

理研シンポジウム 「理研における人間共生ロボティクス」

開催日程: 2006年10月26日(木)

開催場所: 理化学研究所 大河内記念ホール <http://www.riken.jp/r-world/riken/campus/wako/bldg.html>

主催: 独立行政法人 理化学研究所

バイオメテックコントロールセンター(BMC), 脳科学総合研究センター(BSI), 分散適応ロボティクス研究ユニット(DARS)

講演プログラム:

10:00-10:10 開会挨拶

10:10-11:10 特別講演 浅間 一 (東京大学人工物工学研究センター)

「移動知: 身体・脳・環境の相互作用による適応的運動機能の発現

—動物における適応性とロボットのための適応性—

11:10-11:20 休憩

11:20-11:40 Jonathan Rossiter, Boyko Stoimenov, 中坊 嘉宏, 向井 利春 (理化学研究所 BMC)

「A soft snake-like swimming robot: from bio-mimetics to autonomous robotics」

11:40-12:00 浅野 文彦, 羅 志偉 (理化学研究所 BMC)

「高エネルギー効率を達成する2脚歩行ロボットの制御原理を求めて」

12:00-12:20 向井 利春, 中島 弘道, 加藤 陽 (理化学研究所 BMC)

「ロボットに知性と自律性を与えるセンサを目指して」

12:20-13:20 昼食

13:20-14:20 特別講演 細江 繁幸 (理化学研究所 BMC)

「最適制御と運動模倣」

14:20-14:40 谷 淳 (理化学研究所 BSI)

「Co-developmental learning between robots and human via force and intentionality interaction」

14:40-15:00 杉田 裕也 (理化学研究所 BSI)

「Rethinking symbol grounding problem: a connectionist model

for learning associations between sentences and behavioral patterns of a robot」

15:00-15:20 休憩

15:20-15:40 川端 邦明, 菅原 光明, 浅間 一, 宮野 雅司 (理化学研究所 DARS, 理化学研究所 Spring-8 Center)

「タンパク質自動観察システムの知能化に向けて」

15:40-16:00 羽田 靖史, 川端 邦明, 嘉悦 早人, 浅間 一 (理化学研究所 DARS)

「レスキュー用知的データキャリアを用いた被災者探索システム」

16:00-16:20 田原 健二, 平野 慎也, 羅 志偉, 向井 利春, 細江 繁幸 (理化学研究所 BMC)

「人間と力学的な相互作用を行うロボット RI-MAN の研究開発」

16:30-17:00 総合討論

連絡先: 独立行政法人 理化学研究所 分散適応ロボティクス研究ユニット 川端 邦明

TEL: 048-462-4955 FAX: 048-462-4950 e-mail: kuniakik@riken.jp

分散適応ロボティクス研究ユニット
(DARS)

○ 川端邦明* 高橋六徳** 齊藤佳奈子*** 菅原光明* 浅間 一**** 三島健稔**
 (*理化学研究所, **埼玉大学, ***東京大学, ****理化学研究所)

現在, タンパク質結晶化プロセスのハイスループット化を目的とした結晶化システムの研究開発が進められている. 例えば, 理化学研究所播磨研究所においては, TERA (図1左)の開発 [1]が行われており, 各結晶化溶液サンプルの成長状態を図1右に示した判定スコア基準に対応付けて評価・記録されている. 初期スクリーニングにおいて, この結晶化サンプリングの成長状態評価・記録作業は人手によることが多い. TERAには月に50万枚もの画像を撮影する能力があるが, 人が処理可能な枚数には限度があるために, 結晶化作業の効率化のボトルネックになっている. このため, 本研究では, スコア判定作業を自動化するための手法の開発を行っている.



図1 TERA およびタンパク質サンプル分類

我々はこれまでに, 実際に観察装置で撮像されて蓄積された結晶化サンプル写真を用いて, 画像処理による特徴量抽出および識別器構築を基本とした下記の二手法について提案している. 本稿では, これらを組み合わせた場合の識別性能について評価した. (紙面の都合上, 個々の識別性能については, 参考文献を参照のこと.)

① テクスチャ解析による特徴量抽出および線形判別分析を用いた成長状態の5段階識別手法 (A:0, B:1, C:2, D:3, E:4-9の5つに分類)

テクスチャ解析とは, 画像上の模様上のパターンを評価する特徴量抽出手法であり, 一枚の画像から共分散行列を用いて14種類の特徴量が計算される. ここでは, クリアや沈殿が模様状に見受けられることに着目し, 原画像をグレースケール化したものとグレースケール画像を微分

処理したものと両者を用いて, 階層的に線形判別分析を掛けることで, 5段階に識別する. 平均80%を超える判別性能が得られている.

② 線分特徴量抽出および判別分析による析出物のX線回折実験可否識別手法 (E1:4-5, E2:6-9の2つに分類)

①の手法によりEグループに属すると判定された画像から, X線回折実験に適するか適さないかを判断することは重要である. そのため, ここでは画像上の線分特徴量を元に, 回折実験可否かの識別を行った. 用いた特徴量は, 画像に含まれる線分の最大長, 線分の総本数, 線分のなす形状の直線を含む率を用いた. 線形判別には識別群の分布が一樣でない場合の識別問題にも適用可能なマハラノビス距離を指標として用いている. この手法でも, 2グループへの識別は76%程度を記録している. これらの手法により, 教師データにより識別関数をそれぞれ設定し, ①での識別, その後, ①でのEグループに属すると識別されたものに対する識別を②で行った. 結果を表1に示す. 平均して約70%程度の識別率をえることができた. 今後は, 誤識別した画像を解析し, 識別率向上について検討を加えていく. また, 観察ロボットへの実装を行い, 自動化プロセスを実現していく.

表1 判別結果

	Discrimination Result						unknown
	A	B	C	D	E1	E2	
A	51	1	1	0	0	0	0
B	3	52	15	0	0	1	0
C	0	1	22	4	0	2	0
D	0	0	2	31	4	4	0
E1	0	1	1	9	69	45	0
E2	0	0	1	4	53	62	0
unknown	0	0	0	0	0	0	0
Result[%]	94.4	94.5	52.4	64.5	54.8	54.4	100.0

参考文献

[1] M. Sugahara, et al., *Int. Conf. on Structural Genomics*, 2002
 [2] K. Saitoh, et al., *Acta Cryst.*, D61, 873-880, 2005
 [3] M. Takahashi, et al., *Proc. of IECON 2005* (in press).

全自動タンパク質結晶化観察ロボットTERA



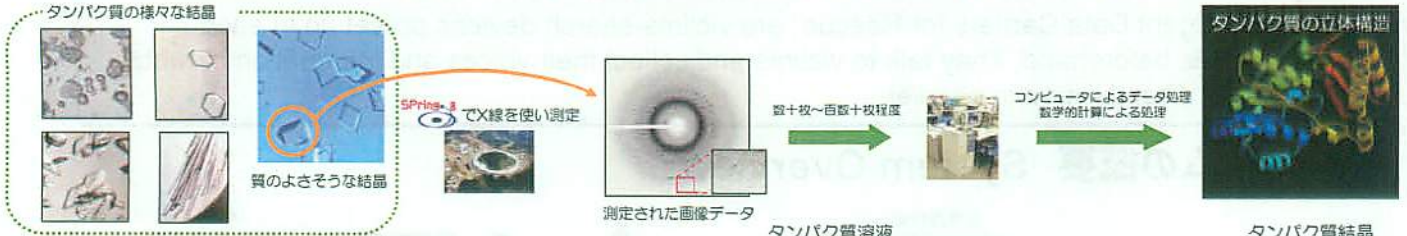
全自動タンパク質結晶化観察ロボットはなぜ必要？

人や生物のものである様々なタンパク質を知るために、タンパク質の構造、機能を解析するプロジェクト「タンパク3000プロジェクト」からロボットが作られました。構造や機能を解析するには、タンパク質の結晶が必要です。効率よく大量のタンパク質の結晶を作り、結晶を取り出すために有効なロボットとシステムを作りました。



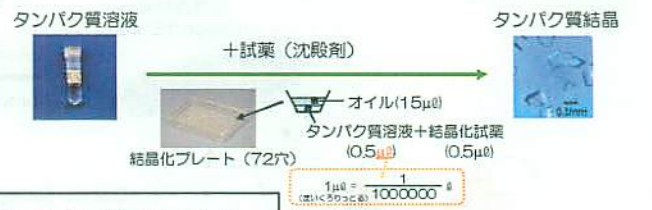
タンパク質を結晶にする理由

タンパク質を構造解析するには、タンパク質分子が規則正しく並んだ状態（結晶）にする必要があります。結晶にするとX線をあてることができ、原子の配列がわかる画像データが得られます。画像データをコンピュータ上に蓄積し、数学的な計算を行うことにより、タンパク質の分子の形がわかります。立体構造がわかるために必要な画像データの数は結晶の質によってかわります。質のよい結晶なら答えを見つけやすくなります。



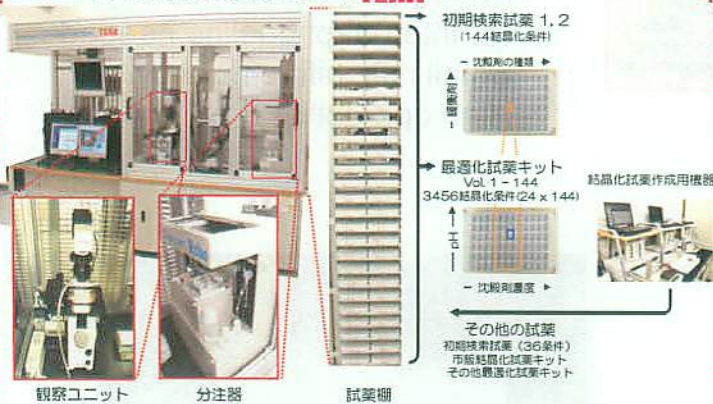
タンパク質溶液からの結晶化の原理

結晶化プレートの中に、タンパク質溶液と結晶化試薬を分注し、上からオイルを注ぎます。オイルを通して水が蒸発すると下層のタンパク質濃度が濃くなり、タンパク質は液体でいられなくなり固体（結晶）になることがあります。結晶が出来る場合には2週間～2ヶ月ほどで見られます。



全自動タンパク質結晶化観察ロボットTERAはここが凄い！

全自動タンパク質結晶化観察ロボットTERA



TERAは一台で、結晶化の仕込みから画像観察（CCDカメラによる）までを自動で行うロボットです。TERA内部に結晶化されたプレートは保管され、約2ヶ月間スケジュールが組まれ画像観察が行われます。

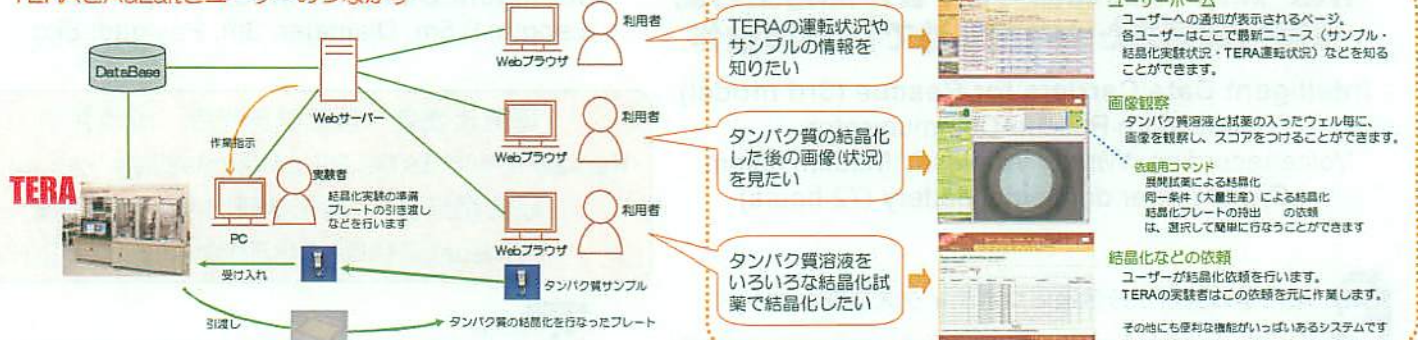
結晶化の仕込み・・・分注器が、タンパク質溶液と結晶化試薬を結晶化プレート上で混合しオイルをのせます。この作業は自動で行われます。実験者はタンパク質溶液を用意し、結晶化条件を入力するだけです。

- 1. わずか 0.5 μl のタンパク質溶液で結晶化**
精製されたタンパク質溶液を0.5 μlずつ安定して分注できます。少量のタンパク質溶液でも結晶化条件探索を可能にします。
- 2. 6336種の試薬条件で結晶化**
タンパク質の濃度・結晶化試薬の種類・温度などの無限の組合せがあり、条件探索は大量に行う必要があります。TERAでは初期検索試薬240種+展開（最適化）試薬6096種で、最適条件を探すことが出来ます。（最大9000種まで拡張可能です）
- 3. 全自動で結晶化、4秒で1条件の高速画像観察**
1枚の結晶化プレートで72条件の結晶化の仕込みが出来ます。TERAの能力は次のとおりです。
☆1日あたりの結晶化能力：25プレート（最大1800条件/日）
☆1日あたりの画像観察能力：280プレート（最大20160条件/日）
→5分で1プレートを観察&撮影します。
2002年～現在まで約17,000プレートの結晶化を行なっています。（約1,224,000条件！！）
- 4. AuLaitとのコラボレーションでより使いやすい！**
TERAで結晶化の仕込み～画像観察状況の確認、結晶化したプレートの持ち出しまで、利用者がWebブラウザ上で簡単に依頼できます。

共通利用化ネットワークシステム AuLait (おーれ)

Webインタフェースを使って、TERAでの結晶化実験に関する様々な依頼を受けるシステムです。構造解析高度化チームだけでなく、他の研究グループや研究機関からの依頼を受付、処理しています。操作は簡単で、選択肢から選び、クリックするだけでTERAへ作業依頼できるものがほとんどです。

TERAとAuLaitとユーザーのつながり



レスキュー用知的データキャリア

Intelligent Data Carriers for Rescue

あらかじめ各家庭に取り付けておくことにより、震災時に並列に自立動作し閉じ込められた人への呼びかけや音声の収集を行う、被災者探索装置です。

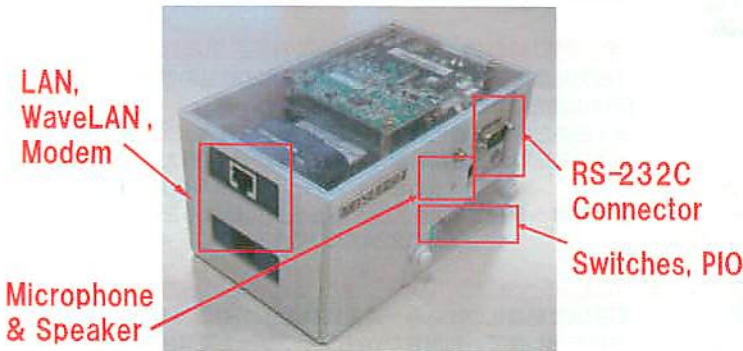
"Intelligent Data Carriers for Rescue" are victims-search devices preset up in each houses beforehand. They talk to victims and collect their voices and information in rubble in the disaster area in parallel.

システムの概要 System Overview



- 広範囲で一斉に探索
- インターネット・電話線等不要
- 危険が少なく効率的
- 実現性が高い

- Ubiquitous searching (widely and simultaneously)
- No internet/phoneline needed
- Small risk, high efficiency
- High operability



知的データキャリア (第3次試作)

(レスキュー・コミュニケーターをベースとする)

有線・無線・電話通信可能、音声録再生可能
家庭用電源または内蔵電池で72時間動作

Intelligent Data Carriers for Rescue (3rd model)
based on Rescue-Communicator
Voice recording, Wired / Wireless / Modem comm.
AC wall power or internal battery (72 hours)

屋内実験用自律飛行船

全長:6.5m 全幅:3m ペイロード:8kg

Intelligent Blimp for Indoor Experiment
Length: 6.5m, Diameter: 3m, Payload: 8kg

研究代表者: 理化学研究所 川端邦明
Kuniaki KAWABATA, RIKEN(kuniakik@riken.jp)
研究担当者: 理化学研究所 羽田靖史
Yasushi HADA, RIKEN (had@riken.jp)