



ThermusQ: 高度好熱菌丸ごと細胞シミュレーションを目指した知識ベース

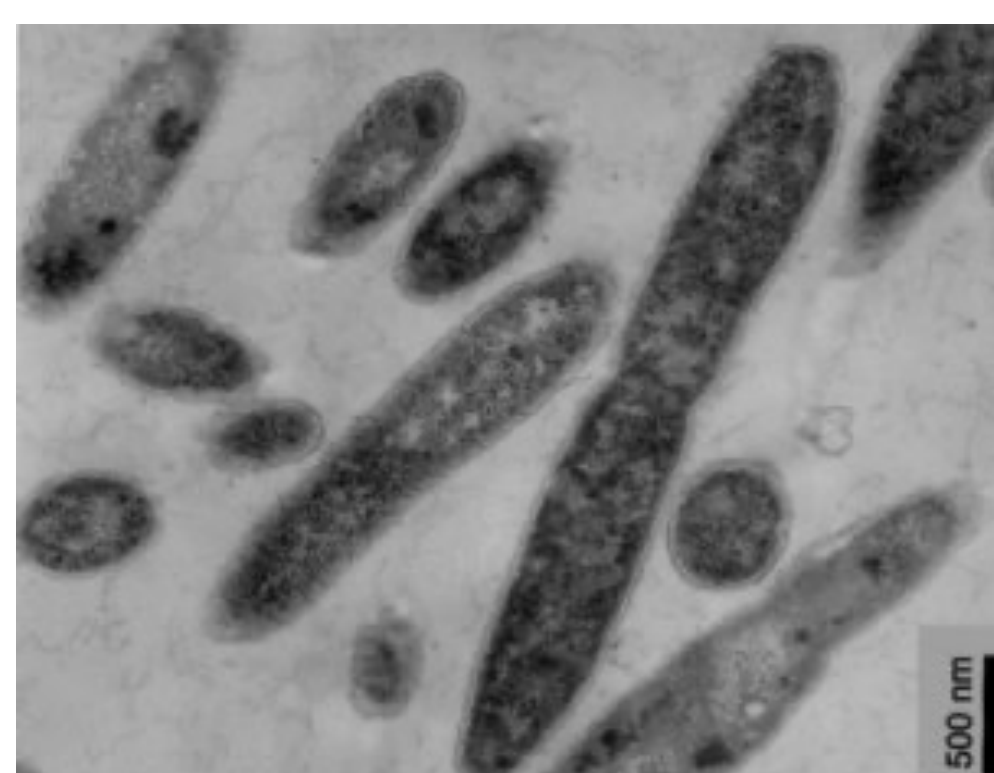
○土方 敦司¹、大島 泰郎¹、由良 敬²、別所 義隆³

¹東薬大・生命、²お茶大・基幹研究院、³早大・総合研究機構

<https://www.thermusq.net/>



高度好熱菌 *Thermus thermophilus* とは



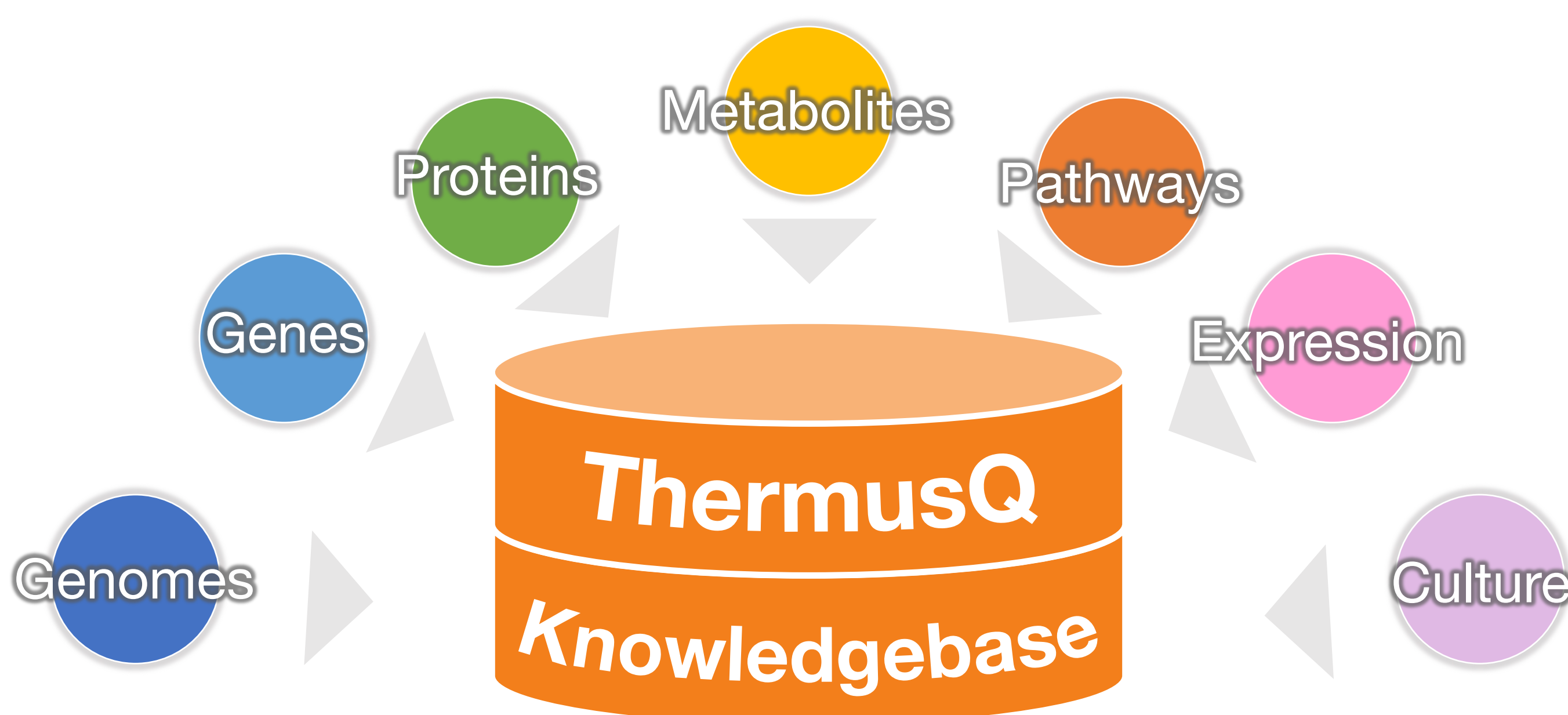
- ▶ 峰温泉 (静岡県・伊豆)から初めて単離 (大島ら, 1968)
- ▶ 生育温度: 65~85℃
- ▶ 遺伝子数: 約2,400個 (ヒトの約1/10)
- ▶ 遺伝子操作が確立した生物で最も高温で生育
- ▶ 分子が耐熱性, 構造・機能解析のモデル生物として広く利用



Dr. Tairo Oshima with a water dipper at Mine hot spring in 2018.

ThermusQについて

これまで高度好熱菌 *Thermus thermophilus* について行われてきた様々な研究データはインターネット上に散在している。ThermusQはこれらの情報を統合し *T. thermophilus* における生命現象の分子機構を理解するための細胞シミュレーター構築を目指すプロジェクトである。その第一歩として、*T. thermophilus* についてのゲノムデータ、実験データおよび知識を集約した知識ベースを構築し情報の整備を進めている。



Strains

日本の各地の温泉、米国ネバダ州の温泉、また大西洋ポルトガル領のサンミゲル島など、世界各地から採取された *Thermus* 種のうち、これまでにゲノムが決定され公開されている28の株についてのゲノムデータを収載 (うち1種は近縁種の *T. oshimai*)。



Phages

Thermus にしか感染しないファージ15種類について、ゲノムデータを登録。例えば、φMN1はHB8には感染するが、非常に近縁のHB27には感染しない。φMN1のゲノムには約100種類のタンパク質をコードする遺伝子があると推定されるが、ほとんど機能が未知のままである。

ThermusQ in numbers

as of Sep. 8, 2026

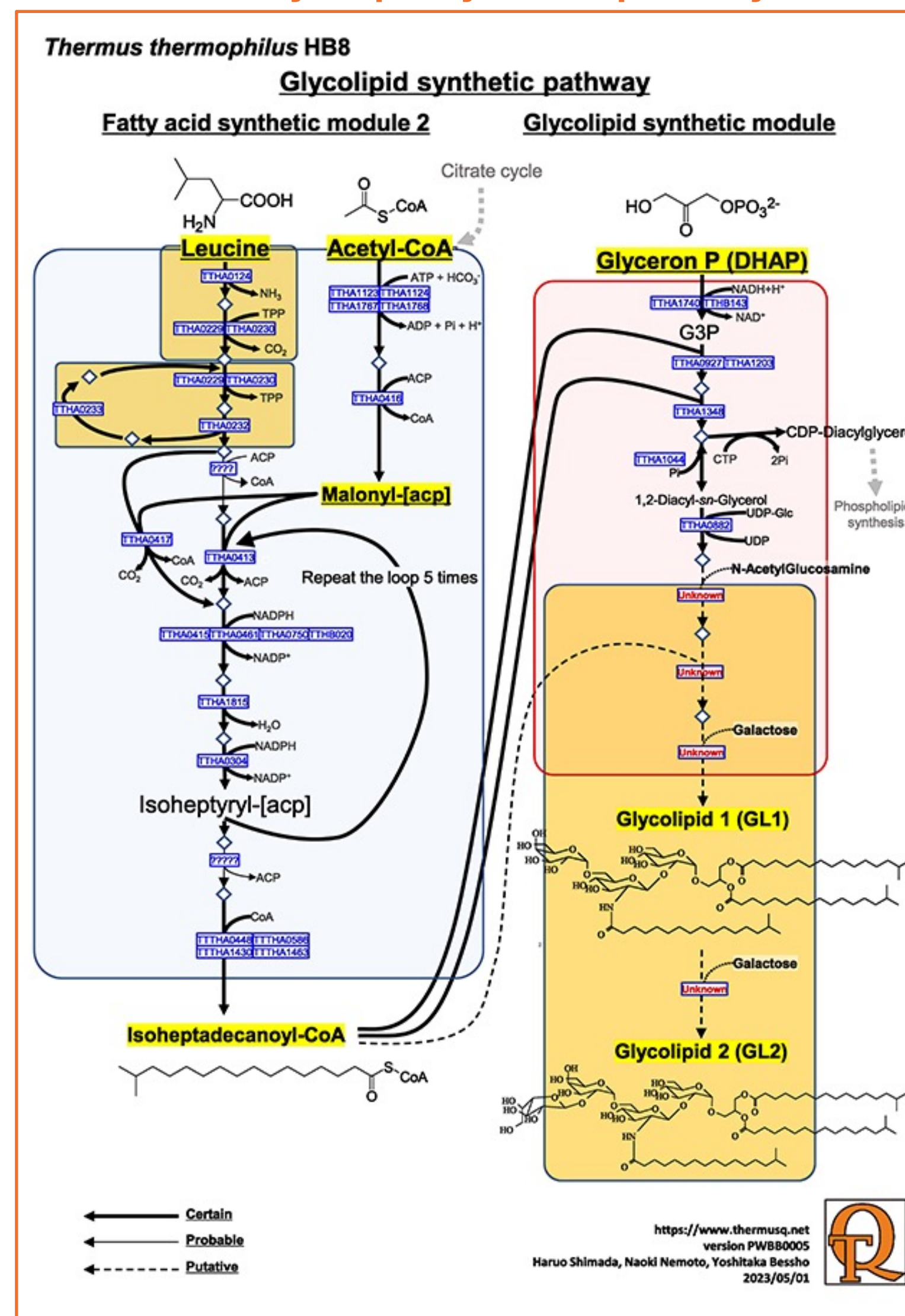
Genome	28/15	Thermus strains / Thermus phages
Gene	84,836	genes in Thermus strains and phages
Expression	6	gene expression profiling experiments
Pathway	7 of 53	pathway maps completed
Metabolite	225	metabolites (2-layered 32 categories)

これまでに集約したデータの数を一覧で示している。ゲノム・遺伝子情報に加え、遺伝子発現、代謝物、代謝経路など、異なる階層の情報を統合することで、*T. thermophilus* の生命システムを包括的に理解するための基盤となる。今後、これらの情報を相互に結び付け、細胞全体のシミュレーションへ発展させる。

Pathways

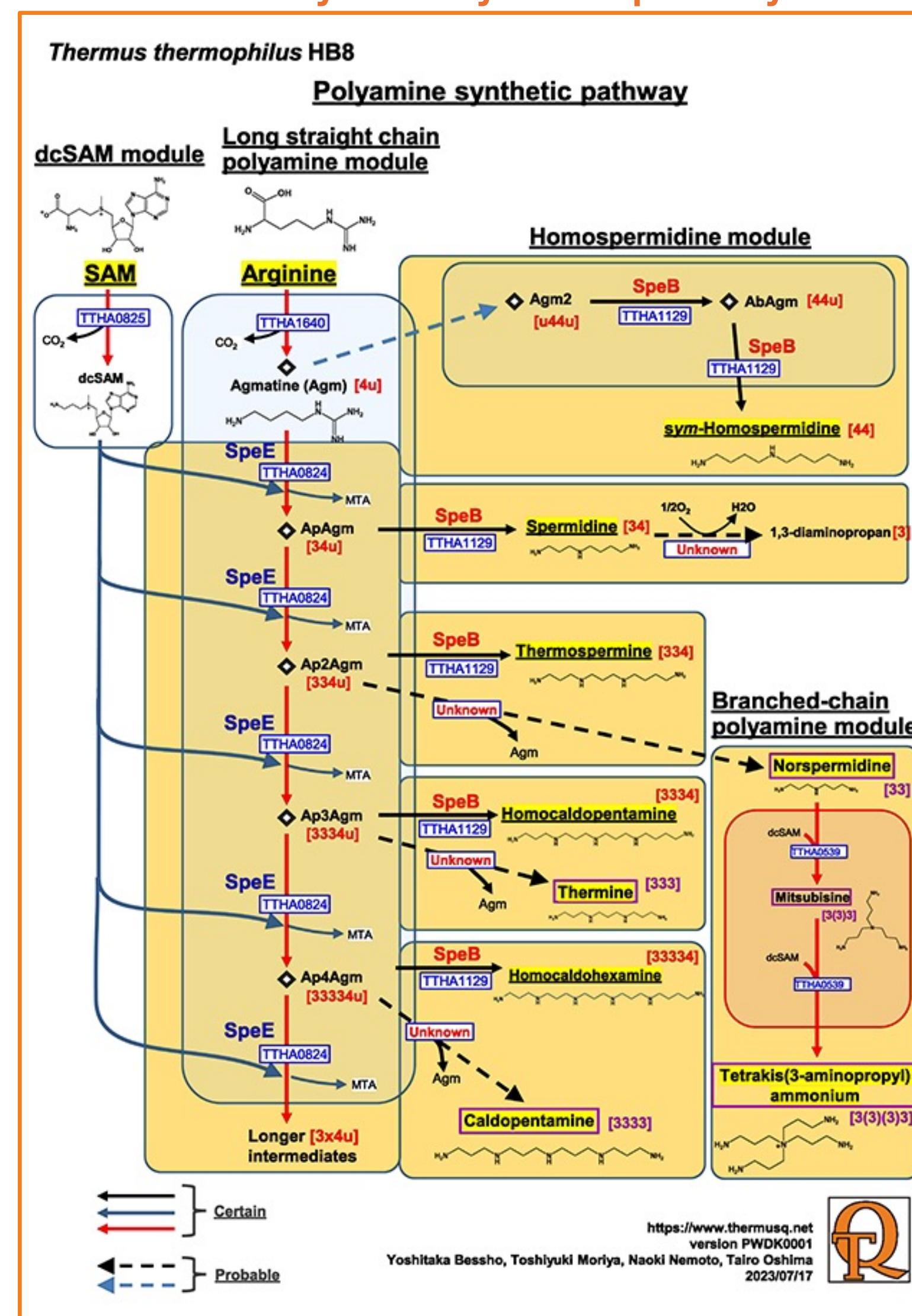
Thermus は高温の温泉で生育するため、タンパク質だけでなく脂質分子も耐熱化している。そのため脂質代謝パスウェイなど *Thermus* に固有のパスウェイも数多く存在していると考えられる。*Thermus* のパスウェイを記述するため、ThermusQでは、7カテゴリ53のパスウェイを設定し、それぞれのマップを作成し、順次公開している。下に作成が完了したパスウェイの2例を示す。Thermusに固有のパスウェイ部分をハイライトして表示している。未同定の酵素も含んだ形で作成している。

2-2. Glycolipid synthetic pathway



<https://thermusq.net/pathway/PWBB0005UQ/>

4-10. Polyamine synthetic pathway



<https://thermusq.net/pathway/PWDBK0001PW/>

Genes

2,480 genes

T. thermophilus HB8 (Type strain)

hypothetical protein

373 genes

No gene symbol

1,750 genes

15.1%

70.9%

高度好熱菌は古くから研究されているものの、タイプストレインであるHB8を含めてRefSeqなどの公共データベースの遺伝子アノテーションは不十分である。

Metabolites

1. Inorganic and small organic molecules
2. Amino acids and Peptides
3. Nucleic acids
4. Lipids
5. Carbohydrates
6. Organic acids
7. Vitamins and Cofactors

225 core metabolites

7 categories

32 sub-categories

Thermus の細胞内での代謝物データについてはこれまで未整備であったため、左表の7つのカテゴリからなる225のコアメタボライトをまず整備した。今後、実験などにより実際の代謝物を同定し、データを拡充していく予定。

Future perspective

- タンパク質立体構造の実験データと予測AIの結果の取り込み
- 継続的な遺伝子アノテーションと実験的な検証
- パスウェイマップの完成と遺伝子・代謝物データとの接続
- RNA-seq・LC-MS/MSデータなど網羅的な発現データの取得
- ゲノム言語モデル等を取り入れた遺伝子機能・転写調節予測

Acknowledgements

Thermus研究会に貢献する、すべての関係者ならびに学生諸君に感謝いたします。

Reference

A. Hijikata, T. Oshima, K. Yura, Y. Bessho, ThermusQ: Toward the cell simulation platform for *Thermus thermophilus*., *J. Gen. Appl. Microbiol.* 69 (2023) 59–67. doi:10.2323/jgam.2023.07.001.

