

「次世代高信頼性ガスセンサー技術開発」

事後評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
プロジェクト概要	2
評価概要（案）	9
評点結果	1 1

はじめに

本書は、第31回研究評価委員会において設置された「次世代高信頼性ガスセンサー技術開発」(事後評価)の研究評価委員会分科会(第1回(平成24年10月1日))において策定した評価報告書(案)の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、第35回研究評価委員会(平成25年3月26日)にて、その評価結果について報告するものである。

平成25年3月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「次世代高信頼性ガスセンサー技術開発」分科会
(事後評価)

分科会長 今中 信人

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会

「次世代高信頼性ガスセンサー技術開発」(事後評価)

分科会委員名簿

(平成24年10月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	いまなか のぶひと 今中 信人	大阪大学 大学院工学研究科 応用化学専攻 教授
分科会長 代理	はら かずひろ 原 和裕	東京電機大学 工学部 電気電子工学科 教授
委員	おおやぶ たかし 大藪 多可志	金沢星稜大学 経済学部 経営学科 教授
	おかだ おさむ 岡田 治	株式会社ルネッサンス・エナジー・リサーチ 代表取締役 東北大学 未来科学技術共同研究センター 客員教授
	たかた まさすけ 高田 雅介	長岡技術科学大学 理事・副学長 工学部長 工学研究科長 電子デバイス・光波エレクトロニクス学 教授
	ひらた としあき 平田 俊明	東京ガス株式会社 技術開発本部 商品開発部 スマート エネルギーハウス開発グループ グループマネジャー

敬称略、五十音順

プロジェクト概要

概要

		作成日	平成 24 年 9 月 5 日
プログラム名	エネルギーイノベーションプログラム、ナノテク・部材イノベーションプログラム		
プロジェクト名	次世代高信頼性ガスセンサー技術開発	プロジェクト番号	P08025
事業担当推進部室・担当者	電子・材料・ナノテクノロジー部 主査 三宅 邦仁		
<p>0. 概要</p> <p>ガス漏れやCO中毒などのガス関連事故の更なる低減に、ガス警報器の一層の普及は不可欠である。一方、都市ガス警報器の普及率は、40%程度に留まっており、一層の普及には、現在主流の電源コードを必要とするAC電源式から、設置性・施工性・意匠性の高いコードレスな電池駆動式にすることが非常に有効である。このような背景から、本プロジェクトにおいて、メタン及びCOガスを確実に検出でき、超低消費電力で電池駆動可能かつ長期間の信頼性が担保できる革新的高信頼性ガスセンサーの技術開発を実施した。</p> <p>I. 事業の位置づけ・必要性について</p> <p>平成18年に明らかになった一連の瞬間湯沸器によるCO中毒事故をきっかけに、ガスの安全・安心に対する社会の関心が高まっており、国などは、ガス安全のより高度化を目指して取り組んでいる。その有効な手段として、ガス警報器などの安全機器のより一層の普及が挙げられる。これまでに、ガス関連の事故は、ガス警報器などの安全機器の普及とともに低下してきた経緯があり、ガス事故の低減に大いに貢献してきた。</p> <p>しかしながら、都市ガス警報器の普及率は、平成11年以降ほぼ横ばい（普及率約40%）の状況にあり、事故件数の低下速度も停滞してきている。</p> <p>このような普及率停滞の原因は、現行の都市ガス警報器のAC100V電源仕様にある。すなわち、電源コードを必要とする仕様に起因し、設置性・施工性・美観上の問題が普及を阻害する要因となっている。より一層の都市ガス警報器の普及には、設置性・施工性・意匠性の高いコードレスな電池駆動式にすることが非常に有効と考えられる。更に、屋内燃焼ガス機器使用時の偶発的な不完全燃焼に起因するCO中毒事故を防止するため、都市ガス警報器としては、ガスだけでなく、CO検知機能を兼ね備えておく必要がある。このような背景から、メタン及びCOガスを確実に検出でき、超低消費電力で電池駆動可能かつ長期間の信頼性が担保できる革新的高信頼性ガスセンサーの技術開発を実施することとした。</p> <p>電池駆動式警報器の実現には、現行のAC電源式対比、1/1000程度の劇的な低消費電力化が必須であり、最新のナノテクノロジーやMEMS技術を駆使したセンサーの超小型化によるガス検知時の加熱効率の劇的向上が鍵となる。このようなチャレンジングな目標達成には、世界をリードする国内ガスセンサーメーカーの最先端技術の結集が必須であり、国内を代表するセンサーメーカー6社により、開発を進めることとした。実用化に向けて重要なもう一つの課題である信頼性については、日本全国のあらゆる環境での信頼性を確保することが必須であり、そのためには、大規模な実環境試験を実施し、劣化要因の把握と改良を行う必要がある。このような大規模な実環境試験を一社で実施することは困難であり、業界団体と連携して進めることとした。このように、電池駆動式都市ガスセンサーの実用化には、ガスセンサー業界が一体となった開発が必須であることから、NEDOが主体となり開発体制を構築し、プロジェクトとして推進する</p>			

こととした。

このような取り組みにより、CO中毒等のガス事故を一層低下させる効果的な手段の提供が可能となり、社会の安全・安心への貢献が期待できる。また、世界最先端技術の活用による画期的な技術の実用化が実現できれば、国内ガスセンサー業界の競争力強化への貢献が期待できる。警報器の低消費電力化による省エネ効果も大きい。このように波及効果も大きく、本プロジェクトの意義も大きい。

本プロジェクトは、ガス安全の高度化を推進する「ガス安全高度化計画」、省エネ技術開発推進を目的とする「エネルギーイノベーションプログラム」、および、ナノテク関連技術開発推進を目的とする、「ナノテク・部材イノベーションプログラム」の一環として実施した。

II. 研究開発マネジメントについて

【事業の目標】

プロジェクトの目標は、共通基盤技術として、

- ① 次世代ガスセンサー開発のための特性変化要因・メカニズムの解明のための基盤技術構築
- ② 次世代ガスセンサー開発のための加速評価基盤技術の確立

実用化技術として、

- ③超低消費電力高信頼性ガスセンサーの開発

- ・0.1mW以下の超低消費電力を実現する。
- ・加速評価等によって、寿命5年以上の信頼性の目途をつける。
- ・「不完全燃焼警報器検査規程〔暫定〕」(JIA F 039-06)を満足する(COセンサー)。
- ・「都市ガス用ガス警報器検査規程」(JIA E 001-07)を満足する(メタンセンサー)。

を設定し、推進した。

【事業の計画】

項目	研究開発内容	プロジェクト期間				
		H20	H21	H22	H23	H24以降
①②共通基盤技術の確立	①実環境特性変動試験環境確立 (センサーユニット開発、設置場所選定・設置、データ処理システム開発)	→				
	②長期信頼性の加速評価基盤技術の確立 (実環境におけるセンサーユニット設置と動作確認)	→	<自主事業>	実環境データの回収、解析と各社へのデータフィードバック		
③超低消費電力高信頼性ガスセンサーの開発	低消費電力センサー開発	→				
	加速評価手法の確立		→			
	実環境における特性変化因子解析と改良			→		
★自主開発	実用化、事業化研究					各社での実用化研究 →

 : 基盤技術 (開発項目①、②)
 : 実用化技術 (開発項目③)
 : 自主開発

実用化に目途が得られた実施者は、本PJと並行して、量産化などの実用化検討に移行

【開発予算 (単位: 百万円)】

	開発項目*	H20	H21	H22	H23
予算	①、②	60	—	—	—
	③	38	99	81	61
総予算額		98	99	81	61

プロジェクト予算総額: 3.4億円。

※ (①～②は委託事業、③は助成事業<助成率1/2>)

【開発体制】

運営機関	独行政法人新エネルギー産業技術総合開発機構
PL	国立大学法人九州大学 名誉教授 山添 昇
委託先	一般社団法人 日本ガス協会 (平成20年度のみ)
助成先	新コスモス電機株式会社、エフアイエス株式会社、株式会社ネモト・センサエンジニアリング、フィガロ技研株式会社、富士電機株式会社、矢崎エネジーシステム株式会社 (平成20～23年度)

開発項目①②は、日本ガス協会、開発項目③については、助成先6社が担当した。

【情勢変化への対応】

以下の点について情勢変化に対応した。

1) 共通基盤技術の早期確立による実用化・事業化前倒し

共通基盤技術の早期確立により共通基盤技術開発を平成20年度で終了し、助成企業によるセンサーの実用化開発を主体とする体制に見直した。

2) 基本計画の改定

上記体制変更に合わせて、基本計画の改定を実施した（平成 21 年 3 月）。

震災の影響による一部助成事業者の研究開発期間を変更した（平成 24 年 2 月）。

【評価に関する事項】

平成 19 年度 事前評価実施。

【実施の効果（費用対効果）】

研究開発費用： 4 年間で約 3.4 億円

①期待される市場：ガスセンサー、ガス警報器、火災警報器等

②経済波及効果：約 510 億円（2020 年）

③省エネ効果：157,000MWh/年（原油換算15,000kl/年）（2030年）

Ⅲ. 研究開発成果について

【目標達成状況】

1) 研究開発項目① 次世代ガスセンサーの特性変化要因・メカニズムの解明のための基盤技術構築

最終目標	達成度	内容説明
(1) 各種検知原理に基づくメタン及びCOセンサーの特性変化の要因及びその影響度を解析するためのデータ収集システムを開発し、メカニズムを解明するための基盤技術を構築する。	○	①6社センサーの搭載が可能なユニットを開発に成功した。 ②日本全国(北海道～沖縄)の様々な居住環境(家屋、換気率等)を選定し、合計660台を設置した。また、日本全国に設置されている多数のセンサーを効率よく回収するロジスティックを構築した。 ③実環境データ(温度、湿度)、センサー特性データなどの膨大な経時変化データを効率よく解析するデータ処理システムを開発した。 ④初年度のみで早期に基盤技術開発を完了した。

2) 研究開発項目② 次世代ガスセンサー開発のための加速評価基盤技術の確立

最終目標	達成度	内容説明
(1) 長期信頼性を加速評価し得る基盤技術を確立する。	○	研究開発項目①で構築した基盤技術を活用し、この基盤技術で得られたデータを各センサーメーカーに定期的にフィードバックした。このような取り組みにより、各社が行う具体的加速評価条件決定につなげた。

3) 研究開発項目③ 低消費電力高信頼性ガスセンサーの開発

最終目標	達成度	内容説明
(1) 0.1mW以下の超低消費電力を実現する。	○	MEMSなどの各社の保有技術を活用し、6社とも目標の消費電力を達成した。
(2) 加速評価等によって、寿命5年以上の信頼性の		

<p>目途をつける。</p> <p>(3)「不完全燃焼警報器検査規程〔暫定〕」(JIA F 039-06)を満足する(COセンサー)。「都市ガス用ガス警報器検査規程」(JIA E 001-07)を満足する(メタンセンサー)。</p>		<p>境ガスなど)の特定に成功。劣化要因に基づき、センサーの改良(緻密化、触媒改良、保護膜の設置など)により信頼性を改良した。各社確立した加速試験条件を活用し、目標の信頼性に目処を得た。</p> <p>JIA規定を満足することを確認した。</p>
--	--	---

【成果の意義】

メーカーから独立した組織により全国規模の実環境試験を初めて実施し、ガスセンサーの特性に影響する環境因子の洗い出しと特定に成功した。

本プロジェクトの成果から、実用化の目途が得られたため、いずれのセンサーメーカーも量産化検討などの実用化検討に移行した。

【成果の普及】

- ・論文投稿 「査読付き」0件、「その他」0件
- ・特許 「出願済」15件
- ・その他の外部発表 33件

IV. 実用化、事業化の見通しについて

各社は、これまでに各種センサーの実用化、販売実績を豊富に有しており、そこでの量産化ノウハウや販売網を活用することにより1、2年後の商品化を目指している。

事業化対象は、ガスセンサーやガス警報器が考えられる。更に、電池駆動の実現により、従来搭載できなかった新たな用途(火災警報器、湯沸器用安全装置、ガスコンロ用安全装置など)への展開も考えられる。

V. 基本計画に関する事項

作成時期 : 平成20年3月 制定。

変更履歴 : 平成20年6月 イノベーションプログラム基本計画の制定により、「(1)研究開発の目的」の記載を改訂。
平成20年7月 研究開発責任者(プロジェクトリーダー)決定に伴い改訂。
平成21年3月 委託事業の実施期間変更に伴い改訂。
平成24年2月、一部助成事業者の研究開発期間変更に伴い改訂、並びに前回改訂の内容補足のため、研究開発項目毎に特記事項を追記、及び文言等軽微な修正。

技術分野全体での位置づけ

(分科会資料6—1より抜粋)

公開 I. 事業の位置付け・必要性 4. 政策的意義

国の政策における位置づけ(ナノテク)

2. ナノテク・部材イノベーションプログラム

【平成21年度予算額：188億円】

※各プロジェクト毎の予算額は21年度予算(20年度予算)(20年度補正予算)

○あらゆる分野に対して高度化・不連続な革新をもたらすナノテクノロジー・革新的部材技術を確立する。
 ○我が国産業の国際競争力の維持・強化や解決困難な社会的課題の克服を可能とする。



事業原簿p. I-8

10/21

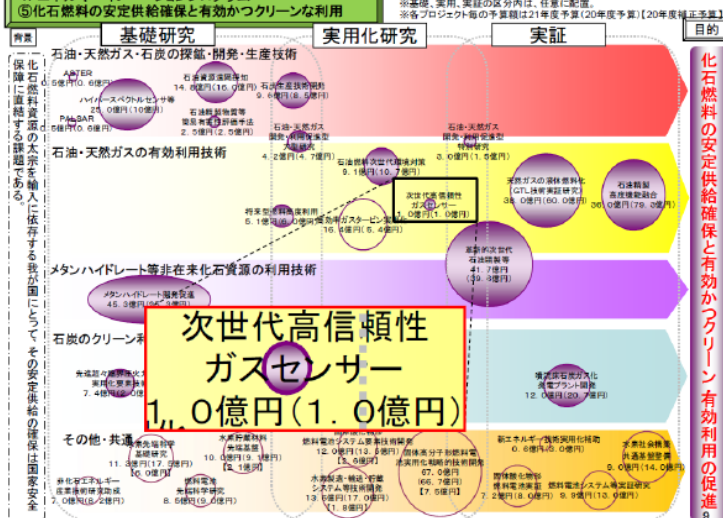
公開 I. 事業の位置付け・必要性 4. 政策的意義

国の政策における位置づけ(省エネ)

4. エネルギーイノベーションプログラム

【平成21年度予算案：479億円】

※基礎、実用、実証の区分内は、任意に配分。
 ※各プロジェクト毎の予算額は21年度予算(20年度予算)(20年度補正予算)



事業原簿p. I-9

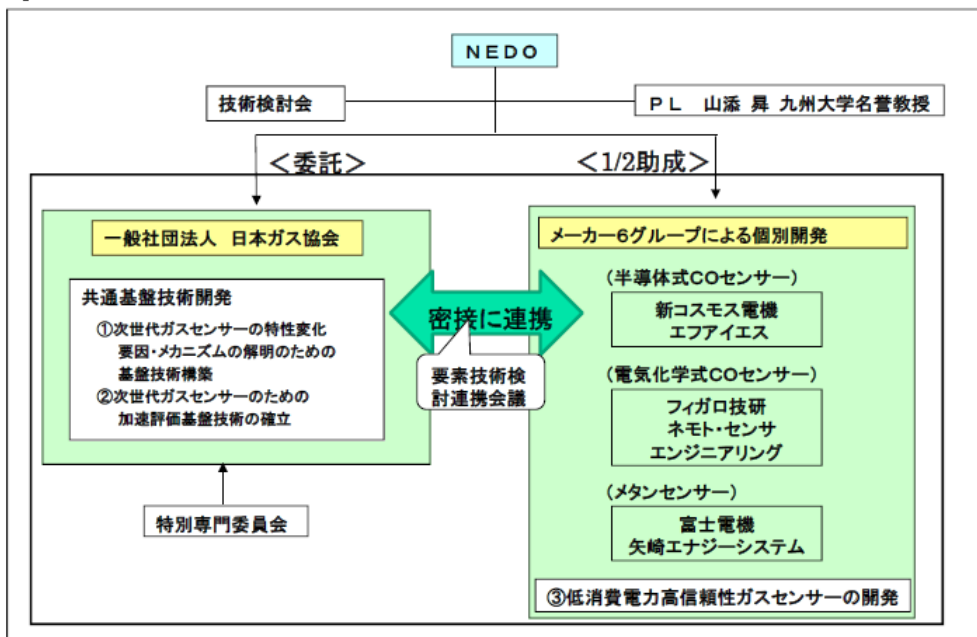
11/21

「次世代高信頼性ガスセンサー技術開発」

全体の研究開発実施体制

公開 II. 研究開発マネージメント 2. 事業の計画

実施体制



事業原簿p. II-4

16/21

「次世代高信頼性ガスセンサー技術開発」(事後評価)

評価概要 (案)

1. 総論

1) 総合評価

省エネルギーという明確な意義、目的のもとに、次世代ガスセンサーの研究開発に取り組み、参加メーカー全社が実用化の目処を立てたことは高く評価できる。具体的にはコードレス家庭用都市ガス警報器を構成可能とするための各種要素技術を構築し、それと並行して各種使用環境での特性変化の因子を解析し、長期信頼性の加速評価手法を確立した。これらにより、電池駆動式で5年以上動作可能な都市ガス用超低消費電力高信頼性ガスセンサー(メタンセンサー、COセンサー)が開発され、今後1~2年後の実用化の目処も立ったことは非常に意義があり、安全・安心な住環境創生に大きく貢献する。

今後、寿命5年以上の信頼性を保証できる確証を得られるよう、継続した取組が望まれる。

2) 今後に対する提言

警報器の普及率を上げるうえでの障害は、警報器のコードレス化だけでなく、価格の問題も大きい。素子の小型化や低消費電力化をベースに、思い切った低価格化も目指すべきではないか。また、加速試験の正確性を多くの方が納得できる形で示し、その手法が世界基準となるよう進行させることを望む。

本プロジェクトで開発したガスセンサーの評価手法は開発期間短縮や開発コスト低減に寄与することが期待される画期的な成果であり、今後、医療・健康・介護、食品工業、農業等各種センサー開発への応用など普及を期待したい。

なお、本プロジェクトで培った技術の国際競争力はあると判断できるので積極的に海外戦略を進めることを望む。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

エネルギー政策において重要性を増している天然ガスを消費者がより安全に使用できる環境を提供すること、省エネルギーに寄与するために、超低消費電力ガスセンサーを搭載した家庭用都市ガス警報器の普及率向上が重要であり、非常に社会的意義のある事業である。また、個々のセンサーメーカーだけでは全国660点での観測など幅広い使用環境での特性変動試験の実施や、他社品、

他方式との横並びの比較試験も困難であるため、NEDO の関与、サポートの意義がある。さらに、本成果に基づくガスセンサーの国内普及率の向上や海外輸出等、国内外での警報器市場開拓効果だけを見ても、費用対効果の高い事業と認められる。

2) 研究開発マネジメントについて

実施者として当分野において実績と技術力を保有する企業と適切なプロジェクトリーダーが選定されている。ユーザーの立場である都市ガス事業者とセンサーメーカー各社の役割分担が明確であり、両者の連携により保有する知見、ノウハウを融合し成果を最大化することに配慮された実施体制である。また、全般的に成果の実用化、事業化につなげる戦略が明確であり、情勢変化への対応、計画見直しも適切に実施されている。

一方、知財マネジメントの方針が一部不明確に感じた。特許出願せずノウハウとしてブラックボックスとしておく方針は、製品を分解・分析されてもわからない内容にとどめるべきである。

3) 研究開発成果について

参加全メーカーが目標を達成し、電池駆動可能で必要な感度特性・信頼性を持つ CO センサー、メタンセンサーの開発に成功し実用化に目処をつけたのに留まらず、一部性能については目標を大幅に上回っていることは非常に高く評価できる。また、実環境における影響因子を加味した加速評価手法を確立したことは画期的であり高く評価できる。さらに多くの実施者が MEMS 構造を採用したことで、多種類のセンサーを集積化した多機能センサーの開発への道が開け、新たなセンサー創生につながる事が将来期待できる。この開発成果を基に、コードレスメタンセンサー、CO センサーとしての海外展開や他のガスセンサーに応用して、幅広いセンサーの省エネ化・コードレス化の推進も可能である。

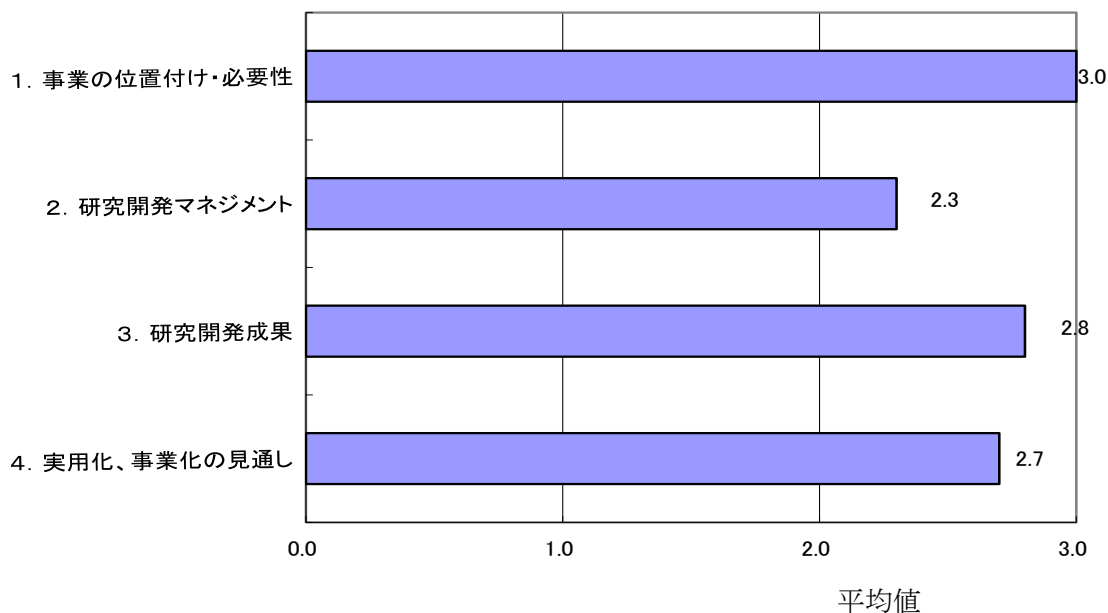
一方、知的財産権等の取扱（特許等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているかが不明確であり、今後の商品化や海外展開等を十分考慮し、各社の知的財産戦略を策定していただきたい。

4) 実用化、事業化の見通しについて

実用化に向けた技術的な課題等は明確であり、各メーカーとも実用化の目処をつけており高く評価できる。湿度の影響などの干渉因子についても明確化しており、その対策も十分可能と考えられる。長期耐久性等、信頼性の確保についても、各センサー共に、ほぼ目処が立っており、実施者が中心となって行う

量産検討等により、1～2年後の実用化は大いに期待できる。また、他用途や海外市場への展開についてもアイデアがあり、コストダウン等により応用分野の拡大が期待できる。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)					
		A	A	A	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.3	A	B	A	B	B	B
3. 研究開発成果について	2.8	A	A	A	A	B	A
4. 実用化、事業化の見通しについて	2.7	B	A	A	A	B	A

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 事業の位置付け・必要性について	→A	3. 研究開発成果について	→A
・非常に重要	→A	・非常によい	→A
・重要	→B	・よい	→B
・概ね妥当	→C	・概ね妥当	→C
・妥当性がない、又は失われた	→D	・妥当とはいえない	→D
2. 研究開発マネジメントについて	→A	4. 実用化、事業化の見通しについて	→A
・非常によい	→A	・明確	→A
・よい	→B	・妥当	→B
・概ね適切	→C	・概ね妥当であるが、課題あり	→C
・適切とはいえない	→D	・見通しが不明	→D