

「次世代3次元内外計測の評価基盤技術開発」 事前評価報告書

平成24年6月

産業構造審議会産業技術分科会

評 価 小 委 員 会

はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」(平成20年10月31日、内閣総理大臣決定)等に沿った適切な評価を実施すべく「経済産業省技術評価指針」(平成21年3月31日改正)を定め、これに基づいて研究開発の評価を実施している。

今回の評価は、次世代3次元内外計測の評価基盤技術開発の事前評価であり、評価に際しては、当該研究開発事業の新たな創設に当たっての妥当性について、省外の有識者から意見を収集した。

今般、当該研究開発事業に係る検討結果が事前評価報告書の原案として産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会(小委員長:平澤 冷 東京大学名誉教授)に付議され、内容を審議し、了承された。

本書は、これらの評価結果を取りまとめたものである。

平成24年6月

産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会

産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会
委員名簿

委員長	平澤 冷	東京大学 名誉教授
	池村 淑道	長浜バイオ大学 バイオサイエンス研究科研究科長・学部学部長 コンピュータバイオサイエンス学科 教授
	大島 まり	東京大学大学院情報学環 教授 東京大学生産技術研究所 教授
	太田 健一郎	横浜国立大学 特任教授
	菊池 純一	青山学院大学法学部長・大学院法学研究科長
	小林 直人	早稲田大学研究戦略センター 教授
	鈴木 潤	政策研究大学院大学 教授
	中小路 久美代	株式会社S R A先端技術研究所 所長
	森 俊介	東京理科大学理工学部経営工学科 教授
	吉本 陽子	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 経済・社会政策部 主席研究員

(委員敬称略、五十音順)

事務局:経済産業省産業技術環境局技術評価室

次世代３次元内外計測の評価基盤技術開発の評価に当たり
意見をいただいた外部有識者

安藤 正海	学校法人東京理科大学総合研究機構 教授
石川 哲也	独立行政法人理化学研究所播磨研究所 所長
今井 秀孝	独立行政法人製品評価技術基盤機構 客員調査員
高増 潔	国立大学法人東京大学大学院工学系研究科 教授
丸山 正明	技術ジャーナリスト

（敬称略、五十音順）

事務局：産業技術環境局知的基盤課

次世代 3 次元内外計測の評価基盤技術開発の評価に係る省内関係者

【事前評価時】

産業技術環境局 知的基盤課長 藪内 雅幸（事業担当課長）

産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 岡本 繁樹

次世代3次元内外計測の評価基盤技術開発事前評価 審 議 経 過

○新規研究開発事業の創設の妥当性に対する意見の収集（平成24年5月）

○産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会（平成24年6月8日）
・事前評価報告書(案)について

目 次

はじめに

産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会 委員名簿

次世代3次元内外計測の評価基盤技術開発の評価に当たり意見をいただいた外部有識者

次世代3次元内外計測の評価基盤技術開発の評価に係る省内関係者

次世代3次元内外計測の評価基盤技術開発事前評価 審議経過

	ページ
第1章 技術に関する施策及び新規研究開発事業の概要	
1. 技術に関する施策の概要	1
2. 新規研究開発事業の創設における妥当性等について	1
3. 新規研究開発事業を位置付けた技術施策体系図等	7
第2章 評価コメント	9
第3章 評価小委員会のコメント及びコメントに対する対処方針	16
参考資料 次世代3次元内外計測の評価基盤技術開発の概要（PR資料）	

第1章 技術に関する施策及び新規研究開発事業の概要

1. 技術に関する施策の概要

経済産業省では、我が国の製造業の大半を所管し、かつ、産業技術分野における知的基盤政策を推進する立場から、経済成長、産業競争力強化を図る。

特に、我が国が強みを有する「ものづくり」において、計測技術は製品やサービスの質及び量を定量化する重要な知的基盤であり、同時に計測結果の信頼性を保証するものさしとなる計測標準も計測技術を支える重要な知的基盤である。そのため、これら計測の知的基盤の整備を通じて、我が国の強みを活かし世界の競争に勝ち抜く「ものづくり」への支援に貢献し、さらには国際競争力の維持・強化、安全安心の確保、イノベーション創出の環境整備に貢献する。

2. 新規研究開発事業の創設における妥当性等について

①事業の必要性及びアウトカムについて（研究開発の定量的目標、社会的課題への解決や国際競争力強化への対応等）

1) 事業の必要性（どのような社会的課題等があるのか？）

（計測ニーズの高まり）

近年、製品に対する省エネルギー、省資源の要求が高まり、部品の薄肉化・高密度化・複合化が求められ、かつ競争力の維持のための高品質化への要求により、設計は複雑化、3次元化の一途を辿っている。このため、複雑に入り組んだ精密な内部構造をもつ部材や、異種材料・複合材料を組み合わせた部品を製造する機会が増えているが、その際、部品同士における寸法・形状のずれや強度不足、さらに部品内部における予測できない変形・欠陥が発生するため、製造部品の内部まで設計通りの加工寸法・組立配置が実現されているかを正確に計測することが不可欠になっている。これらを計測により発見・評価し、設計に迅速に反映できないと、開発期間を短縮し、コスト削減ができないばかりか、製品の安全性も保証できない。こうした安全性への懸念は、例えば建材の老朽化の評価、航空機配管の検査の精密化、パイプ製造プロセスにおける溶接不良の抜き取り検査等の計測等において、強く認識されている。

（既存の技術）

測定対象の外部を高精度で測定する技術としてはすでに幾何形状測定技術が世の中で確立されているが、これだけでは物体内部の形状や複雑形状を測定することができないため、物体内部の構造まで可視化できる X 線 CT*が産業界において注目されている。

製品内部の検査が可能な技術としてはすでに産業用 X 線 CT が利用されているが、現状の産業用 X 線 CT では、透過力（エネルギー）、分解能、測定結果の信頼性の点で産業界が要求する計測精度を満たしていない。

* computed tomography の略：水平方向に輪切りにした断面画像をコンピュータ上に展開する装置

（今後開発すべき技術）

今後の日本のものづくりを支える技術として、複雑で精緻な構造を有する大きな物体の内部や隠れた部位の計測ができる技術が産業界において望まれている。そのため、本技術開発では高エネルギー高精度 CT を世界に先駆けて開発し、あわせてその測定結果に信頼性を与える計測標準と評価手法の開発を目指す。さらに、評価手法の標準化によ

る国際整合性を確保することにより、高付加価値・高品質の製品製造が可能となり、我が国の国際競争力強化に資することができる。

ロ) アウトカム（目指している社会の姿）の具体的内容とその時期

高エネルギー高精度 CT が開発され、計測標準の確立と計測結果の客観性・信頼性が確保できると、例えば、自動車分野における新素材、複合材料、組み上げられたモジュール部品の検査、ハイブリッド・電気自動車用モータ、新エネルギー分野における、風力発電用の風車の羽、燃料電池やリチウムイオン電池の検査、航空宇宙分野における、推進用ノズル、タービンプレードの検査など、さまざまな産業分野への適用が期待でき、産業競争力の強化につながる。

また、デジタルデータだけを使って設計・製造・品質検査をするデジタルエンジニアリングなど IT を活用した製造技術等へも波及が期待でき、我が国のものづくり分野にとって大きなブレークスルーをもたらす。

さらに、今日、ものづくりの海外シフトが進む状況の中で、グローバルな評価指標で品質の信頼性を与えることができれば、我が国の基幹産業を後押しし、国際競争力強化につながることを期待できる。

ハ) アウトカムが実現した場合の経済や競争力、問題解決に与える効果の程度

高エネルギー高精度 CT 装置の開発により、設計・開発にかかる時間が 5 割以上短縮できる可能性がある。

また、2020 年頃には既存の 3 次元測定機の市場（1000 億円／年（推定））の 3 割が置き換わることが期待できる（市場創出効果：300 億円（推定））。

さらに、それを利用することにより、例えば炭素繊維複合材料（市場 5,000 億円（2020 年、推定））による新たな高付加価値部品・製品の創出等が期待できる（成果の寄与度 10%と仮定した場合、市場創出効果：500 億円程度（推定））。

ニ) アウトカムに至るまでに達成すべきいくつかの中間段階の目標（技術的成果等）の具体的内容とその時期

技術的なブレークスルーを要する部分は、X 線源と検出器である。

X 線源については、透過力が高く微小な光源点（ $100\mu\text{m}$ 以下）を有する X 線を発生させる必要があるが、従来の電子線ビームをターゲットに当てる技術でこれを実現しようとする、光源点のサイズとして $400\mu\text{m}$ が限界である。このため、電子シンクロトロン放射原理を利用し $100\mu\text{m}$ 以下の光源点を有する線源を開発する。

検出器に関しては特に検出器の前に設置するフィルターが高性能化の鍵であり、位置分解能 $100\mu\text{m}$ 以下で、1.5 倍の高い解像度での高精度検出を目標に開発を進める。いずれも初年度から技術開発を行い、2 年目以降は、それぞれの要素技術の開発を継続するとともにそれらを組み合わせて CT としての性能を発揮させるシステム化の段階に移る。装置の完成は 3 年目を目標としている。

一方、高エネルギーで高分解能であっても計測精度が悪いと意味が無いため、精度を向上させるだけでなく、計測標準を確立し、計測結果の正当性を客観的に提示できな

れば産業界での使用が広がらない。そのために装置の高精度化技術と同時に、評価技術、具体的には評価用ゲージ（計測標準）とその使用手順（工業標準）の開発・規格化を平行して行う。

② アウトカムに至るまでの戦略について

イ) アウトカムに至るまでの戦略（研究開発のみならず、知財管理の取扱、実証や国際標準化、性能や安全性基準の策定、規制緩和等を含む実用化に向けた取組）

本提案事業では、「X線CTの計測への応用」が中心テーマとなる。これについては当省が平成21～22年に実施した調査で、工業製品の設計・開発プロセスにおけるCTを始めとした計測機器の利用実態と今後の研究課題を抽出しており、それを受け今回研究開発を進めることとしている。

また、平成22～23年にかけて、国内関連団体とのネットワークも構築されてきており、本技術開発の成果を効果的に産業界へフィードバックする体制が整いつつある。

技術開発のコアとなる線源と装置については、事業期間中における定期的なユーザーとの情報交換等を通じて、性能や高精度化などに関する問題点を抽出し、開発にフィードバックする体制をとる。技術開発終了後、国内のCTメーカー各社やユーザーが広く速やかに利用できるような環境を整備する。その際、成果とその利用における知財の取り扱いにも配慮する。

さらに、計測結果に信頼性を与えるためには計測標準とそれを利用した評価手法（工業標準）を一体的に確立していく必要があるため、コンソーシアム（ロ）で後述）の形成による効果的な推進を行う方針である。また、事業終了後も、引き続きユーザー、関連団体等とのネットワークを活用し、性能評価手法の国際標準化への提案も積極的に実施していく方針である。

ロ) 成果のユーザーの段階的イメージ・仮説（技術開発成果の直接的受け手や社会的インパクトの実現までのカギとなるプレイヤーは誰か）

有効かつ効率的な実施体制とするために、計測装置開発研究を行う企業として、株式会社日立製作所、株式会社光子発生技術研究所等を加えると共に、性能評価技術において知見を有する独立行政法人産業技術総合研究所が参画、支援するコンソーシアムにより、官民連携で一体的に研究開発に取り組む体制を想定している。さらに、当該技術分野の権威である、東京大学先端科学技術研究センター教授 鈴木宏正氏との定期的な情報連携体制も取りながら、成果の戦略的な展開を図っていく体制を想定している。

なお、開発する装置が実用化された場合、非常に高価な装置（3億円／台程度）になることが予想されるため、ごく一部の企業しか利用できない可能性がある。そのため、知財マネジメントに注意を払いつつ、完成した装置を共用利用可能な施設として産業界にオープンにし、結果を広くデモンストレーションすることを想定している。これにより、自動車メーカーや航空機メーカー等産業界の様々なユーザーが使う機会を提供でき、現時点では想像できない全く新たなアプリケーションの開拓も期待できる。

③ 次年度に予算要求する緊急性について

これまで検査・観察用に使われていたCTは、近年計測に使われようとしている。世界におけるものづくりの産業ニーズが、観察から計測へと変化してきている。この

ような流れの中で、ヨーロッパ、特にドイツでは、3次元非破壊計測技術で強みを有するフラウンホーファー国立研究所にX線CT研究用センターが作られ集中的に研究を開始、国立標準計測機関PTBではデータに信頼性を与えるための計測標準の確立を目指した研究開発を行うなど、X線CTの産業応用、精度保証において国を挙げた取組がなされ、その成果を産業界全体で共有するシナリオができています。さらに、ドイツの計測器メーカーも、国・研究機関の支援のもと、外部の形状計測技術を利用した計測装置において世界の先頭を走っており、Carl Zeiss(カールツァイス社)、Werth(ベアト社)などの幾何形状測定機メーカーによって作られた小型部品用の計測用CTの先行的な市場投入などを行い、世界のユーザーに多く利用されている。しかし、線源となるX線のエネルギーは高くなく、数10cmオーダーの大きな部材の精密な測定用途には利用できない。

一方、日本も小型部品用の3次元非破壊計測装置の試作や精度評価手法に関する研究開発を行っているが、日本が世界的に技術的優位性を有し、今後国際競争力の維持・強化に貢献できる技術として可能性があるのが高エネルギーCTの分野である。近年、CT開発に必要な線源や検出器などの要素技術、CTを使ったデジタルエンジニアリングの発展と普及、大量の測定点群データを扱う3次元測定技術の開発など、実用的なCT装置を完成させるためのコア技術を有する国内メーカーが成長し、さらに成果の担い手となるユーザーや標準化関連機関等とのネットワークが序々に構築されつつある。この時期に、国・研究機関が関与し、国内関係者を束ね、速やかに研究開発に着手することにより、ドイツ等との競争に勝ち、世界をリードすることができる可能性がある。

精度評価に関する規格策定においても、世界においてドイツと日本が先行している。ドイツでは、国内ガイドラインVDI/VDE2630等が整備されており、さらにISO/CD10360-11の外観寸法計測に関する精度評価規格の策定においても主導権を握っている。日本もISO/CD10360-11の策定に共同提案者として実質的に関与している。それと並行して産業用X線CTに関する用語が各メーカーごとに異なることが普及を阻害しているという認識の下、JISの用語規格の作成について(独)産業技術総合研究所が事務局となり国内関連団体の協力を得て進めている状況である。

本事業の目的とする技術についても、将来的に上記のような精度評価規格の策定の動きになることが予想されるため、本技術開発の成果を日本として国際標準化につなげていくことが、国際競争力の観点から極めて重要である。

以上のような理由から、予算要求を行う緊急性は極めて高い。今、日本として対応をしなければ、国際競争力の低下につながりかねない。

④国が実施する必要性について

イ) 科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性(我が国が強みを持ち、世界に勝てる技術分野か、また、他の研究分野等への高い波及効果を含む)

CT技術は主に医療診断用に多く利用されている技術であるが、元々は物理学上の発見を医療に応用したものであり、理工学、医学の分野にわたる波及効果とイノベーションをもたらしてきた。さらに本分野は日本が世界において競争力を有する分野である。

このCT技術を「ものづくり」に応用するための高エネルギー高精度CT技術を今回開発し、計測標準とそれを用いた評価手法の確立と標準化までを一貫して行うこと

により、世界において高度で実用的な技術となり、ものづくりのみならず、医療、考古学、資源、地球物理、エネルギー等の学術研究分野にも波及するとともに、新たなイノベーションを生み出す可能性を秘めている。

例えば、素材内部の詳細な計測による微細な欠陥や内部寸法、複合材の分布などが評価できることにより、材料科学や省エネルギー分野等への貢献が期待できる。

ロ) 未来開拓研究（注）、民間とのデマケの整理等

本研究開発は国際競争力の観点から、3～5年程度の比較的短期的に集中投資を行い成果を目指すものであり、開発に10年程度の中長期的な期間を要し、実用化までのリスクが格段に高い未来開拓研究とのデマケはできている。また、複雑で高度な技術を結集して行う必要があり、事業化の成否の判断の難しさなどから研究開発リスクが高く、民間には新規に技術開発投資を行う人的・資金的な余裕がないため、産学官が連携して研究開発を行う必要がある。したがって、本研究開発と同様の研究開発は民間企業では行われていない。

⑤省内又は他省庁の事業との重複について

重複する事業はない。過去にNEDO事業で「高速コーンビーム3次元X線CT」プロジェクト等が実施されているが、これは医療用を対象とした低エネルギーのCT技術開発であり、本提案事業との重複はない。

なお、「3. 新規研究開発事業を位置付けた技術施策体系図等」に示すとおり、国の技術施策体系図との関係は明確で、その目標を達成するために本技術開発は必要不可欠であり、政策的位置付けは適切であると言える。

（注）経済産業省の研究開発事業の種類の1つ

- ・未来開拓研究プロジェクトは、客観的なデータ等に基づいて、以下のすべての要件を満たす技術を対象としている。

①我が国経済社会に大きなインパクトを与える技術

我が国が直面する環境・エネルギー問題や少子高齢化問題等の根本的な解決に貢献し、経済成長への寄与の著しい技術

②従来技術の延長線上にない、開発リスクの高い技術

実用化されていない新材料や新原理の導入など、従来技術の延長線上にない、非連続型の発展が必要な技術であり、実用化まで開発に伴うリスクが高い技術

③我が国が強みを持つ技術

影響力のある論文や重要特許の件数、関連する市場におけるシェア等から、我が国が国際的に優位にあると判断される技術

※②のリスクに関し、実用化まで長期間を要することもリスクの一つの目安となるが、それ以外のリスクがある場合には、そのリスクを説明することが必要。

- ・また、未来開拓研究プロジェクトは、基礎研究から事業化まで一貫通貫で推進するた

め、以下のような取組を行うこととしている。

①事業推進体制（ドリームチーム）の構築

- －研究開発及び事業化の段階において優れた技術、知見を有する相互補完的な関係にある企業、大学、公的研究機関等から構成される事業推進体制を構築
- －研究開発及び事業化に必要な知的財産管理の規定の整備
- －標準化戦略や成果の市場への需要を促すための安全・性能証明の方策を含む事業化戦略を作成

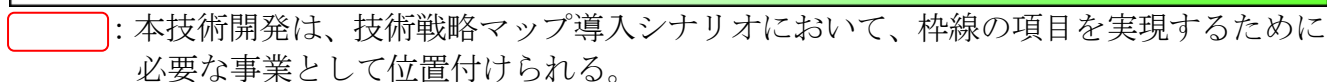
②他省庁との連携体制の構築

- 基礎研究を担う文部科学省や、ユーザー側の省庁・課室との連携体制を構築

③継続的な推進体制の構築

- 国庫債務負担行為を始め、継続的な推進に必要な予算、組織、制度等に関する必要な事項を措置

技術戦略マップ2011 計量・計測システム分野より



技術戦略マップ2011 計量・計測システム分野の技術マップにおける位置付け

長さ計測	三次元座標計測	位置 寸法 幾何学形状	アーム式座標測定機	関節角度測定精度向上、環境ロバスト性向上 高精度・環境ロバストな標準器開発、装置評価方法の規格化 軽量化 不確かさ算出手法確立
			レーザトラッカ	角度測定の精度向上、空気屈折率補正技術、測長精度の向上 測長可能距離の向上 高精度・環境ロバストな標準器開発、装置評価方法の規格化 不確かさ算出手法確立
			レーザレーダー	測長精度の向上 装置評価方法の規格化 不確かさ算出手法、トレーサビリティシステム
			非球面・自由形状測定機(接触式)	測長技術向上、空間補正機能 測定領域の拡大、プローブ開発 高精度・環境ロバストな標準器開発、装置評価方法の規格化 スキャン速度向上 不確かさ算出手法確立
			工業用X線CT装置	X線源の絞り、受光素子開発、エッジ検出手法の確立 各種ファントム開発、装置評価法の規格化 スキャン速度向上、画像生成アルゴリズム改良 低コスト化のための技術開発 不確かさ算出手法確立
			オンライン超高速三次元画像計測・形状計測装置	画像プローブの測定分解能向上 オンマシン・高速測定への対応、ダイナミックレンジ拡大 ダイナミックレンジ拡大

大分類	中分類	小分類	装置名	技術課題 (☐ 重要課題)
放射線計測	新しい放射線源		大強度陽子加速器	大強度陽子加速器、蓄積リングエネルギー
			単色陽電子線源	加速器出力増大
			高エネルギー単色ガンマ線装置	レーザーコンプトン(LCS)γ線発生装置高性能化、10MeV以上の高エネルギー単色LCS-γ線発生装置
			小型加速器X線源	コンパクト、高精度、高エネルギーLCS-X線源、コヒーレントテラヘルツ光源、FEL、準単色光源
			超小型高エネルギーX線源	超小型、省エネ、高エネルギーX線源、可搬型高エネルギーX線非破壊検査装置の開発
			偏光可変光源	真空紫外から高エネルギーX線へ偏光可変光源帯域拡大、偏光可変挿入型アンジュレータ光源
			X線レーザー発生装置	X線自由電子レーザーの開発、レーザープラズマの開発
			テラヘルツ自由電子レーザー (THz-FEL)	FEL高強度テラヘルツ発生装置開発、小型リニアック、FELコンプトン
			新しい放射線源評価のための線量計測装置	新しい光源を評価するための校正場の開発 新しい光源を評価する検出器の開発、パルス特性、エネルギー特性 加速器ベースの新しい放射性医薬品の検査

 : 該当部分

第2章 評価コメント

新規研究開発事業の創設の妥当性に対するコメント

①政策的位置付けの妥当性について

計測は重要であり、大型複雑構造の、内外の寸法を 3 次元的に正確な計測が可能な CT 装置を、工作現場等で利用可能な形で整備することは、我が国のものづくり分野での競争力の維持・発展に必要不可欠である。日本としての強みを持つ要素技術を手に入れる点で、効果的な施策になる。また、光計測、三次元測定機などを含めた標準化を進めることで、日本が優位性を持っている計測技術をより強くすることに貢献できる。積極的に世界に発信すべきである。

なお、今まで、標準化のプロセスで必ずしも国際的に勝ち残れない例も散見されるので、強力に国際標準として押し出し、後手をとらないように注力すべきである。また、技術的な優位性をどうやって、製品およびサービスに活かすかについて十分な検討が必要である。システムに先進性をどの程度内在させられるかが重要である。

○肯定的意見

- ものづくりに於いては、「測れる物は作れる」と言われるように、計測は重要であり、大型複雑構造の、内外の寸法を 3 次元的に正確な計測が可能な CT 装置を、工作現場等で利用可能な形で整備することは、我が国のものづくり分野での競争力の維持・発展に必要不可欠であると考えられる。
- 日本の製造業は、何を生産して、どこで販売するかという製品仕様・設計を事前に企画することが生き残り策として重要になっている。このためには、設計仕様通りに仕上がっているかを、非破壊検査によって確認し、いくらか“擦り合わせ作業をする”検査技術の重要性が高まっている。各企業は、これまでに蓄積した設計ノウハウや CAE（コンピュータを利用した試作エンジニアリング）を基に、CAD（コンピュータを利用した設計）・CAM（コンピュータを利用した製造）によって、設計仕様を作り込むが、公差やその後のメンテナンス性を確認するためには、非破壊検査による品質検査が不可欠になっている。この点で CT を利用する非破壊検査技術の高機能化は、日本の製造業が国際市場・国内市場で競争力を高めるために重要性をかなり高めている。リーマンショック後に、多くの企業は事業収益の悪化によって研究開発資金や新規事業開発費を削減し、さらに最近はや高基調によって、この傾向を持続させている。こうした時期に、国プロによって、「次世代 3 次元内外計測の評価基盤技術」の研究開発をすることは、日本としての強みを持つ要素技術を手に入れる点で、効果的な施策になる。しかも、高精度 3 次元計測用の光源開発は、医療分野への波及効果が期待でき、日本が保有する基盤要素技術として重要性を持っている。
- 高付加価値の「ものづくり」では、製品の高精度化、ナノメートル化、三次元化などにより、従来よりも大幅に高機能な製品を作り出すことが必要となる。X 線 CT は、製品の三次元化における重要なツールの一つとなる。さらに、光計測、三次元測定機などを含めた標準化を進めることで、日本が優位性を持っている計測技術をより強くすることに貢献できる。
- 技術の裏付けがあるのであれば積極的に世界に発信すべきであると考えます。
- 国内の既存技術を背景に、新たな研究開発により三次元計測の活用範囲を拡張して次世代のニーズに対応させる構想は、産業界にとっても有用であり、国際的な寄与も期待できる。

○問題点・改善すべき点

- 今まで、標準化のプロセスで必ずしも国際的に勝ち残れない例も散見されるので、強ちに国際標準として押し出すことに注力していただきたい。
- 技術的な優位性をどうやって、製品およびサービスに活かすかについて十分な検討が必要である。キーとなる技術があっても、よい製品を市場に素早く投入するには、開発する企業の製品化の戦略が重要となる。
- 高いエネルギーの X 線、ガンマ線源と 2 次元検出器があればシステムはできるが、第 3 国に容易に追いつかれるだろう。システムに先進性をどの程度内在させられるかが重要である。解決策の一としてたとえば周囲が金属で内部に強化のための軽い素材が含まれる複合材料に対する描画能を加えれば先進性の寿命が長くなる。その二として計測精度を一桁上げることが提案する。
- 核となる三次元計測分野の基礎技術の国際動向を精査して、新たに開発しようとする技術が後手をとらないように配慮すること。
- 計量標準並びに工業標準化の観点から、国際競争と国際協力に注目して、我が国の主導のもとに当該分野のリーダーとなるべく国内の協力体制を整備すること。

②事業の目的及び実施によるアウトプット、アウトカムの妥当性について

高エネルギーX線CTのキーとなる技術は、X線源、検出器および標準であるので、目的の設定はうまく行われている。今後の「ものづくり」の複雑化に対応した三次元で複雑な製品は、非常に幅広い分野になるため、社会的な適応領域としては、十分な検討がされていて妥当だと思われる。また、大型複雑構造物をX線CTにより3次元形状計測することは、今後の高付加価値・高品質製品製造に不可欠であり、我が国の産業の国際競争力強化に資するものである。アウトカムとして、日本の製造業全体の技術力向上を実現する有力な検査技術の波及は、日本の製造業の成長を促す有力ツールに育つと期待できる。

なお、アウトカムのもたらす経済効果に関しては、かなり控えめな数字に抑えられているとの印象をもった。あまり対象を広げずに、明確なターゲットを想定した方が、開発可能性が高くなる。また、どのような装置でも、標準は非常に重要で、標準および装置評価手法に十分な資源を使用するべきである。

○肯定的意見

- 大型複雑構造物をX線CTにより3次元形状計測することは、今後の高付加価値・高品質製品製造に不可欠であり、我が国の産業の国際競争力強化に資するものである。アウトカムの具体的内容に関して、妥当な検討がなされており、経済効果に関してもほぼ妥当な見積もりがなされている。
- 日本の製造業は国内・国外の生産工場で高品質な組み立て技術を用いた高品質な製品をつくることで、高い人件費をカバーする生産技術を確保することが重要になる。その高品質な組み立て技術を、検証する有力ツールになるのが、高精度3次元内外計測が可能なCTによる非破壊検査技術である。
- 製品組み立てを担う川下の大手企業だけではなく、金型や治具などを受け持つ中堅・中小企業によっても有力な検査ツールになる。この点で日本の金型産業を強化する有力ツールになる可能性も期待できる。アウトカムとして、日本の製造業全体の技術力向上を実現する有力な検査技術の波及は、日本の製造業の成長を促す有力ツールに育つと期待できる。
- 高エネルギーX線CTのキーとなる技術は、X線源、検出器および標準であるので、目的の設定はうまく行われている。今後の「ものづくり」の複雑化に対応した三次元で複雑な製品は、非常に幅広い分野になるため、社会的な適応領域としては、十分な検討がされていて妥当だと思われる。
- 産総研が中心となって開発する装置を関係中小企業各社に使わせる仕組みは良い。
- 三次元計測は基盤技術であるが、活用範囲は機械工業、自動車産業、航空宇宙産業、医療分野など広範であり、当該テーマが目指す「高分解能・高透過力化」は、大きな波及効果を期待できる。
- 国際標準（計量標準及び工業標準化）の分野でのリーダーシップが期待できる。

○問題点・改善すべき点

- 特段の問題はないが、アウトカムのもたらす経済効果に関しては、かなり控えめな数字に抑えられているとの印象をもった。
- 想定される装置の価格、エネルギーなどを考えると、1つの方法で想定される市場に対応することは難しい。あまり対象を広げずに、明確なターゲットを想定した方が、開発可能性が高くなる。また、どのような装置でも、標準は非常に重要で、標準および装置評価手法に十分な資源を使用するべきである。

- 自動車など大企業は独自に保有する能力をもっているので当該装置を多数製造すると思われるので、最初から当該装置の輸出を視野に入れるとともに、合わせて国際標準を推進すべき。
- 国内各産業分野の支援・協力体制の確保、研究及び開発成果の文書化と早期公表、工業標準化の面での国際協力体制の構築などを考慮すべき。

③事業の優先性について

諸外国との国際競争の観点から、早急に進める必要性が高いと認められる。特に、ドイツは先端的な計測機器の市場形成が素早く、対応するには速やかにプログラムを進めることが求められる。また、プロトタイプを開発する当該国内企業に加えて、そのユーザー企業や技術の標準化を支援できる外部環境も整っている日本で、実用機を開発することで国際競争力を大幅に高める可能性が高いという点で、事業を始める意義を評価できる。

なお、標準化のプロセスで必ずしも国際的に勝ち残れない例も散見されるので、強力に国際標準として押し出すことに注力すべきである。標準化のためには、それを支援する企業群の各担当者が具体的に“どう汗をかくのか”という知的財産戦略を事前に企画することや、幅広い研究者により研究開発を行うこと、基礎技術の論文化、実証実験をいかに組むかなどが重要となる。

○肯定的意見

- 諸外国との国際競争の観点から、早急に進める必要性が高いと認められる。
- 同事業が目指すプロトタイプを開発できる国内企業があるという必要条件に加えて、その検査装置の測定技術の評価する公的研究機関がノウハウを持っているという点で、十分条件も満たしている。さらに、プロトタイプを開発する当該国内企業に加えて、そのユーザー企業や技術の標準化を支援できる外部環境も整っている日本で、実用機を開発することで国際競争力を大幅に高める可能性が高いという点で、事業を始める意義を評価できる。
- CT、顕微鏡、干渉計などの画像出力するタイプでは、主に検査や観察に使われていて、計測に必要な精度評価が不十分であった。このプログラムで標準の確立および装置評価をしっかり行うことで、産業界へ与える影響、波及効果は大きい。ドイツは先端的な計測機器の市場形成が素早く、対応するためには速やかにプログラムを進めることが求められる。
- 表記プロジェクトは欧米主要各国において同時進行の状況と思われるので少しでもイニシアティブを取れる可能性のあるプロジェクトは推進すべきである。
- 幾何計測の分野での我が国のポテンシャルは高く、国際寄与も果たしているが、それを更に拡張することが期待される。

○問題点・改善すべき点

- 標準化のプロセスで必ずしも国際的に勝ち残れない例も散見されるので、強力に国際標準として押し出すことに注力していただきたい。
- 技術の標準化を支援する企業群の各担当者が具体的に“どう汗をかくのか”という知的財産戦略を事前に企画することが必要になる。
- 標準化のためには、基礎的な研究が重要で、製品開発を支える技術になると考えられる。標準化に関して、幅広い研究者により研究開発を行うことが重要となる。
- 競争の中でイニシアティブを取るための国際的活動は同時に進行すべきである。国際視野の人材育成に力を注ぐべきである。
- 基礎技術の論文化（国際対応に不可欠）と実証実験をいかに組むかが大切。

④国が実施することの必要性について

単なる技術開発に留まらず、計測標準とそれを用いた評価手法の確立・標準化までを一貫して推進することは、国として進めなければならないことである。民間等では、着手しにくい事業であると認められる。民間の競争に任せると時間がかかり、国際的な競争力に問題が生じるため、短期的に集中的な投資と開発が重要となる。また、将来必要となる基盤的な要素技術の研究開発に対する投資をためらう機運があるこの時期に、国プロとして先導し、きっかけを与える効果は大きいといえる。

なお、国が実施するに当たっては、大型共用施設としてではなく、小型汎用装置として開発することの意義を更に明確化すると一層の説得力を持つように思われる。また、製品化に対しては、開発した技術の特徴を生かして、国際的に通用する装置にしていき、各産業へ波及するための検討が必要である。製品が市場に広まる後押しを期待したい。

○肯定的意見

- 単なる技術開発に留まらず、計測標準とそれを用いた評価手法の確立・標準化までを一貫して推進することは、国として進めなければならないことであろう。また民間等では、着手しにくい事業であると認められる。
- 日本を支える電機業界が厳しい局面に立たされ、苦戦を強いられると同時に、自動車業界も東日本大震災からの復旧と、厳しさを増す国際市場での事業展開に迫られ、将来必要となる基盤的な要素技術の研究開発に対する投資をためらう機運がある。こうした時期に、国プロとして先導し、きっかけを与える効果は大きいといえる。
- CT 技術を「ものづくり」に対応させることは、日本の産業全体に対して非常に重要である。特に高いエネルギーを持つ X 線源は、技術のキーであり開発に資源が必要な技術である。このため、民間の競争に任せると時間がかかり、国際的な競争力に問題が生じる。短期的に集中的な投資と開発が重要となる。
- 第一期としては国が主導してあらゆる英知を結集したものを作り、世界標準を目指す意義はあると思われる。
- 国内技術による成果を産業界に共通的に普及させることが必要。
- 計量標準の国際化において、日本のリーダーシップが期待できる。
- 工業標準化の面からも国際標準の提案が期待できる。

○問題点・改善すべき点

- 国が実施するに当たっては、大型共用施設としてではなく、小型汎用装置として開発することの意義を更に明確化すると一層の説得力を持つように思われる。
- 開発した X 線源および検出器が優れていても、製品化の技術が十分ないと社会的に波及させることが難しい。しかし、製品化技術については必ずしも国が実施する必要性はない。製品化に対しては、開発した技術の特徴を生かして、国際的に通用する装置にしていき、各産業へ波及するための検討が必要である。
- 国は国際標準化と製品普及に力を注ぐべきである。製品が市場に広まる後押しを期待したい。
- 国内の分担及び協力体制をきめ細かく構築することが必要：線源の開発、検出機器の開発、駆動装置の開発、標準ゲージの開発、評価手法の開発など。
- 対応可能材料の選択並びに限界を明確化することが必要：金属材料、複合材料、高分子材料など。
- 総合評価のためのソフトウェア開発も必要。

⑤省内又は他省庁の事業との重複について

事業の重複はなく、是非推進すべき事業である。多くの産業分野に寄与することが期待できる。

なお、将来、医療分野など 3 次元計測技術の需要がありそうな他分野との連携を視野に入れて開発しても良い。

○肯定的意見

- 省内、他省庁とも事業の重複はなく、是非推進すべき事業であると認識される。
- 医療用の X 線 CT の事業はあるかもしれないが、高エネルギーの工業用 X 線 CT の事業はないと思われる。(専門外)
- これについては他の比較すべき開発品につき知識をもたないのでコメントできない。(専門外)
- 経済産業省所管の多くの産業分野に寄与することが期待できる(工作機械、機械加工、精密工業、自動車、宇宙航空、電子機器、化学工業など)。

○問題点・改善すべき点

- 文科省・JST が実施している「先端計測分析技術・機器開発」プログラムの中に、取り込める要素技術があるのかどうかの確認は必要である。また、将来、医療分野などへの展開が期待できる場合は、厚生労働省の意見も参考になるのではないかと思う。
- 特にない。(専門外)
- 重複が現れればむしろ他分野、他省庁においても同種の国際戦略があることの証になる。3 次元計測技術の需要がありそうな他分野との連携を視野に入れて開発しても良い。例えば人体全体計測がある。
- 医療分野での従来の成果をどこまで取り込むことができるか？(厚生労働省の所管との関係など)

第3章 評価小委員会のコメント及びコメントに対する対処方針

本研究開発事業に対する評価小委員会のコメント及びコメントに対する推進課の対処方針は、以下のとおり。

【次世代3次元内外計測の評価基盤技術開発】

コメント ①国が実施することの必要性について 計測技術そのものの基盤をつくるという意味で非常に重要であり、公的資金で取り組むべき事業である。 ②研究開発資金について 大学が保有するシーズを掘り起こしたことで安価に装置開発ができることになったと思われるが、予算が少ないのが危惧される。大学のシーズと企業の装置をつくっていく力を組み合わせた計画づくりのモデルケースの一つになることを期待。 ③研究開発の取り組み方について 利用者側との連携をより一層密にして、装置を作るというよりも、利用に供することが出来るようなものを作るという姿勢で考えるべき。 ④成果の普及について 普及の段階になるとさらに付加的な要素が必要になるが、地域の工業試験所等まで普及できれば非常に有効性を発揮できる。単に装置開発に留まらず、利用、普及、計測結果(詳細情報)の保護というような多面的な側面を考えながら進めることが必要。	対処方針 ①本事業を通じて、我が国の計測基盤を構築して参りたい。 ②本事業は評価技術を開発することが目的であり、そのために最低限必要となるプロトタイプ装置の開発費を予算に計上している。産学官の連携体制により、効果的・効率的に取り組んで参りたい。なお、装置の大型化、高性能化等を志向する場合は必然的に資金も多く必要となるが、これは本事業の成果を基に民間主導で取り組むことが適当と考えている。 ③事業の実施期間中にユーザーを中心としたコンソーシアム等を設置し、ユーザーごとに利用してもらい、性能を確認してもらうとともに、製品化に向けた課題を把握する予定。 ④ご指摘を踏まえ、装置開発に留まらず、計量標準、評価手法等総合的な開発、及びその後の成果の普及などにも注意を払い取り組んで参りたい。
--	---

次世代3次元内外計測の評価基盤技術開発

平成25年度概算要求額 1. 5億円（新規）

産業技術環境局 知的基盤課
03-3501-9279

事業の内容

事業の概要・目的

○近年、ものづくりにおいて利用が増えている、複雑構造の大型部品の内外の寸法を3次的に精密に計測できる技術、及びその精度を客観的に保証するための評価技術の開発に世界に先駆けて取り組みます。

○現状は、異種材料を含む複雑・精緻な内部形状を有する数十cmオーダーの大型部品の精密測定の評価する技術がありません。そのため、評価技術確立のために必要な計測装置、計量標準となる評価ゲージ、及びそれらを用いて計測性能を客観的に評価する手法を開発します。

○技術開発の成果をもとに、標準化提案を積極的に行い、日本発の計測評価技術を客観的かつ国際整合性のとれた技術として世界でより広く利用できる環境整備を目指します。それにより、ものづくり分野を中心とした産業競争力強化につながることが期待できます。

条件（対象者、対象行為、補助率等）

国

委託

民間企業等

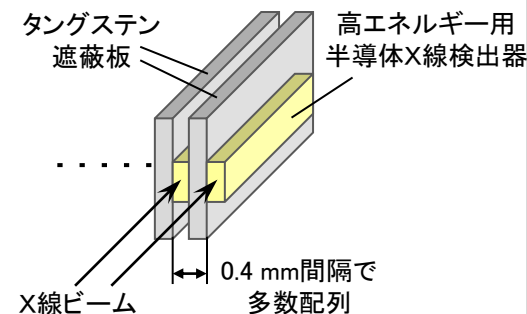
事業イメージ

計測装置の開発

◆高エネルギー・微小X線源（小型加速器）の開発



◆高精度検出器の開発



総合的な知的基盤整備

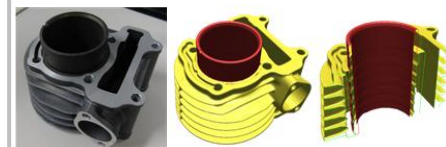
計量標準の開発

◆装置精度評価用ゲージの開発



評価手法の開発

◆物体内外の表面・界面を正確に抽出するための面決定技術、画像処理技術の開発



・我が国ものづくりの計測基盤強化
・自動車・航空・宇宙、電力等における高付加価値・高性能ものづくりの実現に貢献