

## 【令和4年度実績】

### 1. アジア発のサイクロトロン核医工学の国際展開

「研究」

No.02 (1)-2 卓越した研究を基盤とした国際共同教育の深化

#### 実績報告

中国南華大学 School of Nuclear Science and Technology (SNST) と結んだ部局間協定(2021年11月に締結)に基づき、南華大学の大学院学生を1名、研究所等研究生として受け入れを行った。また、2023年1月に、南華大学 SNST 主任教授である Yuezhou Wei 教授を招き、今後の両機関の協力について協議した。特に中国南華大学が持つ医療用 RI 分離技術と、CYRIC が持つサイクロトロンを用いた医療応用技術について、医工学分野で互いに協力ができることを確認した。

また、JSPS 二国間交流事業の支援を受けて、2023年2月に韓国原子力医学院(Korean Institute of Radiological and Medical Sciences(KIRAMS) に訪問し、KIRAMS-THK-QST Collaboration Seminar on Radiation Dosimetry を開催した。また、両機関の部局間協定を継続し、サイクロトロンを用いた放射性医薬品、放射線治療法の開発などで協力していくことに同意した。



南華大学 Yuezhou Wei 教授による南華大学紹介スライド(左)と CYRIC センター長との合同撮影(右)



KRICP(Korea Radioisotope Center for Pharmaceuticals)の Kyeong Min Kim 副センター長と CYRIC センター長との MOU 調印式



放射線線量計測に関する KIRAMS、東北大学、QST 合同セミナー

 [nanka.png](#),  [2023-02-26\\_12-05.png](#),  [2023-02-26\\_12-06.png](#)

## 2. 認知症 PET 診断に関する開発と臨床応用

「研究」

No.20 (2)-1 社会の要請に応える研究の推進, No.23 (3)-2 卓越した研究を基盤とした産業界等との共創教育の展開

### 実績報告

超高齢社会の到来によって技術革新が求められている認知症の診断に関する画期的な PET 診断薬の創製を東北大学病院との連携により進めている。最近では本格的なレカネマブなど認知症治療薬も米国 FDA に承認されるようになり、治療開始時期を確定するために PET 画像診断の重要性が再び注目されている。古本教授らが「アストログリオシス(神経炎症)イメージング」を目的とした独自の新規 PET トレーサーである 18F-SMBT-1 を開発し、脳 PET トレーサーとして優れていることを明らかにした。臨床研究としては、田代教授が AMED の支援を受けて、多施設共同臨床研究「反応性アストログリオシスを定量化する新規画像バイオマーカーの研究開発：認知症疾患の層別化における[18F]SMBT-1 の有用性の検討(SMBT-SD)」を進めている。この薬剤は、アミロイドイメージング、タウイメージングの次の世代の PET 診断薬として注目されており、その機能として、1) 認知症疾患の進行段階の層別化ができるとともに、2) 疾患の進行予測ができ、また、3) アルツハイマー病系列の認知症とそれ以外の認知症の鑑別もできる可能性が期待されており、現在検証を進めている(図1、図2)。将来的には治験を実施して東北大発の初めての PET 診断薬としての確立を目指している。

また、この薬剤はすでに世界的に認知されつつあるため、古本教授が技術供与する形で、メルボルン大学、ピッツバーグ大学等との国際共同研究も開始されており、アルツハイマー病患者の脳内における MAO-B の発現上昇を画像化することに成功している(論文 [1\\_Villemagne2022a.pdf](#), 論文 [2\\_Villemagne2022b.pdf](#))。この成果を踏まえ、現在、さらなる国際共同研究の展開が進んでいる。新たに、米国の Houston Medical Research Institute とは、2022 年度から国際共同研究強化(B)のプロジェクトとして共同研究を開始した。これに関連して、世界各国から十数施設が参加する国際多施設研究が計画されている。さらに、The State University of New York at Stony Brook (米国)、Asan Medical Center (韓国)、Institute for

Basic Science (韓国)、National Cyclotron and PET Centre (タイ)の研究機関とも国際共同研究を開始し、グローバルな研究活動を拡大している。その他には、PET 試薬販売企業で世界最大手の ABX 社と SMBT-1 及びその製造原料化合物の製品化に向けて、交渉を開始した。

なお、薬剤開発者の古本教授は、放射性医薬品科学の国際学術団体である Society of Radiopharmaceutical Sciences (SRS)の理事に選任されて国際的な活動に取り組んでいる。この活動により世界各国の指導的立場にある放射性医薬品科学の研究者との強力なネットワークができており、当センターのグローバルな研究活動の展開に大いに役立っている。

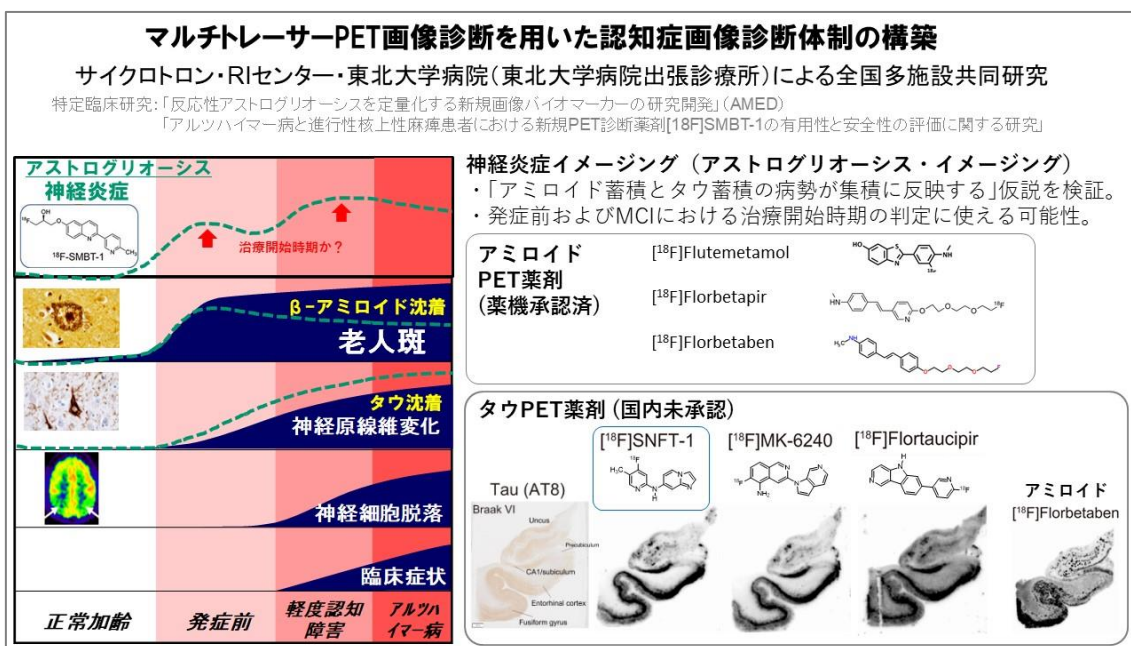
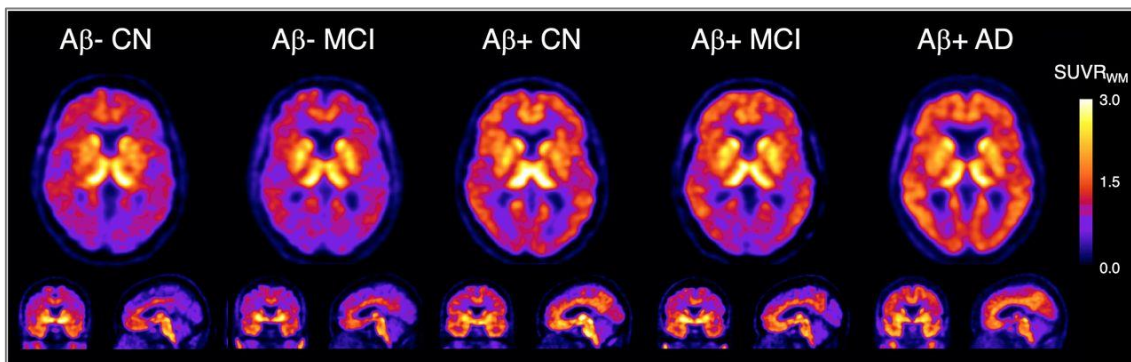


図1.jpg, 図2.jpg, 論文 1\_Villemagne2022a.pdf, 論文 2\_Villemagne2022b.pdf



### 3. 全学的な放射線業務従事者等管理業務の DX によるコンプライアンスの徹底

「業務運営の改善等」

No.46 (1)-2 全学 DX によるデジタル・キャンパスの推進, No.47 (1)-3 危機管理体制の機能強化

#### 実績報告

「全学的な放射線業務従事者管理業務のデジタル化(DX)によるコンプライアンスの徹底」という事業で本年度総長裁量経費を獲得し、全学的な放射線業務従事者管理システムの開発を進めている。本学における放射線の利用者は、理工系のみならず、生物、農、医歯薬系に至るまで幅広い分野に及び、2020 年度には 29 部局で概ね 4,400 人となっている。さらに次世代放射光の運用が始まる 2024 年度には、近年にない利用者的大幅な増加が予想されている。

放射線業務従事者に対しては、被ばく管理、健康診断、教育訓練を含む従事者の管理が法令により各事業所に義務付けられているが、近年、従事者の放射線施設の利用形態が多様化していることや、法令改正等に起因するコンプライアンス強化に対応するための安全管理体制の再編・再構築等環境の変化への対応を正確かつ迅速に行う必要性が高まっており、全国の放射線施設を有する大学等においてもこのことが大きな問題となっている。一方で、本学や全国の大学においては、今もなお、従事者管理が徹底されていない事例が規制官庁による立ち入り検査等において指摘されている状況であるため、これも踏まえた問題の解消は喫緊の課題である。本学における放射線業務従事者の管理は、現在、従事者の一元管理に基づいた全学的な体制ではなく部局単位で行っており、全学共通のフォーマットによる管理が行われていない。そのため、全学的な情報共有に時間を要すること、放射線施設を有しない部局(特に規模の小さい部局)は管理のノウハウがないこと、また、法令の二重規制(RI 規制法と労働安全衛生法)により同一個人の管理情報を複数部局で行なわなければならないことから部局間の情報の不整合があることなどの問題が見られており、この問題の解決が急務である。

本年度は総長裁量経費獲得を受けて仕様策定を行い、令和 6 年度の本格的な運営に向けて準備を行った。

本事業については、2022 年 9 月にスイスジュネーブで開催された IAEA International Conference on Occupational Radiation Protection で発表された。



IAEA 会議での発表風景

 2023-03-03\_08-55.png

## 4. 宇宙・半導体領域における加速器施設の産業利用促進に向けたプラットフォーム開発

「社会との共創」

No.03 (2)-1 戦略的産学共創の展開

### 実績報告

宇宙開発領域では、産学の多様なプレイヤーが参入してきており、これに伴い安価且つ高性能な民生部品需要が急速に高まってきている。そして、耐放射線性が検証されていない民生品には放射線照射試験が必要不可欠であり、近年新規参入者による放射線照射施設の利用が増加してきている。また、IoE 導入の加速化が進む地上産業では、半導体の微細化や搭載数増加により、中性子線によるサーバ、通信機器や制御機器を包含するシステムのソフトウェア発生率の増加が懸念されている。システム健全性評価のために、宇宙産業と同様に放射線照射施設の需要が高まってきている。

そこで、CYRIC と分析評価事業を主に行う民間企業 HES および、宇宙産業のインフラ環境を構築する SEESE 社が共同でプラットフォームを構築することに合意した。このプラットフォームにより、民間からのニーズを迅速に提供することを可能とする。



 [cyric-hes-seese.png](#)

## 5. 量子生命・分子イメージング教育コースの推進とグローバル人材の育成

「教育」

No.14 (3)-1 あらゆる境界を越え、創造的で活力のある研究者・高度専門人材を育成する大学院教育の展開, No.16 (4)-1 世界から学生を惹きつける最先端の国際プログラムの開発・提供等, No.12 (2)-1 未来社会に立ち向かうための基盤となる学士課程教育の新構築, No.13 (2)-2 現代的課題に挑戦する基盤となる先端的・創造的な高度教養教育の確立・展開

### 実績報告

【1】大学院教育において、本センターが中心となって、本学および量子科学研究開発機構(QST: 量子医科学研究所、量子生命科学研究所、次世代放射光施設等)との連携により日英 2 言語を用いた研究教育プログラムを考案した。それまでの「分子イメージング教育コース」の実績を踏まえて、医学系研究科内に「量子生命・分子イメージング教育コース」としてリニューアルし、2022 年度より研究教育を開始している。さっそく医学系研究科のダブルディグリー制度の学生が受講し、好評であった。教育内容は研究科横断型になっており、本センター、医学系研究科、薬学研究科、医工学研究科、工学研究科、環境科学研究科、電子光理学研究センター、金属材料研究所等の教員が教育に参画していて、各研究科の学生も単位の取得が可能である(図1)。医工学研究科では一部の科目が正式な履修科目として登録されている。

**「量子生命・分子イメージング教育コース」への発展（2022年度～）**

**東北大学**

大学院医学系研究科

量子生命・分子イメージング連携講座

[世話教授]  
高杉圭教授 樋口真人教授、佐原成彦准教授、山田真希子准教授、南本敦史准教授  
高杉圭教授 東達也教授、西井龍一准教授、吉井幸恵准教授

権田幸祐教授 須原哲也 教授(所長)、五十嵐龍治准教授、山田真希子准教授  
権田幸祐教授 藤井健太郎准教授、(馬場嘉信 教授(所長))

[兼] サイクロトロン核医学研究部 事務局 田代学副センター長・教授、平岡宏太良助教  
脳厚生室長

**サイクロトロン・RIセンター**

[兼: 医工学・工学研究科] 放射線管理研究部  
渡部浩司センター長・教授、志田原美保准教授、池田隼人助教 山谷泰賀教授

[兼: 薬学研究科] 核薬学研究部 張明宗教授、永津弘太郎准教授  
古本祥三教授、鈴木善仁講師

[兼: 理学研究科] 加速器研究部・測定器研究部  
寺川貞樹教授、伊藤正俊教授、足立智助教

電子光物理学研究センター 金属材料研究所

**量子科学技術研究開発機構**

量子医学研究所(旧放医研)  
●脳機能イメージング研究部  
●分子イメージング診断治療研究部

量子生命科学研究所  
次世代放射光施設(ナノテラス)

信頼性保証・監査室

量子医学研究所(旧放医研)  
●先進核医学基盤研究部  
●先進核医学基盤研究部

- ・東北大学大学院医学系研究科と量子科学技術研究開発機構[QST]が、連携協定に基づいて拡張型の新しい教育プログラムを立ち上げた。
- ・連携客員教授・准教授を大幅に増員して教育テーマが大きく拡張された。
- ・QSTの若手研究者の博士号取得は今後も可能。

本コースの具体的な教育内容としては、従来の「分子イメージング概論/特論」、「分子イメージングトレーニング」等に加えて、「分子イメージング診断治療講義」、「量子生命科学概論/特論」、「量子生命イメージングトレーニング」等の科目を追加した。「分子イメージング診断治療講義」では、放射性同位体を用いた最先端の癌治療(診断一体型治療:セラノスティクス)について学んでいただく計画である。全く新しい科目である「量子生命科学概論/特論」、「量子生命イメージングトレーニング」については、量子論や量子力学の生命観に基づいて生命活動を捉え直す最先端の基礎科学的研究について学んでいただく科目であり、教育内容に放射光科学も含まれている。この最先端分野自体の歴史はまだ浅く、量子生命科学 Quantum life science の教育コースは世界でもまだ例がないため、世界初の試みであるとされている(図2、資料1\_量子生命・分子イメージング教育コース.pdf)。

**QST 量子生命技術の創製と医学・生命科学の革新**

量子      分子      細胞      臓器      小動物      ヒト

生命科学をこれまでの分子レベルから量子レベルにまで拡張し、その階層性を理解し、統合する。

**(C) 量子論的生命現象の解明・模倣**

- 生体分子複合体の量子レベル構造解析
- 光合成、嗅覚、磁気受容等の量子効果の分光学的解析
- 量子コヒーレンス高精度測定

**(A) 生体ナノ量子センサーの開発と応用**

- 広視野、高解像度、多項目同時計測可能な生体ナノ量子センサシステムの開発(ナノダイヤモンドNVセンターによるバイオセンサー)

**(B) 量子技術を用いた超高感度MRI/NMR**

- 超高感度MRI/NMR
- 長寿命、低毒性、超偏極プローブ分子開発
- 室温超偏極による高感度化

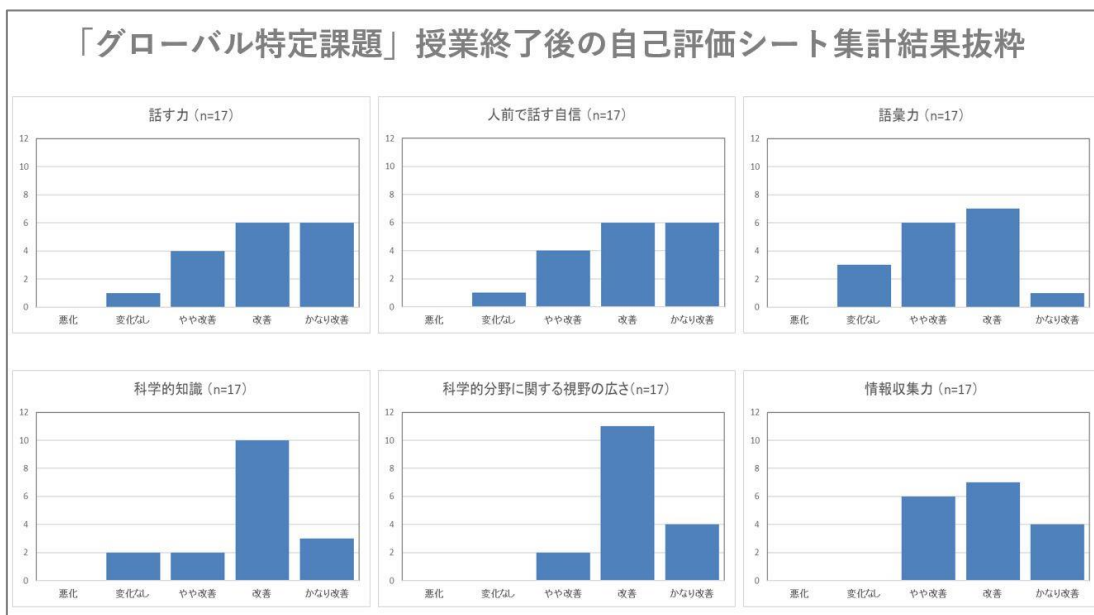
**第2次量子革命**

量子情報科学  
量子コンピュータ  
量子暗号  
量子生物学  
...

**Newton**  
最新量子論入門

**Nobel Prize in Physics 2022**

【2】本センターが担当する全学教育科目「グローバル特定課題：研究者と学ぶ科学英語実習講座」において、自ら調査して英語で発表するアクティブラーニング実習授業を行うプログラムを開発した。学生は1セメスターのうちに5回の英語プレゼンテーションを行うが、並行して科学技術分野において国際的に活躍するために重要な慣習(CVの書き方等)の基礎知識も学び(対象は学部1~2年生)、将来のワーキングライフのイメージをより具体的に想起できるようにした。英語のプレゼンテーション未経験者が授業後には5~10分程度の英語のプレゼンテーションを自信をもって行うことができるようになり、シンポジウム形式の発表会で座長のタスクもこなせるようになった。自己評価の結果、大半の学生が「話す力」、「人前で話す自信」、「語彙力」、「科学的知識」、「科学的分野に関する視野の広さ」、「情報収集能力」などの項目で改善を示した(図3、図4)。





<p>授業題目 /Class Subject</p>	<p>研究者と学ぶ科学英語実習講座 English in Science &amp; Technology</p>
<p>授業の 目的と概要 /Object and Summary of Class</p>	<p>・このコースは、とにかく英語を使って科学的コンテンツについて視聴したり、発表したり、議論して経験値を上げていくことを目指します。これは科学技術に関するコンテンツや論文から情報収集して英語でディスカッションできる国際的人材(グローバル人材)を目指すための実習講座です。発表体験を通じて英語が使えるようになりたい人にはおすすめの講座です。 ・この授業はほとんどの回をWeb(Zoom)で実施します。基本的な内容の説明は講義前半では日本語で行いますが、慣れてきたら英語で説明する場合があります。</p> <p>*As a background, many web conferences and meetings have been organized partly because of the COVID-19 pandemic. That's why this class is aiming to train undergraduate (or graduate) students to be able to give presentations and to have meaningful discussions in English. *Almost all classes are organized in a web conference style (Zoom). Instructions and explanations of basic issues will be given mainly in Japanese, and later in English if possible.</p>
<p>学修の 到達目標 /Goal of Study</p>	<p>1) 科学系の英語(科学研究やビジネス)の世界の基本的な考え方を理解する。 2) 研究やビジネスの世界の実務的な英語コミュニケーションの基本を学ぶ(履歴書、電子メール、論文、マニュアル等)。 3) 自分なりの発表資料を作成して、英語でプレゼンできるようになる。そして、自信と度胸を身につける。 4) 科学ニュースの映像や英語のレクチャーを視聴して内容が理解できるようにリスニング力を鍛える。 5) 自分の発表内容や視聴した内容について英語でディスカッションしたりコンパクトな英文報告書にまとめる力をつける。 ※英語発表が初めての人でも最後には発表できるようになっていました。</p> <p>1) To learn about basic knowledge and attitude in the world of scientific research &amp; business. 2) To learn the basic issues of business English (how to prepare and read CVs, emails, academic papers, laboratory manuals, etc.). 3) To manage to give presentations in English, and to develop self confidence. 4) To improve listening ability using news program and lectures. 5) To be able to summarize your own presentations and news programs in English.</p>
<p>授業内容・ 方法と 進度予定 /Contents and Progress Schedule of the Class</p>	<p>授業の進度予定(※施設見学以外はZoomを使ってWebで実施します。顔は常に出しておいて下さい。) Schedule(※Using Zoom for classes, except for Institution visits)</p> <p>DAY01: オリエンテーション(授業説明)、自己紹介と英語の履歴書。 DAY02: 学習テーマ「脳科学」。 DAY03: 施設見学会(リアルまたはバーチャルで。見学先:サイクロトロン・RIセンター)。 DAY04: ミニプレゼン1:施設見学報告会。 DAY05: 学習テーマ「科学論文とは」。 DAY06: 学習テーマ「宇宙科学」:英文メールの書き方を知ろう。 DAY07: ミニプレゼン2:地球外生命体の存在可能性について発表。 DAY08: 学習テーマ「放射線や災害について」。 DAY09: 学習テーマ「実験や実験マニュアルについて」。 DAY10: ミニプレゼン3:放射線の有用性と問題点についての意見交換会。 DAY11: 学習テーマ「国際セミナーや学会活動」。 DAY12: 学習テーマ「企業活動と新技術開発」。 DAY13: ミニプレゼン4:面白いベンチャー企業を紹介(仮想就職説明会)。 DAY14: 学習テーマ「論理的思考について」。 DAY15: 学習テーマ「発表資料の視覚的効果」。 DAY16: 最終試験(最終プレゼン):自分をもっとも発表したい科学的テーマについて自由発表。 (※施設見学の10日間は感染流行地域の訪問や感染流行地域からの訪問者との面会を避けていただいたり、10日間程度の健康状態チェックと記録の提出をお願いします。感染の可能性が心配される方には施設見学を遠慮していただく場合があります。)</p> <p>DAY01: Orientation. Self-introduction. How to prepare curriculum vitae (CV). DAY02: Let's learn about "brain science". DAY03: Actual (or virtual) visit to Cyclotron and Radioisotope Center (CYRIC). DAY04: Mini-presentation 1: "My visit to CYRIC". DAY05: Let's learn about scientific papers. Let's search scientific papers. DAY06: Let's learn about "space science". How to prepare emails. DAY07: Mini-presentation 2: "Extraterrestrial life". DAY08: Let's learn about "radiation" and "disasters". DAY09: Let's learn about "experiments and experimental manuals". DAY10: Mini-presentation 3: "Mini-debate on the use of radiation on Mars". DAY11: Let's know about international conferences and overseas study. DAY12: Let's learn about companies and new technologies. DAY13: Mini-presentation 4: "introducing new companies". DAY14: Let's learn about "critical and logical thinking". DAY15: Let's learn about "visual effects in academic presentations". DAY16: Final examination (final presentation). *Participants of "Visit to CYRIC" (on DAY03) are requested to avoid traveling to infection spread areas and meeting people from those areas for 10 days before the visit. Also, requested to check and record body temperatures and symptoms for 10 days before the visit (also should be submitted in advance). People with specific information suggesting higher risks of being infected might not be able to attend the tour.)</p>

 図1.jpg, 
  図2.jpg, 
  資料1\_量子生命・分子イメージング教育コース.pdf, 
  図3 グローバル特定課題自己評価シート集計抜粋 2.JPG, 
  図4 グローバル特定課題シラバス抜粋.JPG