

N E D O 研究評価委員会

「揮発性有機化合物対策用高感度検出器の開発」

(事後評価)第1回分科会

2009年12月2日(水)

**【梶田主査】** 定刻になりましたので、ただいまより「揮発性有機化合物対策用高感度検出器の開発」にかかわる事後評価分科会を開催させていただきます。

委員の皆様、プロジェクト推進部の皆様、実施部門の皆様、よろしくお願いいたします。

本日の事後評価の目的には、当初に設定されましたプロジェクトの目標に対する達成度を客観的に評価すること、並びに評価結果をNEDOの類似プロジェクトにおける企画・立案・運営管理に反映させることが挙げられております。委員の皆様には、幅広い見地から、厳正・中立なる審議をよろしくお願いいたします。

最初に、本分科会の設置の件でございますが、お手持ちの資料1-1をご参照ください。平成20年9月24日に開催されました本分科会の親委員会であります第18回研究評価委員会において本分科会が設置され、NEDO理事長により、本分科会委員が表1のように指名されました。設置等の規程につきましては、資料1-2の「NEDO技術委員・技術委員会等規程」をご参照ください。

また、分科会長選任は、NEDO理事長の指名により、事前に、東京工業大学、藤井修二教授にご就任をお願いし、ご了承いただいております。

それでは、藤井分科会長、議事進行のほどよろしくお願いいたします。

**【藤井分科会長】** どうもこんにちは。本分科会長を務めることを受けました東京工業大学の藤井でございます。よろしくお願いいたします。本プロジェクトにかかわる事後評価を円滑に進めていきたいと思っておりますので、委員の皆様及び関係者の皆様におかれましては、ご協力のほどようお願い申し上げます。

それでは議事に従いまして、議事を進めていきたいと思っております。まず初めに事務局から出席者のご紹介をお願いします。

**【梶田主査】** それでは、分科会委員の皆様をご紹介します。委員の皆様には、ごく簡単に専門分野など、ご紹介ください。なお委員の方におかれましては、以後発言する際は、マイクの使用をお願いいたします。

それではまず初めに分科会長をお願いいたしました東京工業大学大学院情報理工学研究科情報環境学専攻教授、藤井修二様です。

【藤井分科会長】 東京工業大学の藤井でございます。専門分野が情報環境学専攻というのですが、専門はもともと建築環境工学の出で、建築設備、環境工学をやっています。主として空気環境の関係で、空気汚染の仕事をしています。よろしくお願ひします。

【梶田主査】 続きまして、分科会長代理をお願いしました長崎大学工学部材料工学科機能材料化学教授、清水康博様です。

【清水分科会長代理】 清水と申します。専門は学生のころから、卒研で科学センサの研究テーマを与えられて、それからずっと自分でも、そのテーマがいいなと思ってやってきました。湿度センサから始まって、半導体のガスセンサ、最近は固体電解質とかバイオセンサ関係も研究しています。よろしくお願ひいたします。

【梶田主査】 委員の皆様は五十音順にご紹介いたします。

岡山理科大学理学部応用物理学科、中川益生様です。中川先生は本日、所用のため欠席でございます。

続きまして東北文化学園大学大学院健康社会システム研究科教授、野崎淳夫様です。

【野崎委員】 野崎と申します。専門は藤井先生と同じように建築の環境工学です。中でも空気環境と、空気清浄機のような浄化技術、空気清浄を主としてやっております。よろしくお願ひいたします。

【梶田主査】 続きまして、横浜国立大学教育人間科学部特任教授、堀雅宏様です。

【堀委員】 堀でございます。専門は環境化学計測学が専門で、それから室内環境汚染問題についてもやってきました。どうぞよろしくお願ひします。

【梶田主査】 続きまして、神奈川県衛生研究所企画情報部部長、森康明様です。

【森委員】 森でございます。私はもともとが水の分析をしておりました。平成8年あたりから室内環境のほうをやりまして、国内の指針値をつくるに当たりまして、地方の衛生研究所が参加いたしまして、ホルムアルデヒドの基準値というか、指針値をつくるというようなことに参画したということと、それからいろいろとアルデヒドの吸着剤の検討とか、五、六年やっていたけれど、今は企画情報部というところで、外資導入による獲得とか、所内全体の研究調整ということをやっております。

ます。よろしくお願いいたします。

【梶田主査】 どうもありがとうございました。

本委員会は委員6名のうち5名の方にご出席いただいております。NEDO技術委員・技術委員会等規定第4条及び第6回研究評価委員会での決議事項に基づき、本委員会は設立いたしました。

続きまして推進者、実施者の皆様を、NEDO環境技術開発部、宮崎主査からご紹介いただきます。

【宮崎主査】 ご紹介申し上げます。

まず経済産業省から、製造産業局住宅産業窯業建材課の佐藤課長補佐です。

【佐藤課長補佐】 住宅産業窯業建材課の佐藤と申します。環境技術担当の補佐をしております。どうぞよろしくお願いいたします。

【宮崎主査】 そのお隣が同じ課の千葉技術係長です。

【千葉技術係長】 住宅産業窯業建材課の千葉と申します。技術担当の係長をしております。よろしくお願いいたします。

【宮崎主査】 次に事業実施者からですが、プロジェクトリーダーが少しおくれておりますので、先にプロジェクトリーダーの席のお隣、独立行政法人産業技術総合研究所先進製造プロセス研究部門センサインテグレーション研究グループの松原グループ長です。

【松原グループ長】 産業技術総合研究所の松原でございます。このプロジェクトではセンサのほうを担当してまいりました。よろしくお願いいたします。

【宮崎主査】 そのお隣が、現在、パナソニック電工株式会社、平成20年まで松下電工株式会社の先行技術開発研究所分析技術研究室の平野技師です。

【平野技師】 パナソニック電工の平野です。よろしくお願いいたします。調査のほうを担当しております。

【宮崎主査】 別のテーブルになりますが、独立行政法人産業技術総合研究所先進製造プロセス研究部門センサインテグレーション研究グループの伊藤研究員です。

【伊藤研究員】 産業技術総合研究所の伊藤と申します。よろしくお願いいたします。センサ素子開発の担当を行ってまいりました。

【宮崎主査】 そのお隣が東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻の野口研究員です。

【野口研究員】 東京大学の野口と申します。主に実環境の調査とセンサの評価を行わせていただきました。よろしくお願いいたします。

【宮崎主査】 そのお隣が、独立行政法人建築研究所環境研究グループの桑沢上席研究員です。

【桑沢上席研究員】 建築研究所の桑沢です。私どもは周辺技術を担当させていただきました。よろしくお願いいたします。

【宮崎主査】 最後にNEDO開発機構の推進部です。環境技術開発部の岡部部長。

【岡部部長】 環境技術開発部長の岡部でございます。よろしくお願いいたします。

【宮崎主査】 環境技術開発部環境化学グループの五十嵐主任研究員。

【五十嵐主任研究員】 五十嵐でございます。よろしくお願いいたします。

【宮崎主査】 私は環境技術開発部環境化学グループ主査の宮崎です。

以上紹介いたしました。

【梶田主査】 ありがとうございます。

最後に事務局を紹介いたします。NEDO総務企画部課長代理、坂井です。

【坂井課長代理】 坂井です。よろしくお願いいたします。

【梶田主査】 続きましてNEDO研究評価部統括主幹の竹下です。

【竹下統括主幹】 竹下です。よろしくお願いいたします。

【梶田主査】 同じくNEDO研究評価部主幹の寺門です。

【寺門主幹】 寺門でございます。よろしくお願いいたします。

【梶田主査】 私は、本日の分科会を担当いたします梶田です。どうぞよろしくお願いいたします。

以上でございます。

【藤井分科会長】 それでは続きまして、事務局から配付資料の確認をお願いいたします。

【梶田主査】 配付資料は、議事次第が表紙となっております。最初の資料の2ページ目に添付しておりますとおり、資料1-1から資料6までございます。

これより資料番号を読み上げますので、各自ご確認をお願いいたします。

資料1-1と1-2、続きまして資料2-1から2-4まで4つでございます。

続きまして資料3-1から3-5まで5つの資料でございます。続きまして資料4

「評価報告書の構成について」、あとは厚い資料、資料5-1「事業原簿」の冊子、

あとは本日の説明資料でございます資料5-2、5-3、5-4のパワーポイントの資料、最後に資料6「今後の予定」になっております。

もし漏れがある場合は事務局までお申し出ください。

以上です。

**【藤井分科会長】** 資料はよろしいでしょうか。

それでは議題のほうに進みたいと思います。議題2に入らせていただきます。それでは事務局から説明をお願いします。

**【梶田主査】** 資料2-1「研究評価委員会分科会の公開について（案）」をごらんください。

四角内に囲われました（1）から（5）までの基本ルールが資料2-2に記載された各種法令に準じて定められております。

（1）から（4）項に定められておりますとおり、分科会は基本的には公開です。したがいまして、本日の分科会の公開部分における皆様のご発言はすべて公開となりますことをご留意ください。

また、委員の評価コメントにつきましても、原則としてすべて公開になることをご了承ください。

**【藤井分科会長】** どうもありがとうございました。ただいまのご説明に対して、ご意見、ご質問等ありましたらお願いしたいと思います。よろしいでしょうか。

それでは、本分科会ではすべての議題について公開とすることにいたします。

続きまして、議題の3に移りたいと思います。事務局から説明をお願いします。

**【宮崎主査】** 済みません、プロジェクトリーダーが来られたので紹介させていただきます。プロジェクトリーダーである東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻の柳沢教授でいらっしゃいます。

**【柳沢 P L】** 午前中講義がありまして、柏から参りましたので、遅くなって申しわけありませんでした。プロジェクトリーダーを務めております柳沢です。よろしくお願いいいたします。

**【梶田主査】** それではNEDO研究評価委員会分科会の今回の評価の実施方法及び評価報告書の構成について説明いたします。

NEDOにおける研究評価、平成13年度から行われておりまして、今年度、平成21年度におきましては総数で40件予定されております。そのうち中間評価が

25件、事後評価が15件となっております、今回の評価は15件のうちの1件になります。

評価の種類ですが、こちらにありますように今回の事後評価はプロジェクトの終了直後、終了年の翌年に実施いたします。研究成果の客観的評価、達成度成果の意義と、評価結果を以後のプロジェクトの企画・運営管理に反映するために行います。

今回の評価の実施体制と手順についてご説明いたします。今回の研究評価委員会、NEDOの中で分科会A、B、C、Dとございますが、このうちのひとつが本日の研究評価委員会でございます。この委員会のうち、評価事務局と推進部、実施者におきまして議論をしていただきます。評価事務局におきましては、評価委員、研究開発成果・技術的・経済的・社会的意義について評価できるNEDO外部の専門家、有識者の先生方に依頼しております。

本日、プロジェクトの研究評価を実施いたしまして、評価コメントの策定、評点づけを行います。この場におきまして実質的な評価を行いまして、最終的に評価報告書（案）を作成いたします。

**【寺門主幹】** 済みません、資料としては資料3-1でございますが、それを模式図化したものを今ご説明しております。資料の中にございませんで、前のほうでお願いしたいと思います。恐れ入ります。

**【梶田主査】** この評価報告書の取り扱いにつきましては、最終的にすべて国民に公開となっております。

続きまして評価の基本原則と留意事項についてご説明いたします。基本原則といたしましては透明性の確保、当然評価結果のみならず評価方法及び評価結果の反映状況を可能な限り、被評価者及び社会に公表いたします。なお、評価結果については可能な限り計量的な手法で示すものいたします。

また、明示性の確保といたしまして、可能な限り被評価者と評価者の討議を奨励いたします。

その他、実効性の確保、中立性の確保、公正に留意とございます。

また、ほかにその他の留意事項といたしまして、機密保持、柔軟性の確保、コスト合理性の確保という項目がございます。

評価結果の反映につきまして、基本的に以後のプロジェクトの企画立案及び運営管理に反映いたします。反映状況はNEDO内外に周知ということで、PLAN・

DO・SEEということで、今回の研究評価はこのSEEのところになりまして、PDSのサークルを回すことによって、最適なプロジェクト運営を目指すというような手順になっております。

今回の評価の流れについてご説明いたします。本日の分科会、こちらのほうで事業の把握、あと質疑応答を行っていただきます。評価コメントにつきまして、本日の評価委員の先生方に作成していただきます。この評価コメントをNEDOの研究評価部のほうでとりまとめをいたしまして、分科会長並びに各委員の先生方に承認されたものを評価委員（案）としまして作成いたしまして、推進実施者のほうに意見書として提出いたします。

この際、内容としまして事実誤認の申立て等と、あと補足説明がある場合について、意見を受け付けまして、それをまとめの文書に反映するか、また再度検討いたしまして、最終的に評価報告書（案）というものを完成いたします。基本的には、評価者と被評価者につきましては対等な議論を行うと。この場におきまして十分な議論を行うというふうになります。

ただし最終的には評価者意見を採用ということになっております。評価書には被評価者意見も掲載いたします。反映されなかったまとめ文書に対する意見のみ、参考資料として添付することも可能でございます。

評価内容につきましては、まずプロジェクト全体に対する評価といたしまして、総論、総合評価と今後に対する提言、あと各論に対しまして、4つの評価軸の、技術の位置づけ・必要性、研究開発マネジメント、研究開発成果、実用化の見通しの各論がございます。

さらに個別テーマに関する評価といたしまして、こちらの内容がございます。

先ほどの4つの評価軸に対しまして、標準的な評価項目、評価基準を設定しております。1番といたしまして事業の位置づけ・必要性。2番として研究開発マネジメント、先ほどお話ししたとおりで、それぞれNEDOの事業としての妥当性、事業目的の妥当性、同じようにマネジメント・成果・実用化の見通しについて、この軸で評価をいただければと思います。

具体的に実用化の見通しにつきましては、成果の実用化可能性。こちらに書いてございますように、実用化イメージ、出口イメージが明確になっているか。このイメージに基づいてマイルストーンを明確にしているか。それを踏まえ、引き続き研

究開発が行われる見通しが立っているか等々。また、波及効果について、成果は関連分野への波及効果を期待できるものか等の項目がございます。

評価コメント欄につきましては、先ほどご説明いたしました総論、各論、個別テーマすべて、肯定的意見、問題点、改善すべき点、その他意見について、可能な限り具体的なコメントを各先生方にはいただきたいと思っております。先ほどの各論についても同じような内容でございます。個別テーマも同じでございます。

標準的な評価項目に関しまして、コメントのほかにA、B、C、Dの4つの評点づけを行っていただきます。先ほどの4つの項目につきまして、A、B、C、Dで、4段階の評価でございます。先ほどのA、B、C、Dの4段階。優を3点といたしまして、それからB 2、1、ゼロというふうに、数値に換算致しまして、最終的に各委員の評点を平均して、今回の分科会の評点として、こちらのほうにあらわします。

また、この点が3の研究開発成果と4の実用化の見通しの数値を使いまして、このようなグラフです。横軸に研究開発成果、縦軸に実用化の見通しについて、グラフをつくりまして、この $x + y$ が3.0以上のもの並びに全ての評価が1.0以上のものを合格ラインとしております。さらにそのうち優良ラインというものが、成果と実用化と合わせたもの、4.0以上、こちらを優良ラインといたしまして、これは過去の評価内容の結果でございますが、この評点もNEDOの今後のプロジェクトマネジメントの改善に活用させていただきたいと思っております。

最後に評価報告書の構成案でございます。先ほどの各先生方にお願ひしましたコメントをこの項目でいただきます。それぞれにおきまして、各委員の先生の無記名で生の意見を、肯定的意見、問題点、改善すべき点、その他意見に全部そのまま記載いたします。この内容をNEDOの研究評価部でまとめたものを概要として、こちらの上に載せます。これを各項目にしてまとめたもの並びに、先ほどお話しいたしました採点結果プラス、本日の事業原簿、説明資料を合わせたものを最終的な評価報告書といたしまして、発行させていただきたいと思っております。

以上でございます。

**【寺門主幹】** 恐れ入ります、1件補足をさせていただきます。先ほど評価の項目、基準をプレゼンテーションの中でご説明申し上げました。それを資料の3-3、お手元のほうにご用意してあります。ご審議の際、適宜ご参考いただければと思います。



以上でございます。

**【藤井分科会長】** どうもありがとうございました。ただいま、本プロジェクトの評価を進めるための基本的な考え方の説明をいただきました。このプロジェクトにかかわる評価の手順、評価項目、評価基準、評価報告書の構成などにつきまして、何かございましたらお願いしたいと思います。質問等ありましたらお願いします。よろしいでしょうか。

それでは評価の進め方及び評価書の構成につきましては、基本的に事務局の提案どおりとします。なお、委員の皆様には本日の議事次第、第7、まとめ講評の際に、1人2分程度の講評をいただきたいと思っておりますので、ご準備くださいますようお願いいたします。

それでは分科会の議事進行に関しましてご留意いただきたいことがございます。事務局からご説明をお願いいたします。

**【梶田主査】** 事務局から議事進行にかかわるお願いをさせていただきます。分科会の議事運営に関する件ですが、分科会は原則、評価者と被評価者の間において、説明、質疑等の議論を行う場でありますので、オブザーバー、一般傍聴者の皆様からのご意見、ご質問を受け付けることはできませんので、あらかじめご承知おきください。

ただし、本分科会からオブザーバーへの発言を求められた場合はご協力いただきますよう、お願いいたします。

**【藤井分科会長】** それでは議題の4に進みます。プロジェクトの概要につきまして、推進実施部門よりご説明をお願いします。推進部から20分、プロジェクトリーダーから20分の計40分の予定で説明をお願いしまして、その後約30分の間、質疑応答にしたいと思います。時間厳守でお願いしたいと思います。

なお説明時間厳守のために、各説明者ごと、5分前に予鈴1回、定刻で本鈴を2回鳴らしますので、よろしくをお願いします。説明の後、質疑を行います。

それでは説明をお願いいたします。

**【宮崎主査】** それでは揮発性有機化合物対策用高感度検出器の開発事後評価におけますプロジェクトの概要説明を行います。

このプロジェクトの社会的背景ですけれども、これには第1にシックハウスの問題があります。厚生労働省が平成12年ごろからシックハウス問題に関する検討会を設置し、13種類のVOCに関する濃度指針値を設定しています。国土交通省の

ほうでは平成15年、改正建築基準法施行をしまして、換気回数の確保を設けております。

もう一つの背景としまして地球温暖化がございます。喫緊の世界的、国家的課題という地球温暖化に対してですけれども、ここには民生家庭部門の換気エネルギー消費の低減が必要となります。

この2つはトレードオフの関係にあるわけですが、これを小型、高感度のVOCセンサの開発と省エネルギー換気システムの構築をもって、根本的な住宅価値増大技術の確立を事業の目的としております。

この事業の必要性です。健康住宅ロードマップ研究会というものが平成16年、経済産業省の主催におきまして、慶應大学、村上周三教授を座長に開かれました。それにおいて、省エネを効率的に推進させる住宅の要素技術・設計技術等、今後の開発の方向性を検討。また必要とされる新たな技術開発項目の位置づけを検討いたしまして、その結果、建築基準法による24時間機械換気の義務づけに伴う熱損失の増加への対応に省エネと健康な室内空気環境の確保の両立が可能な対策を検討していくことが求められるということで、VOCセンサとVOCセンサを用いたモニタリング併用型換気システム等の開発の必要性が具体的提言としてなされたものであります。

この位置づけです。平成17年度の経済産業書事前評価書におきまして、「地球温暖化防止新技術プログラム」「省エネルギー技術開発プログラム」及び「住宅関連産業施策」において、「高環境創造高効率住宅用VOCセンサ等技術開発事業」として位置づけられております。なお、この「省エネルギー技術開発プログラム」は平成20年度から「エネルギーイノベーションプログラム」に変更されております。

この「エネルギーイノベーションプログラム」における位置づけは、「エネルギーイノベーションプログラム」の中の、総合エネルギー効率の向上の項目に、高環境創造高効率住宅用VOCセンサ等の開発に、20年度として約1億円の予算を組もうということで位置づけを行っております。

NEDOが関与する意義でございます。喫緊の課題である省エネ性の向上を促し、さらにトレードオフとなりがちな空気質の向上とを両立させる技術の開発は、国が民間企業に対して、技術開発を適切な方向へ誘導し、国土交通省関係機関や関係有識者との連携をとり、関係要素技術が多岐にわたるため、投資に対する技術的リス

クが高いなどから、NEDOが産学官連携体制で推進すべき事業ということが妥当と考えられます。

実施の効果でありますけれども、費用対効果です。費用の総額は4年間で4.7億円。これで市場の効果は2020年時点の予測値で、成功確率100%で計算という前提がございます。

新換気システム販売におけるセンサ部分の追加費用が約1,000億円と、平成17年の事前評価時の矢野経済研究所調べの調査で出ております。

それから省エネルギー効果でございます。これは原油換算で年当たり8.6万キロリットル。CO<sub>2</sub>換算で13.6万トン/年。これは本プロジェクトの試算によるものであります。

このプロジェクトの内外における研究開発の動向ということで、事業目的の妥当性を検討いたしておりますが、2000年以前に、ホルムアルデヒド等の室内濃度指針値が出ております。それから2000年を過ぎてから、トルエン等12物質の室内濃度指針値が出ました。

ヨーロッパではR o H S、アメリカではVOC Limitなどの、いろいろなVOCに関する規制が出てきております。

日本でも大気汚染防止法の改正、学校環境衛生基準改訂、建築基準法改正とございまして、この中において、センサ技術から、センサと換気システム融合化技術の融合、それとそれを実用化していく、そういうステップの中で、本プロジェクトがこの位置に位置づけられております。

同時に日本国内で、環境省のほうで、小型多機能環境センサによる環境汚染の総合認識システムの開発ということで、当プロジェクトとは別に屋外環境のセンサの総合システムの開発に手をつけていらっしゃいます。

そして欧州でも、ドイツの大学などが中心になりまして、Clear-up project といって、これも換気システムの省エネ化ということで、主に窓を開放しようという、外気を導入する形での取り組みについて、最近です。2008年にスタートしています。

このような中にありまして、本プロジェクトは従来にない高い目標である、センサ感度目標として指針値の2分の1、それから換気システム運転にVOCセンサ制御を取り入れるということで、この事業の妥当性が推しはかれるということになっ

ております。

この事業の研究開発目標でございます。平成19年から20年の間に目標が変更されております。これは、ひとつには事業実施期間を延長したことに伴うものでありまして、当初の目標値は揮発性有機化合物の総量の検出に加え、ホルムアルデヒド、トルエン、キシレン等の揮発性有機化合物のうち1種類または複数の化合物を測定対象ガスとした検出器の基本概念と構造を確立する。またプロトタイプを試作して初期性能を確認し、基幹技術の実用性を確認するということでした。

1にガス種別選択性。検出感度。これは対象13物質ごとに濃度を設定したこと。それから応答性。これは10分/回。それから繰り返しモニタリング性として30分/回以内の感覚で繰り返し計測可能であることを挙げまして、19年までの実施期間の中でこれが達成されたということを受けまして、実施期間を延長して、下記の最終目標を20年度に掲げました。

プロトタイプの実用性を多様な実環境下で検証するとともに、特性（安定性・信頼性）の向上を図るということ。それと安定性・信頼性・ドリフト・ヒステリシスを抑制する基本技術を確立し、指針値濃度に対する感度変化を25%以内2か月にわたってとするということ掲げ、また、温度・湿度等の変動、無機ガス暴露、高濃度ガス暴露に対する信頼性を確保するということを掲げております。

そして目標の根拠であります。

実施期間以前の目標値の根拠としましては、選択ガスの選定理由としましては、ホルムアルデヒドはシックハウスの重要な原因物質であること。そしてTVOC値は換気システムのオン・オフなどにすることに必須であるということ。ほかのトルエン、キシレン等の揮発性物質については指針値に記載されていることや、著名なVOCであることが挙げられます。プロトタイプ試作の理由は、換気システムに採用できるか確認するためとなっております。

ガス種別選択性ですけれども、測定対象ガス濃度をそれぞれ計測できる基本技術の確立という目標につきまして、これは当初、チャレンジングな開発と思われ、選択性の基本技術を確立することを第一としたということになりました。

それから検出感度ですが、13のVOC濃度につきまして、指針値濃度の2分の1とすれば検知可能であるといいたしました。

応答性、1回当たり10分以内ということにつきましては、換気システムに採用

できる最大値と考えた。

繰り返しモニタリング性、これも1回当たり30分以内の間隔で繰り返し、1か月以上連続測定可能であるということにつきまして、同じような理由があります。

それから周辺技術の調査であります、基本計画上は目標及び目標値はありませんが、調査ということですので、目標と目標値はないんですけれども、実施計画時の目標は、センサへのフィードバックデータなどで実用化必須の情報を与えるものであります。

実施期間延長後の研究開発目標とその根拠であります。

特に感度変化を25%以内とするというところの根拠ですけれども、これはIECにおけるガス検知器の変動20%以内という要請とか、ISOの水素検知器変動30%以内とかの値を参考にいたしまして、本プロジェクトでは変動25%以下を妥当なものと考えました。その他、温度・湿度等の変動、無機ガス暴露、高濃度ガス暴露に対する信頼性を確保する点は、根拠というか、このとおりのものを必要とするということでもあります。

あと周辺技術の調査というものについて、新たに目標を定めておまして、プロトタイプの実用性を、多様な実環境下等で検証するというのを調査目的にしております。システムとして使えるか、評価に実環境域での検証が不可欠であるということが根拠になっております。

開発計画です。これは主に3本の柱がございまして、検出器の柱、これはセンサ素子の開発、デバイス化、プロトタイプの製作となります。そしてVOC実態調査。屋内VOC発生傾向と屋内における検出器をどこに置いたらいいかの最適配置の検討、これがございまして。そして最後に実大住宅でのシミュレーションを行います。屋内発生源と放散挙動の調査、壁紙等の吸着挙動、それをもってシステム制御法を構築し、この3つをもって、モニタリング併用型換気システムの設計・評価を行い、評価結果のフィードバックからプロトタイプの実用化を目指すものであります。

予算といたしまして、この4年間です。平成17年度に1億4,000万、平成18年度も同額、平成19年度に若干落ちますけれども、平成20年度に、先ほど20年度の予算、1億弱と申し上げましたが、9,500万に下降しまして、4年間に約5億円の費用を投入いたしました。

体制といたしましては、平成19年までの体制は、周辺技術調査とセンサ・デバ

イス化の開発を行いまして、松下電工さんにはデバイス化の研究開発とモニタリング併用型換気システム開発のための調査の両方を担っていただいておりますけれども、センサ素子・デバイス化の研究開発が19年度までで完了したことに伴いまして、平成20年には松下電工さんの後の社名でありますパナソニック電工さんは、調査のほうのモニタリング併用型換気システム開発のための調査に専念していただきまして、センサ・デバイスの完成、いわゆる25%以内のドリフトとかを抑えることについての研究開発を産総研さんのほうでやっていただいたということでもあります。

この体制の妥当性です。NEDO事業として高感度検出器の開発に産総研さん、松下電工さん、立命館大学、富山工業技術センター等が研究機関としてやりまして、住宅への応用としまして建築研究所、東京大学、パナソニック電工が行いました。

上市の方向には換気システム付き住宅や換気システムそのものについてパナソニック電工さんが担うという形でありました。妥当な体制であったと思います。

そして法人そのものも、チームが各分野でトップクラスにあり、実施者として妥当であるということがNEDO内の実施プロジェクト点検、毎年行われましたプロジェクト点検において認定されておりました。

状況変化への対応です。先ほど目標のところでありましたように、19年度までにセンサの開発が順調に進んだということで、プロトタイプを実環境化で検証すれば、実用化の見込みがあるというところまで進みましたので、モニタリング併用型換気システム実現の可能性が高まったということから、平成20年3月に実施計画の1年延長を行い、目標を「実環境下等で検証する」を加えるとともに「特性の向上を図る」としました。調査項目に注力してモニタリング併用型換気システムを実現させる体制としたわけです。平成20年度は追加予算として9,500万ということでありました。

これを進めていく上で、NEDO主催の「技術推進委員会（年2回）」を開催し、外部有識者、先の、平成16年の検討委員会で座長をされました慶應大学の村上周三先生を委員長に招き、東京大学の加藤信介教授ほか4名の方で推進をいたし、主な反映内容としましては、先ほど述べました、実施期間を1年延長、実施体制を再編成したということでもあります。

その他、以下の会議を開催し、進捗状況確認と今後の方針を協議しました。「セン

サ素子・デバイスチーム」は計15回、「周辺技術調査チーム」は計23回のミーティングを行っています。

この後、プロジェクトリーダーのほうに、研究開発成果についての発表を引き続きお願いいたします。

【柳沢PL】 それでは引き続きまして、プロジェクトリーダーのほうから研究開発の成果についてご説明いたします。

このスライドにもありますように、大きく分けてこのプロジェクトは3つの項目からでき上がっております。ひとつはセンサ素子そのものの開発。2つ目が、それをデバイス化してプロトタイプにまで組み上げること。それとともに周辺技術。つまり具体的な室内環境というものはどういう状況になっているのかを見て、そしてデバイスの開発にフィードバックしていく。それとともに実際の換気システムのアルゴリズムを作成するというような作業をここでは担っております。

それでは全体として達成度がどうであったかと申しますと、センサ素子に関しましては、目標値にありますように、指針値濃度に対してプラスマイナス25%以内の感度変化を満たす。それとともに温度・湿度等の変動、無機ガス暴露、高濃度ガス暴露に対する信頼性を確立する。

このプロジェクト、当初は2分の1という目標値に対しまして、恐らく直接にはいけないだろうということを考えておりまして、最初は濃縮するという方法を考えておりました。しかしながらセンサ素子の開発が非常にうまくいきましたので、濃縮せずに生ガスをそのまま、この目標値に合わせるような形で検出することができるようになった。つまり材料の改良、改質による基本技術により、種々の安定性・信頼性の向上を達成した。特に課題であった湿度の影響の回避を達成した。これによって各種安定性信頼性の数値目標を達成し、フィールドでの使用可能なセンサ素子を得たということで、達成度といたしましては二重丸という自己評価を行っております。

そしてこれらのセンサを組み込んでデバイス化する部分。つまりプロトタイプの実用性を多様な実環境下で検証するとともに、特性の向上、安定性・信頼性。

これに対しましては小型プロトタイプに搭載可能であり、裏面にヒーターを有する基板を新たに設計して、この上にホルムアルデヒド、3種類のセンサをつくっておりますので、ホルムアルデヒド用、TVOC用、それからVOC用センサの素子

を小型プロトタイプに搭載し、センサ評価装置を用いて、それぞれの指針値濃度のガスに応答することを確認した。実住宅や実空間でのフィールドテストを実施し、動作を確認した。

これは、動作としては十分目標を満たしているのですけれど、ただ、期間がまだ短いという意味もありまして、丸は二重丸ではなくて一重丸にしております。

それから周辺技術の調査に関しましては、プロトタイプの実用性を多様な実環境下で検証する。

重点目標のモニタリング併用型換気システムを提案し、プロトタイプの評価、省エネの効果を確認する。

これは実住宅と申しまして、実際に人が暮らしている、そういう住宅でのテストができませんでしたので、その意味で、これは一重丸という形になっております。

全体開発項目と個別研究開発項目の関係です。センサ素子・デバイス化の開発では、まずセンサ素子自身をつくる。これは例えば、ホルムアルデヒドなんかに関しましては、原理的にも非常に新しい、面白い原理に基づいたセンサ素子の開発にチャレンジいたしました。そしてそれによってセンサ素子を非常に高感度することができて、また、インキュベーションの仕方といいますか、いろいろなノウハウに基づきまして、センサ素子の安定性とか信頼性の向上を図ることができました。それを実際にデバイス化するときに、どのような組み上げにするか、また、作動温度をどういうふうにコントロールするかということで、非常な工夫を凝らした結果、デバイス化、プロトタイプ化が可能になっております。

周辺技術の調査に関しましては、モニタリング併用型換気システムの開発のための調査を行いました。これには多様な項目が含まれておりまして、まずVOC発生要因の分類。例えば住宅で、家の中で人がたばこを吸ったとき。それに対して換気装置はどうやって対応したらいいのか。そういうような実態を考慮したような換気システム的设计を行うために、たばこであるとか、あるいは調理だとか、そういうものも含めた状況を調査いたしました。

そして室内VOC濃度に及ぼす外乱要因を、そういうような調査に基づきまして、何が一体外乱要因になっているのか。例えば室内でマニキュアを塗りますと、それでも非常に濃度が上がります。そういうようなものも検証いたしました。そして今度は、それを実際に換気システム制御の効果の検証を行って、また先ほど申しまし



たように実住宅、モデル住宅を使いまして、開発センサの評価も行いました。

それではセンサ素子の高感度化に関しましては、先ほども申しましたように、濃縮素子を必要とせずに達成することができたので、二重丸であった。

そしてつくり上げました素子の安定性・信頼性の向上に対しまして、材料の改良、改質により、安定性・信頼性の向上を達成した。特に課題であった湿度の影響回避を達成したということで、2カ月ということは満足しております。しかしながら具体的には恐らく実環境、住宅で使う場合に、2カ月の評価ではちょっとまだ期間的に短いのかなということで、丸はひとつにしております。

デバイス化に関しましては、センサ素子をそれぞれチップに実装して、ディスプレイ法によりアレイ化してデバイスといたしました。このアレイ化デバイスをワイヤーボンドにより、金属システムに実装し、パッケージもすると。センサ素子の小型化、デバイスのための最適化を行い、システムに搭載することができました。これは具体的に量産型にはなっておりませんし、プロトタイプですので、丸はひとつかなと。

プロトタイプ化といたしまして、センサ駆動及び信号処理用回路を開発して芳香族とTVOC。これは芳香族、脂肪族を含む、及びアルデヒドも含んだ形。それとホルムアルデヒドの3種類のプロトタイプを製作して、これも実際に製作して、フィールドに適用することができたという意味で丸です。

次に周辺技術項目に関しまして、VOCの発生要因。これは建材、家具及び居住者の行動により発生する一般的なVOCの種類及び濃度について明らかにし、今後室内のVOCの多様性が拡大する可能性を指摘いたしました。これに関しましては全体の調査と、それから連続モニターを用いました連続系による調査、両方を併用することによって室内におけるVOC汚染の実態というものを相当詳細に把握することができたという意味で二重丸の達成となっております。

それから室内VOC濃度に影響する外乱要因の分類。外乱要因による住居内VOC濃度分布に変化が生ずることを確認し、全体換気制御に加えて、排気経路制御を組み合わせることによって効率化することを示しました。

原理・原則的に申しますと、発生源のそばで高い濃度の間に排気することができれば、エネルギー効率は高まるわけです。そういうような要素をどれだけ組み込むことができるのか、それを詳細に検討いたしました。

換気システム制御の効果検証といたしましては、風量・経路制御法を実大住宅で検証することができました。これを行ったのはトレーサーガスを使った模擬実験ですけれども、それによって実際の省エネの計算にまで至るようなデータを得ることができます。

開発センサの評価といたしまして、既存の高額な分析器、これは実際、ここで目標としておりますVOC、例えばホルムアルデヒドにしても芳香族にしても、あるいはTVOCにしても、既存の機器、分析用の機器はございます。それとの比較調査によって、今回開発した、非常に安くて性能のいいものが、どの程度の実用性があるのかを比較検討して評価いたしました。その結果として、対象として使いました分析器、これが大体1台100万から150万ぐらいの連続装置ですけれども、それと比較しても十分に対応できる、そういうセンサであるという評価を行っております。

そこで空気質をモニタリングすることにより換気システムを制御し、省エネルギーと健康的空気質の両立を図る。これが本来の目的でトレードオフの関係にあるということで、そのトレードオフをうまく満たして、リスク最小の点を見つけ出すということを行ったわけですけれども、空気質をモニタリングのほうに関しましては、3つのセンサ、ホルムアルデヒドセンサ、これは建築基準法でも対象になっておりますので、これはやらなきゃいけない。それから芳香族。これはトルエン、キシレンを初めとする芳香族。それと、そのほかに代替物質として、最近脂肪族が非常に多く使われるようになってきております。そのような変化。そしてこういう13の規制物質以外のものも対象にしたTVOCをカバーできるようなTVOCセンサ。この3種類のセンサの開発を行いました。

そして省エネルギーを実現するため、これを組み込んで換気システムを制御していく。それによって制御アルゴリズムを適切に設計することによって、日々の人々の行動と汚染の状況をうまく勘案して、省エネを実現する。そういうような換気システムの設計を行うということで、まとめて申し上げますと、多様化する室内VOCについても対応可能な、居住状態に対応した換気設備ということを目指しました。そして長期的に視点に立って省エネルギーと空気質を両立させる換気システムを提案いたします。

各個別の成果につきましては、これは非常に細かく書いてありますので、この後、

各グループから詳細な説明がありますので、簡単に頭だけ申し上げます。

センサ素子・デバイス化の研究開発では、高度感化によるガス濃縮を伴わないもの。これは特許出願をしております。それからエージング及びセンサ信号処理法、こういうようなノウハウを蓄積いたしました。そしてセンサデバイスの機構・構造設計や素子周辺装置技術を開発することによって、指針値の2分の1、つまり ppb レベルのVOCが検出可能になっております。そしてTVOCセンサ。このTVOCというのはトータルのVOCで、いろいろな遷移がございます。その中で我々は実住宅、実際の家庭を数多く測定いたしまして、その中から代表的なVOCのミクスチャー、混合物が何であるかということをつまらかにして、それを模擬ガスとして、このTVOCセンサの開発及び評価を行ってまいりました。

周辺技術といたしましては、TVOC濃度による空気質評価の必要性を提示するとともに、センサ開発へのフィードバック。これは今申し上げましたように、実際の住宅を数多くはかりまして、どういうコンポジション、ミクスチャーの構成になっているのかをつまらかにして、それを模擬ガスとしてTVOCセンサの開発に使用しました。それとともに生活で発生する突発的な化学物質に対する対応、先ほど申しましたように喫煙であるとか、あるいは調理だとか、そういうものに対しまして、モニタリング位置を一体どうしたらいいのか。これを詳細に検討いたしまして、全体換気量制御のためのアルゴリズムを確立しました。これによって、両者、つまりトレードオフの関係にある省エネと室内環境の両立を目指したわけです。

そして特許に関しましては、先ほどの濃縮を必要としないというようなものも含めまして、合計13件出願しております。それから査読つき、ピアレビューつきの論文といたしましては15件。研究発表・講演会は55件。そして受賞は1件。新聞・雑誌等への掲載は12件。展示会への出展が2件ございます。

そしてこれが特許についての詳細で、特許の性質上、これをセンサ開発の部分で特許を申請しております。

それから特許申請に伴いまして、いろいろな雑誌等にその内容が伝わってきているということでもあります。

そして本プロジェクトの実用化を新築戸建て住宅に適用する換気システムとします。つまり集合住宅よりかは、ここで対象にいたしましたのは、新築の戸建て住宅。これはなぜかと申しますと、集合住宅の場合には非常に多様な設計状況というのが

ございます。とともに、旧築の場合には、ダクト等の設置が非常に難しいということで、新築戸建てを対象にいたしました。

そしてセンサの位置、それから排気経路を、具体的にはチューブによってサンプリングいたしまして、そしてセンサはひとつですけれども、各場所での、各部屋でのサンプリングは可能なようにいたします。これは建築基準法が求めている状況でして、居住地域、居住領域、一つ一つに対して最低限0.5回の換気を求めるということですので、それぞれの部屋がはかれるようにする。

そしてこの情報に基づきまして、換気経路を制御して、全体の換気量をコントロールする。これによって、センサによる局所排気及び窓開けを検知して、これは換気風量に関しましてはアナログで連続的に変化させるのではなく、強、中、弱という、換気量を3段階に分けてやるのがコストの面から見ても、また汎用性の面から見ても適切であろうということで、このようにまとめました。

そしてセンサのスペックといたしましては、これで申し上げた目標値にもありますように、指針値付近とその半分程度の濃度。つまりホルムアルデヒドであれば100マイクログラム、芳香族、代表的なトルエンであれば260、TVOCを目標として400マイクロ。これらの半分が識別可能なものです。

なおかつコストといたしましては現行の換気システム。これは現行の建築基準法に基づく現行の新築住宅には、換気システムの設置が義務づけられておりますので、現行の換気システムにこのようなセンサを入れた制御を加えることによって、10万円程度上乘せする、そういうようなものを考えております。

そして実用化、事業化の見通しにつきまして、事業化までのシナリオ。本年2009年ですから、ここで2008年まで行ったわけですが、ホルムアルデヒドセンサ技術ができ上がって、試作機の試運転を行いました。これによって基礎的な情報というのは得ることができましたので、次のステップとして実用化、そして実機への適応を検討いたします。

それから周辺技術といたしましては換気システム制御技術、換気システム設計、実居住環境フィールド調査。ここの部分が先ほど申しましたように、モデル住宅でしか行っていないという弱点が現在のところございます。それをもとに今後、実用化に向けてTVOC濃度による室内空気質の評価を策定していく。それによって最終的なモニタリング併用型換気システムの事業化を推進していきたいと考えており

ます。

それぞれの項目、ただいまフローチャートでご説明いたしました、それを文章でいきますと、センサ素子・デバイス化の研究開発が、今後の方向といたしまして、21年度、NEDOの標準化事業といたしまして、VOCセンサ評価法の国際標準化に取り組んでおります。この国際標準化を行うことによりまして、非常に多様であるTVOC、それに対するセンサをどのように評価していったらいいのかというようなことができると思っております。

それから周辺技術といたしましては、新築戸建て住宅に対して提案した換気システムの用途を拡大していきたい。つまり集合住宅や公共施設、工場などを考えておりますけれども、課題といたしましては低コスト化が必要でしょう。それと用途別妨害物質への対応。これは今後、どのような妨害物質が出てくるか、よくわからない部分もあります。それとともに住宅に設置するものですから、センサの長期安定性、そして、では具体的にそういうセンサをどういう形でメンテナンスしていったらいいか。そういうような方法の確立も必要だろうと現時点では考えております。

以上です。どうもありがとうございました。

**【藤井分科会長】** どうもありがとうございました。ただいまのご説明に関しまして、ご意見、ご質問がありましたらお願いいたします。技術の詳細につきましては、後で議題5のほうで、各論のほうで行いますので、ここでは主にこの事業の位置づけ、必要性、やられたマネジメント等についてのご意見をお願いしたいと思います。

それでは私からまず口火として全体的に、住宅を対象にして、しかもVOC関連でのセンサ開発、それからさらに部屋の換気システムまでの制御というふうな形で取り組まれたわけですが、今、最終年1年追加されて、多分最後の換気システムへの対応ということをやられたと思うのですが、基本的に換気システムを考える場合に、VOCとか、ここで対象とする対象物質と、それ以外に、従来ものから考えて、例えば旧来のCO<sub>2</sub>の問題であるとか、ほかのエネルギーの問題とかあるわけだと思うのですが、その従来との関係の中で、VOCセンサ、センシングをすることによって得られた換気システムとの関係というのはどういうふうにお考えでしょうか。

【柳沢 P L】  $\text{CO}_2$  の場合、その発生源として考えられるのは、まず居住者、とともに燃焼によって発生するもの。それがソースですから。そうしますと室内の換気を考えたときには、居住者が存在する時間に発生がある。 $\text{CO}_2$  はそのように考えることができると思います。

しかしながらほかの VOC、例えばホルムアルデヒドであるとかトルエン等は、居住者がいなくても発生してくる。そして換気が適切に行われていないと、居住者が帰ってきたときに、途端に高い濃度で暴露されるということがありますので、発生源の対応の違いから  $\text{CO}_2$  管理、 $\text{CO}_2$  による制御とともに、このような形の VOC 制御が必要であると。私はそのように考えております。

【藤井分科会長】 そこはいいと思うのですが、換気システムを新しくこういうふうなソフトで使うようになったときに、ほかの重要な項目との対比で、今開発された手法が複合評価できるというか、両方をうまく解決するようなアルゴリズムのことについて、どのように考えられているかというのを教えていただきたいのですが。

【柳沢 P L】 先生が言われるように、この VOC と  $\text{CO}_2$  がともに評価できる。そういうアレイをつくって、そこで人の行動に主に起因するように  $\text{CO}_2$  の部分と、それから定常的な発生が考えられるような VOC の部分、その両方を組み込むような形でのアルゴリズムの開発は非常に望ましいと思うのです。ですから、ある意味ではこれがファーストステップであって、VOC に関してそこそこに結果ができました。これをより詳細に、また、より省エネに向けて頑張るためには、 $\text{CO}_2$  も含めたアレイを開発していくということが必要だろうと思います。

【藤井分科会長】 ほかに。どうぞ。

【森委員】 省エネと、健康な室内空気環境の確保の両立が非常に難しいというか、必要だというお話なのですから、健康な室内空気と言ったけれども、健康というところがどの程度のニュアンスでやっておられるのかと。

例えば VOC、機械の精度もあるのですが、指針値の 2 分の 1 というところの制御でもって、果たして、言葉から言うのですよ、健康な室内空気環境の確保につながるのかというようなところと、それから平成 10 年前後だと、例えばホルムアルデヒドはかなり高かったのですが、現在は、結構合板も低いものが出ていて、実際あるのは、例えばパラジクロルとか、使用量以上を使っている場合とかに限られるかと思うのですが、その辺のところは機械の感度との兼ね合いもあるので

すけれど、どのようにお考えを。

【柳沢 P L】 今回のVOCの評価に関して依拠した最大の情報源というのは、厚生労働省が定めております室内の指針値である。そして室内の指針値というのは、あそこの委員会のホームページにも出ておりますように、その空気質、指針値以下の状態で暮らしている限り、シックハウス症候群、あるいは化学物質過敏症を発症する可能性は非常に低いでしょうということが、あの指針値設定の根拠になっております。そこを目指したということです。

ですから一たん過敏な体質を獲得してしまったシックハウス症候群の患者さん、あるいは化学物質過敏症の患者さんにとっては、ここで制御しようとしているレベルは高過ぎます。いろいろな症状が出てくるということですが、これ以上増やさないという予防の観点からは、指針値に依拠しているというふうに考えています。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょう。

【清水分科会長代理】 済みません、今の新築住宅の換気システムのことをよくわからないので教えてもらいたいのですけれど、今の新築の家だったら、換気するための排気装置が1台あって、各部屋にその換気するための窓というか、要するに空気を外に追い出すための口があって、新しい空気を入れるための口が、どの部屋にもあるようなシステムになっているのですか。

【柳沢 P L】 私は建築が専門ではないので適切にお答えできるかどうかわかりませんが、建築基準法が要請しているのは、各居住空間で0.5回以上の換気回数を確保しなさいということを建築基準法は要請しております。したがって、例えば各部屋で第3種換気、つまり台所の換気扇のように、外へ向かって吐き出すものがある、例えばベッドルームであれ、リビングルームであれ、個別に0.5回が確保されていれば、それでもいいですし、セントラルの換気システムで、ダクトを全部設けて、そしてそこから吸い出す。1台のファンを使って吸い出す。そういうようなことも可能だと私は理解しております。

【清水分科会長代理】 そうしたら、今考えておられる換気システムを考えられるときに、よくわからなかったのは、例えば部屋が大きく4部屋ありますよと。台所とリビングと寝るところと、何か別の部屋がありますよと。そうしたらどこかの部屋で変なガスが、VOCが多量に発生しましたよと。それをガスで検知したら、その部

屋をターゲットにして、そこだけ換気できるようなシステムをイメージされているのですか。

【柳沢 P L】 今イメージしているシステムは、まずセンサをひとつにしましょう。そしてセントラルなダクトがあって、排気は1カ所。排気用のファンはひとつです。ただしそれぞれの部屋の濃度は、チューブを使いましてサンプリングすることによって、各部屋別に濃度を測定していく。そしてある部屋の濃度が目標値をはるかに超えているというような場合には、恐らくダンパーの開きを少し加減することによって、その排気量を増やしてやる。つまり、なるだけ発生源から多くの排気を行って、排気量全体を少なくしているということを考えております。

【清水分科会長代理】 わかりました。ありがとうございます。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょうか。

【堀委員】 済みません、省エネ効果という、8ページですか、紹介されました。このパワーポイントの原稿の8ページに相当するのですが。

【宮崎主査】 これですか。

【堀委員】 事業原簿1-5にある本プロジェクトによって試算された住宅空調での消費エネルギーですけれども、これについて、その算出の根拠を教えてください。

【宮崎主査】 産総研さん、お願いできますか。

【松原グループ長】 この計算をするに当たって、大きく2つファクターを考慮しました。ひとつは換気量を抑えることによる機械換気システムそのものが使う電力量が下がるだろうというところが1点と。もう一つは、室内の空気と外気を入れかえますので、冬場の場合、暖房をしていたとき、室内が温かい、外気が冷たい。それを単純に入れかえたときに熱損失があると。夏の場合は逆に外が暖かいという、大きく2つのファクターを計算しました。

熱損失の場合は日本全域を大体7領域に分けているデータを持ってきて、平均気温であるとか、そういったものを根拠にして計算をして、そしてこの値を導いたという値です。

【堀委員】 もう少し詳しい説明もあるのかもしれませんが、わかりました。

それからこれは柳沢先生のほうかもしれませんが、従来のセンサとか換気システムと連動したのも、何か昔からそれなりにあるような気がするのですが、従来のものとの差別化といいますか、それはかなり進化しているものだと思いますが、



従来の認識とこの展開との関係、もしお考えがあれば。

【柳沢 P L】 このプロジェクトの最大の特徴は、アレイ化することができる。つまりひとつのセンサがあって、それをデバイス化して、それをプロトタイプ化したとき、ひとつのユニットですべてを、今回開発したのは3種類ですけど、3種類のものが同時に測れますということを非常に意識してつくり上げたわけです。確かに個別のものに関しましては、ホルムアルデヒドでしたらホルムアルデヒドセンサもございますし、アロマティクスに強いような P I D みたいなものもあります。しかしながらそうではなくて、その3種類を同時に載せて稼働させることができる。そういうようなアセンブリを考えております。

【堀委員】 済みません、ひとつだけ。そうした場合に、先ほどのアルゴリズムと関係あるのかもしれませんが、ホルムアルデヒドでも TVOC でも、どれかひとつがオーバーすれば換気するというようなことですか。

【柳沢 P L】 そういうふうに考えております。

【藤井分科会長】 それでは野崎先生。

【野崎委員】 開発デバイスの換気装置への適応について、特に、システムの考え方を教えて頂きたいのですが、2003年の建築基準法の改正は、いわゆるシックハウス問題への対応だったと思います。改正基準法により何が成されたかという、ホルムアルデヒド発散建材の使用量基準を定め、24時間換気システムを普及させたことであります。これがひとつの成果だったと思います。今回の事業は、24時間換気システムに、この高感度センサを適応することで、省エネ効果が得られそうだという明確な目標があります。そこは高く評価できると思います。

ところで、在来、論じられてきた換気システムの省エネ手法は、熱交換器の適応ですね。これによる熱損失あるいは省エネ効果の指標化が行われてきたわけです。今回、熱交換器と高感度 VOC センサの採用に関わる比較検討が、プロジェクトの中で行われたと思います。その辺についてお聞きいたします。

【柳沢 P L】 今言われた点に関しましては、まず今回、我々が検討した範囲の中では熱交換器を考えておりません。それはなぜかと申しますと、換気量さえわかれば、その換気量によって VOC 濃度の管理ができるわけです。そこで今度は換気する排気の部分と吸気の部分で、熱交換を入れてやれば、熱計算がより有利になるということですから、我々が計算しているのは、ある意味では不利な状況で、どのくらい

プラスになるのかなということを計算しておりますので、これで熱交換器を入れれば、より一層有利になるので、もっとどんどんやりましょうという話になるのではないかとということで、困難な部分だけを今回は対象にしてやっております。

【野崎委員】 危険側について検討されているわけですね。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょうか。清水さん。

【清水分科会長代理】 今のお話を聞いて、僕が勘違いしていたことに気がついて。24時間換気するシステムではなくて、必要なときだけに間欠的にしましょうというシステムに変えましょうということなのですか。

【柳沢P L】 いや、そうではなくて、24時間換気システムで、先ほど申しましたように、この換気風量に関しましては強、中、弱にすると。

【清水分科会長代理】 24時間することはするのだけれども、ガスが発生したら、こっだけ急に引かないといけないよという、その強弱をつけましょうというシステムですか。

【柳沢P L】 そうです。

【清水分科会長代理】 わかりました。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょう。

では私から1点、考え方を教えていただきたいのですが、シックハウスにしてもシックビルにしても、VOCとかほかの汚染質というのは、どちらかというとも長期暴露に対応するべき濃度だと思うのですが、今回の開発した、センシングのほうはいいと思うんですが、システム的に対応しているのは、短期の濃度をそこより必ず落とそうというふうな方向だと思うのです。人体影響等を考えたときに、やはりここで健康影響を考えるとときには、長期的な対応と短期的な対応について、ある概念をもって行う必要があるのではないかと思うのですが、その点についていかがでしょうか。

【柳沢P L】 長期、短期というのは、定義にもよると思うのですが、私がここで考えておりますのは30分という部分、時間スケールを考えております。その30分の根拠といたしましては、ひとつが厚生労働省の指針値、あれを計測するときの計測時間というものが30分になっております。そこでその30分で計測した結果に基づいて、室内環境を評価しましょうということですから、30分をひとつの根拠にしていると。そして実際に、こういうポーリングをするであるとか、開発プロ

プロジェクトがスタートのときの開発目標というものも、ちょうど30分に対応しておりますので、30分で測って、その30分が指針値を、あるいは目標値をオーバーしている場合に、あるいは目標値を十分クリアしている場合に、風量を変化させるということで対応を考えております。

**【藤井分科会長】** それはいいのですけれども、実はセンシングしているデータというのはかなり応答性の速いセンシングをやろうとしていて、その応答性が速いことと、制御に関して、30分であるとするときに、制御系との関係が非常にマッチしているのかということと、それから人体影響を考えると、この濃度というのは、30分で測るとするのは、30分測って、それが長期暴露するという前提で測られている30分だと思うのですね。ですからその長期暴露に対応しての制御と、それから短期の瞬間的に上がるような、変動がとらえられたというふうなセンサ技術との関係には、何らかのリンクを考えると、その関係について議論すべき項目があるのではないかと、お伺いしているのですが。

**【柳沢PL】** その30分というのは、先ほど申しましたように厚生労働省の問題、それから例えば、喫煙をしたときに室内濃度ははるかに上がります。それにどのような形で対応していくか。今回のプロジェクトでは、明示的には議論しておりませんが、私自身は、喫煙は、30分に繰り延べしてやって、そこで平均値がどうなっていくかということに対応すべきであると。

そして、では30分というものは長期暴露の視点から見ても妥当であるかどうかという観点ですけれども、30分で目標値をオーバーしている場合には換気量を増やすということによって、結果として指針値以下、あるいは目標値以下に必ず制御することができるわけですから、もしかすると30分単位でやるのが、省エネの観点からはやり過ぎであるという受け取り方が出るとはかもしれませんけれども、30分ということを一つの基準に置くことによって、長期暴露に関する指針は必ずクリアすることができるという観点から、30分というものをタイミングとして選びました。

**【平野技師】** 済みません、ちょっといいですか。パナソニック電工の平野です。先ほどの30分という話ですけれども、もともと我々は建材ですとか、そういったものからの発生を想定してプロジェクトをさせていただいたのですけれども、その調査の中で、突発的な発生が結構あるということがわかってきて、それに対応しな

ければいけないということで、最終的には10分程度の測定で換気制御をしようと。これもいろいろ議論がありまして、1分とか2分で値は出てくるのですけれども、そのたびに制御する必要はなかろうということで、10分程度で制御するアルゴリズムでいいのではないかとということで設定はさせていただきました。したがって、最初は30分だったけれども、調査の結果、10分程度になったとお考えいただければいいかなと思います。

**【森委員】** 済みません、基本的なことで。30分の18ページというところです。実施体制なのですけれども、基本のところを教えてください。19年と20年のこの図を見ますと、松下さんがパナソニックと社名が変わっただけで、20年の実施体制を再編成と書いてあるのですが、これをちょっとご説明を。再編成というのは、どのように再編成。携わっているのは皆同じですよ。18年と……。済みません、ちょっとわからないので教えてください。

**【宮崎主査】** お答えします。これですね、見にくく申しわけないのですけれども、松下電工さんが核になっている平成19年までですけれども、このセンサ素子・デバイス化の研究開発のほうに松下電工さんが組み込まれておりまして、いわゆるセンサのほうのグループの仕事も松下電工さんがやっていて、それが20年度からは、パナソニック電工さんになったのですけれども、これはセンサのほうはやっていないということで、パナソニック電工さんのかかわり方が大きく変わっているというところが見直しになっています。

金額のところでも、調査のほうに、より実環境での調査というか、そちらのほうに重きを置くために体制を変えていること。センサ・デバイスのほうの完成は見えているということで、そういう形の変化が体制の見直しということにしてありまして、前の、19年までの絵は、この部分が破線しか見えませんので、ちょっと見にくいのですけれども、そういう意味で、パナソニックさんの活動が19年までは非常に重要、両方やっていただいたというところであります。

**【森委員】** わかりました。くくってある色が同じだったので、勘違いしたと。文字が確か緑だった、その部分ですね。済みません、理解しました。

**【宮崎主査】** そうです。

**【藤井分科会長】** ほかにいかがでしょう。

**【清水分科会長代理】** 突発的な発生に対して、換気扇の能力を強、中、弱というふう

に制御するというやり方と、それから花粉症対策とかで、空気清浄機を多くの家庭でもっておられると思うのですけれども、それについている臭いを検知して分解するというシステムとの、エネルギー的な良し悪しと、それから住み分けと、そこら辺は、どういうふうはこのシステムは考えておられるのかというのが1点。

もう一つ、人によってはリラックスするために、わざと臭いを部屋中に充満させたいという思いがあったりするとき、このシステムはどういうふうに対応できるようになっているのかを教えてください。

**【柳沢 P L】** まず第1のポイントに関しまして、空気清浄機の問題ですけれども、このシステムの開発プロジェクトの中では、空気清浄機の存在は一切考えておりません。と申しますのは、空気清浄機はいろいろな分解型のもの、あるいは吸着型のものがありますけれども、分解型で、例えばチタニアを使うと。そういうもので、必ずしも十分に有機物を分解できていない。逆に粒子化を促進するような部分もあるということです、それはまず考えていない。

それから2つ目のご質問に関しましては、済みません、ちょっと失念しました。

**【清水分科会長代理】** もう一つは、例えばアロマとか言って、何か有機の分子を蒸発させるとか。

**【柳沢 P L】** それに関しましては、強、中、弱という、非常にあいまいな表現をしたというのは、その部分がございます、建築基準法では0.5回ということの規定しているわけですが、必ずしもその数字にこだわっているわけではなくて、これは今後検討する、実際の上市したときに導入する、あるいはメンテナンスのときの問題かもしれませんが、この家ではもともとそういうアロマが焚かれていて、濃度が高いのだと。そこをベースにして換気回数を変えましょうというような対応を考えております。

**【藤井分科会長】** 野崎先生。

**【野崎委員】** 先生が言われた「空気清浄機」を全く考えていない理由ですが、空気洗浄機の分解式は、完全に汚染物質を分解できないものがあつたりすることですね。また、別の方法の吸着式は比較的シェアが大きいわけですが、この方式は活性炭等で汚染物質を除去する方式です。これも考えない理由は、私が推測するに、活性炭はすぐに性能が低減し、使用に伴い器具の初期性能が、使用2カ月程度で、7割方ぐらい低下してしまう事例が報告されているためでしょうか。

【柳沢 P L】　そこまでは、あまり細かくは考えませんでしたけれど、この風量制御型の換気装置独立で働けるようにということで、いわばボトムラインはきちんとセットしましょうという考え方でやってまいりました。

【藤井分科会長】　ほかに、私がひとつ教えてほしいのですが、今のシステムの場合、特にTVOCが関係すると思うのですけれど、外気濃度が少し高いような場合が出てきて、換気すればVOC濃度が上がるということもあり得るのではないかと思うのですけれど、その辺については外も検知してやるような工夫になっているのでしょうか。

【柳沢 P L】　そこが一番厳しいところで、なっておりません。今、我々が考えたアルゴリズムの中では、それは考慮しておりません。ある意味、理想主義的ですけど、日本の外気環境は非常によくなってきていると。ですから常にVOC汚染に関しましては、室内濃度のほうが高くて、室内のほうが汚染されているという前提が暗黙のうちに置かれたプロジェクトとして機能しております。

【藤井分科会長】　そうですか。ほかにいかがでしょうか。

【堀委員】　お時間的には。もう時間ですか。

【藤井分科会長】　ほぼ時間なのですが、もしありましたらあと1件、受けたいと思います。いかがでしょうか。

【堀委員】　ここのセンサのことは。

【藤井分科会長】　後でやります。

【堀委員】　後でやりますか。では。

【藤井分科会長】　それでは時間になりました。どうもありがとうございました。ほかにもご意見、ご質問等あろうかと思えますけれども、プロジェクトの詳細内容につきましては、この後、休憩の後、各論で行いますので、そちらでお願いしたいと思います。

それでは予定の時間が参りましたので、これで10分間の休憩に入りたいと。3時10分まで、約8分程度ですが、休憩にしたいと思います。よろしくお願ひします。

【梶田主査】　なお、本日はセンサのほうをお持ちいただいております、後ろの展示スペースにありますので、ぜひごらんください。以上です。

( 休 憩 )

【梶田主査】 それでは予定の時刻が参りましたので、議題5、プロジェクトの詳細説明を開催いたします。皆様お席におつきください。

【藤井分科会長】 それではプロジェクトの成果の詳細につきまして、個別テーマごとに説明をお願いいたします。なお、テーマの説明時間の厳守のため、5分前に予鈴1回、定刻に本鈴2回鳴らしますので、よろしくお願します。説明の後、質疑を行いますので、お願いいたします。

【松原グループ長】 では産総研の松原がセンサ素子・デバイス化の研究開発についてご報告をいたします。

先ほどの概要のところでもございましたように、そういうバックグラウンドのために、私たちはセンサの開発に取り組みました。

ここではセンサの開発の視点から見て、既存の検知法について少し紹介しております。既存の検知法。光イオン化法とか、定電位電解法とか、いろいろな手法がありまして、検出器というか、測定器レベルでいろいろな手法がございますが、こういう目的のためには、やはり価格が高い、あるいは既存のセンサによっては常時モニタリングはできないという問題がございます、やはりそういうセンサ素子の開発から必要であろうと。

私たちが取り組みましたのは、やはり安くつくるということで、まずセンサの原理的なタイプとしまして、抵抗変化型ということに取り組みました。抵抗が変化することで検出すると。そういう材料を開発して、それを素子にしてデバイスにしよう。そういうことを取り組みました。

これはフロー図で、中身を少し詳しく整理しております。センサ素子の開発は3種類。先ほど後ろで見ていただいたかと思うのですけれども、ホルム用、芳香族用、TVOC用と。それからそれぞれについてデバイス化の開発を並行して進めて、最終的にはこれを統合して、小型プロトタイプを作製しました。

まず素子のほうは、19年度までは高感度化と高選択性、この2つに取り組みまして、19年度から20年度にかけてはそれに加えて安定性と信頼性というところに取り組みました。

これは予算の表ですが、先ほどのをさらに詳しく、細かく表にしております。

最後にできましたプロトタイプを東京大学さんと一緒にフィールドテストを

行ったということでございます。最初にセンサ素子のほうからご説明いたします。

まず3つのうちのホルムアルデヒドセンサです。ホルムアルデヒドセンサの最大の特徴は、新しい材料を使ったということです。私たちが使いましたのは、この図に模式的に示していますけれど、有機／無機ハイブリッド材料。酸化モリブデンという無機物の層間に有機物が挿入した、こういう層状の材料で、この物質は層間に検知対象のアルデヒドの分子が可逆的に入ったり出たりするという事で抵抗が変化するという、非常にユニークな材料でございます。

課題であります応答性、つまり選択性の制御と高感度化のために、私たちがとったアプローチをここにまとめております。層間の有機物をいろいろ代えてやることのできるというのが特徴でして、それを利用して選択性を制御してやろうと。感度のほうは、ああいうハイブリッドの薄膜素子をつくるプロセスをよくして高感度化にしてやる。そういうアプローチです。

当初は、先ほどPLのほうからご説明ありましたように、ガス濃縮素子というのでも導入を検討しておりました。これがプロジェクトが始まる前の時点での、ここまでできていたという基本技術で、こういったハイブリッド材料で非常に選択性が高いということを明らかにしました。

具体的にはホルムアルデヒドとアセトアルデヒドには強く応答する。これは横軸のバーの長さがセンサの応答値の大きさに相当します。ところがほかのクロロホルムとかトルエンといったものには全く応答しないと。こういったものがございました。

ところがホルム用というのですけれど、アセトアルデヒドにも応答すると。これを何とかしようというのが課題でございました。

もう一つは、ここは50ppmのデータですけれど、これをppbレベルまで高感度化すると。そういう状況でプロジェクトがスタートいたしました。

まず選択性で、先ほどのホルムアルデヒドだけではなくてアセトアルデヒドにも応答するところを何とかしようという話なのですが、私たちが考えたのは、むしろ逆で、アセトアルデヒドのほうに強く応答して、ホルムのほうに弱く応答するような材料をつくれれば、その2つを用いて信号を分離してやればよいと考えました。そこで課題は、ホルムではなくて、むしろアセトアルデヒドのほうに強く応答するような材料をつくってやろうと。そのために溶解パラメータという概念を用いて、ど



ういう有機物を入れればいいのかを計算して、そしてその有機物を選んでやったということでございます。

当初、ポリアリニンというのが層状に入っていると、ホルムアルデヒドのほうに強く応答していたのですが、この計算からはポリオルトアニシジンというのを入れると、アセトアルデヒドのほうにむしろ強く応答するだろうということを示しております。そこで私たちは、ポリオルトアニシジンという、P o A N I S というやつですけど、これを用いて実際に材料を作って評価をしたわけです。

そうすると、上がポリアリニンのほうで、ホルムのほうが強く応答しているのですが、下の有機物をポリオルトアニシジンに代えてやると、推定どおりアセトアルデヒドのほうに強く応答するようなセンサ素子が得られたと。そこで2つの素子を使ってやりますと、それぞれの素子からのシグナルを、こういうふうに信号処理をしますと。ホルムの情報とアセトの両方を分離してやればいいのかということで、実際デモンストレーションをやったのが下の表です。

人工的につくった混合ガス、ホルムとアセト、300と100というppbですけど、それを使って信号分離をしますと、ほぼそのような信号が得られたということでございます。これによって、一応分離検出、ホルムの検出ができた。

次に高感度化のほうの話ですが、こちらは有機／無機ハイブリッド材料をつくる際に、どうしても有機物というのが不純物として付着してくるということがありまして、その有機物というのは導電性ポリマーで、それ自身も実は、単独で取り出して評価するとセンサ応答します。しかも応答方向が、私たちのハイブリッドは抵抗値が増加するような応答なのですが、中のポリマーだけ取り出してはかると、抵抗値が逆転ですね、減少するような応答を示すと。ですからこれが不純物にあると、せつかくの応答をこれがキャンセルをして損をしているだろうということです。

この写真が黒く見えるところは、これは非常に極端なところですけど、実際はもっと細かなのがたくさんあるのではないかと。こういう不純物が、ポリマーのみの不純物が出ていると。それを取り除くということで、私たちはプロセスを検討いたしました。

実際この薄膜素子、先ほどのプロトタイプにもこういう小さな薄膜の素子が入っているわけですけど、これは酸化モリブデンの薄膜を作って、それを一端還元し

て、水和ナトリウムが入ったような、一段階ですね、前駆体をつくって、そしてそれでポリマーと置きかえて、最終的な材料を作るというプロセスです。このポリマーをインターカレーションする溶液を作るところを非常に工夫しまして、そういう不純物が付かないような溶液を、付着しないような溶液を使って、インターカレーションという挿入反応を行ってやりますと、非常にピュアな、クリアな薄膜の素子ができました。これは上から見たSEM像で、ここのちょっと白いところが電極で、電極の間に材料がずっと埋まっているという写真でございます。

そうすることによって高感度化が達成できて、これは横軸はppmで打っていますが、低濃度域を拡大した右の図ですと25ppbからプロットがありますように、指針値の半分の濃度というのが十分に検知できるようになったということでございます。

次に芳香族のセンサ素子についてご報告いたします。こちらは全く、また違う材料を使っておりまして、酸化タングステンを使っております。左の写真が小さな5ミリ×10ミリぐらいのシリコン基板の素子なのですが、その上に白くぽつぽつ見えているところ、ここだけに材料があります。これをSEMで拡大すると、このような100から200ナノの板状の粉があると。酸化タングステンの粒子があると。

こちらのほうも応答性制御と高感度化についてそれぞれアプローチをまとめております。貴金属というのを酸化タングステンに添加するというアプローチで選択性を制御してやろうと。高感度化は電極間隔と動作電流を変えてやるということで高感度ができる。そういう内容でございます。

貴金属を添加するという効果なのですが、これは非常に模式的に書いておりますが、金属酸化物のセンサ材料、酸化スズとか、ここで使っている酸化タングステンですね。これは表面をこういう貴金属、白金であるとか金のナノ粒子で担持してやります。触媒のような形なのですけれど。そうすると表面の吸着特性等が変わって、反応性が変わって、選択性も変わるだろうというアプローチです。

具体的には、酸化タングステンに白金のナノ粒子を担持させてどう変わるか。いろいろやったのですが、結果としまして、白金を担持させる。上の図は担持させた白金の量をとってまして、ウェイトパーセントで1ウェイトまで。縦軸はセンサの応答の大きさ、応答値でプロットしています。このように白金の担持量が変

わると、対象ガスはトルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレンという4種類なのですけれど、非常に似た芳香族でさえ、0.2%のところでは、非常に大きな選択性というのですか、応答の違いが出ています。

もう一つは動作温度。酸化タングステンの場合400℃ぐらいなのですから、その動作温度を変えてやることでも、下の図のように非常に4芳香族物質に対して選択性を大きく変えることができると。結果としましては、例えば300℃で、スチレンに対してトルエン比が10倍以上、12という、芳香族間においても非常に高い選択性が出そうだと。出るということがわかりました。

次は芳香族の感度のほうなのですから、これも非常にデバイス的な話になりまして、これは基板の上の電極の写真で、真ん中に細かな楕形電極、ちょっと見えないうえですけれども、ここの部分が楕形電極です。楕形電極の電極を2ミクロン、3ミクロン、5ミクロン、幅を、電極の間隔を変えてやります。そうするとそれが非常に感度に影響があるというのをここに示しております、キシレンに対して電極間隔が狭いほど感度が上がると。ですから非常に狭い電極間隔を使えばいいんだということがわかりました。

そこでそういった成果を、これはパナソニック電気さんでつくっていただいたMEMSの基板で、四角いところのサイズが大体200ミクロン、0.2ミリ角ぐらいの小さなシリコンの上のMEMS基板です。この間隔を2ミクロンにした電極を作ってプロトタイプに載せるというふうにフィードバックしております。結果としまして、芳香族4物質に対して非常に高いセンサ感度、応答値が出ております。

もう一つは電流値の影響なんですけれど、この図は酸化タングステンの電流電圧特性というのをとってまして、普通は金属ですと、これがオーミックと言いまして、これが直線になって、その傾きが抵抗になるはずなのです。ところが酸化タングステンの場合はこのように電流電圧特性が非線形になります。そしたらそれを利用できないかというのが私たちのアイデアで、赤いほうはガス雰囲気ですとった電流電圧、黒いほうは空気中でとったガスのない雰囲気。この比が結局、応答感度に相当します。それをこちらにプロットしてやりますと、横軸を測っている電流値をとっていると。電流値が小さいときほど、このように見かけ感度がずっと上がっていくと。

実際、下の図は素子にして応答特性をとってみると、電流値を小さくしたほうが、

大きく感度が出るということがわかりました。したがって、このあたりの情報もすべてフィードバックをして高感度のプロトタイプを達成するというところでございます。

酸化タングステンに関してはもう一つトピックスがございまして、ここも材料的な話ですけど、最初にご紹介しました板状の小さな、100ナノぐらいの粒子を使っているというところで当初、研究、このプロジェクトはスタートしました。このプロジェクトの中で、合成をみずからやっているのですが、これは単に前駆体を焼成したら、こういう酸化タングステンの粉になるのですが、水熱合成と言いまして、圧力釜みたいな原理で圧力をかけて、水の中で温度を100℃以上にするという合成方法をとってやると、サイコロ状、Cuboidと呼んでいますけれど、非常にユニークな形の粒子ができた。これはほとんど報告例がなくて、こういう粒子を初めて作って、この粒子をもってセンサに応用したら、非常にいいことがありましたということを次のページに示しております。

センサにとって非常に重要であります長期安定性というのが、そういう新しく発見した粒子を使うと非常に安定性がいい。この図は横軸が時間で、day（日）でとってまして、縦軸は素子の抵抗値です。抵抗値が、こちらはRaと書いていますけれど、空気中の抵抗値をずっと、日々モニターしてやるわけです。非常にフラットでドリフトがない。右側の図はキシレン中での抵抗値を、やはり同じようにプロットしています。こちらのガス中でも非常にフラットである。従来の板状の粒子を使うと、このように抵抗値が日とともに変わるというドリフトを示すのに対して、非常に安定な素子をつくることができました。新しい粒子をもってつくることができました。

次にTVOCセンサです。TVOCセンサは、私たちは酸化スズを用いました。この写真が典型的な素子で、これも5ミリ×10ミリぐらいのアルミの基板の上に酸化スズの膜をプリントしているわけです。SEMを見たら、このようにナノ粒子の酸化スズの集合体であると。そういう素子でございます。

こちらも同じように、課題に対してアプローチをまとめております。貴金属を添加するという、それからあとはTVOCの場合はセンサの評価ガスとして、どういう評価ガスを用いるかが、これ自身が研究課題でございまして、それについてもご報告いたします。

これはまず貴金属添加効果というところでございまして、左上の図は、横軸に酸化スズに対して銀であるとか金、白金等々、いろいろな貴金属を、先ほどの酸化タングステンと同じですけど、表面に担持させてやると。そのときに各トルエン、ヘプタン、酢酸エチル、トリクロロエチレンに対する応答感度の大きさを棒グラフに示しています。ここからわかることは、貴金属の種類によって高感度化できるタイプの物質種がそれぞれあると。違うということです。例えばパラジウムを入れると、ハロゲン系のVOCに非常に高感度化してくれるということがわかってきました。

特に酸化スズの場合は、これは非常に広くセンサ材料として使われている物質なのですが、ハロゲン系のVOCに対して感度が低いというちょっと欠点がありましたので、ハロゲン系について、右の図で詳しく調べております。やはりいろいろな種類のハロゲン系のVOCに対して、パラジウムがいいということをより詳細に確認したわけでございます。

そういったデータをもとに、私たちは貴金属添加というものを考えていったわけですけど、下の部分がそれをまとめておりまして、ハロゲン化炭化水素に対してはパラジウムがいい、脂肪族炭化水素に対しては白金がいい、芳香族に対しては金の添加がいいということがそれぞれわかりました。

それらの情報をもとに、私たちは貴金属の添加を1種類だけではなくて、3種類……。

(PC不能)

【松原グループ長】 その間にお手元の資料をごらんいただきながら、ひとつ前に戻っていただいて、パラジウムが酸化スズ、白金がハロゲン化物、金が芳香族に効果があるという、24ページ目の図です。ここを補足しますと、私たちは40種類のVOCに対して、どういう応答を示すかを非常に詳細に調べてございます。その結果としまして左下に書いていますけれど、ガス種を7分類すればいいのだと。TVOCはたくさん種類があるのだけれど、酸化スズのセンサの感度から見れば、7分類をして、それぞれ代表的な物質に対する応答の特性を見てやれば、酸化スズのセンサの特性が評価できることも今回のプロジェクトで新たに見出した知見でございます。

次のページに行きますと、1種類の貴金属だけではなくて、私たちはそうしたら

3種類混ぜたらいいのではないか。それぞれ感度を増感させる効果のあった白金、パラジウム、金というのを混ぜたらいいのではないかというので、複合というのですか、2種類あるいは3種類の貴金属を混ぜたものに対して評価をしてやった図がこれで、先ほど申しました代表的な7種類の物質に対する応答感度を見ております。

結果が一番右側にある白金、パラジウム、金、3種類とも貴金属を添加したやつが全体的にいろいろな物質に対して感度が高くなっていると。一番右の2つのプロットなのですけれど。それから理想的には、すべての7種類の物質に対して、感度がフラットである。同じ等感度で検出できるというのがTVOCとしては理想的なのですけれど、感度差という点でもほかの、少なくとも添加しないものに比べてははるかに縮まっているということを見出しました。

ここはTVOCセンサを評価するガスとして、どのようなものがあるかを、私たちのこのプロジェクトの中で提案したアイデアでございます。私たちは実態調査を行って、その平均像を出して、それを模擬したガスをつかって、そしてセンサを評価してやるというアプローチをとりました。建築研究所さんから実態調査、人が実際に住んでいるところの分析をやっていただいて、そのデータをいただいて、それぞれ組成と濃度、成分と濃度を平均したものをつかって、それを右のようなリストのガス、混合ガスです。これらが全部混ざっている混合ガスをつかってもらい、それをもって模擬ガス、評価用のガス、TVOCといたしました。

このようなガスで、いろいろな貴金属とかをオプティマイズしたセンサの素子を評価したのがこの図でございます。階段のように見えるのがガス濃度で、一番高いので、小さくて恐縮ですが $1,000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。これでちゃんと濃度が上がると応答もして、濃度が下がるとまたもとへ戻るという図でございます。それぞれの濃度ときの応答値をプロットすると、この領域では非常にリニアな出力が得られて、暫定目標値の半分、 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ でも十分感度が得られていると。

以上が素子のところで、次は湿度の影響の低減について、これは後半のところの安定性なのですが、安定性とはいろいろ、温度とか湿度、他ガス、いろいろなことを調査しました。ここでは最も実用化に対して重要であると思われる湿度についてのみご紹介いたします。

アプローチはごらんいただいて省略いたしまして、まずホルムアルデヒド用のところをお示しいたします。ホルムアルデヒド用は先ほど申しましたように、ハイブ

リッド材料を使うということで、こういう結晶構造をもつ材料なのですが、やはり層間の有機物をいろいろ代えてやることで、湿度の影響を落とせないかということを考えてみました。具体的には層間の有機物に、より疎水的な官能基を導入してやって、疎水環境にしてやる。あるいは層間のポリマーの分子量を長くしてやるということでございます。

実際そのように、層間の有機物を、例えばポリアニリンだったものを、このようなピロールの誘導体とか、アニリン誘導体に代えてやると、左の図は横軸が湿度、縦軸が濃度で、マルのところはちゃんと検知できたというところなんです。当初は非常に検知できる範囲が、左のほう、すなわち低湿度側だけだったのが、このように層間の有機物を代えることによって、境界がどんどん右のほうに、すなわち湿度がある状況でも十分検知ができるというふうに改良されていって、最終的にはこういうポリソチアナフテン誘導体を用いることで、湿度下においても検知ができるというレベルを達成しました。

次は芳香族系の酸化タングステンのほうですけど、ここでとった手法は、材料が全然違いますので、アプローチも違います。高湿度下でエージングをします。エージングというのは、しばらくその温度でほっておくということですけど、エージングをするという手法です。大抵動作温度が400℃程度で酸化タングステンを動かします。

そこでまずエージング未終了時は400℃、動作温度と同じ温度で14日間、高湿度下、湿度90%以上でエージングしてやりました。それでもまだ横軸、これは湿度のプロットなのですが、湿度が高くなると縦軸、応答値が下がっていくという湿度依存性を示します。そこでもっと高い温度、50℃高い450℃の高湿度下で、さらにエージングをやってやると、このように湿度に対して非常にフラット、すなわち湿度の影響を受けない素子ができました。この手法が非常に有効であるということがわかったわけです。

では同じ手法を、同じ金属酸化物であるTVOCの酸化スズにも適応できるだろうということですが、ここでひとつ、セレンディビティ的な発見があったのは、酸化スズの場合は、先ほど、3元系と呼んでいますけれど、白金、金、パラジウムという貴金属3種類を添加したのが一番いいと申しましたが、湿度の影響を測ってみますと、貴金属を添加したのは、湿度の影響を抑えるためにも有効であったという

ことが、これは予期しなかったのですけれどもわかりました。左の図は金属を添加していないので、やはり湿度に対して応答値が落ちるのに対して、特に50%ぐらいまで非常にフラットであると。

詳しく下の図で、貴金属それぞれ単独のを調べてみますと、わかったことは、パラジウムを添加するということが、非常に湿度の影響を抑えるポイントであるということです。そうしたら貴金属を添加して、湿度の影響が落ちたやつをさらに高湿度下でエージングしてやると、もっと良くなるのではないかとということでこれを行って、実際、動作温度を、この場合は300℃に対してより高い400℃、湿度90%以上で16日間エージングしてやると、このようにほぼ湿度に対して影響のない、フラットな素子が達成できました。

これは、どうして高湿度下でエージングすると湿度の影響を抑えられるのだろうかということを説明するモデルです。表面の吸着状態が非常に重要で、湿度の場合は水分子と検知対象分子が競争的に吸着するサイトがあると。そうすると、そういう状況では、湿度が高くなると水のほうが勝ってしまうのですね。済みません、これは酸素と水との競争的なサイトです。それを高湿度下にアニールすると、それが全部つぶれてしまうと。だから湿度の影響が落ちるのだというモデルで説明できるだろうと。こういう▲のところは、湿度が高いと水が吸着しやすい。湿度が低いと酸素が吸着しやすい。でもそれを全部固定してやることによって、そういう影響がなくなるだろうというモデルでございます。

最後の話題がデバイス化のところ、実際ここではプロトタイプ作製・フィールドテストについて報告いたします。3種類のホルム、芳香族、TVOCです。先ほど後ろで見ていただいたようなこういうプロトタイプを作製して、動作の確認をしました。

これをつくるに当たって、素子自身の性能は先ほどご説明いたしましたような、いろいろな材料の工夫、いろいろな処理の仕方でも高性能化してきました。それをプロトタイプに載せるために、ここでは当初、例えばホルムの場合、1センチ角ぐらいあったのを、より小さい基板で、しかも動作温度が大体60℃から80℃ですので、裏面ヒーターでちゃんと加熱できるようなものに、素子の薄膜を形成できるプロセスを開発して、こういうシステムに載せることができるまで来た。それぞれ芳香族、TVOCも、パナソニック電気さんのMEMSの3ミリ角ぐらいの小さな基



板に、酸化タングステンが非常に小さく、スポット状に載っているだけなんですけれど、これで十分検知できるわけですから、そういったものを搭載する。TVOCのほうもより小さな基板、1ミリ×1.5ミリのこういう小さな基板にちゃんと形成をして載せると。そういう技術開発を行いました。

そしてプロトタイプで実際のフィールドテストの1例といたしまして、これは実住宅で計測を実施した例でございます。比較のために、私たちのセンサと光イオン化法のPIDのセンサを横に並べて、同時にデータを取得した例です。黒いのがPIDの検出曲線です。青いのは、それを5倍に拡大しております。ですからこういうところで、これはVOCというか、PIDの検出濃度が増えていると。ここで非常に増えて、何かイベントがあったのですけれど何か増えていると。これに対して赤いラインが私たちのTVOCのセンサですけど、非常によく追隨しているということがわかります。

ただし絶対値の点で差があるというのは、キャリブレーションのやり方がまだちょっと不十分でございます、今後はそのキャリブレーションをしっかりと、どういうふうにやるかというところで定量性を合わせていけるのだろうと考えております。

それらのプロジェクトの全期間をまとめたのがここで、そういったセンサ素子の開発と、デバイスの開発を行ってきました。今後はセンサ制御換気システムの実現に向けてということで製品化研究、それから同時に並行して、国際標準化にも取り組んでおります。

これは概要のところを出た図ですので割愛いたします。

それから知的財産のところも出ておりますので、割愛いたします。

国際標準化について、展開としてどういう取り組みをしているかを最後に紹介いたします。室内空気のまず濃度を測るわけですけど、大きく分けて、その方法は2つあります。ひとつはガスクロによる、いわゆる精密な分析、もう一つは今回開発したような小型の検出器による簡易測定の大きくに2つに分けて、小型の簡易測定というのは、例えば換気システムを制御すると非常にいいわけなのですが、その場ですぐ、データがリアルタイムに出るというので非常にいいのですが、まだ十分、評価法というのが確立されていない。ですから私たちはその評価法を国際標準化するというので、検出器の信頼性を向上させる。これによって、よりVOC検出器、小型センサの普及にも発展できるだろうと。

ゆくゆくは、こういった国際標準と製品というのが将来、セットで世の中に提示されて、室内環境の保全及び、こういうセンサあるいは検出器の製品という立場で見ると、国際競争力の強化というのが同時に実現できるのではないかということで展開をしていきたいと思います。

以上でございます。

【藤井分科会長】 どうもありがとうございました。それではただいまの高感度検出器の研究開発に関連しての質疑応答をしたいと思います。いかがでしょうか。

【森委員】 ちょっとよろしいですか。

【藤井分科会長】 どうぞ。

【森委員】 10ページですけれども、先ほどのお話で、アセトアルデヒドのほうの感度を上げることによって両方が分離できるというお話で、そのところでは、300ppbと100ppbのときの値が、300が298、それから100、89と、すごくいい値が出ているのですけれども、これは濃度的にはこの1点だけですか。もうちょっと濃度を変えてはやっておられるのでしょうか。

【松原グループ長】 この例は1点ですけれど、もうちょっと高い濃度で混ぜたやつとか。

【森委員】 でも大体同じ、有意に値が出てくる。ばらつきとかありませんか。

【松原グループ長】 大体20%とか、そのぐらいの誤差という。

【森委員】 そうですか。この例も298は1回ではなくて、数回かやった変動係数なんかは出ているのですか。

【松原グループ長】 これはそこまでは出していないです。

【森委員】 そうですか。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょうか。

【清水分科会長代理】 いいですか。7ページ目の層状化合物を使ってガスを測定されるセンサですけれど、ほかのセンサに比べると、やっぱりRg/Raで定義されるガス応答の値というのが少し小さいですね。

【松原グループ長】 はい。

【清水分科会長代理】 だからその場合には、例えば温度の変動であるとか、風の強さであるとか、いろいろな外部からの変動因子によって、データがふらつくような気がするのですけれど、それは何か電気信号的に処理されて、感度を確保されている

のですか。

**【松原グループ長】** まず取り組んだのは、その点は材料自身の安定性、特にドリフトが、抵抗値があると、この程度ですと、ドリフトが大きいと、結局何を測っているのかわからないということになりますので、まずドリフトの影響というのを、例えばXPSとか、いろいろな物理的な測定方法で、ドリフトの原因を解明して、ドリフトを抑えるということをまず行いました。

次に温度変動とか、そういったものは、結局プロトタイプに入れて使うときに、引き込み、ガスでポンピングしていますから、引き込みの流量は一定であろうということで、流量の影響はなくすと。そこでなくす。素子そのものではなくてセンサのところで工夫をすると。

それから室温変動に対しては、これはあまり影響がないというのは調べております。ですからそのあたりを、SN比というのを、できるだけそういう周辺技術も含めて防いでやるということで、プロトタイプをつくって、実際あれで、実験室空間で実験をやりますと、ホルムアルデヒドで数十ppb、30ppbですか、ちゃんと検出できるというところまでは来ています。

**【清水分科会長代理】** わかりました。今後もし発展させるときには、例えば僕が言っていることがとんちんかんかもしれないんですけども、先ほど、層の中に入る有機物をいろいろ代えたりして感度が調整できますよとおっしゃっていたので、層の入口のところをふさいだのをレファレンスに使って、そのレファレンスと材料を同時に、例えばホイールストーンブリッジみたいにして、外因の散乱因子を解消するようなのをMEMS技術を使われてつくったら、もっと何か、キャンセルアウトするのがすごく楽になるような気がするのですけれど。そういったのは考えられるのですか。

**【松原グループ長】** おっしゃっているアイデアはすごくいいアイデアだと思います。それで、これは結晶格子レベルですので、ここを全部ふさいでやるというのは、分子を何というのですか、操作して……。

**【清水分科会長代理】** 入口だけでいいと思うのですけれど。その材料自身は同じ温度変動とか、抵抗の変化を受けるはずですから、とにかくホルムアルデヒドとかが中に入らないように表面をふさいでやるだけで、それをブリッジに組み込みんで、レファレンスにしてやると、さっきの松下さんのMEMSの技術もあつたら、何か簡

単にできそうだなと勝手に思っちゃったのですけれど。

【松原グループ長】 そうですね。何かフィルター、カバーするということですね。

【清水分科会長代理】 そうですね。それと、まだいいですか、質問。水蒸気の影響をチェックされていたのですけれど、今家庭とかで、多分臭いとかをすごく気にされる方がいて、ぱっとスプレーをして、臭いを瞬時に消してしまうような製品がありますよね。ああいうものの中には、センサの表面にくっつくと $\text{SiO}_2$ に変化して、センサの表面をコーティングして、あるセンサだったら失活するし、あるセンサだったら鋭敏化するような成分がいっぱい入っていると思うのですけれど、そういったのに対する影響とか、そういったことは考えられたのですか。検討されたのですか。

【松原グループ長】 広くたすという意味では、同じ可燃ガスのCOであるとか、水素であるとか、 $\text{NO}_x$ であるとか、そういったものは個々のセンサでどのくらい影響があるかということは調べています。おっしゃるシリコン系のガスはまだ調べていないというのが現状ですけれど、ただ、どうしてもセンサの材料、あるいは素子だけでそれを防ぐというよりも、その部分は何かフィルターですね。検出器のところのフィルターの技術というのも、世の中進んでいますので、そこをうまく組み合わせればいいのではないかと。

例えばシリコン系ではないですけれど、COに対して、やはり酸化スズというのは応答します。でもCOに対しては、COを選択的にまず燃焼させるような触媒というのがありまして、VOCは通過するけれど、COは燃焼させてしまう。そういう触媒をつけてやるという、素子プラスフィルター、あるいはそういう燃焼触媒とかという組み合わせで、そのあたりは解決できていると思っています。

【清水分科会長代理】 はい、わかりました。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょう。野崎先生。

【野崎委員】 ちょっと教えてください。空気中の汚染物質の中で、二酸化炭素の分圧は非常に高く、またその変動率も大きいですね。

【松原グループ長】 はい。

【野崎委員】 今回開発されたセンサにおいて、この $\text{CO}_2$ の干渉性というのは、このテストはされたでしょうか。

【松原グループ長】  $\text{CO}_2$ の干渉性はほぼゼロです。

【野崎委員】 ゼロですか。

【松原グループ長】 ゼロです。それはセンサの原理から、特に酸化タングステンの芳香族系、酸化スズのTVOC系というのは、燃焼させると材料の表面でVOC分子を、燃焼させて、それに伴う材料の変化を抵抗の変化として検出していますので、CO<sub>2</sub>は燃焼しませんので、ほぼ干渉はないということです。

このハイブリッド材料のほうにつきましても、これは実際、測定はしたのですが、CO<sub>2</sub>に対しては応答しないということを確認しております。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょうか。

【堀委員】 24ページのところです。TVOCの感度の相対的な……。そうですね、その図で、これはガスのほうはppmか何かあたりの比較ですか、それともμg/m<sup>3</sup>の比較ですか。

【松原グループ長】 済みません、ちょっと情報が抜けておりました。失礼しました。これは全部、ガス濃度は1ppmで比較しております。

【堀委員】 そうすると最終的に幾つかグループに分かれて、分けてやると、それで全体的にフラットな感度で比較的やれると提案されていますけれども、その結果が25ページのかしら。

【松原グループ長】 そうです。おっしゃるとおりで、7分類できる、それぞれ代表のものを7つ、ここにデータとして載せてあります。

【堀委員】 そうすると、これをさらに感度補正をして計算して出すということですか。

【松原グループ長】 このデータは材料の、例えば貴金属は何を添加したらいいか、あるいはどういう条件で焼けばいいかという、素子材料を決めるためにこういう実験をやりました。そして7種類の代表的な物質で評価すれば、指標が得られると。方向性がわかると。そうやって最適化したセンサのTVOC素子を実際に評価するのは、私たちが独自につくった混合ガス、評価ガス、これでもってちゃんと評価をしましょうと。ですから個々のガスについては、むしろセンサの材料を最適化するために、中身を詳しく分析してやっていると。そういうふうにご理解いただけたらと。

【堀委員】 そうですか。前のから比べれば、かなり相対的な感度は等しくなっていると思いますけれども、これはできるだけ、相対というわけで、完全に一致するわけでもないですね。

【松原グループ長】　そうですね。完全にフラットにするのは非常にやはり難しいと思います。これでもかなり、ほとんど応答しなかったのも上にもってきてという形になっているかと思います。

【堀委員】　　そうしますと、モデル、標準ガスというのは、これは実験上はやむを得ないと思いますけれども、例えば39ページですか、ある実住宅で多分おやりになったと思うのですが、これはモデル、標準ガスというわけではないですね。

【松原グループ長】　　これは違います。住宅内。

【堀委員】　　そうですね。せっかくおやりになったので、これはこれでいいとは思いますが、PIDとの比較というのは、最終的な評価としてはあまりよくなくて、FIDとか何かのほうがほんとうはいいのですね。というのは、PIDというのはトリクレンとかいう不飽和と、先ほど柳沢先生もおっしゃっていましたが、あとはトルエンとか、そういう芳香族にだけ感度がいいのです。ですからそういうものとの相関性があると言っても、結局、それ以外のガスも、先ほど、鎖状炭化水素も増えているというわけだから、そういう場合には果たして相対値であつてもうまく評価できるかどうかというのは少し課題があるような気もするのです。

【松原グループ長】　　そこは定量性というのですか。というのは、おっしゃるとおりでPIDも物質によってかなり感度にばらつきがあります。この実験ではハンディーで、その場にもってこられる、そして市販である程度よく使われていて、確立されているという意味で、PIDと比較しております。キャリブレーションのやり方で、やはり私たちのセンサの濃度も、空気中には0.5ppmの水素も入っていて、そのあたりのバックグラウンドをどうするというのも含めて、キャリブレーションのやり方は検討課題だと思います。

【柳沢PL】　　よろしいでしょうか。今、堀先生のご質問で、この30ページの図自身はリアルタイムでの計測に対する応答性でPIDとうまく対応しているか。それで、確かにTVOCの中に含まれているいろいろな化学種に関しましてというのは、先生がおっしゃるようにFIDでやる必要、相関をとる必要があると思います。その場合にはリアルタイムの追随性ということではなくて、感度の評価ということになりますので、もう一枠、先生のおっしゃるような比較検討は必要だと思っています。

【藤井分科会長】　　ほかに。私から今の話そのものなのですけど、特に多成分の計測をやろうというときに、対象となるようなガス種によつての応答特性が、それぞれ

今は混合ガスで応答特性が出ているのですけれども、何の影響を、どの程度受けやすいのかということは、かなり重要な情報のような気がするのです。当然、多成分で、場所によってかなり構成物質は違うと思いますので、今回のTVOCセンサ用評価ガスのデータも、多少特殊なデータかなという気が少しするので、このデータを見た感じですね。ぜひそれぞれの要素に対しての応答などというのを、次のようなか、この研究は終わったかもしれないのですけれども、課題としてぜひ挙げていただければと思います。

【松原グループ長】 ご指摘の点は、今進めておりますVOC検出器の評価法の標準化というところでも非常に課題となっているところがございます、センサを評価するためのガスはどういうものが合理的かという点、それからいろいろな環境ファクターとかに対して、どういうものを、どういうふうに試験すべきかという点に対して、まさに標準化のほうで議論しているところがございます。ガス種、評価ガスをどうすべきかは一番難しいところで、それはいろいろな標準化の会議で、あるいはいろいろなご意見をいただきながら定めていきたいと考えております。

【柳沢PL】 この26ページのTVOCセンサ評価用ガスの成分と濃度、これは実態調査に基づきまして、比較的早い時期に決めたもので、今、環境の実態としましては、いろいろなガス、代替物質として使われておりますので、今測るともしかすると違うかもしれない。そういう意味で、ではほんとうにTVOCと言ったときに、何を対象にするのかを、今実際に行われている標準化の中で、十分に検討する必要があるなと私も考えております。

【藤井分科会長】 ほかにいかがですか。

【堀委員】 これは発表の範囲を超えているかもしれませんが、これは2カ月だけですよ。でもその後、もう1年以上たっているわけで、その後何か情報がありましたら。

【松原グループ長】 きょうデモをさせていただいたやつは、実際、素子はもう研究期間ですから、ちょうど1年ぐらい前程度につくったやつで、連続動作ではありませんけれども、きょう時点でも応答がきちり出ていますので、継続的にきちり評価したわけではないのですけれども、1年程度は十分、死なずに応答はちゃんと出ていくということがプラスアルファとして、長期安定性の情報でございます。

【堀委員】 ずっと使われていたもので、ほんとうは、その試験というのは実際は難し

いのですけれども、使われていたものと、ずっとクリーンなところに1年置いて使うのとは大分違うので、ずっと1年続けたのを、時間をむだにされないで、どこかで開発されたのを使っておられたと思うので、それでいいですね、そういう理解で。

【松原グループ長】 はい。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょうか。では1点教えてほしいのですが、このセンサのデバイス自体の量産技術というか、これからの開発に関して必要と思われる量産技術について、もしコメントがありましたらお願いしたいと思います。

【松原グループ長】 非常に低価格化というところではそれが重要でして、特にハイブリッドの材料を使っているホルムアルデヒド用のセンサの場合は、これまであまり、こういうハイブリッド材料を電子機能デバイスとして使うという例が、センサだけではなくて、広く見ても非常にまれなケースです。ですからその薄膜をつくるというプロセス自体を量産化するというところも非常に研究課題になるところで、そのあたりを、例えば4インチのシリコン基板にきっちり薄膜ができるようにする技術であるとか、そうすればかなり量産と低価格化に有効であろうと思います。ですからそのあたりが今後の課題になると思います。

それから酸化タングステン、あるいは酸化スズの、金属酸化物を使ったほうは、既に酸化タングステンなどはMEMSの基板の上に載っています。これはシリコンを加工するという、今十分に確立された技術ですので、そのあたりは問題ないかなと思っております。

ですからハイブリッド材料については、そういう特殊な材料であるということで、今後の量産化技術、低価格化技術というのがキーになるかと思います。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょうか。

【堀委員】 時間はまだあるのですか。

【藤井分科会長】 まだあります。

【堀委員】 従来のもよりも高レベルなものを開発されているということは十分認めた上の話なのですけれども、例えばエージングで、湿度の影響ですね。特にこれが素晴らしいと思うのですけれども、これをエージングによって解決されたとは言っていますけれども、もしこれを冬期間のような、湿度が20%とか25%のところですずっと何か月か使ったときに、ベースラインとか何かの問題もあって、そのときの湿度特性というのは何か影響を受けてくると思うのですが。湿度特性がもっと低



下するのではないかというような気もするのですが、いかがですか。

【松原グループ長】 どうして処理で湿度の影響が落ちているかという、モデルはここで説明させていただきました。ただしこれが、ほんとうに正しいかどうかは検証していく必要があるのですが、モデルどおりでしたら、このサイトをつぶすと。これが非常に不可逆的な反応で、このサイトは、言ったらふたをしているようなものです。ですからそういうものが湿度の影響を下げているという理由であるならば、おっしゃるような、これを低湿度にずっと環境を置いて動作させたからといって、表面の吸着、サイトの四角い部分ですね、つぶしているところがもとに戻るというのは、このモデルですと考えるのが、恐らく低湿度にずっと置いていて、湿度の影響がまた悪くなるということはないだろうと。済みません、実験はやっていないのですが。

【堀委員】 今後の課題として、そういうのをぜひやるべきだと思います。

【松原グループ長】 はい。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょう。もしなければ次の……。どうぞ。

【梶田主査】 済みません、事務局から連絡でございます。先ほどの電源システムの不具合が見られるようなので、当初の予定ですと、続けて周辺技術調査の報告なのですが、チェックのために5分を目安に休憩を突発で入れさせていただきたいと思えます。チェックの内容次第ですけれど、16時20分を次の開始として、とりあえず5分休憩とさせていただきますので、16時20分、また連絡いたしますけれど、そのときに席のほうにお戻りいただければと思います。よろしく願いいたします。

【寺門主幹】 申しわけありません、よろしく願いいたします。

( 休 憩 )

【梶田主査】 よろしいですか。では続けたいと思えます。

【藤井分科会長】 それでは周辺技術調査のほうをお願いいたします。

【平野技師】 そうしましたら、パナソニック電工の平野から、周辺技術調査につきましてご説明させていただきます。

まずは調査グループ、我々のグループの目標としましては、省エネと化学物質対策のベストバランスを実現するために、検出器を利用した換気システムを提案し、実用化のための課題を抽出するということで、基本的な考え方としまして、少ないセンサ、これは当初、センサは安い値段ではできないだろうということがありま

して、できれば少ないセンサで検知、制御を行うのがいいだろうということと、あと現状の換気システムに改良を加えると。全く新たなところからくみあげるのではなくて、現状の換気システムに改良を加えて、これに利用できる換気システムをつくろうということで考えました。もう一つは、化学物質の発生源の付近から排出するというので、それが最終的には省エネにもつながるだろうということで、このような考え方で進めていきました。

次に、ここは体制の図、先ほどもご説明がありましたけれども、基本的には全体のプロジェクトの中で、センサの開発ということで産総研さん、立命館さん、富山県工業技術センターということで、先ほどパナソニック電工は、20年度は外から協力すると。それまでは中に入って一緒にやらせていただいております。

我々、周辺技術調査につきましては、パナソニック電工と東京大学さん、建築研究所さんが共同で行うというところで、内容はここに書いておりますが、このようなことで取り組んでおります。

ただし、当初プロジェクトの報告は、各担当ですね。我々パナソニック電工、東京大学、建築研究所、それぞれに発表していたのですけれども、それでは全体がわかりにくいというご指摘がありまして、そうしまして、まとめて報告しようということになりまして、現在のような状態になっております。したがって、後の質疑のときには、それぞれ担当の方に答えていただくということでご了承ください。

そうしましてパナソニック電工、我々が行っておりますのは、換気システム開発のための調査ということで、パナソニックグループとしましては、換気システムを今現在上市しております、パナソニックグループのパナソニックエコシステムズ、春日井にあるのですけれども、エコシステムズと協力して、パナソニック全体としてこの換気システムの開発に取り組もうということでやらせていただいております。

もう一つは、実際の実験住宅としまして、ベターリビング、これは筑波にあるのですけれども、ベターリビングさんにご協力いただいております。なぜベターリビングさんを選んだかといいますと、実験住宅の提供には、積水ハウスを初めいろいろな住宅メーカーさんにも協力を募りまして、いろいろな観点で選んだ結果、ベターリビングさんにご協力いただくことが決まったということでご了解ください。

次に、大きく分けまして、換気システムをつくるために、どんな要因でVOCが発生しているかということをもっと分類していこうということと、あとは管理システ

ムをつくって、その効果を検証していこうということに、2つに分けまして、担当を振り分けまして、それぞれ成果としてまとめた表であります。個々のものについては読み上げませんが、基本的には建築研究所さんで実態調査、あとは我々パナソニック電工としましては、チャンバー試験をやったりシミュレーションを行いました。フィールド調査としては東京大学さんのほうで、実際に生活で発生するVOCについて調べていただいたということです。

あとは換気システムの効果検証の中で実大住宅のシミュレーションを行いまして、吸着現象であったり、システム制御法については共同で行いました。あとは評価結果、センサのフィールド調査につきましては東大さんで行っていただきました。これらのことを順次報告させていただきます。

これが先ほども出てきましたが、大きくVOCの実態の調査で、屋内VOCの発生傾向を探ることで、センサ側のところにもフィードバックをするということと、あとは検出器の最適位置ですね。どのような位置に検出器を置けば、換気システムがしっかり動くのかということを検証いたしました。実際に換気システムをつくる上で、実大住宅でシミュレーションを行って、最終的にはシステム制御法の検討を行いました。その間で実際にVOCがどのように発生しているか、吸着がどうなっているかということ进行调查いたしました。

まずはVOCの実態調査の報告であります。これはVOCの発生要因の動向を年次ごとに調べたものでありますが、徐々にVOCが減少しているというのがわかります。全体的な汚染濃度は低下傾向にあると。2つ目としまして、VOCは発生源、機序が多様で、物質種比率が不安定な上、工法差、地域差も大きいと。一言で言うと、かなり多様性があると言えるということがわかりました。あとは基準法前後を比べても、多様性は拡大していると。基準法でホルムアルデヒドの規制はされたのですが、それでも、それで代替物質が出てきたり、いろいろな細菌もあります。除菌ブームとか、そういうことがありまして、多様性は拡大しております。

換気量低減を図るには、実濃度の把握が不可欠になっているということがわかりまして、実際に多様なVOCを検出するということは結構大変だなということで、次の研究を進めております。

次は屋内VOCの発生傾向と屋内発生源と放散挙動を調査しました。これは各VOCの発生の要因と生活的要素ということで、先ほどは住宅の実態の調査でありま

したが、これは実際の生活が、どのようなVOCの発生を生んでいるかということ  
を調査いたしました。わかりますことは、居住者が在室している場合、その行動に  
よってTVOC濃度は大きく変化するというところと、人の行動によるTVOCの  
変化は上昇が速く、減衰は穏やかであると。突発で発生して、だらだらと減ってい  
くという傾向が見られました。

リビング、寝室、和室というところで一応、それぞれの発生が違っておきまして、  
化粧品であったり、喫煙であったり、後で出てきますが、料理でも発生が見られま  
す。1室におけるTVOCの変動は、他室にも影響を与えるが、その程度はさまざま  
です。換気の流れによりまして、隣の部屋影響を及ぼす場合もあるし、あまり及  
ぼさない場合もあると。それも換気の経路によって異なるということになります。

次に開発センサにおいては、急激なVOC変化に対し、誤作動を起こさないこと  
も必要ということで、濃度が高い場合にあまり検出感度が変わりますと、実際には  
濃度が測定できないということになりますので、そのような急激な濃度変化に対  
して追従することが必要だということがわかりました。

次に生活的要素、人の行動によるVOC成分濃度の変化例としまして、先ほども  
ありましたが、喫煙とかにもよってVOCの発生は変わるんですけども、飲食に  
よってアセトアルデヒドの濃度が高くなるというところで、イベントによって部屋  
の濃度が高くなるということがわかってまいりました。

次に屋内VOC発生傾向とその評価のフィードバックということで、実際にこれ  
は検出器の評価を実際のフィールドで行った1例なのですけれど、石油ファンヒー  
ターを動かしたり、あるいは食事や窓あけ、化粧などによって大きくVOCの濃度  
が変動していると。その生活パターンによって、多くのVOCが発生している場合  
があるということがわかりました。一応PIDとTVOCのセンサの濃度が、ちょ  
っとベースラインもずれているところがあるのですけれど、これは1例ですので、  
一応、大まかには追従するということがこのグラフではわかりました。

次に検出器最適位置の決定ということで、これは実験住宅の1室、リビング・ダ  
イニングなのですけれど、LDKですね、キッチンとリビングをひとつとみなし  
まして、その発生源、これは一応ホルムアルデヒドを想定しまして、各位置に発生  
する濃度をシミュレーションいたしました。シミュレーション結果がこのようにな  
りまして、色が発生の濃度、ホルムアルデヒドの濃度でありまして、ここが排出す

るところで、センサが検出するところであります。実際に人体が吸引するゾーンの濃度と、計測する濃度というのが、大きく違いがないということで、センサの位置としては、出口で設置するのが妥当であろうと。本来は攪拌がなければなかなか一致しないかなという仮説もあったのですが、この場合、排出口でもセンシングすることで、センサの計測をしても大丈夫かなというような傾向が出ましたので、出口でセンサを設置するという事で決定いたしました。

次に実大住宅のシミュレーションということで、実際に換気システムのシミュレーションと実大実験を行った実験住宅についてご説明させていただきます。実験住宅は筑波のベターリングさんに建てました一戸建ての家なのですが、その中で検討した項目としましては、実験住宅及び導入された換気システムの基本的な性能測定を実施しました。トレーサーガスを汚染物質に模した条件による換気システムの風量変動稼働の換気性状を測定しまして、その後、換気システムの換気性能と消費電力の評価方法の試行ということを行いました。実際にやったところは、2階建ての床面積が130平米というところで、次世代省エネ基準のⅢ地域で行いました。

これがその住宅で行いました換気システムの基礎的な性能測定の実施ということで、実験住宅が実際に実験に適しているかどうかという確認をしました図なんですけれども、気密性や換気システムの風量を十分に備えていると。実際に測定したものと風速計で測定したのが一致してまして、十分な気密性が得られているということがわかりました。

次に吸着性能なのですが、これはいわゆるチャンバー法と言われるもので、吸着性能を測定いたしました。これが理論的な線なのですが、吸着分があれば、それよりも導入時には下回って、あとは濃度が下がるときには、逆にそれが鈍くなるというような想定を行いまして、実際に測定を行いましたひとつの結果です。この線が、実際に行いました理論的な線と、空チャンバーを測定したときの実際の測定点と、実際に建材ですね、壁紙を使用した場合の吸着の線を比較いたしました。この差が出まして、この差が一番大きいところで0.18回の換気に相当いたしました。

上昇する場合には、吸着というのは、いわゆる化学物質を吸着するわけですから、プラス側といいますか、濃度を低下させるように動くのですが、問題なのは、

濃度が低下する際に、低下してすぐに換気を減らしてしまうと、吸着されたものが再放出することによりまして、濃度を上昇させるおそれがあるということで、このあたりは換気のアлゴリズムに配慮しまして、上げるときにはすぐ上げるのだけでも、下げるときにはちょっとずらして換気システムの風量を下げるといようなアルゴリズムをつくりました。

それらを総合しまして、システム制御法ということで、どのようなことをやったかといいますと、先ほどシミュレーションで行いました部屋に、このような装置をつけまして、ここは換気ファンを制御するところでありまして、そこからパソコンで信号を送りまして、実際に制御します。これが今回使用しました模擬ガスの測定装置でありまして、模擬ガスを実際のVOCと想定しまして、その増減で換気システムを制御するというようなことで測定を行いました。

今回、プロジェクトで想定しました換気システムというのは大きく2つのパターンに分かれるのですけれども、当初、プロジェクトの設定時に行っていた換気システムというのは全体換気システムでありまして、実際の部屋の濃度が高ければ風量を上げる、濃度が低ければ風量を下げるといような、単純なシステムを想定していきまして、これで換気制御ができるかなということやってきたのですけれども、実際に調査していきますと、部屋ごとに濃度の発生が異なりまして、これでいきますと全体で、この部屋で発生して、換気量を増やしていくということは、きれいな部屋の空気も多く換気してしまうといような問題がありまして、それで換気経路制御ということをご提案いたしました。

汚染の高い空間を検知して、それを効果的に配置するといところで、もちろん個々の部屋の濃度を検知するといことは必須なのですけれども、高い濃度の部屋を検知しますと、実際には、ここは全体のファンがあるのですけれども、出口のところでもう一つ補助ファンを設置しまして、ここからファンで押しあげると。全体の風量は変わらないのだけれども、換気の経路がこちらからこちらに流れると。こちらからたくさん排出するといようなイメージで、優先的に濃度の濃いところから排出するといような換気システムをプラスして考えました。

これらを合わせた換気システムのアルゴリズムを作成しました。そうしますと、先ほども少し言いましたけれども、全体的に制御する場合は、30分の制御でよかったのですけれども、このような制御を導入すると、30分ではちょっと難しいだ

ろうということで、10分程度の時定数といいますか、検知して制御するというようなシステムで組ませていただきました。あとは各部屋の濃度を知るという必要がありますので、各部屋の排出経路にポンプでサンプリングするというので、それも検出のときに導入いたしました。このようなアルゴリズムをつくりまして、次にこれの検証を行っていきました。

まずは全体の排気量の制御というところで、先ほどの部屋で制御した結果、実際には高い濃度が検出されるのですけれども、センサで風量を増やすことで、それが抑えられたというような、これは実際にリビングで8時間ガスを発生させて、16時間停止するような実験条件で行いました。一応建材とかの温度が上がりまして、昼間多くの発生があるだろうというような想定で行ったのですけれども、実際には変動環境を動かすことで、大きな濃度のところがカットされまして、一定水準以下の濃度は確保されたということで、一応効果としては確認されたということです。

次に排気経路の制御ということで、先ほど言いました、多いところから排出するというようなことを実際に検証いたしました。補助ファンをDCモーターを使用しまして省エネにしまして、実際に2つ3つファンをつけるよりも、今までのファンをつけるよりも、かなり省エネになったのですけれども、これまでは全体の換気量を増やさないと濃度を下げることができなかつたのですけれども、実際に換気経路を変えることによりまして、全体の風量ですね、全体の換気量を変えることなく、この濃度を低下させることができたということで、全体換気量は増やさずにリビングからの排気を増やすことで、リビングの化学物質濃度を低下させることが可能になりましたということで、省エネ型の換気システムを実現することができたということです。

先ほども説明しましたが、これとこれを組み合わせました。実験というか、調査をする中で、これだけではなかなか難しいということで、これを組み合わせた換気システムというのを組み上げてきたということです。これが実際にどれだけ省エネ効果があるかというのを次に検証しまして、風量変動制御を行った換気システムの換気性能と、その稼働にかかる消費電力を、以下の評価指標を定義して、評価の試行を行ったということで、評価指標をSRF/PSとしまして、消費電力÷基準風量時の消費電力ということの評価指標として定義しまして、実際の測定を行いました。

風量変動運転をすることで、強運転時の入力電力を小さくすることで省エネを達

成することができました。

その結果なのですけれども、ちょっと見にくくて申しわけないのですが、想定される盛岡とか秋田とか、東京とかで実際に変動換気運転をしたほうが、一応エネルギーとしては消費が少ないということがわかりました。これを計算しますと、変風量制御のほうが約20%、消費エネルギーが減少することがわかりました。補助ファンとかVOCセンサの電力とかというのもあるのですけれども、全体にはそれを勘案しても、約20%の電力が節約できるということがわかりました。

プロジェクト全体としてはそのようにやってきまして、最終的な成果としまして、当初の想定と比較させていただきました。

最初、このプロジェクトを設定した場合には、全住戸に対応したいということで始めさせていただきました。

センサ位置としては、換気の出口に設置すると。制御内容としては、全体換気量コントロール、強、中、弱と切りかえて、換気を削減するということです。

検知レベルとしましては、センサの検知レベルですね。指針値付近とその半分の濃度を検知するというので、半分までいけば、十分低いであろうという仮説で制御をやっておりました。

当初のコスト目標としましては一、二万を想定しております。

最終的には研究成果としまして、残念ながらすべての住宅に対応するということはできなかったのですけれども、戸建て住宅に対する換気システムを提案できました。

電源と騒音の問題ない場所に設置するポンプですね。チューブサンプリングで各部屋の測定を行って、主要な部屋の排気の出口を監視すると。外がきれいということが一応前提なのですけれども、または活性炭によるクリーニングでもいいのですけれども、リフレッシュなんかもチューブサンプリングでできるのではないかなということで提案させていただきました。

制御内容としましては、全体換気だけではなくて、換気経路制御及び全体換気量をコントロールすることによりまして、局所排気や窓あけなんかも検知できて、強、中、弱と切りかえて換気量を削減するというような制御にいたしました。

検知レベルにつきましては従来の設定と同じなのですけれども、検討の中でTVOCのセンサしきい値は居住者の設定可能にしたかどうかというような提案があり



まして、そのようなシステムでしていこうと。といいますのは、先ほどアロマの話も出たのですけれども、TVOCに関しましては多様性が多いということと、個人差なんかも多いので、特に厳しいような設定をすることもできますし、あとは、もう少し緩やかな設定ができるというような、そういうフレキシブルなしきい値を持たせるような設定をするのがいいのではないかとということで提案させていただきました。

残念ながら、今のところ想定するコストは、ポンプとかセンサの部分もありまして、10万円を超えるようなシステムになるのではないかなと思っていて、現在の換気システムで大体20万、30万というところ、いかないのもあるのですけれども、ちょっと10万円上がるというのは大きいので、なかなか今の段階では、すぐ売りに出すのは難しいのではないかなと思っております。

提案した換気システムの課題としましては、今のところ換気を制御するので、機密精度がよい新築住宅ではないとできないと。今までの住宅、古い住宅では隙間があったりして、換気経路を変更することができないということで難しいのですけれども、対象住宅を広げていくようなものと、あとは3種換気ですね。今やりましたのは入口と出口を制御するような1種換気の話なのですけれども、マンションなどにも適用できるように、技術開発を進める必要があるのではないかなと思います。

あとセンサメンテなのですけれども、ゼロガスによるリフレッシュで、かなり延びるとは考えておりますが、年1回ぐらいの校正は必要なのかなと今のところ考えていますけれども、実際にはもう少し、三、四年ぐらいは延ばさないと、ちょっと商品としては厳しいのかなというふうには考えております。

制御内容としましては、ガス濃度による換気コントロールのため、ガス濃度が高いと換気量が増えると。だから省エネにはクリーンな室内環境が必要だということで、現在の住宅でこれを導入すると、省エネどころかエネルギーが増えるおそれがあるということで、かなり室内環境をきれいにした上で導入しないと、省エネということでは難しいと考えております。

新築の初期にはまだまだ大きなVOCが出ているということがわかっていますので、初期には十分に換気を行うということだとか、発生源の持ち込みなんかはできるだけ防いだほうがいいのではないかとこの対策が必要になってくると思います。

検知レベルとしましては、TVOCのしきい値については課題が残っていること

と、居住者が設定する必要があるのではないかと。これは先ほど申し上げたとおりでございます。対策案としましては、設定する基準ガスなどを準備して設定するというようなことが考えられますが、まだまだこの辺については検討が必要かなと思います。

コストにつきましては、さらにコストダウンしていかないと難しいのかなと思いますので、センサのユニット化や量産によって、システム価格を低減させないと、まだまだ実用化には難しいのかなと思っておりまして、もう少し技術開発には時間がかかるのかなと考えております。

以上です。ありがとうございました。

**【藤井分科会長】** どうもありがとうございました。それでは質疑応答に移りたいと思います。

ちょっと私、この発表と直接関係ないのですが、18ページに省エネルギーとかそういうことを考えているのに、この計測法は何でSF6を使ったのか教えてほしいと思います。換気回数の測定にSF6を使った理由を教えてください。

**【桑沢上席研究員】** 建築研究所の桑沢です。我々建築研究所のほうでこの測定を担当させていただきました。SF6とN<sub>2</sub>Oと2つ使わせていただきましたけれども、換気量を測定するというときに、今まで我々がずっと使わせていただいたといいますが、技術的にこれであれば換気回数がちゃんと測れるという点で使わせていただいたということです。

**【藤井分科会長】** エネルギー関係の研究に対して、地球環境の問題というのを考えたときに、ここに使っているSF6とかN<sub>2</sub>Oとかは、明らかにこんな測定で、この分野の研究に適したものとは思えないのですけれど。

**【桑沢上席研究員】** 温暖化係数が大きいということで、実は途中の委員会の段階でもご意見いただきまして、少し気を付けたほうが良いということで、研究を始めた当初のころには、まだその辺のところは、よく事情としてわかっていなかったのですが。

**【藤井分科会長】** いや、明らかにこれは認識不足だと思います。

**【柳沢PL】** 確かにおっしゃられる点は、私も途中で指摘した部分でして、ただ、2種類のガスが必要だということで、では何にするかと。そして特に24時間の連続計測をしたときに、発生源として実際のVOCを使ってしまうと火災の問題である

とか、そういうことがあったもので、スタートで一応、SF<sub>6</sub>、N<sub>2</sub>Oで始めてしまいましたので、そのまま進めてしまったというところで、先生のおっしゃるとおり、温暖化係数の大きいガスで、トレーサーとして適切ではないというふうに私も理解しております。

**【藤井分科会長】** それについては別として、やった成果についてこの後審議をしたいと思います。どなたかご意見いかがでしょうか。

**【堀委員】** 済みません、今のトレーサーガスですけれども、私どもが研究しているのですが、イソブテンというのをを使うと、PIDをモニターにしてできるのですね。この場合は2種類のガスが必要だからちょっと難しいかもしれないけれど、イソブテンは温暖化係数が非常に低いし、それをPIDでやれるという点で、『建築設備と配管工事』に紹介されています。

ではついでに。非常にやりにくい検知をよくおやりになったと思います。というのはですね、これは部屋のモデルをいろいろあるかと思うのですが、部屋が2つでやれたのは、とりあえず1ではなくて2でやったということで、あれだ思うのですけれども、実際は3つの場合もあるかと思うのですね。だからやりにくいのを無理して頑張ってやられたのに、3つなんて言われるとあれかもしれませんけれど、その辺についての何か、どういうふうに対応するかということ。

それから最後に測るのは、センサの位置は排気口のところしかないと思いますけれども、発生源がどこにあるかによって、大分排気口のセンサの位置との関係はちょっと違いまして、発生源がかなり奥にある場合と、もう少し排気口に近い場合とがありまして、その辺のところの、何といいますか、精度といいますか、どういうふうにお考えになっていらっしゃるか。済みません、その2点を。

**【平野技師】** それは今回、2階建ての家の場合、3つに分けさせていただきました。リビング・ダイニングがひとつと、もう一つ和室がありまして、そこともう一つは2階のスペースで、寝室とリビングともう一つという感じで分けさせていただきました。発生のパターンで見ると、リビングは圧倒的に多いのですけれども、寝室でも化粧などで発生が見られるというところで、その3つぐらいをターゲットにして、そこを増やす、減らすようなところで制御しようということ、3つの部屋にアシストファンと言いますか、換気を押し出すようなファンを設置しまして、そういう実験をさせていただきました。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょう。野崎先生。

【野崎委員】 換気経路と制御方式に関して、30ページと28ページに概念図が示されていて、例えば30ページの図ですと、本システムは排気経路を主体とした制御方式ですね。ここで、突発的あるいは局所的に発生するVOCへの対応策は、要するに排気口に新たにファンを設置するというご説明ですね。

【平野技師】 そうです。今回はそういう設定をさせていただきました。既存の住宅ですので、最初から設計して、そういう経路変更というシステムではなくて、押し出すというようなやり方でやらせていただいていると。

【野崎委員】 では新たな製品化するときには、そういうファンはつけない？

【平野技師】 それはケース・バイ・ケースかなと思うのですけれども。

【野崎委員】 このファンの風量はどのくらいを想定しているのですか。

【平野技師】 風量は、それほど多くはない。1.3倍とか1.5倍とかということになると思うのですけれども。

【野崎委員】 例えば和室、6畳ぐらいの空間ですと建築基準法による基準風量は毎時10立米とか、そんなものですよね。それをファンで押し出すというのは、相当な微量（風量）のファンをつけないといけません。また、普通の風量のファンをつければ、何十立米、何百立米のファンになってしまいますが、この場合この部屋は相当な負圧になってしまい、空間の圧力バランスが著しくここで損なわれる可能性があります。冒頭のプロジェクトリーダーの柳沢先生のお話ですと、例えばモーターダンパーみたいなもので制御のご説明でした。むしろ、そちらの方法が機械工学、建築工学的には正しいのではないのでしょうか。

【平野技師】 将来的な製品には、最初の設計の段階では、そういうふうなやり方も選択肢としてあるかなと思うのですけれども、今回の場合は実際に実験住宅に風量を取りあえず押し出したいというのがありましたので、アシストファンを3つに分けて設置させていただきました。

【野崎委員】 各部屋にアシストファンをつけるとなると、コスト面が心配です。34ページで示されているプラス1、2万とか、プラス10万とか示されていますが、この辺がちょっと難しくなるのかなと思うのですが。

【平野技師】 ダンパーとかも当初考えたのですけれども、そうすると結構ロスが大きいんですね、ダンパーにしますと。あと、もともと大きな風量をするのにダクトの

径を大きくしないといけないという問題もありまして、今回の場合、ダクトをつけ直すという作業はスペース的に難しいというのもありまして、今回はやむなくアシストファンをつけさせていただいたということになります。

【野崎委員】 それから、34ページの研究成果で、「世界初」と書いてありますが、どの部分が世界初なのか。

【平野技師】 VCOを検知して経路を変えてしまうということで世界初というふうにご考えておるのですけれども。まあ、住宅用ということで。今まで見たことがなかったもので、一応調べた限りでは世界初かなということなのですけれど。

【藤井分科会長】 柳沢先生。

【柳沢PL】 ただいまのご質問なのですけれども、全体のところでご説明しましたように、今想定しているものは新築の住宅に適用しようと。つまり新築ということの意味は、しかるべきキャパシティーをもったダクトを設置することができます。そういうようなところに設置して、そしてセンサは1個だけれども、チューブを使って各部屋の濃度を計測してやって、濃度の高いところはダンパーをコントロールすることによって、ひとつのファンで排気、あるいは1種であれば給排気を行うというシステムを想定しているのですけれども、残念ながらモデル住宅で使ったときに、それだけのダクトのサイズがなくて、導入することができなかったもので、今ご説明しましたように補助的なファンを使ってシミュレーションしたというふうにご理解いただければと思います。

【藤井分科会長】 森先生、先ほど……。

【森委員】 新築戸建てでというお話ですけれど、例えばこれは構造別みたいな違いとかは、木造だとか、いろいろございますね、新築の場合。それは同じでしょうか。やられたのは、例えばリビングさんというのは木造2階建てのデータですか。

【平野技師】 はい。基本的には気密性能さえあれば可能と思います。

【森委員】 それから高气密住宅とかございますよね。そういったときに今言った全体の機器というのはわかるのですけれど、普通の住宅は、例えば新築と言いましても、自然換気の構造で、できている住宅につけて実験をなされたということなのですか。

【平野技師】 そうですね、ある程度の機密精度がないと、経路を変えたところで、先ほど負圧という話になりましたけれど、よそのところから入ってきては意味がなくて、汚れたところから排出して、全体の換気量としては変えずに、経路だけを変え

るというシステムですので、それは割と気密性能がないと成り立たないシステムかなど。まあ、今のところですね。というふうに考えているのですけれど。

【森委員】 ちょっとどこに書いてあったか忘れちゃったのですけれど、鉄筋構造等について検討するという、何か文字を見たと思うのですけれど、これはそうではなくて、この新築については木造でやられているということですか。

【平野技師】 木造でも鉄筋でもほぼ変わらないと思うのですけれども。

【森委員】 そうですか。何か「鉄筋構造等について検討する」というような文字があったような気がしたものですから。

【平野技師】 集合住宅なんかの場合には、また変わったやり方をしないとイケないかなんと思っているのですが。

【森委員】 ええ。でも集合住宅は今後という話ですよ。

【平野技師】 はい、集合住宅は。

【森委員】 では文章とはちょっと違うのですよね。

【平野技師】 申しわけありません。

【森委員】 はい、わかりました。

【藤井分科会長】 では清水さん。

【清水分科会長代理】 機械のことはよくわからないのですけれど、今考えられているシステムの、要するに24時間用の換気ファンの能力と、台所にある強制排気用の換気扇の能力というのは、どちらが強いのですか。台所のほうが強いですよ。

【平野技師】 圧倒的に台所のほうが強いですね。

【清水分科会長代理】 強いですよ。そしたらダンパーというのは、台所で換気扇を回しているときには、自動的に閉まって、そちらのほうに負荷が行かないようなシステムになるのですか。

【平野技師】 そうですね、だからそこで排気量が増えると、濃度は実際に下がりますので、実際には家全体の換気システム能力というのは多少落とす設定になると思います。それは窓をあけたところで同じですし。

【清水分科会長代理】 ああ、窓をあけたときにも同じなのですね。わかりました。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょう。では私から1点教えてほしいのですが、建物の中にチューブサンプリングでデータをとっているというところで、それに関連するエネルギーの部分と、それからチューブの場合、材料を選ばないと、VOCの

測定に大分影響が出るのではないかと思うのですが、いかがでしょうか。

【平野技師】 恐らく計測するのはダクトの出口といいますか、出口のファンの直前で構わないかなと考えていまして、そうするとテフロンなんかの材料を使っても短くて済みそうなので、それほど、むちゃくちゃ大きな影響はないのかなと今のところは想定しているんですけど。実際の部屋の出口ではなくて、部屋から引っ張ってくるダクトの、ファンの近くのところでもサンプリングすれば、距離的にも近いですし、チューブとしても短いので済みますので、その材料として、テフロンなんかを選んだところで大丈夫なのかなと思っているんですけど。

【藤井分科会長】 あともう1点。ポンプを使うことになるので、そのポンプは普通のセンシングしているような、あのポンプだけの、ただ単に切りかえただけぐらいで、エネルギー増加はほとんどなくて済むのでしょうか。チュービングしたときに。

【平野技師】 その辺のところは、詳細にはどのポンプを使うというのは決めてはおりませんけれども、今考えている中では、順番にとっていって、それを拾うということで対応しようかなと思っているんですけども。

【柳沢P L】 ただいまのご質問ですけれども、排気系の制御というのは、いわば、最初はA案である全般換気量制御で検討を進めてきて、そして、より詳細にはかることができれば、より省エネに寄与するだろうということで、いわば概念としてチュービングによるセンシングであるとか、そういうのはまだ、実際にベターリビングの建物で実証したわけではないので、概念としてそういうものを今考えているというレベルです。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょうか。

【堀委員】 済みません、センサの応答速度はどのぐらいですか。例えば90%応答時間。

【平野技師】 センサ？

【堀委員】 今の制御との関係について伺いたいのですが。だからこちらではないと。

【松原グループ長】 センサの応答速度は3種類ありまして、酸化物を使うやつは30秒以内、もっと速いぐらいの応答速度です。それからハイブリッド材料は少し長いんですけど2分ぐらいの応答速度です。

【堀委員】 いわゆる90%応答がですね。

【松原グループ長】 90%応答です。

【堀委員】 そうすると、その応答速度が実際使う場合に、先ほど速過ぎるというような意味のこともおっしゃっていたと思うのですが、つまり今、10分間でどうということをおっしゃっていましたね、さっき。そのときに、例えば今、30秒だけぽつと高くなっちゃったと。そういう場合ももし換気のほうを変えちゃったならば、瞬間値なのに過剰反応と言いますか、そういうこともあると思うのですね。その辺の使い勝手を含めて、センサの応答、つまり30秒とか2分という応答速度と今の換気の制御の関係ですね、その辺をどう考えていらっしゃるか。10分というのは適当なあれかもしれませんが、どうなのでしょう。

【平野技師】 瞬間的に上がることもあるのですが、恐らく何かぽつと外した場合に、拡散するスピードとか、センシングされるまでの時間的なタイムラグみたいなものはあると思うのですが、先ほど言いましたセンサの応答速度が2分ぐらいでしたら、10分の間隔で測定することで、特に室内環境がものすごく悪くなったり、あるいはもっと省エネを邪魔したりという、そういうことはなくて、いい線なのではないかなというのが一応、プロジェクトの中での話で10分というのが出てきたのです。

【堀委員】 なるほど。ある時間の平均をとるぐらいのほうがちょうどいいかなと思っているのですが、なかなか、マイクロプロセッサなんかを使わないとちょっと難しいかもしれませんが。

【平野技師】 そうですね、そういう平均をとるというのも出てきはしたのですが、装置的にはそういうのはできるかなとは考えているのですが、測定をしながらちょっと調整はしなきゃいけないかなと考えています。

【堀委員】 最適なところですね。あんまり高くなるといけないでしょうね。

【藤井分科会長】 関連して柳沢先生。

【柳沢 P L】 このプロジェクトはセンサの開発と、それから換気の制御システムの開発が同時並行で進みましたので、開発したセンサを使って換気システムを動かしたという経験はないわけです。ですからここで、ベターリビングの住宅でやっているのも、センサ自身はほかのセンサでやっているわけです。ですから今、堀先生がおっしゃった、平均化時間に関しましても、例えばチュービングで空気の導入速度、導入量。導入量をどういう速度で導入するかによって、平均化時間も大分また変わってくる可能性もありますし、その辺の検討はまだ行っていないというのが現状で



す。

【藤井分科会長】 清水さん。

【清水分科会長代理】 今の説明で、とんちんかんな質問になっちゃいそうなのですが、最初のほうのセンサの研究の流れでは、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドの応答比較をされていて、アセトアルデヒドが出てきたので感度を落としましょうという研究をされていて、実際家の中で測定されていたら、食事をしたらアセトアルデヒドが出て、もし同時並行でわかっていたら、別に感度を落とす必要がなかったのではないかなと思ってしまったのですが、結局は、もしセンサをひとつ使うとすれば、アルデヒド関係のセンサがいいのか、それとも芳香族のセンサがいいのか、そんなの無視してTVOC、何でもオーケーにするセンサがいいのか、どれがいいというのになるのですか。それともやっぱり3つ必要なのですか。

【柳沢PL】 これは村上先生を委員長とした推進委員会でも大分議論になりまして、建築基準法で指定しているのはホルムアルデヒドなのです。厚生労働省の指針値としてはアセトも含めて、トルエンも含めて、いろいろ決まっているわけです。ですから建築基準法で考えて、ホルムは外すことができない。ただ、開発したセンサをよく見ますと、どうもアセトのポジティブな影響も受けるから、それだったら計算によってアセトとホルムは分離できるような形にしましょう。そこで、頭の中に一番最優先のものとして入っているのはホルムアルデヒドなわけです。それとともに、実際に住宅の室内濃度の変遷を見ていると、ホルムは急激に減ってきている。ただ、アセトは微増の状態だということがありますので、これによってホルムとアセトが分離してはかれるというのは、非常にいいことだと。それとともに、厚生労働省の指針値は芳香族が非常に多いわけで、脂肪族が今、非常に移ってきています。ですから、そう考えますとTVOCで脂肪族も測ってやらなければいけない。ただし厚生労働省の指針値の中には芳香族、トルエン、キシレンを初めとしていろいろありますので、それもやっぱり測る。そうするとどう見ても、やっぱり3種類をはかって、どの面から見ても、うまく室内環境が維持できるような仕掛けが必要なのかなと考えております。

【清水分科会長代理】 そうしたら、この10万という値段はセンサ1個ですよ。違うのですか。

【平野技師】 センサはですね……。

【清水分科会長代理】 センサは入っていない？

【平野技師】 いや、3つを組み合わせたのがひとつということです。だから基板にひとつ入れますので。

【清水分科会長代理】 わかりました。

【藤井分科会長】 ほかに。私から、ちょっと12ページの変動図で気になるところが1カ所ありまして、PIDとTVOCの測定で、石油ファンヒーターをスタートさせたときに、上限が逆転している部分があるのですけれども、それについてはデータとして、原因とか、どういうふうにお考えでしょうか。

【野口研究員】 東京大学、野口と申します。これにつきましては分科会のほうの定期的な会議のほうでも問題になりましたけれども、どうしても、その時点にあったセンサのTVOCセンサでは、そういう特性が見られました。燃焼が伴うとどうも感度が落ちる傾向がありました。その原因は、そのときいろいろ議論はありましたが、NO<sub>x</sub>なのではないかとか、いろいろな無機ガスの影響とか、そういうものが考えられるのではないかというところまでは行って、その後の検討は産総研さんのほうで行われたと思います。

ついでに申し上げますと、このフィールド調査でわかったのは、TVOCセンサが、普通のTVOCセンサに比べて、アルコール系のものをもったものに対して、極端にとっても感度がいいということが同時にわかりました。その原因につきましては、また松原さんのほうにご説明いただきたいと思います。

【松原グループ長】 下がっている原因は、いわゆる逆応答しているのが、そのセンサがですね。抵抗をはかっています。普通のVOCですと、この場合は抵抗が下がる応答をするのですけれど、この場合はNO<sub>2</sub>が恐らく大量に発生してきて、NO<sub>2</sub>がセンサに対しては逆応答を導くような物質ですので、石油ファンヒーターを回すことによるNO<sub>2</sub>が逆応答しているというという原因だと今は考えております。

【藤井分科会長】 その点について改善は可能な段階の検討は進んでいるのでしょうか。

【松原グループ長】 NO<sub>2</sub>についても、やはりそれを取り除くフィルターというのを持ち込むことで、何とか改善できるかなと思いますが、これというところまではまだ行っていません。

【藤井分科会長】 清水さん。

【清水分科会長代理】 今の件に関して、松原さんが言われたことが多分正しくて、ひ

よっとしたらこの実験に使われた石油ファンヒーターが古いのではないかなという気がするのですけれど、大分。新しいですか。

【野口研究員】 古いと思います。

【清水分科会長代理】 最近の石油ファンヒーターは多分、触媒がついていて、初期に出てくるこういう変なガスをとる作用が多分、進んできていると思うので、センサ側の努力と石油ファンヒーターの努力で、多分これはなくなる方向に行くのではないかなと思います。そうでないと、ファンを売るメーカーも、最初に変なのが。昔のファンはすごく変な臭いがしていましたよね。最初、火がついたとき。それがだんだんなくなっていますよね。今それが、NO<sub>x</sub>とか変なものが出るから、もっと触媒でよくしましょうというふうになってると思うので、多分よくなると思います。

【野崎委員】 その研究をやっていたので発言します。触媒で除去するものもあるので、その触媒もすぐ劣化する現状にあります。もう少し補足すれば、多分原因はNO<sub>2</sub>だと思うのですが、最初の段階で一義的に多量に発生するのはNOですよ。NOに関しては何か。

【松原グループ長】 NOは酸化されるガスですので、普通のVOCと同じ方向に応答します。NO<sub>2</sub>は吸着すると、電子的な相互作用で逆応答するのです。ですのでこれはNO<sub>2</sub>のほうだと。

【清水分科会長代理】 僕もその説明で正しいと思います。だからガス応答に対しては、これは絶対NO<sub>2</sub>です。NOではない。出ているかもしれないけれどですね。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょう。

【堀委員】 直後であれば、アルデヒドが普通出ますね、いっぱいね。アセトアルデヒドが燃焼直後であれば。これは新しいセンサだから、それはプラスにももちろん出て、選択的に……。

【松原グループ長】 これはTVOCの素子のところで、7分類で、応答をそれぞれ確認しております。アセトアルデヒドもプラスの応答というのですか、順応答、抵抗が減るほう、ほかのVOCと同じ方向に出ます。

【堀委員】 やっぱり。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょうか。

ほぼ議論も出ましたので、一応5-2の周辺技術調査についての質疑応答を終わらせていただきたいと思います。ちょっと時間があるようなので、少し休憩をして

から次の総合討論に移りましょう。では事務お願いします。

【梶田主査】 では5分間ですね、最後の全体を通しての質疑の前に休憩をとりまして、17時25分から最後のセクションを始めたいと思います。よろしくお願ひいたします。

( 休 憩 )

【藤井分科会長】 それでは時間なので始めてよろしいでしょうか。

それではこれから総合的な討論をします。全体を通しての質疑を行うということで、プロジェクト全般についてご意見、ご質問等ありましたら、お願ひしたいと思います。今までかなりの内容の議論が進んだので、さらに追加で、どうしても聞いておきたいということがあれば、お願ひしたいのですが。よろしいでしょうか。もしなければ……。

【藤井分科会長】 堀先生では何か。

【堀委員】 全体的というよりも、聞き洩らしたことで、あるいは意見も入るかもしれませんが、2つありまして、ひとつは長期間作動ですね。どうしてもそういう実住宅の場合だと、さっき発表者の方もおっしゃったように、やっぱり1年で、感度チェックなどでは非常に必要で、やっぱり三、四年ぐらい必要ですよ。私もそう思いますけれども、1年ぐらい使ってみたときの、そういう不可逆吸着とかによる性能の感度の劣化とか、あるいはベースラインとか、その他の問題というのは、どういふふうを考えているかがひとつです。とりあえず。

【松原グループ長】 おっしゃいますように、室内にはシリコン系のガスであるとか、パラジクロロベンゼンみたいな、場合によっては被毒といいます不可逆な変化を導くものがございます。どうしてもそれはあります。それをできる限りフィルター構造とか、そういったもので影響を最小限に抑えるというのが、全体のセンサとしてやっていくべきことだと思います。

それで個々のセンサ素子、材料が違いますので、そのあたりの影響もそれぞれ違ってきます。それを明らかにもして、できる限りそういう対策をとることで寿命を延ばしていくということが、実用化にもっていく段階では、ご指摘の点、非常に重要だと思います。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょうか。では私から1点だけ。私は全体を見まして、センサのところはひじょうにうまく、これから応用もできそうだし、機器開発

もこれからぜひ進めていただければ、非常にいいなと思います。

それからシステムについて見ると、従来CO<sub>2</sub>での対応システムは、センサ部分がVOCとか、その新しくできるセンサに変わったところが特徴と言えど特徴なんでしょうけれども、システム全体としては、従来の概念とそれほど変わらないと思います。そうしたときに、今までセンシングをやっていたものの、従来はCO<sub>2</sub>をやるとか、NO<sub>x</sub>ではかるとか、ひとつのものに対象に、換気性能とか、そういうのでやっていたのが多いと思うのですけれども、それに対して、やっぱり多成分のものはかかれる技術が出てくることによって、では総合的に室内環境をどういうふう改善するかというか、もっと多成分系のものを換気性能にどう反映させるかというふうな、総合評価の観点が、できたら、私はこれから欲しいなと思います。一応それについて、もし今後の課題としてでも結構ですが、意見がありましたら柳沢先生にお答え願いたいのですけれど。

**【柳沢PL】** その方向性を示すものとして、チューブを使った各部屋の計測だろうと思うのです。つまりいろいろな種類のVOCがあって、寝室では化粧由来のVOCが出てくるかもしれないし、あるいはリビングルームではたばこ由来のVOCが出てくるかもしれない。それらを総合して取り扱うということが、こういうチュービングの方法によって、そして、なおかつもう一つ重要なのは、センサをひとつでぜひとも賄っていきたい。ということは何ぞかといいますと、センサの経年劣化というものは、それぞれ個体差があると思いますので、そこで計測センサ自身がけんかしていったら、ものが動かなくなってしまうということを考えますと、ひとつのセンサで幾つかの点を、ポイント、空間を計測して、そしてそれぞれの中で、現時点ではTVOCと、指針値として決まっているアロマティックス、それとホルムアルデヒド、その3種類のすべてを満足するような換気量を維持するということが重要だろうと。

そして実際に、実態として住宅を見てみますと、建築基準法で0.5回を規定しているながら、現実には0.5回が出ていない住宅が非常に多いです。ですからこの方法を導入いたしますと、建築基準法が期待している内容、そのものが具体的に進んで実現できるのかなと私は今感じております。

**【藤井分科会長】** ほかにご意見いかがでしょうか。発表者の方で、今後の方向でも少し言っておきたいということがあれば、ぜひ言っていたきたいと思います。

【森委員】 ちよつとひとつよいでしょうか。

【藤井分科会長】 森さん。

【森委員】 この中で一番高いのはパラジクロロベンゼンというのがあったと思うんですけれど、防虫剤ですけれど、最近だんだんピレスロイド系とかに代わってきておりますけれど、ピレスロイド系というのは、私ちよつと不勉強で済みません、今の3種類のセンサーを活用すればオーケーなのでしょうか。

【野口研究員】 東京大学、野口です。実際のピレスロイド系の殺虫剤のものにもよると思いますが、例えば液体蚊取りのようなものと、ケロシンとかが液体の主成分になっておりますので、そういうものに関しては、ご開発なさったTVOCセンサーで十分対応できると思います。ピレスロイド自身を見てみますと、あれはエステルですので、形として。松原さんからご説明していただいたところによりますと、貴金属の添加によって、エステル類についても感度がよくなっているということなので、十分に感度があると期待していいものだと思います。

【藤井分科会長】 堀先生。

【森委員】 いや、いいです、今のでわかりました。

【堀委員】 TVOCについて私も長年やっているのですが、絶対値をこういう方法で、センサではかるのは非常に難しいと言いますか、要するに環境によって換算係数が違ってくるのですね。それはいつも悩ましいのです。実際は、ガスクロで測る、いわゆる正式のTVOCとの対応比を測って、それで換算係数を求めて、その建物に合った換算係数でやりなさいというのが今の建築学会でやっているアカデミックスタンダードでも、そういうふうに提案しているのですが、それを実際に普通の人がやるのはまず困難ではないかと私は思っています。ですから、これをせっかく、プロトタイプを開発されているのですから、今の問題、つまりTVOCの絶対値との相関性の問題に挑戦していただきたいなと思います。相対値は幾らでも測れるのです、絶対値がなかなかね。

【藤井分科会長】 ほかにいかがでしょう。

それでは時間が予定よりちよつと早いのですが、審議はほぼ終了したと思いますので、このあたりで全体の審議を終了したいと思います。なお、お気づきの点、後日でも結構ですので、質問票にて事務局までお寄せいただければと思います。

これからまとめ、講評に移らせていただきたいと思います。各委員の皆様から講

評をいただきたいと思います。それでは森先生のほうから始めまして、私が最後にということで進めたいと思いますので、まず森先生お願いします。

**【森委員】** 私、ちょっと皆さんと経歴が違って、ずっと現場のほうでいろいろな測定をしておりました。私は県なので、県営住宅ができたときに、未入居の状態で、泊まり込んでいろいろ測ったことがあるのですが、その当時から比べると大分よくなってきたかなと思って、そういったことで、皆さん、非常に膨大なデータでかなりご苦労なさったかなと思って、その辺のところは、非常にすごいデータだなと思って感心しております。どうもご苦労さまでしたと言いたいと思います。

あとひとつ。我々、実際に依頼があるのはどういうのが多いのかというと、例えば博物館とか美術館とかで、ホルムアルデヒドが多いと絵画がだめになっちゃうとかいうことで依頼があったというようなこともございます。今は新築というお話でしたけれども、ぜひともそういった博物館とか、美術館とか、そういう施設にこういうのがあるとかかなりいいのかなと思っていますので、今後そのようなこともお願いできればと思います。データが非常にいいので勉強させていただきます。どうもありがとうございます。

**【藤井分科会長】** それでは堀先生。

**【堀委員】** 先ほどもちょっと申しましたけれど、この半導体センサは水蒸気、つまり湿度の影響と、いろいろなガスに対する感度の違い、その2つがネックといいますか、非常に課題だったですね。それに対して挑戦されたので、それなりにすばらしい成果が出ていると思います。ですから、これからどういう位置づけか知りませんが、例えばさっきの問題だったら、ストーブでつけたときにこうなりますね。あれなんかはもう一回再現実験をされたらいいと思うのです。されているかどうかわかりませんが、それによって、またちょっと、もう少し次の発展にもなるし、先ほど申しましたように長期間の特性の問題ですね。

**【藤井分科会長】** それでは野崎先生。

**【野崎委員】** 建築基準法の積み残しの問題を、本プロジェクトでは真っ向から取り組んでいただいております、実用性の高いセンシング技術、デバイスができそうだとの期待を抱きました。シックハウス問題は終息しているかのように思えます。

しかし、「住宅紛争処理リフォームセンター」という国交省関連の財団法人がありまして、そこの統計によると、シックハウスの問題事例は減っているが、シックハウ

ス患者に関する苦情は明確に減っていないとの指摘があります。これは、室内化学物質の影響が依然として解決されていない実態だと思われます。本プロジェクトでは、その問題の解決のために「換気」を取り上げて頂いたことは、とてもありがたいことです。ただし、換気についてはもう少し検討すべき余地はあるのかなという印象を持ちました。

【藤井分科会長】 それでは清水さん。

【清水分科会長代理】 3種類のセンサの感度とかを高められるのを着実に検討されていて、すごい成果を出されていると思います。もうちょっと、さらにもし今後検討されるのであれば、まだわかっていない、センサの学会でもよくわかっていない、いろいろなメカニズムもぜひ、劣化機構であるとか、水蒸気の影響であるとか、そういうこともぜひ解明していただければなと思います。

あと、いいセンサだけつくっても、これはなかなか私たちの生活の役に立たないので、やっぱりシステム全体として考えるのも同時並行していかないと、これは宝の持ち腐れになっちゃうので、ぜひ、要するにセンサをつくるのと一緒に、どういうふうシステム化すれば、すごく役に立つかというのを同時並行で検討されるという、こういう研究というのはすごく大切だなと思います。ですから投資されたお金が十分に有効に使われていて、それ以上の成果をすごく出されているなと思っています。昨今の大変厳しい状況がありますので、ぜひこの成果をきちんとしかるべき人にお伝えして、日本の科学技術をきちんと発展させるように、みんなでアピールできればなと思っています。以上です。

【藤井分科会長】 私、評価の分科会長ということで、この場で勉強させていただきましたけれども、センサ開発、非常に難しいところなのですね。特にVOC絡みの有機系のセンサを開発するというのは、非常に努力が要るし、新しい技術開発で、よく、とりあえず3種類のものについて開発されたというのは、私自身は感謝しています。できればなるべく早く製品化等にしていただければと思います。

それから残されている、今3種類当面開発されたのですが、ほかのものの、個々に厚生労働省で出している指針値に対応するセンシング技術というのが、ほかにも展開できるのかどうかというふうな検討等も含めまして、今までやられた成果を、新しい計測技術のほうにも展開していただければなと思います。

それから建築の中の換気システムについての総合的な換気システム、今回は計測



のVOCを中心とした換気システムの提案だったのですが、さらに総合的に、もちろん温熱的な対応も含めて、それから他の汚染物質も含めての換気システムをどう考えるべきかということが、これから課題として残ってくるかなと思いました。

以上で私の総評にさせていただきたいと思います。

それでは今後の予定に関連してですが、これにて分科会のほうは終わりにさせていただきますが、事務局のほうから今後の予定等含めて、連絡をお願いいたします。

**【梶田主査】** それでは今後の予定につきまして説明させていただきます。一番最後の資料6をごらんください。委員の皆様には昨日、評価コメント表並びに質問票を、電子メールにてお送りしております。評価コメント表、評点シートにつきましては、お手数ですが12月14日、月曜まで、私あてにお送りください。また本文科会において報告内容のご質問等がございます場合、12月4日、金曜日、17時まで私まで送りください。なおご質問が出た場合につきまして、推進部、実施部門の皆様、ご協力のほど、よろしくをお願いいたします。また、中立性確保の観点から、委員から実施部門へ、直接の質問、接触等は避けていただくようお願いしたいと思います。

推進部、実施部門と、評価委員との意見調整につきましては、分科会長に一任で取りまとめさせていただくことをご了承願います。

また最後に、本日の分科会資料につきまして、委員の皆様の分科会資料は事務局より発想することも可能でございますので、ご希望の方は座席に資料を置いたままお帰りください。

以上でございます。

**【藤井分科会長】** それでは最後にNEDOの研究評価部の竹下統括主幹からごあいさつをお願いします。

**【竹下統括主幹】** 本日は長時間お疲れさまでした。まず評価委員の皆様、お忙しい中、このナショプロ事後評価に参画いただきまして、まことにありがとうございます。事務局より改めて御礼申し上げます。

それから、ぜひ率直な評価コメントと評点づけ、今後の提言をお願いいたします。それから実施者、推進者の皆様、事後評価に対応いただきまして、まことにありがとうございます。これから、もう一つ追跡調査ということで、5年間、ナショプロの成果の広がりということを、我々は把握させていただきたいと思いますので、その点またご協力のほど、よろしくをお願いいたします。

以上でございます。

**【藤井分科会長】** それでは最後に、一応委員会は以上で終わりますが、最後に評価分科会全体を通して何かご意見等がありましたら、お願いしたいと思います。

特にないようですので、これにて終わらせたいと思います。長時間にわたり、ご説明、ご審議を賜り、まことにありがとうございました。以上で終了します。なお、評価委員の先生方、別室でちょっとだけ打ち合わせしたいと思いますので、別室のほうにお願いしたいと思います。

**【梶田主査】** どうもありがとうございました。最後に、本日はちょっとシステムの不具合で、実施者の皆様の説明時、一時中断した件、まことに申しわけございませんでした。おわびいたします。

では以上で終わります。どうも本日はありがとうございました。

**【寺門主幹】** どうもありがとうございました。

— 了 —