

2019年度RI製造・利用調査 概要

公益社団法人日本アイソトープ協会

第2期理工・ライフサイエンス部会 RI利用推進専門委員会

羽場 宏光	理化学研究所仁科加速器科学研究センター
小林奈通子	東京大学大学院農学生命科学研究科
永津弘太郎	量子科学技術研究開発機構量子生命・医学部門量子医科学研究所
西 弘大	長崎大学原爆後障害医療研究所
籾野健太郎	筑波大学医学医療系／次世代分子イメージングつくば画像検査センター
福田 光宏	大阪大学核物理研究センター
間賀田泰寛	浜松医科大学光先端医学教育研究センター
山田 崇裕	近畿大学原子力研究所
鷺山 幸信	福島県立医科大学先端臨床研究センター
渡部 浩司	東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

(注1) 印刷物等に転載するには、転載許可が必要です。

(注2) 委員の所属等は執筆時のものです。

RADIOISOTOPES

Online ISSN : 1884-4111
Print ISSN : 0033-8303
ISSN-L : 0033-8303

資料トップ 巻号一覧 この資料について

J-STAGEトップ / RADIOISOTOPES / 70 巻 (2021) 4 号 / 書誌

資料

2019年度RI製造・利用調査報告書

(公社) 日本アイソトープ協会理工・ライフサイエンス部会 RI利用推進専門委員会

著者情報

キーワード: research RI, survey report of RI utilization, promotion of RI use, RI production, RI application

ジャーナル オープンアクセス

2021 年 70 巻 4 号 p. 251-260

DOI <https://doi.org/10.3769/radioisotopes.70.251>

詳細

記事の概要

抄録

引用文献 (4)

著者関連情報

共有する



抄録

日本アイソトープ協会第一期理工・ライフサイエンス部会RI利用推進専門委員会は、国内外における研究用RIの利用状況を把握するため、2018年度から2019年度に開催された学術会議の調査を行った。国際会議8件と国内会議7件を調査し、RIの利用が報告された講演を304件抽出した。国内外におけるRIの製造・利用状況を分析し、我が国のRI利用推進に向けた考察を行った。

引用文献 (4)

- 1) Kannan, S. and Ramani, S., Discrimination between Rb and K Ions in their absorption by rice roots, *Int. J. Appl. Radiat. Isot.*, **24**, 431–432 (1973)
- 2) 科学研究費助成事業新学術領域研究(研究領域提案型)『学術研究支援基盤形成』リソース支援プログラム短寿命RI供給プラットフォーム(2016–2021年度, 領域代表者: 中野貴志) <https://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/~ripf/>
- 3) Hamam, A. M., Coskun, D., Britto, D. T., Plett, D., et al., Plasma-membrane electrical responses to salt and osmotic gradients contradict radiotracer kinetics, and reveal Na⁺-transport dynamics in rice (*Oryza sativa* L.), *Planta*, **249**, 1037–1051 (2019)
- 4) 日本核医学会PET核医学分科会<https://jcpet.jp/facilities/> (accessed on December 13, 2020)

PDFをダウンロード (638K)

メタデータをダウンロード

RI形式
(EndNote, Reference Manager, ProCite, RefWorksとの互換性あり)

BIB TEX形式
(BibDesk, LaTeXとの互換性あり)

テキスト

メタデータのダウンロード方法

著者にメールを送る

発行機関連絡先

お気に入り & アラート

- ☆ お気に入りに追加
- ☆ 追加情報アラート
- ☆ 被引用アラート
- ☆ 認証解除アラート

関連記事 >

オルトメトリクス

閲覧履歴

資料

2019年度 RI 製造・利用調査報告書

(公社) 日本アイソトープ協会理工・ライフサイエンス部会 RI 利用推進専門委員会 [†]

[†]haba@riken.jp

日本アイソトープ協会第一期理工・ライフサイエンス部会 RI 利用推進専門委員会は、国内外における研究用 RI の利用状況を把握するため、2018 年度から2019 年度に開催された学術会議の調査を行った。国際会議8 件と国内会議7 件を調査し、RI の利用が報告された講演を304 件抽出した。国内外における RI の製造・利用状況を分析し、我が国の RI 利用推進に向けた考察を行った。

Key Words: research RI, survey report of RI utilization, promotion of RI use, RI production, RI application

1. はじめに

ラジオアイソトープ (Radioisotope: RI) は、トレーサや放射線源として物理学、化学や生物学の基礎研究から医療、農業、工業などの応用分野にわたり幅広く利用されている。2018 年度に発足した日本アイソトープ協会第一期理工・ライフサイエンス部会 RI 利用推進専門委

員会では、科学における幅広い分野での RI 利用の普及促進を目指し、一般に流通可能な RI のみならず国内の研究所・大学等の施設で製造可能な RI の利用拡大に向けた取り組みを進めている。この活動の一環として、今回、国内外における研究用 RI の最近の流通と利用状況を把握するため、2018 年から2019 年度に開催された国内外の学術会議を調査した。

科学技術雑誌に出版された論文を検索することにより RI の利用状況を調査することは可能であるが、研究開始から論文が出版されるまでには通常数年の期間が必要である。また、RI が利用されても、最終的に論文発表とならない場合は調査から漏れてしまう。そこで、今回、できる限り直近の RI の利用状況を把握するため、研究の途中経過でも報告される場合がある学術会議の講演予稿集を調査することとした。したがって、今回の調査は、2018 年から2019 年度の短期間に開催された会議の影響が強く反映された結果になる。例えば、各会議の主旨によって重視される RI が存在する場合、本調査での抽出数に特異的な増加が見込まれる。この増加分は差し引いて考える必要があるものの、盛況な学会と講演数は比例関係にあり、現代のトレンドを反映すると考えられるため、注目される RI の傾向を窺うには好都合であると考えた。

# 委員長	羽場 宏光	理化学研究所仁科加速器科学研究センター
委員	小林奈通子	東京大学大学院農学生命科学研究科
	永津弘太郎	量子科学技術研究開発機構量子生命・医学部量子医学研究所
	西 弘大	長崎大学原爆後障害医療研究所
	旗野健太郎	筑波大学医学医療系/次世代分子イメージングつくば画像検査センター
	福田 光宏	大阪大学核物理研究センター
	間賀田泰寛	浜松医科大学先端医学教育研究センター
	山田 崇裕	近畿大学原子力研究所
	鷲山 幸信	福島県立医科大学先端臨床研究センター
	渡部 浩司	東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

RI利用推進専門委員会（2018年度～）

科学における幅広い分野でのRI利用の普及促進をめざし、一般に流通可能なRIのみならず国内の研究所・大学等の施設で製造可能なRIの利用拡大に向けた取り組みを行う。

2019年度RI製造・利用調査

国内外における研究用RIの最近の流通と利用状況を把握するため、2018年から2019年度に開催された国内外の学会会議を調査 → 今後、調査結果をもとに利用拡大に向けた取り組み

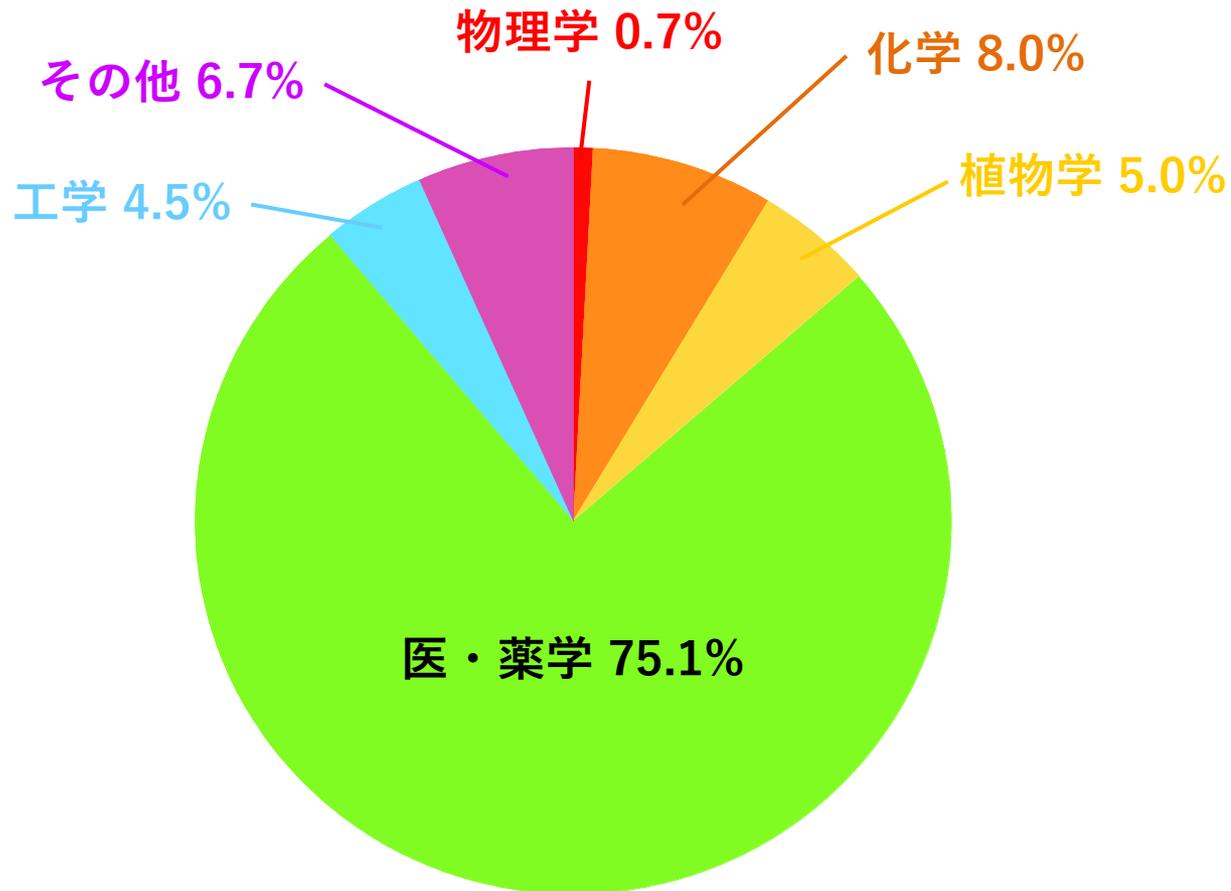
- ・直近のRIの利用状況を把握するため、学会会議の講演予稿集を調査
- ・講演件数が多い主要なSPECT核種（ $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ ）とPET核種（ ^{11}C , ^{13}N , ^{15}O , ^{18}F ）を調査の対象から除外
- ・限られた学会の調査であるため、結果は慎重に考察する必要あり

調査を行った国内外の学術会議

会議名	会期	場所	講演数
9th International Particle Accelerator Conference (IPAC2018)	April 29 - May 4, 2018	Vancouver, Canada	2
日本土壤肥料学会2018年度神奈川大会	August 29 - 31, 2018	Fujisawa, Japan	5
日本育種学会第134回講演会	September 21 - 24, 2018	Okayama, Japan	1
2018 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (2018 NSS-MIC)	November 10 - 17, 2018	Sydney, Australia	3
日本生態学会第66回大会	March 15 - 19, 2019	Kobe, Japan	1
日本作物学会第247回講演会	March 28 - 29, 2019	Tsukuba, Japan	0
11th International Symposium on Targeted-Alpha-Therapy (TAT11)	April 1 - 4, 2019	Ottawa, Canada	126
10th International Particle Accelerator Conference (IPAC2019)	May 19 - 24, 2019	Melbourne, Australia	5
23rd International Symposium on Radiopharmaceutical Sciences (ISRS 2019)	May 26 - 31, 2019	Beijing, China	89
22nd International Conference on Radionuclide Metrology and its Applications (ICRM 2019)	May 27 - 31, 2019	Salamanca, Spain	14
39th Annual Conference of the Canadian Nuclear Society (CNS 2019)	June 23 - 26, 2019	Ottawa, Canada	3
第56回アイソトープ・放射線研究発表会	July 3 - 5, 2019	Tokyo, Japan	9
日本原子力学会2019年秋の大会	September 11 - 13, 2019	Fuji, Japan	3
International Conference on Cyclotrons and their Applications (CYC2019)	September 22 - 27, 2019	Cape Town, South Africa	10
日本放射化学会第63回討論会(2019)	September 24 - 26, 2019	Iwaki, Japan	33
		合計	304

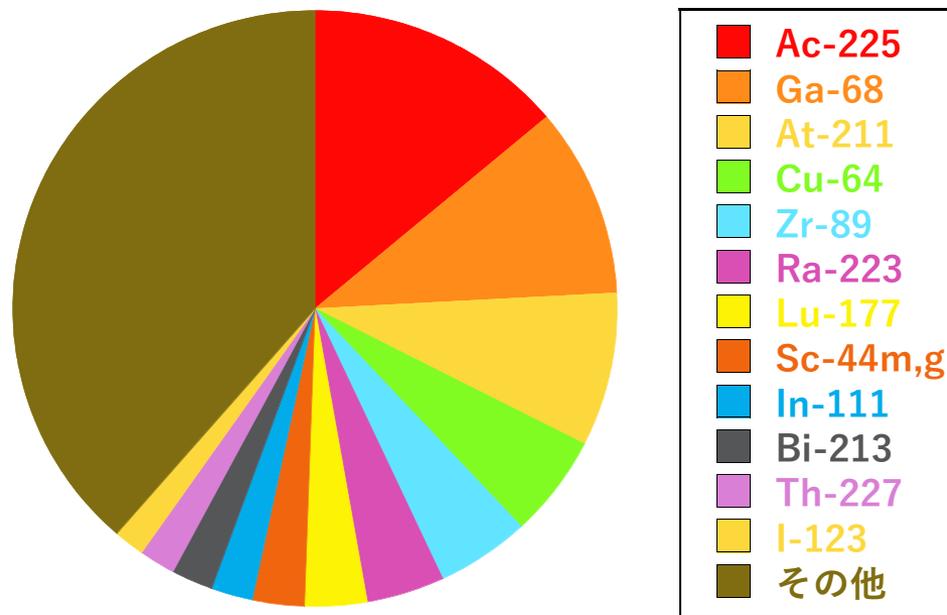
調査結果

- ・ 304件の講演について、核種，放射能，製造法，目的（製造/応用），研究分野，研究内容について情報収集
- ・ **海外**と**国内**の利用，さらに**製造**と**応用**の研究目的で分類
- ・ **物理学**，**化学**，**植物学**，**医・薬学**，**工学**，**その他**の分野に分類



近年利用されているRI

核種	件数	国外		国内	
		製造	応用	製造	応用
²²⁵ Ac	59	24	34	1	0
⁶⁸ Ga	44	12	32	0	0
²¹¹ At	36	6	10	6	14
⁶⁴ Cu	23	8	14	1	0
⁸⁹ Zr	21	6	14	1	0
²²³ Ra	18	3	15	0	0
¹⁷⁷ Lu	14	2	11	1	0
^{44m,g} Sc	12	7	4	1	0
¹¹¹ In	10	1	5	2	2
²¹³ Bi	9	1	8	0	0
²²⁷ Th	9	1	8	0	0
¹²³ I	6	5	0	1	0
²² Na	6	2	0	0	4
⁹⁹ Mo/ ^{99m} Tc	6	5	0	1	0
⁴⁷ Sc	5	4	1	0	0
⁴³ K	5	0	1	2	2
⁶⁷ Ga	5	3	1	1	0
¹³⁷ Cs	5	0	0	0	5
²¹² Pb	5	1	4	0	0
²²⁴ Ra	5	3	2	0	0
⁴² K	4	0	0	1	3
⁶⁸ Ge/ ⁶⁸ Ga	4	2	0	1	1
⁴³ Sc	3	3	0	0	0
⁴⁵ Ti	3	2	1	0	0
⁴⁸ V	3	2	0	0	1
⁶⁷ Cu	3	3	0	0	0
⁸² Sr	3	3	0	0	0
¹²⁴ I	3	1	1	1	0
^{133m,g} Ba	3	0	3	0	0
²²⁹ Th	3	3	0	0	0
⁵⁵ Co	2	1	1	0	0
⁶² Zn/ ⁶² Cu	2	0	1	1	0
⁷⁶ Br	2	1	0	1	0
⁷⁷ Br	2	1	1	0	0
⁸¹ Rb/ ^{81m} Kr	2	2	0	0	0
⁸⁵ Sr	2	0	2	0	0
⁸⁶ Y	2	2	0	0	0
⁸⁸ Y	2	2	0	0	0
⁸⁸ Zr	2	0	0	0	2
¹⁰⁹ Cd	2	2	0	0	0
^{166m,g} Ho	2	0	2	0	0
¹⁶⁵ Er	2	2	0	0	0
¹⁷⁵ Hf	2	0	0	0	2
²¹¹ Rn/ ²¹¹ At	2	0	0	0	2
^{236g} Np	2	0	0	1	1
合計	365	126	176	24	39



- ・ 製造，応用ともに，近年最も研究に利用されているRIは，²²⁵Ac（総数59件は全体の13.8%）
- ・ 主要12核種は，核医学の診断または治療に利用．主要12核種の国内利用は，²¹¹At（20件）と¹¹¹In（4件）以外は1件以下

考察

1. 物理学

元素合成過程，原子核の性質，未知なる物理現象・過程を解き明かしていく重要なプローブ

- ・物性物理学や無機化学等への応用：メスバウアー分光法

従来の ^{57}Co - ^{57}Fe ， $^{119\text{m}}\text{Sn}$ - ^{119}Sn に加え，近年， ^{127}I や ^{121}Sb ， ^{166}Er 等に

放射性壊変する線源

- ・物質へのRI注入，壊変による新たな材料開発

- ・高強度ミューオン源を用いた (μ, xn) 反応を利用した新たなRI製造

- ・原子核・素粒子物理学の最先端測定器を応用

従来の γ 線のコンプトン散乱解析による3次元イメージングに加え，

^{211}At や ^{225}Ac 等の α 線放出核種から放出される γ 線や特性X線を検出して

線量分布の可視化

- ・加速器及びRI製造装置の開発

医・薬学： ^{45}Ti ， ^{47}Sc ， ^{55}Co ， ^{57}Co ， ^{76}Br ， $^{81}\text{Rb}/^{81\text{m}}\text{Kr}$ ， ^{82}Rb ， ^{94}Mo ，
 ^{103}Pd ， ^{124}I ， ^{177}Lu ， ^{201}Pb ， ^{201}Tl ， ^{223}Ra

医・薬学以外： ^{22}Na ， ^{88}Y ， ^{109}Cd

国内では，特に短寿命RIのニーズが増大

2. 核化学

新元素・新同位体の探索，放射性元素（特に重・超重元素）の化学，核構造・核壊変・核反応・核分裂特性の研究

- ・ **重・超重元素の核的・化学的性質の研究**： ^{211}At ， ^{251}Md ， ^{255}No ， ^{257}No ， ^{256}Lr ， ^{261}Rf

超重元素の化学分析装置の開発や同族間比較化学データの取得： ^{88}Zr ， ^{169}Hf ， ^{175}Hf ， ^{234}Th ， ^{95}Nb ， ^{179}Ta ， ^{233}Pa

希少な重・超重元素RIについては，最先端の重イオン加速器施設を有する我が国は他国に引けを取らない．短寿命RIが多く世界中から研究者が集う．

- ・ $^{229\text{m}}\text{Th}$ の内部転換電子の観測： ^{229}Ac
- 半減期および内部転換電子エネルギースペクトル測定： $^{235\text{m}}\text{U}$
- ・ メスバウアー分光法による物性研究： ^{57}Mn と ^{237}Np
- ・ 摂動角相関法による物性研究： ^{111}In
- ・ α 線核医学に必要なRIの製造開発

$^{209}\text{Bi}(\alpha, 2n)^{211}\text{At}$ 反応による **^{211}At の製造開発**

$^{211}\text{Rn}/^{211}\text{At}$ ジェネレータの開発

海外では， ^{225}Ac ， ^{223}Ra ， ^{213}Bi ， ^{227}Th ， ^{212}Pb ， ^{224}Ra ， ^{229}Th 等の α 線放出核種が利用． **^{223}Ra 以外の多くのRIについて国内の利用はほとんどない．**

3. 植物学

RIトレーサとして物質動態や代謝の解析に利用。ターゲットは植物の必須元素と有用元素，環境中に一定濃度で存在する有害元素

- ・ **植物の多量必須元素カリウム**： $^{42}\text{K}/^{43}\text{K}$ を利用した国内研究が活発化
従来， ^{86}Rb をKのトレーサ（ ^{86}Rb の解析に基づいたカリウム動態の類推には注意が必要）

科研費短寿命RI供給プラットフォーム事業等により，国内で $^{42}\text{K}/^{43}\text{K}$ の利用が可能

アルカリ金属イオンの動態はKをハブとして互いに関連

$^{42}\text{K}/^{43}\text{K}$ と， ^{137}Cs や ^{22}Na を組み合わせた研究

- ・ Na（塩害の主要因）の動態解析： ^{22}Na
- ・ **農薬成分の残留性試験**や，**植物と微生物間での物質交換の研究**： ^{14}C ， ^{32}P 等で標識した化合物の代謝や動態の解析研究
国内外問わず， ^{14}C ， ^{32}P によるトレーサ実験にも継続的な需要あり
多様な化合物の標識

4. 医・薬学

診断： γ 線・消滅放射線・特性X線を検出することによる診断

治療： β 線・ α 線・オージェ電子による細胞障害性をがんの治療に応用

- ・国内外問わず，**核医学治療用RIが注目，特に α 線源**

RI製造：海外では ^{225}Ac

国内では ^{211}At

RI利用：海外では ^{225}Ac ， ^{223}Ra ， ^{211}At ， ^{213}Bi ， ^{227}Th ， ^{212}Pb

国内は ^{211}At にほぼ限られる

→ 施設・設備を強化することで管理区域としての自由度を高める必要

→ 規制や廃棄物のより合理的な取扱いに関して社会的な整備が必要

- ・ α 線源以外のRI

国外では ^{68}Ga ， ^{64}Cu ， ^{44}Sc ， ^{89}Zr 等金属系ポジトロン放出核種と共に， ^{123}I ，

$^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ ， ^{47}Sc といった以前から利用が盛んなRIや治療用 β 線源

世界の活況と比較すると，国内では特筆すべきRIはない．国内製造に期待．

- ・ $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ 等，**原子炉産RIの加速器製造法**の開発
- ・RIの選択と共に，薬剤の骨格となる化合物の研究開発が重要
- ・研究者が求めるRIを用時かつ安価に提供可能な供給体制を確立させることが，我が国の核医学発展に不可欠

5. 工学

従来より工業計測分野でRIは広く利用。物理学，化学，植物学，医・薬学の研究を支える工学的な開発研究

- ・ **コンプトンカメラ**等，新規RIを用いたイメージング技術の開発
ハードウェア・ソフトウェア（シンチレータ，半導体光検出器，デジタル回路）の進歩により実用性が急速に高まる。
- ・ **機械学習・ニューラルネットワーク技術**：エネルギースペクトルの整形，核種の自動判別，信号雑音処理，画像処理など
- ・ **核医学治療における線量評価**
モンテカルロ・シミュレーションを用いた線量評価
個々人のX線CTやMRIデータを用いたより個々人のデータに則した線量評価が可能
 α 線治療においては，極小領域におけるエネルギー付与の評価が重要
- ・ 効率的なRI製造のための**加速器の開発**
- ・ 新たなRIのための標準線源，多種のRIに対応した線量計，被ばく低減のための**自動合成装置，自動分注機**などの開発

まとめ

- ・ 2018年から2019年度に開催された国内外の会議を調査し、RIの製造・利用状況の分析と今後のRI利用推進に向けた考察を行った。
- ・ 物理学，化学，植物学等の**基礎科学分野では，国内の加速器施設で様々なRIの製造供給が行われている。国外と比較しても利用できるRIはその種類，量ともに遜色ない。**
- ・ 医・薬学分野における利用は， ^{211}At 等の短寿命 α 核種の導入が活況を呈しているものの，**利用できるRIの種類と数量の両面で，海外に遅れを取っている状況**
 - 利用者が求めるRIを用時かつ安価に提供可能な供給体制の確立が重要
- ・ 国内におけるRI利用環境の充実化に向けて**RIの国産化・供給体制等の確立**
RI施設・設備を強化し，管理区域におけるRI取り扱いの自由度を向上
RI利用推進のための取り扱い安全の確保を前提としたより**合理的な規制**
短寿命RI供給プラットフォーム事業は我が国のRI利用推進に大きく貢献
2021年度まで継続する予定であるが，その後も**同様な取り組みが継続されることに期待**