

ERATO 彌田超集積材料プロジェクト事後評価（予備評価）報告書

【研究総括】 彌田 智一（東京工業大学 フロンティア研究機構・資源化学研究所／教授）

【評価委員】（敬称略、五十音順）

高井 まどか（東京大学 大学院工学系研究科／教授）
中條 善樹（委員長；京都大学 大学院工学研究科／教授）
藤田 照典（三井化学株式会社／シニアリサーチフェロー）
村越 敬（北海道大学 大学院理学研究科／教授）

評価の概要

ERATO 彌田超集積材料プロジェクトの基本構想は、異種材料をナノ・マイクロスケールで規則性を持って配列させることにより、材料の単なる足し合わせでは顕在化しない構成成分間の相互作用を新たな機能として発現する「超集積材料」の創成である。構成成分の規則正しい配列を実現するための強力な材料化学プロセスの開発と新しい方法論の提示を達成するため、基盤技術として「テンプレート（鋳型）技術」を据え、様々な材料に適用することにより、全く異なる物性、特徴を持つ先端材料をゼロから探索し、実用化につなげるという意欲的・挑戦的な内容となっている。プロジェクト運営に際しても、進捗に応じたフレキシブルな対応、企業との共同研究や学外における研究会設立など積極的な対外連携、弁理士との早期からの情報共有や若手研究員の研究環境への配慮等、研究総括による意欲的な取り組みが見られた。

研究面では上記の基本構想達成に向け、新しい転写プロセスの開発を目指す転写材料グループ、自然界のナノ・マイクロ構造の機能化プロセス開発を目指すバイオテンプレートグループ、分子グリッド配線と単一分子伝導特性の評価法開発を目指す分子回路グループ、異種物質のナノ規則配列により誘起された機能の開発とその実装を目指すナノ接合グループの4グループを組織し、得られた成果を①かたちの転写プロセス工学、②分子・材料統合プロセスからの分子回路、③ナノ接合・集積によるデバイス化プロセスという3つの方法論として提示している。

①かたちの転写プロセス工学では、らせん藻類であるスピルリナに無電解めっきを施すことで得られるマイクロコイルの作製および電磁コイルへの応用に向けた特性解明というユニークな成果が得られている。今後も新たなテンプレート材料の選択と構造材料への展開が期待されるが、転写体が持つ特長や既存の類似材料と比較した場合の優位性を検討し発展させるなど、産業界等への情報発信の工夫が求められる。②分子・材料統合プロセスからの分子回路では、分子グリッド配線作製には至っていないが、ブロックコポリマーの相分離構造の回路への展開やメタルフリー連鎖的重縮合技術を活かした分子架橋への挑戦など、要素技術としては着実に積み上がってきており、またその評価方法についても同時に研究が進められている。一方で傾斜接合による界面機能の創出についても、プロセス技術の開発までが成果として得られており、物性の確認、機能の発現といった発展が期待される。③ナノ接合・集積化によるデバイス化プロセスについては、現時点ではインパクトのある成果が顕在化していないが、ブロックコポリマー透過膜やナノ構造材料を利用したミニ極端紫外光（EUV）発生ターゲットシステムといった特徴的な研究が進められている。これらの方法論の先にある機能の発現法、学術的な新規性等をさらに突きつめていくことが求められる。

本プロジェクトでは、研究総括が目指す新たな材料化学プロセスについて、インパクトのある研究が進められ、レベルの高い要素技術が創出されている。今後の進展への期待も非常

に大きく、学術的、産業的な広がりが見込まれることから、戦略目標である「プロセスインテグレーションによる次世代ナノシステムの創製」に資する成果を上げていると認めることができる。プロジェクトの真価を決めるのは今後の研究活動次第であると言える。残りの研究期間において、個々の研究成果、方法論をプロジェクト全体としてどのようにまとめていくのかをよく議論し、進行中の研究テーマについての選択と集中、および学术界、産業界等へのより積極的、戦略的な情報発信を展開していくことを強く期待する。

1. 研究プロジェクトの設定および運営

1-1. プロジェクトの全体構想

多くの材料は単独で用いられることは少なく、他の材料や技術と併せて用いられている。従来の混合物、複合材料、ハイブリットといった材料では、各成分の混合状態の均質性や規則性がほとんど考慮されずに混ぜ合わされ、基本的には各材料・成分の性質や機能を単純に足し合わせた複合機能が利用されてきた。一方で、ナノスケールでの混合では、各成分間の多様な相互作用によって、単なる足し合わせを超えた新たな性質が期待されるが、実際には各成分のドメインサイズ、構造周期、配置配列にある程度の均一性がないと、混合物全体の機能としては現れにくい。したがって、各成分間の多様な相互作用を顕在化させ、新たな物性や機能を生み出すためには、ナノスケールで高い規則性を持って配列した混合状態を作り出すことが重要である。既知の材料であっても、「適切なスケールで、規則正しく（上手に）混ぜる」ことが可能になれば、未知の性質を生み出すことができるはずである。

本プロジェクトは、異種材料をナノ・マイクロスケールで、「規則性を持って上手に混ぜ合わせる」ことにより、単なる性質の足し合わせからは得られない、各成分間の相互作用が新たな機能として顕在化した「超集積材料」の作製プロセスの開発を目指した。既存の複合材料やナノ・マイクロ材料の延長ではなく、ナノ・マイクロレベルでの構造制御と制御体の均質な混合状態の実現による「革新的機能を持つ新材料」の開発を目指す意欲的・挑戦的な構想である。また、ゼロからの課題探索を基本に、構造構築要素として生物、生体高分子、有機分子、無機化合物、高分子、半導体、金属等を幅広く検討している。さらに、「なぜ、その技術が求められているのか」を重視した材料化学プロセスの開発を進めており、材料化学研究の新しい方法論の提示と次世代産業への創出の両方が期待される、極めて挑戦的かつ融合的なプロジェクトと言える。

1-2. プロジェクトの目標・計画

上記の全体構想に基づき、本プロジェクトでは（1）分子の力で異種材料を組織化する新しい転写プロセスの開発を目指す「転写材料グループ」、（2）自然界のナノ・マイクロ構造の機能化プロセスの開発を目指す「バイオテンプレートグループ」、（3）精密重合を用いた分子グリッド配線と単一分子伝導特性の評価法開発を目指す「分子回路グループ」、（4）異種物質のナノ規則配列により誘起された機能の開発とその実装を目指す「ナノ接合グループの」4つのグループを置いている。

そして、これらのグループが連携しながら、①かたちの転写プロセス工学、②分子・材料統合プロセスからの分子回路、③ナノ接合・集積によるデバイス化プロセスの3つの方法論をグループ横断的なテーマとして研究を進めている。テーマ内で興味深い課題を設定しており研究計画は妥当なものと思われるが、グループ間の相互連携による融合的研究という意味では、その課題が選ばれた理由、各グループ間の連携状況が見えづらくなっている。これらの各テーマの達成と本プロジェクトの構想実現の関係をしっかりと整理し、明示していくことで、プロジェクトの方向性、研究グループ間の相互連携が明確化され、相乗効果により構

想提案が達成されるという ERATO らしさがより強調されると思料する。

1-3. プロジェクトの運営

本プロジェクトは、研究総括、研究総括補佐（グループリーダー兼任）とグループリーダー4名という体制で進められている。全く新しい視点での基礎探索から応用展開（材料化学プロセス開発）まで包括するプロジェクトであることから、各グループが応用展開を視野に入れつつも、探索・基盤研究をメインとするグループとデバイス化を目指すグループに分けての運営は適切である。また、研究員の集め方、専門分野、各グループの人数などのバランスも妥当である。さらに、進捗に応じた研究課題の選択と集中、プロジェクトの体制改編を行うなど柔軟に運営し、研究開発の効率化・加速化が図られている。研究総括のもと、ヘッドクォーターも適切に管理されており、JST や研究総括所属機関との各種調整等も含む研究支援の役割を十分に果たしている。

研究総括のリーダーシップは十分に発揮され、若手研究員が研究しやすい環境整備や、研究員を責任著者とする論文発表の推奨、半期に一度の研究員、技術員、事務支援員らとの面談など人材育成を意識して、本プロジェクトは運営されている。知的財産権利化にも力を入れ、若手研究員の啓発と早期のシーズ発掘を目指した若手弁理士との定期的面談の実施など意欲的な取り組みが進められている。今後も、こういった若手研究者の自主性の重視や知的財産の権利化等への取り組みを進めつつ、より積極的・効果的な成果創出を目指す運営を期待したい。

研究総括所属機関からの支援は、ハード面、ソフト面、共に充実している。本プロジェクトでの研究拠点を研究総括本務の研究室の近くに集約できたことは、装置等の有効活用や人材交流の面で有利に働いていると考える。

企業との共同研究、産学連携プラットフォームとしてのバイオテンプレート研究会設立など、国内外の研究者との連携が積極的に行われている。現在の情報発信はバイオテンプレートグループの成果が中心となっているが、今後はプロジェクト全体として外部との連携を強化し、特に産業界との連携を従来に比して積極的に進めていくことで、よりいっそうの展開が期待される。

2. 研究の達成状況および得られた研究成果

2-1. かたちの転写工学プロセス

かたちの転写工学プロセスは、バイオテンプレートグループ、転写材料グループの成果に基づき、生物の持つ構造を利用し、材料に活かすことを目的としている。

この課題での大きな成果のひとつは、らせん藻類による金属マイクロコイルの作製で、その応用の一例として電磁コイルの電磁応答特性のデータが得られている。らせん形状を持つ藻類のスピルリナをテンプレートとして無電解めっき法を駆使し、スピルリナの持つらせん構造を活かしたマイクロコイルを作製するプロセスは非常にユニークで、細胞との親和性の最適化など様々な技術的工夫がなされていると評価できる。培養法の確立により、このサイズ領域における長さ、直径サイズ、らせんピッチの制御にも成功している。得られるテンプレートが十分に高い均一性を持つこと、培養により量産も可能であることから、この成果は本サイズ領域における機能性材料の新たな方向性を示すものと言える。また、材料プロセスへの利用の一例として、銅マイクロコイルの電磁コイルとしての性能を提示している。テラヘルツ波応答特性（電磁波吸収）の解明、さらに多数集合体を、磁場を用いて高度配向させる新手法の開発により、3次元空間異方性を持つ興味深い集合体の構築に成功した点は高く評価できる。これらのコイルは、サイズ、巻き方向の制御、生産性という特長を持つため、

競合する既存技術と比較しての材料の加工精度や電磁波吸収特性の優位性、用途の方向性等をアピールすることにより、新たなニーズを生み出す新規材料としての展開が期待される。

本プロジェクトでは珪藻を用いた金属ナノホールアレイの構築にも成功しており、直径数百 nm 程度のナノホールが貫通した金属基板を作製している。この材料は可視～近赤外領域光に対して興味深い異常光透過特性を示す。この性質は、ホールアレイ全体だけではなく、シングルホールにおいても確認されている。このような異常光透過機能を有する金属ナノホールアレイは、近年になって見出された新しい材料で、将来的には複次の無機・有機色素材料との組み合わせによる全く新しい光制御デバイスへの応用が期待され、世界中で開発競争が行われている。現行の電子ビーム加工では、ナノレベルでの孔径、孔の深さなどの加工精度を保持したままアスペクト比を上げることは非常に困難であり、この状況に大きなブレークスルーを与える技術として、本プロジェクトの成果に期待がかかる。そのためには転写体のプロセス開発だけに留まらず、安価、簡便、迅速な製品供給を可能とする技術として、既存技術の現状との客観的な比較（特長、優位性）および情報発信が重要であろう。

また、生物のかたちの利用のひとつとして、タンパク質からのセラミック構造体作製やタンパク凝縮構造を制御する技術開発も進めている。後者については、凝縮メカニズム、制御因子など基礎的な検証も着実に進めており、より高い技術としての定着を目指している。凝縮化したタンパク質の基板への塗布による成膜も試験的に確認されており、凝縮化のメカニズム、凝縮化後のタンパク質機能等の解明を期待したい。

本テーマはナノ・マイクロ構造を実現するために多くの生物の持つかたちに着目し、その可能性を広く検証しており、バイオテンプレート技術という概念を感じる事ができた。構造形成が達成された成果例から、地道な機能向上の取り組みが着実に進められていることが分かり、プロジェクトの標榜する「工学的に利用可能な新しい作製法の提示」は達成されていると言える。

今後は研究構想の達成に向け、グループ間での連携・共同研究の試みを進めるとともに、これらの成果を学术界、産業界に確実に発信することに努めてほしい。

2-2. 分子・材料統合プロセスから分子回路へ

本テーマにおいては、分子・高分子、金属などの異種材料を構成物として電極、接続、配線を行う分子と材料の統合プロセスの開発、および作製した分子グリッド配線の解析手法開発により、分子伝導特性のマクロ計測法を開発し、真に工学的に使える分子回路工学の基盤技術の開発を進めている。開発中の要素技術は大きく分けて、①配線基板となる超高密度金属ナノ構造配列基板開発、②金属ナノ電極間をつなぐ分子架橋技術・評価法の確立、③電導経路解析法の開発が挙げられる。

配線基板の開発においては、研究総括がプロジェクト開始前から有していた完成度の高いブロックコポリマーの相分離構造を応用し、数十 nm 以下のドット間隔で各種金属を配列させることに成功している。化学的なボトムアップ技術で高密度ナノドット基板を作製する技術は他にも見られるが、本技術では基板に垂直配向したナノロッド構造が構築されている点の特徴である。この金属電極間を架橋する手法として、ナノ電極表面から重合を開始し、隣接する電極表面にタッチダウンする重合停止が可能な導電性 π 共役系連鎖的重縮合技術を提案している。この分子量制御可能なメタルフリー精密合成は新しい概念の研究であり、学術的に高いポテンシャルを有している。研究者個人の研究に留まらず、この成果をプロジェクトでどのように活かしていくのか、どのように発展させるのか、しっかりと戦略を検討することが肝要である。

本プロジェクトでは、配線した π 共役系高分子の本数を表面増強ラマン散乱スペクトルによって分光学的に定量する技術の確立も目指しており、予備実験レベルで成果が得られつつある。世界の趨勢が分子のランダム吸着に頼っている現状においては、分子量を制御しなが

らの架橋を可能とし定量化する本提案は、分子配線技術の確立に大きな優位性を持つと考えられる。

また、上記で作製した分子架橋基板（分子グリッド基板）について、抵抗値を定量的に扱うアルゴリズムを提案している。従来の分子抵抗では個々の分子配線の抵抗を繰り返し計測し、特性評価を行う必要があったが、本提案はマクロ計測によって各分子配線の抵抗値を高い精度で評価可能とするオリジナルなものである。構想提案時の分子グリッド配線としての完成には至っていないものの、基板製作、配線からその評価までを一括で開発しようというハード・ソフト両面の基盤的な検討として高く評価できることから、目的とする分子グリッド配線の早急な達成を求めたい。また、実用化に向けての産業界との連携強化を目指し、既存の分子回路研究における本成果の位置づけや特長を精査して、研究を遂行することが求められる。

本テーマでは、分子グリッド配線の他に、傾斜接合による界面機能の発現にも取り組んでいる。ひとつは金属表面を基点とし、傾斜構造を持った樹状分子の組織化プロセスである。非対称性構造を分子分岐によって導入し、エネルギーロスを最小限に抑えるエントロピー駆動による電子輸送という新しい概念を提案した。作製技術の開発およびプロジェクト単独で可能な機能探索をほぼ完了し、成果を発表する段階に進んでいる。もうひとつは、ガリウム合金・脱合金化法による金属ナノポーラスの作製である。これは、マイクロ相分離と電気化学的手法を組み合わせたユニークな構造形成手法で、プロセス技術の開発までが成果として挙げられている。ナノポーラス化によって、局在表面プラズモン特性等、構造依存的と考えられる違いが見えてきている。金属の構造化により本質的に全く異なる材料になるのかは今後の検討が必要であるが、新しい物理的特性が見つかることがあれば興味深い。どちらも構造の構築がされつつある段階であるため、物性の理解・機能発現といった課題にも取り組むと共に、「分子と材料の統合プロセスから、分子回路へ」というテーマについて、どのようにグループ内でまとめていくのか、また他グループとの連携に発展させていくのかについて、残りの研究期間での十分な議論が望まれる。

2-3. ナノ接合・集積化によるデバイス化プロセス

本テーマでは、研究総括が開発した両親媒性液晶ブロックコポリマー等、プロジェクト発の材料・物質を利用して、新デバイスの創出やさらなる展開を目指すものであり、①ブロックコポリマー透過膜、②ミニ EUV 発生ターゲットシステム、③ナノロッド構造有機太陽電池、④ブロックコポリマー多段転写による 3 次元異種ナノ集積プラズモニック材料の課題が進んでいる。

ブロックコポリマー透過膜については、企業との共同研究により Roll-to-Roll 技術を開発し、メートル単位でのスマートメンブレンの量産に成功しており、研究加速の面で高く評価できる。その応用例として逆浸透膜、DNA 選択的透過膜、触媒を入れて反応場として利用するといった展開も進められている。一部、企業との共同研究も進んでおり、実用化が期待される。

ミニ EUV 発生ターゲットシステムは、超集積材料をターゲットとして、大型放射光を利用せずに実験室で使用可能なミニ EUV 光源を実現しようという提案である。EUV は次世代リソグラフィ光源として期待されているが、EUV 光学系、レジストといった周辺技術の開発研究には、大型放射光施設で実験を行う必要があった。本提案の EUV 発生ターゲットシステムが実現すれば、実験室レベルでの関連技術開発が加速され、学術的にも EUV 光化学といった新分野の創出が期待できる。現在、予備実験を終えプロジェクトで製作したターゲット材料を用いた実験がスタートしたところであるが、極短波長の光源が手軽に利用できるようになれば、ナノ構造材料の利用として非常にユニークな提案になりうると考えられる。

ナノロッド構造有機太陽電池、ブロックコポリマー多段転写による 3 次元異種ナノ集積プラズモニック材料については、ブロックコポリマーの構造を利用して、さらなる展開を目指

している。後者では、ブロックコポリマーをテンプレートとして作製したシリカナノロッドアレイをさらにテンプレートとすることを試みている。スパッタ法による金蒸着後、シリカナノドットアレイを除去することで、3次元の金ナノ構造体（表側はロッド上、裏側はカップ状）を作製することに成功しており、構造特異的プラズモニック特性の検討を進めている。現在、コンセプトの確立に向けての研究初期段階であり、今後の発展を期待したい。

本テーマは、プロジェクト内では出口寄りのテーマとして設定されており、他の方法論と比較すると現時点で成果が顕在化していないが、残りの研究期間でプロジェクト全体の中での位置づけや到達目標を整理し、研究成果を創出していくことが強く期待される。その際、期待する機能がいかに発現されるのか、それが学術的にどのような新しさを持つのかをしっかりと発信していくことが重要である。

以上に基づき研究成果を俯瞰すると、プロジェクトで開発された各要素技術は非常に高いレベルにあると、評価できる。開発すべき3つのプロセス技術のテーマに対して、分野横断的に4グループを配置する取り組みは、困難ながらユニークなものである。特にバイオテンプレートグループが主導した「かたちの転写プロセス」については、バイオテンプレート技術と転写技術を軸に進展が見られ、材料・技術開発の発展が期待できる。分子回路グループが主導した「分子・材料統合プロセスからの分子回路」については重要な要素技術が開発されつつあるが、コンセプトの確認に留まっている状況である。「ナノ接合・集積化によるデバイス化プロセス」は現状では目標に到達しているとはいいがたい状況であるが、実現困難な未来技術を目標に掲げていること、プロジェクトで創出された材料を積極的に用いてデバイス化へつなげるべく提案されていることから、目標に向けた進捗については一定の評価を与えられると考える。

要素技術として種々の成果が生まれつつあるが、プロジェクトの残りの研究期間を鑑み、個々の成果がプロジェクト全体を貫く研究構想とどのように結びつき、発展していくのかを検討しながら研究対象の選択と集中を行う必要があるだろう。論文数や特許数でプロジェクトの成果を測ることはできないが、現時点では十分とは言えず、得られた成果の積極的な発表（論文、学会）や特許の出願を強く期待する。その際に、既存材料や技術との客観的な比較を明示することで、より学術界、産業界にアピールできると思料する。

3. 研究成果の科学技術、社会・経済への貢献

3-1. 科学技術への貢献

科学技術一般への貢献が期待される成果の萌芽段階であり、実際に利用可能な技術にまで展開できるかが、重要な課題である。個々の要素技術としては、高いレベルに達しており、科学として高く評価できる。

バイオテンプレートにおける金属めっきの技術は、生物の「性質」を模倣し類似の機能を生み出す（バイオミメティクス）のではなく、生物を鋳型として「かたち」を模倣し、新たな機能を生み出しデバイス化するという発想であり、新しい科学技術を拓く研究課題であると評価できる。

また、その他の技術に関しても、スマートメンブレンなどの進展が見られ、新たな機能性材料プロセスとしての展開が期待される。

3-2. 社会・経済への貢献

既に産業界との連携には取り組んでおり、企業からのアプローチも受けているが、より積極的な交流を進め産業界とのニーズのマッチングに努めることで、社会・経済への貢献はさ

らに大きくなると期待できる。これまで異分野融合の成果として開発・提示してきた材料集積化プロセスを、いかにデバイス化していくかを示すことにより、化学、物理、電気、医療など様々な分野への波及を期待する。

4. その他特記すべき事項

4-1. 若手研究者支援

研究総括の高い見識に基づきプロジェクトを運営し、有機的なつながりのあるプロジェクトとなっている。国内外の研究者との積極的な交流や、半年ごとの面談といった試みもなされており、若手研究者支援やキャリアパス支援など人材育成の視点から、高く評価できる。一方で、若手研究員の研究成果発信は十分とは言えないことから、今後は成果発表といった観点からキャリアパス支援を強化していくことが期待される。

4-2. アウトリーチ活動

プロジェクト発足以来、バイオテンプレート研究会を中心として、企業や他の研究コミュニティに向けたアウトリーチ活動を続けてきている。また、学会等に対する活動のほか、次世代を担う高校生とのコミュニケーションや小中学生向け教室など、本プロジェクトで独自に開発したプログラムを用いての多様な活動に積極的に取り組んでいる。今後もこのようなスタイルで継続して実施されることが望ましい。

5. 総合評価

本プロジェクトは、ナノ・マイクロスケールにおいて、要素材料のサイズ、かたち、配列、配置を規定し、均一な混合状態を実現する強力な材料化学プロセスを開発し、工学的に利用可能な革新的機能材料の開発と新たな方法論の提示を目標としている。目標達成に向けた基盤技術として、テンプレート材料化学プロセスを据え、機能分子やナノ材料を、規則性を持って配置配列させ、その相互作用を顕在化させることによる新機能創出を目指している。

この目標に向け、①生物のかたちを転写し、有用な機能を持たせるバイオテンプレートプロセス、②分子回路作製からその評価法までを包括的に提案する分子グリッド配線、③超集積材料をターゲット材料としたミニ EUV 発生装置など、今後の発展が期待されるユニークな提案をしており、個々の研究からは、いずれも興味深い成果が得られている。各グループ進捗の差はあるものの、新しいテンプレート技術としてレベルの高い要素技術が開発されており、科学的にインパクトのある研究と評価できる。研究が進めばコアテクノロジーとして材料化学分野のみならず、応用物理、電気・電子工学、エネルギー化学等、様々な分野への広がりも期待できる。本プロジェクトで提示する構想は、材料化学研究の新しい方法論の提示につながると共に次世代の産業基盤の創成も期待されることから、プロジェクト終了までに機能探索まで成し遂げてほしい。壮大な研究構想の下、困難な課題にチャレンジしているが、上述の通り成果の芽は着実に育っている。プロジェクトの進捗を鑑みると、さらなる成果が期待できることから、残りの研究期間で確実に成果を発信していくことを強く期待する。特に開発された要素技術と既存の類似技術との客観的な比較を明確に提示していくことにより、本プロジェクトの研究成果が際立ってくるものと思われる。

プロジェクトの運営については、若手人材育成や弁理士との定期的な面談といった意欲的な試みや、ヘッドクォーターの有効活用によるサポート体制の構築など研究総括の理念に基づき、工夫がなされている。また、産業界や一般に向けたアウトリーチ活動にも着実に取り組み、社会への貢献を見据えた活動が行われている。これまで通りの着実な運営に加え、プ

プロジェクト最終年度においては、成果の発信をより強く意識した運営を期待したい。

以上、総合的に判断すると、本プロジェクトは高水準の要素技術の開発に成功しており、今後の進展への期待は非常に大きい。残りの研究期間においてプロジェクトの研究構想に即した研究課題の集中と選択、グループ間の戦略的連携の強化、成果の積極的発信を行うことで、戦略目標「プロセスインテグレーションによる次世代ナノシステムの創製」の達成に資する成果が得られると評価する。

以上