Society5.0 における医療・健康センシング

たけたに　まこと
竹谷　　誠

大阪大学データビリティフロンティア機構
ライフデザイン・イノベーション研究拠点戦略室
医学博士・特任研究員

講演概要

文部科学省の「Society5.0 実現化研究拠点支援事業」に唯一採択された大阪大学の「ライフデザイン・イノベーション研究拠点」では情報科学技術を基盤として Society 5.0 の実現に不可欠な技術等の実証を目指している。具体的には、「ライフスタイル」研究、「ウェルネス」研究、「エデュテインメント」研究の３つを並行して推進することで様々な課題を解決しつつ SDGs にも貢献し、さらに研究から得られた健康データや日常生活データを集積し、さらなる社会課題の解決に繋げることを目的としている。

いずれの研究プロジェクトにおいても身体や環境のデータを出来る限り正確に、しかも可能な限り被検者の負担なく集めることが理想であるが、現状はまだまだ課題が多い。

本講演では本研究拠点の活動を紹介すると共に、現状直面している様々な課題、さらに Covid-19 により被検者からのデータ収集が難しい点にも触れ、それらを解決する手段としてのセンサー技術に対する期待についても議論したい。

略歴

大阪大学理学部および理学研究科終了後パナソニック中央研究所入社。科学技術振興調整費によるモノクローナル抗体を用いた麻薬検査装置の開発をリードした後に、カリフォルニア大学へ留学し短期記憶機構の研究に従事。帰国後、免疫学の研究により名古屋市立大学医学部より博士号取得。その後、留学時の課題を解決する為に多チャンネル脳電位測定装置を開発し、その事業化の為に再度渡米し、カリフォルニア大学の恩師らとその技術を使った創薬ベンチャーを共同創業。さらにライフサイエンス研究所長を務めた後、日本光電米国開発会社副社長に就任して、集中治療室用患者モニター等の開発責任者を務めた後、ボストンに研究開発会社を創立してハーバード大学医学部や MIT 等との共同研究を進めた後に、２０年ぶりに帰国し、2016 年より理化学研究所リサーチコンプレックス戦略室長。2020 年４月に大阪大学ライフデザイン・イノベーション研究拠点戦略室長に就任。

Society5.0における医療・健康センシング

竹谷　誠

大阪大学データビリティフロンティア機構

ライフデザイン・イノベーション研究拠点戦略室

医学博士・特任研究員

0

本日の内容

1

1.大阪大学ライフデザインイノベーション研究拠点

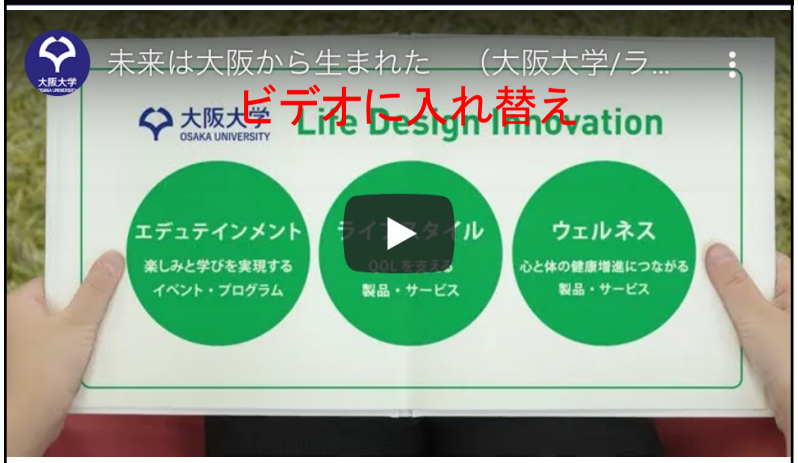
2.一般社団法人　データビリティコンソーシアム

3.Society 5.0 実現の鍵～ヒトデータを計測するセンサー

1

ライフデザイン・イノベーション研究拠点の紹介

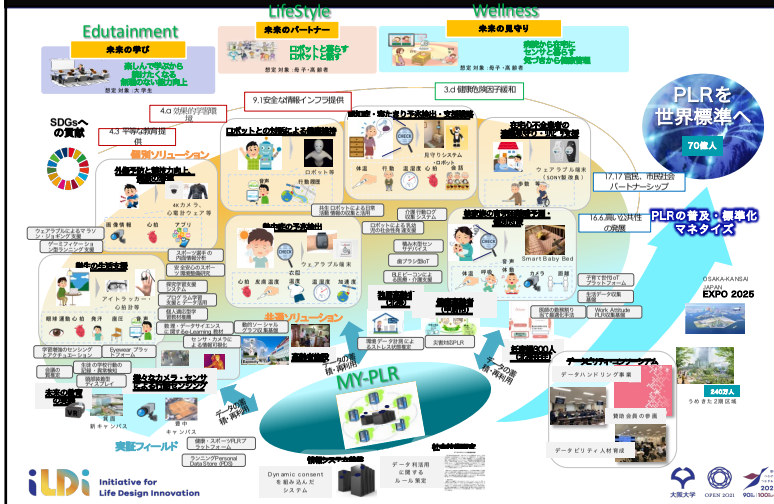
2



2

ライフデザイン・イノベーション研究拠点の目指す未来像

3

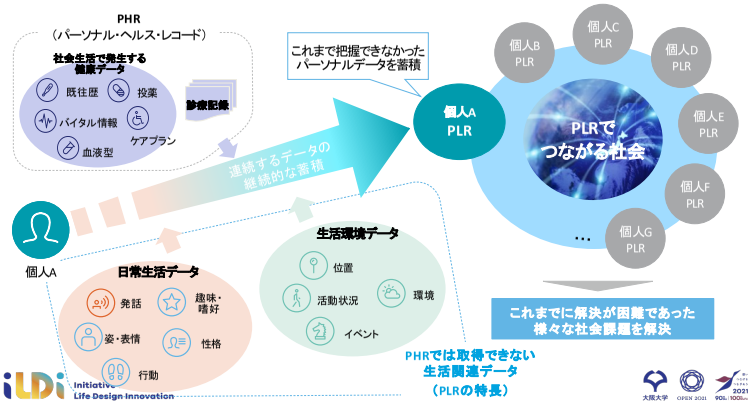


3

PLR （パーソナル・ライフ・レコード） とは

4

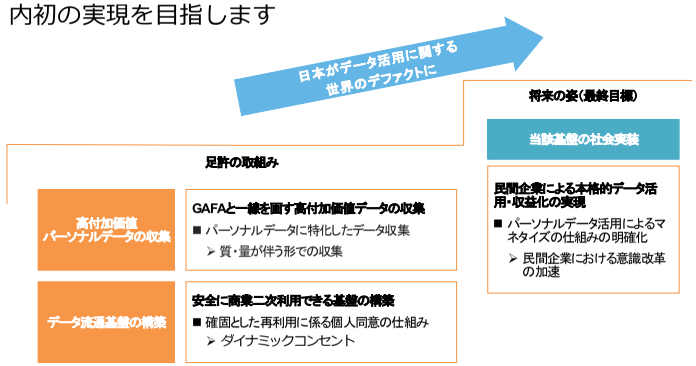
■ 健康データと日常生活データの継続的な蓄積を可能にする基盤がPLRです。
これにより、これまで解決できなかった様々な社会課題の解決につなげます



本事業が目指す最終目標

5

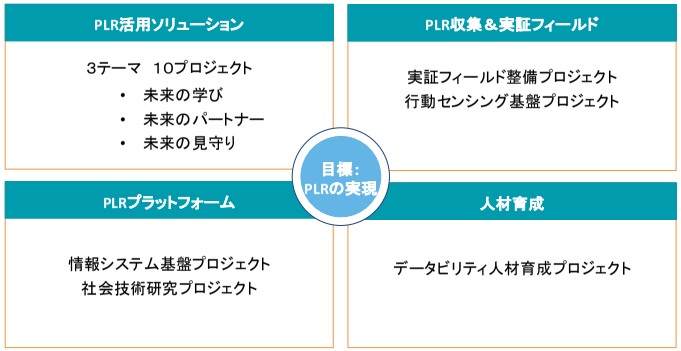
■ パーソナルデータの商業二次利用を可能とする、市場取引型情報基盤としてのデータ流通基盤（PLRプラットフォーム）の国内初の実現を目指します



PLR実現に向けた取組み

6

■ 現在、PLRに関する基盤やフィールド整備、ソリューション開発、人材育成といった4テーマに取り組んでいます



PLR活用ソリューション

7

■ 社会課題の解決の為、Edutainment、LifeStyle、Wellnessの3テーマを中心として、様々なプロジェクトを展開しています

テーマ	コンセプト	想定対象	具体的プロジェクト（抜粋）
Edutainment 未来の学び	楽しんで学ぶから続けたくなる 無理のない能力向上	大学生	青字：次頁以降説明 「ひきこもり」の予兆検知と改善研究 学生の教育・生活支援研究 スポーツ外傷障害の予防・予知研究 スポーツグラウンドのスマート化
LifeStyle 未来のパートナー	ロボットと暮らす ロボットと話す	母子・高齢者	対話型ロボットによる高齢者の健康維持研究 対話型ロボットを用いた快適環境の実現研究
Wellness 未来の見守り	病院から在宅に センサと暮らす 気づきから健康管理	母子・高齢者	生誕1000日（妊娠から2才）見守り研究 虚弱高齢者見守り研究 心不全患者見守り研究 熱中症の予兆検知と改善研究

学生の教育・生活支援研究 8

Edutainment
未来の学び

- 課題認識：学業・人間関係の悩みや引きこもりにより休学・退学してしまう学生が多い。COVID-19の影響でオンライン授業となり、精神・身体両面での対応も必要となっている
- プロジェクトの想い：IoTデバイスやアンケートを用いた教育・生活支援を通じ、個々の学生に応じた学びを得る環境を整えたい

取組み概要

- IoTデバイスを用いた知識獲得や理解度のセンシング
- 教育・学習意欲および効率の向上の実現、引きこもり傾向の早期発見
- グループ学習、アクティブラーニング時の学習支援

取得データ	・顔画像 ・視野画像 ・視線データ ・座圧 ・16 x 16 点の各点の圧力 ・重心の座標	・心拍 ・体動 等
連携企業（想定）	・教育 ・コミュニケーション関係企業 ・広告分野　等	

8

スポーツ外傷障害の予防・予知研究 9

Edutainment
未来の学び

- 課題認識：健康増進のための運動、ラグビーなど激しい身体接触があるスポーツのいずれにおいても、外傷障害が発生している
- プロジェクトの想い：活動データ等を活用したスポーツ外傷・障害の予測により、アスリートの外傷を予防したい

取組み概要

- スポーツ活動中の身体や環境データを取得し、スポーツ障害予防と競技力向上、健康の増進を目指す
- 相互に被験者やフィールドを提供しあう
- 同一被験者で、多くの異なるデータを取得する

取得データ	・メディカルコンディション（既往症、試合前体調） ・心拍 ・活動度	・環境データ（センサで取得）
連携企業（想定）	・スポーツ関連メーカー ・スポーツジムやスポーツチーム ・ソフトウェアハウス　等	

9

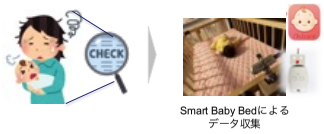
生誕１０００日見守り研究 10

Wellness
未来の見守り

- 課題認識：1970年代半ば以降、出生率の低下により子供・若者の数が減少傾向にあり、経済成長はもとより、基盤となる社会構造自体の存立が危ぶまれている
- プロジェクトの想い：まずは育児困難感を予測・解消する事で、少子化にまつわる諸対策実現の端緒としたい

取組み概要

- 核家族の育児困難感予測・個別対策の実現を目指す
- 現在、育児困難感の予測モデルを開発している

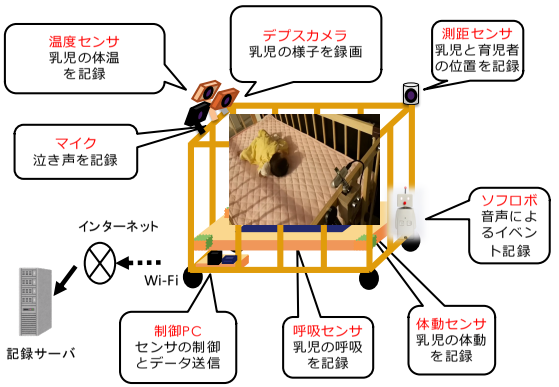


取得データ	・活動量 ・歩数 ・睡眠時間 ・心拍 ・摂取カロリー ・栄養摂取量	・気分 ・ストレス対処能力 ・抑鬱 ・睡眠の質 ・ボンディング　等
連携企業（想定）	・育児アプリ開発会社 ・衛生用品メーカー ・広告会社　等	

10

母子関係の形成を加速化し可視化するためのデバイス開発 11

ベビーベッド型デバイスSmartBabyBed
ベビーベッドに複数のセンサを設置し乳児と母子関係の状態を客観的に確認可能とする



11

虚弱高齢者見守り研究

12

Wellness

未来の見守り

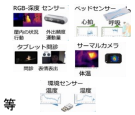
- 課題認識：高齢化の進展とともに、社会保障費の増大や介護従事者の不足が問題となっており、要介護の前駆状態である「虚弱化」を防ぐ為の取組みが求められている
- プロジェクトの想い：高齢者が虚弱状態に陥る予兆を特定する事により、高齢者や、その介護者の負担を軽減したい

取組み概要

- 虚弱高齢者の認知症や寝たきりなどの予兆検出を目指す
- 上記に基づく、早期の生活支援戦略の立案を目指す

取得データ

- 画像
- 体温
- 気温
- 相対湿度
- 照度
- 騒音
- 問診情報
- 活動量
- 呼吸数
- 心拍
- 服薬状況　等



連携企業（想定）

- 保険会社
- ベッドメーカー
- 住宅メーカー
- 製薬会社
- 施設、医療現場　等

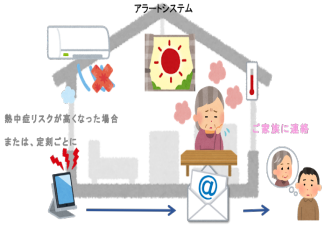
Initiative for Life Design Innovation

12

虚弱高齢者見守り研究

13

家族にメールでアラートサービス
定期的訪問サービス



Initiative for Life Design Innovation

13

PLR基盤を用いた被験者パネル

14

■ 企業が必要とする「被験者パネル」を構築することが可能

テーマ	具体的プロジェクト（抜粋）	具体的な被験者パネル構築イメージ
Edutainment 未来の学び	■ スポーツ外傷障害の予防・予知研究	➢ 大阪大学や大学間連携協定を結んだ京都橋大学、グランドチャレンジ参加の九州大学などの**学生で百人前後のパネル**
	■ スポーツグラウンドのスマート化	➢ 大阪大学や大学間連携協定を結んだ京都橋大学、大阪体育大学などの**学生で数百人～数千人規模のパネル**
LifeStyle 未来のパートナー	■ 対話型ロボットによる高齢者の健康維持研究	➢ 医学部精神科の受診者やその家族で**数十人規模のパネル**
Wellness 未来の見守り	■ 生誕1000日（妊娠から２才）見守り研究	➢ ミルケア（スマホアプリ）や保健学科関係で**数百人規模のパネル**

この他、プロジェクト間連携によるパネル構築の可能性もあり

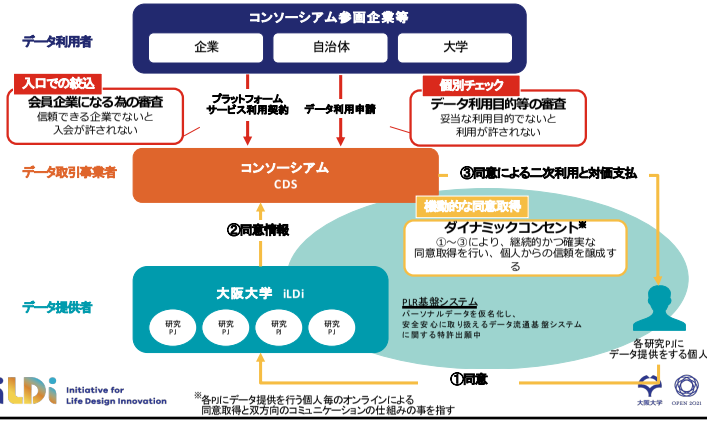
Initiative for Life Design Innovation

14

PLRプラットフォーム～データの取扱いポリシー・個人からの同意取得の仕組み

15

■ 利用者・利用目的の審査制度およびデータの二次利用時にデータ提供をする個人にさらに同意を得る機能を通じて、安心して活用できる体制をとっています



Initiative for Life Design Innovation

15

PLR基盤と他のデータ利活用方式との比較

	PLR基盤	情報銀行	認定匿名加工医療情報作成事業者
目的	健康データと日常生活データを連続的・継続的に蓄積した「Personal Life Record（PLR）」の利活用	情報信託の仕組みを用い、消費者関与の上でパーソナルデータを流通・活用する	匿名加工された医療ビッグデータを利活用して医療分野の研究開発に用いる
データ提供者	個人		事業者（医療機関等）
要配慮情報	取り扱いあり	取り扱いなし	取り扱いあり
蓄積データ（例）	活動量、行動データ、ウェアラブル機器からのデータ、アンケート結果、環境データ 等	移動・行動・購買履歴、属性情報、ウェアラブル機器からのデータ 等	医療情報（電子カルテ等）
データ形式	仮名		匿名
提供者の同意	データ提供時の同意に加え、二次利用（第三者提供）希望に即し再度同意が取得できる（ダイナミックコンセント）	データ提供時にオプトインの同意を取得。基本的には包括的同意で構わないため、再度の同意は必須ではない	患者が希望する場合、情報を提供しないこともできる（オプトアウト）
提供者インセンティブ	■ ポイント等の付与 ■ 自分自身の選択に最適化されたサービス提供		■ 患者：自身の診療録の閲覧 ■ 事業者：データ分析サービス・遠隔データバックアップサービスの利用
被験者パネルの募集	可能	不可能	
事例	大阪大学PLR基盤	■ 総務省「情報信託機能活用促進事業」採択事業 ■ 株式会社DataSign「paspit」等5社（日本IT団体連盟による認定）	■ 一般社団法人ライフデータイニシアティブ（千年カルテ） ■ 一般財団法人日本医師会医療情報管理機構（6/30認定） （次世代医療基盤法による認定事業者）

16

一般社団法人データビリティコンソーシアム

Initiative for Life Design Innovation

17

コンソーシアム設立のコンセプト

■ 当コンソーシアムでは、目指す姿の実現に向け、大きく2つの取組みを行っています

目指す姿：パーソナルデータ活用によるあるべき社会の実現

■ Society5.0をめざした、具体開発案件での高度なデータ統合・利活用による新たな知的価値創造
➢ うめきた2期・大阪関西万博2025・コロナ後の地域開発案件での展開

■ 新たな生活・ビジネス・地域づくりへのパーソナルデータの活用
➢ ライフ・ビジネス・ソーシャルスタイルなど新たな行動様式への企業戦略と高付加価値創造
➢ パーソナルデータを活用したビジネスモデル構築

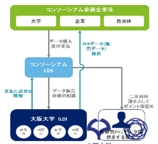
目指す姿実現の為の取組み

1 取組みを推進・加速化する事業・会議体の設置

➢ データ活用に当たって課題となる、**企業におけるデータ活用人材の育成やデータ保有者とデータ活用ニーズを持つ関係者間のマッチング**を行う為の事業
➢ あるべき社会の実現に向けた**産官学のステークホルダー全体の取組み方向性の検討や、個別での取り組み検討**の為の会議体

2 PLR基盤の運用

➢ コンソーシアム参加企業が**個人情報漏洩や活用に係る同意取得漏れを懸念する必要のない仕組み**を運用



Initiative for Life Design Innovation

18

コンソーシアムによるコーディネート

■ 当コンソーシアムでは、大きく3つのコーディネートに向けた取組みを行っています

民間企業や行政が単独では実施困難な各種取組みサポートに向け、当コンソーシアムにおいて主導的に取組みを行う

共同研究：研究プロジェクト内容の紹介や学術相談、連携可能なプロジェクトとの対話、民間企業からのヒアリングに基づく、データ取得等を実施する

データ&フィールド活用：データカタログ提供や、実証の為のフィールド、設備紹介を行う

データカタログ

キャンパス（豊中・箕面）

懇談会：プロジェクトメンバーと賛助法人会員との自由闊達な議論・情報交換を目的とした会を開催する

懇親会（イメージ）

Initiative for Life Design Innovation

19

会議体・事業の一覧

20

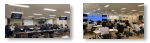
■前頁までの目的・取組の実現の為、必要な会議体・事業を設置

会議体

■目的に応じて必要な参加者を招集し、取組みを推進する為の会議体

データビリティコンソーシアム総会

➢ 多様なステイクホルダーが集い、高付加データを融合・利活用した未来社会像とロードマップを検討する



データビリティコンソーシアム戦略会議

➢ 賛助法人会員・大阪大学が連携し、具体プロジェクト研究をテーマに検討する

（具体的テーマ）
①マーケット・ライフスタイル・ビジネス　スタイルなどの実態把握　②課題抽出とあるべき社会像の設計　③戦略の練り上げ　④具体計画の立案

個別企業との戦略ミーティング

➢ 戦略会議での議論を踏まえ、個別企業固有課題への情報活用の具体戦略を検討する

企業A　企業B　企業C　…

事業

■企業において課題になる事の多い、データ活用技術等に関する事業

人材育成事業

➢ **実データにもとづく人工知能講座**
- AI専門人材の育成（2019年度36名、 2020年度 50名）

➢ **ビジネスAI講座**
- データ利活用した企業戦略を企業経営者との共創（20名）

データハンドリング事業

➢ **市場取引プラットフォーム**
- パーソナルデータを利活用した社会課題解決戦略を踏まえた、大阪大学と会員のマッチング

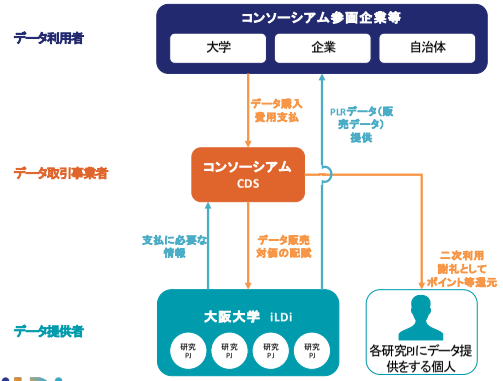
Initiative for Life Design Innovation

20

PLR基盤を用いたデータビジネスの構造

21

■PLR基盤を用いたデータビジネスを促進



各レイヤーの機能

■ 煩雑なデータ収集を行うことなく、PLR基盤のデータを活用して新たな価値＝ビジネスを創出する

■ 価値の高いPLRデータを蓄積し、利用者と提供者を仲介してデータ活用を促進するデータプラットフォームを運用する

■ 研究プロジェクトは研究から産出されたデータをPLR基盤に蓄積し、データ提供対価を得る
■ データ提供をする個人は二次利用の機会を通じて、ポイント等の対価を得ることができる

Initiative for Life Design Innovation

21

iLDi データカタログ・サンプル

22

■ 阪大プロジェクトから300種類、グランドチャレンジから700種類程度のデータ収集を予定しています

No.	データ名称	データ計測状況	データ取得対象	計測手段・データ種類	データ数	データ収集（開始）時期
1	脈波	日常生活 24時間（1か月）	成人男女 （60歳以上）	SONY SmarBand2による計測	約1000人 （男＝約500人 女＝約500人）	令和2年2月～ 随時・3か月おき
2	体温	就寝時	成人男女 （20～25歳）	サーマルカメラ （640*360画素 7fps画像）	約30人（男＝約20 女＝約10）	令和元年12月～ 一部実施
3	視線	学習時 （屋内、週1回1時間）	成人男女 （20～60歳）	EMR-9ナックアイトラッカー 時系列視線データ	約50人（男＝約25人、女＝約25人）	令和2年8月
4	顔画像	学習時 正面上半身を撮影	大学生	4Kカメラ （RGB,60fps画像）	約9000人（大学1年生中心）	毎年3000人
5	テキスト	乳児の日常状態 質問20項目	初産の母親 （20～35歳）	アンケート	約100人	令和3年1月

Initiative for Life Design Innovation

22

当コンソーシアムと共同研究との比較

23

■ 当コンソーシアムでは、豊富なコンソーシアム会員向けサービスを用意する等、共同研究に比べ柔軟性・発展性のある取組みを実現します

	共同研究	当コンソーシアム	コンソーシアム会員向けサービス
関係性	1企業と1研究者との契約に基づく関係性	複数の企業や法人・大学で構成される社団法人のメンバーとしての関係性	「賛助法人会員戦略会議」の開催（四半期毎）
費用	データ取得に関わる全研究費用を負担	入会金・年会費のみ（別途、利用データ活用に関する費用負担あり）	シンポジウムの開催通知
データ活用に関し可能な内容	・研究者との密接な連携による、特定テーマ・プロジェクトに関する研究・開発 ・発生した知財は研究者との協議により、場合によっては研究者へ譲渡する必要がある	・データカタログの閲覧・データの活用※（※データ利用については、別途利用契約の締結要） ・発生した知財は利用企業が権利を持つことなる	研究拠点の紹介、拠点全般に関する相談 共同研究希望に対する調整 実証フィールド／データの有償利用 研究拠点データカタログ データ収集への要望 人材育成受講料のディスカウント
取組みの発展性	・契約の範囲での取り組みに終始し、他取組みとの連携や発展は期待しづらい	・必要に応じて共同研究に展開も可能 ・他企業・法人との連携容易	法人のみ

Initiative for Life Design Innovation

23

会員企業および団体

令和3年11月現在44団体

賛助法人会員（業種別）３０社

メーカー	スズキ株式会社
	ダイキン工業株式会社
	株式会社東芝
	パナソニック株式会社
	三菱電機株式会社
	シスメックス株式会社
	株式会社アシックス
建設・不動産	株式会社竹中工務店
	三井不動産株式会社
	うめきた2期地区開発事業者（以下）
	大阪ガス都市開発株式会社
	オリックス不動産株式会社
	関電不動産開発株式会社
	積水ハウス株式会社
	株式会社竹中工務店
	阪急電鉄株式会社
	三菱地所株式会社
	うめきた開発特定目的会社
製薬	ロート製薬株式会社
鉄道・エネルギー	大阪ガス株式会社
	西日本旅客鉄道株式会社
	株式会社JR西日本テクシア
情報通信・コンサルティング	アドソル日進株式会社
	株式会社エクサウィザーズ
	西日本電信電話株式会社
	日本電気株式会社
	合同会社みらか中央研究所
	株式会社日本総合研究所
	SRCグループ 株式会社インテージ
広告	株式会社博報堂
金融	アフラック生命保険会社

協賛会員（50音順）

- うめきた２期みどりとイノベーションの融合拠点形成推進協議会
- （一財） 大阪科学技術センター
- 大阪市 経済戦略局
- 大阪市 都市計画局
- 大阪商工会議所
- （一財） 大阪大学産業科学研究協会
- 大阪府
- （一社） 関西経済同友会
- （公社） 関西経済連合会
- 理化学研究所

アカデミア会員（50音順）

- 国立大学法人 大阪大学
- 国立大学法人 山梨大学
- 学校法人京都橘学園　京都橘大学
- 公立大学法人大阪　大阪府立大学工業高等専門学校

賛助個人会員（2名）

24

オープンイノベーションの取組み～部会の設置

- コンソーシアムの活動をより一層加速する為に、ビジネスモデルや課題解決に向けたテーマ毎の部会を設置
  1. オープンタイプ：コンソーシアム会員であれば誰でも参加可能
  2. セミ・クローズタイプ：提案時に定められた条件を満たす会員のみが参加可能
  3. クローズタイプ：公募せずに複数会員からの提案により設置
- 会員からの提案に基づき、理事会が承認することで設置
- 既に２部会設置
  - データ・ジャケット部会
  - スポーツワーケーション部会

25

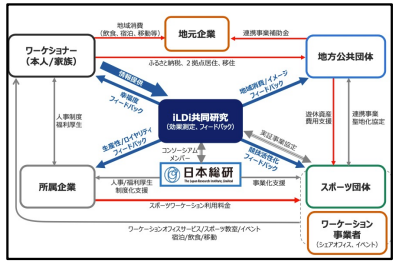
データジャケット部会

- 東京大学大澤幸生教授考案のコミュニケーション手段
- オープンタイプ
- データそのものではなく、メタ情報を公開
- データの持つ価値を共有し、イノベーションの創発を促す
- 異なるデータを突合して新しい価値を生み出すことが目的
- データのかけ合わせや活用法に関するアイデアが提供されることでイノベーションの創発が活性化される

26

スポーツワーケーション部会

- 日本総合研究所提案
- セミ・クローズタイプ
- 能力を最大限に発揮できる超集中状態を意図的に作り出す
- 業務の生産性を上げると同時に本人の幸福度を高める
- 実施する地方公共団体やスポーツ団体にもメリット
- ４プレイヤーへのフィードバックを基本とするビジネスモデル

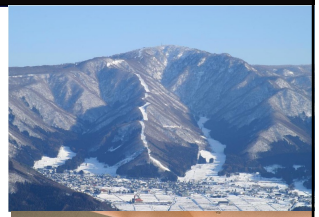


27

スポーツワーケーション・プロジェクト

28

- 部会提案を元に拠点プロジェクトとして設置
- ３月に長野県野沢温泉村で実証実験
- ６社から17名が参加
- 測定項目
  - フロー状態：脳波
  - 集中力：心拍数、表情
  - ストレス：脈波
  - 身体情報：体組成計他
  - 活動料：FitBit
  - アンケート



【スノーワーケーション】

6:30　起床・軽食
7:00-11:00　仕事（超集中状態）
11:00-12:00　ランチ
12:00-15:00　スキー
15:00-16:00　温泉入浴
16:00-18:00　仕事（雑務など）
18:00-22:30　夕食、自由時間
22:30　就寝

Initiative for Life Design Innovation

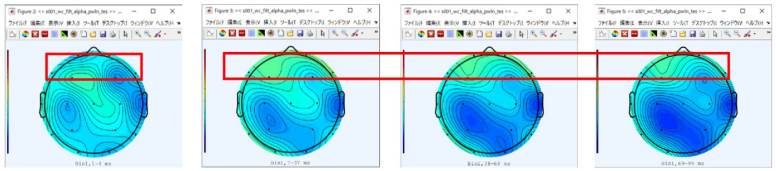
28

ドライ脳波計により集中度を測定

29

- ペーストを用いないドライ脳波計を導入
- 専門医不在でも簡単に脳波計測可能
- アルファ波の増大を確認

実験前(baseline)　創造性テスト1回目　創造性テスト2回目　創造性テスト3回目



実験前と比べ創造性テスト中に前頭部のalpha帯域活動が増加

Initiative for Life Design Innovation

29

30

Society 5.0 実現の鍵は
ヒトのデータを計測するセンサー

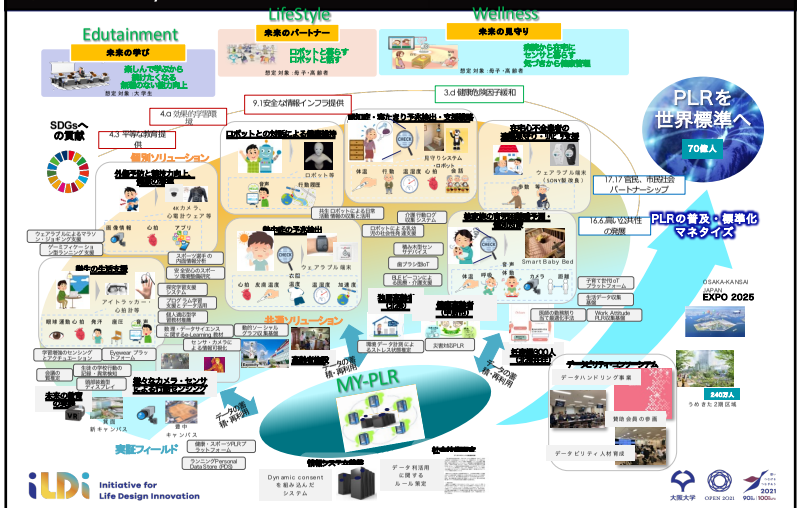
- 時代を変えてきたセンサー
- 次世代センサへの期待

Initiative for Life Design Innovation

30

Society 5.0 実現の鍵はセンサー

31



Initiative for Life Design Innovation

31

ヒト計測用センサーに求められるもの

32

0．小型、低電力（無電力）、ワイアレス

1．侵襲型から非侵襲型
2．専門医・専門技師に依存しない
3．接触から非接触
4．不可能を可能に

32

1．侵襲型から非侵襲型

33

時代を変えたセンサー　～　日本人の貢献

●超音波ドップラー

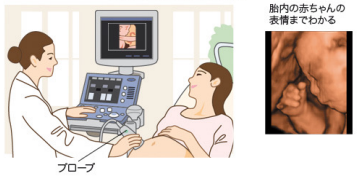
●パルスオキシメーター

33

1．侵襲型から非侵襲型～超音波ドップラー

34

- 超音波検査
  - 超音波を対象物に当ててその反響を画像化する画像検査法
  - 非侵襲的な検査手法
  - X線画像検査とは異なり被爆の恐れが無い
  - 医療分野で広く利用されている。



日本医療機器産業連合会HPより引用
https://www.jfmda.gr.jp/devicekiaku/topix/03/page_02.html

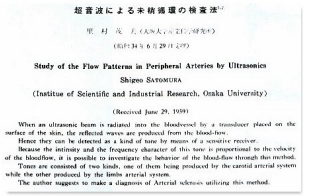
34

1．侵襲型から非侵襲型～超音波ドップラー

35

- 1959年　里村茂夫（阪大産業科学研究所）が非侵襲測定に成功～
  1960年　４月死去

Shigeo Satomura *&**


超音波による末梢循環の検査法*2

Study of the Flow Patterns in Peripheral Arteries by Ultrasonics

Shigeo SATOMURA

(Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University)

(Received June 29, 1959)

When an ultrasonic beam is radiated into the bloodvessel by a transducer placed on the surface of the skin, the reflected waves are produced from the blood-flow. Hence they can be detected as a kind of tone by means of a sensitive receiver. Because the intimacy and the frequency character of this tone is proportional to the velocity of the bloodflow, it is possible to investigate the behavior of the blood-flow through this method. Tones are consisted of two kinds, one of them being produced by the carotid arterial system while the other produced by the limbs arterial system.

The author suggests to make a diagnosis of Arterial sclerosis utilizing this method.

- 1959年　ワシントン大学フランクリン 侵襲的に測定成功
- 1969~1970 パルスドップラー法：英国、米国、フランス、日本
- 1974　２Dイメージングにより臨床現場に普及

画像は“A short History of the development of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology” より引用
https://www.ob-ultrasound.net/satomura.html

35

1．侵襲型から非侵襲型～パルスオキシメーター 36

- 酸素飽和度
  - 赤血球中ヘモグロビンのうち酸素と結合してるヘモグロビンの割合。通常96%以上
  - 90%以下～呼吸不全等重篤な状態
  - 採血して分析　～　パルスオキシメーターの発明までは

写真はシンカナースHPより引用
https://sinkanurse.jp/21722/

Initiative for Life Design Innovation

36

1．侵襲型から非侵襲型～パルスオキシメーター 37

- 酸素飽和度を採血せずに連続で測定
  - 酸化ヘモグロビン（鮮赤色）と還元型ヘモグロビン（暗赤色）の光の吸収の違いを、２波長の光の透過光から計算

- パルスオキシメーターの歴史
  - 青柳卓雄（日本光電）の原理発明（耳で測定）(1974)
  - コニカミノルタ商品化 1977
  - 米ネルコア社により臨床現場で普及
    ICUでは標準のバイタルサイン
  - 小型化、指先一体型でさらに普及
  - IEEEゴールドメダルが青柳博士に (2015)
  - 新型コロナウイルス感染症患者の病態把握に必須
    世界中でパルスオキシメータの有用性が再認識

写真は日本光電HPから引用
https://www.nihonkohden.co.jp/information/aoyagi/

Initiative for Life Design Innovation

37

1．期待される非侵襲型センサー 38

- 侵襲型血糖計
- 非侵襲血糖計～1975年頃から開発開始
  - bioimpedance spectroscopy
  - microwave/RF sensing
  - fluorescence technology
  - mid-infrared spectroscopy
  - near infrared spectroscopy
  - optical coherence tomography
  - optical polarimetry
  - Raman spectroscopy
  - reverse iontophoresis
  - ultrasound technology
- 2020　GlucoBeam (Raman spectroscopy)
  - 精度 23.6% (侵襲型精度 5.6 ~ 20.8%)
- 現在２８件の治験進行中（https://clinicaltrials.gov）

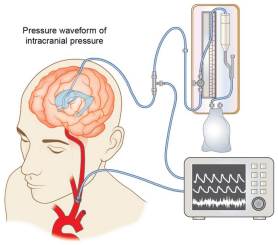
写真は「病院の検査の基礎知識」HPから引用
https://medical-checkup.info/article/44936157.html

Initiative for Life Design Innovation

38

1．期待される非侵襲型センサー 39

- 頭蓋内圧
  - 中枢神経系は頭蓋骨や硬膜によりほぼ密閉～脳、脳脊髄液、血管
  - ホメオスタシスにより極めて一定に保たれている：
    60～150mmH_2O
  - 大きな変動は重大な、時には致死的疾患
- 非（低）侵襲測定（予測）法
  - バイタルサイン
  - ＋脳・循環器系モデル
  - ＋機械学習他
- 現在34件の治験進行中
  （https://clinicaltrials.gov）



Goto, T., Furihata, K. & Hongo, K. Natural resonance frequency of the brain depends on only intracranial pressure: clinical research. *Sci Rep* **10**, 2526 (2020).

Initiative for Life Design Innovation

39

ヒト計測用センサーに求められるもの

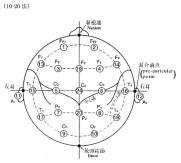
0．小型、低電力（無電力）、ワイアレス

1．侵襲型から非侵襲型
2．専門医・専門技師に依存しない
3．接触から非接触
4．不可能を可能に

40

2．専門医・専門技師に依存しない脳波計

- 従来の脳波計



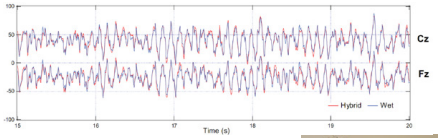
静岡県立総合病院HPから引用
http://www.shizuoka-pho.jp/sogo/labpratory/department/physiological/eeg/index.html

  - 臨床用
  - 専門医・専門技師が装着する必要
    - 時間が掛かる：～３０分
  - 測定後のペースト除去：ぬるま湯やシャンプーで洗髪

41

QUASAR社ドライ脳波計

- サンディエゴのベンチャー
- 装着　１～５分
- 脳波の品質はペースト型と同等



- DARPA予算で軍用に開発
  - ワークロード測定
- スポーツワーケーションPJで実際に使用

写真、画像はQuasar社HPから引用
http://www.quasarusa.com/

42

ヒト計測用センサーに求められるもの

0．小型、低電力（無電力）、ワイアレス

1．侵襲型から非侵襲型
2．専門医・専門技師に依存しない
3．接触から非接触
4．不可能を可能に

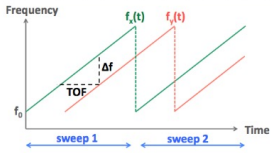
43

3．非接触センサ～コロナ禍では特に重要 44

- Vital Radio, Katabi Lab, EECS, MIT
  - 遠隔で心拍・呼吸測定

Prof. Dina Katabi

FMCW (frequency modulated carrier wave)

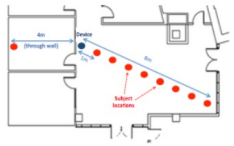


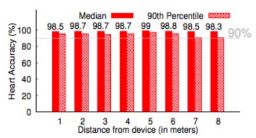
Bandwidth 1.69GHz
Sweep from 5.56GHz to 7.25GHz
0.75 mill watt

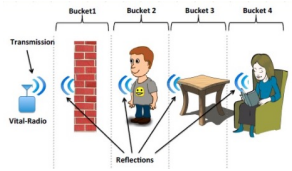
44

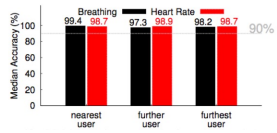
3．非接触センサ～コロナ禍では特に重要 45

- 接触型との比較 (Philips Alice PDx)
  - 壁越しでも可
  - 複数被検者も可





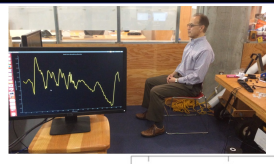


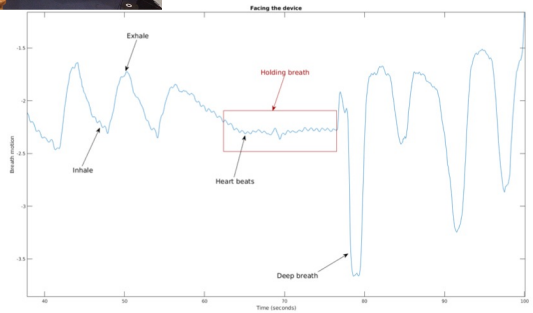


45

3．非接触センサ～コロナ禍では特に重要 46

- デモ

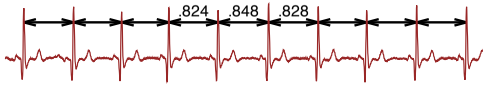


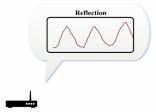


46

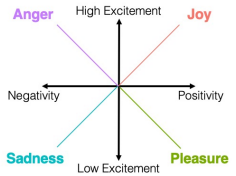
3．非接触センサ～コロナ禍では特に重要 47

- EQ-Radio：感情センサー
  - 正確なInter-Beat Interval（精度99%以上）





  - 心電図・呼吸波形から37種類の生理学的特徴を抽出し、自己申告と照合

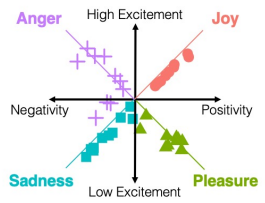


47

3．非接触センサ～コロナ禍では特に重要

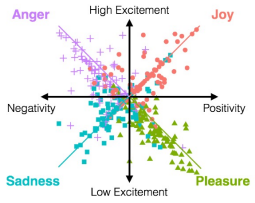
- EQ-Radio：感情センサー

Train and test on the same person (Dina)



Accuracy: 92.5%

- Train and test on the different person



Accuracy: 72.3%

事前トレーニング無しでも予測可能！

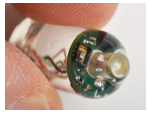
ヒト計測用センサーに求められるもの

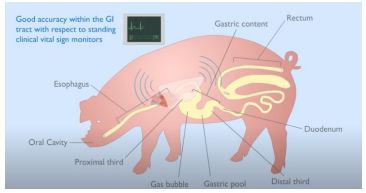
0．小型、低電力（無電力）、ワイアレス

1．侵襲型から非侵襲型
2．専門医・専門技師に依存しない
3．接触から非接触
4．不可能を可能に

4．不可能を可能に

- 体内モニター　：Swiston Lab, Lincoln Laboratory, MIT
  - カプセル・サイズ
  - マイクロフォン～心電図、呼吸
  - 温度計～深部体温
  - バッテリー

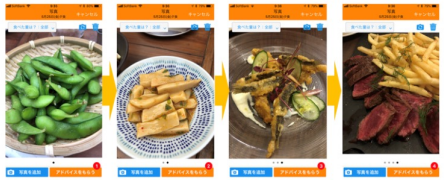




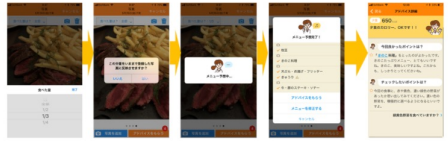
4．不可能を可能に

- 食事・飲料モニターはかなり進歩

<出てくる順番に写真を撮ります。>



<どれくらい食べたかを記録すると、すぐにアドバイスが提供されます。>

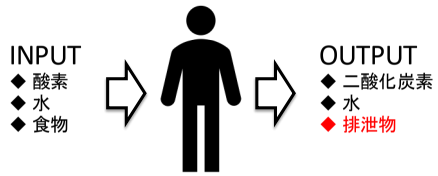


リンクアンドコミュニケーション
https://calomama.com/news/2018-0529/

4．不可能を可能に

52

- 排泄モニターは？？？



赤ん坊は可能性有り？

52

4．不可能を可能に～AIへの期待

53

- Software as a Medical Device (SaMD)
  - 2010年 糖尿病管理アプリ “BlueStar” FDA承認以来、米国では Digital Therapeutics (DTx) の開発加速
  - 2013年 IMDRF（International Medical Device Regulators Forum）の定義：SaMDは単体で医療機器として機能するソフトウエア
  - 2020年 ニコチン依存症治療アプリ “Cureapp” 国内初承認
  - SaMDの例
    - Disease management
    - Monitoring~collecting patient data in order to help medical staff make decisions
    - Alerting
    - Digital therapeutics

53

4．不可能を可能に～AIへの期待

54

- FDA’s The Software Precertification（Pre-Cert）Program
  - 従来の医療機器～性能アップすれば再度承認必要
  - 機械学習・ディープラーニング搭載のSaMDは、使用により持続的にデータを収集・分析し、その結果をアップデートして機能に反映、性能の持続的な変化が期待される
  - 従来の医療機器を念頭に置いた薬事規制を、SaMDの特性を反映した体系に再構築していく必要
- SaMD一元的相談窓口（医療機器プログラム総合相談）
  - 2020年11月、厚生労働省から「プログラム等の最先端医療機器の審査抜本改革（DASH for SaMD）」が公表

54

55

ぜひ、 Society 5.0 を実現し、次の時代を創るセンサーを開発して頂きたい！

Thank you!

55