

協調と競争によるイノベーション創出

# QSTアライアンス事業



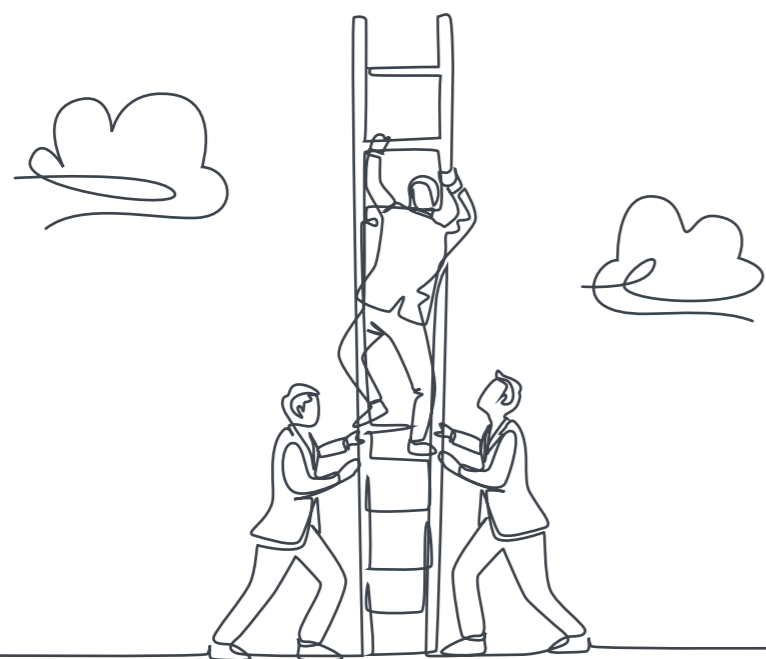
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構  
National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

QSTアライアンス事業 令和3年4月  
発行 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構  
企画・構成 イノベーションセンター  
〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川4-9-1 (本部)  
TEL 043-382-8059  
E-Mail: innov-alliance@qst.go.jp  
URL <http://www.qst.go.jp/>  
制作 有限会社オズクリエイティブルーム

QST  
Alliance

# QST Alliance

手をつなぎ  
共に創る  
その先にある未来のために



## QST アライアンス事業の今とこれから

茅野 政道 理事

P3-P4

## 効率のいい研究開発基盤 「グラフト MI サイクル」の完成をめざして

先端高分子機能性材料アライアンス

量子ビーム科学部門  
高崎量子応用研究所

前川 康成 副所長

P5-P6

## 認知症克服への第一歩、 製薬企業と『ものさし』を作る

量子イメージング創薬アライアンス「脳とこころ」

量子生命・医学部門  
量子医科学研究所 脳機能イメージング研究部

樋口 真人 部長

P7-P8

## 資源循環社会の実現に向かって次のステージへ

超高純度リチウム資源循環アライアンス

核融合エネルギー部門  
六ヶ所核融合研究所 ブランケット研究開発部

星野 毅 上席研究員

P9-P10

## QST アライアンス事業



茅野 政道 理事

# QST アライアンス事業の 今とこれから

量子科学技術研究開発機構(量研=QST)は、これまでに蓄積された研究成果や知財を社会の中で活かすべく、2017年から複数の企業との共同研究を行うアライアンス事業を行ってきました。

2021年現在、(1)先端高分子機能性材料アライアンス(2)量子イメージング創薬アライアンス「脳とこころ」(3)超高純度リチウム資源循環アライアンスの3つの事業が順調に進められており、大きな成果が期待されています。

### QST アライアンス事業の特徴 —協調領域と競争領域—

QST におけるアライアンス事業の大きな特徴は、協調領域と競争領域があるということです。(「QST アライアンスのしくみ」図参照)

これまで行ってきた企業との共同研究は、アライアンスのしくみでいうところの「競争領域」だけでした。協調領域で業界全体の共通の課題解決のために必要なルール作りや基盤技術の確立に取り組み、その上でそれぞれの競争領域に入っていくというプロセスが、これまでの産学連携の研究とは大きく違うところです。

この共通の仕様作りに取り組む協調領域というのは、業界の研究の底上げひいては国力の底上げにつながる非常

に重要なプロセスです。

この協調領域をいかに有意義なものにしていくかがアライアンス事業の大きなポイントになります。

### 3つの アライアンスの現況

協調領域を充実させるためには、我々 QST の研究や成果が、参加企業にとってどれくらい魅力やメリットがあるかが重要であり、現在行われている3つのアライアンス事業についてそうした観点から状況を見てみたいと思います。

### 先端高分子機能性材料 アライアンス

先端高分子機能性材料アライアンスは高崎量子応用研究所で進められています。高崎量子応用研究所には、放射線を利用して一般的な材料に新しい機能を付加する「放射線グラフト重合」研究の知見が蓄積されています。

「放射線グラフト重合」にはそのための照射施設や経験も必要ですから、こうしたデータは企業にとって非常にメリットがあると思います。これに企業が持っている物質に関する豊富なデータを重ねて、基盤となるデータベースを作り、人工知能(AI)を利用した材料設計を可能にする試みが協調領域で行われています。

このデータベースが完成すると、機

能性材料を開発する時間とコストを大幅に削減できるだけでなく、これまでにない新しい材料の発見にもつながり、競争領域における研究の充実にもつながります。

現在このデータベースの作成は順調に進んでいます。

### 量子イメージング 創薬アライアンス 「脳とこころ」

量子イメージング創薬アライアンス「脳とこころ」は、量子医科学研究所で進められている社会的にも非常に意義のある事業です。認知症やうつ病など精神疾患治療の創薬の基盤を作るという非常に難しい作業がこのアライアンスの協調領域で行われています。

研究所には、脳などを対象にした非常に優れた計測・診断技術の研究成果や知見が蓄積されています。これに製薬会社の豊富な創薬の知識や技術を重ねて、21世紀の課題ともいわれる問題の解決に取り組んでいます。この取り組みにも大きな期待が寄せられています。

### 超高純度リチウム 資源循環アライアンス

超高純度リチウム資源循環アライアンスは、六ヶ所核融合研究所で進められています。核融合エネルギー開発では、燃料となるトリチウムをリチウムから作るため、海水等からのリチウム回収研究が行われています。本アライアンス事業は、この研究開発からスピノフした新技術で、近年、リチウムイオン電池等の普及で需要が大幅に増加しているリチウムの安価な供給を目指しています。

この事業はほかの2つと違って、協調領域と競争領域がなく、お互いの得意な分野を持ち寄って、現在100%輸入に頼っているリチウムを国内で自給自足するためのプラント建設をめざすという目的で進められています。

### これからのアライアンス事業 について

今後のアライアンス事業について、これはあくまで私の考えですが、たとえば協調領域から競争領域まで進んだら卒業ということにして、個別の事業

は競争領域の中で継続していくというのも一案かと思います。そのようにして新しいテーマのアライアンス事業を次々に立ち上げ、競争領域に入ったら卒業というように循環させることで、様々な研究成果の社会への還元が進むと思っています。

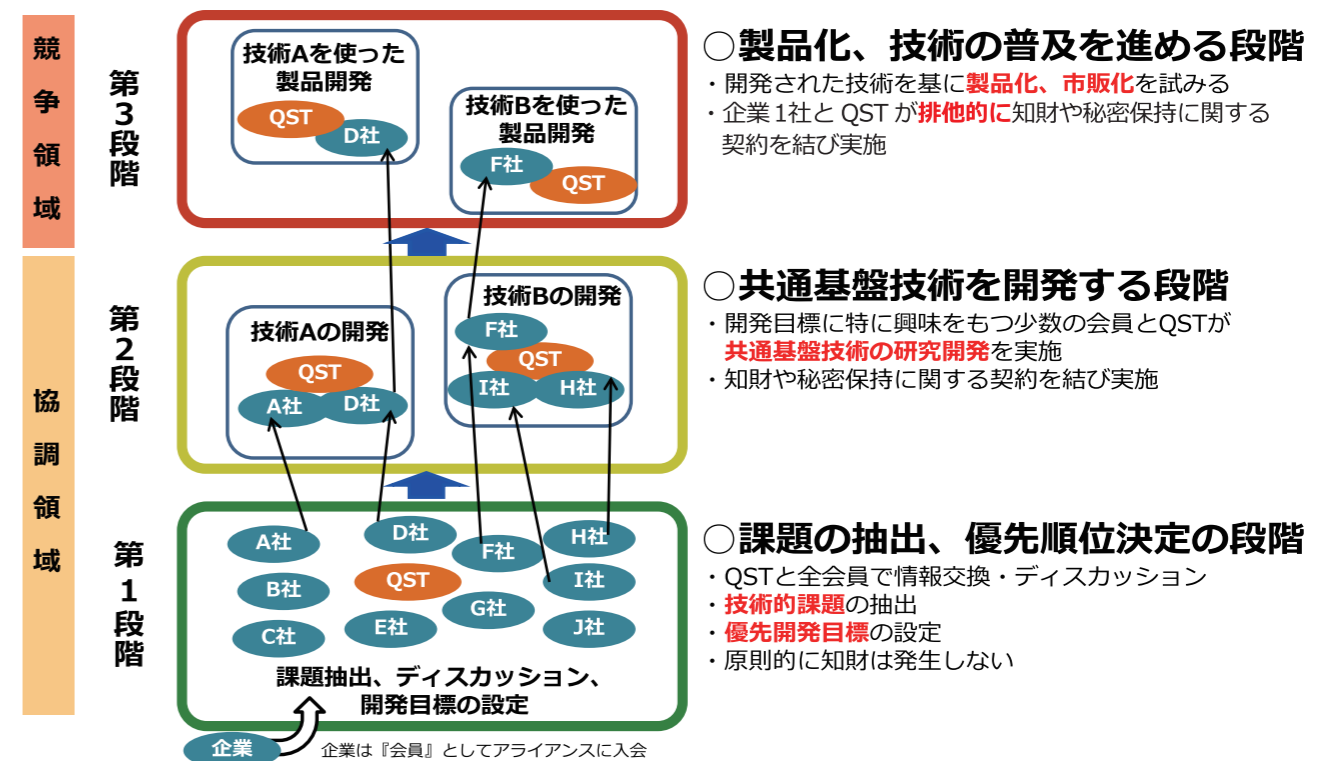
また、今後は協調領域・競争領域というしくみに厳密に縛られることなく、そのテーマに合ったアライアンス事業の形を考えるなど、多くの企業が参加しやすいフレキシビリティを持ったしくみを考えていくことも必要ではないでしょうか。

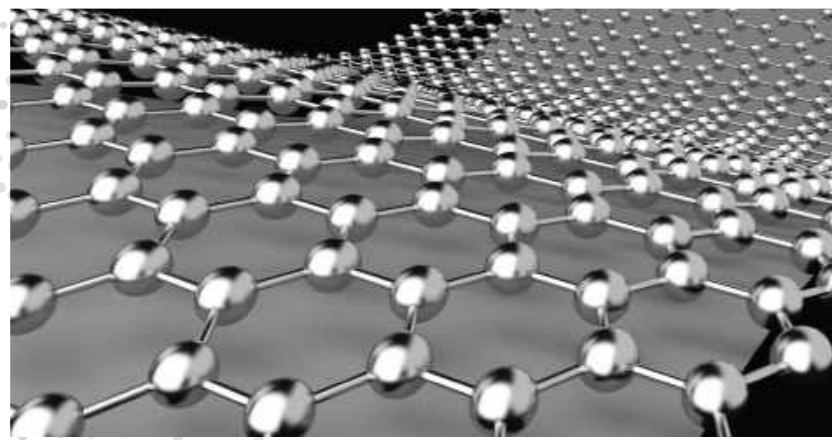
いずれにしても、企業と共に行うアライアンス事業は、これまでのQSTの研究成果が、企業を通じて製品化に活かされることになり、このことは社会への貢献や還元にもなりますし、研究者のモチベーションにもなります。また、研究者が社会性や企業との付き合い方、特に知財について学ぶよい機会でもあるのではないのでしょうか。

こうした事業や研究をQSTがきちんと評価していくことで、更なる発展を目指したいと思っています。

### QST アライアンスのしくみ

### QST アライアンスは3段階で推進





量子ビーム科学部門  
高崎量子応用研究所

前川 康成 副所長

## 効率のいい研究開発基盤 「グラフト MI サイクル」 の完成をめざして

グラフト重合により新しい機能性を持った新材料を開発するには、これまで使う素材や手法について経験で探さなければなりません。先端高分子機能性材料アライアンスでは、目的とする高性能な高分子機能性材料開発の時間とコストの削減のために、効率のいい確かな研究開発の基盤となる「グラフトMIサイクル」の確立に取り組んでいます。

このMIサイクルが完成すると、作りたい機能性材料に最適な素材、重合の方法などこれまで経験に頼っていたことを機械学習によって予測することが可能になります。

リアルズ・インフォマティクス (MI) と呼んでいる基盤サイクルの完成です。

材料にグラフト重合で特定の機能を持たせようすると、多くの材料で実験を繰り返さなければなりません。グラフト重合で作った高分子機能性材料で、機能に合わせたデータベースがあれば、実験の前によりの確に結果が予測でき、機能性材料を作るための時間とコストを大幅に削減できます。また、予測を超えた全く新しい機能性材料の発見の可能性もかなり高くなります。

この3年間で、これまで蓄積してきたデータの整理、アライアンスの参加企業が必要とする実験の解析結果などを入れて MI サイクルのデータベース化が大分充実し、出発材料候補の選定から機能予測などがかなりはっきりとできるようになりました。

これはアライアンスにおけるひとつの

大きな成果だと思っています。

グラフト重合の材料となる高分子は構造が非常に複雑で、物性データや構造データは、Spring-8 や J-PARC などの大型実験装置を利用してナノレベルでの解析が必要となります。

我々としては、グラフト重合による構造の変化や機能性についても構造上から説明できるデータをデータベースに提供していますが、ここはまだ十分ではなくこれからの課題になります。

### J-PARC等を用いた中性子散乱解析



高アルカリ耐性  
“reverse-micelle”  
構造

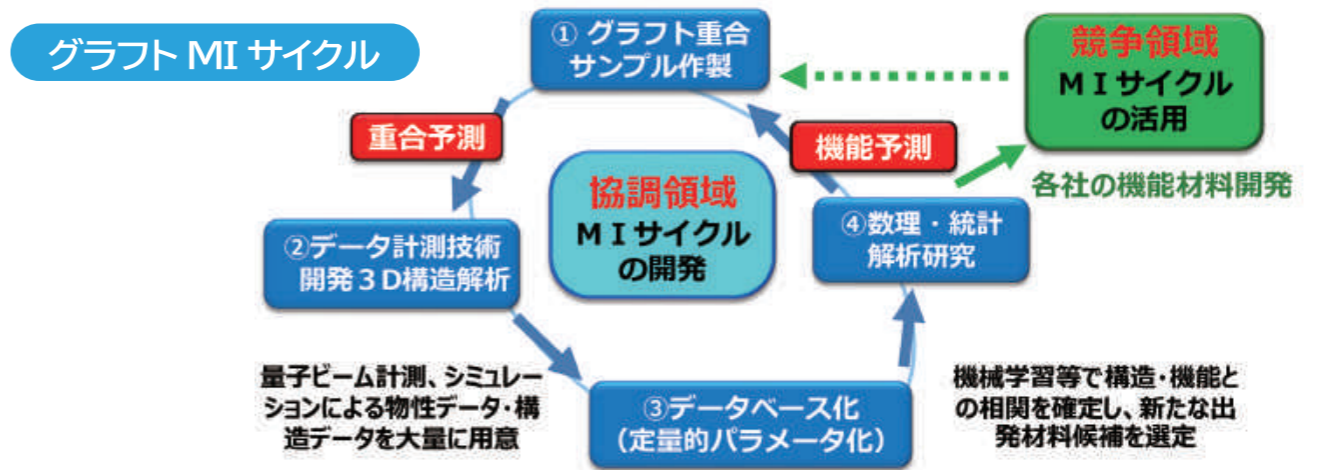
低アルカリ耐性  
“micelle” 構造

### 順調に進んでいる MI サイクルの構築

グラフト重合というのは、普通に市販されている一般的な材料に放射線を照射して、ある機能性を持った材料を作る技術です。

機能というのは、たとえば消臭とか水分を吸収しやすい、反対に水分を通しにくい、電気を通しやすいなどということで、消臭剤や消臭効果のある布、電池など暮らしの中でも商品化されたものが多く使われています。

現在アライアンス事業には、素材系メーカーや医薬系メーカーなど複数社参加していますが、そうした参加企業と共に取り組んでいるのが、目的とする機能をもった材料を開発するために、どんな材料が最適なのか、どのような素材や照射方法が有効なのかを予測できる「マテ



今後 放射線グラフト重合の特徴を活かし、自動化と機械学習 (AI) を駆使した固相合成技術を確立することで目的の機能性材料の超高効率創製を実現

### SDGs (持続可能な開発目標) の実現をめざした取り組み

今世界中で「持続可能な世界」を実現するためにいろいろな取り組みが始まっています。グラフト重合においても、環境問題に貢献できる材料として、フィルムや繊維を考えています。具体的には、汚染水を飲料水に利用できるフィルターや繊維、マイクロプラスチックを除去できる膜などをグラフト重合で作ることが可能だと思っています。

また CO<sub>2</sub>を出さない新しいエネル

ギーのひとつとして、軽くて容量が大きい究極の二次電池「金属空気電池」に材料からアプローチすることもこれからの目標です。金属空気電池が実用化されると、ドローンや電気自動車、家庭用蓄電システムまで幅広い分野へ



アライアンスセミナーを開催

の応用が可能で、今後エネルギー問題の解決の一つとして期待されています。こうした次世代の先進的な新しい高分子機能性材料の開発のためにも、「グラフト MI サイクル」はこれから大いに役立つと思っています。



アライアンス勉強会を開催

### Dr. MAEKAWA はこんな人

趣味は、温泉と自転車です。群馬県には広大な自然といい温泉がたくさんあるので、研究に煮詰まった時は自転車で走り、温泉に入ってリフレッシュしています。私の好きな温泉のベスト3です。

- 1) 群馬温泉やすらぎの湯  
ほどほどの熱さ (42-43℃) と高温 (45-47℃) の内風呂で、温泉に入った充実感が得られます。マッサージよりも日頃の肩こりがほぐれます。
- 2) リバートピア吉岡  
自転車で10分と家から最も近い温泉です。特に泉質、温度に特徴はありませんが、利根川のほとりにあり、開放感があってホッとします。
- 3) 草津温泉  
全く近場ではありませんが、群馬といえば、やはり草津温泉。強酸性のお湯は pH 1 で、化学者としては、人間、酸性には強いんだ、と気持ちよさ + α の感慨です。  
ちなみに、アライアンスの研究対象でもある燃料電池用の高分子の最大の課題はアルカリ耐性です。高分子膜も我々人間と同じく、強酸性には強いのですが、強アルカリ性には弱いことから、研究対象として、ハードルは高く、その分面白いわけです。草津温泉についてもつい自分の研究に関係づけて納得したりしています。



## 量子イメージング 創薬アライアンス 「脳とこころ」



量子生命・医学部門  
量子医科学研究所  
脳機能イメージング研究部

樋口 真人 部長

### とんとん拍子に進んでいる 有望なイメージング剤の開発

#### 凝集体部会議の進捗状況

(※脳の中のゴミを凝集体という)

認知症では脳の中に、タンパク質のいろいろな種類の「ゴミ」が溜まります。その中で大きく分けると4種類程のゴミがあり、アミロイドβとカタウと呼ばれるタンパク質のゴミについては、私たちも含めているいろいろな研究機関や企業がPETで画像化するイメージング剤を開発してきました。しかし残る2つについては、モデル動物でもヒトでも全く画像化ができていません。もしこの画像バイオマーカーを開発できれば、そうした異常タンパク質を標的にした治療薬の開発や評価もスムーズにいくだろうということから、この部会議で、画像化できていない2つの異常タンパ

# 認知症克服への第一歩、 製薬企業と 『ものさし』を作る

量子イメージング創薬アライアンス「脳とこころ」には、現在日本を代表する大手製薬企業を含め8社が参加し、脳を対象とした共通の目に見えるものさし(イメージングバイオマーカー)を作ることに取り組んでいます。このアライアンス事業は、年2回の全体会議と、「凝集体部会議」、「神経炎症部会議」と「シナプス部会議」の3つの部会議で進められています。全体会議ではQSTの持っているイメージング薬剤の開発に関する未公開の情報をいち早く共有しています。これが全体会議に参加することの大きなメリットです。

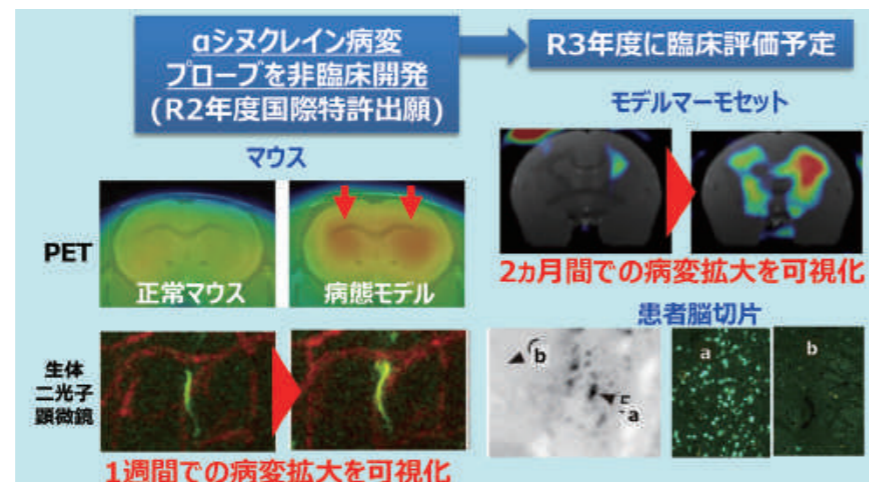
※「脳とこころ」のアライアンスでは、部会議に入らずこの全体会議だけの参加もできます。

ク質をターゲットにしたイメージング剤の開発が始まりました。

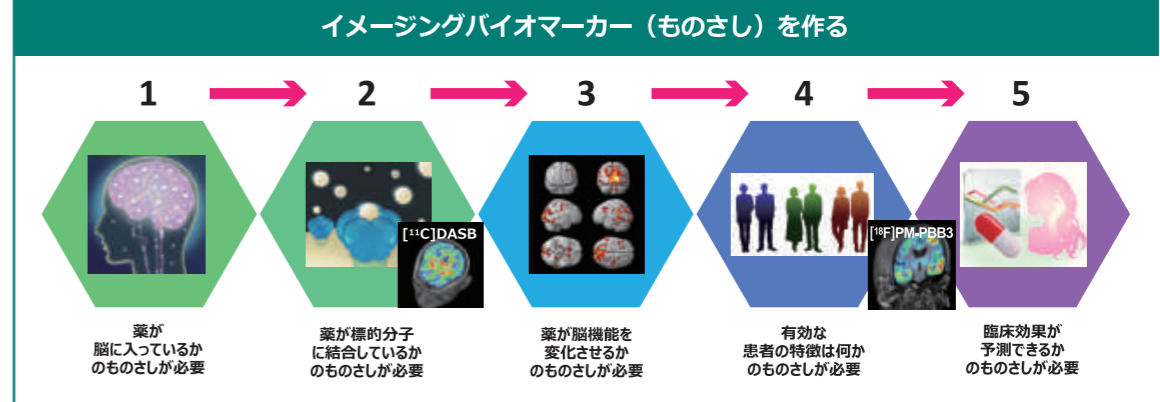
具体的には、パーキンソン病、レビー小体型認知症で、脳の中に溜まるαシヌクレインというタンパク質のゴミを画像で検出する薬剤の開発に取り組んでいます。現在ヒトにも使えそうな有望な薬剤を開発することができ、今年度中にはヒトで評価をする段階までできました。それ

がうまくいけば世界で初めてヒトの脳内のαシヌクレインをPETで画像化できたという成功例になります。

これが成功するとαシヌクレインを除去することで、パーキンソン病やレビー小体型認知症などの病気を防ぐような薬の開発につながる有力なバイオマーカーになるということで、今大きな期待がかかっています。



1週間での病変拡大を可視化



### 情報収集と議論の真っ最中

#### 神経炎症部会議の進捗状況

脳の中も皮膚と同じように炎症が起きて、炎症細胞というものが増えていきます。この炎症細胞が増えたり活性化したりする様子を画像化できないだろうかということで、たとえば炎症細胞のタンパク質などにくっつく薬剤をイメージング薬剤として開発しようというのがこの部会議の直近の目標です。

現在複数の企業が連携して情報収集し、「この薬剤は使えそうかどうか」という探索的な実験はQSTが行っています。

いくつか候補が出てきていますが、今のところ複数の企業が連携してヒトの評価にもっていける見込みがある薬剤は見つかっていません。

2021年度中には、凝集体部会議と同じように、実際の連携によるイメージング薬剤の開発改良をやっていけるような、そういう種になる薬剤を見つけることを目標に少しずつ前に進んでいます。

神経炎症というのは様々な脳の病気に関係しています。たとえばアルツハイマー型認知症やパーキンソン病のように神経がどんどん死んでいくような(神経変性疾患という)病気の場合にも、神経が死に始めるとそこに反応して炎症細胞が集まってきたりします。その炎症細胞が悪いのか良いのか、要するに神経細胞が死なないように助けてくれるのか、それとも弱っているところにとどめを刺しに来ているのか、ということもイメージングではっきりさせたいと思っています。

そこまで激烈な炎症でなく軽い炎症は、うつ病のような病気によって神経細胞の

はたらきが普段と変わってしまい、意欲が低下するなどの症状につながる可能性があります。但しこれもうつ病でどれくらい神経炎症が起こっているのか、今のところそれをはっきりと画像化できるようなイメージング剤がないので、まさにそういうものを開発して、さまざまな神経疾患のバイオマーカーとして使えるようにしなければならぬと思っています。

### アライアンス成功の秘訣は 本音トーク

「脳とこころ」アライアンスでは、「凝集体部会議」などが予想外にとんとん拍子に研究開発が進み、非常に大きな進展の代表例になっています。

最初、ライバル企業同士が仲良くしながら研究開発をするのは無理ではなか

い仮にできたとしてもそれは形式的なものではないかと思っていました。

ところが、意外にもそうではありませんでした。他社の薬剤開発のアプローチがどんなものなのかとか、薬剤開発に関する現場の人たちの基本的な考え方はどんなものだろうか、こういう機会にお互いの意見を交換できることを非常に喜びにしているようで、現場レベルではむしろ連携することによりメリットを感じているというのが実感です。そうした本音の議論が、私たちQSTを仲立ちに、共通のゴールに向かって非常に迅速なバイオマーカー開発につながっていると思います。

今回のアライアンス事業を通して、人同士のつながりの要素が実はかなり重要であることを実感しました。

### Dr.HIGUCHIはこんな人

#### 「天体観測と脳」

私は小学生の頃から、一人で星を見るのが大好きでした。

生活とは完全にかけ離れている世界に、望遠鏡さえあれば手が届くということがものすごくおもしろかったです。

普段使わないような道具を使って、普段見られないようなものを見るということにはもともとすごく興味がありました。そういう意味では、今の仕事も似たようなモチベーションで、普段見えないようなものを普段使わないような道具を使って見えています。

高校生の頃、同好会に入って大勢で星を見てると、同じものを見てはいるはずなのにそれぞれ印象が違うんですね。星の色のとらえ方も人によってぜんぜん違う。いろいろな人の話を聞いているうちに、星を見るより星を見る人間のとらえ方の方が面白いと思うようになりました。脳というのは、どうやってとらえ方の違いを作り出しているのだろうか非常に興味を持ちました。視覚情報がどんな風に処理されるのか本で調べたりしているうちに、だんだん「脳」に入り込んで今に至ったという訳です。

これも仲間と星を見るという、人とのつながりがきっかけになりました。



## 超高純度リチウム資源循環アライアンス



核融合エネルギー部門  
六ヶ所核融合研究所  
ブランケット研究開発部

星野 毅 首席研究員

# 資源循環社会の実現に向かって次のステージへ

今、環境問題の観点から世界中でEV(電気自動車)の推進が顕著です。EVのバッテリー(電気を蓄える装置)には、現在、リチウムイオン電池が実用化されています。ハイブリッド自動車もこれまではニッケル水素電池が主流でしたが、近年、小型・軽量のリチウムイオン電池へのシフトが急速に進んでいます。

超高純度リチウム資源循環アライアンスでは、100%輸入に頼っているリチウムを、核融合からスピノフした新技術を使って、国内で自給自足するためのプラントを建設することをめざしています。

の置き換えも目指しており、その目標を達成するためには十分な量のバッテリーであるリチウムイオン電池を製造する必要があります。

ところが、EV(電気自動車)価格の大部分を占めるリチウムイオン電池の市場が急拡大しています。今後のリチウム資源の需給を試算してみると、

我が国は2027~2030年頃にはEV(電気自動車)の急速な普及に伴うリチウム需要の急増に対応できず、リチウム資源が不足する計算となりました。

この課題解決のために私は「イオン伝導体リチウム分離法」LiSMIC(Lithium Separation Method by

Ionic Conductor)を発案しました。

LiSMICは、イオン伝導体をリチウム分離膜とし、例えば海水のようなリチウム濃度が低い(約0.17ppm)ものを使用しても、リチウムのみ回収できる画期的な技術です。

このアライアンス事業では、このLiSMICが使用済リチウムイオン電池から得られる溶液からのリチウム回収、すなわち電池リサイクルにも活用できることを明らかにしたことで当初の目標の第一段階を達成しました。今後は研究成果をもとにパイロットプラント建設に進みたいと思っています。

### 独自のアライアンス形態

超高純度リチウム資源循環アライアンスは、全体会議ではリチウム全体の循環について話し合い、部会では電池リサイクルの事業化がテーマになっています。

このアライアンス事業には、他のアライアンス事業と違って、競合する企業ではなく、LiSMIC技術を実証するために必要な要素技術を持つ企業が参加しています。

具体的には、廃自動車バッテリー等の無害化リサイクルを手掛ける企業や、リチウムの分離膜に使っているセラミックスに関連のある企業、またリチウム電池材料の開発企業やプラント設計の能力に非常に長けている企業などです。

こうしたメンバーが、お互い力を合わせないと最終的なプラント建設ができません。そういうアライアンス形態になっています。電池を集める、イオン伝導体の選定、LiSMIC装置の製作、最適リチウム回収の探索、コスト評価と、一連の流れができるという第一段階が達成されたので、次のフェーズに向かって一致団結しているところです。

今のところ2025年までにパイロットプラントのデータを出すという目標で動いています。



### 技術や情報の共有はアライアンスの大きなメリット

昨年度、アライアンスメンバーの無害化リサイクル工場を見学しました。そこではPCやスマートフォンで使われたリチウムイオン電池のリサイクルなども行っていて、アライアンス事業が目指すEV(電気自動車)用リチウムイオン電池リサイクルの将来像をイメージすることや、お互いが持っている技

術や情報を共有できるのは、このアライアンスに参加する大きなメリットではないかと思います。



メンバーでリチウム電池リサイクル工場を見学

### Dr.HOSHINOはこんな人

大学時代からエネルギー問題に関心がありました。自分が生きている間に化石燃料がなくなるといわれていたので、化石燃料に代わるエネルギー源を開発していかなければならないと思っていました。

水素を利用した燃料電池にも興味がありましたが、実現したら人類は発電には困らないということで大学院の頃から核融合の研究にシフトしていきました。

核融合の燃料を作るためにはリチウムが必要で、リチウム回収技術は核融合研究からスピノフしたものです。リチウムのリサイクルは現実的な課題なので、こうした技術を社会に還元していくことが大事だと私は考えています。

私の趣味は、子どもと遊ぶことと研究です。休日は雪かきをしたあとは、ひたすら1歳の子どもと過ごします。本を読んであげたり、積み木をしたり。子どもが寝たら研究をします。



### LiSMICでリチウム回収に成功

