

概略

HPXシリーズ・不活性(耐食性)ホットプレートに組み込まれた設計上の特徴は、加熱表面全体にわたって比類のない温度均一性を実現し、サンプルの酸分解や蒸発乾固のプロセスをより高度に制御することを可能にします。一般的な不活性ホットプレートよりも多くのカートリッジヒーターを組み込むことで、加熱表面の温度ばらつきを大幅に低減しました。さらに、プレミアムグレードの「ISO成形低気孔率グラファイト(黒鉛)」を採用したことで、優れた熱伝導性を発揮するとともに、極めて信頼性の高い(ピンホールのない)PFAコーティングの塗布が可能になりました。これにより天板が保護され、腐食や汚染を防ぎ、装置の寿命を大幅に延ばすことができます。



Savillex HPX-200 and HPX-100 Hotplate

温度均一性

微量金属分析において、サンプル前処理中の試料に対する一貫性は、データ品質を左右する極めて重要な要素です。加熱や蒸発の処理を行う際、不完全な分解やマトリックス除去のばらつき、あるいは揮発性分析対象物の保持による分析バイアスを防ぐために、すべてのサンプルができる限り均一な温度で加熱されなければなりません。不活性ホットプレートに使用される加熱グラファイト天板の表面全体で最適な温度均一性を得るための鍵は、使用されるカートリッジヒーターの数(カートリッジヒーター密度)にあります。HPX-100(加熱面：292mm×212mm)は3本のカートリッジヒーターを、HPX-200(加熱面：415mm×212mm)は4本のカートリッジヒーターを搭載しています。このサイズのホットプレートでは、通常2本のカートリッジヒーターが使用されます。カートリッジヒーター密度を高めることは、表面全体の温度均一性に直接的な影響を与え、起動後に設定温度に達するまでの時間を短縮します。さらに、加熱表面に最高品質の「ISO成型低気孔率グラファイト」を使用することで、他の不活性ホットプレートで使用されている「押出成型グラファイト」よりもはるかに滑らかな表面を実現しています。ISO成型グラファイトは高価ではあるものの、押出成型グラファイトに使用されるものよりも非常に微細な粒子(約50分の1)から加圧成型されているため、熱伝導性に優れ、より滑らかな表面へと機械加工することができます。

HPXシリーズの温度仕様は、150°Cにおいて±2°Cです。実際の使用において最高のパフォーマンスを発揮するためには、試料間で一貫した加熱を保証できるよう、ホットプレートの表面全体でこの温度仕様が達成される必要があります。カートリッジヒーター密度の向上とISO成型グラファイトの使用が表面の温度ばらつきを低減させることを確認するため、IR(赤外線)センサーカメラを用いてHPX-100の温度均一性を測定し、同等サイズの競合他社製ホットプレートと比較しました。測定にはFLIR E60熱画像カメラを使用しました。両方のホットプレートをコントローラーで150°Cに設定し、設定温度に達するまで待機しました。得られた熱画像を図1および図2に示します。表面温度は色で表現されており、色見本(キー)は画像の右側に表示されています。

HPX-100の熱画像を図1に示します(カラースケールは100°Cから160°Cの範囲)。写真の通り、表面温度は非常に均一であり、ホットプレートの四隅(オレンジ色のエリア)でごくわずかな温度低下が見られるのみです。両側に見られる低温部(紫色で表示)は、PTFE製のサイドガードです。競合他社製のホットプレートの場合(図2)、温度の均一性にばらつきがあり、中央の最も高温なエリアがはっきりと確認できます。実のところ、この熱画像上に位置を示す局所的なホットスポットが存在することから、このホットプレートには2本のカートリッジヒーターが備わっていることが明確に分かります。なお、このホットプレートにはサイドガードが装着されていなかったため、ホットプレートのエッジ部分がHPX-100とはわずかに異なって見えています。

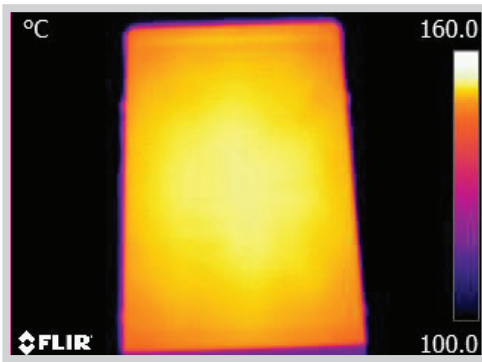


図1：サビレックスHPX-100
ホットプレートの熱画像

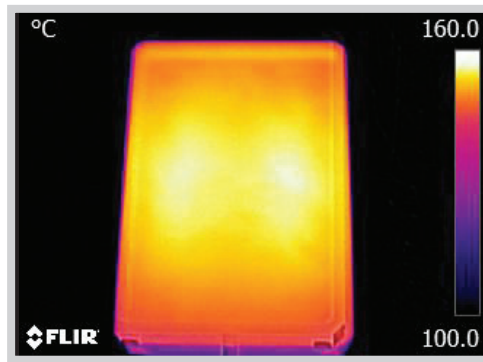


図2：競合他社製ホット
プレートの熱画像

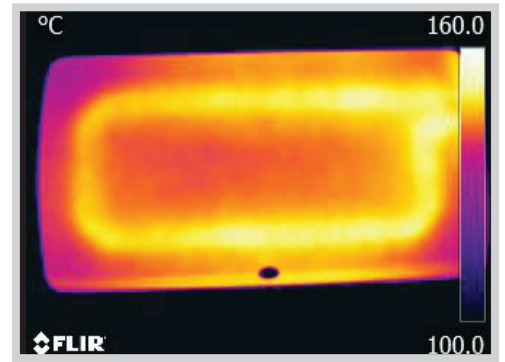


図3：家庭用グリドル(ホット
プレートの熱画像)

Table1(以下)は、熱画像から得られたデータを示しています。データはすべて°C表記であり、各測定値は直径2インチの円の平均値です。測定は、画像の左上から始まって右下で終わる、5点×7列の計35箇所で行われました。したがって、位置1～5および31～35が最も低温になると予想されます。両方のホットプレートとも150°Cに設定されていましたが、平均測定値からわかるように、熱画像カメラはわずかに高めの温度を読み取ります。表面温度を測定する最も正確な方法は熱電対センサーを使用することです。ここで熱画像カメラを使用した理由は、ホットプレート表面全体の何百ものポイントを測定できるため、温度のばらつきを示すのに最も有用だからです。HPX-100の測定温度は149.6°Cから153.6°Cの範囲であり、その差は4°C、すなわち±2°Cです。これに対し、競合他社製のホットプレートは149.2°Cから156°Cの範囲であり、その差は6.8°C、すなわち±3.4°Cでした。3本カートリッジヒーターとISO成型グラフィートの使用が、HPX-100の加熱表面における温度ばらつきを明らかに低減していることがわかります。

Position	HPX-100	Competitor	Position	HPX-100	Competitor
1	149.9	150.9	19	153.4	156.0
2	151.0	152.0	20	152.5	155.8
3	151.4	151.9	21	151.8	154.1
4	151.1	151.5	22	152.8	155.2
5	149.9	150.6	23	153.4	154.7
6	151.2	153.4	24	153.1	155.2
7	152.2	154.5	25	152.2	154.8
8	152.7	154.0	26	150.9	152.2
9	152.2	154.2	27	152.0	153.3
10	151.2	153.5	28	152.6	152.9
11	152.0	155.0	29	152.5	153.0
12	153.1	156.0	30	151.7	152.9
13	153.5	155.4	31	149.6	149.2
14	153.1	156.0	32	150.7	150.1
15	152.2	155.3	33	151.3	150.1
16	152.2	155.1	34	151.1	150.2
17	153.2	156.1	35	150.2	149.8
18	153.6	155.5	Average	151.9	153.4

Table 1.
熱画像から得られた温度測定データの比較、単位°C

一部の国では、地球化学ラボが商業用のラボグレード不活性ホットプレートの安価な代替品として、家庭用の低価格な電気グリドル(ホットプレート)を使用しています。これらのグリドルはPTFE(フッ素樹脂)コーティングされたアルミニウム製で、一本のループ状のヒーターエレメントを備えているのが特徴です。比較のため、家庭用グリドルを150°Cに設定して熱画像を撮影しました(図3)。ループ状のヒーターエレメントがはっきりと確認でき、表面の温度ばらつきは非常に大きなものでした。測定された温度範囲は、150°Cの設定において27.5°Cの幅(すなわち±13.8°C)に及びました。特定のポイントでは、表面のわずか2~3インチの範囲内で表面温度が20°Cも変化していました。調理用に設計されたグリドルでは、分析ラボでの分解や蒸発処理において再現性のある加熱を行えないことは明白です。

ISO成型低気孔率グラファイトのさらなる利点

HPXシリーズにISO成型グラファイトが選ばれたのは、その優れた熱伝導性のためだけでなく、高品質の不活性PFAコーティングを施すことを可能にするためでもあります。他の不活性ホットプレートに使用されている押出成型グラファイトには、割れ目(フィッシャー)や気孔(ポア)が存在するため、表面にPFAコーティングを効果的に施すことが非常に困難です。非常に深い気孔がある場合、PFAが気孔の底まで届かず、コーティングに隙間や破断が生じることがあります。この場合、こぼれた酸がグラファイトとコーティングの間に侵入し、時間の経過とともに気孔の周囲のコーティングが剥離する原因となります。また、この領域に汚染物質が蓄積することにもなります。対照的に、ISO成型グラファイトは非常に緻密な構造を持ち、より精密に機械加工できるため、コーティングに最適な極めて滑らかな表面を作り出すことができます。図4は、気孔のサイズ目安のために7mLのサビレックス製PFAバイアルを置いた競合他社製のホットプレートを示しています。深い割れ目や気孔が見られます。最も大きな気孔の底では、PFAコーティングが底まで到達しておらず、不完全なコーティングになっていることが観察されました。図5は、同じ7mLのサビレックス製PFAバイアルを置いたHPXホットプレートの表面を示しています。コーティングされたホットプレートの表面が、はるかに滑らかであることが明確に見て取れます。

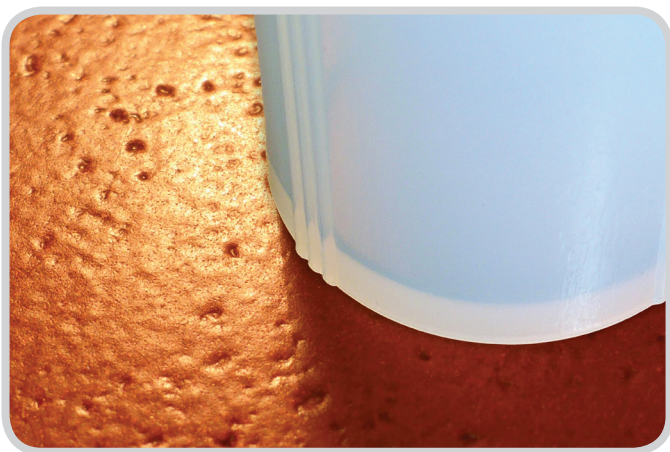


図4：表面の深い孔を示す競合他社のホットプレート



図5：滑らかな表面を示すHPXホットプレート