

ムーンショット目標7推進の 考え方について

令和4年1月25日

ムーンショット目標7 プログラムディレクター
(量子科学技術研究開発機構 理事長)

平野 俊夫

研究推進法人: 日本医療研究開発機構 (AMED)

2040年までに、主要な疾患を予防・克服し100歳まで健康不安なく人生を楽しむためのサステイナブルな医療・介護システムを実現

【ターゲット】

1. 日常生活の中で自然と予防ができる社会の実現

- 2040年までに、免疫システムや睡眠の制御等により健康を維持し疾患の発症・重症化を予防するための技術や、日常生活の場面で個人の心身の状態を可視化・予測し、各人に最適な健康維持の行動を自発的に促す技術を開発することで、心身共に健康を維持できる社会基盤を構築する。
- 2030年までに、全ての生体トレンドを低負荷で把握・管理できる技術を開発する。

2. 世界中のどこにいても必要な医療にアクセスできるメディカルネットワークの実現

- 2040年までに、簡便な検査や治療を家庭等で行うための診断・治療機器や、一部の慢性疾患の診断・治療フリー技術等を開発することで、地域に関わらず、また災害時や緊急時でも平時と同等の医療が提供されるメディカルネットワークを構築する。また、データサイエンスや評価系の構築等により医薬品・医療機器等の開発期間を大幅に短縮し、がんや認知症といった疾患の抜本的な治療法や早期介入手法を開発する。
- 2030年までに、小型・迅速・高感度な診断・治療機器や、医師の医学的所見・診断能力をさらに引き上げる技術等を開発し、個人の状況にあった質の高い医療・介護を少ない担い手でも適切に提供できる技術基盤を構築する。

3. 負荷を感じずにQoLの劇的な改善を実現（健康格差をなくすインクルージョン社会の実現）

- 2040年までに、負荷を感じないリハビリ等で身体機能を回復させる技術、不調となった生体制御システムを正常化する技術、機能が衰えた臓器を再生・代替する技術等を開発することで、介護に依存せず在宅で自立的な生活を可能とする社会基盤を構築する。
- 2030年までに、負荷を低減したリハビリ等で身体機能の改善や在宅での自立的な生活をサポートする技術、不調となった生体制御システムを改善する技術を開発する。

（参考：目指すべき未来像）

100歳まで人生を楽しめる 医療・介護システムの実現



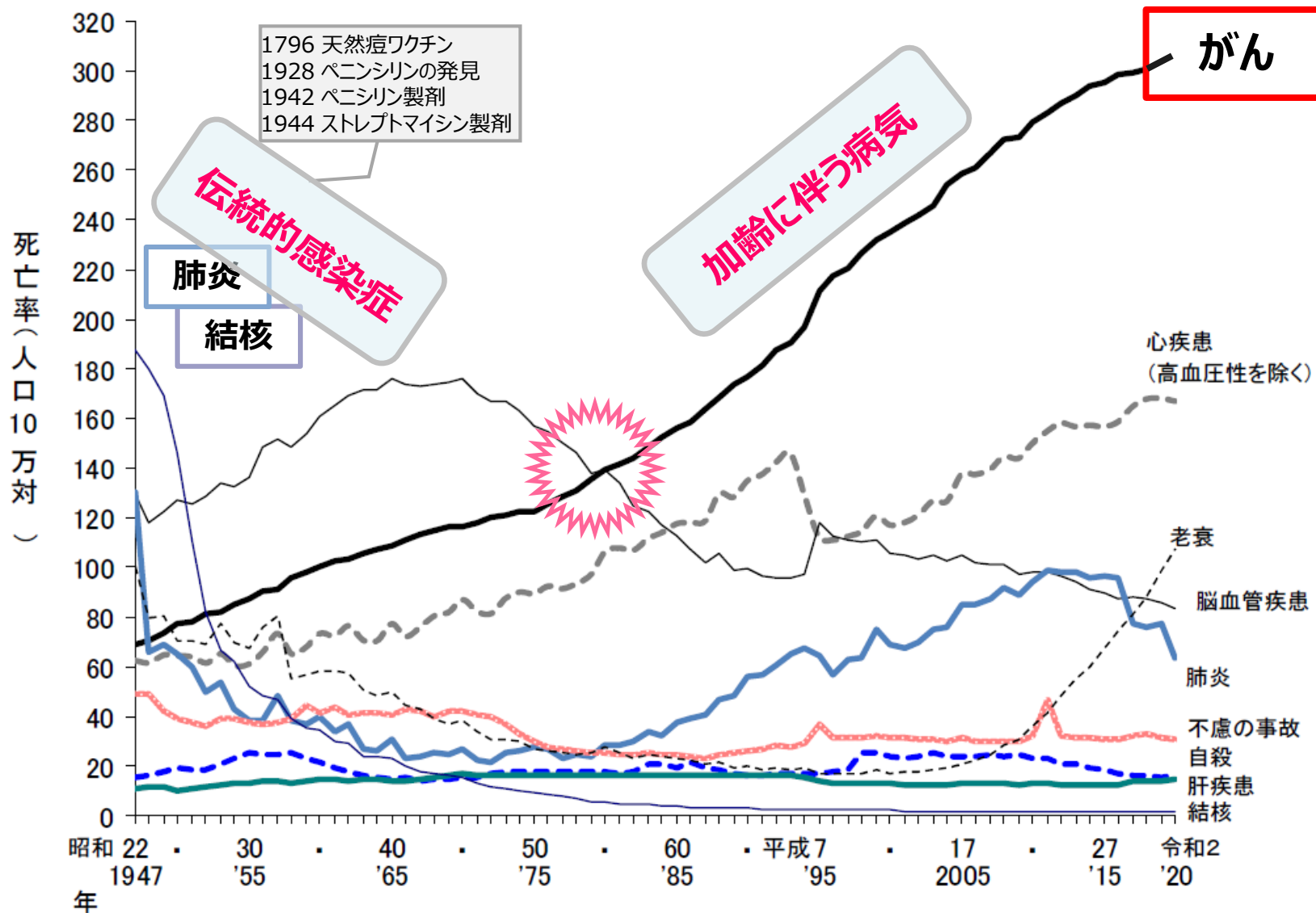
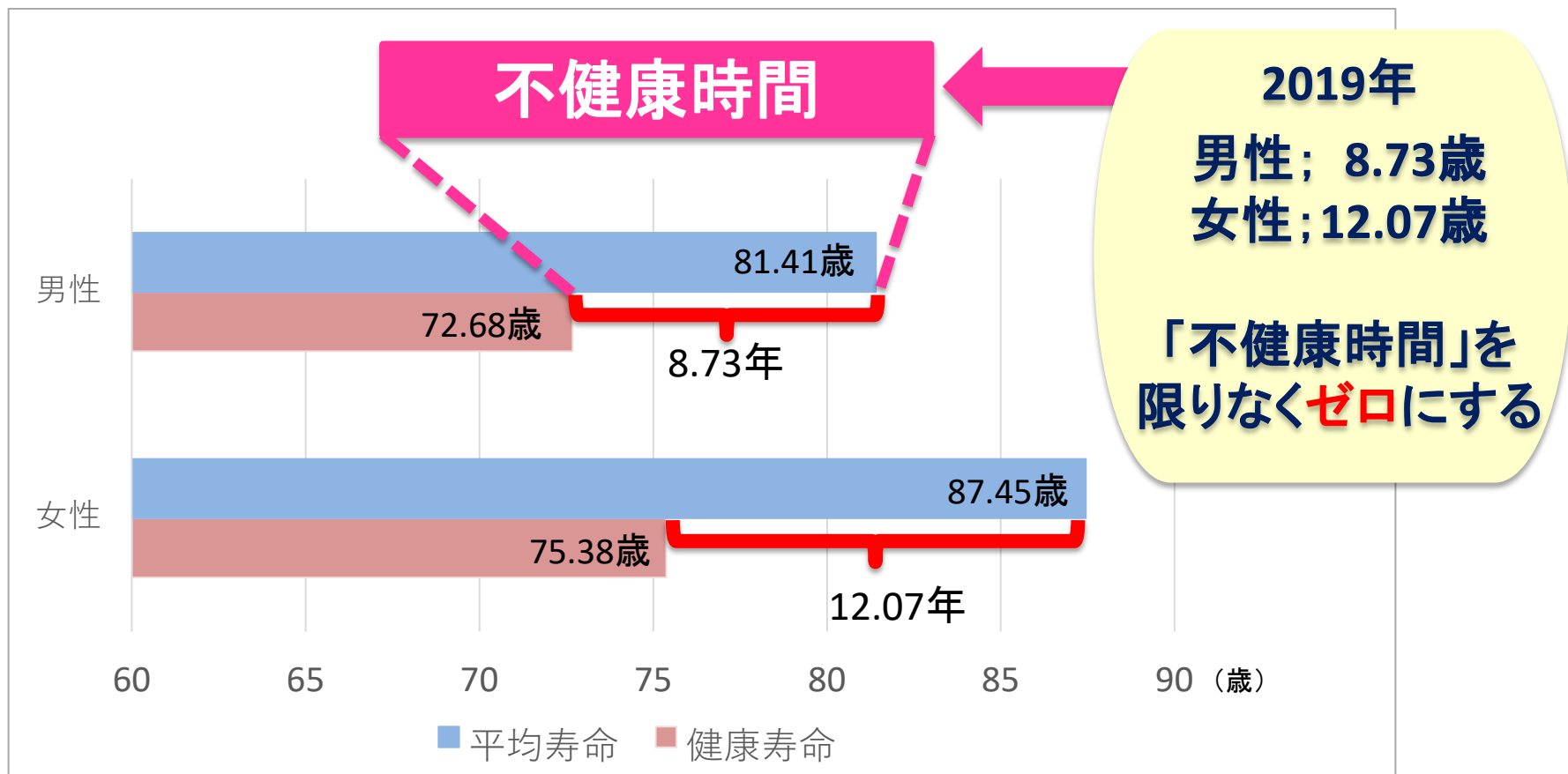


図. 主な死因別にみた死亡率(人口10万対)の年次推移
[出典]厚生労働省「令和2年(2020)人口動態統計月報年計(概数)の概況」



出典：平均寿命は厚生労働省「令和2年簡易生命表」より、健康寿命は「令和3年度 厚生労働行政推進調査事業費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）「健康日本21（第二次）の総合的評価と次期健康づくり運動に向けた研究」分担研究報告書「健康寿命の算定・評価と延伸可能性の予測に関する研究」よりAMED作成。

健康寿命とは、健康な状態で生存する期間、あるいは、その指標の総称（活動制限なし、自覚的健康、介護の必要なし、慢性疾患なし等）

- 1 平均寿命と健康寿命の差は約10年：不健康時間を限りなくゼロにする
- 2 不健康時間が限りなくゼロ⇔ ⇔平均寿命が限りなく生物学的寿命に近づく(～120歳)
- 3 加齢に伴う主たる疾患の予防が重要
- 4 COVID-19などの新興感染症への対応が重要

加齢に伴う主要な疾患 慢性炎症

自己 免疫病

関節リウマチ
エリテマトーデス
甲状腺炎
1型糖尿病
多発性硬化症 など

炎症性 疾患

アルツハイマー
2型糖尿病
肝炎
心臓血管疾患
動脈硬化症
腎炎 など

がん

肺がん
肝臓がん
胃がん
大腸がん
膵臓がん
乳がん
前立腺がん など

局所引き金

組織損傷

老化

突然変異
プレがん細胞

喫煙

感染

肥満

ストレス
神経刺激/睡眠負債など

大気汚染

など

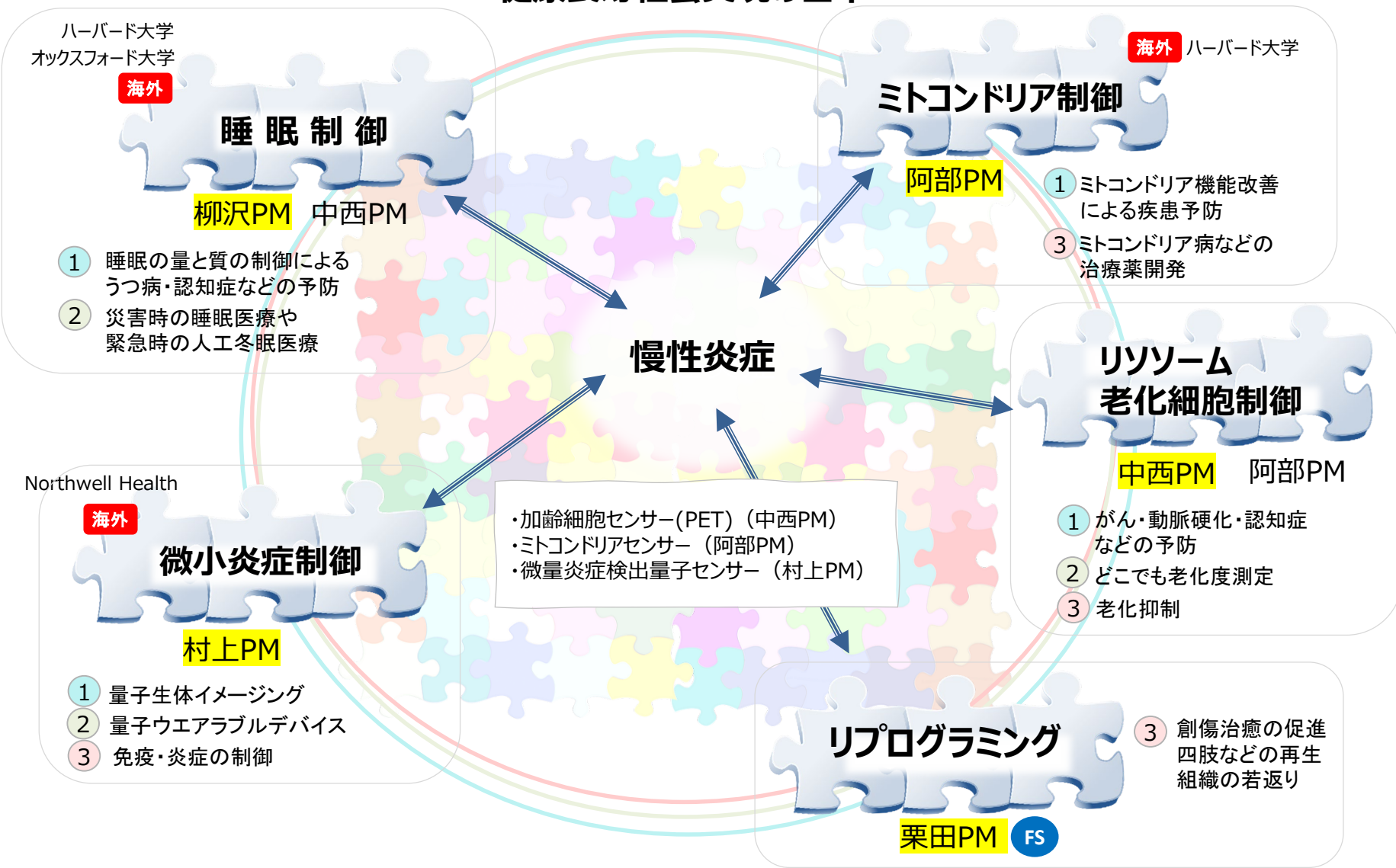
慢性炎症

加齢に伴う疾患

がん、関節リウマチ、心血管疾患、糖尿病、認知症など

健康長寿社会の実現には
慢性炎症の制御が重要

慢性炎症制御 健康長寿社会実現の基本



○がん免疫療法

- ヒトの免疫を担う免疫細胞を制御してがん細胞を除去する革新的な「がん免疫療法」は、本庶佑・京都大学特別教授が2018年にノーベル医学・生理学賞を受賞した「免疫チェックポイント阻害薬」を皮切りに、白血病に対するCAR-T療法が近年飛躍的に高い効果を示すなど、世界的に研究開発が活発になっている。
- がん免疫療法は、手術、抗がん剤、放射線につぐ「第四の治療法」として期待されているが、現行治療薬は一部のがん種にしか有効ではなく、制御性T細胞やネオアンチゲンによるワクチンなど新たな潮流を捉えた革新的な研究開発が望まれている。

○前がん状態からの超早期発見

- リキッドバイオプシーやAI・内視鏡等のイメージング技術により前がん状態の細胞を検出できるようになったほか、空間的遺伝子発現解析技術等の発達や非ゲノムの制御による悪性化機構の解明により、がんの生物学的生態や周囲の微小環境による影響について研究が進められている。
- 我が国が得意とするオルガノイドといった再生・細胞医療技術と連携しつつ、がんの本態解明や生物学的理解により、前がん状態の細胞を超早期発見しがん発症を予防するとともに、そもそも細胞をがん化させない治療薬の実現等が期待される。

○ゲノムデータを用いた予防、診断、治療法開発

- がん研究分野では全ゲノム解析が世界的潮流となっており、米国All of US、英国Genomics EnglandやGA4GHなど国際的アライアンスにおいて、我が国でも全ゲノム解析等実行計画等によりがんのゲノムデータの解析が進んでいる。
- ここで蓄積されたがんゲノムデータを用い、民族間比較やコホート間比較、健康診断情報の利用等を通じて、がんの起源や本態等の理解、未病状態での検出技術、個別化医療・予防研究により、がんの根本的予防法、診断法、治療法の確立が期待されている。

○難治がん

- 3年・5年生存率が著しく低いがん（難治がん）は、研究開発ニーズが極めて高い。特に、膵がんは有効な治療薬がなく5年生存率が90年代から改善がなく現在でも10%程度である。
- 近年、細胞の増殖等に関わるタンパク質「RAS(ラス)」について、がん患者ではRASタンパク質を作り出す遺伝子に変異が確認されており、その異常RASタンパク質を制御できる創薬研究に難治がん克服の大きな期待がされている。

○小児がん

- 小児がんは例数の希少さから企業が取り組みにくく、また新薬の治験も難しいなどハードルが高いが、倫理・人道的観点や成育の観点から重要視される分野であり、研究開発ニーズが高い。
- 米国国立衛生研究所（NIH）も重要課題と位置づけているほか、米国は、我が国の病理診断技術を注目しており、病理診断のAI化に向けた画像情報の共同解析のため、米國小児がん学会からオファーがあるなど共同研究ポテンシャルが高い。また、画像診断に加えてゲノム、エピゲノム、プロテオーム、microRNA等の情報を組み合わせた分子レベルでの病態研究を両国共同で推進することで、疾患メカニズムの解明、革新的な治療薬、超早期の予防診断等を実現できる。

- **ムーンショット目標7達成に向けて、「慢性炎症制御」をキーワードにした研究推進を行っているところ。**
- **がんムーンショットも目標7全体でのシナジーがあるプロジェクトを採択したいと考える。**

以下参考資料

(各プロジェクト紹介)



それぞれの研究は、
どんなことをやっているの？

5つのプロジェクトで研究を行っています。
次のページからは、プロジェクトマネージャー(PM)
から研究内容を紹介してもらいます！



平野PD

①

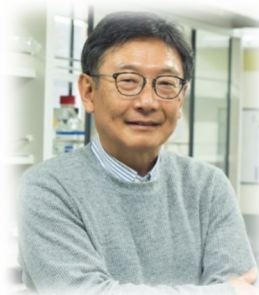
ミトコンドリア先制医療



阿部 高明 PM

③

老化細胞を除去して
健康寿命を延伸する



中西 真 PM

⑤

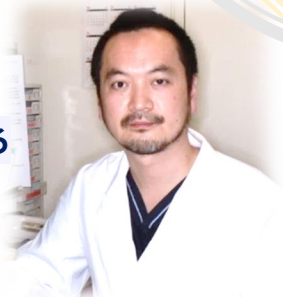
睡眠と冬眠：
二つの「眠り」の解明と
操作が拓く新世代医療の展開



柳沢 正史 PM

②

組織胎児化による
欠損組織再生法
の開発



栗田 昌和 PM

④

「微小炎症」制御
量子と神経の力で
病気の謎を紐解く！



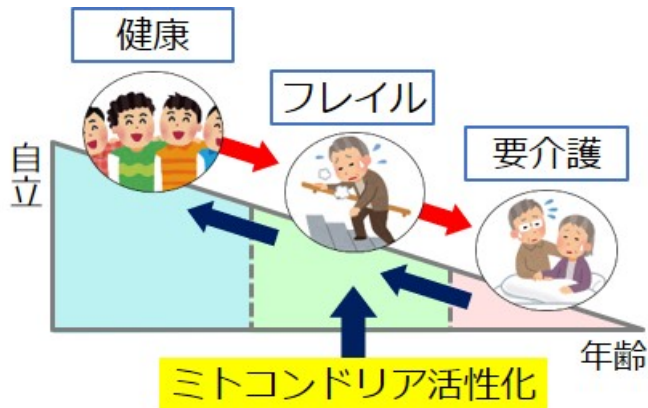
村上 正晃 PM



どんな研究？

ミトコンドリアと腸内細菌が協奏してヒトの健康を調節する「ミトコンドリア・腸内細菌連関」を網羅的・統合的に解析することでその制御メカニズムを明らかにするとともに、ミトコンドリア機能の非侵襲的な診断法と新たな治療薬を開発します。

2040年にはミトコンドリア機能低下を早期に検知し介入・治療することで健康に長寿が達成される社会を目指します。



阿部 高明 PM

東北大学大学院
医工学研究科・教授



2030年までに目指す目標は？



- ミトコンドリア病のみならず難聴、サルコペニア、パーキンソン病など病気の進展の基礎にミトコンドリア機能が低下する多くの疾患に対する治療薬を確立します。
- ミトコンドリア機能センサーを開発します。
- センサー情報と生体分子情報データベースを連動することでフレイルを予防するリハビリ、口腔ケア、食事、薬が提示される個別化予防・個別化医療を確立します。

2040年、この研究で医療はどのように変わる？



自宅に置かれたセンサーやウェアラブルセンサーが加齢に伴って生じるミトコンドリア機能低下を感知し、その人に最適な食事、運動が提示されることによりフレイル・病気にならない健康な生活がおくれる社会になります（予防）。

ミトコンドリア機能低下によって引き起こされる難聴、筋力低下、癌、認知障害・うつ病等に対して有効な診断法と治療法が提供されます（医療）。

<主な研究機関>

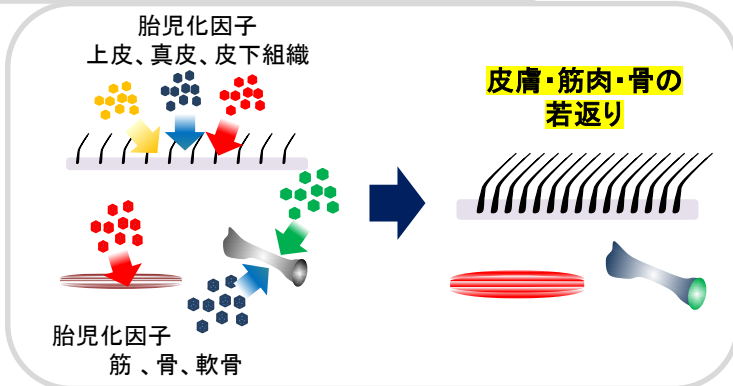
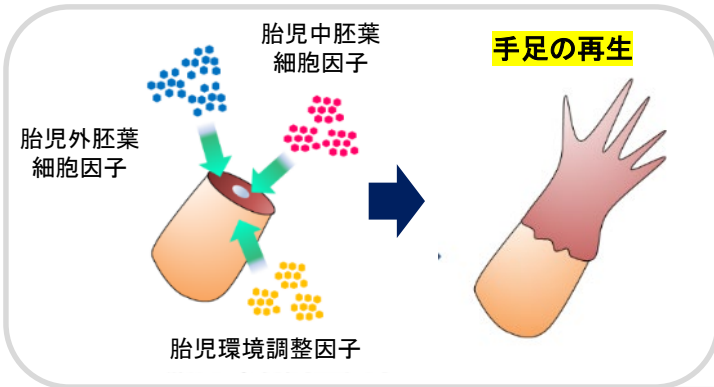
東北大学、慶應義塾大学、理化学研究所、順天堂大学 計6機関



どんな研究？

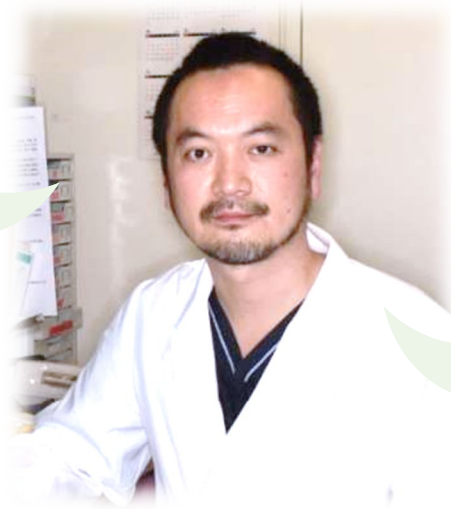
哺乳類動物の体への遺伝子導入によって、失った手足などの組織や器官を再生するとともに、加齢による皮膚や脂肪、筋肉や骨などを、組織胎児化することによって若さを回復する方法を開発します。

生活の質（QoL）にかかわる機能を再獲得することができるよう臨床応用を目指していきます。



栗田 昌和 PM

東京大学
医学部附属病院・助教



2030年までに目指す目標は？



- 動物の胎児由来細胞および遺伝子導入による誘導細胞の移植・周辺組織への遺伝子導入によって、四肢様の形態をもった組織の再生を得ます。
- さまざまな軟部組織や硬組織の細胞に最適化した改変AAV（遺伝子の運び屋）を開発し、それを用いた局所的な遺伝子導入による欠損肢再生を達成します。

2040年、この研究で医療はどのように変わる？



遺伝子導入による局所組織の胎児化を介して哺乳類の欠損四肢の再生を達成することによって、局所的な病態に対する遺伝子治療の臨床応用を後押しします。

産業界と一体となってヒト由来細胞・組織を用いた治療的介入方法の開発を進めることによって革新的な欠損組織再生法の医療応用へつなげます。

＜主な研究機関＞

東京大学、大阪大学 計2機関



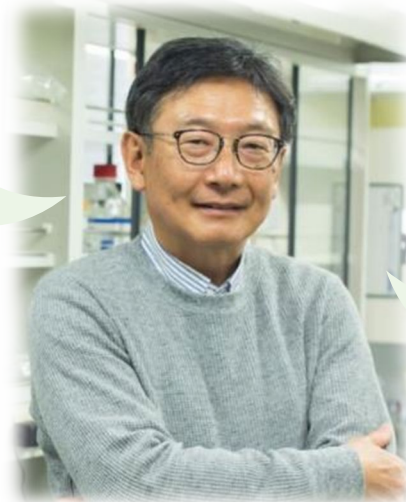
どんな研究？

老化や老年病の共通基盤を構成する慢性炎症の原因となる老化細胞を除去する技術を開発します。これにより高齢者の加齢性変化を劇的に改善し、多様な老年病を一網打尽にする健康寿命延伸医療が実現します。

また簡便な個々人の老化度測定技術を開発することで、誰もが容易にアクセスできる医療ネットワークを構築します。

中西 真 PM

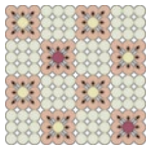
東京大学 医科学研究所
癌・細胞増殖部門癌防御シグナル分野・教授



2030年までに目指す目標は？

- 開発した炎症誘発細胞除去化合物による、加齢に伴う臓器不全が顕著な高齢者を対象とした臨床試験に世界に先駆けて着手し、解析していきます。
- 老化度や老化速度を定量的に測れる簡便な技術（ゲノム解析技術、PET技術、リキッドバイオプシー技術）を社会実装します。

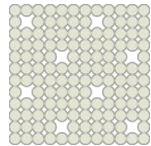
老化細胞の蓄積



過剰な炎症反応



老化細胞の除去



炎症反応抑制

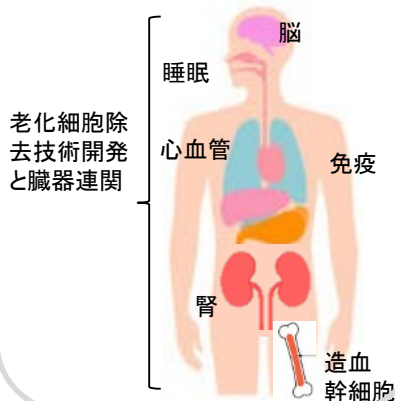
- ・臓器・組織の機能改善
- ・老年病改善、予防

2040年、この研究で医療はどのように変わる？

老化細胞などの炎症誘発細胞を除去する技術を用いて、がんや動脈硬化などの老年病や、加齢に伴う多様な臓器機能不全を標的とした健康寿命延伸医療として社会実装します。

また老化度や老化速度を測れる簡便な検査技術を確立し、老化細胞除去療法の適応や効果について定量的に測れる医療システムを構築します。

老化のメカニズム研究



薬開発 (老化細胞除去)

改善 腎機能、肝機能
肺線維症、筋力低下
動脈硬化

老化測定技術の開発



ゲノム
予測



PET技術



老化
マーカー

<主な研究機関>

東京大学、慶應義塾大学、順天堂大学、京都大学 計6機関

村上 正晃 PM

北海道大学
遺伝子病制御研究所・教授



どんな研究？

慢性炎症の起点「微小炎症」が生じた時期「未病」を検出・除去する技術は、現在ありません。本研究では、量子計測技術と、AIによる情報統合解析により、微小炎症形成機構であるIL-6アンプを超早期に検出する技術と神経回路への人為的刺激で微小炎症を除去する新規ニューロモデュレーション技術にて未病を健常へオートマティックに引き戻す技術を開発します。

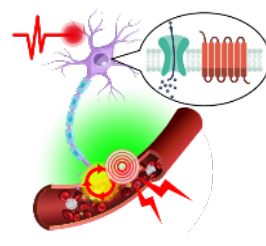


IL-6アンプ



微小炎症

・診る技術 + ・摘む技術



2030年までに目指す目標は？



- 血液・尿などを用いて、病原性細胞・因子の性状や体内の場所を量子技術を用いて超早期・超高感度に検出する方法を確立します。
- ニューロモデュレーション法を利用して疾患患者に先制医療を施し、その有効性を実証します。
- 研究開発で得られるビッグデータを次世代センサーに自動収集させ、微小炎症形成を高精度に予測できるAI技術を開発します。

2040年、この研究で医療はどのように変わる？



免疫反応のプロファイリングや生理・行動情報に関するビッグデータ解析による微小炎症検出技術と、ニューロモデュレーション法などの微小炎症除去技術を開発します。

これらは、AI制御の身につけられる小型の機器と、ビッグデータとの超高速送受信で、世界中のどこにいても日常生活の中で全身臓器の微小炎症除去がオートマティックに可能となりうる超スマート医療として社会実装されます。

<主な研究機関>

北海道大学、新潟大学、東京大学、名古屋大学(計13機関)



どんな研究？

未だ謎の多い「睡眠と冬眠」の神経生理学的な機能や制御機構を解明することで、睡眠を人為的にコントロールする技術やヒトの人工冬眠を可能とする技術を開発し、医療への応用を目指します。

また、人工冬眠は人類の夢である宇宙進出を加速すると期待されています。

柳沢 正史 PM

筑波大学

国際統合睡眠医科学研究機構 機構長/教授



2030年までに目指す目標は？

- 脳が必要とする睡眠時間を調整したり、レム睡眠の割合を調整するような、新薬のもととなる化合物を突き止めます。
- 100万人の睡眠ビッグデータを解析して睡眠負債によって大きくなる疾病リスクを予測する深層学習モデル開発を開始します。
- 人工冬眠誘導薬の新薬のもととなる化合物を突き止め、また、身体への侵襲が少ない冬眠誘導技術を開発してマカクザルで人工冬眠を実現します。

2040年、この研究で医療はどのように変わる？

脳が必要とする睡眠時間やレム睡眠の割合の調整技術の開発、さらに睡眠ビッグデータの解析によって疾病リスクを予測する深層学習モデル開発を通じて、睡眠負債がもたらす疾患の発症・重症化を予防します。

また、人工冬眠技術の開発・応用を進め、致命的疾患や致命的な外傷患者の障害の進行を遅らせることを可能にし、死亡率や後遺症を劇的に減らすことを目指します。



<主な研究機関>

筑波大学、理化学研究所、慶應義塾大学、(株)S'UIMIN 計8機関