

報告 平成 19 年度千葉県立現代産業科学館 「主任技術員との連携による展示場における新演示実験の開発」

*小原一成		Kazunari KOHARA	
**黒田登志郎	**井上勝	Toshiro KURODA	Masaru INOUE
**酒見征男	**綿貫博亮	Yukuo SAKEMI	Hirosuke WATANUKI
**酒井英夫	**中桐一	Hideo SAKAI	Hazime NAKAGIRI

概要：千葉県立現代産業科学館では、平成 6 年度の開館から展示場において主任技術員がさまざまな科学実験を行ってきた。しかし近年、マンネリ化の傾向が見られたため、新しい演示実験を開発・実施するとともに、従来行ってきた実験内容を見直すことになった。本稿では、新演示実験の開発過程及び実験の内容、従来の実験の改善点、新演示実験に対するアンケート結果等について報告をする。

キーワード：科学館 主任技術員との連携 新演示実験の開発 実験の改善

1 趣旨

当館は、千葉県初の理工系博物館として、産業に応用された科学技術を体験的に学ぶことができる場を提供することを目的として平成 6 年 6 月 15 日に開館した。

開館以来、来館者が参加体験できる演示実験プログラムを開発・実施するため、県内の鉄鋼・電力・石油産業関連の各企業から、専門的知識を有した技術者を採用し、主任技術員として当館職員と共にその開発を行ってきた。そして館内の 3 箇所（先端技術への招待展示室：『実験シアター』『実験カウンター』、創造の広場展示室：『サイエンスステージ』）において、さまざまな演示実験を実施してきた。

しかし、開館から 13 年が経過し、その間、

演示実験のテーマや内容を更新してきたが、マンネリ化の傾向が見られるようになった。

そこで、来館者に対して常に新鮮で質の高い情報を提供するため、それぞれの主任技術員が持っている専門的知識を最大限活用し、当館職員と共に新たな演示実験プログラムの開発と従来行ってきた演示実験の内容の改善を行うこととした。

2 各展示室の展示と演示実験の概要

当館の展示は、産業に応用された科学技術を全体のテーマとして、「現代産業の歴史」「先端技術への招待」「創造の広場」の 3 つの展示室で構成されている。

「現代産業の歴史」展示室は、千葉県の基幹産業である、電力・石油・鉄鋼の各産業の技術の発展に関する歴史を主に紹介したものととなっている。このため、導線がはっきり

しており、展示物を見れば、展示の意図することが理解できるように構成してある。また、1日に1回(13:30~15:00)展示解説員による『解説タイム』を実施して、各展示物の解説をしている。

「先端技術への招待」展示室は、先端技術を支える技術やエレクトロニクス、新素材、バイオテクノロジー、先端技術と地球環境の5つの内容で構成されている。この展示室は、それぞれが独立した内容となっており、導線は考慮されていない。また、展示物は、一般のお客様にはやや高度な内容であるため、展示内容をより良くお客様に理解していただくことと、展示内容とお客様をつなぐコミュニケーションの場として『実験シアター』と『実験カウンター』において、主任技術員による演示実験を行っている。

「創造の広場」展示室は、楽しくて不思議な科学現象や科学技術の原理や仕組みを、参加体験型の展示によって紹介している。この展示室の主な対象と考えられる青少年たちの科学への興味関心を高め、創造性を養うことをねらいとして、『サイエンスステージ』において、科学の原理を楽しくわかりやすく解説した科学実験と歴史的に有名な科学者の功績等を人形劇で紹介している。

(表1・表2参照)

表1 演示実験の1日あたりの実施回数

		1日の実施回数(回)	
		平日	土・日・祝
実験シアター		3	4
実験カウンター		3	4
サイエンス ステージ	人	0	土3 日祝4
	実	2	1

※「人」は人形劇 「実」は科学実験

表2 展示場における演示実験名と実施開始年度について

実験場所	No.	実験名	開始年度
実験シアター (先端技術への招待)	1	超電導実験	平成6年度
	2	電気抵抗実験	平成6年度
	3	凍結実験(ゴム・二酸化炭素・空気)	平成6年度
	4	真空中の液体窒素凝固実験	平成6年度
	5	酸素の液化と鉄の燃焼実験	平成10年度
実験カウンター (先端技術への招待)	1	温度差発電	平成6年度
	2	電流による温度差	平成6年度
	3	低温塑性樹脂	平成6年度
	4	高分子吸収体	平成6年度
	5	形状記憶合金	平成6年度
	6	形状記憶樹脂	平成6年度
	7	衝撃吸収ゲル	平成6年度
	8	圧気発火	平成6年度
	9	発色する染料	平成8年度
	10	バイオテクノロジー	平成9年度
	11	超音波浮揚	平成15年度
	12	光ファイバー	平成16年度
	13	キュリーエンジン	平成17年度
	14	スターリングエンジン	平成17年度
	15	水を飲む鳥	平成18年度
	16	放射計	平成18年度
	17	ゼネコン発電	平成18年度
	18	太陽光発電	平成18年度
サイエンスステージ (創造の広場)	(1)人形劇		
	1	ファラデーの発見	平成6年度
	2	大気圧の発見	平成6年度
	3	ガリレオの発見	平成7年度
	4	エンジンの発明	平成7年度
	5	ベルの発明	平成8年度
	6	メンデルの発見	平成9年度
	7	ニュートンの発見	平成10年度
	(2)科学実験		
	1	炎色反応	平成6年度
	2	クラドニ図形	平成6年度
	3	電子と放電	平成7年度
	4	静電気(冬季のみ)	平成7年度
	5	物の浮き沈み	平成10年度
	6	熱エネルギー	平成10年度
	放電実験室 (創造の広場)	1	アーク放電実験
2		沿面放電実験	平成6年度
3		雷放電実験	平成6年度

3 新演示実験開発のコンセプト

来館者が興味関心をもって、安心して実験を楽しむことができるように、次の3点を開発のコンセプトとした。

- (1) 来館者の科学に関する興味関心を高めること(不思議・楽しい・面白い)
- (2) 高い安全性が確立されること(フェールセーフ: 万一失敗しても安全)
- (3) 参加体験型で操作が容易なこと(見る・さわる・誰にでもできる・家庭でも再実験できる)

4 開発計画

- (1) 前期(4月から7月)と後期に(9月から12月)に分けて開発を行い、学校の長期

- 休業期間中（夏季休業及び冬季休業）に実施できるようにする。（表 3・表 4 参照）
- (2) 新演示実験のテーマ案は、主任技術員及び職員から公募する。
- (3) 新演示実験テーマ案から前期及び後期からそれぞれ 3 テーマ以上を選択して実施する。
- (4) 実施前に館職員に対して館内発表会を行い

実験の内容及び安全性を確認し、実験内容の改善を図る。

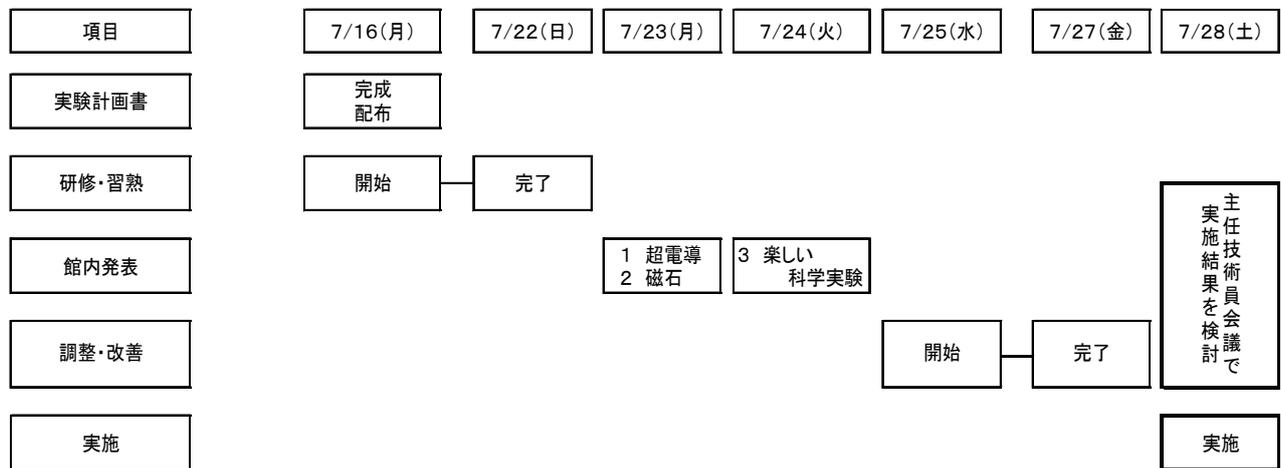
- (5) 実験毎に実験計画書を作成し、研修及び記録資料とする。

表 3 新演示実験の開発計画

		作業内容	備 考
前 期	4 月	新実験案検討	主任技術員・学芸課職員から公募
	5 月	新実験案決定	学芸課会議・主任技術員会議で決定 (館のテーマとの関わり・安全性・実現性等の確認)
	6 月	予備実験等	主任技術員チーム分け（2 人組 3 チーム） 消耗品・備品購入
	7 月	新実験開始	実施・アンケート調査・改善
後 期	9 月	新実験案検討	主任技術員・職員から公募
	10 月	新実験案決定	学芸課会議・主任技術員会議で決定 (館のテーマとの関わり・安全性・実現性等の確認)
	11 月	予備実験等	主任技術員チーム分け（2 人組 3 チーム）及び個人 1 テーマ 消耗品・備品購入
	12 月	新実験開始	実施・アンケート調査・改善

表 4 前期新演示実験実施計画

No.	実験名	担当	場所
1	超電導実験パート2	井上・綿貫	実験シアター
2	磁石で遊ぼう	酒井・中桐	実験カウンター
3	楽しい科学実験	黒田・酒見	実験カウンター



(6) 開発のための主任技術員の時間の確保

主任技術員は6名がそれぞれ週4日勤務の体制のため、ローテーションを組んで出勤している。したがって、毎日の出勤者数は固定していない。

このため、演示実験等の展示室の運営を円滑にすること並びに、新演示実験開発の時間展示場の円滑な運営を図るため、主任技術員の出勤者数が3名から6名までの、各人数における展示場シフトを作成して対応している。そのシフト内に、新演示実験の開発に係る時間帯を設定して開発に取り組んだ。

※1 月末の土曜日または日曜日を全員出勤日として主任技術員会議を開催し、新演示実験の検討等を行った。

5 開発した新演示実験 (14テーマ)

(1) 前期

ア 公募によるテーマ案 (20テーマ)

(ア) 空気がなくなると音はどうなる？

(イ) 振り子の不思議

(ウ) 磁石で遊ぼう

(エ) 熱エネルギーの実験

a 炎の温度測定

b 熱エネルギー風車 など

(オ) 楽しい科学実験

a 界面活性剤の実験

b 温度による空気の膨張・収縮

(カ) 超伝導実験パート2

a ピン止め効果 など

(キ) 静電気の不思議

(ク) 電池をつくろう

(ケ) ペットボトルから繊維をつくろう

(コ) バイオマスについて知ろう

(ク) ダイオキシンって何だろう

(シ) 水中エレベーターをつくろう

(ス) 空気砲で遊ぼう

(セ) カルメ焼きをつくろう

(ソ) 磁性流体 (スライム) をつくろう

(タ) ホバークラフトに乗ってみよう

(チ) 音の形を見てみよう (クラドニ)

(ツ) 夕焼けと青空をつくろう

(テ) 電子を見てみよう

(ト) 空き缶つぶしに挑戦

イ 決定した新演示実験テーマ (4実験)

上記の7テーマから、コンセプトに基づいて学芸課及び主任技術員会議 (※2) で話し合いが行なわれ、次の4テーマがとして決定した。

(ア) 磁石で遊ぼう (No.前期-1)

新実験

(イ) 楽しい科学実験 (No.前期-2)

新実験

(ウ) 超伝導実験パート2 (No.前期-3)

従来の改善

「超伝導実験」の発展実験

(エ) 空気がなくなると音はどうなる？

(No.前期-4)

従来の改善

「ベルの発見」の発展実験

※2 主任技術員会議は月1回、学芸課長、学芸課担当職員1名、主任技術員6名で閉館後に行った。

(2) 後期

ア 公募によるテーマ案 (31テーマ)

(ア) 空気の流れの実験

(イ) 塩を使ったおもしろ実験

(ウ) 電子と放電

(エ) 振り子の等時性

(オ) 夕焼けと青空をつくろう

(カ) 台所の科学

(キ) CO₂と地球温暖化

(ク) インクの色を分けよう

(ケ) 大気圧で割り箸を割ろう

(コ) 白色光を色に分けよう

(ク) 雲を作ろう

- (シ) 色のつく影
- (ス) ビンの浮き沈み
- (セ) 突然、水が凍り始める
- (ソ) 静電気ブランコ
- (タ) 静電気ロケット
- (チ) 手回し発電器の実験
- (ツ) 紫外線でみえる世界
- (テ) 酸性雨ってなに
- (ト) 巨大プリズムの不思議
- (ナ) 風に浮かぶボール
- (ニ) 音を目でみてみよう
- (ヌ) シャボン玉って楽しい
- (ネ) 身近な重曹のすばらしさ
- (ノ) 消えるガラス棒
- (ハ) なぜ水はふき上がる
- (ヒ) 糸を引っ張るとどうなるか
- (フ) 発泡スチロールの動きは
- (ヘ) 光通信をしてみよう
- (ホ) 燃焼実験
- (マ) レーザー加工機
- イ 決定した新演示実験テーマ（11 実験）
 - (ア) 風に浮かぶボール (No.後期-1)
新実験
 - (イ) 紫外線で見える世界 (No.後期-2)
新実験
 - (ウ) 振り子の等時性 (No.後期-3)
「ガリレオの発見」の発展実験
 - (エ) 静電気ロケット・静電気ブランコ
(No.後期-4)
「静電気の実験」の発展実験
 - (オ) 夕焼けと青空をつくろう
(No.後期-5)
「ニュートンの発見」の発展実験
 - (カ) 手回し発電器の実験 (No.後期-6)
「発電実験」の発展実験
 - (キ) ビンの浮き沈み (No.後期-7)
「浮沈子の実験」の発展実験
 - (ク) 色のつく影 (No.後期-8)
「光の3原色」の発展実験

- (ケ) 大気圧の発見 (No.後期-9)
「大気圧の実験」の発展実験
- (コ) 雲をつくろう (No.後期-10)
「断熱圧縮実験」の発展実験
- (サ) レーザー加工機 (No.後期-11)
新実験

6 開発の実際

(1) 前期の取組

平成19年5月27日（日）の第2回主任技術員会議において、前期に開発する新実験について話し合いが行われ、その結果、4テーマについて取り組むことが決定した。このとき、「空気がなくなると音はどうなる？」(No.前期-4)については発案者の酒井主任技術員が開発を終了して、サイエンスステージですでに実施されていた。したがって、残りの3テーマについて主任技術員を次のような3班（2人組）に分けて開発を行うこととした。

ア 開発の班編成及び担当テーマ

- A 班（黒田・酒見）楽しい科学実験
(No.前期-2)
- B 班（井上・綿貫）超電導実験パート2
(No.前期-3)
- C 班（酒井・中桐）磁石で遊ぼう
(No.前期-1)
酒井主任技術員 空気がなくなると音
はどうなる？
(No.前期-4)

イ タイムスケジュール

- (ア) 6月末まで 予備実験等
- (イ) 7月10日まで
実験計画書の作成
- (ウ) 7月23日、24日
館内発表会
- (エ) 7月28日（土）から実施
- (オ) アンケート調査調査



新演示実験について
活発な意見が交わさ
れた主任技術員会議

館長・副館長を交えた実験開発



予備実験の様子



(2) 後期の取組

9月に新たに新演示実験テーマの公募
を行い、前述の31テーマが提出された。

前期は、3班(2人組)体制のみで開発
を行ったが、多数の案が主任技術員及び職
員から提出されたため、後期は新たに主任

技術員個人と職員との取組みを加えた。この
ため、11のテーマについて開発をするこ
とになった。

平成19年10月27日(土)の主任技
術員会議において、後期の開発計画の検討
を行い、次のように担当して開発を行うこ
とになった。

ア 開発の班編成及び担当テーマ

(ア) 班

A班(黒田・中桐)振り子の等時性
(No.後期-3)

B班(井上・酒見)風に浮かぶボール
(No.後期-1)

C班(綿貫・酒井)静電気
(No.後期-4)

(イ) 個人

黒田主任技術員

夕焼けと青空 (No.後期-5)

井上主任技術員

紫外線で見える世界 (No.後期-2)

酒見主任技術員

手回し発電器の実験 (No.後期-6)

大気圧の発見 (No.後期-9)

綿貫主任技術員

雲をつくろう (No.後期-10)

酒井主任技術員

ビンの浮き沈み (No.後期-7)

中桐主任技術員

色のつく影 (No.後期-8)

金子上席研究員

レーザー加工機 (No.後期-11)

イ タイムスケジュール

(ア) 11月末まで 予備実験等

(イ) 12月10日まで

実験計画書の作成

(ウ) 12月21日

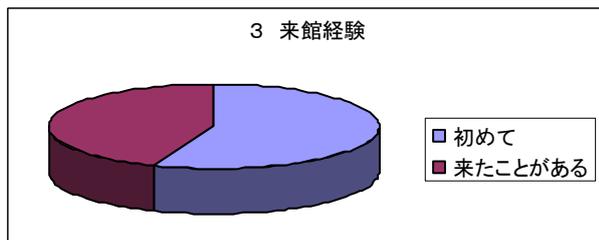
館内発表会

(エ) 12月24日(月)から実施

(オ) アンケート調査実施

ウ 来館したことは

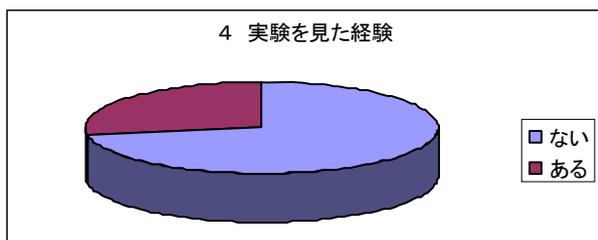
グラフ3 来館経験



当館が設立して約15年が経過しているが、調査した半数以上(約56%)が初めての来館であることは意外であった。より詳しい分析をするために、来館者の居住地や来館のきっかけ、当館を知っていたか等のアンケートを行う必要があったと考える。

エ 当館の科学実験をみたことがあるか

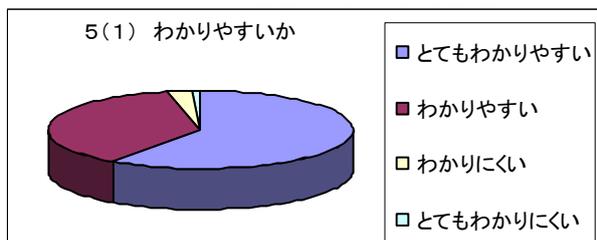
グラフ4 実験を見た経験



再度の来館者(リピーター)に対して調査を行ったが、約75%は演示実験を見ていなかった。原因としては、来館時間と実験の実施時刻が合わなかったり、実験名や実験内容に興味がなかったりしたことが考えられる。(来館者の興味・関心を喚起のさせるような、実験名や実験内容を工夫する必要がある)

オ 実験はわかりやすいか

グラフ5 実験のわかりやすさ

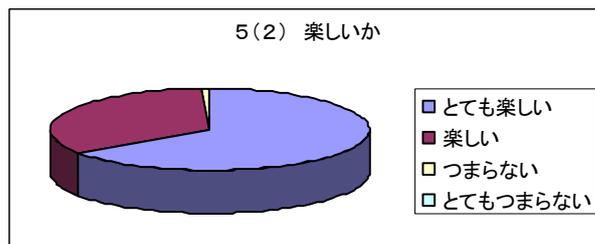


半数以上が「とてもわかりやすい」と回答し、「わかりやすい」までを含めると、約96%になった。このことから、それぞれの実験の目的は、ほぼ達成されていると考えられる。

しかし、実験によっては「なぜそのような結果になるのか簡単に説明してくれたほうが良い(同様意見3)」や「(実験の終了時に)質問コーナーなどがあると良い」「皆に実験が見えているか、周りを見つつ、語りかけをして、何度か実験を繰り返してくれると良かった」「もう少し、幼児にもわかるような簡単な実験があると良いと思います」等の意見や要望があった。

カ 実験は楽しかったか

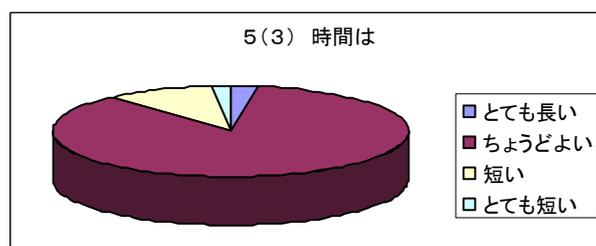
グラフ6 実験の楽しさ



「とても楽しい」が約60%、「楽しい」までを含めると99%に達することがわかる。実験開発のコンセプトの一つである「来館者の科学に関する興味関心を高めること(不思議・楽しい・面白い)」は概ね達成することができたと考える。

キ 実験の時間は

グラフ7 実験の時間は適切か



約86%が「ちょうどよい」と回答して

いるが、約 10%は「短い」答えている。

実験は、10分から15分で行っているが、もっと他の実験も期待していたお客様がいると考えられる。また、お客様にとって、実験を見ている時間が充実していたものであったとも言えるだろう。

ク 意見・要望

(1) 紫外線で見える世界

- ・すごく楽しかった。
- ・知らなかったことが実験によってわかり、知ることができ、楽しくてとても良かったと思います。(同様意見2)
- ・蛍光ペンで紙に字を書いてブラックライトで照らしたとき、字が光ったのでびっくりしました。(同様意見2)

(2) 風に浮かぶボール

- ・家にあるもので実験していたので、帰ってからもできるかなと思いました。
- ・とてもおもしろかった。(同様意見9)
- ・空気砲が楽しかった。(同様意見2)
- ・他の実験も見たいです。
- ・とても良かった！言うことなし！
- ・実験に参加できることが、とても興味をもつチャンスになるようでした。
- ・とても楽しく最後まで実験を見ていました。
- ・自分で実験できるのが良い。

▲大人に対して説明があると、今後、子どもに説明したり、話したりできる点でいいかなと思いました。

▲なぜそのような結果になるのか、簡単に説明してくれたほうが良い。

▲近所ですが、何時ごろ、何の実験をやっているのか知りませんでした。スケジュールを掲示するなどして欲しい。

(3) 楽しい科学実験

- ・たくさんの実験を見せていただき、とても面白かったです。(同様意見7)
- ・針金のアメンボが界面活性剤で沈むのが面

白かった。(同様意見2)

- ・界面活性剤の実験は、家庭でもできるので、ぜひ子どもに見せたいと思います。
- ・平日のすいている時間だったので、初めて実験をみることができ、とても楽しかったです。
- ・新しい実験を生み出すには大変でしょうが、今後も楽しませてください。また来ます。
- ・インストラクターの方の近くで実演いただいたので、臨場感があった。
- ・熱で遊んだりしたのは初めてだったので、とても楽しかったです。(同様意見2)
- ・家でやってみたい実験でした。
- ・丁寧に説明してくれて、わかりやすかった。
- ・子どもに楽しく学んでもらうことができ、ありがたく思いました。
- ・親切に対応してくださり、ありがとうございます。
- ・とても近くでいろいろな科学に触れることができました。
- ・実験中にさまざまな質問に答えてくださいました。子どもも今思った疑問を今解決できて満足していたようでした。貴重な経験をありがとうございました。
- ・なぜこうなるのか、とてもわかりやすかったです。
- ・身近なことでも知らないことがたくさんあります。わかりやすく良かったです。
- ・いい実験で、洗剤の成分をもっと知りたいと思いました。
- ▲もう少し、実験の時間が長くてもよさそうな気がします。
- ▲実験を各種増やしてください。
- ▲なぜそうなるのかをわかりやすくせつめいしていただければ、なお良いのではないのでしょうか。(同様意見2)
- ▲欲を言えば、質問コーナーなどがあると良いなと思いました。

(4) 磁石で遊ぼう

- ・自分でもつくって試してみたいと思います。

(同様意見2)

- ・とてもわかりやすい実験でした。
- ・磁石のことがよくわかっておもしろかった。

(同様意見2)

- ・普段、家でできないことが見られて楽しかったです。
- ・磁石の仕組みがわかりました。
- ・磁石がいろいろなことに使われているのがわかりました。
- ・思いがけない楽しい実験でした。家でやってみたいと思います。
- ・すごくおもしろかったです!
- ・とてもわかりやすく、自分でも家でやってみたいと思いました。また来ます。
- ・また新しい実験をよろしくお願いします。

(同様意見2)

- ・テントウムシのおもちゃ(のぼり棒)の仕組みを間近で見ることができて良かったです。

▲ どうしてそういう結果になるのかをもっと詳しくわかりやすく説明してくれるといいなと思います。

▲ 皆に実験が見えているか、周りを見つつ、語りかけをして何度か実験を繰り返してくれると良かった。

▲ もう少し、幼児にもわかるような簡単な実験があると良いと思います。

▲ お客さんが多いときのために、実験道具がもう少しだけ大きい方がいいと思った。

(5) その他

- ・ペットボトルの中に雲がどうしてできるのか不思議です。
- ・リクエストに応じていただきありがとうございます。
- ・知らないことが意外にたくさんあって、楽しくわかりました。
- ・みんなにわかりやすく、ちょうど良いと思

います。

8 成果と課題

(1) 成果

新演示実験の開発は、テーマの決定から実験に必要な備品や消耗品の整備、高い安全性や再現性、実験の手順、興味関心を高める効果的な実験方法、時間配分の工夫、予算等、考慮しなければならぬことがたくさんあった。これらをクリアするために、限られた時間の中で予備実験を繰り返し行い、得られた結果から改善を図り、新演示実験をより良いものとさせていった。このような主任技術員の地道な取り組みの結果として、新たなテーマの演示実験を4実験、従来から行っていた演示実験の発展実験を11実験、合わせて14の新演示実験を開発することができた。これは、6名の主任技術員がそれぞれの専門知識を生かし、得意とする分野(物理・化学)で、全員が新演示実験の開発に取り組んだ成果であると考えられる。さらに、開発した実験毎に、実験のねらい、実験内容、使用器具、解説等をまとめた「実験計画書」を作成した。このことにより、主任技術員の誰もが実験の基本的な内容を間違えることなく来館者に伝えることができるとともに、本研究の記録の一つとなった。

次に、来館者に行ったアンケートの意見要望を考察すると、実験を見たときに来館者が興味関心をもつ要素として、「知らなかったことが実験でわかるようになること」「実験に参加することができること」「家でもできそうな身近なもので実験を行うこと」があげられる。これらのことは、新演示実験のコンセプトと合致している。選択式のアンケート項目においても、概ね良い評価をいただくことができた。

(2) 課題

主任技術員は週4日勤務体制のため、1

日あたりの勤務人数が 3 名から 4 名であり、全員が揃うのは、月に一回である。

主任技術員は、一人一人が意欲をもって新演示実験の開発に取り組んだが、このような勤務体制のため、全体としての意見交換や開発活動の場が限られることになり、実験開発が、やや個人単位に集約されてしまった感がある。勤務体制のことなので、直ちに改善を図ることは難しいため、担当職員が間に入って調整したり、連絡ノートを作成したり等の対応はしたが、十分ではなかったと言える。次年度は改善を図りたいと考える。また、前期に計画した「超電導実験パート 2」は、高度な実験内容になってしまったことと、従来から実施している超電導実験とあまり変わらない内容であったこと、超電導コイルの作製、寄贈をお願いしていた企業から、『超電導コイルを使用した実験自体が不可能』との回答があり、実現に至らなかった。次年度、実験方法や内容を見直して、実現に向けて研究を進めたい。

アンケートからは、実験中の説明がわかりやすいと評価されることもあったが、「もっとわかりやすく、詳しい説明を」との要望が数名の方からあった。また、実験を見ている来館者の実態によって、質問の時間をとる等、臨機応変に対応することも望まれている。その他にも、「実験スケジュールを知らせて欲しい（ホームページで明示する等で対応済み）」や幼児向けを含む、新たな実験の開発等を望む声があった。

9 おわりに

1 年間にわたって、『主任技術員との連携』をキーワードに、新演示実験の開発を行ってきた。成果と課題は前述のとおりであり、来館者からさまざまな意見、要望をいただいた。これらを真摯に受け止め、現状を改善し、次年度においても来館者がよ

り満足して帰っていただけるような新たな演示実験を開発していきたい。