

<JST未来社会創造事業第3回公開成果報告会>

～バイオ・ライフサイエンスを基盤とした豊かな未来社会の実現～

12月9日(月) 2024年12月9日(月) 13:00～17:00@ベルサール半蔵門/オンライン

光濃縮が拓くハイスループット検査技術による ヘルスケアの未来

飯田 琢也

大阪公立大学 理学研究科 物理学専攻 教授
研究推進機構協創研究センター LAC-SYS研究所 所長



Osaka
Metropolitan
University

研究推進機構 協創研究センター

LAC-SYS研究所

Research Institute for Light-Induced Acceleration System

RILACS



未来社会創造事業

2018年度～「要素技術」
2019年度～「探索研究(通常型)」
2021年度～「本格研究」

「光濃縮」で人類の健康、食品、環境を守ります！



2

健康を
ゼロに

3

すべての人に
健康と福祉を

6

安全な水とトイレ
を世界中に

7

エネルギーを
安全に

9

産業と技術革新の
基盤をつくろう

11

住み続けられる
まちづくりを

13

気候変動に
具体的な対策を

14

海の豊かさを
守ろう

15

陸の豊かさも
守ろう



Only Oneの「光濃縮技術」を基礎とするLAC-SYSで拓く未来社会

ラクス
Light-induced Acceleration System (LAC-SYS)
「楽(らく)」に生体サンプルを光制御・検出する「システム」

光誘起力と光誘起対流で多様な生体サンプルの生化学反応を加速



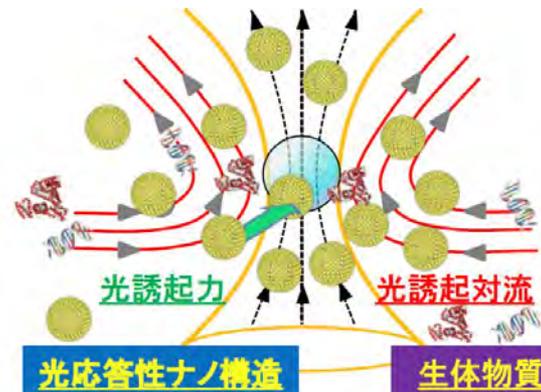
手のひらサイズでみんなの
食物と健康を見守り隊！

LACくん SYSちゃん

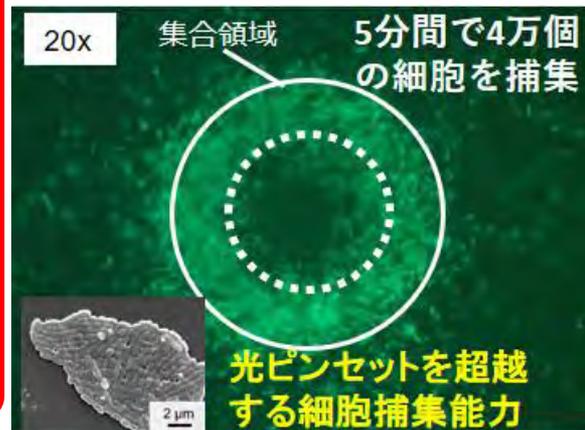


RILACS

By Mayu & Rei



乳酸菌を生きのまま「光濃縮」



Ref.) K. Hayashi, S. Tokonami, T. Iida et al., Communi. Biol, (2021).

〈最小構成〉レーザー光源、対物レンズ、サンプル保持基板、光測定器→医療用汎用機→手の平サイズ

低コストで小型のシステムを構築可能、ノートPC、スマホ等に接続して手軽に計測・記録

フィジカルデータのサイバー化を光誘導加速→「光濃縮デジタルトランスフォーメーション(DX)」

実現したい未来社会像 (Vision of future society to be realized)

これまで見えなかった分子を光濃縮で見つけ、助からない命を救う！！
「未病段階で超早期検査・診断・治療」を実現、高齢者から乳幼児までが、
がんや感染症(新型コロナなど)、認知症、食糧難におびえず、健康長寿社会を実現



明るく、楽しく、元気よく！



分散型都市での医療・食品・環境計測インフラ基盤提供

ポータブルにどこでも手軽・迅速に検査・診断



診療所・薬局で
「その場」診断

自宅で検査、
リモート診療

飲食物の出荷前およびオンサイト品質検査



飲食店、スーパーへの出荷前検査、
「その場」検査の迅速化、産地検査の迅速化

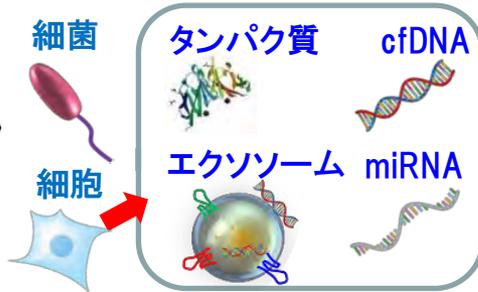
本格研究でのPOC (Proof of concept)

- ① 光濃縮下での分子間相互作用の機序解明とハイスループット計測法確立
- ② 高性能標準機の実装、医療機関と共同で超早期診断(大腸がん)を達成
- ③ ポータブル汎用機で微生物(新型コウモリ等)を検出、水平展開(認知症、食品、環境)

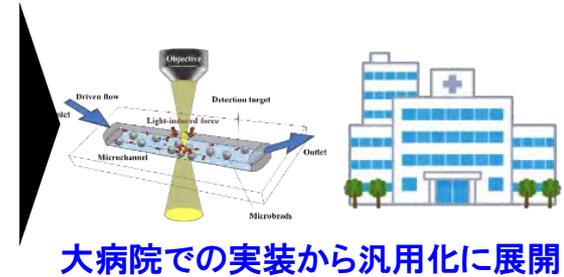
非侵襲な体液サンプルの例



マルチバイオマーカーの例

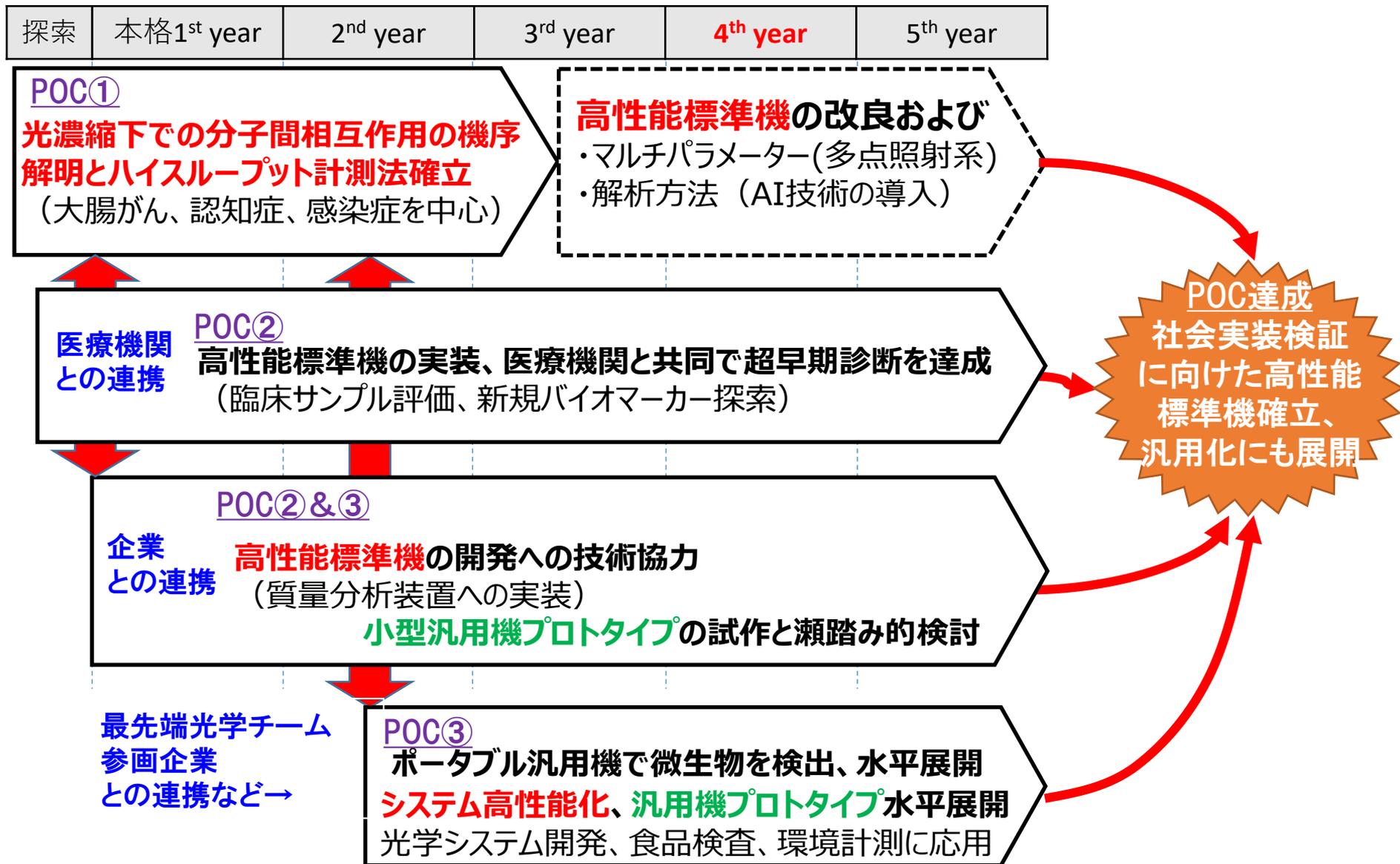


社会実装の例



探索期間に臨床サンプルを用いた初期コンセプトの検証に成功
血液など微量体液のバイオマーカーや飲食物上清中の微生物など
100倍高感度、60倍高速、2桁微量を達成

本格研究(POC検証)の研究計画におけるマイルストーン

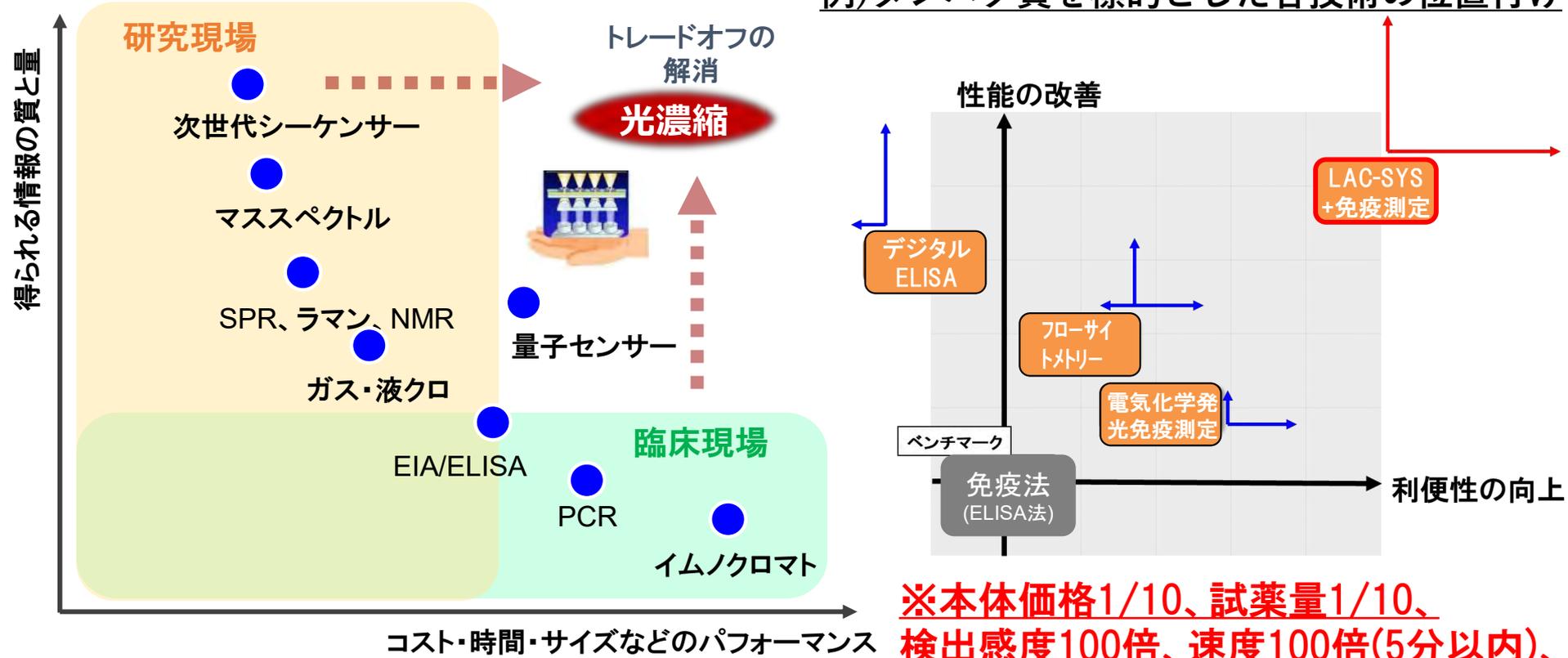


あらゆる分析技術をハイスループット化

「光濃縮」による反応加速がもたらす分析技術の革新

光濃縮は、他の濃縮法（遠心力、電場、磁場など物理的原理）と比較して、遠隔的、低ダメージ、簡便(標識不要etc.)、精密、小型、高速な前処理を実現可能な点で優位
→**研究の加速、生産性の向上**

例) タンパク質を標的とした各技術の位置付け

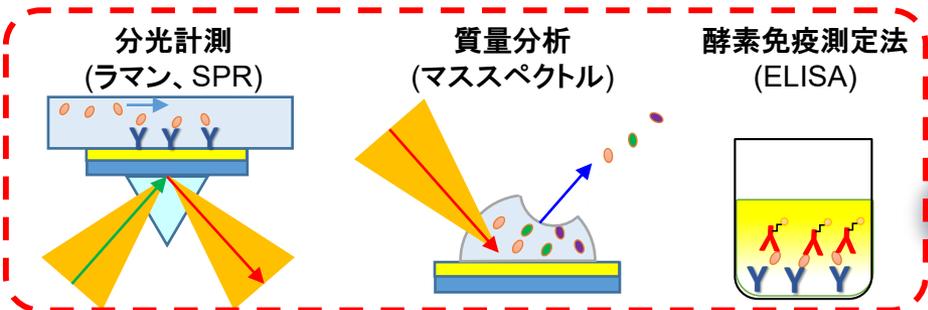


**※本体価格1/10、試薬量1/10、
検出感度100倍、速度100倍(5分以内)、
ラベルフリー、ポータブル化も可能**

バイオ分析の限界を突破、医工計測を革新

従来のELISAより100倍高感度、60倍高速(5分で検出)

イムノクロマト



測定限界の壁

光濃縮で突破!

2桁向上



$\mu\text{g/mL}$

ng/mL

pg/mL

fg/mL

$\text{fg}=10^{-15}\text{g}$

CRP

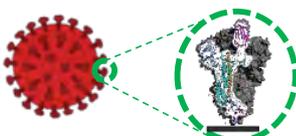
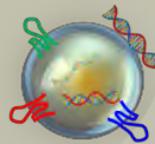
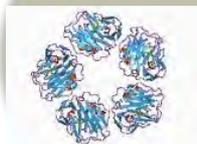
エクソソーム

ウイルス抗原

がんマーカー

サイトカイン (IL-6など)

新規バイオマーカー



$\mu\text{g}=10^{-6}\text{g}$

$\text{ng}=10^{-9}\text{g}$

$\text{pg}=10^{-12}\text{g}$

早期診断

閾値下検出や
時間・精度を大幅向上

がん、感染症など

大腸がんマーカー用光濃縮検査キット

[特許出願中PCT/JP2023/018633]

既存の測定法で検出不可の
生体物質を迅速検出

未病段階の超早期検査
「健康計測」でQOL向上
と健康長寿を実現

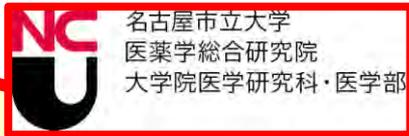
従来の測定限界を突破、血液プロテオミクスの研究を加速、
がん、認知症、感染症などの超早期診断に貢献

POC達成と社会実装、自走に向けた実施体制(最新状況)

大阪公立大学

研究推進機構、医学部
植物工場、獣医など

代表研究機関



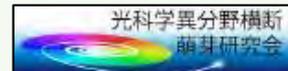
支援



飯田琢也
所長



田口歩
教授



飯田が発起人の研究会との連携
(日本全国で会員数300人以上)

最先端光学チーム



共同研究
研究連携

国内アカデミア
・企業・医療機関



床波志保 副所長
中瀬生彦 所長補佐

実装化検討

がん検査での共同研究

超早期診断の実現による
医療機関での社会実装

高性能標準機の開発

出口企業

診断薬メーカー、
臨床検査会社
食品メーカー
との連携も

企業パートナー(デバイス、分析装置開発)

高性能光濃縮アレイ

レーザー・検出器

検出システム

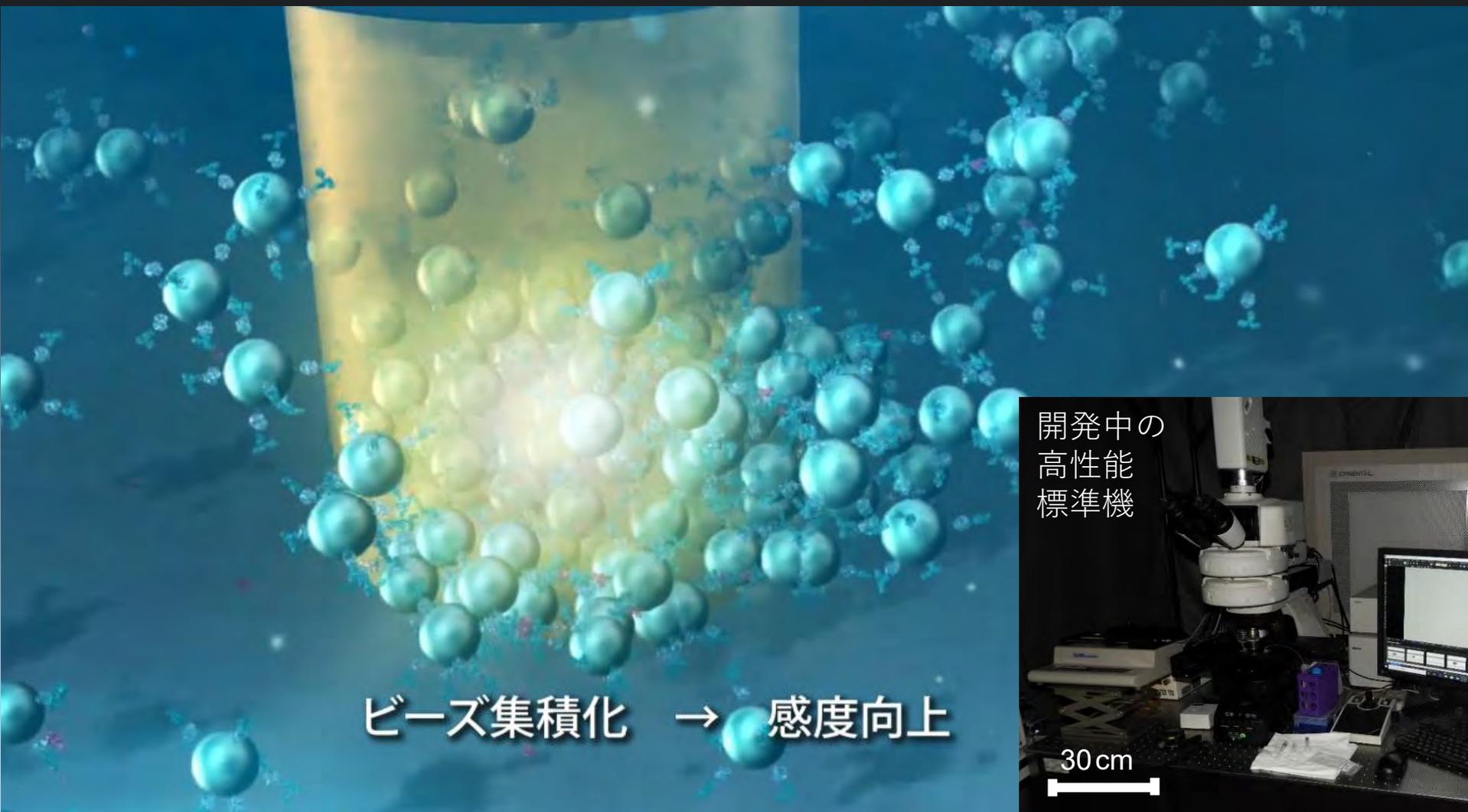
測定・解析装置

臨床検査機器
メーカーも参画



海外研究機関との連携





ビーズ集積化 → 感度向上

開発中の
高性能
標準機

30 cm

2018年のノーベル物理学賞光ピンセットを超越する捕集能力
様々なバイオ分析機器の前処理を革新、破壊的イノベーション

抗原抗体反応の光誘導加速の新原理解明、極微量タンパク質を3分で検出

マイクロフロー-LAC-SYSで

アトグラム(10^{-18} g)レベルの検出に成功
従来法より10~100倍高感度かつ60倍高速に
PCT/JP2020/032758(2020/8/28出願)

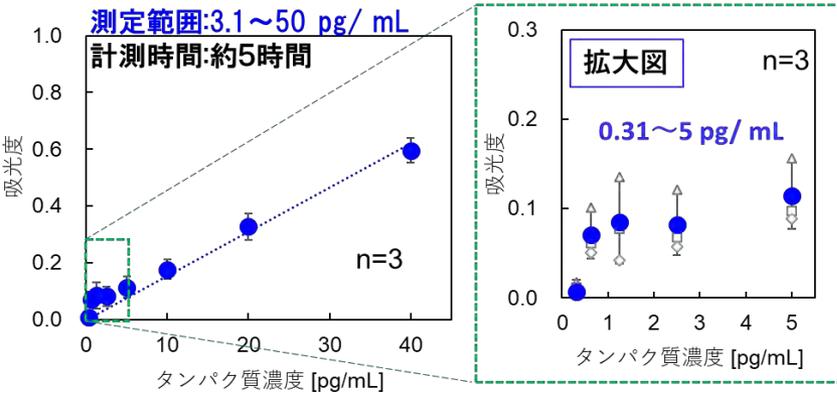
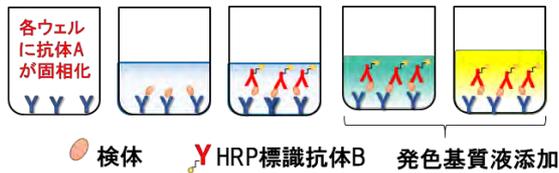
基礎段階の成果で「堀場雅夫賞2021」受賞

KBS京都 Kyobiz X、日経新聞、日刊工業新聞、
科学新聞、京都新聞などで紹介



従来法: ELISAを用いた検出工程

サンプル添加→静置(抗原抗体反応)→洗浄の繰り返し



所要時間5時間程度、サンプル量100 μ L
複雑な工程、多量のサンプルが必要



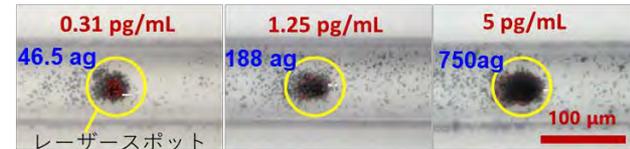
T. Iida*, S. Tokonami*, et al. Communications Biology, 5, Article number: 1053 (2022) (2022/9/2)

抗原抗体反応が弱いCD9/CD63複合タンパク質でも
マイクロ流路の幅と流量を調整すれば光濃縮検出が可能

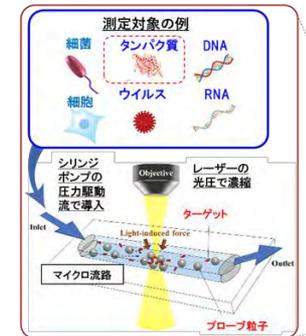
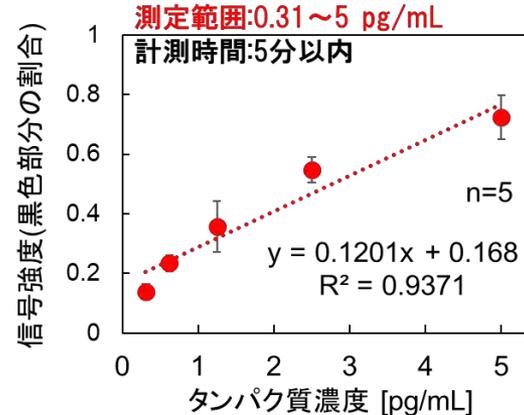
本論文: 光誘導加速で数十アトグラムの膜タンパク質を選択検出

レーザー照射・面積測定(洗浄・静置は不要)

抗原抗体反応の光誘導加速により流路底に生じた凝集体の光学透過像



約47 agの検出に成功(ag= 10^{-18} グラム)



光照射3分、サンプル量300 nL
検出感度1ケタ向上、1/100以下のサンプル量

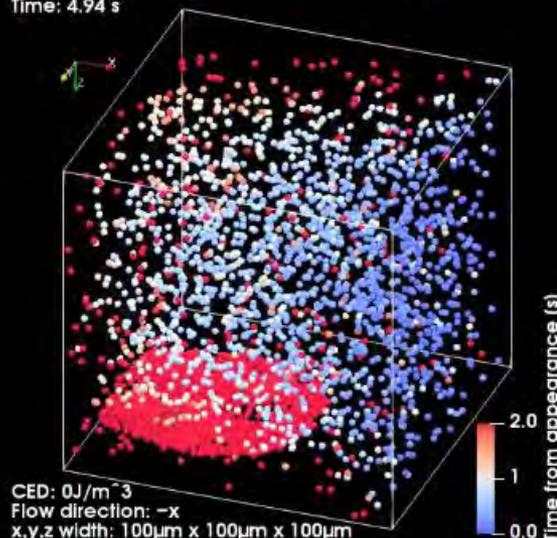
マイクロフロー光濃縮の数理解析、粒子間結合強ほど多層化(高濃度に対応)



最初の3秒のみ光照射
残りの5秒は照射無し

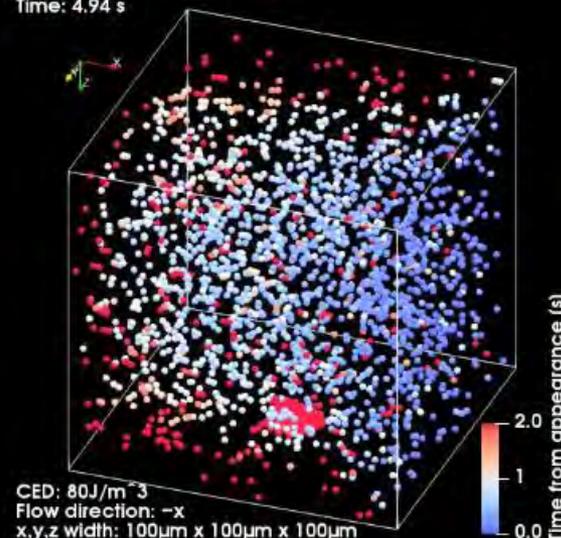
ターゲット無し(結合エネルギー0)

Time: 4.94 s



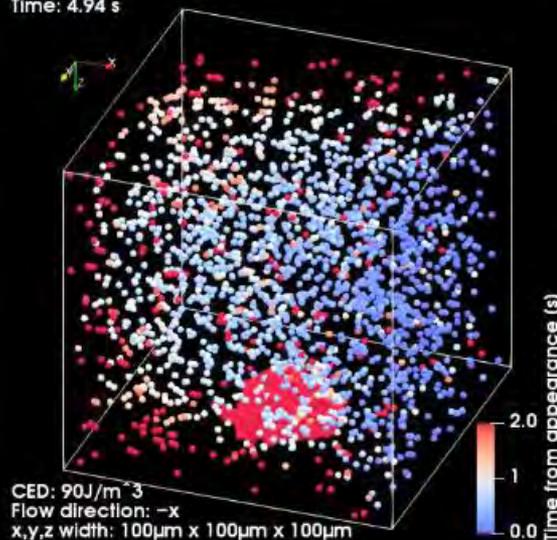
結合エネルギー小

Time: 4.94 s



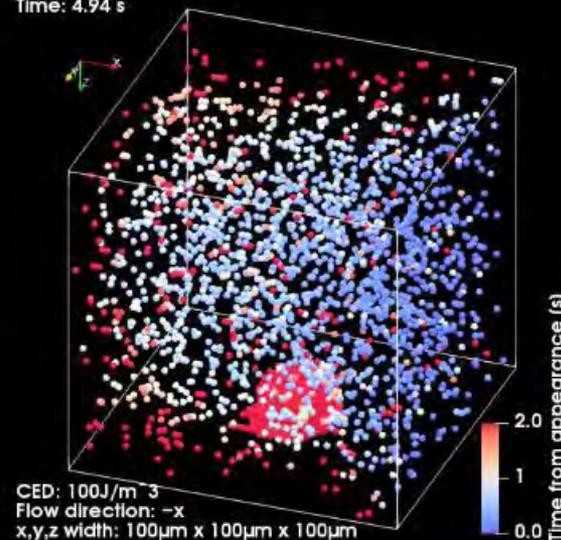
結合エネルギー中

Time: 4.94 s



結合エネルギー大

Time: 4.94 s



理論担当
田村守
阪大基礎工、
公立大LAC-SYS研

粒子の色は、
粒子が登場して
からの経過時間
を示す。
青：0秒、
白：1秒、
赤：2秒

実験条件を想定

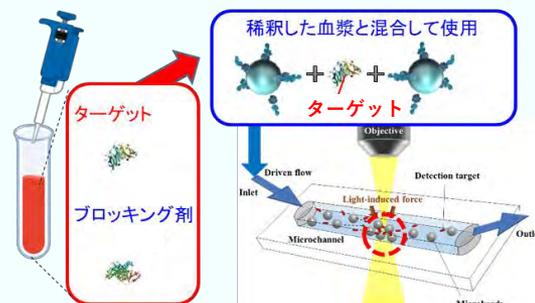
がんマーカーの光濃縮検出、自動走査型試作機開発、従来計測法の性能向上

- 高性能標準機によるがんマーカー検出の最適条件探索、システム小型化に向けた研究開発
 - <i>がんマーカー糖タンパク質の光濃縮検査法の改良、および細胞上清からのEV直接検出
 - <ii>ヘテロプローブ光濃縮法による糖タンパク質計測効率化、高感度DNA計測(デジタルPCRを凌駕)
 - <iii>ファイバ型光濃縮モジュールによる大面積・長距離光濃縮(液中の10%以上の分散質集積)
 - <iv>ナノボウル型光濃縮基板によるラマン分光の高感度化(1000倍以上の可能性)

POC①、②に関する取組み

<i>マイクロフロー光濃縮システム

担当:高木裕美子、勝間田麻実(LAC-SYS研-研究員)、竹森洸征(飯田G-M1)



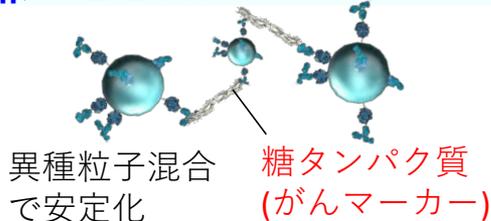
検査キット[PCT/JP2023/018633]

がん細胞由来EVの超遠心フリー検出



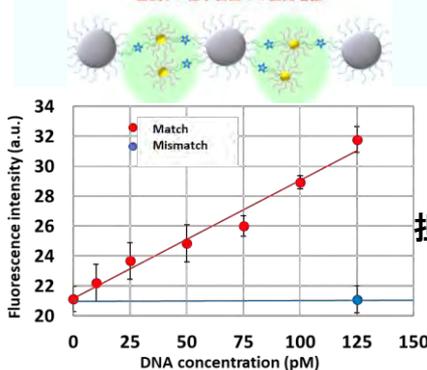
[PCT/JP2020/032758
大腸がん細胞 Nanoscale Horizons 2023]

<ii>異種粒子混合がんマーカー計測



異種粒子混合で極微量DNA定量
(デジタルPCRより高感度、一塩基多型)

金属ナノ粒子表面での蛍光増強



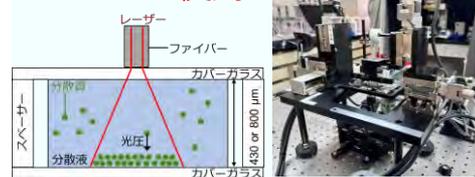
担当:豊内秀一
(LAC-SYS研-特任講師)

[PCT/JP2023/006708,
ACS Sensor Accepted]

POC③に関する取組み

<iii> マルチ光濃縮システムの試作機

ファイバ型光濃縮
モジュール使用



担当:林康太
(LAC-SYS研-特任助教)

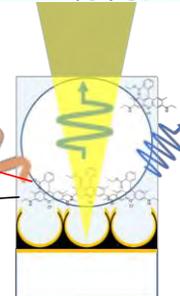
[PCT/JP2023/006701など,
JASIS2024で展示、論文投稿中]

<iv> 光濃縮ラマン分光法の開発

ラマン散乱

光濃縮された低分子

ナノボウル
光濃縮基板



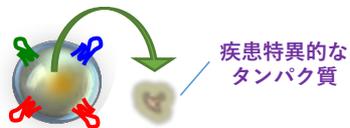
担当:叶田雅俊
(飯田G-D2, 特別研究員)

[PCT/JP2024/031032,
npj Biosensing 2024]

生物学的ナノ粒子(細胞外小胞EVなど)の表面状態の高感度検出

細胞外小胞

(Extracellular vesicle; EV)



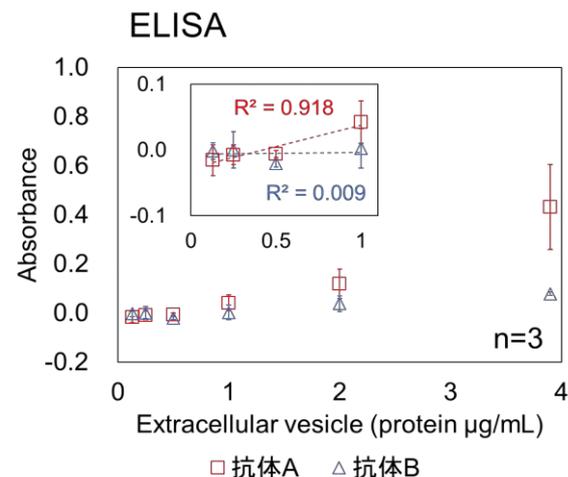
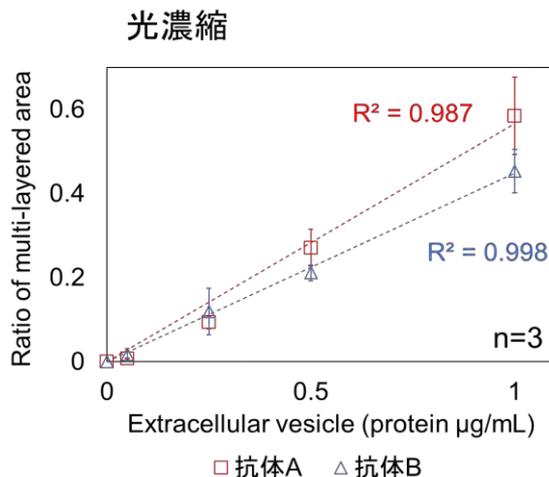
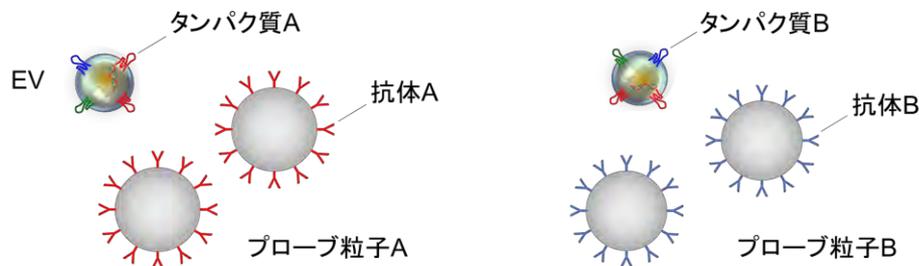
膜タンパク質を内外に有する直径100nmの細胞外ナノ粒子(細胞間シグナル伝達に関連)

がん化に関連する遺伝子やタンパク質などを運搬(環境により分泌量変化)



エクソソームに認知症マーカーA β が結合しており、その割合が、アルツハイマー病の患者と健康人で異なり、**エクソソームと結合したA β とアルツハイマー患者の脳内に蓄積したA β に相関**があるとの報告もある

異なる抗体を修飾したプローブ粒子でEVを検出 **大腸がん細胞株HCT116由来**



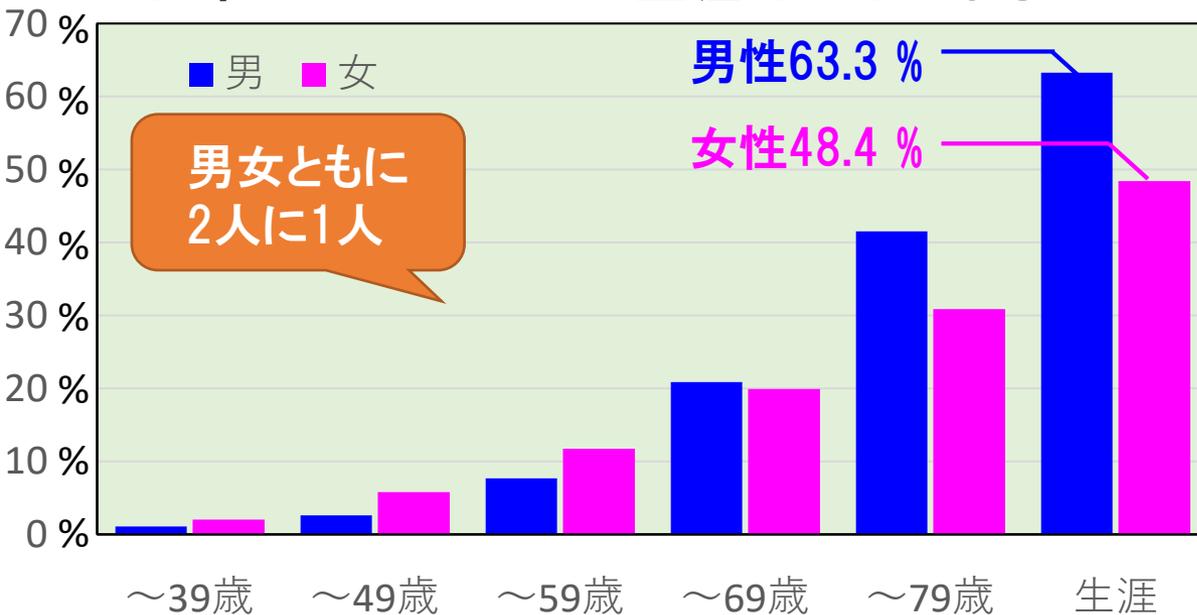
検量線の傾きは異なり、その大小関係はELISAの結果と一致

- EV表面のタンパク質の発現量の差を光濃縮下で評価できる可能性
- 異なる二分子間のアフィニティの差を評価できる可能性

大腸がん細胞株、肺がん細胞株からのEVの光濃縮検出に成功

社会的背景:がんの早期発見

日本人の2人に1人が生涯でがんになる



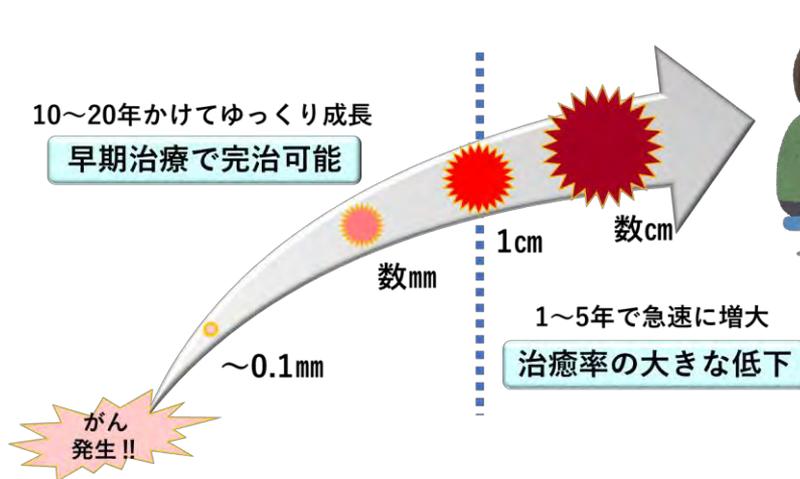
がんによる死亡：38万5,797人
(男性が22万3,291人、女性が16万2,506人)、死亡数の24.6%

【主な部位別死亡数】

男性：肺がん、**大腸がん**、胃がん、すい臓がん、肝臓がん
女性：**大腸がん**、肺がん、膵臓がん、乳がん、胃がん
 出展)「2022年の人口動態統計(確定数)厚生労働省(2023年9月公表)」

早期に大腸カメラで発見、切除すれば助かる病気

(出典) がん研究振興財団「がんの統計2019年版」



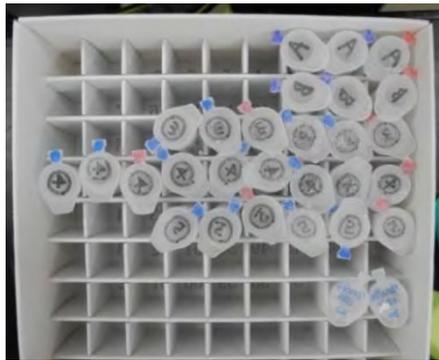
- ・忙しい
- ・怖い
- ・痛い

大腸がんでは**毎年約5.3万人**が命を落とす
年間医療費5872億円

出典)「令和4年(2022)の国民医療費費の概況(厚生労働省)」

光濃縮による超早期診断法の開発(大腸がんマーカー)

[田口先生からご提供いただいた臨床サンプル]



マーカーの例



CEA

PDB: 1E07



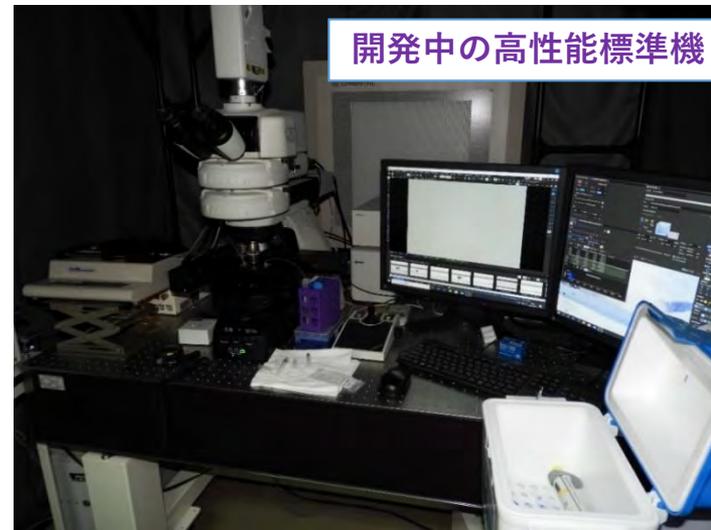
田口歩 教授
(名古屋市立大学
医学研究科)

※2024年10月に
愛知県がんセン
ターからご異動

LAC-SYS研究所担当者

リーダー: 高木 裕美子
(LAC-SYS研 研究員)

勝間田麻美
(LAC-SYS研研究員)

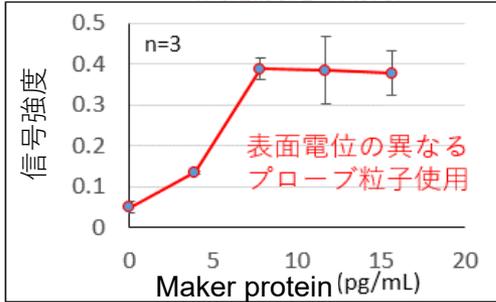


立ち上げ時：物理屋(元理論家)の飯田自身も白衣を着て臨床サンプル(血漿)の実験に参加

大腸がん用光濃縮リキッドバイオプシー検査キットの開発

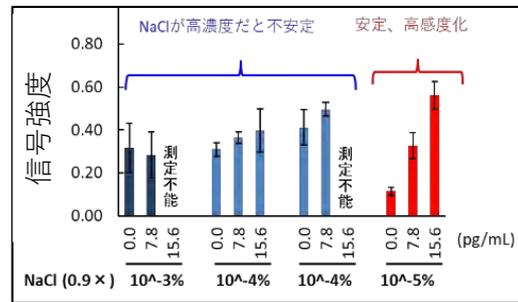
本格研究での進捗状況: 表面電位、塩濃度、異種粒子混合による高性能化 マイクロフロー光濃縮検出用の試薬の改善による超高感度検出法の開発

(A) 2022/7/29 7.8 pg/mL以上で飽和傾向 (高感度化に期待)



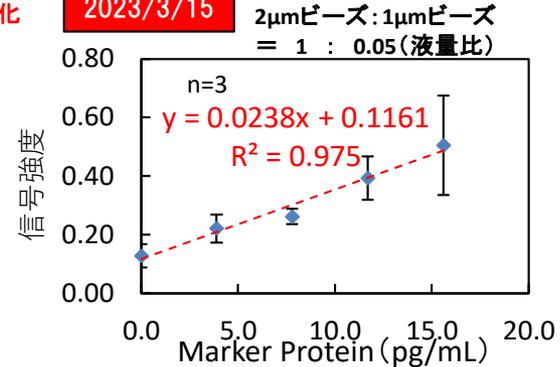
抗体修飾ビーズ分散液組成の調製(pH、ブロッキング剤)、品質管理を徹底

(B) 2023/1/26 希釈バッファー中NaCl濃度を最適化

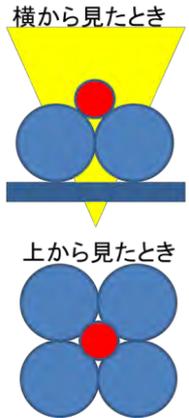


高濃度領域で多層部分を安定化!

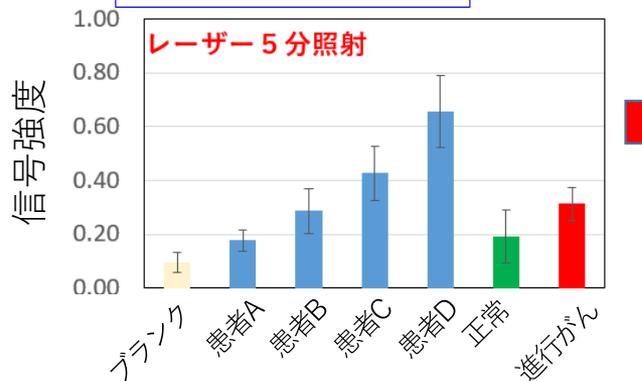
(C) 2023/3/15 異種ビーズを少量混合



信号増大、直線性向上、範囲拡大



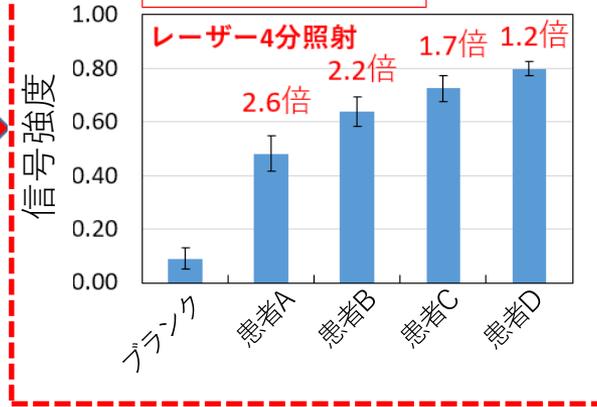
2021年1月領域内SG審査時 1000倍希釈



2.4, 4.7, 6.3, 13.2 pg/mL

血漿に(A)を適用

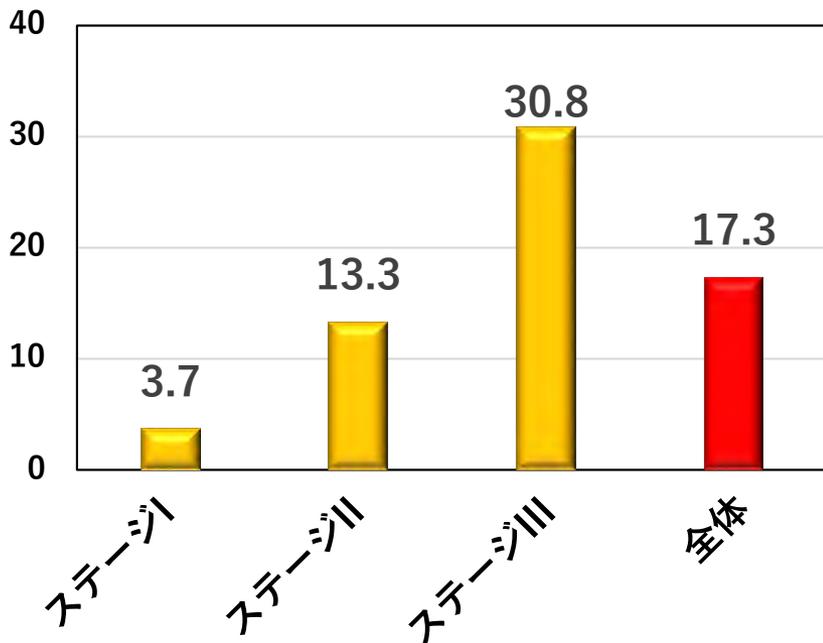
最適化後(2022年8月) 1000倍希釈



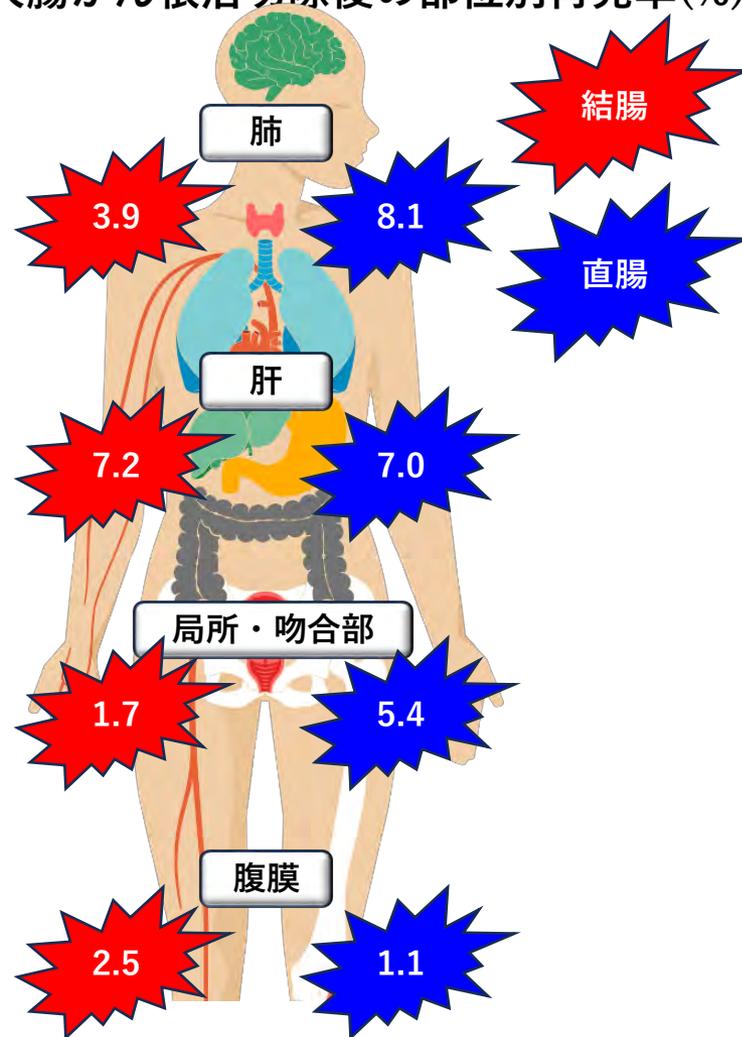
従来のELISAの検出限界である約数十~百 pg/mLよりも
1~2ケタ高感度 (比較例として用いたキットは約30 pg/mLが検出限界)

国際特許出願
PCT/JP2023/018633

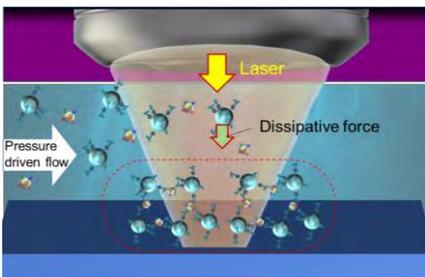
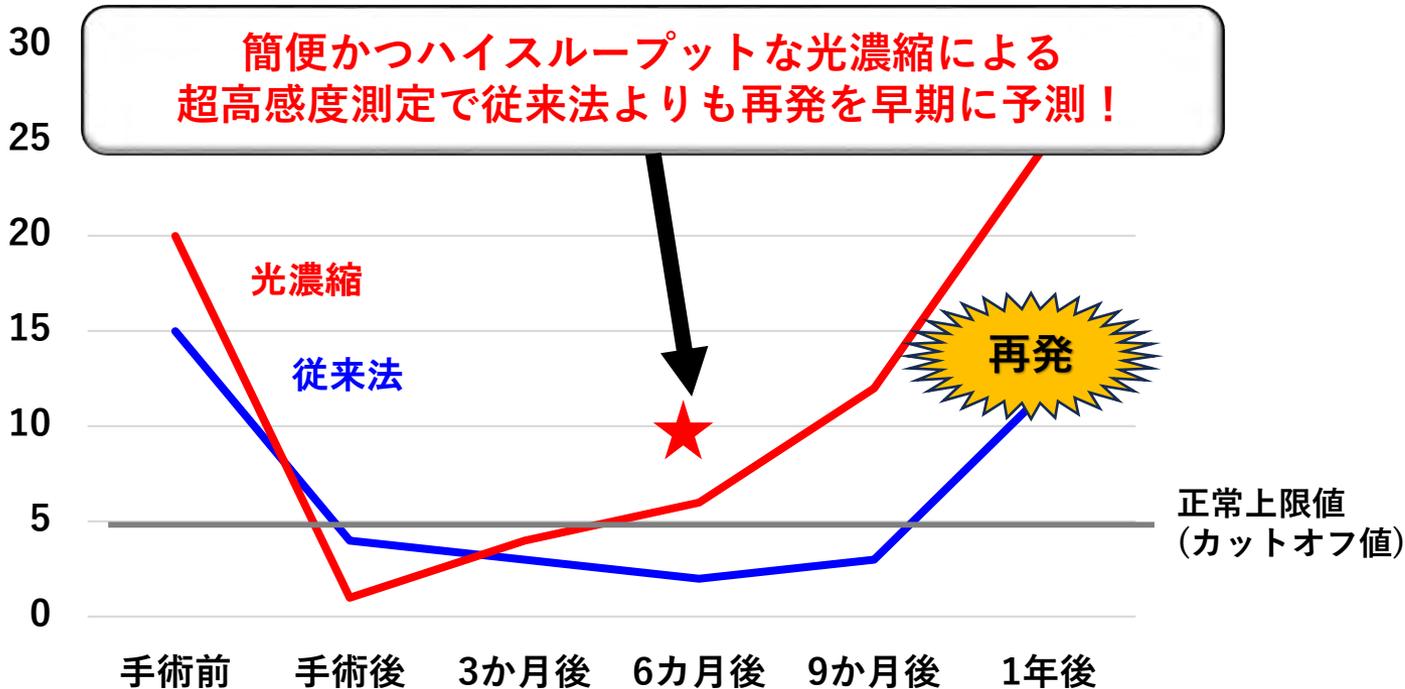
大腸がん根治切除後のステージ別再発率(%)



大腸がん根治切除後の部位別再発率(%)



大腸がんの予後を改善するためには術後の再発を早期にかつ正確に予測することが重要！



数 μ Lの血漿から5分で検出

初期データの取得に成功、
3～5か月前に従来法では測れないカットオフ値以下の濃度範囲で光濃縮計測により上昇傾向を確認
 (データはConfidentialのため未掲載)

光濃縮の認知症研究への応用、分光学的手法に立脚

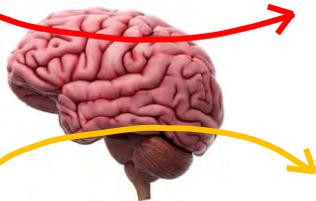
神経変性疾患：アミロイド原生タンパク質が脳に凝集・沈着

・アルツハイマー病
アミロイドβ

老人斑(Amyloid β凝集体)

・パーキンソン病
αシヌクレイン

レビー小体(α-Synuclein凝集体)



長島 優 教授(浜松医科大学
光先端医学教育研究センター
フォトクス医学研究部)

・臨床研究の立ち上げ

アルツハイマー病・パーキンソン病を対象に脳脊髄液および血液検体を収集する臨床研究を立ち上げる。多施設共同臨床研究の倫理申請も準備中

日本経済新聞 [Biogen & エーザイ] Lecanemab (抗アミロイドβ抗体)

エーザイ認知症薬、年内に薬価決定へ 中医協が議論開始

2023年9月27日 19:34

保存



厚生労働省は27日、エーザイの認知症治療薬「レカネマブ」の薬価（薬の公定価格）の設定に向けた議論に入った。米国での年間費用は日本円で390万円程度に上り、国内でも高額になる可能性が高い。12月下旬までに薬価を定める方針だ。

2022年の認知症・MCI(軽度認知障害)の高齢者数は合計で約1,000万人を超え、65歳以上の約3.6人に1人が認知症又はその予備軍

出典) 「認知症および軽度認知障害(MCI)の高齢者数と有病率の将来推計」(厚生労働省: <https://www.mhlw.go.jp/content/001279920.pdf>)

※65歳以上のアルツハイマー型認知症患者にかかる医療費は1.1兆円、介護費は4.8兆円との試算もあり(https://www.mri.co.jp/knowledge/column/20241128_2.html)

目的: 光濃縮システムを用いた高感度アミロイド検出技術の開発

→ バイオマーカーとなるアミロイドの血液中での高感度・低コスト・簡便な検出、病態の理解



認知症など神経変性疾患の患者



認知症の大規模健診を可能とする血液診断の実現

医療機関、参画企業との協働による社会実装に向けた計画

医療用光濃縮検査システム
臨床検査機器メーカーとの
協働により共創

医療機関との共同研究



田口歩先生
がん領域

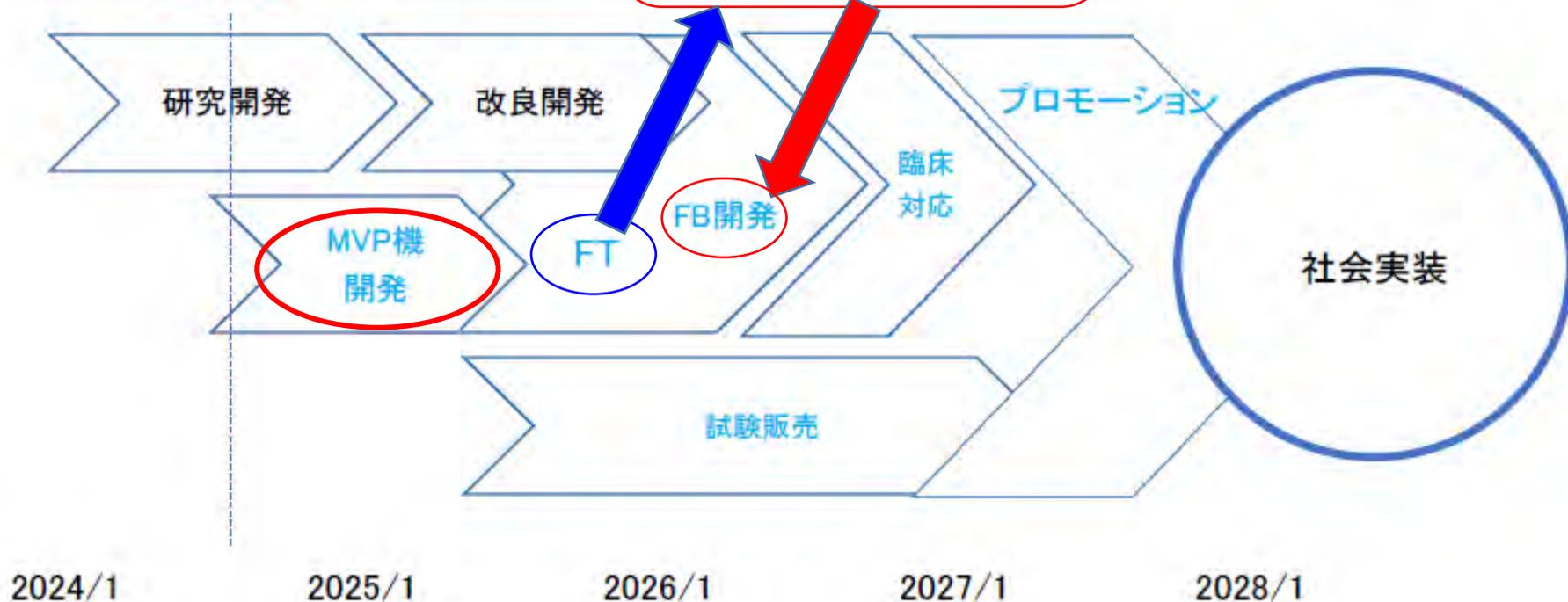


長島優先生
認知症領域

Minimum Valuable Product (MVP機)
を医療機関に設置、FTを実施



実施権許諾



FT：フィールドテスト
FB:フィードバック

LAC-SYSのデバイスコンセプトと社会実装に向けた産学医の体制

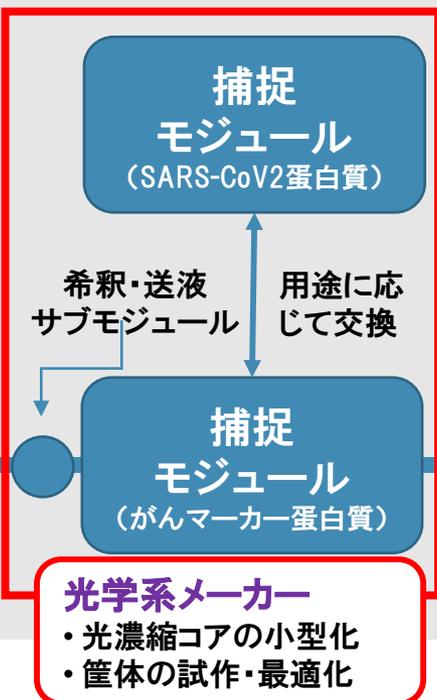
高度医療機関

- 臨床検体測定系の開発
- バイオバンク活用、レトロスペクティブ検証
- 体外診断用医薬研究(基礎+臨床)



患者生体試料

光濃縮コア:検査デバイス



捕捉モジュールのイメージ:
カプセル式コーヒーマーカー

測定対象ごとにカートリッジ交換

最小構成: レーザ光源、サンプル保持基板、光測定器

(ロボティクスコア)

共通コア



臨床検査機器メーカー

- 保有している検出Mとの融合と最適化
- 実装機の試作・最適化、パッケージング、商品化

診断薬メーカー

- 体外診断用医薬開発
- 医薬品申請・承認
- 捕捉M用診断薬製造

測定値



標準機



実装機

- 手動
- 反応容器(マイクロフロー(捕捉と検出の各セル、光濃縮基板))
- 結合子吸着ビーズ
- レーザ光源
- 対物顕微鏡
- CCDカメラ
- ディスプレイモニター
- 凝集塊面積定量プログラム

要件と目標スペック(案)

【捕捉M+接合M】光濃縮基板(高感度化にマイクロフロー融合)、マルチレーザー(遠隔集光 or 液浸ファイバー型)

【検出M+出力M】イメージング面積測定(透過 or 蛍光+AI画像認識)、ラマン分光、SPRなど

<目標スペック> ELISA等の既存測定技術と同等以上の精度・確度を維持しつつ、

感度を標準試料で2~3ケタ向上、実試料でも1~2ケタを維持し、2~4サンプルを同時計測

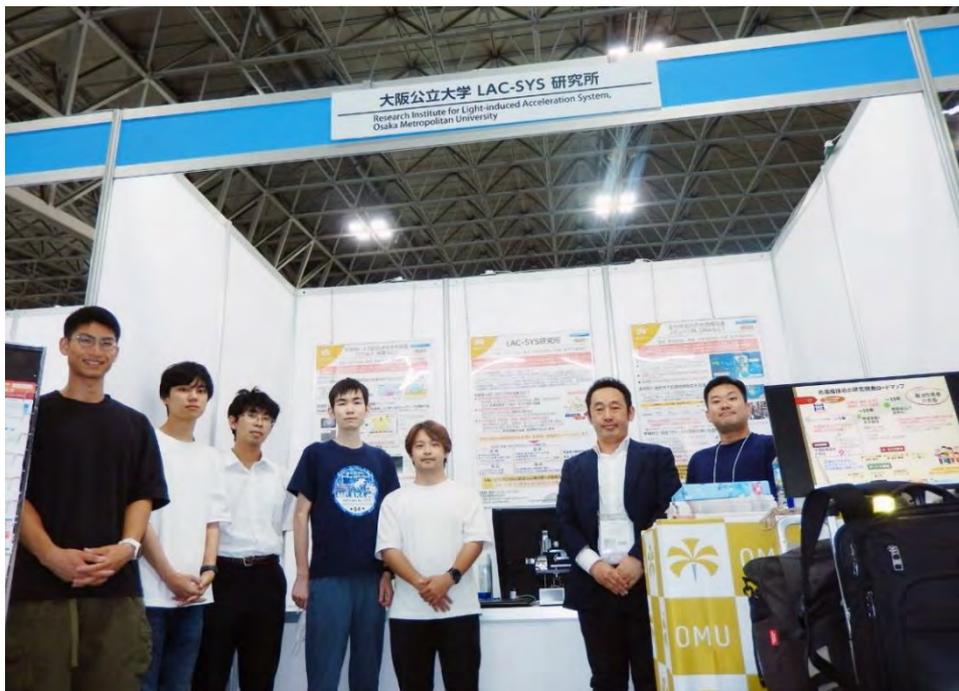
LAC-SYSの自動走査型小型試作機を国際展示会に出展



2024/9/4-9/6@幕張メッセ

3日間LAC-SYS研究所ブースで展示

佐藤孝明テーママネージャーもご来訪

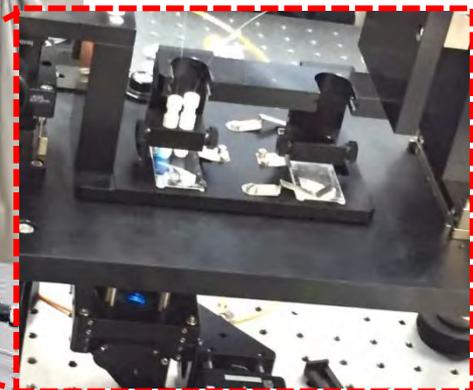
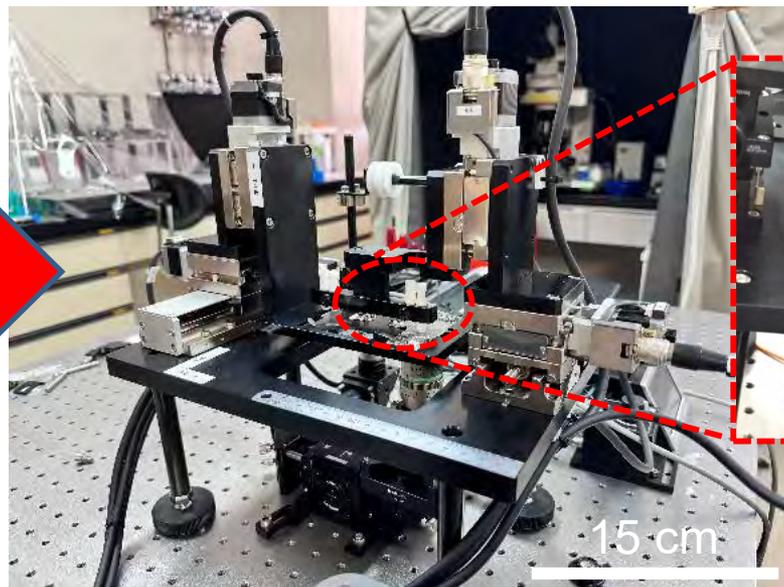
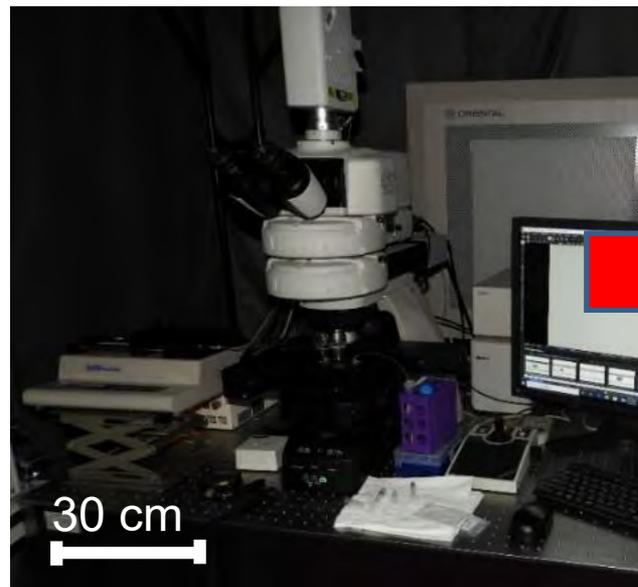


**光学除振台のない環境下でも光濃縮に成功！
多数のお客様(企業関係者、政府関係者)が来訪**

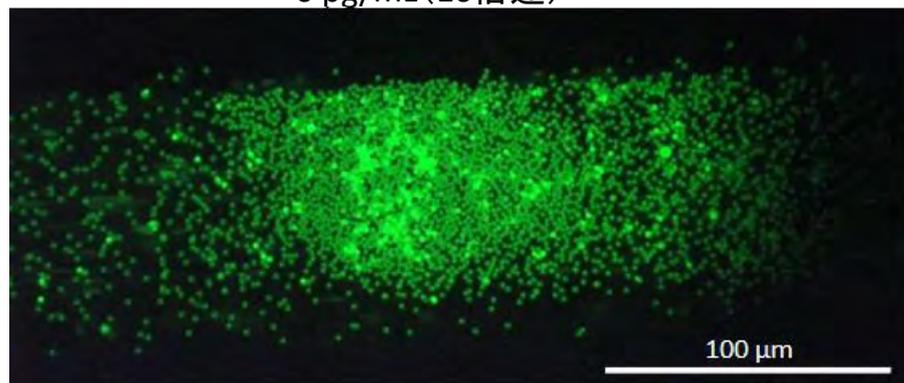
大腸がんマーカータンパク質のマイクロフロー光濃縮を小型機で実現

高性能標準機(旅行カバン大)

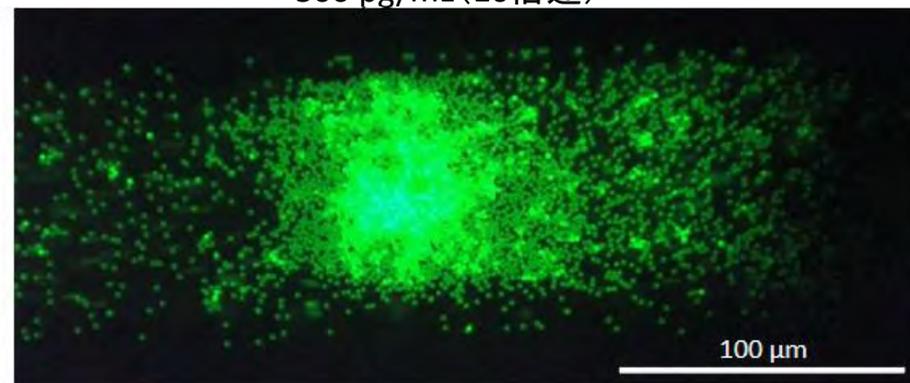
小型試作機(ノートPC程度のサイズ)



0 pg/mL (10倍速)



500 pg/mL (10倍速)

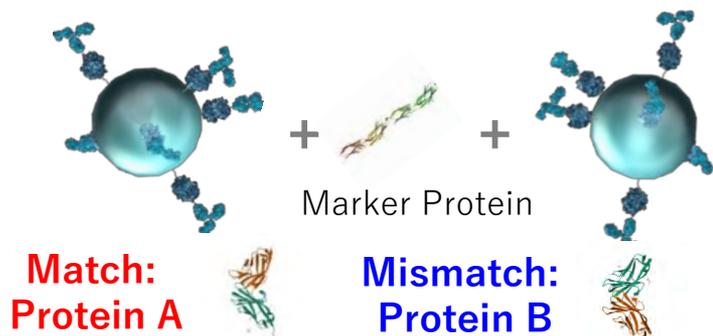


大腸がんマーカータンパク質のマイクロフロー光濃縮、ダイナミックレンジ拡大

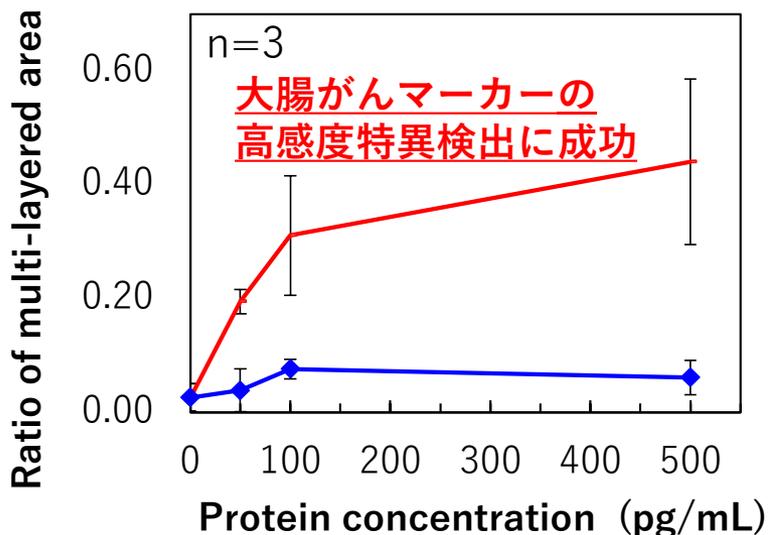
超高感度化だけでなく、測定レンジを実用化に向けてELISAと同程度に拡大

今後、ロボティクス技術との融合による高精度化とハイスループット化にも展開

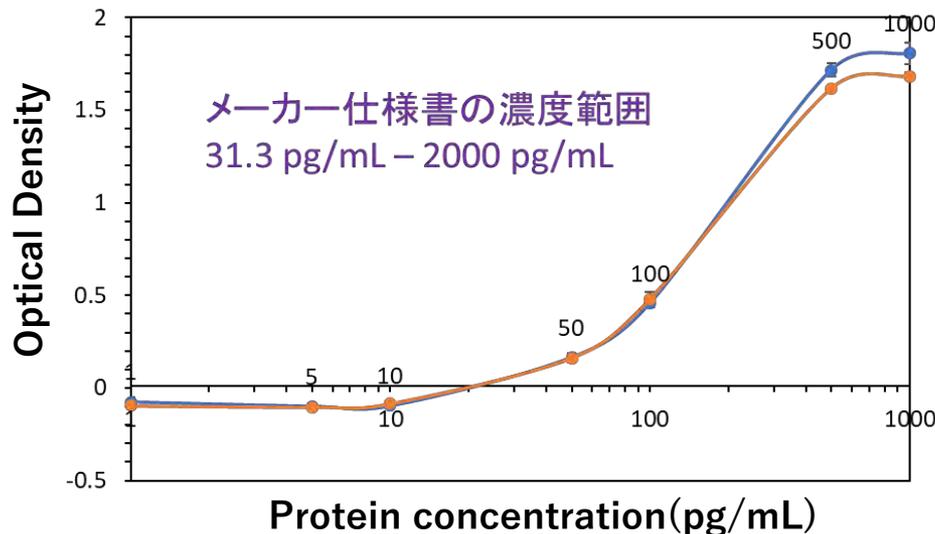
Antibody-modified microparticles (probe MPs)



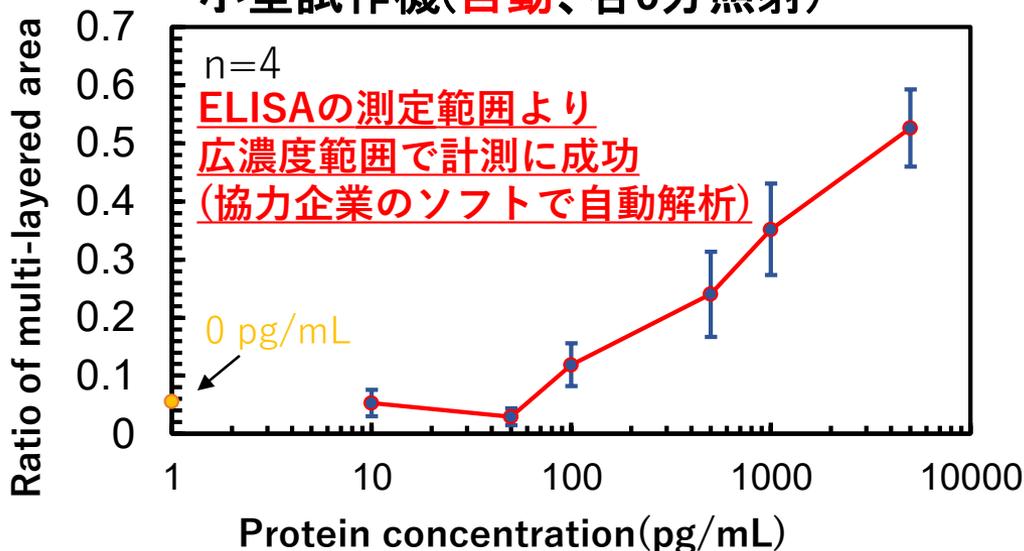
高性能標準機(手動、各5分照射)



ELISAの測定結果(5~6時間必要)



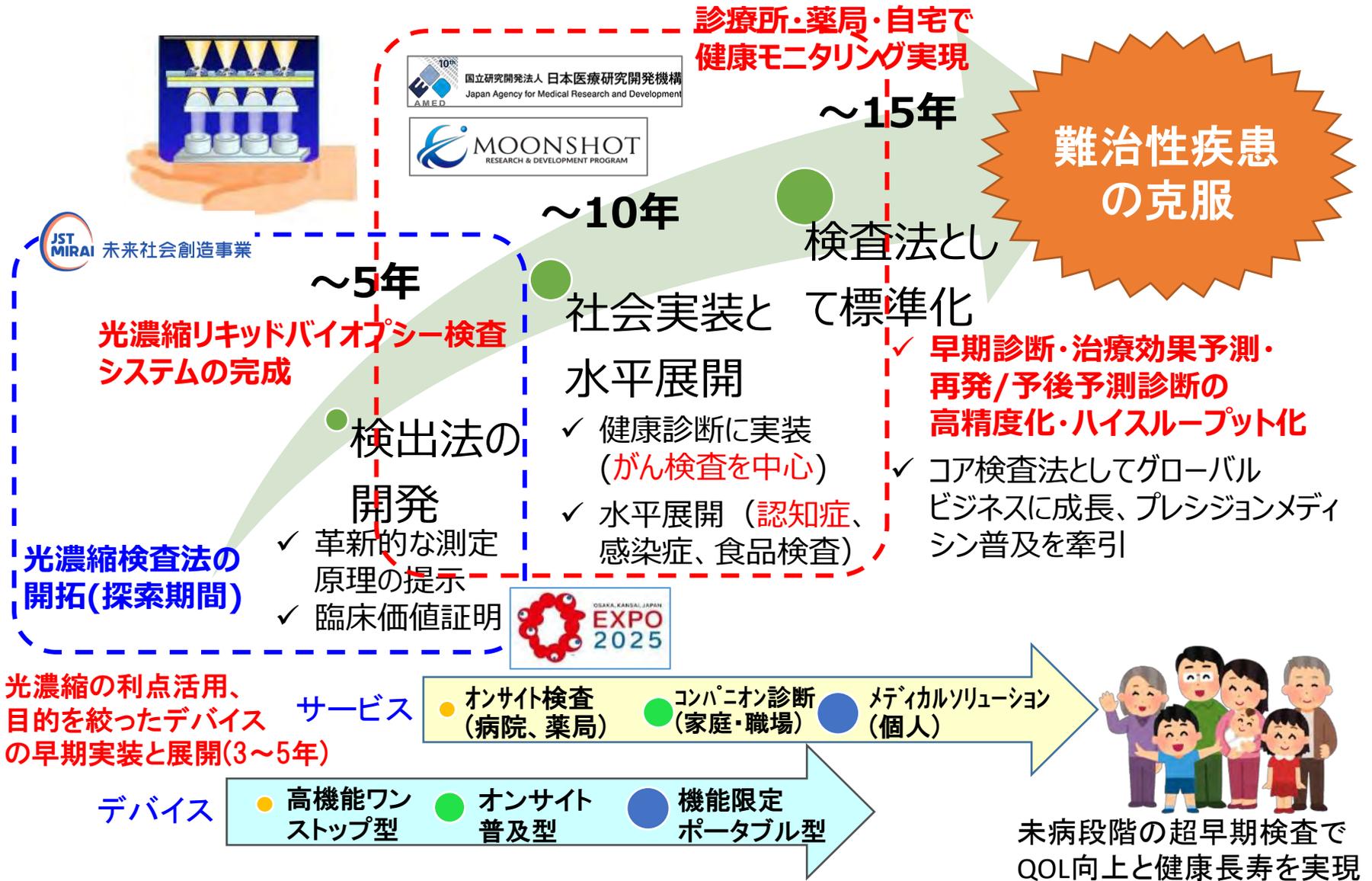
小型試作機(自動、各5分照射)



「光濃縮医工計測エコシステム」構築による社会実装



研究開発ロードマップ



本事業の成果による健康長寿、少子高齢化の解決に向けた取組

AMEDムーンショット目標7に採択(2024/11/1~)

[PM: 樋口真人センター長/教授(QST/大阪公大医)、分担者: 飯田 et al.]

光濃縮体液計測システムで認知症検査を革新



樋口真人先生
QST/阪公大
医(コアホ)



飯田所長
(分担者)阪公大
LAC-SYS研



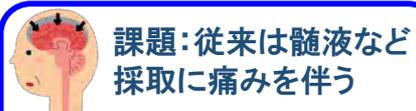
床波副所長
(協力者)



中瀬所長補佐
(協力者)



長島先生も浜松医科大学(瀬藤G)
のメンバーとして参画

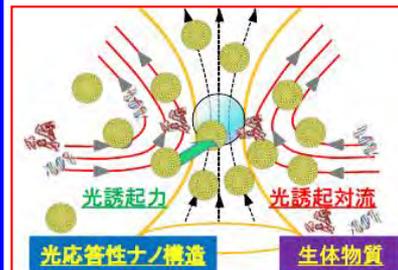


課題: 従来は髄液など
採取に痛みを伴う

非侵襲な体液サンプル



生体ナノ物質(マルチマーカー)



社会実装イメージ: 自宅、薬局、診療所での
「その場」検査(POCT*)でマスキリーングを
ハイスループット化、大病院での精密検査から
治療までの負担を大幅軽減

*POCT, Point of Care Testing



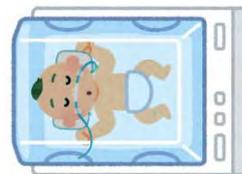
オンライン診断

自宅にて自分で採血した一滴の血液
をデバイスに滴下



PETなど精密検査

超早産児の炎症モニタリング 微量採血での計測が必須



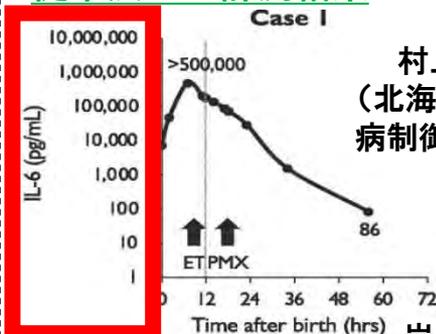
1000 g以下
22週~28週

血液量わずか数十mL
循環血液量体重の約10%

高サイトカイン血症の 従来法での計測結果



村上正晃先生
(北海道大学 遺伝子
病制御研究所・所長)



岩谷壮太先生
(兵庫県立こども病院
新生児内科・部長)

Ref) T. Kobayashi,
S. Iwatani et al.
Cytokine (2021)

10μL以下の検体量で
5分間のレーザー
照射でELISAを超える
6桁の濃度範囲で



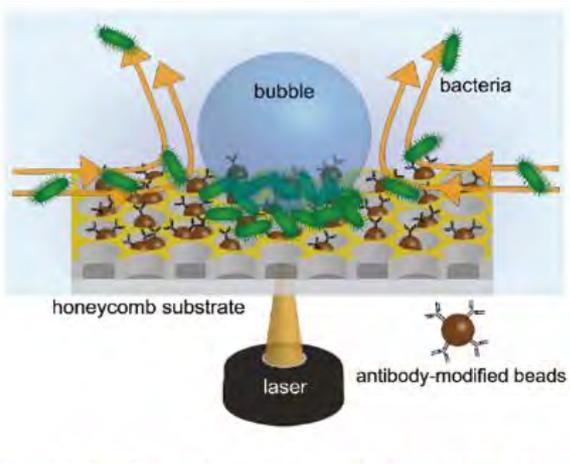
計測に成功、病態の理解に向け前進

竹森洸征大学院生(飯田G)が第84回
分析化学討論会で若手ポスター賞

【床波G】光濃縮基板、遺伝子計測法の開発による食品検査、環境計測への水平展開



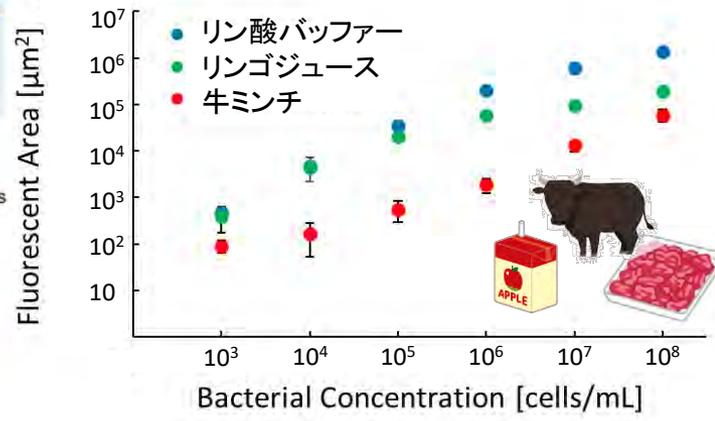
床波志保
LAC-SYS研
副所長



抗体修飾ビーズを細孔内に埋積⇒抗体修飾細孔一つあたり2.3個程度のビーズを埋積

Tokonami, Iida, PCT/JP2022/019532

夾雑物が多数含まれるリンゴジュース、牛ミンチ中の大腸菌の高感度検出に成功
10³ cells/mLの壁を突破できる可能性



【基礎となる成果】
ハニカム光濃縮基板で微生物を「生きたまま(生存率約90%)」1cm²に1000万匹濃縮・捕捉

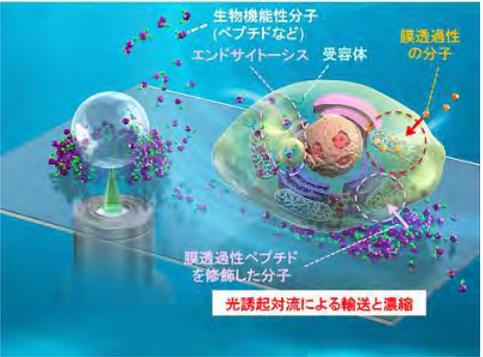
S. Tokonami, T. Iida, et al., Science Advances (2020)
[JSTnews 2020年5月号、英国王立化学会、環境庁関連機関のHP、新聞などで紹介]

環境浄化型微生物発電の高性能化に関する発展研究がNEDO若サポに採択

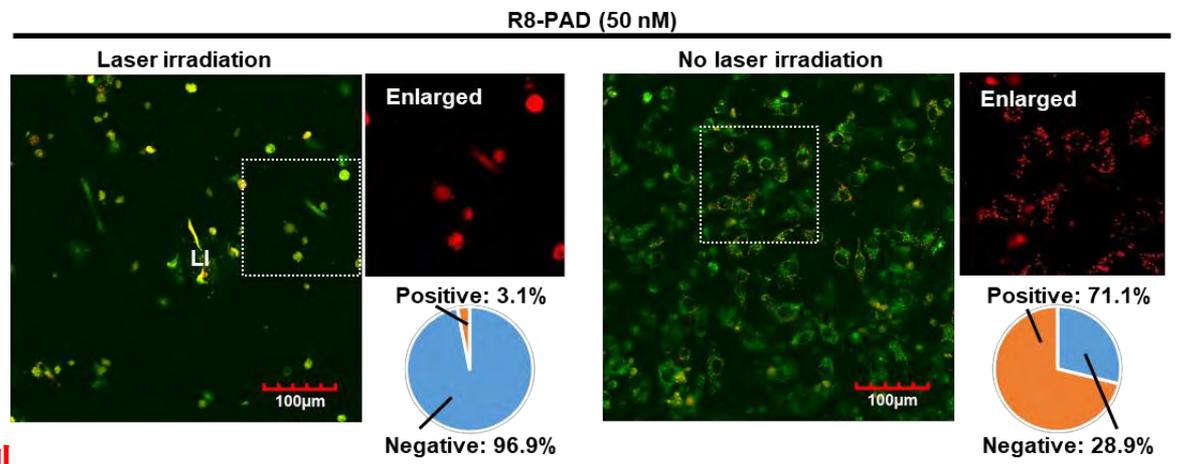
【中瀬G】光濃縮で狙った細胞に100~1000分の1の低濃度の薬剤を選択的に濃縮導入



中瀬生彦
LAC-SYS研
所長補佐



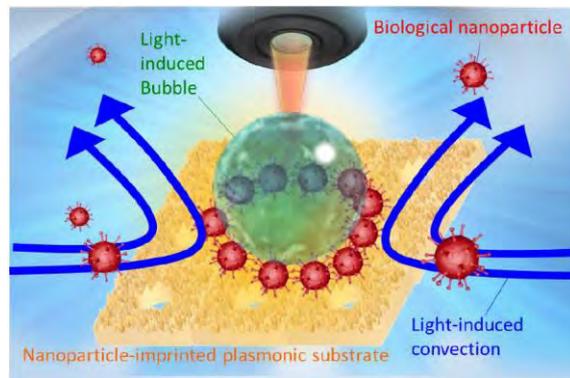
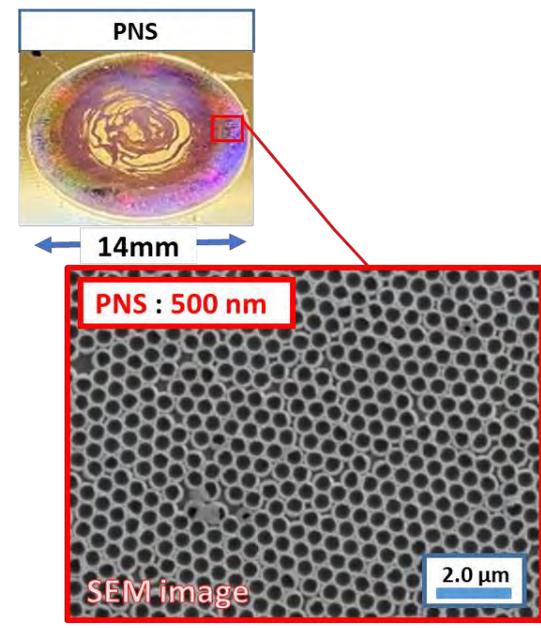
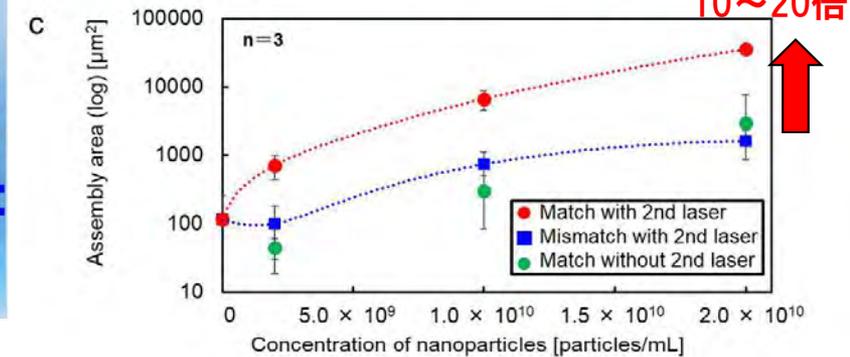
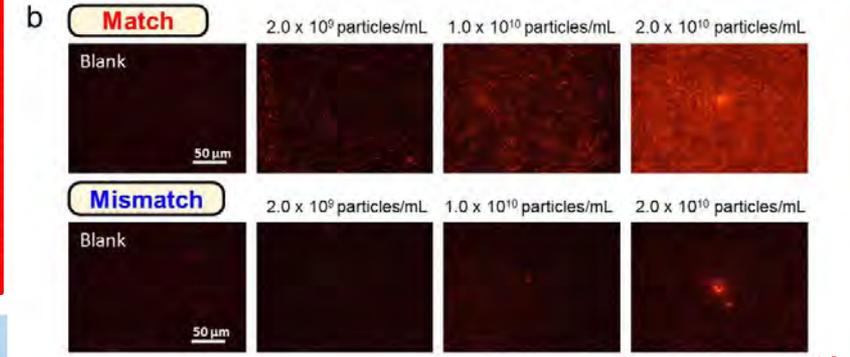
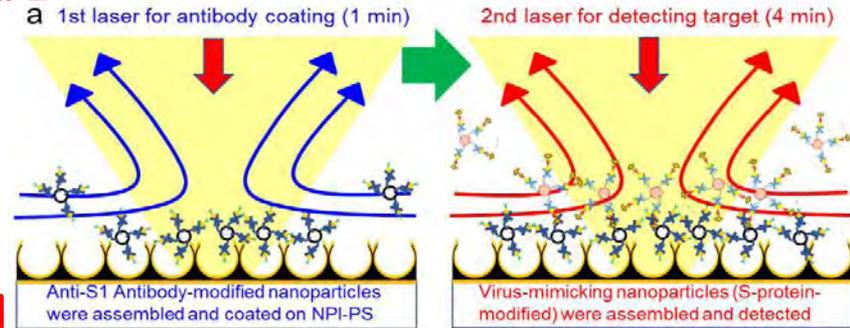
細胞内小器官への薬剤導入の光誘導加速に関する世界初の例



I. Nakase, S. Tokonami, T. Iida, et al., Nano Lett. (2022)

ナノボウル基板による超高速「光誘導免疫アッセイ」の原理開拓

検出5分以内(抗体修飾を光濃縮で1分で完了)、検体量 $5 \mu\text{L}$

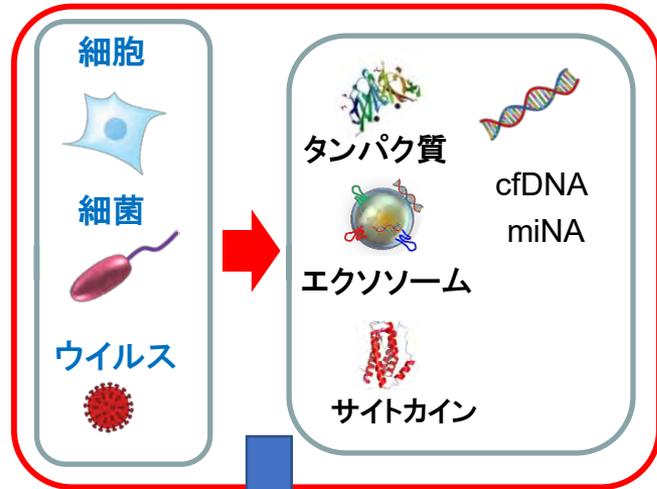


担当: 叶田雅俊
(飯田G D2,特別研究員)

国際特許PCT/JP2022/019417、M. Kanoda, K. Hayashi, Y. Takagi, M. Tamura, S. Tokonami, T. Iida, npj Biosensing, 1,1 (2024)

新しいNature Partner Journalの創刊号の1st Articleに選抜

「光誘導免疫アッセイ」のスケールアップによるタンパク質計測へのイノベーション



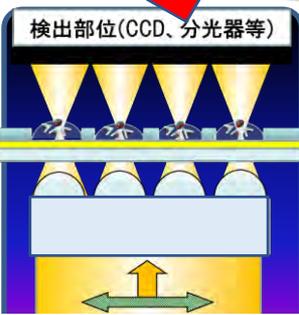
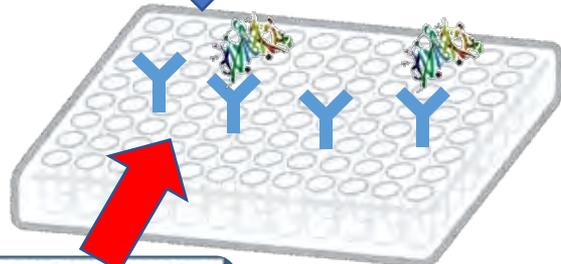
【従来法】

- ELISA : 40例@96ウェル(6時間) × 3プレート = 120例/日
 - ※抗体の固相化だけで半日必要、インキュベーション、洗浄で5~6時間必要
 - ※既存プレートリーダーは1本のレーザーをプレートを水平移動して各ウェルごとに吸光度測定をしているタイプが多い。

【光濃縮の期待値】 国際特許PCT/JP2022/019417など

約10000倍のスループットネス(感度100倍、検体数100倍)

- ナノボウル光濃縮 : 48例@96ウェル(5分)とすると、1時間で12プレートの計測が可能。48例 × 12 ≒ 600例
600例/時間 × 6時間 × 3セット ≒ 10800例/日
- ※3mWレーザーで実行可能、



同じプラットフォームで
多様な生体サンプルに適用、
光濃縮により検出用分子の
固相化を1分で実現、
検出も含めて5分以内



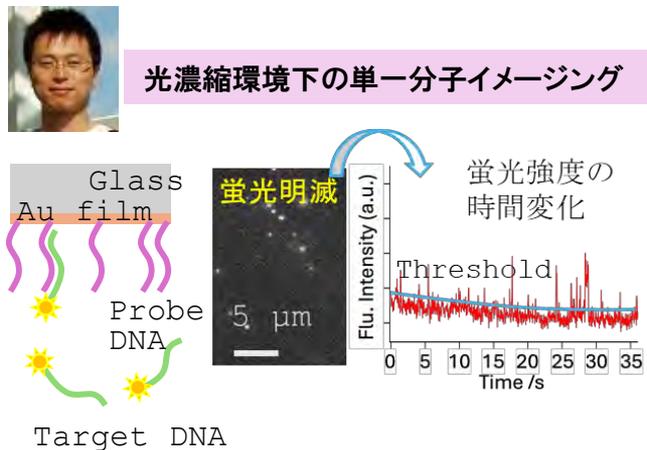
短時間で膨大なタンパク質データ取得、
→AI解析やDXに展開

タンパク質計測の次世代シーケンサー？

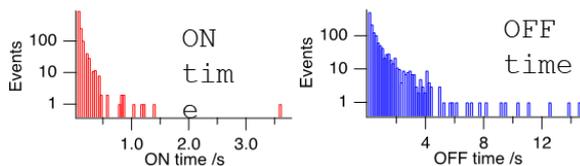
展望：最先端光学チームでの成果、スマート量子バイオフィotonicsの共通基盤

伊都Gとの共同研究の成果

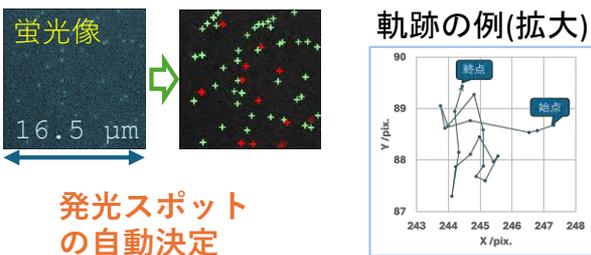
単一ペアのDNAの二重鎖形成の機構解明に進展(輝点の蛍光観察)



Bhagya, 豊内 et al., 日本化学会で発表(2024/3)



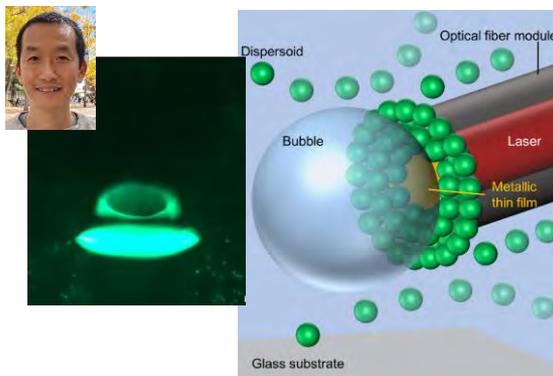
多数の"単一分子"解析ツール開発



担当: Dr. S. B., Bhagya Lakshmi (伊都G特任助教)
共同研究担当: 豊内秀一(飯田研特任講師)

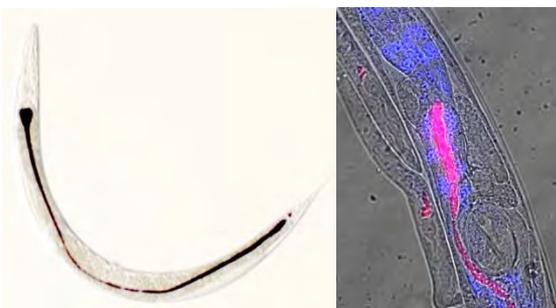
藤原Gとの共同研究の成果

ファイバ型光濃縮により, 10倍以上の高い集合効率での濃縮に成功



林 et al., Commun. Phys. に投稿(2024/5)

ナノ量子センサの生体内送達技術(超磁性酸化鉄, ダイヤモンド)



表面修飾により同様の振る舞い
Zou et al., Chemosphere (2024). (IF 8.8).

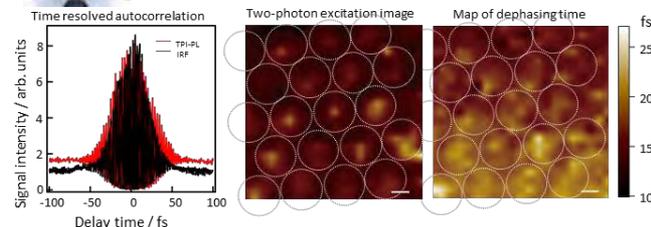
担当: Zou Yajuan (藤原研)
共同研究担当: 林康太(飯田研),

井村Gとの共同研究の成果

ナノボウル基板の近接場分光評価, 高効率熱変換の物理的項解明に前進

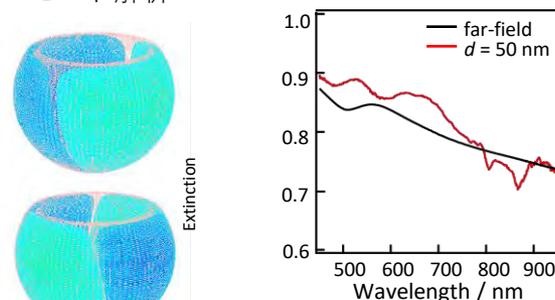


基板の時間分解トレースと位相緩和時間マップ

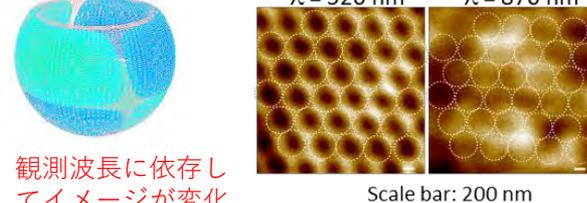


長谷川, 叶田, et al., J. Chem. Phys. (2024)

モード解析 近接場消衰, 遠隔場消衰スペクトル



近接場透過イメージ
 $\lambda = 520 \text{ nm}$ $\lambda = 870 \text{ nm}$



観測波長に依存してイメージが変化

担当: 長谷川誠樹(井村研助教)
共同研究担当: 叶田雅俊(飯田研D2),

光濃縮DXで「スマート量子バイオフotonクス」のセントラルラボに展開！

光濃縮DXにより、これまで見えなかった情報を、正確・迅速に取得・提供
 ヒト由来微量サンプルの遺伝子・免疫検査、細胞間情報伝達物質の計測などを従来技術より
 約1万倍高感度化、計測速度を約100倍加速し、不可能だった「未病状態でのリスク計測」を実現

フィジカル空間とサイバー空間の高度な融合を加速、経済発展と社会的課題の解決を両立、未来のエコシステムに貢献

創薬

精密・個別予防医療の加速
 細胞シグナル・腸内細菌叢の情報を光濃縮でDX促進
 細胞・薬効データバンクを充実

医療機関・製薬業界との連携で個々人に合ったヘルスケアソリューション(光濃縮プレジジョン・メディシン)を提供

食品

細菌、ウイルス発酵過程
 機能的食品と代謝分析
 消費期限モニタリング
 その場検査(出荷前・店舗)
 植物工場



環境

大気、水 エネルギー
 有害粒子・分子 (PM2.5, マイクロプラスチック)
 環境DNA、RNA
 微生物発電
 全固体電池

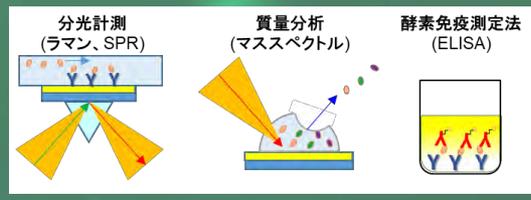
AI・ロボット技術を併用してデータのインテリジェンス化



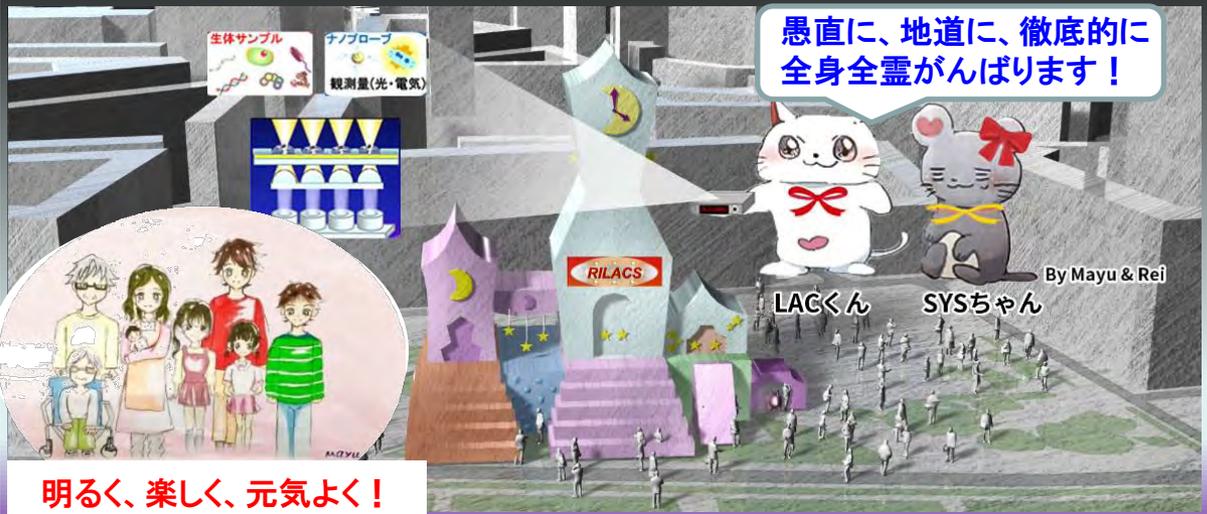
医療

難治性がん
 ウイルス・細菌感染症
 認知症

多様な分析装置の性能を革新、バイオインフラを飛躍的に拡充



「LAC-SYS」で人類の健康、食品、環境を守ります！



共同研究者の皆さま(敬称略)



床波志保
LAC-SYS研
副所長



中瀬生彦
LAC-SYS研
所長補佐



田口歩
名古屋市立大学
医学研究科・教授



伊都将司
阪大基礎工
准教授



藤原正澄
岡山大学
准教授



井村考平
早稲田大学
教授



長島優
浜松医科大学
教授

LAC-SYS研 産学官連携部門アドバイザー



上田豊
大阪公立大学 研究推進機構
特任教授

【謝辞】

本研究開発の推進に当たりご支援・ご助言いただいた
JST未来社会創造事業「共通基盤」領域
長我部信行 運営統括、佐藤孝明 テーママネージャー、
同領域 研究開発運営会議委員の先生方、JST未来創造研究開発推進部の皆様、
協力企業の皆さま、学内外の共同研究者、研究協力者の先生方、
全チームメンバーの皆さん、研究室スタッフの皆さん、卒業生・現役生諸子、
本学執行部、研究推進課の皆様にご心より感謝申し上げます。

