

平成30年度
卓越大学院プログラム プログラムの基本情報 [採択時公表。ただし、項目11、12については非公表]

機関名	広島大学		機関番号	15401
1. 全体責任者 (学長)	※ 共同申請のプログラムの場合は、全ての構成大学の学長について記入し、申請を取りまとめる大学 (連合大学院によるもの場合は基幹大学)の学長名に下線を引いてください。 (ふりがな) (おち みつお) 氏名・職名 越智 光夫 (広島大学長)			
2. プログラム責任者	(ふりがな) (たかた たかし) 氏名・職名 高田 隆 (広島大学・理事・副学長 (社会産学連携担当))			
3. プログラム コーディネーター	(ふりがな) (やまもと たかし) 氏名・職名 山本 卓 (広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻・教授)			
4. 設定する領域	最も重視する領域 【必須】	③将来の産業構造の中核となり、経済発展に寄与するような新産業の創出に資する領域		
	関連する領域(1) 【任意】	なし		
	関連する領域(2) 【任意】	なし		
	関連する領域(3) 【任意】	なし		
5. 主要区分	最も関連の深い区分 (大区分)	G		
	最も関連の深い区分 (中区分)	43	分子レベルから細胞レベルの生物学およびその関連分野	
	最も関連の深い区分 (小区分)	43050	ゲノム生物学関連	
	次に関連の深い区分 (大区分)【任意】	F		
	次に関連の深い区分 (中区分)【任意】	38	農芸化学およびその関連分野	
	次に関連の深い区分 (小区分)【任意】	38060	応用分子細胞生物学関連	
6.	プログラム名称	ゲノム編集先端人材育成プログラム		
	英語名称	The Frontier Development Program for Genome Editing		
7. 授与する博士学 位分野・名称	博士(理学)、博士(工学)、博士(学術)、博士(医学)、博士(歯学)、博士(薬学)または博士(農学) 付記する名称:ゲノム編集先端人材育成プログラム			
8. 学生の所属する 専攻等名 (主たる専攻等がある場合は下線を引いてください。)	広島大学大学院理学研究科生物科学専攻 広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻 広島大学大学院先端物質科学研究科分子生命機能科学専攻 広島大学大学院医歯薬保健学研究科医歯薬学専攻 広島大学大学院生物圏科学研究科生物資源科学専攻 広島大学大学院生物圏科学研究科生物機能開発学専攻			
9. 連合大学院又は共同教育課程による申請の場合、その別	※ 該当する場合には○を記入			
	連合大学院		共同教育課程	
10. 連携先機関名(他の大学、民間企業等と連携した取組の場合の機関名、研究科専攻等名)				
京都大学iPS細胞研究所、徳島大学大学院社会産業理工学研究部、ハーバード大学 Department of Molecular and Cellular Biology、マツダ株式会社技術研究所				

(機関名: 広島大学 プログラム名称: ゲノム編集先端人材育成プログラム)

[採択時公表]

13. プログラム担当者一覧				
氏名	フリガナ	機関名・所属(研究科・専攻等)・職名	現在の専門学位	役割分担 (平成30年度における役割)
(プログラム責任者) 高田 隆	タカタ タカシ	広島大学・理事・副学長(社会産学連携担当)	形態系基礎歯科学 歯学博士	事業総括
(プログラムコーディネーター) 山本 卓	ヤマモト タカシ	広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻・教授	ゲノム生物学 博士(理学)	ライフサイエンスコース、メディカルコース の個別プログラムの取りまとめ及び教育研究 指導担当
坂本 敦	サカモト アツシ	広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻・教授	植物分子、 生理科学 博士(農学)	ライフサイエンスコースの教育研究指導担当
井出 博	イデ ヒロシ	広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻・教授	分子生物学 工学博士	ライフサイエンスコースの教育研究指導担当
坂本 尚昭	サカモト ナオアキ	広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻・准教授	分子生物学 博士(理学)	ライフサイエンスコースの教育研究指導担当
島田 裕士	シマダ ヒロシ	広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻・准教授	植物分子細胞生物 学 博士(理学)	ライフサイエンスコースの教育研究指導担当
佐久間 哲史	サカマ テツシ	広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻・講師	ゲノム生物学 博士(理学)	ライフサイエンスコースの教育研究指導担当
鈴木 賢一	スズキ ケンイチ	広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻・特任准教授、基礎生物学研究所・特任准教授	発生生物学 博士(理学)	ライフサイエンスコースの教育研究指導担当
落合 博	オチアイ ヒロシ	広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻・特任講師	分子生物学 博士(理学)	ライフサイエンスコース及びメディカルコース の教育研究指導担当
細羽 康介	ホソバ コウスケ	広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻・助教	分子生物学 博士(理学)	ライフサイエンスコース及びメディカルコース の教育研究指導担当
津田 雅貴	ツタ マサキ	広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻・助教	放射線生物 博士(医学)	ライフサイエンスコース及びメディカルコース の教育研究指導担当
千原 崇裕	チハラ タカヒロ	広島大学大学院理学研究科生物科学専攻・教授	神経遺伝学 博士(理学)	ライフサイエンスコースの教育研究指導担当
荻野 肇	オギノ ハジメ	広島大学両生類研究センター・センター長 併大学院理学研究科生物科学専攻・教授	発生生物学、 進化生物学 博士(理学)	ライフサイエンスコースの教育研究指導担当
田川 訓史	タカワ ケンシ	広島大学大学院理学研究科附属臨海実験所 併大学院理学研究科生物科学専攻・准教授	進化発生学 博士(理学)	ライフサイエンスコースの教育研究指導担当
藤江 誠	フジエ マコト	広島大学大学院先端物質科学研究科分子生命機能科学専攻・准教授	植物細胞生物学 博士(理学)	ライフサイエンスコースの教育研究指導担当
堀内 浩幸	ホリウチ ヒロユキ	広島大学大学院生物圏科学研究科生物機能開発学専攻・教授	動物細胞工学、 免疫生物学 博士(学術)	ライフサイエンスコース及びメディカルコース の教育研究指導担当
島田 昌之	シマダ マサユキ	広島大学大学院生物圏科学研究科生物資源科学専攻・教授	生殖生物学 博士(獣医学)	ライフサイエンスコースの教育研究指導担当
矢中 規之	ヤナカ ノリユキ	広島大学大学院生物圏科学研究科生物機能開発学専攻・准教授	分子栄養学 博士(農学)	ライフサイエンスコースの教育研究指導担当
茶山 一彰	チャヤマ カズアキ	広島大学大学院医歯薬保健学研究科医歯薬学専攻・教授	消化器・代謝内科 学 博士(医学)	メディカルコースの教育研究指導担当
安達 伸生	アタチ ノブオ	広島大学大学院医歯薬保健学研究科医歯薬学専攻・教授	膝関節外科 医学博士	メディカルコースの教育研究指導担当
宿南 知佐	シュクナミ チサ	広島大学大学院医歯薬保健学研究科医歯薬学専攻・教授	分子生物学 博士(歯学)	メディカルコースの教育研究指導担当
坂口 剛正	サカグチ タケマサ	広島大学大学院医歯薬保健学研究科医歯薬学専攻・教授	ウイルス学 博士(医学)	メディカルコースの教育研究指導担当
岡田 賢	オカダ ケン	広島大学大学院医歯薬保健学研究科医歯薬学専攻・講師	免疫学 博士(医学)	メディカルコースの教育研究指導担当
金子 雅幸	カネコ マサユキ	広島大学大学院医歯薬保健学研究科医歯薬学専攻・准教授	生化学 博士(薬学)	メディカルコースの教育研究指導担当
安井 弥	ヤスイ ヲサム	広島大学大学院医歯薬保健学研究科医歯薬学専攻・教授	分子病理学 医学博士	メディカルコースの教育研究指導担当

(機関名：広島大学 フリガナ名称：ゲノム編集先端人材育成プログラム)

平成30年度
 卓越大学院プログラム 計画調書

[採択時公表]

(1) プログラムの全体像【1 ページ以内】

(申請するプログラムの全体像を1 ページ以内で記入してください。)

ゲノム編集は、人工の DNA 切断酵素（ゲノム編集ツール）を利用することによって、様々な生物のゲノム情報を自在に書き換える新しいバイオテクノロジーである。微生物から動物や植物まで広い範囲で利用可能な技術であることから、ゲノム編集は近年急速に広がり、その技術開発競争は激しさを増している。基礎研究に加え、品種改良、創薬、遺伝子治療などの産業利用および医療応用も目前に迫っていることから、国内でのゲノム編集研究開発の推進は急務であり、海外に遅れをとらないよう技術開発と利用促進を進める必要がある。特に、2012 年の新しいゲノム編集ツール CRISPR-Cas9 の開発によって最先端の研究スタイルは大きく変わってきた。CRISPR-Cas9 を用いたゲノム編集は、技術の導入が簡便であることから、一定のスピードで国内に広がる一方、日本独自のゲノム編集技術の開発者や熟練者は少ないのが現状であり、ゲノム編集ツールの開発競争に日本は遅れをとったと言わざるを得ない。このような状況ではあるが、ゲノム編集技術の本質的な価値は、これまで遺伝子改変が困難であった生物種での遺伝子改変や疾患治療への利用にあり、産業利用が可能な点にある。細胞腫や生物種ごとにゲノム編集を利用するための条件は異なり、有用な作物や疾患モデルを作出するノウハウやゲノム編集を効率的に働かせるデリバリー技術の開発などは、これからの開発課題と言ってよい。この開発を日本主導で行うことによってのみ、ライフサイエンス分野での日本の巻き返しが可能になると考えられ、ゲノム編集を使いこなせる人材・ゲノム編集を産業へ直結させる人材の養成が急務である。アカデミアの研究者や企業研究者においても、依然としてゲノム編集技術の修得は不十分であり、アカデミアと産業界が一体となって、ゲノム編集先端人材を育成できれば、食品、医薬品、化粧品、バイオエネルギーなど様々な分野への波及効果は計り知れない。

広島大学は、国内トップクラスのゲノム編集研究実績を有し、一般社団法人日本ゲノム編集学会を運営する中心研究者が複数所属している。さらに、産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (OPERA) において、ゲノム編集技術を産業利用するための基盤技術を開発するプロジェクト(ゲノム編集による革新的な有用細胞・生物作成技術の創出)を、素材、エネルギー、情報、医薬等の多様な分野の企業 24 社と実施しており、産学連携での人材育成とキャリアパス形成も含めて研究開発を進めている。このプロジェクト参画企業からも、研究開発プログラムと連動したゲノム編集の体系的な教育プログラムによる社会実装まで見通す力を持った研究者養成に対する要望が大きい。そこで本プログラム「ゲノム編集先端人材育成プログラム」では、国内外のトップクラスのゲノム編集研究者が実施するカリキュラムによって、新たな産業に基づく産業構造の変化やそれに対する社会動向の変化にも柔軟に対応できるような、以下の人材を育成する。

- ① **ゲノム編集の産業技術開発者**：ゲノム編集技術を有効に利用するためのノウハウを修得した企業研究者を育成する。ゲノム編集技術を様々な生物種に適用する方法に加えて、精密改変（遺伝子ノックインや一塩基改変）法を修得する。
- ② **ゲノム編集の創薬治療開発者**：ゲノム編集は疾患治療に直結する新しい技術と期待されている。疾患治療に必要な細胞作製技術やそれを用いた橋渡し研究（トランスレーショナルリサーチ）を行う研究者を育成する。
- ③ **ゲノム編集の基礎研究開発者**：海外のゲノム編集技術の開発スピードに追いつき追いこせる競争力と意欲を有する研究者を育成する。単に、現在のゲノム編集技術を修得するだけではなく、新しい技術（改変技術やデリバリー技術）の開発力を修得する。
- ④ **ゲノム編集関連ベンチャーの起業家**：ゲノム編集技術の研究成果をもとに新規産業分野の価値創造を企画し、それを自ら新規創業に結び付ける創業マインドをもった研究者を育成する。このために、広島大学のアントレプレナーシップ教育プログラムや学内のベンチャービジネス創出のためのシーズ発掘プログラム等と連携して、基本的な起業家能力養成や自らの研究テーマを題材にした実践型研修を行う。

上記の人材を育成するため、本プログラムでは、ライフサイエンス5年コースとメディカル4年コースの2つのコースを設置し（学生受入れ予定各年10名）、ゲノム編集の基礎から応用に至る知識と技術の修得を図る。両コースでは、海外先端研究室あるいは産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (OPERA) 参画企業や連携機関との共同研究を通して、先端的かつ実践的な研究開発力を育成することを特長としている。これらの取組みにより、**バイオ分野における新産業創出をリードする人材の育成を目指す。**

ポンチ絵は不要です。

（２）プログラムの内容【４ページ以内】

（国内外の優秀な学生を、高度な「知のプロフェッショナル」、すなわち、俯瞰力及び独創力並びに高度な専門性を備え、大学や研究機関、民間企業、公的機関等のそれぞれのセクターを牽引する卓越した博士人材へと育成するため、国際的に通用する博士課程前期・後期一貫した質の保証された学位プログラムを構築・展開するカリキュラム及び修了要件等の取組内容を記入してください。また、人材育成上の課題を明確にした上で、その課題解決に向け検証可能かつ明確な目標を、プログラムの目的にふさわしい水準で設定し、さらに、目標の達成のために申請大学全体の大学院システムをどのように変革するかを明確に記入してください。）

【本プログラムで育成する人材像】

本プログラムでは、将来の産業構造の中核となり、経済発展に寄与する新産業創出を導く領域を開拓する産業技術開発に資する人材を育成する。ゲノム編集は、基礎から応用まで幅広いバイオ産業での利用が期待されており、この技術を使いこなせる人材育成は急務である。そのため、微生物や培養細胞のゲノム編集を自在に行う研究者、有用品種の作出を実現する研究者、創薬や治療でのゲノム編集技術を開発する研究者に加えて、基礎技術開発者の育成を目指す。さらに、国内外のゲノム編集技術の開発を行うベンチャー起業家の育成を行う。

【本プログラムを通じて修得すべき知識・能力】

本プログラムでは、新産業創出を担うゲノム編集の産業技術開発者や創薬・治療研究者、基礎研究者を育成するために以下の知識と技術を修得する学位プログラムを構築する。

（１）ゲノム編集技術の原理に関する基盤知識

ゲノム編集の基盤となる人工 DNA 切断酵素の開発に関する背景やこれらの酵素を利用した改変技術の基礎を学ぶ。これら開発に関する基礎知識の修得から、新しい酵素を開発するための方向性や開発ビジョンを生み出す基盤を築く。また、DNA の複製・修復・組換え機構の基礎知識を学ぶことにより、新しいゲノム編集改変技術を開発する能力を身につける。

（２）微生物でのゲノム編集による遺伝子改変の知識と技能

バイオ燃料となる油脂や有用物質を産生する微生物を対象としたゲノム編集に関する知識を修得する。本プログラムでは、藻類、酵母類、カビやキノコ類などの微生物でのゲノム編集の最新の研究動向について理解する。

（３）培養細胞でのゲノム編集による遺伝子改変の知識と技能

基礎研究および疾患研究において必要とされる培養細胞でのゲノム編集に関する知識を習得する。培養細胞といっても、幹細胞、がん細胞から初代培養細胞まで様々なタイプがあり、細胞種ごとによってゲノム編集の戦略は異なる。本プログラムでは、培養細胞の特徴を理解して、どのようなゲノム編集技術が選択できるかを判断できる能力と改変技術を修得する。

（４）動物や植物でのゲノム編集による遺伝子改変の知識と技能

モデル生物でのゲノム編集は、物質評価、品種改良や医学研究（疾患モデル動物の作製）において必須な技術である。本プログラムでは、魚類、両生類、鳥類、哺乳類および植物でのゲノム編集についての基礎知識を修得するとともに、小型魚類や両生類でのゲノム編集法を実習によって修得する。

（５）スピードの速いゲノム編集技術開発に遅れない対応力

ゲノム編集は常に進化を続けており、この技術を研究や産業を利用するためには、最新の技術をサーチし、自身の知識や技術開発につなげる意識改革が必要である。単に既存知識の習得にとどまらない生きた情報を得ることによって、産業利用につなげる技術開発を目指すための教育を行う。

（６）ゲノム編集の安全性に関する知識と評価技能

ゲノム編集技術の安全性についての考え方について学ぶとともに、培養細胞でのゲノム編集のオフターゲット切断を検出する技術を修得する。様々な分野における安全性評価をどのように進めるべきかを、微生物、品種改良、遺伝子治療などでの利用を過程したケーススタディによって修得する。

(7) ゲノム編集の知的財産の創出とマネジメントに関する知識

ゲノム編集ツールや遺伝子改変の基礎研究で生まれる基本特許や産業応用の研究で生まれる応用特許の事例を通じて、研究から発明、権利化、産業利用までの一連の知的財産マネジメントのプロセスを学ぶ。さらに、国内外のゲノム編集ツール関連特許の出願や権利化の最新動向や応用特許の現状等についての知識習得を通じて、ゲノム編集の特許戦略立案に向けた考え方や手法を修得する。

(8) ゲノム編集に関する社会受容や倫理に関する知識

ゲノム編集は、様々な分野での利用が見込まれていることから、多くの社会的な問題が想定されている。“ゲノム編集で作出された生物は、遺伝子組換え生物と何が違うのか？”、“ヒト受精卵での利用に関してはどう考えるべきなのか”など、演習形式のケーススタディを行う。これによって、企業における本技術を利用する際のシナリオ作成のノウハウについて修得する。

【国際的に通用する博士課程前期・後期一貫した質の保証された学位プログラムを構築・展開するカリキュラム及び修了要件等の取組内容】

本プログラムは、主に新産業創出を目指す人材育成のためのライフサイエンスコースとゲノム編集治療および創薬を目指す人材育成のためのメディカルコースの2つのコースを設置し、一貫したプログラムを構築する。

(1) **ライフサイエンスコース（5年）**：1年次と2年次において、ゲノム編集の基礎科目と先端科目およびベンチャー起業基礎科目を学び、実践英語演習による研究に使える英語を修得する。分野ごとに必要とされるゲノム編集技術は、広島大学および連携機関が実施する先端実習により修得する。これらの知識と技能について筆記および技能試験によって評価する（博士論文基礎力審査（Qualifying Examination1：QE1））。3年次から4年次では、ゲノム編集の最先端知識の修得（国内外のトップランナー研究者の招聘）、海外先端研究室トレーニングおよび OPERA 参画企業インターンシップ、連携機関での先端実習による共同研究の実践教育を実施する。研究指導科目が企業との共同研究の場合、相手先企業（都合によっては、別の OPERA 参画企業）へ出向き、インターンシップとして、実用化研究を行い、企業における研究現場の最先端の研究開発状況を体得させる。3年目以降に実施し、期間は、3ヶ月とする。4年次終了時において特別研究の成果が学位申請に値するかどうかの評価を行う（博士候補者試験（Qualifying Examination 2：QE2））。学位取得に関しては、査読付き論文の筆頭著者での発表を基本とする（博士論文審査（Final Examination：FE））。ライフサイエンスコースでは、企業研究者の入学が想定されるため、ゲノム編集の基盤知識および基礎技能を有する修士課程修了相当の人材を3年次から社会人入学枠として受け入れ、産業技術開発者を3年間で育成する。

(2) **メディカルコース（4年）**：1年次と2年次前半においてゲノム編集の基礎科目と先端科目を学び、実践英語演習により海外共同研究に必須な英語を修得する。さらに、広島大学が実施する先端実習によりゲノム編集技術を修得する。これらの知識と技能について、QE1では筆記および技能試験によって評価する。2年次後半から3年次では、ゲノム編集の先端知識の修得、海外研究室トレーニングあるいは連携機関での先端実習を実施する。3年次終了時において学位申請に関する評価を実施する(QE2)。学位取得に関しては、査読付き論文の筆頭著者での発表を基本とする(FE)。

両コースの合計で、学生受入れ予定人数は平成31～39年度まで各年計10名、学位授与数（年当たり）の目標は平成34年度より10名（年当たり）とする。優秀な学生に対して授業料を徴収しないこととするとともに、経済的支援を実施する。経済的支援については、学生の支援申請を基本とし、申請書と学業成績によって総合的に評価し、上位40%程度の提案を採択する。

【人材育成上の課題、およびその課題解決に向け検証可能かつ明確な目標】

ゲノム編集は、日本再興戦略の中においてライフサイエンス分野の重要な技術と位置づけられてい

る。しかしながら、日本のこの技術の基礎研究者および産業技術開発者の人材育成は遅れていると言わざるを得ない。ゲノム編集ツールの開発が海外を中心に進められている一方、今日本が最優先で進めるべきことは、ゲノム編集の周辺技術とその利用技術の開発力向上であり、これら応用技術の開発は国内産業を活性化させる新産業創出に直結するものである。本プログラムでは、全てのライフサイエンス分野に必要な技術である「ゲノム編集技術」を使いこなし、新産業の創出をもたらすことの出来る人材を育成するため、以下の検証可能かつ明確な目標を設定する。

- (1) **ゲノム編集ツールの設計および作製能力**：ゲノム編集の基本原理の理解とツールの選択能力を評価する。さらに、標的遺伝子についてのツール作製について知識と作製能力を評価する。
- (2) **培養細胞での遺伝子破壊の実施能力**：ヒト培養細胞で任意の遺伝子を破壊できる能力を修得させ、実習試験により評価する。
- (3) **ゲノム編集の安全性評価能力**：ゲノム編集研究で懸念されるオフターゲット変異の解析法とどの方法を選択すべきかの判断能力を評価する。
- (4) **ゲノム編集ツールの知財申請能力**：ゲノム編集技術の特許出願に関する基本知識とケーススタディとして特許出願の明細について演習を行い評価する。
- (5) **ゲノム編集の研究開発力**：特別研究で実施するゲノム編集の研究について学術論文として成果発表を行い、開発力を評価する。
- (6) **ゲノム編集の社会対応力**：一般市民とのシンポジウムでのファシリテーターとして参加し、社会受容の重要性を理解させ、コミュニケーション能力について評価する。

本プログラムでは、上記の課題を解決するための連携機関および OPERA 参画企業との共同研究を推進することによって、産業分野に直結する研究を実施する。

【プログラムの実施体制】

本プログラムは、広島大学の自立型研究拠点であるゲノム編集研究拠点（本年度ゲノム編集研究教育センター（仮称）に移行予定）が母体となって運営する。広島大学は、ゲノム編集研究の国内拠点となり、国内の研究機関へ技術講習指導を継続して行ってきた。さらに、平成 28 年度から、JST の産学共創プラットフォーム研究推進事業において、ゲノム編集の産学共同研究拠点「ゲノム編集産学共創コンソーシアム」を形成し、産業利用を目指した有用な微生物、動物や植物の作製を、大学等 9 機関と参画企業 24 社で実施しており、本プログラムの人材育成体制の基盤整備を進めてきた。

ライフサイエンスコースの入学生は、理学研究科、生物圏科学研究科、先端物質科学研究科に入学し（ただし、大学院再編により統合生命科学研究科の設置を申請中）、各研究科の学位プログラムと並行して本プログラムの単位を修得する。メディカルコースの入学生は、医歯薬保健学研究科（医系科学研究科の設置を申請中）の学位プログラムと並行して本プログラムの単位を修得する。

産学連携に関する教育および共同研究に関しては、広島大学とゲノム編集産学共創コンソーシアムの参画企業が、教育およびインターシップでの教育を行う。共同研究講座を設置している企業は、プログラムの授業を担当し、実践的な企業での研究の進め方について指導する。

連携機関の徳島大学は、農水畜産分野で高い研究業績（植物の改変やブタの改変）を有しており、この分野のゲノム編集の基礎知識と技術指導を行う。京都大学 iPS 細胞研究所(CiRA)は、iPS 細胞でのゲノム編集技術開発に高い能力を有しており、疾患モデル作製に必要な iPS 細胞でのゲノム編集技術指導を短期トレーニングコースとして実施する。さらに、一般社団法人日本ゲノム編集学会(会長：広島大学の山本卓)との連携によって、先端研究者を招聘し様々な分野でのゲノム編集技術の先端知識を修得させる。

海外先端研究室トレーニングは、共同研究での先端技術修得を目的として実施し、実施機関はハーバード大学（広島大学と交流協定締結済み）を予定している。

【目標の達成のために申請大学全体の大学院システムをどのように変革するか】

広島大学は、2017年4月に新長期ビジョン「SPLENDOR (Sustainable Peace Leader Enhancement by Nurturing Development of Research) Plan 2017」を策定し、新しい平和科学の理念としての「持続可能な発展を導く科学」を確立し、多様性をはぐくむ自由で平和な国際社会を実現することを大学のミッションと定めた。そして、国際的水準の教育研究を行う国立の総合研究大学として、高度な知のプロフェッショナルを育成するという使命を果たすため、大学院における教育・研究の現状分析に基づき、次のような大学院システム改革を進めている。

- 1) 高度な専門性と俯瞰力、独創力を兼ね備えた人材を育成するために、現在の **11 研究科を 5 研究科に再編**する計画である。具体的には、人文・社会科学系、理学・工学系、生物・生命系、医学系の各領域に対応する 4 研究科と、これらの研究科と連携して Society5.0 の実現や国連の掲げる SDGs の達成を担う人材の養成をミッションとする **未来先導科学研究科（仮称）**を設置する構想である。大学院再編にあたっては、複数の研究科にまたがる教育プログラムを実施してきた **2 つの博士課程教育リーディングプログラムの実績や成果を最大限活用**し、新構想の大学院においては、**学際・分野融合型の学位プログラムを学内に広く展開**する。また、全ての大学院生が共通して履修する **大学院共通科目**として、研究科や専門領域を超えた広い視野と社会への関心や問題意識を涵養し、それぞれの専門分野が「持続可能な発展を導く科学」としてどのような貢献が可能であるかの考察を深めるための「**持続可能な発展科目**」を開設する。
- 2) 大学や研究機関に限らず、民間企業、公的機関等で活躍する卓越した博士人材を育成するために、新構想の研究科においては、共同研究への参画や企業人等の実務家による講義、演習など、**企業や行政機関等を取り込んだ教育カリキュラムを展開**する。また、大学院共通科目として「**キャリア開発・データリテラシー科目**」を開設する。大学院生が他領域の研究者や学生と交流し、自身の活躍の場について視野を広げることにより、博士人材のキャリアパスを拡大する。

広島大学は、今年度応募する 3 つの **卓越大学院プログラムと大学院再編により、今後、科学技術イノベーションや社会イノベーションを創出する知のプロフェッショナルを育成し続けることのできる体制を実践する。**本プログラムは、当初理学研究科、生物圏科学研究科、医歯薬保健学研究科、先端物質科学研究科にまたがる学位プログラムとして実施するが、補助期間中に **未来先導科学研究科（仮称）の学位プログラムに移行し、広島大学の大学院システム改革を先導する。**

※プログラムの内容が分かるようにまとめたポンチ絵（1 ページ以内）を別途添付してください。（文字数や行数を考慮する必要はありません。）

ゲノム編集先端人材育成プログラムの概要

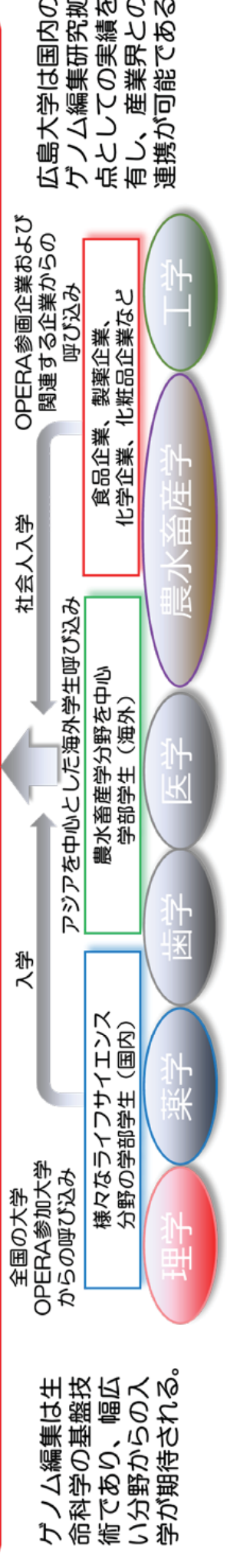
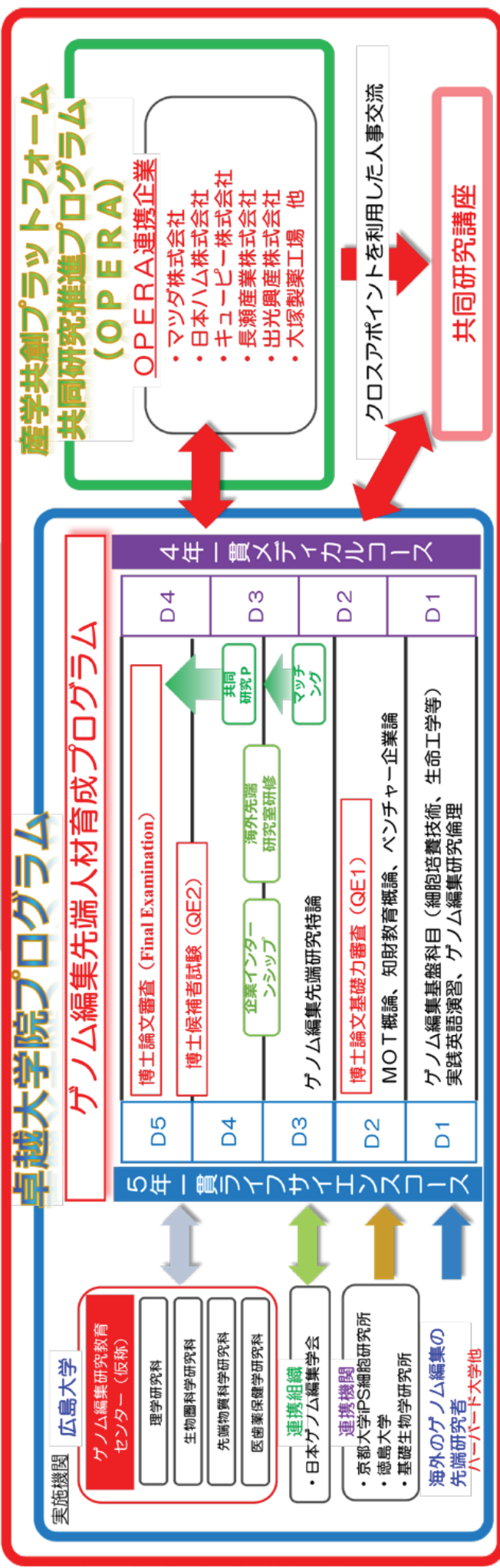
- ゲノム編集で人類の問題を解決する人材を輩出する -



新しい産業創出に直結

育成する

- ゲノム編集の産業技術開発者
- ゲノム編集の創薬治療開発者
- ゲノム編集の基礎研究開発者
- ゲノム編集関連ベンチャーの起業家



◎プログラムとして設定する検証可能かつ明確な目標【1ページ以内】

項目	内容	備考
インターンシップへの派遣学生数	平成 30～32 年度 一名 平成 33～36 年度 1～3名/年	優秀な学生を D3 あるいは D4 派遣することを想定。
海外大学等への派遣学生数	平成 30～32 年度 一名 平成 33～36 年度 1名/年	優秀な学生を D3 あるいは D4 派遣することを想定。
学生の論文発表数	平成 30～32 年度 一件 平成 33～36 年度 1件/年	共同プロジェクトの結果等を活用し、優秀な学生は D3 からの発表を想定。
ゲノム編集研究関連分野の国際学会における発表者数	平成 30～31 年度 一名 平成 32 年度 2名/年 平成 33～36 年度 5名/年	共同プロジェクトの結果等を活用し、優秀な学生は D2 からの発表を想定。
共同研究に参加しているプログラム対象学生数	平成 30～31 年度 一名 平成 32 年度 2名/年 平成 33～36 年度 5名/年	優秀な学生は D2 からの参加を想定。
学振研究員の採択数	平成 30～32 年度 一名 平成 33～36 年度 1名/年	優秀な学生が D3 から採用されることを想定。
プレスリリース数	平成 30～32 年度 一件 平成 33～36 年度 1件/年	優秀な学生が D3 から発表することを想定。
ゲノム編集ツールの特許出願数	平成 30～32 年度 一件 平成 33～36 年度 1件/年	共同プロジェクトの結果等を活用し、ライフサイエンスコースでは特許出願を想定。
市民対象シンポジウムの参加数	平成 30～31 年度 一名 平成 32 年度 1名/年 平成 33～36 年度 2名/年	市民参加シンポジウムでのファシリテーターとして参加

※適宜行を追加・削除してください。

(3) プログラムの特色、卓越性、優位性【2ページ以内】

(「最も重視する領域」を中心に、申請するプログラムが国際的な観点から見て有している特色、卓越性、優位性に関して記入してください。)

近年、ゲノム中の塩基配列を自由に選んで標的とすることができる人工の制限酵素(人工 DNA 切断酵素)が開発され、これを用いて微生物から動物や植物の標的遺伝子を正確に改変することが可能となった。この技術は“ゲノム編集”(genome editing)と呼ばれ、これまでの遺伝子組み換え技術に比べて安全性が高く、しかも迅速かつ簡便に利用できるため、多様な生物での改変が次々と成功している。2030年に約 200 兆円に急成長する見込み (OECD 予測) の世界バイオ市場の中で、ゲノム編集は、ライフサイエンスの基礎研究から産業利用において必須の技術となることは疑いなく、技術開発と企業での利用を国内で加速することが望まれる。ゲノム編集の世界市場は、生命科学研究、バイオ産業、動物や植物の品種改良、医療および創薬分野等で急成長が見込まれており、「ゲノム編集/ゲノムエンジニアリングの世界市場の予測 ~2022 年」(MarketsandMarkets 発行) の市場調査レポートによると、2017年の約 3500 億円から 2022 年には約 6900 億円の規模に成長する (1 年あたり平均成長率: 14.5%) と予測されており、日本再興戦略が掲げる GDP600 兆円達成へも貢献することが期待されている。

広島大学では、自立型研究拠点「ゲノム編集研究拠点」(拠点リーダー: 山本卓教授)を中心として、国内外のゲノム編集技術開発を牽引し、基礎から応用にわたる様々な分野でのゲノム編集技術の利用を推進してきた。国内のゲノム編集研究のレベルを上げるため、山本教授らは 2012 年にゲノム編集コンソーシアム、一昨年 4 月に一般社団法人日本ゲノム編集学会(会長: 山本教授)を設立し、最新の情報共有や技術講習会を継続して実施してきた。これらの実績から広島大学は、国内ゲノム編集研究の拠点と位置づけられており、ゲノム編集関連の特許出願数は国内では第一位、論文数は山本教授が国内では第一位 (世界で第四位) となっている (平成 28 年度、特許出願動向調査報告書)。広島大学を幹事機関として昨年採択された JST 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (OPERA) の「ゲノム編集産学共創コンソーシアム」は、一般社団法人日本ゲノム編集学会の産業利用推進活動と連携し、食品企業、製薬企業、化学企業、自動車企業などとの具体的な共同開発を共同プロジェクトとして開始している。

本プログラムでは、上述の開発実績と既に構築している国内外のネットワークを生かして、トップクラスのゲノム編集研究者が実施するカリキュラムによって、①ゲノム編集の産業技術開発者 (企業研究者)、②ゲノム編集の創薬治療開発者、③ゲノム編集技術の研究開発者、④ゲノム編集関連ベンチャーの起業家およびその開発者 (ベンチャー企業研究者)、の育成を目指す。これらの人材は、生命現象の解明を目指す基礎研究分野、創薬分野に必要な細胞・動物作製を実施する医学生物分野、ゲノム編集によって遺伝性疾患の治療を目指す医療分野、病気に強い品種改良を目指す農水畜産分野や微細藻類を用いてバイオ燃料開発を目指すクリーンエネルギー分野において広く活躍することが期待される。それにより、基礎研究と応用研究を連続的に繋ぐ新しい生命科学研究領域の創生や、経済発展に寄与するような新産業の創出に貢献する。

本プログラムの内容・特色は以下の通りである。

- ・ゲノム編集の知識を習得するための基盤科目: 基本原理から最新の応用研究までを網羅
- ・ゲノム編集の技術を習得するための実習科目: 培養細胞でのゲノム編集技術を修得
- ・技術経営およびベンチャー起業に関する基盤科目: 起業に必要なノウハウを事例において習得
- ・ゲノム編集の倫理および規制に関する基盤科目: ゲノム編集の社会受容に対応する能力を修得
- ・実践英語演習による研究に使える英語の修得: 海外との共同研究を可能にする実践英語力の修得
- ・JST 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (OPERA) 参画企業と連携した実践教育の提供 (共同研究、インターンシップなど): 研究成果の社会実装のプロセスを学ぶ
- ・海外トップクラスの研究室での短期研修: 先端研究のスピードを実感
- ・優秀な学生は授業料を徴収しない、生活費相当額の経済的支援

本学の大学院教育改革への波及効果としては、ライフサイエンス研究に必要なゲノム編集技術を学内で共有することによる先端的研究の醸成とゲノム編集専門研究・技術者の養成を様々な分野の教員によって実施する教育体制の構築が可能となる。ゲノム編集は、様々な分野で必要とされる技術であり、この技術を使いこなす人材の育成が急務であることから、本プログラムは社会や企業が求める即戦力となる人材を企業と共に一体で育成する大学院教育のモデルとなる。

【養成する人材が解決に寄与することが期待される社会的課題】

日本のゲノム編集の基礎技術については海外でゲノム編集ツールが開発されてきたのが原因で大きく遅れをとってきた。一方、ゲノム編集は産業利用を見据えると新たな価値を生み出すことができる技術である。そのため、基礎研究者および産業開発者の人材育成によって、産業利用でのゲノム編集技術開発をリードする人材育成は急務と言える。今、日本が最優先で進めるべきことは、ゲノム編集の周辺技術とその利用技術の開発であり、本プログラムでの人材育成は国内産業を活性化させる新産業創出に直結するものである。そこで、本プログラムでは、独自のカリキュラムによって全てのバイオ分野に必要な不可欠な技術である「ゲノム編集技術」を使いこなし、新産業の創出をもたらすことの出来る人材の育成を目指す。

連携企業との共同研究によって以下のような新たな価値の創造が想定される。

- ・微細藻類のゲノム編集によるバイオ燃料産出技術の開発
- ・農水畜産物のゲノム編集による有用品種作出
- ・ゲノム編集による疾患モデル細胞および疾患モデル動物作出
- ・ゲノム編集治療技術の開発
- ・ゲノム編集での疾患 iPS 細胞の修正と再生医療への利用

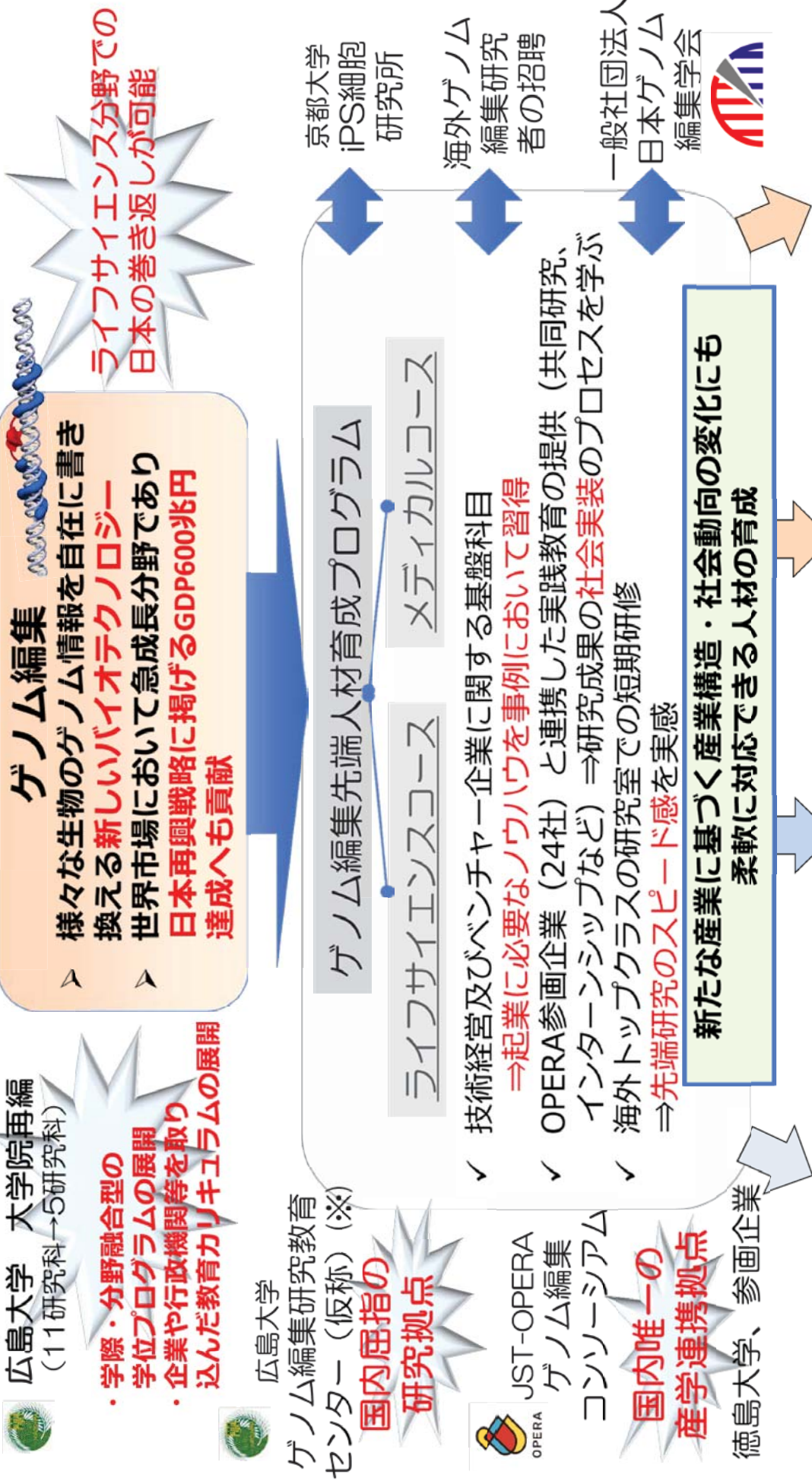
本プログラムでは、上記の課題を解決するための共同研究を推進することによって、産業に直結する開発を実施する。

【世界トップの取組みとなることの見通し（ベンチマークの対象となる大学を含む）】

この分野の研究開発は国際的に急速に活発化しており、ゲノム編集のツールとなる人工制限酵素は、1996年 ZFN、2010年 TALEN、2012年 CRISPR-Cas9 と次々に新しいものが欧米において開発され、それぞれ、特許により権利保護がなされている。このため、この技術の適用が想定される日本の産業界から、使いやすい国産のゲノム編集ツールや編集に必要な基盤技術への強いニーズが、大学等に寄せられており、2012年に広島大学が代表となり関係機関と「ゲノム編集コンソーシアム」を立ち上げ、国内外の80以上の研究グループとも連携しながら、新型酵素開発、人材育成、基礎・応用研究を推進している。また、2013年度から文部科学省の特別経費「世界をリードする人工スクリーニング研究拠点の形成」の支援、2014年度から内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の支援を受け、現在までに、独自の新規編集ツール PPR モチーフ、PITCh システム、また、高性能改良ツール Platinum TALEN の発明等の成果をあげている。2016年から、JST 産学共創プラットフォーム事業「ゲノム編集による革新的な有用細胞・生物作成技術の創出」が進行中であり、広島大学を中心とした産学連携が進んでいる。なお、2015年に広島大学内に設置した「ゲノム編集研究拠点」を、本年度からプログラムの実施母体として「ゲノム編集研究教育センター」に発展させる計画である。また、本提案の代表者である山本教授を会長とする一般社団法人日本ゲノム編集学会が2016年に発足し、国内のゲノム編集教育を実施してきた。これらの状況から、ゲノム編集の研究・教育拠点として広島大学が優位性を持っている。

※プログラムの特色、卓越性、優位性が分かるようにまとめたポンチ絵（1ページ以内）を別途添付してください。（文字数や行数を考慮する必要はありません。）

ゲノム編集先端人材育成プログラムの特色・卓越性・優位性



広島大学 大学院再編 (11研究科→5研究科)

- ・学際・分野融合型の学位プログラムの展開
- ・企業や行政機関等を取り込んだ教育カリキュラムの展開

広島大学
 ゲノム編集研究教育センター (仮称) (※)

JST-OPERA
 ゲノム編集
 コンソーシアム

国内唯一の産学連携拠点

ゲノム編集技術開発者
 創薬研究者
 品種改良技術開発者
 ゲノム編集技術開発者

大学研究者、ベンチャー企業 食品企業・化学企業 製薬企業、バイオベンチャー企業

(※) 学内センター化 (大学院再編と連携)

（４）学長を中心とした責任あるマネジメント体制【２ページ以内】

（学長を中心として構築される責任あるマネジメント体制を確保するための取組、大学全体の中長期的な改革構想の中での当該申請の戦略的な位置づけ、高度な「知のプロフェッショナル」を輩出する仕組みの継続性の担保と発展性の見込みについて記入してください。）

広島大学は、原爆の惨禍の中から立ち上がった「自由で平和な一つの大学」として、建学以来、平和を希求する国際的教養人の育成に取り組んできた。2017年4月に策定したSPLENDOR PLAN 2017において、持続可能な発展を導く科学を確立し、多様性をはぐくむ自由で平和な国際社会を実現することを広島大学のミッションと定め、2030年頃までを見据えた大学改革に取り組んでいる。具体的には、持続可能な発展を導く科学を支える基礎研究と先端研究の高度化と地域と国際社会が共同して発展する社会連携の強化により、**変動する世界を俯瞰し、国際的にチャレンジする人材を輩出するための教育研究組織を整備するための体制を整え、構想の実現に向けて着実に進んでいる。**

【学長を中心として構築される責任あるマネジメント体制】

大学改革を支えるマネジメント改革として、平成28年度に教員組織を教育研究組織から分離し、学術院を設置した。それと同時に、教員人事について、従来の部局等による管理から学長のリーダーシップによる全学一元管理へ移行した。さらに、全学一元管理を有効に機能させて教育・研究・産学連携等、大学の機能全般にわたる強化を実現するため、学長の下に全学人事委員会を設置した。全学人事委員会では、教育研究組織の教育・研究パフォーマンスをモニターするために本学で独自に開発した指標

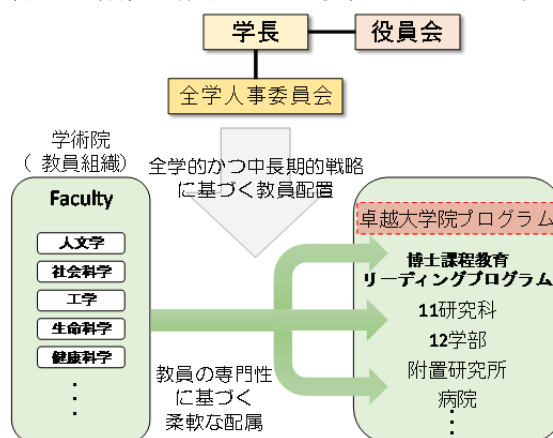
（AKPI®：目標達成重要業績指標、BKPI®：教員エフォート指標）等を活用し、全学的かつ中長期的視野から戦略的教員配置を行っている。これにより、卓越大学院プログラムに重点的に教員を配置することができる体制となっている。

【大学改革構想の中での位置づけ】

大学院については、**現在の11研究科を5研究科に再編**する計画である。人文・社会科学系、理学・工学系、生物・生命系、医学系の各領域に対応する4研究科を設置することにより、広島大学にある多様な学術分野を持続可能な発展を導く科学の中に位置づけ、研究対象や価値観を共有する諸分野の連携を図る。これらの研究科では、2つの博士課程教育リーディングプログラムの実績や成果を最大限活用し、学際・分野融合型の学位プログラムを学内に広く展開することにより、高度な専門性に加えて、学士課程教育では獲得できない幅広い教養・視野と俯瞰力・独創力を備えた人材の育成を行う。この4つの研究科に加えて、**平和で持続可能な未来社会を先導する人材育成をミッションとする未来先導科学研究科（仮称）**を設置する構想である。この研究科は、他の研究科や学内外の研究拠点、さらには産学官民の諸機関と密接に連携して、Society5.0の実現や国連の掲げるSDGsの達成を担う人材を養成することにより未来社会を先導する。なお、生物・生命系領域と医学系領域の研究科として、**統合生命科学研究科および医系科学研究科の設置（2019年4月）**を申請済である。

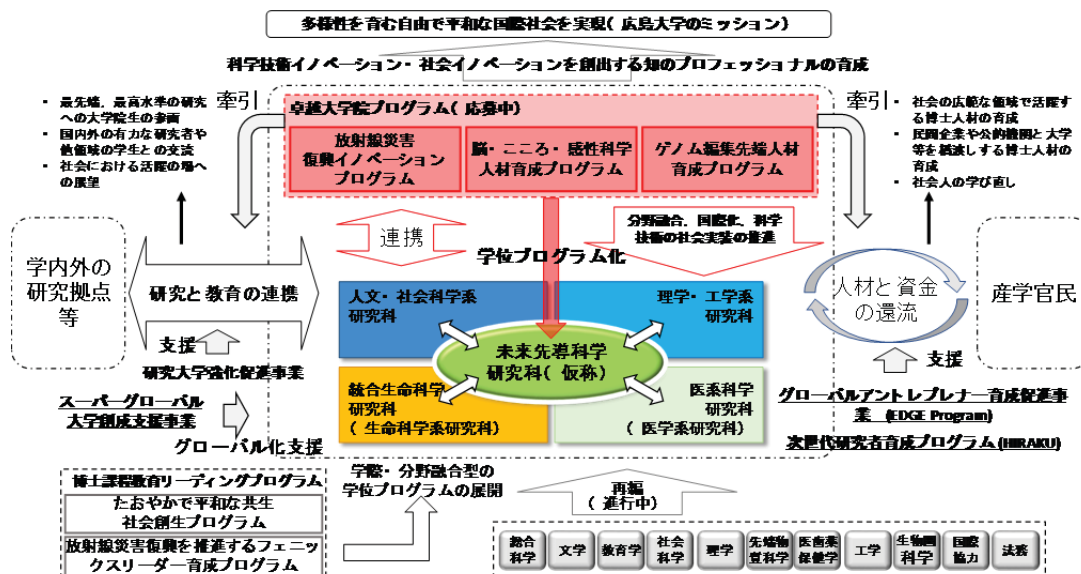
広島大学は、今年度応募する3つの**卓越大学院プログラム**を中核として、**今後、科学技術イノベーションや社会イノベーションを創出する知のプロフェッショナルを育成し続け、多様性を育む自由で平和な国際社会を実現するというミッションを遂行するために必要な以下の仕組みを導入し、実践する。**

- 1) 研究と教育が密接に連携し、大学院生が最先端、最高水準の研究に触れ、国内外の有力な研究者や社会人を含む他領域の学生と交流することにより、自身の活躍の場をアカデミアに限らず社会の広範囲で見つけることのできる仕組み。
- 2) 企業や行政から研究費等の経費と学び直しを目的とする社会人を受け入れ、民間企業や公的機関等と大学を橋渡しする博士人材を輩出する、**人材と資金が還流する仕組み。**
- 3) 地域の課題を理解し、科学技術をその地域の特性に合う形で実装することにより、**科学技術イノ**



バージョンを地域の社会イノベーションにつなげることでできる人材を育成する仕組み。

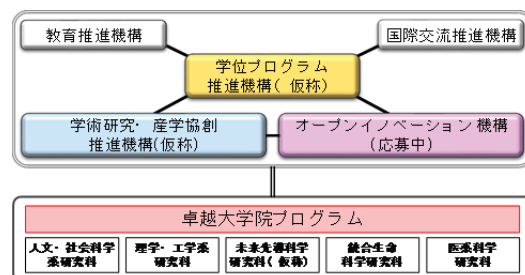
卓越大学院プログラムは、当初は現行の複数の研究科にまたがる学位プログラムとして実施するが、補助期間中に**未来先端科学研究科（仮称）**の学位プログラムに移行し、上記の仕組みとその効果を大学院全体に波及させる。



【継続性の担保と発展性の見込み】

広島大学では、2つの博士課程教育リーディングプログラムを円滑かつ有効に実施するため、2011年10月に広島大学大学院リーディングプログラム機構を設置した。また、研究大学強化促進事業(2013年度～)、スーパーグローバル大学創成支援事業(2014年度～)による取組みの成果を挙げるため、教育推進機構、国際交流推進機構、研究推進機構、社会産学連携推進機構を設置した。さらに、グローバルアントレプレナー育成促進事業や次世代研究者育成プログラム「未来を拓く地方協奏プラットフォーム(HIRAKU)」などにより博士人材育成のための環境を整備してきた。本卓越大学院プログラムは、これら大学の組織・リソースを最大限活用して運営するが、プログラムの継続性を担保し、さらに発展させるために、次のように組織を改変する。

- 1) 広島大学大学院リーディングプログラム機構の機能を強化し、**発展させ、新たに、学長を機構長とする広島大学大学院「学位プログラム推進機構(仮称)」を設置する**。この機構は、優秀な学生確保からカリキュラムの実施、キャリアパス支援、学位プログラム評価等、大学院学生の教育・研究指導に係る全業務を関係組織と連携して統括する。
- 2) 研究と社会産学連携の協働のもとに大学院教育改革を強力に推進するため、現在の研究推進機構と社会産学連携機構を統合して、基礎・基盤研究の強化から応用、実用化までシームレスなマネジメント機能を有する**「学術研究・産学協創推進機構(仮称)」を設置する**。さらに、「オープンイノベーション機構」(応募済)と協働することにより、企業と研究者の個人と個人のつながりによる従来型の共同研究から、組織対組織による共同研究、複数の機関・企業によるコンソーシアム型共同研究を推進し、教育推進機構や国際交流推進機構と連携して、**大学と社会・企業間の資金や人材のグローバルな還流を実現し、大学院教育の改善と発展を支える**。



ポンチ絵は不要です。

(5) 学位プログラムの継続、発展のための多様な学内外の資源の確保・活用方策【1ページ以内】
(学位プログラムの継続、発展のための学内外の資源の確保・活用方策について記入してください。)

【学内でのプログラムに対する理解及び学内の協力体制】

平成 23 年 10 月に設置したリーディングプログラム機構の機能を発展的に引き継ぐものとして、新たに「学位プログラム推進機構（仮称）」を設置し、本学大学院における履修上の組織として卓越大学院プログラムを開設し、各学位プログラムの質保証と継続的改善を図りながら管理・運営を行う。

学位プログラム推進機構（仮称）は、学長を機構長とし、教育・研究を所掌する理事、全研究科長、プログラム責任者及びプログラムコーディネーターで構成する。また、機構長は、優秀な学生確保からカリキュラムの実施、キャリアパス支援、プログラム評価、学生の教育・研究指導體制等に係る全業務を関連組織と連携して統括する。

学位プログラム推進機構（仮称）には、機構に関する重要事項を審議するため「運営委員会」を置き、学長の責任の下で大学本部が主体的に関わる組織体制を構築する。「リーディングプログラム部門」及び「卓越大学院プログラム部門」には、プログラムの実施に関するプログラム責任者及びプログラムの企画運営を統括する国際的に卓越したプログラムコーディネーターを置き、責任を持ってプログラムを実施する体制を構築する。

さらに、各プログラム部門に教育委員会等各種委員会を置き、プログラムの実情に応じて柔軟かつ機動的な運営ができるよう体制を整備する。

【学位プログラムの継続・発展のための多様な学内外の資金の確保・活用方策】

終了後のプログラム運営経費について、大学による負担金以外に、行政からの補助金、企業からの共同研究費や寄付金などを受入の予定である。現在、「ゲノム編集」OPERA プログラムを推進中であるが、このなかで、共同研究に参加する教員の人件費相当分の経費や、博士課程学生をシニアリサーチャーとして通常のリサーチアシスタントより高い時間給で雇用する経費を、企業との共同研究費に織り込む仕組みを運用中である。OPERA プロジェクトでは主に非競争領域の基盤的な研究をコンソーシアム形式で推進しているが、JST による 5 年間の事業終了後は引き続き、コンソーシアム参加の各企業と大学がそれぞれのテーマにおいて実用化研究のフェーズに移行の予定である。継続するこの共同研究と本プログラムを連動させることにより、教員、学生の人件費や実践教育における諸経費を確保することができる。また、共同研究の形態として、企業の研究者が共同研究講座教員となり大学教員と共に研究や人材育成を進める共同研究講座の仕組みも一部運用しており、学生と企業の若手研究者が一体となった人材育成を通して、企業と大学の双方にメリットのある資金確保と運用が可能になる。また、ゲノム編集技術自体の技術革新や、これまで以上の産業分野への幅広い普及に伴い、本学と企業との共同研究や共同研究講座がますます増大することで、本プログラムが発展し、かつ資金の確保も拡大すると見込まれる。

広島大学では、意欲ある教員チームによるボトムアップ型提案を軸に、学長を中心とするトップダウン・マネジメント体制のもとで、全学レベルでの大学院改革を積極的に推進している。本プログラムの他にも、知のプロフェッショナルを養成する新たな卓越大学院教育プログラムの実施を検討しており、本プログラム支援期間が終了した後は、広島大学を特徴づける中核的大学院教育プログラムとして、寄附講座や共同研究、派遣事業・交流事業等の外部資金を活用する他、必要経費を充当して、継続・発展させる構想である。

また、成績優秀者に対して平成 27 年度に創設した広島大学独自の冠事業基金による奨学金給付と、成績優秀なプログラム履修生に対して授業料を徴収しないこととし、生活費相当額の経済的支援を行うことを計画している。さらに、広島大学創立 75 周年（平成 36 年）に向けて記念事業募金を行い、卓越大学院プログラムなどによる人材育成に係る奨学金を、拡充・強化していく。なお、TA/RA 制度の活用、住居支援（学生宿舎の提供）、国内外学会参加等支援については、引き続き、学内予算の再配分などによって所要の経費を確保する計画である。

ポンチ絵は不要です。

(6) 個別記載事項その他、プログラム全体を通じての補足説明【4ページ以内】

(個別記載事項に該当する事項のうち、ここまでの説明では用いられておらず更に説明を要する点や、その他分野の特性等の説明を要する内容について、自由に記述してください。)

【新産業創出につながる人材育成の特長】

本プログラムは、以下の特長から新しい産業創出を生み出す人材育成に直結すると考えられる。

- ・本プログラムでは、OPERA に参画する企業との連携を必須としている。OPERA では、大学等の研究機関や民間企業との共同研究を通じて、**基幹産業の核となる革新的技術の創出を目的**としていることから、本プログラムの修了者は、基幹産業に役立つ技術を作り出すことのできる能力を備えており、そのような能力を発揮することにより、知のプロフェッショナルとして活躍することが期待できる。
- ・特に本プログラムでは、学生には規制等の社会動向や倫理教育も履修させることから、今後ゲノム編集により出現した**新たな産業に基づく産業構造の変化や、それに対する社会動向の変化**に対しても、柔軟に対応できる人材を育成することができる。すなわち本プログラムの修了者は、将来、産業構造や社会動向が、どのように変化しようとも、知のプロフェッショナルとして活躍することができる。
- ・企業との共同研究に対する理解を深めることができ、それとともに社会動向も理解することのできるキャリアを習得する。具体的には、企業がどのような研究開発を行っているのか、自己の大学での研究が社会の中でどのような位置づけとなっているのかを、社会動向を踏まえながら理解することのできるキャリアを習得する。
- ・実践的な研究スタイルの習得や、市場動向、市場ニーズ、技術動向そして規制動向を体系的に学ぶことにより、**社会性を帯びたキャリア**を習得する。これらの教育を、企業から派遣される共同研究講座所属教員が担当することにより、現場感覚を修得させる。
- ・OPERA の参画機関である民間企業や大学、研究機関へ優先的に就職を支援するキャリアパスの形成を図ることが可能となる
- ・ゲノム編集を用いて製品の研究開発を実施している企業を集めて、学生向けの就職説明会を行うことにより、共同研究からの企業採用へ直結させる。

広島大学「ゲノム編集」産学共創コンソーシアム



【平成28年度研究領域】

ゲノム編集による革新的な有用細胞・生物作成技術の創出（領域統括：山本卓）

【研究テーマ】

バイオ素材・
エネルギー産出

植物や動物の
品種改良

医薬品開発用の細胞
やモデル動物作成

国産ゲノム編集
ツールの開発

ゲノム編集をめぐる
社会動向調査



また、本学の代表者と民間企業等とで産学官連携協議会（仮称）を設置し、研究の企画・立案、進捗管理、成果の管理・活用等を協議するとともに、密接なコミュニケーションをとりながら、共同的な研究マネジメントを推進する。また、選抜された学生を研究者として共同研究に参画させ、優秀な学生と民間企業等をつなぎ、学生が持つ柔軟な発想力と創造力を活用しながら、次世代のイノベーション創出人材を産学連携で育成する計画を進めている。

【国際的に通用する博士課程前期・後期一貫した質の保証された学位プログラムを構築・展開するカリキュラム及び修了要件等の取組内容】

広島大学は、文部科学省「博士課程教育リーディングプログラム」に 2 件採択されており、専門分野の枠を超えて博士課程前期・後期一貫した世界に通用する質の保証された学位プログラムを展開している。これまでの取り組みをより一層効果的に運用し、次のとおり厳密な質保証を行う。

本プログラムは、所定の単位を修得し、かつ博士論文研究基礎力審査（Qualifying Examination : QE1）に合格した上で、企業との共同研究を実施し、その成果として執筆・提出された学位論文（英文）に基づいて博士候補者試験（Qualifying Examination : QE2）を行う。学位プログラム推進機構（仮称）は、本プログラム修了要件を満たすと判断した場合に、提出された博士論文内容に関係の深い本プログラム担当教員、学外外部審査委員から成る審査委員会を設置し、学位論文審査及び英語による口頭試問を含めた最終試験を実施する。QE1 や QE2 では、産学官連携協議会（仮称）の関係者を招いて、産業的視点での考察を絶えず意識させる。

◆博士論文研究基礎力審査（Qualifying Examination1 : QE1）

QE1 は、ライフサイエンスコースでは 2 年次（博士課程前期 2 年次）修了時に、メディカルコースでは 1 年半の時点で課せられる審査で、2 年間に行った講義・実践教育等で学んだ成果を、「コースワーク筆記試験」、「修士論文に相当する論文」及び「ラーニングポートフォリオ（実践講習報告書及び課題研究報告書）」により評価する。

（受験資格） 所属研究科の博士課程前期における所定の単位を修得見込みであること、ライフサイエンスコースでは 2 年次修了時にプログラムの修了要件単位を 30 単位以上修得見込みであること（メディカルコースでは 10 単位以上）

（審査項目） コースワーク筆記試験（3 科目）：複数分野の専門知識、修士論文に相当する論文：公开发表会、書類審査及び口頭試問、ラーニングポートフォリオ：学習目標に対する到達度自己評価の確認、到達度のエビデンスに基づく成果水準の確認（単位修得状況、実践講習報告書及び課題研究報告書）

上記審査項目について、平和を希求する精神のもとに多角的思考力・自主性・実行力・創造力といったゲノム編集研究リーダーの素養を有し、知のプロフェッショナル候補者に相応しいレベルにあるか評価する。

修士論文に相当する論文に関しては、学術的な新規性または独創性などの点で研究を主体的に遂行する知識と能力を有するかを公开发表会での内容、書類審査および口頭試問によって評価する。

◆博士候補者試験（Qualifying Examination2 : QE2）

QE2 はライフサイエンスコースでは 4 年次（博士課程後期 2 年次）、メディカルコースでは 3 年次に課せられる審査で、博士論文の概要の審査により、革新性、分野融合性、実現可能性、実験の妥当性を評価する。併せて、産学官連携協議会（仮称）を開催し博士論文の概要に関する公开发表会を行う。

（受験資格） ライフサイエンスコース 5 年次、メディカルコース 4 年次で修了要件単位を修得見込みであること

（審査項目） 博士論文の概要に対する口頭試問、公开发表会での内容、ラーニングポートフォリオ：学習目標に対する到達度自己評価の確認、到達度のエビデンスに基づく成果水準の確認（単位習得状況）

◆博士論文審査（Final Examination : FE）

博士学位論文審査委員会が主催する公聴会で論文を発表し、英語による口頭試問も含めた質疑に
 応答する。

(博士学位論文の提出要件) 博士候補者試験(QE2)に合格し、プログラムが定めている能力を身につけ
 ていること。原則として、レフェリー制度のある学術誌に掲載あるいは掲載予定の筆頭著者の英
 語による論文があること。国際学会での研究発表を経験していること。

成績評価基準: 各セメスターで授業担当教員が成績を確定する。ポートフォリオ形式で主・副指導教
 員、授業担当教員と学生が意見交換し、改善すべき点の綿密な助言、次期セメスターでの履修内容
 と具体的な実験・学会発表などの教育研究プログラムを策定する。

学位授与基準: 「学位プログラム推進機構(仮称)」が定める規則に基づき次の要件を満たしているこ
 ととする。

(1)プログラムの修了要件単位を満たすこと、(2)QEに合格していること、(3)原則としてレフェリ
 ー制度のある当該分野の国際学術雑誌に掲載されたあるいは掲載予定の筆頭著者あるいはそれに
 準じる著者の論文または未発表の単著論文、あるいはそれに相当する業績を有することとする。(未
 発表の論文については、その内容あるいは内容の一部を1年以内に学術雑誌に公表しなければなら
 ない)。博士学位論文は、各研究科内規に基づき、学位取得要件を満たすことが求められる。

プログラム修了判定は学位プログラム推進機構(仮称)が実施し、学位審査は学位プログラム推進
 機構(仮称)が学生の主指導教員の所属する研究科に付託する。各研究科は、審査員3人以上(本プ
 ログラム担当の教授2人以上および外部委員を1人以上含む)の学位審査委員会を設ける。試験は博
 士学位論文を中心としてこれに関連する科目について行う。審査は口頭試問により専攻分野に関し本
 学大学院において博士課程を修了した者と同等以上の学力を有することを確認するために行う。

【ゲノム編集研究の学内外の連携体制】

広島大学では、学内の共同研究によってゲノム編集の共同研究を進めてきた。OPERAにおいては、ニワトリのゲノム編集、肝炎疾患モデルマウスの作製、疾患モデル細胞の作製を全学において進めてきた。特に両生類研究センターでは、ナショナルバイオリソースプロジェクト(NBRP)の国内両生類リソース拠点としてゲノム編集による改変両生類の作出を進めている。これらの活動は、AMEDのNBRP基盤技術整備プログラムでの「ゲノム編集技術を用いた効率的遺伝子ノックインシステムの開発」(2016年度、代表：山本卓)やゲノム情報整備プログラムでの「ネットアイツメガエル近交系のゲノム・エピゲノム多型情報の整備」(2018年度、代表：荻野肇)として発展している。広島大学では、国内の共同研究によってゲノム編集の共同研究を進めてきた。本プログラムの担当メンバーである広島大学の山本卓と京都大学のKnut Woltjen准教授との共同研究によって、iPS細胞での疾患モデル作製技術の新しい方法を本年報告している(左：中国新聞平成30年3月6日)。

徳島大学との連携では、昆虫やブタなどのゲノム編集に成果をあげている。特に、ブタの研究は、OPERA参画企業の日本ハム株式会社との共同研究であり、参加機関の間での連携は研究に加えて教育についても基盤が構築されている。

【ゲノム編集の教育と社会貢献の実績】

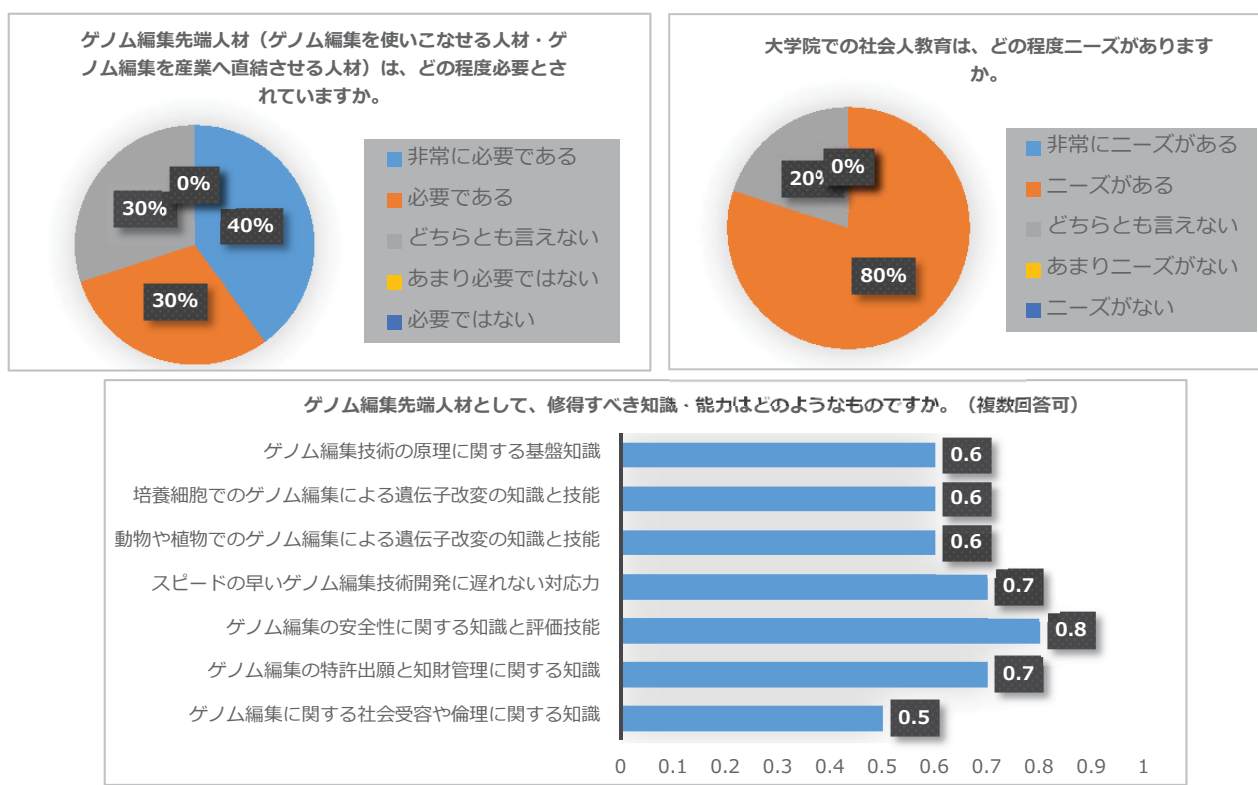
広島大学では、これまでにゲノム編集の知識と技術に関する講習会を 2012 年から毎年継続して行ってきた。この講習会では、アカデミア研究者に加えて企業研究者を積極的に受け入れ、ゲノム編集技術の産業利用を視野に入れた研究協力基盤が構築されている。講習会に使用した実験プロトコールは Web から無料配布し、技術の普及を行ってきた。さらに、開発した技術に関するプラスミド DNA は NPO のプラスミド共有機関より配付し、世界中へ配付している（2018 年 5 月現在で約 2000 件を配付）。

広島大学では最先端の研究を進める一方で、広くこの技術を理解してもらうための教科書として、「ゲノム編集入門」（山本卓編著）を 2016 年に、「ゲノム編集の基本原則と応用」（山本卓著）を 2018 年に刊行し、この分野の教育を牽引している。

これらの活動は、広島大学がゲノム編集の教育について国内では中心的であることを示すものであり、本卓越大学院プログラムの実施によって、産業技術研究者を育成する基盤は整っていることを証明するものである。

【アンケート調査】

本申請を行うにあたり、OPERA 参画企業 24 社にアンケートを行った。回答のあった 10 社の結果を下図に示す。ゲノム編集人材（ゲノム編集を使いこなせる人材・ゲノム編集）の必要性については、70%の企業が「非常に必要である」「必要である」と回答し、産業界でのゲノム編集技術の必要性の高さがうかがえた。大学院における社会人教育についても、80%が「ニーズがある」と回答した。本申請で修得すべき知識・能力として挙げている（1）ゲノム編集技術の原理に関する基盤知識、（2）微生物でのゲノム編集による遺伝子改変の知識と技能、（3）培養細胞でのゲノム編集による遺伝子改変の知識と技能、（4）動物や植物でのゲノム編集による遺伝子改変の知識と技能、（5）スピードの早いゲノム編集技術開発に遅れない対応力、（6）ゲノム編集の安全性に関する知識と評価技能、（7）ゲノム編集の知的財産の創出とマネジメントに関する知識、については、全項目について 50%以上の企業が修得すべきであると回答した。以上の結果から、本プログラムに対する企業のニーズの高さがうかがえた。



ポンチ絵は不要です。

(7) 大学院教育研究に係る既存プログラムとの違い【1ページ以内】
<プログラム担当者が、大学院教育研究にかかる既存のプログラムを継続実施中の場合のみ記載。それ以外の場合は該当なしと記載。>
(現在国の教育・研究資金により継続実施中である大学院教育研究に係るプログラム(博士課程教育リーディングプログラム、その他研究支援プロジェクト等)に、当該申請のプログラム担当者が関わっている場合(プログラム責任者として複数プログラムに関与している場合を除く)には、当該プログラム及び関与しているプログラム担当者の氏名を明記の上、プログラムの内容、対象となる学生、経費の使用目的等、本プログラムとの違いを明確に説明してください。
特に博士課程教育リーディングプログラムについては、国の補助期間が終了している場合についても、継続されているプログラムとの違いを上記にならない記述してください。)

・博士課程教育リーディングプログラム 平成 23 年度採択プログラム「放射線災害復興を推進するフェニックスリーダー育成プログラム」(平成 29 年度補助期間終了)

プログラム担当者：山本 卓、茶山 一彰、宿南 知佐、安井 弥

【本プログラムとの違い】 当該プログラムは、放射線災害に適正に対応し、明確な理念の下で復興を主導できるグローバルリーダーを育成するものであり、博士課程前期・後期一貫した人材養成の仕組みを共有することにより、本プログラムとの相乗効果が見込まれる。また、プログラムの内容及び養成する人材が異なるため、プログラム履修学生及び経費の使用における重複はない。

・産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (OPERA) 平成 28 年度採択「ゲノム編集による革新的な有用細胞・生物作成技術の創出」(平成 32 年度補助期間終了)

プログラム担当者：山本 卓、坂本 敦、佐久間 哲史、鈴木 賢一、堀内 浩幸、茶山 一彰

【本プログラムとの違い】 当該プログラム (OPERA) では、素材、エネルギー、情報、医薬等の多様な分野でゲノム編集技術を産業利用するための基盤技術の開発を目的とし、産学連携での人材育成とキャリアパス形成も含めた研究開発を進めている。本プログラムは OPERA と連動した形でゲノム編集の体系的な教育を行い、社会実装まで見通す力を持った人材を育成する。

また、OPERA では、産学共同研究に参加する優秀な学生(博士課程後期)をジュニアリサーチャー(研究員)として雇用することで時間給 2000 円を給付できる制度(ジュニアリサーチャー制度)を構築し、一部で既に運用している。本プログラムでもこの制度を活用し、OPERA で雇用されるジュニアリサーチャーとは異なる学生をゲノム編集先端人材育成プログラムのジュニアリサーチャーとして雇用し、経済的な面から支援する。

ポンチ絵は不要です。