

# 2. 外村課題



## 原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡の開発とその応用

(左) (故) 外村 彰

日立製作所／フェロー

(右) 代行：長我部 信行

日立製作所ライフ事業統括本部／本部長

原子レベルで量子状態を観察する世界初の電子顕微鏡を開発、22研究機関が導入して産業界のニーズに対応。

### 【事後評価時の主な研究成果】

- 世界最高の分解能 0.043 ナノメートルを実現した原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡を開発
- 完成した超高分解能顕微鏡により画期的な新材料創成を目指す

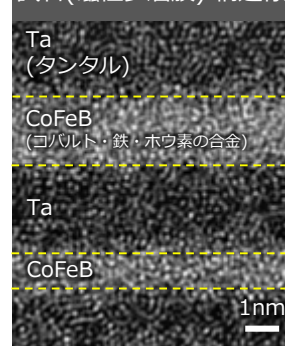


完成した電子顕微鏡装置

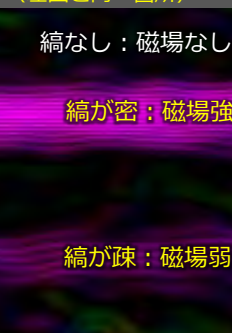
### 【追跡調査時の進展および社会還元】

- 開発した1.2MV原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡は、22の大学・国研、企業の基礎基盤研究で利用中。
- 開発装置を活用し、化合物半導体の接合電位の計測、NdFeB磁石性能向上と希少添加材低減のための分析、次世代半導体メモリ材料の磁性計測など産業界に貢献。
- 「はやぶさ2」が持ち帰る宇宙塵のナノ領域磁性分析に開発装置を利用予定。

試料(磁性多層膜) 構造像



磁場観察結果 (左図と同一箇所)



材料内部の磁場を世界で初めてサブナノメートルの分解能で観察：図は次世代メモリ材料として期待されるCoFeBとTaの多層膜の計測例（2017年12月コースリリス）

縞なし：磁場なし

縞が密：磁場強

縞が疎：磁場弱

# 3. 岡野(光)課題

## 再生医療産業化に向けたシステムインテグレーション

－臓器ファクトリーの創生－

### 岡野 光夫

東京女子医科大学  
先端生命医科学センター長  
特任教授

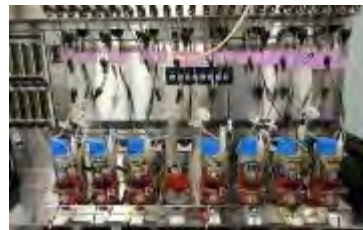
日本発・世界初の細胞シートを用いて組織・臓器を創る  
～再生医療の普及とさらなる革新的治療法の追求～

#### 【事後評価時の主な研究成果】

- 自己細胞シート再生医療の臨床研究・治験の開始
- iPS細胞大量培養とiPS細胞由来細胞シート作製技術の確立（自己細胞シートから他家細胞シートへの展開）
- 血管網を付与した3次元培養組織技術の確立（臓器作製に向けた新コンセプトの実証）
- 次世代再生医療技術である安全で高品質な細胞シートの自動量産装置（組織ファクトリー）を開発



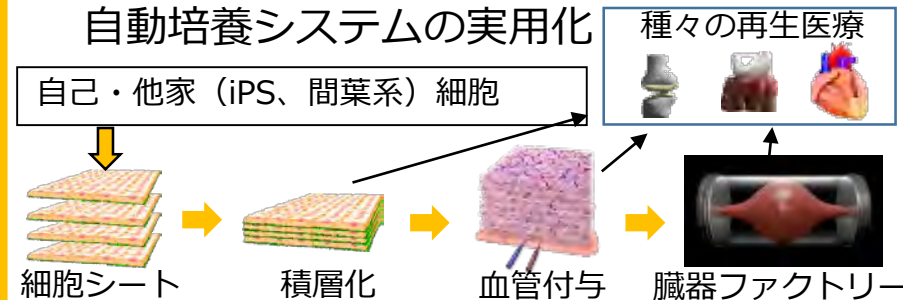
組織ファクトリー



iPS細胞大量培養装置

#### 【追跡調査時の進展および社会還元】

- 細胞シート再生医療の拡大と進展  
自己細胞シート治療（角膜・心臓・食道・軟骨・肺・歯根膜・中耳）に加え他家細胞シート治療（軟骨・歯根膜）を開始  
米ユタ大学における細胞シート再生医療センターの開設と発展（間葉系細胞シート）
- iPS細胞由来心筋細胞シートの子疾患に対する移植治療の開始と創薬モデルへの応用
- ドナー臓器の代替となる革新的立体臓器の開発研究への進展（臓器ファクトリー）
- 組織ファクトリーを基盤とした商業生産用自動培養システムの実用化



# 4. 片岡課題

## ナノバイオテクノロジーが先導する診断・治療イノベーション

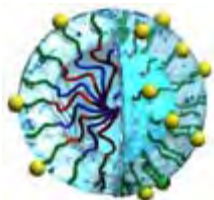
### 片岡 一則

東京大学名誉教授・特任教授  
 /川崎市産業振興財団ナノ医療イノベーションセンター  
 センター長

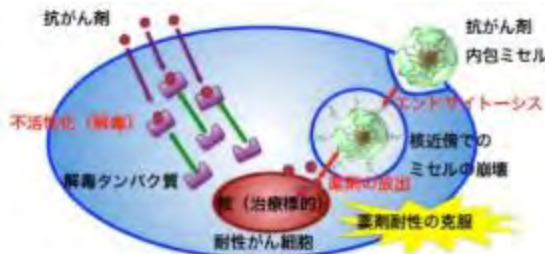
医学とナノテクノロジーの融合により、難治がんの有効な抗がん剤を開発、臨床試験を継続中。三次元プリンターで製造した人工骨が厚労省の承認を得て事業開始。

### 【事後評価時の主な研究成果】

- 数十ナノメートルの高分子ミセルを用いたDDS(ドラッグ・デリバリー・システム)を開発。副作用の少ない難治がんの治療法を確立
- すい臓がんや脳腫瘍など、治療の難しいがんに対して高い治療効果を実証。2薬剤が第3相の臨床試験まで進展。数年以内に実用化(認可)見込み



薬を内包する  
 ウイルスサイズの  
 高分子ミセル  
 (20~100nm)



### 【追跡調査時の進展および社会還元】

- 3種の抗がん剤搭載ナノミセルが臨床試験を継続中(第2~3相)。核酸医薬内包ナノミセル及び音響力学的療法が難治がんの治療を目指して臨床試験入りした。
- 三次元プリンターで製造したリン酸カルシウム製人工骨が厚労省の承認を得て保険適用開始(2018年5月)。
- 成果の社会還元のために、5社のベンチャーが起業し、川崎市の支援で新しい研究センター(iCONM)が設立された。



3Dプリンター成形による人工骨(CT-Bone)。国内と並行して欧州にもビジネスを展開

ナノ医療イノベーションセンター  
 (iCONM、川崎・殿町)





## 次世代質量分析システム開発と創薬・診断への貢献

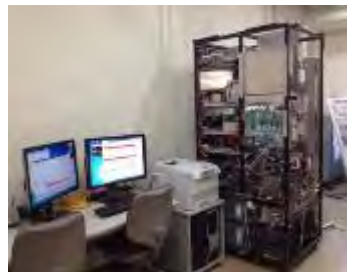
### 田中 耕一

(株)島津製作所/エグゼクティブ・リサーチフェロー、田中耕一記念質量分析研究所/所長

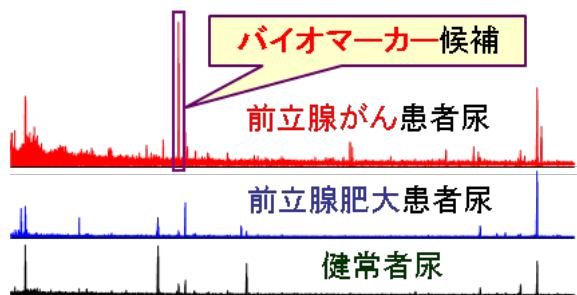
次世代質量分析システムを開発、一滴の血液から病気の解明を含む、特に医学・薬学の基礎・応用に貢献

### 【事後評価時の主な研究成果】

- 1万倍以上の感度向上を実現した次世代質量分析システムを開発し、アルツハイマー病やがんの検査に有用と考えられる血液等のバイオマーカー候補を発見



次世代質量分析装置



前立腺がん と 前立腺肥大の区別が可能な  
バイオマーカー候補を尿中から検出

### 【追跡調査時の進展および社会還元】

- アルツハイマー病変（アミロイド蓄積）を微量の血液で推定する世界初の方法を受託分析事業として開始。
- 次世代質量分析装置の新展開として、産学官連携で世界初の構造解析HAD法を開発、論文15報を発表。また、世界最小のMALDI-MS製品も上市。
- 多種多様の前処理法・イオン化法・ソフトウェアが世界で活用され続けている。



島津製作所HPより



## 未解決のがんと心臓病を撲滅する最適医療開発

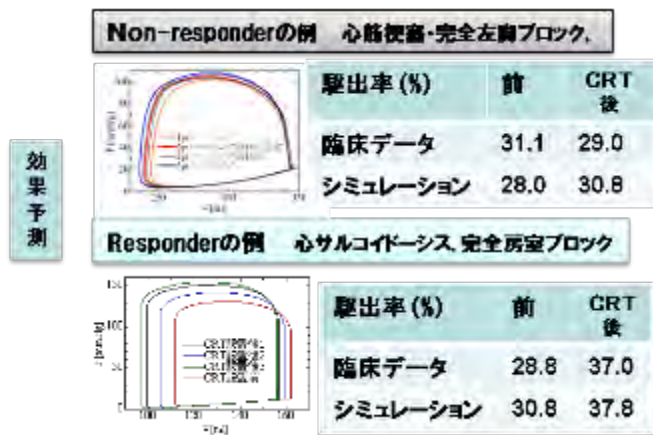
**永井 良三**

自治医科大学 / 学長

治療・予防が困難な心臓病やがんの原因と仕組みを明らかにし、新たな治療法を開発する

### 【事後評価時の主な研究成果】

- がんや心臓病の発症メカニズムを解明し、その知見に基づく革新的な診断・治療法を開発
- 心臓シミュレータを用いた心臓再同期療法患者の治療最適化技術を開発



シミュレーション技術を臨床で検証

### 【追跡調査時の進展および社会還元】

- 心臓-脳-腎ネットワークによる臓器保護概念を確立
- 癌細胞を特異的に傷害し、正常細胞を傷害しない薬剤のリード化合物を取得 (NC化合物)
- 大腸癌と血液癌の発生過程の遺伝子変異を解明。IF20以上の英文誌29報、特許成立3件、申請2件)
- 医療情報の標準化基盤SS-MIX2により異なる電子カルテ情報の社会実装に成功 (CLIDAS)
- 免疫賦活作用をもつ抗癌ウイルス療法G47Δ (T-hIL12) の臨床研究開始
- UT-Heartと分子シミュレーションとの統合が進み、遺伝子情報を考慮した心臓シミュレーションが実現
- 立体構造情報をもとに、新規Cas9改変体を開発し知財化。国内出願9件、登録1件、実施許諾66件、海外出願24件、登録6件、実施許諾196件。

#### 新しい心臓保護機構 医療情報データ基盤 癌特異的抗癌剤





## 高性能蓄電デバイス創製に向けた革新的基盤研究

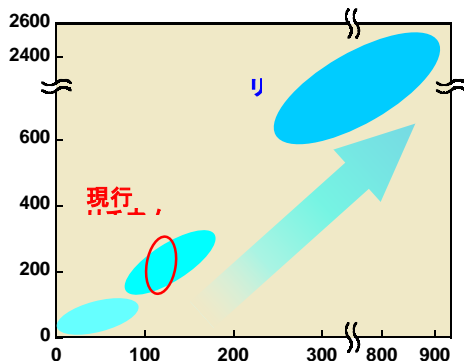
**水野 哲孝**

東京大学大学院工学系  
研究科／特任教授

現行のリチウムイオン電池の数倍の蓄電電気量が可能な高性能蓄電池デバイスの実現に向け、革新的な基盤研究を継続中

### 【事後評価時の主な研究成果】

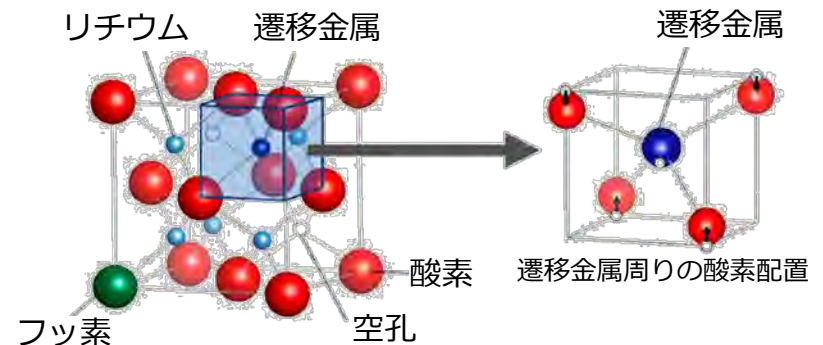
- 酸化物イオン利用の複数電池提案・実証(酸素シャトル・デュアルイオンを経て高エネルギー密度の過酸化物電池まで到達)
- レアメタル不使用の有機分子正極利用型全固体電池開発
- 超高濃度電解液の有用性実証



本課題考案で進展した新方式にて期待される電池性能

### 【追跡調査時の進展および社会還元】

- 過酸化物電池電極容量※はリチウムイオン電池で世界トップレベル。開発は酸化物電極を酸化フッ化物に拡張。  
※ サイクル時の安定容量400mAh/g超まで実現
- 高性能有機全固体電池は東北大にてスーパーキャパシタへの展開。
- 超高濃度電解液は東大にて新電池開発に進展。



過酸化物電池正極の酸化フッ化物結晶構造例



## 日本発の「ほどよし信頼性工学」を導入した 超小型衛星による新しい宇宙開発・利用パラダイムの構築

**中須賀 真一**

東京大学大学院工学系  
研究科／教授

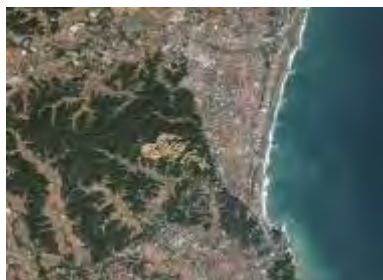
超小型衛星による新たな衛星・利用ビジネスを構築、  
革新的機器開発や「ほどよし」衛星4機の成果がベン  
チャー創生・海外の衛星プロジェクトを加速・拡大

### 【事後評価時の主な研究成果】

- 独自理論「ほどよし信頼性工学」に基づき、従来では考えられない、3億円以下の低コスト、2年以内の短期開発で、50kg級の超小型衛星をFIRST期間中に4基開発
- うち、3基が2014年度中に打ち上げられ、いずれも順調に運用中



完成した  
「ほどよし1号」



「ほどよし4号」により  
取得された画像

### 【追跡調査時の進展および社会還元】

- ほどよし1, 3, 4号の成功が、その後の50機コンステレーション運用を目指すAxelGlobe構想や、3Uサイズ衛星TRICOM-1Rなどにつながった。開発した超小型衛星バスは海外衛星に適用。
- 2号は19年1月に打上げ成功、運用中。
- 育成プログラムに40カ国／80名以上が参加、多くの新興国の宇宙教育に貢献。
- 超小型衛星の試験方法をISO標準化。
- 東京2020オリパラ応援でガンダム搭載の小型衛星を20年打上げ予定。



宇宙空間からガンダムが東京2020大会を応援(JAXA)



## 宇宙の起源と未来を解き明かす

—超広視野イメージングと分光によるダークマター・ダークエネルギーの正体の究明—

### 村山 斉

カリフォルニア大学  
バークレー校/  
MacAdams冠教授

宇宙の膨張の歴史を巨大カメラと分光器で解明する

### 【事後評価時の主な研究成果】

- 超広視野カメラ(約9億画素、高さ3m、重さ3トン)を製作。国立天文台すばる望遠鏡に設置し、観測開始
- 数千の銀河を同時観測できる「超広視野分光器」を製作中(H29に観測開始予定)
- 日本主導の国際チームとして、プリンストン大、カルテク、マックス・プランク研など海外からの資金を導入して日本の研究施設を大幅にアップグレードする新しい仕組みを確立



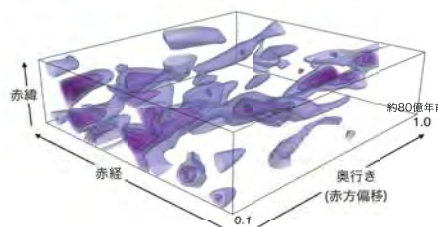
超広視野カメラ



撮影した  
アンドロメダ銀河

### 【追跡調査時の進展および社会還元】

- 暗黒物質、暗黒エネルギーを精密測定。少なくとも今後1400億年は宇宙は終焉を迎えないことを発見。
- 本課題での銀河考古学の分野が、新しい研究分野の創出に繋がった。
- 暗黒物質候補としての原始ブラックホールの可能性に関して、世界最高の制限を得た。
- 大口径非球面レンズ開発の半導体露光装置等への応用、低熱膨張高剛性セラミック開発の宇宙利用の他、高精度光学フィルター、広波長域光ファイバー等の技術が生まれた。
- 科学に興味を持つ学生が増えた。



すばるで得られた  
世界最大のダークマターの地図





## 超巨大データベース時代に向けた最高速データベースエンジンの開発と 当該エンジンを核とする戦略的社会サービスの実証・評価

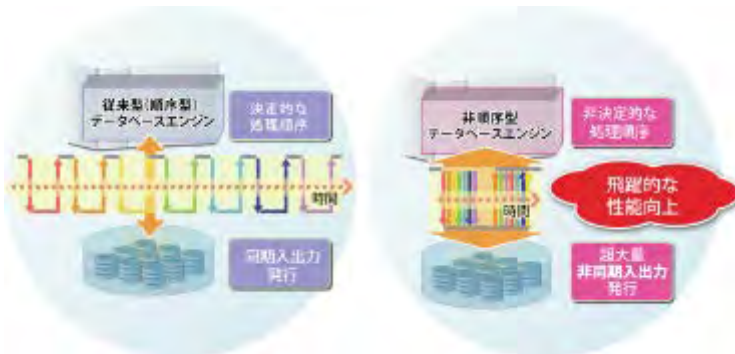
喜連川 優

国立情報学研究所／所長、  
東京大学生産技術研究所  
／教授

膨大なデータを高速かつ縦横無尽に解析することで新しい社会サービスを生む価値創出プラットフォーム

### 【事後評価時の主な研究成果】

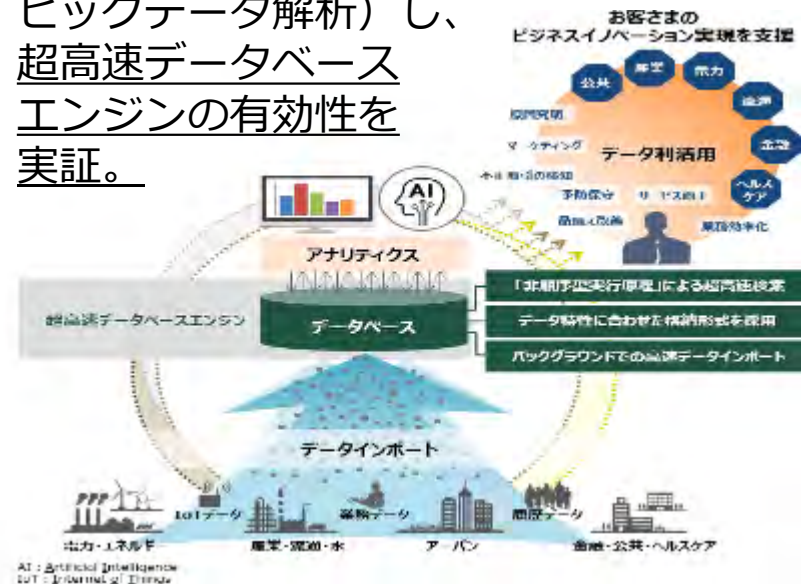
- ビッグデータ時代の到来を他に先駆けて予見し、膨大なデータを高速（従来方法と比較して1,000倍）に処理・解析する技術を開発
- 機能限定版の最高速データベースエンジンを開発、協力企業が製品化（2012年5月）



従来型と最高速データベースエンジンの実行原理

### 【追跡調査時の進展および社会還元】

- ImPACTプロジェクトにおいて、エラスティシティ(伸縮可能性)を備えた超高速動的スケーラブルデータ処理技術を確立。
- ヘルスケア領域へ適用（医療・介護等のビッグデータ解析）し、超高速データベースエンジンの有効性を実証。



超高速データベースエンジンの活用イメージ

# 11. 審良課題

## 免疫ダイナミズムの統合的理解と免疫制御法の確立

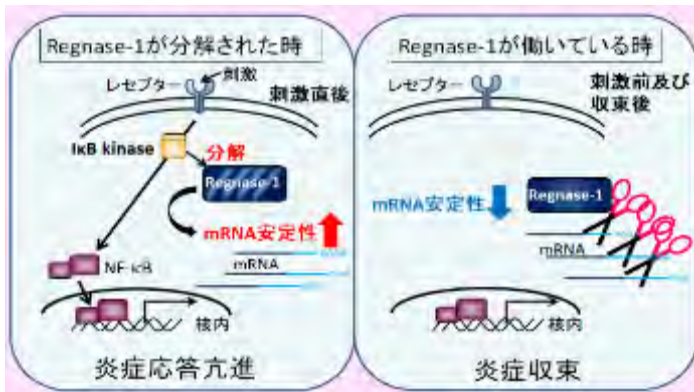
### 審良 静男

大阪大学免疫学フロンティア研究センター  
特任教授

免疫メカニズムの解明により難治性疾患の治療へ革新をもたらすべく、研究成果の製品化を目指して産学の大規模連携を推進中。

### 【事後評価時の主な研究成果】

- mRNA分解タンパク質「Regnase-1」が、自己免疫疾患の発症に大きく関与していることを世界で初めて発見。治療薬開発の可能性を広げる
- メタボリックシンドロームやアレルギーなどの様々な疾患に、異なるM2マクロファージの関与を発見



Regnase-1の免疫応答メカニズム

### 【追跡調査時の進展および社会還元】

- 研究を継続中。発見したmRNAを調整する免疫制御分子による特定疾患治療の可能性を見出した。中外と共同で特許出願し創薬開発を目指している。
- 大手製薬2社と2017年度より10年間で総額100億円以上の組織連携を実施、医薬品の製品化を目指して研究を推進。
- 第一回日本オープンイノベーション大賞（平成31年）で文部科学大臣賞「基礎研究段階からの産学共創～組織対組織の連携～」を受賞



大阪大学（IFReC）と中外製薬は先端的な免疫学研究活動に関わる包括連携契約を締結、連携推進ラボを稼働。