

## 研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP)

### ステージ I : 戦略テーマ重点タイプ

#### 研究開発テーマ「ナノレベルの分解能と識別感度をもつイオンセンサの実現に向けた技術開発」 中間評価報告書

## 総合評価 B

### 総合所見

本研究開発テーマ自体は重要であり、他のシステムでは対応できない用途に適用可能な高性能なイオンセンサ・イメージングシステムが完成すれば、バイオだけでなくいろいろな分野で使われると考えられる。3チームそれぞれに課題を抱えており、進捗状況にも差異が認められるが、これまでのところ、最終目的に向けて研究開発は進んでいる。しかし、ナノイメージングシステムの開発は世界中で活発に行われており、また実用化も進んでいる現状を考えると、本プロジェクトが置かれた状況は非常に厳しく、本プロジェクトで開発するデバイスやシステムの明らかな特長や優位性を明確に示す必要がある。また、それぞれの課題を担当する大学、企業の研究者が最終目標に向けてどこまで本気で取り組んでいるのか、再確認も必要である。本プロジェクトの「ナノレベルの分解能と識別感度をもつイオンセンサ」を確実に目に見える形で実現し、その有用性を示していただきたい。

P0の本プロジェクトの運営は妥当であるが、イオンイメージングの特長を活かし、他のシステムを凌駕する特長を出せるようなところに資源を集中投資することも考慮すべきである。また、産業競争力の強化に資するためには、新技術の知財化は必須である。すでに価値ある新たな技術が出てきているので、これらの知財化について改めて取り組みを強化する必要がある。大学の研究者は、知財化に留意しつつ研究成果を論文等で公表し、世界に向けて積極的に情報発信し、この分野での日本の存在感を示して欲しい。

ユーザーの視点は極めて重要である。大学の研究者や企業技術者の思い込みで研究開発が進まないように、市場調査を含めエンドユーザーとなり得る医薬農学系、その他の関連研究者、技術者等の意見を取り入れる工夫を進めることが求められる。

また、3チームがそれぞれ独自に研究開発するのではなく、P0のリーダーシップの下、それぞれの特長を活かしチーム間連携を進め、迅速に研究開発できる体制にして欲しい。プロジェクト終了後も、実用化に向け着実に進展するようにマイルストーンを明確にし、企業が責任を持って実行することが必要である。中途半

端なプロトタイプ開発で終えるようなことは避けなければならない。

## 1. 研究開発テーマのねらい（目標）について

世界的に高精度のイメージングシステムの開発およびその利用が進んでいる現状で、これまでの日本の産業を支えてきた半導体研究や技術を発展させ、新たな産業創出の核となる高性能のイオンイメージングシステム、ナノイオンセンサを開発するという本研究開発の目的は妥当で重要なものである。ここで開発するデバイスやシステムを用いた計測は、バイオ分野だけでなく、エネルギー分野、プロセス分野にも広がることが予想され、その波及効果は大きい。本 A-STEP により、世界をリードする新しいデバイスやシステムが開発されることを強く期待する。

重要なテーマではあるが、イメージングシステムの空間分解能、時間分解能、感度、測定対象、操作性、安定性など具体的な目標値が設定されていないことが気にかかる。既に種々のイメージングシステムを開発されている中で、本 A-STEP で開発されたシステムが競争力を発揮できるのか、現時点では不安が払拭できない。

アドバイザー構成については特に問題を感じないが、各チームに対して具体的アドバイスがどの程度の質・頻度で行われたのか、またそれがいつどのように反映されたのかが分かりにくい。また、アドバイザーの構成が、ややデバイスサイドに寄りすぎている印象がある。これからの研究開発の展開を考えると、得られたデバイスがサイエンスを行う上での有用なツールであることを実証できる基礎研究者やユーザーの視線を持ったアドバイザーが必要と思われる。例えば、食品業界や医薬品業界からの有識者が参画することも考慮すべきである。

## 2. 研究開発テーマのマネジメントについて

3 グループの特長を活かしたいという P0 の運営方針は理解できる。P0 は、個々のグループの現状や課題は正確に把握し、進捗状況からチーム構成や課題の見直しを進め適切に運営している。ただ、これらのデバイスが用いられうる基礎研究分野で何が必要とされているのか、最終的な出口として何を目指すべきであるのか、その研究の方向性につき、ユーザーの意見・要望が、採択課題の検討時あるいは研究のスタート段階から考慮されても良かったのではないかと思われる。

チーム間で研究開発の進捗状況は異なるが、それぞれ研究は進んでいる。ただ、3 チーム共に原理開発・装置開発により興味を持っているように思われるので、プロジェクト後半に向かっては、他のシステムで対応できない応用展開を強く意識し研究開発を進めるべきである。この観点で、P0 が、特に中里チームに危機感を持って指導されていることは納得できる。このチームからは「グルコース

や ATP 等の生体分子を製品化のターゲットとする旨報告があった」との記述があるが、バイオセンシング研究の現状を考えると、これは妥当でない。チームにこの分野の専門家がいなかったことに起因していると考えられる。また、細菌やウイルス検出については、簡易遺伝子検査など他の競合手法が提案されているので、真に競争力を有するか、慎重に判断し方向の修正も含め研究開発の方向を再考すべきである。

川田チームも原理開発・装置開発に興味を持っているように思われ、実用を意識したイオンイメージセンサとしての開発速度は遅いと感じられる。このチームのテーマは他の 2 つのテーマよりももともと基礎寄りであると考えられが、このままでは期待された成果が出てこない可能性がある。また、生きている細胞のイオンチャネル計測を行うことを目標としているが、このシステムが、ダメージフリーで厚みのある細胞計測に適用できる根拠が見当たらない。

澤田チームは、このグループがこれまで発表してきたイメージセンサを着々と微小化している印象を受ける。このチームに対する PO のマネジメントは妥当であり、最終年度までに PO が期待しているものは実現されるものと思われる。しかし、最終的に完成したイメージセンサが他のイメージングデバイスと比べどのような優位性があるのか、サイエンスとしてどのようなインパクトがある成果が出せるのか、気になるところである。PO は進捗状況を的確に把握し、必要なアドバイスをしたい。

企業が加わっているが、全体的に事業化のマイルストーンが明確に示されていない。研究費も大学が中心で使用されているが、企業が本気にならないと実用化に向けた開発は進まない。研究費の配分に関しては、予算の増額が必要との記述があるが、他の競合技術の現状を十分に把握し、企業への配分比率を大幅に増やすような傾斜配分することも考えるべきである。一方で、多額の研究費は使われている大学から成果のアウトプットが少ない。これまでの研究期間内で、予算額に見合った数の論文が出ているとは思えない。世界に向けて積極的に情報発信し、この分野での日本の存在感を高めて欲しい。また、大学、企業からの特許出願件数も少なく、成果の知財化に熱心であるとの印象は受けない。PO はこれらに関して、関係者に問題意識を持つように指導して欲しい。

年に 1 度全研究者が一堂に会して議論する場を持たれているのは、異分野からの視点で新技術創出の機会を得るという点で非常に良い取り組みである。この観点で、幅広い視点を有するアドバイザーの役割に期待したい。プロジェクト後半では、企業間連携を含め効率的な運営に努めてもらいたい。

### 3. 研究開発テーマとしての産業創出の核となる技術の確立に向けた状況

世界的に高精度のイメージングシステムの開発およびその利用が進んでいる現状を考えると、本プロジェクトの研究開発により産業創出の核となる技術が創出される可能性はあるが、それは非常に厳しい状況であると言わざるを得ない。

まず、民間企業がそれぞれ提案されたテーマについて十分に市場調査を行っ

ているのかどうか、プロジェクト終了後の実用化について企業内で十分議論が尽くされているのか、疑問が残る。それぞれの研究課題のところで、イメージセンサ等、半導体デバイスとしての優位性が強調されているが、このプロジェクトで成果として出すべきものは「化学・バイオセンシングデバイス」である。この実用化を推進する上での難題は、その使用目的が多様で、一部の例外を除いて、それぞれの市場規模は必ずしも大きくない点である。また、種々のナノバイオイメージングシステムが存在する現状で、本プロジェクトで開発するデバイスやシステムが、空間、時間解像度、感度、操作性、試料に対する無侵襲性、安定性、どれをとっても中途半端なプロトタイプで終わる可能性がある。特に、本プロジェクトで開発するデバイスを用いたイオンイメージングシステムはデバイス表面しかイメージングできず、今の潮流である3Dイメージングには適さないという致命的とも思える欠点がある。この欠点を補う優位性をどのようにアピールできるかが極めて重要と考える。

中途半端なシステムではなく、ある特定の部分で他が追従できないようなシステム開発があってもいいと考えられる。そのためには、エンドユーザーとなりうる医薬農学系、あるいはそのほか関連ユーザーの意見を十分に反映し、フィードバックを得ながら完成度を高め、更に、付加価値を高める機能を装備することが必要である。

この種の仕事がビジネスになるかどうかは、企業が本気でやる気があること、企業にしっかりと技術がトランスファーされること、製品としての初期投資ができることが重要である。効率的に投資する観点でも、それぞれの企業が独立して研究開発を進めるのではなく、企業の得意なところを活かした連携も必要である。たとえば、集積回路の作製は、他のチームの回路も含め浜松ホトニクスが担当することもあり得る。新しい日本の産業創出の核となる技術を確立するためにも、大学だけでなく関連企業も一体となってアンダーワンルーフで取り組むことが望まれる。

研究成果としての大学から論文発表は満足できるレベルになく、共同優位性や知財戦略、企業戦略と言う観点での特許出願も少なく、この点も問題である。実用化を考えると補足的な特許出願により枝葉の技術についても知財を取得しておくことも重要である。知財を取得しておけば、将来的にそれが別の形で実用化される可能性も出てくる。戦略的に足固めをして欲しい。

#### 4. その他

他のプロジェクトでは、傘下のチーム代表や分担者に配慮し、POの大胆な考えを十分に出せない雰囲気になっているものがある。JST関係者は、問題がある場合には、POが途中で研究開発の打ち切りを断行できる環境作りが必要である。

科学技術分野における日本の存在感が急速に低下し、米国だけでなく中国にも大きく水をあけられている昨今、国内の研究者への研究資源の配分は慎重さ

が求められる。この劣勢を挽回する上で、JST の責任は重大である。配分した予算については、その額が大きくなればなるほど、プロジェクトで期待されているものが実現されたのか、厳しくチェックすることが求められる。大学もプロジェクト終了後は企業の責任で進めるべきことで、大学は関係ないということでは済まされない。プロジェクト終了後も進捗状況を適確に把握し、問題がある場合には適切に指導できるような体制作りが必要である。

一方で、この種のプロジェクトにより次の産業につながる新しいシーズが生み出されることがある。一見、製品化に直接結びつかないと思われる成果でも長期的な視点で評価することも必要である。また、プロジェクトが若手研究者育成の場となっている事実もある。現在、プロジェクトで雇用された若手研究者が置かれた状況は厳しいものがあり、エフォート管理を含め若手育成という視点も入れ、柔軟な運営ができる体制にして欲しい。

以上