

アジア原子力協力フォーラム(FNCA)
バイオ肥料プロジェクトおよび電子加速器利用プロジェクト

合同セッションサマリー (仮訳)

ベトナム原子力研究所 (VINATOM)

ベトナム、ハノイ

2016年11月7日～11日

1) ワークショップの概要

i) 期日	2016年11月7日～11日
ii) 場所	ベトナム、ハノイ
iii) 主催	日本文部科学省 (MEXT) ベトナム原子力研究所 (VINATOM) ベトナム農業科学アカデミー (VAAS)
iv) 出席者	バングラデシュ、中国、インドネシア、日本、カザフスタン、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムの10カ国より合計24名

2) ワークショップ・プログラム

開会セッション

ベトナム原子力研究所(VINATOM)副所長の Cao Dinh Thanh 氏、および FNCA バイオ肥料プロジェクトベトナムプロジェクトリーダー(PL)の Pham Van Toan 氏より挨拶があり、全ての参加者に対し温かい歓迎の意が表された。続いて、文部科学省調査員の春日章二氏、FNCA 日本アドバイザーの南波秀樹氏より挨拶があり、VINATOM および VAAS の厚遇とワークショップ開催への尽力に対し感謝の意が表された。引き続きワークショップ参加者が自己紹介を行った。

基調講演として、南波氏より 2015 年～2016 年における FNCA の活動概要と進捗状況が報告された。南波氏は FNCA の 10 プロジェクトについて、それぞれの活動概要と主要な成果を紹介した。続いて、バイオ肥料プロジェクト日本 PL である安藤象太郎氏、および電子加速器利用プロジェクト日本 PL である玉田正男氏より、各プロジェクトの活動概要とワークショップにおける主要課題が紹介された。

オープンセミナー

ワークショップ初日の 11 月 7 日には、アジアにおける放射線技術応用と持続可能な開発と題した半日のオープンセミナーが開催され、ワークショップ参加者を含め、省庁、研究機関、大学、産業界より約 50 名が参加した。

はじめに Cao 氏より、ベトナムにおける持続可能な発展のための放射線技術応用について報告があった。次にベトナム農業科学アカデミー(VAAS)の Nguyen Van Tao 氏より、ベトナムにおける持続可能な農業に向けた研究開発が紹介された。続いて電子

加速器利用プロジェクトベトナム PL の Nguyen Quoc Hien 氏より、持続可能な農業のための植物生長促進剤応用について発表があった。引き続き Pham 氏より、持続可能な農業のためのバイオ肥料応用研究が報告された。

量子科学技術研究開発機構(QST)の田口光正氏からは、日本における超吸水材の新たな医療応用について紹介があった。同機構の佐藤勝也氏からは、日本におけるイオンビーム育種の産業用微生物への応用について発表があった。

フィリピン原子力研究所の Fernando Aurigue 氏は、フィリピンの持続可能な開発に向けた電子加速器応用の挑戦について報告した。最後に、タイ農業局の Phatchayaphon Meunchang 氏より、タイにおけるバイオ肥料研究開発の現状について発表があった。オープンセミナーサマリーは添付 2 の通りである。(電子加速器利用プロジェクト発表者のみ)

セッション 1 植物生長促進剤に関するカントリーレポート(電子加速器利用プロジェクト)
電子加速器利用プロジェクトの参加 7 ヶ国が、それぞれ植物生長促進剤(PGP)に関するカントリーレポートについて報告を行った。各国の報告概要は添付 1 の通りである。

セッション 2 バイオ肥料と植物生長促進剤との相乗効果に関する報告(バイオ肥料プロジェクト)

バイオ肥料プロジェクトの参加 9 ヶ国が、それぞれ植物生長促進剤(PGP)との相乗効果に関する報告を行った。各国の報告概要は添付 1 の通りである。

セッション 3 バイオ肥料と植物生長促進剤との相乗効果に関する可能性について
マレーシアの Rosnani binti Abdul Rashid 氏よりリードスピーチに続き、バイオ肥料と PGP の併用により得られる相乗効果の利点および評価について議論が行われた。議論内容は以下の通りである。

- セッション 2 における発表結果から、相乗効果に関する研究は予備段階であり、対象植物の選定、化学肥料の減量率等について条件の最適化が必要であることが示された。特に、化学肥料の過剰施用によりバイオ肥料の効果および PGP の効果が不明確になるため、土壌分析による化学肥料の適正化が重要であり、コストの評価も同時に必要である。
- 典型的な相乗効果として、トマト栽培の生存率に関して、発芽段階におけるライブコートとその後の成長段階における PGP の葉面散布によりトマト青枯病の発生が劇的に減少したことが日本から報告された。
- バイオ肥料と PGP が類似した機能で作用するとき、植物生長促進に関する相乗効果は限定的と考えられる。相乗効果はバイオ肥料の養分供給とオリゴ糖のエリクターのような異なる効果を併用する場合に期待される。
- 本合同ワークショップの開催は、各国内のネットワーク構築および両プロジェクトにおける情報交換を開始する好機となった。

セッション 4 個別セッションのまとめおよび意見交換

Pham 氏よりバイオ肥料プロジェクト個別セッションの結果が報告され、続いて

Nguyen 氏より、電子加速器利用プロジェクト個別セッションのまとめ、2017 年に向けた活動計画、および次期フェーズ(2018 年～2020 年)での先行研究について報告があった。円卓討議においては、両プロジェクトにおける今後の協力の可能性と相乗効果について活発に討議された。

閉会セッション

ワークショップの議事録が討議され全ての参加者によって合意された。本議事録は第 18 回コーディネーター会合で報告される。最後に Cao 氏より挨拶があり、実り多いワークショップが閉会された。また、南波氏よりベトナムからの厚遇に感謝の意が表された。

※英語版原本と本和訳の間に齟齬がある場合、英語版原本が優先します。

アジア原子力協力フォーラム(FNCA)

電子加速器利用プロジェクト

個別セッションサマリー (仮訳)

ベトナム原子力研究所 (VINATOM)

ベトナム、ハノイ

2016年11月9日～11日

1) ワークショップの概要

i) 日程	2016年11月9日～11日
ii) 場所	ベトナム原子力研究所 (VINATOM)
iii) ホスト機関	ベトナム原子力研究所 (VINATOM)、文部科学省
iv) 参加者	バングラデシュ、インドネシア、日本、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムから計11名
v) プログラム	添付 2-1

2) ワークショップ・プログラム

個別セッションには、FNCA参加8ヶ国（バングラデシュ、インドネシア、日本、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイおよびベトナム）から、電子加速器利用と天然高分子の放射線処理に関する専門家が11名参加した。ワークショップ参加者のリストを添付2-2に示す。

個別セッション1：<PGP>まとめI 研究と実用化に向けた課題

Amartaivan Tsenddavaa氏が、合同セッション1について、植物生長促進剤（PGP）の商業化を目指す国々が直面している研究と実用化に向けた課題に焦点をあてて包括した。リードスピーチの後、参加者は討議を行った。

<発表要旨>

本セッションでは、バングラデシュ、モンゴルおよびフィリピンが、PGPの効果と実用化に向けた課題に関する研究結果を共有した。バングラデシュは実地試験段階、フィリピンは準実用化段階であるが、モンゴルは研究段階である。実用化に向け、それぞれの国が、それぞれの状況に応じた課題を抱えている。実用化に向け、以下のことが明確化およびサポートされなければならない。

- 農家に関心を持つ植物に対して PGP が目に見える成果を出すことにより、農家の収入向上と原子力技術利用のアウトリーチに繋がる。
- 研究所での実験、フィールド試験、農家との共同試験等に向けたサポートと予算。

<議論要旨>

参加国の多くが、開発された PGP の登録と分類に関する現状を共有した。これらの国は、登録を進めるため多くの項目データを提供する必要がある。日本は PGP を農薬として分類しているため、毒性調査が必要である。フィリピンは、台風のため乾季と雨季のデータが十分に得られていないと説明した。インドネシアの場合、PGP の

分類が課題となっているが、政府の協力も納得がいくものではない。インドネシアは、PGP を分類するための調査を政府が行うのを待たなければならない。政府からの予算不足は、参加国が直面する主要な問題である。参加国は、フィールド試験をより大規模に行う予算を必要としている。一部の参加国政府は、研究を行うための予算にも異なる優先度を持っている。インドネシアでの PGP のフィールド試験の 90% が遠隔地で行われており、(資源の) 追跡調査が困難である。さらに、農業分野の専門知識の不足も、実用化プロセスの一部を妨げている。バングラデシュは、登録のためにさまざまな種類の作物をフィールド試験中である。モンゴルでの主な障害は原料、および照射施設を利用できないことである。パブリックアクセプタンスも非常に低い。それ故、PGP に関するいくつかのセミナーを、原子力技術利用に対する認識を高めるために行っている。参加者は、PGP の実用化におけるフィリピンの経験から多くを学んでいる。フィリピンでは政党、農業従事者、化学者および農業部門から全面的な支援を獲得している。

個別セッション 2 : <PGP>まとめ II : 新たな研究

Darmawan Darwis 氏が、合同セッション I について、すでに PGP を実用化済みの国々が現在取り組んでいるオリゴキトサンの新たな研究に焦点を当てて包括した。また Darwis 氏は、参加国に新たな研究テーマを提示するよう提案した。

個別セッション 3 : <SWA>カントリーレポート I : 研究と実用化における現状と課題

超吸水材 (SWA) の研究と実用化における現状と課題について、5 件のカントリーレポートが発表された。カントリーレポートサマリーは添付 3 を参照。

個別セッション 4 : <SWA>まとめ I : 研究と実用化における現状と課題

Nguyen Quoc Hien 氏が、個別セッション 3 について包括した。リードスピーチの後、参加者は討議を行った。

<発表要旨>

バングラデシュ :

バングラデシュは、ナスのセミ・フィールド実験に CMC-co-AAc SWA ハイドロゲルを用いた。砂壌土に SWA を用いて植えたナスは、水やり頻度を 1 日 1 回から週 2 回に減らすことができる。ナスに対する SWA の効果により、形態学的値、すなわち木の高さ、花の数、果実の数、果実の重量が、対照と比較して増加した。SWA を使用した場合、SWA とオリゴキトサンの組み合わせを使用した場合、オリゴキトサンを使用した場合および対照の区画当たりのナス収量は、それぞれ 18.57、19.0、19.68 および 9.18kg/区画である。バングラデシュの今後の計画は、ナスおよびトウモロコシへの SWA の利用をフィールド規模で継続し、それを農業科学者と協力して大規模へと拡大し、また玉田氏の提案に従ってバイオ肥料グループと協力することである。

インドネシア :

インドネシアは、砂壌土での水利用効率およびシャロット (*Allium Ascalanicum*) の

成長のためにキャッサバ-アクリレート SWA ヒドロゲルを用いた。キャッサバ-アクリレート SWA ヒドロゲルは、砂質土に植えられたシャロットに対する水かんがい効率を向上させ、乾季／オフシーズン中 1 日 2 回から週 1 回とし、シャロットの木の高さを増加させる。また SWA とキトサンの組み合わせ処理は、シャロットの木の高さを最大にし、収量%を増加させる。キャッサバ-アクリレート SWA (0.5gm/株) と 50ppm のオリゴキトサンを使用すると、最良の生育を与え、最大収量 (140%) を与える。唐辛子の場合、砂質土において (株当たり) 0.5gm の SWA と 50ppm のオリゴキトサンを使用すると、効果的に収量が増加し (184%まで増加)、発芽数が増加し、病気が減り、収穫期が 11 回から 15 回に増加する。土壌微生物の成長、水効率およびチンゲンサイのバイオマスに対する SWA の効果は、まだ準備できていない。その作業が進行中である。

マレーシア：

マレーシアは、カイラン、ハウレンソウおよびカラシナにサゴ-アクリレート SWA を用いた。0.5%サゴ SWA の使用により、カイラン、ハウレンソウおよびカラシナの重量がそれぞれ 9.8、36 および 50%増加した。カラシナの場合、1%および 1.5%SWA の使用により、植物重量が対照と比較してそれぞれ 43%および 100%増加した。マレーシアは、ポット試験研究で砂質土に植えたシャロット (*Allium cepa* cv. *Aggregatum*) にも SWA を用いた。この研究はまだ初期段階にあるが、0.1%SWA が最高の木の高さを与え、0.3%SWA が最多数の球茎および葉を与えるという予備結果が得られている。この実験を完了するにはもう数週間かかるため、これらの結果はまだ結論ではない。

モンゴル：

モンゴルは、10~40kGy の照射を用いて SWA (Na-AAc とみみ殻/イネわら) を調整したが、ゲルを形成しなかった。しかし CMC-わら/殻 SWA では、ゲルを形成した。CMC-わら/殻 SWA の特性は、FTIR、IR などを用いて評価した。CMC-わら/殻 SWA の最適条件および保水性が得られる予定である。

フィリピン：

0.25% κ -カラギーナン/PAA SWA は、14 日間で 10%の保水能力を示すのに対し、対照は同日間で 2~3%の保水能力を示す。対照 (SWA を使用しない)、0.25%、0.5%、0.75%および 1.0%キャッサバでんぷん/PAA SWA の場合、16 日間でそれぞれ 2、3、15、35 および 40%の保水能力である。0.5%キャッサバでんぷん/PAA SWA の 16 日間での土壌水分保持能力は 18%であるのに対し、テラソルブ (0.5%) は同日間で 40%の土壌水分保持能力を示す。 κ -カラギーナン/PAA およびキャッサバでんぷん/PAA SWA の水中での膨潤度は、それぞれおおよそ 700g water/g および 170g water/g である。 κ -カラギーナン/PAA およびキャッサバでんぷん/PAA などの調整された SWA のゲル分率は、それぞれ 65~75%、70~80%である。

<議論要旨>

ベトナムの Hien 氏により本セッションのリードスピーチが行われ、SWA の実用化を試みているバングラデシュ、インドネシア、マレーシア、モンゴル、フィリピンの発表が包括された。討議内容は下記の通り。

- SWA の調整およびその水分含有量、土壌中の SWA 濃度などの観点からの評価に関する発表での情報の共有が、実施中の研究でのノウハウ不足に起因する障害を解決した。
- 乾燥地帯での植物成長に対する SWA の効果は、土壌中の SWA の必要量を減らすことのできる点滴かんがいシステムにおいて再検討されるべきである。土壌中の SWA 量の節約は、より高い費用対効果をもたらし、SWA の実用化のための技術移転を促進できる。

個別セッション 5 : <SWA>カントリーレポート II : 新たな研究とニーズ分析

SWA の新たな研究とニーズ分析について、3 件のカントリーレポートが発表された。カントリーレポートサマリーは添付 3 の通りである。

個別セッション 6 : <SWA>まとめ II : 新たな研究とニーズ分析

Phiriyatorn Suwanmala 氏が、個別セッション 5 を包括した。リードスピーチの後、参加者は討議を行った。

<議論要旨>

放射線架橋および/またはグラフト結合によって作製される土壌改良剤向け SWA の研究開発が、FNCA の MS で行われている。カルボキシメチル・セルロース・ハイドロゲルが、電子ビーム照射によって壁紙およびランプシェード向けに製造され、日本の NHV (日新ハイボルテージ) の協力によって実用化されている。2-ヒドロキシエチル・メタクリレート、ポリエチレングリコール・ジメタクリレート、およびヒドロキシメチル・塩化ホスホニウムを含有するヒドロキシプロピル・セルロースから作製する SWA を、がん治療用の放射線線量計に用いる新しい研究が日本で行われている。このゲルは、体表の線量分布を可視化するための 2D 線量計として、またはがん治療における線量分布のための 3D 線量計として使用することができる。タイでは、蒸留水、水道水、および地下水中での膨潤比に対する SWA の粒径の効果が調査された。その結果、吸水が平衡状態に達するまでは、粒径の小さい SWA の方が粒径の大きい SWA より膨潤比が高くなることが分かった。土壌の吸水に対する SWA の効果が研究された。その結果、SWA を使用しない場合、土壌の吸水は加水の増加とともに減少することが分かった。SWA を使用しない土壌は、SWA を混合した土壌より水はけが良かった。ザボンの耐乾性に対する SWA の効果も研究された。その結果、SWA はザボンに耐乾性を与えることができることが分かった。ベトナムでは、2005 年から SWA の研究開発が行われている。「GAM-Sorb」という商品名の、ガンマ線により処理されたアクリル酸グラフトでんぷんが、パイロット規模で年間 3 トンの生産量で製造されている。GAM-Sorb は、土壌湿度調整材の商品名であり、SWA と呼ばれることが多い。この材料の使用は、気候変動のため干ばつに見舞われた乾燥または水

不足地域で農業を行うための最も有用な解決策の1つと考えられる。SWA キャリアの葉面補給への利用も研究されている。「Nanopolidone」という名称の、ポリ(ビニルピロリドン)といくつかの微量元素を併用した葉面補給用のナノゲルの研究が行われた。

個別セッション7：放射線加工に関する FNCA プロジェクトと IAEA/RCA プロジェクトの連携

Marina Binti Talib 氏が、放射線加工に関する FNCA プロジェクトと IAEA/RCA プロジェクトの連携について報告し、続いて参加者は討議を行った。

<発表要旨>

RCA/IAEA の1つに、RAS1014「産業利用と環境保護のための先進的なグラフト結合材料の開発のための放射線加工支援プロジェクト (RCA)」がある。このプロジェクトの目的は、産業利用のための先進的なグラフト結合製品を製造し、放射線加工の使用によって環境汚染を軽減することである。このプロジェクトの成果は、FNCA のプロジェクトの焦点の1つである超吸水材である。RCA/IAEA の参加者は、関与するプロジェクトの成功のため、情報／報告書を自由に共有または交換してもらいたい。両プロジェクトの協力は今後も継続され、支援される。

<討議要旨>

Marina Binti Talib 氏が、RAS1014 のプロジェクト活動について報告する。非 FNCA 参加国であるインド、スリランカ、およびパキスタンなどの RCA GP の研究者らは、PGP および SWA 開発の成果情報を求めている。しかし、FNCA プロジェクトが RCA プロジェクトからの非 FNCA 参加者の参加を快く受け入れているにもかかわらず、このワークショップに非 FNCA 参加国の RCA GP からの参加はない。FNCA プロジェクト参加者は、放射線加工によるヒドロゲルおよびオリゴ糖の開発に関するガイドラインを更新し、情報をウェブページに掲載する予定である。参加国は、ヒドロゲルおよびオリゴ糖の放射線加工の更新後に、FNCA のウェブページにガイドライン「放射線加工によるヒドロゲルおよびオリゴ糖の開発に関する FNCA ガイドライン」をアップロードして情報を共有することに合意した。

Parallel Session 8: Future Plan (2016-2017)

玉田正男氏が、プロジェクトの将来計画について発表し、続いて参加者は討議を行った

<Abstract of Speech>

電子加速器利用プロジェクトは、現在第5フェーズである。本プロジェクトは、放射線による新たな高分子加工の研究のため2001年度に開始された。新たな加工技術により、創傷被覆材、フェイスマスク、天然高分子の機能化、排ガス処理等が開発された。2006年度から開始された第2フェーズでは、天然高分子を放射線加工したシルク・ソープと植物生長促進剤 (PGP) が開発された。2009年度に始まる第3フェーズでは、天然高分子由来の PGP と超吸水材 (SWA) が主な題材となった。第4フェー

ズ（2012年度～2014年度）では、開発した PGP と SWA をエンドユーザーに技術移転することに専心した。2015年度～2017年度の第5フェーズでは、全ての参加国が PGP を実用化できるよう、技術移転に伴う問題や課題を解決するサポートをおこなう。

SWA については、実用化の可能性を費用・効果分析で評価する。第5フェーズの終わりには、コーディネーター会合で成果が評価され、プロジェクトの継続が決定されるのである。2018年度に始まる第6フェーズでは、参加各国で有望な新たな応用が期待される。

<議論要旨>

玉田氏の発表の後、参加者達は2017年に向けた計画と2018年からのプロジェクトの延長について討議した。各国は来年度に向けた PGP と SWA の計画をテーブル（添付2-6）に記入した。参加国は、PGP と SWA の実用化について明確な結果を出すため、プロジェクトの延長に概ね合意した。主な課題や活動詳細については、別途検討される。

個別セッション9：サマリー

Fernando Aurigue 氏が、個別セッションのサマリーを行った。その後、個別セッションの議事録が、いくつかの修正の後に参加者により承認された。

個別セッション10：合同セッションにおける閉会に向けた準備

Nguyen Quoc Hien 氏が、合同セッションにおける閉会に向けて、個別セッション全体を包括した。

テクニカル・ビジット

参加者達は11月9日に108ミリタリー・セントラル病院の視察を行った。30MeV サイクロトロンセンター長のヴァー・タン・クアン氏が、病院内を紹介した。

※英語版原本と本和訳の間に齟齬がある場合、英語版原本が優先します。