

名古屋大学アイソトープ総合センター

TRACER

研究紹介

放射性同位体³²P を利用した DNA ポリメラーゼの活性測定法による色素性乾皮症バリエーション群の
責任遺伝子産物 DNA ポリメラーゼ η の機能解析

β -アミノ酸を複数個含むペプチドの翻訳合成

Tracer 第61号

目 次

巻頭言

アイソトープ総合センター長の8年間	本 間 道 夫	1
-------------------------	---------	---

研究紹介

放射性同位体 ³² P を利用した DNA ポリメラーゼの活性測定法による 色素性乾皮症バリエーション群の責任遺伝子産物DNAポリメラーゼ ^{イータ} η の機能解析	増 田 雄 司	3
β -アミノ酸を複数個含むペプチドの翻訳合成	藤 野 公 茂	9
平成28年度研究業績		14
講習会・学部実習		16
講習会修了者数		18
センターへの講師依頼		19
平成29年度 アイソトープ総合センター講習会案内		20
機器紹介		27
機器貸出実績		27
新規購入図書		28
放射線安全管理室からのお知らせ		28
運営委員会運営委員名簿		29
委員会等の報告		29

編集後記

アイソトープ総合センター長の8年間

アイソトープ総合センター長・大学院理学研究科教授

本 間 道 夫

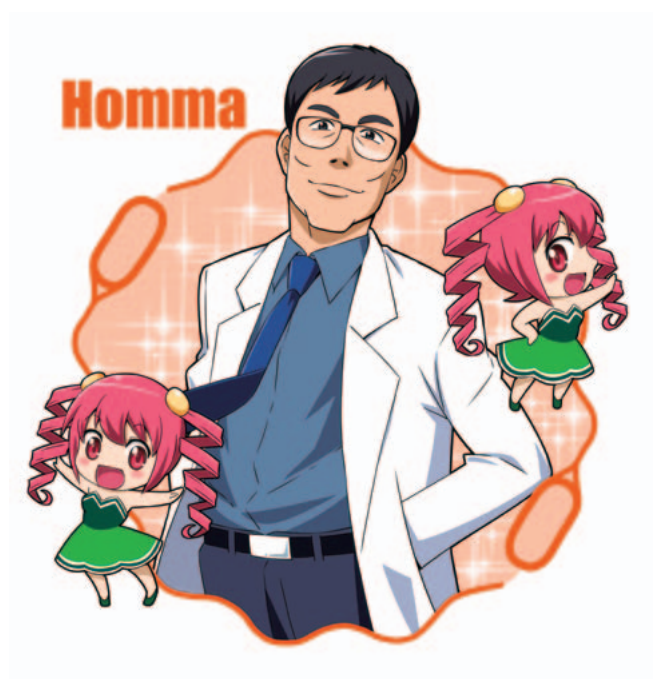


私が名古屋大学に職を得たのは今から30年程前になります。米国エール大学に留学していましたが、米国で生き残っていく自信はなく、幸い名古屋大学医学部病態制御研究施設の医真菌研究部門に空いたポジションがあり赴任しました。その頃は ^{32}P を使ったDNAの配列解析が盛んに行われていたことから、アイソトープ実験を研究室とは離れた分館で行っていました。それで、当時分館長であった西澤先生、運営委員であった前総長の濱口先生などと一緒に、分館のアイソトープ施設内の設備整備などに関わりました。その後、私は医学部から理学部に移りました。そして、西澤センター長の後を引き受けた生命理学の饗場先生が退職する時に、非密封のアイソトープを大量に使った世代としてセンター長のバトンを受け取りました。その際にもらった宿題が、人員減にともなうアイソトープセンター教員の削減です。なんとか削減せずに済むように、当時の総長にセンター教授の柴田先生とお願いに行きましたが、結局、教員の人員削減を遂行せざるを得ませんでした。任期付きの職員とそうでない職員の差は、仕方ないと言っても不条理を感じ、センター長の最初の大仕事としては、気持ちのいいものではありませんでした。アイソトープの利用は激減したものの、利用そのものの有用性が低下したわけではありません。非密封のアイソトープ管理の中心としてのセンターは、一定レベルの利用者に対して、必要不可欠な業務を行う機関としての役割をはたしていると思います。そのようなことが理解されてか、総長管理定員による人員削減のプレッシャーは、私が経験した最初の削減以降は、幸いにもありませんでした。

センター長の仕事としては、全国国立大学アイソトープセンター長会議への出席があります。ちょうど名大祭のころに開催される会議で、初めて出席したのは、北海道大学での会議でした。約20校の大学のセンター長が集まるのですから、最初は緊張したことを憶えています。全国でのアイソトープ利用や施設の実情について情報交換する場として、毎回、有効な会議だと感じました。また、個人的には、会議開催地として訪れることで、それまで訪ねる機会がなかった鹿児島や鳥取などの大学の実情に触れることができました。このセンター長会議でも、平成23年3月に起こった東日本大震災による原発事故における放射能の問題は大きく取り上げられました。東京大学のセンター長であった児玉先生が福島の問題に熱弁をふるわれていたことが思い出されます。しかし、各大学での対応の報告を聞くだけでセンター長会議として何もできない無力感が残りました。一方、アイソトープの問題に関しては、センター専任教員の迅速な対応により、センター存在の意味を知って貰えたように思います。

アイソトープ施設を維持していくためには、かなりの予算を必要とします。法人化により大学の財政が苦しくなっている状況で、老朽化した名古屋大学のアイソトープセンター施設をどのようにするかが問題になっていました。ちょうどその頃、地中埋設管の破損が疑われ、排水施設の更

新をする必要がありました。幸いなことにアイソトープによる汚染は検出されなかったので、大きな問題になることはありませんでした。また、海外では、日本で扱う量の非密封のアイソトープであれば、普通の実験室で扱えます。しかし、日本では、扱う量に応じて室内の空気を換気する必要があります。この空調設備もまた大きな予算を必要とします。同時期、新館と呼んでいた建物の空調設備の老朽化に伴って、更新しなくてはならない状態になっていました。このような状況の中で、大学内のアイソトープ施設の集中化が議論され、排水施設や空調設備を更新するよりは、建物そのものを更新してしまうという案が浮上しました。幸いなことに、概算要求が認められ、今年の夏には新しい建物が完成します。これがセンター長の置き土産となって、私がお役に立てたという印として残るのは嬉しいことです。私がセンター長になった当初の巻頭言には、「センターで主に働く方の意見を聞きながら、現実的な将来構想を作っていければと思っています。また、その発展性という面からは、アイソトープを使った夢のある研究も計画したいと思います。法律などの壁や管理上の問題で困難な点も多いのですが、使いやすいアイソトープセンターも目指したいと思います」と偉そうに書いてありました。8年間を振り返ると、何もできなかったなと思ってしまいます。この巻頭言が出るころには、新しいセンター長が決まっています。新しい建物において、名古屋大学の次の時代のセンターが、アイソトープ利用に向けて発展することを期待して終わりたいと思います。



放射性同位体³²P を利用した DNA ポリメラーゼの 活性測定法による色素性乾皮症バリエーション群の 責任遺伝子産物 DNA ポリメラーゼ η の機能解析



増田 雄司

(環境医学研究所 ゲノム動態制御分野・医学系研究科 トキシコゲノミクス)

はじめに

DNA ポリメラーゼは鋳型 DNA に対して相補的な dNMP (deoxyribonucleoside monophosphate) を重合する、生命活動の根幹を支える酵素である。ヒトではこれまでに14あまりの DNA ポリメラーゼが発見されている。その中で、3つの DNA ポリメラーゼ (DNA ポリメラーゼ α , DNA ポリメラーゼ δ , DNA ポリメラーゼ ϵ)がゲノム DNA の複製に必要不可欠である。DNA ポリメラーゼ γ はミトコンドリア DNA を複製する。その他の DNA ポリメラーゼは、DNA 複製には必ずしも必須ではないが、主に DNA 修復に関与することで遺伝情報の維持に寄与していると考えられている。

色素性乾皮症 (xeroderma pigmentosum: XP) は日光高過敏性、高発がん性の皮膚疾患の一つであり、常染色体劣性遺伝性の遺伝病である。XP は A ~ G 群と V (variant: バリエーション) 群の8種類に分類され、それぞれ原因遺伝子が明らかにされている。紫外線を含む日光が細胞に当たると紫外線に特徴的な DNA 損傷が生じる。A ~ G 群の責任遺伝子はこの紫外線 DNA 損傷を修復する酵素群をコードしており、皮膚を紫外線から防御している。XP の A ~ G 群の細胞では、紫外線 DNA 損傷の修復酵素が正常に働かず、紫外線に高感受性となる。一方、バリエーション群の細胞は紫外線 DNA 損傷の修復は正常であるが、紫外線が照射された後の、DNA 複製に異常が観察される。DNA 複製

に必要な DNA ポリメラーゼ α , DNA ポリメラーゼ δ , DNA ポリメラーゼ ϵ は、鋳型 DNA に紫外線 DNA 損傷があると、そこで DNA 合成を停止してしまう。バリエーション群の責任遺伝子は、紫外線 DNA 損傷があっても DNA 合成を継続することができる特殊な DNA ポリメラーゼ, DNA ポリメラーゼ η をコードしており、紫外線 DNA 損傷によって停止した DNA 複製を再開することで、皮膚を紫外線から防御している。DNA ポリメラーゼ η に欠損がある XP のバリエーション群の細胞では、紫外線 DNA 損傷によって停止した DNA 複製を効率よく再開することができないため、紫外線に感受性となる。

DNA ポリメラーゼ η は化学的構造が変化した塩基を鋳型として利用することができる特殊な性質をもつ DNA ポリメラーゼの一つであり、この性質によって、紫外線損傷塩基を鋳型として DNA 合成を再開することができる。この分子機構は「損傷乗り越え DNA 合成」と呼ばれる。一方で DNA ポリメラーゼ η は、通常の塩基に対しては相補的塩基を重合する精度が著しく低い性質を併せ持つ。したがって、DNA ポリメラーゼ η に代表される、損傷乗り越え DNA 合成に寄与する一群の DNA ポリメラーゼは、その働きが「損傷乗り越え DNA 合成」に限定されるように制御されていると考えられている。筆者が所属するゲノム動態制御分野を主宰する益谷教授は、XP バリエーション群の責任遺伝子産物として DNA ポリメラーゼ

η を発見し^{1, 2)}, それ以来 DNA ポリメラーゼ η の機能解析を行っている³⁻⁵⁾。DNA ポリメラーゼや様々な DNA 代謝酵素の生化学的解析には, 放射性同位体の利用が必要不可欠である。本稿では, 放射性同位体³²Pを利用したDNAポリメラーゼの活性測定法について概説し, DNA ポリメラーゼ η の活性制御の分子機構についての最近の解析結果を紹介する。

³²P を利用した DNA ポリメラーゼの活性測定法

DNA ポリメラーゼは鋳型塩基に対して相補的な dNMP を重合する。試験管内でこの反応を再現する際には, 鋳型となる一本鎖 DNA とそれに相補的に水素結合した短い DNA (プライマー DNA) 及び, 重合反応の基質となる 4 種類の dNTP (deoxyribonucleoside triphosphate) を必要とする (図 1)。重合反応の際には, dNTP から β 位と γ 位のピロリン酸が外れて, α 位のリン酸がプライマー DNA のデオキシリボースの 3'-OH と結合する。この反応系に α 位のリン酸が³²P で標識された [α -³²P] dNTP を添加することで, 新規に合成された DNA を³²P で標識, 可視化, 定量することが可能となる (図 1)。

図 2 はポリメラーゼ δ による試験管内の DNA 合成反応の一例を示した⁶⁾。鋳型 DNA としてバクテリオファージ M13 に由来する約 7000 塩基の環状一本鎖 DNA とその一部に相補的な 30 塩基長のプライマーを使って反応し, 反応産物をアルカリリアゲロースゲル電気泳動で分離した。アルカリ

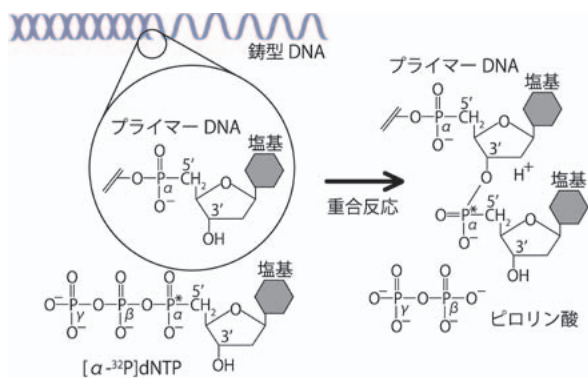


図 1 DNA ポリメラーゼの反応様式
P* は³²P を示している。

条件では, 合成された DNA が鋳型鎖から乖離し, その長さを正確に測定することができる。基質に [α -³²P] dCTP を使用することで³²P が取り込まれた DNA を可視化している (図 2 AB)。DNA ポリメラーゼ δ は, 補助因子の存在下で DNA 伸長反応が強く促進されることに特徴があり, 長大なゲノム DNA を効率良く複製することに適していると思われる。この反応に必要な補助因子は RPA (replication protein A), RFC (replication factor C), PCNA (proliferating cell nuclear antigen) の 3 つである (図 2 AB)。RPA は鋳型鎖の一本鎖 DNA に結合することで, DNA 合成の鋳型として適切な状態にする。PCNA はドーナツ状の分子で, 中央の穴に二本鎖 DNA が突き刺さるような様式で DNA と結合する (図 2 C)。RFC はプライマーの 3' 末端に結合し, ドーナツ状の PCNA 分子の一部を開環-閉環することで, プライマー

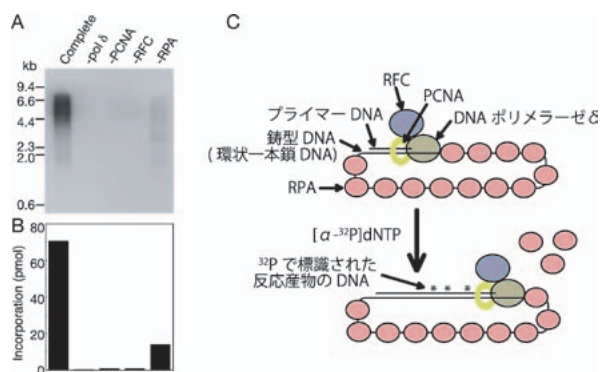


図 2 DNA ポリメラーゼ δ による DNA 合成反応の試験管内再構成

- (A) 鋳型 DNA としてバクテリオファージ M13 に由来する約 7000 塩基の環状一本鎖 DNA とその一部に相補的な 30 塩基長のプライマー, [α -³²P]dCTP を含む dNTP, ATP, MgCl₂, DNA ポリメラーゼ δ を RPA, RFC, PCNA 存在下 (complete), またはいずれかの非存在下 (ー) で混合し, 30°C で 10 分間反応させた後, 反応産物をアルカリリアゲロースゲル電気泳動で分離, オートラジオグラフィーにより可視化した。
- (B) 上記の反応産物に取り込まれた³²P の放射活性を定量し, 240 pmol dNMP 相当量の鋳型鎖に対して取り込まれた dNMP 量をグラフに示した。
- (C) 上記の反応系のイメージ図。図中の* は³²P を示す。
- (A, B は Nucleic Acids Research⁶⁾ に掲載された図を改変し, 許可を得て掲載)

の3'末端にPCNAを装着する。DNAポリメラーゼ δ はこのPCNAと結合することで、安定にプライマーの3'末端に保持され、連続的な効率の良いDNA伸長反応を行うことができる(図2C)。

^{32}P を利用したDNAポリメラーゼ η の生化学的解析

DNAポリメラーゼ η に代表される「損傷乗り越えDNA合成」に特化したDNAポリメラーゼでは、DNA伸長反応効率が著しく低いため、前述の反応系では反応産物の検出は非常に困難である。このようなDNAポリメラーゼの活性測定には、別の測定法を利用する。前述と同様の鋳型DNAとその一部に相補的な30塩基長のプライマーを利用することは同様であるが、ここでは、プライマーの5'-OHを $[\gamma\text{-}^{32}\text{P}]$ ATPとポリヌクレオチドキナーゼを使ってリン酸化標識したものをを用い

る。30塩基長程度のDNAは7 M尿素を含む変性アクリルアミドゲル電気泳動で分離した後、オートラジオグラフィで可視化した(図3)。7 M尿素による変性条件で電気泳動することにより、合成されたDNAを鋳型鎖から乖離させ、その長さを正確に測定することができる。

図3Bに示したように、DNAポリメラーゼ η のDNA伸長反応もまた、DNAポリメラーゼ δ と同じ補助因子の存在下で促進される。しかしその程度は、DNAポリメラーゼ δ では数百塩基の伸長が促進されるのに対して、DNAポリメラーゼ η では数十塩基程度であった⁷⁾。筆者らは、DNAポリメラーゼ η がPCNAと結合する部位(PIP box, PCNA interacting protein box) 3箇所(N-末端側から順にPIP1, PIP3, PIP2)について、そのアミノ酸残基を置換した変異体DNAポリメラー

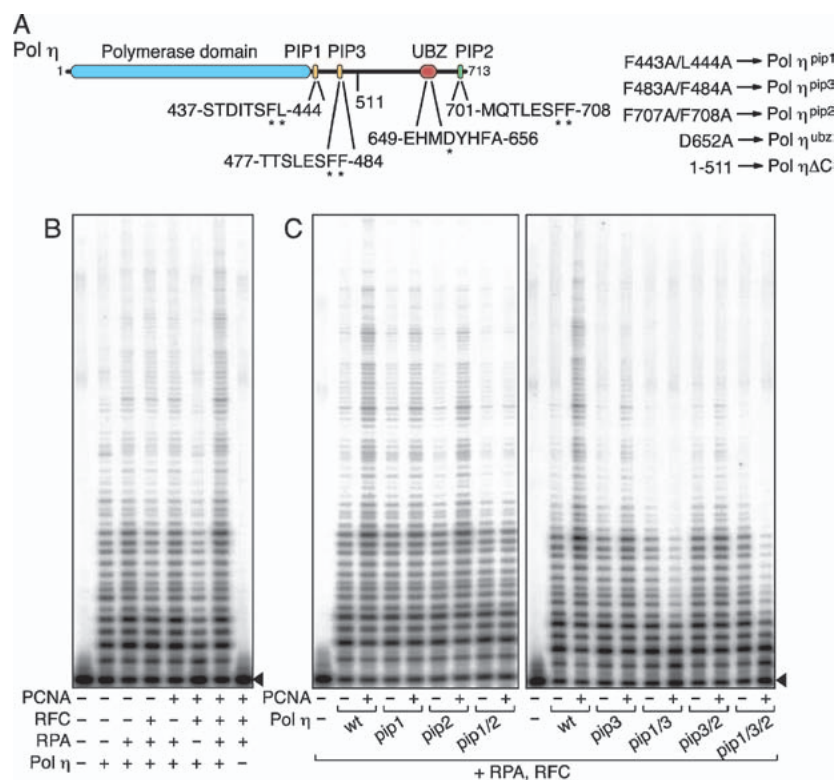


図3 PCNAによるDNAポリメラーゼ η の活性促進

- DNAポリメラーゼ η の構造。本研究で使用した変異型DNAポリメラーゼ η のアミノ酸置換部位とその配列を示した。
- 鋳型DNAとしてバクテリオファージM13に由来する約7000塩基の環状一本鎖DNAとその一部に相補的な5'-OHを ^{32}P で標識した30塩基長のプライマー、dNTP、ATP、 MgCl_2 、DNAポリメラーゼ η をRPA、RFC、PCNA存在下(+)、またはそれぞれの非存在下(-)で混合し、30℃で10分間反応させた後、反応産物を変性アクリルアミドゲル電気泳動で分離、オートラジオグラフィにより可視化した。◀は5'-OHを ^{32}P で標識した30塩基長のプライマーの位置を示している。
- それぞれのPIP変異をもつDNAポリメラーゼ η (A)を使って(B)と同様に解析した。(Nucleic Acids Research⁷⁾に掲載された図を改変し、許可を得て掲載)

ゼ η を作成し（図3A）、DNA伸長反応を測定した（図3C）。その結果、これらの変異は、DNAポリメラーゼ η それ自身の活性には影響を与えないが（図3B、PCNA[−]のレーンを比較）、PCNAによる活性促進効果の減弱を引き起こした（図3B、PCNA[+]のレーンを比較）。この結果から、DNAポリメラーゼ η のすべてのPIP boxがDNA伸長反応の促進に少しずつ寄与することが明らかとなった⁷⁾。

先行研究により、DNAポリメラーゼ η が細胞内で効率よく機能するためには、PCNAの164番目のリジン残基にユビキチン分子が一つ結合したモノユビキチン化修飾が必要であることが示されていた。モノユビキチン化PCNAは紫外線照射によって誘導され、DNAポリメラーゼ η はユビキチン結合部位（UBZ, ubiquitin binding zinc finger）を有することから（図3A）、ユビキチン化PCNAによるDNAポリメラーゼ η のDNA伸長反応の促進効果が指摘されていた。筆者らは試験管内の反応でPCNAをユビキチン化した後、精製したモノユビキチン化PCNAを用いて、DNAポリメラーゼ η のDNA伸長反応における効果を観察した（図4）。その結果、モノユビキチン化PCNAでは未修飾のPCNAに比べてより強い促進効果が観察された（図4A）。この促進効果は、DNAポリメラーゼ η のUBZの変異体では観察されな

いことから（図4B）、モノユビキチン化PCNAのユビキチンとUBZとの結合に起因すると考えられる。また、PCNAによるDNA伸長反応の促進効果がほとんど観察されないようなDNAポリメラーゼ η のPIP変異体についても、モノユビキチン化PCNAによる促進効果が観察されることから（図4CD）、PIPとUBZによる活性促進は独立に機能することが示唆された⁷⁾。以上の結果から、DNAポリメラーゼ η とモノユビキチン化PCNAとの相互作用は、限定された長さのDNA合成を促進することで、忠実度の低いDNAポリメラーゼ η が必要最低限に機能する仕組みであると考えられる。

DNAポリメラーゼ η の細胞内での機能解析

このように試験管内で観察されたPIPとUBZを介したDNAポリメラーゼ η の活性促進効果が、細胞内でどの程度寄与しているかについても当研究室で解析を行っている。XPバリエーション群の患者の繊維芽細胞から樹立した細胞株（以下、XP-V細胞と表記）は健常者のそれ（野生型細胞）に比べて紫外線照射後の細胞生存率の低下が観察される（図5）。このXP-V細胞に野生型のDNAポリメラーゼ η を発現させると、その感受性が野生型細胞のレベルにまで回復する（図5）。そこで様々な変異体DNAポリメラーゼ η をXP-V細胞で発

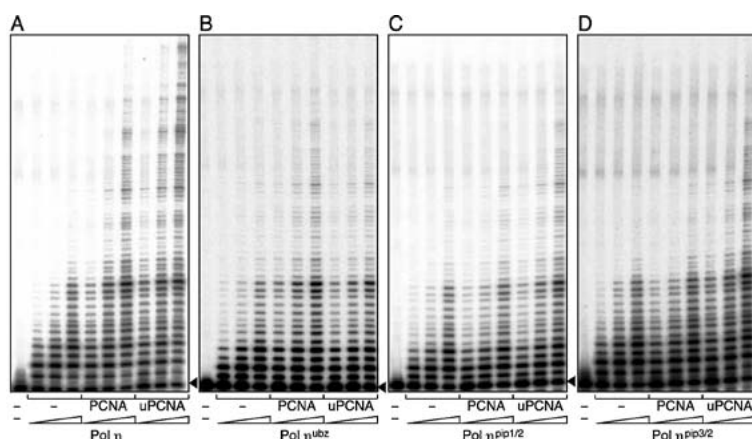


図4 モノユビキチン化PCNAによるDNAポリメラーゼ η の活性促進
(A-D) PCNAまたはモノユビキチン化PCNA (uPCNA)存在下、非存在下でDNAポリメラーゼ η の活性を図3の(B)と同様に解析した。(A)は野生型、(B-D)は変異型DNAポリメラーゼ η を使って反応した。◀は5'-OHを³²Pで標識した30塩基長のプライマーの位置を示している。
(Nucleic Acids Research⁷⁾に掲載された図を改変し、許可を得て掲載)

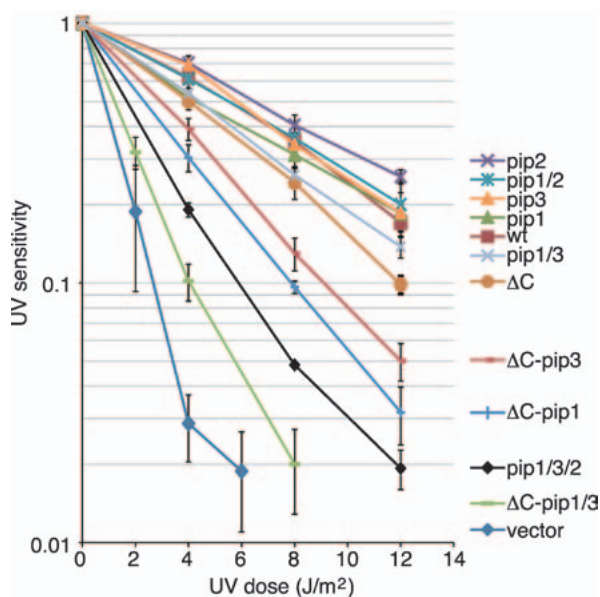


図5 DNAポリメラーゼ及びその変異体を発現する遺伝子によるXP-V細胞の紫外線感受性の相補性試験
XP-V細胞にそれぞれの遺伝子を導入し安定発現株を樹立した後、図で示した線量の紫外線を照射し、見かけ上の生存率を測定した。ΔCは図3の(A)で示したようにC末端側を欠失した変異体を示している。
(Nucleic Acids Research⁷⁾に掲載された図を改変し、許可を得て掲載)

現させて、紫外線感受性がどの程度回復するかを調べた。その結果、3つのPIPとUBZの内、どれか2つがあれば、紫外線感受性を大幅に回復できるが、どれか1つでは十分に回復することができず、DNAポリメラーゼ η の機能が十分に発揮されないことがわかった(図5)⁷⁾。これらの結果から、モノユビキチン化PCNAとDNAポリメラーゼ η との相互作用がDNAポリメラーゼ η のDNA伸長反応を局所的に促進することにより、ヒト細胞の紫外線耐性に寄与していると考えられる。

おわりに

DNAポリメラーゼ η は紫外線DNA損傷の乗り越えDNA合成だけでなく、シスプラチンなどの抗がん剤による損傷DNAの乗り越えDNA合成にも寄与している。実際に、DNAポリメラーゼ η が欠損したXP-V細胞はシスプラチンに高感受性であることから、DNAポリメラーゼ η の特異的な阻害剤はシスプラチンの効果を高める薬剤候補の一つである。DNAポリメラーゼ η の制御

メカニズムに関する新しい知見は、DNAポリメラーゼ η の分子標的阻害剤の開発に貢献するものと期待している。

謝辞

本稿で紹介した研究の大部分は環境医学研究所益谷央豪教授のもとで、一部は前職の広島大学原爆放射線医科学研究所神谷研二教授のもとで、科研費の補助を受けて実施した。DNAポリメラーゼ η の細胞内での機能解析は、環境医学研究所ゲノム動態制御分野金尾梨絵助教が行った研究である。放射線同位体は広島大学原爆放射線医科学研究所と名古屋大学アイソトープ総合センターにおいて使用した。関係者各位に感謝いたします。

参考文献

- 1) Masutani, C., Araki, M., Yamada, A., Kusumoto, R., Nogimori, T., Maekawa, T., Iwai, S. and Hanaoka, F. (1999) Xeroderma pigmentosum variant (XP-V) correcting protein from HeLa cells has a thymine dimer bypass DNA polymerase activity. *EMBO J*, **18**, 3491-3501.
- 2) Masutani, C., Kusumoto, R., Yamada, A., Dohmae, N., Yokoi, M., Yuasa, M., Araki, M., Iwai, S., Takio, K. and Hanaoka, F. (1999) The XPV (xeroderma pigmentosum variant) gene encodes human DNA polymerase η . *Nature*, **399**, 700-704.
- 3) Masutani, C., Kusumoto, R., Iwai, S. and Hanaoka, F. (2000) Mechanisms of accurate translesion synthesis by human DNA polymerase η . *EMBO J*, **19**, 3100-3109.
- 4) Matsuda, T., Bebenek, K., Masutani, C., Hanaoka, F. and Kunkel, T.A. (2000) Low fidelity DNA synthesis by human DNA polymerase η . *Nature*, **404**, 1011-1013.
- 5) Biertumpfel, C., Zhao, Y., Kondo, Y., Ramon-Maiques, S., Gregory, M., Lee, J.Y., Masutani, C., Lehmann, A.R., Hanaoka, F. and Yang, W. (2010) Structure and mechanism of human

- DNA polymerase η . *Nature*, **465**, 1044-1048.
- 6) Masuda, Y., Suzuki, M., Piao, J., Gu, Y., Tsurimoto, T. and Kamiya, K. (2007) Dynamics of human replication factors in the elongation phase of DNA replication. *Nucleic Acids Research*, **35**, 6904-6916.
- 7) Masuda, Y., Kanao, R., Kaji, K., Ohmori, H., Hanaoka, F. and Masutani, C. (2015) Different types of interaction between PCNA and PIP boxes contribute to distinct cellular functions of Y-family DNA polymerases. *Nucleic Acids Research*, **43**, 7898-7910.

β -アミノ酸を複数個含むペプチドの翻訳合成



藤野 公茂

(工学研究科 化学・生物工学専攻)

1. β -アミノ酸は翻訳系で利用できるか？

近年、リボソームは、様々な非タンパク質性アミノ酸に対して、高い基質許容性を持つことが明らかになってきた。この知見に基づき、非タンパク質性アミノ酸を含む多様なペプチド群（ペプチドライブラリ）をリボソームにより合成し、この中から薬剤ペプチドや分子プローブを取得する研究が進められている。

もし、ペプチドライブラリに非タンパク質性アミノ酸を自由に導入できるとしたら、どのようなアミノ酸が有効だろうか？そこで我々は、 β -アミノ酸に着目した。 β -アミノ酸とは、カルボキシル基とアミノ基が、 α 位と β 位の炭素にそれぞれ結合したアミノ酸である。生体内の翻訳系で利用されるアミノ酸は、20種類の α -アミノ酸に限られているため、 β -アミノ酸がタンパク質に含まれることは稀である。しかし、生理活性分子の構成要素としては多くの例が見られ、抗ガン作用を持つパクリタキセルや補酵素 A などに β -アミノ酸型の構造が含まれる。また、 β -アミノ酸がペプチドに導入された場合、加水分解耐性を上昇させるため¹⁾、加水分解酵素の存在する *in vivo* の条件にも適用できる可能性が高くなる。もし、 β -アミノ酸を導入したペプチドをライブラリ化することができれば、非常に有用なペプチドライブラリとなるだろう。

では、実際の翻訳系において、 β -アミノ酸を利用することはできるのだろうか？

β -アミノ酸を結合したアミノアシル tRNA を人工的に合成する手法^{2, 3)}と、無細胞翻訳系の技術

が開発されたことで、 β -アミノ酸の翻訳系での利用を検証することが可能になった。しかし、先行研究では β -アミノ酸の利用について、一致した見解が得られていなかった^{1, 4, 5, 6, 7)}。これは用いられた無細胞翻訳系が、 β -アミノ酸の導入活性を測定するのに適切なものでなかったことが原因と考えられる。そこで本研究では、「 β -アミノ酸は翻訳系で利用できるか」という問いに明確な答えを出すことを目指した⁸⁾。

2. β -アミノ酸の翻訳導入の評価方法

β -アミノ酸の翻訳導入に関する研究では、構造の単純な β hGly (β -Ala と呼ばれる) がよく用いられる。しかし、先行研究では β hGly の翻訳について、導入可能・不可能の両方の報告があり、一致した見解は得られなかった。そこで我々は、タンパク質性の α -アミノ酸と同じ側鎖を持つ、16種類の β -アミノ酸を用意し、下記の最適化した翻訳系を用いて、包括的に翻訳導入活性の評価を行うことを目指した。

フレキシザイムによるアミノアシル化法³⁾と再構成無細胞翻訳系を組み合わせることで遺伝暗号をリプログラムした、改変型の無細胞翻訳系 (Flexible *in vitro* translation system, FIT システム⁹⁾) の調製を行った (図 1)。具体的には、まずフレキシザイムを用いることで、 β -アミノ酸を UCC コドン (α Ser コドン) に対応する $\text{tRNA}^{\text{EnAsn}}_{\text{GGA}}$ に結合し、16種類の β -アミノアシル $\text{tRNA}^{\text{EnAsn}}_{\text{GGA}}$ を作製した。得られた β -アミノアシル tRNA を、 α Ser とセリル tRNA 合成酵素を

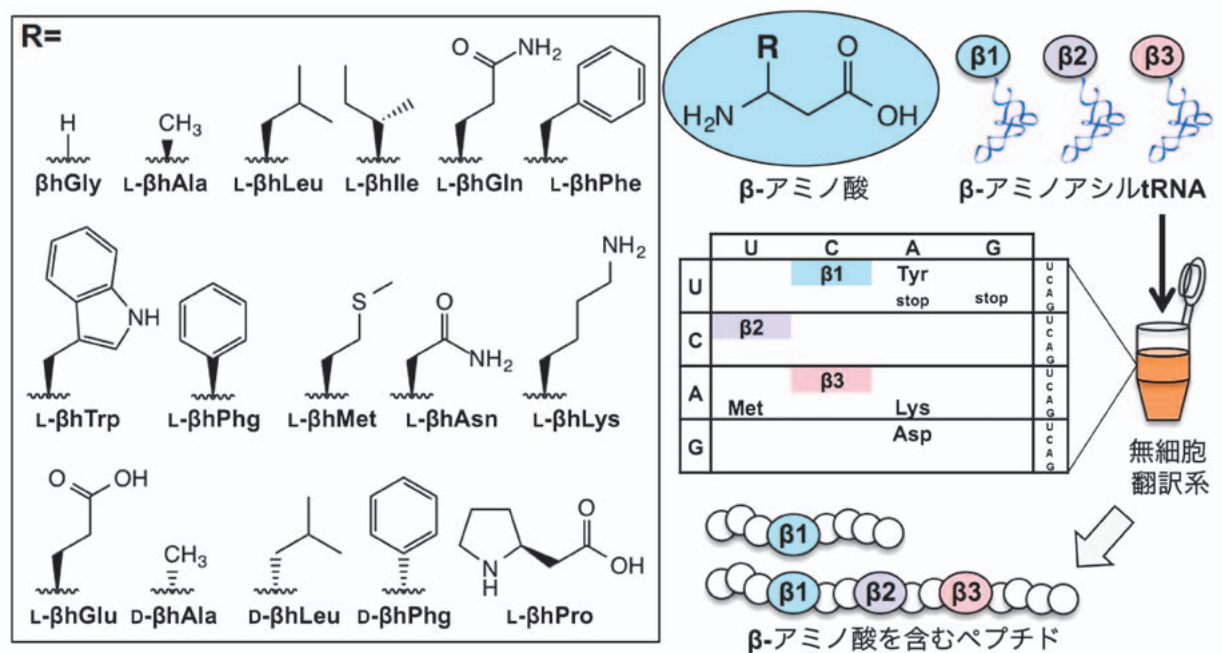


図 1. β -アミノ酸の翻訳導入を評価する系。

除いた再構成無細胞翻訳系に加えることで、モデルペプチドの翻訳合成を行なった。この翻訳反応液中では、 α Ser-tRNA^{Ser}_{GGA} が合成されないため、mRNA 上の UCC コドンは、対応する α -アミノ酸が存在しない空コドンとなる。ここに、 β -アミノアシル tRNA^{EnAsn}_{GGA} が β -アミノ酸を運搬することにより、UCC コドンに対応して β -アミノ酸が導入される。この系では、 β -アミノ酸の導入を阻害する可能性のある、タンパク質性アミノ酸の導入との競合が起こらない。これにより、リボソームによる β -アミノ酸の導入を直接的に検証することが可能である。

3. β -アミノ酸 1 残基のペプチドへの導入

始めに、 β -アミノ酸 1 残基のモデルペプチド p1 (図 2 a) への導入について検証を行った。まずは、質量分析 (MALDI-TOF-MS) を用いてペプチド p1 の質量を測定し、ペプチドに導入可能な β -アミノ酸の種類を調べた (図 2 b)。その結果、13種類の β -アミノ酸 (β hGly, L- β hAla, L- β hLeu, L- β hIle, L- β hGln, L- β hPhe, L- β hPhg, L- β hMet, L- β hAsn, L- β hLys, D- β hAla, D- β hLeu, D- β hPhg) を用いた場合に、モデルペプチド p1 に相当する質量の産物が確認できた。一方、それ以外の 3 種

類の β -アミノ酸 (L- β hPro, L- β hTrp, L- β hGlu) については、産物が見られないか、短いペプチドのみが確認された。この結果から、13種類の β -アミノ酸が、翻訳系によってペプチド p1 に導入可能であることが明らかになった。

続いて、電気泳動 (Tricine-SDS-PAGE) を用いることで、各 β -アミノ酸の導入されたモデルペプチド p1 の定量を行った。^{[14]C}-Asp を添加した翻訳系を用いると、モデルペプチド p1 に β -アミノ酸が導入された場合のみ、下流の FLAG 配列に ^{[14]C}-Asp が取り込まれ、ペプチドが放射性標識される (図 2 a)。これを電気泳動して得られたペプチドのバンド強度を定量することで、各 β -アミノ酸のペプチドへの導入効率が明らかになった (図 2 c)。その結果をまとめると、 β -アミノ酸の側鎖の構造と翻訳導入効率に関係性が見出された。側鎖の小さい β -アミノ酸 (β hGly, L- β hAla) は高い導入効率を示した。脂肪鎖の嵩高い β -アミノ酸 (L- β hLeu, L- β hIle) は中程度の導入効率を示した。また、側鎖に電荷のある β -アミノ酸 (L- β hGlu, L- β hLys) では、導入効率が低いか、翻訳産物が得られなかった。一方、側鎖にアミド構造を持つ β -アミノ酸 (L- β hGln, L- β hAsn)、側鎖に芳香環を持つ β -アミノ酸 (L- β hPhe, L- β hTrp, L- β hPhg) で

は、導入効率に一貫した傾向は見られなかった。興味深いことに、ここで見られる側鎖と翻訳導入効率の関係は、 β -アミノ酸と同様に主鎖骨格に非タンパク質型の構造を持つアミノ酸として研究されている D 体アミノ酸¹⁰⁾、N-メチルアミノ酸¹¹⁾の、側鎖と導入効率の関係と共通していることが分かった。

4. β -アミノ酸 2 残基のペプチドへの導入

さらに、 β -アミノ酸 2 残基を含むペプチドが翻訳合成可能なのか検証を行った。対象とする β -アミノ酸として、1 残基の導入で高い翻訳導入効率を示した β hGly を選択した。まずは、連続した 2 残基の β -アミノ酸を含むモデルペプチド p2 (図 3 a) の翻訳を試みた。しかし、 β hGly を 2 残基

連続で含むペプチドの翻訳合成量は、対照として α Gly を用いたペプチド p2 に比べて、非常に低いことが分かった(図 3 b)。そこで、 β -アミノ酸 2 残基の間にタンパク質性の α -アミノ酸を配置することで、 β -アミノ酸の導入効率を上昇させることを試みた。2 残基の β -アミノ酸の間に、1 – 3 残基の α Tyr を配置した新たなモデルペプチド p3, p4, p5 (図 3 a) をデザインし、 β hGly の導入を行った。その結果、1 残基の α Tyr を配置しただけでは、導入効率は低いままだったが、2 残基または 3 残基の α Tyr を配置することで、 α Gly を用いた対照実験と同程度の合成量まで回復することが分かった(図 3 b)。面白いことに、 β -アミノ酸 2 残基の導入で見られるこの性質についても、D 体アミノ酸と同様の性質が見られることが分かつ

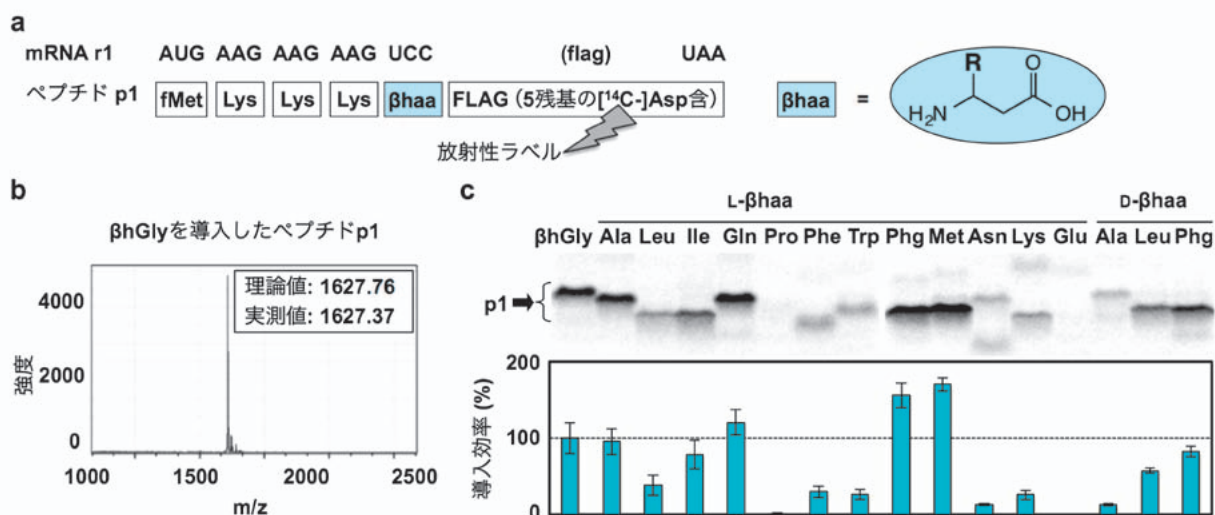


図 2. β -アミノ酸 1 残基のペプチドへの導入。(a) β -アミノ酸を導入するペプチド p1 の配列。(b) β hGly を導入したペプチド p1 の質量分析。(c) 16 種類の β -アミノ酸の翻訳導入効率。 β hGly を用いた場合を 100% として示した。

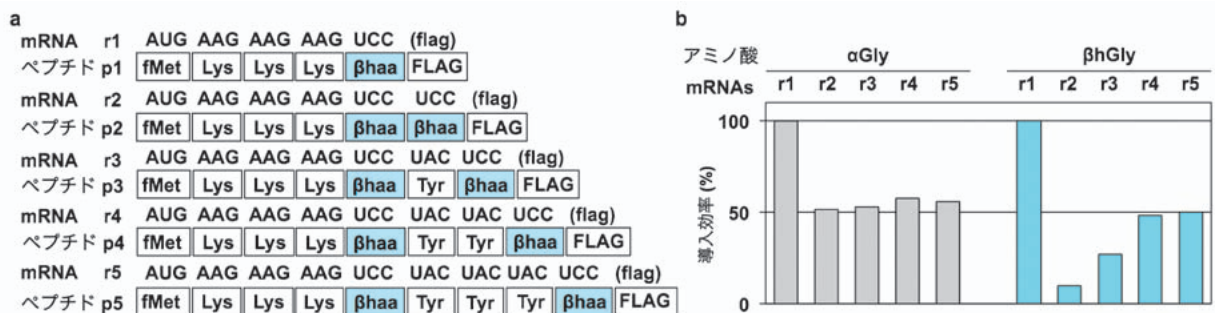


図 3. β -アミノ酸 2 残基のペプチドへの導入。(a) 2 残基の β -アミノ酸を導入するペプチド p2-p5 の配列。(b) 2 残基の β hGly の翻訳導入効率。 α Gly の導入を対照として用いた。それぞれ、ペプチド p1 へのアミノ酸 1 残基の導入効率を 100% として示した。

ている¹⁰⁾。一方、*N*-メチルアミノ酸¹¹⁾ではこの性質は観察されていない。

5. 3種類のβ-アミノ酸を導入したペプチドの翻訳合成

ここまでの結果から得られた、1残基および2残基のβ-アミノ酸の導入に関する知見を利用し、異なる3種類のβ-アミノ酸を含むペプチドを翻訳系により合成することを試みた。β-アミノ酸の間に2残基のαTyrを配置したモデルペプチド p6 (図4 a) をデザインし、1残基での導入効率の高かった L-βhAla, L-βhPhg, L-βhGln の導入を行った。用いた改変型無細胞翻訳系では、3つのコドンに対して非タンパク質性アミノ酸が対応付けされ (図4 b)、ペプチドへ導入される。翻訳産物の質量分析の結果、3種類のβ-アミノ酸を含むペプチド p6 が検出された (図4 c)。これは、3種類のβ-アミノ酸を含むペプチドの翻訳合成に成功した初めての例である。

6. 結論

本研究では、β-アミノ酸の翻訳系での利用について、16種類のβ-アミノ酸を用いて検証を行った。その結果、翻訳系でペプチドに導入可能な13種類のβ-アミノ酸を同定することができた。また、β-アミノ酸2残基の翻訳導入は、β-アミノ酸の間に2残基以上のα-アミノ酸を挟むという条件付きで可能であることも明らかにした。さらに、3種類のβ-アミノ酸を含むペプチドの翻訳合

成にも成功した。

近年、mRNA 提示法、TRAP 提示法(transcription-translation coupled with association of puromycin linker display, TRAP display¹²⁾) などの、翻訳系を利用したペプチドライブラリ構築法の研究が進められている。ここに、今回得られた知見を利用すれば、β-アミノ酸を含むペプチドライブラリの構築も可能になる。β-アミノ酸を導入することで、ライブラリの構造多様性が上昇すれば、薬剤候補や分子プローブの取得に非常に有用なライブラリとなることが期待できる。さらに、β-アミノ酸は、導入されたペプチドの加水分解耐性を上昇させる¹⁾ので、ペプチドライブラリの実用性も向上するだろう。

7. 展望～さらなる非タンパク質性アミノ酸の利用へ

本研究では、複数残基のβ-アミノ酸を含むペプチドの翻訳合成に成功したが、一方で、翻訳系に適合しないβ-アミノ酸の側鎖や、連続導入における制限も明らかになった。現在、様々な非タンパク質性アミノ酸を効率的に導入可能な、改変翻訳系の開発も進められている。実際、非タンパク質性アミノ酸を結合する tRNA、その tRNA を輸送する EF-Tu、翻訳反応を触媒するリボソームなどの翻訳因子を改変し、非タンパク質性アミノ酸の導入効率を改善した例も報告されている¹⁾。将来的には、非タンパク質型の構造を持つペプチドを、自由に翻訳合成することが可能になると期待する。

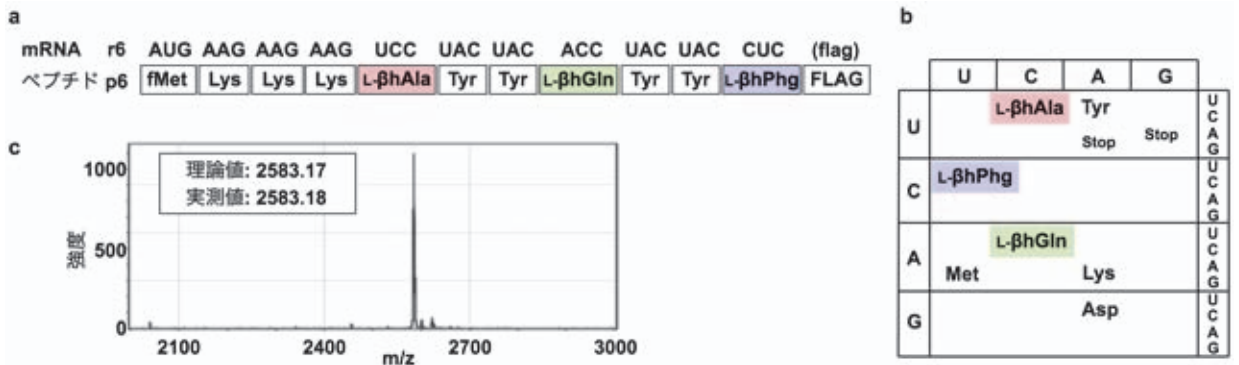


図4. 3種類のβ-アミノ酸を含むペプチドの翻訳合成。(a) 3種類のβ-アミノ酸を導入するペプチド p6の配列。(b) β-アミノ酸の導入のためリプログラムした遺伝暗号表。(c) 3種類のβ-アミノ酸を導入したペプチド p6の質量分析。

8. 謝辞

このたびは、本稿執筆の機会を戴き、ありがとうございました。また、 $[^{14}\text{C}]$ -Asp を利用したペプチド翻訳合成量の定量実験は、名古屋大学アイソトープ総合センターにおいて実施しました。同センターのスタッフの皆さまのサポートに深く感謝いたします。

参考文献

- 1) Maini, R., Nguyen, D. T., Chen, S., Dedkova, L. M., Chowdhury, S. R., Alcalá-Torano, R., Hecht, S. M. (2013) Incorporation of β -amino acids into dihydrofolate reductase by ribosomes having modifications in the peptidyl-transferase center. *Bioorg Med Chem.* **21**, 1088-1096.
- 2) Heckler, T. G., Chang, L. H., Zama, Y., Naka, T., Chorghade, M. S., Hecht, S. M. (1984) T4 RNA ligase mediated preparation of novel "chemically misacylated" tRNA^{Phe}s. *Biochemistry.* **23**, 1468-1473.
- 3) Murakami, H., Ohta, A., Ashigai, H., Suga, H. (2006) A highly flexible tRNA acylation method for non-natural polypeptide synthesis. *Nat Methods.* **3**, 357-359.
- 4) Ellman, J. A., Mendel, D., Schultz, P. G. (1992) Site-specific incorporation of novel backbone structures into proteins. *Science.* **255**, 197-200.
- 5) Bain, J. D., Wacker, D. A., Kuo, E. E., Chamberlin, A. R. (1991) Site-specific incorporation of non-natural residues into peptides: Effect of residue structure on suppression and translation efficiencies. *Tetrahedron.* **47**, 2389-2400.
- 6) Sando, S., Abe, K., Sato, N., Shibata, T., Mizusawa, K., Aoyama, Y. (2007) Unexpected preference of the E. coli translation system for the ester bond during incorporation of backbone-elongated substrates. *J Am Chem Soc.* **129**, 6180-6186.
- 7) Tan, Z., Forster, A. C., Blacklow, S. C., Cornish, V. W. (2004) Amino acid backbone specificity of the Escherichia coli translation machinery. *J Am Chem Soc.* **126**, 12752-12753.
- 8) Fujino, T., Goto, Y., Suga, H., Murakami, H. (2016) Ribosomal Synthesis of Peptides with Multiple β -Amino Acids. *J Am Chem Soc.* **138**, 1962-1969.
- 9) Goto, Y., Katoh, T., Suga, H. (2011) Flexizymes for genetic code reprogramming. *Nat Protocols.* **6**, 779-790.
- 10) Fujino, T., Goto, Y., Suga, H., Murakami, H. (2013) Reevaluation of the D-amino acid compatibility with the elongation event in translation. *J Am Chem Soc.* **135**, 1830-1837.
- 11) Kawakami, T., Murakami, H., Suga, H. (2008) Messenger RNA-programmed incorporation of multiple N-methyl-amino acids into linear and cyclic peptides. *Chem Biol.* **15**, 32-42.
- 12) Ishizawa, T., Kawakami, T., Reid, P. C., Murakami, H. (2013) TRAP display: a high-speed selection method for the generation of functional polypeptides. *J Am Chem Soc.* **135**, 5433-5440.

平成28年度 研究業績

A. 本館

所 属	著 者	タイトル, ジャーナル名, 巻, 頁, 年	No
理学研究科 生命理学専攻 形態統御学講座 細胞間シグナル研究グループ	Shinohara,H., Mori,A., Yasue,N., Sumida,K., Matsubayashi,Y.	Identification of three LRR-RKs involved in perception of root meristem growth factor in <i>Arabidopsis</i> ; PNAS, 113, 14, 3897-3902(2016) DOI: 10.1073/pnas.1522639113	1
工学研究科 化学・生物工学専攻 応用化学分野 無機材料・計測化学講座 生体分子分析化学研究グループ	Fujino,T., Murakami,H.	<i>In Vitro</i> Selection Combined with Ribosomal Translation Containing Non-proteinogenic Amino Acids; Chem. Rec., 16, 365-377(2016) DOI: 10.1002/tcr.201500239	2
	Fujino,T., Goto,Y., Suga,H., Murakami,H.	Ribosomal Synthesis of Peptides with Multiple β -Amino Acids; J. Am. Chem. Soc., 138, 1962-1969(2016) DOI: 10.1021/jacs.5b12482	3
工学研究科 化学・生物工学専攻 生物機能工学分野 バイオテクノロジー講座 遺伝子工学研究グループ	Kojima,Y., Mizutani,A., Okuzaki,Y., Nishijima,K., Kaneoka,H., Sasamoto,T., Miyake,K., Iijima,S.	Analyses of chicken sialyltransferases related to <i>N</i> -glycosylation; J. Bioscience and Bioengineering, 119, 6, 623-628(2015)	4
	Kidani,S., Kaneoka,H., Okuzaki,Y., Asai,S., Kojima,Y., Nishijima,K., Iijima,S.	Analyses of chicken sialyltransferases related to <i>O</i> -glycosylation; J. Bioscience and Bioengineering, 122, 4, 379-384(2016)	5
工学研究科 エネルギー理工学専攻 プラズマエネルギー理工学	Matsunami,N., Itoh,M., Kato,M., Okayasu,S., Sataka,M., Kakiuchida,H.	Ion induced modifications of Mn-doped ZnO films; Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B, 365, 191-195(2015)	6
	Matsunami,N., Itoh,M., Kato,M., Okayasu,S., Sataka,M., Kakiuchida,H.	Growth of Mn-doped ZnO thin films by rf-sputter deposition and lattice relaxation by energetic ion impact; Applied Surface Science, 350, 31-37(2015)	7
生命農学研究科 生物圏資源学専攻 資源生産生態学講座 森林環境資源学専攻分野	Sugiura,Y., Kanasashi,T., Ogata,Y., Takenaka,C.	Radiocesium accumulation properties of <i>Chengiopanax sciadophylloides</i> ; J. Environ. Radioactiv., 151, 250-257 (2016)	8
	Kanasashi,T., Takenaka,C., Sugiura,Y.	Inferring the chemical form of ^{137}Cs deposited by the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident by measuring ^{137}Cs incorporated into needle leaves and male cones of Japanese cedar trees; Sci. Total Environ., 553, 643-649 (2016)	9
	Sugiura,Y., Shibata,M., Ogata,Y., Ozawa,H., Kanasashi,T., Takenaka,C.	Evaluation of radiocesium concentrations in new leaves of wild plants two years after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident; J. Environ. Radioactiv., 160, 8-24(2016)	10
	Wang,W., Hanai,Y., Takenaka,C., Tomioka,R., Iizuka,K., Ozawa,H.	Cesium absorption through bark of Japanese cedar (<i>Cryptomeria japonica</i>); J. For. Res., 21, 251-258 (2016)	11
	Sugiura,Y., Ozawa,H., Umemura,M., Takenaka,C.	Soil amendments effects on radiocesium translocation in forest soils; J. Environ. Radioactiv., 165, 286-295 (2016)	12
生命農学研究科 生物機構・機能科学専攻 資源生物機能学講座 植物病理学研究分野	Shibata,Y., Ojika,M., Sugiyama,A., Yazaki,K., Jones,D.A., Kawakita,K., Takemoto,D.	The full-size ABCG transporters Nb-ABCG1 and Nb-ABCG2 function in pre- and post-invasion defense against <i>Phytophthora infestans</i> in <i>Nicotiana benthamiana</i> ; The Plant Cell, 28, 1163-1181(2016)	13
環境学研究科 社会環境学専攻 地理学講座	Ishii,Y., Hori,K.	Formation and infilling of oxbow lakes in the Ishikari lowland, northern Japan; Quaternary International, 397, 136-146(2016)	14
宇宙地球環境研究所 年代測定研究部	田中剛	京随一のパワースポット鞍馬山を科学する －人がある思い込みに導く試み－; 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, XX VI, 120-125(2015)	15
	椋本ひかり, 田中剛	基礎セミナーで名古屋大学キャンパス内の放射線をしらべる; 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, XX VII, 120-125(2016)	16

B. 分館

所 属	著 者	タイトル, ジャーナル名, 巻, 頁, 年	No.
医学系研究科 総合医学専攻 基礎医学領域 生物化学講座 分子細胞化学	Bhuiyan,R.H., Kondo,Y., Yamaguchi,T., Tokuda,N., Ohkawa,Y., Hashimoto,N., Ohmi,Y., Yamauchi,Y., Furukawa,K., Okajima,T., Furukawa,K.	Expression analysis of O-series gangliosides in human cancer cell lines with monoclonal antibodies generated using knockout mice of ganglioside synthase genes; Glycobiology, 26, 984-998(2016)	17
医学系研究科 総合医学専攻 基礎医学領域 先端応用医学講座 神経遺伝情報学	Chen,G., Masuda,A., Ohkawara,B., Ito,M., Kinoshita,M., Kiyama,H., Matsuura,T., Ohno,K.	Phenylbutazone induces expression of MBNL1 and suppresses formation of MBNL1-CUG RNA foci in a mouse model of myotonic dystrophy.; Sci. Rep., 29(6), 25317(2016)	18
医学系研究科 総合医学専攻 基礎医学領域 神経科学講座 神経情報薬理学	Kobayashi,K., Nakano,S., Amano,M., Tsuboi,D., Nishioka,T., Ikeda,S., Yokoyama,G., Kaibuchi,K., Mori,I.	Single-Cell Memory Regulates a Neural Circuit for Sensory Behavior; Cell Rep., 14(1), 11-21(2016)	19
	Nagai,T., Nakamuta,S., Kuroda,K., Nakauchi,S., Nishioka,T., Takano,T., Zhang,X., Tsuboi,D., Funahashi,Y., Nakano,T., Yoshimoto,J., Kobayashi,K., Uchigashima,M., Watanabe,M., Miura,M., Nishi,A., Kobayashi,K., Yamada,K., Amano,M., Kaibuchi,K.	Phosphoproteomics of the Dopamine Pathway Enables Discovery of Rap1 Activation as a Reward Signal In Vivo; Neuron, 89(3), 550-565(2016)	20
	Matsuzawa,K., Akita,H., Watanabe,T., Kakeno,M., Matsui,T., Wang,S., Kaibuchi,K.	PAR3-aPKC regulates Tiam1 by modulating suppressive internal interactions; Mol. Biol. Cell, 27(9), 1511-1523(2016)	21
	Yura,Y., Amano,M., Takefuji,M., Bando,T., Suzuki,K., Kato,K., Hamaguchi,T., Hasanuzzaman Shohag,M., Takano,T., Funahashi,Y., Nakamuta,S., Kuroda,K., Nishioka,T., Murohara,T., Kaibuchi,K.	Focused Proteomics Revealed a Novel Rho-kinase Signaling Pathway in the Heart; Cell Struct. Funct., 41(2), 105-120(2016)	22
	Amano,M., Nishioka,T., Yura,Y., Kaibuchi,K.	Identification of Protein Kinase Substrates by the Kinase-Interacting Substrate Screening (KISS) Approach; Curr. Protoc. Cell Biol., 72, 14161-141612(2016)	23
医学系研究科 総合医学専攻 臨床医学領域 病態内科学講座 糖尿病・内分泌内科学	Shibata,M., Banno,R., Sugiyama,M., Tominaga,T., Onoue,T., Tsunekawa,T., Azuma,Y., Hagiwara,D., Lu,W., Ito,Y., Goto,M., Suga,H., Sugimura,Y., Oiso,Y., Arima,H.	AgRP Neuron-Specific Deletion of Glucocorticoid Receptor Leads to Increased Energy Expenditure and Decreased Body Weight in Female Mice on a High-Fat Diet; Endocrinology., 157(4), 1457-1466(2016)	24
	Takeuchi,S., Iwama,S., Takagi,H., Kiyota,A., Nakashima,K., Izumida,H., Fujisawa,H., Iwata,N., Suga,H., Watanabe,T., Kaibuchi,K., Oiso,Y., Arima,H., Sugimura,Y.	Tomosyn Negatively Regulates Arginine Vasopressin Secretion in Embryonic Stem Cell-Derived Neurons; Plos ONE 11, e0164544(2016)	25
	Fujisawa,H., Sugimura,Y., Takagi,H., Mizoguchi,H., Takeuchi,H., Izumida,H., Nakashima,k., Ochiai,H., Takeuchi,S., Kiyota,A., Fukumoto,K., Iwama,S., Takagishi,Y., Hayashi,Y., Arima,H., Komatsu,Y., Murata,Y., Oiso,Y.	Chronic Hyponatremia Causes Neurologic and Psychologic Impairments; J. Am. Soc. Nephrol., 27, 766-780(2016)	26

講習会・学部実習

(平成28年9月～平成29年2月)

A. 本館

講習会名		期日	担当者	受講者
利用者講習会 (RI) 年次教育		平成28年 9 月 9 日 (金)	柴田理仁, 近藤真理	1 (0) 名
		平成28年12月 6 日 (火)	柴田理仁, 近藤真理	1 (0) 名
		平成29年 1 月20日 (金)	近藤真理	1 (0) 名
	新人オリエンテーション	平成28年 9 月15日 (木)	小島久	1 (1) 名
		平成28年10月14日 (金)	近藤真理	1 (0) 名
		平成29年 2 月16日 (木)	小島久	2 (1) 名
(X 線) 再教育講習会		平成28年10月 7 日 (金)	小島康明	1 (0) 名
RI 取扱講習会	講義-7 (日本語)	平成28年10月25日 (火)	佐久間麻由子	27 (8) 名
	講義-7 (英語)	平成28年10月25日 (火)	小島康明	6 (2) 名
	講義-8 (日本語)	平成28年11月16日 (水)	緒方良至, 中村嘉行	7 (0) 名
	講義-9 (日本語)	平成29年 1 月25日 (水)	小島康明	11 (0) 名
	講義-9 (英語)	平成29年 1 月25日 (水)	柴田理仁	2 (1) 名
	講義-10 (日本語)	平成29年 2 月20日 (月)	緒方良至, 中村嘉行	1 (0) 名
	実習-9	平成28年10月26日 (水)	小島康明, 佐久間麻由子, 小島久	4 (1) 名
	実習-10	平成28年10月27日 (木)	柴田理尋, 佐久間麻由子, 近藤真理	16 (5) 名
	実習-11	平成28年11月17日 (木)	緒方良至, 中村嘉行	6 (0) 名
	実習-12	平成29年 1 月26日 (木)	佐久間麻由子, 柴田理尋, 近藤真理	6 (2) 名
	実習-13	平成29年 2 月21日 (火)	緒方良至, 中村嘉行	2 (0) 名
X 線取扱講習会	第121回 (日本語)	平成28年10月12日 (水)	緒方良至, 中村嘉行	14 (2) 名
	第122回 (日本語)	平成28年11月 7 日 (月)	小島康明	22 (3) 名
	第122回 (英語)	平成28年11月 7 日 (月)	柴田理尋	7 (2) 名
	第123回 (日本語)	平成29年 1 月10日 (火)	柴田理尋	11 (3) 名
	第123回 (英語)	平成29年 1 月10日 (火)	小島康明	4 (1) 名
学部実習 第2種	工学部 物理工学科 量子エネルギー工学コース	平成28年10月 5 日 (水) ～10月21日 (金)	吉野正人, 平井大陽 (TA)	7 (0) 名
		平成28年11月 2 日 (水) ～11月18日 (金)	吉野正人, 平井大陽 (TA)	7 (0) 名
		平成28年12月 2 日 (金) ～12月21日 (水)	吉野正人, 平井大陽 (TA)	6 (1) 名
	理学部 生命理学科	平成29年 1 月16日 (月) ～ 1 月17日 (火)	佐久間麻由子, 吉岡泰, 篠原秀文, 牧貴美香	18 (2) 名
	農学部 資源生物科学科	平成29年 2 月20日 (月) ～ 2 月22日 (水)	上野山賀久, 杉本有沙 (TA), 石垣蓮 (TA), 渡辺みなみ (TA)	9 (5) 名
	第3種	工学部 物理工学科 量子エネルギー工学コース	平成28年10月12日 (水) ～12月16日 (金)	大塚真弘

講習会名		実施回数	日数	受講者数		
				日本人	外国人	計
利用者講習会	(RI)	6	6	7 (2)	0 (0)	7 (2)
	(X 線)	1	1	1 (0)	0 (0)	1 (0)
RI 取扱講習会	(講義)	6	6	44 (7)	10 (4)	54 (11)
	(実習)	5	5	31 (7)	3 (1)	34 (8)
X 線取扱講習会	(講義)	5	5	45 (6)	13 (5)	58 (11)
学部実習	第 2 種	5	22	47 (8)	0 (0)	47 (8)
	第 3 種	1	11	20 (1)	0 (0)	20 (1)
計		29	56	195 (31)	26 (10)	221 (41)

() 内は女性数

B. 分館

講習会名	期日	担当者	受講者
分館利用説明会	平成28年9月9日(金)	中村嘉行	7(4)名
	平成28年12月8日(木)	緒方良至, 中村嘉行	1(0)名
	平成29年1月31日(火)	緒方良至, 中村嘉行	1(0)名
グループ責任者講習会	平成28年10月5日(水)	緒方良至	7(1)名
	平成28年10月6日(木)	緒方良至, 中村嘉行	9(0)名
	平成28年10月18日(火)	緒方良至	2(0)名
基礎医学セミナー用 RI 講習会	(講義) 平成28年9月5日(月)	緒方良至, 中村嘉行	4(3)名
	(実習) 平成28年9月6日(火)	緒方良至, 中村嘉行	4(3)名
X 線新規利用講習会	平成28年12月13日(火)	中村嘉行	3(0)名
	平成29年1月25日(水)	中村嘉行	4(1)名

講習会名	実施回数	日数	受講者数		
			日本人	外国人	計
分館利用説明会	3	3	8(3)	1(1)	9(4)
グループ責任者講習会	3	3	18(1)	0(0)	18(1)
基礎医学セミナー用 RI 講習会	(講義) 1	1	4(3)	0(0)	4(3)
	(実習) 1	1	4(3)	0(0)	4(3)
X 線新規利用講習会	2	2	7(1)	0(0)	7(1)
計	10	10	41(11)	1(1)	42(12)

() 内は女性数

講習会修了者数

講習会種類	開催日	所 属											
		理学部・理学研究科	医学部・医学研究科・附属病院	工学部・工学研究科	農学部・生命農学研究科	環境学研究科	情報科学研究科	トランスフォーメティブ生命分子研究所	環境医学研究所	未来材料・システム研究所	物質科学国際研究センター	ナショナルコンボジットセンター	未来社会創造機構
RI 講習 [第2種:見習い期間付]	平成28年10月25日 (火)	6(3)		14(2)	1						1(1)		
	平成28年11月16日 (水)		1										
	平成29年1月25日 (水)			7	1								
	平成29年2月20日 (月)			1									
小計		6(3)	1	22(2)	2						1(1)		
RI 講習 [第2種:見習い期間免除]	平成28年10月26日 (水)	1		3(1)									
	平成28年10月27日 (木)	13(3)			2(2)			1					
	平成28年11月17日 (木)	5		1									
	平成29年1月26日 (木)	4(2)	1	1									
	平成29年2月21日 (火)	1		1									
小計		24(5)	1	6(1)	2(2)			1					
X 線講習 [第3種]	平成28年10月12日 (水)		2	11(2)	1								
	平成28年11月7日 (月)	8(2)	1	5	2	1	1	1		2	1(1)	1	6(2)
	平成29年1月10日 (火)	1	5(2)	6(1)			1		1	1(1)			
小計		9(2)	8(2)	22(3)	3	1	2	1	1	3(1)	1(1)	1	6(2)
総計		39(10)	10(2)	50(6)	7(2)	1	2	2	1	3(1)	2(2)	1	6(2)
													124(25)

() 内は女性数

センターへの講師依頼

A. 本館

依頼元	講習会名	受講対象者	期日	項目・担当者	受講者数
名古屋大学農学部 資源生物科学科長	平成28年度名古屋大学農学部 資源生物科学科学部実習	農学部資源 生物科学科 3年生	平成29年 2 月20日	「資源生物科学専門講義（アイソトープ実験法）」 佐久間 麻由子	9
名古屋市消防局 消防学校	専科教育警防科特殊災害課程	名古屋市消防局 小隊長	平成28年12月13日	「放射線災害対応要領」 柴田 理尋	32

B. 分館

依頼元	講習会名	受講対象者	期日	項目・担当者	受講者数
名古屋大学医学部 附属病院放射線取扱主任者	平成28年度名古屋大学医学部 附属病院新規放射線業務従事 者教育訓練 A	医学部附属病院 新規放射線業務 従事者	平成28年 9 月 1 日～ 平成29年 1 月31日	「透過写真の撮影の作業の方法」 中村嘉行 (録画 DVD 視聴)	58
名古屋大学医学部 附属病院放射線取扱主任者	平成28年度名古屋大学医学部 附属病院新規放射線業務従事 者教育訓練 B	医学部附属病院 新規放射線業務 従事者	平成28年 9 月 1 日～ 平成29年 1 月31日	「放射線発生装置の安全取扱い」 「放射線の人体に与える影響」 「関係法令」 緒方良至 (録画 DVD 視聴)	63
名古屋大学医学部 附属病院放射線取扱主任者	平成28年度名古屋大学医学部 附属病院新規放射線業務従事 者教育訓練 C	医学部附属病院 新規放射線業務 従事者	平成28年 9 月 1 日～ 平成29年 1 月31日	「放射性同位元素等，放射線発生装置の安全取扱Ⅰ」 緒方良至 (録画 DVD 視聴)	1
名古屋大学医学部 附属病院放射線取扱主任者	平成28年度名古屋大学医学部 附属病院新規放射線業務従事 者教育訓練 D	医学部附属病院 新規放射線業務 従事者	平成28年 9 月 1 日～ 平成29年 1 月31日	「放射性同位元素等，放射線発生装置の安全取扱Ⅱ」 緒方良至 (録画 DVD 視聴)	1

平成29年度 アイソトープ総合センター講習会案内

「放射線業務従事者資格」取得のための講習会を以下のとおり行います。放射線業務従事者資格は安全保障委員会の決定により、表1の5種類があります。アイソトープ総合センターでは、第2種(密封限定を除く)及び第3種資格取得のための講習会を開催しています。表2の申込み手順に従い、必要な講習会を受講してください。

表1

資格	取扱可能業務	アイソトープ総合センター主催講習会	参照ページ
第1種	非密封 RI, 密封 RI, 加速器, 放射光, X線装置	—	—
第1種 ^(注1) (密封限定)	密封 RI, 放射光, X線装置	—	—
第2種	非密封 RI, 密封 RI, 加速器, 放射光	RI 講習 (講義及び実習 [※])	p.21～ 「Ⅰ. RI講習受講案内」
第2種 ^(注1) (密封限定)	密封 RI, 放射光	—	—
第3種	X線装置 ^(注2) (「X線実習」受講後取扱可能 ^{※※})	X線講習(講義)	p.25～ 「Ⅱ. X線講習受講案内」

※ 実習受講の有無については、p.21「Ⅰ-2. 実習受講の必要の有無について」を参照。

※※ 「X線実習」について詳細は、p.25「Ⅱ-3. X線実習について」を参照。

(注1) 第1種(密封限定)及び第2種(密封限定)資格の講習は当センターでは開催していません。

(注2) 放射光を使ったX線分析(XAFS等)は、第2種を取得してください。必要な資格が不明な場合は、利用する施設に確認をしてください。

表2

申込み手順		RI講習		X線講習	
		ページ	項目	ページ	項目
①	取扱予定の業務に対する資格講習を選択する。	表1			
	・「実習」受講が必要か判断する。	p.21	I-2 I-3	p.25	II-3
②	日程表から、希望日を選択する。	p.21	I-1	p.25	II-1
③	受付期間に間に合うように、提出書類等の準備をする。 〔注〕RI講習（実習）受講希望者に必要となる特殊健康診断は、 受診及び書類を揃える時間を要するので注意する。				
	・申込方法、提出書類	p.22	I-4	p.26	II-4
	・特殊健康診断	p.23	I-5	—	
④	注意事項等を読み、提出先等の間違いのないように申し込む。				
	・注意事項、提出先、問い合わせ先	p.24	I-6	p.26	II-5
	・申込書（HP からダウンロード可能）	—	—	—	—

I. RI 講習受講案内

I-1. 開催日程

課程 (日本語・英語)	場所	日程	定員	受付期間 (必着)
講義-1(日)	(東山地区) 坂田・平田ホール(理学南館)	5月17日(水)	150名	4月10日(月) ～4月24日(月)
講義-2(日)	(東山地区) 坂田・平田ホール(理学南館)	5月18日(木)	150名	
講義-3(英)	(東山地区) アイントープ総合センター	5月19日(金)	20名	
実習-1	(東山地区) アイントープ総合センター	5月22日(月)	20名	
実習-2		5月23日(火)	20名	
実習-3		5月24日(水)	20名	
実習-4		5月25日(木)	20名	
講義-4(日)	(鶴舞地区) アイントープ総合センター分館	6月14日(水)	20名	5月15日(月) ～5月29日(月)
実習-5		6月15日(木)	8名	
実習-6		6月16日(金)	8名	
講義-5(日・英)	(東山地区) アイントープ総合センター	7月11日(火)	日:30名 英:5名	6月9日(金) ～6月23日(金)
実習-7		7月12日(水)	20名	
実習-8		7月13日(木)	20名	
講義-6(日・英)	(東山地区) アイントープ総合センター	10月20日(金)	日:30名 英:5名	9月19日(火) ～10月3日(火)
実習-9		10月23日(月)	20名	
講義-7(日)	(鶴舞地区) アイントープ総合センター分館	11月14日(火)	20名	10月13日(金) ～10月27日(金)
実習-10		11月15日(水)	8名	
講義-8(日・英)	(東山地区) アイントープ総合センター	1月22日(月)	日:30名 英:5名	12月15日(金) ～1月5日(金)
実習-11		1月23日(火)	20名	
講義-9(日)	(鶴舞地区) アイントープ総合センター分館	2月20日(火)	20名	1月19日(金) ～2月2日(金)
実習-12		2月21日(水)	8名	

対象：学部学生、大学院生、職員
(実習は18歳未満不可)

時間：受付 9:00～9:20

講義 9:30～16:30

実習 9:30～17:00

遅刻・早退者等は法定時間を満たさないため、いかなる理由があっても資格認定不可となります。

※鶴舞地区開催日は、実習会場が狭いため医学部所属者を優先して受け付けます。

※例年5月の講習は受講希望者が多く、受付開始後早い時期に定員になります。
先着順に受け付けますので、**受講日が第2・第3希望日、もしくは希望日以外となる場合があります。**
受付後センターから受講者宛に送る「**受講案内**」で、**受講日を必ず確認**してください。

※**申込後の日程変更はできません。**都合の良い日又は曜日を検討の上お申し込みください。同一受付期間の講習会修了証書は、ほぼ同時に発行されます。

I-2. 実習受講の必要の有無について

・名古屋大学内で従事する場合

講義と実習の受講が必要です。相当期間の「見習い期間」設定により、実習に代えることも可能です。この場合、見習い期間中は単独での業務従事が制限され、必ず教員など放射線業務を熟知した者の指導下に作業しなければなりません。また、部局や利用施設によっては、見習い期間設定を認めず、実習受講を義務づけている場合がありますので、事前に確認の上、実習受講の有無を判断してください。

・学外の施設で従事する場合

学内では放射線業務に従事せず、学外の施設を使用するために法令で定められた教育訓練を必要とする場合、講義のみの受講により必要な証明が取得できることがあります。施設により必要な講習が異なりますので、あらかじめ所属部局の放射線安全管理室及び従事予定施設に確認の上、実習受講の有無を判断してください。

I-3. 「RI 実習」について

RI 講習の講義と実習は別々の日程で開催されます。ただし「RI 実習」は、講義受講後に限り受講できます。講義と実習を同時に申し込む場合は、**講義の日よりも前に実習を受けることはできません**のでご注意ください。

I - 4. 申込方法

申 込 先：東山地区 アイソトープ総合センター 放射線安全管理室

※鶴舞地区アイソトープ総合センター分館等では受け付けません。

申込方法：東山地区の方…直接持参。

鶴舞・大幸地区の方…申込書のみ FAX で送信。後日書類一式を学内便提出。持参も可。
(FAX 後、必ず電話確認をお願いします。)

※申し込みは受付期間内の先着順です。特に5月の講習は申込者が多数になりますので、
受講希望日が限られる方は、早めにお申し込みください。

提出書類：申し込みパターンに従って、該当する必要書類（枠内参照）を提出してください。

※提出書類は返却できません。原本又はコピー提出の指示を厳守してください。

<申し込みパターン>

◆講義及び実習 申込者

①・②・③を提出

◆講義のみ 申込者

①・②を提出

◆実習のみ 申込者（講義を受講した後、若しくは講義免除の認定を受けた後のみ受講可能）

①・②・③・④を提出

① 申込書（研究室責任者押印の原本を提出）

② 身分証明書（申込書裏面に直接コピー 又は コピーを貼付）：

名古屋大学に籍があることを部局長以上の押印付きで証明した書類

例）学生証・職員証・研究生証のコピー

在籍証明書（コピーでも可能）

③ 特殊健康診断【問診＋検査（血液・皮膚・眼）】の結果（すべてコピー提出）

職員（6ヶ月以内）：a）放射線業務従事者特殊健康診断問診票

b）血液・皮膚・眼の検査結果

c）血液像の結果データ

学生（1年以内）：a）放射線業務従事者特殊健康診断問診受検票

b）血液・皮膚・眼の検査結果

c）血液像の結果データ

☆特殊健康診断の詳細は、p.23「I - 5. 特殊健康診断について」を参照。

④ 講義の受講済もしくは免除を証明する書類（コピー提出）

受講済の場合…第1種、第2種修了証書等

※名古屋大学アイソトープ総合センター主催のRI講習を受講した場合は
提出不要

免 除 の 場 合…資格申請書及び認定書（両方）

※名古屋大学安全保障委員会に提出・発行されたもの

※ 申込受付期間に間に合わない書類は、申込書内の後日提出欄の□にチェックし、（ ）内に記入してください。後日提出書類は、申し込み〆切後に受講者宛に送られる案内に従い提出してください。

※ 申し込みの際、人を介したことが原因で、申し込まれていなかった・他の所に提出して申し込みが受理されていなかった等のトラブルが起きています。なるべく受講者本人が準備し、提出してください。

I-5. 特殊健康診断について

放射線業務に従事する前に、「放射線業務従事者に係る特殊健康診断」（以下「特殊健康診断」という。）の受診が法律により義務づけられています。アイソトープ総合センター主催「RI 実習」受講者は、受講前に「特殊健康診断」を受診する必要があります。

「特殊健康診断」 a) 放射線業務従事者特殊健康診断問診受検票（問診票）

保健管理医又は産業医の総合所見（被ばく歴有無の調査及びその評価）、医師名、押印、年月日必須

b) 血液・皮膚・眼の検査結果（検査年月日、医師名必須）

・末しょう血液中の色素量又はヘマトクリット値、赤血球数、白血球数及び白血球百分率

・白内障に関する眼の検査

・皮膚の検査

学生と職員とでは受診方法や書式が異なります。受診前に各所属部局の担当の係までお問い合わせください。

	学 生	職 員
受診場所	・保健管理室（問診・血液・皮膚・眼：無料） 5月、7月、10月、12月予定。日程は、事前に掲示。 詳細は保健管理室（東山 X.3969）まで。 ・一般の病院（血液・皮膚・眼：有料） 及び保健管理室（問診：無料）	・保健管理室 問診（4月、10月予定：無料） 血液・皮膚・眼（前期、後期予定：無料） ・一般の病院（血液・皮膚・眼：有料） 及び保健管理室（問診：無料）
担当係・問い合わせ先	所属部局の教務学生係 又は、所属部局の放射線安全管理室	所属部局の人事担当係 又は、所属部局の放射線安全管理室
所定の書式	放射線業務従事者特殊健康診断問診受検票（問診受検票）	放射線業務従事者特殊健康診断問診票（問診票） 及び健康診断実施通知書（通知書）
受診方法	① 所属部局担当係で「問診受検票」を入手する。 ② 「問診受検票」に必要事項を記入する。 ③ 保健管理室で、問診の判定及び血液・皮膚・眼の検査を受診する。 （一般の病院で受診する場合は、下欄参照。） ④ 受診したその場で「本人用控え」を受け取る。 ⑤ 「本人用控え」は必ず本人が保管する。 RI 講習申込には、<u>コピー</u>を提出する。 ⑥ 血液データは、後日、担当係から本人に通知される。<u>原本は必ず本人が保管する。</u> RI 講習申込には、<u>コピー</u>を提出する。 申込みに間に合わない場合は、申込書の備考欄に後日提出の旨を記入し、入手次第提出する。	【問診】 ① 4月上旬に所属部局担当係から「特定有害業務等従事状況届出票」が配付される。放射線業務欄（電離10～23）に記入して、担当係に提出する。 ② 担当係から「問診票」が配付される。①を行っていない場合は、担当係に申し出て、入手する。 ③ 「問診票」に必要事項を記入し、担当係に提出する。 ☐ 「非密封 RI の取扱い」にチェックすること。 ④ 提出した「問診票」は、後日、医師等の判定・押印を受けて担当係から本人に通知されるので、<u>原本は必ず本人が保管する。</u>RI 講習申込には、<u>コピー</u>を提出する。 【血液・皮膚・眼】 ① 担当係から「通知書」が配付される。 ② 「通知書」に従い、保健管理室で、血液・皮膚・眼の検査を受ける。 ③ 後日、結果（血液データも含む）が担当係から本人に通知される。<u>原本は必ず本人が保管する。</u> RI 講習申込には、<u>コピー</u>を提出する。 【職員対象の特殊健康診断の日程が不都合な場合】 職員対象の日程では RI 実習に間に合わない場合には、以下に従い、学生対象の特殊健康診断の日に受診することができます。 ① 担当係で「<u>職員専用</u>の問診受検票」を入手する。 ② 「職員専用」の問診受検票を持参して、学生対象の特殊健康診断を受診する。以下、学生の受診方法③～⑥と同様。 ◆一般の病院で血液・皮膚・眼について受診する場合【職員・学生共通】 急な RI 業務開始や予定外の RI 業務等で特殊健康診断を受ける必要がある場合は、一般の病院等で受診することもできます（費用は自己負担）。 ① 名古屋大学の所定の書式「放射線業務従事者特殊健康診断問診受検票（問診受検票）」を持参して受診し、記入を依頼する（法令が求める項目を満たせば他の書式でも可ですが、書式を持参すると不足なく受診することができます）。受診病院の候補等は、保健管理室に相談ください。 ② 「問診受検票」の従事者記入欄に記入し、検査結果〔血液（末しょう血液中の色素量又はヘマトクリット値、赤血球数、白血球数及び白血球百分率）・皮膚・眼（白内障に関する検査）〕を添えて、各部局事務担当係を通して保健管理室に提出する。 ③ 保健管理室で判定がなされ、「問診受検票」及び検査結果が本人に戻ります。<u>原本は本人が保管し（他でも必要となります）、RI 講習申込には「問診受検票」及び検査結果のコピーを提出する。</u> ※②の提出で完了ではありません。必ず③によりアイソトープ総合センター（東山地区）に提出してください。

I-6. 諸注意

1. 申し込み後、受講者に送付される「受講案内」を必ずお読みください。もし、開催日3日前になっても案内が届かない場合は、ご連絡ください。

受付後、受講日や講習会場の案内、不足書類の連絡等を記載した「受講案内」を受講者宛（申込書に記入したE-mail又は講座宛）に送ります。受講希望日は先着順で受け付けますので、定員を超えた場合は、第1希望日以外となる場合があります。また、会場は、講習日によって異なります。受講日を間違えた場合や会場間違いで遅刻した場合は、受講できませんので、必ずご確認ください。

2. 講習会に遅刻・早退・途中退出をした場合は、資格の取得ができません。

講習時間は法律で定められているため、遅刻・早退・途中退出をした場合は、いかなる理由があっても資格を取得できません。また、当日遅刻・欠席等で受講できなかった場合、同じ受付期間内の講習に変更することはできません。次回以降の講習受付期間に、あらためて申込手続きを行うことになりますのでご注意ください。

3. 提出物は、すべて〆切日の16:30必着です。

- ①持参する場合は、必ず受付時間内に提出してください。
- ②学内便は、〆切日必着とします。
- ③「RI実習」受講後のレポートを指定期日以内に提出しない場合は、資格取得が遅れたり資格取得ができなくなったりしますので、余裕をもって提出してください。

4. 「コピー提出」と指定されている書類は、必ずコピーで提出してください。

- ①コピー提出と指定された書類の原本は、本講習以外でも必要となる重要な書類です。原本を提出した場合、返却できません。必ず原本は本人が保管し、コピーを提出してください。
- ②申し込み場所にはコピー機はありません。前もってご用意ください。

5. 申込後の希望日の変更はできません。また、受講できなくなったときはご連絡ください。

受講日に受講できなくなった場合、同一期間内での日程変更はできません。次回以降の受付期間に再度申し込むことになります。申込時によく考慮して、希望日を選んでください。また、無断欠席した場合、次回の講習会の受講をお断りすることがあります。受講できなくなったときは、事前にキャンセルする旨をご連絡ください。

講習会に関する問い合わせ先 及び 申込先：アイソトープ総合センター放射線安全管理室（東山地区）

〒464-8602 千種区不老町 名古屋大学内

HP [<http://www.ric.nagoya-u.ac.jp/licence>]

E-mail [kanric@cc.nagoya-u.ac.jp]

TEL 789-2565 FAX 789-2567

内線 TEL: 2565 FAX: 2567

※鶴舞・大幸地区からの内線は

TEL: 85-2565 FAX: 85-2567

受付時間: 9:00~12:00, 13:00~16:30

Ⅱ. X線講習受講案内

Ⅱ－１. 開催日程

課程 (日本語・英語)		場 所	日 程	定員	受付期間 (必着)
X線124	(日)	(東山地区)坂田・平田ホール(理学部南館)	5月15日(月)	150名	4月10日(月) ～4月24日(月)
X線125	(日)	(東山地区)坂田・平田ホール(理学部南館)	5月16日(火)	150名	
	(英)	(東山地区)アイソトープ総合センター	5月16日(火)	20名	
X線126	(日・英)	(東山地区)アイソトープ総合センター	7月6日(木)	日:30名 英:5名	6月9日(金) ～6月23日(金)
X線127	(日・英)	(東山地区)アイソトープ総合センター	10月17日(火)	日:30名 英:5名	9月22日(金) ～10月6日(金)
X線128	(日)	(鶴舞地区)アイソトープ総合センター分館	11月6日(月)	20名	10月10日(火) ～10月26日(木)
X線129	(日・英)	(東山地区)アイソトープ総合センター	1月11日(木)	日:30名 英:5名	12月11日(月) ～12月25日(月)

対 象：学部学生，大学院生，職員

(注) 放射光を使ったX線分析(XAFS等)は，RI講習を受講してください。

時 間：受 付 13:00～13:20 講習時間 13:30～16:30

講義内容：X線装置の取扱(1時間)・関連法令(1時間)・人体影響(30分)

遅刻・早退者等は規定時間を満たさないため，いかなる理由があっても資格認定不可となります。

Ⅱ－２. 講義「人体影響」の省略について

第2種資格保有者で，本講習を受講する者は「人体影響」の講義(30分)を省略することができます。
省略希望者は，申込書の該当欄にチェックし，必要書類を添えてお申し込みください。

Ⅱ－３. 「X線実習」について

名古屋大学では，X線業務従事者になるために，以下の2つの教育訓練を受ける必要があります。

1. アイソトープ総合センターが実施する講習会(X線講習：講義2時間30分)
2. 各装置で実施する実習(以下の内容を含み2時間以上)
 - ・ 装置の構造(各部の名称と役割の確認)
 - ・ 装置の取扱(装置の始動，インターロックの確認，停止，緊急停止等)
 - ・ サーベイメータの正しい取扱と漏えい線量の測定
 - ・ 運転記録の記入
 - ・ 緊急時の措置，緊急連絡先等の確認

《X線業務従事者になるまでの手続き》

- ① アイソトープ総合センター主催「X線講習(講義)」を受講する。
- ② 受講後，「修了証書」が発行される。
(発行：アイソトープ総合センターから受講者の所属部局事務へ送付します。：約2週間)
- ③ 「特殊健康診断」を受診する。(受診方法は，RI-3「I-5.」に準じる。□エックス線装置の取扱い にチェックする。)
- ④ 所属部局の放射線安全管理室等に「個人被ばく線量計」を申請する。
- ⑤ 「個人被ばく線量計」発行後，「X線実習」を受講する。
詳細は，取扱予定のX線装置を担当する「X線作業主任者」又は「X線装置管理者」に問い合わせてください。

《学外の研究機関においてのみX線業務に従事する場合》

名古屋大学所有の装置を利用して「X線実習」を受ける。又は，従事する研究機関において取扱に関する十分な実習を受ける。

Ⅱ－４．申込方法

申 込 先：東山地区 アイソトープ総合センター 放射線安全管理室

※ 鶴舞地区アイソトープ総合センター分館等では受け付けません。

申込方法：東山地区の方…直接持参。

鶴舞・大幸地区の方…申込書のみ FAX で送信。後日書類一式を学内便提出。持参も可。
(FAX 後、必ず電話確認をお願いします。)

※ 申し込みは受付期間内の先着順です。特に5月の講習は申込者が多数になりますので、
受講希望日が限られる方は、早めにお申し込みください。

提出書類：該当する必要書類（枠内参照）を提出してください。

提出した書類は返却できません。原本あるいはコピー提出の指示を厳守してください。

- ① 申込書（研究室責任者押印の原本を提出）
- ② 身分証明書（申込書裏面に直接コピー 又は コピーを貼付）：
名古屋大学に籍があることを部局長以上の押印付きで証明した書類
例）学生証・職員証・研究生証のコピー
在籍証明書（コピーでも可能）
- ③ 第2種資格を証明する書類：[人体影響の講義(30分)免除希望者]のみ提出。(コピー提出)

※ 申込受付期間に間に合わない書類は、申込書内の後日提出欄の□にチェックし、()内に記入してください。
後日提出書類は、申し込みメ切後に受講者宛に送られる案内に従い提出してください。
※ 申し込みの際、人を介したことが原因で申し込まれていなかった・他の所に提出して申し込みが受理されていなかった等のトラブルが起きています。なるべく受講者本人が準備し、提出してください。

Ⅱ－５．諸注意

1. 申込後、受講者に送付される「受講案内」を必ずお読みください。もし、開催日3日前になっても案内が届かない場合は、ご連絡ください。

受付メ切後、受講日や講習会場の案内、不足書類の連絡等を記載した「受講案内」を受講者宛（申込書に記入した E-mail 又は講座宛）に送ります。会場も講習日によって異なります。受講日を間違えた場合や会場間違いで遅刻した場合は、受講できませんので、必ずご確認ください。

2. 講習会に遅刻・早退・途中退出をした場合は、資格の取得ができません。

遅刻・早退・途中退出をした場合は、規定時間を満たさないため、いかなる理由があっても資格を取得できません。また、当日遅刻・欠席等で受講できなかった場合、同じ受付期間内の講習に変更することはできません。次回以降の講習受付期間に、あらためて申込手続きを行うことになりますのでご注意ください。

3. 申込後の希望日の変更はできません。また、受講できなくなったときはご連絡ください。

受講日に受講できなくなった場合、同一期間内での日程変更はできません。次回以降の受付期間に再度申し込むことになります。申込時によく考慮して、希望日を選んでください。また、受講できなくなったときは、事前にキャンセルする旨をご連絡ください。

講習会に関する問い合わせ先 及び 申込先：アイソトープ総合センター放射線安全管理室（東山地区）

〒464-8602 千種区不老町 名古屋大学内

HP [<http://www.ric.nagoya-u.ac.jp/licence>]

E-mail [kanric@cc.nagoya-u.ac.jp]

TEL 789-2565 FAX 789-2567

内線 TEL：2565 FAX：2567

※鶴舞・大幸地区からの内線は

TEL：85-2565 FAX：85-2567

受付時間：9:00～12:00, 13:00～16:30

機器紹介

新しく機器を設置しました。ご利用ください。

本館

機 器 名	設置場所	紹介説明
実体顕微鏡 SZX16 (オリンパス) 1台	206室	900ライン/mmの高い解像度の高級実体顕微鏡です。 ズーム範囲7×～115×により、低倍での作業から高倍での細部確認まで、広範囲を一台で対応可能です。 ・薄型LED透過照明架台 ・1920×1440ピクセルの高解像画像をディスプレイ表示、USBメモリに保存 ・明視野、暗視野、偏射観察 ・簡易偏光ポラライザー/アナライザー付き 
超低温槽 VT-208 (日本フリーザー)	3F 非管理区域	非管理区域にディープフリーザーを更新しました。 非RI試料の保管用としてご利用ください。 冷却性能 -60～-80℃ 内容積 約180L 

機器貸出実績

本館

機 器, 数 量	貸 出 先	目 的, 内 容
《学内貸出》		
低エネルギー X 線用サーベイメータ NHC410B 1 1台×1回,	情報科学研究科	漏えい検査のため
電離箱式サーベイメータ ICS-331B 1台 ×2回	生命農学研究科	漏えい検査のため
《震災に伴う学術的目的による学内者への貸出》		
NaI シンチレーションサーベイメータ TCS-161 1台×3回,	生命農学研究科	福島県内調査時における被ばく管理のため
ポケット線量計 PDM-111 2～3台×3回		
NaI シンチレーションサーベイメータ TCS-171 1台×1回,	未来材料・システム研究所	福島県内調査時における被ばく管理のため
ポケット線量計 PDM-111 2台 ×1回		

新規購入図書

●分館●

洋書

- ・ ICRP (133) The ICRP Computational Framework for Internal Dose Assessment for Reference Adults: Specific Absorbed Fractions
- ・ Gordon Glimore, Practical Gamma-ray Spectrometry 2nd ED, Chichester, John Wiley & Sons, Ltd (2008), ISBN: 9780470861967
- ・ Jukka Lehto and Xiaolin Hou, Chemistry and Analysis of Radionuclides, Weinheim, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, (2011), ISBN: 9783527326587
- ・ Gregory R. Choppin, Jan-Olov Liljenzin, Jan Rydberg, Christian Ekberg, Radiochemistry and Nuclear Chemistry 4th ED, Amsterdam, ELSEVIER, (2013), ISBN: 9780124058972

放射線安全管理室からのお知らせ

2017年度 予定

●本館●

- | | | | |
|----|------------------|--------------|-----------------|
| 4月 | 1期利用開始 (4/3) | 10月 | 冷暖房切替 |
| | 再教育 (4/3, 4, 5) | 11月 | 漏電調査 |
| 5月 | 冷暖房切替 | 12月 | 期末チェック (～12/22) |
| 6月 | 名大祭・研究所公開予定 | 2018年 | |
| 7月 | 期末チェック (～7/31) | 1月 | 3期利用開始 (1/9) |
| 8月 | 2期利用開始 (8/16) | 2月 | 施設・設備点検 |
| | 廃棄物集荷 | 3月 | 2018年度利用申請 |
| 9月 | 2016年度利用料金請求 | | 期末チェック (～3/27) |
| | 2017年集荷分廃棄物処分費請求 | | |

2018年

- | | |
|----|----------------|
| 1月 | 3期利用開始 (1/9) |
| 2月 | 施設・設備点検 |
| 3月 | 2018年度利用申請 |
| | 期末チェック (～3/27) |

(新人オリエンテーションは毎月一回開催、
開催日は掲示します。)

●分館●

- | | | | |
|----|-------------------|--------------|-----------------------|
| 4月 | 1期利用開始 (4/3) | 10月 | 3期利用開始 (10/2) |
| | グループ責任者講習会 | 12月 | 4期実験計画書提出期限 (12/1) |
| 6月 | 2期実験計画書提出期限 (6/2) | 2018年 | |
| 7月 | 2期利用開始 (7/3) | 1月 | 4期利用開始 (1/4) |
| | 上半期利用料金等請求 | | 下半期利用料金等請求 |
| | 施設・設備点検 | 2月 | 施設・設備点検 |
| 8月 | 廃棄物集荷 | 3月 | 2018年度実験計画書提出期限 (3/2) |
| 9月 | 3期実験計画書提出期限 (9/1) | | 再教育講習会 |
| | グループ責任者講習会 | | |

(分館利用説明会は毎月一回以上開催、
開催日は掲示します。)

『名古屋大学アイソトープ総合センター運営委員会』委員名簿

平成29年1月1日現在

所 属 ・ 職 名	氏 名
セ ン タ ー 長	本 間 道 夫
理 学 研 究 科・講 師	出 口 和 彦
医 学 系 研 究 科・准 教 授	天 野 睦 紀
工 学 研 究 科・教 授	瓜 谷 章
生 命 農 学 研 究 科・准 教 授	邊 見 久
環 境 学 研 究 科・教 授	角 皆 潤
情 報 科 学 研 究 科・准 教 授	青 木 撰 之
環 境 医 学 研 究 所・教 授	益 谷 央 豪
分 館 長	長 縄 慎 二
原 子 力 委 員 会 委 員 長	瓜 谷 章
安 全 保 障 委 員 会 委 員 長	柴 田 理 尋
コバルト60照射施設利用委員会委員長	井 口 哲 夫
アイソトープ総合センター・教 授	柴 田 理 尋
アイソトープ総合センター・准 教 授	小 島 康 明
アイソトープ総合センター・准 教 授	緒 方 良 至
理 学 研 究 科・准 教 授	吉 岡 泰
工 学 研 究 科・教 授	山 澤 弘 実
生 命 農 学 研 究 科・教 授	竹 中 千 里
アイソトープ総合センター・講 師	佐久間 麻由子

委員会等の報告

第162回運営委員会

平成29年2月1日開催

審議事項

1. アイソトープ総合センター長の選考について
2. その他

報告事項

1. アイソトープ総合センター改築進捗状況について
2. アイソトープ総合センターの拠点化構想について
3. 平成29年度講習および実習計画（案）について
4. その他

編 集 後 記

桜の花びらが舞い、少しずつ新緑が芽吹いていくこの季節が、私は大好きです。大学では桜の蕾が膨らむ3月の終わりには卒業式、桜の花が散り始める4月には入学式、学生だけでなく、教職員も別れと出会いの季節です。毎年、研究室の中心だった学生が巣立ち来年はどうなるのだろうとっていると、不思議と必ず後輩の学生の中から新しいリーダー役が生まれ、いつの間にか学生も成長していることに気づかされます。

アイソトープ総合センターでは、8年間センター長を務めた本間教授が3月に退任し、4月に新しいセンター長を迎えます。工事中の新しいRI実験棟は、壁が立ち上がり建物らしくなってきました。壁や床もアイソトープ用の特別仕様で、時間をかけて工事が行われています。次の号が発行される秋には完成した新しい棟へと引越ししていることでしょう。引越しの間、皆様にはご迷惑をおかけするかもしれませんが、新しい建物と設備で、センターの職員一同、皆様のご利用をお待ちしております。(M.S.)

トレーサー編集委員

委員長	本 間 道 夫
	柴 田 理 尋
幹 事	佐 久 間 麻 由 子
	近 藤 真 理
	中 村 嘉 行
	成 田 信 周

Tracer 第 61 号

平成29年 3月31日 発行
編集発行

名古屋大学アイソトープ総合センター
〒464-8602 名古屋市千種区不老町
電 話 〈052〉 789-2 5 6 3
F A X 〈052〉 789-2 5 6 7