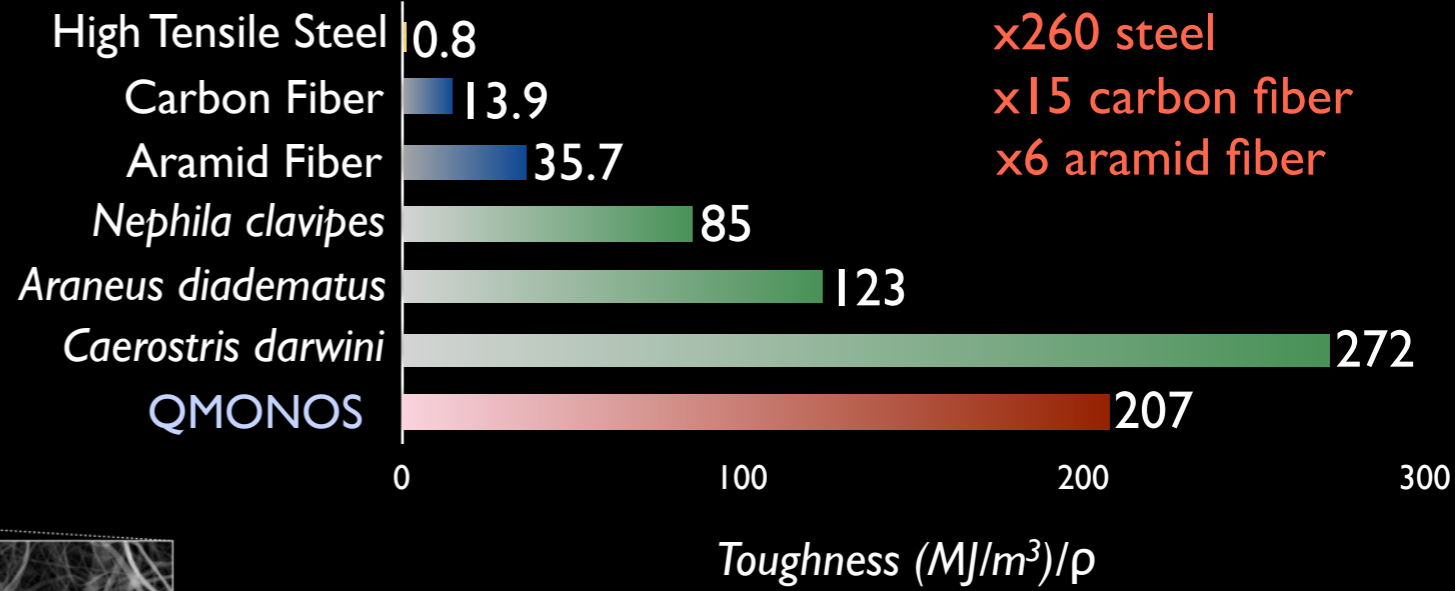
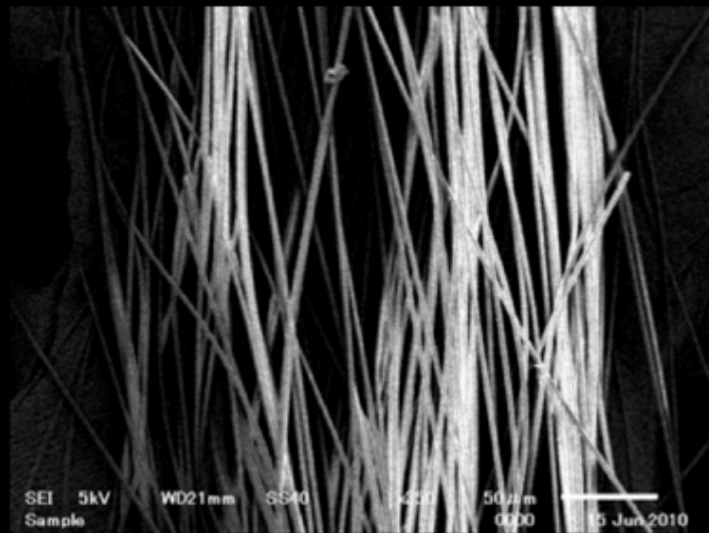
Fibers



Sheets & Films



Gels



MOON PARKA

Prepare for the next frontier of human civilization with an unprecedented leap in materials science. Our endeavor has just begun.



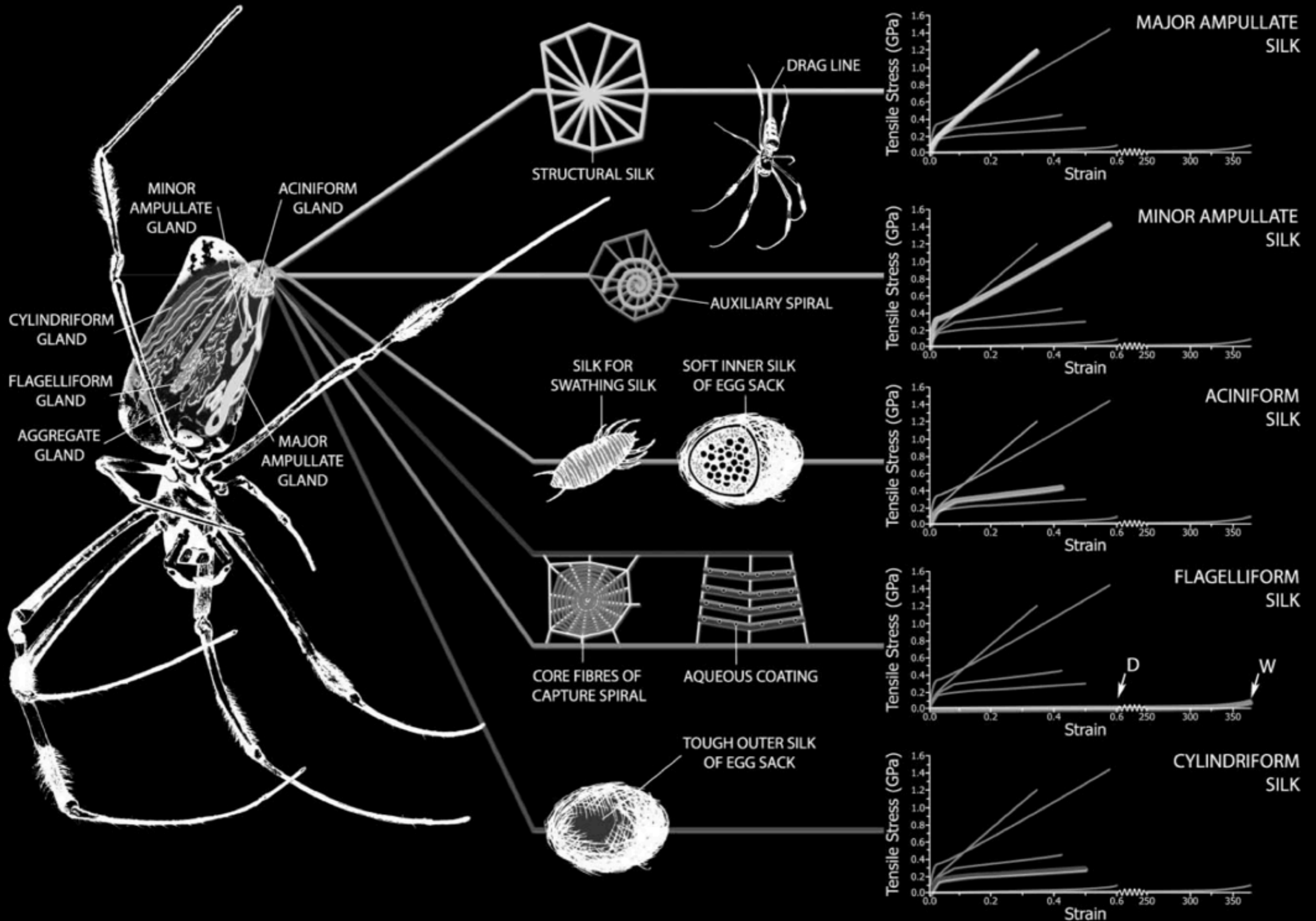
Product Details Store Installation



人工クモ糸を発酵プロセスで合成

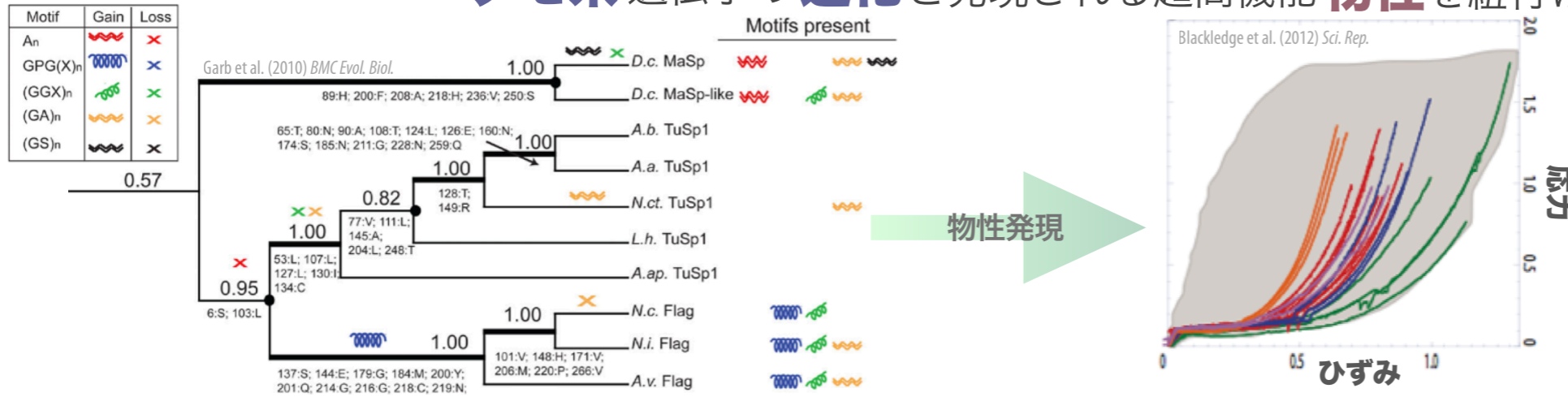
再生可能なプラスチック代替素材

クモは複数の種類の糸を使い分けている



これらはもともと1つの遺伝子から進化してきた。

クモ糸 遺伝子の進化と発現される超高機能物性を紐付け



望みの物性を持つ超高機能タンパク素材のデザインを可能に

- ❗ 短期間に超大量の解析が必要 → ✅ ロボティクス・バイオインフォマティクスによる徹底した自動化
- ❗ クモ糸のリピートは解析が困難 → ✅ 1分子・超微量 解析技術の応用により実現
- ❗ クモ糸を構成する要素が未知 → ✅ マルチオミクス解析により解明



次世代シーケンサーによる網羅的解析



1,626 /1000

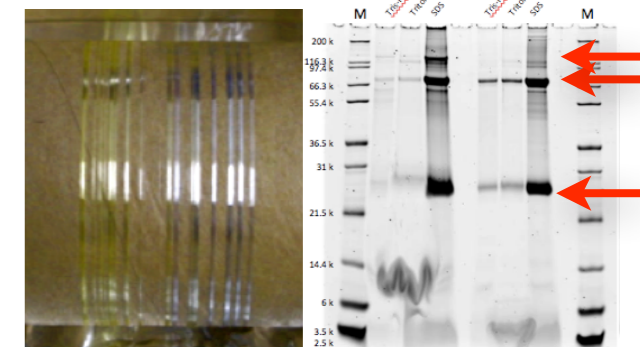
クモ 73科399属

※ 参考：日本産クモ類は約1500種64科

サンプル解析終了

- > 100,000 遺伝子
- > 5,000 構造タンパク遺伝子

- ✓ 7種類のクモ糸タンパク
- ✓ ミノムシの糸フィブロイン
- ✓ 天然ゴムを上回る伸縮性のレジリン
- ✓ 天然セラミック・ピラルク鱗のコラーゲン



SYPRO Ruby染色
クモ糸
プロテオーム
メタボローム
新規構成成分を発見!

世界最大の構造タンパク遺伝子データベース

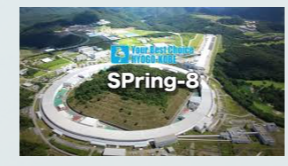
Tufts UNIVERSITY David L. Kaplan



Spider *Silkome* Consortium

Transcriptome Sequencing

Kazu Arakawa
慶應義塾
Keio University



Silk Biomechanics

Keiji Numata
RIKEN



Xiaoqin Wang



Chris Holland



Akio Tanikawa
THE UNIVERSITY OF TOKYO
Spider Identification



Juan Guan



Sudesh Kumar



Y. Norma-Rashid



UNIVERSITI MALAYA



Adolfo Mota



Federal University of Amazonas



Biman Mandal



IIT Guwahati



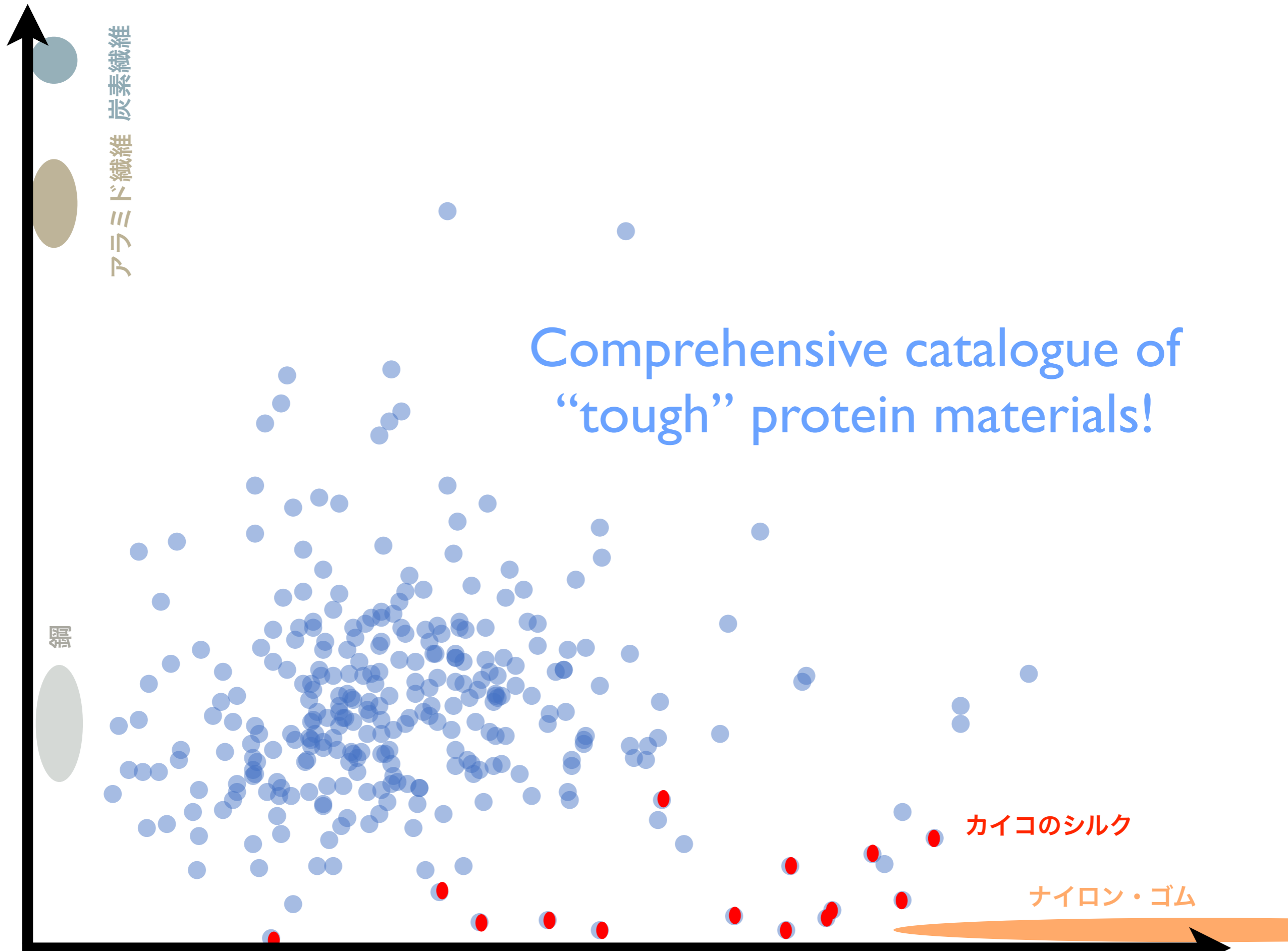
Rangam Rajkhowa



Sean Blamires



強度



炭素繊維
アラミド繊維

鋼

Comprehensive catalogue of
“tough” protein materials!

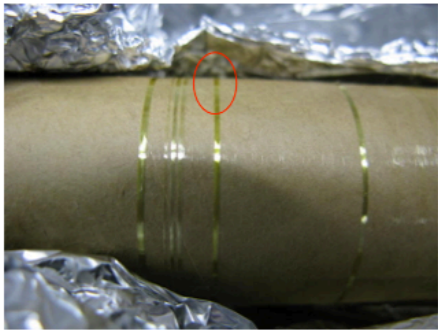
カイコのシルク

ナイロン・ゴム

伸縮性

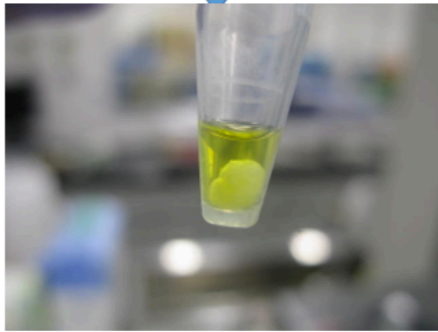
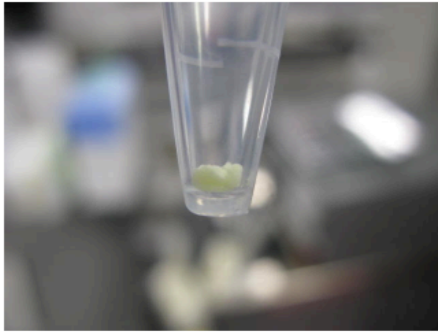
色素のメタボローム解析

対象サンプル

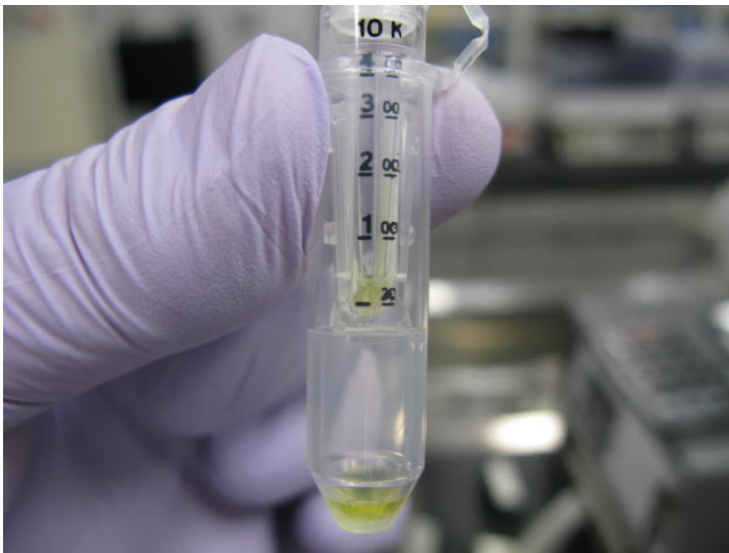


分取後
2.50 mg

抽出後残渣



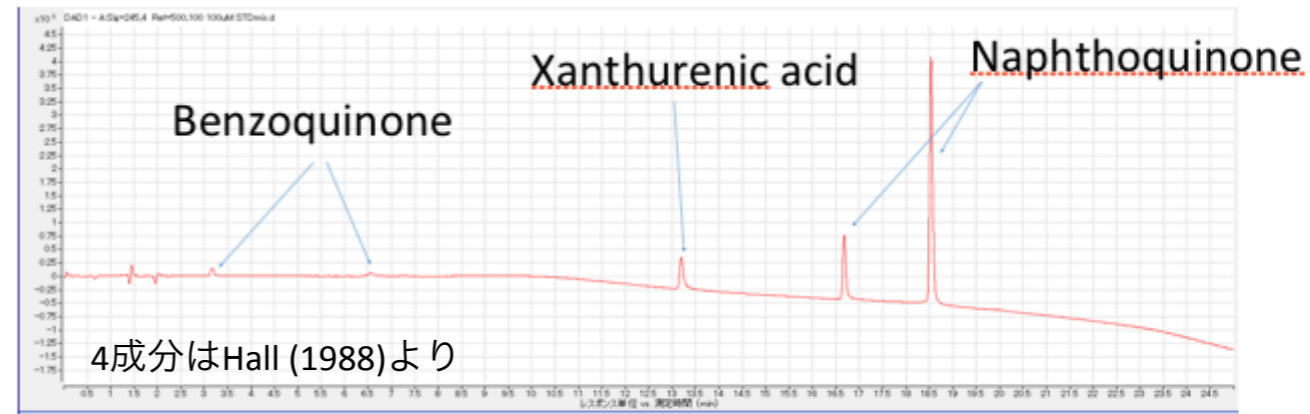
抽出バッファ
100 microl



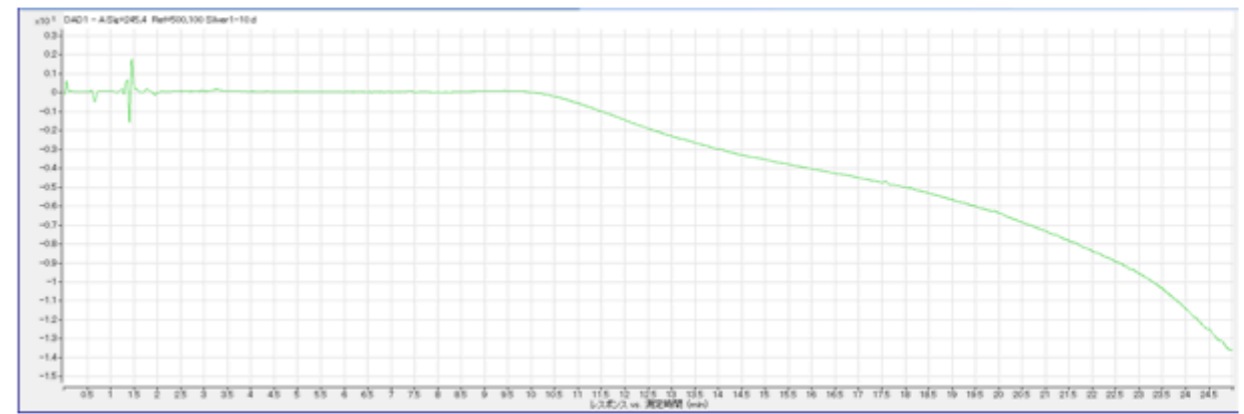
ultra filtration
(3kDa)

金色の色素は
キサントレン酸
弱い抗菌効果を持つ

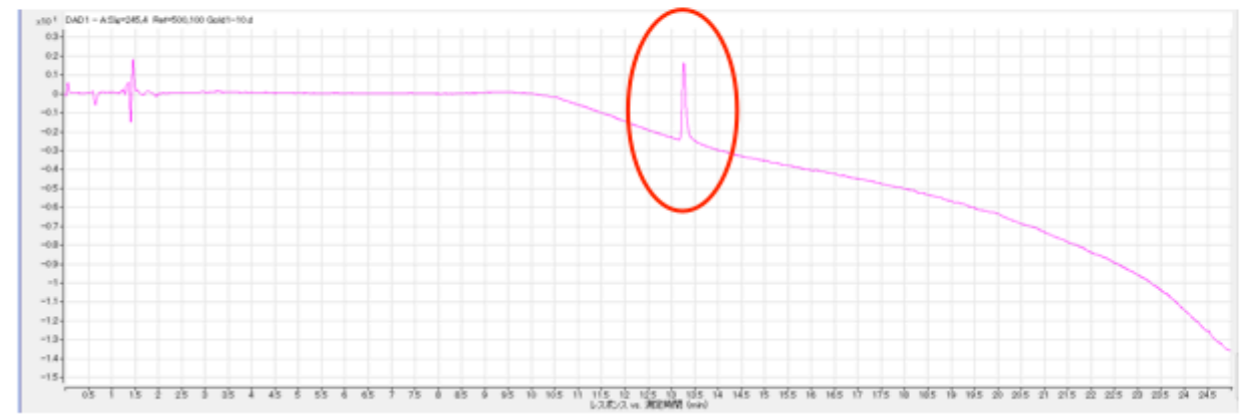
100μM Standard



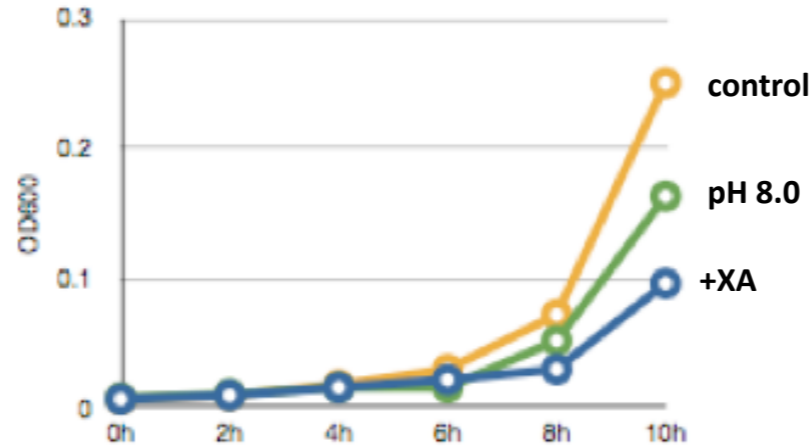
10-fold diluted silver spider silk extract



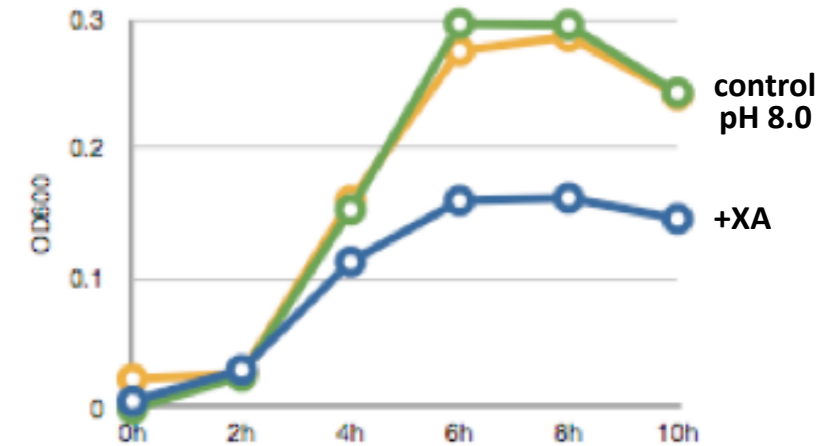
10-fold diluted gold spider silk extract



E. coli W3110 (WT) M9 medium



B. subtilis str. 168 (WT) Spitz. medium



Fujiwara et al. submitted

Acknowledgements

Arakawa Lab, Institute for Advanced Biosciences, Keio University

Daiki Horikawa, Ph.D

Nobuaki Kono, Ph.D

Masayuki Fujiwara, Ph.D

Keizo Takasuka, Ph.D

Koyuki Kondo, Ph.D

Yuki Takai

Nozomi Abe

Yuki Onozawa

Yuki Yoshida

Keio University

Masaru Tomita, Ph.D

Spiber Inc.

Hiroyuki Nakamura

Rintaro Ohtoshi

RIKEN

Keiji Numata, Ph.D

University of Tokyo

Akio Tanikawa, Ph.D

