

第1回「農林水産・食品分野と異分野との連携に係る
研究戦略検討会」議事録

農林水産省 農林水産技術会議事務局

議 事 次 第

日 時：6月19日（水）10：30～12：20
場 所：農林水産省第3特別会議室

1. 開会

2. 検討会設置の趣旨説明

3. 議 事

（1） 異分野融合研究の検討項目について

（2） 異分野融合研究の対象分野及び連携手法について

①研究機関等からの事例紹介

②検討会メンバーからの事例紹介

4. その他

以 上

出席者名簿

【検討会メンバー】

いそがい 磯貝	あきら 彰	奈良先端科学技術大学院大学名誉教授
くろき 黒木	としたか 敏高	独立行政法人科学技術振興機構執行役（産学連携事業担当） （兼）科学技術イノベーション企画推進室長
こうの 河野	まこと 誠	富士通株式会社政策渉外室長
こたけ 小竹	かずお 一男	ヤンマー株式会社農機事業本部開発統括部開発マネジメント部長
さいとう 斎藤	のぶお 信男	慶應義塾大学名誉教授
しのざき 篠崎	さとし 聡	株式会社前川製作所国際大型プロジェクトブロック技術研究所副所長
すぎやま 杉山	ゆういち 雄一	独立行政法人理化学研究所イノベーション推進センター特別研究員
たけばやし 武林	とおる 亨	慶應義塾大学医学部教授
たなか 田中	よしかず 良和	サントリーグローバルイノベーションセンター株式会社研究部長
なりた 成田	みのる 年	星薬科大学薬理学教室教授
のぐち 野口	のぼる 伸	北海道大学大学院農学研究院教授
やまもと 山本	たかし 卓	広島大学大学院理学研究科教授

【研究機関等】

やまもと 山本	しんいち 進一	岡山大学理事・副学長（研究担当）
たかがち 高口	ゆたか 豊	岡山大学大学院環境生命科学研究科・准教授
おおかわ 大川	やすのぶ 安信	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究 支援センター理事

【農林水産技術会議事務局】

こばやし 小林	ひろゆき 裕幸	農林水産省農林水産技術会議事務局長
さいごう 西郷	まさみち 正道	農林水産省農林水産技術会議事務局研究総務官
おおしま 大島	ひろし 宏志	農林水産省農林水産技術会議事務局研究総務官
まつお 松尾	はじめ 元	農林水産省農林水産技術会議事務局技術政策課長
しおや 塩谷	かずまさ 和正	農林水産省農林水産技術会議事務局研究推進課長
しまだ 島田	かずひこ 和彦	農林水産省農林水産技術会議事務局研究推進課産学連携室長
たくま 田熊	ひでゆき 秀行	農林水産省農林水産技術会議事務局研究推進課産学連携室課長補佐

1. 開会

○研究推進課長

それでは、定刻になりましたので、第1回「農林水産・食品分野と異分野との連携に係る研究戦略検討会」を開会させていただきます。皆様お忙しい中ご参集いただきましてありがとうございます。私、農林水産省技術会議事務局研究推進課長の塩谷と申します。

それでは、本検討会の開会に当たりまして、農林水産技術会議事務局長の小林から、一言ご挨拶をさせていただきます。

○農林水産技術会議事務局長

大変お忙しい中おいでいただきましてありがとうございます。現在、安倍政権で新しい骨太の方針等が打ち出されております。その中で、先月14日に閣議決定されたのが成長戦略でございますが、その中におきましても日本産業再生プランで、科学イノベーションの強化、ITの利活用が謳われております。その中で農業は重要な位置付けとなっております。総合科学技術会議の議論の中でも農林水産業は大変重要と指摘されております。そして、さらに私どもだけではないのですが、異分野との連携、連合、協力を進めていかないと科学の振興はないということが打ち出されております。農林水産業は、ご存じのとおり裾野の広い産業分野でございます。物をつくるということもございまして、農村地域という、地域を対象にするところでもございまして、環境の問題もございまして、農業の生産技術の中には、植物に関連する部分、工学に係る部分、鉱物、土壌などに関係する、大変さまざまな分野が複合している分野でございます。農林水産分野は元々そのような異分野が融合して研究開発される分野であると、改めて今回の指摘を受けまして再認識いたしました。正直申し上げまして、そういった点の取り組みが十分であったのか反省している次第でございます。そういったこともございまして、今回各専門分野の第一線でご活躍の皆様にお集まりいただきまして、忌憚のないご意見と今後の方針についてのアドバイスをいただきたいと思っております。

最初に申し上げましたように、私どもは必ずしも明確なポリシーを持ってしっかりやってきたとまでは断言できない状況にございますので、いわば手探り状況でございます。こういったテーマについて、こういった取り組み方法でやっていけばいいのかという、そのあたりのイロハの部分からご意見もいただきたいと思っております。今回の会議の結果によりまして、できれば私どもも来年、再来年と、将来に向けて必要な対策が打てればありがたいと考えております。どうぞご協力のほどよろしく願いいたします。

○研究推進課長

ありがとうございます。それでは、資料1をご覧ください。本日の検討会のメンバーをご紹介します。座席表に従いましてご紹介いたします。スクリーンの側から、まず奈良先端大学院大学名誉教授の磯貝彰様でございます。次に左側、独立行政法人科学技術振興機構執行役（兼）科学技術イノベーション企画推進室長の黒木敏高様でござい

す。次に、富士通株式会社政策渉外室長の河野誠様でございます。次に、ヤンマー株式会社農機事業本部開発統括部開発マネジメント部長の小竹一男様でございます。次に、慶應技術大学名誉教授の斎藤信男様でございます。次に、株式会社前川製作所国際大型プロジェクトブロック技術研究所副所長の篠崎聡様でございます。次に、独立行政法人理化学研究所イノベーション推進センター特別研究員の杉山雄一様でございます。次に、慶應技術大学医学部教授の武林亨様でございます。次が、サントリーグローバルイノベーションセンター株式会社研究部長の田中良和様でございます。次に、星薬科大学薬理学教室教授の成田年様、今席を外しておられます。次に、北海道大学大学院農学研究院教授の野口伸様でございます。次に、広島大学大学院理学研究科教授の山本卓様でございます。以上、本日は12名の方々に検討会のメンバーとしてご出席いただいております。また、明治大学農学部生命科学科教授の長嶋比呂志様と東京大学大学院農学生命科学研究科教授の中西友子様につきましては本日は業務の関係で欠席となっております。

この先検討会に進みたいと思いますが、ここで検討会の座長をご選任いただきたいと思っております。これにつきまして、立候補していただける方はございますか。

いらっしやいませんようですので、僭越でございますが、事務局長から磯貝彰様をご推薦させていただきたいと思っております。ご異議ございませんでしょうか。

(「異議なし」の声)

○研究推進課長

ありがとうございます。では、満場一致で磯貝様を座長にご選任いただきましたので、以下の進行は磯貝様にお願いいたしたいと思っております。磯貝先生、座長の席にご移動いただければと思います。

○研究推進課長

また、本日は異分野融合先端研究コアを設置して先進的な取り組みをされています岡山大学から山本副学長様と高口准教授様、また、これまで異分野研究を支援してこられた独立行政法人農業食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センターの大川理事に異分野連携につきましてご発表をお願いしております。

なお、これら検討会の実質的な議論に入りますので、カメラ撮りはここまででよろしくお願いたします。では、磯貝座長、よろしくお願いたします。

○磯貝座長

座長にご選任いただきました磯貝です。一言座長就任のご挨拶をさせていただきます。

最初に局長からお話がありましたように、今回農林水産省がある意味での異分野融合タイプの研究の推進のためにこうした委員会を開きたいというお話で私たちは集められました。私は、実はこの3月まで奈良先端大という大学の学長をしておりました。この大学は山中先生のiPS細胞である意味では有名になった大学ですが、私はもともと農学の立場でありまして、学長はしていながらも、私は昔から病気を防ぐにはちゃんと食べていなければだめだという言い方をしてきました、病気を治すだけのサイエンスだけではなくて、

やはり健康でいい暮らしができるようなサイエンス、あるいは社会構造にしなければいけないのではないかといつも思っておりました。それはおそらく農学あるいは農林水産業あるいは食品産業の役割だといつも思っておりました。そういう意味で言いますと、私は日本の科学技術政策はややメディカルに偏っているという印象をずっと持っておまして、こういう形で、ノンメディカルな分野の研究もこれから推進していけないかということで、私なりにいろいろな形で活動して参りましたが、今回こうした形で農林水産省がこういう分野の新しい研究、イノベーションにつながる新しい研究を、しかも異分野融合タイプでどうやっていくかについて、いろいろな方々の意見をまとめて、政策に反映していきたいと言っていたきましたので、私としてもありがたく思っております。ぜひこの会議を有効に活用いただいて、私たちもできるだけのことを発言していきたいと思っております。皆様の協力を得まして、この会議が有効に成り立つように努力していきたいと思っております。どうかご協力をよろしくお願いいたします。

それでは、検討会の議事に入りたいと思っております。最初に、事務局から配布資料の確認と議事次第の説明をお願いいたします。

○事務局

研究推進課の田熊と申します。配布資料のご確認をまずお願いしたいと存じます。最初に、議事次第の1枚紙がありまして座席表、それから配布資料の一覧が次でございます。配布資料の一覧をご覧くださいながら資料の確認をお願いできればと存じます。まず資料1が、先ほどご紹介いたしました検討会メンバーでございます。資料2番が3つございまして、資料2-1が検討会設置について、それから資料2-2、2-3とございまして、これはいずれも科学技術イノベーション戦略の関係資料でございます。次に、資料3で、異分野研究の推進に係る検討項目で、資料3でございます。その次が資料4で、岡山大学からご発表いただきます内容で、4-1と4-2で2つございます。続きまして、資料5が基礎的研究推進事業で、農研機構からの発表資料でございます。それから、資料6でございますが、6-1から枝番号がありまして、まず6-1が広島大学の山本教授の資料でございます。それから、6-2でございますが、慶應義塾大学の名誉教授齋藤様の資料でございます。続きまして、6-3が星薬科大学の成田教授の資料でございます。6-4につきましては、検討会メンバー限りでございますが、理化学研究所の杉山特別研究員の資料でございます。それから、資料7は今後の予定でございます。それから最後に参考資料でございますが、あと席上では検討会メンバーの皆様におかれましては岡山大学のリーフレット、それから農研機構の基礎的研究事業の追跡調査についてのパンフレットでございますが、脱落等ありましたら係までお願いできればと存じます。議事次第については冒頭ご紹介しました一枚紙のとおりをお願いをしたいと存じます。

2. 検討会設置の趣旨説明

○磯貝座長

それでは、議事次第に従いまして、まずは検討会設置の趣旨を含めまして、異分野融合研究の検討項目について事務局から説明をお願いします。

○産学連携室長

資料2-1に基づきましてご説明を申し上げます。担当の産学連携室長の島田でございます。

検討会の設置の趣旨につきまして、まずご説明申し上げます。第一の趣旨でございますが、農林水産業がこれにかかわる多様な学問領域を持つということで、異分野との連携によりイノベーションにつながる革新的技術が創造されている事例が数多くございます。こうした動きを加速させるという趣旨で今回の検討会を開きまして、近年においては、遺伝子工学、医療、創薬、IT、ロボット工学といった分野においても画期的な技術が確立しておりますので、こういう分野との連携を模索していきたいという趣旨でございます。

「さらに」というところが第2段落でございますが、今般、平成25年6月7日に科学技術イノベーション総合戦略が閣議決定されてございまして、そういった中では、学問ではないのですが、府省間の連携強化についても言及されてございまして、それに対応するべく検討いただきたいということでこの検討会を設置しました。

第2の検討会のメンバーでございますが、有識者、本日お集まりいただきました皆様、それから必要に応じて外部の方に情報提供いただくということでございます。

第3の主な検討項目でございますが、大きくはこの2点についてご検討をお願いしたいと思っております。1点目でございますが、(1)の異分野融合研究の重点分野の設定ということで、重点分野としてどのようなものが上げられるかについてご議論をいただきたいと思っております。2点目といたしまして、この異分野融合研究を効率的、効果的に進めるに当たりまして、その推進のシステム、手法について検討いただきまして、そのシステムを策定していきたいと思っております。その他運営等についてはご覧のとおりでございます。以上でございます。

○磯貝座長

補足的な説明はありますか。

○産学連携室長

補足的な科学技術イノベーション、先ほどご説明申し上げましたが、これにつきましては技術政策課の松尾課長からあわせてご説明をお願いします。

○磯貝座長

それでは、松尾課長から。

○技術政策課長

技術政策課長でございます。資料2-2と2-3でご説明申し上げたいと思っております。

ご存じと思いますが、科学技術イノベーション総合戦略が6月7日に閣議決定されまし

た。そのあらましが2-2でございませう。イノベーションの重要性、解決すべき課題、その取組みの方向を網羅的に書いております。

本日のこの検討会に関連する部分について若干ご説明申し上げたいと思ひます。2-3の表紙をめくっていただいて4.の総合科学技術会議の司令塔機能強化(1/3)というところからご説明申し上げます。

イノベーションに最も適した国、これは安倍総理も何度もおっしゃっているのですが、そういった国をつくり上げていくための司令塔として、我々の上部の機関であります総合科学技術会議の司令塔としての機能を強化するといったことが盛り込まれております。具体的には(1)に書いてありますが、科学技術関係予算編成の主導が第一に掲げられております。科学技術関係予算戦略会議を設置と書いてありますが、これは明日に関係省庁の局長クラスが集まって打ち合わせをする運びになってございませう。

もう一枚めくっていただいて(2/3)をご覧ください。本日の異分野融合といったものに関係するのは、この(2/3)の一番上の項目でございませう。戦略的イノベーション創造プログラム(仮称)の創設がございませう。我が国経済の再生を果たしていくために鍵となる技術の開発といった重要課題の解決のために、府省の枠にとらわれず総科が自ら重点的に予算を配分することになっております。具体的な枠組みについてはまだ明らかになってございませうが、以前より増して総合科学技術会議のそのような機能が強化されます。具体的には、産業界、学术界、関係府省としっかり連携して、イノベーション創出のための重要な課題をまず特定します。

続きまして、基礎研究から出口までを見据えた研究開発を推進します。それに必要な所要の予算を内閣府に計上すると書かれております。こういったプログラムが今後明らかになってきますので、本検討会での検討もこれらの流れに即した形で進めていただければと考えております。以上でございませう。

○磯貝座長

以上、資料2のご説明をいただきましたが、ご質問はございませうか。

3 (1) 異分野融合の検討項目について

○磯貝座長

それでは、次に資料3になりますが、異分野融合研究の検討項目についてについて、事務局からご説明いただきます。

○産学連携室長

資料3に基づきましてご説明を申し上げます。よろしくお願ひいたします。

異分野融合研究の推進に係る検討項目ということで、設置要領にも書いてありますが、基本的にはここにございませう3項目についてご検討をいただきたいと思ひております。

1点目でございませうが、異分野融合研究の現状及び課題ということで、どのような異分

野融合研究が行われているか、その推進上の課題について分析いただければと思います。

それから、2点目でございますが、異分野融合研究の推進方策ということで、(1)、(2)と2つ挙げておりますが、1番目については異分野融合研究が有効な分野ということございまして、どのような分野でそういうイノベーションを創出できるような研究分野の候補があるか、それから、当該分野においてどのような成果が期待できるか。そして、3点目としまして、この当該分野の連携に当たってどのような課題があるかという点について分析いただければと思います。

それから、2点目については推進の方針、推進の手法について検討をお願いしたいと思います。特に異分野連携、これを通じたイノベーションを生み出すためにどのような仕組みが必要か、これが効果的かでございます。別紙として農水省としてこのようなものが有効ではないか、これは検討中のものではございますが別紙として2ページに付けております。具体的には、このイメージを絵にしたものが3ページにございますので、ご意見をいただければと思っております。その際に、そこに最初のページに4項目ほど挙げておりますが、1番目として、当方が作成したイメージ等について、視点として欠けている部分があるのではないかとといったご指摘がいただければ非常に幸いです。

それから、2点目としまして、研究推進体制としてこのようなものが有効か、適当かどうかということをご検討いただければ幸いです。3点目として、研究推進上工夫することについてご指摘いただきたいと思っております。4点目としては、関係府省の研究推進への関与について、妥当かという点もあわせてご検討いただければと思います。

3点目につきましては、その他留意すべき事項として、特に推進の手法についてのイメージについて、簡単にご説明申し上げたいと思っております。これについて、最初に国と書かれてございますが、私どもとしてはこの異分野融合研究の戦略を策定すべきということで、国と異分野融合の戦略検討会、この検討会、それから今後発展していく各分野における検討が必要になるので、戦略を策定した上で進めたいと考えております。その場合には、農水省が関係府省と相談をしつつ、連携を取るのが適当と思っております。

次ですが、農水省はやはり農業を中心とした研究所を持っていますので、異分野との連携は特に大学それから他の分野の研究機関との連携が必要で、2点目としては拠点となる大学、研究機関との連携を取る必要があるもので、そういったところと農水省あるいは農水省所管の研究機関が、こういったところとの間で連携協定、あるいは規定をきちんと整理した上でご相談をするべきということでございます。

3点目でございますが、その下に異分野連携プラットフォームの設置についてです。プラットフォームについては、医学分野、薬学分野、理学分野、工学分野との連携が有効と思っております。複数のプラットフォームをつくるのが考えられます。プラットフォームを構成するメンバーは基本的に広く募集していくものであって、また拠点となる大学、それから研究機関、こういった方々についてもその適切性を判断しつつ、選定する必要があると考えてございます。また、同時に参画されたいような研究機関も広く受け入れてい

く必要があると思います。

そのプラットフォームの中に、最初に出ておりますが、研究ワークショップの開催で、いろいろな知恵をいただきたいという趣旨でございます、課題を検討していく上で研究ワークショップみたいなものを噛ませるといことが有効ということで書いております。その下でございますが、府省横断ガバニングボードの設置です。この検討会を始めるに当たりまして、先進的な事例、関係各省ともご相談しましたが、その際には、これまでは省庁あるいは研究機関ごとに研究の管理運営を図っており、異分野との連携になれば、制度やプロジェクトの間で横断的な管理のためのボードが必要ではないかということで、名称としてガバニングボードの設置という表現で書いております。この中には研究戦略をどう推進していくか。あるいは研究をどう分担するか。そして、連携調整をどうしていくかについて決められることをイメージしております。

それから、その下ですが、研究の募集につきましては当然各省の制度や研究プロジェクトがございますので、その中で課題の募集、それから審査、採択を経て、各省庁のプロジェクトの推進になっていくと思います。

ただ、その際に審査の委員については異分野の課題を選定していく必要がありますので、審査委員についてもそれぞれ共有化していくことを検討しなければいけないと考えています。それから、プロジェクトの推進の過程においてはそれぞれのプロジェクト間の連携により、研究グループ間の連携が活性化されるべきと考えます。

最後、あるいは中間的なところで府省横断で研究をレビューしていく、それから成果報告会の開催も当然必要だと考えています。それから、その研究プラットフォームの中で、事業化を図っていく点も出口を見据えた形の研究ですので重要でございます。点線は必ずしも事業化がすべて当てはまることにはなりませんので、点線で囲まさせていただきましたが、事業化に向けて支援して、企業等による産業化、商品化に対する事業制度といったシステムも絡めていく必要があります、全体を通じまして、農水省でございますので、攻めの農林水産業を実施するためのイノベーションの創出を考えております。農水省として、このようなイメージをしていますので、ご検討をいただきたいと思います。以上でございます。

○磯貝座長

今、お話がありましたように、この検討会の任務は、1つはどういう分野の研究を推進すべきか。特に異分野融合型の研究テーマとして戦略的にどういう分野を選ぶ必要があるかということと、2番目に、それをどうやって推進していけば良いかについて検討してほしいというお話でした。その分野については今のお話の中では特にたたき台みたいなものは提案されておられませんので、委員の方々からそれぞれご意見をいただいて、どういう分野がこれから必要かということとまとめていくことになると思いますが、推進方策についてのたたき台を作成したので、その内容についてもこれでいいのか、あるいはもっといい方法があるのかについても、いろいろな委員の方々からご意見をいただきたいと思います。そういう理解でよろしいですね。他にこの検討会の検討項目と書いてありますが、この検

討会の任務等について、委員の方々から質問がございますか。

○齋藤委員

全体の説明は分かるのですが、最初は総合科学技術会議からスタートしますね。それでここまできたのですが、私はそんなに経験があるわけではありませんが、総合科学技術会議はもちろん科学技術研究費を増額したのは良いと思いますが、目標はどちらかというといかにノーベル賞を取るかということが最大の目標ではないかと思うのです。それと同じことをこの検討会が目指すのか。それとも、私から見るとむしろ異分野連携をしていくのでありますから、もっと有用と言ったら語弊があるかもしれませんが、実用的というか、実際に役立つもの、そういう意味では事業化に必ずつながるものとか、そういう方向を目指すのか。ターゲットはどちらにあるのでしょうか。

○研究総務官

技術会議事務局研究総務官の西郷と申します。

確かに総合科学技術会議が昔からずっとやっていたのは先端研究で、いかにビックサイエンスをやってノーベル賞を取っていくかというイメージがありますが、先ほど松尾課長がお示しした資料2-2を見ていただきたいと思います。これは内閣府が作成して、今度のスコープをずっと書いているものでございますが、この真ん中あたりに2030年に実現すべき我が国の経済社会の姿がございまして、そして科学技術イノベーションが取り組む課題がありまして、それでⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴがあつて、これが今度の総合科学技術会議の主な実際にやること、進めなければいけないと考えているところだと。それでⅣを見ていただくと、地域資源を強みとした地域の再生がございまして。これは基本的には実は当初林大臣が総合科学技術会議に出席しまして、このようなことを攻めの農林水産業としてやっていきたいということをご説明申し上げたわけでございますが、地域にあるもの、言ってみれば農林水産にあるものですが、こういったものを強みとして何かやっていけないかということで、重点的課題として農林水産業の強化とかイノベーション創出、取組みとしてはITロボット、生産技術など、いろいろございまして、ビックサイエンスだけではなくて、こういったところにも重点分野としてやっていきたいと思いますということが国の総合科学技術会議あるいは科学技術戦略として認めているところでございますので、今、先生がおっしゃったとおりに、もちろん取ればいいのかもかもしれませんが、農林水産分野でノーベル賞を取りに行くということではなくて、小さなことでも農家にとってのイノベーションになるようなものを確実に拾い上げて、異分野融合の対象としたいと考えているところでございます。

○磯貝座長

齋藤先生、よろしいでしょうか。

○齋藤委員

比重はどちらですか。

○研究総務官

当然農水省でございますので、出口としては農林水産業あるいは食品産業関連のところにイノベーションが起きて世の中が変わっていくといったところが目的でございます。

○磯貝座長

私もそういう形で理解しております、実用化、産業化でしょうか。そういうことも一定の視野に入れて検討し、この検討会にも産業界の方々が相当入ってきておられて、そういう方々からのご意見もいただきたく思いまして、最先端のサイエンスというよりは、むしろ産業化につながる科学技術振興という形での研究課題の選定に重きが置かれていると理解しておりますが、それでよろしいですね。ほかに何かご質問ございますか。杉山先生。

○杉山委員

理研の杉山です。大体分かりましたが、この仕組みの中で、具体的にどう対応するのかをお聞きしたいと思います。「異分野連携プラットフォーム」は抽象的な言葉ですが、プラットフォームは一つという理解でよろしいですか。何をお聞きしたいかという、これから異分野連携の課題を議論していくわけですね。その課題はこのスキームの中のどこに相当するのかと思っていたので、質問させて頂きました。次の質問は、研究ワークショップについてですが、それぞれの課題に対応した複数の研究ワークショップが開催されるという理解でよろしいですか。また、府省横断ガバニングボードは一つでしょうか。

○産学連携室長

イメージ的にはプラットフォームごとにその領域が設定されると思いますので、それごとにガバニングボードが設置されると思います。

○杉山委員

では、プラットフォームは一個ではありませんね。

○産学連携室長

プラットフォームごとにガバニングボードを置きます。

○杉山委員

異分野の研究課題に相当する、大きな研究領域をプラットフォームと呼ぶということですか。

○産学連携室長

はい。今まさに杉山先生がおっしゃられた大きな領域でプラットフォームを考えております。

○杉山委員

分かりました。それで、ガバニングボードの設置というところまでは分かりましたが、その下ですが、もう少し具体的に理解したいと思います。真ん中の農研機構等で研究課題の募集審査をしますね。隣のところには、例えば文科省、あるいは厚労省、経産省の課題、選択とありますね。ここは、公募実施機関として農林水産省の異分野融合課題として名前が打たれるのでしょうか。それとも他省庁の研究応募も入ってくるのでしょうか。そこが見えてこないのですが、全く別個にほかの省庁が応募する研究内容が、それぞれの省庁で

単独に議論をされて、それが農林水産省のプロジェクトと合同で実施できる可能性があれば、それを異分野と名付けようということなのか。或いは、より戦略的に早い段階から、農林水産省が他の省庁と合同で進めていくという予定であるのかという点が、このスキームからはよく分からなかったのですが。

○産学連携室長

お答えになっているかどうかはわかりませんが、異分野連携プラットフォームの中の府省横断ガバニングボード、これはそれぞれ各省がやっている施策をうまく分担・連携していくための管理組織と考えてございまして、その入り口論として一番上にございますような国と書いてあるところで、この分野・領域の研究をどう進めるかをあらかじめ農業を中心であれば農水省を中心として関係各省とご相談をしつつ方針を決めて、それをガバニングボードでうまく推進、実行ベースでうまくやっていくというイメージでございます。

○杉山委員

そうすると、この図は国全体の方針を書いた図であるという理解なわけですね。なぜかという下への出口が攻めの農林水産産業を実施するためのイノベーションの創出と書いてあるので、農林水産省の議論をしているのだなと思って見たのです。一方で、例えばほかの省庁や機構からの研究費が単に矢印で結ばれているだけでプレゼンをされているので、その流れがわかりづらいなと思ったのです。これは国全体の図であればいいと思うのですが。

○産学連携室長

もちろん国全体ということで農林水産・食品分野の部分に裨益するような研究開発を考えておりますので、国といっても農水省だけで国をイメージしているということでございます。

○杉山委員

分かりました。後で具体的な話が見えてくるともう少し理解できるかと思えます。

○磯貝座長

今、推進方策としてイメージを書きいただいておりますが、これはがむしろ課題が決まってから、それは農林水産省中心なのか、あるいはどこかと連合なのか、予算は別のところにあるが、口は出せるのか、そういう様々な問題、他省庁との関連を予算上の問題も含めてどう捉えていくかという、かなりタクティクスな問題でもあるので、我々としてはその辺の予算折衝等、あるいは立案施策化はお任せするとして、ある分野でどのような課題があって、どういう体制で研究推進しなければいけないかというあたりに議論を集中しておいたほうが良いとは思っております。ほかに何かございますか。

○小竹委員

視点が違うのかもしれませんが、最終的な出口として事業化が視野に入っているで、その時に研究課題の内容にもよるかと思うのですが、最終的な出口は、時間軸でいうと2030年が最終的なところなのかもしれませんが、それ以前に、例えば実用化できるものはどん

どん実用化していくという受けとめ方をしてよろしいでしょうか。

○産学連携室長

そのとおりです。ただ、産業化については必ずしもリニアモデルではなくて、基礎研究あるいは応用研究から出てくるものが直接産業化につながるようなものも出てくると思いますので、2030年で出てくるというイメージではなくて、途中でも必要なものが産業化されるというイメージでございます。

3 (2) 異分野融合研究の対象分野及び連携手法について

①研究機関等からの事例紹介

○磯貝座長

それでは、最初にお話がありましたように、これからお二方、二機関からお話を伺う予定になっております。最初は資料4を使いまして、岡山大学の山本副学長並びに高口准教授からお話を伺うことになっておりますので、山本先生から最初にお話しいただきます。

○山本岡山大学副学長

只今ご紹介にあずかりました岡山大学の研究担当理事、副学長の山本でございます。お話にありましたように、この戦略検討会のご参考にお話をさせていただければと思います。実は私は名古屋大学にありまして、名古屋大学の理事、副総長で研究担当をやっておりました。2年前に岡山大学へ移りました。岡山大学は、ご存じない方が多いかと思いますが、こういった研究の基本的目標で、世界最高水準の研究成果を生み出すことをその主題としています。

岡山大学の沿革でございますが、元々岡山農業専門学校、それから財団法人の大原農業研究所で、農学と深い関係を持っております。現在岡山大学は11学部で、全国で2番目に多い学部数、それから大学院は総合大学院制で、基本的に異分野連携を非常に早くから進めて参りました。それから大原農研から変わった資源植物科学研究所がございます。こういう学部数が11もあるということは、極めて幅広い学問領域をカバーしている。異分野連携をやる場合に、こういったユニットが多くあるということは非常に重要ではないかと考えております。

それから、研究力で、これは論文数の伸び率を示しておりますが、例えば旧帝大と比較いたしまして、物理学、植物科学を含めた基礎生命科学において高い伸び率を示しています。世界的に比較しても、世界平均の1.0を最近オーバーしている。こういう研究の実力がある大学でございます。研究の支援センター、あるいは知財の支援は極めて重要でございます。こういった研究推進、産学連携機構に知財、知的財産本部を設けております。

実は異分野融合で、いろいろ名古屋大学においてもあるいは岡山大学でもやって参ったわけですが、残念ながら異分野融合はなかなか難しい。異分野融合といっていますが、い

いわゆる異分野集合研究、総合研究、業績は非常に、研究成果というか業績は出るのですが、本来の意味でいわゆる異分野融合になっていないことが非常に多くございます。その事例について、例えば工学部ではこういった学科でそれぞれの研究教育をやられていますが、創造工学研究センターとか、こういうものをつくることによって何らかの異分野融合研究を進めようと。大学学内におきましても、エネルギー、環境新素材拠点をつくりまして異分野融合研究を進めているわけですが、残念ながら評価委員、ノーベル賞受賞者の根岸先生あるいは檜山先生といった有名な方、分野によって言葉や考え方が違う。それぞれを共通の目標に向けていかに軌道修正してお互いに進んでいくことができるかが非常に重要であるといった外部評価委員会のコメントをいただいております。

異分野融合研究を促進する仕組みとして、先ほどご紹介にありました異分野融合先端研究コア、これは若手の拠点型テニユア・トラックでございます。それから、異分野融合研究育成支援事業、あるいは、岡山メディカルイノベーションセンターで、積極的にこういった異分野融合研究を進めていますが、先ほど言ったような問題がございまして、必ずしも100%異分野融合研究ができていないわけではない。

実際異分野融合による革新的なシーズ培養で、岡山大学では農を中心にして整理をして参りました。11学部7研究科の1,000人の研究者、これが有機的連携による異分野の融合を目指しております。

例えば医農連携で、こういった生殖補助医療技術の応用、それから歯学との連携で、マッシュルーム由来のレクチンの口腔ケアへの応用、それから、医歯薬との連携で、これは地域の産物なのですが、柿渋抽出液による動脈硬化予防薬の開発、それから薬学との連携で、人工DNA結合タンパク質をワクチンとして用いたウィルス耐病性植物の開発、それから、これも薬学との連携でございますが、植物や初めてとなる動物ですが人工染色体の創出、それから工学との連携ですが、後ほどうちの高口から発表いたしますが、材料科学と農芸化学の融合で、高効率の物質生産システムの開発、それから、一昨日のクローズアップ現代に出ました沈教授の、人工光合成の仕事、これは岡山大学の光合成研究センターで、これは実はSpring-8、あるいは現在SACLA、X線自由電子レーザーを使って光合成機能の基本的機構の解明に迫っております。

この部分は時間があつたらご説明したいのですが、マンガンがキーとなるもので、非常に注目されている歪んだイス型構造でございます。

それから、先ほど申し上げました資源植物科学研究所でございますが、ここは非常に質の高い研究をずっと進めておまして、特にストレス科学で、今回東日本大震災の後の津波跡地、塩性湿地におけるオオムギの品種、オオムギの系統保存をやっておりますので、そういったもので塩性湿地において生育できるオオムギ、それからビールを作ることも考えております。

この資源植物科学研究所におきましては、特許をたくさん持っております。岡山大学の特許に関しては、資産規模では11位ぐらいですが、1件当たりの特許の価値が全国で最

も高い。特に工学的分析関連技術と遺伝子関連技術に関してはこれぐらいで、植物関係の特許を非常に多く、あるいは優秀な特許を有しております。

今現在考えておりますのは、さらにそういうものを進めて、特に岡山大学の近くにございますSpring-8、SACLA、それから京を利用したような先端的な異分野、最先端融合研究を進めようということを現在考えております。

こういったことを進めるには、URA、きょうはフライヤーをお配りさせていただきましたが、こういった異分野融合研究の戦略的プロモーターとしてURAという、新しい職種がこういうことを進めていく上に非常に重要な役割を今後背負うのではないかと考えております。

○磯貝座長

ありがとうございました。続いて高口先生からお話しいただいて、まとめてご質問いただこうと思います。高口先生、よろしく申し上げます。

○高口岡山大学准教授

それでは、高口がこのようなタイトルで、材料と農芸化学の融合についてお話を、一つの例とともにお示したいと思っております。

私どもは、現在緊急の課題として、エネルギー問題や化成品原料の枯渇問題、あるいは食糧問題があると考えていますが、こうした問題を解決するためには、脱化石燃料、脱石油化学がどうしても必要だと考えております。そのために領域融合型のアプローチとして日本発祥の学問体系である農芸化学と日本発の材料でありますナノ炭素材料をあわせて、ナノカーボン材料、肥料として植物に与えることで植物の中で光触媒が合成されまして、水と空気とありふれた土壌成分から植物のつくれないような有用物質をつくる。これによって物質生産システムにパラダイムシフトを起こして、石油に頼らない材料化学産業であるとか、エネルギー産業を可能にしようということを考えております。

これについてご理解いただきやすいように、例として、水素の生産についてお話ししたいのですが、水素は燃やしても水と熱エネルギーしか出ませんから、クリーンなエネルギーと考えられています。しかしながら、現在この水素の生産の仕方はスチームリフォーミングという方法で、天然ガスを金属触媒と水を混ぜながら燃やす方法で作っていますから、水素は元をただせば天然ガスです。これに対して次世代の技術として期待されているものが、太陽光と光触媒を用いた水の分解という技術で、光触媒なのですが、太陽光を当てますと電気が起こって、その電気を使って水の電気分解を行う技術です。

しかしながら、これは現在のスチームリフォーミングに比べて生産性が非常に低くて、実用化には全く至っていません。水素社会は将来非常に期待をされていて、水素急増技術であるとか、燃料電池の技術は日本はトップレベルですが、肝心の水素製造の部分で化石燃料を使っていたのでは再生可能なエネルギーとして成り立っていませんので、この部分をどうしてもうまく作る必要がある。このために必要な光触媒の性能は試算されていまして、細かくはここに書いてございますが、可視光量子収率で30%を超えるのが一つの必要

な性能だと言われています。私どもは現在ナノカーボンの光触媒で43%という量子収率を達成しています。

この岡山大学の技術を簡単に説明いたしますと、カーボンナノチューブと、それからある有機物、これを混ぜまして、めがねを洗うような超音波洗浄機で混ぜますと、このような真っ黒な液が得られてきますが、これが光触媒になります。大量生産することができるものです。これについて、可視光量子収率が28%の光触媒になるのですが、さらに表面にシリカ層を導入すると、さらに量子収率が上がるということがわかっています。

現在では、さらに改良を進めまして、43%という量子収率になっていまして、外国の非常に有名な雑誌の表紙などにも採用されている成果です。

こういう収率になりますと、現行のスチームリフォーミングによる水素製造の代替技術となり得ると注目されており、例えばこのような新聞報道などがなされているような状況です。

岡山大学のこの光触媒は有機物でできていますが、こういう光触媒は世界でトップレベルの水素発生効率を持っています。この青い線が無機の光触媒の量子収率の向上の歴史、赤い線が有機の光触媒の向上の歴史ですが、もちろん無機の光触媒のほうが、太陽電池などと同じように先に発見されまして、性能も先に上がってきたという歴史がありますが、2000年を越えまして、有機の光触媒も非常に性能が上がって参りまして、最近では無機の光触媒のトップデータが51%なのですが、ほぼコンペティティブな状態になってきている。

さらに、材料のアセスメントということを考えますと、無機の光触媒では、例えばここにはカドミウムのようなものが入っていますが、そういう重金属であるとか、毒性の高い元素を含む場合が多いですので、そういった面で材料アセスメントの観点から有機のほうが優位性があるので、必ずこの有機の光触媒が必要になるときがくると私どもは考えています。

ただし、欠点がございまして、無機の光触媒に比べて有機の光触媒は酸化側の力が弱くて、添加剤を加える必要がございまして。いろいろな添加剤を検討したわけですが、私どもが一つ発見したのは、NADHといわれる、いわゆる植物体内で使われている補酵素です。これを電子源として使うことで水素を出すことができることを見つけました。

ただし、水素分子1分子を発生させるために1分子のNADHが要ります。ですから、このままでは混ぜたNADHを使い切ってしまうと反応が止まってしまいます。私どもは、融合することによって、すなわちできてくるNAD⁺を植物体内でNADHに酵素を使って戻してやる。このサイクルを描くことができれば有機光触媒の弱点をカバーして、水素を出し続けるような触媒になるだろうと考えたわけです。

こうした背景から、私どもはこのナノカーボンと植物栄養学の考え方をあわせて物質を生産するシステム、すなわち細胞の中でナノ触媒を使って物質生産をするというin vivoナノファクトリーという考え方を提案するようにいたしました。

これに使う細胞ですが、3つ考えていまして、1つはモデル研究に適している酵母ある

いは高い生産性を狙うのであれば恐らく藻類であろう。あるいは、挑戦的な課題として高等植物、例えばイネのようなものを考えまして、この中にナノカーボンを入れて、例えばメタノール・ギ酸、アンモニア、水素、あるいはアルミやシリコンのような無機物についても還元反応で作っていきたいと考えています。

これを実現するための研究の流れですが、ホップ、ステップ、ジャンプの3つの段階で進めていきたいと考えています。今現在ホップをやっていますが、この特色ある技術を生かしまして、酵素分子レベルでの課題をまず解決して、そして細胞の中でちゃんと働くように課題を解決した上で生体レベルへと持っていきたい。細かい内容については時間の関係でスキップいたしますが、最終的にはこのような藻類を使ったものを例えば屋上に置きまして、有用物質生産のモニタリングであるとか、生育条件の最適化などを行いまして、最終的に有用物質生産の担い手を化学工業から植物体工場にしたい。それによって、今石油化学でいろいろカバーしている部分、化学原料や燃料をカバーできるような産業に育てたいと考えています。

こうした研究のもともとはバックキャスト的な試行で考えていまして、石油資源に頼った物資エネルギー生産、あるいは化学工業プラントの老朽化が今差し迫った問題として存在いたしますので、こうした問題を解決するために脱石油化学であるとか、スモールプラント、オンデマンド生産を達成しなければならない。そのために最適な解決策としてin vivoナノファクトリーを作りたいと考えています。

これで何をしたいのか。この大きな視点から見た意味は、パラダイムシフトでありまして、過去産業革命前は衣食住エネルギーすべて農林水産業で補っていた。これが持続可能な社会であったと考えられるわけです。そこから私たち人類は繁栄を極めてきたわけですが、過去200年はそれに対して工業化の時代だった。衣食住エネルギーのかなりの部分を化学工業とかエネルギー産業が補うようになった。これからの100年は、化学工業とかエネルギー産業が担ってきた部分を農業化できる部分は農業化していく。まさにそういうin vivoナノファクトリーでありたいと考えて、これによって持続可能な社会を作りたいと考えています。以上です。

○磯貝座長

岡山大学の山本先生、高口先生から、岡山大学での異分野融合研究の取組の状況、また具体的に一つの課題については細かいご説明をいただきました。岡山大学のお二人の先生にご質問がありますか。

○武林委員

ご発表ありがとうございました。山本先生にぜひ伺いたいと思いますが、なかなか融合しにくいというか、非常にそのとおりのと思いますが、最後にご紹介いただきましたURAについて非常に大事ではないかと思いますが、どのような方が、どのような役割、あるいは大学内でどのような立場で仕事をされるのか、ぜひお聞かせいただければと思います。

○山本岡山大学副学長

URAは現在公募いたしましたして、昨年の9月に4名が着任いたしました。お二人の方々はそれぞれ企業の社長とか、企業におられた方で、それを終わられて来られた方、もちろん研究職でございまして、そして4人ともドクターを持っております。年俸制をとっております。シニアURAの場合には高額ですが大体1,000万円ぐらいの年俸で雇用しております。その4人で、特にURAの重要なミッションとしてはそのフ라이어をお配りしておりますが、そこに書いてありますように、大学の研究マネジメントに対して学長に直接いろいろなアドバイスをする。それから、外国、国内も含めて、研究動向の分析をやって、今後の研究戦略のあり方といったような高度な提案をするということでございまして、事務職員と教員との間になるような職種と考えております。

○武林委員

そうすると、個別のプロジェクトを持つというよりは、もう少し高い立場で、外とのつながりを含めて見られる位置付けという理解でございませうか。

○山本岡山大学副学長

そうでございます。

○磯貝座長

ほかにはいかがでしょうか。

○齋藤委員

山本先生にお聞きしたいのですが、大変すばらしい研究成果をたくさん出されていると思うのですが、研究者、特に若い研究者が違った研究室とか、隣の研究室の人と自由に行き来するような、そういうことについては何か工夫されているのでしょうか。

○山本岡山大学副学長

例えば異分野融合研究コアは若手のテニユア・トラックでして、そこには全く分野の違う連中が集まって研究者個人でラボを構えまして、そしてそれぞれ11人が完全にそこでインタラクションを起こしている。自由に行き来しているという格好でやっております。そういう研究を岡山大学は推進しており、先ほどお見せしましたスライドの3つは、そういうようなところで大学からお金を出して、そういう融合研究をできるだけ進めると。だが、必ずしも融合になっていない場合もある点が難しいところでございます。かなりの大型研究におきましてもあのように根岸先生とか各外部の評価委員から必ずしも融合になっていないのではないかと、それぞれの個別の成果はネイチャーとかに出ています。融合にはなっていないというコメントをいただくことが多いです。ですが、大学としては融合研究、特に若手に対して進める仕組みを作ってそこに研究費を出しているのです。彼らはかなり自由にやっております。

○齋藤委員

教授は余計なことを言わないわけですか。

○山本岡山大学副学長

教授は言いません。独立している格好です。

○齋藤委員

これはテレビで見たのですが、山中先生がシリコンバレーで関連研究をやっているときに、違った分野だが、実験室が隣でとか、そうやっているうちに融合が起こるというようなことを言っていたので、そういうことは日本ではなかなか部屋とか組織を越えてできないものですから、おそらくうまくやられているのだらうと思って。

○山本岡山大学副学長

そういうのをやっております、今ロバストネスで、また違うような概念が若い連中から出てきております、これも一つの融合ではないかなと思っております。

○磯貝座長

ほかによろしいでしょうか。それでは、山本先生、高口先生、どうもありがとうございました。続いて、農研機構生物系特定産業研究支援センターの大川理事から、生研センターでの取り組みをお話いただこうと思います。

○大川農研機構理事

ただいまご紹介いただきました農業・食品産業技術総合研究機構で、略して農研機構と言っております。そちらで、いわゆる競争的研究資金、その中でも基礎的な研究の部分を担当している私から、ここの副題にも書きましたが、農林水産業・食品産業等において異分野の技術・人材の参画を意図した新技術開発研究支援の概要で、ご紹介させていただきたいと思います。

最初に農業関係の研究の背景をご説明したいと思いますが、ここにございますように、文明の基盤は、食糧、それから水、そしてエネルギーの確保で、ここのところはごく当たり前のことなのですが、左上のところにありますように、ちょうど産業革命のころと相前後して、農業関係でも農業革命が起きました。そういったことで、生産性が上がりまして、その後の人口増加を支えてきたという面がございます。

これは右にありますように、単位面積当たりの生産性が向上したという点が大きな原因でございました。一方、左下ですが、経済発展に伴って動物性食品の摂取が増加して参ります。こういった動物性食品が実は単純に穀物を生産するのに比べてより広い面積が必要になります。下に書いてありますように、畜産物1キロの生産に要する穀物量は、鶏卵の場合に3キロ、それから牛肉の場合には11キロで、3倍から11倍ぐらい必要になってきます。したがって、より大きな栽培面積が必要となってきますが、近年右下の図にありますように、栽培面積はほとんど増えてございません。これは砂漠化など、世界各地での農作物の生産条件が悪化していることもございまして、今後とも栽培面積の拡大路線を採っていくということは困難だらうと思われています。

さらに温暖化で、例えば東南アジアで局地的に発生していたような病害虫が偏西風に乗って日本に飛来してきて、温暖化に伴って日本にくる機会が増え、徐々に被害が増えてきている状況です。それによってかなりの収量減を余儀なくされています。一方、高齢化社会で、食品の持っている一次機能、二次機能の栄養・嗜好に加えて、三次機能で、食品の

持つ生理機能についても注目されてきています。そういったことで、現代の生活に即した食糧の確保が求められております。こういった持続的な文明を支えるためには、当たり前のことですが、持続的な技術革新につながる技術シーズの研究開発が常に必須です。

ここでなぜ異分野かという話になるのですが、農林水産、食品産業の技術開発研究という中で、専門性を持った研究集団が研究を行っていますが、そういう意味ではとかく閉鎖的になりがちの部分がございます。そういったことで、他分野の基盤技術、特に人材等を導入して研究を進めて、そして革新的な技術シーズを育成する研究支援事業を農研機構としては行ってきています。

生研センターと書いてありますが、機構の中で研究支援業務を担当する独立した部署で、生研センターが設置されております。これまで行ってきた研究支援の仕組みは、一番左のところで技術シーズを開発して、そしてその真ん中のところでさらに発展させていく。さらに最終的には事業化へいくという3つのステージを設けて研究を支援してきました。

例えばこの3つのステージを使ってうまくいった例として、下にありますような日本の特産品である温州みかんにβクリプトキサンチンが含まれており、その機能性を解明して、さらに多く含む品種を開発、そして製品化したという例がございます。

ただ、ここの中で左から1つ目、2つ目の部分はイノベーション創出基礎的研究推進事業と呼んでいますが、いわゆる一般会計の運営費交付金を使って研究支援をしております。ところが、事業化の部分に関しましては、財投の資金を使って民間企業を対象に研究支援をしてきました。少し運営の仕方が違いますので、私からは左側の2つ、イノベーション創出基礎的研究推進事業の部分について、さらに詳しくご説明したいと思います。

その事業で出てきた成果の例を幾つかご紹介したいと思います。これはいわゆる機能性食品の研究に当たる部分でございますが、お茶に含まれる抗アレルギー成分、メチル化カテキンを発見して機能を解明し、それを高く含有する品種である「べにふうき」を利用して最終的にメンバーの一つであるアサヒ飲料からべにふうき緑茶が発売されています。

もう一つは、機能性ではなくて、イルカのように魚種を判別できる、次世代型の魚群探知機技術の開発が進められております。現在はもう実験船に積んで実際に実証試験に入っており、最終的にはこれは水産資源の資源管理に活用できる大きな技術に育ってきております。

それから、これは地域に根ざした形では北海道産で、日本には今までなかった超強力小麦粉を生産する遺伝子を特定しまして、最終的にここではキタノカオリという品種を創って、製品化が進んできています。

では、こういった農林水産関係の分野での提案公募型、競争的研究資金への応募状況ですが、赤い線で示しましたように、全体で大体300件ぐらいの応募が毎年あります。残念ながら採択できるのは1割を切っており、点線で表している右の目盛ですが、30課題以下でございます。

こういった分野の課題を募集しているかを書いてありますが、これは基本的に農水省の

策定した農林水産研究基本計画を背景に分野を定めて募集を行っています。非常に広く課題を募集しています。

応募課題では一体どういう分野が多いのかということですが、基礎では、生物の機能解明、それから生産力向上の分野、発展させた技術開発の応用の部分では、右側ですが、まだまだ食品関係の分野が多い状況でございます。

それぞれの研究が対象としているものについての解析をしますと、基礎では、グリーンで塗っている昆虫の部分が少なめですが、大体満遍なく様々な研究を対象としている。それに対して、技術開発応用になりますと、先ほどの分野とも重なりますが、食品を対象とした研究が多いという状況でございます。

それから、参画機関でございますが、基礎の部分は大学が63%と大半を占めている。少し発展して、技術開発の応用研究、以前はこの分野は異分野融合研究支援事業と言っていたんですが、ここでは民間の参画が49%とかなりを占めてございます。それと大学の34%をあわせると大半を占めます。それから、大学の学部で見ますと、どちらも広範な領域から参画しています。

研究推進事業が平成8年からスタートしてございますが、15年以上経ち、研究開発を取り巻く社会的な状況の変化、あるいは研究支援の経験の中から幾つか制度運営上の改善点も見えてきてございます。それについて、事業の運営に密接に関わっていただいている選考評価委員会の方々と昨年議論をしたわけですが、そのときに出てきた意見を幾つかご紹介いたします。

一番上は、基礎的な研究や技術が社会に貢献していくためには、民間や農家、あるいは企業と連携をしていくということが必要で、結びつけるシステムや知財の仕組みが今のところは弱い状況でございます。

それから、選考評価委員自身が幾つかの課題を担当していただいているところもありまして、全体を見渡すとやはり個別にそれぞれ課題は成果を生み出しているが、この課題とこの課題を協力させるともっといい課題が出るのではないか。いい結果が出てくるのではないか、委員会が率先してそういった提案を結びつけていくこともあると良いという話があります。

3つ目は、頭の痛いところもありますが、大学と企業がうまくやっていく評価の仕組みが大事でございます。大学はご存じのように評価もありますので、成果としての論文を重視していく傾向がございます。企業も組んでいる大学の先生が立派な論文を出してくれたら何とか進むかなという、少し甘い感じもありまして、企業をいかに本気にさせるかといったような工夫が必要だろうということがございました。

それから、もっと大きい視点で、農林水産業、食品産業全体を見渡して日本の弱み、強みを評価して、弱い部分を徹底してやっていくために一本釣りぐらいも覚悟でやっけないとなかなか難しいです。

それと、異分野連携ということでございますが、農林水産業の役に立つかという評価項

目がありますが、余りにもそれを限定的に考えてしまうとなかなか縦型で狭い研究になってしまうので、そこはもっと広く考えてほしい。農林水産業といっても国内の農林水産業という視点ではもちろん成り立たない。日本の食糧の大部分は海外からの輸入に頼っているので、世界の農業生産を視野に入れてほしいということもございました。ボトムアップ型とトップダウン型のバランスが重要であるというような意見が出てございました。

こういった意見をご紹介しましたが、本日のこの委員会、検討会が立ち上げられたので、そちらへの期待を短く3つにまとめてみました。従来基礎的な技術シーズ開発をやってきたわけですが、異分野でそれぞれ協力しながらやってきてはいますが、やはり基礎に近いところでは主に研究成果をある意味店頭と並べて公的機関とか企業がそれぞれの判断で成果を選んで利用するという形が多かったと思います。これに対して、シーズを発展させることを目的に、先ほどの絵の真ん中の部分のステージですが、企業、大学等がグループを組んで進める場合でもやはり開発側の視点が主で、利用者側の意見を汲み上げるシステムが弱い。そういう研究グループが比較的多かったと思われる。こういったことで、最終的に生産現場へ普及する技術とか、あるいは製品の開発には産業界、大学、独法等がプラットフォームを創って、研究戦略を立てて必要な技術開発を推進し、やりっ放しではなくて、常時点検する仕組みが必要ではないかと思っております。この点について、またご検討いただければと思います。

最後2枚は、発展が期待されるシーズで載せてございますが、これについては後ほどまた読んでいただければと思いますが、既に製品化に近いものもありますし、異分野が連携した研究だけでなく事業化の仕組みをつくり上げていく必要のあるものもございます。こういったことで、今後の議論の参考になればと思っております。

お手元に追跡調査のエッセンスをお配りしてございます。これも後で見ていただければと思いますが、これはこれまで支援した研究課題が終わって5年たったところで、その後の発展の状況を調べております。

私どものやってきております研究支援、農林水産分野での研究支援についてご紹介いたしました。これからの議論の一つの参考、一つの素材になればと思い、ご紹介させていただきました。どうもありがとうございました。

○磯貝座長

大川理事、どうもありがとうございました。様々な観点から、農林水産業、農林水産省の立場でいろいろな基礎的研究を支援した責任者の立場でいろいろご説明をいただきましたが、委員の方々からご質問がありますか。私から質問ですが、予算はどのくらいで、どういう傾向にあるのか、補足的にお話しいただけますか。

○大川農研機構理事

以前は約60億円ぐらいありました。それがやはり農林水産業の戸別補償や、いろいろな政策上の問題もありまして近年では農水省の研究開発関係の資金は減ってきております。この事業に関しましても徐々に減って、今は約40億になってきています。

○磯貝座長

ほかに何か質問ございませんか。それでは大川理事ありがとうございました。

3 (2) 異分野融合研究の対象分野及び連携手法について

②検討会メンバーからの事例紹介

○磯貝座長

それでは、次の話題提供に移りたいと思います。既に事務局から今日のご出席の委員の中から4名の方々に少しお話をいただくようお願いをしてあると思います。それをまとめたのが資料6で、今日は杉山委員、成田委員、斎藤委員、山本委員からお話しいただくことになっております。資料が6-1から6-4までございますので、資料の順番で6-1、山本先生からお話を順番にさせていただこうと思います。

○山本委員

ご紹介ありがとうございます。広島大学の山本と申します。私からは、NB T、New Plant Breeding Techniques、これにはゲノム編集という技術が中心で使われておりますが、こちらの可能性、異分野融合での可能性について、ご紹介させていただきます。私自身は、理学研究科の数理分子生命理学専攻という非常に変わった専攻におりまして、融合の難しさを非常によく理解しております。私自身は生物、一緒にやっているのは化学、物理、数学の人と一緒に融合的な研究を進めて参りましたので、その中で非常に重要なキーワードは技術だと思いました。実際に私はこのゲノム編集という技術を使いまして、動物の個体などの遺伝子発現を見るということが可能になって初めてそこで異分野の人たちがその目的が合致したときに本来の目的の融合がスタートするという、そう感じております。

スライドはこれ1枚にさせていただきました。実際にこのNew Plant Breeding Techniquesはどういうものかといいますと、非病原性の植物ウィルスを使って、一過的に遺伝子を破壊し、そのウィルスが消えてしまう。つまり、狙った遺伝子だけを改変した後にその痕跡はそれ以外もう残らないという技術になります。人工のヌクレアーゼを使った技術、これはゲノム編集という名前と呼ばれておりますが、これは人工で狙ったところだけの遺伝子を切って、その修復過程で遺伝子にエラーを起こさせて改変してしまう技術です。

これ自身、本当に1塩基、2塩基抜けるだけなので、ほとんど自然界で起こる突然変異と変わりがございません。こういう人工ヌクレアーゼが、私はこの人工ヌクレアーゼのコンソーシアムを作っているのですが、かなりの数を作れるようになりまして、実際に全国100大学ぐらいに供給している状況であります。

この技術自身は国際的には非常に発展が早く、アメリカではこの技術がアジア系のアメリカ人を中心に発展していますし、中国でも韓国でもこの技術を展開しております。実際に国内でこの技術に関してはコンソーシアムの中でまさに分野を越えて、農学、薬学、医

学の先生方に私がお出ししているのですが、実際にこれをやはり国の中で何らかの形で拠点化し、展開していくことが、さまざまな分野、異分野の融合を促進するものではないかと思ひまして、こちらに資料を提供させていただいております。

例えば、理学と農学の融合でいいますと、これは当然ですが、農水畜産物の新品種改良に使える技術になります。あるいは、この技術を使って基礎研究を行ひまして、標的の遺伝子を決めて、その遺伝子に関して既存の品種改良技術で良いものを作り上げるということも、これは現実的に十分可能であると思ひます。

また、医学と農学の融合ですが、こちらは再生医療用の臓器を作製する家畜をつくる。これには免疫不全ブタであるとか、臓器が欠損したブタ、あるいは他の動物が必要なのですが、それを作るのにもこのゲノム編集という技術が重要になるかと思ひます。昨日の新聞では総合技術会議でヒト臓器を動物で作らせることの方向性についても認められているような状況になっておりますので、実際にこういう技術を使わないとそういう再生医療、臓器作製の家畜の開発もなかなか進まないのではないかと考えております。

さらに、この技術のいいところは、すべての生物で使えます。植物でももちろん使えますし、動物、微生物にも利用可能です。エネルギー再生用のそういう微生物をつくることも実際に可能な技術なので、まさに農林水産、食品分野と、異分野を結ぶ基本的な技術としてこういう技術を位置づけることが融合を促進するのではないかと考えております。

実際に私のところではラットとマウスのグループと一緒にやっているのですが、これまでは遺伝子のノックアウトという本当に長い時間かかったのですが、この人工酵素を入れてやると、本当に打ち込んで、何日か経つと、その目的の遺伝子だけが破壊されたマウスやラットができてしまうぐらい、この技術のスピードは速いです。そういう速さについていくためには、やはり組織的な取組みが絶対に必要と考えております。今回拠点を創るといふようなお話で、拠点大学あるいは拠点機関では、やはりそういう技術開発を中心になってやってもらってプラットフォームを創っていくということなので、僕のイメージだと、逆にそれぞれの分野融合というよりもある技術みたいなものをプラットフォームの中心に置くということも一つの方法ではないかと考えております。

それと、この技術は非常に速いので、そのときに非常に強く感じているのは、基本的に開発している基本情報は積極的に出していくべきだと思ひます。そこが非常に重要で、実際にリソース化をしていって、基礎的な部分では積極的にリソースを出して実質的な融合を図らないと競争には勝てない、外国と闘ってみるとそういう部分が日本には非常に弱い部分と思ひます。ある技術を囲い込んでしまつて、なかなかそこから進めない。もちろん産業化という部分ではそういう部分も必要ですが、反面やはり情報集積という部分が非常に重要になってきますので、まさに基盤的な技術になり得る技術に関しては、国を挙げて展開できるような、まさに応用部分で展開できるような技術として支援をしていく部分ではないのかと感じております。

以上、NBTに関する分野紹介をさせていただきました。ありがとうございました。

○磯貝座長

山本先生ありがとうございました。意見交換は4人の方にすべてお話しいただいた後にしたいと思います。続いて斎藤先生、お願いいたします。

○斎藤委員

慶應大学の斎藤ですが、私は工学、特に情報工学、情報学と連携ですが、すぐに具体的な分野を言にくいものですから、少し一般論になるかと思えます。1つは、工学の分野では何か物を作って売ることになるので、生産プロセスが大事なのですが、農業あるいは食品等についても同じように生産、加工、消費で、これを六次産業と言っていたと思います。もうちょっと細かく見れば、生産といっても、今、山本先生がお話しになったような設計をするとか、それから生産をするとか、消費といっても、今はただ買ってあげればいいのではなくて、買ってきて調理して、おいしく食べるというような、食事を楽しくするのが大事ではないかと思うのですが、そういうような意味で、プロセスはどんどん詳細に考えていくことができるのではないかと考えられ、単純な六次産業化では収まらない。

ちょうど並べると6個あるのでいいかと思うのですが、そんなような工学的な手法というか、経営学の手法でBPR（ビジネス・プロセス・リエンジニアリング）という、一時流行ったものがありますが、これはプロセス全体を効率化するのですが、例えば当時アメリカのホンダの自動車工場の経理のプロセスは一人で全部やってしまうが、GMか何かのプロセスは6人かかってやる。こんなの一人でやればあつという間にできるので、そういうリエンジニアリングをやるというようなことがあったわけです。

そういう意味で、プロセスは化学工業では、プロセスエンジニアリングというような、化学工学は化学（ばけがく）とついているので化学でやろうと思うのですが、プロセスのことだけやっていて、化学（ばけがく）は何も知らなくても良いという変な学問だと思うのです。それくらいプロセスは重要になるかと思えます。

特に農業、食品業、水産業等では非常にプロセスが多くなっていると思います。ただ現在製造業も三次元プリンターが出てきて、前は大量生産のプロセスを作ればよかったのですが、個別の少量生産をやる時代になってきたということがあると思います。いずれにしてもプロセスを変えていくということは、どこで、あるいはその効率化はどうやっていけばいいか、全体の視点が必要だと思います。今、山本先生からお話があったように、設計、機能性食品とかそういう点は本当に設計できると考えますと非常に将来性があるような感じがいたします。

情報とかコンピューターは縁の下の力持ちみたいなものですから、それをうまく使ったからといって世の中が変わるわけではないのですが、情報とっている割には、あらゆることをコンピューターでやっているように見えますが、もっと上手に利用する方法はまだまだ残っていて、特に農業プロセスにはそういう利用ができる情報が多々存在するのではないかと思います。最近ビッグデータがございしますが、元々データベースとか情報ベースなどがありましたが、それが大きく扱えるようになったことでビッグデータと呼んでい

ますが、要するに取れるような情報はどんどん取り、クラウドコンピューティングという新しい技術を使えば、そのしまい方については余り心配しなくてもいい。もちろんお金は必要になるのですが、一々エンジニアをとったり、大きな機器を導入したり、それを全部自前でやらなくても良いので、安心してどんな情報でも積極的に取っていいとなるわけです。それを統計的な処理をして、ただ統計処理した結果は、その結果の読み方は、それぞれの専門分野の人がやらなければいけないわけで、経済だったら経済の専門の方、農業だったら農業の専門の方が、統計処理の結果をちゃんと判定しなければいけません。最後のところが本当は大事で、そういう人が本当のデータサイエンスとかデータサイエンティストと呼ばれるのですが、日本は少し統計処理さえすればそれで済むと捉えているところがややまずいかと思います。いずれにしても、たくさん情報があるわけです。特に農業プロセスではいろいろな情報がとれるわけですから、これをふんだんに使って何か判断するのは多いにできるのではないかと思います。

それから、もう一つはいわゆる情報といっても、インテリジェントデータと書きましたが、インテリジェントは、コンピューターはもともと人工頭脳と言われたぐらい人間に取って代わると思われましたが、ようやく将棋でプロに勝てるぐらいになったというような感じですが。ただ、ゲームをやるとか、プロの将棋士に勝てるということが大事ではなくて、もう少しデータとか情報の質をちょっと変えてみる。そういう意味でセマンティック技術と書きましたが、セマンティックスは、我々は自然言語を使っていますが、人工言語と同じく意味が大事です。日本語は英語とか西洋の言葉に比べてやや難しい。ですから、本当は英語ができない人でも自動翻訳してくれれば良く、日本語の自然言語処理の技術は大変進んでいまして、世界のトップレベルでしたが、残念ながら実用化は余り進んでおりません。実用的なことをやったのは某企業だけです。

某企業のスマートフォンを見ると、非常につたない自然言語技術を使って、それを日本人が使つてつまらないことをやっている。もっと上手にできるはずなのですが、そういうところで培われたセマンティックスの処理技術をうまく使うと、従来のデータをストレートに使う上に一つ次元を変えていけます。よくメタデータをつけるということがセマンティック技術の最初の取っかかりなのですが、メタデータは、例えば図書カードはメタデータの一つの例になりますが、図書館に10万冊本があるとするとそれを全部探すと大変ですが、10万冊分のデータが入ったカードを持っていれば扱いが楽になる。これを一つのメタデータ技術化、あるいはセマンティック技術の取っかかりなのですが、そういう形でやりますと、もう少し論理的な操作も可能になってきます。

今はインターネットといってもウェブがベースになって、これからはウェブの上でアプリケーションを全部展開していくという世界になっていると思いますが、これを創ったテンバラーという人がセマンティックウェブというような方式を提案しております。これは、当初は夢の技術かと思ったのですが、本当に役立つもの、キラーアプリケーションはなかなか出てきておりません。ただし、現在Linked Open Dataといって、情報の公開とか、

あるいは情報のつながり等、行政の情報、農水省が持っている情報などを組み合わせる。厚労省とか経産省の情報と組み合わせるときに、オープンに展開して、そのつながりをうまくやっていくことが比較的セマンティック技術を使ってうまくいっている方向になります。そういうような意味で、もっとこの2つを使えば、もっと情報の処理が上手にできるのではないかということです。

それから、2番目はネットワークを上手に利用すると書いてありますが、インターネットが普及したといっても、実は世界人口70億人のうち20億人ぐらいしか使っていないのです。50億人は活用していませんが、世界市場を相手にする、先進国を相手にするときにはネットワークを使って攻めていくが通常なわけです。ネットワークにつながっていれば、日本のグローバル化は遅れているとか、学生はさっぱり外に行かないということがありますが、ネットワークを使っていけば、つながっていれば、自然に外へ行けます。

その中で、今クラウドコンピューティングが大変もてはやされておりますが、これはコンピュータユーティリティを実現した。これは60年前に既にMITでタイムシェアシーズをつくる時にコンピュータユーティリティを作ろうということでスタートしているのです。ユーティリティは水道とかガスとか電気というような、アパートとかマンションに入るときにはユーティリティとあって、それがなかったら人間は生きられない。住居としては成り立たないわけです。それと同じようにして、情報の社会にいるときにはコンピュータユーティリティとしてクラウドを使ってくれと。ですから、そこにはコンピューターの処理をする機能、パソコンでもいいですが、それから情報をためる機能、ストレージとかディスク、もう一つネットワークがあるのです。この上の2つについては大変仮想化がうまくいっているのですが、ネットワークについては仮想化技術はあまり進んでおりません。ただし、これからはネットワークの仮想化は非常に大きく進んでいく可能性があります。そうしますと何ができるかという、今インターネットといったら世界中全部つながっている、どこかでウィルスとかアタックがくると、例えば私のためのネットワークをつくれれば、ほかの人は入ってこられないというような、そういうことも可能になるわけです。

そうすると、ある特定の目標のために自分のネットワークを作っていく。流通とか、農業プロセスをそういうところでそういう仮想的なネットワークを作っていくということが可能になってきて、現在はその技術はどんどん進んでいるかと思いますが、そういう意味で非常に技術的な発展を待ちながら、大幅な応用ができる可能性がございます。

それから、実はかつて日本のロボットは世界でトップでありました。今でもトップだと思うのですが、1980年代は日本がアメリカ中、ロックフェラーセンターとかを全部買ったのです。レーガン大統領が危機感を感じまして、なぜ日本はそんなに強くなったかということを探りにいけということでMITの先生をリーダーとして派遣しました。その結果わかったことは、ロボットの数が圧倒的に違う。アメリカには2万台しかないが、日本には50万台ある。ロボットといっても溶接とかも含めてですが。それでレーガン大統領の命令で、日本人のロボット技術者を3人呼んで、MITとカーネメロンとスタンフォードにロ

ロボット研究所を作ったのです。そのくらい日本を真似しようと、90年代には日本は逆転されたわけですが。残念ながらそのロボット研究所のうち残っているのはカーネメロン大学のカナデ先生だけなのですが。圧倒的トップだったのですが、先日福島で原発が爆発する事故が起きました。そのとき活躍したロボットは日本製ロボットではなかったのです。皆フランス製とかアメリカ製のロボットで、日本のロボットは世界でトップであったのになぜ動かなかったのか。それはロボット研究者のテーマが、設定が間違っただけではないかと思っております。余り悪口を言うとまずいのですが、トップの大学の先生の研究テーマはどんな球でも必ずホームランを打てるようなロボットを研究しております。それでは原発の処理はできないのですから、そういう意味でロボットをやるときにもきちんとしたテーマを設定して、何でも応用しようというわけではないのですが、そういう意味ではこのような検討会は大変重要ではないかと思っております。

我々もそういう、さっき言ったビッグデータとか、それからセマンティック技術とか、そういうものを組み合わせ、例えば農業生産者と末端の消費者の間に流通とか物流、あるいは情報の流れをうまくつなぐような、総合的なそういう統合流通システムを現在少し考えながら開発を少しずつやっておりますが、そういう中で、例えば食品の安全性のためのトレーサビリティとか、あるいは個人であってもネット上で簡単に物が売れるとか、そういうシステム、それから個人の、あるいは地域の小さなネットサイトを全部セマンティックというメタデータをうまく使いながら、全体として検索にかかるような総合、統合的なシステムを作っていく。こういうような形で、いろいろなアプローチはあり得ると思います。

いずれにしても、そうは言ってもICTはあくまでも縁の下の力持ちでありまして、具体的な応用があって初めて存在価値があるわけですから、スマートフォンや、小さな子供がiPadでゲームをやっても、それはあまり将来性がないので、やっぱり具体的に、まさに農林水産とか食品関連の分野は非常に応用分野としては良い目標でありまして、そういう意味でこういうところに積極的に使っていただく点は良いことであります。以上であります。

○磯貝座長

ありがとうございました。続いて成田先生お願いいたします。

○成田委員

星薬科大学の成田と申します。よろしくお願ひいたします。国際幹細胞学会/ISSCRがボストンでありまして、帰ってきたばかりですので、出たり、入ったりしまして、ご迷惑をおかけしました。私は、どちらかというところ少しリアリティ、いい意味でのカジュアルな形で現実的な思いをお話しさせていただきたいと思ひます。

まず、実際のトランスレーショナルリサーチといわれているものの実態ですが、各分野でさまざまなトランスレーショナルリサーチが行われているかと思うのですが、名前ばかりでなかなか現実がついてこない点があるのではないかというご指摘を先日文化勲章を授

与されました山田康之先生やノースウェスタン大学の故檜橋先生から受けて参りました。そこで本日は、私立の薬学の持っているさまざまなバックグラウンドを踏まえて、私共が医薬連携を実現させた実例を少しはじめに紹介させていただきます。

こういった連携をするのに重要なのは、まずは人であると私は考えます。いわゆる人材の確保が非常に重要なのですが、その教育的な視点を含めて実際持っている組織がどのようなマンパワーを持っているのかということがとても大事になってくるかと思えます。僭越ですが、我々が行ってきた一つの取り組みとしては、小さなオールジャパン構想で、恐らくいろいろなところでオールジャパンという言葉があると思いますが、経済的な問題、それから組織の問題、そういった壁を乗り越えてオールジャパンでやるということは現実的にはかなり難しいです。

我々の大学は、東京の真ん中にありますので非常にフットワークが良く、いろいろな大学との連携が可能でした。実際に患者さんのサンプルを使ったり、あるいは動物実験などを私共の研究室をステーションとして行って参りました。また、ユニークなことに私共の研究室は今80名ほどの人が集まってきていますが、その中に医師、歯科医師、そして薬剤師はもちろんですが、獣医師、あるいは研究者の先生方が一つの組織の中に入り込んで、そしてネットワークとして様々な分野、様々なエリア、様々な地域、あるいは学会を含めたところでネットワークを組むことによって、現実的な医薬連携としてのアクティビティを発揮して参りました。

さて、病態解析の根本となるのは、恐らく、農学でしたら当たり前のターミノロジーになるかと思えますが、エピジェネティクス解析です。我々は脳神経疾患におけるエピジェネティクス解析をいち早く取り入れてきました。特にこのエピジェネティクスの分野のオピニオンリーダーであるがんセンターの牛島副所長を初めとした先生方、あるいは慶應大学の岡野先生のご助言をいただきながら、実際にエピジェネティクスが展開する、いわゆる環境因子や、後生的、晩発的なファクターがどのような病気、あるいは健康を維持するのに重要であるかを調べて参りました。これは物を摂取したり、ストレスだったりという外的な環境の影響を非常に受けるものですので、それらを網羅的な視点で見えていくというところが大変重要になってくるわけです。例えば、統合失調症発症の多角的な解析では、まず、最も新しい技術であるオプトジェネティクスという方法を使って統合失調症モデル動物を例えば作り出す。それを小動物から中型の動物にまで展開する。次に、人から得た、特に一卵性双生児の統合失調症患者さんのリンパ芽球を使った全エピゲノム解析を行って行く。そして、iPS、後で出てきますが、統合失調症患者から取得したiPS細胞を使った分化神経の解析を行い、またゲノム解析を同時に行っていく。さらに、疾患エクソソーム、エクソソームはご存じだと思いますが、ナノ分子の顆粒です。これが生体の中を自由に行き来する。エクソソーム内には、例えば翻訳を調整するようなマイクロRNAといったものが実際に入っていて、疾患発症の一端となるということもわかって参りました。

ところで、薬学の実態をここで少しお話をさせていただきます。実は今、まさに連携を

求めている薬学領域の実態がございます。薬剤師は現在28万人強、薬局数は5万程度あります。一方、薬学では、6年生教育が開始されまして、現在、非常に懸念されているのが研究力なのです。6年生教育という枠組みの中で研究力が低下するというのはおかしな話かもしれませんが、やはり薬剤師を育てるという視点から走り出した今の戦略から見ると研究は少しおざなりになっています。

薬学研究を推進していこうと思うときに、厚労科研がございますが、ここでは薬学研究は、常に脇役に甘んじます。なぜかというと、これは実態として医学、医療研究がサポートの主軸であるのが厚労科研なので、薬学にはおこぼれが少ない。ということは異分野連携こそが薬学研究の発展の打開策である。農学の立場から物を考えるのもいいのですが、逆に求めているほかの領域からの実態を知ることも非常に重要なことではないかと思えます。

具体的なこととしては、非常に難しい提案になるかとは思いますが、今は薬学でも機能食品学という領域がございますが、現在機能性食品に求めるものはかなりダイナミックな効果であり、実際はこれに対して過剰な期待が寄せられることが背景としてあるかと思えます。抽出された成分と、特異的な反応を示す医薬品との間には、ダイナミックという点ではかなりのギャップがある。急性効果ということになりますと、やはり食品に過剰に期待するのは無理がある。

であるならば、今後どのような展開を具体的に発案していくかということになりますと、機能性食品の中にある微量の分子を持続的に摂取することによって、私は、薬理学が専門なので、食薬理というような言葉を使わせていただきますが、“食薬理効果”が期待できる。微量でありながら持続的な摂取によって薬理効果がじわじわと生まれてくる。こういった比較的腰のすわった研究をすることが非常に必要になってきます。薬学の6年生教育の中で各研究室に、三、四十人の卒論生を抱えているところは非常に多い。すなわち、実質的にそういった若手のマンパワーは、こういった“食薬理”探索に活用できると考えます。こうした食品の中にある微量分子の総合的な食薬理効果の検討は、実はされているようでありあまりされていなかったのではないかと思います。

一方、“分子機能食薬品”の創薬になりますが、実はこれは結局先ほどちょっと医薬連携でご紹介させていただいたように、培養細胞を使っているときに“ふりかけ実験”といって、さまざまな医薬品をふりかけて、例えばiPS細胞ならどのように分化をしていくのかということを見ていく。また、その応用として機能性食品の微量分子の一つ一つの特徴をもう少しはつきりと整理し、そして最終的に創薬につなげていくようなアプローチができないか。これも地味ですが現実的なシナリオであると思えます。

もう一つの提案として、先ほど少しお話ししましたように、うちの研究室には獣医の先生がいらっしゃいます。その中で、獣医師の身の置きどころ、そして農水省との非常に強いこれまでの関係を考えた場合に、獣医学を獣医薬学という視点で応用適用するのはどうかということ。これは先ほどの話とかなり一体化しているのですが、いわゆる獣医療

での薬物治療を、もう少し高度に発展をさせるという目的で、積極的に例えば抗ガン剤の分子標的薬使用の拡大を目指し、獣医師と前臨床実験を取り組む。有効性と安全性をすぐに臨床で長いスパンでみていくことが可能になります。

それから、ヒトでの非常に稀少疾患を動物では得ることが比較的容易なので、その発生メカニズムを追っかけるということが獣医学との融合で可能となる。先ほどの機能性食品をここに応用適用しますと、その機能性食品の薬理作用、薬物動態を齧歯類やヒトとは違ってその中間に位置する、いわゆる動物でみていく。そして、生活環境の変化の少なさ、いわゆるヒトよりも短期間で追跡調査が可能であるという、こういった利点をうまく利用して大きく展開させていけないかということを今回は提案させていただきたいと思います。

非常に雑駁でしたが、一つ一つを取り上げていくとかなりいろいろなアイデアが生まれてくるのではないかと私なり考えてこのような発表をさせていただきました。ご清聴ありがとうございました。

○磯貝座長

ありがとうございました。それでは、最後になりましたが、杉山先生、お願いいたします。

○杉山委員

理研の杉山です。私は昨年東大薬学を定年退官になりましたので、もともとは薬学オリジンであります。それで、今日は、薬学にかかわっている者として、この話題をいただいたときに、創薬との関係をお話しかないかと考えてきました。私の専門は薬物動態学でして、薬が体の中でどういう動きをするかとか、それを数学的なモデルを使ってシミュレーションを予測するという分野なのですが、専門のことはすべて忘れまして、このテーマで何ができるかということをお今日は考えてきましたので、そのプレゼンをいたします。

それで、創薬のテーマの前提としてもってきたのがこのスライドです。これは古い資料しか手元にすぐなかったのですが申しわけないのですが、最近でもほとんどこの傾向は変わりません。要するに、世界の中で出てくる新薬は年間に何十ぐらいしかないので。ところが、研究開発費は年々異常に大きくなっているという実情があります。これは日本でも世界的にもそうです。

一方で、皆さん創薬というと臨床試験が必要であることはご存じだと思うのですが、最終的に、人に医薬品候補化合物を投与するという臨床試験を行います。ところが、1と書いたのは、臨床第一相試験のことです。薬の候補化合物が選ばれてきたら、これを、健康人に普通は投与するのが、第一相試験です。ところが、100個の新しい化合物が第一相の臨床試験にもってこられたとしても、最後にマーケットに出るのは8個しかないので。8%の成功確率は極めて低い数字で、いかに医薬品開発が難しいのか。あるいはうまくいかないのかということを示しています。

これはいろいろな理由があります。簡単に言いますと、ここ何十年かの新薬の開発を世界的に見たときに、多くの人々が亡くなってしまいうような副作用などの事実が積み重なって

います。そうすると、例えば米国のFDAのような規制側の審査基準が厳しくなってくる。そこで臨床開発を非常に慎重にやろうという流れが出てきて、そこで臨床開発費が非常にかかってしまうということが、一つの理由です。

それと、他の薬と比べて長所がないと新薬にならないというクライテリアが難しくなっているなど、さまざまな理由があります。このスライドで言いたかったことは、黄色い部分は、ディスカバリーと書いてありますが何十万—何百万という化合物のライブラリーをもとに薬を探していくプロセスです。それから、ここに示すのがプレクリニカル（前臨床）過程ですから、動物実験、試験管の中の試験をすることにかかる費用。この後が全部、臨床試験にかかる費用なのです。要するに、製薬企業にとっては、臨床試験に相当多くのお金をかけざるを得ないという現状になっているがために、このディスカバリーの段階に多くの費用をかけられないという現実があります。

もう一つなぜ新薬が出づらくなっているかという理由として、良いものが大分開発し尽くされたということがあげられます。ご存じのようにゲノムが全部明らかにされましたから、ゲノムを見ることによって、それぞれの遺伝子がどのような性質を持つタンパク質を作るのかということの推定がついてきますが、創薬標的として簡単に推定できるタンパク質に対する薬は、かなりの部分が開発されただろうと思われています。従って、これから新薬を開発するのは非常に難しい段階になっているのです。

そこで、私が大きく期待しているものは、ケミカルバイオロジーというアプローチです。今、申しましたようにゲノム側からさかのぼって行って、新しい分子標的タンパク質見つけてくるのは難しい状況になりつつあります。そこで、昔からあるような天然物、生薬、あるいは海洋産物の中から、まだまだ活性のある物質を見つけてくることのできる可能性が大だと思います。こういうものの成分は構造が非常に複雑で、薬理活性がありそうなものが多いわけです。

全く新しい活性が何らかの天然物のスクリーニングから見出されてくると、それをツールにして、相手方の標的タンパク質をつつてくるという技術がさまざまな方法で開発されているのです。そういう手法がケミカルバイオロジーですが、薬学が非常に得意とする領域です。そうすると、通常的手法では想像もできなかったような新規の標的タンパク質が発見できる可能性があり、新薬開発につながるものと期待されます。

製薬企業は信じられない数の化合物ライブラリーを持っているのですが、ほとんどが化学合成品です。日本の中で天然物由来の化合物ライブラリーを集めているところが幾つかあるのですが、その中の一つが理研です。理研の長田先生のところに天然物化合物誘導体が幾つかはありますが、これはまだまだ少ないと私は思います。

それから、海洋生物由来物質、これも創薬のもととしては大いに期待されるものなのですが、こういうライブラリーは、私は自分の専門ではないのでネットで調べてみましたが、見つかりませんので、必要になってくるのではないかと考えています。

このような観点でそういう研究が、これまでにあるのか、インターネットで調べてみま

すと、NEDOがこういうテーマを何年か前に応募しておりました。これは私が今言ったことの一部なのですが、創薬リード化合物となる広いケミカルスペースを持った天然物化合物のライブラリーの充実、そして活性のある天然物の生産を効率的に行う技術の開発、ここは私が自分で書き加えた箇所なのですが、これらの手法で良い化合物ができて、ケミカルバイオロジーで相手の標的タンパク質が同定されたとして、それから医薬品候補化合物を有機合成法で合成する科学技術がすごく発展しているものの、すべてに適用可能とは限らない。そういう場合には、天然物、植物につくらせたいということも生じてきます。そこで、良い天然物の効率的な生産を行うような技術の開発も必要になってくるだろうと考えています。

それから、ここは唯一私の専門が生かせるところなのですが、メタボロームという技術が最近、急速に発展しています。漢方薬とか生薬というと、産地によって効果が違うとか、複数のものがお互いに協調的に働き合って効くということをお聞きになっていると思います。このことを、よりサイエンティックに進めるために、メタボロームという最近の方法を用いて、すべての主成分を網羅的に分析することが可能になりました。産地の問題とか、プロダクトのクオリティの問題をこういう技術で評価することができるようになりました。先ほど、ご紹介いただきましたIT技術を用いて解析していくと、シナジェティックエフェクト（協調作用）等の機構を解析することができるようになり、新しい創薬、新薬や漢方薬の提案につながってくるだろうと考えています。

これは千葉大の齋藤先生の部屋のホームページからもってきたのを一部改変させていた文章ですが、時間がありませんので、省略させていただきます。

漢方は、ここは日本の企業はかなり遅れていまして、最近グローバルなビッグファーマが漢方の領域に乗り出してきてすごい大きな研究費を投下してきています。多くの新薬が開発し尽くされて、漢方の領域に何かが見出されるのではないかと。つまり生薬の領域に彼らも期待しているのだろうと思います。

以上、結論として私の提案として言いたかったことは、天然物由来の化合物ライブラリーがもっともっと充実していく必要があるだろう。これがうまくできてきて、活性のある化合物を見出すことができるとケミカルバイオロジーの手法で新しい標的タンパク質を見つけていくということが十分に可能になるだろうと思います。

それから、生薬、漢方、あるいは先ほど成田先生が言われたような機能性食品、といったもののクオリティコントロールや作用機序の解明も非常に大事で、そこにメタボローム等の最近の技術、それからITの技術を使いながら、新しい研究領域を作っていくことにより、新薬や機能性食品の開発に繋がるということも提案させて頂きたいと思います。以上です。

○磯貝座長

ありがとうございました。意見交換は発表が終わってからと申し上げましたが、予定された時間を超過していますので、今日はこのくらいにさせていただいて、次回あるいは

次々回に、もう少し突っ込んだ意見交換をさせていただこうと思います。あとは議事次第「その他」で、事務局から連絡等がございましたらお願いしたいと思います。

4. その他

○事務局

資料7をご覧いただきたいと思います。資料7では、今後の予定でございますが、第2回検討会で、7月9日火曜日16時から18時半と予定させていただいております。場所は農水省内の会議室、議事といたしましては、異分野融合研究の推進方向の骨子案といったようなものが説明できればと考えております。アンケートにつきましては、参考資料に案としてつけさせていただいておりますが、異分野連携の研究開発に関するアンケートでございます。それから、異分野融合研究に関する関係機関の皆様から、あるいは委員の皆様からのご発表で予定させていただきたいと思いますが、第3回の検討会は、時間未定でございますが、7月19日と予定をさせていただきたいと思いますが、議事といたしましては、同じく関係機関、委員の皆様からのご発表と、それから異分野融合研究の推進方向案で、検討取りまとめで予定をさせていただきたいと思います。私からは以上でございます。

○磯貝座長

時間を超過して申し訳ございません。今日の議事はこれで終了させていただきます。では事務局にお返ししますので、事務局からご連絡を。

○研究推進課長

検討会メンバーの皆様また発表いただきました岡山大学様、生研センター様、大変ありがとうございました。大変貴重なご意見をさまざまな分野からいただきまして、これから融合するのが大変かと思いますが、あと2回会合がございますので、また引き続きよろしくお願いたします。これで閉会といたします。

閉会