

見えない技術が創る“強い日本”

～ 次世代を担う人材とナノ・マテリアルの戦略的育成 ～

大阪大学産業科学研究所 教授

関谷 毅

アウトライン

1 自己紹介

2 研究成果の紹介

3 研究開発環境の重要性

～最先端ナノテクノロジー・マテリアル技術を事業化するために～

1 自己紹介



Defining Nanoscience and Nanotechnology

ACS Nano is an international forum on nanoscience & nanotechnology research at the interfaces of chemistry, biology, materials science, physics, engineering & medicine.

ACS Nano publishes high-impact original Research Articles, Reviews, Perspectives, & discussions on the future of nanoscience & nanotechnology.

Comprehensive articles include

- Synthesis, Assembly, & Fabrication
- Devices
- Energy
- Biomedicine
- Characterization
- Theory, Simulations & Modeling
- Environmental Health & Safety, Nanotoxicology
- Impact of Nanoscience & Nanotechnology on Other Fields



ACS Nano Editors



Xiaodong Chen
Nanyang Technological
University, Singapore

Editor-in-Chief



Jillian M. Buriak
University of Alberta
Canada



Warren C.W. Chan
University of Toronto
Canada



Chunying Chen
National Center for
Nanoscience and Technology
China



Mark C. Hersam
Northwestern University
United States



Il-Doo Kim
Korea Advanced Institute of
Science and Technology
Republic of Korea



Yan Li
Peking University
China



Luis M. Liz-Marzán
CIC biomaGUNE
Spain

Executive Editors



Deji Akinwande
University of Texas
at Austin, United States



Natalie Artzi
Harvard Medical School
United States



Sara Bals
University of Antwerp
Belgium



Jeffrey Brinker
University of New Mexico
United States



Yang Chai
The Hong Kong Polytechnic
University
Hong Kong



Lifeng Chi
Soochow University
China



Dean Ho
National University of
Singapore, Singapore



Anita Ho-Baillie
University of Sydney
Australia



Liangbing Hu
University of Maryland,
United States



Tony Hu
Tulane University
United States



Yu Huang
University of California
Los Angeles
United States



Taeghwan Hyeon
Seoul National University
Republic of Korea



Ana Jaklenec
Massachusetts Institute of
Technology
United States



Kazunori Kataoka
University of Tokyo
Japan



Young Hee Lee
Sungkyunkwan
University
Republic of Korea



Maria Lukatskaya
ETH Zürich
Switzerland



Matthew McDowell
Georgia Institute of Technology
United States



Jill Millstone
University of Pittsburgh
United States



Pineha Narang
Harvard University
United States



Rahmi Oklu
Mayo Clinic
United States



Wolfgang J. Parak
University of Hamburg
Germany



Mathieu Salanne
Sorbonne University
France



Paolo Samori
University of Strasbourg
France



Raymond E. Schaak
Penn State University
United States



Tsuyoshi Sekitani
University of Osaka
Japan



Berend Smit
Ecole Polytechnique
Fédérale de Lausanne
Switzerland



Ajay K. Sood
Indian Institute of Science
India



Bozhi Tian
University of Chicago
United States



Ilja K. Voets
Technische
Universiteit Eindhoven
Netherlands



Shutao Wang
Technical Institute of
Physics, China



Katherine A. (Kallie) Willets
Temple University
United States



Houlin Xin
University of California, Irvine
United States



Jinhua Ye
Hebei University
China

最先端ナノテクノロジー・マテリアル技術を活用した

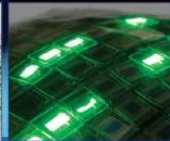
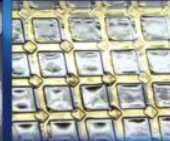
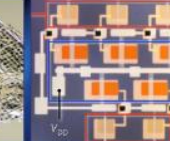
2

研究成果の紹介

フレキシブルエレクトロニクスで実現する
“ヒトと街のデジタル化”

世界最薄膜・最軽量のエレクトロニクス群

シート型センサシステムで超微小信号計測が可能に

トランジスタ回路	伸縮電極	不揮発性メモリ	伸縮ディスプレイ	伸縮センサ	1ミクロン厚の光センサ	1ミクロン厚の発光素子	1ミクロン厚の回路	生体適合性埋め込み型回路	1ミクロン厚の磁気センサ	信号増幅回路	信号増幅回路	有機差動増幅回路	有機薄膜磁気センサ
													
Nature Materials 6, 413 (2007).	Science 321, 1468 (2008).	Science 326, 1516 (2009).	Nature Materials 8,494 (2009).	Nature Materials 9, 1015(2010)	Nature Comm. 3, 770(2012).	Nature Photonics 7, 811 (2013).	Nature 499, 458(2013).	Nature Comm. 5, 6898 (2014).	Nature Comm. 6, 6080 (2015).	Nature Comm. 7,11425 (2016).	Nature nanotechnology 11, 472 (2016).	Nature Electronics 2, 351-360 (2019)	Science Advances 6, eaay6094 (2020).

脳波計

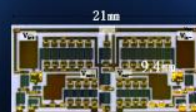
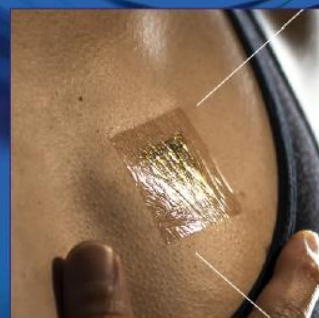


医療機器認証(Class II)を取得
(304AFBZX00012000, 2022年1月)

心電計



世界最薄・最軽量の
ノイズ低減機能付き
生体計測回路



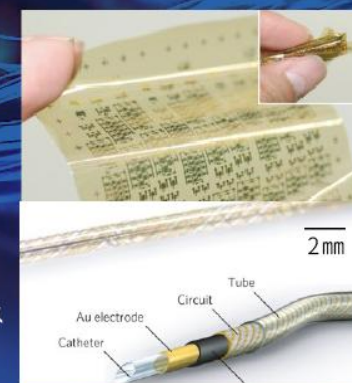
母体・胎児心電計



超極細カテーテル



世界最薄・最軽量の
有機細径医療用デバイス
への応用

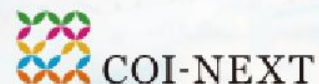


共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)

住民と育む未来型インフラ創造拠点

大阪大学

住民と育む未来型知的インフラ創造拠点



住民と共に未来型インフラを実現するために

社会を変える

大阪大学が目指す姿 「自らが社会変革を先導する」

人が変わる

大阪大学の研究者が本質的な社会課題に対し自治体・住民と共に
「社会を構成する個人」として考える場

本拠点研究者のマインドセットの全学展開



大学が変わる



SAKIGAKE クラブ等若手研究者が
自主的に他機関と連携
→本学における学術 NW 形成の規範モデル

地域の現場を見て、理解し、地域の方々へ
寄り添う研究スタイル
→OU マスタープランで実現が望まれている
「真の」社会との共創の実現

システム構成

センサ機能を有する“インク”で低コスト化



温度・電極



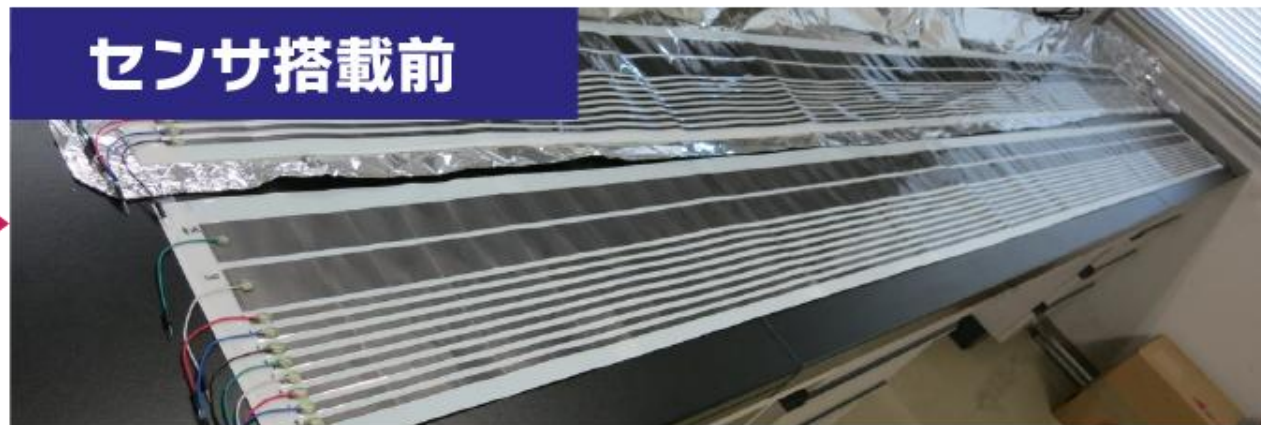
歪み



振動

印刷
+ 乾燥

センサ搭載前

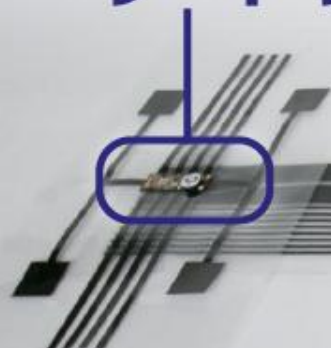


抵抗率: $1 \times 10^{-3} \Omega \text{cm} \Rightarrow (1 \Omega / \text{cm})$ 膜厚 $100 \mu\text{m}$

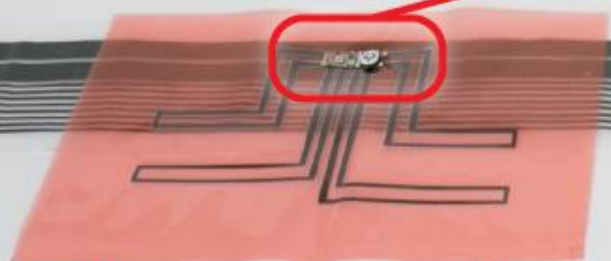
ゲートウェイ (通信: 無線 / 有線)
(電源: 有線 / 電池)

エッジノード (通信: 炭素による有線)
(電源: キャパシタ / 電池)

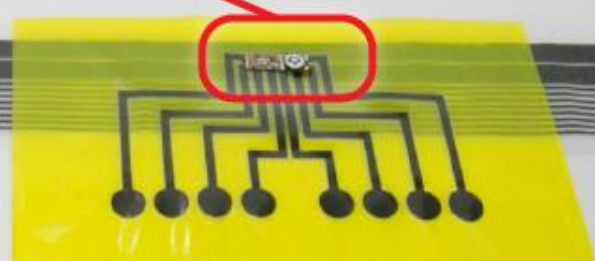
センサ搭載後



振動



歪み



塩化物イオン濃度



自然電位

境界面技術の信頼性・経済性向上技術

若手研究者を中心とした社会課題解決型研究の推進

豊能町と共同研究契約締結



豊能町塩川町長との調印式



実証実験用擁壁

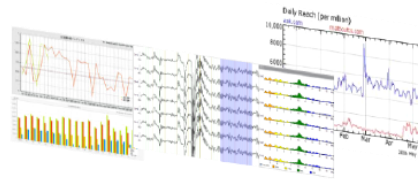


豊能町 実証試験場

未来型知的インフラモデル＝次世代インフラ

安全・安心な街づくりの実現に貢献するシステムの開発

既知の「画像データ」、「センサ計測データ」との対応付け



【教師あり学習】へ向けた「教師データ」を得る実証研究

【計測】と【対応付け】から、橋梁トリアージへ向けた実証を行う

画像、温度、湿度

x: 振動量

y: 歪量

z: 自然電位

& 設計データ

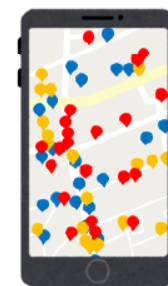
$$= \alpha x^\beta + c e^{\frac{1}{y}} + d \frac{1}{z} + \dots$$

膨大なデータを基にした評価関数
状態の自動判定アルゴリズムの構築

優先順位



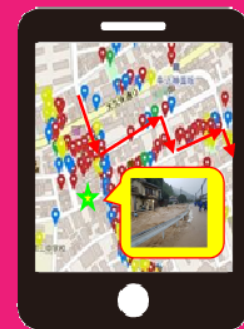
デジタル社会基盤



必要情報

自治体・個人

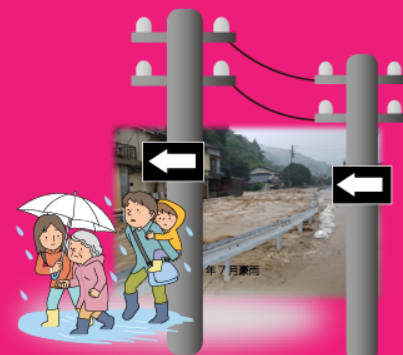
被災状況



救助・
復旧要請

避難ルート、
避難所情報

個人・自治体



シート型マルチセンサ
(災害時誘導灯付き)

“命を預けることができる信頼される科学技術”を育むために
→住民が主体となった社会基盤の設計と開発

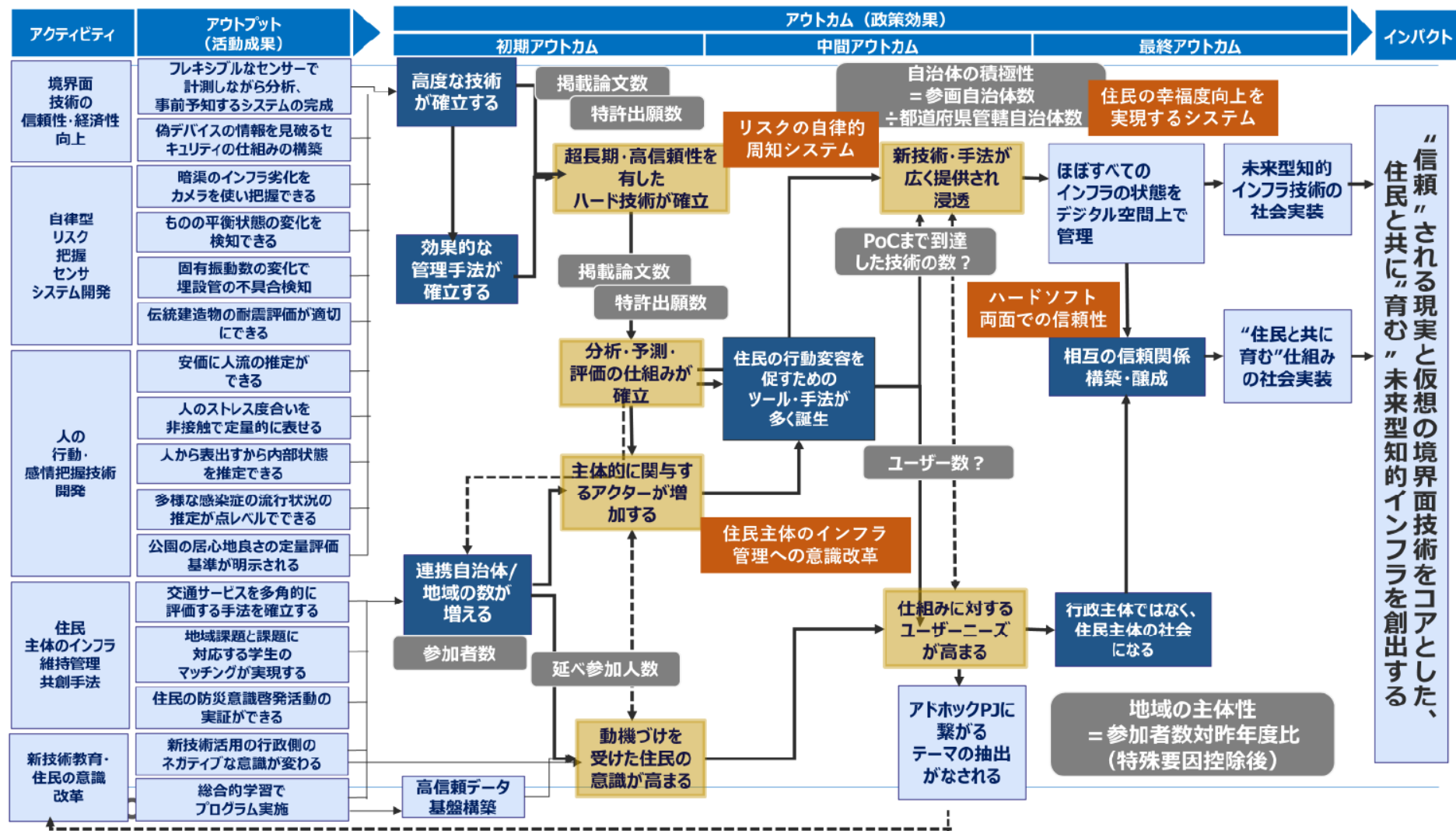
地域共創による

「安全・安心な街づくりの実現」

住民が主体となった社会基盤の設計と開発

ロジックモデルを用いた研究とビジョンの関連性の明確化

＜ビジョンの解像度向上に向けた取り組み＞



地域密着のインキュベーション施設を中心とした 持続可能な運営体制及び地域活性化人材の継続的育成



産学官共創システムの構築に向けた取組状況

最先端の学術的知見への信頼 × 住民と創る未来型のまちづくり



ラボ
バタカイギ
in SeekS×pot

大阪大学先端学際研究機構と産官グループは2023年6月、連携協定を締結し、住民と育む未来型都市インフラ創造部門（PCC）を設置し、産学官連携による地域振興とまちづくり活動を開始しました。

この産PCCは産官グループの協働・共創活動の第一歩として、SAKIGAKEクラブと協働して様々な取り組みを実施します。

開催 9月13日（水）
時間 13:00～17:00

参加 予定者
PCCメンバー、産官グループ社員、SAKIGAKEクラブメンバー

協賛
SeekS×pot
InnovationBase
KEIHAN
TEMMABASHI

場所
SAKIGAKEクラブ



大学の人材リソース

自治体・企業連携

共創システム

運営
(ヒト)

三位一体

プラット
フォーム

資金
(カネ)

実証の場・事業ニーズ
(モノ、情報)

キャッシュ
フロー創出

スタートアップ創出

Co-crea Co., Ltd.



3

研究環境の重要性

～最先端ナノテクノロジー・マテリアル技術を
事業化するために～

研究開発エコシステムの構築

研究成果を社会実装しながら、新たな問題や課題を研究現場に戻し、再びその成果を社会実装するシステム

社会課題から
研究現場への還元

研究現場

- ・ 新研究領域の開拓
- ・ 基礎研究の蓄積

SDGs

社会課題

ナノテク・
マテリアル実装
プラット
フォーム

研究成果

複雑化する SDGs 等の社会課題は
研究成果を社会実装することで
新たな課題が明らかになる

共創によって生まれる
研究成果の社会実装

社会

イノベーションによる
人類の幸福と社会の持続的成長への貢献

研究開発エコシステムのための環境整備

「産学官民共創の場」 の環境整備

の環境整備

- 社会要請に対応する大型国家プロジェクト



社会課題

「研究設備」の環境整備

研究現場



- 大型研究施設 / 装置の最新化と維持
- データベース化
- 若手人材の育成と登用

「データ収集 / 管理」 の環境整備

の環境整備

- 実験データのデジタル化、基盤化、共有化(国としての共通フォーマットを定める)
- オープンサイエンスの在り方に関するガイドライン策定

研究成果



「スタートアップ創出」 の環境整備

の環境整備

1. 人材教育・確保・流動化
2. 大企業によるスタートアップ支援優遇策
3. 人材の教育・確保・流動化

「産学官民交流の場」 の環境整備

の環境整備

- 政府、自治体、国研、大学が一体となった交流コンソーシアム
- データに基づく社会課題の抽出

社会



ナノテク・
マテリアル実装
プラット
フォーム

「研究設備」の環境整備

世界最高のナノテクノロジー・マテリアル研究開発拠点

低ダメージ高輝度軌道放射光

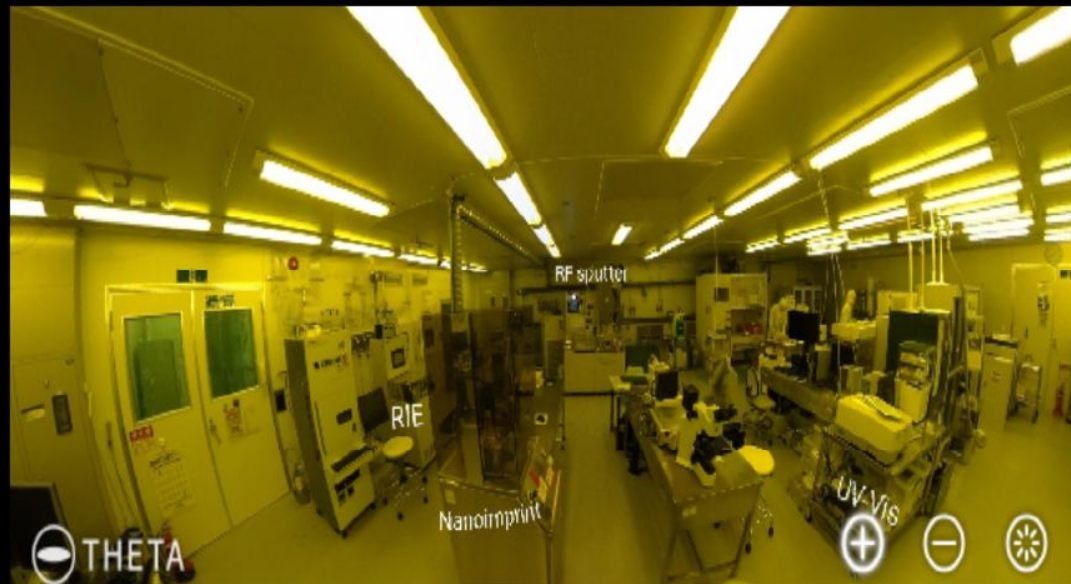
- SPring8（理化学研究所）
- NanoTerasu（量子科学研究機構・東北大）



原子レベルの構造や動きを観察できる顕微鏡

マテリアル先端リサーチインフラ(ARIM)

文部科学省、物質・材料研究機構(NIMS)、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、九州大学、北海道大学、千歳科学技術大学、山形大学、筑波大学、産業技術総合研究所、早稲田大学、東京科学大学、電気通信大学、北陸先端科学技術大学院大学、信州大学、名古屋工業大学、豊田工業大学、分子科学研究所、大阪大学、日本原子力研究開発機構、量子科学技術研究開発機構、奈良先端科学技術大学院大学、広島大学、香川大学



ナノ加工・ナノ計測・ナノ分析共用施設

「スタートアップ創出」の環境整備

ナノテク・マテリアル系スタートアップへの積極的支援



“ナノテク・マテリアル系スタートアップは勝ち残れていない”

背景

試作と製品の大きな技術ギャップ「死の谷」
(小規模試作→ベンチ→パイロット→マーケティングテスト)

時間と大規模設備が必要

設立初期のスタートアップが生き抜くためにはベンチャーキャピタル(VC)からの投資が不可欠であるが、VC 資金回収に期限があり時間的に待てない(一般に 5~7 年で投資資金を回収する必要がある)

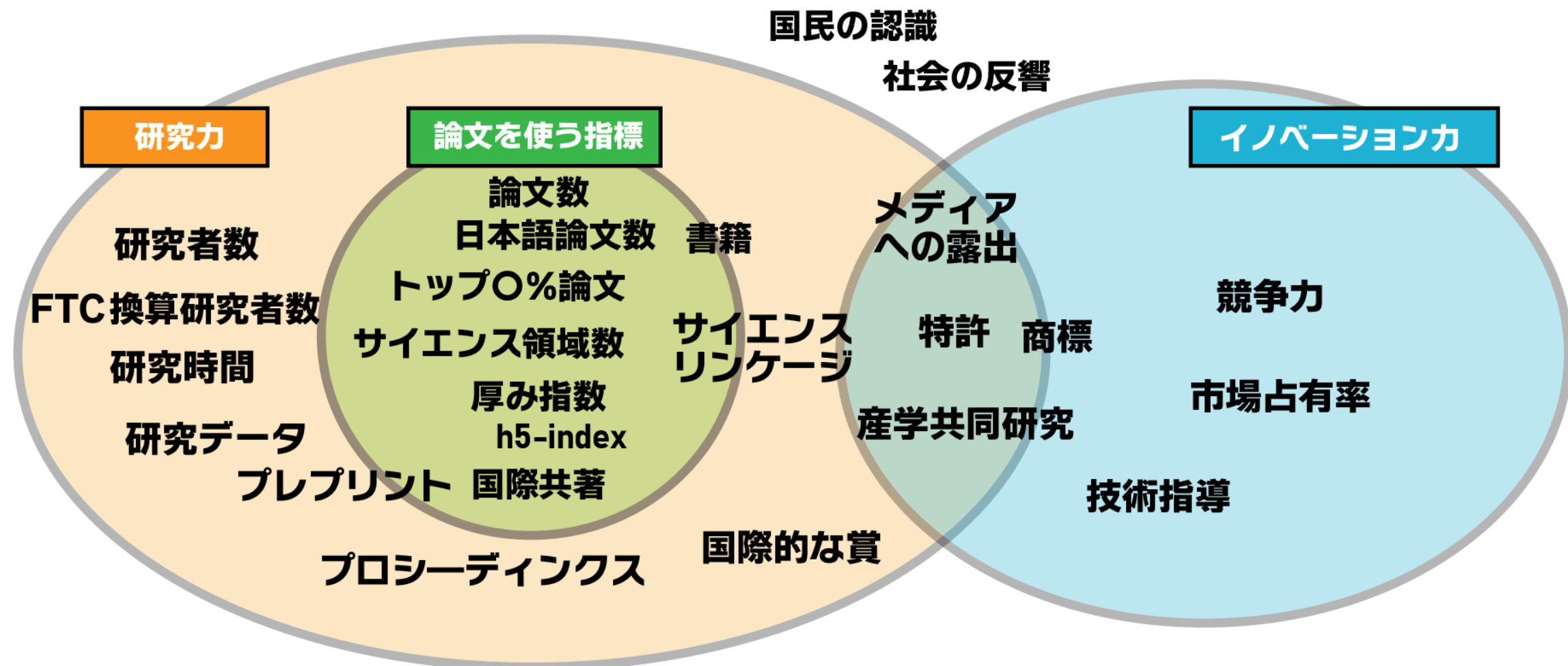
→結果的に VC からの投資が難しい

施策

ナノテク・マテリアル系スタートアップへ投資する VC・大企業のリスク回避をしやすくする仕掛けが不可欠

- 投資回収期限が長い官民ファンド(VC)の設立
- 大企業へ事業譲渡(M&A)することで事業拡大していく際、大企業のリスクティクを支援する優遇制度

「研究力・イノベーション力の強化に貢献する多様な人材創出」の環境整備



「総合科学技術・イノベーション会議 木曜会合(R2.10.22)」の資料を基に、研究力を多角的に分析・評価する指標候補の検討様に整理したもの
研究評価に関する国際的な動向を踏まえて、インパクトファクターは対象外とした(日本工学アカデミー研究力強化委員会資料より抜粋)