
革新的研究開発推進プログラム (ImPACT)
「イノベイティブな可視化技術による
新成長産業の創出」
全体計画について

プログラム・マネージャー
八木 隆行

研究開発プログラム構想

解決すべき課題等

超高齢化社会が到来するなかで、罹患率や要介護者数が急増し、病気や介護への不安が広がっている。その一方で、健康で美しさを保ち、安心して働ける生活が求められている。また食の安全や製品の品質などへの不安が高まり、国民生活の安全・安心の実現も社会的な課題である。

PMの挑戦と実現したときのインパクト

・概要・背景

可視化できない生体や物体内部を非侵襲・非破壊で三次元可視化する技術を開発し、超早期診断や超精密検査を実現することで、美しく健康で活力ある健康長寿と豊かで安全な生活の実現を目指す。

現状、血管は血液を全身に運び生命を維持する重要な器官であり、あらゆる疾患の発症と病勢は血管と血液に表出するが、現診断法は造影剤や被曝などの侵襲性があり、研究や診断法としての実用化が進んでいない。また、物体内部の非破壊検査法は内部の形態イメージングに限定的で、物性変化を簡便に捉えることが出来ていない。

・実現したときに産業や社会に与えるインパクトは何か

最先端のレーザと超音波を融合する光超音波手法によるリアルタイム三次元可視化を開発し、非侵襲で血管と血液状態をイメージングし、病気の超早期発見や予防医療を実現、加えて美容や健康管理に役立て健康寿命の延伸に貢献する。さらに、工業材料中の劣化やき裂等をイメージングし、検査精度を一桁向上する事で、製品の品質向上に役立て、日本製品の競争力の強化に寄与する。



研究開発プログラムの出口目標

産業や社会のあり方を変革するシナリオ

■プログラム実施期間内

生体の血管・血液状態と物質内部の欠陥をリアルタイムで三次元可視化する技術を完成し、可視化システムのプロトタイプを試作し、臨床研究と製品の非破壊計測により価値検証する。さらに、産業創出の基盤となるキーデバイス（波長可変レーザー、超音波センサ）を製品化する。

■2025年まで

医療分野では、可視化システムが画像診断装置として薬事承認され、先端医療研究機関での臨床試験により一部疾患で保険適用が認められている。美容・ヘルスケア、スポーツ科学の分野では、血管状態をモニタする計測技術として身体機能評価の研究が開始され、血管イメージングの新ヘルスサイエンス分野（バスキュラ・ヘルスサイエンス）が生まれる。非破壊検査分野では、自動車・飛行機等のパーツとなる繊維強化樹脂や、セラミックス構造部材の製造工程検査に導入されている。

■2030年まで

三次元システムの小型化により、早期発見にて治療効果を期待できる疾患（乳がん、関節リウマチ、糖尿病など）の検診適用に向けた大規模臨床試験が開始されている。波長の広帯域化による動脈硬化や変形性関節症等の診断や、光源のLED化によりスキンケアやヘアケアへの新規サービスが行われる。非破壊検査技術では、製品出荷時や組立て時に活用できるシステム（空中計測技術、等）を開発し、自動車・飛行機、風力発電等の構造材の出荷時や定期検査に利用されている。

■2035年まで

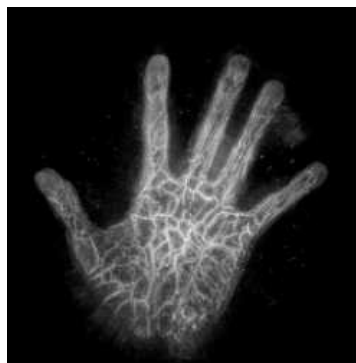
『バスキュラヘルス・サイエンスの社会実装』を実現する。誰もが在宅での健康増進と美容健康に活用できる社会インフラを構築する。大規模臨床試験やコホート研究にて画像データベースを構築し、ビッグデータ解析する事で、血管イメージングによる疾患リスクを予測する技術を完成し、健康医療サービスを提供する。



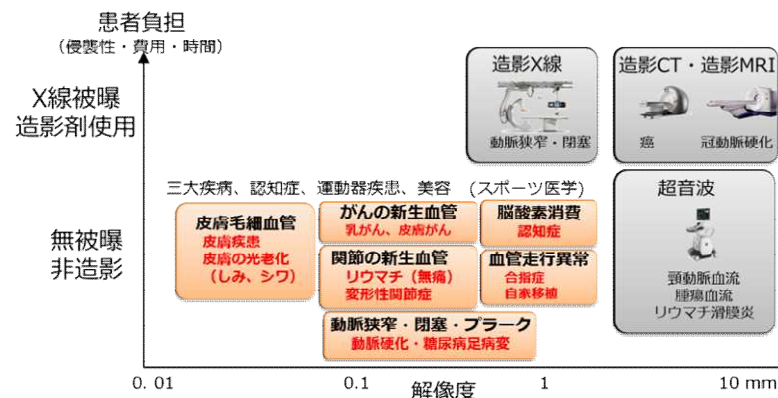
プログラム構想のブレークスルー

非連続イノベーション、リスクの大きさ

- ✓本研究開発プログラムの開発目標の一つに新たな画像診断技術の創出がある。主要疾患である動脈硬化、脳卒中、がん、関節疾患、アルツハイマー病などの発症と病勢は血管や循環状態に表出されるが、X線撮像法やMRI法などの現診断法は被曝や造影剤などの侵襲性がある。また、超音波法は検者依存があり再現性に劣り、血管や循環状態の評価を予防や早期診断への応用は進んでいない。
- ✓光超音波イメージングは、非侵襲かつ非破壊で高解像度にイメージングできる高いポテンシャルを持つが、撮像（手掌の超音波画像）には数分を要し実用化には至っていない。臨床応用面からは、従来手法が太い血管のみを可視化し侵襲性や被曝がある為に、予防や早期診断への応用研究がなされておらず、血管画像と各病態との詳細な関係を得る臨床研究が必要である。
- ✓一方の計測応用では、光超音波手法は材料表層の組成分析への応用に留まり、内部のき裂や劣化等のイメージングの研究は殆ど無い。光超音波手法により、自動車、スポーツ・レジャー、風力エネルギー、航空宇宙分野の市場を牽引する繊維強化樹脂やセラミックスの劣化やき裂を高解像度イメージングできれば、素材産業だけでなく各種産業界への貢献は大きい。
- ✓イノベーションを起こすには、高速・高解像度の一桁アップを実現するリアルタイム3次元イメージング技術の開発と、医療・美容健康・非破壊検査の領域での有効性を検証する、双方のブレークスルーが不可欠である。新産業創出に向けては、産業基盤となるレーザや超音波センサの実用化技術を完成させる必要がある。



手掌の光超音波画像



非侵襲による新たな健康科学分野の創出

達成目標

達成目標（プログラム終了時の具体的アウトプット）

- ①光超音波の基盤技術の開発が完了している。
 - ・生体各種組織と物体物性の光吸収特性に対応する広帯域波長可変レーザのプロトタイプが完成
 - ・高感度広帯域を実現する超音波センサのプロトタイプが完成
- ②基盤技術で開発した波長可変レーザと超音波センサが搭載された、光超音波技術を用いたリアルタイム三次元可視化システムが完成している。動静脈から毛細血管レベルの血管網の可視化ができています。
- ③医療・美容健康領域での実用化の見通しを得ている。
 - ・臨床研究により、血管網と血液状態から、循環器疾患、癌、関節症などの診断と治療効果評価が可能なことが実証されている
 - ・臨床研究により、皮下毛細血管を可視化し皮膚機能低下を評価する手法が示されている
 - ・脳皮質の血管網と酸素飽和度の高分解能イメージングができる事が証明されている
- ④品質検査、安全・保全検査、非破壊検査等の計測産業への応用が示されている。

達成目標

具体的達成目標の実現に向けた戦略・シナリオ

生体の血管網及び物体の物性を、表面より光超音波技術を用いてリアルタイムで三次元可視化する技術を完成し、可視化システムのプロトタイプを試作し、価値実証する。価値実証では、循環器疾患、癌、関節症の診断と治療効果評価の臨床価値と皮膚機能の評価法を示すと共に、疾患リスク予測モデルを提示する。計測応用では、品質検査、安全検査などへの応用開発が可能である事を提示する。

■ 共通基盤技術：

- ・生体組織と物質の内部の可視化に向けて、様々な計測対象に最適化した可視化技術と、その対象の光吸収波長を網羅する超広帯域波長可変レーザを3年目に完成する。その後、可視化システムに搭載する高速波長掃引する小型波長可変レーザの開発を完了する。可視化技術では、生体と物質の技術を共通化し開発加速する。
- ・高解像度・リアルタイム検出に向けて、広帯域かつ多チャンネル化が可能な二次元超音波センサの検出方式を3年目上期に決定し、センサ技術を完成する。3年目にワイドフィールド可視化システム用の超音波センサ開発を完了、4年目にマイクロ可視化システム用の超音波センサ開発を完了する。

■ リアルタイム三次元可視化システム：

- ・高速信号処理および三次元画像化を実現する光超音波プラットフォームを3年目に完成し、広画角を解像度0.2mm以下で可視化するワイドフィールド可視化システムと、解像度20 μ m以下のマイクロ可視化システムを4年目に完成する。光拡散イメージングでは解像度20mm程度、これまでの光超音波イメージングでは解像度0.6mmで2分程の撮影時間を要している。三次元可視化技術で開発した技術を搭載し、リアルタイムで数mmから20 μ mまでの全対象サイズのイメージングが可能な三次元可視化システムを実現する。

■ 価値実証：医療・美容健康応用

- ・既存の光超音波システムを用い先行して臨床研究のフィジビリティスタディを実施し、3年目に臨床および美容健康評価のターゲットの絞り込みを完了する。4年目よりリアルタイム三次元可視化システムでの臨床研究を開始し、医療と美容健康応用の価値実証を行う。フィジビリティスタディの段階から疾患データ収集を開始し、3年目から健康情報と医療情報の統合化を行う。開発した生体解析アルゴリズムを用いて、疾患データから画像バイオマーカーを抽出し、統合化されたデータから疾患リスク予測のモデルを提案する。

■ 価値検証：計測応用

- ・1年目に技術・市場調査より産業領域と研究課題を設定する。3年目に物質計測技術を完成し、4年目に非破壊三次元可視化システムの新規プロジェクトを立ち上げ、5年目に価値を実証する。

プログラム構想・全体像の明確化

戦略・シナリオを克服すべき課題へブレークダウン

課題①：生体組織と物質内部の可視化

- ・光超音波の発生メカニズムの解明を行い、生体組織内部の血管や物体内部の物性、有害物質などの可視化を実現する計測技術を完成する。可視化する上で最も効率の良いレーザ波長の選択を行うと共に、高解像度イメージングのためのセンサ配置等を提案する。波長選択は、レーザの小型化・低コスト化にとり重要である。
- ・様々な生体組織や物質の内部機能の可視化には、近赤外領域と中赤外領域をカバーする非線形波長変換による広帯域レーザの開発が必要となる。従来は機械式波長掃引であり、高速化が困難であり耐久性も低い。高速かつ高耐久で波長切り替え可能な電子制御波長掃引に取り組む事が、実用化に向けて重要である。

課題②：高解像度・リアルタイム検出

- ・レーザ光を照射し発生する超音波は、対象サイズに反比例して高周波数化する。0.2mm（細動脈・細静脈）を可視化する場合、**5MHz以上**の超音波を検出する必要があるが、従来は3MHzに留まり0.6mm以下の高解像化ができない。倍以上の超音波周波数を検知する超広帯域検出方式の開発が必要となる。さらに、リアルタイム計測するには、発生する超音波信号を一括で検出する多チャンネル化の開発が不可欠である。

課題③：高速信号処理および三次元画像化

- ・リアルタイム可視化システムでは、二次元超音波センサで得られる膨大な三次元データをリアルタイム処理する高速信号処理と画像再構成技術、リアルタイム表示する三次元画像化が必要となる。開発するシステムに波長可変レーザと超音波センサを搭載し、数～十数cm角以上の広画角を高解像度（0.2mm以下）でリアルタイム可視化するワイドフィールド三次元可視化システムを開発する。
- ・マイクロ領域では光超音波顕微鏡はあるが、リアルタイム三次元化に挑戦した例は無い。ワイドフィールドを基に、解像度20 μ m以下を実現する小型光学系と多チャンネルセンサ形状を考案し、高速信号処理と三次元画像化を搭載したシステム開発する事で、ワイドフィールドと合わせて、全サイズの可視化を実現する。

課題④：価値実証（医療、美容健康）

- ・国内外の複数の医療機関、美容研究機関が共同して臨床研究を行い、診断法や機能評価法に関する合意形成する。フィジビリティスタディを先行して実施し、適応診療領域の絞り込みを行い、当該領域のKOL（Key Opinion Leader）を選定し価値実証を効率的に進める。また、診断支援として、疾患と画像データ中に観察される特徴量との関係を解析しバイオマーカーを抽出、病気の進行状況を判断の支援を行う。さらに統合化した健康情報と医療情報を活用し、画像ビッグデータ解析を行って健康・医療リスク予測モデルを構築する。

プログラム構想・全体像の明確化

克服すべき課題目標の達成アプローチ(1)

課題解決するプロジェクトは、共通基盤技術の開発、リアルタイム三次元可視化システムの開発、システムの有効性を検証する価値実証からなる。

共通基盤技術では、生体組織の高解像度イメージング及び物体内部の非破壊三次元イメージングを実現する可視化計測技術、超広帯域波長可変レーザー、高感度広帯域超音波センサを開発する。可視化システムでは、共通基盤技術の研究成果を導入し、解像度0.2mm以下を実現するワイドフィールド可視化システムと、解像度20 μ m以下を実現するマイクロ可視化システムを開発する。価値実証では、リアルタイム三次元可視化システムを用いて、血管網と血液状態イメージングの新診断法と皮膚機能低下の新評価法を開発し、早期診断、予防美容、生活習慣病予防への有効性を検証する。下記6プロジェクトを立上げ、課題目標を達成する。

プロジェクト1：可視化計測技術の開発

- ・内容：生体・物体の内部の光超音波発生メカニズム解析と、高解像を実現する生体計測技術及び物質計測技術の開発
- ・目標：人体の各種組織（頸動脈プラーク、関節新生血管、脳皮質、リンパ管等）の高分解能イメージングと腫瘍内酸素飽和度の定量的可視化を実現する。物体内部の物性異常や劣化、有害物質などの非破壊三次元可視化を実現する。

プロジェクト2：超広帯域波長可変レーザーの開発

- ・内容：生体・物体内部の物性変化や機能の可視化に対応する、超広帯域かつ高速波長掃引が可能な小型・高出力パルスレーザーの開発
- ・目標：超広帯域波長（500～1300nm）を電子波長制御技術により高速に波長掃引するレーザーのプロトタイプを完成する。従来の大出力レーザーの研究課題であるメンテナンスフリーを実現する。

プロジェクト3：高感度広帯域超音波センサの開発

- ・内容：リアルタイム三次元可視化を実現する、超高感度・広帯域かつ多チャンネル化を実現する超音波検出センサの開発
- ・目標：光超音波計測に最適な超音波検出方式を開発し、多チャンネル実装技術を確立する。ワイドフィールド可視化システムの検出帯域1～5MHz以上、1,000チャンネルを目標値とする。

プログラム構想・全体像の明確

克服すべき課題目標の達成アプローチ(2)

プロジェクト4：ワイドフィールド可視化システムの開発

- ・内容：高解像度リアルタイム三次元可視化システムを開発し、人体部位の血管網と血液状態の可視化を実現
- ・目標：解像度0.2mm以下を実現するリアルタイム三次元可視化システムのプロトタイプを完成する。人体の部位（四肢、関節などの数～十数cm角以上）の細動脈・細静脈血管網と血液状態（酸素飽和度）を、リアルタイムで三次元可視化できている。

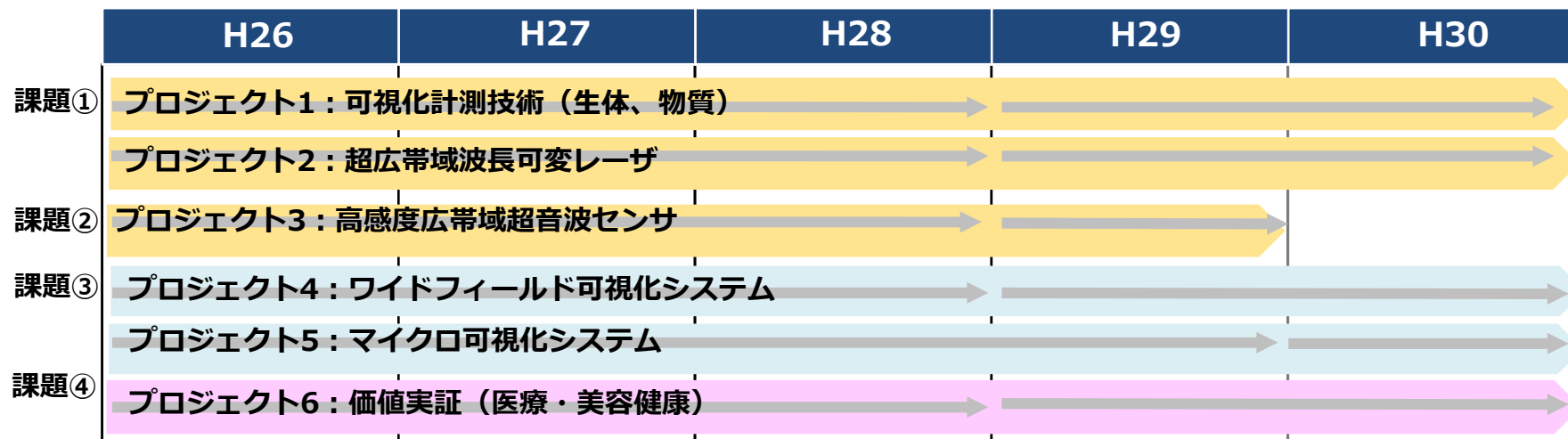
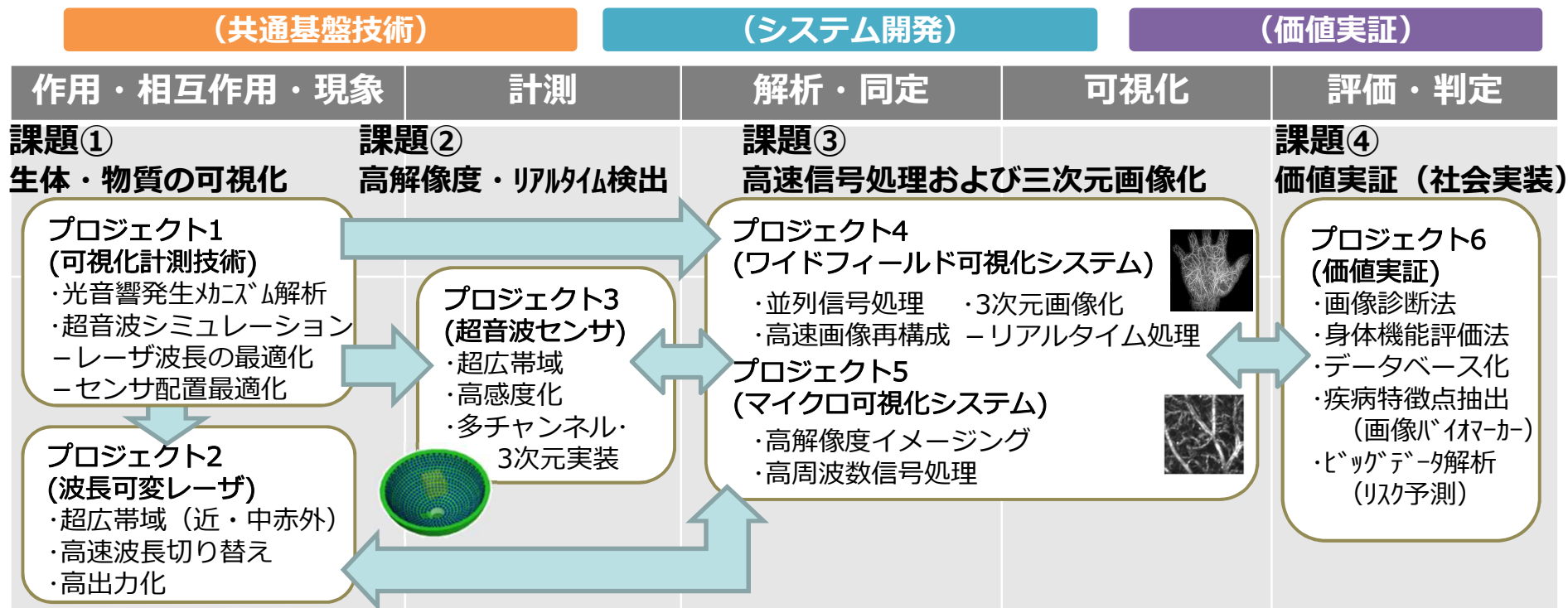
プロジェクト5：マイクロ可視化システムの開発

- ・内容：高周波超音波技術による超高解像度リアルタイム三次元可視化システムを開発し、表皮下の毛細血管網を可視化を実現する
- ・目標：顕微鏡レベルの解像度20 μ m以下を実現するマイクロ・リアルタイム三次元可視化システムのプロトタイプを完成する。数mm角以上の表皮下毛細血管網の微細構造と血液状態（酸素飽和度）を、リアルタイムで三次元可視化できている。

プロジェクト6：価値実証

- ・内容：新診断法と身体機能評価法を開発し、画像バイオマーカ抽出と疾患リスク予測のモデル化を行う
- ・目標：臨床研究により、血管網イメージングが、循環器疾患、癌、関節症の診断と治療効果評価に関して臨床価値がある事が示されている。皮膚機能低下の新評価法が確立できている。画像データ解析による診断指標が示され、疾患リスク予測のモデルが提案できている。

研究開発プログラム全体構成



課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクト1 (可視化計測技術の開発：生体計測)

- ✓ 光音響発生メカニズムの解明、レーザ波長・センサ配置の最適化には、超音波シミュレーションと計測評価技術 (超音波、光超音波) が必要である。
- ✓ 生体組織の可視化では、小動物による原理検証を実施する。厚労省ガイドライン・文科省方針に基づき、動物実験環境を有することが必要であり、光超音波技術と併せて実施できる候補機関 (京都大学、東北大学、防衛医大) は限られる為、能力を比較し非公募指名する。
- ✓ 対象とする組織には難適用部位 (脳、リンパ管) がある。リンパ管は、他の生体計測手法で可視化できていない。リンパ管可視化は、組織の発生メカニズムの解明、高解像度3D光超音波再構成法、動脈硬化の計測手法が完成した後に、斬新な発想を提案する研究開発機関を公募する。



選定に至る考え方・理由

◆選定方法：非公募指名、研究機関：京都大学 椎名毅

超音波シミュレーションでは、四次元解析が可能な機関は京都大学のみであり、体動補正法や血流等の可視化技術開発が可能であり、リアルタイム三次元可視化を実現する上で最も優れた技術を有する。京都大学は、光超音波を用いた多種の組織 (乳癌、血液、脂肪等) の可視化に関する研究実績 (国内文献数一位) が有り、発生メカニズム解析に利用可能な独自開発した光超音波シミュレーション技術を有する。京都大学は、重要視点から、最も適した機関であり、指名する。

◆選定方法：公募

動物による原理検証できる候補機関 (京都大学、東北大学、防衛医大) から、難適用部位 (リンパ管) を可視化するアイデアを募集し、選定する。

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクト1（可視化計測技術の開発：物質計測）
一層の品質向上が求められる繊維強化樹脂（FRP）及びセラミックスの欠陥を可視化し、非破壊計測技術を開発する。

○（繊維強化樹脂）

- ✓生体可視化研究では組織内部の音速差が20%程度かつ縦波のみを扱うのに対し、FRPなどの複合材料では約3倍以上の音速差があり、音響異方性により縦波と横波を計測する必要がある。この為、非均質・異方性を考慮した音響伝播解析をベースにした画像再構成技術の開発が必要である。
- ✓欠陥試験サンプルを試作し、既存の非破壊検査法と比較し性能面の有意性を実証する事が不可欠である。

○（セラミックス）

- ✓光超音波計測法を用いたセラミックス研究は表層欠陥の分布状態の評価に留まり、内部損傷でのイメージング研究は殆ど無い。欠陥からの光超音波の発生メカニズムを解析し、異質部／介在物の成分・構造を光超音波イメージングで検出する必要がある。
- ✓欠陥試験サンプルを試作し、既存の非破壊検査法と比較し性能面の有意性を実証する事が不可欠である。

○（システム開発）

- ✓物質計測技術の開発により、FRPもしくはセラミックスの欠陥可視化を実証後に、システム開発が可能且つ、非破壊検査・計測分野での製品化に意欲を持つ企業を公募する。



選定に至る考え方・理由

◆**選定方法：非公募指名、研究機関：愛媛大学 中畑和之**
光超音波技術を有する既存機関では、非均質・異方性に対応できず、新規の画像再構成技術の開発が必要となる。愛媛大学は、超音波非破壊計測と共に、積層構成のFRPの画像化に好適な異方性に対応した画像再構成技術（FSAP法）を有する。また、欠陥を有するFRP試料の作製と、光超音波に適した新FRP材料の開発が可能である。音響異方性に対応する超音波技術とFRP材料技術を合わせ持つ。さらに、メンテナンス性の向上を目的とする新FRP材料開発を提案しており、成功すれば日本が高い国際競争力を持つFRPの一層の品質向上と工業材料の優位性の確保を期待できる。

◆**選定方法：非公募指名、研究機関：佐賀大学 山岡禎久**
佐賀大学は、世界に先駆けて2光子吸収光超音波イメージング法を開発し、光学的空間分解能の光超音波2Dイメージングを実現している。さらに、多変量解析を用いたラマン散乱分光イメージング技術を有している。多変量解析を2光子吸収光超音波イメージングに導入できれば、高解像度と成分・構造の検出が可能となる。両イメージング法を合わせ持つのは、当該機関のみである。また、欠陥を有するセラミックス試料を作製し、他の検査手法との比較が可能である。1光子吸収光超音波イメージングと2光子吸収光超音波イメージングのハイブリッドシステムのアイデアを提案しており、実現すればイメージングの高速化が期待できる。

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクト2（超広帯域波長可変レーザー）

- ✓可視化対象となる生体組織や物体の光吸収帯に対応する、超広帯域で高速に波長切り替えが可能な高出力パルスレーザーを開発する。
- ✓可視化システムのリアルタイム化を実現する上で、固体レーザーの偏波制御技術、高速波長制御技術が重要となる。また、検証実験の為にプロト試作力が必要である。候補機関（理化学研究所、東京大学、大阪大学）は限られる為、能力を比較し、非公募指名する。
- ✓可視化システムへのレーザー搭載時には、固体レーザーのシステム開発が可能な国内レーザー企業を公募し、医療用レーザーの国産化を目指す。医療用レーザーの製品化に意欲を持つことを選定要件の一つとし、実用化の開発力（周辺特許、開発体制等）を有する機関を選定する。



選定に至る考え方・理由

- ◆選定方法：非公募指名、研究機関：理化学研究所 和田智之
固体レーザー、ファイバーレーザーをはじめとしたレーザー研究の機関として理研、東大、阪大がある。高速波長可変が可能な機関は理研のみであり、電子制御波長可変技術と波長可変レーザー技術を有し、関連特許16件を保有する。開発中の広帯域出力安定化技術を導入できれば、高速波長変換かつ安定性に優れたレーザーを実現できる。スバル望遠鏡のガイドスター等を製作した実績もあり、課題解決できる機関となる。
- ◆選定方法：公募、研究機関：メガオプト 今井信一
メンテナンスフリーとなる半導体レーザー励起全固体レーザーの製品化、世界初となる電子制御可能な波長可変Ti:サファイアレーザーの製品化の実績を持ち、波長可変レーザーに関する特許登録件数は国内第一であり、レーザーの小型化を実現する上での研究開発力とプロトタイプ試作力を有する。特に、波長可変レーザーの広帯域化では、発振方式の第一候補である光パラメトリック発振器を製品化した実績を有している。小型化に関する独創的なアイデアを提案しており、実現すれば超小型化が期待できる。該当機関は医療用レーザーの事業化に意欲を持ち、医療用レーザーの国産化を目指すことが可能となる。

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクト3（高感度広帯域超音波センサ）

- ✓ 圧電検出方式にて広帯域化を実現するには、圧電材料開発、高周波超音波対応のセンサ開発が必要となる。圧電材料開発が可能な国内超音波センサ企業（上田日本無線、日本電波工業、オークソニック）を、重要視する開発力で比較し、非公募指名する。
- ✓ 容量検出方式にて広帯域・高感度化を実現するには、専用ICの設計が不可欠であり、製造技術（MEMS製造ライン）を有する必要がある。研究開発力と開発実績を持つ機関（日立製作所、キヤノン、Ingen MSL）から選定する。容量検出のセンサ開発をする候補機関は限られる為、これら機関の能力を比較し、非公募指名する。
- ✓ 高感度・広帯域では、高感度・広帯域の超音波センサ素子を開発し曲面部材に単素子を配置する方法、曲面形状の超音波センサを開発し圧電材料の広帯域化を図る方法、がある。受信面積を広げ高感度化できるメリットを持つ第2の方法を実現できる機関を非公募指名する。曲率形状の実現には、球面状の圧電材料加工、電極形成、音響材料技術が必要である。



選定に至る考え方・理由

◆選定方法：非公募指名、研究機関：上田日本無線（圧電）

日本電波工業、オークソニックは周波数25MHzまでに留まるが、上田日本無線はIVUS・内視鏡で培った高周波・高密度実装技術の強みを持ち、50kHzから70MHzまでの医療用センサが開発できる。上田日本無線は、超音波プローブを製造する国内トップ企業（国内画像診断装置企業6社、海外3社に販売）であり、圧電体セラミックの材料開発からセンサ設計まで自社開発でき、単結晶圧電材料を用いた超音波センサなど、多様な周波数の超音波センサを作製できる。圧電検出方式のセンサ開発を行う上で最適な機関として指名する。

◆選定方法：非公募指名、研究機関：キヤノン（容量）

容量検出方式を開発する3社の中で、広帯域・高感度化に必要な専用ICの設計が可能であり、製造技術（MEMS製造ライン）を有する機関は日立製作所とキヤノンである。日立製作所は、送受信用プローブ開発に集中する事業戦略であり、受信センサ開発は行わない。キヤノンは二次元超音波センサの開発に成功しており、光超音波マンモグラフィで実証した実績を持つ。容量検出方式のセンサ開発を行う上で最適な機関としてキヤノンを指名する。

◆選定方法：非公募指名、研究機関：ジャパンプローブ（曲面）

非破壊超音波検査の超音波アレイプローブ市場の40%以上のシェアを持つ企業であり、圧電体セラミックの材料開発からセンサ設計まで自社開発が可能であり、平成26年に曲げられる超音波フレキシブルアレイプローブの開発に成功した国内唯一の機関である。球面形状の圧電材料加工技術により曲面形状の超音波センサが実現でき高感度化を図る事が可能な、最適な機関であり、非公募指名する。

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクト4 (ワイトフィールド三次元可視化システム)

- ✓三次元可視化システムの開発には、光超音波技術（三次元画像再構成、三次元光学解析）、超音波信号処理、三次元画像化（リアルタイム処理、表示技術）の技術が必要である。
- ✓選定に当たり、光超音波システムの開発実績がある事、新成長産業創出に向けて市場作りできる先端研究力と開発遂行力を有する国内候補機関である事、を重要視する。国内候補機関としては、キヤノン、富士フィルム、アドバンテスト、日立製作所、東芝メディカルシステムズがある。これら機関から、重要視する技術力を比較し、最高の技術開発力を有する2機関を非公募指名する。
- ✓リアルタイム処理等の高度なシステム開発が必要である。システム開発を加速の為、効果的に互いの能力を補完し協働で開発を行う。



選定に至る考え方・理由

◆選定方法：非公募指名、研究機関：キヤノン

光超音波技術は、キヤノン、富士フィルム、アドバンテスト、日立製作所が有している。キヤノンは、世界トップクラスの高解像度3Dイメージングの光超音波マンモグラフィを開発した実績を持つ。また、特許数世界第一位（JP:193件/～H27年）であり、先端研究力と開発遂行力では世界トップクラスである。該光超音波マンモグラフィは臨床研究で用いられた実績を持ち、システム化する上でのノウハウを有する。国内機関の中で、可視化システムを実現する上で、最適な機関であり、キヤノンを指名する。

◆選定方法：非公募指名、研究機関：日立製作所

候補機関の中で、超音波信号処理と三次元画像化の最先端技術を持つ超音波画像診断機器の日本トップ企業（日立製作所、東芝メディカルシステムズ）から、一機関を選定する。東芝メディカルシステムズは、特許を有するが、光超音波技術に関する研究実績（論文）が無い。当該機関は光超音波技術の研究実績があり、CTやMRIなどの最先端の画像化技術の活用が可能である。国内機関の中で、キヤノンと協働し、システム開発を加速できる最適な機関として日立製作所を指名する。

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクト5（マイクロ三次元可視化システム）

- ✓マイクロ可視化システムの開発では、ワイドフィールド可視化システムに比して、浅部の超音波干渉・減衰の補正処理と音響レンズ等の高周波数超音波イメージング技術が必要となる。この為、光超音波技術、超音波信号処理、三次元画像化技術に加え、高周波数超音波イメージング技術が重要視される。また、システム要求仕様と評価指標を作る上で、皮膚組織に関する光音響特性のデータベース化、皮膚機能の評価指標（解像度、深度、対象組織など）を設定する必要がある。
- ✓光超音波顕微鏡の解像度（数十 μm ）で、リアルタイム三元可視化した研究は無い。この為、ステップとして、基本システム構成を決定した後に、システム開発に着手する。基本システム構成を開発する機関は、早期にシステム構成を決める上で光超音波顕微鏡の研究実績を持つ機関（東北大学、京都大学、キヤノン）から選定する。候補機関は限られる為、これら機関の有する技術を比較し、非公募指名する。
- ✓システム開発時には、実用化の開発力を有する国内企業を公募で選定する。
- ✓皮膚機能の評価指標とシステム要求仕様を新規に作る上で、皮膚組織の光学計測技術とノウハウを持つ国内化粧品企業（資生堂、花王、ポーラ）から能力を比較し選定、非公募指名し、基本システム構成の開発機関と共同開発を行う。



選定に至る考え方・理由

◆選定方法：非公募指名、研究機関：東北大学 西條芳文

光超音波技術を持つ候補機関の中で、東北大学のみ高周波数超音波イメージング技術を有し、超音波顕微鏡を実用化した実績を持つ。東北大学は、「産学共創基礎基盤研究プログラム（H23～H26）」にて小型化に有利な背面露光光学系の光超音波顕微鏡を開発し、動作検証している。高周波数超音波に特有の音響レンズ等の技術を生かす事ができ、基本システム構成を早期に決定できる東北大学を、非公募指名とする。

◆選定方法：公募（システム開発）

価値実証に供するシステム開発および評価機製作が可能な企業を公募し、協働して開発する。

◆選定方法：非公募指名、研究機関：資生堂

候補機関3社の中で、資生堂と花王は皮膚血行動態の解析技術を有する。皮膚損傷と血管構造変化のメカニズム解析技術と幅広い年齢層での解析結果を持つのは資生堂のみである。数千の皮膚組織光学物性データを持ち、血管構造の評価指標とその評価技術を発展させることで、早期に評価指標と要求仕様を設定できる資生堂を、非公募指名とする。

課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方

研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

プロジェクト6（価値実証：医療と美容健康）

- ✓三次元可視化技術を用いた血管イメージングが、循環器疾患、癌、関節症の診断、治療効果評価で臨床価値がある事と身体機能低下評価に有効性がある事を示すと共に、疾患リスク予測モデルを提示する事を目的とする。
- ✓診断法開発では、プロジェクト開始時は、既存の光超音波装置を活用し、適応診療領域の絞り込みの為にフィジビリティスタディを実施する。可視化システム完成後に、複数機関にて臨床研究を実施する。
- ✓フィジビリティスタディでは、光超音波システムで多診療科での臨床研究が実施できる機関を非公募指名する。臨床研究の機関は、フィジビリティスタディで絞り込んだ適応診療領域でKOL(Key Opinion leader)である事が重要視される。
- ✓身体機能低下評価では、皮膚老化の評価指標を設定できる皮膚組織評価技術を持つ事を重要視する。
- ✓疾患リスク予測モデルの開発では、画像データの特徴量と疾患を結び付ける画像解析技術と画像のビッグデータ解析が重要となる。これらの最先端技術を有する候補機関（国立情報学研究所、東京大学、NTT）から選定する。
- ✓疾患リスク予測には健康情報と医療情報の比較、未病と疾患の画像データの比較をするデータベースが必要である。健常者データと疾患データの収集と統合化を行える機関を公募する。



選定に至る考え方・理由

◆選定方法：非公募指名、研究機関：京都大学附属病院

優れた臨床研究推進体制を有する「橋渡し研究支援拠点」且つ「臨床研究中核病院」は8機関ある。これら機関の中で、フィジビリティスタディを実施できる機関は、「先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム」で光超音波マンモグラフィの探索的臨床研究を実施する京都大学附属病院のみとなる。京都大学は、医学論文初となる光超音波マンモグラフィでの臨床研究実績を持ち、その知見を活用する事で早期に適応診療領域を設定する事が可能な機関である。臨床研究により、早期に医療領域での実用化の見通しを得る上で最適な機関として、京都大学を非公募指名する。

◆選定方法：公募（血管イメージングの診断法開発）

フィジビリティスタディで絞り込んだ適応領域で、血管病態と血管網の形態を従来技術と比較可能な医療機関を選定する。

◆選定方法：非公募指名、研究機関：資生堂

国内化粧品企業の中で、皮膚解析技術と、皮膚組織光学物性データを有する最適な機関として非公募指名とする。

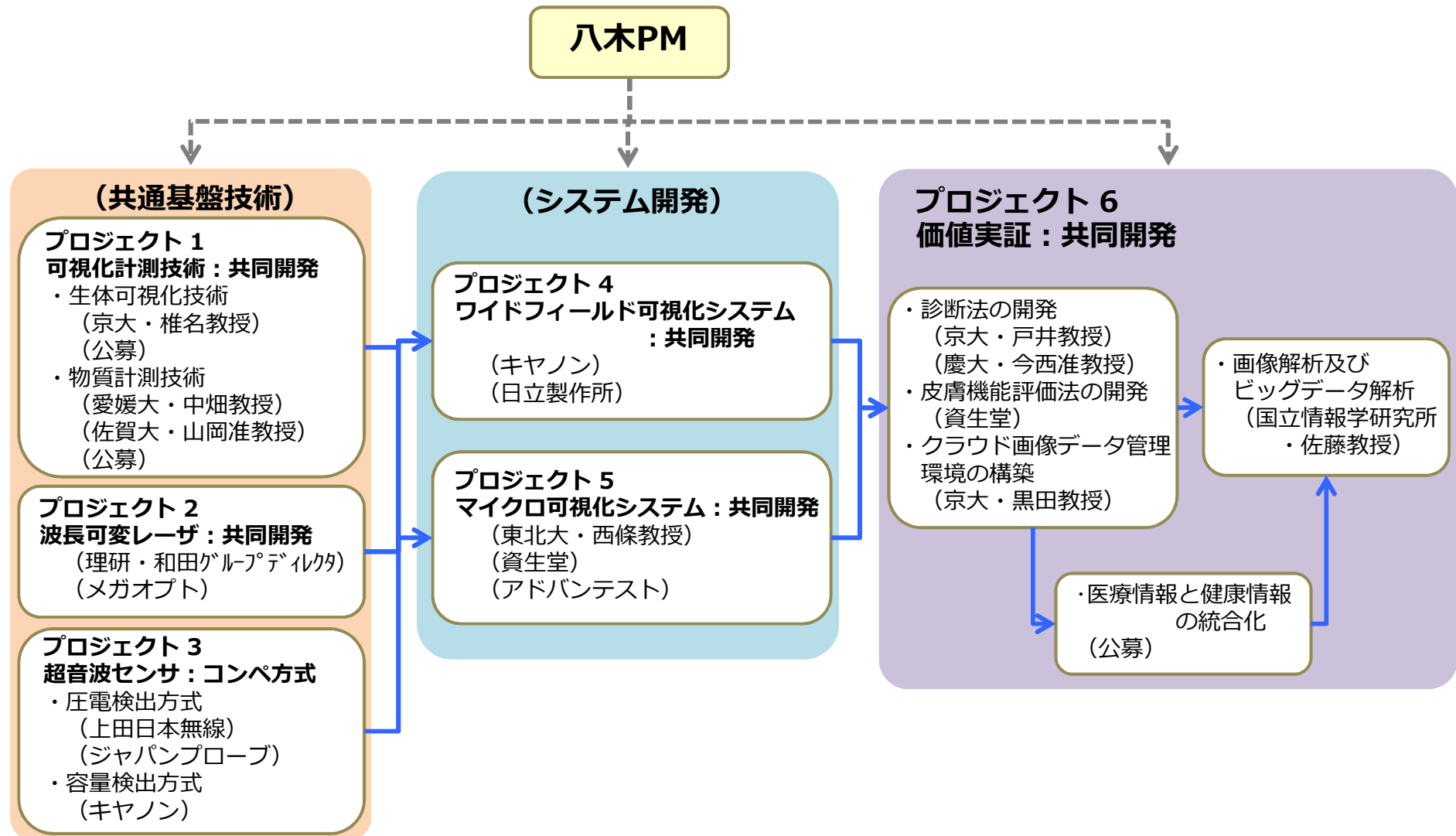
◆選定方法：非公募指名、研究機関：国立情報学研究所

他の機関と比べ、国立情報学研究所は最先端の画像ビッグデータ解析と高速パターンマッチングを持つ。また、画像解析では、物理モデルに基づく分光画像解析技術を持ちバイオマーカ抽出へ展開できる。画像データから疾患リスク予測モデルを開発できる最適な機関として非公募指名する。

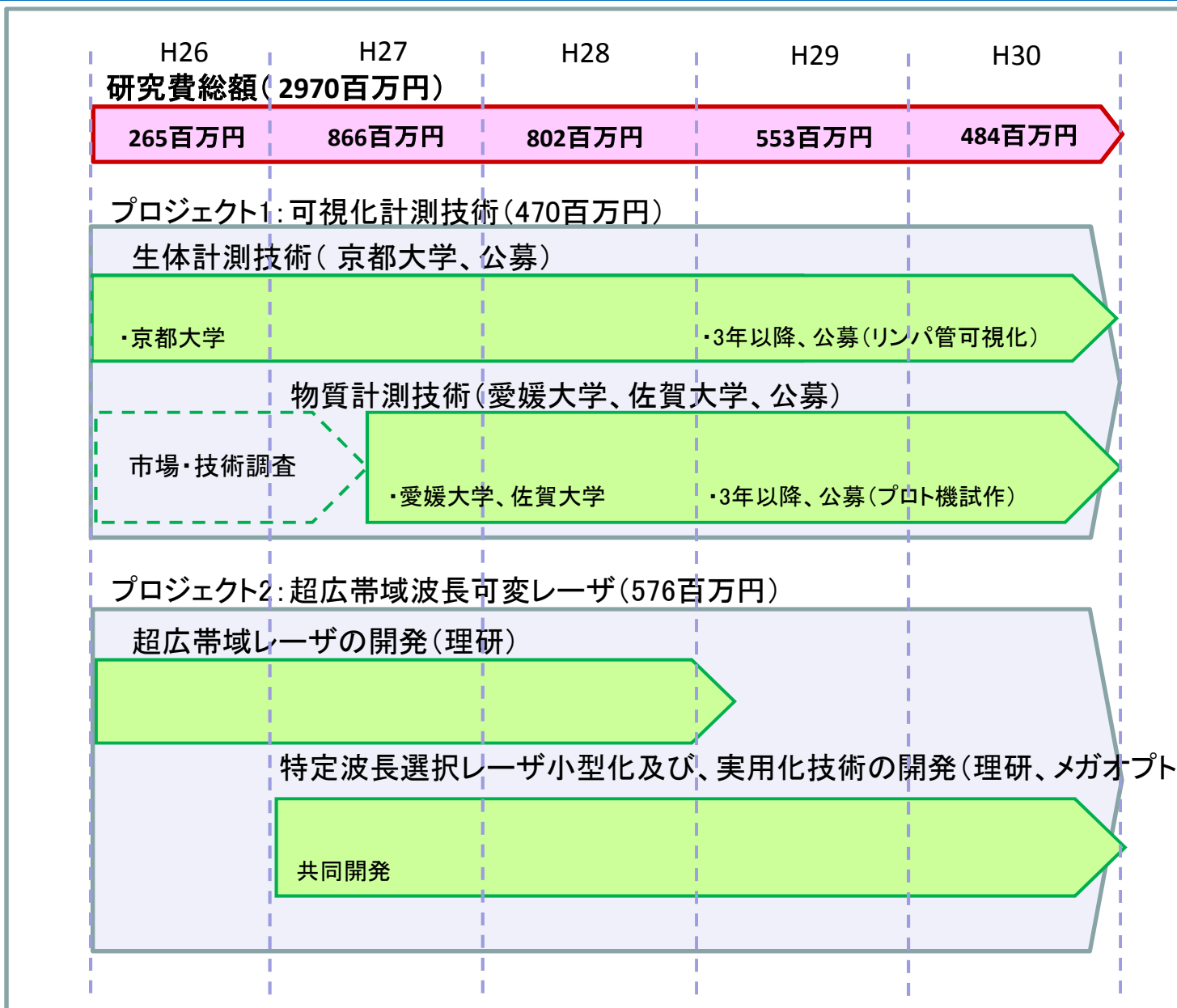
◆選定方法：公募（医療・健康情報の統合化）

フィジビリティスタディでの適応診療領域に合った、健康管理システムと健常者データを有する企業、コホート研究を実施する機関を公募対象とする。

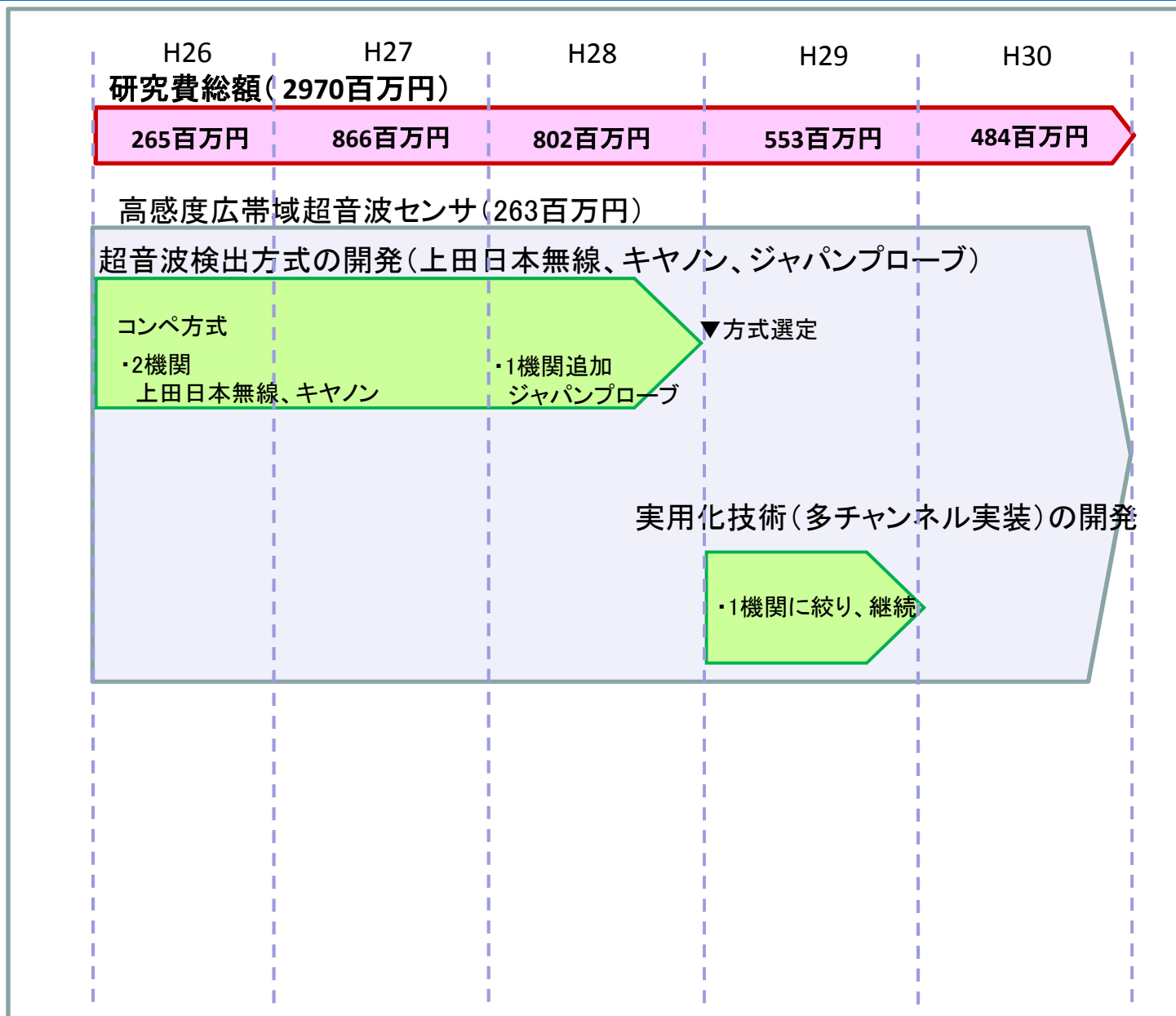
研究開発プログラム全体の体制図



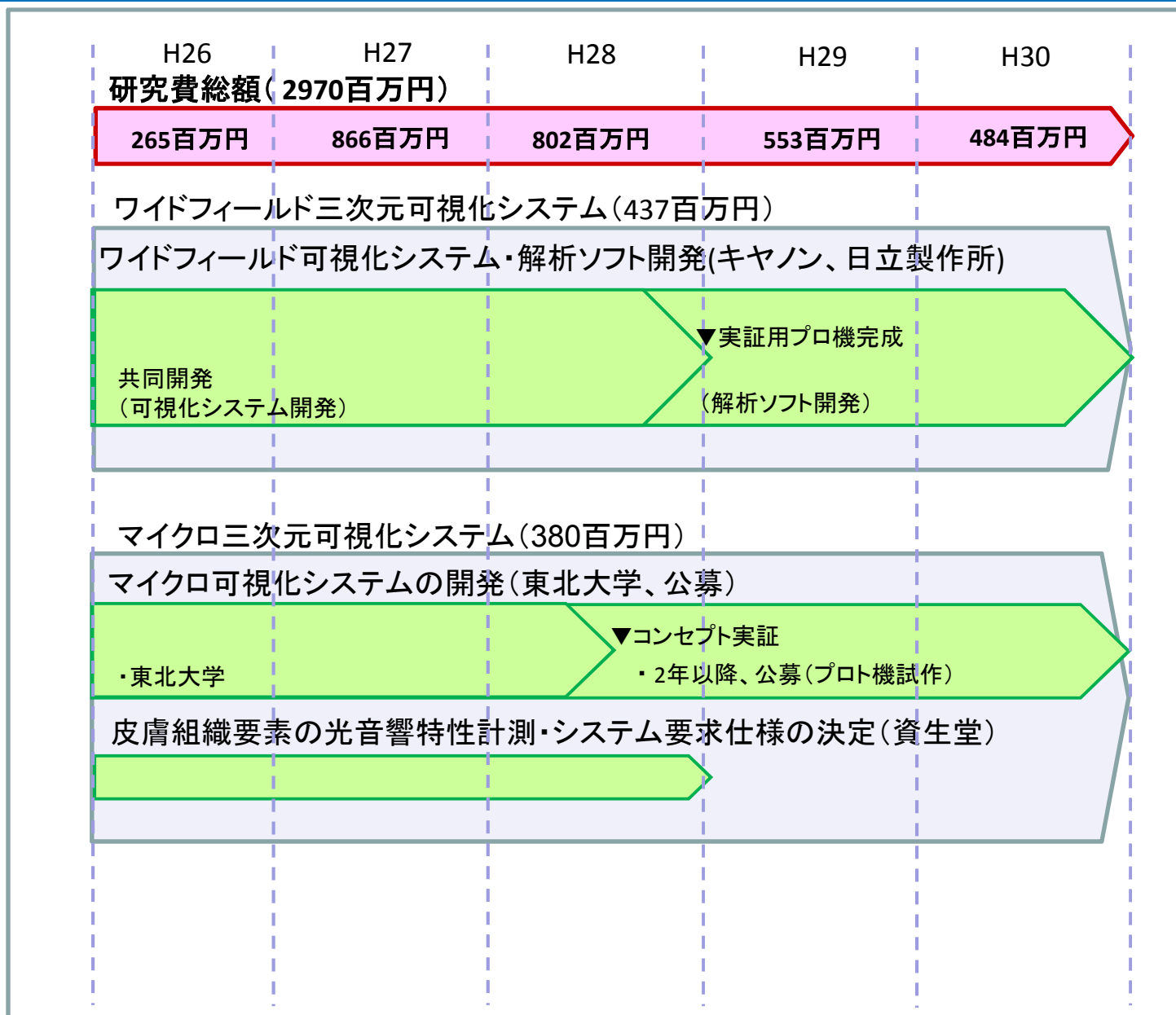
研究開発プログラム予算の想定（1）



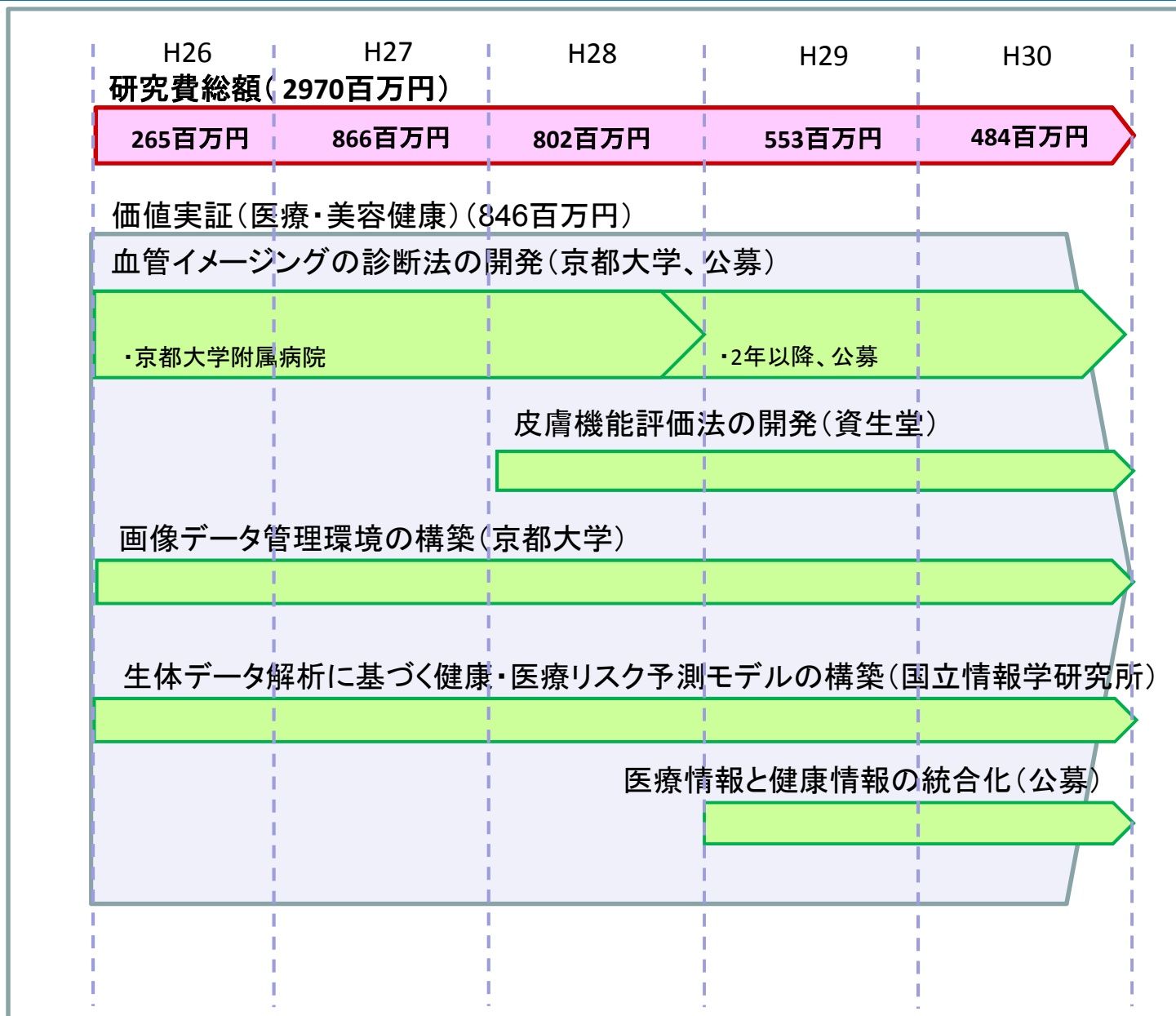
研究開発プログラム予算の想定（2）



研究開発プログラム予算の想定（3）



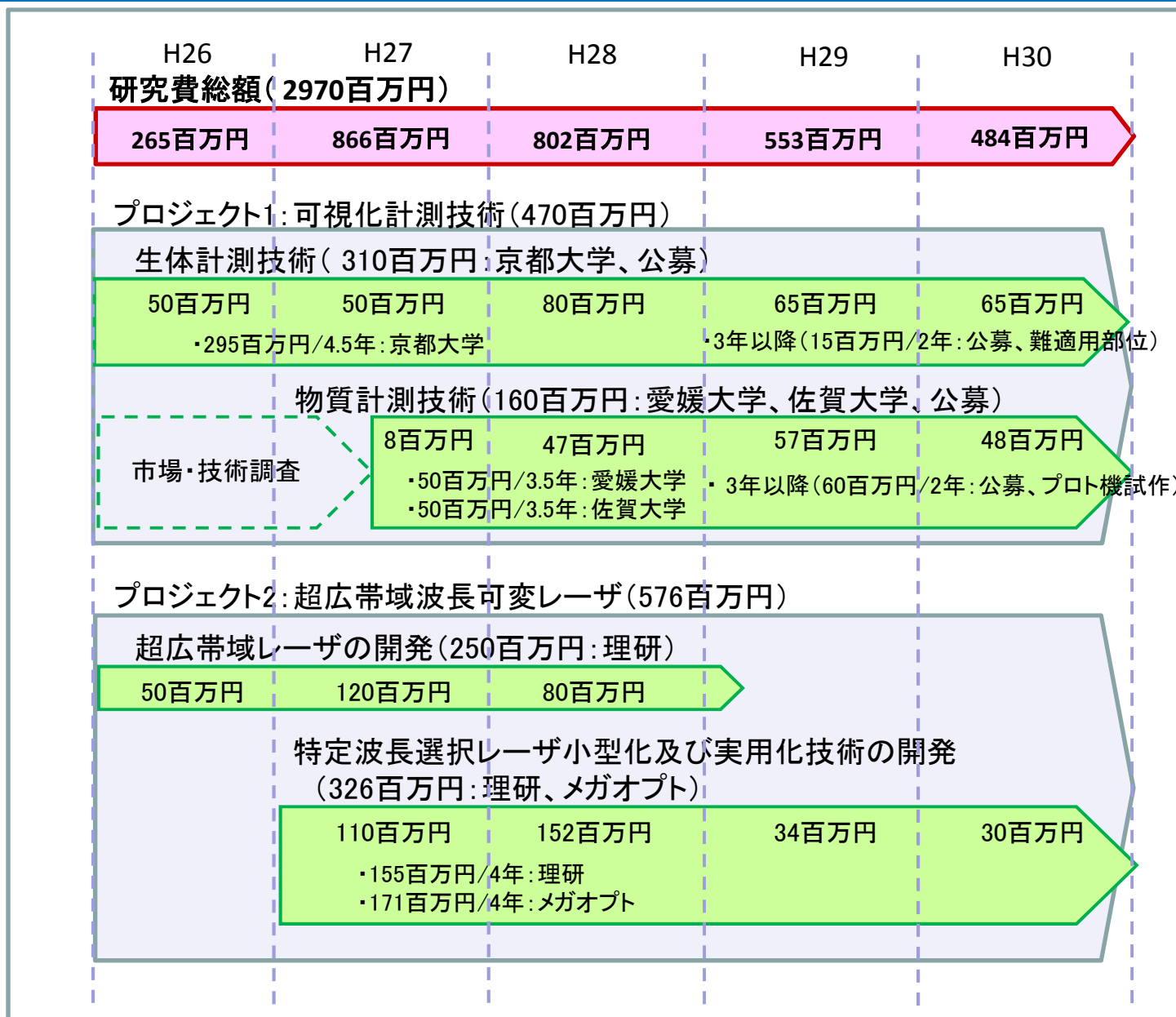
研究開発プログラム予算の想定（４）



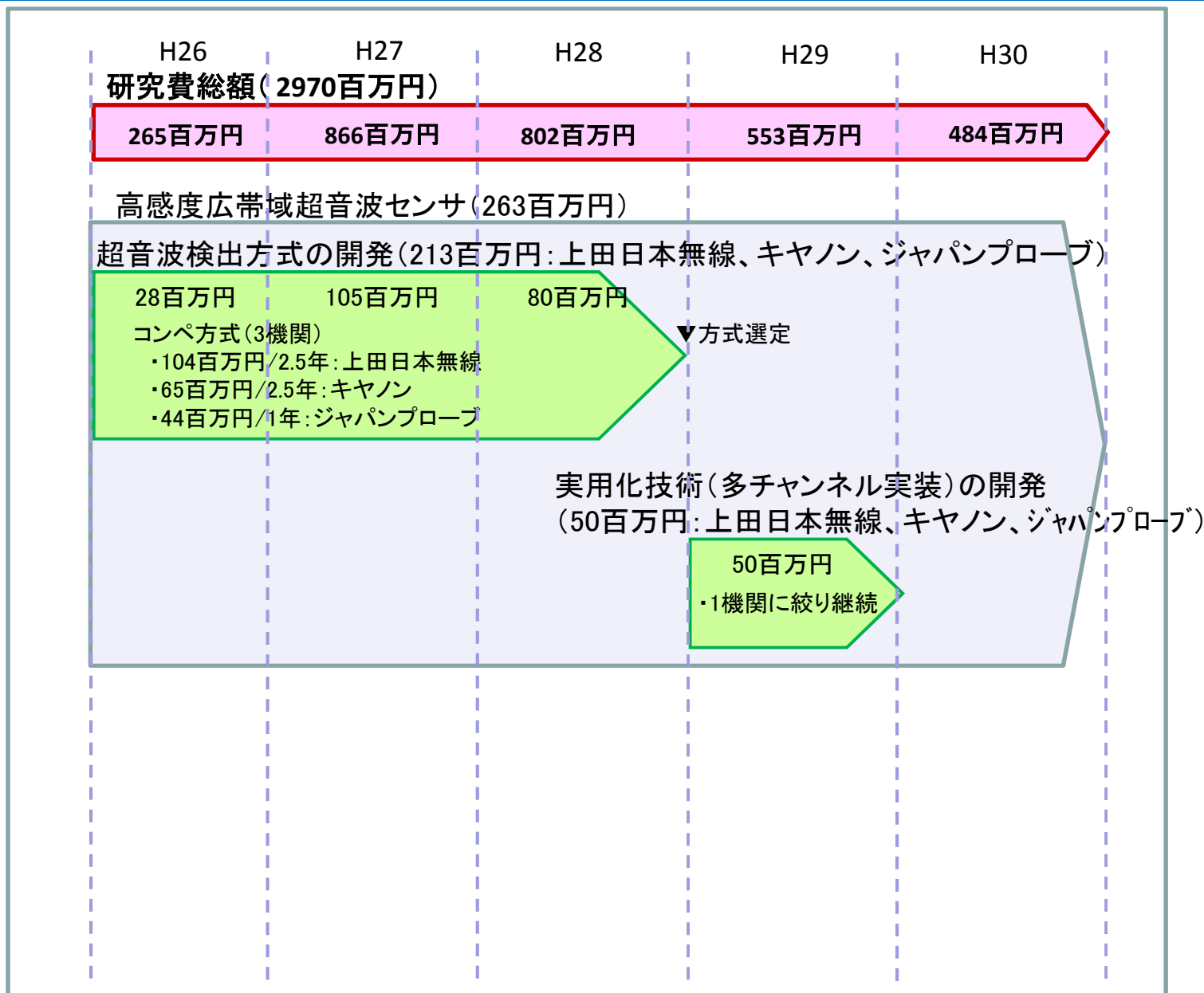
参考資料

研究開発プログラム予算の想定（課題別予算）

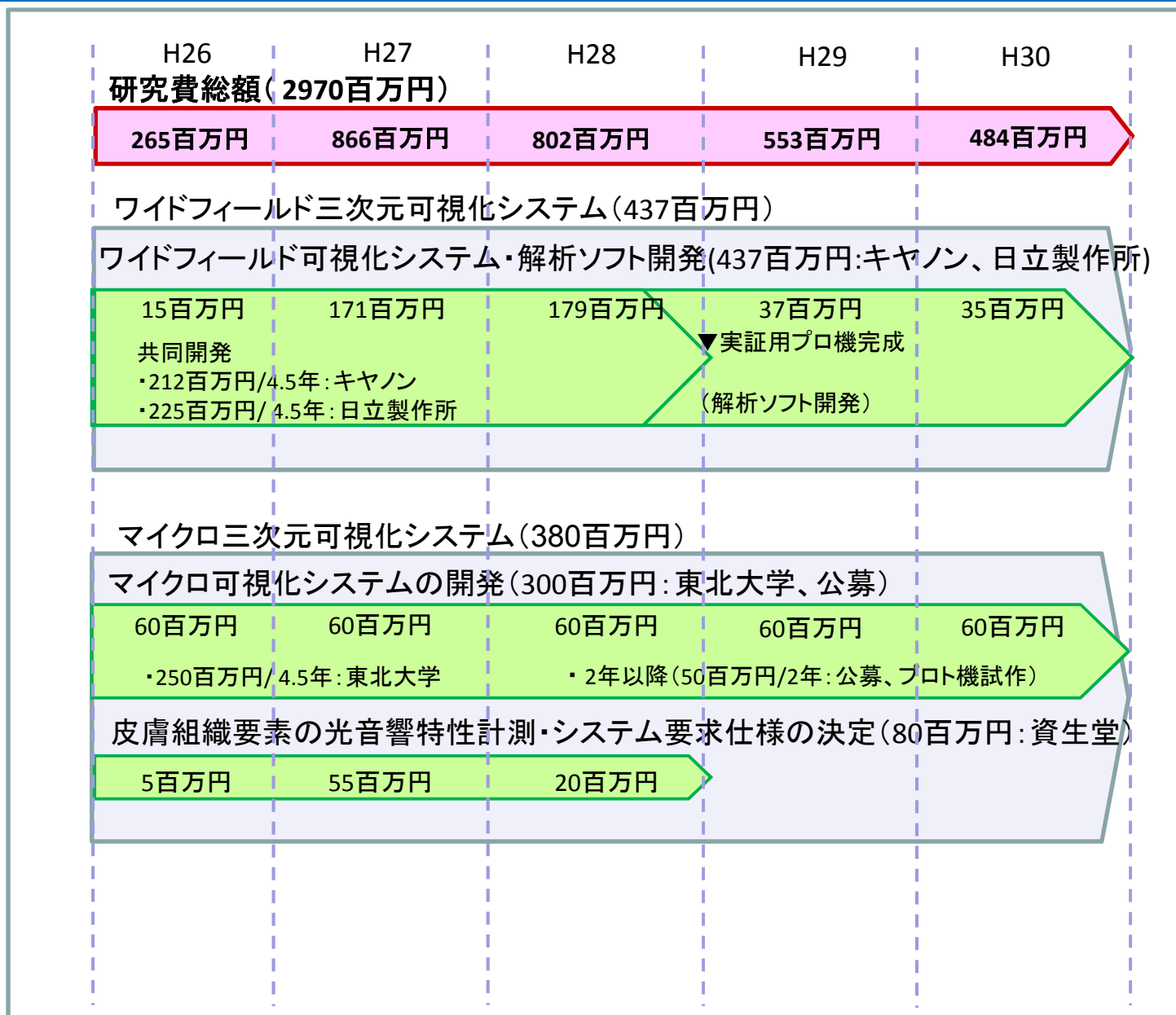
研究開発プログラム予算の想定（1）



研究開発プログラム予算の想定（2）



研究開発プログラム予算の想定（3）



研究開発プログラム予算の想定（４）

