

各位

焼却施設の煙突から排ガスと共に放射性物質が放出される可能性に係る
検証試験および予備試験の提案

平成24年10月20日

改定1 平成24年10月24日

改定2 平成24年11月14日

樗木博一

大阪市は、東日本大震災で発生した災害廃棄物（放射性物質濃度100Bq/kg以下）を受入・焼却・埋立処分する事業を計画し、平成24年11月に100トンの災害廃棄物を舞洲工場にて試験焼却する予定である。しかし、放射性物質を含む廃棄物を焼却した場合、焼却施設の煙突から排ガスと共に放射性物質が放出されることが懸念されるため、事前にその可能性を検証しておく必要がある。

このような状況を踏まえ、放射性物質の代表的核種の内、融点、沸点が最も低く、気化しやすい放射性セシウムについて、煙突から排ガスと共に放出される場合のメカニズムを検討した。その結果、屋外において放射性セシウムが酸化セシウム、炭酸セシウムの形態で存在する場合、焼却炉内に運ばれて加熱されれば、霧状、ガス状のセシウムが発生し、煙突から排ガスと共に放出される可能性があることがわかった。また、環境省の「放射能濃度等測定方法ガイドライン」で示された試料採取系ではこれを捕捉できない可能性があることがわかった。

そこで、環境省の「放射能濃度等測定方法ガイドライン」で示された試料採取系に代わる、霧状、ガス状の放射性セシウムを捕捉できる試料採取系を検討、考案すると共に、焼却施設の煙突から排ガスと共に放射性物質が放出される可能性を調査・確認するための検証試験ならびに予備試験（検証試験を実施するに当たって事前に実施すべき実験室での試験）の具体的方法を検討したので提案する。

1. 放射性セシウムの気化しやすさについて

表1に示すように放射性セシウムは、放射性物質の代表的核種の中で融点、沸点が最も低く、気化しやすいため、排ガスと共に煙突から放出される可能性が最も高い。

表1 代表的放射性物質の融点、沸点、半減期

No.	核種 (元素)	融点	沸点	半減期
1	セシウム 137	28.4℃	671℃	30.1 年
2	セシウム 134			2.06 年
3	ヨウ素-131	113.7℃	184.3 ℃	8.06 日
4	ヨウ素-133			20.8 時間
5	テルル	449.5℃	988℃	42 分
6	プルトニウム 239	639.4℃	3228℃	2 万 4000 年
7	ストロンチウム 90	777℃	1382℃	28.8 年

2. 煙突から放射性セシウムが排ガスと共に放出されるメカニズム

および環境省の放射能濃度等測定方法ガイドラインで示された試料採取系の問題点

大阪市舞洲工場のパンフレットによると、舞洲工場では

- ①廃棄物は約850℃～950℃の燃焼ガスで焼却され、その排ガスは約150℃まで冷却された後、バグフィルターでダストが除去される。
- ②ダストを除去した排ガスはガス洗浄塔経由後、ガス再加熱器で約230℃に加熱された後、脱硝反応塔を通過して誘引送風機で煙突から大気中に放出される。

放射性セシウムは反応性に富む元素なので、屋外では種々の化合物の形態で存在していると考えられるが、塩化セシウム（融点645℃、沸点1295℃）のような焼却炉中の燃焼ガス（舞洲工場の場合約850℃～950℃）中でも分解しないセシウム化合物の形態だけではなく、酸化セシウム（400℃で分解）、炭酸セシウム（610℃で分解）といった焼却炉中の燃焼ガス中で分解してセシウム（化合物ではなく単体）を放出する化合物の形態でも存在することが考えられる。

酸化セシウム、炭酸セシウムといったセシウム化合物が廃棄物中に存在した場合、これらの化合物の分解温度を越える温度で焼却が行われるので、焼却炉内で確実にセシウムが放出される。焼却施設の処理工程において焼却炉を出た排ガスはセシウムの沸点（671℃）以下には冷却されるものの、その融点（約28℃）未満に冷却されることはないため、放出されたセシウムは固体化しない。空気中では不活性な窒素が78%を占めている

ことから、セシウムは、他の元素と化合せずにミスト＝霧状（複数個のセシウム分子が結び付いた状態）、またはガス状（融点と沸点の間の温度でも蒸気圧があるので、一部は揮発している）の形態で排ガス中に存在する可能性が否定できない。

霧状またはガス状のセシウムの粒子は、極めて微小と考えられるので、空気と共にバグフィルターを通り抜けてしまう。

また、環境省の放射能濃度等測定方法ガイドラインで示された試料採取系（円筒ろ紙＋ガス吸収びん3段〔蒸留水入り2段＋空1段〕）は、排ガス中のダスト（固体）を捕捉するための規格である JIS Z 8808 「排ガス中のダスト濃度の測定方法」に準拠した試料採取系であり、霧状またはガス状のセシウムを捕捉することが考慮されていないという問題点がある。それゆえ、これまで排ガス中に放射性物質が検出されていない可能性がある。

（注記1）

詳細な説明は添付資料メモ1「焼却施設から空气中に放射性物質は放出されていないのか？ 排ガス中の放射性物質の濃度は正しく測定されているのか？」（改定2）を参照のこと。

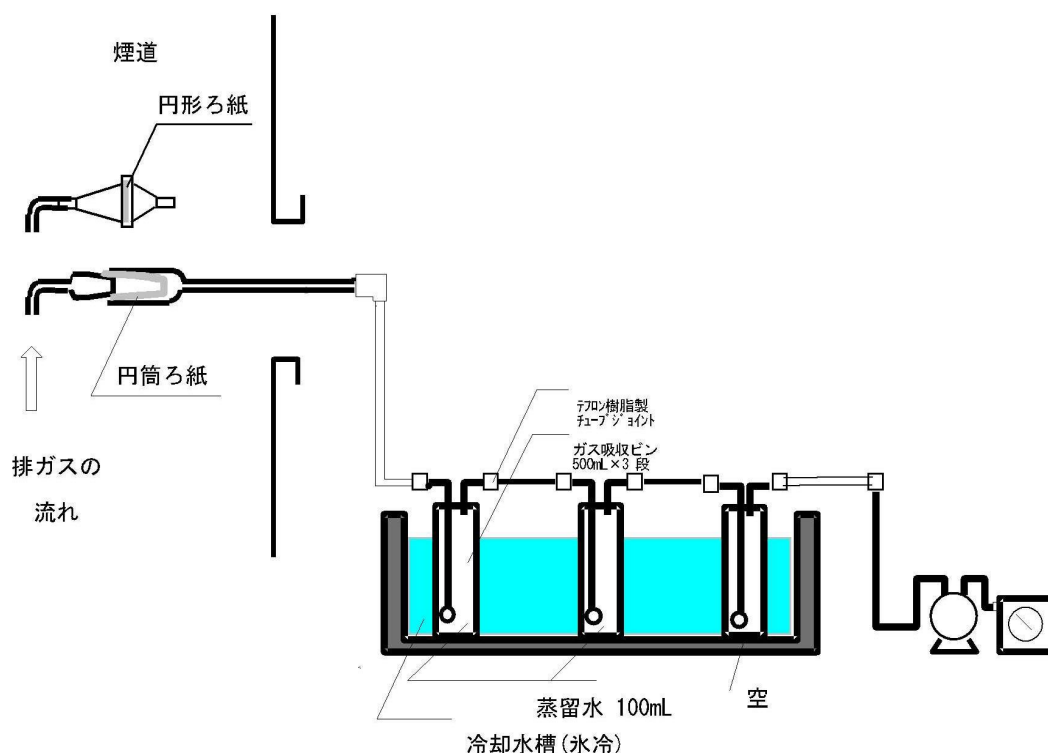


図1 環境省の「放射能濃度等測定方法ガイドライン」で示された試料採取系

3. 霧状またはガス状のセシウムを捕捉することを考慮した試料採取系の基本的な考え方

どのようにすれば霧状またはガス状のセシウムを捕捉できるのかについて検討し、考案した試料採取系を図2に示す。図2よりわかるように蒸留水入りの吸収びんの段数を「放射能濃度等測定方法ガイドライン」で示された試料採取系（図1）の2段から10段に増やした。これにより、煙突から放出される排ガス（舞洲工場の場合、再加熱されて、温度は約230℃になる）を吸引し、試料採取系内で25℃以下（セシウムの融点約28℃に対し3℃の余裕）に冷却する。排ガス中に霧状またはガス状のセシウムが存在すれば、固体化して重力の作用により、吸収びん内に捕捉される。

（注記2）

詳細な説明は添付資料メモ2「排ガス中の微小な霧状またはガス状の放射性セシウムを捕捉する方法（案）」を参照のこと。

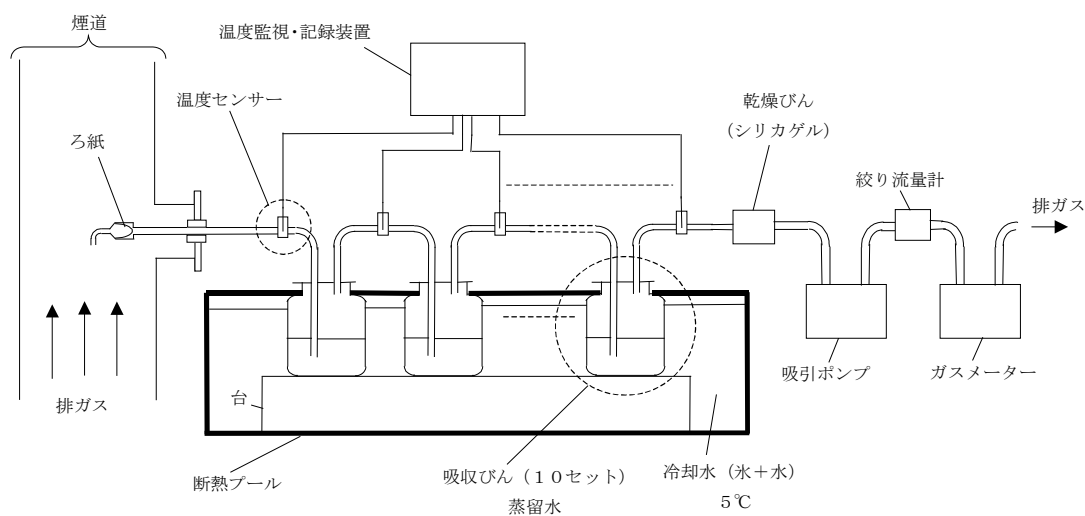


図2 霧状またはガス状のセシウムを捕捉することを考慮した試料採取系の構成

4. 検証試験

焼却施設の煙突から排ガスと共に放射性物質が放出される可能性を事前に確認する検証試験として、大阪市に災害廃棄物を送り出す自治体が保有、管理、運営している焼却施設（放射性物質を含む災害廃棄物が焼却されている）において放出されている排ガスを今回考案した試料採取系（図2）に通し、得られた試料に放射性セシウムが含まれていないかどうか、ゲルマニウム半導体検出器で測定して調べることを提案する。

この検証試験は、他の地域で発生した放射性物質を含む災害廃棄物を大阪市で受入・焼却・埋立処分するという事業計画が立てられたことから必要となることなので、大阪市に災害廃棄物を送り出す自治体（県あるいは市）に実際の焼却施設を使用した検証試験への協力を要請することは問題ないと考える。

（考え方）

実験室で行う試験だけでは、実際の焼却施設内における物理現象をいかに詳細に検討して模擬しても、「その場合はそうなるね。」といった当然予測される結果しか得られない。実際にその通りの物理現象が生じているかどうかということについて確認をどのようにして行うのかという新たな課題が発生するだけで、結論（実際に放射性物質を含む廃棄物を焼却した場合、煙突から排ガスと共に放射性物質が放出されるのかどうか）が得られない。

実際の焼却施設を使用して検証試験を実施すれば、焼却施設内の物理現象がどのようなものなのか、それをどのように実験室で模擬するのかという大きな検討課題がなくなる。

今回考案した試料採取系で本当に排ガス中の放射性物質を捕捉できるのかという課題については、実験室で予備試験を行えば良い。もちろん、実際の排ガスと全く同じガスは実験室では発生できないが、放射性セシウムが霧状、ガス状となり、焼却施設の煙突から排ガスと共に放出されるという想定メカニズムに対して、放射性セシウムを捕捉できる見込みがあるのかといったレベルの確認は可能である。予備試験の内容については、5章にて述べる。

なお、焼却施設は、飛灰の放射性物質濃度ができるだけ高い（従って排ガス中に放射性物質が存在する場合、その濃度も高い）施設を選定する必要がある。

排ガス中の放射性物質濃度が低い場合、ゲルマニウム半導体検出器で検出可能な放射性セシウムの量を捕捉しようとする、試料採取系を多数並列に設置したり、長期にわたって試料を採取することが不可欠となるため、検証試験の実施を困難なものとしてしまうからである。

（注記3）

試料採取系の並列数、吸引時間についての詳細は、添付資料メモ3「排ガス中の放射性物質濃度検出に必要な吸引時間および放射性物質捕捉系の数」を参照のこと。

5. 予備試験

検証試験を実施するに当たって事前準備として実施する予備試験の内容について述べる。

(1) 目的

予備試験は、放射性セシウムが霧状、ガス状となり、焼却施設の煙突から排ガスと共に放出されるという想定メカニズムに対して、今回考案した試料採取系によって放射性セシウムを捕捉できる見込みがあることを確認する。

(2) 基本的な考え方

a) 試験装置

予備試験に用いる試験装置の構成を図3に示す。

- ① 試薬を試薬容器内の空気中で900℃（焼却炉内の燃焼ガス温度約850℃～950℃の中間温度）まで過熱して、気化させた後、その空気を230℃まで冷却し、バグフィルターを模擬した円筒ろ紙に通した後、試料採取系（円筒ろ紙+吸収びん15段＝[蒸留水入り2段+空1段]×5セット）に実際と同じ流量15L/分で吸引する。
- ② 平成24年10月11日に大阪市立環境科学研究所にて実施された放射性物質の測定方法に関する実験では、公開されたビデオ（USTREAM）で確認した所、使用された試薬の塩化セシウムが気化後、吸入された実験室内の空気（25℃程度）により冷却され、気化直後に固体化するという、温度管理上の問題点があった（詳細は添付資料「排ガス中の放射性物質の測定方法に関する実験に関する問題点、疑問点」改定3を参照）。

本試験装置では、試験装置本体側の加熱装置（25℃→900℃）により実験室内の空気（25℃程度）を900℃まで加熱した後、試薬容器に供給する構成としたので、この温度管理上の問題点はない。

b) 予備試験に使用するセシウム化合物（試薬）

①炭酸セシウム（融点610℃で分解する。）、②塩化セシウム（融点645℃、沸点1295℃で、試薬容器内の温度900℃では分解しない）の2種類の試薬を用いる。それぞれについて、焼却施設を模擬した試験装置本体により試薬を過熱・気化させ、今回考案した試料採取系によりセシウムを捕捉して、その捕捉状況を比較する。

c) 使用する試薬の量

試薬の炭酸セシウム、塩化セシウムは安定性セシウムの化合物で、放射線を放出しないので、微量の放射性セシウムを検出するために用いられるゲルマニウム半導体検出器が使用できない。そのため、予備実験ではイオンクロマトグラフ分析法を用いて試料

採取系の円筒ろ紙、吸収びんに捕捉されたセシウムおよび試験装置本体側の各装置および配管内に残留したセシウムの量を測定する。

使用する試薬の量は、イオンクロマトグラフ分析法で検出可能なレベルを考慮して、炭酸セシウム、塩化セシウムとも500mgとする。これ(500mg)は、舞洲工場で試験焼却する場合に1%の放射性セシウムが漏れた場合に試料採取系に吸引される放射性セシウムの量0.2~0.3pg(詳細は添付資料「排ガス中の放射性物質の測定方法に関する実験に関する問題点、疑問点」改定3を参照)の約2~3兆倍である。従って、予備実験の結果が実際に測定した場合と全く同じであるとは言えないが、試薬として炭酸セシウム、塩化セシウムの2種類を用いて試験し、その結果を比較することにより、今回考案した試料採取系によって排ガス中の霧状、ガス状の放射性セシウムを捕捉できる見込みがあることを確認する。

d) 予備試験を実施することにより期待される成果

[予備試験で予期される結果]

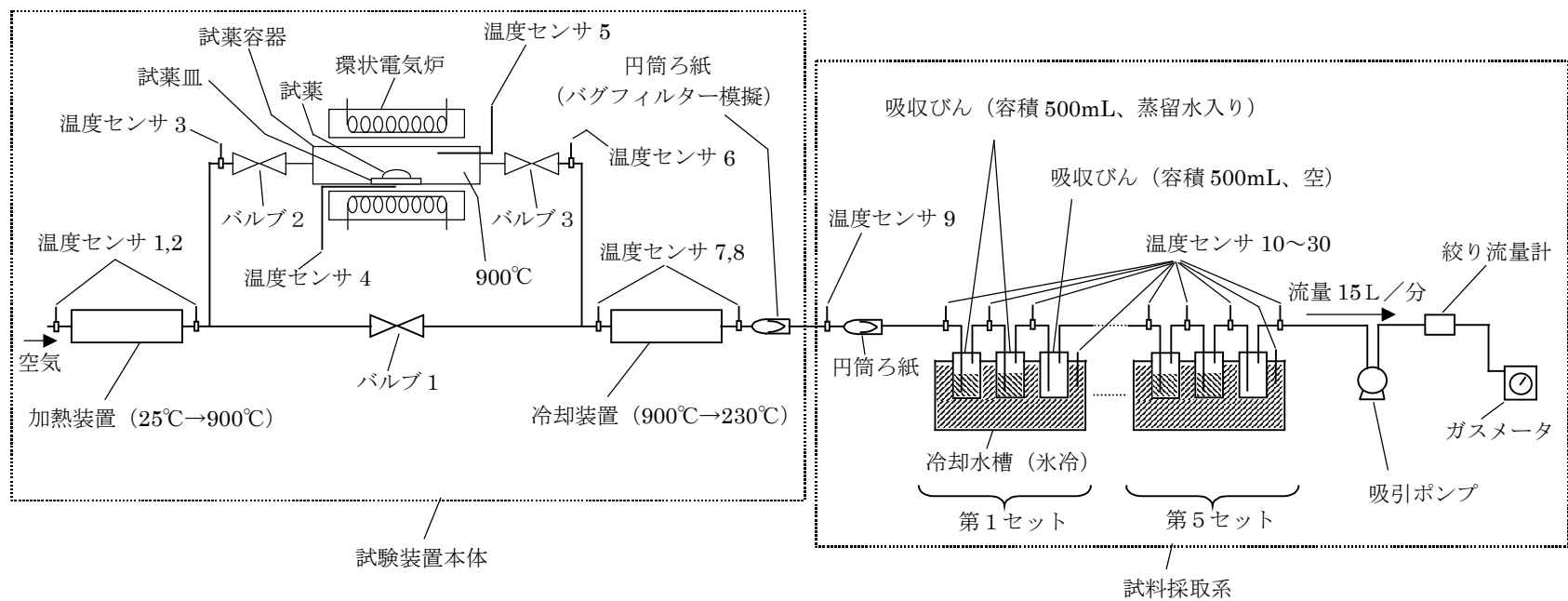
塩化セシウム(試験装置本体側の冷却装置で230℃に冷却されれば、確実に固体化する)を用いた場合に、試験装置本体側の円筒ろ紙(バグフィルター模擬)で多くのセシウムが捕捉され、試料採取系内の円筒ろ紙、15段の吸収びんでセシウムがほとんど捕捉されなかった。

さらに、炭酸セシウム(900℃に加熱されれば分解してセシウムを放出する)を用いた場合に、試験装置本体側の円筒ろ紙、試料採取系の円筒ろ紙、第1セットの吸収びん3段(蒸留水入り2段+空1段)でセシウムがほとんど捕捉されず、試料採取系内の空気が28℃未満になった後段の吸収びんで多くのセシウムが測定された。

[予期される結果が得られた場合の成果]

予期される結果が得られた場合、その結果は「放射性セシウムが塩化セシウムのような化合物(焼却炉内で加熱されても分解しない)として廃棄物中に存在していれば、バグフィルターに捕捉されて煙突からほとんど放出されないの、試料採取系にも捕捉されない。しかし、放射性セシウムが炭酸セシウムのような化合物(焼却炉内で加熱されれば分解してセシウムを放出する)として廃棄物中に存在していれば、放射性セシウムが霧状、ガス状となり、バグフィルターで捕捉されず、煙突から放出される。さらに、吸収びんが3段(蒸留水入り2段+空1段)の環境省の「放射能濃度等測定方法ガイドライン」に示された試料採取系では、霧状、ガス状の放射性セシウムは捕捉できないが、セシウムの融点28℃未満まで排ガスを冷却できるよう吸収びんの段数を増やした、今回考案した試料採取系であれば捕捉できる。」という結論を示唆している。

従って、今回考案した試料採取系によって排ガス中の霧状、ガス状の放射性セシウムを捕捉できる見込みがあることを確認できたと言える。



(注記)

- (1) 試験装置本体側の配管系には断熱材を取り付け、配管内の空気の温度が低下しないよう配慮すること。
- (2) 試料採取系は、空気に含まれる水蒸気（気体）が冷却により液体の水に変化するので、これを捕集するために空の吸収びんを設けた。吸収びんの構成としては、蒸留水入り2段+空1段を1セットとし、これを5セット設けた。

図3 予備試験における試験装置構成

(3) 試験手順

予備試験の各項目（下記）について、試験手順を説明する。

- ・試験 1 [試薬なし、室温（加熱・冷却なし）]
- ・試験 2 [試薬：炭酸セシウム、室温（加熱・冷却なし）]
- ・試験 3 [試薬：塩化セシウム、室温（加熱・冷却なし）]
- ・試験 4 [試薬なし、加熱・冷却あり]
- ・試験 5 [試薬：炭酸セシウム、加熱・冷却あり]
- ・試験 6 [試薬：塩化セシウム、加熱・冷却あり]

a) 試験 1 [試薬なし、室温（加熱・冷却なし）]

(ステップ 1)

図 4-1 に示すように、まず、バルブ 1 を開、バルブ 2、バルブ 3 を閉とした状態で吸引ポンプを起動し、絞り流量計により空気の流量 15 L/分の空気が流れるよう調整できることを確認する。30 分間吸引ポンプを運転し、その間温度センサ 1～30 の出力を連続記録する。また、絞り流量計の流量表示、ガスメータの積算流量の表示を 10 分毎に記録する。各吸収びん内における状況をビデオ撮影して記録する。

以上の作業において、試験装置および使用する測定系に異常がないことを確認し、記録する。

(ステップ 2)

次に、吸引ポンプを運転したままで図 4-2 に示すようにバルブ 1 を閉、バルブ 2、バルブ 3 を開とする。その状態で絞り流量計により空気の流量 15 L/分の空気が流れるよう調整できることを確認する。ステップ 1 に続いてさらに 30 分間吸引ポンプを運転し、その間温度センサ 1～30 の出力を連続記録する。また、絞り流量計の流量表示、ガスメータの積算流量の表示を 10 分毎に記録する。各吸収びん内における状況をビデオ撮影して記録する。

以上の作業において、ステップ 1 からステップ 2 への切り替え時も含め、試験装置および使用する測定系に異常がないことを確認し、記録する。

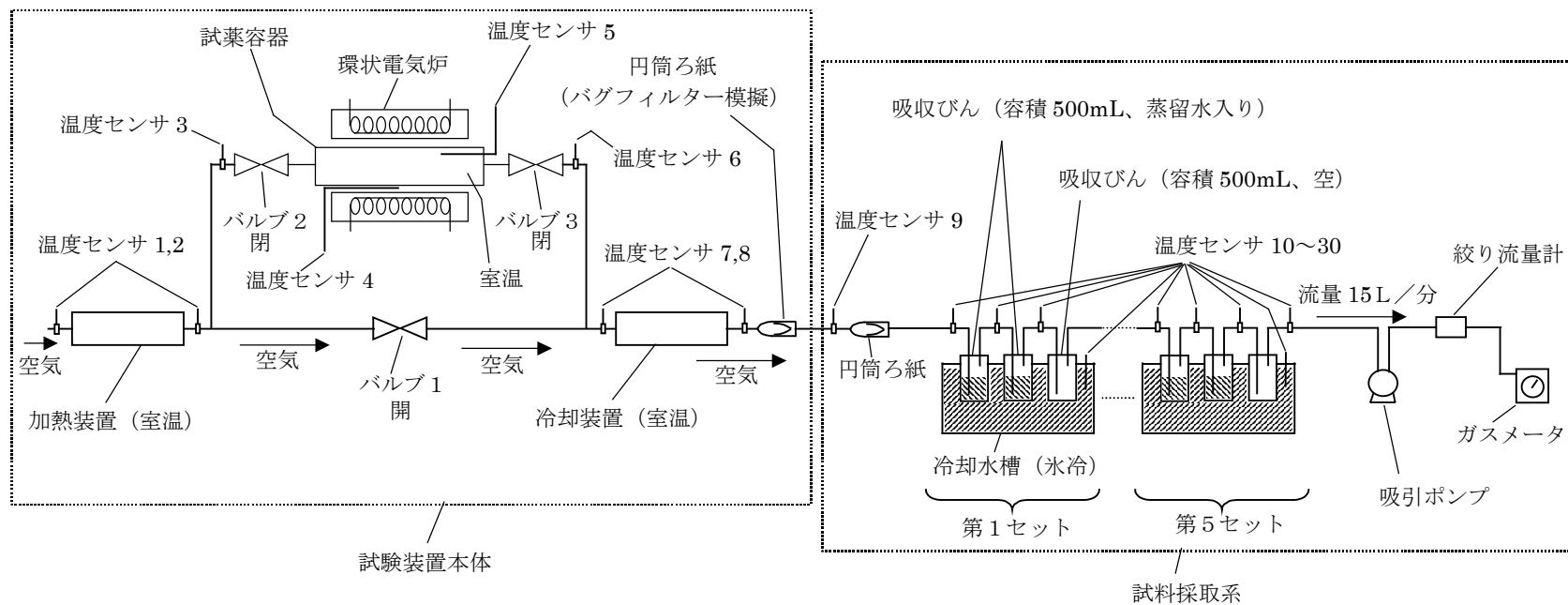


図 4-1 試験 1 [試薬なし、室温 (加熱・冷却なし)] のステップ 1 における試験装置の設定

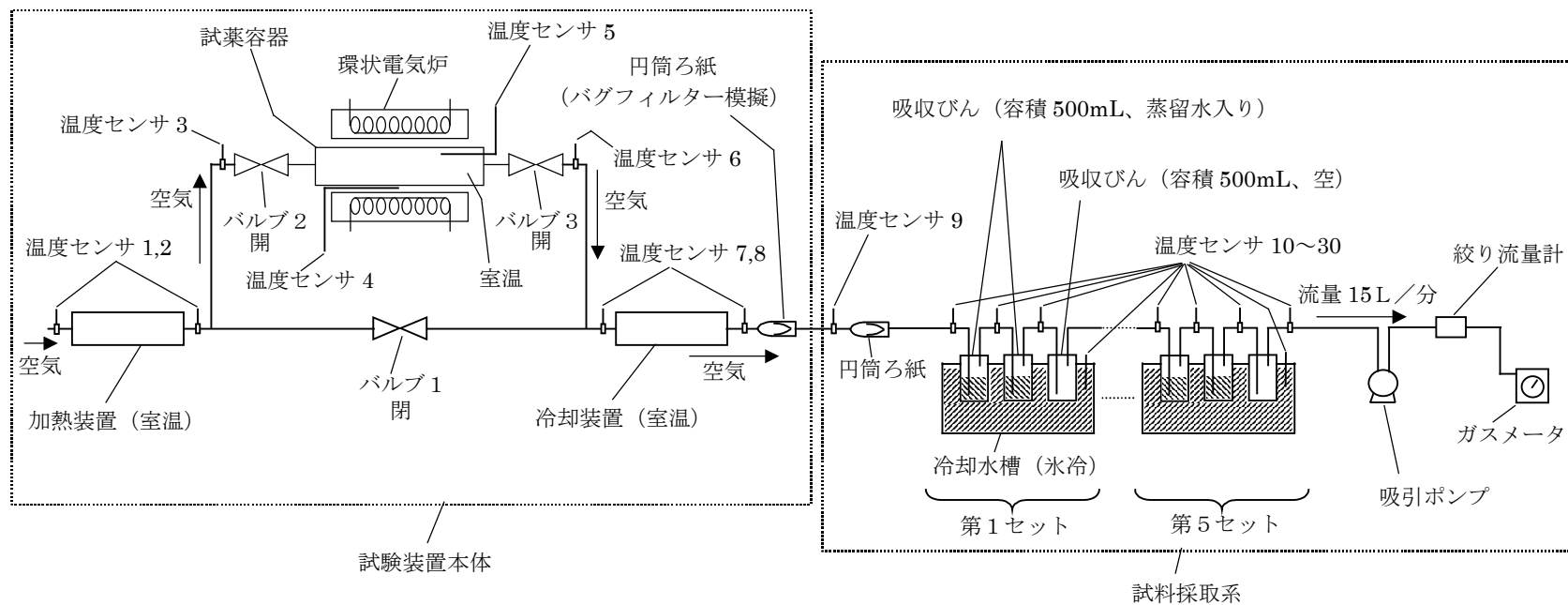


図4-2 試験1 [試薬なし、室温 (加熱・冷却なし)] のステップ2における試験装置の設定

b) 試験2 [試薬：炭酸セシウム、室温（加熱・冷却なし）]

(ステップ1)

図5-1に示すように、試薬の炭酸セシウム500mg（測定する）を入れた試薬皿を試薬容器内に設置した後、まず、バルブ1を開、バルブ2、バルブ3を閉とした状態で吸引ポンプを起動し、絞り流量計により空気の流量15L/分の空気が流れるよう調整する。30分間吸引ポンプを運転し、その間温度センサ1～30の出力を連続記録する。また、絞り流量計の流量表示、ガスメータの積算流量の表示を10分毎に記録する。各吸収びん内における状況をビデオ撮影して記録する。

以上の作業において、試験装置および使用する測定系に異常がないことを確認し、記録する。

(ステップ2)

次に、吸引ポンプを運転したままで図5-2に示すようにバルブ1を閉、バルブ2、バルブ3を開とする。その状態で絞り流量計により空気の流量15L/分の空気が流れるよう調整する。ステップ1に続いてさらに30分間吸引ポンプを運転し、その間温度センサ1～30の出力を連続記録する。また、絞り流量計の流量表示、ガスメータの積算流量の表示を10分毎に記録する。各吸収びん内における状況をビデオ撮影して記録する。

以上の作業において、ステップ1からステップ2への切り替え時も含め、試験装置および使用する測定系に異常がないことを確認し、記録する。

最後に、

①試験装置の配管接続を外し、炭酸セシウムを入れた試薬皿を取り出して、試験後の炭酸セシウムの量を測定する。

②また、試験装置本体側の試薬容器、加熱装置、冷却装置、配管系、円筒ろ紙（バグフィルター模擬）および試料採取系側の円筒ろ紙、吸収びん、配管系に捕捉され、あるいは付着した物を採取してイオンクロマトグラフ分析を行い、それらに含まれるセシウムの量を評価する。

これらの測定、分析により、吸引ポンプの運転に伴う空気の流れによって炭酸セシウムが飛散しないことを確認する。

なお、セシウムの量の最終的な評価は、セシウム化合物の量ではなく、セシウム化合物に含まれるセシウムのみで評価する。

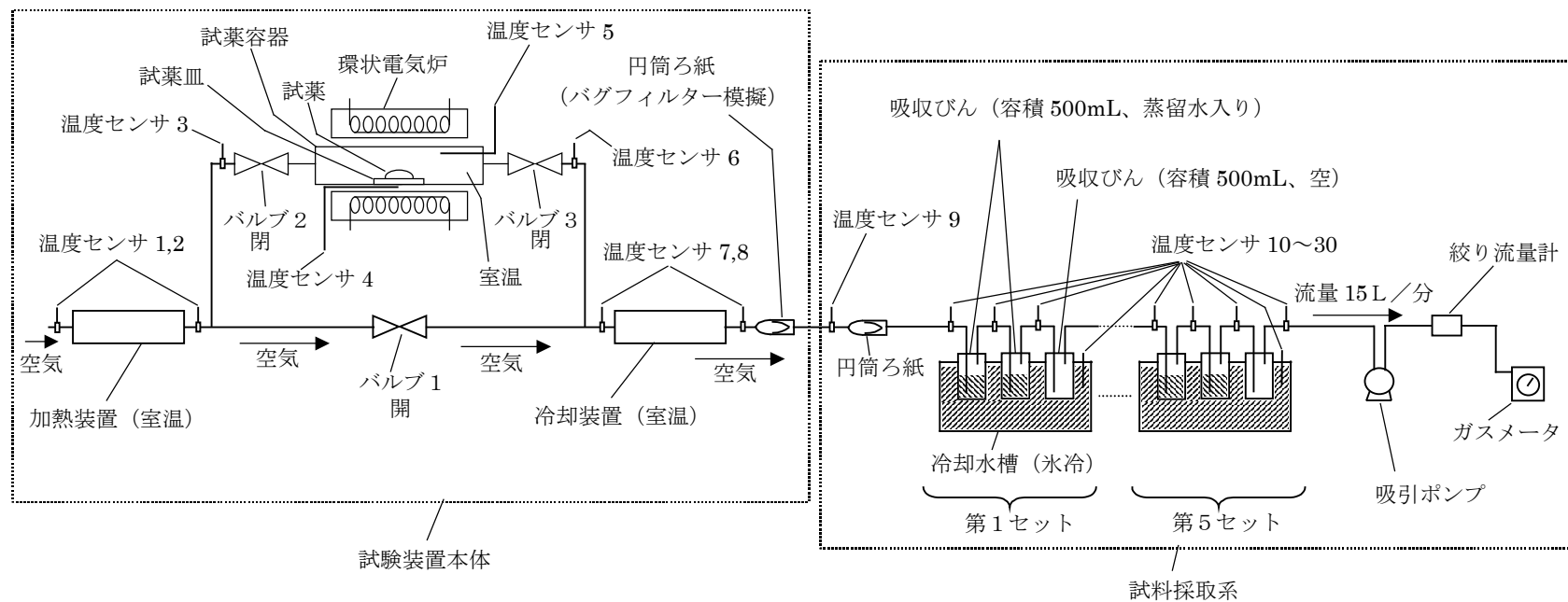


図5-1 試験2 [試薬：炭酸セシウム、室温 (加熱・冷却なし)] のステップ1における試験装置の設定

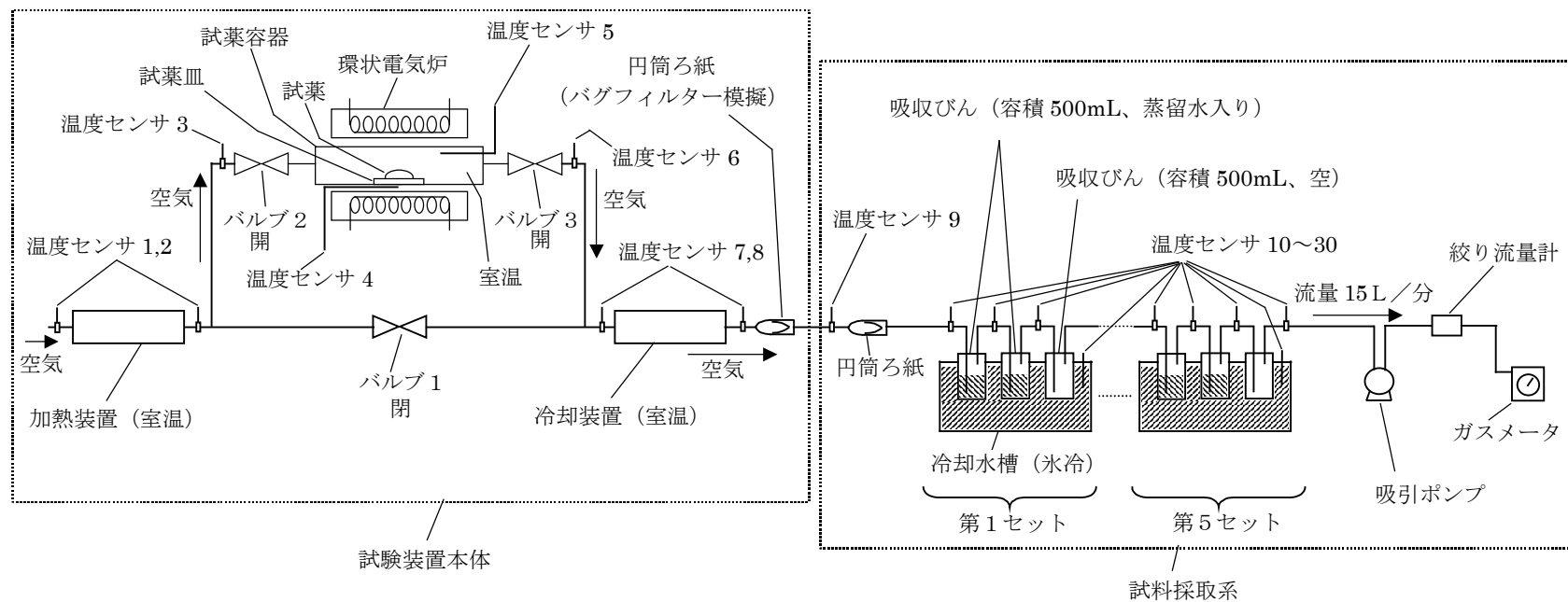


図5-2 試験2 [試薬：炭酸セシウム、室温 (加熱・冷却なし)] のステップ2における試験装置の設定

c) 試験3 [試薬：塩化セシウム、室温（加熱・冷却なし）]

(ステップ1)

図6-1に示すように、試薬の塩化セシウム500mg（測定する）を入れた試薬皿を試薬容器内に設置した後、まず、バルブ1を開、バルブ2、バルブ3を閉とした状態で吸引ポンプを起動し、絞り流量計により空気の流量15L/分の空気が流れるよう調整する。30分間吸引ポンプを運転し、その間温度センサ1～30の出力を連続記録する。また、絞り流量計の流量表示、ガスメータの積算流量の表示を10分毎に記録する。各吸収びん内における状況をビデオ撮影して記録する。

以上の作業において、試験装置および使用する測定系に異常がないことを確認し、記録する。

(ステップ2)

次に、吸引ポンプを運転したままで図6-2に示すようにバルブ1を閉、バルブ2、バルブ3を開とする。その状態で絞り流量計により空気の流量15L/分の空気が流れるよう調整する。ステップ1に続いてさらに30分間吸引ポンプを運転し、その間温度センサ1～30の出力を連続記録する。また、絞り流量計の流量表示、ガスメータの積算流量の表示を10分毎に記録する。各吸収びん内における状況をビデオ撮影して記録する。

以上の作業において、ステップ1からステップ2への切り替え時も含め、試験装置および使用する測定系に異常がないことを確認し、記録する。

最後に、

- ①試験装置の配管接続を外し、塩化セシウムを入れた試薬皿を取り出して、試験後の塩化セシウムの量を測定する。
- ②また、試験装置本体側の試薬容器、加熱装置、冷却装置、配管系、円筒ろ紙（バグフィルター模擬）および試料採取系側の円筒ろ紙、吸収びん、配管系に捕捉され、あるいは付着した物を採取してイオンクロマトグラフ分析を行い、それらに含まれるセシウムの量を評価する。

これらの測定、分析により、吸引ポンプの運転に伴う空気の流れによって塩化セシウムが飛散しないことを確認する。

なお、セシウムの量の最終的な評価は、セシウム化合物の量ではなく、セシウム化合物に含まれるセシウムのみで評価する。

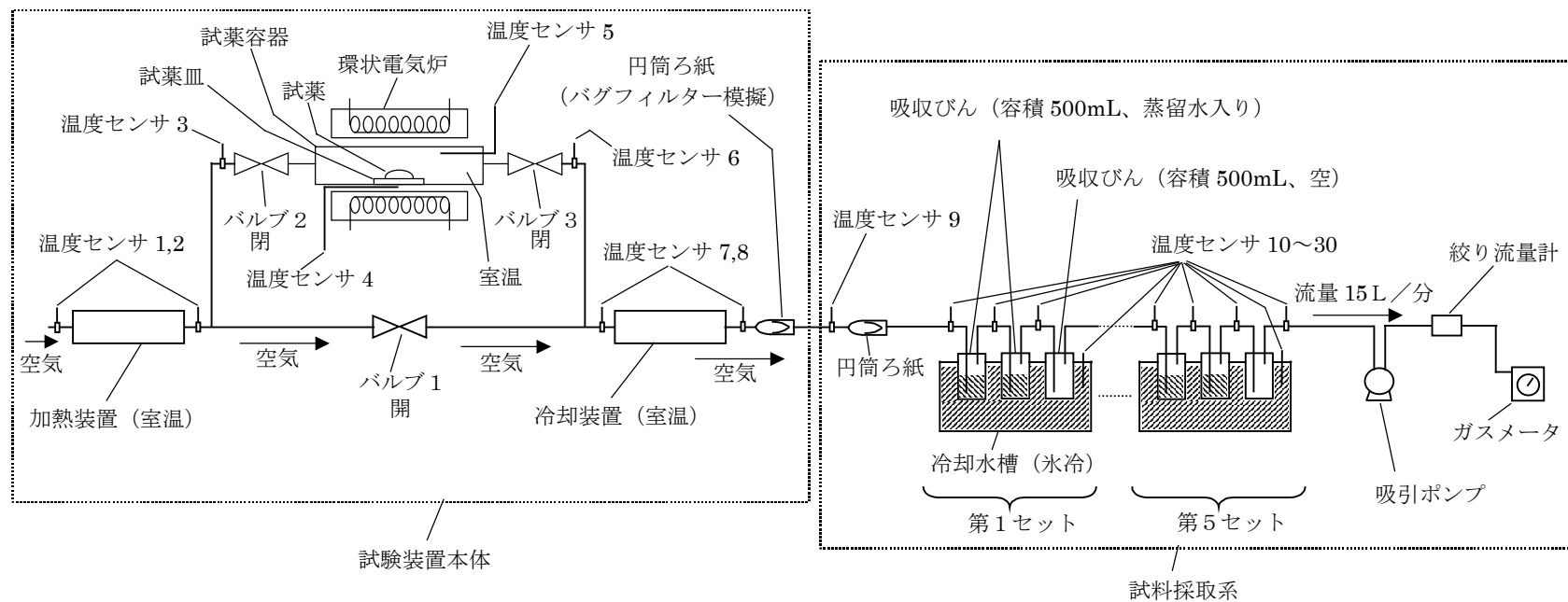


図6-1 試験3 [試薬：塩化セシウム、室温 (加熱・冷却なし)] のステップ1における試験装置の設定

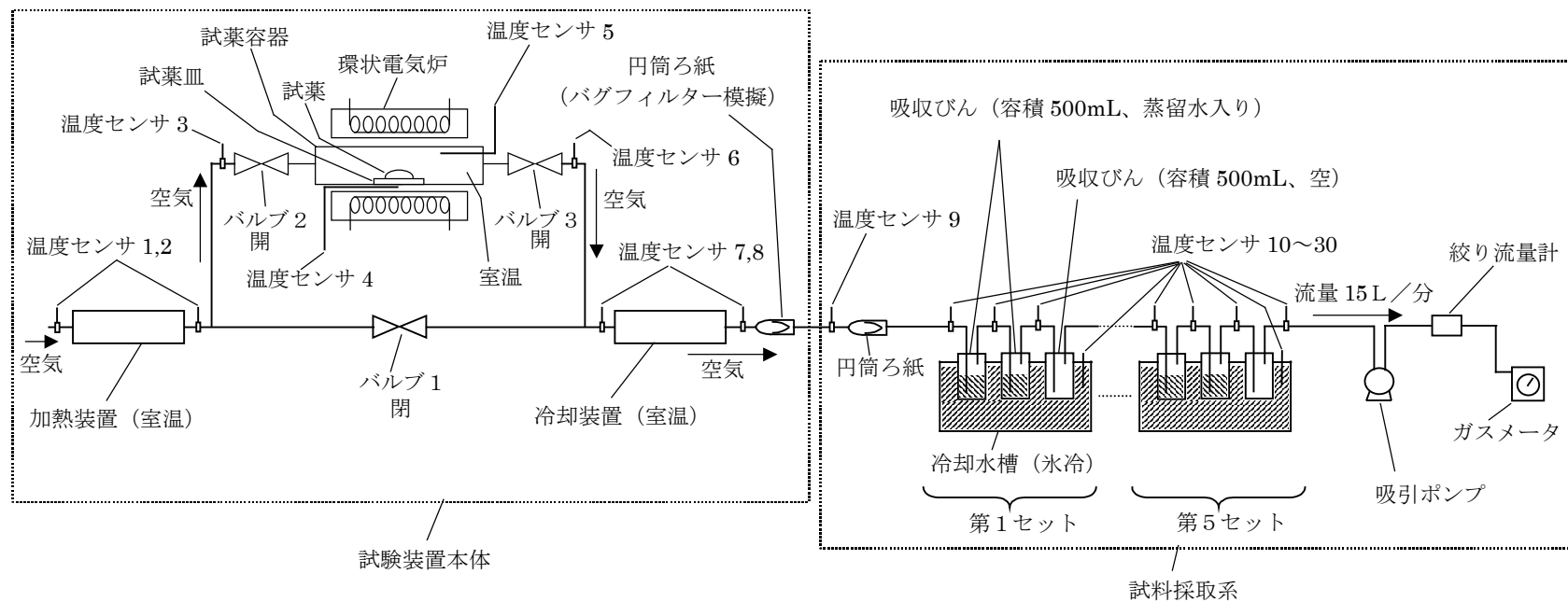


図6-2 試験3 [試薬：塩化セシウム、室温 (加熱・冷却なし)] のステップ2における試験装置の設定

d) 試験4 [試薬なし、加熱・冷却あり]

(ステップ1)

図7-1に示すように、まず、バルブ1を開、バルブ2、バルブ3を閉とした状態で吸引ポンプを起動し、絞り流量計により空気の流量15L/分の空気が流れるよう調整できることを確認する。同時に加熱装置(25℃→900℃)、冷却装置(900℃→230℃)の電源を投入する。

1時間吸引ポンプを運転し、その間温度センサ1～30の出力を連続記録する。また、絞り流量計の流量表示、ガスメータの積算流量の表示を10分毎に記録する。各吸収びん内における状況をビデオ撮影して記録する。

以上の作業において、

- 吸入された実験室内の空気(25℃程度)が加熱装置により900℃まで加熱されると共にその温度(900℃)が安定する。
- 900℃まで加熱された空気が冷却装置により230℃まで冷却されると共にその温度(230℃)が安定する。
- 試料採取系内に流入する230℃の空気が10段の吸収びんを通ることで25℃以下に冷却される。
- 試験装置および使用する測定系に異常がない。

を確認し、記録する。

(注記)

- 1時間吸引ポンプを運転しても温度が安定した状態(熱平衡状態)に至らない場合は、熱平衡状態に達するまでステップ1の状態を維持する。
- 230℃の空気が10段の吸収びんを通ることで25℃以下に冷却されない場合、吸収びんの段数をさらに増やして、再度ステップ1の試験を行い、ステップ2へ移行する。

(ステップ2)

次に、吸引ポンプを運転したままで図7-2に示すようにバルブ3を開とする(バルブ1は開、バルブ2は閉)。同時に環状電気炉の電源を投入する。その状態で絞り流量計により空気の流量15L/分の空気が流れるよう調整できることを確認する。試験容器内の空気が環状電気炉により900℃まで加熱されると共にその温度(900℃)が安定するまで吸引ポンプを運転し、その間温度センサ1～30の出力を連続記録する。また、絞り流量計の流量表示、ガスメータの積算流量の表示を10分毎に記録する。各吸収びん内における状況をビデオ撮影して記録する。

以上の作業において、

- 試験容器内の空気が環状電気炉により900℃まで加熱されると共にその温度(900℃)が安定する。

- ステップ1からステップ2への切り替え時も含め、試験装置および使用する測定系に異常がない。

を確認し、記録する。

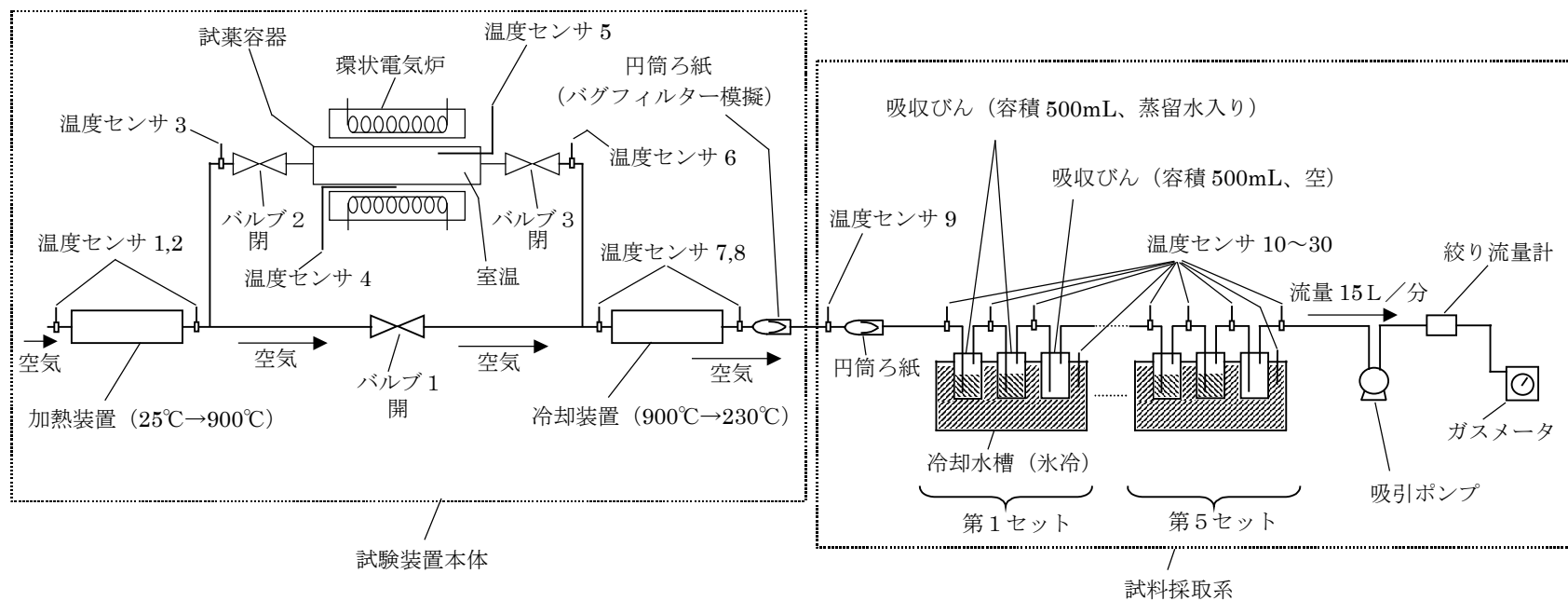
(ステップ3)

最後のステップとして、吸引ポンプを運転したままで図7-3に示すようにバルブ1を閉、バルブ2を開とする(バルブ3は開)。その状態で絞り流量計により空気の流量15L/分の空気が流れるよう調整できることを確認する。ステップ2に続いてさらに30分間(試験装置内の試薬容器、加熱装置、冷却装置および配管系の合計の内容積を100倍した量の空気をステップ2開始後吸引するまでの時間が30分より長い場合はその時間まで)吸引ポンプを運転し、その間温度センサ1~30の出力を連続記録する。また、絞り流量計の流量表示、ガスメータの積算流量の表示を10分毎に記録する。各吸引びん内における状況をビデオ撮影して記録する。吸引完了後は、直ちに加熱装置、環状電気炉の電源を切る。加熱装置、冷却装置、配管系内部の温度が室温近くまで低下したことを確認(測定する)した後、冷却装置の電源を切る。

以上の作業において、

- ステップ2からステップ3への切り替え時も含め、試験装置および使用する測定系に異常がない。

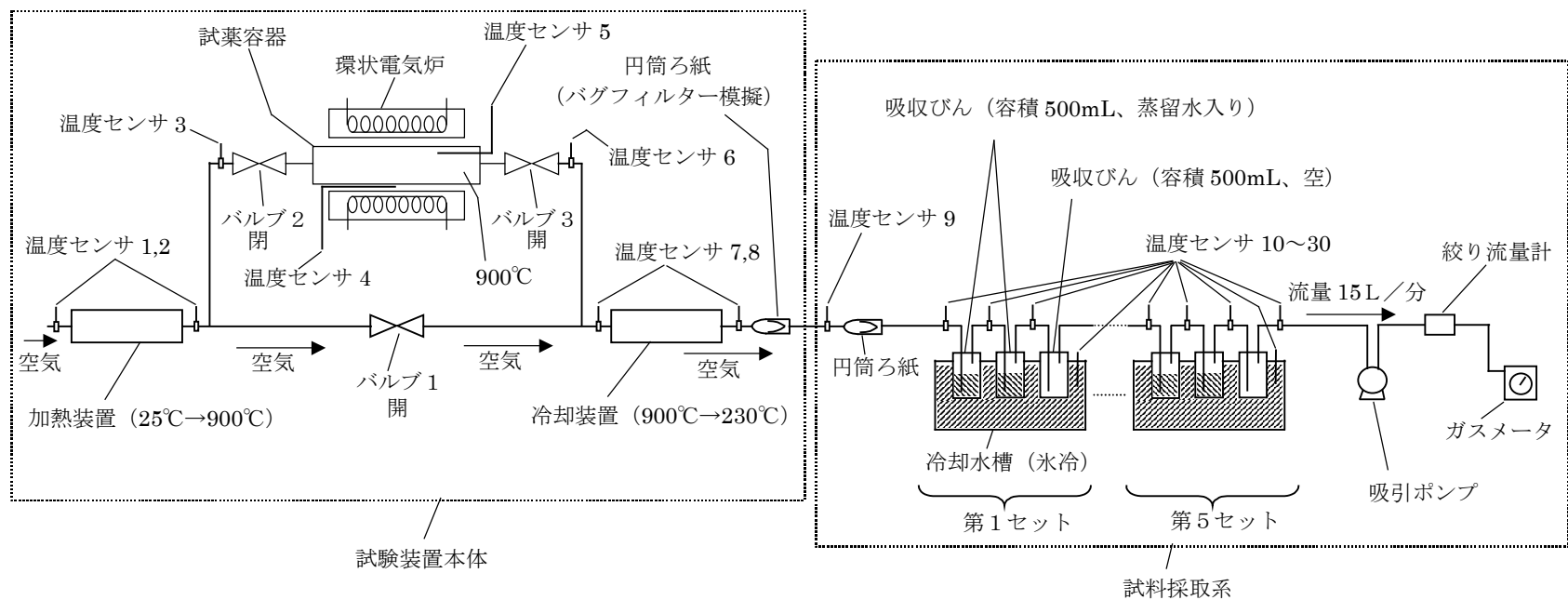
を確認し、記録する。



(注記)

(1) 試験装置本体側の配管系には断熱材を取り付け、配管内の空気の温度が低下しないよう配慮すること。

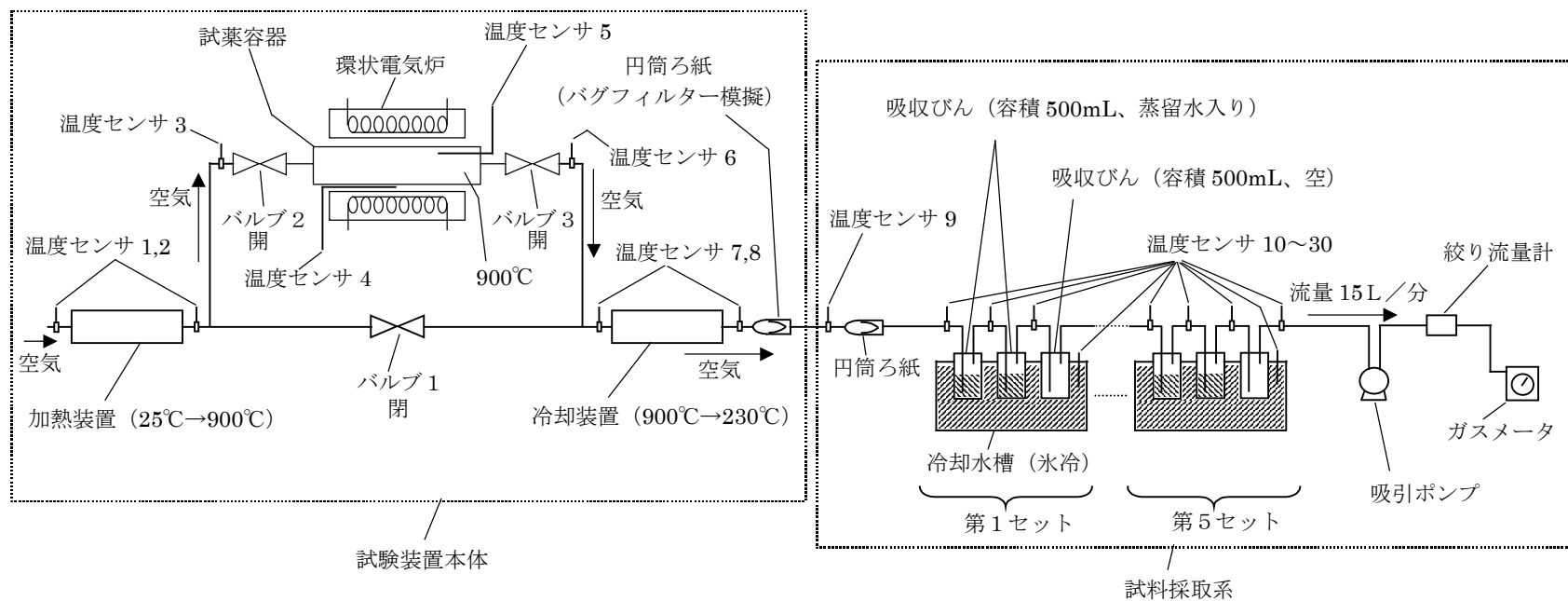
図 7-1 試験 4 [試薬なし、加熱・冷却あり] のステップ 1 における試験装置の設定



(注記)

- (1) 試験装置本体側の配管系には断熱材を取り付け、配管内の空気の温度が低下しないよう配慮すること。

図7-2 試験4 [試薬なし、加熱・冷却あり] のステップ2における試験装置の設定



(注記)

- (1) 試験装置本体側の配管系には断熱材を取り付け、配管内の空気の温度が低下しないよう配慮すること。

図 7-3 試験 4 [試薬なし、加熱・冷却あり] のステップ 3 おける試験装置の設定

e) 試験5 [試薬：炭酸セシウム、加熱・冷却あり]

(ステップ1)

図8-1に示すように、試薬の炭酸セシウム500mg(測定する)を入れた試薬皿を試薬容器内に設置した後、まず、バルブ1を開、バルブ2、バルブ3を閉とした状態で吸引ポンプを起動し、絞り流量計により空気の流量15L/分の空気が流れるよう調整する。同時に加熱装置(25℃→900℃)、冷却装置(900℃→230℃)の電源を投入する。

1時間(試験4の結果、熱平衡状態に達するまでの時間が1時間よりも長い場合はその時間まで)吸引ポンプを運転し、その間温度センサ1~30の出力を連続記録する。また、絞り流量計の流量表示、ガスメータの積算流量の表示を10分毎に記録する。各吸収びん内における状況をビデオ撮影して記録する。

以上の作業において、

- 吸入された実験室内の空気(25℃程度)が加熱装置により900℃まで加熱されると共にその温度(900℃)が安定している。
- 900℃まで加熱された空気が冷却装置により230℃まで冷却されると共にその温度(230℃)が安定している。
- 試料採取系内に流入する230℃の空気が10段(試験4の結果、230℃の空気を25℃以下に冷却するのに段数を増やす必要がある場合は、その段数としておく)の吸収びんを通過することで25℃以下に冷却される。
- 試験装置および使用する測定系に異常がない。

を確認し、記録する。

(ステップ2)

次に、吸引ポンプを運転したままで図8-2に示すようにバルブ3を開とする(バルブ1は開、バルブ2は閉)。同時に環状電気炉の電源を投入する。その状態で絞り流量計により空気の流量15L/分の空気が流れるよう調整する。ステップ1に続いて、試薬容器内の空気が環状電気炉により900℃まで加熱されると共にその温度(900℃)が安定するまで吸引ポンプを運転し、その間温度センサ1~30の出力を連続記録する。また、絞り流量計の流量表示、ガスメータの積算流量の表示を10分毎に記録する。各吸収びん内における状況をビデオ撮影して記録する。

以上の作業において、

- 試薬容器内の空気が環状電気炉により900℃まで加熱されると共にその温度(900℃)が安定する。
- ステップ1からステップ2への切り替え時も含め、試験装置および使用する測定系に異常がない。

を確認し、記録する。

(ステップ3)

最後のステップとして、吸引ポンプを運転したままで図8-3に示すようにバルブ1を閉、バルブ2を開とする(バルブ3は開)。その状態で絞り流量計により空気の流量15L/分の空気が流れるよう調整する。ステップ2に続いてさらに30分間(試験装置内の試薬容器、加熱装置、冷却装置および配管系の合計の内容積を100倍した量の空気をステップ2開始後吸引するまでの時間が30分より長い場合はその時間まで)吸引ポンプを運転し、その間温度センサ1~30の出力を連続記録する。また、絞り流量計の流量表示、ガスメータの積算流量の表示を10分毎に記録する。各吸収びん内における状況をビデオ撮影して記録する。吸引完了後は、直ちに加熱装置、環状電気炉の電源を切る。加熱装置、冷却装置、配管系内部の温度が室温近くまで低下したことを確認(測定する)した後、冷却装置の電源を切る。

以上の作業において、

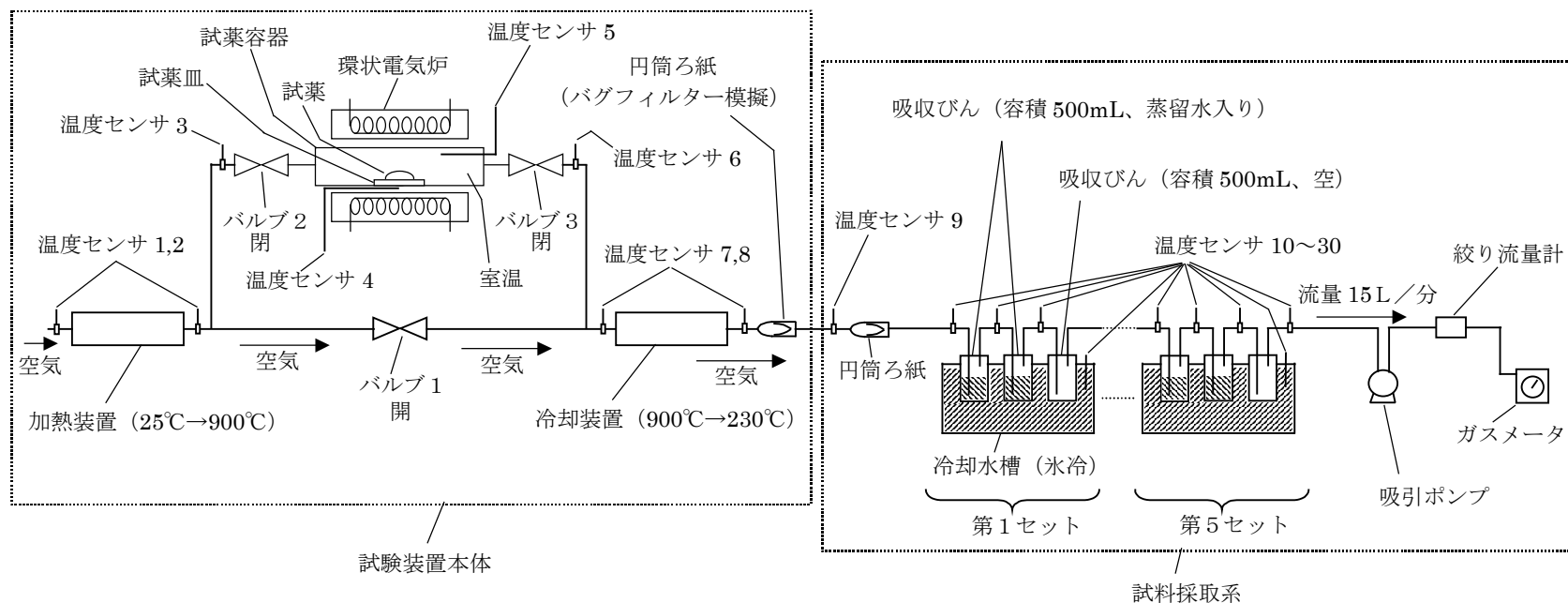
- ステップ1からステップ2への切り替え時も含め、試験装置および使用する測定系に異常がない。

を確認し、記録する。

最後に、

- 試験装置の配管接続を外し、試薬容器から炭酸セシウムを入れた試薬皿を取り出して、試験後の炭酸セシウムの量を測定する。
- また、試験装置本体側の試薬容器、加熱装置、冷却装置、配管系、円筒ろ紙(バグフィルター模擬)および試料採取系側の円筒ろ紙、吸収びん、配管系に捕捉され、あるいは付着した物を採取してイオンクロマトグラフ分析を行い、それらに含まれるセシウムの量を評価する。

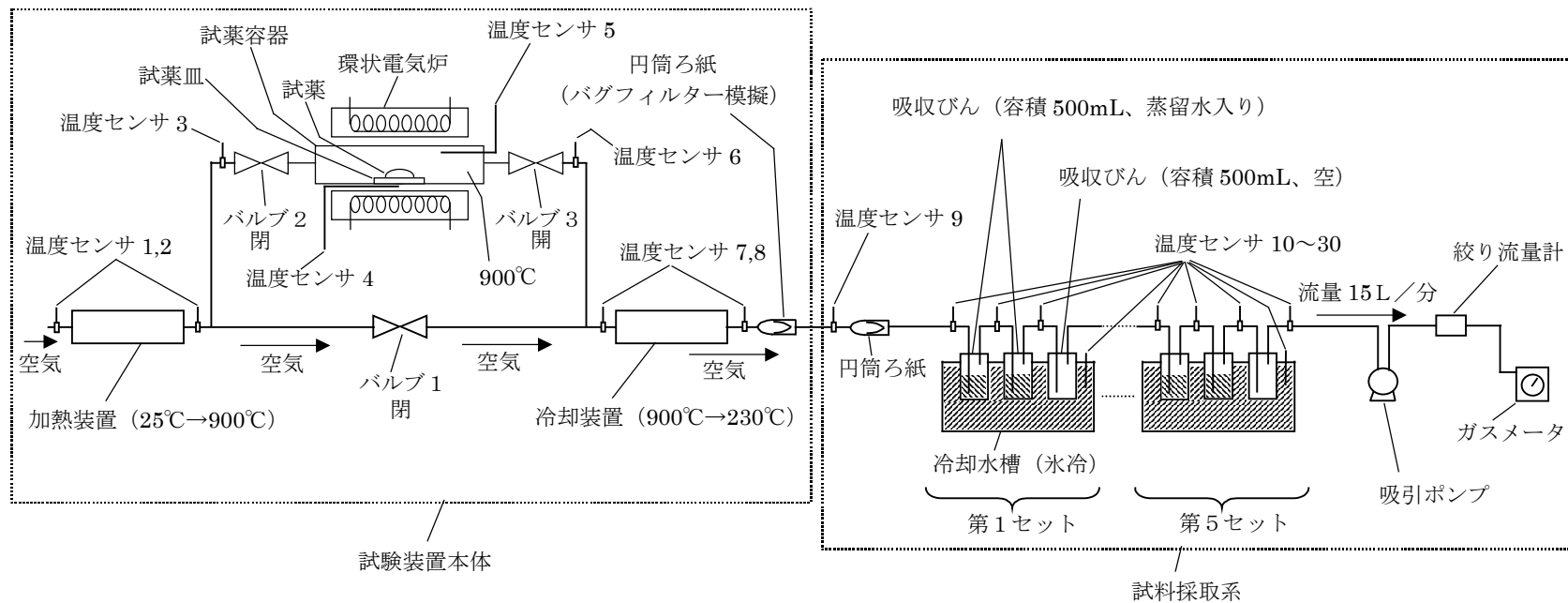
なお、セシウムの量の最終的な評価は、セシウム化合物の量ではなく、セシウム化合物に含まれるセシウムのみで評価する。



(注記)

(1) 試験装置本体側の配管系には断熱材を取り付け、配管内の空気の温度が低下しないよう配慮すること。

図 8 - 1 試験 5 [試薬：炭酸セシウム、加熱・冷却あり] のステップ 1 における試験装置の設定

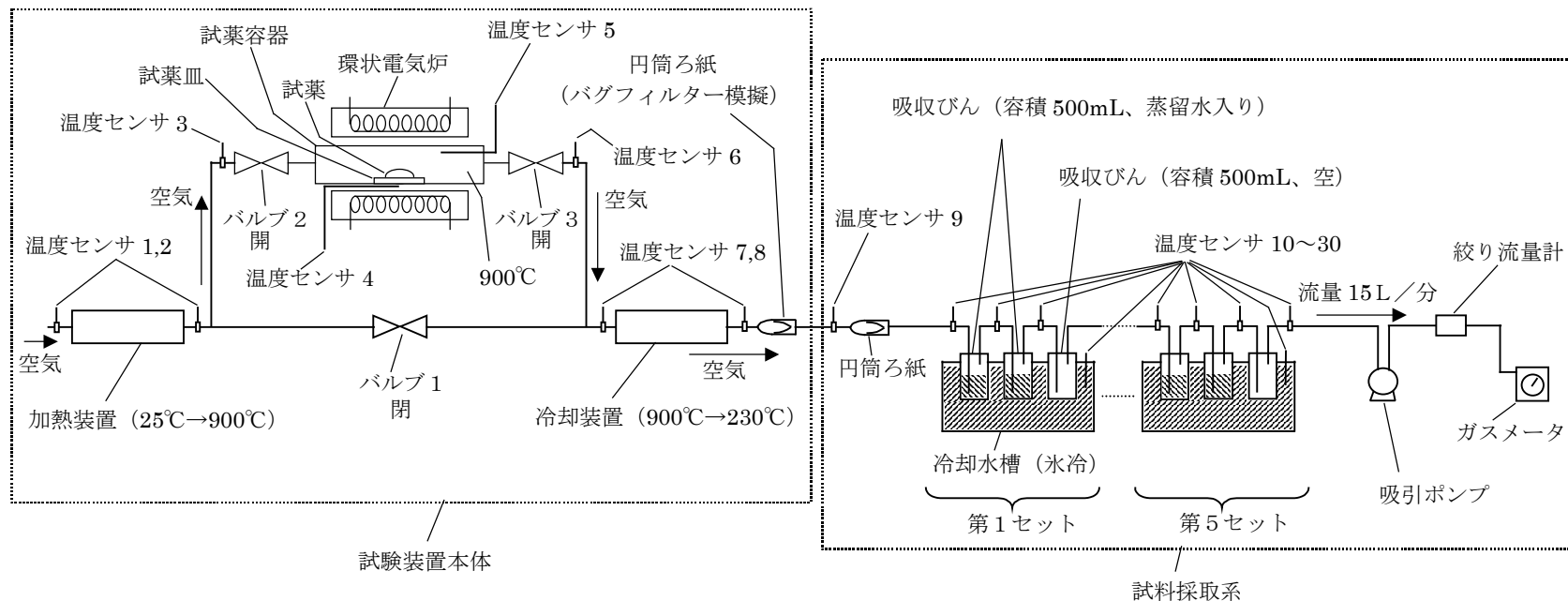


25

(注記)

(1) 試験装置本体側の配管系には断熱材を取り付け、配管内の空気の温度が低下しないよう配慮すること。

図8-2 試験5 [試薬: 炭酸セシウム、加熱・冷却あり] のステップ2における試験装置の設定



(注記)

(1) 試験装置本体側の配管系には断熱材を取り付け、配管内の空気の温度が低下しないよう配慮すること。

図8-3 試験5 [試薬：炭酸セシウム、加熱・冷却あり] のステップ3における試験装置の設定

f) 試験6 [試薬：塩化セシウム、加熱・冷却あり]

(ステップ1)

図9-1に示すように、試薬の塩化セシウム500mg(測定する)を入れた試薬皿を試薬容器内に設置した後、まず、バルブ1を開、バルブ2、バルブ3を閉とした状態で吸引ポンプを起動し、絞り流量計により空気の流量15L/分の空気が流れるよう調整する。同時に加熱装置(25℃→900℃)、冷却装置(900℃→230℃)の電源を投入する。

1時間(試験4の結果、熱平衡状態に達するまでの時間が1時間よりも長い場合はその時間まで)吸引ポンプを運転し、その間温度センサ1~30の出力を連続記録する。また、絞り流量計の流量表示、ガスメータの積算流量の表示を10分毎に記録する。各吸収びん内における状況をビデオ撮影して記録する。

以上の作業において、

- 吸入された実験室内の空気(25℃程度)が加熱装置により900℃まで加熱されると共にその温度(900℃)が安定している。
- 900℃まで加熱された空気が冷却装置により230℃まで冷却されると共にその温度(230℃)が安定している。
- 試料採取系内に流入する230℃の空気が10段(試験4の結果、230℃の空気を25℃以下に冷却するのに段数を増やす必要がある場合は、その段数としておく)の吸収びんを通過することで25℃以下に冷却される。
- 試験装置および使用する測定系に異常がない。

を確認し、記録する。

(ステップ2)

次に、吸引ポンプを運転したままで図9-2に示すようにバルブ3を開とする(バルブ1は開、バルブ2は閉)。同時に環状電気炉の電源を投入する。その状態で絞り流量計により空気の流量15L/分の空気が流れるよう調整する。ステップ1に続いて、試薬容器内の空気が環状電気炉により900℃まで加熱されると共にその温度(900℃)が安定するまで吸引ポンプを運転し、その間温度センサ1~30の出力を連続記録する。また、絞り流量計の流量表示、ガスメータの積算流量の表示を10分毎に記録する。各吸収びん内における状況をビデオ撮影して記録する。

以上の作業において、

- 試薬容器内の空気が環状電気炉により900℃まで加熱されると共にその温度(900℃)が安定する。
- ステップ1からステップ2への切り替え時も含め、試験装置および使用する測定系に異常がない。

を確認し、記録する。

(ステップ3)

最後のステップとして、吸引ポンプを運転したままで図9-3に示すようにバルブ1を閉、バルブ2を開とする(バルブ3は開)。その状態で絞り流量計により空気の流量15L/分の空気が流れるよう調整する。ステップ2に続いてさらに30分間(試験装置内の試薬容器、加熱装置、冷却装置および配管系の合計の内容積を100倍した量の空気をステップ2開始後吸引するまでの時間が30分より長い場合はその時間まで)吸引ポンプを運転し、その間温度センサ1~30の出力を連続記録する。また、絞り流量計の流量表示、ガスメータの積算流量の表示を10分毎に記録する。各吸収びん内における状況をビデオ撮影して記録する。吸引完了後は、直ちに加熱装置、環状電気炉の電源を切る。加熱装置、冷却装置、配管系内部の温度が室温近くまで低下したことを確認(測定する)した後、冷却装置の電源を切る。

以上の作業において、

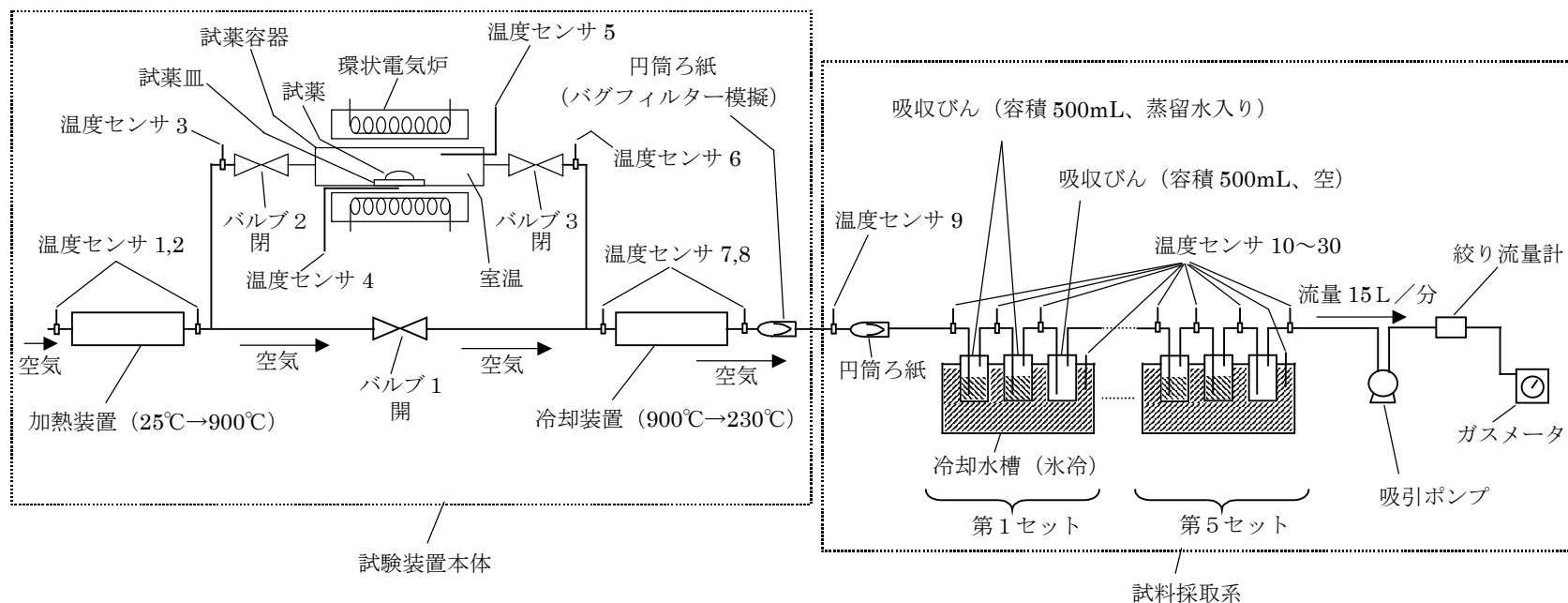
- ステップ1からステップ2への切り替え時も含め、試験装置および使用する測定系に異常がない。

を確認し、記録する。

最後に、

- 試験装置の配管接続を外し、試薬容器から塩化セシウムを入れた試薬皿を取り出して、試験後の塩化セシウムの量を測定する。
- また、試験装置本体側の試薬容器、加熱装置、冷却装置、配管系、円筒ろ紙(バグフィルター模擬)および試料採取系側の円筒ろ紙、吸収びん、配管系に捕捉され、あるいは付着した物を採取してイオンクロマトグラフ分析を行い、それらに含まれるセシウムの量を評価する。

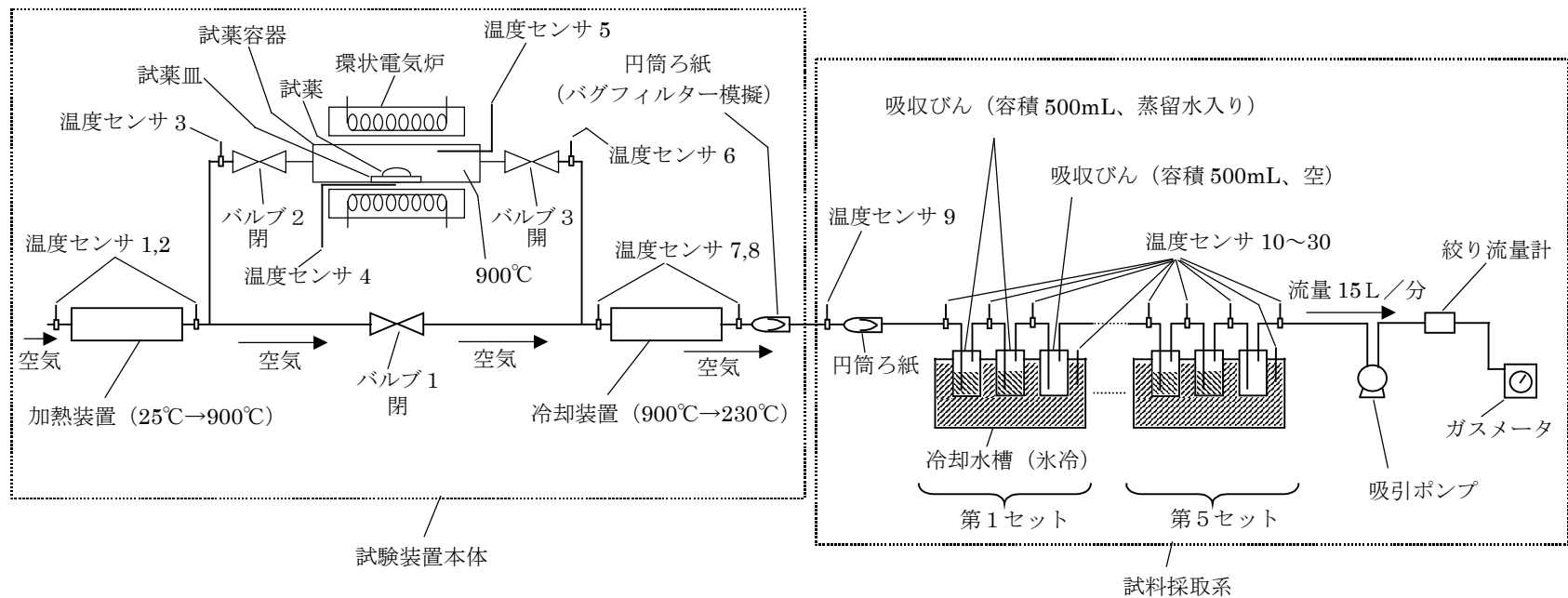
なお、セシウムの量の最終的な評価は、セシウム化合物の量ではなく、セシウム化合物に含まれるセシウムのみで評価する。



(注記)

- (1) 試験装置本体側の配管系には断熱材を取り付け、配管内の空気の温度が低下しないよう配慮すること。

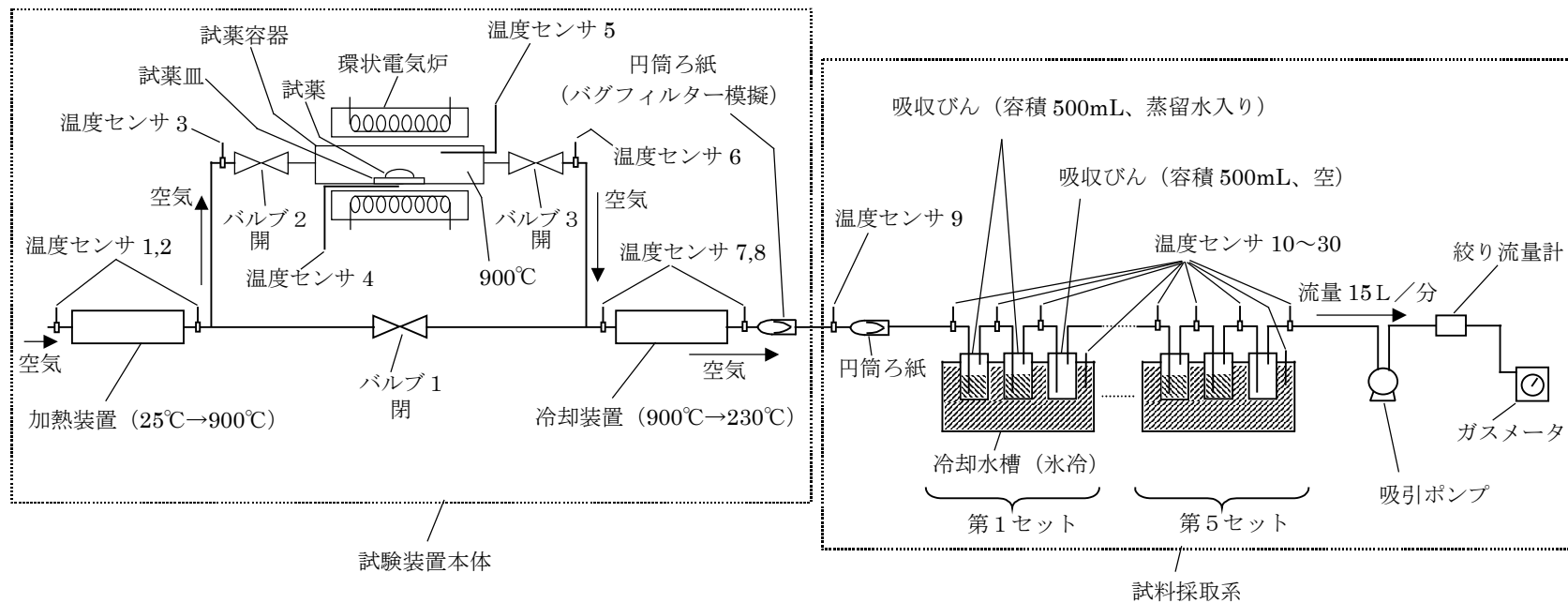
図9-1 試験6 [試薬：塩化セシウム、加熱・冷却あり] のステップ1における試験装置の設定



(注記)

(1) 試験装置本体側の配管系には断熱材を取り付け、配管内の空気の温度が低下しないよう配慮すること。

図 9-2 試験 6 [試薬: 塩化セシウム、加熱・冷却あり] のステップ 2 おける試験装置の設定



(注記)

- (1) 試験装置本体側の配管系には断熱材を取り付け、配管内の空気の温度が低下しないよう配慮すること。

図 9-3 試験 6 [試薬：塩化セシウム、加熱・冷却あり] のステップ 3 おける試験装置の設定

6. 添付資料

- (1) メモ1 「焼却施設から空気中に放射性物質は放出されていないのか？ 排ガス中の放射性物質の濃度は正しく測定されているのか？」（改定2）
- (2) メモ2 「排ガス中の微小な霧状またはガス状の放射性セシウムを捕捉する方法（案）」
- (3) メモ3 「排ガス中の放射性物質濃度検出に必要な吸引時間および放射性物質捕捉系の数」
- (4) 「排ガス中の放射性物質の測定方法に関する実験に関する問題点、疑問点」改定3

以上