

第7号（1）様式（調査研究事業）

外交・安全保障調査研究事業費補助金
補助事業実績報告書

※本報告書のほか、事業成果をアピールする資料（パワーポイントや動画等自由書式。最大3枚/3分程度）を提出すること。

（※当該資料は、単なる活動報告にしないこと。事業の新規性、研究成果によって得られた新たな知見及びそれに基づく政府へのアウトプット・提言等、事業成果について記載すること。）

1. 基本情報	
事業者名 公益財団法人 未来工学研究所	
事業分野	※募集要領にある分野 A～C のいずれかを記入のこと。 C
事業名及び事業概要	※事業計画書の該当部分を転載のこと。 本事業では安全保障を支える新興技術のうち、将来の数十年間に社会に普及し自宅でも容易に技術を利用・活用することが予測ないし期待される技術として「合成生物学」「ニューロテクノロジー」を対象に、①特性を整理し、②米欧中日の技術動向を整理し、③将来の科学技術力を展望した上で我が国の経済安全保障／国家安全保障への影響を分析し、④我が国の取るべき安全保障戦略に対し政策提言を行う。
事業実施期間	※下記の期間から1つを選択し「○」を記入 () 1年間（令和 年度） () 2年間（令和 年度～令和 年度）（うち 年目） (○) 3年間（令和 2年度～令和 4年度）（うち 3年目）

2 事業の成果（アウトカム）

評価要綱3の項目につき、以下①、②の自己評価を記載すること（分量は自由）。

（※ 活動実績の詳細や定量的実績は下記「3－1」～「4－2」の欄に記載すること。）

① どのように取り組み、どのような成果があったか（工夫を凝らした点、前年度の事業から改善した点を含む）。

（a）調査研究の構成、議論の展開及び日本新興技術政策の課題の明確化に関する工夫

本調査研究の最終目的は、日本が、重要新興技術としての合成生物学とニューロテクノロジー分野で米欧中に対して大きく遅れ、米国と中国が、両技術分野において民用・軍用の両面でトップランナーとして競合していることを踏まえ、それが日本の経済安全保障及び国家安全保障に及ぼす影響について分析・理解し、その課題解決に向けた政策提言を行うことである。本年度は最終年度の調査研究であることから、令和2年度と令和3年度の調査研究の内容と流れを十分に活かすとともに、令和2年度と令和3年度の調査研究成果を、2回の勉強会の開催、2回の Webinar セミナーの開催、デスクトップリサーチ、専門家へのヒアリングにより補完することで、最終年度の調査研究の最大の成果として6つの政策提言を行うことができた。

なお、具体的かつ説得力のある政策提言を行うために、調査・分析について次の2つの工夫を行った。

- ・ 合成生物学とニューロテクノロジーにおける日本の立ち位置を定量的に明確化するために、合成生物学とニューロテクノロジーにおける米国、EU/英国、中国および日本の市場・産業化、R&D プログラム、規制／ガバナンス等に関する最近の動きに関する包括的な調査を踏まえ、米欧中日における合成生物学とニューロテクノロジーの取組のレベルについて、市場・産業化、政府 R&D プログラム、規制／ガバナンス等の項目別に、1～5の数値で相互比較を行った。
- ・ 合成生物学およびニューロテクノロジーにおいて、「中国が躍進し、米国が技術的優位性を失いつつある」という米国の安全保障関係の専門家の議論がある中で、これら新興技術における米中の力関係について多面的に把握するために、専門家の議論や関連する情報を幅広く調査し、産業・経済の側面、政策の側面、技術競争力の側面、規制の側面、軍用への適用・国家安全保障の側面およびオープンイノベーションの側面から、合成生物学およびニューロテクノロジーにおける米中の競合関係を炙り出した。

以下、これらを踏まえて、令和2年度、3年度および最終年度のアウトプットを示す。

●令和2年度の調査研究のアウトプット

民生利用を中心とした、合成生物学とニューロテクノロジーの研究の特徴について整理し、米欧中における合成生物学とニューロテクノロジー研究の特徴・事例等を整理し、日本における合成生物学とニューロテクノロジー研究に関する取組の現状と課題について調査・整理した。

●令和3年度の調査研究のアウトプット

米中を中心とした、軍事・国家安全保障分野における合成生物学およびニューロテクノロジーに関する研究の特徴と動向について幅広く情報を収集・整理するとともに、中国が合成生物学およびニューロテクノロジー研究を軍民融合という形で研究を加速していることを踏まえ、それに対する米国の国家安全保障研究者・軍関係者の見解や、デュアルユースを含む合成生物学やニューロテクノロジー等 ELSI/RRRI の在り方に関する議論について調査・整理した。

●最終年度の調査研究のアウトプット

合成生物学とニューロテクノロジーの特徴について再整理し、米欧中日の合成生物学とニューロテクノロジーに係る市場・産業化、政府 R&D プログラム、規制／ガバナンス等に関する最近の動きについて包括的に調査・整理し、合成生物学とニューロテクノロジーの取組のレベル感について各国間の比較評価（1～5段階の相対評価）を行った。また、合成生物学およびニューロテクノロジーにおける米中の競合関係に関する議論について、産業・経済の側面、政策の側面、技術競争力の側面、規制の側面、軍用への適用・国家安全保障の側面およびオープンイノベーションの側面から調査・分析した。これらを踏まえて、合成生物学とニューロテクノロジーの加速的発展がもたらす世界情勢の変化に対応していくために、経済安全保障及び国家安全保障の観点から、今後日本がとるべき新興技術政策について6つの提言を行った。

(b) 勉強会の講師の人選に関する工夫

米国は、世界的に、合成生物学及びニューロテクノロジー分野の研究をリードしており、新興技術や破壊的技術における ELSI（倫理的・法的・社会的問題）への取組が進んでい

る。また、米国には、合成生物学、AI、ニューロテクノロジー等を中心とした新興技術における中国の台頭が、米国や西側諸国の経済安全保障や国家安全保障に及ぼす影響について、専門的に研究を行っている著名な研究者が存在する。

このような状況を踏まえ、合成生物学及びニューロテクノロジーにおける国家安全保障の側面にフォーカスした最新情報や知見を把握することを目的として、米国から、合成生物学および健康安全保障のトップの専門家（ジョンズホプキンス・ヘルスセキュリティセンターシニア研究員／ジョンズホプキンス大学公衆衛生学大学院環境衛生工学部准教授）と中国の軍事戦略と人民解放軍による合成生物学及びニューロテクノロジーの応用研究の状況に詳しい新進気鋭の専門家（新アメリカ安全保障センター テクノロジーと国家安全保障プログラム 非常勤シニアフェロー）をお招きして、遠隔で講演頂いた。

(c) 一般に向けた情報発信に関する工夫

本調査研究の意義、並びに、合成生物学及びニューロテクノロジーが経済・国家安全保障に及ぼすインパクトについて幅広く伝えることを目的として、「新興技術が日本の経済・国家安全保障に及ぼす影響について考える」をテーマとした2回の Webinar セミナー（①『ニューロテクノロジー研究が経済・国家安全保障に及ぼすインパクトについて考える』、②『合成生物学研究が2030年の社会に与えるインパクトについて考える：経済安全保障とELSI（倫理的・法的・社会的問題）の観点から』を、遠隔で開催した。これらの開催にあたり、Kクラブ実行委員会事務局に協賛頂き、東京大学公共政策大学院 STIG、研究・イノベーション学会より、これら Webinar セミナーの案内をして頂いた。

●第1回 Webinar セミナー

第1回 Webinar セミナー『ニューロテクノロジー研究が経済・国家安全保障に及ぼすインパクトについて考える』では、米国から、中国脳計画を含む中国の新興技術プロジェクトや「超法規的」な技術移転に焦点を当てた研究を専門的にを行っている中国の専門家（ジョージタウン大学研究教授、同大学安全保障・新興技術センター主席アナリスト）及び米国のトップの脳科学研究者（ジョージタウン大学メディカルセンター神経科学科教授、同大学ニューロテクノロジーセンター共同ディレクター）をお招きして講演頂いた。

●第2回 Webinar セミナー

第2回 Webinar セミナー『合成生物学研究が2030年の社会に与えるインパクトについて

考える：経済安全保障と ELSI（倫理的・法的・社会的問題）の観点から』は、パネルディスカッション形式で行った。このため、米国から、合成生物学のユニコーン企業として世界の注目を集めているギンコ・バイオワークス社（Ginkgo Bioworks）の共同創業者及び破壊的技術の社会的・倫理的・政策的側面の分析に関する国際的な研究者をお招きし、パネリストとして登壇頂いた。本調査研究の研究アドバイザーとして支援頂いている合成生物学の専門家で合成生物スタートアップの共同創業者である相澤康則准教授（東京工業大学 生命理工学院）がパネルディスカッションのモデレータを務めて頂き、活発な議論を行うことができた。

② どの部分につき進展・成果が不十分であったか。その原因、次年度での改善方法。

今回 Webinar セミナーを 2 回開催したが、お招きした講演者やパネリストは国際的にも著名な方が多く、活発な議論が行われたが、各回とも、参加者が 35～40 名程度で思ったほど集客が伸びなかった。この原因としては以下が考えられる。

- ・ Webinar セミナーの開催の告知が遅れ、開催 7～10 日前になってしまったこと。これに関連して、関係者への依頼や各種メディア（SNS、プレスリリース等）を活用して、開催案内を行うことができなかった。
- ・ Webinar セミナーでは、米国の方に、遠隔で講演者あるいはパネリストとして参加頂いたことから、日本時間での開催が午前 10 時からであったこと。
- ・ 2 回目の Webinar セミナーでは、外務省の方に基調講演を依頼させて頂いたのであるが、時間的に厳しかったこと。

(1) 補助事業の成果
(基礎的情報収集・調査研究)
● 他の類似事業と比べて新規性があったか。研究成果により新たな知見が得られたか。
① 国内では、合成生物学やニューロテクノロジーをテーマとして、それらの技術が経済安全保障と国家安全保障への影響に関して研究されている事例は皆無である。また海外においても、合成生物学やニューロテクノロジー研究が国家安全保障に与える影響について分析した研究は極めて少ない。今回、新興技術の中でも、合成生物学、ニューロテクノロジーという、非専門家にとって、馴染みが薄く、理解することが容易ではない分野の技術の本質を理解しつつ、新興技術の民生や軍事への応用、新興技術がもたらす潜在的な影響、新興技術に係る各国の市場、産業化、R&D プロジェクト、政策、規制・ガバナンス (ELSI/RRR を含む)、更には、米中間の技術競争や研究安全保障に関する議論等、広範囲にわたる領域の情報、知識および知見が求められ、それらを踏まえて、経済安全保障並びに国家安全保障の観点から、日本に求められる合成生物学とニューロテクノロジーに関する政策提言を行うという、極めて挑戦的な研究であった。 ② 最終年度の研究より、以下の知見が得られた。 ・ 合成生物学およびニューロテクノロジーの市場・産業化・投資・政府 R&D プログラム・人材育成・ガバナンスなどに関する米国・英国・中国・日本間の相対比較分析を試みた。その結果、以下が分かった。 ➤ 合成生物学に関しては、産業化・投資・政府 R&D プログラム・人材育成の面で、日本は完全に米英中に引き離されている。特に、投資規模と政府 R&D プログラムに関しては、中国が米国と肩を並べるほどに力を付けており、日本は、もはや米中に追いつくことが困難な状況にある。 ➤ ニューロテクノロジーに関しては、投資・人材育成の面で、完全に米国、EU および中国に引き離されている。ただし、市場化・産業化に関しては、ベンチャーへの投資といった観点から米国がリードしているものの、ニューロテクノロジーに関するニーズおよび市場が未開拓であることから、日本としても国際的にも競争していくチャンスがある。 ➤ 日本は、また、合成生物学、ニューロテクノロジーともに、欧米と比較して ELSI や RRI と呼ぶべきガバナンスの取組も大きく遅れている。海外で活発化する新興技術のガ

バナンスに関する議論において、日本のプレゼンスが非常に弱いことが指摘されているが、これは、そもそも日本は、合成生物学、ニューロテクノロジーともに、国際的に重要なプレーヤーと見なされていないことによる。

➤ 日本政府は、合成生物学、ニューロテクノロジーといった、現時点で市場や産業として顕在化していない新興技術に関して殆んど注意を払っていないと判断できる。

- ・ 中国は、少なくとも、AI、先端材料・製造、バイオテクノロジー（合成生物学、バイオ・マニュファクチャリングを含む）等に代表される新興技術の多くの分野で米国をリードしているが、これは、中国の指導部が新興技術の R&D の重要性を十分に理解し、「国家イノベーション駆動発展戦略要綱」およびそれに基づく「中国科学技術イノベーション第 13 次五ヵ年計画」、「国家戦略的新興産業発展第 13 次五ヵ年計画」等の中長期的な科学・産業技術発展計画を立案し、遂行してきた結果である。

（諸外国シンクタンク・有識者との連携の強化）

- 研究過程における外国シンクタンク・有識者等（在日の有識者、外交官、外国メディア関係者を含む）との定期的な討論や共同研究等を通じ、諸外国の視点を取り入れた調査研究や、日本の立場や見解に関する外国シンクタンク・有識者等による理解の増進に取り組んでいるか。

（※ 活動内容のみではなく、外国シンクタンク・有識者との連携がどれほど、どのように深められたかを総括的に記載すること。）

- ① 政策策定者・意思決定者の方を対象として、合成生物学及びニューロテクノロジーの基本的な知識を理解頂き、両技術の将来の潜在的可能性、今後それらが社会にもたらすであろう重大な影響等について全体感を把握頂き、それを共有頂くことを目的として、令和 2 年度と令和 3 年度に国内外の専門家を招いて 5 回ずつ勉強会を実施した。

最終年度は、以下の 2 つの観点により、米国から研究者と専門家を勉強会と Webinar セミナーに、講師あるいはパネリストとして参加し、議論頂くことで、合成生物学及びニューロテクノロジーを中心とした、日本に求められる新興技術政策について示唆を得るとともに、理解を深めることができた。

- (a) 合成生物学及びニューロテクノロジーにおける国家安全保障の側面にフォーカスした最新情報や知見を把握するために、合成生物学および健康安全保障のトップの専門家（ジョンズホプキンス・ヘルスセキュリティセンターシニア研究員／ジョンズホプキンス大学公衆衛生学大学院環境衛生工学部准教授）と中国の軍事戦略と人民解放軍に

よる合成生物学及びニューロテクノロジーの応用研究の状況に詳しい新進気鋭の専門
家（新アメリカ安全保障センター テクノロジーと国家安全保障プログラム 非常勤シ
ニアフェロー）をお招きして個別に勉強会を実施した。

- (b) 「合成生物学やニューロテクノロジーが日本の経済・国家安全保障に及ぼす影響」に
ついて専門家に議論頂くために、ニューロテクノロジーの専門家（ジョージタウン大
学メディカルセンター神経科学科教授／同大学ニューロテクノロジーセンター共同デ
イレクター）、新興技術と安全保障問題との関係性に関する専門家（ジョージタウン
大学研究教授／同大学安全保障・新興技術センター主席アナリスト）、合成生物学ベ
ンチャー創業者（ギンコ・バイオワークス社）、新興技術における ELSI 問題の専門家
（マイアミ大学医学部 J.T. マクドナルド財団人類遺伝学部門 研究准教授／同大学法
科大学院非常勤教授）をお招きして、個別に Webinar セミナーを実施した。

- ② 今回の研究では、これらの研究者との連携により貴重なご意見を頂いており、合成生物
学及びニューロテクノロジーの経済・国家安全保障に与える影響や ELSI に関する議論を
整理するうえで、これらの米国の研究者から頂いた見解が非常に参考になった。

（日本の主張の世界への積極的発信と国際世論形成への参画）

- インターネットによる広報やセミナー・シンポジウムの実施・参加等を通じ、日本の
主張の国際社会への発信が積極的になされたか。その結果として国際世論の形成に参画
することができたか。
- （※活動内容のみではなく、どのような発信が、どのように国際世論の形成への参画につ
ながったかを総括的に記載すること。）

①

②

（国民の外交・安全保障問題に関する理解増進）

- インターネットによる広報やセミナー・シンポジウムの実施・参加等を通じ、国民の外
交・安全保障に関する理解増進に取り組んだか。また、その反響があったか。
- （※活動内容のみではなく、どのような活動がどう国民の理解を増進したのか、どのよう
な反響があったかを総括的に記載すること。）

- ① 未来工学研究所のホームページに、昨年度の成果として、「未来工学研究所、“我が国の
経済安全保障・国家安全保障の未来を左右する新興技術－合成生物学とニューロテクノ
ロジー研究における米中覇権争いの幕開け－”、中間報告書、令和3年度外交・安全保障

調査研究事業費補助金（調査研究事業）、令和４年３月」の概要について公表した。 この結果、メディア（新聞２社）、企業（商社）から、合成生物学とニューロテクノロジーが、日本の経済安全保障と国家安全保障に与える影響について意見を求めてきた。特に、商社が、経済安全保障の観点から、危機感を持ち始めていることがわかった。
（２）補助事業の実施体制及び実施方法
● 若手、女性、地方在住研究者を積極的に登用しているか。若手研究者の育成（英語による発信力の強化を含む。）に取り組んでいるか。
① 今回、未来工学研究所主催の勉強会の講師や Webinar セミナーの講師・パネリストとして、女性を含めて、積極的に国内外の若手の研究者・専門家を招いて研究の支援を頂いた。未来工学研究所の研究班、研究アドバイザー、勉強会の講師、Webinar セミナーの講師・パネリスト等併せて１１名のうち、若手が４名、女性が４名となった。 （a）未来工学研究所が主催した２回の勉強会ともに、米国の女性研究者（うち１名は若手研究者）を招いて講演頂いた。 （b）未来工学研究所が主催した２回の Webinar セミナーのうち、１名の米国の女性研究者にパネリストとして登壇頂いた。 ② 未来工学研究所主催の２回の勉強会や第１回 Webinar セミナーにおいて、当所の女性の若手研究員が司会を務めた。また、当所の若手研究員が積極的に英語での質問を行った。 以上から、当所としては、若手及び女性研究者並びに国外の研究者の登用と育成に積極的に取り組んだ。 （注）本事業における若手研究者の定義は、２０代～４０代（２０歳～４９歳）とする。
● 複数の分科会や研究会がある場合、それらの間の有機的な連携が取れているか。
① ②
● 外務省等の関係部局とのコミュニケーションを構築し、政策立案上のニーズを把握し、それを踏まえて効果的にアウトプット・政策提言を行ったか。
① 当研究所の副事業総括である伊藤和歌子特別研究員及び事業総括補佐である山本研究員が、窓口になって、勉強会の案内等に関して外務省等の関係部局とのコミュニケーション・チャンネルを確立した。

② 未来工学研究所主催の勉強会の講師と未来工学研究所主催の Webinar セミナーの講師・パネリストは、政策提言の方向性を意識しつつ、当研究所による in-depth な調査と判断に基づいて選定した。また、勉強会の開催前に外務省を通じて、経済産業省、防衛省、環境省等、関係省庁部局に勉強会で講演いただく講師の略歴と講演のテーマをお知らせすることで、勉強会への関心の度合いを把握することができた。また、2 回実施した Webinar セミナーの開催に当たっては、外務省より関係省庁に Webinar セミナー開催の案内を配布頂いた。
(3) 補助金の使用
● 補助金は効率的に使用されているか。
① 補助金は、会議（勉強会、Webinar）運営費、勉強会講師／Webinar セミナー講師／Webinar セミナーパネリスト／専門家ヒアリング謝金、海外文献の購入・データベース利用費、報告書印刷費等に充てることができ、事業計画の達成と当初の経費執行に問題はなかった。
● 補助金の適正な執行・管理のために十分な体制がとられたか（管理者による予算全体の配分・管理や支出の適正性を判断する担当者と実際の支出を承認する担当者の区分等）。
① 予算は、研究チームメンバーが経費伝票を起票し、それを事業代表者（事業総括：多田浩之）が確認・承認→総務課経理担当（松山姿能子）が確認・承認→事業代表者（平澤理事長）の承認のプロセスを経て執行された。 ② 事業代表者（事業総括：多田浩之）が、総務課経理担当（松山姿能子）に月単位で全体的な経費の執行状況の確認を求め、残額や用途の適正性についてチェックを行った。

3-1 事業の実施状況・成果

※以下の4つのカテゴリーに沿って、具体的な実施状況（日時、場所、参加者/参加人数、テーマ、調査、議論や対外発信の概要、成果等）について記載すること。（分量自由）

1. 基礎的情報収集・調査研究

(1) 「調査研究班」定例会議の実施

本事業を円滑に進行させるため、未来工学研究所「調査研究班」メンバーによる4カ月に3回程度の所内定例会議を開催し、それぞれの調査研究の進捗状況の共有を図った。その実施状況は以下の通りである。

回数	項目	内容
第1回	日時、開催形式	2022年4月27日（水）13:00~15:00（オンライン）
	概要	令和4年度の調査研究の方針、調査研究成果の政策展開に関する提言の考え方、勉強会に招く講師の選定の考え方、Webinar開催の有無、メンバーの作業分担等について議論し、情報共有した。また第1回勉強会の講師について検討した。
第2回	日時、開催形式	2022年6月15日（水）10:00~12:00（オンライン）
	概要	各自文献調査した内容に関する情報共有を行い、Webinar開催の方向性、第2回勉強会に招く講師の候補等について議論した。
第3回	日時、開催形式	2022年7月20日（水）10:00~11:30（オンライン）
	概要	各自文献調査した内容に関する情報共有を行い、第1回と2回のWebinarに招く講師の候補、第2回勉強会に招く講師の候補等について議論した。
第4回	日時、開催形式	2022年8月29日（月）15:00~16:30（オンライン）
	概要	各自文献調査した内容に関する情報共有を行い、第2回の勉強会の進行、第1回Webinarの内容と構成、第1回Webinarの開催準備、第2回Webinarの構成等について議論した。
第5回	日時、開催形式	2022年9月27日（火）9:30~10:30（オンライン）

回数	項目	内容
	概要	各自文献調査した内容に関する情報共有を行い、第2回 Webinar の構成とタイムスケジュール、集客方法等について議論した。
第6回	日時、開催形式	2022年10月13日（木）13:30～15:00（オンライン）
	概要	第2回 Webinar の開催準備、集客方法について議論した。
第7回	日時、開催形式	2022年12月2日（金）10:00～11:00（オンライン）
	概要	各自文献調査した内容、勉強会の内容及び Webinar の内容を踏まえ、報告書のまとめの方向性、目次及び執筆の担当について議論した。
第8回	日時、開催形式	2023年2月28日（火）10:00～12:00（オンライン）
	概要	各自担当分の報告書の作成状況を説明した。報告書のドラフト版の提出、報告書を印刷に出すまでのスケジュールについて決定した。
第9回	日時、開催形式	2023年3月23日（木）10:00～12:00（オンライン）
	概要	各自担当分の報告書の完成状況を説明し、修正すべき内容について確認した。

(2) 政策立案者向け勉強会の実施

最終年度は、合成生物学やニューロテクノロジーが与える安全保障問題について、国家安全保障分野で活躍されている、米国の第一線の研究者/専門家を招いて勉強会を2回実施した。外務省のみならず、関心のあると思われる省庁にも幅広く声をかけた。その概要は以下のとおりである。

回数	項目	内容
第1回	日時、開催形式	2022年6月7日（火）10:00～12:00（オンライン）
	テーマ	The Present and Future Promise of Synthetic Biology（合成生物学の現在と未来の約束）
	講演者	Gigi Kwik Gronvall 博士（ジョンズホプキンス・ヘルスセキュリティセンター シニア研究員／ジョンズホプキンス大学公衆衛生学大学院環境衛生工学部 准教授）
	参加者	調査研究班メンバー3名 外務省から16名。
	概要	以下等の内容について講演頂いた。

回数	項目	内容
		• 合成生物学の産業化 • 生物学の個人化 • アマチュア生物学/市民サインスの普及 • 生物兵器の懸念 • デュアルユース研究への懸念 • 新興バイオテクノロジーに対する共同演習による安全保障の向上 • 国防総省の対応 • バイオエコノミーを守る • 米国として考えるべき対策
第2回	日時、開催形式	2022年9月1日（木）10：00－12：00（オンライン）
	テーマ	The PLA's Outlook on Cognitive Science and Biotechnology for the Future Battlefield（人民解放軍が展望する未来の戦場のための認知科学とバイオテクノロジー）
	講演者	Elsa B. Kania 氏（新アメリカ安全保障センター テクノロジーと国家安全保障プログラム 非常勤シニアフェロー）
	参加者	調査研究班メンバー3名 外務省、経済産業省及び内閣官房から 26 名
	概要	以下等の内容について講演頂いた。 • 中国のイノベーションに関する野心 • 軍民融合に関する国家戦略 • 中国脳計画 • 軍用脳科学（BMI、実験、潜在的アプリケーション） • AI に触発された知能 • サルを使った研究の重要性 • 中国における CRISPR 研究 • ゲノミックスとバイオインフォマティックス • 国家遺伝子バンク • 中国によるサプライズの可能性

(3) Webinar セミナーの開催

合成生物学とニューロテクノロジーが今後の日本の経済・国家安全保障に及ぼす影響について幅広く理解してもらうことを狙いとして、「新興技術が日本の経済・国家安全保障に及ぼす影響について考える」をテーマとして、2回の Webinar セミナーを開催した。

回数	項目	内容
第1回	日時、開催形式	2023年9月21日（水）10：00－12：00（Webinar）
	Webinar セミナ	ニューロテクノロジー研究が経済・国家安全保障に及ぼすインパクト

回数	項目	内容
	一のタイトル	について考える
	講演者	Maximilian Riesenhuber 博士（ジョージタウン大学メディカルセンター神経科学科教授／同大学ニューロテクノロジーセンター共同ディレクター）
		William C. Hannas（ジョージタウン大学研究教授／同大学安全保障・新興技術センター主席アナリスト）
	参加者	調査研究班メンバー3名 外務省、JST、大学等から 40 名
	Maximilian Riesenhuber 博士の講演の概要	●タイトル Neurotechnology R&D in the US –state of the art and future implications for our society（米国におけるニューロテクノロジーの研究開発－その現状と将来的な社会への影響について） ●講演の内容 以下等の内容について講演頂いた。 - ニューロテクノロジーvs ニューロ・モーフィック（脳ベースの AI） - ニューロ・モーフィック AI - ニューロテクノロジー／ニューロエンジニアリング - パーキンソン病におけるディープ・ブレイン・シミュレーション - 大うつ病性障害(MDD)の例 - クローズドループ記録・刺激システムの開発 - 脳刺激／記録技術の新展開：ニューロピクセル - 非侵襲型技術 - 脳を読むことに関する倫理的懸念 - 脳の刺激に関する倫理的懸案事項
	William C. Hannas 博士の講演の概要	●タイトル China’ s AI-Brain Program : China’ s project to merge human and artificial intelligence（中国 AI・脳計画：中国が進める人間と AI の融合プロジェクト） ●講演の内容 以下等の内容について講演頂いた。 - 中国政府の支援：AI 研究に先行した脳・AI 研究 - 中国の 2017 年 AI 発展計画の重要なポイント - 認知 AI モデルと機械学習／深層学習の比較 - 中国の脳に触発された AI - 中国におけるコネクトミクス（脳内マッピング）の現状 - 中国版 BCI（ブレイン・コンピュータ・インターフェイス） - BI（脳に触発された）AI 科学者、信念、アウトプット、目標 - 日本の安全保障へのインプリケーション

回数	項目	内容
第2回	日時、開催形式	2022年10月20日(木) 10:00-12:00 (Webinar)
	テーマ	合成生物学研究が2030年の社会に与えるインパクトについて考える：経済安全保障とELSI(倫理的・法的・社会的問題)の観点から
	パネリスト	Tom Knight 博士 (ギンコ・バイオワークス社 (Ginkgo Bioworks) 共同創業者)
		Rosario Isasi 博士 (マイアミ大学医学部 J.T. マクドナルド財団人類遺伝学部門 研究准教授/同大学法科大学院非常勤教授)
	モデレータ	相澤康則博士 (東京工業大学 生命理工学院准教授)
	参加者	調査研究班メンバー3名 外務省、経産省、環境省、農水省、産総研、JST、大学、民間企業、銀行等から35名
	Tom Knight 博士のプレゼンテーションの概要	●タイトル Past and Future of Synthetic Biology (合成生物学の過去と未来) ●講演の内容 以下の内容について講演頂いた。 - コンピュータアーキテクトとシリコンデザイナーから生物学への道 - 合成生物学の創造とファンディング - 初期の結果 (1994~2004 年) - IGEM - ギンコ・バイオワークス社の設立 (2008 年) - ギンコ・バイオワークス社の資金調達 - 合成生物学の次に来るもの - 日本として何をすべきか?
	Rosario Isasi 博士のプレゼンテーションの概要	●タイトル Synthetic Biology: Towards an Ethical and Governance Framework (合成生物学: 倫理とガバナンスの枠組みをめざして) ●講演の内容 - 合成生物学の背景の設定 ➢ 合成生物学とは何? ➢ 不確実さを克服する ➢ Elephant in the Room (皆知っているが、敢えて触れない) - シフトするフレームワーク ➢ 「十分に安全」という基準から、責任あるイノベーションへ ➢ ELSI の統合 - 合成生物学の倫理・ガバナンスのフレームワーク ➢ 責任あるイノベーション - 合成生物学の倫理・ガバナンスのフレームワーク (米国の提案)

(4) 専門家ヒアリングの実施

提言に関して専門家のご意見を聞くことを目的として、ヒアリングを行った。

(5) 報告書の作成（研究の成果）

上記(1)～(4)の活動を踏まえて、研究の成果を最終報告書（日本として考えるべき外交政策→：米中２強の時代に求められる新興技術戦略）にまとめた（167 ページ）。

本報告書の構成は、次のとおりである。

- | | |
|-------|--|
| 1. | はじめに |
| 2. | 令和３年度までの研究の経緯と最終年度の研究の概要 |
| 2.1 | 令和３年度までの研究の経緯 |
| 2.2 | 最終年度の研究の概要 |
| 2.3 | 報告書の構成 |
| 3. | 合成生物学とニューロテクノロジーの特徴 |
| 3.1 | 合成生物学 |
| 3.1.1 | 合成生物学の定義 |
| 3.1.2 | 合成生物学の応用分野 |
| 3.1.3 | 合成生物学について議論されている国際的課題 |
| 3.2 | ニューロテクノロジー |
| 3.2.1 | ニューロテクノロジーの定義 |
| 3.2.2 | ニューロテクノロジーの応用分野と標準化への流れ |
| 3.2.3 | ニューロテクノロジーについて議論されている国際的課題 |
| 4. | 米欧中日の合成生物学とニューロテクノロジーに係る市場・産業化、政府 R&D プログラム、規制／ガバナンス等に関する最近の動き |
| 4.1 | 合成生物学 |
| 4.1.1 | 米国 |
| 4.1.2 | 英国 |
| 4.1.3 | 中国 |
| 4.1.4 | 日本 |
| 4.2 | ニューロテクノロジー |
| 4.2.1 | 米国 |
| 4.2.2 | EU／英国 |
| 4.2.3 | 中国 |
| 4.2.4 | 日本 |
| 4.3 | 合成生物学とニューロテクノロジーの取組に関する米国・英国／EU・中国・日本間の比較 |

- 5. 合成生物学およびニューロテクノロジーにおける米中の競合関係に関する議論
- 5.1 合成生物学における米中の競合関係に関する議論
 - 5.1.1 バイオエコノミーの側面
 - 5.1.2 政策の側面
 - 5.1.3 技術競争力の側面
 - 5.1.4 規制の側面
 - 5.1.5 軍用への適用、国家安全保障などの側面
 - 5.1.6 オープンイノベーションの側面
- 5.2 ニューロテクノロジーにおける米中の競合関係に関する議論
 - 5.2.1 産業・経済の側面
 - 5.2.2 政策の側面
 - 5.2.3 技術競争力の側面
 - 5.2.4 規制の側面
 - 5.2.5 軍用への適用、国家安全保障などの側面
 - 5.2.6 オープンイノベーションの側面
- 5.3 研究安全保障について考える
 - 5.3.1 研究安全保障
 - 5.3.2 経済安全保障との対比
 - 5.3.3 概念の整理
 - 5.3.4 新興技術と研究安全保障
 - 5.3.5 小括
- 6. 政策提言
 - 6.1 合成生物学とニューロテクノロジーに関する日本の立ち位置
 - 6.2 政策提言
- 7. おわりに

付録 1：合成生物学およびニューロテクノロジー研究の ELSI への取組の在り方に関する論
点

付録 2：DARPA における主な合成生物学 R&D プログラムのリストと内容

付録 3：DARPA における BCI を中心とした主なニューロテクノロジー R&D プログラムの
リストと内容

2. 諸外国シンクタンク・有識者との連携の強化

(※実施状況のほか、外国シンクタンク・有識者との連携がどれほど、どのように深められたかを具体的に記載すること。)

氏名	所属研究機関・役職	連携の状況
Dr. Gigi Kwik Gronvall	ジョンズホプキンス・ヘルスセキュリティセンター シニア研究員／ジョンズホプキンス大学公衆衛生学大学院環境衛生工学部准教授	免疫学を専門とし、合成生物学のセキュリティ問題に関する米国の女性の専門家である。 COVID-19 パンデミック時には、ジョンズ・ホプキンス健康セキュリティセンターの継続的な取り組みとして、分子・抗原検査や血清検査の開発・販売の追跡、米国における COVID-19 血清（抗体）検査や SARS-CoV-2 血清調査の国家戦略策定を主導した。 第1回勉強会の講師として、国家安全保障の観点から、合成生物学の現在と未来に関して講演頂いた。今回勉強会にお招きしたことで、ジョンズ・ホプキンス健康セキュリティセンターという、米国のバイオセキュリティ研究及び戦略を担う、米国の最高峰の学際的研究機関（サインス、医療、公衆衛生、看護、法学、社会科学、経済学、国家安全保障）との関係を構築することができた。
Ms. Elsa B. Kania	新アメリカ安全保障センター テクノロジーと国家安全保障プログラム 非常勤シニアフェロー	中国における軍事戦略、新興技術による軍事イノベーション等について専門的に研究されている米国の女性研究者。国防総省、長期戦略グループ、ファイア・アイ社、カーネギー清華世界政策センターなどでの勤務経験がある。 第2回勉強会の講師として、国家安全保障の観点から、人民解放軍が展望する未来の戦場のための認知科学とバイオテクノロジーに関して講演頂いた。今回勉強会にお招きしたことで、米国でも数少ない、中国の新興技術と軍事戦略に詳しい専門家との交流関係を持つことができ、今後の未来研究所の安全保障に関する研究にとって貴重な財産を得た。
Dr. William C. Hannas	ジョージタウン大学研究教授／同大学安全保障・新興技術センター主席ア	中国の新興技術や「超法規的」な技術移転に焦点を当てた研究を行っている、中国の専門家（以前は、中央情報局（CIA）のシニア・

氏名	所属研究機関・役職	連携の状況
	ナリスト	インテリジェンス・サービス（SIS）に所属）。 第1回 Webinar セミナーに講師としてお招きしたことで、Hannas 博士との協力関係を築き、同博士が所属する、中国の「超法規的」手段による技術移転や不正技術獲得問題の検討に関する国際保障研究グループの会合（非公開）に招待された。
Dr. Max Riesenhuber	ジョージタウン大学メディカルセンター神経科学科教授、同大学ニューロテクノロジーセンター共同ディレクター	計算モデル、脳画像、EEG 等を用いて、脳がどのように世界というものを理解するのか、また、これらの洞察をどのようにニューロモルフィック AI や拡張認知アプリケーションに反映させることができるのかを理解することを研究のテーマとしている、ニューロサイエンスの専門家である。 第1回 Webinar セミナーに講師としてお招きしたことで、Riesenhuber 博士から協力を頂ける関係を構築した。
Dr. Tom Knight	ギンコ・バイオワークス社共同創業者	エンジニアリング・バイオロジーとしての合成生物学の基礎を築いた、合成生物学のゴッドファーザーと呼ばれる、天才研究者。 第2回 Webinar セミナーのパネリストとしてお招きしたことで、未来工学研究所として、合成生物学に関する国際セミナーの開催等に関して、ギンコ・バイオワークス社との関係作りを構築することができた。
Dr. Rosario Isasi	マイアミ大学医学部 J.T. マクドナルド財団人類遺伝学部門 研究准教授／同大学法科大学院非常勤教授	破壊的技術（精密医療、ゲノム医療、再生医療等）の社会的、倫理的及び政策的側面の特定・分析に焦点を置いた研究を推進し、国際比較法、倫理学及び健康格差の分野で独自の専門性を持つ学者として国際的な評価を確立されている ELSI 専門家。 第2回 Webinar セミナーのパネリストとしてお招きしたことで、ELSI に関する国際セミナーの開催等に関して、同博士との関係作りを構築することができた。

3. 日本の主張の世界への積極的発信と国際世論形成への参画

(※実施状況のほか、発信がどう国際世論の形成への参画につながったかを具体的に記載すること。)

4. 国民の外交・安全保障問題に関する理解増進

(※実施状況のほか、活動がどのように国民の理解を増進したのか、どのような反響があったかを具体的に記載すること。)

- ・ 未来工学研究所のホームページに、「未来工学研究所、“我が国の経済安全保障・国家安全保障の未来を左右する新興技術－合成生物学とニューロテクノロジー研究における米中覇権争いの幕開け－”、中間報告書、令和3年度外交・安全保障調査研究事業費補助金（調査研究事業）、令和4年3月」の概要について公表した。この結果、メディア（新聞2社）、企業（商社）から、合成生物学とニューロテクノロジーが、日本の経済安全保障と国家安全保障に与える影響について意見を求めてきた。特に、商社が、経済安全保障の観点から、危機感を持ち始めていることがわかった。

➤ メディア取材（新聞2社）

- ◇ 毎日新聞科学環境部から、国家安全保障の観点から、ニューロテクノロジーの軍用研究事例について取材の要請。
- ◇ 読売新聞大阪本社 科学医療部から、米中の共同研究の状況や、経済・国家安全保障の観点を踏まえた日中共同研究の可否について取材の要請。

➤ 企業（商社）問い合わせ

- ◇ 某商社の調査部から、世界の合成生物学研究の状況とそれが経済安全保障に及ぼす影響について話を聞きたいという要請。

3-2 事業の実施状況・成果の定量的概要

【調査】

- ・ 情報収集・調査実施回数：①デスクトップでの Web 等文献収集・調査（1 ヶ月あたり 10 日程度実施）、②勉強会 2 回、③Webinar セミナー2 回、③ヒアリング 3 回

【会議】

- ・ 勉強会の実施数：2 回（令和 4 年度）
 - 第 1 回勉強会（2022 年 6 月 7 日 10：00－12：00（オンライン））
 - ◇ テーマ：The Present and Future Promise of Synthetic Biology（合成生物学の現在と未来の約束）
 - 第 2 回勉強会（2022 年 9 月 1 日（木）10：00－12：00（オンライン））
 - ◇ テーマ：The PLA's Outlook on Cognitive Science and Biotechnology for the Future Battlefield（人民解放軍が展望する未来の戦場のための認知科学とバイオテクノロジー）
- ・ 他団体主催のシンポジウム／セミナー／ワークショップ等への参加数：3 回
 - 東京大学 公共政策大学院 STIG 主催第 119 回 STIG PoP セミナー（合成生物学と経済安保）にて、多田浩之主席研究員が「合成生物学と経済・国家安全保障との関係性をどう捉えるべきか?」について講演（2022 年 6 月 13 日、オンライン）
 - ◇ <https://stig.pp.u-tokyo.ac.jp/?p=5127>
 - 21 世紀政策研究所シンポジウム「中国の新たな『統一』政策を展望する」にて、伊藤和歌子特別研究員が「中国の情報インフラの変遷」について講演（2022 年 7 月 7 日、経団連会館）
 - ◇ https://www.keidanren.or.jp/journal/times/2022/0728_11.html
 - 研究・イノベーション学会 第 37 回シンポジウム「経済安全保障と科学技術イノベーションの両立へ」に、多田浩之主席研究員が参加（2022 年 8 月 16 日）
 - ◇ <https://jsrpim.jp/archives/4953>

【情報発信】

- ・ インタビューや報道発表の実施数：3回
 - 毎日新聞科学環境部取材（2023年1月24日）
 - ◇ ニューロテクノロジーの軍用研究事例について、多田浩之主席研究員が取材を受けた。
 - 読売新聞大阪本社 科学医療部取材（2022年11月7日）
 - ◇ 米中の共同研究の状況や、経済・国家安全保障の観点を踏まえた日中共同研究の可否について、多田浩之席研究員が取材を受けた。
 - 商社（2022年9月13日）
 - ◇ 某商社の調査部から、世界の合成生物学研究の状況とそれが経済安全保障に及ぼす影響についてレクチャーの要請を受けた。
- ・ シンポジウム／セミナー／ワークショップ等の主催・共催数：2回主催
 - 未来工学研究所主催「ニューロテクノロジー研究が経済・国家安全保障に及ぼすインパクトについて考える」 オンラインセミナーの案内
 - ◇ <https://www.ifeng.or.jp/wp/20220921-webinar/>
 - 未来工学研究所主催「合成生物学研究が2030年の社会に与えるインパクトについて考える：経済安全保障とELSI（倫理的・法的・社会的問題）の観点から」 Webinarの案内
 - ◇ <https://www.ifeng.or.jp/wp/20221020-webinar/>
- ・ 論文やコメントリーの発出数：2回
 - 「中国の科学技術力を用いた影響力の行使—宇宙分野を例に」（川島真・鈴木絢女・小泉悠編著、池内恵監修『ユーラシアの自画像—米中対立／新冷戦』論の死角』2023年3月、PHP）：伊藤和歌子特別研究員が分担執筆
 - “The State-oriented Model of Internet Regulation: The Case of China,” Tomoko Ishikawa and Yarik Kryvoi eds., Public and Private Governance of Cybersecurity: Challenges and Potential (Cambridge University Press, 2023 [刊行予定])：伊藤和歌子特別研究員が分担執筆

- ・ 政策提言を含む報告書の発出数：4回
 - 「未来工学研究所、“我が国の経済安全保障・国家安全保障の未来を左右する新興技術－合成生物学とニューロテクノロジー研究における米中覇権争いの幕開け－”、中間報告書、令和3年度外交・安全保障調査研究事業費補助金（調査研究事業）、令和4年3月」を未来工学研究所のホームページに掲載（2022年5月）
 - ◇ <http://www.ifeng.or.jp/publication/synthetic-biology-20220508/>
 - 「山本智史、“研究安全保障に関する国際比較調査研究 報告書【公表版】”、一般財団法人新技術振興渡辺記念会 令和3年度科学技術調査研究助成（下期）、2022年9月」を発表（一般財団法人新技術振興渡辺記念会にて管理）
- ・ 学術誌の発行：0回
- ・ 主要なものにつき、審査委員や政府関係者などが閲覧できるよう URL（未発表のものは概要）を記載。また、上記以外の情報発信（メールマガジン配信、ウェビナー動画の発信など、独自に実施している情報発信）も該当があれば記載すること。

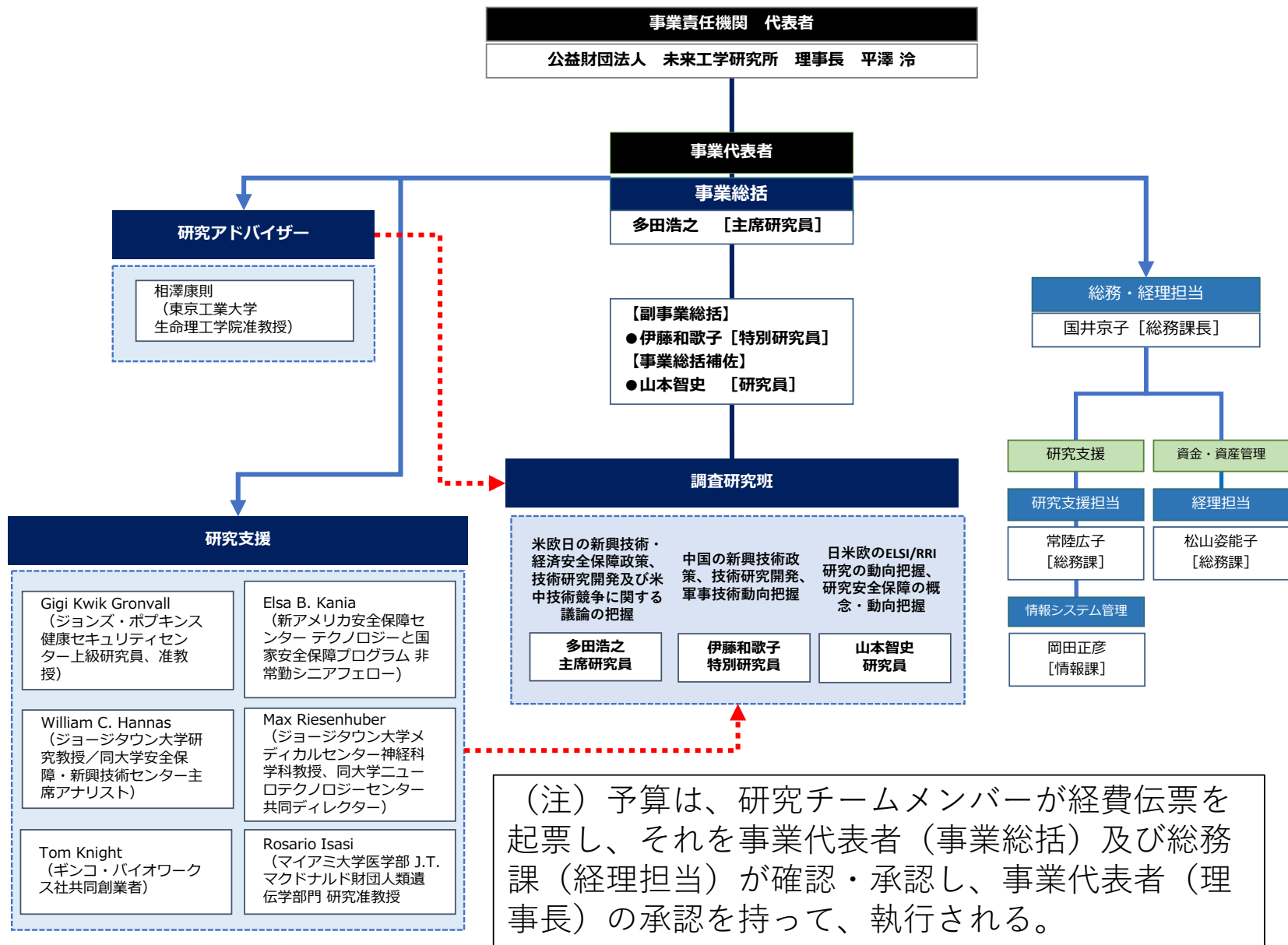
4－1 事業実施体制

- ・事業を実施するための人的体制、それぞれの役割分担等を記載のこと。
 - ・必要に応じ、それぞれの経験、能力等を示す資料を別添可。
 - ・若手、女性研究者、首都圏以外の研究者にカウントしている場合はそれを分かるようにすること。
- (※) 年齢・性別は評価の際の参考情報として記載するものであり、対外公表はしない。

1 組織図（自由書式）

- ※ 複数の分科会／研究会が設けられている場合は、それらが有機的に連携するためにどのような体制が取られているか明示すること。
- ※ 予算の執行・管理体制を明示すること。

次ページに、事業を実施するための組織図を示す。



2 メンバーの役割分担

事業総括、グループリーダー、研究担当、渉外担当、経理担当等の別	氏名	所属機関・部局・職	役割
事業総括・研究担当	多田 浩之	未来工学研究所政策調査分析センター主席研究員	事業総括（事業全体の方針、研究内容等）、欧米・日本の新興技術政策・技術研究動向、米中技術競争に関する議論の把握
副事業総括・研究担当	伊藤 和歌子 （若手、女性）	未来工学研究所政策調査分析センター特別研究員	事業全体の進捗管理、メンバーや外務省との調整、中国の政策・技術動向把握
事業総括補佐・研究担当	山本 智史 （若手）	未来工学研究所政策調査分析センター研究員	事業全体の進捗管理の補佐、日欧米の新興技術に関する ELSI（倫理的・法的・社会的問題）・RRI（責任ある研究イノベーション）研究及び研究安全保障の把握
研究アドバイザー＊	相澤 康則	東京工業大学生物理工学院准教授	合成生物学研究の専門性・知見の提供
研究支援＊＊	Gigi Kwik Gronvall （女性、米国在住）	ジョンズ・ホプキンス健康セキュリティセンター 上級研究員、准教授	米国の合成生物学研究とバイオセキュリティ問題に関するご情報のご提供
研究支援＊＊	Elsa B. Kania （若手、女性、米国在住）	新アメリカ安全保障センター テクノロジーと国家安全保障プログラム 非常勤シニアフェロー	中国の軍事分野における合成生物学とニューロテクノロジー研究の動向に関する情報のご提供
研究支援＊＊	William C. Hannas （米国在住）	ジョージタウン大学 研究教授／同大学安全保障・新興技術センター主席アナリス	中国の「超法規的」手段による技術移転や研究安全保障に関するご意見の提供

事業総括、グループリーダー、研究担当、渉外担当、経理担当等の別	氏名	所属機関・部局・職	役割
		ト	
研究支援**	Max Riesenhuber (米国在住)	ジョージタウン大学 メディカルセンター 神経科学科教授、同 大学ニューロテクノロジー センター共同 ディレクター	ニューロテクノロジー 研究が未来社会に 及ぼす影響等に関する ご意見の提供
研究支援**	Rosario Isasi (女性、米国在住)	マイアミ大学医学部 J. T. マクドナルド財 団人類遺伝学部門 研究准教授／同大学 法科大学院非常勤教 授	新興技術における ELSI の在り方に関する ご意見の提供
研究支援**	Tom Knight (米国在住)	ギンコ・バイオワー クス社共同創業者	合成生物学の産業の トレンド、バイオセ キュリティの議論に 関するご意見の提供
総務・経理担当	国井 京子	未来工学研究所総務 課長	本事業の総務・経理

*適宜アドバイス頂いている。

**随時メールでのやり取りにより助言頂くとともに、勉強会や Webinar セミナーで講演頂いている。

4-2 事業実施体制の定量的概要
研究者数合計 11 名 うち若手 (※) 研究者数 4 名 (全体の 36%) うち女性研究者数 4 名 (全体の 36%) うち首都圏以外の研究者数 7 名 (全体の 64%)